

经济与 环境

中国

2020

**ECONOMY & ENVIRONMENT
CHINA 2020**

曹东 於方 等著
高树婷 祝宝良

中国环境科学出版社

经济与
环境

中国

2020

ECONOMY & ENVIRONMENT
CHINA 2020

曹东 於方 高树婷
祝宝良 严刚 蒋洪强

祁京梅 著

中国环境科学出版社·北京

图书在版编目(CIP)数据

经济与环境:中国 2020 / 曹东等著. —北京:中国环境科学出版社, 2005.11

ISBN 7-80209-221-3

I. 经… II. 曹… III. 环境经济学—研究—中国

IV. ①F124 ②X196

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2005) 第 116145 号

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京崇文区广渠门内大街 16 号)
网 址: <http://www.cesp.cn>
发行热线: 010-67125809
电话(传真): 010-67113412

印 刷 北京市联华印刷厂

经 销 各地新华书店

版 次 2005 年 11 月第一版 2005 年 11 月第一次印刷

印 数 4 000

开 本 787×1092 1/18

印 张 22

字 数 420 千字

定 价 52.00 元

【版权所有, 请勿翻印、转载, 违者必究】

如有缺页、破损、倒装等印装质量问题, 请寄回本社更换

Economy and Environment: China 2020

By

CAO Dong

YU Fang

GAO Shuting

ZHU Baoliang

YAN Gang

JIANG Hongqiang

QI Jingmei

China Environmental Science Press

前 言

中国政府已经提出了到 2020 年全面建设小康社会的宏伟目标，而且把良好的生态环境质量作为全面建设小康社会的一个重要内容。1978 年到 2003 年的 25 年间，我国经济年均增长速度达到 9.4%，是同期世界上经济增长最快的国家之一，2003 年，经济总量跃居世界第 6 位，我国人均 GDP 首次超过 1 000 美元，经济发展走上了一条持续、快速增长的轨道。经济的快速发展，为改善人民生活水平提供了强有力的物质基础，但同时也给中国的资源消耗和环境污染增加了巨大的压力。

预计未来 15 年，我国经济将保持在 7.5% 的增长速度，过去那种粗放型的增长方式难以根本转变；工业仍处于重化工业发展阶段，对资源能源的需求将持续增加，重污染行业仍将保持较高的发展速度；随着人民生活水平的提高和城市化进程的加快，在城市环境问题没有得到彻底解决的同时，农村环境问题在某些地区已经相当严重。因此，未来我国经济发展将直接影响到环境质量的改善，影响到资源能源的供需关系，从而影响到全面小康社会目标的实现。

为此，中国环境规划院在国家科技部和国家环境保护总局的支持下，协同国家信息中心，组织开展了《国家中长期环境经济模拟系统研究》，将经济预测与环境预测紧密结合在一起，建立了经济发展和污染排放及削减的计量经济模型，编制了由 37 个部门组成的环境经济投入产出表，分析了未来经济发展的资源环境压力和两者的相互作用关系。本书主要以上述研究成果为基础，对全面建设小康社会的未来 20 年的经济发展前景、水资源需求、能源需求、污染物产生量、削减费用和资源环境需求对经济发展的影响等进行了预测，并提出了环境与经济一体化的政策框架。

在开展上述研究项目过程中，我们得到了国家环境保护总局王玉庆副局长、张力军副局长、周建司长、尹改司长、刘启凤副司长、罗毅副司长、刘志全处长、赵建中处长、房志副处长和中国环境规划院邹首民研究员、杨金田研究员的大力支持和指导，在此，我们对他们给予的支持、帮助和指导表示诚挚的感谢！

特别感谢中国环境规划院王金南研究员和国家环境保护总局过孝民研究员自始至终对本项目的关怀和指导，对项目的总体框架、研究内容、技术路线和研究方法乃至具体的参数等都提出了详尽的指导和帮助，在此表示衷心的感谢！

中国环境规划院的张治忠高工、陈罕立副研究员，国家信息中心的赵坤高级经济师、张亚雄研究员等同志参加了本项目的研究工作，中国环境规划院为本书的出版提供了财政上的支持，在此一并表示衷心的感谢！

作者

2005年5月30日

概要

随着全面建设小康社会和社会主义现代化建设的加快推进,到2020年,我国经济总量将在现有基础上翻两番,人口将继续增加,工业化、城市化进程将进一步加快。因此,未来5~15年经济增长规模和经济结构变化的趋势,将直接影响到经济发展对资源环境的需求和压力,也将成为资源环境政策制定的基本依据。

1. 中长期环境经济模拟系统

中长期环境经济模拟系统开发的主要目的是为环境和经济的决策提供工具,其特点是将经济预测与环境预测结合起来,通过各种技术方法,将经济发展与资源环境的变化相关联,探究二者的内在联系,分析经济发展和环境保护相互作用和影响。

