

人口预测和 人口控制

宋 健 田雪原
于景元 李广元



人 民 出 版 社

人口预测和人口控制

宋 健 田雪原 于景元 李广元

人 民 出 版 社

人口预测和人口控制

宋 健 田雪原 于景元 李广元

人民出版社出版 新华书店发行

延边新华印刷厂印刷

850×1168毫米 32开本 6印张 137,000字

1982年3月第1版 1982年3月北京第1次印刷

印数 0,001—9,000

书号 4001·395 定价 0.60元

目 录

序 言	1
第一章 人口盲目增长的历史教训	17
第一节 人口问题是一个世界性问题	17
第二节 目前我国存在的人口问题	21
第三节 控制人口增长是实现四化的重要条件	28
第四节 总结经验教训, 制订人口规划	35
第二章 人口发展过程的数学描述	42
第一节 人口发展方程	45
第二节 离散模型	54
第三节 死亡率函数	59
第四节 生育模式	64
第五节 性别比例函数	72
第三章 各种人口指数的定义和计算方法	76
第一节 人口指数的定量确定	77
第二节 平均寿命	82
第三节 社会抚养指数和劳动力指数	88
第四节 人口老龄化指数	91
第五节 人口纯再生产率 and 女性两代间隔	92
第六节 理想的社会人口状态——零增长率	98
第七节 人口统计中的造表法	104
第四章 人口发展过程的预测	111

第一节	预测的基本内容和方法	111
第二节	人口发展过程的短期预测	115
第三节	几个基本函数的外推	119
第四节	人口预测的计算方法	126
第五节	预测的实例和分析	131
附录	人口预测计算程序	136
第五章	人口发展过程的最优控制	142
第一节	优化指标的选择	143
第二节	最优控制存在的条件	147
第三节	最优平均生育率的计算	152
第六章	对预测结果的综合分析	160
第一节	未来总人口的发展趋势	160
第二节	出生率、死亡率和自然增长率	163
第三节	人口“老龄化”问题	168
第四节	人口发展规划和设想	172
参考文献		176
附录	我国未来一百年人口预测(部分结果)	179
后记		187

序 言

在科学发展的历史中，人口问题历来和社会学密切地联系在一起，总是被认为属于纯社会科学的范畴。近几十年来，情况有了很大的变化。现代科学技术的成就，给人类认识世界，包括认识人类自身，提供了大量新的事实，为人类改造客观世界和主观世界——人类自身，提供了新的科学依据。人口问题已经不单是社会科学研究课题了。今天，只有与现代科学技术成就结合起来，才能更清楚地看到社会人口问题的全貌和实质，才能看清人口发展的规律，从而正确地制定人口政策，科学地解决人口问题。

研究人口问题离不开自然科学的成就，这已为科学发展的历史所证明。进化论科学地阐明了地球上包括人类在内的生物界的发展历史和人类在自然界（生物界）中的地位，正确地解释了从猿到人的革命性转变发生的原因和过程。天文学弄清了人类赖以生存的地球在宇宙中的地位和环境。马克思主义用历史唯物主义的观点，发现了人类社会自身发展进步的根本规律。近几十年来科学技术上的伟大成就，又进一步为人类认识和改造自身及其生存环境提供了新的科学观点和工具。在人类发展的整个历史中，“科学是一种在历史上起推动作用的、革命的力量”〔4〕。人类世代积累起来的科学知识和技术成就，引导着人类本身从蒙昧和幼稚中走了出来，摆脱了对鬼神的迷信，抛弃了狂妄自大的宗教统治，走上了科学思维的道路。

