

瓶装液化石油气供应站雷电防护及防雷设计技术要点

李孟庄 周媛媛 梁惠龙 曾伟安 符传进

惠州市惠阳区气象局

DOI:10.32629/jsse.v4i1.19078

[摘要] 针对惠州地区瓶装液化石油气供应站多为金属棚、平房及老旧建筑,电力系统简易、信号线配置不完备且防雷设施(尤其是避雷器)普遍缺失的现状。本文从雷电风险评估、接地系统设计、防雷装置设计、安全区域划定及警示系统建立五大核心维度,结合区域场地特征与相关国家标准,深入探讨实用技术要点。为供应站防雷整改提供科学、可行的技术指导,助力提升雷电防护能力,保障运营安全。

[关键词] 瓶装液化石油气; 供应站; 雷电防护; 防雷设计; 接地系统

中图分类号: S761.5 文献标识码: A

Technical Key Points for Lightning Protection and Lightning Prevention Design of Bottled Liquefied Petroleum Gas Supply Stations

Mengzhuang Li Yuanyuan Zhou Huilong Liang Weian Zeng Chuanjin Fu

Huiyang Meteorological Bureau, Huizhou City

[Abstract] In view of the situation in Huizhou region where most of the bottled liquefied petroleum gas supply stations are metal sheds, bungalows and old buildings, with simple power systems, incomplete signal line configuration and generally lacking lightning protection facilities (especially lightning arresters), this paper, from five core dimensions including lightning risk assessment, grounding system design, lightning protection device design, safety area delineation and warning system establishment, combined with regional site characteristics and relevant national standards, deeply explores practical technical key points, providing scientific and feasible technical guidance for the lightning protection rectification of supply stations, helping to enhance lightning protection capabilities and ensure operational safety.

[Key words] Bottled Liquefied Petroleum Gas; Supply Station; Lightning Protection; Lightning Protection Design; Grounding System

引言

瓶装液化石油气供应站作为易燃易爆危险场所,雷电灾害可能引发燃气泄漏、爆炸等重大安全事故,直接威胁人员生命与财产安全。惠州地区多数供应站受建设条件限制,建筑结构简陋、配套设施不完善,雷电防护设施存在明显短板,普遍缺乏规范的避雷器配置,与《建筑物防雷设计规范》(GB50057-2010)等相关标准要求存在差距,防雷整改工作迫在眉睫。基于此,本文结合供应站周边土地利用现状、雷电活动特征及建筑设备实际情况,系统梳理防雷设计关键技术环节,提出针对性解决方案,为供应站防雷工程的科学实施提供技术支撑。

1 雷电风险评估

雷电风险评估是防雷设计的前提与基础,需结合供应站场地条件与区域雷电环境,全面识别潜在风险源与影响因素。

1.1 供应站周边土地情况

1.1.1 邻居土地使用情况

供应站自身土地面积有限,人工接地网的整改与构建常需延伸至周边邻居土地,因此需详细调查邻近区域土地性质(如耕地、建设用地)、建筑物分布格局及是否存在大型金属结构等现状,精准评估其对供应站接地系统布局及雷电风险传导的潜在影响,为地网设计与风险预判提供基础依据。

1.1.2 人工地网的空间限制

受邻居土地使用权及使用现状制约,人工地网建设可能面临空间不足的问题。评估过程中需重点明确人工地网的设计范围、布局形式,判断现有空间是否满足接地电极敷设、维护及雷电能量散流需求,避免因空间限制导致接地系统效能不足。

1.2 雷电风险分析

1.2.1 相关气象数据考察

收集供应站所在区域的长期气象观测数据,重点分析雷电发生频率、平均雷电强度、雷暴季节起止时间及持续时长等关

键指标,通过数据量化区域雷电活动强度,明确潜在雷电威胁的时空分布特征,为后续防护设计提供数据支撑。

1.2.2 潜在雷击方式分析

基于气象数据特征,针对性分析直击雷、感应雷、滚地雷等雷击类型的发生概率及影响路径。结合供应站建筑低矮、金属构件多、设备集中的特点,重点研判不同雷击方式对站内储罐、充装设备、电力系统及信号线的直接破坏与间接干扰,明确防护重点方向。

2 接地系统设计

接地系统是雷电能量泄放的核心通道,需在满足空间条件的前提下,确保接地电阻达标、布局合理、运行可靠。

2.1 土地空间受限的人工接地网

2.1.1 土地使用权协商

当供应站自有土地无法满足接地网建设需求时,需优先与邻近土地所有者开展使用权协商。协商过程中应遵循合法合规原则,充分尊重邻居合法权益,明确约定所需土地的面积(需结合接地电极布局、地下电极网形状等技术要求核算)、使用期限、使用目的及对周边环境与财物的潜在影响,签订正式协议避免后续纠纷。

