

火电厂无旁路 湿法烟气脱硫技术

曾庭华 廖永进 徐程宏 袁永权 ■ 编著



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS

013030807

X773
10

火电厂无旁路 湿法烟气脱硫技术

曾庭华 廖永进 徐程宏 袁永权 ■ 编著



X773
10



中国电力出版社
CHINA ELECTRIC POWER PRESS



北航

C1636333

内 容 提 要

本书在国内首次对火力发电厂无旁路湿法烟气脱硫技术的工程实际应用经验进行了全面总结。在比较主要湿法烟气脱硫技术的基础上,以世界上首套 300MW 循环流化床锅炉无旁路湿法石灰石/石膏烟气脱硫系统的工程建设为主,同时结合 600~1000MW 等级的无旁路湿法烟气脱硫工程的实践,对火力发电厂新建无旁路湿法烟气脱硫系统的设计、防腐、安装、调试、运行和管理等技术进行了详细的介绍,并对已建脱硫系统拆除旁路的改造方法做了分析,对无旁路脱硫系统易出现的脱硫率低、浆液污染等问题的原因及相应的对策进行了阐述。

全书内容丰富新颖,配合文字附有大量的现场数据及现场图片,针对性和实用性很强,对我国火力发电厂无旁路湿法烟气脱硫系统及机组的安全经济运行等都具有很高的参考价值。

本书特别适用于从事火力发电厂烟气脱硫工程的设计、安装、调试、运行和管理的工程技术人员、研究人员,也可作为高等院校热能动力工程、环保等相关专业的教学参考用书,并可作为火力发电厂烟气脱硫系统运行培训的教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

火电厂无旁路湿法烟气脱硫技术/曾庭华等编著. —北京:中国电力出版社, 2012. 11

ISBN 978 - 7 - 5123 - 3657 - 5

I. ①火… II. ①曾… III. ①火电厂-湿法脱硫-烟气脱硫-技术手册 IV. ①X773.013 - 62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2012) 第 266745 号

中国电力出版社出版、发行

(北京市东城区北京站西街 19 号 100005 <http://www.cepp.sgcc.com.cn>)

北京博图彩色印刷有限公司印刷

各地新华书店经售

*

2013 年 3 月第一版 2013 年 3 月北京第一次印刷

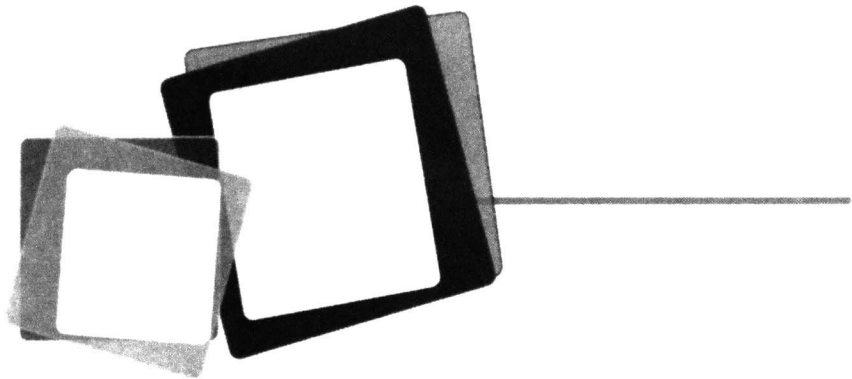
787 毫米×1092 毫米 16 开本 24 印张 569 千字

印数 0001—3000 册 定价 90.00 元

敬告读者

本书封底贴有防伪标签,刮开涂层可查询真伪
本书如有印装质量问题,我社发行部负责退换

版权专有 翻印必究



前言

截至 2011 年年底，我国全口径发电装机容量 10.56 亿 kW，其中火力发电 7.6 亿 kW，占 72%；火力发电机组中 90% 以上（约 6.9 亿 kW）已安装了烟气脱硫（FGD）装置，而石灰石/石膏湿法 FGD 工艺占 92%，居首要地位。为进一步提高 FGD 系统的投运率和综合脱硫效率，减少 SO_2 的排放，2010 年 6 月 17 日，环境保护部颁发了《关于火电企业脱硫设施旁路烟道挡板实施铅封的通知》（环办〔2010〕91 号），明确规定“各级环保部门和各电力集团公司要积极鼓励火力发电企业逐步拆除已建脱硫设施的旁路烟道。要求所有新建燃煤机组不得设置脱硫旁路烟道……”；2011 年 7 月，环境保护部、国家质量监督检验检疫总局联合发布了《火电厂大气污染物排放标准》（GB 13223—2011 代替 GB 13223—2003），对 SO_2 、 NO_x 及粉尘浓度提出了世界上最为严格的要求，据中国电力企业联合会测算，全国现有 FGD 装置中约 80% 需要进行增容改造。后来，全国诸多省份的环保局又出台了更为苛刻的关于 FGD 旁路烟道的文件，即要求已建 FGD 装置要在“十二五”期间全部拆除现有旁路烟道，于是全国上下掀起了一股拆除 FGD 旁路烟道的运动。

