



新世纪四川能源 发展与改革 (下册)

李亚平 马光文 陈云华 王春云 编著

XINSHIJI
SICHUAN NENGYUAN FAZHAN
YU GAIGE



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

新世纪 能源 发展与改革 (下册)

李亚平 马光文 陈云华 王春云 编著



中国水利水电出版社
www.waterpub.com.cn

内 容 提 要

本书全面回顾和总结了 21 世纪以来四川能源发展的成就和经验,从理论、政策和实践等不同层面对四川能源发展战略以及能源发展与改革中的难点和热点问题进行了深入的研究与探讨。在此基础上,汇集了 2000 年以来四川省能源发展规划、政策以及有关专题报告。本书可供政府部门、企业能源工作者以及相关研究人员参考。

图书在版编目 (C I P) 数据

新世纪四川能源发展与改革. 下册 / 李亚平等编著

— 北京 : 中国水利水电出版社, 2009. 12

ISBN 978-7-5084-7091-7

I. ①新… II. ①李… III. ①能源经济—经济发展—研究—四川省 IV. ①F426.2

中国版本图书馆CIP数据核字 (2009) 第232967号

书 名	新世纪四川能源发展与改革 (下册)
作 者	李亚平 马光文 陈云华 王春云 编著
出版发行	中国水利水电出版社 (北京市海淀区玉渊潭南路 1 号 D 座 100038) 网址: www. waterpub. com. cn E-mail: sales@waterpub. com. cn 电话: (010) 68367658 (营销中心)
经 售	北京科水图书销售中心 (零售) 电话: (010) 88383994、63202643 全国各地新华书店和相关出版物销售网点
排 版	中国水利水电出版社微机排版中心
印 刷	北京市兴怀印刷厂
规 格	210mm×285mm 16 开本 15.25 印张 471 千字
版 次	2009 年 12 月第 1 版 2009 年 12 月第 1 次印刷
印 数	0001—1500 册
定 价	80.00 元

凡购买我社图书,如有缺页、倒页、脱页的,本社营销中心负责调换

版权所有·侵权必究

前 言

能源是人类社会赖以生存和发展的重要物质基础，是国民经济的基础产业和战略性资源，对保障和促进经济增长与社会发展具有重要作用。

改革开放 30 年，尤其是进入 21 世纪以来，四川省能源发展与改革取得了令人瞩目的成就，实现了历史性跨越，长期困扰国民经济和社会发展的能源“瓶颈”制约得到缓解，优质能源基地建设初具规模。截至 2008 年底，全省电力装机容量达到 3500 万 kW，居全国第 9 位，西部首位。清洁、可再生、无碳排放的水电能源装机约占电力总装机的 70%，水电比例为全国省（自治区、直辖市）第一。近 10 年解决了全省 115 万无电人口的用电问题，人均用电量达到 1500kW·h，比 2000 年翻了一番多。四川省已发展成为全国天然气使用最多的省份，占全国天然气消费总量的 15%。天然气在一次能源消费结构中的比例高达 16%，为全国平均水平的 5 倍。全省 21 个市（州）181 个县（区、市）中已有 17 个市 118 个县（区、市）使用天然气。能源建设和投资规模显著增加，能源基础设施得到显著改善和提升，运行质量不断提高。特别是以电源工程、电网建设和改造为重点的电力投入进一步加大，水电建设出现前所未有的喜人局面，目前在建水电装机规模约占全国的 1/3，居全国省（自治区、直辖市）首位。能源产量持续稳定增长，能源需求增加，水电、天然气等优质清洁能源在能源消费中的比例进一步上升，“川电外送”获得重大突破，能源管理体制改革取得重大进展，能源建设和运行的宏观调控得到加强并明显改善，能源供应基本满足四川省国民经济和社会持续快速发展的需求。但是，能源供给总量不足和结构性矛盾依然存在，能源发展中各种深层次问题尚未得到根本性解决，能源供需矛盾依然突出，能源产业基础仍较薄弱，用能水平低，结构不尽合理。能源利用效率低，能效提高难度大，体制和机制性缺陷仍然存在。因此，能源发展与改革既是当前四川省经济社会发展的一项基本任务，也是关系四川省未来国民经济可持续发展的一项重大战略。

四川省加快发展、科学发展、又好又快发展的工作取向，必将对全省能源发展和改革提出更高的要求。四川能源发展必须以邓小平理论和“三个代表”重要思想为指导，牢固树立和全面落实科学发展观，按照以人为本，全面、协调、可持续发展的要求，以满足市场需求为导向，以实现可持续发展为主题，以促进能源结构优化为主线，坚持开发和节约并重，节约优先；坚持以水电为重点，天然气稳步发展，核能、新能源和可再生能源加快成长、有效补充，多种能源全面协调发展，确保能源供应安全；坚持重视环境效益，促进能源与经济、社会、生态环境的协调发展；坚持深化能源体制改革，努力构建与社会主义市场经济体制相适应的新型能源工业体系；坚持充分利用两种资源、两个市场，积极参与全国能源平衡和资源优化配置，为全面建设小康社会和构建社会主义

和谐社会提供安全可靠、经济高效、优质清洁的可持续能源保障。

结合四川省能源改革与发展的现实情况与面临的主要问题，加强对四川能源发展战略的研究，探讨能源发展的客观规律，研究制定能源发展规划的原则、方针和方法，认真、系统、全面地分析和总结能源发展和改革的成绩、经验教训、存在问题，无疑对四川省能源发展与改革具有重大的现实意义。

