

结合 BIM 的电力工程造价控制策略

苏 旺¹ 武 政¹ 张 龙²

(1. 山东电工运检工程有限公司 2. 山东乐途电力科技有限公司)

摘要：针对电力工程行业造价控制的现存缺点，展开了BIM技术引入后对工程全过程周期造价控制效果的讨论。首先介绍BIM技术出现的背景与研究现状，并引出BIM技术在当下工程行业的必要性。一方面是由于电力行业具有其特殊性，施工难度高，涉及参建单位多，而传统的造价控制策略具有极大的局限性，工程整体造价的计算不仅受国际大宗金属商品影响较大，也受到施工当地气象水文等自然条件的影响，因此传统的造价控制策略在整体造价控制方面缺点较多。另一方面，通过对BIM技术与传统造价控制、图纸设计的对比，介绍其优势，BIM技术不仅可以做到帮助参建单位全面地掌握工程概况，也可以减少施工过程的施工变更，加快进度款审核支付进度，对现代电力施工行业具有重大意义。最后讨论BIM技术在造价控制方面的发展前景，指出建设单位应注重人才培养与新技术的使用，最终减少人力、物力资源消耗，最终实现电力工程行业造价控制的长足发展。

关键词：BIM技术；电力工程；造价控制

0 引言

随着社会经济与科技的高速发展，传统的机械、建筑、电力等行业为了适应新时代提出的挑战，都在进行着不同程度的现代化创新，以提高施工过程的效率与安全性为目的，同时也可以更好地应对信息社会对造价控制所提出的新要求。传统的机电、建筑行业受技术限制，存在工程量计算不准确、数据不同步、动态管理性较差等一系列劣势，无法适应现代社会精细化、多元化工程项目。因此，工程行业向参数可视化、精细化、高效沟通化进行转变势在必行^[1]。利用新技术实现全过程造价控制是未来工程行业，尤其是电力工程行业的新趋势，以BIM技术融入全过程造价控制的方式有着广阔前景。

电力行业是国家经济的命脉之一，在高度依赖电力的现代社会，电力工程的建设质量深刻影响着经济的发展^[2]。但电力行业的成本管理与其它基建工程相比又具有其特殊性，较强的行业特性，许多应用材料与施工队伍不同于民用建筑，并且施工过程中所涉及的技术领域复杂，所需施工材料多样等造成施工成本管理难度加大，许多时候会造成工程的实际造价超支，严重时也会影响到工程进度。而BIM技术能全过程参与施工，可以为工程管理、施工决策、造价控制提供很好的技术支撑，助力参与施工各方细致地梳理相关工程造价消耗，避免施工过程中产生的突发性工程成本递增，实现现代社会复杂施工情况下的工程造价控制，让供电更加安全可靠^[3]。

1 BIM 技术研究与应用现状

1.1 BIM 技术概述

BIM (Building Information Modeling) 技术即建筑信息模型化技术, 相关概念于 1975 年首次由乔治亚理工大学的 Chuck Eastman 教授提出^[4]。Eastman 教授为了应对 1973 年第一次石油危机, 提高全行业的节能增效问题, 提出了“Building Description System”(建筑描述系统)模型, 1999 年 Eastman 将 BDS 模型改进为 BPM (Building Product Model) 模型, 并提出为建筑物提供全周期过程的整合信息。直至 2002 年, Autodesk 公司收购了 Revit Technology 公司, 首次将 BIM 技术公布于世, BIM 技术旨在整合现代信息技术、图像建模技术和元素协同处理技术, 实现效率提升和建筑行业的可持续发展。BIM 技术至今已发展了二十多年, 相关的技术已经趋于成熟并被建筑行业积极接纳^[5]。

1.2 BIM 技术发展现状

与 BIM 技术相关的研究最早于 2003 年在期刊出现, 但直至 2013 年, 第一篇将 BIM 技术与电力工程行业相结合才开创性地被提出, 以期抑制解决愈发严重的电力供需矛盾。随后几年也陆续出现一些介绍 BIM 技术在电力工程行业的论文, 并且跳出了理论研究的范畴, 逐渐开始尝试在设计与建设全过程中协调同步研究, 虽然总体数量仍然不多, 但研究热潮已经兴起, 表明 BIM 技术与电力行业的结合拥有巨大的前景。2016 年相关学者开始对 BIM 技术在电力工程行业中的深度应用进行研究, 并初次尝试将 BIM 技术与工程造价问题相结合, 掀起了 BIM 在工程行业的新方向研究热潮。在随后两年的时间里, 共出现 120 篇关于工程造价问题的研究论文, 虽然对比整个 BIM 技术的研究, 造价方向占比较少, 但增长速度却很快。最近几年的研究也不再局限于造价领域, 开始朝着多元化, 例如风控管理, 造价管理的方向发展^[6]。

