

第 3 章

中国的污染减排：战略与政策选择

3.1 “十一五”污染减排的压力态势分析

3.1.1 “十五”经济社会发展回顾

“十五”期间，中国开始进入到新一轮经济增长周期，在消费结构升级和城市化进程加快的拉动作用下，带动了重工业化、城市化、机动化和国际化进程的加快。

一是重工业化。图 3-1 和图 3-2 分别为改革开放以来中国三次产业结构的比例关系变化，以及工业结构内部重工业与轻工业的比重变化（霍夫曼比例）。从中可以看出，进入 21 世纪以后，中国第二产业特别是重工业开始加快发展，轻、重工业比例逐步接近 2006 年的 3：7 的水平。

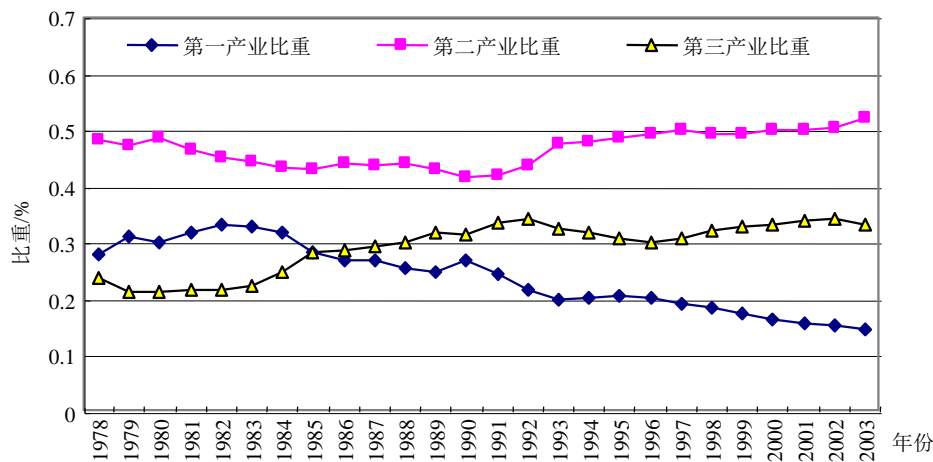
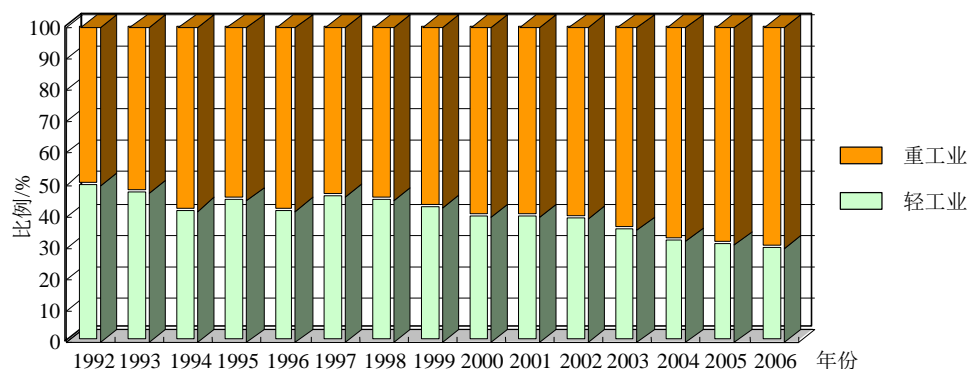


图 3-1 改革开放以来中国三次产业结构变化情况



注：柱形图上下两部分各为重工业和轻工业在工业部门中所占的比例。

图 3-2 20 世纪 90 年代以来中国轻重工业比重变化情况

二是城市化。工业化加快的一个伴生现象是由于工业部门提供了大量的就业机会，因而人口由农业部门向工业部门加速大量迁移。近年来，中国城市化率以每年近 1 个百分点的速度加快发展，这意味着每年全国将有一亿多人从农村涌入城市。由于城市人口的大量增加，除了住宅、城市基础设施等投资需求大量增加外，城市的能源和淡水资源供应也面临着挑战。以往经验表明，城市居民的能源消费和水资源消费大约分别是农村居民的 3 倍和 2 倍。1990 年以来中国的城市化率见图 3-3；近年来竣工房屋增长趋势见图 3-4。

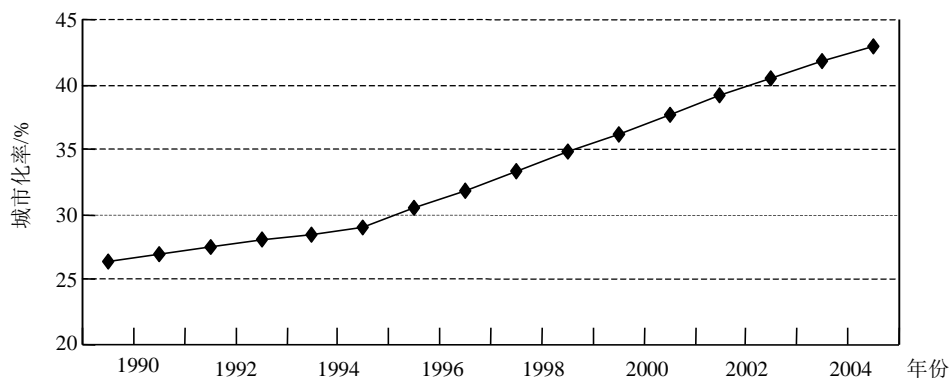


图 3-3 1990 年以来中国的城市化率

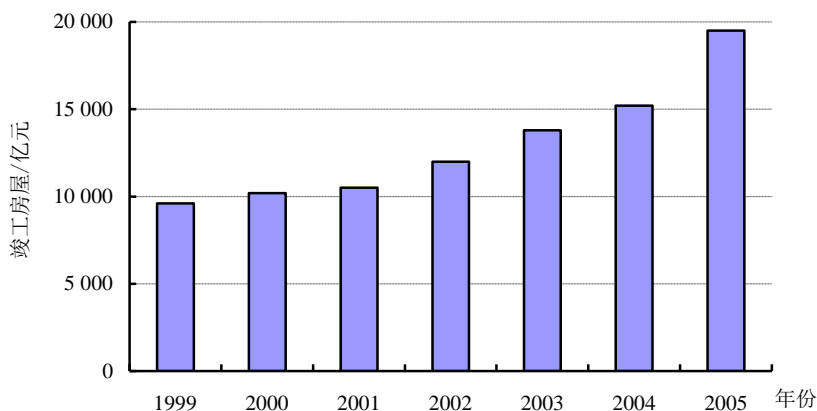


图 3-4 近年来中国竣工房屋增长趋势

三是机动化。工业化和城市化的交互作用，使得全社会的人流、物流和信息流在时间和空间上加速流动，导致社会机动化的加快发展。以汽车保有量为例，据统计，2003—2006年全国限额以上批发零售企业23类主要商品零售额中，年均增速最快的是汽车类。2000年中国汽车保有量仅为1600万辆左右，而到2005年年底时已经近3500万辆，“十五”期间全国汽车产量年均增速超过20%，见图3-5。

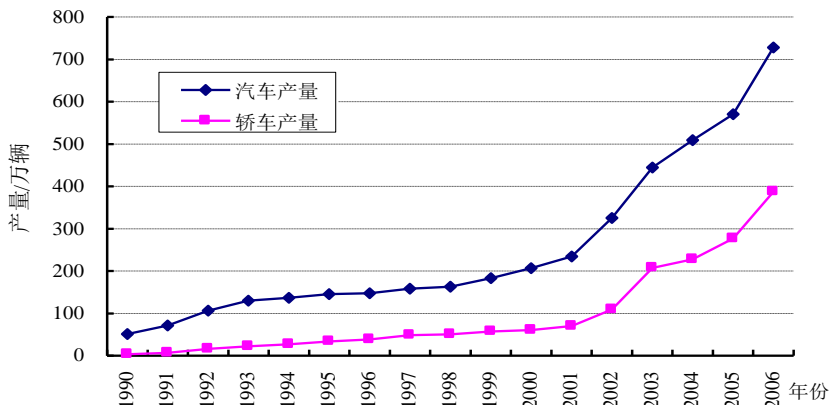


图 3-5 全国汽车产量增长情况（1990—2006年）

再看中国高速公路的建设速度。1999年中国高速公路总里程突破1万km，2001年超过1.9万km，2003年超过2.9万km，跃居世界第二位，2004年突破3万km，2005年达到4.1万km，2006年进一步达到4.54万km，这种发展速度大

大领先于全世界。

城市机动化还体现在城市交通基础设施的投资与建设上。以城市轨道交通为例,截至 2005 年年底,全国已有北京、上海、天津、广州、长春、大连、重庆、武汉、深圳、南京 10 座城市开通了 20 条城市轨道交通线,运营线路总长为 444 km。全国 20 多个百万人以上的大城市规划建设 55 条轨道交通线路。根据北京市的城市轨道交通规划,2020 年全市轨道交通里程将超过 1 000 km,未来 10 年内,北京轨道交通将以每年 40 km 的速度增长。上海规划“十一五”期间新建 300 km 轨道交通线路。珠三角地区也制订了规模宏大的城际轨道交通计划。

四是国际化。加入 WTO 加速了中国融入全球化的进程。凭借组合要素成本低廉的综合优势,中国迅速崛起为新兴的世界制造业基地。中国以每年吸收近 600 亿美元外国直接投资(FDI)的成绩多年来一直稳坐发展中国家吸收外资的头把交椅。然而,也必须看到,由于中国在国际分工中始终处在低端位置,形成了进口多为高附加值产品和服务,而出口多为一般制造业产品的国际贸易结构。单位价值的进口与单位价值的出口消耗能源不同,事实上造成了国际能源需求的转移。在这一进出口结构下,随着进出口量的增加,能源需求向中国转移的趋势短期内难以改变。

近年来,发达国家对资源利用和环境保护的关注度越来越高,通过立法、调整经济政策、提高标准等手段加大了资源利用和环境保护的力度。在这种背景下,越来越多的发达国家将部分高耗能、高耗水、高占地、高污染型产业(如造纸、石化、农药等)转移到发展中国家。中国等发展中国家也不例外地成为高耗能、高污染产业的重要产业转移对象国。两高一资行业投资较多,产品大量出口,污染留在国内,造成我国巨额贸易顺差和资源环境逆差同时并存的现象。

由于上述的重工业化、城市化、机动化和国际化进程因素,带动了高耗能和 high 污染工业快速增长。钢铁、有色、建材、电力、造纸等“两高”行业增幅明显高于同期 GDP 的增长速度。“十五”期间,GDP 增长了 58%,而铝、粗钢、汽车、造纸、电石等行业的增长幅度超过 150%,玻璃产量增长 118%,烧碱、铜、水泥、化肥、乙烯等行业增幅在 60%~90%。

高耗能、高污染行业的快速增长带动了能源资源的大量消耗。从能源消费强度和弹性系数的变化来看,“十五”时期,中国能源消耗强度和弹性系数^①一改“九五”时期逐渐走低的状态,开始呈现逐渐上升的趋势。

^① 能源强度(energy intensity)是指一个国家或地区、部门或行业,一定时间内单位产值消耗的能源量,通常以吨(或千克)油当量(或煤当量)/万元来表示。一个国家或地区的能源强度也可称为“单位产值能耗”,通常以单位国内生产总值耗能量来表示,它反映经济对能源的依赖程度,以及能源利用的效益。能源弹性系数是指能源消费的增长速度与 GDP 增长速度的比值,它衡量一个国家或地区能源消费与经济增长之间的相对关系。

受传统粗放型增长方式的影响，中国“两高”行业的能耗强度^①（energy intensity）多年来始终保持在较高水平上，与世界先进国家相比存在较大差距。对于中国能耗强度的计算方法存在一定的争议，如按汇率和按 PPP 两种不同方法计算的单位产值能耗被认为分别存在高估和低估的问题。如 2000 年按汇率计算的中国单位产值能耗（每百万美元 GDP 能耗）为日本的 9.7 倍，为世界平均值的 3.4 倍，比非 OECD 国家的平均值高 60% 左右，是世界上单位产值能耗最高的国家之一，仅次于俄罗斯和东欧国家。而若按世界银行估算的 PPP 比值折算，中国能耗强度仅比日本高 20%，结果又偏于乐观。尽管如此，但还是能够从“两高”行业生产单位产品的能源物理效率上进行国际比较。从典型的“两高”行业物理能耗的中外比较情况可以看出，中国“两高”行业的物理能源效率与国际先进水平存在较大的差距。据测算，占工业交通部门能源总消费量约 80% 的 11 个行业中，煤炭、石化、电力、钢铁、有色金属、建材、化工、轻工、纺织、铁道、交通等产品能耗指标平均比国际先进水平高 40% 多，吨钢可比能耗比国际先进水平高 20% 左右，水泥综合能耗高 44%，造纸行业更是高出 120%，每年多用能源 2 亿多 t（标煤）。

工业用水长期处于高位，水资源的利用效率仍然偏低。以万元工业增加值（人民币）取水量为例，1980 年美国为 1958 m³、日本 269 m³；1990 年美国为 341 m³、日本为 33 m³；1995 年美国为 164 m³、日本为 12 m³、韩国为 60 m³、德国为 43 m³、法国为 77 m³。中国 2002 年为 241 m³，是发达国家的 5~10 倍。1998 年中国工业用水重复利用率为 53%，2002 年为 66%（含火力发电直流用水），而发达国家目前先进水平已达 75%~80%。对于火力发电单机容量 200 MW 及以上机组，采用循环冷却供水系统的凝汽式发电厂的每百万千瓦机组容量取耗水量，国外为 0.7~1 m³/（s·GW），中国平均为 1.32 m³/（s·GW）；采用空气冷却系统的电厂，国外耗水量为 0.06~0.1 m³/（s·GW），中国空冷机组仅有 160 万 kW；采用直流冷却系统的电厂，国外耗水量为 0.05~0.1 m³/（s·GW），中国平均近 0.5 m³/（s·GW）。

3.1.2 “十一五”经济社会发展态势

未来五年中国仍将处于工业化中期阶段，重化工业仍将处于较快发展通道，预计“十一五”期间的 GDP 增长速度将明显高于“十一五”规划中的政府预期指标。最近一些关于“十一五”期间经济增长速度的预测在 9.2%~9.8% 的范围之内。

① 也称“单位产值能耗”，是一个国家或地区、部门或行业在一定时间内生产单位产值所消耗的能源量，反映该国家或地区、部门或行业的总体能源利用效率，通常以吨（或千克）油当量（或煤当量）/万元来表示。

“十一五”乃至 2020 年,中国城市化水平仍将持续上升。预测结果显示,“十一五”我国经济社会发展仍将延续“十五”发展趋势,中国城市化水平仍将持续上升,每年城市化率仍将保持 0.8%~1% 的速度增长,2010 年中国城市化水平可望达到 50%,2020 年达到 57% 左右。消费结构仍将快速升级,汽车的产量将超过 900 万辆。

