

探析换流站消防验收中的安全问题及对策

余 静

四川民安易润建设工程有限公司 四川成都 610036

摘 要：换流站消防验收工作是保障换流站各项工作正常进行的基础支撑，然而结合现实情况，却可以发现部分换流站的消防验收存在着多方面的问题，包括消防设施配置、灭火系统联动、验收标准、验收人员专业性等多方面，都有较高的上升空间，为此本文将结合换流站消防验收中的安全问题，展开论述，随后寻找相互关联的安全保障对策，期望为相关单位提供借鉴作用。

关键词：换流站；消防验收；安全问题；保障对策

换流站是高压直流输电系统的核心，是交直流电力转换和传输的支撑，是否可以安全稳定运作，直接关系到国家能源安全和社会经济建设，因换流站设备密集、负荷量大、运行环境复杂，火灾风险会明显比普通的电力设施更高，消防验收是保障消防安全的最终防线，其作用无可忽略。但结合现实情况来看，当前换流站消防验收活动中，仍然存在着诸多安全隐患和管理短板，此类问题的存在不仅影响验收工作的有效性，更可能为换流站的长期安全运行埋下隐患。因此深入探析换流站消防验收中的安全问题，针对性提出解决对策，对于提升换流站消防安全水平、筑牢电力系统安全屏障具有重要的现实意义。

一、换流站消防验收内的安全问题

1. 消防设施配置不合理

消防设施配置不合理是当前换流站消防验收内的突出安全问题，换流站是高压直流输电的关键节点，内部设备种类繁多、功能复杂，各种区域的火灾风险有显著的差异性，然而部分但在实际配置期间，往往没有结合此种差异性，也并未展开针对性布局处理，最终自然会导致部分高风险区域的消防设施覆盖不足，而低风险区域却出现设施冗余的情况。除此以外，设施的性能参数和换流站的特殊环境并不匹配，特别是在高温、高湿或者多尘运行环境内，许多消防设施的稳定性相对匮乏，自然会无法保证在火灾发生时发生应有作用，此种配置既会降低消防系统的效能，而且还有可能在火灾初期因设施无法有效启动而延误扑救时机，加剧火灾蔓延的风险。

2. 灭火系统联动响应滞后

结合现实情况来看，换流站的灭火系统囊括多个子系统，包括火灾探测、报警系统、喷水系统和气体灭火

等，所有系统并非独立存在，而是需要实现彼此间的紧密配合、协同动作，以此为前提条件，方可以形成完善的灭火链。然而结合现实情况，部分单位在换流站消防验收内却并没有精确地做好对联动逻辑的确定，信息传递不及时、不准确，导致系统启动延迟。部分系统在设计时未充分考虑换流站复杂的电磁环境，容易受到干扰而出现误报或漏报，此举将会极大程度地影响联动响应，导致其可靠性降低，此外系统的应急启动机制尚且不够完善健全，尤其是在突发状况下，难以流畅切顺利地完

成从手动到自动的转换，最终导致火灾无法在短时间内得到控制。

3. 验收标准和现场实际脱离

目前部分验收工作内，针对换流站的消防验收标准和普通工业建筑或通用电力设施制定的标准相同，也就是说并没有结合换流站的实际情况确定，没有涵盖换流站的特殊性，从换流站的实际情况来看，其具备高度集中、电压等级高和运行方式复杂等特征，火灾的出现原因、蔓延路径和扑救要求等都和普通设施存在明确差异性，结合现阶段的已有标准来看，尚且缺少针对此类特殊性的完整规定，因而导致验收工作需要依托通用标准展开，造成的后果就是难以准确评估换流站消防系统的实际效能。这种脱离实际的验收不仅无法有效发现潜在的安全隐患，还可能使不符合换流站实际需求的消防措施通过验收，给后期安全运行埋下隐患。

4. 验收人员专业储备匮乏

验收人员的专业知识储备直接关系到各项安全工作是否可以稳定执行，结合现实情况，可以发现换流站消防验收系统涉及诸多方面，包括电力系统、消防工程和自动控制等，对验收人员而言，要求其具备扎实的专业

知识和实践经验。若是验收人员缺乏对换流站设备特性、运行原理以及火灾风险特点的深入了解，对换流站专用消防设施的工作机制和技术参数掌握不足，便很有可能导致工作进行受到阻碍，验收期间往往只能按照常规的消防验收流程进行检查，难以识别出因换流站特殊性而产生的潜在安全问题，此种现实问题的存在使得验收工作无法全方位地展开，无法充分发挥出验收在换流站消防安全保障方面的积极在作用。

