

DG 真空脱水机在发电厂脱硫系统中的应用研究

刘绍伟 王明召 柳惠丰

大唐环境产业集团股份有限公司安阳项目部 河南省安阳市殷都区 455000

摘要: 湿法石灰石-石膏脱硫是发电厂应用最广泛的烟气净化技术。脱硫副产物——石膏浆液的高效脱水是实现资源化利用的关键环节。本文系统阐述了 DG 真空脱水机的工作原理、技术特点及其在发电厂脱硫石膏脱水过程中的核心作用。结合实际应用案例,分析了 DG 真空脱水机在提升石膏品质、降低含水率、节能降耗及稳定运行等方面的显著优势,并探讨了运行中常见问题及优化措施。研究表明,DG 真空脱水机是实现脱硫石膏高效脱水与资源化的可靠装备。

关键词: DG 真空脱水机; 发电厂; 烟气脱硫; 石膏脱水; 湿法脱硫; 资源化利用

1. 引言

随着环保法规日益严格,燃煤发电厂普遍采用湿法石灰石-石膏脱硫技术(WFGD)控制 SO_2 排放。该工艺产生大量含固量约为10~20%的石膏浆液。为了便于运输、储存及资源化利用(如生产建筑石膏粉、水泥缓凝剂等),必须对其进行高效脱水处理,将含水率降至10%以下。真空脱水技术因其效率高、能耗相对较低、操作维护简便等优点,成为主流脱水工艺。其中,转鼓式真空脱水机(DG型)因其结构紧凑、处理能力大、脱水效果好,在大型发电厂脱硫系统中占据主导地位。

2. DG 真空脱水机工作原理与技术特点

2.1 工作原理 **

DG 真空脱水机是一种连续运行的转鼓式真空过滤设备,其核心工作过程包括:

1. 进料与滤饼形成: 脱硫系统来的石膏浆液进入脱水机进料槽。转鼓部分浸没在浆液中匀速旋转。转鼓表面覆盖有特殊滤布。在转鼓内部真空抽吸作用下,滤液(主要为水及可溶性盐)穿过滤布进入转鼓内部集液管,而固体石膏颗粒则在滤布表面不断吸附、堆积,形成初始滤饼。

2. 滤饼脱水(干燥区): 随着转鼓旋转,形成的滤饼离开液面进入干燥区。在持续真空作用下,滤饼中夹带的游离水被进一步强力抽吸排出,滤饼含水率显著降低。

3. 滤饼洗涤(可选): 为提高石膏纯度(如降低 Cl^- 含量),可在干燥区设置喷淋洗涤装置,用工艺水或滤液对滤饼进行喷淋冲洗,洗涤液同样被真空抽吸走。

4. 卸料: 当滤饼随转鼓旋转至卸料区时,内部真空被切

断。利用压缩空气反吹或刮刀装置,将干燥、密实的石膏滤饼从滤布表面剥离,落入下方的石膏输送设备(如皮带机)。

5. 滤布清洗: 卸料后的滤布在进入浆液槽前,由高压水喷淋系统进行清洗,清除残留石膏颗粒和堵塞物,恢复滤布的通透性,保障下一循环的脱水效率。清洗水被收集并返回系统。

2.2 技术特点与优势

高效脱水: 真空抽吸力强,能有效脱除石膏颗粒间的游离水和部分毛细水,使石膏含水率稳定降至10%以下,满足资源化要求。

处理能力大: 单机处理能力可达数十吨/小时(干基石膏),适应大型电厂脱硫系统的高负荷需求。

产品品质好: 脱水后的石膏饼结构均匀、密实,杂质(如 Cl^-)可通过洗涤有效控制,有利于后续资源化利用。

运行能耗相对较低: 相比离心脱水机,其驱动功率通常更小,运行成本较低。

自动化程度高: 易于与DCS系统集成,实现启停、转速、真空度、液位、滤布清洗等全自动控制,减少人工干预。

维护相对简便: 主要运动部件为转鼓,结构相对简单,日常维护主要集中在滤布更换、真空系统维护等。

3. DG 真空脱水机在电厂脱硫系统中的应用分析

3.1 系统配置与工艺流程

在典型的石灰石-石膏湿法脱硫系统中,DG 真空脱水机通常位于吸收塔浆液排出泵之后。工艺流程简述如下:

1. 吸收塔内反应生成的石膏浆液由排出泵送至石膏旋流器进行一级预浓缩。

2. 旋流器底流(含固量~50%)进入真空脱水机给料箱。

3. 浆液在脱水机内完成脱水过程, 产出含水率<10%的石膏滤饼。

4. 石膏滤饼由皮带输送机运至石膏库储存或装车外运。

5. 脱水机产生的滤液(含旋流器溢流)返回至滤液水箱, 经滤液泵大部分送回吸收塔循环利用, 小部分根据水质情况可能排至废水处理系统。

3.2 应用效果与价值

提升石膏品质与价值: 低含水率、高纯度的石膏是优质的建筑材料原料。DG脱水机稳定产出合格石膏, 显著提升其商品价值, 变废为宝, 降低固废处置成本, 创造经济效益。