《新世纪四川能源发展与改革》立足四川省国民经济建设和能源发展与改革的实际，以贯彻科学发展观为统领，全面回顾和总结了 21 世纪以来四川省能源发展的成就和经验，从理论、政策和实践等不同层面对四川省能源发展战略以及能源发展与改革中的难点和热点问题进行了深入的研究与探讨。在此基础上，把理论与实践方面的主要成果以及有关的政策文件汇编成书，以系统了解和全面认识“十五”、“十一五”四川省能源发展和改革历程及主要成果。期待本书的出版发行，对我国能源发展与改革的理论和实践有所裨益。

在本书撰写和有关课题研究过程中，得到了四川省发展和改革委员会、国电大渡河流域水电开发有限公司、二滩水电开发有限责任公司、中国水电顾问集团公司、中国水电顾问集团成都勘测设计研究院、四川大学能源发展研究中心、中石油西南油气田分公司、中石化西南油气分公司、四川省煤田地质局等单位以及有关专家、同仁的大力支持；四川省发展和改革委员会能源处艾明建、吴建中、李明騄、王源、邓伟、杨丽、王正等也参与本书有关内容的研究并贡献颇多，在此一并表示诚挚的感谢。

由于作者水平所限，书中难免有不当之处，敬请广大读者批评指正。同时，本书有关成果的一些提法和统计数据均保留原状，以真实反映当时客观情况和发展历程，亦请读者参阅时注意。

