



控水之煤

煤电基地开发与水资源研究

中国科学院地理科学与资源研究所 编著
陆地水循环与地表过程重点实验室

中国环境科学出版社



煤电基地开发与水资源研究

中国科学院地理科学与资源研究所 编著
陆地水循环与地表过程重点实验室



图书在版编目 (CIP) 数据

噬水之煤 : 煤电基地开发与水资源研究/中国科学院地理科学与资源研究所陆地水循环与地表过程重点实验室编著. — 北京 : 中国环境科学出版社, 2012.7

ISBN 978-7-5111-1076-3

I. ①噬… II. ①中… III. ①煤炭工业-工业开发-关系-水资源-研究-中国
②电力工业-工业开发-关系-水资源-研究-中国 IV. ①F426.21②F426.61③TV21

中国版本图书馆CIP数据核字(2012)第171600号

责任编辑 马琦杰
责任校对 扣志红
封面设计 iBrand solutions
正文设计 彭 杉

出版发行 中国环境科学出版社
(100062 北京东城区广渠门内大街16号)
网 址: <http://www.cesp.com.cn>
电子邮箱: bjgl@cesp.com.cn
联系电话: 010-67112738 (管理图书出版中心)
发行热线: 010-67125803, 010-67113405 (传真)
印装质量热线: 010-67113404

印 刷 北京东海印刷有限公司
经 销 各地新华书店
版 次 2012年8月第一版
印 次 2012年8月第一次印刷
开 本 889×1194 1/16
印 张 7.5
字 数 150千字
定 价 49.00元

【版权所有。未经许可，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



编委会

主 编

宋献方 卜红梅 马 英

编委会成员（按姓氏笔画）

卜红梅 于一雷 马 英 孙向民 张 兵 张应华
宋淑红 宋献方 杨丽虎 梁 康 韩冬梅 蒋保刚

绿色和平项目协调员（按姓氏笔画）

邓 萍 孙庆伟 黄 玮

图片摄影

卢 广/绿色和平



2012年5月，内蒙古自治区呼伦贝尔宝日希勒露天煤矿堆土场及排水管道。©卢广/绿色和平



摘要

根据全国《“十二五”规划纲要》，为了满足全国能源增长的需求，将在“十二五”期间建设山西、鄂尔多斯、内蒙古东部地区、西南地区和新疆五大国家综合能源基地，煤电是这些能源基地的主要内容。国家《能源发展“十二五”规划（征求意见稿）》与《煤炭工业发展“十二五”规划》中明确提出，“十二五”期间要重点建设14个大型煤炭基地，包括晋东、晋中、晋北、陕北、黄陇、宁东、神东、蒙东、新疆、冀中、鲁西、河南、两淮和云贵。并计划在此范围内进一步开发16

个煤电基地，这些基地可开发火电装机总规模预计超过6亿kW。上下游产业链包括煤炭开采产业、火力发电产业和煤化工产业。然而，我国的煤电基地的发展与水资源分布不协调，多煤的地方缺水，多水的地方缺煤。主要煤炭产地人均水资源占有量和单位国土面积水资源保有量仅为全国水平的1/10。而这些基地中从煤炭开采、洗选、火力发电到煤化工的整个过程高度耗水。水资源条件不可避免地成为开发煤电基地的重要制约因素；大型煤电基地在干旱缺水的西北地区大规模布局将引发严重的水资源危机。

煤电基地开发水资源供需矛盾突出

本研究对采煤、燃煤火力发电、煤化工产业等用水环节进行了研究，按照能够搜集到的“十二五”各大基地煤炭开采、火电规划数字以及各省市煤炭、火电行业用水定额值、水耗率等指标，进行了煤电基地耗水量的估算：若规划中的发展目标全部实现，“十二五”末，《煤炭工业发展“十二五”规划》中的14个煤炭基地采煤产业需水量将达到66.47亿 m^3/a ，到2020年达到81.51亿 m^3/a ，平均每天需水量约为2 233.15万 m^3 ；与此同时，蒙、黑、新、晋、陕、甘、宁等省（自治区）煤电基地内拟建火电厂352GW，“十二五”末发电需水量为22.18亿 m^3/a ；煤化工方面，“十一五”期间32个在建或投产煤化工重大项目及“十二五”15个新建重大项目的需水量合计约为11.10亿 m^3/a 。根据国家发改委的产业政策，国家是严格控制相关煤化工项目建设的。如果假设“十二五”期间的煤化工建设将以这15个煤化工示范项目为主，采用在研究结果上再增加10%的需水总量调整系数，那么预计在2015年我国煤化工产业的需水量约为12.22亿 m^3 ，折算为334.68万 m^3/d 。当然这只是保守估计。

因此，2015年全国大型煤电基地上下游产业链需水量总计约99.75亿 m^3 （日均2 732万 m^3 ）其中采煤产业需水总量占总产业

需水量的66.6%，火电产业占总产业需水量的22.2%，煤化工产业需水量占总产业需水量的11.1%。这个数字相当于黄河正常年份可供分配水量370亿 m^3 的1/4以上。

将煤电基地产业链涉及的采煤行业、火电行业、煤化工行业的需水量预测结果，按照煤电基地归属进行整合，“十二五”末耗水量最大的省区是内蒙古（蒙东、神东）、山西（晋北、晋中、晋东）和陕西（黄陇、陕北）。这三省区以及宁夏，2015年规划煤电基地整个产业链的需水量均大大超过现状工业总用水量，说明4个省大型煤电基地的规划规模与现状供水能力是存在很大矛盾的，急需根据当地实际的水资源承载能力重新对煤电基地的规划重新进行评估、调整。

煤电基地发展可能引起的生态环境问题

煤电基地建设以及带动的水利工程建设在为社会发展带来经济效益的同时，也往往会破坏生态环境，引起一系列影响范围更为深远的水环境问题。与此同时进一步加剧水资源短缺矛盾。以下的几类关键问题在各煤电基地已经开始集中出现。

(1) 区域水环境情势面临严峻的挑战。煤炭的开采、运输、转化、利用过程中产生大量的废水和废渣，常常直接排入河道，造成地表水严重污染。

(2) 煤炭开采必然扰动地下水，据推

算，每开采1t煤炭要破坏2.54m³地下水资源。采煤区域地下水位下降，破坏地下含水层原始径流，降低原有水源的供水能力，使矿区主要供水源枯竭、地表土壤沙化、土地肥力降低、农作物减产。这一点在大型露天煤矿开采中表现尤为突出。同时，露天堆放的矸石、粉煤灰等工业废渣在雨水冲淋下可形成酸性水及其他有害物质，流渗入地下水，造成地下水污染。据研究，西北地区吨煤开采平均破坏水资源为7m³左右。

(3) 黄河中上游五大煤炭基地已探明储量占全国总储量的41%。随着各自治区工业开发对支流水量的过度消耗，各支流频繁断流，从而严重影响黄河干流水量。2003年到2006年8月期间，煤电基地集中分布的黄河宁蒙段出现了16次断流预警。“十二五”期间，分布在黄河流域附近的煤电基地大量引用黄河水，有可能提高黄河断流的风险，对居民饮水造成威胁，并可能进一步挤占生态用水，使原本脆弱的生态环境进一步恶化。另一方面，黄河流域煤炭基地的废污水大多排入各级黄河支流、然后进入黄河，中上游五大煤炭基地每年煤田废水排放超过8 000万t。黄河流域干支流水污染造成重大经济损失，直接经济损失每年在115亿~156亿元之间，同时也威胁到沿黄大中城市饮用水供水安全，甚至导致城市供水中断事故，严重制约着沿黄地区经济社会的发展。

(4) 煤矿开采占用大量的耕地、林地、

草地，造成植被受损，水土流失，土地荒漠化加重。为支持煤电基地建设水利工程，水库截流切断了下游草原、森林、湿地等生态系统的生命线，导致草原退化、湿地干涸甚至成为沙尘暴源地，农牧业受到严重影响。这样的生态失衡后果已经在内蒙古的红花尔基水库、乌拉盖水库等案例中得到鲜明体现。

政策建议

针对我国煤电基地建设将会引起的一系列环境问题，本着考虑西部社会经济环境可持续发展的长远利益的出发点，本研究提出以下建议供决策者参考。

(1) 首先建议尽快开展严格的煤电基地建设的水资源影响评估，包括在“西部大开发战略环评”中加强西部能源基地耗水问题分析；

(2) 坚决贯彻执行最严格的水资源管理制度，强化“量水发展”，根据水资源状况限制煤电基地发展规模；

(3) 健全和完善环境保护与治理的法律体系；

(4) 合理制定水资源价格；

(5) 采用节水技术、改善工艺，节约用水、提高用水效率；

(6) 综合治理生态环境，防治水污染，采取有效措施保障煤电基地建设与生态环境的和谐发展。

1

我国煤电基地分布与资源概况

1

1.1 内蒙古鄂尔多斯、锡林郭勒、呼伦贝尔和霍林郭勒	3
1.1.1 鄂尔多斯	3
1.1.2 锡林郭勒	4
1.1.3 呼伦贝尔	4
1.1.4 霍林郭勒	5
1.2 新疆哈密、准东和伊犁	5
1.2.1 哈密	5
1.2.2 准东	6
1.2.3 伊犁	6
1.3 山西（晋北、晋中和晋东）	7
1.4 宁夏宁东	8
1.5 甘肃陇东	10
1.6 陕西陕北	10

2

煤电基地水资源概况与供给

13

2.1 煤电基地水资源概况	13
2.1.1 新疆	13
2.1.2 内蒙古	15

目 录

2.1.3 山西	16
2.1.4 陕西陕北	17
2.1.5 甘肃陇东	17
2.1.6 宁夏宁东	19
2.2 主要煤电基地水资源供给	22
2.2.1 新疆哈密煤电基地	22
2.2.2 新疆准东煤电基地	22
2.2.3 内蒙古准格尔煤电基地	23
2.2.4 山西煤电基地	23
2.2.5 陕西陕北煤电基地	25
2.2.6 甘肃陇东煤电基地	26
2.2.7 宁夏宁东煤电基地	27
2.3 小结	29
2.3.1 水资源供需矛盾突出	29
2.3.2 煤电基地建设与水资源的分布不对称	30
参考文献	32

3 煤电基地产业需水量预测

35

3.1 煤电基地产业链主要用水环节	36
3.1.1 煤炭开采产业主要用水环节	36
3.1.2 火电产业主要用水环节	36

3.1.3 煤化工主要用水环节	39
3.2 煤电基地产业需水量预测	42
3.2.1 规划水平年确定	42
3.2.2 采煤产业需水量预测	42
3.2.3 火电产业需水量预测	43
3.2.4 煤化工产业需水量预测	45
3.2.5 煤电基地产业需水量总结	47
3.3 煤电基地规划的合理性探讨	59
3.3.1 大型煤电基地采煤产业规划合理性探讨	59
3.3.2 大型煤电基地火电产业规划合理性探讨	60
3.3.3 煤电基地产业链需水量联合分析	61
参考文献	66

4 煤电基地发展可能引起的环境问题 69

4.1 煤电基地发展引起的水环境问题	69
4.1.1 地表水污染	69
4.1.2 地下水超采与水质污染	71
4.2 煤电基地发展对黄河流域生态环境的影响	74
4.2.1 工业污染	74

4.2.2 生态破坏	76
4.3 煤电基地发展对国土安全的影响	78
4.4 典型煤电基地发展对下游用水及周边环境的影响	80
4.4.1 宁东煤电基地发展对黄河下游用水的影响	80
4.4.2 内蒙古红花尔基水库用水及其对周边生态环境的影响	83
4.4.3 内蒙古锡林郭勒煤化工项目建设对乌拉盖水库周边环境的影响	87
4.5 结 语	92
参考文献	95

5 政策建议	34
5.1 以水资源为重点评估规划合理性	99
5.2 健全和完善环境保护与治理的法律体系	100
5.3 合理制定水资源价格	102
5.4 节约用水，提高用水效率	103
5.5 综合治理生态环境，防治水污染	104
参考文献	106

图 4-1	黄河流域煤炭产量与废水排放量曲线图 / 70
图 4-2	黄河中上游煤电基地分布示意图 / 73
图 4-3	乌拉盖河水资源占用比例 (1908—2008) / 88
图 4-4	乌拉盖水库周边煤田矿区分布 / 88
表 1-1	国家级煤炭基地及大型煤电基地规划 / 2
表 2-1	主要煤炭产区所在省 (自治区) 水资源量一览表 / 14
表 2-2	内蒙古水资源分布情况一览表 / 14
表 2-3	山西省水资源总量表 / 18
表 2-4	甘肃省水资源总量表 / 18
表 2-5	陇东地区降水量表 / 18
表 2-6	陇东地区水资源总量表 / 18
表 2-7	宁夏地表水资源各区分布一览表 / 21
表 2-8	宁夏地下水资源各区分布一览表 / 21
表 2-9	宁夏地区黄河客水利用量 / 21
表 2-10	当地重点水源工程规划表 / 26
表 3-1	部分地区煤炭采选业用水定额的规定一览表 / 40
表 3-2	单位发电量取水量定额指标表 / 41
表 3-3	装机取水量定额指标表 / 41
表 3-4	2000年、2010年火力发电行业单位产品新水量表 / 41
表 3-5	单机容量125MW及以上新建或扩建凝汽式电厂全厂发电水耗率指标表 / 41
表 3-6	煤化工示范项目的相关指标控制值一览表 / 41
表 3-7	中国14个大型煤炭基地矿区一览表 / 48
表 3-8	大型煤炭基地需水量预测成果表 / 48
表 3-9	大型煤炭基地部分国家规划矿区2020年供需水量统计表 / 49
表 3-10	大型煤炭基地国家规划矿区规划年需水量预测表 / 50
表 3-11	新疆哈密煤电基地2011—2015年煤电规划规模表 / 50

图表目录

表3-12	准格尔国家大型煤电基地及辐射区托克托拟在建火电项目一览表 / 51
表3-13	蒙东（东北）宝清国家大型煤电基地拟在建火电项目一览表 / 51
表3-14	呼伦贝尔国家大型煤电基地拟在建火电项目一览表 / 52
表3-15	霍林河国家大型煤电基地及辐射区兴安拟在建火电项目一览表 / 53
表3-16	锡林郭勒国家大型煤电基地及辐射区赤峰拟在建火电项目一览表 / 53
表3-17	宁东国家大型煤电基地及辐射区拟在建火电机组一览表 / 54
表3-18	甘肃河西走廊拟在建火电站项目一览表 / 54
表3-19	甘肃陇东地区拟在建火电站项目一览表 / 54
表3-20	陕北国家大型煤电基地拟在建火电项目一览表 / 55
表3-21	各主要煤电基地火电厂需水量结果表 / 55
表3-22	主要煤电基地所在行政区2015年规划火电规模及需水量表 / 55
表3-23	“十一五”开工建设和投产的煤化工重大项目需水量 / 56
表3-24	“十二五”煤化工示范项目需水量预测表 / 57
表3-25	大型煤电基地煤化工示范项目需水量预测表 / 58
表3-26	大型煤电基地上下游产业链需水量表 / 58
表3-27	2010年大型煤电基地各地区供水量和用水量表 / 62
表3-28	神东煤炭基地神东矿区下属煤矿产能表 / 63
表3-29	大型煤电基地采煤产业需水量及省级行政区供用水量 / 63
表3-30	各煤电基地可新增供给发电用水量表 / 64
表3-31	大型煤电基地主要火电厂需水量与各地区供用水量表 / 64
表3-32	大型煤电基地采煤产业与火电产业需水量与各地区供用水量表 / 65
表3-33	大型煤电基地上下游产业链2015年需水量与各地区现状供用水量表 / 65
表4-1	地表水质量分级标准 / 70
表4-2	大同市河道断面综合污染指数五年均值表 / 70
表4-3	大同市地下水枯竭过程计算表 / 73
表4-4	黄河流域煤炭产量及废水排放状况 / 74
表4-5	伊敏河红花尔基以下区域概况 / 85
表4-6	乌拉盖管理区主要煤电项目需水情况 / 89





1

我国煤电基地分布与资源概况

根据全国《“十二五”规划纲要》，为了满足全国能源增长的需求，将在“十二五”期间建设山西、鄂尔多斯、内蒙古东部地区、西南地区和新疆五大国家综合能源基地，煤电是这些能源基地的主要内容。国家《煤炭工业发展“十二五”规划》中进一步明确提出，“十二五”期间要重点建设14个大型煤炭基地，包括晋东、晋中、晋北、陕北、黄陇、宁东、神东、蒙东、新疆、冀中、鲁西、河南、两淮和云贵。

同时，依托上述煤炭基地资源优势，“十二五”期间将在蒙、新、晋、陕、甘、宁、黔等省（自治区）建设16个大型煤电基地，包括：山西（晋东南、晋中、晋北）、陕北、彬长、宁东、准格尔、鄂尔多斯、锡林郭勒、呼伦贝尔、霍林河、宝清、哈密、准东、伊犁、淮南、陇东以及贵州。据中电联2011年资料^①显示，综合考虑煤炭和水资源等外部条件，上述

煤电基地可开发总规模超过6亿kW，正在开展前期工作的装机规模4亿kW左右。“十二五”期间，全国规划煤电开工规模3亿kW，其中煤电基地开工1.97亿kW，占66%；投产规模2.9亿kW，其中煤电基地投产1.5亿kW，占52%，东中部受端地区投产8 500万kW，占28%。2015年我国煤电装机预计达到9.33亿kW。

本研究所指的“煤电基地”范围涵盖上述所有区域^②。

其中，内蒙古、新疆、宁夏、甘肃、陕西五省（自治区）是煤电基地开发的热点。主要煤炭产区的自然资源情况如下。各基地的煤炭产能、电力及相关工业规划详情见第3章。

^②需要说明的是，“14个大型煤炭基地”、“16个大型煤电基地”的名称不一，前者主要按照资源区域划分、有的跨行政区（如蒙东、神东、黄陇），后者则按行政地域界定、范围更细。煤炭基地的范围往往更大，与当地煤电基地重合或包含多个煤电基地，比如新疆煤炭基地就包含哈密、准东、伊犁3个煤电基地。本研究在资料引用中两个体系都有涉及，进行综合评估时则尽量统一到涵盖范围更广、且“十二五”规划已通过正式的“14个大型煤炭基地”体系上去。

^①中电联，《电力工业“十二五”规划滚动研究报告》，2012-03-12。



表1-1 国家级煤炭基地及大型煤电基地规划

省份	国家级煤炭基地 (《煤炭工业发展 “十二五”规划》)	国家级大型煤电基地 (中电联《电力工业“十二五”规划滚动研究报告》)
内蒙古	蒙东、神东	准格尔、鄂尔多斯、锡林郭勒、呼伦贝尔、霍林河
黑龙江	—	宝清
宁夏	宁东	宁东
山西	晋北、晋中、晋东	山西(晋东南、晋中、晋北)
陕西	陕北、黄陇、神东	陕北、彬长
甘肃	黄陇	陇东
新疆	新疆	准东、哈密、伊犁
河北	冀中	—
河南	河南	—
安徽	两淮	淮南
山东	鲁西	—
云南	云贵	—
贵州	云贵	贵州



1.1 内蒙古鄂尔多斯、锡林郭勒、呼伦贝尔和霍林郭勒

1.1.1 鄂尔多斯

鄂尔多斯市位于内蒙古自治区西南部，地理坐标为北纬 $37^{\circ} 35' 24'' \sim 40^{\circ} 51' 40''$ ，东经 $106^{\circ} 42' 40'' \sim 111^{\circ} 27' 20''$ ，东西长约400km，南北宽约340km，总面积86 752km²。鄂尔多斯市自然地理环境的显著特点是：地势起伏不平，西北高东南低，地形复杂，东北西三面被黄河环绕，南面与黄土高原相连。其地貌类型多样，既有芳草如茵的美丽草原，又有开阔坦荡的波状高原；全市境内五大类型地貌，平原约占总土地面积的4.33%，丘陵山区约占总土地面积的18.91%，波状高原约占总土地面积的28.81%，毛乌素沙地约占总土地面积的28.78%，库布其沙漠约占总土地面积的19.17%。北部为黄河冲积平原区，分布于杭锦旗、达拉特旗、准格尔旗等沿黄河的23个乡镇、苏木内。此区现代地貌主要是由洪积和黄河挟带的泥沙等物沉积而成，海拔高度1 000~1 100m，地势平坦，水热条件极好。该地区土壤类型可分为草甸土、沼泽土、盐碱土、风沙土4个类型，其中以草甸土为主。

鄂尔多斯海拔在850~2 149m，属

典型的温带大陆性气候，年日照时间为2 716.4~3 193.9h；年平均气温在5.3~8.7℃，平均月最低气温为-10~13℃，7月平均气温为21~25℃，全年气温日差为11~15℃，年差为45~50℃；东部地区降水量为300~400mm，西部地区降水量为190~350mm，全年降水集中在7—9月，蒸发量大，年蒸发量为2 000~3 000mm。

鄂尔多斯现已探明的煤炭储量超过1 496亿t，约占全国总储量的1/6，全市近70%的地表下埋藏着煤。按地域位置，全市可划分为东西南北四大煤田。东部即准格尔煤田，西部即桌子山煤田，南部即东胜煤田，北部即乌兰格尔煤田。鄂尔多斯的煤炭资源不仅储量大，分布面积广，而且煤质品种齐全，有褐煤、长焰煤、不黏结煤、弱黏结煤、气煤、肥煤、焦煤，这些煤炭大多埋藏浅，垂直厚度深，易开采。目前，四大煤田除乌兰格尔煤田外，其余均正在开采之中。

石油、天然气是近年来发现的新型资源，这些资源主要分布于鄂尔多斯中西部，目前还正在进一步勘探之中。在乌兰—格尔一带即杭锦旗北部，鄂托克旗境内现已探明油气储量11亿m³，在乌审旗南部也发现了油气田。油页岩主要分布于鄂尔多斯中部的东胜区、准格尔旗、伊金霍洛旗境内，目前的探明储量为

3.7亿t，其中工业储量66万t，储藏厚度一般为3~5m，含油率1.5%~10.4%。鄂尔多斯有品种齐全、蕴藏丰富的化工资源，包括天然碱、芒硝、食盐、硫磺、泥炭等，还有伴生物钾盐、镁盐、磷矿等。

1.1.2 锡林郭勒

锡林郭勒位于中国的正北方，内蒙古自治区的中部，盟行署为锡林浩特市。锡林郭勒地处东经115°13′~117°06′，北纬43°02′~44°52′，属北部温带大陆性气候。锡林郭勒北与蒙古国接壤，边境线长1098km；南邻河北省张家口、承德地区；西连乌兰察布；东接赤峰、兴安和通辽，是东北、华北、西北交汇地带，具有对外贯通欧亚、区内连接东西、北开南联的重要作用。其地势由西南向东北方向倾斜，东南部多低山丘陵，盆地错落；西北部地形平坦，低山丘陵和熔岩台地零星分布其间；东北部为乌珠穆沁盆地，河网密布，水源丰富；西南部为浑善达克沙地，由一系列垄岗沙带组成，多为固定和半固定沙丘。

锡林郭勒的主要气候特点是风大、干旱、寒冷。其年平均气温0~3℃，结冰期长达5个月，寒冷期长达7个月；1月气温最低，平均-20℃，为华北最冷的地区之一，7月气温最高，平均21℃；年较差为35~42℃，极端

最高气温39.9℃，极端最低气温-42.4℃，日较差平均为12~16℃。年平均降雨量295mm，由东南向西北递减。降雨多集中在7、8、9月内；每年11月至次年3月平均降雪总量8~15mm。年平均相对湿度在60%以下，蒸发量在1500~2700mm之间，由东向西递增，蒸发量最大值出现在5—6月。年日照时数为2800~3200h，日照率64%~73%，无霜期110~130d。

锡林郭勒煤炭资源丰富，分布在全盟11个旗县市，有百余个含煤盆地，估算可采总储量1393亿t，其中褐煤718亿t总储量在全国居第一位。长焰煤3.5亿t，占0.3%；煤田多成煤于中生代晚期。各煤田中已做过不同程度地质工作的有60处，探明及预测储量1672亿t，其中10亿t以上的煤田有25个。气煤、无烟煤也有一定储量。列入自治区矿产资源储量表中保有资源储量466亿t，煤炭资源量在自治区居第二，褐煤总储量居第一。

1.1.3 呼伦贝尔

呼伦贝尔位于中国内蒙古自治区东北部，东北接黑龙江省，南连兴安，北和西北以额尔古纳河与俄罗斯为界，西与西南同蒙古国接壤，国境线总长1700.82km，全市面积25万km²，辖海拉尔区、满洲里市、牙克石

市、扎兰屯市、陈巴尔虎旗、根河市、额尔古纳市、阿荣旗、新巴尔虎左旗、新巴尔虎右旗、鄂伦春自治旗、莫力达瓦达斡尔族自治旗、鄂温克族自治旗。丘陵山地是呼伦贝尔地形的主要特征，全市均有分布，西北部尤为突出，多为火山岩组成的中低山，海拔在1 100~1 300m之间。堆积台地呈波状起伏，幅度不大。海拔在870~1 100m之间，分布在丘陵山地基部，相对高差20~50m，顶部平缓。冲积平原主要分布在霍林河及其各支流宽阔流域，河床平浅多弯曲，宽处可达1~2km，流域两侧相对高差5~10m，并有较明显的阶梯。海拔在779~870m之间。境内最低点海拔779m，位于通霍铁路九孔桥处。全市境内山脉多为中低山，西北—东南走向，平均海拔1 000m。

1.1.4 霍林郭勒

煤炭是霍林郭勒市最主要的矿产资源，霍林河煤田总面积540km²，储量多、埋藏浅、煤层厚、采剥比小、构造简单，煤质属于低磷低硫的优质褐煤。全市适合露天开采的储煤量约为130亿t。沙尔呼热露天区的煤炭平均发热量为3 262kcal/kg，西南区煤炭平均发热量为3 836kcal/kg，北部区煤炭平均发热量为4 200kcal/kg，平均挥发分是47%。

1.2 新疆哈密、准东和伊犁

1.2.1 哈密

哈密是新疆的东大门，是新疆连接内地的交通要道，东与甘肃省酒泉市相邻，南与巴音郭楞蒙古自治州相连，西与吐鲁番、昌吉回族自治州毗邻，北与蒙古国接壤。哈密辖哈密市、巴里坤哈萨克自治县和伊吾县，总面积15.3万km²，总人口56.78万人。

哈密地区的地形，中间高南北低，地势差异大。中部是天山主脉——巴里坤山、喀尔里克山和支脉莫钦乌拉山等高大山地，呈北东南西走向延展，整个山区面积占地区总面积的3/5，在这4个山地之间横列着3个断陷盆地。哈密地区位于中纬度亚欧大陆腹地，是典型的温带大陆性干旱气候，昼夜温差大，但由于高大的天山山脉之影响，造成各地气候差异明显。山区以外的市辖区域，年最大日较差26.7℃，年极端最高气温43.9℃，年极端最低气温-32℃。哈密市区全年蒸发量为2 799.8mm，巴里坤盆地全年蒸发量为1 602.7mm，淖毛湖全年蒸发量达到4 417.8mm。地区空气湿度主要特点是：山区湿度略大，平原戈壁湿度较小；冬季湿度大，春季湿度小。

哈密市矿产资源丰富，目前已探明各类矿种76种，占全疆已探明矿种总数的60%以上，储量较大的有煤、钾盐、铁、铜、镍、黄金、芒硝、石材等，目前已开采32种。已探明的工业矿床135处，其中大型矿床28处，中型35处，小型72处。三道岭煤田探明储量15亿t，已建成西北最大的露天煤矿，形成年产原煤200万t规模的矿山企业；吐哈盆地油气资源总量预测约20亿t；大南湖煤田分化煤黄腐殖酸含量达3.5亿t，浅层分化煤多达2 000万t。市区域内有色金属矿产有8种，产地124处，以铜镍矿储量最丰富。现已发现矿产地11处，其中大型矿床3处，中型矿床3处，小型矿床5处。镍金属储量88.9万t，控制达1 584万t，列全疆之首，全国第二。铜金属储量55.1万t，占全疆铜矿已探明总储量的17.3%，预测资源总储量868万t，仅次于阿勒泰，排位新疆第二。

1.2.2 准东

新疆准东煤田西起昌吉州阜康市东界，东到木垒县老君庙，北到昌吉州北部边界卡拉麦里山南麓，南接古尔班通古特沙漠北缘，东西长约220km，南北宽约60km，煤田面积约13 000km²，预测煤炭资源储量3 900亿t，占全疆储量（2.19万亿t）的17.8%，全国煤炭储

量（5.56万亿t）的7%。截至2009年6月，已探明煤炭资源储量2 136亿t，单层煤层最厚可达80m，可采煤层平均厚度43m，煤层丰厚的地方每平方公里煤炭储量达5 000万t。它是中国乃至世界上最大的整装煤田。

根据准东煤电煤化工产业带发展规划，到2015年，准东煤田煤炭生产能力达到1.36亿t/a、发电装机1 200万kW、煤制油产能900万t/a、煤制天然气产能120亿m³/a，制烯烃产能240万t/a、煤制化肥产能240万t/a。

至2020年，准东将军庙煤电煤化工产业带规划建设项目共计48个，其中：煤矿项目28个，年产原煤39 700万t，煤电项目10个，总装机容量4 282万kW；煤化工项目10个，煤化工产品规模达7 603万t。

1.2.3 伊犁

伊犁哈萨克自治州地处祖国西北边陲，成立于1954年，辖塔城、阿勒泰两个地区和10个直属县市。全州总面积35万km²，人口440.8万人。伊犁州作为新疆四大煤炭基地之一，预测煤炭资源储量达6 000亿t。

伊犁哈萨克自治州地处中亚内陆腹地，境内分布着许多高山峻岭，又有广阔的山间平原盆地和河谷地，“三山两盆两谷”组成自治州的主要地貌单元。主要山脉情况为阿



尔泰山山峰高度4 374m；准噶尔山山峰高度3 500~3 700m；天山山脉（博罗科努山、科古琴山、乌孙山、那拉提山）山峰高度7 443m。

伊犁地区年极端最高气温42.8℃，极端最低气温-51.0℃，其中伊犁河谷年平均气温10.4℃，塔城地区年平均气温8.7℃，阿勒泰地区年平均气温5.8℃。年平均降水量：伊犁河谷417.6mm，山区600mm左右；塔城盆地342.7mm，山区400mm左右；阿勒泰山区202.6mm；其余地区100~200mm。年平均日照时数：伊犁河谷2 898.4h；塔城地区2 714.7h；阿勒泰地区2 976.8h。

1.3 山西（晋北、晋中和晋东）

山西位于太行山之西，黄河以东。山西省地理坐标为北纬34° 34′ ~40° 43′，东经110° 14′ ~114° 33′，东西宽约290km，南北长约550km，全省总面积15.6万km²。

山西省工业以能源、冶金为主，轻工业相对薄弱，其矿产资源十分丰富，其中以煤、铝土、铁等为最。煤炭资源得天独厚，分布在全省90多个县（市、区）内。大同市境内矿产资源丰富，主要有煤炭、石灰石、高岭土、

