

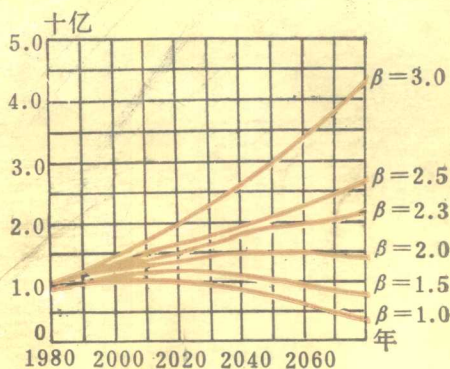
中学生课外读物

现代科学技术丛书



人口控制论方略

宋 健 于景元 朱广田 胡顺菊 著



人民教育出版社

人口控制论方略

宋健 于景元 朱广田 胡顺菊 著

一九八四年十二月

内 容 提 要

人口控制论是近些年来发展起来的一门新兴学科。它应用控制理论、系统工程和计算机技术,定量研究人口发展过程,为制定人口政策提供数量依据。

本书是人口控制论的通俗读物。作者一方面从社会科学角度对人口发展、世界和中国人口、生态系统平衡以及人类发展从必然到自由过渡作了详细论述。另一方面,又从自然科学角度对人口系统的数学模型,各项人口参数的定义和计算方法,人口系统稳定性,人口系统预测以及人口系统的最优控制都作了全面介绍。从中可以看到如何应用自然科学中的定量方法去研究社会问题,把定量研究和定性研究很好结合起来,这也是现代科学发展的一种趋势。

本书通俗易懂,适合于具有高中以上文化程度的读者。可作为中学生课外读物,也可供中学数学教师和教学研究人员参考。

中学生课外读物

现代科学技术丛书

人 口 控 制 论 方 略

宋健 于景元 朱广田 胡顺菊 著

*

人民教育出版社出版

新华书店北京发行所发行

人民教育出版社印刷厂印装

*

开本 787×1092 1/32 印张 4 字数 80,000

1985年2月第1版 1985年6月第1次印刷

印数 1—31,000

书号 7012·0730 定价 0.53 元

《现代科学技术丛书》

数学编委会

主 编 许国志

副主编 朱广田

编 委 于景元 项可风

徐福臻 李荫藩

序

察人世间关于人口问题的争论凡二百年，至今未完全止息。在中国近代史上争论尤为激烈。从英国的牧师、美国的学者、中国明代的文人、清朝的进士、“五四”运动的先驱、民国初年的革命家，直到全国解放后的政治家和哲学家，卷入辩论者众矣。谛视历史记录就会发现，在那揭示真理的或引入歧途的字里行间常伴有浓厚的人们称之为感情的东西。阶级的利益、民族的偏见、时代流行的伦理、论者本人的处境和个性等等无不夹杂其间。彼时人们讨论人口问题所使用的语言是近乎于艺术的描述或令人生畏的政论。文学家们说，艺术是感情的因而很少是真正自由的，极少能摆脱个性和时代的特征和超越民族和阶级偏见所形成的壁垒。在历代人口学中，那些极为偏颇的理论和谬误常能压制一切而枭雄，真理却时受贬毁而遭厄运究其原委莫非如此。

大多现代科学之所以能摆脱人世间的困扰而傲然屹立，乃在于她的论断具有定量的可验证性，她所使用的语言是铁一般的数学逻辑，她所依赖的基石不是华丽动人的辞藻，而是对现象的精密观察和可靠的统计数据。从这个意义上来看，人口理论能跃升为现代科学实得助于本世纪初计量人口学的出现。到二次世界大战前后，计量人口学已发展到可实用的程度。从五十年代开始，计量人口学的概念和理论已为世界科学界所承认，她所派生的定义和方法也已被采纳为国际人口统

