

# 电力检修与电力施工技术研究

刘洁莹

连云港市港圣开关制造有限公司 江苏 连云港 222000

**摘要：**电力检修与施工技术是保障电力系统稳定运行的关键。电力检修技术涵盖在线监测、智能诊断及带电作业等，通过实时数据采集与AI算法预测故障，实现从“计划检修”向“预测性检修”转型。电力施工技术则聚焦模块化安装、BIM建模及非开挖作业，如变压器模块化组装缩短工期50%，无人机巡检提升施工效率3-5倍。二者协同推动电力工程向数字化、智能化、绿色化深度融合，为新型电力系统建设提供技术支撑。

**关键词：**电力检修；电力施工技术；协同管理

引言：随着新型电力系统建设加速，电力设备规模与复杂度显著提升，传统检修与施工模式面临效率、安全与环保的多重挑战。电力检修技术正向智能化、带电化方向发展，依托物联网与AI算法实现故障精准预测；施工技术则通过模块化建造、BIM协同及无人机巡检等创新手段，破解复杂地形施工难题。本研究聚焦检修与施工技术的协同创新，探讨其数字化、绿色化转型路径，为提升电力系统全生命周期管理效能提供理论支撑与实践参考。

## 1 电力检修技术体系研究

### 1.1 电力检修技术分类与特点

(1) 按检修对象分类：针对输电设备，重点检修线路杆塔、导线等，需应对外户复杂环境，注重抗风、防腐蚀；变电设备检修聚焦变压器、开关等核心部件，强调绝缘性能与运行稳定性检测；配电设备检修面向配电箱、电缆分支箱等，侧重设备运行状态监测与故障快速排查，保障末端供电可靠。(2) 按技术手段分类：人工巡检依赖人员经验，可灵活处理突发问题，但效率低、劳动强度大；带电检测借助专业仪器，在设备不停电状态下获取数据，减少停电损失，不过对仪器精度要求高；机器人巡检能适应恶劣环境，实现自动化、全天候作业，可提升巡检覆盖面与效率，却受地形、信号等因素限制<sup>[1]</sup>。

### 1.2 关键检修技术详解

(1) 在线监测技术：红外测温通过检测设备温度分布，及时发现过热故障点，如接头松动、部件老化；局部放电检测可捕捉设备内部绝缘缺陷产生的放电信号，提前预警绝缘故障，避免设备损坏。(2) 智能诊断技术：大数据分析整合海量检修数据，挖掘设备运行规律，辅助判断故障类型；AI故障预测利用算法模型，结合设备历史数据与实时状态，精准预测潜在故障，提高检修前瞻性。(3) 带电作业技术：绝缘斗臂车为作业人员提供绝缘平

台，保障带电操作安全；激光清障可远程清除线路上的异物，如塑料布、树枝等，避免线路短路，保障线路正常运行。

### 1.3 检修技术发展趋势

(1) 数字化检修平台建设：整合检修数据、设备信息等资源，实现检修流程数字化管理，提升检修协同效率与数据利用率，为检修决策提供数据支持。(2) 5G+工业互联网在检修中的应用：利用5G高速率、低时延特性，实现检修设备远程控制、高清视频传输等，结合工业互联网，优化检修资源配置，提升检修智能化水平。(3) 检修标准与安全规范升级：结合技术发展与实际需求，完善检修标准，细化安全操作规范，强化检修人员安全防护要求，降低检修作业风险，保障电力检修安全有序开展。

## 2 电力施工技术创新研究

### 2.1 传统施工技术局限性分析

(1) 高空作业风险：传统电力施工中，输电线路架设、变电站设备安装等常需高空作业，依赖脚手架、高空作业车等设备，作业人员暴露在高空环境中，易受强风、雷雨等恶劣天气影响，且防护措施多依赖安全带、安全网，存在坠落、物体打击等风险，一旦操作失误或设备故障，易引发安全事故。(2) 施工效率低下问题：传统施工多采用现场浇筑、手工组装等方式，如变电站基础施工需经历支模、浇筑、养护等漫长流程，且各工序衔接依赖人工协调，缺乏标准化作业流程，易因人员技能差异、材料供应不及时等导致工期延误；同时，施工过程中数据记录、进度跟踪依赖人工台账，信息传递滞后，难以实时优化施工计划<sup>[2]</sup>。(3) 环境适应性不足：传统施工技术对环境要求较高，在山区、沼泽、高寒等复杂地形区域，大型施工设备难以进场，导致施工难度大幅增加；且传统施工材料如水泥、砂石等运输过程中

