

广州自来水公司新大金钟加压站 新建工程 测量大纲

项目编号： 22-134-2-M



广州市市政工程设计研究总院有限公司
Guangzhou Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd.

广州自来水公司新大金钟加压站

新建工程

测量大纲

项目编号:

任务编号:

部门负责: 杨 军

审 定: 郭南耀

审 核: 黄 武

校 核: 吴进二

项目负责: 黄 雪

编 写: 黄 雪



广州市市政工程设计研究总院有限公司

Guangzhou Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd.

目 录

1 概况	1
2 任务要求	2
2.1 测量范围	2
2.2 测量内容	2
3 执行规范与依据	2
4 工作量布置	3
5 已有资料分析及利用	4
6 拟投入的人员、设备及使用软件	4
6.1 人员组成	4
6.2 主要仪器设备	5
6.3 使用软件	5
7 工作流程	6
8 工期进度计划及保障	7
8.1 工期要求	7
8.2 进度保障措施	7
9 项目重点、难点及处理措施	8
9.1 项目重点	8
9.2 项目难点	8
9.3 处理措施	9
10 技术方案	9
10.1 坐标系统及技术规定	9
10.2 控制测量	9
10.3 地形图测量	13
10.4 桥梁、水闸、涵洞及出水口现况测量	17
10.5 小型工程测量	17
11 测量成果资料	18
12 质量、环境、职业健康及安全保障措施	18
12.1 质量保障措施	18
12.2 环境及职业健康	20
12.3 安全生产保障措施	21
13 后期服务	23

广州自来水公司新大金钟加压站新建工程 测量大纲

1 概况

目前广州市中心城区现状水厂已基本满负荷运行，供水能力无法满足近远期需求，根据水务十四五规划，拟进行水厂产能扩建，包括北部水厂二期扩建 90 万 m^3/d 、穗云水厂扩建 6 万 m^3/d 及南洲水厂扩建 20 万 m^3/d 。

规划新增产能均集中在中心城区西部区域，但未来规划城市发展重心主要在东部，东部地区水量增长快、需求急，因此存在东西部供需不平衡问题。

为解决上述问题，需要新建北部水厂二期输配水管网（南线及北线管网工程）及配套加压站，将北部水厂二期新增产能调配至东部天河区及黄埔区，同时建设应急调配管网（应急管网工程），解决目前产能无法应急调配问题，在搭建输配水主干管的同时，配套水务十四五拟建的中心六区供水公共管网完善工程，解决部分区域潜在缺水缺压问题。

大金钟加压站做为南线工程配建的中途加压站，可避免北部水厂二级泵房出厂压力过高，保证拟建供水主管供水压力，保障天河地块的供水压力，同时还能在应急工况下，通过综合管廊沿线向荔湾区、海珠区合计应急调水 40 万吨/d，保障应急供水安全。

本项目场区位于广州市白云区河田路与河田西路交界路口西南侧。其地理位置详见图 1-1。

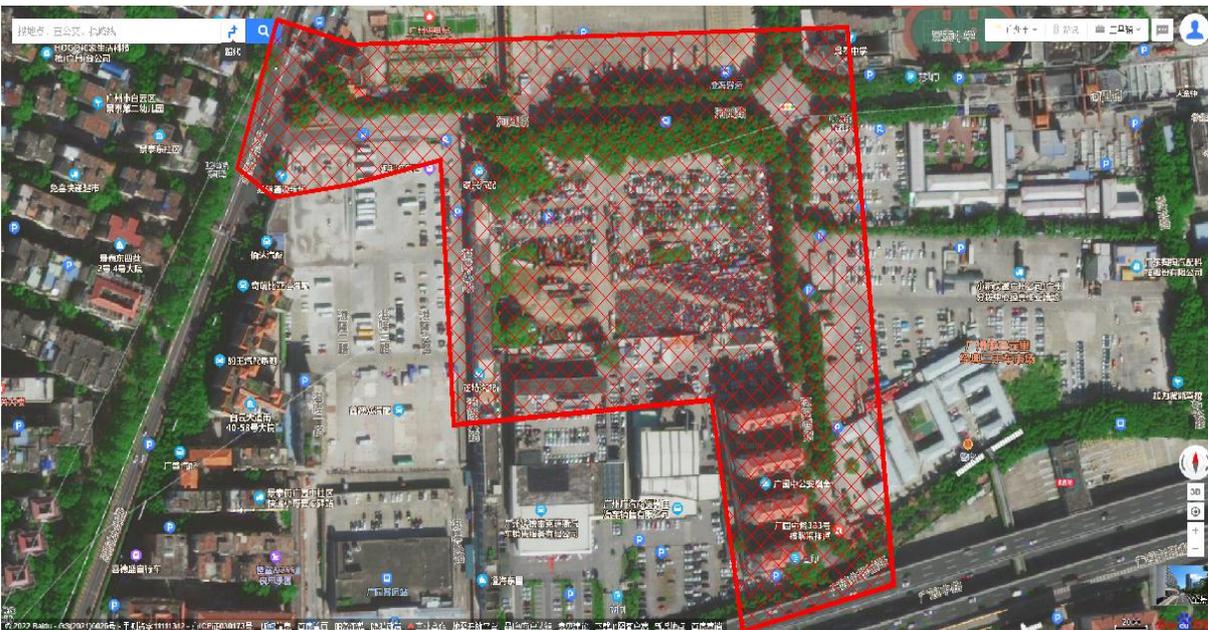


图 1-1 测量范围示意图

为给勘察设计及施工提供全面、准确的基础测量数据，经广州市自来水有限公司组织招投标，确定我公司承担该项工程的测量工作。

2 任务要求

2.1 测量范围

原则上依据设计提供给业主审核确认后的测量范围施测。一般按设计划定的范围线进行控制，遇现状路口、规划路口及河涌等节点适当向外延长加宽，以满足设计考虑工程线路与现有道路、沟渠及规划路的衔接需要、适当向外延长加宽。

2.2 测量内容

根据工程实际情况、规范规定和设计要求，本工程测量内容有：控制测量、地形图测量、小型工程测量等。

3 执行规范与依据

- (1) 《工程测量通用规范》CB55018-2021
- (2) 《工程测量标准》GB50026-2020

- (3) 《卫星定位城市测量技术标准》CJJ/T73-2019
- (4) 《全球定位系统实时动态测量（RTK）技术规范》CH/T2009-2010
- (5) 《广州市 GNSS RTK 城市测量技术规程》TMS/SV19-C-2018
- (6) 《国家三、四等水准测量规范》GB/T 12898-2009
- (7) 《1: 500 1: 1000 1: 2000 外业数字测图规程》GB/T14912-2017
- (8) 《1:500、1:1000、1:2000 地形图图式》DBJ440100/T 230-2015
- (9) 《测绘作业人员安全规范》CH 1016-2008
- (10) 《测绘成果质量检查与验收》GB/T24356-2009
- (11) 《测绘技术设计规定》CH/T1004-2005
- (12) 《测绘技术总结编写规定》CH/T1001-2005
- (13) 本工程“测量技术要求”（设计人员下达）

4 工作量布置

依据业主要求、设计方案、相关规范、参考广州地区的经验做法并结合现场踏勘情况进行工作量布置，布置原则见表 4—1，预计本次测量工作量见表 4—2。

表 4—1 工程测量工作量布置原则

序号	项目	工作量布置原则
1	控制测量	沿工程线路布设
2	地形图测量	采用数字化测绘，施测范围满足工程设计需要并报业主审核批复后确定，设计范围内测图比例尺 1: 500
3	桥涵、出水口调查	设计线位所经沿线桥涵、出水口等细部测量调查
4	小型工程测量	结合设计需要开展的其它测量，含建、构筑物细部点坐标、水位测量等

表 4—2 工程测量工作量预算表

作业类型	项目	单位	数量估算
控制测量	GNSS-E	点	4
	图根点	点	12

数字化地形测量	1:500 地形（建筑群区）	km ²	0.08
小型工程测量	桥涵现况测量	组日	2
	其他小型工程测量	组日	2

5 已有资料分析及利用

本项目已收集有任务依据、技术要求、测区起算、工程设计及基础测量等资料，其数量、形式、主要质量情况、评价及利用的可能性和利用方案详见表 5—1。

表 5—1 已有资料分析及利用

资料名称	资料数量、形式及质量	资料分析与利用
任务依据	中标通知书	项目立项
技术要求	设计人下达的测量技术要求	需求分析、技术设计输入
平面、高程控制	GZCORS 系统（广州 2000 坐标系，广州市高程系统）	平面、高程起算
地图资料	规划路网、1:2000 地形图（旧）、影像图等	现场踏勘、作业调度、找点选点
设计资料	设计说明、经业主批复的设计方案平面图	作业指引、测量范围控制

6 拟投入的人员、设备及使用软件

6.1 人员组成

本项目拟投入生产班组 6 人，监控组 1 人，内业组 3 人，共 10 人，其中项目主要责任人及其职责详见表 6—1。

表 6—1 本项目主要责任人及其职责

岗位	姓名	职位职称	本项目中的岗位职责
审定	郭南耀	副总工，高工	技术指导与监督管理，规范及定额控制，技术分歧处理，变更控制，成果审定
审核	黄武	高工	参与技术设计，技术实施检查与协调，规范及定额执行监督，审查阶段成果，成果审核

项目负责	黄雪	工程师	纲要及报告编制, 成果交付与归档, 后续服务
校核	吴进二	高工	原始记录、过程文件与成果数据间的一致性、符合性及完整性校核
质检组组长	赵斌	工程师	成果质量检查, 工序作业监督
生产组组长	景清锟	高工	生产组织、成果自检组织、安全生产落实

6.2 主要仪器设备

结合项目特点、场地条件和进度计划, 本项目拟投入测绘仪器、数据处理、数据输入及输出和交通工具等设备, 投入设备情况详见表 6—2。

表 6—2 本项目拟投入的主要仪器设备

序号	名称	标称精度	数量	单位	主要用途	设备状态
1	GNSS 接收机	静态: 3mm+0.5ppm RMS 动态: 10mm+1ppm RMS	2	台套	控制测量	年检合格
2	全站仪	2"	2	台套	控制及细部测量	年检合格
3	水准仪	0.7mm/km	1	台套	水准测量	年检合格
4	手持测距仪		2	台	勘丈调查	年检合格
5	电脑		8	台	数据处理、图件编辑	正常
6	绘图仪		1	台	绘图设备	正常
7	打印机		1	台	打印设备	正常
8	扫描仪、复印机		1	台	扫描、复印设备	正常
9	车辆		1	辆	交通、运输	正常

