

# 基于 BIM 与 CNN 的电力工程造价优化算法分析

文 / 韩远荣 广东曦达工程咨询有限公司

**摘要：**随着电力工程建设数量和规模的持续增加扩大，为解决施工资源浪费严重、建设成本较高的问题，本文以 BIM 技术和 CNN 算法为依托，详细分析了优化控制电力工程造价的有效措施，并通过实验论证的方式，验证相关算法和措施的科学性与可行性。研究成果表明相较于传统的算法，基于 BIM 与 CNN 的电力工程造价优化算法，可实现全生命周期造价管理，为电力企业创造更多的经济效益和社会效益。

**关键词：**BIM 技术；CNN 算法；电力工程；造价优化算法

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2025.17.114

## 引言

电力工程普遍工程施工周期长、建设规模大以及资金投入多等特点，为确保项目顺利竣工，需要对各个环节展开严格的造价管理，减少成本支出的同时，提高资源的利用效率，增强工程建设成效。但从部分电力工程造价管理工作目前的开展情况来看，还存在诸多欠缺和不足，其中管理措施单一，缺乏先进性，是导致造价管理不佳的重要原因。对此，本研究提出一种以 BIM 技术和 CNN 算法为基础的新型管理模式，不仅能够弥补传统造价管理模式的欠缺，还有利于大幅度提高电力工程的成本管控成效，促进“成本最小化、效益最大化”技术目标的顺利实现，为我国电力事业的长久稳健发展，提供可靠的技术支撑。

### 一、工程概况

某电力工程整体施工规模较大，涉及附件工程、架线工程、杆塔工程以及基础工程等多个项目，总投资金额约 9700 万人民币，作为当地示范性工程，对施工质量和成效提出了较高的要求，明确规定不允许出现超预算风险。对此，本研究从专业的角度出发，提出将 BIM 技术与 CNN 算法，应用到该电力工程的造价管理中，通过数字化、智能化、信息化的管理模式，减轻人员工作量的同时，进一步提高造价管理与成本控制的实效性，为项目工程的高质量、高效率竣工，奠定坚实的基础<sup>[1]</sup>。

### 二、BIM 技术与 CNN 算法原理分析

#### （一）BIM 技术

BIM 技术是一种建筑信息模型，主要就是将各种信息、数据、流程集成到一起，构建高度精准完整的数字化模型后，展开项目设计、管理和控制工作，这种三维模型代替二维图纸的技术模式，在电力工程造价管理中，展现出了较强的优势和作用，具体表现在以下几个维度：

①计算准确：在电力工程建设施工期间，会产生大量信息数据，如材料消耗量、设备安装进度等，需要准确记录、整理相关数据后，才能够保证工程量计算的准确性与可靠性，而 BIM 技术能够自动采集、整理数据，再进行准确的计算，为项目人员开展工作，提供了可靠的理论支撑。

②协同设计：在电力工程的规划设计阶段、施工建

设阶段以及竣工验收阶段，科学应用 BIM 技术，设计施工方案、优化施工模式、展开竣工结算，可在最大程度上保证施工方案的专业性、施工模式的合理性以及竣工结算的准确性，既能够有效提高资金资源的利用效率，减少不必要的资源浪费，还能够强化整体施工成效，进一步扩大项目单位的获利空间，实现理想的综合效益。

③动态管理：在 BIM 技术的支撑下，对电力工程的整个施工过程，展开动态化追踪、全方位监测，能够及时排查出潜在的经济风险和质量风险，再结合风险的特点与成因，采取有针对性的管控措施，有益于降低各类风险的发生概率，为项目工程的顺利竣工夯实基础<sup>[2]</sup>。

#### （二）CNN 算法

CNN 算法指的是卷积神经网络，作为深度神经网络模型之一，在数据挖掘和分析领域，得到了广泛的应用，主要由三大技术层构成，分别是卷积层、采样层与全连接层，如图 1 所示。