计和评算标准。但是,在我国却因人们与这门科学相识恨晚,竟来得及演出一出充满误解和委曲的悲剧。悲剧中的主角是以马寅初先生为代表的人口学家和社会学家。

七十年代末,科学的阳光终于照进了中国大地,人们如梦初醒,寅初先生以其近百岁的高龄,终于看到了他的人口论的胜利。一位新闻工作者感叹地写道:“客观现实虽然为他过人的智慧戴上了光荣的花环,但是(中华民族)却为此付出了沉重的代价。让一个民族在经济上发展的缓慢,来为一个人的高明预见作证,这是何等的悲哀!啊,这是预言者多么恼人的胜利啊!”^①对这段话应该补充的是,马寅初先生在五十年代末的困难和委曲中所坚持的不独是他个人的智慧,更重要的是科学的尊严。请看他在一篇应战书中的自我表白吧。最后我还要对另一位好朋友表示感忱并道歉意。我在重度受难的时候,他千方百计来营救,我1949年自香港北上参政,也是应他的电召而来,这些都使我感激不尽,如今还牢记在心。但是这次遇到了学术问题,我没有接受他的真心实意的劝告,心中万分不愉快,因为我对我的理论相当有把握,不能不坚持,学术的尊严不能不维护,只得拒绝检讨。希望我这位朋友仍然虚怀若谷,不要把我的拒绝检讨视同抗命则幸甚。”^②

五十年代及其以前的人口学理论大都是文字描述型的,感情颇多,数据甚少,中国的人口学也未曾例外。而感情的东西本身是脆弱的,易于引起争论和受到抨击。定量人口学所用的语言是数据和数理逻辑,它的命题基础是客观的,量的抽

① 邓家荣:《记人口学家马寅初》,《当代》杂志,1980年2月号。

② 马寅初:接受光明日报的挑战书,《新建设》杂志,1959年,第11期。

象高于感情，彻底摒弃了感情的东西，因而不易受到世俗伦理的伤害。这大概就是为何自从计量人口学出现以来，哲学上无休止的争论和伦理学上的激烈冲突才日渐减弱和消退的缘故。今日仍有时而出现的个别辩论不过是对现代科学最新成就局部的微弱的反响罢了。

人口控制论是在计量人口学的基础上发展起来的，是现代系统科学和控制论渗入人口学的结果。正象在力学和现代物理学中那样，经受客观实践检验过的数学模型——描述人口状态和动态过程的人口发展方程式是这个新理论的立足点。一部现代科学史，从牛顿力学到现代物理学，几无例外地证明了这样一个事实：正确抽象的数学模型能深刻地、集中地描述出客观现象运动过程的主要特征。它是超脱的，因为它只接受客观实践的检验，而无需和人间的各种感情的偏见纠缠。尽管如此，本书内所依据的模型仍带有中国的特征，它和中国的计划生育政策密切衔接。人口控制论的命题本身，只有在中国这样的社会主义国家中才有可能充分地获得生命力。这是因为正在完善的社会制度更易于接受系统科学的真理，而与民族的偏见无关。

现在敬献给读者的这本小册子，简要地综述了近几年来中国的科学家们，包括本书作者们自己，在人口控制论这门学科中所作的研究工作的部分结果。如果有人仅仅感到本书的第一章所述论点仍嫌不够超脱，那么我是很满意的，因为那些内容原是我为别的目的而写的一篇论文，遵照其他几位作者的多数意见而纳入此书做为它的第一章。这里的任何论点都与本书的其他作者无关。后面的章节才是本书的主要内容。

我甚至建议读者可直接从第二章读起，你不会有什损失。

本书命名为《人口控制论方略》。方略者，方法论的概略叙述也。并非作者们想追求如“建国方略”之类的宏大目标，谨释。

宋 健

一九八五年二月廿二日

目 录

序	1
一 人口发展从必然到自由	1
(一) 人类的自由与束缚	1
(二) 地球和人类	4
(三) 中国的人口	9
(四) 人类和生态系统	14
(五) 人口发展从必然到自由的过渡	20
二 人口控制论	26
(一) 人口控制论的任务	26
(二) 人口控制论的主要命题	36
三 人口系统的数学模型	43
(一) 人口系统的离散模型	45
(二) 人口系统的连续模型	52
(三) 人口指数	60
四 人口系统的稳定性	66
(一) 人口系统稳定性概念	66
(二) 临界妇女总和生育率	68
(三) 人类当前的历史使命	70
五 人口预测	76
(一) 预测的意义和方法	76

