

基于分县尺度的2020-2030年中国未来人口分布

王 露^{1,2}, 杨艳昭¹, 封志明¹, 游 珍¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101;

2. 中国科学院大学, 北京 100049)

摘要: 选取1982年、1990年、2000年和2010年人口普查数据, 运用Logistic模型系统预测了2020年和2030年中国分县人口规模, 定量分析了未来中国人口分布的基本布局、各地区人口增减变化以及城市群人口集聚度变化。研究认为: ① 2020-2030年中国未来人口空间分布的总体格局不会发生根本改变, 东南半壁人口比例会有所减少, 西北半壁人口比例会有所增加, 但增减变化在0.1%~0.3%之间; ② 2010-2020年中国有1641个分县单元人口将仍呈增加趋势, 占地规模和相应人口都在全国3/4水平, 人口增加仍是主要特征; 2020-2030年中国人口增加的分县单元将大幅减少到598个, 人口减少地区占地规模和相应人口将占3/5以上, 人口减少成为普遍现象。③ 中国21个城市群地区人口总量将由2010年的7.81亿增加到2020年的8.68亿和2030年的9.17亿, 相应的人口集聚度也将由2010年的1.99逐步提高到2020年的2.17和2030年的2.33, 城市群地区人口集聚规模和集聚程度在逐步提高, 人口集聚态势更加明显。

关键词: Logistic模型; 人口分布; 空间格局; 中国

DOI: 10.11821/dlyj201402010

1 引言

人口分布是人口发展的重要方面, 是人口过程在空间上的表现形式^[1]。区域资源禀赋、地区发展差异以及区域人口政策的影响, 使人口分布在不同时期呈现出不同的空间格局。人口分布研究不仅可以描述一定地域的人口地理特征, 而且可以分析人口集疏的空间演进过程, 为编制区域发展规划、引导人口合理流动提供科学依据和决策参考。

人口分布作为人口研究的重点领域, 各国学者很早就开始对不同国家和地区的人口分布及其时空变化, 人口分布及其影响因素相关分析, 以及未来人口及其分布预测等方面进行研究^[2-6]。中国在1935年就由胡焕庸先生提出“瑗瑄—腾冲”线(胡焕庸线), 概括了中国人口分布东南稠密、西北稀疏的基本空间格局^[5]。此后有多位学者也得到了与胡焕庸先生相似的结论^[6-8]。在人口分布特征研究的基础上, 许多学者探讨了自然、社会经济因素与人口分布的相关关系, 如Hunter等分别探讨了土地利用、地形起伏度、交通条件等对人口分布的影响^[9-13]。以上研究多立足人口分布的过去和现在, 以把握人口分布的历史过程和现实格局, 而另一些学者则对人口的未来发展进行预测, 并对人口的增长趋势和空间变

收稿日期: 2013-06-06; 修订日期: 2013-12-12

基金项目: 科技基础工作专项(2011FY110400); 国家卫生计生委流动人口司项目(201011)

作者简介: 王露(1986-), 博士生, 主要从事区域人口资源环境可持续发展综合研究。E-mail: wangl11b@igsnrr.ac.cn

通讯作者: 封志明(1963-), 博士, 研究员, 主要从事国土资源优化配置与区域可持续发展综合研究。

E-mail: fengzm@igsnrr.ac.cn

化情况进行了预估^[14-19]。

人口分布研究最初主要为定性描述、定量计算^[6,7], 随后引入了分形理论和3S等技术^[12,20-22]。人口预测模型主要有线性回归模型、自回归模型、马尔萨斯模型、Logistic模型、GM(1, 1)模型、BP神经网络模型和队列因素法等, 上述模型各有优点也各有局限。例如线性回归模型公式简单, 容易计算, 但其中长期人口预测结果精度较低; 队列因素法可结合多项影响人口增长的因素(例如出生率、死亡率), 提高预测精度, 但这些数据的获取渠道较少且连续性较差^[23]; BP神经网络模型对短期内(5年内)的人口预测结果比较精确, 但在长期预测中误差较大^[24]。Logistic模型考虑了限制人口增长的环境因子的约束作用, 且计算公式较为简单, 所需拟合数据量小, 是中长期人口预测的较理想模型。许多学者都选择实用的Logistic模型进行实证研究^[14-19,23,24]。

目前人口分布研究既包含国家层面的大尺度格局定量分析, 也包括典型地区的人口分布变化分析。而就国家层面而言, 通过对国家总人口或特定人群分布格局以及时空变化的宏观把握, 可为国家人口发展战略规划与人口政策制定提供现实依据^[2-8]。就区域层面而言, 通过对典型地区人口分布及演化状态的分析, 不仅可以掌控不同地区的人口分布态势, 同时也能对比不同地区人口分布格局的变化及其差异^[25-30]。目前中国人口预测研究多集中于国家、分省或某个城市的人口预测^[17-19], 缺乏在分县单元尺度上的系统分析和区域综合研究。

一般认为, 2030年前后, 中国人口将达峰值^[31]。已有研究多是对中国总量的预测或典型地区的探讨, 回答人口高峰期人口分布格局、不同区域人口分布变化趋势等直接或间接影响中国的城市化发展的重要问题, 还要在更小的空间单元进行人口分布及其前瞻性研究。鉴于此, 考虑到数据的可获取性, 本研究基于1982年、1990年、2000年和2010年4期全国人口普查数据, 以分县(包括市、旗、区)为基本研究单元, 采用Logistic人口增长模型, 预测2020年与2030年的中国分县人口规模, 定量分析未来人口分布的基本布局、各地区人口增减变化以及城市群人口集聚度变化, 以揭示2020-2030年中国人口分布格局与空间分异规律, 以期引导人口有序流动、促进人口合理布局提供科学依据和决策支持。

