基于Logistic增长模型的安徽省建筑业

产业发展阶段研究

**吴正文，陈智强，段宗志**

（安徽建筑大学 经济与管理学院，安徽 合肥 230601）

摘要：建筑业是国民经济的支柱产业，研究其发展现状并对其给出将来的发展建议是值得研究的课题。文章运用安徽省1994年-2016年建筑业增加值的时间序列数据，通过建立Logistic增长模型，对安徽省建筑业产业发展阶段进行拟合分析，研究结论显示：安徽省建筑业自2002年前后开始进入起飞阶段，自2013年开始进入成长阶段，并在较长一段时间内将仍处在成长阶段。本研究较为准确地把握安徽省建筑业未来的发展方向，并为安徽省建筑业的转型升级提供理论参考。

关键词：建筑业；产业发展阶段；Logistic增长模型

中图分类号：F426.92文献标识码：A

**Study on the Industrial Development Stage for Construction Industry of Anhui Province on Logistic Equation**

**WU Zhengwen, CHEN Zhiqiang, DUAN Zongzhi**

(School of economics and management, Anhui Jianzhu University, Anhui Hefei, 230601,China)

**Abstract:** Construction industry has been one of the pillar industries of the national economy, it is worthy of studying its development status, and put forward suggestions for future developments. The article uses the value added data of construction industry in Anhui Province from 1994 to 2016, through the establishment of Logistic equation, Fitting analysis of the industrial development stage for construction industry of Anhui Province, research results show: The construction industry of Anhui Province has entered take-off stage since 2002, from 2013 to the stage of growth and will remain in the growth stage for a long time. The study accurately grasps the future development direction and provides reference for the transformation and upgrading in construction industry of Anhui Province.

**Keywords:** construction industry; industrial development stage; Logistic equation

0引言

安徽省建筑业在安徽国民经济发展中发挥了巨大作用。自“十三五”开局以来，安徽省建筑业保持稳定增长态势，建筑业增加值占全省生产总值比例持续稳定在7%以上， 2016年安徽省建筑业总产值达7140亿元，比2006年建筑业总产值增加5倍，实现增加值1783.5亿。在2012-2016五年间，安徽省建筑业累计完成产值29746.96亿元，年均增长14.6%；累计实现增加值7974.9亿元，占全省GDP平均比重7.75%，年均增长6.88%。

在新常态背景下，国家明确提出推动经济发展要顺应基本经济规律，让市场力量在资源配置中发挥决定性作用和更好发挥政府公共服务作用[1]。建筑业作为我国重要的传统产业，长期以来吸收了大量的社会投资，提供了众多的就业机会与岗位，对经济的发展起到了重要的支撑作用[2]。因此，国内一些学者致力于新常态背景下我国建筑业的发展形势研究[3]。区域化产业演化分析的代表人物有唐世海[4]等，他们通过08年以前30年的江苏省建筑业增加值来计算未来江苏省建筑业增长的最大限值；刘炳胜[5]等从我国各省份建筑业发展水平梯度变迁分析出制约因素；而金玲[6]等用最小二乘法证明了我国建筑业演化过程与logistic 模型曲线的拟合程度较高；国外有成熟研究[7]表明，产业系统的演化一般要经历孕育期、成长期、成熟期和衰退期等过程。Logistic是其最一般的形式，常用于描述一般系统发展的演化过程，也称为增长曲线模型。

总的来说，目前国内学者对于我国建筑业的发展演化大多集中在存在问题的定性讨论，以及建筑业对经济的增长效应上[8]；国外有学者[9]围绕建筑业的产业竞争力与发展潜力等展开讨论，也有学者[10]尝试探索建筑业的施工参与者实施的创新类型。遗憾的是，在新常态背景下，针对区域建筑业发展的演化实证分析较少，因此本文以安徽省为例研究其建筑产业发展路径。

安徽省建筑业要继续保持快速健康发展，面临着调结构、转方式等各种挑战。本文利用Logistics增长模型判断安徽省建筑业当前的发展阶段，通过对产业发展阶段的精准识别，更为准确地把握安徽省建筑业未来的发展方向，为安徽省建筑业的转型升级提供理论参考。

