

天津市义务教育学龄人口规模预测与分析

——基于多因素灰色预测模型和人口推算法^①

周 志¹, 田 楠², 赵宇红³

1. 天津广播电视大学, 天津 300191; 2. 天津广播电视大学 津北学院, 天津 300191;

3. 天津广播电视大学 教务处, 天津 300191

摘要: 天津市义务教育采取就近入学的原则, 而学龄人口规模与基础教育设施的关系最为密切和直接, 因此对义务教育学龄人口规模的预测将影响教育资源的布局与发展. 基于灰色 GM(1, 1) 预测模型和线性回归原理, 构建人均教育消费支出、义务教育生师比、人均 GDP 等 7 个因素影响下的义务教育非户籍学龄人口规模多因素灰色预测模型, 再运用推算法获得相应的户籍学龄人口规模. 结果显示 2014—2020 年天津市义务教育非户籍学龄人口规模与区域经济发展存在着耦合性. 同时, 由于第四次人口生育高峰的影响, 天津市“十三五”后期将会出现义务教育需求的快速增长, 需要提前做好教育资源的规划与布局.

关键词: 多因素灰色模型; 义务教育; 学龄人口; 预测

中图分类号: C921

文献标志码: A

文章编号: 1000-5471(2017)03-0049-07

人口是影响经济社会发展的一个重要因素. 学龄人口一般是指常住人口中达到规定入学年龄的人口. 学龄人口受出生、死亡、迁移和户籍政策、教育政策以及经济社会发展等诸多因素影响, 呈现波动变化. 学龄人口和教育基础设施承载能力直接相关. 教育基础设施承载能力要适应学龄人口变化, 以充分保障公民受教育的权益, 同时也应避免教育资源过度浪费. 教育基础设施配备需要一定周期, 因此预测学龄人口具有重要意义. 天津市义务教育采取就近入学的原则, 不受户籍限制, 义务教育学龄人口包括辖区内户籍常住学龄人口和外来常住学龄人口. 本文将 6~14 岁年龄段人口界定为义务教育学龄人口(6~11 周岁的为小学学龄人口, 12~14 周岁的为初中学龄人口). 其中, 户籍学龄人口可以通过历年户籍人口出生数量进行推算, 非户籍学龄人口的变化受区域外来人口的影响存在较强的不确定性, 需要进行合理的估计和测算. 本文借助多因素灰色模型, 利用灰色 GM(1, 1) 模型与多元线性回归模型的优势, 采用人均教育消费支出、义务教育生师比等 7 项数据作为影响天津市非户籍学龄人口规模的主要因素构建预测模型, 并针对义务教育阶段学龄人口规模及其变化趋势进行分析.

1 多因素灰色预测模型

1.1 灰色 GM(1, 1) 模型

对于社会系统、生态系统等无法建立直观、准确、客观的物理模型, 或作用机理尚不明确、内部特性部

^① 收稿日期: 2015-04-28

基金项目: 天津市教育科学“十二五”规划重点课题项目(CEXIV1002).

作者简介: 周 志(1963-), 男, 天津人, 副教授, 主要从事人口学、教育管理研究.

通信作者: 田 楠, 硕士, 助理研究员.

分可行的系统称之为灰色系统, 据此建立数据分析模型可称为灰色模型(Grey Model). GM 模型不需要大量的样本量, 而样本也不需要符合一定的规律, 且其计算量小、定性和定量分析结果基本一致, 十分符合本研究的实际需要. 其中, GM(1, 1)模型被广泛应用, 只需要 4 个数据就能完成预测. GM(1, 1)一般需要 3 个步骤完成预测: 首先, 累加生成操作, 对原始数据序列做一阶累加生成, 得到累加生成序列; 其次, 构建预测模型, 对生成的累加序列建立各影响因素的 GM(1, 1)模型, 生成白化微分方程, 构建背景值序列; 最后, 进行逆累加生成操作, 根据生成操作的阶数, 进行逆累加生成操作(降阶), 完成预测^[1].

1.2 多因素灰色预测模型

由于学龄人口规模受到多方面因素影响, 经典的 GM(1, 1)模型无法满足多因素的联合预测与总体分析, 而 GM(1, N)比较适合应用于定性研究^[2]. 基于以上原因, 本文在 GM(1, 1)模型预测方法的基础上, 结合线性回归原理, 建构多因素的灰色模型, 预测未来天津市义务教育非户籍学龄人口各时间点的具体规模, 由此分析和判断其发展变化趋势. 由于篇幅有限, 本文仅就模型构建的基本原理和步骤进行阐述. 具体方法可参见相关文献^[3-4].