耐火黏土、石墨等，现已探明的煤炭储量为376亿t；运城市已探明的有铜、铁、铝、锌、钼、金、银、钴、磷、石膏、原盐、芒硝、石灰石、耐火土等四十多种矿藏，其中铜蕴藏量居全国第六位；长治市境内以煤储量最多，铁、硫磺、石灰石次之，锰、石膏、铝土矿也有储藏，罗期布、潞布煤矿是山西省的主要煤矿之一；太原市矿藏以煤为最多，其储藏量在250亿t以上，其次有大量的石膏、石灰石、耐火黏土、铁矿及少量的锰、铜、白云石、石英砂等；晋城境内矿藏丰富，以煤、铁储量最多，其次是铁、硫磺、石灰石、锰、石膏、泥炭、铝土矿等，据勘测，全市地下煤田超过1 000km²，有的煤层厚达7m，总储量约为750亿t，是“沁水煤田”的一部分；朔州矿藏有煤、石灰岩、铝土、石墨、云母、耐火黏土、石英、长石、铁、磷、黑砂石、玄武岩、方解石、腐殖酸等，煤的储量超过500亿t；吕梁地下资源主要有铁、铝、煤、铅、石棉、钾、石英、长石、硫磺、石膏等，其中煤储藏面积超过10 000km²，已探明的储量217亿t；临汾市主要有煤、铁、铝、铜、石膏、油页岩等，煤的储量达160亿t。

1.4 宁夏宁东

宁东地区包括盐池县、固原市。

盐池是宁夏中部干旱带山区县，地处宁夏东部、毛乌素沙漠南缘，东邻陕西定边县，南接甘肃环县，北靠内蒙古鄂托克前旗，西连本区灵武、同心，属陕、甘、宁、蒙四省（自治区）交界地带，辖区总面积8 661.3km²，是宁夏面积最大的县。盐池属典型的大陆性季风气候，晴天多，降雨少，光能丰富，日照充足，年平均气温7.8℃，冬夏两季气候迥异，平均温差28℃左右，秋冬交节之际，昼夜温差可达20℃。盐池地下蕴藏的矿产资源已发现有16种，其中已探明石油储量为4 500万t，煤炭储量81亿t，石膏4.5亿m³，白云岩3.2亿m³，石灰石11亿m³。

固原市位于宁夏南部，东与甘肃庆阳市、平凉市为邻，南与平凉市相连，西与白银市分界，北与宁夏中卫市、吴忠市接壤。地域范围在北纬35° 14′ ~ 36° 38′，东经105° 20′ ~ 106° 58′，总面积14 422.1km²，市区面积45km²。固原市位于我国黄土高原的西北边缘，境内以六盘山为南北脊柱，将全市分为东西两壁，呈南高北低之势。海拔大部分在





1 500~2 200m之间，属黄土丘陵沟壑区。固原境内金属矿藏稀少，而非金属矿藏资源较丰富，已探明的矿产有燃料、金属、非金属、建筑耐火矿产等。其中石膏、石英砂、煤炭、水泥用石灰岩、芒硝、磷、硫铁、花岗岩、闪长石、陶土等较多。在六盘山盆地有油气资源4.92亿t，是一个中小规模的油气田。

1.5 甘肃陇东

甘肃陇东地区包括庆阳市和平凉市。

庆阳市属黄河中游内陆地区，介于东经106° 20' ~108° 45'、北纬35° 15' ~37° 10'之间，海拔约1 500~1 700m，总面积4 187km²。庆阳东倚子午岭，北靠羊圈山，西接六盘山，东、西、北三面隆起，中南部低缓。区内东西之间208km，南北相距207km，分为中南部黄土高原沟壑区，北部黄土丘陵沟壑区和东部黄土低山丘陵区。全市海拔相对高差1 204m、北部马家大山最高为2 089m，南部政平河滩最低为885m。中南部平均海拔1 400m，遍布着数十条原面，自然景观奇特。西北部海拔为1 500~2 000m，黄土丘陵绵延起伏，总面积7 547km²，土地辽阔，植

被稀疏。

区域内现已探明煤炭资源86.78亿t，煤层气13 588亿m³，含油面积412km²，油气资源4.6亿t。庆阳地下有丰富的石油和煤炭资源，地上有林立的油田钻塔和纵横舒展的输油管网。

平凉市位于甘肃省东部，陕、甘、宁三省（自治区）交汇处，地处北纬34° 54' ~35° 43'、东经108° 30' ~107° 45'之间，横跨陇山(关山)，东邻陕西咸阳，西连甘肃定西、白银，南接陕西宝鸡和甘肃天水，北与宁夏固原、甘肃庆阳毗邻。全市辖泾川、灵台、崇信、华亭、庄浪、静宁六县和崆峒一区，总土地面积1.1万km²，海拔在890~2 857m之间。

1.6 陕西陕北

陕北地区位于陕西省的北部，包括榆林和延安两市，总土地面积8.03万km²，占陕西省总面积的40%。东与山西省以黄河为界，北面与内蒙古、宁夏相邻，南以北山与关中平原相接。海拔高度在800~1 800m之间，是西北黄土高原的主要组成部分。

陕北地区已探明的资源储量中矿产有92



种，其中能源矿产5种，金属矿产27种，非金属矿产57种，水气矿产3种。这些矿产资源的主要特点是：资源分布广泛，但相对集中；矿产种类较齐全，但结构不尽理想；资源丰富，但总体勘查程度低，可经济开采的储量少，难以开发利用的资源量多；能源矿产具突出优势，但一些支柱性矿产短缺；除能源矿产外，金属、非金属矿产特大型、大型矿少，中小型矿多，富矿少，中低品位矿多，单一矿少，共生矿多；矿产资源分布区域特色明显，陕北和渭北以优质煤、石油、天然气、水泥灰岩、黏土类及盐类矿产为主。

以神府、东胜矿区为主。1984年发现的

神府煤田位于陕西榆林，面积约2.6万km²，煤矿储量达1 349.4亿t，其与内蒙古东胜煤田连为一体，是我国规模较大的优质造气动力煤田。东胜煤田位于内蒙古自治区伊克昭盟境内，面积12 860km²，探明储量2 236亿t，占全国已探明储量的1/4，属世界八大煤田之一，是我国已探明储量最大的整装煤田。神府—东胜煤田的煤为世界少见的优质动力煤，尤以煤田南部为最佳。在现有的亿吨煤炭基地规划中，神东煤田地区占到8个矿区，分别有神东矿区、神府新民矿区、榆神矿区、榆横矿区、渭北矿区、彬长矿区、宁东矿区、平朔矿区。





2

煤电基地水资源概况与供给

2.1 煤电基地水资源概况

山西、陕西、宁夏、内蒙古和新疆五省（自治区）煤炭资源丰富，煤炭保有储量约占全国的76%，但水资源总量仅占全国的6.14%（表2-1），整体上存在水资源匮乏问题（张正陵等，2007）。中东部地区煤炭资源储量少，开发程度高，未来我国煤炭开发的重点将逐步西移和北移，在主要煤炭产区建设大型煤电基地向中东部负荷中心送电。然而，煤电基地的发展离不开水资源的保障。特别是煤化工产业，属于资源密集型行业，其对煤炭、水资源消耗量巨大。一个产出百万吨的煤化工项目，一般每年消耗煤炭数百万吨、水量上千万吨^①。面对煤炭产区水资源匮乏的现实环境，深入研究煤电基地的水资源配置及供应状况，对煤电基地的发展具有重要意义。

^①新疆煤化工基地建设，输水需求巨大。<http://fund.jrj.com.cn/simu/2012/02/13091012226630-3.shtml>。

2.1.1 新疆

新疆位于内陆干旱区，多年平均降水量仅为145mm，只有全国平均降水量的23%（吕昕等，2000）。水资源主要由降水、高山冰雪融水补给，由河流经山区排泄到平原。通过水循环，蒸发消耗或消失于沙漠之中。

据统计，全疆多年平均降水总量为2544亿m³，折合降水深154.88mm。按水资源三级区统计，伊犁河流域是降水量最丰沛的地区，地面平均年降水深546.1mm，年降水量占全疆降水总量的12.2%；年降水量最少的地区是塔克拉玛干沙漠区面，平均年降水深仅为14.9mm。按照地级行政区统计，从平均年降水深看，伊犁地区多年平均年降水深为539.1mm，位居全疆各地州、市之首；吐鲁番地区多年平均降水仅为46.9mm，是全区最为干旱的地级行政区（许丽，2011）。

新疆河流众多，按照河流水循环特征可以划分为内陆河和外流河两大水系。内陆河

表2-1 主要煤炭产区所在省(自治区)水资源量一览表(张正陵等, 2007)

地区	多年平均年水资源总量	
	总量/亿m ³	占全国比例/%
山西	123.8	0.45
晋北	35.2	0.13
晋中	34.8	0.13
晋东南	24.6	0.09
陕西	445.0	1.60
陕北	48.4	0.17
内蒙古	546.0	1.97
蒙西	51.4	0.19
锡林郭勒	26.1	0.09
呼伦贝尔	316.2	1.14
宁夏	11.6	0.04
宁东	3.2	0.01
新疆	832.0	3.00
哈密	12.5	0.05
全国	27 741	100

表2-2 内蒙古水资源分布情况一览表(托亚, 2009)

地区	地表水资源量/亿m ³	地下水资源量/亿m ³	水资源总量/亿m ³
呼伦贝尔	298.19	18.00	316.19
兴安	39.67	9.86	49.50
通辽	7.99	29.48	37.47
赤峰	25.91	13.07	38.98
锡林郭勒	7.39	24.38	31.77
鄂尔多斯	11.20	18.02	29.22
呼和浩特	4.79	7.09	11.88
乌兰察布	6.94	5.96	12.90
包头	2.13	5.13	7.26
巴彦淖尔	1.89	5.29	7.18
阿拉善	0.37	2.96	3.33
乌海	0.12	0.15	0.27
总计	406.60	139.35	545.95

大小河流共570条, 其中小河流居多, 大多水量小, 流程短, 年径流量为1.0亿m³以下的河流有487条, 其占河流总条数的85.4%, 年径流量大于10.0亿m³的河流有18条, 其占河流总数的3% (管瑶等, 2006)。新疆地表水资源量为794亿m³, 地下水为541亿m³, 重复水为476亿m³, 总水资源量为859亿m³, 而地下水可开采量为252亿m³, 水资源可利用总量为682亿m³ (张志新等, 2001)。2007年, 新疆经济生活需水总量为622.87亿m³, 而流域水资源总供给量仅为517.7亿m³, 资源供需总量相差足足100亿m³, 随着整个社会用水需求的不断增长, 新疆的水资源供需矛盾将日趋严重 (欧阳金琼, 2008)。

哈密地区可利用的水量共计16.96亿m³, 其中地表水8.76亿m³。较大的河流有: 伊吾河, 年径流量5 760万m³; 石城子河, 年径流量7 060万m³; 榆树沟, 年径流量4 573万m³; 五道沟, 年径流量4 636万m³; 柳条河, 年径流量1 380万m³; 白杨河, 年径流量1 675万m³; 哈密市区东、西河坝年径流量890万m³。地区主要水库有: 南湖水库, 1961年竣工, 最大泄洪量6m³/s, 灌溉面积733.3hm²; 石城子水库, 1979年10月主体工程竣工, 设计库容2 060万m³, 有效灌溉面积1万hm²; 二渠水库, 1981年竣工, 设计库容和实际库容均为



1 500万 m^3 ，灌溉面积2 133 hm^2 ；榆树沟水库，总库容1 100万 m^3 。哈密水资源主要以天山冰川和地下水为主，有大小冰川226条，冰川总面积180.9 km^2 ，储量67.5亿 m^3 。水资源总量为16.97亿 m^3 ，总用水量10.56亿 m^3 ，占62.23%。其中地表水8.77亿 m^3 ，用水量5.047亿 m^3 ，占地表水总量的57.55%；地下水8.2亿 m^3 ，用水量5.57亿 m^3 ，占地下水总量的67.93%。

伊犁地区主要有伊犁河、额尔齐斯河、额敏河、乌伦古河等。除额尔齐斯河注入北冰洋外，其他都属于内陆河，流入盆地的低洼部位。伊犁州境内有河流208条，年径流量363.20亿 m^3 ，其中地表水自产319.6亿 m^3 ，地下水186.08亿 m^3 ，山区139亿 m^3 ，平原106.44亿 m^3 ；实际控制流量360.67亿 m^3 。湖泊（大于1 km^2 ）26个，总面积1 125.2 km^2 。冰川3 065条，总面积3 524.44 km^2 ，储水量1 366.69亿 m^3 。

2.1.2 内蒙古

内蒙古自治区地表水系不发育，地下水资源不丰富，水资源较贫乏，而且分布不均，水资源的总体分布东北地区多，西、中部地区少（表2-2）。地表水与地下水的资源总量为545.95亿 m^3 ，其中地表水资源

量为406.60亿 m^3 ，占水资源总量的74.5%；地下水资源量为139.35亿 m^3 ，占水资源总量的25.5%（托亚，2009）。地表水和地下水的可利用资源量为298.29亿 m^3/a ，人均占有可开采资源量仅为642 m^3/a （王剑民，2005）。

地表水资源的数量及其变化主要受各地降水量的控制和影响。全区降水量在空间分布上由东向西逐渐减少，在呼伦贝尔一带降水量为450 mm ，至阿拉善地区不足50 mm ；同时，降水量由南向北年降水量也在减少（王剑民，2005）。内蒙古自治区东部地表水资源丰富，仅额尔古纳河、嫩江和辽河三大水系，多年平均地表水资源达335亿 m^3/a ，占全区地表水资源量的88.69%；中部海河、滦河水系，多年平均地表水资源为3.93亿 m^3/a ，占1.04%；西部黄河水系支流地表水资源为19.85亿 m^3/a ，占5.26%；阿拉善额济纳河水资源量占全区总水资源的1.88%（王剑民，2005）。内蒙古黄河正常年份过境水可用指标为每年58.6亿 m^3 ^①。

地下水系统分内陆和外流两大水系。外流水系有额尔古纳河、嫩江、西辽河、海河、

^① 《构筑生态屏障，内蒙古不说空话》http://city.sina.com.cn/invest/t/2012-04-05/100329025_2.html。

滦河、黄河水系；内陆水系分为阿拉善高原、阴山北部高原水系。地下水补给方式主要以大气降水为主，也有侧向径流、黄灌水入渗和地表灌溉；排泄方式主要以蒸发、侧向径流的流出，还有河谷排泄和人工开采。自治区平水年天然补给资源量为292.52亿 m^3/a ，枯水年天然补给资源量为243.82亿 m^3/a ，而地下水可开采资源量为149.5亿 m^3/a （王剑民，2005）。

准格尔旗地区作为新兴的以煤炭、电力、精细化工和煤化工为主的工业城市，属于全国轻度缺水地区。准格尔旗水资源评价结果显示，自产地表水资源量为3.22亿 m^3 ，地下水资源量为1.04亿 m^3 ，扣除两者重复计算量0.58亿 m^3 ，水资源总量3.68亿 m^3 （不含过境黄河可用水量指标2.00亿 m^3 ）。平均径流模数只有4.86万 $m^3/(km^2 \cdot a)$ ，为全国平均值的15%，人均占有水资源量1353 m^3 ，是全国人均值的59%（卫献群等，2010）。

2.1.3 山西

山西省是全国缺水最严重的省份之一。山西省为典型的大陆季风性气候，属半湿润区和半干旱区，降水主要集中在7—9月，灾害性天气时有发生，“十年九旱，旱涝交错”

是主要特点，降水量多在400~650mm，时空分布都极不均匀，水面蒸发量一般为900~1300mm。山西省分属黄河、海河两大水系，其中黄河流域面积占全省面积的62%，主要河流有汾河、沁河、涑水河、三川河、昕水河；海河流域的面积占全省面积的38%，主要河流有桑干河、滹沱河、漳河。

山西省1956—1979年水文系列，平均水资源量142.1亿 m^3/a ；1956—1984年水文系列，平均水资源量138.1亿 m^3/a ；1956—1993年水文系列，平均水资源量129.3亿 m^3/a ；1956—2000年平均河川径流量86.8亿 m^3/a ，地下水资源量为86.3亿 m^3/a ，除去地表水和地下水之间的重复量，山西省水资源总量为123.8亿 m^3/a （表2-3）；1980—2000年水文系列，平均水资源量109.3亿 m^3/a ，2001—2007年水文系列，水资源量93.3亿 m^3/a （刘水泉，2009）。由此可见，山西省水资源量在整体上呈减少趋势。水资源总量仅占全国的0.5%，人均占有水资源量仅为387 m^3 ，为全国平均值的20%。

山西省水资源可利用量为83.8亿 m^3 ，其中地表水51.9亿 m^3 ，地下水50.0亿 m^3 ，两者重复18.1亿 m^3 ，全省水资源可利用率平均为68%（卢选伟，2005）。20世纪80年代，



山西省年用水量 59.1亿m^3 ，相当于同期水资源量的 51.8% ；进入20世纪90年代，全省年用水量增加到 63.8亿m^3 ，占同期水资源量的 60% ；2005年水资源量为 84.1亿m^3 ，用水量 59.7亿m^3 ，占本年度水资源量的 71% （刘水泉，2009）。在中等干旱年份下，全省每年缺水 20亿m^3 （史江涛等，2008）。

2.1.4 陕西陕北

水资源问题是陕北半干旱、水资源贫乏地区能源重化工基地建设的最主要制约因素。陕北能源重化工基地全区多年平均降水量 $350\sim 450\text{mm}$ ，多年平均自产径流量 19.4亿m^3 ，多年平均入境水量为 8.53亿m^3 （杨伟楠，2002）。区内多年平均水资源总量为 45.36亿m^3 ，其中地表水资源 36.25亿m^3 ，地下水资源 29.02亿m^3 ，水资源可利用量为 19.56亿m^3 ，可利用率为 43.1% （何艳芬等，2009）。榆林市多年平均水资源总量为 32.01亿m^3 ，其中地表水资源 22.90亿m^3 ，地下水资源 24.78亿m^3 ，地下水可开采量为 8.58亿m^3 （其中，风沙滩区为 5.46亿m^3 ，山丘区为 2.05亿m^3 ），全市多年平均地下水资源量占水资源总量比例为 77.4% （何艳芬等，2009）。延安地区属黄河丘陵沟壑区，地下水极贫乏，仅可供分散村落人畜

饮用，水资源总量仅为 11.12亿m^3 （范立民，2005），其中地表水资源 11.12亿m^3 ，地下水资源 4.24亿m^3 ，延安市地下水（即河川基流）实际是河川径流的一部分，即为地表水资源的重复量，不重复的地下水为零。

整个陕北人均占有水量 956m^3 ，占全国人均占有水量的 42% ，属水资源严重贫乏区。由于水资源总量的严重不足，加之径流变差大、河川径流含沙量大、洪水陡涨陡落等，使得水资源利用困难。根据预测，2020年将缺水量 18.92亿m^3 ，缺水程度将达 73.8% 。

2.1.5 甘肃陇东

甘肃省属大陆性很强的温带季风气候，是一个以干旱著称的省份，全省多年平均降水量 277mm ，其中内陆河流域 130mm ，黄河流域 463mm ，长江流域 599mm ，水资源具有降水少蒸发大、地区分布极不均匀、年际变化大、年内分配不均、自产水资源量相对较少、过境水资源相对较丰沛等特点，与经济社会发展人口及耕地的分布不匹配，水资源供需矛盾十分突出（王志强，2011）。

全省多年平均总水资源量 289.44亿m^3 ，包括地表水资源 282亿m^3 ，地下水资源 7亿m^3 ，人均水资源量 1150m^3 ，为全国人均占有量的 $1/2$ 。内陆河流域总水资源量

表2-3 山西省水资源总量表 (卢选伟, 2005)

地区	面积/ km ²	降水总量/ 亿m ³	地表水径流量/ 亿m ³	降雨入渗补给量/ 亿m ³	河川基流量/ 亿m ³	水资源总量/ 亿m ³
太原	6.9	32.09	1.83	4.3	0.75	5.37
大同	14.1	59.65	5.47	6.27	3.23	8.51
阳泉	4.5	23.76	5.22	2.82	3.67	4.36
长治	13.7	80.32	9.63	7.63	4.99	12.27
晋城	9.3	58.78	10.72	8.19	6.55	12.36
朔州	10.7	43.27	3.57	6.35	2.79	7.13
忻州	25.1	119.67	12.45	13.67	6.6	19.52
吕梁	21	104.46	9.12	8.48	4.6	12.99
晋中	16.3	82.82	8.13	6.86	2.89	12.1
临汾	20.2	108.66	13.66	10.04	8.26	15.44
运城	14.2	81.64	6.97	9.43	2.67	13.73
全省	156	795.12	86.77	84.04	47	123.8

表2-4 甘肃省水资源总量表 (王宏权, 2007)

流域	地表水资源量/亿m ³	地下水资源量/亿m ³	水资源总量/亿m ³	占全省水资源量的比例/%
内陆河	56.6	4.7	61.3	21
黄河	125.1	2.6	127.7	44
长江	100.4	0	100.4	35
全省	282.1	7.3	289.4	100

表2-5 陇东地区降水量表 (王宏权, 2007)

地区	多年平均降水总量/亿m ³	多年平均降水量/mm
平凉	59.2	531.8
庆阳	127.5	470.2

表2-6 陇东地区水资源总量表 (刘佳莉, 2004)

地区	水资源总量/ 亿m ³	地表水资源			地下水资源/ 亿m ³	地下水可开 采量/亿m ³
		总量/亿m ³	入境水资源/ 亿m ³	河川径流/ 亿m ³		
平凉	10.37	10.16	3.18	6.97	0.21	2.20
庆阳	9.09	9.09	1.00	8.09	0.00	0.60
总计	19.46	19.25	4.18	15.06	0.21	2.8



为 61.3亿m^3 ，占全省的21%；其中地表水 56.6亿m^3 ，地下水 4.7亿m^3 ；黄河流域总水资源量为 127.7亿m^3 ，占全省的44%，其中地表水 125.1亿m^3 ，地下水 2.6亿m^3 ；长江流域总水资源量为 100.4亿m^3 ，全部为地表水，占全省的35%（表2-4）。全省可利用水资源量 166.1亿m^3 ，其中地表水 118.8亿m^3 ，地下水 47.3亿m^3 。全省水资源开发程度不高，只有26%。

陇东地区包括庆阳市和平凉市，庆阳市属黄河中游内陆地区，平凉市位于六盘山东麓，泾河上游，为陕、甘、宁三省（自治区）交汇的“金三角”。平凉市多年平均降水量 531.8mm ，庆阳市多年平均降水量为 470.2mm （表2-5）。陇东地区主要依靠入境水资源和河川径流，但是水资源总量偏少，属于贫水地区。陇东地区水资源总量为 19.46亿m^3 ，其中地表水资源总量为 19.25亿m^3 ，地下水资源总量为 0.21亿m^3 ，而地下水可开采量仅为 2.8亿m^3 （表2-6）。陇东地区人均水资源量只有300多 m^3 ，亩均也只有 120m^3 ，远远低于甘肃全省的平均值，分别只有全国人均占有量（ $2\ 200\text{m}^3$ ）的1/7不到，全国亩均占有量（ 431m^3 ）的1/3左右（王志强，2011）。

综上所述，陇东地区属于甘肃省的贫水

区，水资源总量只有 19.46亿m^3 ，只占甘肃全省的3.3%，其中，入境水资源为 4.18亿m^3 ，河川径流量为 15.06亿m^3 ，地下水资源只有 0.21亿m^3 。由此可见，陇东地区的水资源主要来自地表径流，地下水的资源储备很少。

2.1.6 宁夏宁东

宁夏地处西北内陆干旱地区，水资源极为匮乏，属于重度缺水地区。宁夏气候属于典型的大陆性气候，干旱少雨、蒸发强烈；日照充足、昼夜温差大；气象灾害较多。年平均降水量 305mm ，不足黄河流域平均值的2/3，60%集中在夏季，并且多以暴雨的形式出现，开发难度大，年蒸发量高达 $1\ 800\text{mm}$ 。宁夏水资源十分贫乏，水资源指数排在全国最末，整个自治区地表水资源 8.89亿m^3 ，地下水资源 25.3亿m^3 ，扣除地表水与地下水的重复计算量 23.7亿m^3 ，水资源总量为 10.49亿m^3 （陈红翔等，2006），人均占有量为 210m^3 ，地均 $900\text{m}^3/\text{hm}^2$ ，是全国平均的1/10和1/20。

地表水资源平均年径流深为 17.2mm ，年径流深大于 5mm 的地表水资源只有 8.45亿m^3 （表2-7）。宁夏河川径流量主要分布于泾河、清水河、葫芦河，占全区径流总量的81%。70%~80%的径流集中在6—9月，形成汛期，而11月至翌年3月径流量仅占总量的

20%左右，则为枯水期，且许多小河断流。

宁夏地下水资源量为25.3亿 m^3 （表2-8），主要补给来源为农田灌溉渗漏，若扣除地表水与地下水的重复计算量，实际地下水资源量有1.6亿 m^3 ，地下水资源集中分布于宁夏平原，年内丰枯期变化规律与地表水一致（熊伟等，2005）。然而，地下水中有0.8亿 m^3 因埋藏太深或矿化度高于5g/L而难以开采利用。

根据1987年国务院批准的黄河水量分配方案，黄河多年平均来水条件下，宁夏可利用黄河地表水资源量40亿 m^3 ，但是这些水中又包括自治区境内主要支流的3.0亿 m^3 ，因此实际平均每年分配给宁夏的耗用黄河水指标仅为33.0亿 m^3 ，且逐年减少，2003年的分配水量仅为24.9亿 m^3 ，不足多年平均值的65%（吴洪相，2011）。按照黄河水量峰增枯减的原则，75%来水条件下可利用黄河地表水资源量32亿 m^3 （闫晓红等，2011）。另一方面，国务院对宁夏的黄河水分配量主要分配给吴忠市、银川市和石嘴山，没有分配给固原市（表

2-9），导致宁东地区的可利用水资源量比较少。另外，宁东地区存在和整个宁夏地区相同的情况：水资源利用存在着结构性矛盾，农业耗水量过大，生态用水量不足。据预测，未来年份黄河的来水量将进一步减少，宁夏年度分配水量还将继续减少。

同时，宁夏地区的用水量却呈现增加趋势。2007年全区耗水总量37.84亿 m^3 ，其中耗地下水2.34亿 m^3 ，耗黄河水34.8亿 m^3 ，耗用当地地表水0.69亿 m^3 。在各分项耗水量中，农业耗水量最多为35.35亿 m^3 ，占总耗水的93.14%（李培月等，2010）。2008年全区总耗水量39.89亿 m^3 ，其中耗地下水2.44亿 m^3 ，耗地表水37.45亿 m^3 ；城镇生活耗水量0.32亿 m^3 ，消耗地下水0.31亿 m^3 ；工业耗水量1.48亿 m^3 ，消耗地下水0.79亿 m^3 ；农业耗水量37.45亿 m^3 ，其中消耗地下水0.82亿 m^3 ；农村人畜耗水量0.64亿 m^3 ，其中消耗地下水0.52亿 m^3 （张志芳，2010）。



表2-7 宁夏地表水资源各区分布一览表（陈红翔，2006）

地貌分区	面积/万km ²	年降雨量/mm	地表水资源总量/亿m ³
南部山丘区	2.97	400	5.35
中部干旱风沙区	2.32	150	1.27
北部黄灌区	1.31	182	2.27
全区	6.6	—	8.89

表2-8 宁夏地下水资源各区分布一览表（陈红翔，2006）

地貌分区	面积/万km ²	年降雨量/mm	地下水资源总量/亿m ³
南部山丘区	2.97	400	3.65
中部干旱风沙区	2.32	150	1.57
北部黄灌区	1.31	182	20.08
全区	6.6	—	25.30

表2-9 宁夏地区黄河客水利用量（李刚军，2002）

地区	地表水资源量/亿m ³	黄河客水利用量/亿m ³
银川市	0.703	12.5
石嘴山	0.856	6.5
吴忠市	1.559	21
固原市	6.592	—
总计	9.71	40



2.2 主要煤电基地水资源供给

2.2.1 新疆哈密煤电基地^①

根据哈密地区水系特点，哈密地区共分为12个水资源利用分区，多年平均年水资源总量为12.5亿m³。哈密煤电基地水资源利用分区为哈密市石城子河区。石城子河区主要河流有榆树沟、石城子河、庙尔河和八木墩。该区属哈密工业集中区，近年来为解决国民经济发展用水需求，石城河区通过超采地下水解决用水矛盾，目前地下超采严重，地表水和地下水资源开发利用程度都非常高。工农业用水结构极不合理，使得工业、农业用水效益呈现“剪刀差”趋势，随着“十二五”期间工业的快速发展，趋势将越加明显。

哈密煤电基地用水水源需由地表水及污水处理厂再生水作为水源。其中地表水资源主要通过农业高效节水、相关河流出口口的农牧民村落整体搬迁并同时退耕和建设控制性水库等途径获取。退出平原区20世纪90年代违规开发耕地节约水量大部用于偿还超采地下水。根据新疆哈密地区行署与新疆生产建设兵团农十三师共同报送的《关于疆电东送哈密煤电

基地建设水资源统一配置的报告》(哈行署发[2011]76号)，将由两方面共同成立的哈密地区水资源管理委员会负责对区域水资源统一规划、管理、配置，以确保煤电基地用水需要。

哈密污水处理厂可向基地供再生水925万m³/a，通过采取上述节水、配置措施，通过石城子水库和榆树沟水库联调，可向基地供地表水1580万m³/a，两水源联供水量为2505万m³/a。

2.2.2 新疆准东煤电基地

依据《新疆准东煤电煤化工产业带功能布局和总体规划》，2010年，准东煤电煤化工产业带需水0.8658亿m³；2015年，需水4.29亿m³；到2020年，需水量将达到9.21亿m³。产业带供水方案采用水利部门提出的利用北疆重点水利工程东延管道输水的方案：夏季由南干渠10号闸出水通过东延管道向产业带供水，冬季通过东延管道向产业带供水。北疆重点水利工程至将军庙全长213km的准东供水工程五彩湾调节水池于2009年开始蓄水，五彩湾至将军庙段工程在2009年年底竣工，并于2010年实现全线通水^②。

^①哈密煤电基地建设规划环境影响评价公众参与第二次公示，<http://www.hami.gov.cn/10037/10037/00009/2011/113539.htm>。

^②准东五彩湾煤电煤化工基地承载能力全面提升。<http://finance.stockstar.com/JL20100602900002079.shtml>。



2.2.3 内蒙古准格尔煤电基地

内蒙古准格尔煤电基地位于黄河之滨，为鄂尔多斯台盆的东北边缘的一部，是以煤炭、电力、精细化工和煤化工为主的新兴能源基地。由于黄河常年混浊，水质受上游工业污染，区内气候干旱，降水稀少，矿区供水水源十分缺乏，成为制约当地煤炭基地建设的重要因素。

