

浅谈机械设计制造及其自动化的应用

郭耀华

河南中誉鼎力智能装备有限公司 河南 新乡 453000

摘要:为适配矿山复杂恶劣的生产工况,提升矿山破碎、筛分、洗选作业的智能化水平,本文以机械设计制造及其自动化核心技术为基础,探究其在矿山核心设备中的具体应用。文章分析了破碎机、振动筛、洗砂机等设备的自动化优化设计思路,总结当前设备应用的优势与现存问题,结合行业现状提出针对性优化策略,并预判技术轻量化、无人化、绿色化的发展趋势,为矿山机械设备智能化升级提供参考。

关键词:机械设计制造;自动化;应用

引言:矿山产业是工业发展的重要基础,传统矿山设备作业模式存在效率低、故障多、安全性差等短板,难以适配现代化、规模化生产需求。机械设计制造及其自动化技术融合多领域先进技术,可实现矿山设备结构优化、参数自控、智能运维。基于此,本文聚焦矿山核心生产设备,深入探究该自动化技术的实际应用价值,剖析应用痛点并探索优化路径,助力矿山生产实现高效、安全、节能的智能化转型。

1 机械设计制造及其自动化核心技术与矿山设备应用基础

1.1 机械设计制造及其自动化核心技术体系

(1)机械结构优化设计与零部件校核技术。该技术是设备研发的基础,通过优化设备整体结构布局、构件尺寸与材质配比,改善设备受力状态,同时通过强度、刚度、疲劳度校核,规避零部件变形、断裂等问题,保障设备长期稳定运行。(2)三维建模与仿真分析技术在设备设计中的应用。依托三维建模软件搭建矿山设备实体模型,结合工况仿真模拟设备运行受力、磨损、振动状态,可提前排查设计缺陷,无需实物试错,大幅缩短设备研发与迭代周期。(3)机电一体化与自动控制、智能传感技术。融合机械、电气、控制及传感技术,可实现设备信号采集、数据传输、自动调控一体化,是矿山设备智能化、自动化升级的核心支撑,打破传统人工操控的作业局限^[1]。

1.2 矿山核心设备工作原理与设计工况要求

(1)锤式破碎机依靠锤头高速冲击物料实现破碎作业,长期处于高负荷、强冲击工况,设计需重点强化耐磨、抗冲击性能,保障物料破碎粒度均匀。(2)圆振筛、脱水筛通过高频振动完成物料筛分、脱水作业,适配潮湿、含尘矿山工况,结构设计需保证振动稳定性,规避筛网堵塞、变形,满足分级与脱水精度要求。(3)

洗砂机依托水流冲刷、物料摩擦完成砂石清洗除杂,设计需贴合洗选生产线节奏,兼顾设备通水适配性、耐磨防堵特性,匹配不同砂石原料的洗选标准。

1.3 自动化技术适配矿山设备设计的优势

(1)优化设备整体结构,精准匹配矿山复杂工况,减少设备运行磨损,大幅降低故障频次与运维成本,延长设备使用寿命。(2)可根据物料特性、作业负荷自动调节运行参数,实现连续化、标准化作业,有效提升矿山破碎、筛分、洗选整体生产效率。(3)替代高危人工操作环节,降低人工劳动强度,规避人工操作失误引发的安全隐患,全面提升矿山作业安全性。

2 机械设计制造及其自动化在矿山核心设备中的具体应用

2.1 锤式破碎机自动化优化设计应用

(1)破碎机整体结构优化设计:依托机械结构优化技术对破碎机机架、转子、锤头等核心部件进行针对性改良。通过有限元仿真分析设备作业时的受力分布,优化机架整体焊接结构与支撑布局,提升设备整体刚性与抗冲击能力。同时优化转子配重结构与锤头安装方式,保证转子运转平稳,减少设备振动偏差,解决传统破碎机运行抖动、结构变形等问题,适配矿山高强度破碎工况。(2)破碎参数自动化调控设计:结合自动控制与智能传感技术,搭建破碎参数智能调控系统,可实时检测入料矿石的硬度、粒径等特性。系统根据物料差异自动调节锤头转速、破碎间隙、进料速度等核心参数,精准适配大块矿石、细粒矿石等不同破碎需求,避免物料破碎不达标或过度破碎的问题,保障出料粒度均匀稳定,提升破碎作业标准化水平。(3)耐磨部件选材与热处理工艺优化:针对破碎机锤头、衬板等易磨损部件,依托机械制造工艺技术优化选材,选用高铬耐磨合金材质。同时改进淬火、回火等热处理工艺,提升部件表面硬度

与整体韧性,增强部件抗冲击、耐磨损性能,有效降低部件损耗速度,大幅延长设备易损件更换周期,减少设备停机检修频次^[2]。(4)过载保护自动化系统设计:搭载智能传感与自动化保护系统,实时监测破碎机运行电流、负载扭矩、出料状态等数据。当出现矿石卡料、进料过量等过载情况时,系统可瞬时触发自动停机、进料骤停等保护动作,快速规避设备卡死、转子损坏、电机烧毁等故障,保障设备长期安全稳定运行。