第一, 在多元线性回归原理的基础上建立多因素灰色预测模型:

$$\hat{y}(t) = a_0 + a_1 \hat{x}_1(t) + a_2 \hat{x}_2(t) + \cdots + a_n \hat{x}_n(t) \quad (1)$$

式中: $\hat{y}(t)$ 为因变量在 t 时刻的预测值; $\hat{x}_i(t) (i = 1, 2, \cdots, n)$ 为各自变量在 t 时刻的预测值, 估计参数为 $a_i (i = 1, 2, \cdots, n)$.

第二, 利用 GM(1, 1) 预测模型求出各因素在 t 时刻的预测值.

第三, 确定估计参数 $a_i (i = 1, 2, \cdots, n)$. 根据观测数据 $y(1), \cdots, y(m)$ 和 $x_i(1), x_i(2), \cdots, x_i(m) (i = 1, 2, \cdots, n)$, 带入公式(2)中, 即可求得估计参数.

$$a = (a_0 \ a_1 \ \cdots \ a_n)^T = (X^T X)^{-1} X^T Y \quad (2)$$

$$\text{其中: } X = \begin{bmatrix} 1 & x_1(1) & \cdots & x_n(1) \\ 1 & x_1(2) & \cdots & x_n(2) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ 1 & x_1(m) & \cdots & x_n(m) \end{bmatrix} \quad y = \begin{bmatrix} y(1) \\ y(2) \\ \vdots \\ y(m) \end{bmatrix}$$

第四, 将各因素的参数和预测值带入公式(1), 即可求得各时刻因变量的预测值.

2 义务教育非户籍学龄人口规模的多因素灰色预测

2.1 变量选取及数据来源

本研究在查阅大量文献及相关数据的基础上, 结合天津市义务教育发展情况和市情区域特点, 选取人均教育消费支出、义务教育生师比、人均 GDP、公共汽车运营线路长度、从业人员年平均工资、居民消费价格指数(CPI)及商品零售价格指数(CRI)共 7 个变量作为影响天津市义务教育非户籍学龄人口规模的主要因素. 首先, 人均教育消费支出反映地区教育投入水平, 与生师比一样作为影响地区义务教育水平的重要指标, 而教育水平越高则对外来人口的教育吸引力就越大; 反之, 吸引力则越弱. 因此, 本文认为人均教育消费支出、义务教育生师比是影响地区非户籍学龄人口规模的重要指标. 其次, 人均 GDP 较 GDP 更能反映地区经济社会发展的实际水平. 一般来讲人均 GDP 越高, 该地区的经济发展程度越高, 对外来人口的吸引力也越大. 同时, 公共汽车运营线路长度也反映了地区公共交通整体水平, 从一个侧面说明了地区基础设施建设的水平. 第三, 从业人员年平均工资、居民消费价格指数(CPI)和商品零售价格指数(CRI)则是影响地区社会成员收入水平和生活成本的重要指标. 工资水平越高, CPI, CRI 越低则说明该地区的收入高、成本低、适宜居住; 反之, 则说明该地区生活压力较大, 对外来人口的吸引力将会降低. 此外, 由于教

育统计中没有相关的非户籍义务教育学龄人口数,因此本文将选用义务教育在校人数与义务教育户籍学龄人口的差值作为义务教育非户籍学龄人口规模的指标.义务教育具有强制性、免费性、普及性的特点,因此义务教育在校生数能够较为准确地反映出义务教育学龄人口的规模情况,而户籍人口数据为公安部门正式对外公布的数据,两者具有较高的可信度和参考价值.

义务教育在校生数为小学在校生数与初中在校生数之和,义务教育生师比为义务教育在校生数与义务教育专任教师(小学专任教师与初中专任教师之和)的比值.本文中小学在校生数、初中在校生数、6~14岁户籍人口数、小学专任教师数、初中专任教师数、人均GDP、公共汽车运营线路长度、从业人员年平均工资、居民消费价格指数、商品零售价格指数均来源于2002—2014年《天津统计年鉴》,人均教育消费支出来源于2002—2011年《中国统计年鉴》和2012—2013年《天津调查年鉴》.

