

天津市科普重点项目
“美丽中国”科普系列丛书

人口、资源与发展

RENKOU ZIYUAN YU FAZHAN

郎铁柱 主 编
尤学一 主 审

天津市科普重点项目

“美丽中国”科普系列丛书

人口、资源 与 发展

郎铁柱 主编

尤学一 主审



天津大学出版社

TIANJIN UNIVERSITY PRESS

内 容 提 要

本书是“美丽中国”系列科普丛书的第二本。这是一本介绍人口、资源与发展关系的高级科普读物和大学教材。它反映了 20 世纪 80 年代以来,我国人口、资源与发展的新观念、新思维,介绍了我国人口、资源自 21 世纪以来的新问题和新发展理论。

本书集专业性与普及性于一体,既反映了当前人口、资源与发展的最新前沿科技进展和专业知识,又照顾到广大读者的阅读习惯,行文深入浅出。

本书是高级科普读物,可作为大学教材和中等教育生物与环境的补充阅读参考书,还可以作为国家机关、企事业单位、农村乡镇环境教育与培训教材。

图书在版编目(CIP)数据

人口、资源与发展/郎铁柱主编. —天津:天津
大学出版社,2015.9

(天津市科普重点项目“美丽中国”科普系列丛书)

ISBN 978-7-5618-5385-6

I. ①人… II. ①郎… III. ①人口—关系—中国经济—经济发展—研究②自然资源—关系—中国经济—经济发展—研究 IV. ①C924.24②F124

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2015)第 218115 号

出版发行 天津大学出版社

地 址 天津市卫津路 92 号天津大学内(邮编:300072)

电 话 发行部:022-27403647

网 址 publish.tju.edu.cn

印 刷 天津市泰宇印务有限公司

经 销 全国各地新华书店

开 本 148mm×210mm

印 张 7.5

字 数 216 千

版 次 2015 年 9 月第 1 版

印 次 2015 年 9 月第 1 次

定 价 25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,烦请向我社发行部门联系调换

版权所有 侵权必究

前言

党的十八大提出,给自然留下更多修复空间,给农业留下更多良田,给子孙后代留下天蓝地绿、水净的美好家园,努力建设美丽中国,实现中华民族永续发展。我国重视环境保护较晚,重视程度不高,民众环保意识不强,环境保护的积极性、科学性亟待提高,美丽中国科普系列丛书是天津市科普重点项目,专家学者以通俗易懂的文字和图文并茂的方式叙述环境保护方面的热点问题,介绍相关科学知识。本套丛书聚焦我国环保热点问题,包括《雾霾、空气污染与人体健康》《低碳经济与可持续发展》《世界遗产与生态文明》《人口、资源与发展》《低碳足迹——认识绿色可持续建筑》5本图书,丛书的出版旨在让民众从主观上更愿意接近、掌握环境保护知识,携手共同创建美丽中国。

人口、资源与发展是一个既古老又新颖的课题。工业革命以来一直有两种相反的人口论——人口增长有害论和人口增长有益论。人口增长有害论的理论根据来自于古典经济学的报酬递减与边际效应理论;人口增长有益论的最新理论根据则来自于复杂性理论的报酬递增法则。与此对应,自古以来各国政府在不同的时期都采取了不同的人口政策。

中国人非常重视家庭,家庭是中国制度的核心。与其他相继衰落的文明相比,对家庭和人口再生产的重视,是中华文明的显著特点。中国在历史上就是一个人口大国,由此决定中国封建社会的生产方式是典型的人口密集型,即在土地资源相对紧缺环境下的精耕细作的“亚细亚生产方式”,是劳动力密集型,而不是西方的资源密集型。这一点虽然是由于频繁战争、瘟疫、饥荒造成的,但也是中华民族上下





几千年屡遭打击,能够快速恢复、文明昌盛、绵延不尽的原因。

新中国成立后,由于战后补偿效应以及 20 世纪 50—60 年代的备战备荒,政府对生育及人口增长采取了放任的态度,并出台了限制避孕和人口流产的政策,鼓励人们生育。而大跃进的做法使得我国人口形势产生了乐观情绪,“人多力量大”“人多可以办大事”的想法占据了主要地位,致使我国人口急剧膨胀,20 世纪 70 年代后出现一系列的人口、资源问题。

