

第 1 章 资源与环境——可持续发展战略

1.1 国内外资源的现状与前景

目前,世界各国都在实施可持续发展战略。在可持续发展战略的三大要素(人口、资源、环境)中,由于人口的迅速增长和经济发展的不断需要,资源的开发利用已处在核心地位。人口的控制程度主要取决于资源的支撑能力,而环境污染主要是人们对资源滥用造成的。因此,实现可持续发展的重要制约因素是资源的合理开发以及资源的可持续综合利用问题。在开发、利用资源的同时,要营造一个自然和谐的生态环境,形成人类可持续发展的局面。

资源是人类社会生存和发展的基石,它包括自然资源和社会经济资源两方面的内容。社会经济资源的开发利用又是以自然资源为先决条件的。以矿物能源开发为主线的工业革命在取得巨大成就的同时,也带给人类生存环境严重的污染压力,迫使人们重新审视资源利用的新技术革命及其生产方式。目前,国内外资源利用正发生着如下的一些显著变化^[1~7]。

美国是世界上最大的能源消费大国,丰富的自然资源是美国保持强大而充满生机的经济基础的重要原因之一。美国政府已经认识到,自然资源现状和未来趋势的信息是衡量国家和地方在可持续发展方面是否取得进展的重要手段。为了加强有关自然资源信息的管理,总统可持续发展理事会(PCSD)建议制定了与其社会经济发展相一致的标准和方法,并付诸实施。

法国的自然资源管理模式被美国、英国、德国和亚洲部分新兴工业化国家所借鉴,并被称为“法国模式”。这一模式实质上是把国有自然资源的开发利用委托给私营企业进行经营和管理。

德国的煤炭资源丰富,褐煤产量居世界首位。但现在德国的能源消费却以石油、天然气为主,占消费结构的二分之一以上;尽管其国内石油、天然气资源缺乏,年石油产量不足 4Mt,所需石油几乎全部靠国外进口。在未来可持续发展战略中,德国政府加大对可再生能源研究的投资,重点发展太阳能、生物能、地热和风能。逐渐将以煤、石油、天然气为主的矿物能源转向以可再生能源为基础的可持续能源系统。

荷兰自然资源有限,主要有石油和天然气。每年还要从法国进口核电,占荷兰电力消费总量的 8%。由于荷兰的人均能源消耗居于世界前列,因而能源消费以及提高能源利用率问题将对可持续发展产生举足轻重的作用。荷兰政府的基本目标是在 1997~2000 年将能源利用率提高 33%。为此采取了如下措施:发展绿色电力,收取能源税和绿色基金。所谓绿色电力是指可更新能源发出的电力,这是荷兰能源配送公司的一项新举措。该公司计划为 35000 个用户提供额外的 60MW 的风能,为 5000 个用户提供 20MW 的生物能,为 2000 个用户提供氢能。

瑞典自然资源丰富,境内河湖近 10 万个,约占国土面积的 9%,水资源蕴藏量达到 6000 亿立方米。森林面积占全国面积的 57%。矿产资源以铁矿资源最为丰富,已探明储量为 36.5 亿吨,居欧洲第三位。瑞典的能源主要是核电和水电,其中 50% 来源于核电。瑞典积极加强清洁替代能源的研究与开发。目前,使用较为普遍的清洁能源是天然气和木屑。其他清洁能源,例如太阳能和风能的开发利用正从实验阶段转向商业化运行之中。

新西兰地热资源丰富，7%的电力由地热提供。冰川湖和火山湖众多，为水力发电提供了有利条件。因而，新西兰的电力主要来自于可再生资源——水电，每年大约有70%~75%的电力是由水电提供的，部分则来自于化石燃料发电。在发展清洁能源的同时，新西兰政府还大力营造绿色环境。目前，森林面积占国土面积的28%，约有750万公顷。同时，新西兰政府还积极参与了国际上开发可持续森林管理指标的行动。

日本的矿产资源十分贫乏，是目前世界上最大的可再生能源与不可再生能源进口国及第二大化石燃料消费国。自70年代石油危机爆发以来，日本政府制定了新的能源政策，并于80年代开始全面实施“阳光计划”、“月光计划”等以开发新能源和节能技术为核心的一系列新能源计划。“阳光计划”以可再生能源（太阳能、地热、水力、风力）及清洁煤利用技术开发为主；“月光计划”以开发电力贮存系统、燃料电池、超级热泵、超导等节能技术为主。

特别是进入21世纪以来，资源和能源消耗速率趋于“零增长”的目标，已被世界各国所认同。一方面由于生态环境压力及工业污染的加剧，迫使人们不得不从资源和能源的过分消耗中觉醒，寻求节约能源和资源的新途径。人类现在每年所消耗的矿物燃料，相当于在历史长河中自然界花费100万年所积累的数量。在此种经济规模和巨量消耗物质资源的现实中，如不能够有效地遏止这种汹涌增长的势头，人类无疑是在为自己挖掘坟墓。另一方面，由于世界各国都注重了人口计划生育，人口数量增加的压力正在逐步趋缓，为寻求资源和能源消耗速率的下降乃至达到“零增长”提供了一定有利条件。加之，21世纪知识经济形态的被认识和被接受，使得人们具有相当的智力水平去实现这一目标。

在水资源节约利用方面，随着技术进步与一系列经济政策的推行，工业需水的增长率在趋于下降状态，一些国家已经实现了零增长甚至负增长的目标。如荷兰工业用水，自1970年达到用水零增长后已呈稳定下降的趋势。瑞典通过的水质法令，强制性执行了生产用水的再循环利用，使工业需水量急剧下降，1970年即达到零增长，此后并出现了负增长。日本水资源管理的强制性措施，促进了工业用水的零增长，1980年后，各类工业用水增长速率基本上实现了零增长。美国的工业用水、农业用水、生活用水以及总需水量，在1980年之后，也逐步实现了零增长率。

以色列是全世界最干旱的地区之一，人均占有水资源仅 285m^3 ，是中国目前人均水资源量的11.8%。但是，由于以色列实施了极严格的水资源统一管理法规，广泛采用包括滴灌技术在内的先进节水工程，使得农业灌溉的水资源利用系数达到0.90，是我国平均的农业水资源利用系数的3倍。21世纪，以色列主要节水方向是：增大工业废水用于农业灌溉的比例。计划到2010年，使用真正淡水的数量从目前的11亿立方米减少到5亿立方米，也就是说农业使用天然水源灌溉的50%以上靠经过处理的工业废水和其他中性水去弥补。同时，通过生物工程和转基因技术，提高作物水分利用效率和抗旱丰产性能。

中国的资源总量虽然较大，不少重要资源拥有量位于世界前列，但人均占有量却低于世界平均水平。资源开发不够合理，利用率很低，能源利用率平均只有30%左右，单位产值能耗是世界平均水平的5倍。因此，抓好资源的保护和利用管理，保证经济的持续发展，既能使我国庞大的人口丰衣足食，又能从根本上制止环境污染的过量排放。按有关部门规划，到2040年，中国将实现资源消费和能源消费速率零增长的目标^[1~7]。

1.1.1 自然资源的定义及分类

自然资源是指人类从自然环境中摄取并用于人类生产和生活所必需的各种自然组成

分，其通常所指的有土地、土壤、水、森林、草地、湿地、海域、原生动物、植物、微生物以及矿物等；如今的自然资源还包括空气、太阳能、风能、降水等一些环境要素。

自然资源按其产生的渊源及其可利用性，可分为两类^[2~5]。

(1) 非耗竭性资源

非耗竭性资源又称无限资源，如太阳能、空气、风、降水、气候等。

(2) 耗竭性资源

耗竭性资源又称有限资源。这种自然资源是在地球演化过程中的特定阶段形成的，质与量是有限定的，空间分布是不均匀的。

耗竭性资源又可分为部分可再生资源以及不可再生资源。

可再生资源 这类资源主要是那些被人类开发利用后，能够依靠生态系统自身的运行可以逐渐地得到恢复或再生的资源，如动物资源、植物资源、微生物资源、土地资源、水资源等。

不可再生资源 这类资源一般指那些被人类开发利用后会逐渐减少以至枯竭，且不能再生的自然资源，如化石燃料、金属矿物、非金属矿物等。

1.1.2 全球的资源现状

(1) 能源资源^[1~2,7]

