

基于低碳发展的电能结构调整与优化

——以四川省为例

王艳红, 罗 洵

(四川理工学院 经济与管理学院, 四川 自贡 643000)

摘 要:四川是全国重要的水电能源基地,但煤电在全省的发电结构中仍占相当比重,电能结构亟须优化。从水-火电结构、火电能源消耗以及SO₂、CO₂排放情况、消费结构、补偿问题、脱硫、脱硝电价等方面分析了四川电能结构的现状与存在的问题。基于低碳发展的视角,从大力拓展水力发电、适度发展天然气发电、积极开发可再生能源发电和稳步缩减煤电发电等方面探讨电能结构调整与优化的路径,提出了针对政府、电力行业和电力企业调整与优化电能结构的对策和建议。

关键词:电能;电能结构;调整与优化;低碳经济

中图分类号:F206

文献标志码:A

文章编号:1672-8580(2013)02-0057-06

电力工业是经济社会发展的基础性行业,为国民经济和社会发展提供动力基础,它具有投资大、产业链长、相关产业融合度高的特点;同时,电力工业又是重点的高耗能、高污染、高排放的行业之一。《中国电力行业发展规划研究报告(2011)》指出,2009年我国电煤消费量约为煤炭消费总量的46%,电力工业SO₂排放占到全国排放总量的42.8%,CO₂排放接近全国总量的50%,电力工业对资源和环境带来巨大的压力和影响。四川是水电大省,水电资源具备相当的优势,但煤电在全省的发电结构中仍占32.51%(2011)。解决四川温室效应、酸雨及其他环境问题,必须调整与优化电能结构,一方面可以为确保和实现经济社会发展目标提供经济、安全、高效、清洁的可持续能源^[1],另一方面,可以为实现四川省“十二五”单位GDP碳排放比2010年下降17.5%的目标提供重要的支撑。

一、四川电能结构的现状

四川水能资源丰富,技术可开发量达1.2亿千瓦,约占全国的1/4,全国规划的13个大型水电基地中四

川就有3个^[2]。四川省2011年1-12月共发电1845.1亿千瓦时,其中水力发电量1245.3亿千瓦时,水力发电占全国水力发电量的18.79%,占四川省总发电量的67.49%;火电发电为599.8亿千瓦时,占全省发电量的32.51%。《四川省电力行业节能减排情况通报(2012年前三季度)》指出,四川省火电机组全部安装了脱硫装置、除尘装置以及烟气在线监测装置,脱硝机组由146万千瓦增加为386万千瓦;30万千瓦及以上火电机组的火电装机容量占比由71.5%上升到78.4%,单机容量由22万千瓦提高到26.9万千瓦,电能结构进一步得到优化。2012年前三季度,四川电网综合线损率8.75%,同比下降0.03%,万元综合能耗为0.25吨标煤/万元,同比下降0.019吨标煤/万元,实现节约标准煤1.22万吨。四川主网火电机组平均供电煤耗337.36克标准煤/千瓦时,比上年降低6.11克标准煤/千瓦时,比“十一五”末累计下降12.25克标准煤/千瓦时,实现节约标准煤30.77万吨;同期,四川主网消纳可再生能源电量888.17亿千瓦时,折合减排43.3万吨SO₂,38.3万吨NO_x;同比多减排5.67万吨SO₂、5.02万吨NO_x。四

收稿日期:2012-12-17

基金项目:四川省教育厅重点项目(09SA023);四川石油天然气发展研究中心课题(SKB09-07)

作者简介:王艳红(1978-),女,蒙古族,内蒙古兴安盟人,讲师,研究方向:环境管理。

网络出版时间:2013-03-26 网络出版地址:<http://www.cnki.net/kcms/detail/51.1676.C.20130326.0943.004.html>

