

王艳君¹ 景丞² 姜彤¹ 翟建青³ 冯志强⁴ 杨陈心怡¹ 张冉¹ 苏布达^{2,3}

2015—2050 年中国分省城乡人口变化及其影响因素研究

摘要

社会经济发展道路的选择影响城乡发展模式,带来城市和农村人口新的分布格局。本文基于 IPCC 共享社会经济路径(SSPs)框架,采用第六次中国人口普查数据,综合考虑中国人口政策和迁移规律,对人口-发展-环境分析模型(PDE)中的生育率、死亡率和迁移率参数进行本地化处理,开展 5 种 SSPs 路径下的中国及分省(区、市)城乡人口预估研究,并分析其变化的主要影响因素。结果表明:1) 5 种 SSPs 路径下中国城市人口均有所增加,2015—2050 年增长 3.4(2.2~3.7)亿人;农村人口持续降低,减少约 3.0(1.1~4.0)亿人;到 2050 年中国城市化率将达到 79%(67%~86%)。2) 未来中国大部分省份城市人口都将较 2015 年有所增加,西部省份的增长速度高于东部省份;所有省份农村人口都将明显减少,东部地区农村人口减少幅度高于西部地区。相比 2015 年,2050 年西藏、新疆等地城市人口最多可增加两倍以上;大部分省(区、市)农村人口可减少 60%以上。3) 未来大部分路径下自然变动对城市和农村人口均由正的影响逐渐变为负影响;机械变动对城市人口影响为正,对农村人口影响为负,影响程度逐渐减小。人口自然变动在东西部省份的差异是导致东西部城乡人口不同变化的主要因素。

关键词

城乡人口;预估;共享社会经济路径(SSPs);中国

中图分类号 C924.2

文献标志码 A

收稿日期 2020-05-20

资助项目 国家重点研发计划项目(2017YFA0603701);中国气象局气候变化专项(CCSF201924)

作者简介

王艳君,女,博士,副教授,主要从事气候变化影响与人口地理研究.yjwang78@163.com

苏布达(通信作者),女,博士,研究员,主要从事气候变化影响研究.subd@ema.gov.cn

1 南京信息工程大学 灾害风险管理研究院/地理科学学院,南京,210044

2 中国科学院新疆生态与地理研究所荒漠与绿洲生态国家重点实验室,乌鲁木齐,830011

3 中国气象局国家气候中心,北京,100081

4 爱丁堡大学 地球科学学院,爱丁堡,EH8 9XP

0 引言

人口问题是影响人类社会当前和未来生存发展的重大战略问题,关乎国计民生^[1]。近百年来,随着城市化进程的快速推进和人口的持续增长,人类活动导致的温室气体浓度增加对气候系统产生显著影响,使全球环境面临巨大挑战^[2]。而气候变化也对人类生活生产、社会经济发展和国际安全形势产生着重大影响^[3]。中国作为世界人口大国,在聚焦经济发展的同时,也需要密切关注人口发展态势。第五次和第六次人口普查数据显示,十年间,中国城镇人口比重上升约 13 个百分点,2011 年,城镇人口首次超过农村人口。综合考虑各种社会经济发展路径对人口的影响,有利于国家和地区制定各项有效减缓和适应气候变化的措施与政策,对于合理制定城乡发展规划,促进城市化平稳健康发展具有重大理论和实际意义^[4-6]。

国外对人口的预估研究起步较早,理论体系较为成熟,提出了 Malthus、Logistic、Leslie 等著名的人口预测模型。早在 17 世纪末,英国的社会学家 King 就通过简单的数学模型对英国的人口结构进行了预估,为后续的人口学研究奠定了一定的基础。队列要素法最早应用于全球尺度下的人口预估研究,它按照人口自身的变化规律来分析人口发展趋势^[7]。20 世纪中叶起,联合国和世界银行等机构定期开展全球人口和城市化率的预估。研究表明,2050 年全球人口将达 98 亿,2100 年将达 112 亿^[8]。预计,居住在城市地区的人口比例将在 2050 之前达到 66%^[9]。上述大部分人口预估研究未考虑或仅考虑简单的社会经济情景,较少关注气候变化与社会经济发展的关系。

全球气候变暖的背景下,社会经济发展情景已经广泛应用于全球和国家尺度的人口预估,成为当前气候变化研究领域的热点之一。科学地设定社会经济发展情景是研究气候变化的基础,也是开展气候变化影响评估的重要环节。IPCC 于 2010 年推出了新的社会经济情景——共享社会经济路径(SSPs)以评估气候变化与社会经济的相互影响,更好地满足了气候变化影响、风险、适应与减缓闭环研究的需要^[10-13]。SSPs 描述没有额外政策对辐射强迫或适应能力产生影响的情况下,未来社会的不同发展模式,并反映不同的发展道路时,未来世界所面临的气候变化适应与减缓挑战^[14]。目前已经发布 5 种典型 SSPs 路径,分别为 SSP1(可持续路径)、SSP2(中间路径)、SSP3(区域竞争路径)、SSP4(不均衡路径)和 SSP5(化石燃料为主路径)。5 种路

径组成的 SSPs 情景框架覆盖未来所有的发展可能,对全球不同的国家和地区都能够适用^[15].

SSPs 在人口、经济、资源、环境、技术进步等相关领域的预估研究中已得到广泛应用^[16-19]. 国际应用系统分析研究所 (IIASA) 和美国国家大气研究中心 (NCAR) 对包括中国在内的近 200 个国家和地区分别开展了不同 SSPs 路径下的人口和城市化率的预估,并发布了预估结果,但研究局限于国家尺度^[20-21]. 在此基础上,一些学者开展了 SSPs 路径下中国以及省域尺度的人口^[5-6,22] 和经济^[23-25] 预估研究. 这些研究进一步探讨了 SSPs 在中国社会经济预估中的适用性,制定了本地化的参数方案,并分析 5 种 SSPs 路径下中国人口、GDP 等要素的发展特征,但相关研究尚未涉及中国分城乡的人口预估. 而当前对 SSPs 路径下中国城市化率的研究多采用数学模型,基于历史时期的城市化数据预估未来,未考虑城市人口和农村人口自身特征^[26]. 本文根据中国各省历史时期的城乡人口的生育率、死亡率和迁移率等特征,基于 SSPs 路径框架,分别制定未来不同路径下的城市和农村人口的本地化参数方案,在考虑农村人口和城市人口各自发展特征的基础上,预估未来不同 SSPs 路径下的中国大陆 31 个省(区、市)的城市和农村人口变化,并分析不同 SSPs 路径下人口自然变动和机械变动对城乡人口变化的影响,以期为实现城乡可持续发展提供科学依据.

1 数据与方法

1.1 数据来源

中国和分省的城乡人口预估所需初始数据来源于 2010 年的中国第六次人口普查. 文中选取了普查短表中除港澳台以外的 31 个省(区、市)分年龄、性别和城乡的人口数据,以及普查长表中的迁移人口和育龄妇女总和生育率数据. 本文中的城市人口指居住地为城市和镇的人口,农村人口是居住地在乡村的人口. 城市、镇和乡村的划分依据第六次人口普查中的标准.

