

中国人口惯性负增长模拟分析*

周 长 洪

【摘 要】文章在讨论人口动量和人口惯性概念来源和含义的基础上,分析人口惯性增长和惯性减少的现象,认为人口惯性变动期起始于总和生育率下降或上升到更替水平的年份,结束于人口总量达到零增长(人口规模达到峰值)之时。文章指出,人口惯性增长期和惯性减少期均大约等于人口平均寿命与人口代际间隔之差,在惯性变动期间人口数量会沿原方向继续增长或减少。文章在3种假设方案下,对中国人口未来的惯性负增长进行模拟,结果显示,人口惯性负增长持续时间大约为50年,在此期间人口会有2亿~3亿的下降。那种认为总和生育率回升到更替水平就会使现有人口规模保持不变的判断是不正确的。在制定人口发展战略时,必须认识到人口惯性负增长的存在,提前预见其后果。

【关键词】人口动量 人口惯性 惯性变动期 惯性负增长 人口发展战略

【作 者】周长洪 南京邮电大学社会与人口学院,教授。

一、问题的提出

人口惯性概念于20世纪70年代初提出,之后国际上陆续有学者对人口惯性的度量与测算进行探究。国内较早关注人口惯性的是20世纪80年代初期中国人民大学查瑞传(1982),之后仅偶见对算法的介绍(李南,1990)。在国际国内研究人口惯性的文献中,尽管提及人口惯性负增长,但主要是研究人口惯性增长,这与许多国家或地区人口处于惯性增长阶段有关。进入21世纪后,随着中国人口低生育水平长期持续,有国内学者开始关注人口惯性负增长问题(王丰等,2008)。

十九大报告提出要加强人口发展战略研究,近年来人口学界关于未来人口发展战略的讨论逐渐增多。在谈到人口均衡发展时,有学者认为,从人口结构看,均衡并不意味着将总和生育率提升至2.1左右的更替水平并加以维持,因为更替水平也意味着现有人口规模将会长期保持不变(翟振武、邹华康,2018)。上述说法显然忽略了人口惯性负增长的存在,是一种误判。事实上,在长期低生育水平和人口负增长的情况下,即使生育

* 本文为江苏省人口学会开放基金“新时期江苏人口工作转型及其体制机制创新研究”(编号JSPA 2019006)的阶段性成果。

率提升到更替水平,现有人口规模也不会保持不变,而是会经历数十年的下降后才停止,下降时期的人口降幅不可忽视。对此不仅需要理论阐述,还需要在模拟的人口变动实践中加以展示与验证。鉴于此,本文在对人口惯性负增长含义、原因进行必要讨论的基础上,以中国实际人口数据为基础,通过假设总和生育率回升到更替水平的不同方案,展示人口惯性负增长对中国未来人口总量产生的影响,同时提示在未来人口发展战略选择中,必须考虑人口惯性负增长的影响,使人口规划更科学。

二、人口惯性变动的定义、成因及变动期估计

对于封闭人口,在年龄别死亡率稳定的情况下,人口规模与年龄结构变动主要由生育水平决定。表面上,生育水平的高低决定人口的增减,二者似乎同时发生,但事实上,人口规模对生育水平变化的响应在时间上存在滞后,这就是人口动量的表现。在生育水平由高向低或由低向高转变时,人口总量不会立刻发生方向性改变,而是会沿着原有方向继续增长或减少一段时间后会转向,这就是人口惯性变动现象。

(一) 人口动量与人口惯性变动概念

人口惯性概念最初由加拿大数理人口学家 Keyfitz(1971)提出,英文为“the momentum of population growth”,中文直译为“人口增长动量”。1982年美国人口学家寇尔(Coale)发表了“人口增长动量与中国人口政策”一文,使用“人口增长动量”,并提出人口增长动量原理(安斯莱·柯列,1982)。之后国内人口学界将其转译为“人口增长惯性”,并一直沿用至今(茅倬彦,2018)。