煤、石油和天然气均是目前全球经济发展的基础能源，但都是不可再生的化石燃料或矿物能源。目前，全球年能源需求量为 $398 \times 10^{18} \text{J}$ ，其中 75% 来自化石燃料，见图 1.1^[8]。预计到 2010 年化石燃料的消费还会增加 50% ~ 60%。此外，还有许多可再生的非化石燃料能源，如核变能、太阳能、水能、地热能、海洋能等。太阳能是最重要的可再生能源。地球上的自然生态系统得以正常运转所需要的能量全部来自太阳，化石能源也是过去储存下来的太阳能的一种重要形式。

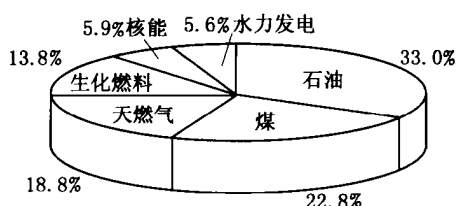


图 1.1 世界主要能源消费构成

90 年代中期以来，世界能源经济已步入到一个重大过渡时期。预测未来，新能源经济的大致轮廓已经开始逐渐显现。新技术、工业结构调整以及更严厉的环境政策，正在改变世界能源经济的面貌。在许多国家，废气排放法和废弃物处理法已经使得建造火力发电厂的成本大大增加，核电站的成本和风险高得令人难以接受。人们将直接利用世界上来源最丰富的能量——太阳能和风能，以大大减轻目前的能源需要给地球大气的负担，新能源技术恰在此时将应运而生。

氢能源时代 氢能是最简单的化学燃料，同当今所用的最清洁燃料甲烷不同的是，它完全不含碳，且氢的燃烧值是汽油的 3 倍。如果在理想条件下将氢和氧进行燃烧，可以生产水，不存在产生 CO_2 、 CO 等温室气体对环境污染的问题。但问题是制造方法，对于大规模化生产，一种很有效的办法是对水进行电解。然而，由于要从火力发电站那里获得所需要的电力，所以其可行性受到质疑。因此，用太阳能发电和水力发电等间接自然能源，或以生物转化制氢等直接自然能源批量生产氢的方法最引人注目。从长远看，借助诸如燃料电池和批量生产太阳能发电机之类的技术，应该可以用以氢为基础的能源系统取代几乎所有的矿物燃料。

最近，中国科学家合成高质量的碳纳米材料，使我国新型储氢材料研究一举跃上世界先进水平。中国科学院金属研究所成会明用新方法大批量合成出高质量的碳纳米纤维和单壁碳纳米管，在室温下具有优异的储氢性能。这些棉花似的黑色絮状物，能储存和凝聚大量的氢气，并可以做成燃料电池驱动汽车。

天然气水合物 1999年美国在天然气方面资助的新项目为天然气水合物的研究。10年前的基础研究，已经证实海底和极地地区沉积物中蕴藏着巨量的天然气资源。该项技术目前已经取得了重要进展，预计到2015年将开发出用于商业化生产的技术。

生物质液化燃油 生物质液化燃油能替代石油的前景早已引起国际社会的重视，许多发达国家和发展中国家纷纷将其列为国家能源可持续发展战略的重要组成部分和21世纪能源发展战略的基本选择之一。生物质能是地球上最普遍的一种洁净而又可再生的能源，其原料来源广泛，可开发潜力巨大。全世界每年由光合作用而生成的可利用的生物质约为1700多亿吨，如以能量换算，相当于目前石油年产量的20倍以上。但目前将其作为能源来利用的仅为13亿吨，约占其总产量的0.76%，不足1%。然而，不足1%的生物质能却解决了全世界能源消费的15%，是世界上大约15亿人赖以生存的生活用能的主要来源，目前发挥的能源作用排第四位，仅次于石油、煤和天然气。

生物质液化燃油是一种以废弃生物质（如各种农业的废弃秸秆、废弃的木本植物、草本植物及城市的有机垃圾等）为原料，经特殊的热化学液化工艺转化，分离所获得的新型、绿色、可再生的生物质液体燃料。生物质燃油的优点是对环境友好。原因是生物质来源于二氧化碳的光合作用，燃烧后产生二氧化碳，但不会增加大气中二氧化碳的含量，即其碳的循环是闭循环链。因此，对于保护自然环境、维护生态平衡而言，是一种可再生的绿色环保型新能源，理论上可实现CO₂对大气环境的“零”排放。

(2) 水资源^[9]

水是一种有限的自然资源，地球上水的总量并不少，但与人类生产活动关系密切又比较容易开发利用的淡水储量仅占全球总水量的0.3%，主要是河流水、湖泊水和地下水。

世界水资源研究所研究表明，全世界人均水资源现为1.2万立方米。尽管我国水资源总量在世界排第6位，但我国人均水资源仅有2650立方米，还不到世界人均数的四分之一，属于水资源短缺国家。目前，全世界有26个国家的2.32亿人口已经面临着缺水的威胁，另有4亿人口用水的速度超过了水资源更新的速度；世界上约有五分之一人口得不到符合卫生标准的淡水。世界银行认为，占世界40%的80多个国家正面临着供应清洁水方面的困难。预计在未来20~30年内淡水拥有量不足的人口数将达到15亿。这些国家包括非洲大部（除热带西非的少数地区）、中东大部、南美的秘鲁、智利、阿根廷及亚洲的中国、印度等国。淡水资源短缺已经成为一个全球性的环境问题。

中东地区具有世界上最富裕的石油矿藏，但淡水奇缺。从河流湖泊的分布看，沙特阿拉伯、也门、阿曼、卡塔尔、巴林、科威特、约旦、以色列等国基本上没有大流量的江河湖泊。从降雨分布看，中东阿拉伯地区的年降雨量不足160mm。

近年来，中东地区的人口一直以3%以上的速度在增长，用水量也急剧增加。据估计，到2010年，中东地区22个国家的人口将从现在的2.2亿增加到4.2亿，加上连年干旱，用水不当和水质污染，该地区的水危机必将进一步加剧。

非洲是地球上另一个严重缺水的地区。在世界上缺水的26个国家中，有11个国家都位于非洲。缺水给非洲的经济发展带来了严重困难。由此可见，进入21世纪，水将成为全球

最紧迫的自然资源问题。如何理智地对待其发展，更快地寻找一条解决全球环境问题的出路，是我们人类共同面临的重大课题。

(3) 森林资源^[9]

世界森林曾达到 76 亿公顷，目前仅存 20 多亿公顷。南美洲森林覆盖率最高，人均森林占有量以大洋洲最多，亚洲最少，见表 1.1。

表 1.1 世界各地森林面积、覆盖率、人均占有面积

地 区	森林面积/ hm ²	覆盖率/ %	每千人占有面积/ hm ²
世 界	3 410 851 000	26	644
非 洲	535 848 000	19	835
北美洲	530 744 000	25	1 240
南美洲	898 184 000	51	3 027
亚 洲	463 221 000	18	149
欧洲(不包括原苏联)	140 196 000	30	280
大洋州	87 700 000	10	3 287

