# 1.工程概况

1.1工程简介

本工程为新建工程，是以恒运西区电厂为热源，向豪丰工业园供热的蒸汽管道工程，全长1.2998km，主干管径为DN500。

1.2工程内容和规模

1.2.1工程内容和规模

本设计为东莞市豪丰工业园集中供热管道工程，具体内容为：从已建恒运西区电厂至麻涌镇新沙工业区供热母管2058柱号附近处接出一根蒸汽管道（原预留口为DN300，本次项目同步改为DN500接口）沿武警基地围墙外侧架空敷设,地埋过路后从沿江高速高架桥下穿高速，之后管线地埋向东敷设至马滘河，沿马滘河边（高压电塔外侧）向北敷设至广麻大道，沿广麻大道辅道边架空向东敷设至园区东侧马滘河，在马滘河河堤边下穿广麻大道至豪丰工业园。

1.2.2 工程规模

本项目拟从已建恒运西区电厂至麻涌镇新沙工业区供热母管2058柱号附近处接出一根蒸汽管道，沿马滘河向东敷设至豪丰工业园围墙外1米。主要建设工程量为：

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 管道规格 | 敷设方式及长度 | | |
| 总长度/m | 其中架空/m | 其中地埋/m |
| 1 | DN500 | 1299.8 | 975 | 324.8 |