查瑞传(1982)指出,人口惯性分为增长惯性和减少惯性,并对此进行了描述。在此基础上,茅倬彦(2018)将人口惯性定义为:如果一个人口以前持续增长,即使总和生育率降到更替水平或更低,在最终达到静止人口之前,该人口规模仍会保持一段时期增长的趋势;如果一个人口以前持续减少,即使其总和生育率提升到更替水平或更高,在最终达到静止人口之前,其人口规模仍会保持一段时期缩减的趋势,前者称为“人口正增长惯性”,后者称为“人口负增长惯性”。国内学者将“人口惯性”定义为一种人口变动趋势,而国外学者使用“population momentum”是指总和生育率下降到更替水平对应的静止人口规模与当前人口规模之比(李南,1990;茅倬彦,2011),二者略有差别。

为明确起见,本文将人口惯性变动定义为人口总量增减方向改变滞后于生育水平变动的现象,并以更替水平为界,总和生育率高于更替水平称为高生育水平,低于更替水平称为低生育水平。人口惯性变动分为惯性增长和惯性减少。如果原先高生育水平推动人口较长时间增长,那么即使总和生育率下降到更替水平以下,人口数量仍会在一定时期内继续增长,这期间的人口增长称为人口惯性增长;如果原先低生育水平导致人口较长时间减少(负增长),那么即使总和生育率上升到更替水平以上,人口数量仍会在

定时期内继续减少(负增长),之后才会停止减少,并转为上升,这时的人口减少称为人口惯性减少。按照人口学定义,总和生育率长期保持在更替水平意味着人口将变成不增不减的静止人口,但从总和生育率下降到更替水平(或上升到更替水平)算起,到人口总量上升(或减少)到零增长为止(理论上的静止人口),这中间存在长达数十年的滞后期,这个滞后期可称为人口惯性增长期或惯性减少期,统称为人口惯性变动期。

(二) 人口惯性变动成因

人口动量(或人口惯性)由人口年龄结构引起。现有人口年龄结构是过去历年生育率和死亡率综合作用的结果,如果人口长期处于较高生育水平,必然形成一个年龄结构较轻的人口群体,当生育水平由高位下降到更替水平或以下,由于前期出生人口数量大,导致当前的育龄人群比重大,这时出生人数仍多于死亡人数,人口总量还会继续增长,即出现人口惯性增长现象。经过一段时间后,当庞大的育龄人群进入老年后,死亡人数开始大于等于出生人数,人口总量达到峰值并转入负增长。反之,对于一个总和生育率长期低于更替生育水平、年龄结构“老化”的人口群体,这时即使总和生育率上升到更替水平或以上,但由于人口结构“老化”,这时死亡人数仍多于出生人数,人口还会继续减少一段时间后才会停止下降或转而上升,这就是人口惯性减少现象。

人口年龄结构具有使人口总量变动滞后于生育水平变动的势能(人口动量),人口总量变动滞后于生育水平变动的现象称为人口滞后效应。事实上,人口惯性变动是人口动量及其人口滞后效应在人口生育水平发生由高到低(或由低到高)转变后一个时期的表现与结果,生育水平由高向低(或由低到高)发生了转变,但人口总量还会继续保持增长(或减少),在经过一段时间后才会达到峰值转而减少(或增加)。虽然人口惯性变动与人口动量密不可分,但二者仍有差异。人口动量是普遍性的、每时每刻存在,是人口的一种属性^①,而人口惯性变动是生育率越过更替水平后的一段特殊时期的人口动量表现。