FGD 系统拆除旁路烟道，表明今后我国火力发电厂 FGD 设施都将无旁路运行，但取消旁路烟道后，FGD 系统和主机组成串联的生产系统，FGD 系统一旦故障就会造成机组事故跳闸，这势必降低机组的安全性，会给电力供应及电网安全稳定运行带来不利影响。于是，作者开展了广东电网公司科研项目“火电厂烟气脱硫系统取消旁路烟道对系统安全运行的影响及对策研究”，总结了国内主流工艺石灰石/石膏湿法 FGD 系统取消旁路烟道后可以提高 FGD 系统可靠运行的各种因素及对策，包括设计、安装、调试及运行管理等各方面的技术，希冀能对今后国内、外火力发电厂无旁路 FGD 装置的建设、运行维护管理有所裨益，尽量削弱无旁路 FGD 系统对火力发电机组和电网的安全稳定运行产生的不利影响。

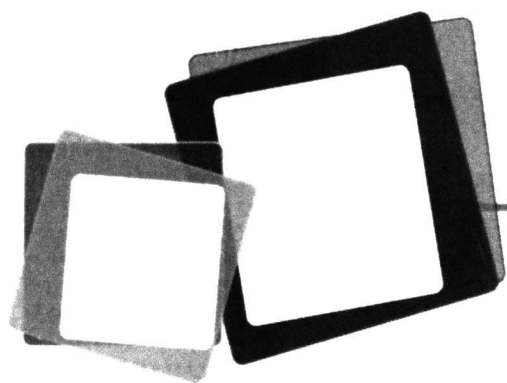
本书共分八章，第一章介绍了我国火力发电厂烟气脱硫现状、无旁路烟气脱硫政策的发展以及典型的无旁路 FGD 系统。第二～八章详细总结了 FGD 系统取消旁路烟道后相关对策和经验，包括 FGD 工艺选择及原始设计参数的优化、无旁路 FGD 工艺系统设计优化、FGD 系统和烟囱的防腐、无旁路 FGD 系统的安装和调试、无旁路 FGD 系统的运行、无旁路 FGD 系统的运行管理以及 FGD 系统对电网的影响及对策。全书内容大多是无旁路 FGD 工程实践的总结，理论介绍较少，代之以大量的工程实例、现场数据及现场图片，实用性很强，对于取消旁路烟道后湿法 FGD 系统可靠性的提高，以及保障机组和 FGD 系统安全稳定经济运行等都有很好的指导作用。

本书编写过程中得到了广东电网公司电力科学研究院领导们的大力支持，锅炉所、环化

所、热工所、系统所等各位同事给予了极大的配合和帮助，粤电集团公司给予了很多参与FGD工程建设的机会，使作者广泛地接触了各种FGD技术，在此表示诚挚的谢意！广东省众多电厂以及广东省电力设计研究院、广东省火电安装总公司等在无旁路FGD系统的调试和试验中给予了很好的协作和帮助，并提供了许多原始资料，在此表示衷心的感谢！作者还要特别感谢中国电力企业联合会给予作者参与脱硫工程后评估的机会，获益良多；对国内各家脱硫公司、全国各地的电厂等单位的同行给予的帮助以及参考文献未能一一列出的众多专家表示谢意！对中国电力出版社的李建强、赵鸣志及其他编辑们的辛勤劳动和热心指导深表谢意！

