

## 江苏省燃煤电厂脱硫石膏排放利用状况及综合利用对策

刘涛<sup>1</sup>,朱林<sup>1</sup>,薛建明<sup>1</sup>,周迁<sup>2</sup>

(1.国电科学技术研究院,江苏南京 210031;2.江苏省环保产业协会,江苏南京 210036)

**摘要:**介绍了江苏省燃煤电厂脱硫石膏排放、利用现状,分析了全省燃煤电厂脱硫石膏排放的特点、利用途径以及存在的主要问题,根据“十二五”对江苏省电力行业脱硫石膏排放状况进行了预测,并结合约束条件提出了脱硫石膏综合利用的对策。

**关键词:**脱硫石膏;现状;预测;对策

**中图分类号:**X773

**文献标志码:**A

**文章编号:**1009-0665(2013)02-0010-05

脱硫石膏是湿法石灰石-石膏烟气脱硫的主要副产品。随着江苏省在“十一五”期间二氧化硫减排工作的不断深入,全省300 MW等级以上火电机组已经全部安装了高效的脱硫设施,随之而来的是二氧化硫由大气污染固化成脱硫石膏固体废弃物,其产生量在“十一五”期间大幅增加。从“十五”末的约60万t迅速增加到“十一五”末的415万t,年平均增幅达110%。妥善解决脱硫石膏的处置和利用问题,不仅能产生良好的环境效益,而且能创造可观的经济效益和社会效益。对于脱硫石膏处理,国家相关部门分别在2010年7月和2011年2月相继出台《中国资源综合利用技术政策大纲》和《工业和信息化部关于工业副产物石膏综合利用的指导意见》,规定鼓励引导工业副产物石膏综合利用向多途径、大规模、高附加值综合利用方向发展。

## 1 “十一五”末燃煤电厂脱硫石膏排放状况

2010年末,江苏省单机容量300 MW以上煤电机组装机容量为4503.4万kW,约占同期火电装机总容量的85.2%<sup>[1]</sup>。35家单机300 MW以上燃煤电厂2010年末共产生脱硫石膏380.1万t/a,综合利用量376.4万t/a,贮存量及倾倒量为3.7万t/a,主要排放情况如表1所示。从统计情况分析看全省电网近八成煤电装机为单机30万kW以上的清洁高效燃煤发电机组,较2008年全省污染普查工业源脱硫石膏排放数据<sup>[2]</sup>相比,脱硫石膏产生总量继续快速增长,脱硫石膏的综合利用率稳步提高,高于全国平均水平<sup>[1]</sup>,但利用深度和广度并没发生质的变化。表1为全部工业源脱硫石膏排放量统计值,其数据为单机300 MW以上机组燃煤电厂脱硫石膏排放量统计值。

### 1.1 区域分析

截止2010年底,江苏省年产脱硫石膏10万t以

表1 江苏省2010年电力工业源脱硫石膏排放量

| 年份            | 2008年<br>江苏省 | 2010年<br>江苏省 | 2010年<br>全国 |
|---------------|--------------|--------------|-------------|
| 电力行业石膏产生量/万t  | 212.81       | 380.12       | 5230        |
| 脱硫石膏综合利用率/%   | 93.3         | 98.9         | 69.0        |
| 脱硫石膏贮存及倾倒量/万t | 7.15         | 3.7          | —           |

上的电厂有20座,相当于省内有20个脱硫石膏集中产出处。全省13个主要行政区域产生脱硫石膏量差异较大,详细情况如表2所示。单机为300 MW以下燃煤电厂未在统计之列。