作者

2009 年 10 月

目 录

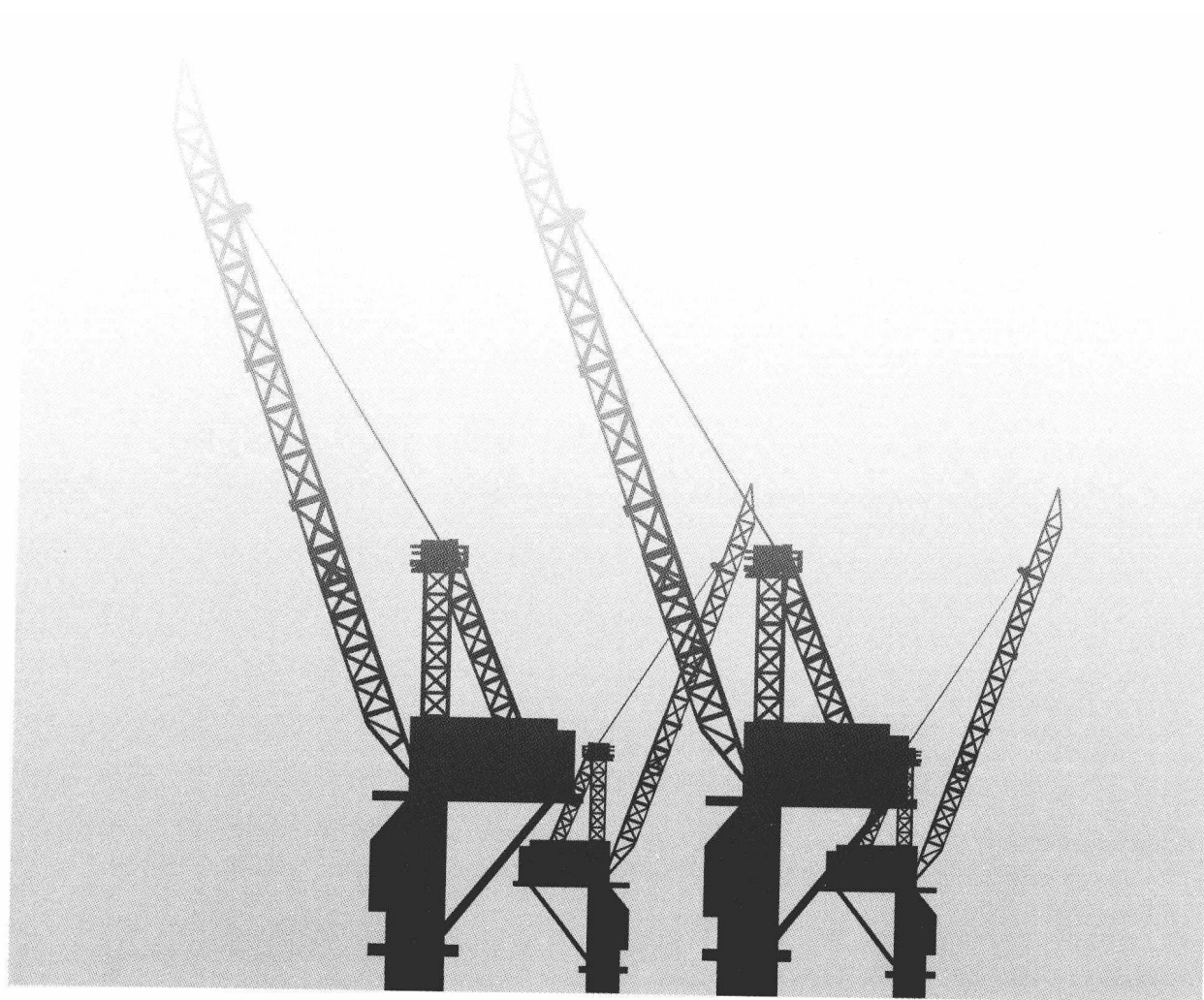
前言

研 究 篇

1 四川省能源发展环境容量研究	3
1.1 能源发展现状	3
1.2 能源环境问题	7
1.3 能源发展环境容量分析	16
1.4 解决四川省能源环境问题的指导思想、目标、原则及对策措施	27
1.5 结论	37
2 加快四川省水电支柱产业政策研究	40
2.1 四川省水电资源优势及开发利用现状分析	40
2.2 水电财税政策	44
2.3 梯级水电站间调节效益的经济补偿	47
2.4 水电上网电价形成模式	49
2.5 投融资政策	52
2.6 综合利用水电工程的投资费用分摊	58
2.7 促进四川省水电产业加快发展的政策措施建议	63
3 四川省水电开发及外送规划研究	67
3.1 加快四川省水电开发的战略意义	67
3.2 四川省水力资源开发现状及规划	69
3.3 四川省及其周边电力市场需求分析	76
3.4 四川省电力外送规模及其分配	86
3.5 四川省水电在各电力市场的消纳	92
3.6 川电外送初步输电规划	96
3.7 川电外送电价分析	98
3.8 四川省水电开发及其对社会经济的作用	100
3.9 结论和建议	103
4 南水北调西线对四川省水电产业的影响及对策研究	106
4.1 南水北调西线调水工程规划概况	106
4.2 南水北调西线工程调水影响范围	107
4.3 西线调水对梯级电站径流的影响	109
4.4 西线调水对梯级电站发电能力及结构的影响	113

4.5	西线调水对梯级电站保证出力的影响	119
4.6	西线调水对梯级电站装机容量的影响	124
4.7	西线调水对四川省电力税收的影响	128
4.8	西线调水的发电损益补偿机制研究	131
4.9	结论	136
5	天然气市场配置及补偿机制研究	138
5.1	四川省天然气产业发展现状	138
5.2	四川省天然气开发利用存在的问题	152
5.3	国外能源资源开发利用有关产业政策经验借鉴	162
5.4	天然气市场配置及利益协调机制研究	171
5.5	四川省天然气资源开发与经济社会协调发展的措施建议	195
5.6	结论与建议	199
6	四川省煤炭保障能力研究	206
6.1	四川省能源工业概况和能源需求预测	206
6.2	四川省煤炭工业	208
6.3	四川省煤炭资源	220
6.4	煤炭资源有效保障能力分析	223
6.5	提高煤炭资源有效保障能力的对策	230
6.6	结论及建议	235

研 究 篇



1 四川省能源发展环境容量研究^{*}

1.1 能源发展现状

1.1.1 能源资源概况

四川省能源资源的品种较为齐全,但分布不均衡,常规能源资源构成为:水能 71.2%、煤炭 27.3%、石油天然气 1.5%。与全国常规能源资源分布比较具有“煤少、油缺,水能多、气较丰”的特点,水能资源得天独厚,是四川省能源资源的最大优势,开发潜力巨大。

1.1.1.1 水能

四川省境内河流众多,径流丰沛,落差大,水能资源极为丰富,开发条件优越。据 2004 年水能资源复查,全省水能资源理论蕴藏量 1.0 万 kW 以上的河流共有 781 条,理论蕴藏总量为 1.44 亿 kW,年发电量 1.26 万亿 kW·h;技术可开发量 1.20 亿 kW,年发电量 6121.59 亿 kW·h;经济可开发量 1.03 亿 kW,年发电量 5232.89 亿 kW·h,以上均约占全国的 1/4。

1.1.1.2 煤炭

煤炭资源占四川省能源资源的份额相对较少,并且具有如下特点:

(1) 储量有限,品质较差。全省累计探明煤炭储量 135.3 亿 t,约占全国煤炭储量的 1%,保有量 120.8 亿 t,属于煤炭资源贫乏省,且品质较差,含硫量和灰分都很高。

(2) 煤层较薄,灾害较多。大多为大倾角薄煤层,中煤层和厚煤层甚少,煤层地质结构复杂,矿井灾害严重。

(3) 资源分布不均。虽全省范围均有分布,但主要集中在宜宾和泸州两市,约占全省探明储量的 70%。

(4) 开采成本高。每吨煤生产成本比全国平均水平高出 30%~60%。

1.1.1.3 天然气

四川盆地是我国天然气资源比较丰富的地区之一,据全国第二次油气资源评价结果,四川盆地天然气总资源量为 71851 亿 m³。截至 2005 年底,全盆地已发现的天然气三级储量总计 24566.22 亿 m³,其中探明储量 12339.75 亿 m³,控制储量和预测储量合计为 12226.47 亿 m³。总体上四川省天然气的开发强度高于全国平均水平,特别是川南、川西南矿区的多数气田已处于开发后期。

1.1.1.4 石油

四川省石油资源严重缺乏。截至 2002 年底累计探明新增石油地质储量 7379 万 t;2005 年生产原油 14 万 t,仅占一次能源生产总量的 0.24%。此外,四川省炼油能力很弱,成品油几乎全靠省外调入,对外依存度近乎 100%。

^{*} 完成时间:2006 年。

1.1.1.5 新能源和可再生能源

四川省新能源和可再生能源的年可利用总量约为 4500 万 t 标煤（小水电除外）。生物质能源中，农作物秸秆资源折标煤约 1640 万 t，人畜粪便资源折标煤约 1200 万 t，薪柴折标煤约 1500 万 t，沼气折标煤约 70 万 t；太阳能可开发资源量折标煤约 74.3 万 t；风能可开发资源量折标煤约 4.5 万 t；地热能可开发资源量折标煤约 7 万 t。

1.1.1.6 核能

四川省铀矿资源较为丰富，已探明储量约 4000t，含铀丰度 0.09%~0.32%，属于贫铀矿。核工业和机械工业在三线建设中已形成了从核电科研设计到装备制造专业配套、规模很大、水平较高的体系，具有推进核电发展的优势条件。

