

电解铝净化区域自动化布料器的应用及改进探讨

周相龙

黄河鑫业有限公司 青海 西宁 810000

摘要: 本文深入探讨了电解铝净化区域自动化布料器的应用情况及改进方向。首先分析了自动化布料器的应用现状,包括其工作原理、主要类型以及在实际生产中的应用效果,并结合具体数据说明其应用成效与问题。同时,也指出了当前自动化布料器应用中存在的一些问题,如布料均匀性不足、设备稳定性有待提高、智能化程度较低等,并给出了具体量化的问题表现。针对这些问题,本文提出了一系列具体的改进措施,包括优化布料器结构设计、改进控制系统、加强设备维护与管理以及引入先进的传感器技术和人工智能算法等。

关键词: 电解铝净化区域; 自动化布料器; 应用现状; 改进措施; 发展趋势

1 引言

自动化布料器作为电解铝净化区域的关键设备之一,其主要作用是将吸附剂等净化材料均匀地布置在净化设备中,以提高净化效率和质量。随着科技的不断进步和电解铝行业对环保要求的日益提高,自动化布料器的应用越来越广泛。然而,在实际应用过程中,自动化布料器也暴露出了一些问题,影响了其净化效果和设备的稳定运行。因此,深入研究自动化布料器的应用及改进措施,对于提高电解铝净化区域的运行效率和环保水平具有重要的现实意义。

2 自动化布料器的应用现状

2.1 自动化布料器的工作原理

不同类型的自动化布料器工作原理有所差异,但总体上都是通过特定的机械结构或气力输送方式将吸附剂输送到指定位置并进行均匀分布。常见的自动化布料器工作原理主要包括以下几种:

机械式布料器: 利用旋转的布料盘、螺旋输送器等机械部件将吸附剂从料仓中取出,并通过旋转或往复运动将吸附剂撒布在净化设备的横截面上。这种布料器结构相对简单,但布料均匀性受机械部件的加工精度和运行稳定性影响较大。例如,旋转布料盘的转速一般控制在每分钟10-30转之间,螺旋输送器的输送速度可根据吸附剂的流量要求进行调整,通常在每分钟0.5-2米之间。

气力输送式布料器: 借助压缩空气将吸附剂从料仓输送到净化设备内部的特定位置。通过合理设计气力输送管道和喷嘴的布局,可以实现吸附剂在净化设备内的均匀分布。气力输送式布料器具有布料速度快、可远程控制等优点,但对气源的稳定性和管道的密封性要求较高^[1]。一般压缩空气的压力需控制在0.3-0.6MPa之间,以确保吸附剂能够顺利输送和分布。

2.2 自动化布料器的主要类型

根据其工作原理和结构特点,自动化布料器可分为多种类型,以下介绍几种在电解铝净化区域应用较为广泛的类型:

旋转布料器: 主要由旋转布料盘、驱动装置和料仓等组成。旋转布料盘在驱动装置的带动下旋转,将料仓中的吸附剂均匀地撒布在净化设备的圆周方向上。旋转布料器适用于圆形截面的净化设备,具有结构紧凑、布料均匀性较好的特点。

摆动布料器: 通过摆动机构带动布料管或布料板做往复摆动运动,将吸附剂撒布在净化设备的宽度方向上。摆动布料器可以根据实际需要调整摆动幅度和频率,以适应不同规格的净化设备,但其在布料长度方向上的均匀性相对较差。摆动幅度一般可在0.5-2米之间调节,摆动频率每分钟10-50次。

螺旋布料器: 利用螺旋叶片的旋转将吸附剂沿轴向输送,并在输送过程中通过螺旋叶片的特殊形状或布料口的合理设计实现吸附剂的均匀分布。螺旋布料器适用于长条形或矩形截面的净化设备,具有布料连续、稳定的优点。螺旋叶片的螺距一般根据吸附剂的特性和输送要求进行设计,常见的螺距范围为0.1-0.3米,螺旋直径可根据设备尺寸进行调整。

2.3 自动化布料器在实际生产中的应用效果

在实际电解铝生产中,自动化布料器的应用取得了一定的成效。通过合理选择和配置自动化布料器,部分电解铝企业的净化效率得到了显著提高,废气中氟化物和粉尘的排放浓度明显降低,达到了国家环保排放标准。以某电解铝企业为例,该企业采用旋转布料器对吸附塔进行布料。在应用自动化布料器之前,吸附塔内吸附剂分布不均匀,导致部分区域吸附剂过早饱和,净化