2.设计依据

2.1南京苏夏公司与东莞恒运新能源有限公司签订的合同。。

2.4 主要法律法规

《中华人民共和国特种设备安全法》国家主席令（第四号）

《特种设备安全监察条例》（国务院令第549号修订）

《特种设备目录》质检总局公告[2014]第114号

《特种设备生产单位许可目录》市场监管总局2021年第41号

《特种设备生产和充装单位许可规则》TSG 07-2019

2.5 主要设计、施工验收标准、规范

《压力管道规范 公用管道》 GB/T 38942-2020

《工业设备及管道绝热工程设计规范》 GB 50264-2013

《埋地钢质管道防腐保温层技术标准》 GB/T 50538-2020

《城镇供热管网工程施工及验收规范》 CJJ 28-2014

《城镇供热管网设计规范》 CJJ 34-2010

《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》 CJJ/T 104-2014

《城镇供热预制直埋蒸汽保温管及管路附件》 CJ/T 246-2018

《普通流体输送管道用埋弧焊钢管》 SY/T 5037-2018

《输送流体用无缝钢管》 GB/T 8163-2018

《钢制对焊管件 类型与参数》 GB/T 12459-2017

《钢制对焊管件 技术规范》 GB/T 13401-2017

《旋转补偿器》 JB/T 12936-2016

《金属波纹管膨胀节通用技术条件》 GB/T 12777-2019

2.6东莞恒运新能源有限公司提供的地形图、地勘资料、管网走向和热负荷等有关设计资料。

3.设计范围

本项目设计起点为：已建恒运西区电厂至麻涌镇新沙工业区供热母管2058柱号附近；终点为：豪丰工业园围墙外1米。

详见“管道平面布置图”2022379-100-101-5。

4.工程设计

4.1 设计参数

本设计蒸汽管线参数如下：

操作参数为：压力2.0MPa（G），温度330℃；

设计参数为：压力2.3MPa（G），温度350℃。

最大输送能力：100 t/h

**本设计蒸汽管道属压力管道GB2类。**

具体详见“管道平面布置图”2022379-100-101-5。

4.2设计专业及图纸编号说明

本项目包括外管、自控、结构、电气等专业施工图设计。图纸编号说明如下：

2022379-100-101-1

顺序号（图纸流水编号）

专业代号（101外管，50自控，62结构，90电气）

子项号（100、200、300、400……）

工程号

4.3 主要设计方案

4.3.1管道及管件材质选择

（1）架空管道

DN500架空蒸汽管道采用20优质无缝钢管（GB/T 8163）。

（2）直埋管道

埋地蒸汽管道芯管均采用20优质无缝钢管（GB/T 8163），埋地蒸汽管道保护套管采用Q235B螺旋缝焊接钢管（SY/T 5037）

（3）疏水管道

疏放水管道采用20优质无缝钢管（GB/T 8163）

（4）管道管件

管件均采用20无缝管件（GB/T 12459、GB/T 13401），设计管件采用PN40无缝管件，管道弯头均选用无缝长半径弯头。

4.3.2管道断面及关键节点敷设方式

（1）本设计蒸汽管道沿马滘河边、香蕉林中架空敷设时，支架顶距地面相对高度≤1.0m，采用管墩；支架顶距地面相对高度＞1.0m，采用T型架或Π型架。

（2）本设计过道路、高速采用地埋方式/敷设；过河道采取架空方式敷设，其中关键节点敷设方式为（具体）：

①过马滘河河道采取架空方式敷设；

②过广麻沿江高速、过广麻大道采取地埋方式敷设；

③在马滘河边和香蕉林中采取架空方式敷设。

详见“管道平面布置图”2022379-100-101-5。

（3）管墩（架）标高

本设计标高均采用绝对标高，采用大地2000坐标系，1985黄海高程。

4.3.3管道热补偿

本次设计蒸汽管道热补偿主要采用自然补偿、旋转补偿器补偿、波纹管补偿器补偿相结合的方式。

4.3.3.1本设计架空管线选用旋转补偿器（JB/T 12936）主要技术要求：使用参数范围：压力为1.0～4.0MPa，温度为-60～420℃，密封形式的主要特点为：介质压力和密封性成正比。密封结构采用双重密封（双保险）形式，一为环面密封密封面厚度不得小于4cm，环面密封圈必须采用高强度耐高温、耐磨、抗氧化材料，安全可靠；二为端面（锥度）密封，密封材料为满足设计要求的复合密封件，抗压强度≥50MPa。

为降低管道的应力，旋转补偿器的异径管应与密封座整体模压成型，异径管与密封座之间无环焊缝，从而增强旋转补偿器工作的可靠性。小头端壁厚应不小于母管（即所接热网管道）壁厚，大头端壁厚需比母管壁厚大2mm以上。旋转补偿器整体材质采用不低于管道相同材质。

安装时，其法兰压紧螺栓拧紧压力以满足设计工作压力下不泄漏为标准，但不应过分压紧而使补偿器转动工作时摩擦阻力过大而影响正常转动工作。

本设计旋转补偿器采用PN40的旋转补偿器，摩擦力矩应不大于93kN.m。

旋转补偿器的安装要求详见“旋转补偿器详图”2022379-100-101-7。

4.3.3.2本设计埋地蒸汽管道采用外压轴向型膨胀节（GB/T 12777）其型号分别如下：

（1）WZUH40-500-300，主要技术参数：操作压力/设计压力2.0/2.3MPa（G），操作温度/设计温度330℃/350℃，DN500轴向补偿量为300mm，使用寿命为1000次。

为防止因应力腐蚀造成的破坏，本设计波纹管膨胀节材质：波纹管采用S31603，且经固溶处理；其余均采用20（一般不低于母管材质）。外压轴向型膨胀节安装时应注意：

①出厂必须预拉伸，其安装必须严格按照制造厂提供的技术文件要求进行安装；

②安装时，膨胀节上面标识的流向应与蒸汽流向一致；

③膨胀节的耐压性能应通过压力试验进行检验，一般应进行水压试验，外压膨胀节的水压试验压力按公式：

其中：—试验压力，单位MPa；

—设计压力，单位MPa；

—室温下的波纹管材料的许用应力，单位MPa；

—设计温度下的波纹管材料的许用应力，单位MPa。

4.3.4管道支吊架

（1）为减轻对管架（墩）的推力及减少蒸汽管道温降，使符合设计要求，本设计蒸汽管道管托采用长输低能耗隔热管托，其技术参数必须满足本设计要求。

（2）长输低能耗隔热管托的技术要求：①隔热瓦块耐压强度≥13.0MPa，抗折强度≥3MPa；容重≤1400kg/m3；②温度t=350℃时，导热系数≤0.25W/m•K；③软质隔热层自然厚度30～40mm，压实厚度为10～15mm；④本设计长输低能耗隔热管托上、下隔热瓦块的厚度如下表：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 管托公称直径 | 上、下瓦块厚度/mm | |
| 上 | 下 |
| 1 | DN500 | 60 | 120 |

