

粉液分散混合设备的优化设计与应用

——以PDH180-XT粉液分散混合设备优化设计为例

刘正洲

上海弗鲁克科技发展有限公司 上海 201800

摘要: 粉液分散混合设备在化工工程领域扮演着重要的角色,其设计与应用直接影响生产效率和产品质量。本文针对传统粉液分散混合设备存在的问题进行分析,并提出了优化设计方案。通过实验验证和工业应用案例分析,展示了优化设计对生产效率和成本的显著改进。

关键词: 粉液分散混合设备; 优化设计; 生产效率; 应用案例

引言

粉液分散混合设备在化工生产中应用广泛,但传统设备存在混合不均匀、能耗高、维护成本大等问题。为此,需要通过优化设计方案,提高粉液分散混合设备的性能,实现生产效率的提升和成本的降低。针对传统设备的问题,可以采用先进的混合技术和材料选择,优化结构设计和控制系统,引入智能化技术和节能控制策略等多种手段进行改进。

1 传统粉液分散混合存在的问题

1.1 混合不均匀

传统粉液混合设备存在混合不均匀的问题,这导致了产品质量的不稳定性。首先,传统设备中的混合机理并不清晰,无法确保固体粉末与液体充分接触和混合。其次,设备内部的流场分布不均匀,这也直接影响了混合效果的均匀性。此外,传统设备的搅拌结构存在缺陷,无法实现有效的混合作用,进一步加剧了混合不均匀的问题。这些因素共同导致了产品质量不稳定的情况。因此,针对这些问题,需要对设备的结构、机理和搅拌方式进行优化设计,以确保充分的混合接触,并提高混合效果的均匀性,从而稳定产品质量。

1.2 设备能耗高

传统粉液混合设备在运行过程中存在能耗较高的问题,这导致了生产成本的增加。有以下几个方面的原因:首先,传统设备的结构复杂、制造工艺落后,导致设备自身阻力较大。高阻力需要更多的能量来推动设备的运行,因此能耗较高。其次,设备内部流体动态不稳定,这也会带来能量损失。流体在设备内部的运动过程中可能会产生涡流、漩涡等非理想的动态现象,这会使得能量转化效率降低,能耗增加。此外,传统设备的搅拌方式也可能导致能耗过高。如果搅拌方式不合理或搅拌结构设计不当,会造成搅拌能耗的浪费。例如,传统设

备可能采用传统的搅拌叶片或搅拌轴,这种设计可能无法实现高效的搅拌效果,从而增加了能耗。

1.3 维护成本大

传统设备的结构设计复杂、零部件繁多,维护人员在维修和保养过程中需要花费大量时间和精力。由于设备内部结构复杂,维护人员可能需要拆卸大量部件才能进行维护,这增加了维护的难度和工作量,进而增加了维护成本。其次,传统设备的零部件易损坏,更换和维修成本高昂。由于传统设备零部件之间的相互作用较为复杂,一旦某个零部件损坏或出现故障,可能需要更换整个部件或进行复杂的修复工作,这会增加维护成本。此外,传统设备的维护周期相对较短,需要频繁进行维护和保养。由于设备结构复杂,内部零部件容易受到磨损和腐蚀,需要定期检查和更换,这也会增加维护成本。

2 粉液分散混合设备优化设计方案

2.1 设备结构优化

为提高混合效率和均匀度,设计合理的搅拌系统是必要的。可以引入涡轮、螺旋等高效的搅拌元件,有效混合粉末和液体,产生良好的流动模式。流体动力学仿真技术可对设备内部流场进行优化设计,通过合理的流道形状、流体引导装置等手段,改善流体运动状态,减少漩涡和涡流的产生,提高流体的混合均匀性。引入静态混合器、换热器等高效传质设备,能加快物质的传质速度,提高混合效率和均匀度。优化设备结构布局,使得物料在设备内部流动路径较短且无死角,避免积聚或堵塞,保证混合过程均匀性。

2.2 材料选择优化

为优化设备的材料选择,提高耐用性并降低维护成本,可采取以下措施:首先,在易受磨损的部件上选用耐磨材料,如高铬合金钢、耐磨陶瓷涂层,以延长设备寿命并减少维护成本。其次,在接触腐蚀性介质的部