2.2 构建义务教育非户籍学龄人口规模预测模型

从统计年鉴中提取2001—2013年的各项数据如表1所示.

表 1 2001—2013 年天津市义务教育规模相关因素的原始数据

年份	义务教育 在校生数 /千人	6—14 岁户 籍人口数 /千人	Y 义务教育 非户籍在 校生数 /千人	X_1 人均教育 消费支出 /元	X_2 义务教育 生师比	X_3 人均 GDP /(千元· 人 ⁻¹)	X_4 公共汽车 运营线路 长度 /百公里	X_5 从业人员 年平均工 资/千元	X_6 居民消费 价格指数	X_7 商品零售 价格指数
2001	1116.43	1051.80	64.63	497.07	1475	19.141	76.02	14.242	101.20	98.60
2002	1074.53	971.10	103.43	660.60	1438	21.387	79.36	16.223	100.80	96.04
2003	1017.95	897.10	120.85	638.40	1391	25.544	82.06	18.511	101.80	93.54
2004	955.41	819.20	136.21	699.44	1357	30.575	81.14	21.146	104.14	94.29
2005	892.11	754.50	137.61	716.40	1304	37.796	93.54	24.122	105.71	94.19
2006	852.61	728.00	124.61	749.50	1282	42.141	101.40	27.628	107.29	94.57
2007	835.12	696.60	138.52	773.60	1285	47.970	108.78	33.312	111.80	97.60
2008	824.49	677.40	147.09	715.20	1272	58.656	114.99	39.990	117.84	102.57
2009	794.42	639.80	154.62	717.20	1234	62.574	118.32	43.937	116.66	101.45
2010	779.30	635.40	143.90	752.54	1233	72.994	122.40	51.489	120.74	104.89
2011	780.49	639.40	141.09	780.85	1231	85.214	126.06	54.867	126.66	109.82
2012	788.82	646.10	142.72	925.00	1234	93.173	127.32	61.514	130.08	113.12
2013	812.83	668.70	144.13	963.91	1264	100.105	134.60	67.773	134.11	115.04

注:由于2013年天津市人均教育消费支出不再进行统计公布,因此2013年该值根据年均增长量求得的估计值; X_2 以教师为100为基数换算; X_6, X_7 以2000年为100为基数.

令 y 为义务教育非户籍在校生数, x_1, x_2 分别为人均教育消费支出和义务教育生师比, x_3, x_4 分别为人均GDP和公共汽车运营线路长度, x_5, x_6, x_7 为从业人员年平均工资、居民消费价格指数和商品零售价格指数.对各因素 $\hat{x}_i(t)(i=1, 2, \cdots, 7)$ 分别建立灰色预测模型,平均相对误差 $\alpha_i(i=1, 2, \cdots, 7)$ 分别为4.80%,1.93%,4.96%,3.53%,4.74%,1.24%和2.09%.各变量的精度均已达到二级水平(低于5%),适合构建预测模型^[5].利用GM(1,1)模型可求出各因素预测值(表2).

采用多元线性回归计算常量和各参数的值.可以看出模型总体拟合良好($R^2=0.934$).方差分析现实结果具有统计学意义($Sig=0.011<0.05$)(表3).然而其参数估计的系数却无统计学意义.除人均教育消费支出以外的6个变量的 $VIF>10$,说明自变量存在共线性(条件指数为617.475).因此,我们需要采用主成分回归分析^[6].两个主成分一共解释了7个变量总方差的96.082%,所以,可以用这两个主成分替代原有的7个变量(表3).

表 2 2014—2020 年各因素预测值和平均相对误差 α

年份	$\hat{x}_1$ 人均教育 消费支出 /元	$\hat{x}_2$ 义务教育 生师比	$\hat{x}_3$ 人均 GDP /(千元·人 ⁻¹)	$\hat{x}_4$ 公共汽车运 营线路长度 /百公里	$\hat{x}_5$ 从业人员 年平均工 资/千元	$\hat{x}_6$ 居民消费 价格指数	$\hat{x}_7$ 商品零售 价格指数
2014	878.74	1188	121.328	145.632	80.492	136.47	115.32
2015	901.16	1172	138.291	152.910	91.377	140.25	117.67
2016	824.21	1157	157.626	160.552	103.735	144.13	120.07
2017	947.81	1142	179.664	168.575	117.764	148.12	122.51
2018	972.03	1127	204.784	177.000	133.690	152.22	125.00
2019	996.86	1113	233.416	185.846	151.770	156.44	127.55
2020	1022.32	1098	266.050	195.133	172.296	160.77	130.14
α	0.0480	0.0193	0.0496	0.0353	0.0474	0.0124	0.0209

