

火力发电厂水资源分析 及节水减排技术

杨尚宝 韩买良 编著

HUOLI FDIANCHANG
SHUIZIYUAN FENXI
JI JIESHUI JIANPAI JISHU



化学工业出版社

火力发电厂水资源分析 & 节水减排技术

杨尚宝 韩买良 编著



化学工业出版社

· 北京 ·

前言

FOREWORD

水是人类生命之源，水资源是人类赖以生存的最宝贵的而且是不可替代的资源。当前水资源问题的日益突出使人们感到不安，促使人们加强思考，并努力在实践的基础上总结并探求水资源工作的理论和方法。

电力企业是国民经济的重要组成部分和支柱产业，对促进经济增长、推进技术创新所发挥的作用越来越大，成为推动生产力发展、建设和谐社会的重要力量，是实现节能减排目标和经济结构调整及转变发展方式的排头兵。当前，国内电源项目以火力发电为主，很多煤炭资源丰富的地方因水资源匮乏，原始资源型缺水问题日益突出，水的消耗高低直接影响到电厂的经济效益，寻求新的水源也迫在眉睫。因此，加强水资源的开发利用和节水技术的研究，提出节水的改进措施和方案，提高用水效率、减少废水排放，既能响应国家加快建设节约型社会和世界范围低碳经济的要求，又符合国家环保政策，同时对提升电厂经济效益，保障可持续发展有着十分重要的作用。另外，供水的可靠性对于电厂十分重要，未来的电厂必须掌握一定量可靠的、稳定的水资源储备。

本书是在中国华电工程集团有限公司课题项目“火力发电厂水资源现状及水污染治理调研”基础上整理并由杨尚宝、韩买良编著。课题组成员还有马骏彪、黄湘、彭桂云、严新荣、许全坤、庄荣、张宇龙等。书中系统地介绍了火力发电厂水资源利用和水务管理情况，比较国内外的火电厂耗水指标，研究水资源的开发利用和电厂节水技术、改进措施等；讨论了电源点建设所面临的环境保护和水资源紧缺的影响，提出根据电源点总体发展和分布，科学制定水资源储备战略思路；建议新的电源点建设可以规划采用城市污水、矿井水等作为火力发电厂项目建设的用水发展方向，海滨电厂可以采用电、热、水一体的建设模式，并可对外提供淡水以及工业盐等附加产品，没有污染物的排放，可实现绿色循环经济。

编著者

2010年6月

目录

CONTENTS

第一章 水资源调查	1
第一节 水资源分布及利用情况	1
一、水资源结构及分布	1
二、水资源利用情况	3
第二节 水资源质量及主要污染状况	13
一、水资源质量及污染源	13
二、地区水污染情况	29
三、我国水资源治理现状	34
四、国内环保设备应用现状	40
五、世界发达国家解决水资源问题的方法	40
第二章 国内火力发电厂基本概况	43
第一节 我国能源结构	43
第二节 全国发电量及火力发电装机容量	44
一、全国发电量变化趋势	44
二、火力发电厂数量及装机容量变化趋势	44
三、火力发电厂发电规模变化走势	45
四、火力发电厂地区分布格局	49
第三章 火力发电厂水耗情况调查及分析	52
第一节 火力发电厂水耗调查	52
一、主要调查内容	53
二、各类型电厂耗水分析	55
第二节 华电集团公司水资源调查及分析	57
一、电厂水源情况	57
二、电厂耗水量情况	58
第三节 火力发电厂耗水率预测模型	62
一、利用主成分分析法分析指标选择	62
二、构建火力发电厂单位发电量水耗模型	62
第四章 火力发电厂水资源评价分析及解决途径	68
第一节 全国分区域水资源危机程度评价模型建立与分析	68
一、可用水资源指数分析	68
二、火力发电耗水指数分析	72
三、分区域水资源危机程度评价模型	76
第二节 火力发电水资源危机的未来走向分析	77