根据2004年《准格尔旗水利综合年报》分析，准格尔旗供水工程主要有蓄水工程、提水工程、饮水工程、水井工程四大类。准格尔旗现有蓄水工程20座，总库容为4 525万 m^3 ，兴利库容2 480万 m^3 ，主要为农业灌溉供水兼顾部分城市供水。蓄水工程现状总供水量977万 m^3 ，其中农业灌溉供水937万 m^3 ，城市供水40万 m^3 ；引、提水工程现状总供水量为6 150万 m^3 ，其中工业供水量为3 983万 m^3 ；从水源分，准格尔旗现有引黄提水工程20处，其中工业引黄提水工程1处，引黄提水总量为4 458万 m^3 ；全旗现有机电井3 427眼，机电水井工程现状地下水供水量为3 798万 m^3 ，工业供水量1 409万 m^3 。总之，准格尔旗现状总供水量将近1.10亿 m^3 ，其中工业供水0.54亿 m^3 （卫献群等，2010）。

丁善鸿（1986）经过实地勘测发现，在薛家湾（东）—黑岱沟（村）一带，的确存在

着一条流向大致由北而南，与黄河相平行的岩溶地下水深部“径流带”。因此，可以将开采的岩溶地下水作为准格尔露天供水水源地。

此外，为了解决准格尔煤电基地严重缺水问题，拟建了内蒙古准格尔旗大南沟水库供水工程（田迎春等，2009）。该供水工程位于内蒙古自治区准格尔旗大路乡城壕村，东临黄河，西距准格尔旗薛家湾镇约40km。

黄河在准格尔旗段水资源丰富、河势稳定，且有已经建成的万家寨水利枢纽工程和龙口水利枢纽工程，其中万家寨水利枢纽总库容8.96亿 m^3 ，调节库容4.45亿 m^3 ；龙口水利枢纽总库容1.96亿 m^3 ，调节库容0.77亿 m^3 ，在两座大坝右岸均设有向内蒙古自治区供水的工业取水口，设计取水流量分别为2.07 m^3/s 和0.50 m^3/s （卫献群等，2010）。

2.2.4 山西煤电基地

山西是我国重要的煤炭能源基地，年产煤炭超过2.3亿t，占全国煤炭产量的1/4。但是，山西水资源十分贫乏，属于干旱、半干旱区域，人均拥有水量为523 m^3 ，仅占全国人均占有量的20.7%。根据中华人民共和国水利部《中国水资源公报2010年》，2010年山西省工业用水量为12.6亿 m^3 ，占山西水资源可利用量83.8亿 m^3 的15%。山西的自然条件和十

分脆弱的水环境成为发展煤电产业的重要制约因素。

在山西晋城市，根据晋城市水资源分布状况和产业结构调整情况，除已初具规模的高平西部、阳城北留—泽州周村、泽州巴公等化工园区外，还建设了5个片区保障工业园区的供水（田银娥，2011），即：沁水县郑庄—端氏—固县片、泽州周村—李寨片、泽州高都—北义城片、陵川县城—杨村—礼义片和阳城县东冶片。

沁水县郑庄—端氏—固县片规划建设的水源工程及可供水量为：湾则水库600万 m^3/a ，固县截潜流工程1 000万 m^3/a ，以上项目可向该片的煤化工项目提供1 600万 m^3/a 的供水量。

泽州周村—李寨片的沁河干流上已建成杜河水库，其下游已动工建设磨滩水库和曹河水库，年可供水量分别为2 500万 m^3 、1 000万 m^3 、1 000万 m^3 。另外，该区域长河干流已建成的几座小型水库经加固修缮，年可增加供水量200万 m^3 。以上项目在“十二五”期间可提供2 700万 m^3/a 的供水量，“十三五”期间可提供2 000万 m^3/a 的供水量。

根据张峰水库供水规划，泽州高都—北义城片可供巴公地区的水量为3 700万 m^3/a ，

扣除巴公地区因地下水超采需置换水量700万 m^3/a ，剩余水量作为高都—北义城片工业园区的发展用水。张峰水库枢纽工程已于2007年10月竣工，向高平、泽州盆地的供水方案已确定，目前输水干线的前期施工已完工，供水干线初具供水条件。

陵川县城—杨村—礼义片供水水源为陵川县在武家湾河上已建成的磨河提水工程，年可供水800万 m^3/a 。该工程下游秦家磨水库已开工建设，建成后可与磨河提水工程实施联合调度运行并统一由磨河提水工程输水，可供水量将增至1 400万 m^3/a 。除现状供水及陵川县其他规划用水外，在“十二五”期间向该片煤化工项目可提供近800万 m^3/a 的供水量。

东冶化工园区的供水水源主要为西冶水库，该水库可在“十二五”期间提供500万 m^3/a 的供水量。

上述五个片区可向煤化工项目提供水量约1.06亿 m^3/a ，其中，“十一五”末提供水量1 600万 m^3/a ，“十二五”期间增加供水量7 000万 m^3/a ，“十三五”期间增加供水量2 000万 m^3/a 。因此，要满足25个在建、拟建和规划建设的煤化工项目1.23亿 m^3/a 的供水量还有一定难度。

山西省在大量开采煤炭的同时，对水资源也造成严重的破坏。据推算，每开采1t煤炭要



破坏 2.54m^3 地下水资源。以山西省2007年煤炭开采量(63 021万t)进行估算,仅一年就破坏 16亿m^3 水资源(刘水泉, 2009)。山西省水资源供给形势显得更加严峻。

此外,山西省水土流失造成土地贫瘠、农业低产,影响了水库等蓄水设施的供水效益。山西特殊地形地貌条件下,矿产无节制地开采,导致绿化困难,森林植被稀少且降水比较集中、多暴雨,水土流失十分严重。水土流失面积达 10.8万km^2 ,占全省山丘区面积的84%,1956—2000年晋西及晋西北沿黄河地区、永定河、滹沱河以及漳河流域年平均输沙模数分别为 $5\ 910\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 、 $547\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 、 $776\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ 及 $840\text{t}/(\text{km}^2\cdot\text{a})$ (刘水泉, 2009)。

2.2.5 陕西陕北煤电基地

陕北煤电基地处于一个干旱地区,在自然条件下水量较少,年平均降水量仅为 $350\sim 450\text{mm}$ (王国兴等, 2011)。长期以来,受自然条件的限制以及人类活动的干扰,陕北地区形成了北部的风沙区和南部土质结构松散的丘陵区,加剧了土地沙漠化和水土流失的严重性,从而使生态环境极为脆弱。近年来,该地区成为国家级的煤电工业基地后,对生态环境造成了不可估量的影响。据2005年

的数据显示,该市年废水排放量达到1 000万t以上,工业废气的排放量达到 2亿m^3 左右,而水资源进一步匮乏(刘莉, 2010)。

陕北地区的供水分为内流水系和外流水系(王栋, 2002)。内流水系分神木和定边两块,面积 $4\ 645\text{km}^2$,其余都是外流区,面积 $29\ 347\text{km}^2$;外流水系“四河四川”,“四河”指无定河、窟野河、秃尾河、佳芦河;“四川”指皇甫川、清水川、孤山川、石马川,其均属黄河一级支流,由西北流向东南汇入黄河。该基地内现有 100万m^3 以上水库71座,总库容 6.99亿m^3 ,有效库容仅存 0.24亿m^3 。这些水库多数分布在无定河上游的红柳河、芦河、榆溪河上,形成陕北地区著名的库坝群。但经多年运行后,大部分已丧失蓄水功能。根据水库存在的问题,规划对芦河、榆溪河上有供水潜力的水库进行除险加固,以恢复、保证水库供水效益的正常发挥。通过对芦河河口庙、猪头山等9座水库和榆溪河中营盘水库除险加固后,2010年为工农业及生活增供水量约 $3\ 500\text{万m}^3$ 。根据区域水资源环境及特点,结合陕北能源基地产业规划布局,利用当地水源规划建设一批地表、地下水源骨干工程。其重点水源工程主要有定边供水、李家梁水库、采兔沟水库、王圪堵水库、朱盖沟水库、黄河滩地浅层水、府谷岩溶水

水源和黄河干流引水工程（表2-10）。结合陕北地区的污水处理再利用的实际情况和工业重复利用率提高，可预测到各水平年城市中水可利用量，估算成果分别为2015年为0.45亿m³，2020年为0.60亿m³。

同时，为了保障陕北煤电基地建设和解决陕西黄河流域的缺水问题，陕西省省级层面部署实施有8项重大水利工程^①，即引汉济渭、渭河综合整治、南山支流治理、东庄水库建设、安康东坝防洪工程、延川黄河引水、榆林黄河大泉引水和引红济石工程。“十二五”期间陕西水利投资将达到1 000亿元以上，仅2011年

^①晁阳，苏同敏。陕西八大水利工程践行国家发展战略，<http://www.ddsx.cn/a/news/shanxi/20110829/13146043667873.html>

就突破150亿元。其中，2015年前实施引乾入石（石砭峪）、引红济石（石头河）和引汉济渭一期工程，由汉江干支流调水为6.5亿m³；到2020年陕西省调入黄河水量可增加17亿m³（张欣，2007）。

2.2.6 甘肃陇东煤电基地

甘肃煤电基地属于鄂尔多斯盆地能源综合开发基地的一部分，包括庆阳市全境和平凉市东部地区，俗称陇东盆地。区域内煤炭、石油、天然气资源十分丰富。但这一地区干旱少雨，生态环境恶劣，水资源与经济发展之间的矛盾日益突出。

表2-10 当地重点水源工程规划表（张欣，2007）

序号	工程名称	取水地点及水源	总供水量/ 万m ³	新增可供水量/ 万m ³
一、地表水骨干水源工程规划				
1	定边供水	（黄河）宁夏	2 341	2 341
2	榆林李家梁水库	（榆溪河）榆林市	1 781	1 781
3	芦河库坝群（共21座）	（芦河）	2 000	2 000
4	中营盘水库	（榆溪河）	1 500	1 500
5	采兔沟水库	（秃尾河）神木县	5 735.3	5 735.3
6	王圪堵水库	（无定河）横山县	9 600	9 600
7	朱盖沟水库	（窟野河）神木县	1 028	1 028
二、地下水水源工程规划				
1	府谷黄河滩地浅层水	府谷县城孤山川口及其以下黄河漫滩阶地区（黄河）		年开采量5 567万m ³
2	府谷岩溶水	天桥水电站以下600m距府谷县约5km的杨家沟沟口水（黄河）		年开采量7 300万m ³



由于水资源匮乏，水资源利用效率不高（柴亮等，2008），甘肃省将面临着严重的缺水问题，以陇东能源基地缺水最为严重，其工业缺水程度将达32.49%，农业缺水程度达53.6%，生态缺水50.0%（王志强，2011）。为了解决陇东地区的水资源匮乏问题，甘肃省省委政府也出台了《中共甘肃省委甘肃省人民政府贯彻落实〈中共中央国务院关于加快水利改革发展的决定〉的实施意见》，决定“开展白龙江引水工程论证工作，为平庆能源化工基地提供水资源保障”^①。在这一区域现有黄河流域已无用水指标的情况下，从长江流域的陇南白龙江跨流域调水，成了解决这一区域水资源短缺的唯一途径。白龙江发源于甘肃省碌曲县郎木寺，是嘉陵江上游最大的支流。在甘肃省境内河流长475km，流域多年平均自产水资源量为69.10亿m³。初步规划的白龙江自流调水线路从迭部立节上游断面1800m高程自流引水，将途经宕昌、武山、庄浪、平凉至庆阳，线路总长400km，年调水量约10亿m³。

全省现状各类工程供水能力143.0亿m³，其中地表水112.0亿m³，地下水30.1亿m³，

其他0.9亿m³。2010年全省实际供用水量120.63亿m³，其中地表水94.70亿m³，地下水24.00亿m³，其他1.90亿m³。总用水量中：居民生活7.0亿m³，工业13.1亿m³，城镇公共2.0亿m³，农业生产95.5亿m³，生态环境3.0亿m³（王志强，2011）。据预测，到2015年、2020年和2030年缺水量分别约达1亿m³、3.8亿m³、7.8亿m³。

2.2.7 宁夏宁东煤电基地

宁东能源重化工基地位于银川东部的灵武，该区域优质无烟煤储量达273亿t。规划区面积645km²，主要包括鸳鸯湖、灵武、横城三个矿区，石沟驿井田和煤化工项目区，远景规划面积约2855km²，是宁夏回族自治区最重要的能源建设项目。按规划至2010年宁东能源重化工基地初步建成后，将形成火电装机容量1500万kW、年产煤炭间接液化产品1000万t、年产煤基二甲醚200万t和年产甲醇170万t的生产能力^②。

随着宁夏宁东煤电基地建设，宁东供水工程成为宁东能源化工基地最重要的基础工程之一。工程的主要任务是为宁东能源化工

^①宋振峰. 谋划白龙江向陇东调水, 保障能源基地科学发展. 甘肃日报, 2011. 8. 1. <http://gsrb.gansudaily.com.cn/system/2011/08/01/012103365.shtml>.

^②13个亿吨级煤炭能源基地(转载), http://www.360doc.com/content/11/0704/10/6796319_131368679.shtml#.

基地、生态环境治理及生态移民提供生产和生活用水。供水工程包括水源工程和净配水工程两部分，工程总投资8.7亿元^①。

水源工程由两级泵站、22.2km管道、2.2km隧洞、一座调蓄水库组成。设计年供水量15 970万m³，供水流量2.8m³/s，其中：工业供水13 570万m³，生态供水2 400万m³。水源工程总投资5.5亿元。水源工程一级泵站位于银川黄河大桥下游约1 000m处的黄河右岸，二级泵站设在距一级泵站5.7km处的红山石。一期工程二座泵站安装水泵六台套，总装机2.1万kW，净扬程145m，总扬程175m；调蓄水库为均质土坝，总库容2 400万m³。

净配水工程包括水处理厂和供水管网工程。水处理厂按分质分压供水设计，一期日处理能力为40万m³。电厂及煤矿生产用水按浊度小于20度设计，日处理能力20万m³；煤化工生产用水按浊度小于3度设计，日处理能力20万m³。净配水工程总投资3.2亿元。

宁东基地的全部工程如果都竣工，则以2元的供水价格进行供水，而目前成本价格在4元左右。一期的计划是日供水40万t，二期能够达到日供水80万t。二期工程在泵站上还要增加三台机组，输水管道再加一排，水库的大

坝再加高8m；现在水库坝高是1 252.5m，加高8m后高程达到1 260m左右，这样水库的库容可以达到7 000万m³。现在规划的年供水量是1.3亿m³，二期后可以达到2.7亿m³。

此外，为了解决农业灌溉与工业用水分配问题，宁东基地开展了水权转让制度。从2003年开始，在保证用水总量不突破国务院分水指标的前提下，宁夏宁东基地实行了“由工业投资节水，农业转让水权”，即由工业项目投资建设引黄灌区节水改造工程，把农业灌溉节约下来的水量指标用于满足工业项目新增用水需求（张云雁，2010）。在宁夏设了两个水权转让试点，青铜峡河东灌区和河西惠农渠灌区。通过对青铜峡河东灌区和河西惠农渠灌区的节水改造，把节约的水有偿转让给宁夏大坝电厂三期扩建工程和宁东马莲台电厂。

尽管如此，工业项目用水受到很大限制。吴洪相等（2011）预测，按现状用水水平，2020年宁夏需水总量将达到86.4亿m³，全自治区缺水率达15.2%，缺水13.13亿m³；到2030年，宁夏需水总量将达到91.16亿m³，全自治区缺水率将达19.6%，缺水17.87亿m³。宁东能源化工基地新增工业项目蓄水量为4.37亿m³，其他工业需水1.99亿m³，能源基地工业总需水量达到

^①参天水利资源工程研究会《工作通报》No. 2007-19，2007年3月27日。http://www.ecrcass.com/ecrcass/CTTB/2007/2007_19.htm。



6.36亿 m^3 ，生态需水量0.48亿 m^3 ，2020年总需水量达到6.84亿 m^3 （张云雁，2010）。按照供水工程二期供水能力（2.7亿 m^3 ）来算，工业用水仍然缺少3.66亿 m^3 ，到2020年总缺水达到4.14亿 m^3 。

2.3 小 结

水资源是决定煤电基地开发规模和产业发展的关键因素。通过以上对煤电基地水资源状况及水资源供给情况的分析，发现煤电基地的发展与水资源不协调。

2.3.1 水资源供需矛盾突出

根据新疆煤电基地建设规划，新疆将建成吐哈、准东、伊犁、库拜、克拉玛依和丰五个煤化工基地，其中吐哈、准东地区水资源相对短缺，是该地区发展煤化工产业的主要障碍。新疆的水资源与经济发展和矿产资源分布不协调。水资源分布呈现“北多、南少、东缺”的

显著特征，东疆地区是石油、天然气、煤炭资源的富集区，却是水资源极度匮乏区；乌鲁木齐—奎屯—克拉玛依天山北坡综合经济带，集中了新疆42%的经济和科技力量，而水资源仅占全疆的7.4%。水资源与经济、矿产资源分布不协调是区域调水的主要原因。新疆地区地表水资源量为794亿 m^3 ，地下水为541亿 m^3 ，重复水为476亿 m^3 ，总水资源量为859亿 m^3 ，而地下水可开采量为252亿 m^3 ，水资源可利用总量为682亿 m^3 。哈密地区可利用的水量共计16.96亿 m^3 ，其中地表水8.76亿 m^3 。

晋、陕、蒙接壤地区属半干旱地区，大多数地区降水量在350~400mm，降水年季节变化较大，相差几倍甚至十几倍。地下水，由于部分地形切割破碎，缺乏植被覆盖，炭层的储水条件较差，再加上降水集中且多系暴雨由地表径流排走，地下水补给较少。总之，这些地区水资源总量不足40亿 m^3 ，每平方公里水资源为全国平均值的33%，人均水资源量为全国平均值的70%左右，水资源总体上显得贫乏。其中，内蒙古地区地表水与

地下水的水资源总量为545.95亿 m^3 ，其中地表水资源量为406.6亿 m^3 ，地下水资源量为139.35亿 m^3 ，地表水和地下水的可利用资源量为298.29亿 m^3/a ，人均占有可开采资源量仅为642 m^3/a 。山西省水资源可利用量为83.8亿 m^3 ，其中地表水51.9亿 m^3 ，地下水50.0亿 m^3 ，两者重复18.1亿 m^3 ，全省水资源可利用率平均为68%。陕北地区多年平均水资源总量为45.36亿 m^3 ，其中地表水资源36.25亿 m^3 ，地下水资源29.02亿 m^3 ，总的水资源水利用量为17.0亿 m^3 ，目前现状实际利用量8.2亿 m^3 ，利用潜力8.8亿 m^3 。

甘肃陇东地区属于甘肃省的贫水区，水资源总量只有19.46亿 m^3 ，只占甘肃全省的3.3%，其中，入境水资源为4.18亿 m^3 ，河川径流量为15.06亿 m^3 ，地下水资源只有0.21亿 m^3 。

宁夏地区水资源十分贫乏，水资源指数排在全国最末，整个自治区地表水资源8.89亿 m^3 ，地下水资源25.3亿 m^3 ，扣除地表水与地下水的重复计算量23.7亿 m^3 ，水资源总量为10.49亿 m^3 ，人均占有量为210 m^3 ，是全国平均值的1/10。

2.3.2 煤电基地建设与水资源的分布不对称

煤电化工产业多属于高耗水和资源型产

业，适宜在煤炭产地和水资源丰富的地区布局。然而，北方煤电基地大多位于水资源缺乏地区，且都属于资源型缺水与工程型缺水并存地区。煤炭资源丰富的地区，往往水资源匮乏，形成了“煤多水少”的局面。其中，山西、陕西、宁夏、内蒙古和新疆五省（自治区）煤炭资源丰富，煤炭保有储量约占全国的76%，但水资源总量仅占全国的6.14%。煤炭资源分布与水资源配置形成显著的逆向性。煤电基地建设与水资源的分布的“有水少煤，有煤少水”的逆向配置格局，必然会制约煤电基地的建设和发展。

根据“十二五”规划，今后北方煤电基地建设的水资源主要靠城市中水、矿坑排水、引水工程、节水、水权置换和一些水利重大工程等解决措施。然而，这些供水都是建立在一定条件或者工程上的，一旦某个环节出现问题，将不能实现。从各大煤电基地供水情况不难看出，各地为了配合煤电基地建设，修建或改建了很多大型水利设施。这些水利设施在建设过程中必然要占用大量的土地，同时也破坏了河流及周围的环境，从而给当地脆弱的生态环境带来更大的威胁。





参考文献

- 柴亮, 陈泽善. 2008. 甘肃水资源现状与可持续发展对策研究. 甘肃科技, 24(3):5-6.
- 陈红翔. 2006. 宁夏水资源存在问题及对策研究. 水土保持研究, 13(5):193-198.
- 陈红翔, 高继红, 李琼. 2006. 宁夏水资源问题研究. 水文, 26(5):65-67.
- 范立民. 2005. 陕北能源重化工基地建设中的水资源问题. 国土资源科技管理, (5):17-21.
- 管瑶, 何仲林, 张斌, 李林. 2006. 新疆水资源开发利用现状合理性分析. 水土保持通报, 26(2):104-106.
- 何艳芬, 刘科伟. 2009. 陕北能源化工基地地下水开发利用现状及影响研究. 地下水, 31(6):29-32.
- 李刚军. 2002. 宁夏水资源承载力研究. 西安理工大学.
- 李培月, 吴健华. 2010. 宁夏水资源利用现状与水资源量变化规律分析. 水利科技与经济, 16(4):405-407.
- 刘佳莉. 2004. 甘肃水资源现状评价和供需发展趋势分析. 西安理工大学.
- 刘水泉. 2009. 山西水资源可持续利用对策思考. 水资源管理, (5):44-45.
- 卢选伟. 2005. 山西水资源浅探. 中国科技信息, (24):148.
- 吕昕, 朱瑞君. 2000. 新疆水资源与新疆经济的可持续发展. 新疆大学学报(自然科学版), 17(1):87-90.
- 欧阳金琼. 2008. 新疆水资源供需矛盾及对策分析. 经济论坛, (24):40-42.
- 史江涛, 张爱国, 焦丽英. 2008. 山西水资源面临的问题及对策. 地下水, 30(4):96-98.
- 托亚. 2009. 节约用水, 促进内蒙古水资源可持续利用. 内蒙古水利, (3):87-88.
- 王栋. 2002. 陕北榆林能源重化工基地用水浅析. 西北水力发电, 18(1):54-55.
- 王国兴, 戚建春, 杨景辉. 2011. 浅析陕北水资源保护与经济可持续发展. 陕西煤炭, (4):4-6.
- 王宏权. 2007. 甘肃水资源开发利用现状及其发展趋势研究. 西北师范大学硕士学位论文.
- 王剑民. 2005. 内蒙古地下水资源环境问题研究及对策. 资源·发展, (4):22-25.
- 王志强. 2011. 关于甘肃水资源问题及其对策的思考. 甘肃水利水电技术, 47(5):1-3.
- 卫献群, 刘福东. 2010. 浅析内蒙古准格尔旗水资源保护与可持续利用. 山西建筑, 36(4):362-363.
- 吴洪相. 2011. 宁夏水资源情势分析及应对策略. 中国水利, 3:23-24.
- 熊伟, 肖云清. 2005. 宁夏水资源的分布与污染. 西部探矿工程, 10:232-233.



许丽. 2011. 新疆水资源可持续利用浅析. 科技经济市场, (1):44-45.

闫晓红, 段汉明, 吴斐. 2011. 宁夏水资源现状、问题及对策. 地下水, 33(1):117-118.

杨伟楠. 2002. 陕北能源重化工基地的水资源开发与利用. 中国水利, (9):116.

张正陵, 白建华, 郑海峰. 2007. 合理配置水资源加快发展煤电基地. 中国电力, 40(11):20-24.

张云雁. 2010. 宁夏宁东基地与甘肃张掖水权转让比较分析. 法制与经济, (243):46-47.

张志芳. 2010. 宁夏水资源开发利用存在的问题及对策措施. 宁夏农林科技, 6:141-142.

张志新, 张国威, 凯色尔·阿不都卡的尔. 2001. 新疆水资源量分析研究. 灌溉排水, 20(3):56-58.



2015年全国14个大型煤炭基地上下游产业链需水量总计约99.75亿 m^3 ，其中采煤产业需水总量为66.47亿 m^3 ，占总产业需水量的66.64%；火电产业需水量为22.18亿 m^3 ，占总产业需水量的22.24%；煤化工产业需水量为11.10亿 m^3 ，占产业需水总量的11.12%。



3

煤电基地产业需水量预测

我国是个水资源贫乏的国家，人均水资源拥有量只有2 200m³，仅为世界平均水平的1/4，而且分布极不均匀。就煤炭系统而言，北方煤炭资源丰富，占全国煤炭总储量的80%与原煤生产量90%以上的矿区均位于严重干旱缺水的西北、东北、山西、内蒙古以及豫西地区，而上述地区的水资源仅占全国总量的20%，国内86个重点矿区有71%缺水，其中40%严重缺水。近几年由于煤炭基地的快速拓展及配套工业的兴起，矿区水资源供需矛盾更加突出（张岳详，2007）。

我国的煤炭资源与水资源呈逆向分布，多煤的地方缺水，多水的地方缺煤，煤炭资源丰富的地区，往往水资源匮乏。我国水资源和煤炭资源分布均以昆仑山—秦岭—大别山一线为界。昆仑山—秦岭—大别山一线以北地区的煤炭资源占全国的90.13%，以南地区只占9.7%；昆仑山—秦岭—大别山一线以南

水资源丰富，占78.6%，以北水资源短缺，只占21.4%。上述数据中，晋陕蒙宁四个地区查明的煤炭资源量占已查明资源储量的67%，甘、青、新、川、渝、黔占20%，其他地区仅占13%，而晋、陕、蒙、宁四个地区的水资源却仅占全国水资源的3.85%（张志国等，2010）。

根据《能源发展“十二五”规划（征求意见稿）》与《煤炭工业发展“十二五”规划》，未来中国主要依靠中西部的富煤区，但是这些地区大多处于干旱半干旱的缺水区域，水资源条件不可避免地成为开发煤田的重要制约因素。煤电基地的建设与当地水资源之间存在着较大的矛盾，因此需要对规划的煤电基地的需水量进行预测，并根据当地的供水现状，分析当地的水资源条件是否足以支撑规划的煤电基地的开发，结合当地的水资源情况，分析规划中的煤电基地的规模是否合理。

3.1 煤电基地产业链主要用水环节

2012年3月18日，国家发展改革委印发《煤炭工业发展“十二五”规划》（发改能源〔2012〕640号）。《煤炭工业发展“十二五”规划》指出：以大型煤炭企业为开发主体，加快陕北、黄陇、神东、蒙东、宁东、新疆煤炭基地建设，稳步推进晋北、晋中、晋东、云贵煤炭基地建设。重点建设一批大型矿区，统筹规划建设能源输送通道、水源等基础设施，大力推进上下游产业一体化发展。

大型煤电基地上下游产业链包括煤炭开采产业、火力发电产业和煤化工产业，有必要对产业链中各产业的用水情况进行归纳分析。

3.1.1 煤炭开采产业主要用水环节

采煤产业的用水可以分为井上生产用水、井下生产用水与生活用水。

井上生产用水主要包括选煤用水、矸石山冲扩堆用水、机械设备冷却用水、绿化用水、道路洒水等，其中选煤用水是采煤产业的用水大户。井下生产用水主要包括防尘洒水、设备冷却水、防火灌浆用水、矿井冬季保温蒸汽用

水等。生活用水部分主要包括矿区办公楼用水、生活区用水、活动区用水以及矿区周围居民用水（王海等，2008；吴志红，2009）。

国家发改委于2012年3月发布《煤炭工业发展“十二五”规划》。《煤炭工业发展“十二五”规划》规定，全国煤炭开发总体布局是控制东部、稳定中部、发展西部。并从环保角度，对2015年全国环境治理预期效果做了预测限制，其中矿井水部分规定：2015年，全国矿井水产生量70.92亿 m^3 ，利用量54亿 m^3 ，利用率75%，达标排放率100%。其中东部（含东北）地区矿井水10.24亿 m^3 ，矿井水利用率80%；中部地区矿井水22.49亿 m^3 ，矿井水利用率68%；西部地区矿井水38.19亿 m^3 ，矿井水利用率达到80%。

煤炭开采产业属于煤电基地上游产业链，国家对煤炭采选业的用水量进行了定额限制，各省（直辖市、自治区）结合当地实际，对本省（直辖市）煤炭采选业的用水定额值进行限定（见表3-1）。

3.1.2 火电产业主要用水环节

据有关专业部门的分析统计，火力发电厂用水的主要构成如下（程贞铭等，2011）：

1) 发电厂循环冷却系统补给水

一个百万千瓦的火力发电厂循环水量



大约为7.5万t/h，而循环水的补充水大约为2 250t/h，耗水量相当大。发电厂循环冷却系统采用空冷方式设计是火力发电厂节水最有效的途径。空冷是将汽轮机的乏气通过直接空气冷却方式、表面冷却方式、混合换热方式进行冷却的一种方式。在冷却过程中，系统的耗水极少。而湿冷是通过直流方式或者在湿式冷却塔内将循环水以“淋雨”方式与空气直接接触进行热交换。冷却过程中，由于蒸发、风吹、排污等损失，运行中循环水系统必须用大量的水进行补充，补充量大约为总冷却水流量的二分之一。

2) 电厂除灰、除渣系统

目前，火电厂水力除灰、除渣系统是火电厂仅次于湿冷系统的另一大用水系统。以冲灰水为例，如灰水比按1：15计，一个百万千瓦电厂的灰水排放量约为0.4~0.5m³/s，占电厂耗水量的一半。另外，冲灰水的水质非常差，处理费用较大，难以回收利用，并会造成地下水 and 地表水的二次污染；灰渣和水接触后失去活性而无法综合回收利用；灰水中氧化钙含量很高，灰管结垢严重等。发电厂采用干式除灰、除渣，系统可以做到完全不用水，这种技术产生的粉煤灰和炉渣均可回收利用作为很好的建筑材料。

3) 锅炉补给水系统

水作为电厂热力系统的工质，在密闭循环做功过程中，水汽不可避免会有一些损失，这些损失来自于锅炉排污（定排和连排）损失、排汽损失、取样损失、吹灰损失和漏汽损失等，这些损失必须及时补充才能维持热力系统正常的水汽循环。因此锅炉补给水是电厂不可缺少的一项用水，但补给水并不是很大。国家对补给水率有相关标准，中小型机组补给水率是锅炉额定蒸发量的2%，而大型机组为6%。这样，一套60万kW的火电机组1h的补给水量为12t。