(二) 关于预测精度	79
(三) 我国人口预测结果	82
六 人口系统最优控制	107
(一) 零增长人口过程和人口目标	107
(二) 人口系统的最优控制	112
(三) 优化结果和人口控制	115

一 人口发展从必然到自由

(一) 人类的自由与束缚 自从人类出现在这个世界上的几百万年以来,人们无时无刻不在与大自然搏斗着,终于依靠自己的劳动和智慧,在征服自然和繁衍子孙后代上取得了辉煌的胜利。今天,人类已经把全部植物界置于自己的管辖之下,使之成为生活资料;人类已经战胜了豺狼虎豹和毒蛇猛兽,统制了动物界;人类已驯服了江河,驾驭着闪电,使之象牛马一样为人类服务;人类坐火车、轮船、飞机驰骋在地球表面,乘火箭、飞船遨游太空,登上了月球,到达了火星,向遥远的银河系派去了使者……。总之,人类主宰了世界,征服了太空,赢得了自由。

然而,我们不要过分陶醉于对自然界的胜利。卢梭(Jean—Jacques Rousseau 1712—1778)有句名言:“人是生而自由的,但却无时不在枷锁之中”。人类没有绝对的自由!我们不应忘记人类身上的枷锁——地球。不管我们取得多么辉煌的成就,“我们连同我的血、肉和头脑都是属于和存在于自然界的;我们对自然界的整个统治,是在于我们比其它一切动物强,能够认识和正确运用自然规律”^①。人类的产生和进步是地球上生物进化的结果,人类的历史是在地球表面上展开

①恩格斯,自然辩证法,马克思恩格斯选集,第三卷,人民出版社,1972。

的，我们被牢牢地束缚在地球的生物圈之中。科学已经证明，这是人类在可预见的未来所不能摆脱的束缚。

几千年来，人类仰望天空，幻想着能在“九重天外”找到自己的同类和邻居，渴望能发现天外绿洲以便在患难时迁往安居。这美好的愿望，现在看来还只能是一种幻想。

人类响往的第一个目标是奔赴“月宫”。为此，世界各地有很多美妙动人的神话故事。1969年7月20日两位美国宇航员第一次登上了月球，在上面考察了三个小时又四十七分钟。后来又有十六人去过月球，累计在月面上考察了600多人小时。结果完全证明了天文学家早已作出的科学结论：月亮是一个没有空气，没有水，被荒沙和砾石覆盖着的死寂的星球，从来没有过而且永远也不会有类似于生命的东西存在。如果没有特制的宇宙服的精心保护，任何发源于地球上的生物都将立即窒息而死。

太阳系的其它行星上是否可以找到人类安息之所？1976年7月20日海盗一号飞船第一次安全降落在火星表面，摄取了清晰的照片，精确地测量了各种数据，并发回地面。火星表面气压太低，相当于地球30公里以上高空的大气密度，而且主要成份是二氧化碳，几乎没有氧气，温度时常低到摄氏零下130度，没有发现有生命的东西。不管将来在那里能否找到最低级的生命物质，火星上不是人类能居住的地方，这已是肯定的科学事实。1975年10月22日，另一艘飞船降落在离地球最近的第二个行星——金星上，测到了令人生畏的数据：金星表面大气太稠密，比地球上的大气压高100倍，几乎全部是二氧化碳，昼夜温度都在摄氏500度左右，发源于地球上的生物置

于这种条件下将立即化为灰烬。1974年和1975年，水手10号飞船三次掠过水星，已查明它和月亮一样的荒凉死寂，没有空气，夜间是摄氏零下160度，白天是零上300多度。太阳系中的其它行星因为离太阳太远，更不可能具有人类可能生存的条件。

