

# 电力工程施工阶段造价数据偏差动态预警技术

王东君

(国网天津市电力公司经济技术研究院, 天津 300171)

**摘要** 在电力工程施工阶段, 造价数据的准确监控与管理对于确保项目经济效益至关重要。本文针对施工阶段造价数据偏差动态预警技术进行了深入研究, 旨在提高造价管理的实时性和精确性。首先, 进行数据采集与预处理的方法, 确保了数据来源的可靠性和准确性。其次, 通过偏差特征提取, 识别出影响造价的关键因素, 为后续的偏差识别模型构建提供了依据。最后, 利用机器学习算法的偏差识别模型, 该模型能够自动分析造价数据, 并识别出潜在的偏差, 从而实现造价数据偏差动态预警。案例分析结果表明: 本文的预警技术具有较高的准确性及高效性, 为电力工程施工阶段的造价管理提供了有效的技术支持, 具有重要的实际应用价值。

**关键词** 电力工程; 施工阶段; 造价数据; 偏差预警; 动态监控

中图分类号: TU723

文献标志码: A

文章编号: 2097-3365(2024)09-0064-03

## 1 研究背景

电力工程施工过程由于存在多种不确定性因素, 往往会导致实际造价与预算之间产生偏差。这些偏差可能会导致项目成本超支, 影响项目的经济效益和进度。因此, 如何有效地监控和预警造价数据偏差, 成为电力工程管理中的一个重要课题。

近年来, 造价数据偏差动态预警技术在工程管理领域受到了广泛关注, 众多学者致力于探索和优化这一技术, 以提高造价控制的精确性和效率。例如, 马波<sup>[1]</sup>提出了一种基于施工图预算的房屋建筑工程全过程造价控制方法。这种方法的核心在于利用施工图预算作为基准, 通过对比实际施工过程中的造价数据与预算数据, 实现对造价偏差的实时监控和预警。然而, 这种方法在施工图预算中可能无法完全反映施工过程中的所有变数, 可能导致实际造价与预算之间存在较大偏差。肖瑶和金照雨<sup>[2]</sup>介绍了一种利用最小二乘支持向量机 (LS-SVM) 来控制金属矿山千米竖井工程造价的方法。LS-SVM 作为一种前沿的机器学习技术, 擅长处理非线性和高维数据, 因此在复杂的工程项目造价管理中具有应用潜力。该方法的优势在于其卓越的数据处理能力和高预测准确性, 能够有效地发现和预测造价偏差。尽管如此, 该方法也存在一些局限性, 例如模型训练和参数优化过程可能较为复杂, 需要专业技术人员的支持。

为了解决上述方法存在的问题, 动态预警技术应运而生。该技术通过实时收集施工阶段的造价数据, 利用先进的数据分析和预测模型, 能够及时识别出潜在

的造价偏差, 并提前发出预警信号, 从而为项目管理者提供决策支持, 帮助其采取有效措施来控制成本<sup>[3]</sup>。本文旨在探讨电力工程施工阶段造价数据偏差动态预警技术, 通过构建一个综合解决方案, 以期提高造价管理的效率和准确性, 确保电力工程项目的顺利进行。

## 2 造价数据偏差动态预警技术

### 2.1 造价数据采集与预处理

在电力工程施工阶段, 确保偏差动态预警技术准确性的关键在于造价数据的采集与预处理。这一过程首先要求从多个渠道收集相关数据, 由于这些数据往往以不同的格式和时间点记录, 因此需要经过预处理以保证数据的一致性和可用性。

在数据预处理过程中, 对于连续变量, 可以使用以下公式来识别异常值:

$$\mu = \{x | x < Q_1 - 1.5 \times IQR \text{ 或 } x > Q_3 + 1.5 \times IQR\} \quad (1)$$

其中,  $Q_1$  和  $Q_3$  分别表示数据的第一四分位数和第三四分位数;  $IQR$  是四分位距, 计算公式为:

$$IQR = Q_3 - Q_1 \quad (2)$$

将数据缩放到一个特定的范围来消除量纲的影响。常用的归一化公式包括最小-最大归一化和 Z-score 标准化:

$$x' = \frac{x - \min(x)}{\max(x) - \min(x)} \quad (3)$$

Z-score 标准化:

$$x'_i = \frac{x - \mu}{\sigma} \quad (4)$$

其中,  $x$  表示原始数据,  $x'$  表示归一化后的数据,  $\min(x)$  和  $\max(x)$  分别表示数据的最小值和最大值,  $\mu$  是数据的均值,  $\sigma$  表示数据的标准差。