易对周边环境造成污染,施工产生的建筑垃圾处理不当,也会破坏生态环境,不符合绿色施工理念。

## 2.2 新型施工技术应用

(1) 装配式变电站技术:采用工厂预制、现场组装模式,将变电站的柜体、基础、构架等核心部件在工厂标准化生产,运输至现场后通过螺栓连接等方式快速组装,大幅减少现场浇筑作业,缩短施工周期50%以上,且构件质量可控,降低现场施工误差,同时减少施工对周边环境的干扰。(2) 无人机巡检与三维建模技术:无人机可搭载高清摄像头、红外传感器等设备,对电力施工区域进行全方位巡检,快速识别地形障碍、线路走向等信息,替代人工野外勘察,提升巡检效率3-5倍;结合三维建模技术,可将巡检数据转化为三维模型,直观呈现施工场地布局,为施工方案设计、设备定位提供精准数据支持,避免施工冲突。(3) 环保型施工材料与工艺:推广使用环保型混凝土、节能型电缆等材料,此类材料具有低能耗、可回收特性,如环保混凝土可减少水泥用量,降低碳排放;采用非开挖施工工艺进行电缆敷设,通过定向钻、顶管等技术,避免开挖路面、破坏植被,减少施工对交通和生态环境的影响,符合低碳施工要求<sup>[3]</sup>。

## 2.3 施工技术优化方向

(1) BIM技术在施工管理中的应用:将BIM技术贯穿电力施工全流程,通过建立三维可视化模型,实现施工图纸审查、进度模拟、资源调配等功能,如在变电站施工中,可通过BIM模型提前发现管线碰撞问题,减少现场整改;同时,借助BIM平台实现各参与方数据共享,实时跟踪施工进度、质量、成本,提升施工管理精细化水平。(2) 施工机器人与自动化装备:引入线路架设机器人、设备安装机器人等自动化装备,替代人工完成高空、重体力作业,如机器人可精准完成导线牵引、杆塔组装,不仅降低安全风险,还能提升作业精度和效率;此外,自动化搅拌站、智能物料运输车等装备的应用,可实现施工资源自动化调配,减少人工干预<sup>[4]</sup>。(3) 绿色施工评价体系构建:建立涵盖施工能耗、环境影响、资源回收等维度的绿色施工评价体系,制定量化评价指标,如施工碳排放强度、建筑垃圾回收率等;通过定期开展绿色施工评价,倒逼施工企业优化技术方案,推广环保工艺和材料,推动电力施工向低碳、环保方向发展,助力“双碳”目标实现。

## 3 电力检修与施工的协同管理

### 3.1 全生命周期管理理念

(1) 设计-施工-运维一体化模式:打破传统电力工程中设计、施工、运维各阶段割裂的局面,在项目设计初期便纳入施工可行性与运维便利性考量。例如,设计

变电站布局时,结合后续检修设备的进场路径规划通道宽度,避免施工后因检修需求二次改造;施工阶段同步留存设备安装参数、材料规格等关键数据,建立数字化档案传递给运维部门,便于检修时精准定位问题。通过一体化协同,实现各阶段信息无缝衔接,减少因前期设计疏漏导致的施工返工、后期检修困难等问题,提升电力工程全生命周期运行效率。(2) 检修与施工的资源共享机制:整合检修与施工环节的人力、设备、技术资源,避免重复投入与资源浪费。在设备方面,施工中使用的大型吊装机械、绝缘检测仪器等,可在非施工时段调配给检修部门用于设备检修作业,提高设备利用率;在人力资源方面,培养具备施工与检修双重技能的复合型人员,既能参与电力工程施工,也能在投运后参与设备检修,降低人员培训成本;在技术资源方面,施工积累的现场地形数据、设备安装经验,可为检修作业提供参考,而检修发现的设备缺陷问题,也能反哺施工环节优化工艺,形成“施工支撑检修、检修完善施工”的良性循环。

### 3.2 风险管控体系

(1) 施工安全风险评估模型:构建涵盖环境、设备、人员、工艺等多维度的施工安全风险评估模型。通过收集历史施工事故数据、现场环境参数(如地形复杂度、气象条件)、设备安全状态等信息,采用定性与定量结合的方法评估风险等级。例如,在输电线路施工前,利用模型分析杆塔组立过程中强风、覆冰等环境因素的影响,以及吊装设备的负载能力风险,划分高、中、低风险区域,并针对性制定防控措施—高风险区域增设现场监护人员、配备应急救援设备,中风险区域优化施工时序避开恶劣天气,低风险区域强化人员安全培训,从源头降低施工安全隐患。(2) 检修作业标准化流程:制定统一的检修作业标准,明确从作业准备、现场操作到验收归档的全流程规范。作业前,要求检修人员核查设备状态、准备合格工具,并进行安全技术交底;作业中,严格按照操作手册执行检修步骤,如变压器检修需遵循“断电-验电-接地-检修”的固定流程,避免违规操作;作业后,对照标准验收检修质量,记录检修结果并更新设备档案。标准化流程不仅能减少因人员操作差异导致的检修质量问题,还能确保检修作业可追溯,便于后续排查责任、优化流程<sup>[5]</sup>。(3) 应急预案与事故处理机制:针对施工与检修中可能发生的设备故障、人员受伤、自然灾害等突发情况,制定专项应急预案。明确应急组织架构与各成员职责,如应急指挥组负责统筹协调、救援组负责现场抢险、后勤组负责物资供应;储备充足的应急物资,包括急救药品、备用设备、发电装置等,并定期开展应急演练