2 数据来源与研究方法

2.1 数据来源及处理

研究采用的分县人口数据源于1982年、1990年、2000年和2010年4期中国人口普查数据。为了对人口进行方便、有效的分析和表达, 将4期人口普查统计数据统一到2010年中国县级行政区划空间单元上, 建立分县单元一致的人口普查空间统计数据。本研究统计的2010年中国分县研究单元共计2353个, 包括各县(旗)元、县级市单元、地级市市辖区单元与直辖市各区单元。对于与2010年行政区划不一致的单元, 研究根据2010年的分县单元范围, 重新对该分县单元人口进行统计。处理方法如下:

(1) 分别将1982年、1990年和2000年的分县人口普查数据的shape文件与2010年中国县级行政区划shape文件进行链接, 使用县行政编码作为链接字段。

(2) 对各年份的匹配结果进行筛选。若进行匹配的年份数据的县行政编码、县名、县界均与2010年一致, 则将该县的人口值作为该年人口值赋值到2010年的县界数据上。

(3) 若该年份的分县人口数据与2010年县界数据不匹配,则检查是否是县编码不一致。若只存在编码不一致,但县界与2010年县界匹配的情况,则仍将该县的人口值作为该年人口值赋值到2010年的县界数据上。

(4) 若存在边界不一致的情况,则用该县2010年的县界作为统计范围,对需要进行修正的年份的人口密度值进行求和,将求和结果作为该年份修正后的人口值,赋值到2010年的县界数据上。研究所用人口密度数据来自国家科学数据共享网。由于人口密度数据是1 km×1 km的栅格数据,每一单元的栅格值表示的是每平方米人口数,因此将2010年该县范围内的栅格值进行求和,即可得出该县需要进行修正的年份的人口值。

2.2 研究方法

2.2.1 人口数据插值 研究可获得的原始数据只有1982年、1990年、2000年与2010年4期全国分县人口普查数据,所以需对1982年至2010年间的无数据年份进行插值处理。本文选择常用的三次样条插值方法^[32]。如图1所示,三次样条插值能平滑地估计各县人口数量的变化趋势,符合人口发展的基本规律,能获得良好的人口变化序列。

2.2.2 Logistic模型拟合 人口增长率主要受到现有人口规模、资源等因素的影响。Logistic模型认为,一个地区人口发展最初会缓慢增加,中期会快速增长,由于资源有限,到后期人口增长会趋于平缓,人口规模接近人口峰值^[18]。同理,若一个地区人口持续减少,不考虑整体迁移的情况,该地区人口最终也会维持在一个较为平稳的水平(图1)。本文先利用各县插值后的人口变化序列,通过最小二乘拟合,得出最优的Logistic拟合曲线;最后用确定了参数的Logistic模型对各县未来人口进行预测。

Logistic模型的公式如下:

$$y = \frac{A_1 - A_2}{1 + (x/x_0)^p} + A_2 \tag{1}$$

式中: y 为预测人口数; x 为年份; A_1 、 A_2 、 x_0 、 p 均为参数,需通过拟合确定。图1为在人口增长和人口减少两种情形下,Logistic模型的拟合结果,可看到该模型能很好的描述人口的增减变化过程。

2.2.3 Logistic模型检验与2020年、2030年中国分县人口拟合精度评价 为验证Logistic模型的准确性,本研究运用1982年、1990年和2000年3期人口数据在同样的插值和模型拟合后,模拟2010年的人口值,并与2010年的实际人口值进行对比,以此来检验Logistic模型在预测中国2020年、2030年分县人口中的不确定性。

将2353个分县单元1982年、1990年和2000年的人口数据输入Logistic模型模拟各县2010年人口值。结果表明,2010年人口预测值

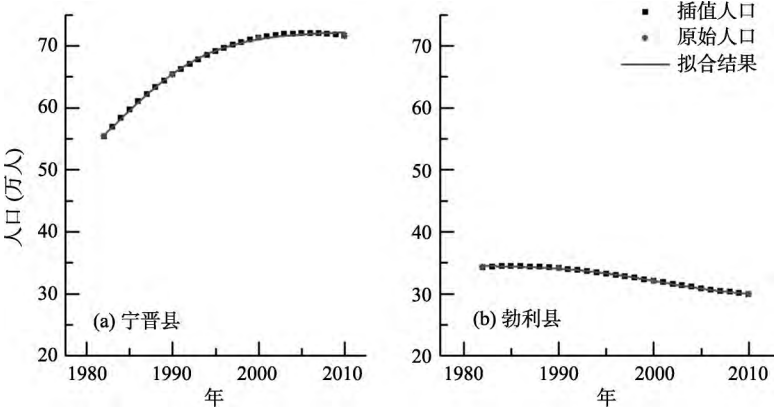


图1 三次样条插值和Logistic模型拟合示意图

Fig. 1 Sketch map of cubic spline interpolation and Logistic model fitting

与人口真实值的平均残差为1.98万人, 平均相对误差为3.49%。79%的县拟合曲线的方差解释量(R^2)达到0.8以上。这表明, 在数据有限的条件下, Logistic模型能较好地模拟人口变化。另外, 有49个县域单元, 因其人口值变化较小, Logistic模型在参数拟合时无法收敛, 本文用线性回归模型替代Logistic模型进行未来人口预测。

预测2020年与2030年中国分县人口之和分别为14.37亿与14.83亿, 该结果与国家人口发展战略预测的中国2020年、2030年总人口数14.36亿和14.73亿接近^[31]。

2.2.4 中国人口分布的空间变化特征分析 在预测出分县2020年、2030年人口后, 首先对中国各县人口空间分布总体格局进行分析, 主要分东南半壁与西北半壁进行人口总量与人口密度对比。其次, 通过对各县人口变化程度进行分级评价(表1), 分析不同时段各地区人口增减变化^[33]。最后, 分析中国城市群地区的人口分布, 尤其是人口集聚程度的变化。城市群地区范围根据2011年中国政府划定的3个优化开发区与18个重点开发区来界定, 这些城市群地区是国家和地区的区域发展中心, 具有重要的代表性^[34]。

表1 中国不同地区人口增减变化分级规则
Tab. 1 The classification rules for population growth and reduction

