

**广州工业投资控股集团有限公司**

**大湾区现代高端装备研发生产基地项目**

# **可行性研究报告**

**中国联合工程有限公司**

**2022年9月**

广州工业投资控股集团有限公司

大湾区现代高端装备研发生产基地项目

# 可行性研究报告

法定代表人：钱向东

技术负责人：成正宝

项目负责人：马王哲

中国联合工程有限公司

2022年9月

工程咨询证书编号：913300001000016335-18ZYJ18

档案号：

# 参加编制人员名单

设计专业	审 核	校 对	设 计
总 体	赵红兵	郭建明	马王哲
总 图	马王哲	陈文勋	崔美丽
概 算	赵红兵	侯晓莉	陈才兵
工 艺	郭建明	马王哲	李冬梅
工 艺	宣洪良	马王哲	王 越
工 艺	盛 伟	段 孟	黄晨晖
建 筑	左 峰	范力军	蔡 军
结 构	李金果	毛呈龙	田 杨
给排水	魏 巍	苗世茂	陆荣海
暖 通	牛继超	章 杰	李春光
动 力	段 孟	范亚伟	章 杰
电 气	单 辉	张 颖	俞 飞
弱 电	单 辉	张 颖	俞 飞

## 前 言

本可行性研究报告于2022年3月完成初稿，并提交广州工业投资控股集团有限公司审核。

中国联合工程有限公司、广州工业投资控股集团有限公司及下属相关单位对可研初稿进行深入讨论、研究，对中低速柴油机、汽轮机及发电机组、盾构机的产品结构、共享制造以及规划布局等进行反复论证、调整，于2022年9月完成可行性研究报告。

## 目录

<b>1 总论</b> .....	<b>1</b>
1.1 项目名称和建设单位 .....	1
1.2 编制依据 .....	1
1.3 项目背景及建设必要性 .....	2
1.4 研究范围及主要内容 .....	11
1.5 总投资及资金来源 .....	14
1.6 主要结论 .....	17
<b>2 企业基本情况</b> .....	<b>18</b>
<b>3 市场需求及建设规模</b> .....	<b>20</b>
3.1 经济环境分析 .....	20
3.1.1 粤港澳大湾区产业格局 .....	20
3.1.2 南沙大岗先进制造产业格局 .....	21
3.2 市场现状及目标市场分析 .....	21
3.3 建设规模 .....	58
<b>4 厂址选择及建设条件</b> .....	<b>61</b>
4.1 厂址概况 .....	61
4.1.1 位置 .....	61
4.1.2 厂址概况 .....	61
4.2 建设条件 .....	61
4.2.1 区位及交通运输条件 .....	61
4.2.2 自然条件 .....	61

4.2.3 抗震设防 .....	63
4.2.4 市政公用设施条件 .....	63
<b>5. 物料供应与生产协作 .....</b>	<b>64</b>
5.1 物料供应 .....	64
5.2 燃料和动力 .....	65
5.3 生产协作 .....	66
<b>6 工程技术方案 .....</b>	<b>68</b>
6.1 工艺 .....	68
6.1.1 工艺设计原则 .....	68
6.1.2 盾构机焊接厂房生产工艺 .....	68
6.1.3 盾构机装配调试工艺 .....	76
6.1.4 汽轮机及电机组厂房工艺 .....	82
6.1.5 焊接厂房生产工艺 .....	93
6.1.6 压力容器生产工艺 .....	96
6.1.7 柴油机生产工艺 .....	98
6.1.8 共享制造 .....	105
6.1.9 绿色制造 .....	107
6.1.10 智能制造 .....	114
6.1.11 创新试验平台 .....	125
6.2 总平面布置 .....	128
6.3 土建 .....	135
6.4 公用部分 .....	143
<b>7. 环境保护、劳动安全、职业卫生和消防 .....</b>	<b>162</b>

7.1 环境保护 .....	162
7.2 劳动安全、工业卫生及消防 .....	165
<b>8. 节能及合理用能 .....</b>	<b>172</b>
8.1 能源供应 .....	172
8.2 项目主要能耗概况 .....	172
8.3 主要节能措施及效果 .....	173
8.4 能源管理机构 .....	175
<b>9. 生产组织及人员培训 .....</b>	<b>176</b>
9.1 生产组织 .....	176
9.2 人员及管理 .....	176
9.3 人员培训 .....	176
<b>10 实施进度建议 .....</b>	<b>178</b>
<b>11 广重投资估算和资金筹措 .....</b>	<b>179</b>
11.1 投资概述 .....	179
11.2 固定资产投资估算 .....	179
11.3 广重总投资、分年度投资计划及融资方案 .....	182
<b>12. 广重项目财务效益分析 .....</b>	<b>185</b>
12.1 项目说明 .....	185
12.2 产品成本估算 .....	185
12.3 销售收入、销售税金及利润估算 .....	186
12.4 财务盈利能力分析 .....	188
12.5 清偿能力分析 .....	188

12.6 不确定性分析 .....	189
12.7 主要经济数据、指标及结论 .....	190
<b>13 广州山河智能投资估算和资金筹措 .....</b>	<b>217</b>
13.1 投资概述 .....	217
13.2 固定资产投资估算 .....	217
13.3 广州山河智能项目总投资、分年度投资计划及融资方案 .....	220
<b>14.广州山河项目财务效益分析 .....</b>	<b>222</b>
14.1 项目说明 .....	222
14.2 产品成本估算 .....	222
14.3 销售收入、销售税金及利润估算 .....	223
14.4 财务盈利能力分析 .....	224
14.5 清偿能力分析 .....	225
14.6 不确定性分析 .....	226
14.7 主要经济数据、指标及结论 .....	226
<b>15 广柴投资估算和资金筹措 .....</b>	<b>247</b>
15.1 投资概述 .....	247
15.2 固定资产投资估算 .....	247
15.3 流动资金估算 .....	250
15.4 利用原有资产情况 .....	250
15.5 广柴总投资、分年度投资计划及融资方案 .....	250
15.6 有关问题说明 .....	251
<b>16. 广柴项目财务效益分析 .....</b>	<b>253</b>

16.1 项目说明 .....	253
16.2 产品成本估算 .....	253
16.3 销售收入、销售税金及利润估算 .....	254
16.4 财务盈利能力分析 .....	255
16.5 清偿能力分析 .....	256
16.6 不确定性分析 .....	257
16.7 主要经济数据、指标及结论 .....	258
<b>17 项目总投资和产出 .....</b>	<b>279</b>
17.1 项目总投资 .....	279
17.2 资金筹措及运用 .....	279
17.3 项目总产出 .....	283
17.4 项目效益 .....	284
<b>18 项目风险分析 .....</b>	<b>286</b>
18.1 技术风险 .....	286
18.2 市场风险 .....	288
18.3 资金风险 .....	289
18.4 政策风险 .....	290
18.5 社会风险 .....	291
18.6 综合风险评价 .....	291
<b>附件一：主要设备明细表 .....</b>	<b>293</b>
1、盾构机焊接主要设备明细表 .....	293
2、盾构机装配及试验主要设备明细表 .....	296

3、汽轮机生产主要设备明细表 .....	298
4、电机生产主要设备明细表 .....	301
5、焊接中小结构件主要设备明细表 .....	303
6、柴油机生产主要设备明细表 .....	304
<b>附件二： 单项设备技术论证 .....</b>	<b>307</b>
1、龙门五面体加工中心单项技术论证 .....	307
<b>附件三： 总平面布置图 .....</b>	<b>313</b>

# 1 总论

## 1.1 项目名称和建设单位

项目名称：广州工业投资控股集团有限公司大湾区现代高端装备研发生产基地项目

建设地点：广州市南沙区大岗镇谭新公路362号

建设单位：广州工业投资控股集团有限公司

建设单位法定代表人：周千定

项目联系人：邱小平

联系方式：139 2235 2313

## 1.2 编制依据

- 广州工业投资控股集团有限公司提供的相关资料。
- 《建设项目经济评价方法与参数》。
- 《投资项目可行性研究编制指南》。
- 《广东省人民政府关于贯彻落实《中国制造 2025》的实施意见》粤府〔2015〕89号。
- 《广东省智能制造发展规划》（2015-2025）。
- 《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四五规划和 2035 年远景目标纲要》。
- 《粤港澳大湾区发展规划纲要》。
- 《广东省国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。
- 《广东省人民政府关于培育发展战略性支柱产业集群和战略性新兴产业集群的意见》粤府函〔2020〕82号。
- 《广东省制造业高质量发展“十四五”规划》。

- 《广东省海洋经济发展“十四五”规划》。
- 《广州市国民经济和社会发展第十四个五年规划和 2035 年远景目标纲要》。
- 《广州市战略性新兴产业发展“十四五”规划》。
- 《广州南沙深化面向世界的粤港澳全面合作总体方案》。

### 1.3 项目背景及建设必要性

#### 1.3.1 项目背景

广州工业投资控股集团有限公司（以下简称“广州工控”）是在广州市委、市政府关于到 2020 年完成国有资本 85%以上投向前瞻性战略性新兴产业、先进制造业与现代服务业、基础设施与民生保障等关键领域的要求背景下，由广钢集团、万宝集团、万力集团三家联合重组而成。2021 年广州工控重组广州智能装备产业集团有限公司。

广州智能装备产业集团有限公司（以下简称“广智集团”）拥有广州柴油机厂股份有限公司、广重重机有限公司、广州电缆厂、广日电梯等制造企业。广智集团前身（广州电气装备集团有限公司）曾经在 2015 年收购了中船集团在广州市南沙区的大岗低速柴油机项目，占地面积 647 亩，拟打造国内一流的高端装备产业园。基地项目分三期进行，一期为广重重机临港基地项目，二期为广柴股份大岗基地项目，三期为预留发展用地。

一期项目由广州广重重机有限公司（以下简称“广重”）作为实施单位，重点发展大型石化、新型煤化工装备、海洋油气开发装备，目前已经建成使用。该项目占地面积约 146 亩，用地主要在地块的西南侧，现已建成重型、中型、轻型三跨厂房（最大起重能力 300t+300t）及辅助车间、挖入式码头（1500t 级）、管理楼以及空压站、储油罐区、废水处理站、消防水站、露天龙门吊堆场等设施。厂房周边道路及管网、绿化均已建成。

二期项目拟由广州柴油机厂股份有限公司（以下简称“广柴”）作为实施

单位，是中低速柴油机及燃气发动机的专业生产企业，项目完成后可实现各类中低速柴油机和气动机的能力。广柴大岗基地项目位于地块北侧，占地约 151 亩，目前已完成场地平整、地质勘查等，现正在推进真空预压软基处理等工作。三期项目剩余可用土地面积 350 亩，用地范围如下图所示：



2017 年，粤港澳大湾区横空出世，成为继东京湾区、纽约湾区、旧金山湾区后，全球第四大湾区，总面积 5.2 万平方公里，总人口超过 7000 万。截至 2021 年底，粤港澳大湾区已有香港、广州、深圳、东莞、佛山等城市开通了地铁，总通车里程突破 1000 公里。其中，广州地铁运营里程达到 553.2 公里，深圳地铁运营总里程达到 411 公里，香港地铁里程超过 230 公里。根据相关规划，整个粤港澳大湾区未来至少还要新增 1000 公里的地铁里程，等于再造一个“地下大湾区”。

2019 年 12 月 28 日，营业总收入和总资产均超 700 亿元的“工业航母”在万众瞩目下组建诞生。由广钢、万宝、万力三家国企联合重组设立的广

广州工控正式挂牌启航。广州工控将构建“1+1+N”的发展新格局，即构建一个科创中心、一个战略投资平台，同时构建高端装备、制冷家电产业、橡胶化工、汽车零部件、材料制造、供应链服务等多个产业，布局战略新兴产业。广州工控在轨道交通领域，通过并购上市公司鼎汉技术，聚焦打造轨道交通全产业链，取得轨道交通车辆核心零部件领域的突破。鉴于整个粤港澳大湾区未来至少还要新增 1000 公里的地铁里程，广州工控牵头成立大湾区轨道交通产业投资集团有限公司，积极发展轨道交通领域的高端装备。同时拟在广州市南沙区的大岗基地的三期用地上发展轨道交通装备。

南沙处于珠三角中心之地，具备天然的发展区位优势，依托广州国家中心城市综合优势，连通港澳，服务内地，区位十分优越，港口岸线资源丰富，发展空间广阔。同时具备土地优势，南沙拥有 803 平方公里的土地，为未来各种高端产业大项目提供了充足的土地空间。南沙目前定位为粤港澳全面合作示范区，其必将发展成为高附加值的装备制造业中心。

盾构机产业经过多年的发展，我国已经具备相对完善的盾构机设计、研发、生产的配套产业链，并具备自主知识产权。盾构机的研发与设计主要中在两个大的难点方面，分别为盾构机刀盘以及拼装技术，这主要的原因在于在盾构机实际工作中，掘进和管片拼装是盾构机最基础的工作。此外，盾构机的各项组成也极其复杂，尤其是涉及机、电，液导向、计算机技术等学科的综合大型机械装备。研究盾构机需要涉及很多门学科，包括传统的机械、电子、地质土木、材料等综合性技术。广重利用大岗基地码头优势和焊机加等专业生产能力，已为相关企业进行过盾构机盾体刀盘的制作，本次充分利用广州工控控股企业山河智能在盾构机设计、研发和生产方面的优势，结合粤港澳大湾区对盾构机的需求以及盾构机产业的特点，引进盾构机产业作为工控大岗基地三期用地的重要产品。

广柴中速柴油机生产基地位于广州芳村，现有厂区处于闹市区，作为

重型装备生产加工的发展空间不大，综合考虑工业遗产保护和广柴可持续发展的需要，拟将中速柴油机生产基地逐步搬迁至南沙大岗。同时广柴已与三菱 UE 品牌专利商开展合作，生产销售低速柴油机。目前，低速柴油机主要是在靖江租赁的厂房中进行生产，广柴没有自己的低速柴油机生产基地，依靠租赁厂房存在技术流失、人才培养等方面的风险，所以在在大岗建立新的低速机生产基地已势在必行。

广重目前已经在在大岗基地建有重容厂房，同时汽轮机产业是广重的支柱产业，考虑到广重钟村基地位于广州南站附近，周边产业限制了广重的发展壮大。

在此背景下，广州工控统筹规划大岗基地现有土地，在现有重型超限压力容器、盾构机盾体、中速柴油机等产业的基础上，主要引进盾构机整机总装调试、盾构机刀盘制造等产业，升级原有汽轮发电机组产业，将低速柴油机业务从靖江迁回广州，在南沙大岗打造一个临港绿色智能重型高端装备制造基地。

### 1.3.2 项目建设的必要性

为了落实广州市委、市政府“产业第一，制造业立市”的要求，结合广州市城市和产业规划布局，广州工控积极优化土地资源配置，集中在南沙大岗打造粤港澳大湾区高端装备制造基地。广重钟村基地毗邻广州南站，广柴中速柴油机基地位于广州芳村闹市区，未来将分别按照“南站商圈”、“都市型工业”要求进行转型升级，并争取利用储改结合的方式获得一定的土地补偿资金来回哺广重、广柴制造业的发展。广重、广柴的发展方向在南沙粤港澳大湾区，短期目标可满足广重、广柴产业业务增量需要，长期目标为打造大湾区现代高端装备研发生产基地，形成重型高端装备产业市场。虽然项目内部收益率不高、投资回收期较长，但形成的社会效益是巨大的，是推动广州“产业第一，制造业立市”所迫切需要的。

(1) 项目建设满足国家发展战略、推进粤港澳大湾区城市群高质量发展的迫切需要

推进粤港澳大湾区建设，是以习近平同志为核心的党中央做出的重大决策，是习近平总书记亲自谋划、亲自部署、亲自推动的国家战略。粤港澳大湾区城市群是我国开放程度最高、经济活力最强的区域之一，具备建成国际一流湾区和世界级城市群的良好条件。

粤港澳大湾区规划中提到加快制造业结构调整。推动制造业智能化发展，以机器人及其关键零部件、高速高精加工装备和智能成套装备为重点，大力发展智能制造装备和产品。支持装备制造、汽车、石化、家用电器、电子信息等优势产业做强做精。加快制造业绿色改造升级，重点推进传统制造业绿色改造、开发绿色产品，打造绿色供应链。

同时粤港澳大湾区城际铁路作为重大工程已纳入国家“十四五”规划，“轨道上的大湾区”正在加快建设，为轨道交通产业带来挑战和机遇。同时轨道交通的发展加快了城市一体化，缩短了城市间的时空距离，避免人们奔波行走的时间浪费。高铁城轨的公交化运营为城市间的快速通达创造了条件，可进一步建立粤港澳互利共赢的区域合作关系，推动区域经济协同发展，为粤港澳发展注入新动能，为全国推进供给侧结构性改革、实施创新驱动发展战略、构建开放型经济新体制提供有力的支撑。

(2) 项目建设满足广东省培养发展战略性新兴产业培育战略性新兴产业支柱产业集群和战略性新兴产业集群的需要

广东省立足实际，谋划高起点、稳中求进培育战略性新兴产业产业集群和战略性新兴产业集群。其中十大战略性新兴产业集群包括：1) 新一代电子信息产业集群；2) 绿色石化产业集群；3) 智能家电产业集群；4) 汽车产业集群；5) 先进材料产业集群；6) 现代轻工纺织产业集群；7) 软件与信息服务产业集群；8) 超高清视频显示产业集群；9) 生物医药与

健康产业集群和 10) 现代农业与食品产业集群。其中战略性新兴产业集群包括：1) 半导体与集成电路产业集群；2) 高端装备制造产业集群；3) 智能机器人产业集群；4) 区块链与量子信息产业集群 5) 前沿新材料产业集群；6) 新能源产业集群；7) 激光与增材制造产业集群；8) 数字创意产业集群；9) 安全应急与环保产业集群；9) 精密仪器设备产业集群。

本项目结合项目场地现状和企业现有装备制造实力，着重打造高端装备制造业，大力发展轨道交通装备、海洋工程装备和其他高端装备，按照智能制造的理论、先进的信息技术、精益生产方法和绿色制造技术，以工业互联网平台为基础，通过一系列工业软件和智能装备，构建由三个体系（技术创新体系、经营管理系统、制造运行体系）组成的智能工厂，形成智能化高端装备产业园。同时充分利用基地内的智能化加工装备和场地，孵化智能制造装备和产品，助力广东省制造业向智能化转型，为打造广东省高端装备制造产业集群这一战略性新兴产业集群奠定基础。

### （3）项目建设满足贯彻落实广州“制造业立市”工作部署的需要

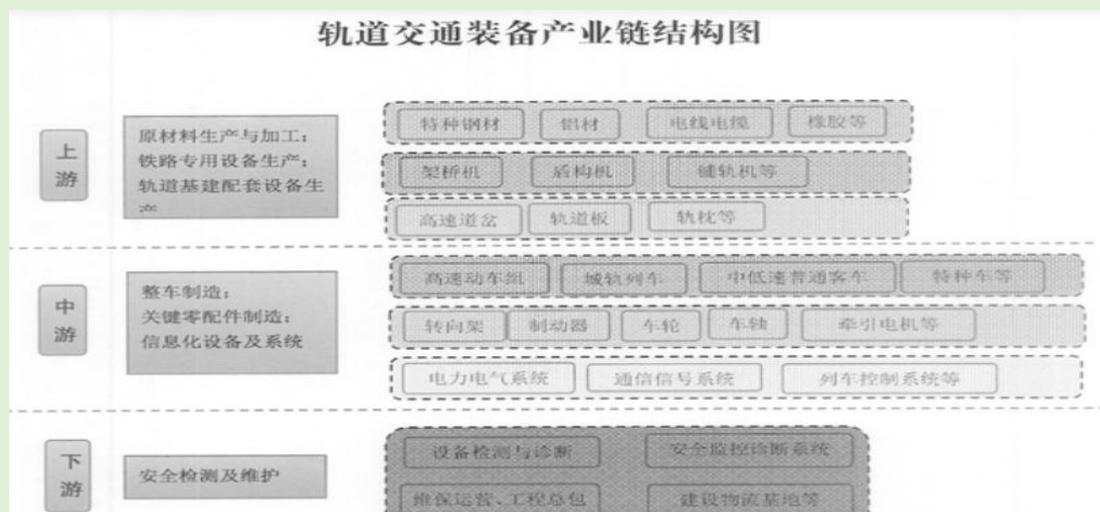
广州制造业产业底蕴深厚、发展根基坚实：拥有 41 个工业大类中的 35 个，工业经济总量稳居全国城市第一方阵，工业总体规模、综合实力、质量效益等指标领跑全国。但是不容忽视的是，自 2011 年以来，广州工业增加值占 GDP 比重呈现下降态势，其中第三产业占比超七成，第二产业占比三成不到。广州市政府工作报告从 2015 年强调“制造业和服务业双轮驱动”，到 2017 年提出“实施制造强市战略”，到 2021 年最新报告明确“制造业立市”，广州着眼实体经济，加快转变经济发展方式，要把制造业做实做强做优。

制造业发展不仅要依靠现有的信息技术、智能与新能源汽车、生物医药与健康产业，更要引入创新活跃、价值链高利润、高附加值的先进制造业项目。轨道交通产业属于技术密集型行业，需要掌握材料科学、机械制

造等专业能力。同时铁路、城市轨道交通产业专业性强，拥有众多专用设备，产品开发中还需要深厚的行业知识，已成为各先进国家、地区之间激烈角逐的重要赛道。广州市“十四五”规划明确轨道交通产业作为五大新兴优势产业之一，大力推进全产业链高质量发展。

(4) 项目建设满足贯彻落实广州工控做大做强轨道交通全产业链工作部署的需要

近年来，广州统筹推进轨道交通建设和轨道交通产业发展，作为战略性重组和专业化整合的改革代表之一的广州工控集团，有责任和义务去打造轨道交通龙头企业。大湾区轨交产投集团是贯彻落实广州市委、市政府做大做强轨道交通全产业链工作部署，由广州工控、广州地铁等广州市属国企携手优秀民营资本成立的市场化运作混合所有制企业。将聚焦轨道交通产业价值链创新链，专注打造产业投资平台、总承包和专业系统集成台、园区运营服务平台。



由于轨道交通产业链中的中游竞争格局稳定，本次大岗基地土地利用主要集中于产业链上游的基建施工和工程机械，以及下游相关产业。其中盾构机被称为“地下航母”。按一台盾构机的掘进寿命为 10 公里计算，加上隧道多区间实施，仅广州和深圳两个城市，保守估计未来几年盾构机的需求量就超过上百百台。同时广州工控下属广重集团与海瑞克公司合作多年，

拥有一定的制造经验。因此本项目的主要产品盾构机将会推动轨道交通产业集聚，强化产业协同效应，促进广州本地轨道交通建设向“数字化、智能化、特色化、集群化”发展。

（5）本项目的实施满足提升我国盾构机行业自主创新能力、促进我国盾构机施工和盾构机制造水平发展的需要

欧美的盾构机发展源于设计公司，日本则是源于重工业制造工厂。中国则走出适合自己，不同于欧美、日本模式的道路。我国的盾构机行业发展按照我国特有的模式，即走设计、制造和施工高度一体化道路，并向施工产业化方向延伸。主要特点是在施工的同时，通过及时反馈信息给设计单位、制造厂家，从产业价值链条末端向前反馈，以施工为核心的一边生产、一边使用、一边总结、一边提升。在盾构机需求量大的大湾区建设盾构机制造研发基地，将持续推进我国盾构机行业的高质量发展。

粤港澳大湾区城复杂不一的地质情况既给了盾构施工企业攻坚啃难的挑战，也给了促进盾构设备持续发展的机会。制造企业将在设计制造方面进行有益的探索和试验，必将会获得一批新技术、新工艺成果。同时随着施工企业的施工科技发展程度越来越高，逐步融合机器人技术、计算机、新材料、自动化、信息收集传输等技术，不断促进国产盾构机不断向“自动化、智能化”方向发展。

（6）本项目的实施是提升我国中小型汽轮机组主创新能力、提升我国中小型汽轮机智能化制造水平的需要

工业汽轮机是工业驱动及能量转换过程中的关键设备，因此，其市场发展前景取决于石化、化工、化肥、电力、冶金、建材、轻工、纺织等行业现代化、规模化和集约化的发展进程。

汽轮机技术研发创新一直存在‘重大轻小’现象，中小型汽轮机的应用领域很广泛，包括区域供暖、热电联供、工业余热综合利用、太阳能热电、

生物质热电等。与其广泛应用不相匹配的是，中小高效汽轮机技术研发创新力度不够。

本项目将通过加大中小汽轮机研发创新投入，增加智能化装备生产能力、提高技术水平、开发新产品、降低生产成本及发展成套设备业务，加快推进中小汽轮机技术进步。

#### （7）本项目的实施是提升我国船用柴油机制造水平的需要

“十四五”是我国船舶工业实现由大到强转变的关键时期，要认真贯彻党中央、国务院决策部署，加快推动船舶工业高质量发展。船用低速机是船舶核心关键产品，直接决定船舶的性能、经济性和安全性。长期以来，我国船用低速机生产制造依赖专利许可，严重制约我国船舶工业高质量发展。

由于我国船舶柴油机与国外水平存在很大差距，要大力发展我国造船工业，实现世界第一造船大国的目标，我国船舶柴油机必须坚持走“引进—消化—吸收—创新”的国产化技术创新之路，加快船舶配套动力的发展。

#### （8）项目的建设符合国家和省市的产业政策

项目主要产品为盾构机和发电成套设备，符合《十四五规划和 2035 年远景目标纲要》中“深入实施制造强国战略，坚持自主可控、安全高效，推进产业基础高级化、产业链现代化，保持制造业比重基本稳定，增强制造业竞争优势，推动制造业高质量发展。培育先进制造业集群，推动……先进轨道交通装备、……工程机械、高端数控机床……等产业创新发展”；属于国家发改委发布的《产业结构调整指导目录(2019 年本)》中，鼓励类第十四项“机械”第 46 条“大型施工机械：……6 米及以上全断面掘进机……”的规定；鼓励类第四项“电力”第 23 条“垃圾焚烧发电成套设备”的规定。

根据广东省智能制造发展规划“……推动制造业新一轮智能化改造。以

提高装备智能化率、成果转化率、劳动生产率、产品优等率、节能减排率、土地产出率和生产安全率为主攻方向，推动全省现有产业实施新一轮智能化技术改造。加快精益生产、敏捷制造、虚拟制造等在装备制造企业的普及推广；加大运用数字化、自动化技术改造提升消费品企业信息化水平力度。推动生产装备数字化，鼓励企业广泛运用信息技术改造提升落后的生产设备，大力开展人工转机械、机械转自动、单台转成套、数字转智能，进一步提高劳动生产率和安全生产率。推进生产过程智能化，鼓励企业积极制定或采用国际标准和国外先进标准，提高产品生产标准水平，按更高标准对生产工艺流程进行智能化再造。鼓励引进高精度、高性能、自动化、智能化设备，加强制造过程控制。开展智能工厂培育试点，深化信息技术在企业研发设计、生产流通、经营管理等各环节的全方位应用，推进从单项业务应用向多业务综合集成转变，从企业信息应用向业务流程优化再造转变。选择具有优势条件和基础的行业、企业，在集团管控、设计与制造集成、管控衔接、产供销一体、业务和财务衔接等领域，开展关键环节集成应用示范试点，推广重点行业数字化车间，建设智能工厂试点……”

综上所述，本项目的建设符合国家和地方产业发展政策，可提升我国盾构机行业的自主创新能力，确保粤港澳大湾区建设的顺利实施，推动我国具有自主知识产权的轨道交通装备的发展。项目所在基地可打造广东省战略型新型产业集群——高端装备制造产业集群，为广东省制造业的可持续发展奠定基础。同时项目可提高企业的竞争力和综合实力，为公司的长远发展打下基础。因此，进行本项目建设是十分必要和迫切的。

## **1.4 研究范围及主要内容**

### **1.4.1 本报告研究范围**

根据委托文件要求，编制项目可行性研究报告。统筹考虑大岗基地整体规划。

对广州工控大岗基地整体方案进行论证，主要从产业选择、厂房工艺布局、设备配置、建设条件及公用设施配套情况、工程技术方案、原辅料材料供应情况、环境评价及治理意见、人员安排、工程建设实施进度的建议、工程投资估算、项目经济分析和评价等进行分析论证。从市场、技术、经济、财务、资源、环保、安全等方面，进行全面、系统地分析，论证项目设立的必要性和可行性。

#### 1.4.2 项目目标

项目立足高端装备制造业，支持粤港澳大湾区建设，服务广东省绿色石化行业，拓展新能源行业，孵化智能化装备产业，形成高端装备中的超大直径盾构机、重型超限容器、中小型汽轮机、中低速船用柴油机的规模化生产的能力，依托广州工控的综合优势和基地码头优势，将基地打造成为装备一流、技术领先、管理先进、具备核心产品的国内一流的绿色智能高端装备制造基地。同时夯实支撑可持续发展的装备制造业研发平台，推进可孵化智能装备产品的制造服务平台，逐步形成广东省的高端装备制造产业集群点。

生产纲领表

序号	产品名称	数量 (台)	单重 (t)	总重 (t)	单价 (万元)	总价 (万元) 含税
一	<b>盾构机产业</b>					
1	Φ4m—16m 整机	40	5000	200000	6500	260000
2	隧道施工总包					160000
	小计					420000
二	<b>石化容器产业</b>					
1	重型压力容器（复合钢板）			20000	2.5	50000
2	重型压力容器（碳钢）			15000	2	30000
	小计					80000
三	<b>汽轮机产业</b>					

1	N/C/B 型 2-5MW	6			500	3000
2	N/C/B 型 5-9MW	10			600	6000
3	N/C/B 型 10-15MW	60			700	42000
4	N/C/B 型 16-20MW	12			800	9600
5	N/C/B 型 22-25MW	8			950	7600
6	N/C/B 型 25MW 以上	4			1200	4800
	小计	100				73000
四	发电机产业					
1	QF8-2/4	10			160	1600
2	QF12-2/4	15			200	3000
3	QF18-2/4	20			285	5700
4	QF30-2/4	10			320	3200
5	QF50-2/4	5			600	3000
	小计	60				16500
五	低速柴油机					
1	UEC33	10	88	880	926.60	9266
2	UEC35	20	90	1800	1039.60	20792
3	UEC42	40	170	6800	1683.70	67348
4	UEC50	20	225	4500	2090.50	41810
5	UEC60	10	349	3490	3028.40	30284
	小计	100		17470		<b>169500</b>
六	中速柴油机					
1	VG32	15			941.29	14119
2	G32	100			372.90	37290
3	G26	85			241.82	20555
4	320	115			152.55	17543
5	CS21	20			159.33	3187
6	230	20			70.06	1401
7	VG35	5			1042.99	5215
8	G35	10			522.06	5221
9	G32	10			435.05	4351
10	M23G	10			261.03	2610
11	230SG	10			152.55	1526

	小计	400		17665		<b>113017</b>
七	工业物联网					5500
八	外协加工					5000
总计						<b>882517</b>

### 1.4.3 建设内容

本项目主要建设内容如下：

（1）新建盾构机装配厂房、盾构机成品堆场，和已建成的重容厂房组成超限装备制造板块，大力发展盾构机产业、重型超限容器等产业。

（2）新建汽轮机发电机厂房、盾构机焊接厂房，组成重型装备制造板块，大力发展汽轮机发电机组、盾构机零部件等产业。

（3）新建船用柴油机厂房，组成中型装备制造板块，积极发展高技术船舶关键零部件产业。

（4）新建综合楼、食堂及活动中心，满足园区办公需求，同时为制造服务业、隧道工程施工总包等企业提供运营场地。

（5）拆除厂区西南角原有无用配套设施，在厂区北侧新建危险品及危废品库、废水处理站、空压站等生产辅助配套设施。

（6）新增五面体加工中心、车铣复合加工中心、龙门镗铣床、数控落地镗铣床、气缸盖柔性加工线等高端智能化制造装备。

（7）新增智能管片拼装机试验台、换刀机器人及换刀试验台、主驱动高压密封试验台、柴油机智能水力测功系统等先进的研发设备。

（8）新增能源管理系统（EMS）、工厂数据采集及监控系统、制造执行系统（MES）等智能软件，以及显示大屏、现场工作站、生产视频监控等智能硬件，形成智能制造平台。

## 1.5 总投资及资金来源

### （1）广重投资

广重部分新增固定资产投资 181660 万元(含建设期利息)，流动资金为

88120 万元，利用原有资产净值 82829.6 万元。按全部流动资金合计总投资投入为 352609.6 万元。按铺底流动资金计算的报批新增总投资为 208096 万元。

#### (2) 广重资金筹措方案

资金来源为：a.资本金筹资 153598 万元，其中申请工控集团增资 78998 万元，占 51.43%，广轻机以土地收储出资 74600 万元，占 48.57%，资本金筹资中用于建设资金 124952 万元、用于建设期利息 2210 万元、用于流动资金 26436 万元。b.债务资金筹措 116182 万元，其中申请银行长期借款 54498 万元，占 46.91%，申请银行流动资金短期借款 61684 万元，占 53.09%，债务资金中用于建设投资 54498 万元、用于流动资金 61684 万元。c.利用原有资产 82829.6 万元以实物资产和土地投入。

具体资本金筹措以后续广州工控另行制定的资金筹措方案为准。

#### (3) 广州山河投资

广州山河新增固定资产投资 18120 万元(含建设期利息)，流动资金为 121820 万元，按全部流动资金合计总投资投入为 139940 万元。按铺底流动资金计算的报批新增总投资为 54666 万元。

#### (4) 广州山河筹措方案

资金来源为：a.资本金筹资 49230 万元，来源为广州山河以自有资金投入，资本金筹资中用于建设资金 12463.3 万元、用于建设期利息 220.7 万元、用于流动资金 36546 万元。b.债务资金筹措 90710 万元，其中申请银行长期借款 5436 万元，占 5.99%，申请银行流动资金短期借款 85274 万元，占 94.01%，债务资金中用于建设投资 5436 万元、用于流动资金 85274 万元。

#### (5) 广柴投资

新增固定资产投资 99175.64 万元(含建设期利息)，流动资金为

84070.89 万元，利用原有资产净值 3000 万元。按全部流动资金合计总投资投入为 186246.53 万元。按铺底流动资金计算的报批新增总投资为 124396.91 万元。

#### （6）广柴筹措方案

资金来源为：a.资本金筹资 148246.53 万元，其中申请工控集团增资 89396.91 万元，占 60.3%，广柴出资 58849.62 万元，占 39.7%，资本金筹资中用于建设资金 98475.64 万元、用于建设期利息 700 万元、用于流动资金 84070.89 万元。b.债务资金筹措 35000 万元，其中申请银行长期借款 35000 万元，占 100%，债务资金中用于建设投资 35000 万元 c.利用原有资产 3000 万元以实物资产投入。

具体资本金筹措以后续广州工控另行制定的资金筹措方案为准。

#### （7）项目总投资

项目合计新增固定资产投资 298955.64 万元，资本金自筹 204021.6 万元、申请银行贷款 94934 万元。新增流动资金 294010.89 万元，资本金自筹 147052.89 万元、申请银行短期借款 146958 万元。作为资本金自筹的资金合计 351074.5 万元，债务资金 241892 万元。资本金自筹资金合计占项目新增总资金的 59.2%。另外还利用原有资产 85829.6 万元。合计总投资投入 678796.13 万元，按铺底流动资金计算的报批总投资 387158.91 万元。

以上总资金 678796.13 万元中广州工控实际出资 168394.91 万元（其中广重 78998 万元、广柴 89396.91 万元）、广轻机出资 74600 万元（拟划拨给工控由工控注资给广重）、山河公司出资 49230 万元、广柴出资 58849.62 万元、利用原有资产 85829.6 万元（含广柴 3000 万元）、银行长期借款 94934 万元、流动资金短期借款 146958 万元。

#### （8）项目总效益

项目达产年实现营业收入 786184 万元（不含税），实现利润总额

66888.4 万元，上交增值税金及附加 30233.4 万元，所得税 16487.8 万元，税后利润 50400.6 万元，项目投资利润率 9.85%，投资利税率 14.31%。

## **1.6 主要结论**

项目新增产品主要为盾构机、中低速柴油机和汽轮发电机组，符合国家战略和相关产业政策的规定。通过项目的实施，有利于提高盾构机、中小型汽轮机的制造能力和产品水平，加强企业应对市场变化的能力及核心竞争力。

综上，本项目经济效益尚好，得到当地政府支持较大，按假定条件分析具有一定的抗风险能力，从财务上看项目是可行的，但项目投入资金量较大，投资回收期较长，产品规模的扩大还需实践检验，随着介入高端产品市场者会越来越多，产品市场竞争将会变得激烈，因此需对市场价格变动及竞争对手作密切关注。

## 2 企业基本情况

广州工控是在广州市委、市政府关于到 2020 年完成国有资本 85%以上投向前瞻性战略性产业、先进制造业与现代服务业、基础设施与民生保障等关键领域的要求背景下，由广钢集团、万宝集团、万力集团三家联合重组而成。拥有万宝、五羊、万力轮胎等多个知名品牌，以及山河智能和金明精机两家上市公司，企业总数达两百余家，员工总数 3 万余人，在高端装备制造、材料制造、制冷家电、橡胶化工等多个领域具备良好的产业基础和技术积累。广钢集团、万宝集团、万力集团三家企业均是广州市发展历史悠久、文化积淀深厚的知名企业，三家集团产品类型多样，在目标客户、销售渠道、技术储备、人力资源等方面有较大的协同空间，有利于广州工控充分运用三家集团的资源储备，对主营业务进行调整，剥离落后产能，推进资源整合，加快向高新技术企业转型。

2021 年广州工控重组广州广智集团，广智集团拥有广州柴油机厂、广重集团、广州电缆厂、广日电梯等制造企业。尤其是广重集团，使大湾区高端装备制造成为可能。广州广重企业集团有限公司，是广州重型装备核心企业，始建于 1948 年，国有全资，原国家机械部的重点骨干大型企业，连续多年入选中国机械工业 500 强，是国家高新技术企业，广东省自主创新标杆企业，广州市创新型企业，广州品牌百强企业，广州市知识产权行政保护重点企业；拥有广东省认定的企业技术中心、广东省重型机械（广重）工程技术研究中心、广州市重点工程技术研究开发中心。广重最早拥有国家劳动部、机械部颁发的 AR1 压力容器设计、制造许可证，美国 ASME 颁发的 U、PP、U2、S 钢印和英国劳埃德船级社颁发的船用铸锻件生产许可证，获得 ISO9001、ISO9002 质量体系认证证书，有自营进出口权。引进了美国 C-ENatco 海上钻井平台油气水分离系统的设计制造技术、

汽轮机设计制造技术以及德国海瑞克盾构机制造技术。在不锈钢、合金钢、钛材、特殊材料容器、低温容器、可开启式高档压力容器在行业中有较高的声誉；采用斯科达技术生产的汽轮机，其性能、可靠性和自控水平达到国际同类产品先进水平；离心机已形成规格化、系列化，上悬式全自动大型离心机、大型虹吸刮刀离心机等多项产品填补了国内空白，居行业前列。广重具备大型装备综合开发的能力，产品遍布全国各地，远销世界二十多个国家和地区，以质量高、服务好，赢得了客户的赞誉和信赖。

## 3 市场需求及建设规模

### 3.1 经济环境分析

粤港澳大湾区作为国家建设世界级城市群和参与全球竞争的重要空间载体，粤港澳大湾区的建设已被提升到国家发展战略层面。

珠三角九市经济基础好，产业体系完备，集群效应已逐步显现，而香港、澳门服务业发达，与珠三角九市文化同源、优势互补，融入大湾区后对整体发展将产生明显的带动作用。大湾区未来将实现四大中心城市（香港、澳门、广州、深圳）差异分工、强强联合，并实施创新驱动战略，联动内地九市与香港澳门，有望建成与纽约湾区、旧金山湾区、东京湾区并驾齐驱的世界级湾区。



#### 3.1.1 粤港澳大湾区产业格局

粤港澳大湾区的战略定位是打造成为充满活力的世界级城市群，建成世界新兴产业、先进制造业和现代服务业基地。2019年粤港澳大湾区规划落地，明确大湾区下一阶段发展方向：形成以创新为核心驱动，以先进制造业为产业根基的经济体系和发展模式。

从大湾区产业体系来看，先进制造业仍是大湾区的产业根基。深圳、广州为粤港澳大湾区的核心引擎，投全力主导大湾区制造业布局：珠江西

岸形成以珠海、佛山为龙头建设先进装备制造产业带；珠江东岸则形成以深圳、东莞为核心的电子信息等世界级先进制造产业集群。其中，广州以先进制造业为主导，在汽车、石化与电子信息制造业原三大支柱产业的基础上，积极发展轨道交通、新一代信息技术、人工智能、生物制药等战略性新兴产业。

创新是粤港澳大湾区发展的核心驱动力。大湾区整体创新基础好，创新要素集聚，科技研发与转化能力突出，企业研发投入高，“广州—深圳—香港—澳门”科技创新走廊正逐渐被打造成形，助力大湾区建成国际科技创新中心。科技创新走廊与大湾区竭力发展科技创新产业，带动湾区内各大城市优势互补与联动协作，携手打造创新产业集群。

### 3.1.2 南沙大岗先进制造产业格局

作为制造业中创新最活跃、成果最丰富的领域，先进制造业被认为是推动经济高质量发展的关键和重点。南沙将先进制造业作为其未来发展的基石，在其西部组团，统筹规划大岗镇新联围岛区域规划占地面积 8.21 平方公里的大岗先进制造业基地，计划构建产城融合、生态低碳的国际一流先进制造业基地，积极壮大先进制造业集群，推动装备制造、汽车、修造船等优势产业向价值链高端迈进，打响“南沙制造”品牌。在产业导入方面，中科空天飞行科技产业化基地、宝乐机器人、中航云电信、北京精雕平安物流、中船项目等一批企业也已落户。

南沙的珠江出海口作为广州市的主要出海通道，目前已经引入了中国东方电气(广州)重型机器有限公司、广州海瑞克、中船重型装备有限公司等重型装备制造企业。本项目在建地块先天拥有 1500t 码头，可大幅度降低海外盾构机等重型装备制造运输成本，非常适合发展重型装备制造产业。

## 3.2 市场现状及目标市场分析

### 3.2.1 盾构机市场

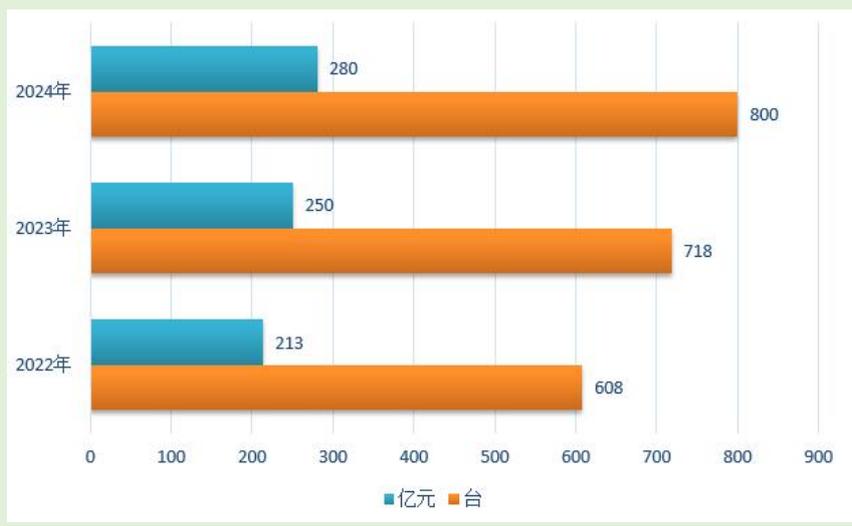
### 3.2.1.1 盾构机目标市场

中国已经成为全球最大的盾构机需求方市场，也是最大的盾构机生产国。据不完全统计，2020年中国共生产全断面隧道掘进机658台（含BTM），销售额累计约209.5亿元。其中销售额最多的2家企业分别为中铁工业（约80.99亿元）和铁建重工（约68.01亿元），远远领先于国内其他厂商，市场占有率分别为38.7%和为32.5%。

2020年主要盾构机生产企业盾构机销量

序号	单位	台数	年销售额 (万元)
1	中铁工程装备集团有限公司	202	809889
2	铁建重工集团股份有限公司	167	680130
3	中交天和机械设备制造有限公司	131	96191
4	辽宁三三工业有限公司	64	132000
5	广州海瑞克隧道机械有限公司	21	131315
6	北方重工集团有限公司隧道工程技术公司	14	25424
7	济南重工集团有限公司	13	38550
8	上海隧道工程有限公司（机械制造分公司）	11	84729
9	上海力行工程技术发展有限公司	10	8523
10	中铁山河工程装备股份有限公司	8	26471
11	中船重工（青岛）轨道交通装备有限公司	7	4384
12	海瑞克（成都）隧道设备有限公司	6	23176
13	海瑞克（广州）隧道设备有限公司	4	34108
	汇总	658	2094890

初步估算，2022-2024年轨道交通建设等的稳定增长将带来将产生超2100台总价值735亿元的盾构机市场需求，行业需求未来三年复合增长率约达10%。



国内盾构机新增数趋势图

广州工控拟在大岗基地组建新的盾构机企业，瞄准粤港澳大湾区的轨道交通发展对盾构机的需求。目前广东市场正在施工应用的盾构机数量大约 500 台，其中中铁装备系盾构机 280 余台（其中中铁山河 20 余台），铁建重工 140 余台，海瑞克、中交天和、辽宁三三等厂家 60 余台。

未来五年，粤港澳大湾区七大城市地铁规划超 2000 公里，规划近 100 条线路。广州，远期规划 23 条线、1025 公里，481 座车站，将产生超过 500 台盾构机的市场需求，按 5500 万/台均价测算，2022 至 2026 年将带动盾构机市场产能约 279 亿元，平均年市场需求产值将达到 56 亿。



未来五年粤港澳大湾区轨道交通盾构机市场预测图

国家发改委正式批复粤港澳大湾区城际铁路建设规划，将在继续实施

并优化原珠三角地区城际轨道交通网规划基础上，进一步加大城际铁路建设力度，打造“轨道上的大湾区”。

截至 2021 年底，粤港澳大湾区已有香港、广州、深圳、东莞、佛山等城市开通了地铁，总通车里程突破 1000 公里。其中，广州地铁运营里程 2020 年达到了 553.2 公里(含广佛线佛山段)。目前，深圳地铁运营总里程也达 411 公里。香港地铁里程超过 230 公里。根据相关规划，整个粤港澳大湾区未来至少还要新增 1000 公里的地铁里程，等于再造一个“地下大湾区”。

### 3.2.1.2 盾构机国内外对标企业

#### (1) 国外对标分析

国外生产盾构机的企业主要有德国的海瑞克公司（HerrenknechtAG）、美国的罗宾斯公司（Robbins），加拿大的罗福特公司（Lovat），以及日本的小松制作所、三菱重工、川崎重工等。每个公司都可根据不同的地质条件和工程项目、不同技术要求和设计，生产出不同直径、不同类型、特殊要求的盾构机，以满足客户的需要。

#### ①日本三菱重工（MitsubishiHeavyIndustries,Ltd.）

日本三菱：具有 100 多年历史的企业集团，其下属的直系企业有 29 家，三菱重工是其中的一家，其为全球各地提供软、硬土盾构掘进设备的建设机械部是三菱重工旗下神户造船所的一个分支。从 1939 年制造日本第一台手掘盾构机开始，一直到 2003 年神户造船所一共制造了 1608 台盾构机，其中包括土压平衡、泥水平衡、双圆、三圆、MMST 等各种类型，数量和种类可谓世界第一，技术位居全球之首。比如英法海峡交通隧道用的盾构机，其中两台是该公司制造的。再比如为法国里昂地区提供直径为 11m 的土压平衡式盾构机，还有为上海延安东路第二条过江隧道工程生产泥水加压式盾构机，为东京湾海底隧道生产了直径 14.14m 的泥水加压式

盾构机等。

②日本小松制作所（KomatsuLtd.）

成立于 1921 年的日本小松制作所（株式会社）是跨行业领域的跨国集团公司，至今有 80 年历史。集团公司是由包括小松公司在内的 142 家公司组成。公司产品除了始终处于世界领先地位的建筑工程机械、产业机械以外，同时还涉足电子工程、环境保护、工程事业、土木工程、运输、流通机械、金属材料制造和销售，软件以及金融、服务业等高科技领域。其隧道工程机械包括盾构机、岩石掘进机和顶管机。

③日本川崎重工（KawasakiHeavyIndustries,Ltd.）

川崎重工创立于 1896 年 10 月 15 日，是从造船起家的日本著名公司，在全球现代航海技术中处于领先的地位。同时也是机器人生产的先锋厂家。曾生产出 1200 多台软岩和硬岩挖掘机，比如东京市神田川地下调蓄工程用的直径为 13.94m 的盾构机；比如东京湾海底隧道 14.14m 直径的盾构机；再比如英法海峡隧道开挖用的盾构机，以及上海地铁隧道用的盾构机等。

④德国海瑞克（HerrenknechtAG）

马丁·海瑞克先生 1977 年创办了海瑞克公司；作为隧道盾构机设备生产商，海瑞克公司设备尺寸完全，能适应各种地质状况。在设备覆盖范围方面来说，海瑞克公司在全球独一无二的。其拥有直径从 4,000mm 到 15,440mm 用于公路、铁路、地铁及输水隧道施工的大直径机器到外径仅 100mm 的全自动微型隧道掘进机、房屋管件连接设备和水平定向钻设备。盾构机非常适用于从软质、含水非粘性地层到抗压强达到 300MPa 的硬岩的各种地质条件。尤其是在大直径隧道掘进机技术方面，海瑞克公司在长距离隧道和高工作压力施工上具有丰富经验：在 25 年的隧道施工行业中，海瑞克公司一直是一些重大隧道工程的 TBM 供应商。在荷兰西西尔德、瑞典哈兰德拉斯、马德里、巴塞罗那、易北河等隧道工程中都发挥重要作

用。在中国，参与完成了香港、北京、天津、广州、深圳、南京、重庆等城市的地下隧道及越江隧道工程。

#### ⑤美国罗宾斯公司（ROBBINS）

美国罗宾斯公司是一家从事地下挖掘设备的设计、制造、销售和租赁等业务的公司，专门生产各种挖掘材料,包括提供与传统的“钻孔爆破”方法完全不同的在坚硬的岩层进行机械作业的方法。罗宾斯公司的主要产品是全断面隧道掘进机(TBMs)，曾经设计制造了超过 250 套全断面隧道掘进机，设备质量可靠性非常好。

#### ⑥加拿大罗浮特公司（LOVAT）

加拿大罗法特公司成立于 1972 年，在传统的盾构机设计上处于全球领先地位。尤其擅长于风化岩石、混合土质、软土、土压平衡式和泥水式盾构机的制造，开挖盾构直径从 0.75 米到 17 米。LOVAT 盾构机具有高精度和更可靠的施工安全性及质量特点。此外，LOVAT 是全球唯一能提供从盾构机的全面设计、制造、检测和试验的公司。

#### ⑦德国维尔特 Wirth 法 NFM 集团

德国维尔特公司 1895 年建立，1965 年以来生产全断面隧道掘进机 (TBMs)。大约 90% 的产品出口，产品销售超过了 60 个国家和地区。NFM 技术公司是一家法国的实业公司，于 2001 年 11 月 1 日加入德国维尔特公司。

### （2）国内对标分析

经过多年引进消化吸收国外的盾构施工技术，国内盾构机生产企业已形成集研发设计、技术服务、加工制造、组装调试、施工反馈、修造翻新、营销租赁于一体的盾构机产业链。不断涌现生产能力强、设备品种全、工艺水平先进的盾构机制造商，在土压平衡系列、硬岩（TBM）系列盾构机的研发与制造领域打破了国外企业的长期垄断局面，逐步实现了我国盾构

机产业向自主化、国产化、智能化的高端行业发展。国内盾构机的六大主力分别是：铁建重工、中铁装备、中交天和、上海隧道、三三工业、北方重工，成为中国 6 大盾构机领先企业。

①铁建重工：中国铁建重工集团有限公司从最初的高速道岔生产基地发展到掘进机、特种装备、轨道设备、磁浮装备四大产业板块。厚积薄发，实现弯道超车，一跃成为世界一流的集高端地下装备和轨道设备研究、设计、制造、服务于一体的自主品牌。拥有盾构 TBM 的先进生产设备 200 多台套，盾构 TBM 年产能力达 120 台套。

②中铁装备：是中国中铁股份有限公司的直属子公司,是专业从事隧道掘进机(盾构机和硬岩掘进机)研发制造和技术服务的大型国有企业。2014 年 7 月，首创矩形盾构应用于郑州市政取得成功，之后又应用于新加坡地铁项目，成为国产异形掘进机走向海外的首个成功案例。2015 年 1 月，研制出具有完全自主知识产权的国产硬岩掘进机，推动这一技术成功跻身世界第一方阵。2016 年 1 月，3.5 米世界最小直径硬岩掘进机研制成功，应用于黎巴嫩大贝鲁特供水项目等，这是中国自主品牌硬岩掘进机首次被欧美等国家采用，成为中国“智”造高端装备走向成熟的重要标志。对标世界掘进机顶尖品牌，中铁装备在国际顶尖品牌企业的非标产品标准化设计、先进制造工艺、高效质量控制体系等方面具有很大优势。

③中交天和：中交天和机械设备制造有限公司系国资委下属中国交通建设股份有限公司成员公司。2012 年，中交天和设计制造的 $\phi 14.93\text{m}$ “天和号”超大泥水气压复合盾构投入南京纬三路过江隧道使用，集成了世界上各项成熟技术，具有世界领先水平，先后获得“国家重点新产品”、“中国机械工业科学技术奖一等奖”和“工业和信息化部中国首台套科技成果鉴定”等殊荣，打破了国外盾构对中国超大盾构领域的垄断，具有划时代的历史意义。公司研制的直径 14.93 米超大直径盾构机荣获中国机械工业科学技术

一等奖、苏州市科学技术一等奖，通过国家工信部首台套鉴定等多项荣誉，公司成为国内超大直径盾构机制造的先行者，国内唯一研制成功超大直径盾构机的制造商。

④上海隧道：上海隧道工程有限公司机械制造分公司，是具有国家特级总承包资质、机电设备安装一级资质的上海隧道工程有限公司全资直属企业。上海隧道自 1958 年在上海塘桥进行盾构研制试验开始，一直坚持自主创新，是盾构隧道技术创新的先行者。

⑤三三工业：辽宁三三工业有限公司是科技型民营装备制造企业，主导产品为大型超大型数控机床、盾构机/TBM 隧道掘进机等。2014 年 12 月 8 日，由辽宁三三工业有限公司自主研发的复合盾构在深圳地铁 9 号线工程中成功穿越了世界罕见的桩基群，成为中国首台受 CCTV2 关注穿越房屋桩基群的复合盾构，体现了我国高水平的盾构制造和盾构施工技术。2016 年 11 月，辽宁三三工业有限公司与伊朗客户签订了直径 9.5 米复合式土压平衡盾构机销售合同，这是中国首台大直径复合盾构机出口海外市场，彰显了三三工业在大直径超大直径盾构机制造领域的国际领导地位，昂首迈入了伊朗城市基础设施建设的核心供应商行列。

⑥北方重工：北方重工集团有限公司，是在沈阳重型机械集团有限责任公司和沈阳矿山机械(集团)有限责任公司合并重组的基础上组建的国有独资公司。2007 年 7 月 27 日，北方重工集团有限公司以绝对控股方式成功并购了德国维尔特控股的法国公司。这标志着北方重工拥有了世界上最先进的全系列隧道掘进机的核心技术和知名品牌，意味着北方重工跻身于国际化市场的前列，跃居世界级盾构机制造基地行列，成为了跨国经营企业。2015 年 4 月 15 日，亚洲最大的土压平衡盾构机在北方重工集团有限公司产成。刀盘直径 14.1 米、总重量 3370 吨，全长 110 米，这台被誉为亚洲最大的“地下航母”土压平衡盾构机，是法国布依格公司总包的项目，

也是企业近年来承制的最大的盾构机，为香港莲塘公路隧道工程量身定做，这台盾构机的产成，再一次填补了国内空白，标志着北方重工已步入掘进机研发制造世界尖端行列，成为中国制造走向高端的标志。

⑦中铁山河：中铁山河工程装备股份有限公司位于工程机械之都长沙经济技术开发区凉塘东路 1335 号，是由山河智能装备股份有限公司(证券代码：002097)、中铁工程装备集团有限公司(世界 500 强企业——中国中铁股份有限公司旗下工业板块的重要成员企业)强强联合成立，专注于隧道建设领域装备研发、制造与施工，是为解决隧道建设地下工程施工中的关键技术及成套装备问题，提供综合解决方案的专业服务商。公司目前业务范围涵盖盾构机研制销售、租赁、专业施工等，长沙基地拥用盾构机重型生产装配厂房，可生产直径达 16 米的土压平衡盾构、泥水盾构、硬岩盾构、硬岩掘进机(TBM)以及顶管机等全断面隧道掘进设备，盾构机产能可达 30 台/年，并具有市政专业总包资质和能力。

### 3.2.1.3 市场竞争力分析

中铁山河经过 6 年的发展之后，逐步形成以盾构机制造、租赁、隧道施工三大业务板块。但其规模和生产能力与国内头部公司相比较，仍有一些差距。

#### ① 经营规模小，关键部件自制能力不够强

对比铁建重工等同行企业,中铁山河在规模上以满足自用业务需求为导向，同时兼顾盾构机的再制造领域。目前生产以总装调试为主，关键部件（例如刀盘等）具备相关技术及能力，但目前市场没有打开。

#### ② 研发创新能力需进一步加强

在技术创新方面，中铁山河在消化中铁装备技术的基础上，围绕盾构的地质适应性及盾构掘进的快速、安全、文明的目标开展相关技术研究。但是受制于实验设备的缺乏和场地的限制，一些前沿技术和关键技术与国

内领先企业相比差距仍较大。

### ③ 需增强市场开拓能力

中铁山河虽具有完备的制造施工体系和团队，能够成体系的为客户提供一体化的隧道施工服务，同时能够为客户提供设备设施完整性服务；但中铁、中交、中电、中水集团的隧道分公司拥有一定的盾构机采购权。

中铁山河凭借着日益成熟的技术和日趋完善的服务体系，在新市场开拓、新客户开发、新业务开辟均取得突破性进展，2019年盾构机在粤港澳大湾区市场成功破零，目前盾构机已服务于当地十余个工程项目。

本项目中，中铁山河扮演着重要角色。利用中铁山河的技术力量，在广州新成立一家盾构机企业。充分利用广州工控在广州的影响力，加强与当地市政工程公司的合作力度，加大宣传力度、集中资源优势迈进粤港澳市场。

#### 3.2.1.4 盾构机的发展以及应用领域

盾构机，全名叫盾构隧道掘进机，是一种隧道掘进的专用工程机械，盾构掘进机已广泛用于地铁、铁路、公路、市政、水电等隧道工程。盾构机根据工作原理一般分为手掘式盾构，挤压式盾构，半机械式盾构(局部气压、全局气压)，机械式盾构(开胸式切削盾构，气压式盾构，泥水加压盾构，土压平衡盾构，混合型盾构，异型盾构)。

盾构机是隧道施工中的关键设备，盾构工法由英国人 Brune 于 1810 年发明最先有提出，其后发展到英国、德国等欧洲各国，并引入日本。它的应用范围广泛，是现代工程建设中非常重要的工程机械。主要用于铁路、公路、地铁、城市管廊、煤矿巷道、引水工程、矿山开采等道施工，可以说盾构机的出现有效的推动了世界国民经济的发展与建设，已经成为工程建设中不可缺少的重要机械装备，因此盾构机也成为各国探索发展的重要机械，成为衡量一个国家工程领域发展的重要标志。

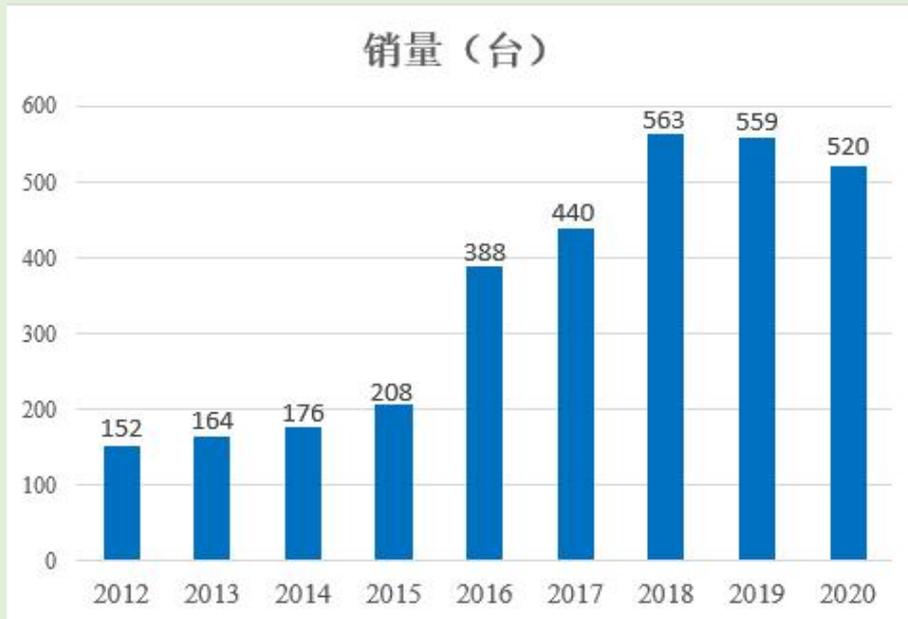
我国盾构机的研制，开始于 20 世纪 60 年代,发展于 20 世纪 90 年代，其中地铁使用的数量最多，约占 80%。现代盾构已演变成为一种高度智能化、集机、电、液、传感、信息计算机技术为一体的大型工程机械装备。