1.1.2 能源发展现状分析

1.1.2.1 能源生产现状

“十五”期间，四川省能源生产总量逐年持续增长。一次能源生产总量由 2000 年的 4686 万 t 标煤（文中除另外注明外，均以热当量法计算），增加到 2005 年的 8301 万 t 标煤，平均年增长率 12.13%，比 GDP 增幅 11.2%略高。其中煤炭从 2000 年的 4385 万 t 增加到 2005 年的 7905 万 t，平均年增长率 12.51%；天然气从 2000 年的 81 亿 m³ 增加到 2005 年的 138 亿 m³，平均年增长率 11.22%；水电从 2000 年的 369 亿 kW·h 增加到 2005 年的 653 亿 kW·h，平均年增长率 11.82%。见表 5-1-1。

表 5-1-1 四川省 2000~2005 年能源生产情况

年份	生产总量 (标准煤) (万 t)	煤 炭			石 油			天 然 气			水 电		
		折标煤 (万 t)	实物量 (万 t)	所占 比例 (%)	折标煤 (万 t)	实物量 (万 t)	所占 比例 (%)	折标煤 (万 t)	实物量 (亿 m ³)	所占 比例 (%)	折标煤 (万 t)	实物量 (亿 kW·h)	所占 比例 (%)
2000	4686	3132	4385	66.84	24	17	0.50	1077	81	22.98	454	369	9.68
2001	4815	3122	4371	64.83	20	14	0.42	1147	86	23.82	526	428	10.93
2002	4798	3132	4385	65.28	24	17	0.49	1077	81	22.44	565	460	11.78
2003	7143	5187	7262	72.62	19	13	0.27	1322	99	18.51	615	500	8.60
2004	8335	6035	8449	72.41	20	14	0.24	1556	117	18.67	724	589	8.69
2005	8301	5647	7905	68.02	20	14	0.24	1832	138	22.07	803	653	9.67
合计	33392	23122	32371	69.24	103	72	0.31	6934	521	20.77	3233	2631	9.68

2005 年四川省能源生产结构为煤炭 68.02%，石油 0.24%，天然气 22.07%，水电 9.67%。如图 5-1-1 所示。

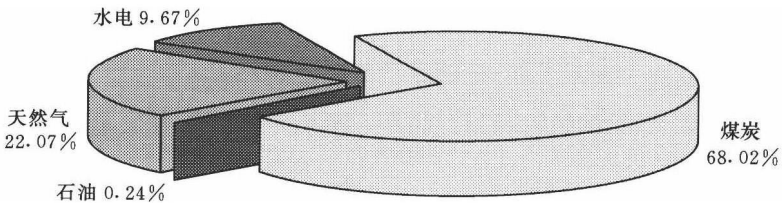


图 5-1-1 2005 年四川省能源生产结构图

“十五”期间，四川省一次能源生产累计 33392 万 t 标煤，其中煤炭 32371 万 t（折标煤 23122 万 t），石油 72 万 t（折标煤 103 万 t），天然气 521 亿 m³（折标煤 6934 万 t），水电 2631 亿 kW·h（折标煤 3233 万 t），分别占总量的 69.24%、0.31%、20.77%和 9.68%。

1.1.2.2 能源消费现状

“十五”期间，随着经济持续高增长，工业化和城镇化进程加快以及产业结构和消费结构升级，能源消费逐年较快增长。能源消费总量从 2000 年的 4986 万 t 标煤增加到 2005 年的 8558 万 t 标煤，年均增长约 10.64%。其中煤炭从 2000 年的 4668 万 t 增加到 2005 年的 7859 万 t（包括焦炭 66.60 万 t），平均年增长率 10.98%；天然气从 2000 年的 53 亿 m³ 增加到 2005 年的 90 亿 m³，平均年增长率 11.07%；水电从 2000 年的 333 亿 kW·h 增加到 2005 年的 577 亿 kW·h，平均年增长率 11.57%。见表 5-1-2。

表 5-1-2

四川省 2000~2005 年能源消费情况

年份	消费总量 (标准煤) (万 t)	煤 炭			石 油			天 然 气			水 电		
		折标煤 (万 t)	实物量 (万 t)	所占 比例 (%)	折标煤 (万 t)	实物量 (万 t)	所占 比例 (%)	折标煤 (万 t)	实物量 (亿 m ³)	所占 比例 (%)	折标煤 (万 t)	实物量 (亿 kW·h)	所占 比例 (%)
2000	4986	3334	4668	66.86	544	381	10.90	700	53	14.04	409	333	8.20
2001	5163	3340	4676	64.69	598	419	11.58	764	57	14.80	461	375	8.94
2002	5900	3929	5500	66.59	639	447	10.83	849	64	14.39	483	393	8.19
2003	7385	5218	7305	70.66	731	512	9.90	906	68	12.27	530	431	7.17
2004	8317	5860	8204	70.45	851	595	10.23	979	74	11.77	628	511	7.55
2005	8558	5675	7859	66.31	983	675	11.49	1191	90	13.91	709	577	8.29
合计	35324	24022	33544	68.01	3803	2648	10.76	4689	353	13.27	2811	2287	7.96