1.Logistic模型分析

1.1模型简介

Logistic方程是一个经典的生态学模型，最早被应用于人口增长、种群生态学、动物饲养、植物栽培等，现在该研究已被广泛应用于病毒传播、城市化等研究领域。Logistics最初作为应用在生态学上的模型是这样解释的：当一个物种进入到一个新的生态系统中后，这个物种的数量会发生变化。开始时该物种的数量小于这个系统能容纳的最大种群数量，那么该物种将会继续增长。同时该物种在这个生态系统中会面临食物、空间等资源的不足，以及天敌的威胁，因此该物种在这个生态系统中的种群数量会有一个极限值，达到这个极限后这个物种就不再增长。这个增长曲线满足Logistics方程，图像呈S型曲线。因此，Logistics方程用来描述在有限增长空间的条件下的产业发展的规律，是一个最佳选择。建筑业是一个独立的产业，处于整个国民经济这个大系统中，受整个国民经济大环境和自身发展水平的影响，建筑业也会存在一个类似于初期缓慢发展、中期快速增长，再到进入成熟期后发展趋于饱和的缓慢发展阶段[11]。所以建筑业发展过程也可以用Logistic模型预测。

Logistic函数为$P\left(t\right)=\frac{1}{1+e^{-t}}$，函数的图像是一个S型曲线，该曲线呈现出初期发展较缓慢、中期开始迅速增长、后期的增速减缓直到饱和。如图1所示：



图1产业生命周期曲线

**1.2 Logistics**模型分析

设X(t)是某一个产业部门在t时刻的产量，作为表示产业在生命周期过程中的状态的变量。假设产业发展的速度与这个状态量X(t)成正比，在增长过程中渐渐会达到增长的极限，发展速率减慢，直至为零，因此，产业系统的演变过程可用这样的数学方程来表示:

$\frac{dX}{dt}=αX(1-\frac{X}{N})$，（1）

式（1）中*α*是产业发展速度系数，它与产业系统的要素投入、生产率等因素有关；N是该产品产量的最大规模，该参数取决于影响产业发展的多个方面因素，例如环境的限制、产品的价格、产品需求收入弹性等等。根据实际经济意义，应有*α*＞0、N＞0。$\frac{dX}{dt}$表示的是产业规模在任意时刻的增长率。为了得到增长过程中的各个拐点，我们对方程求导，可以得到产业发展在任意时刻的加速度方程，对（1）求导得到：

$\frac{d^{2}X}{dt^{2}}=α^{2}X(1-\frac{X}{N})(1-\frac{2X}{N})$，（2）

因此求得的拐点是$\left\{\begin{array}{c}y\_{1}=N\\y\_{2}=\frac{N}{2}\end{array}\right.$，其中，$y\_{1}=N$舍弃。因此$t\_{2}=\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}}{α}$，其中$X\_{0}$表示产业初始状态的产量。$X^{'}\left(t\right)=\frac{dX}{dt}=\frac{αN}{4}$。同理，再次对上式求导，可得到成长速度拐点是$\left\{\begin{array}{c}y\_{3}=\frac{3-\sqrt{3}}{6}/N\\y\_{4}=\frac{3+\sqrt{3}}{6}/N\end{array}\right.$，相应求得$\left\{\begin{array}{c}t\_{3}=\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}-ln⁡(2+\sqrt{3})}{α}\\t\_{3}=\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}+ln⁡(2+\sqrt{3})}{α}\end{array}\right.$。

由此，我们可以得出产业发展成长速率曲线的两个拐点，也就分别是产业演变曲线的凹点和凸点：($\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}-ln⁡(2+\sqrt{3})}{α},\frac{αN}{6}$)和($\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}+ln⁡(2+\sqrt{3})}{α},\frac{αN}{6}$)；拐点是：$(\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}}{α},\frac{N}{2}$)。通过以上信息我们可以描绘出产业发展的成长曲线和成长速度曲线。

综上所述，我们可以推导描绘出产业发展演变增长曲线和其对应的加速度曲线。可以模拟得出产业发展演变的具体状态和对应的发展速度，将产业发展过程模拟成S型曲线，其中产业发展速度系数*α*和产业发展规模极限值N是曲线的两个重要参数，时间t趋向于无穷大，因此产业发展可分为以下四个阶段[12]：

