

新能源发电项目造价数据管理方法研究

张登进

中广核(贵州)新能源有限公司 贵州 贵阳 550000

摘要: 本文聚焦于新能源发电项目造价数据管理这一核心议题,系统性地剖析了当前管理模式面临的挑战,并创新性地提出了一套以“标准化、结构化、平台化、智能化”为核心原则的现代化数据管理体系。该体系通过构建统一的数据标准与编码体系、设计多维度的动态数据库架构、依托BIM与GIS技术实现数据的空间-信息融合,并引入大数据分析机器学习算法赋能造价预测与风险预警。文章详细阐述了该体系在数据采集、存储、处理、分析及应用等全链条环节的具体方法与技术路径,旨在为新能源行业建立一个高效、透明、可追溯、可复用的造价数据资产库,从而提升项目前期的投资估算精度、中期的招投标与合同管理效率以及后期的结算与后评价水平,最终推动新能源产业向更高质量、更可持续的方向发展。

关键词: 新能源发电; 造价管理; 数据标准化; BIM; 大数据分析

引言

能源是社会发展的基石,绿色低碳转型已成为全球共识。我国“双碳”战略加速了风电、光伏等新能源装机规模和投资增长,但项目经济性与成本控制问题日益突出。技术快速迭代、地理环境复杂、政策多变及供应链不确定性,使造价构成高度动态且复杂。当前,新能源项目造价管理仍沿用传统电力工程模式,依赖Excel、纸质文档和分散系统,存在三大痛点:一是数据标准不统一,费用归集口径各异,难以横向对比与纵向积累;二是各阶段(可研、设计、采购、施工、结算)数据割裂,形成信息孤岛,阻碍全生命周期成本分析;三是数据更新滞后,无法及时反映市场与政策变化,导致估算偏差大、投资风险高。更关键的是,海量历史造价数据作为宝贵“数字资产”,其价值远未被挖掘,难以为新项目提供智能决策支持。因此,构建科学、系统、先进的新能源项目造价数据管理体系,已不仅是提升单项目效益的迫切需求,更是行业实现精细化管理、降本增效和可持续发展的必然路径。本文将从数据治理底层逻辑出发,探讨通过标准化、信息化与智能化手段,打通造价数据全链条,释放其内在价值。

1 新能源发电项目造价管理的特殊性与挑战

1.1 造价构成要素的复杂性与动态性

与传统火电项目相比,新能源发电项目的造价构成有其鲜明特点。以集中式光伏电站为例,其总投资主要由设备购置费(光伏组件、逆变器、支架、箱变等)、建安工程费(场平、支架安装、电气安装等)、其他费用(土地、勘察设计、送出工程、预备费等)构成。其中,设备购置费占比高达50%-70%,且其价格受上游原

材料(如硅料、铜、铝)市场供需、国际贸易政策、技术路线竞争等因素影响,波动极为剧烈。例如,光伏组件价格在过去十年间经历了数次大幅起落^[1]。此外,新能源项目对地理和气候条件高度敏感,不同地区的地形地貌(山地、戈壁、水面)、地质条件、交通运输状况、地方性收费政策等,都会对建安工程费和其他费用产生显著且差异化的影响。这种高度的动态性和地域差异性,使得采用固定或静态的造价指标进行估算变得极不准确。

1.2 项目全生命周期视角的缺失

传统的造价管理往往聚焦于项目建设期的成本控制,而忽视了项目长达20-25年运营期的运维成本(OPEX)。对于新能源项目而言,虽然初始投资(CAPEX)巨大,但其运营成本相对较低。然而,设备的可靠性、运维策略的优劣、备品备件的管理效率等,都会对项目的长期收益产生决定性影响。一个在建设期节省了少量成本但选用了低可靠性设备的项目,可能在运营期付出高昂的维修和电量损失代价。因此,真正科学的造价管理必须贯穿项目的规划、设计、采购、施工、运营直至退役的全生命周期,实现CAPEX与OPEX的统筹优化。然而,当前的管理模式普遍缺乏有效的工具和方法来整合和分析跨越如此长周期的成本数据。

1.3 数据碎片化与协同壁垒

一个新能源项目从立项到投产,涉及业主、设计院、咨询公司、设备供应商、施工单位、监理单位等众多参与方。各方出于自身利益或工作习惯,使用不同的软件工具、数据格式和管理流程来记录和处理造价信息。业主关注总投资和收益率,设计院关注概算与限额