注 2005 年煤炭消费量包括焦炭 67 万 t。

2005 年四川省能源消费结构为煤炭 66.31%，石油 11.49%，天然气 13.91%，水电 8.29%。如图 5-1-2 所示。

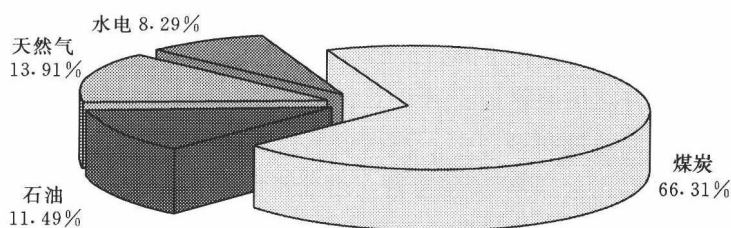


图 5-1-2 2005 年四川省能源消费结构图

“十五”期间，全省累计能源消费 35324 万 t 标煤，其中煤炭 33544 万 t（折标煤 24022 万 t），石油 2648 万 t（折标煤 3803 万 t），天然气 353 亿 m³（折标煤 4689 万 t），水电 2287 亿 kW·h（折标煤 2811 万 t），分别占消费总量的 68.01%、10.76%、13.27%和 7.96%。

1.1.2.3 能源发展存在的主要问题

“十五”期间，四川省能源取得长足发展，基本满足国民经济和社会发展的需要，但能源发展中的供给总量不足和结构性矛盾等问题尚未得到根本解决，仍然面临比较严峻的形势。

(1) 能源资源总量不足,空间分布不均衡。四川省已发现有煤炭、石油、天然气和铀等燃料矿产,水电资源丰富,新能源和可再生能源也比较多,且品种较为齐全,但石油资源和煤炭资源比较匮乏。全省人均石油可采储量为 0.01t,而全国为 2.6t,世界为 23.4t;人均煤炭可采储量仅为全国平均水平的 25%,世界平均水平的 14%。水能资源主要分布在金沙江、雅砻江、大渡河等流域,煤炭主要分布在川南的宜宾和泸州、川东的达州、川北的广元地区,而能源负荷中心集中于川西平原和川中地区,能源资源供需的空间分布严重错位。

(2) 能源供需矛盾依然突出。四川省能源供求关系长期以来一直处于紧张状态,“十五”期间,尽管能源生产大幅度增长,但由于需求增长更快,仍然出现了较大范围的能源短缺。煤炭价格上涨较大,交通运输压力增大。煤炭特别是电煤供不应求,2004 年火电机组因缺煤等原因停机容量达 195 万 kW,损失电量近 15 亿 kW·h。缺电现象持续时间较长,从 2002 年底开始又出现了拉闸限电现象,2005 年四川省电网拉闸约 6.4 万条次,最大拉闸限电负荷 58.3 万 kW。天然气供应不足,2005 年缺口约 8 亿 m³。能源供需矛盾以及由此带来的一系列问题,给四川省未来能源发展增加了不确定性,也给今后的结构调整增加了困难。

(3) 能源产业基础仍较薄弱。四川省煤炭工业产业集中度低,矿井多,规模小;煤炭资源勘探、开发相对滞后,资源有效供给不足;生产技术和装备水平低,设备设施简陋,开采方法落后,资源回收率低,资源浪费严重;煤矿自然条件差,各种灾害严重,安全生产形势严峻。

电网建设明显滞后,发输配电结构不合理,网架结构薄弱,输电能力不足,电能损耗高,安全稳定水平差。电源结构不尽合理,水电装机中水库具有季以上调节能力的仅占 1/3,丰枯矛盾突出,而火电大机组少,小机组数量比重大,运行稳定性差且煤耗高、能效低,煤炭洁净燃烧技术应用推广步伐缓慢。

天然气干线管网、城市配气管网建设滞后。天然气下游产品市场开拓难度大,市场发育速度慢,竞争力弱。新能源和可再生能源的工程技术、政策体系、管理体系、投资力度等均面临众多障碍,发展缓慢。

(4) 能源生产和消费结构严重背离资源禀赋。全省人均能源消费约为全国平均水平的 60%左右和世界平均水平的 27%。具有资源优势的优质能源水电和天然气在终端能源消费中所占比例低,其中水能在常规能源资源中占 70%左右,但水电发电量占一次能源生产总量的比例不足 10%;天然气产量比例仅约 20%。煤炭储量占全省能源资源总量不足 30%,但产量却占全省能源生产总量的 65%以上。近年来煤炭消费比例虽时有小幅下降,但仍然占据主导地位,特别是近年来出现的能源供求关系紧张状况,致使煤炭比重有增加的趋势,加大了结构调整的困难。

(5) 能源利用效率低,能效提高难度大。四川省单位 GDP 能耗约比全国平均水平高 20%以上,主要产品消耗的能源实物量也比全国高 20%左右。由于产业结构和能源结构不够合理,技术装备水平落后,主要用能行业和产品能耗平均比国外先进水平高出 1.4 倍。一些高耗能企业主要依靠优惠电价维持生产与经营。同时,四川省现正处于工业化初级向中级阶段的过渡时期,粗放型产业体系未得到根本改造,工艺技术、设备、规模及管理水平落后,能源效率短期内提高难度大。

(6) 体制和机制性缺陷仍然存在。

1) 政府职能的界定不清晰,职能管理分散,管理效能不统一,无法有效地协调各能源行业和企业,统筹制定和实施统一的能源发展战略,推进产业结构和能源结构的调整和优化。

2) 监管薄弱。监管职能错位,政监不分;监管责任主体不明,效率低下;监管无规可依,立法滞后,政策缺乏连续性,缺少透明度。

3) 能源价格体系不适应市场需要,价格形成机制改革任重道远。

4) 能源发展长效机制和开发高效、竞争有序的能源市场尚未建立, 能源特别是电力发展和建设未能完全摆脱周期性大起大落的“怪圈”。

(7) 能源发展与环境保护的尖锐矛盾。长期以来, 四川省以煤为主的能源结构和粗放型的能源生产和消费方式使能源发展与环境保护之间的矛盾日益尖锐。根据历年四川省的资料计算, 燃烧过程中产生的大气污染约占大气污染总量的 70%, 其中燃煤排放则占整个燃烧排放的 96%。同时, 随着四川省水电开发步伐进一步加快, 由此带来的生态环境问题和移民问题也随之增大。此外, 随着汽车拥有量的迅速上升, 消耗的燃料数量也大大增长, 汽车尾气也已成为四川省城市大气污染又一重要因素。展望未来, 随着能源消费的进一步增长和人们对环境质量要求的日趋提高, 四川省能源发展与环境保护之间的矛盾将进一步加剧。