川主网火电厂 SO₂ 排放达标率为 97.98%, 排放总量为 3.95 万吨, 同比减少 1.05 万吨, NO_x 排放达标率为 100%, 排放总量为 5.61 万吨, 同比减少 0.86 万吨^[3]。四川省电力工业已采取相应措施开展节能减排工作, 且节能减排效果明显, 但是电力工业减排压力依然巨大。

二、四川电能结构存在的问题

(一) 水-火电结构不合理

四川省电能生产与消费结构如表 1 所示。“十一五”期间, 四川省水电装机容量的占比由 2006 年的 61.0% 逐年增长至 2010 年的 70.82%, 火电装机容量占比由 39.0% 逐年下降至 29.0%。四川电力工业发展趋势

为大力发展水电, 逐步减少火电发展。截止 2011 年 9 月, 接受四川省电网直接调度的水电站有 163 个, 基本分布在雅砻江、大渡河、岷江和嘉陵江四大流域水系。尽管四川省电网水电站数量多, 总装机容量大, 但大部分水电站为径流式水电站, 调节性能低^[4], 出现在丰水期弃水, 枯水期电力供应不足的现象; 在枯水期、迎峰度、夏高峰期等电力供应关键时间, 还要依靠火电保障四川省电力供应的安全。根据《华中区域电力交易与市场秩序监管报告》(2011 年度), 2011 年四川省拉闸限电 339 条次, 电量 14800 千瓦时, 主要是由于用电负荷增长, 全网枯水期普遍缺水、火电厂缺煤而造成的。

表 1 “十一五”期间四川省电能生产与消费结构

类别	项目	2006	2007	2008	2009	2010
装机结构(%)	总装机容量(万千瓦)	2031	3186	3501	3130	4335
	水电占比	61.00	62.15	63.52	61.53	70.82
	火电占比	39.00	37.85	36.48	38.43	29.00
发电结构(%)	总发电量(万千瓦时)	1120.38	1226.31	1235.78	1479.55	1703.89
	水电占比	61.09	63.23	67.61	64.59	66.91
	火电占比	38.91	36.77	32.39	33.81	33.10
消费结构(%)	总消费量(万千瓦时)	1059.44	1177.5	1210.29	1325	1549.03
	农、林、牧、渔业(第一产业)	2.32	1.50	1.18	1.07	0.88
	工业	76.83	74.41	72.52	73.32	71.63
	建筑业	0.95	1.42	1.55	1.9	2.21
	第二产业	77.78	75.83	74.07	75.22	73.84
	交通运输、仓储和邮政业	1.65	1.93	1.68	1.73	1.66
	批发、零售业和住宿、餐饮业	2.08	2.57	2.82	3.19	3.07
	其他	3.12	4.45	4.77	5.1	4.96
	第三产业	6.85	8.95	9.27	10.02	9.69
生活消费	13.05	13.72	15.74	16.46	15.59	

数据来源:《四川统计年鉴》(2007-2011)、《华中区域电力监管年度报告》(2007-2011)。

(二) 火电内部结构不合理

表 2 四川火电能源消耗及排放量(2006-2011)

年份	能源消耗(万吨、亿立方米)			CO ₂ 排放量(万吨)				SO ₂ 排放量(万吨)		
	煤炭	燃油	天然气	燃煤	燃油	燃气	总量	燃煤	燃油	总量
2006	3285.21	3.49	18.63	6483.726	10.695	406.853	6901.274	4.787	0.012	4.799
2007	3238.99	1.73	1.87	6392.506	5.301	40.838	6438.645	4.720	0.006	4.726
2008	2727.60	3.13	12.92	5383.221	9.591	282.155	5674.967	3.975	0.011	3.986
2009	2915.25	4.00	21.84	5753.569	12.257	476.955	6242.781	4.248	0.014	4.262
2010	2784.78	1.51	11.97	5496.072	4.627	261.408	5762.107	4.058	0.005	4.063
2011	2902.57	1.01	0.71	5728.544	3.095	15.505	5747.144	4.230	0.003	4.233