《中长期环境经济模拟系统》由经济预测模拟子系统 and 环境预测模拟子系统两个基本子模型系统构成。经济预测模拟子系统主要由收入分配、消费、投资、进出口、财政、就业、最终需求形成、总产出等模型组成,还包括环境经济分析模型,即污染治理投资对经济影响模型、污染治理运行费用对经济影响模型、能源消耗水平对经济影响模型等内容。环境预测模拟子系统包括用水与水污染预测模块、能源消耗与大气污染预测模块和固体废物预测模块等三大模块。《中长期环境经济模拟系统》的模型系统框架设计如图1-1所示。

在经济预测模型中,主要包括各行业产值、增加值、产品产量和产品销售量的预测,以及人口和城市化水平预测等内容。其与环境预测模型对接,研究行业产值、增加值,产品产量、销售量以及人口增加及城市化对资源环境的影响;同时,与环境经济分析模型对接,研究环境污染治理投资及运行费、能源消耗水平对经济发展、产业结构、消费、人口就业、利税等宏观经济指标的影响。

环境预测模型与经济预测模型对接,通过经济预测模型输入的行业产值、增加值,产品产量、销售量以及人口增加及城市化率等指标,预测资源环境的变化,包括能源消耗和水资源需求的预测,废水产生量、水污染物产生量、大气污染物产生量、固体废物产生量等指标的预测,与环境污染控制目标结合,预测这些指标的削减量和排放量,并作为污染治理预测模型的输入。

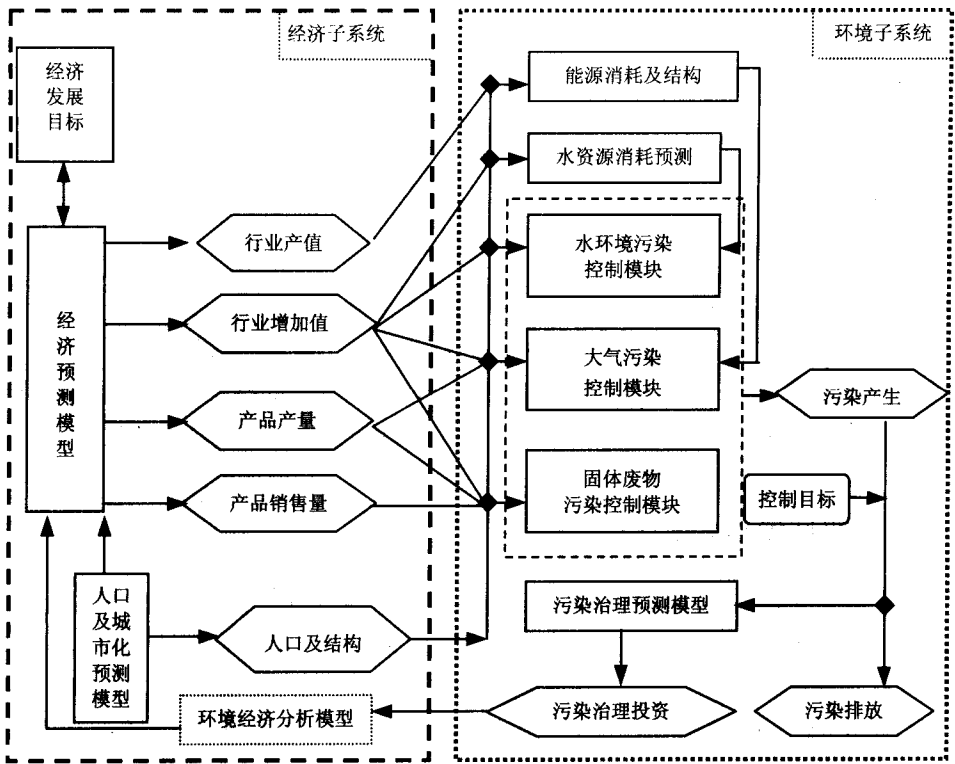


图 1-1 模型系统框架设计

通过污染治理预测模型计算而得的污染治理投资、运行费，输入给环境经济分析模型，同时反馈给经济预测模型，分析污染治理投资、运行费对经济发展、各行业产值、增加值、利税、人口就业等宏观经济指标的影响和贡献。

《中长期环境经济模拟系统》是由计量经济方法、投入产出分析、扩展线性支出系统方法相结合而建立的。它从我国潜在生产能力的测算出发，利用生产函数理论和计量经济方法，研究我国的经济增长、投资、消费、净出口、就业、财政等经济总量指标，通过扩展线性支出系统和固定资产投资积累构成研究我国的消费结构、非污染治理投资结构、污染治理投资结构和进出口结构，形成最终需求结构，通过环境投入产出表，形成最终需求、环境污染治理运行需求等诱导的各部门总产出以及相应废气、废水、固体废弃物的排放量，进而通过财政进一步对收入分配、非污染治理投资、污染治理投资、消费、进出口等行为产生新一轮作用，直到达到均衡。中国环境经济计量模型将环境投入产出模型和总量计量经济模型有机地结合在一起，它既是部门间联系模型，也是宏观经济环境模型，既可用于宏观经济环境分析，也可以进行产业结构分析，并可研究各种经济环境政策和外部环境变动对各

