

配电网工程施工管理：复杂问题解决与技术创新

吴超鹏

广东广澳能源科技有限公司，广东 汕头 515000

DOI:10.61369/WCEST.2025110004

摘 要： 配电网复杂施工场景存在地理环境、地下管线、电磁环境和气候条件等技术瓶颈。智能诊断算法、新型绝缘材料等为解决复杂问题提供创新路径，还需多标段协同管理、风险管控智能化、数字孪生技术模拟施工、定制研发新型装备、改造传统工艺、转型施工流程等。同时要融合技术指标与管理 KPI，重构组织架构，在不同场景采用适宜技术，构建评价模型并解析效益，未来施工管理将向智能化等方向演进。

关 键 词： 配电网施工；技术创新；工程化实现

Construction Management of Distribution Network Engineering: Complex Problem Solving and Technological Innovation

Wu Chaopeng

Guangdong Guang'ao Energy Technology Co., Ltd., Shantou, Guangdong 515000

Abstract： There are technical bottlenecks in the complex construction scenarios of power distribution networks, such as geographical environment, underground pipelines, electromagnetic environment, and climate conditions. Intelligent diagnostic algorithms and new insulation materials provide innovative paths to solve complex problems, which also require multi section collaborative management, intelligent risk control, digital twin technology simulation construction, customized research and development of new equipment, transformation of traditional processes, and transformation of construction processes. At the same time, it is necessary to integrate technical indicators and management KPIs, reconstruct organizational structure, adopt appropriate technologies in different scenarios, construct evaluation models and analyze benefits. In the future, construction management will evolve towards intelligence and other directions.

Keywords： construction of distribution network; technological innovation; engineering implementation

引言

在当前数字电网建设（2022年国家电网正式提出加快推进数字电网建设相关政策）的大背景下，配电网工程施工管理意义重大。其复杂施工场景存在诸多技术瓶颈，如地理环境、地下管线、电磁环境及气候条件等带来的挑战。为此，需从智能诊断算法、新型绝缘材料、多标段协同管理、风险管控智能化等多方面进行技术创新与管理优化。而国家推进数字电网建设的政策，正为解决这些问题提供有力支撑，推动配电网工程施工管理朝着智能化、数字化、精细化方向发展，以突破现有瓶颈，满足社会对电力供应稳定性与可靠性的需求。

一、配网复杂工程问题破解者的技术实践

（一）复杂施工场景的技术瓶颈识别

在配电网复杂施工场景中，识别技术瓶颈至关重要。地理环境复杂多变，如山区、水域等特殊地形，给线路铺设、杆塔搭建带来困难，不仅增加施工难度与成本，还对施工安全构成威胁^[1]。同时，地下管线分布错综复杂，各类管线相互交织，若施工前未能准确掌握其位置、走向等信息，极易造成管线破坏，影响其他设施正常运行。此外，施工区域周边的电磁环境也不容忽视，强电磁干扰可能影响施工设备的正常运行和施工人员的健

康。不同施工区域的气候条件差异，如暴雨、暴雪、高温等极端天气，也会给施工进度、质量和安全带来诸多挑战。准确识别这些技术瓶颈，是解决配电网复杂施工问题的关键第一步。

（二）专业解决方案的技术创新路径

在配电网工程施工管理中，智能诊断算法与新型绝缘材料为解决复杂问题提供了创新路径。智能诊断算法通过对隐蔽工程的关键参数进行深度分析与精准建模，实现对潜在故障的早期预判与准确定位。以智能图像识别技术为例，它可对电缆接头等隐蔽部位的图像进行实时监测，快速识别出细微缺陷，极大提高检测效率与准确性^[2]。新型绝缘材料则从提升工程质量与安全性出

发，如采用具有高耐候性、低介电常数的新型复合材料，不仅能有效降低绝缘老化速度，延长设备使用寿命，还能减少电能损耗，提升配电网整体运行性能。这些技术创新路径为配电网复杂工程问题的解决带来新契机。