日本国土的 67% (约 2500 万公顷) 被森林覆盖，享有“森林之国”的美称。这归功于日本森林立法的严谨、系统和有效。新西兰的森林覆盖率为 28%，总面积约有 750 万公顷，其中 620 万公顷为天然林，130 万公顷为人工林。目前，新西兰的人工林以每年 8 万公顷的速度增长，到 2020 年，新西兰的人工林将达到 400 多万公顷。森林是芬兰最重要的自然资源。在芬兰，森林的生长量明显超过采伐量。每年的净增长量达 3000 万立方米。森林资源是加拿大的重要资源之一，其森林面积占世界森林总面积的 10%。每个省和行政区都有各自的立法、政策和法规。人均森林面积以加拿大最多，印度、中国最少。见表 1.2。

表 1.2 世界部分国家森林状况统计

国 家	森林面积/ hm ²	覆盖率/ %	人均森林面积/ hm ²
原苏联	745 958 000	35	2.15
巴 西	566 007 000	67	3.76
美 国	209 573 000	23	0.84
加拿大	247 164 000	27	9.32
中 国	133 799 000	14	0.12
印度尼西亚	115 674 000	64	0.64
印 度	64 959 000	22	0.08

据估计，目前世界每年有 0.6% 的森林遭到破坏，特别是在发展中国家。

1.1.3 中国的资源现状

(1) 中国的能源^[2,7,9~11]

中国是世界上能源生产和消费大国之一。中国能源工业发展很快，1996 年一次性能源总产量为 13.26×10^8 t 标准煤，是世界第二大能源生产国。其中，煤炭产量居世界第一位；原油产量为世界第五位；水力发电和核电分别居世界第四位和第十八位。虽然中国的能源资源丰富多样，但由于人口众多，目前人均能源资源相对不足，中国的人均能耗仅为世界人均能耗平均数的 40%，属于能源节约型国家，具有良好的传统，应当发扬下去。

中国虽然具有丰富的原煤和水电资源，但能源资源分布极不均。中国煤炭资源的 64% 集中在华北地区；水电资源约 70% 集中在西南地区；而能源消费地则集中分布在东部经济较发达地区。中国能源构成以煤炭为主，煤炭占能源总消费的比重高达 75%（而美国这一比重只有 27.4%，日本为 23.6%，英国为 32.3%，法国为 10.6%），水电占能源消费总量不足 5%，今后中国应当大力发展水电资源。据世界银行提供的资料估计，中国原煤储量约占世界总量的 10.97%（美国约占世界总量的 23.04%），中国水电资源约占世界总量的 13.22%（而美国仅占 2.58%），水电资源大有潜力可挖。

中国石油和天然气储量只占世界总量的 2.43% 和 1.20%，石油和天然气产量分别占世界总量的 5.9% 和 0.6%，无法满足中国经济增长的需要。从 1993 年 2 月起，我国成为石油净进口国；1995 年我国进口石油 848 万吨，净进口率为 5.4%。作为石油净进口国，2000 年石油消费量的 30% 依赖进口，进口量已近 7000 万吨，耗用外汇 140 亿美元。根据有关专家测算，随着我国工业化和城市化的发展，对石油进口的依赖程度还将加深。

目前，中国人均石油消费量是世界平均数的 1/6，韩国、日本、美国人均石油使用量分别是中国的 10 倍、20 倍、30 倍。随着中国人口持续增长和经济高速增长，对石油消费产生持久性的巨大需求，中国很可能成为亚太地区和全球市场上一个重要和活跃的石油购买国市场。据国际能源委员会（IEA）最新统计，2000 年中国石油净进口率为 21.6%，到 2010 年将达到 41%。壳牌中国石油公司估计，到 2015 年中国每天的进口将超过 700 万桶，接近美国目前的进口量。到 2020 年，石油进口率将达到 50%，年进口额则将超过 1000 亿美元。这对许多石油跨国公司可能是一个好消息，对许多石油生产国可能是一个新的发展机会。

未来时期，中国经济将保持高速增长趋势。根据中国科学院国情分析研究小组的预测：2000~2010 年平均增长为 8.0%，2010~2020 年平均增长为 7.0%，2020~2030 年平均增长为 6.3%。这将刺激中国各类能源消费成倍增长，但应注意在扩大能源需求增长的同时，消除汽车尾气与相关工业的环境污染，切不可走发达国家先污染后治理的老路。

（2）中国的水资源^[2,7]

我国是一个贫水大国，水资源匮乏，人均水资源量不大，只相当于世界人均水资源占有量的 1/4，居世界第 110 位。除了水资源不足外，中国水资源还存在着十分严重的地区和季节分布不均匀性。南方水资源占国家水资源总量的 70%，北方仅占 30% 左右；5~9 月份降雨量占 60%~80%，10~4 月份仅占 20%~40%，相差十分悬殊。农业缺水和城市缺水是中国缺水的两大主要表现。由于中国是农业大国，农业用水占全国用水总量的 80% 左右。河北、山东和河南三省缺水最多；西北地区缺水量很大，而且大部分地区为黄土高原，海拔高，沟壑纵横，改善灌溉系统的难度较大；加之北方地区防治荒漠化及防护林业、人工草地等生态用水和生产用水量的不断增加，预计未来每年水资源缺口在 600 亿立方米左右。

城市是人口密集和工业、商业活动频繁的地区，城市缺水在中国表现的十分尖锐。据统计，全国 600 多个城市中，缺水城市已达 300 多个，严重缺水的城市 110 多个（如天津市）。随着我国城市化步伐的加快，估计到 2020 年，我国的城市用水需求量将增加 300~400 亿立方米。

（3）中国的其他资源^[2,7,9~11]

除了能源、水资源外，土地资源、矿产资源也是制约我国经济社会可持续发展的重要因素。

中国土地资源的特点是土地幅员辽阔，但人均耕地面积少；分布不均匀；自然条件差。

尽管中国依靠占世界 7% 的耕地养活了世界 22% 的人口，是一项令世界瞩目的骄人成果，但也是一项制约中国可持续发展的难题。因此，节约土地、保护耕地已成为近年来我国的基本国策之一。

中国的矿产资源的特点是资源总量大，但人均占有量少；富矿少，贫矿多；矿产种类多，但矿产资源地域分布不平衡；开采的规模小，生产效率低。我国主要矿产中已探明的储量明显不能满足经济发展的需要，特别是能源矿产（如石油）和化工原料的矿产等都不能满足未来的生产需求，更谈不上实现可持续发展。因而抓紧实施西部大开发与海洋矿产资源的开采利用，可能是新世纪保持我国经济平稳快速增长的重要战略途径。

1.2 国内外环境的现状及发展

全球环境问题是人类社会未来发展的最重要议题之一，世界各国及有关国际组织对此十分重视，相继投入了大量的人力、物力和财力，对其发生机制、发展规律、未来趋势以及可能出现的后果等开展了广泛而深入的研究，有关全球环境问题的研究进展日新月异^[1-2,6-7,9-11]。

在全球环境问题的合作研究和对策制定方面，联合国环境规划署（UNEP）及其他一些国际机构起到了十分重要的不可替代的作用。联合国规划署对气候变暖、臭氧层保护、水资源保护、森林锐减、生物多样性保护、土地退化等范围广泛的环境问题一直进行着不懈的努力。UNEP 组织或参与组织了众多全球环境问题的研究项目，如世界气候影响研究项目，有害废物与有毒化学品强化管理项目等，负责起草了具有历史意义的关于减少使用破坏臭氧层的化学品的蒙特利尔议定书和关于控制有害废物越境迁移及其处置的巴塞尔公约，得到了国际社会的广泛接受和支持。

在全球环境问题的协调研究方面，世界气象组织（WMO）是一个不容忽视的重要角色。通过观测与研究，WMO 提供了有关全球大气质量、气候条件、行为及其影响因素的权威知识与意见。联合国教科文组织（UNESCO）在有关自然资源管理、整体环境研究与全球变化评价领域实施了一些重大的项目。在水资源、海洋与气候、陆地与水域生态系统、地球科学与环境科学方面开展了大量的基础性研究。

