

Discussion on Completion Survey Technology of Underground Power Pipelines

Libing Zhao Kai Hou

Beijing Zhongtu Kailin Survey and Design Co., Ltd., Beijing, 102600, China

Abstract

Underground power pipelines are an important part of urban infrastructure, and their completion data are important basic data for urban municipal planning, pipeline design, and pipeline operation and maintenance. Taking the completion survey of a single type of power pipeline as the research object, this paper discusses the techniques and methods used in the operation process, and summarizes the advantages and disadvantages of the current completion survey technology of underground pipelines. The techniques and methods used in the completion survey of underground power pipelines are universal. Except for the slightly different investigation methods of the power pipelines themselves, the techniques and methods are also applicable to other pipelines. At the current level of science and technology, completion surveying and mapping is the most effective and accurate way to obtain underground pipeline information.

Keywords

underground pipelines; power pipeline; measuring technique

浅谈地下电力管线竣工测量技术

赵利兵 侯凯

北京中土凯林勘测设计有限公司, 中国·北京 102600

摘要

地下电力管线是城市基础设施建设的重要组成部分,其竣工资料是城市市政规划,管线设计以及管线运行维护的重要基础资料。以单种电力管线竣工测量为研究对象,探讨作业过程中用到的技术和方法,总结目前地下管线竣工测量技术的优缺点。地下电力管线的竣工测量使用的技术和方法,其技术具有通用性,除去电力管线本身调查方法的略有不同,其技术和方法也适用于其他管线。以现阶段的科技水平,竣工测绘是获取地下管线信息最有效,准确的方法。

关键词

地下管线; 电力管线; 测量技术

1 引言

电力管线是城市基础设施建设的重要组成部分,担负着城市电力输送的重要功能,管道出现问题就会给生产和生活带来问题。为了高效、安全、稳定地提供电力,科学地运营、维护电力管线,同时兼顾城市规划、设计、施工,必须有完整的电力管线数据信息。准确详尽的竣工数据,是运营和维护电力管线的基础。

2 电力管线竣工测量的现场数据采集部分

2.1 现场踏勘

①现场复核图纸,依据甲方提供的图纸,核对管线是否全部完工,以及因现场条件限制,在施工过程中做出的变更。

②观察现场条件是否具备测量作业的基本条件,周边环境对 GNSS RTK 定位的影响,查看周边城市控制点情况。

踏勘完成后,依据现场条件编写测绘方案或技术要求,配备合理的人员参加生产,保质保量地完成工作任务。

2.2 控制测量

2.2.1 平面控制测量

平面控制测量方法可采用导线测量、GPS-RTK 测量等方法。GPS 通称全球定位系统:从 1973 年开始,美国国防部组织陆海空三军研制新一代的当代高新科技 GPS,即所谓的“授时与测距系统/全球定位系统”^[1]。

平面控制点宜采用网络 RTK 进行布设,管线测量的控制点不应低于三级。GNSS RTK 平面测量技术要求(管线)如表 1 所示^[2]。

【作者简介】赵利兵(1980-),男,中国山西大同人,本科,工程师,注册测绘师,从事工程测量研究。

表 1 GNSS RTK 平面测量技术要求 (管线)

等级	相邻点间 距离 (m)	点位中误差 (mm)	边长相对 中误差	方法	测回数
三级	≥ 200	≤ 50	≤ 1/6000	网络 RTK	≥ 3

当 RTK 初始化时间超过 5 分钟仍不能获得固定解时, 应断开通讯链接, 重启 GNSS 接收机, 再次进行初始化。当重启次数超过 3 次仍不能获得固定解时, 应取消本次测量, 对现场观测环境和通讯链接进行分析, 选择观测和通讯条件较好的其他位置重新进行测量^[3]。

周边环境和作业条件限制无法进行 RTK 作业时, 导线测量就成了首选。

三级附合导线长度不超过 0.5km 时, 绝对闭合差 < 130mm; 在城市一、二级控制点稀少的地方, 总长和平均边长可为规定的 1.5 倍, 绝对闭合差 < 260mm^[4]。

