



公元2000年环境

〔美〕 G. O. 巴尼 主编



科学出版社

公 元 2000 年 环 境

〔美〕 G. O. 巴尼 主编

尚忆初 陈来成 张康生 袁清林 译
刘静华 陈来成 夏堃堡 等校

科 学 出 版 社

1986

内 容 简 介

本书是《公元2000年地球》一书的最重要部分。该书主编 G.O.巴尼博士曾任美国环境质量委员会主任。全书包括人口预测与环境、国民生产总值预测与环境、气候变化与环境、技术预测与环境、粮食和农业预测与环境、预测和海洋环境、森林预测与环境、水预测与环境、能源预测与环境、非燃料矿物预测与环境等十二章。

本书内容充实、数据丰富,可供广大环境科学工作者阅读参考。

公 元 2000 年 环 境

〔美〕 G. O. 巴尼 主编

尚忆初 陈来成 张康生 袁清林 译

刘静华 陈来成 夏堃堡 等校

责任编辑 尚久方

科 学 出 版 社 出 版

北京朝阳门内大街137号

北京市通县印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 各地新华书店经售

•

1986年3月第 一 版 开本: 787×1092 1/16

1986年3月第一次印刷 印张: 15¹/₂

印数: 0001—4,200 字数: 354,000

统一书号: 13031·3086

本社书号: 4219·13—18

定价: 3.70元

译 者 的 话

未来的世界什么样？到本世纪末时，世界人口、自然资源和环境可能发生什么样的变化？这是美国，也是全世界极为关注的一些大问题。1977年5月，美国总统卡特在向国会提出的环境咨文中，指令美国环境质量委员会和国务院，会同其他联邦机构，共同研究“到本世纪末，世界人口、资源、环境可能发生的变化”，以此作为“长期规划的基础”。根据卡特的这个指令，美国政府动员数以百计的专家，动用了农业部、能源部、内务部、国际开发署、环境保护局以及中央情报局等13个政府部门的人员、资料与数据，在巴尼博士的主持下，编纂了一部卷帙浩繁、篇幅长达1200页的调查报告。这部《报告》原定一年完成。实际上，到1980年年底才出版，历时三载，耗资一百万美元，是美国有史以来历时最长、花钱最多、篇幅最大的一份调查报告，全称为《The Global 2000 Report to the President》。

《报告》尽管有很多不足之处，但是，它应用系统科学的方法，对人口、资源、环境等重大问题进行了分析研究，搜集了详细的资料与数据，提出了许多值得重视的问题。所以，《报告》发表后引起了世界各国的注目。

在《报告》发表后将近半年时间里，英国、西德、加拿大、墨西哥、巴拿马、苏联、日本等国相继邀请巴尼博士访问。英国前首相希思与巴尼会见座谈，对《报告》给予好评。加拿大政府还委托巴尼起草一个“2000年全球情况调查报告对加拿大影响”的报告。现在，《报告》已译成中文、德文、日文、西班牙文、阿拉伯文共五种文字，出版了大约100万册。其中，仅日本一个国家就销售了50万册，成了日本的一部畅销书。

《报告》共分13章，其中第13章环境预测写得较系统、较完整。它全面阐述了2000年时人口、经济、技术、能源、矿物资源等方面发展可能产生的环境后果。它还着重指出，发展中国家，如不制定坚定的环境保护政策和切实可行的环境保护措施，其生态环境将会发生很大的变化，后果将不堪设想。目前，我国正在开展“中国环境2000年预测”的研究工作。了解世界2000年时的发展状况，对这项工作的开展当然是很重要的。另外，巴尼博士编写这一章（即本书）的指导思想、采用的预测方法，以及将各个方面错综复杂的问题有机联系在一起的写作艺术也是值得我们参考的。今天我们把它翻译出来，奉献给读者，或许对我国开展这项工作有所帮助。

当然，《报告》发表后，也遭到美国一些未来学乐观派经济学家和其他专家的抨击。伊利诺大学经济学家西蒙指责说：“报告的总结论及其专项声明的许多方面是完全错误的，对这个报告的过分注意已使公众惶恐不安，而且它继续影响着政府的重要政策”。西蒙还说：“全球的和美国的总趋势都在改善，而不是恶化。专家们没有说哪里都没有问题，许多地方都有当地的问题，但把世界作为一个整体，这种基督教式的宣讲和启示是不正确的”。目前，西蒙正在领导着一群专家，准备提出一个题目为《公元2000年地球修正》的报告。他们的目标之一是，要求政府在形成政府的全球模型中进行更多的计算机模拟，并且更加集中控制这种模拟。