据预测,到 2020 年,工业部门将继续占据约 60% 的最终能源消费,能耗总量在 14 亿~19.2 亿 t (标煤),其中,能源密集型产业将占有约 80% 的份额。到“十一五”末期(2010 年),全部能源密集产业产出将比 2000 年翻一番,其中,乙烯和造纸为最高。2000 年工业部门主要耗能产品单耗及 2005—2020 年预测表(表 3-1)。

通过加大节水力度,用水总量在 2010 年争取控制在 6 600 亿 m³,2005—2010 年实现工业取水量“微增长”,农业用水量“零增长”,城市人均综合用水量实现逐步下降。

表 3-1 中国 2000 年工业部门主要耗能产品单耗及 2005—2020 年预测

项 目 \ 年 份	1990	2000	2005	2010	2020
钢综合能耗(标煤)/(kg/t)	1 611	1 180	1 000	860	780
铜综合能耗(标煤)/(kg/t)	5 338	4 707	4 390	4 256	4 005
铝综合能耗(标煤)/(kg/t)	11 530	9 561	8 550	8 400	8 200
铅综合能耗(标煤)/(kg/t)	1 857	1 521	1 440	1 380	1 280
锌综合能耗(标煤)/(kg/t)	3 776	2 671	2 410	2 290	2 070
炼油能量因素能耗(标煤)/(kg/t)	20.58	20.01	18.60	16.90	14.30
乙烯综合能耗(标煤)/(kg/t)	1 580	1 212	1 000	930	860
合成氨综合能耗(标煤)/(kg/t)					
引进	1 343	1 327	1 248	1 176	990
国内大中型	2 176	1 918	1 850	1 700	1 550
小型	2 263	1 801	1 780	1 640	1 500
烧碱综合能耗(隔膜法)(标煤)/(kg/t)	1 660	1 563	1 500	1 475	1 370
水泥综合能耗(标煤)/(kg/t) (大中型回转窑)	201	181	170	160	130
平板玻璃综合能耗(标煤)/(kg/重量箱)	34.8	25.0	23.0	20.0	18.0
砖综合能耗(标煤)/(t/万块)	1.36	0.95	0.90	0.80	0.70
纸和纸板综合能耗(标煤)/(t/t)	1.55	1.54	1.50	1.45	1.30
糖综合能耗(标煤)/(t/t)					
甘蔗制糖	6.64	6.0	5.5	5.0	4.5
甜菜制糖	8.57	8.0	7.0	6.0	5.0

资料来源: 有关行业节能规划和专家预测。

课题组采用了情景分析方法，对“十一五”期间高耗能、高污染行业的增长态势进行预测。在规划方案（GDP 增长 7.5%）、中速增长（GDP 增速为 8%~9%）、快速增长（GDP 增速 9%~10%）三种情景条件下不同经济增长情景下主要耗能产品的产量如表 3-2 所示。

表 3-2 “十一五”期间中国“两高”行业产量预测

主要耗能产品	2000 年	2005 年	2010 年		
			规划情景	中速增长	高速增长
粗钢/亿 t	1.28	3.55	4.14	4.71	5.09
水泥/亿 t	5.97	10.6	13.05	14.15	15.02
玻璃/亿重量箱	1.83	3.99	5.49	6.14	6.72
砖瓦/亿块	9.4	10.395	12.05	12.65	14.58
铜/万 t	137	260	364.66	400.04	400
铝/万 t	298	851	1 138.83	1 250.40	1 250
纯碱/万 t	834	1 467	2 125.73	2 352	2 585
烧碱/万 t	667	1 264	1 831.58	2 026	2 228
纸和纸板/万重量箱	2 486	6 205	6 604.00	6 604	9 547
化肥/万 t	3 186	5 220	6 305.26	6 646	6 986
乙烯/万 t	470	756	1 600.00	1 900	2 300
合成氨/万 t	3 363	4 630	5 300.00	5 800	6 400
电石/万 t	340	850	1 105.14	1 188	1 272
汽车/万辆	207	570	817.17	881	914

上述因素决定中国仍将处于工业化中期阶段，重化工业仍将处于较快发展通道，GDP 增长速度预计“十一五”期间的 GDP 增长速度将明显高于“十一五”规划中的政府预期指标。总的来看，高耗能、高污染行业将保持较快的增长速度，并且 GDP 增速越高，“两高”行业增长越快，实现节能减排目标越难。

应说明的是，发达市场经济国家在其重化工业加速发展时期，也大多经历了一个为期至少 20 年的能耗与排放强度增加的过程，能源密集度在达到顶峰后进入到一个能源密集度持续降低的长期过程，在资本存量、产业结构、技术水平和管理体制等因素的综合作用下，能源密集度曲线会被“锁定”在一个相对狭窄的范围之内。即使是能源效率的优等生——日本，在 20 世纪 60 年代的快速工业化时期，其能源消费弹性系数也一度达到了 1.14。当然这并不意味着中国会不可避免地重蹈发达国家的覆辙；实际上，对于中国这样的处于工业化中期阶段的新兴工业化大国而言，学习、发展和市场是重要的资源，如果能够在能源节约和环境保护方面加大改革力度，在调整产业结构、推广节能减排技术和加强公共管理等方

面给予及时和适当的制度安排，中国完全有可能发挥后发优势，实现跨越式发展，削平能源密集度曲线的峰值，跻身能源效率和温室气体减排的优等生行列。

3.1.3 二氧化硫排放情景分析

本研究对不同的经济增长情景下二氧化硫的新增量进行了计算。二氧化硫新增量计算有 4 个步骤：一是预测高耗能、高污染行业主要产品产量排放增长；二是预测主要耗能产品的能源消耗增量；三是根据排放强度计算二氧化硫的产生量和排放量增量；四是汇总排放结果。

首先分析了单位 GDP 能耗实现的条件下、不同 GDP 增速下的二氧化硫新增量。计算结果表明，按照“十一五”规划确定的预期 GDP 年均增长 7.5% 测算，在单位 GDP 能耗降低 20% 和所有新建项目环保措施完全到位的情况下，到 2010 年，将增加二氧化硫排放量 187 万 t。如果经济增长速度均达到 10%，将增加二氧化硫 370 万 t，见表 3-3。

表 3-3 “十一五”二氧化硫在不同 GDP 增速下预计削减情况

GDP 增长率/%	新增量/万 t	总削减量/万 t	与 2005 年相比削减比例/%
0	0	254.9	10
7.5	187	490	19.22
10	370	673	26.40

从减排的任务量来看，不仅要削减二氧化硫存量的 10%，而且要将新增量全部削减掉。如果经济不增长，没有新增量，总削减量就是 2005 年二氧化硫存量的 10%。如果经济增长达到 7.5%，新增量为 187 万 t，总削减量为 490 万 t，总削减任务相当于 2005 年排放量的 19.22%，总削减量中需要削减的存量和新增量各占一半。如果 GDP 增长达到 10%，需要削减的增量为 370 万 t，总的削减任务为 673 万 t，相当于 2005 年排放量的 26.4%，新增量在总削减量中占绝大部分。

本研究还对 GDP 的变动和节能目标完成状况对二氧化硫排放量的影响做了敏感性分析表。分析表明，如果“十一五”期间，GDP 平均增长率增加 1 个百分点（相对于 10% 的增长率），SO₂ 排放将增加 77.1 万 t。如果节能目标每少实现 1 个百分点，即使环保目标到位，SO₂ 排放还将增加 20.7 万 t。重要指标的敏感性分析见表 3-4。

表 3-4 重要指标的敏感性分析

指标	敏感性分析	SO ₂ /万 t
GDP	平均增长率增加 1%	77.1
单位 GDP 能耗	少实现 1%	20.7

本研究对实现节能目标 20% 的情况下煤炭的流向进行了分析。如果 GDP 增长 10%，单位 GDP 能耗降低 20%，那么“十一五”末期能源消耗为 28.77 亿 t。按照煤炭在能源结构中占 70% 的比例计算（2005 年这一比例为 69%），煤炭消耗为 28.19 亿 t。与 2005 年煤炭消耗 21.67 亿 t 相比，新增用煤 6.52 亿 t。

根据目前已有的规划和分析，电力行业 2010 年电力装机容量将达到 8.4 亿 kW，其中火电装机将至少达到 6.2 亿 kW，考虑到节能等因素，火电新增用煤最少有 4.77 亿 t。“十一五”重要行业的增长及用煤状况见表 3-5。

表 3-5 “十一五”重要行业的增长及用煤状况

主要行业		主要产品产量		新增用煤量/亿 t
		2005 年	2010 年	
电力行业	火电装机容量/亿 kW	3.9	6.2	4.77
钢铁行业	粗钢产量/亿 t	3.53	5.1	1.02
水泥行业	水泥产量/亿 t	10.6	15.1	0.45
化工行业	合成氨			0.22
合计				6.46

钢铁行业中粗钢产量将由 2005 年的 3.53 亿 t 增加到 2010 年 5.1 亿 t，用煤量将新增 1.02 亿 t，水泥产量由 2005 年的 10.6 亿 t 增加到 2010 年的 15.1 亿 t，新增用煤 0.45 亿 t，化工行业也至少要新增 0.22 亿 t 用煤（仅考虑合成氨增长因素）。上述四个行业的用煤将达到 6.46 亿 t，相当于全部用煤新增量。

上述分析就意味着如果要在保持 10% 的增长速度下，同时实现万元 GDP 能耗降低 20%，这就意味着工业锅炉用煤和其他行业用煤不增长。

实际上，工业锅炉和城镇生活用煤与社会经济发展和城镇化进程密切相关。工业化和城镇化进程加快，工业锅炉用煤呈增长态势，“十五”期间，工业锅炉煤炭消费量由 2000 年的 32 000 万 t 增加到 2005 年的 45 800 万 t，平均年增长 7.8%。工业用煤占煤炭消耗的比重为 21%。预计“十一五”期间，工业锅炉仍将保持较快增长，如果工业锅炉用煤增长 5%，那么工业锅炉新增用煤量为 1.26 亿 t。由于工业锅炉用煤脱硫困难，新增 1.26 亿 t 的工业锅炉用煤将新增 220 万 t 的二氧化硫排放。

3.1.4 化学需氧量排放情景分析

按照“十一五”规划确定的预期 GDP 年均增长 7.5% 测算, 在单位 GDP 节能降耗目标实现和所有新建项目环保措施完全到位的情况下, 到 2010 年, 宏观预测新建项目仍将化学需氧量排放量 310 万 t, 增长率为 22%。若按“十一五”年均经济增长速度 10% 测算, 到 2010 年, 在节能降耗目标如期完成和新建项目环保措施到位的情况下, 新建项目将化学需氧量排放 430 万 t (表 3-6), 增长率为 30%。

表 3-6 “十一五” COD 全国新增量预测

GDP 增长率/%	COD 新建项目增量/万 t	COD 总削减量/万 t	与 2005 年相比削减比例/%
7.5	310	451	31.90
9	380	521	36.85
10	430	571	40.38

可以看出, COD 削减任务远大于 10%, 削减任务主要来源于新增量部分, COD 削减应同样遵循优先控制新增量的原则。完成 10% 的削减目标首先要严格控制污染排放的增量, 同时大力削减污染存量, 实际需要削减化学需氧量为 571 万 t, 考虑污染物增量因素, 相当于在 2005 年排放量的基础上削减 40.38%, 减排任务十分艰巨。与二氧化硫相比, 由于新增燃煤量大部分集中于燃煤电厂、新建电厂脱硫比率较高, 因此, 导致 COD 新增量和削减任务比率高于二氧化硫。

基于课题组《21 世纪初可持续发展战略研究》、中国工程院《中国水资源可持续发展战略研究》等研究成果, 在适当修正预测系数的基础上, 以用水量计算, 考虑城镇化率、城市人口增长等因素, 按照节水型发展模式, 预测 2010 年城镇生活用水、生活污水还将比 2005 年增加 25%。“十一五”生活用水量趋势预测见表 3-7。

在课题组前期《国家中长期环境经济预测模拟系统研究》中, 建立了由计量经济方法、投入—产出分析、扩展线性支出系统方法结合、耦合对接了环境预测模型和经济预测模型预测系统。结合分行业预测结果, 以 2003 年为基数, 预测 2010 年城镇生活用水还将增长 47%, 工业废水产生量和排放量还将分别增长 51% 和 20%, 工业废水中 COD 产生量增长 33% (表 3-8)。

表 3-7 “十一五”生活用水量趋势预测

分 类	2005 年	2010 年
全国人口/亿人	13.08	13.8
城镇化率/%	0.42	0.47
城市人口/亿人	—	5.5
城镇人口/亿人	5.62	6.5
城镇人均综合用水量/ (m ³ /a)	144	142
城市人均综合用水量/ (m ³ /a)	161	154
镇人均综合用水量/ (m ³ /a)	89.4	93
城镇人均生活用水量/ (m ³ /a)	77.4	83.95
生活用水量/亿 t	435	544.5

表 3-8 工业废水产生、排放新增量预测

年份	工业增加值/亿元	废水产生		废水排放	
		产生系数/ (t/万元)	产生量/亿 t	排放系数/ (t/万元)	排放量/亿 t
2003	52 442.10	52.78	276.8	34.89	182.9
2010	92 579.19	45.14	417.9	23.74	219.8

在课题组《环境安全战略研究报告》中, 预计 21 世纪前 10 年经济总量增加中, 工业所占比重预计变化不大, 但总量将持续增加, 污染产生量也将随之增加, 如处理跟不上, 对环境会造成更大的压力, 若工业节水减污实施不力, 2010 年 COD 排放量将比 2005 年增加 490 万 t。2010 年相对于 2000 年, 城市污水增加量略大于污水处理量增加规模, 2010 年未处理城市污水量基本稳定在 2000 年的水平, 2010 年之后才会有较大幅度地降低, 水环境污染的压力才可能趋缓。由于城市污水处理厂出水仍然是含有一定 COD 浓度的污水, 如果 2010 年城市未处理污水量维持在现状水平, 城市污水排放的 COD 总量仍然比 2000 年有较大的增加, 增长率为 26% (表 3-9)。

表 3-9 城市水环境中长期预测方案

项 目	1997 年	2000 ^① 年	2010 年	2030 年	2050 年
城市用水量/亿 m ³	630	680	910	1 220	1 540
城市污水排放量/亿 m ³	351	390	640	850	1 080

① 数据来自：中国工程院《中国可持续发展水资源战略报告》，2000 年数据为类推数据。

项 目	1997 年	2000 年	2010 年	2030 年	2050 年
城市污水处理率/%	13.4	22.5	50	80	95
城市污水处理量/亿 m ³	47.4	88	320	680	1 030
城市未处理污水量/亿 m ³	303.6	302	320	170	50
污水处理厂出水 COD 排放量（相对值）	47.4	88	320	680	1 030
城市未处理污水 COD 排放量（相对值）	1 214.4	1 208	1 280	680	200
城市污水 COD 排放总量（相对值）	1 261.8	1 296	1 600	1 360	1 230
相对基准年增加比率/%	0	2.7	26	7.8	-2.5

