

牛文元 著

持续发展导论

科学出版社

持续发展导论

牛文元 著

科学出版社

内 容 简 介

持续发展,是当今世界所认同和关心的一条理想发展道路,也是人类认识水平上的一次飞跃。

本书从一种较新的角度,把持续发展作为“自然-经济-社会”复杂系统的优化表达,从总体上揭示了区域可持续发展的内涵和外延,并将其作为资源、人口、环境、空间、经济活动、过程分析、管理决策7大变量的函数,拟定出可操作的诊断模型、评价模型、优选模型和预测模型,比较系统地体现了持续发展的基本属性和基本规律。

本书可供从事区域学、发展学、环境经济学、地理学与行政管理决策者和高等院校有关师生阅读参考。

持续发展导论

牛文元 著

责任编辑 吴三保

科学出版社出版

北京东黄城根北街16号

邮政编码:100717

三河新世纪印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

*

1994年5月第一版 开本:787×1092 1/16

1997年6月第二次印刷 印张:21

印数:1 001—3 000 字数:467 000

ISBN 7-03-004343-X/X·36

定 价: 33.00 元

绪 言

持续发展,一方面成为国家发展战略目标的选择,另一方面又成为诊断国家健康运行的标准。自它被提出的那一刻起,就广泛地被全球各界所认同,并作为 21 世纪“自然-社会-经济”复杂系统的运行规则,被编织到各种经济计划和各类发展规划之中。探究其中的缘由之后,学者们一致认为该思潮存在着深刻的哲学背景、社会背景乃至心理的背景(波恩特尔,1992)。

持续发展的核心,在于正确辨识“人与自然”和“人与人”之间的关系,要求人类以最高的智力水准与泛爱的责任感,去规范自己的行为,去创造和谐的世界。人与自然的互为调适,协同进化;人与人的和衷共济、平等发展;利己利他的平衡,当代后代的协调;自助互助的公信,自律互律的制约;……凡此等等,构建了持续发展的哲学框架,还原了中外先贤的理想范式。从乌托邦式的人类终极目标,复归到可操作的持续发展现实,使人类对前途的暗淡心理为之一扫,一种积极的“谨慎乐观”的理念逐渐廓清,正在突破传统的思维定式,并经过长期痛苦的反省,形成了世界上不同社会制度、不同意识形态、不同文化群体在持续发展基础上的共识。

持续发展的理论,在于深刻揭示“自然-社会-经济”复杂系统的运行机制。在这个空前复杂的领域中,自然的规律应被充分地体现,人文的规律应被充分地体现,自然与人文互相交叉的规律更应被充分地体现。在目前,焦躁地寻求完美的解释和严格的体系,还在困扰着许多领域的科学家,这种困扰也许还要持续好几代人。

众所周知,持续发展的最终目的,可以作如下的表述:其一,不断满足当代和后代的生产与生活对于物质、能量和信息的需求,即从物质或能量等硬件的角度予以不断地提供,也从信息、文化等软件的角度予以不断地满足;其二,“创造”自然-社会-经济支持系统的外部适宜条件,使得人类生活在一种更严格、更合适、更健康、更愉悦的环境之中,即从系统组织与结构的角度,予以不断地优化。

无论哪一项,毫无例外都与人的要求(demand)、人的感应(perception)、人的行为(behavior)、人的发展(development)分不开(Abler,1971)。持续发展系统的最基础支持者:相应的物质资源、能量资源需求以及多项复合资源所形成的综合效应,提示了持续发展研究的基本内容。著者在向一个著名国际组织提供的报告中郑重宣称:“只有当人类向自然的索取被人类对自然的回馈所补偿时,持续发展才能被认为达到了它的既定目标”。

环境问题和持续发展问题,是 21 世纪世界面对的几大中心问题之一。它直接关系到人类文明的延续,并成为直接参与国家最高决策的不可或缺的基本要素。难怪“持续发展”(sustainable development)的概念一经提出,在短短的几年内,已风靡全球,从国家首脑到广大的研究人员,毫无例外地接受其观念和方法,并迅速地引入到计划制定、区域治理与全球合作等领域当中。美国国家科学院专门组织科学家探讨持续发展战略思想的全球价值;美国国家科学基金会特设持续发展资助专项,鼓励经济学家、生态学家、区域科学家和环境科学家,与政府官员一道,协力开展研究。凡此,足证持续发展的理论和思路,正作为一种划时代思想,影响着世界的进程和人类的观念。

