

开关的分合状态、触头温升情况、操作机构状态、操作机构辅助接点输出的情况等信息。上述传感器将实时采集的运行数据以无线方式（如 LoRa、NB-IoT 或 5G）或者电力线载波方式上传到区域监控中心，形成面向配电网的实时动态运行数据档案库^[3]。



图 1 配电网运维管控平台

4.2 故障诊断与自愈技术

故障诊断及自愈能力是配电网实现“故障自动感知、自愈隔离、自动恢复”的核心保障，核心是依托多源数据的综合分析及控制手段，不断提升配电网对突发故障的自动感知及自愈恢复能力，降低故障停电对用户造成的经济损失。在故障诊断环节，需要构建基于多种技术融合的故障智能诊断技术体系，综合应用人工智能技术、机器学习技术、红外检测技术、局部放电检测技术等实现故障的准确识别及定位。比如，基于安装在配电网线路上的故障指示器及智能传感器，实时检测故障发生时的电流突变、电压跌落、暂态信号等特征数据，基于边缘计算节点对实时故障数据进行快速分析，判断出故障类别（短路故障、接地故障）及故障大体范围；基于配电网数字孪生的综合模型，将实时故障数据与电网的拓扑结构、设备参数等静态数据相融合，基于深度学习算法（卷积神经网络、循环神经网络等算法）进一步挖掘故障特征，精准判断出故障位置（精确度可达米级），自动生成故障诊断报告，包括故障类型、故障发生位置、故障发生时间及影响范围等信息，为后续故障处理提供准确定位。

4.3 运维人员技能提升与管理优化

配电网运维管理在使用技术的同时，还需要高水平的运维人员、科学的运维管理机制，运维人员的技术水平与运维机制的合理应用程度是影响配电网运维效能的关键要素，是配电网长期稳定运行的“内驱力”。在运维技术能力培训

上，可以形成理论学习、实践操作与再学习的技能学习培育机制^[4]。一方面，当前配电网智能化趋势下，对人员组织开展全面系统性的理论培训，具体包括：配电网智能感知传感器及测量原理、数字映射技术、人工智能故障检测算法、配电网自动化系统流程等智能感知与自动化运维技术知识培训，同时结合配电网运维工作需要，组织配电网运行设备维护、故障分析诊断、配电网运行人员安全制度法规等基础理论知识培训，保证运维人员具有扎实的理论基础。另一方面，组织运维人员通过设置配电网模拟仿真系统与培训基地，可以构建模拟配电网常见故障（如配电网接地、配变跳闸、配电开关拒动）与复杂运行情形（如高比例分布式电源接入、恶劣气候对配电网的特殊影响）的模拟化配电网运行环境，组织运维人员开展故障检修、配电网设备运行维护、配电网自动控制装置的调试等，检验运维人员故障排查、处理的实际工作能力。例如定期组织“配电网故障应急演练”，模拟配电网故障响应训练的台风天气线路覆冰跳闸、定位故障、现场抢修、送电恢复等内容，让运维人员在规定时间内完成这些内容，并且对整个演练过程进行全过程评估，针对反映的问题给予针对性的指导，提高运维人员实际操作能力等。

5 结语

分布式资源技术持续发展使得提升配电网韧性成为智能配电网建设任务之一；合理的分布式发电配置方案、储能技术、需求响应技术的应用措施能够实现配电网灵活化、高效化；智能监控技术的建设、故障诊断及自愈技术、运维人员的能力提升将能够实现配电网运维更加完善，提升配电网应急突发事件能力。未来配电网将以更突出的韧性，为可靠供电、安全供电的保障提供强力技术支撑。

参考文献

- [1] 陆宣统,钟睿.考虑灵活性的含分布式光伏配电网双层优化调度方法[J].光源与照明,2024(8):132-134.
- [2] 柯君,王旭,魏新迟,蒋传文,杨宏坤,张镭.基于改进法向约束法的台风灾害下配电网多维韧性提升策略[J].电力系统自动化,2025,49(14):99-108.
- [3] 刘方,张浩,杨秀,崔勇,徐耀杰.面向大规模异构分布式资源支撑的配电网快速应急恢复多时间尺度滚动优化策略[J].电网技术,2023,47(8):3311-3323.
- [4] 李子晨,米阳,韩云昊,胡志军,郭姚超,李伟东.含智能软开关与移动储能的两阶段配电网韧性提升策略[J].上海电力大学学报,2024,40(3):198-205+258.