二、换流站消防验收中的安全保障对策

1. 优化消防设施配置方案

换流站的火灾风险特性评估是安全保障对策的基础，只有健全完善的火灾风险评估才可以推进各项工作的展开，按照换流站的实际情况来看，可以结合设备分布、电压等级、运行环境等核心要素，将站内划分出高风险区、中风险区和低风险区，要按照各区域的火灾荷载、蔓延速度和扑救难度，制定更为完善的分级配置标准，具体如下：

首先，从高风险区切入，需要重点提升设施的响应速度与灭火效能，如配置快速响应喷头、大容量气体灭火装置，并确保设施的防护范围无盲区，此种做法可以切实有效地推进换流站各项工作的展开，提升基本工作质量和效能；

其次，中风险区的关键点是注重设施协同性，要科学地设置报警系统、灭火系统，此作为关键点，推进后续各项工作的展开，保障出现消防事故以后，可以高效率地进行响应。

最后，按照实际情况，做好对换流站的基础防护，此举非常关键，可按照实际情况选择耐高低温、抗电磁干扰、防尘防水的专用消防设备，如在换流阀冷却系统附近采用防爆型探测器，在户外设备区配置防冻型消防栓，并定期对设施的耐候性参数进行检测，确保其在复杂工况下的稳定性。

消防设施的配置方案并非是完全不变，当换流站的规模扩大、设备升级，对应的消防设施配置系统也需要得到更新优化，需重新开展风险评估工作，依托其结果，同步优化完善消防设施的布局参数，保证配置方案能够始终和现场需要相互匹配。

2. 强化灭火系统联动测试

换流站可分为多模块与多区域，按照不同模块、区域的实际情况，需要做好联动处理，从系统协同性、响应时效性和运行稳定性三个维度开展全面测试，以此为前提条件，搭建完善的联动控制平台，将火灾探测、报

警、喷水和气体灭火等子系统接入得到控制中枢，控制中枢负责进行多系统的联动，测试点则是各系统间的信号传递准确性与指令执行效率，确保在火灾触发时，探测系统能第一时间将信号传输至控制平台，平台迅速下达启动指令，各灭火子系统按预设逻辑同步响应。

同时，灭火联动系统并非是一成不变，可以结合换流站复杂设备布局、运行环境，打造多场景联动方案，模拟各区域、类型的火灾场景，测试定位子系统的联动时序和动作协调性，如验证火灾发生后，相应区域的排烟系统、防火卷帘与灭火装置的启动顺序是否合理，避免因动作冲突影响灭火效果，强化系统抗干扰能力，考虑换流站强电磁环境对信号传输的影响，可以模拟电磁干扰、电压波动等，检验联动系统是否稳定，保证其即便在复杂环境仍然可以保持正常联动，若是在测试期间出现联动延迟、指令错误执行等问题，则需要及时整改，同时展开二次测试验证，直到所有子系统联动达到设计标准，保证灭火系统可以在后续出现火灾时快速发挥出效果，达到高效协同运作，联动解决安全问题。

3. 完善验收标准体系

完整的验收标准体系是关键内容，换流站消防系统验收标准需要和普适性消防验收标准有所差异，根本原因在于换流站本身的特殊性直接决定普适性标准无法达到最佳效果，为此便需要打造双层标准架构，既要囊括普适标准，同时也需要有针对换流站的专项细则，这样做可以填补现有标准与换流站特殊性之间的适配缺口。在沿用国家通用消防验收标准核心框架的基础上，针对换流站的设备构成与运行特性制定专项补充条款。重点明确换流阀厅、直流滤波器场、阀冷却系统等关键区域的消防验收指标，如换流阀的油浸式设备特性、灭火介质绝缘等级、直流场高电压环境等都可以囊括在内，此外还可以强化多环节的衔接性，将设计规范、施工要求与验收指标形成闭环体系，避免因标准碎片化导致的验收盲区，确保验收工作能够全面覆盖换流站消防系统的各个维度。

此外还需要构建标准动态更新和执行保障机制，具体而言，可以定期组织电力系统、消防工程、安全监管等领域专家参与其内，开展系统的调研工作，跟踪换流站设备升级、技术革新与运行模式变化，及时将新型灭火系统、智能监测技术等纳入标准体系，同步修订滞后于实际需求的条款，在验收期间严格地结合各项标准条款，保证其能够得到深度贯彻落实，从制度层面为换流站消防验收科学性和严谨性提供支持，最终推进验收工

