

生育率演变的生态学逻辑及人口增长的长期趋势

丁金宏，耿文均，毛仁俊，程 晨
(华东师范大学 人口研究所，上海 200241)

摘 要：人口增长的长期过程一直是充满困惑与引发争论的话题，将人类复归到生态系统的普通成员，按照生态学逻辑构建一个由替代生育率内生引导、人口容量外生制约的人口增长新模型，以代替用具体社会经济因子解释短周期人口变动的传统思路，探讨生育率转变的一般模式及人口发展的长期趋势。工业革命以来，全球人口已经或正在经历着第一次、第二次生育率转变，全球生育率演变可以聚类为欧美、亚非拉、撒哈拉以南非洲和东亚四种区域模式；在计划生育政策的推动下，我国在短短的三十年内完整经历了两次生育率转变。极限替代生育率是生育率演变的长期目标，但当前已有一些国家跌破更替水平，这也许会成为各个国家的普遍经历，预示着人口容量约束的日益显性化；世界及主要国家的人口规模正在日益逼近其容量极限，并会在惯性驱动下突破容量限制，达到峰值后再以负增长方式趋近人口容量，同期的生育率也将向极限替代生育率递增复归。按趋势模拟世界和中国的可持续人口容量分别约为 65 亿人和 12 亿人。研究设计出测量人口增长惯性的新指标——人口增长惯性系数，它是生育率与实时替代生育率之比或出生率与死亡率之比，相比常用的人口惯性因子更为简便易行。

关键词：生育率演变；替代生育率；人口容量；生态学逻辑；人口惯性

中图分类号：C92-05 **文献标识码：**A **文章编号：**1000-4149 (2022) 01-0026-16

DOI：10.3969/j.issn.1000-4149.2021.00.054

作为世界头号人口大国，中国曾经历较长时期的人口暴增，社会各界深以为患，许多知识分子和社会贤达把中国人口多、增长快视为民穷国弱之源，积极呼吁控制生育^[1-5]。在逐

收稿日期：2021-04-01；修订日期：2021-10-08

基金项目：国家社会科学基金重大项目“胡焕庸线稳定性与中国人口均衡发展战略研究”（18ZDA132）。

作者简介：丁金宏，华东师范大学人口研究所所长、教授，博士生导师；耿文均，华东师范大学人口研究所博士研究生；毛仁俊，华东师范大学人口研究所硕士研究生；程晨，华东师范大学人口研究所博士研究生。

渐加力的计划生育工作推动下, 我国已实现了人口低增长, 2019 年人口增长率仅为 3.3‰^①, 并将不可避免地走向人口负增长。按理说我们应该庆幸终于摆脱了人口膨胀的煎熬, 但又有人开始担心生育率下降会导致人口长期衰减, 甚至殃及经济社会发展^[6-7]。何以人口增减总会引发忧虑, 增则忧其爆炸, 减则虑其覆灭? 这触及人口学的一个最基本问题: 国家乃至全球人口的长期走势会不会稳定, 稳定在什么水平? 2021 年 *Science* 杂志甚至将“世界人口会无限增长吗?”列为 125 个最前沿的科学问题之一^②。这个问题至今还没有明确一致的答案, 以至于人们对快速变化的人口过程产生难以名状的忧惧。

本文拟将人类复归生态系统的普通成员, 考察替代生育率和人口容量两大因子对人口增长过程的驱动、引导和制约, 构建生育率、增长率及人口总量变动的生态学模型, 探索人口发展的长期稳定性, 并结合世界各国生育率变化过程, 研究生育率转变的地区模式及中国人口的未来走势。

一、生育率演变的生态学逻辑

1. 人口转变理论引发的困惑

一个封闭区域的人口变动取决于出生和死亡两个因素, 围绕出生率和死亡率的变动关系, 汤普森 (Thompson)、兰德里 (Landry) 及诺特斯坦 (Notestein) 等发展了人口转变理论, 认为世界各国正在或者将会经历以死亡率下降为先导、出生率下降为后续, 人口增长率先升后降的普遍过程^[8-10]。虽然出生率、死亡率的组合对描述人口增长具有直观性, 但是它们受年龄结构等因素的影响较大, 现代人口统计学更倾向于以期望寿命和总和生育率来描述和解释人口转变的内生过程。相对于期望寿命的单调递增, 总和生育率的变化往往表现出一定的复杂性, 考虑总和生育率在生育控制理论与实践中的特殊作用, 许多学者将其作为人口变动过程的关键变量。早期的人口统计学常将年度生育数与育龄妇女数的比值称为生育率 (fecundity), 1929 年汤普森的研究就关注了这个指标^[8]; 1947 年布莱克 (Blacker) 改用净再生产率 (net reproduction rate) 判断人口增减趋势^[11], 由于净再生产率需要考虑出生性别比和女孩死亡率, 后续作者多采用更为简单的总和生育率, 在不致混淆的情况下本文将总和生育率简称为“生育率” (fertility), 将人口转变中的生育率变化过程称为生育率转变。

人口转变理论在 20 世纪中后期得到越来越多国家的数据证实, 诸多学者也对其发生发展的条件、动力、影响展开广泛深入的讨论。莱萨赫 (Lesthaeghe) 和威尔逊 (Wilson) 将生育率下降的原因归结为工业化、城市化与世俗化^[12]; 考德威尔 (Caldwell) 根据他在非洲做的调查提出了生育率转变的财富流理论, 认为从传统社会到现代社会代际财富流方向发生了反转, 家庭的理性生育决策转向追求低生育率^[13]; 杨菊华、丁金宏等强调中国的生育率降低还得力于政府倡导和推行的计划生育^[14-15]。

人口转变论对人口发展的未来长期走势并没有清晰一致的表述, 虽然汤普森就曾预言人类未来会出现负增长, 但他并没有讨论负增长是否会长期持续^[8], 后来的人口学家往往倾

① 数据来源: 国家统计局. 中国统计年鉴 2020 [M]. 北京: 中国统计出版社, 2020.

② 资料来源: <https://www.science.org/content/resource/125-questions-exploration-and-discovery>

向于将由替代生育率决定的静止人口作为人类发展的归宿^[16]。20 世纪末以范德卡（Van de Kaa）和莱萨赫为代表的学者推出了第二次人口转变理论，认为生育率并不会终止于更替水平，而会在纷繁上演的婚姻、家庭新形态中向 1.5 甚至更低值探底^[17-18]，於嘉和谢宇认为中国也开始了第二次人口转变并将生育率拉到更替水平以下^[19]。科尔曼（Coleman）、石人炳还考虑人口迁移因素发展了第三次人口转变理论，使之更加泛化^[20-21]。

无论是第一次人口转变还是第二次人口转变，生育率变化的基本特征是持续下降，而且不同的国家表现出共同的经历，差异仅在于转变发生的时间先后和生育率下降的幅度大小，因而可以视为生育率转变的普遍规律。但是人口转变理论没有明确回答转变完成之后人口及生育率变动的长期趋势，一般设想生育率会长期稳定在转变完成时的既有水平，这给当今的人口学家留下不小的困惑：如果稳定生育率高于更替水平，那么人口将持续增长，人口爆炸成为最大的风险；相反，如果稳定生育率低于更替水平，那么人口将转入长期持续的负增长通道，人口衰减难以避免；而介于两者之间的替代生育率几乎是“霍金膜”一样纤细而苛刻的存在，从而引发了人们对人口长期未来的迷茫。