然而，我们对人类自身发展过程和生存环境的认识并没有完结。这是因为，一方面人类自身的发展和赖以生存的环境的变化过程没有完结，另一方面，人们常常容易为横亘在思想中的自尊心、虚荣心和某些偏见所迷惑，从“感情上”不愿意接受那些已经被科学所证明了结论，或者不敢去研究那些可能导致改变人们已经习惯了的观念的科学命题。当人们用“人定胜天”的口号鼓舞大家去改造自然的时候，往往不愿承认人类的能力是有限度的，例如无力改变地球的轨道而使冬天的严寒不再来临；当人们为我们祖国的地大物博而感到正当的自豪时，又不愿看到我国的土地和资源毕竟是有限的；在肯定“人是世界上一切事物中最宝贵的”这一正确论断时，却排斥人口的发展必须有所控制的科学概念和理论，等等。20年来正反两方面的经验教训告诉我们，在建设现代化的社会主义祖国的过程中，应该坚决摒弃以感情和偏见去代替或排斥科学结论的倾向。在研究人口问题和制定人口政策时，尤其应该如此。

本世纪、特别是近30年来，科学技术取得了人类历史上以前任何时期所不能比拟的成就。这对我们认识和研究人口问题有密切的关系。下面从几个方面讨论科学技术的发展对人口问题所产生的影响。

一、零自然增长率是人类社会不可避免的目标。

统计数字表明，近百年来世界人口的增长速度达到了人类历史上的高峰。据科学推算，人类在地球上生存了几百万年。1830年总人口才达到10亿；但是，此后100年中又增加了10亿，1930年世界人口达到20亿，从人口增长速度来看，100年相当几百年；而增加第三个10亿只化了30年，1960年世界人口为30亿；

增加第四个 10 亿仅仅化了 15 年,1975 年世界人口达到 40 亿;预计在本世纪的后 20 年中平均每 10 年增加 10 亿,到 2000 年世界人口将超过 60 亿。总之,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。

我国人口的发展情况也类似。在清朝初期(1760 年)约有 2 亿人口,1900 年为 4 亿,1954 年为 6 亿,1969 年为 8 亿,预计 1982 年将超过 10 亿。中华民族生息繁殖了几十万年,于 1760 年发展到 2 亿左右的人口,此后每增加 2 亿人口的时间间隔为:140 年、54 年、15 年和 13 年。

地球在人类出现以前已经经历了 40 多亿年,而人类的出现才是数百万年前的事。比起地球上生物界中其它生物的历史,人类是出生最晚的新成员。人类进入文明社会才有几千年,进入现代化社会才几十年。人类的历史主要的将是我们子孙后代的历史,他们将要生存发展亿万年。从这一点出发就可看到,无论是世界人口或我国人口的增长速度都嫌太快。现在世界人口每年增长近 1 亿,如果保持这个速度,1 万年以后每平方公里的陆地上将有 1 万人,这当然是不可想象的。我国现在每年净增 1,100 多万,如果保持这个速度,1 万年后我们人口将超过 1,000 亿,这同样是不能设想的。而 1 万年在今后人类的历史上,只不过是一刹那。为了子孙后代着想,人口增长速度必须降下来,这是一目了然的。

为了保持今后人类社会人口的稳定,迟早要实现零自然增长率的人口状态,无论是那个国家都是如此,这是不能避免的前景。否则,即便保持每年万分之一的增长速度,世界人口在 10 万年后将增长 22,000 倍,达到 88 万亿。全部海洋上都住满人,每平方公里上要住 20 万人。中国人口若保持万分之一的年自然增长率,10 万年后人口将达到 22 万亿,即每平方公里上要住 220 万人,这当

然也是不可能的。对久远未来的后代来说，就是万分之一的年自然增长率也是不能接受的。

用现代控制论的科学方法可以证明，为了使人类社会将来能保持一个适中的人口数量和保持人口自然增长率为零，即每年出生的人口和死亡的人口相等，平均每个育龄妇女生育子女数应在2.1和2.2之间。任何长时期大于零的自然增长率都将导致人口的猛增，因为人类后代的历史实际上是无穷的。但是，在现阶段我国人口基数很大和青少年占人口一半以上的情况下，如果保持每个妇女平均生2个孩子，我国人口还要持续增长70年，到2050年人口将达到15亿4,000万，以后才能大致保持在零自然增长率附近。考虑到我国耕地面积较少，70年后全国每人平均只有一亩地左右，现阶段每个妇女生两个孩子也嫌太多。