各测量设备必须经有关部门年检鉴定合格并在有效期内使用。设备外观良好, 型号正确, 各部件及其附件匹配、齐全和完好, 紧固部件不得松动和脱落, 一般检视合格。

6.3 使用软件

本项目拟投入控制网平差、地形图绘制、文档编辑、数据处理等系列软件, 以满足数据采集、数据处理及成果输出等一体化的作业要求, 拟使用

软件情况详见表 6—3。

表 6—3 本项目拟使用的软件

序号	软件类型	主要用途
1	Trimble Business Center	GNSS 控制网平差计算
2	南方平差易《Power Adjust 2005》、清华山维《NASEW4.0》	导线、水准平差
3	数字化地形地籍成图系统 CASS10.1	地形图绘制编辑
4	系列办公软件	文档编辑、图形处理
5	测量计算程序、坐标转换软件、LISP 程序组	辅助软件

7 工作流程

本项目遵循先设计后生产和工序检查的基本工作流程，项目生产总体流程见图 7—1。

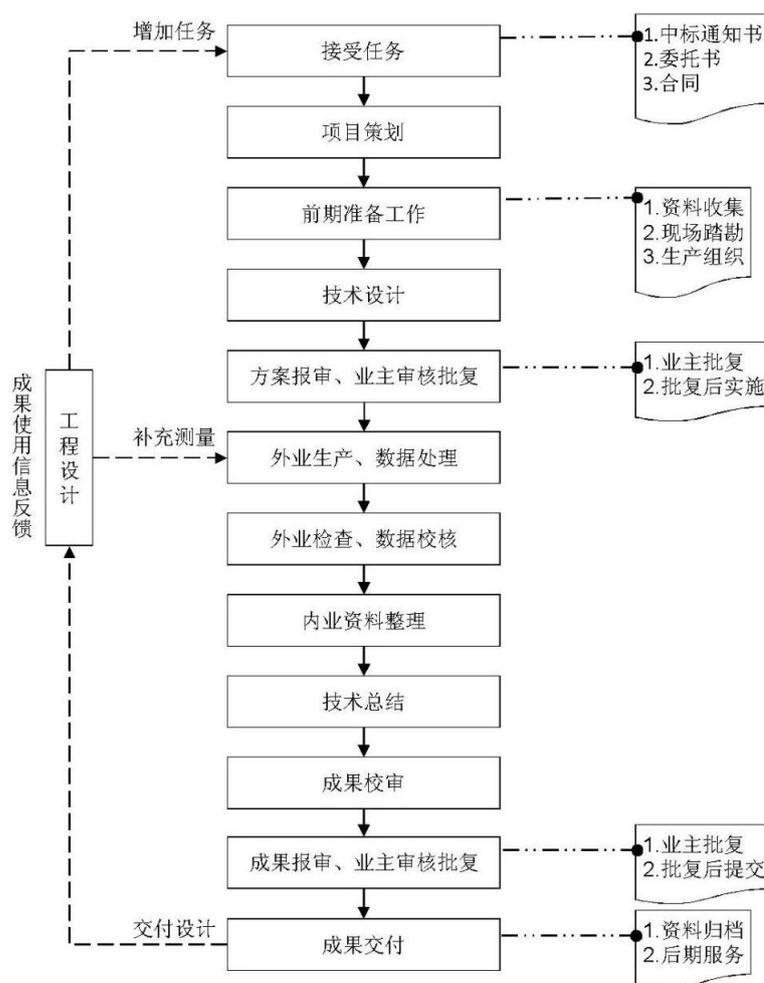


图 7—1 项目生产总体流程图

8 工期进度计划及保障

8.1 工期要求

本测量大纲经业主批复后且满足作业条件的情况下，1天完成控制网的布设和测量，3天完成地形测量等，3天完成数据整理等内业工作；成果检查、报告编写等工作，共7天内提交工程测量成果，全面满足设计工期要求。

8.2 进度保障措施

根据类似项目工作经验，针对本工程的特点、要求及其重要性，及工作中可能面临的难点问题等，拟采取以下的措施来保证工期。

（一）控制关键路径

外业生产是本项目测量的关键工序，需要采用合适的人员配备、充足的仪器设备以及遇到雨季等特殊情况下应对措施进行保障。

（二）从生产组织管理上确保工程工期

（1）投入充足的人员、仪器设备，确保项目顺利推进；

（2）工程进度计划以成果提交日期倒排，以此为依据安排出日作业进度计划，以保证进度计划落在实处；

（3）下达生产任务时，明确任务内容，做到有计划、有安排、有检查、有落实，保证工期的实现；

（4）加强管理人员和操作人员安全意识，杜绝安全事故，避免因发生安全事故而影响工程生产，从而保证生产进度；

（5）加强管理人员和操作人员质量意识，提高质量优良率，避免返工加快作业速度，从而保证项目进度。

（三）保证充足的人员投入

投入充足的劳动力，项目生产的一线人员不得兼顾其它项目，并配备机动组，随时准备投入，保证满足工期要求。

(1) 拟投入该项目的工程技术人员，均为业务熟练的和有过类似项目经验的技术骨干；

(2) 投入本项目的专业技术人员均要熟悉本纲要及现行相关规范及现场作业规程，均能熟练操作相关仪器进行数据采集，并能对现场出现的各种异常情况作出及时合理的反应。

(四) 保证充足的设备、材料配备

计划项目投入的仪器设备原则上不参与其它项目的生产，并充分配备消耗材料，以确保满足项目需要。

(五) 建立严格的工期管理制度

(1) 采用项目负责负责制，多方协调与跟踪，各工序紧密配合，内外业全面开展，及时了解工作进度，发现及解决实际问题。

(2) 项目负责每天跟进项目进度情况，协调解决内、外部问题，对存在的问题，提出明确的计划调整意见。

(六) 建立工程应急机制

充分考虑外部作业环境、项目特殊安排等等因素，配备机动作业组，建立应急机制，灵活调配，保证总工期进度计划的实现。

9 项目重点、难点及处理措施

9.1 项目重点

(1) 控制点是整个项目的基础，从前期的勘察设计、中间的施工和监测到后期的运维等周期，都需要准确、可靠的测量控制基准，因此测设精确、稳定的控制网，是项目的首要重点；

9.2 项目难点

(1) 项目位于城市建构筑群区，测量范围内分布有公路、暗渠、停车场、企事业单位等。测量范围内市政配套设施齐全，地物繁多，人流密集，车流量较大，影响通视、通行因素较多，安全隐患大，测量作业困难。

(2) 测量范围内树木高大茂盛，卫星信号遮挡严重，对控制网的测设不利。

9.3 处理措施

(1) 选用先进的设备（如天宝 R10、R2）、严密的技术方案、严格的作业制度，加强选点踏勘，选择经验丰富、技术成熟的项目管理人员和作业班组，确保工程测量的顺利实施；

(2) 加强与设计、业主的协调沟通，准确理解设计方案，掌握测量工作的重点，并采取针对性的解决方案，加强重要节点的检查；

(3) 将进场协调工作尽量前置，进场中遇到的困难及时反馈，争取按期完成测量工作。

10 技术方案

有关测量精度及要求按规范执行，并依据规范和工程特点制定本项目下列技术要求，下列技术要求与相关规范存在偏差的，按本大纲所列具体要求执行。

10.1 坐标系统及技术规定

- (1) 坐标高程系统：广州 2000 坐标系和广州市高程系统；
- (2) 地形测图比例尺：1:500；

10.2 控制测量

依照规范规定结合测区实际情况和工程需要，本工程根据需要并结合现场条件布设 GNSS 控制点作为首级控制网，以供发展图根、测图、日后施工使用。具体技术要求详见各表相应规定。

10.2.1 选点、埋石及编号

GNSS 点位的选择应易于保存、寻找，有利于其他测量手段进行联测（水准联测、发展下一级控制等），并有利于安全作业；点位应便于安置接收

设备和操作, 视野应开阔, 被测卫星的地平高度角应大于 15° ; 点位应远离大功率无线电发射源 (如电视台、微波站等), 其距离不应小于 200m; 远离高压输电线, 其距离不得小于 50m; 附近不应有强烈干扰卫星信号接收的物体, 并尽量避开大面积水面, 如大江、湖泊、水库等。点位可布于地面、建筑物顶部, 埋设于城市公共绿化地、市区的政府部门、公园、广场、机关、工厂、学校等地。

标石埋设的基础应坚定稳固, 易于长期保存。标石的规格为: 上底 $12\text{cm}\times 12\text{cm}$, 下底 $20\text{cm}\times 20\text{cm}$, 高 60cm, 中心标志为带十字的定制不锈钢钢钉; 楼顶标为上底 $20\text{cm}\times 20\text{cm}$, 下底 $30\text{cm}\times 30\text{cm}$, 高 15cm, 中心标志为带十字的定制不锈钢钢钉; 在埋石有困难的堤坝、街道或水泥地面上, 利用冲击钻打孔, 植入定制不锈钢钢钉并灌注水泥固定, 在钢钉周围凿锯 $20\text{cm}\times 20\text{cm}$ 深 0.5cm 的方框及点号, 涂上红油漆。定制不锈钢钢钉规格为钉头直径 $15\text{mm}\sim 18\text{mm}$, 钉身直径 10mm , 长 $80\text{mm}\sim 100\text{mm}$ 。控制点埋石样例见图 10-1。

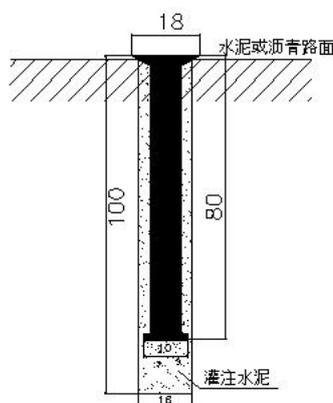


图 10-1 GNSS 点埋石样例

点的编号: ①以“等级+两位数流水号”组成②取当地地名或单位名称。如使用符合要求的旧点标石, 沿用原点名。

10.2.2 外业观测

GNSS 测量采用 GZCORS 网络 RTK 方式实施, 观测前要编制好作业调度表, 观测前后应量取天线高并及时记录, 并注意天气的影响。为保证点

间的相对精度，各新设 GNSS 点相邻点间必须有同步观测基线相连，并适当选取一些长基线，按高一级精度观测，以提高整网精度。保证每点与三条以上的独立基线相连。

GNSS 接收机的选择按表 10-1 规定执行，外业观测应满足表 10-2 的基本技术要求。设站时，天线严格整平，对中误差应 $\leq 3\text{mm}$ ；天线定向标志指向正北，定向误差不应超过 $\pm 5^\circ$ ；观测前按互为 120° 方向上量取天线高两次，其读数差小于 3mm ，并将中数输入 GNSS 接收机中；按要求及时填写手簿的各项内容，观测过程中不得更改各参数、再启动、自测试、改变天线位置等，禁止在天线附近使用电台、对讲机等；雷雨天气禁止观测；当日观测数据应及时下载转存至计算机硬盘。

