

# Research on Comprehensive Utilization of Solid Waste from Coal-fired Power Plants in Baoding Area, China

Jia Li Zhu Li Lingyu Zhong Zhenxiang Huang

Shenzhen Energy Power Service Co., Ltd., Shenzhen, Guangdong, 518052, China

## Abstract

Discusses the main solid waste generated by coal-fired power plants (such as fly ash, slag, desulfurized gypsum, desulfurized sludge, coal gangue, etc.), through which comprehensive utilization methods are used to expand high added value. It must not only comply with environmental protection regulations, but also create economic value.

## Keywords

solid waste; comprehensive utilization; technical route

# 中国保定地区燃煤电厂固废综合利用研究

李嘉 李祝 钟灵毓 黄圳祥

深圳市能源电力服务有限公司, 中国·广东 深圳 518052

## 摘要

论述了燃煤电厂产生的主要固废(如粉煤灰、炉渣、脱硫石膏、脱硫污泥、煤矸石等), 通过怎样的综合利用方式, 拓展高附加值。既要符合环保规定, 又要创造经济价值。

## 关键词

固废; 综合利用; 技术线路

## 1 引言

环保与经济是目前人类社会共同追求的目标。区域燃煤电厂的固废处理不应成为竞争状态, 反而应该形成规模, 逐渐形成产业集群, 守护一方水土, 创造共同利益。

## 2 项目实施的目的与意义

中国保定地区数家燃煤电厂由于所处区域临近中国北京、雄安均受环保政策影响较大。同时由于距离港口较远, 因此煤炭运输基本靠公路、铁路, 来源十分近似; 各电厂发电机组、锅炉、除尘设备差距并不明显, 这些因素共同导致固废排放种类、成分高度一致。

随着基础材料及加工改性工艺的不断研究发展, 环保、经济共同发展成为了可能。能源供应企业应该走在前端, 引领发展<sup>[1]</sup>。

## 3 中国发展现状与趋势

生态环境是人类的共同财产, 国家必定会不断出台更加严格的政策。自然材料的应用必将受到极大限制, 各种原

来意义上的“废品”必须资源化利用。各大高校、企业不断加强基础材料研究、创新科技、研发新工艺, 粉煤灰、炉渣、脱硫石膏、脱硫污泥、煤矸石等燃煤电厂固废已逐渐在中国山东、山西、河北、安徽等地开始了资源化、高值化利用进程。此几种固废中国发展现状与趋势如下。

### 3.1 粉煤灰

粉煤灰在混凝土中的使用具有技术规范(GB/T1596—2017《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》), 是粉煤灰最为广泛的应用之一。但是并不是全国的基建市场都像一、二线城市那样火热, 更广大的中小城市的粉煤灰无法靠本地区消纳。随着混凝土材料的改进, 加气块、预制装配式墙板等广泛应用, 粉煤灰用途得以拓展。随着超细加工、改性等技术的逐渐成熟, 粉煤灰作为工业添加料的用途更加宽广, 附加值也更加高。

### 3.2 炉渣

炉渣本身列入粉煤灰范畴, 既可以直接利用, 也可以磨细加工接近粉煤灰性能。目前中国国内主要用途有水泥混合料、各种骨料、废水处理(多孔吸附性强)、土壤改良等。

### 3.3 脱硫石膏

脱硫石膏填埋或堆存处理方式均有较大危害。脱硫石膏堆积占用大量土地资源; 所含的酸性氧化物等物质会污染

【作者简介】李嘉(1981-), 男, 中国黑龙江鸡西人, 本科, 中级经济师, 从事电厂固废管理研究。

环境,而且长期堆存还有可能渗透到地下,对地下水 and 地下生物产生二次污染;脱硫石膏和有机废物、雨水混合在一种无氧环境中,会产生硫化氢气体。硫化氢气体是一种有害气体,低浓度会放出臭鸡蛋气味,达到较高浓度会致人死亡。