件上采用耐腐蚀材料,如不锈钢、复合材料,以降低腐蚀损失和维护成本。此外,对关键部件进行表面涂层处理,如喷涂耐磨涂层、防腐涂层,能有效提高耐磨性和耐腐蚀性,降低维护成本。最后,对特殊工况下的部件引入先进的复合材料,如碳纤维复合材料、陶瓷复合材料,以提高设备的耐用性和降低维护成本。

2.3 控制系统优化

引入先进的PLC控制系统作为设备的控制核心,实现自动化生产流程,提高生产效率,减少人工干预,从而降低能耗。其次配备各类智能传感器,实时监测设备运行状态和生产参数,并与PLC系统相连,实现数据采集和反馈控制,优化能耗控制。接着建立完善的能耗管理系统,监测、统计和分析设备运行过程中的能耗数据,找出能耗高峰和浪费点,降低不必要的能耗消耗。此外,制定节能控制策略,根据生产负荷变化调整设备运行参数,避免设备长时间处于高能耗状态。最后进行系统集成优化,实现设备控制系统的信息共享和协调工作,提高整体性能和效率,从而减少能耗,提高自动化水平。

3 PDH180-XT 粉液分散混合设备项目实践

3.1 项目概况

2022年4月公司承接上海利伯特工程技术有限公司的粉液分散混合设备项目。该项目需要一台成套设备用于实现二氧化钛粉体与水的高效分散混合,要求每小时处理1500kg粉体与1900kg液体的分散混合,完成吨包拆解、投粉、粉液混合、混合液输送至下游储罐的整个工艺过程,接入现场DCS控制。笔者是该项目的总负责人,具体承担的职责包括项目管理、方案与流程设计、机械结构设计、工厂生产指导、现场安装调试工作。该项目于2022年12月完成工厂测试验收,于2023年1月交付客户安装,于2023年11月完成用户现场调试验收。

3.2 主要问题

3.2.1 一般方案实施原理

生产过程包括将粉包拆开并投入粉仓,然后通过粉体输送装置将粉料送入混料罐上方,实现向罐内投料。接着,粉体通过机械搅拌与液体进行混合分散,完成混料后向下游输送,实现最终产品的生产流程。

3.2.2 一般方案存在的问题

一般方案存在诸多问题,包括设备繁多(拆包机、料仓、上料机、搅拌机、混合罐、离心泵),成本高,操作繁琐且能耗大;设备布置松散,集成度低,占地面积大;根据吨包尺寸需较大料仓;拆包过程粉尘飞扬;批量投粉导致易结团、混合效果差、效率低;316L金属材料易磨损;机械密封易损坏;料仓空吸带入空气增加

设备振动、影响混合效果;除尘器滤芯寿命短、易堵塞且造成物料损失;工厂测试中发现拍打板动作时晃动且有异响。这些问题需要在设备设计和生产过程中得到解决,以提高生产效率和产品质量。

3.3 PDH180-XT粉液分散混合设备设计

根据客户工艺需求与现场条件,更新方案流程设计以优化设备布置、提高生产效率和降低成本。

3.3.1 空间布局优化

(1)重新设计了设备布置,以增加设备的集成度,并在节约占地空间的同时保证生产流程的顺畅进行。合理安排了设备的连接方式和管道布局,确保原料和产品在不同设备之间的顺畅传输,减少了物料的移动距离和时间。这种重新设计的设备布置方案有效地减少了设备之间的空隙,最大限度地提高了生产效率,并能够满足客户对于生产流程的要求。

(2)采用了将料袋兼做料仓的创新设计方案。通过这种方式,我们成功地减少了所需设备的数量,同时有效节约了占地面积,使得整体生产线更加紧凑高效。这一设计不仅简化了设备结构,还提高了原料的存储和管理效率。料袋作为料仓的双重作用不仅节省了空间,也使得原料的存取更加方便快捷,有利于提高生产线的操作效率。

3.3.2 效率质量优化

(1)我们对粉液分散混合设备进行了全面优化,特别加强了固液分散机叶轮设计、除尘装置和拆包装置等关键部件。通过优化叶轮设计和增强除尘装置,分散机工作效率得到提升,粉体湿润和分散更加均匀,避免了成团再破碎现象,同时减少了粉尘飞扬。通过固液分散机内部结构和工作原理得到改进,分散效果和混合均匀性大幅提升,产品质量和一致性得到提高,生产效率得到提升,能耗和资源浪费减少。