2. 生育率演变的生态学逻辑

人类是地球生态系统的普通一员，无论社会文化系统多么发达，人类总是摆脱不了也不应该摆脱自然生物的属性。生态系统中的物种通常存在一个由生存环境和食物链界定的种群容量，种群规模不会长期偏离这一容量。

人类具有制造工具、使用语言、组织化合作等方面的独特能力，生物属性被社会属性所大幅度修改，成为食物链各环节“通吃”的智慧种群。今天我们在反思与自然界关系的时候会高尚地说“动物是人类的朋友”，而实际上在人类演化的千万年历史中“人类的朋友们”在不断地遭受侵害和灭杀，它们明白“人类是动物的敌人”。自然界的植物品种也在人类的驯化中大量灭失，代之以产量更高的食用农作物。人类依靠大量攫取自然资源、牺牲其他物种达成自身数量的超长期增长，习惯于将人口只增不减视为天经地义。

人类在地球生物生态系统中占据的顶端优势并不表示自身生存的高枕无忧，相反人类对地球生态系统的长期巨大冲击已经而且仍在酝酿自身生存的深刻危机。在这样的背景下，我们更有必要发展人口增长的生态学逻辑，人类像其他动物一样，可以增长也可以减少，靠大规模牺牲其他物种维持自身的增长既违背生态伦理，也不可能永久持续。

从人口增长的内生机制看，人口规模稳定的充分条件是生育率维持在更替水平，走向稳定人口的过程就是生育率追随替代生育率的过程。替代生育率受死亡水平的引导，当社会经济发展改善了营养条件和健康水平时，人类的死亡风险受到有效抑制，替代生育率随之下降。人类遗传、进化的生物学惯性和生育文化的社会学惯性，使得实际生育率的下降滞后于替代生育率的下降，这就导致了一定时期内人口的超额增长。从人口增长的外生机制看，当局部地区的人口规模超过其资源环境承载能力时，人类会向人口稀疏的新领地扩散；当世界人口总体规模触及全球资源环境承载极限的时候，全球人口容量作为人口增长最后的刚性约束必将发生作用。这就是人口增长的生态学基本逻辑（不妨称之为 Eco-P Model）：人口将在替代生育率内生引导和资源环境容量外生制约之下实现规模的长期稳定。

二、生育率演变的生态学模型

1. 替代生育率引导下的生育率内生变动

(1) 替代生育率与实时替代生育率。人们习惯于认为替代生育率是2.1左右的常数，从生态学意义上说它其实是与人群健康水平、期望寿命相关联的动态指标，记为 $R(t)$ 。随着期望寿命的延长，死亡风险特别是未成年死亡风险下降，维持人口规模稳定所需要的替代生育率也相应下降。寇尔（Coale）基于 Lotka 方程绘制了替代生育率与期望寿命的关系图式^[22-23]，利维巴茨（Livi-Bacci）将其应用于世界人口转

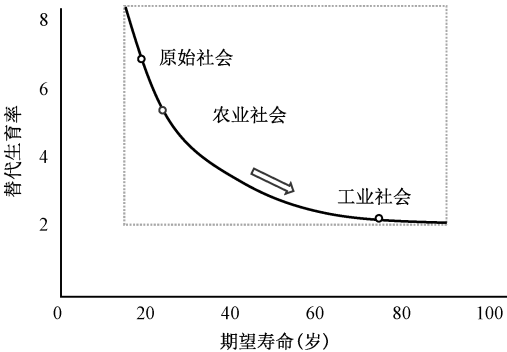
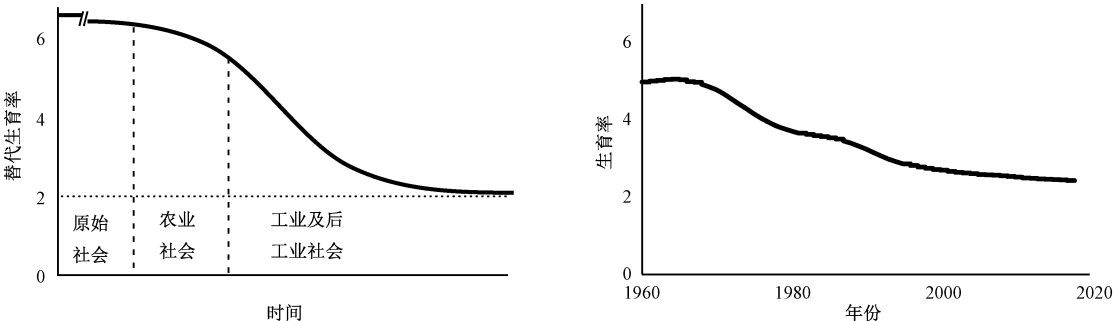


图1 替代生育率与期望寿命的关系示意

变的聚类分析^[24]，但他们都隐藏了时间变量。我们可以加上时间刻度来大致描述生育率演进的社会制度周期：在原始社会，人类的期望寿命只有20岁左右^[25-26]，大多数婴幼儿和青少年夭折于成年之前，替代生育率可达6—7；在农耕文明时期，食物资源相对丰富，平均期望寿命提高到25岁左右^[26-27]，替代生育率下降到5—6；工业文明大幅度提升了生产力，人类的生存条件、健康水平得到明显改善，平均期望寿命大幅度增加，如今许多发达国家的期望寿命都在70岁以上甚至超过80岁^[27]，替代生育率逐步逼近2.0的下限，目前在2.1左右。期望寿命的总体趋势是递增的，因此替代生育率的变化是以2.0为下限的单调递减过程（见图1）。

纵观人类发展史，替代生育率走出的是一条反“S”型的 Logistic 曲线，在工业文明之前的长期历史中，替代生育率下降非常缓慢，如果从新石器时代算起，人类在原始文明和农业文明中浸泡了近万年，替代生育率仅从6.5下降到5.5。图2a展示了替代生育率变动的历史阶段，可以看出工业文明只用了两个多世纪便将替代生育率从5.5下降到逼近2.0的极限，图2b是1960年以来世界平均生育率的实际变动过程，表现出对图2a工业文明之后替代生育率下降的响应。



(a) 替代生育率变动的历史阶段

(b) 1960年以来的世界生育率变动

图2 世界替代生育率与实际生育率演变进程示意

数据来源：图2(a)是对图1中隐含时间变量的显性表达；图2(b)数据源自世界银行公开数据库，<https://data.worldbank.org.cn/indicator/SP.DYN.TFRT.IN>。