通过这些预处理步骤, 可以确保造价数据的准确性和可靠性, 为后续的偏差特征提取和偏差识别模型构建奠定坚实的基础。

## 2.2 偏差特征提取

在电力工程施工阶段, 偏差特征提取是识别和量化造价数据偏差的关键步骤。这一过程旨在从预处理后的数据中提取出能够反映造价偏差的特征, 为后续的偏差识别模型提供输入。偏差特征提取通常涉及计算一系列统计量和构建特定的指标, 以捕捉数据中的异常模式和趋势<sup>[4-5]</sup>。

偏差特征提取的一个核心任务是计算造价数据的统计描述指标, 其均值 ( $\mu$ ) 和标准差 ( $\sigma$ ) 的计算公式如下:

$$\mu = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N x_i \quad (5)$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \sum_{i=1}^N (x_i - \mu)^2} \quad (6)$$

其中,  $x_i$  表示第  $i$  个数据点;  $N$  表示数据点的总数。

变异系数 (CV) 是标准差与均值的比值, 用于衡量数据的相对离散程度:

$$CV = \frac{\sigma}{\mu} \quad (7)$$

构建特定的偏差指标, 如偏差率 (DR) 和偏差幅度 (DA), 以量化实际造价与预算造价之间的差异。偏差率的计算公式如下:

$$D_R = \frac{|\alpha - \beta|}{\beta} \times 100\% \quad (8)$$

其中,  $\alpha$  表示实际造价;  $\beta$  表示预算造价。

偏差幅度则是实际造价与预算造价之间的绝对差值:

$$D_A = |\alpha - \beta| \quad (9)$$

通过这些公式计算出的偏差特征, 可以为偏差识别模型提供重要的输入信息。这些特征不仅有助于识别出潜在的造价偏差, 还能够帮助项目管理者理解偏差的性质和程度, 从而采取相应的管理措施<sup>[6-8]</sup>。

## 2.3 构建偏差识别模型

在电力工程施工阶段, 基于机器视觉的偏差识别模型是一种创新的方法, 它利用图像处理和模式识别技术来检测和量化施工现场的偏差。这种方法通过分

析施工现场的图像数据, 自动识别出与设计规范或施工标准不符的区域, 从而实现了对造价偏差的实时监控和预警<sup>[9]</sup>。

利用 Sobel 算子边缘检测算法识别图像中的边界和轮廓, 其计算公式如下:

$$G_x = \begin{bmatrix} -1 & 0 & +1 \\ -2 & 0 & +2 \\ -1 & 0 & +1 \end{bmatrix} * A \quad (10)$$

$$G_y = \begin{bmatrix} -1 & -2 & -1 \\ 0 & 0 & 0 \\ +1 & +2 & +1 \end{bmatrix} * A \quad (11)$$

其中,  $G_x$  和  $G_y$  分别表示图像  $A$  在  $x$  和  $y$  方向上的梯度;  $*$  表示卷积操作。最终的梯度幅值  $G$  和方向  $\theta$  可以计算为:

$$G = \sqrt{G_x^2 + G_y^2} \quad (12)$$

$$\theta = \arctan\left(\frac{G_y}{G_x}\right) \quad (13)$$

在图像特征提取之后, 采用支持向量机 (SVM) 算法来建立图像特征与施工偏差类别之间的映射关系, 进而实现施工偏差的自动识别:

$$\min_{\mathbf{w}, b} \frac{1}{2} \mathbf{w}^T \mathbf{w} + C \sum_{i=1}^n \xi_i \quad (14)$$

$$y_i (\mathbf{w}^T \phi(\mathbf{x}_i) + b) \geq 1 - \xi_i, \xi_i \geq 0 \quad \forall i \quad (15)$$

其中,  $\mathbf{w}$  表示权重向量;  $b$  表示偏置项;  $\phi(\mathbf{x}_i)$  表示特征映射函数;  $y_i$  表示样本的标签;  $\xi_i$  表示松弛变量;  $C$  表示正则化参数。

通过该模型能够有效地从图像数据中提取偏差特征, 并实现对施工现场偏差的自动检测和分类, 从而实现造价数据偏差动态预警<sup>[10]</sup>。

## 3 案例分析

### 3.1 工程概况

该工程涉及高压输电线路的建设和变电站的扩建。工程范围广泛, 包括线路勘测、基础施工、杆塔架设、导线铺设、变电站设备安装等多个环节。由于工程规模大、技术要求高, 且施工环境复杂多变, 如地形地貌多样、气候条件多变等, 这些因素都可能对工程造价产生显著影响。

### 3.2 案例结果分析

为了切实评估本文所提出的基于 BIM 技术的电力工程造价偏差控制在实践中的实用性和成效, 引入了文献 [1] 和文献 [2] 中提及的两种传统造价偏差控制

方法作为参照。通过这三种不同方法的实施与对比，能够更全面地检验本文管理方法的实际效果。在电力工程项目完成后，对比三种方法下的总投资偏差率、各阶段成本占比等关键指标，如表1所示。