表2 江苏省2010年电力工业源脱硫石膏排放量区域分布情况

| 地区  | 脱硫石膏产生量 |      | 脱硫石膏利用量 |       | 2008年脱硫石膏排放量统计/万t | 增幅/%  |
|-----|---------|------|---------|-------|-------------------|-------|
|     | 数量/万t   | 占比/% | 数量/万t   | 利用率/% |                   |       |
| 苏州  | 94.6    | 24.9 | 94.6    | 100.0 | 68.0              | 39.1  |
| 无锡  | 51.1    | 13.4 | 49.3    | 96.5  | 31.1              | 64.3  |
| 徐州  | 45.5    | 12.0 | 44.71   | 98.3  | 20.4              | 123.0 |
| 南通  | 38.5    | 10.1 | 38.5    | 100.0 | 10.0              | 285.0 |
| 镇江  | 34.5    | 9.1  | 34.1    | 98.8  | 25.0              | 38.0  |
| 南京  | 34.1    | 9.0  | 34.1    | 100.0 | 8.5               | 301.2 |
| 扬州  | 32.0    | 8.4  | 31.3    | 97.8  | 17.9              | 78.8  |
| 泰州  | 20.5    | 5.4  | 20.5    | 100.0 | 9.1               | 125.3 |
| 淮安  | 19.3    | 5.1  | 19.3    | 100.0 | 12.0              | 60.8  |
| 常州  | 10.0    | 2.6  | 10.0    | 100.0 | 7.3               | 37.0  |
| 连云港 | 0.0     | 0.0  | 0.0     | 0.0   | 6.9               | —     |
| 盐城  | 0.0     | 0.0  | 0.0     | 0.0   | 5.6               | —     |
| 宿迁  | 0.0     | 0.0  | 0.0     | 0.0   | 6.0               | —     |

电力行业脱硫石膏区域产生量呈现U型,即位于东南位置的苏州无锡和位于西北方向的徐州都是电力石膏排放大户,随着“十一五”末期南京周边煤电装机

容量快速提高,南京周围地区的脱硫石膏排放量也在快速上升。产生这种情况最主要原因还是取决于工业发电及用电情况,全省电力行业脱硫石膏产生量最大地区是苏州,产生脱硫石膏 94.57 万 t,占总产生量的 24.9%。其次是工业大市无锡和徐州,脱硫石膏产生量分别为 51.1 万 t 和 45.5 万 t,分别占总产生量的 13.4%和 12.0%。南通、镇江和南京分列 4,5,6 位。盐城、宿迁因该地区燃煤电厂的单台装机容量都小于 20 万 kW,发电及供热规模较小未纳入统计。

## 1.2 燃煤硫分及度电石膏产量

江苏省燃煤电厂平均燃煤硫分及度电石膏产生量情况如图 1、图 2 所示,全省电厂燃煤硫分在 0.67%~1.22%之间波动,全省燃煤大机组平均燃煤硫分为 0.81%。全省燃煤电厂度电石膏产量在 12.7~18.3 g/(kW·h)之间波动,平均度电石膏产生量为 15.7 g/(kW·h),随着“十二五”后期 GB 13223—2011 标准实施使得新的大气二氧化硫限值提高,全省度电石膏产生量也相应会往上提高。度电石膏产量和燃煤硫分、机组能耗水平、脱硫效率密切相关,不具有绝对可比性,但从脱硫石膏生产和资源化利用的角度一定程度上可以得出区域脱硫石膏的大致产量和规模。

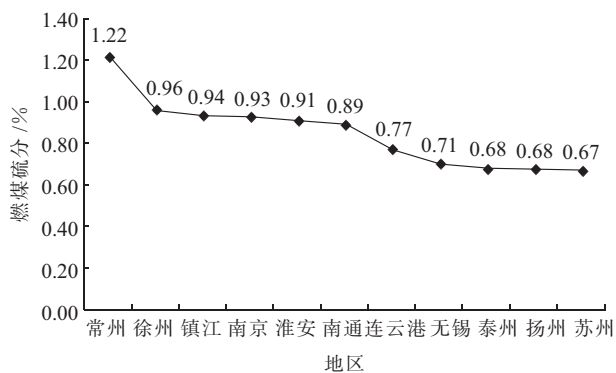


图 1 江苏省 2010 年燃煤电厂平均硫分情况 (300 MW 以上机组)

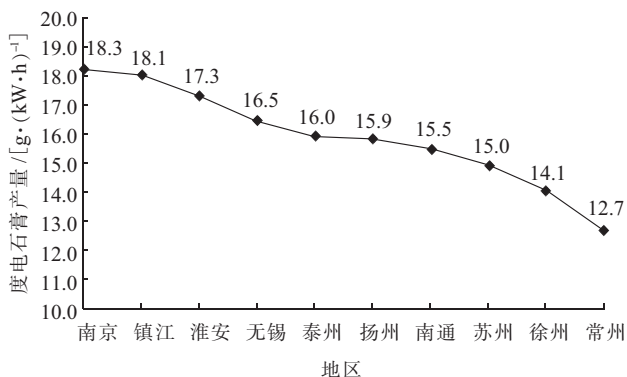


图 2 江苏省 2010 年燃煤电厂度电石膏产生情况 (300 MW 以上机组)

