

# Analysis of the Factors Affecting the Cost of Subway Project and the Price Forecast of Main Materials

Di Zhang<sup>1</sup>, Shizhuo Zhang<sup>2</sup>

<sup>1</sup>College of Civil and Safety Engineering, Dalian Jiaotong University, Dalian Liaoning

<sup>2</sup>Dalian Yiwang Technology Co., Ltd., Dalian Liaoning

Email: [2789639652@qq.com](mailto:2789639652@qq.com)

Received: Jul. 2<sup>nd</sup>, 2015; accepted: Jul. 24<sup>th</sup>, 2015; published: Jul. 27<sup>th</sup>, 2015

Copyright © 2015 by authors and Hans Publishers Inc.

This work is licensed under the Creative Commons Attribution International License (CC BY).

<http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>



Open Access

---

## Abstract

There are many factors that affect the subway project cost, which lead to a breakthrough in the total cost of the project. According to this phenomenon, this paper discusses the main factors which influence the construction cost. While I am studying, I find that many influencing factors are subject to the influence of material price, and subway project construction period is generally longer. In this period, artificial material mechanical price fluctuations will be great. From the angle of qualitative and quantitative, the paper takes the ARIMA model to predict the price of the main material, and then, the purpose of the initiative and the dynamic control is reached.

## Keywords

Metro Engineering, Main Factors, Cost, Main Materials Price, Prediction, The ARIMA Model

---

# 地铁工程造价影响因素分析及主要材料价格预测

张迪<sup>1</sup>, 张诗卓<sup>2</sup>

<sup>1</sup>大连交通大学土木与安全工程学院, 辽宁 大连

<sup>2</sup>大连益网科技有限公司, 辽宁 大连

Email: [2789639652@qq.com](mailto:2789639652@qq.com)

收稿日期：2015年7月2日；录用日期：2015年7月24日；发布日期：2015年7月27日

## 摘要

影响地铁工程造价的因素很多，从而导致突破工程总造价的现象频繁发生。针对该现象，本文对影响地铁工程造价的主要因素进行了探讨。在探讨的过程中发现，很多影响因素都受到材料价格的影响，而地铁工程项目施工工期一般较长，在这期间人材机价格波动必定很大。故本文从定性、定量的角度出发，利用ARIMA模型对主要材料价格进行预测，达到主动、动态控制的目的。

## 关键词

地铁工程，主要因素，造价，主要材料价格，预测，ARIMA模型

## 1. 地铁工程造价影响因素分析

由于地铁工程的固定性，使得地铁工程不能批量生产，只能单独计价、施工。在地铁工程建设前，首先应确立项目的轮廓设想及目标要求，依据国家相关的技术经济政策，对项目在技术和经济上是否可行进行科学分析和论证，再经过勘察设计、准备、施工等一系列阶段形成实体投入运营。在此过程中，影响地铁工程造价的因素繁多，从而导致突破工程总造价的现象频繁发生。因此，必须认真分析影响地铁工程造价的主要因素，并加以研究。

### 1.1. 投资决策阶段影响地铁工程造价的主要因素

项目投资决策是选择和决定投资行动方案的过程，是工程造价控制的源头。据有关资料统计，在项目建设各大阶段中，投资决策阶段影响工程造价的程度最高，达到80%~90%，是地铁工程造价管理的一个很重要的阶段[1]。在该阶段，影响工程造价的主要因素包括以下几个方面：一是地铁工程项目资金来源的确定，若筹集方法不经济，资金结构不合理将直接导致造价偏高；二是地铁工程项目合理规模的确定，即解决客流量预测问题，规模偏大资金投入大，反之，会导致乘车拥挤，相应的服务质量下降[2]，必须进行扩建；三是建设标准水平的确定；四是建设地区及建设地点的选择。