基于上述原因,20 世纪 80 年代后,我国采取非常严厉的人口政策,实行严格的“一胎化”政策。21 世纪以后这一政策取得空前成效。我国人口进入了低出生率、低死亡率、低增长率阶段;使得我国人口的年龄结构呈现非常有利于经济腾飞的纺锤形结构;人口抚养比,也称为人口负担系数,降到了最低;人口红利的爆发与适当的发展战略相辅相成,造就了我国经济在 21 世纪的腾飞,我国经济连续 20 年以两位数增长,在 2010 年后跃身为世界工厂和世界第二大经济体,尤其是 2008 年金融危机后成为世界经济增长的火车头,成就有目共睹。

但是居安思危,2010 年后,我国逐步进入“刘易斯拐点”,表现为劳动力价格的快速增长,劳动力相对短缺,尤其是农民工和蓝领工人的短缺与其工资的大幅度增长。随着 20 世纪 70 年代后期中国“计划生育”政策推行后出生的一代独生子女们登上历史舞台,中国劳动力局部短缺的局面开始初露端倪,“民工荒”愈演愈烈,农民工月平均收入从 2008 年的 1 340 元上涨到 2011 年的 2 049 元,4 年间的涨幅高达 53%。2014 年后,更是出现了部分大学毕业生的工资不如农民工的现象。

从经济学角度讲,当农村剩余劳动力向非农产业逐步转移直至枯竭的那一刻,就是劳动力过剩向短缺的转折点,这就是诺贝尔经济学奖得主刘易斯提出的“刘易斯拐点”。“刘易斯拐点”的出现,往往是人口红利消失的前兆。

未来,随着“90后”“00后”独生子女的长大,中国“农民工”阶层将彻底消亡。中国制造业的人口低成本优势将不复存在。整个国家的劳动年龄人口也将在2020年下滑至70%以下。

与此同时,当我国还沉浸在人口控制取得巨大成就的喜悦中时,另一个幽灵却迅速走来,这就是人口老龄化及我国老龄化社会的提前到来。

人口红利不是免费的午餐。计划生育政策的推行加速了中国的人口转变,使中国提前进入人口红利阶段。但是它来得早去得也快,严格的人口控制使中国人口老龄化速度大大加快,人口红利也会因此而加速消失。随着人口老龄化不断加快,目前我国丰富的劳动力资源将很快转变成对经济增长产生遏制作用的老年人口负担。现在三四十岁的一代人,三四个兄弟姐妹抚养一两个老人,自己则仅有一两个孩子。这样少的被抚养人口,自然可以使他们全力以赴地发展经济。但是当这代人年老以后,局面就倒了过来。中国通过30年左右的时间完成了人口转变。同样的过程,在发达国家经历了上百年,这是一种成就,然而成就的背后还潜伏着问题与挑战。中国“人口红利”时代在二三十年后将成为历史,随之而来的将是“人口负债”时代。中国未来发展的挑战是持续、快速的人口老龄化。无论是老年人口规模还是其比例都在迅速上升。

19世纪法国社会学家和数学家孔德(Auguste Comte)有一句名言:“人口就是命运。”只要观察一下世界史就会发现,大国的兴衰,除了其他诸多原因之外,也与人口的变化息息相关。

生育率稳定在1.8是国家人口发展的一个重要指标。“十一五”期间我国生育率平均在1.8以下、1以上的24个省区,除天津市外,生育率都在下降,并没有稳定在1.8。

未富先老,中国人口政策面临转折!

2013年11月15日,《中共中央关于全面深化改革若干重大问题





的决定》中对外发布,中央决定放开“单独二胎”政策。我们应该利用“人口红利”加快经济发展步伐,建立完善的社会养老保障制度体系,善待劳动者,加速城乡一体化建设。

1972年罗马俱乐部的研究报告《增长的极限》,深刻阐明了环境的重要性以及资源与人口之间的基本联系。其中心论点是,人口增长、粮食生产、投资增长、环境污染和资源消耗具有按指数增长的性质,如果按这个趋势继续下去,我们这个星球上的经济增长在今后100年内的某个时期将达到极限,原因在于地球是有限的,人类生活的空间是有限的,资源是有限的,地球吸纳消化污染的能力也是有限的。《增长的极限》直言不讳警告道:如果全球人口、工业、污染、粮食生产和能源消耗的发展趋势不进行根本改变,人类赖以生存的地球环境将因不胜负载而面临崩溃的威胁。