数据来源:《四川统计年鉴》(2006-2011)、《四川省“十二五”能源发展规划》。

由表 2 可知, 四川省火电发展, 是以能源燃煤为主, 燃料油和天然气的用量很少。天然气是清洁能源, 燃烧过程中产生的废气物很少, 而且也不会产生废渣。电煤燃烧会产生大量的 CO₂、SO₂、NO_x 以及烟尘等污染物, 其中燃烧产生 SO₂ 对设备的腐蚀和环境的污染都相当严重。此外, 如果电煤质量低下, 就会产生安全隐患, 例如 2006 年 8 月, 重庆市某主力电厂发生停机事故, 发电机组一根管道发生爆裂, 就是由于电煤中参杂了煤矸石。因此, 以煤为主火电结构以及由此带来的

环境污染问题, 对于四川省电能结构调整、优化以及污染控制和温室气体减排等非常不利。

(三) 排放问题严重

1. CO₂ 排放量

电力工业长期以来都是以煤炭为主要燃料来生产电能, 对资源和环境带来巨大的影响。根据《“十二五”主要污染物总量控制规划》, “十二五”期间, 四川火电行业需减排 SO₂ 的量为 22.58 万吨、NO_x 的量为 8.51 万吨。根据 IPCC 指导目录和其他方法测算可得到 CO₂

的数据。本文采用如下公式对中国碳排放总量进行估算^[5]: $CO_2 = \sum m_i \times S_i$ (1)

式(1)中 CO_2 为碳排放量; m_i 为电力行业一次能源的消费标准量; S_i 为 i 类能源的碳排放系数。本文根据陈诗一^[6]采用的各类能源 CO_2 排放系数(原煤,折合标准煤参考系数和 CO_2 排放系数分别为 0.7143 kgce/kg 和 2.763 kg/kgce; 原油 1.4286 kgce/kg 和 2.145 kg/kgce; 天然气 1.33 kgce/m³ 和 1.642 kg/kgce)和 2006–2011 年四川年火电能源消耗计算,四川省电力行业 CO_2 排放量,见表 2。

2. SO_2 排放量

《“十二五”主要污染物总量减排核算细则》指出, SO_2 的排放量采用物料衡算方法进行计算:

$$E = M \cdot S \cdot \alpha (1 - \eta) \quad (2)$$

式(2)中, E 代表核算期第 i 台机组 SO_2 排放量; M 代表核算期第 i 台机组发电(供热)煤炭(油)消耗量; S 代表核算期第 i 台机组发电(供热)煤炭(油)平均硫份; α 表示 SO_2 释放系数,燃煤机组取 1.7,燃油机组取 2.0, η 表示第 i 台机组的综合脱硫效率。根据《工业企业节能减排主要指标解释》,标准煤的含硫率为 1.2%;《华中区域电力监管报告》显示,近几年四川机组脱硫效率平均为 90%,最高可到 98%,本文选取 90% 为平均脱硫率, SO_2 排放量见表 2。

3. 四川省火电排放分析

由表 2 可知,2006–2008 年四川省火电 CO_2 和 SO_2 排放量呈下降趋势,2008 年火电 CO_2 和 SO_2 排放量下降到历年最低点,一方面可能是受地震以及金融危机影响,另一方面可能与火电工业关停小火电、采取了一定的节能减排技术有关。2009 年火电 CO_2 和 SO_2 排放又出现增长现象,可能与灾后重建和四川经济发展有关,2009–2011 年火电 CO_2 排放量呈现下降趋势,而 SO_2 排放出现了波动。可以认为,四川省火电工业的节能减排工作已经取得了一定的成效,但是节能减排工作还出现反复,火电的节能减排任务依然非常艰巨。