1.2 研究方法

1.2.1 SSPs 情景设定

城乡人口预估基于 SSPs 情景框架,每种路径下有其特有的人口和经济发展模式. IPCC 情景组按低生育率、高生育率和 OECD 国家分类,对全球各国在 SSPs 路径下的未来生育率、死亡率和迁移率设定了低、中、高 3 种发展水平^[27]. 中国属于低生育率国家

(总和生育率 ≤ 2.9),根据 SSPs 的情景描述和已有研究,设定人口预估参数如表 1 所示^[5-6]. 其中,SSP1 描述一个全球化、科技快速发展的未来,未来中国居民生育观念的改变和医疗水平的提升使人口生育率和死亡率都较低,经济发展快,收入的日趋平等使得农村和经济水平落后的省份保持快速的发展,省间和城乡人口流动处于中等水平. SSP2 设定未来维持当前发展规律,所有省份人口、经济和城乡迁移都维持中等速度. SSP3 是相对不发达的路径,科技和全球化水平都很低,人口生育率和死亡率相对较高,滞缓的发展状态和不科学的城市规划阻碍人口的流动,迁移率处于较低的水平. SSP4 是不均衡的发展路径,经济水平高的省份取得快速的发展,低收入省份则发展缓慢,这一路径下死亡率处于中等水平,生育率较低,并导致了低速的人口增长限制人口的流动,迁移率为中等水平. SSP5 是以经济发展为主的路径,这一路径下表现出高度的资本化和全球化,生育率和死亡率与 SSP1 相似,但人口大量向城市聚集,表现出高的迁移率^[15].

表 1 共享社会经济路径下中国大陆人口预估参数设定
Table 1 Assumptions on the parameters for projection of Chinese mainland's population under SSPs

路径	人口参数		
	生育率	死亡率	迁移率
SSP1	低	低	中
SSP2	中	中	中
SSP3	高	高	低
SSP4	低	中	中
SSP5	低	低	高

1.2.2 人口预估模型

本文采用人口-发展-环境分析模型 (PDE), 根据城市、农村不同年龄和性别的起始期 (2010 年) 人口总数、生育率、死亡率以及迁移水平, 预估城乡人口数量. PDE 模型是多状态生命表和队列构成预测法的一个扩展, 被广泛应用于国内外人口预估研究^[28-30].

PDE 人口预估模型为

$$P(s, i, t) = P(s, i - 1, t - 1) - D(s, i - 1, t - 1) + V(s, i - 1, t - 1),$$

其中, s 为性别, i 为年龄, t 为年份; $P(s, i, t)$ 表示分年龄、性别的人口数; $D(s, i, t)$ 表示分年龄、性别的死亡人口; $V(s, i, t)$ 表示分年龄、性别的迁移人口.

采用 PDE 模型预估城乡人口和城市化水平, 需

要考虑两部分因素:城市、农村的人口自然增长过程和农村、城市之间的迁移过程^[31]。

1.2.3 模型参数率定

根据中国国情,对不同路径下的人口参数进行了本地化设定:

1) 生育率

第六次人口普查数据显示,中国总和生育率为1.18。但大量研究显示,普查数据中的总和生育率存在漏报和统计误差,当前研究普遍认为中国2010年实际总和生育率在1.45~1.6之间^[32-33]。依据中国总和生育率1.6,以及普查表中城市和农村总和生育率的差异,本文推算出2010年中国城市地区总和生育率为1.24,农村地区总和生育率为2.01。

研究认为普遍二孩政策以后,未来中国城市和农村总和生育率将较当前分别提升35%和7%,本文以此作为中等方案的生育率参数^[22]。低等和高等方案根据SSPs全球框架设计^[34-35],设定2030年总和生育率相较于中等假设分别低/高20%,2050年分别低/高25%(表2)。各省的总和生育率根据2010年与全国值的比值进行相应折算。另外,根据2010年人口普查表中各省的城镇与农村总和生育率的关系作为初始输入,计算了分省城乡低、中、高水平的总和生育率。

表2 中国分城乡总和生育率设定

Table 2 Urban and rural total fertility rate at different levels in mainland China

年份	低方案		中方案		高方案	
	城市	农村	城市	农村	城市	农村
2010	1.24	2.01	1.24	2.01	1.24	2.01
2020	1.51	1.94	1.67	2.15	1.84	2.37
2030	1.34	1.72	1.67	2.15	2.01	2.58
2040	1.30	1.67	1.67	2.15	2.05	2.63
2050	1.26	1.61	1.67	2.15	2.09	2.69

2) 死亡率

根据中国第六次人口普查中的分年龄段死亡率计算分省城乡人口的预期寿命。死亡率的中等假设方案基于IIASA专家组评估的结果设定^[36-37],2050年前居民平均预期寿命每10年增加2岁,2050年后每10年增加1岁;死亡率低/高等假设下,人均预期寿命分别相对于中等方案每10年高/低1岁^[5]。

3) 迁移率

人口迁移是城乡人口预估中的核心问题^[38]。随着经济的增长和社会的进步,区域间发展差距缩小,

人口省际和城乡迁移降低,未来城—城迁移和城市内部迁移将占主导^[39-40]。中国净迁移人口的计算采用人口普查长表中“按现住地、户口登记地类型分”的统计数据,同时,通过人口增长总量减去自然增长数获得的机械增长量,以此对各省城乡净迁移进行再估计,作为模型迁移率的初始值。综合相关文献资料^[41]和中国国情,设定中等方案为2030年前净迁移人口在初始人口基础上每5年减少20%,此后迁移规模继续降低,并逐渐收敛于0。低/高等假设下,迁移人口分别相对于中等假设低/高50%^[42]。

2 研究结果

2.1 城乡人口现状

2015年,中国城市人口总数为7.7亿人,农村人口5.9亿人,城市化率(城市人口占总人口的比例)约56%。其中,城市化率最高的省份为上海,达到90%,最低的是西藏,城市化率仅为31%。城市人口较多的省份主要为东部和东南沿海地区的经济大省,其中,广东、山东、江苏的城市人口数居于前三位,分别达到0.8亿、0.54亿和0.53亿人,占中国城市人口总数的24%。农村人口较多的省份主要为华中地区和西南地区的人口大省,前三位为河南(0.52亿人)、山东(0.43亿人)和四川(0.42亿人),占中国农村人口总数的23%(图1)。

人口变化主要受生育率、死亡率、迁移率等要素影响,不同省(区、市)间迁移率和生育率的差异明显。2010—2015年,中国各省(区、市)城市人口以迁入为主,呈现出东南高、西北低的分布特征。广东省城市净迁移人数最高,达到610万人/年,其次为山东和河南,每年分别为420万和410万人,大部分省份(20个)每年有超过100万的城市人口迁入,位于东北和西南的黑龙江、吉林、西藏、青海等省份城市迁入人口则较少,均不足50万人/年。中国各省农村人口普遍以迁出为主,人口迁出主要集中在华中和华北的人口大省,其中河南省每年迁出约720万农村人口位居第一,其次为河北,迁出达到510万人/年。位于东北、和西部的省份由于人口总量少,相应的农村迁出人口也较少,普遍少于200万人/年,而北京和上海的农村人口迁入和迁出则基本持平(图2a,2b)。