由于人口增长的惯性，当实际生育率低于替代生育率时，人口并不会立刻减少，人口学家设计了内生增长率来刻画这种惯性^[28-31]，内生增长率的计算需要较多的人口参数，过程也比较复杂。作为改进，我们设计了一个更便捷的指标——实时替代生育率 $\hat{R}$ ，它是指能够使当前人口即时实现零增长，即出生数等于死亡数的生育率。 $\hat{R}$ 水平下的出生数 $\hat{B}$ 为：

$$\hat{B} = \hat{R} \sum h_i F_i = \frac{\hat{R}}{\beta} (\sum f_i F_i) = \frac{\hat{R}}{\beta} B = D \tag{1}$$

即：

$$\hat{R} = \frac{D}{B} \beta = \frac{d}{b} \beta \tag{2}$$

其中， F_i, f_i, h_i 分别为 i 岁育龄妇女的人数、生育率和生育模式， β 为生育率， $B、D$ 为出生数和死亡数， $b、d$ 为出生率和死亡率。

$\hat{R}$ 能保证当前人口零增长，但不能保证未来人口持续零增长，这与替代生育率 R 的属性刚好相反。 $\hat{R}$ 可以帮助我们分析人口结构影响下的人口惯性增长，比如当育龄人群比重较大时，生育率低于替代生育率但高于实时替代生育率（ $\hat{R} < \beta < R$ ），人口仍会处在正增长状态。我国目前恰处在这一阶段，据调查数据显示，2017 年我国生育率为 1.72，显著低于替代生育率水平，出生率、死亡率分别为 12.43‰和 7.11‰^①，按此计算的实时替代生育率仅为 0.98，显著低于实际生育率，故能保持惯性正增长。在未来人口深度负增长阶段也许会出现相反的情形：生育率已经高于替代生育率，但实时替代生育率更高于生育率，即 $R < \beta < \hat{R}$ ，这时人口仍可能阶段性维持惯性负增长。

我们不妨定义人口增长的惯性系数（Population Momentum Coefficient，PMC），记作 m ：

$$m = \frac{\beta}{\hat{R}} = \frac{b}{d} \tag{3}$$

当 $m > 1$ 时为惯性增长， $m < 1$ 时为惯性减少。

关于人口增长惯性的概念和计算方法由凯菲茨（Keyfitz）首先提出^[28]，经金（Kim）、普雷斯顿（Preston）等的完善^[29-30]，推出了由替代生育率下的静止人口与当前人口之比定义的惯性因子（Population Momentum Factor， M_p ），茅倬彦、王光召等运用历次人口普查、抽样调查数据计算了中国的人口惯性因子^[31-33]。我们采用上述新方法计算了 1950 年以来历年的人口增长惯性系数，将其与惯性因子相对照，发现两者的变化趋势是一致的（见图 3），说明惯性系数也可以充分反映人口增长的真实惯性，而它的优点在于数据充足、算法简单。

中国在 20 世纪 90 年代初就达到了替代生育率，预计到 21 世纪 30 年代初才会出现零增长，惯性周期约为 40 年，西欧诸国的惯性周期可达 60 年，全球平均当在 50 年左右。

（2）生育率响应。从内生机制来看，人口规模稳定的充分条件是生育率维持在更替水平，当替代生育率大幅度下降时，生育率必然会作出响应而随之下降。但是人类的遗传系统

① 数据来源：国家统计局. 中国统计年鉴 2018 [M]. 北京：中国统计出版社，2018。

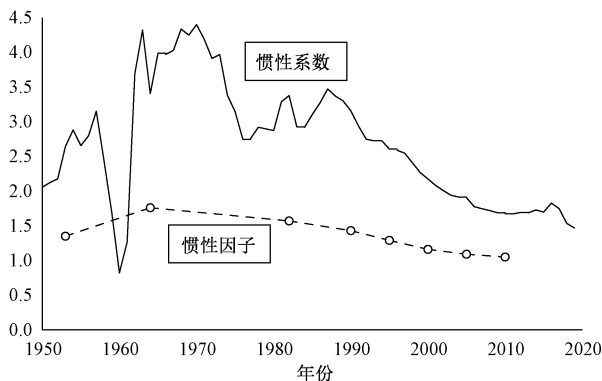


图3 1950年以来中国人口惯性系数与普查年份人口惯性因子变动对比

数据来源：人口惯性因子源自茅倬彦，王光召^[31-33]的研究；人口惯性系数根据《中国统计年鉴1990》、《中国统计年鉴2020》中的出生率、死亡率计算得出。

“觉察”替代生育率的下降并作出反应需要一定的时间，即相位差，由此导致一定时段内生育率相对于替代生育率的显著出超，我们不妨称之为生育力结余，记作 $S(t)$ ：

$$S(t) = \beta(t) - R(t) \tag{4}$$

原始社会及传统社会 $R(t)$ 下降的速度缓慢，同期的 $\beta(t)$ 围绕 $R(t)$ 波动，长期均值略高于替代生育率，故 $S(t)$ 略大于0，这种微量的生育力结余导致了人口长时期十分缓慢地增长；工业革命使欧洲的 $R(t)$ 在两个世纪内由6左右快速降落到2.1，以英国为例，工业革命开始于18世纪60年代，这可视为 $R(t)$ 快速下降的起始时间（以死亡率下降为表征），而生育率 $\beta(t)$ 显著下降开始于19世纪80年代，相位差约为120年；东亚及新兴发展中国家相位差则相对较短。

工业文明进程产生了巨大的生育力结余，造就了空前绝后的人口高增长。虽然欧美国家的第一次人口转变看上去波澜壮阔，但是由于其人口总量仅占全世界的七分之一，所以这次转变只在世界人口生育率变化中刨了一个“浅坑”，到二战之前全球人口的平均生育率仍高于4.5，战后“婴儿潮”一度将生育率带回到5以上（见图4a）。二战后发展中国家工业化进程加快，相继带动替代生育率和生育率的下降，并在20世纪60年代与发达国家的第二次人口转变相会合，导致全球生育力结余膨胀、人口增长率陡升，1950—1990年的四十年是有史以来人口增长的最高峰，平均增长率接近20‰（见图4b）。1990年之后，发达国家的第二次生育率转变基本完成，新兴工业化国家的生育率也快速跌落到现代更替水平，南亚、拉美、非洲等地区的生育率转变也在进行之中，2018年全球平均总和生育率为2.41^①，如果按2.1的现代替代生育率来衡量，可以认为全球的生育率转变已经接近尾声。

2. 人口容量制约下的生育率外生变动

地球人类总量存在一个可持续的容量 C ，即满足人们现代生活需求且不损害后人发展利益的人口规模上限，人口的增长率 $r(t)$ 与实际人口数 $P(t)$ 到人口容量的差额 $C-P(t)$ 成

