

Discussion on Safety Risk Prevention and Control Measures in the Field of Battery Swapping Stations

Junlong Si

State Power Investment Group Smart Energy Investment Co., Ltd., Beijing, 100039, China

Abstract

With the rapid growth of the electric vehicle market, as an important facility for energy supply of electric vehicles, the safe operation of battery swapping stations is particularly important. The government has formulated a series of incentive policies, such as subsidies and tax reductions, to reduce the cost of purchasing electric vehicles and encourage consumers to make purchases. At the same time, the construction of charging facilities has been strengthened, and the coverage and convenience of charging infrastructure have been improved to solve the problem of difficulty in charging electric vehicles. This paper aims to explore safety risk prevention and control measures in the field of battery swapping stations, including personnel, equipment, environment, and management, providing reference and inspiration for the safe operation of battery swapping stations.

Keywords

battery swapping station; security risks; prevention control measures; personnel safety; equipment safety

浅谈换电站领域安全风险防控措施

司俊龙

国家电投集团智慧能源投资有限公司, 中国·北京 100039

摘要

随着电动汽车市场的快速增长, 换电站作为电动汽车能源补给的重要设施, 其安全运营显得尤为重要。政府制定了一系列激励政策, 如补贴和减免税收, 以降低电动汽车购买成本, 鼓励消费者采购。同时加强了充电设施建设, 提高了充电基础设施的覆盖率和便利性, 以解决电动汽车充电难的问题。论文旨在探讨换电站领域的安全风险防控措施, 包括人员、设备、环境及管理等多方面的内容, 为换电站的安全运营提供参考和借鉴。

关键词

换电站; 安全风险; 防控措施; 人员安全; 设备安全

1 引言

随着全球对环境保护和可持续发展的重视, 电动汽车作为一种清洁、高效的交通工具, 得到了广泛的推广和应用。作为电动汽车能源补给的重要设施, 换电站的安全运营直接关系到电动汽车的推广和普及。然而, 换电站领域存在着诸多安全风险, 如人员操作不当、设备故障、环境因素等, 都可能对换电站的安全运营造成威胁。因此, 加强换电站领域的安全风险防控措施, 对于保障电动汽车的安全、可靠运营具有重要意义。

2 换电站安全风险及其来源

换电站作为电动汽车充电基础设施的重要组成部分,

【作者简介】司俊龙(1976-), 男, 中国河南开封人, 本科, 高级工程师, 注册安全工程师, 从事电力企业安全生产管理研究。

虽然提供了快速便捷的充电服务, 但也面临着一些安全风险, 主要来源于以下几个方面: ①电气安全风险: 换电站中的充电桩、充电接口及相关电气设备存在故障的风险, 如短路、漏电等, 可能导致电击事故或火灾。此外, 电网问题或设备运行异常时, 可能导致电压过高或过低, 影响充电设备的正常运行, 甚至损坏设备。②操作安全风险: 用户或充电站工作人员在操作过程中, 如果操作不当或未按规定操作, 可能造成设备损坏或人身伤害。电动汽车本身存在安全隐患, 如电池问题或充电接口异常, 可能导致充电过程中的意外事故。③数据安全风险: 换电站设备和充电服务往往需要联网管理, 存在信息泄露或网络攻击的风险, 可能泄露用户隐私或影响充电服务正常运行。④环境安全风险: 电动汽车充电过程中可能因电池故障或电气设备问题引发火灾或爆炸, 造成人员伤亡和财产损失, 并且电动汽车电池故障或充电过程中可能释放有害气体或化学物质, 对周围环境造成污染。

3 换电站安全风险的主控体系

换电站领域的安全风险管理需要一个全面的主控体系，涵盖技术、管理和操作等多个方面，确保电动汽车换电过程的安全性和可靠性。

目前大部分的换电站均建立高效的监控系统，通过传感器和数据采集设备实时监测充电设备和电池状态，包括电压、电流、温度、充电时间等关键参数，且集成故障诊断算法，对电池和充电设备进行智能分析，及时发现异常状态，如过温、过压、过流、短路等，提前预警并自动切断电源，防止事故发生。

在大部分的充电桩中，均采用先进的充电管理系统，实现对充电过程的智能控制，包括充电功率调节、电池平衡管理和充电策略优化，以提高充电效率和电池寿命，且结合实际需求开发了自动化换电技术和设备，确保换电过程的安全性和高效性，包括自动对接、定位、锁定和断电等操作，减少人为操作失误。大部分充电桩采用加密通信协议和安全认证机制，确保充电设备与后台服务器之间的数据传输安全，防止黑客攻击和数据篡改。

