

变电站有限空间作业安全管控流程与应急处置优化

晁良友

国网西藏电力有限公司超高压分公司 西藏 拉萨 850000

【摘要】：变电站有限空间作业环境复杂、风险隐患突出，安全管控流程的科学性与应急处置的高效性直接关系作业人员生命安全和电网稳定运行。本文以优化变电站有限空间作业安全管控与应急处置为核心，明确安全管控流程存在的短板及应急处置中的薄弱环节，结合变电站有限空间作业的实际特点，提出针对性的流程完善与处置优化措施，实现安全管控各环节闭环衔接，提升应急处置的响应速度与实操能力，保障有限空间作业全程安全可控，为变电站安全运维提供可靠支撑。

【关键词】：变电站；有限空间作业；安全管控流程；应急处置；优化措施

DOI:10.12417/2811-0722.26.07.035

引言

变电站有限空间涵盖电缆沟、电缆隧道、GIS设备气室、地下室等区域，作业过程中易出现缺氧、有毒有害气体积聚、火灾爆炸等安全风险，一旦管控不当或应急处置不及时，极易引发安全事故，造成严重的人员伤亡和设备损坏。安全管控流程是防范作业风险的核心防线，应急处置则是应对突发情况的关键保障，二者的协同完善是变电站安全运维的重要组成部分。当前，部分变电站有限空间作业安全管控存在流程衔接不畅、责任落实不到位等问题，应急处置存在预案不贴合实际、演练不到位等短板，亟需通过系统性优化，补齐管控漏洞、强化处置能力，搭建科学完善的安全保障体系，为有限空间作业安全筑牢防线。

1 变电站有限空间作业安全管控现状及存在的问题

1.1 安全管控流程衔接不顺畅

变电站有限空间作业涉及作业申请、风险辨识、安全交底、现场监护、作业收尾等多个环节，各环节之间缺乏有效的衔接机制，易出现流程断层现象。作业申请环节未严格落实前置审核要求，部分作业未充分结合有限空间的具体环境特点提交完整申请资料，导致审核环节无法全面判断作业风险；风险辨识环节过于笼统，未针对不同类型有限空间的作业场景开展精准辨识，对潜在的有毒有害气体、缺氧等风险预判不足；安全交底环节流于形式，未将风险点、管控要求及注意事项精准传递至每一位作业人员，导致作业过程中存在违规操作行为；现场监护与作业收尾环节缺乏联动，作业完成后未及时开展现场清理、隐患排查及设备复位工作，留下安全遗留问题。

1.2 安全管控责任落实不到位

安全管控责任体系不完善，未明确各岗位在有限空间作业中的具体职责，导致出现责任交叉或责任空白区域^[1]。作业负责人对作业全程的安全管控重视不足，未严格履行现场统筹协调职责，对作业过程中的违规行为未及时制止；现场监护人员专业能力不足，不熟悉有限空间作业的安全规范和应急处置方法，无法有效开展现场监护工作，对作业过程中的异常情况未

能及时发现和上报；作业人员安全意识薄弱，存在侥幸心理，未严格按照作业规范开展操作，擅自违规作业、冒险作业的现象时有发生，进一步加剧了作业安全风险。

1.3 安全管控保障措施不完善

安全管控所需的物资保障不到位，部分变电站未配备充足的符合标准的安全防护装备，如空气呼吸器、有毒有害气体检测仪、应急照明等，且部分防护装备未定期进行检修维护，存在性能下降、无法正常使用的情况；技术保障力度不足，未建立完善的有限空间作业安全管控技术支撑体系，对作业环境的实时监测能力不足，无法及时精准掌握作业区域的气体浓度、氧气含量等关键指标；培训保障不到位，未定期开展针对性的安全培训，作业人员和监护人员的专业技能和素养无法满足作业需求，对突发情况的应对能力不足。

2 变电站有限空间作业安全管控流程优化思路与具体措施

2.1 完善安全管控流程闭环设计

结合变电站有限空间作业的实际特点，构建“申请-审核-辨识-交底-作业-监护-收尾”全流程闭环管控体系，明确各环节的操作标准和时间要求^[2]。作业申请环节需提交详细的作业方案、风险评估报告及安全防护措施，确保申请资料完整规范；审核环节由专业人员对申请资料进行严格审核，重点核查作业方案的可行性、风险辨识的全面性及防护措施的有效性，审核通过后方可开展作业；风险辨识环节采用现场勘查、经验判断与专业分析相结合的方式，针对不同有限空间的作业场景，精准辨识各类安全风险，明确风险等级及防控要点；作业收尾环节需对作业现场进行全面清理，排查安全隐患，完成设备复位，并做好作业记录，确保流程闭环无遗漏。

