

# Research on Innovation and Application of High Efficiency Power Transmission and Transformation Construction Equipment Technology

Zhaohuan Zhang

Jiangsu Power Transmission and Transformation Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 210000, China

## Abstract

The paper deeply discusses the technological innovation and application practice of high-efficiency machinery in the field of power transmission and transformation construction, compares and analyzes the technological development level of relevant construction equipment at home and abroad, and reveals the limitations of existing equipment in terms of operational efficiency, energy consumption, safety performance, and intelligence level. The paper elaborates on the core points of technological innovation in high-efficiency construction equipment, involving the application of new materials, the combination of intelligence and automation, the design concept of energy conservation and environmental protection, and the promotion of modular and standardized design. Taking the application of new tower cranes and intelligent inspection robots in power transmission and transformation projects as examples, it demonstrates the actual effectiveness of technological innovation in improving operational efficiency and reducing costs. This study has significant value in promoting the technological development and sustainability of the construction equipment industry for power transmission and transformation.

## Keywords

high efficiency; power transmission and transformation construction; machinery and equipment; technology innovation; application effect

## 高效能输变电施工机具技术创新与应用研究

张照环

江苏省送变电有限公司, 中国·江苏 南京 210000

## 摘要

论文深入讨论了在输变电施工领域中, 高效能机具的技术革新与应用实践, 对比分析了国内外相关施工设备的技术发展水平, 揭示了现有设备在操作效率、能源消耗、安全性能以及智能化程度方面的局限。论文阐述了高效能施工机具技术创新的核心要点, 涉及新型材料的运用、智能化与自动化的结合、节能与环保的设计理念以及模块化、标准化设计的推进, 以新型塔式起重机和智能巡检机器人在输变电项目中的应用为例, 展示了技术革新在提升作业效率和降低成本方面的实际成效。此项研究对于促进输变电施工机具行业的技术发展及其可持续性具有重要价值。

## 关键词

高效能; 输变电施工; 机具设备; 技术创新; 应用效果

## 1 高效能输变电施工机具设备现状分析

### 1.1 国内外施工机具设备发展概况

#### 1.1.1 国内外技术对比

在电力设施建设的全球版图上, 输变电施工机械与设备的技术高度是影响电网建设效率和安全的核心因素。国内外在此类高效施工机械设备的研发与应用方面均获得了重

要突破, 尽管在技术成熟、创新力量及市场运用等方面, 二者尚呈现出不同程度的差距。具体来看, 中国电力产业的迅猛扩展已使中国跻身世界前列的电力装备生产国。在输变电施工机械领域, 中国企业持续推陈出新, 研发出众多拥有自主知识产权的施工装备, 如智能化的架线装置、自动化的立塔机械、节能型设备运输车等, 这些装备极大促进了施工效率的提高、能耗的减少及安全性能的增强。欧美等先进国家在该领域的发展起步较早, 技术储备雄厚。这些国家的公司凭借在高端设备制造、智能控制系统、新材料应用等方面的明显优势, 开发了如智能巡检机器人、无人机架线系统、高

【作者简介】张照环(1988-), 男, 中国江苏宿迁人, 本科, 高级工程师, 从事输变电施工机具设备的管理、技术开发和应用研究。

精度自动化测量工具等创新产品,大幅提升了施工作业效率与品质。此外,它们还致力于环境保护与可持续发展,积极推动施工机械设备向绿色、低碳的转型发展。

### 1.1.2 典型机具设备介绍

运用尖端的控制技术与感知装置,智能放线系统使得导、地线的自动铺设与张力调控成为可能,从而显著提高了放线作业的效率与精准度。遥控及自动驾驶技术应用于自立式组塔机械,实现了对塔基的精确定位与迅速组装,有效减少了人力资源的依赖并提升了现场作业的安全性。另外,采用轻量结构设计与电动动力系统的高效节能设备运输车,不仅减少了能源消耗与污染排放,还进一步优化了运输过程的速度与稳定性。输变电施工设备表如表1所示。

## 1.2 现有设备存在的问题与不足

### 1.2.1 效率低下、能耗高

一些输变电工程中所用的机械装备在设计制造层面尚

存缺陷,使得施工速度缓慢,能源消耗偏高。具体表现在:首先,装备结构复杂化,操作步骤繁杂,进而延长了施工周期,降低了作业效率;其次,性能的不稳定性导致故障频发,提升了维护更换的费用;最后,能源使用效率不尽如人意,特别是燃油型设备在连续作业时的高油耗及排放问题。为解决这些问题,亟需推进技术革新,提升设备性能,同时提高能源效率等级<sup>[1]</sup>。