早在1980年3月5日,联合国大会就向世界发出呼吁:“必须研究自然的、社会的、生态的、经济的以及利用自然资源过程中的基本关系,确保全球的发展”。当时人们对于联合国的这项呼吁似乎有些不解,因此也未能在全球引起足够的回响。直到1987年,以挪威首相布伦特兰夫人为主席的《世界环境与发展委员会》(WCED),公布了著名的“我们共同的未来”一书(WCED,1987)后,才在世界各国掀起了持续发展的浪潮。瑞典皇家科学院率先建立了持续发展研究所;1990年2月,经加拿大总理亲自提议在威尼匹格建立了“国际持续发展研究所”(IISD);三家著名的国际机构:“世界资源研究所”(WRI)、“国际环境发展研究所”(IIED)、“联合国环境规划署”(UNEP),联名声称“持续发展为我们的指导原则”,并遵照此原则去研究世界问题。世界银行,亚洲开发银行的资助项目,都强调持续发展为国际范围科学研究课题的先锋选择之一(World Bank,1989)。

中国的基本国情表明,在人均资源有限、人口不断增长、生态环境压力日益加剧的情况下,我们也必须走出一条具有中国特色的持续发展道路。人口、资源、环境、管理决策四位一体的高度综合,正是持续发展道路的基本核心,也是协调人与自然关系、协调人与人之间关系的关键所在。

自1987年以来,著者一直关心“环境与发展”研究的世界进程,并且针对目前持续发展研究的多种歧见和体系的极不完备,企图把自己的心得公诸于众,以求在持续发展理论建设的过程中,微呈薄力。自知浅陋,不足以面对如此宏大的论题,错讹之处,尚祈海内外诸公不吝赐教。本书倘能稍补于世,当可告慰所有鼓励、鞭策、支持著者的朋友和师长。

目 录

绪 言	(v)
第一章 持续发展概论	(1)
一、发展与持续发展	(1)
二、发展阶段	(3)
三、世界人口增长	(3)
四、人与自然	(9)
五、持续发展评价及其原理	(13)
六、生态农业持续观	(16)
七、持续发展与地缘环境	(19)
第二章 持续发展属性	(22)
一、持续发展的整体性	(22)
二、持续发展的差异性	(23)
三、持续发展的传布性	(24)
四、持续发展的竞争性	(31)
五、持续发展的节律性	(36)
第三章 发展理论:从区域到国家	(45)
一、区域生产力的形成	(45)
二、发展的内部动因	(48)
三、连续增长和发展	(49)
四、发展的成本与规模	(58)
五、“激励增长”与均匀过程	(63)
六、发展的信息扩散	(67)
第四章 国家生存模型	(77)
一、生存是发展的先导	(77)
二、概率的世界	(78)
三、决定生存的四大要素	(81)
四、个体生存模型	(86)
五、阿伯勒模式的改进	(91)
六、生存能力的提高	(95)
第五章 持续发展的系统优化	(99)
一、引言	(99)
二、发展系统的优化	(100)
三、系统优化的模拟	(105)
四、发展的互依关系	(107)

五、非线性优化	(109)
六、协调发展与优化	(113)
七、生产优化	(114)
第六章 持续发展的测度	(121)
一、发展过程测度	(121)
二、发展消耗测度	(128)
三、发展效益测度	(133)
四、发展阻尼测度	(137)
五、发展级联测度	(139)
六、发展分配测度	(142)
七、持续发展指标	(149)
第七章 持续发展“空间支持系统”:地理模型	(154)
一、地理空间分布	(155)
二、区域的空间谱	(159)
三、区域空间拓扑	(166)
四、空间结构体系	(177)
第八章 持续发展“生命支持系统”:生物模型	(182)
一、农业的地位	(182)
二、生物与环境	(185)
三、生物圈	(187)
四、初始生产力	(190)
五、密茨里许模型	(192)
六、科洛斯科夫生物气候潜力模型	(194)
七、弗里赛尔模型	(197)
八、莱斯模型	(199)
九、增加 CO ₂ 的直接农业效应	(202)
第九章 持续发展“基础支持系统”:资源模型	(209)
一、资源模型的思考	(209)
二、简单的“李嘉图模型”	(217)
三、资源最优利用模型	(217)
四、费舍尔模型	(221)
五、“资源-环境”模型	(224)
六、耗竭性资源模型	(229)
七、可更新资源模型	(232)
第十章 持续发展“动力支持系统”:经济模型	(239)
一、资源与经济	(239)
二、区域经济的“投入-产出”	(239)
三、资源、生产、环境的自我反馈	(246)
四、目标函数和经济效益	(252)

