

变电运维现场作业安全管控体系构建探析

贾振威 王晓鹏 余虹洁

国网新疆电力有限公司哈密供电公司 新疆 哈密 839000

摘要: 本文围绕“变电运维现场作业安全管控体系”的构建展开系统性探析,从理论基础、体系架构、核心要素等多个维度进行深入阐述。文章首先界定变电运维现场作业的基本内涵与风险特征,继而提出以“本质安全”为核心理念、以“全过程闭环管理”为实施路径的安全管控体系总体框架;在此基础上,详细论述了组织责任体系、风险辨识与评估机制、标准化作业流程、人员能力建设、信息化智能监控平台、安全文化培育以及监督考核机制等关键组成部分;最后,结合国家及行业相关法规标准,强调了制度规范对体系有效运行的基础性作用。本文旨在为电力企业构建科学、系统、高效、可持续的变电运维现场作业安全管控体系提供理论参考与实践指导。

关键词: 变电运维; 现场作业; 安全管控体系; 风险辨识; 本质安全

引言

变电运维作业环境具有高电压、强电流、设备密集、操作复杂等特点,存在触电、电弧灼伤、误操作等多重安全风险,一旦失控易引发严重事故。尽管我国电力安全生产总体向好,但变电领域仍偶发事故,暴露出责任不清、风险预控薄弱、人员素质不均、技术手段滞后等问题。在能源转型与数字化加速背景下,新能源并网、智能变电站推广及集控站等新模式,使传统以经验判断和事后追责为主的安全管理难以为继。亟需构建覆盖全面、职责清晰、流程规范、技术先进、文化浸润的现代化安全管控体系。这既是落实《安全生产法》《电力安全事故应急处置和调查处理条例》等法规的要求,也是贯彻《电力安全生产“十四五”行动计划》等行业政策的具体实践。本文将系统探讨该体系的构建逻辑与核心内容,为提升本质安全水平、推动行业高质量发展提供兼具理论深度与实践价值的解决方案。

1 变电运维现场作业安全管控体系的理论基础与总体框架

1.1 理论基础:从“被动防御”到“本质安全”的理念跃迁

构建现代安全管控体系,首先需要理念上的革新。传统的安全管理往往侧重于“被动防御”,即通过制定规章制度、开展安全检查、进行事故追责等方式,在事故发生后进行补救和反思。这种模式虽有一定成效,但本质上是一种“亡羊补牢”式的滞后管理,难以从根本上消除事故发生的土壤^[1]。“本质安全”理念则代表了安全管理的更高境界。它强调通过优化系统设计、完善管理流程、提升人员素质、应用先进技术等手段,从源头上消除或最大限度地降低危险源,使系统本身具备内在

的、固有的安全属性,即使在人为失误或设备故障的情况下,也能避免或减轻事故后果。对于变电运维而言,本质安全意味着将安全要求融入作业的每一个环节、每一项操作、每一位人员的思想和行为中,形成一种无需外部强制即可自觉遵守的安全生态。

1.2 总体框架:全过程、全要素、全员参与的闭环管理体系

基于本质安全理念,变电运维现场作业安全管控体系应是一个动态、开放、持续改进的闭环系统。其总体框架可概括为“一个核心、两大支柱、三个层级、四大流程”。(1)一个核心:以保障人员生命安全和电网设备安全为核心目标。(2)两大支柱:一是健全的组织责任体系与制度规范,二是先进的信息化与智能化技术支撑。(3)三个层级:构建公司级(决策层)、专业部门/工区级(管理层)、班组/现场级(执行层)三级联动、权责分明的管理架构。决策层负责顶层设计与资源保障,管理层负责过程监督与协调,执行层负责具体落实与反馈。(4)四大流程:形成“风险辨识—风险评估—风险控制—监督改进”的PDCA(计划-实施-检查-改进)闭环管理流程。这四大流程贯穿于作业准备、作业实施、作业终结及后续总结的全过程,确保风险始终处于可控、在控状态。该框架强调系统性、协同性和前瞻性,旨在将分散的安全管理活动整合为一个有机整体,实现从“碎片化管理”向“体系化治理”的转变。

