

# 输变电工程项目施工安全管理研究

王文贵

国网呼伦贝尔供电公司建设部 内蒙古 呼伦贝尔 021000

**摘要：**输变电工程项目施工安全管理是指在输变电工程建设全过程中，通过系统化的管理措施和风险防控手段，保障施工人员安全、设备完好及工程顺利实施，最终实现安全风险可控的目标。输变电工程项目安全管理需结合工程全周期各环节实施多层次管控，输变电工程安全管理需通过技术创新与模式革新实现风险管控能力的提升，期望能够为输变电工程项目的安全管理提供实践参考，并促进安全责任的明确和落实。

**关键词：**输变电工程；安全管理；问题；措施

随着电力行业的快速发展，输变电工程项目在国家能源建设和经济发展中扮演着至关重要的角色。这些项目通常涉及复杂的施工环境、高技术含量的设备和大规模的投资。然而，在项目实施过程中，由于施工难度大、作业环境复杂多变等因素，安全管理面临着严峻的挑战。

## 1 输变电工程概况

输变电工程是电力系统中连接发电、输电、变电与配电的核心环节，指通过输电线路和变电站的规划、建设及运行，将电能从发电厂（或新能源场站）远距离、大容量输送至负荷中心，并在不同电压等级间进行电能转换的综合性工程。其核心功能是为电力系统中电能的安全、稳定传输提供物理载体和技术保障。

**1.1 核心组成。**输电线路，功能：实现电能远距离传输，包括架空线路（铁塔、导线、绝缘子等）和电缆线路（地下/海底电缆）；电压等级：通常包括高压（110kV-220kV）、超高压（330kV-750kV）及特高压（±800kV直流、1000kV交流）；技术特点：需解决电磁环境控制、机械强度设计、抗风抗震等问题。变电站，功能：电压转换（升压/降压）、电能分配、系统保护及潮流控制；组成：变压器、断路器、隔离开关、继电保护装置等设备；类型：枢纽变电站、换流站（直流输电）、智能变电站（集成数字化技术）。

**1.2 配套系统。**通信系统（光纤复合地线OPGW、同步相量测量装置PMU）；无功补偿装置（SVC、STATCOM）；防雷接地系统（避雷器、接地网）。

**1.3 功能特征。**跨区域能源调配，破解能源资源与负荷中心逆向分布矛盾，例如中国“西电东送”工程通过特高压输变电系统传输西部清洁能源至东部沿海。电网稳定性支撑，通过电压调节、潮流优化和故障隔离，保障电力系统频率、电压稳定，防范大范围停电事故。新

能源消纳能力提升，高压/特高压输变电网络可增强电网对风电、光伏等间歇性电源的接纳能力。

## 2 输变电工程项目施工安全管理的重要性

输变电工程施工安全管理是保障电力系统可靠运行的核心支撑，其重要性体现在以下关键层面：

**2.1 人身安全与设备防护。**高危作业风险防控，输变电工程涉及高空铁塔组立、带电跨越施工等高风险场景，安全管理通过规范操作流程（如专项安全方案制定、双重闭锁机制）及安全工器具的强制性使用，可降低坠落、触电等事故发生率16。例如，河南许昌电网工程通过“一项一案”建档管理，严控施工人员资质与工器具检测，有效防范了作业风险。设备全生命周期保护，严格的设备检查与维护（如导线压接质量监测、接地网隐蔽工程区块链存证）可避免因机械故障或施工质量问题的设备损坏，保障电网设施长期可靠运行。

**2.2 工程进度与经济性保障。**减少事故停工损失，忽视安全管理的项目易因突发事件（如设备损坏、人员伤亡）导致停工整改，造成工期延误及成本超支。研究表明，安全投入占比提升1%可使事故率降低15%-20%，间接节省工期成本。资源高效配置，通过风险分级管控（如BIM技术预控施工路径冲突）、隐患排查闭环机制（日常巡检与专项检查结合），可优化资源配置，避免因返工导致的资源浪费。

**2.3 社会责任与合规要求。**公共安全与社会稳定，输变电工程作为能源传输大动脉，安全事故可能引发区域性电网瘫痪，直接影响民生用电及工业运行。例如，长葛市供电公司通过“安全警示月”活动强化责任意识，减少因施工疏漏导致的供电中断风险。合规性与法律风险规避，《安全生产法》及电力行业标准明确要求落实安全管理责任，包括应急预案备案、安全培训全覆盖等。未达标企业将面临法律追责与信用评级下降。