效率较低,废气中氟化物排放浓度平均为 $8\text{mg}/\text{m}^3$ 。应用自动化布料器后,通过优化布料参数,吸附剂在吸附塔内的分布均匀性得到了明显改善,净化效率提高了20%,废气中氟化物排放浓度降低到了 $3\text{mg}/\text{m}^3$ 以下,达到了国家环保要求的排放标准。同时,自动化布料器的应用也减少了人工操作的劳动强度,提高了生产的自动化水平和安全性。

3 自动化布料器应用中存在的问题

3.1 布料均匀性不足

在实际应用中,许多自动化布料器存在布料不均匀的问题,主要表现为吸附剂在某些区域堆积,而在另一些区域则分布稀疏。这种不均匀的布料会导致净化设备内部吸附剂的吸附能力不均衡,部分区域的吸附剂过早达到饱和状态,而其他区域的吸附剂则未能充分发挥作用,从而降低了整体的净化效率。造成布料均匀性不足的原因主要有以下几个方面:(1)设备结构缺陷:自动化布料器的机械结构设计不合理,如布料盘的形状、尺寸与净化设备不匹配,螺旋叶片的螺距、转速等参数选择不当,都会影响吸附剂的分布均匀性。(2)物料特性影响:吸附剂的粒度、密度、流动性等物料特性对布料均匀性也有较大影响。如果吸附剂的粒度分布不均匀,或者密度差异较大,在布料过程中容易出现分层、离析等现象,导致布料不均匀。以氧化铝吸附剂为例,当其粒度分布范围较宽,且细颗粒与粗颗粒的密度差异较大时,在布料过程中细颗粒容易集中在某一区域,而粗颗粒则分布在其他区域,严重影响布料均匀性^[2]。

(3)外部干扰因素:净化设备内部的气流分布不均匀、设备振动等外部干扰因素也会影响自动化布料器的布料效果。例如,气流的不均匀流动可能会将吸附剂吹向某一侧,造成局部堆积。

3.2 设备稳定性有待提高

自动化布料器在长时间运行过程中,设备的稳定性是一个关键问题。一些自动化布料器容易出现故障,如驱动装置损坏、机械部件磨损、密封件泄漏等,导致设备无法正常运行,影响净化区域的正常生产。设备稳定性差的原因主要包括:(1)设备质量参差不齐:市场上自动化布料器产品种类繁多,质量水平良莠不齐。部分企业为了降低成本,选用质量较差的零部件,导致设备的可靠性和耐用性降低。(2)运行环境恶劣:电解铝净化区域的环境通常较为恶劣,存在高温、高湿度、粉尘大等问题。这些恶劣的环境条件会对自动化布料器的零部件造成腐蚀、磨损等损害,加速设备的老化,降低设备的稳定性。据统计,在高温高湿度环境下运行的自

动化布料器,其机械部件的磨损速度比在正常环境下快30%-50%,密封件的泄漏率也明显增加。(3)维护管理不到位:企业对自动化布料器的维护管理重视不够,缺乏完善的维护保养制度和专业的维护人员。设备在运行过程中得不到及时的检查、维修和保养,小问题逐渐积累成大故障,最终导致设备停机。

3.3 智能化程度较低

随着信息技术的快速发展,智能化已经成为工业设备发展的重要趋势。然而,目前电解铝净化区域使用的自动化布料器智能化程度普遍较低,主要表现在以下几个方面:(1)缺乏实时监测与反馈功能:大多数自动化布料器无法实时监测布料过程中的关键参数,如吸附剂的流量、布料速度、布料均匀性等。同时,也缺乏将这些参数反馈给控制系统的功能,导致操作人员无法及时了解设备的运行状态,难以对布料过程进行精确控制。(2)控制方式单一:自动化布料器的控制方式通常较为简单,多为手动控制或基于固定程序的自动控制。这种控制方式缺乏灵活性和适应性,无法根据实际生产情况(如废气流量、污染物浓度等)自动调整布料参数,难以实现最优的布料效果。(3)数据分析与决策支持能力不足:自动化布料器在运行过程中会产生大量的数据,但目前很少有设备能够对这些数据进行有效的分析和处理,无法为设备的优化运行和维护管理提供决策支持。

4 自动化布料器的改进措施

4.1 优化布料器结构设计

改进布料盘结构:对于旋转布料器,可以通过优化布料盘的形状和尺寸,增加布料盘上的布料孔数量和分布密度,以及采用特殊的布料孔形状(如扇形、椭圆形等),使吸附剂在旋转过程中能够更均匀地撒布在净化设备的横截面上。例如,某企业将旋转布料器的布料盘形状由圆形改为椭圆形,并增加了布料孔的数量和分布密度,使布料均匀性从原来的75%提高到了85%以上。