3.2 “十二五”污染减排的战略建议

2020 年中国将实现全面小康社会的目标，经济发展达到世界平均水平，实现中国新“三步走”战略的第二步，为 21 世纪中叶中国成为世界先进国家奠定坚实基础。如何选择作为从现在开始到全面实现小康社会目标的 2020 的中间阶段——“十二五”的环境与发展路径、如何加强和提高环境执政能力、进一步推进污染减排，显得格外重要。

3.2.1 环境挑战分析

目前的经济增长是以资源环境为代价的。随着中国经济的快速增长，造成的资源环境压力也越来越大。如果按照目前的经济增长与资源环境消耗的趋势外推，“十二五”期间中国的资源环境将面临巨大挑战。“十二五”期间与中国主要污染物减排相关的挑战主要来自日益严峻的大气污染及水污染、巨大的温室气体减排压力和新凸显的环境问题三个方面。

3.2.1.1 日益严峻的环境污染形势

（1）大气污染

未来 15 年，考虑到自然条件、工业结构和布局、以煤为主的能源构成、交通状况以及人口密度等多种因素的影响，中国的大气污染将呈现以下几个特点。

- 区域大气污染治理的压力将进一步增大。目前，丰富的煤炭资源仍是中国能源的主体，煤炭在中国的能源生产和消费结构中分别占 76% 和 69%。中国燃煤导致的有害气体排放，占到各种有害气体排放量的 65%~90%，每年排放总量约 8 000 万 t。特别是火力发电行业排放的 SO₂ 所导致的酸雨污染日趋严重。预计中国电力行业将持续扩张。2010 年，中国电力需求总量将达到 4.26 万亿 kW·h，电力装机容量达到 8.4 亿 kW；其中，火电装机容量达到 6.2 亿 kW。2020 年，中国电力需求总量将达到 6.3 万亿

kW·h, 电力装机容量达到 12.5 亿 kW, 其中火电装机容量达到 8.75 亿 kW。与此同时, 电力工业的发电煤耗将进一步下降。2010 年全国平均发电煤耗预测为 330 g/(kW·h); 2020 年, 继续降低到 320 g/(kW·h)。这些因素都将影响中国未来不同时期因能源消费而产生的 SO₂ 等的排放量。需要注意, “十一五”规划的约束性指标要求将主要大气污染物 SO₂ 减少 10%。由于电厂脱硫需要消耗电力, 这就意味着, 需要消耗更多的能源, 而且需要脱更多的硫。

- 城市大气污染严重。尽管全国加大了治理力度, 但城市大气污染形势仍很严峻。2006 年监测的 559 个城市中, 空气质量为三级的城市占 34.9%; 劣于三级的城市占 8.5%。这意味着有 43% 的城市人口暴露于未达标空气中。北方城市、特大城市、超大型城市、产煤区的城市尤为突出。

(2) 水污染

每年工业废水和城市污水排放量达 630 亿 t, 并以每年 18 亿 t 的速度增加, 其中约有 80% 的污水未经处理直接排入水域, 理论上足以污染全国所有的地表水源。北方的海河、淮河和辽河变黑发臭, 几乎成了超级排污沟, 而南方的太湖、巢湖和滇池由于接纳了大量有机污染物, 已经严重富营养化, 时常因藻类暴发而失去使用价值。今天, 水污染依然在恶化, 并且从支流向干流、从城市向农村、从地表向地下、从陆地向海洋蔓延发展。目前, 全国 90% 以上的城市水域受到污染, 有 7 亿人在饮用大肠杆菌含量超标的水, 有 1.7 亿人饮用被有机物污染的水。目前全国尚有 61% 的城市没有污水处理厂。全国城市生活污水处理率达 42%, 但在已建成的城市污水处理设施中, 有 1/3 开开停停, 还有 1/3 根本就未运行。水污染和水短缺在很大程度上互为因果: 一方面缺水造成污染物难以被稀释; 另一方面水污染又破坏了有限的水资源, 极大地恶化了缺水问题。针对这种情况, 中国政府正在采取得力的措施防治水污染。一些发达地区的水污染问题有望较早地得到控制。到 2020 年, 全国的水污染问题有望得到缓解。

- 水污染负荷居高不下, 减排任务重。目前 GDP 仍在高速增长, 污染物排放总量大, 工业污染排放日趋复杂, 农业面源和生活污染上升, 持久性有机污染物增加, 减排任务重。更为严峻的是, 未来 15~20 年我国水环境保护面临社会经济发展的巨大压力, 在老的水环境问题没有得到很好地解决的同时, 又面临着新一轮的污染, 目前我国绝大多数省市的 GDP 增长率为 13%~17%, 个别市高达 21%, 在这种经济发展速度下, 经预测 2010 年、2015 年、2020 年废水产生总量将分别达到 680.92 亿 t、886.29 亿 t、1 113.60 亿 t, 而目前在 GDP 增长率为 7% 情景下制定的污染物减

排 10% 目标的实现尚存在巨大压力的状况下,新一轮污染将给不堪重负的水环境及其保护工作带来巨大挑战。如不加强污染物减排工作将出现资源支撑不住、环境容纳不下、社会承受不起、经济发展难以为继的现象。

- 水污染事故将进入高发期,蓝藻暴发等水生态灾变,及其诱发的生态环境灾难将引起高度重视。规划和建设中存在许多不安全因素,风险意识淡薄、应急技术和机制不完善,历史欠账大,造成水污染事故进入高发期。全国 2005 年共暴发水污染事故 41 起,占各类污染事故总数的 53.9%。跨行政区域的流域污染问题及纠纷更是层出不穷,2007 年堪称蓝藻之年,南水北调、三峡工程对生态环境的影响需要更加重视。今后 15~20 年水污染事故高发风险对水生态安全和人体健康造成越来越大的威胁。
- 饮水安全等问题将更加突出。按目前的污染速度,可作饮用水源地的水源将呈不断减少趋势;各种新型有毒、有害污染物进入水源;水源水质和供水水质不达标现象将越来越严重,危及人体健康。地下水超采、填埋场渗滤液污染等将加剧地下漏斗和地下水污染成为今后 10~15 年面临的重大环境问题,同时应重视地下水污染和超采引发的一系列生态环境问题。今后 15~20 年,水资源短缺和水质性缺水将严重制约经济社会发展。我国人均水资源占有量只有 $2\,300\text{ m}^3$,水环境污染,加上气候变化,水资源量将进一步减少,水资源和水质性缺水的双重压力,使区域长距离调水不可避免地引发一系列生态环境问题,且面临无水可调和调水成本无法承受的问题,海水淡化等新的水资源开发迫在眉睫。

3.2.1.2 巨大的温室气体减排压力

中国的能源结构以煤炭为主,而且正处在从劳动密集型向资本密集型过渡的重化工业阶段,这意味着未来几十年的中国温室气体排放将持续快速上升。

中国气候变化总体上与全球平均气温的变化趋势相一致。近 50 年,在全球变暖的背景下,中国的气温呈显著上升趋势,其中,华北和东北地区的增温幅度最大,每 10 年左右达到 $0.4^{\circ}\text{C}\sim 0.8^{\circ}\text{C}$ 。预计到 2020—2030 年,全国平均气温将上升 1.7°C ;到 2050 年,全国平均气温将上升 2.2°C 。中国是气候变化的受害者,70% 以上的人口、80% 以上的工农业和 80% 以上的城市均受到多种气候灾害的严重威胁。1949 年以来,因为灾害死亡人口 50 余万人,直接经济损失占整个 GNP 的 3%~6%,占平均财政收入的 30%,是美国和日本的数十倍。

就目前情况来看,中国还难以大规模采取直接措施减少温室气体排放。第一,中国小康社会目标的实现,需要经济增长。经济增长通常以能源消耗增长为动力。

第二，中国的工业化和城市化进程，需要大量的能源消耗。第三，中国以煤为主的能源结构，在可以预见的未来，不可能有根本性改变。第四，中国的技术和资金能力，制约着中国向低碳发展路径的跨越。第五，更重要的是中国常规城市大气污染尚未得到有效控制，按照每天人均1美元计的贫困人口，尚在2亿人以上。可见，控制温室气体排放，不可能成为当前中国的优先领域。

但是，中国作为一个人均排放量低但排放总量高的发展中大国，其能源消耗和温室气体排放情况备受瞩目，主要发达国家一直对中国施加压力，要求中国尽早、尽多承担起控制温室气体排放的责任；中国已经客观上成为该议题的国际焦点。而且，这种国际上的压力还和中国的国际形象、在国际事务中的姿态定位、国际贸易和投资等问题发生了联系，正在成为战略层面上一个新的热点问题。

中国在其自身工业化和城市化发展进程进入到一定阶段后，也遇到了能源安全、资源与环境容量约束等方面的严峻挑战。在可预见的技术发展水平下，中国能源消耗、温室气体的排放量持续上升，相关局地污染物排放的减排工作步履维艰，长期发展的资源环境约束问题将更加突出。与此同时，中国政府也已经开始采取行动，相继发布了《应对气候变化国家方案》《节能中长期专项规划》和《节能减排综合方案》等重要文件，并正在着手制订新的能源发展战略。中国政府还在执法和公共财政支持方面采取了实质性的行动。但目前面临的另外一个挑战是：实现这些方案和计划，还缺少系统的体制、政策和技术措施。

3.2.1.3 不断凸显的环境问题

(1) 汞污染

汞，作为一种新的污染物，正在被人们所认识。汞是唯一一种液体金属元素，能在常温、常压下挥发到空气中。进入空气的汞一部分能在排放源附近的局部地区或区域范围内随降尘、降水沉降到地面和海洋，一部分随着大气环流在全球范围内流动。汞也能随着洋流而传播到世界的其他地方。汞已被联合国环境规划署（UNEP）列为全球性污染物，是除温室气体外唯一一种对全球范围产生影响的化学物质，它具有跨国污染的属性。2003年2月3日，UNEP在内罗毕发表了《全球汞状况评估》（Global Mercury Assessment）的报告。该报告指出，自工业革命以来，汞在全球大气、水和土壤中的含量已增加了3倍左右，工业区附近汞的含量更高。目前，全球含汞量的持续增加主要是人类活动造成的，各种人为污染源每年向大气排放汞的量为1900~2200 t，其中以煤为燃料的火力发电和垃圾焚烧每年向大气中排放的汞达1500 t，占人类向大气排放汞的70%，而亚洲国家排放达860 t，为全球最高，中国是燃煤大国，其中汞的排放占了世界相当的份额。其次之则为非洲、欧洲和北美。该报告还显示，在美国，1/12或将近500万名妇女

体内的汞含量高于安全标准,每年可能有高达 30 万名新生儿因为汞污染,其智力和神经系统受到影响;而在全世界,这一数据可能高达千百万。可以说,汞是一种具有严重生理毒性的化学物质。汞可以通过呼吸道、食道和皮肤进入体内,人体内吸收过量的汞会引起汞中毒。国际上的一系列研究表明,甲基汞对人类的危害比原来预想的要严重得多,而且环境中任何形态的汞均可在一定条件下转化成剧毒的甲基汞。

中国是煤炭消费大国,水泥、钢铁和金属冶炼等重工业在国民经济中占较大比重,因此中国的燃煤和工业过程汞排放已经引起国际社会的广泛关注。在过去的 10 年间,中国人为源汞排放量以约 3% 的速度递增。截至 2003 年,中国人为源大气汞排放量已经达到了 696 (± 307) t, 其中 Hg^0 、 Hg^{2+} 和 Hg^P 分别为 395 t、230 t 和 70 t。表 3-10 给出了中国 1995—2003 年分行业人为源汞排放情况。其中,有色金属冶炼和燃煤是最重要的两大来源。

表 3-10 1995—2003 年中国各类人为源的汞排放

污染源	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	年均增 长率/%
煤炭燃烧/t	202.4	209.3	208.2	207.6	202.2	204.3	208.8	225.5	256.7	3.0
电厂/t	63.4	68.7	67.2	66.2	67.8	70.1	76.3	84.2	100.1	5.9
工业/t	104.7	106.3	107.8	108.3	103.2	104.2	101.9	109.9	124.3	2.2
民用/t	23.1	23.5	22.7	21.5	19.7	19.6	19.9	19.7	21.7	-0.8
其他/t	11.2	10.8	10.5	11.6	11.5	10.5	10.7	11.8	10.6	-0.7
有色金属冶炼/t	230.1	213.1	212.2	213.8	242.4	262.4	281.7	294.6	320.5	4.2
锌冶炼/t	97.6	103.2	125.5	127.8	147.6	161.4	173.0	178.5	187.6	8.5
铅冶炼/t	10.4	10.7	11.3	8.4	10.1	12.7	13.7	14.8	17.6	6.9
铜冶炼/t	26.5	30.8	30.9	33.0	40.1	48.0	54.3	57.8	70.7	13.0
黄金冶炼/t	10.1	11.4	16.1	16.1	16.1	11.8	12.3	15.0	16.2	6.0
混汞提金/t	85.5	57.0	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	28.5	-12.8
固定源燃油燃烧/t	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.6	2.3
汽油/柴油和煤油/t	4.3	4.6	4.6	5.0	5.6	6.1	6.4	6.8	7.6	7.2
生物质燃料燃烧/t	10.1	9.1	8.7	8.7	8.3	8.6	9.5	10.6	10.7	0.7
草原火灾/t	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	4.2	0
森林火灾/t	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	2.8	0
农田秸秆焚烧*/t	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	3.9	0
生活垃圾焚烧/t	0.6	0.6	0.6	2.0	2.0	2.8	3.2	7.7	10.4	42.5
煤矿自燃*/t	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	3.0	0
水泥生产/t	19.9	20.5	21.3	21.4	22.7	23.9	27.0	29.4	35.0	7.4
钢铁生产/t	3.8	4.1	4.4	4.6	4.9	5.1	6.1	7.3	8.9	11.2

污染源	1995 年	1996 年	1997 年	1998 年	1999 年	2000 年	2001 年	2002 年	2003 年	年均增 长率/%
氯碱工业/t	2.4	2.4	2.5	1.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.0	N/A
汞矿开采/t	35.1	22.9	37.6	10.1	8.8	9.1	8.7	22.3	27.5	-3.0
电池/荧光灯生产/t	29.1	34.1	49.7	37.6	24.5	16.2	8.7	6.2	3.7	-22.7
总计/t	552.2	534.9	564.2	526.4	535.7	553.0	574.7	625.0	695.6	2.9
a) Hg ⁰ /t	311.7	293.4	317.4	288.0	299.2	312.2	327.1	357.7	394.9	3.0
b) Hg ²⁺ /t	169.2	171.3	176.5	170.8	171.8	177.9	184.8	202.0	230.3	3.9
c) Hg ^p /t	71.4	70.2	70.3	67.6	64.7	62.9	62.8	65.3	70.3	-0.2

