

Shielding measures and detection accuracy improvement of high voltage electromagnetic interference in underground power pipeline survey

Liyun Huang

Hefei Lanao Survey Co. Ltd., Hefei, Anhui, 230011, China

Abstract

Underground power pipelines are crucial components of urban infrastructure, and ensuring the stability of urban power systems hinges on their safe operation and precise mapping. However, strong electromagnetic fields generated by high-voltage equipment interfere with pipeline mapping operations, leading to reduced detection accuracy and increased positioning errors. This study investigates the formation mechanisms of high-voltage electromagnetic interference during underground power pipeline mapping, exploring feasible shielding methods and precision enhancement strategies. The research emphasizes the combined effects of active/passive shielding coordination, optimized detection equipment layout, signal processing techniques, and multi-source information integration. Both theoretical analysis and practical applications demonstrate that appropriate shielding and optimization measures can significantly improve mapping accuracy and enhance the stability of underground power pipeline detection.

Keywords

underground power pipeline; high voltage electromagnetic interference; shielding measures; surveying and mapping accuracy; signal optimization

地下电力管线测绘中高压电磁干扰的屏蔽措施与探测精度提升

黄立云

合肥蓝奥勘测有限公司, 中国·安徽 合肥 230011

摘要

城市基础设施里, 地下电力管线意义重大, 保障城市电力系统稳定, 关键在于其安全运作与精准测绘。然而, 高压电力设备生成的强电磁场干扰了管线测绘工作, 造成探测精度降低与定位误差增大。通过深入探究了地下电力管线测绘期间高压电磁干扰的形成原理, 研究了可行屏蔽办法与精度提高方案。研究着重于主动屏蔽与被动屏蔽相配合、探测设备布局的合理化、信号处理技术的运用以及多源信息的融合等方式的综合效应。经理论剖析与实践运用显示, 恰当的屏蔽及优化手段能大幅提高测绘的精确程度, 增强地下电力管线探测的稳定性。

关键词

地下电力管线; 高压电磁干扰; 屏蔽措施; 测绘精度; 信号优化

1 引言

伴随城市化推进速度加快, 地下电力管道网络愈发密集, 对其实施安全管理和精准测绘成为城市基础设施建设的关键事项。然而, 开展实际测绘工作期间, 由高压电力系统造成的电磁干扰是影响精度的主要缘由。运行中的高压线路所产生的电磁场, 会干扰测绘设备, 造成探测信号减弱、噪声增大, 最终引发定位偏差与信息缺失。目前, 地下管线的探测手段主要有电磁感应方式、地质雷达方式以及低频电磁

探测方式等。即便这些办法在无干扰条件下拥有较高的精确性, 然而在复杂电磁场里仍易产生测量误差。因此, 怎样在高压干扰的环境当中增强地下管线测绘的精确程度, 成了技术探究与工程实操的关键难题。

2 高压电磁干扰特性分析

运行中的高压电力设备会生成强电磁场, 地下环境里, 这些电磁波经土壤和管道传导, 给管线测绘设备带来干扰。干扰的形式大多为信号叠加、噪声干扰与局部磁场异常, 而电磁干扰的强度和管线的材质、埋设深度以及周边环境关联紧密。例如, 钢质管道的导磁性能会使电磁场分布发生变化, 造成探测信号出现局部误差。

【作者简介】黄立云(1985-), 男, 中国安徽合肥人, 本科, 工程师, 从事测绘工程研究。

高压电磁干扰既影响电磁感应类探测仪器的正常运行,还会让地质雷达出现信号衰减,最终使回波信号失去原本的真实性和完整性。干扰在空间的分布具有非均匀特征,会依据电力线路负荷的变动而产生动态变动,实施地下管线测绘作业时,应充分把握干扰规律,为屏蔽设计与测绘策略的优化供给依据^[1]。

3 屏蔽措施设计

3.1 主动与被动屏蔽措施的应用与原理

地下电力管线测绘期间,高压电力线路运行所产生的强电磁场会对测量设备造成明显干扰,致使信号衰减、噪音变强,乃至测量数据失真。为降低干扰对测绘精度的干扰,屏蔽措施的规划极为关键,屏蔽手段一般能分成主动屏蔽与被动屏蔽两种类型,二者各有特色并在不同情形下发挥不同效能。主动屏蔽手段借助于测量区域生成与干扰信号相对的电磁场,达成干扰信号的彼此抵消与中和。该方法可精准抑制特定频率与强度的电磁干扰,尤其适合复杂电磁环境里高强度干扰的场景。借助主动屏蔽手段,测量设备接收的有效信号大幅增强,进而提高测绘的可靠度与精准度。