我国的经济增长过分透支了环境和资源。2013年中国消耗了全球水泥产量的53.2%、铁矿石产量的47.7%、煤炭产量的46.9%、钢铁产量的45.4%、铅产量的44.6%、锌产量的41.3%、铝产量的40.6%、铜产量的38.9%、镍产量的36.3%。中国的石油产量仅占世界总产量的10%,同时汽车正在大步走入中国的普通家庭。2014年中国是世界第一大汽车生产和销售大国。中国也养殖了世界上最多的鸡、猪、牛等家畜,消耗了世界上最多的大豆、小麦和大米等农作物,在其他主要商品方面的消耗量我国也是举足轻重的。改变增长方式,向智慧经济、新经济转变是我国发展的必然选择。

我国正在各高等院校、机关、企事业单位及中小学普及环境保护与可持续发展教育,环境教育已经成为全民素质教育的一个重点。迫切需要有切合实际、反映本学科最新发展成就的教材与高级科普著作。本书力求避免庞杂纷乱、条理不清,不但具有参考性,而且具有完整统一的框架,重点、难点突出,条理清晰,使大家学习起来不但容易掌握,而且有趣味性、启发性,在学习的过程中将可持续发展的理念渗



透到潜意识中,摒弃一些流行的错误理念,在日后的工作中将环境意识自觉地贯穿始终。

本书作者常年在南开大学和天津大学两校讲授“环境保护与可持续发展”公共基础课和公共选修课。在常年的教学中,积累了大量的资料,形成了自己的教学体系与大纲,并十分注意对最新成果的吸收。本书反映了人口、资源与发展的最新研究进展,具有一定的前瞻性。作者在长期的“环境保护与可持续发展”教学中深深体会到学生和社会各界对于环境问题的关注与对我国环境问题的担忧,他们的拳拳之心和满腔热情,一直鼓励着我,是我写作本书的最大动力,他们的需求、意见也对我有诸多启发。

全书由郎铁柱完成,天津大学环境科学与工程学院的部分学生(李恒、宋靓雪、王亦寒、王晓宇、任保赢、王子正、刘畅、王茹梦、李建洋、周苗、李唯骏、提博雯、王书丛、王鑫一、夏静、阎鹏羽、张凤熔、张荆、张宇、王慧、张媛、白志晖、张敬旭、姜加龙、龙莎、胡云飞、汪安宁等)参与了资料收集等工作,天津大学出版社赵淑梅、刁海二位编辑为此书的出版付出了辛勤的劳动,在此一并表示感谢!

由于时间紧,内容多,作者水平的局限,书中错误还请读者以及同行批评指正!

目录

第1章 人口论与人口种群生态学	1
1.1 两种相反的人口论	1
1.2 人口生态学:种群的增长模型	3
1.3 越穷越生与生存对策	10
1.4 世界人口发展史	16
1.5 环境容纳量(环境承载力)与人口增长	20
1.6 中国人口波动与气候变迁	32
第2章 人口种群的波动与调节	35
2.1 人口的出生率、死亡率、预期寿命与人口增长	35
2.2 种群的密度制约与抑制效应	42
2.3 人口种群波动的时滞效应、补偿效应	47
2.4 不孕不育——悄然而至的魔鬼	54
第3章 人口与经济、人口与发展	66
3.1 人口、经济的报酬递增法则	66
3.2 年龄结构与人口红利	72
3.3 刘易斯拐点、人口迁移与农业人口转移	78
3.4 城镇化(城市化)	85
3.5 人口与经济、政治,人口与大国兴衰	90
第4章 中国人口	106
4.1 中国人口特点与问题	106

4.2	迅速降低的生育水平	113
4.3	迅速的城市化过程	122
4.4	中国的人口红利	135
4.5	中国人口的老龄化趋势	141
4.6	“民工荒”与“刘易斯拐点”	151
4.7	未富先老,中国人口政策面临转折	155
4.8	老龄化社会的应对策略	164
第5章	环境承载力与增长的极限	171
5.1	《增长的极限》表达的发展观——增长极限论	171
5.2	《增长的极限》:争议与积极意义	173
5.3	环境承载力	175
第6章	资源	180
6.1	自然资源	180
6.2	中国自然资源的特点	182
6.3	水资源	187
6.4	能源	192
6.5	土地资源	203
6.6	矿产资源	207
6.7	资源约束与转变经济发展模式	210