① 数据来源：世界银行公开数据库，<https://data.worldbank.org.cn/indicator/SP.DYN.TFRT.IN>

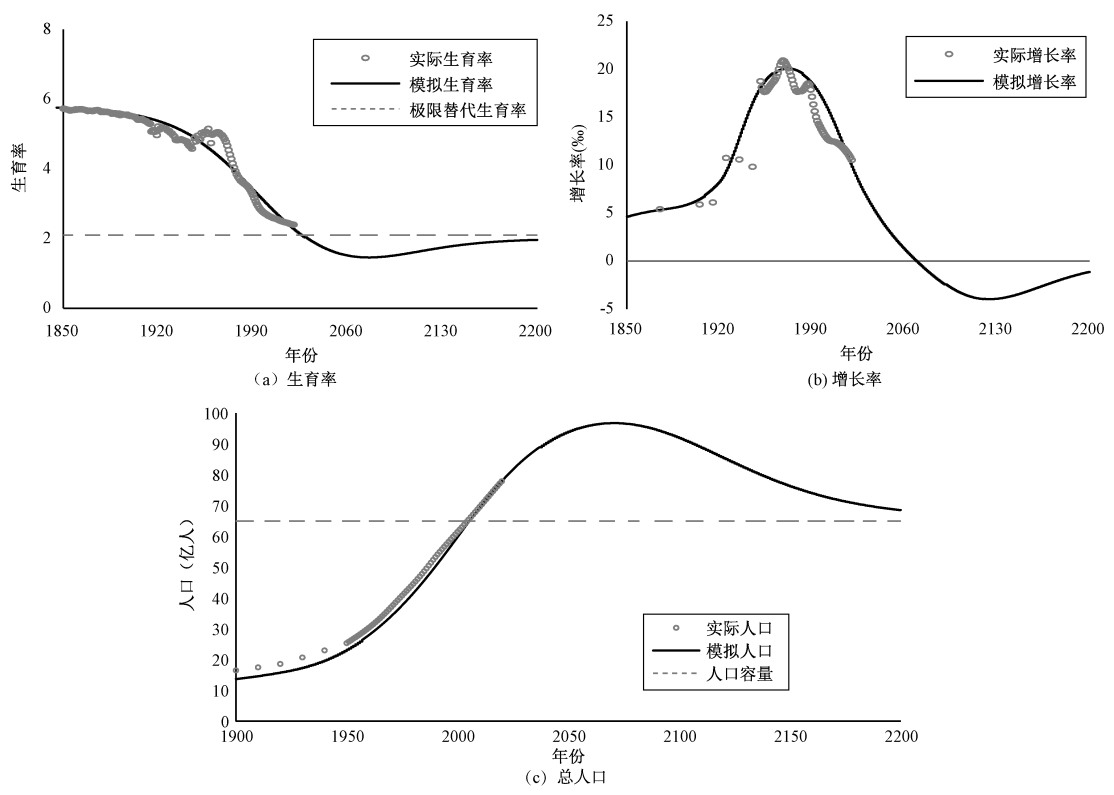


图 4 世界人口变动趋势模拟

数据来源：1850—1950 年生育率数据源自 Gapminder V6, <http://www.gapminder.org/data/documentation/gd008/>；1951—2018 年生育率数据源自 World Population Prospects 2019, <http://population.un.org/upp2019/>；1900—1940 年人口数据源自 UN Population Division *The World at Six Billion*；1950—2020 年人口数据源自 World Population Prospects 2019, <http://population.un.org/upp2019/>；增长率由历年人口数推算。

正比：

$$r(t) = \frac{P'(t)}{P(t)} = \lambda \frac{C - P(t)}{C} \tag{5}$$

或表达为时间显性的人口变动函数：

$$P(t) = \frac{C}{1 + Ae^{-\lambda t}} \tag{6}$$

其中， λ 为人口极限增长率， A 为常数。这就是经典的“S”型 Logistic 方程，它隐含的人口增长率是单调递减的反“S”型曲线，这一点虽然与人类演化早期的低增长率过程不够吻合，但在地球资源日见其绌的当代用以描述人口增长率演化却很有说服力。

如前所说，人口增长的内生机制倾向于使生育率趋近替代生育率，这一机制适用于第一次生育率转变。然而第二次生育率转变使西方国家的生育率跌破更替水平，达到 1.5 甚至更低的位置，中国学者也确认了 20 世纪 90 年代以来中国发生了第二次人口转变^[19]，这种显著偏离替代生育率的状态对人口变动的内生机制学说带来了挑战。人口学家对第二次人口转

变背后的婚姻、家庭、社会行为等方面的原因作了系统挖掘，虽然这些解释有一定的直观性和说服力，但是生育率跌落到更替水平以下即意味着人口负增长将不可避免地到来，这个客观结果与当代社会生育行为的价值取向未必一致。人类并没有追求人口减少的主观动机。

我们倾向于认为，当代人口从慢增走向减少是人口总量触及人口容量的重要信号。在以往漫长的历史中，人口总量显著低于容量，人口增长基本不受外在资源环境约束；工业革命以来的人口暴增，自然资源特别是不可再生资源大量消耗，人口容量从后台逐渐走到前台，以日益强劲的刚性渗透到人类社会的生育行为中，使人类表现出与传统社会大相径庭的婚姻、家庭、性等方面的种种“偏差行为”，并导致生育率阶段性走向低迷。

人口负增长的起点是人口总量的顶峰，随着人口减少，人口对资源环境的压力会逐步得到缓解，生育率又会重新遵从内生的替代生育率的引导，逐步向上复归，长期趋向 2.0 至 2.1 之间的极限替代生育率。相应地，人口增长率将在越过负增长极限（比如 -5‰）之后逐步向零增长回升，最终人口总量将以负增长的方式逐步向可持续人口容量逼近（见图 5）。

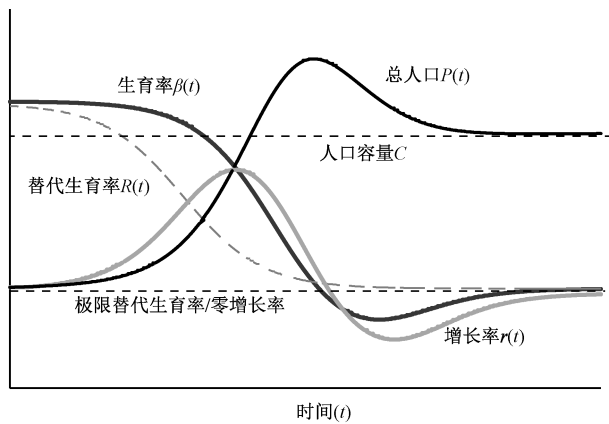


图 5 生态逻辑下的人口变动长期趋势

3. 生态学模型模拟的世界人口增长长期趋势

根据上述分析用 Logistic 方程模拟了全球替代生育率从 19 世纪初的 5 下降到 2020 年的 2.1 的进程，用复合 Logistic 方程平滑拟合了全球实际生育率的变动过程，并后延估算未来两个世纪生育率先降后升、逐步逼近极限替代生育率的长期趋势，按 50 年左右的惯性周期模拟推算替代生育率引导下的自然增长率，最后按自然增长率推算全球总人口的变动趋势和峰值（见图 4）。按此，世界人口的平均生育率将于 2030 年前后降到更替水平，2060 年代跌进 1.5 以下的“陷阱”，21 世纪 70 年代达到最低值，人口增长率转负，全球人口总量达到接近 100 亿人的高峰，此后生育率逐步回升，21 世纪 90 年代走出“陷阱”，总人口将慢慢逼近 65 亿人的可持续容量。

