

Research on Safety, Quality, and Efficiency Optimization of Distribution Network Construction with Full-Process Control

Junfeng Yu

Jiangsu Fengyuan Electric Power Industry Co., Ltd., Xuzhou, Jiangsu, 221700, China

Abstract

With the accelerated development of urban power grids, distribution networks have become critical hubs in the power system, where construction safety, engineering quality, and efficiency have increasingly become focal points of industry attention. Confronted with challenges such as complex processes, variable environments, and difficulties in resource coordination, traditional management models struggle to meet high-quality development requirements. The concept of whole-process control permeates the entire project lifecycle, achieving dynamic coordinated optimization of safety, quality, and schedule. This paper reviews the theory and practice of whole-process control, analyzes common risks in distribution network projects, and discusses the effectiveness of process innovations and digital management through case studies. Research findings indicate that whole-process control significantly enhances construction safety, quality, and efficiency, contributing to high-quality development in power grid engineering.

Keywords

whole-process control; distribution network construction; safety management; quality improvement; efficiency optimization; digitalization

基于全过程管控的配电网施工安全质量与效率优化研究

余俊峰

江苏丰源电力实业有限公司，中国·江苏徐州 221700

摘要

随着城市电网建设加速，配电网作为电力系统的重要枢纽，其施工安全、工程质量与效率日益成为行业关注的重点。面对工艺复杂、环境多变和资源协调难度大的挑战，传统管理模式难以满足高质量发展需求。全过程管控理念贯穿项目全周期，实现安全、质量和进度的动态协同优化。本文梳理全过程管控的理论与实践，分析配电网工程常见风险，结合案例探讨工艺创新、数字化管理等措施成效。研究表明，全过程管控有效提升了施工安全、质量与效率，助力电网工程高质量发展。

关键词

全过程管控；配电网施工；安全管理；质量提升；效率优化；数字化

1 引言

配电网作为连接发电与终端用户的中枢，其安全稳定运行直接关系到城市功能、社会民生与经济发展。随着配电网改造升级和新建工程项目日益增多，工程管理面临施工周期紧张、技术标准多元、外部环境复杂等问题，施工过程中安全事故、质量缺陷和进度滞后等事件时有发生，严重影响电力供应安全和工程投资效益。传统施工管理多以阶段性目标为导向，存在管理碎片化、信息孤岛、预控不足、应急响应迟缓等弊端，难以支撑大规模、多项目、复杂环境下的高效管控。

全过程管控理念强调以项目全生命周期为主线，整合各环节资源，实施跨部门、跨专业、跨阶段的协同管理和过程优化。通过策划、设计、采购、施工、试运行、验收与运维等全链条风险识别、预警与闭环控制，有效提升工程本质安全、质量稳定性和资源配置效率。数字化、信息化和标准化技术的快速发展，为全过程管控的落地实施提供了坚实支撑。本文围绕配电网工程施工全过程，系统梳理行业面临的主要风险与挑战，探讨全过程管控在安全、质量与效率提升中的机制与实践路径，结合典型案例分析关键技术应用成效，提出优化管理体系与提升工程绩效的对策建议。

【作者简介】余俊峰（1992-），中国江苏徐州人，硕士，中级工程师，从事配电网工程施工研究。

2 配电网施工全过程管控的理论基础与发展现状

2.1 全过程管控的理论内涵与演化

全过程管控是现代工程项目管理的重要理念，起源于大型基础设施项目的复杂性管理需求，强调以“全周期、全流程、全要素”为核心，将项目策划、设计、采购、施工、试运行、验收、运维等各阶段有机融合，实现系统化、闭环化、动态化的全程管理。与传统“分段式”管理相比，全过程管控打破了管理环节壁垒，强化横向协同与纵向联动，突出风险预控与过程优化。理论发展历程上，全过程管控已从最初的施工环节向项目全生命周期拓展，融合了精益建造、信息化集成、智能决策、全员参与等现代管理思想，为复杂工程的本质安全和高质量发展提供了理论保障。

2.2 配电网工程的特点与管控难点

配电网工程具有点多面广、环境多变、作业交叉密集、技术标准复杂等特征。施工过程中涉及基建、架空线、地埋电缆、变配电设备等多种工艺，工序繁杂、外部干扰因素多。工程项目周期较长，跨越城市、农村、山地等多种地形，资源协调和调度难度大。传统施工管控存在管理碎片化、数据不对称、风险预警滞后等问题，易引发安全事故、质量缺陷和进度延误，难以满足现代电力工程高效、精益、安全的建设目标。