第一阶段称之为初始期，也就是产业发展的进入期，在S型曲线中的(0<t<t3)段，即$t⊂(0,\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}-ln⁡(2+\sqrt{3})}{α})$，此时产业发展速度和发展加速度都处于增长的状态，成长速度达到一个拐点$(\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}-ln⁡(2+\sqrt{3})}{α},\frac{αN}{6})$，在这个起始期中，产业发展处于腾飞阶段，各要素齐聚，助力产业飞速增长，起飞的时间为$\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}-ln⁡(2+\sqrt{3})}{α}$，产值约为最大值的$\frac{3-\sqrt{3}}{6}$，即占最大值的21%。

第二阶段称之为成长期，是产业发展的高速增长期，在S型曲线中的(t3<t<t2)段，即$t⊂(\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}-ln⁡(2+\sqrt{3})}{α},\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}}{α})$。这个阶段是产业发展过程中的重要时期，产业增长的速度持续增加，但加速度开始减小。该时期在产业腾飞之后是产业发展的重要阶段，在点$(\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}}{α},\frac{αN}{4})$处达到极大值，如图（1）所示。这一时刻产业规模达到最大产值N 的一半。通常在这个阶段产业的发展规模没有达到最大，发展速度却最快，整体呈现出一个良好的发展态势。

第三阶段称之为成熟期，该阶段市场趋于成熟，在S型曲线中的（t2<t<t4）段，即$t⊂(\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}}{α},\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}+ln⁡(2+\sqrt{3})}{α})$。此时产业发展的速度开始变慢，产业发展的加速度急剧下滑。该阶段产业进入到一个成熟的发展过程，整个产业系统内各方分工明确，市场定位清晰，需求也基本稳定。此时产量达到最大产值的$\frac{3+\sqrt{3}}{6}N$，约为最大值的71%。

第四阶段称之为衰退期，该阶段的处在S型曲线的（t>t4）段，这个阶段产业发展的成长速度递减，产业发展的规模增长也越来越慢，越来越接近产业发展的极限值，市场基本接近饱和的水平，一直发展到极限值N的水平，该产业若无重大革新则有可能出现规模的下降[13]。

2.安徽省建筑业发展阶段实证研究

**2.1 Logistic**增长模型参数估计

由上节的模型分析来看，设$Y=X(t)$，那么可以将建筑业发展的增长模型用如下方程表示：

$Y=\frac{N}{1+Ce^{-αt}}，$(3)

其中N表示建筑业增加值的增长极限，*α*表示增长速度系数，C为常数。下面接着通过灰色模糊评价GM(1，1)来确定以上三个参数N，*α*、C，从而确定Logistics模型函数[14]。

灰色系统GM(1.1)模型就是依据系统中已知的各种因素的综合信息，来拟合整个系统的动态过程，进而外推，达到预测的目的。模型是时间序列的一个变量的微分方程。其实数学形式是：

$$\frac{dx^{(1)}}{dt}+λx^{(1)}=μ$$

其中$-λ$为发展系数，$μ$是灰色作用量,$x^{(1)}$是变量x的一次累加生成。

**2.2 Logistics**增长模型的变换

由方程（3），令$x=\frac{1}{Y}$，$a=\frac{1}{N}$，那么Logistics增长模型方程则可以表示为$Y=a(1+Ce^{-αt})$，再将等式两边同时对t求导并简化得到$\frac{dY}{dt}+αx=aα$，令$λ=α$，$μ=aα$。下面我们进行灰色参数估计[15]。

根据Y即X(t)的数据对Logistics增长模型方程进行拟合，根据灰色理论建模，参数（$λ，μ$）应当满足下列关系式：

$$\left(\genfrac{}{}{0pt}{}{λ}{μ}\right)=(Y^{T}Y)^{-1}Y^{T}Y\_{N}$$

其中：

$$Y=\left[\begin{matrix}-0.5\left(Y\_{2}+Y\_{1}\right)&1\\-0.5\left(Y\_{3}+Y\_{2}\right)&1\\\vdots &\vdots \\-0.5\left(Y\_{n}+Y\_{n-1}\right)&1\end{matrix}\right]$$

$$Y\_{N}=\left[\frac{Y\_{2}-Y\_{1}}{t\_{2}-t\_{1}},\frac{Y\_{2}-Y\_{1}}{t\_{2}-t\_{1}},\cdots ,\frac{Y\_{n}-Y\_{n-1}}{t\_{n}-t\_{n-1}}\right]^{T}$$