三、世界生育率转变的区域模式

生育率转变最早发生在欧洲，以工业革命发源地英国为代表，其生育率从 19 世纪 80 年

代的 5 左右开始下行，一战时期出现短暂波动后继续下行，到二战中期已降至 1.7 左右的极低水平，20 世纪 40 年代初期生育率回升，到 1964 年恢复到 3 左右的峰值^①。法国、美国的生育率下降经历与英国近似，法国早期的生育率更低，而美国因移民众多，生育率整体略高于欧洲。

二战以后世界各国的生育率记录越来越完善，世界银行汇集了 1960—2018 年 264 个国家和地区的生育率统计和估计^②，根据这些数据，我们以国家和地区人口规模为权重，逐级汇算世界主要区域的历年平均生育率，据此归纳 1960 年以来世界各大区域的生育率演化模式。图 6 汇总了全球 19 个区域的生育率变化曲线，我们按区域邻近性与过程一致性将它们类聚为四个曲线族，或者说是四种演化模式：欧美、亚非拉、撒哈拉以南非洲及东亚（见图 7）。欧美涵括了欧洲、北美及澳洲，亚非拉涵括了东亚以外的亚洲、北非、南非及拉美，撒哈拉以南非洲涵括了东非、中非和西非，东亚作为一个特别类型包括日本、韩国、朝鲜、蒙古、中国大陆及港澳台地区。

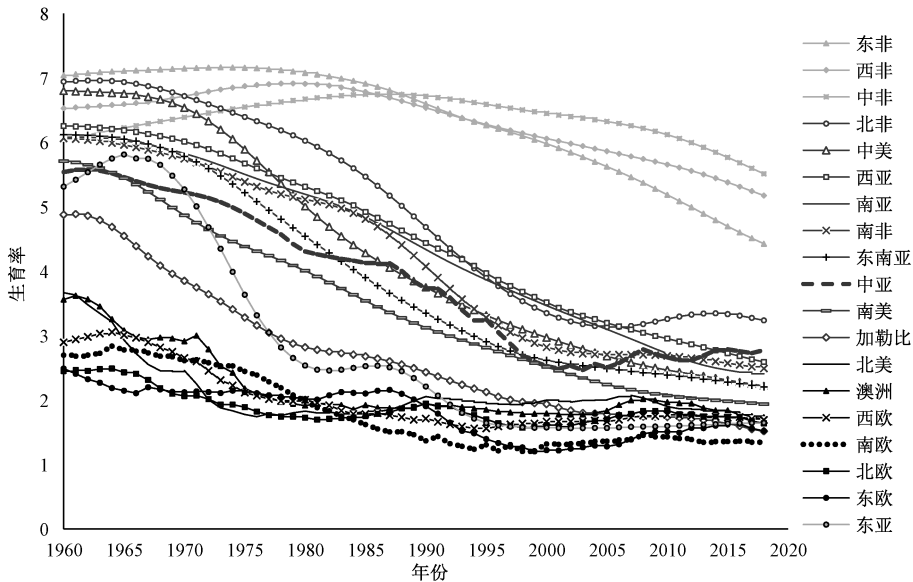


图 6 1960 年以来全世界 19 个区域的生育率变化

欧美地区是生育率转变的先驱，其生育率转变的起点应该在 19 世纪末期，20 世纪 60 年代初期已经完成了第一次生育率转变并开始了第二次转变，20 世纪 90 年代末完成第二次生育率转变，21 世纪以来生育率在 1.5 附近小幅波动，2018 年平均生育率为 1.60。

亚非拉模式显著滞后于欧美，但领先于欠发达的撒哈拉以南非洲，处于中间类型，20 世纪 60 年代开始第一次生育率转变，经过加速再减速形成了一条平滑的反“S”型曲线，目前已经完成了第一次生育率转变，2018 年平均生育率为 2.36。亚非拉区域中的加勒比地

① 数据来源：Gapminder V6, <https://www.gapminder.org/data/documentation/gd008/>
② 数据来源：世界银行公开数据库, <https://data.worldbank.org.cn/indicator/SP.DYN.TFRT.IN>，其中的数据主要源自联合国人口司及统计局、欧盟统计局、美国人口普查局国际数据库、太平洋共同体统计与人口项目以及世界各国的人口普查和统计报告。

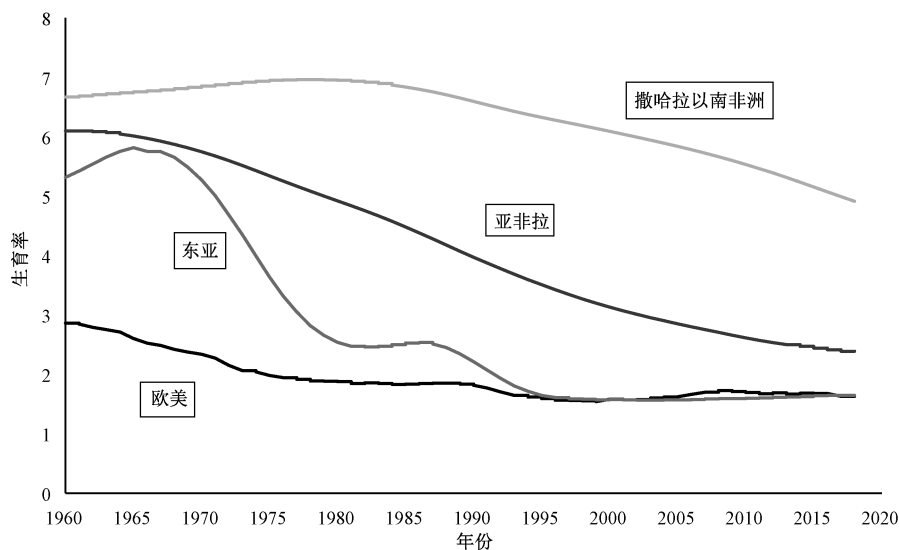


图7 生育率转变的四种区域模式

区表现出特殊的先进性，各时段的生育率都显著低于其他区域，介于欧美与亚非拉之间，并且在21世纪进入低生育率行列，2018年生育率仅为1.52。

撒哈拉以南非洲模式是最滞后的生育率转变模式，20世纪80年代才开启第一次生育率转变，起点生育率高达7左右，到2018年平均生育率跌到5以下，但仍是世界生育率最高的区域，按照亚非拉地区的经验，完成第一次生育率转变还需要30至40年的时间。

东亚模式是一种快速变化的跨类型模式，1965年生育率处在接近6的制高点，此后在波动中迅速下滑，20世纪80年代完成第一次生育率转变，1995年完成第二次生育率转变，此后的生育率演化曲线与欧美完全黏合。东亚地区用了30年时间完成了欧洲一个多世纪的生育率转变，从传统生育模式快速跨越到现代生育模式，这其中显然得力于世界头号人口大国中国实施的计划生育政策，但同时也应该看到韩国、朝鲜乃至蒙古都有类似的快速下滑经历，体现了东亚模式的内在一致性。日本是东亚国家的一个特例，20世纪60年代以来生育率从2左右缓慢波动下行，实际上属于比欧美还要欧美的生育率演化类型。