*缺少数据，假设不变。

2003年，中国燃煤汞排放从1995年的202 t增长至257 t，年平均增长率为3%。工业燃煤是汞排放的最大来源，2003年排放124 t汞，占燃煤总排放的48%，但是其增长趋势远低于电厂排放。在过去的10年间，燃煤电厂汞排放以年均6%的速度增长，截至2003年，总排放已经达到100 t，占燃煤总排放的39%。过去的10年间，由于在城市民用和其他行业实施清洁能源（天然气、液化石油气等）替代，民用和其他行业的煤炭消耗有所下降，汞排放呈现相应的下降趋势。2003年，民用和其他行业的汞排放量分别为22 t和11 t，约占燃煤总排放的8%和4%。值得注意的是，最近几年（2004—2006年）由于煤炭消耗大幅度增长，燃煤汞排放量的增长会呈加速的趋势。

（2）地面臭氧

地面臭氧正在成为城市烟雾的主要成分，其中机动车的贡献最大。

地面臭氧主要是地表热能和太阳光对城市中的水蒸气、氧化氮以及易挥发性有机化合物等物质综合作用形成的。机动车辆、发电厂等处于高温燃烧状态下都能产生氮氧化物，而汽车、化工厂、冰箱以及许多工业产品和民用产品则是产生易挥发性有机化合物的根源。

由于地面臭氧的危害性，欧盟已于2003年9月起开始实行臭氧污染通报制度。根据该项制度，各成员国必须掌握和分析本国对流层臭氧浓度情况。如果出现臭氧浓度超过180 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的情况，应立即告之民众。为防止臭氧浓度达到240 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 的警戒水平，有关国家要采取限制公路运输和限制使用油漆溶剂等措施。在美国，36个政府机构已开始联手减少地面臭氧污染，佐治亚州消灭烟雾合作组织就是其中之一，该组织由120个地方政府机构、大学和私人公司组成。他们研究并制定了烟雾浓度警示等级，并通过广播、电视等大众传媒吁请公众注意减少地面臭氧污染。该组织还号召公众尽量乘坐公交车辆，尽可能在夜晚从事汽车加油、清草坪、喷漆、驾驶柴油机车等工作。

随着机动车的增加，中国城市的地面臭氧问题今后将会越来越严重。目前，

中国尚未开始全面控制地面臭氧。

(3) POPs 和 PTS 污染

目前,工业水污染防治以常规污染物的总量控制为重点,对随工业废水一起排放的有毒、有害污染物关注较少。然而,随着中国工业的快速增长,新型工业污染物的种类和数量会越来越多。新型工业污染物主要有持久性有机污染物(POPs)和持久性有毒污染物(PTS)。以 POPs 为例,最初的 POPs 有 12 种(类)有机物,最近又新增加了 15 种有毒物质。有毒、有害污染物不同于常规污染物,表现为形态多、毒性大、产生毒性的浓度非常低、易与其他物质形成毒性更大的化合物、难以在环境中降解及消除、环境危害具有隐蔽性和突发性、对人体健康的影响具有潜伏性和累积性。

(4) 挥发性有机化合物 VOCs

挥发性有机化合物 VOCs (Volatile Organic Compounds) 是指在常温下饱和蒸汽压大于 70 Pa、常压下沸点在 260℃ 以内的有机化合物。从环境监测角度来讲,是指以氢焰离子检测器测出的非甲烷烃类检出物的总称,包括烃类、氧烃类、含卤烃类、氮烃及硫烃类化合物等。VOCs 种类繁多,分布面广,污染毒性大,在一些发达国家公布的主要环境优先污染物名录中,VOCs 一般要占到 80% 以上。VOCs 对环境、生物以及人类健康的直接和潜在危害,近年来也越来越多地受到了人们的关注。

有机废气中的 VOCs 是对人体健康有害的污染物质,常常伴随着异味、恶臭散发在空气中,对人的眼、鼻、呼吸道有刺激作用,对心、肺、肝等内脏及神经系统产生有害影响,甚至造成急性和慢性中毒,可致癌、致突变。例如,苯对骨髓的造血机会产生破坏作用,是一种致癌物;甲苯和二甲苯对中枢神经具有很强的麻醉作用;氯乙烯为致癌物。在制鞋业,由于“三苯”废气中毒而导致工人致死事件已发生过多起;而涂料工业使用的溶剂中,主要是甲苯、二甲苯和其他毒性有机物。

VOCs 也会对大气环境产生不良影响,其能与大气中的 NO_2 反应生成 O_3 ,使低空大气中 O_3 浓度升高,形成光化学烟雾,危害人体健康和导致农作物减产。1965 年日本各大城市频繁发生的光化学烟雾,1966 年美国洛杉矶的光化学烟雾均对人类健康和区域环境造成了严重危害。

随着工业、农业、国防和科学技术的发展,有机溶剂的使用越来越广泛。例如,在化工、机械、印刷、绝缘材料、电线等行业中均普遍使用苯、甲苯、二甲苯、醇、酯、醚、汽油等有机溶剂,其中以苯类溶剂使用最多、用量最大,对人体危害也最严重,因含苯废气污染的中毒事件也有所增加。此外,因一些企业排放含硫或含氮

VOCs 恶臭气体引发的污染扰民纠纷也呈上升趋势。因此，近年来挥发性有机废气的大气污染问题已逐步上升为人们亟待解决的重要环境问题之一。

2003 年人为 NMVOCs（非甲烷挥发性有机化合物）排放总量为 1 767 万 t，2005 年其排放量增加到了 2 019 万 t（表 3-11），两年增长 252 万 t，这种增长速度不亚于氮氧化物排放量的增长速度。从部门分布来看，排放量位于前 3 位的部门为道路运输、工业溶剂、生物质燃烧。从地理分布来看，排放量主要集中在东部（图 3-6）。

表 3-11 2005 年人为源 NMVOCs 部门排放

部门	NMVOCs/kt	比例/%
工业溶剂使用	4 443.9	22.0
民用溶剂使用	1 314.3	6.5
道路运输	4 701.8	23.3
非道路运输	897.5	4.4
化石燃料的开采与分配	1 320.1	6.5
化工	678.8	3.4
生物质燃烧	3 615.8	17.9
商品能源利用	578.4	2.9
非化工	1 215.7	6.0
废物处理	1 221.4	6.1
其他	199.0	1.0
NMVOCs 合计	20 187	100.0

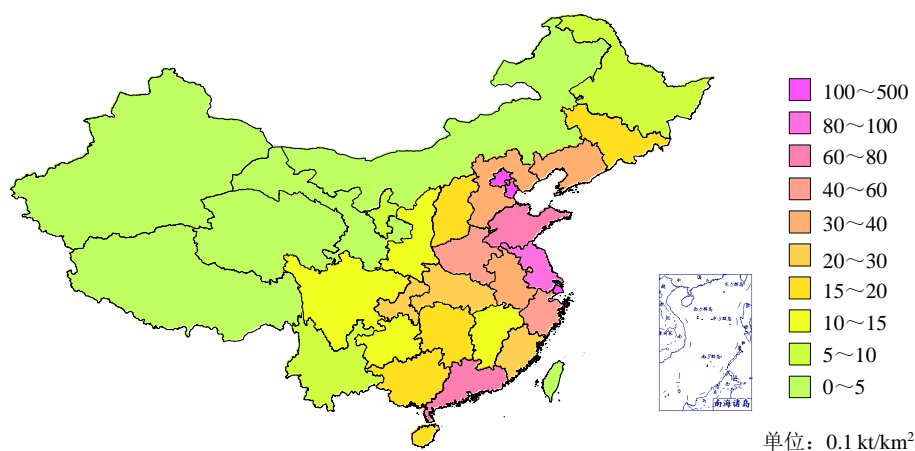


图 3-6 2005 年单位面积 NMVOCs 排放

3.2.2 污染减排是环境保护的长期任务

为了解决区域环境污染问题“十二五”期间我国仍然有必要进行主要污染物的总量控制,预计“十二五”期间的污染减排实施难度将明显加大,“十二五”期间应着力推进污染减排的“五个转变”避免总量控制的“泛化”。

3.2.2.1 2020 年前实施总量控制仍然有重大意义

按环境质量目标的不同表达方式,环境污染总量控制可分为两种类型。即容量总量控制和目标总量控制。

容量总量控制是环境容量所允许的污染物排放总量控制。它是从环境质量要求出发,运用环境质量模型计算,根据环境允许纳污量,反推允许排污量;通过技术经济可行性分析、优化分配污染负荷,确定出切实可行的总量控制方案。容量总量控制的特点是将污染源的控制水平与环境质量直接联系。

目标总量控制是根据环境目标提出的污染物排放总量和削减量的控制。它是从现有的污染水平出发,针对特定环境的质量目标要求,确定分阶段的排放总量控制和削减量,即控制→削减→再控制→再削减的程序,将污染物排放总量逐步削减到预期目标。目标总量控制的特点是将环境规划管理根据实际情况制定的环境目标作为总量控制的基础。

2020 年前后,中国资源、能源等的消费高峰陆续来到。所以 2020 年前属于控制污染蔓延的阶段,应该还是进行主要污染物的指令性总量控制。到 2020—2030 年,在技术进步,经济结构与消费方式改变的综合作用下,环境压力有可能逐步减轻,经济增长与原材料消费逐步“脱钩”,主要污染物产生量也随之下降。到 2050 年中国基本实现现代化,发展水平达到中等发达国家水平时,传统的环境问题可能会全面得到解决。但是,到 2020—2030 年资源、能源、人口、工业化压力没有解决前,社会、经济发展对环境的压力依然是一段时期内持续的主题,基于总量控制的污染减排将是一个长期的、艰巨的、复杂的历史任务。

3.2.2.2 “十二五” 污染减排实施难度明显加大

我国正进入复合性环境污染的新阶段,未来 5~15 年仍将持续;旧的水环境问题没有解决,新的环境问题不断产生,呈现出显著的复合性和流域性;环境问题无论在类型、规模、结构还是性质上都发生了深刻的变化。经济社会发展与环境质量、资源保障的矛盾日益突出,如果继续延续传统发展模式,资源将难以为继,环境不堪重负,重大环境事故随时会恶性爆发。

随着“十一五”期间大部分减排工程的建成,“十二五”主要污染物减排空间将逐渐减少,“十二五”节能减排的难度更大,减排目标的制订更应综合考虑必要

性、技术经济可行性，进行理性决策，而不是“头痛医头、脚痛医脚”的应急决策。

同时，要强化分类指导、自下而上，在某些区域和行业适当增加新的因子，研究启动的氨氮和氮氧化物等总量控制问题，实施多种污染物的协同控制，把环境质量纳入考核范围，对企业传达长期而明确的减排信息，解决污染减排和环境质量之间挂钩问题。

3.2.2.3 着力推进污染减排的“五个转变”

需要明确的是，不能将总量仅仅理解为 COD 和 SO₂ 孤立的两个数，这两个指标是反映污染物排放总量，但其与资源能源消耗、技术进步水平、经济发展质量等密切相关。以总量削减为表征的大规模污染治理是环境保护的主要任务。约束性总量控制目标指标的提出，一方面意味着必须强化经济和环境的有机联系，加快结构调整，提高发展水平，减少污染物的源头产生量，从经济社会层次入手寻找有效控制污染物排放总量控制的“钥匙”；另一方面，要实现总量控制约束性指标要求，必须紧紧围绕实现国家主要污染物排放总量控制目标，把防治污染作为重中之重，在“十一五”期间开展大规模的环境建设。

为了适应新形势下的污染减排工作，建议国合会（中国环境与发展国际合作委员会）设立课题从明年开始开展“十二五”污染减排战略研究，支持中国政府污染减排的长期战略。“十二五”污染减排战略应体现以下五个方面的转变：一是从单纯注重污染物排放总量减排向总量减排与环境质量改善相结合转变；二是从注重重点行业减排向全面削减转变；三是从注重落实减排工程能力向注重减排工程质量和减排实际效果转变；四是从注重依赖行政干预向更多地利用市场经济合理的长效手段转变；五是从单一污染物的总量控制向多种污染物的协同增效控制转变。

3.2.2.4 不能无限制扩大总量控制范围

虽然，2020 年前实施总量控制仍然有重大意义，但是在大力推进总量控制和污染减排的同时，要避免一种错误的认识：污染控制就是总量控制，总量控制一控就灵，某一环境问题很重要，所以必须进行总量控制，不进行总量控制不能代表其重要性和各方面对其的重视程度。

实际上，不进行总量控制并不代表不控制总量，总量控制作为一种制度，有其体系和前提条件，适合于全国总量控制的污染物必须满足如下条件：①区域性而非局地性的污染物；②可监测、可统计、可考核，有基础；③一次污染物，最好也不是混合型污染物；④有治理减排途径，技术经济上可控。因此，在全国范围内实行总量控制的污染物是有限的。

3.2.3 着力强化总量控制实施环节

在长期污染减排过程中应强化实效,积极推进总量控制的法制化和科学化、实施总量控制和质量改善并重的指标体系、强化总量控制的地方实施可操作性及开展多种污染物协同控制示范。

3.2.3.1 积极推进总量控制的法制化和科学化

《中华人民共和国国民经济和社会发展第十一个五年规划纲要》提出了“十一五”期间单位国内生产总值能耗降低 20% 左右,主要污染物排放总量减少 10% 的约束性指标。2006 年作为“十一五”的开局之年,全国上下加强了节能减排工作,国务院发布了加强节能工作的决定,制定了促进节能减排的一系列政策措施,各地区、各部门相继做出了工作部署。但是,去年全国没有实现年初确定的节能降耗和污染减排的目标。从“十五”期间 COD、SO₂ 排放量的变化情况来看,“十五”期间 COD、SO₂ 排放量不减反增。这与中国政府在制定污染减排目标的时候缺乏充分的论证和周密的安排有直接关系。

因此在制订“十二五”减排战略时,首先要建立科学的减排指标体系,并且对确定的减排目标进行充分、科学、周密的论证。科学、现实的减排目标是圆满完成污染减排任务的前提。此外还要改进统计方法,完善统计制度,实现重点污染源排污数据的统一采集、统一核定、统一公布,及时掌握新老污染增减动态变化情况,重点污染源清单要一年一更新,形成科学的环境统计体系;保证环境监测数据准确、可靠、有效性;强化政府责任,严格数据公布制度和责任追究制度,接受社会和公众的监督,建立严格的减排考核体系。

只有严格论证污染减排目标,建立完善的污染减排指标、监测和考核体系,才能保障“十二五”减排战略的顺利完成。否则污染减排工作将成为流于形式的数字游戏,政府的公信力必将受到质疑。

“十二五”期间要对现行污染物总量控制指标,通过法律修订,将总量指标控制改为质量标准控制,并配套法律责任,加大法律力度;总量目标制订需要更多地考虑地区差异和可达性,并与容量尽可能衔接,及早开展中国容量总量控制战略的研究;总量目标分解需要更加妥善处理公平与效率,协调与区域发展及产业布局政策的关系,探索更加科学的方法,要科学方法指导污染减排工作;进一步突出排放强度(单位 GDP 的污染物排放量)的考核,并可以适用于全国,发挥政策引导性,引导发展模式的转变,提高技术进步水平。同时,对于尚有环境容量、环境质量良好的局部地区,污染物排放总量可以比 2010 年适度有所提高,体现分类指导性,但排放强度应继续保持降低的态势。

