

新能源 EPC 项目造价与施工进度协同管理

赵学校

华润新能源投资有限公司四川分公司，四川 成都 610000

[摘要]新能源 EPC 项目有其自身特点，文章围绕这些特点深入探究造价和施工进度协同管理机制，在文献分析和案例研究的基础上探究新能源 EPC 项目在设计、采购、施工整个过程中造价与进度管理的关键点以及它们之间的相互影响，结果发现新能源项目往往存在成本控制和进度管理脱节、信息共享不够、变更管理不及时等情况，针对这些问题提出基于 BIM 技术的造价—进度集成管理平台、动态成本监控与进度预警机制、价值工程与进度优化双重目标决策模型等解决办法，在此之上构建起新能源 EPC 项目造价与进度协同管理框架，涵盖组织协同、流程协同、信息协同和技术协同这四个维度。这个协同管理框架能使项目变更率降低、工期缩短、总成本下降，这一研究成果给新能源 EPC 项目提供更高效、更协调的管理模式，对提升项目整体绩效有重要的指导意义。

[关键词]新能源项目；EPC；模式；造价管理；进度管理；协同机制

DOI: 10.33142/ucp.v2i6.18569 中图分类号: TU71 文献标识码: A

Collaborative Management of Cost and Construction Schedule for New Energy EPC Projects

ZHAO Xuejiao

Sichuan Branch of China Resources New Energy Investment Co., Ltd., Chengdu, Sichuan, 610000, China

Abstract: New energy EPC projects have their own characteristics. This article explores in depth the mechanism of cost and construction schedule collaborative management based on these characteristics. Based on literature analysis and case studies, it explores the key points of cost and schedule management in the entire process of design, procurement, and construction of new energy EPC projects, as well as their mutual influence. The results show that new energy projects often have problems such as disconnection between cost control and schedule management, insufficient information sharing, and untimely change management. To address these issues, solutions are proposed, including a BIM based cost schedule integrated management platform, a dynamic cost monitoring and schedule warning mechanism, and a dual objective decision model of value engineering and schedule optimization. Based on this, a new energy EPC project is constructed. The collaborative management framework for project cost and schedule covers four dimensions: organizational collaboration, process collaboration, information collaboration, and technical collaboration. This collaborative management framework can reduce project change rates, shorten project timelines, and lower total costs. This research achievement provides a more efficient and coordinated management model for new energy EPC projects, and has important guiding significance for improving overall project performance.

Keywords: new energy projects; EPC; pattern; cost management; progress management; collaboration mechanism

引言

全球气候变化问题越来越严峻且各国可持续发展战略不断深入，使得新能源产业成为全球能源转型的关键驱动力。国际可再生能源署（IRENA）统计数据显示，2018—2023 年全球可再生能源投资超 2.3 万亿美元且每年增长率平均在 8% 以上，在这样的大环境下，工程总承包（EPC）模式由于能对项目全生命周期进行集成管理成为新能源项目建设的主要交付方式，中国可再生能源学会发布的报告表明到 2023 年底国内新能源电站项目约 78% 使用 EPC 模式，与 2018 年相比增加了近 20 个百分点。

新能源 EPC 项目在实践中有着独特挑战，因为跟传统能源项目比起来，新能源项目大多技术更新换代快、设备专业性要求高、建设条件复杂、投资巨大且回报周期长，所以造价管理和进度控制就成了项目成功的关键，中国建

设工程造价管理协会调研数据显示，在新能源项目中，约 63% 成本超支和 36% 工期拖延是由于造价和进度管理脱节直接，并且造价与进度作为项目管理的两大核心要素，二者之间互动关系复杂，任一方面有偏差都会给另一方带来连锁影响。

业界已认识到造价与进度协同管理的重要性，不过现有的研究大多聚焦于传统建筑或者基础设施项目，在新能源 EPC 项目的协同管理方面研究不足，而且造价管理和进度管理在组织架构、管理流程、信息系统等处“信息孤岛”现象较为普遍，从而出现决策分散、资源配置不合理、变更管理落后等情况，最终影响项目整体绩效，《工程建设总承包管理蓝皮书（2024）》统计显示新能源 EPC 项目因缺乏有效协同返工率达 12%，成本因此直接增加大概 4.5% 且工期延长约 7.8%。