### 1.2. 设计阶段影响地铁工程造价的主要因素

在地铁工程项目经过投资决策阶段后，设计阶段就成为影响工程造价的关键阶段，设计阶段的影响度为35%~75%，它对工期、质量、工程造价及建成后能否产生较好的经济效益和使用效益，起着决定性的作用。在该阶段，影响工程造价的主要因素包括以下几个方面：一是地质条件的掌握程度，地质条件信息掌握不正确而导致的设计变更屡见不鲜，导致工程造价提高；二是设计概算的编制，直接套用相应概算定额单价难免会造成信息失真，材料费用在地铁总工程项目中的费用占到70%左右，合理准确地预测材料的价格可以作为建设项目决策阶段的投资估算文件中的一部分，确保投资估算的编制质量。如若编制不准确，资金分配就会不合理；三是造价计划的拟定；四是造价工程师是否参与全过程设计。

### 1.3. 招投标阶段影响地铁工程造价的主要因素

实行招投标制是我国建筑市场迈入规范化的一个重要标志，推行工程招投标制对降低工程造价具有非常重要的影响。推行招投标制基本形成了市场定价的价格机制，使得报价更趋于合理，还能够不断降

低社会平均劳动消耗水平，亦便于供求双方能更好的相互选择。在此阶段影响工程造价较大的因素主要有：一是承发包模式的选择；二是工程计量方法和报价方法的确定；三是招标控制价的编制，编制招标控制价的部门掌握了未来材料价格的走势，所编制的招标控制价就具有一定的前瞻性和合理性，可以作为投标报价是否合理的参考依据。

#### 1.4. 施工阶段影响地铁工程造价的主要因素

施工阶段是实现建设工程价值的主要阶段，同时也是资金投入最大的阶段。在这个阶段，影响地铁工程造价的主要有以下三个方面因素：一是资金使用计划的编制，可对拟建工程项目的资金使用和进度控制进行预测，消除不必要的资金浪费和进度失控，减少盲目性；二是施工组织设计的优化，一项工程项目的建成，可能会有多种施工方案可供选择，但每种施工方案所消耗的人工、机械台班与材料是不同的，合理准确的预测主要材料的价格就可以避免在高价时购入发生的成本上涨，在低价时储备物料，制定合理的物资采购策略，降低企业的成本[3]；三是工程变更，变更处理不好便会引起纠纷，也很容易引起停工、返工，导致进度滞后，项目管理费用大幅度增长，不利于项目目标的控制。

### 2. 基于 ARIMA 模型的地铁工程主要材料价格预测

目前价格的预测方法主要分为两类：定性分析，如经验法等；定量分析，如灰色预测、马尔科夫、时间序列及神经网络等，这些方法或关注市场价格与相关市场要素的关系、或发掘市场价格自身的变化特点，有各自的使用范围和优势[4]。笔者通过查阅相关文献及调研，发现时间序列法在市场价格预测方面的应用有着很强的优势并且研究空间较大。目前对人材机价格预测研究相对较少，基于时间序列法预测的更是少之又少。本文针对这个现象，在此提出一套完整的建模方法和详细的操作流程，对模型进行拟合、检验、预测和评价进行说明，并和传统的指数平滑法预测结果对比。

#### 2.1. ARIMA 模型

全称为自回归积分滑动平均模型(Autoregressive Integrated Moving Average Model, 简记 ARIMA)，是由博克思(Box)和詹金斯(Jenkins)于 70 年代初提出一著名时间序列预测方法，所以又称为 box-jenkins 模型、博克思 - 詹金斯法。其中 ARIMA(p,d,q)称为差分自回归移动平均模型，AR 是自回归，p 为自回归项；MA 为移动平均，q 为移动平均项数，d 为时间序列成为平稳时所做的差分次数。所谓 ARIMA 模型，是指将非平稳时间序列转化为平稳时间序列，然后将因变量仅对它的滞后值以及随机误差项的现值和滞后值进行回归所建立的模型。ARIMA 模型根据原序列是否平稳以及回归中所含部分的不同，包括移动平均过程(MA)、自回归过程(AR)、自回归移动平均过程(ARMA)以及 ARIMA 过程。