一、发展节水技术	77
二、火力发电厂节水方式	77
三、节水技术的应用对危机改善程度分析	79
四、火力发电厂节水潜力	80
第三节 火力发电厂解决水资源的途径及水资源的储备	82
一、发展城市污水作为火力发电厂的水资源战略	83
二、发展海水淡化在火力发电厂生产中的应用	85
三、节约用水降低耗水指标	86
四、切实做好电厂水务管理工作	89
第五章 火力发电厂水处理常用技术解析	91
第一节 电厂化学水处理流程及发展历程	91
第二节 锅炉补给水处理	92
一、传统预处理系统	92
二、水的化学除盐	93
第三节 凝结水精处理	94
一、“中抽法”分离装置	95
二、“FullSep”分离装置	95
三、“CONSEp”锥斗分离装置	96
四、“FineSep”高塔分离法	96
第四节 循环水处理	97
一、早期的循环水处理技术	98
二、现代的循环水处理技术	98
三、循环水处理技术新进展	99
第五节 电厂工业废水处理	100
第六节 汽轮及发电机相关化学处理	101
一、汽轮机叶片积盐处理	101
二、发电机内冷水处理	102
第六章 中水回用技术	104
第一节 中水系统	104
一、中水系统定义	104
二、中水应用情况	104
三、中水系统的分类	105
四、中水系统发展趋势	105
第二节 传统中水处理技术	106
一、中水处理技术概述	106
二、水质净化处理技术的发展历程	106
三、常用中水处理方法及新技术应用	107
第三节 化学和物化处理技术	108

一、物理法	108
二、化学法	109
第四节 好氧生物处理	110
一、好氧生物处理简介	110
二、主要好氧生物处理技术	111
三、好氧生物处理技术发展趋势	113
第五节 厌氧处理技术	113
一、厌氧生物处理技术的基本原理	113
二、影响因素	114
三、技术发展展望	115
第六节 污水的生物脱氮除磷	116
一、污水生物脱氮除磷机理	116
二、污水生物脱氮技术	116
三、污水生物除磷技术	117
四、技术发展方向	118
第七节 膜生物反应器	118
一、膜生物反应器技术简介	118
二、膜生物反应器的类型和特点	118
三、MBR 研究及工艺组合	119
四、MBR 存在的问题及展望	120
第八节 深度处理方法	121
第七章 火力发电厂废水回收与利用	124
第一节 火力发电厂用水与排水	124
一、火力发电厂用水情况	124
二、火力发电厂废水主要来源	124
第二节 火力发电厂废水的形成、分类及排放控制	124
一、分类	124
二、排放标准	125
第三节 废水的收集	125
第四节 火力发电厂的水平衡优化	126
一、水平衡优化的主要内容和目标	126
二、水平衡优化的关键	126
第五节 废水集中处理站	128
一、废水处理系统与布置	128
二、主要特点	129
第六节 循环水冷却水系统	130
一、循环水冷却设备分类	130
二、循环水冷却水系统常用方法	131

第七节 脱硫废水处理	132
一、处理工艺	133
二、工艺处理流程	134
第八节 冲灰水回用处理技术	134
第九节 电厂排水的回收利用	135
一、含煤废水的处理回用	135
二、含油废水的处理回用	136
三、生活污水的处理回用	137
四、净水站排泥水的回收复用	137
五、锅炉补给水处理系统排水的回收复用	138
六、厂区杂用水的回收处理与复用	138
七、脱硫工艺系统废水排水的回收处理与复用	138
八、循环水系统排水的复用	138
第八章 火力发电厂新水源的利用	139
第一节 城市污水用于电厂循环冷却水的方法	139
一、技术路线	139
二、石灰处理技术	140
第二节 海水在火力发电厂的应用	142
一、海水在火力发电厂的应用情况	142
二、海水淡化技术选择	146
三、海水在火力发电厂应用的研究方向	150
第三节 矿坑水在火力发电厂的应用	151
一、我国矿坑水的排放量	151
二、矿坑水的水质与利用	151
三、矿坑水在火力发电厂中的应用	152
第九章 火力发电节水工艺案例分析	153
第一节 陕西华电蒲城发电有限责任公司循环水回用工程	153
一、工程概况	153
二、循环水回用系统	153
三、水网改造	156
第二节 华能平凉发电有限责任公司节水案例	167
一、电厂基本情况	167
二、电厂水耗、排污情况及节水措施	167
三、电厂节水效果	169
第三节 华能德州电厂节水案例	170
一、电厂基本情况	170
二、节水措施	171
三、节水效果	173