4) 辅助设备的冷却系统

辅助设备的冷却水（工业冷却水）是指除汽轮机凝汽器冷却之外的其他设备的冷却用水，如冷油器用水，各种风机、水泵等转动机械的冷却用水等。这些冷却用水量都应考虑集中处理。处理可采用间接空冷的办法，也就是通过建设小型空冷却塔，使辅助设备的冷却用水密闭循环，基本上可以做到不消耗水。如果采用敞开式湿式循环冷却系统，可采用电厂经过处理后的工业废水、化学废水、生活污水（处理后的中水）作为辅助循环冷却水系统的补充水。目前，这种废水经过处理后补充到循环水系统的模式在很多电厂得到了应用，起到了进一步合理用水和节水的目的。

5) 脱硫系统用水

国家为了保护环境，目前在新建的电厂中均要求采用脱硫技术，从用水角度划分，火电厂烟气脱硫分为干法脱硫、湿法脱硫两大类。

干法脱硫技术不需要耗水或只消耗少量水。但干法脱硫的脱硫效率比湿法脱硫略低。湿法脱硫在脱硫过程中要消耗一定量的水。但由于这种方法具脱硫效率高、技术成熟、对煤种适应性强、吸收剂便宜等优点被广泛应用。

因此，必须采用湿法脱硫时，应考虑脱硫工艺用水的回收和多次循环利用，或者用电厂辅助设备冷却系统的排污水作为脱硫工艺用水。进一步达到节水的目的。

6) 煤场用水

国内大部分电厂的煤场是露天的，需要不断喷水压尘或降温、输煤栈桥冲洗等，这要消耗一些水。但是煤场用水水质要求不高。因此，这方面用水也应用经过处理后的工业废水、化学废水和生活污水等经常性废水和平时收集的非经常性废水。另外煤场产生的废水可以重复利用，以进一步减少水的消耗。

7) 电厂生活用水

生活用水也是电厂用水中不可缺少的一项用水。因此，除了从人员编制上控制用水、树立节水理念等节水措施外，主要应将电厂人们生活用后的污水进行处理后再利用，电厂的

许多方面用水水质要求并不高，如循环系统补水、煤场用水等。也可考虑员工饮用水和其他生活用水分开的措施，以进一步合理用水达到节水的目的。

国家及行业相关的产业政策对火电行业的用水量进行了相关规定。其中，《火力发电厂取水定额（GB/T 18916.1—2002）》规定了单位发电量取水量定额指标与装机取水量定额指标（表3-2与表3-3）。另外，由全国节约用水办公室编著的《全国节水规划纲要及其研究》（吴季松，2003）规定了2000年与2010年的火力发电行业单位产品新水量（表3-4）。

《中华人民共和国电力行业标准——火力发电厂节水导则（DL/T 783—2001）》也对火电行业用水量进行了限定，其中定量性的节水指标摘录如下：

火力发电厂的热力系统应具有高度的严密性，应加强对生产和生活用汽、水的管理，使全厂汽水损失率控制在以下范围之内：

- (1) 200MW及以上机组，低于锅炉额定蒸发量的1.5%；
- (2) 100~200MW机组，低于锅炉额定蒸发量的2.0%；
- (3) 100MW以下机组，低于锅炉额定蒸发量的3.0%。



单机容量为125MW及以上新建或扩建的凝汽式电厂，全厂发电水耗率不应超过表3-5范围的上限(考核指标)，并力求降至表3-5范围的下限(期望指标)。

单机容量为125MW及以上新建或扩建的循环供水凝汽式电厂全厂复用水率不宜低于95%，严重缺水地区单机容量为125MW及以上新建或扩建的凝汽式电厂全厂复用水率不宜低于98%。

3.1.3 煤化工主要用水环节

煤化工产业是以煤炭为主要原料生产化工和能源产品的产业，具有技术、资金、资源密集型特征，涉及煤炭、电力、石化等领域，对能源、水资源的消耗较大，对资源、生态、安全、环境和社会配套条件要求较高。煤化工产业可分为传统煤化工和现代煤化工，传统煤化工主要包括合成氨、甲醇、焦化、电石等行业；现代煤化工则是以生产石油替代产品为主的产业，主要包括二甲醚、煤制油、煤制烯烃、煤制天然气、煤制乙二醇等产品。

煤化工工艺中主要用水项目有：反应用水、用于冷凝的冷却水、用于加热的水蒸气用水、洗涤用水、生活用水等。例如，煤制天然气主要有备煤、气化、净化、甲烷化、空分、公用工程几个部分。用水较大的是气化部分的

洗煤、空分、公用工程的热电站几部分，公用工程中的气化、空分、净化、热电循环水站的装置需要用到冷却水。

工业和信息化部于2011年下半年正式将《“十二五”煤化工示范项目技术规范（送审稿）》上报国务院。该规范包含了《“十二五”煤化工示范项目能效和资源目标》、《“十二五”煤化工示范项目技术和装备水平》等多项内容。其中，《能效和资源目标》主要对纳入“十二五”示范的煤间接液化、煤制天然气、煤经甲醇制烯烃、煤制合成氨、煤制乙二醇、低品质煤提质等六大领域示范项目的能源转化效率、综合能耗、吨产品新鲜水用量加以规定（表3-6）。

煤化工属高耗水产业，有关资料显示，生产1t合成氨需耗新水约12.5m³，生产1t甲醇耗水约8m³，直接液化吨油耗水约7m³，间接液化吨油耗水约12m³（田银娥，2011）。

据资料显示：煤化工项目耗水量大，20亿m³/a的煤制天然气项目耗水量高达2500万t/a。而煤化工项目污水处理量也很大，如神华宁东煤化工基地烯烃循环水、供水系统安装及土建项目的循环水装置最大水处理量高达432万m³/d，相当于北京城区最高用水量257.5万m³/d的1.68倍，是目前世界最大的工业循环水装置之一。

煤化工项目投资大，相应的水处理工程投资也很大，而且项目大多是托管运营，单笔合同金额都在数千万元，甚至过亿元。然而，如此重大的工程建设，并没有引起行业的足够重视。我国煤化工水处理量巨大，却没有建立起一整套完善的水样数据库的现状。建立煤化工

水样数据库，开发出高效、经济、适用的污水处理技术与工艺，对煤化工行业实现节能减排具有战略意义。

目前国内煤化工行业对节水减排还没有引起高度重视，依然把水处理系统当作生产附属设施，并看成是“个别部门的事情”。

表3-1 部分地区煤炭采选业用水定额的规定一览表（金传良，2007）

地区	行业名称	产品名称	定额单位	定额值
北京	煤炭采选业	采煤	m ³ /万元	55
内蒙古	煤炭开采业	原煤	m ³ /t	0.9
	煤炭洗选业	洗选煤	m ³ /t	2.5
宁夏	煤炭开采业	原煤	m ³ /t	0.7
	煤炭洗选业	洗煤	m ³ /t	1
甘肃	煤炭开采业	采煤（非水洗煤）	m ³ /t	0.4
陕西	烟煤和无烟煤的开采洗选	原煤	m ³ /t	1.0
		褐煤的开采洗选	洗煤	m ³ /t
河南	煤炭开采业	矿井采煤	m ³ /t	0.7
		建井施工	m ³ /t	1.0
	煤炭洗选业	入洗煤矿	m ³ /t	0.7
河北	煤炭开采业	原煤（水采）	m ³ /t	1.0
		洗煤	m ³ /t	3.0
安徽	烟煤和无烟煤的开采洗选	采煤	m ³ /t	0.6~0.9
		洗煤	m ³ /t	0.5~0.8
山东	烟煤和无烟煤的开采洗选	矿井采煤	m ³ /t	0.36
		洗煤	m ³ /t	0.13
山西	煤炭开采业	原煤	m ³ /t	0.70
	煤炭洗选业	精选煤	m ³ /t	0.23
新疆	煤炭开采业	洗煤	m ³ /t	0.18
	煤炭开采业	采煤	m ³ /t	0.31



表3-2 单位发电量取水量定额指标表

单位: $\text{m}^3 / (\text{MW} \cdot \text{h})$

机组冷却形式	单机容量<300MW	单机容量≥300MW
循环冷却供水系统	≤4.80	≤3.84
直流冷却供水系统	≤1.20	≤0.72

表3-3 装机取水量定额指标表

单位: $\text{m}^3 / (\text{MW} \cdot \text{h})$

机组冷却形式	单机容量<300MW	单机容量≥300MW
循环冷却供水系统	≤1.0	≤0.8
直流冷却供水系统	≤0.2	≤0.12

表3-4 2000年、2010年火力发电行业单位产品新水量表

单位: $\text{m}^3 / (\text{s} \cdot \text{GW})$

产品名称	单位产品新水量	
	2000年	2010年
火力发电	1.0	0.9

表3-5 单机容量125MW及以上新建或扩建凝汽式电厂全厂发电水耗率指标表

单位: $\text{m}^3 / (\text{s} \cdot \text{GW})$

供水系统	单机容量≥300MW	单机容量<300MW
采用淡水循环供水系统	0.60~0.80(2.16~2.88)	0.70~0.90(2.52~3.24)
采用海水直流供水系统	0.06~0.12(0.216~0.432)	0.10~0.20(0.36~1.72)
采用空冷机组	0.13~0.20(0.468~0.72)	0.15~0.30(0.54~1.08)

注: 括号内数字系理论值, 单位为 $\text{m}^3 / (\text{MW} \cdot \text{h})$ 。

表3-6 煤化工示范项目的指标控制值一览表

控制指标	最低能源转化效率/%	最高综合能耗	最高新鲜水耗
间接液化	42	4t标煤/t产品	11t/t产品
煤制天然气	52	2.3t标煤/1000 m^3	6.9t/1000 m^3
煤制烯烃/甲醇制烯烃(MTO)	35	5.7t标煤/t产品	22t/t产品
煤制合成氨	42	1.5t标煤/t产品	6t/t产品
煤制乙二醇	25	2.4t标煤/t产品	9.6t/t产品
低品质煤提质	75	—	0.15t/t标煤

3.2 煤电基地产业需水量预测

3.2.1 规划水平年确定

根据矿区的规划，或者矿区水资源综合规划，划定基准年2010年、近期水平年2015年、中期水平年2020年，具体规划水平年的年限、时程分配则根据矿区能源发展及规模而确定。

3.2.2 采煤产业需水量预测

在“十一五”期间（2006—2010年），我国重点建设了13个大型煤炭基地；而“十二五”期间（2011—2015年），新疆从原来的储备煤炭基地，正式成为我国第14个大型煤炭基地，14个煤电基地包含102个矿区（表3-7），分布15个省（自治区），面积38.33万km²的矿区。

《能源发展“十二五”规划（征求意见稿）》对“十二五”时期14个大型煤炭基地建设2015年的生产能力做了相应的规定。

根据《能源发展“十二五”规划（征求意见稿）》中2010年和2015年生产能力数据，保持2010—2015年生产能力变化速率不变，对2020年生产能力进行预测计算，结果见表3-8。根据2015年和2020年生产能力

的数值，结合各煤炭基地所在省市的煤炭行业用水定额的规定（2015年和2020年的用水定额保持现有用水定额值），对2015年和2020年的煤炭基地需水量进行简单计算，结果见表3-8。研究可知：14个大型煤炭基地在2015年总需水量将达到66.4亿m³，折合为1 821.10万m³/d；2020年总需水量将达到81.51亿m³，折合为2 124.38万m³/d，即每天需水量约为2 233.15万m³。

另外，中国煤炭地质总局水文地质局曾对13个大型煤炭基地（未含新疆煤炭基地）的部分规划矿区的供需水量进行了统计、分析计算（2010年计算结果），并对规划年（2020年）部分规划矿区的规划需水量进行了预测，结果详见表3-9。预计至2020年，13个大型煤炭基地（未含新疆煤炭基地）部分规划矿区规划总需水量每天为608.14万m³，而参与统计的规划矿区现状年（2010年）供水能力每天为212.37万m³，扣除现状供水能力每天需水缺口为404.14万m³（孙文洁，2012）。

需要特别指出的是，由中国煤炭地质总局水文地质局计算的13个大型煤炭基地（未含新疆煤炭基地）2020年的规划需水总量为608.14万m³/d，这仅是部分规划矿区的计算值；而本研究计算的是14个煤炭基地所有规划矿区的采煤产业需水总量，约为



2 233.15万 m^3/d ，所以计算结果明显大于中国煤炭地质总局水文地质局的计算数据。

为了更好地比较中国煤炭地质总局与本研究的计算结果，必须要统一规划年的规模，即必须将表3-9中所列的13个煤炭基地的计算规模扩展至所有规划矿区（新疆的规模直接根据表3-8的值给定，并且新疆单位产量的需水量值采用其余煤炭基地的平均值）。为此，先根据表3-9的数据，计算出每个煤炭基地统计规划矿区的单位产量的规划需水量，然后利用表3-8的每个煤炭基地所有矿区规划年的规模，两者相乘，得到每个煤炭基地所有矿区在规划年的需水量。计算结果详见表3-10。

由表3-8与表3-10可知，按照单位产品用水定额方法计算（表3-8），则2015年14个大型煤炭基地的需水量为65.21亿 m^3/a ，2020年14个大型煤炭基地的需水量为77.54亿 m^3/a ；而按照中国煤炭地质总局水文地质局的单位产量需水量方法计算（表3-10），则2015年14个大型煤炭基地的需水量为61.82亿 m^3/a ，2020年14个大型煤炭基地的需水量为82.15亿 m^3/a 。两种方法计算结果相差约8%，差别主要在于单位产品的需水量不同，本研究采用的单位产品用水定额是对单位产品用水上限的限制，而中国煤炭地质总局水文地质局的单位产量需水量是在现状年数据基础上的拟定

值（这个拟定值可以作为单位产品用水的下限）。

综上所述，建议采用需水量上下限的方法来计算规划年需水区间。14个大型煤炭基地在2015年的需水量区间为61.82亿~66.47亿 m^3/a ；14个大型煤炭基地在2020年的需水量区间为81.52亿~82.15亿 m^3/a 。

3.2.3 火电产业需水量预测

根据国家及地方在“十二五”期间对于大型煤电基地拟在建项目的规划及部分省份2020年规划，统计大型煤电基地的情况如下：

新疆哈密煤电基地规划的电力规模见表3-11；

山西省晋北、晋中、晋东三大煤电基地建设规模、外送电方案详见《山西煤电基地外送电规划研究》；

准格尔国家大型煤电基地及辐射区托克托拟在建火电项目见表3-12；

蒙东（东北）基地含有东北阜新、铁法、沈阳、抚顺、鸡西、七台河、双鸭山、鹤岗8个矿区。在国家“十二五”规划的16个国家大型煤电基地中，仅有双鸭山市的宝清矿区位列其中。宝清国家大型煤电基地拟在建火电项

目见表3-13;

呼伦贝尔国家大型煤电基地拟在建火电项目见表3-14;

霍林河国家大型煤电基地及辐射区兴安拟在建火电项目见表3-15;

锡林郭勒国家大型煤电基地及辐射区赤峰拟在建火电项目见表3-16;

宁东国家大型煤电基地及辐射区拟在建火电机组见表3-17;

甘肃河西走廊拟在建火电站项目见表3-18;

甘肃陇东地区拟在建火电站项目见表3-19;

陕北国家大型煤电基地拟在建火电项目见表3-20。

根据火电产业单位产量用水量及用水定额的规定,对各个大型煤电基地火电产业进行需水量的预测。

以新疆哈密煤电基地和山西省的煤电基地为例,进行火电产业需水量的预测。新疆哈密煤电基地规划的电力规模见表3-11。根据规划,2011—2015年新疆哈密煤电基地电力规划规模为7960MW。根据表3-5单机容量125MW及以上新建或扩建凝汽式电厂全厂发电水耗率指标,新疆哈密的5个规划电厂规模均大于300MW,其耗水指标为

0.13~0.20m³/(s·GW),实际预测时取耗水指标为0.2m³/(s·GW),因此,2011—2015年新疆哈密煤电基地仅火电一项需水量约为1.592m³/s,折合约50.205×10⁶m³/a。

受山西省政府、山西省发改委委托,中国电力工程顾问集团于2010年完成《山西煤电基地外送电规划研究》,对晋北、晋中、晋东三大煤电基地建设规模、外送电方案做出细致研究。根据规划,2010年开展前期工作的电源项目规模7520万kW,其中晋东煤电基地约3560万kW,晋中煤电基地约2200万kW,晋北煤电基地约1760万kW。结合表3-5单机容量125MW及以上新建或扩建凝汽式电厂全厂发电水耗率指标,山西规划电厂规模均大于300MW,其耗水指标为0.13~0.20m³/(s·GW),实际预测时取耗水指标为0.2m³/(s·GW),因此,2010年电力耗水约15.04m³/s,折合约474.302×10⁶m³/a。另外,根据规划,2020年山西三大煤电基地规划装机容量为12550万kW,其中晋北煤电建设规模4400万kW,晋中2650万kW,晋东5500万kW。结合表3-5单位耗水量,计算2020年山西煤电基地电力需水量约为25.1m³/s,折合约791.554×10⁶m³/a。

在上述所列的煤电基地详细规划中,有的



是“十二五”规划内容（例如新疆），有的是2020年的规划（例如山西省），这里暂且采用保守算法，对于未找到2020年规划规模的煤电基地，以2015年的规划规模代替，而对于有2020年规划数字的煤电基地，则以实际规划为准。则根据现有资料，仿照新疆与山西省的需水量计算方法，实际预测时取耗水指标均取 $0.2\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{GW})$ ，计算已有资料的各个煤电基地的电力需水量，结果见表3-21，依托现有资料的煤电基地火电厂2020年总需水量约 $3389.174 \times 106\text{m}^3/\text{a}$ 。由于表3-21的数据是不完全统计的结果，则表3-21的计算结果可以作为主要煤电基地中期规划年2020年火电产业需水量的保守结果。

需要特别说明的是，在上述所列的煤电基地详细规划中，有的是“十二五”规划，有的仅是对2020年的规划（例如山西省）。因此，一方面为了更好地地区分近期水平年2015与中期水平年2020年主要煤电基地火电行业需水量的情况，另一方面为了后续以行政区为单位的水资源供水情况的对比分析，本研究以上述火电基地所在的行政区为单位，根据各省“十二五”规划，对2015年规划火电规模进行单独整理，取耗水指标为 $0.2\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{GW})$ ，预测主要煤电基地所在行政区的2015年火电产业需水量（表3-22）。

另外，根据中国电力企业联合会的规划^①，2015年全国煤电总装机规模将达9.3亿kW，2020年全国煤电总装机规模将达11.6亿kW，若仍按耗水指标为 $0.2\text{m}^3/(\text{s}\cdot\text{GW})$ ，则预测2015年全国火电产业总需水量约为58.84亿 m^3 ，2020年全国火电产业总需水量约为73.16亿 m^3 。

3.2.4 煤化工产业需水量预测

煤化工分为传统煤化工和现代煤化工，传统煤化工产品主要包括合成氨、甲醇、焦炭和电石等。我国传统煤化工已有很长的发展历史，主要产品、产量多年来位居世界第一。目前，我国现代煤化工仍处于示范建设阶段。国家发改委出台的《石化产业调整和振兴规划》和《关于规范煤制天然气产业发展有关事项的通知》，明确了把煤制油、煤制烯烃、煤制二甲醚、煤制天然气、煤制乙二醇作为现代煤化工的代表（马奉奇，2011）。

工业和信息化部于2011年下半年正式将《“十二五”煤化工示范项目技术规范（送审稿）》上报国务院。该规范包含《“十二五”煤化工示范项目能效和资源目标》、《“十二五”煤化工示范项目技术和装备水

^①中国电力企业联合会<http://www.cec.org.cn/zhuanti/kaijuzhiniankandianli/zhongdianlianshierwuguihua/2011-02-23/44184.html>。

平》等多项内容。其中，《能效和资源目标》主要对纳入“十二五”示范的煤间接液化、煤制天然气、煤经甲醇制烯烃、煤制合成氨、煤制乙二醇、低品质煤提质等六大领域示范项目的能源转化效率、综合能耗、吨产品新鲜水用量加以规定（表3-6）。

由于当前我国现代煤化工项目仍处于示范建设阶段，在“十一五”期间我国建设投产了部分重大煤化工项目，根据《石油和化学工业“十一五”发展规划纲要》，我国“十一五”开工建设和投产的煤化工重大项目详见表3-22。而国家能源局制定的煤化工行业纲领性文件《煤炭深加工示范项目规划》显示，“十二五”期间将要建设15个煤化工示范项目，详见表3-23。笔者对“十一五”与“十二五”期间我国已投产及规划的煤化工重大项目及示范项目的规模进行了不完全统计，并结合前述的煤化工用水限制方面的规定，简单计算了我国煤化工需水量的数值，计算结果见表3-22与表3-23。

根据表3-22的计算结果可知，我国“十一五”期间已经投产的项目总计需水量约为27 532.8万m³/a；而由表3-23可知，我国“十二五”期间主要规划示范项目的需水量约为83 519万m³/a。因此，在2015年我国煤化工重大项目的需水量总计约为

111 051.8万m³/a，折算为304.25万m³/d。需要特别说明的是，由于资料有限，并未对我国已建和规划拟建的所有煤化工项目进行统计，目前仅仅是对重大煤化工及示范项目统计分析后计算的结果。

根据国家发改委的产业政策，国家是严格控制相关煤化工项目建设的，中国在“十二五”时期要搞现代煤化工升级示范工程，首先是选择能源转换效率更高的项目，其次是地域的选择，煤炭调度省不考虑安排，没有水的地方不考虑安排，环境容量不够的地方也不考虑安排。国家发改委目前在“十二五”期间仅规划建设15个煤化工示范项目。因此，笔者目前分析的“十一五”与“十二五”期间的煤化工示范性项目的需水量能较好地反映我国煤化工的需水总量。

为了更好地反映煤化工需水总量，在已有的研究结果上，增加10%的需水总量调整系数。因此，笔者预计，在2015年我国煤化工产业的需水量约为122 156.98万m³/a，折算为334.68万m³/d。

为了与煤电基地的上中游产业链（即煤炭开采行业、火电行业）需水量进行清晰对比，需要对表3-23与表3-24计算的煤化工示范项目需水量按照大型煤电基地的归属进行整合。2015年我国大型煤电基地煤化工项目需水量的



计算结果详见表3-25。由表3-25的计算结果可知，新疆、内蒙古、陕西、山西是我国主要的煤化工基地，煤化工需水量分列前4位。

3.2.5 煤电基地产业需水量总结

综合上述研究，将煤电基地产业链涉及的采煤行业、火电行业、煤化工行业的需水量预测结果，按照煤电基地归属进行整合，即对表3-8、表3-22、表3-25按照煤电基地归属进行整合，整合结果见表3-26。需要说明的是，对于各基地火电规模而言，前述所列（从表3-11至表3-20）规模有的是仅属于“十二五”规划的范畴，而有的却是2020年的规划（例如山西省），很难根据现有资料区分出哪些是属于“十二五”规划的，哪些是属于2020年的规划范畴。而此处又试图以煤电基地为对象，将各煤电基地整个上下游产业链2015年的需水量进行规整说明。因此，出于保守预测考虑，此处需要对2015年火电规模进行适当的处理，根据火电产业涉及的主要省份明确的“十二五”规划中火电产业的规划规模，按照行政区为单位进行了规整（表3-22），

因此此处2015年火电基地规模仍采用的是表3-22总结的行政区的火电规模。具体而言，神东基地2015年火电规模采用48 000MW（由于神东基地的绝大部分矿区与蒙东基地的部分矿区均属于内蒙古，则神东基地大致按内蒙古2015年50%的规划量分配），蒙东基地2015年火电规模采用83 170MW（其中属于内蒙古部分的产量为48 000MW，属于黑龙江省的35 170MW），晋北、晋中、晋东三个基地按照山西省2015年规划规模80 000MW分配，陕北基地按照陕西省2015年规划规模52 500MW分配，黄陇（华亭）跨甘肃、陕西两省，按甘肃2015年50 000MW规模计算，宁东基地位于宁夏，规划装机30 000MW。

根据表3-26的结果可知，2015年全国14个大型煤炭基地上下游产业链需水量总计约99.75亿 m^3 ，其中采煤产业需水总量为66.47亿 m^3 ，占总产业需水量的66.64%；火电产业需水量为22.18亿 m^3 ，占总产业需水量的22.24%；煤化工产业需水量为11.10亿 m^3 ，占总产业需水量的11.12%。

表3-7 中国14个大型煤炭基地矿区一览表*

序号	煤炭基地	矿区	矿区数/个
1	神东	神东、万利、准格尔、包头、乌海、府谷	6
2	晋北	大同、平朔、朔南、轩岗、岚县、河保偏	6
3	晋中	西山、东山、离柳、汾西、霍州、乡宁、霍东、石隰	8
4	晋东	阳泉、武夏、潞安、晋城	4
5	蒙东	扎赉诺尔、宝日希勒、伊敏、大雁、霍林河、白音华、胜利、平庄、阜新、沈阳、铁法、抚顺、鸡西、七台河、双鸭山、鹤岗	16
6	云贵	小龙潭、老厂、恩洪、昭通、镇雄、盘县、普兴、六枝、水城、织纳、黔北、古叙、筠连	13
7	河南	鹤壁、焦作、义马、登封-郑州、平顶山、永夏	6
8	鲁西	兖州、济宁、新汶、枣滕、龙口、淄博、肥城、临沂、巨野、黄河北	10
9	两淮	淮北、淮南	2
10	黄陇(华亭)	彬长、黄陵、旬耀、铜川、蒲白、澄合、韩城、华亭	8
11	冀中	峰峰、邯郸、邢台、井径、开滦、蔚县、宣化下花园、张家口北部、平原大型煤田	9
12	宁东	石嘴山、石炭井、灵武、鸳鸯湖、石沟驿、横城、韦州、马积荫	8
13	陕北	榆神、榆横	2
14	新疆	准东、吐哈、伊犁、库拜	4
总计			102

* 煤炭、电力行业及水资源的规划、统计口径不一。本章中，采煤规划按“14个大型煤炭基地”口径；火电数字采用“16个大型煤电基地”的地区一级行政地域规划；供水量、用水量等来自按省、自治区一级行政区域编写的水资源公报信息。在各个需水环节分析中采纳不同口径计算；在综合计算时整合到14个大型煤炭基地的分类范围去。最后统一到省、自治区行政一级上对比供需。

表3-8 大型煤炭基地需水量预测成果表

序号	煤炭基地	2010年生产能力/亿t	2015年生产能力/亿t	2020年生产能力/亿t	用水定额/(m ³ /t)	2015年需水量/亿m ³	2020年需水量/亿m ³
1	神东	4.69	5.20	5.77	3.40	17.68	19.62
2	晋北	2.95	3.00	3.05	0.93	2.79	2.84
3	晋中	1.35	1.50	1.67	0.93	1.40	1.55
4	晋东	2.35	2.85	3.46	0.93	2.65	3.22
5	蒙东	3.90	5.20	6.93	3.40	17.68	23.56
6	云贵	2.55	2.60	2.65	1.20	3.12	3.18
7	河南	2.07	2.15	2.23	1.70	3.66	3.79
8	鲁西	1.72	1.40	1.14	0.49	0.69	0.56
9	两淮	1.30	1.50	1.73	1.40	2.10	2.42
10	黄陇	0.95	1.45	2.21	1.80	2.61	3.98
11	冀中	0.90	0.80	0.71	4.00	3.20	2.84
12	宁东	0.60	0.90	1.35	1.70	1.53	2.30
13	陕北	2.40	3.00	3.75	1.80	5.40	6.75
14	新疆	1.10	4.00	10.00	0.49	1.96	4.90
总计		28.83	35.55	46.65		66.47	81.51



表3-9 大型煤炭基地部分国家规划矿区2020年供需水量统计表

序号	煤炭基地	规划煤矿区	保有储量/ 亿t	规划规模/ (万t/a)	规划需水量/ (万m ³ /d)	现状供水能力 / (万m ³ /d)	需水量缺口/ (万m ³ /d)
1	神东	东胜	1 086.88	5 000	39	22.3	16.7
		神府新民	81.00	2 200	19.46	15	4.46
		准格尔	246.73	11 300	78	36.9	41.1
		合计	1 414.61	18 500	136.46	74.2	62.26
2	晋北	大同	569.71	6 570	23	12	11
		平朔朔南	281.5	10 300	15.45	8	7.45
		河保偏	218.79	2 700	40	9.78	30
		合计	1 070	19 570	78.45	29.78	48.45
3	晋中	西山—古交	183.55	暂未规划	5.5	3.5	2.0
		霍州	124.77	1 550	4.05	3.55	0.5
		离石、柳林	229.56	2 300	3.5	—	3.5
		乡宁	160.98	2 400	3.6	0.898	2.7
		沁源(霍东)	90.01	600	2.5	—	2.5
		合计	788.87	6 850	19.15	7.948	11.2
4	晋东	阳泉	158.29	8 000	13.46	4.88	8.58
		潞安	146.32	2 550	47.97	8.25	39.72
		晋城	247.44	8 520	13.92	5.23	8.69
		合计	552.05	19 070	75.35	18.36	56.99
5	蒙东	胜利	213.72	10 000	25.71	14	11.7
		白音华	0.58			0.06	
		扎赉诺尔	86.77			1.36	
		霍林河	111.70			4.02	
		宝日希勒	41.66			3.87	
		伊敏	110.45			1.56	
		鸡西	49.76			6.86	
		鹤岗	26.48			5.99	
合计	641.12	24 000	25.71	37.72	11.7		
6	云贵	盘县	94.03	2 680		就地满足	
		水城	69.23	2 330		就地满足	
		织纳	121.49	2 320		就地满足	
		黔北	180.79	3 690		就地满足	
		恩洪—庆云	24.48	700		就地满足	
		老厂	83.06	1 000		就地满足	
		古叙	34.88	尚未规划		就地满足	
		筠连	35.15	150		就地满足	
		合计	643.11	12 870			—
7	河南	平顶山	78.44	5 630	8.45	1.92	6.53
		登封—郑州	70.35	3 620	5.43	0.58	4.85
		合计	148.79	9 250	13.88	2.5	11.38
8	鲁西	枣滕	25.49	2 000	4.37	4.26	0.11
		巨野	57.89	3 205	7.35	1.63	5.72
		黄河北	14	745	2.67	—	2.67
		合计	97.38	5 950	14.39	5.89	8.5
9	两淮	淮北	98.10	4 350	48	13	35
		淮南	174.32	6 115	9.2		4.2
		合计	272.42	10 465	57.2	13.0	39.2
10	黄陇	彬长	87.80	3 570	4.65	—	4.65
		渭北	108.55	3 020	7.75	5.95	1.8
		合计	196.35	6 590	12.4	5.95	6.45
11	冀中	邯郸—邢台	100.81	2 815	31.82	14.02	7.68
12	宁东	灵武—鸳鸯湖	90.72	6 300	102.75	3.0	99.75
13	陕北	榆神	659.00	5 400	39.98		39.98
		榆横	455.79	400	0.6	—	0.6
		合计	1 114.79	5 800	40.58		40.58
总计			7 131.02	148 030	608.14	212.37	404.14

