

[电力工程]

基于四维理论的电力工程新型项目群管理模式构建与应用

文/孙博洋 姜成诚 张 猷 夏严峰 马文博

1. 国网上海市电力公司工程建设咨询分公司; 2. 上海久隆企业管理咨询有限公司

在国网公司输变电工程传统项目群管理的基础上,进一步跨参建单位、跨工程、跨内外部相关方,构建了基于四维理论的电力工程新型项目群管理模式。该模式以系统论、协同理论、项目管理理论和全生命周期理论为基础,围绕电力工程全生命周期,衍生出主体、资源和管理三个要素维度,从构建内外部命运共同体,优化统筹停电、空间和有形资源,强化造价、进度、质量和安全四方面管理要素,实现电力工程项目群目标效益最大化。

近年来,临港新片区电力基建工程 and 用户工程集中规划建设,十余项220 kV输变电工程项目应运而生,具有工程数量多、参建方多、工期紧、相互间关联紧密、三级及以上风险作业多及建设风险高的特点。传统的基于业主单方的项目群管理模式已无法满足新形势下复杂重大系统电力工程的建设和管理需要,亟需优化现有项目群组织模式,充分调动各相关方的主动性和积极性,挖掘释放最大效益,提升电力配套服务能力,促进重大复杂系统电力工程高质量发展。

电力工程新型项目群四维理论概述

以GB/T 41246—2022《项目、项目群和项目组合管理 项目群管理指南》中项目群理论内涵为基础,本文提出的电力工程新型项目群涵盖系统论、协同理论、项目管理理论和全生命周期理论,为新型项目群“命运共同体”模式构建提供理论基础。

系统论是一种研究系统的理论和方法,通过把研究对象作为一个整体,运用综合、协调、优化等观点研究系统结构、功能、行为及其演变规律,旨在寻求系统最优化的途径和方案。

协同理论源自于生物学,原指共同生活在特定环境中的多种生物体协同作用,实现更好的生存和繁殖效果。基本原理是通过协同提高效率和质量,共创价值,即通过构建系统内各元素间的联系,对人、财、物等资源进行效益最大化的配置,实现“1+1>2”的目的。

项目管理理论是指在项目活动中运用专门的知识、技能、工具和方法,使项目实现或超过项目干系人的需要和期望。项目管理包括整体、范围、时间、成本、质量、人力资源及沟通等方面的管理。

全生命周期理论是工程项目生命周期的各阶段的集成,将项目实施的整个周期,从决策、设计施工、运营到评价,各阶段各环节之间通过充分的交集成为一个整体。核心思想是任何事物都具有不断发展的过程,包括开发、使用和维护等不同生命周期阶段。