1.2 能源环境问题

1.2.1 环境状况

“十五”期间, 围绕“建设西部经济强省, 构筑长江上游生态屏障”的战略部署, 四川省环境保护和生态建设取得了一定的成绩, 重点流域和重点区域环境综合整治初见成效, 环境污染和生态破坏加剧的趋势得到一定遏制, 但是问题依然十分突出, 面临形势依然严峻, 总体上仍处于局部环境有所好转而整体环境恶化的状况。

2005 年度全省环境质量总体情况为: 污染物排放总量得到一定控制; 生态建设取得进展; 省内五大河流中, 岷江、沱江水质在 2004 年改善的基础上继续好转, 长江干流(四川段)、金沙江水质在原相对较好的基础上继续保持稳定, 嘉陵江水质在原相对较好的基础上继续好转; 主要城市空气质量总体上相对稳定, 局部地区有所好转, 其中, 二氧化硫、颗粒物、二氧化氮污染较 2004 年有所减轻, 酸雨污染与 2004 年基本持平; 城市噪声污染较 2004 年有所减轻, 但噪声扰民仍相对突出。

1.2.1.1 大气环境

四川省是能源消费大省, 以煤烟型为主要特征的大气污染十分突出, 全省二氧化硫和烟尘排放量位居全国前列, 是全国有名的酸雨重灾区。同时, 随着城市的发展, 机动车数量的增加, 建筑扬尘和汽车尾气污染也日趋突出。2005 年, 全省 24 个统计城市中, 有 6 个城市(占 25%)满足规定的空气质量标准, 15 个城市(占 63%)的空气质量为三级, 3 个城市(占 12%)的空气质量劣于三级。与 2004 年相比, 绵阳、宜宾、自贡、资阳、达州、攀枝花、遂宁、内江、江油、广安 10 个城市环境空气质量较 2004 年有所好转, 眉山、泸州、成都、德阳 4 个城市的环境空气质量较 2004 年有所下降, 其余城市变化不大。

(1) 二氧化硫。2005 年, 四川省城市空气中二氧化硫(SO_2)年平均浓度为 $0.04\text{mg}/\text{m}^3$, 超标率为 0.6%。24 个统计城市中, 成都、宜宾、德阳、南充、广安 5 个城市空气中二氧化硫的年均浓度超标。与 2004 年相比, 成都、南充、德阳、康定、峨眉山 5 个城市空气中二氧化硫年均浓度有所增加, 宜宾、泸州、达州、乐山、资阳、内江、自贡、绵阳、广安、江油 10 个城市空气中二氧化硫年均浓度有所降低, 其余城市基本没变。

(2) 二氧化氮。2005 年, 四川省城市空气中二氧化氮年平均浓度为 $0.02\text{mg}/\text{m}^3$, 超标率为 0.2%。24 个统计城市空气中二氧化氮年均浓度均未超标。与 2004 年相比, 全省城市空气中二氧化氮年平均浓度低于 2004 年($0.03\text{mg}/\text{m}^3$), 超标率有所减少(2004 年为 1.3%)。

(3) 颗粒物。2005 年, 四川省城市空气中可吸入颗粒物年平均浓度为 $0.11\text{mg}/\text{m}^3$, 超过国家环境空气质量二级标准, 超标率为 19.7%。24 个统计城市中, 有 17 个城市 (占统计城市的 70.8%) 空气中的可吸入颗粒物年均浓度超标, 其中攀枝花、眉山、江油 3 个城市 (占统计城市的 12.5%) 空气中可吸入颗粒物年均浓度劣于国家空气质量三级标准。

(4) 酸雨。2005 年, 全省降水年均 pH 值为 4.95, 酸雨频率为 28.3%, 酸雨量占全年监测总雨量的比例为 40.6%。24 个统计城市中, 德阳、遂宁、资阳、马尔康、康定、都江堰 6 个城市未出现酸雨, 其余各市均有酸雨出现。四川省开展监测的 14 个酸雨控制区中, 除德阳、遂宁、资阳 3 个城市未出现酸雨外, 其余各市均有酸雨产生。14 个酸雨控制区降水年均 pH 值为 4.93, 酸雨频率为 24.4%, 酸雨量占全年监测总雨量的比例为 35.4%。四川省酸雨属硫酸型, 燃煤所排放的二氧化硫是造成酸雨的主要原因。

(5) 废气及其主要污染物排放量。2005 年, 全省工业废气排放量 8139.71 亿 m^3 , 其中燃料燃烧废气排放量为 4394.74 亿 m^3 , 生产工艺废气排放量为 3744.97 亿 m^3 。废气中二氧化硫、烟尘和粉尘排放量分别为 129.93 万 t、79.14 万 t 和 38.37 万 t, 其中工业废气中二氧化硫、烟尘、粉尘排放量分别为 114.08 万 t、63.40 万 t 和 38.37 万 t; 生活二氧化硫、烟尘排放量分别为 15.86 万 t、15.75 万 t。