作和现场需要的相互匹配。

4. 强化验收人员培训教育

验收人员的职业素养直接关系到验收工作是否可以高效保质地展开，为此便需要构建专业化的分层培训体系，以此来提高验收人员的综合能力，具体而言，为新入职验收人员提供基础培训，培训聚焦消防法规、通用验收流程等核心内容，确保人员掌握验收工作的基本准则与要求，专业培训则需要针对性地解析换流站的设备特性、运行原理和火灾风险特征，重点讲解换流阀厅、变压器区等关键区域的消防设计标准与验收要点，帮助人员建立对换流站消防系统的专业认知。按照工作者的时间选择不同，可以为其提供线上和线下融合的培训模式，线上资源囊括专题课程、案例库等，鼓励人员进行自主学习，线下培训则是依托各种实际项目或者实训基地展开沉浸式培训，以此来保证工作者可以在真实场景中熟悉设备布局与验收流程。建立严格的考核制度，将理论知识测试与实操能力评估相结合，考核合格者方可参与验收工作，同时将培训成果和工作者的薪酬奖励相互挂钩，持续性地激活消防验收工作人员的热情。当然，若是条件允许，单位还可以鼓励验收人员参与行业交流与技术研讨，通过与同行分享经验、借鉴先进做法，拓宽专业视野，进一步提升解决复杂问题的能力，为换流站消防验收工作提供可靠的人才保障。

5. 构建验收后跟踪机制

在换流站工作内，验收工作完成并不意味着结束，而是还需要有和其相互关联的闭环系统的支持，也就是需要构建验收后的跟踪机制，需要定期开展检查并对应应的监测，为此便需要明确跟踪周期与内容，结合换流站设备运行周期与消防设施寿命，制定差异化的跟踪计划，要做好对灭火系统、报警装置等核心设施的月度巡检，重点检查设备的运作情况、参数达标情况和维护记录，同时做好对物理环境的复查，可以每季度开展1次，复查重点包括防火分区、消防通道等，检查是否存在占用或者堵塞，每年都需要开展对应的消防效能评估，结合年度检修同步验证联动功能和应急处置工作，以此为前提支撑，建立联动反馈机制，将跟踪数据与验收标准进行对标分析，联合使用物联网技术搭建智能监测平台，对关键消防设施加装状态传感器，实时采集运行数据并预警异常情况，若是在此期间发现存在设施老化、

性能衰减等问题，则可以立即推送至运维单位并限期整改，整改完成后继续组织开展专项复核工作，借助此种方式，确保消防系统始终处于良好运行状态，为换流站的长期安全稳定运行提供持续保障。

结束语

综上所述，换流站是能源输送的核心枢纽，消防安全与否直接关系到电力系统的稳定运作和社会经济的发展，有鉴于换流站的工作特性，消防安全建设要从多元化视角切入，既要做好设施配置的优化，也需要推进系统联动、标准完善和人员培训等，由此来逐步构建出从验收前准备到验收后追踪的全过程管理机制，通过此种方式，不仅能提升换流站消防验收的科学性与有效性，更能为其长期安全运行提供坚实保障，对维护国家能源安全具有重要现实意义。

参考文献

- [1] 罗鑫, 钟永林, 陈康宁. 换流站消防稳压泵频繁动作影响及故障处置[J]. 黑龙江电力, 2024, 46(05): 438-440+445.
- [2] 任昕元, 潘青松, 李同晗, 等. 物联网在特高压换流站工程消防中的应用[J]. 电力安全技术, 2024, 26(04): 30-33.
- [3] 张谢平, 宁雪姣, 田强. 换流站户外消防水管的防冻研究[J]. 电器工业, 2024, (03): 25-29.
- [4] 何灵欣, 张佳庆, 刘睿, 等. 特高压换流站消防机器人长距离输送压缩空气泡沫有效性研究[J]. 中国安全生产科学技术, 2024, 20(8): 150-157.
- [5] 程怀宇, 孙国中, 宋明, 等. 换流站压缩空气泡沫灭火系统配置探讨[J]. 电力安全技术, 2023, 25(09): 65-67.
- [6] 唐剑潇. 变电站(换流站)集成式雨淋阀室设计方案研究[J]. 电力勘测设计, 2023, (05): 7-11.
- [7] 潘立邦, 颜志敏, 李浩东. 换流站电动消防泵启泵试验爆管原因分析及改进措施[J]. 电工技术, 2023(2): 138-139.
- [8] 罗鑫, 钟永林, 陈康宁. 换流站消防稳压泵频繁动作影响及故障处置[J]. 黑龙江电力, 2024, 46(5): 438-440.