尽管人口年龄结构积聚的人口动量是人口惯性变动的原因,但就本质来说,人口惯性变动源于人的生命周期与人口再生产周期不同步,即人的生命周期远长于人口再生产周期(王丰等,2008),或者说,人口平均预期寿命长于人口代际间隔(世代间隔)。事实上,两代人的替代只有在上一代人死亡时才真正发生。只要上一代平均寿命超过代际间隔,上下两代人的更替就会延迟,这就是生育的代际更替滞后效应,而延迟时间的长短大约等于上代人的平均寿命与生育发生时的平均代际间隔之差,这就是代际更替滞后期,简称人口滞后期。实际上,任何时候与生育水平对应的生育子女数量与父母数量之差对人口总量的实质性影响,都发生在度过人口滞后期之后。当年的生育率变动对当年人口数量的影响微乎其微,而对当年人口总量变化有实质性影响的是数十年前度过了人

^① 唯一的前提是人口平均预期寿命大于世代间隔。

口滞后期的生育水平。

更替生育水平意味着生育的下一代人数活到父母生他们的年龄时恰好等于父母一代的人数。低于更替水平意味着生育下一代人数比父母一代人数少,下一代人数不足以弥补上一代人数,人口将会减少。对于生育水平由高转低的人口来说,出现这种情况要等代际更替滞后期度过后才会发生。对于生育水平由低转高的人口来说,高于更替水平意味着人口出现增加。但真正出现人口增长还要度过人口滞后期。

(三)人口惯性变动期的估计

在讨论人口惯性的文献中,几乎没有对惯性增长期或减少期长度给出明确界定,有的虽然意识到人口惯性来自生育和死亡在时间上的数十年间隔,但又认为原来的人口增长速度越大,惯性作用越大,拖的时间越长(查瑞传,1982)。事实上,人口惯性增长期和惯性减少期均大约等于人口平均预期寿命与人口代际间隔之差(或出生人口预期寿命与妇女平均生育年龄之差),与之前人口增长或减少的时间与速度关系不大。人口惯性变动期的长短主要由人口平均预期寿命和代际间隔决定,人口平均寿命越长、代际间隔越短,人口变动惯性期越长;反之,人口平均预期寿命越短、代际间隔越长,人口变动惯性期越短。人口平均预期寿命与代际间隔在时间上的有限性,也决定了人口惯性变动期的有限性,最简单的估计就是它不可能超过人口预期寿命的时间长度。因此,人口惯性期的长短与之前人口增长或减少的速度及持续时间基本无关,也就是不存在原来的人口增长速度越大,惯性作用的时间便越长的情况。

以中国人口为例,2010年中国平均代际间隔为27.7岁,平均预期寿命为74.8岁,二者相差47.1岁。这意味着,在其他条件不变情况下,这时出生的一代人取代他们父母一代人的情况要经过大约47年后才会真正发生,这个时间长度就是生育的代际替代效应的滞后期,也是人口惯性变动期。假设1991年中国人口平均预期寿命为69岁,妇女平均生育年龄为27岁,可以估计出人口惯性滞后期大约为42年;如果注意到1991年开始中国人口总和生育率下降到更替水平,并在此后一直保持低生育水平,那么大致可以估计出此时开始的人口惯性增长期大约要持续42年,也就是要到2033年前后达到零增长,这与联合国人口司2019年预测中国人口在2031年达到零增长的峰值14.6亿几乎一致(United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2019)。王广州等(2019)预测中国人口可能在2026~2027年达到峰值(零增长),尽管这与本文估计的人口达到峰值时间很接近,但还是存在数年差距。

理论上,由上述公式推出的惯性变动期估计值的影响因素可分为确定性和随机性两种。确定性影响因素包括总和生育率下降或上升到更替水平后是基本保持不变还是继续下降或上升,如果是前者,由公式估计的惯性变动期就变化不大,如果是后者,估计出的惯性变动期就会缩短,而缩短的时间长短与总和生育率达到更替水平后继续下降