2.4 技术升级与管理效能提升。智能化技术应用,引入三维安全预控模型、智能压接监测装置等技术手段,推动安全管理从“事后处置”向“事前预警”转型,提升风险动态管控能力。员工素质强化,系统性安全培训(如事故案例解析、应急演练)可消除人员技能短板,避免因操作失误或意识薄弱导致的隐患。实践路径与成效,根据国内典型工程案例(如河南许昌电网工程),强化安全管理的核心举措包括:责任网格化:构建项目经理为第一责任人的全员安全责任体系;作业标准化:实施“双准入”管理(人员资质与工器具双审查)及作业票双签发制度;应急实战化:通过年度4次以上多场景演练,提升突发事件响应效率。

### 3 输变电工程项目施工安全管理现状

3.1 风险防控机制逐步完善。部分区域已建立专项安全方案动态更新机制,如河南许昌通过“一项一案”为每个工程建立安全档案,细化高空作业、带电操作等高危场景的防控措施(如安全工器具强制检测、现场纠察突击检查)。东北地区通过联合检查发现隐患后,要求企业举一反三整改,强化属地管理职责落实。

3.2 技术手段辅助管理升级。依托BIM技术预控施工路径冲突,并在隐蔽工程中引入区块链存证技术,提升质量追溯可靠性。部分工程采用三维可视化安全预控模型,对风险点位进行动态监测。

3.3 责任体系逐步网格化。建立项目经理为第一责任人的全员安全责任框架,通过“双准入”机制(人员资质与工器具双审查)明确岗位职责。例如,某供电公司将安全检查与绩效考核挂钩,倒逼责任落实。

### 4 输变电工程安全管理存在的问题

4.1 安全管理制度体系不完善。制度与实际脱节:现有管理制度与实际施工场景匹配度低,存在“喊口号”“做记录”等形式化现象,缺乏操作性强的实施细则。责任落实不到位:安全管理职责分散在不同部门,覆盖工区时易出现管理盲区,导致全员参与的安全保障体系难以形成。监督与处罚机制缺失:缺乏针对违规施工的明确处罚制度,同时安全监督多停留于表面,未形成动态化、全过程的监管闭环。

4.2 人员安全意识与技术能力不足。安全意识淡薄:部分管理人员过度关注工程进度和成本,忽视了安全防护措施的必要性;一线人员存在麻痹心理,对安全规程执行敷衍。培训效果不佳:安全教育内容枯燥,形式单一,导致员工对风险识别、应急处置等关键能力掌握不足。

4.3 设备维护与设计缺陷。设备维护质量低:重抢修轻维护的考核导向导致设备检修缺乏长远规划,设备

稳定性差且维护成本居高不下。设计选型不当:如绝缘子单串布置、防震锤选型不合理等设计问题,未充分考虑实际环境因素(如风速、人员密集度),违反反措要求。设备老化与过载:老旧线路未及时更新,长期超负荷运行增加了故障风险。

4.4 工程进度与质量监控困难。进度管理失衡:业主干预过多削弱技术人员对进度的把控能力,施工计划孤立划分工序,动态调整困难。质量监管手段落后:依赖纸质文档管理,资料查找效率低,智能化管理工具应用不足。

4.5 风险管理与技术应用滞后。风险预控不足:对沿山风口、人员密集区等特殊环境的风险评估不充分,缺乏针对性防护措施。恶劣天气频发:雷电、强风等极端天气导致输电线路断线、设备损坏等问题,而部分工程气象预警机制缺失。

外包队伍管理薄弱:外包人员流动率高、技能参差不齐,且安全协议责任界定不清,事故追责困难。技术体系落后:安全技术更新缓慢,未能有效应用数字化、物联网等新技术提升安全管理效能。智能化应用碎片化:三维建模、智能监测等技术多局限于试点项目,尚未形成规模化推广,纸质文档管理仍占主流,影响隐患排查效率。跨区域协同困难:输变电工程点多面广,传统管理模式难以覆盖分散施工现场,如某跨省工程因信息共享滞后导致应急预案响应延迟。

4.6 安全投入不足。防护措施缺位:高危作业现场安全投入不足,防护设备配置不达标,埋深、接地电阻等技术参数被忽视。这些问题共同导致输变电工程面临系统性安全风险,亟需从制度完善、技术升级、人员培训等多维度综合改进。