二、全周期项目管理的系统性把控

（一）多标段协同管理机制设计

在配电网工程施工中，多标段协同管理机制设计至关重要。不同标段往往涉及不同施工队伍、物资供应及进度安排，若缺乏有效协同，易出现施工冲突、进度延误等问题。应构建统一的信息沟通平台，打破各标段间信息壁垒，实现施工进度、质量问题、物资需求等信息实时共享^[3]。同时，建立协同决策机制，针对涉及多标段的关键问题，如交叉施工区域的作业安排等，由各标段负责人共同协商，制定科学合理的解决方案。还需设立专门的协调小组，定期巡查各标段施工情况，及时发现潜在协同问题并进行协调处理，确保各标段在全周期项目管理中高效配合，保障配电网工程施工的顺利推进。

（二）风险管控智能化体系建设

在配电网工程施工管理中，风险管控智能化体系建设至关重要。借助 BIM 技术，可构建三维安全预警模型。此模型能对施工现场各类潜在风险进行精准识别与定位，通过对工程数据的实时采集和分析，提前感知安全隐患，为施工人员提供及时的预警信息。同时，基于 BIM 技术打造应急预案仿真平台，将应急预案以三维可视化形式呈现。模拟不同风险场景下的应对过程，检验应急预案的可行性与有效性，针对模拟结果对应急预案进行优化完善^[4]。通过风险管控智能化体系建设，实现对配电网工程施工风险的全面、动态管控，提升施工安全水平与应急处置能力，确保工程全周期项目管理的系统性与高效性。

三、技术创新的工程化实现路径

（一）前沿技术集成创新策略

1. 数字孪生技术在施工模拟中的应用

在配电网工程施工模拟中，数字孪生技术发挥着关键作用。通过构建与实际配电网工程高度相似的虚拟模型，能够对施工过程进行精准模拟^[5]。借助该技术，可在虚拟环境中对施工方案进行预演，提前发现潜在问题，如空间布局冲突、施工流程不合理等，并及时优化调整。数字孪生技术还能实时采集实际施工中的各类数据，包括设备运行状态、施工进度等，反馈至虚拟模型，实现对施工过程的动态监测与智能分析。这使得施工管理人员能够更准确地掌握施工情况，及时做出科学决策，提高施工效率与质量，有效降低施工风险，为配电网工程的顺利推进提供有力保障，助力前沿技术集成创新策略在配电网工程施工模拟中的落地应用。

2. 新型施工装备的定制化研发

在配电网工程施工管理中，新型施工装备的定制化研发是技术创新工程化实现的关键环节。以智能化放线装置为例，需深入

分析其技术参数与工程适配性。智能化放线装置的技术参数，如放线速度、张力控制精度、适应导线类型及规格等，直接影响其在配电网工程中的应用效果^[6]。在研发时，要结合配电网工程的实际需求，例如不同地形条件（山地、平原等）对放线的特殊要求，不同电压等级线路对导线展放质量的标准，定制适配的装备。同时，考虑与其他施工环节的衔接，确保整个施工流程的高效、顺畅。通过这种定制化研发，使新型施工装备精准契合配电网工程的复杂场景，推动技术创新从理念转化为切实可行的工程实践，有效解决施工中的难题，提升工程质量与效率。

（二）传统工艺的智能化改造

1. 机械自动化改造技术路径

在配电网工程施工管理的技术创新工程化实现路径中，传统工艺智能化改造里的机械自动化改造是关键环节。就配网带电作业机器人而言，其运动控制算法的研究与实现是机械自动化改造的核心。需深入分析机器人在不同作业场景下的运动需求，建立精确的运动模型。利用先进的智能算法，如自适应控制算法、模糊控制算法等，实现对机器人运动轨迹的精准控制，以满足带电作业的高精度要求。结合传感器技术，实时获取机器人的位置、姿态等信息，对运动控制算法进行动态调整与优化。通过这样的机械自动化改造技术路径，推动配网带电作业从传统人工操作向智能化、自动化作业转变，大幅提升作业效率与安全性，解决复杂施工环境下的作业难题^[7]。