表1 电力工程造价偏差控制对比分析

指标	本文方法	文献[1]方法	文献[2]方法
总投资偏差率	2.1%	5.2%	4.8%
设计阶段成本占比	12%	15%	14%
施工阶段成本占比	48%	60%	62%
运营维护阶段成本占比	50%	25%	24%
成本控制效率	高	中等	中等
信息共享与协同效率	高	中等	中等

通过深入的对比分析，可以清晰地观察到，本文方法在多个关键指标上均展现出显著的优越性。首先，在总投资偏差率方面，本文方法将偏差率控制在2.1%，远低于传统方法1的5.2%和传统方法2的4.8%，这直接反映了本文方法在精确预算和成本控制上的高效能力。

选取偏差预警的F1值作为实验指标。引入了文献[1]和文献[2]提及的两种传统造价偏差控制方法作为参照。通过这三种不同方法的实施与对比，验证本文方法的可行性。将F1值作为实验指标，该指标作为精确率和召回率的调和平均，是衡量分类模型性能的重要指标，综合考虑了真阳性、假阳性和假阴性的比例，从而在不同场景下提供了一个平衡的评估标准。具体的对比结果如图1所示。

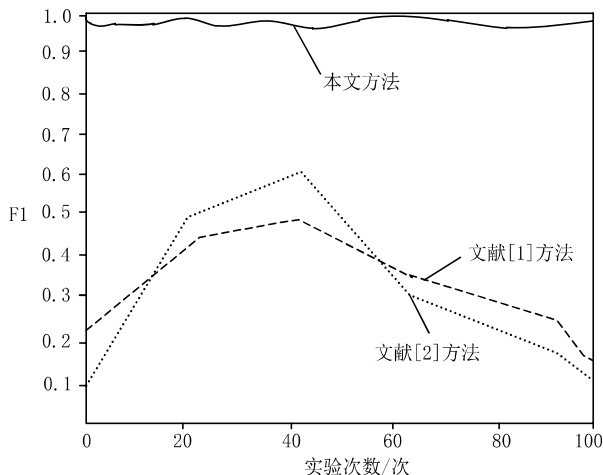


图1 电力工程造价偏差预警 F1 值对比

在图1的分析结果中，可以清晰地观察到，相较

于传统方法，本文所采用的方法在F1值的表现上更为出色，更趋近于理论上的最优值。

#### 4 结束语

本文通过对电力工程施工阶段造价数据偏差动态预警技术的深入研究，成功构建了一套集数据采集、预处理、偏差特征提取、模型构建和动态预警于一体的综合解决方案。研究表明，该预警技术能够实时监控造价数据，及时识别并预警潜在的造价偏差，显著提高了造价管理的实时性和精确性。案例分析进一步验证了该技术的有效性，其在实际应用中展现出了高准确性和高效性，为电力工程施工阶段的造价管理提供了强有力的技术支持。随着电力工程项目的不断发展和市场竞争的加剧，对造价管理的要求也越来越高。本文提出的动态预警技术能够帮助项目管理者及时发现和应对造价偏差。因此，该技术具有广泛的推广应用前景。未来，将继续优化预警模型，扩展数据来源，提高预警系统的智能化水平，以适应电力工程管理的最新需求和新挑战。

#### 参考文献:

- [1] 马波. 基于施工图预算的房屋建筑工程全过程造价控制方法[J]. 建筑技术, 2023,54(20):2535-2540.
- [2] 肖瑶, 金照雨. 基于LS-SVM的金属矿山千米竖井工程造价控制方法[J]. 黄金, 2023,44(06):1-3.
- [3] 林治斌. 浅谈基于BIM技术的电力工程造价控制方法[J]. 中华建设, 2022(20):114-116.
- [4] 钱文瑾. 公路工程建设项目决策阶段造价控制方法研究[J]. 质量与市场, 2023(17):196-198.
- [5] 毛爱迪. 基于全流程分析的民用建筑工程造价控制方法[J]. 工程机械与维修, 2023(06):73-75.
- [6] 林治斌. 浅谈基于BIM技术的电力工程造价控制方法[J]. 中华建设, 2022(20):114-116.
- [7] 王林峰, 张文静, 刘云, 等. 大数据环境下基于BIM与CNN的电力工程造价优化算法[J]. 沈阳工业大学学报, 2024, 46(01):7-12.
- [8] 陈三奎. 电力工程造价管理在施工阶段中的控制探讨[J]. 电力设备管理, 2023(13):157-159.
- [9] 李平, 陈忠霞, 潘婷. 基于权重系数的变电工程造价敏感性分析[J]. 中文科技期刊数据库(引文版)工程技术, 2022(08):186-190.
- [10] 刘利华. BIM技术在电力工程造价中的应用价值浅析[J]. 科技视界, 2023(10):87-89.