在太阳系外能否找到我们的同类，找到适合于人类居住的地方？这是引人入胜的课题，最近二十年来吸引了众多的科学家为此而献身，成立了专门学会和研究组织去从事这一事业。人们的确有理由期望，几百万年前人类在地球上的出现并不是无限宇宙中的孤立事件。仅在我们的银河系中就有1000多亿个类似太阳的恒星，每个恒星都可能有自己的行星，而且科学上已经证明了地球上的所有化学元素都普遍地存在于整个宇宙之中，因此有可能在其他一些星球上存在适合生命的发生和进化的环境条件，也许有了人类或更高级的生物。然而，令人遗憾的是，即使宇宙中确有别的“人间”，离我们也是非常遥远的。现代科学已确实查明，离我们最近的另一个更为年轻的“太阳”叫做半人马座比邻星（中名南门二丙星），离我们的距离约4.2光年，约合40万亿公里。乘坐每秒30公里速度的飞船要飞4万年以上才能到达，这真是望尘莫及了。至于它周围有没有类似地球的行星，行星上有没有人类可以生存的条件，尚不知道。1972年美国科学家们发射的重290公斤的先锋10号飞船，在太阳系中漫游了11年以后于1983年6月13日穿过了海王星轨道而进入了银河系向天鹰星座方向前进。然而，要22万年以后才能达到该星座中的牛郎星附近。

与人类的希望相反，科学上已证明了，在离地球 40 万公里的范围没有人间。人类赖以生存的地球是浩瀚宇宙中的一叶孤舟，是沿着那无法摆脱的固定轨道绕太阳旋转的一艘飞船。在太阳系的周围，人类没有近邻可以呼唤，不存在人类可以迁居的天外“绿洲”。

总之，整个人类的产生、生存、繁衍和进化都被牢牢地束缚在地球上。地球孕育了我们的祖先，哺育着今天的人类，等待着接纳我们的后代。我们的一切，包括生命本身，都离不开地球。这是我们研究未来学，特别是研究未来人口学的基本出发点。人类被牢牢地束缚在地球上。人类的社会问题，尤其是人口问题，只能在地球上解决，别无出路。

(二) 地球和人类 人类赖以生存的地球是一个悬浮在宇宙空间中的平均半径为 6371 公里的球体，它象一个巨大的陀螺以每昼夜一周的速度在永恒地旋转着。它沿着一条半径约为 1.5 亿公里的近圆轨道，以每秒 29.76 公里的速度，绕太阳转动了至少有 46 亿年。

地球是如何形成的？这个问题不在我们考察的范围之内，我们关心的是地球上的生命。大约 20 亿年以前生命开始在地球上出现，在 5 亿年前出现了无脊椎动物，4 亿年前才有了鱼类，3 亿年前出现了两栖动物，而哺乳类动物的出现仅有 6500 万年的历史。人类的直接祖先——猿类，只是在 200 万年至 300 万年前才来到这个世界上，人类是大自然的创造物，是地球上生物进化的产物，大地是我们的母亲，它赐予了我们以生命，它是人类诞生和进化的摇篮，是人类生存的基地。

今天地球的表面有 5 亿 1 千万平方公里，其中海洋占了

3 亿 6 千万平方公里, 未被海水淹没的陆地为 1 亿 5 千万平方公里, 陆地面积占地球表面积的百分之二十九。随着人口数量的迅速增长和智慧的进步, 在陆地的百分之九十, 即 1 亿 3 千 3 百多万平方公里的大地上, 已经有人定居。人类在力所能及的范围内大规模地, 随心所欲地改造着大自然, 人类已经成为整个地球的主人。人类统治着全部动物界, 然而, 却是当今生存在地球上的动物界中资历最浅的一个成员。地质学家和生物学家根据不同地质年代地层中找到的动物化石, 已经相当准确地弄清了这些动物的“出身”和经历。下面表中给出一些动物的资历(表 1.2-1), 从表中可以看出几乎所有现在留存的动物都比人类资格老得多。古猿的直立行走被人类学家认为是人的出现的重要标志之一。1964 年我国古人类和古生物学家在陕西蓝田发现的人类化石证明, 蓝田猿人是北方直立人的早期代表。如果他们正是我们的祖先的话, 那么距今仅有 100 万年左右。如果把 1965 年在云南元谋发现的猿人化石看作是东亚人的祖先(距今 170 万年), 那么我们的全部历史不会超过 200 万年至 300 万年。