人口增减变化地区分类		分级规则
人口增加地区	人口显著增加地区	人口增幅两倍于全国平均人口增长速度以上的地区
	人口绝对增加地区	人口增幅介于1-2倍全国平均人口增长速度的地区
	人口相对增加地区	人口增幅低于全国平均人口增长速度的地区
人口减少地区	人口相对减少地区	人口减幅度低于半数(1/2)全国平均人口增长速度的地区
	人口绝对减少地区	人口减幅介于半数(1/2)-1倍全国平均人口增长速度的地区
	人口显著减少地区	人口减幅高于全国平均人口增长速度的地区

3 结果分析

3.1 中国人口空间分布的总体格局变化

胡焕庸于1935年以瑯珲—腾冲为界, 将中国分为东南与西北两部分, 认为中国96%的人口集中在东南半壁(当时国土面积包括蒙古)^[5]。时至2010年, 中国总人口达到134091万, 东南部人口124783万, 占全国的93.06%, 与1935年比有所减少, 但仍然与当时胡焕庸的结果类似。预测结果表明, 2020年中国总人口将达143719万, 东南半壁占93.36%; 2030年中国总人口将达到148318万, 东南半壁占全国总人口的93.08%。由此可见, 2010-2030年中国人口空间分布的总体格局不会发生根本改变。但东南半壁人口比例会先增加后减少, 西北半壁则先减少后增加, 其增减变化幅度为0.1%~0.3%。

就人口密度而言(图2、表2), 2010年中国人口分布呈东密西疏的态势: ①人口密度在100人/km²以下的分县单元有645个, 占地68.07%, 相应人口占8.78%, 主要分布在西北半壁; 其中, 人口密度在25人/km²以下的人口稀疏地区包括263个分县单元, 占地52.20%, 相应人口只占1.83%, 超过1/2的土地承载着不到2%的人口, 存在大面积无人区。②人口密度在100人/km²~200人/km²的分县单元有472个, 主要分布在胡焕庸线两侧, 占地12.30%, 相应人口占12.73%, 基本处于全国人口密度平均水平。③人口密度在200人/km²以上的分县单元有1216个, 占地19.63%, 相应人口占78.58%, 主要分布在东南半壁; 其中人口密度在500人/km²以上的人口密集地区包括591个分县单元, 占地

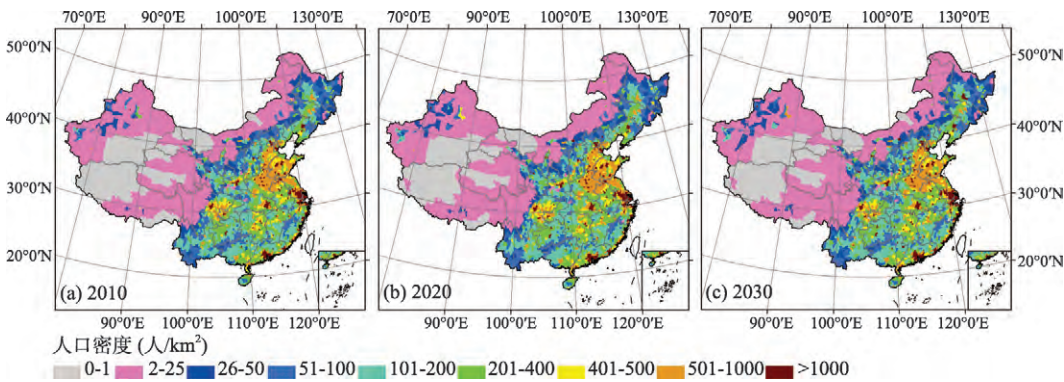


图2 2010年、2020年和2030年中国分县人口密度分级图
Fig. 2 Classification of population density on county scale in 2010, 2020 and 2030

6.88%，相应人口占48.90%，以不到全国1/15的土地承载着近1/2的人口。

2020-2030年，就人口密度看（图2、表2），中国人口分布西疏东密的基本格局不会根本改变：①人口密度在100人/km²以下的分县单元分别有634个和643个，占地面积保持在67.63%和67.76%，与2010年相比略减0.3%~0.4%；相应人口各占8.11%和7.93%，与2010年相比减少0.7%~0.9%，仍主要分布在西北半壁。其中，人口密度在25人/km²以下的人口稀疏地区分别有257个和256个分县单元，占地保持在51.71%和51.28%，超过半数；相应人口只占1.78%和1.74%；与2010年相比，无论是占地面积还是人口比重都有所减少。②人口密度在100人/km²~200人/km²的分县单元分别有469个和476个，仍主要分布在胡焕庸线两侧；占地增加到12.38%和12.63%，相应人口减少到11.81%和11.57%，大多处在全国人口密度平均水平。③人口密度在200人/km²以上的分县单元分别有1240个和1234个，占地增加到19.98%和19.60%，相应人口增加到80.08%和80.50%，与2010年相比人口比重有所增加，仍主要分布在东南半壁。其中，人口密度在500人/km²以上的人口密集地区分别有616个和602个分县单元，占地分别增加到7.29%和7.17%，相应人口增加到52.64%和54.44%，以全国7%的土地承载着超过1/2的人口，人口聚集程度有所提高。

3.2 中国不同地区的人口增减变化

2020年，中国大部分地区人口相较2010年会有所增加，人口增加地区与人口减少地区，无论土地还是人口都保持在3:1水平（图3、表3）。统计分析表明，2020年人口增加的分县单元共计1641个，占国土面积的75.30%，相应人口占74.93%，人口增加是普遍现象；其中，有283个分县单元为人口显著增加地区，占地只有8.2%，相应人口增加9358万，占人口增加总量的83.12%，超过4/5。2020年人口减少的分县单元共计712个，仅占国土面积的24.70%，相应人口占25.07%；其中，有93个分县单元为人口显著减少地区，相应人口减少量为379.86万，占人口减少总量的53.26%，超过半数。就空间分布而言（图3），2010-2020年中国人口显著增加地区主要集中在以北京、上海、广州等大城市为核心的京津冀地区、长江三角洲和珠江三角洲等经济发达的东部城市群地区以及西部城市化水平较高的兰州、乌鲁木齐地区；人口显著减少地区较多分布于四川和内蒙古，零星分布于黑龙江、云南、广西、福建和湖北等省区。