第四节 河南洛阳首阳山电厂三期工程	174
一、电厂概况	174
二、系统节水分析	174
三、主要节水措施	176
四、新建 $2\times 600\text{MW}$ 水处理系统主要内容	177
五、全厂水量平衡设计结论	179
第五节 华能玉环电厂海水淡化工程	179
一、工程背景	179
二、膜法海水淡化	180
三、海水淡化系统运行情况和制水成本分析	184
四、结论	185
第六节 阜新煤矸石热电厂矿井水利用案例	185
一、工程背景	185
二、矿井水的化学组成	185
三、工艺设计	186
四、效果与结论	187
第七节 空冷机组应用案例分析	187
一、空冷机组和水冷机组对比分析	187
二、电厂用水及节水指标评价	190
参考文献	191

第一章 水资源调查



我国是一个干旱及缺水严重的国家，2008 年淡水资源总量为 27434.3 亿立方米，占全球水资源的 6%，但是人均只有 2071.1m³，是世界平均水平的 1/4，世界排名第 120 位。在这些水资源中，可以被利用的淡水资源仅占约 41%，大概是 11250 千亿立方米，人均可以利用水资源量大概是 849m³，且分布十分不均衡。长江流域及其以南地区占全国面积的 36.5%，水资源占 81%，而北方地区（长江以北）国土面积占 63.5%，水资源量仅占全国的 19%。到 2030 年，我国人口预计达到 16 亿，届时年人均水消费预计达到 1700m³。如果我国水资源得不到有效监管，那么 2030 年我国的用水需求将达到 8180 亿立方米，供水缺口 2010 亿立方米。同时，水资源的匮乏及污染每年耗去我国 GDP 总量的 2.3%。水资源对于我国的社会稳定、经济增长、粮食安全以及公共卫生起着至关重要的作用，水资源问题本身也是一个国家的安全问题。

第一节 水资源分布及利用情况

一、水资源结构及分布

水资源主要由地表水和地下水构成，2004～2008 年，我国水资源总量整体呈增加趋势，2008 年达到 27434.3 亿立方米，其中地表水是主要水资源，2008 年，地表水资源量为 26377 亿立方米，地下水资源量为 8122 亿立方米，见表 1-1。

表 1-1 2004～2008 年我国水资源结构

年份	水资源总量 /亿立方米	地表水资源量	地下水资源量	地表水与地下水 资源重复量
2004	24129.6	23126.4	7436.3	6433.1
2005	28053.1	26982.4	8091.1	7020.4
2006	25330.1	24358.1	7642.9	6670.8
2007	25255.2	24242.5	7617.2	6604.5
2008	27434.3	26377.0	8122.0	7064.7

注：资料来源于国家统计局。

西南、华南、华东地区是我国水资源较丰富的地区，具体来看，2008 年水资源总量超过 1000 亿立方米的省市共计 10 个，总量从大到小依次为西藏、四川、云南、广西、广东、湖南、江西、贵州、福建、湖北；水资源总量小于 300 亿立方米的省市共计 8 个，总量从大到小依次为辽宁、甘肃、河北、山西、上海、北京、天津、宁夏。具体情况见表 1-2。