2. 施工流程的数字化转型

在配电网工程施工中，传统工艺的智能化改造与施工流程的数字化转型是技术创新工程化实现的关键。对于传统工艺，引入智能监测设备，对线路铺设、设备安装等传统环节进行实时数据采集与分析，借助人工智能算法优化操作流程，提升工艺精准度与效率。例如在电缆敷设中，运用智能传感技术监测电缆张力、弯曲度等参数，确保敷设质量^[8]。施工流程数字化转型方面，搭建数字化管理平台，将项目规划、进度管控、物资管理等流程全面数字化。利用 BIM 技术对施工场地、设备设施进行三维建模，实现可视化管理，精准模拟施工过程，提前发现并解决潜在问题，有效提升施工管理水平与决策科学性，推动配电网工程施工的高效、高质量发展。

四、多维创新的综合实践体系

（一）技术创新与管理优化联动机制

1. 技术指标与管理 KPI 的融合设计

在配电网工程施工管理中，实现技术指标与管理 KPI 的融合设计是关键环节。一方面，技术指标反映着配电网工程所采用技术的先进性与适用性，涵盖诸如供电可靠性、电能质量等参数，代表着技术层面的目标追求。另一方面，管理 KPI 侧重于项目的进度、成本、质量等管理维度的考核。将二者融合，意味着在设定管理 KPI 时充分考虑技术指标的达成要求，比如在质量 KPI 中明确对新技术应用质量的考核细则；在制定技术指标时，也兼顾管理的可行性与成本效益，像技术的复杂程度需与项目进度、成

本 KPI 相匹配。通过这种融合设计，能有效促进技术创新与管理优化的协同共进，助力配电网工程高效开展，实现复杂问题的妥善解决^[9]。

2. 组织架构的敏捷化重构

在配电网工程施工管理中，组织架构的敏捷化重构对实现技术创新与管理优化联动机制至关重要。传统组织架构在面对复杂多变的配电网工程时，决策流程冗长、响应速度慢，难以适应新技术应用与管理需求的快速变化^[10]。敏捷化重构旨在打破部门壁垒，形成灵活、高效的团队。通过建立跨部门协作小组，将不同专业的技术人员与管理人员集中，针对具体项目或问题迅速响应。同时，赋予小组充分的决策权，减少层层审批环节，提高决策效率。这种重构使技术人员能及时获取管理支持，管理团队也能快速了解技术难题并做出调整，促进技术创新成果快速应用于施工管理实践，有效解决配电网工程中的复杂问题，提升整体管理水平与施工效率。

（二）典型工程实践案例分析

1. 山区复杂地形施工案例

在山区复杂地形的配电网工程施工中，无人机巡检与微型施工机械的联合应用发挥了关键作用。山区地形崎岖、交通不便，传统施工方式困难重重。无人机凭借其灵活机动性，能快速对施工区域进行全方位巡检，获取详细地形地貌数据、线路走向信息，提前发现潜在风险点，为施工方案制定提供精准依据。与此同时，微型施工机械体积小、操作灵活，可在狭窄山间小道或陡峭坡地作业。两者联合，无人微型施工机械规划最佳施工路线，避开复杂地势，提高施工效率。例如在某山区配电网施工项目中，通过该联合应用，使施工工期缩短了[X]%，有效解决了山区复杂地形施工难题，降低了施工成本与安全风险，提升了整体施工质量。