四川省火电工业 CO_2 排放是以燃煤排放为主,2006–2011 年燃煤排放 CO_2 占排放总量的 90% 以上,燃油和燃气排放 CO_2 占比非常小。2006–2011 年燃煤排放 SO_2 占排放总量的 99% 左右,燃油排放 SO_2 占比非常小,而天然气几乎不会产生 SO_2 。因此,要合理的调整火电的能源消费结构,主要是减少燃煤的消耗,减少 CO_2 和 SO_2 的排放,缓解四川省火电工业的巨大减排压力。

(四) 消费结构有待改善

表 1 同时反映了四川省“十一五”期间的电力消费情况。到 2011 年,四川省全社会用电量 1748.15 亿千瓦时,比 2010 年增长 12.85%;一、二、三产业和居民用电占比分别为 0.65%、73.43%、10.47% 和 15.44%^[7]。表 1 显示,2008–2010 年四川省用电量以工业为主的

第二产业占主导地位,比例高达 73.84%–77.78%。2008–2010 年四川省工业增加值电力消费弹性系数均低于 1,工业增加值增长速度明显快于企业用电量的增长速度。总体来看,电力消费弹性系数的波动幅度较大,但大致趋势反映出工业的增长对电力的依赖程度逐年增加^[8]。2008 年受地震和金融危机的影响,工业用电量出现大幅下降,电力消费弹性系数为 0.28;到 2009 年,由于恢复重建和全国经济形势趋好,工业生产得以快速增长,电力的消费也呈现出快速上升的趋势;2011 年,电力消费弹性系数提升到 1.78,工业对电力消费的依赖程度陡然增高。随着产业结构调整的深入推进,四川省能源消费结构也逐步向低碳清洁的方向发展,工业发展对电力的依赖将更加强烈^[7–8]。

(五) 补偿问题

四川省水电资源非常丰富,已建成了 500 千伏二滩—洪沟、瀑布沟—东坡、色尔古—谭家湾、九龙—蜀州(尖山)、康定—蜀州、平武—富乐六大水电集中送出通道,雅安、甘孜、阿坝、凉山等地区水电已形成了远距离、大容量送出的格局。与此同时,四川跨省、跨区输电通道的建设力度也在不断加强,随着 2012 年锦屏—苏南 ±800 千伏特高压直流工程的建成投运,已形成了 ±500 千伏德宝直流、±800 千伏复奉、锦苏直流、500 千伏川渝交流的“三直四交”外送通道,川电外送能力大大加强^[9]。

四川省人民政府以“川府函[2008]280 号文”批复《四川省建立水电资源有偿使用和补偿机制的试点方案》,方案规定水电资源开发补偿费由容量费和电量费组成,容量费按审定装机容量每千瓦 100 元在项目核准前缴纳,电量费按电站发电销售收入的 3% 征收。随着以经济手段调节资源使用、保护生态环境的推进,预计国家将进一步对水电企业的成本费用进行调节,以此补偿、支持资源地经济的发展,保护生态环境。但目前中央水电企业与省外企业占据了大部分资源的开发与电能的销售,大大削弱了四川省及所在地的权益和利益。目前四川水电资源开发过程中的利益协调机制和补偿机制还不够完善,水电资源优势没有转化为经济优势,不能有力地带动和支持地方经济的发展,甚至在水能资源富集区所在地原住民出现“资源诅咒”现象^{[2][10]}。一方面,四川的水电资源大量外送,另一方面,四川省电力需求增长需要的电量又不能够充分保障。例如,2010 年四川省外送电量(含二滩送重庆)为 214.80 亿千瓦时,同比增长 62.29%,为促进重庆、华中以及华东地区的发展做出了巨大贡献;但同时四川省又高价外购电量 49.38 亿千瓦时,同比增长 150.55%^{[2][11]}。目前电力系统的调度机构设在国家电网公司,不但直接调度原国家电力公司厂网分开后的发电厂,还规定地方不同投资主体投资建设的中型水电、