2.2 强化安全管控责任体系建设

明确作业负责人、现场监护人员、作业人员、审核人员等各岗位的具体职责，签订安全责任状，将责任层层分解、落实到人。作业负责人全面负责作业全程的安全管控工作，统筹协调作业人员、监护人员及各类资源，及时处理作业过程中的各

类问题；现场监护人员负责现场作业的实时监护，全程坚守岗位，密切关注作业人员的作业状态和作业环境变化，发现异常情况立即停止作业并上报；作业人员严格按照作业规范和安全交底要求开展操作，自觉遵守安全作业规章制度，不违规、不冒险作业；审核人员严格履行审核职责，对作业申请资料进行全面细致审核，杜绝不符合要求的作业开展。

2.3 健全安全管控保障支撑体系

加强物资保障，按照标准配备充足的安全防护装备、检测设备及应急物资，建立物资台账，定期对物资进行检修、维护和校验，确保物资性能良好、可用；强化技术保障，引入先进的现场监测技术，实现对有限空间作业区域气体浓度、氧气含量、温度等关键指标的实时监测，及时发出预警信息，为作业安全提供技术支撑；完善培训保障，制定针对性的安全培训计划，定期开展有限空间作业安全规范、风险辨识、防护装备使用及应急处置等内容的培训，通过理论讲解、现场实操等方式，提升作业人员和监护人员的专业技能和素养。

3 变电站有限空间作业应急处置现状及薄弱环节

3.1 应急处置预案缺乏针对性和可操作性

应急处置预案未结合变电站有限空间作业的具体场景和风险特点进行编制，内容过于笼统，缺乏具体的处置流程、操作步骤和责任分工。预案中对不同类型突发事件的处置措施描述不详细，如针对缺氧、有毒有害气体中毒、火灾爆炸等不同突发情况，未明确具体的救援流程、防护要求和处置方法，导致突发事故发生时，救援人员无法快速开展有效的处置工作，延误救援时机。同时，预案未根据作业环境、设备状况的变化及时更新完善，与实际作业场景脱节，进一步降低了预案的可操作性。

3.2 应急救援队伍建设不完善

应急救援队伍组建不规范，救援人员多为兼职，缺乏系统的应急救援培训和实战演练，专业救援技能不足，对救援装备的使用不熟练，无法快速应对突发事故的救援需求。救援队伍的分工不明确，突发事故发生时，易出现职责不清、行动混乱的情况，影响救援效率^[3]。此外，救援队伍与作业现场的衔接不够顺畅，未建立有效的联动机制，突发事故发生时，救援队伍无法快速抵达现场开展救援工作。

3.3 应急演练与应急物资保障不足

应急演练开展不规范、不经常，演练内容过于简单，多以理论讲解、桌面推演为主，缺乏实战化演练，无法模拟实际突发事故的复杂场景，救援人员无法在演练中提升应急处置能力。应急物资储备不足，部分应急物资未按照标准配备，且物资的存放不规范，未定期进行检查、维护和更新，存在物资过期、损坏、无法使用的情况。同时，应急物资的管理机制不完善，未明确专人负责物资的管理和调配，突发事故发生时，无

法快速调配应急物资，影响救援工作的开展。

4 变电站有限空间作业应急处置优化策略

4.1 优化应急处置预案编制与更新

结合变电站有限空间作业的不同场景和风险特点，编制针对性强、可操作性强的应急处置预案，明确不同类型突发事件的处置流程、操作步骤、责任分工和防护要求。针对缺氧、有毒有害气体中毒、火灾爆炸等常见突发情况，细化救援流程，明确救援人员的具体操作规范和注意事项，确保预案能够指导实际救援工作。建立预案动态更新机制，根据作业环境、设备状况、安全规范的变化，及时对预案进行修订完善，确保预案与实际作业场景保持一致，提升预案的适用性和可操作性。结合电缆沟、GIS设备气室等不同有限空间的结构差异，补充差异化处置细节，同步对接最新安全管控标准，确保预案内容贴合现场实际、紧跟行业要求。

4.2 加强应急救援队伍建设与管理

组建专业的应急救援队伍，明确救援队伍的组成人员、职责分工和工作要求，配备专职救援人员，同时吸纳具备相关专业技能的人员作为兼职救援人员，充实救援力量。建立系统的应急救援培训体系，定期开展应急救援技能培训，重点培训救援装备的使用、救援流程的操作、风险防控等内容，通过实战化培训提升救援人员的专业技能和应急处置能力^[4]。建立救援队伍联动机制，加强与作业现场、医疗机构、消防部门的联动配合，明确联动流程和责任分工，确保突发事故发生时，救援队伍能够快速响应、协同作战。筛选具备电气运维、应急救援等相关资质的人员加入队伍，定期开展跨部门联动演练，明确联动响应时限，提升队伍协同处置的默契度和效率。