城乡生育率决定城乡人口的自然增长,反映各省生育相关的政策力度和生育观念。中国城市生育率普遍低于农村,2010—2015年城市总和生育率平

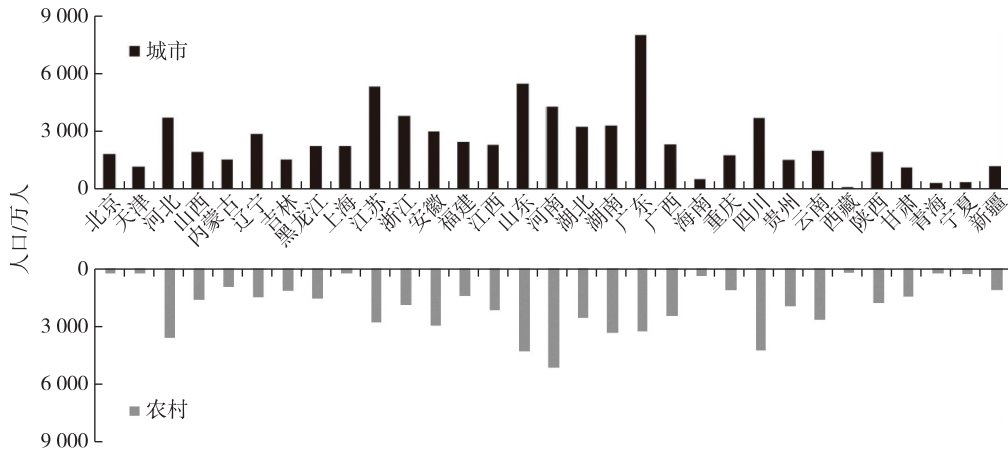


图1 2015年中国分省城乡人口

Fig.1 Provincial urban and rural population in mainland China at 2015

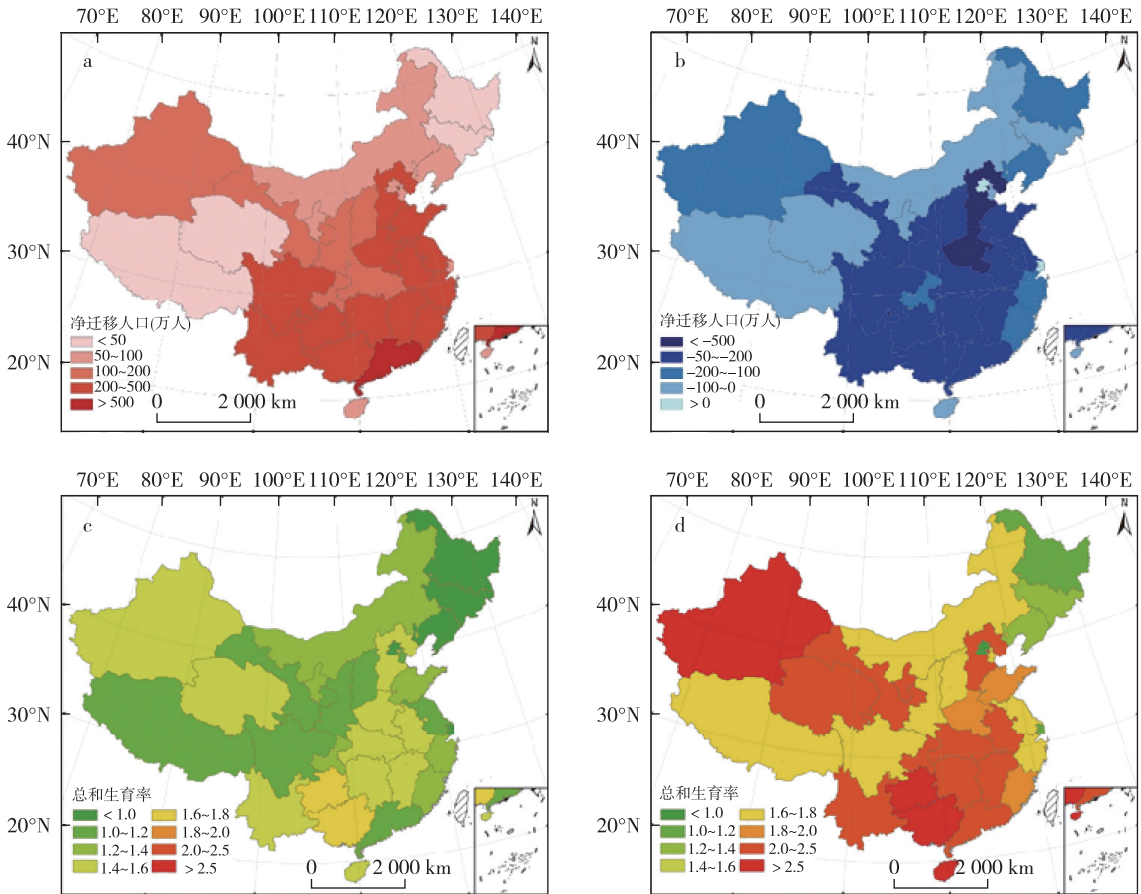


图2 2010—2015年中国分省城乡净迁移人口和总和生育率分布

(a,城市净迁移;b,农村净迁移;c,城市总和生育率;d,农村总和生育率)

Fig.2 Distribution of provincial net urban/rural migration and total fertility rate in mainland China during 2010-2015

(a, net urban migration; b, net rural migration; c, urban total fertility rate; d, rural total fertility rate)

均为 1.24,各省之间差异不明显.位于东北地区的辽宁、吉林、黑龙江三省总和生育率最低,分别为 0.79、0.80 和 0.85,北京、上海两市也低于 1,西南地区的

广西、贵州以及华南的海南等省份的城市人口总和生育率较高,分别达到 1.77、1.72 和 1.59,其他各省则多在 1 到 1.6 之间.中国农村人口总和生育率平均

为 2.01,各省之间的差异明显.西南、华南和西北的省份农村人口生育率较高,东北则较低.总和生育率最高的省份仍是广西、贵州和海南,分别为 3.01、2.84 和 2.54,而北京(1.01)、上海(1.13)和黑龙江(1.18)3个省(区、市)则均不足 1.2(图 2c,2d).

2.2 未来城乡人口变化

未来中国城市人口将呈增加态势(图 3).维持当前发展趋势的 SSP2 路径下 2015—2050 年中国城市人口增加约 3.4 亿人,其他 4 种路径下增加 2.2 亿~3.7 亿人,到 2030 年将达到 9.2 亿~10.3 亿人,2050 年将达到 9.9 亿~11.4 亿人.其中,以经济发展为导向的 SSP5 路径下城市人口增加最快,其次是维持当前发展趋势的 SSP2 路径;SSP1 和 SSP4 路径初期人口增长趋势相似,2035 年之后差距逐渐拉开,SSP1 路径下城市人口将持续高于 SSP4 路径;SSP3 路径是发展程度最低的一种路径,在这一路径下中国城市人口增长速度也最为缓慢.