设计, 施工单位关注成本核算与变更签证。这种多主体、多系统、多标准的现状, 导致了严重的数据碎片化。当需要进行跨阶段、跨专业的综合分析时, 大量的时间和精力被耗费在数据的收集、清洗和格式转换上, 不仅效率低下, 而且极易引入错误。缺乏一个统一、权威、共享的数据平台, 是阻碍新能源项目造价管理水平提升的根本性障碍。

2 现代化造价数据管理体系的核心原则

为应对上述挑战, 必须摒弃传统的、零散的管理思路, 建立一套现代化的造价数据管理体系。该体系应遵循以下四大核心原则:

2.1 标准化

这是数据管理的基石。必须建立一套覆盖所有新能源项目类型(陆上风电、海上风电、集中式光伏、分布式光伏等)的、统一的工程量清单计价规范和费用构成科目体系。这套标准应详细定义每一项费用的名称、编码、计量单位、工作内容、包含与不包含范围等, 确保所有参与方在“同一种语言”下进行沟通和数据交换。同时, 应推广使用国家或行业层面的统一编码体系(如《电网工程建设预算编制与计算规定》中的WBS编码), 为数据的自动归集和分析奠定基础。

2.2 结构化

原始的造价数据(如合同、发票、结算书)往往是非结构化的文本或表格。要使其具备分析价值, 必须将其转化为结构化的数据模型。这意味着要将数据按照预设的维度(如项目、时间、地点、设备类型、费用科目、供应商等)进行拆解和标签化, 存入关系型或非关系型数据库中^[2]。结构化的数据是后续进行多维钻取、关联分析和数据挖掘的前提。

2.3 平台化

打破数据孤岛的唯一有效途径是构建一个集中式的、云原生的造价数据管理平台。该平台应作为项目全生命周期的单一数据源(Single Source of Truth), 强制要求所有相关方在规定的节点上传和更新数据。平台需提供友好的用户界面、严格的权限控制、完整的操作日志和强大的API接口, 以支持内外部系统的无缝集成。通过平台化, 可以实现数据的实时共享、过程留痕和版本管理。

2.4 智能化

数据的价值在于应用。在积累了足够多的高质量历史数据后, 应引入大数据分析和人工智能技术, 将数据资产转化为智能决策能力。例如, 利用机器学习模型, 可以根据新项目的地理位置、技术参数、建设规模等特

征, 自动预测其造价区间; 通过关联分析, 可以识别出影响造价的关键驱动因素和潜在风险点; 借助自然语言处理(NLP)技术, 可以自动从海量的招标文件和合同文本中提取关键条款和价格信息。

3 造价数据管理的关键方法与技术路径

3.1 构建统一的数据标准与编码体系

体系的起点是制定并推行一套企业级或行业级的《新能源发电项目造价数据标准》。该标准应包含:(1)费用科目体系: 采用树状结构, 一级科目如“设备购置费”、“建筑工程费”、“安装工程力”、“其他费用”、“预备费”等; 二级科目进一步细化, 如“设备购置费”下可分“光伏组件”、“逆变器”、“支架”等; 三级科目则可具体到型号或规格^[1]。(2)工程量清单(BOQ)模板: 针对不同类型的项目, 提供标准化的工程量清单模板, 明确各项工作的计量规则和描述方式。(3)主数据管理(MDM): 建立统一的设备、材料、供应商、地区等主数据字典, 确保数据的一致性和准确性。例如, 所有关于“单晶硅PERC组件”的描述都应指向同一个主数据ID。

3.2 设计多维度的动态数据库架构

基于上述标准, 设计一个能够容纳海量、多源、异构数据的数据库。该数据库应具备以下特性:(1)多维度数据模型: 采用星型或雪花型模型, 以“事实表”(存储具体的造价金额、工程量等度量值)为中心, 连接多个“维度表”(如时间维度、项目维度、地理维度、设备维度、费用科目维度等)。这种模型天然支持OLAP(联机分析处理)操作。(2)动态价格库: 设立专门的市场价格数据库, 通过API接口对接第三方大宗商品价格指数、行业协会发布的指导价以及内部的历史采购价, 实现设备和材料价格的动态更新与版本管理。(3)非结构化数据处理: 利用对象存储(如S3)和全文搜索引擎(如Elasticsearch), 对合同、图纸、报告等非结构化文档进行存储和索引, 方便后续检索和内容分析。