五、测定区域经济价值	(253)
六、经济过程的模拟	(256)
七、位置、距离和可接近性	(258)
八、经济平衡模型	(261)
第十一章 持续发展“容量支持系统”:环境模型	(267)
一、环境对发展的制约	(267)
二、环境质量的经济分析	(273)
三、全球碳循环	(275)
四、CO ₂ 增加与全球变暖	(278)
五、CO ₂ 增加的气候效应	(280)
六、CO ₂ 增加的大气环流效应	(281)
七、CO ₂ 增加的农业效应	(282)
八、环境的缓冲能力	(286)
第十二章 持续发展“智力支持系统”:决策模型	(302)
一、区域发展决策	(302)
二、一般决策原理	(304)
三、发展风险决策	(307)
四、市场行为决策	(312)
五、索优分析	(317)
参考文献	(323)

第一章 持续发展概论

一、发展与持续发展

“发展”这一术语,虽然最初由经济学家定义为“经济增长”,但是它的内涵早已超出了此种规定,进入到一个更加深刻也更为准确的新层次。大英百科全书对于发展一词的解释是:“虽然该术语有时被当成经济增长的同义语,但是一般说来,发展被用来叙述一个国家的经济变化,包括数量上与质量上的改善”。可以看出,所谓发展,必须强调其动态上的变化。到了1987年,布伦特兰委员会的报告中,已把“发展”推向一个新的层次,他们认为:“满足人的需求和进一步的愿望,应当是发展的主要目标,它包含着经济和社会的有成效的变革”。在这里,发展已从单一的经济领域,扩大到在社会领域中那些具有进步意义的变革。在1989年,世界银行著名的研究人员戴尔和库伯,在他们合著的一本书中(Daly and Cobb, 1990),进一步建议:“发展应指在与环境的动态平衡中,经济体系的质的变化”。这里,经济系统与环境系统之间的一种动态均衡,被强调是衡量国家与区域发展的最高原则。综合如上的各类定义,作者在提交给美国国家科学基金会的一份报告中,明确地定义发展为“一个自然-社会-经济复杂系统的行为轨迹。该矢量将导致复杂系统朝着更趋均衡、更加和谐、更为互补的方向进化”。在这个定义中,强调了发展的不可逆性,广泛性以及关联到自然-社会-经济的复合性。

到了20世纪80年代,人们逐渐认识到世界只有走持续发展的道路,才能有光明的前景(Tisdell, 1988)。所谓持续发展,世界公认的定义可以归纳为:满足当代的发展需求,应以不损害、不掠夺后代的发展需求作为前提(Timberlake, 1988)。它意味着,我们在空间上应遵守互利互补的原则,不能以邻为壑;在时间上应遵守理性分配的原则,不能在“赤字”状况下进行发展的运行;在伦理上应遵守“只有一个地球”、“人与自然平衡”、“平等发展权利”、“互惠互济”、“共建共享”等原则,承认世界各地“发展的多样性”,以体现高效和谐、循环再生、协调有序、运行平稳的良性状态(Brown et al., 1987)。因此,持续发展被明确地处理为一种“正向的”、“有益的”过程,并且可望在不同的空间尺度和不同的时间尺度,作为一种标准去诊断、去核查、去监测、去仲裁“自然-社会-经济”复杂系统的“健康程度”。

决定持续发展的水平,可由以下五个基本要素及其间的复杂关系去衡量。

(1)资源的承载能力:通常它又被称之为“基础支持系统”。这是一个国家或地区按人平均的资源数量和质量,以及它对于该空间内人口的基本生存和发展的支撑能力。如果可以满足(不光是这一代人,还要考虑以后的各代人,即要考虑资源的世代分配问题),则具备了持续发展条件;如不能满足,应依靠科技进步挖掘替代资源,务求“基础支持系统”保持在区域人口需求的范围之中。

(2)区域的生产能力:通常也被称之为“动力支持系统”或“福利支持系统”。这是一个国家或地区在资源、人力、技术和资本的总体水平上,可以转化为产品和服务的能力。持续发展要求此种生产能力在不危及其他子系统的前提下,应当与人的需求同步增长。

(3)环境的缓冲能力:通常也被称之为“容量支持系统”。人对区域的开发,人对资源的利用,人对生产的发展,人对废物的处理等,均应维持在环境的允许容量之内,否则,持续发展将不可能继续。

(4)进程的稳定能力:通常也被称之为“过程支持系统”。在整个发展的轨迹上,不希望出现由于自然波动(特大自然灾害与不可抗拒的外力干扰)和经济社会波动(由于战争的干扰,由于重大决策失误所引起的不可挽回的损失等)所带来的灾难性后果。这里两条途径可以选择:其一,培植系统的抗干扰能力;其二,增加系统的弹性,一旦受到干扰后的恢复能力应当是强的,即有迅速的系统重建能力。