## 1.3 脱硫石膏销售单价

江苏省单位脱硫石膏的经济价值较低,销售单价从 3 元/t 到 35 元/t 不等,销售单价如图 3 所示。价格

变动幅度及差异化较大,差异大的原因主要取决于三方面:一是取决于区域或者电厂生产量的情况,如果该地区脱硫石膏产量较高,供需失衡价格就会很低,比如苏州、镇江、徐州、南京地区,这些地区均有年产 10 万 t 以上的脱硫石膏的电厂,利用途径有限就会造成脱硫石膏价格较低;二是取决于企业周围是否有大型的水泥厂、石膏加工板厂及砌块厂,比如扬州、常州、泰州地区,因为有水泥厂以及纸面石膏厂在周边合理布局,其脱硫石膏的销售单价可以达到 20~30 元/t;三是取决于电厂自身规模及周边是否会形成脱硫石膏上下游产业链式发展带,比如淮安地区以及未来的连云港、宿迁地区,由于煤电机组没有连片建设,石膏产量和加工量都不足以形成规模,所以销售处理价格都不高。

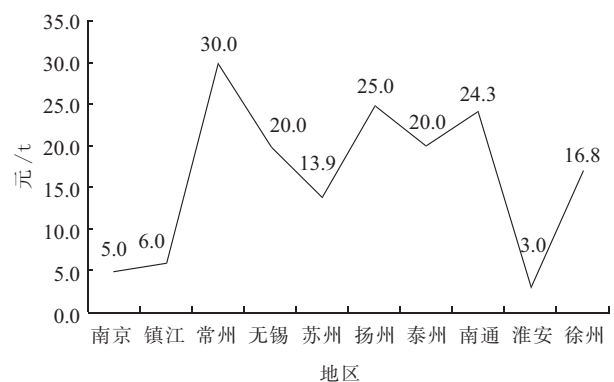


图 3 江苏省 2010 年燃煤电厂区域脱硫石膏平均销售单价 (300 MW 以上机组)

## 1.4 脱硫石膏品质

抽样分析江苏省不同区域燃煤电厂生产的脱硫石膏理化特性,比对情况显示全省燃煤电厂脱硫石膏的品质差异较大,主要差异在于白度(指标值在 18 至 60 之间)、金属氧化物等微量元素含量(MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>)及氯离子含量方面,部分电厂脱硫石膏化学组成情况如表 3 所示。

脱硫石膏品质除了和电厂除尘器设施运行维护好坏密切相关,也和脱硫设施的运行好坏相关。从数据分析看,电厂脱硫设施运行好坏不一,有的电厂抽样石膏中未反应完全的碳酸钙含量非常高,硫酸钙含量不足,氯离子浓度偏高,这些指标均会影响脱硫石膏的品质。脱硫系统运行控制主要指标及相关因素会直接影响到成品石膏的最终质量,其主要因素包括石灰石品质、浆液 pH 值、石膏排出时间、氧化风量、杂质含量<sup>[3]</sup>。

烟气脱硫石膏标准(JC/T 2074—2011)已经于 2012 年 7 月 1 日开始实施,脱硫石膏将分为 3 个等级,虽然标准中对碳酸钙含量不作要求,但对二水石膏含量以及外在水、氧化镁、氯离子都做了规定,按现有状况看,脱硫石膏如需综合利用,省内部分电厂需要强化其脱硫设施的运行控制指标。从脱硫石膏资源化利用角度看,同时还需要扭转电厂经营销售观念,燃煤电