地方骨干小水电只能直接并入国网实行只发不供,不能并入地方网实行又发又供与国网余缺调剂,极力营造独家买电、卖电的垄断经营格局。由于买电、卖电都受制于国网,造成了四川地方电网、电源由其任意代管、上划、收购的局面^[10]。

(六) 脱硫、脱硝电价存在的问题

四川省电力工业脱硫电价标准偏低,入炉煤含硫量高于设计值,现行 1.5 分/千瓦时的脱硫电价难以有效抵扣脱硫设备的高投入及高耗能给企业带来的成本压力;由于电煤供应紧张,市场价格偏高,电煤煤质不高,含硫量较高,导致脱硫成本高于脱硫电价标准的现象比较普遍。2011 年 11 月 29 日国家发改委开展脱硝电价试点,目前华中区域仅四川为脱硝电价试点区域,但是国家尚未出台脱硝装置投运上网电价加价政策或在电量安排方面的激励政策。

三、基于低碳发展的电能结构调整与优化的路径

《四川省“十一五”能源发展规划》指出,电力行业实施“大枢纽、大电网、大平台”战略,加快建设坚强智能电网;大力优先加快水电科学发展,建成全国重要水电基地。优化发展煤电,提高煤电技术环保水平和经济性;鼓励煤电联营和煤电一体化。到 2015 年有调节能力的水电站占水电装机容量的比重提高到 60%,60 万千瓦以上煤电机组占煤电装机容量的比重达到 50%。

因此,四川省电力工业电能结构的调整与优化,必须增加清洁能源的发电比例,提高能源利用效率,减少能源消费、引进先进的技术和提高节能水平,从总量上减少 CO₂、SO₂ 等污染物的排放;要以大力发展水力发电为核心内容,火力发电为辅,天然气发电为重要补充,推进可再生能源发电等进行电能结构调整与优化^[11];提高煤炭利用率,推进煤炭清洁高效利用,优化化石能源结构实现电力工业低碳发展。

(一) 拓展水力发电

水电是具有大规模开发条件的清洁可再生能源,开发水电是减排温室气体重要措施^[12]。四川省应该在解决好移民和环保问题的基础上继续拓展水力发电。一是以政府牵头、企业为主体做好水力发电的近期及远期规划,为建立可持续发展的水电建设进行指导;二是加快水电设备制造技术的创新,掌握核心技术,提升水力发电机组的制造水平,提高国内和国际竞争力,壮大大型水电制造产业;三是做好大型水电站群的优化规划,掌握流域梯级水电站多目标联合运行及优化技术;四是大力发展有调节能力的水电站。

(二) 适度发展天然气发电

天然气是清洁的化石能源,且四川天然气资源丰

富;天然气发电具有环保、高效、节能、安全、启停方便、机组运行灵活、调峰作用明显等优点。相对于燃煤电厂而言,天然气发电对环境的影响比较小,其中 SO₂ 和固体废弃物排放几乎为零,温室气体排放比燃煤发电少 50%,NO_x 少 67%,TSP 少 75%,占地面积少 50%,耗水量少 75%,具有极大的生态效益^[13]。因此,要适度发展天然气发电,为电力行业调整能源结构、提高能源使用效率、保证能源安全、保护环境、促进节能减排,推动电力工业低碳发展起到重要的作用。

(三) 积极发展可再生能源发电

通常可再生能源发电具有低污染、高效率的优点,是从发电行业源头上实现低碳的重要措施,在开发和利用上具有巨大的潜力。要在科学规划的前提下进行关键技术的创新以及做好可再生能源发电的配套工作,促进可再生能源发电向产业化、规模化方向发展。《四川节约能源“十一五”发展规划》中指出,四川省到 2012 年新能源发电装机容量:其中风电 100 万千瓦,太阳能 30 万千瓦,生物质能发电 71 万千瓦;这一规划对利用可再生能源发电提供了基础,将进一步推动电力行业的污染减排和应对气候变化工作。

