

POPULATION PROJECTION
METHODS AND APPLICATIONS

人口预测

方法与应用



王广州 著



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

人口预测方法与应用

POPULATION PROJECTION
METHODS AND APPLICATIONS

王广州 著



社会科学文献出版社
SOCIAL SCIENCES ACADEMIC PRESS (CHINA)

图书在版编目(CIP)数据

人口预测方法与应用 / 王广州著. -- 北京: 社会科学文献出版社, 2018. 10

ISBN 978 - 7 - 5201 - 3593 - 1

I. ①人… II. ①王… III. ①人口预测 - 研究 - 中国
IV. ①C924. 23

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 227453 号

人口预测方法与应用

著 者 / 王广州

出 版 人 / 谢寿光

项目统筹 / 邓泳红 郑庆寰

责任编辑 / 郑庆寰 柯 宓

出 版 / 社会科学文献出版社·皮书出版分社 (010) 59367127

地址: 北京市北三环中路甲 29 号院华龙大厦 邮编: 100029

网址: www.ssap.com.cn

发 行 / 市场营销中心 (010) 59367081 59367083

印 装 / 三河市尚艺印装有限公司

规 格 / 开 本: 787mm × 1092mm 1/16

印 张: 25 字 数: 384 千字

版 次 / 2018 年 10 月第 1 版 2018 年 10 月第 1 次印刷

书 号 / ISBN 978 - 7 - 5201 - 3593 - 1

定 价 / 89.00 元



本书如有印装质量问题, 请与读者服务中心 (010 - 59367028) 联系

▲ 版权所有 翻印必究

目 录

第一章 前言.....	1
第一节 为什么需要人口预测?	1
第二节 为什么要写这样一本书?	2
第三节 我们需要一本什么样的书?	5
第四节 这是一本什么样的书?	6
第五节 希望什么人读这本书?	6
第六节 本书的章节安排.....	7
第七节 关于本书配套软件.....	8
第二章 人口预测的历史与结果检验	10
第一节 经典人口预测方法简述	12
第二节 中国人口预测的历史回顾	16
第三节 国际人口研究机构中国人口预测回顾	24
第四节 联合国对世界各国和地区人口预测结果评估	27
第五节 人口预测方法讨论	29
第三章 数据来源与数据质量评价	42
第一节 人口数据来源	42
第二节 人口数据质量评价	61
第四章 死亡水平测量	71
第一节 人口事件的观察与分析方法	72



第二节	死亡水平测量方法	76
第三节	生命表	86
第四节	生命表编制实例	93
第五章	生育水平测量	117
第一节	生育水平测量方法	118
第二节	总和生育率的基本性质	124
第三节	孩次递进与孩次性别递进	130
第四节	孩次递进生育的测量方法	133
第六章	人口预测模型	147
第一节	人口总量模型	148
第二节	队列要素人口预测	152
第三节	分城乡人口预测	159
第四节	孩次递进人口预测	161
第五节	孩次递进人口预测实例	167
第六节	中国人口情景预测与生育政策	173
第七章	年龄结构数据质量评估与调整	197
第一节	年龄结构数据质量评估与调整目的	198
第二节	数据质量评估方法与算法	200
第三节	方法有效性分析	201
第四节	年龄结构数据的评估与调整案例	204
第五节	人口重报研究案例	209
第八章	中国人口预测软件	216
第一节	软件安装/卸载	217
第二节	软件基本结构	224

第三节 人口预测	229
第四节 软件其他功能	237
 第九章 北京出生人口预测案例	240
第一节 研究背景	241
第二节 研究方法与数据来源	244
第三节 影响北京出生人口规模变动的主要因素	247
第四节 对北京第四次出生人口高峰的估计	266
第五节 主要研究结论	269
 第十章 伤残死亡独生子女父母人数预测案例	271
第一节 研究背景	271
第二节 基本概念界定与主要研究内容	273
第三节 基础数据	278
第四节 模型与算法	288
第五节 预测参数设定	296
第六节 测算结果及讨论	302
 第十一章 劳动力与高等教育人口预测案例	359
第一节 劳动力供给与就业预测	360
第二节 高等教育人口预测案例	375
 后 记	394