地铁建设是盾构机需求的主力军。2021年，我国新增城市轨道交通线路 35 条，新增运营里程 1168 公里，较 2020 年增长约 15%，再创历史新高。



根据《中国掘进机械行业年度数据统计》披露的我国(不含港澳台)掘进机行业相关产品总产量，可以看出我国的盾构机总产量处于稳定上升的趋势。



2012年至2018年，盾构机需求量快速增长。2018年后，随着市场保有量的增加以及盾构机再制造的发展，盾构机发展进入稳定阶段。

### 3.2.1.5 盾构机的市场前景

《十四五规划和2035年远景目标纲要草案》提出，“十四五”期间我国城市轨道交通运营里程数将新增3000公里，预计“十四五”累计客运量将突破千亿人次，累计完成投资额有望达到18188亿元。假设“十四五”期间我国城市地铁的新增里程同样占城市轨道交通的90%，即2700公里，则在不考虑建设2025年后地铁线路的情况下，按照假设条件测算出“十四五”阶段新增地铁里程对于盾构机的总需求量约为540台，总需求量相较于“十三五”会有一定量的下降。

随着“一带一路”进入战略新高度，以及中泰铁路开工对“一带一路”轨道交通项目的示范作用，未来海外的盾构机需求将会加大。以东南亚、南亚、南美、非洲为主的掘进机市场潜力很大，将逐步打入欧美澳等发达地区。

目前参与国内地铁建设的前两大央企(中铁建、中铁)，盾构机保有量超过500台；盾构机再制造需求量同步增大，其中核心技术主轴承再制造，

洛阳新强联、LYC 洛轴等企业技术靠拢顶尖制造业水平，补上了盾构机再制造的短板。

国内企业在竞争中发展得比较快，市场份额也在不断增加，使得近年来我国的盾构机市场发生了根本改变，已经打破了国外盾构机占据主导地位的局面。2017 年有超过 45 家企业已进入或正准备进入盾构机行业，其中如中铁装备、中国铁建重工集团、辽宁三三等企业都可单独承接盾构机施工项目，拥有开发、设计、制造、服务一体化的专业施工能力。



从企业结构进行分析，当前盾构机行业的企业主要有三类：第一类是国内的装备制造企业，此类企业技术水平和制造基础比较好，在自身原有的装备制造基础上通过技术开发进入盾构机领域的企业；第二类是由外资控股的中外合资企业或外国独资企业，如德国海瑞克、日本三菱等；第三类是具有施工总包能力的企业转型升级后新组建的装备制造公司，这类企业原本就是有盾构机需求的企业，掌握着盾构机的市场，因此目前此类企业发展得最好，拥有较大优势，对国内市场的占领比较迅速。而合资企业和外国独资企业由外方掌握核心技术，在技术上有优势，但由于缺乏市场，所以一般采用外国控股，由国内合作方负责市场和制造的形式与中国的地

方政府合作。经过多年的消化吸收，国内盾构机企业不断发展壮大，外资企业的市场份额在不断缩小。

### （1）国内市场

据统计，约有 75% 的运营线路为地铁，预计至 2022 年，地铁总长度将达到 8033.3 公里，从 2017 年起新增 4919.6 公里。地铁隧道一般为双车道，需要双向开挖，根据盾构机的设计寿命，假设每 9 公里需要两台盾构机，则共需要盾构机 1093 台。（价格：德国进口的盾构机大概需要人民币 5000 万元，日本进口的盾构机大概需要人民币 3000 万元以上，国产的盾构机价格一般在 2500-5000 万左右。）

未来 20 年是中国盾构机行业的大发展时期，目前国产盾构机已在地铁市场崭露头角，它的应用方向还包括过江隧道、过海隧道、城市地下管廊等的构建。解决城市内涝的排水管道，统一设计、相互兼容的电力、热力、通信管道，都可以用小型盾构机掘出共同管沟来布设。目前国内已在北京、上海、南京、成都等多座大城市进行城市管廊的试点建设任务。这种作业方式是城市地下管线的未来发展方向。

我国地下管廊的规划建设拉动盾构机长期需求。城市地下管廊即在城市地下建造一个隧道空间，将电力、通信，燃气、供热、给排水等各种工程管线集于一体，是保障城市运行的重要基础设施和“生命线”。城市地下管廊已经成为国外发达城市市政建设管理现代化象征。目前城市管廊的近、中、远期规划建设正有序进行中，至 2030 年累计规划里程达 4443.3 公里。

### （2）海外市场

作为“一带一路”战略实施的关键，铁路、公路、港口、机场等基础设施建设无疑是互联互通的重要基础之一。按照亚洲开发银行测算，2020 年以前亚洲地区每年基础设施投资需求将高达 7300 亿美元，预计整个基建投资超过 8 万亿美元，未来在构建全方位、多层次、复合型的互联互通网络中，

将掀起新一轮区域投资的高潮。据相关资料统计，目前各地方“一带一路”拟建、在建基础设施规模已经达到 1.04 万亿元，跨国投资规模约 524 亿美元。在这些项目的分布上，主要以“铁、公、机”为主，占到全部投资总额的 68.8%，其中，铁路投资近 5000 亿元，公路投资 1235 亿元，机场建设投资 1167 亿元。此外港口水利投资金额也比较大，超过 1700 亿元。

2020 年前，全球城轨交通在建线路约 8000 km，其中中国大陆占 75%、境外占 25%。对此，如果能够紧跟国家“一带一路”的总体战略布局，再加上国产盾构机产品的高性价比，我国生产的盾构机走出国门的机会将越来越多，出口到的国家和地区数量也将不断增加，除了出口新加坡、伊朗、马来西亚、印度等以外，还开始象欧洲、非洲、澳洲、南美洲等地区出口。以中铁装备为例，仅在 2017 年就已经出口盾构机超过 30 台。

#### 3.2.1.6 盾构机发展与展望

当前，世界上的盾构产业主要有两大技术流派，一是欧美流派，特点是设备耐用，但成本相对较高，在复合地层时有很强的优势，以海瑞克（德国）、罗宾斯（美国）、罗瓦特（加拿大）、法马通（法国）为典型代表；二是日本流派，特点是以满足设计寿命为前提，成本相对较低，但遇到复合地层时挖掘动力不足，在软土软岩地层优势明显，而且控制技术先进，以日立造船、石川岛、川崎、三菱、小松为典型代表。

国产盾构机掘进断面多为单圆，国外在地下空间开发利用的研究下，已出现双圆、三圆、复合断面等异型断面盾构机。后期城市地下空间开发，特别是市政综合管囊，城市地下排水系统的打造，需要盾构机的多样化出现。

盾构机施工技术的科技技术发展程度越来越高，融合了计算机、新材料、自动化、信息收集传输等集成。国外已将机器人技术应用于盾构施工，盾构机正朝着全自动化、智能化、无人值守的方向发展。

为适应隧道及地下工程建设的发展需要，盾构机的掘进断面具有了向超大和微小两个方向发展的趋势。现国外大直径盾构已成主流趋势，德国海瑞克公司引领了全球超大直径盾构的发展方向，目前最大断面盾构已发展至 17.6m；日本大成建设公司已开发出了使用于立体交叉工程的小型盾构，该盾构直径仅 200mm。

盾构机已经成为交通、矿山、水利等工程方面关键的技术装备，已经在众多领域有着广泛的应用。随着当下信息、自动控制技术以及微电子遥感技术的不断发展，对于盾构机的多功能化越来越强烈，因此未来这些技术已经密集性应用于盾构机的设计与研发，使得盾构机能满足复杂的地质工况，同时也让盾构机更加智能。

盾构技术目前已成为构筑地下铁、电信、电力、上下水道等城市隧道的主要施工方法，随着微电子技术、液压技术和电液控制技术、遥控技术、激光技术、卫星制导技术和数字摄像技术的发展，其发展趋势可归纳为两点。

#### （1）机型研发基本方向

适用于大深度化、高地下水压、大口径化、长距离化的盾构机；能够实现施工机械化、省力化、自动化和施工高速化的特种工法盾构机；断面异圆化以及应用隧道截面更为合理、空间利用率高的异形断面盾构机；能够适用于多种地质条件和土层结构的复合式盾构机；断面尺寸继续向超大型和微小型两个方向发展。

#### （2）盾构机的机器人化

盾构机将不断采用类似机器人的技术，如控制、遥控、传感器、导向、测量、探测、通讯技术等，盾构机的机器人化发展趋势不可阻挡，具体表现在：

##### ①自动控制技术的应用

电液比例控制技术将被广泛应用于盾构机的液压传动系统，实现压力、流量、位移、速度、加速度等系统输出量的连续、精确控制。变频调速控制技术，能量回馈技术，全局功率自适应控制技术等先进的节能技术将应用于盾构机的动力系统，改善动力系统的能量特性，实现高效节能，负载敏感控制技术，压力适应控制技术，恒功率控制技术等将广泛地应用于盾构机的顶进、刀具纠偏和物料搬运等液压传动系统，实现泵与负载间的功率匹配，减少压力与流量损失。变频技术、可编程控制技术、智能控制软件，现场总线技术等现代控制技术将用于实现原动机、液压泵和马达等的各种调节方式，合理分配动力，自动保护最佳最佳状态。

### ②状态检测及故障诊断技术的应用

为提高盾构机状态参数的实时检测、控制和分析能力，实现故障的精确预报和设备的自动调整与维护，新型传感材料，传感器、信号分析技术，故障辨识与诊断技术将被进一步研究及应用，使盾构机的设计能力得到最大发挥，针对盾构机故障发生率较高的液压系统，引入小波理论，神经网络等先进的信号分析技术，研制具有时变性、隐蔽性、流固多项介质等特点的液压设备故障诊断系统，高性能电机转换器、电子控制器、微处理控制器、内藏式传感器等高新技术产品的开发与应用，将进一步增强盾构机动力与传动系统的自动控制、自动检测、故障预测和主动维护的能力，提高盾构机的机电液一体化及智能化水平。

### ③先进测控与导向技术的应用

采用激光雷达导向技术、gps 测量系统、gis 摄影测量技术以及隧道硐室位移测量技术等，以探明掘进方向的偏离，及时进行纠偏。引入模糊理论、人工智能输入法等自动化方向控制系统，用于深埋、长距离的盾构施工，以实现盾构机掘进方向的精确控制。采用管片拼装的无线遥控技术、全自动化拼装系统、曲线顶管自动遥控测量系统、盾构施工的智能化辅助

决策系统等，将进一步扩大盾构机的适应性和应用范围。

此外，随着制造与施工技术的发展，今后的盾构机将需要适应于各种复杂地层的施工，寻求耐磨、耐热、耐腐蚀、高硬度的刀具材料，完善当前已问世盾构机的技术细节，不断推出新概念，新材料、新结构的盾构机也是未来发展中的重要问题。

随着盾构机在地铁、电力、电信、地下管廊、海底隧道、岩石隧道等更多领域得到应用，对盾构机技术的要求也越来越高，盾构机不仅要适应长距离、大直径和大深度的施工要求，还要在高压条件下完成施工，更要具备克服复杂施工条件的能力，而且要实现施工的自动化和智能化，提高掘进速度和掘进效率，提高施工安全性，以及提高空间利用率，确保得到断面更为合理，空间利用率更高的异形断面。因此，能够适应多种地质条件和土层结构的复合式盾构机和断面尺寸多样化的超大型和微小型盾构机是未来的发展趋势；同时，盾构机的机器人化，即采用类似机器人控制技术也是其未来的发展方向。总之，未来国内盾构技术将向适应各种复杂地层，超大、微小型及复杂断面，以及长距离、高速掘进施工，一机多用方向发展，所以新结构、新形式、新概念的盾构机将会不断出现。

### 3.2.1.7 盾构机行业市场容量仍有增长空间

隧道掘进机应用正从城市轨道交通领域逐步向铁路、水利水电、公路、市政、综合管廊、地下空间开发、能源等领域扩展，应用的市场范围越来越大，在重点区域、重点领域、重点工程将有广阔的市场前景。根据中国工程机械工业协会的盾构机相关“十四五”规划，预计未来盾构机产业建设将加快，行业总体体量将持续增长，中国盾构机行业发展机会更大，并且盾构机租赁市场的发展，竞争的持续增强，预计未来行业集中度仍将持续提升，行业内企业业务结构也将更为多元化。根据增长趋势，预计 2021-2026 年我国盾构机行业市场规模将呈中低增速发展，到 2026 年我国盾构

机市场规模约为 181 亿元。



《十四五规划和 2035 年远景目标纲要草案》提出，“十四五”期间我国城市轨道交通运营里程数将新增 3000 公里，预计“十四五”累计客运量将突破千亿人次，累计完成投资额有望达到 18188 亿元。假设“十四五”期间我国城市地铁的新增里程同样占城市轨道交通的 90%，即 2700 公里，则在不考虑建设 2025 年后地铁线路的情况下，按照假设条件测算出“十四五”阶段新增地铁里程对于盾构机的总需求量约为 540 台，总需求量相较于“十三五”会有一定量的下降。但随着“一带一路”进入战略新高度，以及中泰铁路开工对“一带一路”轨道交通项目的示范作用，未来海外的盾构机需求将会加大。以东南亚、南亚、南美、非洲为主的掘进机市场潜力很大，将逐步打入欧美澳等发达地区。

广州工控牵头的大湾区轨道交通产业投资集团有限公司作为国际知名的轨道交通总承包和专业系统集成平台、产业投资平台、产业园区运营管理平台，要树立盾构机行业智能制造标杆，推动轨道交通装备制造水平高质量、快速发展，构建以涵盖规划设计、建设施工、装备制造、运营及增值服务等轨道交通全产业链生态，赋能全产业链转型升级。

### 3.2.2 汽轮机市场

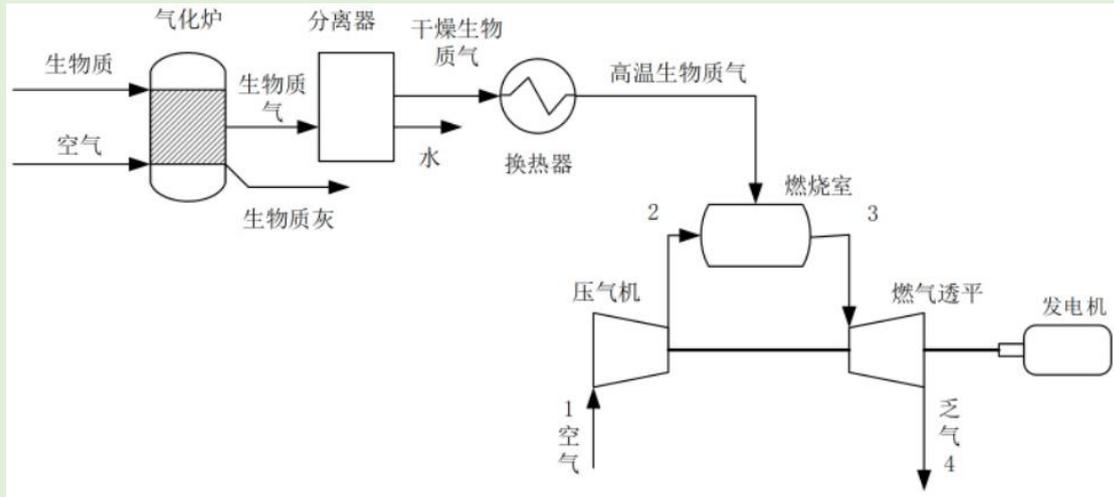
工业汽轮机是将高温、高压蒸汽所具有的热能转化为机械能的机械设备。按其所驱动的对象划分，可分为工业驱动汽轮机和工业发电汽轮机两大类：工业驱动汽轮机主要用于驱动压缩机、鼓风机、水泵、压榨机等；工业发电汽轮机主要用于驱动发电机，以产生电能或同时供热。因此，作为工业驱动及能量转换过程中的关键设备，工业汽轮机被广泛应用于石化、化工、化肥、冶金、电力、建材、轻工及纺织等领域。中国工业化进程不断提升，工业汽轮机的客户基础不断扩大，市场需求不断增长。

汽轮机是广重集团的支柱产品。广重集团是中国高效汽轮机设计、制造和服务的引领者，能为垃圾焚烧发电、生物质能发电、热电联产、区域供暖及工业驱动等行业提供最佳的节能高效汽轮机解决方案。公司目前能生产单机容量 50MW 及以下的高效汽轮机，远期以 60MW 机组为发展目标。

### 3.2.2.1 生物质能发电市场（包含垃圾焚烧发电）

生物质发电是利用生物质所具有的生物质能进行的发电，是可再生能源发电的一种，包括农林废弃物直接燃烧发电、农林废弃物气化发电、垃圾焚烧发电、垃圾填埋气发电、沼气发电。一般生物质发电厂的规模为 30 MW 以下。

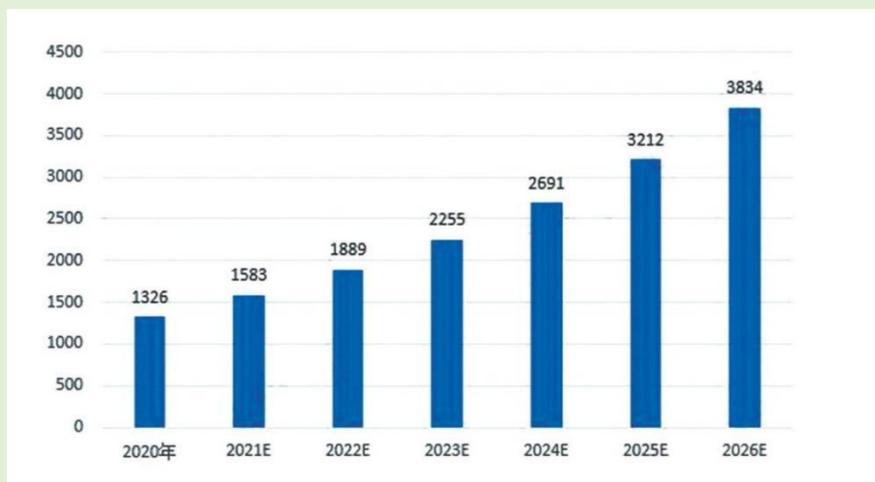
我国生物质能资源非常丰富，发展生物质发电产业前景广阔。中国农作物播种面积有 18 亿亩，年产生生物质约 7 亿吨。相当于 3.5 亿吨标准煤。此外，农产品加工废弃物包括稻壳、玉米芯、花生壳、甘蔗渣和棉籽壳等，也是重要的生物质资源。同时，发展生物质发电，实施煤炭替代，可显著减少二氧化碳和二氧化硫排放，产生巨大的环境效益。与传统化石燃料相比，生物质能属于清洁燃料，燃烧后二氧化碳排放属于自然界的碳循环，不形成污染。据测算，运营 1 台 2.5 万 kW 的生物质发电机组，与同类型火电机组相比，可减少二氧化碳排放约 10 万 t/a。



生物质气化与微型燃气轮机联合发电系统流程图

2021年，我国可再生能源新增装机1.34亿千瓦，占全国新增发电装机的76.1%。其中，生物质发电新增808万千瓦，占全国新增装机的4.6%。截至2021年底，我国可再生能源发电装机达到10.63亿千瓦，占总发电装机容量的44.8%。其中生物质发电装机3798万千瓦（新增装机808万千瓦），占全国总发电装机容量的1.6%。2021年，生物质发电1637亿千瓦时，同比增长23.6%。我国生物质发电装机容量已经是连续四年位列世界第一。

从发电量结构来看，垃圾焚烧发电量最大，占比约为60%；农林生物质发电占比为37%，沼气发电占比为3%。



2020~2026年生物质发电累计发电量及预测(单位：亿 KW)

广重目前在垃圾焚烧发电细分市场，已经占到了 30%以上。中国垃圾焚烧发电市场已经进入到了一个相对较成熟的市场环境，商业模式已较成熟，收费及补贴机制在不断完善，市场将会逐步扩大。主要体现在以下几个方面：

(1) 截至 2021 年，我国城市生活垃圾焚烧无害化处理厂数量由 2007 年仅 66 座增长至 430 座，年复合增长率达 16%。

(2) 新型城镇化建设以及新农村建设是未来十年国家现代化建设进程中的大战略。在此背景下，中小城镇、新农村环境治理将成为环境产业的新兴服务领域，垃圾处理设施将向中小城镇进一步覆盖。

(3) 鉴于我国城镇化进程进入有序推进阶段，且城市生活垃圾处理相关政策逐步健全、技术趋于成熟，因此城市生活垃圾焚烧发电项目投资规模将在长期发展过程中保持平稳增长，以匹配城市生活垃圾处理需求。其中一个非常重要的举措便是垃圾分类。

### 3.2.2.2 工业驱动汽轮机市场

从汽轮机应用领域分布情况分析：石化及化工行业的产品应用约占 54%；电力和热电行业约占 37%；冶金行业约 2%。石化行业将会大量使用工业驱动汽轮机。

#### (1) 广东石化产业前景

广东省石化产业健康稳步发展，逐渐形成炼化、基础化工、合成材料、精细化工等产业链一体化发展格局，沿海石化产业经济带基本成形，成为我国重要的石化基地之一。目前，全省炼油产能 7000 万吨/年，乙烯产能 430 万吨/年，芳烃产能 85 万吨/年，分别约占全国的 8%、17%和 6%。拥有广州、惠州大亚湾、湛江东海岛、茂名、揭阳大南海等五大炼化一体化基地，珠海高栏港精细化工基地和若干化工园区。

依靠广东省的区位优势和市场应用前景，结合正在全力推进的粤

港澳大湾区、支持深圳建设中国特色社会主义先行示范区的“双区”建设效应以及雄厚的先进制造业基础所需大量的化工材料，有利于广东省石化产业转型升级高质量发展。规划到 2025 年，形成炼油 9000 万吨/年、乙烯 900 万吨/年、芳烃 500 万吨/年以上的生产能力，产业规模和工业增加值力争超 2 万亿元和 4800 亿元。五大炼化一体化基地和化工园区的规模更大、优势更明显。主营收入超百亿元、千亿元的骨干企业分别达到 15 家、4 家以上。

## （2）石化行业发展前景

以乙烯工业为例，乙烯是以石油为原料，生产三大合成材料及各种有机化工产品的基础原材料工业，其产品广泛应用于国民经济、人民生活、国防科技等各个领域。至 2020 年，乙烯生产能力达到 2600 万吨左右，乙烯自给率力争提高到 60%以上。乙烯生产企业 30 个左右，主要技术经济指标达到同期国际平均水平，部分指标力争达到世界先进水平。由此可见，2010~2020 十年间，我国新增乙烯生产能力将达到 800 万吨，即年新增 80~100 万吨/年乙烯装置一套。预计到 2024 年，国内乙烯产能将达到 5000 万 t/a,年均复合增速为 12.9%，当量需求量达到 5800 万 t 左右，当量需求缺口在 1980 万 t 左右，当量自给率提升至 67%。

在大型乙烯成套装备中，压缩机组是价值量最高的设备，最主要的裂解气压缩机组、丙稀压缩机组和乙烯循环气压缩机组（简称“裂解三机”）均为乙烯工程项目的核心设备。“乙烯三机”压缩机及其配套的工业汽轮机已连续 4 个“五年计划”被列入国家重大装备攻关项目。因此，该行业对压缩机及其配套的工业汽轮机需求依然稳中有升。

### 3.2.2.3 对标企业分析

经过 60 多年发展，我国汽轮机技术研发制造体系已基本建立并日益完善。我国大容量汽轮机技术一直受到政策和行业专家的关注和重视，屡

创新高，发展迅速。目前，我国规模以上汽轮机制造商年产能超过 1.2 亿千瓦，主要汽轮机厂商有哈汽、东汽、上汽、杭汽、南汽、武汽、广汽、青汽等企业。

但是中小汽轮机行业产能过剩、竞争激烈，另一方面，因为缺乏基础技术和核心技术，高端产品市场一直被少数国际品牌主导，如在石化、炼化等领域的工业汽轮机市场和太阳能光热发电等新能源市场，国际知名品牌如西门子、GE、曼透平、德莱赛兰等仍然是用户首选，国产品牌产品的整体性能与国际先进技术相比仍然存在较大差距；整个中小汽轮机行业亟需“转型升级”。

杭州汽轮机股份有限公司是以高端装备制造业为核心的大型国有控股上市公司,是我国工业汽轮机的专业研发制造服务基地、中国工业汽轮机产品标准制定单位,能够按照国际标准、用户特殊个性化定制工业汽轮机,技术水平达到世界先进水平。杭汽轮专注工业汽轮机六十余载,公司产品大量应用在石油、炼化、煤化工、纺织、冶金、造纸、太阳能光热发电、生物质/垃圾发电、热电联产、大型电站配套等领域,国内综合市场占有率超过 50%,几乎囊括了所有国内工业汽轮机“首台套”的设计和制造,在中国工业驱动领域中起到支柱性作用。同时,产品还服务于全球 40 多个国家和地区。杭汽轮的 150 万吨/年乙烯装置用工业汽轮机、十万等级空分装置用工业汽轮机、百万等级 PTA 装置用工业汽轮机、百万千瓦等级电站驱动给水泵、引风机用汽轮机及核岛压水堆核电站辅助给水泵用工业汽轮机、50MW 等级光热太阳能发电用汽轮机等重大项目的成功研制,打破了跨国公司的技术垄断。2021 年公司收入达到了 57 亿元。

### 3.2.3 中速柴油机市场

公司目前产品是功率范围在 600kW 至 8000kW 的中速柴油机和气体机以及配套的发电机组，市场应用可以分为船用和陆用，现就这两部分市场

进行分析。

### 3.2.3.1 船舶市场发展环境

全球造船业仍处于市场需求不足、产能供给过剩的深度调整期。全球造船竞争格局仍以中日韩三国为主，其他造船国家市场份额较低。以载重吨计，2019年中日韩三国造船完工量之和、新接订单量之和、手持订单量之和分别占全球的95.3%、97.7%、94.5%。即便考虑到欧洲船企建造高附加值的豪华邮轮，以修正总吨计，中日韩三国上述指标也分别占到全球87.6%、83.0%、80.6%的份额。

2021年，我国全年造船完工量将呈现下降趋势，受新冠病毒疫情影响，生产进度或有一定延误，同时我国造船90%以上用于出口，全球供应链也因管制措施受到冲击，大量出口订单处于停工状态。由于市场不景气，中日韩三国的竞争愈发激烈，本次新冠病毒疫情的爆发，全国造船完工量呈现下降趋势。

在政策方面，为促进船舶工业高质量发展，《船舶工业加快结构调整促进转型升级实施方案(2013-2015年)》《船舶工业深化结构调整加快转型升级行动计划(2016-2020年)》《海洋工程装备制造业持续健康发展行动计划(2017-2020年)》《推进船舶总装建造智能化转型升级行动计划(2019-2021年)》《智能船舶发展行动计划(2019-2021年)》等文件陆续发布，以期引导船舶工业优化产业结构、实现转型升级。

### 3.2.3.2 船舶柴油机发展环境

船用柴油机是现代船舶的“心脏”，是各种类型船舶最重要的动力设备，广泛应用于船舶推进装置、船舶电站等系统中。船舶柴油机具有高效率、低能耗、功率范围大、易于维护等诸多优点，在船舶动力推进装置中处于主导地位，因此，我国船舶工业的发展与船舶柴油机的性能直接相关。随着科技的进步和船舶工业对柴油机性能要求的不断提高，现代船舶柴油机

正朝着高效率、低油耗、低污染、设备操作检修智能化等方向发展，发展现状和趋势具体如下：

船舶柴油机是船舶配套设备的核心，是中国船舶工业持续、健康发展不可或缺的组成部分。近年来，随着世界造船重心向亚洲的转移，我国船舶柴油机产业得到快速发展。通过对国外先进技术和理念的引进和消化吸收，已经形成了一批具有一定设计、生产和研发能力的单位，设计和制造出包括低、中和高速的多种船舶柴油机产品，个别产品甚至达到了国际先进水平，为我国船舶柴油机行业的发展奠定了坚实的基础。

然而，我国船舶柴油机的发展并不能满足造船业整体发展的要求，国内柴油机生产企业在产品设计、研发、生产技术等诸多领域和国际先进的生产企业还存在差距。目前国产柴油机在我国造船业的配套比率不足 40%，远远滞后于造船相关的其他产业。船舶柴油机已成为影响中国造船业进一步发展的瓶颈。

低速船舶柴油机仍然被欧洲船舶产业发达国家垄断，MAN、WinGD、三菱重工是仅有的三个低速机品牌，国内的研发仅处于起步阶段。近年来，国外产品通过采用新型喷油器、油泵、液压排气门、定压增压、高效涡轮增压器、燃油喷射智能控制等多种先进技术，使柴油机的单缸功率、机械强度、可靠性以及自动化等方面有了显著提升。国外先进低速柴油机在燃油经济性、环境保护、智能控制等方面具有较大优势。

中速船舶柴油机技术性能近年来也取得了一定突破，特别是大缸径、大功率产品的研发，使柴油机在可靠性、使用寿命及超高增压等技术上取得了显著的成效。通过提高柴油机的缸径比和压缩比，降低柴油机燃油消耗，使粘度较大的燃油使用成为可能，大大提升了中速柴油机的经济性。同时利用先进技术提高喷射雾化质量，使柴油机的燃烧压力显著增大，降低了有害气体的排放。然而，作为使用最广泛的船舶柴油机产品，目前中

国船舶中速柴油机技术依赖于国外，在 电控共轨燃油喷射技术、有害气体排放控制等方面需要加大探索。

高速船舶柴油机的世界先进产品分别属于 MTU、Cat、MWM 等公司。各制造商不断开发新型的大功率高速柴油机，通过共轨喷射等先进喷射技术以及增压系统和冷却系统的改进，降低了有害气体的排放，能够满足日益严格的环保节能的要求。

随着生产力的发展和世界各国在海洋环保等方面的新要求，船舶柴油机向着高可靠性、环保节能、自动化乃至智能化的方向发展。目前，各国在船舶柴油机产品设计研发方面的主要研究内容包括：提高柴油机长时间服役的可靠性；研究大幅提高燃烧压力和燃油喷射压力的新技术；开发满足日益严苛的废气排放标准的环保设备；探索满足燃油经济性的高效、高可靠性、低维修率的综合柴油机系统；研发减少综合运行成本的总能利用技术；船用柴油机操作和监控、检修等的自动化智能化技术。其中既满足柴油机综合经济性，又满足环保要求的船用柴油机的节能减排技术的研发，是各国船舶柴油机行业发展面临的新挑战。

从船舶柴油机的生产上看，现代化生产技术和先进的生产管理、生产组织方式对船舶柴油机的产品质量提高具有重要推动作用。高增压度、超长冲程、劣质燃油的使用，使得柴油机的热负荷和机械负荷接近使用极限，产品稍有瑕疵将引起严重的问题。而先进机械铸造技术等先进机械制造自动化技术的引入，流程再造、精细生产等先进科学的生产组织方式的推广，是保证船舶柴油机产品质量的必要条件。

我国造船总量屡创新高，船舶柴油机行业进入了高速发展的新时期。随着生产力的发展和世界各国在海洋环保等方面的新要求，船舶柴油机的发展向着高可靠性、环保节能、设备操作检修自动化乃至智能化的方向发展。

各国在船舶柴油机产品研发方面，开始从追求柴油机的可靠性、经济性向保证产品的节能环保性能的方向发展。可以将未来船舶柴油机产品研发的趋势总结为：以满足环保节能要求为中心，既满足柴油机综合经济性，又满足高可靠性的船用柴油机产品研发趋势。

先进设计理念和技术大范围的引入，使中国船舶柴油机的生产面临新挑战。为了保证船舶柴油机满足超高增压度、超长冲程、高效节能、智能化、高可靠性等方面的设计要求，船舶柴油机制造企业必须注重企业生产设备的更新和先进生产管理理念的推广，从而推动我国从船舶制造大国向船舶制造强国转变。

### 3.2.3.3 船用主机市场需求预测

2015年~2019年，我国造船完工量在3503~4318万载重吨之间，平均造船完工量3977万载重吨，全球造船平均造船完工量9482万载重吨，我国造船规模总量达到全球第一位，船舶工业平稳发展，综合实力显著提升，近年我国造船完工量在全球占比平均值在42%。在国际造船格局中，中国、韩国和日本占据了绝大多数的市场份额，以载重吨计算，三国造船总量大约占全球造船总量的93.6%，这种情况已经维持多年，估计未来仍将持续较长的时间。韩国和日本，作为造船强国，无论是许可证产品还是本国品牌，船用柴油机的制造能力都很强。因此，在韩国和日本建造的船舶所配套的船用柴油机基本选用其本国制造的产品，中国产品尤其是中国自主品牌产品进入的可能性极低。鉴于上述原因，广柴股份销售船用发动机及发电机组的市场集中在国内，过去多年以来一直如此，未来若干年也将持续这种局面。

船用柴油机制造业是我公司主营业务，公司近年船用柴油机销售量，经与我国造船完工量对比分析，2015~2019年，中国造船完工量基本持平，略有下降，公司船用柴油机产量持续上升。表明公司船用柴油机在市场的

占有份额在逐步提升。

广柴股份产品的功率范围 660kw~8000kw，应用于不同的船舶的情况：

1) 4000 载重吨以下的船舶，除了个别的特种船型外，如拖轮，无论是推进主机还是发电机组，所使用的功率均在 660kW 以下。因此，公司产品基本上不适用于该部分市场，在市场预测时可忽略不计。

2) 4000-30000 载重吨之间的船舶，所使用的推进主机功率在 400kW 到 6000kW 之间，而且大多数使用中速机，是公司目前和将来的主要市场。根据经验，该部分船舶的主机功率选用原则为：每 5 个载重吨需要 1 个千瓦的推进功率。该范围的船舶使用的辅助发电机组功率不超过 400kW，辅助发电机组不会使用公司现有的产品。

3) 30000 载重吨以上的船舶，所使用的推进主机绝大多数为低速两冲程柴油机，不会使用公司产品。但该范围的船舶使用的辅助发电机组功率在 400kW 到 3000kW 之间，公司现有产品是适用的，虽然目前由于品牌、服务等各种原因，公司产品至今未能进入该市场，但这是公司将来市场开拓的重点。

根据上述分析，并结合以下三个假设：

1) 4000-30000 载重吨船舶中，75%的船舶采用一台推进主机，25%的船舶采用两台推进主机，采用两台以上推进主机的船舶极少，综合平均为每船 1.25 台推进主机；

2) 4000-30000 载重吨船舶中，主机功率选用原则为：每 5 个载重需要 1 个千瓦的推进功率；

3) 30000 载重吨以上船舶辅助发电机组为每船三台，平均功率为 1000kW。

根据上述依据及分析，广柴股份船用中速柴油机市场占有率是上升的。船用柴油机产品销售全部在 4000-30000DWT 的船舶市场，该部分船舶完

工量占总完工量的份额基本稳定。

近年全球造船行业的发展比较平稳，结合订单的情况，我们认为：

第一，全球造船完工量受新冠肺炎疫情的冲击，预计 2022 年全球造船完工量将下降到 8000~8500 万载重吨，并延续至 2023 年，至 2026 年全球造船完工量将回升到 1 亿载重吨的水平。

第二，2022 年~2026 年，中国造船完工量所占比例将在 43%左右 的水平，这是近年来的平均占比水平。

第三，近年，公司在国内船用中速柴油机的市场的占有率达到 35%，我们将继续采取策略，提高该市场占有率。具体如下：

1) 保持产品优势，即广柴股份船用柴油机产品在国内自主品牌中的竞争力处于领先水平，具有与引进的国外同类先进产品(包括引进生产许可证产品)竞争的能力，进一步发挥作为一家从事船用柴油机业务超百年的企业的优势，建设和维护企业品牌，提升在国内和国际一些区域的品牌信誉度。

2) 把面临的排放政策的挑战，转变为企业的机遇，研发出在市场上既能满足排放政策要求，且极具性价比的船用柴油机产品，率先抢占市场。

3) 促进大岗新基地建设，实现精细化管理及产能提升，大岗新基地成为企业转型升级和满足市场交付需求的保证条件。

4) 拓展 30000 载重吨以上船舶的辅助发电机组市场，采取既定的措施，在未来的几年通过积极的市场开拓，广柴产品将进入 30000 载重吨以上船舶的辅助发电机组市场，从而实现保持或提高市场占有率。

根据上述三个观点，并利用前面的数据分析，预测未来六年的市场情况如下：根据上述分析，我们预计 2023 年公司船用主机(含气体机)销售量为 295 台，共 57.21 万千瓦，预计 2026 年公司船用柴油机(含气体机)销售量为 323 台，共 67.31 万千瓦。

#### 3.2.3.4 工程船舶柴油机市场需求预测

工程船舶柴油机市场也是企业的一个重要市场，企业的柴油机产品在该市场领域主要应用在挖泥船、抽沙船、起重船等类型的工程船舶，这类工程船舶平均每艘船需要配套 4~5 台大功率中速柴油机。其中 1 台用于主推进，3~4 台用于带动泥泵、沙泵和/或工程用发电机组。在近十年来，工程船舶柴油机用途的产品约占企业年船用柴油机销量的 20%，预测 2026 年企业在工程船舶柴油机市场(含气体机)的销量为 65 台/14 万千瓦。

#### 3.2.3.5 陆用市场需求预测

柴油机是目前产业化应用的各种动力机械中热效率最高、能量利用率最好、最节能的机型。已经成为汽车、农业机械、工程机械、船舶、内燃机车、地质和石油钻机、军用、通用设备、移动和备用电站等装备的主要配套动力。而柴油发电机组以柴油等为燃料、以柴油机为原动机带动发电机发电的一种发电设备。

柴油发电机组由于具有燃油经济性和热效高的特点，且能在低负荷下提供电力，加之因为没有点火系统，故障低，因此可使用范围广，防火安全性高的优点而被众多领域用作备用电源、移动电源或替代电源。近年来，全球柴油发电机组行业保持稳定发展。

世界柴油发电机组的需求增长主要来自以下几个因素：

第一，由于国内已经形成了规模十分庞大并且能完全满足使用需要的供电网络，电价处于较适中的水平，采用柴油(重油、燃气)实施小规模发电成本高于电网电价，因此在国内，除非十分特殊的应用场合，采用中速柴油机(燃气机)发电的机会很低。国内陆用发电市场基本可以忽略，陆用发电市场集中在国外。国外发展中国家电网普及率仍然较低，例如在非洲国家，大约只有 50%的人可以使用电网提供的电力，而电力需求却在不断增长，因此柴油发电机组作为替代电源有着巨大的市场需求，陆用发电

机组的销售主要集中在非洲、中东和南亚及东南亚地区。非洲电力工业主要集中在南非和北部非洲的几个国家(埃及、突尼斯、利比亚、阿尔及利亚、摩洛哥等)，这些国家的发电量占了全非洲四分之三以上，且主要为火电。其他国家的电力工业基本上都由小水电支撑，电网规模也较小。非洲总体人均年用电量不到 500 千瓦时，许多国家还不到 100 千瓦时。非洲国家电气化水平超过 30% 的只有上述几个国家和南部非洲的津巴布韦、加纳、科特迪瓦、毛里求斯、尼日利亚等国，许多国家电气化程度还不到 10%。中东市场由于雄厚的经济和人口增长速度以及快速城市化发展导致北非和中东地区对能源需求不断增加，以满足不断增长的电力和海水淡化需求。南亚及东南亚市场，印度电力推行私有化，但私人 and 外国投资没有达到预计的目标，故印度电力市场基本呈现缺电状态，各地限电频繁，即使在首都新德里也经常拉闸限电，不少商店、旅馆和居民都自备有小型柴油发电机以备应急之用，峰时的电力短缺在 11%~18%。巴基斯坦政府近年来一直努力加速工业化，扩大出口，缩小外贸逆差。2008-2012 年的几年时间里，巴基斯坦发电装机容量增幅仅为 16%，而电力短缺则猛增 42%。电力短缺严重阻碍了巴基斯坦经济复苏。孟加拉国电力需要为 650 万千瓦，发电能力仅为 490 万千瓦，全国仅 55% 人口可以获得电力供应，严重影响民众生活和企业运营。为缓解电力发展缓慢对经济发展的影响，孟加拉计划在 2010 年至 2016 年，将全国总装机容量增至 1447 万千瓦，至 2025 年，增至 1776.5 万千瓦，这意味着孟加拉电力建设市场未来 10 年将会大幅增长。印尼每年电力需求可能将按 10% 增加，按此速度，印尼还需要新建大量的新电站，另外，由于目前印尼个人和企业用电比例为 7:3，使企业发展对电力的需求更为迫切，根据印尼 2012~2029 年国家电力发展规划，电力需求平均每年增长 9.5%，预计每年投资 114 亿美元。

第二，各国通信、电力、交通运输、石油石化等要害部门对备用电源

的配置及持续更新换代需求。

第三，新增基础设施建设增加对备用电源的需求。

第四，全球人口的增长和城市化的进程对民用备用电源的需求增长。

国内柴油发电机组行业拥有较为广阔的发展空间，但是由于市场竞争的激烈，国内柴油发电机组生产企业同国外竞争对手相比没有显著的竞争优势。国内柴油发电机组市场根据产品质量分作高、中、低三类，其中高端市场主要选取国外进口柴油机发电机组的产品。如康明斯、帕金斯、道依茨、沃尔沃、卡特等，现康明斯、道依茨、帕金斯柴油发动机已在国内合资生产。中端市场以国内大型柴油发电机组生产企业为主但其产品的核心部件还是从国外进口，低端市场主要以国内众多的中小型柴油发电机组企业为主，其面对的客户也为中小型企业，我国柴油发电机组产品长期以来凭借成本优势及不断成熟的技术，出口形势持续向好。但是出口产品主要是中低端产品，高端产品的市场竞争力和技术成熟度远不如国外产品，所以提升产品品质也是未来发展的重要一步。我国柴油发电机组行业整体处于快速发展阶段，行业成熟度正在逐渐提升。

目前国外发展中国家电网普及率仍然较低，国外发展中国家在未来几年的用电需求量将会迅猛增长，且各国通信、电力、交通运输、石油石化等要害部门对备用电源的配置及持续更新换代需求，未来5年国内外内燃机发电的需求量都是巨大的，远远超过广柴的生产能力。

### 3.2.4 低速柴油机市场

#### 3.2.4.1 低速柴油机状况

自20世纪90年代以来，由于国际、国内市场需求的变化和产品的激烈竞争，我国低速柴油机已完全由国外产品所取代，而且大部分低速机作为出口船舶推进动力配套。

近十年来，中国民用船舶产业是完全开放竞争市场，经过全球化的开

放竞争，低速柴油机作为传统的大型船舶推进动力。在这期间，全球范围内低速柴油机逐步发展成三个品牌。第一是曼恩（MAN），位于德国的奥克斯堡，该公司低速机产业只是规划和发展产品、前沿技术，建立强大的供应链和维修服务体系，可以达到全球范围。在销售方面，以专利许可证方式给世界各地生产低速机（目前主要是中、韩、日三国），本身不生产低速机，不涉及低速机的销售。第二是温特图尔（WINGD），位于瑞士的温特图尔，该公司是中国船舶集团在 2014 年收购了瓦锡兰低速机产业除维修服务体系的全部业务和人员后组建的。该公司也是规划和发展产品、前沿技术，建立供应链和维修服务体系。在销售方面，以专利许可证给世界各地生产低速机（目前主要是中、韩、日三国），本身不生产低速机，但会参与部分低速机的销售。第三是位于日本的三菱 J-ENG，该公司规划和发展产品、前沿技术，建立供应链和维修服务体系，自己生产和销售产品，也出卖专利许可证给专业的低速柴油机生产厂。

三个品牌产品都在全球范围内销售，近几年，三个品牌产品的市场占有率大概是：曼恩 70%，温特图尔 25%，J-ENG（三菱）5%，由于温特图尔由中船集团全资持有，因此中船集团下属的造船厂和船舶设计院大力推销 WINGD 品牌，使其市场份额有所提高，三菱品牌属于小众产品，主要用于日本、远东和东南亚市场。广柴于 2022 年正式取得三菱许可证生产低速柴油机，估计会令三菱品牌低速柴油机的全球市场份额得到提高。

#### 3.2.4.2 低速柴油机市场状况

根据克拉克松研究公司统计，近三年来全球造船总量在 8000-10000 万载重吨左右，主要在中、日、韩三国，中国造船总量占全球的 37-47% 左右，造船市场大致以中船集团、其他国企和民企船厂各占比三分之一。

如果按照平均全球造船 8990 万载重吨计算，中国占 42%，以常规 3.5-4 比 1 的换算方法和 85% 为低速机，全球需求低速机为 1910-2180 马力，

中国市场低速机规模为 802-916 万马力。根据目前低速机销售价格约 1300 元/马力（人民币）计算，中国低速机市场规模为 104-119 亿元（人民币）。

#### 3.2.4.3 产品发展现状

目前，低速机产品和技术发展向“系列化、智能化、低能耗、低排放和长寿命”的方向发展，三个品牌技术发展水平相当，但是，自身的现状和技术发展各有特点：曼恩品牌为保持全球的市场份额，继续完善满足市场的大中小缸径的低速柴油机和气体机，做到型谱完整，单缸功率制造成本低，同时在智能化，低排放方面重点完善。温特图尔品牌在中国船舶收购后，在集团的支持下，已经逐步开发出大中小缸径全系列的新产品，在设计中改变原精品设计理念，降低生产成本和销售价格，大力发展双燃料低速机，由于其排放低市场反应良好，在中国船东和船厂的支持下，市场份额已经提高到 25%。三菱品牌在做精中小缸径、功率在 15000 马力以下的低速机，其特点在可靠性、低油耗、操作简单、制造成本、智能化方面持续提高、开发燃氨、氢发动机，满足远东、东南亚和日本国内沿海市场。

#### 3.2.4.4 全球产能状况

中日韩低速机产能占全球 90%。2021 年韩国产能超过 1680 万马力，新接订单 1500 万马力。主要集中在现代重工（HSD）、斗山重工和 STX 重工；中国发布产能为 1350 万马力，销售约 580 万马力，新接订单超 900 万马力；日本销售 400 万马力。

中国船舶旗下的两家企业，产能宣布为 1300 万马力，但是，近十年实际生产销售的低速机每年都没有超过 600 万马力，现在生产情况如下：中国船舶重工集团柴油机有限公司，属于中船集团，总部位于青岛，共有青岛、大连和宜昌三个生产基地。拥有曼恩、温特图尔和三菱产品的生产许可证，年产能约 500 万马力，2021 年生产销售 180 万马力，新接订单 408 万马力。中船动力有限公司，属于中船集团，总部位于上海，共有上

海（两处）和镇江三个生产基地，拥有曼恩和温特图尔两个生产许可证，年产能约 700 万马力。2021 年该公司生产销售了 370 万马力，新接订单 408 万马力。珠海玉柴船舶动力股份有限公司，是玉柴集团有限公司（股权 25%）和珠海本地民企（股权 75%）共同持股的合资公司，目前由珠海市国资委托管，位于珠海。该公司拥有曼恩和温特图尔两个产品生产许可证，年产能约 100 万马力。2021 年该公司生产销售约 40 万马力。浙江洋浦重机有限公司，一家民企，位于宁波，拥有三菱生产许可证，2021 年销售 10 万马力。广柴股份于 2022 年一月份开始拥有三菱生产许可证生产低速机。

#### 3.2.4.5 低速机供需分析

据有关数据显示，低速机的需求量为 1910-2180 万马力，需求和产能基本平衡。

中国市场低速机需求为 802-916 万马力，公开数据产能是 1350 万马力，按照产能的 85% 计算，需求和产能也基本平衡。但是，实际交付量不到产能的一半，如 2021 年实际交付是 580 万马力，约为中国造船需求的 70%，需求和产能脱节。主要原因是：一是中国是产能不实、产能不能释放和配套能力不足，二是制造成本高居不下，三是韩国低速机采用价格倾销政策，四是船东消费意识，主要考虑是质量和产品交付进度等因素，指定购买进口。

#### 3.2.4.6 发展机会

目前中国造船市场中，中船集团船厂造船占三分之一的市场，其他国企船厂造船占三分之一市场，民营企业造船占三分之一市场。随着两大造船企业的合并，中国低速机厂家基本被中船集团垄断，对于占有三分之二市场的非中船集团的造船企业，不希望出现低速机垄断的局面，这将给了非中船集团的低速机厂有了发展机遇。

广柴进入低速机市场，主要优势是：一是广柴在中小缸径低速机覆盖的功率有一批忠诚用户和船东，二是中国市场三分之二的用户要打破中船集团所属的低速机厂垄断的格局。

考虑到中国市场份额占有率超过 15%，从经济效益平衡的角度，建设最低目标为 100 万马力生产能力基地，经济规模约 20 亿元。

必须要关注以下几点：1、必须加快引进低速机核心技术、生产和管理人员，尤其是总装、供应链建设和质量控制人员。必要时通过资本运作，兼并方式等措施，先期解决这些短板。2、丰富产品结构，鉴于中国目前处于垄断地位的中船集团旗下的低速机厂大力推销和生产自己温特图尔产品的趋势，广柴在引进三菱专利许可证的同时，引进曼恩（MAN）许可证，最大程度地与中船集团旗下的低速机厂产品差异化，达到迅速占领市场的目的。

曼恩的产品与三菱产品的对照情况如下：

三菱：UEC33LSE 对应 曼恩：无

三菱：UEC35LSE 对应 曼恩：S35ME

三菱：UEC42LSH 对应 曼恩：S40ME、S46ME

三菱：UEC50LSH 对应 曼恩：S50ME、G50ME

三菱：UEC60LSE 对应 曼恩：S60ME

### 3.2.5 压力容器市场

压力容器是一种能够承受压力的密闭容器。压力容器的用途极为广泛，它在工业、民用、军工等许多部门以及科学研究的许多领域都具有重要的地位和作用。其中以在化学工业与石油化学工业中用最多，仅在石油化学工业中应用的压力容器就占全部压力容器总数的 50 %左右。压力容器在化工与石油化工领域,主要用于传热、传质、反应等工艺过程，以及贮存、运输有压力的气体或液化气体;在其他工业与民用领域亦有广泛的应用，如空

气压缩机。各类专用压缩机及制冷压缩机的辅机(冷却器、缓冲器、油水分离器、贮气罐、蒸发器、液体冷却剂贮罐等)均属压力容器。

石化和化工项目投资占工程总投资的 50%以上。广东省从被列入中国七大炼化基地以来，便受到了诸多国内外知名企业的青睐。相继有美孚、巴斯夫、中石化、中石油、中海油等企业，选择在广东省投资炼化一体化项目。并且，外商在中国重化工行业成立独资企业，这在中国历史上是第一例，无论是对于国内还是国外的石化企业，广东已成为全球石化企业竞相投资的热土。根据未来拟在建企业情况统计，广东省成为化工产业增速最快的省份，其中包括炼油装置、大乙烯及重要的化工品。

从全国压力容器行业区域分布来看，据中国化工装备协会统计，我国压力容器制造企业主要集中在江苏、浙江、山东、辽宁、上海等地区，市场份额最高的地区是江苏，其次是山东、浙江地区。

随着华南地区有望超越华东地区，成为中国化工产业的聚集大区，石化装备行业发展前景看好，有利于广东地区压力容器制造企业承接更多的订单。

### 3.3 建设规模

根据大岗基地的特点和广州工控的实际情况，在现有重型超限压力容器、盾构机盾体等产业的基础上，新引进盾构机整机生产和调试，扩大盾构机核心部件的生产规模，升级汽轮机的制造技术水平，打造先进的中低速柴油机生产平台，全力将南沙大岗基地打造为具有华南地区最大的临港绿色智能重型高端装备制造基地。

项目建成后年生产纲领表如下：

序号	产品名称	数量 (台)	单重 (t)	总重 (t)	单价 (万元)	总价 (万元) 含税
一	盾构机产业					

1	Φ4m—16m 整机	40	5000	200000	6500	260000
2	隧道施工总包					160000
	小计					420000
二	石化容器产业					
1	重型压力容器（复合钢板）			20000	2.5	50000
2	重型压力容器（碳钢）			15000	2	30000
	小计					80000
三	汽轮机产业					
1	N/C/B 型 2-5MW	6			500	3000
2	N/C/B 型 5-9MW	10			600	6000
3	N/C/B 型 10-15MW	60			700	42000
4	N/C/B 型 16-20MW	12			800	9600
5	N/C/B 型 22-25MW	8			950	7600
6	N/C/B 型 25MW 以上	4			1200	4800
	小计	100				73000
四	发电机产业					
1	QF8-2/4	10			160	1600
2	QF12-2/4	15			200	3000
3	QF18-2/4	20			285	5700
4	QF30-2/4	10			320	3200
5	QF50-2/4	5			600	3000
	小计	60				16500
五	低速柴油机					
1	UEC33	10	88	880	926.60	9266
2	UEC35	20	90	1800	1039.60	20792
3	UEC42	40	170	6800	1683.70	67348
4	UEC50	20	225	4500	2090.50	41810
5	UEC60	10	349	3490	3028.40	30284
	小计	100		17470		<b>169500</b>
六	中速柴油机					
1	VG32	15			941.29	14119
2	G32	100			372.90	37290
3	G26	85			241.82	20555

4	320	115			152.55	17543
5	CS21	20			159.33	3187
6	230	20			70.06	1401
7	VG35	5			1042.99	5215
8	G35	10			522.06	5221
9	G32	10			435.05	4351
10	M23G	10			261.03	2610
11	230SG	10			152.55	1526
	小计	400		17665		113017
七	工业物联网					5500
八	外协加工					5000
总计						<b>882517</b>

## 4 厂址选择及建设条件

### 4.1 厂址概况

#### 4.1.1 位置

广重临港总园区用地位于广州市南沙区大岗镇。地块北侧为中船中路，西侧为规划工业用地，东侧为中船东路，南侧为洪奇沥水道。

#### 4.1.2 厂址概况

基地总用地面积 43.13hm<sup>2</sup>，合 647 亩。地块外形大体呈直角梯形，南北长约 1000m，南北宽约 380m~525m。地块北侧为城市主干道中船中路，红线宽度 60m，根据现场踏勘此路未建成；东侧为城市次干道中船东路，红线宽度 30m，已建成；南侧为洪奇沥水道。

### 4.2 建设条件

#### 4.2.1 区位及交通运输条件

大岗镇位于南沙区西北部，西邻中山黄埔、北接佛山顺德大良、东连南沙东涌、南望南沙横沥。大岗镇地理位置优越，处于广州、澳门、香港三地的三角形中心，广州至珠海东线、北京至珠海高速公路等高速公路网在大岗经过，从大岗出发到广州、澳门、香港三地车程都在 1 小时左右，还可以在 60 分钟内到达珠江三角洲内任一经济发达区域。同时大岗境内河网交错，与中山、顺德分隔的洪奇沥水道是珠江八大出海口之一，可通行 3000 吨级的船只，水陆交通都十分便利。

#### 4.2.2 自然条件

##### (1) 气象

##### ① 气温

大岗镇地处北回归线以南，属低纬度地区。属南亚热带海洋性季风气候，冬无严寒，夏无酷暑，雨量充沛，光照充足。全年年平均气温 21.1℃，

温度最低月（1月）月平均 13.5℃，最热月（7月）月平均 28.5℃。年平均相对湿度 80%左右。平均每年仅有 2-3 日霜冻现象。

## ②降雨

多年平均雨量为 1636mm，最大年降雨量 2653mm，最小年降雨量 1030mm。降雨量年内分配不均匀，汛期 4 至 9 月占全年总量的 80.44%，每年 10 月至次年的 3 月份降雨量少，只占全年总量的 19.56%。

## ③日照

本地区多年平均日照时数为 1404h；日照时数年内分配不均匀，7 月份较长，平均为 230h~250h，2、3 月份最短，平均为 90h-125h。

## ④台风

本地区为季候风区，季候风明显，春夏秋三季多东南风，冬季多北风。每年 5~11 月为台风季节。

## （2）地质

项目所在区域位于广东沿海，大地构造属于华南褶皱系。地层结构如下：填土、第四纪冲积形成的淤泥、中砂、淤泥质土、砾砂；基岩经剧烈风化而成的残积砂质粘性土；燕山期花岗岩等 4 个不同地质成因一级单元。

据区域地质资料，项目建设用地及周边未见有实测或推测断层经过，用地处在相对稳定的地块内，不存在影响工程建设的重大不良地质作用，适宜项目的建设。

## （3）水文

项目选址南侧为洪奇沥水道。洪奇沥水道宽度为 650m~1000m，河深 -9~-12m；河流属平原河流，水流平缓，潮汐明显。年最高潮位为 +2.58m，多年平均高潮位为 +1.90m，年最低潮位为 -1.39，多年平均低潮位为 -1.20m，多年平均潮差为 2.47m。洪奇沥洪水流量多年平均占西北江洪水流量的 15%，流量在 10300~8610m<sup>3</sup>/s 之间。100 年一遇相应的波浪爬

高为 0.65m，50 年一遇相应的波浪爬高为 0.41m。根据广东省《西、北江下游及其三角洲网河河道设计洪潮水面线》（2002 年），项目所处位置 50 年一遇设计洪潮水位为+2.73m，100 年一遇设计洪潮水位为+2.83m。

洪奇沥河道床沙主要由细沙和淤泥组成，年输沙量为 517 万吨，占西北江总量的 7.3%。目前洪奇沥水道输沙与回淤基本平衡，河床基本稳定。

#### 4.2.3 抗震设防

项目用地处于抗震设防烈度 7 度区，设计基本地震加速度值为 0.10g，设计地震分组为第一组。

#### 4.2.4 市政公用设施条件

本项目所在园区周边有较完整的交通体系和通信、供水、供电等市政设施，可为本项目的实施提供保障。园区已建有完善的供电、给排水、供气、通讯设施。

供水：园区已建有给水系统，给水水源为市政自来水，由市政给水管网接二路 DN200 给水管供基地生产、生活、消防用水。厂区生活生产及室外消防管道在园区内连成环状管网，主管管径 DN150~DN200。基地内给水压力大于 0.30MPa。

排水：园区已建有污水处理站和排水系统，满足本项目的使用要求。厂区生活污水与一般生产废水均直接排入园区污水管网，由室外污水管网集中排至园区污水处理站，经处理达标后，部分进行深度处理作为中水回用，其余达标排放。

供电：园区已建有 10kV 配电中心，满足本项目供电要求。

通讯：园区已有完善的电信网络，可为本项目提供服务。

供气：本项目用天然气由市政天然气管网供应。

为节约用地、提高土地的综合利用率，本项目拟对消防水池、废水处理以及压缩空气、给排水、液态气站等公用工程统一进行重新规划。

## 5. 物料供应与生产协作

### 5.1 物料供应

#### 5.1.1 盾构机产业

盾构机产业建成达产后主要材料消耗量见下表：

项目建成达产后主要材料年消耗量

序号	材料名称	单位	年消耗量	备注
1	胶管	套	40	
2	电缆线	套	40	
3	镀锌钢管	吨	200	
4	液压油	吨	80	
5	齿轮油	吨	56.25	
6	螺栓	套	40	
7	桥架	吨	56.25	
8	扣压接头&接头&堵头	套	40	
9	金属防水接头	套	40	
10	钢板	吨	30000	

公司已经建立了一整套完善的原材料采购流程，涵盖采购计划、询价议价、检测等各个方面，已经形成了稳定的原材料采购供货渠道和供应商关系，能够确保原材料供应稳定，完全满足公司生产经营需要。

#### 5.1.2 汽轮机产业

项目建成达产后主要材料消耗量见下表：

项目建成达产后主要材料年消耗量

序号	材料名称	单位	年消耗量	备注
1	铸钢件毛坯	t	1200	
2	铸铁件毛坯	t	400	

3	转子主轴锻件毛坯	t	390	
4	叶轮锻件	t	40	
5	其它锻件	t	480	
6	焊条、焊丝	t	100	
7	钢板材	t	200	
8	圆钢、钢管等型材	t	520	

### 5.1.3 发电机产业

项目建成达产后主要材料消耗量见下表：

项目建成达产后主要材料年消耗量

序号	材料名称	单位	年消耗量	备注
1	铜材	吨	720	TMR
2	转子轴	套	60	45#
3	齿压板	吨	120	Q235A
4	冲片	吨	1800	Q235A
5	护环	吨	90	50Mn18Cr5
6	绝缘材料	套	60	3240
7	绝缘漆	吨	18	8201
8	钢板	套	600	Q235A