注： X_2 以教师为 100 为基数换算； X_6, X_7 以 2000 年为 100 为基数。

表 3 主成分解释的总方差

成份	初始特征值			提取平方和载入		
	合计	方差的 %	累积 %	合计	方差的 %	累积 %
1	6.263	89.475	89.475	6.263	89.475	89.475
2	0.463	6.608	96.082	0.463	6.608	96.082
3	0.245	3.502	99.584			
4	0.019	0.274	99.858			
5	0.006	.083	99.941			
6	0.003	.043	99.984			
7	0.001	.016	100.000			

对两个主成分进行线性回归分析，得到主成分回归分析的参数估计及其假设检验，结果显示相关系数 $R=0.915$ ，可决系数 $R^2=0.838$ ，说明模型拟合度高。Sig=0.000<0.05， β_0, β_1 和 β_2 具有统计学意义($P=0.000, 0.000, 0.001$)，即两个主成分对因变量相关。得到的原自变量对因变量的回归系数见表 4^[7]。

表 4 模型因素系数和检验值

系 数								检验值			
a_0	a_1	a_2	a_3	a_4	a_5	a_6	a_7	R	R^2	F	Sig.
490.669	0.049	-0.212	0.031	0.281	0.027	-0.107	-1.370	0.915	0.838	25.822	0.000

根据表 4 中的系数，可得出多因素灰色预测模型：

$$\begin{aligned}\hat{y}(t) = & 490.669 + 0.049\hat{x}_1(t) - 0.212x_2(t) + 0.031\hat{x}_3(t) + 0.281\hat{x}_4(t) + \\ & 0.027\hat{x}_5(t) - 0.107\hat{x}_6(t) - 1.370\hat{x}_7\end{aligned}$$

(3)

最后，将表 2 中 2014—2020 年各因素的预测值 $\hat{x}_1(t), \hat{x}_2(t), \hat{x}_3(t), \hat{x}_4(t), \hat{x}_5(t), \hat{x}_6(t), \hat{x}_7(t)$ 代入公式(3)中，得出结果如表 5 所示。

表 5 天津市 2014—2020 年义务教育非户籍在校生规模预测表(单位：千人)

指标	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
义务教育非户籍在校生规模	156.076	159.684	158.502	167.298	171.346	175.588	180.052
年增长率/%	—	2.31	0.07	5.55	2.42	2.48	2.54

2.3 模型预测精度分析

一般有 3 个指标来评价模型的预测性能，即 RES(残差)，APE(绝对百分比误差)和 MAPE(平均绝对百分比误差)。RES 分析数据周期性、可靠性等抗干扰能力，MAPE 显示模型预测结果与测量值之间的离

散程度,其值愈小(一般 $<10\%$),则预测结果愈佳^[8]. $MAPE=6.37\%<10\%$,说明构建的模型预测结果与真实数据拟合程度较高,精确度评估达标(表 6).

表 6 多因素灰色模型预测义务教育非户籍在校生规模的误差

年份	实际值/千人	预测值/千人	$RES(t)$ /千人	$APE(t)\%$	$MAPE\%$
2001	64.633	78.466	-13.833	21.40%	6.37%
2002	103.43	98.972	4.458	4.31%	
2003	120.851	112.123	8.728	7.22%	
2004	136.212	121.030	15.182	11.15%	
2005	137.613	136.871	0.742	0.54%	
2006	124.606	144.917	-20.311	16.30%	
2007	138.524	143.241	-4.717	3.40%	
2008	147.089	137.929	9.160	6.23%	
2009	154.616	148.918	5.698	3.69%	
2010	143.903	147.392	-3.489	2.42%	
2011	141.085	143.316	-2.231	1.58%	
2012	142.723	145.660	-2.937	2.06%	
2013	144.126	140.575	3.551	2.46%	

本研究对 2014—2020 年天津市义务教育非户籍在校生规模运用多因素灰色模型,形成了非户籍在校生规模与区域经济发展主要因素的回归模型.非户籍在校生规模与社会经济发展状况存在较强的耦合性,非户籍在校生规模除了与教育投入、教育质量等因素外,还会随着社会经济发展的层次与速度变化而起伏^[9].