人口论与人口种群生态学

1.1 两种相反的人口论

1.1.1 人口增长有害论——报酬递减与边际效应

今人有五子不为多，子又有五子，大父未死而有二十五孙。是以人民众而货财寡，事力劳而供养薄。

——韩非子

早在 100 多年前，古典学派的经济学家李嘉图与马尔萨斯先后对人口与生活资料的依存关系做了研究。李嘉图认为，“在最有利的条件下，生产力虽然仍可能大于人口的繁殖力，但这种情况不会长期继续下去。因为土地有限，质量也各不相同，土地上所使用的资本每增加一份，生产率就会下降，而人口繁殖力却是始终不变的。”一般说来，人口超过对劳动的需求，也就是超过了其农业和制造业实际上可以经常雇用的人数。在这种条件下，他认为，生产赶不上人口的增长。因此会构成较大的人口压力。他说，“人口的增加比维持人口所必需的资源增加更快。除非伴随着人口繁殖率的减退，否则便足以助长灾害，因为生产赶不上人口的增殖。”

1798 年，32 岁的马尔萨斯发表了名作《人口论》。马尔萨斯的人口理论则从土地肥力递减规律出发，认为食物的增长落后于人口的增

长。他的推论以两个公理为前提。“第一,食物为人类生存所必需。第二,两性间的情欲是必然的,且几乎保持恒态。”

从这两个公理出发,马尔萨斯提出了人口增长与生活资料增长的两个级数增长的假定。他断言,人口增长按几何级数增长,而粮食生产的增长大致按算术级数增长。他认为人们对性愉悦的永不满足造成人口呈几何级数增长,而食物供应呈算术级数增长,人口将不断增长,一直达到人类食物供应的极限为止,大多数人注定要过饥寒交迫的生活。

根据马尔萨斯的推断,人口大约 25 年增加一代,以 25 年作为一个时期,则有

人口: 1 2 4 8 16 32 64 128 256 512

生活资料: 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

人口增长与生活资料增长,开始时差距不大,但随着时间的推移,差距会越来越大。经过 10 代,其差距为 512: 10,出现如此巨大差距的原因,主要是“一切生物的增殖有不断超过对它提供的营养的倾向”。

1.1.2 人口增长有益论——报酬递增法则

古典经济学理论体系的创立者亚当·斯密(1723—1790 年)已经认识到人口是经济发展的关键要素,他认为“交换的力量为劳动分工提供了契机,因此分工的程度必然总是受制于这种力量的规模,或者换句话说,受制于市场的规模”,“国家繁荣最关键的因素是其居民数量的增长”。

20 世纪著名经济学家凯恩斯依然把人口作为影响经济的因素。在 20 世纪 30 年代他发表的《通论》中,针对当时经济大萧条状况提出了与马尔萨斯相背的观点,认为,人口减少,会引起需求不足,导致长期停滞。凯恩斯把失业问题同人口问题联系起来,从而认为,人口的减少是需求不足的重要原因。



俄裔美国著名经济学家西蒙·库兹涅茨，“美国的 G. N. P. 之父”，将经济活动中的被动与相应的移民波动、人口增长率以及劳动力的增长联系起来，人口增长促使人们对消费品的需求膨胀，额外需求刺激了额外的厂商投资。这一切再加上对规模经济效益的利用能力，就加快了生产力增长速度。结果当人口增长时，人们的生活水平也随之提升。在分析经济与人口统计的变动的关系时，提出了各国经济增长的长周期平均为 20 年的观点，并证明这种周期在很大程度上受人口增长率变化的影响，人称“库兹涅茨周期”，这个观点的提出对经济科学做出了重大的开拓性的贡献。他认为人口是经济活动的主要决定因素，而经济活动可以表现为对人口增长的影响。

1987 年诺贝尔经济学奖得主罗伯特·索洛根据大量史实提出新古典主义经济增长模型(索洛模型)。依据索洛模型，人均产出增长率最终等于技术进步率，总的产出增长率等于技术进步率加人口增长率，国家的总经济增长速度和人口增长速度正相关。

