

综合加能站雷电及静电安全风险分析与防范措施

李宁旭¹, 李俊兰², 赖天华³, 赖希⁴

¹中国石化销售股份有限公司重庆江南石油分公司, 重庆

²中国石油工程建设有限公司西南分公司, 四川 成都

³西南石油大学工程训练中心, 四川 成都

⁴石油天然气装备技术四川省科技资源共享服务平台, 四川 成都

收稿日期: 2022年8月26日; 录用日期: 2022年9月6日; 发布日期: 2022年9月19日

摘要

本文结合新改扩建综合加能站防雷防静电工作实际, 以具备多功能的综合加能站为例, 在传统加油(气)站防雷防静电基础上, 对综合加能站存在的雷电静电风险进行了分析, 从设计实施、系统化风险管控、运行维保、培训演练等多维度提出相关防范措施, 保障综合加能站安全运营, 具备较大的现实意义。

关键词

综合加能站, 雷电及静电, 安全风险, 防范措施

Safety Risk Analysis and Preventive Measures of Lightning and Static Electricity in Comprehensive Power Station

Ningxu Li¹, Junlan Li², Tianhua Lai³, Xi Lai⁴

¹Sinopec Marketing Chongqing Jiangnan Branch Company, Chongqing

²China Petroleum Engineering Construction Co., Ltd. Southwest Branch, Chengdu Sichuan

³Southwest Petroleum University Engineering Training Center, Chengdu Sichuan

⁴Oil and Gas Equipment Technology Sharing and Service Platform of Sichuan Province, Chengdu Sichuan

Received: Aug. 26th, 2022; accepted: Sep. 6th, 2022; published: Sep. 19th, 2022

文章引用: 李宁旭, 李俊兰, 赖天华, 赖希. 综合加能站雷电及静电安全风险分析与防范措施[J]. 管理科学与工程, 2022, 11(3): 377-382. DOI: 10.12677/mse.2022.113046

Abstract

This article combines the actual situation of lightning protection and anti-static work of the newly renovated and expanded comprehensive energy station, take a multifunctional integrated energy station as an example, on the basis of lightning protection and anti-static protection of traditional gas stations, the lightning static risk existing in the comprehensive energy charging station is analyzed, put forward relevant preventive measures from multiple dimensions such as design and implementation, systematic risk management and control, operation and maintenance, training and drills, guarantee the safe operation of the integrated power station, have greater practical significance.

Keywords

Comprehensive Energy Station, Lightning and Static Electricity, Security Risk, Preventive Measures

Copyright © 2022 by author(s) and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY 4.0).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

1. 引言

随着社会进步及能源环保技术发展, 车辆驱动能源多元化, 进站客户的需求多样化, 促进传统的加油(气)站向油气氢电综合服务综合加能站升级, 为提升服务功能, 新建站点大都设计增加多功能以满足客户需求, 非新建站点通过改进、扩建的方式增加服务功能, 如安装洗车机增加洗车服务功能、安装太阳能光伏板提供绿色电能、增设充电换电站为新能源汽车充电、增加氢能源供给等[1]。在丰富功能的同时, 新增设备设施及工艺也带来了新的安全风险, 由于加油站属于爆炸和火灾危险场所, 雷电及静电可能导致的安全风险不容小视, 加油(气)站在运行过程中容易遭受到雷电以及静电的威胁, 雷电以及静电是加油站在日常工作管理过程中防控的重点和要点[2], 一般情况下, 雷电会给加油(气)站造成严重的经济损失, 如建筑物损坏、电器设备故障, 甚至引起加油(气)站爆炸起火。同时, 雷电和静电诱发事故事件的机理存在相应的共性, 两者均是通过带电火花来引发易燃易爆油气燃烧或爆炸[3]。加油(气)站在防范雷电及静电风险的过程中需要对其硬件设备设施风险因素进行分析、评估, 同时参照当地的气候环境特征, 合理布置防雷击装置, 完善静电接地和消除装置, 结合运行中系统管控措施, 消除雷击及静电风险隐患[4]。

2. 综合加能站雷电静电风险分析

综合加能站所面临的雷电风险为三类, 即直击雷风险、感应雷风险和雷电反击风险, 不同的雷电风险可能导致的危害存在相应的差异, 一般情况下直击雷对加油站的危害相对较大。在卸油及加油(气)过程中由于存在油气和静电积聚而产生风险。