### 5.1.3 柴油机产业

自制零部件主要是：机座、机架、气缸体、气缸盖、管路系统等。

## 5.2 燃料和动力

项目所需主要燃料和动力的名称、用量、供应方式如下：

天然气：300万 m<sup>3</sup>/a；管道。

电力：2068万 KWh/a；

氧气：18万 m<sup>3</sup>/a；

丙烷：15万 m<sup>3</sup>/a；

二氧化碳：5万 m<sup>3</sup>/a；

压缩空气：1000万 m<sup>3</sup>/a；

氩气：30万 m<sup>3</sup>/a；

自来水:250000m<sup>3</sup>/a；管道。

上述物料企业运营期间持续供应。

### 5.3 生产协作

#### 5.3.1 盾构机产业

本项目位于广州市南沙区，周边地区配套能力相对较好。在项目实施及组织生产过程中，注意贯彻执行专业化协作和社会化生产的方针，尽量考虑协作生产的各种因素。项目所需零部件以外购外协为主，大岗基地只考虑刀盘、盾体等部分关键零部件的加工能力。

主要外协件和配套件表

序号	材料名称	单位	数量	备注
1	主驱动	台/套	40	
2	螺旋输送机	台/套	40	
3	管片拼装机	台/套	40	
4	液压泵站	台/套	40	
5	控制柜	台/套	40	
6	后配套结构件	台/套	40	
7	流体加工件	台/套	40	

主要自制件表

序号	材料名称	单位	数量	备注
1	液压管路	台/套	40	1台盾构机1套
2	流体管路	台/套	40	1台盾构机1套
3	盾体	台/套	40	

4	刀盘	台/套	40	
---	----	-----	----	--

### 5.3.2 汽轮机产业

汽轮机叶片由外协协作加工，部分焊接结构件放在重容厂房协作加工。

### 5.3.3 发电机产业

转子部分外协件包括：转子铜排、铜材、齿压板、冲片、转轴、平键、切向键、锻铜条、锻铝条、护环锻件、护环、联轴器、

定子部分外协件包括：双玻线、绝缘材料、齿压板、齿压条、冲片、通风槽板装配、端板、中间板、拉紧螺杆、线圈、端箍、槽楔、定子线圈等。

总装部分外协件包括：机座、端板、防潮加热器、轴承、支撑架、空冷器、顶轴油泵等。

### 5.3.4 柴油机产业

柴油机外协外购零部件主要包括：曲轴、活塞、气缸套、连杆、凸轮轴、飞轮、十字头、齿轮、电控系统、油雾器、燃油系统、排气系统、增压系统、空冷器等。

## 6 工程技术方案

### 6.1 工艺

#### 6.1.1 工艺设计原则

(1) 项目地块主要以盾构机、汽轮机、发电机、柴油机、压力容器为主，统筹考虑，按照厂房吨位分档建设厂房和辅助设施，产品更新或完全转向后，基地能够非常经济和迅速地具备生产出新产品的能力，同时节约土建投资。

(2) 根据产品生产特点和生产纲领进行生产任务分工，确定厂内外协作原则，选取合理的设备配置，满足产能需求和共享制造需求，节约设备投资。

(3) 按照建设一流企业和先进生产管理的要求，组织生产、规划工艺流程、选择生产设备；

(4) 结合精益化生产的先进理念优化工艺设计；

(5) 满足环保、劳动安全卫生、节能、消防设计的规范和要求。

#### 6.1.2 盾构机焊接厂房生产工艺

##### 6.1.2.1 生产任务和生产纲领

###### (1) 生产任务

新建盾构机焊接厂房承担盾构机的刀盘、盾体、螺旋机、人员舱等的焊机加任务。同时还承担柴油机焊接结构件的协作任务。

###### (2) 生产纲领

生产纲领表

序号	产品名称	数量 (台)	单重 (t)	总重 (t)	单价 (万元)	总价 (万元)
一	盾构机产业					

1	Φ4m—Φ16m 整机	40			6500	260000
2	隧道施工总包					160000
	小计					420000

### (3) 生产性质

生产任务属于单件小批量生产性质。

### (4) 产品特点

产品特点表

产品特点 产品尺寸	前盾		中盾		尾盾	
	高 (m)	重量 (t)	高 (m)	重量 (t)	高 (m)	重量 (t)
Φ7m	8	160t	8	100t	3.5	45t
Φ9m	3	160t	2.7	90t	4.5	50t
Φ13m	前中盾高 9.5m, 重 600t				高 5m, 重 180t	
Φ15m	前中盾高 10m, 重 900t				高 5.5m, 重 250t	

其中Φ8m 变频机柜 7830\*644\*2300mm, 重量约 5t。15 米级泥水盾构主驱动全套重量 390t, 不含伸缩机构及电机约为 280t; 常压刀盘整体重量约 550t, 中块约为 250t; 一号拖车约 300t; 一号拖车工位组装高度约为 14.5 米, 刀盘处最高约为 16 米。

### (5) 协作关系

本厂房大直径盾体的立车加工由重容厂房 16 米数控单柱移动立式铣车床外协。

#### 6.1.2.2 工作制度和年时基数

盾构机焊接厂房为双班工作制, 每班工作 8h, 全年工作 251d。

设备种类	工作制	年时基数/h
冷作、焊接类设备	两班制	3720
机加工设备	两班制	3720
其余设备	单班制	1920

### 6.1.2.3 主要设计原则

(1)焊接厂房内按产品大小组织生产，并配置相应起吊重量的起重运输设备。

(2)厂房内部各跨间及与其它厂房间的运输以平板车运送为主，且采用蓄电池式电动平板车。

(3)厂房内所有起重机均为带驾驶室起重机，吊笼内考虑空调。盾构机焊接厂房设两个东西横向及1个纵向平板车运输通道，各配置1台100t电动运输平板车，与装配厂房连通的运输通道配置1台160t电动运输平板车。

(4)厂房大门均为12×8m，大门采用电动推拉门。

(5)本工程所有焊接制作均属于单件小批量，采用就地固定台位焊接形式组织生产，结合产品外形特点，盾体和刀盘直接安放在地坪上进行焊接。

(6)结合具体工艺需要，中小盾体、大直径盾体车间设双层吊车，上层起重机按实际配置进行结构计算，其它跨均按2台最大起重机计算。起重机均为变频调速起重机，驾驶室带空调。

(7)设计中力求充分合理利用车间面积，结合具体情况尽量采取新工艺及先进设备。新增工艺装备在满足生产需要的前提下尽量采用国产设备。

(8)在满足本设计生产纲领要求的同时，在设备选型和车间面积利用上都考虑留有一定的发展余地。

(9)优先选用节能产品，符合节约能源消耗。

### 6.1.2.4 主要工艺说明

#### (1) 刀盘制造主要工艺说明

盾构刀盘是由钢结构构件焊接和机加工后安装上各种刀具和辅

助附件而成，目前刀盘所用主流材料是 Q345R。

①刀盘制造主要工艺流程如下：

钢板检查验收合格→下料→开坡口→部件制作→装配内部零件→铆焊→去应力→矫正→超声波探伤→机加→打磨→喷漆。

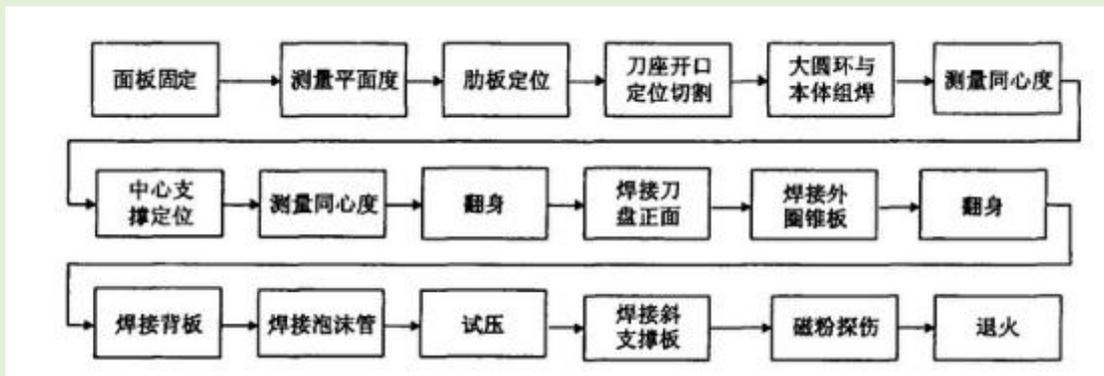
部件拼制作包括：中心刀架拼点、焊接；主梁拼点、焊接；副梁拼点；扭脚底座拼点、焊接；方形扭脚拼点、焊接；L 梁检修板先机加，再拼点、焊接。其中圆形扭脚直接下料、开坡口,无需拼点、焊接。

对于刀盘大圆环、法兰连接盘、刀盘支撑钢管、刀座箱体、刀盘中心支撑、刀盘面板等关键零部件的加工,采用数控火焰切割机下料、焊口刨边、采用 CO<sub>2</sub> 气体保护焊、反复检查校正、对重要焊缝进行超声波探伤。

②结构件整体制作顺序：

刀盘结构件铆焊：中心刀架/主梁→副梁→大圆环→扭脚底座→扭脚→大法兰→L 梁；

③刀盘本体组焊：



刀盘组焊工艺流程

④刀盘热处理。

⑤刀盘机加工：车—镗铣—钻；

采用数控立车、龙门镗铣床和摇臂钻床进行刀盘机加工。

## ⑥刀具组装、管路组装：

大圆环割缺口→装滚刀刀箱底部焊接板→装滚刀刀箱→装切刀座、切刀保护块、边刮刀座、边刮刀保护块、焊接撕裂刀、合金耐磨块、刀盘耐磨复合钢板、磨损检测、超挖刀、喷口、喷口保护块、保径刀、耐磨钢板等→管路制作→试压→管路安装→二次试压→整体打磨。

⑦喷丸：新建喷丸室对刀盘、盾体等进行处理。

⑧喷漆：新建喷漆室对刀盘、盾体等进行油漆。

## (2) 盾体制造主要工艺说明

盾体由三部分构成，即前盾、中盾、尾盾。盾体由结构件焊接组成。这些焊接构件带有机加工的密封面、与主驱动的连接法兰、以及两盾体间的铰接或连接法兰。盾体加工工艺流程如下：

前盾加工工艺流程：钢板检查验收合格→下料→开坡口→卷板→预热→焊接→重组壳体→时效振动去应力→装配法兰→时效振动去应力→预热→焊接→拆分、焊接仰焊缝盾体→重新组装→液压扳手拧紧螺栓（100%扭矩）→装配螺旋机底座→焊接→焊后检测→立车中心环机加→划线→钻孔→安装焊接其他零件→拆分→检测→堆耐磨焊丝→打磨→喷漆→包装发运。

中盾加工工艺流程：钢板检查验收合格→下料→开坡口→卷板→预热→焊接壳体定位及调圆、标记中心线→检测→内件划线校装→焊前检查→预热→焊接→拆分、焊接仰焊缝→重组壳体→时效振动去应力→装配焊接法兰→时效振动去应力及焊前检测→焊接→部件制作→组装部件→检测→装配封板→焊接→装配焊接法兰→时效振动去应力检测→装配米字梁焊接→→拆分、焊接仰焊缝→重新组装→液压扳手拧紧螺栓（100%扭矩）→立车加工铰接环→翻身、装

配焊壳体平台→检测→拆分→打磨→喷漆→包装发运。

尾盾加工工艺流程：钢板检查验收合格→下料→开坡口→卷板→预热→焊接→重组壳体→时效振动去应力→装配法兰→时效振动去应力→划线→钻孔→安装焊接其他零件→拆分→检测→打磨→喷漆→包装发运。

- ① 板材下料主要采用数控火焰切割机进行下料。
- ② 选用水平下调式液压数控三辊卷板机进行卷板。
- ③ 盾体环缝和纵缝坡口采用半自动切割机进行加工。
- ④ 盾体部件制作包括中心环件、米字梁、螺机座、注浆块等制作采用数控立车加工。
- ⑤ 对焊缝加热进行去应力退火。
- ⑥ 焊前需要采用丙烷气体加热。
- ⑦  $\Phi 12\text{m}$  以上盾体采用摇臂钻床在深井钻孔工作台进行钻孔。  
 $\Phi 9\text{m}$  以下盾体直接放在地坪上采用摇臂钻床进行加工。
- ⑧ 采用  $\Phi 12\text{m}$  立车和  $\Phi 10\text{m}$  立车、3 台  $\Phi 5.7\text{m}$  专用立车、2 台  $12\text{m}$  数控龙门镗铣床对盾体进行机加工。
- ⑨  $\Phi 12\text{m}$  以上盾体需要拆分，再单块移动到  $\Phi 5.7\text{m}$  专用立车组合加工。
- ⑩ 打磨、喷漆：新建喷丸室对盾体进行喷丸处理。新进喷漆室进行油漆处理。

#### 6.1.2.5 设备

本项目以 4~16 米直径盾构机选用设备，拟用的 12 米数控立车、10 米数控立车、 $\Phi 5.7\text{m}$  专用立车液压卷板机、数控火焰切割机、摇臂钻等，遵循先进、成熟、实用的原则，结合国内外先进企业的标准和本企业的实际情况，在确保产品质量的前提下，尽量选用技术

上先进、经济上合理、连续化和自动化程度较高的机器设备，所选设备必须代表当代国内先进水平，确保产品质量在国内具有领先水平，在国际市场上具有竞争力，同时力求生产的产品质量高、品质优、效益好，可极大地降低工人的劳动强度和提高了劳动生产率。

#### 6.1.2.6 人员

(1) 本厂房内基本工人、辅助工人、工程技术管理人员及检验人员系根据指标结合实际需要进行综合考虑后采用。共采用工作人员 910 人，其中基本工人 660 人，辅助工人 220 人，工程技术人员 20 人，管理人员 10 人。

#### (2) 车间人员表

序号	名称	人员数			备注
		合计	I 班	II 班	
1	基本工人	660	500	200	
2	辅助工人	220	116	64	
	工人合计	880	616	264	
3	工程技术人员	20	12	8	
4	行政管理人员	10	6	4	
	工作人员总计	910	634	276	

#### 6.1.2.7 厂房建设方案说明

#### (1) 盾构机焊接厂房

盾构机焊接厂房主要有四跨车间组成，跨长 312 m，西面两跨为 36m，东二跨 30m，最东边跨宽 30m，由西向东分别为西一跨、西二跨、东二跨、东一跨。

序号	名称	车间	车间尺寸	轴线面积	最大起吊能力
1	西一跨	中小盾体车间	312m×30m	9360	Gn=160t/32t S=28m Ho

				m <sup>2</sup>	=24m
2	西二跨	大直径盾体刀盘车间	312m×36m	11232 m <sup>2</sup>	Gn=250/50t S=34m Ho =24m
3	东二跨	小刀盘、柴油机车间	312m×36m	11232 m <sup>2</sup>	Gn=100t /20t S=28m Ho =16m
4	东一跨	下料车间	166m×30m	4980 m <sup>2</sup>	Gn=50t /10t S=28.5m Ho=16m

其中西一跨长度 312m，跨宽 30 m，主要为中小盾体车间，车间上层单台最大行车 160t，行车轨高 24 m，下层单台最大 32t，行车轨高 16 m。此跨北侧 84m 主要完成中小盾体的机加工序，中间部位 96m 完成Φ6.3m、Φ7m、Φ8m、Φ8.8m 前中尾盾体 15 个铆焊工位工序。南侧 108m 同样完成Φ6.3m、Φ7m、Φ8m、Φ8.8m 前中尾盾体 15 个铆焊工位工序，中间两条 12m 宽过跨平板车通道。主要设备包括 1 台 12m 数控立车、1 台 10m 数控立车、2 台 12m 数控龙门镗铣床、4 台摇臂钻床和焊机设备等。

西二跨长度 312 m，跨宽 36 m，主要为大直径盾体刀盘车间，上层单台最大行车 250t，行车轨高 24 m，下层单台最大行车 50t，行车轨高 16 m；此跨北侧和中间 84m 主要完成Φ14m 和Φ15m 前中尾盾体的铆接工序和机加工序，中间 96m 主要完成Φ12m 和Φ13m 前中尾盾体的铆接工序和机加工序。南侧 108m 完成Φ12m 以上刀盘的铆焊工序，中间两条 12m 宽过跨平板车通道。主要设备包括 3 台 Φ5.7m 专用立车、1 个深井钻孔工作台和焊机设备等。

东二跨长度 312 m，跨度 36 m，主要为中小刀盘、柴油机车间，单台最大行车 100t，行车轨高 16m；此跨北侧 84m 主要完成柴油机铆焊间生产，中间 96m 主要完成螺旋机、人员舱等零件制作，南侧 108 米完成Φ6.3-9 米刀盘的铆接工序，中间两条 12m 宽过跨平板车

通道。南车间内主要配置 1 台三辊卷板机和焊机等设备。

东一跨长度 166m，跨度 30 m，主要为下料车间，单台最大行车 50t，行车轨高 16 m。此跨主要是板材下料和原材料的存放。车间内主要配置 4 台数控火焰切割机。

### 6.1.3 盾构机装配调试工艺

#### 6.1.3.1 生产任务和生产纲领

##### (1) 生产任务

盾构机装配调试厂房主要承担整机的装配调试。

##### (2) 生产纲领

盾构机的装配调试厂房形成盾构机年产 40 台的装配能力。

序号	产品名称	数量 (台)	单价 (万元)	总价 (万元)
一	盾构机产业			
1	Φ4m—Φ16m 整机	40	6500	260000
2	隧道施工总包			160000
	小计			420000

##### (3) 生产性质

本厂房属于单件小批量生产性质。

##### (4) 产品特点

盾构的分类较多，可按盾构切削面的形状、盾构自身构造的特征、尺寸的大小、功能，挖掘土体的方式，掘削面的挡土形式，稳定掘削面的加压方式，施工方法，适用土质的状况多种方式分类。

#### 1) 土压平衡盾构机

土压平衡盾构属封闭式盾构。盾构推进时，其前端刀盘旋转掘削地层土体，切削下来的土体进入土舱。当土体充满土舱时，其被动土压与掘削面上的土压、水压基本平衡，使得掘削面与盾构面处

于平衡状态（即稳定状态）。

土压平衡盾构主要应用在黏稠土壤或者含有粘稠土壤、砂的岩土复合地层中，该类型土壤富含黏土、亚黏土或淤土，低渗透性。具有良好和广泛的地质适应性，与泥水盾构相比，采购成本和施工成本相对较低，对环境污染小，对使用场地要求要求不高，技术越来越成熟，越来越先进，市场占有率越来越高，尤其是在城市地铁（含城际铁路）隧道领域，土压平衡盾构约占 80%以上。

## 2) 泥水盾构

通过加压泥浆来平衡掌子面水土压力，利用泥水循环系统进行渣土排放的隧道专用设备。其特点是，在易发生流沙的地层中能稳定开挖面，可在正常大气压下施工作业；对开挖面周边土体的干扰少，地面沉降量控制精度高。

泥水盾构适用于大埋深、高水压、低沉降穿江越河铁路或公路的隧道施工，典型地层为砂层地质。

## 3) 矩形盾构

矩形盾构式顶管机，开挖断面为矩形，断面利用率大，覆土浅，施工成本低，主要用于城市人行地道、车行地道、地下管线共同沟、地下停车场、地下储水库等。

## 4) 顶管机

采用液压顶管技术，在非开挖敷设地下管道的机械设备中，具有减少施工扰动、避免不必要的拆迁等特点，主要用于煤气、热力、电力、给水、排水等地下管道的施工，被誉为城市管廊建设“神器”。

## 5) 敞开式 TBM

常用于全断面硬岩地层，在配置了钢拱架安装器和喷锚设备后，根据不同的地质采取有效支护手段后，也可应用于软岩隧道。适用

岩石单轴抗压强度 50-300MPa，RQD 值 10%-100%，节理间大于 0.6 的岩体。

#### 6) 单护盾 TBM

适用于开挖地层以软弱围岩为主、岩体抗压强度低的全断面岩石地层隧道。主要适用于中等长度隧道，有一定自稳性的软岩及破碎岩层，开挖衬砌可同步进行，隧道一次成型。

#### 7) 双护盾 TBM

适用于具有一定自稳性的全断面硬岩或软岩地层。具有两种掘进模式。即双护盾掘进模式和单护盾掘进模式，掘进效率更高。

#### (5) 协作关系

盾构机装配调试车间盾体、刀盘等结构件由盾构机焊接厂房协作。

#### 6.1.3.2 工作制度和年时基数

装配调试车间为双班工作制，每班工作 8h，全年工作 251d。设备年时基数为 3940h。

#### 6.1.3.3 主要设计原则

(1) 装配调试厂房内按产品大小组织生产，并配置相应起吊重量的起重运输设备。

(2) 厂房内部各跨间及与其它厂房间的运输以平板车运送为主，且采用蓄电池式电动平板车。

(3) 厂房大门均为 12×8m，大门采用电动推拉门。

(4) 本工程所有焊接制作均属于单件小批量，采用就地固定台位装配形式组织生产，结合产品外形特点，盾体和刀盘采用工装进行装配调试。

(5) 结合具体工艺需要，装配调试车间设双层吊车，上层起重

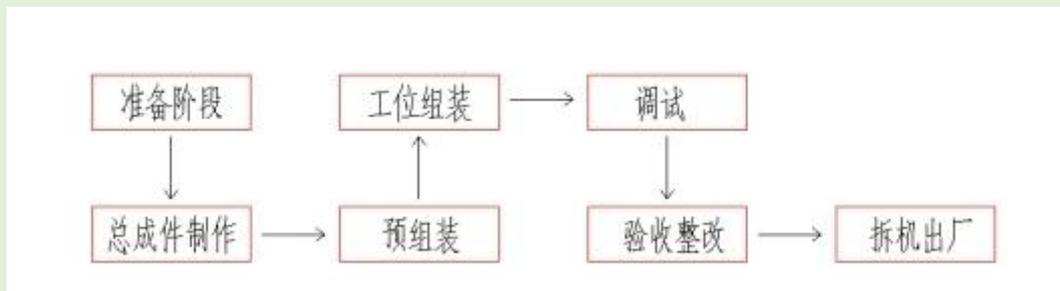
机按实际配置进行结构计算，其它跨均按 2 台最大起重机计算。起重机均为变频调速起重机，吊笼带空调。

(6) 设计中力求充分合理利用车间面积，结合具体情况尽量采取新工艺及先进设备。新增工艺装备在满足生产需要的前提下尽量采用国产设备。

(7) 优先选用节能产品，符合节约能源消耗。

#### 6.1.3.4 主要工艺说明

盾构机生产主要包括主要结构件（刀盘、盾体）制造、预组装、工位组装、调试、拆机、发货，主要工艺流程如下：



盾构机生产工艺流程

再制造盾构机生产主要包括清理、拆检、维修、联机调试。

#### (1) 装配工艺说明

##### 1) 准备阶段

准备阶段主要进行加工件和采购件的准备。

盾构制造前首先进行技术交底、熟悉图纸，制订合适的工艺路线，区分加工件与采购件。对主驱动、拼装机和螺机等关重件，委托有资质、生产经验的厂家制造，人舱等委托专业生产厂家制造，在制造过程中进行关键节点的检查与控制。对电机、马达、液压泵等关键件采购相适应的质量过硬的国际知名品牌。

##### 2) 总成件制作

总成件制作主要包括“泵站、主驱动、螺机、管片件制作”、“油

箱、液压阀组等总成制作”、“保压系统、盾体内集散口等总成件制作”、“主控室、配电柜、控制盒等总成件制作”四大部分。

### 3) 预组装

预组装主要进行“拖车预组装”、“管片机预组装”、“螺机预组装”、“盾体预组装”。

工序是指将零部件组装至拖车、管片拼装机、螺机、盾体上，包括布管布线。

### 4) 工位组装

工位组装主要进行“拖车工位组装”、“设备桥工位组装”、“盾体工位组装”、“拼装机组装”、“螺机工位组装”、“刀盘工位组装”。

工序按拖车—设备桥—盾体—拼装机—螺机—刀盘顺序进行，同时进行盾体与拖车中线对正。

### 5) 调试

调试主要对盾构机配电系统、液压系统、润滑系统、控制系统、注浆系统进行调试以及各种仪表进行校正。

组装完成后即进行空载调试，主要是检查各系统和设备是否能正常运转，检验各参数是否符合设计要求。

### 6) 验收整改

验收是指对盾构机进行内验与出厂验收，内验由公司内部技术、质量、制造等相关部门共同检验；出厂验收是由业主、技术、质量、制造部等联合组成的验收。验收过程发现问题立即整改。

### 7) 拆机出厂

验收合格后，进行拆机，一般先拆后配套，再拆刀盘、盾体，拆下的物体采用就近原则包扎在总成上，安装面进行防锈处理，各元器件、盾体进行包扎防护。

### 6.1.3.5 人员

序号	名称	人员数			备注
		合计	I班	II班	
1	基本工人	26	18	8	
2	辅助工人	6	3	3	
	工人合计	32	21	11	
3	工程技术人员	4	2	2	
4	行政管理人员	4	2	2	
	工作人员总计	8	4	4	

### 6.1.3.6 厂房建设方案说明

#### (1) 厂房建设说明

盾构机装配厂房主要有三跨车间组成，西跨南侧为创新试验平台，西一跨北侧、中间跨和东一跨车间主要以盾构机的装配调试工序。

序号	名称	车间尺寸	面积	最大起吊能力
1	西一跨	314m×30m	9420 m <sup>2</sup>	Gn=160+160t S=28m Ho=24m
2	中间跨	314m×36m	11304 m <sup>2</sup>	Gn=200+200t S=34m Ho=24m
3	东二跨	314m×36m	11304 m <sup>2</sup>	Gn=160+160t S=34m Ho=24m

西一跨北侧为实验车间，中间为液压流体管路制作区，南侧可供2台9m以上直径的盾构机装配调试，西一跨长314m，跨度30m，上层单台最大行车160t+160t，行车轨高24m，下层单台最大行车50t，行车轨高19m；中间跨为盾构机装配调试车间，北侧长度50m宽度36m是液压泵和拼装机分装场地，中间及南侧可满足4台9米直径以上的盾构机装配，中间跨长度314m，跨度36m，上层单台最大行车200t+200t，行车轨高24m，下层单台最大行车100t，行车轨高19m；东一跨为盾构机装配调试车间，北侧长度50m宽度

36 m 是螺旋机输送机分装和主驱动分类场地，中间及南侧可满足 7m 直径以下的盾构机进行调试装配，跨长 314 m，跨度 36 m，上层单台最大行车 160t+160t，行车轨高 24 m，下层行车吨位 100t，行车轨高 19 m。

#### 6.1.4 汽轮机及电机组厂房工艺

##### 6.1.4.1 汽轮机生产工艺

###### (1) 原生产基地概况

原钟村基地汽轮机生产厂房占地 180m×156m，车间面积约 28080 m<sup>2</sup>。其中隔板、喷嘴室、护环、主汽阀等部件加工跨面积约 3376 m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 16t；缸体、底座、齿轮箱、调节气阀等静子大件加工跨面积约 3376 m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 32t；转子加工跨面积约 4226 m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 20t；外购外协件跨面积约 2592 m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 16t；箱体类小件、叶片加工跨面积约 2592 m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 10t；轴类小件加工跨面积约 2997m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 10t；总装跨面积约 4836 m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 75t；毛坯暂存堆放场地面积约 2137 m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 10t。建有 32t 高速动平衡试验台、射线探伤室、理化计量实验室。以及各类加工、起吊运输、装配试验生产设备约 160 台。

###### (2) 大岗基地汽轮机生产任务和生产纲领

###### ①生产任务

主要承担纲领产品中汽轮机转子（叶片外协）、汽缸、隔板、中小件装置的加工，同时承担产品汽轮机总装、静态试验和转子高速动平衡试验等生产任务。

###### ②生产纲领

汽轮机车间生产纲领为年产 100 台 50MW 及以下汽轮机产品。

### ③产品特点

本项目最大工件外形尺寸 6.7m×3.2m×4m，最重单个工件重量 50t。

### ④生产性质

本厂房属于小批量生产性质。

#### (3) 主要设计原则

1) 汽轮机生产与电机生产统一考虑。根据工件生产工艺类型、产品重量及生产工序相似原则，兼顾行车吨位前提下，将具备协作条件的相似加工设备及工序集中布置，对汽轮机、电机转子进行总体规划工艺生产流程。最大限度地形成物流顺畅、设备利用率高、生产管理体系明晰、物流配送集中高效的生产流程。

2) 按照汽机工艺特点组织生产。工艺区划分为总装区、静子大件加工区、部套加工及装配区、转子加工及装配区及理化计量实验室。其中高速动平衡试验考虑预留建设场地，本次转子动平衡试验利用钟村基地现有试验站完成。并配套办公辅助楼，理化计量实验室设置在办公辅助楼内。

3) 车间行车起吊吨位按照满足 100MW 等级汽轮机生产条件考虑。加工设备能力按照满足新研发 35MW 等级汽轮机配置。并预留 100MW 加工设备安装空间。

4) 坚持专业化协作。铸件、锻件毛坯均考虑外协专业厂生产，包括去应力及主要零部件粗加工。壳体、底座焊接等在园区内容器焊接车间完成，隔板焊接由于工艺复杂，焊接质量要求高安排在汽轮机分厂完成；纲领汽机配套叶片均有外协提供。

生产厂房中吊车操作。基于安全及便捷考虑，小于 50t 吊车采用地面遥控式，50t 及以上吊车采用空中操作和地面遥控相结合的操作

作形式。

6) 主要生产厂房之间物料运输。基于环保及运输成本考虑, 采用蓄电池式电动平板车, 局部无法实现平板车运输的采用汽车、叉车或电瓶车。

7) 新增工艺装备在满足加工精度需求的前提下, 尽可能采用国产先进设备。

#### (4) 工作制度和年时基数

本项目根据不同类型生产设备分别确定工作制。其中重、大、精、稀设备采用两班制, 详细数据如下表:

设备种类	工作制	年时基数/h
冷作、焊接类设备	两班制	3720
重、大、精、稀类设备	三班制	4890
小型机加工设备	两班制	3720
装配设备	单班制	1920
试验设备	单班制	1920
涂装设备	单班制	1920
探伤设备	单班制	1920
其余设备	单班制	1920

工人年时基数为 1830h。

#### (5) 主要工艺说明

##### 1) 汽缸、主汽阀等

汽轮机汽缸一般为单层缸结构, 分为前部、后部两部分。前部汽缸一般为铸焊结构, 后部一般为焊接结构件。每一部分都有一个水平中分面将汽缸分为上下半结构。

汽缸加工主要配置数控龙门铣、数控落地镗铣床、摇臂钻床、数控双柱立车。数控龙门铣主要完成汽缸、轴承箱中分面、法兰孔、

各档内圆、汽缸背部法兰等部位的加工，数控落地镗铣床主要用于法兰孔背面刮面、汽封、键槽、进气管口等部位的加工，摇臂钻床主要用于汽缸、轴承箱中分面法兰孔扩孔、螺纹孔加工、测温孔和注油孔的加工。数控双柱立车主要用于内缸合缸后内孔、外圆、各开挡、环形槽的加工。其中汽机低压缸外缸为焊接结构件，涉及到的加工工艺设备主要为数控落地镗铣床、摇臂钻床等。数控落地镗铣床主要用于垂直中分面、水平中分面、轴承档开档，台板面、键槽等部位的加工。设水压试验场地，采用循环供水系统。

#### 2) 轴承座、蒸汽室、公共底盘等

轴承座及蒸汽室主要在数控龙门铣床、数控落地镗铣床和数控立车上加工；公共底盘主要在龙门铣床和钻床上加工。

#### 3) 隔板、导叶持环

隔板一般由板体、静叶片和外环组成。本项目隔板主要采用焊接形式，焊接隔板一般分为三种类型：围带式焊接隔板、自带冠导叶焊接隔板和直焊式隔板。

隔板的加工工艺内容分为：基准面加工，中分面及其上面连接孔半精加工，内外圆、端面、汽封槽精加工，中分面、定位键槽精加工。其中基准面、内外圆、端面、汽封槽的加工主要在数控双柱立式车床上完成加工。中分面、连接孔、定位键槽主要在镗铣床上完成加工。

#### 4) 转子部分

转子生产主要包括转子加工、叶片加工和转子装配三部分。本项目转子叶片由外协厂家提供，工艺规划仅考虑转子加工、转子装配、动平衡试验。

转子的加工主要为各档外圆及叶根槽的加工，同时包括装配后

围带的加工，以及平衡孔、中心孔、末叶锁口等部位的加工。转子主轴加工主要在数控卧车上完成各档外圆的加工；根据转子叶根槽形式的不同，一般 T 形、叉形叶根槽主要在卧式车床上完成加工，枞树型叶根槽主要在转子卧车或镗铣床上完成加工。

转子的装配工艺流程为：加工好的带叶轮转子→装叶片→车围带→动平衡→去总装。其中转子装配后的围带加工工作由转子加工围带车完成。

根据动平衡试验原理，原则上挠性转子需要做高速动平衡，刚性转子可以只做低速动平衡。汽机分厂现有 32t 高速动平衡设备可满足纲领产品全部转子的高速动平衡试验需要。

高速动平衡试验系统由驱动平台、真空舱、润滑油站坑、真空泵区、控制室、配电室、驱动电源室等组成。主要设备按系统分为试验拖动系统、真空润滑油系统、大气润滑油系统、抽真空系统、真空舱钢结构系统、冷却水系统、通风系统、供电系统和测量控制系统。真空舱内径为 4.2m，长 9.5m。超速试验转速按转子额定转速的 1.2 倍。振动及动平衡计算机测试系统主要由电测箱和计算机辅助测量分析系统组成。试验转子及动平衡摆架采用运输平车从转子装配区运至真空筒体，平车在大门地坑处设轨道翻转桥，便于真空舱大门及平车通行。动平衡区边贴建两层辅房，一层为电气控制室，二层为中控室及生产辅房。

### 5) 中小件部分

中小件以轴类零件、盘类零件、环类零件和箱体类零件为主，牵涉到的主要工艺设备为车床、铣床、镗床、钻床、磨床等通用生产设备。

典型零件的主要流程为

汽封体：划线→镗削→钳工→划线→镗削→检验（着色）→钳工→车削→钳工→划线→镗削→车削→钳工→划线→镗削→钳工→检验

高温螺栓：镗削→车削→检验（超探）→检验（硬度检验）→钳工→车削→车削（深孔）→检验（磁粉）→车削（普车大体尺寸）→车削（两端大螺纹）→车削（旋风车孔口螺纹）→钳工

阀杆：镗削（中心孔）→划线→钻削（热处理起吊孔）→车削（半精车）→热处理→车削（精）→镗削（大头外圆上的销孔）→钳工→表面涂覆（镀锡保护）→划线（颈部四方线）→铣削（四方）→钳工→磨削（氮化外圆面）→热处理（氮化）→磨削→车削（车螺纹、去工艺头）。

箱体类零件加工主要包括箱体中分面、底面加工，主要在卧式加工中心完成，轴承档加工主要在镗床、车床、磨床等设备上完成。

#### （6）主要工艺设备

本项目主要生产设备主要包括数控龙门铣床、数控落地镗铣床、数控五面体加工中心、数控大立车、数控重型卧式车床、高速动平衡试验设备及多规格车床、磨床、铣床、热处理设备等，详见后附设备单。

##### 6.1.4.2 电机生产工艺

###### （1）原有车间概况

原钟村基地电机生产厂房占地 160m×130m，车间面积约 20800 m<sup>2</sup>。其中转子线圈车间，面积约 1500 m<sup>2</sup>，车间吊车最大起吊能力 5t；定子线圈车间面积约 1700 m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 5t；冲片处理车间面积约 1000 m<sup>2</sup>；铁芯叠压车间面积约 1350 m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 5t；定子、转子嵌线车间面积约 2750 m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 5t；总

装车间面积约 2800 m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 5t；机加工车间面积约 3900 m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 5t；辅机生产车间面积约 1200 m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 5t；仓库面积约 2000 m<sup>2</sup>，车间吊车最大能力 5t。

## （2）大岗基地电机生产任务和生产纲领

### 1) 电机生产任务

主要承担纲领产品汽轮发电机铁芯叠压生产、线圈生产、转子机加工、电机部装及总装。其中冲片生产由外协提供。

### 2) 生产纲领

年产 60 台 50MW 及以下汽轮发电机产品。最大件尺寸 10000×4500×6000，总重 140t，最大部件中 80t。

### 3) 生产性质

本厂房属于小批量生产性质。

## （3）主要设计原则

本项目电机机加工生产所需大型设备包括数控落地镗铣床、数控卧式车床、高速动平衡等，均由汽轮机车间进行协作，电机机加工生产只配套部分小型加工设备。电机转子高速动平衡利用钟村基地现有高速动平衡设备协作。电机所需底座、机座等钢结构件下料、焊接生产由基地内焊接厂房协作完成。

根据现有生产组织形式及协作情况，电机车间生产功能分区包括线圈生产区、铁芯叠压区、定子嵌线区、转子嵌线区、总装区、试验区、仓储区等，按照工艺流程进行工艺布置，使厂房内功能分区明确，工艺顺畅、整齐，便于生产组织。

根据电机分厂实际产品情况，线圈生产目前采用多胶模压生产工艺，本次工艺规划考虑采用较为先进的少胶云母带真空压力浸漆绝缘系统和生产工艺，减小单边绝缘厚度，使绝缘技术水平达到国

内领先地位，提高产品质量和企业的市场竞争力。

定子嵌线、转子嵌线生产贴近总装跨，减少车间内物料周转次数，缩短物流周转距离。

生产厂房中吊车操作形式确定原则：小于 50t 吊车采用地面遥控式，50t 及以上吊车采用空中操作和地面遥控相结合的操作形式。

主要生产厂房之间物料运输采用蓄电池式电动平板车，方便并运输成本低。局部无法实现平板车运输的采用汽车、叉车或电瓶车。

本厂房内的新增工艺装备在满足加工需求前提下尽可能采用国产先进设备。

#### （4）工作制度和年时基数

本项目电机生产规划线圈生产设备按照两班制，设备年时基数 3720h，其余生产包括电机部装总装等按照单班制生产，设备年时基数 1920h。工人年时基数 1830h。

#### （5）主要工艺说明

##### 1) 线圈生产

##### a、发电机定子条式线圈

主要工艺流程：平直下料 → 刷头 → 排列压弯换位 → 编织 → 垫包换位、排间绝缘 → 弯角 → 成型 → 拆包 → 匝间胶化 → 清理 → 包主绝缘 → 模压成型 → 检验 → 送发电机定子嵌线

##### b、发电机转子线圈（塔式线圈）

主要工艺流程：扁绕 → 打磨 → 退火 → 整型 → 包匝间绝缘 → 存放 → 送发电机转子嵌线

##### 发电机转子生产

##### a、转子加工

主要工艺流程：毛坯 → 粗车、切试环 → 检查 → 精车全轴 → 铣嵌

线槽、槽楔槽→铣月牙槽→镗铣三槽→钻孔→清理、研配槽楔打编号

### b、转子装配

主要工艺流程：车护环止口→热套三环→精车全轴→镗铣键槽→套装联轴器→车联轴器端面→平衡→校调→送发电机转子嵌线

## 2) 电机装配生产

### a、铁心压装

装焊定位筋→满焊角铁→焊挡风板→叠片→铁芯压装→铁损试验→送定子电工装配

### b、定子嵌线

装支架、绑环→装槽底垫条→下层线圈下线→装层间垫条及测温元件→上层线圈下线→装槽楔→耐压试验→绑扎→装焊并头套→装绝缘盒→定子引线预装→浸漆→装电阻测温计接线板→定子引线装配

### c、转子嵌线

研配槽楔→下线→冷压→匝间试验→耐压试验→装槽楔→装中心环→车护环止口→端部压型→端部焊接→热套护环→装风扇→转子精车、磨→铣键槽→动平衡、超速试验

## 3) 总装配

装配找中心→预装端盖、导风环→预装轴承→预装转子→装上半轴瓦→装轴承座上盖→预装刷架装配→拆除刷架装配及隔音罩垫块→拆除上盖、上半轴瓦→吊走转子→装定子→穿转子→装汽端风叶→装小端盖、装轴瓦→装轴承上盖→接管路、轴瓦测温装置→引出线、装接地电刷、装通风设施→装其它零部件→试验→喷漆→成品检验→送包装

## (6) 主要工艺设备

发电机生产主要工艺设备包括线圈开料机、绕线机、涨型机、包带机调压器、整形机、油压机、热压机及多规格电气试验设备，详见后附设备单。

### 6.1.4.3 建设方案说明

新建汽机电机联合厂房组成如下表：

序号	名称	车间尺寸	面积	最大起吊能力
1	西 1 纵跨	312m×24m	7488 m <sup>2</sup>	Gn=10t Ho=10m S=22.5m
2	西 2 纵跨	312m×24m	7488 m <sup>2</sup>	Gn=32t Ho=12m S=22.5m
3	西 3 纵跨	312m×24m	7488 m <sup>2</sup>	Gn=32t Ho=12m S=22.5m
4	西 4 纵跨	312m×30m	9360 m <sup>2</sup>	Gn=100t Ho=21m S=28m
5	西 5 纵跨	312m×24m	7488 m <sup>2</sup>	Gn=75t Ho=14m S=22.5m
6	西 6 纵跨	312m×30m	9360 m <sup>2</sup>	Gn=50t Ho=12m S=28.5m
7	露天纵跨	312m×24m	7488 m <sup>2</sup>	Gn=50t Ho=12m S=22.5m
8	西 8 纵跨	312m×24m	7488 m <sup>2</sup>	Gn=5t Ho=10m S=22.5m
9	西 9 纵跨	312m×30m	9360 m <sup>2</sup>	Gn=10t Ho=10m S=28.5m

各跨功能规划如下：

#### (1) 西 1 跨（电机线圈车间）

此跨主要用于电机转子、定子线圈生产。主要包括线圈开料机、绕线机、涨型机、包带机、调压机、整形机以及配套匝间测试仪、耐压实验一、介质损耗试验仪等设备。

此跨与西 2 跨采用隔墙分隔，过跨物料运输采用电动平板车运输。

#### (2) 西 2 跨（汽机隔板车间+电机辅机车间）

此跨分为南北两部分。南部为汽机隔板生产，长度 196m，主要完成隔板基准面加工，中分面及其上面连接孔半精加工，内外圆、

端面、汽封槽精加工，中分面、定位键槽精加工；北部为电机配套辅机生产，长度为116m，主要完成电机配套励磁机、永磁机的生产任务。

### （3）西3跨（汽机箱体轴类车间+成品车间）

此跨分为南北两部分。南部为汽机隔板生产，长度196m，主要完成汽机轴类、盘类、环类、箱体类产品的加工，兼顾电机中小件加工需求。主要设备包括多规格卧式车床、立式铣床、外圆磨床、平面磨床、镗床等。北端建设成品车间，主要用于汽机、电机成品的包装、暂存。

### （4）西4跨（汽机总装车间+电机总装车间）

此跨分为南北两部分，南端主要用于汽轮机装配，长度196m，主要完成汽机总装、静态检测试验台、涂装、包装发运生产。主要设备包括槽铁装配平台、密闭负压干式涂装设备、静态检测试验设备等，其中涂装设备兼顾电机产品涂装生产。此跨主要完成成品暂存、装箱及发货。北端主要用于电机部装、总装及试验，长度116m，主要完成电机转子、定子部装、电机总装、试验、包装、发运生产。主要设备包括电动定子、转子嵌线工位、总装台位、电机试验设备（地坑环境）。

### （5）西5跨（静子大件车间+电机部装车间）

此跨分为南北两部分。南端主要用于汽机、电机静子大件生产，长度196m，主要完成汽机、电机的静子大件、公共底座、气阀、蒸气室壳体等大尺寸、大重量零部件加工，配套建设水压试验台。车间内主要配置数控龙门铣床、数控五面体加工中心、数控落地镗铣床、钻床、数控立车等设备。北端主要用于电机转子、定子嵌线生产，长度116m。设备主要包括定子嵌线工位、转子嵌线工位。

#### （6）西 6 跨（转子车间+绝缘浸漆工段）

此跨主要完成汽轮机、电机转子加工、转子装配功能。车间内主要配置数控重型卧式车床、数控落地镗铣床、数控铣床、及配套热处理设备。厂房北端用于布置真空浸漆设备，其中设备布置与露天跨内，厂房内用于工件周转、暂存。并预留高速动平衡试验台建设场地。

#### （7）西 7 跨（露天跨）

此跨采用加顶露天跨形式，配套 50t 行车，主要承担汽机、电机产品所需铸件毛坯、锻件毛坯以及外协钢结构件的暂存。主要设备包括自动化立体库、高位货架库及平库。

#### （8）西 8、9 跨（园区集中配送中心）

此两跨主要考虑配套建设园区内集中配送中心，用于存放园区产品生产所需外协外购件，主要包括汽机转子叶片、仪表线缆等电机元件、阀门、五金件等。

### 6.1.5 焊接厂房生产工艺

#### 6.1.5.1 生产任务和生产纲领

##### （1）生产任务

本项目主要承担冷凝器和换热器等中小结构件焊接，主要是汽轮机辅机的生产。新建焊接厂房承担冷凝器、底盘、后汽缸生产工序、辅机换热器的生产工序、U 型管弯制工序以及板材下料、卷板、折弯工序。

##### （2）产品特点

冷凝器：大型机组规格：9.5 m x4.1 m x3.6 m，65t；常规规格：9 m x3.5 m x2 m，30t。

#### 6.1.5.2 工作制度和年时基数

焊接厂房为双班工作制，每班工作 8h，全年工作 251d。

设备种类	工作制	年时基数/h
冷作、焊接类设备	双班制	3720
机加工设备	双班制	3720
其余设备	单班制	1920

### 6.1.5.3 主要设计原则

(1)焊接厂房内按产品大小组织生产，并配置相应起吊重量的起重运输设备。

(2)厂房内部各跨间及与其它厂房间的运输以平板车运送为主，且采用蓄电池式电动平板车。

(3) 厂房大门均为 12×8m，大门采用电动推拉门。

(4) 本工程所有焊接制作均属于单件小批量，采用就地固定台位焊接形式组织生产，结合产品外形特点，盾体和刀盘直接放在地坪面上焊接。

(5)结合具体工艺需要，焊接厂房设双层吊车，上层起重机按实际配置进行结构计算，其它跨均按 2 台最大起重机计算。起重机均为变频调速起重机，吊笼带空调。

(6) 设计中力求充分合理利用车间面积，结合具体情况尽量采取新工艺及先进设备。新增工艺装备在满足生产需要的前提下尽量采用国产设备。

(7)优先选用节能产品，符合节约能源消耗。

### 6.1.5.4 主要工艺说明

#### (1) 冷凝器主要工艺说明

筒体制作工艺：下料→开坡口→卷板→纵缝焊接→无损检测封头制作工艺：下料→开坡口→压制

装配工艺：筒体与支座组装焊接→筒体与法兰焊接→装配管板和 U 型管等附件→筒体与封头组装焊接→无损检测→水压试验→喷丸→油漆→包装。

- 1) 采用数控火焰切割机和剪板机进行板材下料。
- 2) 采用带锯床进行管子下料。
- 3) 采用四辊卷板机进行板材卷制。
- 4) 采用弯管机对 U 型管弯制。
- 5) 采用手工焊机、CO2 焊机和管嘴管口焊机进行焊接。

(2) 换热器主要工艺说明

下料→筒体卷制→管板加工→筒体、管板组队→换热管下料→折流板、定距管、拉杆下料→各部件组队总检→穿管→焊接管束→胀管→支座、接管制作→水压试验→焊缝检测→油漆→包装发货

- 1) 采用数控火焰切割机和剪板机进行板材下料。
- 2) 采用带锯床进行管子下料。
- 3) 采用四辊卷板机进行板材卷制。
- 4) 采用 1000T 油压机压制封头。
- 5) 采用折弯机进行板料折弯。
- 6) 采用弯管机对 U 型管弯制。
- 7) 采用手工焊机、CO2 焊机和管嘴管口焊机进行焊接。

**6.1.5.5 人员**

序号	名称	人员数			备注
		合计	I班	II班	
1	基本工人	26	18	8	
2	辅助工人	6	3	3	
	工人合计	32	21	11	

3	工程技术人员	4	2	2	
4	行政管理人员	4	2	2	
	工作人员总计	40	25	15	

### 6.1.5.6 厂房建设方案说明

序号	名称	车间名称	车间尺寸	面积	最大起吊能力
1	西一跨	冷凝器	153m×24m	3672 m <sup>2</sup>	Gn=75/5t S=22.5m Ho =16m
2	中间跨	换热器	153m×24m	3672 m <sup>2</sup>	Gn=32/5t S=22.5m Ho =16m
3	东二跨	下料车间	153m×24m	3672 m <sup>2</sup>	Gn=30/5t S=22.5m Ho =16m

### 6.1.6 压力容器生产工艺

#### 6.1.6.1 现状

压力容器生产目前在已建重容厂房内进行。西一跨为原材料库。

西二跨为重型车间，车间规格为 42×279m，单台行车最大起重能力为 300t（双行车抬吊 600t），轨高 24m，本次设计在车间北侧贴建 4MeV 直线加速器探伤室（最大工件尺寸为Φ7×30m）、大型热处理炉（最大工件尺寸Φ7×30m）和大型喷丸室（最大工件尺寸为Φ13×30m），目前主要用于超大、超长、超重容器产品的总装以及大型盾构机的机加和总装等。

西三跨为中型车间，车间规格为 39×279m，单台行车最大起重能力为 160t（双行车抬吊 320t），轨高 24m，车间北侧贴建 450kV/Ir192 探伤室（最大工件尺寸为Φ13×30m）和大型热处理炉（最大工件尺寸Φ13×30m），目前主要用于超大直径容器产品纵环缝焊接等。

西四跨为轻型车间，目前主要用于原材料板材备料、卷制、纵环缝焊接、封头焊接等，长度 279 米，跨度 30 米，单台行车最大行车起重能力为 75t（双行车抬吊 150t），行车轨高 16 米。

根据产品的尺寸、重量以及转运方式，厂房南北向设两条平板车轨道，配置 2 台 160t 平板车。

#### 6.1.6.2 生产任务和产品特点

##### (1) 生产任务

重容厂房目前以盾构机关键部件的生产为主。以后规划作为容器的生产场地。

##### (2) 生产纲领

序号	产品名称	总重 (t)	单价 (万元)	总价 (万元)
1	重型压力容器 (复合钢板)	20000	2.5	50000
2	重型压力容器 (碳钢)	15000	2	30000
	小计			80000

##### (3) 产品特点

容器产品最大直径为 $\Phi 13000\text{mm}$ ，最大长度为 50m，最大重量为 1500t。

#### 6.1.6.3 主要工艺说明

##### (1) 工艺流程

钢板检查验收合格→下料→刨边→卷板→装焊纵缝→复校圆→探伤→热处理→装焊环缝→装焊封头→探伤→划线开孔→切割管孔→中间热处理→探伤→组对其它焊接件→水压试验→清理→油漆→包装。

##### (2) 主要工艺措施

1) 下料：板材下料主要采用数控火焰切割机，辅助采用手工切割机。

2) 坡口加工：纵环缝坡口主要采用数控火焰切割机或刨边机进行加工。

3) 成型：筒体卷制成型根据板材壁厚需要采用  $80\times 3500\text{mm}$  三

辊卷板机或 180/320×4000mm 重型卷板机卷制成型。

4) 焊接：筒体纵缝和环缝焊接主要采用自动埋弧焊焊接，厚壁筒体的纵环缝焊接主要采用窄间隙焊接系统；大管接头焊接采用马鞍型自动埋弧焊；小管接头采用手工氩弧焊打底手工焊盖面工艺。

5) 复校圆：筒体纵缝焊接后，在卷板机上复校圆。

6) 开孔：筒体主要采用移动式镗铣床和马鞍型接管开孔机进行加工。

7) 堆焊：对于需要堆焊的筒体和封头采用带极堆焊机进行堆焊，辅助设备采用焊接变位机；对于需要堆焊的接管，大接管堆焊采用气体保护焊，小接管堆焊采用小直径接管内壁自动 TIG 焊接。

8) 检验：焊缝的无损检验，主要采用 Ir192 探伤室、4MeV 直线加速器探伤室以及 TOFD 超声波探伤进行检测。

9) 热处理：需要焊后热处理的筒体和工件根据尺寸及工艺流程采用 7×7×30m 或 14×14×(14+16) m 分段热处理炉进行焊后退火。

10) 试压：产品组装完成后在水压试验台进行水压试验。水压试验采用循环水，室外设置 400m<sup>3</sup> 的循环水池。

11) 表面后处理：产品经检验合格后运至喷丸室和喷漆室进行喷丸、油漆。

12) 发运：大件成品通过 1500t 级港池式专用码头发运。

### 6.1.7 柴油机生产工艺

#### 6.1.7.1 生产任务及生产纲领

##### (1) 生产任务

广柴联合厂房主要承担中速柴油机和低速柴油机的机体、气缸盖、气缸套等零件的机械加工、部件组装、油漆、检测和试验等任务。

## (2) 生产纲领

项目生产纲领为年产大型中速发动机 400 台，功率约 95 万 kW；  
年产大型低速柴油机 100 台，功率约 82 万 kW。

## (3) 工作制度及年时基数：

全年工作日：251d，每班工作时间：8h

序号	名称	采用班制	年时基数		备注
			设备	工人	
1	装配工段	两班	3820	1830	
2	试验工段	两班	3820	1830	
3	机加工工段	三班	5240	1830	

## (4) 产品特点

中速柴油机产品包括 VG32 系列、G32 系列、320 系列中速柴油机，其代表产品 G32 系列柴油机达到国际同类产品的先进水平。

低速柴油机产品包括 UEC33、UEC35、UEC42、UEC50、UEC60 系列柴油机，产品最大尺寸为 10091mm×5911mm×11000mm（长×宽×高）。

### 6.1.7.2 主要设计原则

(1) 总装厂房内总体布局体现经济合理原则，布局时优先考虑装配和试验用地，再按产品大小组织生产，并配置相应起吊重量的起重运输设备。

(2) 关键部件的生产采用先进、可靠、高精度的进口生产装备。

(3) 厂房的起重能力及装配能力按 UEC60 低速柴油机考虑，装配试验车间单台行车最大起吊能力 250t，低速柴油机最大产品规格为 15000kW。

(4) 根据当前产品特点和企业搬迁设备台账，通盘考虑各自制件的工艺和设备方案，综合利用现有设备。生产组织考虑搬迁设备，淘汰落后设备，对关键设备进行填平补齐，组建柴油机机体、气缸盖、气缸套生产线，以满足质量要求下的最低成本为原则。

(5) 新增设备的选型，以高效、柔性、数控设备为基础，充分考虑其技术先进性、可靠性、适用性。工艺平面布置具备拓展性，利于企业今后的调整和发展。

(6) 按照“统筹规划、突出重点、分期实施、滚动发展”的建设原则，新建办公生活辅助设施、公用站房。

(7) 根据产品特点及技术要求，本着技术先进的原则，结合生产工艺实际需要，采用国内外先进、关键的工艺设备。确保工艺方案和设备选型与产品技术要求相适应，与生产规模相协调，从而提高工艺水平，加强检测手段，提高劳动生产率，保证产品质量，增强产品市场竞争能力，推动企业的技术进步。

(8) 新建国内先进、成熟、可靠的加工、装配生产线以及试验、检测等先进设备；生产区布局以物流为纽带，功能分区明确、合理，运用信息化管理系统组织生产运行。

(9) 焊接结构件由广重的盾构机焊接厂房协作。

(10) 低速柴油机的曲轴外部协作。

(11) 考虑气体机批量生产的可能性。

### 6.1.7.3 工艺说明和主要设备清单

#### (1) 主要工艺说明

中速机典型工艺流程：

曲轴：从锻造毛坯→热处理→机械加工等各环节→磁粉探伤检验；

气缸盖：粗车顶、底平面→粗铣→半精铣→精铣→高速加工中心加工；

气缸盖阀座孔与导管孔：钻孔→扩孔→半精镗→精镗；

装配和试验：零件清洗→部装→总装→试验→机组试验；

涂装：试车后送入→人工高压脱脂→人工高压清洗→人工吹干→漆前屏蔽→“湿碰湿”喷涂两道面漆→闪干→面漆烘干→冷却→拆屏蔽→后整理→包装→成品存放。

低速机典型工艺流程：

发动机主要大型零部件制造：连杆锻造、热处理与加工；气缸盖铸造与加工；机座焊接、热处理与加工；机架焊接、热处理与加工；气缸体铸造与加工

零部件喷涂油漆

发动机装配工艺：活塞杆装配（部装）；连杆装配（部装）；气缸盖组装（部装）；主轴承盖装配（部装）；气缸体装配（部装）；机座装配程序（部装）；主机整机装配；管道工序；电气系统安装布置

台架试验：发动机润滑油管道投油；发动机燃油管道运油；燃油喷射正时调整；排气阀正时调整；发动机磨合试验；发动机试机出厂试验

发运交付：发动机发运到船上安装；传动轴系对中安装(检查)；系泊试验；海上试航

委外工序：曲轴锻造、热处理与加工；连杆锻造、热处理与加工；机座焊接、热处理；机架焊接、热处理

## （2）主要的工艺措施及设备选择

### ①气缸体、机架、机座等零件的加工

气缸体、机架、机座等零件外形尺寸大，加工精度要求高，需

采用龙门五面体加工中心完成加工。国产的龙门五面体加工中心与进口龙门五面体加工中心相比，其机床精度、生产效率、工作可靠性、耐用性、故障率等较为逊色，附件头种类比较单一，但是价格会相对便宜一些。为满足公司低速船用柴油机的生产需要，确保气缸体、机架、机座三大件的加工质量，本次设计新增进口龙门五面体加工中心 2 台。

#### ②气缸盖底平面加工

底平面作为缸盖重要的结合面，表面粗糙度要求 Ra1.6、平面度要求 0.05 0.03/100x100，采用粗铣、半精铣、精铣三道工序加工，确保其精度要求。

#### ③气缸盖阀座孔与导管孔的加工

采用卧式加工中心，通过钻、扩、半精镗、精镗加工，半精镗、精镗采用 Mapal 专用精镗刀，保证阀座底孔与导管底孔同轴度  $\Phi 0.05\text{mm}$ ，以及阀座锥面对导管孔的跳动量 0.05mm。此加工方法可以省去研磨工序，提高劳动生产率。

#### ④装配和试验

零部件清洗。1 个独立清洗房，用于机体及大件清洗；1 个中件清洗房，用于中件清洗；1 台小件的清洗设备，采用往复式清洗，机械和人工清洗相结合，先进行机械清洗，再由人工进行补充冲洗；1 台专用于曲轴清洗的清洗槽，用于人工清洗曲轴。

部件装配。部装为岛式装配，部装件集成后采用专用装具，送到总装工作地，以减少总装的调整工作量。

总装。采用装配岛形式，操作者以小组负责整台柴油机装配，承担柴油机装配质量责任，确保质量具有追溯性。采用电动翻转装置，机体在该装置可进行 180°翻转；产量小品种分散的小机采用 6

个装配岛，部分产量相对较大的小型机，可考虑采用 6 工位左右的流水线生产，大机采用 6 个装配岛，配置 0.5~1t 电动柱式旋臂吊用于装配零部件的起重；装配岛配置升降平台，方便操作，减少搭建操作平台的时间；装配岛和总装工位采用平板机，显示工序内容、质量控制管理点、生产或取货数量和工位器具等。

#### ⑤柴油机试验

柴油机单机试验为热负荷试验，考虑试车准备工作内容多时间长、生产不均衡性和发展需要，以及测功机功率匹配要求，采用 13 个试验台，大功率测功机 4 个，中小功率测功机 9 个，试验台通间布置，隔室控制，试验间配置水力测功机、油耗仪等测试设备。控制方面，采用计算机集成控制台，具有可设置试验程序进行自动测试、记录打印，油门、负载双闭环控制，带发动机监测保护报警功能等功能；整个试验系统设有中心计算机信息处理及监控室，将每个试验台的情况及时反馈处理。

#### ⑥机组试验

按机组并机试验的需求，布置 3 个试验工位，并配置相关变压器、集装箱式负载、电气控制、发动机辅机系统等设备。

#### ⑦涂装

整机试车完毕后通过地轨直接转入涂装工段，本项目新增 1 条智能化涂装生产线。

#### 6.1.7.4 厂房建设方案说明

遵循工艺优先、公用工程共享理念，根据生产的组成和发展趋势综合考虑工艺、土建、公用等各种技术因素，做到布置合理、运输路线合理，从而达到工艺流畅、物流简洁、投资省、工期短、生产成本低、效率高的效果。