2.2.2 高程控制测量

高程控制宜采用水准测量。城市等级水准点作为测区高程首级控制点。布设附合水准线路, 水准线路闭合差不应超过 $\pm 10\text{mm} \sqrt{n}$ (n 为测站数, 不应超过 50)。首级线路总长不应超过 8km。局部水准点稀少地区, 同级可附合一次。

2.3 管线调查与测绘方法

2.3.1 电力管线井的调查

本文讨论电力管线为市政主管线, 不含照明、信号等。应实地调查电力井的主要属性有: 平面位置、井面高、地面高、埋深、方向、高程、管径、井材质及管线附属物和建筑物等。

电力井的埋深是指井面到管线管顶的埋深, 双次量取埋深取平均数。其他埋深量取包括小室顶、小室底、井腩底。

调查量取管线埋深两次读数限差为: $\pm 3\text{cm}$ 。否则, 需重新量取。

管块应量测宽和高, 查明总孔数和已用孔数, 直埋电缆用电缆条数表示。

调查井、井腩、井盖、小室的材质、形状、尺寸。

电力管线直埋点的点位设置, 城区不大于 100m, 郊区不应大于 200m。

2.3.2 电力方沟的调查

电力方沟为地下电力隧道, 有明开挖, 和暗挖两种。明开挖的方沟, 可在覆土回填前测绘管线折点, 等完工后, 补测井位调查。论文主要讨论暗开挖的电力方沟。

电力方沟调查的内容有: 方沟尺寸、通风口位置、转折点、变坡点、变径点、变材点和小室调查。

方沟尺寸为宽 × 高, 如管径为 2000 × 2000, 单位毫米。

通风口是为电力隧道通风换气的建筑物, 主要测绘其平面位置。

电力井室: 常见的有长方形、三通、四通、圆形等小室。

2.3.3 直埋电力管线的探查

直埋电力管线探查一般可采用感应法、工频法、夹钳法等来进行探查。

夹钳法: 利用夹钳把发射机信号加到金属管线上的方法, 该方法信号强、精度高, 普遍用于线缆和小口径的金属管道探测^[5]。

电力管线使用夹钳法信号相对比较好, 探查精度比较高, 是电力管线探查的主要方法。

探测仪在投入使用前应进行一致性校验, 以确保工程项目所使用的探测仪定位、定深的一致性。地下管线隐蔽管线点的探查精度如表 2 所示^[6]。

表 2 地下管线隐蔽管线点的探查精度表

单位: cm		
电力管线中心埋深	平面位置限差	埋深限差
$h \leq 100$	± 10	± 15
$h > 100$	$\pm 0.10 \times h$	$\pm 0.15 \times h$

2.3.4 电力管线井和方沟的具体测绘方法

用 RTK 直接测出管线点的平面位置是最简单高效的方法。或者导线布设控制点, 极坐标法测量管线点。

电力管线点高程宜采用直接水准连测, 站数不宜超过 50 站; 管线点宜作为转点。管线点的平面坐标和高程均应计算至 0.001m, 取位到 0.01m。

电力方沟因其自身特点不能直测管线点, 宜采用无定向导线布设井下控制, 极坐标测绘管线点。

地下方沟中的高程采用高程传递的方法, 把井面高程传递到井下, 在井下水准联测的方法联测管线点, 水准平差计算管线高程。

3 电力管线竣工测量的数据处理

3.1 数据处理

管线竣工的数据处理是把外业采集的数据和管线调查转换成管线竣工成果的过程。

3.1.1 控制数据的处理

控制数据的处理包括平面和高程。初步检查外业数据是否符合规范, 校核已知点是否超限, 导线和水准的闭合差是否超限。

3.1.2 管线的数据处理

管线外业调查与测点数据在外业过程中是分开进行的, 需把两种数据匹配起来。分析数据是否匹配完整。匹配合适, 说明外业无丢漏数据, 如匹配不合适, 则说明有丢漏现象。分析原因, 外业补测直到匹配。