表3 江苏省部分电厂脱硫石膏化学组成情况 %

| 地区   | 外在水  | CaO <sub>4</sub> ·2H <sub>2</sub> O | CaCO <sub>3</sub> | SiO <sub>2</sub> | Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> | MgO  | Cl <sup>-</sup> |
|------|------|-------------------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------|--------------------------------|------|-----------------|
| 无锡利港 | 10.6 | 91.1                                | 3.98              | 3.6              | 0.6                            | 0.07                           | 0.18 | 0.009 4         |
| 徐州徐唐 | 13.5 | 90.8                                | 6.25              | 1.4              | 0.9                            | 0.20                           | 0    | 0.000 5         |
| 苏州望亭 | 9.4  | 94.3                                | 2.71              | 1.2              | 0.9                            | 0.10                           | 0.24 | 0.070 0         |
| 扬州二发 | 10.0 | 95.2                                | 2.12              | 1.1              | 0.8                            | 0.10                           | 0.4  | 0.000 6         |
| 镇江谏壁 | 11.5 | 93.4                                | 3.46              | 2.2              | 0.2                            | 0.45                           | 0.12 | 0.012 0         |
| 国华徐州 | 10.3 | 90.6                                | 4.95              | 2.8              | 0.3                            | 0.10                           | 1.0  | 0.010 0         |
| 华能南京 | 11.2 | 94.7                                | 1.11              | 2.2              | 1.0                            | 0.08                           | 0.2  | 0.007 0         |
| 苏州太仓 | 11.8 | 83.9                                | 12.24             | 3.1              | 0.3                            | 0.20                           | 0.04 | 0.002 9         |
| 苏州常熟 | 10.5 | 92.3                                | 4.56              | 1.8              | 0.4                            | 0.30                           | 0.2  | 0.010 0         |
| 华能南通 | 13.8 | 88.4                                | 7.25              | 2.9              | 0.4                            | 0.26                           | 0.26 | 0.003 0         |

厂是在生产一种标准化的工业产品而不是处理固体废物。加强脱硫系统指标运行管理是对脱硫石膏生成品质控制的重要一环,也是脱硫石膏后续综合利用的重要基础。

### 1.5 主要利用途径

2010年江苏省电力行业脱硫石膏综合利用率达到98.9%,脱硫石膏主要利用途径有建筑石膏板材、工业用水泥缓凝剂、铺路及其他三大类,如表4所示。

表4 脱硫石膏主要利用途径

| 利用方式         | 利用量/万t | 占比/% |
|--------------|--------|------|
| 建筑石膏板材、石膏砌块  | 194.5  | 51.7 |
| 工业用水泥缓凝剂     | 98.03  | 26.1 |
| 铺路、农业土壤改良及其他 | 83.72  | 22.3 |

2010年,江苏水泥产量为1.56亿t,占全国总产量8.4%,列全国第一,若水泥缓凝剂用量占到水泥产量的1%~2%,即可利用脱硫石膏150~300万t。从统计看,脱硫石膏在工业水泥生产中用量还大有潜力可挖。目前利用不足的原因主要在脱硫石膏含水率太高,造成水泥下料不畅;其次是石膏品质不稳定,对水泥凝结时间影响比较大,这为水泥厂控制水泥质量造成一定障碍。

2010年江苏省纸面石膏板产量约为1.4亿m<sup>2</sup>,人均使用1.8m<sup>2</sup>,不足欧美国家的三分之一,如图4所示。目前美国纸面石膏板人均消费量为10.5m<sup>2</sup>、欧洲

为6.5m<sup>2</sup>、韩国为5.4m<sup>2</sup>、日本为4.7m<sup>2</sup>,我国则为1.3m<sup>2</sup>,均低于上述发达国家水平,石膏板材具有材质轻便、加工能耗低的优良特性,江苏省脱硫石膏加工成石膏板材综合利用仍有具有巨大的发展潜力<sup>[4,5]</sup>。

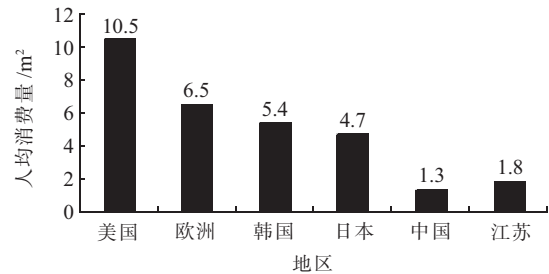


图4 纸面石膏板人均消费量(2010年)

此外,由于江苏省只有苏北及沿海地方有农业盐碱地<sup>[6]</sup>,受规模和交通环境的限值,脱硫石膏用于农业土壤盐碱地改良工作还是较少。而筑路回填的经济附加值则较低,并没有完全实现脱硫石膏的资源化策略。

### 1.6 贮存状况

大机组产生的脱硫石膏贮存量为年均3.74万t。主要贮存方式为灰场堆放和渣场堆放,贮存量分别为3.42万t和0.32万t,分别占总贮存量的91.4%和8.6%。采用半干法脱硫工艺电厂、及锅炉为循环流化床锅炉的脱硫剂及脱硫副产物因与灰渣相混,只能送往渣场堆放。半干法脱硫工艺从稳定性、脱硫效率及产物综合利用角度看已不适合江苏省节能减排及国家强制排放标准的要求。