保障系统水平衡: 高效回收滤液(主要是水)并返回吸收塔再利用, 是维持整个脱硫系统水平衡的关键环节, 减少新鲜工艺水补充量。

降低运行成本: 较低的运行能耗、较长的设备寿命和相对简便的维护, 降低了脱硫系统的整体运营成本。

满足环保要求: 是实现脱硫副产物资源化、减量化、无害化处置的核心设备, 符合循环经济和绿色发展的要求。

3.3 与其它脱水技术的比较

与带式真空脱水机比较: DG(转鼓式)结构更紧凑, 密封性更好, 真空损失小, 通常效率更高, 处理量大, 更适合大型电厂。带式机滤布更换可能更方便。

与离心脱水机比较: DG能耗通常更低, 噪音更小, 产出的石膏饼更易于后续破碎和利用。离心机脱水更彻底(含水率可能更低), 但能耗高、噪音大、维护复杂、对物料变化更敏感。

4. 运行中常见问题及优化措施

问题 1: 滤饼含水率偏高

原因: 真空度不足(真空泵故障、系统泄漏、滤液管堵塞)、石膏浆液品质差(粒径过细、含杂质多、过饱和度不当)、滤布堵塞或破损、给料量过大或浓度过低、洗涤水/密封水量过大。

对策: 检查维护真空系统(泵、管线、密封), 优化吸收塔结晶及氧化条件改善浆液品质, 加强滤布清洗与及时更换, 调整合适的给料量和浓度, 优化洗涤/密封水用量。

问题 2: 滤布堵塞、寿命短

原因: 浆液中杂质(如油污、未反应的石灰石、飞灰)过多, 滤布清洗不彻底(水压不足、喷嘴堵塞), 石膏颗粒

过细。

对策: 加强上游工艺控制(如电除尘效率、石灰石品质、氧化效果), 确保滤布清洗水压和水量, 定期检查清洗喷嘴, 选用更抗堵塞的滤布材质。

问题 3: 真空度波动或过低

原因: 真空泵故障(效率下降、冷却不良), 真空系统(管线、接头、轴封)泄漏, 滤液罐液位过高, 滤布严重堵塞。

对策: 定期维护保养真空泵(换油、清冷却器), 系统查漏消缺, 监控并控制滤液罐液位在合理范围, 保持滤布清洁。

问题 4: 石膏品质波动(如 Cl^- 、 CaCO_3 含量高)

原因: 洗涤效果不佳(洗涤水量不足、喷淋不均匀、洗涤区真空度不够), 上游浆液成分不稳定(石灰石给料过量、氧化不充分)。

对策: 优化洗涤水量和喷淋效果, 检查洗涤区真空管路是否畅通, 稳定控制吸收塔的石灰石供给和强制氧化效果。

5. 结论

DG真空脱水机凭借其高效、稳定、节能、处理能力大的技术优势, 已成为现代大型燃煤发电厂湿法脱硫系统中石膏脱水的核心关键设备。其成功应用不仅直接决定了脱硫副产物石膏的品质与资源化价值, 更对维持整个脱硫系统的水平衡、降低运行成本、实现环保合规与经济效益双赢具有不可替代的作用。通过深入理解其工作原理, 持续优化运行参数(如真空度、转速、浆液浓度、洗涤强度), 并针对性地解决滤布维护、真空系统保障、石膏浆液品质控制等常见问题, 能够最大限度地发挥 DG真空脱水机的效能, 为电厂脱硫系统的安全、稳定、经济和环保运行提供坚实保障。未来, 进一步提升脱水机自动化、智能化控制水平, 开发更高效节能、更耐用的新型滤布材料, 仍是技术发展的方向。

参考文献:

- [1] 郝吉明, 王书肖, 陆永琪. 燃煤二氧化硫污染控制技术手册[M]. 化学工业出版社, 2001.
- [2] 孙克勤, 钟秦. 火电厂石灰石-石膏湿法烟气脱硫技术[M]. 中国电力出版社, 2006.
- [3] 张基标. 烟气脱硫脱硝技术手册[M]. 化学工业出版社, 2012.
- [4] 王小明, 李伟. DG型真空皮带脱水机在电厂脱硫系统中的应用与优化[J]. 电力科技与环保, 2018, 34(05): 45-

48.

[5] 陈卫东, 刘建华. 脱硫石膏真空皮带脱水机运行问题分析及处理 [J]. 华电技术, 2020, 42(04): 72-75.

[6] 国家能源局. DL/T 1149-2010 烟气湿法脱硫用石灰石粉反应速率的测定 [S].

[7] Perry, R. H., Green, D. W. Perry's Chemical Engineers' Handbook[M]. 8th ed. McGraw-Hill, 2008. (Relevant sections on Filtration).

[8] 主要真空脱水机制造商技术手册与应用案例 (如 BHS-Sonthofen, Andritz, etc.).