(5)管理的调节能力:通常也被称之为“智力支持系统”。它要求人的认识能力,人的行动能力,人的决策能力和人的调整能力,应适应总体发展水平。即人的智力开发和对于“自然—社会—经济”复合系统的驾驭能力,要适应持续发展水平的要求。

在上述五个要素全部被满足之后,可以寻求对于一个国家或一个地区持续发展能力的判断(MacNeill,1989),同时我们也可以全面地比较不同国家或地区的持续发展潜力,从而建立起衡量持续发展水平的序列谱。此处应用图 1-1 去表达持续发展整体性的框架。

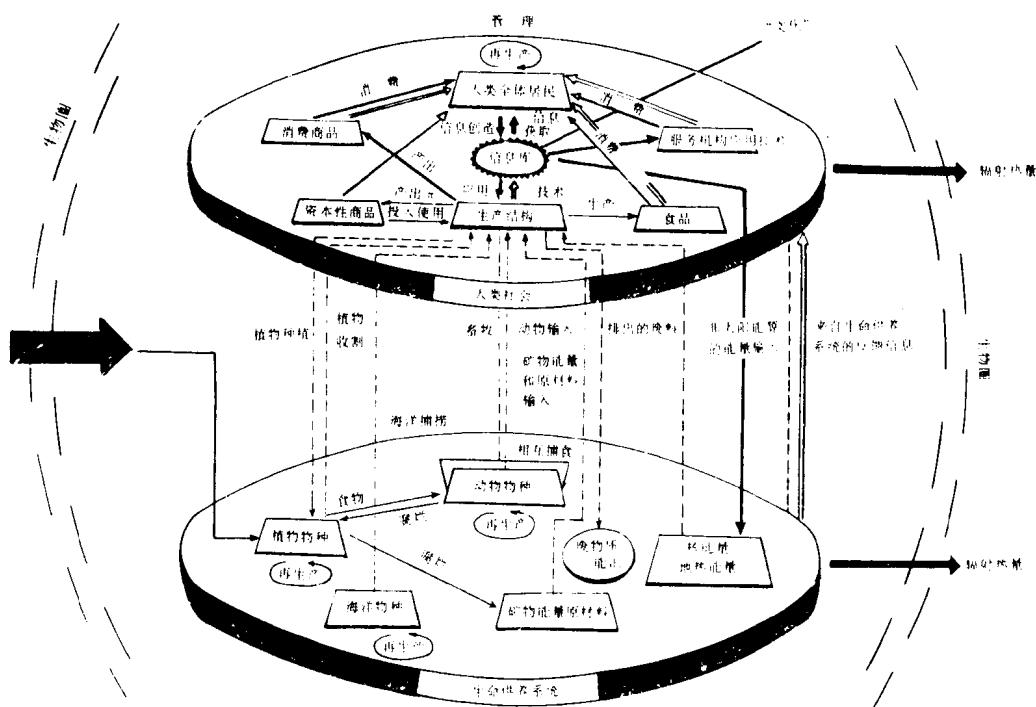


图 1-1 “自然-社会-经济”复杂系统的基本框架

二、发展阶段

人类历史上,经历了不同的发展阶段,每一个发展阶段都具有特定的内核,也表现出不同的特点。研究一个国家或地区处于何种阶段,是实施决策论断的首要条件,也是认识基本国情的必然途径。研究指出(Niu et al., 1993),人类的历史可以划分为四个发展阶段:即前发展阶段、低发展阶段、高发展阶段、持续发展阶段。为了总结每一个发展阶段的特点,我们制定了一个表格去加以说明。

表 1-1 人类不同发展阶段的分类和特点

比较项目	前发展阶段	低发展阶段	高发展阶段	持续发展阶段
时间长度	大约一万年以前	农业革命之后 (约 1 万年前至今)	工业革命之后 (约 1700 年至今)	信息革命之后 (最近 40 年)
空间尺度	个体范围或部落范围	区域范围或国家范围	国家范围或洲际范围	洲际范围或全球范围
哲学思考	无中心,低智状态	追求“是什么”?	追求“为什么”?	追求“将发生什么”?
对自然的态度	自然拜物主义	自然优势主义 (天定胜人)	人文优势主义 (人定胜天)	天人互补协同 (人地和谐)
经济水平	融于天然食物链中	初级水平 (农业为主)	高级水平 (工业与服务业为主)	优化水平 (决策与管理为主)
经济特质	采食渔猎,个体延续	自给型经济 (简单再生产)	商品型经济 (复杂再生产)	协调型经济 (高效、和谐、再生)
系统识别	无结构系统	简单网络结构	复杂功能结构	控制调节结构
消费标志	满足于个体延续需要	低维持水平的生存需求	高维持水平的发展需求	自然-社会-经济的全面 发展需求
生产模式	从手到口	简单技术和工具	复杂技术与体系	智力转化与再循环体系
能源输入	人的肌肉	人、畜及简单天然动力	非生物能源	清洁的与可替代的能源
环境响应	人依整环境无污染,无 干扰	环境低度与缓慢退化	短期污染与长期生态应 力	与环境协同进化与资源 再生