广柴联合厂房组成如下表：

序号	名称	车间尺寸	面积	最大起吊能力
1	南一跨	300m×36m	10800 m <sup>2</sup>	Gn=50t Ho=17m S=34m
2	南二跨	300m×36m	10800 m <sup>2</sup>	Gn=50t Ho=17m S=34m
3	南三跨	300m×36m	10800 m <sup>2</sup>	Gn=100t Ho=22m S=34m
4	北一跨	300m×36m	10800 m <sup>2</sup>	Gn=250t Ho=28m S=34m

广柴联合厂房主要由北侧 300m×36m 一跨试机厂房和南侧 300m×108m 三跨厂房组成，中间设置了露天跨。

南一跨长度 300m，跨宽 36m，主要为中小零部件加工车间，车间单台行车最大起吊能力 50t，行车轨高 17m。此跨主要完成包括连杆、气缸盖、气缸套、支架、盖板、飞轮、齿轮等在内的零部件加工，主要设备包括立式加工中心、卧式加工中心、数控立式车床、数控镗床等。

南二跨长度 300m，跨宽 36m，主要为仓储车间，车间单台行车最大起吊能力 50t，行车轨高 17m。此跨主要完成中小零部件的清洗、存储和发货。

南三跨长度 300m，跨宽 36m，车间单台行车最大起吊能力 100t，行车轨高 22m。南三跨西侧 160m 区域主要完成曲轴和机体的加工，主要设备包括龙门加工中心、数显龙门铣床、数控落地镗加工中心、五面体加工中心等；南三跨东侧 140m 区域主要完成中速机的曲轴加工和部件组装、低速机部件的加工和组装，主要设备包括曲轴车铣复合加工中心、龙门加工中心等。

北一跨长度 300m×36m，跨宽 36m，车间单台行车最大起吊能力 250t（2 台 250t 行车抬吊最大起重能力可达 500t），行车轨高 28m。北一跨西侧 160m 车间主要完成低速机的试验及组装，主要设备是 4 套低速机试验台；北一跨东侧 140m 车间主要完成所有产品的喷漆和中速柴油机的试验，主要设备包括自动喷漆线和中速柴油机试验

台。

#### 6.1.7.5 人员

本项目定员 500 人，其中管理人员（含研发人员）200 人。

#### 6.1.8 共享制造

共享制造即共享经济在生产制造领域的应用创新，是围绕生产制造各环节，运用共享理念将分散、闲置生产资源集聚起来，弹性匹配、动态共享给需求方的新模式新业态。

共享制造分为：制造能力共享、创新能力共享、服务能力共享。制造能力共享是指生产设备、专用工具、生产线等制造资源的共享。创新能力共享主要包括产品设计与开发能力等智力资源共享，以及科研仪器设备与实验能力共享等。服务能力共享主要围绕物流仓储、产品检测、设备维护、验货验厂、供应链管理、数据存储与分析等企业普遍存在的共性服务需求的共享。

本项目以制造能力共享为主，针对大型数控机床、机器人、柔性生产装备等设备偶尔闲置，广州周边中小企业有需求但无力购买等现状，推出共享制造平台。包括备料成型平台、焊接平台、热处理探伤平台、机加平台等。

（1）备料成型平台拥有先进的等离子切割、激光切割、火焰切割、锯床、剪板设备。可在拓宽加工范围、延伸加工领域、提高加工精度的同时，实现套料加工，多手段切割，集约化生产，满足客户多样化加工需求，全面提升生产加工能力，帮助客户节约产品成本。

（2）焊接平台具备大型钢结构的焊接能力，焊接方法有埋弧自动焊、气体保护自动焊、气体保护半自动焊、氩弧焊和焊条电弧焊，可以焊接的材料有碳钢、合金钢、不锈钢以及铜、铝、钛等有色金

属。

(3) 热处理平台：拥有大型台车式分段天然气热处理炉（最大工件尺寸 $\Phi 13 \times 30\text{m}$ ），也可选择不同工艺（焊接件退火、正火，钢板热卷），能满足客户对大型容器、焊接件进行退火处理的要求。拥有4MeV大型直线加速器的探伤能力（最大工件尺寸 $\Phi 7 \times 30\text{m}$ ）。

(4) 机加工平台目前拥有数控龙门镗铣床、数控落地镗铣床、龙门五面体加工中心、立式车床、重型卧车、数控车床等设备，能为客户提供大型零件、结构件的精细加工。

序号	设备名称及型号	主要技术规格	制造者	单位	数量	价格（万元）		注
						单价	总价	
1	数控立车	$\Phi 12\text{m}$	中		1	640	640	
2	数控立车	$\Phi 10\text{m}$	中		1	500	500	
3	数控落地镗床	$\Phi 200$	中	台	1	1800	1800	
4	12m 龙门镗铣床		中	台	2	2000	4000	
5	卧式加工中心	800×800	中	台	2	600	1200	
6	五面体加工中心	工作台 2m×4m; 4m×8m	中	台	2	950	1900	
7	龙门加工中心	工作台 2.5m×6m; 3.5m×6m	中	台	2	900	1800	
8	数控镗床	$\Phi 200$	中	台	3	1000	3000	
9	数控镗床	$\Phi 160$	中	台	1	750	750	
10	数控立车	$\Phi 6.3$ 米	中	台	1	900	900	
11	数控立车	$\Phi 5$ 米	中	台	1	750	750	
12	数控卧式车床	$\Phi 2.5$ 米*10 米	中	台	1	550	550	
13	数控卧式车床	$\Phi 2$ 米*8 米	中	台	4	500	2000	
14	复合加工中心	NT6800、NT61000 各一	中	台	2	1900	3800	
15	HF-8M 五面体加工中心	12 米×4 米工作台	中	台	2	4500	9000	
16	曲轴数控磨床	MK82160H( $\Phi 1600 \times 8000$ )	中	台	1	500	500	

17	车镗铣复合加工中心	M150×8000	中	台	1	3700	3700	
18	数控落地镗铣床	TH6916C 5m×5m	中	台	1	1100	1100	
19	气缸盖柔性加工线（FMS）	3台 63卧加+36托盘	中	条	1	1500	1500	

（5）总装平台拥有 600 吨位，24m 轨高的高大厂房和现代化的理化测量中心，经验丰富的总装人员。

近期，以南沙高端装备制造产业集群为依托，整合行业资源，实现设备共享化，打造高端智能、绿色环保的共享制造平台。

远期，将由高端装备制造工厂及智能制造体验中心、公共技术研究中心、智能检测中心、实训培训中心、再制造中心等载体构成，为平台企业及创业者提供生命周期工业服务及解决方案，构建完备的区域性智能制造共享基地。

### 6.1.9 绿色制造

绿色工厂是实现了用地集约化、原料无害化、生产洁净化、废物资源化、能源低碳化的工厂，是绿色制造的实施主体，属于绿色制造体系的核心支撑单元。

本项目绿色工厂主要体现在以下几个方面：

- （1）绿色建筑技术：自然通风采光、保温隔热、绿色建材等
- （2）清洁生产工艺技术：包括数控机床加工技术、热处理炉节能技术等。
- （3）能源管理：资源回收循环利用、能耗计量、供配电系统节能等
- （4）可再生能源：包括光伏发电、地源热泵等。
- （5）用地集约化：通过合理布局厂区物流，提高土地容积率。

#### 6.1.9.1 主设计依据

- （1）《绿色工厂评价通则》GB/T36132-2018

(2) 《工业建筑节能设计统一标准》 GB51245-2017

(3) 《绿色建筑设计标准》 省标 DB33/1092-2021

(4) 《绿色建筑评价标准》 GB/T 50378-2014

#### 6.1.9.2 总平面设计

(1) 充分利用土地资源。

(2) 充分利用场地周边现有交通网络，并充分考虑项目建成后对现有区域交通网络的影响。

(3) 场地内道路系统便捷顺畅，并满足消防、救护及减灾救灾的要求；同时采取人车分流措施，且步行和自行车交通系统有充足照明。

(4) 场地内的建筑、室外场地、公共绿地之间，以及场地与城市道路之间设置连贯的无障碍步行系统。

#### 6.1.9.3 工艺设计

(1) 细化工艺过程，规划产线方案，为制定合理的工厂布局做好基础工作。

(2) 焊接采用窄间隙埋弧焊机工艺。

(3) 在满足加工精度和刀具寿命的前提下，尽可能多采用干式切削。

(4) 产品的涂装在满足客户的需求的情况下，优先采用喷粉涂装生产工艺。

(5) 总装生产优先采用自动化、智能化产线方案，根据生产工序布置部装生产线和总装生产线，积极采用成熟可靠的输送方式进行物流配送。

#### 6.1.9.4 建筑设计

在工业建筑中大力推广绿色建筑，可以改变传统工业建筑在保

护环境方面所造成的缺陷。绿色技术提升工业建筑舒适度和美观度的同时，实现有效保护环境，减少能耗。

工业厂房应坚持生态、环保、集约、节能、可持续发展的绿色建筑理念，在进行规划和建设过程中，高标准、严要求，把厂房打造成绿色生态工业建筑。

在工业建筑中，为实现绿色建筑的目标，可从以下几个方面着手：

#### （1）选用绿色建材

建筑工程在施工过程和使用过程中，都要消耗大量的能源资源。如果设计或者施工过程管理不到位容易造成能耗过多或者环境污染等问题。因此在进行项目规划方案的设计过程中，应将绿色建筑与施工放在重要地位，采用绿色环保无污染的设计方案和材料，例如绿化混凝土、生态水泥、节能墙材等。海英尽量合理利用自然资源 and 新兴资源。如太阳能、风能等。在设计和建造过程中要考虑材料的合理利用与回收，避免浪费问题的出现。降低能源的消耗，保护环境，实现建设领域健康发展。

#### （2）节能型建筑

要减小外部气温对厂房内部空间的影响，必须做好厂房建筑围护构造，使其具有足够的保温隔热性能。在具体设计过程中，可根据需求尽量选用导热系数低的保温材料，例如加气砼砌块、挤塑聚苯板等，此类材料保温性能良好，可有效降低外部气温对厂房内部的影响。

作为保温隔热薄弱部位的门窗也应予以重点考虑，可采用真空玻璃、low-E 玻璃等材料，增强其隔热性能。

厂房设计应尽量考虑采用自然光，以降低对照明设备的依赖程

度，有效节能。

在满足工艺生产流程的基础上，促进室内外的空气流动，提升作业人员的身心健康。

### （3）以人为本

在厂房内生产作业的人员，长时间处在快节奏，高强度的工作状态中，会容易感到疲劳，工作质量和生产效率都明显下降，也不利于身心健康。因此在进行工业厂房设计中，必须坚持以人为本，通过人性化的设计，创造良好的工作环境和工作空间，减少作业人员的疲劳，保障作业人员的身心健康。良好的身体状况和工作状态是保证企业良好经营和高速发展的重要前提，通过人性化的设计，为职工创造良好的工作和生活环境，提高工作效率，增强归属感和亲切感，有利于企业实现可持续发展。

### （4）营造生态环保厂区空间

坚持绿色生态设计。在厂房设计过程中，一定要把厂房建设与自然生态系统环境等因素进行有效融合，处理好他们之间的关系，实现平衡发展。把工业厂房变为自然环境的一部分，成为“开放的自然体系”。

坚持绿色生态设计。在厂房设计过程中，一定要把厂房建设与自然生态系统环境等因素进行有效融合，处理好他们之间的关系，实现平衡发展。把工业厂房变为自然环境的一部分，成为“开放的自然体系”。加大厂房内部绿化景观建设力度，降低建设投资和土地资源，形成系统的产业研发和生产基地。不断营造生态环保的厂区空间，保持生态完整性，利用天人合一的设计理念，促使人与自然的协调，科技与环境和谐共生。

#### 6.1.9.5 电气设计

本工程设置能耗监控分项计量系统：

能耗监控分项计量系统指通过对大型公共建筑安装分类和分项能耗计量装置，采用远程传输等手段实现重点建筑能耗的在线监测和动态分析功能的硬件系统和软件系统的统称。

本工程分别对电、燃气、水及空调耗能等主要能源种类划分，进行采集和整理其能耗数据，建筑物能耗监测系统的自动计量装置所采集的能耗数据，通过 RS485 接口，并采用通信协议自动并实时上传给数据中心，从而做到有效的管理和支持高效率的查询服务，同时数据传输采取一定的编码规则，实现数据组织、储存及交换的一致性以保证数。

其中以下回路设置分项计量系统的用电计量装置：

- (1) 变压器低压侧总进线处或 0.4kV 电源进线回路
- (2) 外供电回路
- (3) 照明插座用电
- (4) 室内非公用场所照明插座供电回路；
- (5) 室内公用场所照明插座供电回路；
- (6) 室外景观照明供电回路；
- (7) 暖通空调用电
- (8) 空调末端设备供电回路；
- (9) 动力设备用电
- (10) 电梯及其附属设备供电回路；
- (11) 给排水系统水泵供电回路；
- (12) 5.5kW 及以上非空调区域的通风机供电回路；
- (13) 特殊用电：
  - 1) 信息中心供电回路；

2) 其他特殊用电区域或用电设备供电回路;

3) 分户计量的供电回路;

4) 树干式供电回路。

(14) 其他能源: 城市供水、城市供燃气及集中中央空调系统(以厂家集中设置数据采集装置为准)。

上述用城市供水、城市供燃气、空调能量及电计量通过现场采集器采集各表的数据,抄送至管理电脑,并运用能源管理软件进行分析评估,以便管理者根据实际运行情况灵活采取管理措施降低运行费用,采取措施降低建筑的能源消耗。本系统具备向当地主管部门监管平台传输数据的功能。

#### 6.1.9.6 给排水设计

(1) 按使用功能用途或付费、管理单元的要求设置用水计量装置,对厨房、卫生间、空调系统、绿化、景观等用水分别设置用水计量装置、统计用水量。各建筑物设远传水表计量用水,控制用水量,远传水表将水表读数传至能源管理中心。

(2) 充分利用市政水压供给生活、生产用水

(3) 所有冷却水均循环使用,冷却水系统设加药(阻垢、缓蚀、杀菌)设施及旁滤设施,增加水的浓缩倍数,减少排污量。

(4) 消火栓系统采用区域集中加压系统,各建筑物合用屋顶消防水箱、消防泵和消防水池,既管理方便又节约投资。

(5) 采用节水高效型卫生器具,节约用水。如限制卫生器具的流出水头,采用红外线感应龙头和便器等,不采用无控制花管长流水的小便槽。卫生器具用水效率等级达到2级。用水点供水压力不大于0.20MPa,且不小于用水器具要求的最低工作压力。

(6) 采用节能、节水、高效率产品,在水泵的设计选择中,运

行工况点应落在 Q-H 水泵曲线的高效端中，选择漂水少，节能型，低噪声冷却塔。

(7) 食堂热水采用太阳能装置制备热水，并设空气源热泵作为辅助能源。该系统能全天候运行，不受夜晚、阴天、雨雪天等恶劣天气的影响；该产品与常规产品相比节能显著。热水系统设机械循环以满足用水点的水温要求，并节约水资源。

(8) 采用雨水收集回用系统，厂区部分雨水经收集处理后回用于全厂区绿化用水，节水显著。绿化用水宜采用滴灌、微灌等节水技术。

(9) 采取有效措施避免管网漏损：选用密闭性能好的阀门、设备，使用耐腐蚀、耐久性能好的管材、管件；室外埋地管道采取有效措施避免管网漏损。

(10) 水箱、水池溢流水位设报警装置，防止进水管阀门故障时，水池、水箱长时间溢流排水。

(11) 排水采用重力排水的方式，并避免压力提升。

#### 6.1.9.7 暖通设计

(1) 通风空调设备采用效率高、能耗小的节能产品。

(2) 选用的分体式空调均达到能效二级标准。

(3) 通风用风机单位风量耗功率小于  $0.27\text{w}/(\text{m}^3/\text{h})$ 。

(4) 全热交换器焓效率不小于 60%。

(5) 变冷媒流量多联机，部分负荷效率高。

#### 6.1.9.8 动力设计

空压站内可利用空压机的余热，增加余热回收系统制备热水，以供应厂区内的浴室、食堂等的生活用热水，或作为低温热水经高温热水混合后用于厂区内的采暖热水。

试验证实，空压机输入功率的大约 45%的热量，可通过热能回收机组用于制备热水，热水水温可达 70℃，经过蓄水箱、供水管道输送至浴室、食堂等热水用处，节约了能源，提高了企业的经济效益。

70℃热水可作为低温热源参与采暖，也可设混水机组制备空调用的低温热水，用于厂房内的空调采暖。

#### 6.1.9.9 屋面光伏设计

本项目总建筑占地面积超过 25 万 m<sup>2</sup>，2020 年 9 月，习近平总书记明确提出我国 2030 年前碳达峰、2060 年前碳中和，对可再生能源发展提出了明确要求。“十四五”规划和 2035 年远景目标纲要，也对可再生能源发展提出了明确任务。“十四五”期间，可再生能源年均装机规模将有大幅度提高，装机规模将进一步扩大，到“十四五”末可再生能源的发电装机占我国电力总装机的比例将超过 50%。

本项目在各个区域厂房顶部设置光伏发电系统，根据屋面情况和变压器容量情况，设置光伏装机容量约 16500KW。

根据以上估算，根据发改价格〔2020〕511 号国家发展改革委关于 2020 年光伏发电上网电价政策有关事项的通知，以及国家电网 2022 年 6 月发布的广东电网代理购电工商业用户价格的公告，电价按 0.68 元每千瓦时，根据广州南沙区的辐照时间 1022h，按此估算，光伏上网费用可以达到 1146.68 万元。

#### 6.1.10 智能制造

可研阶段主要是方向性描述，后续要对现场调研诊断，形成智能制造评估报告，对照预期目标进行分析，再开展智能设备及系统配置，形成细化方案。

##### 6.1.10.1 主要任务

### （1）车间布局规划方面

通过三维软件进行可视化工厂布局建模，实现工厂设备的参数化模型，创建详细的数字化工厂模型，通过物流和工艺仿真，提升生产效率、提高空间的利用率。

### （2）工业互联网方面

依靠中国移动 OneNET 云平台，推进工业互联网建设，从工业互联网的三大体系（网络体系、平台体系和安全体系）角度搭建广州工控的工业互联网基础，充分利用云平台的计算和存储能力、大数据分析能力和信息云共享能力，实现企业内部的生产效率提升、企业外部的价值链延伸，形成开放生态的平台运营。

### （3）信息化方面

1) 推进编码规则、元数据管理、安全防护等基础管理工作、夯实企业信息基础。

2) 推进管理信息系统（ERP、SCM、CRM）的深入应用，提高精细化管控能力，提升计划的执行力。

3) 通过各种信息系统、软硬件设备的深度集成，消除信息孤岛问题，信息化闭环、加强管控，提升动态调整的能力。

### （4）制造运行体系方面

1) 通过实施 MES 系统提升车间现场的管理能力，实现无纸化、信息化，打造数字化车间，提升车间协同和异常处理能力，创建产品质量档案，提升产品质量。

2) 采用拉动看板和协同制造功能提高物流配送能力，提高物流速度、提高效率。

3) 搭建数据采集与监视控制系统，实现厂内各专业系统之间的协调配合、高效联动、信息互通和资源共享的智能综合监控系统。

4) 通过升级加工设备、检测设备、试验设备及辅助设备提高车间的智能化水平和生产效率。

5) 通过部署智能物流设备与仓储系统（WMS），实现自动化进出物料及管理，并与 AGV 系统深度集成，实现仓库间物流的自动搬运。

#### （5）技术创新体系方面

1) 建立平台化设计系统，提升产品的模块化设计能力。

2) 通过三维模型的产品设计、工艺与装配仿真，实现可视化装配过程。

3) PLM 与 MES 系统集成，设计信息即时传递到生产现场，进行可视化生产。

#### （6）经营管理体系方面：

推进信息系统（ERP、SCM、CRM）的深入应用，精细化管理生产计划，建立计划维护，计划变更、控制、反馈等闭环的机制，从设备利用率、订单交货率、计划执行率细化考核指标。

#### 6.1.10.2 智能工厂总体架构

本项目以工业互联网平台为基础，依托工业网络技术，构建工起智能工厂的工业互联网体系架构，打通工厂全流程、全要素、全价值链信息通路，实现信息智能采集、分析、决策、执行流程及信息全平台共享的能力。

#### （1）架构集成“一硬、一软、一网、一平台”四大技术要素

1) 集成工业软硬件，包括智能设备、智能检测和智能物流等相关设备软硬件，实现感知和自动控制，突破智能感知技术和虚实融合控制技术等技术难点。CPS 通过软硬件配合，可以完成物理实体与环境、物理实体之间的感知、分析、决策和执行。项目架构中支

持 CPS 使用到的感知和自动控制技术，包括智能感知技术和虚实融合控制技术。

2) 以 MES 制造执行系统为核心，融合一系列工业软硬件系统为支撑体系，对工业研发设计、生产制造、经营管理、服务等全生命周期环节规律的模型化、代码化、工具化。MES 是制造企业实现纵向整合的核心，在平台架构中实现了工业软件承上启下的作用，通过向下的信息收集与信息整合，形成工厂的业务数据，通过工业大数据的分析整合，使其全产业链可视化，达到 CPS 使能后的企业生产最优化、流程最简化、效率最大化、成本最低化和质量最优化的目的。

3) 依托工业网络技术，在 IaaS 层通过基础设施服务（主机设备、存储、网络），利用工业现场总线、工业以太网等，实现更大范围、更宽领域的数据自动流动。架构的基础是 IaaS 层通过基础设施服务，包括主机设备、存储、网络等。通过 IaaS 服务，企业可以利用云平台将服务器、存储设备外包，广泛应用虚拟桌面和移动终端。

为了适应柔性生产的需求，与架构集成的单元级 CPS 可能需要根据需求进行灵活重构，例如智能机器可在不同的系统级 CPS（如生产线）间迁移和转换，并实现即插即用，这需要工厂网络的柔性灵活组网。基于软件定义网络（SDN）的敏捷网络，实现了管理平面与业务平面的分离，可以实现网络资源可编排能力。基于业务系统，如 MES 制造执行系统的需求，在 SDN 控制器的配置下，各网络设备进行网络资源调度和业务分发，实现快速的网络重组，支撑柔性制造和生产自组织。

4) 基于工业互联网平台，推动专业软件库、应用模型库、产品

知识库、测试评估库、案例专家库等基础数据和工具的开发集成和开放共享，实现生产全要素、全流程、全产业链、全生命周期管理的资源配置优化。

## **(2) 架构构建单元级、系统级和 SoS 级 CPS 三个层次体系**

平台架构以 MES 系统为核心，联合国内工业云领域知名服务商和精通行业的工业服务企业，研发具备面向从单元级、系统级和系统之系统级 CPS 的平台架构能力。

1) 以智能设备、智能检测、智能物流，以及最终产出的智能产品，形成单元级 CPS。在边缘端集成单元级 CPS，包括工业机器人 CPS、3D 视觉检测 CPS 和设备健康检查 CPS，通过单元级 CPS 的软件模块进行数据采集和边缘端信息处理，有效获得设备数据、生产过程数据，获取的工业大数据；同时，通过单元机 CPS 的硬件模块，完成生产执行系统发出的各项生产指令。

2) 以 MES 制造执行系统为核心，形成系统级 CPS。以 MES 制造执行系统作为核心构建系统级 CPS，实现 MOM 的基本功能，包括计划作业、现场调度、生产物流、质量管理、设备管理和能源管理等；通过系统集成模块与异构软件系统进行深度集成，实现信息的自动流动；通过基于 OPC UA 和 Web 服务的 CPS 总线与单元级 CPS 进行联通，获取工业大数据，真正的实现承上启下的作用。

3) 以面向中小企业的 MES 云平台为基础，形成基于云平台的 SoS 级 CPS。平台架构以 MES 系统为基础，基于云平台进行 MES 云化部署，充分利用云平台的计算和存储能力、大数据分析和处理能力，实现面向分布式 MOM 系统的边缘计算算法，研发面向制造过程大数据的工业 APP，最终形成基于云平台的 SoS 级 CPS。

## **(3) 架构覆盖状态感知、实时分析、科学决策和精准执行四个**

## 过程

平台架构基于 MES 系统的功能模块，实现生产过程中信息可靠感知、数据实时传输、海量信息处理、数据智能分析，从而构建物理空间和信息空间之间基于数据自动流动的状态感知、实时分析、科学决策、精准执行的闭环赋能体系。

1) 状态感知：基于大数据的设备监控架构，通过系统集成模块，连接嵌入式软件，从传感器、仪器、仪表或在线测量设备采集被控对象和环境的参数信息而实现感知。

2) 实时分析：通过 iMES-100 制造执行系统的数据分析模块和基于人工智能的工业算法架构进行数据处理而分析被控对象和环境的状况。

3) 科学决策：基于 iMES-100 系统人工智能的工业算法架构，实现决策算法，通过面向制造过程大数据平台实现异构系统数据的流动与知识的分享

4) 精准执行：基于 OPC-UA 和 Web 服务的 CPS 总线，通过控制器、执行器等机械硬件实现对决策的反馈响应。

### (4) 架构体现 CPS 的六大典型特征

平台架构通过 MES 系统的丰富功能集成和工业物联网的支持，充分体现了数据驱动、软件定义、泛在连接、虚实映射、异构集成和系统自治等 CPS 的六大典型特征，包括：

1) 数据驱动：MES 制造执行系统对各类信息，包括产品模型的抽象和代码化，实现在自动生成、自动传输、自动分析、自动执行，不断产生更为优化的数据。

2) 软件定义：MES 执行制造系统对各类工业生产环节规律的代码化，支撑了绝大多数的生产制造过程；在 IaaS 层融入软件定义网络，软件定义存储技术，提供细粒度安全性，构建统一安全体系。

3) 泛在连接：依托工业物联网（IIoT），支持 MQTT、OPC-UA 等多项协议，实现跨网络、跨行业、异构多技术的融合与协同，以保障数据在系统内的自由流动。

4) 虚实映射：MES 系统和基于数字孪生的虚拟仿真技术进行深度集成，实现物理实体与信息虚体之间交互联动，虚实映射，共同作用提升资源优化配置效率。

5) 异构集成：通过 MES 制造执行系统的系统集成接口，能够将异构硬件、异构软件、异构数据集成起来，实现数据在信息空间与物理空间不同环节的自动流动。

6) 系统自治：基于云上托管平台，平台架构中多个 CPS 之间通过网络平台互联实现 CPS 之间的自组织。

#### **(5) 打通虚拟工厂和物理工厂两个空间**

平台架构以 MES 系统为核心，集成单元级 CPS，通过对物理过程进行感知和控制，实现物理工厂和虚拟工厂的无缝结合。

1) 虚拟工厂：通过数字化产品设计实现产品模型，通过智能运维，实现远程监控、资产管理和预测性维护，从而实现物质生产运行规律的模型化、代码化、软件化，将物理实体、生产环境和制造过程精准映射到虚拟空间并进行实时反馈。虚拟工厂的主要技术包括：数字化产品设计，通过 MES 系统与 CAD、CAE、CAPP、CAM、PLM 系统集成应用，进行 CAD 设计、产品数据管理、创新设计和仿真验证等；智能运维，MES 系统通过对智能运维系统反馈的智能产品故障信息与智能产品的生产档案信息进行比对，分析生产过程中可能存在的缺陷，改进生产过程。

①数字化工厂设计：是在工厂设计阶段，利用 CAD 等设计软件进行工厂厂房、车间布局、工艺设备设计等，并通过多种仿真软件

进行工艺仿真、物流仿真，验证工厂设计合理性，保证达到建设目标并辅助建设过程管理的工具和方法。数字化工厂设计的交付物是数字化的工厂模型和仿真平台，与MES集成可形成三维可视的动态智能工厂信息模型，实现了工厂运行的透明化展示。

②数字化产品设计：是在产品的设计阶段生成，通过数字化产品设计软件产生“数字产品模型”并进行仿真模拟验证，是缩短产品研发周期的有力手段。不同设计软件中产生的产品设计信息统一在产品生命周期管理系统（PLM）中进行管理，形成完整的产品设计工艺信息，传递给MES作为产品生产的规范与指导。

③智能工厂制造运行管理：是全面大量地采集经营管理数据、设备运行数据、生产执行数据，应用优化算法进行生产过程的智能化调度排程，指挥装备制造、工人作业、物流流转、质量检验等生产制造全过程的核心软件系统。MES通过工业网络与智能装备、智能物流、智能检测、智能终端相连，实现“物理工厂”运转信息的上传下达；通过将实时数据加载入工厂信息模型和数字产品模型，形成反映动态实时信息的三维智能工厂信息展示和“数字化产品”；通过与企业管理系统（ERP）和产品生命周期管理系统（PLM）的集成，实现企业级生产经营信息全集成；基于智能算法的优化调度与分析决策，实现工厂生产运行的智能化管控。

④主数据管理系统：主数据管理系统定位于对各信息系统共用的、稳定的基础数据进行集中规划及管理，并建立数据在各信息系统间的共享、分发等机制，保证数据的一致性、正确性。主数据管理系统的实施需要首先进行通用基础上数据的梳理，制定数据的管理规则，以保证数据的一致性和稳定性。同时，要实现各信息系统与主数据管理平台的紧密集成，建立数据的分发、共享机制，保证

数据共享的准确性和高效性。

⑤信息安全管理系统：信息安全管理系统旨在保证各信息系统的的功能及系统功能的安全。在智能工厂的规划中，除了数据及信息系统的的功能安全，智能设备的工业网络安全也需要进行规划。

⑥决策支持:主要作用是基于企业的各类业务数据，针对企业不同业务通过数据分析及建模，为高层的经营决策提供支撑及建议。这类系统包括 BI 商务智能、绩效管理（准时交货率、生产订单执行率、OEE）统计等系统。这类系统通常是在智能工厂稳定运行一定时间，各类业务数据有大量的持续积累，且当企业发展遇到瓶颈或者需要进行提升的时候进行实施。

2) 物理工厂：在边缘侧实现智能设备、智能检测、智能物流，最终产出智能产品，边缘计算聚焦实时、短周期数据的分析，能更好地支撑 CPS 单元的实时智能化处理与执行，满足网络的实时需求，从而使计算资源更加有效地得到利用。虚拟工厂的主要技术包括：智能检测，通过设备在线检测或无线量具检测，检测数据自动上传 MES 系统，通过数据分析，自动判别加工精度是否符合工艺要求，同时 MES 系统采集并归档质检数据，方便质量追溯；智能物流，MES 系统通过条形码、二维码、RFID 自动识别物料和工位，通过发送指令到线边物流输送系统，把物料送到指定位置。

## **（6）构建统一安全体系，突破制造执行系统的工业安全防护的关键技术**

在软件层面，平台架构以 MES 系统为核心，构建自主可控的数字安全，用户安全，终端安全，云端 MES 安全等安全机制，形成完整的安全防护体系。关键的安全技术手段包括：通过信息加密，保证数据传输过程中的安全；通过基于个人的权限模型，保证数据使

用过程中的安全；进行集中登录认证、集中用户授权和集中操作审计。

在硬件层面，平台架构依据智能制造工控系统的典型架构，进行以下关键安全防护技术的建设：边界防护，在 MES 系统与外部信息系统和过程控制层（PCS）之间分别部署传统防火墙和工业防火墙，实现对不同层进行安全隔离与防护；安全接入，在 MES 系统环境部署网络准入控制设备，通过 SNMP 技术对交换机进行接管，实现对 MES 系统和 PCS 层网络中私自接入网络设备进行管控；态势感知，部署态势感知平台，对网络设备、安全设备进行统一管理，利用大数据关联分析，实时动态发现工控系统网络中的风险并预警，提升企业整体安全防护水平。

①智能装备：是具有数字化控制系统和数字化接口，用于生产加工的自动化装备，包括自动化焊接生产线、数字化专机、自动化涂装生产线、自动化装配生产线等。智能装备在工艺上往往具备高生产柔性和高加工精度的特征，可通过工业网络与智能工厂制造运行系统（MES）连接，实时接收生产指令并反馈数据，实现生产加工设备运行的智能化和透明化。

②智能物流：具有物流管理系统或数字化控制系统与接口，用于车间物料存储、运输的设备及信息管理系统，包括：智能仓储、智能传输系统、AGV 等。智能物流设备具备物料数字化管理、跟踪、运输、智能调度的功能，可通过工业网络与 MES 连接实时接收物料需求和反馈物流状态等数据，实现物流与生产过程的协同作业。

③智能检测：是具有数字化检测系统和数字化接口，用于产品生产过程自动检测的设备，包括各种在线检测装置、离线检测设备、产品试验设备等，与 MES 连接，可实现生产过程自动检测、判断与

控制以及产品质量的追溯。

④智能终端：是在制造过程中无法实现自动化的环节用于指导工人作业并采集数据的计算机设备，如：工控机、工业平板电脑、工业 PDA、智能手机、条码枪、电子看板等，也包括用于现场管理的智能化中控室。这些终端通过工业网络与智能工厂制造运行系统（MES）连接，工人在此收取生产指令并反馈数据，实现人工作业的智能化引导和信息化反馈。

信息化、智能化建设新增设备及软件清单							
序号	设备名称型号	技术规格	制造者	数量	单价 (万元)	总价 (万元)	备注
(一)	智能制造设备	详见工艺设备单					
(二)	智能制造软件及网络系统						
1	ERP		中	1	435	435	
2	工业操作系统平台		中	1	200	200	
3	产品全生命周期管理 (PLM)		中	1	550	550	
4	数字化制造执行系统 (MES)		中	1	600	600	
5	仓储物流管理系统 (WMS)		中	1	235	235	
6	能源管理系统 (EMS)		中	1	55	55	
7	安全监控系统		中	1	165	165	
8	设备智能维护管理系统		中	1	125	125	
9	工厂数据采集、统计		中	1	85	85	
10	高级目视化		中	1	440	440	
11	工厂网络安全		中	1	135	135	
12	智能 BI 系统		中	1	135	135	
13	数控机床联网(DNC)		中	1	140	140	

	小计					3300	
(三)	智能制造信息化及网络硬件设备						
1	服务器集群		中	1	160	160	
2	网络通讯设备		中	1	165	165	
3	工作站（全厂区域）		中	1	60	60	
4	展示大屏		中	1	150	150	
5	机柜及周边设备（含 UPS 等）		中	1	60	60	
6	信息采集设备		中	1	50	50	
7	综合布线		中	1	150	150	
8	数采设备		中	1	85	85	
9	能源采集		中	1	80	80	
10	生产视频监控		中	3	80	240	
	小计					1200	
	合计					4500	

### 6.1.11 创新试验平台

创新试验平台培育打造国家重点实验室，开展轨道交通装备、中低速柴油机、地下空间等领域核心技术攻关、重大装备研制、创新应用研究成果向工程技术转化，带动产品孵化和产业应用。

#### 6.1.11.1 轨道交通装备研发平台

分期建设创新试验平台，一期主要建设盾构及相关产品试验平台。从构建盾构及掘进技术研究的有机整体和发展国产盾构急需的前沿技术、共性技术和关键技术出发，全面提升公司对关键技术和基础理论的掌握能力，为地下空间开发装备和轨道交通装备新产品的研发设计奠定基础。

结合产能规划，对盾构及 TBM 设备的控制系统、液压系统、主驱动系统、三大密封系统（主驱动、铰接、盾尾尾刷）、管片拼装系

统等关键技术进行系统性的试验研究及检测，建设如下试验平台：

#### （1）液压测试试验台

液压测试试验台由液压泵站、控制与辅助系统、液压泵与马达测试、液压阀测试、液压油缸测试和集成操控系统等六部分组成，满足盾构机主要液压元件各主要性能测试的需求。实验台最高工作压力：42MPa，最大流量 1200L/min，油箱容积 3000L。

#### （2）盾构控制系统检测试验平台

盾构控制系统检测试验平台能够全面模拟多种类型盾构机的各种功能，对控制系统在设计、组装与调试上的正确性进行检验，避免在控制系统设计不完善时直接与盾构机联机带来的风险，从而确保盾构机产品的控制系统能实现预期功能。盾构控制系统检测试验平台包括盾构功能仿真系统，由物理仿真系统和模拟仿真系统组成。

#### （3）智能管片拼装机实验台

主要用于超长距离、超大水压的高风险隧道施工管片支护智能作业实验验证，能实现模拟盾构机施工现场的管片拼装工序，开展管片智能拼装实验、小半径转弯实验、铰接密封试验、盾尾间隙自动检测实验等功能，解决隧道管片支护质量不稳定、效率低的问题，并为研发智能拼装机机器人提供试验平台。

#### （4）主驱动高压密封实验台

针对超深埋深、超长距离、超大水压隧道施工过程中，承压压力高、密封性能差、换刀效率低等问题围绕橡胶密封、聚氨酯密封等进行高转速压力梯度控制，调整密封结构形式，测试超高压状态下，驱动速度润滑介质、磨损量、发热量对主驱动密封性能的影响。

#### （5）换刀机器人及换刀实验台

针对盾构机开仓维护刀具过程存在的问题，完成有限不规则空

间机器人本体及其运动轨迹计算、高压水射流单元设计、视频成像及机械臂控制技术等研发工作，减少工人在高危环境下的特种作业风险，提高施工效率，在不需要人员进舱的前提下完成盾构机刀具的检查和清洗。

#### （6）常(带)压换刀实验台

基于快速发展的隧道掘进技术和安全施工理念，常（带）压换刀试验台以模拟大直径泥水平衡盾构机常压换刀过程，测试常压换刀闸门可靠性，模拟常规带压换刀过程为目的，为产品的设计制造提供试验平台。同时结合研发、应用于一体，高效的将产品与施工反馈情况统一，研发出新的、适应性更强的换刀装置及换刀技术。

#### （7）围岩识别感知技术实验室

该实验室主要是为构建 TBM 掘进的远-中-近集成超前探测体系，实现掌子面前方探测范围内含水定位及相对静态水量的估算，实现断层破碎带等不良地质与灾害的准确成像与识别，创建多元算法共融的围岩状态感知模型，为智能掘进提供决策依据。

#### （8）智能掘进系统实验室

智能掘进系统是针对导向、掘进、预警等功能，研究全断面掘进机掘进过程多工序智能决策策略，构建掘进机掘进过程信息化、智能化整体架构，开发并集成相应智能终端模块，为掘进机掘进智能化提供方法和技术支撑。

#### （9）破岩技术研究实验室

该实验室通过深入研究刀具刀盘的破岩机理和磨损检测技术，开发具有自主知识产权的盾构机刀盘刀具状态监测系统，为掘进智能化提供支撑，并展开激光、水射流、化学物质等破岩机理研究。

### 6.1.11.2 中低速柴油机研发平台

### 6.1.7.2 实施项目产品方案的主要措施

#### (1) 进一步扩展大功率发动机产品的功率线

目前公司的柴油机产品功率范围为 660kW-8000kW，气动机产品功率范围为 660kW-1800kW，通过开发 20 缸 VG32 机型，将柴油机产品的功率覆盖范围由目前的 660kW- 8000kW 向上延伸到 10000kW。以及将气体发动机产品的功率覆盖范围由目前的 660kW-1800kW 向上延伸到 7000kW。

#### (2) 优化提升当前主导产品大功率发动机的智能化水平

采用工业互联网、物联网等信息化技术，优化和提升企业当前主导产品大功率发动机的智能化水平，目前已经开始了小范围的示范性工程应用。

#### (3) 发展新的绿色环保型大功率发动机产品

组合采用高增压、高压喷射、EGR 和 SCR 等技术开发绿色环保型大功率发动机产品，其中已纳入企业十四五规划期间开发的新产品项目有 G32H 系列（3300kW-4950kW）低排放型船用大功率柴油机产品。

## 6.2 总平面布置

### 6.2.1 设计依据和主要原始资料

- (1) 2022.02 广州工控提供的基地建设要求及基地现状等资料。
- (2) 《工业企业总平面设计规范》（GB 50187-2012）。
- (3) 《建筑设计防火规范》（GB 50016-2014（2018 年版））等。

### 6.2.2 设计原则

(1) 设计以西南角现有已建区域为出发点，合理进行整体规划，使基地功能明确、总体布局紧凑、合理、节约土地。

(2) 满足生产工艺要求，做到物流线路顺捷，合理规划运输。

(3) 满足消防、防火、安全、卫生、环保等相关的规范、标准要求。

(4) 厂区绿化、美化与园区绿化景观协调统一。

### 6.2.3 市政公用设施条件

本项目所在园区周边有较完整的交通体系和通信、供水、供电等市政设施，可为本项目的实施提供保障。园区已建有完善的供电、给排水、供气、通讯设施。

供水：园区已建有给水系统，给水水源为市政自来水，由市政给水管网接二路 DN200 给水管供基地生产、生活、消防用水。厂区生活生产及室外消防管道在园区内连成环状管网，主管管径 DN150~DN200。基地内给水压力大于 0.30MPa。

排水：园区已建有污水处理站和排水系统，满足本项目的使用要求。厂区生活污水与一般生产废水均直接排入园区污水管网，由室外污水管网集中排至园区污水处理站，经处理达标后，部分进行深度处理作为中水回用，其余达标排放。

供电：园区已建有 10kV 配电中心，满足本项目供电要求。三期项目计划在现有供电的基础上新增一路 10KV、6000KVA 外电，供盾构机整机调试使用。

通讯：园区已有完善的电信网络，可为本项目提供服务。

供气：本项目暂时没有市政天然气供应。

本项目用压缩空气由新建空压站房供应；氧气、二氧化碳、氩气均由新建液态气站供应，丙烷气由新建丙烷气站供应。

### 6.2.4 总平面布置

根据项目生产纲领、工厂物流、生产组织形式、场地自然地形条件等因素进行总平面布置、交通物流及竖向设计等。

#### 6.2.4.1 功能分区

本项目西南角已建重容厂房为基点，根据生产工艺及物流组织状况进行厂区功能布局划分，本厂区主要分为生产区、厂前区、公用站房区及生活辅助区。

生产区：为厂区主要生产区块，布置重容厂房、盾构机装配厂房、汽轮及电机组厂房、盾构机焊接厂房、广柴联合厂房等。

厂前区：为厂区营销展示、生活服务区块，主要布置综合楼、食堂及活动中心、小汽车停车位等。

公用站房区：为厂区生产辅助区块，主要布置丙烷站、液态气体站、危险品及危废品库、固废库、联合站房、供油站、废水处理站等。

生活辅助区：为厂区员工生活服务区块，主要布置倒班宿舍、职工室外活动场地等。

#### 6.2.4.2 总体布局

总园区西南部现已建成重容厂房（起重能力 300t+300t）、挖入式码头（1500t 级）辅助车间、管理楼以及空压站、储油罐区、废水处理站、消防水站等设施。厂房周边道路及管网、绿化均已建成。园区整体规划充分立足现状，根据功能和使用情况形成重型容器生产、盾构机生产、汽轮机及中小件生产、柴油机生产四大生产区块。

重型容器生产区位于园区西南部的重容厂房，主要完成大型厚壁容器的生产制造任务，已建成中型、轻型车间及探伤室、热处理炉、喷漆喷丸室等。

盾构机生产区位于地块东南部位置，新建盾构机焊接厂房、盾构机装配厂房，主要完成盾构机的焊接及装配工作。

汽轮及电机组生产区位于地块中部偏西位置，主要完成汽轮机

及发电机组的生产制造、装配试验任务，新建汽轮及发电机组厂房、焊接厂房。

柴油机生产区位于厂区北部位置，新建广柴联合厂房，主要完成柴油发电机的生产制造及研发任务。

#### 6.2.4.3 总平面布局

本项目为园区汽轮及发电机组、盾构机、柴油发电机生产区块，保留现状已建成的重容车间，拆除西南角的辅助车间、管理楼以及空压站、循环水泵站、废水处理站、消防水站等设施，在该区域重新进行规划设计。具体布置如下：

生产区自南向北依次布置汽轮及发电机组、盾构机、柴油发电机生产区块：

汽轮及发电机组生产区：自南向北依次布置焊接厂房、汽轮及发电机组厂房，焊接厂房长 153m，由 3 跨（ $18\text{m}\times 1+24\text{m}\times 2$ ）组成。汽轮及发电机组厂房位于焊接厂房北侧位置，长 312m，由 9 跨（ $24\text{m}\times 4+30\text{m}\times 2+24\text{m}$  露天跨+ $24\text{m}+30\text{m}$ ）组成。

盾构机生产区块：自北向南依次布置盾构机焊接厂房、盾构机装配厂房、露天龙门吊堆场。盾构机焊接厂房长 166m~312m，由 4 跨（ $30\text{m}\times 2+36\text{m}\times 2$ ）组成。盾构机装配厂房位于盾构机焊接厂房南侧位置，长 314m，由 3 跨（ $30\text{m}+36\text{m}\times 2$ ）组成，在盾构机装配厂房东侧设置室外 36m 宽露天龙门吊堆场。

柴油发电机生产区块：主要布置广柴联合厂房，由 5 横跨（ $36\text{m}\times 3+15\text{m}$  露天跨+ $36\text{m}+18\text{m}$ ）组成。其中南一跨为中型零件机加工车间，南二跨为物料暂存区，南三跨为中大型零件机加工车间，北一跨为低速机试验车间，在低速机试验车间北侧贴建 18m 宽的辅机房。在北一跨和南三跨中间设置 15m 宽的露天跨，主要用于设置

生产所需的辅房及物流通道。在厂房西侧设置 36m 宽的室外操作场地，主要作为成品发运场地及车辆回转场地。

厂前区位于南地块东南角位置，主要布置综合楼、食堂及活动中心，综合楼为 12 层二类高层建筑，食堂及活动中心为 2 层民用建筑，在食堂及活动中心东侧设置篮球场、羽毛球场等职工室外活动场地。在综合楼南侧设置大面积厂前广场，广场南侧设置小汽车停车位 21 辆。在食堂及活动中心北侧设置小汽车停车场，可停放机动车 89 辆，在综合楼下设置地下停车场，可停放车辆 99 辆。

动力站房区主要位于厂区北侧，靠近负荷中心。自西向东依次布置联合站房、供油站、危险品及危废品库、固废库、天然气增压站等。固废库主要存放生产中产生的废铁削、废机油等丙类物品。供油站主要服务于广柴联合厂房，设置 150m<sup>3</sup>丙类储罐一个。危险品及危废品库主要存放生产所需的甲类 1、2、5、6 项物品，总储量 ≤10t。联合站房主要用于设置生产所需的总配、消防泵房、废水处理站等动力辅助设施。丙烷站和液态气体站设置在厂区西南侧。

生活辅助区位于厂区西南角位置，作为厂区宿舍独立管理区域。自南向北依次布置倒班宿舍一、配餐中心、倒班宿舍二、职工室外活动在场地、机动车停车场等。倒班宿舍一长 72m，宽 20.4m，6 层建筑，倒班宿舍二尺寸同倒班宿舍一。在两栋宿舍中间设置配餐中心，由厂前区食堂集中配送到配餐中心，解决员工就餐问题。在倒班宿舍二北侧设置篮球场、羽毛球场等职工活动场地。在职工活动场地北侧设置机动车停车场。

#### 6.2.4.4 道路、交通及物流系统规划

本项目原有重容车间周边道路不变，厂区南侧的滨河路考虑采用下沉式隧道方案穿过现有码头。

本次围绕各新建厂房新建道路，并与现有道路形成环路。厂区主要通道宽 30m~39m，主要道路宽 9m~15m，次要通道宽 17m~29m，次要道路宽 6m~8m。道路转弯半径 12.0~15.0m。道路结构采用水泥混凝土结构形式，道路横断面采用城市型道路一块板形式。厂内道路最大纵坡 $\leq 2.0\%$ ，技术条件满足运输及消防救险车辆的通行要求。

园区共设置五个出入口，其中物流出入口三个，人流出入口 2 个。东一出入口位于厂区东侧围墙偏北侧位置，主要作为柴油机制造区块物流、人流及小汽车流出入口；东二出入口位于厂区东侧围墙偏南侧位置，主要作为汽轮机及盾构机成品的运出口。西出入口位于厂区西侧围墙偏南侧位置，主要作为汽轮机及盾构机原材料及外协构件的运入口。主出入口位于厂区南侧围墙偏东部位置，连接厂前区主广场，主要作为厂前区人流及小汽车流的出入口。宿舍区出入口位于厂区西侧围墙南侧位置，主要作为宿舍区人员的对外出入口。

#### 6.2.4.5 竖向设计

根据园区已建区域以及洪奇沥水道水文资料、基地原有规划，本基地保持原规划竖向设计方式，整体采用平坡式。

场地排水采用自然排水与暗管排水相结合的方式，排水方向由北向南、由西向东。

#### 6.2.4.6 厂区绿地规划

工厂绿化应纳入工业园区整体绿地系统之中，绿化风格既要保持统一性，又要突出个性。重点规划厂前区绿化，通过铺设草坪、种植观赏性花木、点缀景观小品等手段，努力营造优美舒适环境。其他道路两侧及主要厂房、周边空地、沿线围墙铺设草坪，规则种植灌木及小乔木，以达到美化环境，净化空气、较低噪音、调节温

度以及规则划分各功能区块的功能。

#### 6.2.4.7 总图主要数据

建筑物一览表						
序号	名称	数据 (m <sup>2</sup> )				备注
		占地面积	层数	建筑面积	计容建筑面积	
1	重容厂房	42422	1	42422	84844	已建
2	探伤、炉子间等	3800	1	3800	3800	已建
3	焊接厂房	10098	1	10098	20196	本期新建
4	汽轮及电机组厂房	65520	1	65520	131040	本期新建
5	盾构机焊接厂房	38712	1	43464	80988	本期新建, 局部五层
6	盾构机装配厂房	32028	1	32028	64056	本期新建
7	广柴联合厂房	50040	1	55800	104400	本期新建, 局部五层
8	丙烷站	135	1	135	135	本期新建
9	液态气体站	198	1	36	36	本期新建
10	危险品及危废品库	720	1	720	720	本期新建
11	固废库	630	1	630	630	本期新建
12	供油站	326	1	124	124	本期新建
13	联合站房	960	1	1392	960	本期新建, 含地下建筑面积 432
14	增压站	48	1	48	48	本期新建
15	倒班宿舍一	1469	6	8814	8814	本期新建
16	倒班宿舍一	1469	6	8814	8814	本期新建
17	配餐中心	480	1	480	480	本期新建
18	综合楼	1575	12	22804	18900	本期新建, 含地下建筑面积 3904
19	食堂及活动中心	864	2	1584	1584	
20	主门卫	40	1	40	40	
21	东一门卫	32	1	32	32	
22	东二门卫	32	1	32	32	
23	合计	251598		298817	530673	其中地下建筑面积 4336

露天堆场及操作场地一览表			
序号	堆场名称	占地面积 (m <sup>2</sup> )	备注
1	汽轮及电机组厂房露天跨	7944	本期新建
2	广柴联合厂房露天跨	4500	本期新建
3	广柴联合厂房露天操作场地	8153	本期新建
4	露天龙门吊堆场	12360	本期新建
5	合计	32957	

总图技术经济指标表			
-----------	--	--	--

序号	项目名称		单位	数据	备注	
1	厂区征地面积		m <sup>2</sup>	434165.05	651.247575	亩
2	厂区用地面积		m <sup>2</sup>	434165.05	651.247575	亩
3	建筑总面积		m <sup>2</sup>	298817		
	其中：	地上面积	m <sup>2</sup>	294481		
		地下面积	m <sup>2</sup>	4336		
4	计算建筑面积		m <sup>2</sup>	530673	层高>8m加倍计算面积	
5	计算容积率			1.22		
6	建构筑物占地面积		m <sup>2</sup>	251598		
7	行政办公服务设施用地面积		m <sup>2</sup>	6600	1.52%	(<7%)
8	露天堆场占地面积		m <sup>2</sup>	32957		
9	建筑系数 K1		%	58.04		
10	建筑系数 K2		%	65.63		
11	绿地面积		m <sup>2</sup>	37420	本期新建 33678	
12	绿地率		%	8.62		
13	厂区道路及广场		m <sup>2</sup>	72510	本期新建 68210	
14	围墙长度		m	2656	其中本期新建 1956m	
15	小汽车停车位		个	840	全部本期新建	
	其中：	地上停车位	个	741		
		地下停车位	个	99		
16	非机动车停车位		个	780	全部本期新建	

## 6.3 土建

### 6.3.1 建筑设计

#### 6.3.1.1 设计依据

- (1) 各有关主导专业工种提供的资料、图纸及要求。
- (2) 建设单位与我院商定的有关设计原则。
- (3) 国家现行的有关建筑设计规范、规程及规定：

《建筑设计防火规范》GB50016

《机械工业厂房建筑设计规范》GB50681

《建筑地面设计规范》GB50037

《屋面工程技术规范》GB50345

《建筑采光设计标准》GB/T50033

《建筑工程建筑面积计算规范》GB/T50353

《建筑工程设计文件编制深度规定》2016年版等。

其他相关的国家及地方的规范、法规。

#### 6.3.1.2 设计原则和设计要求

(1) 根据厂区现有厂房的风格，满足城市规划要求,建筑立面现代简洁。

(2) 积极推广采用新材料、新技术。重视考虑建筑保温节能。

(3) 充分体现技术先进和企业综合实力，建筑设计力求功能分区明确，便于企业生产管理。建筑立面造型、色彩处理及绿化设计美观，力求与现有建筑风格相融合，创建一个环境优美的现代化的企业。

(4) 根据本项目各建筑物生产性质，设计确定：所有厂房结构类型均为钢结构，厂房生产类别均为丁类，耐火等级为二级。

#### 6.3.1.3 设计说明

##### (1) 建筑立面、平面、剖面设计

建筑平面、剖面设计，满足使用功能和生产工艺要求。厂房平面根据生产工艺要求，采用多跨厂房，经济型柱网。

厂房立面设计考虑简洁、大方、适用，主要采用灰白色竖向彩钢板外墙搭配蓝色色带的设计手法，厂房体型简洁而大气。外贴的办公辅楼等立面考虑建筑风格与厂房协调统一，采用浅灰及深灰色真石漆外墙面，整体建筑色彩稳重，打造具有时尚感的工业建筑形象。

##### (2) 主要建筑说明

本项目子主要建筑为办公楼、食堂及活动中心、盾构机装配厂

房、汽轮机及电机厂房、中小件加工厂房、焊接厂房、倒班宿舍、辅助站房等。

1) 盾构机装配厂房：单层厂房，钢结构，生产类别丁类，建筑耐火等级二级；厂房车间共 3 跨，总长 314m，总宽 102m；建筑占地面积 32028m<sup>2</sup>。厂房水平交通按工艺及安全疏散要求布置纵横交错的通道、大门及疏散小门。车间起重设备最大起重能力  $G_n=200+200t$ 。

2) 汽轮机及电机厂房：单层厂房，钢结构，生产类别丁类，建筑耐火等级二级；车间共 4 跨，总长 240m，总宽 126m；建筑占地面积 30240m<sup>2</sup>。厂房水平交通按工艺及安全疏散要求布置纵横交错的通道、大门及疏散小门。车间起重设备最大起重能力  $G_n=100t$ 。

3) 综合楼：钢筋混凝土框架结构，二类高层，耐火等级为二级，建筑占地面积 1575m<sup>2</sup>，建筑总面积 22804m<sup>2</sup>。主要为办公和会议功能。办公楼设有两个直接对外的楼梯，疏散距离满足规范要求。

4) 联合站房：单层，现浇钢筋混凝土框架结构，主要用于总配、废水处理站和空压站，建筑耐火等级二级；建筑占地面积和总面积都为 1080m<sup>2</sup>。

5) 危险品及危废品库：单层，现浇钢筋混凝土框架结构，生产类别甲类，建筑耐火等级二级；建筑占地面积 270m<sup>2</sup>，总建筑面积 270m<sup>2</sup>。

6) 丙烷气站：单层，现浇钢筋混凝土框架结构，生产类别甲类，建筑耐火等级二级；建筑占地面积和总面积都为 135m<sup>2</sup>。

#### 6.3.1.4 特殊技术措施

(1) 节能措施：厂房的屋面及墙面均设 50 厚玻璃棉保温隔热等节能措施，改善工作环境，降低使用能耗。

(2) 减振措施:对产生较大振动的设备, 设隔振沟、减振基础。

(3) 防冷桥措施:屋面做防冷桥处理。缝隙处均需用离心玻璃棉或其他保温材料严密封堵。

(4) 变形缝措施:室内所有伸缩缝、抗震缝、沉降缝在室内、室外均需按国标《变形缝》节点相应采取措施; 一般均采用带阻火带和止水带的构造。

## 6.3.2 结构设计

### 6.3.2.1 设计依据

(1) 主体结构设计使用年限: 主体结构 50 年。

(2) 自然条件:

基本风压:  $0.60\text{kN/m}^2$  (设计基准期为 50 年)

$0.70\text{kN/m}^2$  (设计基准期为 100 年)

根据广东省标准《建筑结构荷载规范》DBJ15-101-2014。

地面粗糙度类别: B 类

设计基本地震加速度:  $0.10g$

抗震设防烈度: 7 度

地震分组: 第一组

场地类别: III 类

(3) 国家现行设计规范、规程

《建筑结构荷载规范》GB50009

《混凝土结构设计规范》GB50010

《建筑抗震设计规范》GB50011

《中国地震动参数区划图》GB18306

《建筑地基基础设计规范》GB50007

《建筑地基处理技术规范》JGJ79

《钢结构设计规范》 GB50017

《门式刚架轻型房屋钢结构技术规程》 CECS102:2002（2012年版）

《冷弯薄壁型钢结构技术规范》 GB50018

《钢结构焊接规范》 GB50661

《砌体结构设计规范》 GB50003

《工业建筑防腐蚀设计规范》 GB 50046

《混凝土结构耐久性设计规范》 GB/T 50476

《建筑结构荷载规范》 DBJ15-101-2014

《建筑地基基础设计规范》 DBJ 15-31-2003

#### 6.3.2.2 建筑分类等级

建筑结构安全等级： 二级；

地基基础设计等级： 乙级；

地基桩基设计等级： 乙级；

建筑抗震设防类别： 丙类；

抗震等级： 四级；

建筑耐火等级： 二级；

#### 6.3.2.3 上部结构方案

（1）厂房结构形式：单层普通钢结构厂房。采用工字型或格构式钢柱、焊接 H 型钢吊车梁，屋面采用 H 型钢梁。厂房屋面及墙面采用钢檩条、压型钢板。

综合楼、危险品及危废品库、气站等：采用钢筋混凝土框架结构，现浇钢筋混凝土梁、板、柱。

#### （2）结构缝的设置

设计中结构缝的设置考虑伸缩缝和抗震缝的结合。由于盾构

机装配厂房结构超长，在中间处设缝，保持与原重容厂房设缝位置一致。

#### 6.3.2.4 基础方案

根据原有厂房的勘察资料，拟建场地基岩面有一定起伏，上覆软土、冲洪、坡沉积物等分布很不稳定，淤泥（淤泥质土）（②、④层）土层厚度较大，工程地质条件较差，属于中等复杂场地。地勘报告对场地地基土（岩）的分析评价如下：

（1）拟建场地浅部普遍分布有②层淤泥（淤泥质土），呈流塑状态，含水量较高，具高压缩性特征，不易排水固结，需进行地基处理。

（2）拟建场地②层土之下至基岩面不均匀地分布有厚度及状态不均的④～⑦层软粘性土、砂土，工程地质条件复杂。

（3）拟建场地埋深约 28m 以下分布有强度逐渐增大的⑤和⑦层砂层，且砂层下部即为基岩，对本工程的桩基设计与选择较为有利。

（4）拟建场地下伏基岩主要为条带状混合花岗岩，属于硬质岩类，本具有较高的承载力，但由于风化程度较强，裂隙、节理较为发育，且风化程度不均匀，局部破碎程度较高，不同风化层的厚度变化较大，可能造成单桩承载力差异较大和沉降不均匀，对桩基础的设计和施工影响较大。

总体来说，拟建场地工程地质条件较复杂，基岩面有一定起伏且上覆物分布不均，土性变化较大，且淤泥及淤泥质粘土厚度较大，但⑤、⑦层砂层的存在与其下伏基本无软弱土层的情况对桩基设计与选择较为有利。

根据触探、土工等确定本次勘察各岩土层的参数值如桩基设计

参数表所示。

桩基设计参数表

土层 编号	土层 名称	层底一 般深度 (m)	比贯入 阻力 平均值 Ps (MPa )	预制砼桩		钻(冲)孔灌注桩		压缩 模量 Es (M Pa)	抗拔 系数 $\lambda$
				桩侧土 极限摩 阻力标 准值 fs (kPa )	桩端土 极限端 阻力标 准值 fp (kPa )	桩侧土 极限摩 阻力标 准值 fs (kPa )	桩端土极 限端阻 力标准 值 fp (kPa )		
① 1	填土	-1.44~ 4.67		0		0			
① 2	淤泥 质 粘土 (浜 底淤 泥)	-2.74~- 0.51		0		0			
② 1	淤泥	-3.60~ 0.40	0.19	15		15			0.7
② 2	淤泥 质 粉质 粘土 混砂	-8.96~ 0.34	0.60	15		15			0.7
④ 1	淤泥	- 13.39~ -3.08	0.46	20		15			0.7
④ 2	淤泥 质 粘土	- 25.65~ -10.79	0.79	25		20			0.7
⑤	粉砂 混粘 性土	- 36.95~ -17.51	4.33	45	2500	35	1000	15	0.5
⑥	粉质 粘土	- 37.54~ -9.01	1.44	40	1000	30	800	8	0.7
⑦ 1	细砂	- 39.10~ -13.62	6.88	80	5000	65	2000	25	0.5
⑦ 2	中砂 (含 砾)	- 41.33~ -13.62	11.31	95	8000	80	3000	50	0.5
⑨ 1	强风 化混 合花	- 48.38~ -34.75		200	10000	160	3500		