2030年与2020年相比，人口增加地区将显著减少，人口减少地区将大量增加；人口增加地区与人口减少地区，无论土地还是人口都保持在2:3的水平（图3、表4）。统计分析表明，2030年人口增加的分县单元为598个，占国土面积的38.98%，相应人口占

表 2 2010 年、2020 年和 2030 年分县人口密度分级统计

Tab. 2 The statistics of population density on county scale in 2010, 2020 and 2030

年份	人口密度级别		分县单元个数			占全国	占全国
	(人/km ²)		全国	东南	西北	人口比例(%)	土地比例(%)
2010	1	0~1	28	0	28	0.05	17.12
	2	2~25	235	18	217	1.78	35.08
	3	26~50	101	49	52	1.62	6.07
	4	51~100	281	236	45	5.25	9.80
	5	101~200	472	425	47	12.73	12.30
	6	201~400	461	444	17	20.27	9.85
	7	401~500	184	182	2	9.41	2.90
	8	501~1000	402	396	6	25.27	5.18
	9	>1000	189	184	5	23.63	1.70
2020	1	0~1	25	0	25	0.04	16.15
	2	2~25	232	18	214	1.74	35.56
	3	26~50	102	48	54	1.52	6.22
	4	51~100	275	231	44	4.81	9.70
	5	101~200	469	424	45	11.81	12.38
	6	201~400	456	434	22	19.03	9.88
	7	401~500	178	174	4	8.41	2.81
	8	501~1000	404	401	3	24.14	5.31
	9	>1000	212	204	8	28.50	1.98
2030	1	0~1	24	0	24	0.05	15.89
	2	2~25	232	19	213	1.69	35.39
	3	26~50	112	55	57	1.69	7.12
	4	51~100	275	234	41	4.50	9.36
	5	101~200	476	430	46	11.57	12.63
	6	201~400	456	434	22	17.75	9.56
	7	401~500	176	174	2	8.31	2.87
	8	501~1000	384	379	5	22.07	5.06
	9	>1000	218	209	9	32.37	2.11

表 3 2010–2020 人口增减变化统计

Tab. 3 The statistics of population growth and reduction from 2010 to 2020

人口增减变化分类		分县单元	2010 年人口		土地		2020 年预测增减人口	
		数量 (个)	总量 (万人)	比例 (%)	面积 (万 km ²)	比例 (%)	增减量 (万人)	比例 (%)
人口增加 地区	人口显著增加地区	283	41324.47	31.03	78.68	8.20	9358.04	83.12
	人口绝对增加地区	1267	53433.17	40.12	619.32	64.51	1891.43	16.80
	人口相对增加地区	91	5035.04	3.78	24.90	2.59	8.85	0.08
	合计	1641	99792.67	74.93	722.90	75.30	11258.32	100.00
人口减少 地区	人口相对减少地区	86	4168.01	3.13	25.94	2.70	7.58	1.06
	人口绝对减少地区	533	23099.26	17.35	187.77	19.56	325.79	45.68
	人口显著减少地区	93	6114.63	4.59	23.42	2.44	379.86	53.26
	合计	712	33381.90	25.07	237.13	24.70	713.23	100.00

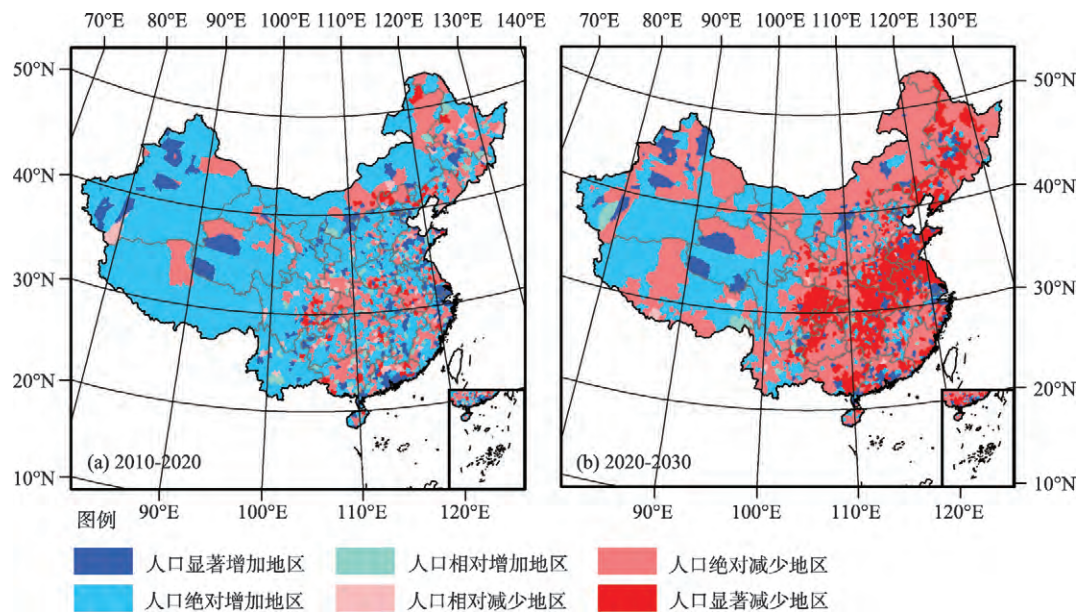


图3 2010-2030年人口增减地区分布图

Fig. 3 Spatial distribution of counties with increased or decreased population from 2010 to 2030

38.62%；其中，有200个分县单元为人口显著增加地区，相应人口增加7414万人，占地区人口增加总量的92.57%，超过9/10。2030年人口减少的分县单元为1755个，约占国土面积的61.02%，相应人口占61.38%；其中，有658个分县单元为人口显著减少地区，相应人口减少量2317万，占地区人口减少总量的67.86%，超过2/3。2020-2030年中国人口显著增加地区仍集中分布在京津冀、长三角、珠三角等经济发达的城市群地区以及西部诸如兰州、乌鲁木齐等城市化水平较高的地区；人口显著减少地区则相对集中分布于西部的四川省东部、重庆市，中部的湖北、湖南、安徽、河南，东部的江苏和山东部分地区以及东北部分地区。