表 10-1 GNSS 接收机的选用

项目	等级	一级
	接收机类型	
标称精度		$\leq (10\text{mm}+5\times 10^{-6}\times d)$
观测量		载波相位（至少具备 L1 载波相位）
同步观测接收机数		≥ 2

表 10-2 GNSS 测量作业基本技术规定

项 目	等级	一级
	观测方法	
卫星高度角($^\circ$)	静态 快速静态	≥ 15
有效观测 卫星数	静态 快速静态	≥ 4 ≥ 5
平均重复 设站数	静态 快速静态	≥ 1.6
时段长度 (min)	静态 快速静态	≥ 45 ≥ 15
采样间隔 (S)	静态 快速静态	10~30
PDOP		≤ 6

10.2.3 坐标及高程转换

RTK测量直接得到的CGCS2000坐标，可通过GZCORS系统服务器实时转换为广州2000坐标系，及利用广州市似大地水准面精化成果直接将大地高转换成广州市高程系统。

10.2.4 数据处理与检验

应及时将各类原始观测数据、中间过程数据、转换数据和成果数据转存至计算机，及时进行数据备份及处理；外业观测数据不得进行任何剔除、修改；数据输出内容应包含点名、三维坐标、天线高、三维坐标精度、解的类型、数据采集时的卫星数、PDOP值及观测时间和转换文件等。

所有RTK控制点之间必须100%现场检核边长、角度及高差等相对几何关系，合格后方可使用。大面积布设控制点时，每天均应检测已知点，并进行分时段的重复测量，要求重复测量检核点数至少占总数的10%以上、重复测量时间间隔2小时以上、检核点应均匀分布于测区。小区域（或线路）除应检测已知点之外，尚应分时段进行重复测量，重复测量时间间隔1小时以上。外业抽检比例为10%。

平面坐标检核：外业检核可采用已知点比较法、重测比较法、常规测量方法等进行，并按下式计算检核点的平面点位中误差： $M_p = \sqrt{\frac{[dPdP]}{2N}}$ ，式中 M_p 为检核点的平面点位中误差（cm）； dP 为检核点两次测量平面点位的差值（cm）； N 为检测点个数。检核点的平面点位中误差不应超过表10—2的规定。

内业应对RTK测量成果进行检查，包括：原始观测记录的齐全性；输出成果内容的完整性；仪器高、卫星数和PDOP情况；测回收敛误差、测回数、各测回互差、测回时间间隔；边长、角度、高差等几何检验的符合性；重复测量的时间间隔和较差符合性等。

10.3 地形图测量

(一) 一般规定

(1) 遵循对照实地测绘的原则，采用数字测记模式（绘制草图），独立地物（不依比例）根据外业编码使用软件自动生成。

(2) 电子成果图不分幅（出图时按本公司《测量制图标准》执行），图形覆盖范围内应采用软件自动生成方格网并作方格注记，总图下方应注明采用的坐标及高程系统。

(3) 地形图符号及注记按《广州图式》执行，编辑整饰按本公司制定的《测量制图标准》的规定执行。

(4) 根据《1: 500 1: 1000 1: 2000 外业数字测图规程》，图上地物点相对于邻近图根点的点位中误差和邻近地物点间距中误差应符合表 10-3 的规定。

表 10—3 1:500 地形测量的地物点平面位置精度 (m)

地区分类	点位中误差	邻近地物点间距中误差
城镇、工业建筑区、平地、丘陵地	0.3	0.2
困难地区、隐蔽地区	0.4	0.3

(5) 高程注记点的密度宜为图上每个网格内 5~20 个（其间距一般不宜大于实地距离 15m），一般选择明显地物点或地形特征点。当设计要求时，应加测相应特征点的高程注记。高程注记点相对于邻近图根点的高程中误差不应大于基本等高距的 1/3，困难地区放宽 0.5 倍。

(6) 地形图施测宽度详见本大纲第 2 节，在设计及施工影响范围内的地物、地貌应详测，设计参考部分可择要显示或进行适当取舍施测。

(二) 图根控制

(1) 图根控制点（含等级控制点）的密度应以满足测图需要为原则，平坦开阔地区一般不小于 64 点/ km^2 ，应根据地形复杂程度、隐蔽程度及建

筑群区适当加密，大面积区域不得没有图根点。图根点一般采用临时标志，当等级控制点稀少时，应适当埋设固定标石。

(2) 带状地形测量，可在测线邻近等级控制点上，采用全站仪极坐标法加密，采用该法所测的图根点不应再次发展。采用该法，一般采用双极坐标测量或适当检测各点的间距；坐标、高程同时测定时，应变动棱镜高度两次测量；各技术要求及结果较差应满足规范要求，取其中数。开阔地区也可采用 GZCORS 或 GNSS-RTK 法按图根等级的技术要求直接测设图根控制点，图根高程控制测量采用图根水准联测。

(3) 面域地形测量，图根平面控制测量可采用图根导线（网）、极坐标法（引点法）和交会法布设，用极坐标方法加密的图根点占总数不得超过 30%。各等级点下加密图根点，不宜二次附合。图根导线不应交叉，在地形图上应能顺次连接贯通。在难以布设附合导线的地区可布设成支导线。图根高程控制测量采用图根水准联测或电磁波测距三角高程导线联测。各技术要求应满足规范要求，详见表 10—4、表 10—5。开阔地区也可采用 GZCORS 或 GNSS-RTK 法按图根等级的技术要求直接测设图根控制点，技术要求见表 10—2，图根高程控制测量采用图根水准联测。

表 10—4 图根光电测距导线测量的技术要求

比例尺	导线总长 (m)	平均边长 (m)	测距测回数	测角测回数		方位角闭合差 (")	导线全长相对闭合差
				DJ2	DJ6		
1: 500	900	80	1	1	1	$\pm 40\sqrt{n}$	1/4000

注：引自《城市测量规范》。

表 10—5 电磁波测距三角高程测量的主要技术要求

等级	仪器	测回数	指标差较差 (")	垂直角较差 (")	对向观测高差较差 (mm)	附合或环形闭合差 (mm)
五等	DJ2	2	≤ 10	≤ 10	$60\sqrt{D}$	$30\sqrt{\Sigma D}$

注：引自《工程测量标准》。

(三) 数据采集

(1) 一般以测区为单位统一组织作业和组织数据。当需分成若干相对

独立的分区时，宜按自然带状地物（如街道线、河沿线等）为边界线构成分区界限，各分区间应避免造成数据重叠和漏测，如有地物跨越不同分区时，该地物应完整的在某一分区内采集完成。

（2）测站仪器对中偏差不大于 5mm；以较远测站点（或其他控制点）标定方向，另一测站点（或其他控制点）作为检核；检核点平面位置中误差不大于 0.1m，高程较差不大于 1/6 等高距；每站数据采集结束时应按检核要求重新检测标定方向。

（3）测站点与碎部点观测记录的格式、要素分类及编码按本公司规定；外业数据记录文件应包含测站点号、仪器高、观测点号、编码、觇标高、水平角、距离及三维坐标等信息并与成果文件一并提交。

（4）数据采集时，点状要素（独立地物）能按比例表示时，应按实际形状采集，不能按比例表示时应精确测定其定位点或定线点，有方向性的点状要素应先采集其定位点，再采集其方向点（线）；线状地物采集时，应视其变化测定，适当增加地物点的密度，以保证曲线的准确拟合。

（5）地形点平均间距一般为 20m，地性线和断裂线应按其地形变化增大采点密度，同时执行本公司常规的市政工程测量采点技术要求。

（6）碎部点测距长度不大于 200m，如遇特殊情况，在保证精度的前提下，可适当加长。

（7）数据采集时，水平角、垂直角读至度盘最小分划，觇标高量至厘米，测距读至毫米，归零检查和垂直角指标差不大于 1'。

（8）绘制草图时，遵照《广州图式》的规定执行，复杂的图式符号可以适当简化。点状地物按本公司编码规则直接输入全站仪进行存储记录，线状地物点的测点编号应与采集数据一致。地形要素间的相互位置必须清楚正确，各种名称、地物属性等必须标注清楚。

（四）要素内容及取舍

（1）各类建筑物、构筑物及其主要附属设施均应测绘，房屋轮廓以墙

基为准, 并按建筑材料和性质分类, 注记层数。建筑物、构筑物轮廓凸凹在图上小于 0.5mm 时, 用直线连接。独立地物能依比例尺表示的实测其外围轮廓, 填绘符号; 不能依比例尺表示的, 准确测量其定位点或定位线。

(2) 各线状地物, 如管线、输电线、配电线、通信线等实测其塔基或电杆的位置。建筑区内电力线、电信线不连线, 在杆架处绘出线路方向。高压线注明电压伏数, 电线对数, 实测高压铁塔或水泥杆高度。架空、地面及有管堤的管道均实测, 分别用相应符号表示, 并注记传输物质的名称。地下管线检修井均实测表示。

(3) 道路及其附属物按其实际形状测绘, 在图上每约 4cm 及地形起伏变换处、桥涵等构筑物处测注高程点。按其铺面材料分别以砣、沥、砾、石、砖、碴、土等注记于图中路面上, 铺面材料改变处用点线分开。

(4) 河涌、水系及其附属物按实际形状测绘, 水渠测注渠底及渠顶边的高程; 堤、坝测注顶部及坡脚高程; 池塘测注塘顶边及塘底高程。水渠注记水流方向; 有名称的加注名称; 根据需要测注水深, 用等深线或水下等高线表示。

(5) 自然形态的地貌用等高线表示, 崩塌残蚀地貌、坡、坎和其他特殊地貌用相应符号或用等高线配合符号表示。独立石、土堆、坑穴、陡坎、斜坡、梯田坡、露岩地等在其上下方测注高程。

(6) 植被的测绘按其经济价值和面积大小适当进行取舍, 实测范围线并配置相应的符号表示或注记说明。田埂宽度在图上大于 1mm 的用双线表示, 小于 1mm 的用单线表示。田块内测注有代表性的高程。

(7) 标志性独立地物、古树、较大(不可迁移)的树木及其他保护性古建构筑物均实测表示。

(8) 居民地、道路、山岭、河谷、河流等自然地理名称, 以及主要单位等名称, 均调查并注记表示。①文字注记要使所表示的地物应能明确判读, 字头朝北, 道路河流名称, 可随线状弯曲的方向排列, 各字侧边或底