	岗岩								
⑨ 2	中风化混合花岗岩	- 54.90~ -36.09							

拟建场地的地表水（江水）、地下水和场地地基土（按II类环境类型）对砼无腐蚀性；地表水、地下水对钢筋混凝土中钢筋长期浸水的情况下无腐蚀性；在干湿交替的情况下地表水对钢筋混凝土中钢筋无腐蚀性，地下水对钢筋混凝土中钢筋有中等腐蚀性；地表水对钢结构具有弱腐蚀性，地下水对钢结构具有中等腐蚀性。因此基础施工完毕后表面涂厚度不小于 300 $\mu\text{m}$  的环氧沥青涂层，基础梁和  $\pm 0.000$  标高以下的柱涂厚度不小于 500 $\mu\text{m}$  的环氧沥青涂层。

根据地勘报告，可考虑采用 PHC 桩，桩径可选用  $\phi 400 \sim \phi 600$ ，以⑦2层为桩端持力层。亦可采用钻（冲）孔灌注桩，以⑨2层为优选的桩端持力层。对于不同的桩基方案应采取相应可靠的防腐蚀措施。

#### 6.3.2.5 厂房重载地坪处理

一般重载地坪采用钢砼地坪，场地处理后，可由检测单位提供具体承载力和变形参数。如不满足要求，可采取长约 8m 的 0.2 $\times$ 0.2m 的小方桩（加强型）处理，此时桩的承载力可取 10kN/m<sup>2</sup>，地基承载力可视加固结果检测后取用。

#### 6.3.2.6 主要结构材料

厂房刚架钢梁、钢柱、屋面次梁选用 Q345B 级钢；

吊车梁： Q345B 级钢；

墙梁、檩条选用 Q345B 级钢；

屋面支撑、柱间支撑选用 Q235B 级钢。

钢筋混凝土构件选用 C30~C35 混凝土，主筋选用 HRB400 级，

箍筋及拉筋选用 HPB300 级。

垫层采用 C20 沥青混凝土；构造柱、圈梁等混凝土强度等级 C25。

#### 6.4.2.7 计算软件

采用的结构分析程序有：PKPM\_V2.1 版

世纪旗云工具箱 5.0

### 6.4 公用部分

#### 6.4.1 给排水

##### 6.4.1.1 设计依据

- 1).各专业提供的有关资料。
- 2).国家有关消防设计及给排水设计规范、标准。

《城镇给水排水技术规范》GB50788

《建筑给水排水设计标准》GB 50015

《室外给水设计标准》GB 50013

《室外排水设计规范》GB50014

《消防给水及消火栓系统技术规范》GB5097

《建筑设计防火规范》GB50016

《自动喷水灭火系统设计规范》GB 50084

《泡沫灭火系统设计规范》GB 50151

《建筑灭火器配置设计规范》GB 50140

《民用建筑节能设计标准》GB 50555

《建筑与小区雨水控制及利用工程技术规范》GB50400

《公共建筑节能设计标准》GB 50189

《污水综合排放标准》GB8978

##### 6.4.1.2 设计范围

本项目为新建项目，设计范围为项目范围内的室内给排水设计及厂区给排水设计。

#### 6.4.1.3 工程概况及建设条件

(1) 厂区位于广州市南沙区大岗镇，原为广州中船船用柴油机有限公司所有。地块北侧为中船中路，西侧为规划工业用地，东侧为中船东路，南侧为洪奇沥水道。总占地总用地面积 44.59 hm<sup>2</sup>，合 668.85 亩，分为南北两个地块。现已建有重容厂房；1500 吨级专用码头，港池；辅助车间；以及综合办公楼、总配、变电所、空压站、生活及生产污水处理站等生活生产辅助设施。本次拆除部分生产辅助设施，重新规划。

(2) 原厂区已建成部分的给水系统。基地给水水源为市政自来水，由市政给水管网接二路 DN200 给水管供基地生产、生活、消防用水。园区生活生产及室外消防管道在基地内连成环状管网，主管管径 DN150~DN200。基地内给水压力大于 0.30MPa。园区给水管沿道路敷设，并按规范设置有室外消火栓。

(3) 原厂区已建成部分排水系统。原园区排水体制为雨、污分流制，基地生活污水与一般生产废水均直接排入基地污水管网，由基地室外污水管网集中排至基地污水处理站，经处理达标后，部分进行深度处理作为中水回用，中水主要用作基地绿化用水。其余部分污水排入市政污水管。含油废水设专用含油废水管，收集后排至含油废水处理站，经处理达标后，排入园区污水管。原储油罐区及危险品库房设置事故排水集水池，水池容积 150m<sup>3</sup>。

原厂区雨水排水按设计重现期 1 年设计，雨水由厂区雨水管道收集后直接排至基地南侧洪奇沥水道。设二个 DN1500 雨水排出口。

(4) 原厂区已建成部分消防给水系统。原厂区室内消火栓系统

采用集中加压系统，系统采用临时高压系统，各建筑合用消防泵、消防水池。消防泵设在循环水泵房内，消防水池利用冷却塔下冷水池，每座水池内设 200m<sup>3</sup> 消防用水（共 400m<sup>3</sup>），消防泵直接从水池中抽水。系统设消防泵二台，一用一备，流量 15 升/秒，扬程 80m，功率 22kW；稳压泵 2 台，一用一备，流量 5 升/秒，扬程 90m，功率 11kW；稳压罐 1 台，有效容积 300 升。消防泵启动由系统管网压力控制，当系统压力达到 0.9MPa 时，稳压泵停，当系统压力降至 0.85MPa 时，稳压泵启动，当系统压力降至 0.80MPa 时，消防泵启动。室内消防初期用水由试验综合楼屋顶消防 9m<sup>3</sup> 消防水箱（高度 10m）供给。

#### 6.4.1.4 给水设计

##### （1）给水水源

本项目给水水源采用市政自来水，接自原厂区生活生产及室外消防合用给水管，市政水压 0.30MPa。

##### （2）用水量估算

根据生产用水情况估算，本项目最高日用水量约为 300 m<sup>3</sup>。

##### （3）给水系统

项目设置生活生产及室外消防合用给水管道，从北面和东面市政给水管两路进水，市政引入管管径均为 DN250，引入管上均设水表和倒流防止器，给水压力大于 0.30MPa。厂区生活生产及室外消防合用给水管管径 DN200~DN250，沿道路布置成环状管网，供给生产、生活及室外消防用水。

本项目用水接自厂区生活生产及室外消防合用给水管，引入管管径 DN150，设水表计量，本项目用水由市政直供。

##### （4）绿化用水系统

为节省水资源，防治水污染，污废水经处理后回用于整个厂区的绿化用水。绿化用水按  $1.5\text{L}/\text{m}^2\cdot\text{d}$ ，本项目用水量约  $50\text{m}^3/\text{d}$ 。

厂区生活污水与处理后生产废水均直接排入厂区污水管网，集中排至厂区污水处理站，经处理达到广东省《水污染排放标准排放限值》（DB44/26-2001）一级标准（第二时段）后，部分进行深度处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）后作为中水回用，中水主要用作绿化用水，其余部分处理达标的污水排入北面市政污水管。厂区设置中水管供绿化用水，厂区中水管独立设置，干管管径 DN150~DN100，厂区中水管最不利点水压 0.20MPa。

本项目局部区域绿化用水接自厂区中水管。

#### （5）开水供应

饮水量按  $2\text{L}/\text{人}\cdot\text{d}$ ，生产厂房设置电开水器供应开水，一般按不超过 100 人设置一台，共设置 4 台。

### 6.4.1.5 消防设计

#### （1）消防用水量

本项目厂房为丁类，二级耐火等级，消防用水量按高层综合楼计。

室内消火栓用水量：  $30\text{L}/\text{s}$  火灾延续时间为 3h

室外消火栓用水量：  $40\text{L}/\text{s}$  火灾延续时间为 3h

自动喷淋系统用水量：  $28\text{L}/\text{s}$  火灾延续时间为 1h

#### （2）室内外消火栓系统

##### 1) 原有消防系统

原厂区已建成部分消防给水系统。原园区室内消火栓系统采用集中加压系统，系统采用临时高压系统，各建筑合用消防泵、消防

水池。消防泵设在园区西南角的原有循环水泵房内，消防水池利用冷却塔下冷水池，每座水池内设 200 m<sup>3</sup> 消防用水（共 400m<sup>3</sup>），消防泵直接从水池中抽水。系统设消防泵二台，一用一备，流量 15 升/秒，扬程 80m，功率 22kW；稳压泵 2 台，一用一备，流量 5 升/秒，扬程 90m，功率 11kW；稳压罐 1 台，有效容积 300 升。消防泵启动由系统管网压力控制，当系统压力达到 0.9MPa 时，稳压泵停，当系统压力降至 0.85MPa 时，稳压泵启动，当系统压力降至 0.80MPa 时，消防泵启动。室内消防初期用水由原试验综合楼屋顶消防 9 m<sup>3</sup> 消防水箱（高度 10m）供给。

## 2) 本项目室内外消防系统

厂区设置生活生产及室外消防合用给水管道，从北面和东面市政给水管两路进水，市政引入管管径均为 DN250，引入管上均设水表和倒流防止器，给水压力大于 0.30MPa。园区生活生产及室外消防合用给水管管径 DN200~DN250，沿道路布置成环状管网，供给生产、生活及室外消防用水。给水管上按间距不超过 120m 沿道路布置 DN100 室外消火栓，室外消防为低压制，由市政水压直供。

3) 本项目对室内外消防系统进行重新规划、设计。尽量利用原有消防设施，在满足消防规范的前提下尽量节约投资费用。

### (3) 灭火器配置

本项目各建筑物内按规范配置相应数量的手提式磷酸铵盐干粉灭火器，在火灾危险性较大的场所如喷漆室等配置推车式磷酸铵盐干粉灭火器。

## 6.4.1.6 排水设计

### (1) 排水体制

厂区采用雨、污分流制，室内排水采用雨水、污水和废水分流

制。

## (2) 生产废水

本项目生产废水为  $200\text{m}^3/\text{d}$ 。生产废水主要为乳化液废水、探伤室排水和水压试验废水、油漆废水等。

## (3) 生活排水

本项目生活排水量为  $50\text{m}^3/\text{d}$ ，生活排水包括生活污水和生活废水，其中生活污水经化粪池处理后排入厂区污水管道，其余生活废水直接排入厂区污水管道。生活排水水质符合《污水综合排放标准》三级标准要求。

## (4) 厂区污废水

### 1) 生产废水处理及排放

本项目生产废水主要污染物为：油、COD、SS、酸碱等，生产废水排入生产废水管，至原有含油生产废水处理站集中处理，达到广东省《水污染排放标准排放限值》(DB44/26-2001) 三级标准(第二时段)后排入园区生活污水管道，至园区集中污水站进一步处理。原有含油生产废水处理站保留。生产废水处理工艺主要为隔油、中和、混凝反应、絮凝反应、沉淀、气浮及过滤等。污泥进入污泥池，经压滤后，泥饼外运。废水处理站可全自动运行，生产废水处理站处理能力为： $10\text{m}^3/\text{h}$ 。

### 2) 生活排水处理及排放

包括生活污水和生活废水，其中生活污水经化粪池处理后排入园区生活污水管道，其余生活废水直接排入园区生活污水管道。园区生活排水经汇总后与处理后生产废水一起排入园区集中污水站处理。

### 3) 园区集中污水处理站

园区集中污水处理站收集生活排水和处理后生产废水，处理达

到广东省《水污染排放标准排放限值》(DB44/26-2001)一级标准(第二时段)后,部分进行深度处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》(GB/T 18920-2002)后作为中水回用,中水主要用作绿化用水,其余处理达标的污水排入北面市政污水管。

园区污水管网呈支状敷设,统一汇集至处理站。园区内污水管均根据路网及地形坡向布置,污水管走向充分利用地形,污水管由南向北敷设。

#### (5) 雨水排放

园区雨水量参照广州地区暴雨强度公式计,其中,设计重现期 $T=2$ 年,径流系数 $\psi=0.65$ ,降雨历时 $t=t_1+mt_2=10+1t_2$ 。

屋面雨水和道路雨水排入园区雨水管道,园区雨水经管道汇总后,排入南侧洪奇沥水道。原园区敷设有部分雨水管道,收集后直接排至基地南侧洪奇沥水道,设二个DN1500雨水排出口。本次规划由于功能及整体路网均已改变,故原有的排水设施无法利用,本次规划重新规划排水系统。但原有二个DN1500雨水排出口可利用。本项目室外雨水管排入园区原有雨水管,最终排入基地南侧洪奇沥水道。

雨水管均根据路网及地形坡向布置,雨水管走向充分利用地形,尽量减小雨水管道埋深,总体由北向南敷设。

本项目屋面雨水为有组织排放,降雨历时5min,设计重现期50年。屋面雨水为有组织排放,采用重力流方式和压力流相结合的方式排除屋面雨水。重型厂房屋面面积大,形式复杂,采用压力流(虹吸式)屋面雨水系统排除雨水。

本项目设部分雨水收集利用设施,本项目已设有中水系统,用于园区绿化洒浇等。故本项目的雨水可考虑综合利用,以间接利用

的方式为主，即采用部分雨水入渗回补地下水的方式。雨水入渗采用地面入渗，包括绿地入渗和透水地面入渗。部分道路、广场等硬化地面采用透水地面入渗雨水，绿地雨水就地入渗。园区路面宜高出绿地 70mm，路面雨水口设在路边绿地内，雨水口篦子顶面应高出绿地 50mm，道路不应采用立式道牙，绿地植物品种应耐雨水浸泡。

#### 6.4.1.7 软弱地基给排水管道处理措施

由于场地地基为不良地质、软弱地基，会发生较大沉降，因此对室内外管道的敷设极为不利，故必须采取相应的措施，并按有关规范和当地规定执行，使地基的沉降不至于严重破坏管道。采取的措施如下：

(1) 室外地基进行真空预压处理，尽量减少管道沉降。场地真空预压后表面承载力可达 80KPa, 但 1.5m 深度以下承载力仅 40KPa。

(2) 室外给水管成环状，适当增加控制阀门，干线与支线的连接处加设阀门。

(3) 采用延性好、强度大、及具有柔性接口的管材。

(4) 室外排水分区布置，分散出口，各分区之间设连通管。

(5) 建筑物的进出户管设沉降补偿措施（设置不锈钢软管）。

基础与管道间留适当空隙并填柔性材料。

(6) 给排水管道均设置混凝土基础（小口径给水支管可不设）。

(7) 地基真空预压处理仅解决地面上的荷载，地面下作用不大（管道自重使管道沉降），在淤泥层敷设管道时，仍需结构打桩处理，厂区  $DN \geq 100$  的给水、消防、排水管道及各种阀门井、检查井、化粪池、隔油池等均要求打桩处理，要求 5 年内沉降不大于 20cm。

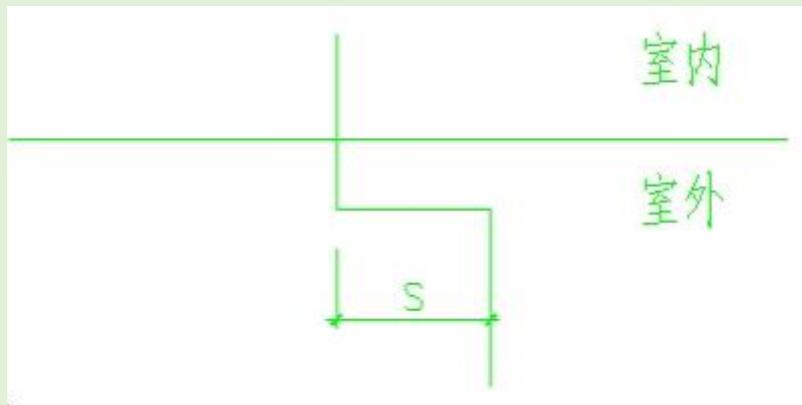
(8) 在沉降大和沉降小的两块场地交接处必须预留沉降空间，

如道路与绿化交接处，厂区与市政道路交界处等。即交接处设置检查井并按高出管顶平接的方式接入检查井，预留较大余量。

(9) 建筑物出户管穿外墙使留大洞，管顶和管底均留 150mm 空间。

(10) 建筑物出户管距首个检查井的距离尽量短。

(11) 给排水进出户管均在室外靠外墙处设置曲折段，以补偿沉降量。如下图：



图中“S”至少为沉降量的三倍。

(12) 所有检查井和构筑物的进出管的管顶和管底均留 100mm 空间，并用石棉水泥或其他柔性材料（如沥青麻丝,聚苯乙烯板、聚氯乙烯泡沫塑料板）填实。预留沉降空间。

(13) 为防止室外沉降时将外墙上雨水管拉裂或使雨水斗与天沟脱开而漏水，尽量使雨水管排至室外散水坡，沿建筑物设明沟。

#### 6.4.1.8 管材选用

##### (1) 室内部分

给水管采用钢塑复合管；消防管  $DN \leq 100$  采用镀锌钢管， $DN > 100$  采用无缝钢管镀锌；污废水管除酸碱废水管采用 UPVC 塑料排水管外，其余采用柔性接口法兰承插式排水铸铁管；压力流（虹吸式）屋面雨水系统雨水管采用 HDPE 管，重力流雨水管采用 UPVC 塑料排水管。

## （2）室外部分

给水管、消防管 DN<50mm 采用钢塑复合管，DN≥50mm 采用钢丝骨架塑料复合管；室外排水管采用高密度聚乙烯（HDPE）双壁波纹管。室外管道均埋地敷设。

### 6.4.1.9 节能节水

（1）充分利用原有厂区给排水系统、消防系统供给新建项目给排水、消防用水。

（2）各建筑物设水表计量用水，控制用水量。

（3）生活、生产用水充分利用市政水压直接供水。

（4）消火栓系统采用区域集中加压系统，各建筑物合用屋顶消防水箱、消防泵和消防水池，既管理方便又节约投资。

（5）采用节水型卫生器具，节约用水。如限制卫生器具的流出水头，采用红外线感应龙头和便器等，不采用无控制、长流水的小便槽。

（6）采用节能、节水、高效率产品。

（7）采用密封性能好的阀门、配件，新型管材以及新型接口方式，减少管网的渗漏和维修。

（8）水箱、水池溢流水位设报警装置，防止进水管阀门故障时，水池、水箱长时间溢流排水。

（9）排水采用重力排水的方式，并避免压力提升。

（10）园区设置中水供应系统，所有生活生产排水经处理后部分回用于绿化用水。设置中水系统既可节省水资源，又可保护环境，防治水污染。

### 6.4.2 暖通

#### 6.4.2.1 设计依据

(1) 国家颁布的设计标准与规范

《采暖通风与空气调节设计规范》 GB50019

《工业企业厂界限噪声标准》 GB12348

《机械工业职业安全卫生设计规范》 JBJ18

《工业企业噪声控制设计规范》 GBJ87

《建筑设计防火规范》 GB50016

(2) 有关主导工种提供的资料与设计图纸。

#### 6.4.2.2 工程概述及设计范围

项目设计范围为本工程项目的所有通风除尘空调设计。

#### 6.4.2.3 通风除尘设计

对于手工焊接等及切割工作点等采用局部通风除尘措施，采用焊烟除尘机组对切割焊接烟尘处理后排入室内，排风罩采用可移动式自衡管抽风罩，除尘设备布置在车间地面。除尘设备的焊接烟尘净化效率大于 99.9%。

对于厂房内积聚的焊接烟尘，采用焊烟净化机组处理后排入室内，除尘设备的焊接烟尘净化效率大于 99.9%。

探伤室设置全室通风，换气次数按 6 次/h 计算，严格防辐射泄漏，排风经过滤后排入大气；储片室、暗室、干片室、设全室通风，换气次数按 6 次/h 计算，其中暗室考虑遮光措施。

炉子间设置全室通风，换气次数按 6 次/h 计算。

干燥间、磨刀间设置全室通风，换气次数按 6 次/h 计算。

变电所设置全室通风，通风量按散热量计算确定，采用壁式轴流风机排风。

#### 6.4.2.4 空调设计

综合楼、食堂及活动中心的空调冷热源采用高效节能方式，室

外机可根据室内空调负荷大小的变化，通过配带的智能控制系统来控制室外机输入室内机所需要的空调冷热负荷，使得超级智慧型直流变频一拖多空调系统始终处在最佳工况下运行的多联机空调系统，智慧型直流变频一拖多空调系统使用灵活，无需专人管理，节省运行费用比常规水系统中央空调系统低 30~35%左右。办公楼、食堂餐厅所用超级智慧型直流变频一拖多空调系统，室外机设置在食堂屋面。

厂房内比较固定的人员工位设置岗位送冷风，保证节能并能实现室内空气品质。

厂房内辅助房间设置分体空调。

焊材库设独立的变温除湿机，保证室内温湿度要求。

#### 6.4.2.5 防火排烟

厂房属面积大于 5000m<sup>2</sup> 的丁类厂房，采用自然排烟方式，屋顶设通风天窗及可溶性采光带。

风机、风管均为非燃烧材料制作。风管管道保温均采用难燃 B1 级橡塑保温材料。

通风和空调系统的管道，在穿越隔墙、楼板及防火分区处应采用不燃材料封堵。

### 6.4.3 电气

#### 6.4.3.1 设计依据及范围

##### (1) 设计依据

- 1) 各专业工艺要求，建筑，暖通，给排水，动力等资料
- 2) 建房单位提供的工厂现状资料
- 3) 本工程采用的标准：

《供配电系统设计规范》            GB50052

- 《低压配电设计规范》 GB50054
- 《20kV 及以下变电所设计规范》 GB50053
- 《建筑设计防火规范》 GB50016
- 《火灾自动报警系统设计规范》 GB50116
- 《爆炸危险环境电力装置设计规范》 GB50058
- 《电能质量 公用电网谐波》 GB/T14549
- 《建筑物照明设计标准》 GB50034
- 《消防应急照明和疏散指示系统技术规范》 GB51309
- 《通用用电设备配电设计规范》 GB50055
- 《建筑物防雷设计规范》 GB50057

## (2) 设计范围

本项目设计范围主要包括项目范围内的照明、配电及消防设计；厂区系统电气设计。

### 6.4.3.2 供电设计

#### (1) 负荷性质

本工程建筑物根据工艺设备用电要求弱电机房为二级负荷、应急照明、疏散照明以及其余用电设备均为三级用电负荷，对于应急照明及疏散照明自带蓄电池作为备用电源，弱电机房采用 UPS 电源作为备用电源。

#### (2) 负荷确定

本工程电气负荷计算采用需要系数法,对于不同负载持续率下的额定功率或额定容量换算为统一负载持续率下的有功功率:(1)连续工作制电动机的设备功率等于额定功率;(2)电焊机的设备功率为从额定容量换算到负载持续率 $\epsilon$ 为 100%下的有功功率。

本工程负荷估算，本工程总体需要容量为 16500kVA，拟采用 2

台 1600kVA、5 台 2500kVA 和 1 台 800kVA 的干式变压器。

#### 6.4.3.3 电源

本工程建 10KV 高压配电所一个。采用多路 10KV 进线，采用电缆埋管引至本工程 10kV 配电所。电源引自工业区附近 10KV 开关站。

变电所低压侧设集中电容器补偿装置，电容器补偿装置带自动补偿控制器，补偿后平均功率因数为 0.90 以上。

车间变电所低压侧亦均设有低压计量表，以便厂内部考核。

#### 6.4.3.4 配电和照明设计

##### (1) 配电设计

本工程用电设备 380/220V 电源均来自新建变电所，配电用电采用放射和树干相结合的方式配电，配电干线主要采用封闭母线槽或电缆供电至配电箱，配电箱以电缆（线）放射方式供电至用电设备，大中容量设备由配电箱直接放射供电，小容量用电设备经插座箱供电。

配电箱选用 QGBD 型和 QDB 型动力配电箱，爆炸危险场所电气设备气选用防爆产品；

##### (2) 照明设计

厂房部分以金属卤化物灯具管吊式为主，照度为 100~300lx；办公部分采用高品质、节能型、高显色荧光灯管，并配以高功率因数的电子镇流器，光源显色指数  $R_a > 60$ ，色温应在 3300K~5300K 之间，照度要求：门厅 150lx 值班室 200lx，办公室 300lx；在大空间用房、走道、主要出入口等场所设置应急照明和疏散照明，出口指示灯、疏散指示灯、走道应急照明灯采用带蓄电池方式，应急照明持续供电时间应不小于 30min。照明配电箱选用 QDB 型。车间内靠墙/柱明

装，办公等用房采用嵌墙或配电间内安装方式。所有支线均采用 ZR-BV 型导线穿钢管敷设。

### (3) 区域配电线路和户外照明

从总配至车间变电所的 10kV 电缆采用埋地敷设方式；室外照明线路选用 YJV22 型电缆埋地暗敷；变电所至各建筑物的低压配电线路采用 ZR-YJV 型电缆穿管埋地敷设。

室外道路照明选用灯杆 8m 高的道路灯，光源采用节能型气体放电灯，室外照明配电箱设于配电中心，采用手动、自动控制。

### 6.4.3.5 防雷，接地及电气安全

#### (1) 防雷

本工程新增建筑为二类防雷建筑，二类防雷建筑采用屋顶四周明敷避雷带，钢屋面利用屋面板或在屋面明敷避雷带，做为防雷接闪器,利用钢屋架、钢柱作为引下线；混凝土屋面在屋面敷设热镀锌圆（扁）钢避雷带组成不大于 10m×10m 的网格作为接闪器，利用柱子内钢筋作为引下线，基础内的钢筋作为接地极。要求接闪器，引下线，接地极相互焊接连通。按机械工厂电力设计规范要求防雷的接地装置宜与电气设备等的接地装置共用，接地电阻不大于 1 欧姆。

10kV 电缆引入变电所后，电源进线柜内设有避雷器，以防雷电波侵入。变压器低压侧各相装设过电压防护器，以防止过电压冲击。

#### (2) 接地

高压 10KV 为中性点不接地系统，低压 380/220V 为 TN-S 接地系统,变压器中性点直接接地，其接地电阻不大于 1 欧姆。建筑物内的下列金属导体应作总等电位联结，即将下列导电体用总等电位联结线互相联结，并与建筑物内总接地端子相连接。分别是：PE 干线，电气装置接地极的接地干线，建筑物内的水管，煤气管，空调管等

金属管道。

### (3) 电气安全

所有电气设备正常情况下不带电的金属外壳、电缆的金属外皮、电线的保护钢管均需与保护线可靠连接。每路照明干线中设有专用接地线，配电箱至插座（箱）的线路设专用接地线。各种储罐及管道等需防静电接地处均按相关规范设置防雷、防静电接地设施。

有触电危险等场所的供电线路均设漏电保护装置。

#### 6.4.3.6 节能部分

(1) 设置低压电容器进行无功补偿，减少无功损耗，提高功率因数。

(2) 变压器靠近负荷中心，缩短供电线路,减少线路损耗。

(3) 严格按照《建筑照明设计标准》（GB50034-2013），控制照明功率密度值。

(4) 本工程照明灯具以节能型荧光灯及气体放电灯为主，采用符合电磁兼容要求的荧光灯电子镇流器或节能型电感镇流器。

(5) 办公室照明灯具控制采取靠窗一排可单独开关的方式，以达到节能的作用。

#### 6.4.4 动力

##### 6.4.4.1 工程概述及设计内容

本项目设计主要内容是新增设备的动力管道改造。

##### 6.4.4.2 主要设计依据

《工业金属管道设计规范》GB50316

《工业金属管道工程施工规范》GB50235

《工业金属管道工程施工质量验收规范》GB50184

##### 6.4.4.3 动力介质

本设计动力介质包括净化压缩空气、天然气等。

压缩空气由新采购的空压机供给，按设计压力供应接气压试验的生产用气。

天然气接自厂区原有的管道。天然气供应清洁车间的空调用气。

#### 6.4.4.4 动力管道系统

本次设计动力管道有净化压缩空气和天然气管道。

室内所有动力管道其主干管均采用沿墙或柱架空敷设，压缩空气管道为网状和枝状混合方式布置；动力管道最低点设置排水装置。

压缩空气管道(DN<50)采用焊接钢管，丝扣连接。

厂区所有动力管道原则上以埋地敷设为主，并做特加强级防腐，必要时也可采用地沟（沟内填沙）方式敷设。

动力管道均按国标要求涂色别标志。

#### 6.4.5 弱电

##### 6.4.5.1 设计依据

《智能建筑设计标准》 GB/T50314

《建筑与建筑群综合布线工程设计规范》 GB/T50311

《安全防范工程技术规范》 GB50384

《建筑物电子信息系统防雷技术规范》 GB50343

《视频安防监控系统工程设计规范》 GB50395

《建筑物防雷设计规范》 GB50057

《建筑智能化系统工程设计规范》 DGJ32/D01

##### 6.4.5.2 设计范围

(1) 综合布线系统

(2) 电话通信系统

(3) 安全防范系统

### 6.4.5.3 系统设计

#### (1) 综合布线系统 (PDS)

综合布线建筑子系统传输电缆采用单模光纤及通讯电缆，垂直布线采用多模光纤三类大对数对绞电缆，所有水平布线采用六类 4 对非屏蔽对绞电缆。电话和数据终端均采用 RJ45 型模块。

#### (2) 电话通信系统

本工程的电话通信线路采用综合布线方式。

在各办公室等用房等处设置电话终端。

#### (3) 安全防范系统

a. 监控室设在弱电间内。机房设备主要有视频矩阵主机、控制键盘、硬盘录像机、视频分配器、显示器机架、主控台等。

b. 办公区的主要出入口、重要通道，厂房，仓库等主要出入口等处安装各种类型的摄像机进行监视。

c. 防盗报警系统中的防盗报警控制器设在监控室内。当有报警信号时，监控室发出声光报警，并自动调整相应部位的摄像机摄取该处图像，以便后来取证。

### 6.4.5.4 UPS 电源及弱电防雷接地系统

电源：在弱电间设置 1 台 10KVA UPS 系统，向弱电系统的主要设备集中供电。UPS 备电时间均为 2 小时。

接地：本工程弱电系统接地根据国家有关规范采用联合接地方式：设置专用接地引下线，接地极利用基础接地，共用接地电阻不大于 1 欧姆。

办公区的电子信息系统雷电防护等级为 B 级，为防止过电压对电子设备造成损害，电源线路浪涌保护器设置按 B 级设置。机房供电系统采用 3 级防雷保护（变电所，楼层配电箱，UPS 前端）配置

三相电源避雷器。室外进线及各主要弱电设备的前端电源和信号线均加装电源及信号浪涌保护器。

## 7. 环境保护、劳动安全、职业卫生和消防

### 7.1 环境保护

#### 7.1.1 设计原则及范围

项目将按照《机械工业环境保护设计规范》(GB50894)、《工业企业厂界环境噪声排放标准》(GB GB12348)、《大气污染物综合排放标准》(GB16297)、《污水综合排放标准》(GB8978)、《一般工业固体废物贮存、处置场污染控制标准》(GB18599)等相关规定的要求,坚持“同时设计、同时施工、同时投产”的环境保护“三同时”原则。设计对生产过程中可能产生的污染物进行有效治理,达到国家和地方规定的标准后才予以排放。设计尽可能采用无污染少污染,低噪音的先进工艺和设备。尽可能因地制宜,采用综合利用与回收技术,在污染治理及综合回收过程中,尽量避免产生二次污染,如产生二次污染,必须采取相应的治理措施。

#### 7.1.2 主要污染源、污染物及防治措施

本项目主要新增设备为机加、探伤、焊接、起重运输。实施产生的污染物主要为:机加工设备产生的乳化液废液和废屑、焊接设备产生的焊接烟尘、新增人员产生的生活垃圾和生活污水、试验设备产生的噪声。

##### (1) 粉尘废气治理

①焊接采用埋弧自动焊机和气体保护焊,减少手工焊接工作量,降低焊接烟尘的排放;同时对焊接烟尘采取治理措施,对于固定台位的焊接地点,设计局部排风罩,焊接烟尘通过排风风管,集中处理以后高于屋面排放。焊接场地会产生有害的焊接烟尘,对于相对固定的焊接工位,采用焊烟净化机组抽吸焊烟,并作再循环式的净化。经处理后,车间内焊接烟尘时间加权平均容许浓度 $<4\mu\text{mg}/\text{m}^3$ ,

满足国家标准要求。

②喷丸室内工件清理作业时，产生氧化铁粉尘。喷丸设备采用上送风、下侧抽风结构，经扩容式沉降箱、滤筒式除尘器二级除尘过滤后，高空排放，浓度小于国家有关排放标准，满足国家排放要求。过滤效率可达99%以上。同时，在喷丸室还设置机械排风系统，换气次数不小于10次/h。

③喷漆室内进行油漆作业时，产生油漆废气（主要成分为二甲苯），设置废气收集系统进行收集，收集率在95%以上，同时配有机废气处理装置，有机废气处理采用活性炭纤维吸附、热气流脱附和催化燃烧组合有机废气净化装置进行治理，二甲苯处理效率可达90%以上。同时，在喷漆室设置机械排风系统，换气次数不小于10次/h。

④柴油机总装试验试车时采用的燃料为柴油。试验试车时排放的大气污染物主要包括氮氧化物（NOX）、二氧化硫（SO<sub>2</sub>）、一氧化碳（CO）和碳氢化合物（HC）四部分。使用废气后处理（SCR）技术能使NOX的排放浓度和排放速率降低90%以上，且不影响柴油机的燃油消耗率，同时具有降低噪声的效果。本项目配备SCR处理装置，处理后的尾气通过高排气筒高空排放，各类污染物的排放满足国家和地方的《大气污染物综合排放标准》的要求。

## （2）废水处理

### ①生产废水

本项目生产废水主要污染物为：油、COD、SS、酸碱等，生产废水均排入生产废水管，至新建生产废水处理站集中处理，达到广东省《水污染排放标准排放限值》（DB44/26-2001）三级标准(第二时段)后排入园区生活污水管道，至园区集中污水站进一步处理。生

产废水处理工艺主要为隔油、中和、混凝反应、絮凝反应、沉淀、气浮及过滤等。污泥进入污泥池，经压滤后，泥饼外运。废水处理站可全自动运行，生产废水处理站处理能力为：10m<sup>3</sup>/h。

## ②生活废水

包括生活污水和生活废水，其中生活污水经化粪池处理后排入园区生活污水管道，其余生活废水直接排入园区生活污水管道，与处理后的生产废水一起排入园区集中污水站处理。

园区集中污水处理站收集生活排水及处理后的生产废水，经过处理并达到广东省《水污染排放标准排放限值》（DB44/26-2001）一级标准（第二时段）后，除部分进行深度处理达到《城市污水再生利用 城市杂用水水质》（GB/T 18920-2002）后作为中水回用于绿化用水外，其余处理达标的污水排入北面市政污水管网接入口。

## （3）噪声控制

本项目噪声污染主要来源于试验车间柴油机试车、空压机噪声、风机、喷漆设备、机械加工等。

在满足生产要求的前提下，工艺设备选用低噪声设备或者消声器。柴油机试验系统采用建筑结构隔声和柴油机排烟管出口装消声器消声等措施。采用金属微孔内加超细玻璃棉作吸声，应用于有噪声源的房间四周墙壁以及吊顶。门为隔声门、窗为双层玻璃隔声窗。

## （4）废料治理

本项目主要废料为下料、加工产生的边角余料和废焊丝、焊渣及生活垃圾等固体废料，废焊丝、焊渣由具备相关回收资质的单位回收再利用，生活垃圾由环卫部门统一清运处理。漆渣、含油废弃物、污泥等危险废物送至危险品及危废品库，由具有相关资质的单位集中处理。

## （5）绿化设计

绿化是环境保护的重要内容之一，绿化既能调温调湿，减噪挡尘，净化空气，改善劳动条件，又能美化厂容。本项目合理地进行绿化规划、设计，为职工创造必要的户外活动场所，促进文明生产，增进职工身心健康。

## 7.2 劳动安全、工业卫生及消防

### 7.2.1 设计原则及范围

项目方案中将严格按照《生产过程安全卫生要求总则》（GB12801）和《机械工业职业安全卫生设计规定》（JBJ18）有关的职业安全卫生设计标准、规范进行职业安全卫生工程设计。预防为主，将不安全因素、事故隐患消灭在设计过程中，从根本上保障工人的安全与健康。坚持经济合理，不采用危害职业安全卫生的新工艺、新材料、新技术、新设备，减轻工人劳动强度，改善工人劳动条件。坚持主体工程与职业安全卫生同时设计、同时施工、同时投产的“三同时”原则。

整体考虑职业安全卫生工程，列入工程总投资费用。

### 7.2.2 劳动安全

#### （1）防火防爆

在总图布置上，厂区道路根据车流量、人流量确定宽度，保证人流、物流畅通无阻。通道转弯处、交叉口安全视距内不种高大有碍视线的树木。新建建筑物与原有建筑物之间留有足够的符合消防要求的防火间距，生产车间设环形车道相通，以保证消防车量畅通无阻和人员安全。室内室外均设消火栓系统。

本设计涉及到的危险品主要是丙烷、氧气、柴油等，包含燃烧、爆炸等危害，设计中均按国家有关规范要求设置了有效的安全措施，

如保温隔热、自动控制、安全报警等安全措施。可燃气管道作防雷、防静电保护等措施。

## (2) 电气安全

防雷：本项目新建厂房为二类防雷建筑，二类防雷建筑采用屋顶四周明敷避雷带，钢屋面利用屋面板或在屋面明敷避雷带，做为防雷接闪器，利用钢屋架、钢柱作为引下线；混凝土屋面在屋面敷设热镀锌圆（扁）钢避雷带组成不大于 10m×10m 的网格作为接闪器，利用柱子内钢筋作为引下线，基础内的钢筋作为接地极。要求接闪器，引下线，接地极相互焊接连通。按机械工厂电力设计规范要求防雷的接地装置宜与电气设备等的接地装置共用，接地电阻不大于 1 欧姆。

10kV 电缆引入变电所后，电源进线柜内设有避雷器，以防雷电波侵入。变压器低压侧各相装设过电压防护器，以防止过电压冲击。

防触电：厂房的电缆进线处均应可靠的重复接地。所有电气设备正常情况下不带电的金属外壳、电缆的金属外皮、电线的保护钢管均需与保护线可靠连接。每路照明干线中设有专用接地线，配电箱至插座（箱）的线路设专用接地线。各种储罐及管道等需防静电接地处均按相关规范设置防雷、防静电接地设施。

有触电危险等场所的供电线路均设漏电保护装置。

## (3) 防机械伤害

厂房内均设有足够宽的纵横向通道，一般通道宽度为 3m，过跨及对外主要运输通道宽度大于 4m，工部划分明确，中间设有固定的堆放场地，严格按生产和物料管理要求摆放工件，工艺设备之间考虑了安全检修场地及足够的操作位置，确保安全作业。设备往复、高速旋转外凸部分，均设置安全防护屏障。对于有跌落危险的平台、

地坑及有危险的地方均安装了防护栏杆及盖板或防护网。剪切机械设备按设备设计安全要求，除必要的防护屏外，还要求设置防止误操作及设备误动作装置，并设置紧急事故急停开关。

#### （4）建筑安全

建筑设计贯彻“安全第一、预防为主”的方针。做到设计安全可靠、技术先进、经济合理。建筑物耐火等级为二级，按七度抗震设防。建筑设计根据结构形式、平面尺寸分别设置变形缝（伸缩缝、沉降缝、抗震缝）。建筑防火设计严格执行“建筑设计防火规范”有关规定。建筑物的安全出口、通道、疏散距离均满足规范有关要求。

检修梯及办公室扶梯的角度按 45 度设计，扶手踏板要安全、方便。

巡检走台全部采用花纹钢板铺设，保证柱间支撑缀条、桥架等走道上方的空间，避免检修人员碰头，保证安全。

吊车维修梁数量、长度及高度设计合理，满足检修要求。起重机爬梯设置的位置及上车梯口设计合理。

为了保持室内的清洁、建筑楼地面设计尽量采用不易起灰的面层。有水易滑的楼地面采用防滑地砖面层。楼梯踏步均设防滑条。

### 7.2.3 工业卫生

#### （1）防尘防毒

生产中产生的焊接烟尘，采用局部排风、集中排放方式处理。在每个工位布置排风末端设备(排风罩、悬臂等)；个别废气发生源采取悬臂吸尘，在工作半径内可不同时控制多个点；在远离排风系统的焊接操作点可以采用移动式焊接烟尘除尘单机，进行净化处理。粉尘集中收集后车间外高空排放。

#### （2）防暑降温

根据《高温作业允许接触热时间限值》的规定，设置高温作业人员休息室，定时安排高温作业人员休息，休息室内应有防暑降温设施和措施。适当调整作业人员的工作时间，避开高温时段，合理劳动组合。

### （3）个人防护用品

将按要求为员工配备符合国家标准和行业标准的劳动防护用品，为相关人员配备防护眼睛等，使员工在劳动过程中避免和减轻事故伤害和职业危害。

## 7.2.4 消防

### （1）总图消防

厂内新建建筑物与原有建构筑物之间间距均满足《建筑防火规范》的要求。环形道路贯通全厂区域，消防车行驶道路在 7.0m 以上，满足消防规范的要求。区域消防由开发区消防管理部门负责，保证在规定时间内到达火灾现场。

### （2）建筑消防

严格遵守《建筑设计防火规范》的规定，保证满足防火要求。

#### 1) 生产厂房部分

根据工艺所提生产性质，本工程生产车间属丁类生产车间，建筑物耐火等级均为二级，根据《建筑设计防火规范》有关规定，生产厂房均为一个防火分区，每个防火分区均设不少于两个安全出口，满足规范要求。车间生活室部分采用防火墙、甲级防火门与生产车间分隔，安全出入口与疏散楼梯均能满足要求。

#### 2) 办公生活设施

综合楼等建筑物耐火等级为二级，每个防火分区面积均控制在 2500m<sup>2</sup> 以内，满足规范要求。每个防火分区均设不少于两个安全出

口，疏散最大距离控制在规范要求范围以内。

### 3) 动力站房部分

#### ①危化品及危废品库

该建筑物耐火等级为二级，存放物品类别属甲类。不同物品采用防火墙分隔，存放液体的库房设置门槛，以防止泄漏液体扩散，每间库房均设有外门、外窗，采用铜铰链，不发火花地面，利用外门、窗及轻质屋顶作为防爆泄压面积。

#### ②其余动力站房

其余动力站房建筑物耐火等级均为二级，每层一个防火分区，均设不少于两个安全出口，疏散距离、防火分区面积均符合规范要求。

### (3) 消防给水设计

#### 1) 消防用水量

各厂房均为丁类，二级耐火等级，消防用水量按技术办公楼计。

室内消火栓用水量: 30L/S 火灾延续时间为 3h

室外消火栓用水量: 40L/S 火灾延续时间为 3h

自动喷淋系统用水量: 28L/S 火灾延续时间为 1h

#### 2) 室内外消火栓系统

厂区设置独立的 DN200 环状消防管，与生活给水管分开设置。厂区按间距不超过 120m 沿道路布置 DN100 室外消火栓。

设置 400m<sup>3</sup> 地下消防水池一座，储存 2 小时室内外消防水量，设置地下消防泵房，内设消火栓泵 2 台（1 用 1 备）。厂区内主要建筑均设置室内消火栓系统。室内消火栓管成环状，并设两条进水管与室外消防管相连。

各建筑物消火栓初期灭火用水均由设在综合楼屋面的消防水箱

(有效容积 18m<sup>3</sup>)供给，随后灭火由地下消防水泵房内的消火栓泵抽地下消防水池水加压供给。

### 3) 自动喷淋系统

根据规范，在综合楼内办公室及中厅回廊等场所设自动喷水灭火系统，危险等级按中危险级 I 级设计，喷水流量为 28L/S，火灾延续时间 1h。

自动喷淋系统初期灭火用水由综合楼屋顶消防水箱供给，随后灭火由设在水泵房的自动喷淋泵抽消防水池水加压供给。为保证火灾初期最不利点喷头的最低工作压力大于 0.1Mpa，在屋顶消防水箱出水管上设置一套屋顶消防增压装置。

自动喷淋系统竖向均为一区，共设置 2 套湿式报警阀，湿式报警阀前后设信号阀。每个防火分区、每个楼层均设水流指示器和信号阀，火灾时水流指示器向消防控制室报警并指示火灾区域，同时湿式报警阀动作，由压力开关启动喷淋泵。

### 4) 灭火器配置

各建筑物内按规范配置相应数量的磷酸铵盐干粉灭火器，在火灾危险性较大的场所配置推车式磷酸铵盐干粉灭火器。

#### (4) 暖通消防

1) 生产类别为丁类的生产厂房，按《建筑设计防火规范》GB50016-2014 的要求。在屋面上设置自然通风器进行通风排烟可满足火灾时的排烟要求。

2) 各生产厂房的二层和三层辅房，按《建筑设计防火规范》GB50016 要求，设计按走廊面积 60m<sup>3</sup>/m<sup>2</sup>h 的排烟量设置机械排烟系统，排烟风机为高温专用排烟风机。

3) 本设计所采用的通风空调风管与保温材料均为难燃型。

4) 综合楼、食堂内穿移楼板处的通风立管与没层的水平连接风管上管上，还有进出通风机、空调机房的送回风风管上均设有（70℃自动关闭）防火阀。在排烟风机的入口处设有（280℃自动关闭）的排烟阀。

#### （5）电气消防

厂房内消火栓设按钮可直接启动消防泵房的消火栓泵。本工程在综合楼底层设消防报警控制室，电源采用消防电源。厂房内各出入口均设置出口指示灯、疏散指示灯、疏散楼梯和走道应急照明灯，采用带蓄电池方式。应急照明平时采用就地控制，火灾时由消控室自动控制点亮全部应急照明灯。

## 8. 节能及合理用能

项目将按照《机械工业工程节能设计规范》(GB50910-2013)和国家相关规定的要求,在生产能源管理与节约能源方面采取必要的措施。

### 8.1 能源供应

根据项目组成内容、工艺生产需要以及生产辅助设施情况,本项目所需能源和自然资源主要有电力、氧气、丙烷、柴油、混合气(20%二氧化碳、80%氩气)、氩气、压缩空气及水等。

电力供应:本项目新建一座10kV配电中心,10kV电源引自供电部门的110/10kV区域站。

供电由总园区配电中心引出供给;

压缩空气由新建空压站房提供;

氧气、丙烷、二氧化碳、氩气等由新建气站供应;

柴油由自建供油站供应;

水:生活消防给水及生产用水由市政水管网接出。

### 8.2 项目主要能耗概况

本项目实施约需要新增消耗能源约11596.6t标煤。新增能耗见下表。

序号	能耗种类	单位	消耗量		
			全年		
			实物耗量	折标煤 (t)	折标煤系数
1	电	kW.h	20680000	2541.6	0.1229 (当量值)
				6927.8	0.335 (等价值)
2	水	m <sup>3</sup>	250000	64.3	0.257

3	柴油	t	3000	4371.3	1.4571
4	压缩空气	m <sup>3</sup>	10000000	400	0.04
5	氧气	m <sup>3</sup>	180000	72	0.4
6	丙烷	m <sup>3</sup>	150000	282.9	1.886
7	二氧化碳	m <sup>3</sup>	50000	21.6	0.431
8	氩气	m <sup>3</sup>	300000	201	0.67
9	天然气	m <sup>3</sup>	3000000	3642	1.214
	合计			11596.6 (当量值)	
				15982.8 (等价值)	

### 8.3 主要节能措施及效果

本项目坚持贯彻国务院颁发的《节约能源管理暂行条例》，工程设计中尽可能节约能源并合理利用能源，主要措施如下：

(1) 企业内加强能源管理，提高能源利用率，建立健全的能源消耗系统，各进入管均设表计量，以利控制。

(2) 在生产厂房工艺布局调整规划中，按产品的生产工艺流程组织生产，做到工艺流程顺畅、工艺线路最短，以节约能源。

(3) 在工艺、公用设备选用上尽量选用先进、高效的加工设备、数控设备，高效节能的设备，以提高生产率，在保证产品质量的同时又有利于节约能耗。采用经济、适用、先进的工艺代替落后的工艺，减少能源消耗，提高经济效益。如：板材的下料采用数控火焰切割机，可以进行批量化生产，既提高了材料的利用率，又提高了生产效率，与传统手工火焰切割机进行比较，可以节能 8% 左右。纵、环缝采用埋弧自动焊尤其是窄间隙焊接工艺，显著减少焊接工作量，节约材料和人工；埋弧焊自动焊配以焊接辅机从而提高作业的机械化程度和焊接自动化水平，减少手工焊接，提高劳动生产效

率，降低能耗。采用电动砂轮替代风动工具打磨，减少二次能源浪费。

(4) 在总体布置上，对厂房的布置、辅助设施的布置、物料出入口的设置，充分考虑到物流短捷的合理性，性质相同或联系频繁密切的车间组合布置，缩短运距，节省能耗。

(5) 建筑设计中，尽量提高自然通风和自然采光强度，减少机械能耗和照明能耗。

厂房屋面用挤塑聚苯板保温隔热，墙面采用离心玻璃保温棉，以保证室内的工作环境。

防冷桥措施：外墙板与墙梁、节能墙体、管道穿过处，均作防冷桥处理。缝隙处均需用离心玻璃棉或其他保温材料严密封堵。

(6) 车间变电所布置遵从变压器深入负荷中心原则，缩短低压供电线路，减少线路损耗。选用低损耗的干式变压器，减少变压器自身耗损。设置低压电容器进行无功补偿，减少无功损耗，提高功率因素。照明系统采用高效节能灯具，提高节能效果。

(7) 充分利用市政水压供给生活、生产用水。消火栓系统采用区域集中加压系统，各建筑物合用屋顶消防水箱、消防泵和消防水池，既管理方便又节约投资。水压试验用水均循环使用。基地设置中水系统，接自生活基地中水系统，供绿化、冲厕用水，节水显著。采用节水型卫生器具，节约用水。采用节水型卫生器具，节约用水。采用节能、节水、高效率产品，采用密封性能好的阀门、配件，新型管材以及新型接口方式，减少管网的渗漏和维修。水箱、水池溢流水位设报警装置，防止进水管阀门故障时，水池、水箱长时间溢流排水。排水采用重力排水的方式，并避免压力提升。

(9) 各车间均配置水、电等能源计测装置，进行二级计量。指

派专人负责能源使用的监督和管理，加强维修，防止“三漏”，减少能源浪费。

#### **8.4 能源管理机构**

公司、车间设能源管理机构，专职人员负责节能工作。公司和车间重视能源及耗能工质的计量、使用和核算管理，建立了生产责任制，以促进节能、节水工作的有效实施。

工段设立水、电、气等动力装置的二级计量管理，实行生产成本核算，以降低能耗。对主要耗能设备配置单独的能源计量仪表，并设专人进行管理。

## 9. 生产组织及人员培训

### 9.1 生产组织

本项目盾构机整机业务引入整个的团队，由新建的盾构机公司进行管理，包括技术消化、转化、再创新的研发、生产管理等技术管理人员和保证生产需要的制造、安装、设备维修等生产人员。其他业务拟在广重集团的生产管理机构的基础上进行调整。

### 9.2 人员及管理

本次项目实施计划劳动定员人员如下：

序号	类别	工作人员数				备注
		共计	一班	二班	三班	
1	基本工人	2220	1000	920	300	
2	辅助工人	520	250	200	70	
	工人合计	2740	1250	1120	370	
3	技术及研发人员	600	300	200	100	
4	管理服务等人员	280	150	100	30	
	工作人员总数	3620	1700	1420	500	

### 9.3 人员培训

#### 9.3.1 培训重点

本项目的盾构机整机工艺先进，对人员素质要求高，因此，需要对有关技术人员和操作工人进行学习培训，培训合格方可上岗。或请专家来厂指导，尽快地掌握技术。全体员工应该在技能水平、质量意识、服务意识、市场竞争观念等方面全面提高，才能体现高技术企业的精神面貌。

重点提高技术工人掌握新工艺、新设备、运用新技术的生产技能水平，加强员工对产品转化设计、工艺编制、设备维修保养、生产加工等方面的能力。

### 9.3.2 培训方式

#### (1) 工程技术人员

通过技术交流、国内外考察及技术讲座等方式，使工程技术人员掌握新技术、新工艺、新材料的知识，了解并掌握国内外同类产品的研发技术和制造工艺技术。

#### (2) 生产工人

对生产工人进行理论知识及操作技术培训，使其掌握本岗位工序质量控制的方法和手段、安全生产和劳动保护知识以及所使用设备的维护及故障排除技能，实行持证上岗。

## 10 实施进度建议

根据资金筹措和工程项目内容，本工程计划在 24 个月内完成，项目实施内容主要包括：

- a.前期工作（项目建议书和可研报告编制及批复）；
- b.方案设计；
- c.施工图设计；
- d.工程施工；
- e.设备的采购、安装和调试；
- f.竣工验收及投产。

根据项目内容和分年度投资计划，实施进度建议如下表：

年月 实施进度	2022年 二季度	2022年 三季度	2022年 四季度	2023年 一季度	2023年 二季度	2023年 三季度	2023年 四季度	2024年 一季度
可行性研究报告编制及审批	—							
方案设计	—							
施工图设计	—							
设备订购和安装调试	—							
土建工程施工	—							
试生产及竣工验收	—							

## 11 广重投资估算和资金筹措

### 11.1 投资概述

本估算是广州工业控股集团有限公司拟建设的大岗生产基地建设，其中广州广重重机有限公司生产基地项目可行性研究阶段的总投资估算，项目建设期 2 年，本项目建设场地位于广东省广州市南沙大岗洪奇沥水道旁原广州重机及广柴的新征用地内，具体为中船中路与中船东路交叉口西南角位置，地块西侧均为规划工业用地，南侧为洪奇沥水道，项目用地面积 331392.727 m<sup>2</sup>（合计 497.09 亩，含已建占地面积约 96.85 亩），工程新建盾构机焊接厂房、盾构机装配厂房、汽轮及电机组厂房、焊接厂房、液态气体站、丙烷站、综合楼、食堂及活动中心、倒班宿舍、门卫及室外道路、广场、停车场、产成品堆场、厂区管网系统、绿化、围墙、大门等，新建建筑面积 193881m<sup>2</sup>。拆除原有建筑 5765m<sup>2</sup>、拆除道路、硬化地面等构筑物 16060m<sup>2</sup>，利用原有重型厂房及码头建筑面积 46222 m<sup>2</sup>。项目完成后形成年产盾构机刀盘等配件 40 套、石化容器 35000 吨、汽轮机 100 台、发电机 60 台、柴油机结构件 9500 吨以及对外精密件加工产值 5000 万元的生产能力，以及部分厂房、办公楼、宿舍、堆场等出租，达产年含税收入达到 23.4257 亿元。项目估算总资金 352609.6 万元，其中新增固定资产投资 181660 万元（含增值税 15337.5 万元），新增流动资金 88120 万元，利用原有土地、厂房、设备及其他待摊资产等合计 82829.6 万元。根据国家发改委统计口径计算的新增总投资 208096 万元，其中固定资产投资 181660 万元、铺底流动资金 26436 万元。

### 11.2 固定资产投资估算

#### 11.2.1 投资估算编制依据

- (1) 企业提供的发展规划、生产协作等要求
- (2) 《广东省建筑装饰工程计价定额》(2018版)
- (3) 《广东省安装工程计价定额》(2018版)
- (4) 《广东省市政工程计价定额》(2018版)
- (5) 2022年5月广州市造价信息
- (6) 工业项目固定资产投资可行性研究报告编制规定
- (7) 招标代理服务费依据国家计委计价格[2002]1980号文
- (8) 可研编制费依据国家计委计价格[1999]1283号文
- (9) 工程保险费参照现行保险费率政策估算
- (10) 建设单位管理费依据国家财政部财建[2016]504号文
- (11) 勘察设计收费、招标代理服务费、环境影响评价费、前期工作咨询费、工程监理收费依据关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知(发改价格〔2015〕299号)精神按参考原标准和市场竞争成交价等情况根据原标准进行下浮估算
- (12) 企业提供的有关投资及财务资料
- (13) 现行国家有关投资的财税政策文件
- (14) 各公用、工艺专业提供的资料、说明

### 11.2.2 编制方法

#### 1) 建筑工程

建筑工程投资根据工程量按同类工程造价指标进行估算，包括土建工程、附属建筑物的暖通、配电、弱电、消防控制等管线工程、设备基础费用。

#### 2) 公用设备工程

指独立发挥作用的变电站、变电所、空压站房、供气站、循环水站、供油站等公用设施，供气站、供油站设备为租用，其他设备

价格按市场询价计，并按设备原价的百分比加计运杂费及安装费。

### 3)工艺设备

工艺设备根据主要设备明细表逐台计价，其中国内通用设备根据现行价或询价计价，通用非标准设备根据通用非标准设备价格估算办法计价，进口设备通过第三方按国内采购计，设备清单中的价格为含税价，设备运杂费、安装费及基础费按占设备原价的百分比计算，设备基础费用包含于建筑工程投资中。设备原价详见各“工艺设备清单”。

车间的工器具费按设备购置费的 1%-1.5%计。

### 4)其他费用

其他费用依据建设项目概算编制办法及各项概算指标及地方和国家的有关规定计算，其中基本预备费按 5%估算，未计价差预备费，土地利用原有。其他费用详见“其他费用估算表”

## 11.2.3 编制结果及投资构成

根据工程内容新增全部固定资产投资估算编制结果为 181660 万元，具体构成如下表所示，详细构成见“新增投资估算表”。

序号	项目名称	投资	占比(%)	备注
1	建筑工程	108331.8	59.63	
2	设备购置费	49400.0	27.19	
3	设备安装工程	1442.4	0.79	
4	工器具费	656.5	0.36	
6	其他费用	11071.8	6.09	
7	基本预备费	8547.5	4.71	
8	建设期利息	2210.0	1.22	
	合计	181660.0	100.00	

以上全部投资预计形成建筑物固定资产 112510 万元(含设计费、监理费、预备费、建设期利息等分摊，不含购建增值税)，设备固定

资产 51778 万元(含设计费、监理费、预备费、建设期利息等分摊, 不含购建增值税), 待摊销其他资产(含临时设施费、生产准备费等开办费用, 不含增值税)997 万元, 软件无形资产 1038 万元(不含增值税), 另有资产购建增值税 15338 万元作为进项税直接抵扣产品销售的销项税而未形成固定资产。详见“投资估算表”、“折旧及摊销计算表”。

#### 11.2.4 流动资金估算

采用详细估算法计算流动资金需要量, 并考虑企业完成后生产的特点进行测算, 各项占用的流动资金的周转天数按如下考虑, 应收账款(含应收票据)周转天数: 97 天, 应付账款(含应付票据)周转天数: 120 天, 原材料周转天数: 80 天, 在产品周转天数: 120 天, 现金周转天数: 120 天, 产成品周转天数 45 天, 燃料动力周转 30 天, 预收款按营业收入的 30%计、预付原材料、外购外协费等按 30%计。经计算达产年需流动资金总额 88120 万元, 其中铺底流动资金 26436 万元。详见“流动资金估算表”。

#### 11.2.5 利用原有资产情况

利用原资产包括一期建设工程共计 119458.5 万元, 原有资产由于拆除、折旧及设备更新等原因, 计入本次的资产广重按厂房屋原值 37101 万元、净值 28735 万元, 机器设备原值 22845 万元、净值 21072 万元, 土地 33023 万元(部分由广柴项目分摊), 广柴利用原有设备计 3000 万元、土地费 7500 万元(已计入项目新增投资), 其他拆除损失等待摊 26128.5 万元由财务核销不计入本项目, 扣除后广重按净值共计利用原有资产 82829.6 万元。

### 11.3 广重总投资、分年度投资计划及融资方案

#### 11.3.1 广重总投资

新增固定资产投资 181660 万元(含建设期利息), 流动资金为 88120 万元, 利用原有资产净值 82829.6 万元。按全部流动资金合计总资金投入为 352609.6 万元。按铺底流动资金计算的报批新增总投资为 208096 万元。

### 11.3.2 分年度投资计划

根据项目具体情况及实施计划, 确定建设期为两年(包括前期时间)。本项目新增固定资产投资第一年投入 88000 万元, 第二年投入 93660 万元。流动资金的投资根据生产安排逐年投入, 在投产后三年内投入。

分年度投资计划详见“新增投资及资金筹措表”。

### 11.3.3 融资方案

#### 1) 融资组织形式

本项目由广州工业控股集团有限公司下属广州广重重机有限公司负责实施, 该项目为既有法人企业筹集资金投资该项目。

#### 2) 广重项目总投资及资金筹资方案

广重部分新增固定资产投资 181660 万元(含建设期利息), 流动资金为 88120 万元, 利用原有资产净值 82829.6 万元。按全部流动资金合计总资金投入为 352609.6 万元。按铺底流动资金计算的报批新增总投资为 208096 万元。