优化螺旋叶片参数:对于螺旋布料器,应根据吸附剂的特性和净化设备的要求,合理选择螺旋叶片的螺距、转速、升角等参数。同时,可以采用变螺距螺旋叶片或分段式螺旋叶片,以提高布料均匀性^[3]。某企业采用变螺距螺旋叶片后,吸附剂在输送过程中的分层现象得到了明显改善,布料均匀性提高了10%左右。

增加布料调整装置:在自动化布料器上安装布料调整装置,如可调节的导流板、挡板等,通过调整这些装置的位置和角度,可以改变吸附剂的流动方向和分布范围,从而实现对布料均匀性的实时调整。例如,某企业在自动化布料器上安装了可调节的导流板,通过调整导

流板的角度的角度，使吸附剂在净化设备内的分布更加均匀，净化效率提高了5%左右。

4.2 改进控制系统

引入先进的传感器技术：在自动化布料器上安装各种传感器，如流量传感器、压力传感器、位置传感器等，实时监测布料过程中的关键参数。这些传感器将采集到的数据传输给控制系统，为精确控制提供依据。

采用可编程逻辑控制器（PLC）或分布式控制系统（DCS）：利用PLC或DCS实现对自动化布料器的自动化控制。通过编写控制程序，可以根据传感器反馈的数据自动调整布料参数，如驱动装置的转速、螺旋叶片的输送速度等，以适应不同的生产工况。某企业采用PLC控制系统后，实现了自动化布料器的自动运行和参数调整，操作人员的工作强度降低了50%以上，设备的运行稳定性也得到了明显提高。

开发智能控制算法：结合人工智能技术，开发智能控制算法，如模糊控制算法、神经网络控制算法等。这些算法可以根据历史数据和实时监测数据，自动学习和优化控制策略，实现对自动化布料器的智能控制，提高布料均匀性和设备稳定性。例如，某企业采用模糊控制算法对自动化布料器进行控制，通过不断学习和优化控制参数，使布料均匀性提高了15%左右，设备故障率降低了30%以上。

4.3 加强设备维护与管理

建立完善的维护保养制度：制定详细的设备维护保养计划，明确维护保养的内容、周期和责任人。定期对自动化布料器进行检查、清洁、润滑、紧固等维护保养工作，及时发现并处理设备存在的隐患^[4]。例如，规定每半个月对自动化布料器的驱动装置进行一次检查和润滑，每三个月对设备进行一次全面清洁和紧固，通过严格执行维护保养制度，降低设备的故障率。

加强设备运行监测：利用设备上安装的传感器和监控系统，实时监测设备的运行状态。建立设备运行档

案，记录设备的运行参数、故障情况和维护保养记录等信息，为设备的故障诊断和维修提供依据。某企业通过建立设备运行监测系统，能够实时掌握自动化布料器的运行状态，当设备出现异常时，能够及时发出警报，维修人员可以迅速进行处理，减少了设备停机时间。

提高维护人员技术水平：加强对维护人员的培训，提高其技术水平和业务能力。使维护人员熟悉自动化布料器的结构、原理和操作方法，掌握设备的维护保养技能和故障诊断方法，能够及时、准确地处理设备故障。例如，某企业定期组织维护人员参加技术培训和交流活动，邀请设备制造商的技术人员进行现场指导，通过培训，维护人员的技术水平得到了明显提高，设备维修效率也得到了提升。

结语

自动化布料器在电解铝净化区域的应用对提升净化效率、保障质量和降低运行成本具有重要意义。目前仍存在布料不均、设备稳定性差、智能化水平低等问题。通过优化结构设计、改进控制系统、强化维护管理等措施，可有效提升其性能与可靠性。未来，该设备将向智能化、集成化、绿色环保及远程运维方向发展。企业应加大技术投入，提升自动化与环保水平；制造商也需加强研发，提供更高效、优质的产品，推动电解铝行业可持续发展。

参考文献

- [1] 仲世成. 铝电解行业烟气净化系统研究及优化思路探讨[J]. 中国金属通报, 2018, (04): 63-64.
- [2] 王光辉. 振动除渣装置在铝电解净化系统中探索与应用[J]. 中国金属通报, 2025, (S1): 115-117.
- [3] 寸永柱, 史承良, 易吉龙, 等. 提高铝电解烟气净化载氟氧化铝氟含量的探讨[J]. 云南冶金, 2020, 49(04): 95-102.
- [4] 刘丰. 350kA、400kA 铝电解系列两段式烟气净化超低排放技术研究与应用. 宁夏回族自治区, 青铜峡铝业股份有限公司宁东铝业分公司, 2020-09-18.