3.3 中国城市群地区的人口分布变化

本文根据2011年《全国主体功能区规划》划定的3个优化开发区与18个重点开发区界定中国的21个城市群地区。统计分析表明，2010年中国21个城市群地区现有人口7.81

表4 2020–2030年人口增减变化统计

Tab. 4 The statistics of population growth and reduction from 2020 to 2030

人口增减变化分类	分县单元	2020年人口			土地		2030年预测增减人口	
		数量	总量	比例	面积	比例	增减量	比例
		(个)	(万人)	(%)	(万 km ²)	(%)	(万人)	(%)
人口增加地区	人口显著增加地区	200	38618.33	26.87	68.06	7.09	7414.39	92.57
	人口绝对增加地区	385	16265.39	11.32	296.25	30.86	594.50	7.42
	人口相对增加地区	13	623.35	0.43	9.90	1.03	0.38	0.00
	合计	598	55507.07	38.62	374.21	38.98	8009.27	100.00
人口减少地区	人口相对减少地区	12	705.80	0.49	4.37	0.46	0.48	0.01
	人口绝对减少地区	1085	32838.63	22.85	433.84	45.19	1096.79	32.12
	人口显著减少地区	658	54668.15	38.04	147.61	15.38	2317.12	67.86
	合计	1755	88212.59	61.38	585.82	61.02	3414.39	100.00

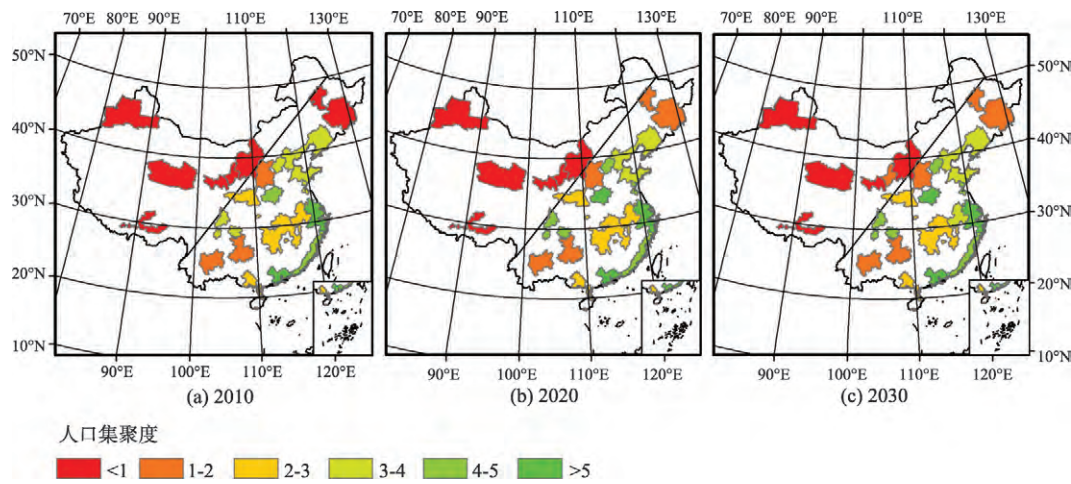


图4 2010年、2020年和2030年城市群地区人口密度与当年全国人口密度的比例

Fig. 4 The ratio of regional population density and national population density for urban agglomerations of China in 2010, 2020 and 2030

亿，占全国人口的55.21%；人口密度为297.19人/km²，人口集聚度^[35]为1.99，人口密度两倍于全国平均水平（图4、表5）。其中，人口密度大于全国平均水平的城市群地区有15个（全部分布在胡焕庸线以东）；人口密度小于全国平均水平的城市群地区有6个（5个位于胡焕庸线以西，1个位于东北地区）。

预测结果表明，2020年中国21个城市群地区人口集聚程度将比2010年大幅度增高。2020年，中国21个城市群地区总人口将达到8.68亿人，占全国人口的60.41%，超过3/5；人口密度为330.17人/km²，人口集聚度为2.17，较2010年提高9.04%（表5）。其中，16个人口密度大于全国平均水平的城市群地区分布在东南半壁，其余5个城市群地区分布在西北半壁。具体来看，人口集聚水平最高的城市群主要集中在东部沿海地区，人口密度均3-5倍于全国平均水平；其次为中部城市群，人口密度约2-3倍于全国平均水平；人口集聚水平较低的城市群为西南、东北；西北地区的城市群人口集聚水平最低，平均人口密度只有全国平均水平的1/5（图4、表5）。

2030年，中国21个城市群地区人口总量将达到9.17亿人，占全国人口的61.89%，较2010年提高近6%；人口密度为349.05人/km²，人口集聚度达到2.23，较2010年提高12.06%（表5）。相较于2020年有15个城市群地区人口集聚水平略有增加，6个略有降低，但整体的人口集聚水平与2020年基本保持一致（图4、表5）。

4 结论与讨论

主要结论如下：

（1）2020-2030年中国人口空间分布的总体格局不会发生根本改变。人口分布总体格局仍是东南半壁稠密、西北半壁稀疏，这是由中国人口分布的人居环境适宜性和水土资源限制性所决定的。尽管未来20年，东南半壁人口比例会有所减少，西北半壁人口比例会有所增加，但增减变化在0.1%~0.3%之间。这在一定程度上反映了西北半壁人居环境的改善和水土资源承载力的提高，是与基础设施建设和社会经济发展水平的提高密不可分的。

表 5 2010 年、2020 年和 2030 年中国城市群地区人口总量与人口密度统计
Tab. 5 The statistics of total population and population density of the urban agglomerations of China in 2010, 2020 and 2030

