

加能站防雷安全隐患分类判定技术研究

陈忠涛 张洁茹 吴崇岳 游志远

江苏省扬州市气象局

DOI:10.32629/etd.v7i6.21002

[摘要] 当前加能站防雷安全隐患判定存在分类不系统、标准不统一、风险评估不精准等问题,难以适配综合能源站的安全管理需求。本文以加能站防雷安全为研究对象,采用文献研究、实地调研、专家咨询、案例分析与系统分析相结合的方法,构建风险等级—区域位置—设施类型三维隐患分类体系,制定现场勘查、仪器检测、资料分析一体化判定流程,建立风险矩阵法、评分法、权重法融合的风险评估模型,并提出分级分类整改措施与长效管理建议。研究结果表明,三维分类体系可全面覆盖外部防雷、内部防雷、防静电及管理制度四类隐患,四级风险等级划分能精准区分隐患紧急程度,系统化判定方法可提升隐患识别准确率与整改效率。本研究为加能站防雷安全隐患标准化判定、精准化整改、规范化管理提供技术支撑,对降低雷电灾害风险、保障公共安全与能源供应稳定具有重要理论与实践意义。

[关键词] 加能站; 防雷安全; 隐患分类; 风险判定; 综合能源站; 防雷装置

中图分类号: TU856 文献标识码: A

Research on the Classification and Determination Technology of Lightning Protection Safety Hazards in Energy Storage Stations

Zhongtao Chen Jieru Zhang Chongyue Wu Zhiyuan You

Yangzhou Meteorological Bureau, Jiangsu Province

[Abstract] Currently, there are problems with the classification of lightning protection safety hazards in refueling stations, inconsistent standards, and inaccurate risk assessments, which make it difficult to adapt to the safety management needs of comprehensive energy stations. This article takes the lightning protection safety of the Jianeng Station as the research object, and adopts a combination of literature research, field research, expert consultation, case analysis, and system analysis to construct a three-dimensional hidden danger classification system of risk level regional location facility type. It formulates an integrated judgment process of on-site investigation, instrument detection, and data analysis, establishes a risk assessment model that integrates risk matrix method, scoring method, and weight method, and proposes graded and classified rectification measures and long-term management suggestions. The research results indicate that the three-dimensional classification system can comprehensively cover four types of hidden dangers: external lightning protection, internal lightning protection, anti-static, and management system. The four level risk level classification can accurately distinguish the urgency of hidden dangers, and the systematic judgment method can improve the accuracy of hidden danger identification and rectification efficiency. This study provides technical support for the standardized determination, precise rectification, and standardized management of lightning safety hazards in refueling stations. It has important theoretical and practical significance for reducing the risk of lightning disasters, ensuring public safety, and stabilizing energy supply.

[Key words] Jianeng Station; Lightning protection safety; Hazard classification; Risk assessment; Integrated energy station; Lightning protection device

引言

随着综合加能站的普及,氢能、电能等新型能源设施引入带来全新防雷挑战: 氢气易燃易爆、点火能量极低,对静电与雷电

火花高度敏感; 充电桩、配电系统、智能监控设备对雷电过电压与电磁脉冲敏感,易因雷击损坏导致供电中断; 多能源系统集成中布置使防雷系统协调性要求大幅提升,单一隐患易引发连锁

风险。本研究聚焦加能站防雷安全隐患分类判定核心问题,旨在构建多维度、系统化的加能站防雷安全隐患分类体系,实现隐患从单一分类向三维立体分类转变;本研究通过提升防雷安全水平,有效防范火灾爆炸事故,减少人员伤亡与环境破坏,助力绿色能源安全应用,促进能源行业可持续发展,具有显著社会效益。

1 加能站防雷安全的概述

1.1加能站类型及核心特点

加能站已从单一加油站发展为五大类型:传统加油站、加气站、加氢站、电动汽车充电站、综合能源站。

1.2防雷安全核心系统

加能站防雷安全由四大核心系统构成,缺一不可:

外部防雷系统:由接闪器、引下线、接地装置组成,防范直击雷,要求保护范围全覆盖、引下线数量充足、接地电阻 $\leq 4\Omega$ 。

内部防雷系统:由等电位连接、屏蔽、SPD组成,防范雷电电磁脉冲,要求消除电位差、屏蔽完整、SPD多级配合。

防静电系统:由静电接地、静电消除装置、防静电材料组成,防范静电积聚放电,要求静电接地电阻 $\leq 100\Omega$ 。

管理制度:由责任制度、检测维护、培训教育、应急预案组成,保障防雷措施有效落实,要求检测周期 $\leq$ 半年、定期演练。

表1 不同类型加能站防雷特性对比

站点类型	防雷等级	核心防护区域	关键防护要点
传统加油站	二类	油罐区、加油区	接地系统、静电消除、油气回收防护
加气站	二类	压缩机房、储气区	高压设备防雷、控制系统SPD防护
加氢站	二类	储氢区、加氢区	等电位连接、防爆防雷、静电防控
充电站	二类/三类	充电区、配电区	SPD多级防护、接地系统、屏蔽
综合能源站	二类	全区域	多系统协同、统一接地、风险叠加防控

2 加能站防雷安全隐患分类标准

2.1风险等级划分(四级三色管控)

根据隐患发生可能性和后果严重性,把隐患分为四级,明确判定标准和处置要求:

极其危险(红色)即有可能引起重大火灾爆炸,防雷装置严重缺失或者失效,接地系统完全失效,重要设施没有防护。处置要求是立即停止该区域的使用,雷雨天气停止营业,限期整改。

高度危险(橙色)会导致局部火灾或者设备严重损坏,防雷装置部分失效,接地电阻大于标准值的50%以上,检测超期两年以上。处置要求:限期优先整改,雷雨天气采取临时防护。

显著危险(黄色):会引起设备损坏或者系统故障,防雷装置有小的缺陷,接地电阻略微超差,SPD老化,管理制度欠缺。处置要求:纳入日常维护,定期检测整改。

一般危险(蓝色)不直接导致事故,只对系统运行造成影响,防雷装置轻微锈蚀、标识不清、记录不全。处置要求:适时整改,加强日常管理。

2.2按区域位置分类

按加能站功能区域划分,精准定位隐患位置:

站房及罩棚区、加油区、油罐区、充电区、加氢区。

2.3按设施类型分类

按防雷设施功能划分,明确隐患技术属性:

外部防雷装置隐患、内部防雷装置隐患、防静电装置隐患、管理制度隐患。

2.4三维分类体系应用

采用风险等级—区域位置—设施类型三维组合判定,如“油罐区接地装置—高度危险”,全面反映隐患位置、类型、风险程度,实现精准识别、精准整改、精准管控。针对不同站点差异化应用:传统站点侧重油罐区、加油区;加氢站侧重储氢区、加氢区;综合能源站全面覆盖、重点管控多系统协同隐患。

3 加能站防雷安全隐患判定方法

3.1现场勘查方法

3.1.1勘查准备

收集站点设计图纸、检测报告、管理制度等资料;配备接地电阻测试仪、低电阻测试仪、照相机、记录表等工具;安排2名以上专业人员,明确安全监护职责。

3.1.2勘查内容

按区域逐项勘查:站房及罩棚区核查接闪器、引下线、等电位连接;加油区核查加油机、油气回收系统、操作规范;油罐区核查油罐接地、卸油口、人孔;充电区核查充电桩、供电线路、监控系统;加氢区核查加氢装置、储氢设备、管道系统。记录隐患位置、类型、状态,拍照存档。

3.1.3勘查记录

采用标准化记录表,记录勘查时间、人员、站点信息、隐患详情、环境条件,绘制隐患位置简图,形成勘查报告。

3.2仪器检测方法

3.2.1接地电阻测量

采用三极法/四极法测量,判定标准:加油/气/氢站 $\leq 4\Omega$,充电站 $\leq 4\Omega$ (特殊 $\leq 10\Omega$),检测主接地端子、设备接地、静电接地等点位。

3.2.2等电位连接测量

采用低电阻测试仪,判定标准:主等电位 $\leq 0.03\Omega$,辅助等电位 $\leq 0.1\Omega$,防静电等电位 $\leq 1.0\Omega$ 。