人力资本理论之父、1979 年诺贝尔经济学奖得主西奥多·舒尔茨认为，当代经济的增长及国家财富的构成，主要是人力资本带来的结果，技术进步主要靠人力资本积累。他认为人力资本和物质资本不一样，物质资本是报酬递减的，人力资本是报酬递增的；物质资本投进去以后，你用了别人就不能用，而知识不存在这个问题，你用了别人照样用，它是报酬递增的。舒尔茨断言，人类未来不是由空间、能源和耕地所决定的，而是要由人类的知识发展来决定。

1.2 人口生态学:种群的增长模型

1.2.1 马尔萨斯方程:又称指数增长模型

生态学理论认为，所有生物种群都有数量爆发性增长的潜力，也



就是指数增长的潜力。所有生物都有很高的内禀增长率 r_m ,生物的内禀增长率都超出环境的承载力。个体数量越大,增长速度越快。在最适宜的条件下,大肠杆菌每 20 分钟就繁殖一代,用不了几天,一个大肠杆菌的后代,其重量就可以与地球相当。

按达尔文的估计,即使典型的 K 选择型生物,以繁殖慢而著称的大象,如果保证食物和其他条件,一对象在没有其他生物或天敌危害的情况下,740 至 750 年后就可繁殖成具有 19 000 000 个个体的巨大种群。这表明种群具有巨大的增殖能力。

内禀增长率 r_m 是指具有稳定年龄结构的种群,在食物与空间不受限制、同种其他个体的密度维持在最适水平、环境中没有天敌,并在某一特定的温度、湿度、光照和食物性质的环境条件组配下,种群的最大瞬时增长率。反映了种群在理想状态下,生物种群的扩繁能力。

自然界中绝大多数种群都不会遵照指数增长模型无限制繁殖,但是在特定条件下,也就是生态空白地带,没有天敌,且温度、湿度、光照和食物都非常适宜的时候,会在一定时期表现为指数增长。

马尔萨斯认为种群在“无限”的环境中,即假定环境中空间、食物等资源是无限的,因而其增长率不随种群本身的密度而变化,这类增长通常呈指数增长,可称为与密度无关的增长,又称为“J”形增长。

在世代不重叠的情况下,

$$N_t = N_0 \lambda^t$$

式中, N 为种群的大小, t 为时间, λ 为种群的周限增长率。 $\lambda > 1$,种群数量上升; $\lambda = 1$,种群数量稳定; $0 < \lambda < 1$,种群数量下降; $\lambda = 0$,雌体没有繁殖,种群在下一代中灭亡。

在世代重叠的情况下,种群以连续的方式增长。

$$N_t = N_0 e^{rt}$$

式中, $r > 0$ 种群上升; $r = 0$ 种群稳定; $r < 0$ 种群下降。 r 代表增长率。其曲线是“J”形。

如以横坐标代表时间,纵坐标代表种群的个体数,绘成曲线,则得到类似英文字母“J”的曲线,称为“J”形曲线。该曲线在开始时增长较慢,随后在较短时间内急剧上升至顶端。在环境条件良好时,种群的增长是按几何级数增长的。当环境条件不能支持该种群继续增长,且环境恶劣导致大量个体死亡时,种群趋于消亡,该曲线就急剧下降,故又称其为“爆发—灭绝”曲线。

在温箱中培养的细菌,如果从一个细菌开始,通过分裂增长,数量为2,4,8,16…在短期内能表现出指数增长。许多具有简单生活史的动物在实验室培养时也有类似指数增长。在自然界中,一些一年生的昆虫,甚至某些小啮齿类,在春季良好条件下,其数量也会呈指数增长。

无论是在实验室还是在田间观察都能发现,很多种群在一个新环境定居或通过了瓶颈期以后,其种群增长形式很像是几何级数增长。例如,在20世纪30年代曾将环颈雉引入美国华盛顿州海岸附近的一个岛屿,此后环颈雉种群的增长如图1-1所示:最初几年种群增长很慢,到40年代时种群增长加快,增长形式很像是 $\lambda = 1.46$ 的几何级数增长模型,其理论曲线就是图中的虚线。

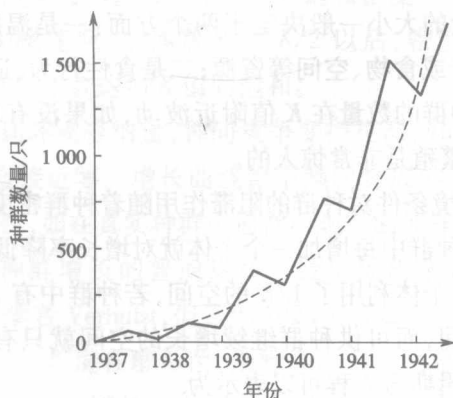


图 1-1 20 世纪 30 年代美国某岛屿环颈雉种群增长图

1.2.2 与密度有关的种群增长模型(逻辑斯蒂增长模型)