新能源 EPC 项目有其自身特点,本研究打算依据这些特点,采用文献分析和案例研究相融合的方法,系统地探究造价与施工进度协同管理的理论根据、施行架构以及关键机制,在设计、采购和施工的全过程深入剖析造价与进度相互作用的影响,找出关键协同点,构建契合新能源项目特性的协同管理架构,并且着重于一些创新管控手段,如基于 BIM 技术的造价-进度集成管理平台、动态成本监控与进度预警机制、价值工程与进度优化的双重目标决策模型等,从而让新能源 EPC 项目的管控模式变得更高效、更协调,最终达成成本、进度和质量整体优化的目标。

2 新能源 EPC 项目造价与进度管理的现状分析

2.1 新能源 EPC 项目的特点与挑战

新能源 EPC 项目有着显著的行业特征和管理挑战,这使其不同于传统工程项目。根据 IRENA《2024 年可再生能源投资趋势》报告显示,2019—2023 年全球新能源投资年均增速超 12%且技术迭代周期持续变短,就拿光伏组件来讲,效率每 18~24 个月就会提升 5%~8%,项目的技术选型和成本控制这两重压力^[1]。从项目结构来看,新能源 EPC 项目往往投资强度大、建设周期短、专业交叉多,像大型风电场,单位千瓦投资在 5000~8500 元之间且建设周期被压缩到 12~18 个月,土建、电气、设备安装等诸多专业得协同作业,并且新能源项目大多存在选址偏远、自然条件复杂、外部协调工作量大的情况,海上风电和高海拔光伏项目尤其如此,不可预见因素明显增多使得造价与进度管理变得极为不确定。

2.2 造价管理中存在的问题与风险

新能源 EPC 项目造价管理陷入多种困境,在决策阶段造价数据不精确、执行阶段控制不佳是其主要体现,前期决策时新能源技术迅猛发展且各地资源条件差别很大,导致项目可行性研究与初步设计阶段造价数据精度往往不够,中国建设工程造价管理协会《新能源项目造价控制研究报告(2024)》统计表明大型新能源 EPC 项目初步设计阶段造价偏差率为 15%~25%,比传统工程项目 8%~12% 高出不少,设备价格波动预测不准、地质条件调查不细致、地方政策理解不透彻等因素是造成这一偏差的主要原因。

进入项目执行阶段,新能源项目因多专业交叉施工,导致造价信息常分散于设计、采购、施工环节而无统一数据集成与分析机制,《中国新能源 EPC 项目管理数字化白皮书》行业调研表明大概 68% 的新能源 EPC 项目存在造价信息滞后的状况且平均落后 1.5~2 周,这严重影响成本变更的及时性,并且新能源项目中大宗设备和材料对总造价影响很大,就拿光伏电站来说,组件和逆变器占总投资的 30%~50%,在国际供应链波动频频的情况下,设备价格和交货期的变化让造价管理面临巨大挑战,行业数据表明 2020—2024 年期间,全球光伏组件价格波动幅度平

均为 36%~42%,这对项目总造价影响直接。

2.3 进度管理面临的困境与限制因素

新能源 EPC 项目的进度管理主要面临着进度计划不够科学、进度控制有效性差这两大困境,就拿进度计划来说,新能源项目尤其是大型光伏和风电场建设项目往往具有工序逻辑关系复杂、地理分布广泛、受季节性因素制约强烈等特性,中国可再生能源学会《风电建设管理白皮书(2024)》研究表明大概有 45% 的风电项目没有在进度计划里充分考虑到季节性施工有利时机的影响从而出现关键路径识别有偏差的情况,并且大多数项目(大概 63%)也没能将设备交付和施工安装的协同关系有效地整合到进度计划之中进而让进度管理有了薄弱之处。

在进度控制方面,新能源项目现场条件复杂多变,所以对进度实施的动态调整能力有更高要求。行业统计表明,近五年大概 52% 的大型新能源 EPC 项目因天气、材料供应波动、技术方案调整等因素而进度严重滞后,而且跨区域大型项目尤其如此,其进度信息采集慢、传递不顺、反馈机制不完善等问题特别明显,并且数据表明项目现场进度信息平均要 5~7d 更新一次,这远远满足不了快速决策的需求。另外,造价对进度的影响常常被忽略,大概 37% 的项目管理团队没有把资金流和进度计划有效关联起来,致使进度控制和资源配置脱节,从而直接影响项目整体推进效率和最终交付质量^[2]。