即若一个时间序列  $\{X_t\}$  的 d 次差分  $W_t = \nabla^d X_t$  是一个平稳的 ARMA 过程，则称  $\{X_t\}$  为自回归移动平均模型。若  $W_t$  服从 ARMA(p,q)模型，则称  $\{X_t\}$  是 ARIMA(p,d,q)过程[5]。用公式表达如下：

$$X_t = \lambda_1 X_{t-1} + \lambda_2 X_{t-2} + \dots + \lambda_p X_{t-p} + e_t - \phi_1 e_{t-1} - \phi_2 e_{t-2} - \dots - \phi_q e_{t-q} \quad (1)$$

其中，实参数  $(\lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_p)$  称为自回归系数，实参数  $(\phi_1, \phi_2, \dots, \phi_q)$  称为滑动平均系数， $\{e_t\}$  为白噪声序列。如果定义 B 为延迟算子，即：  $BX_t = X_{t-1}$ ，  $Be_t = e_{t-1}$  [6]，有：

$$\begin{cases} \lambda(B) = 1 - \lambda_1 B - \lambda_2 B^2 - \dots - \lambda_p B^p \\ \phi(B) = 1 + \phi_1 B + \phi_2 B^2 + \dots + \phi_q B^q \end{cases} \quad (2)$$

#### 2.2. 实例分析——以圆钢筋为例

ARIMA 预测分析方法(图 1)。

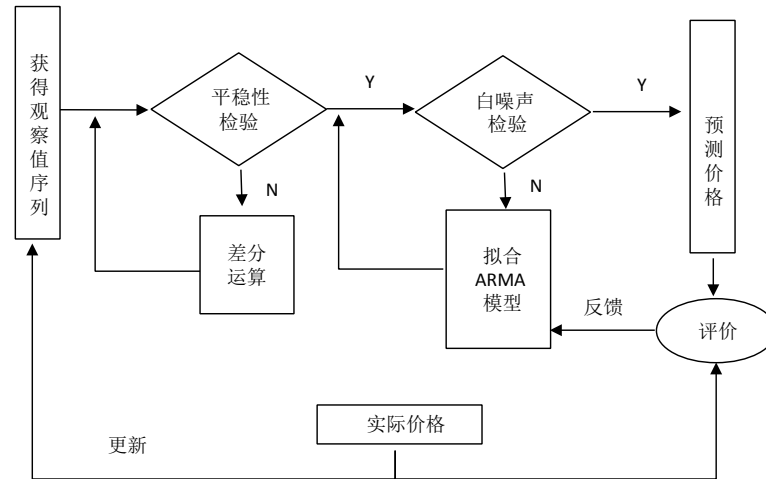


Figure 1. The framework of market material price prediction model  
图 1. 材料价格市场预测模式框架

### 2.2.1. 数据分析

圆钢筋季度价格来源于《大连市工程造价信息网网刊》，具体如表 1 所示。

首先对  $S$  序列取对数  $\ln(S)$ ，取对数目的是为了清除数据的异常值(outlier)。当用  $\log$  后，这些异常点会变得比较小，会缩回期望范围内。取对数后的时序图如图 2 所示。从图中可以看出大连市圆钢价格波动很大，并伴有一定的季节变动，季节性变动的发生，不仅是由于气候的直接影响，而且社会制度及风俗习惯也会引起季节变动。因此，在进行经济增长分析时，必须去掉季节波动的影响，要进行季节调整 (Seasonal Adjustment)。对调整后的序列进行平稳性检验、建模等。