指数增长模式是一种理想状态,因为任何种群的生长都存在一定的限制因子,因此,自然界中,种群内个体数量的增长曲线不是“J”形,而是“S”形。“J”形增长可以视为是一种不完全的“S”形增长,即环境限制作用是突然发生的,在此之前,种群增长不受限制。在一定条件下,生物种群增长并不是按几何级数无限增长的,即开始速度快,随后转慢直至停止增长。例如,在培养基中的酵母菌,开始时按几何级数增长,随后增长缓慢,直至稳定下来。这种增长曲线大致呈“S”形,这就是通称的逻辑斯蒂(Logistic)曲线。

逻辑斯蒂增长模型是建立在以下两个假设基础上的。

(1)某一种群在一个生态系统中,即一个有限的环境中所能稳定达到的最大数量(或最大能度)叫做系统或环境对该种群的环境容纳量。常用 K 表示。当种群数量达到 K 时,种群将不再增长,即 $dN/dt = 0$ 。对于人类社会来说,地球环境对于人类的环境容纳量也就是环境承载力。

环境容纳量的大小一般决定于两个方面:一是温度、光照、水、养分等非生物因子或食物、空间等资源;二是食性行为、适应能力等种群的遗传特性。种群的数量在 K 值附近波动,如果没有环境限制,没有 K 水平,种群的繁殖是非常惊人的。

(2)假设环境条件对种群的阻滞作用随着种群密度的增加而按比例增加。例如,种群中每增加一个个体就对增长率降低产生 $1/K$ 的作用,或者说,每个个体利用了 $1/K$ 的空间,若种群中有 N 个个体,就利用了 N/K 的空间,而可供种群继续增长的空间就只有 $(1 - N/K)$ 了。由此,种群的逻辑斯蒂方程可以表示为



t 时间种群大小变化率 = 内禀增长率 $\times$ 种群大小 $\times$
密度制约因子

即
$$\frac{dN}{dt} = rN(1 - N/K)$$

式中, N 代表种群数量, K 代表生物在特定环境的饱和度, 也就是环境容量。

逻辑斯蒂方程描述这样一个过程: 种群密度为环境容纳量所制约, 当种群的密度低时, 其增长接近指数增长, 但其净增长率同时因种群的增长而降低, 直至增长率为 0; 这就是说, 在种群密度与增长率之间存在着依赖于密度的反馈机制。

因此, r 和 K 这两个参数在种群研究中被赋予明确的生物学和生态学意义: r 表示物种潜在的增长能力, 是生殖潜能的一种度量, 而 K 则表示环境容纳量, 即物种在特定环境中的平衡密度, 用来衡量在特定环境条件下种群密度可能达到的最大值。

逻辑斯蒂方程描述的是一个在有限资源空间中的简单种群的增长。逻辑斯蒂曲线常被划分为五个时期: ①开始期, 也可称潜伏期, 由于种群个体数很少, 密度增长缓慢; ②加速期, 随着个体数增加, 密度增长逐渐加快; ③转折期, 当个体数达到饱和密度一半 (即 $K/2$) 时, 密度增长最快; ④减速期, 个体数超过 $K/2$ 以后, 密度增长逐渐变慢; ⑤饱和期, 种群个体数达到 K 值而饱和。

当种群达到环境容纳量, 种间竞争变得更激烈时, 密度制约因子 $(1 - (N/K))$ 会接近零。增长曲线像个倾斜舒展的“S”字母, 又称其为逻辑斯蒂曲线, 如在真实种群中通常所观察的那样。

此模型为种群增长的普遍规律。最早提出逻辑斯蒂方程的是 1838 年比利时学者 Verhulst, 但直到 1920 年 Pearl 的工作后才引起生态学家广泛重视, 相继在酵母菌、果蝇等许多具简单生活史生物的实验培养中证实“S”形增长。在野外条件下, 由少数个体开始, 装满“空”环境的情形很少见, 但把某些物种引入海岛和新栖息地时, 例如