2.1. 直击雷风险

雷电直击建筑物或站内设备设施, 可在瞬间产生数万乃至数十万伏的高压, 电流可达数十万安培, 形成巨大的热能和机械能, 给加油站内部的建筑结构成毁灭性的破坏, 直接危及加油加气作业区人身和

加油设备财产安全。其次，直击雷对加油站所带来的危害还体现在雷电在传递传导过程中所产生的高压电流可能会导致加油站内油气燃烧或爆炸，发生严重的火灾事故或爆炸事故[5]。

2.2. 感应雷风险

即静电感应雷以及电磁感应雷，不同感应雷所造成的损害具备相应的差异。具体来说，由于在雷雨天气加油站上部的雷雨云在出现静电感应或放电时会产生一系列的电磁现象，从而使得加油站建筑主体或金属构筑物受到相应的感应影响，比如站房、罩棚立柱内部的钢筋，工艺区金属设备实施，甚至是电脑数据处理线路均会与雷雨云出现相互感应的现象，继而产生与雷雨云电荷属性相反的电荷，最终使得相关区域位置出现过压过电流的状况，严重的甚至会释放相应的电火花，引发加油站内部火灾事故，造成严重的损失[6]。

2.3. 雷电反击风险

站内站房或罩棚等建筑物受雷击后，雷电流在流入点和支撑柱泄流都会形成高电位，当防雷装置与建筑物内部的电气设备、线路或其它金属管线的绝缘距离过近时，它们之间会发生放电现象，如果建筑物以及设备防雷接地引线与接地点数量存在明显的不足，接地体与接地线之间的距离过大，都可能引发接地环节高电位反击现象，进而造成相应的雷击破坏，雷电反击可能引起电气设备绝缘被破坏，严重的会引发火灾[7]。

2.4. 静电风险

在卸油及加油(气)过程中由于油气和静电积聚而存在火灾爆炸风险。当人在走路会产生 1000 V 至 10,000 V 静电电压，与导体之间的放电能量可达到 0.4 mJ，大于油气点火能 0.2 mJ，可能导致油气爆炸或燃烧，从而引起相关区域出现火灾或爆炸事故[8]。

1) 卸油(气)的静电风险。在加油站运行过程中常见的静电风险发生在卸油时所产生的静电积聚以及手工量油时下尺速率大于 1 m/s 或上提速率大于 0.5 m/s 所产生的静电，当未采取有效措施导电，就会发生静电荷积聚，这类静电荷的静电电位最高可达数万 V，一旦存在放电条件，就会产生火花，引发火灾爆炸事故。

2) 加油(气)过程静电风险。当前加油(气)站均安装了油气回收装置，但如加油人员操作不当或发生意外油品滴洒、泄漏时存在蒸发或挥发的现象，在油箱以及油箱口处如果操作不当或在加油期间出现油量过满而外溢的现象，会产生静电火花引燃油气。除此之外，若在加油站内部加油活动中相关作业人员存在使用手机以及移动通信设备或穿戴有带铁钉的装备可能会在相关区域摩擦生成火花，最终引发相关区域位置起火爆炸[9]。

3. 综合加能站雷电及静电风险防范设计措施

综合加能站防雷设计包括外部防雷、内部防雷及接地装置，在新改扩建设计中应充分考虑整体防雷及接地系统，完善防雷体系。外部防雷装置用于防护直击雷，由接闪器、引下线和接地装置组成，内部防雷装置用于减小雷电流在所需防护空间内产生的电磁效应的防雷装置，由屏蔽导体、等电位连接件和电涌保护器等组成，接地装置由埋于土壤中的垂直接地体和水平接地体以及引下线组成。站内的设备、管道、构架等主要金属物，应就近接到防雷装置或公用接地装置上[10]。