(2)使用316Ti不锈钢材质对粉液混合机的接触部件进行改进,以提高其耐磨性和延长设备的使用寿命。通过采用这种材质,我们有效地降低了金属在接触物料时的腐蚀和磨损程度,使得设备更加耐用并且能够长时间稳定运行。这种改进不仅提高了设备的可靠性和稳定性,还减少了由于金属磨损而导致的杂质产生,有利于保证产品的纯净度和质量稳定性。

3.3.3 控制系统优化

(1)在料仓中设置了料位开关,并与进粉阀进行联锁控制。这项改进措施有效地监测料仓内的原料水平,一旦达到设定的料位下限,料位开关将发送信号给控制系统,自动关闭进粉阀,确保原料的准确投放和避免引入

较多空气进入液体中。通过这种联锁控制方式,我们实现了原料投放过程的精准控制和安全保障,提高了生产线的操作稳定性和效率。

(2)为了进一步延长滤芯的使用寿命并减少设备停机维护频率,本设备新增了滤芯反吹功能。这项创新设计通过定期对滤芯进行反吹操作,可以有效清除积聚在滤芯上的杂质和颗粒,恢复滤芯的过滤效率,延长其使用寿命。滤芯反吹功能的引入不仅能够减少滤芯更换的频率,降低维护成本,还能够减少设备停机时间,提高生产线的连续性和稳定性。这种智能化设计可以根据实际情况设定反吹周期和参数,实现自动化操作,减轻操作人员的工作负担,提升生产效率。

3.3.4 预防故障优化

(1)为了确保粉液混合机的稳定运行和降低因机封损坏导致液体泄漏的风险,增设了机封隔离液罐及配套仪表。这个改进措施旨在为机械密封提供稳定有效的润滑冷却,并防止液体泄漏对设备和操作人员造成的安全风险。机封隔离液罐的设计采用了可靠的密封结构,确保液体不会通过机封系统渗透或泄漏出来。同时,配备了压力传感器和液位监测器,以实时监测隔离液罐的状态和液位,并及时采取相应的措施,避免液体泄漏和设备故障。(2)为了进一步提高设备的稳定性和可靠性,我们对拍打板与框架铰接处的轴孔间隙进行了调整,并增加了轴套。通过调整配合公差,实现了拍打板与框架之间更加紧密的连接,减少了运行过程中的异响和松动现象,有效提升了设备的稳定性和工作效率。同时,新增的轴套在减少磨损的同时,还能够有效地防止异物进入轴孔,保护轴承和连接部件,延长设备的使用寿命。

3.4 改进成果

该生产线操作简单,只需要拆包机、料仓和分散机等少量设备,功耗小。设备布置紧凑,集成度高,占地面积小。通过减小料仓的大小,增加了设备吸粉能力,基本消除了粉尘飞扬。同时,粉体在湿润过程中得到了分散,避免了成团再破碎的过程。设备的耐磨性也有所提高,并增加了容错性保护机械密封。当料仓接近空时,进粉阀自动关闭,有效避免带入较多空气。通过疏通除尘滤芯,滤芯寿命得以延长,同时减少了物料浪费。此外,拍打板的动作顺畅,异响得到了消除。

3.5 技术创新

(1)设置料位开关与进粉阀进行联锁控制,实现原料投放过程的精准控制和安全保障。

(2)新增滤芯反吹功能,延长滤芯使用寿命,减少设备停机维护频率,提高生产线连续性和稳定性。

结论

优化设计是提高粉液分散混合设备性能的关键措施,能够有效提高生产效率、降低成本,具有重要的应用前景和经济效益。未来的研究方向可以进一步优化设计方案,推动粉液分散混合设备向智能化、高效化方向发展。

参考文献

- [1]张晓雨;龙梅等.桨叶类型对搅拌槽固液流动特性影响的数值模拟研究[J].化学工程师,2020(06)
- [2]蒋宇健;杜群贵.行星搅拌器数值模拟与桨型分析[J].机床与液压,2020(07)
- [3]刘昭良;王金龙等.双旋涡轮叶片不同参数下外流场模拟分析及优化[J].灌溉排水学报,2020(03)