四、中国的生育率转变及长期人口走势

1. 数据的“罗生门”与学者的选边站

我国并不缺乏生育方面的统计数据，官方数据主要来自两个系统，一个是国家统计局，一个是国家卫生健康委员会。国家统计局是法定统计机构，承担逢零年度的人口普查和逢五年度的1%人口抽样调查，在平常年份开展人口变动抽样调查，形成了系列性的年度生育率数据（以下称“普查统计”）。国家卫生健康委员会是生育监测管理的专业部门，定期、不定期地开展育龄妇女生育状况调查，也形成了比较系统的生育率数据（以下称“生育调查”）。然而两个来源的生育率存在显著的差异，几乎形成了一对测不准的“平行宇宙”（见图8）。

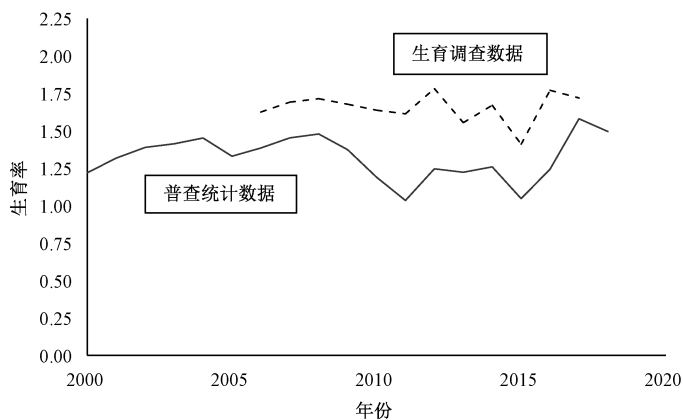


图 8 两个数据源反映的 2000 年以来我国生育率变动

数据来源：普查统计数据为国家统计局人口普查、抽样调查及人口变动调查数据；生育调查数据采用陈卫、段媛媛根据 2017 年国家卫生健康委员会主持的全国生育状况抽样调查数据计算的 2006 年以来生育率^[34]。

按普查统计，2000 年我国生育率为 1.22，相比于 1990 年普查下降近半，当时已经引起学者们的怀疑。2001—2004 年生育率有所回升，但仍低于 1.5，2005 年 1% 抽样调查给出的生育率又下落到 1.33，2006—2008 年再一次回升到 1.50 附近，然后迅速下降，2010 年人口普查给出的生育率只有 1.19，2011 年更跌到 1.03 的历史最低点，2013—2014 年回升到 1.25 上下，2015 年抽样调查又跌到 1.05 的次极值，2016—2017 年受全面两孩政策的影响，生育率连续回升，2017 年达到 1.58，这已经是 21 世纪以来的最高纪录，2018 年又调头向下降至 1.50。以我国民泱泱之众，生育率固当相对稳定，变动也该比较平滑，然而十数年来的生育率却表现出跌宕起伏，这其中除了单独二孩、全面两孩政策调整的影响，也反映了社会对生育问题的多虑与谨慎，甚至经济盛衰、生肖臧否都扰动了生育率。

按 2017 年生育调查，刘金菊、陈卫推算了 2006 年以来我国各年的生育率^[35]，2006 年为 1.63，2008 年升到 1.71，之后连续下降到 2011 年的 1.61，之后出现年度周期的上下振动，2012 年达到 1.78 的最高点，2015 年跌到 1.41 的最低点，2017 年仅有上半年的调查数据，作者简单加倍得到的年度生育率为 1.72。一方面生育调查数据与普查统计数据表现出良好的步调一致性，说明它们真实反映了生育率的波动过程，但是另一方面后者较前者显著偏低，平均落差为 0.37，最大落差达 0.58，这显然不是随机意义上的测量误差，而是一种“系统误差”，衍生成权威数据的“罗生门”。

此外，公安系统的户籍统计也包含出生信息，通常用于户籍人口与非户籍人口生育率对比分析，教育系统的在校学龄儿童年级统计数据也可以用来生成队列出生人数，因口径和精度的局限，不足以产生权威的生育率数据，但常被用来验证上述两种生育率数据的可靠性。

官方生育率数据的差异性，导致学者对中国人口实际生育水平产生困惑和分歧，有时只能按照主观判断“选边站队”。偏好人口增长、担忧少子化老龄化挑战的学者往往乐于采信普查统计数据，认为 2015 年我国生育率已跌至 1.05 左右的极低水平，近年来的生育新政对

生育率回升作用有限, 当前的生育率水平在 1.5 以下, 跌入了低生育率陷阱。梁建章、穆光宗、郭志刚、易富贤等倾向于上述观点^[6,36-38]。

另外一些学者选择相信生育调查数据, 他们通常认为人口普查和抽样调查存在普遍的生育漏报、瞒报, 这不仅符合某些群体的社会心理, 也能从个别省份难以置信的低生育率得到反证, 比如 2015 年 1% 人口抽样调查显示黑龙江省的生育率低至 0.47, 意味着两个妇女仅生一个孩子, 显然是不真实的。生育调查是对育龄妇女孕育史的专业性调查, 问题设置的针对性、调查程序的严密性更好, 所得到的生育率数据理应更加可靠和权威。丁金宏、陈卫、翟振武、米红、乔晓春、王金营等更倾向于此类观点, 他们认为当前我国的生育率当在 1.7 左右^[15,35,39-43], 陈卫等指出当前生育率还受到进度效应的影响, 更确切反映生育水平的内在总和生育率在 1.8 以上^[35]。2020 年第七次人口普查初步给出的生育率为 1.3, 两个“平行宇宙”会否渐行渐近尚不得而知。

2. 中国的生育率转变与人口变动

中国的生育率转变起始于 20 世纪 60 年代末, 当时的生育率还处在 6 左右的传统农耕文明水平, 此后急转直下, 20 世纪 70 年代中期下落到 2.5 左右, 相当于完成了西方社会的第一次生育率转变, 转化的高速度带有东亚地区的共性, 并且有国家倡导、鼓励计划生育的推动。80 年代是我国大力推行一对夫妻生一个孩子的严格计划生育时期, 然而这一时期的生育率并未承接 70 年代的下降趋势, 而是在波动中前行, 可以推想如果不是严格的生育控制, 80 年代应该出现一个类似于西方二战之后的婴儿潮。90 年代初期我国开始了第二次生育率转变, 1992 年向下跌破替代生育率, 1996 年降到了 1.62。中国用了短短 30 年的时间完成了两次生育率转变, 21 世纪以来生育率在 1.6—1.7 之间稳定运行。

如果从 1992 年替代生育率跌破 2 算起, 我国已经在“隐性负增长”状态中“潜伏”了将近 30 年, 2009 年人口增长率跌破 5‰, 进入低增长阶段, 2014 年因生育政策调整回到 5‰以上, 2018 年二孩政策效应基本释放后重回 5‰以下, 2019 年我国人口的自然增长率为 3.3‰。我国的生育率已经进入二次转变后的缓慢回升阶段, 虽然会有上下波动但总体趋势是以缓慢的步调上行趋近 2.1 的替代生育率, 预计到“十四五”期末生育率仍在 1.8 以下。按照类似于前述世界人口增长过程模拟方法及我国生育政策改革的趋势, 我们预测 2026 年中国总人口将到达 14.27 亿人的峰值, 此后转入负增长阶段, 长期稳定的可持续人口容量在 12 亿人左右 (见图 9)。