基于四维理论的电力工程新型项目群管理模式构建

基于四维理论的电力工程新型项目群管理模式以系统论、协同理论、项目管理理论和全生命周期

管理理论为基础,以主体、资源、管理和时间四个要素为主要维度,构建四维理论内涵框架模型,通过数字手段保障与引领,实现新型项目群综合效益最大化,如图1所示。

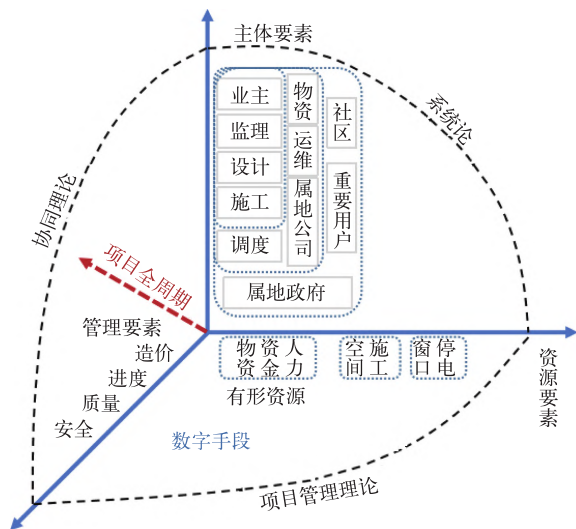


图1 基于四维理论的电力工程新型项目群管理模式框架模型

其中,主体要素维度包括工程内部主体(业主、监理、设计及施工)、系统内相关方(调度、运维、物资及属地供电公司)和外部相关方(属地政府、重要用户、社区)三大类;资源要素维度包括党建资源、信息资源(停电窗口、施工空间等)和有形资源(人力、资金、物资)三大类;管理要素维度包括造价、进度、质量及安全四大类。另外,数字手段作为关键保障举措,支撑基于四维理论的电力工程新型项目群管理模式的高效实施应用。

基于四维理论的电力工程新型项目群管理模式内涵

1. 主体要素维度:构建命运共同体,确保目标收益一致性

首先,新型项目群通过打通单个工程项目中四个项目部,将项目群范围扩大至业主、设计、施工和监理等参建单位,实现了跨参建单位的纵向贯通,助力业主、监理、设计和施工间的高效沟通联动;其次,临港新片区不同项目工程进行联合,实现跨工程横向联结,为各方主体协同配合、统筹协调和集约分配现有资源提供组织基础,获取项目集群最佳实施组合;最后,将电网企业内部相关业务

条线,以及属地政府、重要用户、社区等外部相关方,纳入新型项目群命运共同体中,打破业务条线间的界限,建立与政府部门、重要用户及社区等跨相关方的沟通桥梁,助推临港新片区电力工程共商、共议、共建和共享。

2. 资源要素维度:统筹资源优化,提升共享利用有效性

(1) 优化停电资源时序,统筹计划窗口利用效率

针对停电窗口资源,新型项目群通过对相关停电作业进行仔细梳理,对停电计划进行高度统筹管理,合理规划各工程停电时序,尽量将相同停电的工作合并并在同一个时间段实施,并结合调度部门电网停电窗口、特殊保电及网架安全等要求,工程建设期间根据施工进展情况,组织停电计划统筹会,及时联动调整项目群范围内的停电计划和方案,减少停电次数,提高停电资源利用率,切实提高停电管理水平。

(2) 优化空间资源布局,提升施工场所应用成效

新型项目群通过设计合理的施工空间布局,确保施工计划、材料和设备在不同项目、不同工序之间的流转顺畅。同时,建立施工空间资源评估与优化机制,及时了解各个项目占用空间情况,改进空间资源布局,确保空间资源的最佳利用。例如,合理安排不同工程之间的电缆蹬杆基础与邻近铁塔基础现场布置与实施,共同利用现场沉淀池和泥浆池等设施,充分利用现场的有限空间资源,降低对周边环境的扰动。

(3) 优化有形资源配置,动态科学调配人财物资

协调优化人、财、物等各类有形资源的工程项目投入,通过对工程项目之间物流(设备、机具、材料等)、人流(施工人员、管理人员)与现金流的统筹优化与动态合理调配,确保关键时刻调得出、用得上、效果好。例如,结合不同工程进度计划,在同一施工单位内部,基于新型项目群“建设共同体”,实现人力资源的总体优化调度,将施工人员跨工程优先安排到更紧急的工程项目中;对于已经采购的重要物资(如光缆等),优先调配给更紧急的工程项目,实现有形资源跨参建单位、跨工

程的优化配置。

3. 管理要素维度：强化管理要素，提高关键目标约束性

(1) 加强造价源头控制，降低建设过程损失成本

在保证工期目标、质量目标和安全目标的前提下，在新型项目群建设的全过程中，将实际发生的总成本费用控制在预期的目标以内，保证项目利润。通过做好人、财、物的共享与冲突/互斥管理，最大程度上实现人尽其才、财尽其能、物尽其用，确保关键资源向高优先级项目倾斜。在原有项目内审的基础上，新型项目群建立了联动审查机制，在可研初设期间，通过将项目与处于设计、施工阶段的其他关联或者临近项目进行技术、造价关联审查，厘清不同项目分界面，对交界面的方案进行优化，提前发现设计缺陷，合理优化项目造价，提高设计方案技术、造价的可实施性。