3.2.3.2 实施总量控制和质量改善并重的指标体系

目前,不少城市和水域影响环境质量的主要污染物并不与 COD、SO₂ 有明确的对应关系。不少地区,颗粒物已经成为城市空气质量的主要污染物,2006 年全国 33.5%的城市颗粒物年均浓度没有达到二级标准要求。大量 NO_x 排放对城市大气 NO₂ 浓度、大气氧化性和对流层 O₃ 浓度产生复杂影响。有些水域的非点源污染甚至超过了点源污染,一些水域氮、磷已经上升为主要污染物而成为威胁水质的主要因素。而中国目前现行的无论是 COD 还是 SO₂ 的污染减排政策基本上是针对点源污染的对策,尤其是 SO₂ 减排主要是从控制酸雨污染出发,重点削减行业是电力行业,而对当地环境质量影响更大的非电燃煤锅炉未被纳入,这将在很大程度上影响污染减排对应的环境质量改善效果。对畜禽养殖、农村生活污水等 COD、氮和磷排放源,尚缺乏系统的应对措施。

考核污染减排任务完成状况时,还应考虑到当地环境质量的改善情况。应逐步推行污染物总量控制和环境质量改善并重的指标体系,并逐步提高数据综合分析鉴别的能力。除总量指标外,其他污染防治类指标、环境质量指标等也是实现总量减排的响应指标,这些指标也应该进一步分解、统计、考核,使得各项指标成为共同促进国家规划目标实现的有机整体。“十二五”污染减排的任务之一就是要总结和评价“十一五”COD 和 SO₂ 污染减排与水环境质量及大气环境质量之间的关系。

(1) 理清 COD 减排与水环境质量的关系

“十一五”期间国家仅对化学需氧量和氨氮等化学指标实行排放总量控制计划管理,对于水体只强调水体的化学质量,而忽略了水体的整体生态功能,虽然花费大量资金和人力来降低水体中的化学物质含量,但却不能恢复某些需要的生态功能。因此要理清 COD 减排与水环境质量的关系,中国污染减排战略的最终目标是为了水环境质量的恢复。因此对政府进行污染减排任务完成状况考核时应考虑到当地水环境质量的改善情况。还要清楚地认识到目前中国大部分流域、地区或城市的水环境质量长期处于劣 V 类,尤其是缺水地区,在这种恶劣的水环境状况下,不能仅单纯追求 COD 排放量的减少,更应加强水环境质量的管理和改善,要将污染减排与环境质量改善挂钩,加强水生生态系统的正常循环功能和保护生物多样性及整体性,而不仅仅局限于减少化学污染。

(2) 理清 SO₂ 减排与大气环境质量的关系

“十一五”期间国家对 SO₂ 的排放实行排放总量控制的目的是为了改善中国的大气环境质量。但是,复合大气污染情况下,一种污染物的控制可能导致另一种污染物在大气中的浓度升高,如何实现多污染物协同控制就成为污染控制的关键。

利用大气复合空气质量模式可以确立污染物排放总量削减实施中的污染源与环境质量目标间输入响应关系,可以为污染负荷的优化分配、削减措施的优化等提供有力的技术支持,进而达到预测环境质量的趋势、评价污染物排放削减措施对环境质量影响的目的。但是,大气复合空气质量模式输出结果的可靠性依赖于大气污染源排放的可靠性、大气环境质量监测网监测数据的可靠性等众多因素。为了理清大气主要污染物减排与大气环境质量之间的关系,政府应提高环境信息的可靠性和有效性,国家环境保护总局应有权力调度地方污染源排放数据及大气环境质量监测数据,并有能力鉴别所调度数据的可靠性。

3.2.3.3 强化总量控制的地方实施可操作性

国家的总量控制指标最终要分解到地方,所以应鼓励各地根据本地的环境容量确定地方性污染物排放标准及总量控制指标,解决全国性总量控制指标和地区性差异之间的矛盾。把自下而上的单元总量控制实施计划编制和实施作为实施总量控制的基础,做到自下而上和自上而下的结合。推进实施包括地方各方面权益者参与在内的本地区域环境行动计划(LEAP计划和SIP计划),强化指导性和可操作性。

鼓励地方创新,开辟减排的替代方案,在减排措施的选择中产生竞争,降低减排成本,从强制管理的模式向可持续性模式和优化效果模式转变。

3.2.3.4 开展多种污染物协同控制示范

由于多种污染物协同控制的效益高于单一污染物控制,且一种污染物的控制可能导致另一种污染物环境浓度的升高,一个综合涉及所有污染物的交易计划也能刺激污染者寻求综合的解决办法来降低减排成本。

基于中国以煤为主的能源结构及燃煤火电厂的燃煤消耗量占燃煤总量的比例高,燃煤火电厂多种污染物排放量大的现实,“十二五”期间,在经济发达地区开展燃煤火电厂的二氧化硫、氮氧化物、汞、二噁英、二氧化碳协同控制示范工程。

从中长期来看,要实施能够弥补治理成本的二氧化硫税。

3.2.4 “十二五”污染减排战略重点

前面已经论述过目前不少城市和水域影响环境质量的主要污染物并不与COD、SO₂有明确的对应关系。所以为了深化及巩固“十一五”污染减排成果,逐步解决“十一五”污染减排存在的问题,同时为了应对中国大气污染跨界输送面临的国际压力,确定“十二五”减排的重点为:着手开展燃煤工业锅炉减排;增加火电行业氮氧化物、重点流域和湖泊的氨氮、部分敏感湖库的总氮和总磷等污染物总量控制指标;对局部地区进行非点源总量控制的试点逐步扩大化学需氧

量减排范围；积极关注新凸显环境问题。

3.2.4.1 实行二氧化硫污染减排转型

预计 2015 年一次能源总需求量为 33 亿 t(标煤),其中电厂装机容量将为 10.5 亿 kW,燃煤电厂装机容量将为 8.4 亿 kW(2010 年为 6.2 亿 kW),燃煤电厂燃煤将比 2010 年增加 4.77 亿 t 原煤;在燃煤硫释放率为 0.9、综合脱硫效率为 0.81 的情况下,2015 年燃煤电厂将比 2010 年多排放近 160 万 t 的 SO_2 ,这个增量必须依靠其他污染源排放量的减少。而燃煤工业锅炉在“十一五”期间就有 600 万~800 万 t SO_2 的排放量,如果“十一五”期间燃煤工业锅炉不减排,2015 年燃煤工业锅炉将排放增加 1 000 万 t 以上的 SO_2 ,存在很大的减排空间。所以建议将量大、面广、低空排放、易引起局地污染的燃煤工业锅炉也作为“十二五”减排重点,并从“十一五”中后期开始着手。

燃煤工业锅炉 SO_2 减排原则为:①对于燃煤工业锅炉,尤其是小容量的燃煤工业锅炉,优先燃烧清洁燃料,从源头上控制燃料燃烧产生的 SO_2 和烟尘等;②煤炭要洁净利用,即对煤炭进行洗选、加工、成型、气化、液化等,将污染型的煤炭转化成清洁的燃料,再用做锅炉的燃料;③把商品煤含硫分高低作为商品定价内容之一,实行优质优价,制定给燃煤工业锅炉“吃细粮”的优惠政策;④采用洁净燃烧技术,使大气污染物最少化;⑤对于较大容量的燃煤工业锅炉(20 t/h 以上),可适当安装烟气脱硫装置;⑥制定更为严格的燃煤锅炉污染物排放标准;⑦更新燃煤工业锅炉设计、制造标准,提高锅炉的性能。

3.2.4.2 实施以火电厂为主的氮氧化物减排

大量 NO_x 排放不仅造成城市大气 NO_2 浓度显著上升,还将形成硝酸盐颗粒,造成二次气溶胶污染,目前中国城市可吸入颗粒物中硫酸根和硝酸根离子的贡献已达到 $15 \mu\text{g}/\text{m}^3$ 左右;作为光化学反应前体物, NO_x 对大气氧化性和对流层 O_3 浓度也会产生复杂影响。

1980—2000 年氮氧化物排放量如图 3-7 所示;2004 年全国 NO_x 排放总量为 1 600 万 t。中国 NO_x 由 1995 年的 1 090 万 t 上升至 2004 年的 1 600 万 t,年均增长 5.1%。从地理分布来看,排放主要集中在东部地区,排放量超过 100 万 t 的省为山东、河北、广东、江苏,排放量分别为 135 万 t、115 万 t、104 万 t 和 101 万 t(图 3-8)。

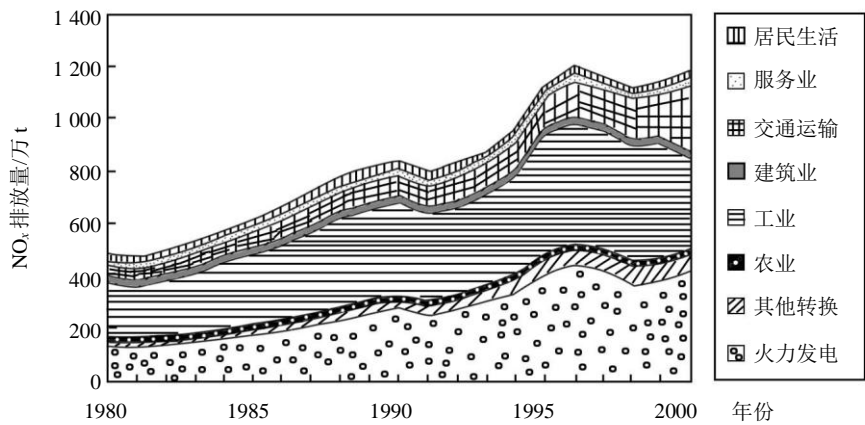


图 3-7 1980—2000 年中国 NO_x 排放趋势

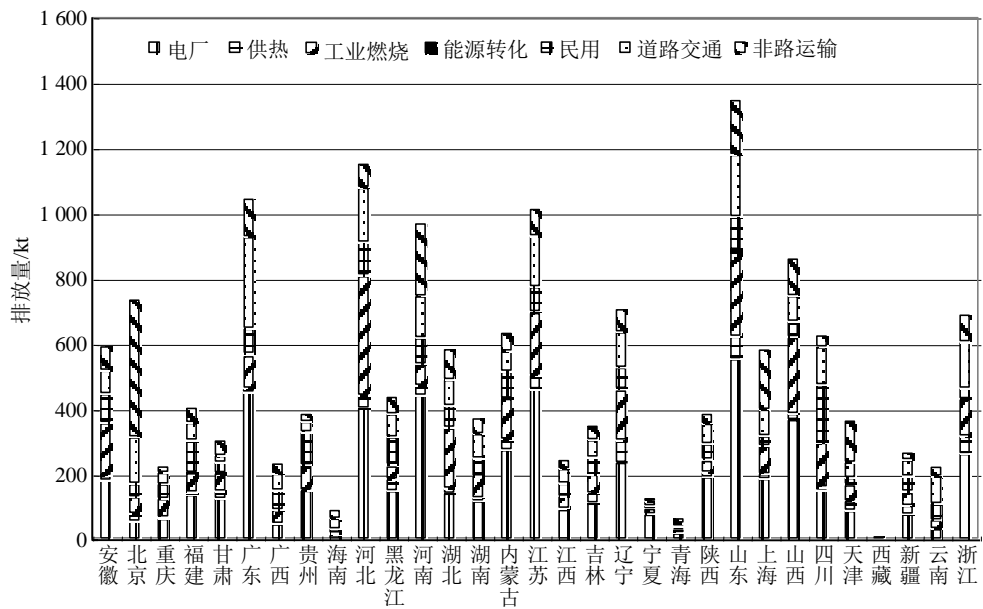


图 3-8 2004 年 NO_x 排放分省分部门排放清单

从部门分布来看，电力部门是最主要的排放部门，排放量为 563.2 万 t，占总排放的 36%；其次是交通部分，排放量为 496.7 万 t，占总排放的 31%；工业（包括供热、转化和其他工业）排放量为 357.9 万 t，占总排放的 22%；民用排放量为 182.3 万 t，占 11%（图 3-9）。2005 年电力部门排放量为 650 万 t，2010 年电力部门排放量将达到 900 万~1 000 万 t。“十一五”末，氮氧化物至少增加 250 万 t。

“十二五”期间有必要对 NO_x 实施总量控制。

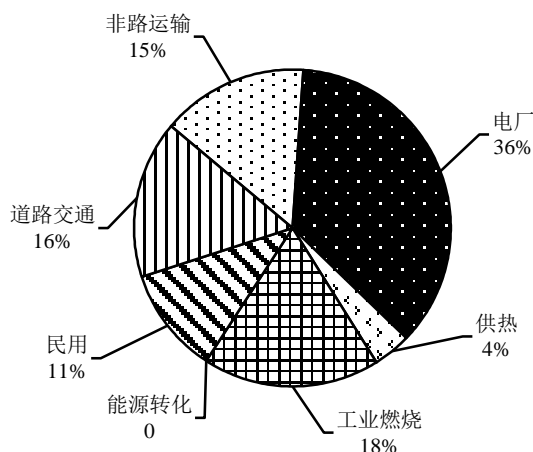


图 3-9 NO_x 部门排放比例

从部门分布来看，电力部门是最主要的排放部门，排放量为 563.2 万 t，占总排放的 35%。“十一五”末，氮氧化物排放量至少增加 250 万 t。同时，由于火电厂 NO_x 为高架烟囱排放， NO_x 可以输送到很远的地方，对区域酸雨的贡献很大。另外电站锅炉容量大、燃烧温度高、烟量大且集中排放，安装治理设备相对容易，便于实施 NO_x 排放控制措施，是抑制 NO_x 排放增加的最有效手段。目前，国际上已有多种成熟的低 NO_x 燃烧技术可供选择。另外，从西方发达国家治理 NO_x 污染排放增长的经验来看，美国、德国、日本等国家控制 NO_x 排放均是首先从控制火电厂的 NO_x 排放着手的，并且取得了很好的控制效果。因此，中国氮氧化物排放的控制重点将首先是燃煤火电厂的 NO_x 排放控制。具体建议包括：

(1) 修订并发布新的火电厂 NO_x 排放标准限值。中国现行的《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223—2003)对各种燃料的电站机组均规定了分时段的 NO_x 排放限值。未来环境政策情景的分析结果表明，为有效控制火电厂氮氧化物排放，建议国家有关部门着手在 2010 年前后出台新的、更加严格的全国火电厂排放标准，对新建电厂实施小于 200 mg/m^3 的排放限值，才可能使 2020 年后中国火电厂氮氧化物排放不再继续增加。

(2) 建设敏感区域燃煤锅炉进行烟气脱硝工程示范。中国电站锅炉烟气脱硝技术研究及应用刚刚起步，SCR、SNCR 等先进的烟气脱硝技术尚未实现国产化。因此，国家有关部门应结合技术引进，积极组织人力和物力开展烟气脱硝技术的相关基础及应用研究，并在京津唐区域、珠江三角洲、长江三角洲地区等重点城