经济总量和产业部门的影响。

2. 经济发展预测

2.1 国民经济将继续保持平稳较快地发展

综合分析未来 15 年我国所面临的国内外经济发展环境,利用《中长期环境经济模拟系统》测算表明,未来 5~15 年,科学发展观在经济社会发展中会不断得到贯彻和落实,特别是投资体制改革取得实质性进展,投资质量将稳步提高,无效投资将得到有效遏制。“十一五”期间,我国投资增长率为 10%左右,“十二五”为 8%，“十三五”为 6.5%左右。前期投资仍高于经济增长速度,到后期投资和经济增速基本持平。在经济增长速度不断减慢的同时,消费需求保持平稳增长,增长速度维持在 7%左右,经济发展将逐步由投资主导转向投资与消费共同驱动。

无论从供给能力,还是从需求约束,未来 5~15 年间我国国民经济仍将保持较快的增长,“十一五”期间我国经济增长率将保持在 8%左右,“十二五”为 7.5%左右,“十三五”为 7%左右。党的“十六大”提出的到 2020 年国内生产总值比 2000 年翻两番的目标完全可以实现,到 2009 年将提前一年实现 GDP 翻一番、2018 年将提前两年实现 GDP 翻两番的计划。中国人均 GDP 从 2000 年 856 美元的下中等国家水平,到 2020 年将达到 3 150 美元左右,进入到上中等国家行列,人民生活更加殷实。

中国经济总量在 2000 年居世界第 7 位,排在美国、日本、德国、英国、法国、意大利之后。2004 年,中国经济总量已超过法国居世界第 5 位,排在美国、日本、德国、英国之后;按照国际上对世界上主要发达国家的中长期预测和我们对中国经济发展的预测,在 2006 年将超过英国跃居世界第 4 位,排在美国、日本、德国之后;在 2011 年超过德国晋升到世界第 3 位,排在美国和日本之后;在 2036 年前后将超过日本居世界第 2 位,仅次于美国,成为名副其实的经济强国。

2.2 城市化进程将进一步加快

今后 5~15 年间,我国城市化水平将保持在每年提高 1.3 个百分点左右的水平上,2010 年我国城市化率将达到 46.2%,2015 年达到 53.1%,2020 年达到 62.2%。

如果今后我国人口增长率以 6% (2003 年) 的速度增长,2010 年我国人口总数将达到 13.4 亿左右,2020 年达到 14.5 亿左右。到 2010 年我国城镇人口将达到 6.7 亿人 (城市人口为 5.68 亿人),城镇人口与农村人口持平;2020 年城镇人口将达到 8.4 亿人 (城市人口为 7.53 亿人)。

2.3 产业重化工业化特征将更加明显

虽然对我国目前工业化所处的阶段还有一定的争论，但如果从工业本身的发展水平或 GDP 的结构来看，我国已经进入工业化中期即重化工业发展阶段。考虑到我国工业化所处阶段，今后 20 年，工业主要是制造业在我国的发展还有相当大的空间，工业将保持与 GDP 同步发展的势头，工业产值占 GDP 比重略有上升，之后会有个基本稳定的时期。

从消费结构、投资结构和对外贸易结构的变化趋势来看，未来 15 年，我国产业结构将不断向重化工业化方向转换，产业重化工业化特征将更加明显。

在这期间，农业、食品行业的增长速度为 4% 左右，比国内生产总值增长速度低 3.5 个百分点；纺织、服装、木材加工及家具、造纸业增长速度为 5% 左右，比国内生产总值增长速度低 2.5 个百分点，这些轻纺等轻工业产业增长速度明显低于经济增速，在经济中的份额会不断下降。

在未来 5~15 年间，机械、电气与电子设备业的增长速度将达到 9% 左右，比国内生产总值增速高 1.5 个百分点；黑色金属冶炼、有色金属冶炼行业增长速度达到 8.7%，比国内生产总值增速高 1.2 个百分点；化学原料和化学制品业、石油加工业，煤炭、石油、建材等行业增长速度也略高于国内生产总值增速。总之，重化工业在经济中的比重大大上升，重化工业化特征十分明显，这将对我国的资源和环境发展带来极大的压力。

“十一五”时期，第三产业增长速度将在 7.9% 左右，略慢于国内生产总值增长速度，从 2010 到 2020 年，第三产业增长速度将在 7.4% 左右，略快于国内生产总值增长速度。