虽然人类的出现晚于现存所有的动物, 然而他一出现, 就凭着他的劳动和智慧很快地战胜了所有对手而称霸地球。

从采集食物到农业耕作和畜牧的过渡, 丰富了人类的食物来源, 人口的繁殖加快, 人口数量日益增多。古代的世界人口数量并无记录传下来, 但根据人口学家的推算, 在纪元前 100 万年中世界人口增长的情况如表 1.2-2 所示。当然这只能是一种粗略的估计。

从该表中可以看到, 尽管在纪元前的一百万年中世界人

表 1.2-1 一些动物的资历

动物名称	在地球上出现的年代	已经历过的时间
水母, 蛤	古生代寒武纪	6.3亿年
虾, 蟹	古生代奥陶纪	5 亿年
蜘蛛	古生代奥陶纪	5 亿年
龟, 蛙	古生代石炭纪	3 亿年
蛇	古生代二迭纪	2.8亿年
鼠	中生代侏罗纪	1.8亿年
鸟类	中生代白垩纪	1.3亿年
鸡, 鸭	第三纪古新世	7000万年
马	第三纪始新世	6000万年
牛, 羊	第三纪始新世	5000万年
鲸鱼	第三纪始新世	5000万年
猫	第三纪渐新世	3500万年
狗	第三纪中新世	2500万年
森林古猿	第三纪中新世	1500万年
腊玛古猿	第三纪中新世	1400万年
云南元谋猿人	第四纪更新世	170 万年
蓝田猿人	第四纪更新世	100 万年
北京人	第四纪更新世	50 万年

口增长率平均仅有十万分之一, 但是却增加了一万倍。到公元元年, 即大约2000年前, 地球上的人口已达到 2.5 亿到 3.0 亿, 平均在地球的陆地上每平方公里有两个人。近 1000 年来世界人口的增长情况有比较准确地估计, 1962 年联合国发表的人口公报和 1970 年人口年鉴中估计的数字见表 1.2-3。

从该表中可以看到, 最近 1000 年中地球上人口增加了20多倍, 预计到 2000 年人口将超过 62 亿, 那时陆地上平均每平

表 1.2-2 对纪元前世界人口发展的估计

纪元 (公元前)	时 期	本期延续时间	期初世界 人口	每千年人口增长率
100万年	旧石器时代 前 期	9×10^5 年	1—2万人	每千年小于0.01%
10万年	旧石器时代 中 期	7×10^4 年	20—30万人	每千年3%
3 万年	旧石器时代 后 期	15000 年	100—300 万 人	每千年8%
15000年	中石器时代	8000年	1000万人	每千年8%
7000年	新石器时代	5000年	5000万人	每千年40%
2000年	金 属 器 械 时 代	2000年	1 亿人	每千年14.8%
公元元年	——	——	2.5—3.0亿	每千年73.2%

方公里居住 42 人, 比公历元年增加 20 倍。从 1900 年到 2000 年预计人口要增长近 4 倍。平均每 25 年增加一倍。人类出现在地球上以后的一百多万, 到 1830 年总人口才达到 10 亿, 到 1930 年世界总人口达到 20 亿, 从增长的绝对量来看, 100 年等于 100 万年。到 1960 年世界人口又达到 30 亿, 这第三个 10 亿只花了 30 年。到 1975 年世界人口又达到了 40 亿, 第 4 个 10 亿, 仅仅费了 15 年。据人口学家们估计, 今后 20 年中, 平均每 10 年要增加 10 亿, 这就是说, 从 1830 年算起, 世界人口每增加 10 亿的时间间隔是 100 年、30 年、15 年、10 年等等。这些数字告诉我们, 人口的增殖在不断加速。

如前所述, 地球的历史已有 46 亿年, 生物界的历史超过 6 亿年, 哺乳类动物(包括人类的祖先)的历史, 也超过 6000 万年, 而人类的出现到现在仅仅 100 万年左右, 比起动物界才不过是一刹那, 但就在这一刹那, 到 1983 年人类已繁殖到