Study on Engineering Risk Transmission Mechanism and Prevention and Control Strategy under EPC General Contracting Mode

Tao Guo

Hangzhou Chengdong New City Construction Investment Co., Ltd., Hangzhou, Zhejiang, 310009, China

Abstract

The EPC (Engineering, Procurement, and Construction) general contracting model, widely adopted in engineering fields for its integrated design, procurement, and construction advantages, exhibits heightened risk transmissibility due to its integrated processes. This characteristic allows risks from individual stages to propagate across the entire industrial chain, thereby exacerbating project fulfillment risks. Building on the core features of the EPC model, this study defines the connotation and elements of engineering risk transmission. By examining the three key stages—design, procurement, and construction—it analyzes the specific pathways of risk accumulation within stages and interstage transmission, revealing the chain-like, cumulative, and diffusive effects of risk propagation. In line with the operational principles of the model, the paper proposes prevention strategies from three dimensions: risk source control, disruption of transmission processes, and enhancement of stakeholder capabilities. These strategies aim to provide theoretical support for EPC contractors to improve risk management capabilities and ensure smooth project implementation.

Keywords

EPC general contracting mode; risk transmission mechanism; prevention and control strategy; project management

EPC 总承包模式下工程风险传导机制及防控策略研究

郭涛

杭州市城东新城建设投资有限公司, 中国·浙江 杭州 310009

摘要

以设计、采购以及施工一体化这优势在工程领域得以广泛应用的EPC总承包模式, 因一体化流程致使风险具有更强传导性, 使得单一环节的风险容易扩散至全产业链, 进而加剧工程履约风险的这般状况下。本文基于EPC总承包模式的核心特征, 对工程风险传导内涵及要素予以界定, 从设计、采购与施工这三大核心环节切入, 剖析风险在环节内积聚以及环节间传导的具体路径, 从而揭示风险传导的链式、叠加与扩散效应。结合模式运作规律, 从风险源头管控、传导过程阻断和主体能力提升等维度提出防控策略, 旨在为EPC总承包企业提升风险管控水平与保障工程顺利实施提供理论支撑。

关键词

EPC总承包模式; 风险传导机制; 防控策略; 工程管理

1 引言

随着工程建设领域市场化程度的提升, 凭借整合设计、采购与施工全流程资源、缩短工期以及明确责任主体等优势, EPC 总承包模式, 已然成为大型建设工程项目的主流运作模式。不同于传统分散承包模式, 在 EPC 总承包模式下, 总承包企业需对项目全生命周期的质量、安全、成本及进度等全面负责的这种“一站式”服务模式, 虽提升项目运作效率, 但也使各环节风险关联性显著增强。在实际工程中, 设计阶段的参数偏差有可能导致采购环节出现设备适配问题,

采购环节的供应链延误又会对施工进度造成直接影响, 单一环节的风险经流程链条不断传导与放大, 最终可能引发项目整体履约危机。当前, 学界对于 EPC 总承包模式的研究大多集中在风险识别或者管控措施的孤立探讨方面, 对于风险传导内在逻辑、演化路径以及防控关键点深入分析有所不足, 进而导致企业防控措施缺乏系统性与针对性。所以, 深入剖析 EPC 总承包模式下工程风险传导机制, 构建精准且有效的防控体系, 对于提升项目管理水平与降低工程风险损失具有重要现实意义^[1]。

2 EPC 总承包模式下工程风险传导的核心内涵与要素

2.1 风险传导的核心内涵

在 EPC 总承包模式下的工程风险传导, 指的是在项目

【作者简介】郭涛(1986-), 男, 中国杭州建德人, 本科, 助理工程师, 从事工程管理研究。

设计、采购及施工全流程之中，由风险源产生的初始风险借助流程关联、资源流动以及信息传递等载体，于不同环节和不同主体之间进行转移与扩散，并且通过与环节内固有风险叠加，从而引发连锁反应的动态过程。其核心特征体现为传导性、关联性及放大性：传导性表现为风险沿着流程链条单向或者双向流动，例如施工环节的技术问题可以反向倒逼设计方案优化；关联性呈现为各环节风险相互交织，形成“风险网络”；放大性则意味着初始风险在传导过程中，由于环节间的耦合效应不断积聚，风险影响范围与损失程度持续扩大^[2]。