这里有两个要点:处于低发展阶段的国家,在主要关心“发展”的同时,要悉心培育国家的“可持续能力”并逐步提高持续发展水平;处于高增长阶段的国家,应把“持续发展”与“实现均衡”密切结合起来,努力消除经济与环境、富国与穷国、当代与后代之间的不协调(Redclift, 1987, 1991)。

三、世界人口增长

当明白了区域发展的最终目的时,就不能不与世界人口的动态增长联系在一起。按人均平均的资源占有量,以及对地理空间的需求和对环境质量的保持,是衡量区域开发水平的基本指标。由于人口增长所造成的越来越大的压力,反过来对于区域开发的刺激也越来越大(Malthus, 1826),无疑这就更加剧了资源稀缺性问题、技术发展问题、环境质量保持问题、地理空间竞分问题,以及由这些问题派生出来的政治问题、社会问题、战争问题、福利问题等(戈德史密斯, 1987)。于是,在研究持续发展原理的同时,绝对不能忽视人口动态增长这一基本要素。它制约许多连锁性的研究领域;是当代影响最广泛的世界性问题。

如果用符号 N 代表人口的数量;用符号 t 代表时间;用符号 b 代表瞬时生育率;用符号 d 代表瞬时死亡率;用符号 r 代表自然净增长率,那么在一般状态下的人口动态变化,可以表达为:

$$\frac{dN}{dt} = (b - d)N \quad (1-1)$$

或写成

$$\frac{dN}{dt} = rN \quad (1-2)$$

然而,当人口在某一时刻处于一个新的状态之后,人口密度会增加到某种很高的水平,它一方面严重地产生了对于粮食和其它资源的竞争,过分地产生了空间拥挤与环境质量恶化,另一方面又可以回授到人口总体,反映在出生率和成活率的下降。这时,我们说人口数额被“环境应力”和“资源竞争”所限制。不仅对于人口的动态变化是如此,即使研究任意给定的动物种群或植物群落,在所给定的环境之中,也均存在着由该环境所能支持的最大种群数量。我们用符号 K 去表达这样的“最大”数目。随着人口越来越多的增长,人口密度越来越大的压力,这时的人口数量 N 也就越来越接近于 K 。但是由于系统内部的自我调节,反向抑制因素的作用越来越大,致使人口的增长率变得越来越小。于是,人口增长的动态变化,在考虑了系统的自我调节功能之后,可以由下述的微分方程形式去描述:

$$\frac{dN}{dt} = rN \frac{(K - N)}{K} \quad (1-3)$$

阿里给出了相当多的例子去说明上述微分方程的普遍适用性。根据该公式的人口动态增长过程,将在

$$\frac{d^2N}{dt^2} = 0 \quad (1-4)$$

出现时,即当 $N=K/2$ 时,有最大的增长率出现。然而,当人口处于刚刚开始增长这样一种状态时,相对于最大数额 K 而言,此阶段的 N 相对要小得多,从最为近似的观点出发, $(K-N)$ 项的变化是如此之慢,以至于我们可以处理成:

$$\ln N_t = \ln N_0 + rKt \quad (1-5)$$

或

$$N_t = N_0 e^{rKt} \quad (1-6)$$

从世界人口统计的数值分析中看出,人口增长的规律既不同于逻辑斯谛增长曲线

($dN/dt = rN(K-N)/K$), 又不同于指数增长曲线($dN/dt = rN$), 当然也不同于任何观测到的动物种群或植物群落的增长规律。

这么说来, 世界人口的增长到底应遵循什么样的规律呢? 由于医药卫生事业的进步, 人类可以定向控制出生率和死亡率的能力大大增强, 已经对于人口增长动态发生了显著的影响, 即死亡率比出生率下降得更快, 这样致使人口的净增长率不能保持“常数”的特性, 而处于某种稳定增长的状况之下(Shimbel et al., 1953)。进而通过对于人口资料的具体分析, 可以把 r 的增长速率看作是人口基数 N 的某种函数, 并表达为:

$$r = aN^{1/b} \quad (1-7)$$

把 r 的这种表达式, 代入到(1-2)式之中, 一个新的人口增长动态表达即为:

$$\begin{aligned} \frac{dN}{dt} &= (aN^{\frac{1}{b}})N \\ &= aN^{(1+\frac{1}{b})} \end{aligned}$$