### 2.2.2. 平稳性检验及处理

从图 2 时序图可以该序列不平稳，为了对数列进行有效的分析，采用差分法对  $\ln(s)$  序列进行平稳化处理，一阶差分形如  $\Delta \ln(S)_t = \ln(S)_t - \ln(S)_{t-1}$ ，经过处理发现一阶差分序列虽然平稳，但是是一个白噪声序列不能进行 ARIMA 分析，所以进行二阶差分，差分后时序图如图 3 所示，从图 3 可以看出  $D(\ln(S), 2)$  已没有趋势，初步判断为平稳序列。接下来采用 ADF 进一步检验，对任意序列 ADF 检验是通过以下三个模型进行检验的：

$$\text{模型 1 } \Delta X_t = \delta X_{t-1} + \sum_{i=1}^m \beta_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\text{模型 2 } \Delta X_t = \alpha + \delta X_{t-1} + \sum_{i=1}^m \beta_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\text{模型 3 } \Delta X_t = \alpha + \beta t + \delta X_{t-1} + \sum_{i=1}^m \beta_i \Delta X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (5)$$

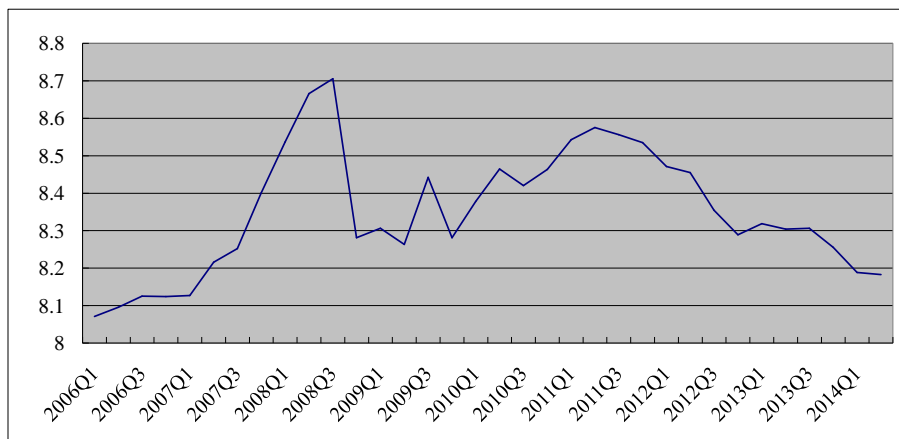
模型 3 中的  $t$  是时间变量，代表了时间序列随时间变化的某种趋势。模型 1 与另两模型的差别在于是否包含有常数项(intercept)和趋势项(Trend)，实际检验时从模型 3 开始，然后模型 2、1。在本文中，常数项和趋势项均不显著，所以选择模型 1，ADF 统计量 =  $-5.291521 < -1.952910$  (5%显著水平值)，因此拒绝原假设，接受不存在单位根的结论，即  $D(\ln(S), 2)$  是平稳的。

### 2.2.3. ARIMA 时间序列模型的构建

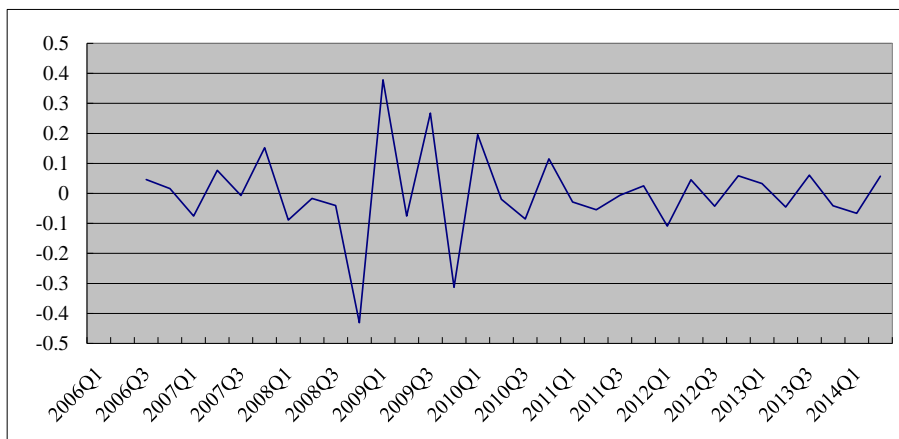
通过对序列进行白噪声检验，若其为非白噪声序列，根据其自相关图和偏自相关图的性质进行下一

