

# 基于大数据分析施工费用成本变化趋势

方明 陆秋云 韦俊韬

(广西电网有限责任公司电网规划研究中心, 广西 南宁 530023)

**摘要** 近年来, 电网企事业发展非常迅速, 为电网施工的快速发展打下了坚实的基础。与此同时, 施工承包商之间的竞争也变得异常激烈。对于施工承包商企业来讲, 要在激烈的竞争中获取优势, 就必须要注重成本的控制。大数据的快速发展为施工费用成本的控制提供了有力的支持。为了更好地控制电网施工成本, 本文围绕电网施工企业竞争态势, 选取对施工成本影响较大的人工费、材料费、机械费三个要素, 采用回归分析预测法、移动平均法等数据分析方法, 研究相应的费用变化趋势, 给出相应的影响趋势结论, 通过分析可知, 施工费用在未来整体水平呈现出上涨趋势, 并且在近两年又面临着新一轮的人材机成本价格的上涨, 为电网施工企业投标报价、施工成本预测及管控等提供借鉴、参考。

**关键词** 电网施工 大数据分析 成本价格

**中图分类号:** F426

**文献标识码:** A

**文章编号:** 1007-0745(2022)12-0066-03

近年来, 电力体制改革不断推进, 高速发展的经济为电网企事业的发展提供了保障, 成就了电网施工的高速发展, 同时施工承包商间的竞争也越来越激烈, 施工企业想要在电网行业内立于不败之地, 势必会采取一些有效的控制措施来降低施工成本, 进而满足建设工程的需要。如何有效地控制施工成本成为施工企业面临的重大问题<sup>[1]</sup>。而人材机的市场价格就成为施工企业投标报价、控制施工成本、体现竞争力的关键因素<sup>[2]</sup>, 施工企业有必要利用大数据分析人材机的价格变化趋势, 指导和规范投标报价及施工成本的管控工作, 使企业更长远地立足于电力行业。

本文依据建设行业大数据服务平台“造价通”及全国建筑平台发布的有效信息价格, 选取对输电网建设工程施工成本影响最大的人工、材料、机械单价信息数据, 进行数据预处理、相关性分析及长远预测三个步骤, 实现输电网建设工程人材机价格变化趋势的精准预测, 从而为施工投标及成本发行有效管控提供一定的方法借鉴。

## 1 人工费趋势

本论文对成本变动趋势的分析主要采用回归分析预测法, 回归分析预测法(Regression Analysis Prediction Method)是通过分析市场现象, 找出自变数和因变数之间相关关系的基础上, 采用预测分析的方法, 建立变数之间的回归方程式作为预测模型, 根据自变数在预测期内的数量变化, 预测因变数的关系, 预测的结果大多表现为关系相关, 因此, 回归分析预测法是

一种行之有效的、重要的市场预测法, 当我们需要对市场的未来发展状况和水平进行短期的预测时, 找到影响市场预测对象的主要因素, 并收集与之相关的有效数据, 就可以使用回归分析预测法对其进行预测、分析, 从而得到具体的、实用的结果。

针对施工成本中的人工费单价, 首先收集、整理“全国综合人工成本平均日工资”(NADW)近年来的数据, 通过进行回归分析测算。

通过分析发现, 数据在有效范围内符合多项式回归。通过多项式回归, 即可对“全国综合人工成本平均日工资”(NADW)现有数据的基础上进行长远发展的合理预测。

通过对2016年1季度至2020年1季度全国各地区综合人工成本平均日工资样本数据(简称全国日工资)收集、整理, 通过分析判定系数 $R^2$ 达到0.9998, 接近于1; 但人工工资并不完全以恒定的比率增加, 从观测数据可知, 自2016年以后全国日工资的增长幅度逐渐趋于平缓, 这时候可以考虑采用乘幂趋势线预测数值。虽然乘幂趋势线的判定系数 $R^2$ 只有0.8931, 整体拟合程度略低, 但是局部拟合度较好。于是, 可以确定两种趋势线的公式模型为 $y=mx+b$ 和 $y=cx^b$ 。

输入待测值, 通过试算得出全国综合人工成本平均日工资的线性方程和乘幂方程。

运用最小二乘法原理, 又称最小平方法, 是通过求取最小化误差的平方和, 从而寻找到数据的最佳函数匹配, 将实测值 $y_0$ 与利用计算值( $y=mx+b$ )(式1-1)(以