2.1.2 利用有限空间进行接地系统设计

针对空间限制,采用优化组合设计方案提升接地效能:①采用地下水平接地装置,通过科学设定敷设深度(通常不小于0.8m)与导体间距,最大化利用横向空间提升散流效果;②配置垂直接地电极,合理规划电极深度(一般不小于2.5m)与间距,增强垂直方向接地能力,确保达到理想接地电阻;③通过电磁场模拟与实地测试优化系统整体布局,使水平接地体与垂直接地电极协同工作,实现接地效果最优化,方案需结合场地实际灵活调整。

2.2 接地系统的关键要素

2.2.1 接地电阻标准

依据《电气装置安装工程接地装置施工及验收规范》(GB50169—2016)要求,接地装置应设计为闭合环形,确保中间部分损坏断开时不影响电气装置正常接地。根据供应站危险等级,接地电阻需控制在规定范围(共用接地网通常 $\leq 4\Omega$),同时需根据接地材料(如镀锌扁钢、铜导体)的特性,遵循相应敷设与连接要求,确保接地导体与变压器中性点等关键节点连接牢固可靠。

2.2.2 接地系统的合理布局

设计过程中需严格参照相关国家标准规范,包括《建筑物电子信息系统防雷技术规范》(GB50343—2012)、《建筑物设计防雷规范》(GB50057—2010)及《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》(GB50601—2010),确保接地系统布局符合低压电气装置接地要求、接地电极设置规范及施工验收标准,保障系统安全可靠运行。

2.3 可行性研究

2.3.1 空间限制下的可行性

借助三维建模工具对供应站周边空间进行精细化分析,精准识别可用于接地系统建设的有效区域;结合地下水平接地装

置、高效接地电极等先进工程技术,评估在有限空间内实现最佳接地效果的技术路径;根据研究结果制定详细实施计划,明确施工程序、材料选用、工期安排及质量控制要点。

2.3.2 非传统接地手段的应用

为突破空间限制,可采用非传统接地技术:①应用化合物接地技术,依据《建筑物防雷工程施工与质量验收规范》(GB50601—2010),将垂直接地体深埋于低电阻率土壤中,或通过敷设降阻剂扩大接地体与土壤接触面积,有效降低接地电阻;②推广地下水平接地装置,通过水平埋设导体,充分利用有限空间提升接地效能,技术应用需结合场地土壤电阻率、湿度等实际情况调整。

3 防雷装置设计

防雷装置需针对供应站建筑特征与设备分布,实现对直击雷、感应雷的全面防护,重点关注金属棚防护与避雷器配置。

3.1 金属棚的特殊情况

3.1.1 供应站业主拥有的金属棚部分

防雷装置设计前,需全面掌握业主所属金属棚的核心信息:①材质分析,明确铁、铝、不锈钢等材质类型(尤其是后期新增部分),因不同金属材质的导电性能与雷电响应特性存在差异;②结构评估,分析支撑框架、覆盖物及连接方式,确定潜在雷击点与雷电传导路径,兼顾不同业主所属金属结构的协同防护;③雷击风险研判,结合气象数据与历史雷击记录,评估金属棚所在区域雷电活动强度;④地面情况调查,摸清土壤类型与湿度,为接地系统设计提供参考,确保整体接地系统协调一致。

3.1.2 是否只对业主拥有的金属棚进行防雷设计

设计时需明确防护重点:优先判断业主所属金属棚是否包含站内储罐、充装设备等关键设施或核心存储区域,将其作为防护核心;结合资源配置情况,若资源有限可聚焦关键区域实施重点防护;同时充分考虑周边金属结构对供应站雷电防护的影响,避免因防护范围不全导致风险遗漏,确保设计方案的完整性与协调性。

3.2 避雷器的选择

3.2.1 避雷器的性能

依据《建筑物电子信息系统防雷技术规范》(GB50343—2012)与《建筑物设计防雷规范》(GB50057—2010),结合供应站雷电风险分析结果选择避雷器,核心性能指标需满足:①额定电压与区域雷电活动水平适配,确保雷击时可靠导通雷电流;②最大放电电流承受能力匹配区域雷电频率与强度,避免过载损坏;③响应速度快,减少雷电冲击持续时间,提升防护效果;④长寿命、低维护成本,保障系统长期稳定运行。

3.2.2 信号线和电力线的防护

信号线防护需选用带屏蔽层的电缆,降低外部电磁干扰,同时配置专用信号避雷器,确保雷电冲击时及时释放电荷,避免信号线受损;电力线布置应避开雷电活动频繁区域,减少感应雷风险,在总配电室、分配电箱及设备前端分别安装相应等级的避雷器,形成三级防护体系,确保电力系统快速消耗雷电能量,最大限度降低雷电对线路及设备的损害(见图1)。