**Table 1.** 2006-2015 Dalian City round steel market prices (Unit: Yuan)  
**表 1.** 2006~2015 大连市圆钢筋市场价格(单位: 元)

季 价格 年	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015
第一季	3200	3385	5100	4050	4350	5129.67	4775	4100	3600	2820
第二季	3280	3700	5800	3880	4743.33	5300	4700	4040	3580	
第三季	3380	3836.33	6037.5	4640	4540	5200	4250	4050	3450	
第四季	3375	4450	3950	3948.33	4740	5090	3980	3850	3280	



**Figure 2.** The timing diagram of Dalian City steel market price  
**图 2.** 大连市圆钢市场价格时序图



**Figure 3.** The timing diagram of two order differential  
**图 3.** 二阶差分时序图

步的模型识别。从图 4 可以看到  $Q$  统计量的伴随概率  $P$  均小于  $\alpha = 0.05$ , 因此应拒绝原假设(原假设为: 序列为白噪声), 即  $D(\ln(S), 2)$  序列是非白噪声的。

1) 模型识别

ARMA( $p, q$ )参数的确定可以从图 4 中序列的自相关函数和偏自相关函数得出, 如果样本(偏)自相关系数在最初的  $d$  阶明显大于两倍标准差范围, 而后几乎 95%的自相关系数都落在 2 倍标准差的范围以内,

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
****  .	****  .	1	-0.600	-0.600	12.636	0.000
.  **  .	.  *  .	2	0.304	-0.087	15.994	0.000
.**  .	.  *  .	3	-0.271	-0.197	18.751	0.000
.   .	.**  .	4	0.056	-0.292	18.872	0.001
.   .	.  *  .	5	0.027	-0.114	18.901	0.002
.*  .	.**  .	6	-0.140	-0.310	19.725	0.003
.  **  .	.   .	7	0.296	0.037	23.533	0.001
.**  .	.  *  .	8	-0.268	-0.078	26.793	0.001
.  *  .	.**  .	9	0.116	-0.265	27.424	0.001
.*  .	.  *  .	10	-0.100	-0.199	27.915	0.002
.  *  .	.   .	11	0.140	-0.027	28.926	0.002
.*  .	.**  .	12	-0.117	-0.208	29.666	0.003
.   .	.  *  .	13	0.060	-0.197	29.872	0.005
.   .	.  *  .	14	0.044	-0.094	29.989	0.008
.   .	.   .	15	-0.032	-0.044	30.056	0.012
.   .	.   .	16	0.025	0.002	30.099	0.017

Figure 4.  $D(\ln(S), 2)$  auto correlation graph

图 4.  $D(\ln(S), 2)$  自相关图

而且通常由非零自相关系数衰减为小值波动的过程非常突然。这时，通常视为(偏)自相关系数截尾。截尾阶数为  $d$ 。本文中  $p$  和  $q$  参数均为 1，因此可以选择 MA(1)、AR(1)、ARMA(1,1)模型进行拟合，相应的  $S$  序列可选择 ARIMA(0,2,1)、ARIMA(1,2,0)、ARIAM(1,2,1)模型。

#### 2) 模型的估计

通过估计得出 ARIAM(1,2,1)模型中 MA(1)的实参数  $|-1.479739| > 1$ ，得出该模型不可逆，无效，故应对 ARIMA(1,2,0)、ARIMA(0,2,1)模型进行检验，这两个模型参数估计如图 5、图 6 所示。

#### 3) 模型的检验

由于 ARMA( $p, q$ )模型的识别与估计是在假设随机扰动项是一白噪声的基础上进行的，因此，如果估计的模型确认正确的话，残差应代表一白噪声序列。本文用  $Q$  统计量进行残差项检验， $Q$  统计量与显著值  $\alpha$  ( $\alpha$  一般为 0.05)比较，若  $Q$  统计量的  $p$  值均大于  $\alpha$ ，则残差序列为白噪声序列，拟合模型显著有效。所得结果如图 7、图 8 所示。