或继续上升的时间及幅度成正比,继续下降或上升的时间越长、幅度越大,缩短的时间越长。对于一个实际人口系统来说,这种系统性影响比较大,但一般不会超过10年。中国人口增长峰值提前在2026~2030年出现,也在预料之中,因为这与中国人人口总和生育率在1991年下降到更替水平后继续下降较长时间、下降幅度较大有关,生育水平持续较大幅度的下降压缩了惯性增长期。

随机因素也会影响人口平均预期寿命和平均代际间隔(妇女平均生育年龄)。对一个实际人口来说,计算平均预期寿命和代际间隔常使用时期量(通常以年为单位)代替^①,因此难免存在误差,这也使人口惯性变动期存在误差。因此,这里给出的人口惯性变动期是一个估计值,一般会有一定的误差。此外,由于人口惯性变动期较长,还要求这期间人口平均预期寿命和人口代际间隔尽可能保持不变,这样对惯性期的估计才比较稳定。实际上,这两个人口统计量都会随时间发生变化,也会导致人口惯性变动期发生变化。因此,在使用上述公式估算一个人口的惯性变动期时,为了估计值的准确性,这些因素均要考虑。尽管如此,上述公式估算的人口惯性期变动范围一般不会超过10年。因此,假设一个人口的平均预期寿命为80岁、妇女平均生育年龄为30岁,如果这个人口出现惯性变动,无论是惯性增加还是惯性减少,其持续时间长度均大约为40~60年。

(四) 掌握人口惯性变动的意义

揭示人口惯性变动现象的存在,了解其发生的原因和规律,不仅有助于理解人口变动的复杂性,同时对人口发展战略和人口政策选择有重要的参考价值。由人口惯性变动可知,人口的增长或减少分为两种情景:一种是由高生育率推动的“真增长”或由低生育率导致的“真减少”,人口增长或减少是对生育水平高或低的反映;另一种是低生育水平或高生育水平潜伏其中的“假增长”或“假减少”。人口惯性增长现象的存在,表明同样是人口增长,其性质可能不同:一是由高生育水平推动的人口数量增长;二是人口动量引起的惯性增长,即总和生育率已经低于更替水平但人口数量还在增长。20世纪90年代之前,中国人口增长是高生育水平驱动的“真增长”,但进入90年代以后,人口生育水平已经下降到更替水平以下并一直保持,这时的人口增长为惯性增长,是低生育水平潜伏其中的“假增长”。

人口惯性变动是人口变动规律之一。由于人口惯性的存在,希望通过调节生育水平来影响当前人口总量的思路,忽略了生育水平对人口总量影响的滞后效应。如果要对人口进行调节,必须将惯性变动期中几乎无法改变的人口惯性变动效应考虑进去,着眼未来人口发展状况再决定目前的政策选择,而不是简单地依据目前人口数量的多少或增

^① 这里可以使用同批人量(也称同代人量)算得更准确的人口平均预期寿命和妇女平均生育间隔,但这种数据较难获得,因此并不常用。

减来决定当前及今后一段时间生育水平的调节。

根据人口惯性变动规律,如果要使人口在未来保持长期平稳发展(包括人口总量相对稳定和人口结构相对均衡),就需要关注生育率偏离更替生育水平的情况,并尽可能使其保持在更替水平附近,避免偏离更替水平幅度过大和时间过长。为了从实证角度展示人口惯性负增长的存在及其后果,本文根据中国实际人口数据,模拟在不同总和生育率回升方案下,可能出现的惯性负增长及惯性负增长期间的人口变动情况。