中国农村人口与城市人口呈现完全相反的变化趋势(图 3),5 种 SSPs 路径下农村人口均呈减少的趋势,到 2030 年中国农村人口总数为 3.6 亿~5.3 亿人,到 2050 年约为 1.9 亿~4.9 亿人.其中,SSP3 路径下生育率较高而迁移率偏低,农村人口下降速度最慢,2015—2050 年减少约 1.1 亿人;SSP1、SSP2 和 SSP4 路径下农村人口变化较为相似,减少 3.0 亿~3.3 亿人;SSP5 路径下由于生育率低,同时大量人口向城市迁移,农村人口下降速度最快,2050 年较 2020 年农村人口减少 65%以上(4.0 亿人).

农村人口大量减少的同时,城市人口的增加,使得 SSP5 路径下中国城市化率将由 2015 年的 56%提高至 2050 年的 86%;SSP1、SSP2 和 SSP4 路径下略低于 SSP5,约为 80%;SSP3 路径下城市人口的增长速度和农村人口的减少速度都是最慢的,城市化发

展速度也最为缓慢,到 2050 年约为 67%.

省域尺度上,2015—2050 年中国大部分省份城市人口都在持续增加,仅黑龙江、吉林、辽宁 3 个省份分别在 2025、2030 和 2030 年左右达到峰值后开始减少;农村人口则在所有省份都呈现持续减少的趋势.

SSPs 各路径间城市人口变化的空间分布没有显著差异.在西部和西南地区的新疆、西藏、贵州等省区,除了发展速度缓慢的 SSP3 路径以外,其他路径下城市人口都将增长 1 倍以上;在中部和东部的大部分地区,城市人口将增长 20%~50%;仅在东北地区的黑龙江、吉林、辽宁 3 省,由于过低的生育率和较少的人口迁入,使得 5 种 SSPs 路径下城市人口都有一定程度的减少.总体来说,西部省份的城市人口增长速度高于东部省份(图 4).

各省(区、市)农村人口变化在 SSPs 路径间差异显著.SSP5 路径下经济发展迅速,农村人口急剧减少,中国除西藏以外,其他省份都将减少 60%以上;SSP1 和 SSP4 路径下,农村人口也有较大幅度的减少,新疆和西藏减少约 40%~50%,其他省份均减少 50%以上;SSP2 路径下人口的生育率、死亡率和迁移率都处于中等水平,西部和西南地区农村人口减少 30%~50%,其他大部分省份减少 50%~60%;SSP3 路径下发展缓慢,农村人口的变化幅度也较小,在西部、西南、华南的大部分省份农村人口减少不到 30%,其他省份约减少 30%~40%.总体来看,未来东部地区农村人口大量减少,西部地区农村人口减少较为缓慢(图 4).

2.3 城乡人口变化影响因素

2015—2050 年不同 SSP 路径下中国城乡人口自然变动和机械变动对总人口的贡献如图 5 所示.2015 年,人口自然变动和机械变动都使得中国城市

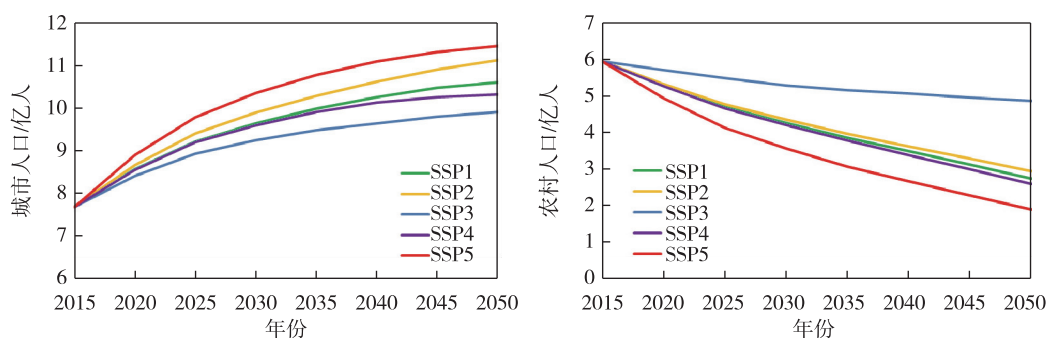


图 3 2015—2050 年 SSPs 路径下中国城(左)乡(右)人口

Fig. 3 Urban and rural population in mainland China projected from 2015 to 2050 under SSPs

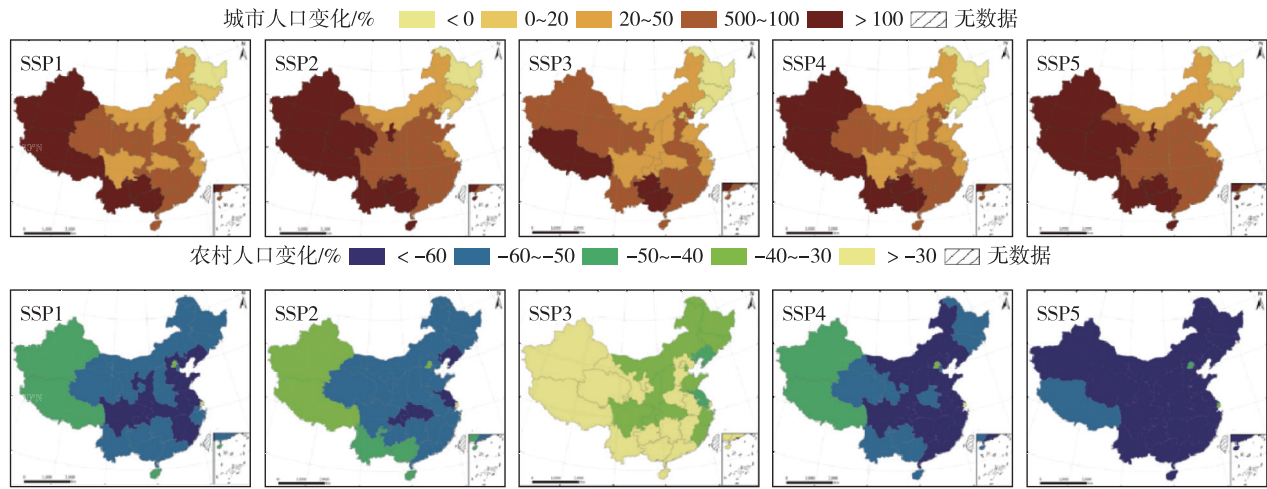


图4 SSPs 路径下 2050 年较 2015 年中国分省城(上)乡(下)人口变化

Fig. 4 Changes of mainland China's urban and rural population compared 2050 to 2015 under SSPs