在环境风险管理中，安装环境监测设备，实时监测换电站的温度、湿度、气体浓度（如氢气、一氧化碳）等环境指标，防止因环境因素引发的安全事故，并建立完善的风险评估体系，对换电站的各类安全风险进行系统分析，制定详细的应急预案和演练方案，包括火灾、爆炸、电气事故等应急处理措施，确保快速响应和有效处置。

4 规划设计防控风险措施

在项目规划设计中应充分考虑工程建设、生产过程中的各种安全风险隐患，针对性地开展防火、防电气伤害、防机械伤害、防车辆伤害等设计，具体防控措施为：

合理选址：一是换电站场址应选择用户集中且交通便利的地方，不设在有剧烈振动和高温、地势低洼、积水、人员密集型场，规避外部激源影响。二是设计时要充分考虑换电站与建筑物的安全距离，确保换电站选址符合要求。三是评估项目是否能够满足电网的远期规划，预留容量是否充足，设计规划是否具有足够的前瞻性。四是在项目初期进行全面的项目风险分析，识别潜在的风险因素，如投资成本、设备采购、土地拆迁和补偿等。

防火安全设计：一是换电站主要构件、内部装饰符合耐火等级要求；二是电池舱内设计光纤测温系统、烟感报警器、视频监控系統，覆盖关键设施无死角，室外设置消防水箱及消防器材，设备设计时设置电池异常一键取出功能，从设计源头严控电站发生火灾现象。

防电气伤害设计：一是电气设备选型满足相应电压等级的设备绝缘耐压，低压设备接地设计采用 TN-S 系统。电气设备要求设计触电保护功能，具备电气漏电防护功能。二是换电站运营区域内各种线路优先使用电缆沟放线，室内线

路设计以安装暗线为主，相关设备设计相关标识、禁止类、安全警示类等标识。

防机械伤害设计：换电站安全防护装置安装到位，设计时设置行程开关、连锁门、检测/保护光电传感器、超声波传感器、限位器、保险块、工装支架、支撑架、工作梯、急停按钮等，防止发生机械伤害事件。

防车辆伤害设计：一是换电站进出路线设计合理，无急弯，存在视觉盲区的位置安装凸面镜、报警器、荧光带、减速带等辅助设施。二是换电通道穿梭车两侧设置安全挡板，设备与道路之间设置防撞柱或防撞栏。

5 工程建设防控风险措施

换电站工程建设过程中主要安全风险包括：动土开挖安全风险、高空坠落安全风险、动火作业安全风险、吊装作业安全风险、临电施工等安全风险。

动土开挖安全防控措施：一是动土开挖施工区域进行放坡处理和固壁支撑等护坡措施，防止塌陷，四周设置硬质封闭围挡及醒目警示标志，围挡高度不应低于 1.8m。二是施工现场预留安全通道，确保施工过程安全。

高空坠落安全防控措施：一是高空作业前进行高空培训，严格审批，避免恶劣天气和光线条件不好时施工。二是高空作业人员必须佩戴相应劳保用品如五点式双挂钩安全带，脚手架设置护栏、扶手、踢脚板，并设置安全通道及防物品跌落的措施。三是作业现场悬挂醒目的警示标志或者加设警示围栏。

动火作业安全防控措施：一是动火作业人员需具备特殊工种证件并经过培训，待项目部及监理统一批准后方可施工。二是动火作业前清除四周杂物，动火作业时由项目部指定专人监护，采取接火盆、铺防火毯等方式进行安全隔离。三是 3m 内设置有效消防器材，避免产生安全事故。

吊装作业安全防控措施：一是吊装设备操作人员、司索人员、指挥人员等应具备相应的作业资格，吊装前制定信号传递方式，避免误操作。二是在吊装现场设置安全警戒措施并设专人监护，非施工人员禁止入内。三是制定“十不吊”的安全操作守则，由项目部及监理单位严格监督执行。

临电施工安全防控措施：一是临时线路在安装过程中，指定具有电工资质的人员进行线路的安装及架设，并安排专人现场监护。二是临时线路设有总开关及漏电防护装置，并做好接零或接地防护，临时电路总电箱应采用重复接地及设置标识标牌等措施。三是定期对施工区的电力线路进行巡检，避免产生漏电风险。

6 生产运营风险防控措施

换电站生产运营过程中主要安全风险包括：电池异常引起的火灾安全风险、电气设备损坏引起安全风险、换电站运行、维护误操作引起的人身伤害安全风险、换电车辆伤害安全风险。

电池异常安全防控措施：一是采用BMS管理系统作为第一道安全防线，充电时对电池内部进行实时监测，确保电池处于健康状态。二是采用光纤测温系统对电池包、充电机、仓内电源线温度的实时监测，构筑了第二道安全防线。三是站端设置监控视频系统、烟感报警系统作为第三道防线。四是采用电池云端告警平台作为第四道防线，对全国各站运行数据进行收集、分析、判断和实时告警，当站端出现异常时平台进行报警，并通知管理人员。五是利用电池一键出仓等多重安全监控防护措施，当电池发生隐患时，站端人员可迅速响应、换下安全隐患电池放置于消防水箱中，避免火灾事故发生，确保换电站运营的稳定性和安全性。