1.2.1.2 水环境

(1) 江河水质。2005 年, 省控地表水监测断面中, 有 71.2% 的断面满足水环境功能要求。在统计的监测断面中 43.8% 的断面满足 II 类水质标准, 27.4% 的断面满足 III 类水质标准, 属于 IV 类水质的断面比例为 17.8%, 2.7% 的断面属于 V 类水质, 8.3% 的断面劣于 V 类水质标准。

(2) 城市集中式饮用水源地水质。2005 年, 纳入全省统计的 22 个城市中, 集中式饮用水源地水质全部达标的有乐山、广安、巴中、雅安、眉山、资阳、马尔康、康定、西昌 9 个城市, 其余城市的饮用水源地水质均存在不稳定状况。影响城市集中式饮用水源地水质的主要污染物为粪大肠菌群 (或总大肠菌群)、石油类, 个别城市的地下水水源地出现铁、锰超标现象。

(3) 废水及其主要污染物排放量。2005 年, 全省工业和城市生活废水排放总量为 26.17 亿 t, 其中, 工业废水 12.26 亿 t, 占全省废水排放总量的 46.85%, 生活污水 13.91 亿 t, 占全省废水排放总量的 53.15%。废水中化学需氧量 (COD) 排放总量 78.32 万 t, 其中工业废水 COD 排放量占 38.01%, 生活污水 COD 排放量占 61.99%。废水中氨氮排放量 6.65 万 t, 其中工业废水中氨氮排放量占 30.68%, 生活废水中氨氮排放量占 69.32%。

1.2.1.3 自然生态

围绕建设中国西部经济强省和长江上游生态屏障战略目标, 四川省狠抓天然林保护、退耕还林还草、生态环境综合整治、水土保持及天然草原恢复与建设、生态示范区和自然保护区建设等工作, 都取得了较大进展。截至 2005 年, 四川省森林面积 1401.89 万 hm^2 , 森林覆盖率 28.98%, 活立木蓄积量 15.82 亿 m^3 , 森林面积居全国第四位, 森林蓄积居全国第二位; 草地面积 1521.5 万 hm^2 , 占全省面积的 31.36%; 自然保护区已达 163 个, 面积 786.5 万 hm^2 , 占全省土地面积的 16.2%; 共建各级风景名胜 112 个, 其中国家级风景名胜区 15 个, 省级风景名胜区 51 个, 市、县级风景名胜区 46 个; 建设有各类别森林公园 85 处, 其中国家级森林公园 28 处, 省级森林公园 50 处, 市级森林公园 6 处, 县级 1 处; 共建立地质公园 12 处, 其中 2005 年建立 4 个, 包括射洪硅化木国家地质公园、四姑娘山国家地质公园、华蓥山国家地质公园、江油国家地质公园; 共建生态功能保护区 8 个, 总面积为 170 万 hm^2 , 占全省土地面积的 3.52%; 共建立生态示范区 80 个、环境优美乡镇 74 个, 生态小区 164 个, 其中通过国家验收的国家级环境优美乡镇 3 个。

但四川省的生态问题仍不乐观，人工林树种单一，结构简单，生态效益低；草场退化，鼠害严重；风景名胜区游客拥挤，严重超容量问题依然十分突出。总体而言，全省拥有全国除海洋污染外的所有生态与环境问题，累积了从刀耕火种到农业社会、工业化社会初期、中期、后期的各类型污染和生态问题，既有原生性环境问题，又累积了各个社会发展阶段的生态环境问题，历史欠债形成的生态赤字、环境赤字，加上工业兴省和工业化、城市化带来新的生态与环境压力，未来的前景令人担忧。

1.2.1.4 面临的环境挑战

1.2.1.4.1 污染物排放总量增大

四川省是全国环境污染最严重的省份之一，是中国生态环境问题的一个缩影。近 10 年来，主要污染物排放量没有大的改善，进入 21 世纪以来反而略有增加。据 1994~2005 年工业和城市生活废水排放总量，废水中 COD 排放量、工业和生活二氧化硫排放量以及烟尘排放量的统计见表 5-1-3。从表 5-1-3 中可见，四川省“三废”排放量 1999 年出现低点，2000 年反弹以来一直居高不下。2005 年 COD 排放量为 78.3 万 t，二氧化硫为 129.9 万 t，烟尘为 79.2 万 t，与“十五”规划的目标值相比，COD 排放量超标 1 万 t，二氧化硫排放量超标 27.5 万 t，烟尘排放量超标 1.2 万 t。

表 5-1-3

四川省“三废”排放统计表

年 份	废水 (亿 t)	COD (万 t)	二氧化硫 (万 t)	烟尘 (万 t)
1994	39.7	34.89	183.0	109.0
1995	19.3	73.2	120.1	60.5
1996	18.3	59.4	107.4	45.4
1997	21.1	93.3	132.2	76.4
1998	17.5	80.0	115.5	75.4
1999	16.9	69.0	81.3	56.6
2000	24.0	97.6	122.3	85.6
2001	21.9	99.2	113.4	88.8
2002	22.7	93.6	111.7	85.2
2003	22.8	93.6	120.7	83.4
2004	24.2	88.2	126.4	86.4
2005	26.2	78.3	129.9	79.2

1.2.1.4.2 生态环境局部好转，全面恶化的趋势仍在继续

(1) 水污染。2005 年，纳入全省统计的 22 个城市中，集中式饮用水源地水质全部达标的有乐山、广安、巴中、雅安、眉山、资阳、马尔康、康定、西昌 9 个城市，其余城市水质均受到不同程度的污染，饮用水源安全令人担忧。