三、人口惯性负增长的模拟

对人口惯性的度量有多种方法,大体可分为总人口或年龄组人口惯性因子度量法和人口模拟预测法两大类,后者模拟人口惯性影响人口变动的过程(茅倬彦,2018),以实际人口结构为基础预测未来各年份的人口增长率和总人口的极值,借此表达现实人口结构中蕴藏的正增长或负增长惯性(王丰等,2008),这可以弥补无法测量人口惯性作用的时间,也无法看出人口惯性作用下人口在达到最终静止人口过程中具体变化的不足(茅倬彦,2018)。具体到人口惯性负增长,可以通过对维持低生育水平一定时间再恢复到更替生育水平的不同方案进行模拟,然后比较不同生育率变动方案的人口变动后果(Lutz等,2003)。鉴于本文主要研究目的是证明总和生育率回升到更替水平后人口总量仍会继续下降,故拟采用人口模拟方法。根据实际人口状况,通过设定不同方案,利用时间序列模型进行推算,模拟展示人口惯性负增长的存在和人口总量在惯性负增长期间发生的变化。

(一) 数据来源与低生育率变动方案

在联合国人口司2019年公布的世界人口到21世纪末的预测数据中,未发现人口规模较大的国家进入人口惯性负增长,因此无法利用现有数据展示人口惯性负增长现象^①,只能用中国人口数据进行模拟运算,展示未来可能出现的人口惯性负增长及其人口效应。为此,本文选取2010年第六次人口普查数据、2015年1%人口抽样调查数据,以及2011、2012、2013、2014年1‰人口调查数据为基础数据进行模拟推算,并从中提取育龄妇女生育模式、分年龄分性别死亡模式,并假设人口出生性别比逐渐回落到正常值并保持(见表)。此外,要确定模拟预测期首年2020年的生育水平,此后假设的生育水平变动均以此为出发点。尽管对中国目前实际生育水平存在争论,但大多数学者的估计是总和生育率(TFR)在1.4~1.6之间(周长洪,潘金洪,2010;郭志刚,2010、2011、2015;王广州、王军,2018),因此本文选取2020年的总和生育率为1.5,并以此为基础假设模拟方案。

^① 这不意味着人口惯性负增长不存在。事实上,德国、日本等较早进入超低生育水平和人口负增长的国家,有可能随着生育水平逐渐恢复上升到更替水平,率先出现人口惯性负增长。

表 预测年份的出生性别比与总和生育率变动方案

方 案	年 份													
	2020	2025	2030	2035	2040	2045	2050	2055	2060	2065	2070	2075	2080	2080 ⁺
出生性别比	110.00	109.30	108.50	107.80	107.00	106.30	105.50	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00	105.00
方案一(TFR)	1.50	1.65	1.80	1.95	2.10	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
方案二(TFR)	1.50	1.60	1.70	1.80	1.90	2.00	2.10	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13	2.13
方案三(TFR)	1.50	1.55	1.60	1.65	1.70	1.75	1.80	1.85	1.90	1.95	2.00	2.05	2.10	2.13

为了展示人口惯性负增长趋势、幅度和人口惯性负增长长期长短,本文选择低生育水平恢复到更替水平的3种假设方案进行模拟(见表):方案一假设总和生育率从2020年起用20年时间逐步回升到2040年的2.1,之后保持在略高于更替水平的2.13;方案二假设总和生育率回升速度略慢,用30年时间恢复到2050年的2.1,之后保持在2.13;方案三假设总和生育率回升速度更为缓慢,低生育水平持续时间更长,直到2080年才达到2.1的更替水平,之后保持在2.13不变。根据中国现在的人口形势和未来经济社会发展,方案一假设今后用20年时间生育率恢复到更替水平,目前看来难度较大,可能性较小;方案二假设用30年时间恢复到更替水平,在放松生育政策及创造出生育友好型社会条件下,有一定的可能性;方案三用60年时间回升到更替生育水平,如果认为中国人口总和生育率有必要长期保持在1.8左右,且现行生育政策一直不变,也有可能出现。