表 1-2 2008 年底中国水资源分布情况

单位: 亿立方米

地区	水资源总量	地表 水资源量	地下 水资源量	地表水与地下 水资源重复量
华北地区				
北京	34.2	12.8	24.9	3.5
天津	18.3	13.6	5.9	1.2
河北	161.0	62.4	136.3	37.7
山西	87.4	51.3	78.9	42.8
内蒙古	412.1	274.8	235.1	97.9
小计	713.0	414.9	481.1	183.1
东北地区				
辽宁	266.0	226.8	105.4	66.2
吉林	332.0	276.6	99.6	44.2
黑龙江	462.0	341.9	247.8	127.7
小计	1060.0	845.3	452.8	238.1
华东地区				
上海	37.0	30.0	10.2	3.3
江苏	378.0	280.9	111.3	14.2
浙江	855.2	839.9	198.1	182.8
安徽	699.3	651.9	178.1	130.7
福建	1036.9	1035.7	303.9	302.7
江西	1356.2	1335.7	370.3	349.8
山东	328.7	229.0	180.6	80.8
小计	4691.3	4403.1	1352.5	1064.3
华中地区				
河南	371.3	259.1	188.3	76.1
湖北	1033.9	1003.7	282.0	251.8
湖南	1600.0	1593.1	386.2	379.4
小计	3005.2	2855.9	856.5	707.3
华南地区				
广东	2206.8	2197.3	506.9	497.3
广西	2282.5	2282.5	504.8	504.8
海南	419.1	414.1	97.9	92.9
小计	4908.4	4893.9	1109.6	1095.0
西南地区				
重庆	576.9	576.9	88.4	88.4
四川	2489.9	2488.3	598.2	596.6
贵州	1140.7	1140.7	265.0	265.0
云南	2314.5	2314.5	801.6	801.6
西藏	4560.2	4560.2	1054.3	1054.3
小计	11082.2	11080.6	2807.5	2805.9
西北地区				
陕西	304.0	285.0	107.6	88.6
甘肃	187.5	179.3	114.3	106.2
青海	658.1	640.0	298.5	280.4
宁夏	9.2	6.6	23.2	20.6
新疆	815.6	772.5	518.5	475.3
小计	1974.4	1883.4	1062.1	971.1

注: 资料来源于国家统计局。

从图 1-1 可以看到，西南、华南、华东地区是我国水资源较丰富的地区，2008 年，这三个地区的水资源量分别占到总量的 40.4%、17.9%和 17.1%。

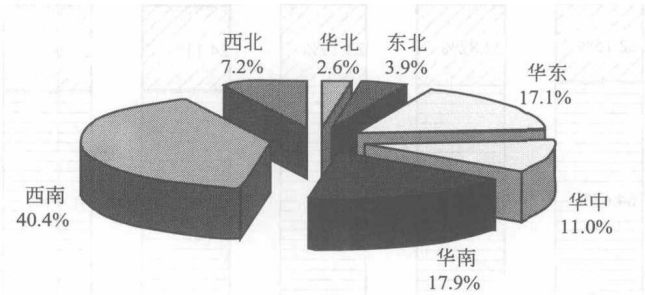


图 1-1 2008 年我国各地区水资源总量结构（资料来源：国家统计局）

二、水资源利用情况

1. 全国用水总量

2004~2008 年，我国用水总量呈逐年上升趋势，2008 年达到 5910 亿立方米，同比增长 1.57%，比 2004 年的 5547.8 亿立方米多出约 363 亿立方米，如图 1-2 所示。