3.1. 区域防雷措施

1) 站房及罩棚区域。站房与罩棚作为传统站内建筑物，主要为钢筋混凝土结构，按照第二类防雷建

建筑物进行防雷设计, 防范直击雷及感应雷风险应通过设置接闪器, 根据站房建筑结构及高度, 接闪器可选择接闪杆、接闪带(网)或金属屋面, 并在整个屋面组成不大于 $10\text{ m} \times 10\text{ m}$ 或 $12\text{ m} \times 8\text{ m}$ 网格, 宜使用不小于 $\Phi 12$ 的镀锌圆钢, 每隔 1 m 采用 150 mm 支架支撑, 并与屋面、墙体或立柱内钢筋连接, 并接入地网, 如罩棚使用大于 0.4 mm , 且搭接长度大于 100 mm , 可不再增加接闪器。站房及罩棚应专设不小于两根引下线, 站房可延墙体暗敷, 罩棚延立柱暗敷, 引下线应根据建筑结构对称敷设, 平行平均间距不应大于 18 m , 同时在距离地面 0.3 m 至 1 m 处预留防雷检测窗, 并做明显标识标记, 以免后期在改扩建施工中掩蔽。站房及罩棚区域加油(气)机电气及网络连接线应分开铺设, 使用穿埋地金属管或采用屏蔽电缆, 采用屏蔽电缆时其屏蔽层应至少在两端, 并宜在穿越站房墙体或跨越不同防雷交界处做等电位连接。所有站房及罩棚区域内金属设施设备, 包括防撞柱、尾气处理液加注机等都应等电位连接在一起, 并与防雷装置相连[11]。

2) 工艺作业区防雷措施。包括油罐区、露天或室内工艺区及卸油(气)作业区。本区域存在直击雷、感应雷及静电风险, 且存在 0 区, 是综合加能站内重点雷电静电防护区域, 应采取接闪器防护直击雷, 完善的等电位连接及整体网络环形接地装置防范感应雷击及雷电反击。金属油罐接地不少于两处, 接地电阻不大于 $10\ \Omega$, 露天储气罐(瓶组)、缓冲罐、加湿器、排污罐等金属外壳厚度大于 4 mm 可使用金属罐体作为接闪器, 当通气管、放散管及阻火器厚度大于 4 mm 可做接闪器, 同时各金属附件应相互做好电气连接。需要单独设计的接闪杆的区域, 如氢气放散管、管束车辆附近应采取独立接闪杆, 应按照第二类防雷建筑物, 通过滚球法计算接闪杆防雷保护范围, 确保在保护范围内, 同时接闪杆与被保护设施平行距离不小于 3 m , 垂直高度不低于放散管、呼吸阀 2 m , 在卸油卸气区可利用视频监控系统金属杆作为接闪器。工艺区的平行敷设的管道、构架和电缆金属外皮等长金属物之间的平行净距小于 100 mm 时应采用金属线做等电位跨接, 跨接点的间距不应大于 30 m , 当交叉净距小于 100 mm 时, 其交叉处应做等电位跨接, 在法兰盘、胶管两端应做好等电位连接, 采用金属线、金属片跨接或者用 5 根以上的螺栓连接法兰盘。本区域范围应采取物理隔离, 在区域入口处应设人体静电消除装置, 进入区域内应先消除人体静电。

3) 光伏发电区。考虑到安全防护条件、安全距离等要求, 不应在新建、改建和既有的加气站、加氢站罩棚上增设分布式光伏系统[12]。在站房屋顶分布光伏发电系统的所有金属构件均应做等电位连接, 可利用光伏组件、光伏方阵的金属边框作为接闪器, 光伏组件、光伏方阵的金属边框与光伏金属支架电气连接, 并与站房的接闪带、墙面内钢筋和金属护栏等做好电气连接[13]。为防护雷击电磁脉冲, 在电网进线处、并网接入如配电箱(柜)应安装浪涌保护装置。

4) 充换电站区防雷措施。充电区域内的建(构)筑物需有防直击雷保护措施, 宜采用接闪带(网)作接闪器, 当采用彩钢屋面的金属板厚为 0.5 mm 、搭接长度为 100 mm , 且紧邻金属板的下方无易燃物品时, 彩钢屋面可直接作为接闪器。当使用非金属顶棚, 可选用镀锌圆钢或钢管作为护棚柱, 钢管直径不应小于 25 mm , 上部宜高于顶棚, 做成半球状, 最小弯曲半径宜为 4.8 mm , 最大宜为 12.7 mm 。换电站宜选用撬装一体化设备, 壳体外壳为金属, 可做接闪器, 同时壳体应单独接地或接站内地网。无论充电站还是换电站, 其区域内金属设备均应做电气连接并接地。