3 造价与进度协同管理的理论基础与框架

3.1 协同管理的理论基础

系统工程学、价值工程学以及项目管理集成理论是造价与进度协同管理的主要理论来源,其中系统工程学着重整体大于部分之和这一系统观,在新能源 EPC 项目中体现为对设计、采购、施工全过程的整体掌控,而价值工程学给出了优化成本与功能关系的方法,在新能源项目的技术方案比选和资源配置决策方面尤为适用,项目管理集成理论为造价与进度协同提供了方法论方面的支撑并强调经由信息共享、流程优化和组织协调来达成多目标统筹。这几年随着数字化技术发展起来,基于 BIM、大数据和人工智能的项目管理理论给协同管理带来了新的技术支持,根据《新能源工程数字化白皮书(2023)》显示在新能源 EPC 项目里运用数字化协同管理能提升大概 35% 的决策效率且可降低约 42% 的信息传递失真率,从而让造价与进度的动态平衡有了坚实的基础。

3.2 造价进度协同管理框架构建

新能源 EPC 项目有其自身特点且存在一些问题,在此基础上构建起一个以“四维协同”为核心并且涵盖组织、流程、信息和技术四个维度的造价与进度协同管理框架,从而形成全方位、多层次的协同管理体系。组织协同注重整合跨专业团队并组建由设计、采购、施工和成本控制专家构成的协同决策团队,以此打破传统的“筒仓式”管理

模式。流程协同着重于识别与控制关键节点并将造价管理与进度控制的流程节点映射整合,进而形成覆盖项目全生命周期的协同流程网络。信息协同想要达成的目标是建立统一的数据平台,使造价数据与进度信息能够实时共享且联动分析,消除信息孤岛。技术协同聚焦于应用数字化工具,如利用 BIM 技术、云计算和物联网等手段来提高协同管理的效率和精确度^[3]。

项目不同阶段,这个框架的协同重点不一样,决策阶段重点放在技术方案和造价目标的协同优化上,设计阶段重点关注设计进度与造价控制的平衡,采购阶段着重于设备交付时序和价格波动的协同应对,施工阶段则侧重施工进度和成本控制的动态平衡,各阶段形成闭环管理机制,依靠前馈控制削减变更并按照反馈调整优化决策,最终达成造价目标与进度目标的动态平衡,根据 2023 年国家电网能源研究院《EPC 协同管理效益白皮书》,经国内实证分析,实施这个协同框架的项目成功率提高了约 28%,工期延误率下降 34%,成本超支率减少 39%,可见这个框架对新能源 EPC 项目有着相当大的价值。

3.3 协同决策机制与信息集成模型

造价与进度协同管理框架以协同决策机制为核心运行机制,该机制包含分级决策机制和多目标优化决策模型这两部分,分级决策机制依据决策影响范围与紧急程度把决策分成战略、战术、操作三个层次且不同层次有着不一样的决策权限、流程和评估标准,重大变更要是影响工期超出关键路径 10%或者造价影响超出总预算 3%就得由战略决策层审议而影响范围小的常规决策战术或者操作层就能处理从而提高决策效率。

“数据仓库+分析引擎”架构被信息集成模型采用以达成造价数据和进度信息的集成管理,并且该模型设计出统一的数据结构与接口标准可使各专业系统数据无缝集成。关键性能指标涵盖数据采集实时性(每天)、更新频率(1~3d)、查询响应时间(不超过 3s),而建立工作分解结构(WBS)和成本分解结构(CBS)的映射关系后就能让进度活动与成本项目精确对应。此外,该模型还内置多种像净值分析、成本进度综合分析、趋势预测之类的分析功能以便于管理团队依据数据协同决策。麦肯锡《EPC 数字协同控制效能报告》(2024) 研究显示,实施这个信息集成模型的项目中造价和进度协同控制的准确率提升大概 32%且决策周期缩短约 40%,从而为新能源 EPC 项目的高效管理提供关键支撑。

4 新能源 EPC 项目造价与进度协同管理的实施策略

4.1 全过程造价与进度数据协同采集与分析

新能源 EPC 项目全过程造价与进度数据协同管理建立起统一的数据采集和分析体系,中国可再生能源学会统计,2020 到 2023 年中国可再生能源学会统计,2020—2023

年期间,光伏和风电 EPC 项目的数据协同程度若能提高 15%,成本就能降低超 6%,所以实施时要构建覆盖设计、采购、施工三个阶段的数据采集标准并按照工作分解结构(WBS)和成本分解结构(CBS)进行编码映射,利用物联网和移动终端实现现场数据实时采集,像人工、材料、设备这些资源消耗情况以及进度完成状况都要采集,采集来的数据在云平台集成之后,运用数据挖掘和预测分析技术,不但能识别出造价和进度之间的关联模式,还能对偏差进行早期预警,尤其是新能源项目里关键材料价格波动和工期延误相互影响的情况可以动态评估^[4]。