为了子孙后代的长远利益，我们必须接受零增长率这个科学概念，并尽早采取措施向这个方向过渡。当五十年代中国人口只有5亿左右，世界人口还只有25亿时，人口问题并没有引起人们广泛的注意，就整个世界来说人口发展是盲目的。今天情况完全不同了，现在世界人口和我国人口比那时都已增长了近一倍，在适宜于人类居住的国家和地区已显得相当拥挤，控制人口增长已成为很多国家，特别是发展中国家面临的紧迫问题。另一方面，自然科学的渗入已经把定量人口学变成一门准确的科学了。在控制论和电子计算机的帮助下，定量人口理论、人口预测和人口控制等问题，都可以比较准确地得到解决。人类自身有计划的发展时代已经到来。

二、地球以外人类无处迁居。

几千年来，人类幻想着能在“九重天外”找到自己的同类和邻

居。宋朝诗人辛弃疾有一首著名的词《木兰花慢》说：“可怜今夕月，向何处、去悠悠？是别有人间，那边才见，光影东头。是天外，空汗漫，但长风浩浩送中秋？飞镜无根谁系，姮娥不嫁谁留？”那时人们相信，月亮上是有人居住的，这是800年前的事。500年后天文学家终于弄清了月亮上的基本情况。后来，1969年7月20日两个美国宇航员第一次登上了月球，他们累计在月亮上呆了3小时47分钟。以后共有18人先后去过月球，累计在月球上考查了600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，只有一片荒沙和砾石从来没有过生命的死寂星球。在那里如果没有特殊宇宙服的严密保护，任何生物将立即窒息而死。嫦娥和玉兔从来没有存在过，那不过是古人的想象罢了。

直到前几年科学家们还在期望着，能在太阳系中离我们最近的火星上找到类似生命的东西。几百年来，人们从望远镜中看到上面好象有“运河”、“冰雪”和绿色的“草地”。1976年7月20日，海盗1号飞船第一次安全降落在火星表面，发回了清晰的照片和全面的探测数据：火星表面气压太低，相当于地球上30公里高空的大气密度，而且主要成份是二氧化碳，没有氧气，温度时常低到摄氏零下130度，也没有发现任何有生命的东西。无论将来是否能找到最低级的生命，火星上不是人能居住的地方，这已是肯定的事实。1975年10月22日，一艘飞船降落到离地球最近的第二个行星——金星上，报回令人生畏的数据：表面大气稠密，大气压力比地球上的大100倍，几乎全部是二氧化碳，昼夜温度都在摄氏500度左右。地球上的生物置于这种条件下将立即化为灰烬。1974和1975年，水手10号飞船三次掠过水星，发回的数据表明，它和月亮一样的荒凉和死寂；没有空气，夜间温度是零下160度，

白天是零上 330 度。在太阳系的其它行星上，因为离太阳太远，更不可能具备人类生存的条件。

在太阳系以外寻找人类的同类的工作方兴未艾，正在大力进行中。但是，天文学已经查明，离我们最近的另一个“太阳”是半人马座比邻星，离地球约四光年（合 40 万亿公里）。乘坐以每秒 30 公里的速度前进的飞船需要 4 万年才能到达。至于它周围有没有行星？行星上有没有人类可以生存的条件？科学还没有作出回答。

和人类的良好愿望相反，科学已经证明在 40 万亿公里范围内的“九重天外”没有人间，人类赖以生存和发展的地球是浩瀚宇宙中的一叶孤舟，是沿固定轨道绕太阳旋转的一艘“飞船”。在太阳系的周围，人类没有近邻可以相互召唤，几十万年内，地球这艘飞船不可能找到可以停靠的“基地”，不存在人类可以迁居的天外“绿洲”。