3. 经济发展对资源能源的需求

3.1 水资源需求将持续增长

对水资源需求的预测结果表明，要达到未来 5~15 年经济发展的各项目标，全国总用水量在预测期内将持续增长，到 2020 年到达预测期内的高峰值。其中，“十一五”期间由于工业重复用水率提高较快，工业用水量的需求变化不大，甚至略有减少，在此期间水资源需求的增长主要来自农业和生活用水量的增长；“十二五”和“十三五”期间水资源需求的所有增长都将来自于工业和生活消耗，“十二五”期间，工业用水量将比 2003 年年均增加 0.03%，生活用水量平均增加 0.32%。“十三五”期间的用水增加主要来自于工业用水，将比“十二五”期间增加 16.8%。

目前农业用水占总用水的比重较高，但从长远发展趋势来看它是不断降低的。未

来工业和生活用水量将呈快速增长趋势，农田灌溉用水量在“十一五”期间仍可能有所增加，但增幅有限，将基本保持在 3 700 亿 m^3 左右。根据预测，2010 年全国的用水量将达到 5 855 亿 m^3 ，比 2003 年增加 10.3%，其中，工业用水占 19.8%，农业用水占 66.2%，生活用水占 14.0%；2020 年全国的用水量将达到 6 213 亿 m^3 ，比 2003 年增加 17.0%，其中，工业用水占 25.1%，农业用水下降至 60.4%，生活用水占 14.5%。

从工业行业用水结构来看，电力、纺织、化工、钢铁、造纸等 5 大行业的发展对用水需求依然较大，除电力、钢铁行业由于重复用水率的提高，2010 年比 2003 年略有降低外，其他行业用水需求均呈现增长趋势。2003 年，这 5 大行业用水需求分别为 635.22 亿 m^3 、93.42 亿 m^3 、101.03 亿 m^3 、89.22 亿 m^3 、81.55 亿 m^3 ；到 2010 年，其用水需求将分别为 588.77 亿 m^3 、98.93 亿 m^3 、103.78 亿 m^3 、85.58 亿 m^3 、87.51 亿 m^3 ，5 大行业用水需求将占整个工业行业用水量的 83.37%，其中电力行业用水需求占 50.89%；到 2020 年，5 大行业用水需求将分别达到 804.91 亿 m^3 、139.05 亿 m^3 、137.05 亿 m^3 、103.32 亿 m^3 、102.95 亿 m^3 ，这 5 大行业用水需求将占整个工业行业用水量的 82.62%，其中电力行业用水需求占 51.66%。

未来 15 年城镇生活用水，预测结果表明，到 2010 年和 2020 年城镇生活用水量将分别达到 495 亿 m^3 和 602 亿 m^3 ，这意味着在城镇人口分别比 2003 年增长 0.28 和 0.74 倍的同时，城镇生活用水量分别增长 0.52 和 0.85 倍，有可能出现城镇生活缺水情况。

3.2 能源需求居高不下 以煤为主的能源结构将长期存在

我国未来的能源需求受诸多因素的共同作用，有相当的不确定性。根据预测，2010 年，能源需求量将达到 23 亿 t（标煤）左右；2020 年，能源需求量将会达到 30 亿 t（标煤）左右，分别比 2002 年能源消耗量 14.8 亿 t（标煤）增长 55.4% 和 102.7%，未来的能源需求对国内能源供应能力的增加提出了严峻挑战。

从煤炭需求总量来看，到 2010 年，煤炭需求量将达到 22.1 亿 t，到 2020 年，煤炭需求将达到 25.5 亿 t，分别是 2002 年煤炭消耗量（13.9 亿 t）的 1.6 倍和 1.8 倍。虽然，煤炭消耗占一次能源的比例由 2002 年的 70% 左右下降到 2010 年的 66% 左右和 2020 年的 62% 左右，但以煤为主的能源消耗结构将长期存在。

从煤炭需求的行业构成看，未来 15 年，电力、黑色金属冶炼、石油加工、水泥制造等行业依然是煤炭消耗的主要行业。2002 年，4 大行业的煤炭消耗量为 9.31 亿 t，占整个煤炭消耗量的 66.84%；到 2010 年，这 4 大行业的煤炭需求量将达到 17.05 亿 t，占整个煤炭需求量的 77.06%；到 2020 年，4 大行业煤炭需求量将达到 21.66 亿 t，占整个行业比例达到 85.07%。

就电力行业而言，2010 年煤炭需求量将达到 12.32 亿 t，到 2020 年将达到 16.75 亿 t，分别占整个行业煤炭消耗量的 55.7% 和 65.8%。以煤炭为主的能源消耗结构将使未来中长期内我国大气污染防治任务更加艰巨。