### 1.2.2 安全性能不足

施工过程中所使用的输变电设备机具的安全性是确保作业人员与电网系统安全的关键。一些在用设备在安全保障方面尚显欠缺,例如缺乏完善的防护设施、操作稳定性不尽如人意以及应对突发状况的能力不足,这些问题恐引发作业中的安全事故,对人员安全与设施完好造成重大威胁。鉴于此,迫切需要对设备的安全性能开展深入的研发与优化工作,以增强其安全稳定性和应对紧急状况的能力。

表1 输变电施工设备表

设备名称	技术特点	优势
智能架线设备	控制系统和传感器技术	自动铺设线缆,提高施工效率和精度
自动化立塔机械	遥控或自动驾驶技术	精准定位塔基,快速安装,减少人力,提高施工安全性
高效节能设备运输车	轻量化设计和电动驱动系统	降低能耗和排放,提高运输效率和稳定性

### 1.2.3 智能化、自动化程度低

在科技进步的浪潮中,人工智能与物联网技术快速发展,使得输变电施工机具的智能化和自动化程度成为评估其高端性能的关键。但现实中,部分机具在智能与自动化的道路上尚显不足,例如控制系统的简易性、缺少智能决策与自适应功能以及数据处理与分析能力之薄弱。这些短板限制了设备在施工中智能运用的深度,进而影响了工程效率与品质。鉴于此,加大对智能化和自动化技术研发的力度,促进施工机具的智能化升级,无疑是当务之急。

## 2 高效能施工机具设备的技术创新点

### 2.1 新型材料的应用

在研发高效能的输变电施工装备过程中,运用创新材料成为增强装备性能和延长使用寿命的核心途径。以轻质高强度的铝合金、钛合金及先进塑料为例,这些材料的运用不但极大地减轻了机械的重量,方便了运输与安装作业,还显著增强了设备的负载能力及耐疲劳特性,从而有效提升了其使用年限。特别是在机械的关键部位,如结构构架和传动系统,这些先进材料的应用大幅提高了稳定性和可信度。在苛刻的施工条件下,设备常遭受严重的腐蚀和磨损。通过研究和应用新型耐腐蚀性合金、陶瓷级防护涂层等,成功抵御了如酸碱、盐雾等有害介质的侵害,降低了由腐蚀引发的故障率和维护费用。此外,采用耐磨材料也显著增强了设备的耐久性,延长的易损零件的寿命,进一步提高了施工的效率。

### 2.2 智能化、自动化技术的融合

科技进步的今天,智能化与自动化技术不断深入施工

机械的各个层面。得益于传感器技术的普及,设备能够即时捕获工作状况及环境数据,为操作者提供了精确的数据支持。而物联网技术的融入则促进了设备间的紧密联系,形成一个高效的机械网络,使得设备的远程监控、数据分析和智能调配成为现实<sup>[2]</sup>。在此基础上,远程监控与故障诊断系统的推出,极大地增强了设备运维的高效性。技术人员可通过远程平台实时掌握设备运行情况及工作参数,快速识别并预警可能出现的问题。此外,系统利用智能诊断算法,自主分析故障成因并提供维护建议,显著提升了故障处理的速度与维修的效率。

### 2.3 节能环保设计

在施工机械设计领域,节能与环保已上升为焦点。借助于对电机结构及控制策略的优化,节能型电机大幅减少了能源消耗和热量产生,有效提升了能效比例。变频控制技术的巧妙运用,让设备得以根据作业需求自动适配工作频率和输出功率,从而杜绝了能源的无谓损耗。在减少排放和降噪方面,设计者提出了众多创新性解决方案。诸如通过改进燃烧过程和尾气净化系统,有效减少了污染性气体的排放以及运用降噪材料和减震技术,显著降低了设备作业时的噪声。

### 2.4 模块化、标准化设计

模块化理念在高效施工机械设备的进化中扮演了核心角色。该设计策略将机械解构为众多独立的模块,赋予其根据特定需求进行多样化搭配与设置的灵活性,从而增强了机械的普适性与维护性。此外,模块化设计亦使得机械的制造与维护流程更为简洁,有效缩减了成本与生产周期。标准化

设计成就了设备间的互换性是提升生产效率的重要途径，统一的设计规范及接口要求，让不同制造商的产品能够完美契合，实现互用<sup>[3]</sup>。这种策略不仅减少了用户在采购上的成本及使用风险，更有助于推动整个行业向规范化与标准化方向发展。