线性模型为例, 乘幂模型同理可计算) 的离差  $(y_0-y)$  的平方和  $[\sum (y_0-y)^2]$  最小为“优化判据”。

$$\text{令: } \phi = \sum (y_0-y)^2 \quad (\text{式 1-2})$$

把 (式 1-1) 代入 (式 1-2) 中得:

$$\phi = \sum (y_0-mx-b)^2 \quad (\text{式 1-3})$$

当  $\sum (y_0-y)$  平方最小时, 可用函数  $\phi$  对  $m$ 、 $b$  求偏导数, 令这两个偏导数等于零。

$$\sum 2(b+mx_0-y_0) = 0 \quad (\text{式 1-4})$$

$$\sum 2x_0(b+mx_0-y_0) = 0 \quad (\text{式 1-5})$$

即:

$$nb + (\sum x_0)m = \sum y_0 \quad (\text{式 1-6})$$

$$(\sum x_0)b + (\sum x_0^2)m = \sum (x_0y_0) \quad (\text{式 1-7})$$

得到的两个关于  $b$ 、 $m$  为未知数的方程组, 解方程组得出:

$$b = (\sum y_0)/n - m(\sum x_0)/n \quad (\text{式 1-8})$$

$$m = [\sum x_0y_0 - (\sum x_0 \sum y_0)/n] / [\sum x_0^2 - (\sum x_0)^2/n] \quad (\text{式 1-9})$$

这时把  $b$ 、 $m$  代入 (式 1-1) 中, 此时的 (式 1-1) 就是我们回归的线性方程, 即

$$\text{线性方程: } y = 2.0334x + 145.93$$

$$\text{同理可求出, 乘幂方程: } y = 141.54x^{0.0745}$$

进行相关检验:

$$R^2 = \frac{\sum (y'_i - \bar{y})^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{\sum (y_i - y'_i)^2}{\sum (y_i - \bar{y})^2} = 0.9998$$

线性方程的判定系数  $R^2$  为 0.9998, 接近于 1, 检验通过。

综合以上分析, 将上述两种趋势曲线得到的数学模型输入待测值, 并对两种曲线进行算术平均值的计算。

使用回归方程对其进行回归预测, 由目前已知的全国综合人工日平均工资预测至 2021 年年末, 由于采用的数据为每季度发布一次的数据, 所以由 2020 年 2 季度至 2021 年第 4 季度, 预测期共 7 期。

从预测可知, 建筑业的人工成本随着自然条件的变化而变动, 到 2021 年第 4 季度, 全国综合人工日平均工资将会达到 194 元, 比目前 2020 年第 2 季度的 182 元上涨了 6%。在有效的预测期内, 人工成本持续保持上涨的趋势。

## 2 材料费趋势

对于材料成本, 依据建设行业大数据服务平台“造价通”数据抽选部分符合输电网建设工程的主要材料进行统计, 主要采用移动平均法进行材料成本趋势预测<sup>[3]</sup>。

移动平均法 (moving average method) 是以过去某一段时期的有效数据, 通过数据加权平均处理的平均

数, 作为未来某时期预测值的一种方法。该方法需对前期历史数据进行算术平均, 并把计算的平均数据作为将来时期的预测值。

移动平均可以表述为:

$$F_{t+1} = \frac{1}{n} \sum_{i=t-n+1}^t x_i$$

其中,  $F_{t+1}$  是  $t+1$  时的预测数,  $n$  是在移动平均值使用的历史数据的总数目, 即移动时段的长度。

为了进行数据预测, 需要对公式中的每一个  $t$  计算出相应的  $F_{t+1}$ 。对所有计算的数据进行集合, 从而形成新的数据序列组。经过多次 (至少三次) 的数据处理, 即可揭示出历史数据序列的变化规律。从得到的结果可看出, 此数据的变化趋势对比原始数据, 变化幅度较小, 属于平滑技术。

通过观测材料样本数据可以看出, 材料价格的曲线总体趋于平滑, 同时也受到季节、周期变动的影响; 综合考虑将采用移动方式的平均值计算可以有效消除数值波动影响。移动平均数可以有效地消除实际数据值的随机波动, 从而得到较为平滑的数据变动趋势, 通过对历史趋势变动的分析, 可以预测未来一期或几期内数据的变动方向<sup>[4-5]</sup>。

由于各元素的权重都相等, 采用移动平均法计算的公式如下所示:

$$F_t = (A_{t-1} + B_1 + B_2) / 3$$

式中:  $F_t$ ——对下期的预测值;  $A_{t-1}$ ——前期实际值;  $B_1$  和  $B_2$  分别表示前一年、前两年同一季度的实际值。

例如, 计算 2020 年第三季度中砂的单价:

前期实际值 (2020 年第二季度)  $A_{t-1} = 87.15$

前两年同一季度实际值 (2019 年第三季度)  $B_1 = 87.22$

前两年同一季度实际值 (2018 年第三季度)  $B_2 = 87.10$

因此,  $F_t = (87.15 + 87.22 + 87.10) / 3 = 87.16$

通过公式计算, 将得到的预测数据展示如表 1 所示。

从预测趋势可以看出, 除钢材处于波动趋势变化外, 其余材料综合价格基本保持持平。

## 3 机械费趋势

通过观测机械样本数据可以看出, 机械价格的曲线总体趋于平滑, 同时也受到季节、周期变动的影响; 综合考虑将采用移动方式的平均值计算可以有效消除数值波动影响。通过移动平均数值, 可以消除实际数值随着随机因素的波动, 得到数据变化趋势, 通过分

表1 消耗性材料单价预测数据

年份	中砂 (元/m <sup>3</sup> )	碎石 (元/m <sup>3</sup> )	水泥 (元/t)	原木 (元/m <sup>3</sup> )	圆钢 (元/t)	扁钢 (元/t)
2018年第三季度	87.10	85.26	333.67	1668.88	2640.63	2931.79
2018年第四季度	87.06	84.61	331.55	1673.69	2565.47	2863.73
2019年第一季度	86.97	84.27	331.48	1670.49	2589.48	2890.99
2019年第二季度	87.51	84.03	331.24	1667.38	2615.05	2940.06
2019年第三季度	87.22	84.66	333.35	1673.85	2633.55	2944.02
2019年第四季度	87.03	84.36	332.04	1677.97	2571.89	2879.67
2020年第一季度	86.91	83.86	330.91	1672.45	2574.57	2882.70
2020年第二季度	87.15	84.08	331.40	1672.60	2587.17	2900.81
2020年第三季度	87.16	84.67	332.81	1671.78	2620.45	2925.54
2020年第四季度	87.08	84.55	332.13	1674.48	2585.94	2889.65
2021年第一季度	86.99	84.22	331.51	1672.47	2583.33	2887.78
2021年第二季度	87.21	84.11	331.38	1670.82	2595.18	2909.55
2021年第三季度	87.20	84.48	332.51	1672.15	2616.39	2926.37
2021年第四季度	87.10	84.46	332.23	1674.86	2591.41	2898.56

析历史数据的变动因素,即可预测未来多期的数据变动趋势。

由于各元素的权重都相等。那么使用移动平均的计算公式如下所示:

$$F_t = (A_{t-1} + B_1 + B_2) / 3$$

式中,  $F_t$ ——对下期的预测值;  $A_{t-1}$ ——前期实际值;  $B_1$  和  $B_2$  分别表示前一年、前两年同一季度的实际值。

从预测趋势可以看出,机械台班市场单价基本处于波动式下降趋势,对施工费用成本增长影响不大。

#### 4 总结

本文依据大数据服务平台发布的信息价格,结合回归方程、移动平均等数学模型,对影响施工成本最大的人工、材料、机械单价信息数据进行预处理、相关性分析检验及模拟预测,构建了一套人材机单价预测的模型,通过算例分析验证并预测了未来一年的价格走势,主要结论如下:

1. 施工费用在未来整体水平仍趋于上涨,其中人工费涨幅最大,材料费、机械费总体趋势平稳;而材料费中的钢材价格较其他材料价格波动较大,钢材价格的上涨对电网基建项目产生的影响较大。

2. 近两年来,又面临着新一轮人材机上涨,施工企业建立一套分析价格走势的系统是必要的,定量分析人材机价格上涨等因素对电网建设工程造价带来的影响是各施工企业需要解决的难题。

3. 本文的研究成果结合了预测模型的优势,整体预测结果精度高、误差小,可为输电网施工企业招投标阶段报价提供技术支撑,为工程成本精准预测提供一定的借鉴方法。

#### 参考文献:

- [1] 刘祖清. 大数据下工程造价管理要点 [J]. 房地产世界, 2021(13):72-74.
- [2] 许馨予. HY公司基于大数据技术的工程项目成本控制优化研究 [D]. 大连:东北财经大学, 2020.
- [3] 刘激. 大数据时代下的传统施工成本管理模式的分析 [J]. 今日财富(中国知识产权), 2018(12):147.
- [4] 吕淑萍. 大数据时代下的工程成本控制应用——以云造价为例 [J]. 价值工程, 2018, 37(36):37-39.
- [5] 林静, 白远霜. 大数据下工程造价信息资源共享探究 [J]. 商业故事, 2018(05):57.