4. 环境污染预测

4.1 废水和水污染物产生量逐年上升，水污染治理任务相当艰巨

废水和水污染物预测

运用中长期经济环境模拟系统，分别对农业、工业和生活的废水和水污染物的产生量进行了预测。预测结果显示，2010 年以前，由于灌溉播种面积增速较快，种植业废水和污染物产生量都呈增长的趋势，废水产生量为 1 308 亿 t，COD 产生量为 1 567 万 t；2010 年之后随着未来单位种植面积用水系数的迅速下降、单位种植面积化肥施用量的降低、化肥利用率的提高以及化肥施用结构的合理化，种植业的废水产生量以及污染物的产生量都不断下降，2020 年，废水产生量为 1 250 亿 t，COD 产生量为 1 583 万 t；其中，污染物产生量的下降速度快于废水产生量的下降速度。

在畜禽养殖业产值和规模化养殖比例逐年提高的情况下，畜禽养殖业的废水及其污染物的产生量必然呈逐年上升的态势，2002—2020 年畜牧业用水和废水和污染物产生量的预测结果中有充分的反映。在 3 类指标中，COD 和 $\text{NH}_3\text{-N}$ 产生量的增长速度最快，根据预测，2020 年畜禽规模化养殖的污染物产生量将为 2002 年的 3 倍；其次为用水量，2020 年畜牧业的用水量为 2002 年的 2.5 倍；与污染物和用水量相比，废水产生量的增长速度相对缓慢，到 2020 年畜牧业的废水产生量为 75 亿 t，仅为 2002 年的 2 倍。

根据预测，2010 和 2020 年工业废水产生量将分别达到 483.0 亿 t 和 860.5 亿 t，是 2003 年的 1.51 和 2.68 倍；2010 年和 2020 年废水中 COD 的产生量将分别达到 2 036 万 t 和 3 165 万 t，分别是 2003 年 1 520 万 t 的 1.34 倍和 2.08 倍， $\text{NH}_3\text{-N}$ 产生量将分别达到 105 万 t 和 177 万 t，分别是 2003 年 77.0 万 t 的 1.4 倍和 2.3 倍。

从行业结构来看，2010 年和 2020 年废水产生量位居前 4 位的行业分别是化工、造纸、电力和钢铁行业，这 4 大行业 2010 年废水产生量分别是 74.0 亿 t、73.6 亿 t、67.5 亿 t 和 64.0 亿 t，占整个工业废水产生量的 57.8%；2020 年废水产生量分别达到 132 亿 t、114 亿 t、138 亿 t 和 119 亿 t，占整个工业废水产生量的 58.5%。

2010 年到 2020 年 COD 产生量位居前 4 位的行业分别是造纸、食品加工、化工和纺织业，这 4 个行业 2010 年 COD 产生量分别为 733 万 t、393 万 t、204 万 t、129 万 t，占整个工业行业 COD 产生量的 71.7%；2020 年 COD 产生量分别为 1 016 万 t、521 万 t、351 万 t、198 万 t，占整个工业行业 COD 产生量的 66.0%。

同时，工业废水排放量将呈现先降后升的发展态势，将从 2003 年的 212.4 亿 t 降至 2010 年的 396.9 亿 t，此后由于工业增加值的增长幅度超过废水排放系数的降低幅

度, 废水排放量又呈上升的趋势, 到 2020 年达到 396.9 亿 t, 比 2003 年增加约 86.9%。

根据预测, 未来城市和农村废水产生量都将随用水量的增加而增加, 其中, 到 2020 年城市用水量将比 2003 年增长 125%, 同时废水产生量增长 141%, 达到 595 亿 t; 农村用水系数虽然增长较快, 但由于农村人口下降较快, 因此到 2020 年用水量将比 2003 年降低 7%, 而废水产生量却增长 79%。同时, 由于未来城镇人口的迅速增长以及污染物产生系数的小幅增长, 导致污染物产生量有较快的增长, 预计到 2010 和 2020 年城镇生活废水 COD 产生量将分别达到 1 764 和 2 558 万 t, 为 2003 的 1.6 和 2.3 倍, 如不加大治理力度, 城镇生活废水污染造成的危害将难以想象。

水污染治理目标及污染物排放量

可以集中治理的废水包括畜牧业、工业和城镇生活废水三部分, 2003 年这三部分的废水排放量分别为 34 亿 t、212 亿 t 和 243 亿 t, COD 排放量分别为 1 012 万 t、512 万 t 和 861 万 t, 氨氮排放量分别为 102 万 t、40.4 万 t 和 91 万 t。根据预测, 到 2010 年畜牧业、工业和城镇生活废水产生量将分别达到 50 亿 t、483 亿 t 和 409 亿 t, COD 产生量将分别达到 2 510 万 t、2 036 万 t、和 1 764 万 t; 到 2020 年畜牧业、工业和城镇生活废水产生量将分别达到 75 亿 t、860 亿 t 和 595 亿 t, COD 产生量将分别达到 4 226、3 165 万 t 和 2 558 万 t。由于废水处理能力是一个逐渐提高的过程, 因此, 在未来 5~15 年内废水处理量还无法达到理想的水平, COD 排放量必然会经历一个从高峰到低谷的过程。