本书第一章至第四章由尚忆初译，陈来成、戢守志校阅；第五章和第六章由陈来成译，尚忆初校阅；第七章至第九章以及第十一章和第十二章由张康生译，夏堃堡校阅；第十章由袁清林译，夏堃堡校阅；全书由刘静华和陈来成作最后审校。

由于水平有限，译文中肯定会有错误和不妥之处，望读者批评指正。

目 录

第一章 绪论	1
第二章 人口预测与环境	4
第一节 引言	4
第二节 传统型文化的人口与环境	5
(一)以放牧为基础的文化	6
(二)以流动耕种为基础的文化	9
第三节 工业型文化的人口与环境	12
第四节 人口分布和环境	16
(一)欠发达国家的城市化和环境	16
(二)工业国家的城市化和环境	20
(三)城市化和环境——小结	22
第五节 人口预测和人体健康	22
(一)欠发达国家的环境与健康	23
(二)工业化国家的环境与健康	26
第六节 结语	27
第三章 国民生产总值预测与环境	28
第一节 引言	28
第二节 污染和废物的产生	29
第三节 资源消耗	29
第四节 化学品在社会发展中的应用	30
第五节 结语	32
第四章 气候变化与环境	33
第一节 引言	33
第二节 气候方案	34
第三节 各种气候方案的环境后果	34
第四节 其他预测所包含的对气候的影响	36
(一)二氧化碳	36
(二)颗粒物	38
(三)臭氧	41
(四)反射率和热	43
第五节 结语	46
第五章 技术预测与环境	48
第六章 粮食和农业的预测与环境	51

第一节 引言.....	52
第二节 粮食和人类环境.....	53
第三节 土壤退化.....	55
(一)沙漠化.....	56
(二)水涝,盐化,碱化.....	58
(三)滥伐森林.....	59
(四)一般的土壤侵蚀.....	60
(五)发展造成的土地损失.....	61
(六)到公元2000年时.....	62
第四节 肥料和农药对生态的影响.....	63
(一)肥料.....	63
(二)农药和除草剂.....	65
(三)到公元2000年时.....	68
第五节 作物易损性:遗传学原因.....	69
(一)历史事例.....	69
(二)当代趋势——单作栽培和遗传均一性的危险.....	70
(三)微小的遗传损失.....	72
(四)到公元2000年时.....	73
第六节 粮食和非再生化石燃料.....	73
第七节 结语.....	78
第七章 预测和海洋环境.....	81
第一节 引言.....	82
第二节 沿海开发的影响.....	84
(一)对河口和沿海湿地的影响.....	85
(二)对珊瑚礁的影响.....	86
第三节 沿海污染.....	87
(一)有毒废物污染.....	87
(二)有机合成化学品.....	89
(三)重金属.....	90
(四)人造放射性物质.....	92
(五)化石燃料.....	93
(六)污水、化肥养分和沉积.....	94
(七)固体废物.....	95
第四节 海洋生物资源的过度开发.....	96
(一)渔业.....	97
(二)海洋哺乳动物和海洋环境.....	97
第五节 公海.....	99
(一)公海的污染.....	99
(二)深海采矿.....	100

第六节 结语	101
第八章 森林预测与环境	103
第一节 引言	103
第二节 欠发达国家的森林砍伐	104
(一) 密闭林	105
(二) 稀疏林	107
(三) 改善的前景	107
(四) 到公元2000年时	110
第三节 加强森林管理	110
第四节 全球性的环境影响	112
(一) 气候变化	112
(二) 生物多样性的变化	113
第五节 物种灭绝的预测	114
第六节 结语	118
第九章 水预测与环境	120
第一节 引言	120
第二节 影响供水的环境发展	121
(一) 集水区和流域的恶化	121
(二) 酸雨	122
(三) 气候变化	124
第三节 水利工程的影响	125
第四节 水污染	127
(一) 城市和工业产生的水污染	127
(二) 农业产生的水污染	129
第五节 与水有关的疾病	130
第六节 淡水物种的灭绝	131
第七节 结语	132
第十章 能源预测与环境	133
第一节 引言	133
第二节 工业化社会的商品能源	135
(一) 环境分析——布鲁克海文国家实验室的预测	137
(二) 环境分析——另一种方法	138
(三) 硬道路	145
(四) 软道路	151
(五) 工业化社会的商品能源和环境前景	161
第三节 非商品燃料	163
(一) 薪材	164
(二) 木炭	166