三、保持生态系统的稳定和平衡是我们对子孙后代的责任。

地质科学告诉我们，地球已存在了 46 亿年以上。10 亿年前出现了原始生物；4 亿年前在海洋中出现了鱼类；2 亿年前出现了爬虫类，同时在陆地上产生了大量的森林；1 亿年前出现了哺乳类动物；仅在几百万年前产生了猿人——人类的祖先。人类及其祖先的发生和发展，完全依赖于地球上的生态系统，后者是前者的摇篮和襁褓。首先，人类生存须臾不能缺少的空气，主要是植物界制造的。地球上的原始大气成份和现在金星和火星上的一样，几乎完全是由二氧化碳组成的。植物界，主要是森林，在生长过程中吸收了碳而放出了氧气。植物每生长 1 吨能放出 2.5 吨氧气。地下贮藏的每 1 吨煤或石油都曾为大气层贡献过 2.5 吨以上的氧气。所

以今天的大气中含有足够的氧气供人们呼吸。另外，处于40—60公里高空的臭氧层吸收了太阳的紫外线使人类免受伤害。总之，由生态系统所维持的大气层是人类的保护伞和“宇宙服”。

在人类没有出现以前，一半以上的陆地上布满了森林。随着人口的增多，耕地面积不断扩大，森林则被砍伐。全世界现在森林覆盖率约为30%左右，而我国只有12.7%。据统计，从1963年—1973年这10年间世界森林面积减少了10%。如果按照这样的速度减少下去，100年以后森林将完全消失。一旦我们烧尽了地下贮藏的全部煤炭和石油，又毁掉了全部森林，大气中的氧气将大为减少，二氧化碳要大幅度增加，以至于逐步恢复到原始大气的状态。现在科学家们已经测量到大气中的氧在减少，二氧化碳在增加，以至于气象学家预报说，今后几十年内地球上的气候要发生明显的变化。

人类的衣和食也完全依赖于生物界提供，就连人造纤维也靠古代生物界埋藏在地下的残骸——煤和石油作为原料。随着人口的增加，世界上现在平均每人只有5亩耕地，而我国每人平均不到2亩地。世界人口若再增长10倍，平均每人将只有5分地。如果我国人口增长速度保持1975年的水平，100年后每人平均也仅有几分地，这是我们的后代不可能接受的。据美国国际粮食政策研究所推算，现在世界粮食增长赶不上人口增长速度。1985年以后如果人口增长速度不能降下来，每年将短缺1亿吨粮食和5,000万吨蛋白质。为了满足人类对蛋白质的需要，有可能用细菌蛋白代替动物蛋白，人类不得不转向吃细菌以保证足够的营养。

为了增产粮食，要大量增加化肥和农药的生产。据统计，从1951年到1966年世界食品生产增加了34%，而为此氮肥生产增加了146%，杀虫剂增加了300%。据生态学家统计，由于大量施

放化肥和农药，湖泊、河流、海湾已在很大程度上被污染，已杀死或灭绝了 280 种哺乳类动物，350 种鸟类和 2 万种植物。随着人口的增长，经历了几千万年的稳定的生态系统，在近百年中，特别是近几十年中，正在发生着巨大的变化，这是毫无疑问的。

森林面积和平均每人耕地面积的减少，粮食和蛋白质的短缺，污染的加剧，自然资源的消耗等等，所有这些都与人口的增长成比例的发展。随着科学技术的进步，人们已经能够比较准确地统计和预测上述各个方面的现状和发展趋势，得出比较确切的数据，这是现代化社会的一个显著的特点。人口问题和生态系统的关系已经不再是抽象讨论的对象了，只有具体的定量的研究才能得到科学的，符合实际情况的结论。