4.3 完善应急演练与应急物资保障机制

规范应急演练开展，制定详细的应急演练计划，定期开展实战化应急演练，模拟实际突发事故的复杂场景，让救援人员在演练中熟悉处置流程、提升操作技能，检验预案的实用性和救援队伍的处置能力。演练结束后及时开展总结评估，分析存在的问题，针对性地优化预案和救援措施。加强应急物资储备与管理，按照标准配备充足的应急救援物资，规范物资的存放地点，建立物资台账，明确专人负责物资的管理、检修、维护和更新，定期对物资进行检查，确保物资性能良好、可用，同时建立应急物资快速调配机制，确保突发事故发生时，能够快速调配物资，保障救援工作顺利开展。演练前明确场景设定、评判标准和注意事项，演练后形成书面总结报告，物资管理中增加定期校验记录，确保每一件物资都能在应急时发挥实效。

5 变电站有限空间作业安全管控与应急处置协同优化保障

5.1 建立协同管控机制

搭建变电站有限空间作业安全管控与应急处置协同平台，

实现管控流程与应急处置的无缝衔接,明确管控各环节与应急处置的联动节点和责任要求。在作业前,将风险辨识结果、管控措施同步融入应急处置预案,确保应急处置能够针对性应对管控过程中可能出现的风险;在作业过程中,现场监护人员实时反馈作业状态和环境变化,应急救援队伍做好应急待命准备,一旦出现异常情况,立即启动应急处理流程,实现管控与应急的快速联动;作业完成后,结合作业过程中的管控情况和应急准备情况,对管控流程和应急处理预案进行优化完善,形成协同优化的良性循环。

5.2 强化监督考核力度

建立健全变电站有限空间作业安全管控与应急处理监督考核机制,明确监督考核的内容、标准和方法,定期对管控流程的执行情况、应急处理的准备情况进行监督检查。重点检查作业申请审核、风险辨识、安全交底、现场监护等管控环节的落实情况,以及应急预案、救援队伍、应急物资、应急演练等应急处理相关工作的开展情况^[5]。对监督检查中发现的问题,及时下达整改通知,明确整改责任和整改期限,跟踪整改落实情况;将监督检查结果与岗位绩效考核挂钩,对工作落实到位、表现优秀的岗位和个人予以表彰,对违规操作、工作不力的予以问责,推动各项工作落到实处。

参考文献:

- [1] 徐晓东,陈伟杰,朱佩宁,等.复杂场地变电站基础中预应力管桩荷载传递规律的有限元分析[J].能源与环保,2024,46(06):206-211.
- [2] 卢海.基于有限元分析的箱式变电站的散热设计[J].现代机械,2023,(05):49-52.
- [3] 左涛,刘建涛,李敏,等.环境荷载下智能变电站预制舱有限元仿真研究[J].机械,2023,50(09):53-59.
- [4] 姚生惠.考虑变电站故障的变电站及输电线路接地系统设计[J].电工材料,2022,(05):68-70.
- [5] 张皓,马国庆,姚金霞,等.基于有限元模拟的变电站电缆沟道火灾蔓延仿真研究[J].山东电力技术,2022,49(09):8-13.

5.3 推动技术创新与应用

积极引入先进的安全管控与应急处理技术,提升变电站有限空间作业安全保障水平。在安全管控方面,推广使用智能监测设备,实现对作业环境关键指标的实时监测、数据传输和预警提示,提升管控的精准性和高效性;在应急处理方面,引入智能救援装备,优化救援流程,提升救援的智能化水平和处置效率。同时,加强技术研发与交流,结合变电站有限空间作业的实际需求,研发适配的管控和救援技术,总结推广先进的管理经验和科学技术方法,推动安全管控与应急处理水平持续提升。

6 结语

本文围绕变电站有限空间作业安全管控流程与应急处理优化展开研究,明确了当前管控流程和应急处理中存在的突出问题,提出了针对性的优化措施,构建了“管控优化-应急完善-协同保障”的完整体系。通过完善管控流程、强化责任落实、优化应急处理、健全协同机制,能够有效补齐安全管控短板,提升应急处理能力,防范各类有限空间作业安全事故发生。优化后的管控流程与应急处理体系,可切实保障作业人员生命安全和电网稳定运行,为变电站有限空间作业安全运维提供坚实支撑,推动变电站安全管理工作高质量发展。