脱硫石膏可作为原料,主要用途有制备  $\alpha$  高强石膏(模具石膏、工艺品石膏等)、 $\beta$  建筑石膏(抹灰石膏、涂料石膏等)、混合石膏(自流平石膏等)等。截至 2019 年,中国抹灰石膏砂浆的应用总体量为 450 万 t,2020 年预估在 600 万 t 左右,按照中国房地产每年 20 亿  $m^3$  增长速度估算,市场应用总量在 1500 万 t 左右,市值 150 亿左右;自流平石膏是抹灰石膏的 3 倍左右,市值 450 亿左右,市场发展前景可观。加上其他石膏制品,如石膏板、石膏线条、隔墙板等,总市值近千亿。

### 3.4 脱硫污泥

脱硫污泥最重要的是去除污泥中的重金属,目前尚无特别有效的经济处置方式。物理电热修复法、热解析法能耗高、作用有限、后续处理难度大;生物法过程长、难控制、易受外界条件影响;化学淋洗法易造成二次污染;水泥包裹、熔融固化、沥青固化各有成本高、有浸出二次污染可能性等缺陷;目前仅有药剂固化比较适合,但成本、处理方法、处置流程、管控等仍需进一步优化。

### 3.5 煤矸石

由于非产煤区域燃煤电厂都比较重视磨煤机的效率,因此剩余的煤矸石量比较小,当地制砖、水泥厂等建材企业比较容易消纳<sup>[2]</sup>。

## 4 取样理化特性分析

### 4.1 样品的采集

中国保定地区主要燃煤电厂:大唐保定热电厂(2台 200MW 供热机组)、大唐清苑热电有限公司(2×300MW 热电联产机组)、河北国华定州发电有限责任公司(2×600MW+2×66MW)、河北涿州京源热电有限责任公司(2×350MW 热电联产机组)、深能保定发电有限公司(2×35MW 热电联产机组)。

采集深能保定发电有限公司电厂原灰库、粗灰库、细灰库粉煤灰、炉渣、脱硫石膏、中水污泥、脱硫污泥、煤矸石样本。根据机组情况估算各种类固废年产量:粉煤灰 30 万 t,炉渣 3 万 t、脱硫石膏 6 万 t、污泥 9000t、煤矸石 1000t。

### 4.2 化学性质检测对比

由图 1 可以看出,中国保定电厂的灰成分与常规高温粉煤灰典型值非常接近。

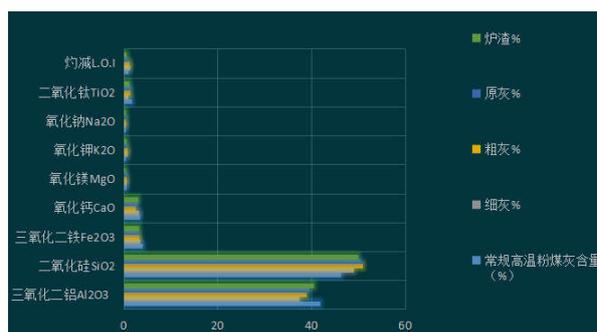


图 1 中国保定电厂的灰成分与常规高温粉煤灰成分对比图

### 4.3 物理性质检测

物理性质检测如表 1 所示。

表 1 物理性质检测表

序号	固废名称	真密度 (g/cm <sup>3</sup> )	pH 值	备注
1	原灰	2.459	10.66	色相灰色
2	粗灰	2.446	5.22	
3	细灰	2.446	5.22	
4	炉渣	2.619	8.05	色相灰白色
5	脱硫石膏	2.414	7.58	色相灰色
6	中水污泥	2.663	8.29	色相白色
7	煤矸石	3.58	3.58	色相黑灰色

### 4.4 评估分析

评估分析如表 2 所示。

表 2 评估分析表

序号	固废名称	评估分析
1	原灰	可超微细加工、改性产品作为填料级替代碳酸钙,在橡胶、塑料制品、涂料、硅胶中应用;建议进一步做工艺应用试验(第三方实验、中试),确定目标市场、产品
2	粗灰	
3	细灰	
4	炉渣	制备净水、滤油、污水处理材料效果较好、吸附性很强;硅铝含量较高、研磨的一定细度可用于砂轮、刹车片、橡胶制品耐磨材料,附加值较高;建议进一步做工艺应用试验(第三方实验、中试),确定目标市场、产品
5	脱硫石膏	属于硫酸钙、氯含量较低,建议做石膏自流平产品较好,或者继续再做市场调研
6	中水污泥	为碳酸钙盐,垃圾污泥,有机物 43.60%,氧化钙 52.60%,可提取有机物为燃料,钙可作为填料级产品、阻燃剂产品(氢氧化钙)
7	煤矸石	以铁为主,碳为辅的材料。可以先提出碳,再把铁选出,价值较大都可以利用