⑤管托的高度和长度根据设计文件要求制作。

（3）长输低能耗隔热管托为专利产品，必须由专业制造厂生产，所有架空管道管托的安装必须严格按照制造厂提供的技术文件要求进行安装。

（4）滑动、导向管托下底板与预埋件的焊接必须两侧满焊，焊缝高度不得小于最薄件的高度。

（5）管托的具体偏装要求详见“管托偏装一览表”2022379-100-101-6。

（6）固定管托下底板与固定管墩（架）预埋钢板的焊接必须两侧满焊，固定管托下挡块必须与周边满焊，且焊缝高度不小于最薄件的高度；固定管托上挡块与蒸汽主管满焊，但不得与支座相连接。

（7）所有管托的卡箍螺栓必须拧紧。

（8）管托安装时应保证软质隔热层完好，在管托运输过程中软质隔热层应避免受潮，否则会影响隔热效果。

4.3.5保温结构及保温材料

（1）保温结构

本设计蒸汽管道保温采用保温层（长输低能耗专用硅酸铝纤维保温毯、长输低能耗专用宜可环保耐高温玻璃棉、不同耐温的反射层混合），外加保护层（长输低能耗热网专用覆特殊强化聚酯隔热钢板）多层相结合的复合保温结构，各层保温层外均包裹反射层。

（1.1）埋地管道

| **管径** | **结构** | **保温层** | **反射层** | **保护层** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| DN500 | 第一层 | 40mm硅酸铝纤维保温毯 | 长输低能耗耐超高温（350℃）反射层 |  |
| 第二层 | 40mm硅酸铝纤维保温毯 | 长输低能耗耐高温（300℃）反射层 |  |
| 第三层 | 40mm宜可环保耐高温玻璃棉 | 长输低能耗耐中温（250℃）反射层 |  |
| 第四层 | 40mm宜可环保耐高温玻璃棉 | 长输低能耗耐中温（250℃）反射层 |  |
| 第五层 | 40mm宜可环保耐高温玻璃棉 | 长输低能耗普通（200℃）反射层 | 外套管 |

（1.2）普通架空管道

| **管径** | **结构** | **保温层** | **反射层** | **保护层** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| DN500 | 第一层 | 40mm硅酸铝纤维保温毯 | 长输低能耗耐超高温（350℃）反射层 |  |
| 第二层 | 40mm硅酸铝纤维保温毯 | 长输低能耗耐高温（300℃）反射层 |  |
| 第三层 | 40mm宜可环保耐高温玻璃棉 | 长输低能耗耐中温（250℃）反射层 |  |
| 第四层 | 40mm宜可环保耐高温玻璃棉 | 长输低能耗耐中温（250℃）反射层 |  |
| 第五层 | 40mm宜可环保耐高温玻璃棉 | 长输低能耗耐中温（200℃）反射层 |  |
| 第一层顶层（240°） | 40mm宜可环保耐高温玻璃棉 | / |  |
| 第二层顶层（150°） | 40mm宜可环保耐高温玻璃棉 | 低能耗热网专用气垫隔热对流层+长输低能耗普通（200℃）反射层 | 0.5mm长输低能耗热网专用覆特殊强化聚酯隔热钢板 |

（2）保温材料、保护层技术要求

（2.1）长输低能耗专用硅酸铝纤维保温毯，其主要技术要求为：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **项目** | | | **设计要求值** |
| 产品名称 | | | 长输低能耗专用硅酸铝针刺毯 |
| 使用温度（℃） | | | ≤800 |
| 理论体积密度(kg/m³) | | | 96 |
| 导热系数［W/(m·K)］ | 96 kg/m3 | 平均温度100℃ | 0.06 |
| 平均温度200℃ | 0.08 |
| 平均温度300℃ | 0.1 |
| 平均温度400℃ | 0.13 |
| 平均温度500℃ | 0.153 |
| 128 kg/m3 | 平均温度100℃ | 0.05 |
| 平均温度200℃ | 0.07 |
| 平均温度300℃ | 0.09 |
| 平均温度400℃ | 0.12 |
| 平均温度500℃ | 0.145 |
| 加热线收缩，（900℃\*24h）(%) | | | ≤3 |
| 抗拉强度(kPa) | 96 kg/m3（50mm） | | ≥30 |
| 128 kg/m3（50mm） | | ≥40 |
| 渣球含量(粒径大于0.212mm)(%) | | | ≤20 |
| 燃烧性能等级 | | | A1级 |