因此，利用以上的公式可求得logistics方程参数，方程中的三个参数为：

$α=λ,N=\frac{1}{a}=\frac{α}{αa}=\frac{λ}{μ}$，而$C=\left(\frac{N}{y\_{0}}-1\right)e^{αt\_{0}}$

通过对上式的计算，得出具体的特征值，从而得到参数，再利用SPSS软件对其进行分析，检验其拟合优度R2、F值、T值是否符合要求，若符合要求则可以根据Logistics增长模型对建筑业增加值发展走势进行预测，从而确定安徽省建筑业发展处于何种阶段。

**2.3**安徽省建筑业发展阶段识别

先利用GM(1，1)模型，处理1994年到2016年间安徽省建筑业增加值数据，估计出Logistics模型参数，得出Logistics增长模型方程，再根据产业发展曲线进行预测，从而推算出未来安徽省建筑业所处的发展阶段。

2.3.1灰色模型计算

按照灰色模型GM(1，1)计算出对应的Logistics模型参数，利用MATLAB2016软件对安徽省建筑业增加值数据进行计算，计算的具体过程如下：

$Y=\left[\begin{matrix}-0.0260764&1\\-0.0181642&1\\-0.0141786&1\\-0.0144486&1\\-0.0134838&1\\-0.0123472&1\\-0.0101512&1\\-0.0083994&1\\-0.0078930&1\\-0.0067205&1\\-0.0054711&1\\-0.0043163&1\\-0.0033673&1\\-0.0026680&1\\-0.0021151&1\\-0.0016567&1\\-0.0013482&1\\-0.0011722&1\\-0.0009786&1\\-0.0008209&1\\-0.0008117&1\\-0.0006948&1\end{matrix}\right]$，$Y\_{N}=\left[\begin{matrix}\begin{matrix}\begin{matrix}\begin{matrix}\begin{matrix}\begin{matrix}\begin{matrix}\begin{matrix}\begin{matrix}\begin{matrix}\begin{matrix}\begin{matrix}0.0226598\\0.0136686\end{matrix}\\0.0146886\end{matrix}\\0.0142086\\0.0127589\end{matrix}\\0.0119356\\0.0083668\end{matrix}\\0.0084321\\0.0073540\end{matrix}\\0.0060871\\0.0048550\end{matrix}\\0.0037776\\0.0029571\end{matrix}\\0.0023790\end{matrix}\\0.0018513\\0.0014621\end{matrix}\\0.0012344\\0.0011101\end{matrix}\\0.0008471\\0.0007946\end{matrix}\\0.0008288\\0.0005607\end{matrix}\right]$，$\left[\begin{matrix}λ\\μ\end{matrix}\right]=\left[\begin{matrix}0.8275476\\0.0001648\end{matrix}\right]$

从而

$$α=λ=0.8275476 ,N=\frac{1}{a}=\frac{α}{αa}=\frac{λ}{μ}=\frac{0.8275476}{0.0001648}=5023.006$$

又由$C=\left(\frac{N}{y\_{0}}-1\right)e^{αt\_{0}}$，将$α，N$带入得$C=336.6209$，于是得到Logistic方程为:

$$Y=\frac{5023.006}{1+336.6209e^{-0.8275476t}}$$

2.3.2模型拟合精度检验

通过SPSS19.0软件对模型进行拟合，各项指标如下列图表所示：

| 表1 模型汇总 |
| --- |
| R | R 方 | 调整 R 方 | 估计值的标准误 |
| 0.991 | 0.981 | 0.980 | 0.185 |

如表1所示，拟合优度检验R2为0.981，调整R2为0.980，说明数据的拟合度较好。

| 表2 ANOVA |
| --- |
|  | 平方和 | df | 均方 | F | Sig. |
| 回归 | 37.590 | 1 | 37.590 | 1098.729 | 0.000 |
| 残差 | 0.718 | 21 | 0.034 |  |  |
| 总计 | 38.309 | 22 |  |  |  |