(下转第 121 页)

态的设备全部恢复到原始状态<sup>[2]</sup>。

仪表安装施工阶段完成后可以开始联动试车。联动试车时,应先手动操作所有控制系统,待系统运行稳定后方可进行自动控制,确保系统灵敏、准确、可靠。所有系统正常运行72h后可交付给建设单位,由建设单位自行投料试车。

此间,仪表安装人员要做好各种表格记录,综合起来进行质量评定,填写分项工程、隐蔽工程的质量报验单,各分项工程质量评定表等,完成竣工报告。最后把整个仪表系统的硬件及详细的竣工图纸、交工资料及仪表说明书等这些文件全部交给建设单位,该工程的仪表安装正式结束<sup>[3]</sup>。

论文通过对化工仪表安装、配管及接线在施工过程中各个阶段的应用进行了简单分析,研究结果将为化工仪表设

备的安装提供技术借鉴。在实际施工过程中,应严格按照图纸施工,参考各类标准图集,执行相应的技术规范,并及时与建设单位、设计单位和监理沟通,以严谨的态度处理好施工过程中遇到的各类问题,才能保证顺利完成仪表安装工程,保证工程质量达到规定标准。

#### 参考文献

- [1] 张圆,王华.仪表配管工程用TUBE管简析[J].化工设计,2018,28(3):41-44.
- [2] 宋涛,宋明成,蒋学华.Tube管在石油化工项目仪表管线安装中的应用[J].化工管理,2016(27):1.
- [3] 高思佳.分析自控仪表在工程中安装及调试方法[J].化工管理,2017,470(35):56-57.

(上接第106页)

## 5 固废综合利用发展建议

### 5.1 粉煤灰(原灰、粗灰、细灰)

根据化学分析报告指标硅铝比值较好、属高温发电工艺。可超微细加工、改性产品作为填料级替代碳酸钙在橡胶、塑料制品、涂料、硅胶中应用。建议进一步做工艺应用试验(第三方实验、中试),确定目标市场、产品。

发展建议:由于中国保定地区混凝土搅拌站对二级灰要求较严,与三级灰相比,附加值相当高。因此建议分阶段进行发展,第一阶段首先进行分选,精选出的二级灰即可带动附加值提高;同时进行第三方应用试验,尽快确定目标市场、目标产品。第二阶段确定具体的目标市场及目标产品后,尽快上生产线,保定周边输送皮带添加料碳酸钙、炭黑替代市场均有可发展潜力,足够消纳产品<sup>[1]</sup>。

### 5.2 炉渣

由于量不多,周边水泥厂、砖厂足够消纳,因此建议直接捆绑销售。

### 5.3 脱硫石膏(原膏)

建议分阶段进行处置,逐步尝试提高附加值:

第一阶段,由于周边水泥厂、加气块厂、墙板厂有足够消纳能力,建议捆绑销售。

第二阶段,进行充足的市场调研工作,做出经济分析,定位市场与产品, $\alpha$ 型高强石膏(模具石膏), $\beta$ 型建筑石膏(抹灰石膏),混合石膏(自流平)。

### 5.4 中水污泥

相关指标检测达标,可委托有专业资质的单位处置。

### 5.5 煤矸石

由于量不多,周边水泥厂、砖厂足够消纳,因此建议直接捆绑销售。

## 6 结语

经济性总是伴随着规模化,一件商品如果不能形成规模化就很难做到经济性。电厂固废的产生具有周期性,单个周期内多种固废均不能达到经济性的规模,因此经济性处理还有待科技、技术、工艺等创新开发。

#### 参考文献

- [1] 刘全.我国粉煤灰化学成分与理化性能及应用分析[J].中国非金属矿工业导刊,2021(1):1-9.
- [2] 韩卫博.燃煤电厂脱硫废水及污泥中重金属污染物控制研究进展发电技术[J].2020,41(5):497-509.
- [3] 孙红娟.粉煤灰高值化利用研究现状与进展[J].材料导报,2021,35(3):3010-3015.