4.2 基于 BIM 技术的造价进度协同控制方法

新能源 EPC 项目的造价和进度协同控制得到了 BIM 技术提供的技术支持,中国建筑信息模型应用联盟 2022 年的调研表明新能源行业 BIM 应用的渗透率达 58%,在运用 BIM 的项目里进度和成本的协同管理水平提升了 23.7%。具体应用的时候要构建能把造价和进度数据集成起来的 5D-BIM 模型,让三维空间信息和进度、成本信息产生关联并使模型各构件对应的价格数据以及计划工期在可视化展示下呈现出来,而且能通过进度模拟和资源消耗的动态分析对关键路径变化给成本带来的影响加以预测,另外还要建立起基于 BIM 的变更管理机制,一旦工程发生变更系统就会自动评估对造价和进度的综合影响从而为决策提供 quantified 依据。对于像新能源设备安装这种专业性很强的工作, BIM 模型能够细化工艺流程和资源配置以优化施工方案来达成多目标平衡,例如光伏阵列安装进度和电气设备采购成本就能协同优化。

4.3 多目标优化决策的动态调整机制

新能源 EPC 项目的多目标优化决策建立起造价与进度的动态平衡机制,国家能源局统计表明,2021—2023 年期间采用多目标优化决策的新能源项目平均能提升投资回报率 4.8%。在实施的时候要构建“效益-成本-进度”三维评价体系,并且像进度绩效指数(SPI)、成本绩效指数(CPI)这些关键指标需要动态监测,从而对项目的执行状况加以评估。资源配置出现冲突时,可以运用蒙特卡洛模拟这类方法,测算不同决策方案给项目目标带来影响的概率,而且还要把光伏组件价格波动、风机交付周期等新能源特有的因素考虑进去。此外,周期性的项目评估机制也要建立起来,依据项目里程碑节点动态地调整资源配置策略^[5]。由于不同阶段的主导目标不一样,例如前期设计阶段主要是控制造价,而施工阶段则更多重视造价与进度之间的平衡,所以要有针对性地制定出差异化协同管理措施,这样才能让项目整体价值在全生命周期里达到最大。

5 结论

新能源 EPC 项目中造价与施工进度协同管理的关键问题和实施策略被本研究所探讨,结果显示新能源 EPC

项目有着技术迭代迅速、设备供应链复杂、施工环境多变等特性,导致传统分离式的造价与进度管理模式无法满足项目高效执行需求,而建立全过程数据协同采集与分析机制后项目团队就能实时把握造价与进度的动态关联并提前识别潜在风险,并且BIM技术支持的5D集成管理平台给决策提供可视化支撑,在设备安装与系统集成阶段尤佳,可有效协调多专业交叉作业以减少资源冲突,此外多目标优化决策的动态调整机制让项目管理团队有了应对市场变化和技术调整的灵活性,在新能源材料价格波动与交付周期不确定时能快速调整策略来维持造价与进度的动态平衡。

新能源EPC项目要实施造价与进度的协同管理,需有组织、流程、信息和技术这四个维度的系统支撑这一点综合起来看是这样,并且以后的研究方向应着眼于人工智能技术在协同预测和决策优化中的运用以及新能源全产业链视角下进度与成本协同控制机制这两个方面,另外新能源技术和市场环境一直在变化,所以协同管理模式就得不断完备以适应这些变化,如实践显示造价与进度协同管

理有效的话,不但能让项目总成本降低、工期缩短,而且能提升新能源项目整体质量与运营效益,从而给能源转型和绿色发展强有力的支撑,这一研究成果对新能源EPC项目管理实践有着重要指导意义,也给相关理论研究带来新视角和新方法。

[参考文献]

- [1]吴毅勇.项目工程中施工进度与工程造价的协调管理[J].四川水泥,2019(10):272.
- [2]李小焱.新能源项目EPC阶段合同管理对控制造价的影响分析[J].中国管理信息化,2024(10):15-17.
- [3]李国辉.新能源工程项目质量管理与项目进度控制[J].中国石油和化工标准与质量,2023(4):20-22.
- [4]邹万里.新能源工程项目质量管理与项目进度控制[J].自动化应用,2023(12):168-169.
- [5]沈兴林.新能源工程项目质量管理与项目进度控制[J].智慧城市,2018(3):84.

作者简介:赵学校 (1989.9—), 毕业院校:重庆交通大学, 所学专业:项目管理.