虽然在理论上的研究逐步深入并且朝着多元化方向发展, 但是将 BIM 技术运用到实际工程中尤其是全过程工程造价控制还没有大范围应用^[7]。目前在国内外某些大工程中已经运用到 BIM 技术, 通过不同的模拟方案, 减少设计失误并节约成本, 在基础设施领域 BIM 也得到广泛的应用, 例如北京大兴机场、三峡工程、广州市地铁工程、杭州湾跨海大桥等, BIM 技术在工程实施过程中已经得到了广泛的应用, 达到了提高生产效率, 实现更佳规划的目的。但是相较于 BIM 技术在其他方向的应用, BIM 在电力行业的应用可以用碎片化、不协调概括, 例如在上海容灾中心。天津永定河 220kV 变电站等工程上, 虽然引进 BIM 技术, 但缺少全过程的统筹性^[8]。由此引起的电力工程行业设计施工全过程统筹性的缺失, 导致工程造价控制也受到一定程度的影响。因此, 对基于 BIM 技术控制电力工程造价方面的研究十分重要。

2 现存造价控制主要问题与影响因素

随着社会经济对电力行业的需求越来越高, 电力工程的施工数量逐年递增并且总造价逐年提高, 但愈来愈复杂的工程的覆盖范围广、投资大的特点逐渐突出, 在控制造价时涉及的内容越来越繁琐, 出现各种各样的问题。并且电力工程本身具有其特殊性, 影响因素也随着工程复杂度变得越来越多^[9]。

电力工程行业对总造价的控制问题与影响因素主要体现在以下几个方面:

1) 主要设备以及配套材料价格波动大, 在施工过程中存在超预算的情况, 且时有发生。市场经济下的商品价格变动是不可避免的, 部分复杂工程施工周期较长, 受国际大宗商品的金属价格影响大, 导致电力工程的主要设备和配套材料价格频繁波动。如图 1、图 2 所示, 以 500kV 主变 250MVA 和 GIS 断路器和塔材和导线为例, 十年来的价格变动情况可见

一斑, 2019 年受全球范围内的新冠疫情影响, 大宗金属商品的成本导致电力行业的主要设备材料持续走高, 导致许多工程出现超预算的情况。

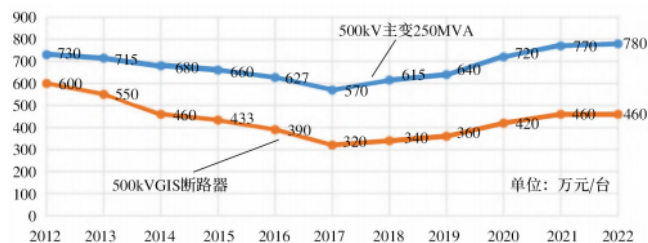


图1 500kV主变250MVA和GIS断路器价格变化图



图2 近十年塔材和导线价格变化图

2) 设计深度不足, 实际施工方案与设计相差较大, 导致预算偏差较大。电力工程设计一般包括前期调研、初步设计和深化施工图设计三个阶段。不同阶段的设计评估应按照规范要求开展设计工作。前期调研阶段主要是对项目的可行性进行评估, 如施工环境、施工技术、施工预算等, 再由专家组加以论证项目的可行性。初步设计阶段是对前期调研的论证方案进行细化与修正, 包括总体设计方案、主要技术要求、总体经济指标等。工程造价的控制受各阶段的设计深度的直接影响。而工程设计深度不足会造成无法确定具体的施工方案, 从而影响整体的造价预算, 无法准确计算相应方案的费用。如高压输电线路建设中的索道运输、机械调用、余土外运等, 在设计阶段也无法出具具体的施工方案和施工预算, 这一部分在建