资金来源为: a. 资本金筹资 153598 万元, 其中申请工控集团增资 78998 万元, 占 51.43%, 广轻机以土地收储出资 74600 万元, 占 48.57%, 资本金筹资中用于建设资金 124952 万元、用于建设期利息 2210 万元、用于流动资金 26436 万元。b. 债务资金筹措 116182 万元, 其中申请银行长期借款 54498 万元, 占 46.91%, 申请银行流动资金短期借款 61684 万元, 占 53.09%, 债务资金中用于建设投资 54498

万元、用于流动资金 61684 万元。c.利用原有资产 82829.6 万元以实物资产和土地投入。

### 3) 广重项目资本金

参照国家规定，企业新增资本金的最低限度=项目新增总投资×国家规定比例(20%)=(181660+88120×30%)×20%=41619.2 万元

因此本项目企业新增自有资金必须大于 41619.2 万元

项目新增资本金 153598 万元，资本金占上报项目的总投资比例超过国家最低限要求，资本金来源为募集资金和企业自有资金。

广重项目总投资使用计划与资金筹措见“新增投资及资金筹措表”

#### 11.3.4 有关问题说明

1)根据计投资 [1999] 1340 号文件，涨价预备费暂按 0%计。

2)根据国税发 [1994] 021 号文投资方向调节税按零税率计算。

3)本项目未计用地范围外的外线接线费。

4)本项目场地平整及拆除清理费用、地基处理费用已计入项目投资。

5)按全部固定资产投资和项目实际用地面积计算的投资强度为 7981 万元/公顷折 532 万元/亩，不含原有已投入部分资产则为 365.4 万元/亩，符合国土资发 [2008] 24 号文的要求。

## 12.广重项目财务效益分析

### 12.1 项目说明

本项目财务评价按照国家发改委《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)的有关规定进行编制,本项目测算按新增产能的增量测算,不步及企业的原有经营,利用原有资产部分视同新增投资形成合并计入分析,即按新增模式进行项目财务评价。项目建设期按2年计,计算期按12年计,生产运营期10年,本项目定员按2000人计,项目第五年开始为达产期,折现率参考《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)调查值及广州广重重机有限公司对资金回报的要求确定按6%计。

### 12.2 产品成本估算

产品成本估算根据现有企业的生产组织形式及可能的物料供应方式和渠道,参考同类企业按产品的消耗定额进行估算直接成本,按现有企业的费用标准综合平均后并考虑完成后的规模水平估算间接成本,详述如下:

1)原材料及燃料动力费用根据生产纲领的单位产品耗量和相应市场价格进行估算;

2)工资及附加按项目定员。根据现有水平及工资增长趋势,在投产五年内人均增长到11.41万元/年的报酬水平估算(含职工福利费及五险一金费用);

3)折旧费:建筑物固定资产按4.75%(20年残值5%)、机器设备按综合折旧率9.5%(10年残值5%)计;

4)修理费按固定资产原值的0.65%提取;

5)推销费:土地无形资产按40年推销,技术无形资产按10年推销,其他待摊资产中原有部分按10年、新增部分按5年推销;

6)财务费用：按国家人民银行公布的基准利率计算，长期借款考虑浮动按4%计，流动资金借款综合按3.76%计；

7)研发费，分别按产品营业收入的3.5%计（不含人工、折旧、修理费），租赁收入不计研发费；

8)其他费用是为了便于项目评价的计算，将制造费用、管理费用和销售费用作了适当归并后计入，即将制造费用、管理费用和销售费用中的折旧、摊销、修理、工资及附加等费用剔除后，按指标估算，销售费用包括运输装卸费。

经测算，达产正常年份的总成本为183537万元，其中固定成本为45467万元，可变成本为138069万元。经营成本为166092万元。

详见“折旧及摊销计算表”、“总成本费用估算表”。

### 12.3 销售收入、销售税金及利润估算

1)销售收入按产品产量和预计的销售价计算，销售价格参考目前的价格并考虑一定的竞争优势确定，经计算达产年可实现销售收入含税为234257万元，不含税收入为207707万元。以下收入和成本都按不含税价测算。达产年营业收入见下表：

序号	产品名称	产量 (台、 t、%)	单价(万 元)	合价(万 元)	税率 (%)	含税收入 (万元)
(一)	盾构机产业					
1	盾构机配件	40	862.83	34513	13	39000
(二)	石化容器					
1	重型压力容器(复合钢板)	20000	2.21	44248	13	50000
2	重型压力容器(碳钢)	15000	1.77	26549	13	30000
(三)	汽轮机产业					
1	N/C/B型 2-5MW (以4MW为 代表)	6	442.48	2655	13	3000
2	N/C/B型 5-9MW (以7MW为 代表)	10	530.97	5310	13	6000
3	N/C/B型 10-15MW (以12MW 为代表)	60	619.47	37168	13	42000
4	N/C/B型 16-20MW (以18MW 为代表)	12	707.96	8496	13	9600
5	N/C/B型 22-25MW (以23MW 为代表)	8	840.71	6726	13	7600
6	N/C/B型 25MW 以上 (以	4	1061.95	4248	13	4800

	30MW 为代表)					
(四)	发电机产业					
1	QF8-2/4	10	141.59	1416	13	1600
2	QF12-2/4	15	176.99	2655	13	3000
3	QF18-2/4	20	252.21	5044	13	5700
4	QF30-2/4	10	283.19	2832	13	3200
5	QF50-2/4	5	530.97	2655	13	3000
(五)	结构件	100	0.79	7482	13	8455
(六)	精密加工	100	44.25	4425	13	5000
(七)	出租及加工业务			0		
1	办公楼出租	12000	0.2177	2612	9	2847
2	宿舍出租	11000	0.1101	1211	9	1320
3	码头出租	100	2.7523	275	9	300
4	厂房出租	32028	0.2202	7052	9	7687
5	堆场出租	12000	0.0110	136	9	148
	小计			207707		234257

2)销售税金包括产品增值税、城市维护建设税、教育费附加、地方教育费附加、水利建设基金及印花税等，产品增值税税率按13%计(以销项税减进项税)，建筑安装工程、运输费的增值税税率按9%计，城市维护建设税、教育费附加、地方教育费附加分别按增值税的7%、3%和2%提取，印花税按分别按加工收入、产品收入和租赁合同收入的0.05%、0.03%和0.01%计，土地使用税按用地面积5元/m<sup>2</sup>，房产税按建筑物原值减30%后按1.2%计税（构筑物按总额的40%扣除）。根据国家增值税转型政策，本项目发生的设备资产购建增值税共计15337.5万元，在项目投产的头几年进行抵扣。

3)企业所得税按应税所得额的25%计，盈余公积金按10%在可供分配利润中提取。经计算生产期平均的企业新增的所得税为5646万元。

4)其他业务利润、长期投资收益、营业外净支出等本项目都未预估算。

通过计算，达产正常年实现销售税金为11340万元，其中增值税9755万元，企业年可实现的利润总额为22584万元。年合计上交税金17548万元，折34.2万元/亩。

详见“销售收入及销售税金估算表”、“损益表”。

## 12.4 财务盈利能力分析

### 1) 静态盈利指标分析

$$\begin{aligned} \text{投资利润率} &= \frac{\text{年平均利润总额}}{\text{总投资}} \times 100\% \\ &= \frac{22584}{181660+88120+82830} \times 100\% = 6.4\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{投资利税率} &= \frac{\text{平均利税总额}}{\text{总投资}} \times 100\% = \frac{22584+11340}{181660+88120+82830} \times 100\% \\ &= 9.62\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{总投资收益率} &= \frac{\text{年均息税前利润}}{\text{总投资}} \times 100\% \\ &= \frac{22584+2319}{181660+88120+82830} \times 100\% = 7.06\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{资本金净利率} &= \frac{\text{年平均净利润}}{\text{项目资本金}} \times 100\% \\ &= \frac{16938}{127162+26436+82830} \times 100\% = 7.16\% \end{aligned}$$

### 2) 现金流量分析

财务基准收益率按 6%、项目计算期按 12 年，第五年达产计算。根据“现金流量表”计算内部收益率，财务净现值和投资回收期。其结果如下：

项目	全部投资		项目资本金
	税前	税后	
财务内部收益率 FIRR(%)	8	6.2	6.9
财务净现值 FNPV(I=6%)(万元)	40610.9	3031.9	13662.6
投资回收期 PT(年)(含建设期)	10.7	11.2	11

详见“全部投资现金流量表”、“自有资金现金流量表”。

## 12.5 清偿能力分析

清偿能力分析应是综合在整个企业的清偿能力之中，企业的清

偿能力分析是依据借款偿还本息计算表、资金来源和运用表、资产负债表来计算资产负债率、流动比率、速动比率、利息备付率、偿债备付率等，以及固定资产投资借款偿还期来考察企业的财务状况及贷款的清偿能力。以下仅是本项目的清偿能力分析，仅考虑新增情况。

由表“借款偿还本息计算表”计算可知，本项目的新增长期借款偿还期为 4.22 年。偿还借款本金的资金来源为未分配利润、折旧费及摊销费部分。需偿还的资金为项目新增的长期借款，长期借款年利率按 4% 计算，长期借款按最大还款能力计算，从表中可看长期借款在投产后 3 年内可还清，由于借款比例不高项目还款能力较强。由于按最大还偿能力计算，故利息备付率和偿债备付率的计算失去意义，各年指标详见“借款偿还本息计算表”。

由“财务计划现金流量表”计算可以看出，项目在计算期各年能收支基本平衡，未出现亏损，累计盈余资金未出现负值，资金来源与运用相匹配，不需另外短期借款。

由“资产负债表”计算可知，在计算期内，项目资产负债率最大为 38.92%，出现在达产初期，项目投产后将逐步下降，流动比率在项目达产后大于 1.33，速动比率在项目达产后大于 0.73，各项指标尚可，当然以上分析及指标计算是假设在项目仅维持在封闭圈子内生产不进行另外的投资或发展的基础上测得，与实际情况有出入，局限性较大。

## 12.6 不确定性分析

### 1) 盈亏平衡分析

本项目实施后，项目正常年份的固定成本为 45467 万元，可变成本为 138069 万元，据此计算盈亏平衡点如下：

$BEP(\text{生产能力利用率}) = \text{固定成本} \div (\text{销售收入} - \text{可变成本} - \text{销售税金附加}) = 45467 \div (207707 - 138069 - 1586) = 66.8\%$

计算结果表明，该项目只要达到设计能力的 66.8% 时，项目就可保本，进而即可盈利。从此指标看，企业盈利边际尚可。

## 2) 敏感性分析

在项目计算期内可能发生变化的主要因素有产品价格、经营成本和固定资产投资，同时产品价格、经营成本和固定资产投资的变化会引起销售税金、所得税等其他指标的变化，±20% 范围内对财务内部收益率等指标的影响程度进行测算，其结果详见“敏感性分析表”。从表中可知影响企业效益最敏感的因素是产品销售价格，其次依次为经营成本、产品产量及投资支出。从表中可看出主要表现为经营风险，即销售价格与经营成本，由于项目建成后企业生产规模较大，需要开拓新领域，但由于企业的原有产品品牌较好，因此有利于市场开拓，企业要加强内部管理、控制成本等工作，以降低项目的经营风险。

## 12.7 主要经济数据、指标及结论

通过以上分析可知，项目达产后正常年份可实现销售收入 207707 万元(不含税)，生产期平均为 195865 万元，实现利润总额 22584 万元，生产期平均为 20831 万元，税后投资内部收益率为 6.2%，税后投资回收期为 11.2 年(含建设期)，税后财务净现值( $i=6\%$ )为 3031.9 万元，盈亏平衡点为 66.8%。详见“主要经济数据及指标表”。

由此可见，本项目经济效益尚好，得到当地政府支持较大，按假定条件分析具有一定的抗风险能力，自有资金内部收益率达到 6.9%，因此从财务上看项目是可行的，但项目投入资金量较大，投

资回收期较长，产品规模的扩大还需实践检验，随着介入高端产品市场者会越来越多，产品市场竞争将会变得激烈，因此需对市场价格变动及竞争对手作密切关注。

## 广重总投资估算表

单位：万元、万美元

序号	项目名称	建筑面积	建筑工程	设备及工器具费				其他费用	合计	备注
				设备购置费	设备安装费	工器具费	小计			
一	新增固定资产投资									
	I.工程项目									
1	盾构机焊接厂房	43464.0	19559.7	14100.0	338.4	141.0	14579.4	0.0	34139.1	
	其中：厂房土建工程		14338.1				0.0		14338.1	
	给排水工程		282.5				0.0		282.5	
	暖通工程		289.0				0.0		289.0	
	动力工程		121.7				0.0		121.7	
	配电及变电所		3155.5				0.0		3155.5	
	照明工程		347.7				0.0		347.7	
	弱电消防报警		108.7				0.0		108.7	
	设备及工器具		916.5	14100.0	338.4	141.0	14579.4		15495.9	
2	汽轮及电机组厂房	65520.0	28324.1	33300.0	1065.6	499.5	34865.1	0.0	63189.2	
	其中：一般土建工程		18621.7				0.0		18621.7	
	给排水工程		524.2				0.0		524.2	
	暖通工程		556.9				0.0		556.9	
	动力工程		229.3				0.0		229.3	
	配电及变电所		4291.6				0.0		4291.6	

	照明工程		642.1				0.0		642.1
	消防弱电		294.8				0.0		294.8
	发电机设备及工器具		380.0	4000.0	128.0	60.0	4188.0		4568.0
	汽轮机设备及工器具费		2783.5	29300.0	937.6	439.5	30677.1		33460.6
3	盾构机装配厂房	32028.0	18806.7	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	18806.7
	其中：厂房土建工程		14651.9				0.0		14651.9
	给排水工程		208.2				0.0		208.2
	暖通工程		217.8				0.0		217.8
	动力工程		112.1				0.0		112.1
	配电及变电所工程		2177.9				0.0		2177.9
	照明工程		358.7				0.0		358.7
	弱电消防工程		128.1				0.0		128.1
	设备及工器具费		952.0		0.0	0.0	0.0		952.0
4	焊接厂房	10098	3703.4	1600.0	38.4	16.0	1654.4	0.0	5357.8
	其中：一般土建工程		2721.9				0.0		2721.9
	给排水工程		65.6				0.0		65.6
	暖通工程		80.8				0.0		80.8
	动力工程		28.3				0.0		28.3
	配电工程		585.7		0.0		0.0		585.7
	照明工程		90.9				0.0		90.9
	消防弱电		26.3				0.0		26.3
	工艺设备及工器具费		104.0	1600.0	38.4	16.0	1654.4		1758.4

5	综合楼	22804	12030.1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	12030.1
	其中：一般土建工程		9134.0				0.0		9134.0
	给排水工程		319.3				0.0		319.3
	暖通工程		957.8				0.0		957.8
	配电照明工程		1026.2				0.0		1026.2
	消防工程		182.4				0.0		182.4
	弱电工程		410.5			0.0	0.0		410.5
6	液态气体站	36	13.3		0.0		0.0		13.3
7	丙烷站	135	48.6				0.0		48.6
8	倒班宿舍	17628	5641.0			0.0	0.0		5641.0
9	成品堆场		642.7				0.0		642.7
10	智能制造及信息化设备			400.0			400.0		400.0
11	配餐中心	480.0	153.6				0.0		153.6
12	食堂及活动中心	1584.0	601.9				0.0		601.9
13	门卫（3个）	104.0	58.2				0.0		58.2
14	停车场地		389.0				0.0		389.0
15	场地地基处理费		8753.0				0.0		8753.0
16	围墙及大门		389.4				0.0		389.4
17	道路及硬化		1964.2				0.0		1964.2
18	绿化工程		360.1				0.0		360.1
19	区域动力管线工程		225.1				0.0		225.1
20	区域电力电讯照明工程		754.7				0.0		754.7

21	区域给排水消防管线工程		1363.7				0.0		1363.7
22	场地平整及土方工程		4243.4				0.0		4243.4
23	原有场地拆除清理		306.0				0.0		306.0
	小计	193881.0	108331.8	49400.0	1442.4	656.5	51498.9	0.0	159830.7
	II.其他费用								
1	土地费用								0.0
2	建设单位管理费							1266.6	1266.6
3	勘察费							193.9	193.9
4	设计费							2899.5	2899.5
5	工程监理费							2228.3	2228.3
6	招标代理费							113.5	113.5
7	信息化软件							1100.0	1100.0
8	检测费（消防设施、空气质量、防雷、特种设备等）							145.7	145.7
9	水土保持补偿费							21.2	21.2
10	临时设施费							541.7	541.7
11	项目可研编制费							102.7	102.7
12	项目环评编制费							34.5	34.5
13	项目节能评价编制费							24.7	24.7
14	项目防疫及安全评价编制费							19.4	19.4
15	测绘费							29.1	29.1
16	工程保险费							241.5	241.5

17	生产准备费							500.0	500.0	
18	城市基础设施配套费							909.7	909.7	
19	办公及生活家具购置费							700.0	700.0	
	小计							11071.8	11071.8	
	III.预备费									
1	基本预备费							8547.5	8547.5	
	小计									
2	IV.建设期利息							2210.0	2210.0	
	固定资产投资	<b>193881.0</b>	<b>108331.8</b>	<b>49400.0</b>	<b>1442.4</b>	<b>656.5</b>	<b>51498.9</b>	<b>21829.3</b>	<b>181660.0</b>	
二	流动资金							<b>88120</b>	<b>88120.0</b>	
	新增总投资								<b>269780.0</b>	
	其中：增值税		8944.8	5606.8	119.1	75.5	5801.4	591.3	15337.5	
三	利用原有资产								82829.6	
	总计								<b>352609.6</b>	
	报批新增总投资								208096	

### 其他费用估算表

序号	费用名称	依据	计算式	金额(万元)
1	土地费用	参考评估价	利用原有	0.0
2	建设单位管理费	财政部财建[2016]504号文	按投资额分段累进计算	1266.6
3	勘察费	建设部计价格[2002]10号文	按建筑面积 10 元/m <sup>2</sup> 估算	193.9
4	设计费	建设部计价格[2002]10号文	按工程费用采用插值法计算后下浮	2899.5
5	工程监理费	国家发改委发改价格[2004]670号文	按工程费用采用插值法计算	2228.3
6	招标代理费	原国家计委[2002]1980号文	按工程费用分项计算后下浮	113.5
7	信息化软件		估算	1100.0
8	检测费(消防设施、空气质量、防雷、特种设备等)	概算指标	按建筑面积 3 元/m <sup>2</sup> 估算及软基处理的 1%计	145.7
9	水土保持补偿费	概算指标	按新建用地面积 0.8 元/m <sup>2</sup> 计	21.2
10	临时设施费	概算指标	按建筑工程的 0.5%计算	541.7
11	项目可研编制费	计价格 [1999] 283 号文	按项目投资额插值计算后下浮	102.7
12	项目环评编制费	计价格 [2002] 125 号文	按项目投资额插值计算后下浮	34.5
13	项目节能评价编制费	概算指标	按设备投资的 0.05%计算	24.7
14	项目防疫及安全评价编制费	概算指标	按建筑面积 1 元/m <sup>2</sup> 估算	19.4
15	测绘费	概算指标	按征地面积 1.5 元/m <sup>2</sup> 估算	29.1
16	工程保险费	概算指标	按建筑安装工程造 价 0.22%计算	241.5
17	生产准备费	概算指标	按生产定员 2500 元/人估算	500.0
18	城市基础设施配套费	穗建规字[2019]3号	按标准造价计算后的建安工程的 5%计	909.7

19	办公及生活家具购置费	概算指标	按 3500 元/人估算	700.0
20	基本预备费	概算指标	(工程费用+其他费用-土地费用)*5%计算	8547.5
21	建设期利息	中国人民银行	按年利率 4%计	2210.0
	合计			21829.3

## 广重项目流动资金估算表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	流动资产	0	0	116140	154052	189830	190952	192130	192130	192130	192130	192130	192130
1	应收及预付账款	0	0	49179	65368	81033	81320	81621	81621	81621	81621	81621	81621
2	存货	0	0	60154	79847	98635	99117	99623	99623	99623	99623	99623	99623
3	现金	0	0	6807	8836	10161	10514	10886	10886	10886	10886	10886	10886
4	其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
二	流动负债	0	0	63595	83769	104010	104010	104010	104010	104010	104010	104010	104010
1	应付及预收账款	0	0	63595	83769	104010	104010	104010	104010	104010	104010	104010	104010
2	其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
三	流动资金需要量	0	0	52545	70283	85820	86942	88120	88120	88120	88120	88120	88120
四	原有流动资金	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	其中:流动资金借款	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
五	新增流动资金	0	0	52545	70283	85820	86942	88120	88120	88120	88120	88120	88120
	其中:流动资金借款	0	0	36781	49198	60074	60859	61684	61684	61684	61684	61684	61684
六	新增流动资金当年增加额	0	0	52545	17738	15536	1122	1178	0	0	0	0	0
	其中:流动资金借款	0	0	36781	12417	10876	786	825	0	0	0	0	0
七	流动资金借款利息	0	0	1383	1850	2259	2288	2319	2319	2319	2319	2319	2319

## 广重项目新增静态投资及资金筹措表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	合计
一	新增静态投资	88000	93660	52545	17738	15536	1122	1178	269780
1	建设投资	88000	93660	0	0	0	0		181660
	其中:建设期利息	560	1650	0	0	0	0	0	2210
2	流动资金	0	0	52545	17738	15536	1122	1178	88120
二	资金筹措	88000	93660	52545	17738	15536	1122	1178	269780
1	搬迁补偿	60000	67162	15763	5321	4661	337	353	153598
	其中:用于流动资金	0	0	15763	5321	4661	337	353	26436
2	借款	28000	26498	36781	12417	10876	786	825	116182
2.1	长期借款	28000	26498	0	0	0	0	0	54498
2.2	流动资金借款	0	0	36781	12417	10876	786	825	61684

## 广重项目折旧及摊销计算表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	固定资产												
1	利用原有固定资产原值	59946											
2	利用原有固定资产净值	49807											
3	新增固定资产原值	0	0	164288	0	0							
	厂房	0	0	112510	0	0							
	设备	0	0	51778	0	0							
4	固定资产原值累计	59946	59946	224234	224234	224234	224234	224234	224234	224234	224234	224234	224234
5	折旧费	0	0	14196	14196	14196	14196	14196	14196	14196	14196	14196	14196
6	净值	49807	49807	199899	185703	171508	157312	143116	128921	114725	100529	86333	72138
二	无形资产												
1	原有无形资产	33023	0	0									
2	新增无形资产	0	0	1038	0	0							
3	无形资产累计	33023	33023	34060	34060	34060	34060	34060	34060	34060	34060	34060	34060
4	摊销费	0	0	929	929	929	929	929	929	929	929	929	929
	土地摊销费	0	0	826	826	826	826	826	826	826	826	826	826
	技术无形资产摊销	0	0	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
5	净值	33023	33023	33131	32202	31272	30343	29414	28484	27555	26626	25696	24767
三	待摊销资产												
1	原有待摊销资产	0	0	0									

2	新增待摊销资产	0	0	997	0	0							
3	待摊销资产累计	0	0	997	997	997	997	997	997	997	997	997	997
4	摊销费	0	0	199	199	199	199	199	0	0	0	0	0
	原有摊销费	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	新增摊销费	0	0	199	199	199	199	199	0	0	0	0	0
5	净值	0	0	798	598	399	199	0	0	0	0	0	0

### 广重项目总成本费用估算表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	原材料及外购外协件	0	0	73328	97843	122438	122438	122438	122438	122438	122438	122438	122438
2	燃料动力	0	0	1529	2092	2656	2656	2656	2656	2656	2656	2656	2656
3	工资及附加	0	0	14490	18630	20700	21735	22822	22822	22822	22822	22822	22822
4	修理费	0	0	1166	1312	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458	1458
5	折旧费	0	0	14196	14196	14196	14196	14196	14196	14196	14196	14196	14196
6	摊销费	0	0	1129	1129	1129	1129	1129	929	929	929	929	929
7	财务费用	0	0	3563	3175	2538	2288	2319	2319	2319	2319	2319	2319
8	研发费	0	0	4117	5494	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875	6875
9	其他费用	0	0	5936	7886	9790	9816	9843	9843	9843	9843	9843	9843
	其中：其他制造费用	0	0	2234	2964	3645	3671	3671	3671	3671	3671	3671	3671
	其他管理费用	0	0	1495	1976	2459	2459	2459	2459	2459	2459	2459	2459
	其他销售费用	0	0	2208	2946	3687	3687	3687	3687	3687	3687	3687	3687
10	总成本费用	0	0	119454	151755	181780	182591	183736	183537	183537	183537	183537	183537
	其中：固定成本	0	0	36820	41454	43754	44549	45666	45467	45467	45467	45467	45467
	变动成本	0	0	82634	110301	138026	138042	138069	138069	138069	138069	138069	138069
11	经营成本	0	0	100567	133256	163917	164978	166092	166092	166092	166092	166092	166092

项目销售收入及销售税金计算表

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	产量（吨、台、%）												
(一)	盾构机产业												
1	盾构机刀盘等部件			24	32	40	40	40	40	40	40	40	40
(二)	石化容器												
1	重型压力容器(复合钢板)			12000	16000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000	20000
2	重型压力容器(碳钢)			9000	12000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000	15000
(三)	汽轮机产业												
1	N/C/B 型 2-5MW（以 4MW 为代表）			4	5	6	6	6	6	6	6	6	6
2	N/C/B 型 5-9MW（以 7MW 为代表）			6	8	10	10	10	10	10	10	10	10
3	N/C/B 型 10-15MW（以 12MW 为代表）			36	48	60	60	60	60	60	60	60	60
4	N/C/B 型 16-20MW（以 18MW 为代表）			7	10	12	12	12	12	12	12	12	12
5	N/C/B 型 22-25MW（以 23MW 为代表）			5	6	8	8	8	8	8	8	8	8
6	N/C/B 型 25MW 以上（以 30MW 为代表）			2	3	4	4	4	4	4	4	4	4
(四)	发电机产业												
1	QF8-2/4			6	8	10	10	10	10	10	10	10	10
2	QF12-2/4			9	12	15	15	15	15	15	15	15	15
3	QF18-2/4			12	16	20	20	20	20	20	20	20	20
4	QF30-2/4			6	8	10	10	10	10	10	10	10	10

5	QF50-2/4			3	4	5	5	5	5	5	5	5	5
(五)	结构件			5700	7600	9500	9500	9500	9500	9500	9500	9500	9500
(六)	精密加工			60	80	100	100	100	100	100	100	100	100
(七)	出租及加工业务												
1	办公楼出租			12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000	12000
2	宿舍出租			11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000	11000
3	码头出租			60	80	100	100	100	100	100	100	100	100
4	厂房出租			32028	32028	32028	32028	32028	32028	32028	32028	32028	32028
5	堆场出租			12360	12360	12360	12360	12360	12360	12360	12360	12360	12360
二	销售收入(不含税)	0	0	128807	168191	207707	207707	207707	207707	207707	207707	207707	207707
	其中：出口创汇(美元)												
(一)	盾构机产业	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	盾构机整机	0	0	20708	27611	34513	34513	34513	34513	34513	34513	34513	34513
(二)	石化容器												
1	重型压力容器(复合钢板)	0	0	26549	35398	44248	44248	44248	44248	44248	44248	44248	44248
2	重型压力容器(碳钢)	0	0	15929	21239	26549	26549	26549	26549	26549	26549	26549	26549
(三)	汽轮机产业	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	N/C/B 型 2-5MW (以 4MW 为代表)	0	0	1770	2212	2655	2655	2655	2655	2655	2655	2655	2655
2	N/C/B 型 5-9MW (以 7MW 为代表)	0	0	3186	4248	5310	5310	5310	5310	5310	5310	5310	5310
3	N/C/B 型 10-15MW (以 12MW 为代表)	0	0	22301	29735	37168	37168	37168	37168	37168	37168	37168	37168
4	N/C/B 型 16-20MW (以 18MW 为代表)	0	0	4956	7080	8496	8496	8496	8496	8496	8496	8496	8496
5	N/C/B 型 22-25MW (以 23MW 为代表)	0	0	4204	5044	6726	6726	6726	6726	6726	6726	6726	6726
6	N/C/B 型 25MW 以上 (以 30MW 为代表)	0	0	2124	3186	4248	4248	4248	4248	4248	4248	4248	4248

(四)	发电机产业	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	QF8-2/4	0	0	850	1133	1416	1416	1416	1416	1416	1416	1416	1416
2	QF12-2/4	0	0	1593	2124	2655	2655	2655	2655	2655	2655	2655	2655
3	QF18-2/4	0	0	3027	4035	5044	5044	5044	5044	5044	5044	5044	5044
4	QF30-2/4	0	0	1699	2265	2832	2832	2832	2832	2832	2832	2832	2832
5	QF50-2/4	0	0	1593	2124	2655	2655	2655	2655	2655	2655	2655	2655
(五)	结构件	0	0	4489	5986	7482	7482	7482	7482	7482	7482	7482	7482
(六)	精密加工	0	0	2655	3540	4425	4425	4425	4425	4425	4425	4425	4425
(七)	出租及加工业务	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	办公楼出租	0	0	2612	2612	2612	2612	2612	2612	2612	2612	2612	2612
2	宿舍出租	0	0	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211	1211
3	码头出租	0	0	165	220	275	275	275	275	275	275	275	275
4	厂房出租	0	0	7052	7052	7052	7052	7052	7052	7052	7052	7052	7052
5	堆场出租	0	0	136	136	136	136	136	136	136	136	136	136
三	销售税金	0	0	391	403	10061	11340	11340	11340	11340	11340	11340	11340
1	增值税	0	0	0	0	8612	9755	9755	9755	9755	9755	9755	9755
	销项税	0	0	16298	21416	26550	26550	26550	26550	26550	26550	26550	26550
	进项税	0	0	10085	13436	16793	16796	16796	16796	16796	16796	16796	16796
	资产购建的进项税		0	6213	7979	1145	0	0	0				
2	城市维护建设税	0	0	0	0	603	683	683	683	683	683	683	683
3	教育费附加	0	0	0	0	431	488	488	488	488	488	488	488
4	其他流转税(房产税、土地使用税及印花税)	0	0	391	403	415	415	415	415	415	415	415	415

## 广重项目利润及利润分配表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
1	销售收入	0	0	128807	168191	207707	207707	207707	207707	207707	207707	207707	207707	1958651
2	销售税金	0	0	391	403	10061	11340	11340	11340	11340	11340	11340	11340	90237
2.1	增值税及营业税	0	0	0	0	8612	9755	9755	9755	9755	9755	9755	9755	76895
2.2	销售税金附加	0	0	391	403	1449	1586	1586	1586	1586	1586	1586	1586	13342
3	总成本费用	0	0	119454	151755	181780	182591	183736	183537	183537	183537	183537	183537	1736999
4	营业外净支出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	利润总额(1-2.2-3)	0	0	8963	16032	24478	23530	22385	22584	22584	22584	22584	22584	208310
	应纳税所得额	0	0	8963	16032	24478	23530	22385	22584	22584	22584	22584	22584	208310
6	所得税	0	0	2241	4008	6120	5882	5596	5646	5646	5646	5646	5646	52078
7	税后利润	0	0	6722	12024	18359	17647	16789	16938	16938	16938	16938	16938	156233
8	支付股利	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	可供分配利润	0	0	6722	12024	18359	17647	16789	16938	16938	16938	16938	16938	156233
10	盈余公积金	0	0	672	1202	1836	1765	1679	1694	1694	1694	1694	1694	15623
11	累计储备与发展基金	0	0	672	1875	3710	5475	7154	8848	10542	12236	13929	15623	
12	未分配利润	0	0	6050	10822	16523	15883	15110	15244	15244	15244	15244	15244	140609
13	累计未分配利润	0	0	6050	16872	33394	49277	64387	79631	94876	110120	125365	140609	
14	偿还长期借款	0	0	6050	10822	0	0	0	0	0				16872

## 广重项目全部投资现金流量表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
一	现金流入													
1	销售收入	0	0	128807	168191	207707	207707	207707	207707	207707	207707	207707	207707	195865 1
2	固定资产残值回收										0	0	72138	72138
3	无形资产净值												24767	24767
4	流动资金回收										0	0	88120	88120
	流入小计	0	0	128807	168191	207707	207707	207707	207707	207707	207707	207707	392731	214367 5
二	现金流出													
1	建设投资	170270	92010	0	0									262280
2	流动资金	0	0	52545	17738	15536	1122	1178						88120
3	经营成本	0	0	100567	133256	163917	164978	166092	166092	166092	166092	166092	166092	155927 2
4	销售税金附加	0	0	391	403	1449	1586	1586	1586	1586	1586	1586	1586	13342
5	营业外净支出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	调整所得税	0	0	3131	4802	6754	6455	6176	6226	6226	6226	6226	6226	58447
7	资产购建增值税抵扣	0	0	-6213	-7979	-1145	0	0	0	0	0	0	0	-15337
	流出小计	170270	92010	150421	148220	186511	174141	175032	173904	173904	173904	173904	173904	196612 3
三	净现金流量	-170270	-92010	-21614	19971	21195	33566	32674	33803	33803	33803	33803	218828	177552
四	累计净现金流量	-170270	-262280	-283893	-263922	-242727	-209161	-176486	-142684	-108881	-75078	-41275	177552	
五	所得税前净现金流量	-170270	-92010	-18482	24773	27950	40020	38850	40029	40029	40029	40029	225053	236000
六	所得税前累计净现金流量	-170270	-262280	-280762	-255989	-228040	-188019	-149169	-109140	-69111	-29082	10946	236000	
七	净现值 NPV(i=6%)	3031.9 (税后)		40610.9 (税前)										

八	投资回收期(a)	11.2 (税后)	10.7 (税前)
九	内部收益率(IRR)	6.2% (税后)	8.0% (税前)

## 广重项目资本金现金流量表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
一	现金流入													
1	销售收入	0	0	128807	168191	207707	207707	207707	207707	207707	207707	207707	207707	1958651
2	固定资产残值回收										0	0	72138	72138
3	无形资产净值												24767	24767
4	流动资金回收										0	0	88120	88120
	流入小计	0	0	128807	168191	207707	207707	207707	207707	207707	207707	207707	392731	2143675
二	现金流出													
1	自有资金	142830	67162	15763	5321	4661	337	353						236428
2	借款本金偿还	0	0	21374	26146	6978	0	0	0	0	0		61684	116182
3	借款利息支付	0	0	3563	3175	2538	2288	2319	2319	2319	2319	2319	2319	25480
4	经营成本	0	0	100567	133256	163917	164978	166092	166092	166092	166092	166092	166092	1559272
5	销售税金附加	0	0	391	403	1449	1586	1586	1586	1586	1586	1586	1586	13342
6	营业外净支出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	所得税	0	0	2241	4008	6120	5882	5596	5646	5646	5646	5646	5646	52078
8	固定资产购建增值税 抵扣	0	0	-6213	-7979	-1145	0	0	0	0	0	0	0	-15337
	流出小计	142830	67162	137686	164330	184517	175071	175947	175643	175643	175643	175643	237327	1987443
三	净现金流量	-142830	-67162	-8878	3860	23190	32635	31760	32063	32063	32063	32063	155404	156233
四	累计净现金流量	-142830	-209992	-218870	-215010	-191820	-159184	-127425	-95361	-63298	-31235	829	156233	
五	净现值 NPV(I=6%)	13662.6												
六	投资回收期(a)	11.0												
七	内部收益率(IRR)	6.9%												

## 广重项目贷款偿还表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	贷款及还本付息												
1	年初贷款累计	0	28000	54498	33124	6978	0	0	0	0	0	0	0
2	本年贷款支用	28000	26498	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	本年应计利息	560	1650	2180	1325	279	0	0	0	0	0	0	0
3.1	建设期利息	560	1650	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2	生产期利息	0	0	2180	1325	279	0	0	0	0	0	0	0
4	本年还本	0	0	21374	26146	6978	0	0	0	0	0	0	0
5	年末贷款累计	28000	54498	33124	6978	0	0	0	0	0	0	0	0
二	还贷资金来源												
1	利润	0	0	6050	10822	16523	15883	15110	15244	15244	15244	15244	15244
2	折旧费	0	0	14196	14196	14196	14196	14196	14196	14196	14196	14196	14196
3	摊销费	0	0	1129	1129	1129	1129	1129	929	929	929	929	929
4	小计	0	0	21374	26146	31847	31207	30434	30370	30370	30370	30370	30370
三	实际还贷金额	0	0	21374	26146	6978	0	0	0	0	0	0	0
	其中：折旧及摊销	0	0	15324	15324	6978	0	0	0	0	0	0	0
	利润	0	0	6050	10822	0	0	0	0	0	0	0	0
四	还贷资金结余	0	0	0	0	24870	31207	30434	30370	30370	30370	30370	30370
	贷款偿还期(a):	4.22											
	利息备付率			3.52	6.05	10.65							
	偿债备付率			1.03	1.04	3.81							

## 广重项目财务计划现金流量表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
1	经营活动净现金流量	0	0	25609	30524	36221	35260	34433	34383	34383	34383	34383	34383	333960
1.1	现金流入	0	0	145105	189606	234257	234257	234257	234257	234257	234257	234257	234257	2208767
1.1.1	营业收入	0	0	128807	168191	207707	207707	207707	207707	207707	207707	207707	207707	1958651
1.1.2	增值税销项税	0	0	16298	21416	26550	26550	26550	26550	26550	26550	26550	26550	250117
1.1.3	设备购置增值税	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0
1.1.4	其他收入													0
1.2	现金流出	0	0	119496	159083	198036	198997	199825	199874	199874	199874	199874	199874	1874808
1.2.1	经营成本	0	0	100567	133256	163917	164978	166092	166092	166092	166092	166092	166092	1559272
1.2.2	增值税进项税	0	0	16298	21416	17938	16796	16796	16796	16796	16796	16796	16796	173221
1.2.3	营业税金及附加	0	0	391	403	1449	1586	1586	1586	1586	1586	1586	1586	13342
1.2.4	增值税	0	0	0	0	8612	9755	9755	9755	9755	9755	9755	9755	76895
1.2.5	所得税	0	0	2241	4008	6120	5882	5596	5646	5646	5646	5646	5646	52078
1.2.6	其他流出													0
2	投资活动净现金流量	-170830	-93660	-52545	-17738	-15536	-1122	-1178	0	0	0	0	185025	-167585
2.1	现金流入												185025	185025
2.2	现金流出	170830	93660	52545	17738	15536	1122	1178						352610
2.2.1	建设投资	88000	93660	0	0	0	0	0						181660
2.2.2	维持运营投资			0										0
2.2.3	流动资金	0	0	52545	17738	15536	1122	1178						88120
2.2.4	其他流出	82830												82830
3	筹资活动净现金流量	170830	93660	27608	-11583	6021	-1166	-1141	-2319	-2319	-2319	-2319	-64003	210948
3.1	现金流入	170830	93660	52545	17738	15536	1122	1178	0	0	0	0	0	352610
3.1.1	项目资本金投入	60000	67162	15763	5321	4661	337	353						153598
3.1.2	建设投资借款	28000	26498	0	0	0	0	0						54498

3.1.3	流动资金借款	0	0	36781	12417	10876	786	825						61684
3.1.4	其他流入	82830		0										82830
3.2	现金流出	0	0	24937	29321	9515	2288	2319	2319	2319	2319	2319	64003	141662
3.2.1	各种利息支出	0	0	3563	3175	2538	2288	2319	2319	2319	2319	2319	2319	25480
3.2.2	偿还债务本金	0	0	21374	26146	6978	0	0	0	0	0	0	61684	116182
3.2.3	应付利润	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2.4	其他流出													0
4	净现金流量	0	0	672	1202	26706	32972	32113	32063	32063	32063	32063	155404	377323
5	累计盈余资金	0	0	672	1875	28580	61552	93665	125729	157792	189855	221919	377323	

注：最后一年由于固定资产及无形资产余值回收及流动资产处置，现金流量表的累计盈余资金应在资产负债表的基础上加资产回收减流动资金借款归还。

## 广重项目资产负债表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	资产	170830	264490	350639	374430	421589	440358	458326	475264	492202	509140	526079	543017
1	流动资产	0	0	116812	155926	218410	252504	285796	317859	349922	381986	414049	446112
1.1	应收账款	0	0	49179	65368	81033	81320	81621	81621	81621	81621	81621	81621
1.2	存货	0	0	60154	79847	98635	99117	99623	99623	99623	99623	99623	99623
1.3	现金	0	0	6807	8836	10161	10514	10886	10886	10886	10886	10886	10886
1.4	累计盈余资金	0	0	672	1875	28580	61552	93665	125729	157792	189855	221919	253982
2	在建工程	88000	181660	0	0								
3	固定资产净值	49807	49807	199899	185703	171508	157312	143116	128921	114725	100529	86333	72138
4	无形资产净值	33023	33023	33131	32202	31272	30343	29414	28484	27555	26626	25696	24767
5	递延资产净值	0	0	798	598	399	199	0	0	0	0	0	0
二	负债及所有者权益	170830	264490	350639	374430	421589	440358	458326	475264	492202	509140	526079	543017
1	流动负债	0	0	100376	132967	164084	164869	165694	165694	165694	165694	165694	165694
1.1	应付账款	0	0	63595	83769	104010	104010	104010	104010	104010	104010	104010	104010
1.2	流动资金借款	0	0	36781	49198	60074	60859	61684	61684	61684	61684	61684	61684
2	长期负债	28000	54498	33124	6978	0	0						
3	负债合计	28000	54498	133500	139944	164084	164869	165694	165694	165694	165694	165694	165694
4	所有者权益	142830	209992	217139	234485	257505	275489	292631	309570	326508	343446	360384	377323
4.1	自有资金或实收资本	142830	209992	210418	215739	220400	220737	221090	221090	221090	221090	221090	221090
4.2	累计盈余公积金	0	0	672	1875	3710	5475	7154	8848	10542	12236	13929	15623
4.3	累计未分配利润	0	0	6050	16872	33394	49277	64387	79631	94876	110120	125365	140609
	资产负债率	16.39%	20.60%	38.07%	37.38%	38.92%	37.44%	36.15%	34.86%	33.66%	32.54%	31.50%	30.51%
指标	流动比率	0.00	0.00	1.16	1.17	1.33	1.53	1.72	1.92	2.11	2.31	2.50	2.69
	速动比率	0.00	0.00	0.56	0.57	0.73	0.93	1.12	1.32	1.51	1.70	1.90	2.09

### 广重项目敏感性分析表

单位:万元

因素	经济指标	变化幅度								
		-20.0%	-15.0%	-10.0%	-5.0%	0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%
产量	内部收益率 IRR	3.8%	4.4%	5.0%	5.6%	6.2%	6.7%	7.3%	7.9%	8.4%
	净现值 NPV(i=6%)	-41959	-30711	-19463	-8216	3031.9	14280	25527	36775	48022
	投资回收期(年)	11.49	11.41	11.34	11.26	11.19	11.12	11.05	10.87	10.49
投资	内部收益率 IRR	9.0%	8.2%	7.5%	6.8%	6.2%	5.5%	5.0%	4.4%	3.9%
	净现值 NPV(i=6%)	51535.9	39409.9	27283.9	15157.9	3031.9	-9094	-21220	-33346	-45472
	投资回收期(年)	10.67	11.01	11.07	11.13	11.19	11.25	11.31	11.37	11.43
经营成本	内部收益率 IRR	15.6%	13.4%	11.1%	8.7%	6.2%	3.5%	0.8%	-2.1%	-5.2%
	净现值 NPV(i=6%)	203940.4	153713.3	103486.1	53259.0	3031.9	-47195	-97422	-147650	-197877
	投资回收期(年)	7.46	8.14	9.06	10.33	11.19	11.53	11.89		
售价	内部收益率 IRR	-7.9%	-4.1%	-0.5%	2.9%	6.2%	9.2%	12.1%	14.9%	17.6%
	净现值 NPV(i=6%)	-242867	-181393	-119918	-58443	3031.9	64507	125981	187456	248931
	投资回收期(年)				11.61	11.19	10.00	8.60	7.64	6.94

主要经济数据和指标表				
序号	项目名称	单位	指标	
			达产年	平均
1	固定资产投资	万元	264490	
1.1	新增固定资产投资	万元	181660	
1.2	原有固定资产投资	万元	82830	
2	流动资金	万元	88120	
3	职工人数	人	2000	
4	工业增加值	万元	74191	
5	销售收入(不含税)	万元	207707	195865
6	销售税金	万元	11340	9024
6.1	增值税	万元	9755	7690
6.2	销售税金附加	万元	1586	1334
7	利润总额	万元	22584	20831
8	新增投资净现值(税后)	万元	3031.9	
9	新增投资投资回收期(税后)	a	11.2	含建设期
10	新增投资内部收益率(税后)		6.2%	
11	新增投资净现值(税前)	万元	40610.9	
12	新增投资投资回收期(税前)	a	10.7	含建设期
13	新增投资内部收益率(税前)		8.0%	
14	新增自有资金净现值	万元	13662.6	
15	新增自有资金投资回收期	a	11.0	含建设期
16	新增自有资金内部收益率		6.9%	
17	贷款偿还期	a	4.22	
18	盈亏平衡点		66.8%	
20	投资利润率		6.4%	5.9%
21	总投资收益率		7.1%	6.6%
22	资本金净利率		11.0%	
23	销售利润率		10.9%	10.64%
24	全员劳动生产率	万元/(人 a)	37.10	
25	人均创利税	万元/(人 a)	16.96	
26	投入产出比(不含流动资金)		0.79	

## 13 广州山河智能投资估算和资金筹措

### 13.1 投资概述

本估算是广州工业控股集团有限公司拟建设的大岗生产基地，其中广州山河智能有限公司生产基地建设项目可行性研究阶段的总投资估算，项目建设期 2 年，本项目建设场地位于广东省广州市南沙大岗洪奇沥水道旁原广州重机及广柴的新征用地内，具体为中船中路与中船东路交叉口西南角位置，地块西侧均为规划工业用地，南侧为洪奇沥水道，本项目租用广州重机拟建设的厂房及堆场，广州重机项目用地面积 331392.727 m<sup>2</sup>（合计 497.09 亩，含已建占地面积约 96.85 亩），拟新建盾构机焊接厂房、盾构机装配厂房、汽轮及电机组厂房、焊接厂房、液态气体站、丙烷站、综合楼、食堂及活动中心、倒班宿舍、门卫及室外道路、广场、停车场、产成品堆场、厂区管网系统、绿化、围墙、大门等，新建建筑面积 193881m<sup>2</sup>。本项目租用广州重机新建的办公楼 9000 m<sup>2</sup>、宿舍 6000 m<sup>2</sup>、重型厂房 32028 m<sup>2</sup>、成品龙门吊堆场 12360 m<sup>2</sup> 及重型码头用于生产和运输。项目完成后形成年产盾构机 40 套、隧道施工总包 160000 万元及工业物联网产值 5500 万元的生产能力，达产年含税收入达到 42.55 亿元。项目估算总资金 139940 万元，其中新增固定资产投资 18120 万元（含增值税 1863 万元），新增流动资金 121820 万元。根据国家发改委统计口径计算的新增总投资 54666 万元，其中固定资产投资 18120 万元、铺底流动资金 36546 万元。

### 13.2 固定资产投资估算

#### 13.2.1 投资估算编制依据

- (1) 企业提供的发展规划、生产协作等要求
- (2) 《广东省建筑装饰工程计价定额》（2018 版）

- (3) 《广东省安装工程计价定额》(2018 版)
- (4) 《广东省市政工程计价定额》(2018 版)
- (5) 2022 年 5 月广州市造价信息
- (6) 工业项目固定资产投资可行性研究报告编制规定
- (7) 招标代理服务费依据国家计委计价格[2002]1980 号文
- (8) 可研编制费依据国家计委计价格[1999]1283 号文
- (9) 工程保险费参照现行保险费率政策估算
- (10) 建设单位管理费依据国家财政部财建[2016]504 号文
- (11) 勘察设计收费、招标代理服务费、环境影响评价费、前期工作咨询费、工程监理收费依据关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知(发改价格〔2015〕299 号)精神按参考原标准和市场竞争成交价等情况根据原标准进行下浮估算
- (12) 企业提供的有关投资及财务资料
- (13) 现行国家有关投资的财税政策文件
- (14) 各公用、工艺专业提供的资料、说明

### 13.2.2 编制方法

#### 1) 建筑工程

本项目的建筑工程建设由广州重机定制建设后租给本项目使用,包括设备基础费用。

#### 2) 公用设备工程

指独立发挥作用的变电站、变电所、空压站房、供气站、循环水站、等公用设施,本项目由广州重机建设与厂房一道租给本项目。

#### 3) 工艺设备

工艺设备根据主要设备明细表逐台计价,其中国内通用设备根据现行价或询价计价,通用非标准设备根据通用非标准设备价格估

算办法计价，进口设备通过第三方按国内采购计，设备清单中的价格为含税价，设备运杂费、安装费及基础费按占设备原价的百分比计算，设备基础费用包含于建筑工程投资中。设备原价详见各“工艺设备清单”。

车间的工器具费按设备购置费的 1%计。

#### 4)其他费用

其他费用依据建设项目概算编制办法及各项概算指标及地方和国家的有关规定计算，其中基本预备费按 5%估算，未计价差预备费。其他费用详见“其他费用估算表”

### 13.2.3 编制结果及投资构成

根据工程内容新增全部固定资产投资估算编制结果为 18120 万元，具体构成如下表所示，详细构成见“新增投资估算表”。

序号	项目名称	投资	占比(%)	备注
1	建筑工程	0.0	0.00	
2	设备购置费	14400.0	79.47	
3	设备安装工程	336.0	1.85	
4	工器具费	140.0	0.77	
6	其他费用	2171.5	11.98	
7	基本预备费	851.8	4.70	
8	建设期利息	220.7	1.22	
	合计	18120.0	100.00	

以上全部投资预计形成设备固定资产 14944 万元(含设计费、预备费、建设期利息等分摊，不含购建增值税)，待摊销其他资产(含临时设施费、生产准备费等开办费用，不含增值税)275 万元，软件无形资产 1038 万元(不含增值税)，另有资产购建增值税 1863 万元作为进项税直接抵扣产品销售的销项税而未形成固定资产。详见“投资估算表”、“折旧及摊销计算表”。

#### 13.2.4 流动资金估算

采用详细估算法计算流动资金需要量，并考虑企业完成后生产的特点进行测算，各项占用的流动资金的周转天数按如下考虑，应收账款(含应收票据)周转天数：150天，应付账款(含应付票据)周转天数：180天，原材料周转天数：100天（需扣除施工成本），在产品周转天数：120天（需扣除施工在建），现金周转天数：164天，产成品周转天数15天，燃料动力周转30天，预收款按营业收入的30%计、预付原材料、外购外协费等按30%计。经计算达产年需流动资金总额121820万元，其中铺底流动资金36546万元。详见“流动资金估算表”。

#### 13.2.5 利用原有资产情况

本项目除新增投资外还租用广州重机的部分厂房、办公楼、宿舍及场地，该部分以租金计入成本，因此本项目未利用原有资产。

### 13.3 广州山河智能项目总投资、分年度投资计划及融资方案

#### 13.3.1 关于广州山河智能项目总投资

本项目新增固定资产投资18120万元(含建设期利息)，流动资金为121820万元，按全部流动资金合计总资金投入为139940万元。按铺底流动资金计算的报批新增总投资为54666万元。

#### 13.3.2 分年度投资计划

根据项目具体情况及实施计划，确定建设期为两年(包括前期时间)。本项目新增固定资产投资第一年投入9000万元，第二年投入9120万元。流动资金的投资根据生产安排逐年投入，在投产后三年内投入。

分年度投资计划详见“新增投资及资金筹措表”。

#### 13.3.3 融资方案

### 1) 融资组织形式

本项目由广州工业控股集团有限公司下属广州山河智能有限公司负责实施，该项目为既有法人企业出面筹集资金投资该项目。

### 2) 广州山河智能项目总投资及资金筹资方案

广州山河新增固定资产投资 18120 万元(含建设期利息)，流动资金为 121820 万元，按全部流动资金合计总资金投入为 139940 万元。按铺底流动资金计算的报批新增总投资为 54666 万元。

资金来源为：a.资本金筹资 49230 万元，来源为广州山河以自有资金投入，资本金筹资中用于建设资金 12463.3 万元、用于建设期利息 220.7 万元、用于流动资金 36546 万元。b.债务资金筹措 90710 万元，其中申请银行长期借款 5436 万元，占 5.99%，申请银行流动资金短期借款 85274 万元，占 94.01%，债务资金中用于建设投资 5436 万元、用于流动资金 85274 万元。

### 3) 广州山河智能项目资本金

参照国家规定，企业新增资本金的最低限度=项目新增总投资×国家规定比例(20%)=(18120+121820×30%)×20%=10933.2 万元

因此本项目企业新增自有资金必须大于 10933.2 万元

项目新增资本金 49230 万元，资本金占上报项目的总投资比例超过国家最低限要求，资本金来源为募集资金和企业自有资金。

项目总投资使用计划与资金筹措见“新增投资及资金筹措表”

#### 13.3.4 有关问题说明

- 1)根据计投资 [1999] 1340 号文件，涨价预备费暂按 0%计。
- 2)根据国税发 [1994] 021 号文投资方向调节税按零税率计算。
- 3) 本项目租用厂房及场地，故未计算项目的投资强度。

## 14.广州山河项目财务效益分析

### 14.1 项目说明

本项目财务评价按照国家发改委《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)的有关规定进行编制,本项目测算按新增产能的增量测算,不步及企业的原有经营,即按新增模式进行项目财务评价。项目建设期按2年计,计算期按12年计,生产运营期10年,本项目定员按1100人计,项目第五年开始为达产期,折现率参考《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)调查值及广州山河智能有限公司对资金回报的要求确定按7%计。

### 14.2 产品成本估算

产品成本估算根据现有企业的生产组织形式及可能的物料供应方式和渠道,参考同类企业按产品的消耗定额进行估算直接成本,按现有企业的费用标准综合平均后并考虑完成后的规模水平估算间接成本,详述如下:

1)原材料及燃料动力费用根据生产纲领的单位产品耗量和相应市场价格进行估算;

2)工资及附加按现有水平并考虑增涨因素在投产五年内增涨到人均18.19万元/年的报酬水平估算(含职工福利费及五险一金费用);

3)折旧费:建筑物固定资产按4.75%(20年残值5%)、机器设备按综合折旧率9.5%(10年残值5%)计;

4)修理费按固定资产原值的0.8%提取;

5)推销费:技术无形资产按10年推销,其他待摊资产中原有部分按10年、新增部分按5年推销;

6)财务费用:按国家人民银行公布的基准利率计算,长期借款考虑浮动按4%计,流动资金借款综合按3.76%计;

7)研发费，分别按产品营业收入的 4%计和 1.5%计（不含人工、折旧、修理费），工业物联网收入为代加工不计研发费；

8)其他费用是为了便于项目评价的计算，将制造费用、管理费用和销售费用作了适当归并后计入，即将制造费用、管理费用和销售费用中的折旧、摊销、修理、工资及附加等费用剔除后，按指标估算，销售费用包括运输装卸费。

经测算，达产正常年份的总成本为 360054 万元，其中固定成本为 42023 万元，可变成本为 318032 万元。经营成本为 355324 万元。

详见“折旧及摊销计算表”、“总成本费用估算表”。

### 14.3 销售收入、销售税金及利润估算

1)销售收入按产品产量和预计的销售价计算，销售价格参考目前的价格并考虑一定的竞争优势确定，经计算达产年可实现销售收入含税为 425500 万元，不含税收入为 381745 万元。以下收入和成本都按不含税价测算。达产年营业收入见下表：

序号	产品名称	产量 (台、%)	单价(万 元)	合价(万 元)	税率 (%)	含税收入 (万元)
1	盾构机整机	40	5752.21	230088	13	260000
2	工业物联网	100	48.67	4867	13	5500
3	隧道施工总包	100	1467.89	146789	9	160000
	小计			381745		425500.00

2)销售税金包括产品增值税、城市维护建设税、教育费附加、地方教育费附加、水利建设基金及印花税等，产品增值税税率按 13%计(以销项税减进项税)，建筑安装工程、运输费的增值税税率按 9%计，城市维护建设税、教育费附加、地方教育费附加分别按增值税的 7%、3%和 2%提取，印花税按分别按加工收入、产品收入和工程合同收入的 0.05%、0.03%和 0.01%计。根据国家增值税转型政策，本项目发生的设备资产购建增值税共计 1862.8 万元，在项目投产的头几年进行抵扣。

3)企业所得税按应税所得额的 25%计，盈余公积金按 10%在可供分配利润中提取。经计算生产期平均的企业新增的所得税为 5112 万元。

4)其他业务利润、长期投资收益、营业外净支出等本项目都未预估算。

通过计算，达产正常年实现销售税金为 10904 万元，其中增值税 9659 万元，企业年可实现的利润总额为 20446 万元。年合计上交税金 16016 万元。

详见“销售收入及销售税金估算表”、“损益表”。

#### 14.4 财务盈利能力分析

##### 1)静态盈利指标分析

$$\text{投资利润率} = \frac{\text{年平均利润总额}}{\text{总投资}} \times 100\% = \frac{20446}{18120+121820} \times 100\% = 14.61\%$$

$$\text{投资利税率} = \frac{\text{平均利税总额}}{\text{总投资}} \times 100\% = \frac{20446+10904}{18120+121820} \times 100\% = 22.4\%$$

$$\text{总投资收益率} = \frac{\text{年均息税前利润}}{\text{总投资}} \times 100\% = \frac{20446+3206}{18120+121820} \times 100\% = 16.9\%$$

$$\text{资本金净利率} = \frac{\text{年平均净利润}}{\text{项目资本金}} \times 100\% = \frac{15335}{12684+36546} \times 100\% = 31.15\%$$

##### 2)现金流量分析

财务基准收益率按 7%、项目计算期按 12 年，第五年达产计算。根据“现金流量表”计算内部收益率，财务净现值和投资回收期。其结果如下：

	全部投资	
--	------	--

项目	税前	税后	项目资本金
财务内部收益率 FIRR(%)	19.7	14.7	32.3
财务净现值 FNPV(I=7%)(万元)	82669.3	50514.9	66232.2
投资回收期 PT(年)(含建设期)	8.2	9.9	5.9

详见“全部投资现金流量表”、“自有资金现金流量表”。

### 14.5 清偿能力分析

清偿能力分析应是综合在整个企业的清偿能力之中，企业的清偿能力分析是依据借款偿还本息计算表、资金来源和运用表、资产负债表来计算资产负债率、流动比率、速动比率、利息备付率、偿债备付率等，以及固定资产投资借款偿还期来考察企业的财务状况及贷款的清偿能力。以下仅是本项目的清偿能力分析，仅考虑新增情况。

由表“借款偿还本息计算表”计算可知，本项目的新增长期借款偿还期为 2.88 年。偿还借款本金的资金来源为未分配利润、折旧费及摊销费部分。需偿还的资金为项目新增的长期借款，长期借款年利率按 4% 计算，长期借款按最大还款能力计算，从表中可看长期借款在投产后 1 年内还清，由于借款比例不高项目还款能力较强。由于按最大还款能力计算，故利息备付率和偿债备付率的计算失去意义，各年指标详见“借款偿还本息计算表”。

由“财务计划现金流量表”计算可以看出，项目在计算期各年能收支基本平衡，未出现亏损，累计盈余资金未出现负值，资金来源与运用相匹配，不需另外短期借款。

由“资产负债表”计算可知，在计算期内，项目资产负债率最大为 84.34%，出现在投产初期，项目投产后将逐步下降，流动比率在项目达产后大于 1.19，速动比率在项目达产后大于 0.83，各项指标尚可，当然以上分析及指标计算是假设在项目仅维持在封闭圈子内

生产不进行另外的投资或发展的基础上测得，与实际情况有出入，局限性较大。

#### 14.6 不确定性分析

##### 1) 盈亏平衡分析

本项目实施后，项目正常年份的固定成本为 42023 万元，可变成本为 318032 万元，据此计算盈亏平衡点如下：

$$\text{BEP(生产能力利用率)} = \text{固定成本} \div (\text{销售收入} - \text{可变成本} - \text{销售税金附加}) = 42023 \div (381745 - 318032 - 1244) = 67.3\%$$

计算结果表明，该项目只要达到设计能力的 67.3% 时，项目就可保本，进而即可盈利。从此指标看，企业盈利边际尚可。

##### 2) 敏感性分析

在项目计算期内可能发生变化的主要因素有产品价格、经营成本和固定资产投资，同时产品价格、经营成本和固定资产投资的变化会引起销售税金、所得税等其他指标的变化，±20% 范围内对财务内部收益率等指标的影响程度进行测算，其结果详见“敏感性分析表”。从表中可知影响企业效益最敏感的因素是产品销售价格，其次依次为经营成本、产品产量及投资支出。从表中可看出主要表现为经营风险，即销售价格与经营成本，由于项目建成后企业生产规模较大，需要开拓新领域，但由于企业的原有产品品牌较好，因此有利于市场开拓，企业要加强内部管理、控制成本等工作，以降低项目的经营风险。