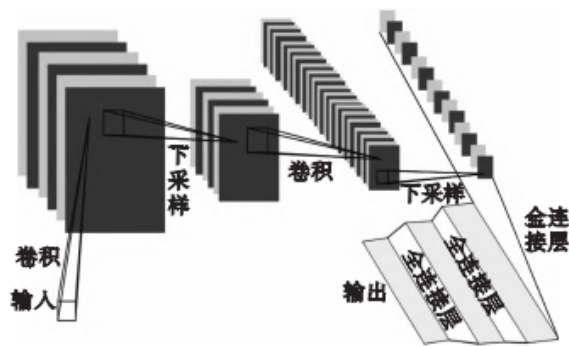


图 1 卷积神经网络整体架构示意图

通过对图 1 的观察和分析可知，CNN 算法的核心作用机理为：卷积层、采样层与全连接层协同合作，将二维数据转变成一维架构后，完成量化输出，再进行点积运算，可从大规模的数据中，识别出异常数据，还能够根据数据的特点和性质，预测出数据的发展规律。因此，将 CNN 算法应用到电力工程造价数据的优化和预测中，能够提高造价管理的针对性与精准性，从根本上避免超预算风险的发生。

#### 三、基于 BIM 与 CNN 的电力工程造价优化算法探究

在开展电力工程的造价管理工作时，本研究为充分

发挥出 BIM 技术与 CNN 算法的功能作用, 利用 BIM 技术获取项目工程各个阶段的信息数据, 形成完整的数据集后, 再通过 CNN 算法, 对异常数据进行识别和剔除, 在此基础上, 进行造价预测, 根据预测结果, 改进施工方案和模式, 能够促进预期施工目标的顺利达成。在具体实践中, 主要是从以下几方面入手:

### (一) 获取数据集

在应用 BIM 技术, 采集获取电力工程的信息数据时, 为保证数据采集的全面性和准确性, 应从全生命周期的角度出发, 将整个项目工程划分成设计、施工与竣工三个阶段, 不同阶段的工作内容存在较大的差异, 因此数据获取方法也会有所不同, 如下所述:

首先, 在电力工程的规划设计阶段, 应合理运用 BIM 技术, 计算各个分项工程, 在整个项目中的资金占比, 主要的计算方法, 如表达式 (1) 所示:

$$W = M / Z \times 100\% \quad (1)$$

在表达式 (1) 中,  $W$  代表的是分项工程在总投资中的占比 (%);  $M$  与  $Z$  分别代表的是分项工程概算、合计概算。联系本电力工程的现实情况, 最终的计算结果, 如表 1 所示。

表 1 单项工程在电力项目总投资中的占比

序号	单项工程	投资金额 / 万元
1	附件工程	≈ 2175
2	基础工程	≈ 510
3	架线工程	≈ 2613
4	杆塔工程	≈ 1285
5	其他工程	≈ 3100
6	总投资	≈ 9700

通过对表 1 的观察和分析, 明确各个分项工程在总投资中的占比后, 再根据预算金额, 展开有针对性的项目设计, 有利于大幅度提高设计质量和效率, 减少设计变更问题, 为后续施工活动以及造价管理工作的顺利开展, 夯实理论基础。

其次, 在电力工程的施工建设阶段, 要安排专业的人员, 对施工现场展开全方位的实地考察, 获取到一系列真实可靠的信息数据后, 再构建 BIM 模型, 在数字化模型的支撑下, 要合理计算各项目的综合单价以及总造价等关键参数, 以便于施工方案的改进和优化。在实际计算各项目综合单价的过程中, 可应用表达式 (2):

$$P = Y + T + R + Z + C \quad (2)$$

在表达式 (2) 中,  $P$  代表的是各项目综合单价;  $Y$ 、 $T$ 、 $R$ 、 $Z$ 、 $C$  分别代表的是单项工程人工费、材料费、机械费、管理费与经济利润。通过对表达式 (2) 的灵活运用, 准确计算出电力工程中各个项目的综合单价后, 还要计算出总造价, 主要的计算方法, 如表达式 (3) 所示:

$$\begin{aligned} Q &= \sum F \\ D &= \sum Q \end{aligned} \quad (3)$$

在表达式 (3) 中,  $Q$  与  $D$  分别代表的是分项工程造价、电力工程总造价;  $F$  代表的是过程单位的造价<sup>[3]</sup>。

在表达式 (2) 与 (3) 的作用下, 掌握本工程的总造价后, 还要利用 BIM 模型, 将计算数据与实际工况紧密联系起来, 实现对各个施工环节工程量的精准计算, 并将工程量计算结果科学应用到预算方案的规划中, 确定具体的预算方案后, 要求各个施工单位严格按照预算方案中的内容, 采购施工材料、落实工艺技术, 在这一过程中, 为降低超预算风险的发生概率, 还需要借助 BIM 技术, 综合对比分析预算方案与实际成本支出之间的差异, 确定成本偏差后, 再采取有针对性的造价管理措施, 能够有效提高造价管理的整体水平, 为项目单位创造更多的经济价值。