无论人类在科学技术上取得了多么辉煌的成就，面对着世界上 43 亿人口和中国的 10 亿人口及其很高的增长速度，我们绝不应该“过分陶醉于我们对自然界的胜利”，而应该记住：“我们连同我们的肉、血和头脑都是属于自然界，存在于自然界的；我们对自然界的整个统治，是在于我们比其他一切动物强，能够认识和正确运用自然规律”。〔5〕我们必须承认，人口数量越多，人类为了生存而向自然界和生态系统攫取的资源就越多；另一方面，人们的生活水平越高，工业越发达，需要自然界和生态系统提供的东西就越多。然而，自然界稳定的支付能力是有限度的。为了保证给子孙后代留下或创造良好的生存条件，我们不能超过限度地向自然界攫取资源，更不能采取竭泽而渔的办法去破坏生态系统的平衡和稳定。为了提高人民的生活水平，发展现代化工业和农业，而同时，又要保持生态系统的稳定，唯一的办法是控制人口的发展，在必要时，逐渐减少人口的数量。舍此没有别的出路。

对待科学的结论，不存在什么“悲观主义”和“乐观主义”的区

分,凡是科学的结论,我们都应该严肃地、认真地对待它,而不管你对这些结论是否“喜欢”。我们只能用科学的态度去认识和运用自然规律,按科学的规律去解决人口问题和生态系统的关系。在这里,执拗的自尊心和传统的偏见都是毫无用处的。

四、共产主义远大理想和人口控制。

早在100年前,当世界人口总数还只有10亿多一点的时候,恩格斯说过:“人类数量增多到必须为其增长规定一个限度的这种抽象可能性当然是存在的。但是,如果说共产主义社会在将来某个时候不得不象已经对物的生产进行调整那样,同时也对人的生产进行调整,那末正是那个社会,而且只有那个社会才能毫无困难地作到这点”。〔6〕今天,控制人口增长已经不是抽象的可能性,而是我们面临的一个现实的战略任务。我们全党和全国人民已经开始了向四个现代化进军的征途。我们的目标是建设一个现代化的强国。在制定社会主义建设长远规划和设想共产主义的远大目标时,必然要研究确定中国100年后理想的人口数量这个根本性问题。中国960万平方公里的土地上能够养育的理想人口数量是多少?100年后中国理想的人口状态是什么?这是当前就应该研究的战略性问题。这是因为人口发展过程惯性很大,一个人的平均寿命在70岁左右,用控制人口出生率的办法去控制人口状态,要使人口数量有显著的变化而达到理想状态,需要费100年以上的时间。

例如,我国从1964年到1978年这14年间,人口净增了2亿5千万。人口预测表明,如果从现在起全面实现每个育龄妇女只生一个孩子,要想回复到1964年7亿人口的水平要75年的时间。考虑到可以接受的人口年龄结构等方面的限制,就要费时100年

以上。这就是说,要想纠正过去十几年来敞开生育的错误,克服这个错误所造成的后果,需要花费十倍以上的时间才有可能。为了在100年后社会人口数量和年龄分布能够达到某种理想状态,从现在起就要制定一个长远规划并立即着手执行。

中国最终的理想人口数量,应该稳定在什么水平上?现在人们议论纷纷,意见差别很大。有人认为3—4亿为好,也有人认为应保持在7—8亿左右。关于这个问题在别的国家中也有过热烈的讨论。例如,英国生态学家根据英国本土的资源推算,现在5,500万人太多,应该逐步降到3,000万人,即减少46%;荷兰科学家研究的结果是,现在的1,350万人口已经超过了4万平方公里上的生态系统所能负担的限度,应该在今后150年内降到500万,即减少63%;而苏联科学家们则认为他们的2,240万平方公里上的资源,能充裕地养育比现在2.5亿多得多的口,所以至今仍在执行鼓励生育的人口政策。

从现代科学技术的观点来看,确定理想人口数量是一个客观存在的科学问题。传统的偏见和狭隘的感情绝不是研究这一问题的依据。现代科学技术已经为我们直接研究这个问题提供了理论基础、方法和工具,这就是马克思主义的社会科学、系统工程、控制论和电子计算机。今天,我们基本上掌握了我国耕地、森林、草原、江河湖海等生态系统今后可能达到的支付能力,即再生性资源的极限值,也可以估算出非再生性资源的贮量和今后的开采速度。对今后100年内的工、农业和科学技术的发展水平也同样可以作出概略的估算。这些都是研究理想人口目标的基本依据。