数据来源：中国煤炭地质总局水文地质局。

表3-10 大型煤炭基地国家规划矿区规划年需水量预测表

(根据煤田地质局标准重新计算)

序号	煤炭基地	部分规划矿区规模/(万t/a)	部分需水量/(万m ³ /d)	单位产量需水量/(m ³ /t)	2015年规模/(亿t/a)	全矿区2015年需水量/(亿m ³ /a)	2020年规模/(亿t/a)	全矿区2020年需水量/(亿m ³ /a)
1	神东	18 500	136.46	2.69	5.20	13.99	5.77	15.53
2	晋北	19 570	78.45	1.46	3.00	4.38	3.05	4.46
3	晋中	6 850	19.15	1.02	1.50	1.53	1.67	1.70
4	晋东	19 070	75.35	1.44	2.85	4.10	3.46	4.99
5	蒙东	24 000	25.71	0.39	5.20	2.03	6.93	2.71
6	云贵	12 870	69.80	1.98	2.60	5.15	2.65	5.25
7	河南	9 250	13.88	0.55	2.15	1.18	2.23	1.22
8	鲁西	5 950	14.39	0.88	1.40	1.23	1.14	1.01
9	两淮	10 465	57.2	2.00	1.50	3.00	1.73	3.45
10	黄陇	6 590	12.4	0.69	1.45	1.00	2.21	1.52
11	冀中	2 815	31.82	4.13	0.80	3.30	0.71	2.93
12	宁东	6 300	102.75	5.95	0.90	5.36	1.35	8.04
13	陕北	5 800	40.58	2.55	3.00	7.65	3.75	9.58
14	新疆	—	—	1.98	4.00	7.92	10.00	19.8
总计					35.55	61.82	46.65	82.15

注：云贵基地和新疆基地的单位产量需水量采用的是其余12个基地单位产量需水量的平均值。

表3-11 新疆哈密煤电基地2011—2015年煤电规划规模表

序号	规划电厂	规划总装机/MW	对应煤源煤矿	规划规模/(Mt/a)
1	国投大南湖电厂	2×660	大南湖西一号矿井	12.00
2	国电大南湖电厂	2×1 000	大南湖西三号矿井	3.00
3	中电投及潞安大南湖电厂	2×660	大南湖西二号矿井	5.00
4	国网能源大南湖电厂	2×1 000	大南湖西一号矿井	15.00
5	华能重工业园区电厂	2×660	大南湖西一号矿井	15.00
总计		7 960		41



表3-12 准格尔国家大型煤电基地及辐射区托克托拟在建火电项目一览表

序号	规划电厂	规划电厂规模/MW
1	华能北方内蒙华电准格尔魏家峁电厂	7 320
2	华能北方准格尔黑岱沟坑口电厂	8×600
3	华能北方准兴坑口电厂一期	2×600
4	华电湖北能源准格尔十二连城电厂	4×660
5	华电准格尔大路煤矸石电厂	4×300
6	北能准格尔酸刺沟电厂一期	2×300
7	北能准格尔酸刺沟电厂二期	2×600
8	北能准格尔酸刺沟电厂三期	4×1 000
9	国电准格尔旗长滩电厂	8×600
10	国电蒙能准格尔大饭铺电厂	4×300; 2×600; 2×1 000
11	神华准能煤矸石电厂二期	2×300
12	珠江投资准格尔朱家坪电厂	6×600
13	大唐北能托克托电厂三、四期	4×600
14	大唐北能托克托电厂五期	2×600
	大唐国际准格尔铝硅钛项目动力车间空冷机组	2×300
	总计	40 560

表3-13 蒙东（东北）宝清国家大型煤电基地拟在建火电项目一览表

序号	规划电厂	规划电厂规模/MW
1	鲁能宝清朝阳矿区发电厂一期	2×600
2	鲁能宝清朝阳矿区发电厂二期	4×1 000
3	鲁能宝清七星河南矿区二区电厂	4×1 000
4	鲁能宝清大和镇矿区电厂	4×1 000
5	国电龙兴大合镇发电机组	4×1 000
6	国电龙兴七星河南发电机组	2×1 000
7	国电龙兴宝清县城热电联产机组	2×300
	总计	19 800

表3-14 呼伦贝尔国家大型煤电基地拟在建火电项目一览表

序号	规划电厂	规划电厂规模/MW
1	鲁能鄂温克电厂	2×600+4×1000
2	鲁能大雁电厂	2×600
3	鲁能雁南电厂	4×300
4	鲁能陈旗完工镇呼山煤田煤电联营电厂	6×600
5	鲁能海拉尔谢尔塔拉	4×300
6	国电蒙能新巴尔虎左旗诺门罕电厂	6×660
7	国电蒙能呼伦贝尔盟牙克石机组	4×300
8	国电蒙能呼伦贝尔扎兰屯市热电联产机组	4×300
9	国电蒙能鄂伦春旗火力发电机组	2×300
10	华电机组	2×4×600+4×300
11	华能伊敏四期机组	2×1000
12	华能深能满洲里扎赉诺尔超超临界空冷机组	6×600
13	华能深能源满洲里达赉湖热电厂	2×200
14	华能满洲里低热值煤电厂	2×200
15	华能牙克石汇流河发电厂	2×200
16	华能北方联合与北能陈巴尔虎旗宝日希勒电厂	4×600
17	华能北方东海拉尔电厂	2×600
18	华能北方牙克石汇流河电厂	2×600
19	北能与沈阳建设投资新巴尔虎左旗阿尔公呼伦贝尔电厂	4×600
20	大唐国际海拉尔电厂	4×600
21	大唐国际呼伦贝尔电厂	6×600
22	神国华陈巴尔虎旗宝日希勒呼伦贝尔电厂	6×600
	总计	48960



表3-15 霍林河国家大型煤电基地及
辐射区兴安拟在建火电项目一览表

序号	规划电厂	规划电厂规模/ MW
1	中电投霍林河坑口电厂一期	2×600
2	中电投霍林河坑口电厂二期	2×600
3	中电投霍林河地区微电网	3×350
4	中电投通辽发电厂三期	1×600
5	中电投通辽发电厂四期	2×600
6	中电投兴安盟乌兰浩特电厂	2×1000
7	华润通辽奈曼热电厂	2×300
8	京能通辽奈曼火电厂一期	2×600
9	国电通辽奈曼蒙龙电厂	2×600
10	国电蒙能兴安热电厂	4×300
11	国电蒙能兴安盟右中电厂	2×660
12	国电蒙能兴安盟右前旗归流河 霍乌路口电厂	6×660
13	北能兴安科右中电厂一期	2×300
14	北能兴安科右中电厂二期	2×1000
15	华能科右前旗德伯斯电厂	2×600
16	华能北方通辽扎鲁特电厂	2×600
	总计	21 730

表3-16 锡林郭勒国家大型煤电基地及
辐射区赤峰拟在建火电项目一览表

序号	规划电厂名称	规划电厂规模/MW
1	大唐锡林浩特电厂	8×660
2	大唐锡林浩特煤矸石电厂	2×300
3	大唐西乌旗五间房电厂	2×660
4	大唐西乌旗五间 房煤矸石电厂	2×300
5	大唐多伦电厂	6×600
6	大唐赤峰克什克腾电厂一期	2×1000
7	大唐赤峰富龙热电	2×300
8	华电白音华金山电厂一期	2×600
9	华电白音华金山电厂二期	2×660
10	神华胜利发电厂	8×660+8×660
11	鲁能赤峰查干淖尔电厂	2×660+2×1000
12	鲁能多伦电厂	4×1000
13	辽宁春成工贸西乌金山煤矸 石电厂一期	1×300
14	中电投白音华电厂	2×600+2×1000
15	中电投白音华工业区 自备电厂	8×135+2×300
16	中电投赤峰巴林右旗 大板电厂	6×600
17	中电投赤峰元宝山电厂四期	2×1000
18	中电投蒙东能源赤峰新城区	2×300
19	国电锡林浩特电厂一期	2×300
20	国电锡林浩特电厂二期	2×300
21	国电锡林浩特电厂三期	2×600
22	国电赤峰林东空冷机组	4×1000
23	国电赤峰元宝山热电机组	2×300
24	国电蒙能锡林郭勒 乌拉盖电厂	6×660
25	国电蒙能赤峰克什克腾 热电厂	2×300
26	华能内蒙华电锡林郭勒上都 电厂三期	2×660
27	华能内蒙华电锡林郭勒上都 电厂四期	2×660
28	华能北方锡林郭勒 乌拉盖电厂	5200
29	华能北方巴彦宝力格电厂	8×600
30	华能北方锡林浩特 第三热电厂	2×300
31	华能北方赤峰克什克腾电厂	2×600
32	北能赤峰翁牛特旗红山电厂	2×600+2×1000
33	保利协鑫中能硅业空冷热电 机组	2×300
	总计	75 580

表3-17 宁东国家大型煤电基地及辐射区拟在建火电机组一览表

序号	规划电厂	规划电厂规模/MW
1	华电灵武电厂	4×1 000+2×600
2	华电永利电厂	4×1 000
3	华电宁夏发电中宁电厂二期	2×1 000
4	中电投宁夏发电集团枣泉电厂	2×600+2×1 000
5	中电投中卫热电厂	4×330
6	中电投宁夏“西电东送”电厂	6×1 000
7	中电投临河动力站	3×330
8	中电投国电青铜峡铝业自备电厂	4×300
9	宁夏发电集团马莲台发电厂二期	2×600
10	宁夏发电集团马莲台发电厂三期	2×1 000
11	宁夏发电集团六盘山热电厂	4×330
12	华能宁夏发电韦州煤矸石电厂	2×300
13	华能罗山电厂一期	2×600
14	华能青铜峡大坝电厂四期	2×1 000
15	华能吴中太阳山煤矸石电厂	2×350
16	国电石嘴山发电厂以大代小空冷机组	2×600
17	国电方家庄电厂	4×1 000+1 200
18	国电英力特宁东热电	2×330
19	国电吴忠热电厂	2×350
20	国电石嘴山大武口煤矸石电厂	2×300
21	北能水洞沟电厂一期超临界表面式间接空冷机组	2×600
22	北能水洞沟电厂二期超临界空冷机组	2×1 000
23	神华宁东电厂	4×1 000+2×300
24	神华灵州电厂	4×600
25	鲁能鸳鸯湖电厂	2×660+4×1 000
26	鲁能马家滩电厂	6×600
总计		60 410

表3-18 甘肃河西走廊拟在建火电站项目一览表

序号	规划电厂	规划电厂规模/MW
1	中电投酒泉金塔电厂	4×1 000
2	中国水利水电建设集团金塔电厂	2×1 000
3	甘肃电投瓜州县常乐电厂	8×1 000
4	华电瓜洲柳沟火电厂	8×1 000
5	酒钢鲁能酒泉市肃州区嘉酒煤电基地机组	3 600
6	甘肃电投大唐永昌电厂	2×1 000
7	甘肃电投金昌市热电联产间接空冷机组	2×330
8	国电酒泉热电厂机组	2×300+4×1 000
9	大唐玉门昌马火电厂	2×600
10	大唐八〇三发电厂上大压小空冷机组	2×300
11	甘肃电投国电电力张掖电厂	2×600
12	国电电力武威热电厂	4×330
13	中电投武威凉州区火电机组	2×1 000
14	华电武威民勤火电机组	2×600
总计		40 380

表3-19 甘肃陇东地区拟在建火电站项目一览表

序号	规划电厂	规划电厂规模/MW
1	华能庆阳正宁电厂	4×1 000
2	华能环县电厂机组	4×1 000
3	华能西峰热电厂	2×300
4	华能平凉庄浪韩店电厂	2×1 000
5	华能平凉灵台机组	2×1 000
6	华能平凉电厂二期超临界空冷机组	2×600
7	华能平凉电厂三期机组	2×1 000
8	华能天水麦积区电厂空冷机组	4×1 000+2×350
9	中电投天水清水电厂火电机组	2×1 000
10	酒钢平凉泾川县煤矸石综合利用电厂热机组	4×300
11	中水崇信电厂机组	2×600+4×1 000
12	中水华亭电厂二期	2×1 000
13	中铝庆阳正宁罗川机组	2×600
14	甘肃电投宁中机组	2×1 000
总计		34 100



表3-20 陕北国家大型煤电基地
拟在建火电项目一览表

序号	规划电厂	规划电厂规模/MW
1	神华国华神木锦界电厂一、二期空冷机组	4×600
2	神华国华神木锦界电厂三期超超临界空冷机组	4×1000
3	神华神东电力神木店塔电厂	2×660
4	神华神东电力店塔电厂	2×300
5	神华神东电力府谷郭家湾煤矸石电厂	4×300
6	神华神东煤炭神木大柳塔热电厂	2×300
7	神华神东煤炭大柳塔矸石电厂	2×300
8	华电榆横电厂	2×600+6×1000
9	华电榆横煤矸石电厂	1200
10	华能延安电厂一期机组	2×600
11	华能延安电厂二期机组	2×1000
12	华能府谷段寨电厂空冷机组	8×1000
13	府谷皇甫川煤矸石电厂	2×300
14	华能榆林靖边电厂机组	6×1000
15	国电榆林靖边电厂机组	6×1000
16	国电横山矸石电厂机组	2×300
17	鲁能府谷电厂	2×600+4×1000
18	大唐府谷煤电一体化自备发电厂	4×100
19	大唐榆林府谷县西王寨煤矸石电厂	2×300
20	大唐延安发电厂	2×300
21	陕西投资府谷清水川电厂二期	2×1000
22	陕西投资府谷清水川电厂一期	2×300
23	陕西有色榆林铝镁合金项目	5×330
24	陕西煤化黄陵矿业低热值综合利用电厂	2×300
25	陕西煤化府谷清水川矸石电厂	2×300
26	陕西煤化红柳林煤矸石电厂	2×300
27	陕西煤化黄陵煤矸石发电及资源综合利用工程	2×300
28	中铝榆林煤电铝产业链	4×300
29	榆神煤炭榆林北郊热电厂一期	2×300
30	榆神煤炭榆林北郊热电厂二期	2×600
31	榆神煤炭榆林上河热电厂	2×300
32	神府经济开发区锦界热电厂	2×300
33	神木热电厂	2×300
34	吴堡横沟煤矸石电厂	1×300
35	子长煤矸石电厂	1×300
	总计	62370

表3-21 各主要煤电基地火电厂需水量结果表

序号	煤电基地	规划电厂总规模/MW	总需水量/ (10 ⁶ m ³ /a)
1	新疆哈密煤电基地	7960	50.205
2	晋北、晋中、晋东三大煤电基地	125500	791.554
3	准格尔国家大型煤电基地及辐射区托克托	40560	255.820
4	蒙东宝清国家大型煤电基地	19800	124.883
5	呼伦贝尔国家大型煤电基地	48960	308.801
6	霍林河国家大型煤电基地及辐射区兴安	21730	137.056
7	锡林郭勒国家大型煤电基地及辐射区赤峰	75580	476.698
8	宁东国家大型煤电基地及辐射区	60410	381.018
9	甘肃河西走廊拟在建火电站项目	40380	254.685
10	甘肃陇东地区	34100	215.076
11	陕北国家大型煤电基地	62370	393.380
	总计	537350	3389.174

表3-22 主要煤电基地所在行政区2015年规划火电规模及需水量表

地区	火电规划规模/MW	规划需水量/ (10 ⁶ m ³ /a)
新疆	7960	50.205
内蒙古	96000	605.491
宁夏	30000	189.216
黑龙江	35170	221.824
甘肃	50000	315.360
陕西	52500	331.128
山西	80000	504.576
总计	351630	2217.8

表3-23 “十一五”开工建设和投产的煤化工重大项目需水量

所属企业	项目名称	年产规模	投产时间	用水限额	需水量/ (万m ³ /a)
太原侨友化工公司	煤焦化项目	10万t顺酐	2006年5月	1.5t	15
河南开祥化工公司	煤甲醇项目	25万t	2007年8月	15t	375
三维煤化工科技公司	内蒙古煤化工项目	40万t二甲醚	2007年底一期投产	21.3t	852
渭河煤化工集团	渭南煤甲醇项目	20万t	2007年7月	15t	300
神华集团	鄂尔多斯直接煤制油项目	108万t	2008年12月	6.6t	712.8
河南龙宇煤化工公司	永城煤甲醇项目	50万t	2008年4月	15t	750
山西兰花清洁能源公司	晋城百万吨二甲醚项目一期	10万t二甲醚	2008年9月	21.3t	213
山西潞安集团	山西潞安间接煤制油项目	16万t	2008年12月	9.0t	144
天脊集团、潞安集团	潞安焦炉气二甲醚项目	20万t二甲醚	2008年12月	21.3t	426
神水化工公司	榆林煤甲醇项目	40万t	2008年8月	15t	600
内蒙古伊泰集团	内蒙古准旗间接煤制油项目	16万t	2009年3月	9.0t	144
新奥集团	鄂尔多斯煤制二甲醚项目	40万t	2009年9月	21.3t	852
上海金煤化工公司	通辽煤制乙二醇项目	20万t	2010年3月	9.6t	192
神华集团	包头煤制烯烃项目	60万t	2010年8月	22t	1 320
华亭煤业集团公司	甘肃华亭煤甲醇项目	60万t	2010年10月	15t	900
鄂尔多斯化工集团	棋盘井电石氯碱项目	60万t电石	2010年10月	12.5t	750
贵州天福化工公司	赤水煤化工项目	15万t二甲醚	2010年12月	21.3t	3 195
兖矿集团	羰基合成醋酸项目	40万t	2010年底	5.4t	216
大唐发电	多伦煤制丙烯项目	46万t	2011年	22t	1 012
新疆广汇新能源公司	新疆伊吾煤化工项目	80万t二甲醚	2011年	21.3t	1 704
中电投	巴林右旗煤制甲醇项目	120万t甲醇	2011年	15t	1 800
蒙维科技公司	察右后旗醋酸乙烯项目	20万t醋酸乙烯	2011年	22t	440
华能蒙东能源公司	满洲里煤制烯烃项目	20万t煤制烯烃	2011年	22t	440
四川控股化工公司	内蒙古临河煤甲醇项目	60万t	2011年	15t	900
中海化工公司	乌海电石氯碱项目	80万t电石	2011年	12.5t	1 000
大唐发电	内蒙古克旗煤制天然气项目	40亿m ³	预计2012年	6.9t/1 000m ³	2 760
内蒙古汇能公司	鄂尔多斯煤制天然气项目	16亿m ³	预计2012年	6.9t/1 000m ³	1 104
新能源公司	达拉特旗煤制天然气项目	20亿m ³	预计2012年	6.9t/1 000m ³	1 380
东海新能源公司	达拉特旗煤制乙二醇项目	60万t乙二醇、 40万t醋酸	预计2012年	9.6t	960
兖矿集团	达拉特旗煤制甲醇	100万t	预计2012年	15t	1 500
博源集团	苏尼特煤制乙二醇项目	20万t	预计2012年	9.6t	192
河南煤业化工集团	河南煤制乙二醇项目	40万t	预计2012年	9.6t	384
需水量总计					27 532.8



表3-24 “十二五”煤化工示范项目需水量预测表

序号	示范区	建设地点	项目名称	建设单位	建设规模	用水限额	2015年需水量 / (万m ³ /a)
1	新疆伊犁综合示范区	新疆伊犁	55亿m ³ 煤制造天然气	庆华集团	55亿m ³ /a	6.9t/1 000m ³	3 795
2		新疆伊犁	煤化电热一体化项目 (以煤制天然气为主产品)	新汶、中电投等企业比选或联合	60亿m ³ /a	6.9t/1 000m ³	4 140
3	新疆准东综合示范区	新疆准东	煤化电热一体化项目 (以煤制天然气为主产品)	中石化牵头, 华级、兖矿、新疆龙宇能源、潞安、神华、中煤、新疆兵团等参与	349亿m ³ /a	6.9t/1 000m ³	24 081
4		新疆准东	煤炭分质综合利用示范项目	华电牵头, 相关企业参与	50万t/a煤焦油加氢	1.5t	75
5	内蒙古自治区示范项目	内蒙古鄂尔多斯	300万t二甲醚	中天合创公司	300万t/a	21.3t	6 390
6		内蒙古西部	煤炭清洁高效综合利用项目 (煤制天然气、油品、焦油、烯烃及联产电力等产品)	煤电化企业优选和组合	60亿m ³ /a	6.9t/1 000m ³	4 140
7		内蒙古兴安	煤化电热一体化项目 (以煤制天然气为主产品)	煤电化企业比选	60亿m ³ /a	6.9t/1 000m ³	4 140
8	陕西省示范项目	陕西榆林	100万t煤间接液化	兖矿集团 延长石油集团	100万t/a	11t	1 100
9		陕西	煤化电热一体化项目 (以煤制烯烃为主产品)	神华集团、陕西煤化、陶氏公司等	700万t/a	22t	15 400
10	山西省示范项目	山西	高灰、中高硫煤炭清洁高效综合利用项目 (煤制天然气、油品、焦油、烯烃及联产电力等产品)	煤电化企业比选	300万t/a甲醇; 60万t/a烯烃	15t; 22t	5 820
11	宁夏自治区示范项目	宁夏宁东	400万t煤间接液化	神华宁煤集团	400万t/a	11t	4 400
12	安徽省示范项目	安徽	煤化电热一体化项目 (以煤制天然气为主产品)	煤电化企业比选	170万t/a甲醇; 60万t/a煤制烯烃	15t; 22t	3 870
13	云南省示范项目	云南	褐煤综合利用项目	煤电化企业比选	2亿m ³ /a煤制天然气; 50万t/a甲醇	6.9t/1 000m ³ ; 15t	888万
14	贵州省示范项目	贵州	煤化电热一体化项目 (以煤制烯烃为主产品)	煤电化企业比选	60万t/a聚烯烃	22t	1 320万
15	河南省示范项目	河南	煤化电热一体化项目 (以煤制烯烃为主产品)	煤电化企业比选	180万t/a烯烃	22t	3 960万
需水量总计							83 519万

表3-25 大型煤电基地煤化工示范项目需水量预测表

序号	煤电基地	规划年煤化工示范项目需水量/(万m ³ /a)
1	新疆	33 795
2	神东	22 444.8
3	陕北	17 100
4	蒙东	10 536
5	晋北、晋中、晋东	6 618
6	河南	5 469
7	云贵	5 403
8	宁东	4 400
9	两淮	3 870
10	黄陵(华亭)	1 200
11	鲁西	216
总计		111 051.8

表3-26 大型煤电基地上下游产业链需水量表

序号	煤电基地	规划采煤规模/亿t	煤炭需水量/亿m ³	火电规模/MW	火电需水量/亿m ³	煤化工规模	煤化工需水量/亿m ³	总需水量/亿m ³
1	神东	5.20	17.68	48 000	3.03	509亿m ³ 煤制天然气; 80万t二甲醚; 50万t煤焦油加氢	2.24	22.95
2	蒙东	5.20	17.68	83 170	5.25	40万t乙二醇; 100亿m ³ 煤制天然气; 120万t甲醇; 46万t丙烯;	1.05	23.98
3	晋北 晋中 晋东	7.35	6.84	80 000	5.05	300万t甲醇; 60万t烯烃; 30万t二甲醚; 16万t煤制油; 10万t顺酐	0.66	12.55
4	云贵	2.60	3.12	—	—	2亿m ³ 煤制天然气; 50万t甲醇; 60万t聚烯烃	0.54	3.66
5	河南	2.15	3.66	—	—	75万t甲醇; 40万t乙二醇; 180万t烯烃	0.55	4.21
6	鲁西	1.40	0.69	—	—	40万t烃基合成醋酸	0.022	0.71
7	两淮	1.50	2.10	—	—	170万t甲醇; 60万t烯烃	0.39	2.49
8	黄陵 (华亭)	1.45	2.61	50 000	3.15	80万t甲醇	0.12	5.88
9	冀中	0.80	3.20	—	—	—	—	3.20
10	宁东	0.90	1.53	30 000	1.89	400万t煤间接液化	0.44	3.86
11	陕北	3.00	5.40	52 500	3.31	100万t煤间接液化; 700万t烯烃; 40万t甲醇	1.71	10.42
12	新疆	4.00	1.96	7 960	0.50	464亿m ³ 煤制天然气; 80万t二甲醚; 50万t煤焦油加氢	3.38	5.84
总计		35.55	66.47	351 630	22.18	—	11.10	99.75



3.3 煤电基地规划的合理性探讨

根据大型煤电基地产业链需水量预测结果，结合各煤电基地所在地区的水资源概况、现状供水能力、供用水结构等，简要探讨煤电基地规划合理性。以下先单独从各产业链分析规划的合理性，然后再综合整个产业链的情况，分析大型煤电基地整个产业链规划的合理性。

3.3.1 大型煤电基地采煤产业规划合理性探讨

大型煤电基地整个上下游产业链涉及采煤产业、火电产业和煤化工产业。首先单从整个产业链上游—采煤产业出发，探讨大型煤电基地采煤产业规划合理性。根据前述表3-25的结果可知，2015年全国14个大型煤炭基地采煤产业需水总量为66.47亿 m^3 ，占总产业需水量的66.64%，是整个煤电基地产业链中最大的用水大户。

根据水利部发布的《全国水资源公报》，2010年全国主要大型煤电基地所在省（直辖市/自治区）的水资源供用水概况见表3-27。

为了说明采煤产业规划是否合理，将前述研究的大型煤炭基地需水量预测结果（表

3-10）与基地所在省市2010年供用水情况（表3-27）进行整合，需要特别说明的是对于神东基地而言，2010年产能为4.69亿t，总计有6个大型矿区：神东（含17个煤矿，见表3-28）、万利、准格尔、包头、乌海、府谷。其中属于内蒙古自治区的矿区有：神东矿区下属的10个煤矿（表3-28）、万利矿区、准格尔矿区、包头矿区、乌海矿区；属于陕西省的有神东矿区下属的6个煤矿（表3-28）与府谷矿区（核定产能2 025万t）；属于山西省的是神东矿区下属的保德煤矿（表3-28）。若以行政区矿区产能百分比作为权重（对于整个神东煤炭基地产能百分比：内蒙古自治区占75.46%、陕西省占21.98%、山西省占2.56%），则将神东基地2015年整个采煤产业总需水量按照行政区分配：内蒙古自治区为13.34亿 m^3 、陕西省为3.89亿 m^3 、山西省为0.45亿 m^3 。这样便于与以行政区为单位的水资源供用水情况进行对比分析。另外，蒙东煤炭基地中共有16个大型矿区，其中8个矿区（扎赉诺尔、宝日希勒、伊敏、大雁、霍林河、白音华、胜利、平庄）属于内蒙古，剩余8个分属辽宁省与黑龙江省。由于难以获取蒙东煤炭基地每个矿区2015年规划产量，而内蒙古部分产量远大于辽宁、黑龙江，因此，将2015年蒙东基地总规划产量划分给内蒙古，

可以得到大型煤炭基地按行政区整合后的需水量（表3-29）。

由表3-29可知，内蒙古、山西、陕西境内的煤电基地需水量占现状行政区总供水量的比值以及占现状工业用水量的比值是比较高的。内蒙古、山西、陕西境内的煤电基地2015年需水量与现状总供水量的比值分别为17.1%、11.4%、13.7%；而内蒙古、山西、陕西境内的煤电基地2015年采煤需水量与现状工业用水量的比值分别为137.3%、57.9%、95.9%，三者比值均超过了50%，说明煤炭产业在三个省的工业中占有重要的地位，同时也是工业用水量中的用水大户。需要特别注意的是，内蒙古与陕西2015年采煤产业需水量均超过了现状工业用水量的95%，采煤产业势必会挤占非工业用水才能满足其需求，内蒙古采煤产业的规划是需要重新调整的。另外，宁东煤电基地2015年采煤产业需水量占现状工业用水量的比值为37.3%，这个比值也是相对比较高的。需要说明的是，以上分析仅仅是从水资源量的角度来探讨采煤产业规划是否合理，并未细致考虑煤电基地所在地区详细的供用水结构、水资源结构等。

3.3.2 大型煤电基地火电产业规划合理性探讨

火电产业处于整个煤电基地产业链的中游，根据前述表3-26的结果可知，2015年全国14个大型煤电基地火电产业需水量为22.18亿m³，占总产业需水量的22.2%。

前述参与分析火电产业需水量分析的大型火电基地有11个（详见表3-21）：新疆哈密煤电基地，晋北、晋中与晋东三大煤电基地，准格尔国家大型煤电基地及辐射区托克托，蒙东（东北）宝清国家大型煤电基地，呼伦贝尔国家大型煤电基地，霍林河国家大型煤电基地及辐射区兴安，锡林郭勒国家大型煤电基地及辐射区赤峰，宁东国家大型煤电基地及辐射区，甘肃河西走廊拟在建火电站项目，甘肃陇东地区，陕北国家大型煤电基地。这所列的11个火电基地所在的行政区的2015年火电产业规划规模与需水量详见表3-22。

国内有学者曾对山西、陕北、宁东、蒙西、锡林郭勒、呼伦贝尔及哈密7个煤电基地的可供给发电用水进行过研究（张正陵，2007），研究结果详见表3-30。

将以行政区为单位总结计算的2015年规划年的火电需水量（表3-22）、行政区现状供用水量（表3-27）及各主要煤电基地可供给发



电用水量（表3-30）进行整合，整合结果见表3-31。

根据表3-29可知，内蒙古、山西、宁夏、陕西四省（自治区）2015年火电产业需水量与现状工业用水量的比值分别为57.7%、62.9%、92.9%、32.6%，另外，内蒙古、山西、宁夏、陕西与新疆在2015年可供发电用水量均小于2015年火电需水量，难以满足各省火电产业的需要，火电产业的规模需要重新调整与评估。

在大型煤电基地中，采煤产业与火电产业一般是推行煤电一体化联合生产。为了更好地分析现状供用水量对上游采煤产业与中游火电产业的保证程度，联合分析采煤产业与火电产业规划是否合理，将表3-29与表3-31的结果整合成表3-32。

由表3-32可知，内蒙古、山西、宁夏、陕西四省（自治区）现状工业用水与规划年采煤产业与火电产业的需水量之间存在较大的矛盾。内蒙古、陕西的省区采煤产业与火电产业需水量与现状工业用水量的比值均超过了100%，山西省接近100%，宁夏也超过了80%，说明目前的规划很可能并未整体考虑采煤产业与火电产业的整体发展，目前这四个省的采煤与火电规划均超出了现状供水能力，需要新增水源供给，这给当地的水资源势

必造成很大的压力。另外，需要特别说明的是，在需水量预测上采用的“单位产品用水定额方法”，这个计算值是需水量区间的上限值。随着节水工艺技术的发展，工业用水效率的提高，需水量的需求将会有所降低，但以内蒙古、山西、宁夏、陕西四省为代表的资源大省，在规划采煤产业与火电产业的发展时，需要更多地考虑当地水资源的承载能力，才不会对当地的水资源造成更大的压力。