如表2所示，用于进行总体线性的显著性检验的F值为1098.729，大于临界值，且P为0，表明模型的线性关系显著。

| 表3 标准化系数 |
| --- |
|  | 未标准化系数 | 标准化系数 | t | Sig. |
| B | 标准误 | Beta |
| 个案顺序 | 0.825 | 0.005 | 0.371 | 171.988 | 0.000 |
| （常数） | 0.038 | 0.003 |  | 12.544 | 0.000 |

如表3所示，在解释变量的显著性检验中，其t值分别是171.988和12.544，均通过显著性检验。



图2 安徽省建筑业增加值拟合图

由图2可知该模型符合数据分析的要求。

2.3.3 Logistic模型预测结论

根据Logistics模型分析，可以得出以下结论：

（1）第一阶段初始期。安徽省建筑业起飞的时间点为$\frac{ln\frac{N-X\_{0}}{X\_{0}}-ln⁡(2+\sqrt{3})}{α}$，带入数据得出具体时间为2002年前后，此阶段的建筑业增加值最高可达到极限值N的$\frac{3-\sqrt{3}}{6}$倍，即为$1$061.49亿元。从建筑业增加值数据看，安徽省建筑业在2013年就已经达到模型所界定的初始阶段的最大值，也是从2013年开始进入安徽省建筑业开始进入成长期。此阶段安徽省建筑业发展刚刚起步，建筑业企业成为以市场为导向的资源配置主体，产业发展各要素也逐渐齐聚，但此时安徽省建筑业表现在科技水平不高、劳动生产率偏低、产业集中度小、规模小等方面。

（2）第二阶段成长期。此阶段安徽省建筑业开始了一段高速增长时期，产业增长速度持续增加，最高增加值为最大值N的$\frac{1}{2}$，即达到2500亿左右。从历史数据上来看，安徽省建筑业自2013年进入成长期之后，目前仍处在成长阶段。从安徽省建筑业目前的发展趋势来看，成长期仍将持续一段时间。这一阶段是安徽省从建筑业大省迈向建筑业强省的重要阶段，应保持这一良好的快速发展态势，在保质保量的同时，加大建筑产业现代化的投入，优化建筑产业结构，提升产业发展动能，早日迈入建筑业强省行列。

3.现阶段安徽省建筑业发展的对策建议

根据以上分析可以看出所构建的安徽建筑业Logistics增长模型方程拟合效果较好，拟合效果达到了0.981。以1994年的安徽省建筑业增加值为基数来看，一直到2016年建筑业增加值都在持续上升，建筑业增加值极值达到了1700亿元。基于此，我们可以预测安徽省未来的logistic曲线：

（1）（1994-2003）初始期，2003年建筑业增加值将近1000亿元，此时，影响产业系统演化的各因素协同运动积累的能量达到最大值，为建筑业发展的“初始期”，即从2013年开始，安徽省建筑产业进入到成长期。

（2）（2013-t2）成长期，即建筑业发展的起飞阶段，预测t2时刻的建筑业增加值将会达到2000亿元以上，这个阶段是建筑业发展的关键阶段，也就是说，2013年以来，安徽省t2年开始，安徽省建筑产业进入到成熟期。

（3）（t2-t3）成熟期，成熟期的建筑业发展趋于成熟，速度稳定。据统计，我国建筑业发展现已日趋成熟，社会贡献不断扩大。经过多年的积累、规范和发展，建筑行业的规模不断壮大，不论是企业数量还是从业人数都实现了明显的增长。但是建筑业依靠人力和资本的投入加速发展的时期已经不再，经济新常态下，建筑业的发展必须改革。

可以看出，这一时期安徽省建筑业市场增长率高，产业的发展速度快，整个建筑业市场已经具有一定的规模；从传统建筑业产品的特点上来看，各类型的建筑产品的技术与质量上已相对完善，产业链条基本成熟。但同时应看到市场同质化竞争严重，企业差异不明显，且在国内国际市场的影响力较低，整体综合实力较弱。建筑业依赖国家固定资产投资拉动的高速增长已经成为历史，企业追求规模效益的时代已经结束，产业的供求矛盾将更加突出[16]。因此，现阶段安徽省建筑业应继续保持快速增长势头，扩大规模，补齐短板，快速提升综合实力；在扩大规模的同时，促进转型升级。趁建筑业发达地区正探索新增长模式的间隙，抢占市场，迎头赶上。

综合分析模型结果，为安徽省未来的建筑产业发展提供以下有针对性的对策建议:

（1）加强培育安徽省龙头企业，针对企业自身的实际情况，制定企业扶持方案，有计划、有目的进行培育，通过整合各种资源，重点在技术创新、人力资源、科技人才等方面，对我省申特企业予以帮扶，以形成高资质企业龙头优势，大企业集团联动、整合中小专业企业，带动全省建筑企业业务水平和服务质量，增强建筑业实力，抢占市场份额。

（2）加快安徽省建筑业省外市场的发展，加快企业“走出去”步伐，在巩固省内市场的基础上，积极拓展长三角地区、长江经济带、中西部地区等国内市场，积极参加国家重点基础项目建设。各建筑业企业要坚决把开拓省外市场作为市场经营的重中之重，选派善经营、懂技术和会管理的优秀人员承揽外埠工程，同时把握国家“一带一路”等战略机遇，放眼于国际市场，具备资格的建筑业企业应积极申报对外项目，积极参与国家援外工程。

（3）推进安徽省建筑产业园区的建设，将建筑企业组合起来，集聚装备制造、建材及建筑部品部件生产、全过程咨询、现代物流等各类建筑业相关企业，在产业园区内建立建筑技术研发中心，探索业态创新，采取新型建筑承包服务方式和企业；同时在园区内建立建筑技术教育培训基地、建筑产业现代化培训示范基地，加强对从业人员的技能培训，以及对现代建筑部品生产基地创建的支持，有利于形成集聚效应与规模优势。

（4）将节能减排列入安徽省建筑业发展重点，建筑业作为高能耗产业，针对建筑业的节能减排工作丝毫不能放松，应广泛采用可再生能源，降低能源消耗、尽快全面推行住宅的配件化和全装修、积极倡导工业化施工方式、大力提倡使用绿色建筑材料以及政府部门应努力促进建筑企业节能减排工作的落实[17]。

参考文献：

[1]樊文俊,牟勇智.新常态下中国建筑业发展前景分析[J]. 铁路工程造价管理,2016,31(5):5-9.

[2]崔秀智.供给侧改革背景下建筑业转型升级研究[D].山东建筑大学，2017.硕士

[3]毕天平,杨雪梅,等.经济新常态下我国建筑企业发展形势分析[J]建筑经济，2016(4):5-7

[4]吴涛.新常态下建筑业转型升级的方向与思考[J].建筑,2015(21):11-12

[5]唐世海，陆惠民，毛小平.基于Logistic增长模型的江苏建筑业产业演化分析[J].建筑经济,2011(5)：25-27

[6]金玲,刘长滨.建筑产业系统演化模型分析[J].建筑经济,2007(12):85-86

[7]Michael J. Stutzer.Chaotic dynamics and bifurcation in a Macro Mode[J].Journal of Economic.Dynamics and Control,1980(2):353-376

[8]蔡彬清,刘元芳.建筑业发展对区域经济增长效应的研究[J].建筑经济,2010(9):5-8

[9]Ive G,Gruneberg S,Meikle J,Crosthwaite D.Measuring the competitiveness of the UK construction industry[M].Department of Trade and Industry(DTI),London:2004

[10]Nor’Aini Yusof,Ernawati Mustafa Kamal, Are Innovations Being Created or Adopted in the Construction Industry? Exploring Innovation in the Construction Industry[J].SAGE,July-September 2014:1-9

[11] 聂文星,吴言.基于Logistic增长模型的上海地区金融集聚演化分析[J]. 经济论坛,2014,(11):38-41.

[12]易志勇.重庆市建筑业发展与增长空间预测研究[D].重庆大学,2014.硕士

[13]王跃伟.基于Logistic增长模型的我国装备制造业演化轨迹研究[J]. 生态经济,2013,(03):84-87.

[14]姜永,李德新.Logistic方程的灰色建模法[J]. 福建农业大学学报,2004,(04):535-537.

[15] 徐进,王英林.灰色系统理论在专利预测分析上的研究及应用[J]. 计算机应用与软件,2006,(04):126-128.

[16] 李里丁.经济新常态下建筑业发展的六大问题[J]. 建筑,2015,(07):9-10.

[17] 曹泽,任阳军,袁紫金.经济新常态下安徽建筑业发展现状及对策研究[J].湖北经济学院学报,2015,12(7):25-27.