#### 14.7 主要经济数据、指标及结论

通过以上分析可知，广州山河项目达产后正常年份可实现销售收入 381745 万元(不含税)，生产期平均为 358840 万元，实现利润总额 20446 万元，生产期平均为 18675 万元，税后投资内部收益率为

14.7%，税后投资回收期为 9.9 年(含建设期)，税后财务净现值( $i=7\%$ )为 50514.9 万元，盈亏平衡点为 67.3%。详见“主要经济数据及指标表”。

由此可见，本项目经济效益尚好，得到当地政府支持较大，按假定条件分析具有一定的抗风险能力，自有资金内部收益率达到 21.7%，因此从财务上看项目是可行的，但项目投入流动资金量较大，投资回收期较长，产品规模的扩大还需实践检验，随着介入高端产品市场者会越来越多，产品市场竞争将会变得激烈，因此需对市场价格变动及竞争对手作密切关注。

## 广州山河智能项目总投资估算表

单位：万元、万美元

序号	项目名称	建筑面积	建筑工程	设备及工器具费				其他费用	合计	备注
				设备购置费	设备安装费	工器具费	小计			
一	新增固定资产投资									
	I.工程项目									
1	盾构机装配厂房		0.0	14000.0	336.0	140.0	14476.0	0.0	14476.0	
	其中：厂房(租用)						0.0		0.0	
	设备及工器具费			14000.0	336.0	140.0	14476.0		14476.0	
2	智能制造及信息化设备			400.0			400.0		400.0	
	小计	0.0	0.0	14400.0	336.0	140.0	14876.0	0.0	14876.0	
	II.其他费用									
1	建设单位管理费							132.7	132.7	
2	设计费							194.6	194.6	
3	招标代理费							35.7	35.7	
4	信息化软件							1100.0	1100.0	
5	项目可研编制费							30.0	30.0	
6	项目环评编制费							11.2	11.2	
7	项目节能评价编制费							7.2	7.2	
8	生产准备费							275.0	275.0	
9	办公及生活家具购置费							385.0	385.0	

	小计							2171.5	2171.5	
	III.预备费									
1	基本预备费							851.8	851.8	
	小计									
2	IV.建设期利息							220.7	220.7	
	固定资产投资	0.0	0.0	14400.0	336.0	140.0	14876.0	3244.0	18120.0	
二	流动资金							<b>121820</b>	<b>121820.0</b>	
	新增总资金								<b>139940.0</b>	
	新增报批总投资								54666	

### 其他费用估算表

序号	费用名称	依据	计算式	金额(万元)
1	土地费用	参考评估价	利用原有	0.0
2	建设单位管理费	财政部财建[2016]504号文	按投资额分段累进计算	132.7
3	设计费	建设部计价格[2002]10号文	按工程费用采用插值法计算后下浮	194.6
4	招标代理费	原国家计委[2002]1980号文	按工程费用分项计算后下浮	35.7
5	信息化软件		估算	1100.0
6	项目可研编制费	计价格[1999]283号文	按项目投资额插值计算后下浮	30.0
7	项目环评编制费	计价格[2002]125号文	按项目投资额插值计算后下浮	11.2
8	项目节能评价编制费	概算指标	按设备投资的0.05%计算	7.2
9	生产准备费	概算指标	按生产定员2500元/人估算	275.0
10	办公及生活家具购置费	概算指标	按3500元/人估算	385.0
11	基本预备费	概算指标	(工程费用+其他费用)*5%计算	851.8
12	建设期利息	中国人民银行	按年利率4%计	220.7
	合计			3244.0

## 广州山河智能项目流动资金估算表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	流动资产	0	0	234959	309263	381532	382550	383618	383618	383618	383618	383618	383618
1	应收及预付账款	0	0	143342	189485	234860	235244	235647	235647	235647	235647	235647	235647
2	存货	0	0	76142	100917	125261	125476	125702	125702	125702	125702	125702	125702
3	现金	0	0	15475	18862	21411	21830	22269	22269	22269	22269	22269	22269
4	其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
二	流动负债	0	0	157086	209442	261798	261798	261798	261798	261798	261798	261798	261798
1	应付及预收账款	0	0	157086	209442	261798	261798	261798	261798	261798	261798	261798	261798
2	其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
三	流动资金需要量	0	0	77873	99821	119734	120752	121820	121820	121820	121820	121820	121820
四	原有流动资金	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	其中:流动资金借款	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
五	新增流动资金	0	0	77873	99821	119734	120752	121820	121820	121820	121820	121820	121820
	其中:流动资金借款	0	0	54511	69875	83814	84526	85274	85274	85274	85274	85274	85274
六	新增流动资金当年增加额	0	0	77873	21948	19913	1018	1068	0	0	0	0	0
	其中:流动资金借款	0	0	54511	15364	13939	712	748	0	0	0	0	0
七	流动资金借款利息	0	0	2050	2627	3151	3178	3206	3206	3206	3206	3206	3206

## 广州山河智能项目新增静态投资及资金筹措表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	合计
一	新增静态投资	9000	9120	77873	21948	19913	1018	1068	139940
1	建设投资	9000	9120	0	0	0	0		18120
	其中:建设期利息	56	165	0	0	0	0	0	221
2	流动资金	0	0	77873	21948	19913	1018	1068	121820
二	资金筹措	9000	9120	77873	21948	19913	1018	1068	139940
1	搬迁补偿	6200	6484	23362	6584	5974	305	321	49230
	其中:用于流动资金	0	0	23362	6584	5974	305	321	36546
2	借款	2800	2636	54511	15364	13939	712	748	90710
2.1	长期借款	2800	2636	0	0	0	0	0	5436
2.2	流动资金借款	0	0	54511	15364	13939	712	748	85274

## 广州山河智能项目折旧及摊销计算表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	固定资产												
1	利用原有固定资产原值	0											
2	利用原有固定资产净值	0											
3	新增固定资产原值	0	0	14944	0	0							
	厂房	0	0	0	0	0							
	设备	0	0	14944	0	0							
4	固定资产原值累计	0	0	14944	14944	14944	14944	14944	14944	14944	14944	14944	14944
5	折旧费	0	0	1420	1420	1420	1420	1420	1420	1420	1420	1420	1420
6	净值	0	0	13525	12105	10685	9266	7846	6426	5006	3587	2167	747
二	无形资产												
1	原有无形资产	0	0	0									
2	新增无形资产	0	0	1038	0	0							
3	无形资产累计	0	0	1038	1038	1038	1038	1038	1038	1038	1038	1038	1038
4	摊销费	0	0	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
	土地摊销费	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	技术无形资产摊销	0	0	104	104	104	104	104	104	104	104	104	104
5	净值	0	0	934	830	726	623	519	415	311	208	104	0
三	待摊销资产												
1	原有待摊销资产	0	0	0									
2	新增待摊销资产	0	0	275	0	0							

3	待摊销资产累计	0	0	275	275	275	275	275	275	275	275	275	275
4	摊销费	0	0	55	55	55	55	55	0	0	0	0	0
	原有摊销费	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	新增摊销费	0	0	55	55	55	55	55	0	0	0	0	0
5	净值	0	0	220	165	110	55	0	0	0	0	0	0

### 广州山河智能项目总成本费用估算表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1	原材料及外购外协件	0	0	175191	233587	291984	291984	291984	291984	291984	291984	291984	291984
2	燃料动力	0	0	1553	2059	2565	2565	2565	2565	2565	2565	2565	2565
3	工资及附加	0	0	12705	16335	18150	19058	20010	20010	20010	20010	20010	20010
4	修理费	0	0	96	108	120	120	120	120	120	120	120	120
5	折旧费	0	0	1420	1420	1420	1420	1420	1420	1420	1420	1420	1420
6	摊销费	0	0	159	159	159	159	159	104	104	104	104	104
7	财务费用	0	0	2267	2627	3151	3178	3206	3206	3206	3206	3206	3206
8	研发费	0	0	6989	9319	11649	11649	11649	11649	11649	11649	11649	11649
9	其他费用	0	0	21350	25173	28968	28982	28996	28996	28996	28996	28996	28996
	其中：其他制造费用	0	0	2842	3780	4690	4704	4704	4704	4704	4704	4704	4704
	其他管理费用	0	0	13251	14384	15516	15516	15516	15516	15516	15516	15516	15516
	其他销售费用	0	0	5257	7009	8761	8761	8761	8761	8761	8761	8761	8761
10	总成本费用	0	0	221729	290787	358166	359114	360109	360054	360054	360054	360054	360054
	其中：固定成本	0	0	30892	36355	40158	41097	42078	42023	42023	42023	42023	42023
	变动成本	0	0	190837	254431	318008	318017	318032	318032	318032	318032	318032	318032
11	经营成本	0	0	217883	286581	353436	354357	355324	355324	355324	355324	355324	355324

广州山河智能项目销售收入及销售税金计算表

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	产量（台、%）												
1	盾构机整机			24	32	40	40	40	40	40	40	40	40
2	工业物联网			60	80	100	100	100	100	100	100	100	100
3	隧道施工总包			60	80	100	100	100	100	100	100	100	100
二	销售收入(不含税)	0	0	229047	305396	381745	381745	381745	381745	381745	381745	381745	381745
	其中：出口创汇(美元)												
1	盾构机整机	0	0	138053	184071	230088	230088	230088	230088	230088	230088	230088	230088
2	工业物联网	0	0	2920	3894	4867	4867	4867	4867	4867	4867	4867	4867
3	隧道施工总包	0	0	88073	117431	146789	146789	146789	146789	146789	146789	146789	146789
三	销售税金	0	0	4449	8719	10905	10904	10904	10904	10904	10904	10904	10904
1	增值税	0	0	3927	7724	9661	9659	9659	9659	9659	9659	9659	9659
	销项税	0	0	26253	35004	43755	43755	43755	43755	43755	43755	43755	43755
	进项税	0	0	20464	27281	34094	34096	34096	34096	34096	34096	34096	34096
	资产购建的进项税		0	1863	0	0	0	0	0				
2	城市维护建设税	0	0	275	541	676	676	676	676	676	676	676	676
3	教育费附加	0	0	196	386	483	483	483	483	483	483	483	483
4	其他流转税(房产税、土地使用税及印花税)	0	0	51	68	85	85	85	85	85	85	85	85

## 广州山河智能项目利润及利润分配表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
1	销售收入	0	0	229047	305396	381745	381745	381745	381745	381745	381745	381745	381745	3588401
2	销售税金	0	0	4449	8719	10905	10904	10904	10904	10904	10904	10904	10904	100399
2.1	增值税及营业税	0	0	3927	7724	9661	9659	9659	9659	9659	9659	9659	9659	88927
2.2	销售税金附加	0	0	522	995	1244	1244	1244	1244	1244	1244	1244	1244	11472
3	总成本费用	0	0	221729	290787	358166	359114	360109	360054	360054	360054	360054	360054	3390175
4	营业外净支出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	利润总额(1-2.2-3)	0	0	6796	13614	22334	21387	20391	20446	20446	20446	20446	20446	186753
	应纳税所得额	0	0	6796	13614	22334	21387	20391	20446	20446	20446	20446	20446	186753
6	所得税	0	0	1699	3404	5584	5347	5098	5112	5112	5112	5112	5112	46688
7	税后利润	0	0	5097	10211	16751	16040	15293	15335	15335	15335	15335	15335	140065
8	支付股利	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	可供分配利润	0	0	5097	10211	16751	16040	15293	15335	15335	15335	15335	15335	140065
10	盈余公积金	0	0	510	1021	1675	1604	1529	1533	1533	1533	1533	1533	14007
11	累计储备与发展基金	0	0	510	1531	3206	4810	6339	7873	9406	10940	12473	14007	
12	未分配利润	0	0	4587	9190	15076	14436	13764	13801	13801	13801	13801	13801	126059
13	累计未分配利润	0	0	4587	13777	28852	43288	57052	70854	84655	98456	112257	126059	
14	偿还长期借款	0	0	3858	0	0	0	0	0	0				3858

## 广州山河智能项目全部投资现金流量表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
一	现金流入													
1	销售收入	0	0	229047	305396	381745	381745	381745	381745	381745	381745	381745	381745	358840 1
2	固定资产残值回收										0	0	747	747
3	无形资产净值												0	0
4	流动资金回收										0	0	121820	121820
	流入小计	0	0	229047	305396	381745	381745	381745	381745	381745	381745	381745	504312	371096 8
二	现金流出													
1	建设投资	8944	8955	0	0									17899
2	流动资金	0	0	77873	21948	19913	1018	1068						121820
3	经营成本	0	0	217883	286581	353436	354357	355324	355324	355324	355324	355324	355324	334420 3
4	销售税金附加	0	0	522	995	1244	1244	1244	1244	1244	1244	1244	1244	11472
5	营业外净支出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	调整所得税	0	0	2266	4060	6371	6141	5899	5913	5913	5913	5913	5913	54304
7	资产购建增值税抵扣	0	0	-1863	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1863
	流出小计	8944	8955	296682	313584	380965	362760	363536	362482	362482	362482	362482	362482	354783 6
三	净现金流量	-8944	-8955	-67635	-8188	780	18985	18208	19263	19263	19263	19263	141830	163132
四	累计净现金流量	-8944	-17899	-85534	-93723	-92943	-73958	-55750	-36487	-17224	2039	21302	163132	
五	所得税前净现金流量	-8944	-8955	-65369	-4128	7151	25126	24108	25176	25176	25176	25176	147743	217436
六	所得税前累计净现金流量	-8944	-17899	-83268	-87396	-80245	-55120	-31012	-5836	19340	44516	69693	217436	
七	净现值 NPV(i=7%)	50514.9 (税后)		82869.3 (税前)										

八	投资回收期(a)	9.9 (税后)	8.2 (税前)
九	内部收益率(IRR)	14.7% (税后)	19.7% (税前)

## 广州山河智能项目资本金现金流量表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
一	现金流入													
1	销售收入	0	0	229047	305396	381745	381745	381745	381745	381745	381745	381745	381745	3588401
2	固定资产残值回收										0	0	747	747
3	无形资产净值												0	0
4	流动资金回收										0	0	121820	121820
	流入小计	0	0	229047	305396	381745	381745	381745	381745	381745	381745	381745	504312	3710968
二	现金流出													
1	自有资金	6200	6484	23362	6584	5974	305	321						49230
2	借款本金偿还	0	0	5436	0	0	0	0	0	0	0		85274	90710
3	借款利息支付	0	0	2267	2627	3151	3178	3206	3206	3206	3206	3206	3206	30462
4	经营成本	0	0	217883	286581	353436	354357	355324	355324	355324	355324	355324	355324	3344203
5	销售税金附加	0	0	522	995	1244	1244	1244	1244	1244	1244	1244	1244	11472
6	营业外净支出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	所得税	0	0	1699	3404	5584	5347	5098	5112	5112	5112	5112	5112	46688
8	固定资产购建增值税 抵扣	0	0	-1863	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-1863
	流出小计	6200	6484	249307	300191	369389	364432	365193	364887	364887	364887	364887	450161	3570903
三	净现金流量	-6200	-6484	-20260	5205	12355	17313	16551	16858	16858	16858	16858	54151	140065
四	累计净现金流量	-6200	-12684	-32944	-27739	-15384	1929	18481	35339	52197	69055	85914	140065	
五	净现值 NPV(I=7%)	66232.2												
六	投资回收期(a)	5.9												
七	内部收益率(IRR)	32.3%												

## 广州山河智能项目贷款偿还表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	贷款及还本付息												
1	年初贷款累计	0	2800	5436	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	本年贷款支用	2800	2636	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	本年应计利息	56	165	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.1	建设期利息	56	165	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2	生产期利息	0	0	217	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	本年还本	0	0	5436	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	年末贷款累计	2800	5436	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
二	还贷资金来源												
1	利润	0	0	4587	9190	15076	14436	13764	13801	13801	13801	13801	13801
2	折旧费	0	0	1420	1420	1420	1420	1420	1420	1420	1420	1420	1420
3	摊销费	0	0	159	159	159	159	159	104	104	104	104	104
4	小计	0	0	6166	10768	16654	16014	15343	15325	15325	15325	15325	15325
三	实际还贷金额	0	0	5436	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	其中：折旧及摊销	0	0	1579	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	利润	0	0	3858	0	0	0	0	0	0	0	0	0
四	还贷资金结余	0	0	730	10768	16654	16014	15343	15325	15325	15325	15325	15325
	贷款偿还期(a):	2.88											
	利息备付率			4.00									
	偿债备付率			1.16									

## 广州山河智能项目财务计划现金流量表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	合计
1	经营活动净现金流量	0	0	8942	14416	21481	20797	20078	20065	20065	20065	20065	20065	186037
1.1	现金流入	0	0	255300	340400	425500	425500	425500	425500	425500	425500	425500	425500	3999700
1.1.1	营业收入	0	0	229047	305396	381745	381745	381745	381745	381745	381745	381745	381745	3588401
1.1.2	增值税销项税	0	0	26253	35004	43755	43755	43755	43755	43755	43755	43755	43755	411299
1.1.3	设备购置增值税	0	0	0	0	0	0	0	0	0				0
1.1.4	其他收入													0
1.2	现金流出	0	0	246358	325984	404019	404703	405422	405435	405435	405435	405435	405435	3813663
1.2.1	经营成本	0	0	217883	286581	353436	354357	355324	355324	355324	355324	355324	355324	3344203
1.2.2	增值税进项税	0	0	22327	27281	34094	34096	34096	34096	34096	34096	34096	34096	322372
1.2.3	营业税金及附加	0	0	522	995	1244	1244	1244	1244	1244	1244	1244	1244	11472
1.2.4	增值税	0	0	3927	7724	9661	9659	9659	9659	9659	9659	9659	9659	88927
1.2.5	所得税	0	0	1699	3404	5584	5347	5098	5112	5112	5112	5112	5112	46688
1.2.6	其他流出													0
2	投资活动净现金流量	-9000	-9120	-77873	-21948	-19913	-1018	-1068	0	0	0	0	122567	-17373
2.1	现金流入												122567	122567
2.2	现金流出	9000	9120	77873	21948	19913	1018	1068						139940
2.2.1	建设投资	9000	9120	0	0	0	0	0						18120
2.2.2	维持运营投资			0										0
2.2.3	流动资金	0	0	77873	21948	19913	1018	1068						121820
2.2.4	其他流出	0												0
3	筹资活动净现金流量	9000	9120	70170	19321	16762	-2161	-2138	-3206	-3206	-3206	-3206	-88480	18768
3.1	现金流入	9000	9120	77873	21948	19913	1018	1068	0	0	0	0	0	139940
3.1.1	项目资本金投入	6200	6484	23362	6584	5974	305	321						49230
3.1.2	建设投资借款	2800	2636	0	0	0	0	0						5436

3.1.3	流动资金借款	0	0	54511	15364	13939	712	748						85274
3.1.4	其他流入	0		0										0
3.2	现金流出	0	0	7703	2627	3151	3178	3206	3206	3206	3206	3206	88480	121172
3.2.1	各种利息支出	0	0	2267	2627	3151	3178	3206	3206	3206	3206	3206	3206	30462
3.2.2	偿还债务本金	0	0	5436	0	0	0	0	0	0	0	0	85274	90710
3.2.3	应付利润	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2.4	其他流出													0
4	净现金流量	0	0	1239	11789	18329	17618	16872	16858	16858	16858	16858	54151	187432
5	累计盈余资金	0	0	1239	13028	31358	48976	65848	82706	99564	116423	133281	187432	

注：最后一年由于固定资产及无形资产余值回收及流动资产处置，现金流量表的累计盈余资金应在资产负债表的基础上加资产回收减流动资金借款归还。

## 广州山河智能项目资产负债表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
一	资产	9000	18120	250877	335392	424412	441469	457831	473166	488500	503835	519170	534505
1	流动资产	0	0	236198	322291	412890	431526	449466	466324	483183	500041	516899	533757
1.1	应收账款	0	0	143342	189485	234860	235244	235647	235647	235647	235647	235647	235647
1.2	存货	0	0	76142	100917	125261	125476	125702	125702	125702	125702	125702	125702
1.3	现金	0	0	15475	18862	21411	21830	22269	22269	22269	22269	22269	22269
1.4	累计盈余资金	0	0	1239	13028	31358	48976	65848	82706	99564	116423	133281	150139
2	在建工程	9000	18120	0	0								
3	固定资产净值	0	0	13525	12105	10685	9266	7846	6426	5006	3587	2167	747
4	无形资产净值	0	0	934	830	726	623	519	415	311	208	104	0
5	递延资产净值	0	0	220	165	110	55	0	0	0	0	0	0
二	负债及所有者权益	9000	18120	250877	335392	424412	441469	457831	473166	488500	503835	519170	534505
1	流动负债	0	0	211597	279317	345612	346324	347072	347072	347072	347072	347072	347072
1.1	应付账款	0	0	157086	209442	261798	261798	261798	261798	261798	261798	261798	261798
1.2	流动资金借款	0	0	54511	69875	83814	84526	85274	85274	85274	85274	85274	85274
2	长期负债	2800	5436	0	0	0	0						
3	负债合计	2800	5436	211597	279317	345612	346324	347072	347072	347072	347072	347072	347072
4	所有者权益	6200	12684	39280	56075	78800	95145	110759	126094	141428	156763	172098	187432
4.1	自有资金或实收资本	6200	12684	34183	40768	46742	47047	47367	47367	47367	47367	47367	47367
4.2	累计盈余公积金	0	0	510	1531	3206	4810	6339	7873	9406	10940	12473	14007
4.3	累计未分配利润	0	0	4587	13777	28852	43288	57052	70854	84655	98456	112257	126059
	资产负债率	31.11%	30.00%	84.34%	83.28%	81.43%	78.45%	75.81%	73.35%	71.05%	68.89%	66.85%	64.93%
指标	流动比率	0.00	0.00	1.12	1.15	1.19	1.25	1.30	1.34	1.39	1.44	1.49	1.54
	速动比率	0.00	0.00	0.76	0.79	0.83	0.88	0.93	0.98	1.03	1.08	1.13	1.18

### 广州山河智能项目敏感性分析表

单位:万元

因素	经济指标	变化幅度								
		-20.0%	-15.0%	-10.0%	-5.0%	0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%
产量	内部收益率 IRR	11.4%	12.2%	13.0%	13.9%	14.7%	15.6%	16.4%	17.3%	18.1%
	净现值 NPV(i=7%)	28889	34296	39702	45109	50514.9	55921	61328	66734	72140
	投资回收期(年)	11.08	11.02	10.70	10.28	9.89	9.55	9.23	8.95	8.69
投资	内部收益率 IRR	15.5%	15.3%	15.1%	14.9%	14.7%	14.5%	14.4%	14.2%	14.0%
	净现值 NPV(i=7%)	53751.0	52942.0	52132.9	51323.9	50514.9	49706	48897	48088	47279
	投资回收期(年)	9.71	9.75	9.80	9.85	9.89	9.94	9.99	10.03	10.08
经营成本	内部收益率 IRR	90.0%	69.3%	49.6%	31.3%	14.7%	-0.4%	-14.5%		
	净现值 NPV(i=7%)	453148.7	352490.3	251831.8	151173.3	50514.9	-50144	-150802	-251461	-352119
	投资回收期(年)	3.85	4.34	5.13	6.37	9.89				
售价	内部收益率 IRR			-16.0%	-1.1%	14.7%	32.2%	51.6%	72.5%	94.3%
	净现值 NPV(i=7%)	-373744	-267680	-161615	-55550	50514.9	156580	262644	368709	474774
	投资回收期(年)					9.89	6.27	5.05	4.25	3.77

主要经济数据和指标表				
序号	项目名称	单位	指标	
			达产年	平均
1	固定资产投资	万元	18120	
2	流动资金	万元	121820	
3	职工人数	人	1100	
4	工业增加值	万元	56090	
5	销售收入(不含税)	万元	381745	358840
6	销售税金	万元	10904	10040
6.1	增值税	万元	9659	8893
6.2	销售税金附加	万元	1244	1147
7	利润总额	万元	20446	18675
8	新增投资净现值(税后)	万元	50514.9	
9	新增投资投资回收期(税后)	a	9.9	含建设期
10	新增投资内部收益率(税后)		14.7%	
11	新增投资净现值(税前)	万元	82869.3	
12	新增投资投资回收期(税前)	a	8.2	含建设期
13	新增投资内部收益率(税前)		19.7%	
14	新增自有资金净现值	万元	66232.2	
15	新增自有资金投资回收期	a	5.9	含建设期
16	新增自有资金内部收益率		32.3%	
17	贷款偿还期	a	2.88	
18	盈亏平衡点		67.3%	
20	投资利润率		14.6%	13.3%
21	总投资收益率		16.9%	15.6%
22	资本金净利率		31.1%	
23	销售利润率		5.4%	5.20%
24	全员劳动生产率	万元/(人 a)	50.99	
25	人均创利税	万元/(人 a)	28.50	
26	投入产出比(不含流动资金)		21.07	

## 15 广柴投资估算和资金筹措

### 15.1 投资概述

本估算是广州工业控股集团有限公司拟建设的大岗生产基地建设，其中广州广柴生产基地项目可行性研究阶段的总投资估算，项目建设期3年，本项目建设场地位于广东省广州市南沙大岗洪奇沥水道旁原广州重机及广柴的新征用地内，具体为中船中路与中船东路交叉口西南角位置，地块西侧均为规划工业用地，南侧为洪奇沥水道，项目用地面积102772.323 m<sup>2</sup>（合计154.16亩），工程新建广柴联合厂房、固废库及污水处理站、油化库、供油站、水泵房及水池、开闭所及室外道路、广场、停车场、室外堆场、厂区管网系统、绿化、围墙、大门等及室外堆场、厂区管网系统、绿化、围墙、大门等，新建建筑面积71219.3m<sup>2</sup>。项目完成后形成年产中速柴油机400台、低速柴油机100台的生产能力，达产年含税收入达到28.25亿元。项目估算总资金186246.53万元，其中新增固定资产投资99175.64万元（含增值税8301.94万元），新增流动资金84070.89万元，利用原有设备3000万元。根据国家发改委统计口径计算的新增报批总投资124396.91万元，其中固定资产投资99175.64万元、铺底流动资金25221.27万元。

### 15.2 固定资产投资估算

#### 15.2.1 投资估算编制依据

- (1) 企业提供的发展规划、生产协作等要求
- (2) 《广东省建筑工程计价定额》（2018版）
- (3) 《广东省安装工程计价定额》（2018版）
- (4) 《广东省市政工程计价定额》（2018版）
- (5) 2022年5月广州市造价信息

- (6) 工业项目固定资产投资可行性研究报告编制规定
- (7) 招标代理服务费依据国家计委计价格[2002]1980号文
- (8) 可研编制费依据国家计委计价格[1999]1283号文
- (9) 工程保险费参照现行保险费率政策估算
- (10) 建设单位管理费依据国家财政部财建[2016]504号文
- (11) 勘察设计收费、招标代理服务费、环境影响评价费、前期工作咨询费、工程监理收费依据关于进一步放开建设项目专业服务价格的通知（发改价格〔2015〕299号）精神按参考原标准和市场竞争成交价等情况根据原标准进行下浮估算
- (12) 企业提供的有关投资及财务资料
- (13) 现行国家有关投资的财税政策文件
- (14) 各公用、工艺专业提供的资料、说明

### 15.2.2 编制方法

#### 1) 建筑工程

建筑工程投资根据工程量按同类工程造价指标进行估算，包括土建工程、附属建筑物的暖通、配电、弱电、消防控制等管线工程、设备基础费用。

#### 2) 公用设备工程

指独立发挥作用的变电站、变电所、空压站房、供气站、循环水站、供油站等公用设施，供气站、供油站设备为租用，其他设备价格按市场询价计，并按设备原价的百分比加计运杂费及安装费。

#### 3) 工艺设备

工艺设备根据主要设备明细表逐台计价，其国内通用设备根据现行价或询价计价，通用非标准设备根据通用非标准设备价格估算办法计价，进口设备通过第三方按国内采购计，设备清单中的价

格为含税价，设备运杂费、安装费及基础费按占设备原价的百分比计算，设备基础费用包含于建筑工程投资中。设备原价详见各“工艺设备清单”。

车间的工器具费未计入投资，直接摊入成本的制造费用。

#### 4)其他费用

其他费用依据建设项目概算编制办法及各项概算指标及地方和国家的有关规定计算，其中基本预备费按 5%估算，未计价差预备费，土地费用暂按 7500 万元计。其他费用详见“其他费用估算表”

### 15.2.3 编制结果及投资构成

根据工程内容新增全部固定资产投资估算编制结果为 99175.64 万元，具体构成如下表所示，详细构成见“新增投资估算表”。

序号	项目名称	投资	占比(%)	备注
1	建筑工程	9917	44.07%	
2	设备购置费及安装	39720.46	40.05%	
3	工器具费		0.00%	未计
4	其他费用	10361.30	10.45%	
6	基本预备费	4689.3	4.73%	
7	建设期利息	700.00	0.71%	
	合计	99175.64	100.00%	

以上全部投资预计形成建筑物固定资产 43747 万元(含设计费、监理费、预备费、建设期利息等分摊，不含购建增值税)，设备固定资产 38469 万元(含设计费、监理费、预备费、建设期利息等分摊，不含购建增值税)，待摊销其他资产 458 万元，土地无形资产 7500 万元，另有资产购建增值税 8302 万元作为进项税直接抵扣产品销售的销项税而未形成固定资产。详见“投资估算表”、“折旧及摊销计算表”。

### 15.3 流动资金估算

采用详细估算法计算流动资金需要量，并考虑企业完成后生产的特点进行测算，各项占用的流动资金的周转天数按如下考虑，应收账款(含应收票据)周转天数：18天，应付账款(含应付票据)周转天数：90天，原材料周转天数：90天，在产品周转天数：120天，现金周转天数：45天，产成品周转天数30天，燃料动力周转30天，预收款按营业收入的30%计、预付原材料、外购外协费等按30%计。经计算达产年需流动资金总额84071万元，其中铺底流动资金25221万元。详见“流动资金估算表”。

### 15.4 利用原有资产情况

本次工程利用原有设备重估入账部分3000万元，原有土地按暂估价计入了项目投资。

### 15.5 广柴总投资、分年度投资计划及融资方案

#### 15.5.1 广柴总投资

新增固定资产投资99175.64万元(含建设期利息)，流动资金为84070.89万元，利用原有资产净值3000万元。按全部流动资金合计总投资投入为186246.53万元。按铺底流动资金计算的报批新增总投资为124396.91万元。

#### 15.5.2 分年度投资计划

根据项目具体情况及实施计划，确定建设期为三年(包括前期时间)。本项目新增固定资产投资第一年投入16550.61万元，第二年投入42204.57万元，第三年投入40420.46万元。流动资金的投资根据生产安排逐年投入，在投产后五年内投入。

分年度投资计划详见“新增投资及资金筹措表”。

#### 15.5.3 融资方案

### 1)融资组织形式

本项目由广州工业控股集团有限公司下属广州广柴有限公司负责实施，该项目为既有法人企业筹集资金投资该项目。

### 2)广柴总投资及资金筹资方案

新增固定资产投资 99175.64 万元(含建设期利息)，流动资金为 84070.89 万元，利用原有资产净值 3000 万元。按全部流动资金合计总资金投入为 186246.53 万元。按铺底流动资金计算的报批新增总投资为 124396.91 万元。

资金来源为：a.资本金筹资 148246.53 万元，其中申请工控集团增资 89396.91 万元，占 60.3%，广柴出资 58849.62 万元，占 39.7%，资本金筹资中用于建设资金 98475.64 万元、用于建设期利息 700 万元、用于流动资金 84070.89 万元。b.债务资金筹措 35000 万元，其中申请银行长期借款 35000 万元，占 100%，债务资金中用于建设投资 35000 万元 c.利用原有资产 3000 万元以实物资产投入。

### 3)广柴项目资本金

参照国家规定，企业新增资本金的最低限度=项目新增总投资×国家规定比例(20%)=(99175+84071×30%)×20%=24879.2 万元

因此本项目企业新增自有资金必须大于 24879.2 万元

项目新增资本金 148246.53 万元，资本金占上报项目的总投资比例超过国家最低限要求，资本金来源为募集资金和企业自有资金。

广柴项目总投资使用计划与资金筹措见“新增投资及资金筹措表”

## 15.6 有关问题说明

- 1)根据计投资 [1999] 1340 号文件，涨价预备费暂按 0%计。
- 2)根据国税发 [1994] 021 号文投资方向调节税按零税率计算。
- 3)本项目未计用地范围外的外线接线费。

4) 按新增固定资产投资和项目实际用地面积计算的投资强度为 9647.4 万元/公顷折 643.2 万元/亩，符合国土资发〔2008〕24 号文的要求。

## 16. 广柴项目财务效益分析

### 16.1 项目说明

本项目财务评价按照国家发改委《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)的有关规定进行编制, 本项目测算按新增产能的增量测算, 不涉及企业的原有经营, 利用原有资产部分视同新增投资形成合并计入分析, 即按新增模式进行项目财务评价。项目建设期按3年计, 计算期按3年计, 生产运营期10年, 本项目定员按520人计, 项目第八年开始为达产期, 折现率参考《建设项目经济评价方法与参数》(第三版)调查值及广州广柴对资金回报的要求确定按6%计。

### 16.2 产品成本估算

产品成本估算根据现有企业的生产组织形式及可能的物料供应方式和渠道, 参考同类企业按产品的消耗定额进行估算直接成本, 按现有企业的费用标准综合平均后并考虑完成后的规模水平估算间接成本, 详述如下:

1)原材料及燃料动力费用根据生产纲领的单位产品耗量和相应市场价格进行估算;

2)工资及附加按项目定员。根据现有水平及工资增长趋势, 在投产五年内人均增长到17万元/年的报酬水平估算(含职工福利费及五险一金费用);

3)折旧费: 建筑物固定资产按3.8%(25年残值5%)、机器设备按综合折旧率9.5%(10年残值5%)计;

4)修理费按建筑物固定资产原值的0.2%、设备固定资产原值的0.8%提取;

5)摊销费: 土地无形资产按40年摊销, 技术无形资产按10年

摊销，新增部分按 5 年摊销；

6)财务费用：按国家人民银行公布的基准利率计算，长期借款考虑浮动按 4%计；

7)研发费，分别按产品营业收入的 3.5%计（不含人工、折旧、修理费）；

8)其他费用是为了便于项目评价的计算，将制造费用、管理费用和销售费用作了适当归并后计入，即将制造费用、管理费用和销售费用中的折旧、摊销、修理、工资及附加等费用剔除后，按指标估算，销售费用包括运输装卸费。

经测算，达产正常年份的总成本为 225216 万元，其中固定成本为 25026 万元，可变成本为 200190 万元。经营成本为 219426 万元。

详见“折旧及摊销计算表”、“总成本费用估算表”。

### 16.3 销售收入、销售税金及利润估算

1)销售收入按产品产量和预计的销售价计算，销售价格参考目前的价格并考虑一定的竞争优势确定，经计算达产年可实现销售收入含税为 282517 万元，不含税收入为 250015 万元。以下收入和成本都按不含税价测算。达产年营业收入见下表：

序号	产品名称	产量 (台)	单价(万 元)	合价(万 元)	税率 (%)	含税收入 (万元)
(一)	中速柴油机					
1	VG32	15	833	12495	13	14119
2	G32	100	330	33000	13	37290
3	G26	85	214	18190	13	20555
4	320	115	135	15525	13	17543
5	CS21	20	141	2820	13	3187
6	230	20	62	1240	13	1401
7	VG35	5	923	4615	13	5215
8	G35	10	462	4620	13	5221
9	G32	10	385	3850	13	4351
10	M23G	10	231	2310	13	2610
11	230SG	10	135	1350	13	1526
(二)	低速柴油机			0		0
1	UEC33	10	820	8200	13	9266

2	UEC35	20	920	18400	13	20792
3	UEC42	40	1490	59600	13	67348
4	UEC50	20	1850	37000	13	41810
5	UEC60	10	2680	26800	13	30284
	小计			250015		282517

2)销售税金包括产品增值税、城市维护建设税、教育费附加、地方教育费附加、水利建设基金及印花税等，产品增值税税率按13%计(以销项税减进项税)，建筑安装工程、运输费的增值税税率按9%计，城市维护建设税、教育费附加、地方教育费附加分别按增值税的7%、3%和2%提取，印花税按产品收入的0.03%计，土地使用税按用地面积2元/m<sup>2</sup>，房产税按建筑物原值减30%后按1.2%计税。根据国家增值税转型政策，本项目发生的设备资产购建增值税共计8302万元，在项目投产的头几年进行抵扣。

3)企业所得税按应税所得额的15%计，盈余公积金按10%在可供分配利润中提取。经计算生产期平均的企业新增的所得税为2946万元。

4)其他业务利润、长期投资收益、营业外净支出等本项目都未预估算。

通过计算，达产正常年实现销售税金为7989万元，其中增值税7048万元，企业年可实现的利润总额为23858万元。年合计上交税金11568万元，折75.02万元/亩。

详见“销售收入及销售税金估算表”、“损益表”。

## 16.4 财务盈利能力分析

### 1)静态盈利指标分析

$$\text{投资利润率} = \frac{\text{年平均利润总额}}{\text{总投资}} \times 100\% = \frac{19642}{99175+84070+3000} \times 100\% = 10.55\%$$

$$\text{投资利税率} = \frac{\text{平均利税总额}}{\text{总投资}} \times 100\% = \frac{19642+6167}{99175+84070+3000} \times 100\%$$

=13.86%

$$\begin{aligned} \text{总投资收益率} &= \frac{\text{年均息税前利润}}{\text{总投资}} \times 100\% \\ &= \frac{19642+0}{99175+84070+3000} \times 100\% = 10.55\% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{资本金净利率} &= \frac{\text{年平均净利润}}{\text{项目资本金}} \times 100\% \\ &= \frac{16696}{64176+84070+3000} \times 100\% = 11.04\% \end{aligned}$$

## 2)现金流量分析

财务基准收益率按 6%、项目计算期按 12 年，第八年达产计算。根据“现金流量表”计算内部收益率，财务净现值和投资回收期。其结果如下：

项目	全部投资		项目资本金
	税前	税后	
财务内部收益率 FIRR(%)	12.4	10.7	11.1
财务净现值 FNPV(I=6%)(万元)	65366.4	47671.1	48441.3
投资回收期 PT(年)(含建设期)	10.3	11.1	11.2

详见“全部投资现金流量表”、“自有资金现金流量表”。

## 16.5 清偿能力分析

清偿能力分析应是综合在整个企业的清偿能力之中，企业的清偿能力分析是依据借款偿还本息计算表、资金来源和运用表、资产负债表来计算资产负债率、流动比率、速动比率、利息备付率、偿债备付率等，以及固定资产投资借款偿还期来考察企业的财务状况及贷款的清偿能力。以下仅是本项目的清偿能力分析，仅考虑新增情况。

由表“借款偿还本息计算表”计算可知，本项目的新增长期借款偿还期为 5.52 年。偿还借款本金的资金来源为未分配利润、折旧费及摊销费部分。需偿还的资金为项目新增的长期借款，长期借款年

利率按 4% 计算，长期借款按最大还款能力计算，从表中可看长期借款在投产后 3 年内可还清，由于借款比例不高项目还款能力较强。由于按最大还偿能力计算，故利息备付率和偿债备付率的计算失去意义，各年指标详见“借款偿还本息计算表”。

由“财务计划现金流量表”计算可以看出，项目在计算期各年能收支基本平衡，未出现亏损，累计盈余资金未出现负值，资金来源与运用相匹配，不需另外短期借款。

由“资产负债表”计算可知，在计算期内，项目资产负债率最大为 42.38%，出现在投产初期，项目投产后将逐步下降，流动比率在项目达产后大于 2.37，速动比率在项目达产后大于 1.17，各项指标尚可，当然以上分析及指标计算是假设在项目仅维持在封闭圈子内生产不进行另外的投资或发展的基础上测得，与实际情况有出入，局限性较大。

## 16.6 不确定性分析

### 1) 盈亏平衡分析

本项目实施后，项目正常年份的固定成本为 25026 万元，可变成本为 200190 万元，据此计算盈亏平衡点如下：

$$\text{BEP(生产能力利用率)} = \text{固定成本} \div (\text{销售收入} - \text{可变成本} - \text{销售税金附加}) = 25026 \div (250015 - 200190 - 941) = 51.2\%$$

计算结果表明，该项目只要达到设计能力的 51.2% 时，项目就可保本，进而即可盈利。从此指标看，企业盈利边际尚可。

### 2) 敏感性分析

在项目计算期内可能发生变化的主要因素有产品价格、经营成本和固定资产投资，同时产品价格、经营成本和固定资产投资的变化会引起销售税金、所得税等其他指标的变化，±20% 范围内对财务

内部收益率等指标的影响程度进行测算，其结果详见“敏感性分析表”。从表中可知影响企业效益最敏感的因素是产品销售价格，其次依次为经营成本、产品产量及投资支出。从表中可看出主要表现为经营风险，即销售价格与经营成本，由于项目建成后企业生产规模较大，需要开拓新领域，但由于企业的原有产品品牌较好，因此有利于市场开拓，企业要加强内部管理、控制成本等工作，以降低项目的经营风险。

### 16.7 主要经济数据、指标及结论

通过以上分析可知，项目达产后正常年份可实现销售收入 250015 万元(不含税)，生产期平均为 223083 万元，实现利润总额 23858 万元，生产期平均为 19642 万元，税后投资内部收益率为 10.7%，税后投资回收期为 11.1 年(含建设期)，税后财务净现值( $i=6%$ )为 47671.1 万元，盈亏平衡点为 51.2%。详见“主要经济数据及指标表”。

由此可见，本项目经济效益尚好，得到当地政府支持较大，按假定条件分析具有一定的抗风险能力，自有资金内部收益率达到 15.9%，因此从财务上看项目是可行的，但项目投入资金量较大，投资回收期较长，产品规模的扩大还需实践检验，随着介入中低速产品市场者会越来越多，产品市场竞争将会变得激烈，因此需对市场价格变动及竞争对手作密切关注。

## 广柴总投资估算表

单位：万元、万美元

序号	工程或费用名称	估算价值 (万元)					比例
		面积/m <sup>2</sup>	建筑安装工程	设备购置	其他费用	合计	
<b>1</b>	<b>建安工程费用</b>	<b>71219.29</b>	<b>43704.57</b>	<b>2050.00</b>		<b>45754.57</b>	<b>46.46%</b>
1.1	检测楼	5704.00	2509.76			2509.76	
1.1.1	土建工程	5704.00	1140.80				
1.1.2	公用系统	5704.00	342.24				
1.1.3	装饰装修	5704.00	1026.72				
1.2	联合厂房-装配试验区	25195.08	17309.02			17309.02	
1.2.1	土建工程	25195.08	12093.64				
1.2.2	公用工程	25195.08	3401.34				
1.2.4	设备基础	15117.05	1814.05				
1.2	联合厂房-辅机房区	16182.46	7524.84			7524.84	
1.2.1	土建工程	16182.46	4854.74				
1.2.2	公用工程	16182.46	1699.16				
1.2.4	设备基础	8091.23	970.95				
1.3	联合厂房-机加区	20769.80	10156.43			10156.43	
1.3.1	土建工程	20769.80	6230.94				
1.3.2	公用工程	20769.80	2180.83				
1.3.3	设备基础	14538.86	1744.66				
1.4	固废库及污水处理站	323.84	80.96			80.96	
1.5	油化库	359.04	89.76			89.76	

序号	工程或费用名称	估算价值(万元)					比例
		面积/m <sup>2</sup>	建筑安装工程	设备购置	其他费用	合计	
1.6	供油站	112.80	28.20	350.00		378.20	
1.7	水泵房及水池	2204.43	661.33	900.00		1561.33	
1.8	开闭所	367.84	110.35	300.00		410.35	
1.9	总图工程	34914.17	3733.91			3733.91	
1.9.1	厂区管网工程	34914.17	2793.13				含调蓄池
1.9.2	厂区道路及广场	19011.00	665.39				
1.9.3	厂区绿化工程	13805.00	207.08				
1.9.4	围墙	854.00	68.32				
1.10	智能化系统			500.00		500.00	
1.11	软基处理		1500.00			1500.00	
2	工艺设备			39220.46		39220.46	39.83%
2.1	机加工设备			22020.00			
2.2	装配试验设备			15700.46			
2.3	涂装设备			1500.00			
3	工程建设其它费用(二类费用)				10361.3	10361.3	10.52%
3.1	工程技术咨询服务费				1311.1	1311.1	
3.2	建设单位管理费				218.5	218.5	
3.3	建设工程监理费				218.5	218.5	
3.4	规费及检测费				655.6	655.6	
3.5	土地购置费				7500.0	7500.0	

序号	工程或费用名称	估 算 价 值 (万元)					
		面积/m <sup>2</sup>	建筑安装工程	设备购置	其他费用	合 计	比例
3.6	其它费				457.5	457.5	
	工程费及其他费用合计 (1+2+3)		43704.57	39720.46	10361.30	93786.33	95.24%
4	工程预备费				4689.3	4689.3	4.76%
5	建设投资 (1+2+3+4)					98475.64	100.00%
	其中：增值税		3608.63	4569.61	123.69	8301.94	
6	建设期利息				700.00	700.00	
	固定资产投资合计		43704.57	39720.46	15750.61	99175.64	
7	铺底流动资金				25221.27	25221.27	
	报批投资总计					124396.91	
	利用原有资产					3000.00	
	全部流动资金					84070.89	
	总资金投入					186246.53	

## 广柴项目流动资金估算表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
一	流动资产	0	0	0	107798	129682	151880	167547	189116	189116	189116	189116	189116	189116
1	应收及预付账款	0	0	0	32857	39668	46638	51539	58308	58308	58308	58308	58308	58308
2	存货	0	0	0	71861	86437	101208	111634	125984	125984	125984	125984	125984	125984
3	现金	0	0	0	3079	3578	4035	4374	4824	4824	4824	4824	4824	4824
4	其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
二	流动负债	0	0	0	59002	71306	83924	92792	105045	105045	105045	105045	105045	105045
1	应付及预收账款	0	0	0	59002	71306	83924	92792	105045	105045	105045	105045	105045	105045
2	其他	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
三	流动资金需要量	0	0	0	48796	58376	67956	74756	84071	84071	84071	84071	84071	84071
四	原有流动资金	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	其中:流动资金借款	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
五	新增流动资金	0	0	0	48796	58376	67956	74756	84071	84071	84071	84071	84071	84071
	其中:流动资金借款	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
六	新增流动资金当年增加额	0	0	0	48796	9580	9580	6800	9315	0	0	0	0	0
	其中:流动资金借款	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

七	流动资金借款利息	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
---	----------	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	---

广柴项目新增静态投资及资金筹措表										
单位:万元										
序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	合计
一	新增静态投资	16551	42205	40420	48796	9580	9580	6800	9315	183247
1	建设投资	16551	42205	40420	0	0	0			99176
	其中:建设期利息	0	0	700	0	0	0	0	0	700
2	流动资金	0	0	0	48796	9580	9580	6800	9315	84071
二	资金筹措	16551	42205	40420	48796	9580	9580	6800	9315	183247
1	搬迁补偿	16551	42205	5420	48796	9580	9580	6800	9315	148247
	其中:用于流动资金	0	0	0	48796	9580	9580	6800	9315	84071
2	借款	0	0	35000	0	0	0	0	0	35000
2.1	长期借款	0	0	35000	0	0	0	0	0	35000
2.2	流动资金借款	0	0	0	0	0	0	0	0	0

广柴项目折旧及摊销计算表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
一	固定资产													
1	利用原有固定资产原值	3000												
2	利用原有固定资产净值	3000												
3	新增固定资产原值	0	0	0	82216	0								
	厂房	0	0	0	43747	0								
	设备	0	0	0	38469	0								
4	固定资产原值累计	3000	3000	3000	85216	85216	85216	85216	85216	85216	85216	85216	85216	85216
5	折旧费	0	0	0	5602	5602	5602	5602	5602	5602	5602	5602	5602	5602
6	净值	3000	3000	3000	79614	74012	68410	62808	57206	51604	46002	40401	34799	29197
二	无形资产													
1	原有无形资产	0	0	0										
2	新增无形资产	0	0	0	7500	0								
3	无形资产累计	0	0	0	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500	7500
4	摊销费	0	0	0	188	188	188	188	188	188	188	188	188	188
	土地摊销费	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	技术无形资产摊销	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	净值	0	0	0	7313	7125	6938	6750	6563	6375	6188	6000	5813	5625
三	待摊销资产													
1	原有待摊销资产	0	0	0										

2	新增待摊销资产	0	0	0	458	0								
3	待摊销资产累计	0	0	0	458	458	458	458	458	458	458	458	458	0
4	摊销费	0	0	0	92	92	92	92	92	0	0	0	0	0
	原有摊销费	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	新增摊销费	0	0	0	92	92	92	92	92	0	0	0	0	0
5	净值	0	0	0	366	275	183	92	0	0	0	0	0	0

广柴项目总成本费用估算表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	原材料及外购外协件	0	0	0	94789	114556	134828	149074	168760	168760	168760	168760	168760	168760
2	燃料动力	0	0	0	1630	1970	2319	2564	2903	2903	2903	2903	2903	2903
3	工资及附加	0	0	0	6875	7639	8021	8422	8843	8843	8843	8843	8843	8843
4	修理费	0	0	0	335	377	419	419	419	419	419	419	419	419
5	折旧费	0	0	0	5602	5602	5602	5602	5602	5602	5602	5602	5602	5602
6	摊销费	0	0	0	279	279	279	279	279	188	188	188	188	188
7	财务费用	0	0	0	1400	957	376	0	0	0	0	0	0	0
8	研发费	0	0	0	4915	5940	6991	7730	8751	8751	8751	8751	8751	8751
9	其他费用	0	0	0	17758	20982	24256	26567	29751	29751	29751	29751	29751	29751
	其中：其他制造费用	0	0	0	9830	11880	13982	13982	13982	13982	13982	13982	13982	13982
	其他管理费用	0	0	0	4277	4689	5080	5080	5080	5080	5080	5080	5080	5080
	其他销售费用	0	0	0	3651	4413	5193	5193	5193	5193	5193	5193	5193	5193
10	总成本费用	0	0	0	133583	158303	183091	200657	225307	225216	225216	225216	225216	225216
	其中：固定成本	0	0	0	22209	23702	24671	24696	25117	25026	25026	25026	25026	25026
	变动成本	0	0	0	111375	134601	158420	175961	200190	200190	200190	200190	200190	200190
11	经营成本	0	0	0	126303	151465	176834	194776	219426	219426	219426	219426	219426	210676

广柴项目销售收入及销售税金计算表

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
一	产量 (吨)													
(一)	中速柴油机													
1	VG32				5	8	12	15	15	15	15	15	15	15
2	G32				100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
3	G26				60	85	85	85	85	85	85	85	85	85
4	320				115	115	115	115	115	115	115	115	115	115
5	CS21				8	8	8	20	20	20	20	20	20	20
6	230				10	10	10	20	20	20	20	20	20	20
7	VG35				0	0	0	0	5	5	5	5	5	5
8	G35				0	2	2	10	10	10	10	10	10	10
9	G32				0	0	0	10	10	10	10	10	10	10
10	M23G				0	2	2	10	10	10	10	10	10	10
11	230SG				0	0	0	10	10	10	10	10	10	10
(二)	低速柴油机													
1	UEC33				10	10	10	10	10	10	10	10	10	10
2	UEC35				10	20	20	20	20	20	20	20	20	20
3	UEC42				25	28	35	35	40	40	40	40	40	40
4	UEC50				10	12	15	18	20	20	20	20	20	20
5	UEC60				0	1	5	5	10	10	10	10	10	10
二	销售收入(不含税)	0	0	0	140428	169713	199745	220850	250015	250015	250015	250015	250015	250015
	其中：出口创汇(美元)													
(一)	中速柴油机	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	VG32	0	0	0	4165	6664	9996	12495	12495	12495	12495	12495	12495	12495
2	G32	0	0	0	33000	33000	33000	33000	33000	33000	33000	33000	33000	33000

3	G26	0	0	0	12840	18190	18190	18190	18190	18190	18190	18190	18190	18190
4	320	0	0	0	15525	15525	15525	15525	15525	15525	15525	15525	15525	15525
5	CS21	0	0	0	1128	1128	1128	2820	2820	2820	2820	2820	2820	2820
6	230	0	0	0	620	620	620	1240	1240	1240	1240	1240	1240	1240
7	VG35	0	0	0	0	0	0	0	4615	4615	4615	4615	4615	4615
8	G35	0	0	0	0	924	924	4620	4620	4620	4620	4620	4620	4620
9	G32	0	0	0	0	0	0	3850	3850	3850	3850	3850	3850	3850
10	M23G	0	0	0	0	462	462	2310	2310	2310	2310	2310	2310	2310
11	230SG	0	0	0	0	0	0	1350	1350	1350	1350	1350	1350	1350
(二)	低速柴油机	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
1	UEC33	0	0	0	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200	8200
2	UEC35	0	0	0	9200	18400	18400	18400	18400	18400	18400	18400	18400	18400
3	UEC42	0	0	0	37250	41720	52150	52150	59600	59600	59600	59600	59600	59600
4	UEC50	0	0	0	18500	22200	27750	33300	37000	37000	37000	37000	37000	37000
5	UEC60	0	0	0	0	2680	13400	13400	26800	26800	26800	26800	26800	26800
三	销售税金	0	0	0	63	329	6321	7021	7989	7989	7989	7989	7989	7989
1	增值税	0	0	0	0	230	5572	6191	7048	7048	7048	7048	7048	7048
	销项税	0	0	0	18256	22063	25967	28711	32502	32502	32502	32502	32502	32502
	进项税	0	0	0	14416	17370	20395	22520	25454	25454	25454	25454	25454	25454
	资产购建的进项税		0	0	3839	4463	0	0	0	0				
2	城市维护建设税	0	0	0	0	16	390	433	493	493	493	493	493	493
3	教育费附加	0	0	0	0	12	279	310	352	352	352	352	352	352
4	其他流转税(房产税、土地使用税及印花税)	0	0	0	63	71	80	87	96	96	96	96	96	96

## 广柴项目利润及利润分配表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	合计
1	销售收入	0	0	0	140428	169713	199745	220850	250015	250015	250015	250015	250015	250015	2230826
2	销售税金	0	0	0	63	329	6321	7021	7989	7989	7989	7989	7989	7989	61670
2.1	增值税及营业税	0	0	0	0	230	5572	6191	7048	7048	7048	7048	7048	7048	54281
2.2	销售税金附加	0	0	0	63	99	749	830	941	941	941	941	941	941	7389
3	总成本费用	0	0	0	133583	158303	183091	200657	225307	225216	225216	225216	225216	225216	2027019
4	营业外净支出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	利润总额(1-2.2-3)	0	0	0	6782	11311	15905	19363	23766	23858	23858	23858	23858	23858	196418
	应纳税所得额	0	0	0	6782	11311	15905	19363	23766	23858	23858	23858	23858	23858	196418
6	所得税	0	0	0	1017	1697	2386	2905	3565	3579	3579	3579	3579	3579	29463
7	税后利润	0	0	0	5765	9614	13519	16459	20201	20279	20279	20279	20279	20279	166955
8	支付股利	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	可供分配利润	0	0	0	5765	9614	13519	16459	20201	20279	20279	20279	20279	20279	166955
10	盈余公积金	0	0	0	576	961	1352	1646	2020	2028	2028	2028	2028	2028	16696
11	累计储备与发展基金	0	0	0	576	1538	2890	4536	6556	8584	10612	12640	14668	16696	
12	未分配利润	0	0	0	5188	8653	12168	14813	18181	18251	18251	18251	18251	18251	150260
13	累计未分配利润	0	0	0	5188	13841	26009	40822	59003	77254	95506	113757	132008	150260	
14	偿还长期借款	0	0	0	5188	8653	3516	0	0	0					17357

### 广柴项目全部投资现金流量表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	合计
一	现金流入														
1	销售收入	0	0	0	140428	169713	199745	220850	250015	250015	250015	250015	250015	250015	2230826
2	固定资产残值回收										0	0	0	29197	29197
3	无形资产净值												0	5625	5625
4	流动资金回收										0	0	0	84071	84071
	流入小计	0	0	0	140428	169713	199745	220850	250015	250015	250015	250015	250015	363283	2344094
二	现金流出														
1	建设投资	19551	42205	39720	0										101476
2	流动资金	0	0	0	48796	9580	9580	6800	9315						84071
3	经营成本	0	0	0	126303	151465	176834	194776	219426	219426	219426	219426	219426	210676	1957184
4	销售税金附加	0	0	0	63	99	749	830	941	941	941	941	941	941	6447
5	营业外净支出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	调整所得税	0	0	0	1227	1840	2442	2905	3565	3579	3579	3579	3579	3579	26294
7	资产购建增值税抵扣	0	0	0	-3839	-4463	0	0	0	0	0	0	0	0	-8302
	流出小计	19551	42205	39720	172549	158522	189605	205310	233248	223946	223946	223946	223946	215196	1956494
三	净现金流量	-19551	-42205	-39720	-32121	11191	10140	15540	16767	26069	26069	26069	26069	148087	24317
四	累计净现金流量	-19551	-61755	-101476	-133596	-122405	-112265	-96725	-79958	-53889	-27820	-1752	24317	172404	
五	所得税前净现金流量	-19551	-42205	-39720	-30894	13031	12582	18445	20332	29647	29647	29647	29647	151665	50611
六	所得税前累计净现金流量	-19551	-61755	-101476	-132369	-119338	-106755	-88311	-67979	-38331	-8684	20964	50611	202277	
七	<b>净现值 NPV(i=6%)</b>	47671.1 (税后)			65366.4 (税前)										
八	<b>投资回收期(a)</b>	11.1 (税后)			10.3 (税前)										

九	内部收益率(IRR)	10.7% (税后)	12.4% (税前)	
---	------------	------------	------------	--

## 广柴项目资本金现金流量表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	合计
一	现金流入														
1	销售收入	0	0	0	140428	169713	199745	220850	250015	250015	250015	250015	250015	250015	1980811
2	固定资产残值回收										0	0	0	29197	29197
3	无形资产净值												0	5625	5625
4	流动资金回收										0	0	0	84071	84071
	流入小计	0	0	0	140428	169713	199745	220850	250015	250015	250015	250015	250015	363283	1980811
二	现金流出														
1	自有资金	19551	42205	5420	48796	9580	9580	6800	9315						151247
2	借款本金偿还	0	0	0	11069	14534	9397	0	0	0	0	0	0	0	35000
3	借款利息支付	0	0	0	1400	957	376	0	0	0	0	0	0	0	2733
4	经营成本	0	0	0	126303	151465	176834	194776	219426	219426	219426	219426	219426	210676	1746508
5	销售税金附加	0	0	0	63	99	749	830	941	941	941	941	941	941	6447
6	营业外净支出	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	所得税	0	0	0	1017	1697	2386	2905	3565	3579	3579	3579	3579	3579	25884
8	固定资产购建增值 税抵扣	0	0	0	-3839	-4463	0	0	0	0	0	0	0	0	-8302
	流出小计	19551	42205	5420	184808	173869	199321	205310	233248	223946	223946	223946	223946	215196	1959517
三	净现金流量	-19551	-42205	-5420	-44380	-4156	424	15540	16767	26069	26069	26069	26069	148087	21294
四	累计净现金流量	-19551	-61755	-67176	-111556	-115712	-115288	-99748	-82981	-56912	-30843	-4775	21294	169381	
五	净现值 NPV(I=6%)	48441.3													
六	投资回收期(a)	11.2													
七	内部收益率(IRR)	11.1%													

## 广柴项目贷款偿还表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
一	贷款及还本付息													
1	年初贷款累计	0	0	0	35000	23931	9397	0	0	0	0	0	0	0
2	本年贷款支用	0	0	35000	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	本年应计利息	0	0	700	1400	957	376	0	0	0	0	0	0	0
3.1	建设期利息	0	0	700	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2	生产期利息	0	0	0	1400	957	376	0	0	0	0	0	0	0
4	本年还本	0	0	0	11069	14534	9397	0	0	0	0	0	0	0
5	年末贷款累计	0	0	35000	23931	9397	0	0	0	0	0	0	0	0
二	还贷资金来源													
1	利润	0	0	0	5188	8653	12168	14813	18181	18251	18251	18251	18251	18251
2	折旧费	0	0	0	5602	5602	5602	5602	5602	5602	5602	5602	5602	5602
3	摊销费	0	0	0	279	279	279	279	279	188	188	188	188	188
4	小计	0	0	0	11069	14534	18048	20694	24062	24041	24041	24041	24041	24041
三	实际还贷金额	0	0	0	11069	14534	9397	0	0	0	0	0	0	0
	其中：折旧及摊销	0	0	0	5881	5881	5881	0	0	0	0	0	0	0
	利润	0	0	0	5188	8653	3516	0	0	0	0	0	0	0
四	还贷资金结余	0	0	0	0	0	8651	20694	24062	24041	24041	24041	24041	24041
	贷款偿还期(a):	5.52												
	利息备付率				5.84	12.82	43.31							
	偿债备付率				1.05	1.06	2.02							