被动屏蔽运用物理隔绝手段,把干扰信号阻挡在测量区域以外。常见被动屏蔽手段有在测量设备外设置金属屏蔽层、导磁材料或特殊构造探测壳体。此类屏蔽借助改变电磁波传播轨迹或吸纳部分干扰能量,进而减轻测量仪器所受干扰,被动屏蔽的优势体现为结构不复杂、维护费用低,而且长时间运用可稳定发挥效能。和主动屏蔽相较,被动屏蔽能够对较为稳定的干扰源加以抑制,还能作为主动屏蔽的补充手段,达成双重防护功效。利用主动屏蔽与被动屏蔽的优化搭配,可按照测绘现场的干扰特点,灵活挑选恰当方案,进而保障地下电力管线测绘的精准度与数据可信度^[2]。

3.2 探测设备布局优化在屏蔽策略中的作用

除了屏蔽技术外,探测设备布局的优化对提高测绘精度同样关键。即便在采取屏蔽措施的情况下,若测量点布局欠佳或探测方向选取有误,仍会使信号干扰致测量结果受影响,造成定位误差上升。因此,恰当调节测量点间距、探测方向和测量深度,是确保屏蔽措施成效最佳的关键要素。采用科学的测点布置方式,能最大程度躲开高压电力线路周边的强电磁区域,降低测量误差的叠加。同时,优化测量点间距可保障测量数据连贯,让管线走向与埋深信息更完备。

在实际工程里,综合分析布局优化时需结合现场具体环境与管线走向。探测方向的选择需依据干扰源的方位和强度,让测量信号朝干扰小的方向传输,以此取得更稳定的数据。同时,合理把控测量深度同样关键,管线埋深过浅易受高压影响,若埋深过深则可能造成信号严重衰减,故而需在保障安全的情况下,科学测定测量深度。将屏蔽办法与设备布局加以优化组合,促使复杂电磁环境中的地下管线测绘达成信号稳定且测量精度高的结果。借助多套方案模拟与实地

调试,工程人员可得出最适宜的测绘方案,为城市电力管网的安全运转给予可靠的数据依据。

4 信号处理与精度提升方法

4.1 信号处理技术在测绘精度提升中的作用

地下电力管线开展测绘期间,信号处理技术是提升探测精准度与可靠性的关键方法之一。运行中的高压电力线路所产生的电磁干扰,会让测量信号产生噪声、衰减或者失真情况,仅依靠屏蔽手段无法彻底消除此类干扰。因此,借助科学的信号处理手段,可于数据采集过程中对干扰信号进行高效过滤,进而增强测绘结果的清晰度和精准性。滤波技术为常见处理手段,基本原理是筛选频域或者时域内的测量信号,还留存有效信号。例如,低通滤波可消除高频干扰,可用来抑制高压电磁波产生的瞬时干扰;可通过带阻滤波或陷波滤波的方式,对特定频率的干扰源实施精准削弱,保证测量信号的连贯与平稳^[3]。

除滤波技术外,信号强化与消噪处理同样是提高测绘精准度的关键方法。通过算法增强测量数据,能大幅提升信号的信噪比例,让管线边界识别更为轻松,还能为管线埋深与走向判定提供更精准依据。现代软件处理手段能自动剖析原始数据里的干扰样式,经降噪操作去除异常起伏,并且留存管线信号的特征资料,以此减少人工判读时的主观误差现象。此外,信号增强算法可借助过往测量数据与环境特点来校正当前信号,让探测数据于复杂环境中依旧维持较高精准度。这些手段既提升了测量结果的易读性,又为后续数据分析与管线识别夯实根基。

运用恰当的信号处理手段,地下管线测绘既能减小高压电磁干扰的作用,又可为多源数据融合输送更高质量的输入内容。将信号处理和屏蔽手段相互搭配,达成技术互促,可于复杂状况里取得更为可靠稳定的测绘成果,为城市地下电力网络的管理维护提供有力数据支持。

4.2 多源信息融合在精度提升中的应用

对于地下电力管线的测绘工作而言,单一测绘方式一般无法同时满足精准度和稳定性需求。因此,多源信息融合手段成了提升测绘精准度的关键办法,多源信息融合意味着对不同测量途径或不同数据来源所收集的信息开展综合剖析与处理,进而弥补单一方法存在的局限,达成信息互补。以电磁探测与地质雷达做例子,电磁探测所获数据在金属管道探测的精准度上表现出色,但在非金属管线或复杂土质环境的辨别上存在短板;地质雷达可精准呈现土壤层构造与非金属管线的详尽数据,然而对金属管道的穿透能力欠佳。把两种方法的数据加以融合,可充分彰显各自特色,提升管线识别成效与定位精准度。

进行数据融合之际,需针对不同的数据源做特征抽取、匹配和整合处理。首先,借助信号处理手段对不同类型数据开展预处理,包含滤波、去除噪声、加强信号等举措,确保

输入数据质量达标。随后,借助算法对不同源头的的数据实施空间对齐处理和特征比较,确定管线的潜在位置与走向。最终,凭借综合剖析,制作出精准且可靠的管线分布图表,多源信息融合既提升了地下管线测绘精度,又强化了复杂地质环境和高压电磁干扰条件里的抗干扰能力。