第一章 前言

内容提要：本章主要介绍本书的写作目的、定位和对人口预测方法的需求。通过对研究问题的学习、探讨，了解中国人口预测的主要内容和面临的问题。探讨人口预测方法和研究结果在发展战略规划、公共政策以及人口科学研究训练过程中的重要意义和实质性研究价值。

众所周知，中国是世界第一人口大国，也是有着悠久历史和深厚传统文化的国家。判断中国未来人口发展特点和发展态势离不开对人口变动预测方法、预测参数和预测结果的深入研究。中国人口研究自 20 世纪 70 年代恢复以来，经历了人口政策特别是生育政策的巨大变化。总结和研究国内外人口发展的历史经验和教训，不仅有利于深入研究适合中国人口发展和公共政策需要的人口预测模型，同时也有利于正确认识中国人口变动的基本规律和主要特点。纵观中国和世界人口发展历史，近 40 年来，中国的人口变动过程不仅深受计划生育政策影响，而且人口区域分布差异以及人口迁移流动也深受户籍管理制度等行政干预因素的影响。20 世纪 80 年代以来，中国人口变动的最大特点是生育水平快速下降、出生性别比持续升高和人口流动迁移总量规模迅速扩大，这些变动的新趋势和新特点无疑都是我们需要深入研究的重要课题。

第一节 为什么需要人口预测？

凡事预则立，不预则废。人们对未来或未知总是充满了好奇，所有能



够预知未来的科学方法都具有无限魅力，尤其是对涉及个人前途、命运的事情都期望未卜先知，对人类自身的变化充满了期许。

人口是社会、经济和文化构成的基础，而人口预测正是对未来人口状况和变化趋势进行分析和判断的一门科学，也和其他预测未来的科学方法一样，具有广泛的需求和应用性。大到国家战略规划，小到百姓日常生活，尽管对人口预测的需求内容和方式不同，但全社会对人口预测结果的高度关注却是前所未有的，无论是区域还是国家战略规划，都需要对未来人口状况进行科学预测。

人口预测的第一要务是为规划服务。从国家和区域发展角度，通过人口预测研究判断未来的人口状况，从而实现对工作机会、教师数量、学校规模、医疗服务（如医生、护士总量结构）、公共交通、轨道交通以及城镇住宅、零售供应和服务等变化趋势进行科学判断，人口预测可以确定未来服务规模等人口基本指标的状况。比如，幼儿园扩建需要多大的规模。此外，人口预测往往也是许多定量社会科学研究的基础和起点。

人口预测的第二要务是在政策制定和解决问题过程中扮演重要角色并发挥重要作用。在快速人口变化过程中，许多问题主要是由不协调发展造成的。政策制定和实施的重要依据是判断存在问题的大小和涉及的目标人群或区域。因此，迫切需要以人口预测结果作为基础支撑，确定问题的走向和发展趋势。

总之，中国作为世界第一人口大国，人口变动的作用举足轻重。中国人口发展趋势、面临的主要问题和产生的影响攸关全世界人口、经济、资源、环境和社会发展。人口预测方法和应用是人口科学研究的重要组成部分，是人口科学研究的核心内容之一，相关人口预测方法和预测结果是定量社会科学研究以及政府发展战略规划部门非常关心和关注的。

第二节 为什么要写这样一本书？

写一本书与写一篇学术论文有很大不同，需要总结、提炼以往科学研究成果，并且有一个比较符合实际需要的内容设计、表达方式和目标

定位。写作的目标定位不仅决定了一本书的内容，而且决定了一本书的写法。本书试图对人口预测基本原理、基础知识和计算方法进行比较全面、系统的介绍，通过实际研究问题和研究案例，讨论在人口预测的基础上产出更为丰富的研究结果，同时也是对以往研究经验和教训的总结。此外，中国人口研究和人口政策变化的历史表明，在中国研究人口预测确实有很多实际问题和真实的研究案例值得深入思考。