## 2 存在问题

### 2.1 技术层面

脱硫石膏品质差异大,省内电煤的来源不稳定,除尘器效率不高,导致脱硫石膏品质不稳定;脱硫石膏有时在纯度、含水率、氯离子含量等一些技术指标上的变动,导致不能满足使用水泥及建材行业的要求,降低了脱硫石膏高附加值综合利用率。

### 2.2 市场需求层面

省内对脱硫石膏综合利用基础性、前瞻性技术研发投入不足,多数企业研发能力较弱,技术装备落后,缺少研发投入的积极性。作为电力生产企业,对脱硫石膏综合利用的下游产品——“石膏建材”的市场情况不熟悉,没有完整的销售网络与销售途径,在如今建材产品竞争日趋激烈的环境下,产品销售是基层电厂面临的一项重大问题。电厂实施脱硫石膏综合利用产业化时,同样还面临生产工艺、生产产品与生产成本的矛盾;生产常规产品(如水泥缓凝剂、纸面石膏板),投资少,生产成本低,需求量大,但产品附加值低,且不具备竞争力。生产高端产品(石膏墙体、高品质的粉刷石膏),投资高,产品附加值高,产品需求量少(目前情



况),且产品需求的预见性不明确。

### 2.3 政策指导层面

江苏省内出台的专门针对脱硫石膏综合利用的专项政策较少,现有经济、技术政策向脱硫石膏产业的倾斜力度不够,主要体现在税收、法规及标准方面。相关部门对企业的经营引导、技术支持和信息服务落后。企业在获取信息、技术、市场等方面处于弱势,亟需搭建信息交流、技术服务平台。

## 3 “十二五”状况预测

按照江苏省“十二五”规划纲要,预计到2015年江苏省发电装机容量达到1.1亿kW左右,其中,火电装机8800万kW。煤电机组将会超过8000万kW。根据“十二五”国家对节能减排工作的进一步要求,预计到2015年省内煤电机组100%配套脱硫装置,按照统计中各地市加权平均燃煤硫份保持稳定,大机组度电石膏产生情况稳定预测,全省电力工业源脱硫石膏年产量将达到800万t以上(其中300MW以上煤电机组脱硫石膏排放量约为770万t),其测算公式:

$$M_{\text{总}} = \sum_{i=1}^n M_1(i)_{300\text{MW以上机组}} + \sum_{i=1}^n M_2(i)_{300\text{MW以下机组}} \quad (1)$$

$$M_1(i) = P_i \times t_i \times \theta_i \times \alpha_i \times 10^{-6} \quad (2)$$

$$M_2(i) = Q_i \times S_i \times 1.7 \times (1 - \eta_i) \times 2.7 \times 10^4 \quad (3)$$

式(1—3)中: $M_{\text{总}}$ 为预测期内全省脱硫石膏总排放量,t; $M_1(i)$ 为预测期内全省电力行业单机大于300MW机组脱硫石膏排放量,t; $M_2(i)$ 为预测期内全省电力行业单机小于300MW机组脱硫石膏排放量,t; $P_i$ 为一个电厂燃煤机组装机总容量,kW; $t_i$ 为一个电厂全年平均发电小时数,h; $\theta_i$ 为一个电厂度电石膏产量,g/(kW·h); $\alpha_i$ 为应对新标石膏增量系数; $Q_i$ 为锅炉燃煤消耗量,t; $S_i$ 为燃煤平均硫分; $\eta_i$ 为脱硫装置平均脱硫效率。