限于经验和水平，书中疏漏和不足之处，恳请各位专家和读者不吝批评指正。

作 者
2012 年 12 月



目 录

前言

第一章 概述	1
第一节 我国火力发电厂烟气脱硫现状	1
第二节 无旁路烟气脱硫政策	7
第三节 典型的无旁路 FGD 系统	8
一、300MW 循环流化床锅炉机组无旁路 FGD 系统	8
二、600MW 机组无旁路 FGD 系统	11
三、1000MW 机组无旁路 FGD 系统	12
第二章 FGD 工艺选择及原始设计参数的优化	16
第一节 常用的 FGD 工艺技术	16
一、石灰石/石膏湿法 FGD 技术	16
二、海水 FGD 技术	17
三、氨水洗涤法 FGD 技术	20
四、烟气循环流化床 FGD 技术	23
五、氧化镁法等 FGD 工艺技术	24
第二节 影响 FGD 工艺选择的主要因素	25
第三节 无旁路 FGD 工艺设计基础参数的优化	29
一、FGD 系统入口 SO ₂ 浓度	29
二、烟气的物理特性	31
三、烟气中粉尘浓度、Cl 含量等其他物质	32
四、吸收剂（石灰石）的品质	33
五、工艺水质等	34
第三章 无旁路 FGD 工艺系统设计优化	37
第一节 FGD 系统的布置优化	37
一、FGD 系统布置的总体要求	37
二、无旁路 FGD 系统的布置	38

第二节	FGD 烟气系统的设计优化	40
一、	云浮电厂无旁路 FGD 烟气系统的设计	40
二、	关于增压风机、引风机合二为一	41
三、	关于取消烟气加热器	46
四、	关于事故喷水装置	49
五、	无旁路 FGD 烟气系统设计优化	51
第三节	FGD 吸收塔系统的设计优化	52
一、	吸收塔系统设计概述	52
二、	并联吸收塔和串联吸收塔	53
三、	烟道预洗涤装置	57
四、	管式除雾器	61
五、	云浮电厂无旁路 FGD 吸收塔系统的设计	67
六、	无旁路 FGD 吸收塔系统的设计优化	69
第四节	FGD 石灰石浆液制备系统的设计优化	70
一、	概述	70
二、	云浮电厂无旁路 FGD 制浆系统的设计	73
三、	无旁路 FGD 制浆系统的设计优化	74
第五节	FGD 石膏浆液脱水系统的设计优化	75
一、	概述	75
二、	云浮电厂无旁路 FGD 石膏浆液脱水系统的设计	76
三、	真空圆盘式脱水机	78
四、	无旁路 FGD 石膏浆液脱水系统的设计优化	82
第六节	FGD 废水处理系统的设计优化	82
一、	概述	82
二、	FGD 废水处理方法	84
三、	无旁路 FGD 废水处理系统的优化设计建议	85
第七节	FGD 其他系统的设计优化	87
一、	FGD 公用工艺系统	87
二、	FGD 热工控制系统	90
三、	FGD 电气系统	92
四、	无旁路 FGD 热控系统和电气系统实例分析	94
第四章	FGD 系统和烟囱的防腐	134
第一节	FGD 系统防腐概述	134
一、	防腐的重要性	134
二、	腐蚀原因	135
三、	金属腐蚀	136
四、	非金属材料的腐蚀	137

五、FGD 系统腐蚀的影响因素	138
第二节 FGD 系统腐蚀环境	139
第三节 无旁路 FGD 系统的防腐	141
第四节 FGD 烟囱的防腐	145
一、FGD 烟囱防腐概述	145
二、FGD 烟囱防腐材料	148
三、云浮电厂无旁路 FGD 烟囱的防腐	155
第五节 FGD 系统防腐失效的原因及对策	157
一、鳞片涂层防腐的失效	157
二、橡胶衬里防腐的失效	161
三、烟囱防腐的失效	162
四、无旁路 FGD 系统防腐的建议	165
第五章 无旁路 FGD 系统的安装和调试	189
第一节 FGD 系统的安装	189
一、概述	189
二、安装公司的选择	192
三、吸收塔本体及烟道安装施工程序及要点	196
第二节 FGD 系统的调试	201
一、锅炉低温烘炉时 FGD 系统的隔绝	202
二、锅炉吹管前 FGD 系统的冷态试验	203
三、锅炉吹管时 FGD 系统的调试技术	205
四、锅炉点火启动退油前 FGD 系统的调试技术	208
五、锅炉投煤断油后 FGD 系统的调试技术	211
六、FGD 系统 168h 试运情况	214
七、无旁路 FGD 系统调试小结	216
第三节 无旁路 FGD 系统工程建设的一些问题探讨	216
一、FGD 工程建设模式	216
二、FGD 工程安全施工问题	226
三、调试的深度问题	227
第六章 无旁路 FGD 系统的运行	260
第一节 FGD 系统的启停	260
一、CFB 锅炉无旁路 FGD 系统的启停	260
二、关于电除尘器的投运	261
第二节 FGD 系统的运行	264
一、锅炉低负荷运行下 FGD 系统的对策	264
二、锅炉故障状态下 FGD 系统的运行	265