第一，人口预测经验和教训值得总结。向后看的目的是向前进。20世纪70年代以来，我国人口预测及人口预测研究蓬勃发展，国内20世纪七八十年代以来比较有影响的人口预测成果有宋健等（1980，1981）、马瀛通等（1986a，1986b），“单独二孩”生育政策调整、全面二孩生育政策调整主要成果有翟振武等（2014）、王广州和张丽萍（2012）等。除了我国政府部门、研究机构以外，国际研究机构对中国人口未来发展趋势也进行过很多预测。国外进行中国人口预测研究的主要机构有联合国人口司、世界银行、美国人口咨询局、法国人口研究所、比利时系统科学研究所。人口预测研究为正确判断我国的人口形势，制定、调整相关人口与计划生育政策都起到非常重要的作用，对人口发展战略和相关规划的制定与实施产生很大影响。然而，在众多中国人口预测研究中，有一些预测结果经过了实践的检验，与中国的实际情况比较接近，有一些研究严重脱离实际。究竟哪些预测结果比较接近中国人口的实际发展历程？什么样的预测方法才能满足中国人口预测的实际需要？这些都是需要我们认真研究和总结的。因此，回顾以往几十年的人口变动预测结果，总结中国人口变动的基本规律和人口预测研究成果，特别是低生育水平下的人口规律具有重要意义。

第二，中国人口变动过程受政策影响巨大。一方面中国有非常严格的户籍管理制度，人口的迁移、流动受到很多限制；另一方面，中国受计划生育政策尤其是独生子女政策影响巨大。20世纪70年代以来，我国开始推行计划生育政策，人口快速增长的势头得到有效遏制，总和生育率30年内从5以上降低到更替水平以下。即便独生子女政策进行了全面调整，我国依然是世界上受计划生育政策影响最大的国家，这种深刻影响将持续



显现。对较强政策干预下的人口变动规律需要深入研究和探索，尤其是需要开展针对强有力政策影响或非连续变化条件下人口系统行为、变化规律和特点方面的研究。中国人口发展面临许多问题，尤其是30多年来出生性别比持续升高，出生性别比已经由常量成为变量。因此，中国人口变动预测、模拟和分析方法需要适应中国人口特点和变化，尤其是有很多研究需求是很特殊的，在分析模型和预测方法中需要考虑。

第三，人口预测遭遇前所未有的挑战。中国已经进行了六次人口普查，人口信息日益丰富，但现有数据信息应用还很不充分，需要对已有信息进行深入挖掘和充分利用。特别是，由于第五次、第六次人口普查数据质量存在很大争议，需要深入研究数据质量对人口预测可能产生的影响，对基础数据需要强有力的分析工具和分析方法并对存在的主要问题进行深入分析和科学调整。有很多人是不重视人口预测，要么认为非常简单，要么认为人口预测没什么用处，甚至一度有学者认为中国人口分析、人口预测就是“假数真算”，也有学者甚至认为人口预测就是巫术。

第四，人口预测软件工具和系统训练欠缺。中国需要自主知识产权和自主创新的人口预测研究分析工具。人口预测尤其是中长期人口发展趋势预测是人口发展战略研究和发展规划制定、评估的重要基础，其他相关领域也迫切需要人口分析工具和预测研究成果。因此，人口预测研究成果与分析软件相结合，既体现了现有人口预测、参数估计研究成果，又起到对现有研究不断丰富、检验、更新和完善的目的，为人口及相关领域研究提供便利条件。在研究实际问题的过程中，有很多研究者经常进行人口预测或使用人口预测结果，但一些研究人员确实没有经过系统、全面的人口统计学训练，对人口模型、参数和结果的含义不是特别熟悉，所以，经常出现模型和方法使用的问题。

第五，人口预测应用情景比较复杂。无论是短期预测还是长期预测，预测未来人口总量结构需要一系列的基础研究作为预测的支撑，需要对未来生育、死亡和迁移水平等参数进行分析与合理假定。由于在简化假设的过程中通常进行高、中、低三种水平的假定，并且试图使每一个假定的范围更接近实际，这需要对人口变动规律的把握和基础数据的校验。即便是

短期人口预测和应用,对于公共政策制定和区域发展计划,都需要充分考虑各种人口变化的重要性和预测结果偏差的影响。比如,分析人口增长对教育、医疗、就业、社会保障系统的压力,应该预测人口高速增长或低速增长或持续减少对教育、医疗、就业、社会保障系统的影响,以及对国家教育、医疗、就业、社会保障发展目标实现的可能性进行分析等。

总之,本书试图研究并总结人口预测方法及其应用的经验与教训,不断完善、探索适合分析中国人口问题的方法和计算机应用软件,为全面推广具有自主知识产权的人口预测软件奠定基础。

第三节 我们需要一本什么样的书?