练,提升人员应急处置能力。一旦发生事故,立即启动对应预案,快速响应处置一如施工中突发杆塔倾斜,迅速切断周边电源,组织人员撤离危险区域,同时调动救援设备进行加固或拆除,最大限度降低事故造成的人员伤亡与财产损失,保障电力检修与施工安全有序开展。

#### 4 电力检修与施工技术应用挑战与对策

##### 4.1 主要挑战

(1) 技术标准不统一:当前电力领域新技术迭代快,如智能巡检、BIM应用等技术,不同企业、地区采用的技术参数、接口规范存在差异。例如,部分企业的无人机巡检数据格式与行业通用平台不兼容,导致数据无法共享;不同厂商的智能诊断系统评判故障的标准不一致,影响检修结果的准确性,增加了跨企业、跨区域技术协同的难度,制约电力技术规模化应用。(2) 复合型人才短缺:电力技术融合了电力工程、信息技术、人工智能等多领域知识,既懂传统电力运维,又掌握数字化、智能化技术的复合型人才稀缺。基层人员多熟悉传统检修施工技能,对新型设备操作、数据分析能力不足;高校相关专业课程设置滞后于技术发展,培养的人才难以快速适配岗位需求,导致技术落地时面临“懂技术不会用、会操作不懂技术”的困境。(3) 数据安全与隐私保护:电力技术应用中产生大量设备运行、用户用电、施工检修等数据,这些数据涉及电力系统核心信息与用户隐私。一方面,数据在传输、存储过程中,易遭受网络攻击、数据泄露等风险,若关键设备运行数据被窃取,可能威胁电力系统安全;另一方面,部分企业数据安全防护措施薄弱,缺乏统一的防护标准,难以有效应对数据安全挑战。

##### 4.2 解决对策

(1) 构建产学研用协同创新机制:由政府牵头,联合高校、科研机构、电力企业建立协同平台,共同制定技术标准。高校与科研机构负责前沿技术研发,企业提供实际应用场景与需求,通过联合攻关统一技术参数、接口规范,推动技术标准与市场需求对接,同时加快新技术成果

转化,解决标准不统一与技术落地脱节问题。(2) 完善职业培训与认证体系:优化高校专业课程,增设智能电力技术、数据analytics等课程;企业联合培训机构开展定向培训,如组织无人机巡检、BIM操作等实操培训,结合岗位需求制定培训内容;建立行业统一的职业技能认证制度,将新技术操作能力纳入认证考核,规范人才评价标准,培育适配技术发展的复合型人才。(3) 制定数据安全防护标准:政府部门联合行业协会出台电力数据安全规范,明确数据分类分级标准,对核心系统数据、用户隐私数据实行差异化保护;要求企业落实数据加密、访问权限管控、安全审计等防护措施,定期开展数据安全评估;推动建立电力行业数据安全共享平台,在保障安全的前提下,实现数据合规共享,平衡数据利用与安全保护。

##### 结束语

电力检修与施工技术的创新发展是推动能源转型与新型电力系统建设的关键驱动力。本研究通过分析智能化检修、模块化施工及绿色低碳技术的应用实践,证实了技术创新在提升运维效率、保障施工安全与降低环境影响方面的显著价值。未来需持续深化产学研协同,突破数据壁垒与人才短板,完善标准体系与安全规范,推动电力工程向全生命周期数字化、智能化管理迈进,为构建安全、高效、清洁的现代能源体系提供坚实技术保障。

##### 参考文献

- [1]柴天富,徐伟,等.电力检修与安全管理的优化策略[J].建筑工程技术与设计,2020,(21):91-92.
- [2]徐刚.电力系统的施工与检修技术分析[J].集成电路应用,2022,39(10):78-79..
- [3]刘欣宇.电力检修现场作业范围监护系统设计[J].电工技术,2022(12):158-159.
- [4]戚颖.智能化施工技术在电网工程建设中的应用研究[J].新型工业化,2022,12(06):56-59.
- [5]赵侃坤.220kV变电站与输电施工中的技术分析[J].集成电路应用,2022,39(05):222-223.