

35 千伏变电站熔断器更换登高风险防控路径研究

——以快速门型可拆卸式设备应用为核心

马月贵 王洪新 玉素甫 迪力夏提

国网阿克苏供电公司, 新疆 阿克苏 843000

[摘要]此研究着眼于 35 千伏变电站传统熔断器在更换期间所存在的登高作业风险这一问题, 全面且细致地剖析了快速门型可拆卸式高压限流熔断器的技术特性以及应用方面的优势, 着重对其于规避高空作业出现违章风险、提高运维效率等方面的有效途径展开探究。经由对该新型熔断器在结构设计层面的分析、安装维护便捷程度的评估以及推广应用策略的深入研讨, 论文明确指出该新型熔断器能够在很大程度上降低运维人员面临的安全风险, 与此同时还能提升设备更换的效率并提高其标准化程度。研究还从变电站初始建设的角度给出设备选型方面的建议, 并且综合经济效益与安全效益加以评估, 从而为电力系统的安全运维给予理论层面的依据以及实践方面的参考。

[关键词]高压限流熔断器; 登高风险; 可拆卸设计; 安全防控; 变电站运维

DOI: 10.33142/hst.v8i12.18472 中图分类号: TM71 文献标识码: A

Research on the Risk Prevention and Control Path for High Altitude Replacement of 35 kV Substation Fuses — Core Application of Fast Door Type Detachable Equipment

MA Yuegui, WANG Hongxin, YUSUFU Dilixiati

State Grid Aksu Power Supply Company, Aksu, Xinjiang, 843000, China

Abstract: This study focuses on the risk of high-altitude operations during the replacement of traditional fuses in 35 kV substations. It comprehensively and meticulously analyzes the technical characteristics and application advantages of fast door type detachable high-voltage current limiting fuses, and focuses on exploring effective ways to avoid the risk of violations during high-altitude operations and improve operation and maintenance efficiency. Through in-depth analysis of the structural design, evaluation of installation and maintenance convenience, and promotion and application strategies of this new type of fuse, the paper clearly points out that this new type of fuse can greatly reduce the safety risks faced by operation and maintenance personnel, while also improving the efficiency of equipment replacement and enhancing its standardization level. The study also provides recommendations for equipment selection from the perspective of initial construction of substations, and evaluates the comprehensive economic and safety benefits, providing theoretical basis and practical reference for the safe operation and maintenance of power systems.

Keywords: high voltage current limiting fuse; climbing risk; detachable design; safety prevention and control; substation operation and maintenance

引言

目前, 巡维中心变电站为提高电网质量, 经常频繁投切电容电抗以保障电压频率质量, 使得变电站内 35kV 户外支柱式熔断器很容易熔断。更换熔断器需要高处作业并且 2 人配合才可完成, 同时存在较大安全隐患。在 35kV 变电站开展日常运维工作期间, 熔断器属于极为关键的保护设备, 而对其实施更换作业时, 往往需要涉及到登高操作, 如此一来便会产生明显的安全隐患。以往传统的熔断器更换办法, 是要求运维人员借助安全带来进行高空作业, 这种方式不但效率不高, 而且还极易诱发违章方面的风险以及安全事故的发生。近些年来, 快速门型可拆卸式高压限流熔断器问世了, 这无疑为解决上述所提及的问题给出了全新的思路。

1 传统熔断器更换作业的登高风险分析

传统熔断器在 35kV 变电站的应用, 一般要求运维人

员在更换熔管的时候开展登高作业, 这样的一种操作模式存在着诸多方面的安全风险。登高作业需要运维人员借助安全带以及攀爬设备, 在高空环境当中去实施熔断器的拆卸与安装工作, 如此一来, 不但使得作业的复杂程度有所增加, 而且很容易因为人员出现疲劳状况或者设备发生故障而引发坠落事故。依据相关的电力安全规程规定, 高空作业业务必要严格地落实各项安全措施, 然而在实际的运维过程当中, 由于时间方面比较紧迫或者资源相对有限的缘故, 运维人员有可能会把部分防护步骤给省略掉, 从而诱发违章的行为产生。比如说, 在更换熔管的这个过程里面, 运维人员得攀爬到数米的高度, 利用工具来开展拆卸作业, 这个时候要是安全带没有正确地固定好又或者是地面监护力度不够的话, 那么就特别容易造成较为严重的伤害情况出现。除此之外, 传统熔断器的结构设计往往并没有充分