2. 城市核心区改造工程案例

在城市核心区改造工程中，配电网施工面临空间有限、环境复杂等难题。模块化预制技术在此展现出显著优势。传统施工方式在有限空间内，材料堆放、设备安装易相互干扰，且受现场环境制约大。而模块化预制技术将部分设备和线路在工厂预制完成，运至现场后像“搭积木”一样快速组装。这不仅大幅减少现场施工时间，降低对周边交通及居民生活的影响，还能有效提高施工精度与质量。因预制模块在工厂标准化生产，质量把控更严格。同时，模块化预制技术使施工现场更整洁有序，减少安全隐患，为城市核心区配电网改造工程的高效、优质完成提供有力支撑，推动了配电网工程施工管理的技术创新与复杂问题的解决。

参考文献

- [1]王雪冰.复杂网络视角下颠覆性技术创新扩散机制研究[D].吉林大学,2022.
- [2]王丽.A公司技术创新管理体系研究[D].西南科技大学,2021.
- [3]章王亮.安徽中鼎集团技术创新管理研究[D].兰州理工大学,2021.
- [4]龚玉.小微企业WM公司技术创新管理研究[D].广东工业大学,2022.
- [5]张学刚.N公司技术创新管理体系建设研究[D].宁夏大学,2023.
- [6]孙军.配电网施工中工程造价控制与有效方式分析[J].技术与市场,2020,27(12):169-170.
- [7]王雄英.公路工程施工管理中的技术创新研究[J].运输经理世界,2024,(20):40-42.
- [8]鲁刚.水利工程施工及管理中的技术创新要点和措施[J].灌溉,2021,(23):128-129.
- [9]方健.供应商管理与企业技术创新[J].科研管理,2023,44(05):113-121.
- [10]谢建泉.民营企业技术创新与管理研究[J].中国集体经济,2021,(15):151-153.

（三）创新效益的综合评估体系

1. 经济效益量化评价模型

构建经济效益量化评价模型，需综合考虑配电网工程施工全生命周期内的各项成本与收益。一方面，梳理工程建设成本，包括设备采购、材料费用、施工人力成本等直接支出，以及规划设计、监理等间接成本。同时，明确运行维护成本，涵盖设备检修、更换、能源损耗等费用。另一方面，考量工程带来的收益，如供电可靠性提升减少的停电损失、供电能力增强带来的售电收入增加等。通过建立合理的数学模型，将这些成本与收益进行量化处理，采用净现值、内部收益率、投资回收期等经济评价指标，对配电网工程创新技术的经济效益进行科学、准确的评估，为施工管理决策提供有力数据支撑，助力实现工程经济效益最大化。

2. 社会效益的多维度解析

社会效益的多维度解析需深入研究供电可靠性提升对社会经济产出的影响系数。这一系数反映了配电网工程施工管理技术创新在社会效益层面的重要价值。一方面，可靠的供电能减少因停电导致的企业生产停滞、商业活动中断等损失，保障各行业稳定运行，促进社会经济总量的增长。通过分析不同行业在停电与正常供电状态下的经济产出差异，可量化供电可靠性提升对行业经济增长的贡献。另一方面，供电可靠性提升有利于增强社会公众对电力服务的满意度，提升城市整体形象和吸引力，促进招商引资和人才流入，从更广泛的层面推动社会经济发展。同时，持续稳定的供电还能保障医疗、通信等关键领域的正常运转，避免因供电问题引发的公共安全隐患，这对维护社会稳定、提升社会福祉具有重要意义。

五、总结

配电网工程施工管理对于保障电力供应的稳定性与可靠性至关重要。三重角色协同机制在实践中取得了显著成效，有效提升了施工效率与质量，增强了各方沟通协作。然而，技术与管理创新在实施过程中仍面临诸多瓶颈，如创新成本高、技术转化困难、管理理念更新缓慢等，制约了进一步发展。在数字电网建设的大背景下，施工管理模式将朝着智能化、数字化、精细化方向演进。借助大数据、人工智能等技术，实现施工过程实时监控、智能决策，以突破现有瓶颈，提升整体管理水平，为配电网工程施工的高效、安全、高质量开展奠定坚实基础，更好地满足社会日益增长的电力需求。