3.3.3 煤电基地产业链需水量联合分析

在前述研究中，已按煤电基地归属将大型煤电基地整个产业链需水量进行了统一分析，结果详见表3-26。现将表3-26的结果按行政区整合，然后再与行政区供用水量进行整合分析，结果详见表3-33。

综合考虑14个大型煤电基地整个产业链的需水量与行政区现状供用水量，由表3-33可知，针对规划年（2015年）总需水量与行政区现状年（2010年）总供水量的比值，排名比较靠前的是内蒙古、山西、陕西，比值分别为17.33%、20.83%、17.30%，从这个比值可以反映出整个煤电产业在这3个能源大省社会经济中的重要地位。就规划年（2015年）总需水量与行政区现状年（2010年）工业用水量的比值而言，排名靠前的是内蒙古、

山西、陕西、宁夏，比值分别为139.47%、103.17%、119.26%、94.15%，说明这4个省（自治区）现状工业用水量根本无法满足规划年（2015年）煤电基地整个产业链的用水

量的需求。这4个大型煤电基地的规划规模跟现状供水能力是存在很大矛盾的，急需根据当地实际的水资源承载能力重新对煤电基地的规划重新进行评估、调整。

表3-27 2010年大型煤电基地各地区供水量和用水量表

地区	供水量/亿m ³				用水量/亿m ³				
	地表水	地下水	其他	总供水量	生活	工业	农业	生态环境	总用水量
全国	4 881.6	1 107.3	33.1	6 022.0	765.8	1 447.3	3 689.1	119.8	6 022.0
河北	36.1	156.0	1.6	193.7	24.0	23.1	143.8	2.9	193.7
山西	29.3	34.5		63.8	10.6	12.6	38.0	2.6	63.8
内蒙古	92.6	88.6	0.7	181.9	15.0	22.6	134.5	9.8	181.9
安徽	265.6	26.6	0.9	293.1	30.2	94.0	166.7	2.2	293.1
山东	127.1	91.3	4.0	222.5	36.2	26.8	154.8	4.6	222.5
河南	88.6	135.1	0.9	224.6	36.1	55.6	125.6	7.3	224.6
贵州	93.8	7.2	0.5	101.4	16.5	34.3	50.0	0.6	101.4
云南	139.0	4.8	3.7	147.5	22.8	25.5	95.3	3.9	147.5
陕西	49.5	33.3	0.5	83.4	14.8	12.1	55.5	1.0	83.4
甘肃	96.1	24.2	1.5	121.8	10.8	13.7	94.3	3.0	121.8
宁夏	67.0	5.4		72.4	1.8	4.1	65.0	1.4	72.4
新疆	439.2	95.2	0.7	535.1	12.8	11.2	484.6	26.5	535.1

数据来源：中华人民共和国水利部《中国水资源公报2010年》。



表3-28 神东煤炭基地神东矿区下属煤矿产能表

序号	煤矿名称	地区	设计能力/万吨	核定生产能力/万吨
1	大柳塔煤矿	陕西	2 000	2 170
2	榆家梁煤矿	陕西	1 500	1 630
3	锦界煤矿	陕西	1 500	1 707
4	哈拉沟煤矿	陕西	1 000	1 388
5	石圪台煤矿	陕西	1 000	1 289
6	柴家沟煤矿	陕西	<1 000	100
7	布尔台煤矿	内蒙古	2 000	2 000
8	补连塔煤矿	内蒙古	2 000	2 620
9	上湾煤矿	内蒙古	1 000	1 400
10	黄玉川煤矿	内蒙古	1 000	1 000
11	昌汉沟(万利一矿)煤矿	内蒙古	1 000	1 000
12	神山露天煤矿	内蒙古	<1 000	60
13	柳塔矿	内蒙古	<1 000	300
14	寸草塔二矿	内蒙古	<1 000	270
15	寸草塔煤矿	内蒙古	<1 000	240
16	乌兰木伦煤矿	内蒙古	<1 000	711
17	保德煤矿	山西	1 500	1 200
总计				19 085

数据来源：神华神东煤炭集团有限责任公司<http://www.shendong.com.cn/sdhtml/renshishendong/kuangjingfenbu/>。

表3-29 大型煤电基地采煤产业需水量及省级行政区供用水量

序号	煤电基地	地区	2015年采煤需水量/亿m ³	2010年地区总供水量/亿m ³	2015年需水量与现状总供水量比值/%	2010年地区工业用水量/亿m ³	2015年需水量与现状工业用水量比值/%
1	神东、蒙东	内蒙古	31.02	181.9	17.1	22.6	137.3
2	晋北、晋中、晋东	山西	7.29	63.8	11.4	12.6	57.9
3	云贵	云南、贵州	3.12	248.9	1.3	59.8	5.2
4	河南	河南	3.66	224.6	1.6	55.6	6.6
5	鲁西	山东	0.69	222.5	0.3	26.8	2.6
6	两淮	安徽	2.10	293.1	0.7	94.0	2.2
7	黄陇*、陕北	陕西、甘肃省平凉市	11.90	86.71	13.7	12.4	95.9
8	冀中	河北	3.20	193.7	1.7	23.1	13.9
9	宁东	宁夏	1.53	72.4	2.1	4.1	37.3
10	新疆	新疆	1.96	535.1	0.4	11.2	17.6

* 黄陇基地中仅华亭矿区是属于甘肃省平凉市，其余7个矿区均属于陕西，因此在行政区供水量上统计的是陕西全省与甘肃省平凉市之和，甘肃省平凉市供用水量数据源自甘肃省水利厅公布的《甘肃省水资源公报》。

表3-30 各煤电基地可新增供给发电用水量表（张正陵，2007）

煤电基地	年份	供给发电用水/亿m ³				
		地表水	地下水	中水	矿坑排水	总量
山西	2010	1.440	0.00	1.46	0.46	3.360
	2015	1.730	0.00	2.82	0.74	5.280
陕北	2010	0.190	0.009	0.02	0.07	0.380
	2015	0.470	0.28	0.04	0.12	0.910
宁东	2010	0.860	—	0.16	0.07	1.090
	2015	1.290	—	0.24	0.07	1.610
蒙西	2010	0.890	—	0.93	—	1.820
	2015	1.070	—	1.28	—	2.350
锡林郭勒	2010	0.160	—	0.09	0.10	0.360
	2015	0.340	—	0.20	0.29	0.830
呼伦贝尔	2010	0.070	—	0.17	0.46	0.700
	2015	0.220	—	0.34	0.44	1.000
哈密	2010	0.082	—	—	—	0.082
	2015	0.325	—	0.01	—	0.335
总计	2010	3.590	0.09	2.56	1.11	7.360
	2015	5.260	0.28	4.25	1.58	11.370

表3-31 大型煤电基地主要火电厂需水量与各地区供用水量表

序号	煤电基地	地区	2015年火电需水量/亿m ³	2010年地区总供水量/亿m ³	2015年需水量与现状总供水量比值/%	2010年地区工业用水量/亿m ³	2015年需水量与现状工业用水量比值/%	2015年可供给发电用水量*/亿m ³
1	神东蒙东	内蒙古	6.055	181.9	3.33	22.6	26.79	4.18
2	晋北晋中晋东	山西	5.046	63.8	7.91	12.6	40.05	5.28
3	宁东	宁夏	1.892	72.4	2.61	4.1	46.15	1.61
4	陕北	陕西	3.311	83.4	3.97	12.1	27.36	0.91
5	新疆	新疆	0.502	535.1	0.09	11.2	4.48	0.34

* 2015年可供给发电用水量采用的是张正陵等的研究成果（张正陵，2007）。



表3-32 大型煤电基地采煤产业与火电产业需水量与各地区供用水量表

序号	煤电基地	地区	2015年采煤与火电需水量/亿m ³	2010年地区总供水量/亿m ³	2015年需水量与现状总供水量比值/%	2010年地区工业用水量/亿m ³	2015年需水量与现状工业用水量比值/%
1	神东、蒙东	内蒙古	28.235	181.9	15.52	22.6	124.93
2	晋北、晋中、晋东、神东(宝德煤矿)	山西	12.336	63.8	19.34	12.6	97.90
3	宁东	宁夏	3.422	72.4	4.73	4.1	83.46
4	陕北、神东(陕西部分)	陕西	15.211	83.4	18.24	12.1	125.71
5	新疆	新疆	2.47	535.1	0.46	11.2	22.1

表3-33 大型煤电基地上下游产业链2015年需水量与各地区现状供用水量表

煤电基地	地区	煤炭需水量/亿m ³	火电需水量/亿m ³	煤化工需水量/亿m ³	总需水量/亿m ³	地区总供水量/亿m ³	总需水量与总供水量比值/%	2010年地区工业用水量/亿m ³	总需水量与2010年工业用水量比值/%
神东、蒙东*	内蒙古	22.18	6.06	3.29	37.26	181.9	17.33	22.6	139.51
晋北、晋中、晋东	山西	7.29	5.05	0.66	15.87	63.8	20.38	12.6	103.17
云贵	云南、贵州	3.12	—	0.54	3.66	248.9	1.47	59.8	6.12
河南	河南	3.66	—	0.55	4.21	224.6	1.87	55.6	7.57
鲁西	山东	0.69	—	0.022	0.71	222.5	0.32	26.8	2.66
两淮	安徽	2.10	—	0.39	2.49	293.1	0.85	94	2.65
黄陵**、陕北、神东(陕西部分)	陕西	11.90	3.31	1.83	17.67	83.4	20.43	12.1	140.83
黄陵(华亭)	甘肃	0.55	3.15	—	5.22	121.8	3.04	13.7	27.01
冀中	河北	3.20	—	—	3.20	193.7	1.65	23.1	13.85
宁东	宁夏	1.53	1.89	0.44	5.78	72.4	5.33	4.1	94.15
新疆	新疆	1.96	0.51	3.38	5.85	535.1	1.09	11.2	52.23

* 此表已将神东基地采煤产业总需水量按照行政区分配到内蒙古、陕西与山西；而蒙东基地的采煤产业需水量仅统计的是8个属于内蒙古自治区内的矿区需水量，而火电需水量不包括宝清煤电基地1.25亿m³的需水量，因为宝清煤电基地在行政区上属于黑龙江省。

** 黄陵基地的8个煤炭矿区包括甘肃省的华亭矿区以及陕西省的7个矿区，为了更好地地区区分陕西和甘肃的需水量，此处将黄陵基地采煤产业总需水量8.01亿m³按照2010年各矿区产量分配（华亭矿区0.2亿t，则采煤产业需水量0.55亿m³；其余7个矿区0.75亿t，则采煤产业需水量7.46亿m³）。

参考文献

- 安徽省质量技术监督局. 2007. 安徽省行业用水定额 (DB34/T679—2007) .
- 程贞铭, 温志清. 2011. 火力发电厂的水资源利用之我见. 经营管理者, (17):375.
- 甘肃省水利厅. 2009. 2009年甘肃省水资源公报.
- 河北省水利厅, 2002. 河北省节约用水办公室. 河北省工业用水定额 (试行) .
- 河南省质量技术监督局. 2004. 河南省用水定额 (DB41/T 385—2004) .
- 黑龙江省人民政府. 2011. 黑龙江省国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要.
- 金传良, 郑连生, 李贵宝, 金春华. 2007. 水量与水质技术实用手册. 北京:中国标准出版社.
- 马奉奇. 2011. 国内煤化工的现状与发展. 河北化工, 34(1):5-7.
- 内蒙古自治区经济和信息化委员会. 2011. 内蒙古自治区“十二五”工业和信息化发展规划.
- 宁夏回族自治区人民政府. 2012. 宁夏能源发展“十二五”规划.
- 全国煤化工信息站. 2011. “十二五”煤化工示范项目技术规范 (送审稿) 摘录. 煤化工, (6):20.
- 山东省质量技术监督局. 2009. 山东省重点工业行业产品取水定额.
- 山西省人民政府. 2011. 山西省国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要.
- 陕西省人民政府. 2011. 陕西省国民经济和社会发展第十二个五年规划纲要.
- 孙文洁. 2012. 煤矿开发对水环境破坏机理和评价及修复治理模式. 北京:中国矿业大学 (北京) .
- 田银娥. 2011. 晋城新型煤化工基地水资源保障措施研究. 山西水利, (8):9-10.
- 王国栋. 2008. 需水量预测方法的择优研究. 城市公用事业, 22(1):23-25.
- 王海, 郭恒, 钱自卫. 2008. 矿区水资源的综合利用. 山西建筑, 34(27):206-207.
- 吴季松. 2003. 全国节水规划纲要及其研究. 南京:河海大学出版社.
- 吴志红. 2009. 淮南矿业集团公司矿井水资源化利用现状、问题及对策. 能源环境保护, 23(4):41-43.
- 叶勇, 王志璋, 杨丽丽, 谢新民. 2010. 晋陕蒙宁主要矿区水资源分析及配置. 水电能源科学, 28(5):18-21.
- 云南省质量技术监督局. 2006. 云南省用水定额 (DB53/T 168—2006) .
- 张岳洋. 2007. 煤矿矿区节水及其环境影响分析. 能源环境保护, 21(5):44-47.
- 中华人民共和国国家发展和改革委员会. 2012. 煤炭工业发展“十二五”规划.









4

煤电基地发展可能引起的环境问题

4.1 煤电基地发展引起的水环境问题

我国水资源（地表水和地下水）分布中呈“南富北贫”的特点。晋、陕、蒙、宁、新、黑六省（自治区）煤炭资源丰富，保有储量约占全国的79%，而水资源总量仅占全国的9.98%。“十二五”规划中的煤电基地（山西、陕北、彬长、宁东、蒙西、锡林郭勒、呼伦贝尔、宝清、哈密和准东等）大多地处西北、华北和东北，水资源相对匮乏。在煤电基地建设发展过程中，煤电的开采、运输、转化、利用以及农业生产、生活等人类活动使得区域水环境情势面临严峻的挑战。

4.1.1 地表水污染

地表水是陆地表面上各种液态、固态水体的总称。主要有河流、湖泊（水库）、沼泽、冰川、永久积雪等，河流是最活跃的地表

水体，水量更替快，便于取用，是人类开发利用的主要对象（孙鸿烈，2000）。同时河流也是最容易受到人类活动影响而受到污染的水体。

传统煤电基地对地表水的污染主要来自“三废”中的工业废水和废渣，其次是工业区集中了高密度的人口，生活污水和废弃物污染不容忽视。晋、陕、蒙、宁、新、黑等六省（自治区）的煤电基地建设供水来源主要有地表水（含引黄河水的“水权交换”）、城市中水和矿坑排水三大来源。

黄河是我国西北和华北地区的最大供水水源，承担着沿岸众多工矿企业的供水任务，黄河流域煤炭产量与废水排放相关明显（图4-1）。黄委会2004年公布数据显示，黄河干流32个评价断面全年水质监测结果中，优于Ⅲ类水的断面占34.4%，Ⅳ、Ⅴ类水的断面占40.6%和15.6%，劣Ⅴ类水的断面占9.4%。与干流相比，直流水污染状况更为严重，据51个支流评价断面全年水质监测结果统计，优于

Ⅲ类水的断面占23.5%，Ⅳ、Ⅴ类水的断面占5.9%，劣Ⅴ类水的断面占64.7%。

以老煤炭基地山西大同为例，大同市以煤炭为龙头带动了化工、电力、冶金等行业的迅速发展。其煤电项目一度沿用“高消耗，重污染”的粗放经营模式：工矿企业及生活废水直接排入河道，废渣就近堆放于河谷，造成地表水严重污染。

大同市区主要有御河、十里河、口泉河3条河流。御河至北向南由市区东侧穿过，河川径流主要来源于暴雨洪水、工业生活废水及矿坑排水。大同市环境监测站在市区附近的主要河流共设16个断面，每年定期进行冰封期、枯水期、丰水期和平水期四次水质监测。

据2005年环境部门监测结果显示（王秉录等，2007），大同大部分河流的水质为劣

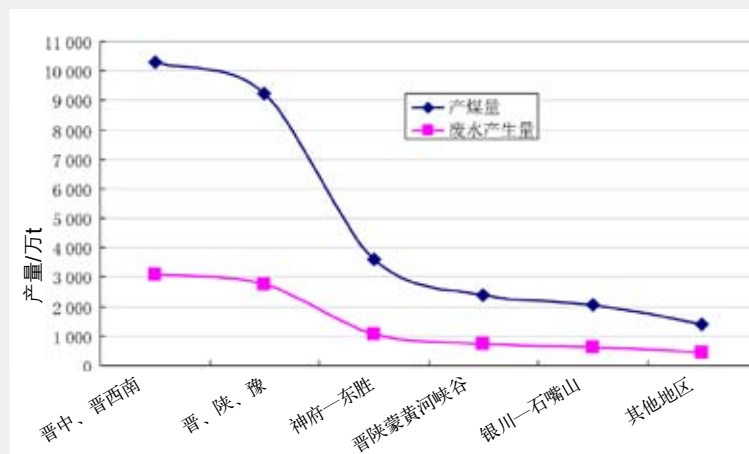


图4-1 黄河流域煤炭产量与废水排放量曲线图

表4-1 地表水质量分级标准

综合污染指数 (P)	级别	评价依据
<0.2	清洁	多数指标低于标准值
0.2~0.7	轻度污染	个别指标接近标准值
0.7~1.0	污染	多数指标略有超标或个别指标超标1~5倍
1.0~2.0	重污染	多数指标或个别指标超标1~10倍
>2.0	严重污染	全部指标超标或个别指标超标10倍以上

表4-2 大同市河道断面综合污染指数五年均值表

河流断面		综合污染指数 (P)
御河	堡子湾	2.00
	古店	2.59
	御河桥	3.91
	小南头	5.96
	利仁皂	5.34
十里河	高山	2.78
	小站	2.21
	六一六桥	3.90
	红卫桥	6.79
甘河		2.66
口泉河		3.65
南洋河	大白登	1.78
	宜家塔	6.08
桑干河	固定桥	2.58
壶流河	洗马庄	4.10
唐河	南水芦	0.50



V类，基本上失去使用功能。王秉录等人（2007）收集16个断面1996—2000年的数据资料，按地表水(GB 3838—2002)5类标准，采用水质综合污染指数法对大同地表水质进行了分级（表4-1），并对地表水水质进行了分析（表4-2）。

统计结果表明，大同市河流各个断面综合污染指数均较高，污染严重。尤其是十里河红卫桥断面数据值最高，这是由于上游山区大小煤矿星罗棋布，致使河流污染非常严重。

4.1.2 地下水超采与水质污染

地下水是贮存于地表以下岩土层中水的总称（孙鸿烈，2000），按埋藏条件，地下水又可分为浅层地下水和深层地下水两种。地下水具有地域分布广、随时接受降水和地表水体补给、便于开采、水质良好、径流缓慢等特点，具有重要的供水价值。

1) 煤炭开采破坏地下水资源

煤炭资源的赋存特点决定了其开采必然扰动地下水，西北大部分地区煤炭用水主要依赖地下水，在消耗地下水资源的同时对地下水资源造成了不可避免的污染、破坏。据推算，每开采1t煤炭要破坏2.54m³地下水资源。以山西省2007年煤炭开采量（63 021万t）进行估算，仅一年就破坏16亿m³水资源（刘水泉，

2009）。

地下水作为我国北方重要的供水水源，是水系统与生态系统不可或缺的组成部分。煤炭开采过程中，采煤区域地下水位下降，破坏了地下含水层原始径流，致使水资源流失。矿山开采不可避免地要疏干、排泄一定的地下水，使地下水位较原始水位大幅度下降，降低原有水源的供水能力。

据国家环保局2005年统计数据显示，我国排放矿井水量为45.4亿t，2007年矿井排水量46亿t，重复利用率不足50%。地下水的不断疏干和排泄必将导致地下水位的大面积、大幅度下降，含水系统的边界外移，矿区主要供水源枯竭，地表植被干枯，严重引起地表土壤沙化，土地肥力降低，农作物减产等。造成部分地区人畜饮水困难，农业生产受到影响。如山西因采煤造成18个县28万人吃水困难，30万hm²水田变成旱田。

2) 地下水水质污染

同时，矿山开采也会不同程度地污染地表及地下水系。矸石露天堆放，遇到雨水冲淋，可形成酸性水，酸性水及其他有害物质流渗入地下水，从而对地下水资源造成污染。

地下水污染不仅对地下水资源安全利用影响巨大，而且还会影响整个水系统安全。我国地下水污染状况有进一步恶化趋势，为此国务

院常务会议于2011年新通过了《全国地下水污染防治规划(2011—2020)》，将地下水污染防治正式提上政府日程。地下水污染与地表水污染相比具有流动较慢、水质参数相对稳定、一旦污染很难恢复的特征。地下水受污染的可能性比较低，通常是通过地表水水质污染造成的。

3) 地下水超采

我国西北部很多产煤基地植被覆盖率低，水土流失严重，多年平均降水量远远小于蒸发量，含水层遭到采煤破坏后，很容易造成地下含水层渗漏，潜水位下降，造成地下水疏干。

以神府东胜煤田的神东矿区为例，地处干旱半干旱的毛乌素沙漠与黄土高原接壤地区，地面沟壑纵横，流动沙丘广布，植被覆盖率低，水土流失严重，多年平均降水量436mm，区内蒸发量高达1791mm(韩建国等，2004)。第四系上更新统萨拉乌苏组含水层覆盖于含煤地层上部，含水层底界与煤层间距只有30~50m(范立民，1998)。煤层开采后，冒裂带极易波及含水层底部，把地下水迅速转化为矿井水，迫使潜水位下降，土地沙化及水土流失加剧，生态环境恶化。

在地下水超采的条件下，地下水位不断下降，地下水资源量不断减少，这一过程的继续与发展，使各项地下水多年补给量均为零，称此为地下水枯竭。当地下水开采量不变时，超采量因地下水总补给量随地下水埋深的增加而减少，超采量必然增大。

以山西大同市为例，大同市从20世纪80年代至今地下水连年超采，2004年地下水超采达8356万 m^3 。2004年大同市地下水实际开采量为13901万 m^3 ，地下水埋深35.74m，杨平(2008)对大同市地下水的枯竭进行了预测。

枯竭分析是在考虑地下水闭合流域条件下进行的，闭合流域可以不考虑侧向的补给与侧向流出。从表4-3可以看出，依照此开采速度到2020年地下水埋深达到枯竭深度。而且地下水超采量逐年增加，枯竭速度逐年加快。枯竭速度从起始年的1.91m增加到每年3.05m，超采量从年8356万 m^3 增加到年13351.1万 m^3 。2019年年末地下水埋深达到75.46m，当维持开采量不变时，到2020年地下水枯竭，地下水枯竭年限为16a。

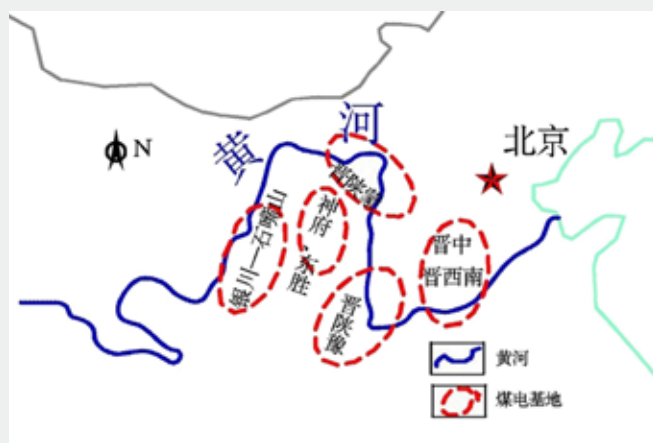


图4-2 黄河中上游煤电基地分布示意图

表4-3 大同市地下水枯竭过程计算表

年份	年初地下水埋深/m	超采量/万m ³	年末地下水埋深/m	枯竭速度/(m/a)
2004	35.74	8 356.0	37.65	1.91
2005	37.65	8 648.7	39.63	1.98
2006	39.63	8 985.6	41.68	2.05
2007	41.68	9 302.8	43.80	2.12
2008	43.80	9 621.5	46.00	2.20
2009	46.00	9 951.2	48.27	2.27
2010	48.27	10 324.8	50.63	2.36
2011	50.63	10 695.8	53.07	2.44
2012	53.07	11 035.4	55.59	2.52
2013	55.59	11 390.3	58.20	2.60
2014	58.20	11 730.5	60.87	2.68
2015	60.87	12 101.7	63.64	2.76
2016	63.64	12 452.3	66.48	2.84
2017	66.48	12 811.5	69.41	2.93
2018	69.41	13 142.7	72.41	3.00
2019	72.41	13 351.2	75.46	3.05

4.2 煤电基地发展对黄河流域生态环境的影响

全国煤炭资源一半分布在黄河流域,全国所调用煤炭95%左右来自黄河流域(图4-2)。在全国已探明的16处100亿t以上的大煤田中,黄河流域有9处:山西西山煤田、霍西煤田、沁水煤田,黄河北干流河保偏煤田、内蒙古准格尔煤田、神府煤田、东胜煤田、陕西黄陇煤田、灵武煤田。其中神府—东胜煤田是世界八大煤田之一,煤炭保有储量占全国的25.6%,是我国最大的煤田。

我国西北地区的自然条件特点不同于东部和南部地区。西北地区地广人稀、气候干旱、蒸发强烈、荒漠包围绿洲以荒漠景观为主,生

态环境十分脆弱。煤炭开采、加工利用过程中产生含有各种污染物的废水,它们进入河流中将会影响河流水环境的质量,黄河流域煤炭资源开发利用对黄河水质产生的影响不容忽视。煤炭开采对流域环境的影响具有非直接性,主要表现为对区域生态环境的破坏和污染,具有工业污染和生态破坏双重特征。

4.2.1 工业污染

黄河流域煤炭资源主要分布在中游及上游地区,也是煤电基地的重点建设区,黄河中上游五大煤炭基地探明储量达4 131.9亿t,占全国总储量的41%(高玉玲、张军献,2003)。黄河流域工业排放废水量最大的煤炭基地是山西晋中、晋西南煤炭基地,工业排放废水超千吨的重大点污染源是该基地的

表4-4 黄河流域煤炭产量及废水排放状况(高玉玲等,2003)

项目	探明储量/亿t	年产煤量/亿t	年废水产量/万t
银川—石嘴山煤炭化工建材基地	350.3	2 043	613
晋陕蒙黄河峡谷煤炭基地	529.2	2 400	720
神府—东胜煤炭基地	2 236.2	3 600	1 080
晋中、晋西南煤炭基地	529.8	10 300	3 098
晋、陕、蒙煤炭基地	486.4	9 246	2 774
以上五大煤炭基地合计	4 131.9	27 289	8 195
其他地区	360.5	1 412	424
黄河流域合计	4 492.4	28 701	8 619



太原西山矿务局和霍州矿务局，废水均排入山西汾河，其年排污水量分别为1 599万t和1 255万t，每个矿务局的污水量都相当于拥有2 000万人口的北京市年污水排放量的总和。

黄河流域支流众多，其中流域面积大于1 000km²的支流就有76条。黄河流域煤炭基地的废污水绝大部分都是先排入各级黄河支流，然后再进入黄河的。黄河流域煤田废水年排放量约8 617万t，主要集中在黄河中上游五大煤炭基地（表4-4）。

黄河流域接纳煤田废水的支流有几十条，其中：神府—东胜煤炭基地的煤田废水主要进入窟野河；晋中、晋西南煤炭基地煤田的废水主要进入山西汾河；离石、柳林煤田废水主要进入三川河、湫水河；黄河北干流峡谷煤电基地准格尔煤田废水主要进入龙王沟；晋陕豫接壤区基地陕西的黄陵煤田、渭北煤田主要通过陕西洛河、泾河汇入渭河；山西晋城煤田主要进入沁河；河南渑池、义马、新安、偃师、宜阳等煤田废水主要进入洛河。

从黄河流域煤田分布及各级支流径流汇水状况来看，黄河上游宁夏石嘴山断面控制宁夏东部及西部地区大部分煤田废水的汇入；黄河中游潼关断面控制了黄河北干流两翼众多煤田废水；花园口断面控制山西晋城、河南煤田废水的汇入。因此，石嘴山、潼关、花园口断面

是黄河流域煤田废水的主要影响断面。

根据地表水环境质量标准（GB 3838—2002），选择煤田废水的3项主要污染物，对黄河流域的石嘴山断面、潼关断面和花园口断面进行了水质监测。石嘴山断面：水中氨氮年均值为IV类；BOD₅为III类；高锰酸盐指数有明显上升态势。潼关断面：3项指标均出现了比较明显的上升态势。氨氮污染明显增加并且在黄河达到了最高值，年均值超过V类水标准，高锰酸盐指数和BOD₅为III类。花园口断面：中氨氮明显出现了污染高峰，年均值为IV类；高锰酸盐指数和BOD₅为III类（高玉玲等，2003）。

虽然河流水污染物的来源非常复杂，但是在煤田分布密集区的石嘴山、潼关、花园口控制断面，河水出现相对应的煤田废水污染物污染，这说明黄河流域煤田废水对黄河干流氨氮、高锰酸盐指数、BOD₅指标均产生了一定的影响。

黄河流域水污染造成的直接经济损失每年在115亿~156亿元，据不完全统计，1993—2005年，黄河流域发生重大水污染事故40多起，仅2004年黄河干流就5起。2004年6月26日黄河内蒙古河段的水污染事件，历时11d，包头市供水公司被迫停止从黄河取水达103h，造成直接经济损失达1.39亿元。黄河干支流水污染不仅造成重大经济损失，也威胁



2012年5月，内蒙古自治区乌海市的电石渣排渣场，以及黄河对岸的宁夏回族自治区石嘴山市的煤化工工业园区。©卢广/绿色和平

到沿黄大中城市饮用水供水安全，严重制约着沿黄经济社会的发展。

按我国目前煤炭开采能力计算，黄河流域煤炭储量可供开采相当长时间。因此，对于煤炭废水给黄河水环境带来的影响必须引起高度重视。另外，煤炭基地建设需要大量的、各个层次的人员以及为之服务的医院、学校、管理部门，这些建设人员产生的废水、垃圾的污染也不容忽视。

4.2.2 生态破坏

煤矿的开采，随之而来是矿区生产、生产设施以及相关产业的发展，这些相关产业的发展，使大量的耕地、林地、草地变为矿区及建设用地，造成大面积水土流失，破坏了水资源赖以生存的环境。煤炭开采中比较突出的生态问题主要有：植被受损，水土流失，土地荒漠化加重，井泉干枯，居民饮水受到威胁，使原本脆弱的生态环境进一步恶化。我国绝大多数煤矿区环境污染严重，生态环境遭到难以恢复的破坏。

研究表明，凡是煤田开采历史比较长的区域几乎没有或很少有森林分布。山西大同煤田、霍西煤田地面植被的破坏和退化就是由于长期采煤所造成的。全省因采煤造成森林损失共计6 137km²，受影响森林面积43 363km²。森林植被的减少，对全省生物多样性造成了很大威胁。全省湿地总面积为3 660km²，比20世纪90年代初期减少了约1 390km²，平均每年减少近100km²。河道、湖泊的干涸使水生动植物失去了生存条件，造成了大量水生物物种的绝迹。