2 安全管控体系的核心构成要素

2.1 健全的组织责任体系

打破安全生产归于单一部门的思维误区,落实全员安全生产责任制,各岗担责、多方联动、失职必追。

(1)领导责任:企业主要负责人是安全生产第一责任

人,对本单位安全工作全面负责。分管领导按照“管业务必须管安全”的原则,对分管领域的安全工作负直接领导责任。(2)专业管理责任:运维管理部门是现场作业安全的直接管理主体,负责制定安全规程、组织风险评估、审批作业方案、监督现场执行。安监部门履行综合监管职责,负责监督检查、违章纠治、事故调查与考核。(3)现场执行责任:工作负责人(或班组长)是现场安全的第一责任人,负责组织安全交底、落实安全措施、监护作业过程^[2]。工作许可人负责审核安全措施的完备性。每一位作业人员都是自身安全的直接责任人,必须严格执行安全规程,做到“四不伤害”(不伤害自己、不伤害他人、不被他人伤害、保护他人不受伤害)。通过签订安全责任书、建立责任清单、实施履职评价等方式,将安全责任层层分解、压实到岗、落实到人。

2.2 科学的风险辨识与评估机制

必须建立一套系统化、标准化的方法论,实现对作业全过程、全要素风险的精准画像。(1)风险辨识方法:可综合运用JSA(作业安全分析)、HAZOP(危险与可操作性分析)、SCL(安全检查表)等方法。针对变电运维特点,重点辨识以下几类风险:一是设备风险:老旧设备、带病运行设备、家族性缺陷设备等。二是作业风险:倒闸操作、高压试验、继电保护校验、高处作业、有限空间作业等高风险作业。三是环境风险:恶劣天气(雷雨、大风、高温、冰冻)、周边施工、树障、地质灾害等。四是人员风险:技能不足、疲劳作业、情绪波动、违章指挥或作业等。(2)风险评估模型:采用定性定量相结合的方式,对辨识出的风险进行分级。常用的风险矩阵法,根据风险事件发生的可能性(L)和后果的严重程度(S),计算风险值($R=L \times S$),将风险划分为重大、较大、一般和低风险四个等级,并对应不同的管控策略。(3)动态更新机制:风险不是静态的,必须建立动态评估机制。在作业前、作业中(特别是作业条件发生变化时)和作业后,都要及时进行风险再评估,确保管控措施的有效性。

2.3 标准化的作业流程与“两票三制”

变电运维现场必须严格执行以“两票三制”为核心的标准化作业流程。(1)“两票”:即工作票和操作票。工作票是准许在电气设备上工作的书面命令,明确了工作任务、安全措施、人员分工和危险点。操作票是进行电气倒闸操作的书面依据,规定了操作步骤、顺序和监护要求。必须坚决杜绝无票作业、搭票作业、超范围作业等严重违章行为。(2)“三制”:即交接班制、巡回检查制、设备定期试验轮换制。交接班制确保信息

无缝传递;巡回检查制及时发现设备异常;定期试验轮换制保证备用设备的可靠性。(3)作业指导书:针对典型作业项目,编制图文并茂、步骤清晰的标准化作业指导书(SOP),作为“两票”的补充和细化,为现场人员提供直观的操作指引。通过标准化流程,将复杂的作业任务分解为一系列简单、明确、可执行的动作,最大程度地减少因个人经验和理解差异带来的不确定性。

2.4 全方位的人员能力建设与培训体系

必须构建一个覆盖全员、贯穿职业生涯、理论与实践并重的培训体系。(1)分层分类培训:针对新员工、在岗员工、技术骨干、管理人员等不同群体,设计差异化的培训内容。新员工侧重安全意识和基本技能;在岗员工侧重规程深化和应急处置;技术骨干侧重复杂故障分析和新技术应用;管理人员侧重风险管理与领导力^[3]。

(2)多元化培训方式:除传统的课堂讲授外,大力推广仿真模拟、VR/AR沉浸式体验、实操演练、案例教学、师带徒(OJT)等多种方式。特别是利用变电站数字孪生平台,可以在虚拟环境中反复练习高风险操作,有效提升实战能力。(3)严格准入与考核:实行严格的岗位准入制度,所有运维人员必须持证上岗。建立常态化的安全知识和技能考核机制,考核结果与绩效、晋升直接挂钩,形成“以考促学、以考促用”的良性循环。

2.5 智能化的安全信息化平台

应积极构建集数据采集、风险预警、过程监控、辅助决策于一体的智能化安全管控平台。(1)全域感知:通过部署高清视频、红外测温、局放监测、环境传感器、人员定位等物联网终端,实现对变电站设备状态、作业环境、人员行为的7×24小时全域、全时感知。(2)智能分析与预警:利用大数据和人工智能算法,对海量感知数据进行实时分析,自动识别设备异常(如过热、局放超标)、环境告警(如SF₆泄漏、水浸)和人员违章行为(如未戴安全帽、误入带电间隔),并第一时间发出预警。(3)远程协同与辅助:平台可支持远程专家会诊、电子围栏、电子操作票、移动终端APP等功能,实现后台与现场的高效协同,为现场人员提供实时的技术支持和安全监护。(4)数据驱动决策:平台积累的历史数据可为风险趋势分析、设备寿命预测、检修策略优化等提供数据支撑,推动安全管理从“经验驱动”向“数据驱动”转变。