4.2 大气污染物产生量增长迅速 治理任务将更加繁重

大气污染物产生量预测

根据经济发展趋势, 以及能源消耗预测和燃料质量分析, 到 2010 年和 2020 年, SO_2 产生量将分别达到 4 032 万 t 和 5 370 万 t; 其中工业行业 SO_2 产生量将分别达到 3 812 万 t 和 5 255 万 t; 由于气化率的提高, 燃煤量降低趋势, 居民生活 SO_2 产生量将逐渐降低, 由 2010 年的 99 万 t 降低到 2020 年的 42 万 t。

烟尘产生量与煤炭消费量的增长趋势一致, 到 2010 年, 烟尘产生量为 24 704 万 t; 到 2020 年, 烟尘产生量达到 29 384 万 t, 分别比 2002 年的 14 559 万 t 增长 69.7% 和 101.8%。其中, 到 2010 年, 电力行业烟尘产生量为 21 567 万 t, 2020 年将达到 26 746 万 t, 占烟尘总产生量的 90%, 因此, 电力行业烟尘控制尤为重要。

随着经济的发展, 粉尘产生量呈增长趋势, 到 2010 年, 粉尘产生量为 10 841 万 t; 2020 年, 粉尘产生量达到 15 951 万 t, 分别比 2002 年的 8 162 万 t 增长 32.8% 和 95.4%, 主要原因是水泥行业, 黑色金属冶炼和有色金属冶炼的行业的发展, 其粉尘产生量增长较快。

到 2010 年，氮氧化物产生量将达到 2 077 万 t；2020 年，氮氧化物产生量将达到 2 574 万 t，分别比 2002 年的 1 207 万 t 增长 72.1% 和 113.3%。

从行业结构来看，未来 5~15 年间，由于经济发展和城市化率的提高，电力需求增长较快，电力行业仍然是 SO₂ 产生量最大的部门，2010 年和 2020 年将分别达到 2 039 万 t 和 3 276 万 t，分别占整个工业行业 SO₂ 产生量的 53.49% 和 62.34%。其次是有色金属冶炼业、黑色金属冶炼业、化学工业、水泥行业，2010 年，这 4 大行业 SO₂ 产生量将分别为 643 万 t、247 万 t、186 万 t 和 143 万 t，占整个工业行业 SO₂ 产生总量的 31.98%；2020 年，这 4 大行业 SO₂ 产生量将分别为 925 万 t、257 万 t、187 万 t 和 178 万 t，占整个工业行业 SO₂ 产生总量的 29.44%。

未来 5~15 年，氮氧化物产生量位居前 4 名的行业依然是电力行业、黑色金属冶炼业、货物运输和化工制造业。2010 年，这 4 大行业氮氧化物产生量分别为 1 106 万 t、250 万 t、228 万 t 和 58 万 t，分别占整个氮氧化物产生量的 53.25%、12.04%、10.98% 和 2.80%；2020 年，这 4 大行业氮氧化物产生量分别为 1 504 万 t、277 万 t、296 万 t 和 58 万 t，分别占整个氮氧化物产生量的 58.43%、10.76%、11.50% 和 2.25%。

大气污染治理目标及污染物排放量

据有关研究表明，为了达到城市环境质量要求，SO₂ 排放量需控制在 1 200 万 t 左右；达到控制酸雨目标，SO₂ 排放量需控制在 1 600 万 t。到 2020 年 SO₂ 总量控制目标介于 1 200 万 t 和 1 600 万 t 之间，为 1 400 万 t。其中工业排放占 85%，其中电力行业控制在 700 万 t，其它工业行业 490 万 t，其它行业和生活排放 210 万 t。

“十五”环境保护规划确定 SO₂ 的控制目标是到 2005 年时在 2000 年的水平上削减 10%，即 1 800 万 t，但是最近两年，经济快速增长，对能源的需求大幅增加，SO₂ 排放量增加到 2 159 万 t，比 2002 年多排放 232 万 t，2004 年能源消费量仍是持续增长，而脱硫设施投运量没有大幅增长，初步估计 SO₂ 排放量还会增加，“十五”总量控制目标难以实现。到 2010 年排放量控制目标控制“十五”规划水平，为 1 800 万 t。

生产工艺过程排放量仍保持 2000 年的水平，排放总量为 210 万 t，分别占全国排放量的 12% 和 15%。为了达到总量控制目标，2010 年和 2020 年 SO₂ 平均去除率应分别提高到 80% 和 90%。