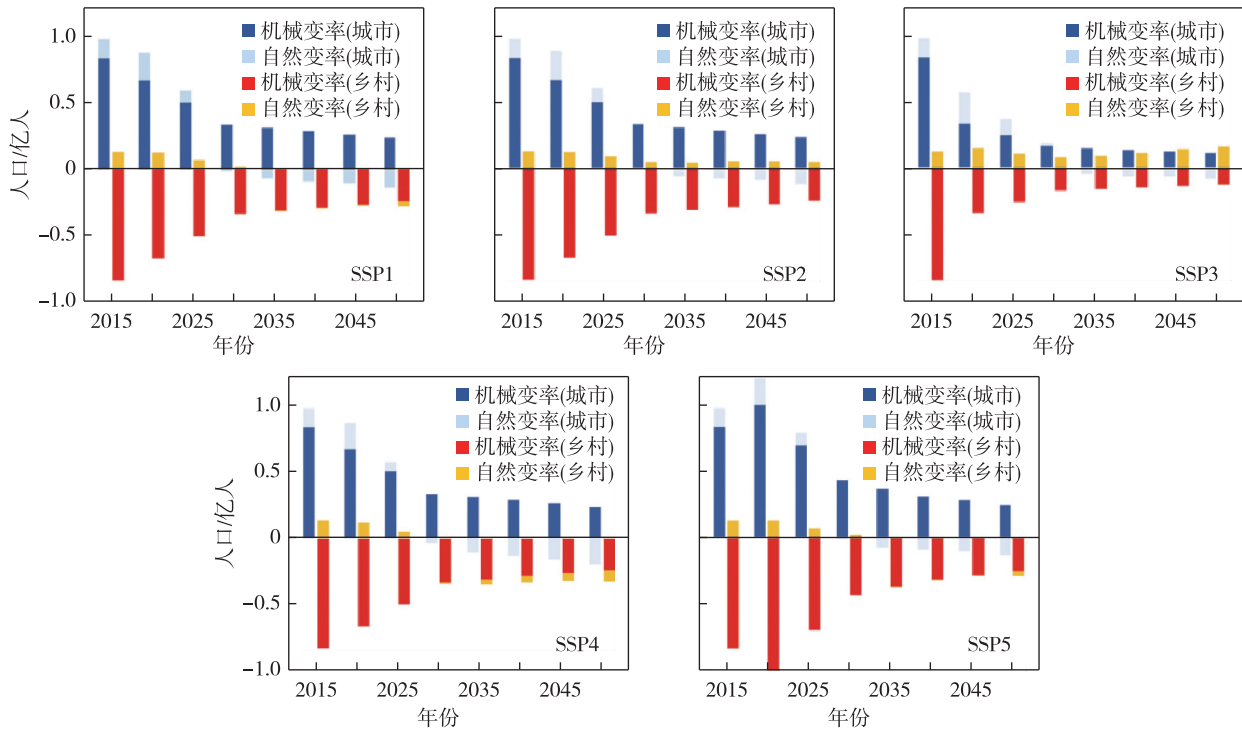


图5 2015—2050年不同 SSP 路径下自然变动和机械变动对中国城乡人口变化的贡献

Fig. 5 Contribution of natural and mechanical growths to urban/rural population changes in mainland China under SSPs from 2015 to 2050

人口增长,增长量约 0.98 亿人,其中自然变动带来 0.15 亿的人口增长,机械变动增长 0.83 亿人.对于农村人口,自然变动和机械变动共同作用使人口减少 0.7 亿,其中自然变动带来约 0.13 亿的人口增长,而机械变动表现为人口向城市的迁移,造成 0.83 亿的人口减少.未来 5 种路径下城乡人口的变动均以机械变动为主,但无论城市还是农村,机械变动对

人口变化带来的影响都将逐渐减小,而自然变动的影响则先减少后有一定程度的增加.

各路径下人口自然变动和机械变动对城市人口增长的贡献在 2030 年前均以正向为主,之后自然变动逐渐对城市人口的增长产生负效应.其中,SSP1 路径下生育率和死亡率较低,使得自然变动也处于较低的水平,自然变动在 2030 年开始变为负增长;同时

迁移率处于中等水平,机械变动保持缓慢的减少趋势,到2050年自然变动和机械变动带来的人口变化分别为-0.14亿和0.24亿人.SSP2路径处于中等水平,自然变动在2035年开始变为负增长,机械变动带来的人口增长则缓慢减少,到2050年两种变动带来的人口变化分别为-0.11亿和0.24亿人.SSP3为城市化发展最缓慢的路径,由于生育率较高,自然变动带来的人口减少略低于其他路径,机械变动带来的人口增长也较其他路径偏低,到2050年分别为-0.08亿和0.12亿人.SSP4与SSP1未来变化相似,但人口自然变动带来更多的人口减少,到2050年约为-0.2亿人,而机械变动可带来0.24亿的人口增长.SSP5路径下由于较高的城乡迁移率影响,城市人口增长最快,到2050年自然变动带来0.13亿的人口减少,机械变动带来0.25亿的人口增长.

中国绝大部分人口流动均为城乡人口间的迁移,农村由于机械变动带来的人口变化与城市相反.从自然变动角度来说,SSP1、SSP4和SSP5路径下生育率较低,农村人口的自然变动均由最初的正增长逐渐变为负增长,到2050年自然变动带来的人口变化分别为-0.04亿、-0.09亿和-0.08亿人,自然变动和机械变动均使人口减少.SSP2路径下生育率略高,农村人口的自然变动虽然缓慢减少,但仍为正值,到2050年每年能够带来0.05亿人的增长,不过不足以抵消机械变动带来的农村人口的减少.SSP3路径生育率最高,农村人口的自然变动先减少后逐渐增加,同时由于机械变动带来的人口迁出量的减少,到2050年自然变动带来的人口增长(0.16亿人)将高于机械变动带来的人口减少(-0.12亿人).总体来说,大部分路径下自然变动对城市和农村人口

的影响均最初是正值,后逐渐为负,仅在SSP2和SSP3路径下自然变动始终对农村人口带来正的增长;各路径下机械变动带来的城乡人口变化逐渐减少,但保持城市人口为正值,农村人口为负值.

图4的分省城乡人口变化分布显示未来中国城乡人口的变化在东西部有较为明显的差异,西部地区城市人口增长快于东部地区,农村人口减少慢于东部地区.图6给出了2050年东西部地区自然变动和机械变动带来的人口变化占总人口数的比重,以分析东西部人口变化差异的主要影响因素.西部地区选取包括内蒙古、广西、重庆、四川、贵州、云南、西藏、陕西、甘肃、青海、宁夏、新疆共12个省(区、市),其余省份属于东部地区.

未来中国东西部地区城市人口都在增加,不同SSPs路径下自然变动和机械变动共同作用带来东部地区0.9%~2.1%的人口增长,西部约为2.1%~3.4%,机械变动带来的变化幅度高于自然变动.各路径下机械变动带来的人口变化比重在东西部地区差异较小,均在1%~3%之间,但自然变动差异较大.对于东部地区,大部分路径下自然变动带来的城市人口小幅增长,在生育率低的SSP4和SSP5路径下甚至带来了人口的减少.而西部地区则有所不同,在各个路径下自然变动均带来了人口增长,且增长的比重均高于东部,尤其是SSP3路径,自然变动能够带来1.6%的人口增长.