人口学能干些什么?人口学是一门定量和应用性很强的基础社会科学。许多研究成果会很快得到检验,而且,人口内部的科学规律也有助于研究结果的重复检验。因此,人口预测科学方法的积累是学术研究和实践经验总结的重要工作。

目前国内关于人口预测与应用的专著很少。虽然有一些人口分析技术、人口统计学、数理人口学专著涉及人口预测的内容,但往往比较抽象,只是对人口预测模型基本数学推导进行展示,很少涉及实际应用以及对全面的人口预测进行系统讲解。

现有的一些比较经典的人口分析技术或人口预测类专著的学习起点还是比较高的,需要有一定的数理基础。一些专著对于读者来说可能理论性太强,很难懂;而另外一些应用性强的专著也难以满足解决实际研究问题的需求。所以,需要有能够帮助读者快速上手的、研究实际人口科学问题的、比较专业和系统的著作。

其实对于不同的人口预测需求,需要不同的人口预测方法。如果没有经过比较全面和系统的科学训练,往往对人口预测的需求和应该注意的问题并不是特别清楚,特别是在一知半解的情况下,经常错误地使用人口预测方法或相关软件。

科学研究的过程是循序渐进的过程,尤其是对不太熟悉和没有研究积



累的科学研究领域需要非常谨慎的学习与探索，更需要一些辅助资料 and 工具的帮助。从抽象到直观、从案例到实际研究问题、从猜测到实际动手能力的训练都是不同研究阶段必不可少的。

第四节 这是一本什么样的书？

本书适合大学本科高年级学生和研究生使用，试图比较系统、全面介绍基本的人口统计测量和预测方法，使专业研究人员和兴趣爱好者对基本人口分析方法、人口分析视角和人口分析技术有一个了解；试图通过实际数据、算法、文献和研究结果的讨论与探索来训练人口预测方法和人口分析技术所需的基本技能；试图通过实际研究问题和应用案例，对科学决策、战略规划以及研究部门关心、百姓日常生活关切和学术研究者关注的人口预测关键问题和人口统计推断的研究思路予以展示；试图通过对人口预测的基础数据、预测模型和预测参数估计等误差来源进行深入研究，使研究成果具有可重复和可检验的特征。

第五节 希望什么人读这本书？

第一类读者是人口学及相关社会专业学生。本书可以作为专业教材或教材的辅助。通过系统学习人口预测方法，对人口科学问题与方法的创新研究提供借鉴，为人口分析技术水平的提高奠定基础。通过学习和练习，训练以人口学的独特视角来分析和研究问题。通过重复检验前人研究成果，提出自己的研究问题。

第二类读者是社会科学研究者与公共政策研究者。自己动手解决社会科学研究中对人口预测的基本需求，特别是在研究或承担本学科领域的研究课题过程中，需要基本的人口预测结果时，有必要深入理解人口预测的实质和内涵。比如，医疗卫生、教育、就业、养老服务等发展规划研究，养老金系统等社会保障体系研究，公共交通和住宅建设研究等。

第三类读者是关心相关研究的兴趣爱好者。关心中国人口、社会和家

庭发展的长期趋势,关心国家重大战略、规划的实施与面临的长期问题,对个人、家庭、社区和社会发展变化趋势研究成果有浓厚兴趣的读者等。

总之,只有经过努力和投入精力获得的知识和技能才是有价值的,人口预测方法研究也不例外。因此,本书尽量将研究中的问题展现出来,尽量提供全部研究过程和研究细节,尽量在有限的篇幅内涵盖丰富的内容,尽量让图文表达形象直观和容易理解,尽量能够使阅读变得有成就感和充满乐趣。