### 3 高效能施工机具设备的应用案例

#### 3.1 新型塔式起重机在输变电工程中的应用

##### 3.1.1 高效吊装技术

在科技进步的背景下，塔式起重机在输电线路及变电站土建等工程领域展现了卓越的吊运能力。这类起重机借助于前沿的液压技术及使用高强度材质，不仅在承重能力上有了显著提高，其吊运速度与稳定性也得到增强。得益于精准的力矩调控和智能化吊运技术，重物的吊运过程变得较为平稳，大幅减少了摇摆和撞击，从而显著提升了施工作业的安全性及效率。由传统塔式起重机演变而来的双平臂、双摇臂抱杆，实现铁塔的双侧同时起吊，尤其在吊装特高压输电铁塔等巨型结构时，新型塔式起重机的性能优势得到了进一步凸显，有效缩短了建设周期，同时减少了人工成本支出。

##### 3.1.2 智能化监控与故障预警系统

为确保施工作业的安全性，新型塔式起重机装载了先进的智能监控与预故障警示装置。该装置能够即时捕捉并分析起重机械的作业状况，涉及重要指标如液压体系的压力变化、不平衡力矩、吊重、变幅及结构应力等。当检测到任何不符合常态的数据时，系统将立刻触发警报并自动实施安全保障措施，如紧急刹车和断电等，从而有效避免意外事故的发生。该系统还具备历史数据记录与分析功能，为起重机的后期维护和保养提供数据支持，助力设备使用寿命的进一步延长。

#### 3.2 智能巡检机器人在输电线路维护中的探索

##### 3.2.1 自主巡检

输电线路维护领域近日迎来了一项技术突破——智能巡检机器人。这些机器人具备独立导航与规避障碍的功能，能够沿设定好的路径自动执行巡检任务，对线路进行全方位的检测。它们配备了高清摄像以及红外热成像等高端传感器，可即时获取线路的图像资料与温度变化，从而为发现故障提供了准确的数据支持。自动化巡检的实施，不仅极大提升了巡检工作的效率，也有效减轻了巡检人员的劳动强度，同时大幅度降低了因人为因素造成的漏检或误判的可能性。

##### 3.2.2 故障识别与报告

在巡检作业中，智能化检测机器人借助尖端的图像辨识技术与数据分析手段，能自主辨识输电线路中可能存在的故障隐患。在遭遇诸如导线断裂、绝缘子损伤等异常状况时，该机器人能即刻捕获故障详情，并通过无线网络迅速向监控中心反馈情况。监控中心在接到此类报告后，即刻启动应急机制，部署专业人员及时进行修复作业，从而保障输电线路的持续安全与稳定运作。

##### 3.2.3 实时数据传输与远程监控

以一家电力企业作为案例，该企业采用了智能化的巡检机器人系统并同步打造了一个集实时数据传输与远程监控为一体的平台。这一平台与巡检机器人系统深度融合，可以即时获取并呈现机器人收集的高清视频及传感器信息。在一次凌晨的巡检中，机器人借助红外热成像技术，侦测到输电线路的某部分出现异常发热情况，该数据立即被平台传送至监控室。当班工作人员迅速查阅了相关视频与数据，经初步评估，推断出可能是线路接头接触不充分所致。电力公司随即部署了维修队伍赶赴现场修复，成功避免了潜在的安全风险。这一实例显著证明了实时数据传输和远程监控平台在智能巡检作业中的关键地位。智能巡检机器人系统案例分析表如表2所示。

表2 智能巡检机器人系统案例分析表

系统组件	功能	事件描述	结果
智能巡检机器人	高清巡检视频、传感器数据传输	深夜巡检中发现输电线路局部过热	及时消除安全隐患，提供精准决策支持，提高巡检透明度和可追溯性
实时数据传输与远程监控平台	接收展示机器人数据，数据分析	异常数据迅速传输至监控中心	
监控中心值班人员	调取视频和数据，初步分析判断	确认线路接头接触不良问题	

### 4 结语

综合分析表明，技术创新在高效输变电施工机具装备领域扮演着驱动工程高质量发展的重要角色。借助新材料运用、智能化与自动化的深度融合、节能与环保的精心设计以及模块化与标准化的创新策略，不仅使得施工效率和安全水平得到显著提高，同时也实现了能耗和成本的实质性下降。

### 参考文献

- [1] 曹洁玲,张思琪.基于大数据的输变电工程电缆线路造价预测与决策分析[J].智慧中国,2024(8):88-89.
- [2] 贾诗雨,王子一,梁学军.输变电工程基础位移处理施工技术分析[J].科技与创新,2024(16):83-86.
- [3] 王子一,贾诗雨.输变电工程人工挖孔桩施工技术探究[J].科技与创新,2024(15):111-114.