边，应垂直或平行于线状物体；②文字的间隔尺寸按图示规定，尽量选注在图面空处，注记应避免压断主要地物和地形特征部分；③高程注记一般注于点的右方；④等高线注记字头应指向山顶或高地，但字头不应指向图纸的下方。地貌复杂的地方，注记配置时应注意保持地貌的完整。

(五) 绘图、整饰与输出

(1) 依照规范规定采用专业软件在电脑上编辑绘制地形图。原始及过程文件的图层采用软件自定义图层，需增加图层时，按本公司《测量制图标准》执行，并在新图层名前冠以“CL_”标识。

(2) 地形图整饰：地物地貌各要素应主次分明、线条清晰、位置正确、交接清楚；高程注记应点位清楚，个别移位的高程注记文字应保证能准确判断注记对象，剔除异常高程数据；各项地理名称注记摆放在适当的位置，字形、字大、字向、字隔应符合规范要求且美观易判读；等高线应光滑无毛刺，无点线不符的情况。

(3) 提交给设计的最终成果应另存副本，并按本公司《测量制图标准》执行。采用本公司编制的软件对地形要素的图层、颜色、线型、线宽、字体予以处理后提交。打印输出时按本公司 ISO 质量标准相关要求执行。

(4) 涉及工程规划报建时，地形图需按规划地形要求编辑、整饰，以满足规划报建要求。

10.4 桥梁、水闸、涵洞及出水口现况测量

平面位置采用解析法，桥面、涵顶、桥底、涵底或管底高程采用全站仪三角高程测定，采用钢尺或手持测距仪量测相关尺寸，绘制平面、剖面图。相关尺寸标注以 m 为单位，注记到 cm，精度按细部坐标测量要求执行。具体技术要求按本院《工作指南（工程测量）》“桥梁、涵洞及出水口现况调查”执行。

10.5 小型工程测量

小型工程测量是配合设计要求进行的。一般有高压线塔高及线高、板高

测量、树木调查测量等，具体的测量内容依据设计要求而定。有关精度及要求依照设计要求，测量并在地形图上作相应注记。细部坐标点位置中误差和细部高程点高程中误差应符合表 10—6，依据设计相应要求，一般尚应执行表 10—7 的技术要求。

表 10—6 细部点位置和高程的中误差（cm）

地物类别	细部点位置中误差	细部点间距离较差	细部点高程中误差
主要建筑物构筑物	≤ 5	≤ 7+d/2000	≤ 3
次要建筑物构筑物	≤ 7	≤ 10+d/2000	≤ 4

表 10—7 设计要求的零星测量点位置和高程精度（m）

作业分类	位置中误差	高程中误差	备注
建、构筑物及桥涵坐标采集	0.05	0.03	量测精度 0.03
排水井坐标采集	0.05	0.03	量测精度 0.05

11 测量成果资料

- (1) 控制点成果表
- (2) 1:500 地形图
- (3) 测量技术报告
- (4) 上述成果电子文件

12 质量、环境、职业健康及安全保障措施

在项目进场前，项目负责对所有技术人员和工人进行交底、教育，同时强调整个生产过程均需遵循本单位的质量、环境、职业健康和安全管理体系统规定。

12.1 质量保障措施

高质量、高精度的测绘成果是我公司对本项目生产工作主要的追求目

标，必须进行严格的质量管理，以保证产品质量。

该项目的实施过程中，将建立项目责任制，并按照“二级检查一级验收”制度严把质量关。一级检查为过程检查，在全面自检、互检的基础上，由测绘中心的检查员承担；二级检查由院级检查人员在一级检查的基础上进行。检查验收工作在二级检查合格后由业主单位组织实施。相关检查工作严格按规范要求实施。

本项目执行全面质量管理，贯彻“预防为主、防检结合”的质量管理理念，重视质量管理工作力度落实在事前重于事中、事中重于事后的，把质量管理工作放在预防控制和生产一线。本项目质量质量管理工作关键点设置在预防控制、质量形成的生产过程控制和质量跟踪服务环节。

（一）事前预防控制

质量培训：巩固提高作业人员的质量意识，作业前召开专题会，落实各项质量计划和具体技术要求，让作业员了解各自的职责范畴并掌握具体的质量要求和技术指标。

质量交底：在作业前及生产过程中各部门质量负责人对工程所涉及的质量检查标准、质量要求、关键工序控制等向作业员进行交底并保存记录。

质量检查：质检组负责对项目生产过程质量进行全程严格控制，坚持实行“过程监控、成果二检”制度。

质量事故责任追究：当出现不合格工序时，做到“三个不放过”即原因未查清不放过、责任未明确不放过、措施未落实不放过，并采取必要的措施，总结相关经验，防止同类问题的再发生。

（二）事中过程控制

生产过程是质量形成的重要阶段，要发挥工序控制的作用，同时重视过程监控制度，推行质量生产一次合格制度。建立生产过程上下工序间的

交接和确认制度，发挥生产过程独立监控职能，并对成果实行“二级检查一级验收”制度。

（三）事后服务控制

质检组负责日常的质量管理工作，分析各种质量问题产生的原因并提出改进办法，对质量难题进行技术攻坚。

当发生质量问题时，全面介入质量问题处理工作，系统核查原测成果，找出问题所在的真正所在，同时组织有关技术力量对现场进行复核抽查，调查分析质量事故对各方造成的影响，积极与有关单位进行协商，尽量将问题造成的影响和损失降至最低。

12.2 环境及职业健康

（一）健康作业保证措施

牢固树立“安全第一”的思想，“安全为了生产，生产必须安全”是本公司的工作方针，生产过程中必须严格执行我公司健康安全生产制度，并结合项目所在地的具体情况，开展健康安全生产教育工作，提高全员的健康安全的意识，确保项目做到健康安全施工。

（1）遵守国家的法律法规和地方的治安管理条例，以及我公司有关安全文明施工的条例规定。作业现场不准打闹、嬉戏，不准参与违法活动；与当地居民搞好关系，礼貌待人，不说脏话，更不得打架、斗殴。

（2）野外工作开始前，必须召开由有关人员参加的生产安全会议，并进行安全技术交底，强化有关人员的健康安全意识。

（3）项目管理负责人及安全员应经常到施工现场检查安全工作，发现不安全因素，应采取措施及时消除。

（4）作业人员必须 100%购买人身意外保险。

（5）提高消防意识，提高消防技能和自救能力，遵守用电、用火规定，

做到人离灯熄、扑灭明火，特别是在禁火区（如厂区、森林等）作业时，不准抽烟，不准生火。

（6）公路沿线测量应设立反光安全标志，摆放危险标志牌，穿着反光衣，并派专人指挥。铁路沿线测量应与铁道有关部门取得联系，设立瞭望哨岗。

（7）在电网密集地区作业应避开变压器、高压输电线等危险区，并禁止使用金属标尺。

（二）环保作业保证措施

（1）提高机械储油及供油系统的密封性能，避免各种油料意外流入场地中。

（2）禁止作业人员将生活垃圾及其他有害垃圾倒入作业场地中，以免污染环境。

（3）野外作业完毕，撤走一切仪器设备及剩余（废旧）材料物品，清理现场，尽力恢复场地原貌。

12.3 安全生产保障措施

（一）安全方针

以人为本、安全第一、预防为主。

（二）安全目标

无死亡事故、无重大人身伤害事故、无仪器设备损失、无火灾和中毒事故。

（三）安全保证措施

在生产过程中坚决贯彻执行我公司关于安全生产工作的决定和各项安全生产的规章制度。

（1）在项目开始和生产工作的全过程，有计划、有组织的进行生产安

全培训。加强安全教育，使全体作业人员树立“安全第一，预防为主”的思想。努力提高作业员安全文化素质以及自我防护能力。

(2) 公司专职安全检查员，实施日常安全检查，发现安全问题及时汇报和解决。定期或不定期地按照《外业生产交底记录表》、《外业安全生产检查表》、《危害辨识观察表》、《风险评价表》、《安全作业控制点清单》、《安全环境检查表》的要求进行检查。

(3) 各级人员明确自己的安全责任。抓制度落实、抓责任落实，及时检查安全责任落实情况。

(4) 桥面、路面作业进行专项安全设计，需要封路封桥，或封闭车道作业的，按《城市道路施工作业交通组织规范》（GA/T 900—2010）和《广州市建设工程施工围蔽管理提升实施技术要求》的相关规范及要求，委托专业队伍在作业期间提供交通疏导车、交通警示标志、锥形桶、消能桶等安全维护设施以及安全设施作业现场设置及清理，确保安全作业。

(5) 一般不进行夜间作业。因桥面测量等特殊原因确需进行夜间作业的，应有足够的照明和安全保障方可进行。

(6) 一旦事故发生，将得到最快，最有效的解决处理，使损失降低到最小程度。

(7) 所有为本工程服务的交通运输车辆和驾驶员必须严格遵守交通规章制度，不得超载、超重和超高，驾驶室内配备灭火器等安全设备。保证机动车况良好，严禁驾驶员疲劳驾驶，酒后驾驶。

(8) 在进入封闭管理的单位、离岸功能区域、住宅小区及工业区区域，作业人员必须熟悉该单位的安全保护规定，遵守该企业的制度。

(9) 在高空架设仪器时，作业人员应采取安全防护措施，防止跌落，

以免造成对人身和仪器设备的损害。

(10) 在交通道路及附近作业时，作业人员须身着反光衣，仪器旁设置安全警示标志，防止机动车、非机动车、行人等对人员、仪器设备的影响。

(11) 作业组、作业人员必须携带必要的防护用品，如雨衣、水鞋、药物（包括防毒虫、防毒蛇）等。

(12) 水上测量作业时，应提前进行现场踏勘，了解水流、涨落潮、水域周边浅滩、礁石等分布情况，识别安全隐患；作业前应提前一天查询天气预报，避开台风暴雨等不利天气；水上作业租用的船只应证件齐全并熟知当地水情；水域作业时应配备水上救生设施，水上作业过程中所有人员必须穿戴救生衣，禁止单人作业，风高浪急时及时回港避险。

(13) 发生人身伤害或环境、安全事故时，现场人员应立即启动我公司“突发事故应急预案”程序，确保当事故或灾害不可能完全避免时，采取及时有效地应急救援行动，尽可能地降低事故的后果，包括人员的伤亡、财产损失和环境破坏等；还必须保护现场，及时报告本单位和业主单位，组织有关人员进行调查，明确事故责任，并做妥善处理。

(14) 对项目采集的所有数据信息应采取必要措施，防止病毒破坏和数据流失，确保数据安全。

13 后期服务

提交正式成果资料后，派专人负责本工程测量专业的后期跟踪服务，随时负责解答咨询、业主和工程施工单位等方面提出的相关问题，必要时到工程现场进行服务。

广州自来水公司新大金钟加压站

新建工程

地下管线探测技术大纲

项目编号:



广州市市政工程设计研究总院有限公司

Guangzhou Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd.