(2) 水土流失严重，河流含沙量高。据 20 世纪 50 年代末普查，全省水土流失面积 9.5 万 km²；1985 年遥感调查，水土流失面积为 19.98 万 km²；1997 年遥感调查，则扩大到 22 万 km²，占面积的 46% 以上，占长江上游水土流失面积的 56%，年土壤侵蚀总量 9.5 亿 t。据 2005 年《四川省水土保持公报》：全省每年土壤侵蚀总量高达 10 亿 t，每年流入长江干流的泥沙达 3 亿 t。在全省统计的 21 个市（州）中，阿坝州、甘孜州、凉山州、绵阳市、广元市的水土流失情况最为严重，成都市、攀枝花市、雅安市、广安市、内江市、德阳市、眉山市、自贡市的水土流失情况则相对较好。

(3) 森林生态功能减弱，生物多样性减少。虽然森林覆盖率恢复到 28.98%，但森林的组成树种单一，低效林约占全省森林面积的 50%，林下灌木、草本植物很少，地表裸露，土壤受到侵蚀，大

大降低了蓄水保土、涵养水源、净化空气、保护生物多样性等生态功能，加剧了自然灾害造成的损失。

(4) 流域水文条件恶化。森林林分结构简单，森林生态功能减弱产生的一个突出的环境问题是水资源量减少，流域水文条件恶化，年径流总量呈总体下降趋势。据统计，岷江上游年径流量 20 世纪 50 年代为 161 亿 m^3 ，1988~1997 年多年平均流量降为 $443\text{m}^3/\text{s}$ ，减少了 $35\text{m}^3/\text{s}$ ，多年平均径流量降为 140 亿 m^3 ，减少了 21 亿 m^3 。洪枯水期流量变化幅度平均为 21 倍，最高达 96 倍，水文状况明显恶化。

(5) 草地沙化现象日益严重。全省共有草原面积 1521.5 万 hm^2 ，占全省面积的 31.36%。由于灾害性天气、鼠虫害、草地过牧，造成较为严重的草地退化和沙漠化。草地资源已面临严重危机。全省的退化草地已达 750 万 hm^2 ，沙化草地达 5 万 hm^2 ，鼠虫害草地达 271.3 万 hm^2 ，其中寸草不生的鼠荒草地 18 万 hm^2 ，草地生态环境正在日益恶化。

1.2.1.4.3 污染与生态退化造成的经济损失严重

(1) 酸雨造成的损失。根据四川省环科院酸雨研究以及中国煤田地质总局遥测酸雨研究的有关计算酸雨损失的成果，并参阅北欧、美国、加拿大酸雨损失的研究成果进行计算，全省酸雨造成经济损失如下：

农作物损失。蔬菜年危害面积约 200 万亩，按类比计算确定损失为 15 亿元；粮食年危害面积约 1800 万亩，按类比计算确定损失为 30 亿元；经济作物年危害面积 400 万亩，按类比计算确定损失为 15 亿元。全省酸雨造成农作物损失约 60 亿元。

钢材损失。全省年钢材使用量约 2500 万 t 以上，酸雨造成的损失一年为 1%，价格以 2500 元/t 计算，损失约 6 亿元。

汽车、摩托车与自行车损失。全省拥有各类汽车近 400 万辆，一般喷漆使用 5 年，酸雨使其必须 3 年喷一次，年喷漆平均为 3000 元一辆，每辆每年喷漆损失为 400 元，则酸雨造成汽车损失约 16 亿元。全省拥有摩托车约 400 万辆，自行车约 2200 万辆，摩托车按每辆每年损失 50 元，自行车按 10 元计算，全省每年摩托车、自行车受酸雨损失约 4.2 亿元。全省汽车、摩托车、自行车损失共计 20.2 亿元。

电视塔、转播塔、手机塔、输电铁塔等损失，每年约 5 亿元。

建筑物损失。根据有关酸雨课题的研究：成都、攀枝花、宜宾、南充等 10 个大城市是酸雨污染严重区，每年损失共计 13 亿元。广元、眉山等 20 万~50 万人的中等城市共 16 个，每个每年损失 3000 万元，共计损失 4.8 亿元。5 万~10 万人的小城市共 54 个，每个每年损失 1000 万元，共计损失 5.4 亿元，小于 5 万人的县城与建制镇共计 1950 个，每个每年损失按 300 万元计算，共计损失 5.9 亿元。四川酸雨对城市、县城和建制镇建筑物造成的损失合计约为 29.1 亿元。

以上五项损失计算，每年四川省酸雨共造成损失 120.3 亿元。

(2) 水污染损失。据四川省环科院、四川省国际咨询公司对沱江水污染直接损失研究，大约每年直接经济损失 6 亿元；类比估计岷江流域约 10 亿元；嘉陵江流域约 15 亿元；长江、金沙江、雅砻江流域约 14 亿元；全省水污染事故损失每年平均约 10 亿元；全省生活及工业污水处理费平均为 10 亿元。

所以全省水污染损失每年约为 65 亿元。

(3) 大气污染损失。四川省二氧化硫浓度为 $0.04\text{mg}/\text{m}^3$ ，按美国低水平 2 美元计算（美国计算二氧化硫浓度达到 $0.03\text{mg}/\text{m}^3$ 时，对人类带来健康损失，即使人处于亚健康状态，平均每人每年 2~10 美元），四川省二氧化硫损失为 24 亿元；大气污染物、氮氧化物（ NO_x ）、硫化氢、臭氧、一氧化碳、总悬浮颗粒物（TSP）等众多大气污染带来的损失与二氧化硫大致相当，按 20 亿元计算；大气污染