或者

$$\int_{t_1}^{t_2} dN/N^{(1+\frac{1}{b})} = a \int_{t_1}^{t_2} dt \quad (1-8)$$

经整理后可以得到其基本形式如下:

$$\frac{1}{-(1/b)N_t^{\frac{1}{b}}} - \frac{1}{-(1/b)N_1^{\frac{1}{b}}} = a(t - t_1)$$

即

$$\begin{aligned} b/N_t^{\frac{1}{b}} &= a(t_1 - t) + b/N_1^{\frac{1}{b}} \\ &= \frac{aN_1^{\frac{1}{b}}(t_1 - t) + b}{N_1^{\frac{1}{b}}} \end{aligned}$$

于是有:

$$N_t = N_1 \left[\frac{b}{aN_1^{\frac{1}{b}}(t_1 - t) + b} \right]^b \quad (1-9)$$

在上式的方括号中, 如分别对其分子分母乘以 $(N_1^{-\frac{1}{b}}/a)$, 并且在分子中加上 t_1 再减

去 t_1 , 则在保持不变的前提下得到:

$$N_t = N_1 \left[\frac{(b/a)N_1^{-1/b} + t_1 - t_1}{(b/a)N_1^{-1/b} + t_1 - t_1} \right]^b \quad (1-10)$$

从该式中抽出对于分子分母的共同表达形式:

$$(b/a)N_1^{-1/b} + t_1 \quad (1-11)$$

将其作为一个“时间的测度”, 而且在被解析的系统中, 它们代表着一个常数, 并将其标为 t_E , 由此简化为:

$$N_t = N_1 \left(\frac{t_E - t_1}{t_E - t} \right)^b \quad (1-12)$$

此时, 常数 $t_E [= (b/a)N_1^{-1/b} + t_1]$, 实为人口增长动态系统的最终时间, 也被称之为“世界末日”(doomsday)。随着 $(t_E - t)$ 之差逼近于零, N_t 的增长十分迅速, 一直到达 $t = t_E$ 时, 人口增长的数量趋近于无限大。对于此种状况可以标出一种测度即 $(t_E - t)$, 将这种差值即“到达无穷大的剩余时间”, 称为“抵达世界末日的时刻”。福耶尔斯特(Foerster, 1960)等人曾计算出“世界末日”的时间为公元 2026 年 11 月 13 日, 星期五。当然这是一种纯假设的数学推算, 不足为训, 以下我们还将加以说明之。上式中, 由于所使用的符号 N_1, t_E, t_1, b 均为常数, 于是又可以定义出两个新的符号, 以化简所列的方程:

$$\begin{aligned} K &= N_1(t_E - t_1)^b \\ T &= t_E - t \end{aligned} \quad (1-13)$$

则有:

$$N_t = KT^{-b}$$

或

$$\ln N_t = \ln K - b \ln T \quad (1-14)$$

以现有的资料代入并点出图上的曲线, 利用统计分析得到:

$$\begin{aligned} K &= 1.79 \times 10^{11} \\ b &= 0.990 \\ t_E &= 2026.87 (\text{A. D.}) \end{aligned}$$

我们说过,以上这种结论是不足为凭的,其原因有三:①不应把人口增长规律单纯地看作是指数增长;②没有考虑人口增长过程中的反馈以及自我调节功能;③没有考虑技术进步和文化心理对于出生率的控制。此外,上述的表达是在完全正常条件下进行的,对于一些意外灾害如地震、洪水、流行病等不确定因素的干扰,也没有加以考虑。如果按照上述去计算世界末日,会得出骇人听闻的结论,且不能反映真确的事实进程。

根据中国的资源和未来人们对于物质、能量、文化生活与环境条件的需求,去合理地确定人口增长的动态曲线,并对人口政策的最优控制指标实施科学的预测,要求考虑更加全面和更为现实的参数,并加以严谨的论证。只有这样才能真正地服务于经济发展战略规划及相应的自然资源开发计划。以宋健为首的一批科学家,研究了中国人口发展过程的数学模型和系统分析方法,受到了广泛的重视(马宾,1990)。以下就是他们所提出的中国人口动态过程的连续型数学模型:

$$\begin{cases} \frac{\partial P(\xi, t)}{\partial t} + \frac{\partial P(\xi, t)}{\partial \xi} = -\mu(\xi, t)P(\xi, t) + \omega(\xi, t) \\ P(\xi, 0) = P_0(\xi) \\ P(0, t) = u(t)N(t) = u(t) \int_0^{\xi_m} P(\xi, t) d\xi \\ P(\xi_m, t) = 0 \end{cases} \quad (1-15)$$