煤电基地的基础建设改变了原有的林地、草地和沙地的利用方向，导致土地沙化面积增大，土壤盐碱化和水土流失问题加重。位于毛乌素沙漠和黄土高原的交汇地带的陕北煤电基地，主要植被以草地为主，长期以来，陕北能源工业发展，由于重工程轻林草、重建设轻管理的现象比较普遍，预防监督滞后和法律法规落实不力，加上自然灾害频繁和不合理的种植业与采矿布局，以及人们对环境保护的意识普遍落后等原因，致使陕北地区土地沙



化面积以 $200\text{km}^2/\text{a}$ 的速度扩大，土壤盐碱化和水土流失问题十分突出，治理难度越来越大。煤炭开采导致的山体开裂、滑坡问题也日益严重，公路等基础设施建设对地表植被的负面作用逐年显现。榆林地区仅煤田开发一项，就使26万亩植被被毁，30万亩土地沙化。目前，沙化土地面积为 $1.43 \times 10^6\text{hm}^2$ ，占榆林市全市面积的32.76%，较1999年增加了 $1.34 \times 10^3\text{hm}^2$ 。目前，仅榆林市煤炭采空区就达 499.41km^2 、每年新增 $70 \sim 80\text{km}^2$ ；已塌陷 118.14km^2 、每年新增 $30 \sim 40\text{km}^2$ （中国化工报，2010）。

西北地区东部黄土高原区的鄂尔多斯盆地，是我国迄今探明的最大的煤炭盆地。但同时其生态地质环境条件脆弱，使其煤炭资源开发面临较大的环境压力（叶贵钧，2000）。鄂尔多斯东南部及陕北地区的煤电基地开发区以中度、轻度沙漠化土地为主。矿区及其西部大面积分布有第四系上更新统萨拉乌苏组含水层，是矿区的主要供水水源。但该含水层覆盖在含煤地层上部，煤层开采将导致地下水位下降，加剧矿区土地沙漠化与水土流失。在内蒙古元宝山露天煤矿，因疏排地下水、降落漏斗半径达 15km ，殃及村镇150余个，土地沙化，水土流失不断加剧，农业、林业和牧业严重受害，每年用于经济赔偿达3 000余万元，

而赔偿中还不包括矿区生态环境的潜在损失。

尤其令人焦虑的是，矿区煤系上部分布的第四系上更新统萨拉乌苏组含水层，水量丰富，矿化度小于 0.5g/L ，不但是矿区唯一的含水层，更是陕北沙漠草滩地前缘地区居民生活和工业优质用水水源；但由于煤层顶板基岩一般比较薄，随着矿区大规模开发，采动裂隙带将直接影响和波及该含水层，造成水源地的直接破坏，并导致原来接受该含水层补给的井泉、河流和水库干涸，区域生态环境将面临严重危险。据统计，榆林市目前因采煤已有数十条河流地表径流断流，20多个泉眼干枯；境内湖泊数量已由开发前的869个锐减到现在的79个（徐有宁等，2008）。

可见，在脆弱生态环境的区域进行大规模的煤电基地建设，不仅会使原来的脆弱的生态平衡遭到严重的破坏，而且这种破坏有可能是不可逆的，同时还会极大地增加当地社会经济发展的供水压力，使得当地水资源供需矛盾进一步加剧，水资源的开发进入过饱和甚至掠夺式的开发模式中。同时，低效的水资源利用效率和不合理的污水排放方式可能反而加剧当地生态系统维持平衡的能力，使得当地的水环境质量急剧恶化，并污染其他水体，尤其是地下水，并进而影响当地人民的身体健康和当地社会经济的可持续发展。

与此同时，随着黄河沿岸各省工业发展对支流水量的过度消耗，各支流频繁断流，从而影响黄河干流水量，提高断流风险。虽然1999年来黄河没有再出现20世纪90年代那样的断流情况，但近年来黄河流域主要来水区年平均来水量较多年平均值少了1/4^①。目前黄河宁蒙段已成为水资源管理矛盾的焦点。自2003年到2006年8月期间，黄河宁蒙段就出现了16次断流预警^②。每次断流危机，都是靠紧急关闭下游取水口化解的。这个问题在第四节宁东煤电基地的案例中进行详细介绍。

黄委会一些专家指出，目前黄河供水是挤占生态用水为前提实现的。由于输沙用水大量减少，黄河河槽不断淤积抬高，出现历史罕见的“二级悬河”。所谓“二级悬河”，就是“槽高于滩、滩高于背河地面”的河道形态，即使发生中小洪水，主槽也难以容纳，必然造成重大河势变化，易出现横河、斜河，增大了决口的危险。2003年9月，河南省黄河兰考段出现流量约2 400m³/s的“小水”，却酿成重大漫滩灾情，近12万人被洪水围困，而兰考段恰恰是“二级悬河”最为严重的河段之一。目

前，黄河下游几乎全部是“二级悬河”。

4.3 煤电基地发展对国土安全的影响

我国煤炭生产以井工开采为主，其产量占煤炭总量的95%左右，这种开采方式必然破坏煤层覆岩的应力平衡状态，造成了地面变形，导致公路、房屋裂缝、农田弃耕等。2008年底环境保护部统计数据显示，全国采煤沉陷区面积达到84.2万hm²，造成大量土地破坏和移民搬迁。

煤炭资源开采引起地面沉降，造成土地利用功能的丧失或破坏。以呼伦贝尔煤电基地的扎赉诺尔和大雁煤业为例，两个煤矿采煤沉陷区总面积45.22km²，很多房屋和公共设施被破坏，严重威胁人民群众的生命财产安全。而且草原的破坏还会加剧草场的沙化，对铁路、公路的安全带来隐患。如海拉尔至满洲里段90km铁路存在沙害，铁轨经常进沙积沙，需人工清理以确保安全。截至2009年底，呼伦贝尔草原退化面积达4.83×10⁶hm²，约占可利用草原面积的近一半，此外还有约3.0×10⁶hm²的潜在沙化区域。目前呼伦贝尔草原仍以每年2%的速度退化，而草原建设速

^①近5年黄河来水平均值少1/4河南缺水将长期存在。2010-09-03, <http://henan.people.com.cn/news/2010/09/03/503028.html>。

^②重工业“扎堆”黄河面临断流危险，《瞭望新闻周刊》，2006-08-14, <http://finance.sina.com.cn/chanjing/b/20060814/1108857622.shtml>。



度每年仅为0.2%（彭己君等，2001）。

据不完全统计，在陕北黄土高原南部采矿区，仅矿区现有10个大中型国营与地方煤矿工业广场及配套设施的土地占用与开采引起的土地塌陷，侵占可耕地面积64km²，而各井田开采的土地扰动破坏则是矿区采空区面积的1.2倍，20世纪90年代发展起来的200多个个体煤矿的乱采滥挖对土地资源的破坏就更加严重（杨梅忠，2001）。韩永伟等（2008）对宁东规划实施可能带来的地表沉陷情况预测分析结果表明，宁东能源化工基地地表塌陷问题不容忽视，不同情景下，矿井开采完毕后引发的地表沉陷后影响到的区域面积将占规划区总面积的55%~72.5%。大面积的地表沉陷必将会对地表原有形态和地形标高产生一定影响，进而改变区域内原有的地貌景观与植被类型；同时将使地表植被受损，土壤结构、地表沙结皮和草结皮变松，抗蚀性降低，土地风蚀沙化危险增加，对区域生态环境构成一定威胁。

根据调查，至2004年山西全省各类煤矿采空区的面积为3.55×10³km²，总开采沉陷面积为2.76×10³km²，采煤引发矿山地面变形，诱发地面塌陷、地裂缝、滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害。据不完全统计，其中较为典型的矿山地面塌陷约835处、地裂缝约1 205处、滑坡约73处、崩塌约23处、泥

石流约10处，合计约2 146处。煤矿区受上述各类地质灾害影响的村庄数达3 309个、人数1 214 781人，1 040 848间房屋不同程度被破坏。另据对山西省重点矿区（大同、轩岗、西山、汾西、潞安、阳泉等）的调查统计，学校、医院、商业服务网点等企事业单位受损面积约3.65×10⁵m²，破坏铁路约5.4×10³m，有8.02×10⁵m道路、2.93×10⁵m供水管道等受到不同程度的损害。全省开采沉陷破坏耕地面积1 082.25km²，林地面积17.60km²，破坏其他已利用地面积474.08km²，破坏未利用土地面积1 152.36km²。露天采矿（采场）破坏耕地21.16km²，破坏林地0.35km²，破坏园地0.02km²，破坏其他用地101.18km²。全省矿山固相废弃物占地面积约43.97km²，其中占用耕地5.63km²、林地8.95km²、园地0.42km²，占用其他类型用地28.93km²（曹金亮，2009）。

贵州乌蒙山区煤炭资源富集，保有储量436.5亿t，占全省的84.8%，是江南最大的煤炭基地。从20世纪60年代“三线建设”至今，这一国家重点建设的能矿基地历经“三线建设”攀西—六盘水开发区建设、西部大开发等多年的大规模工业发展，已发展为煤电一体化的国家煤电基地。然而大规模采矿诱发了诸多人为地质灾害。在海拔1 450~2 685.9m，

生境脆弱，喀斯特强烈发育。地表疏松的断江镇，伴随井下深部采煤人为诱发的滑坡、泥石流等地质、灾害频繁发生，严重地破坏了矿区土地资源和生态环境。采空区公路断裂房屋坍塌地面塌陷随处可见，浅的地方有1~2m，深的地方多达数10m。在海拔2 000m的老屋基三组坡度近80°的山体上，从坡顶大面积塌方格外抢眼，石头不断从山顶滚落下来，严重影响当地村民的正常生活生产。受国有重点煤矿盘江煤电（集团）公司多年的深部采矿影响，人为诱发的地质灾害相当严重。截至2010年5月，该镇16个村（居）、34 824人中，涉及大铺子村、沿塘村、大白岩村、火烧田村、丘田村、老屋基村及镇机关居委共7个村（居）亟待综合治理，586户民房受损需维修加固，2 435户居民急需搬迁，占总户数的1/2，约占全县治沉工作的1/3，是全县搬迁安置量最大的乡镇。大白岩小学、断江二小、断江中学、丘田中学、沿塘小学5所学校需择址新建，大白岩村卫生室和断江镇政府也需维修加固。

4.4 典型煤电基地发展对下游用水及周边环境的影响

4.4.1 宁东煤电基地发展对黄河下游用水的影响

1) 宁东基地用水分析

宁东煤电基地多年平均水资源总量为 $3.2 \times 10^8 \text{m}^3$ ，占全国总量的0.01%。宁东煤电基地地表水资源开发利用率约为28%。宁东地区地表水资源开发利用率主要存在以下问题：对水资源的开发和利用也存在着浪费、污染严重及缺乏科学管理等诸多问题；黄河来水偏枯造成水资源短缺，宁夏、蒙西等煤炭产区的经济社会发展主要依赖过境黄河水，20世纪90年代以来，黄河水持续偏枯，严重地影响了这些地区的经济社会发展。如1998—2004年宁夏分配的允许耗水指标平均为 $3.05 \times 10^9 \text{m}^3$ ，其中2003年仅为 $2.49 \times 10^9 \text{m}^3$ ，供需矛盾特别突出；产业用水结构不合理，农业用水比重大、效益低，用水结构难以适应经济社会快速发展的要求；水资源利用效率低。农业用水中，因灌区水利设施配套标准低、老化失修，渠道严重渗漏，大部分灌区渠系有效利用系数未达到0.5，低于全国平均水平。灌溉技术落后，部分灌区由



于大水漫灌，致使地下水位上升，形成渍水，加剧了土壤盐渍化。工业老企业居多，设备陈旧，工艺落后，也存在着用水浪费及水的重复利用率较低等问题。工程型缺水问题明显。近年来，城市及工业需水增加较快，现有的供水工程跟不上用水需求，虽然先后完成了一些供水水源的宏观规划及一批单项工程的规划设计，但对各主要支流开发利用的潜力分析、开发方式和水资源配置方案的研究尚不完善，影响了水利工程施工的实施。

2) 宁东基地用水对黄河下游用水的影响

宁夏地处黄河上游，地表水资源贫乏，黄河是宁夏全区的主要客水资源。根据1987年国务院批准的黄河水量分配方案，黄河多年平均来水条件下，宁夏可利用黄河地表水资源量40亿 m^3 。宁夏用水以农业灌溉为主，农业用水量约占总水量的96%，工业仅占3%左右，低于全国平均水平的20%，用水结构不合理，灌溉用水浪费严重，渠系水利用系数仅为0.4左右，有一半多的水在输水过程中浪费掉。宁夏引黄灌区的灌溉定额高达66.67 m^3/hm^2 ，是全国平均水平的2.4倍（胡玉荣、陈永奇，2004）。

按照区域经济发展战略和生产力布局，宁夏沿黄地区是宁夏实施经济发展战略的重点地区。宁夏沿黄地区规划建设工业项目集中在

宁东能源重化工基地，基地开发建设面临最大的挑战之一就是水资源紧缺问题。各建设项目投入运行发挥效益需要 $3.6 \times 10^8 m^3$ 水量。但当地水资源匮乏，国家分配给宁夏的黄河水有限，全区生活、生产、生态用水在相当程度上要依靠黄河水，国家对宁夏新上工业建设项目不再增加黄河取水指标，用水结构失衡。

自1987年确定的总的分配原则并未改变。与此同时，各地的经济发展也出现了新变化。而在西部大开发和宁东煤电基地开发刺激下的宁夏，发展更为迅速，黄河水的分配指标耗尽之后还是不够用。缺水尤为严重的是宁东煤电基地，煤炭火电工业本身就是高耗水产业，而宁夏地区水资源并不丰富，这些年的发展已经几乎将当地可用的地表水耗尽，只能向黄河取水。然而，随着各省对黄河支流水量的过度消耗，各支流频繁断流，从而导致黄河断流风险提高。自2003年到2006年8月，黄河宁蒙段已出现16次断流预警。每次断流危机，都是靠紧急关闭下游取水口化解的。目前黄河宁蒙段已成为水资源管理矛盾的焦点。宁夏地区是黄河的“用水大户”，也是“超用水大户”，2001—2005年，宁夏每年超用黄河水量近 $8 \times 10^8 m^3$ ，比国家分配的用水指标多25%以上。

黄河开发利用现状不允许宁东地区新增用



水指标，增加黄河取水的传统办法已走入“死胡同”，因此，宁东煤电基地未来的发展用水问题面临极大地挑战。

4.4.2 内蒙古红花尔基水库用水及其对周边环境的影响

红花尔基水库位于伊敏河流域中游。伊敏河位于内蒙古自治区呼伦贝尔西南部，是海拉尔河六大支流之一，位于海拉尔河左岸，发源于鄂温克旗苏河屯蘑菇山，自南向北流经鄂温克自治旗的红花尔基镇，在海拉尔区汇入海拉尔河，河长389.5km，流域面积22 725km²（王文华等，2010）。

红花尔基水利枢纽位于内蒙古呼伦贝尔鄂温克族自治旗境内伊敏河中游段，距呼伦贝尔120km，距鄂温克族自治旗100km。该枢纽以工业供水为主兼下游防洪，坝型为黏土心墙砂砾石坝，主要建筑物由大坝、引水发电系统、溢洪道、泄洪导流洞、放水洞组成（王爱国等，2007）。设计正常蓄水位762.0m，设计总库容32 229万m³，装机容量7 500kW，调节库容近1.3亿m³，调洪库容1.45亿m³，防洪库容0.93亿m³，防凌库容0.42亿m³，死库容0.43亿m³，装机容量0.813万kW，为多年调节水库。是一项集供水、防洪为主，兼顾发电、灌溉等功能为一体的综合水利工程。

枢纽工程于2007年开工建设，2009年7月实现大坝截流，9月实现蓄水，2010年完成大坝主体工程。电厂供水工程是枢纽工程的配套工程，通过69.5km的输水管道为伊敏电厂和鲁能鄂温克电厂提供工业用水，同时也是呼伦贝尔提供生活备用水源，供水工程于2008年4月16日开工建设，2011年3月25日顺利实现为电厂供水，供水量每天8万t。

全境内矿产资源十分丰富，除煤炭、石油资源外，还有铁、锡等黑色金属；钼、铍、锆、钨、铂等有色金属；花岗岩、大理石、萤石、硅石、石灰岩、膨润土、高岭土等非金属矿产，另外，还有诸如红花尔基三道桥沙金矿、红花尔基大理岩等都还没有开展地质工作。鄂温克族自治旗红花尔基煤田辉河北段西区，2002年内蒙古煤田地质局提交的《内蒙古呼伦贝尔大兴安岭以西环保型烟煤调查研究报告》预测红花尔基盆地辉河北段西区项目区700m以上赋存煤炭资源量53.5亿t，其中长焰煤7.85亿t。红花尔基煤田煤层赋存深度56.95~466.85m。煤质为中灰—低灰、低硫—特低硫、低磷—特低磷、高热值褐煤（少量长焰煤），主要用于民用燃料、动力和发电。位于内蒙古自治区呼伦贝尔盟鄂温克自治旗伊敏公社境内的伊敏河矿区，距伊敏河1.5~3km，南北长50km，东西平均宽

15km，面积约750km²。全煤田煤炭资源总量105亿t，其中保有储量56亿t，可靠级预测储量49亿t。国有重点煤矿伊敏河煤电公司占用储量25亿t，现有生产矿的可采储量为9亿t。煤种以褐煤为主。

鄂温克电厂和伊敏电厂都依靠伊敏矿区供给煤，伊敏发电厂装机340万kW，露天矿产能2000万t/a，鄂温克电厂一期装机为2×600万kW，是国家“十一五”期间在呼伦贝尔开发建设的大型煤电基地工程。

1) 红花尔基水库用水对下游水系的影响

伊敏河水主要依靠大气降水和地表水补给。年降水量为280~400mm，平均降水量为350mm。河流多年平均径流量为107万~160万m³，地表水径流模数为5.7万m³/(km²·a)。特别是伊敏河流域深居大陆腹地，属大陆性温带干旱气候，降水量不足。而且降水在地区分布上由东向西递减，东部山区由于山高林密，降水量达到450mm，西部平原辉苏木只有275mm左右。降水在年内也不平均，90%的降水量集中在6~9月。年蒸发量远大于降水量。

红花尔基水库处于伊敏河的中游，红花尔基以下，河流进入丘陵和草原，河谷逐渐开阔，河宽50~80m，谷宽5~10km，平均比降0.86‰。由于河道比降逐渐平缓，水流的

下切力变弱，旁蚀力加强，河道迂回弯曲，弯曲系数达3.0。流域内支流多分布于右岸，自上而下较大支流有维纳河、苇子坑河、锡尼河等。左岸的中上游河段没有支流汇入，只在下游巴彦托海镇南10km处有辉河汇入。辉河是伊敏河的最大支流，河长437km，流域面积11506km²，比降0.51‰。流域内多为沙丘和沼泽洼地，滞缓径流，水蚀不发育，除上游和下游段有较明显河床外，中游河段并无明显河床，多为沼泽湿地，杂草丛生，盛产芦苇。由于地形及辉河湿地调节的原因，春季开河期间汇入流量较小。辉河湿地是国家级自然保护区，其主要水源地的诺干诺尔湖，行政区划属新巴尔虎左旗诺干诺尔嘎查，由于承包给了海拉尔区龙凤集团公司搞旅游养殖开发，在该湖的出水口建立了水坝，致使连接湖与辉河的毛盖河断流干涸，不但使诺干诺尔嘎查的牧民用水和牲畜饮水出现问题，而且辉河湿地的补给水源也出现了大问题。辉河保护区为了保住湿地的水位，在下游建立了辉河桥水坝，使得辉河在巴彦塔拉达斡尔民族乡河段常年断流，也使伊敏河的这条最大支流——辉河，不再向主流伊敏河注水。

因此，红花尔基水库对下游的水系起着举足轻重的作用，红花尔基水库的建立蓄水会使下游的水系遭到毁灭性的打击，尤其是辉河不



表4-5 伊敏河红花尔基以下区域概况

地区	面积/km ²	人口	牲畜 (2002年)
红花尔基镇	292.1	4 056	
伊敏苏木	4 505.98	8 177	76 204
伊敏河镇	115.52	28 000	22 149
巴彦塔拉达斡尔民族乡	417	2 196	29 500
锡尼河西苏木	3 165	3 876	
巴彦托海镇	543.43	24 249	44 301
海拉尔	1 440	344 947	
总计	10 479.4	415 501	172 154



再向伊敏河注水，未来几年如果下游水系得不到其他的水源补充，河道将会干涸，下游的大多数沼泽和洼地可能会消失，杂草和芦苇叶不会再生长。

2) 红花尔基水库用水对森林公园的影响

红花尔基森林公园位于内蒙古呼伦贝尔鄂温克族自治旗红花尔基镇南2km，依托全国最大的沙地樟子松原始森林生态系统和广袤的鄂温克、巴尔虎草原，这里不仅有全国唯一、亚洲最大的沙地樟子松原始森林，而且河流纵横、湖泊遍布、物种资源丰富、动植物种类繁多，并与广袤的鄂温克草原、巴尔虎草原毗邻。红花尔基七大景点分布在秀美的青山绿水之间，红花尔基森林公园的望海楼、林中湖、蒙古包群、别墅群、狩猎场、射击场、樟子松林七大景点分布在秀美的青山绿水间。

红花尔基水库处于伊敏河的中游，对河水进行了截留，通过69.5km的输水管道为伊敏电厂和鲁能鄂温克电厂提供工业用水，为呼伦贝尔提供生活备用水源，每天的供水量达到了8万t，如此大规模的供水，可能会导致樟子松森林区域的水量减少，常年的供水会导致区域的土地盐碱化，进而对森林公园内动植物造成影响。另外，水库可能会对区域的气候产生比较大的影响，总之，水库可能会对附近的生态系统造成不利的影响，因为樟子松具有耐寒

性强、适应能力强、抗逆性强、寿命长等特点，可以防风固沙、改变环境，所以樟子松森林是整个森林公园的基础，一旦红花尔基水库对樟子松森林产生不利的影响，可能会导致整个生态系统产生不可弥补的破坏，进而对红花尔基森林公园造成毁灭性的打击。

3) 红花尔基水库用水对草原的影响

据呼伦贝尔草原监理所、内蒙古草原勘察设计院的研究人员利用遥感技术（RS）、地理信息系统（GIS）和全球定位系统（GPS），结合地面常规调查的结果显示：与20世纪80年代相比，21世纪初全呼伦贝尔的草原面积为995.08万 hm^2 ，比80年代减少了134.73万 hm^2 ，其中，大兴安岭以西的呼伦贝尔草原（包括陈巴尔虎旗、鄂温克旗、新巴尔虎右旗、新巴尔虎左旗、额尔古纳市、鄂伦春旗、牙克石、满洲里、海拉尔）草地面积减少了88.22万 hm^2 。21世纪初呼伦贝尔全市草原退化、沙化、盐渍化面积为398.22万 hm^2 ，比80年代209.71万 hm^2 增加了188.51万 hm^2 ，占全市草原面积的40%。其中，大兴安岭以西的呼伦贝尔草原退化面积为324.77万 hm^2 、沙化面积为32.6万 hm^2 、盐渍化面积为21万 hm^2 。占全市草原面积第一、二、三、五位的新巴尔虎右旗、新巴尔虎左旗、陈巴尔虎旗、鄂温克旗退化面积为



309.29万hm²、沙化的面积为32.47万hm²、盐渍化的面积20.94万hm²（毛欣欣等，2010）。而导致草原总体面积减少，草原退化、沙化、盐渍化的最直接的原因就是地表河流的断流，流量减少，据呼伦贝尔水文勘测局透露，与20世纪70—80年代相比，近年来呼伦贝尔草原牧区大部分河流不仅水位下降，流量减少，而且还发生过断流现象。其中，伊敏河在主汛期也不同程度的出现断流现象，在2006年，伊敏河的流量减少了近1/2。

红花尔基水库位于伊敏河的中游，将伊敏河的水进行截留，每天输出水供给电厂以及海拉尔城市用水，必然导致下游水系的流量减少，甚至断流，因此，下游草原的退化、沙化、盐渍化是不可避免的。

4) 红花尔基水库用水对畜牧业的影响

红花尔基水库下游地区，伊敏河主要流经红花尔基镇、伊敏河镇、伊敏苏木、巴彦塔拉达斡尔民族乡、锡尼河西苏木、巴彦托海镇、海拉尔区等，所流经的区域的概况见表4-5。

其中伊敏苏木森林面积2 660km²，可利用草牧场面积1 805km²；达斡尔民族乡次生林面积248km²，草场面积132.4km²，耕地面积11万亩；巴彦托海镇天然草场56万亩，牲畜饲料地11.42万亩。

据以上数据估算，在整个伊敏河流域的红花尔基以下的地区人均牲畜占有量为2.75头，整个流域约41万人，牲畜大约为114万头，每头牲畜每天4kg干草，据呼伦贝尔水利局估计，在伊敏河流域的草场亩产干草约20kg，若要满足这些畜牧所要求的干草需要832万亩的草场，这些草场每年的灌溉需水量达到了291万t，而红花尔基水库对上游的水进行了截流分配，下游流域的水量必然会减少，牧草的产量会降低，为了维持畜牧业只能过度地收割，会导致整个流域的植被覆盖率变低，从而影响整个流域的生态环境和畜牧业的发展。

4.4.3 内蒙古锡林郭勒煤化工项目建设对乌拉盖水库周边环境的影响

1) 乌拉盖管理区概况

乌拉盖管理区位于内蒙古东北部，东经118°44′～119°50′、北纬45°29′～46°38′，是隶属于锡林郭勒享有旗县级行政管理权限的地区，土地面积5 013km²，2010年末总人口23 263人，现辖哈拉盖图、乌拉盖、贺斯格乌拉三个国有农牧场（16个农牧业分场）、巴音胡硕镇（含9个嘎查村和3个居委会）和一个水库管理局，开发区管委会所在地巴音胡硕镇，是开发区政治、经济、文化中心和交通枢纽。

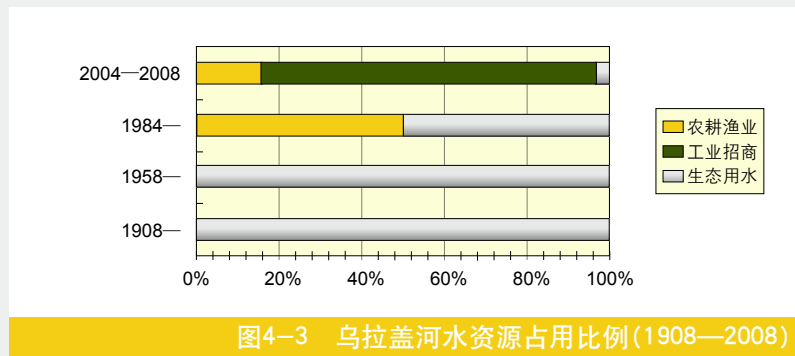


图4-3 乌拉盖河水资源占用比例(1908—2008)

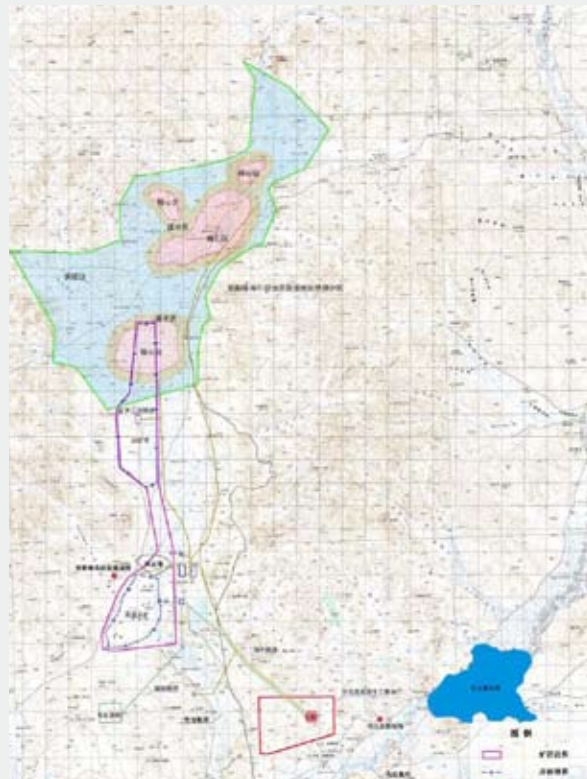


图4-4 乌拉盖水库周边煤田矿区分布



表4-6 乌拉盖管理区主要煤电项目需水情况

项目名称	总投资/亿元	年产能	需水量/ (万m ³ /a)	备注
内蒙古锡林河煤化工有限责任公司	—	110万t合成氨	5 500	每吨氨耗水50m ³
		200万t尿素	3 000	每吨尿素耗水15m ³
乌拉盖自备电厂项目	50	4×300MW 电量	500	
乌拉盖贺斯格乌拉煤田 开发项目	45	100万t甲醇	450	

数据来源：①<http://news.sina.com.cn/c/sd/2010-05-24/165220336475.shtml>。

②<http://www.china-138.com/zskx/xmzs2004/nengyuan.htm>。

乌拉盖管理区境内水资源丰富，约占全盟总储量的1/3，地上水总量为17.4亿m³，地下水储量约78.6亿m³，水质为淡水，且埋藏较浅，易于开采。境内主要有乌拉盖河及其支流色也勒吉河，均发源于大兴安岭山地。

乌拉盖河是内蒙古最大的内流河，乌拉盖河横贯内蒙古乌珠穆沁草原。古称冗鲁骨、乌尔虎、芦河。全长360km，流域面积达2.02万km²，多年平均径流量1.13亿m³，多年平均流量3.58m³/s，在胡硕庙与支流色也勒吉河汇合，向西流入乌拉盖戈壁。色也勒吉河全长98km，多年平均流量0.41m³/s。

境内有乌拉盖水库和贺斯格乌拉水库。

乌拉盖水库位于乌拉盖河中上游，总库容2.48亿m³，2004年10月完成除险加固工程，并开始蓄水。贺斯格乌拉水库位于色也勒吉河上游，库容2 000万m³。境内分布大小湖泊12个，泉水23处，且水质上乘，开发潜力较大。

乌拉盖管理区境内分布有丰富的矿产资源，已发现金、银、萤石、锌、钨、黏土、石灰石、膨润土、矿泉水、煤等，特别是煤炭、矿泉水、萤石、膨润土、石灰石等具有较大的开发潜力。煤炭资源预测储量在100亿t以上，与白音华和霍林河煤田属一个成煤带。其主要特点为：分布集中，煤层稳定且单一，覆盖层

浅，开采技术条件简单，多数高富集煤田厚度大，适宜露天开采，具备建设大型煤炭基地的资源条件。目前完成勘探的贺斯格乌拉煤田和农乃庙煤田煤炭资源总储量在24亿t以上，煤质为褐煤，中灰、低硫、低磷，发热量在3 500~5 000kcal之间，属优质动力煤，适合开发煤制油、煤化工等项目。