分 区	中国城市群地区	2010 人口				2020 人口				2030 人口			
		总量 (万人)	占比 (%)	密度 (人/km ²)	密度 比	总量 (万人)	占比 (%)	密度 (人/km ²)	密度 比	总量 (万人)	占比 (%)	密度 (人/km ²)	密度 比
东部	长江三角洲地区	11632.09	8.22	1035.64	6.92	13975.12	9.73	1244.24	8.19	15663.93	10.57	1394.6	8.89
	珠江三角洲地区	5594.09	3.95	1037.38	6.93	6264.85	4.36	1161.77	7.65	6493.49	4.38	1204.17	7.68
	京津冀地区	5627.13	3.98	742.7	4.96	6394.94	4.45	844.04	5.56	6956.38	4.69	918.15	5.86
	山东半岛地区	4564.27	3.23	568.55	3.8	4967.92	3.46	618.83	4.07	5188.31	3.5	646.28	4.12
	辽中南地区	4078.39	2.88	323.03	2.16	4186.73	2.92	331.62	2.18	4116.81	2.78	326.08	2.08
	海峡西岸经济区	5387.42	3.81	654.72	4.38	5896.62	4.11	716.6	4.72	6084.78	4.11	739.47	4.72
中部	中原经济区	4153.12	2.94	706.67	4.72	4544.88	3.16	773.33	5.09	4784.81	3.23	814.16	5.19
	东陇海地区	919.69	0.65	577.86	3.86	1032.47	0.72	648.72	4.27	1088.76	0.73	684.09	4.36
	冀中南地区	2135.82	1.51	588.32	3.93	2296.63	1.6	632.62	4.16	2358.3	1.59	649.6	4.14
	江淮地区	2711.31	1.92	375.42	2.51	3106.93	2.16	430.2	2.83	3540.13	2.39	490.18	3.13
	哈长地区	3606.95	2.55	146.13	0.98	3815.58	2.66	154.59	1.02	3905.02	2.63	158.21	1.01
	长江中游地区	8811.42	6.23	409.73	2.74	9352.72	6.51	434.9	2.86	9506.08	6.41	442.03	2.82
西部	太原城市群	2189.67	1.55	211.06	1.41	2330.73	1.62	224.66	1.48	2375.3	1.6	228.96	1.46
	北部湾地区	2187.28	1.55	375.63	2.51	2367.96	1.65	406.66	2.68	2469.73	1.67	424.14	2.71
	成渝地区	4315.79	3.05	541.61	3.62	4880.5	3.4	612.48	4.03	5155.2	3.48	646.95	4.13
	滇中地区	1727.48	1.22	185.24	1.24	1800.26	1.25	193.04	1.27	1819.21	1.23	195.07	1.24
	关中-天水地区	2900.53	2.05	324.1	2.17	3084.29	2.15	344.63	2.27	3130.79	2.11	349.83	2.23
	呼包鄂榆地区	1080.91	0.76	61.9	0.41	1300.89	0.91	74.49	0.49	1503.42	1.01	86.09	0.55
西部	兰州-西宁地区	941.98	0.67	26.56	0.18	1121.3	0.78	31.61	0.21	1187.48	0.8	33.48	0.21
	宁夏沿黄经济区	507.32	0.36	122.45	0.82	614.67	0.43	148.37	0.98	709.2	0.48	171.18	1.09
	黔中地区	1957.91	1.38	187.47	1.25	2114.8	1.47	202.49	1.33	2163.42	1.46	207.15	1.32
	天山北坡地区	973.43	0.69	35.69	0.24	1209.23	0.84	44.33	0.29	1413.97	0.95	51.84	0.33
	藏中南地区	94.09	0.07	11.82	0.08	105.14	0.07	13.21	0.09	113.4	0.08	14.25	0.09
	总计	78098.09	55.21	297.19	1.99	86765.18	60.41	330.17	2.17	91727.93	61.89	349.05	2.23

占比：指占当年全国人口总量的比例；人口集聚度：指地区人口密度与当年全国人口密度的比值^[31]。

(2) 2020年与2010年相比, 中国有1641个分县单元人口将仍呈增加趋势, 占地规模和相应人口都在全国3/4水平, 人口增加仍是主要地域特征; 2030年与2020相比, 中国人口增加的分县单元将大幅减少到598个, 人口减少地区占地规模和相应人口将占3/5以上, 人口减少将成为普遍现象。总体而言, 中国人口总量在21世纪初大幅增长的态势会在2020年后逐渐放缓, 21世纪30年代后趋于平稳。与此相一致, 各地区人口也必然存在先普遍增加而后普遍减少的趋势。

(3) 中国21个城市群地区人口总量将由2010年的7.81亿增加到2020年的8.68亿和2030年的9.17亿, 分别占当年人口总量比例的55.21%, 60.41%和61.89%; 相应21个城市群地区人口集聚度也由2010年的1.99逐步提高到2020年的2.17和2030年的2.33, 城市群地区人口集聚规模和集聚程度在提高, 城市群地区仍将是重要的人口集聚区和人口密集区。可以预计, 城市化地区人口集聚度将持续增高, 更多人口会向城市群地区聚集。

中国未来人口空间分布的基本格局是由中国的自然地理条件决定的。地形、温度、降水等自然地理条件使不同的区域具备不同的地理成本, 即为了保障人口的分布和区域的发展, 必须支付的用于克服地理环境障碍和地理距离障碍的资本^[36]。由于地理成本的存在, 人口必然选择向地理成本少、地理障碍小的地域集聚, 因此中国未来人口空间分布的整体格局仍然是: 地理条件优越的东南半壁人口稠密, 而地理条件较差的西北半壁人口稀疏。

