

降低真空皮带脱水机滤布跑偏问题的研究

——机械自动纠偏装置技术

李章福

华能云南滇东能源有限责任公司 云南 曲靖 655508

摘要：真空皮带脱水机在电力、化工等行业的脱硫工艺中，是石膏脱水的关键设备。然而，滤布跑偏现象频发，严重影响设备稳定运行与脱水效果。固定室带式真空过滤机也称橡胶带式真空过滤机；针对带式橡胶过滤机的具体特点研制的一种新型、高效、连续操作的固液分离设备；橡胶带式真空过滤机（以下简称橡胶带式过滤机）采用了固定真空盒，胶带在真空盒上移动，真空盒与胶带间构成运动密封的结构型式，与移动室式真空过滤机相比，克服了移动室式带滤机工作一个行程都要卸掉真空。

关键词：真空皮带脱水机；跑偏问题；机械纠偏；双向控制阀；可靠性

引言

真空皮带脱水机作为工业生产中重要的固液分离设备，广泛应用于化工、电力、冶金等行业。在运行过程中，滤布跑偏是较为常见的故障之一，不仅影响脱水机的正常运行和脱水效果，频繁的跑偏还会导致滤布磨损加剧、设备停机检修次数增加，严重影响生产效率和企业经济效益。因此，研究如何降低真空皮带脱水机滤布跑偏问题具有重要的现实意义。

1 真空皮带脱水机滤布跑偏的原因分析

1.1 研究背景与意义

滤布跑偏指滤布在运行时偏离正常轨迹，向一侧偏移。这一问题会导致诸多不良后果：滤布局部过度磨损，缩短使用寿命，增加更换成本；还会使脱水机真空度下降，降低脱水效率，影响产品质量；严重时滤布会脱出滚筒，造成设备故障停机，打乱生产流程，带来经济损失。

针对此问题，研究聚焦于多个方面。首先是深入分析跑偏原因，机械安装偏差方面，如滚筒轴线不平行、机架不水平，会使滤布受力不均引发跑偏；滤布本身质量不佳，经纬线张力不一致，在运行中易偏离；物料分布不均，导致滤布各部位受力差异，也是重要因素。此外，运行参数设置不当，如皮带速度过快、张紧力不合适等，同样会引发跑偏。

在解决措施上，一方面注重优化安装与调试，确保滚筒安装精度，严格校准轴线平行度与机架水平度；另一方面，加强对滤布质量把控，选用优质产品。同时，通过改进布料装置，实现物料均匀分布；利用自动纠偏装置实时监测与调整滤布位置；合理设置运行参数，维

持合适的皮带速度与张紧力^[4]。

通过这些研究，旨在有效降低真空皮带脱水机滤布跑偏问题发生频率，提升设备运行稳定性与可靠性，保障生产过程高效、持续进行，降低生产成本，提高经济效益。

1.2 国内外研究

技术创新方面：国内在真空皮带脱水机滤布自动纠偏装置上有不少专利成果。如2012年公开的一种真空皮带脱水机滤布纠偏装置，通过设置护罩防止石膏浆液进入纠偏装置内部，增加了装置的可靠性。2016年的一项专利在原有装置基础上增加了滑槽和滑块，使轴承座可以在气囊作用下沿着滑槽左右滑动，提高了调节行程和效果，保护了托辊轴承^[2]。

应用实践方面：随着真空皮带脱水机应用越来越广泛，自动纠偏装置也得到了更多的应用。一些企业在引进国外先进设备的基础上，进行消化吸收再创新，使纠偏装置更适合国内的生产工况和需求。部分大型企业与科研机构合作，研发出基于智能控制技术的纠偏系统，通过传感器实时监测滤布的跑偏情况，利用控制器精确控制纠偏机构，提高了纠偏的准确性和及时性。

检测技术方面：出现了基于视觉识别等先进技术的跑偏检测方法，如河北西博曼推出的智能视觉跑偏分析系统，可实时捕捉皮带运动状态，利用图像处理和机器学习算法进行分析判断。