(三) 用干粪和作物秸秆作燃料	167
(四) 沼气	167
(五) 非商品燃料——环境展望	168
第四节 结语	169
第十一章 非燃料矿物预测与环境	171
第一节 引言	171
第二节 采矿对陆地的直接环境影响	172
(一) 矿物生产中的土地利用	173
(二) 矿物生产对空气质量的影响	174
(三) 矿物生产对水质的影响	178
第三节 采矿对陆地的间接影响	179
第四节 海底采矿的影响	180
第五节 结语	181
第十二章 闭合环路	182
第一节 引言	182
(一) 2000年的地球环境	188
(二) 特殊的区域性问题	192
(三) 城市环境的恶化	195
第二节 设想、差异及反馈	196
(一) 对森林预测的反馈	197
(二) 对水预测的反馈	199
(三) 对粮食和农业预测的反馈	202
(四) 对渔业预测的反馈	207
(五) 对矿物预测的反馈	209
(六) 对能源预测的反馈	210
(七) 对国民生产总值预测的反馈	210
(八) 对人口预测的反馈	214
第三节 结语	217
参考文献	221

第一章 绪 论

给“环境”下定义并非易事。有些人认为，这个词意味着原始的景物和荒原。虽然这个词的大多数定义无疑都包括这个含义，但在本书中“环境”一词的含义却广泛得多。

从字义来解释，“环境”是指有机体(本书中指的是人类)的自然环境和生物环境。人类对这个维持生命的环境有着错综复杂的依存关系。人类与其环境之间的联系是如此密切，以致个人与环境之间的界线变得模糊不清。吸入的空气成为人体的一部分。氧气使食物起化学作用，从而成为人体的一部分；人吸入的颗粒物积聚在肺内；有些饮进的液体成为人体的一部分，有时液体所含的有毒物质也是如此。土壤变成人类的粮食。粮食又变成人体的组织。事实上，人类与其环境之间并没有、也不可能有明显的界线。因此，“环境”(即人类的外部世界)这个词的概念既不当，也不准确。由于缺乏更准确的代用词，所以本书仍沿用“环境”这一词来描述人类的外部世界。但是，自始至终应当记住，在很多重要方面，我们同环境是一个整体。

在分析人类环境的未来时，指出人类塑造其环境的方式也很重要。很多人人为的环境变化是有益的，但有些是无益的。家庭和社会提供了很多有益的设施，以保护人类不受风雨、食肉动物和病原体的侵害。其他的人为变化，例如对空气、水和土壤的污染，则是完全无益的。有些人人为的变化甚至开始威胁着迄今环境仍在免费提供的(或以最低代价从环境获得的)资源和服务。

人类习惯地把环境提供的资源(例如，土壤肥力，大量的清水)和服务(例如，清除空气污染物)不当一回事。这种习惯已根深蒂固。《公元2000年地球研究》中的预测一般都是根据这样的设想，即未来环境将一如既往地提供丰富而廉价的资源和服务。但通过本书的分析，对关于未来环境所提供的资源和服务的总设想提出了疑问。在今后的年代里，人类需要更慎重地考虑人类活动对环境的影响以及环境退化对人类活动的影响。

本书的分析分两步进行，如图1所示。第一步，分析每一个推动力预测和资源预测所包含的环境影响。第二步，将所有环境影响综合起来，考虑它们反过来对推动力预测和资源预测的影响。如果前面的预测能如实地反映这种综合