德国在研究全球变化方面拥有世界上一流的设备。德国组织了一批大学和研究机构大力开展新型发动机和燃烧技术的开发研究，力求大大降低氮氧化物和二氧化碳等温室气体的排放，降低燃料消耗，率先承诺到 2005 年，德国 CO₂ 排放量将比 1990 年降低 25%。德国在国际环保舞台上十分活跃，环保产业是德国在国际市场上最具有竞争力的高新技术产业。

瑞典是一个绿色植被面积（约 90%）非常高的国家。那里环境洁净，人们随时随地可以饮天然水，吃生蔬菜、水果不需任何处理。即使如此，在当今世界面临的环境问题，如空气污染、水污染、土壤酸化和退化、水土流失和有毒化学物质传播等在瑞典仍然存在，其中酸化和水污染问题尤为严重。在 5000~10000 个湖泊中存在着程度不同的酸化问题，已引起瑞典政府的高度重视。

美国将环境目标融入外交，表明了其本质上在维护自己的资源耗费霸主地位外，客观上对全球环境问题的重视也起到了一定的推动作用。和德国一样，美国也试图用外交手段打开国际环保市场。环境外交已经成为美国国际政治斗争中的一把利剑，集中体现在环保产品贸易“双标准”政策制定和执行上。

日本由于自身资源与环境的压力，对全球环境问题较为关心，并在一定的目标范围内促进有关全球环境问题的国际合作。

中国政府已经充分意识到保护臭氧层的重要性和紧迫性，积极参与了“关于消耗臭氧层物质的蒙特利尔议定书”及“保护臭氧层的维也纳公约”的各项活动，建立了国家级的保护臭氧层组织管理机构。随着中国加入 WTO，中国将在削减消耗臭氧层物质（ODS）生产的同时，重点开展代用品生产工艺的研制、开发及工业生产装置的建设。泡沫塑料行业将在 2010 年被完全淘汰（冰箱和聚氨酯板材除外）。

1.2.1 全球性环境问题

(1) 环境污染的含义 [2~7]

环境污染是指有害物质或因子进入环境，并在环境中扩散、迁移、转化，使环境系统的结构与功能发生变化，对人类以及其他生物的生存发展产生不利影响的现象，简称污染。如因化石燃料的大量燃烧，使大气中颗粒物和 CO_2 、 SO_2 浓度急剧增高；工业废水和生活废水的排放，使水体水质变坏等现象均属环境污染。在世界不同的国家和地区，由于社会、经济、技术等方面存在着差异，制定和使用的环境质量标准也有所不同，因而在环境污染的衡量方面也存在着一一定的差别。

环境污染不仅具体地指有害物质或因子进入环境系统，导致其结构和功能发生不利于人类及生物正常生存和发展的变化，而且也包含各种变化所衍生的环境效应，如温室效应、酸雨和臭氧层破坏等。

(2) 主要环境问题 [2~7, 12~14]

环境污染作为全球性的重要环境问题，主要指的是温室气体过量排放造成的气候变化、广泛的大气污染和酸沉降、臭氧层破坏、有毒有害化学物质的水体污染危害及其越境转移、海洋污染等。

水污染 全世界每年约有 400 亿立方米污水排入江河湖泊，占全球淡水总量 14% 以上的可用水被污染。发达国家在水污染防治技术上重点放在清洁技术、工业循环用水、城市污水再利用、高浓度有机废水处理以及废水资源化方面。

大气污染 大气污染是指大气中污染物质的浓度达到了有害程度，以致破坏生态系统中人类正常生存和发展的环境条件，对人和物造成危害的现象。目前被人们注意到或已经对人类产生危害的大气污染物约有 100 种左右。其中影响范围广，具有普遍性的污染物包括悬浮可吸入颗粒物、二氧化碳、氮氧化物、硫氧化物、碳氢化物等。

随着地球上人口的急速增加，人类经济增长的持续增大，地球上的大气污染日趋严重。表 1.3 列举了一些重要气体污染物，这些污染物在污染区的典型浓度值与清洁区的浓度值相

表 1.3 清洁空气与污染空气的浓度对比

成 分	清洁空气	污染空气
$\text{SO}_2/\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	0.001 ~ 0.01	0.02 ~ 2
$\text{CO}_2/\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	310 ~ 330	350 ~ 700
$\text{CO}/\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	< 1	5 ~ 200
$\text{NO}_x/\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	0.001 ~ 0.01	0.01 ~ 0.5
碳氢物/ $\text{mg}\cdot\text{m}^{-3}$	1	1 ~ 20
颗粒物/ $\mu\text{g}\cdot\text{m}^{-3}$	10 ~ 20	70 ~ 700

比可高出几倍至几百倍。

有害气体的大量排放，不仅使大气造成局部地区的严重污染，而且影响到全球性的气候变化以及大气成分的组成，即出现所谓的全球环境问题。全球性大气污染问题主要表现在温室效应、酸雨问题和臭氧层耗损问题三个方面。

由于人类生产活动的规模空前扩大，矿物燃料的燃烧会释放出影响气候的微量气体，导致大气微量成分的改变，从而引起温室效应增强，并由此造成全球气候的变化。自 1950 年以来各国二氧化碳总体排放量见图 1.2。

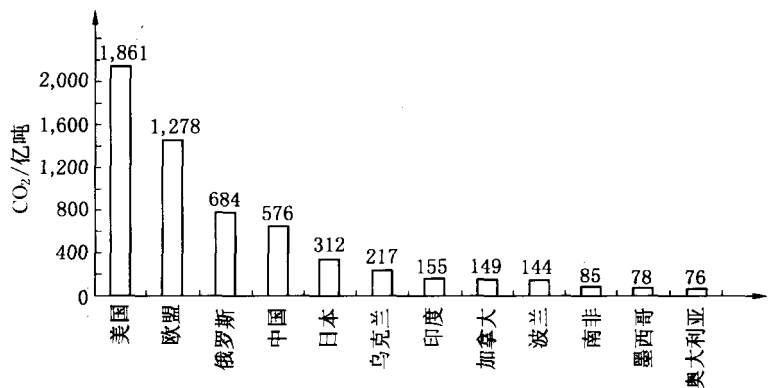


图 1.2 1950 年以来各国二氧化碳总体排放量

美国二氧化碳的排放量为全世界之最，占全球总排放量的 1/4，其对全球的气候影响情况令人担忧。国际能源机构和经济合作与发展组织的联合调查表明，美国的温室气体排放量从 1990 年的 48 亿吨上升至 1998 年的 54 亿吨，目前还在上升之中。

1997 年签署的《京都议定书》规定在 2008 年至 2012 年期间，38 个主要发达国家的二氧化碳等 6 种温室气体的排放量在 1990 年的基础上平均削减 5.2%，其中美国、欧盟、日本、加拿大分别削减 7%、8%、6%、6%，详见表 1.4。

表 1.4 主要国家温室气体排放量削减指标 (%)

国 家	增减量/%	国 家	增减量/%	国 家	增减量/%	国 家	增减量/%
澳大利亚	+8	芬兰	-8	立陶宛	-8	斯洛伐克	-8
奥地利	-8	法国	-8	卢森堡	-8	斯洛文尼亚	-8
比利时	-8	德国	-8	摩纳哥	-8	西班牙	-8
英国	-8	希腊	-8	荷兰	-8	瑞典	-8
保加利亚	-8	匈牙利	-6	新西兰	0	瑞士	-8
加拿大	-6	冰岛	+10	挪威	+1	乌克兰	0
克罗地亚	-5	爱尔兰	-8	波兰	-6	美国	-7
捷克共和国	-8	意大利	-8	葡萄牙	-8		
丹麦	-8	日本	-6	罗马尼亚	-8		
爱沙尼亚	-8	拉脱维亚	-8	俄罗斯	0		