第六节 本书的章节安排

本书主要内容共分为人口数据来源、年龄结构数据质量评价和调整方法,生育水平和死亡水平测量,人口预测研究的历史回顾与检验以及人口预测模型,中国人口预测软件(CPPS)和人口预测应用研究案例五个部分。本书共计十一章,从第二章到第十一章为核心内容,覆盖上述五个部分,各章的具体内容如下。

第一章前言。本书的撰写目的、特色、目标和读者群体定位。

第二章人口预测的历史与结果检验。本章分为两个部分,第一部分是介绍人口预测的发展历史,第二部分是对部分重要人口预测结果的检验与评价。

第三章数据来源与数据质量评价。本章分为两个部分,第一部分是人口统计数据来源及中国人口统计数据问题,第二部分是人口年龄结构数据质量评价方法。

第四章死亡水平测量。本章分为四个部分,第一部分是假想队列方法,第二部分是测量指标的标准化方法,第三部分是生命表的构建,第四部分是平均预期寿命敏感性分析案例等。

第五章生育水平测量。本章分为四个部分,第一部分是生育水平基本测量方法,第二部分是总和生育率和生育模式,第三部分是孩次递进与孩次性别递进,第四部分是中国育龄妇女生育水平变化测量案例。

第六章人口预测模型。本章分为六个部分,第一部分是人口总量预测,第二部分是队列要素人口预测,第三部分是分城乡人口预测,第四部分是孩次递进人口预测,第五部分是育龄妇女孩次结构预测实例,第六部



分是中国人口情景预测与生育政策。

第七章年龄结构数据质量评估与调整。本章分为两个部分，第一部分讨论年龄结构数据质量评估方法，第二部分讨论年龄结构数据偏差调整方法。

第八章中国人口预测软件。本章主要对中国人口预测软件的基本结构、数据结构和使用方法进行简单介绍，其中包括软件的安装、卸载，如何进行队列要素人口预测、递进生育人口预测、生命表构建和数据质量评估与调整等。

第九章北京出生人口预测案例。本章主要介绍了2006年承担的北京人口和计划生育委员会委托课题“北京第四次出生人口高峰研究”，其目的是研究“双独”和“单独”政策调整对北京第四次出生人口高峰的影响。本章以北京出生人口预测研究为案例，展示开放系统人口预测面临的问题和解决的方案。

第十章伤残死亡独生子女父母人数预测案例。本章主要内容来源于2007年8月作者负责完成的“独生子女伤残死亡家庭扶助制度”目标人群测算课题研究报告，通过本案例研究，展示两代人口预测或估计模型的构建方法和研究的可行性。

第十一章劳动力与高等教育人口预测案例。本章主要包含两个研究案例，第一部分是对劳动供给和就业人口总量、结构进行预测研究案例，第二部分是对高等教育人口和就学人口总量、结构进行预测研究案例。

第七节 关于本书配套软件

本书介绍的人口预测方法和相关测量的算法已经标准化为一个人口预测软件（China Population Projection System, CPPS），本软件已经在“十一五”“十二五”期间在全国人口和计划生育系统推广应用，2003年的版本还被应用于教育、统计、规划以及相关科学研究中。经过十多年的应用和完善，CPPS软件不断改进。目前涉及的应用实例的基本算法可以实现编制生命表、进行人口预测等功能。在传统人口预测基础上，CPPS增加了递进人口预测模型和随机人口预测模型等新的人口预测模块。