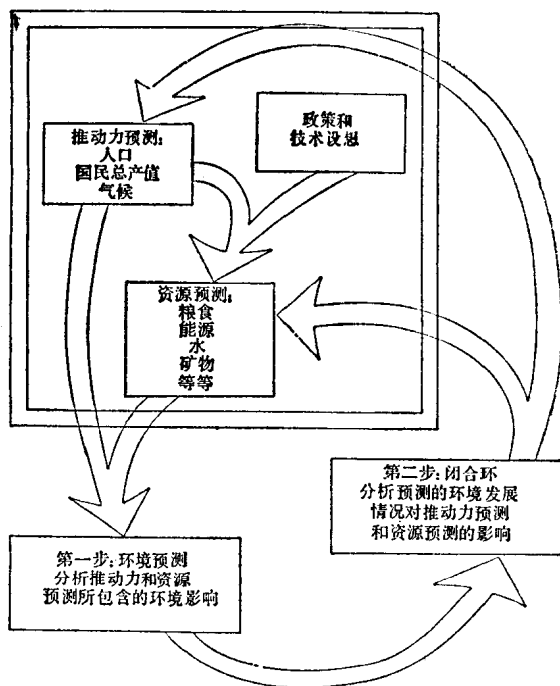


图1 将环境纳入分析之中的两个步骤上面方框表示未纳入环境分析以前所做的分析

影响,那么图1的两条反馈回路应该是闭合的。但在实践中只能指出会起哪些影响,而不能实际修改这些预测。因此,反馈回路在两点上依然是开放的。预测仍旧是以颇为乐观的环境设想作依据。

本书将逐章叙述环境分析的结果。第一步是分析预测所包含的环境影响,共十章,其顺序是:人口,国民生产总值,气候,技术,粮食和农业,海洋环境,森林,水,能源,非燃料矿物。每一章都试图分析一下,根据相应的推动力预测和资源预测而估计的环境发展情况。最后一章的题目是“闭合环路:环境对其他预测的反馈”。这一章介绍了第二步——分析环境发展对其他预测的综合影响。

在开始作环境预测之前,有几点需要说明:

第一,曾试图利用政府的人力、官方的数据和分析手段进行《公元2000年地球研究》全部工作。可惜,编写“环境预测”这一部分时没有实现这个目的。没有任何一个政府机构有义务和能力来进行《公元2000年地球研究》所要求的这种环境分析和综合。环境保护局(EPA)人员很多,物力也很雄厚,但是该局只有日常的管理任务,而没有开展范围广泛的长期性环境预测工作的任务。《国家环境政策法案》(NEPA)指定环境质量委员会(CEQ)承担长期预测的任务(以及其他职责),但环境质量委员会不具备完成其全部指定任务的人力和物力。

面对任何一个机构都不能独立完成环境预测工作这一现实,《公元2000年地球研究》的最初计划,要求各个机构利用自己从《国家环境政策法案》发动环境影响分析工作后建立起来的技术力量,对各自的预测作出环境分析。事实证明,这种作法也是行不通的。由于《国家环境政策法案》的实施,大多数机构现在已拥有进行环境分析的基本力量。它们拥有分析某些特定工程方案的环境影响所必需的数据和分析手段,但它们几乎毫不例外地都不掌握完成长期计划和全球预测的环境分析所必需的数据和分析手段。迄今也没有要求它们作这种分析^{*}。因而附在各个机构预测后面的环境分析很有限,大量的环境分析和本书的撰写不得不由政府以外的专家来完成。

在进行分析之前必须指出的第二点是,关于设想的问题。曾试图尽可能使分析同推动力预测和资源预测直接联系起来,以避免作出抽象的环境预测。但是,很多有关推动力和资源的预测不够明确,不能详细分析它们所包含的环境影响。因此,有些环境分析必须在进一步设想的基础上来进行。本书将分别阐述这些补充的设想。

第三,由于各个专题所需要的很多数据不全,作环境预测往往有困难。在这种情况下,分析工作者不得不删掉某些专题,或者根据片断的资料探讨其环境影响。当专题看来很重要时,就选择后一种方法。在这种情况下是根据可以获得的最佳(尽管是片断的)资料进行探讨。

第四,本书各个章节考虑了各种环境保护技术。总的来说,目前已经掌握解决大多数环境问题的技术,但也有例外。例如,当前还没有切实可行的方法来净化发电厂大烟囱排出的氮氧化物。本分析认为,在大多数情况下,妨碍环境保护的是经济和政治因素,而不是缺乏技术。

最后,环境预测是根据《公元2000年地球研究》其他部分所依据的同一政策设想来进

^{*}例如,虽然已编写出数百份有关各个公路和发电厂的环境影响报告,但对运输部2000年计划或能源部国家能源计划却未进行相应的环境分析。

行的,也就是说,设想国家政策不会有任何变化。在当前没有正式的环境管理政策(例如,某些国家没有放牧地的管理政策)的局面下,预料,缺乏管理经验的情况还将继续存在下去。虽然据此作出的预言有时很严峻,但不应当把它们理解为将会发生的实际情况,而应当理解为暗示在社会不制定和执行保持环境质量政策的情况下可能会发生的情况。本书所作分析有力地暗示:社会如作不到这一点,预料今后20年中,在很多领域内综合的环境影响将很严重,足以大大地(而且是不利地)改变预测的人口、国民生产总值和资源的发展趋势。