三、FGD 系统故障下的处理	269
第三节 FGD 系统脱硫率低的原因与对策	271
一、概述	271
二、脱硫率低的典型实例分析	272
三、应用高效脱硫剂	282
四、脱硫添加剂	287
五、FGD 系统的增容改造	294
第七章 无旁路 FGD 系统的运行管理	316
第一节 确立四大主机观念	316
一、建立完善的组织机构	316
二、提高脱硫运行人员待遇和加强培训	316
三、完善各种规章制度	317
四、做好锅炉和除尘器的运行管理工作	318
第二节 FGD 化学分析管理	318
一、建立 FGD 化验室	318
二、培训专业合格的 FGD 分析人员	319
三、做好定期的脱硫化学分析工作	319
第三节 FGD 系统运行成本管理	320
一、FGD 系统运行成本的构成	320
二、FGD 系统节能运行优化	323
三、重视 FGD 石膏的综合利用	333
第八章 FGD 系统对电网的影响及对策	337
第一节 FGD 系统的可靠性	337
一、机组侧因素	337
二、FGD 系统工艺设计因素	338
三、FGD 系统机械设备	339
四、FGD 系统的控制、仪表	341
五、FGD 系统的防腐质量	342
六、FGD 系统的运行及管理水平	342
第二节 已建 FGD 系统拆除旁路烟道的改造	343
一、FGD 系统流程和设备的改造	343
二、热工控制逻辑的修改	346
三、FGD 系统运行操作管理的改变	348
四、鼓泡塔不应取消旁路烟道	349
五、2 炉 1 塔不应取消旁路烟道	350
第三节 机组跳闸对电网的影响	351

第四节 电网安全运行的对策.....	353
一、加快电源及配套工程的建设	353
二、加强电网建设、加快电网发展	354
三、全面推进分区分片供电方式	355
四、解决电压稳定问题，加强无功配置及电源管理	355
五、加强三道防线建设和运行维护，防止发生电网崩溃事故	355
六、完善调度自动化和通信系统	357
七、坚持统一调度和统一管理	357
八、加强事故处理预案研究，制订完备的黑启动方案	358
九、加快电力立法进程	358
附录 A GB 13223—2011《火电厂大气污染物排放标准》	363
附录 B 环保部关于 FGD 旁路铅封的文件（环办〔2010〕91 号）	368
参考文献.....	370

第一节 我国火力发电厂烟气脱硫现状

我国能源资源以煤炭为主，在电源结构方面，今后相当长的时间内以燃煤机组为主的基本格局不会改变。据中国电力企业联合会（中电联）统计，截止到 2009 年底，我国全口径发电设备容量为 87 410 万 kW，其中火力发电 65 108 万 kW，约占总容量的 74.49%。大量的燃煤和煤中较高的含硫量必然导致大量的 SO₂ 排放，1995 年我国 SO₂ 排放量达到 2370 万 t，超过欧洲和美国，成为世界 SO₂ 排放第一大国，之后连续多年排放量超过 2000 万 t，由此造成了严重的环境污染，特别是 SO₂ 即酸雨的污染逐年加重。为适应在电力行业快速发展的情况下做好环境保护工作的需要，控制燃煤电厂大气污染物排放，改善我国空气质量和控制酸雨污染，国家环保总局于 2003 年底联合发布了修订的污染物排放标准 GB 13223—2003《火电厂大气污染物排放标准》，新标准分三个时段，对不同时期的火力发电厂建设项目分别规定了对应的大气污染物排放控制要求。除提高环保标准外，国家新的《排污费征收标准和计算方法》使企业 SO₂ 排污成本增加，从而使排污变得“不经济”。在这种形势下，全国各地的火力发电厂纷纷进行烟气脱硫（FGD）工程的建设，我国火力发电厂烟气脱硫呈现了“井喷式”的发展，这为全国的 SO₂ 减排做出了巨大贡献。截止到 2009 年年底，全国已投运 FGD 机组 4.7 亿 kW，约占火力发电机组的 73%、煤电机组的 76%，比上年增长 29.5%，其中石灰石/石膏湿法 FGD 工艺占 92%，海水法占 3%，氨法占 2%，烟气循环流化床法占 2%，其他各种方法占 1%。到了 2011 年年底，我国全口径发电装机容量 10.56 亿 kW，其中，水电 2.3 亿 kW，火力发电 7.6 亿 kW，核电 1191 万 kW，风电 4700 万 kW。火力发电机组中约 6.9 亿 kW 已安装了 FGD 装置，占 90% 以上比例。图 1-1 反映了 2005~2011 年全国火力发电厂 FGD 机组快速增长情况。