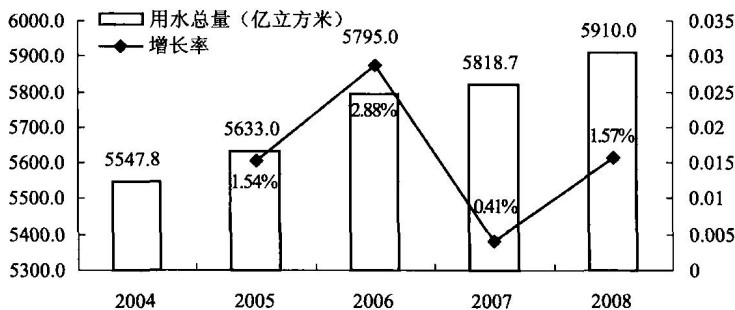


图 1-2 2004~2008 年全国用水量变化情况（资料来源：国家统计局）

2. 用水结构

从表 1-3 和图 1-3 可以看到，农业为我国用水主要领域。2008 年，我国农业用

表 1-3 2004~2008 年全国用水量变化情况

年份	用水量/亿立方米					人均用水量 /m³
	总量	农业	工业	生活	生态	
2004	5547.8	3585.7	1228.9	651.2	82.0	428.0
2005	5633.0	3580.0	1285.2	675.1	92.7	432.1
2006	5795.0	3664.4	1343.8	693.8	93.0	442.0
2007	5818.7	3599.5	1403.0	710.4	105.7	441.5
2008	5910.0	3663.5	1397.1	729.3	120.2	446.2

注：资料来源于国家统计局。

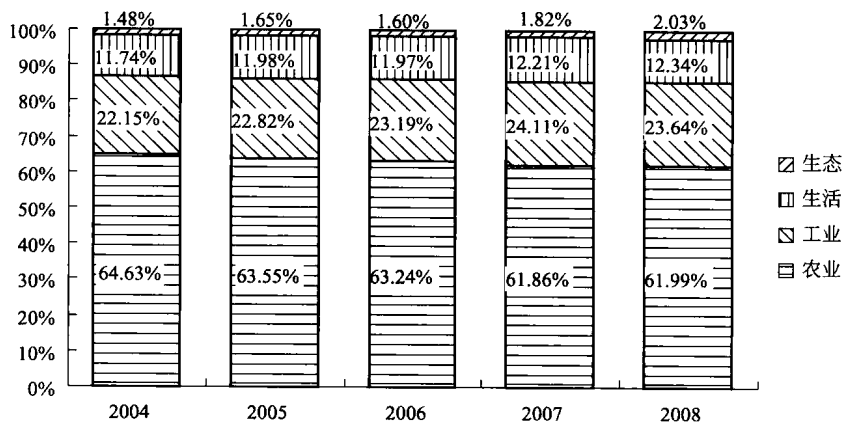


图 1-3 2004~2008 年我国用水结构变化情况 (资料来源: 国家统计局)

水量达到 3663.5 亿立方米, 工业为 1397.1 亿立方米, 生活用水 729.3 亿立方米, 生态用水 120.2 亿立方米。从 2004~2008 年用水结构的变化情况来看, 农业用水比重呈逐年下降趋势, 从 2004 年的 64.63% 下滑到 2008 年的 61.99%; 生态用水比重增长较快, 从 2004 年的 1.48% 上升到 2008 年的 2.03%。

(1) 农业用水

水利部的调查显示, 我国农田灌溉用水量占我国总用水量的 63% 左右, 达 3500 亿~3600 亿立方米, 而整个农业用水占总用水量的 70%, 这一比例在西北等缺水地区甚至达到 80% 以上。农业用水远高于工业和生活用水所占的比例, 但这远远不够用, 我国全部耕地中只有 40% 能够确保灌溉, 全国正常年份农业缺水量达 300 亿立方米 (全国总缺水量为近 400 亿立方米)。有关资料显示, 每年农业因缺水造成的损失超过 1500 亿元。

农业用水量大是事实, 但农业用水浪费现象严重, 这也是事实。由于抽取地下水不要钱, 农民只需支付少量的电费就行。我国现有有效灌溉面积 8.1 亿亩 (1 亩 = 666.7m², 下同), 98% 仍然采用古老的漫灌技术。由于技术落后, 斗渠以上的输水渠道损失的水量占灌溉总用水量的 60%, 加上田间渠道的输水损失和田间深层渗漏损失, 浪费的水资源高达灌溉用水量的 70%, 说明灌溉不仅是水资源的浪费大户, 也是节水潜力最大的一个领域。