2.3 国内外全过程管控的应用现状与经验借鉴

国际上，欧美等发达国家在大型能源、基础设施建设领域广泛应用全过程管控理念，强调多方协作、合同管理、数字化集成与风险预控。我国在铁路、高速公路、水利、核电等工程中也逐步推行全过程管控，积累了丰富经验。电力行业近年来结合 BIM、数字孪生、云平台等技术，推动工程管理向数字化、智能化升级，实现了部分环节的流程再造和管理集成。配电网工程全过程管控仍处于起步阶段，标准体系、信息集成、协同机制等方面有待完善，需要在实践中持续优化和创新。

3 配电网施工安全、质量与效率的核心风险与问题

3.1 安全管理主要风险及成因

配电网施工过程中，涉及高空作业、带电作业、机械操作等多种高风险工种，施工现场环境复杂、外部干扰因素多，易诱发触电、坠落、物体打击等各类安全事故。部分工程安全管理主体责任不清、风险辨识能力不足、安全培训流于形式、应急响应机制不健全等问题突出。现场防护措施不到位、违章操作频发、施工进度与安全管理矛盾突出，加剧了安全隐患的累积和事故发生概率。

3.2 工程质量管控中的难点

配电网工程质量多发于设备安装不规范、工艺流

程执行不到位、材料把关不严、监理监督失效等环节。复杂地形和特殊气候条件下，土建、架空线路、地埋电缆等易出现隐蔽质量缺陷。质量验收标准不一、过程监督弱化、数据留痕不足，导致工程交付后问题频现。项目多、工期紧、人员流动性大，工程质量稳定性和一致性面临较大挑战。

3.3 施工效率提升的主要障碍

施工效率受制于工序衔接不畅、物资供应延误、工地布局不合理、信息传递滞后等多重因素。多专业协作界面不清、作业计划变更频繁、突发事件应急响应迟缓等现象普遍存在，严重影响工程进度和资源利用效率。传统管理模式下，缺乏高效的信息集成与实时调度工具，难以实现对复杂工程现场的动态协调和全过程优化，影响项目经济性与建设周期。

4 全过程管控在配电网施工安全、质量与效率提升中的机制创新

4.1 风险预控与动态安全管理

全过程管控将风险管理贯穿项目全周期，强化前期策划和风险评估，明确各阶段安全责任分工，健全风险识别、评估、预警、控制和应急响应机制。通过风险库、隐患排查、作业票证管理、智能视频监控等手段，实现对高危作业的实时监控与动态管控。数字化技术如物联网传感、移动巡检、可穿戴设备应用，有效提升了现场安全风险的预警能力和快速响应水平。全员安全培训和应急演练常态化，推动安全管理从被动事后控制向主动预防、过程管控转型。

4.2 标准化与流程再造推动质量提升

全过程管控强调工艺标准化、作业规范化和流程优化。以标准化作业指导书为基础，推动关键工序、重要节点的全流程标准化操作，确保技术方案、材料选用、设备安装等各环节质量可控。采用质量责任制、质量追溯、分级验收和第三方评估等措施，强化全流程质量闭环管控。引入数字化监理、远程视频验收、自动化检测等新技术，提升质量管控的科学性和透明度。通过流程再造，优化作业接口和工序衔接，减少重复作业和资源浪费，提升工程交付质量和用户满意度。

4.3 协同作业与数字化管理助力效率优化

全过程管控借助 BIM、GIS、移动互联、云平台等数字化工具，实现多专业、跨部门的协同作业和信息集成。施工计划、物资调度、工序安排、人员配置等环节均可通过智能化管理平台实现一体化调度与动态优化。大数据分析支持工序优化、工期预测和资源配置，提升工程组织的科学性和前瞻性。移动终端和可视化管理系统增强了现场管理的透明度和响应速度，推动施工效率持续提升。通过数字化赋能，打通数据壁垒，实现“计划—执行—监控—优化”全过程的闭环管理。

5 全过程管控在配电网施工中的实践应用与成效分析

5.1 全过程管控在典型配电网工程的应用实践

以某城市电网升级改造工程为例，项目采用全过程管控理念，从前期设计到施工完成全链条管理。项目团队搭建了多专业协作平台，实施项目风险识别与清单管理，分解安全、质量、进度目标到具体作业单元。借助数字化管理平台，对施工计划、物资供应、作业流程进行全过程监控和动态调整。关键节点设置质量和安全控制点，采用远程监理与实时验收，有效减少了返工和延误。

5.2 数字化技术赋能下的风险与质量优化

在全过程管控实施中，项目广泛应用物联网感知、移动终端巡检、BIM建模等数字化工具，对高风险作业、重要设备、施工进度等实现智能监控和可追溯管理。施工现场布设智能传感终端，实时采集环境、设备状态等数据，支持风险预警与应急响应。质量控制方面，自动化检测设备、远程视频验收、数字档案留痕等措施增强了质量监管的科学性和权威性，显著降低了质量缺陷发生率。