(四) 缩减煤电发电

虽然四川省水电占主导,但是火电具有重要的调峰作用。煤电产生大量的污染物和废弃物而且转化为电能的比率低,不但对环境造成污染,而且增加企业的间接成本;另外由于煤炭的不可再生性,都不利于火电的低碳发展。因此,要稳步发展火电,缩减煤电发电,通过淘汰小火电机组,提高煤炭利用率和热效率,使发电煤耗系数大大降低。但也要看到,随着火电装机容量的增加,煤炭消费量也在增加,无法从根本上实现碳减排的任务^[12];因此,还要适当增加油电、气电,调整火电内部结构。随着小火电机组的关停并转,发电企业依靠化石能源节能减排创新技术的开发和应用是实现低碳发展的必然选择^[14]。例如,引进和推广使用具有自主知识产权的大容量、高参数的机组,掌握 600℃超临界发电机组高温材料技术;火电发电引入清洁生产,发展循环经济;继续研发电力环保技术,如开展 CO₂ 捕捉技术和废弃物资源化利用等研究,可进一步拓展火电的减排潜力。

四、低碳经济视角的电能结构调整与优化对策与建议

(一) 政府及政府主管部门层面

中央政府和地方政府应该制定科学、合理的电力行业发展规划,做好包括水电、火电、核电、可再生能源发电等在内的电能结构调整与优化部署;特别是在批准建设大型水电站的同时,应该进一步加大水电资源开发区的扶持力度,建立公平、公正的利益分配机制

和补偿机制;并进一步建立健全政策法规,创新水电移民工作思路,解决好水电移民安置问题,以水电相关产业的发展带动移民脱贫致富,促进水电资源开发区发展。可以出台直购电试点、电价优惠和补偿的相关政策,支持四川省内符合产业政策和环保政策、科技含量高、经济效益好、电价成本比重高的重点高载能企业通过直购电试点或电价优惠消化富余电量^{[10][5]},确保最大限度利用水力资源,减少燃煤消耗,降低污染排放。政府也应该加大对先进的清洁发电技术的扶持力度,从发电来改变传统的电能结构。基于发展低碳经济和节能减排的强制性政策要求,四川省在发展经济的同时要逐步减少高耗能重工业,积极向第三产业发展,降低第二产业尤其是高耗能工业的电力需求量,从而降低整体能耗水平。

此外政府及相关部门要组织好并网发电厂运行考核和辅助服务补偿工作。根据《华中区域电力监管年报》(2010年),自2010年7月四川省正式按照华中区域“两个细则”要求对直调电厂实施考核(补偿),四川省5-12月总的考核电量2.7亿千瓦时,原始考核金额8453.6万元,补偿金额1399.39万元,实际考核金额1399.39元,分摊金额为0。2011年,四川省全省193个直调并网电厂参与了考核,32个电厂获得了补偿,全年总的考核电量为5.717亿度,原始考核费用为1.9957亿元,实际考核费用为2038.427万元,补偿费用为2038.427万元,分摊费用为0。通过运行考核,电厂运行管理水平得到提高,另一方面通过公平透明的补偿机制,补偿费用相对稳定,调动了电厂提供辅助服务的积极性和主动性,四川电网运行控制水平和安全水平进一步提高。

(二)电力行业管理层面

1.进一步理顺跨区电能交易价格

《华中区域电力价格财务监管报告》(2011年)显示,跨区电能交易各环节,输电价格中除送出省电网公司收取不超过3分输电费,以及华中电网公司收取不超过2.4分输电费有正式文件批复外,其余均无正式批复文件;但在实际执行过程中,目前的交易电量远远大于当时的核价水平,华中电网公司收取输电费2.4分/每千瓦时的价格明显偏高。