“面对严重的水资源危机, 大力进行节水无疑是最为科学也最为经济的战略选择。” 2009 年 “两会” 期间, 九三学社一份《关于从战略高度推进节水农业发展的建议》认为, 应把节水特别是农业节水置于国家战略高度给予更多重视。这份建议说, 从粮食安全角度考虑, 2030 年我国粮食总需求将达到 7 亿吨左右, 即未来 20 年我国的粮食总产量要增长 40%, 这必将进一步加大农业用水的供需矛盾, 从保障粮食安全的高度来看, 农业用水高效、节约势在必行。专家测算, 相对于工业和生活节水而言, 农业节水潜力巨大。当前, 全国农田灌溉水平平均利用系数只有 0.46, 远低于发达国家 0.7~0.8 的水平, 如果能提高到 0.55, 每年就可实现节水

达 300 亿立方米。

(2) 生活用水

我国 600 多个城市中有 400 多个城市存在供水不足的问题，其中比较严重的缺水城市达 110 个，全国城市缺水总量为 60 亿立方米。在 32 个百万人口以上的特大城市中，有 30 个城市长期受缺水困扰。世界银行《解决中国的水稀缺：关于水资源管理若干问题的建议》报告表明，中国有超过 3 亿农村居民没有安全的饮用水，城市地区数百万人口的饮用水受污染，水危机导致的损失已经占到中国 GDP 的约 2.3%。审计署 2010 年 3 月有关报告显示：“2006 年至 2008 年，103 个县 123.3 万人的饮水安全问题没有得到解决，截至 2008 年底，审计抽查 72 个县的农村学校中，饮水达不到国家规定标准的占 35%。”种种迹象警示，我们必须正视我国的水资源危机。

(3) 工业用水

根据国家统计局资料（图 1-4），2004~2008 年，我国工业用水量整体呈上升趋势，2007 年达到 1403 亿立方米，同比增长 4.41%，2008 年同比 2007 年下降 0.42%，用水量为 1397.1 亿立方米。

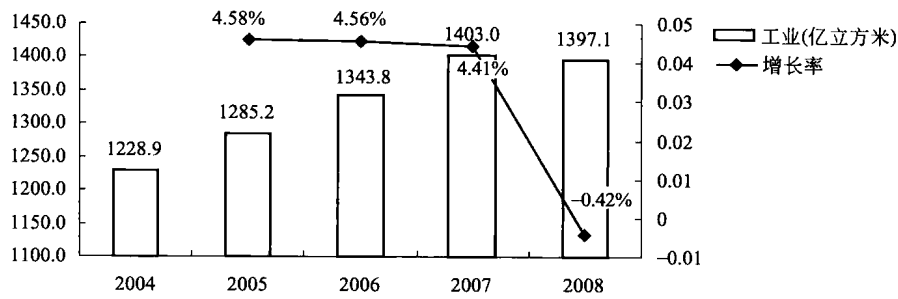


图 1-4 2004~2008 年中国工业用水量变化情况（资料来源：国家统计局）

3. 地区水资源利用情况

(1) 各地区人口分布密度

2008 年全国各地区人口分布及人均用水量见表 1-4。

表 1-4 2008 年全国各地区人口分布及人均用水量

地区	总人口/万人	城镇人口/万人	农村人口/万人	人均用水量/m³
华北地区				
北京	1695	1439	256	210.8
天津	1176	908	268	194.9
河北	6989	2928	4061	280.0
山西	3411	1539	1872	167.3
内蒙古	2414	1248	1166	729.5
小计	15684	8062	7622	310.8