居民生活控制变量是城市燃气普及率、集中供热面积和型煤用量。由于燃气普及率的提高和集中供热面积的增加，居民煤炭消费量逐年下降，考虑目前的型煤生产能力，按民用煤炭全部型煤计算。

烟尘排放量一直呈下降趋势，虽然 2003 年有所增长，但增长量不大，完成“十五”总量控制目标难度不大。到 2010 年工业烟尘产生量将达到 24 704 万 t，2020 年 29 384 万 t。若以每 5 年削减 10% 的速度，到 2010 年和 2020 年分别需削减到 1 000 万 t 和 800 万 t，烟尘去除率需分别达到 95% 和 97%，较 2002 年增加两个百分点。

“九五”期间，工业粉尘排放量以年均 128 万 t 的速度削减，排放量从 1995 年的 1 731 万 t 削减到 2000 年的 1 092 万 t，削减 37%，超额完成了“九五”规划目标。2001 年和 2002 年也分别以 9% 和 5% 的速度削减，2003 年粉尘排放量有所增长，增加到 1 021 万 t，略低于 2000 年的水平。“十五”控制目标是在 2000 年的基础上削减 10%，即 983 万 t，如果加大治理力度，还是有望实现的。本世纪初的前 20 年，经济发展对建材、冶金等产品的需求仍将增长，根据前面的预测，2010 年和 2020 年，生产工艺过程粉尘产生量分别为 10 841 万 t 和 15 951 万 t，目前工业粉尘去除率达 90% 左右，2010 年和 2020 年工业粉尘去除率分别提高到 92% 和 95%，排放总量控制目标分别为 810 万 t 和 650 万 t。

目前，中国 NO_x 排放量尚无统计数据， NO_x 的容量也没有公认的结果。根据清华大学研究成果，如果以各省 80% 保证率下的氮沉降临界负荷作为氮沉降控制目标，可以得到全国允许的氮沉降总量约为 1 500 万 t/a（如果以 80% 保证率下的 $1^\circ \times 1^\circ$ 氮沉降临界负荷为目标，则约为 2 000 万 t/a）。考虑到中国南方氮沉降中硝酸根氮（主要由 NO_x 形成）约占 40%（参考 IMPACTS 项目报告），另外假设排放的 NO_x 有 75% 沉降到地面，则估计全国的 NO_x 允许排放量为 600 万 t/a 左右（折合成 NO_2 为 $600 \times 46/14 \approx 2\,000$ 万 t/a 以 NO_2 计）。

预测结果显示，2010 年、2020 年 NO_x 产生量将达到 2 078 万 t 和 2 574 万 t，如不加强控制，将加重 NO_x 污染程度。模型开发过程中，对全国 NO_x 排放总量暂不设定具体控制目标，对电力行业通过低氮燃烧器的使用和机动车排放标准的实施，控制其增长趋势。

4.3 固体废物产生量持续增加，固体废物处置面临较大压力

固体废物产生量预测

根据经济发展预测，到 2010 年我国工业固体废物产生量将达到 116 996 万 t，2020 年达到 149 578 万 t，分别比 2003 年增长 30.1% 和 66.3%。其中一般工业固体废物 2010 年产生量为 115 722 万 t，2020 年为 147 842 万 t。

城市生活垃圾产生量等于城市人口与人均生活垃圾产生量的乘积。城市人口数量预测见经济预测模块。影响人均生活垃圾产生量的主要因素有经济发展水平和燃气普及率等。根据多元线性回归预测方法计算得出，2010 年我国城市人均生活垃圾产生量将达到 1.06kg/d；参考国外人均生活垃圾产生量数据，预测至 2020 年我国城市人均生活垃圾产生量将达到 1.20kg/d。由此计算得出，2010 年我国城市生活垃圾产生量为 22 029 万 t，2020 年为 32 963 万 t。

电子废物产生量的预测主要影响因子有各种电子电器销售量和其使用寿命。在预测中，电视机、电冰箱、空调器和电脑的销售量采用趋势外推预测法根据历史销

售数据推算而来。而洗衣机由于历史销售量数据起伏变化较大，在此采用等比增长预测方法。参考《家用电器的正常使用寿命》文献，本研究中电视机、电冰箱、空调器、洗衣机和微型计算机的报废时间分别取值为 9 年、13 年、11 年、12 年和 6 年。以此推算出 2010 年我国 5 大类废旧电子电器产生数量为 5 536 万台，2020 年为 8 872 万台。

根据广东省固体废物污染防治规划调查研究确定的每台电子电器产品平均重量，推算 2010 年我国废旧电子电器产生重量为 210.2 万 t，2020 年产生重量为 340.4 万 t。