## 广柴项目财务计划现金流量表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	合计
1	经营活动净现金流量	0	0	0	13046	16453	19776	22340	26082	26069	26069	26069	26069	34819	236791
1.1	现金流入	0	0	0	158684	191776	225712	249561	282517	282517	282517	282517	282517	282517	2520833
1.1.1	营业收入	0	0	0	140428	169713	199745	220850	250015	250015	250015	250015	250015	250015	2230826
1.1.2	增值税销项税	0	0	0	18256	22063	25967	28711	32502	32502	32502	32502	32502	32502	290007
1.1.3	设备购置增值税	0	0	0	0	0	0	0	0	0					0
1.1.4	其他收入														0
1.2	现金流出	0	0	0	145638	175323	205936	227221	256434	256448	256448	256448	256448	247698	2284042
1.2.1	经营成本	0	0	0	126303	151465	176834	194776	219426	219426	219426	219426	219426	210676	1957184
1.2.2	增值税进项税	0	0	0	18256	21832	20395	22520	25454	25454	25454	25454	25454	25454	235726
1.2.3	营业税金及附加	0	0	0	63	99	749	830	941	941	941	941	941	941	7389
1.2.4	增值税	0	0	0	0	230	5572	6191	7048	7048	7048	7048	7048	7048	54281
1.2.5	所得税	0	0	0	1017	1697	2386	2905	3565	3579	3579	3579	3579	3579	29463
1.2.6	其他流出														0
2	投资活动净现金流量	-19551	-42205	-40420	-48796	-9580	-9580	-6800	-9315	0	0	0	0	118893	-67354
2.1	现金流入												0	118893	118893
2.2	现金流出	19551	42205	40420	48796	9580	9580	6800	9315						186247
2.2.1	建设投资	16551	42205	40420	0	0	0	0	0						99176
2.2.2	维持运营投资			0											0
2.2.3	流动资金	0	0	0	48796	9580	9580	6800	9315						84071
2.2.4	其他流出	3000													3000
3	筹资活动净现金流量	19551	42205	40420	36327	-5911	-193	6800	9315	0	0	0	0	0	148513
3.1	现金流入	19551	42205	40420	48796	9580	9580	6800	9315	0	0	0	0	0	186247
3.1.1	项目资本金投入	16551	42205	5420	48796	9580	9580	6800	9315						148247
3.1.2	建设投资借款	0	0	35000	0	0	0	0	0						35000

3.1.3	流动资金借款	0	0	0	0	0	0	0	0						0
3.1.4	其他流入	3000		0											3000
3.2	现金流出	0	0	0	12469	15491	9773	0	0	0	0	0	0	0	37733
3.2.1	各种利息支出	0	0	0	1400	957	376	0	0	0	0	0	0	0	2733
3.2.2	偿还债务本金	0	0	0	11069	14534	9397	0	0	0	0	0	0	0	35000
3.2.3	应付利润	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3.2.4	其他流出														0
4	净现金流量	0	0	0	576	961	10003	22340	26082	26069	26069	26069	26069	153712	317950
5	累计盈余资金	0	0	0	576	1538	11541	33881	59964	86032	112101	138170	164239	317950	

注：最后一年由于固定资产及无形资产余值回收及流动资产处置，现金流量表的累计盈余资金应在资产负债表的基础上加资产回收减流动资金借款归还。

## 广柴项目资产负债表

单位:万元

序号	项 目	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
一	资产	19551	61755	102176	195667	212632	238952	271078	312849	333128	353407	373687	393966	533138
1	流动资产	0	0	0	108374	131220	163421	201428	249080	275149	301217	327286	353355	498316
1.1	应收账款	0	0	0	32857	39668	46638	51539	58308	58308	58308	58308	58308	58308
1.2	存货	0	0	0	71861	86437	101208	111634	125984	125984	125984	125984	125984	125984
1.3	现金	0	0	0	3079	3578	4035	4374	4824	4824	4824	4824	4824	4824
1.4	累计盈余资金	0	0	0	576	1538	11541	33881	59964	86032	112101	138170	164239	309200
2	在建工程	16551	58755	99176	0									
3	固定资产净值	3000	3000	3000	79614	74012	68410	62808	57206	51604	46002	40401	34799	29197
4	无形资产净值	0	0	0	7313	7125	6938	6750	6563	6375	6188	6000	5813	5625
5	递延资产净值	0	0	0	366	275	183	92	0	0	0	0	0	0
二	负债及所有者权益	19551	61755	102176	195667	212632	238952	271078	312849	333128	353407	373687	393966	533138
1	流动负债	0	0	0	59002	71306	83924	92792	105045	105045	105045	105045	105045	105045
1.1	应付账款	0	0	0	59002	71306	83924	92792	105045	105045	105045	105045	105045	105045
1.2	流动资金借款	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	长期负债	0	0	35000	23931	9397	0	0	0					
3	负债合计	0	0	35000	82933	80703	83924	92792	105045	105045	105045	105045	105045	105045
4	所有者权益	19551	61755	67176	112734	131929	155028	178287	207803	228083	248362	268641	288921	428092
4.1	自有资金或实收资本	19551	61755	67176	106969	116550	126130	132929	142245	142245	142245	142245	142245	261137
4.2	累计盈余公积金	0	0	0	576	1538	2890	4536	6556	8584	10612	12640	14668	16696
4.3	累计未分配利润	0	0	0	5188	13841	26009	40822	59003	77254	95506	113757	132008	150260
指标	资产负债率	0.00%	0.00%	34.25%	42.38%	37.95%	35.12%	34.23%	33.58%	31.53%	29.72%	28.11%	26.66%	19.70%
	流动比率	0.00	0.00	0.00	1.84	1.84	1.95	2.17	2.37	2.62	2.87	3.12	3.36	4.74
	速动比率	0.00	0.00	0.00	0.62	0.63	0.74	0.97	1.17	1.42	1.67	1.92	2.16	3.54

### 广柴项目敏感性分析表

单位:万元

因素	经济指标	变化幅度								
		-20.0%	-15.0%	-10.0%	-5.0%	0.0%	5.0%	10.0%	15.0%	20.0%
产量	内部收益率 IRR	7.9%	8.6%	9.3%	10.0%	10.7%	11.4%	12.1%	12.8%	13.5%
	净现值 NPV(i=6%)	18301	25643	32986	40328	47671.1	55014	62356	69699	77042
	投资回收期(年)	12.13	12.05	11.86	11.44	11.07	10.73	10.42	10.14	9.88
投资	内部收益率 IRR	13.2%	12.5%	11.9%	11.3%	10.7%	10.2%	9.7%	9.2%	8.7%
	净现值 NPV(i=6%)	65542.3	61074.5	56606.7	52138.9	47671.1	43203	38735	34268	29800
	投资回收期(年)	10.29	10.48	10.68	10.87	11.07	11.26	11.46	11.65	11.85
经营成本	内部收益率 IRR	30.4%	25.9%	21.2%	16.2%	10.7%	4.8%	-1.6%	-8.5%	-16.0%
	净现值 NPV(i=6%)	283853.4	224807.9	165762.3	106716.7	47671.1	-11375	-70420	-129466	-188511
	投资回收期(年)	6.39	6.98	7.82	8.99	11.07	12.46			
售价	内部收益率 IRR		-11.3%	-3.3%	4.1%	10.7%	16.8%	22.4%	27.6%	32.5%
	净现值 NPV(i=6%)	-217882	-151494	-85105	-18717	47671.1	114059	180448	246836	313224
	投资回收期(年)				12.54	11.07	8.81	7.58	6.74	6.17

广柴主要经济数据和指标表				
序号	项目名称	单位	指标	
			达产年	平均
1	固定资产投资	万元	102176	
1.1	新增固定资产投资	万元	99176	
1.2	原有固定资产投资	万元	3000	
2	流动资金	万元	84071	
3	职工人数	人	520	
4	工业增加值	万元	46480	
5	销售收入(不含税)	万元	250015	223083
6	销售税金	万元	7989	6167
6.1	增值税	万元	7048	4723
6.2	销售税金附加	万元	941	645
7	利润总额	万元	23858	19642
8	新增投资净现值(税后)	万元	47671.1	
9	新增投资投资回收期(税后)	a	11.1	含建设期
10	新增投资内部收益率(税后)		10.7%	
11	新增投资净现值(税前)	万元	65366.4	
12	新增投资投资回收期(税前)	a	10.3	含建设期
13	新增投资内部收益率(税前)		12.4%	
14	新增自有资金净现值	万元	48441.3	
15	新增自有资金投资回收期	a	11.2	含建设期
16	新增自有资金内部收益率		11.1%	
17	贷款偿还期	a	5.52	
18	盈亏平衡点		51.2%	
20	投资利润率		12.8%	10.5%
21	总投资收益率		12.8%	10.7%
22	资本金净利率		13.7%	
23	销售利润率		9.5%	8.80%
24	全员劳动生产率	万元/(人 a)	89.38	
25	人均创利税	万元/(人 a)	61.25	
26	投入产出比(不含流动资金)		2.45	

## 17 项目总投资和产出

### 17.1 项目总投资

项目用地面积 431329.02 m<sup>2</sup> (合计 647 亩, 含已建建筑占地面积约 96.85 亩), 项目新建总建筑面积 265100.3 m<sup>2</sup>, 估算新增固定资产投资 298955.63 万元 (含广柴部分占地土地费用), 利用原有资产 85829.6 万元 (未含收购资产拆除损失和利用原有流动资金), 项目流动资金 294011 万元, 合计总资金投入 678796.27 万元, 按铺底流动资金计的合计报批总投资 387158.93。构成详见下表:

序号	项目名称	投资	占比(%)	备注
一	新增固定资产投资			
1	建筑工程	152036.37	50.86	
2	设备购置费	103520.46	34.63	
3	设备安装工程	1778.4	0.59	
4	工器具费	796.5	0.27	
6	其他费用	23604.6	7.90	
7	基本预备费	14088.6	4.71	
8	建设期利息	3130.7	1.05	
	合计	298955.63	100	
二	利用原有资产	85829.6		
三	流动资金	294010.89		
	其中铺底流动资金	88203.27		
	总计	678796.13		
	报批总投资	387158.91		

### 17.2 资金筹措及运用

资金来源情况:

广重项目新增固定资产投资 181660 万元, 广州工控出资 127162 万元 (广轻机土地收储 74600 万元转给广州工控)、申请银行贷款 54498 万元。新增流动资金 88120 万元, 广州工控出资 26436 万元、申请银行短期借款 61684 万元。作为资本金自筹的资金合计 153598 万元, 债务资金 116182 万元。自筹资金合计占项目新增总资

金的 56.93%。

山河项目新增固定资产投资 18120 万元，企业自有资金出资 12684 万元、申请银行贷款 5436 万元。新增流动资金 121820 万元，企业有资金自筹 36546 万元、申请银行短期借款 85274 万元。作为资本金自筹的资金合计 49230 万元，债务资金 90710 万元。自筹资金合计占项目新增总资金的 35.18%。

广柴项目新增固定资产投资 99175.64 万元，广州工控出资 64175.64 万元、申请银行贷款 35000 万元。新增流动资金 84070.89 万元，广州工控投入资金 25221.27 万元、广州广柴投入资金 58849.62 万元。作为资本金自筹的资金合计 147325.25 万元，债务资金 35000 万元。自筹资金合计占项目新增总资金的 80.9%。

项目合计新增固定资产投资 298955.64 万元，资本金自筹 204021.6 万元、申请银行贷款 94934 万元。新增流动资金 294010.89 万元，资本金自筹 147052.89 万元、申请银行短期借款 146958 万元。作为资本金自筹的资金合计 351074.5 万元，债务资金 241892 万元。自筹资金合计占项目新增总资金的 59.2%。另外还利用原有资产 85829.6 万元。合计总资金投入 678796.13 万元，按铺底流动资金计算的报批总投资 387158.91 万元。

以上总资金 678796.13 万元中广州工控实际出资 168394.91 万元（其中广重 78998 万元、广柴 89396.91 万元）、广轻机出资 74600 万元（拟划拨给工控由工控注资给广重）、山河公司出资 49230 万元、广柴出资 58849.62 万元、利用原有资产 85829.6 万元（含广柴 3000 万元）、银行长期借款 94934 万元、流动资金短期借款 146958 万元。

详见下表：

## 总投资及资金来源

单位：万元

序号	项目名称	投资（万元）	金额（万元）	占比	金额（万元）	占比
1	广重投资					
1.1	新增固定资产投资	181660	52562	28.93%	54498	30%
			74600	41.07%		
1.2	利用原有资产净值	82829.6				
1.3	流动资金	88120	26436	30%	61684	70%
1.4	新增总资金	269780	153598	56.93%	116182	43.07%
1.5	总资金投入	352609.6				
1.6	报批新增总投资	208096				
2	广州山河投资					
2.1	新增固定资产投资	18120	12684	70.00%	5436	30%
2.2	利用原有资产净值					
2.3	流动资金	121820	36546	30.00%	85274	70%
2.4	新增总资金	139940	49230	35.18%	90710	64.82%
2.5	总资金投入	139940				
2.6	报批新增总投资	54666				
3	广柴投资					
3.1	新增固定资产投资	99175.64	64175.64	64.71%	35000	35.29%
3.2	利用原有资产净值	3000				

序号	项目名称	投资（万元）	金额（万元）	占比	金额（万元）	占比
3.3	流动资金	84070.89	25221.27		0	
			58849.62			
3.4	新增总资金	183246.53	148246.53	80.90%	35000	19.10%
3.5	总资金投入	186246.53				
3.6	报批新增总投资	124396.91				
4	整个项目合计					
4.1	整个项目新增固定资产投资	298955.64	204021.64	68.24%	94934	31.76%
4.2	利用原有资产	85829.6				
4.3	项目流动资金	294010.89	147052.89	50.02%	146958	
4.4	新增总资金	592966.53	351074.53	59.21%	241892	40.79%
	其中：工控集团出资		168394.91	28.40%		
4.5	总资金投入	678796.13				
4.6	报批新增总投资	387158.91				

### 17.3 项目总产出

按各项目的营业收入扣除内部结算关联交易部分合并计算的含税总产值 882517 万元，不含税的营业收入 786184 万元，其中扣除的内部相互间协作或租用的产值 59757 万元、不含税营业收入 53281 万元。合并后的产值、收入情部详见下表：

序号	产品名称	数量 (台)	单价(万 元)	合价(万 元)	税率 (%)	含税总价  (万元)
<b>一</b>	<b>盾构机产业</b>					
1	Φ4m—16m整机	40	5752.2	230088	13	260000
2	隧道施工总包			146789	9	160000
	小计			376877		<b>420000</b>
<b>二</b>	<b>石化容器产业</b>					
1	重型压力容器(复合钢板)	20000	2.2	44248	13	50000
2	重型压力容器(碳钢)	15000	1.8	26549	13	30000
	小计			70796		<b>80000</b>
<b>三</b>	<b>汽轮机产业</b>					
1	N/C/B型2-5MW	6	442.5	2655	13	3000
2	N/C/B型5-9MW	10	531	5310	13	6000
3	N/C/B型10-15MW	60	619.5	37168	13	42000
4	N/C/B型16-20MW	12	708	8496	13	9600
5	N/C/B型22-25MW	8	840.7	6726	13	7600
6	N/C/B型25MW以上	4	1061.9	4248	13	4800
	小计	<b>100</b>		64602		<b>73000</b>
<b>四</b>	<b>发电机产业</b>					
1	QF8-2/4	10	141.6	1416	13	1600
2	QF12-2/4	15	177	2655	13	3000
3	QF18-2/4	20	252.2	5044	13	5700
4	QF30-2/4	10	283.2	2832	13	3200
5	QF50-2/4	5	531	2655	13	3000
	小计	<b>60</b>		14602		<b>16500</b>
<b>五</b>	<b>低速柴油机</b>					
1	UEC33	10	820	8200	13	9266
2	UEC35	20	920	18400	13	20792
3	UEC42	40	1490	59600	13	67348
4	UEC50	20	1850	37000	13	41810
5	UEC60	10	2680	26800	13	30284
	小计	<b>100</b>		150000		<b>169500</b>

六	中速柴油机					
1	VG32	15	833	12495	13	14119
2	G32	100	330	33000	13	37290
3	G26	85	214	18190	13	20555
4	320	115	135	15525	13	17543
5	CS21	20	141	2820	13	3187
6	230	20	62	1240	13	1401
7	VG35	5	923	4615	13	5215
8	G35	10	462	4620	13	5221
9	G32	10	385	3850	13	4351
10	M23G	10	231	2310	13	2610
11	230SG	10	135	1350	13	1526
	小计	400		100015		113017
七	工业物联网			4867	13	5500
八	外协加工			4425	13	5000
总计				<b>786184</b>		<b>882517</b>

#### 17.4 项目效益

项目达产年实现营业收入 786184 万元（不含税），实现利润总额 66888.4 万元，上交增值税金及附加 30233.4 万元，所得税 16487.8 万元，税后利润 50400.6 万元，项目投资利润率 9.85%，投资利税率 14.31%。合并数据和指标见下表：

序号	项目名称	单位	指标	
			达产年	生产期平均
1	固定资产投资	万元	384785.6	
1.1	新增固定资产投资	万元	298956.0	
1.2	原有固定资产投资	万元	85829.6	
2	流动资金	万元	294011.0	
3	职工人数	人	3620.0	
4	工业增加值	万元	176760.9	
5	销售收入(不含税)	万元	786184.0	
6	销售税金	万元	30233.4	
6.1	增值税	万元	26461.7	
6.2	销售税金附加	万元	3770.7	
7	利润总额	万元	66888.4	

8	所得税	万元	16487.8	
9	税后利润	万元	50400.6	
10	投资利润率		9.85%	
11	投资利税率		14.31%	
12	人均创利税	万元/(人a)	26.83	
13	全员劳动生产率	万元/(人a)	48.83	
14	销售利润率		8.51%	

## 18 项目风险分析

在市场分析、技术方案、工程方案和社会评价论证的基础上，进一步综合分析识别项目在建设和运营中潜在的主要风险因素，提示风险来源，提出规避风险对策，以降低风险造成的损失。

本项目工程应将风险管理作为重要的内容，对风险的预测、调查分析、监控都应成为项目建设和管理的重要组成部分。本项目面临的风险有技术风险、市场风险、社会风险、资金风险及政策风险。

### 18.1 技术风险

#### (1) 广州山河智能部分

盾构机整机装配和调试部分，拟由广州工控的控股子公司山河智能在广州组建全新公司进行实施。山河智能与国内盾构机龙头企业中铁工程装备集团有限公司成立中铁山河工程装备股份有限公司，在盾构机的装配调试领域积累了丰富的生产经验。并且中铁山河工程装备股份有限公司拥有隧道施工业务，可以直接反馈产品的使用效果，间接促进了盾构机制造技术的进步。

广州山河智能利用自身的综合优势，在现有的质量保证体系和研发体系下，针对盾构机的关键制造技术，继续开展工艺技术和工艺装备的开发，保证产品制造工艺和过程持续有效地进行。

#### (2) 广重集团部分

盾构机关键零部件（刀盘和盾体），拟由广重集团进行实施。集团近年来为海瑞克公司配套生产了大量盾体和少量刀盘，掌握了相

关的生产工艺，积累了丰富的制造经验。

根据广重的工艺研发能力、制造技术，以及项目的进展状况，广重部分不存在技术风险。

### （3）广柴股份部分

广柴股份是百年企业，凭借一百年多年来积累的柴油机制造技术、经验和实力，在柴油机新产品开发坚持自主研发，创建“广柴”品牌优势，公司拥有铸造、机加工、装配、试验等一系列工艺设备和手段，近10多年来新开发产品的技术、质量和经济性等指标均在国内自主品牌产品中处于领先水平，产品设计和制造向国际先进标准和规范靠拢，达到了国际同类先进产品的水平，但随着船舶柴油机的向着高可靠性、环保节能、设备操作检修自动化乃至智能化方向的快速发展，公司的技术进步可能存在跟不上行业技术发展步伐的风险。公司全面贯彻实施ISO9001质量标准体系并通过认证，以“可靠、耐用、经济，确保同行同类企业领先地位”为宗旨，为客户提供优质满意的产品和服务，因此不存在质量方面的风险。

同时，广柴将紧跟船用柴油机行业技术发展趋势，具体措施如下：1) 要加大科研力度，提高创新能力。保证研发投入不少于企业主营业务收入的3%~5%，为企业技术创新活动提供充分的资金保证。2) 开展产学研合作，与知名大学和内燃机技术研究中心等保持合作，通过开展技术合作和技术联盟等活动，加强企业船舶工程和动力系统的先进制造技术、节能减排创新技术。3) 引入吸收先进设计理念和管理理念，采用CAD、CAE、CAM等计算机辅助软件等工具，加快产

品设计研发和生产周期。4) 注重人才培养，为船舶柴油机的发展做好人才储备。

## 18.2 市场风险

### (1) 盾构机市场风险

盾构机产品主要应用于铁路、城市轨道及其他公共交通基建（包括公路、桥梁、隧道及其他市政工程）等基础设施建设，很大程度上依赖于国家在该等建设方面的投资。

本项目的目标市场集中在大湾区，按照市场分析，未来几年，大湾区盾构机的需求量在 100 台左右。考虑到广州工控在广州的影响力，以及大湾区轨交产投集团的定位。广州山河必须通过广州工控的影响力去承接订单。但是产品客户主要是交通基建行业建设单位和工程施工单位，以中国中铁、铁建股份为代表的大型交通基建施工类企业为主。

长期来看，随着盾构机应用范围的扩大，国内外对盾构机的需求将会持续，盾构机订单可满足企业的发展需求。另外项目建成后提升了装备能力和制造水平，一旦市场发生变动，亦可开展其他重型容器产品的制造，项目本身具有良好的抗市场风险能力。

### (2) 柴油机市场风险

柴油机市场方面存在市场需求不足和销售价格下降的风险。海运散货和集装箱受到国际贸易低迷的影响，需求明显不足，目前公司中速柴油机的需求主要来自于工程用船舶和部分运输船舶的更新换代，船用中速柴油机虽然国内生产厂家不多，但总的市场容量较

小，部分厂家近年加大新产品投放市场的力度，竞争十分激烈。近年来行业竞争对手也通过不断创新开发，在市场上推出了比较有竞争力的产品，公司可能存在市场竞争力相对减弱的风险。

公司的主导产品在性能指标、实际质量和销售价格的综合评价上，对比国内自主品牌产品，与济柴、潍柴重机等竞争对手的实力相当，但广柴股份的 G32、G26、CS21 产品的成熟度、市场占有率较竞争对手的同级产品高，具有较明显优势，广柴股份坚持走自主创新的道路，研发富有竞争力的产品，如 V 型 G32 系列产品,是目前自主品牌产品功率最大的中速柴油机，在产品结构和性能指标达到国际同类产品先进水平，进一步巩固了公司在国内同行中的领先地位。

### **18.3 资金风险**

本项目新增固定资产投资 70%来源为企业自筹，30%为银行长期贷款。

#### **(1) 广重集团部分**

广重项目新增固定资产投资 181660 万元，资金来源为：企业自筹 127162 万元，占 70%，申请银行固定资产长期贷款资金 54498 万元，占 30%。

由于投资比较大，广重集团利用广轻机的土地收储资金作为自筹资金来源。

#### **(2) 广州山河智能部分**

广州山河新增固定资产投资 18120 万元(含建设期利息)，流动资金为 121820 万元。主要租用广重的部分厂房、办公楼、宿舍及场地，

投资以工艺设备为主。

广州山河智能流动资金 128120 万元，资金来源为：企业自筹 36546 万元，占 30%，申请银行流动资金短期借款 85274 万元，占 70%。流动资金根据市场开拓情况逐年投入，风险较小。

### （3）广柴股份部分

广柴股份项目资金较充裕，债务资金在建设期完成后再付息还本，不发生建设期利息，广柴股份银行信用等级为 AAA 级，债务资金筹措风险较小。

## 18.4 政策风险

### （1）广重集团和广州山河智能部分

政策风险小。项目主要产品为盾构机和发电成套设备，符合《十四五规划和 2035 年远景目标纲要》中“深入实施制造强国战略，坚持自主可控、安全高效，推进产业基础高级化、产业链现代化，保持制造业比重基本稳定，增强制造业竞争优势，推动制造业高质量发展。培育先进制造业集群，推动……先进轨道交通装备、……工程机械、高端数控机床……等产业创新发展”；属于国家发改委发布的《产业结构调整指导目录(2019 年本)》中，鼓励类第十四项“机械”第 46 条“大型施工机械：……6 米及以上全断面掘进机……”的规定；鼓励类第四项“电力”第 23 条“垃圾焚烧发电成套设备”的规定。

### （2）广柴股份部分

船舶工业是战略性产业，船用柴油机是船舶最主要的核心动力设备，船用柴油机制造业的发展，与我国船舶工业的发展直接项目，直接关系到国民经济发展和国防建设。长期以来中国船用核心部件大部分依赖进口，国内船用柴油机产业自主品牌产品普遍机型落后，功率偏小。广柴股份作为国内少数掌握了船用柴油机自主知识产权

的企业，项目建设，能提升智能制造水平，加快产品升级，项目产品符合《船舶工业技术进步和技术改造投资方向》提出的技术改造重点。本项目位于广州市南沙区大岗镇潭新公路 362 号，属于南沙经济技术开发区中的南沙（大岗）先进制造业基地，主要是制造船舶柴油机和气体机，符合《广州市城市总体规划（2011-2020）》。项目符合政策要求，不存在政策方面的风险。

### **18.5 社会风险**

从本项目来看，企业面临一般企业共有的社会风险，包括国家宏观调控政策、财政货币政策、税收政策，可能对项目以后运作产生影响，企业将在国家各项经济政策和产业政策的指导下，汇聚各方面信息，提炼最佳方案，统一调度，合理确定公司发展目标和战略；并加强内部管理，提高服务管理水平，降低运营成本，努力提高经营效率，形成公司独特优势，增强抵御社会风险的能力。

在生产中必须严格遵守国家环境保护的有关法律法规。要制定企业内部严格的资源消耗、能源消耗标准，采取积极的环保措施，对生产过程中产生的“三废”进行综合治理和回收利用。按照发展循环经济的要求，推行“清洁生产”，注重节约资源、保护环境。

### **18.6 综合风险评价**

综上所述，本项目技术开发和产品制造属于先进重型装备制造领域，建设符合国家产业政策和能源策略；项目目标产品包括盾构机、船用柴油机、汽轮机、石化容器等重型产品，厂房和设备一次性投资较大；盾构机规划产能与目前产能相比差别较大，存在一定的市场风险。

风险应对措施：

（1）针对盾构机的市场风险，在项目实施期内，广州山河智能在广州工控集团的指导下，全力开拓市场，先利用现有重容厂房进行生产，从订单签订、生产组织、产品质量、订单交付等全方面验证广州山河智能在粤港澳大湾区的竞争能力。并且根据未来两年的市场拓展情况，随时调整建设建设规模。

（2）项目厂房考虑分批建设，包括盾构机焊接厂房在内的项目厂房结合建设单位实际生产需求进行建设，盾构机关键零部件可利用现有的重容厂房进行生产。

（3）汽轮机、发电机、船用柴油机等产品生产设备以利用原有设备为主，根据实际生产情况逐步投入，尽量减少初期投资。

## 附件一：主要设备明细表

### 1、盾构机焊接主要设备明细表

序号	设备名称及型号	主要技术规格	制造者	单位	数量	价格（万元）		备注
						单价	总价	
一、厂房设备								
1	数控火焰切割机	t50-170	中	台	4	60	240	
2	三辊卷板机 EZXW00S- 110/160*4000		中	台	1	650	650	
3	CO2 焊机	焊接电流：50~400A	中	台	104	2	208	
4	手工焊机	额定焊接电流 400A, 工作电压 36V	中	台	50	2	100	
5	Φ5.7m 专用立车	Φ5.7m	中	台	3	220	660	
6	数控立车	Φ12m	中	台	1	1140	1140	
7	数控立车	Φ10m	中	台	1	820	820	
8	12m 龙门镗铣床		中	台	2	2000	4000	
9	摇臂钻床 Z30100	Φ100	中	台	4	35	140	
10	电动平板车 KPX- 160-1	Q=160t,K=2700mm	中	台	3	75	225	
11	液压扭矩扳手	专用电动液压泵	中	台	6	9	54	
12	退火炉	17m*17m*14m	中	台	1	1000	1000	
13	喷漆室	17m*17m*14m	中	台	1	600	600	
14	喷丸室	17m*17m*14m	中	台	1	900	900	
15	电动双梁桥式起重 机	Gn=250/50t S=34m Ho=24m	中	台	2	550	1100	
16	电动双梁桥式起重 机	Gn=160/32t S=34m Ho=24m	中	台	2	220	440	
17	电动双梁桥式起重 机	Gn=100/20t S=28m Ho=16m	中	台	2	180	360	
18	电动双梁桥式起重 机	Gn=50/10t S=34.5m Ho=16m	中	台	2	80	160	
19	电动双梁桥式起重 机	Gn=50/10t S=28.5m Ho=16m	中	台	1	70	70	
20	电动双梁桥式起重 机	Gn=32/5t S=34.5m Ho=16m	中	台	5	60	300	
21	电动双梁桥式起重 机	Gn=32/5t S=28.5m Ho=16m	中	台	2	55	110	

22	电动双梁桥式起重机	Gn=32/5t S=28m Ho=16m	中	台	3	55	165	
23	其他						500	
二、质检设备								
24	超声波探伤仪		中	台	6	0.8	4.8	
25	磁粉探伤仪		中	台	6	0.8	4.8	
26	华云豪克能 HK5000系列全自动振动时效设备		中	台	1	3	3	
27	超声波测厚仪		中	台	3	1	3	
28	粗糙度仪（光洁度仪）		中	台	2	1	2	
29	水平仪		中	台	3	1	3	
30	涂层测厚仪		中	台	3	1	3	
31	激光水平仪		中	台	3	1	3	
32	红外线测距仪		中	台	3	1	3	
33	工业管道内窥 （5m）		中	台	1	1	1	
34	激光红外测温仪		中	台	2	0.5	1	
三、理化计量设备								
35	100吨微机控制全自动万能材料试验机		中	台	1	25	25	
36	50吨微机控制全自动万能材料试验机		中	台	1	15	15	
37	30吨微机控制全自动万能材料试验机（带高温炉）		中	台	1	10	10	
38	500焦耳微机控制全自动冲击材料试验机（带低温槽及自动送样装置）		中	台	1	40	40	
39	显微硬度计		中	台	1	1	1	
40	维氏硬度计 430SVD		中	台	1	0.5	0.5	
41	布氏硬度计 TH600		中	台	1	0.2	0.2	
42	洛氏硬度计 TH500		中	台	1	1	1	
43	U/V双刀冲击试样缺口拉床		中	台	1	2	2	
44	冲击试样缺口投影仪		中	台	1	2	2	

45	全自动弹簧拉压试验机		中	台	1	6	6	
46	全自动弹簧拉压试验机		中	台	1	6	6	
47	万能工具显微镜		中	台	1	1	1	
48	金相显微镜		中	台	1	1.5	1.5	
49	金相试样抛光机		中	台	1	0.5	0.5	
50	金相试样镶嵌机		中	台	1	0.5	0.5	
51	万分一精度电光天平		中	台	1	1	1	
52	万分一精度电光天平		中	台	1	1	1	
53	红外分光测油仪		中	台	1	1	1	
54	萃取装置		中	台	1	0.2	0.2	
55	玻璃仪器及化学试剂		中	台	1	0.2	0.2	
56	蒸馏水设备		中	台	1	0.3	0.3	
57	电炉		中	台	1	1	1	
58	台式真空直读光谱仪		中	台	1	0.5	0.5	
59	移动式直读光谱仪		中	台	1	8	8	
60	氩气净化器		中	台	1	0.5	0.5	
61	稳压电源		中	台	1	0.5	0.5	
62	合计						141000	

## 2、盾构机装配及试验主要设备明细表

序号	设备名称及型号	主要技术规格	制造者	单位	数量	价格（万元）		备注
						单价	总价	
一、装配、调试设备								
1	自行走剪叉作业平台	SWSL1223RT	中	台	5	10	50	
2	液压扳手	RT-3	中	台	6	9	54	
3	高压清洗机	KQ-DK5022	中	台	2	3	6	
4	黄山台钻	Z4125B	中	台	2	1	2	
5	金属带锯床 GW4028B		中	台	2	1.5	3	
6	泵站总成	300L 31.5bar 20ML/R	中	台	2	1	2	
7	液压切管机		中	台	1	2	2	
8	液压扣管机		中	台	1	25	25	
9	保压试验工装		中	台	6	4	24	
10	8m 以上盾体工装	定制 1 套 16T	中	台	6	30	180	
11	8m 以上盾体地面钢板	3 块 t80 钢板拼接 58.5T	中	台	6	15	90	
12	8m 以上设备桥/拖车支撑	定制 1 套 30t	中	台	6	15	90	
13	6-7m 机盾体工装	定制 1 套 5T	中	台	7	4	28	
14	6-7m 机盾体地面钢板	3 块 t40 钢板拼接 29T	中	台	7	15	105	
15	6-7m 设备桥/拖车支撑	定制 1 套 28 件 8.4 t	中	台	7	24	168	
16	拖车踏板（通用）	定制 1 套 150 件 8t	中	台	7	7	49	
17	冷风机		中	台	16	2	32	
18	电动双梁桥式起重机	Gn=200/200t S=34m Ho=24m	中	台	2	520	1040	
19	电动双梁桥式起重机	Gn=160/160t S=28m Ho=24m	中	台	1	180	180	
20	电动双梁桥式起重机	Gn=100/100t S=34m Ho=19m	中	台	2	100	200	
21	电动双梁桥式起重机	Gn=32/5t S=28.5mHo=19m	中	台	1	55	55	
22	电动双梁桥式起重机	Gn=16/5t S=28.5m Ho=19m	中	台	1	25	25	
23	电动双梁桥式起重机	Gn=32/5t S=34.5mHo=19m	中	台	2	65	130	
24	电动双梁桥式起重机	Gn=16/5t S=34.5m Ho=19m	中	台	2	30	60	

二、创新实验平台								
25	液压测试试验台	非标	中	台	1	800	800	
26	控制系统检测试验平台	定制	中	台	1	2000	2000	
27	智能管片拼装机实验台	定制	中	台	1	1500	1500	
28	主驱动高压密封实验台	定制	中	台	1	1500	1500	
29	换刀机器人及换刀实验台	定制	中	台	1	3000	3000	
30	常(带)压换刀实验台	定制	中	台	1	300	300	
31	围岩识别感知技术实验室	定制	中	台	1	2000	2000	
32	预留智能掘进系统实验室	定制	中	台	1	3000	3000	缓购
33	预留破岩技术研究实验室	定制	中	台	1	2000	2000	缓购
34	预留力学实验室	定制	中	台	1	1000	1000	缓购
35	预留（地下空间开发装备和轨道交通装备新产品方向）	定制	中	台	1	3000	3000	缓购
36	其他						300	
37	合计						14000	

### 3、汽轮机生产主要设备明细表

序号	名称	规格	制造者	单位	数量	单价	总价
一、隔板加工装配跨							
1	数控立车	Φ2.5米	中	台	1	190	190
2	数控立车	Φ2米	中	台	2	180	360
3	数控立车	Φ1.6米	中	台	2	130	260
4	数控立车	Φ1.2米	中	台	2	110	220
5	数控立车	Φ1米	中	台	2	80	160
6	普通立车	Φ1.6米	中	台	2	90	180
7	普通立车	Φ1.2米	中	台	2	75	150
8	数控镗床	Φ110	中	台	2	195	390
9	数控镗床	Φ100	中	台	2	180	360
10	钻床	Z80	中	台	1	40	40
11	机器人自动焊		中	台	3	/	250
12	氩弧焊机		中	台	3	3	9
13	二氧化碳焊机		中	台	3	3	9
14	手动焊机（包含钳工6台）		中	台	9	2	18
15	锯床		中	台	1	10	10
16	卷板机		中	台	2	24	48
17	10吨龙门式行动吊车		中	台	2	22.5	45
18	高温箱式电阻炉	2m*1.5m*1.9m	中	台	3	40	120
19	深井炉	1.8m*7m	中	台	1	130	130
20	电动双梁桥式起重机	Q=32t H0=12m S=22.5m		台	1		65
21	电动双梁桥式起重机	Q=16t H0=12m S=22.5m		台	3	35	105
二、箱体轴类加工部装跨							
1	卧式加工中心	800×800	中	台	2	600	1200
2	立式加工中心	630×630	中	台	1	450	450
3	数控镗床	Φ110	中	台	2	195	390
4	数控镗床	Φ100	中	台	2	180	360
5	数控卧车	Φ1100*6000	中	台	2	210	420
6	数控卧车	SCK6180*6000	中	台	2	80	160
7	数控卧车	SCK6130*6000	中	台	2	67.5	135
8	数控卧车	SCK6140*4000	中	台	2	70	140
9	数控卧车	SCK6132*3000	中	台	2	17.5	35
10	数控卧车	CTX510	中	台	2	50	100
11	数控卡盘车	Φ2米*2500	中	台	2	85	170
12	插齿机		中	台	2	40	80

序号	名称	规格	制造者	单位	数量	单价	总价
13	线切割		中	台	3	15	45
14	数显立铣	X612	中	台	2	30	60
15	数显卧铣	X62w	中	台	2	30	60
16	数铣	XM110	中	台	4	35	140
17	内外圆磨床		中	台	5	7	35
18	平面磨床		中	台	3	/	28
19	工具磨		中	台	2	20	40
20	钻床	Z80、Z75	中	台	3	40	120
21	锯床		中	台	2	10	20
22	摇臂吊车		中	台	3	12	36
23	水压机		中	台	2	15	30
24	手动焊机		中	台	3	/	7
25	二氧化碳焊机		中	台	1	2	2
26	液压扳手/电动扳手		中	套	3	20	60
27	材料打标机		中	台	2	9	18
28	电动双梁桥式起重机	Q=32t H0=12m S=22.5m		台	1		65
29	电动双梁桥式起重机	Q=16t H0=12m S=22.5m		台	3	35	105
三、汽缸加工及转子加工装配跨							
1	12米龙门铣	XKA2850×120	中	台	1	2000	2000
2	五面体加工中心	工作台 2m×4m; 4m×8m	中	台	2	950	1900
3	龙门加工中心	工作台 2.5m×6m; 3.5m×6m	中	台	2	900	1800
4	数控落地镗铣床	Φ200	中	台	3	1000	3000
5	数控落地镗铣床	Φ160	中	台	1	750	750
6	数控卧式镗床	Φ130	中	台	1	380	380
7	数控平衡孔专机镗床	Φ160	中	台	1	180	180
8	数控双柱立车	Φ6.3米	中	台	1	750	750
9	数控双柱立车	Φ5米	中	台	1	600	600
10	数控卧式车床	Φ2.5米*10米	中	台	1	550	550
11	数控卧式车床	Φ2米*8米	中	台	4	500	2000
12	数控卧式车床	Φ1.25米*7米	中	台	4	375	1500
13	数控卧式车床	Φ1.6米*8米	中	台	1	420	420
14	复合加工中心	NT6800	中	台	1	1900	1900
15	经济型数控卧车		中	台	4	215	860
16	钻床	Z3080	中	台	4	10	40
17	数控横钻		中	台	2	100	200
18	数显120镗床	Φ120	中	台	2	160	320
19	锯床		中	台	1	9	9

序号	名称	规格	制造者	单位	数量	单价	总价
20	手动焊机		中	台	1	2	2
21	氩弧焊机		中	台	1	2	2
22	二氧化碳焊机		中	台	1	2	2
23	电动双梁桥式起重机	Q=75t H0=14m S=22.5m		台	1	150	150
24	电动双梁桥式起重机	Q=50t H0=14m S=22.5m		台	1	95	95
25	电动双梁桥式起重机	Q=50t H0=12m S=28.5m		台	1	110	110
26	电动双梁桥式起重机	Q=32t H0=12m S=22.5m		台	2	60	120
27	电动双梁桥式起重机	Q=32t H0=12m S=28.5m		台	3	70	210
四、机组整机装配跨							
1	液压扳手		中	套	4	20	80
2	电动扳手		中	套	10	1.5	15
3	水压机		中	台	4	4	16
4	万向钻床		中	台	3	/	65
5	围带弯制成型机		中	台	2	11	22
6	立钻		中	台	3	7	21
7	手动焊机		中	台	4	2	8
8	氩弧焊机		中	台	4	2	8
9	汽封片自动成型机		中	台	2	10	20
10	喷漆设备房		中	个	1	650	650
11	10吨龙门式行动吊车		中	台	4	22.5	90
12	电动双梁桥式起重机	Q=100t H0=21m S=28m	中	台	2	230	460
13	电动双梁桥式起重机	Q=50t H0=14m S=26.5m	中	台	2	100	200
14	电动双梁桥式起重机	Q=32t H0=14m S=26.5m	中	台	3	65	195
	合计						29330

#### 4、电机生产主要设备明细表

序号	名称	规格	制造者	单位	数量	单价	总价
1	深井炉	Φ2000×8000	中	台	2	60	120
2	打磨除尘室	10×8米	非标	套	2	50	100
3	800t油压机	下拉式	中	台	4	80	320
4	叠片台	升降范围 0-3m, 内孔可调大小、承重 5t	中	台	4	25	100
5	定子线圈开料机	开料长度 6000, 材料: 双玻线	中	台	1	25	25
6	定子线圈绕线机含包线机	绕线长度 4000	中	套	1	8	8
7	定子线圈涨(拉)型机	长 2500; 跨距 1000; 涨开角 0~120°	中	台	1	70	70
8	自动包带机		中	台	2	100	200
9	热压调压器	TDH-100	中	台	8	10	80
10	线圈热压机	直部长度 2000; 跨距 1000;	中	台	4	20	80
11	定子线圈匝间测试仪	RZJ-45H	中	台	1	5	5
12	定子线圈耐压试验仪	TE-DMC 120KV	中	台	1	8	8
13	介损仪	SB2204/3 型	中	台	1	5	5
14	转子绕线机(扁绕机)	数控	中	台	2	18	36
15	转子线圈整形设备		中	台	1	10	10
16	定子直流泄漏测试仪	NHZGF-60KV/5mA		台	1	1	1
17	定子耐压试验仪	0-50KV、5KVA		台	1	5	5
18	定子匝间测试仪	RZJ-45H		台	1	4	4
19	转子热压调压器	TXJA-10000-Y		台	2	8	16
20	液压槽楔机			台	1	15	15
21	感应加热器			台	1	20	20
22	转子耐压试验仪	10KV		台	2	2	4
23	转子交流阻抗测试仪	(RT603V)		台	1	2	2
24	转子匝间检测仪	ZJ-20S		台	1	5	5
25	沙漠房	12米*15米, 恒温恒湿		间	1	50	50
26	装配平台	12*4.5m		个	4	60	240
27	井式试验平台	长 25×宽 15×深 4 (米)		个	1	300	300
28	大烘箱(烘定子)	4000*6000*5000		台	1	60	60

序号	名称	规格	制造者	单位	数量	单价	总价
29	真空退火炉	Φ1500×5000		台	2	70	140
30	烘箱	HD-2AG		台	1	30	30
31	槽衬机	数控		台	1	50	50
32	立铣	X5050		台	1	25	50
33	万向摇臂钻	Φ32		台	2	3	6
34	小卧车	7630		台	1	20	20
35	裁剪机	1.5 米		台	1	5	5
36	真空浸漆设备		非标	套	1	600	600
37	励磁机生产设备	含绕线机、绝缘热压机、烘箱等	中	套	1	100	100
38	永磁机生产设备	含扁绕机、油压机、焊机、试验设备等	中	套	1	100	100
39	电动单梁桥式起重机	Q=10t H0=10m S=22.5m	中	台	5	20	100
40	电动双梁桥式起重机	Q=20t H0=12m S=22.5m	中	台	2	45	90
41	电动双梁桥式起重机	Q=100t H0=21m S=22.5m	中	台	1	210	210
42	电动双梁桥式起重机	Q=100t H0=21m S=28m	中	台	1	230	230
43	电动双梁桥式起重机	Q=50t H0=14m S=26.5m	中	台	1	100	100
44	电动双梁桥式起重机	Q=50t H0=14m S=22.5m	中	台	2	90	180
45	电动双梁桥式起重机	Q=50t H0=14m S=28.5m	中	台	1	100	100
	合计						4000

### 5、焊接中小结构件主要设备明细表

序号	设备名称及型号	主要技术规格	制造者	单位	数量	价格(万元)		备注
						单价	总价	
1	数控火焰切割机	t50-170	中	台	2	60	120	
2	四辊液压卷板机	最大卷板:80×3200mm	中	台	1	200	200	
3	半自动切割机	CG1-30	中	台	15	0.2	3	
4	剪板机	最大剪切厚度:8mm 宽度: 2500mm	中	台	1	20	20	
5	折弯机	厚度 8mm, 宽度: 2500mm	中	台	1	30	30	
6	1000T 油压机		中	台	1	350	350	
7	金属带锯床 GW4038B	最大切削直径φ380mm	中	台	6	5	30	
8	小型弯管机	Φ38-108mm	中	台	2	8	16	
9	CO2 焊机	焊接电流: 50~400A	中	台	20	2	40	
10	手工焊机	额定焊接电流 400A, 工作 电压 36V	中	台	25	2	50	
11	管嘴管口焊机		中	台	2	2	4	
12	氩弧焊机	工作电流:100~400A	中	台	16	2	32	
13	电动平板车 KPX- 100	Q=100t,K=1435mm,2400x5 000mm	中	台	1	30	30	
14	电动双梁桥式起重 机	Gn=75/5t S=22.5m Ho=14m	中	台	1	90	90	
15	电动双梁桥式起重 机	Gn=32/5t S=22.5m Ho=14m	中	台	5	50	250	
16	电动双梁桥式起重 机	Gn=32/5t S=16.5m Ho=14m	中	台	1	45	45	
17	电动双梁桥式起重 机	Gn=20/5t S=16.5m Ho=14m	中	台	2	30	60	
18	其他						230	
20	合计						1600	

## 6、柴油机生产主要设备明细表

序号	名称	规格	制造者	单位	数量	单价	总价
1	HF-8M 五面体加工中心	12米×4米工作台	中	台	2	4500	9000
2	车削中心（带铣削、钻削、攻牙等功能）	L800LD	中	台	1	300	300
3	气缸套数控镗缸机	镗孔深度 3 米	中	台	1	250	250
4	气缸套数控珩磨机	珩磨孔深度 3 米	中	台	1	300	300
5	数控立车	CH5116B	中	台	1	220	220
6	卧式加工中心	KH63G	中	台	1	200	200
7	卧式数控镗床	KBN135	中	台	1	370	370
8	立式加工中心	F960B	中	台	1	300	300
9	曲轴数控磨床	MK82160H(Φ1600×8000)	中	台	1	500	500
10	数控落地镗铣床	TH6916C 5m×5m	中	台	1	1100	1100
11	气缸盖柔性加工线（FMS）	3台 63卧加+36托盘	中	条	1	1500	1500
12	连杆数控双轴镗床	数控专机	中	台	2	100	200
13	连杆数控双面铣床	数控专机	中	台	2	100	200
14	数控车床	LG63（Φ630×1500）	中	台	3	100	300
15	数控凸轮磨床	数控专机	中	台	2	130	260
16	卧式加工中心	KH63G	中	台	1	160	160
17	数控镗床（回转工作台：2米×1.8米）	KBN135	中	台	1	350	350
18	气缸套立式数控珩磨机	2MK2240×1000（珩磨孔深度 1 米）	中	台	1	100	100
19	数控滚齿机	数控专机	中	台	2	120	240
20	数控立式精镗床	TK7250	中	台	1	70	70
21	喷漆房	柴油机专用喷漆房（含清洗、喷漆、烘干工位）	中	间	1	1500	1500
22	测功器	Y16000S	中	台	1	250	250
23	测功器	Y7500S	中	台	1	80	80
24	辅机电柜	ECC-GGD	中	个	5	8	40
25	60HZ 电源柜	AC60S3-33450/440E	中	个	1	13	13
26	A 系统电气柜	ECC-GGD	中	个	9	8	72
27	C 系统电气柜	ECC-GGD	中	个	9	8	72
28	D 系统电气柜	ECC-GGD	中	个	9	5	41
29	半精滤器	DPL250LJ	中	台	3	6	19
30	储气罐	10.8m <sup>3</sup> / 3.3Mpa	中	个	5	8	38
31	储油罐	200T	中	个	2	62	124
32	磁性滤器	CL250	中	台	2	10	20
33	粗滤器	DPL250LC	中	台	3	5	15
34	淡水板式冷却器	GC-60×36	中	台	4	7	28
35	淡水低位水箱	10m <sup>3</sup>	中	台	4	6	24

36	淡水加热器	GTG30S-150	中	台	4	25	100
37	低压配电箱	ECC-GGD	中	个	21	5	95
38	低压配电箱	ECC-GGD	中	个	5	7	34
39	电气柜	ECC-GGD	中	个	12	8	96
40	分油机	SA841	中	台	3	69	207
41	滑油板式冷却器	GX-100×223	中	台	4	25	100
42	滑油泵	V7T.2Zi-112-M3W73	中	台	12	11	132
43	滑油柜	60m <sup>3</sup>	中	台	4	33	132
44	滑油加热器	GTG30Y-200	中	台	8	75	600
45	加热器泵前滤器	DLL100	中	台	4	4	16
46	精滤器	DXL250	中	台	3	8	23
47	空冷器泵前滤器	DSL450	中	台	3	25	74
48	空冷器总管滤器	DSL-A400L	中	台	3	25	74
49	冷却塔	GNZF-1500m <sup>3</sup> /h	中	座	4	84	336
50	离心泵	EMC-150MF	中	台	2	6	11
51	气缸低位油箱加热器	GTG30-22	中	台	1	15	15
52	燃油模块	10.0DN80	中	组	4	18	72
53	热水泵前滤器	DSL450	中	台	4	24	94
54	日用油柜	7m <sup>3</sup>	中	个	4	5	18
55	扫气箱泄放柜	20m <sup>3</sup> / 0.33Mpa-2m <sup>3</sup>	中	个	12	3	34
56	水力测功器	25000KW	中	台	2	600	1200
57	水力测功器	50000kW	中	台	2	1200	2400
58	水力测功器泵前滤器	DSL350	中	台	4	13	51
59	泄油泵	NHG-3MT	中	台	4	6	24
60	循环泵	EMC-150MF-45	中	台	6	6	33
61	循环泵前滤器	DSL-A300L	中	台	4	6	23
62	压力水柜	V7=0.5m <sup>3</sup> 0.5Mpa	中	个	2	6	11
63	重型感应加热器	ZJ20B-X100	中	台	2	18	36
64	试机废气后处理 (SCR)系统		中	套	1	2000	2000
65	自动化立体库		中	套	1	1500	1500
66	AGV 运输车		中	辆	6	15	90
67	250t 吊钩桥式起重机	Gn=250t,H 吊 =26m,S=36m	中	辆	2	500	1000
68	100/20t 吊钩桥式起重 机	Gn=100/20t,H 吊 =26m,S=36m	中	辆	2	200	400
69	100/20t 吊钩桥式起重 机	Gn=100/20t,H 吊 =20m,S=36m	中	辆	1	200	200
70	32/5t 吊钩桥式起重机	Gn=32/5t,H 吊 =20m,S=36m	中	辆	1	64	64
71	1t 半龙门吊 (各装配 台位)	Gn=1t,H 吊=6m,S=15m	中	辆	2	20	40
72	100/20t 吊钩桥式起重 机	Gn=100/20t,H 吊 =20m,S=36m	中	辆	1	200	200
73	50/10t 吊钩桥式起重 机	Gn=50/10t,H 吊 =15.5m,S=36m	中	辆	2	100	200
74	32/5t 吊钩桥式起重机	Gn=32/5t,H 吊	中	辆	2	100	200

		=15.5m,S=36m					
75	10t 半门式起重机	Gn=10t,H吊=6m,S=16m	中	辆	1	30	30
76	50t 电动平板车	尺寸: 5000×2000×800mm	中	辆	1	37	37
77	100t 电动平板车	尺寸: 2500×2200×500mm	中	辆	1	75	75
78	连杆交直流荧光磁粉探伤机	按连杆产品规格设计(专机)	中	台	1	70	70
79	高压清洗机	流量: 600-1000L/h;压力 30-150bar 可调节	中	台	6	3	18
80	电动叉车	额定起重量: 3 吨	中	辆	4	10	40
81	电动堆垛车	额定起重量: 1.4 吨	中	辆	2	10	20
82	送风循环系统	工业风扇+冷风机系统	中	套	1	400	400
83	对刀仪	哈量凯狮 SECA	中	台	1	23	23
84	铁屑冷却液回收循环系统		中	套	1	1500	1500
85	车镗铣复合加工中心		中	套	1	3700	3700
86	装配槽铁		中	套	1	2000	2000
	其他						1120
	合计						39220

## 附件二：单项设备技术论证

### 1、龙门五面体加工中心单项技术论证

#### 1 设备和用途

##### 1.1 设备名称：龙门五面体加工中心

表1 设备主要技术参数表

立柱间有效距离	4500mm
工作台纵向移动行程(X 轴)	13500 mm
主轴头左右移动行程(Y 轴)	5200 mm (有效行程, 不含换刀和换头行程)
滑枕上下移动行程(Z 轴)	1500 mm
横梁上下移动行程(W 轴)	3500 mm
工作台表面到主轴端面距离	5000 mm
<b>工作台</b>	
工作台尺寸(长×宽)	12000mm×4000mm
允许最大载重	150000 kg
<b>主轴</b>	
主轴转速范围	2—2000rpm
主轴鼻锥(公称号)	ISONo.50
主轴轴承内径	160mm
<b>主轴头</b>	
滑枕截面	420mm×420mm
<b>进给率</b>	
快速进给(X 轴)	12m/min
快速进给(Y 轴)	12m/min
快速进给(Z 轴)	10m/min
快速进给(W 轴)	2m/min
切削率(X, Y, Z 轴)	1—10000mm/min

切削率(W 轴)	1—2000mm/min
微进给（手轮）	0.001,0.01,0.1mm/脉冲
<b>电机容量</b>	
主轴驱动电机	αHVi75/60 VAC 75/60 kW (30min/连续)
主轴扭矩 (最大)	75kw: 5325 N.m 60kw: 3550 N,m
<b>各轴进给电机</b>	
工作台进给电机 (X 轴)	AC 伺服电机
主轴头进给电机 (Y 轴)	AC 伺服电机
滑枕上下进给电机 (Z 轴)	AC 伺服电机
横梁上下进给电机 (W 轴)	AC 伺服电机
ATC刀库	AC 伺服电机
CNC系统	FANUC31i

## 1.2 主要用途

(1) 低速船用柴油气缸体零件顶面、底面、四侧面、气缸套孔等位置的加工。

(2) 低速船用柴油机机架零件顶面、底面、排侧侧面、燃油泵侧平面、自由端平面、输出端平面、燃油泵侧档位孔、各气缸导轨面等位置的加工。

(3) 低速船用柴油机机座顶面、底面、自由端端面、输出端端面、各主轴承孔档位侧面、各主轴承孔档位接合面和侧平面、各主轴承孔等位置的加工

## 2 新增设备必要性

低速船用柴油机主要由固定部件、运动部件以及一些系统组成，

柴油零件种类、数量繁多。一台机的零件多达几千种、数万件。其中气缸体、机架、机座是固定部件十分重要的零件，气缸体为铸铁件，机架为焊接结构件，机座为铸铁件，它们的特点是均为大型箱体类零件，尺寸及重量大，结构复杂，加工精度要求高。

本次设计考虑气缸体、机架、机座等零件在龙门五面体加工中心上完成各结合面、中分面、导轨面、气缸套孔、螺栓孔等位置的机械加工工作。

以 50 低速船用柴油机为例，气缸体、机架、机座等零件外形尺寸和重量见下表：

名称	50低速船用柴油机		
	数量	外形尺寸 (mm)	重量 (t)
气缸体	1	5504×1500×1500	19.7952
机架	1	5919.5×3418×3997	30.1523
机座	1	6037.5×3482×2150	28.6106

气缸体、机架、机座主要加工技术条件为：

(1) 表面粗糙度：

气缸体、机架、机座等零件主要平面的表面粗糙度为  $Ra3.2\mu\text{m}$ ，主要孔的表面粗糙度为  $Ra1.6\mu\text{m}-Ra3.2\mu$ ，机架导轨面的表面粗糙度为  $Ra1.6\mu\text{m}$ 。

(2) 公差：

气缸体的底面、机架底面、机座上平面等安装面的平面度要求均为  $0.02/1000\text{mm}$ ，气缸体上下平面的平行度为  $0.02/1000\text{mm}$ ，机座上平面的平面度要求为  $0.04/1000\text{mm}$ ，机座上平面相对于 1 档主轴承孔侧平面的垂直度为  $0.05\text{mm}$ ，机座自由端侧面和输出端侧面对于 1 档主轴承孔侧平面的平行度要求为  $0.1\text{mm}$ ，机架导轨面相对于顶平

面的垂直度要求为 0.05/1000mm。

机座各档主轴承孔相对于 1 档主轴承孔侧平面的垂直度要求 0.03mm，机座各档主轴承孔的圆柱度要求为 0.02mm。

从上述数据可以看出，气缸体、机架、机座等零件外形尺寸大，加工精度要求高，需采用龙门五面体加工中心完成加工。

本次设计，针对气缸体、机架、机座等零件，拟计划增加两台龙门五面体加工中心（工作台尺寸为 12000mm×4000mm）。

针对气缸体、机架、机座等零件外形尺寸较大、结构复杂、加工精度要求高等工艺特征，采用经一次安装可对零件进行多面加工的工艺方案，以尽量减少装卸辅助时间，最大限度地发挥机床的生产能力。

### 3 协作的可能性

气缸体、机架、机座等箱体类零件其加工特点是体大而重，结构复杂，加工精度要求高，加工周期长，如考虑外协将受到诸如运输、设备承担能力、协作费用及交货期等因素的制约。通常情况下，一个企业大型关键设备的添置，大都从本身的生产规模及零件的加工技术要求出发“量体裁衣”地进行技术改造，以求得最大的经济收益，难以批量承担外协大型零件的加工负荷，另一方面气缸体、机架、机座等箱体类零件委外加工质量也难以进行实时控制，并且对柴油机整机的质量、成本、生产周期均有很大的影响，因此对于这类关键零件加工来说，外协是不适宜的。

### 4 设备负荷及选择

气缸体、机架、机座的加工，新增两台龙门五面体加工中心（工作台尺寸为 12000mm×4000mm），按照三班制考虑，设备年时

基数 5080h，机床设备负荷率为 94.49%。本次设计所采用设备在满负荷运转的情况下达到年产 40 台套气缸体、机架、机座三大件的产能，因此，本次设计新增的两台龙门五面体加工中心（工作台尺寸为 12000mm×4000mm）属于满负荷运转。

欧洲范围能够生产此类龙门五面体加工中心的机床厂商主要包括德国的希斯（SCHIESS）公司、德国的瓦德里希科堡（WALDRICH COBURG）公司等，设备性能良好，但价格十分昂贵。

日韩范围能够生产此类龙门五面体加工中心的机床厂商主要是日本的新日本工机（SNK）公司。

国内范围能够生产此类龙门五面体加工中心的机床厂商主要是北京北一数控机床有限公司。

相关机床厂商技术参数虽然略有不同，但是均可满足气缸体、机架、机座三大件的加工需要。为落实本公司生产规模的要求，确保加工质量，公司在项目实施过程中，可通过对各机床生产厂商的产品规格、性能和价格等进行深入调查、分析及多方面对比，最后通过招投标确定。

国产的龙门五面体加工中心与进口龙门五面体加工中心相比，其机床精度、生产效率、工作可靠性、耐用性、故障率等较为逊色，附件头种类比较单一，但是价格会相对便宜一些。

德国的龙门五面体加工中心，其特点是精度高、机床结构刚性好、自动化程度高、刀库容量大、附件头种类丰富，但是价格十分昂贵。

日本的龙门五面体加工中心，其特点是精度高、机床结构刚性

较，附件头自动化程度较高、刀库容量较大、附件头种类丰富，并且能够根据客户需求提供定制化设计服务，价格比国产机床稍贵，性价比相对较高。

为满足公司低速船用柴油机的生产需要，确保气缸体、机架、机座三大件的加工质量，本次设计新增进口龙门五面体加工中心 2 台，含税预算总价格 9000 万元人民币（4500 万元/台）。

需要通过对上述各机床厂商的产品规格、性能和价格等进行深入调查、多方面分析对比，最后通过招投标方式确定机床型号。

## **5 结论**

综上所述，结合公司实际生产情况，新增 2 台进口龙门五面体加工中心，满足气缸体、机架、机座三大件的加工生产需求，满足工厂生产发展的需要，在技术上是可行的，也是十分必要的。

### 附件三：总平面布置图