根据模型计算，让人担忧的是，若不采取措施，到 2100 年，地球的平均温度将比 1990 年高 1.4~5.8℃，海平面将升高 9~88cm。美国的《科学》杂志公布了一项令人不安的研究结

果：乞力马扎罗山的雪很可能将在未来的 20 年内完全融化。杂志引用了作家海明威的一段著名描述“像整个世界一样广阔无限，在阳光下显得那样挺拔、雄伟，且白得令人难以置信，这就是乞力马扎罗的方形山巅”。由海明威所描绘的令人难忘的景色在未来 20 年中很可能将消失得无影无踪。从 20 世纪初期至今，这座非洲的最高峰上已经融化了 80% 以上的冰雪。

需要指出的是，全球变暖绝不只是与乞力马扎罗山、喜马拉雅山或阿尔卑斯山的雪有关——少几道文人心目中的风景线。全球变暖会带来各种各样的灾难，海平面上升将会使许多沿海国家和岛屿国家遭受淹没和更多的风暴潮。热带地区降水变多，温度升高，造成由传染媒介引起的疾病流行，如霍乱、疟疾等。世界很多地区将会出现气候区位移，森林大规模死亡，洪水、干旱以及饥饿等现象日益增加。

越来越多的证据表明气候在变暖，表明未来的变化是灾难性的，而人类活动有不可推脱的责任。科学家们警告说，如果人类不立即采取措施减少有害气体排放量，地球大气温室效应对人类造成的危害将仅次于一场核战争。全球变暖将引发更多、更大的灾难，它已成为 21 世纪人类所必须面对的最危险和最可怕的挑战。

酸雨增多 酸雨是指 pH 值小于 5.6 的雨雪或其他方式形成的大气降水（雾、露、霜），是一种大气污染表现形式。一般来说，对形成酸雨的成因作用，硫酸占 60% ~ 70%，硝酸占 30%，盐酸占 5%，有机酸占 2%。所以，人为排出的 SO_2 和 NO_x 是形成酸雨的两种重要物质。现在，世界酸雨主要集中在欧洲、北美和中国西南部等地区。酸雨的危害是破坏森林生态系统，改变土壤性质与结构，破坏水生生态系统，腐蚀建筑物和损害人体的呼吸道系统和皮肤等。

臭氧层受损 臭氧层对保护地球上的生命以及调节地球的气候等都具有极为重要的作用。臭氧是大气中的微量气体之一，其主要浓集在平流层中 20 ~ 25km 的高空，即大气的臭氧层。但其在大气中只是极其微小和脆弱的一层气体。如果在 0 下，沿着垂直于地表的方向将大气中的臭氧全部压缩到一个标准大气压，那么臭氧层的总厚度只有 3mm 左右。这种从地面到高空垂直柱中臭氧的总层厚度来反映大气中臭氧含量的方法叫作柱写作浓度法，采用多布森单位 Dobson unit，简称 D.U.）来表示，正常大气中臭氧的柱浓度约为 300D.U.。

臭氧空洞被定义为臭氧的柱浓度小于 200D.U.，即臭氧的浓度较臭氧空洞发生前减少超过 30% 的区域。1985 年在南极上空首次观察到臭氧减少现象，称其为“臭氧空洞”。近来又报道在北极上空也出现臭氧空洞。多年来的研究表明，平流层臭氧浓度减少 10%，地球表面的紫外线强度将增加 20%，这将对人类和生物产生严重危害。

导致大气中臭氧减少和耗竭的物质，主要是平流层内超音速飞机排放的大量 NO_x ，以及人类大量生产与使用的氯氟烃化合物（氟利昂）。氟利昂进入臭氧层后，易与臭氧发生反应而消耗臭氧，以致降低臭氧层中的 O_3 浓度。臭氧浓度降低，臭氧层破坏，将对地球生命系统产生极大的危害。由于臭氧层的破坏，大量紫外光辐射将达到地面而危害人体健康。

为了评估各种臭氧层损耗物质对全球臭氧破坏的相对能力，可以采用“臭氧损耗潜势”（ozone depletion potential, ODP）参数。臭氧损耗潜势是指在某种物质的大气寿命期间内，该物质造成的全球臭氧损失相对于相同质量的 CFC-11 排放所造成的臭氧损失的比值。

固体废弃物及化学品污染 固体废弃物一般是指被丢弃的固体和泥状物质。固体废弃物按来源分为工业固体废物、城市垃圾、放射性固体废物等有害废物。固体废弃物主要来源于人类的生产和消费活动。在美国曾进行过计算，投入使用后的食品罐头盒、饮料瓶等平均几个星期后就成为废物；汽车平均 9 年多成为废物；建筑材料使用期限最长，但最终也变

成废物。化学电池废弃物已成为近年来世界各国关注的重要化学品污染之一。

伴随工业化和城市化进程的加快，经济不断增长，以及人们需求不断提高，固体废物产生量也在不断增加，资源的消耗和浪费越来越严重。工业发达国家城市垃圾产生量每年大致以 2%~4% 的速度增长，美国目前达 5%。日本最近 10 年平均每年垃圾抛弃量增加一倍，英国城市垃圾量 15 年增加了一倍。欧共体国家生活垃圾年平均增长率为 3%，德国为 4%，瑞典为 2%。南朝鲜近几年经济发展较快，生活垃圾增长率达 11%。从各国情况看，城市垃圾量的增长明显高于人口的增长速度，中国生活垃圾增长率每年约按 9% 以上的速度增加。

生活垃圾中，可燃物的发热量只要达到 $4.18 \times 10^3 \text{ kJ/kg}$ 以上，便具有燃烧回收热能的价值。前西德 4%~5% 的能耗由垃圾焚烧去抵偿；法国巴黎垃圾发电可满足全市能量的 20%；日本已在全国大、中、小城市推广垃圾发电技术；美国及其他西欧国家也在投入巨资加强开发。我国在城市垃圾发电方面起步较晚，最近山东建成的垃圾发电厂正式运营，表明了我国国家在此方面整装技术已趋于成熟并达到运用阶段。

工业固体废物主要特点为：呆滞性大，扩散性小；品种繁多，数量巨大；降解时间长。

对于工业有害固体废物的处置方法，目前各国普遍采用：焚烧法、填埋法、化学处理法、固化法、生物处理法、海洋投弃及其他方法。

化学品污染方面，POP 公约（关于持久性有机污染物的斯德哥尔摩公约）监控的化学品有 12 种，包括艾氏剂、氯丹、狄氏剂、滴滴涕、异狄氏剂、七氯、六氯代苯、灭蚊灵、毒杀芬、多氯联苯、二噁英和苯并呋喃。

二噁英 (Dioxins) 它是一类多氯代三环芳香化合物，根据其分子中氯原子的不同取代位置和数目，能产生 209 种异构体。这些化合物大部分具有强烈致癌、致畸的特点。20 世纪 60 年代美国对越南战争使用了化学武器，导致战后出生的婴儿畸形明显增加。如 2,3,7,8 - 四氯代二苯并二噁英，是目前世界上已知的一级致癌物中毒性最强的有毒化合物，其毒性是氰化钾的 1000 倍。

由于二噁英化学结构稳定，又不能生物降解，因而具有很高的环境滞留性。研究表明，表层半衰期 10~15 年，表层以下 25~100 年。无论存在于空气、水还是土壤中，它都能强烈地吸附于颗粒上，借助于水生和陆生食物链不断富集而最终危害人类。