(二) 人口惯性负增长模拟结果分析

通过模拟结果,可以看到不同生育率回升方案产生的人口惯性减少期及相应时期人口总量下降幅度与比例。

方案一假设当前低生育率在未来20年较快回升,2040年总和生育率达到更替水平2.1后保持在略高于更替水平上(见图),这意味着从2040年开始生育率就内生性地决定人口零增长,模拟的结果是:此后人口总量仍不断减少,直到21世纪90年代初才停止下降。按照惯性减少定义,人口惯性减少期从2040年起到2092年结束,持续时间为52年。在整个惯性减少期间,人口总量由2040年的13.70亿下降到21世纪90年代初的11.17亿,降幅为2.53亿,下降比例为18.5%。

方案二假设总和生育率2050年恢复到更替水平2.1,与方案一相比,回升速度略慢、回升时间略长,模拟的结果是人口规模在2050年以后继续下降,直到22世纪初才达到最低值,人口惯性减少期同样持续50多年。在惯性减少期中,人口规模由2050年的12.90亿下降到2102年的最低值10.55亿,人口减少2.35亿,下降比例为18.2%。

方案三假设目前的低生育水平恢复到更替水平所用的时间更长,在2080年才回升到更替水平,模拟的结果是此后人口一直减少,到模拟期截止的2110年,还没有停止减少,即惯性减少期仍未结束,而这时人口规模由2080年的9.88亿,下降到2110年的

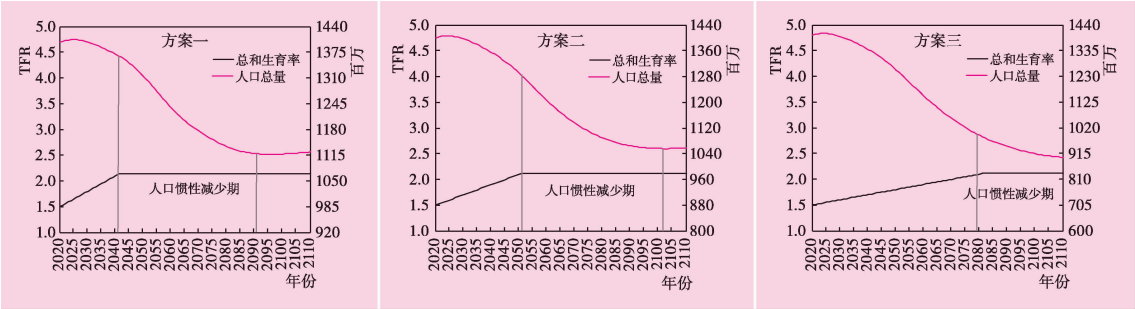


图 种方案下人口惯性减少趋势

不足 8.99 亿,预计 2130 年前后达到最低值,届时人口可能不足 8 亿。

假设在模拟期中国人口平均预期寿命为 80 岁,代际间隔为 30 岁,理论估计人口惯性负增长期为 50 年。上述人口模拟结果显示,在本文假设条件下,总和生育率上升到更替水平后保持略高于更替水平,这时不管何时出现人口惯性负增长,其持续时间均大约为 50 年,与理论估计相符。模拟结果还显示,在人口惯性减少期间人口规模会继续下降,降幅为 2 亿~3 亿,显然这是一个不容忽视的降幅,而且还不包括惯性期出现之前已经发生的人口负增长。未来中国人口出现的负增长,不仅包括前期低生育水平本身造成的负增长,还包括生育率回升到更替水平以后约数十年的惯性负增长,这种惯性负增长对人口规模同样有着不可忽视的影响。

四、主要结论

本文的主要研究结论是:(1)人口惯性变动分为人口惯性增长和惯性减少两种情况。人口惯性变动的直接原因是人口年龄结构积聚的人口动量,实质是人口寿命长于人口代际间隔(世代间隔)导致的生育代际更替滞后效应的表现。(2)人口惯性变动期起始于总和生育率下降或上升到更替水平的年份,结束于人口总量达到零增长之际(人口规模达到最高或最低时)。无论是惯性增长期还是惯性减少期,持续时间均大约等于人口平均预期寿命与代际间隔之差,波动范围一般不超过 10 年。(3)以中国人口数据为基础的模拟结果显示,假设人口总和生育率上升到更替水平并保持,人口负惯性增长期长短与生育率何时恢复到更替水平基本无关,均为 50 多年,这一结果与理论估计相符。在人口惯性负增长期,人口规模仍然会大幅下降。总之,未来几乎必将出现的人口惯性负增长,对人口规模的影响之大,以至于任何关于中国未来人口发展的战略规划都不应忽视其存在与影响。