其次,人口发展目标确定以后,现代控制理论中的优化方法,可以帮助我们定量地计算为达到这个目标所需要的时间,定量地计算出今后应采取的长期人口政策,即每个年代的妇女平均生育

数量的规划。在进行人口发展规划计算时，在电子计算机的帮助下，能够考虑到各种限制条件，如人口总数的限制，劳动力人口的下限，社会抚养指数的限制以及社会心理学方面的限制等等。我们能够在满足或接近所有可能的限制条件的情况下，选择一种或数种最优的方案，供国家和人民去选择和参考。一旦人口最终目标和达到这个目标的长期人口政策选定以后，人口预测理论又可以提供今后人口发展的具体数据，给各部门和各条战线提供制定长远规划的依据。

把人口增长速度降下来，不仅是当前四个现代化建设的紧迫任务，也是关系到子孙后代的大事。我们绝不应该保持前两年每个育龄妇女平均生 2.3 个孩子的生育水平，而使 100 年后人口超过 20 亿，让子孙后代在每人几分耕地上去安排他们的生活。尽快地把我国的人口自然增长率降下来，降到零或接近于零的水平，这是我们对子孙后代应负的历史性责任，是关系到中华民族前途的战略性任务。半个多世纪以来，美好的社会主义前途和远大的共产主义理想激励着人们前赴后继、奋斗牺牲。无数革命先烈为此献出了他们的宝贵生命。今天，为了在祖国的土地上建设高度的社会主义物质文明和精神文明，为了给子孙后代的幸福生活开辟广阔的道路，为了远大的共产主义理想，我们的青年一代，一定会在党的领导下作出新的卓越的贡献。

五、人口预测和社会主义建设规划。

定量人口学是研究人口数量发展的客观规律。影响人口发展速度的因素很多，如政治制度，社会的物质文明和精神文明达到的水平，战争、灾荒等等。人类已经远远地离开了一般的生物界，但是，它的发展依然脱离不了生物界发展的进程：从出生到成长，

繁殖后代和衰老死亡。整个人类就是这样世代更替发展下去。如果仅仅用时间和年龄去描述人口数量和状态，那么生和死是决定世界人口数量的唯一直接因素。对某一个地区和国家来说，除生、死以外，移民也常常是影响人口发展的一个不能忽视的因素。

对人口发展这个生物过程的定量研究，实际上是本世纪初才开始的^[39]。在很多科学家作了几十年的探索以后，于1945年提出了一种能够比较准确地描述人口发展的数学模型，现在通常称为离散模型或离散人口发展方程^[33]。这种人口发展方程是以人口按年龄分组后的各组数量变化作为状态变量，考虑到出生、死亡和迁移三种因素的影响，用差分方程组的形式表示出来。七十年代初又有人提出另一种连续模型，即用一阶线性偏微分方程及其边界条件去描述人口的发展过程。可以证明，这两种人口发展方程式是相互等价的^[11]。前者适用于现行的人口逐年统计的传统计算方式，成为人口统计学中造表法的理论基础。后者适合于理论分析。人口统计学的实践表明，这两种人口发展方程均能以足够的精度去预测人口发展的过程，短期预测的精度与人口普查精度一致，长期预测精度也能保持在百分之几的水平。当然，由于战争、天灾等偶然因素所引起的人口变化不可能完全包含在内。

人口发展和其它任何事物的发展一样可以定量地进行研究。今天，如果没有定量的研究就没有真正的人口学。至于人口发展过程可以用微分方程来描述这一事实不应使人们感到意外。列宁说过：自然界的统一性表现在用以描述各不同领域中各种现象的微分方程式的惊人的相似性。根据我们国家的具体情况，对人口发展方程加以改造后，可以充分反映出不同的人口政策对人口发展的影响。例如，晚婚、晚育和少育的政策，妇女平均生育子女数，出