脱硫石膏产量如图5所示。

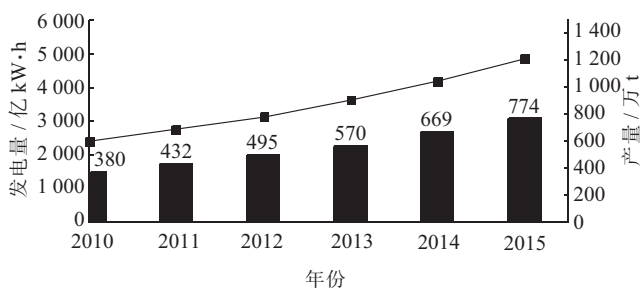


图5 “十二五”江苏省脱硫石膏产量预测

按此增速,如将全省脱硫石膏堆放贮存量控制在较小规模,保证95%以上脱硫石膏都能有效综合利用就需按表5所示的几种途径合理规划,提前布局,并积极

进行水泥厂、石膏建材厂配套技术改造工作,到“十二五”末全省脱硫石膏理论利用量可达825万t。

表5 “十二五”脱硫石膏主要利用途径

| 利用途径   | 利用量/万t | 备注   |
|--------|--------|--|
| 水泥缓凝剂  | 450    | 按70%的水泥需石膏缓凝剂、石膏使用量为水泥产量的4%、2015年预计水泥产量计算        |
| 纸面石膏板  | 165    | 按建材行业2015年石膏板产量需求计算                              |
| 粉刷石膏   | 95     | 按每年新增建筑面积近1亿m <sup>2</sup> 、10%脱硫石膏制粉刷石膏替代水泥砂浆计算 |
| 石膏砌砖/块 | 60     | 按每年新增建筑面积近1亿m <sup>2</sup> 、5%脱硫石膏制作石膏砌块计算       |
| 自流平石膏  | 25     | 按每年新增建筑面积近1亿m <sup>2</sup> 、10%的地面采用自流平石膏做找平层计算  |
| 其他     | 30     | 用于盐碱地土壤改良、筑路、化工用品等                               |

## 4 结束语

按江苏省内现有脱硫石膏综合利用情况,“十二五”石膏综合利用难度将会继续加大。如需要继续保持较高比例的脱硫石膏综合利用率,还需要在以下几个方面着手。

(1) 推动脱硫石膏资源化综合利用的创新研究工作,加快推进水泥缓凝剂用脱硫石膏的技改工作,加大对科研企业的支持,加快具有高强度的适应性好的石膏建材制品的研发工作。

(2) 建设脱硫石膏综合利用示范基地,培育专业化规模化企业,大力推动建筑石膏采用脱硫石膏的工作,“十二五”全省脱硫石膏作为建材石膏板材和石膏砌块发展空间和潜力较大,2011~2015年新型建筑材料工业固体废弃物综合利用量年均增长5%,预计2015年国内纸面石膏板需求量将达30亿m<sup>2</sup>,江苏的纸面石膏产量将会突破3亿m<sup>2</sup>,脱硫石膏的综合利用大有可为。继续加大水泥中石膏缓凝剂的添加,推动脱硫石膏替代天然石膏的技改工作。做好重点地区脱硫石膏综合资源化利用的示范工程,这些地区主要包括苏州、无锡、徐州、南京等,在这些地区占全省电力脱硫石膏的排放量的六至七成,且又有工业生产源,又有消费市场,容易形成产业化群体。

(3) 推进完善省内财政激励政策,健全税收支持政策,强化金融支持力度。出台相关综合利用政策(包括针对性鼓励及惩罚政策)。

建立电厂脱硫石膏综合利用资源化评价体系,从脱硫石膏纯度、脱硫石膏白度、单位脱硫石膏的经济效益、单位脱硫石膏的加工附加值、单位脱硫石膏资源化

利用能耗水平等细化的量化指标来评价脱硫石膏制造和利用企业,做到均衡发展和统筹兼顾。督促燃煤电厂加强对脱硫装置运行的管理。燃煤电厂应提高脱硫装置的运行可靠性,强化脱硫装置的运行调整,确保稳定脱硫石膏品质,为脱硫石膏综合利用创造良好的条件。

#### 参考文献:

- [1] 中国电力企业联合会. 中国电力行业年度发展报告[M]. 北京: 中国电力出版社, 2011.
- [2] 刘宁锴. 江苏省污染源普查工业源脱硫石膏产生、处置、利用状况分析[J]. 价值工程, 2009(2): 186-187.
- [3] 刘涛, 薛建明, 王晓明, 等. 湿法烟气脱硫石膏资源化深度利用[J]. 中国电力, 2009, 42(8): 65-69.
- [4] 曹志强. 利用脱硫石膏生产纸面石膏板的工艺技术[J]. 粉煤灰, 2009(4): 41-42.