对于农村人口,未来中国东西部地区均呈减少趋势.自然变动和机械变动共同作用带来东部地区2.1%~12.6%的人口减少,西部地区人口减小幅度低于东部,SSP5路径减少幅度最大约11.2%,而SSP3路径下两种变动的共同影响使人口增加

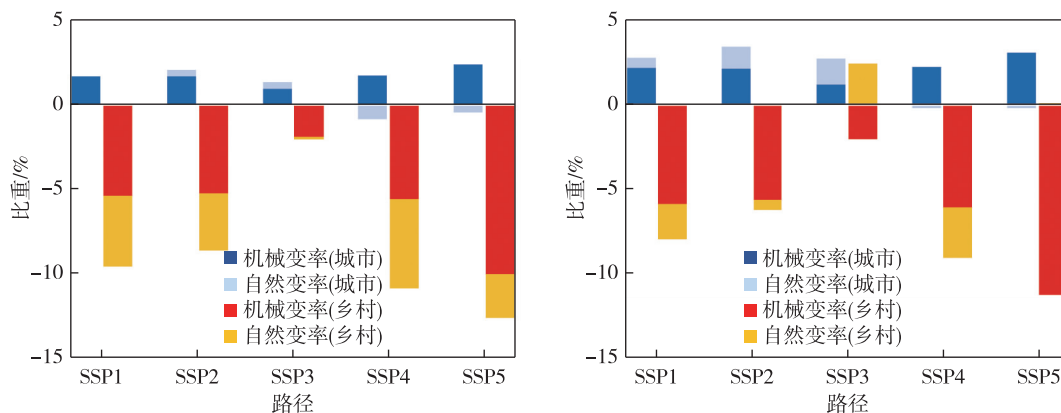


图6 2050年东(左)西(右)部省份自然变动和机械变动带来的人口变化占总人口的比重

Fig. 6 Proportion of population changes caused by natural and mechanical changes in the total population of China's east and west provinces at 2050

0.4%。机械变动在东部和西部地区带来的影响依然比较相似,均带来2%~10%的人口减少。自然变动在东西部地区差异明显。在东部地区,各路径下自然变动均带来人口的减少,尤其在SSP1、SSP2和SSP4路径下,减少幅度均在5%左右,与机械变动带来的影响相接近。在西部地区,自然变动带来的人口减少幅度远小于机械变动,各路径下均小于3%,尤其在SSP3路径下,较高的生育率使得出生人口大幅增加,自然变动带来2.4%的人口增长,甚至抵消了机械变动带来的人口减少,整体上使得人口呈现略微增长。总体来看,在东西部地区,机械变动带来的影响较为相似,自然变动是使得人口变化呈现差异的主要因素。

3 结论与讨论

本文以第六次中国人口普查数据为基础,考虑生育政策和人口迁移规律的影响,基于共享社会经济路径框架,设定生育率、死亡率和迁移率等人口参数,开展2050年前5种SSPs路径下中国大陆31个省(区、市)的城乡人口预估,并分析各路径下自然变动和机械变动对城乡人口变化的影响。主要结论如下:

1)2015年,中国大陆的城市人口为7.7亿,农村人口为5.9亿。SSPs路径下未来中国城市人口都有所增加,2015—2050年维持当前发展趋势的SSP2路径下增长约3.4亿人,其他4路径下增长2.2亿(SSP3)~3.7亿(SSP5)人;农村人口变化与城市相反,5种路径下均有所减少,到2050年SSP2路径下减少3.0亿人,其他路径下减少约1.1亿(SSP3)~4.0亿(SSP5)人;2050年,SSP2路径下中国城市化率将达到79%,其他路径下能够达到67%(SSP3)~86%(SSP5)。

2)SSPs路径间城市人口变化的空间分布没有显著差异。除东北地区,全国大部分省份城市人口都将较2015年有所增加,增加幅度在0~210%,西部省份的城市人口增长速度高于东部省份。所有省份农村人口未来都将较2015年有所减少,发展缓慢的SSP3路径下变化幅度最小,约-45%~0;以经济发展为主的SSP5路径变化幅度最大,约-82%~32%,其余路径介于两者之间,空间上东部地区农村人口大量减少,西部地区农村人口减少则较为缓慢。

3)中国城乡人口的变化受自然变动和机械变动共同影响。当前人口自然变动和机械变动共同作用

使得中国城市人口增长,每年约0.98亿人,两者的贡献分别为0.15亿和0.83亿人。自然变动和机械变动总体上使得农村人口减少0.7亿,其中自然变动带来约0.13亿的人口增长,机械变动使得人口由农村向城市流动,带来0.83亿的人口减少。未来大部分路径下自然变动对城乡人口的影响均由正值变为负值;机械变动保持对城市人口的正影响,对农村人口的负影响,但绝对值逐渐减少。东西部省份城乡人口机械变动对人口变化的贡献相当,但自然变动贡献差异较大,成为东西部省份城乡人口变化特征不同的主要原因。

不同SSPs路径下城乡人口变化特征各异,对社会经济发展产生不同的影响。在面临高减缓和适应挑战的SSP3路径下,中国及各省的城市化水平较低,经济发展落后,城市地区缺乏吸引力,农村向城市迁移的人口规模有限。尤其对于经济发展水平较低的省份,其生育率原本就高,在此路径下会将生育率放大,使得新生儿人口急速增加,教育与就业问题凸显,同时迁移水平较低,造成当地的农村人口激增,抑制城市化的发展,会进一步增大城乡差异。在以传统化石燃料为主发展的SSP5路径下,各省城市化发展迅速,由于经济的高速增长和技术的快速变革,会吸引大量劳动力迁入发展较快的城市,弥补因生育率低而导致的劳动力数量的不足。但在该路径下,随着工业化和城市化的发展,温室气体大量排放,环境质量下降、资源短缺、住房紧张、交通拥挤等城市问题日益严峻,发展较落后的地区可能会面临劳动力不足的困境。SSP4路径下,国内高度不均衡发展,贫困群体易受到城市化进程带来的不利影响。SSP1路径下的城市化发展处于较高水平,但与SSP5不同的是,该路径下有着更高的发展效率,城市发展也更为健康^[14]。

联合国《世界城镇化展望报告》显示,2050年中国城市化率将超过75%^[9],这个水平与本研究SSP2路径下的城市化率基本一致。乔文怡等^[43]对不同情景下中国城市化进行模拟,预估中国城市化率在2035年达到71%~73%,2050年达到76%~79%,均在本研究预估的低城市化水平SSP3和高城市化水平SSP5路径下的城市化率之间,本文预估结果在合理范围内。