(2) 跟踪进度目标安排，分级分类统筹项目计划

新型项目群组建了进度管控小组，通过制定总体项目群计划和单项目计划，建立重要工程进度计划优先级，实现对项目群计划的分级分类进度管控。单项目计划由具体项目部对项目群内单个项目进行跟踪管理，自行管控，定期沟通报备。项目群计划采用例会的方式，综合考虑满足按时优质供电的要求与各项目间资源分配关系等因素对项目群进度进行统筹协同，及时调整项目间资源配置，确保进度计划合理可控。围绕重要工程项目进度需求，建立项目群进度计划优先级，并不断动态调整。

(3) 提升质量联合监督，联动抓好重点环节管控

新型项目群严格贯彻落实“六精四化”要求，组建了质量管控小组，联合各参建单位、各专业条线，定期沟通质量管理重点任务、各项管控措施和管控重点，全面推动第三方质量检测，加强过程管控，严控主设备安装质量、隐蔽工程及电缆接头制作安装、导线压接质量，健全各参加单位各级质量验收责任，规范质量验收程序，确保隐蔽工程质量可追溯，前移质量管控重心，确保重要环节的重点管控，提升项目群建设质量。同时，对于不同工程项目进行定期点评、现场观摩，在不同工程项目、

不同参建单位之间的质量管理体系、质量控制措施、质量检查和测试等方面取长补短、互相借鉴、及时调整优化质量控制计划，联合监督和控制工程项目的各个环节，发现问题及时采取措施进行改进，实现工程项目的高质量建设。

(4) 夯实安全交叉管理，高效控制潜在作业风险

新型项目群存在三级及以上风险作业数量多、施工队伍多、施工人数大的特点，基于此，新型项目群抽调各项目专家，组建了安全管控专家队伍，在高强度施工的同时，联合加强现场安全管控，通过不同工程项目间安全交叉互查、安全风险方案优化，从施工源头降低安全隐患。在安全交叉互查方面，集聚各个参建单位安全专家，建立工程项目安全风险防范方案，开展跨工程安全风险统筹评估、优化。在安全风险方案优化方面，针对各类作业风险，安全管控小组按时发布风险预警单，督促监理、施工单位及时发布风险预警反馈单，有效降低安全风险。

电力工程新型项目群管理模式数字技术保障

1. 践行绿色建造，打造绿色电网标杆工程

新型项目群强化绿建严控标准，以某千伏变电站为示范，打造绿色智慧电网标杆工程。在绿色策划阶段，根据国网相关文件要求精心策划，基于绿色建造试点要求，围绕绿色节能理念，打造电网环保工程。在绿色设计阶段，首次应用智慧节能安全用电屏，实现变电站交流电源系统全方位实时在线监测，确保站用电系统运行安全可靠、历史数据可追溯；在绿色施工方面，施工现场临建采用预制舱形式搭建，厂家工厂安装，有利于设备功能整合，提高临建的集中度，大幅减少了现场工作量。

2. 落实数字建造，深化数字技术创新应用

新型项目群发挥建筑信息模型（BIM）技术高度可视化、多样模拟化、多专业协调化、可优化性高及可出图性等众多优势，借助REVIT、Dgrid等软件平台，积极探索数字化技术创新应用，实现技术赋能业务，提升数据信息的传递共享效率，优化各参建单位协作方式，有效降低建设管理时间、造价成本。持续深化数字化模型全过程交付流程，探索三维模型在施工建设及项目管理中替代二维蓝图