3.2 绘制成图

电力管线成果图有三个部分: ①管线平面图; ②管线纵段图; ③管线成果表。

电力管线平面图主要包含内容有: 管线井、管线点、

编号、井室、管线连接关系、管径、距离等。

电力纵段图主要内容有：管线距离、编号、依长度设置桩号、坡度。

管线成果表，包含点号、坐标、偏管、管径、构筑物、备注等信息。

3.3 电力管线竣工测量实例

工程概况：北京大兴区某村庄回迁楼配套市政工程，常规七种管线竣工测量，本文只探讨电力管线。现场踏勘后，发现回迁楼的建筑高楼已封顶，市政道路已完工。可以进场作业。周边一公里内，有国家三四等水准点。对现场情况分析后，决定采用的作业方式为：

- ①网络 RTK 布设首级控制，在首级控制的基础上布设三级导线。
- ②极坐标法，测量管线点平面位置。采集地物信息。
- ③水准测量布设高程控制点，水准联测管线点高程。
- ④实地填写管线调查表，钢尺双量埋深。
- ⑤内业处理数据，计算机相关软件成图。

4 质量检查

按照两级检查一级验收的原则，根据相关要求做好质检验收工作。

地下管线各项成果资料采用内业成果资料检验与外业巡视检验相结合的方法，对所提交的测绘成果按优、良、合格“三等级进行评定”，杜绝不合格品，并做好记录。

明显管线点平面、高程精度检验采用解析法检测。地下管线属性调查采用外业实地调查的检验方法，明显管线点应复查地下管线的测量点位、高程、埋深。

①明显管线点埋深重复量测的误差 M_{cd} 。不得超过 $\pm 2.5\text{cm}$ 。

$$M_{cd} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta d_{ci}^2}{2n}} \quad (1)$$

其中， Δd_{ci} 为重复测量差值； n 为重复量测点数。

②管线成果平面位置测量中误差 M_{cs} 。不应大于 5cm （相对于邻近控制点）。

$$M_{cs} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta S_{ci}^2}{2n}} \quad (2)$$

③管线成果高程测量中误差 M_{ch} 。不应大于 3cm （相对于邻近控制点）。

$$M_{ch} = \pm \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n \Delta h_{ci}^2}{2n}} \quad (3)$$

其中， ΔS_{ci} 为重复测量的点位平面位置较差； Δh_{ci} 为重复测量的高程较差； n 为重复测量的点数。

隐蔽管线点应复查地下管线的水平位置和埋深。计算方法同明显管线点，重复探查平面位置和埋深限差的方法本文不作探讨。

管线属性调查正确率：明显管线点属性调查结果与现场实际结果的符合率应达到 100% ；隐蔽管线点属性调查结果与建设单位提供的作业资料一致性应达到 100% 。

5 结论

为了管线竣工测量技术能够创新和进步，更好地服务于数字化城市，总结出现阶段管线竣工测量技术的优缺点。

优点：

①仪器方面：管线竣工用到的仪器是通用测量仪器，不增加企业负担，全站仪，GPS 等仪器是有管线竣工测量资质单位的标准配置。

②人员技术：基础技术成熟，导线、水准、GPS 测量技术科学严谨，管线调查方法直接实用。工程主持人，带几个辅助作业员就可以作业，人员成本低。

③精度方面：现阶段的竣工测量技术，生产出的管线竣工成果，要优于普测成果，地表沉降区域除外。

缺点：

①作业方式：井室调查和方沟中的导线、水准测量，都需要到井下作业。井下可视条件差，作业时间长。对健康有害。

②作业工序：管线调查和管线点坐标高程采集是分开进行的，容易造成数据遗漏。

③量测数据：无论是使用钢卷尺，还是测距仪，都是传统的方法，人工量测。应选择自动量测方法。

三维激光扫描仪和井下测量机器人等都是测绘技术的进步，能够提高生产效率的同时还能避免危险的环境，保障生命安全。

参考文献

- [1] 冯仲科,余新晓.“3S”技术及其应用[M].北京:中国林业出版社,1999.
- [2] DB11/T316—2015 地下管线探测技术规程[S].
- [3] CJJ/T73—2010 卫星定位城市测量技术规范[S].
- [4] CJJ/T8—2011 城市测量规范[S].
- [5] 周凤林,洪立波.城市地下管线探测技术手册[M].北京:中国建筑工业出版社,1998.
- [6] CJJ/61—2017 城市地下管线探测技术规程[S].