第二章 人口预测与环境

美国人口普查局预测的人口数量及其变化速度扼要列在表1内。从1975—2000年期间的大部分时间里,世界人口的年平均增长率将为1.8%。到2000年,世界人口共将增加23亿,即增长55%。

到2000年,在世界人口总的增长数中,欠发达国家的增长数将占十分之九(20亿)。欠发达国家的毛出生率预计将下降21%,估计寿命将延长18%(由54岁增加到63.5岁)*。其结果是,这25年期间的人口自然净增长率平均每年为2.1%。亚洲和大洋洲人口的增长数字最大——占预测的世界总增长数的60%。最高的人口增长率出现在非洲(增长一倍多)和拉丁美洲(增长96%)。

工业发达国家的人口增长率约下降四分之一,增长的数字相对地低一些:苏联和东欧为7 600万(增长20%);其他的工业发达国家为10,100万(增长14%)。

这些预测虽未明确地提到迁移和城市化问题,但有多处暗示,到2000年时欠发达国家的城市将会大幅度地发展。

第一节 引言

据美国人口普查局预测(如表1所示)**,世界人口的增长率将为5%,这将对环境有许多直接和间接的影响。例如,可以预料,额外增加的这23亿人排泄粪便的直接后果,将对很多地区的环境产生巨大影响。而为满足预测的人口对住房、食品、纤维、教育设施,运输网和就业场所等日益增长的需求所作出的种种努力,其间接后果预料还要大。

预测的人口增长量给环境带来的广泛后果(直接的与间接的),使“人口与环境”这一

表1 1975—2000年世界人口的增长情况

	1975		2000		增长率	
	人口(十亿)	所占比率(%)	人口(十亿)	所占比率(%)	年平均(%)	总增长率(%)
工业发达地区	1.1	28	1.3	21	0.6	17
欠发达地区	3.0	72	5.0	79	2.1	70
世界	4.1	100	6.4	100	1.8	55

*根据美国人口普查局,《到21世纪止世界人口图解预测》内表8计算,华盛顿:政府出版社,1979年。(U.S. Bureau of the Census, Illustrative Projections of World Populations to the 21st Century, Washington: Government Printing office, 1979.)

**关于人口有两组预测数据,一组是美国人口普查局提出;另一组是芝加哥大学社会与家庭研究中心提出。两项预测都是由美国国际开发署人口办公室资助进行的。采用普查局的预测作为《公元2000年地球研究》的基本情况,扼要地列在表1内。社会与家庭研究中心的预测系采用另一种方法,这种方法设想人口出生率的迅速下降是以大量经费推行计划生育的结果。

课题涉及的面非常广,不易处理。必须划出一定的范围,规定一些限度。当然,能够采取的方式很多。这里选择的方式是,本章只限于讨论那些与人口直接有关的环境后果。至于人口增长给环境带来的较间接的后果——满足新增人口对食品、能源、矿产、森林等等增长的需要所带来的后果——将在后面分章讨论。(不过,也有一些例外,人口增长的某些间接后果——例如随着游牧牧民人口的增加,畜群亦有所增加——不适宜放在本书其它章节内,所以放在这里讨论。)这种安排虽然在一定程度上限制了本章的题材,但是,还是应当将讨论的课题作进一步的恰当区分。

一个区分是,不同文化对环境施加的压力类型不同。世界上的文化,分为两种:“传统”型和“工业”型。这种区分无可否认是太简单化了,其意图仅在于指出一种文化与它所依赖的环境之间相对的密切关系。在传统型文化中,人们主要依赖于他们的局部环境,并通过切身经历,熟悉人口的数量和人们的需求对环境的影响。在工业型的文化中,人们对仅仅通过运输和商业网同他们联系在一起的环境的依赖程度要大得多。因此,这些人对人口增长和需求给环境带来的全部后果往往没有切身体会。

虽然工业型文化对环境的人均需求往往高于传统型文化,但这种区别并非完全限于欠发达国家与发达国家之间。欠发达国家内部也包含有小规模工业型文化,它们对世界范围的环境的人均需求较大,而工业发达国家内部也包含一些传统型文化,它们对环境——主要是对局部环境的人均需求较小(美国境内的阿米什人聚居点,是发达国家内存在传统型文化的典例,某些个体环境提倡者所实行的那种聚居点和家庭生活方式也是一个典例^{〔1〕})。这种将文化分为传统型和工业型的划分法虽然比较简单,但便于讨论人口增长与环境变化之间的一些重要关系。