#### 4) 模型的优化

常用的模型选择的判别标准有：赤池信息法(Akaike information criterion，简记为 AIC)与施瓦兹贝叶斯法(Schwartz Criterion，简记为 SC)。在选择可能的模型时，AIC 与 SC 越小越好。

$$\begin{aligned} AIC &= T \ln(RSS) + 2n \\ SC &= T \ln(RSS) + n \ln(T) \end{aligned} \tag{6}$$

其中， $n$  为待估参数个数( $p+q+$ 可能存在的常数项)， $T$  为可使用的观测值， $RSS$  为残差平方和(Residual sum of squares)。

通过计算分析得到如表 2，根据 AIC 和 SC 准则，模型 ARIMA(0,2,1)优于 ARIMA(1,2,0)，我们选择 ARIMA(0,2,1)为预测模型。

ARIMA(0,2,1)模型为：

$$(1 - B)^2 \ln(S) = -0.002604 + (1 + 0.997341B)\varepsilon_t \tag{7}$$

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.002292	0.013359	-0.171612	0.8649
AR(1)	-0.603361	0.148302	-4.068470	0.0003
R-squared	0.363371	Mean dependent var		-0.002157
Adjusted R-squared	0.341419	S.D. dependent var		0.146949
S.E. of regression	0.119254	Akaike info criterion		-1.352783
Sum squared resid	0.412423	Schwarz criterion		-1.260268
Log likelihood	22.96814	Hannan-Quinn criter.		-1.322625
F-statistic	16.55245	Durbin-Watson stat		2.107954
Prob(F-statistic)	0.000332			

Figure 5. ARIMA(1,2,0) model parameters analysis results

图 5. ARIMA(1,2,0)模型参数分析结果

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.002604	0.001512	-1.721665	0.0954
MA(1)	-0.997341	0.064985	-15.34727	0.0000
R-squared	0.537412	Mean dependent var		-0.000655
Adjusted R-squared	0.521993	S.D. dependent var		0.144809
S.E. of regression	0.100118	Akaike info criterion		-1.704466
Sum squared resid	0.300711	Schwarz criterion		-1.612857
Log likelihood	29.27145	Hannan-Quinn criter.		-1.674100
F-statistic	34.85254	Durbin-Watson stat		2.160068
Prob(F-statistic)	0.000002			

Figure 6. ARIMA(1,2,0) model parameters analysis results

图 6. ARIMA(0,2,1)模型参数分析结果

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
.   .	.   .	1	-0.057	-0.057	0.1117	
. *   .	. *   .	2	-0.159	-0.163	1.0074	0.316
. **   .	. **   .	3	-0.244	-0.272	3.1842	0.203
. *   .	. **   .	4	-0.120	-0.214	3.7339	0.292
.   .	. *   .	5	-0.038	-0.200	3.7918	0.435
.   .	. **   .	6	-0.003	-0.217	3.7921	0.580
.   **	.   *	7	0.251	0.077	6.4747	0.372
. *   .	. **   .	8	-0.180	-0.321	7.9136	0.340
.   .	. *   .	9	-0.047	-0.198	8.0154	0.432
.   .	. *   .	10	0.024	-0.115	8.0444	0.530
.   *	. *   .	11	0.076	-0.133	8.3388	0.596
. *   .	. **   .	12	-0.084	-0.310	8.7154	0.648
.   *	. *   .	13	0.083	-0.120	9.1109	0.693
.   *	. *   .	14	0.117	-0.124	9.9316	0.700
.   .	. *   .	15	-0.021	-0.075	9.9610	0.765
.   .	.   .	16	-0.000	-0.038	9.9610	0.822