根据中电联完成的 2011 年度火力发电厂烟气脱硫产业的统计工作，主要环保公司 2011 年度及累计投运的脱硫工程容量、签订合同的脱硫工程容量如表 1-1~表 1-4 所示，我

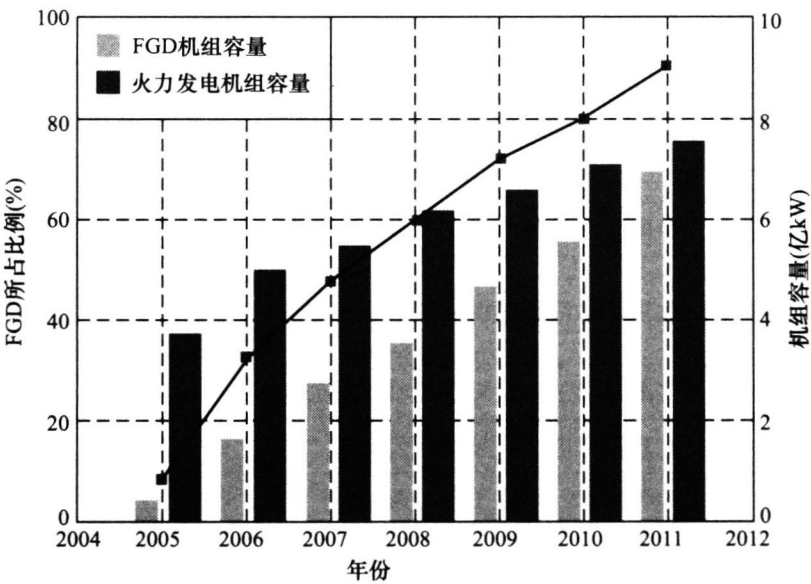


图 1-1 2005~2011 年全国火力发电厂烟气脱硫机组情况

国火力发电厂 FGD 工艺中，石灰石/石膏湿法所占的比例越来越大，居首要地位。

表 1-1 2011 年度环保公司投运的脱硫工程容量（按投运的容量大小排序）

序号	脱硫公司名称	2011 年当年 投运容量（MW）	采用的脱硫方法	所占比例 （%）
1	北京国电龙源环保工程有限公司	14 030	石灰石/石膏湿法	95.15
			海水法	4.85
2	中电投远达环保工程有限公司	5570	石灰石/石膏湿法	100
3	中国华电工程（集团）有限公司	4960	石灰石/石膏湿法	100
4	浙江浙大网新机电工程有限公司	3300	石灰石/石膏湿法	100
5	浙江天地环保工程有限公司	3260	石灰石/石膏湿法	100
6	北京博奇电力科技有限公司	2580	石灰石/石膏湿法	100
7	福建龙净环保股份有限公司	2400	石灰石/石膏湿法	100
8	中环（中国）工程有限公司	2000	石灰石/石膏湿法	100
9	浙江蓝天求是环保集团有限公司	1800	石灰石/石膏湿法	66.67
			烟气循环流化床法	33.33
10	山东三融环保工程有限公司	1560	石灰石/石膏湿法	100
11	武汉凯迪电力环保有限公司	1000	石灰石/石膏湿法	100
12	中国大唐集团科技工程有限公司	700	石灰石/石膏湿法	100
13	广东省电力设计研究院	660	石灰石/石膏湿法	100
14	北京国电清新环保技术股份有限公司	530	石灰石/石膏湿法	100
15	湖南麓南脱硫脱硝科技有限公司	300	石灰石/石膏湿法	100
16	江苏新世纪江南环保股份有限公司	162	氨法	100