5.3 协同管理平台促进多专业高效协作

全过程管控强调多专业团队的协同联动，项目通过建设一体化协作平台，实现设计、采购、施工、监理、运维等各方信息共享和流程协同。平台支持实时任务分派、工序衔接、进度跟踪和问题闭环管理，提升了各参与方的沟通效率和执行力。多方协同不仅优化了资源配置和工序安排，也提升了应对复杂突发事件的能力，为大规模、多项目工程高效推进提供了有力保障。

6 配电网施工全过程管控的优化路径与未来发展趋势

6.1 优化标准体系与流程创新

配电网工程全过程管控要实现安全质量与效率协同优化，关键在于标准体系的系统健全和执行力提升。需结合行业实际，统一各环节的技术规范和作业标准，将标准要求与一线操作深度融合，避免“标准悬空”或“纸面合规”现象。特别是对高风险、易变更的关键工序和特殊环节，要推动全流程标准化建设，形成作业指导书、工艺流程卡等规范化文件，实现现场操作与技术标准的无缝衔接。同时，建立完善的分级验收制度和责任追溯体系，细化验收流程与责任分工，确保质量问题可溯源、责任可落实。通过总结和推广成熟的标准管理经验，为不同地区、不同类型配电网项目的高效复制和推广提供范例。持续优化工序接口与数据流转，推动流程再造，打通管理链路各环节，提高工程管控的规范化、流程化和科学化水平，全面夯实配电网工程全过程管控基础。

6.2 深化数字化赋能与智能化转型

未来配电网工程全过程管控将深度依托数字化与智能

化技术的融合应用。应加快BIM、数字孪生、物联网、大数据等新一代信息技术在工程管理中的集成，推动管理全过程的数据化、信息化、智能化转型。通过施工现场自动化、智能巡检、远程监理、数据可视化等新技术的实际落地，实现对项目进展、风险隐患、质量状态等的动态感知与精准预控。多维度数据实时汇聚，助力科学决策和资源优化配置。智能化、透明化、协同化的管理新生态，将有效提升配电网工程建设效率、管理效能和安全质量水平，推动行业迈向高质量发展。

6.3 健全协同治理与全员参与机制

全过程管控的高效实施，必须建立在多部门、多专业协同和全员深度参与的基础之上。建议健全跨部门、跨专业的协同治理机制，强化各环节、各岗位的责任意识，完善岗位责任制和科学的考核评价体系，充分调动工程参与各方积极性。通过推动业主、设计、施工、监理、运维等单位的信息共享与流程协同，实现资源整合、任务分担、成果共享，形成“多方共治、分工明确”的管理格局。同时，重视对一线人员的数字素养、业务能力和管理水平的持续培训与激励，不断提升团队适应数字化、智能化管控需求的能力。只有打破信息壁垒，优化协同流程，强化全员责任和主动参与，才能夯实全过程管控的管理基础，为配电网工程的高质量、高效率、安全可控建设提供坚实保障。

7 结语

随着配电网工程规模与复杂度不断提升，传统施工管理模式已难以适应行业高质量发展的需求。全过程管控作为系统化、集成化、动态化的管理新模式，通过风险预控、标准化流程、数字化赋能和协同管理，有效提升了配电网施工的本质安全、工程质量效率水平。实践表明，全过程管控理念下，工程项目的安全风险明显降低，质量缺陷大幅减少，施工效率和资源利用率显著提升。未来，随着数字化、智能化技术的深入应用和标准体系的持续完善，全过程管控将在配电网工程建设中发挥更加核心的作用。行业应积极推动理念创新、技术升级和协同机制完善，不断探索全过程管控的最佳实践路径，为我国配电网工程高质量发展和城市电力保障能力提升提供坚实支撑和示范引领。

参考文献

- [1] 黄乃成.应用配网全过程App有效管控农村配电网施工[J].农村电工,2025,33(02):43-44.
- [2] 戚颖.配电网施工全过程安全管控模型研究[J].中国管理信息化,2022,25(06):88-90.
- [3] 陶凯,霍树杰,刘广军,等.基于CIM和智能优化的配电网工程数据全过程分析[J].电子设计工程,2023,31(09):114-117+122.
- [4] 李会涛,李漠兴,郭新志,等.配电网工程建设全过程关键管控指标关联关系研究[J].山东电力技术,2023,50(03):14-19.
- [5] 田浩,刘佳伟,阴祖昆.基于信息共享理念下的配电网工程全过程管控[J].农村电工,2021,29(02):11-12.