市群开展电站锅炉 SCR、SNCR 以及联合脱硫脱硝等烟气脱硝装置的试点,推进烟气脱硝产业的国产化进程。

(3) 积极推进先进洁净煤技术的推广与应用。大力开发清洁煤燃烧技术,推进大型 CFBC、PFBC 以及 IGCC 等先进洁净煤发电技术的示范和商业化,以减轻 NO_x 污染对环境的压力。

(4) 制定并实施统一 NO_x 排放控制规划和相关政策。与二氧化硫控制相比,中国对燃煤电厂 NO_x 的排放还缺乏统一的控制规划和政策推动。建议在国家有关部门科学论证的基础上,尽快出台 NO_x 排放控制的统一规划和实施进度,并制定 NO_x 排放的总量控制政策和鼓励排放削减的经济政策。

(5) 调整和优化火电电源的地区布局。目前,中国火电电源的地区布局不合理也是造成中国部分地区 NO_x 污染严重的重要原因之一。中国绝大部分燃煤电站分布在人口集中、经济发展速度较快、地域相对狭小、煤炭资源相对缺乏、高污染负荷,但对酸沉降缓冲能力较弱的中、东部地区。不过,由于火电厂高架烟囱排放有利于 NO_x 的远距离输送,因此,不能简单地因为西部地区酸沉降缓冲能力较强而降低对西部地区电站锅炉的 NO_x 排放控制力度。

另外,交通运输排放的 NO_x 已超过全国排放总量的 30%,而且随着中国机动车保有量快速增长,其比例还将继续上升。制定严格的排放标准,控制城市机动车 NO_x 排放对改善中国大中城市的环境空气质量至关重要。建议“十二五”期间,所有轻型车实施欧 IV 标准。

3.2.4.3 选择重点流域和湖泊开展氨氮总量控制

中国“十五”污染物总量控制中对于水污染物主要控制 COD 指标,其他如氨氮等水体污染指标虽然纳入到总量控制中,但是往往不作为硬性考核指标要求。而目前中国很多水域的第一超标污染物是氨氮。以淮河流域为例,跨界断面和重点水质监控断面的氨氮达标情况远差于 COD 的达标状况。

氨氮的来源主要包括集中排放的城镇生活污水,铁合金业、石化业、食品和饮料制造业、造纸业等工业行业,以及农业生产中使用的化肥、农药流失,家畜养殖场、牧场中畜禽的废弃物和排泄物。中国正在开展污染源普查工作,“十一五”末可基本摸清氨氮指标的基数。

建议在“十二五”期间,对于主要的水质污染指标氨氮应严格要求纳入到总量控制及其考核体系中来,加大控制力度。建议重点流域和区域新建、改建、扩建和已建的城市污水处理设施,都应分阶段完成配套脱氮除磷设施的建设和升级改造。对石化业、食品和饮料制造业等氨氮排放的重点行业加强综合治理、逐步提高控制要求,严格执行污水排放标准的浓度控制基础上逐步过渡到对氨氮实现

总量控制。对集约化养殖场严格要求，实现氨氮稳定达标排放。对散养式畜禽养殖场推广禽畜粪便生物处理技术，发展生态农业

3.2.4.4 部分敏感湖库开展氮、磷总量控制试点

长期以来国家仅对 COD 和氨氮等指标实行排放总量控制计划管理。但是从对湖库型水体生态系统健康的角度来看，仅仅控制 COD 和氨氮，远远不能预防水体富营养化现象的发生。例如太湖、巢湖和滇池对于总氮、总磷控制措施的缺失，时常因水华暴发而失去使用价值。2005 年中国重点湖泊水质评价结果(表 3-12)表明，诸多湖泊面临着富营养化的严峻形势。

从国际上总氮、总磷的控制经验来看，对于总氮、总磷的控制是一个长期且艰巨的过程，其难度比 COD 减排更大。总氮和总磷等污染来源复杂，大部分为难以控制的非点源。目前，全面实施总量控制的科学技术条件和管理基础条件尚不具备。建议在“十二五”期间对敏感湖库尽快开展总氮、总磷总量控制的试点工作，湖库氮、磷控制试点应结合入湖河流氨氮总量控制结合进行。可以选择洱海等湖库，按照氮控、磷控的机理，从 2009 年开始开展基础调查，摸清底数，进行总量控制试点研究，开展工程建设示范。

表 3-12 2005 年中国重点湖泊水质评价

2005 年太湖湖体水质状况				
湖区	营养状态指数	营养状态级别	水质类别	主要污染指标
五里湖	66	中度富营养	劣 V 类	总氮、总磷
梅梁湖	62	中度富营养	劣 V 类	总氮、总磷
西部沿岸区	63	轻度富营养	劣 V 类	总氮、总磷
湖心区	59	轻度富营养	IV 类	总氮、总磷
东部沿岸区	53	轻度富营养	III 类	总氮、总磷
全湖平均	61	中度富营养	劣 V 类	总氮、总磷
2005 年滇池湖体水质状况				
湖区	营养状态指数	营养状态级别	水质类别	主要污染指标
草海	75	重度富营养	劣 V 类	总氮、总磷
外海	59	轻度富营养	V 类	总氮、总磷
全湖平均	65	中度富营养	劣 V 类	总氮、总磷
2005 年巢湖湖体水质状况				
湖区	营养状态指数	营养状态级别	水质类别	主要污染指标
东半湖	53	轻度富营养	V 类	总氮、总磷
西半湖	66	中度富营养	劣 V 类	总氮、总磷
全湖平均	61	中度富营养	劣 V 类	总氮、总磷
2005 年大型淡水湖泊水质状况				
湖库名称	营养状态指数	营养状态级别	水质类别	主要污染指标

鄱阳湖	48	中营养	V类	总磷、总氮
洞庭湖	66	中度富营养	IV类	总磷、总氮
洱海	36	中营养	II类	总磷、总氮
洪泽湖	58	轻度富营养	劣V类	总氮、总磷
南四湖	53	轻度富营养	V类	总磷、总氮
2005年城市内湖评价结果				
湖库名称	营养状态指数	营养状态级别	水质类别	主要污染指标
东湖	64	中度富营养	V类	总氮、总磷
西湖	55	轻度富营养	劣V类	总氮
玄武湖	58	轻度富营养	V类	总磷
大明湖	63	中度富营养	劣V类	总氮

3.2.4.5 局部地区进行非点源总量控制的试点

根据国际经验，在工业企业和生活污水排放得到充分控制之后，逐步将工作重点由点源控制转向非点源污染控制是环境管理的必然选择。在美国，非点源污染约占总污染量的 2/3，其中农业非点源污染占非点源污染总量的 68%~73%，农业非点源已经成为全美河流污染的第一污染源。据英国国家环境署 1998 年的调查，地表水中的磷 43% 来自农业，24% 来自人类排泄物和其他生活污水。在瑞典，不同流域中来自农业的氮占流域总输入量的 60%~87%。在荷兰，来自农田的氮、磷负荷分别占总负荷的 60% 和 50%。在丹麦和北爱尔兰的监测湖泊中发现，减少城市点源的磷素输入只能使湖水中的磷素含量略有降低，这说明农业磷素负荷的输入是水体中磷含量增加的主要原因。芬兰 20% 的湖泊水质恶化，而农业非点源排放的氮和磷在各种污染源中所占比重最大，占总排放量的 50% 以上。

为此，建议“十二五”期间，在局部地区考虑试行非点源的总量控制试点，按照从下到上的思路，搞好调查研究，摸清底数，建立监测、统计方法，结合氨氮和氮磷总量控制试点，搞好示范工程，抓试点地区的典型行业（如畜禽养殖等），建立国家非点源污染 COD 减排策略体系，制订系统的农村环境管理计划，引入环境评价机制的概念和方法，借鉴国际上成功的控制有机肥、化肥和农药非点源污染的经验。这将是 中国污染减排工作的重要突破口，并力争在更长远的将来把非点源污染逐步纳入总量控制计划中。

针对非点源污染控制目标，建议修改现行法律法规中有关农业非点源污染控制的相关条款，制定农田管理、农药污染、有机废弃物排放、有机废弃物循环利用、农村环境管理体系等方面的法律法规和国家标准，加大对有关控制农业非点源污染的研发投入，出台鼓励农业非点源污染防治的经济政策。地方要根据自己的实际情况，编制或修编与农业非点源污染有关的各项规划，因地制宜开发简单、

经济、实用的非点源污染控制技术，建立示范工程，出台地方性政策法规，提高控制力度。

3.2.5 积极关注新凸现的环境问题

实施污染物总量控制需要具备一定的前提条件，强化治理也并非需要完全依赖总量控制予以实施，“十二五”期间，尤其需要对汞、POPs、温室气体等问题进行关注，把这些新凸现的污染问题提到环境治理的日程上来，积极预防和控制，并创造远期实施总量控制的基础条件。另外，也要关注 VOCs 的减排问题。

3.2.5.1 汞污染

考虑到在今后相当长一段时期内中国能源消费仍将保持持续稳定的增长，中国将面临人为源汞排放进一步增长的压力。由于发达国家已经或者正在考虑对本国汞排放源实施控制，可以预见发达国家将会越来越关注中国汞排放的长距离传输对全球汞循环的影响。目前，中国的汞排放及控制研究还处于起步阶段，基础数据十分缺乏。因此，建议增强以下方面的工作，并制订和实施大气汞污染防治对策，以此应对来自国际的关注和压力。

(1) 开展汞排放清单编制基础工作

详细、准确的汞排放清单对于了解中国的汞污染实际状况、选择适用的汞污染控制技术和制定合理的环境保护政策都有着十分重要的意义。而现有的中国汞排放清单还是非常初步的，排放清单中所列出的汞排放量有可能同当前的实际排放有较大的差异。

一方面，国家对一些涉汞行业还缺乏权威性的统计结果，一些不在统计范围之内但又对环境破坏严重的小冶炼作坊还在违法经营；另一方面，汞排放清单计算过程中的许多关键数据，如煤炭的含汞量、煤炭不同燃烧过程的汞排放因子等，国内还没有系统、公认的结果，只能暂时直接引用国外的测量和统计值。根据目前对中国十余座燃煤电厂的测量结果，中国燃煤电厂的汞排放因子显著高于美国电厂的汞排放因子，说明中国燃煤电厂的汞排放要比美国的汞排放情况复杂，若在中国的汞排放量统计计算中直接引用国外的数据，很有可能会造成较大的偏差。对中国燃煤电厂汞排放的准确统计只有在大规模的现场测量完成后才能得到。

因此，亟须对中国汞排放源进行更加全面而深入的调查、统计；对中国主要的动力煤在燃烧过程中汞的形态转化和分布规律、现有各种污染控制设备、对汞转化和脱除的影响进行系统研究；对燃煤电厂、中小型工业锅炉和有色金属冶炼等重要汞排放源的汞排放因子进行系统测试；建立更为准确的中国汞排放清单，

并减小排放清单的不确定性。

（2）加强汞大气化学和传输的科研工作和国际合作

汞污染之所以受到全世界各个国家的关注，就在于汞污染物的全球迁移性。根据美国、加拿大和意大利等国科学家的模型研究结果，亚洲排放汞的 20% 迁移到了北美洲，北美排放的汞有一部分迁移到了北极和欧洲，而东欧国家所排放的汞则有一部分迁移到了俄罗斯中部和中亚。而中国在这方面的的工作还未起步，面对国际社会的关注和压力，往往无法应对。因此，一方面需要加强汞污染状况的观测，建立一定规模的汞污染监测网，监测大气汞污染和汞的干湿沉降状况；另一方面，亟须对大气中汞的化学反应和传输特征进行进一步分析，建立中国自己的汞大气反应和传输模型，以确定重要汞排放源对局地、区域大气汞浓度和沉降的贡献。

加强汞污染控制研究的国际合作。全球汞污染的严峻形势对进一步加强国际合作提出了迫切要求。有组织地开展与国际相关研究机构的合作，不仅可以提高研究水平，也可以增大话语权。一方面，通过与国际同行的交流，还可增进他们对中国汞问题的认识和对中国政府汞污染防治措施的了解。另一方面，在积极争取引进资金与先进技术的同时，也可学习和借鉴国外成功的汞污染控制政策和经验。

（3）制订中国汞污染控制的技术政策

汞作为一种全球性污染物，是除温室气体外另一种对全球范围产生影响的化学物质，具有跨国污染的性质。随着发达国家对此问题的日渐重视和深入研究，中国应及时做出汞污染控制的应对措施。

鉴于汞污染控制的重要性和紧迫性，需要及早制订相关的汞排放控制技术政策和经济政策。一方面，结合经济发展目标及排放控制技术发展状况，对现有和未来可能的汞排放控制技术经济成本及其减排效果进行分析和筛选，以确定未来汞污染控制的可能控制技术方案的库。另一方面，对国际汞污染控制管理体系进行研究，对中国今后建立相应的汞污染管理体系和响应体系提出建议。

（4）科学评估燃煤电厂除尘、脱硫、脱硝对汞污染控制的有效性

由于煤炭燃烧排放的汞占排放总量的 1/3 以上，燃煤电厂的汞排放值得关注。电厂现有的污染控制设备，如静电除尘器（ESP）、布袋除尘器（FF）和湿法烟气脱硫装置（FGD）、选择性催化还原脱硝装置（SCR）等，对燃煤所产生的汞具有一定的脱除作用。美国的研究结果表明，SCR+FF+FGD 的技术组合在满足脱硝、脱硫技术要求的同时，能有效地脱除燃烧生成的汞，由于 SCR 的催化作用，大部分的汞会被氧化成 Hg^{2+} ，更易于被飞灰颗粒吸附，通过 FF 的过滤和 FGD 的洗涤

作用脱除，对于烟煤燃烧所产生的汞，其综合脱除率可达 80% 以上。因此，建议进一步加大燃煤电厂脱硫、脱硝的力度，并研究如何充分提高电厂已有污染控制设备的脱汞率，以期在不增加额外设备的条件下，达到多种污染物联合脱除的目的。这可能是现阶段中国控制汞污染的最有效和最可行的途径。

在对现有污染控制装置协同除汞效果综合评估的基础上，研发新工艺或新技术以进一步提高汞的去除效率，包括烟气中零价汞的转化技术及工艺、二价汞的吸附脱除技术及工艺、除尘脱硫灰渣中汞的固定/处理技术等。为中国中长期的汞污染控制的实施提供技术储备。

洗选煤、电除尘器、湿式除尘器、旋风除尘器、烟气脱硫装置可以减少燃煤汞的排放，但是，从中长期（2020—2030 年）来看，要真正遏制电厂燃煤汞排放的增长，还需采用更高效的脱汞装置（例如活性炭喷射技术等）与除尘装置、烟气脱硫装置、烟气脱氮装置协同脱汞。

（5）重视有色冶金等行业的汞污染治理

除了燃煤，有色金属冶炼是汞排放的另一重要来源，也应加强对有色金属冶炼过程中汞排放控制技术、先进无汞冶炼工艺和汞的替代材料等方面的研究，以有效地降低这一部分的汞排放。