2.2 风险传导的核心要素

传载体也就是在各环节以及各主体间承担着风险传递任务的媒介，像流程载体、资源载体还有信息载体等都被涵盖其中。其中那流程载体，作为风险传导至关重要的基础，像EPC模式所具备的设计—采购—施工一体化这样的流程，使得风险可以顺着“设计→采购→施工”这条主线自然地实现传导；而资源载体所体现的形式，是风险伴随着人力、物资和资金等这些资源的流动进而实现传递，比如说采购到的不合格建材便将风险传递给了施工环节；至于信息载体，指的是风险凭借技术文件、沟通指令等诸如此类的信息来完成传递与扩散，例如设计图纸的变更信息要是没有及时地传达到施工团队，就很容易引发施工偏差方面的风险^[3]。传导路径则是风险从源头开始向其他环节扩散的具体所经通道，具体分成纵向传导以及横向传导这两种情况。纵向传导是指风险顺着项目流程链条，或是顺向或是逆向地进行传递，顺向传导例如从设计缺陷逐步发展到采购失误，最后导致施工质量出现问题，逆向传导在施工过程中发现技术难题，然后促使设计方案调整，进而使得采购计划也发生变更；横向传导则是风险在同一环节内部的不同主体之间或者同一主体不同业务当中所发生的扩散现象，比如说施工环节出现安全事故，导致工期延误，进而对成本控制目标产生影响。

3 EPC 总承包模式下工程风险传导的具体路径与效应

3.1 设计环节风险的传导路径

设计环节在EPC项目中有着“龙头”这样的重要地位，其风险传导呈现出源头性以及基础性这样的显著特征。从一方面来讲，设计方案如果存在技术缺陷，便会直接传导至采购环节，就好比设计图纸中对设备型号参数标注得不够清晰，导致所采购的设备和工程实际的需求没办法匹配，进而需要重新采购或者修改设计，最终引发采购成本增加以及工期延误；从另一方面来看，要是设计深度不足的话，会将风险传导到施工环节，比如初步设计没有明确关键结构的施工工艺方面的要求，施工阶段就不得不频繁进行设计变更，这不仅打乱了施工进度计划，还极有可能由于变更流程不规范而造成施工质量方面的隐患。除此之外，设计环节的成本估算要是出现偏差，也会纵向地传导到项目全周期，要是在设

计阶段对材料、人工成本估算得过低，就会导致采购和施工环节出现资金缺口，进而引发资金链风险^[4]。

3.2 采购环节风险的传导路径

采购环节处于连接设计与施工的桥梁位置，是风险传导中关键的枢纽所在，其风险主要通过物资流动以及供应链网络来实现传导。就纵向传导而言，采购环节要是存在供应链延误风险，会直接对施工进度产生影响，像关键建材因为供应商产能不足或者物流受到阻碍而没办法按时到货，就会使得施工班组处于窝工状态，导致工期滞后；采购的材料质量如果不合格，便会传导至施工环节，引发施工质量返工的情况，进而增加成本和工期风险。从横向传导方面来讲，采购成本要是发生波动，会向项目成本控制目标传导，比如原材料价格大幅上涨使得采购成本超支，这就会挤压施工环节的资金预算，有可能引发施工方为节约成本而降低施工质量这样的次生风险。与此同时，供应商所存在的履约风险还会通过供应链网络进行扩散，要是核心供应商出现经营危机，就会使得其上下游配套供应商的供货出现中断^[5]。

3.3 施工环节风险的传导路径

施工环节作为项目落地的核心环节，其风险传导呈现出复杂性与突发性且易形成“逆向传导”的情形，比如施工环节的技术风险有可能逆向传导至设计环节，就像施工时一旦发现设计方案和现场地质条件不一致，施工便需暂停且要促使设计单位对方案进行优化，进而致使设计周期延长以及施工工期延误；而施工安全事故会横向传导到项目各管理目标，诸如施工过程中若发生安全事故，就得停工整改，这不单影响工期，还会产生事故赔偿与声誉损失等额外成本，并且可能引发业主对项目管理能力产生质疑，从而影响后续合作；此外，施工班组所存在的人员素质风险也会在环节内部传导，像技术工人操作倘若不规范导致局部施工出现质量问题，要是未及时发现并整改，便会扩散至整个分项工程，进而引发大面积质量返工。

3.4 风险传导的核心效应

不同环节的风险于传导过程中彼此交织、相互叠加，致使风险损失以几何级方式增长，例如采购环节的供应链出现延误与施工环节遭遇恶劣天气风险相叠加，就会使得工期延误时间远远超过单一风险所造成的影响，与此同时引发资金占用成本增加以及人工窝工费等多重损失；风险会借助项目参与主体的关联网络朝着外部扩散，例如总承包企业因施工质量被业主追究责任，其声誉损失就会扩散到市场层面，对企业后续项目投标造成影响；要是分包商出现履约危机，总承包企业就需承担连带责任，风险便从分包商传导至总承包企业。

4 EPC 总承包模式下工程风险传导的防控策略

4.1 强化源头管控：构建设计环节风险防控体系

通过建立设计环节标准化流程，明确设计方案在技术参数、质量标准以及成本估算方面的要求，以避免因设计粗