本文的主要研究目的不是预测未来中国人口生育水平的走势,文中 3 种总和生育率回升到更替水平的方案只是一种假设,目的是通过实际人口模拟展示无论何时出现人口惯性负增长,人口惯性期会很长,这期间人口规模会发生变化。联合国人口司(2019)

对 21 世纪中国人口规模变动的中方案预测中,采用的是假设 21 世纪 20 年代以后总和生育率一直在 1.7~1.8 的狭小区间缓慢上升,到 21 世纪末仍未超过 1.8,人口总量由 2031 年的峰值 14.64 亿一路下滑到 21 世纪末(预测截止日期)的 10.65 亿。由于没有假设总和生育率在 21 世纪回升到更替水平,也就没有出现人口惯性负增长,因此无法用于验证和展示本文讨论的人口惯性负增长现象。但这并不意味着人口惯性负增长不会出现,因为一个人口不可能一直将生育率保持在更替水平之下(这意味着人口将不断萎缩),当生育率回升到更替水平时,人口惯性负增长就会出现,伴生的人口惯性变动效应也会发生。假设中国人口按照联合国中方案预测的发展,那么即使在 22 世纪中国人口生育率回升到更替水平,接下来出现的大约半个世纪的人口惯性负增长,将会使本已大规模萎缩的人口进一步大幅削减。因此,在制定人口发展战略时,需要提前预见几十年后人口变动趋势,未雨绸缪,提前做好准备,不能等到出问题后再改变,否则付出代价会很大。

参考文献:

1. 安斯莱·柯列、杨为民(1985):《人口增长动量与中国人口政策》,《科技导报》,第 4 期。
2. 郭志刚(2010):《中国的低生育率与被忽略的人口风险》,《国际经济评论》,第 6 期。
3. 郭志刚(2011):《六普结果表明以往人口估计和预测严重失误》,《中国人口科学》,第 6 期。
4. 郭志刚(2015):《清醒认识中国低生育率风险》,《国际经济评论》,第 2 期。
5. 李南(1990):《实际人口动量的计算》,《中国人口科学》,第 5 期。
6. 茅倬彦(2011)《人口惯性的测量方法》,《南方人口》,第 3 期。
7. 茅倬彦(2018):《中国人口惯性研究》,中国人口出版社。
8. 王丰等(2008):《21 世纪中国人口负增长惯性初探》,《人口研究》,第 6 期。
9. 王广州、王军(2018):《中国人口发展的新形势与新变化研究》,《社会发展研究》,第 1 期。
10. 王广州等(2019):《低生育陷阱:中国当前的低生育风险及未来人口形势判断》,《青年探索》,第 5 期。
11. 查瑞传(1982):《人口惯性及其对我国人口发展的影响》,《人口与经济》,第 2 期。
12. 翟振武、邹华康(2018):《把握人口新动态,加强人口发展战略研究》,《人口研究》,第 2 期。
13. 周长洪、潘金洪(2010):《中国政策生育水平与实际生育水平的测算》,《中国人口科学》,第 4 期。
14. Keyfitz N. (1971), On the Momentum of Population Growth. *Demography*. 8(1):71-80.
15. Lutz W., O' Neill B.C., Scherbo V.S. (2003), Europe's Population at a Turning Point. *Science* 299(5615), 1991-1992.
16. United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division(2019), World Population Prospects 2019. Online Edition.

(责任编辑:李玉柱)