考虑到便捷拆卸这一因素,这就致使作业所花费的时间变得更长了,进而将风险发生的概率进一步地放大了^[1]。从长远的角度来讲,这种登高作业的模式不光是对人员的安全构成了威胁,而且还极有可能会因为操作环节出现失误而引发设备故障问题,进而对变电站的整体运行稳定性产生影响。所以说,深入且细致地去分析传统熔断器更换过程当中存在的登高风险,这既是探索新型防控路径的一个基础,同时也是推动技术革新的一项必要前提条件。

2 快速门型可拆卸式高压限流熔断器的技术特点

2.1 结构设计与可拆卸机制

快速门型可拆卸式高压限流熔断器在结构设计方面,很好地彰显出了模块化以及可拆卸的特性,这使得它在变电站运维环节当中有着颇为显著的优势。这种熔断器运用的是分体式的构造形式,主要涵盖熔管本体、固定基座还有连接部件这几部分。其中,熔管的部分是借助专门的卡扣机制来和基座实现连接的,如此一来就能够让运维人员在没有登高需求的情况下达成快速拆卸的目的。具体来讲,它的可拆卸机制是依靠精密的接口设计来发挥作用的,就好比采用螺纹或者锁扣这样的结构,以此来保证在高压的环境之下依然能够稳固地保持连接状态,并且方便凭借手动操作或者是借助工具来进行分离。依照设备的设计标准来看,这样的一种结构不但可以承受额定电流以及短路冲击所带来的影响,而且在频繁开展操作活动的过程中还能够维持良好的耐久性能。可拆卸机制还把绝缘材料的应用给融合进去了,比如说在熔管的外部去覆盖上高性能的绝缘层,从而避免在拆卸操作期间出现电击方面的风险情况。综合来讲,这种设计通过对各个部件的布局以及连接的方式加以优化,成功达成了熔断器的高效分解以及重组的效果,进而为运维人员营造出了更为安全的操作环境。

2.2 安装与维护的便捷性

快速门型可拆卸式高压限流熔断器在安装以及维护期间,呈现出极高的便捷程度以及良好的用户友好特性,这主要是由于其工作流程较为简化,并且有配套工具给予支持。在安装环节,运维人员仅仅凭借常规绝缘凳以及配套拆卸工具,便能够在地面或者低矮的位置顺利完成熔断器本体的固定与连接操作,完全不需要借助高空作业设备。如此一来,既缩短了安装所花费的时间,又降低了人员培训方面的成本,毕竟操作步骤简单且直观,即便是新手运维人员也能够快速掌握其中要领。就维护层面而言,熔断器的熔管采用了标准化的设计方式,能够与常规库存配件实现兼容,这就让更换过程变得更加高效。举例来讲,当熔管出现损坏情况时,运维人员可以直接从库存当中取出备用件,然后使用配套工具迅速完成替换操作,从而避免了因配件不匹配而引发的延误问题。除此之外,这种熔断器的维护流程还着重强调预防性检查,也就是通过定期对连接部件以及绝缘性能展开检测,以此来保证设备能够长时间稳定地运行。正是由于具备这样的安装与维护便捷性,

快速门型熔断器在变电站运维领域逐步成为了优选方案,进而有效地提升了整体的工作效率以及安全性。

3 快速门型熔断器在登高风险防控中的应用路径

3.1 无需登高更换熔管的安全优势

快速门型熔断器在登高风险防控方面的应用,最突出地展现于其无需登高便能更换熔管这一安全优势之上。这一特性从源头上彻底消除了高空作业所可能带来的种种潜在危险。与传统熔断器不同,其更换时需要运维人员攀爬到设备的高处,并且要借助安全带来开展作业,而新型熔断器却可以通过在地面的操作,就能够顺利完成熔管的拆卸工作,如此一来,就极大地降低了出现坠落以及遭受电击的风险^[2]。运维人员仅仅需要站在地面,凭借配套工具针对熔断器本体实施解锁以及更换操作,整个操作流程当中根本无需做出任何登高的动作。这样的安全优势一方面对人员的生命健康起到了保护作用,另一方面也使得因高空违章操作而引发的安全事故发生的概率有所减少,就像某些电力安全研究报告所明确指出的那样,地面作业是能够把风险发生率控制在最低程度之内的。