5) 自动洗车区域防雷措施。经统计, 自动洗车装置主要为隧道式及往复式, 外壳结构有铝塑板、亚克力及金属结构, 金属结构外壳普遍小于 4 mm , 宜采取安装独立接闪杆防直击雷, 同时金属外壳应与洗车机内金属设备做电气连接, 并接入站内整体接地装置, 也可采用区域独立接地的方式, 接地体可采用垂直角钢或扁钢, 但应注意由于自动洗车区域易受洗车过程中水的腐蚀, 等电位连接线及接地装置应采取镀锌钢材, 接地电阻不大于 $10\ \Omega$ 。

3.2. 防静电措施

综合加能站内工艺区作业区及加油(气)区域等应采取防静电措施,主要通过设置静电接地装置消除静电,工艺区内设备与防雷、电气保护接地系统共用时,不再采用单独静电接地措施,在上述区域专设的防静电接地体,其工频接地电阻不应大于 $100\ \Omega$ 。操作人员应严格按照要求穿戴防静电工作服,同时在进入工艺作业区应先消除静电,在卸油作业环节,应检测油罐车、管束车辆自带静电接地装置是否与大地有效接触,同时结合密封卸油工艺,对油品匀速卸载,防止在卸油过程中出现冲击、喷射的状况,以此减少油品所产生的静电,而在加油(气)作业工作中,应有效控制好加油速度,避免油品与各类高起电材质之间出现剧烈摩擦碰撞的现象,严禁向塑料桶内加注或储存油品[14]。

3.3. 接地装置

综合加能站内,各功能区域的防雷接地、防静电接地、电气设备的工作接地、保护接地及信息系统接地等接地宜公用接地装置,接地电阻不应大于 $4\ \Omega$ 。接地系统应根据加能站面积及功能模块区域分布设计,宜在加能站四周形成环形接地,接地装置由垂直接地与水平接地组成,垂直接地体宜选用不小于 $2.5\ \text{m}$ 的镀锌角钢,水平接地体宜选用 $40\ \text{mm} \times 4\ \text{mm}$ 镀锌扁钢,埋于土壤中的垂直接地体埋设深度不应小于 $0.5\ \text{m}$,结合土壤及环境条件,宜埋深在 $0.7\ \text{m} \sim 0.8\ \text{m}$ 。各功能区域接地装置与接地干线的电气连接,过度电阻不应大于 $0.03\ \Omega$,连接处宜采取直接焊接方式,焊接处应防腐处理。

4. 综合加能站运行中雷电及静电风险防范措施

在对综合加能站进行完整有效的防雷防静电设计实施后,投入运行的综合加能站还应采取系统化的防雷防静电管理措施,以保持防雷防静电系统的持续安全状态,并对人的不安全因素进行管控,降低综合站的雷电静电安全风险。

4.1. 动态系统管理

综合加能站应建立、健全完整且单独的防雷防静电系统设施基础档案。通过新改扩建的综合加能站较传统加油(气)站增加了功能模块及一并设计实施防雷防静电措施,新增加的防雷防静电措施应在投入运营后纳入整体防雷防静电系统统一管理,更新站内系统档案,宜按功能区块分区、分类进行登记记录,特别是针对隐蔽措施的地下或构建筑物内线路,如构建筑物内引下线、接入整体地网的接地线、新增的地下穿管电缆等要重点设施要详细记录并保存完好,动态更新,保持防雷防静电系统档案完整性、准确性。

4.2. 常态化检测

综合加能站应对运行中的防雷防静电设施开展检测,确保有效性。检测按照定期检测和日常检测要求开展,日常检测可根据综合加能站的日周月查巡查标准内容,将防雷防静电设施纳入巡查内容,重点巡检标识标牌有效情况、线路的绝缘保护外层完整无破损、接地线(包括跨接)及断接卡连接处是否损坏,巡检工作应分区域开展,包括综合加能站各个功能模块区域,发现并及时整改无效设施,对接闪器锈蚀应及时除锈或更换。定期检车为每半年开展一次防雷检测,根据所在地气候及雷暴日期条件,宜选择在雷暴集中日前开展检测,并根据检测结果定期对整个防雷管控体系中的线路回路进行评估、分析,保持防雷防静电设施的持续有效性。