表 1-2 2011 年度环保公司签订合同的脱硫工程容量（按签订合同的容量大小排序）

序号	脱硫公司名称	2011 年当年 合同容量（MW）	采用的脱硫方法	所占比例 （%）
1	北京国电龙源环保工程有限公司	8070	石灰石/石膏湿法	70.63
			有机胺法	14.87
			海水法	8.67
			干法	5.83
2	中国华电工程（集团）有限公司	5720	石灰石/石膏湿法	100
3	北京国电清新环保技术股份有限公司	4320	石灰石/石膏湿法	86.11
			有机集成净化技术	13.89
4	江苏新世纪江南环保股份有限公司	3440	氨法	100
5	北京博奇电力科技有限公司	3360	石灰石/石膏湿法	100
6	中电投远达环保工程有限公司	2620	石灰石/石膏湿法	100
7	福建龙净环保股份有限公司	2460	石灰石/石膏湿法	100
8	武汉凯迪电力环保有限公司	2300	石灰石/石膏湿法	100

续表

序号	脱硫公司名称	2011 年当年 合同容量 (MW)	采用的脱硫方法	所占比例 (%)
9	广东省电力设计研究院	2200	石灰石/石膏湿法	100
10	同方环境股份有限公司	1600	石灰石/石膏湿法	100
11	浙江蓝天求是环保集团有限公司	1360	石灰石/石膏湿法	100
12	湖南麓南脱硫脱硝科技有限公司	1275	石灰石/石膏湿法	70.59
			半干法	29.41
13	北京峰业电力环保工程有限公司	800	石灰石/石膏湿法	100
14	山东三融环保工程有限公司	700	石灰石/石膏湿法	100
15	湖南永清环保股份有限公司	660	石灰石/石膏湿法	100
16	江苏新中环保股份有限公司	371.2	石灰石/石膏湿法	75.43
			烟气循环流化床法	19.18
			氧化镁法	5.39
17	中钢集团天澄环保科技股份有限公司	250	石灰石/石膏湿法	100
18	上海申川环保科技有限公司	100	氨法	100

表 1-3 环保公司累计投运的脱硫工程容量
(按 2011 年年底前累计已投运的容量大小排序)

序号	脱硫公司名称	2011 年年底前累计 投运容量 (MW)	采用的脱硫方法	所占比例 (%)
1	北京国电龙源环保工程有限公司	83 107	石灰石/石膏湿法	86.69
			海水法	12.85
			氨法	0.32
			烟气循环流化床法	0.14
2	北京博奇电力科技有限公司	50 786	石灰石/石膏湿法	100
3	武汉凯迪电力环保有限公司	43 970	石灰石/石膏湿法	90.36
			烟气循环流化床法	7.76
			氨法	0.94
			NID	0.94
4	福建龙净环保股份有限公司	43 194	石灰石/石膏湿法	84.09
			烟气循环流化床法	15.91
5	中电投远达环保工程有限公司	41 694	石灰石/石膏湿法	97.36
			烟气循环流化床法	1.11
			干法	1.53
6	浙江浙大网新机电工程有限公司	37 145	石灰石/石膏湿法	100
7	中国华电工程(集团)有限公司	29 132	石灰石/石膏湿法	100
8	山东三融环保工程有限公司	24 950	石灰石/石膏湿法	96.20
			烟气循环流化床法	3.80