参考文献

马瀛通、王彦祖、杨书章, 1986a, 《递进人口发展模型的提出与总和递进指标体系的确立》, 《人口与经济》第2期。

马瀛通、王彦祖、杨书章, 1986b, 《递进人口发展模型的提出与总和递进指标体系的确立(续)》, 《人口与经济》第3期。

宋健、田雪原、于景元、李广元, 1981, 《人口预测和人口控制》, 人民出版社。

宋健、于景元、李广元, 1980, 《人口发展过程的预测》, 《中国科学》第9期。

王广州, 2009, 《中国人口学研究方法60年》, 载《中国人口年鉴2009》, 社会科学文献出版社。

王广州, 2012, 《“单独”育龄妇女总量、结构及变动趋势研究》, 《中国人口科学》第3期。

王广州、张丽萍, 2012, 《到底能生多少孩子?——中国人的政策生育潜力估计》, 《社会学研究》第5期。

翟振武、张现苓、靳永爱, 2014, 《立即全面放开二胎政策的人口学后果分析》, 《人口研究》第2期。

第二章 人口预测的历史与结果检验^{*}

内容提要：本章分为两个部分，第一部分是介绍人口预测的发展历史，第二部分是对部分重要人口预测结果的检验与评价。人口预测就是对未来人口总量、结构进行数学推算。联合国从20世纪50年代就开始进行人口预测，并定期发布预测结果。与国际机构开展人口预测相比，中国人口预测起步较晚。虽然中外学者在人口预测研究过程中从总量预测到结构预测不断深化，但人口预测的假设条件和适用范围没有得到应有的重视，往往把可能性当作必然。本章通过对中外人口预测技术发展的回顾和对一些人口预测结果的检验，展示人口预测是建立在人口科学基本原理基础上对未来可能性的推断；预测时间越短、基础数据越可靠，预测的偏差越小。在展示预测结果时，应该将预测的基础数据、假设条件、模型方法一并完全介绍清楚，不能为服务于可能有偏见的观点而进行选择性地呈现。社会科学研究具有非常复杂和不可逆的特点，对于长期的人口预测结果只能作为一个有条件的参考，而不能作为未来真实世界必然发展过程的描述。

从人口统计学发展的历史来看，人口预测一直是人口统计学的重要组成部分。自人口统计学创始人格兰特1662年编制了最早的生命表，人口预测就开始成为人口及相关研究领域不可或缺的基本工具之一。

^{*} 本章部分内容源于国家社会科学基金项目“中国人口变动发展预测比较研究”（批准号：06BRK010）课题结项成果报告。课题负责人：王广州；课题组成员：杨书章、田丰、张丽萍、姜玉。

美国人口学者凯菲茨认为,人口学中的预测是计算存活于某一时点的人沿队列生命线的存活者,计算每一相继时期的出生数和对迁移的适当补偿(凯菲茨,2000)。中国人口学者认为,人口预测就是从现有的人口状况出发,按照科学的方法,推算未来的人口发展趋势(查瑞传,1977)。单从预测(projection)来说,它被视为了解现在或过去数据资料在一系列假设条件下的数学描述(Keyfitz,1972)。可见,人口预测就是制订人口预测方案,通过设定预测参数,选择预测方法,建立预测模型,获得预测成果的过程。许多人口学家及相关领域的研究者们使用各种假定模型进行人口预测,但是预测(forecasting)面对的是现实世界,未来的人口受到许多因素影响——社会、经济、技术——这些因素的影响,人口预测不能完全包括(Keyfitz,1981)。我们面临着由人类行为多样性而带来的更严重的困难,还需要考虑到人口预测并不是第一手数据,而是对原始数据进行计算,实际上误差是肯定存在的(Keyfitz,1972)。因此,对现有人口预测及其方法的回顾和检验,对指导和实施科学的人口预测具有一定的理论和实践意义。

根据使用的需要,人口预测方法可以分成不同的种类,比如人口总量预测、劳动就业人口预测等。从人口预测区域规模来进行划分有世界、国家、区域、城市等人口变动预测;从时间上来进行划分有长期、中期和短期人口预测;从人口预测的目标来进行划分有单目标和多目标人口预测。

随着科学技术的不断进步,特别是计算机的广泛应用,人口预测方法和技术也得到了长足的发展。人口预测不只是对人口自身未来发展趋势的分析和判断,而且是对人口与社会、经济、文化和资源环境等因素相互作用与影响的预期或推断的重要工具。人口预测的重要性日益超出人口学研究本身,扩展到其他学科领域。不同学科根据研究目的与需要,对人口预测所获得的数据进行深入挖掘,使人口预测数据同社会、经济、资源环境等方面数据相结合,为制订社会、经济、资源环境等方面的中长期规划提供决策依据。人口预测在各领域中的应用日益广泛,其价值也得以提升。科学的人口预测结果已经成为国家战略决策的重要参考依据。