（2.2）长输低能耗专用宜可环保耐高温玻璃棉主要技术要求为：

| **项目** | | | **设计要求值** |
| --- | --- | --- | --- |
| 产品名称 | | | 长输低能耗专用宜可环保耐高温玻璃棉 |
| 最高使用温度（℃） | | | ≤538 |
| 密度（kg/m3） | | | 45 |
| 渣球含量（粒径>0.25mm）（%） | | | ˂0.1 |
| 憎水率（%） | | | ≥98 |
| 高温热线性收缩率（538℃条件下） | | 长度和宽度方向上 | ≤ 2 |
| 对角线方向上 | ≤ 2.5 |
| 高温抗拉强度（50mm厚度） | | | ≥ 500N/m（10kPa） |
| 回弹性（%） | | | ≥ 100 |
| 对金属材料的腐蚀性能 | | | 满足GB17393要求 |
| 导热系数［W/（m·K）］ | 平均温度70℃ | | ≤ 0.038 |
| 平均温度100℃ | | ≤0.042 |
| 平均温度150℃ | | ≤0.049 |
| 平均温度200℃ | | ≤0.058 |
| 平均温度300℃ | | ≤0.081 |
| 燃烧性 | | | A级 |
| 通过中国环境标志（绿色十环）认证 | | | |
| 通过国家玻璃纤维检测中心耐水性实验（100℃，96h） | | | |

注：1.导热系数随温度变化的曲线方程：



2.纤维直径≤6μm，平均直径5.5μm，纤维长度为15~25cm。

（2.3）长输低能耗热网专用覆特殊强化聚酯隔热钢板的技术参数

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 名称 | | 长输低能耗热网专用覆特殊强化聚酯隔热钢板 | |
| 型号 | | SRP-0.5/150 | |
| 锌层厚度 | | ≥150g/m2 | |
| 锌层成分 | | 55%铝、43.5%锌、1.5%硅合金钢板 | |
| 规格尺寸 | 厚度（mm） | 0.5 | |
| 宽度（mm） | 1250 | |
| 钢板密度（g/cm3） | | 7.85 | |
| 屈服强度（MPa） | | ≥300 | |
| 抗拉强度（MPa） | | ≥350 | |
| 外观 | | 磨砂致密表面，颜色可定制 | |
| 正面涂层结构 | | 特殊强化聚酯25μm+聚酯底漆5μm | |
| 背面涂层结构 | | 聚酯树脂7-11μm | |
| 耐腐蚀性（ASTM D1308） | | 5%H2SO4 （72hr，20℃） | 合格 |
| 5%NaOH（72hr，20℃） | 合格 |
| 10%HCL（72hr，20℃） | 合格 |
| 抗老化性（紫外线加速老化试验ASTM G154-12a） | | 优异 | |
| 耐刮擦性（铅笔硬度）  （ASTM D3363） | | 4H | |
| 隔热性能 | | 反射800-2500nm 波长的红外线，可有效降温5℃以上 | |
| 抗积雪性能 | | 摩擦系数（ASTM D1894） | 0.13 |
| 滑爽角度（TSH7100-TT-0019）对表面 | 15° |
| 光害性 | | 无光害性，凸凹表面漫反射 | |
| 抗沙尘性能 | | 优异 | |
| 寿命（年） | | 常规环境中，油漆涂层16年，产品30年 | |

（2.4）反射层技术要求

反射层采用长输低能耗反射层，其型号如下：长输低能耗耐超高温（350℃）反射层、长输低能耗耐高温（300℃）反射层、长输低能耗耐中温（250℃）反射层、长输低能耗普通（200℃）反射层。