续表

序号	脱硫公司名称	2011 年年底前累计 投运容量 (MW)	采用的脱硫方法	所占比例 (%)
9	浙江天地环保工程有限公司	23 090	石灰石/石膏湿法	99.30
			海水法	0.70
10	同方环境股份有限公司	22 152	石灰石/石膏湿法	100
11	中环(中国)工程有限公司	17 155	石灰石/石膏湿法	100
12	中国大唐集团科技工程有限公司	17 060	石灰石/石膏湿法	100
13	北京国电清新环保技术股份有限公司	12 330	石灰石/石膏湿法	100
14	贵州星云环保有限公司	8455	石灰石/石膏湿法	100
15	湖南永清环保股份有限公司	7485	石灰石/石膏湿法	100
16	浙江蓝天求是环保集团有限公司	6905	石灰石/石膏湿法	83.77
			烟气循环流化床法	16.23
17	浙江菲达脱硫工程有限公司	6725	石灰石/石膏湿法	78.87
			NID	21.13
18	广州市天赐三和环保工程有限公司	5228	石灰石/石膏湿法	47.93
			双碱法	26.40
			喷雾干燥法	22.36
			氧化镁法	3.31
19	国电环境保护研究院	4100	石灰石/石膏湿法	100
20	山东鲁能工程有限责任公司	4005	石灰石/石膏湿法	96.00
			烟气循环流化床法	4.00
21	武汉晶源环境工程有限公司	3900	海水法	100
22	蓝天环保设备工程有限公司	3102	烟气循环流化床法	67.69
			半干法	26.94
			石灰石/石膏湿法	5.37
23	江苏新世纪江南环保有限公司	2776	氨法	100
24	广东省电力设计研究院	2670	石灰石/石膏湿法	100
25	山东山大能源环境有限公司	2145	烟气循环流化床法	69.00
			石灰石/石膏湿法	31.00
26	湖南麓南脱硫脱硝科技有限公司	1891	石灰石/石膏湿法	93.25
			双碱法	6.75
27	广州市粤首实业有限公司	1602	石灰石/石膏湿法	100
28	四川恒泰环境技术有限责任公司	1310	石灰石/石膏湿法	91.98
			双碱法	8.02
29	上海申川环保科技有限公司	980	石灰石/石膏湿法	100
30	中钢集团天澄环保科技股份有限公司	800	石灰石/石膏湿法	100
31	北京康瑞健生环保工程技术有限公司	600	石灰石/石膏湿法	100

续表

序号	脱硫公司名称	2011 年年底前累计 投运容量 (MW)	采用的脱硫方法	所占比例 (%)
32	大全环境工程技术有限公司	600	石灰石/石膏湿法	100
33	江苏新中环保股份有限公司	589	石灰石/石膏湿法	70.80
			烟气循环流化床法	21.05
			氧化镁法	8.15

表 1-4 环保公司累计签订合同的脱硫工程容量
(按 2011 年年底前累计已签订的容量大小排序)

序号	脱硫公司名称	2011 年年底前累计 合同容量 (MW)	采用的脱硫方法	所占比例 (%)
1	北京国电龙源环保工程有限公司	98 549	石灰石/石膏湿法	87.10
			海水法	10.50
			有机胺法	1.22
			烟气循环流化床法	0.70
			干法	0.48
2	北京博奇电力科技有限公司	68 136	石灰石/石膏湿法	100
3	中电投远达环保工程有限公司	57 012	石灰石/石膏湿法	97.80
			烟气循环流化床法	2.20
4	福建龙净环保股份有限公司	56 558	石灰石/石膏湿法	80.45
			烟气循环流化床法	18.49
			湿式电石渣法	1.06
5	武汉凯迪电力环保有限公司	55 974	石灰石/石膏湿法	91.14
			烟气循环流化床法	7.14
			氨法	1.38
			NID	0.34
6	浙江浙大网新机电工程有限公司	47 300	石灰石/石膏湿法	100
7	中国华电工程（集团）有限公司	36 102	石灰石/石膏湿法	100
8	同方环境股份有限公司	33 052	石灰石/石膏湿法	100
9	山东三融环保工程有限公司	31 980	石灰石/石膏湿法	95.85
			烟气循环流化床法	4.15
10	中环（中国）工程有限公司	26 922	石灰石/石膏湿法	98.57
			生物法	1.43
11	浙江天地环保工程有限公司	20 970	石灰石/石膏湿法	100
12	中国大唐集团科技工程有限公司	20 146	石灰石/石膏湿法	99.81
			烟气循环流化床法	0.19
13	北京国电清新环保技术股份有限公司	19 210	石灰石/石膏湿法	96.88
			有机集成净化	3.12