Figure 7. ARIMA(1,2,0) residual test

图 7. ARIMA(1,2,0)残差检验

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
. *  .	. *  .	1	-0.084	-0.084	0.2472	
.   * .	.   * .	2	0.142	0.136	0.9830	0.321
. **  .	. **  .	3	-0.308	-0.294	4.5439	0.103
. *  .	. **  .	4	-0.156	-0.232	5.4873	0.139
. *  .	. *  .	5	-0.124	-0.086	6.1052	0.191
. *  .	. **  .	6	-0.123	-0.218	6.7391	0.241
.   * .	.   .	7	0.169	0.045	7.9762	0.240
. *  .	. **  .	8	-0.183	-0.287	9.5020	0.219
.   .	. **  .	9	0.040	-0.244	9.5784	0.296
. *  .	. *  .	10	-0.066	-0.108	9.7920	0.368
.   * .	. *  .	11	0.111	-0.108	10.427	0.404
.   .	. **  .	12	-0.030	-0.264	10.476	0.488
.   * .	. *  .	13	0.133	-0.085	11.482	0.488
.   * .	.   .	14	0.106	-0.044	12.163	0.514
.   .	. *  .	15	0.019	-0.085	12.185	0.591
.   .	. *  .	16	0.001	-0.084	12.185	0.665

Figure 8. ARIMA(0,2,1) residual test  
图 8. ARIMA(0,2,1)残差检验

Table 2. AIC and SC values  
表 2. AIC 和 SC 值

模型	AIC	SC
ARIMA(1,2,0)	-1.352783	-1.260268
ARIMA(0,2,1)	-1.704466	-1.612857

将对数形式的 ARIMA(0,2,1)模型指数化得到最终的 ARIMA(0,2,1)模型如下所示：

$$S = e^{\frac{-0.002604 + (1 + 0.997341B)\epsilon_t}{(1-B)^2}} \tag{8}$$

### 2.2.4. ARIMA(0,2,1)模型预测

通过 Eviews 软件进行预测，在 Eviews 中有两种预测方式：“Dynamic”和“Static”，前者是根据所选择的一定的估计区间，进行多步向前预测；后者是只滚动的进行向前一步预测，即每预测一次，用真实值代替预测值，加入到估计区间，再进行向前一步，本文中采用“static”方式进行预测，预测结果如表 3 所示。

拟合的误差很小，基本上满足了模型的精度要求。从表中还可以看出，2015 年的拟合数据偏差比 2014 年的拟合数据大，说明该模型更适合短期预测。

### 2.3. 指数平滑预测

指数平滑是可调整预测的简单方法。当只有少数观测值时这种方法是有效的。与使用固定系数的回归预测模型不同，指数平滑法的预测用过去的预测误差进行调整。常用的指数平滑是单指数和双指数平滑。

1) 单指数平滑(一个参数)

$y_t$  平滑后的序列  $\hat{y}_t$  计算公式如下

$$\hat{y}_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) \hat{y}_{t-1}, 0 \leq \alpha \leq 1, t = 2, 3, \dots, T \tag{9}$$



Table 3. Actual forecast data (ARIMA model)

表 3. 实际预测数据(ARIMA 模型)

时间	拟合数据	实际数据	误差	误差百分比	MRE	MSE
2014 年第三季	3382.85	3450	67.15	1.95%		
2014 年第四季	3253.61	3280	26.39	0.80%	2.58%	101.68
2015 年第一季	3116.40	2820	-296.40	10.50%		

其中,  $\hat{y}_t = \alpha y_t$ ,  $\alpha$  为平滑因子,  $\alpha$  越小,  $\hat{y}_t$  越平缓, 重复迭代, 可得到

$$\hat{y}_t = \alpha \sum_{s=0}^{t-1} (1-\alpha)^s y_{t-s} \quad (10)$$

2) 双指数平滑

序列  $y$  的双指数平滑以递归形式定义为

$$S_t = \alpha y_t + (1-\alpha) S_{t-1} \quad (11)$$

$$D_t = \alpha S_t + (1-\alpha) S_{t-1} \quad (12)$$

其中:  $0 \leq \alpha \leq 1$ ,  $S_t$  是单指数平滑后的序列,  $D_t$  是双指数平滑序列。

双指数平滑的预测如下:

$$\hat{y}_{T+k} = \left(2 + \frac{\alpha k}{1-\alpha}\right) S_T - \left(1 + \frac{\alpha k}{1-\alpha}\right) D_T = 2S_T - D_T + \frac{\alpha}{1-\alpha} (S_T - D_T) k \quad (13)$$