下面首先考虑传统型文化对其环境产生的局部影响。讨论传统型文化将首次提出“公共”资源的管理问题,这是本书自始至终都碰到的一个问题,形式则各有不同。然后,讨论工业社会对环境所施加的较分散的压力,随后提出人口分布的变化,特别是人口越来越集中于公共卫生和其他服务设施最少的大居民区所带来的环境后果。最后,讨论一下环境与健康之间的某些关系。

第二节 传统型文化的人口与环境

传统型文化,就此处的涵义而言,是指人民生活必需品(粮食、能源、纤维和住房)主要来自局部环境,很少或根本不参加区域或国家范围的贸易和商业。这类社会的成员充分认识到他们对健康环境的依存性。他们的社会准则和传统通常反映出这种认识,鼓励同环境建立一种协调而持续的关系。^{〔2〕}

过去一百年来,工业型文化已经蔓延,除少数极其边远的传统型文化以外,无不受到它这种或那种方式的影响,与工业社会的有限接触只稍稍改变了某些传统型文化,而多数情况是,这种接触引起的变化显著地影响着传统型文化的形式和功能。

目前,分布在全球很大一部分土地上的农业人口中,多数生活在改进的传统型文化之中。在欠发达国家中,有许多这样的传统型文化。甚至在工业化国家中,某些土著居民仍接近他们已往的传统型文化——例如美国的阿米什人,加拿大和阿拉斯加的爱斯基摩人,以及斯堪的纳维亚北部的塞米人(拉普人)。但是,贸易、医药、技术和其他因素的

发展已经使习俗、准则、视野以及这种文化同环境的关系等都发生了变化。已有改进的传统型文化，其人口经常是世界上增长速度最快的，如果不加以控制，很快就会超过他们所依存的局部环境的承受能力。只要传统型文化的需求仍然大大低于局部环境的生命维持能力，人口就可能继续增长，而对环境影响极小。然而，在接近生命维持能力时，环境便开始恶化，侵蚀和降低以前享有的生活质量，分配日益短缺的资源所引起的社会紧张和冲突往往会接踵而来。最后，就会破坏和降低环境维持生命的能力。

有三种形式(及其改进形式)的传统型文化对环境有特别意义：(1)以放牧为基础的文化；(2)以流动耕种为基础的文化；(3)砍掉森林而转为定居农业的文化。《公元2000年地球研究》所作人口预测，暗示所有这三种文化的人口在今后20年都将大大增长，可以预料其结果将给环境带来种种影响。下面讨论牧民和流动耕种者人口增长对环境的影响。关于定居农业人口的增长对环境的影响问题，将在本书“食物与农业”一章加以讨论。

(一)以放牧为基础的文化

世界上靠牧场或大草原来放养畜群的牧民，与其局部环境保持一种敏感的，往往是脆弱的关系。倘使管理好畜群，并维持牧场或大草原生态系统的生产能力，那么放牧就可以无限期地继续下去而不致损害维持生存的生态系统。然而，当忽视管理时，过度放牧往往会导致牧区的土地退化或破坏。

牧区的退化，一经开始，就很难控制。牧场和大草原大都位于半干旱地区。因此，大规模的放牧就会破坏这里植物的抗旱能力，最后导致饲草减少、杂草滋生。^{〔8〕}放牧区退化的同时，几乎总是出现土壤侵蚀加剧的现象。不幸的是，在目前世界上的多数牧区里，过度饲养、过度放牧、植被破坏、土地侵蚀，以及连带造成的对水文循环的不良影响，正在使优良牧场加速转化为沙漠性荒地。^{〔4〕}

过度放牧给环境带来上述后果的主要原因有二：(1)随着人口的扩增，人们越来越需要较大的畜群；(2)努力繁殖和拥有更多的牲畜作为增加个人和文化财富的手段。这两个原因结合起来就使各个人对共同使用的有限资源基地施加的压力不断累积，日甚一日。

面对人口和经济的增长，保护这样一种基地是一个极为困难的管理问题。^{〔5〕}管理适当对保护牧场来说是很重要的。任何公共的有限资源，倘若不加保护，就不能逃脱人们常说的那种“公地的悲剧”。