4.4 蒸汽直埋管道的技术要求

（1）蒸汽直埋管道的敷设、导向架、滑动架、疏放水、放气管制作安装及地埋立管制作安装偏装等必须严格按本设计要求进行。

（2）蒸汽直埋管道必须有专业生产制造厂生产，蒸汽直埋管道的组装、检验等必须严格按照制造厂提供的技术文件要求进行。

（3）在蒸汽直埋管道制作和安装时，应特别注意地埋管道出地面垂直管道的偏装位移及偏装方向。详见“埋地蒸汽管道详图”2022379-100-101-8。

（4）钢套管埋地蒸汽管道内隔热支架必须采用长输低能耗钢套钢蒸汽直埋隔热管托。钢套钢蒸汽直埋隔热管托的技术要求：①隔热瓦块耐压强度≥13.0MPa，抗折强度≥3MPa；容重≤1400kg/m3；②温度t=350℃时，导热系数≤0.25W/m•K。本设计中埋地蒸汽管道的滑动支架均采用平面滑动支架。

4.5 蒸汽管道疏放水、放空

本工程中要求管线低点设置启动疏水或连续疏水，末端合理设置连续疏水，疏放水管道需引至绿化带，排放口朝向应注意安全防烫，疏放水管应根据现场情况设支撑，就近排放口、沟渠或河道。

管道在进行强度试验时，在高点处需设高点放空，低点处设低点排尽，待试验结束后拆除焊死。所需材料按现场实耗计，计入临时设施费。

4.6 防腐及除锈

本项目架空管道安装时无需防腐及除锈。

4.6.1聚氨酯防腐

地埋蒸汽管道外套管采用弹性聚脲防腐涂料喷涂防腐，防腐层按照HG/T 3831-2006《喷涂聚脲防护材料》标准执行，喷涂涂料前管道基材表面处理应达到Sa2.5級，涂层厚度不小于1.2mm。防腐层应进行电火花检漏，并应符合现行行业标准《管道防腐层检漏试验方法》SY/T 0006-1999的7.1条相关规定。

1. 聚脲涂料的基本指标

| **序号** | **项目** | | **指标** | **测试方法** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 1 | 不挥发物含量（%) | | ≥98 | GB/T 1725 |
| 2 | 干燥时间 | 表干时间 min | ≦30 | GB/T 1728 |
| 实干时间 min | ≦90 |

1. 聚脲涂料的性能指标

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **序号** | **项目** | | **性能指标** | **试验方法** |
| 1 | 附着力（Mpa）钢基材 | | ≥10 | SY/T 4106-2016附录A |
| 2 | 阴极剥离[23℃，28d]mm | | ≤12 | SY/T 0315-2013 附录G |
| 3 | 硬度(Shore D) | | ≥65 | GB/T 2411-2008 |
| 4 | 耐冲击 (23℃） J | | ≥5 | SY/T 0315-2013 附录G |
| 5 | 电气强度(MV/m) | | ≥20 | GB/T 1408.1-2006 |
| 6 | 体积电阻率（Ω.m） | | ≥1×1013 | GB/T 1410-2006 |
| 7 | 耐磨性（CS17砂轮，1kg，1000r)(mg) | | ≤100 | GB/T 1768-2006 |
| 8 | 吸水率（23℃，24h)(%) | | ≤2 | GB/T 1034 |
| 9 | 耐盐雾，1000h | | 无腐蚀，不起泡，不脱落 | GB/T 1771 |
| 10 | 耐化学介质腐蚀（常温28d) | 10% H2SO4 | 无腐蚀，不起泡，不脱落 | GB 9274 |
| 30% NaOH |
| 3% NaCL |
| 11 | 耐温性能试验（100℃烘箱 6h) | | 无开裂，粉化，无起鼓 | 100mm×100mm×4mm钢板喷涂1.5mm涂层，7天后放入100℃烘箱,6h后观察表面。GB 9274 |

4.6.2阴极保护

（1）本工程地埋管段设置阴极保护，阴极保护设计使用年限为25年以上。

（2）本工程土壤电阻率为50Ω．m，选用《镁合金牺牲阳极》（GB/T 17731-2015），型号为：C-AZ63B-22-S，本工程4只镁阳极包为一组，立式安装。