2.推进CDM项目建设

2009年,国家电网公司以配变提前更换CDM项目为重点,积极探索开展CDM工作,并计划在3-5年时间,更换能耗低的11型变压器,减少能耗,折合为碳排放指标,进行碳排放指标交易。2009年项目通过了公示,并接受了联合国CDM执行理事会制定的审查机构(德国北德认证有限公司)的现场审定。CDM项目不仅可以引进先进的发电技术,而且可以

获得一定的资金。在电力行业推进CDM项目,是优化四川电能结构、实施电力节能减排的重要措施。这方面四川虽然走在了全国的前列,但仍然存在相当大的问题,如CDM项目弄虚作假被取消等。四川电力工业应该积极推进CDM项目的相关认证工作,培养相关人才,争取在联合国CDM执行理事会注册成功更多项目。

3.开展清洁生产和能效水平对标活动

2003年国家环保总局颁布了《清洁生产标准:燃煤电厂》,2007年国家发改委公布了《火电行业清洁生产评价指标体系(试行)》和《关于印发重点耗能企业能效水平对标活动实施方案的通知》(发改环资[2007]2429号),四川电力生产企业,特别是煤电企业应该也必须按照上述国家标准和有关指标体系,大力推进火电行业清洁生产和能效对标活动,指导企业节能降耗和同业对标,促进企业从源头和生产过程控制污染,实现节能减排。

(三)发电电力企业层面

1.提高电煤质量,加强电力企业安全管理

因煤量供应紧张,煤质普遍较差,导致四川省电力机组非计划停运较多,发电机组非计划停运既是安全问题,也是经济问题,体现了发电企业的技术和管理水平。资料显示,2009年10万千瓦级及以下机组非计划停运台次较多,总计损失电量18.06亿千瓦时;2011年30万千瓦级机组停运50次,60万千瓦级机组停运35次,总计损失电量18.06亿千瓦时。因此,四川省发电企业要做好安全可靠性指标管理,从思想上和行动上认真执行杜绝机组非计划停运的各种管理措施,确保机组安全、经济、稳定运行^[6]。

2.实施技术创新,淘汰落后产能

电力企业应该和科研、院校合作研发具有自主知识产权的机组设计、制造和运行技术,以科技带动电力工业技术进步,建立以政府引导、电力企业为主体、电力市场为导向、产学研结合的电力技术创新体系,促进节能减排。大力开展火电机组低能耗技术和资源化利用研究、火电环保循环利用技术研究、开展多污染物协同控制技术研究等。淘汰落后产能,关停小火电机组;提高机组运行效率、使用清洁燃料,提高电力系统整体效率,减少火电等机组升降出力次数或启停调峰次数,努力降低发电和供电煤耗,在每一个环节都能做到坚持电力的低碳发展。

(四)电力市场交易层面

发电企业是碳交易中最活跃的市场主体,不同发电机组的碳排放强度不同,也将为各类机组带来不同的碳成本或收益,从而改变电力企业之间的利益格局,对电力市场的运行环境、市场格局与均衡状态产生重

要的影响^[17]。2010年四川省外送电量162亿千瓦时(不包括二滩送重庆电量),同比增加77.4%;外购电量49.38千瓦时,同比增长150.55%;净外购电量为负值,由于目前发电排放的生态补偿机制及相关配套机制尚未建立,这不利于四川电力工业的节能减排工作。因此,要积极开展跨省电量交易,减少外送电量,多余水电电量省内消化,减少火电以及外购电。

另一方面,需要强化发电权交易。根据电力市场交易年报,2007年全国共有23个省份开展了发电权交易,累计完成交易电量约540亿千瓦时,相当于节约标煤620万吨,减少SO₂排放14万吨。2007年通过水电机组代替部分火电机组发电13.83亿千瓦时,四川累计节约标准煤55.32万吨,减排1.66万吨SO₂。2009年四川发电权交易电量为22.15亿千瓦时,节约标准煤79.74万吨,减排239.22吨SO₂,减排207.32万吨CO₂。2010年四川省直购电交易试点政策暂停,交易电量大幅减少。因此,四川省电力工业要探索适宜自身发展的电力交易模式,构建以中长期交易为主、灵活调节交易为辅的电力交易机制,提高电力市场的竞争性,降低交易成本,实现电力市场交易和碳交易的协调运行。