### 5 输变电工程安全管理基本措施

5.1 工程全周期安全管理体系。安全设施“三同时”原则,工程设计、施工与投产需同步落实安全设施,确保与主体工程同时设计、施工、使用。风险分级预控制度,建立施工安全风险识别、评估及预控体系,对四级风险作业(如深基坑、高支模)实行监理单位和管理单位到岗监督。标准化作业流程,制定详细操作规程,规范高处作业、设备调试等关键环节,操作前需检查安全带、安全绳等防护设备可靠性。

5.2 人员与设备管理。员工安全培训,每年至少开展3次全员安全培训,重点强化高风险作业(如电缆隧道施工、带电线路组塔)的安全意识和应急技能。设备定期维护,电缆、变压器等设备每年至少全面检查1次,发现老化或损坏需立即更换;消防器材、急救箱月度检查覆盖率

需达100%。分包安全管控,严格审查分包商资质,落实“同进同出”管理,施工前核查人员二维码建档情况。

5.3 关键作业环节管控。深基坑施工,执行“先通风、再检测、后作业”流程,坑深超5m时强制送风;护壁强度达标前严禁拆模,堆土高度 $\leq 1.5\text{m}$ 。起重与高空作业,吊装设备需经专项验收,高空作业前核查安全带、防坠器等防护装备,严禁无证人员操作。电气试验调试,设置隔离警示区,严格执行停电、验电、接地程序,试验期间禁止非相关人员进入作业区。

5.4 监理与应急保障。监理职责落实,监理需参与风险初勘,审查关键点安全措施,对三级以上风险作业进行现场签字确认,发现违规可下达停工令。应急预案管理,制定专项应急预案并定期演练,明确突发事件(如塌方、触电)的响应流程和救援资源调配机制。

## 6 输变电工程安全管理创新与实践

6.1 智能化巡检技术应用。无人机与AI协同巡查,采用无人机搭载红外模块进行山火隐患三维建模,结合AI智能识别系统实现火情实时预警,排查效率提升10倍以上;同时通过卫星预警和视频监控联动,隐患响应时间缩短至30分钟内。

带电消缺技术突破,推行“无人机辅助+等电位立体穿越”带电作业模式,解决垂直排列线路中相等电位作业难题,单次作业可避免线路跳闸事故。

6.2 管理模式创新。五级联防机制,构建“智能监测-属地运维-群众护线-跨区支援-政企联动”五级防控体系,通过可视化设备全覆盖、村屯居民“千里眼”网络及森林消防协同作战强化防火能力。全过程机械化施工,推广模块化设计、参数化施工技术,采用机械化设备替代传统人工作业,降低高空、深基坑场景的安全风险,施工效率提升40%以上。隐患治理四式管控,实施“填空式”巡视记录、“清单式”整改闭环,结合定制化技防装置(如7字型限高架、防钓鱼隔离网)阻断外破

风险。

6.3 标准化与制度建设。智能运维标准体系,制定电缆局放检测、主绝缘试验等15类缺陷隐患巡视标准卡,强化“设备主人制”和差异化运维计划执行。安全责任穿透机制,建立“班组长-片区负责人-公司管理层”五级护线体系,通过月度三级运行分析会与班组“日夜会”复盘机制压实主体责任。

6.4 协同防护网络构建。防外破立体监护,在施工密集区部署250处“隔离+警示+监控”装置,运维人员驻点监护并签订安全隐患告知书,外破事故率同比下降65%。应急资源共享平台整合森林消防、自然资源局等多方资源,建立跨区域支援机制与应急预案库,实现突发事件30分钟快速响应。

综上所述,以上措施的系统实施,可有效降低人身伤害和设备损坏风险,保障输变电工程建设的本质安全水平。通过上述创新实践,输变电工程安全管理逐步向智能化、标准化、协同化转型,推动本质安全水平持续提升。

## 参考文献

- [1]周芳.电力企业输变电工程建设安全管理思路探究[J].上海企业,2024(10):113-115.
- [2]张霖燕.基于关联规则挖掘的输变电工程安全事故分析[J].电工技术,2024(18):219-221,224.
- [3]王宁平.河北省滦南县某35kV变电站输变电工程安全管理[J].现代经济信息,2013(21):466-467.
- [4]廖钦博.基于三维技术的输变电工程智能化质检方法分析[J].光源与照明,2024(7):60-62.
- [5]柳陆.输变电工程常见违章分析及解决策略[J].农村电气化,2024(5):88-89,92.
- [6]李超.水利水电工程施工安全管理与影响因素探讨[J].河南科技月刊,2014(1):246-246.