2023年02月

广州自来水公司新大金钟加压站
新建工程
地下管线探测技术大纲

项目编号:

部门负责: 杨 军

审 定: 李广平

审 核: 袁忠明

项目负责: 袁忠明

吴隆晓

校 核: 刘彬华

编 写: 吴隆晓



广州市市政工程设计研究总院有限公司
Guangzhou Municipal Engineering Design and Research Institute Co., Ltd.

目 录

1、工程概述	1
1.1 项目概况	1
1.2 工作目的与任务	2
1.3 作业范围及工作量	2
2、测区概况	3
2.1 工作环境条件	3
2.2 地球物理条件	3
3、已有资料及可利用情况	3
4、执行遵循的标准、规范或其他技术文件	3
5、拟投入的仪器、设备	4
6、工作流程、重难点与技术措施	5
6.1 工作流程	5
6.2 重难点与技术措施	8
7、施工探测组织方案与进度计划	9
7.1 地下管线探查取舍范围	9
7.2 精度要求	9
7.3 管线探查及管线测量要求	9
7.4 管线定位、定深方式	11
7.5 地下管线测量	14
7.6 地下管线图的编绘	14
7.7 地下管线成果表的编制	15
7.8 拟投入的人员	15
7.9 进度计划	15
8、质量、环境、职业健康及安全保障措施	16
8.1 质量保障措施	16
8.2 环境及职业健康	17
8.3 安全生产保障措施	18
9、提供的技术成果	19
10、后期跟踪服务	20

1、工程概述

1.1 项目概况

目前广州市中心城区现状水厂已基本满负荷运行，供水能力无法满足近远期需求，根据水务十四五规划，拟进行水厂产能扩建，包括北部水厂二期扩建 90 万 m³/d、穗云水厂扩建 6 万 m³/d 及南洲水厂扩建 20 万 m³/d。

规划新增产能均集中在中心城区西部区域，但未来规划城市发展重心主要在东部，东部地区水量增长快、需求急，因此存在东西部供需不平衡问题。

为解决上述问题，需要新建北部水厂二期输配水管网（南线及北线管网工程）及配套加压站，将北部水厂二期新增产能调配至东部天河区及黄埔区，同时建设应急调配管网（应急管网工程），解决目前产能无法应急调配问题，在搭建输配水主干管的同时，配套水务十四五拟建的中心六区供水公共管网完善工程，解决部分区域潜在缺水缺压问题。

大金钟加压站做为南线工程配建的中途加压站，可避免北部水厂二级泵房出厂压力过高，保证拟建供水主管供水压力，保障天河地块的供水压力，同时还能在应急工况下，通过综合管廊沿线向荔湾区、海珠区合计应急调水 40 万吨/d，保障应急供水安全。

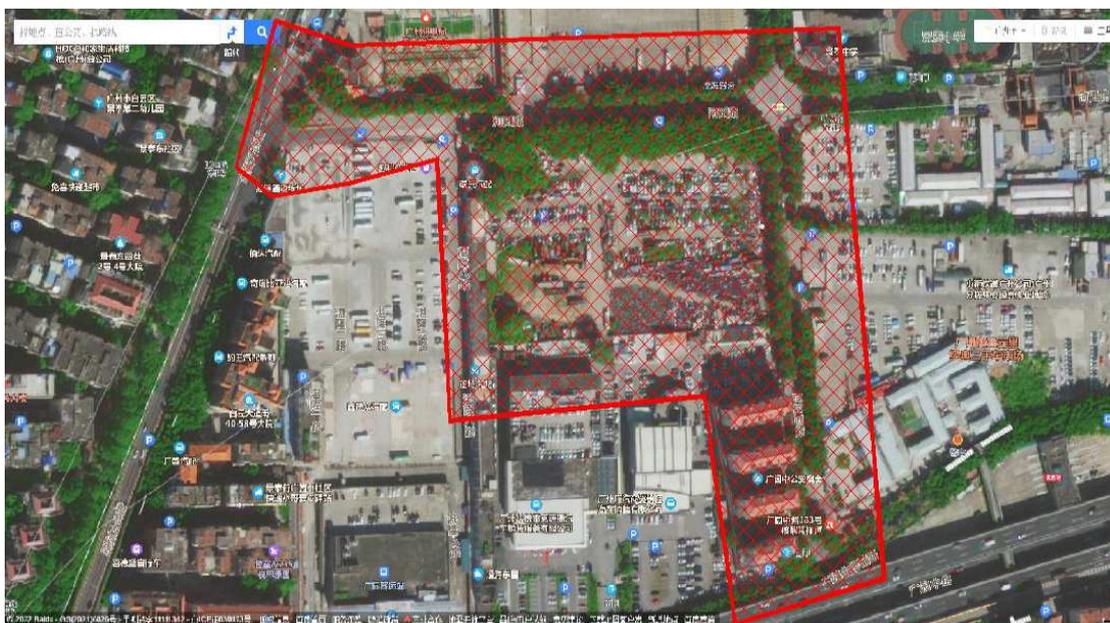


图 1 项目地理位置示意图

经招投标，广州市市政工程设计研究总院有限公司中标该项目的勘察设计工作，现根据建设单位广州市自来水有限公司及工程设计要求，需查明工程范围内的地下管线。

1.2 工作目的与任务

本次地下管线探测的任务是探测工程范围内的综合地下管线，为本项目的勘察设计阶段提供所需的基础地下管线信息。此次地下管线探测的具体任务是：

- (1) 探测指定范围内埋藏的地下管线；
- (2) 查明指定范围内地下管线的类型、材质、尺寸和埋深等属性及布局和走向；
- (3) 查明各管线之间的连接关系。

1.3 作业范围及工作量

原则上依据设计提供给业主审核确认后的物探范围施测。一般按工程红线外延 20m 进行控制，遇现状路口及河涌等节点适当向外延长加宽，具体探测范围详见后附的“测量、地下管线探测范围示意图”。

按上述范围，该项目的地下管线探测工作量详见表 1。

地下管线探测工作量预计表 表 1

序号	工作项目	预计工作量	单位	备注
1	探测范围	62068	m ²	
2	电缆（电力、通讯等）探查	8	km	电力、通信管线探查
3	金属管道探查	2	km	金属给水、燃气、工业管道探查
3	非金属管道探查	1	km	非金属给水、燃气、工业管道探查
4	下水道（有窨井）	4	km	排水管道探查
5	地下电缆测量	8	km	电力、通信管线测量
6	工业管道测量	1	km	燃气及其他工业管道测量
7	上水及暖气管道测量	6	km	给水管、排水管测量

- 注：（1）工程探测范围共计62068m²，预计探查、测绘地下管线总长15公里。
 （2）由于地下管线是隐蔽物体，其长度无法提前预知，所以工作量为预计，最终以实际工程量结算。
 （3）若项目推进过程中设计方案发生变化，在上述工作量布置原则下工作量可能会有变化。

2、测区概况

2.1 工作环境条件

本工程涉及广州市公安交通警察支队涉案车辆停车场及现状白云大道南、和田路、和田西路、广园中路，其中现状市政道路现场路面交通繁忙，车流量较大、车速较快，交通安全隐患大；停车场内涉案停放车辆密集，通视通行条件较差；地下管线场种类齐全，包括给水、排水、燃气、电力、电信管线等。总体来讲，管线探测作业困难。

2.2 地球物理条件

一般情况下，地下埋设的电力类、电信类及部分给水、燃气等管线属于导磁（电）性的金属管线，与周围介质具有明显的电性（主要是导电性）差异，采用频率域电磁法可以探测，利用高精度的管线仪（如英国雷迪公司的RD系列或同等精度仪器）可以确定被测金属管线的走向、位置及埋深。

非金属封闭管线包括燃气 PE 管、给水塑料管、不含铜芯通讯光缆等，这些非金属管线与周围杂填土等介质存在介电常数的差异，一定条件下可以采用电磁波法（探地雷达）探测。

因此，本场地存在开展地下管线探测工作的前提。

3、已有资料及可利用情况

本项目已收集有任务依据、技术要求、工程设计及基础测量等资料，其数量、形式、主要质量情况、评价及利用的可能性和利用方案详见表 2。

已有资料分析及利用 表 2

资料名称	资料数量、形式及质量	资料分析与利用
任务依据	中标通知书	项目立项
技术要求	设计人下达的地下管线探测技术要求	需求分析、技术设计输入
管网资料	我院自行收集的各权属管网资料	供探测做参考
地图资料	规划图、1:2000 地形图（旧）、影像图等	现场踏勘、作业调度
设计资料	设计说明、经业主批复的设计方案平面图	作业指引、测量范围控制

4、执行遵循的标准、规范或其他技术文件

本次地下管线探测，严格按照国家既定的法律法规及相应的规程规范执行。遵循的规范规程和要求包括如下八部分：

- (1)《广东省地下管线探测技术规程》DBJ/T 15-134-2018(简称《省标》)；

- (2) 《城市测量规范》CJJ/T 8-2011（简称《规范》）；
- (3) 《测绘成果质量检查与验收》GB/T24356-2009；
- (4) 《1:500、1:1000、1:2000 地形图图式》DBJ440100/T 230-2015；
- (5) 《测绘作业人员安全规范》CH 1016-2008；
- (6) 《工程测量通用规范》GB 55018-2021；
- (7) 《广州市中心城区供水管道安装设计及施工技术指引》；
- (8) 工程设计提出的其它技术要求。

5、拟投入的仪器、设备

根据本项目的现场条件，我院拟投入美国 SIR-4000 探地雷达 1 台套，英国雷迪公司 RD8000 管线仪 2 台，RD8100 管线仪 1 台，尼康全站仪 2 台，计算机 4 台，打印机 1 台，共计 11 台套。

探测仪器经过了比对试验或经过了广东省计量科学研究院进行仪器检校和鉴定，均在合格期内。3 台管线仪在投入使用前应进行一致性校验，分不同管类、材质、埋深进行，统计 3 台仪器的定位精度和定深精度的均方误差，符合《广东省地下管线探测技术规程》的探查精度要求方可投入使用。