这个悲剧就是：每一个使用公共资源的个人为了眼前最大利益而采取的种种行动，汇合起来对整个社会的长远幸福是有害的。加勒特·哈丁(Garrett Hardin)在其经典著作“公地的悲剧”中，描述了公共牧场的悲剧：“想一想一个对所有人开放的牧场的情景吧！可以想象，每一个放牧者都想在公共牧场上放养尽可能多的牲畜。这种放牧方式也许相当圆满地继续了若干个世纪，因为部落战争、盗猎与瘟疫使人与畜的数量都大大低于土地的承受能力。然而，自食其果的那一天，也就是说，那个长期响往的目标——社会稳定——成为现实的那一天终于到来。这时候，公地内在的必然联系就会无情地导致悲剧。”

*保护公共资源往往是环境管理的一个方面。由它所引起的有关森林、渔业、海洋和大气的保护问题以后会在本书中再次碰到。上面对于“公地的悲剧”的解释也适用于文中其它地方提到的“公地的悲剧”。

作为一种理性动物，每个放牧者都力求获得最大的收益。他多少会自觉地向自己明显提出或暗暗提出这样的问题：“在我的畜群中再增加一头牲畜对我有什么效益呢？”这种效益有正分量，也有负分量。

1. 正分量是一头牲畜增量的函数。由于牧人获得出售这头增加的牲畜的全部收入，因此正效益接近于 + 1。

2. 负分量是增加一头牲畜而造成的附加过度放牧的函数。但是，由于过度放牧所造成的后果是由全体牧人共同分担的，所以对作出决定的任何一个牧人来说，负效益仅仅是 - 1 的若干分之一而已。

有头脑的牧人把这种效益的正负分量加在一起后，就会得出结论：他要采取的唯一明智行动是在他的畜群中再添一头，再添一头……。但这是共同使用公有牧场的每一个有头脑的牧人所得出来的结论。这就是悲剧之所在。每一个人都摆脱不了迫使他无止境——在一个有限的世界里——扩大其牧群的规律。毁灭，这是所有人的终点，每个人都在一个信奉公地自由享用的社会中追逐自身的最大效益，公地的自由享用会给所有人带来毁灭^[6]。

哈丁在他的文章中指出，随着人口的增长，人类对环境的要求也不可避免地会日益增多。在传统的放牧社会里，也许最容易看到这种情况。在那里，人口增多就产生扩大畜群的需要，而畜群的扩大又导致公共牧场的退化。

公共牧场的退化引起多种多样的环境和社会问题。在很多情况下，社会矛盾来源于公共资源基地的退化或破坏。利用资源有限的公共牧场的人口与畜群不断增加给社会造成压力，这方面最早记载的例证是圣经《创世纪》第十三章中对罗得和亚伯兰（即后来的亚伯拉罕）的经历的记叙。圣经上说，他们的牛群羊群变得如此之多（人口和财富增加的结果），以致“那块土地无法供养它们”。最后，这两家牧民之间爆发了争斗。为了解决这场纠纷，亚伯兰向罗得建议，把两家牧民从此分开，并让罗得挑选他想去的地方。罗得决定迁往所多玛以及约旦河沿岸的其他城镇；亚伯兰选择了迦南山地。

《创世纪》中的解决办法——分道扬镳，转移到资源丰富的新公地——并不是结束公地悲剧的真正办法，因为这种办法只是在所有公地还没有全部受到滥用和破坏的威胁时才有效。此时此刻，对这种悲剧的根本性质再也不能忽视了，必须寻求解决问题的真正办法。哈丁在他的文章中提出了他建议采用的解决办法——相互制约，共同商定——并阐述了应用这种办法成功的几个实例*。（为了保护河流和湖泊这类公有水域中观赏鱼的种群量，规定捕鱼特许证与捕获限额，就是哈丁的“相互制约，共同商定”的一个例子。）

美国印地安人、爱斯基摩人，拉普人以及许多其他代表传统型文化的民族都曾研究出一些限制对公有资源的需求以杜绝这种悲剧的解决办法。^[7]这些办法往往是以神话、传统、工艺和耕作方法为依据（同工业社会发生接触以后，这些耕作方法便被取代）。其后