3 学龄人口规模预测与变化情况分析

除了非户籍人口以外,户籍学龄人口占学龄人口总数的大部分,但户籍人口相对于外来人口等非户籍人口来讲,波动较小,而且天津市作为直辖市,户籍管理相对严格.因此,根据人口统计学的一般规律,出生人口成长到一定年纪后成为学龄人口,在人口死亡率极低(根据《天津市 2010 年人口普查资料》而知,当年 1~14 岁死亡人口 194 人,占该年龄段人口总数 1 267 568 人的 0.153‰,因此该因素导致的户籍学龄人口变化可忽略不计)、迁移人口变动较小的情况下,根据推算法可知学龄人口规模和相应年度出生人口规模基本相近.以 2014 年为例,当年学龄人口 6~14 岁人口也就是 2000—2008 年度出生的人口数.因此,2020 年的户籍学龄人口即为 2006—2014 年度的出生人口数.所有年度出生人口数已基本掌握(表 7).

表 7 2000—2014 年天津市出生人口数

年份	出生人口/千人	年份	出生人口/千人	年份	出生人口/千人
2000	72.706	2005	81.400	2010	94.100
2001	74.505	2006	83.300	2011	90.300
2002	77.053	2007	88.400	2012	108.000
2003	63.872	2008	89.500	2013	119.500
2004	76.925	2009	91.200	2014	120.000

根据表 7 可以推算得知 2014—2020 年义务教育户籍学龄人口的规模,结合表 5 即可确定义务教育学龄人口规模(表 8).

表 8 天津市 2014—2020 年义务教育户籍在校生规模预测表千人

指标	2014 年	2015 年	2016 年	2017 年	2018 年	2019 年	2020 年
义务教育户籍在校生规模	707.661	726.155	745.750	758.997	803.125	845.700	884.300
义务教育在校生总规模	863.737	885.839	904.252	926.295	974.471	1 021.288	1 064.352

根据表 8 所示的 2014—2020 年义务教育在校生总规模预测数据,说明未来几年,特别是“十三五”时期,天津义务教育在校生的规模将会快速增长.结合表 5 和表 8 的预测数据可以得出:①户籍学龄人口为主体,“十三五”后期呈现快速增长趋势;②非户籍学龄人口存在较大的波动性,反映其流动性较强;③随着第四次人口生育高峰的出现,未来学龄人口也将随之迅速增长.

4 对于义务教育基础设施配置的建议

4.1 根据学龄人口分布与结构布局,规划增加教育基础设施规模

在进行教育基础设施配置时,须充分考虑学龄人口的分布情况,合理规划与科学发展.学龄人口的分布,由常住人口增长、教育资源分布和经济社会发展等多种因素决定,其中经济社会发展和常住人口的增長是决定因素^[10].基于天津市施行学区划片参加义务教育政策制度的市情,尤其需要注意区域均衡与协调的问题,避免出现布局结构的不均衡,造成“教育资源紧张”与“教育资源浪费”并存的问题.基于预测数据可以看出,“十三五”后期学龄人口的大量增加,需要新建一定数量的小学和初中,或扩容学校的承载能力.同时,市内六区由于经济社会资源集聚,拥有大量优质的教育资源,对学龄人口的吸引力较强,因此对小学、初中的义务教育需求也十分强烈,基于预测数据的情况,可以进一步扩大现有教育基础设施的承载能力,增强义务教育供给能力,满足适龄儿童的入学需求.

4.2 完善随迁子女义务教育制度建设,确保教育资源公平合理分配

天津市面对进城务工人员随迁子女只要符合基本条件,便可由区县教育局统筹就近安排在公办小学就读,与户籍学龄人员享受相同的教育资源.未来更多的外来人口将参与到城市的建设与发展之中.但是,由于随迁子女跟随外来务工的父母一起生活,受到父母工作的稳定性和工作区域等多方面的影响,存在着义务教育阶段迁移、不连续等问题,这不仅会影响适龄儿童的学习成长,还将对义务教育管理部门的教育规划与管理产生影响.因此,未来需要完善就近接受义务教育的制度建设,以帮助儿童健康成长、协调教育资源合理分配为基础,形成更为灵活、便捷、符合儿童教育发展的教育管理政策^[11].同时,随着天津市逐渐实施的积分落户政策,未来将会有更多的随迁子女成为户籍学龄儿童,需要有相应教育资源供给为政策提供保障.