- [5] ISHIKAWA Y, WU C N, YAJIMA N. Current State and Future Prospect of CCPs Utilization Technology in Japan [R], 济南: 第七届水泥与混凝土国际会议, 2010.
- [6] 耿春女, 钱华, 李小平, 等. 脱硫石膏农业利用研究进展与展望[J]. 环境污染治理技术与设备, 2006, 07(12): 15-19.

#### 作者简介:

- 刘涛(1979), 男, 江西南昌人, 工程师, 从事火电厂脱硫、脱硝技术及循环经济产业化研究开发工作;
- 朱林(1964), 男, 上海人, 高级工程师, 从事火电厂噪声、固废综合利用技术及循环经济产业化研究开发工作;
- 薛建明(1964), 男, 江苏姜堰人, 研究员级高级工程师, 从事火电厂脱硫脱硝、脱汞及资源化利用技术产业化研究管理工作;
- 周迁(1948), 男, 江苏南通人, 研究员级高级工程师, 从事工业环境保护产业化管理研究工作。

## FGD Gypsum Emissions of Coal-fired Power Plants in Jiangsu Province and Comprehensive Utilization Countermeasures

LIU Tao<sup>1</sup>, ZHU Lin<sup>1</sup>, XUE Jian-ming<sup>1</sup>, ZHOU Qian<sup>2</sup>

(1. GuoDian Science and Technology Research Institute, Nanjing 210031, China;

2. Jiangsu Environmental Protection Industry Association, Nanjing 210036, China)

**Abstract:** This paper introduces the emissions as well as the utilization condition of FGD gypsum of coal-fired power plants in Jiangsu Province. The emission characteristics, utilization approaches and the main problems of the FGD gypsum in coal-fired power plants are analyzed. Prediction of the FGD gypsum emissions of power industry in Jiangsu province during the "12th Five-year Period" is also made. Finally, considering the effects of various constraints, measures aiming to fully utilize the FGD gypsum are also proposed.

**Key words:** FGD gypsum; situation; prediction; countermeasures

(上接第9页)

#### 参考文献:

- [1] 王政平, 康崇, 张雪原, 等. 全光纤光学电流互感器研究进展[J]. 激光与光电子学进展, 2005, 42(3): 36-39.
- [2] 刘延冰, 李红斌, 叶国雄, 等. 电子式互感器原理、技术及应用[M]. 北京: 科学出版社, 2009.
- [3] 王巍, 张志鑫, 杨仪松. 全光纤式光学电流互感器技术及工程应用[J]. 供用电, 2009, 26(1): 46-48.
- [4] 陈文中, 林一, 周健. 数字化变电站全光纤电流互感器准确度校验[J]. 华东电力, 2009, 37(12): 2022-2024.
- [5] 郭伟, 张红超, 于朝辉. 电子式互感器模拟输出校准系统[J].

电力系统保护与控制, 2010, 38(6): 49-51.

- [6] 尚秋峰. 光电电流互感器测试与校验方法[J]. 电力系统自动化, 2005, 29(9): 77-81.

#### 作者简介:

- 秦冉(1985), 男, 江苏常州人, 助理工程师, 从事关口计量工作;
- 王倩倩(1988), 女, 山东济宁人, 研究生在读, 电气工程专业;
- 杨世海(1976), 男, 安徽淮北人, 高级工程师, 从事计量管理工作;
- 徐志峥(1976), 男, 江苏无锡人, 工程师, 从事计量管理工作;
- 周赣(1978), 男, 江苏镇江人, 讲师, 研究方向为电机与电器。

## Research on Field Operation Error Character of Fiber Optical Current Transformer

QIN Ran<sup>1</sup>, WANG Qian-qian<sup>2</sup>, YANG Shi-hai<sup>1</sup>, XU Zhi-zheng<sup>3</sup>, ZHOU Gan<sup>2</sup>

(1. Jiangsu Electric Power Company Electric Power Research Institute, Nanjing 211103, China;

2 Southeast University, Nanjing 210096, China; 3. Wuxi Power Supply Company, Wuxi 214101, China)

**Abstract:** To analyze fiber optical current transformer (FOCT) error characteristics, the FOCT online test system is established. The system gathers error data of FOCT and compares it with the error data of the standard transformer. It analyzes the error characteristics with the current changing. The result shows that the phase error of FOCT is able to reach 0.2S measurement accuracy, and ratio error can't reach the same accuracy totally.

**Key words:** fiber optical current transformer; ratio error; phase error; error characteristics