二噁英的成因：一是废物的焚烧（如医院、市政垃圾）以及烟草燃烧；二是有机氯农药的制造；三是纸浆漂白以及废旧电池的回收等。

⑥ 其他污染 汽车尾气污染是城市化发展过程中出现的一种新型空气污染现象。它不仅排放大量的氮氧化物、碳氧化物，同时还导致重金属铅的污染危害。在一些人口密集、交通发达的大中城市，汽车尾气污染已相当严重，伴随而来的形成光污染、黑污染等。

噪声已经成为一种重要的环境公害。噪声主要来源于交通运输、工业生产、建筑施工和日常生活。噪声污染对人体健康会造成重大而持续的危害，也会使生活质量显著降低。在美国，“噪声病”一词已出现于医学书刊，而且其发病率与日俱增。

时至今日，电磁辐射已经深入到人类生产、生活的各个方面。20 世纪末全球移动通讯的普及，使人类充分享受由电磁辐射带来的方便，人类生活空间得以充分延伸，超越了国家乃至地球的界限。但是，电磁辐射的大规模应用，也带来了严重的电磁污染。电磁辐射的危害主要包括：高强度的电磁辐射导致身体发生机能性障碍和功能紊乱；电磁辐射对电器设备、飞机、建筑物等可能造成直接破坏，甚至产生引燃引爆的可能。

1.2.2 中国的环境污染状况及问题

我国除面临着共同的主要全球环境问题外，在持续快速经济增长和社会需求增加过程中，同样存在着一些先污染、后治理和边治理、边污染加重的环境问题^[2~4,10~11]。

(1) 水污染

1994年以来全国各大江河水质均受到不同程度的污染，主要污染指标氨氮、高锰酸盐指数、挥发酚和生化需氧量等都严重超标。

全国七大河流的污染顺序是：辽河>海河>淮河>黄河>松花江>珠江>长江。其中，42%的水质超过3类；全国36%的城市为5类水质，丧失了使用功能。大型淡水湖泊和城市湖泊水质普遍较差，75%以上湖泊富营养化加剧。以淮河流域为例，水质符合1~2类标准的占16.04%，3类的占39.62%，属于4~5类的占44.34%。长江干流水质好于支流，但干流岸边污染严重。湖北省宜昌、武汉、沙市、鄂州、黄石5大城市排放的污水，在长江形成的污染带长170多公里。黄河干流水质尚好，有些河段受到有机物污染。支流部分河段污染严重。

中国‘九五’环境保护计划和2010年远景目标要求，在水环境保护和污染治理方面，急需研究开发和完善一批实用的污染控制技术。如草浆造纸黑液全套治理技术、高浓度难降解工业废水治理技术、湖泊富营养化防止技术等。水污染治理设备，特别是城市污水处理设备，应重点提高产品的国产化、标准化、成套性及自控性能，提高整机的综合性能与处理能力；重点发展高新技术的分离设备和生物膜高新技术设备，以解决难降解、高浓度有机废水的处理难题。

(2) 大气污染

中国的一次能源消费中，煤炭占76%，煤炭的平均硫含量为1.35%。1997年全国排放SO₂达2300多万吨，已成为世界上最大的SO₂排放国。影响中国空气质量的主要污染物是SO₂和颗粒物（包括TSP、IP）。随着汽车数量的急剧增加，汽车的废气排放量越来越大，造成的大气污染问题也越来越严重，中国城市空气污染的特征正在由燃煤型污染向燃煤/光化学烟雾混合型（或光化学烟雾型）转变。超标问题严重的污染物除SO₂、TSP、IP外，NO_x也成为必须引起重视的重要空气污染物。

近年来，北京、上海和广州的NO_x日均值浓度有明显上升趋势。1996年我国有27个城市的NO_x日均值浓度超过了二级标准（0.05mg/m³）。其中，广州的NO_x日均值浓度达到了0.152mg/m³，超过了三级标准（0.150mg/m³）。在以上城市中已观察到光化学烟雾。可见，目前我国城市机动车空气污染的表现形式是以环境空气中的NO_x超标为主要特征的，同时存在光化学烟雾严重污染危险的潜在威胁。对于大城市，机动车排放的NO_x大约占总排放的45%~50%，CO约占85%。

(3) 固体废弃物及化学品污染^[2,4,7]

据1996年统计，中国工业固体废弃物年产量为6.4亿吨，其中危险废物约占3%；城市生活垃圾已达1.46亿吨。多数固体废物仍处于简单堆放、任意排放状态，致使工业固体废物历年堆存量超过64亿吨。2000年，我国工业固体废物年产生量已达到8.2亿吨，综合利用率不到一半；其危险废物已上升到10%。城市生活垃圾近2亿吨，无害化处理的不到10%。白色污染日见突出。

我国工业固体废弃物的综合利用率很低。城市垃圾、粪便清运能力不高，无害化处理率

1992 年仅达 28.3%，很大部分工业废渣、垃圾堆放在城市的一些死角，严重影响城市容貌和环境卫生，对人的健康构成潜在威胁。

在我国，针对城市白色污染日益严重的问题，从 1997 年起已开始逐步淘汰一次性发泡塑料餐具和超薄塑料袋，启动代替产品，并将出台一次性餐具和一次性塑料购物袋的环保控制标准。在北京，1999 年已开始出售购物布袋，减少塑料购物袋的使用。农业白色污染现象也十分突出，急需开发废旧塑料薄膜回收处理的环保设备。

大部分化学工业固体废物属有害废物，如果得不到有效处理处置，会对人体和环境造成很大影响。废旧电池不仅含有大量的氮氧、碳氧化合物，并且还有大量的重金属。此外，一些照明用具废弃物、家用电器、电脑等亦存在大量的化学危险品危害。

到目前为止，我国尚没有一个合乎标准的综合性有害废物集中处置场运行，专业性处置设施和企业附属的处置设施也屈指可数。大部分有害废物是在较低水平下得到处置的。其对环境的污染日趋严重。但总体上看，这些具体措施的执行，离不开个人的自觉性。如果每个消费者都能从自我做起，自觉维护环境卫生，实现生态环境的良性发展就一定为期不远。

1.2.3 环境对人类生活生存的影响

(1) 环境对人类生活方式的影响

环境留给人类的活动余地越来越窄。动物、植物也和土地、水资源和气候一样面临威胁。在过去的 50 年中，全球木材消耗翻了一番，水的消耗翻了三番，化石燃料增长了将近五倍。据估计，地球至今为止已经丧失了 30% 左右的物种。大多数科学工作者都认为：温室效应不仅是事实，而且还将加剧恶化。世界上没有比环境更错综复杂的综合体，所有人为和自然的因素都交织在一起对环境产生影响。我们要确保人类的未来，就必须研究资源和环境保护的新战略。

人口发展对环境的压力^[2~4,9~11] 目前，世界人口正以平均每年 8000 万的速度在递增，如果照此速度增长下去，地球将很快到达 80 亿人口的容纳极限。人口激增，造成土地资源、森林资源、水资源、能源资源短缺，已是一个世界性问题。

人类在利用能源上从木炭到煤炭，从煤炭到石油，以至于原子能开发和各种新能源的利用，每一次新能源的开发和利用，都推动着人类生产技术的变革和生产力的发展。然而，随着人口增长和消费水平的提高，能量消耗的猛增，煤、石油、天然气等化石燃料，总有一天要枯竭。为了满足人口和经济增长对能源需求与消耗，除了化石燃料外，木材、秸秆、粪便都成了直接利用能源，给环境带来巨大压力。有研究表明，发展中国家的燃料 90% 来自森林，造成森林资源的破坏，也是十分突出的。

世界森林曾达到 76 亿公顷，现在只有 20 多亿公顷，原始森林约减少一半。中国在历史上是一个森林资源丰富的国家，但随着人口的增加，耕地需求的增加，大量森林被砍伐破坏，已使中国变成了一个少林国。中国当前的森林覆盖率仅有 12.98%，远远低于世界平均水平，在世界 160 个国家和地区中，名列第 120 位；人均森林面积相当于世界人均森林面积的 18%。中国人均占有林木蓄积量很低，森林资源承受着过重的需求压力。