3.2.5.2 POPs 和 PTS

由于新型工业污染物一般排放量小，容易被忽视，但是一旦发生重大污染事件或出现恶性病变，往往会发生灾难性后果，从而威胁到经济和社会的稳定。

为此，对以 POPs 和 PTS 为代表的新型工业污染物的防治工作需要引起充分重视，在逐步淘汰和削减现有 POPs 和 PTS 的基础上，严格预防新的工业污染物的产生。要加强新型工业污染防治对策研究，加强国际合作交流，不断完善相关法律、法规和标准，加大技术和资金支持力度，针对可能产生 POPs 和 PTS 的重点行业与企业编制和实施综合防治行动计划。

3.2.5.3 温室气体

随着全球经济的一体化，中国在国际政治、经济等方面正在发挥越来越重要的作用，中国在全球气候保护方面的态度和所采取的行动同样影响到中国的国际形象和综合竞争力。当前，环境外交以及相关政策制订已成为谋取国家利益的重要手段。在面对新的温室气体减排形势和日益增加的国际压力下，中国应从满足国家长远发展利益和综合安全的战略角度，系统考虑经济、社会发展及技术进步与温室气体减排问题，同时加强减排政策与资源、环境和经济复杂系统的综合集成研究，充分做好相关的知识、基础数据和技术储备，选择适当的、可承受的减排水平和适当的承诺形式和时机。

（1）加强应对温室气体减排的科学研究

建立生态、能源、环境与经济复杂系统的综合集成数据库，组织中国生态系统碳汇、源强度时空分布的综合观测，建立国家碳汇管理综合数据库和集成分析系统，建立减排与气候政策模拟分析平台，加强适应与减缓气候变化的政策设计与评估。

（2）制订长期稳定的能源发展战略，加快低碳排放能源技术的开发

国内外能源形势的发展，要求中国必须制订长期稳定的能源发展战略，以保证多样、稳定、清洁、可持续的能源供应目标。未来中国能源的发展战略的一个重要内容是以最小的环境代价满足能源需求。由于减缓 CO₂ 排放的主要措施是降低化石能源的消费增长和提高能效。因此，今后中国的能源政策应鼓励提高能效与节能，优先开发和选择洁净煤、天然气、可再生能源和新能源技术，重视可再生能源中的风能、太阳能和生物能的开发和推广利用，特别是针对中国农村地区的分散用户和一些需能较小的项目。燃料电池和煤炭气化多联产技术应作为今后能源系统开发的重中之重，应该制订相应的路线和实施策略，坚持自主开发与引进消化相结合，走出一条有中国特色的清洁能源利用道路。

（3）积极推广生物碳汇技术，实施 CDM 项目，增强生态系统碳吸收能力

积极推广生物碳汇技术，适度引进国际 CDM 项目，组织基于 CDM 机制的国家碳管理框架下的清洁发展机制项目体系，鼓励国内企业的参与和区域间的合作，将生态、环境建设与增强生态系统碳吸收能力的目标有机结合，既符合中国建立经济与环境和谐发展的国家发展目标，又能实现生态保护、增强生物碳汇与树立良好国际形象的“三赢”。现阶段，国家应积极推广人工造林、森林植被保护与管理、保护性耕作与土壤管理、草原放牧管理，以及湿地恢复与管理等生物碳汇技术；从增强陆地生态系统碳吸收的角度，将目前实施中的重大生态与环境工程纳入到国家碳管理框架体系，适当采取政策扶助、投资引导等措施，提高工程的增汇效益。

清洁发展机制的优点是发展中国家可以通过该机制获得额外的《议定书》附件一国家的资金支持和环境安全与无害技术的转移。同时发展中国家可以在本国可持续发展的优先领域中选择参与清洁发展机制的项目。中国应该充分利用这个机制，制订有效的鼓励政策，调动企业的积极性，充分评估在中国实施 CDM 项目的碳汇效益和减排成本，科学布局，选择符合国情的优先项目，制订合理的 CDM 收费政策，使其目标与中国的经济结构调整和保护环境的目标相一致，特别是在能源、交通、林业等领域，通过清洁发展机制项目，努力获得相关的全球环境基金和清洁生产技术，达到节能、降耗、减污，提高技术水平。

在保证中国粮食安全和生态安全不受冲击的前提下，因地制宜，制订和实施合理的生态系统碳管理政策，重视中国现有的陆地生态系统碳汇功能的长期维持，应该鼓励相关行业和地区开发、应用和推广各种增强森林、草地、湿地和农田生态系统碳汇的技术（包括农业、林业、牧业等方面），有效地提高区域和全国陆地生态系统的碳吸收能力。

（4）加强气候变化成效的宣传工作，树立良好的绿色形象

扩大宣传，调动企业的积极性，正确引导居民消费行为，在国内形成一种节约能源，提高能源利用效率，减少温室气体排放的氛围。

加强工程碳吸收收益的评价和对外宣传，树立中国负责任发展中大国形象，为未来中国生态系统碳汇指标核算奠定基础。只要战略正确，措施得力，中国完全有可能成为在可持续发展框架下走低碳发展之路，对全球负责任的发展中国家的典范，树立绿色发展的良好国家形象。

3.2.5.4 VOCs

近几年世界各国已逐渐认识到了 VOCs 废气排放的危险性。西方主要发达国家均已颁布法令，对 VOCs 的排放进行控制。1990 年美国通过了《清洁空气法案修正案》，扩大了控制污染物的范围，提高了废气排放标准，将工业排放的 189 种排放物列为毒性空气污染物，其中大多数为 VOCs。中国的《中华人民共和国大气污染物综合排放标准》（GB 16297—1996）中，规定了 33 种大气污染物的排放标准，其中就包括了苯、甲苯、二甲苯等挥发性有机物。

由于大气 VOCs 不是中国空气质量标准中的受控物种，因此长期以来缺乏在中国系统规范的监测，对 VOCs 的水平及组成的变化及其环境影响缺乏深入的研究。因此建议“十二五”期间，要制定毒性空气污染物的国家大气质量标准，达到 VOCs 减排的目的。

3.3 结论与建议

在中国政府的高度重视和中央各部门的积极推动下，“十一五”时期的污染减排工作扎扎实实地开展了两年。期间我国经济保持了持续平稳地增长，但污染减排工作却不时地敲响警钟。2006 年两项主要污染物排放总量均不降反升，2007 年上半年一降一升，2007 年第三季度，首次出现双下降。基于我国污染物排放基数太大，粗放型的发展模式难以短时间内改变的现状，取得这样的成绩实属不易。同时，我们也应清醒地看到，当前的减排形势仍然十分严峻，在污染物的排放出现“拐点”之后能否持续，“十一五”后三年能否顺利完成任务并补上前两年的减

排欠账，是对政府、人民、全社会的巨大考验。

3.3.1 研究结论

3.3.1.1 深刻认识污染减排指标两个方面的本质属性

(1) 污染减排指标是一个衡量社会经济运行状态和质量的指标。连续 30 年的经济增长和城市化发展已付出了过大的资源环境代价。污染负荷 IPAT 方程告诉我们，环境污染负荷直接与人口数量、人均 GDP 增长以及单位 GDP 污染负荷相关。解决环境问题也必须从对应的社会经济系统中寻找答案，从“自变量”入手获得解决“因变量”问题的关键钥匙，在环境系统之外解决。国际经验证明，环境问题必须放在社会经济大系统中予以解决。因此，必须从整个社会经济的层面讨论减排指标的内涵，采用综合手段，着力解决社会经济与环境系统之间的系统性、协调性、平衡性、持续性问题，而不是“头痛医头、脚痛医脚”。应强化政府职责，真正落实目标考核，实施全过程减排策略，创造全社会共同参与的局面，才有可能避免形成“有总量、无控制”的局面，避免污染减排成为地方环境保护的“数字游戏”。

(2) 污染减排指标和节能、节水指标之间有关联，但也有本质的不同。在年均 GDP 增长 10% 的情况下，实现 20% 节能目标所降低的二氧化硫仅相当于二氧化硫动态总减排量的 45%。如果不采取任何污染减排措施和能源结构不变的情况下，完全依靠节能降低能源消耗来实现二氧化硫总量减排 10% 的目标，那么需要“十一五”期间万元 GDP 的能源消耗下降 44%。因此，实现 20% 的节能降耗目标是减排目标实现的必要条件但不是充分条件。研究表明，即使 20% 的节能指标实现后，2010 年能耗总量将同比增加 18%，能源资源消费对环境的压力持续存在。节能、节水指标甚至有可能随着 GDP 增长率高于预期而“自动”完成，是一种“软约束”。污染减排指标则是一个总量绝对削减的“刚性约束”指标，对各地唯 GDP 的粗放发展模式具有巨大的约束性。“十五”期间，尽管污染物总量仍然没有实现减排目标，但万元 GDP 的污染物排放比率指标有较大幅度的下降。节能降耗指标是否完成直接影响污染减排指标的实现，如果节能目标只实现 15%，SO₂ 减排任务将比较紧张，如果节能目标只实现 10%，实现 SO₂ 减排将极为困难；如果节能 10% 的目标不能真正完成，实现 SO₂ 减少 10% 的目标是无法完成的。

3.3.1.2 充分重视经济发展水平和速度对减排目标实现的直接影响

(1) 减排 10% 是一个未考虑经济增长的静态指标，实际减排量远高于 10%。如果“十一五”期间 GDP 以 10% 的速度增长，新建项目将导致 SO₂ 和 COD 排放量分别增加 370 万 t 和 430 万 t，分别需要削减 26% 和 40%，与静态削减率分别高出 16

个和30个百分点。绝大部分省市动态削减量比静态削减量高出2~8倍。控制新增量是污染减排的最优先任务。一些省市依然不清楚本地区的动态减排量,对任务和难度估计不足。这是当前地方落实污染减排任务中一个既非常危险又极其盲目的问题。

(2) 污染减排本身不是制约发展,而是实现发展模式转型,引导在合适的地方以合适的方式发展,污染减排目标实现必须以经济发展模式转变为前提。“十五”环境保护目标没有实现,首先是经济增长速度由规划中的7.5%提高到9.7%,五年GDP多增长了14.3%。其次,中国经济增长进入一个新的阶段,城市化、工业化加速发展,重化工业加速发展的特征日趋明显。由于经济发展速度过快、资源能源消耗难以控制,“十一五”期间污染新增量压力存在继续加大的风险和可能。2002年以来中国进入新一轮的产业结构调整阶段,迅猛的重化工发展势头反而使结构调整因素成为能耗增加的驱动因素,增加了节能降耗减排目标实现的难度。

(3) 污染物新增量受经济发展因素影响存在较大的增加可能,并将直接影响减排目标的实现。研究认为,污染减排目标实现的最不确定因素主要来自于经济社会发展的不可控性。最早的减排方案是以GDP年均递增7.5%做的,如果GDP以10%的速度增长,与7.5%的基础方案相比,仅煤炭消耗就要增加3.1亿t,SO₂新增产生量450万t、新增排放量180万t。减排边界条件和情景条件的变化、节能降耗指标能否实现、各项政策措施是否到位,都使完成污染减排目标存在一定的不确定因素。如果“十一五”期间GDP以10%的速度增长,SO₂和COD新增量将分别达到370万t和430万t,与2005年相比分别需要削减26%和40%,远高于2010年控制目标与2005年基数之间10%的削减比例。若“十一五”期间GDP增长率在10%的基础上每增加1个百分点,SO₂和COD还将分别增加77.1万t和67.5万t。研究表明,如果目前由重化工业驱动的发展格局没有根本性的变化,经济增长达到10%,那么SO₂和COD减排能力需求已经基本达到减排方案的最大潜力。若经济增长超过10%且发展模式不能得到根本转变,则必须采取进一步的政策措施,增大削减能力。2006年和2007年前三个季度经济发展已经远超原减排边界条件和目标情景条件,这使得完成污染减排目标存在很大的不确定性。

3.3.1.3 不能对实现污染减排目标持盲目乐观态度

(1) 目前的减排方案存在一些结构性的缺陷因素。二氧化硫减排过分倚重火电厂脱硫工程,处理能力测算安排不确定因素过大,非电行业煤炭消费总量不增长难以保障,没有关注二氧化硫减排中的洗煤措施,以煤为主的能源结构优化调整难度大。COD减排缺乏好的抓手,城市配套污水管网建设严重滞后,工业企业

COD 减排效果难以维持，缺乏系统性安排。

(2) 三个“不到位”是影响减排持续的制度性因素。一是投入不到位仍然是制约污染减排的关键因素。从目前的形势来看，对化学需氧量的减排投资落实是有问题的，尤其是需要政府公共投资的部分。治理投资的统计口径、事权划分和绩效管理也存在一定问题。二是政府监管能力和力度不到位。制度性因素导致排放标准低、执行率低，减排工程建设进度滞后质量堪忧，环境监管能力明显偏弱，这些都有可能使减排能力不“变真”。三是政策不到位问题，尤其是如何保证减排工程设施真正能够运行并持续发挥减排效益的经济政策，包括鼓励性的和惩罚性的政策。产业结构调整也缺乏配套政策。

(3) 全国主要污染物的减排目标实现难度非常大，减排形势不容乐观。由于中国经济的高速增长和污染减排政策实施机制比较薄弱，实现减排目标有希望但难度非常大，取得环境质量的同步改善十分困难，持续稳定减排更是一个长期的任务。总体来看，全国主要污染物的减排形势不容乐观，减排目标实现有希望但难度非常大，各项政策、措施还未完全到位，尚难以精准保证污染减排目标完成，相对而言，SO₂ 减排目标实现的可能性要比 COD 大些。在抓减排方案落实和提高政策执行力的同时，需要进一步完善政策实施保障机制，在战略上，建立节能减排指标优先的考核制度，实施强化前端和中端减排的全过程减排战略；在战术上，进一步优化、完善 COD 和 SO₂ 减排的方案及其政策；同时，应着力改变资金投入、监管力度、经济政策三个关键方面“不到位”的局面；尽早开展“十二五”污染减排的前期研究，实现污染减排的五个战略转变。

3.3.2 政策建议

3.3.2.1 建立节能减排指标优先的政绩考核制度

(1) 切实改变目前经济发展指标和污染减排指标“两张皮”的现象。污染减排指标本质上是一个衡量经济社会运行状态和质量的指标。实现污染减排目标与经济增长、能耗、水耗、技术进步、产业结构调整等密切相关。中国污染物排放量居高不下、远超环境容量，经济增长的重化工驱动特征明显，“两高一资”产业发展迅猛，生产要素流量大、效率低，在承受巨大国际贸易顺差的同时也承受着国内的“资源环境逆差”。而不少地区仍把污染减排目标和经济发展目标孤立考虑，依然是一“软”一“硬”。应从整个经济社会的层面来认识减排指标的本质属性，根据 IPAT 方程从经济社会“自变量”系统中入手寻找解决“因变量”问题的钥匙，着力解决社会经济与环境系统之间的协调性、平衡性、持续性，通过污染减排促进经济社会的协调发展。