4.3 面对义务教育学龄人口增长趋势,提前统筹布局教育基础设施

由于影响人口发展变化的不确定性因素较多,所以教育基础设施的配备可能会出现与未来教育需求结构不一致的问题.面临未来将出现的义务教育需求高峰,需提前规划布局和优化调整教育基础设施,以满足常住人口的入学需求.首先,高度重视义务教育工作,特别是要大力解决小学教育供不应求的局面,完善划片学区的入学政策,加强优秀教师与优质教育资源的有效流动.其次,合理规划学校空间布局,停止撤并学校,实现生均占地面积、建筑面积等教育部规定的中小建设标准,为广大中小學生提供更加良好的学习环境,增加现有学校的教育承载能力,弱化学龄人口的波动性变化影响.最后,根据常住人口和学龄人口以中心城区为主,逐渐向滨海新区、未来可能向环城四区发展的趋势,市级教育管理部门要及时调整不同区域学校设点布局,使其与未来人口格局相适应.

参考文献:

- [1] 赖红松,祝国瑞,董品杰.基于灰色预测和神经网络的人口预测[J].经济地理,2004,24(2):197—201.
- [2] 李 玻,蒋 艳,杨秀文,等.优化背景值的灰色 MGM(1, n)模型[J].西南大学学报(自然科学版),2013,35(1):89—94.
- [3] 杨名桂,杨晓霞.基于灰色预测模型的重庆市入境旅游客流量预测[J].西南师范大学学报(自然科学版),2010,35(3):259—263.
- [4] 陈相东,王 彬.多因素灰色预测模型及其应用[J].数学的实践与认识,2012,42(1):80—83.
- [5] 杨廷锋,蒋焕洲,吴显春.西南岩溶石山地区人地关系可持续发展状态的演变及调控研究——以贵州为例[J].西南师

- 范大学学报(自然科学版), 2014, 39(12): 32—36.
- [6] 郭呈全, 陈希镇. 主成分回归的 SPSS 实现 [J]. 统计与决策, 2011(5): 157—159.
- [7] 王小丽. 基于多因素灰色模型的物流需求量预测 [J]. 统计与决策, 2013(14): 86—87.
- [8] 王倩茹. 基于灰色模型的预处理方法和智能模型 [D]. 兰州: 兰州大学, 2013.
- [9] 陆琳, 阮舟一龙. 基于多因素灰色模型的工业产业与物流需求耦合性研究 [J]. 物流技术, 2012, 31(12): 193—195.
- [10] 何海林, 涂建军, 孙祥龙, 等. 中国人口结构与经济结构耦合的关联分析 [J]. 西南大学学报(自然科学版), 2013, 35(10): 140—145.
- [11] 朱光华. 上海市中小学学龄人口现状、发展趋势及对教育资源需求的研究 [J]. 上海教育科研, 2008(9): 4—7, 21.

On Analysis and Prediction of Schooling Population in Compulsory Education of Tianjin

——Based on Multi-Factor Gray Model and Recursive Calculation Method

ZHOU Zhi¹, TIAN Nan², ZHAO Yu-hong³

1. Tianjin Open University, Tianjin 300191, China; 2. School of Jinbei, Tianjin Open University, Tianjin 300191, China;

3. School of Dean's Office, Tianjin Open University, Tianjin 300191, China

Abstract: Neighborhood school compulsory education has been adopted in Tianjin, so the schooling population between the basic education facilities is most closely and directly concerned. The prediction of compulsory schooling population is of great significance to the development of education. Based on the gray forecasting model and linear regression model, multi-factor gray forecasting model of schooling population of census register in compulsory education has been built on seven indexes such as Per Capita Annual Consumption of Education, Student/Teacher Ratio of Compulsory Education, Per Capita of GDP. Then the recursive calculation method helps to get the corresponding household school-age population size. The results show that schooling population of census register in compulsory education and regional economic development has a certain relationship in Tianjin. Because of the influence of the fourth baby boom, the rapid growth of schooling population demand in compulsory education will be up soon, which needs to layout and planning of education resources in advance.

Key words: Multi-factor Gray Model; compulsory education; schooling education; prediction

责任编辑 包颖