4.3. 培训与演练

综合加能站应在应加强对员工的防雷防静电安全培训教育。培训教育注重提升员工的安全意识、安全知识和安全技能,培训形式采取集中或线上自学方式进行,培训内容应浅显易懂,通过视频、短片、

案例、漫画等易于接受的内容呈现方式将防雷防静电内容及应急措施纳入员工三级安全培训,使员工了解综合加能站内雷电静电安全风险和危害,熟知站内采取的各项安全防范措施和风险点,在重点区域应有明显防雷防静电安全提示及安全操作规程,严格消除和防范静电风险。应将防雷防静电灾害应急预案演练纳入综合加能站年度预案演练计划,在重点时段及时开展,且每年开展不少于两次的单功能区域或综合区域由于雷电静电导致的火灾爆炸预案演练(现场处置),演练采取实际跑位或桌面推演相结合,其中实际跑位演练不应少于1次,提高员工对雷电及静电风险的应急处置能力,增强综合加油能站风险防范能力[13]。

5. 结束语

总体来说,近年来,综合加能站发展迅速,新的功能也在持续探索增加,由于加油站位置和功能的特殊性,多数采取在原站内增加功能模块提升功能,这就为防雷防静电的工作带来了新的风险。同时,由于对综合加能站的各功能区域和整体防雷防静电工作尚无完整、统一的标准规范,因此,在应对综合加能站雷电及静电安全风险工作中,应采取系统化设计和多维度管理。本文以具有加油加气功能、洗车服务功能、充换电功能、太阳能发电功能的综合加能站为例,结合实际应用,对防雷防静电措施进行了比较系统的阐述和探讨,对当前综合加能站的防雷防静电工作开展具有较大的现实意义。

参考文献

- [1] 韩钧. 打造安全、环保的汽车加油加气加氢站——国家标准《汽车加油加气加氢站技术标准》介绍[J]. 工程建设标准化, 2022(3): 75-77.
- [2] 洪欣. 加油站雷电安全隐患分析及防范措施[J]. 建筑工程技术与设计, 2018(29): 4169.
- [3] 胡会先. 加油站雷电防护措施[J]. 消费导刊, 2020(24): 103.
- [4] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 国家市场监督管理总局. GB50156-2021 汽车加油加气加氢站技术标准[S]. 北京: 中国计划出版社, 2021.
- [5] 赵玉峰. LNG 加气站危险特性与防护措施探讨[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2022, 42(7): 13-15.
- [6] 薛顺勇. 提升加油加气站防雷安全管理和雷电应急处置能力的措施[J]. 石油库与加油站, 2021, 30(2): 36-39.
- [7] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局, 中国国家标准化管理委员会. GB/T32937-2016 爆炸和火灾危险场所防雷装置检测技术规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2016.
- [8] 张奇锋, 王键, 周泽烽. 加油加气站雷击静电事故及安全防护技术的研究[J]. 中外交流, 2018(19): 42.
- [9] 冯娜, 季启政, 高志良, 等. 深度解析 GB12158-2006《防止静电事故通用导则》[J]. 标准科学, 2018(9): 123-126.
- [10] 中华人民共和国住房和城乡建设部, 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局. GB50057-2010 建筑物防雷设计规范[S]. 北京: 中国计划出版社, 2013.
- [11] 陈宏, 林涛, 秦健. 汽车加油加气站罩棚雷电防护探讨[J]. 化学工程与装备, 2013(10): 170-171.
- [12] 中国石化销售股份有限公司. XS0003-2021 加油(气、氢)站分布式光伏项目实施技术规范(试行) [S]. 2021.
- [13] 国家市场监督管理总局、中国国家标准化管理委员会. GB/T36963-2018 光伏建筑一体化系统防雷技术规范[S]. 北京: 中国标准出版社, 2016.
- [14] 中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局、中国国家标准化管理委员会. GB13348-2009 液体石油产品静电安全规程[S]. 北京: 中国标准出版社, 2009.