3.2.3 SPD性能检测

目视检查外观与指示灯,仪器检测残压、漏电流,确认参数符合产品要求,无失效、损坏。

3.2.4防静电设施检测

静电接地电阻 $\leq 100\Omega$,防静电地面表面电阻 $10^6\sim 10^9\Omega$,人体静电电位 $\leq 100V$ 。

3.3资料分析方法

设计资料分析,对防雷设计是否符合GB50057、GB50156进行核查,评价设计的合理性、完整性。

检测记录分析主要是对检测周期($\leq$ 半年)、检测内容的全

面性、检测结果的合规性进行检查,并对历史隐患整改情况进行跟踪。

管理制度分析就是对责任制度、操作规程、培训记录、应急预案进行核查,评价管理的有效性。

3.4 隐患判定流程

标准化判定流程:资料收集与准备→现场勘查→仪器检测→资料分析→隐患识别与分类→风险等级评估→形成判定结论→提出整改建议。

3.5 风险评估方法

风险矩阵法:评估事故可能性(极少/偶尔/可能/经常)与后果严重性(轻微/中等/严重/灾难性),通过矩阵确定风险等级。

评分法:外部防雷(30分)、内部防雷(30分)、防静电(20分)、管理制度(20分),总分 ≥ 90 分无隐患, ≤ 39 分为极其危险。

权重法:赋予区域(油罐/加氢区1.5)、设施(接地/SPD1.3)权重,计算加权风险值,精准判定等级。

3.6 判定工具

制定隐患检查清单、隐患判定表、风险评估表三大标准化工具,实现判定流程规范化、数据化、可追溯。

4 隐患整改措施与管理建议

4.1 分类整改措施

4.1.1 外部防雷装置整改

接闪器:更换破损锈蚀部件,扩大保护范围,确保全覆盖;引下线:增设数量、紧固连接点,保证截面积与间距合规;接地装置:增设接地极、改善土壤条件,降低接地电阻,防腐处理。

4.1.2 内部防雷装置整改

等电位连接:完善主辅连接,更换不合格导体,紧固连接点;SPD:更换失效设备,优化选型与安装位置,实现多级防护;屏蔽:修复屏蔽层,规范接地,扩大屏蔽范围至关键设备。

4.1.3 防静电装置整改

静电接地:修复断开点,降低接地电阻,防腐处理;静电消除:更换损坏释放器,完善防静电地面与工具;人员防控:配备防静电服装,规范操作流程。

4.1.4 管理制度整改

完善责任制度,明确岗位职责;落实半年检测,完整记录;加强全员培训,定期应急演练;建立隐患台账,闭环管理。

4.2 长效管理建议

标准建设:制定加能站防雷隐患判定专项标准,完善多能源站点技术规范;

技术提升:推广智能防雷监测、主动防雷、大数据预警技术,实现实时管控;

管理体系:建立“日常巡查—定期检测—隐患整改—验收评估”闭环机制;

信息平台:建设防雷安全信息管理系统,实现隐患数据共享、风险动态预警;

宣传教育:强化从业人员防雷安全培训,提升应急处置能力。

5 结论与展望

5.1 主要结论

本文系统地揭示出加能站防雷安全隐患具有多样、复杂、叠加的特征,并且综合能源站的风险要高于传统的站点。创建起“风险等级-区域位置-设施类型”三维度分类体系,把四级风险管控机制融入进去,准确地表现出现场隐患的本质特性,契合各类站点的需要。采用现场勘查、仪器检测、资料分析三者相结合的判定方式,利用风险矩阵、评分法、权重法相结合的评价模型,大大提高了隐患判定的科学性、准确性。提出分级分类整改措施和长效管理机制,使技术隐患和管理隐患同时得到治理,给加能站防雷安全标准化、本质安全提供核心支撑。

5.2 研究展望

未来的研究方向将会集中于氢能、储能、光伏一体化等新型能源设施的专项防雷标准的制定,深入到智能防雷技术的应用中去,开发出雷电监测、预警以及隐患自动识别系统。主要攻克多能源协同场景下系统兼容、风险隔离的技术难题,创建起政府、企业、第三方机构协同的社会共治管理机制,全面提高加能站行业防雷安全水平和韧性。

【参考文献】

[1]张远.加油站防雷设计技术浅析[J].中国科技纵横,2014(19):70.

[2]胡允勤,余彦龙,戴灿星.个体加油站防雷隐患及防护措施探讨[J].江西建材,2014(16):58.

[3]许勇,黄高平.加油站雷电及静电安全隐患分析与防范措施[J].科技风,2019(11):198+202.

[4]杨小平.LNG加气站主要安全隐患与治理方案探讨[J].城市建设理论研究(电子版),2019(16):150.

[5]魏红梅.LNG加气站BOG的产生及处理工艺研究[D].哈尔滨工业大学,2016.

作者简介:

陈忠涛(1982--),男,汉族,江苏省泰州市兴化市人,本科,工程师,研究方向:防雷。