的可行性，将施工实施依据由传统纸质图样转变为手持终端以及计算机端的立体三维模型，实现图样数据智能化获取分析的无纸化工作新方式。

3. 实施智慧建造，强化智慧现代工地管理

新型项目群在工地现场布设信息采集终端，对工地现场进行图像的采集、录像存储、网络传输，实时监测工地现场的温度、湿度、PM2.5、风力、风向、噪声等环境信息，通过现场智能监控屏，远程实时查看施工进度情况和操作情况，监控现场物资材料的安全与机械设备的使用安全。基于海量工程现场图像，利用人工智能自主学习，不断迭代数据分析能力，实现智能识别工地中的安全风险与人员违规操作行为，以及自动报警接收和发送功能。

结束语

本文以系统论、协同理论、项目管理理论和全生命周期管理理论为基础，以主体、资源、管理和时间四个要素为主要维度，构建四维理论内涵框架模型，并通过数字手段保障与引领，进一步优化了无形资源（停电窗口、施工空间等）和有形资

源（人、财、物等）的配置效率，强化了造价、进度、质量和安全管控能力，提升了电力工程项目群效益最大化。EA

(收稿日期：2023-10-27)

参考文献

[1] 常绍舜. 从经典系统论到现代系统论[J]. 系统科学学报, 2011, 19(3): 1-4.
[2] 白列湖. 协同论与管理协同理论[J]. 甘肃社会科学, 2007(5): 228-230. DOI: 10.15891/j.cnki.cn62-1093/c.2007.05.065.
[3] 丁锐. 项目管理理论综述[J]. 合作经济与科技, 2009(7): 50-51.
[4] 魏光兴. 企业生命周期理论综述及简评[J]. 生产力研究, 2005(6): 231-232. DOI: 10.19374/j.cnki.14-1145/f.2005.06.094.
[5] 魏丽丝. 生命周期理论文献综述[J]. 合作经济与科技, 2014(24): 155-156. DOI: 10.13665/j.cnki.hzjjykj.2014.24.091.

(上接第122页)

有效检出，由于电缆本身特性的影响，悬浮缺陷检出灵敏度最高，沿面缺陷、尖端缺陷次之，高频局部放电脉冲主要集中在两个区域， $Q-\phi$ 统计图呈现矩形分布， $N-\phi$ 统计图呈现正态分布。EA

(收稿日期：2023-11-16)

参考文献

[1] 刘火良, 杨森. STM32库开发实战指南: 基于STM32F103[M]. 北京: 机械工业出版社, 2017.
[2] 但敏, 郝建, 廖瑞金, 等. 直流电压下矿物油和天然酯中纤维颗粒运动及成桥特性的差异[J]. 电网技术, 2018, 42(2): 665-672.
[3] 李斯盟, 李清泉, 刘洪顺, 等. 正极性直流电压下油纸绝缘针板电极局放脉冲波形与局放机理[J]. 中国电机工程学报, 2018, 38(20): 6173-6187.
[4] 李军浩, 韩旭涛, 刘泽辉, 等. 电气设备局部放电检测技术述评[J]. 高电压技术, 2015, 41(8): 2583-2601.
[5] 李鹏, 谷琛, 陈东, 等. $\pm 1\ 500\ \text{kV}$ 特高压直流输电技术前期研究[J]. 高电压技术, 2017, 43(10): 3139-3148.
[6] 施萱轩, 孟军, 梁浩, 等. 配电网故障抢修质量与效率评价体系研究[J]. 电力工程技术, 2018, 37(5): 143-147, 154.
[7] 齐波, 魏振, 李成榕, 等. 交直流复合电压作用下油纸绝缘典型缺陷放电现象及特征[J]. 高电压技术, 2015, 41(2): 639-646.
[8] 李清泉, 李斯盟, 司雯, 等. 基于局部放电的电力变压器油纸绝缘状态评估关键问题分析[J]. 高电压技术, 2017, 43(8): 132-139.
[9] 熊庆, 祝令瑜, 汲盛昌, 等. 直流及复合电压作用下油纸绝缘局部放电研究综述[J]. 绝缘材料, 2017, 50(1): 1-7.
[10] 王少华, 叶自强, 梅冰笑. 输变电设备在线监测及带电检测技术在电网中的应用现状[J]. 高压电器, 2011, 47(4): 84-90.