续表

地区	总人口/万人	城镇人口/万人	农村人口/万人	人均用水量/m ³
东北地区				
辽宁	4315	2591	1724	331.5
吉林	2734	1455	1279	381.0
黑龙江	3825	2119	1706	776.6
小计	10874	6165	4709	500.5
华东地区				
上海	1888	1673	215	639.5
江苏	7677	4169	3509	729.7
浙江	5120	2949	2171	425.6
安徽	6135	2485	3650	434.8
福建	3604	1798	1806	551.3
江西	4400	1820	2580	534.2
山东	9417	4483	4935	234.1
小计	38242	19377	18865	475.9
华中地区				
河南	9429	3397	6032	242.2
湖北	5711	2581	3130	474.5
湖南	6380	2689	3691	508.2
小计	21520	8668	12852	382.7
华南地区				
广东	9544	6048	3496	486.0
广西	4816	1838	2978	647.1
海南	854	410	444	552.0
小计	15214	8296	6918	540.7
西南地区				
重庆	2839	1419	1420	292.7
四川	8138	3044	5094	255.3
贵州	3793	1104	2689	269.7
云南	4543	1499	3044	338.2
西藏	287	65	222	1314.5
小计	19600	7131	12469	298.2
西北地区				
陕西	3762	1584	2178	227.6
甘肃	2628	845	1783	465.9
青海	554	227	327	621.3
宁夏	618	278	340	1208.1
新疆	2131	845	1286	2499.9
小计	9693	3778	5915	876.7

注：资料来源于国家统计局。

(2) 全国各地区水消费结构

2008年,我国农业、工业、生活用水所占的比重分别为61.99%、23.64%和12.34%。从全国各地区水资源消费结构来看,工业用水比例超过30%的省市主要

有上海、重庆、福建、江苏、湖北、贵州、安徽；生活用水比重超过 16% 的省市主要有北京、天津、重庆、广东、上海、辽宁、山西；农业用水比例超过 70% 的省市主要有新疆、宁夏、西藏、甘肃、内蒙古、海南、黑龙江、河北、山东。详见表 1-5。

表 1-5 2008 年全国各地区水资源消费结构 单位：亿立方米

地区	用水总量	农业	工业	生活	生态
华北地区					
北京	35.1	11.4	5.2	15.3	3.2
天津	22.3	13.0	3.8	4.9	0.7
河北	195.0	143.2	25.2	23.4	3.2
山西	56.9	32.9	13.5	9.8	0.7
内蒙古	175.8	134.1	20.5	14.7	6.5
小计	485.1	334.6	68.2	68.1	14.3
东北地区					
辽宁	142.8	90.9	24.7	24.6	2.7
吉林	104.1	69.3	19.3	13.3	2.2
黑龙江	297.0	218.2	57.6	18.8	2.5
小计	543.9	378.3	101.5	56.7	7.4
华东地区					
上海	119.8	16.7	79.6	22.4	1.1
江苏	558.3	287.3	209.4	49.5	12.1
浙江	216.6	98.7	61.0	36.3	20.5
安徽	266.4	151.9	85.4	27.4	1.6
福建	198.0	99.3	75.4	21.9	1.4
江西	234.2	148.9	59.9	23.4	2.0
山东	219.9	157.6	24.7	33.9	3.7
小计	1813.2	960.5	595.4	214.7	42.5
华中地区					
河南	227.5	133.5	51.4	34.8	7.8
湖北	270.7	142.8	97.0	30.8	0.1
湖南	323.6	193.2	82.0	45.1	3.4
小计	821.9	469.5	230.4	110.7	11.2
华南地区					
广东	461.5	227.7	137.2	89.8	6.8
广西	310.1	202.9	51.7	50.0	5.5
海南	46.9	35.6	4.9	6.3	0.1
小计	818.5	466.3	193.8	146.1	12.4
西南地区					
重庆	82.8	18.9	46.0	17.4	0.5
四川	207.6	113.6	57.7	34.5	1.8
贵州	101.9	51.6	33.8	16.1	0.5
云南	153.1	105.1	22.1	22.3	3.7
西藏	37.5	33.9	1.3	2.3	
小计	583.0	323.2	160.9	92.5	6.4

续表

地区	用水总量	农业	工业	生活	生态
西北地区					
陕西	85.5	57.7	12.9	14.0	0.9
甘肃	122.2	96.9	13.1	9.2	2.9
青海	34.4	22.4	7.9	3.3	0.8
宁夏	74.2	68.0	3.3	1.6	1.2
新疆	528.2	486.2	9.8	12.2	20.1
小计	844.4	731.1	46.9	40.4	26.0