本文计算中国大陆分省的城乡人口变化,由于预估参数的不同和预估时的系统误差,与以全国为单一单元计算的结果相比存在一定偏差。分省加和

的结果在 SSP1、SSP4 和 SSP5 路径下略微偏高,在 SSP2 和 SSP3 路径下略微偏小,两者整体趋势保持一致,各路径下逐年误差均不超过 2%。笔者认为这一误差在合理范围之内,并根据以全国为单一单元计算的值为最终结果,按比例校正相应的分省值。本文预估的不同共享社会经济路径下中国及分省的城乡人口和城市化率,存在一定的不确定性:随着社会经济的发展,城乡差距将进一步缩小,本研究根据人口预估结果修正该路径下的城市化率,缺乏对其他因素的考虑,尚存在不确定性。此外影响未来人口和城市化发展的因素众多,目前只涉及 3 个基本要素——生育率、死亡率和迁移率的影响,参数设置有一定的主观性,在后续的研究中,可以考虑加入其他因素如教育水平对人口变化的影响,不断完善 SSPs 城乡人口预估。

参考文献

References

- [1] 秦大河,张坤民,牛文元.中国人口资源环境与可持续发展[M].北京:新华出版社,2002
QIN Dahe, ZHANG Kunmin, NIU Wenyuan. Population, resources, environment and sustainable development in China[M]. Beijing: Xinhua Publishing House, 2002
- [2] IPCC. Climate change 2013: the physical science basis [M]. Cambridge: Cambridge University Press, 2013
- [3] 封珊,徐长乐.全球气候变化及其对人类社会经济影响研究综述[J].中国人口·资源与环境,2014,24(增刊2):6-10
FENG Shan, XU Changle. Summary of development of global climate change and its effects on social economy [J]. China Population, Resources and Environment, 2014, 24(sup2): 6-10
- [4] 曹丽格,方玉,姜彤,等. IPCC 影响评估中的社会经济新情景(SSPs)进展[J].气候变化研究进展,2012,8(1):74-78
CAO Lige, FANG Yu, JIANG Tong, et al. Advances in shared socio-economic pathways for climate change research and assessment [J]. Progressus Inquisitiones de Mutatione Climatis, 2012, 8(1): 74-78
- [5] 姜彤,赵晶,景丞,等. IPCC 共享社会经济路径下中国和分省人口变化预估[J].气候变化研究进展,2017,13(2):128-137
JIANG Tong, ZHAO Jing, JING Cheng, et al. National and provincial population projected to 2100 under the shared socioeconomic pathways in China [J]. Climate Change Research, 2017, 13(2): 128-137
- [6] 王艳君,景丞,曹丽格,等.全球升温控制在 1.5 °C 和 2.0 °C 时中国分省人口格局[J].气候变化研究进展,2017,13(4):327-336
WANG Yanjun, JING Cheng, CAO Lige, et al. The population patterns over China under the 1.5 °C and 2.0 °C warming targets [J]. Climate Change Research, 2017, 13(4): 327-336
- [7] Notestein F W. Population: the long view [J]. Schultz Tw Ed, 1945: 36-69
- [8] United Nations. World population prospects: the 2017 revision, key findings and advance tables [R]. New York: United Nations, 2017
- [9] United Nations. World urbanization prospects: the 2014 revision: highlights [R]. New York: United Nations, 2014
- [10] van Vuuren D P, Edmonds J, Kainuma M, et al. The representative concentration pathways: an overview [J]. Climatic Change, 2011, 109(1/2): 5-31
- [11] van Vuuren D P, Riahi K, Moss R, et al. A proposal for a new scenario framework to support research and assessment in different climate research communities [J]. Global Environmental Change, 2012, 22(1): 21-35
- [12] 张杰,曹丽格,李修仓,等. IPCC AR5 中社会经济新情景(SSPs)研究的最新进展[J].气候变化研究进展,2013,9(3):225-228
ZHANG Jie, CAO Lige, LI Xiucang, et al. Advances in shared socio-economic pathways in IPCC AR5 [J]. Progressus Inquisitiones de Mutatione Climatis, 2013, 9(3): 225-228
- [13] Moss R H, Edmonds J A, Hibbard K A, et al. The next generation of scenarios for climate change research and assessment [J]. Nature, 2010, 463(7282): 747-756
- [14] Riahi K, van Vuuren D P, Kriegler E, et al. The shared socioeconomic pathways and their energy, land use, and greenhouse gas emissions implications: an overview [J]. Global Environmental Change, 2017, 42: 153-168
- [15] O'Neill B C, Kriegler E, Ebi K L, et al. The roads ahead: narratives for shared socioeconomic pathways describing world futures in the 21st century [J]. Global Environmental Change, 2017, 42: 169-180
- [16] Lutz W, KC S. Global human capital: integrating education and population [J]. Science, 2011, 333(6042): 587-592
- [17] Dellink R, Chateau J, Lanzi E, et al. Long-term economic growth projections in the shared socioeconomic pathways [J]. Global Environmental Change, 2017, 42: 200-214
- [18] Fujimori S, Hanasaki N, Masui T. Projections of industrial water withdrawal under shared socioeconomic pathways and climate mitigation scenarios [J]. Sustainability Science, 2017, 12(2): 275-292
- [19] Fujimori S, Kainuma M, Masui T, et al. The effectiveness of energy service demand reduction: a scenario analysis of global climate change mitigation [J]. Energy Policy, 2014, 75: 379-391
- [20] Samir K C, Lutz W. The human core of the shared socioeconomic pathways: population scenarios by age, sex and level of education for all countries to 2100 [J]. Global Environmental Change, 2017, 42: 181-192
- [21] Jiang L W, O'Neill B C. Global urbanization projections for the shared socioeconomic pathways [J]. Global Environmental Change, 2017, 42: 193-199
- [22] Huang J L, Qin D H, Jiang T, et al. Effect of fertility policy changes on the population structure and economy of China: from the perspective of the shared socioeconomic pathways [J]. Earth's Future, 2019, 7(3): 250-265