在运用 BIM 技术, 对比分析成本偏差时, 可结合表达式 (4):

$$CV = BCWP - ACWP \quad (4)$$

$$CPI = BCWP / ACWP$$

在表达式 (4) 中,  $CV$  代表的是预算方案与实际成本支出之间的差异;  $BCWP$  与  $ACWP$  分别代表的是已竣工项目预算成本、已竣工项目实际成本;  $CPI$  代表的成本绩效指标。

最后, 在电力工程的竣工验收阶段, 要运用 BIM 技术, 深入分析设计概算与项目实际成本之间的偏差, 掌握二者之间的变化率, 主要的计算方法, 如表达式 (5) 所示:

$$W = \frac{(h - m)}{m} \quad (5)$$

在表达式 (5) 中,  $W$  与  $h$  分别代表的是成本变化率、电力工程竣工结算成本;  $m$  代表的是电力工程的设计概算。

### (二) 识别异常数据

将 BIM 技术科学应用到电力工程全生命周期管理中, 采集到各类信息数据后, 为在最大程度上保证造价管理的精准性, 还要运用 CNN 算法, 从大量数据中, 识别排查出异常数据。主要的操作方法为: 利用卷积神经网络, 提取识别信息数据的差异特征, 再对各种差异特征进行分类后, 掌握异常数据的性质特点, 同时运用聚类算法, 做好异常数据的聚类分析, 最终确定各个项目工程中, 异常数据的分布比例, 如表达式 (6) 所示:

$$\sigma_d = \frac{\partial_a + \delta_u}{s_g} \quad (6)$$

在表达式 (6) 中,  $\sigma_d$  代表的是电力工程全部的异常数据;  $\delta_u$  代表的是异常数据在电力工程各项目中的分布比例;  $\partial_a$  代表的是电力工程造价缺陷数据的分布区域;  $s_g$  代表的是各个区域内电力工程造价异常数据的类似程度。

结合表达式 (6), 掌握电力工程存在的异常数据, 且异常数据在造价管理中的分布比例、相似程度等, 再通过 BIM 技术, 对异常数据进行筛选和剔除, 能够保证数据集的精准性, 为工程造价预测的客观性, 提供坚实的保障<sup>[4]</sup>。

### （三）预测工程造价

对于大型电力工程而言，项目造价的预测难度较大，展现出了较强的波动性和不确定性，其中材料价格、政策因素以及气候环境等因素，都会在不同程度上，影响到电力工程的造价。因此，想要保证造价预测的客观性和准确性，既要充分调查市场环境等关键因素，未来一段时间内的变化情况，还要加强对 CNN 算法的合理应用。在 CNN 算法运行过程中，核心技术流程为：训练电力工程造价数据集——向前传播——获得实际输出——BP 反向传播——调整权重值——匹配数据特征——得到预测结果。

分析整个技术流程可知，复杂程度较高，主要是对各个造价数据的样本的权重值，进行反复的迭代，直到符合条件后，停止迭代，再运用向前传播的方式，得到最终的预测结果。相较于传统的算法，这种预测形式，能够深层次挖掘出信息数据的潜在规律，实现对造价数据的有效优化，减少预测误差<sup>[5]</sup>。

### （四）改进施工方案

将 BIM 技术与 CNN 算法有机结合到一起，掌握电力工程各个阶段的预算以及总造价后，要结合预测数据，对现行的施工方案进行科学合理的改进。例如，本工程的预测结果表明，项目的总造价在 9669.24 万元左右，相较于初期投资 9700 万元明显要少，对此为避免资金资源的浪费，应对变压器设备、配电设备、配电用房以及站区用房等项目工程的施工方案，进行有针对性的改进和完善，通过对人力、物力以及财力各方面资金资源的优化配置，最大化资金的应用效率，同时进一步提高施工质量和成效，达成“一次性验收通过”的质量控制目标，为电力领域的长效健康发展，注入源源不断的动力。