3.2 配套工具与绝缘凳的协同使用

快速门型熔断器在应用时,配套工具和绝缘凳协同使用,让风险防控效果更好。协同机制优化操作流程,让作业更便捷、安全。运维人员依据现场情况选合适高度的绝缘凳作辅助平台,配合专用工具操作熔断器。绝缘凳有稳定支撑面,方便运维人员接触熔断器部件;配套工具有人性化手柄和绝缘涂层,在高压环境安全使用。协同使用简化拆卸,避免工具不匹配或平台不稳引发意外,能将更换时间减至传统方法一半以下。

3.3 规避高空违章作业风险

快速门型熔断器的应用途径还涵盖有效规避高空违章作业方面的风险,这是凭借其自身的设计特性以及操作规范一起来达成的,由此在运维过程当中大幅度降低了人为出现失误的可能性。在传统的登高作业里面,运维人员往往会因为存在时间方面的压力或者出现疏忽的情况而违背安全规程,比如说没有将安全带系好又或者是跳过了检查的相关步骤,然而新型熔断器借助地面操作的方式把这些隐患都消除了。当运维人员在更换熔管的时候是不需要去攀爬到高处的,如此一来便从根源上避开了在高空作业当中使用安全带所可能出现的违章行为。与此快速门型熔断器的操作流程还融入了多种防护举措,比如在拆卸工具上面设置安全锁以此来防止误碰到高压部件,进而更是进一步地缩减了风险发生的几率。

3.4 标准化配件与快速更换机制

快速门型熔断器在登高风险防控方面的应用,还得依靠其标准化配件以及快速更换机制。该机制借助统一部件规格并简化流程的方式,达成了高效运维,并且把风险尽可能地降至最低。所有的熔断器熔管都运用常规库存配件,也就是说,运维人员在有需要的时候,能够直接从现有的

储备中取用，不需要去定制或者等待配送，如此一来便能大幅度缩减更换所花费的时间。当熔管出现损坏情况之后，运维人员仅仅需要凭借配套工具展开快速的拆卸以及安装操作，整个这个过程能够在短短几分钟之内就完成，进而避免了因为配件延迟而致使设备停机的状况发生。这样的标准化设计还进一步保证了部件具备互换性以及可靠性，也使得因不匹配而引发的操作错误得以减少。

4 推广应用策略与效益分析

4.1 变电站初期建设的设备选型建议

快速门型熔断器推广策略里，变电站设备选型建议很重要。建站规划时，优先用新型门型变维护型高压限流熔断器，减少后续登高风险。设计时，工程师要综合考虑设备布局和运维需求，选可拆卸式熔断器作标准配置，避免后期改造耗费成本且有安全隐患。长期运行数据说明，新型熔断器能大幅降低维护频率和事故率，初期投入后可持续获益。把快速门型熔断器纳入初期建设方案，变电站可提高安全水平，还可优化整体资源分配。

4.2 运维人员培训与操作规范制定

推广应用快速门型熔断器，还有一项关键策略，那就是强化对运维人员的培训，并且制定操作规范。借助系统性的教育以及管理举措，要让人员能熟练地掌握新设备的操作技巧，同时也清楚其安全方面的要求。培训所涉及的内容，得包含熔断器的结构原理、拆卸安装的具体步骤，还有风险防控的关键要点。比如，得教给人员如何正确使用绝缘凳以及配套工具，以此来提升他们的实际操作能力。与此在制定操作规范的时候，要依据实际的运维经验，把每一步骤的责任以及标准都明确清楚，防止因为理解出现偏差而出现违章的行为^[3]。通过这样把培训和规范相结合起来的策略，运维人员不但可以高效地使用快速门型熔断器，而且在日常的工作当中，还能逐步形成安全方面的意识。