设阶段一般要由施工单位以现场实际情况为准, 无法做出准确甚至与实际花费相接近的预算, 造成实际施工费用与造价控制差异较大。

3) 电力工程行业造价控制问题除了上述外, 还受以下几个主要因素的影响^[10]: 第一, 电力工程的规模。各个地区的环境不同、经济情况也不同, 因此各个地区对电力建设需求不同, 虽然电力工程不断建设, 电网不断完善, 但造价也随之增高, 对造价控制技术提出更高的要求。第二, 电力工程建设水平。主要包括工程规模、建设基础、工程技术、施工装备、施工标准、配套服务等。在成本控制方面, 若考虑增加供电电量、提高标准配置, 可能会增加不必要的成本提升; 若在保证安全的情况下降低配置标准, 则会难以满足未来的用电需求, 再进行改造可能会造成更大的成本投入, 不利于资源和资金的节约。但就实际情况而言, 现有的建设工程在综合考虑经济与未来余量的情况下, 很多远未达到实际所需。第三, 现场气象等条件的变化和施工现场管理能力。不止电力行业, 许多施工管理单位的专业技术达不到要求, 使工程施工过程中偏离原设计方案, 也无法执行深化设计图纸的施工要求, 同时现场的气象、水文、土地等施工条件会出现经常性的变化, 导致施工难度和施工进度的适时调整, 也会使施工成本大幅度提升。

3 BIM技术在造价控制方向的优势

在电力工程经过前期调研与专家立项讨论后引入BIM技术, 并且贯穿整个电力工程建设周期, 可以在全局角度掌握工程概况, 使施工管理与成本管理难度大大降低, 在处理复杂的电力工程时, 使工程设计更科学、更精细, 不仅可以提高施工质量和效率, 也降低了工程成本风险^[11]。BIM技术在造价控制方面的优势主要有以下几点。

3.1 全面掌握工程概况

BIM 技术是一种 3D 建模技术,是将工程的完工效果以更加立体直观的形式进行设计。BIM 技术的运用使设计师与施工单位可以掌握电力工程的具体细节,更深入地了解设计方案,并且可以在设计阶段避免许多设计冲突,发现潜在的问题与施工难题,以制定针对性的决策和优化方案。在电力工程设计工作中引入 BIM 技术,可以在设计早期阶段进行冲突检查和优化。在平面图设计中,参与建设各方沟通不协调、不及时,因各参建单位拥有不同的施工经验,经常导致各方的施工理念冲突。而 BIM 技术的引入可以在前期设计阶段帮助各参建单位深入了解施工方案,及时解决冲突,实现各参建单位人员的合作效率提升,减少施工冲突。BIM 技术的引入除了可以实现各参建单位之间的合作效率,也降低了设计时期出现错误的概率,并可以精准计算总体造价,从根本上提高电力工程的施工质量与造价控制。

3.2 提高工程量准确性

工程量计算准确是整体造价控制准确的基础,BIM 技术的引入会减少由人工失误造成的偏差,BIM 技术提供了一些类似自动算量功能的模块,并且由于 BIM 技术是一种 3D 技术,当对一些不规则模型或者材料进行计算时,准确率与效率可以得到极大提高,可以实时进行模块的删减增加计算,因此引入 BIM 技术至全周期工程管理不仅可以提高工程计量的准确性,也可以在客观上提高准确率。BIM 技术的引入改变了传统工程造价行业中烦琐复杂的工程量计算环节,不仅可以节约人力、物力资源,让造价工程师提高工作效率与准确率,也同时做好了风险评估工作,有助于编制更接近实际造价的预算方案。

BIM 技术对比传统二维图纸在造价控制方面的最大优点体现在具体工程量统计与核对上,与传统二维图纸相比,三维图纸建立后可以自动生成工程量数据,相比由造价工程师出具的工程量数据,工程数据

偏差大幅减少。导致如此结果的原因是传统以二维图纸为依据的工程量计算会出现由各专业图纸分类计算时,多专业图纸分别计算出现的计算漏洞或者重复计算,而 BIM 技术的引入可有效解决此类问题。

3.3 提高全过程周期造价成本控制

电力工程的全过程造价控制主要分为调研、设计、施工、结算四大阶段,各个阶段的成本控制都以提高最终收益、减少无用消耗为目的。BIM 则可借助其自身技术优势在工程各阶段中加强造价控制:

1) 调研阶段。BIM 技术的引入可以在项目立项讨论阶段借助数据库,调用历史相似工程数据进行工程费用总体把控,估算工程总投资预算,利用以往的工程模型形象化讨论当前项目预算,可以在立项初期帮助专家组估算总体投资金额。