*哈丁Hardin在其较近一篇论文中讨论了他提出的解决办法，即国家应作出努力，以预防生物资源遭受公地的厄运。他得出结论说，无论是在社会主义制度下，还是在自由经营制度下，都可能作到保护生物资源，但在这种无节制的公地体制下却不可能。（加勒特·哈丁，〈保护我们公共遗产的政治条件〉，见环境质量委员会《野生动物和美国》，第20章，华盛顿：政府印刷局，1979）。(Garrett Hardin, "Political Requirements for Preserving Our Common Heritage," Ch. 20 in Council on Environmental Quality, Wild-life and America, Washington, Government Printing Office, 1979). 哈丁和约翰·巴登在《公有地的管理》(Managing the Commons, San Francisco, Freeman, 1977)一书中提出了其它一些解决办法。

果通常是破坏性的，有时甚至是灾难性的〔8〕。在放牧社会中，破坏性的影响往往来自于现代医疗技术，兽医学，以及增辟水源的作法中〔9〕。其后果经常是人畜俱增，已有牧场无法维持其生存〔10〕。

适合于放牧的土地有限，而很多地区已有牧区的放牧量已经超过限度。这个问题的有关数据虽然有限，但牛、羊数量的目前趋势和预测趋势已说明问题的严重性。表2归纳了1955—1976年这方面的数据，并预测了1955—1976至2000年的趋势。

表2 1955—2000年牛、羊头数的发展趋势(以百万头为单位)

	牛				羊			
	1955 年增长率*		1976	2000	1955年增长率		1976	2000
发展中的市场经济**	514.3	1.7	696.3	904.3	587.8	1.3	754.3	944.6
非 洲	95.0	1.7	129.9	169.8	150.3	2.1	216.8	292.8
远 东	214.8	0.9	254.0	298.8	130.5	1.7	176.6	229.3
拉丁美洲	175.7	2.4	265.6	368.3	155.9	0.2	161.4	167.7
近 东	28.6	2.9	46.2	66.3	150.8	1.5	199.3	254.7
亚洲的中央计划经济国家	57.5	1.2	71.6	87.7	101.6	2.5	154.8	215.6
小 计	571.8	1.6	767.9	992.0	689.4	1.5	909.1	1160.2
发达的市场经济国家**	225.0	1.6	302.0	390.0	364.8	-0.1	359.6	353.7
北 美	106.4	1.6	141.7	182.0	35.3	-2.7	15.0	0
西 欧	82.0	1.1	100.6	121.9	115.7	-0.5	103.0	88.5
大 洋 洲	21.7	4.7	43.2	67.8	170.1	1.0	205.0	244.9
东欧国家和苏联	81.2	3.7	143.9	215.6	146.7	1.1	182.0	222.3
小 计	306.2	2.2	445.9	605.6	511.5	0.3	541.6	576.0
世界总计	878.0	1.8	1213.8	1597.6	1200.9	1.0	1450.7	1736.20

*年增长率和2000年预测均依据线性增长模型，而不是根据复合（即指数）增长模型。手稿的评论人认为，按牧区条件来看，指数增长模型给出的2000年畜群数字太大，不现实。

**包括未注明地区的国家。

据联合国粮农组织(FAO)估计，从1955到1976年，世界上的牛群数增加了3.3亿头以上。如果这种趋势继续发展下去，到2000年世界上畜群将再增加近3.8亿头。在北美、苏联、日本和欧洲，畜群增长数很大一部分靠人工饲养场，而在其他国家或地区，则大部分是靠公共牧场上放牧。

全球牛群的增长，预计大部分出现在发展中的市场经济国家中——将从1976年的6.963亿头增加到2000年的9.043亿头，净增2亿多头。大洋洲国家，东欧各国和苏联的牛群是世界上增长最快的。大洋洲的牛群的年增长率为4.7%，达世界最高记录。从1955年的2,170万头增加到1976年的4,320万头，20年几乎翻了一番。1955—1976年，东欧各国和苏联的牛群年增长率为3.7%，从8,120万头增加到1.439亿头，预计到2000年将达到2.156亿头，比1955年增加两倍多。

近期绵羊和山羊增长最快的是亚洲的中央计划经济国家和非洲。1955到1976年期间，非洲的绵羊和山羊总数增长了6,650万头，亚洲的中央计划经济国家的总数增长了5,320万头。而北美和西欧的绵羊和山羊总数则在下降。现在的趋势如果持续下去，到2000年，北美的绵羊和山羊大部分将消失。但就世界范围来说，预计从1976到2000年绵羊和山羊将增加2.8亿头以上。