电气设备损坏安全防控措施：一是设置多级安全检机制，运行人员日常安全检查、站长周安全检查、安全管理人员月度检查及公司定期抽查等方式，提高电站安全性，确保电站电气设备安全。二是制定易损元件台账，针对电缆变压器、电池包的高压线束插接器等易耗电气元件，定期检查和更换。

换电站运行、维护误操作安全防控措施：一是加强人员安全培训，采用新员工三级安全教育培训、日常安全教育培训、专项安全培训等方式，提高换电站人员操作水平及安全风险意识，确保人身安全。二是电池仓内作业、站外作业等安全操作规程上墙，确保站端运行人员履行规章制度。三是制定应急处置预案，加强应急演练，锻炼各站端运行人员队伍。四是各站端均配备防护服、安全帽及绝缘手套等防护装备，提高站端运行人员在工作中的安全与健康。

换电车辆伤害安全防控措施：一是严格履行人流、车流分开原则，人员交通线路和机动车交通线路有效分开，确保人员安全和机动车交通畅通。二是加强对于运行人员及司机的换电安全培训，严禁人员站在车辆的前后方及在换电通道内引导车辆倒车，运行人员待车辆进入通道停稳后，需与司机共同确认车辆已熄火。

7 人员安全防控措施

安全培训与教育：对换电站工作人员进行定期的安全培训和教育，提高其对安全风险的认知和防范能力。培训内容应包括操作规程、应急处理、安全知识等方面。

持证上岗：所有参与换电站工作的人员必须经过专业培训并取得相应的操作证书，确保他们具备必要的安全意识和操作技能。对于特种作业人员，如电工、焊工等，应按照国家相关规定进行资格认证。

严格的安全管理制度：建立完善的安保制度，包括门禁系统、巡查制度等，确保换电站的日常运营安全。制定并执行严格的操作规程和应急预案，对于可能出现的风险进行预防和应对。

8 设备安全防控措施

定期检查与维护：对换电站的设备进行定期的检查和

维护，确保设备的正常运行。检查内容包括电池充电状态、电池组健康状况、充电设备的性能等。

智能化监控：利用先进的智能化监控技术，对换电站的设备进行实时监控，及时发现并处理设备异常情况。同时，通过对数据的分析和挖掘，预测设备的运行趋势和可能出现的问题，提前进行防范。

模块化设计：采用模块化设计，将换电站的设备划分为若干个独立的模块，每个模块都具备独立的功能和安全性。当某个模块出现故障时，可以单独进行维修和更换，不影响整个换电站的正常运行。

9 环境安全防控措施

环境因素监测：对换电站的环境因素进行实时监测，包括温度、湿度、烟雾等。当环境因素超出正常范围时，及时采取措施进行调整和控制，防止对设备和人员造成损害。

消防安全：加强换电站的消防安全管理，配备必要的消防设备和器材，制定并执行消防安全制度和应急预案。定期进行消防演练和应急处理培训，提高工作人员的应急处理能力。

10 管理安全防控措施

严格的操作规程：制定并执行严格的操作规程和应急预案，对可能出现的安全风险进行预防和应对。对于违反操作规程的行为，要严肃处理并追究相关责任。

信息化管理：利用信息化技术，对换电站的运营数据进行收集、分析和处理，提高管理的科学性和有效性。同时，通过信息化手段，实现远程监控和智能调度，提高换电站的运营效率和安全性。

11 结论

换电站领域的安全风险防控措施是一个系统工程，需要从人员、设备、环境和管理等多个方面进行综合施策。通过加强安全培训与教育、持证上岗、严格的安全管理制度等措施，可以提高人员的安全意识和操作技能；通过定期检查与维护、智能化监控、模块化设计等措施，可以确保设备的正常运行和安全性；通过环境因素监测、消防安全等措施，可以防范环境因素对设备和人员造成的损害；通过严格的操作规程和信息化管理等措施，可以提高管理的科学性和有效性。只有全面加强换电站领域的安全风险防控措施，才能确保换电站的安全、可靠运营，为电动汽车的推广和普及提供有力保障。

参考文献

- [1] 周军桥.电动汽车换电站的安全架构设计[J].消防科学与技术, 2019,38(9):19.
- [2] 杨君涛,黄昊,陈也.电动汽车充换电站火灾风险评估的思考[J].现代职业安全,2014(9):23.
- [3] 王飞.新能源汽车换电站消防安全技术探讨[J].消防科学与技术, 2022(5):41.