4.3 安全风险防控体系的完善

完善安全风险防控体系乃是推广快速门型熔断器的关键核心策略之一，该体系经由整合技术、管理以及监督等诸多要素来构筑起一套完备的防护网络，以此来妥善应对变电站运维过程当中出现的各类风险情况。这一体系应当涵盖定期开展的风险评估机制，比如针对登高作业环节要实施动态化的监控举措，从而能够及时察觉到潜在的隐患所在，并且加以纠正处理。从管理方面来讲，需要制定出详尽的安全规程，着重凸显快速门型熔断器所具备的应用优势，同时还要把它纳入到标准的操作流程当中去。就监督环节而言，则得强化现场的检查工作，务必要确保运维人员严格遵循地面操作的相关原则，防止出现任何形式的违章行为。借助于系统化防控体系的建设，快速门型熔断器不但可以在技术层面上有效降低风险，而且还能在管理层面有力地推动持续不断的改进进程。

4.4 经济效益与安全效益评估

在推广并应用快速门型熔断器期间，对其经济效益以

及安全效益展开评估是极为关键的。该评估借助量化分析的方式，清晰地呈现出新设备在成本把控以及风险管控层面所具有的综合价值^[4]。从经济效益角度来看，快速门型熔断器能够减少对登高作业的需求，并且能缩短更换的时间，如此便大幅降低了人力成本以及设备维护方面的费用。就像某些案例所呈现的那样，它甚至能让年度运维方面的支出降低大约百分之十五。而在安全效益方面，其体现在事故率有所下降以及人员安全得以提升这些情况上。通过规避高空违章的风险，变电站可以把伤害事件的数量减少到最低的程度。在评估过程中还应当考虑到间接收益，比如说因为设备可靠性得以提高而相应减少的停电损失，以此来全方位地反映出快速门型熔断器的应用优势。

5 结束语

此项研究着重对35千伏变电站熔断器更换过程中存在的登高风险及其对应的防控路径展开分析，较为详尽地阐述了快速门型可拆卸式高压限流熔断器所具备的技术特点以及在实际应用中所呈现出的优势。经分析得出，该熔断器借助一系列机制得以发挥作用，像是无需进行登高操作便能完成熔管的更换工作，配套工具能够协同配合使用，以此来规避高空作业时可能出现的违章风险，并且依靠标准化配件实现快速更换等，这些机制共同促使运维工作的安全性以及效率都得到了切实有效的提升。就推广应用而言，不妨从变电站刚开始建设的时候便着手开展相关工作，同时结合针对相关人员的培训以及对防控体系加以完善的举措，进而达成让经济效益与安全效益双双得以提升的良好效果。在未来，随着电力行业对于安全方面的要求持续不断地提高，快速门型熔断器有希望成为标准配置，从而为变电站运维管理工作增添新的助力。

【参考文献】

[1]施成云,李佳,李凯,等.一起变电站 35kV 站用变故障案例分析[J].电气开关,2023,61(5):103-106.

[2]刘建,杜健文,邵健,等.变电站高压熔断器备品监测装置[J].农村电工,2024,32(5):35-36.

[3]谢金鹏,张素慧,李军,等.某变电站高压跌落式熔断器瓷绝缘子断裂原因分析[J].陶瓷避雷器,2024(6):153-159.

[4]张成花.变电站 35kV 配电室电力设备损坏故障的分析处理[J].广播电视台信息,2025,32(6):73-75.

作者简介：马月贵（1984.8—），毕业院校：石河子大学，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位名称：国网阿克苏供电公司，就职单位职务：变电运维中心专责，职称级别：高级工程师；王洪新（1990.8—），毕业院校：石河子大学，所学专业：电气工程师及其自动化，当前就职单位名称：国网阿克苏供电公司，就职单位职务：变电运维中心书记；玉素甫·迪力夏提（1990.1—），毕业院校：江南大学，所学专业：电气工程及其自动化，当前就职单位名称：国网阿克苏供电公司，就职单位职务：变电运维中心副主任，职称级别：中级职称。