续表

序号	脱硫公司名称	2011 年年底前累计 合同容量 (MW)	采用的脱硫方法	所占比例 (%)
14	湖南永清环保股份有限公司	11 595	石灰石/石膏湿法	100
15	浙江蓝天求是环保集团有限公司	10 051	石灰石/石膏湿法	88.86
			烟气循环流化床法	11.14
16	浙江菲达脱硫工程有限公司	8865	石灰石/石膏湿法	56.89
			NID	36.68
			双碱法	6.43
17	江苏新世纪江南环保有限公司	8791	氨法	100
18	贵州星云环保有限公司	8400	石灰石/石膏湿法	100
19	广州市天赐三和环保工程有限公司	8395	石灰石/石膏湿法	57.11
			喷雾干燥法	21.45
			双碱法	17.66
			氧化镁法	3.18
			半干法	0.60
20	蓝天环保设备工程有限公司	5802	烟气循环流化床法	55.53
			石灰石/石膏湿法	26.84
			半干法	17.63
21	广东省电力设计研究院	4910	石灰石/石膏湿法	85.74
			海水法	14.26
22	山东鲁能工程有限责任公司	4835	石灰石/石膏湿法	90.00
			烟气循环流化床法	10.00
23	江苏新中环保股份有限公司	4373.2	石灰石/石膏湿法	56.96
			氧化镁法	22.63
			烟气循环流化床法	20.07
			氨法	0.34
24	湖南麓南脱硫脱硝科技有限公司	4031	石灰石/石膏湿法	80.99
			半干法	9.30
			钙钠双碱法	8.75
			湿式电石渣法	0.96
25	武汉晶源环境工程有限公司	3900	海水法	100
26	山东山大能源环境有限公司	3592	石灰石/石膏湿法	55.09
			烟气循环流化床法	42.76
			半干法	2.14
27	四川恒泰环境技术有限责任公司	3240	石灰石/石膏湿法	82.40
			海水法	8.80
			电子束法	4.90
			双碱法	3.90

续表

序号	脱硫公司名称	2011 年年底前累计 合同容量 (MW)	采用的脱硫方法	所占比例 (%)
28	国电环境保护研究院	2730	石灰石/石膏湿法	100
29	北京康瑞健生环保工程技术有限公司	2650	石灰石/石膏湿法	100
30	东方锅炉 (集团) 股份有限公司	2200	石灰石/石膏湿法	55.00
			海水法	45.00
31	大全环境工程技术有限公司	1800	石灰石/石膏湿法	100
32	广州市粤首实业有限公司	1759	石灰石/石膏湿法	100
33	上海申川环保科技有限公司	1720	石灰石/石膏湿法	87.21
			氨法	12.79
34	北京峰业电力环保工程有限公司	800	石灰石/石膏湿法	100
35	中钢集团天澄环保科技股份有限公司	700	石灰石/石膏湿法	92.86
			喷雾干燥法	7.14
36	河南省新雅环保设备工程设计有限公司	230	石灰石/石膏湿法	100

2011 年 7 月发布的《火电厂大气污染物排放标准》(GB 13223—2011 代替 GB 13223—2003), 对 SO₂、NO_x 及粉尘浓度提出了目前世界上最为严格的要求, 全文见附录 A, 其中新建电厂 SO₂ 排放浓度为 100mg/m³, 重点地区低至 50mg/m³, 老机组为 200mg/m³, 这也是我国历史上最为严格的环保标准, 给火力发电厂带来的影响相当大。据中电联测算, 全国现有 FGD 装置中约 80%需要进行增容改造, 加上取消 FGD 旁路烟道政策的出台, 全国火力发电厂又出现了 FGD 装置改造的高潮。

第二节 无旁路烟气脱硫政策

为规范火力发电厂脱硫设施的正常运行, 2007 年 5 月, 国务院同意发展改革委同有关部门制定的《节能减排综合性工作方案》(国发〔2007〕15 号), 其中(三十六)条规定: “按照补偿治理成本原则, 提高排污单位排污费征收标准, 将二氧化硫排污费由目前的每公斤 0.63 元分三年提高到每公斤 1.26 元。”《节能减排综合性工作方案》(三十三)条同时强调: “加强烟气脱硫设施运行监管。燃煤电厂必须安装在线自动监控装置, 建立脱硫设施运行台账, 加强设施日常运行监管。2007 年年底前, 所有燃煤脱硫机组要与省级电网公司完成在线自动监控系统联网。对未按规定和要求运行脱硫设施的电厂要扣减脱硫电价, 加大执法监管和处罚力度, 并向社会公布。完善烟气脱硫技术规范, 开展烟气脱硫工程后评估。组织开展烟气脱硫特许经营试点。”

2007 年 5 月 29 日, 国家发展改革委和环境保护部颁布了《燃煤发电机组脱硫电价及脱硫设施运行管理办法 (试行)》(发改价格〔2007〕1176 号), 其中第九条明文规定 “新(扩)建燃煤机组建设脱硫设施时, 鼓励不设置烟气旁路通道。不设置烟气旁路通道的, 环保部门优先审批新(扩)建燃煤机组的环境影响评价文件。”国家发展改革委组织新(扩)建燃煤机组进行不设置烟气旁路通道的试点, 取得经验后逐步推广。