在自然地理条件决定中国未来人口总体分布的大格局下, 国家人口政策、区域规划、地区经济发展水平等社会经济条件显著影响小区域的人口增长与空间分布格局。本文是在既定条件下运用Logistic模型对中国分县人口进行预测, 若考虑到经济吸引力、国家政策的影响, 特别是生态脆弱地区保护政策、重点开发区规划和国家主体功能区规划的影响, Logistic模型对这些区域人口的预测结果会出现一定误差。为衡量国家政策、尤其是国家主体功能区规划对模型预测可能造成的影响, 本文分别选择处于东部经济发展水平较高的浙江省和处于西部环境承载力较差的甘肃省作为重点开发区和生态脆弱区的典型案例, 以之前3期人口数据为基础, 预测了2010年的人口, 以期探讨Logistic模型在不同区域的适用性。结果显示, 浙江省2010年分县人口预测值与真实值的平均相对误差为-5.3%, 其中各市市辖区, 即城市化快速发展地区的预测人口相对误差达到-11%。由此可见, 在城市群重点开发地区, 由于没有考虑政策倾斜与经济发展对人口的持续影响, Logistic模型的模拟结果偏小; 甘肃省的预测值比实际值平均大15.7%, 表明在生态脆弱区, 环境与资源的压力以及脆弱区移民政策会明显影响人口的增长。Logistic模型虽然已考虑环境因子的限制作用, 但对生态脆弱区的预测结果仍然偏大。综上, 国家政策、区域规划等对人口增长有着较为明显的影响, 如何量化这些因素的影响, 在模型中加入各种外在因素的影响, 构建更加复杂精细的模型, 获得更可靠地预测结论, 将是本研究下一步工作的重点。

参考文献(References)

- [1] 祝卓. 试论我国人口合理分布问题. 人口研究, 1980, 4(3): 11-17. [Zhu Zhuo. Discussion on reasonability of China's population distribution. Population Research, 1980, 4(3): 11-17.]
- [2] Franklin R S. An Examination of the Geography of Population Composition and Change in the United States, 2000-2010: Insights from Geographical Indices and a Shift-Share Analysis. Population, Space and Place, 2012.
- [3] Midanik L T, Clark W B. The demographic distribution of US drinking patterns in 1990: Description and trends from 1984. American Journal of Public Health, 1994, 84(8): 1218-1222.
- [4] Spoorenberg T, Schwkendiek D. Demographic changes in North Korea: 1993-2008. Population and Development

- Review, 2012, 38(1): 133-158.
- [5] 胡焕庸. 中国人口之分布: 附统计表与密度图. 地理学报, 1935, 2(2): 33-72. [Hu Huanyong. Population distribution of China: attach the statistical table and density map. Acta Geographica Sinica, 1935, 2(2): 33-72.]
- [6] 孙敬之. 关于中国人口分布问题. 人口研究, 1982, 6(2): 10-11. [Sun Jingzhi. Some problems about China's population distribution. Population Research, 1986, 6(2): 10-11.]
- [7] 李仪俊. 我国的人口重心及其移动轨迹. 人口研究, 1983, 6(1): 28-32. [Li Yijun. The population gravity center of China and its motion trail. Population Research, 1983, 6(1): 28-32.]
- [8] 徐建华, 岳文泽. 近 20 年来中国人口重心与经济重心的演变及其对比分析. 地理科学, 2001, 21(5): 385-389. [Xu Jianhua, Yue Wenzhe. Evolution and comparative analysis of the population center gravity and the economy gravity center in recent twenty years in China. Scientia Geographica Sinica, 2001, 21(5): 385-389.]
- [9] Hunter L M, Stevenson M, Karish K S, et al. Population and land use change in the California Mojave: Natural habitat implications of alternative futures. Population Research and Policy Review, 2003, 22(4): 373-397.
- [10] 曹丽. 中国人口分布及影响因素分析. 长春: 吉林大学硕士学位论文, 2012. [Cao Li. An analysis on distribution and its influence factors for population in China. Changchun: Jilin University. Master Dissertation, 2012.]
- [11] 封志明, 唐焰, 杨艳昭, 等. 中国地形起伏度及其与人口分布的相关性. 地理学报, 2007, 62(10): 1073-1082. [Feng Zhiming, Tang Yan, Yang Yanzhao, et al. The relief degree of land surface in China and its correlation with population distribution. Acta Geographica Sinica, 2007, 62(10): 1073-1082.]
- [12] 刘纪远, 岳天祥, 王英安, 等. 中国人口密度数字模拟. 地理学报, 2003, 58(1): 17-24. [Liu Jiyuan, Yue Tianxiang, Wang Yingan, et al. Digital simulation of population density in China. Acta Geographica Sinica, 2003, 58(1): 17-24.]
- [13] 田永中, 陈述彭, 岳天祥, 等. 基于土地利用的中国人口密度模拟. 地理学报, 2004, 59(2): 17-24. [Tian Yongzhong, Chen Shupeng, Yue Tianxiang, et al. Simulation of Chinese population density based on land use. Acta Geographica Sinica, 59(2): 17-24.]
- [14] Dorn H F. Pitfalls in population forecasts and projections. Journal of the American Statistical Association, 1950, 45 (251): 311-334.
- [15] Leach D. Re-evaluation of the logistic curve for human populations. Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General), 1981, 144(1): 94-103.
- [16] Lee R D. Demographic forecasting and the Easterlin hypothesis. Population and Development Review, 1976, 2: 459-468.
- [17] 李永浮, 鲁奇, 周成虎. 2010 年北京市流动人口预测. 地理研究, 2006, 25(1): 131-140. [Li Yongfu, Lu Qi, Zhou Chenghu. The prediction of Beijing floating population in 2010. Geographical Research, 2006, 25(1): 131-140.]
- [18] 杨丽霞, 杨桂山, 苑韶峰. 数学模型在人口预测中的应用: 以江苏省为例. 长江流域资源与环境, 2006, 15(3): 287-291. [Yang Lixia, Yang, Guishan, Yuan Shaofeng. Application of mathematical models in predication of the population: Taking Jiangsu province as an example. Resources and Environment in the Yangtze Basin, 2006, 15(3): 287-291.]
- [19] 朱兴造, 庞飞宇. 自回归及 logistic 离散模型在中国人口预测中的应用. 统计与决策, 2009, 13(13): 157-159. [Zhu Xingzao, Pang Feiyu. Application of autoregression and logistic discrete models in predication of China's population, Statistics and Decision, 2009, 13(13): 157-159.]
- [20] 陈彦光, 刘继生. 城市规模分布的分形和分维. 人文地理, 1999, 14(2): 43-48. [Chen Yanguang, Liu Jisheng. Fractals and fractal dimensions of city-size distributions. Human Geography, 1999, 14(2): 43-48.]
- [21] 闫庆武, 卞正富, 赵华. 人口密度空间化的一种方法. 地理与地理信息科学, 2005, 21(5): 45-48. [Yan Qingwu, Bian Zhengfu, Zhao hua. A method of spatialization of population density. Geography and Geo-Information Science, 2005, 21(5): 45-48.]
- [22] 周春山, 孔凡娥. 腹地理论及其应用研究. 规划师, 2007, (4): 24. [Zhou Chunshan, Kong Fan'e. Hinterland theory and its application. Planners, 2007, (4): 24.]
- [23] 田飞. 人口预测方法体系研究. 安徽大学学报: 哲学社会科学版, 2011, (5): 151-156. [Tian Fei. A study on the method system of population prediction. Journal of Anhui University: Philosophy and Social Science, 2011, (5): 151-156.]
- [24] 胡科, 石培基. 区域研究中的常用人口预测模型. 西北人口, 2009, 30(1): 94-98. [Hu Ke, Shi Peiji. A study on