(1) 贺斯格乌拉煤田

贺斯格乌拉煤田位于管理区所在地巴音胡硕镇东北35km处。探矿权人为扎鲁特旗兴塔矿业公司，通过3年的勘探结果显示，煤田分为南、北两个区，煤质主要为褐煤，煤炭储量15亿t，规划建设2个露天矿、3个井工矿，总规模达2 340万t/a。一期规划建设年产600万t露天煤矿一座。依托贺斯格乌拉煤田，扎鲁特旗兴塔矿业公司和河北省迁安市迁安化工有限责任公司合作组建内蒙古锡林河煤化工有限责任公司，规划建设年产110万t合成氨、200万t大颗粒尿素生产线。

(2) 农乃庙煤田

农乃庙煤田位于管理区巴音胡硕镇东7.5km处。探矿权人为山东新汶矿业集团，通过2003年和2004年的勘探结果显示，该煤田储量在9.1亿t以上，2006年6月完成了精查，规划建设年产500万t井工煤矿一座，计划2009年建成投产。依托农乃庙煤田，新矿集

团规划建设年产300万t甲醇生产项目，项目总投资109亿元，现正在开展项目各项前期工作。

2) 乌拉盖水库概况

乌拉盖水库位于乌拉盖河中上游，兴建于1977年，1980年竣工，当时截断水源用于草原开垦。水库沿山筑坝，动用土石方31万m³，由堤坝、输水洞、非常溢洪道三部分组成。坝长710m，高13.5m，总库容2.2亿m³，兴利库容1.46亿m³，是锡林郭勒唯一的一座大(II)型水库。1998年，乌拉盖水库大坝被洪水冲毁，造成乌拉盖河下游草原植被灾难，其中200km²草原被淹，形成大湖。

乌拉盖水库2003年开始施工修复，2004年改建成水泥大坝。工程等别和主要设计指标为：工程等别II级，工程规模为大(II)型，总库容2.83亿m³，设计洪水位913.86m，正常蓄水位911.12m，坝顶高程916.48m，最大坝高21.98m，坝顶长度354m，溢洪道(泄洪洞)堰顶高程909m，泄洪涵洞洞顶高程903m，坝型为黏土心墙坝或均质土坝。各种当地天然建筑材料的设计需要量为：防渗土料10万m³，均质土料35万m³，坝壳填筑料33万m³，混凝土细骨料0.3万m³，混凝土粗骨料0.6万m³，反滤料砂1.1万m³，反滤料砾石1.1万m³，人工混凝土粗骨料2万m³。



乌拉盖水库是锡林郭勒目前最大的水库，每年工业供水^①可达4 760万m³。

3) 煤化工项目用水分析

管理区内主要需水煤电项目见表4-6。

根据《内蒙古自治区贺斯格乌拉煤田矿区总体规划环境影响报告书（简本）》中所述，贺斯格乌拉煤田呈南北方向分布，规划矿区总面积约121.79km²，规划总项目包括：（1）煤炭生产能力：最终达到16.2Mt/a；（2）配套筛分厂生产能力：至2019年达到16.2Mt/a；（3）配套露天选煤厂生产能力：至2019年达到8.0Mt/a；（4）煤化工项目（化肥厂）：至2019年达到4×0.8Mt/a；（5）建材等综合利用项目：至2019年矸石砖厂达到1亿块（标砖）/a，粉煤灰水泥厂200kt/a，预制件厂9 000m³/a。

内蒙古锡林河煤化工项目计划总投资90亿元，分两期实施，建设年产60万t合成氨、104万t尿素和120万t甲醇的生产线。同时，建设年产1 000万t露天煤矿1座，每年就地转化煤炭500万t。项目总投资31亿元，2006年开工建设，2008年竣工投产，二期工程于2007年开工建设^②。根据《内蒙古锡林河

煤化工有限责任公司年产46万t合成氨80万t尿素工程环境影响报告书（简写本）》，工程总投资为279 338.01万元（其中外汇3 817.71万美元）。生产规模为年合成氨46万t，年产80万t，自备电站2×25MW。

综合分析公开的资料和数据，乌拉盖管理区仅锡林河煤化工项目的年耗水量就达到了8 500万m³，而乌拉盖水库的总库容2.83亿m³，年工业供水能力4 760万m³。如果按规划建成的煤化工及煤电项目达到完全生产能力，其年需水量远超过乌拉盖水库的年工业供水能力。

乌拉盖管理区境内分布有丰富的矿产资源。这些煤化工项目都将建设在距离水库约10km的乌拉盖能源化工基地内。根据乌拉盖管理区的招商资料，乌拉盖能源化工基地占地30km²，自2006年开工建设以来，已投入1.5亿元完成了水、电、路和通讯等基础设施建设。为了向这些高耗水的工业项目供水，自2004年以来水库不向下游放水。

4) 水库截流对周边生态环境的影响

2003年乌拉盖水库开始施工修复，2004年建成水泥大坝，而后没有再向下游放水。因为水库渗漏，水库下游十几公里范围内的草原还可以看到夏秋繁茂的痕迹。而在距离水库

^①http://www.wlglq.gov.cn/tzzn/xmjs/200908/t20090826_238501.html。

^②<http://www.cec.org.cn/xiangguanhange/2010-11-27/8884.html>。

130km处，河道彻底干涸^①。

乌拉盖河流域内的地下水资源为4.35亿m³，是按山丘区和平原区两个基本地貌单元分别进行估算的。流域内地下水可采量同样按山丘区和平原区两种不同的开采系数计算为0.96亿m³。

为了向煤化工项目供水，位于乌拉盖河上游的乌拉盖水库截断了下游地下水的补给源，造成地下水位下降，对下游生态环境和人民群众生产生活可能造成严重影响。

处在乌拉盖水库下游的乌拉盖沼泽2002年被当时的国家环保总局确定为“中国重要湿地”。乌拉盖湿地水源补给全靠乌拉盖水系，维持了千百年，乌拉盖水系全部是内流河，包括乌拉盖河、巴拉根河、高力罕河、锡林郭勒河等。乌拉盖河年径流量1.45亿m³，占乌拉盖水系的58.4%，是乌拉盖湿地的主要补给水源。

自2004年以来，由于上游截断水源发展矿业及附属产业，国家重要湿地乌拉盖湿地逐渐消亡。2005年下游大片积水蒸发，湖泊干涸，其中200km²水蚀荒漠化地区出现。2006年，国家重要湿地——乌拉盖沼泽区干涸。草原逐年退化，植被已经从湿生植物逐渐演替

为衍生和沙生植物，大量的湖泊消失，裸露的湖底已经成为北方沙尘暴的重要来源之一^②。

伊和淖尔谷地肆虐的风沙借此一路向南，不仅席卷北京、华北，还深入中原、华南。目前在6534万亩可利用草场中，退化草场3037万亩，包括重度退化169万亩以及沙化51万亩、盐渍化353万亩。

一直研究乌拉盖湿地问题的内蒙古农业大学教授、博导易津认为内蒙古确实是相对干旱的地区，上游工业截水是导致乌拉盖湿地之死的主要原因，过去千百年来湿地一直存在，目前迅速消失的现状与发展工业等人为因素有着无法否认的关联，这样的恶性循环会导致湿地消失，造成永远无法弥补的生态损失^③。

4.5 结 语

我国水资源分布中呈“南富北贫”的特点。晋陕蒙宁新黑六省（自治区）煤炭资源丰富，保有储量约占全国的79%，而水资源总量仅占全国的9.98%。“十二五”规划中的煤电基地（山西、陕北、彬长、宁东、蒙西、锡林

^①内蒙古乌拉盖湿地因缺水干涸全区草原普遍退化<http://news.sina.com.cn/c/sd/2010-05-24/165220336475.shtml>。

^②《内蒙古乌拉盖湿地草原植被生态损伤评价》http://163art.arkoo.com/06D1CBBA7C5E4660AAA0AE3ED7B0B16E_163art。

^③内蒙古乌拉盖湿地因缺水干涸全区草原普遍退化<http://news.sina.com.cn/c/sd/2010-05-24/165220336475.shtml>。

郭勒、呼伦贝尔、宝清、哈密和准东) 大多地处西北、华北和东北, 水资源相对匮乏。

在煤电基地建设发展的同时, 区域水环境情势面临严峻的挑战。煤电的开采、运输、转化、利用过程中产生了大量的废水和废渣, 工业区集中了高密度的人口, 工矿企业及生活废水直接排入河道, 废渣就近堆放于河谷, 造成地表水严重污染。煤炭行业的排水是造成地表水污染的重要隐患。煤炭开采过程中, 采煤区域地下水位下降, 破坏了地下含水层原始径流, 降低原有水源的供水能力, 含水系统的边界外移, 矿区主要水源枯竭, 地表植被干枯, 严重引起地表土壤沙化, 土地肥力降低, 农作物减产等。同时, 矸石露天堆放, 遇到雨天雨水冲淋, 可形成酸性水, 酸性水及其他有害物质流渗入地下水, 对地下水资源造成污染。

煤矿的开采, 随之而来是矿区生产、生产设施以及相关产业的发展, 这些相关产业的发展, 使大量的耕地、林地、草地变为矿区及建设用地, 造成大面积水土流失, 破坏了水资源赖以涵养的环境。

煤炭开采中比较突出的生态问题主要有: 植被受损, 水土流失, 土地荒漠化加重, 井泉干枯, 居民饮水受到威胁, 使原本脆弱的生态环境进一步恶化。我国绝大多数煤矿区环境污

染严重, 生态环境遭到了难以恢复的破坏。

我国煤炭生产以井工开采为主, 其产量占煤炭总量的95%左右, 这种开采方式必然破坏煤层覆岩的应力平衡状态, 造成了地面变形, 导致公路、房屋裂缝、农田弃耕等。2008年底环境保护部统计数据显示, 全国采煤沉陷区面积达到84.2万km², 造成大量土地破坏和移民搬迁。

针对宁东煤电基地用水状况进行了分析, 结果表明, 该地区地表水资源开发利用存在着浪费、污染严重及缺乏科学管理等诸多问题, 且黄河来水偏枯造成水资源短缺, 而宁夏、蒙西等煤炭产区的经济社会发展主要依赖过境黄河水, 严重地影响了该地区的经济社会发展。在西部大开发和宁东煤电基地开发刺激下的宁夏, 发展更为迅速, 黄河水的分配指标耗尽之后还是不够用。缺水尤为严重的是宁东煤电基地, 煤炭火电工业本身就是高耗水产业, 而宁夏地区水资源并不丰富, 这些年的发展已经几乎将当地可用的地表水耗尽, 下一步只能向黄河取水。随着各省对支流水量的过度消耗, 各支流频繁断流, 从而导致黄河不可避免地出现断流风险。目前, 作为煤电基地发展的主要供水水源——黄河水是以挤占生态用水为前提实现的。由于输沙用水大量减少, 黄河河槽不断淤积抬高, 出现历史罕见的“二级悬河”, 即

使发生中小洪水，主槽也难以容纳，必然造成重大河势变化，易出现横河、斜河，增大了决口的危险。目前，黄河下游几乎全部是“二级悬河”。

地处伊敏河流域的红花尔基水库，是流域经济和社会发展的保证，是鄂温克、巴尔虎草原以及樟子松森林的生命线，是构成整个流域良好生态环境的基本要素。伊敏河流域跨越不同的行政区划和林业施业区，在流域内水资源量的分布极不均匀，使原本就极不均衡的水资源在人为作用下更趋于不合理化，最终导致了流域水资源系统的失衡，使下游自然生态环境进一步恶化，而且年蒸发量远大于降水量。因此，伊敏河水是整个流域赖以生存的宝贵的水资源。为了保护流域水环境，由于流量减少、植被遭到破坏、水土流失严重、供需矛盾显现、区域用水不平衡及河流污染加剧、各河段争水改变了河流的自然性等原因，致使伊敏河的生态环境非常脆弱。因此，需制定水资源可持续发展开发利用规划，实现水资源的合理开发、高效利用、优化配置、全面节约和综合治理，使伊敏河流域能够健康有序地发展。

乌拉盖河水系是乌珠穆沁草原的生命线，

也是维系草原生产力的重要生态因素。它是全流域经济建设和人民生活的基本物质保障，是天然草地生产力、土地生产力的决定性因素，也是塑造良好生态环境的基本因素。乌拉盖河水及地表径流的入渗补给量是乌珠穆沁盆地地下水的主要补给来源，形成三水转化水文循环系统。该盆地地下水资源是该区人畜用水、小型分散的农田种植灌溉用水、城镇用水及部分工矿业用水的主要来源，也是维护区域生态环境的基本因素。乌拉盖管理区生态脆弱，矿藏资源丰富，水资源的短缺是社会经济发展的最大制约因素。为了向辖区内的能源化工基地项目供水，自2004年以来乌拉盖水库不向下游放水，已经导致国家重要湿地乌拉盖湿地干涸，草原严重退化，成为沙尘暴源地。需制定水资源可持续发展开发利用规划，开展乌拉盖河流域规划。留足生态用水，河流流域上、中、下游协调开发。实现水资源的合理开发、高效利用、优化配置、全面节约和综合治理。做到全员节水、科技降耗、循环利用，实现水资源的可持续利用，努力建设节水型社会，保障经济社会的健康有序发展。



参考文献

- 曹金亮. 2009. 山西省煤炭资源开发对生态环境损害评估. 地质通报, 28(5):685-690.
- 程东, 赵志怀. 1996. 山西煤矿开采对水环境的影响. 华北地质矿产杂志, 11 (2) :182-188.
- 范立民. 1998. 保水采煤是神府东胜煤田开发可持续发展的关键. 资源开发, (5):28-29.
- 高玉玲, 张军献. 2003. 黄河流域煤田废水对黄河水质的影响. 人民黄河, 12(25):23-24.
- 韩建国主编. 2004. 神华煤炭. 北京. 中国标准出版社:7-32.
- 韩永伟, 高吉喜, 李咏红, 等. 2008. 宁东能源化工基地规划生态环境影响评价研究. 环境与可持续发展, (1):58-60.
- 胡玉荣, 陈永奇. 2004. 黄河水权转让的实践与认识. 中国水利, 15:45, 46-47.
- 李树志. 2003. 西部煤炭开发引起的主要生态问题及防治对策. 选煤技术, 1:1-3.
- 毛欣欣, 王广利, 朝克巴特尔. 2010. 呼伦贝尔草原生态环境现状分析. 呼伦贝尔学院学报, 18(5):1-5.
- 内蒙古自治区地下水资源评价报告, 2004.
- 彭己君, 刘田田. 2011. 呼伦贝尔煤电基地建设现状、问题及对策. 中国煤炭, 37(3):35-38.
- 芮素生等. 1994. 煤炭工业的持续发展与环境. 煤炭工业出版社, 113-20.
- 史俊平. 2010. 呼和浩特市地下水水质评价及其污染防治对策研究, 北方环境, 22 (2) :34-37.
- 孙鸿烈. 2000. 中国资源科学百科全书. 中国大百科全书出版社, 石油大学出版社.
- 王爱国, 白文升, 刘义. 2007. 红花尔基水利枢纽区域稳定性浅析. 内蒙古水利, 4:134-135.
- 王秉录, 彭振丽, 宋卫东. 2007. 大同市地面水污染分析与防治, 雁北师范学院学报, 23(2):57-59.
- 王军, 李树刚, 邓军. 2000. 西北矿区可持续发展与环境管理体系研究, 西北科技学院学报, 20(6):51-54.
- 王文华, 邢子, 刘建荣. 2010. 伊敏河开河方式分析. 东北水利水电, 11:37-38.
- 吴立新. 2003. 西北矿区开发与水资源矛盾分析及其对策. 南水北调与水利科技, 1(1):35-37.
- 徐有宁, 李智佩, 陈华清, 陈社斌. 2008. 生态环境脆弱区煤炭资源开发诱发的环境地质问题——以陕西省神木县大柳塔煤矿区为例. 地质通报, 27(8):1344-1350.
- 杨梅忠. 2001. 西部开发中的煤矿区生态环境保护与重建问题. 重庆环境科学, 23(2):24-29.
- 杨平. 2008. 大同市地下水资源枯竭过程研究. 山西水利科技, 169(3):19-20.
- 叶贵钧. 2000. 西北五省(自治区)的煤炭资源、水资源及生态环境. 煤田地质与勘探, 28(6):39-42.

叶勇, 王志璋, 杨丽丽, 谢新民. 2010. 晋陕蒙宁主要矿区水资源分析及配置. 水电能源科学, 28(5):18-21, 108.

张守忠, 胡因, 刘辉. 2011. 水资源约束下的黑龙江省东部煤电化基地发展研究. 经济师, 3: 221-222.

张欣. 2007. 陕北煤电基地水资源供给能力分析. 地下水, 29(4):4-8.

张绪清、王世平、张美竹. 2009. 乌蒙山国家煤电基地深度开发中的问题规避及策略分析. 特区经济, 9:295-298.

张义, 刘钟龄. 1999. 乌拉盖河及其主要支流的水资源评价与合理利用的探讨. 干旱区资源与环境, (1):55-65.

张正陵, 白建华, 郑海峰. 2007. 合理配置水资源, 加快发展煤电基地. 中国电力, 40(11):20-24.


张志国, 关新玉, 张紫平, 孙赛. 2010. 浅析解决煤化工产业水资源缺乏的途径. 煤炭工程, (3):12-14.

赵润平. 2010. 同煤集团水资源现状及对策. 同煤科技, 12:51-52.

中国化工报. 2010. 3. 17, 6版.







针对我国煤电基地建设将会引起的一系列环境问题，本着考虑西部社会经济环境可持续发展的长远利益的出发点，本研究提出以下建议供决策者参考。

- (1) 首先建议尽快开展严格的煤电基地建设的水资源影响评估，包括在“西部大开发战略环评”中加强西部能源基地耗水问题分析；
- (2) 强化“量水发展”，根据水资源状况限制煤电基地发展规模；
- (3) 健全和完善环境保护与治理的法律体系；
- (4) 合理制定水资源价格；
- (5) 采用节水技术、改善工艺，节约用水、提高用水效率；
- (6) 综合治理生态环境，防治水污染，采取有效措施保障煤电基地建设与生态环境的和谐发展。



5

政策建议

2012年1月12日，国务院以国发〔2012〕3号文件发布了《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》，这是继2011年“中央1号文件”和中央水利工作会议明确要求实行最严格水资源管理制度以来，对实行该制度作出的全面部署和具体安排。《意见》指出“水是生命之源、生产之要、生态之基，人多水少，水资源时空分布不均是我国的基本国情和水情。当前我国水资源面临的形势十分严峻，水资源短缺、水污染严重、水生态环境恶化等问题日益突出，已成为制约经济社会可持续发展的主要瓶颈。”《意见》的出台，表明了我国当前水资源危机的严重性。

我国在建和规划中的大部分煤电基地都存在“多煤少水”的现象。在这些基地内的煤炭开采、发电、煤化工产业链大都是高度耗水的行业，若不加以严格限制，在水资源已经非常匮乏的西部干旱半干旱地区进行大规模开发将严重加剧水资源短缺矛盾，威胁

水资源安全，可能引发尖锐、复杂的社会、经济、环境问题。因此煤电基地建设必须充分考虑水环境容量和水资源长期承载能力，必须认真落实水源和可供用水量的问题，实现煤电基地水资源的永续利用，保障生态环境与社会的可持续发展。

本着考虑西部社会经济环境可持续发展的长远利益的出发点，提出以下建议供决策者参考。

5.1 以水资源为重点评估规划合理性

目前可以查询到的对于西部煤电开发消耗水资源问题的研究与评价范围、深度有限。建议各级有关部门尽快开展严格的煤-电-化工基地建设的水资源影响评估，以此作为决策的重要依据。2012年年初环保部启动的“西部



大开发战略环评”^①中，也应当重点分析评述西北煤炭基地耗水问题。

在以上各类环评、水资源评价及最新研究的客观核算、分析基础上，有必要以国务院国发〔2012〕3号文件《国务院关于实行最严格水资源管理制度的意见》为根据，本着量水而行、以水定产的原则对西部各省份项目建设可行性、规划规模合理性作出重新评价；对自然环境无以为继或严重威胁水资源安全的，建议及时对相关规划做出修订、调整，以从决策源头保证社会经济和环境的可持续发展。

5.2 健全和完善环境保护与治理的法律体系

《中华人民共和国环境保护法》、《土地复垦条例》、《中华人民共和国矿产资源法》

中提出了对矿产资源开发利用中的环境保护与治理，但在实际的操作和标准中却没有明确的规定，因此建议政府出台更具针对性的法律法规，完善法规体系（范良千等，2005）。

《中华人民共和国水法》第二十六条规定：“开采矿藏或者新建地下工程，因疏干排水导致地下水位下降、枯竭或者地面塌陷，对其他单位或个人的生活和生产造成损失的采矿单位或者建设单位，应当采取补救措施赔偿损失”。因此，在煤炭开采区，要坚决贯彻执行《中华人民共和国水法》、《中华人民共和国环境保护法》、《中华人民共和国水污染防治法》、《中华人民共和国水土保持法》等法规，贯彻“谁污染、谁治理、谁破坏、谁恢复”的原则，由资源开采者承担恢复重建生态的经济负担。严格控制煤矿矿坑排水量，对排水量超出部分要按累进制加价收费。同时，由于我国矿区普遍缺水，而在开采过程中不可避免地会出现矿坑排水，因此，加强矿坑水的综合利用有利于减少矿坑水处理不当而造成的危

^①环保部环评新视频出 首次启动西部大开发战略环评，http://news.china.com.cn/env/2012-02/06/content_24558606.htm。



害。

强化水资源统一管理。水资源按照流域这种水文地质单元构成一个统一体，地表水与地下水相互转换，上下游、干支流、左右岸、水量水质之间相互关联，相互影响。这就要求对水资源只有按照流域进行开发、利用和管理，才能妥善处理上下游、左右岸等地区间、部门间的水事关系。水资源的另一特征是它的多功能性，水资源可以用来灌溉、航运、发电、供水、水产养殖等，并具有利害双重性。因此，水资源开发、利用和保护的各项活动需要在流域内实行统一规划、统筹兼顾、综合利用，才能兴利除害，发挥水资源的最大经济、社会和环境效益。

我国各地水资源状况和经济社会发展水平差异很大，实行流域管理和行政区域管理相结合的管理体制必须紧密结合各地实际情况，充分发挥县级以上地方人民政府水行政主管部门依法管理本行政区域内水资源的积极性和主动性。《中华人民共和国水法》在2002年修

订时规定的流域管理机构与县级以上地方人民政府水行政主管部门在水资源监督管理上的具体职责，还需要由国务院或者国务院水行政主管部门制定配套的行政法规或者部门规章作出进一步界定。另外，按照《中华人民共和国水法》的有关规定，流域管理机构在依法管理水资源的工作中应当突出宏观综合性和民主协调性，着重处理一些地方行政区域的水行政主管部门难以单独处理的问题，而一个行政区域内的经常性的水资源监督管理工作主要应由有关地方政府的水行政主管部门负责实施。地方在维护全国水资源统一管理、水法基本制度统一的前提下，也可以结合本地实际制定地方性法规和地方政府规章，制定促进本地水资源可持续发展的政策和有关规划。

考虑到水资源的自身规律及煤炭开采对“三水”转化的影响以及各大煤电基地水资源面临的严峻形势，必须尽快改变水资源分割管理、各自为政、“多龙治水”的管理体制，上至每条河流流域的地表水与地下水，岩溶水

与其他地下水，上游与下游，工业用水与农业用水；下至每个岩溶水系统水源地的分布、开采的层位、开采量、水井的井距及深度，对矿山排水的层位及排水量，生活、工业、农业用水的分配，地下水的调配和增补等进行科学规划，严格统一管理。使水资源的节约—保护—供给—利用—污水排放再利用形成一个有机的循环过程，更好地对煤炭及其所贮存的地表水资源实行保护性开发，搞好矿井水、城市生活和工业污水的整治及处理回用工作（王晓宇，2003）。

5.3 合理制定水资源价格

水资源价格即水资源费，是指为了获得水资源的使用权应向资源所有者支付一定数量的货币额，反映了水资源的有偿使用原则及水资源的稀缺性。20世纪80年代，我国开始涉猎水资源的有偿使用和水资源价格研究，并于1988年初将水资源核算纳入国民经济核算体系中进行研究（陈丽等，2007）。

征收水资源费，是水资源综合管理的重要内容，有助于促进水资源的节约和合理开发利用。新《中华人民共和国水法》第四十九条规定：“用水应当计量，并按照批准的用水计划

用水。用水实行计量收费和超定额累进加价制度”。该规定是对用水计量和用水收费制度的规定。

目前，我国的水价水平明显偏低，水生产企业不能回收成本，难以正常运行，现行价格也不能向用户传递正确的成本信号。以宁夏宁东地区的水价为例，调查发现，从财务上测算宁东地区成本水价大约是2.43元/t，而且这个成本是对工程达到设计供水量时所进行的成本水价测算。目前，该区域供水量只是规划供水量的15%左右，单位供水量所需工程成本较高，由此估算的现行成本水价在4元左右，但实际水价才2元，还达不到成本价。财务成本比较高，主要是银行的利息负担比较重，目前的水价水平是政府的承诺，主要是为了首先吸引投资而定的价格，从而违背了水资源定价中“合理收益原则”。根据《取水许可和水资源费征收管理条例》第28条第3项的规定，水资源费征收标准由省、自治区、直辖市人民政府价格主管部门会同同级财政部门、水行政主管部门制定，报本级人民政府批准，并报国务院价格主管部门、财政部门和水行政主管部门备案。其中，由流域管理机构审批取水的中央直属和跨省、自治区、直辖市水利工程的水资源费征收标准，由国务院价格主管部门会同国务院财政部门、水行政主管部门制定。



根据这一规定，煤电基地所在省份的价格主管部门、财政部门和水行政主管部门可以根据经济发展状况和水资源条件的差异制定不同的水资源费征收标准。

水资源费的征收标准，还可以区分不同的用水方式以体现鼓励节约用水的政策导向。

《取水许可和水资源费征收管理条例》第32条规定，“水资源费缴纳数额根据取水口所在地水资源费征收标准和实际取水量确定。水力发电用水和火力发电贯流式冷却用水可以根据取水口所在地水资源费征收标准和实际发电量确定缴纳数额。”

因此，火电工业用水，需分清消耗水的方式（开式、闭式）与贯流水等，火电厂消耗水开式按实际水量计收，闭式按新鲜水量计收，贯流式冷却水按水量的一定比例计收，也可按实际发电量计收。

对超计划用水的企业需执行差别累进式的收费标准。针对用水超计划程度的不同，执行不同的征收标准，超计划程度越多，征收标准相应越高，以达到以经济手段控制水资源利用的目的，提高用水效率。对节水型企业，应制定相应标准予以奖励，可多方面、多手段地奖励节水企业，同时这些节水型企业需经仔细评估后才能确定，以保证水资源费征收的稳定与持续。

5.4 节约用水，提高用水效率

在一定条件下，将用水需求控制在一定范围内。从2000—2007年，我国火电发电量年均增速为13.4%，而用水量也随之大大增加。按照各大煤电基地的规划，“十二五”期间火电装机量为351 630MW，依此计算出煤电基地火电发电需水量约为22.17亿 m^3/a ；煤化工产业需水量达到11.10亿 m^3/a （参考第三章），给供水带来巨大压力。为此，提出如下几点建议：

首先，火电发电是用水大户，为了节约用水，应调整火电冷却用水结构，大力发展空气冷却、循环水冷，限制贯流式水冷(王海峰等，2009)。

其次，继续加大节水设施建设和节水技术改造的力度，进一步提高用水的重复利用率。

再次，改善煤化工工艺，加强节水型工业建设。采用先进节水技术、工艺、措施，切实提高能源工业的水资源利用效益与效率。在煤化工产业中，建立循环经济发展模式，降低单位能源生产用水量。基于我国水资源和水环境承载能力，本着量水而行、以水定产的原则，能源产业发展应立足于内部生产的节水降耗，而不应立足于增加常规淡水资源使用量。

5.5 综合治理生态环境，防治水污染

西部煤炭开发生态破坏防治主要是解决水的问题（李树志，2003）。水资源的破坏与保护程度，标志着生态环境破坏的防治水平和防治难易程度，因此，西部煤电基地的生态环境保护与重建应积极围绕水资源的保护与再造开展工作。

水资源是煤电基地建设中维持生态平衡、保持环境容量乃至改善生态环境的重要因素，在开发过程中必须妥善保护、合理利用，实现矿产资源与水资源的协调。同时，大力推进矿区水污染的治理，对一些大型缺水的矿区，应在政策上予以引导，使其对矿井水进行治理和有效利用。而对于生态环境脆弱的矿区要坚持以保水为主，采矿为辅的原则进行开采，如鄂尔多斯盆地北部煤矿开采时就要不惜留设保水煤柱，在不破坏关键水资源的前提下进行矿山资源的适度开发（吴立新，2003）。

能源重化工基地大部分位于我国西北地区，降水稀少，水资源总量严重不足，大部分地区为沙地所覆盖，自然生态环境比较脆弱，因此在安排能源重化工基地开发供水的同时，必须加快地区生态环境建设，全面控





制水土流失，遏制沙漠化、荒漠化发展（杨伟楠，2002）。坚持分散开采，小规模、合理开发利用地下水，并通过调引黄河水，改造沙漠，回补地下水，维持地下水采补平衡和良性循环。

另外，提高用水的重复利用率的同时，还应加强水污染的治理，杜绝重大水污染事件的发生，防止水质性缺水的进一步发展（张守忠等，2011）。随着能源基地建设发展，工业废水、污水将大量排放，污水达标排放必须抓紧抓好，防止水污染。建议在煤电基地集中建设污水处理厂，并进行回收利用，既可以保证水质达到排放目标，又可以弥补水资源供应不足。

参考文献

陈丽, 司训练. 2007. 水资源定价理论研究. 中央财经大学学报, 2:72-84.

范良千, 王志宏, 李爱国. 2005. 露天煤矿环境问题及对策分析. 露天采矿技术, (1):35-36.

李树志. 2003. 西部煤炭开发引起的主要生态问题及防治对策. 选煤技术, 1:1-3.

王晓宇. 2003. 山西煤炭开采对水资源的影响分析及对策研究. 科技情报开发与经济, 13(12):107-109.

吴立新. 2003. 西北矿区开发与水资源矛盾分析及其对策. 南水北调与水利科技, 1(1):35-37.

杨伟楠. 2002. 陕北能源重化工基地的水资源开发与利用. 中国水利, (9):116.

张守忠, 胡因, 刘辉. 2011. 水资源约束下的黑龙江省东部煤电化基地发展研究. 经济师, (3):221-222.

GREENPEACE 绿色和平

地 址：北京市东城区新中街68号聚龙花园7号楼聚龙商务楼3层

邮 编：100027

电 话：+86 10 6554 6931

传 真：+86 10 6554 6932

网 页：www.greenpeace.cn



100%再生纸印刷

ISBN 978-7-5111-1076-3



9 787511 110763 >

定价：49.00元