## 四、实验论证

### （一）实验环境

为验证 BIM 技术与 CNN 算法，在电力工程造价管理中的作用和价值，本研究应用 Windows 操作系统、Java 语言以及 IE 浏览器等，配置完善的实验环境。通过对实验环境的检测，确定软硬件系统符合技术要求后，从本工程大量的造价数据中，选择 400 项作为样本数据，并将这 400 项数据划分成两个部分，分别是训练集与测试集，前者含有 326 项数据、后者含有 74 项数据。

上述准备工作结束后，在 Pytorch 深度学习框架的作用下，构建精准的预测模型，用于造价数据集的分析和研究，其中卷积神经网络模型中优化器、激活函数、Dropout 以及迭代次数的技术参数分别为：Adam、ReLU、0.4 以及 1000。

### （二）参数对比

通过对卷积神经网络的分析可知，对模型训练准确率有影响的因素较多，其中最大的干扰因素是学习率，因此本文以学习率为主要研究对象，分析学习率变化对造价预测结果的影响。最终的实验论证结果表明：

CNN 模型的学习率与收敛速度之间呈正相关，即当学习率有所上升后，收敛速度也会随之加快，当学习率在 0.010 左右时，损失函数的数值最小，因此本研究将学习率设定为 0.010，并在该技术参数下，分析数据量增加后，卷积神经网络预测的准确性。实验论证结果表明，相较于传统的算法，本研究提出的 BIM 结合 CNN 的综合算法，准确率要更高，在 94% 左右，能够为电力工程开展高质量、高水平的造价控制工作提供助力，强化项目工程的综合效益。

### （三）结果分析

BIM 技术与 CNN 算法的优势作用较多，电力企业要深刻意识到这种算法，在造价管理工作中的功能效果，以项目工程的现实情况为导向，组织相关人员，科学灵活运用 BIM 技术，获取到一系列有价值的信息参数后，再通过 CNN 算法，做好造价预测，结合客观准确的预测结果，展开行之有效的造价管理，一方面能够减少人力资源的干预，避免因人为操作不当，造成成本浪费问题；另一方面可以提高造价管理的时效性与可靠性，满足企业对经济效益的需求。在未来的发展中，企业要投入更多的资金资源用于技术算法的优化中，助力于造价管理工作的可持续发展。

### 结语

综上所述，电力工程的造价管理工作涉及一系列复杂且烦琐的内容，传统以人工为主的工作模式，已经难以满足电力企业对施工质量和效益的要求。对此，本研究提出将 BIM 技术和 CNN 算法应用到造价管理中，通过数字化、信息化的管理模式，实现对造价的精准预测和全面控制，增强成本支出的可靠性与合理性后，将超预算风险的发生概率控制在最小范围内，以达成理想的造价管理和成本控制目标。研究成果具备一定的理论参考和实践指导价值，能够为我国电力领域更好地开展造价控制工作，提供指导和借鉴。

### 参考文献

- [1] 廖慕楠，孙玄锴，余亚，等. 电力工程造价中 BIM 技术的应用现状分析与发展趋势 [J]. 重庆电力高等专科学校学报, 2023, 28 (04): 19-23.
- [2] 钟琦，潘行健，朱莎，等. 基于 BIM 技术的电力工程造价控制方法讨论 [J]. 中国建设信息化, 2023, (10): 66-69.
- [3] 于炳慧. 基于自适应 PSO-BP 神经网络的电力工程造价预测研究 [J]. 办公自动化, 2024, 29 (21): 1-3.
- [4] 王雅琪，王佳慧，张文，等. 基于灰色关联分析的电力基建工程造价预测方法 [J]. 电气技术与经济, 2024, (08): 301-303.
- [5] 戴小凤，朱卫东. 基于卷积神经网络的电力工程造价数据异常识别方法 [J]. 兰州工业学院学报, 2022, 29 (04): 62-66.