图 2 SIR-4000 探地雷达主机及 200M 天线



图3 RD8000 管线仪（左）和 RD8100 管线仪（右）



图4 尼康全站仪

6、工作流程、重难点与技术措施

6.1 工作流程

地下管线探测包括地下管线探查和地下管线坐标点测量二个部分，具体流程详见图 5。

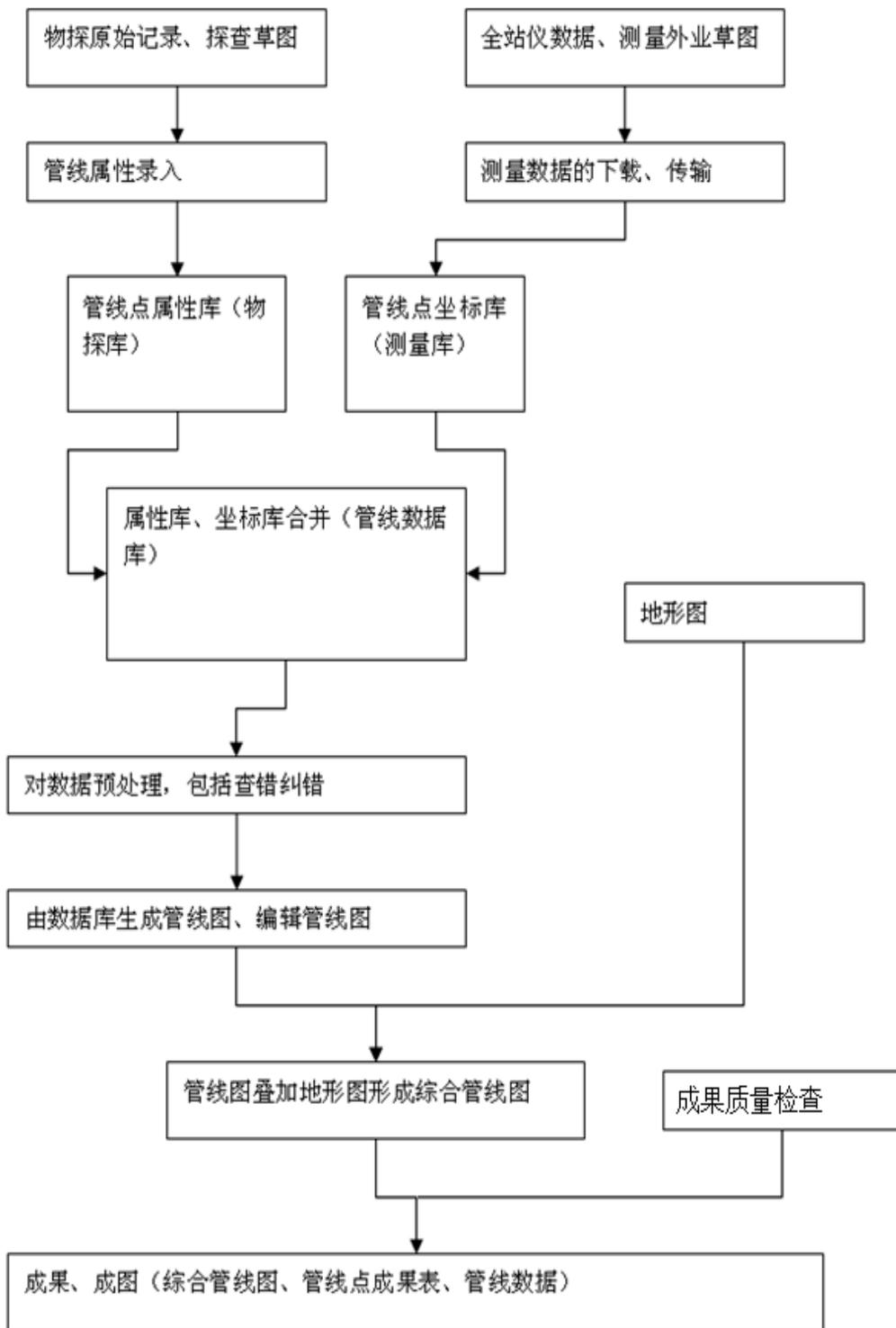


图5 地下管线探测流程图

地下管线探查是指在实地调查的基础上应用地球物理勘探的方法（如电磁感应法、充电法、探地雷达等）对地下管线进行定位、定走向、定埋深。地球物理勘探的原理是：地下管线的存在会改变天然的或人为产生的地球物理场的分布，即产生异常，研究这些地球物理场的异常形态、分布、形状可

获得地下管线位置的有关资料。物探技术方法选择应具备的条件：

(1) 被探查的地下管线与周围介质之间有明显的特性差异；

(2) 被查探的地下管线所产生的一次场有足够的强度，能从干扰背景中清楚地辨认出来；

(3) 探查精度能达到《广东省地下管线探测技术规程》的要求。

总的来讲，地下管线探查应根据工作区的任务要求、探查对象和该区的地球物理条件，通过方法试验来选择确定物探技术与方法。

对于金属管线，常用的方法是电磁感应法和充电法。

(1) 电磁感应法。是利用发射机在地面产生一次交变磁耦合磁场，当地下有金属管线存在时，则由于穿过地下金属管线的一次场磁通量大小、方向不断变化，根据电磁感应定律，金属管线内产生感应电流，其大小正比于磁通的变化率，频率与一次场相同，此时在地面用接收机观测地下管线内感应电流所产生的二次磁场，通过分析就可以找到地下金属管线。

(2) 充电法。是指直接在金属管线上充以一定频率的电流，其周围将产生有规律的一次磁场，同样以接收机接收、分析，找到地下金属管线实地位置。

对于非金属管线，常用的方法是人工调查和探地雷达法。探地雷达法(即电磁波法)是 20 世纪 70 年代发展起来的一种用于确定地下介质分布的电磁波反射法，其基本原理是利用发射天线向地下发送脉冲形式的高频、甚高频电磁波，电磁波在地下介质中传播过程中，当遇到存在电性差异的地下目标体，如空洞、分界面等时，电磁波便发生反射，返回到地面时由接收天线所接收。在对接收天线接收到的雷达波进行处理和分析的基础上，根据接收到的雷达波形、强度、双程走时等参数便可推断地下目标体的空间位置、结构、电性及几何形态，从而达到探查地下的非金属管线的目的。

地下管线测量主要为管线点的坐标及高程数据采集。

实地调查和仪器探测的所有管线点都在地面上投影位置以唯一的标识表示，不同的管线点有不同的标识。管线点坐标测量过程按照相关规范的要求进行，利用本项目已布设的控制点（保存完好、精度合格）进行管线点的平面位置和高程测量，以便生成地下管线图所用。

(1) 采用全站仪进行管线点测量，全站仪精度为 2"，经年检性能稳定、

可靠。在已知点上设站，检查无误后实施测量，实测物探所标识的所有管线点的坐标及高程。

(2) 地下管线点的平面位置连测使用全站仪以极坐标法进行，水平角半个测回，其测距边不大于 150m，定向边采用长边。

(3) 管线点的高程测量，采用电磁波测距三角高程测量。

(4) 野外记录采用全站仪自动记录。

6.2 重难点与技术措施

(1) 管线探测工作重点

- ① 查明工程设计范围内的综合地下管线分布情况；
- ② 提供工程设计范围内的地下管线的种类、位置、埋深等信息。

(2) 管线探测工作难点

① 红线范围部分区域为市政道路，路面交通繁忙，市政设施种类齐全，地下管线错综复杂且具有隐蔽性，如何全面查明地下管线的种类、位置、深度是管线探测工作的难点之一；

② 现场存在大量非金属管线，如何探明这些非金属管线是地下管线探测工作的难点之二；

③ 近些年来，随着非开挖管线施工技术（水平定向钻进法-HDD）的广泛应用，较多地下管线采用该方法穿越道路或河涌。这些管线埋设深度大，出露点少，一般方法难以发现和探测到，这是地下管线探测的难点之三。

(3) 管线探测工作的技术措施

① 我方将根据多年广州市区管线探测的工作经验，通过先摸底，再详查，最后复核，扫遗漏的工作步骤，对地下管线分类、分项进行探测，确保探测精度，为工程提供全面的地下管线数据；

② 对于非金属管线，我方将积极联系管线权属单位，请权属单位技术人员提供数据或现场指认，结合探测数据区别管线种类，同时采用探地雷达探测，为设计工作提供尽可能准确的数据；

③ 对于现场穿越管线，除常规的探测方法之外，我方还将通过积极走访、咨询当地当事人，摸清管线间的连接转接关系，查明其位置及埋深。对超深管线设置探测剖面，以磁场曲线观测、拟合反演技术确定管线的位置和深度，尽量减小管线探测误差。必要时，经建设单位、管线权属单位同意后开展陀螺仪

或孔中物探等专项探测探测。

7、施工探测组织方案与进度计划

7.1 地下管线探查取舍范围

- (1) 给水管线：管径 $\geq 50\text{mm}$ ；
- (2) 排水管线：管径 $\geq 200\text{mm}$ 或者方沟 $\geq 300\text{mm}\times 300\text{mm}$ ；
- (3) 燃气管线：全测；
- (4) 通讯类：全测；
- (5) 电力类：全测；
- (6) 工业管道：全测。

7.2 精度要求

地下管线探测精度按照《广东省地下管线探测技术规程》执行，探测精度应符合下列规定：

- (1) 隐蔽点探查精度按表 3 的规定执行。

地下管线探查精度

表 3

地下管线中心埋深 (cm)	水平位置限差 δ_{ts} (cm)	埋深限差 δ_{th} (cm)
$h \leq 100$	± 10	± 15
$100 < h \leq 200$	± 15	$\pm (5 + 0.1h)$
$200 < h \leq 400$	$\pm 0.10h$	$\pm 0.15h$

注：①表中 h 为管线中心埋深，单位 cm 。

②对于采用常规方法（现场开井调查、管线仪、雷达）难以查明的管线（如未安装示踪线或示踪线被破坏的燃气 PE 管、长距离无检查井井盖的排水箱涵等）、涉及重要工程的管线以及超深（埋深大于 4m ）管线，应及时向建设单位反馈，必要时建议开展专项地下管线探查，其精度视现场条件以及投入的探测方法而定。

(2) 明显管线点埋深量测精度：当地下管线埋深 $\leq 2.5\text{m}$ 时，其量测埋深限差为 $\pm 5\text{cm}$ ；当埋深 $> 2.5\text{m}$ 时，其量测埋深限差为 $\pm 0.02h$ 。

(3) 地下管线点的测量精度：平面位置中误差 m_s 不得大于 5cm （相对于邻近平面控制点），高程测量中误差 m_h 不得大于 3cm （相对于邻近高程控制点）。