（3）本工程阴极保护电流密度取值为i=0.3mA/m2，阳极组埋深为3.2m以下，施工要求详见通用图。

（4）牺牲阳极材料采购、施工建议由地埋管厂商实施。

（5）阴极保护系统的所有参数的测量符合《埋地钢质管道阴极保护参数测试方法》规定。

（6）阴极保护装置投入运行，测量管道保护电位值，保护电位应≤-0.85V（相对于饱和Cu/CuSO4 参比电极）。

5 施工安装及验收要求

5.1 管道安装注意事项

5.1.1蒸汽管道安装前应将内部清理干净，安装完成时及时封闭管口，雨季施工应采取防止浮管或泥浆进入管道及附件的措施。

5.1.2管道安装时，管道的劈角应符合以下规定：DN500蒸汽管线劈角大于14度，不能采用管子直接对接，均需采用成品弯头切割后进行连接。所有接管拐弯折角部分均需采用90度弯头切割。

5.1.3管道对焊采用V形坡口形式；焊接为氩弧焊打底，电焊罩面，焊接材料的选用参考《现场设备、工业管道焊接工程施工规范》GB 50236中附录D 焊接材料的选用。

5.1.4管道与加强板的焊接采用100～150mm间断焊，正反交叉焊接，且应在加强板焊接结束后，再将管道进行安装。

5.1.5直埋蒸汽管道安装要求

（1）管道的安装应在沟槽开挖和沟底土层处理合格后进行。

（2）管道下沟前应认真检查外套管表面的防腐层，如有破损，应立即修补。

（3）管道对焊时，应保证工作钢管与外套管的同心度，施工时，如地下水位较高，应有排水设施，以保证焊接接头和外套管补口的焊接施工质量。

（4）蒸汽直埋管道工作内管宜采用氩弧焊打底，即氬电联焊，以保证焊接质量。工作钢管接头焊缝应进行100%X射线探伤。

（5）接头外护层安装完成后，根据《城镇供热直埋蒸汽管道技术规程》CJJ/T 104规定外护管接口应在防腐层之前做气密性试验，试验压力应为0.2MPa。

（6）排潮管如引出地面，开口应下弯，且弯顶距地面高度不宜小于1m（固定节排潮管备注局部地势低点加高排潮管高度），并应采取防倒灌措施。排潮管应设置在不影响交通的地方，且应有明显的标志。排潮管和外护钢套管的地下部分应采取防腐措施，防腐等级不应低于外护管防腐层等级。排潮管外部应设置外护钢套管，排潮管公称直径按下表选取：

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 外护管公称直径 | 排潮管公称直径 | 排潮管外护钢套管外径×壁厚 |
| ≤400 | 40 | 159×5 |
| 450～1000 | 50 | 159×5 |
| ≥1200 | 65 | 159×5 |

（7）蒸汽管道的防雨帽不得与芯管直接焊接，应采用具备硬质保温结构的防雨帽形式，确保管道在运行温度下能够有效防止雨水进入管道内部。

5.2保温及反射层安装

本项目用保温材料、反射层等必须严格按本设计技术参数要求采购（并且第三方抽检合格达到设计参数要求），保温工程施工必须严格按本设计通用图纸施工。

特别注意：①反射层反射面必须朝内；②保温缝隙必须用同材料保温材料填缝。

5.3管道焊接及检验

5.3.1对于架空管道应进行36%抽样射线照相检验，其质量不得低于现行国家标准《无损检测金属管道熔化焊环向对接接头射线照相检测方法》GB/T12605的Ⅲ级质量要求。

5.3.2本设计埋地蒸汽管道所有芯管焊缝应进行100%射线探伤检验，其质量不得低于Ⅱ级。外护管应进行100%超声波探伤检验，其质量不得低于Ⅱ级。

5.3.3管道的压力试验、清洗及验收具体要求应执行《城镇供热管网工程施工及验收规范》（CJJ 28）的有关要求。

6 其它

（1）管道吹扫口方向应注意安全，吹洗的排汽管管口应朝上倾斜、排向高空处，防止烫伤。

（2）与园区接管时应注意管道柔性，必要时由设计单位对接管处进行应力计算。

（3）施工过程中对于道路的开挖应及时恢复。