最后一个表达式表明双指数平滑的预测有线性趋势, 截距为  $2S_T - D_T$ , 斜率为  $\frac{\alpha}{1-\alpha} (S_T - D_T)$ ,  $T$  是估计样本的期末值。

3) 分别应用单指数和双指数进行预测

为了更有效的比较这三种预测方法的优劣, 在进行指数平滑预测时都对原始序列进行同样的季节调整。将预测结果同 ARIMA 模型预测结果进行对比如表 4 所示。

由表 4 可以看出, 基于时间序列模型进行预测误差最小, 固时间序列法在市场价格预测方面的应用有着很强的优势。

### 3. 结论

1) 本文从四个阶段探讨了影响地铁工程造价的影响因素, 针对这些影响因素, 在地铁工程项目建设过程中分别进行控制, 可将地铁工程造价降到最低, 为政府、地铁部门提供参考。基于 ARIMA 模型构建的大连市圆钢筋市场价格预测模式为企业分析物资市场价格提供了借鉴, 对工程造价管理工作来说是切实可行的。

2) 从本文研究的估计结果可以看出, 平均相对误差在 3% 以下, 表明此方法预测比较精确, 可信度较高。采用时间序列模型不用考虑影响预测变量的相关因素, 可以通过既往数据快速预测, 这是其他预测方法所不能比拟的。

3) 本文的圆钢市场价格受季节影响不是很大, 只对数据进行了季节滤波处理, 若受季节因素影响很大, 需要对序列进行季节差分处理, 建立 ARIMA(p,d,q) (P,D,Q)模型。此外, 确定模型阶数时有一定的困难, 一方面要确定 AR 的阶数, 同时也要确定 MA 的阶数, 另一方面还要进行组合, 最后进行模型的选优。

**Table 4. Comparison of results of three forecasting methods**  
**表 4. 三种预测方法结果对比图**

时间	实际数据	单指数平滑预测			双指数平滑预测			ARIMA 预测		
		拟合数据	误差	误差百分比	拟合数据	误差	误差百分比	拟合数据	误差	误差百分比
2014.3	3450	3502.68	-52.68	-1.53%	3368.72	81.28	2.34%	3382.85	67.15	1.95%
2014.4	3280	3502.68	-222.68	-6.79%	3236.47	43.53	1.33%	3253.61	26.39	0.80%
2015.1	2820	3502.68	-682.68	-24.21%	3109.42	-289.42	-10.23%	3116.40	-296.40	-10.50%

4) 该预测模式存在一定的不足, 它不用考虑影响预测变量的相关因素是一项优势, 也正是这项优势使它具有一定的局限性, 不能体现材料价格与经济的关系, 导致外部干预事件失效, 因此需要结合其他的预测方法进行改进和补充。

### 参考文献 (References)

- [1] 张万梅 (2008) 高速公路项目决策和设计阶段工程造价控制方法研究. 硕士论文, 西南交通大学, 四川.
- [2] 高婧, 王元丰 (2007) 地铁前期工作对地铁造价的影响分析. *铁路工程造价管理*, 1, 38-40.
- [3] 陆红梅, 唐艳娟, 姜曙光 (2013) 人材机价格预测在工程量清单计价模式下的应用. *安徽建筑*, 1, 190-191.
- [4] 王春宝, 刘若阳 (2013) 基于 ARIMA 的油田 A 类物资市场价格预测. *运筹与管理*, 5, 160-165.
- [5] 祁伟玲 (2012) 基于 ARIMA 模型的西安市居民住房支付能力研究. 硕士论文, 西安建筑科技大学, 陕西.
- [6] 刘斌 (2006) 基于 ARIMA 模型的中国钢铁价格分析预测. 硕士论文, 辽宁工程技术大学, 阜新.