- [23] 姜彤,赵晶,曹丽格,等.共享社会经济路径下中国及分省经济变化预测[J].气候变化研究进展,2018,14(1):50-58
JIANG Tong, ZHAO Jing, CAO Lige, et al. Projection of national and provincial economy under the shared socioeconomic pathways in China [J]. Climate Change Research, 2018, 14(1): 50-58
- [24] 景丞,苏布达,巢清尘,等.基于共享社会经济路径的“一带一路”沿线国家城市化水平与经济预测研究[J].中国人口·资源与环境,2019,29(1):21-31
JING Cheng, SU Buda, CHAO Qingchen, et al. Projection of urbanization and economy in the ‘Belt and Road’ countries based on the shared socioeconomic pathways [J]. China Population, Resources and Environment, 2019, 29(1): 21-31
- [25] 潘金玉,苏布达,翟建青,等.基于共享社会经济路径的中国经济发展趋势及其影响要素分析[J].气候变化研究进展,2019,15(6):607-616
PAN Jinyu, SU Buda, ZHAI Jianqing, et al. Development of economy and its influencing factors in China under the shared socioeconomic pathways [J]. Climate Change Research, 2019, 15(6): 607-616
- [26] 丁小江,钟方雷,毛锦凰,等.共享社会经济路径下中国各省城市化水平预测[J].气候变化研究进展,2018,14(4):392-401
DING Xiaojiang, ZHONG Fanglei, MAO Jinhuan, et al. Provincial urbanization projected to 2050 under the shared socioeconomic pathways in China [J]. Climate Change Research, 2018, 14(4): 392-401
- [27] Samir K C, Lutz W. Demographic scenarios by age, sex and education corresponding to the SSP narratives [J]. Population & Environment, 2014, 35(3): 243-260
- [28] Rogers A. Introduction to multiregional mathematical demography [M]. New York: John Wiley, 1975
- [29] 孟令国,李超令,胡广.基于PDE模型的中国人口结构预测研究[J].中国人口·资源与环境,2014,24(2):132-141
MENG Lingguo, LI Chaoling, HU Guang. Predictions of China's population structure based on the PDE model [J]. China Population, Resources and Environment, 2014, 24(2): 132-141
- [30] Goujon A, KC S. The past and future of human capital in South-East Asia [J]. Asian Population Studies, 2008, 4(1): 31-56
- [31] 陈功,曹桂英,刘玉博,等.北京市未来人口发展趋势预测:利用多状态模型对未来人口、人力资本和城市化水平的预测分析[J].市场与人口分析,2006,12(4):29-41
CHEN Gong, CAO Guiying, LIU Yubo, et al. The future population of Beijing: a projection on the population, human capital and urbanization using PDE model [J]. Market & Demographic Analysis, 2006, 12(4): 29-41
- [32] 龙晓君,郑健松,李小建,等.“全面二孩”背景下我国省际人口分布时空演变[J].经济地理,2018,38(1):28-35
LONG Xiaojun, ZHENG Jiansong, LI Xiaojian, et al. Provincial-level population spatial distribution evolution on background of “the universal two-child policy” in China [J]. Economic Geography, 2018, 38(1): 28-35
- [33] Zeng Y, Wang Z L. A policy analysis on challenges and opportunities of population/household aging in China [J]. Journal of Population Ageing, 2014, 7(4): 255-281
- [34] Basten S, Sobotka T, Zeman K. Future fertility in low fertility countries [M/OL]. [2020-04-01]. Vienna Institute of Demography Working Papers. Oxford: Oxford University Press, 2014, <http://hdl.handle.net/1885/63431>
- [35] Goujon A, Fuchs R. The future fertility of high fertility countries: a model incorporating expert arguments [R/OL]. [2020-05-14]. IIASA Interim Report, 2013, <http://pure.iiasa.ac.at/10747>
- [36] KC S, Potancokova M, Bauer R, et al. Summary of data, assumptions and methods for new Wittgenstein Centre for demography and global human capital (WIC) population projections by age, sex and level of education for 195 countries to 2100 [R/OL]. [2020-04-01]. IIASA Interim Report, 2013, <http://pure.iiasa.ac.at/10742>
- [37] Caselli G, Drefahl S, Wegner-Siegmundt C, et al. Future mortality in low mortality countries [M] // World Population and Human Capital in the Twenty-First Century. Oxford: Oxford University Press, 2014: 226-272
- [38] 曹桂英,任强.未来全国和不同区域人口城镇化水平预测[J].人口与经济,2005(4):51-56,67
CAO Guiying, REN Qiang. The national and regional urbanization projection for China [J]. Population & Economics, 2005(4): 51-56, 67
- [39] 孙博,唐远志.考虑人口省际和乡城迁移因素的陕西省城镇人口发展趋势预测[J].西北人口,2011,32(1):64-66,72
SUN Bo, TANG Yuanzhi. The trend of population in urban under the factors of inter provincial migration and rural-urban migration [J]. Northwest Population Journal, 2011, 32(1): 64-66, 72
- [40] 朱宇,林李月,柯文前.国内人口迁移流动的演变趋势:国际经验及其对中国的启示[J].人口研究,2016,40(5):50-60
ZHU Yu, LIN Liyue, KE Wenqian. Trends in internal migration and mobility: international experiences and their implications for China [J]. Population Research, 2016, 40(5): 50-60
- [41] 罗雅楠,程云飞,郑晓瑛.“全面二孩”政策后我国人口态势趋势变动[J].人口与发展,2016,22(5):2-14
LUO Yanan, CHENG Yunfei, ZHENG Xiaoying. Future population development trend after “two-child policy” [J]. Population and Development, 2016, 22(5): 2-14
- [42] Abel G J. Estimating global migration flow tables using place of birth data [J]. Demographic Research, 2013, 28: 505-546
- [43] 乔文怡,李功,管卫华,等.2016—2050年中国城镇化水平预测[J].经济地理,2018,38(2):51-58
QIAO Wenyi, LI Le, GUAN Weihua, et al. Prediction of urbanization level in China: 2016–2050 [J]. Economic Geography, 2018, 38(2): 51-58

Projection of provincial urban and rural population and its influencing factors in mainland China (2015–2050)

WANG Yanjun¹ JING Cheng² JIANG Tong¹ ZHAI Jianqing³
FENG Zhiqiang⁴ YANGCHEN Xinyi¹ ZHANG Ran¹ SU Buda^{2,3}

1 Institute for Disaster Risk Management/School of Geographic Sciences,
Nanjing University of Information Science & Technology, Nanjing 210044

2 State Key Laboratory of Desert and Oasis Ecology, Xinjiang Institute of Ecology and Geography,
Chinese Academy of Sciences, Urumqi 830011

3 National Climate Center, China Meteorological Administration, Beijing 100081

4 School of Geosciences, University of Edinburgh, Edinburgh EH8 9XP, UK

Abstract The choice of socioeconomic development pathways will affect the urban and rural development trend and bring a new urban and rural population distribution pattern in the future. Under the framework of IPCC Shared Socioeconomic Pathways (SSPs), this study applies the Sixth National Population Census data with consideration of demographic policy and current migration situation of mainland China to localize the fertility, mortality and migration parameters in the PDE model. Subsequently, the national and provincial scale urban and rural population in mainland China were projected under five SSPs. Research results show that: (1) urban population in mainland China will increase under the all five SSPs, with an increase of 220 million (SSP3) to 370 million (SSP5) people in 2015–2050. The rural population will decline continuously, with a decrease of about 110 million (SSP3) to 400 million (SSP5). The urbanization rate in mainland China will reach 67%–86% by 2050. (2) In the future, the urban population in the majority of provinces will increase, with the higher growth rate in the provinces of western China than eastern provinces. On the contrary, rural population of all provinces of mainland China will reduce significantly, with the decrease being more obvious in eastern provinces than that in western provinces. With relative to 2015, urban population in provinces including Tibet, Xinjiang, etc. can increase by more than two times in 2050. Meanwhile, rural population of most provinces will reduce by more than 60%. (3) In the future, the effect of natural growth on both urban and rural population will gradually change from positive to negative. The mechanical growth will have a positive effect on increase of urban population but negatively effects the size of rural population with a gradual decreasing impact. The difference of natural variability between eastern and western provinces is the main factor leading to the different changes of urban and rural population.

Key words urban and rural population; projection; Shared Socioeconomic Pathways (SSPs); China