- prediction models of population in region study. *Northeast Population*, 2009, 30(1): 94-98.]
- [25] Champion A G. A Changing demographic regime and evolving poly centric urban regions: Consequences for the size, composition and distribution of city populations. *Urban Studies*, 2001, 38(4): 657-677.
- [26] Feng J, Zhou Y. The latest development in demographic spatial distribution in Beijing in the 1990s. *City Planning Review*, 2003, 5: 16.
- [27] Kabisch N, Haase D. Diversifying European agglomerations: Evidence of urban population trends for the 21st century. *Population, Space and Place*, 2011, 17(3): 236-253.
- [28] 冯健, 周一星. 近 20 年来北京都市区人口增长与分布. *地理学报*, 2003, 58(6): 903-916. [Feng Jian, Zhou Yixing. The growth and distribution of population in Beijing metropolitan area (1982-2000). *Acta Geographica Sinica*, 2003, 58(6): 903-916.]
- [29] 张善余. 近年上海市人口分布态势的巨大变化. *人口研究*, 1999, 23(5): 16-24. [Zhang Shanyu. The great change of the trend of population distribution of Shanghai in recent years. *Population Research*, 1999, 23(5): 16-24.]
- [30] 竺可桢. 论江浙两省人口之密度. *东方杂志*, 1926, 23(1): 13-18. [Zhu Kezhen. Discussion on population densities of Jiangsu and Zhejiang province. *The Eastern Miscellany*, 1926, 23(1): 13-18.]
- [31] 国家人口和计划生育委员会发展规划与信息司. 人口发展功能区研究 (全两册). 北京: 世界知识出版社, 2005. [Department of development planning and information of national population and family planning commission. *Research on functional zone of population development*. Beijing: World Affairs Press, 2005.]
- [32] De Boor C. A practical guide to splines. Berlin: Springer, 2001.
- [33] 游珍, 王露, 封志明, 等. 珠三角地区人口分布时空格局及其变化特征. *热带地理*, 2013, 33(2): 156-163. [You Zhen, Wang Lu, Feng Zhiming et al. Spatio-temporal pattern and variation characteristics of population distribution at county level in the Pearl River Delta. *Tropical Geography*, 2013, 33(2): 156-163.]
- [34] 国务院. 全国主体功能区规划 (2011). http://www.gov.cn/zwgk/2011-06/08/content_1879180.htm, 2012-05-06. [The State Council. The planning of national main functional area(2011). http://www.gov.cn/zwgk/2011-06/08/content_1879180.htm, 2012-05-06.]
- [35] 刘睿文, 封志明, 杨艳昭, 等. 基于人口集聚度的中国人口集疏格局. *地理科学进展*, 2010, 29(10): 1171-1177. [Liu Ruiwen, Feng Zhiming, Yang Yanzhao, et al. Research on the spatial pattern of population agglomeration and dispersion in China. *Progress in Geography*, 2010, 29(10): 1171-1177.]
- [36] 李雨婷, 丁四保, 王荣成. 地理成本与人口空间分布格局研究. *中国人口·资源与环境*, 2009, 19(5): 82-87. [Li Yuting, Ding Sibao, Wang Rongcheng. Geographical cost and the population distribution pattern. *China Population, Resources and Environment*, 2009, 19(5): 82-87.]

Prediction of China's population in 2020 and 2030 on county scale

WANG Lu^{1,2}, YANG Yanzhao¹, FENG Zhiming¹, YOU Zhen¹

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, CAS, Beijing 100101, China;

2. University of Chinese Academy of Sciences, Beijing 100049, China)

Abstract: China is a vast country with a large population. The population distribution of China may have significant regional differences in future due to many influencing factors, such as natural conditions, resources status and economic development conditions. Based on census data of China in 1982, 1990, 2000 and 2010, we predicted the population for each county of China in 2020 and 2030 by using Logistic model. Then we analyzed the spatial pattern of population distribution, the changes of population size in different regions, and the variation of population agglomeration degree of the urban agglomerations in future. The results showed that (1) China's overall population distribution pattern in 2020 and 2030 would be coincident with the pattern in the 1930s. The proportion of population in the southeast part would decrease by 0.1%-0.3%, respectively, while that in the northwest part would increase by 0.1%-0.3% in 2020 and 2030, respectively, (2) In 2020, the population of most counties (1641 from 2253 counties, 69.7%) would increase. However, only the population of 598 counties would increase in 2030. In contrast, the population of more than 60% of the counties would decrease in 2030. (3) The total population of the 21 urban agglomeration regions would decline from 781million in 2010 to 868 million in 2020, then down to 917 million in 2030. Accordingly, the concentration degree of population of the urban agglomerations would increase from 1.99 in 2010 to 2.17 in 2020, then up to 2.33 in 2030. So the trends of population agglomeration in urban agglomerations of China would become more and more obvious as time goes on.

Key words: Logistic curve; population distribution; spatial pattern; China