因此，工业固体废物、生活垃圾、废旧家用电器等的回收和安全处置将成为未来 5~15 年乃至更长一段时间内一个重要的环境问题。

固体废物处理目标

尽管我国工业固体废物的处置利用情况得到了显著改善，但距离全面建设小康社会的环境要求仍有较大差距。当前我国提出了发展循环经济、建立节约型社会的指导思想，因此工业固体废物的治理重点为提高综合利用率。依据工业固体废物治理现状和历史变化趋势，参考国家环保模范城市和生态市建设对固体废物处置利用的指标要求以及我国对危险废物安全处置和贮存的建设要求等，提出工业固体废物处理规划目标，一般工业固体废物 2010 年的综合利用率达到 65%，处理率达到 20%，处置利用率达到 85%，2020 年分别达到 73%、22%和 95%。危险废物到 2010 年的综合利用率达到 50%，处置率达到 40%，处置利用率达 90%，到 2020 年分别达到 58%、40%和 100%。

根据 2003 年我国城市生活垃圾处理情况，参考环保模范城市和生态市对生活垃圾无害化处理率的要求，规划 2010 年我国城市生活垃圾无害化处理率将达到 70%，2020 年达到 90%。并且随着生活垃圾燃烧热值的提高，我国生活垃圾处理模式发生了较大的变化。垃圾焚烧、堆肥处理和回收利用处理比例显著提高，填埋处理比例逐步降低。参照国外发达国家生活垃圾处理方式的比较，预计 2010 年我国生活垃圾处理中填埋、堆肥、焚烧和其它利用的比例将达到 67：15：15：3，2020 年达到 42：18：30：10。

根据发改委规定，为规范电子废物综合利用行为，控制环境污染，规划力争至 2006 年，全国电子废物资源化利用过程中产生的危险废物纳入到全国危险废物处置体系，并基本得到安全无害处置。并且有关电子废物回收利用立法议题已列入日程。在此，预计 2010 年我国废旧电子电器集中收集率将达到 60%，无害化处理率达到 70%，资源化利用率达到 50%。至 2020 年集中收集率、无害化处理率和资源化利用率将分别达到 98%、98%和 80%。

5. 要实现预定的污染控制目标 污染治理投资力度必然加大

5.1 污染治理费用

由于我国城镇生活废水处理能力的历史欠账较多,因此,要达到预定的治理目标,“十一五”期间需要加强城镇污水处理厂的建设,这一时期将是城镇生活废水处理能力的加速增长期。根据预测,2006—2010年城镇污水处理厂共需新增治理能力6179万 m^3/d ,治理投资将达到1644亿元,占总废水治理投资的45%。“十二五”和“十三五”期间城镇生活污水处理能力将随城镇人口和生活水平的提高保持稳定增长,新增治理投资将基本维持在1150亿元左右。同时,随着生活废水处理量的不断增长,治理运行费也相应增长,预计到2020年,城镇生活废水的年处理运行费将达到386亿元,是目前运行费用的4.8倍。

目前畜牧业的废水治理还基本停留在低水平治理或无序排放的状态,随着今后规模化养殖比例的不不断提高,畜禽养殖带来的污染问题不可小觑,因此,未来15年内畜禽养殖的废水治理投资将不断加大,根据预测,畜牧业的废水治理投资占总废水治理投资的比例将从2004年的1.3%上升至2020年的5.8%。“十三五”期间畜牧业废水治理投资将达到237亿元。与此同时,运行费用也不断提高,预计“十一五”、“十二五”和“十三五”期间畜牧业废水处理的运行费用将占总运行费用的12.1%~14.9%。

根据大气污染物产生量的预测和控制目标,到2010年,大气污染的治理投资为3287亿元,运行费为769亿元,到2020年的治理投资达5164亿元,运行费为1163亿元。随着 SO_2 技术的国产化,污染治理成本有所降低,污染治理费用所占比例接近50%,烟气脱氮技术不成熟,污染治理成本较高, NO_x 治理费用相对较高。

依据固废产生量预测结果和制定的规划目标,“十一五”期间我国固体废物治理投资费用为1138亿元,“十二五”期间为1417亿元,“十三五”期间为1766亿元。2010年我国固体废物运行费用达到188亿元,2020年运行费用达到334亿元。则“十一五”期间固体废物治理投资和运行总费用为1932亿元,“十二五”期间投资运行总费用为2560亿元,“十三五”期间为3279亿元,分别占同期GDP的0.25%、0.23%和0.21%。

要达到预定的污染控制目标,根据预测,“十一五”、“十二五”、“十三五”期间,我国总的环境保护支出(治理投资和运行费用)将分别达到11184亿元,13986亿元,17728亿元,分别占同期GDP的比例为1.37%、1.20%和1.08%。其中,废水防治支出(治理投资和运行费用)分别为5519亿元、6692亿元和8456亿元;