在这一组数学模型中, t 为时间; ξ 为年龄; ξ_m 为可以活到的最大平均年龄; $\mu(\xi, t)$ 为相对死亡函数; $P(\xi, t)$ 为人口密度函数; $\omega(\xi, t)$ 为人口增长过程中的随机干扰因子,如战争、天灾、移民等,所导致的人口密度变化函数; $N(\xi, t)$ 为 t 时间一切年龄小于 ξ 的人口总数; $N(t)$ 为 t 时间的人口总数; $u(t)$ 为相对出生率函数。

在上述数学模型中, $\mu(\xi, t)$ 即相对死亡函数, $\omega(\xi, t)$ 即随机干扰下的人口密度变化函数, $P(0, t)$ 即人口密度函数,可以分别以统计方法求得。此时,只要给出相对出生率函数 $u(t)$,就可以解出这个数学模型而求得 $P(\xi, t)$,即中国人口动态发展过程随时间和年龄的变化规律。

对于 $u(t)$ 的规定,是人口政策中要考虑的基本问题,也是计划生育制定的基础,可以利用系统仿真技术,去寻求合理的 $u(t)$ 。在上述模型组中,我们没有看到性别上的分级以及育龄人口群的限制,虽然它们所起的作用已包括在人口分析中,但似应更加明确地刻划出入口增长中这些成分的重要价值来。

人口增长的正确估计,是持续发展战略考虑的前提之一(Clark, 1986)。有了这样的确切数值,资源的需求曲线以及消耗曲线,直至区域开发的目标函数等,人口政策的制定才有了合理的基础。

发生在本世纪的一个社会特征之一,是城市化的日益加剧。这是一种发生在全球范围内的过程,也是使资源学家、生态学家、政府部门以及计划人员感到十分棘手的一个问题(Jefferson, 1939)。城市化的结果,将给资源开发及分配带来巨大影响,成为大规模改变土地、大气、水、能源与人口的重要“生态推动力”。时至今日,城市化所引起的地理环境变化,

以及资源形态变化,已经开始影响到全球生物地球化学循环和气候的长期变化。请看如下的事实:

城市人口急剧增加:1920年,城市人口只占全球人口总数的14%;1980年,已达40%;据到2000年的预测,可能达到50%以上。

据世界银行的预测,发展中国家在1975年至2000年的城市化速度,将比前25年(1950—1975)增加2倍,可见城市化现象并不限于发达国家,而是一种世界趋势。

城市的数目及规模也在以惊人的速度增长。1900年以前,世界上没有一座城市的人口超过500万;1950年,超出500万人口的城市有6座;1980年,此类城市达到26座;据联合国预测,到2000年,全世界有60个城市的人口超过500万人。

城市人口发展最快的国家,出现在发展中国家。例如墨西哥城,现有人口1600万,居世界第一,到了2000年时将会增至3000万,超过了加拿大全国总人口的数字。现举世界上人口增长最快的14个城市(据联合国1970—1985的估计数)(表1-2)。

世界人口的动态增长以及城市化,所引起的对于发展的影响,归根结底,即是对于开发规模、开发强度、形态组合以及分配政策的影响(Wilson,1970)。由于它们是构成持续发展宏观决策的基础因子,必须给予足够的重视。

中国作为一个发展中的大国,人口问题是现代化进程中的长期制约因素。举世第一的庞大人口基数,其增长惯性要一直延续到21世纪的中期以后。根据计算机的模拟,我国总人口数量的高峰、我国老年人口数量的高峰、我国劳动就业人口数量的高峰,从2020年开始,将相继到来。这三大高峰势将给中国的资源配置、劳动就业、福利保障、社会安定等一系列持续发展的根本问题,带来持久而巨大的压力。

表1-2 世界人口增长最快的14个城市(人数以百万计)