7.3 管线探查及管线测量要求

(1) 电力：电力管线平面位置、埋深、电缆条数、规模（ 10kV 、 110kV 或更高压）。

(2) 通讯：平面位置、电信管线所属运营商（如中国电信、联通等）、

管孔数、电缆条数、埋深。

(3) 给水：平面位置、埋深、管径、管材。

(4) 燃气：平面位置、埋深、管径、管材。

(5) 雨水污水：要求范围内所有现状排水设施（管径、检查井井底深度、地面标高、排水流向、管材等），箱涵现状情况（宽度、深度、地面标高、流向）。

(6) 若有其他管线，如热力管，则同样需要平面位置、埋深、管径。

地下管线探查必须查明与测注的项目表

表 4

管线种类	地面建(构)筑物	管 线 点		量注项目	测注高程位置
		特 征 点	附 属 物		
给水	水源井、净化池、泵站、水塔、清水池	弯头、变径点、变深点、变材点、多通点	阀门、放水口、排气(泥)阀、水表、消防栓、各种窰井	管径、材质(铸铁、砼、钢、塑料)、管顶埋深	管顶及地面高程
燃气	调压站、调压房、储气柜	弯头、变径点、变深点、变材点、多通点、管帽、预留口、非普查区去向	凝水缸、阀门、检修井、调压箱、阀门井	管径(断面尺寸)、材质(塑料、铸铁、玻璃钢)、埋深、压力	管顶及地面高程
排水(雨、污水)	暗沟、地面出口、出口闸	起点、进水口、出水口、交叉口、转折点、三通、四通、多通、变径、预留口、直线点、倒洪、非普查区去向	污水井、雨水井、雨水篦、化粪池、泵站	管径(断面尺寸)、流向、埋深、材质	管底、方沟底及地面高程
电力	变电站、变电室、配电房、高压线塔、杆	弯头、变径点、变深点、变材点、多通点、上杆、预留口、井边点、非普查区去向	变压器、接线箱、各种窰井、通风孔、控制柜	电压值、管沟(道)断面尺寸、材质、电缆根数、电压、总孔数/用孔数、埋深	直埋缆顶、管(块)顶、沟底及地面高程
通信	变换站、控制室、差转台、发射塔(杆)、槽道	弯头、变径点、变深点、变材点、多通点、上杆、预留口、井边点、非普查区去向	人孔井、手孔井、接线箱、电话亭	保护材料的断面尺寸、材质(铜、光纤)、电缆根数、埋深、总孔数/用孔数	直埋缆顶、管(块)顶、沟底及地面高程
工业	锅炉房、动力站、冷却塔、支架、加压站	弯头、变径点、变深点、变材点、多通点、管帽、预留口、非普查区去向	排液、排污装置、各种窰井、阀门、检修井、阀门井	管径、材质、载体名称、埋深	管顶及地面高程
热力	锅炉房、换热站、动力站、储气罐	弯头、变径点、变深点、多通点、	阀门、阀门井、各种窰井、排潮孔等	管径、材质(铸铁、钢)、管顶埋深	管顶及地面高程

注：①部队、铁路、民航及其它专业管线测注项目参照本表规定执行，注明权属单位及用途。

②电力、通讯、热力管沟(道)测注的平面位置为管沟(道)几何中心位置。

③管线埋深：直埋电缆和管块应量测外顶埋深，电力、通讯沟道量测沟底埋深，给水、煤气和工业等有压力的管道量测外顶埋深，排水管沟、地下沟道和自流管道应量测内底埋深，并注明管沟几何尺寸。

地下管线实地调查项目表

表5

管线类型	埋深		断面尺寸		载体特征			管道材质	根数	附属设施	权属单位	备注
	外顶	内底	管径	宽×高	电压	压力	流向					
给水	△		△					△		△	△	
燃（煤）气	△		△			△		△		△	△	
排水 (雨、污水)	管道		△				△	△		△	△	
	方沟		△		△		△	△		△	△	
	压力管	△		△				△		△	△	
电力	直埋	△		△		△		△	△	△	△	回数
	管块	△			△	△		△	△	△	△	
	沟道		△		△	△		△	△	△	△	
	隧道		△		△	△		△	△	△	△	
通讯	直埋	△		△				△	△	△	△	
	管块	△			△			△	△	△	△	
	沟道		△		△			△	△	△	△	
工业	自流		△	△			△	△		△	△	
	压力	△		△			△	△		△	△	
热力	△		△					△		△	△	

注：表中“△”为应调查项目。

(7) 计算机成图按《1:500、1:1000、1:2000 地形图图式》DBJ440100/T 230-2015 及数字化成图技术要求绘制，比例尺为 1：500，各类注记力求美观、清晰，成果采用 CAD 绘制。

(8) 测量坐标系统

平面坐标系统均采用广州 2000 坐标系，高程系统采用广州高程系统。

7.4 管线定位、定深方式

(1) 金属管

①给水管线

给水管线多为钢管、铸铁管。对于焊接钢管，其导电性较好，管线上方具有较好的异常。铸铁管由很多短管对接而成，在连接处，点连接性较差，对电磁信号阻抗较大；在干燥地区，金属管线与大地间组成的回路中，也具

有较高的阻抗，管线异常弱。但上水管窨井、露头较多，在探测中采用直接法、感应法、夹钳法或各方法综合应用，采用极大值确定管线中心位置，并利用对称点校正；采用特征点法确定管线的中心埋深，根据管径校正到管顶埋深。

②燃气管线

燃气钢管，多为焊接或使用螺丝对接，点连接性较好，采用感应法、夹钳法或被动源法进行探查。对于有金属示踪线的燃气 PE 管，通常采用直连法给示踪线施加信号进行探查。燃气管道带有危险气体，为防止事故，禁止使用直接法探查，通常采用感应法激发信号。平面定位与测深采取类似给水管的探测方法，采用对称点校正 Hxmax 的中心定位，使用特征点法测取管体的中心埋深，并根据管径校正到管顶埋深。

③通讯管线

电信电缆以单根或电缆束状形式存在，外层包有胶皮，对含有铜芯的电缆多采用夹钳法激发信号，极大值法定位，选用 RD 系列管线探测仪所特有的“70%特征点法”定深,使得探测准确性及可靠性大为提高。对所测得的管线成果，应根据被夹电缆在管块中的位置将探测结果校正到管块中心和管块顶。

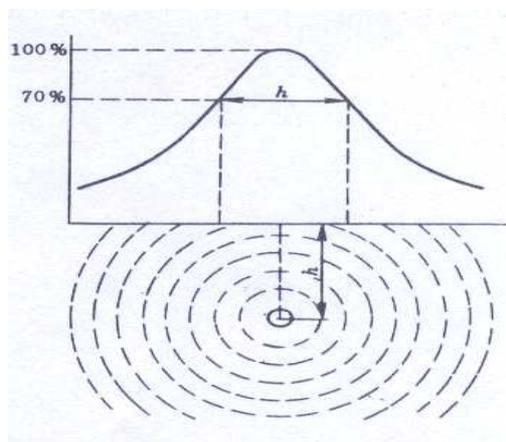


图6 “70%”测深法示意图

④电力电缆

电力电缆有 50~60Hz 的交流电，用工频法探查较直接，夹钳法、感应法也是探查电缆的重要技术手段。使用夹钳法探查高压电缆时，弱电缆中载有较强的电流，夹钳内会产生较强的感应电流，操作时不要触碰夹钳的交界处。夹钳法或各方法综合应用，都能取得较好的探查效果。若电力电缆具有槽盒结构，平面位置定在盖板(槽盒)的中央，深度量测至槽盒的内底深。若为管块

结构，探测方式类似通讯管线。

⑤工业管道

工业管道按载体，可分为多类，对载体有易燃易爆物质的金属工业管道，如氧气、油、乙炔等，严禁使用直接法探查，应采用感应法、夹钳法或被动源法探查，对热力管道可配合采用红外辐射法。

(2) 排水管线

排水管线沿线有井盖，可采用直接开井量测的方式得到其规格和埋深等信息，复杂管段可采用管道潜望镜探测。

(3) 非金属管

非金属管道，主要包括给水砼管、给水 PE 管、无金属示踪线的燃气 PE 管、非金属材质的工业管道以及不含铜芯的通讯光缆。这些非金属管线，拟采用人工调查和电磁波法（探地雷达）探测。探地雷达法是利用高频电磁波以宽频带脉冲形式由地面通过发射天线送入地下，由于非金属管线与周围介质存在明显的物性差异（主要是电导率和介电常数差异），脉冲在界面上产生反射和绕射回波，接收天线收到这种回波后，通过光缆将信号传输到控制台，经计算机处理，将雷达图像显示出来，最后通过对雷达波形的分析，利用相关公式确定地下管线的位置和埋深（z）。

地质雷达接收反射信号的时间行程 t 与地下管线埋深 z、波速之间的关系为：

$$t = \frac{\sqrt{4z^2 + x^2}}{v}, \quad v = c / \sqrt{\epsilon_r}$$

式中：z——地下管线埋深；

x——发射天线到接收天线的距离；

v——电磁波在介质中传播速度；

c——光速（c=0.3m/ns）；

ϵ_r ——目标体相对介电常数。

(4) 其它管线

对于现场顶管或牵引管，常规方法无法探明，我们还将设置探测剖面，以磁场曲线观测、拟合反演技术确定管线的位置和深度，减小管线探测误差，必要时，利用导向仪、陀螺仪或孔中物探进行探测。

7.5 地下管线测量

7.5.1 控制测量

基于本项目的地下管线探测任务与工程测量任务同期实施，故此，直接采用本项目测量布设施测的 E 级 GPS 点，E 级 GPS 点已联测四等水准，成果为广州 2000 坐标系、广州市高程系统。

控制点检测采用全站仪坐标法，盘左、盘右各测量一次坐标值取中数，与原坐标差值均不超过 $\pm 3\text{cm}$ ，高程差值均不超过 $\pm 2\text{cm}$ 。

7.5.2 图根控制测量

工程测量布设的 E 级 GPS 点间距约为 350~400m，故此，图根点根据测区有等级控制点和管线点的分布情况，以满足测量采集管线点坐标数据为原则进行布设。图根平面控制测量使用全站仪极坐标法实施，在检验合格后的 GPS 点上进行，且联测两个已知方向，所测的图根点没有再次发展。图根高程控制采用电磁波测距三角高程测量。

图根点一般只设临时标志，管线点测量时均对所使用的图根点进行了复核检查，其相对于起算点的点位中误差均小于 $\pm 5\text{cm}$ ，成果满足要求。

7.5.3 地下管线点测量

地下管线点测量是在管线点探查作业完成后，由探查组提供一份工作草图（图上标注有物探点号、管线走向、位置及连接关系等），测量人员根据草图采用尼康全站仪极坐标法实地逐一采集管线点的三维坐标。