2) 设计阶段。BIM 数据库的历史工程模型可借助现有工程,工程设计指标提出后便可借助数据库类似工程估算造价数据。借助 BIM 一方面可提高造价预估的准确性,另一方面,也可减少造价工程师的工作量,节约人力、物力资源。工程设计完成后,可以借助 BIM 技术迅速完成工程概算,并核对总体概算是否满足前期预估要求,可以达到控制总投资额、发挥限额设计价值的目的,对于全过程周期造价控制有重大意义。

3) 施工阶段。该阶段是电力工程中最复杂的环节,其造价控制时间较长、设计变更较多,BIM 技术的引入可以在施工前敲定施工方案,减少建设过程中的碰撞变更情况,在正式施工前通过 3D 建模技术可有效避免设计实际施工情况不符的问题,减少工程变更甚至返工情况,减少不必要的资金浪费。BIM 技术构建的 3D 模型有助于加快施工进度、人力物力资源的协调调配,提高进度款的审核支付效率,在施工前按照工程变更情况及时调整预算,做到按时间、按进度、按区域控制好工程造价,实现全过程周期成本

控制的精细化管理。

4) 结算阶段。BIM 技术所构建的 3D 模型可为结算提供准确的数据, 加快工程结算进度, 减少经济纠纷。

4 BIM 技术在造价控制方向的发展前景

BIM 技术作为未来电力工程行业亟须大范围引入的一项重大技术手段, 具有十分广阔的应用前景。本文首先通过对 BIM 技术的介绍, 并结合现有的造价控制方面的缺点和主要影响因素, 从 BIM 技术在造价控制方面的技术优点入手, 通过对全过程周期电力工程造价控制方法展开讨论并分析优点, 电力工程各行业应重视 BIM 技术的发展, 培养专业技术人才, 充分了解电力工程行业 BIM 技术的优势与不足, 发挥信息化技术与 3D 建模技术的优势, 弥补传统二维图纸在工程造价控制方面的不足, 提升经济效益。以获得更好的造价控制为导向, 将工程实际造价与预估造价所投入差值控制在一定范围内, 提高经济效益。此外, 由于 BIM 技术在造价控制方面的应用刚刚兴起, 还具有些许缺点, 因此还需要在工程实施各个阶段中积累经验, 应用到未来的工程中, 发挥出 BIM 技术最大的价值。有效提升电力工程项目的造价控制的信息化、协同化、精细化水平, 提高电力工程项目管理水平、加快信息化转型, 最终实现电力工程行业造价控制的长足发展。

参考文献

- [1] 薛兆瑞, 张杰, 刘松毅, 等. 中国绿色建筑设计中 BIM 技术应用研究综述 [J]. 智能建筑与智慧城市, 2024 (1): 18-20.
- [2] 陈坤, 王悦, 任可, 等. 基于 BIM 的电力项目成本动态管理研究 [J]. 土木建筑工程信息技术, 2023, 15 (6): 26-31.
- [3] 吕征宇, 刘蕾. 电力建设项目 BIM 技术成果交付的问题及对策研究 [J]. 今日制造与升级, 2023 (11): 11-13.
- [4] 柯斌, 李倩莹, 唐耀伟, 等. BIM 技术应用现状研究 [J]. 四川建材, 2023, 49 (9): 51-52, 55.
- [5] 何训林. 物联网技术及 BIM 技术在智能建造中的应用 [J]. 交通企业管理, 2024, 39 (1): 94-96.
- [6] 谷开新, 张百涛, 王巍伟, 等. BIM 技术在电力工程中的应用和前景 [J]. 建筑节能 (中英文), 2023, 51 (12): 133-137.
- [7] 鲁敏. BIM 技术在铁路四电工程全生命周期中的应用 [J]. 工程建设与设计, 2020 (14): 249-250.
- [8] 何关培. BIM 和 BIM 相关软件 [J]. 土木建筑工程信息技术, 2010, 2 (4): 110-117.
- [9] 张志晖. 建筑工程造价全过程控制中的问题及解决对策 [J]. 城市建设理论研究 (电子版), 2023 (34): 55-57.
- [10] 陈金枝. 建筑工程造价预算控制的问题与应对策略探究 [J]. 投资与创业, 2023, 34 (11): 72-74.
- [11] 吕征宇, 易仁杰. BIM 技术在电力工程设计中的优化和创新性研究 [J]. 今日制造与升级, 2023 (10): 15-17.

(收稿日期: 2024-07-10)