城 市	1970	序 列	1985	序 列	增长率(%)	序 列
万隆	1.2	(14)	4.1	(14)	242	(1)
拉各斯	1.4	(13)	4.0	(13)	186	(2)
卡拉奇	3.5	(7)	9.2	(6)	163	(3)
波哥大	2.6	(11)	6.4	(10)	146	(4)
巴格达	2.0	(12)	4.9	(12)	145	(5)
曼谷	3.0	(9)	7.1	(9)	137	(6)
德黑兰	3.4	(8)	7.9	(7)	132	(7)
汉城	4.6	(5)	10.3	(5)	124	(8)
利马	2.8	(10)	6.2	(11)	131	(9)
圣保罗	7.8	(2)	16.8	(2)	115	(10)
墨西哥城	8.4	(1)	17.9	(1)	113	(11)
孟买	5.8	(4)	12.1	(3)	109	(12)
雅加达	4.0	(6)	7.7	(8)	93	(13)
加尔各答	6.9	(3)	12.1	(4)	75	(14)

中国科学院的一份研究报告指出,居于危及持续发展的第一位因素,在中国当推人口问题。我们知道,人口问题的实质为其典型的二元结构:既是积累者,又是消费者;既是物质生产的起点,又是福利消费的终结;既是精神财富的创造者,又是它的继承者。整个社会发展与文明的进程,唯一地取决于二元结构的动态消长与整体把握。毫无例外,中国的持

续发展能否得以顺利推行,除开资源、环境等外部限制因素外,人口问题的特殊性已使其成为最为严重的“瓶颈”(牛文元,1987)。

研究表明,人的自然属性与社会属性的综合,具体体现在人的体能、技能与智能的高度统一。此处所谓人的体能,是指人的生理上与心理上的健全体能;所谓人的技能,是指人的基本技术与掌握生产流程合理规则的熟练程度;所谓人的智能,则是指人在各种领域中创造性的开发及其创新性含量。现代社会中一个简单的定量规则揭示,对于体积、技能与智能的社会支付之比分别为1:3:9。这表示当社会保持一个人的健全体魄所支付的费用为1时,支付其技能的费用为3,支付其智能的费用为9。从另外一个角度看,体能、技能和智能为社会所创造的财富与价值则为1:10:100。它说明一个仅具有体能的人,他能创造的东西大约仅能维持他本人的生存,而具有技能的人则可创造10倍于仅具体能的人;具有智能的人又可创造10倍于仅具技能的人。上述两列简要的数量规则,呈现一种等比级数的特征,较准确地刻划了人作为消费者与生产者的内涵与价值。与此密切相关地提出了两个十分现实的问题:一为人口的数量与质量与持续发展之间的关系;二为人口自身的调控及人口政策的制定与持续发展之间的协调。前者涉及到经济增长的限制因子;后者则涉及到社会进步的稳定因子。它郑重地提醒我们,人类自身再生产与社会物质再生产的协调,是进入持续发展轨道的前提。

四、人与自然

在地球发展史上,人的出现是自然进化的极重大事件。在宇宙空间中出现原始生命的概率是极小的,据统计只具 10^{4000} 分之一的可能性。而由这些简单的生命再进化到具有高度智能的人类,其可能性更要小得多,因为它要求一种十分狭窄、十分严格的自然要素组合,而这种组合在宇宙中并非随处可遇的。难怪直至科学发达的今日,我们还没有直接的证据,说明外星球上也有类似人这种高度智能的生物存在。

持续发展理论的一个重要内容,就是要阐明人类活动对自然环境的效应,这里尤其是指那种有组织、大规模的生产活动,因为它们改变自然的速度是惊人的,其影响效应也是相当可观的(diCastri,1988)。

人类活动对于自然环境的影响,表现在许多方面。其中主要有以下五方面:

(1)对区域系统中能量流的改变:人不可能根本上改变整个区域系统中所输入的能量,因为除核能与热能之外,无论自然的还是人为的能,绝大多数都来自太阳。但是,人可能通过调整系统内部状态,或控制系统内某个关键要素,改变能量流的方向和速率;同时,还可通过改变地表状态,例如砍伐森林、开垦农田、植树种草、修建水库、建设城市等,将现存的地表覆盖加以改造,于是反射率就会相应地变化,从而改变区域的能量收入;此外,工业生产又会从区域外部输入化石燃料,或者输入其中已径物化能量的各种产品,它同时会向大气发射各种化学成分,尤其是 CO_2 气体,可以造成显著的“温室效应”,阻挡长波辐射的逃逸,达到改变能量流的效果。

(2)对发展系统中物质流的改变:人类的生产活动与日常生活,时刻在改变着发展系统中的物质流。例如,人类对于水的控制,即为改变物质流的一项重要内容,美国的堪萨斯州、俄克拉何马州等地,自从1930年以来,曾在62 000平方公里的灌溉土地上进行实验,