工程应用里多源信息融合呈现出明显的优势。一方面,它削减了单一方式也许造成的误断或漏测几率;另一方面,运用综合分析手段,就算数据不齐全或者干扰程度大,测绘精度也能保持在较高水平。此外,多源信息融合可为后续管线的管理、维护及安全评估给予更完备的数据支撑,让地下电力管线测绘工作更具科学性与系统性。借助信号处理手段与屏蔽办法,多源信息整合打造了地下管线高精度测绘的综合方案,为城市电力基础设施安全运作提供稳固支撑^[4]。

5 实地应用与策略优化

5.1 屏蔽措施与信号处理方法的结合在精度提升中的作用

在实际的工程项目里,要提高地下电力管线测绘的精度,需将屏蔽措施与信号处理方法有效整合。高压电力系统运行时产生的强电磁场,会对测绘信号造成明显干扰,若仅凭借单一技术,在复杂环境中难以获取稳定且可靠的数据。因此,把先进信号处理手段与主动、被动屏蔽技术相结合,是提升测量精准度的关键办法。主动屏蔽利用生成与干扰信号逆向的电磁场,在测量区域达成抵消作用,显著减弱高压电磁干扰的力度。采用金属材料、导磁屏蔽措施或复合架构来实现被动屏蔽,使干扰无法进入测量区域,屏蔽手段可大幅降低环境噪音,令测绘仪器所接收的有效信号更为明晰。

与此同时,信号处理手段对提升数据可用性与测量精准度有着不可替代的功效。滤波手段可针对不同频段的干扰开展定向削减,像低通滤波可去除高频干扰,带阻滤波可压制特定频率的噪音。运用小波变换、卡尔曼滤波等算法,可进一步提高信号时间和空间方面的分辨能力,让探测结果更为精准。此外,多源数据的叠加与融合技术可借助不同测量手段的优势互济,像对比校正电磁感应数据与地质雷达数据,可提升管线识别的准确率,降低单一方式造成的误判几率。

实际测绘证实,屏蔽措施和信号处理技术共同运用时,测量信号稳定性大幅提升,探测误差大幅降低。开展合理布点及探测路径优化设计,使测量设备尽量躲开干扰源的高强度地带,同时保障数据采集的全面覆盖度。利用该技术组合方式,这种技术组合可提高管线位置与深度的测量精准度,

又可增强对复杂埋设环境中管线形态的识别能力。此方法既用于新管线的测绘工作,还能用于旧管网复测与状态判定,为城市地下电力系统安全运转提供可靠数据保障^[5]。

5.2 测绘流程科学管理对精度提升的支撑作用

精度提升并非仅靠技术措施,还需要对测绘流程开展科学化、系统化的管控。在地下电力管线测绘项目里,环境评估在施工前进行是流程管理的首个步骤。通过对施工现场周边的电力线路、土壤介质和地下设施布局开展全面调研,可预先识别可能存在的干扰源与风险点,为屏蔽设计与测量方案的优化提供支撑。环境评估除考虑物理状况外,需考量电力负荷变动与气候条件对电磁场分布的作用,由此制定具有针对性的办法,将干扰对测量的影响减到最小。

优化测量方案是流程管理的关键要素。科学安排测点位置、优化测量流程、明确测量深度与频次,可显著提升数据采集效能与测绘精准度。在设计方案期间,需全面考量屏蔽措施的布局、探测方向以及设备种类,让技术手段与流程步骤紧密相连,保证测量数据的连续与可靠。同时,设备校准对确保精度而言是关键步骤。通过对仪器开展周期性校准,消除零点偏差、测量差错以及环境干扰,可保障设备在测绘时性能稳定。

6 结语

本文聚焦地下电力管线测绘期间的高压电磁干扰现象,全面剖析干扰特点,推出屏蔽举措与精度增强的综合办法。研究表明,将主动与被动屏蔽相融合、对探测设备进行合理布置、开展信号处理以及实施多源信息融合,可有效提高地下管线测绘的精准度。应用实践证明,该综合策略可大幅减少高压电磁干扰对测绘精度的负面作用,增强测量的稳定性与便捷性。此文章为城市地下电力管线管理与工程实操提供了理论和方法方面的借鉴,对确保城市电力稳定运行意义重大。

参考文献

- [1] 张萍萍.地下金属管线测绘项目的质量控制方法[J].中国高新科技,2025,(08):85-87.
- [2] 袁浩.信息化探测技术在城市地下管线测绘中的应用[J].智能城市,2024,10(10):30-32.
- [3] 江宗师,姚远,赵绪军.城市地下管线测绘中信息化探测技术的应用[J].智能建筑与智慧城市,2024,(06):169-171.
- [4] 周静山.现代测绘技术在地下管线测量中的应用[J].华北自然资源,2022,(06):92-94.
- [5] 李蓓蓓.探讨地下管线测量中现代测绘的应用[J].大众标准化,2022,(12):146-148.