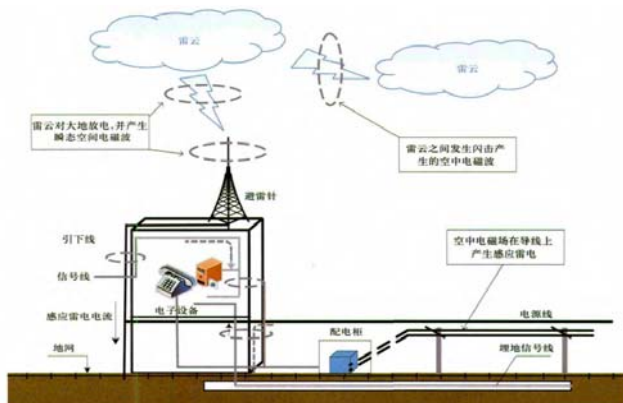


图1 感应雷击示意图

4 安全区域划定与警示系统

安全区域划定与警示系统是保障人员安全的重要手段,需结合雷电风险等级,实现风险分区管控与应急预警。

4.1 安全区域的划定

4.1.1 设备和人员安全区域的确定

设备与液化气罐安全区域需明确输电设备、电力控制系统、液化气罐等关键设备的分布,根据设备危险等级划定安全防护范围;人员安全区域需按工作功能划分,确保工作人员在雷电天气时可快速抵达最近安全避难点,并预留清晰、畅通的应急通道;安全区域尺寸需依据雷电风险分析结果调整,高雷电风险区域适当扩大范围,同时采用明显标识标注边界与入口,方便紧急情况下快速识别。

4.1.2 划定不同雷电风险区域

根据雷电风险评估结果,将供应站划分为高、中、低三类风险区域:①高雷电风险区域(如储罐密集区、充装作业区),限制非必要人员进入,仅允许经过专业培训的人员出入;②中低雷电风险区域(如辅助设备区、办公区),实施常规安全措施,设置明显安全标识;③针对不同区域建立差异化预警系统,在高风险区域配置更灵敏、快速的预警设备,提升风险防控针对性。

4.2 雷电风险区警示设立

防雷警示标识最佳悬挂高度为距地面2米,设置需遵循以下要求:①现场存在安全风险的重要部位(如储罐区、配电室)和关键岗位必须设置安全警示牌;②警示牌需安装在危险地点或设备附近最易观察的位置;③优先设置在光线充足环境,光线较

暗区域需增设辅助光源;④牢固固定于依托物,避免倾斜、卷翘或摆动,高度尽量与人眼视线平齐;⑤室内露天场所宜选用反光或自发光材质的警示牌,确保全天候清晰可见。

4.3 人员行为预警系统

建立完善的人员行为预警系统,提升应急处置能力:①制定定期雷电安全培训计划,配套开展模拟演练,确保操作人员熟悉雷电风险、避雷规范及应急流程;②借助移动应用程序、专用警示设备及GPS技术,为操作人员提供实时雷电风险信息与精准定位服务,规避高风险区域;③搭建实时通讯系统,通过对讲机、手机等工具保障雷电事件发生时信息快速传递与人员协同;④在站内设置明确的安全区域指南,标明避险点位置与撤离路径,提高人员撤离效率。

5 结束语

针对惠州地区瓶装液化石油气供应站建筑简陋、空间有限、防雷设施不足的突出问题,本文从雷电风险评估、接地系统设计、防雷装置设计、安全区域划定及警示系统建立五个核心环节,提出了针对性强、可操作性高的技术要点。特别强调了针对金属棚与老旧建筑的差异化防护设计、周边土地使用权协商技巧及非传统接地手段的应用,为供应站防雷整改提供了全面的技术支撑。通过严格落实各项技术要求,可有效提升供应站雷电防护水平,为站内设备稳定运行与人员生命安全筑牢防线。

[参考文献]

- [1]曾宇,李强,余蜀豫,等.石油化场所防雷等级划分方法研究[J].建筑电气,2021,40(04):59-62.
- [2]刘杰.石油液化气站防雷技术要点分析[J].技术与市场,2020,27(09):102-103.
- [3]齐静静,李家宁,尹志清,等.油气集输站库雷电防护能力模糊评价模型研究[J].电瓷避雷器,2019(06):49-54.
- [4]王琦,高思想,赵建,等.浮顶油罐雷电事故防护方案研究[J].科技风,2018(25):233.
- [5]盛益,刘鹏,颜刚,等.石油钻机雷电防护分析[J].设备管理与维修,2018(08):127-128.

作者简介:

李孟庄(1989--),男,汉族,湖北咸宁人,本科,防雷助工,主要从事防雷技术研究与应用工作。