2.6 深入人心的安全文化建设

安全文化是安全管控体系的灵魂。它通过潜移默化的影响,将外在的规章制度内化为员工的自觉行动。

(1)理念引领:大力宣贯“安全第一、预防为主、综合

治理”的方针,以及“一切事故都可以预防”、“我的安全我负责”等核心安全理念。(2)载体创新:通过建设安全文化长廊、安全角、主题展厅,举办安全知识竞赛、演讲比赛、微视频创作等活动,营造浓厚的安全氛围。(3)行为养成:鼓励员工主动报告隐患、分享安全经验、制止违章行为,将安全表现纳入评优评先,树立正面典型,形成“人人讲安全、事事为安全、时时想安全、处处要安全”的文化自觉。

2.7 严格的监督、考核与持续改进机制

必须建立强有力的监督考核机制,确保体系有效落地。(1)多维度监督:结合“四不两直”(不发通知、不打招呼、不听汇报、不用陪同接待、直奔基层、直插现场)检查、远程视频督查、交叉互查等方式,实现对现场作业的全覆盖、穿透式监督。(2)量化考核:建立科学的绩效考核指标体系,将违章次数、隐患整改率、两票合格率、培训完成率等关键指标纳入考核,并与薪酬、晋升紧密挂钩^[4]。(3)闭环改进:对监督检查发现的问题和发生的未遂事件、事故,要严格按照“四不放过”(事故原因未查清不放过、责任人员未处理不放过、整改措施未落实不放过、有关人员未受到教育不放过)原则进行处理,并举一反三,修订完善相关制度和流程,实现体系的螺旋式上升。

3 体系构建的法规与标准依据

任何管理体系的构建都必须以国家法律法规和行业标准为根本遵循。变电运维安全管控体系的建设,主要依据包括:(1)国家法律:《中华人民共和国安全生产法》、《中华人民共和国电力法》等,明确了企业的主体责任和从业人员的权利义务。(2)行政法规:《电力安全事故应急处置和调查处理条例》、《生产安全事故报告和调查处理条例》等,规定了事故处理的程序和要求。(3)部门规章:国家发展改革委《电力监控系统安全防护规定》(2025年施行)、国家能源局《电力安全生产“十四五”行动计划》、《电网安全风险管控办

法(试行)》等,提供了具体的行业管理要求。(4)国家标准与行业标准:如《电力安全工作规程》(GB 26859/26860/26861系列)、《变电站运行管理规范》(GB/T 26217)、《电力监控系统网络安全防护导则》(GB/T 36572)等,为现场作业提供了技术规范和操作指南。体系的构建过程,本身就是对这些法规标准的系统梳理、整合与落地的过程,确保各项管理活动合法合规。

4 结语

构建科学、高效的变电运维现场作业安全管控体系,是一项复杂的系统工程,也是一项关乎企业生存与发展的基础性、战略性任务。它要求我们超越传统的、零散的安全管理模式,以本质安全为核心理念,以全过程闭环管理为路径,通过健全责任体系、精准辨识风险、规范作业流程、强化人员能力、拥抱智能技术、培育安全文化、严格监督考核等多措并举,打造一个“横向到边、纵向到底、内外联动、持续进化”的现代化安全治理体系。在新型电力系统建设的大背景下,安全管控体系的构建并非一蹴而就,而是一个需要持续投入、不断迭代、久久为功的过程。电力企业应立足自身实际,借鉴先进经验,勇于探索创新,将安全真正融入企业发展的血脉之中,为保障国家能源安全、服务经济社会高质量发展构筑起坚不可摧的安全屏障。

参考文献

- [1]钱冬乐,王鑫.变电运维安全控制及系统维护技术分析[J].电子技术,2025,54(11):390-391.
- [2]李春晓.变电运维中的安全策略分析[J].集成电路应用,2024,41(11):370-371.
- [3]王俊.智能变电站的变电运维安全与设备维护研究[J].电工技术,2024,(S1):79-81.
- [4]高翔,李进贵.变电运维工作中存在的安全隐患及其对策研究[J].电工技术,2023,(S1):96-98.