3.3 依托BIM与GIS实现空间-信息融合

建筑信息模型(BIM)和地理信息系统(GIS)是实现造价数据空间化、可视化的重要工具。(1)BIM应用: 在项目设计阶段, 将造价信息(如设备单价、安装费)挂接到BIM模型的相应构件上。这样, 不仅可以直观地看到项目的三维形态, 还能一键查询任意部位或系统的造价构成, 实现“所见即所得”的成本控制。BIM模型还可以用于碰撞检查, 提前发现设计问题, 避免施工阶段的返工和变更, 从而有效控制造价^[4]。(2)GIS集成: 将项目选址、地形地貌、交通网络、气象数据等地理信

息与造价数据进行关联。例如,可以通过GIS分析,量化不同地形坡度对土石方工程量和支架基础成本的影响,为项目选址和方案比选提供数据支持。

3.4 引入大数据分析 with 机器学习赋能决策

这是体系的高阶应用,旨在从数据中挖掘深层价值。(1) 造价预测模型:收集大量历史项目的完整数据(输入变量:项目规模、地点、技术路线、建设年份等;输出变量:总造价、单位千瓦造价等),训练回归模型(如XGBoost, Random Forest)或神经网络。新项目启动时,只需输入基本参数,模型即可给出一个可靠的造价预测区间,并附带置信度。(2) 异常检测与风险预警:通过对历史正常项目的造价数据进行建模,建立基线。当新项目的某项费用显著偏离基线时,系统可自动发出预警,提示管理人员进行重点审查,防范围标串标或不合理变更。(3) 供应商绩效分析:整合来自不同项目的供应商交货、价格、质量、服务等数据,构建供应商画像和评分卡,为未来的招标采购提供客观依据,优化供应链管理。

4 体系实施的保障措施与未来展望

4.1 组织与流程保障

技术的成功落地离不开组织和流程的配套改革。企业应设立专门的数据治理委员会,负责标准的制定、推广和监督。同时,需要将数据录入和维护的要求嵌入到现有的项目管理流程(如IPMT流程)中,明确各参与方的数据责任,并将其纳入绩效考核。只有将数据管理变成一项强制性的、常态化的工作,才能保证数据的及时性和完整性。

4.2 安全与权限管理

造价数据涉及企业的核心商业机密,必须建立完善的安全防护体系。平台应实施严格的基于角色的访问控制(RBAC),确保用户只能访问其职责范围内的数据。所有敏感数据在传输和存储过程中都应进行加密。同时,应建立完整的审计日志,记录所有关键数据的操作行为,以便追溯和问责。

4.3 未来发展趋势

展望未来,新能源发电项目造价数据管理将朝着更

加集成化、智能化和生态化的方向发展。随着数字孪生(Digital Twin)技术的成熟,一个物理电站将对应一个包含其全生命周期所有数据(包括造价、性能、状态)的虚拟模型,实现虚实互动、持续优化。区块链技术有望被用于确保造价数据的不可篡改和可追溯,增强各方信任。最终,一个开放的、基于云的行业级造价数据共享平台可能会出现,汇聚全行业的智慧,共同推动新能源项目成本的透明化和最优化,为全球能源转型贡献中国方案。

5 结语

新能源发电项目的造价数据管理,已不再是简单的数字记录与核算,而是关乎企业核心竞争力和行业健康发展的战略性工程。面对技术迭代加速、市场环境多变、项目复杂度提升的新常态,唯有通过系统性的方法论革新,构建以标准化、结构化、平台化、智能化为核心的现代化数据管理体系,才能有效破解当前存在的数据孤岛、标准不一、分析乏力等痛点。本文所提出的体系框架,从底层的数据标准制定,到中层的平台架构设计,再到顶层的智能分析应用,提供了一条清晰可行的路径。通过该体系的实施,企业能够将分散的、静态的造价数据,转化为集中的、动态的、富有洞察力的数据资产,从而在项目投资的全生命周期内,实现更精准的成本预测、更高效的协同管理、更科学的风险防控和更优的综合效益。这不仅是企业降本增效的内在需求,更是推动我国新能源产业迈向高质量、可持续发展新阶段的必由之路。

参考文献

- [1]阮哲.新能源发电项目造价数据管理方法研究分析[J].中国设备工程,2023,(23):57-59.
- [2]范轲.集团化管控在新能源发电工程造价管理中的应用[J].中国电力企业管理,2024,(36):58-59.
- [3]田永朋.造价管理在新能源发电工程施工成本控制中的应用研究[J].商业文化,2025,(24):122-124.
- [4]徐洁.试论新能源发电工程造价的管理[J].环渤海经济瞭望,2022,(05):30-32.