(2) 进一步弱化 GDP 在地方党政干部政绩考核中过强的指挥棒作用, 有效控制不利于污染减排的政府行为。明确污染减排责任在地方政府而不是地方环保部门, 不能形成上级环保部门考核下级环保部门的局面。预期性的 GDP 指标增长应以确保约束性减排指标实现为前提, 完不成节能减排指标的, 就应切实压控增量; 在污染严重地区严格实行污染减排“一票否决”制度; 搞准、搞实列入干部政绩考核评价体系的环保指标, 加大污染减排指标的考核权重; 对于国家确定的限制开发和禁止开发地区, 取消 GDP 考核的硬性要求; 国资委管理的企业带头实施节能减排优先的评价体系。

3.3.2.2 实施强化前端和中端减排的全过程减排战略

(1) 实施全过程和全系统的污染减排战略。污染减排目标实现必须以经济发展模式转变为前提, 应构建从资源能源消费、污染物产生到污染物排放的全过程减排机制, 节能、降耗、技术进步、治污、监管、激励、增效等环节系统推进。要制定生产、消费、流通的全系统减排方案, 强调政府的引导作用。尤其需要强化以结构调整为主的前端减排和技术进步为主的中端减排。在源头污染物增量环节多做“减法”, 这比在治理的末端减排环节做“加法”更有效率。污染减排的优先顺序应是先控制新增量后削减存量。

(2) 加强资源能源需求侧管理, 控制资源能源消耗不受约束的增长, 实施“前端”减排。在年均 GDP 增长 10% 的情景下, 实现 20% 节能目标, 2010 年能耗总量将同比增加 18%, 而所降低的 SO_2 仅相当于其总减排任务的 45%。如果不采取任何减排措施和能源结构不变化, 而完全依靠节能降耗来实现 SO_2 总量减排 10% 的目标, 那么万元 GDP 能源消耗需要下降 44%, 这显然是不可能的。相对以比率形式表达的节能节水指标而言, 污染减排指标则是一个总量绝对削减的“刚性约束”指标。实现 20% 节能降耗目标则是实现减排目标的必要前提条件。对照目前能源和产业发展规划, 要实现节能减排目标, “十一五”期间非电行业煤炭消费仅能增加 1.7 亿 t, 燃煤工业锅炉煤炭消费量则需实现零增长, 极难做到。因此, 需要合理控制能源资源消耗, 为污染减排创造基础条件。

(3) 控制“双高”产业的发展, 提高发展质量, 实施“中端”减排, 控制污染物新增量。应严格环境准入, 提高环保部门独立性和参与经济环境综合决策能力, 建立基于总量控制的产业政策、市场准入制度, 实施经济发展与污染减排的一体化政策。建议全国人大开展政府部门规划环评的实施检查, 提高地方政府的环境政策执行力。继续实施“区域限批”“流域限批”和“行业限批”, 加强“两高”行业信贷监控, 抑制“两高一资”行业的配额、许可、禁、限、信贷、税收等调控手段应再硬些, 再严些, 鼓励环保进出口贸易的直补退税、减免税改革力

度应再更大些，步子更快些。建议建立经济—能源—减排的联动预警机制，近期优先建立经济—能源—环境—减排形势的中短期诊断平台，定期进行经济—能源—环境三大指标的联动分析和宏观预测，为污染减排决策提供技术支持平台。

3.3.2.3 突破重点领域和行业的化学需氧量减排

(1) 政府切实承担起责任，下大力气抓好城市污水处理及其管网建设、运行问题。根据美国、欧盟、日本的历史经验，各级政府应把城市污水处理厂建设作为最优先的政府事权和公共财政保障领域之一。不能片面强调市场机制而推卸政府建设城市环境基础设施的主体责任，在运营环节可全面实施企业化并逐步市场化，财政资金尤其是中央财政资金不宜补助污水处理厂运行费。对中西部和重点流域污水处理厂建设，中央财政仍然应给予引导性的财政支持。同时，要把污泥处理、管网建设作为污水处理设施建设中不可分割的组成部分，实现管网建设、污水处理、污泥处理的“三同时”。污水处理厂立项审批过程中，应充分考虑 COD 减排绩效，严格遵守“管网先行”的原则，将处理负荷实现率、处理收费政策到位率作为中央各项财政支持的前提条件。对未达到政策规定要求的，可以部分取消中央财政转移支付等资金。中央财政管网建设“以奖代补”资金不宜局限于污水管网规划建设长度单一因素，应与形成处理能力以及实际城市污水 COD 减排量挂钩，考核污水处理厂负荷率和 COD 减排实际效果，并实施“早建多补”的政策。

(2) 制定重点行业减排方案和措施。大力推进重污染行业 COD 减排实施综合方案的制定，分解行业 COD 减排任务，细化行业减排要求和措施。首先应抓紧造纸、化工、纺织和食品及饮料制造业 COD 减排方案的制定。出台针对性的包括技术政策、经济政策、产业政策在内的综合性产业政策。借鉴欧盟和美国的经验，出台行业性的污染减排指导手册。按照《节能减排综合性工作方案》要求，敦促各地限期公布淘汰落后产能的名单，并与“限批”政策和新建项目审查挂钩。

(3) 提高部分行业排放标准，提高排放达标率。鼓励地方政府实施严于国家标准的行业排放标准，尤其是经济发达和污染严重的东部发达地区。建立行业标准定期修订制度，对部分行业的国家排放标准提高要求，近期优先抓好造纸排放标准的修订工作。加强技术信息交流和技术转移，提高科技对减排的推动作用。加强监管，建立排放标准与许可证结合管理的实施体制，加大对超标排放等环境违法行为的处罚力度，提高企业达标排放水平。尽快批准实施《重点流域“十一五”水污染防治规划》。

3.3.2.4 着力抓好二氧化硫的系统减排

(1) 在煤炭开采和使用全过程中实施二氧化硫系统减排。应强化成本效益分

析,实现二氧化硫污染控制工作的持续化、系统化、全过程化。调整煤炭生产结构,将多年前控制高硫煤开采的硫含量下限从3%调整为2.5%或2%,促进低硫优质煤的开发和利用;利用节能减排资金支持洗选煤和鼓励使用洗选煤,加强中小煤炭用户的用煤质量管理;提高工业锅炉的设计标准,提高燃烧效率,优化能源结构,提高能源效率;强化脱硫工程的监控和后评估,重视燃煤工业锅炉的污染控制;着力研究解决电厂脱硫石膏的综合利用,避免二次污染问题。

(2) 提升洗选煤对二氧化硫减排的贡献比例。第一,必须严格依法要求建设煤矿的同时必须建设洗煤厂,整顿改造小煤矿同时整顿关闭效率低、污染严重的小型洗煤厂,严格限制新建年入选原煤能力小于30万t的洗煤厂;第二,设立引导资金,加强洗选技术的研发或引进,解决中国技术装备可靠性差、选煤比重偏低的问题,提高洗选加工工业的工艺设计与管理水平;第三,合理分配洗选煤的流向,优质煤优先供城市和民用,高硫煤主要用于脱硫电厂;第四,采取措施,解决煤矸石利用、制酸等洗煤附属问题,促进洗选煤的可持续化;第五,全国分地区制定分煤种、品种和质量的煤炭基价目录,炼焦煤以灰分计价,动力煤以发热计价。同时降低精煤运价,鼓励煤矿多洗、铁路多运精煤。

(3) 进一步完善和落实火电脱硫政策措施。“十一五”期间,选择电力行业作为SO₂减排重点的举措尽管存在一些风险,但依然是一个基本正确的选择,应抓好落实。建议尽快出台燃煤电厂脱硫工程设计国家规范,制定工程建设标准,规范建设和运营市场,加强脱硫特许经营监管,避免脱硫设施建成之时就是技术改造之时现象的发生。落实现有燃煤机组脱硫加价和电网负担政策。新(扩)建燃煤机组鼓励不设置烟气旁路通道。燃煤电厂(机组)应建立脱硫设施运行台账,并实现与省市和国家排放监控系统的联网。

(4) 制定脱硫石膏综合利用政策。出台鼓励使用脱硫石膏能够替代的产品生产的政策,适当限制天然石膏的开采,扩大脱硫石膏产品的销售市场;加大对脱硫石膏利用的政策支持力度,进一步完善和落实资源综合利用税收优惠政策,对综合利用或全部利用脱硫石膏的企业减免增值税;加大监控力度,保证电厂脱硫设备正常运行,确保下游资源综合利用企业的原材料供给。同时,积极发展脱硫与制酸资源化相结合的工艺,改变大量脱硫石膏堆积的同时又大量进口硫黄制酸的局面。

3.3.2.5 中央政府发挥与财权相适应的污染减排事权

(1) 中央政府应率先垂范,实施“一级财权、一级事权”的减排制度。目前的中央、地方财税分配体制与中央、地方政府环境事权分配体制反差较大,建议中央政府在污染减排上发挥与财权相适应的事权权责,改变以事权确定减排财权

的做法。在短期事权划分难以明确的情况下,可先借鉴美国、日本等国家的经验,以国家统一编制、批复专项规划、计划的形式确定中央政府财权和事权。考虑到污染减排的紧迫性和长期性,建议借鉴美国等联邦政府在污水、垃圾处理建设上承担较大财权的做法,中央财政加大环保在优先领域的份额,制定国家在环保领域更积极的投资政策,在新增财力中拿出 5%~10% 用于环境保护,财政转移支付也要加大环境保护的权重。借鉴日本环境事业团或者美国污水处理州周转基金等做法,成立预算内污染减排和环境保护基本建设资金。

(2) 地方政府应切实落实职责,加大减排投入力度。建议将增加环保投入作为环保法重要的修改内容,明确政府在环保投入的引导作用,确保最基本的财政投入底线。确定环保经费占财政预算支出比例或增长比率指标,保障“211”科目“有渠有水”、良性循环,使全面完成减排任务有足够的资金保障。同时,要研究出台符合实际的污染治理投资统计口径和方法,按照欧盟等国际惯例不再将仅有间接环保效益的绿化园林建设、燃气集中供热等生产投资和基础设施投资列入环保投资。

(3) 尽快研究出台新财税体制下企业治污投融资政策。鉴于 1984 年中央政府规定的企业环境保护九条融资渠道政策已经完全不适应新的形势,建议尽快研究出台新财税体制下环保投资政策,疏通企业治污资金筹措渠道和机制。加快对用于污染治理、节能减排等方面的企业设备允许增值税进项抵扣或者按一定比率实施所得税税额抵免,对企业在治污项目贷款额度、贷款利率、还贷条件等方面给予优惠,尽快制定和实行治污项目用地供应、用电价格、加速折旧等扶持政策。

3.3.2.6 强化监管和综合能力,确保设施发挥减排效益

(1) 加强污染减排的法规建设和协调机制。抓紧出台《主要污染物排放总量控制条例》,为污染减排提供法律保障。围绕污染减排工作对环境管理进行强化、集成,做好限期治理、排污许可证管理、环境影响评价、竣工验收要求等与污染减排工作的衔接。在有条件的地区,试行环境监测和环境监察独立和垂直管理。参照日本经验,建立受企业和当地环保局双重领导的驻厂环境监督员制度,实行职业资格管理。开展重点污染企业环境行为和污染减排情况定期巡视报告制度的试点工作。借鉴加拿大的做法,对企业按达标型、风险管理型和领先型三类区别管理。

(2) 严格在线监测设备的运行监管,确保治理设施稳定运行。将治污设施运行作为环境监管的重要内容,以监管促进设施稳定运行。强化在线监测设备管理,加强在线设备准入,推行“第三方运行”,明确在线监测数据法律地位。以削减量为中心,强化污染减排数据的整合和动态管理,具备摸清家底、说清排放量、分

析形势的基本能力，确保设施建成并发挥作用。加快实施《国家环境监管能力建设规划》，落实运行经费和保障机制。增加区域环保督察中心能力，强化其监督执法功能，特别是发挥污染减排的执法监管作用。

(3) 推进污染减排信息公开，强化公众参与。加快建立国控重点污染源排放数据库，向社会公布全国重点污染源和重点污染行业企业污染减排信息。采用包括命令型手段（CACs）、经济手段和自愿手段在内的“混合”政策措施。试点采用第三方和社会力量监督污染减排效果的方式，强化公众参与，使得污染减排与公众环境利益挂钩。

3.3.2.7 加快建立污染减排的长效政策措施

(1) 进一步推进资源环境价格税费改革。建立水资源和煤炭资源全成本价格形成机制。对重污染行业，如医药、化工、造纸等，效仿电厂脱硫的做法，实行差别电价、阶梯水价政策。提高排污收费标准，扩宽征收面，加大征收力度。将高污染、高能耗产品纳入消费税征收范围。提高煤炭、石油和天然气的资源税税额标准。在制定独立型环境税方案中，要重点选择污染物排放和严重污染产品作为环境税的税基。

(2) 出台优惠激励政策支持污染减排。进一步落实对脱硫机组实施优惠的发电小时数政策；按照污染物削减成本对关停落后产能的企业实行经济补偿；建立重点污染企业环境行为数据库，加强环保、税收、银行系统信息交流，将节能减排和环境行为作为政策优惠、贷款发放的重要前提条件；对超额完成减排任务、环境行为良好的企业，给予适当形式的奖励和表彰；对区域限批的地区的贷款结构进行调整，对未完成减排任务、违法排污的企业，取消优惠税收政策、减少补贴；学习美国的经验，积极开展排污指标有偿取得和排污权交易试点，逐步推广排污权交易，使企业从减排中获利。

(3) 引导绿色消费，实施全社会减排。借鉴美国新《能源政策法》，政府投入为引导，采用减（免）税、消费者直接补贴等激励手段，推进节能减排型产品的生产和消费，激励全社会参与节能减排。加大绿色产品政府采购力度，提出政府绿色采购、节能建筑、节水减排等比例要求和奖惩政策。

3.3.2.8 继续稳步推进“十二五”污染减排

(1) 实现污染减排的“五个转变”。未来20年，中国资源、能源、人口、工业化压力不会得到根本的缓解，经济、社会发展对环境的压力将持续存在，削减污染排放总量将是中国环境保护一个长期而艰巨的任务。“十二五”期间乃至从现在开始，实施体现“五个转变”的污染减排新战略：一是从单纯注重排放总量减排向总量减排与环境质量改善相结合转变；二是从过分偏重重点行业减排向全面

削减转变；三是从单一污染物的总量控制向多种污染物协同控制转变；四是从关注落实减排工程能力向关注减排工程质量和减排实际效果转变；五是从依赖行政手段向更多地利用市场经济手段转变。

（2）合理选择“十二五”污染减排战略路径。积极推进污染物排放总量控制的法律化、科学化；建立和实施总量控制和质量改善并重的指标体系；强化总量控制的地方实施可操作性；着手开展燃煤工业锅炉减排，实现 SO_2 污染减排的转型；逐步实施火电行业氮氧化物总量控制；选择重点流域和湖泊开展氨氮总量控制；选择部分敏感湖库开展氮、磷总量控制试点；在局部地区开展非点源总量控制的试点；对 POPs、汞、VOCs 等新凸现的环境问题进行积极的预防和控制；制定和实施污染场地修复、污染土壤修复和电子废物无害化等工程示范规划。