在现代社会中，人类对水的依赖程度越来越大，每年消耗的水资源数量远远超过了其他任何资源的使用量。据统计，全世界每年用水总量接近 30000 亿立方米。2000 年世界人均占有水量相对减少 24%。随着人口的增长和经济的发展，排入江、河、湖、海的污染物进一步增加，加重水资源的短缺。

在 21 世纪,中国经济要继续保持持续增长,首先要协调好环境、资源与人口的关系,否则将会对环境产生新的压力,出现不少新的环境问题,应当引以为鉴。

环境污染与人类健康^[2~4,9~11] 环境污染对人体健康的影响是极其巨大而复杂的,它们可从多种途径侵入人体。人体对污染物的反应,取决于污染本身的理化性状,进入人体的剂量、持续作用时间、个体敏感性等因素。有预测表明,未来人类健康的最潜在影响因子可能是由环境污染引起的。

(2) 资源对人类文明进步的影响^[2~4,9~11]

地球的资源是有限的,资源的可供量随着资源的开采和使用数量的增加只会越来越少。资源是人类文明进步的重要来源。一方面,人类必须有节制地开采资源和保护有限资源;另一方面要合理地消费,随着人类文明的进步,人们对资源的认识在不断深化,需要开发替代性环保产品,为人类文明进步作出贡献。

1.2.4 国际环境公约及文件

国际环境公约的产生和发展,与人类环境意识、资源意识、科技及工业的发展密切相关。二次大战结束时,只有三项有关环境资源的国际公约,到 1972 年联合国人类环境会议召开前,涉及环境资源的国际公约也只有 56 项。但是到了现在,建立的环境与资源的国际公约已超过百项;不但公约的内容更加全面和严谨,而且签约的国家也越来越多。以我国为例,自 1980 年以来,我国共签订了 29 项国际环境与资源保护公约、条约。我国政府对国际环境领域的立法活动一直持积极、慎重的态度,主动配合联合国环境署做好各种公约、条约的履行工作。当前公众关注的、重要的国际环境公约以及我国履行这些公约的主要情况有五个方面^[1~2,5~6,9,15]。

(1) 气候变化

全球气候变化一直是国际社会高度重视的全球环境问题。自 1980 年后的 20 年间,一系列的国际政府间高层会晤的讨论焦点就是气候变化。1988 年,由联合国环境署和世界气象组织联合发起的政府间气候变化专业委员会成立。1992 年 6 月,154 个国家在巴西里约热内卢召开的环境与发展大会上签署了联合国《气候变化框架公约》。作为一项原则公约,它为国际社会在对付气候变化问题上加强合作提供了法律框架,并对发达国家和发展中国家规定了有区别的义务。在该公约中,制订了控制气候变化的最终目标是将大气圈中的温室气体的浓度稳定在一定水平上,以防止人类对气候系统的有害干预。该水平应该在一定时间框架内达到,以使生态系统自然地适应气候的变化,保证粮食生产不受威胁,并以可持续发展的方式发展经济。该公约于 1994 年 3 月生效,公约现有 176 个缔约方,具有现行国际法最强的法律约束力。中国是 1992 年首批签署《气候变化框架公约》的国家之一。

1997 年 12 月在日本召开的京都会议审查了《气候变化框架公约》的各项承诺及执行情况,磋商如何采取措施,落实已经签署的框架公约,使发达国家在更有效地降低温室气体排放量的同时,增加对发展中国家的资金援助和技术转让,从而尽快抑制全球气候变暖的趋势。发达国家与发展中国家,以及发达国家之间的原则、立场冲突较为充分地在这次会议上体现出来。

在人类进入 21 世纪后,全球气候变化问题的解决步骤将会加快。事实上,围绕气候变化的斗争早已超出了“气候”、“环境”的范畴,直接涉及到国家的发展和安全问题。人们预言,气候变化将是 21 世纪国际社会一大热点问题,因此,对气候变化政策的研究很为急迫。

我国也在积极地承担与我国社会经济状况相适应的国际义务。

我国政府高度重视气候变化问题。1992年6月11日,我国在里约热内卢签署了《联合国气候变化框架公约》,全国人民代表大会常务委员会于1992年11月7日决定批准该公约。我国代表于1993年1月5日交存了批准书。1998年5月29日签署了《联合国气候变化框架公约》京都议定书,中国已提出了所需的技术转让初步清单。中国以积极的态度,采取适合中国国情的措施,努力减缓温室气体的排放的增长率。控制温室气体的排放涉及国民经济的许多基础部门,如主要的工业、能源、电力、交通和农业等领域,应该在审慎和科学的基础上开展这项工作,保证我国经济的长期、稳定和可持续发展。控制全球气候变化的具体措施涉及社会生活的各个方面:

a) 人口措施。全球人口的增加是人类活动造成的大气中温室气体上升达到本质原因,因此,许多国家制定了严格的计划生育政策。我国将计划生育作为一项基本国策,长抓不懈,堪称全球气候公约执行的典范。

b) 能源措施。人类对能源的需求和使用是造成对气候影响的直接原因。目前的主要措施包括:节能技术进步,提高能源的使用效率;改善能源结构,增加可再生能源和清洁能源的使用比例。

c) 生态措施。将 CO_2 从大气转移到植物体中,是去除大气中 CO_2 的重要途径之一。据计算,要抵消目前化石燃料燃烧排放到大气中的 CO_2 ,全球必须拥有大约 $700 \times 10^4 \text{ km}^2$ 的永久森林。因此,世界各国应加大力度,在可利用的土地上植树造林,采取措施恢复已被破坏或正在遭受破坏的原始森林。

(2) 臭氧层保护

在20世纪70年代,Crutzen和Johnston等人提出了超音速飞机排放的氮氧化物可能分解臭氧以来,1974年Molina和Rowland提出了被广泛用作制冷剂、溶剂、塑料发泡剂、气溶胶喷雾剂及电子清洗剂的氯氟碳化物(CFCs)分解产生的氯原子具有很强的破坏臭氧的能力,这些破坏臭氧层的物质被称为消耗臭氧层物质(ODS)。

1985年3月22日,即Molina和Rowland提出氯原子损耗臭氧层机制后的第11年,也是南极臭氧洞发现的当年,由联合国环境署(UNEP)发起,制定了第一部保护臭氧层的国际公约——《维也纳公约》并于1988年9月22日生效。首次在全球建立了共同控制臭氧层破坏的一系列原则和方针。

1987年,大气臭氧层保护的重要历史性文件《蒙特利尔议定书》(以下简称《议定书》)出台。在该《议定书》中,规定了保护臭氧层受控制物质的种类和淘汰时间表,要求发展中国家到1999年7月1日将CFCs的生产和消费冻结在1995~1997年三年的平均水平上,并在2005年使CFCs的生产和消费削减到冻结水平的一半,并要求各缔约国对ODS的生产、消费、进口及出口等建立控制措施。1992年建立了蒙特利尔议定书多边基金,用以支持发展中国家逐步淘汰消耗臭氧层物质。可见,议定书比公约更进了一步,更具有实质性和约束力。

为了进一步控制大气臭氧层的损耗,1990年通过了《议定书》的伦敦修正案,1992年又通过了哥本哈根修正案,其中受控物质的种类被再次扩充。现在世界上禁止使用的臭氧层损耗物质即受控物质已扩展到包括氯氟碳、哈龙、四氯化碳、甲基氯仿、氟氯烃和甲基溴等在内的22种物质,其淘汰的时间表也一次次提前。