每个测站安置好仪器后，首先进行定向和定向检查，然后才进行管线点点测量；作业时，选另一控制点测量其坐标及高程与已知成果进行检查，防止因输入的控制点坐标或点号有误，或其它原因造成整站成果作废，确保定向准确。

测量过程按照相关规范的要求进行，水平角和垂直角观测半测回，测距长度不大于 150m，采用实地标注的点号，将三维坐标数据记录存储于全站仪中。

7.6 地下管线图的编绘

地下管线图应表示区域内所有探测的地下管线及其附属设施和有关地面建（构）筑物与地形特征。编绘前应取得下列资料：

- （1）测区地形图

- (2) 地下管线现况调绘图
- (3) 控制点成果
- (4) 探查工作图
- (5) 探查和测量成果

管线点不标注高程，管线复杂、管线点注记密集时，有规律的管线点可择要注记，无法标注的部分应绘局部放大示意图，综合图上应以虚线标明放大范围并注记放大图编号。

图上用虚线表示的有：电力、通讯空管，地下井室轮廓线；电力空沟；宽度 ≥ 1.5 米的电力沟（含其他沟道）、热力架空管按比例用双虚线表示。另外，现场采用多种方法亦未能探明的地下管线，也用虚线表示，同时有相关文字注明。

综合管线图和专业管线图图面整饰，综合管线图是专业管线图的叠加，并进行适当编辑。编辑原则是：图面清晰、信息完整、适当取舍、管线点注记应指向明确，并保持适当的密度。

图廓整饰应当遵循《城市测量规范》的要求。

7.7 地下管线成果表的编制

地下管线成果表的编制应以绘图数据文件及地下管线调查记录、地下管线的探测成果为依据进行，其管线点号应与图上点号一致。

编制成果表时，对各种检修井只标注井中心点坐标，但对井内各个方向的管线情况均应按要求填写清楚，并在连接关系栏以邻近管线点号说明方向。

7.8 拟投入的人员

拟投入物探外业组 4 个，测量外业组 2 个，内业组 1 个，共计 15 人。人员由教授级高级工程师、高级工程师、工程师、助理工程师和技术员组成，主要人员如下：

项目负责：袁忠明、吴隆晓；

项目技术负责：袁忠明（成果审核）；

专业总工：李广平（成果审定）；

外业负责：曾洪钦；

现场监控：万 勇。

7.9 进度计划

大纲批复后，我院立即开展地下管线探测相关工作。计划 10 天内完成并提交地下管线探测成果资料，全面满足设计工期要求。

管线探测进度计划如下：

外业：2 天收集地下管线情况，4 天内查明地下管线情况，并在实地标识管线点记号，绘制管线草图；2 天完成管线点坐标及高程数据的采集。

内业：2 天完成管线数据的编辑、生成地下管线图，完成质量检查、修改，完成成果报告编写。

地下管线探测工期总共为 10 天。

8、质量、环境、职业健康及安全保障措施

项目进场前，项目负责对所有技术人员和工人进行交底、教育，同时强调整个生产过程均需遵循本单位的质量、环境、职业健康和安全管理规定。

8.1 质量保障措施

投入使用的测量仪器（尼康全站仪）均经过广东省测绘器具检定所进行了仪器检校，物探仪器（探地雷达和管线探测仪器）均经过比对试验，结果表明仪器性能良好，各项指标正常，能够满足本测区的施工需要。

在出工之前对管线仪和全站仪进行了检查，确保了生产时不会出现仪器故障；现场开展探测时，选了有代表性的管线做了试验，取得了合理的探测参数；在管线较多的地方，采用开井调查和加多探测点的方法，尽量查清各类管线；测量时，误差控制在管线精度要求的范围内。

另外，我院在本工程管线探测中执行三级质检程序，分别为小组自检、项目检查、院级检查。各项具体要求为：

小组自检：内业 100%与原始数据进行核对，外业 100%巡视检查；

项目检查：内业 100%图面审核，外业 100%巡视检查；

院级检查：内业 100%图面审核，外业 100%巡视检查，并抽取 5%的明显管线点、5%的隐蔽管线点和总点数坐标及高程的 5%进行重复探查、测量。

为了进一步加强管线探测质量的管理，我院质量检查人员采取不定期跟踪作业的方式，对各作业组各项作业进行全面细致检查，避免将问题带入成果，保证成果资料的可靠性。

（1）业巡视检查

根据机助草图进行实地巡视检查，对地面标记、有无漏探、错探管线以

及实地位置进行了详细的检查。

（2）管线点重复探查

以随机抽样，兼顾均匀分布的原则，对明显管线点开井重新量测检查，对隐蔽管线点进行重复探测检查。根据检查比例超过 5.0%的比例要求进行抽检，并统计各项中误差，确保其符合规范要求。

8.2 环境及职业健康

（一）健康作业保证措施

牢固树立“安全第一”的思想，“安全为了生产，生产必须安全”是本公司的工作方针，生产过程中必须严格执行我院健康安全生产制度，并结合项目所在地的具体情况，开展健康安全生产教育工作，提高全员的健康安全的意识，确保项目做到健康安全施工。

遵守国家的法律法规和地方的治安管理条例，以及我院有关安全文明施工的条例规定。作业现场不准打闹、嬉戏，不准参与违法活动；与当地居民搞好关系，礼貌待人，不说脏话，更不得打架、斗殴。

野外工作开始前，必须召开由有关人员参加的生产安全会议，并进行安全技术交底，强化有关人员的健康安全意识。

项目管理负责人及安全员应经常到施工现场检查安全工作，发现不安全因素，应采取措施及时消除。

作业人员必须 100%购买人身意外保险。

提高消防意识，提高消防技能和自救能力，遵守用电、用火规定，做到人离灯熄、扑灭明火，特别是在禁火区（如厂区、森林等）作业时，不准抽烟，不准生火。

公路沿线作业应设立反光安全标志，摆放危险标志牌，穿着反光衣，并派专人指挥。铁路沿线作业应与铁道有关部门取得联系，设立瞭望哨岗。

在电网密集地区作业应避开变压器、高压输电线等危险区，并禁止使用金属标尺。

（二）环保作业保证措施

提高机械储油及供油系统的密封性能，避免各种油料意外流入场地中。

禁止作业人员将生活垃圾及其他有害垃圾倒入作业场地中，以免污染环境。

野外作业完毕，撤走一切仪器设备及剩余（废旧）材料物品，清理现场，尽力恢复场地原貌。

8.3 安全生产保障措施

（一）安全方针

以人为本、安全第一、预防为主。

（二）安全目标

无死亡事故、无重大人身伤害事故、无仪器设备损失、无火灾和中毒事故。

（三）安全保证措施

在生产过程中坚决贯彻执行我院关于安全生产工作的决定和各项安全生产的规章制度。

在项目开始和生产工作的全过程，有计划、有组织的进行生产安全培训。加强安全教育，使全体作业人员树立“安全第一，预防为主”的思想。努力提高作业员安全文化素质以及自我防护能力。

公司专职安全检查员，实施日常安全检查，发现安全问题及时汇报和解决。定期或不定期地按照《外业生产交底记录表》、《外业安全生产检查表》、《危害辨识观察表》、《风险评价表》、《安全作业控制点清单》、《安全环境检查表》的要求进行检查。

各级人员明确自己的安全责任。抓制度落实、抓责任落实，及时检查安全责任落实情况。

桥面、路面作业进行专项安全设计，需要封路封桥，或封闭车道作业的，按《城市道路施工作业交通组织规范》（GA/T 900—2010）和《广州市建设工程施工围蔽管理提升实施技术要求》的相关规范及要求，委托专业队伍在作业期间提供交通疏导车、交通警示标志、锥形桶、消能桶等安全维护设施以及安全设施作业现场设置及清理，确保安全作业。

地下管线探测严禁进行夜间作业。

一旦事故发生，将得到最快，最有效的解决处理，使损失降低到最小程度。

所有为本工程服务的交通运输车辆和驾驶员必须严格遵守交通规章制度，不得超载、超重和超高，驾驶室内配备灭火器等安全设备。保证机动车况良好，严禁驾驶员疲劳驾驶，酒后驾驶。

在进入封闭管理的单位、离岸功能区域、住宅小区及工业区区域，作业人

员必须熟悉该单位的安全保护规定，遵守该企业的制度。

在高空架设仪器时，作业人员应采取安全防护措施，防止跌落，以免造成对人身和仪器设备的损害。

在交通道路及附近作业时，作业人员须身着反光衣，仪器旁设置安全警示标志，防止机动车、非机动车、行人等对人员、仪器设备的影响。

作业组、作业人员必须携带必要的防护用品，如雨衣、水鞋、药物（包括防毒虫、防毒蛇）等。

水上探测作业时，应提前进行现场踏勘，了解水流、涨落潮、水域周边浅滩、礁石等分布情况，识别安全隐患；作业前应提前一天查询天气预报，避开台风暴雨等不利天气；水上作业租用的船只应证件齐全并熟知当地水情；水域作业时应配备水上救生设施，水上作业过程中所有人员必须穿戴救生衣，禁止单人作业，风高浪急时及时回港避险。

发生人身伤害或环境、安全事故时，现场人员应立即启动我院“突发事故应急预案”程序，确保当事故或灾害不可能完全避免时，采取及时有效地应急救援行动，尽可能地降低事故的后果，包括人员的伤亡、财产损失和环境破坏等；还必须保护现场，及时报告本单位和业主单位，组织有关人员进行调查，明确事故责任，并做妥善处理。

对项目采集的所有数据信息应采取必要措施，防止病毒破坏和数据流失，确保数据安全。

9、提供的技术成果

（1）彩色综合地下管线图

内容包括各类地下管线（以规程或甲方要求颜色绘制）、管线点号，相邻地形地物，图例说明等。

（2）地下管线点成果表

将地下管线点的各种要素集中登记在一个表中，内容包括材质、点的特征和附属物、坐标、高程、管径或断面尺寸、埋深、电缆条数等。

（3）地下管线探测技术报告

对整个探测作业过程及技术成果进行总结说明，内容包括：工程概况、作业依据及使用的仪器设备，成果资料说明等。

（4）管线检查记录表

内容包括管线点重复探查（含 5%的隐蔽管线点、5%的明显管线点重复探查记录，含总点数的 5%的坐标及高程重复测量检查记录），统计各项中误差，确保其符合规范要求。

（5）电子文件数据光盘

含综合地下管线 CAD 图、地下管线点成果表、管线检查记录表、地下管线探测技术报告等。

10、后期跟踪服务

我院承诺积极做好设计阶段跟踪服务，随时负责解答业主、设计等各方提出的相关问题并到现场复核有疑问的管线，尽可能地减少工程对现状管线的破坏程度或影响。



红色阴影部分为测量、地下管线探测范围