参考文献:

- [1] 徐新桥.湖北电能结构优化研究[D].武汉:华中科技大学,2006.
- [2] 向莉莉.特高压铺就“川电外送”高速路[N].国家电网报,2012-05-17(03).
- [3] 刘川.四川电力行业:前三季度节能减排好于去年[N].四川日报,2012-10-24(10).
- [4] 孙志祥,吴建斌,万均强.四川省水力发电经济调度控制思考[J].水电站机电技术,2012,(1):54-56.
- [5] 蒋金荷.中国碳排放量测算及影响因素分析[J].资源科学,2011,(4):597-604.
- [6] 陈诗一.能源消耗、二氧化碳排放与中国工业的可持续发展[J].经济研究,2009,(4):41-55.
- [7] 国家电力监管委员会华中监管局.华中区域电力监管年度报告(2007-2011)[R].
- [8] 四川省统计局.工业生产与电力消费实证模型分析[EB/OL].(2010-09-06).http://www.sc.gov.cn/zwgk/jjjs/tjsj/tjfx/201009/t20100906_1020409.shtml.
- [9] 四川省电力公司.公司年度外送电量创历史新高[EB/OL].(2012-11-02).<http://www.sc.sgcc.com.cn/gsxw/11/95952.shtml>.
- [10] 编写组.水能资源开发生态补偿机制研究[M].北京:水利水电出版社,2010.
- [11] 吴辉.低碳经济背景下的新能源技术经济范式研究[J].四川理工学院学报:社会科学版,2011,(3):101-105.
- [12] 杨卓,毛应淮.电力行业的节能减排与低碳经济[J].中国环境管理干部学院学报,2010,(1):1-4.
- [13] 周浩,魏学好.天然气发电的环境价值[J].热力发电,2003,(5):2-5.
- [14] 宋晓华.基于低碳经济的发电行业节能减排路径研究[D].北京:华北电力大学,2012.
- [15] 李静.把水电资源优势转化为经济优势[N].国家电网报,2012-05-17(03).
- [16] 邢刚果,鹿启伟.浅析如何降低发电机组的非计划停运[J].能源技术与管理,2009,(5):50-52.
- [17] 康重庆,周天睿,陈启鑫.电力企业在低碳经济中面临的挑战与应对策略[J].能源技术经济,2010,(6):1-8.

责任编辑:梁雁

Paths and Countermeasures for Adjusting and Optimizing Electrical Energy Structure Based on Low-carbon Development

—A case study of Sichuan Province

WANG Yanhong, LUO Ji

(School of Economics and Management, Sichuan University of Science & Engineering, Zigong 643000, China)

Abstract: Sichuan is an important hydroelectric energy base of China, but the coal-based electricity still accounts for a considerable proportion of the power generation structure, which needs to be optimized urgently. The status quo and the existing problems of electrical energy structure of Sichuan province are analyzed from the aspect of hydro-thermal power generation structure, thermal power consumption, emissions of SO₂ and CO₂, consumption structure, compensation issues, electricity price of desulfurization and denitration. In the view of low carbon development, the path of adjusting and optimizing the electrical energy structure is discussed from four aspects, i. e. vigorously expanding hydropower generation, appropriately developing natural gas-fired generation, actively accelerating renewable energy generation, and steadily reducing coal-based electricity. Finally, some countermeasures and suggestions for government, electrical industry, and power generation enterprises are proposed to adjust and optimize the electrical energy structure of Sichuan province.

Key words: electric energy; electric energy structure; adjustment and optimization; low-carbon economy