注：资料来源于国家统计局。

(3) 各地区水资源供应结构

2008年,我国地表水、地下水和其他水的供应结构分别为81.16%、18.36%和0.49%,从全国各地区水资源供应结构(表1-6)来看,地表水供应占到90%以上的省市主要有上海、江苏、重庆、浙江、福建、湖北、江西、广西、广东、云南、湖南、西藏、宁夏、海南、四川、贵州、安徽;地下水供应占到40%以上的省市主要有河北、北京、山西、河南、内蒙古、辽宁、山东、黑龙江、陕西,其中河北的地下水供应比重占到80.08%。

表 1-6 2008 年全国各地区水资源供应结构 单位:亿立方米

地区	供水总量	地表水	地下水	其他
华北地区				
北京	35.1	5.8	22.9	6.3
天津	22.3	16.0	6.3	0.1
河北	195.0	37.8	156.2	1.1
山西	56.9	21.8	35.1	—
内蒙古	175.8	89.1	86.4	0.3
小计	485.1	170.5	306.8	7.8
东北地区				
辽宁	142.8	73.6	66.6	2.6
吉林	104.1	63.5	40.6	—
黑龙江	297.0	169.6	127.4	—
小计	543.9	306.7	234.6	2.6
华东地区				
上海	119.8	119.5	0.3	—
江苏	558.3	548.7	9.7	—
浙江	216.6	211.0	5.3	0.3
安徽	266.4	242.4	23.5	0.5
福建	198.0	192.4	5.0	0.7
江西	234.2	223.7	10.5	—
山东	219.9	115.7	101.2	3.0
小计	1813.2	1653.2	155.5	4.5

续表

地区	供水总量	地表水	地下水	其他
华中地区				
河南	227.5	92.7	134.4	0.5
湖北	270.7	261.6	8.4	0.7
湖南	323.6	303.6	20.0	—
小计	821.9	657.9	162.8	1.2
华南地区				
广东	461.5	439.5	21.1	1.0
广西	310.1	296.1	11.5	2.6
海南	46.9	43.3	3.6	—
小计	818.5	778.9	36.2	3.5
西南地区				
重庆	82.8	80.9	1.9	—
四川	207.6	191.1	14.4	2.1
贵州	101.9	93.5	7.9	0.5
云南	153.1	145.1	5.1	3.0
西藏	37.5	35.0	2.6	—
小计	583.0	545.6	31.8	5.6
西北地区				
陕西	85.5	50.2	34.4	0.9
甘肃	122.2	92.5	27.7	2.0
青海	34.4	24.1	10.1	0.1
宁夏	74.2	69.0	5.1	—
新疆	528.2	447.8	79.9	0.6
小计	844.4	683.7	157.2	3.5

注：资料来源于国家统计局。

工业是水资源消耗户，其中，热电、纺织、造纸和钢铁这四大用水最多的产业最需要进行水需求管理。四大产业中，热电用水最大。国际咨询公司麦肯锡发布的《中国所面临的水资源挑战》研究报告认为，到2030年长江流域电力用水最多，为350亿立方米，其次是珠江和松花江流域。长江流域对纺织产业的用水需求也最大，为100亿立方米。而松花江流域到了2030年，纺织、造纸和钢铁的用水需求将饱和。

市政领域是除农业和工业外的第三大水资源用户。在所有市政举措中，通过更换管道来减少水泄漏最具备节水效益，到2030年，每年可节省92亿立方米水资源，占市政节水总量的40%。

麦肯锡报告认为，通过在工业、农业和市政领域采取增加水供应或减少水需求的技术，可以有效弥补供水缺口，而这些技术的利用可能带来利润可观的潜在投资机会。通过产业技术改造，可以弥补2030年供水缺口的24%，即480亿立方米。其中，废水再利用形成的节约量可占前述480亿立方米总节水量的36%。

4. 火力发电厂用水状况

(1) 火力发电厂用水分类

火力发电厂用水分为生产用水和非生产用水两大块。生产用水在火力发电厂用