技术成熟度方面：国外在真空皮带脱水机滤布机械自动纠偏装置技术方面起步较早，技术相对成熟。一些知名的设备制造商，如德国BHS公司等，其生产的水平带式真空过滤机的滤布纠偏器在国际市场上具有较高的

认可度^[3]。

设计理念方面：注重精细化和智能化设计，如有的纠偏装置采用高精度的传感器和先进的控制算法，能够对滤布的跑偏进行精确检测和快速调整，可实现微米级的纠偏精度。

结构优化方面：一些国外的纠偏装置在结构上进行了优化，采用紧凑的设计，占用空间小，安装和维护方便，且具有良好的稳定性和可靠性。

1.3 真空皮带脱水机的现状

真空皮带脱水机滤布自动纠偏装置采用的是接近开关纠偏装置，但是由于真空皮带脱水机区域运行环境恶劣，湿度较大，热控触发元件极易受潮失灵，滤布发生跑偏但无法正常发出纠偏指令，极易造成滤布损伤，增加维护成本。经查询相关资料，近年来我厂每年每台真空皮带脱水机平均需消耗4条滤布，其中大部分原因是由于纠偏装置出问题导致滤布受损，每季度需要更换滤布1条。如图1、图2

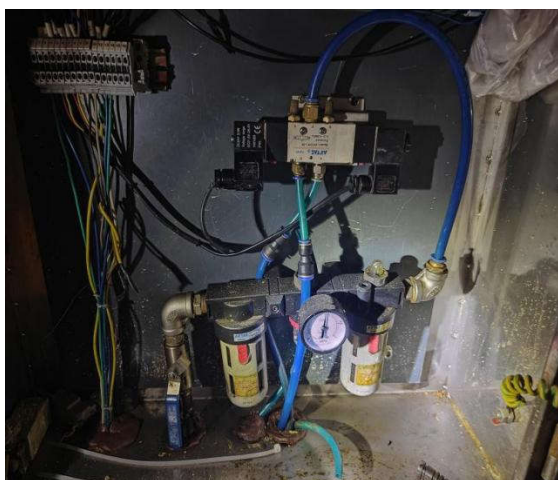


图1 接近开关纠偏装置



图2 纠偏滚筒及气囊

滤布跑偏是真空皮带脱水机常见问题。真空皮带脱水机都会设置有滤布跑偏报警装置并有自动纠偏装置。自动纠偏装置一般由电动或气动两种方式，

在湿法脱硫工艺中，真空皮带脱水机的平均无故障时间(MTBF)直接影响脱硫系统可用率。行业统计数据显示，滤布异常磨损导致的非计划停机占比达37.2%，其中跑偏问题贡献度达68%。

传统电控纠偏系统存在的三点技术缺陷：

感应元件在湿度 > 80%RH环境中的年均故障率42%

气动执行机构响应延迟 > 1.5s

纠偏精度离散度 $\pm 5\text{mm}$

2 机械自动纠偏装置设计

2.1 系统架构创新

采用模块化设计理念，构建由传感单元（触发板）、控制单元（双向阀）、执行单元（气囊组）组成的闭环系统（图3）^[1]。



图3 自动机械纠偏装置安装

关键技术创新包括:

316L不锈钢触发机构: 接触面镜面抛光 ($Ra \leq 0.8\mu m$), 摩擦系数降低63%

双自由度调节支架: 设置X/Y轴向微调旋钮, 调节精度 $\pm 0.5^\circ$

非对称式气囊组: 前段气囊容积比后段大30%, 形成渐进式推力

2.2 核心部件特性

双向控制阀 (图4、图5) 采用锥形阀芯结构^[5], 技术参数:

工作压力: 0.4-0.6MPa

切换力: $\leq 5N$

泄漏率: $< 0.1mL/min$

对比试验显示, 在湿度95%环境下连续运行2000h无性能衰减。

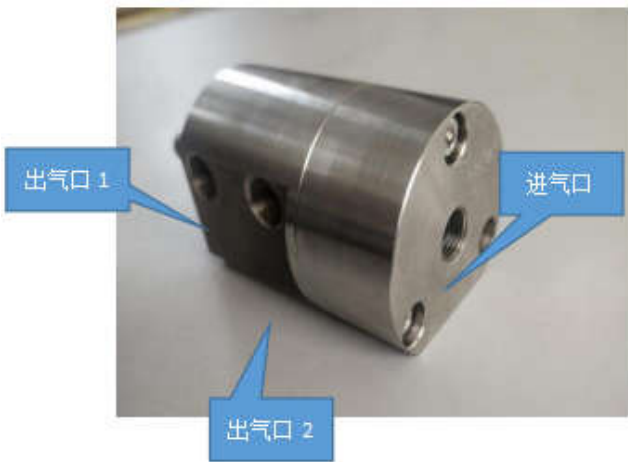


图4 双向控制阀

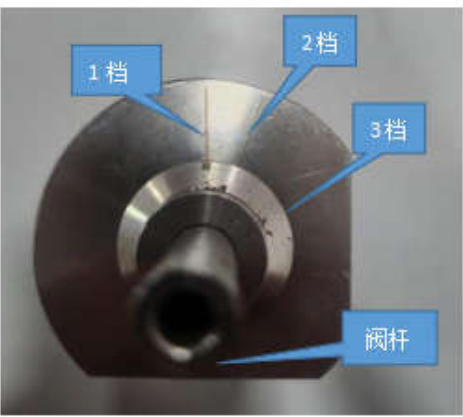


图5 双向控制阀

工作原理: 滤布正常运行中与触发板始终接触, 利用滤布跑偏的严重程度, 调整纠偏阀的压缩空气出气方向, 进而带动气囊动作起到纠偏的作用。

当滤布跑偏触碰触发板时, 触发板带动阀杆转动, 当阀杆调到1档时, 控制阀芯开关“出口1”通气, 压缩空气注入该侧气囊使其膨胀, 带动纠偏托辊动作, 从而调整滤布跑偏。滤布反向跑偏, 触发3档, 调节方向相反, 原理相同。当滤布无跑偏现象时, 阀杆调节指向2档, 出口1、2均不出气, 纠偏气囊不动作。

3 结论与展望

我公司2024年7月选择了一台脱水机安装自动纠偏装置做实验, 通过安装自动机械纠偏装置后, 截止2025年5月未发生滤布跑偏原因引起的脱水机不能正常运行的情况发生。在2024年12月, 2025年3月完成了4台脱水机自动机械纠偏装置的安装, 脱水机长周期安全稳定运行。通过计算每年每台脱水机可以节约物资采购成本约4万

元, 不但提高设备运行的可靠性, 还降低物资采购成本及人工维护成本。本研究证实机械式自动纠偏装置在恶劣工况下的技术优势。

参考文献

- [1]杨斌超. 火电厂脱硫皮带脱水机滤布纠偏系统改造及滤布跑偏处理方法[J]. 电力设备管理, 2021, (05): 95-96.
- [2]马呈霞, 张世才, 郭涛, 等. 模糊控制理论在湿法脱硫真空皮带脱水机滤布纠偏控制中应用[J]. 电力科技与环保, 2012, 28(05): 58-60.
- [3]聂鹏飞. 基于光漫反射的真空皮带脱水机滤布纠偏原理[J]. 环境科学与管理, 2012, 37(02): 103-106+161.
- [4]罗维. 真空皮带脱水机滤布纠偏装置. 上海市, 上海旭和环境工程有限公司, 2010-05-01.
- [5]彭小红, 李平化, 刘再辉. 真空皮带脱水机滤布纠偏方法研究[J]. 机械工程师, 2008, (07): 86-87.