五、结论与讨论

人口转变理论是人口学的一项重大发现, 揭示了工业革命以来人口增长从加速到减速转变的基本规律, 世界各国之于人口转变只分先后不能“幸免”。第二次人口转变理论预示着人口低生育率时代的到来, 人口将从低增长走向负增长, 引致社会的焦虑和人口学家的迷茫。我们主张将人类复归到自然生态系统一部分的原生角色, 按照生物演化的生态学逻辑构建由替代生育率引导、人口容量制约的人口长期收敛模型。替代生育率下降是导致生育率下降的基本内生动力, 人口容量是人口增长的外在刚性约束, 两者都是潜藏在影响生育率变化

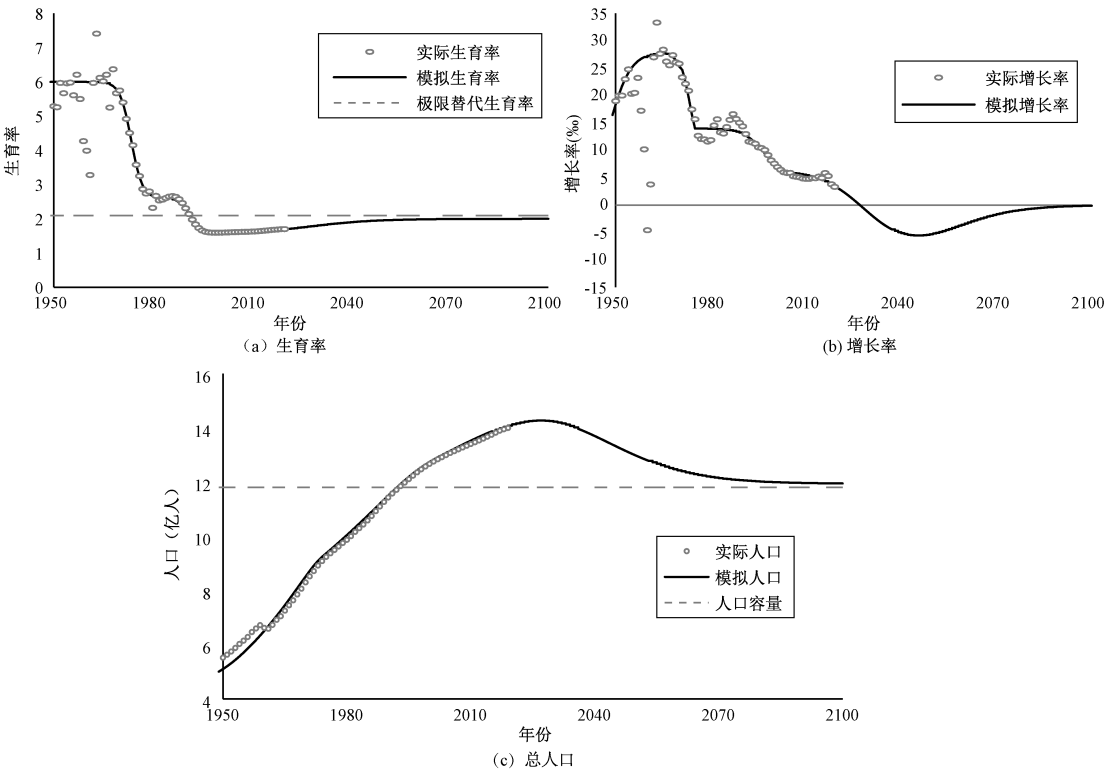


图 9 中国人口变动趋势模拟

数据来源：1950—1981 年生育率数据源自 Gapminder V6, <http://www.gapminder.org/data/documentation/gd008/>；1982—2020 年生育率数据源自世界银行公开数据库, <http://data.worldbank.org.cn/indicator/sp.DYN.TFRT.IN>；人口数据源自《中国统计年鉴 2020》；增长率数据源自《中国统计年鉴 1981》和《中国统计年鉴 2020》。

的种种社会经济因素背后的生态学因子。按照生态学模型作趋势推演，未来世界人口将以负增长的方式收敛于 65 亿人左右，中国人口将稳定在 12 亿人左右。因各种不确定因素的扰动，实际人口变动过程未必单调平滑，人口总量也未必精准刻定于上述数值，但是总体趋势大抵会遵从图 5 模式。人口增长的惯性可以用人口增长惯性系数即生育率与实时替代生育率之比或出生率与死亡率之比来表达，这一指标比现行的人口惯性因子更为简便易行。

人类在经历工业革命初期和中期的加速增长之后，自然过渡到低增长、负增长，人类必须接受负增长甚至长期负增长的新常态。当后人回望历史将会发现，工业文明作为一场生产和生活的革命，留下了两三个世纪惊心动魄的人口暴增遗迹，但最终仍归于生态和生存的“宿命”，人口数量回归到可持续容量约束下的常态规模。略高于 2 的替代生育率不仅是科学意义上的生态指南，也是人文意义上破除人口长期增长困惑的圭臬。当今世界已经越过了人口增长的最高峰，我们应该庆幸没有通过大规模的战争、饥谨和灾疫（虽然艾滋、非典、新冠以及全球增温等在不断发出警示）而是通过自然过渡到低生育率来抑制人口增长，这一过程带来的人口老龄化等方面的问题是为过去人口过快增长所延期支付的代价，我们必须通过经济社会发展来正面地解决，而不能寄望于激励人口增长来饮鸩止渴。

参考文献:

- [1] 邵力子. 生育节制释疑 [N]. 国民日报副刊“妇女评论”. 1922-05-03 (1-2).
- [2] 陈长蘅. 中国近百八十余年人口增加之徐速及民势之变迁 [J]. 东方杂志, 1927 (18): 7-25.
- [3] 董时进. 在中国何以须节制生育 [J]. 东方杂志, 1936 (5): 118-120.
- [4] 马寅初. 新人口论——在第一届全国人民代表大会第四次会议上的书面发言 [J]. 文献, 1979 (2): 34-59.
- [5] 刘铮, 邬沧萍. 控制人口增长是我国社会发展的客观要求 [J]. 人口研究, 1979 (2): 1-6.
- [6] 梁建章, 黄文政, 李建新. 人口危机挑战中国, 放开生育刻不容缓 [J]. 决策与信息, 2015 (2): 10-61.
- [7] 易富贤. 泱泱大民族有沦为小民族的危险 [J]. 同舟共进, 2009 (4): 10-10.
- [8] THOMPSON W S. Population [J]. The American Journal of Sociology, 1929 (6): 959-975.
- [9] LANDRY A. La revolution demographique (1934) [M]. Paris: INED Press, 1982: 44-55.
- [10] NOTESTEIN F W. Population; the long view [M] //SCHULTZ T W. Food for the World. Chicago: University of Chicago Press, 1953: 36-41.
- [11] BLACKER C P. Stages in population growth [J]. The Eugenics Review, 1947, 39 (3): 88-101.
- [12] LESTHAEGHE R, WILSON C. Modes of production, secularization, and the pace of the fertility decline in western Europe, 1870-1930 [M] //COALE A J, WATKINS S C. The Decline of Fertility in Europe. Princeton: Princeton University Press, 2017: 261-292.
- [13] CALDWELL J C. Toward a restatement of demographic transition theory [J]. Population and Development Review, 1976, 2 (3/4): 321-366.
- [14] 杨菊华. 关于我国生育政策与生育水平的几点思考 [J]. 南京人口管理干部学院学报, 2011 (2): 5-14, 20.
- [15] 丁金宏, 程晨, 吴航, 等. 生育行为的社会动力演化及生育政策响应——基于华东地区 2017 年生育状况抽样调查数据的分析 [J]. 人口研究, 2019 (5): 17-27.
- [16] LESTHAEGHE R. The unfolding story of the second demographic [J]. Population and Development Review, 2010, 36 (2): 211-251.
- [17] VAN DE KAA D J. Europe's second demographic transition [J]. Population Bulletin, 1987, 42 (1): 1-59.
- [18] LESTHAEGHE R, VAN DE KAA D J. Twee demografische transitities? [M] //LESTHAEGHE R, VAN DE KAA D J. Mens en Maatschappij Book. Bevolking: Groei en Krimp, 1986: 9-24.
- [19] 於嘉, 谢宇. 中国的第二次人口转变 [J]. 人口研究, 2019 (5): 3-16.
- [20] COLEMAN D A. Immigration and ethnic change in low-fertility countries; a third demographic transition [J]. Population and Development Review, 2006, 32 (3): 401-446.
- [21] 石人炳. 人口转变: 一个可以无限拓展的概念? [J]. 人口研究, 2012 (2): 11-18.
- [22] COALE A J. The history of the human population [J]. Scientific American, 1974, 231 (3): 40-51.
- [23] COALE A J, WATKINS S C. The decline of fertility in Europe [M]. Princeton: Princeton University Press, 2017: 1-30.
- [24] LIVI-BACCI M. A concise history of world population [M]. Hoboken: John Wiley & Sons Inc., 2017: 18.
- [25] FEKRI A H. Demographic archaeology [M]. New York: Academic Press, 1981: 95-128.
- [26] ACSA DI G Y, NEMESKERI J. History of human life span and mortality [M]. Budapest: Akademiai Kiado, 1970: 273-287.
- [27] RILEY J C. Estimates of regional and global life expectancy, 1800-2001 [J]. Population and Development Review, 2005, 31 (3): 537-543.
- [28] KEYFITZ N. On the momentum of population growth [J]. Demography, 1971, 8 (1): 71-80.
- [29] KIM Y J, SCHOEN R, SARMA P S. Momentum and the growth-free segment of a population [J]. Demography, 1991, 28 (1): 159-173.
- [30] PRESTON S H, GUILLOT M. Population dynamics in an age of declining fertility [J]. Genus, 1997, 53 (3-4): 15-31.

[31] 茅倬彦. 人口惯性的测量方法 [J]. 南方人口, 2011 (3): 47-58.

[32] 茅倬彦. 60 年来中国人口惯性变化及趋势 [J]. 人口与经济, 2010 (6): 1-6.

[33] 王光召, 安和平. 低生育背景下中国人口惯性与人口增长峰值预测 [J]. 宁夏大学学报 (人文社会科学版), 2014 (3): 166-170.

[34] 陈卫, 段媛媛. 中国近 10 年来的生育水平与趋势 [J]. 人口研究, 2019 (1): 3-17.

[35] 刘金菊, 陈卫. 中国的生育率低在何处? [J]. 人口与经济, 2019 (6): 70-81.

[36] 穆光宗. 正视超低生育率的危险 [J]. 中国经济报告, 2013 (12): 78-80.

[37] 郭志刚. 清醒认识中国低生育率风险 [J]. 国际经济评论, 2015 (2): 100-119, 7.

[38] 易富贤, 苏剑. 从单独二胎实践看生育意愿和人口政策 2015—2080 年中国人口形势展望 [J]. 中国发展观察, 2014 (12): 58-74.

[39] 翟振武, 陈佳鞠, 李龙. 中国出生人口的新变化与趋势 [J]. 人口研究, 2015 (2): 48-56.

[40] 翟振武, 陈佳鞠, 李龙. 现阶段中国的总和生育率究竟是多少? ——来自户籍登记数据的新证据 [J]. 人口研究, 2015 (6): 22-34.

[41] 米红, 杨明旭. 总和生育率、出生性别比的修正与评估研究——基于 1982—2010 年历次人口普查、1% 抽样调查数据 [J]. 人口与发展, 2016 (2): 12-19.

[42] 乔晓春, 朱宝生. 如何利用 (粗) 出生率来估计总和生育率? [J]. 人口与发展, 2018 (2): 65-70, 100.

[43] 王金营, 马志越, 李嘉瑞. 中国生育水平、生育意愿的再认识: 现实和未来——基于 2017 年全国生育状况调查北方七省市的数据 [J]. 人口研究, 2019 (2): 32-44.

The Ecological Logic of Fertility Evolution and the Long-term Trends of
Population Growth

DING Jinhong, GENG Wenjun, MAO Renjun, CHENG Chen

(Institute of Population Research, East China Normal University, Shanghai 200241, China)

Abstract: The long-term process of population growth always makes confusion and leads to debate. Instead of explaining the short-term population change with specific socio-economic factors, the authors take human population as the ordinary one in the eco-system and construct a new population growth model which aims at researching the general pattern of fertility transition and exploring the trend of population growth in the long run. Within the Eco-P model, population growth is led by the replacement fertility endogenously and checked by the capacity exogenously. The population has undergone or undergoing the first or second round of fertility transition since the industrial revolution. The fertility evolution patterns of the world can be aggregated into four: Europe and America, Asia-Africa-Latin America, Sub-Saharan Africa, and East Asia. Under the promotion of family planning policy, China has experienced two fertility rate changes in just 30 years. Extreme replacement fertility is the long-term goal of fertility evolution, but which have been fallen below this replacement level by some countries. This may become a common experience across countries, which would indicated that an increasingly explicit constraint on population capacity. Driven by the growth momentum, populations of the world and some major countries are about to break through the

capacity and to reach the maximum, thereafter the population will go back to the capacity by shrinking negative growth rate, while the fertility rate will return to the modern replacement TFR as well. According to the trends, the authors simulate that the world population will decrease to the sustainable capacity of about 6.5 billion while China population will decrease to 1.2 billion. We designed a new index population momentum coefficient (PMC) as the ratio of TFR to real-time replacement TFR, actually the ratio of birth rate to death rate. Functionally comparable to the commonly used population momentum factor, PMC shows much more convenience and data availability.

Keywords: fertility evolution; replacement fertility; population capacity; ecological logic; population momentum

[责任编辑 武 玉]