我国政府一直高度重视臭氧层保护工作,并积极参与了国际间合作。1989年9月11日我国正式加入《维也纳公约》同年12月10日该公约对中国生效。我国在第一次缔约国会议

上，首先提出了“关于建立保护臭氧层多边基金”的提案。1990年我国积极参与《议定书》的修改工作，1991年我国正式成为按《议定书》第5条第1款行事的缔约国。我国成为缔约国后，及时成立了包括15个部、委、局、总公司、总会参加的中国保护臭氧层领导小组办公室，负责《议定书》组织实施工作，理顺了管理程序，制定了有关政策和法规，编制了各相关行业的淘汰战略，开展了公共意识宣传活动，使保护臭氧层工作逐步走上正规化。

1992年我国组织制定了《中国消耗臭氧层物质逐步淘汰的国家方案》，并在1993年初得到国务院与多边基金执委会的批准。1994年我国又组织制定了《烟草行业消耗臭氧层物质逐步淘汰的补充方案》。1995年我国率先组织制定了气溶胶喷雾剂、塑料发泡剂、家用冰箱、工商制冷、汽车空调、哈龙灭火剂、电子零件清洗、受控物质生产等8个行业的逐步淘汰受控物质的战略研究，并得到多边基金执委会的批准。率先在哈龙行业开发了以费用-有效性为特征，以行业为基础的行业整体淘汰方式。截止到1999年8月，我国通过世界银行、联合国开发计划署、联合国工业与发展组织、联合国环境署4个执行机构，以及美国、加拿大、德国和丹麦等国，已向多边基金执委会申请并得到批准的项目共300多个，共获得多边基金5亿美元。如果这些项目全部完成，可削减受控物质（按臭氧层损耗潜势值计） $3.18 \times 10^4 \text{t}$ 。此外，国内有关研究机构也开展了替代品和替代技术的开发，并取得了一定的成果；一些企业也利用自有资金开展了替代产品研发工作，并有一些环保产品供应市场。

但应当看出，我国保护臭氧层任务还相当艰巨。作为发展中的大国，我国涉及生产和使用臭氧层消耗物质的行业广、企业多，各行业、企业之间生产设备、技术水平、管理水平、职工素质等千差万别；再加上近几年来我国经济持续高速发展，人民生活水平不断提高，对使用消耗臭氧层物质的制成品需求日益增加。因此，家用电器、泡沫塑料、日用化妆品、汽车、电子产品、哈龙灭火器、消防器材等产品大幅度增长，受控物质使用量比10年前仍增长1倍。目前，我国已成为世界上最大的ODS生产和消费国。在发展中淘汰消耗臭氧层物质，我们需要付出更加艰苦的努力。

（3）生物多样性保护

目前，世界各国正努力通过建立自然保护区，制定法规以及缔结国际公约等措施来保护生物多样性，滞缓物种灭绝的进程。早在1961年12月2日，国际上就发起并制定了《国际植物新品种保护公约》。1992年6月5日在里约热内卢制定了《生物多样性公约》，并于1993年12月29日生效。我国政府总理1992年6月11日在里约热内卢签署了该公约，1992年11月7日全国人民代表大会常务委员会决定批准该公约。1993年1月5日，我国交存批准书，同年12月29日该公约对我国生效。

《生物多样性公约》的目标是保护生物多样性、持久使用其组成部分以及公平合理分享利用遗传资源而产生的惠益；实现手段包括遗传资源的适当取得及有关技术的适当转让，但需要对这些资源和技术提供适当资金。

我国非常重视生物多样性保护，国家有关20个部委组成了“中国履行《生物多样性公约》工作协调组”，积极参加了所有联合国环境规划署和公约秘书处主持的公约重大后续活动。包括出席1994年、1995年两次公约缔约国会议、公约有关后续行动的专家组会议以及其他一些活动。

根据公约第6条的要求，中国有关部委于1993年年底完成了《中国生物多样性保护行动计划》的编制，并于1994年6月由中国政府正式发布并开始实施。这使中国成为世界上率先完成“多样性保护行动计划”的少数国家之一，在国际上产生了积极的影响。

《中国生物多样性保护行动计划》的总目标是尽快采取有效措施以避免生物多样性进一步破坏，使严峻的现状得到减轻或扭转。生物多样性保护包括两个方面：一是对那些面临灭绝的珍稀濒危物种和其生态系统的绝对保护，如就地保护和迁地保护等。二是对数量较大的可以开发的资源进行可持续的合理利用。

就地保护——自然保护区 就地保护是指保护生态系统的自然环境以及维持和恢复珍稀濒危物种在其自然环境中生存力的群体。“保护区”是指一个划定地理界限，为达到特定保护目标而指定或实行管制的地区。自然保护区是生物多样性就地保护的重要基地，在全世界得到普遍推广。全世界建立的各类自然保护区已超过 1 万个。中国的自然保护区随着国家的重视和支持其数量迅速增加，类型逐渐丰富，保护区的建设和管理水平不断提高，已进入高速发展时期。1995 年底我国自然保护区的数量已达到 799 个，面积约占国土面积的 7%，达到世界中等水平。

自然保护区的主要保护对象是具有一定代表性、典型性和完整性的各种自然生态系统，野生生物物种，各类具有特殊意义的、有价值的地质地貌，地质剖面 and 化石产地等自然遗迹。但最主要的保护对象仍是生物物种及其自然环境所构成的生态系统，即生物多样性。

自然保护区实行就地保护，是最有力、最高效的保护生物多样性的方法。就地保护，不仅保护了环境中的物种个体、种群和群落，而且保护和维持了所在区生态系统能量和物质的运动循环过程，保证了物种的生存发育和种内的遗传变异性。

建立自然保护区的目的不是单纯的消极保护，而是在实现有效保护前提下合理开发利用。保护是手段，利用是目的。为了保证持续利用，必须加强保护。生物多样性保护和可持续利用是当今环境保护和可持续发展关注的热点之一。生态学原则不允许一次性的或短期的利用生物资源。可持续利用需要掌握动植物的区系种类、地理分布、生物生态习性、资源消长和国内外贸易特点等。因此，应在保护区开展科学研究，尤其是确定和研究珍稀和濒危物种，发挥生物资源的潜在的经济价值。

合理开发保护区的丰富生物资源，获得直接经济效益是保护区发展的经济基础，也是妥善解决当地居民生活生产的关键。在实行人工保护条件下，野生动植物资源的增长速度、生物量都可能增加，甚至种群超量发展。合理开发利用部分野生动植物、种植本地特产的经济作物、喂养本地野生经济动物，对于稳定天然食物链、提高保护区的自然承载能力、维持合理的种群数量都是有益的。

移地保护 移地保护是指将生物多样性的组成部分移到它们原来居住的自然环境之外进行保护。移地保护主要适应于受到高度威胁的动植物物种的紧急拯救。移地保护往往是单一的目标物种，如利用植物园、动物园和移地保护基地和繁育中心等对珍稀濒危动植物进行保护。中国的植物园自 20 世纪 80 年代以来发展很快，已有 110 多个。有用于科学研究的综合性植物园或药用植物园，有的是以收集树种为主的树木园，还有观赏植物园等。我国植物园保存的各类高等植物有 23000 种。近年来，我国还加强了国家生态森林公园的建设，实行就地保护与移地保护相结合。至 1991 年我国已建的动物园有 41 个，加上大型公园的动物展区，共 175 个。这些动物园和展区共饲养脊椎动物 600 多种，10 万多头。我国动物园还人工进行了一些珍稀濒危物种的有效繁殖，如大熊猫、东北虎、华南虎、雪豹、黑颈鹤、丹顶鹤、金丝猴、扬子鳄、扭角羚、黑叶猴等。

(4) 危险废物的控制

危险废物和垃圾的越境转移和扩散与全球气候变化、臭氧层破坏、酸雨、生物多样性一