2.2 圆振筛与脱水筛自动化设计应用

(1)筛体结构与振动机构优化设计:通过三维建模与仿真技术优化筛体框架结构,改良振动弹簧、激振器安装布局,提升筛体结构稳定性与受力均匀性。优化筛面倾角与支撑结构,减少物料堆积、偏析问题,有效提升矿石筛分分级精度和砂石脱水效果,适配矿山干湿物料筛分作业场景。(2)振动频率自动化调节系统设计:依托机电一体化控制技术,搭建振动参数智能调节系统。针对干湿矿石、粗细颗粒等不同物料特性,自动适配调节振动频率与,对细粒物料采用高频低幅振动防堵筛,对大块物料采用低频高幅振动提升筛分效率,实现设备参数智能化适配。(3)筛网防堵、耐磨结构自动化辅助清理设计:在筛体加装自动化清堵装置,搭配智能感应模块,可根据筛网堵塞程度自动启动喷水、振动清网等作业。同时优化筛网耐磨结构与材质,减少物料粘附、磨损问题,全程无需人工清理,持续保障筛网通透率,稳定筛分作业效率。(4)设备运行状态实时监测与故障预警设计:集成温度、振动、压力、声音等智能传感器,实时采集筛机运行数据。系统可智能分析设备异常振动、激振器过热、部件松动等隐患,提前发出故障预警,帮助工作人员提前排查检修,避免小故障演变为设备停机故障,提升设备运维智能化水平^[3]。

2.3 洗砂机自动化优化设计应用

(1)洗砂机螺旋叶轮、槽体结构优化设计:结合砂石洗选工况优化螺旋叶轮叶片弧度、螺距与转速配比,提升物料翻动、输送均匀性,彻底剥离砂石表面泥土、杂质。优化槽体弧形结构与储水、排水布局,减少物料残留与洗选死角,显著提升砂石洗选洁净度,保障成品砂石质量达标。(2)供水、转速自动化联动控制设计:搭建供水与叶轮转速联动自动化控制系统,根据砂石进料量、含泥量自动调节供水量与叶轮运转速度。进料量大、杂质多时自动增大供水、提升转速,进料量小时自动降低能耗输出,有效节约水资源与电能消耗,实现节能化洗选作业。(3)物料输送、洗选全过程自动化协同设计:将洗砂机与前端给料设备联动设计,实现物料匀

速输送、连续洗选一体化作业。通过自动化程序管控物料进料、清洗、脱水、出料全流程,杜绝物料拥堵、洗选间断等问题,保障洗砂生产线连续稳定运行,提升整体作业效率。

2.4 矿山成套设备自动化协同设计应用

(1)破碎-筛分-洗选生产线设备参数匹配设计:结合各设备作业特性,统一优化生产线核心运行参数,匹配破碎机出料粒度、筛分设备分级标准与洗砂机处理能力,解决传统生产线设备参数不匹配、作业脱节问题,实现各工序产能无缝衔接。(2)多设备联动自动化控制系统集成设计:整合破碎、筛分、洗选各设备控制模块,搭建一体化联动控制系统。实现单设备启停、参数调节与整条生产线协同运行,某一设备出现故障时,上下游设备自动联动停机,避免物料堆积、设备连带损坏,提升生产线整体安全性^[4]。(3)生产线运行数据采集与智能调控设计:依托物联网与智能传感技术,实时采集生产线产能、设备能耗、物料品质、设备故障等各类运行数据。通过系统数据分析,智能微调各设备运行参数,动态优化生产线作业状态,实现矿山破碎洗选生产线智能化、精细化、高效化运行。

3 矿山自动化设备应用效果、问题与优化发展趋势

3.1 矿山自动化设备应用效果分析

(1)设备运行稳定性与使用寿命提升效果。机械自动化优化设计对矿山破碎机、振动筛、洗砂机等核心设备的结构、运行参数与保护系统进行全面升级,有效改善了设备受力不均、运行抖动、过载损坏等问题。自动化调控系统可实时适配工况变化,减少设备高频冲击、空转与超负荷运行状态,大幅降低零部件磨损、疲劳损伤概率,显著提升设备运行稳定性,有效延长整机及易损部件的使用寿命。(2)矿山破碎、筛分、洗选生产效率提升成效。自动化技术实现了矿山生产线参数智能调节、设备联动运行与连续化作业,彻底改变传统人工操控的滞后性与不稳定性。破碎、筛分、洗选各工序精准衔接,设备可根据物料特性实时调整运行状态,规避物料堵塞、筛分不彻底、洗选不达标等问题,有效提升生产线作业速率与成品合格率,整体生产效率得到显著提升。(3)生产能耗、人工成本及故障损耗降低效果。自动化智能调控可精准匹配设备运行功率,杜绝无效能耗,实现节能降耗。同时,设备自动化作业替代了大量现场人工操作,减少一线作业人员配置,降低人工成本。此外,过载保护、故障预警等功能有效减少设备故障停机次数,降低设备维修、配件更换等损耗成本,提升矿山生产经济效益。

3.2 当前矿山自动化设备设计与应用存在的问题

(1) 恶劣工况下自动化部件抗干扰、抗磨损能力不足。矿山生产存在高粉尘、高湿度、强振动、高负荷等恶劣工况,设备传感器、电控元件、线路等自动化精密部件防护性有限,长期运行易出现磨损、积尘、信号干扰等问题,导致数据采集失真、调控失灵,影响设备稳定运行。(2) 部分设备自动化集成度低,成套协同性较差。目前部分矿山设备仅实现单一功能自动化,破碎、筛分、洗选各设备控制系统相互独立,缺乏统一集成设计。设备之间运行参数无法联动匹配,容易出现工序衔接断层、物料输送不匹配等问题,难以发挥成套生产线的自动化协同作业优势。(3) 设备运维智能化程度不足,故障诊断精准度有限。多数矿山设备仅具备基础故障预警功能,无法实现故障精准定位、成因分析与智能修复。系统仅能识别简单过载、停机故障,对部件磨损、参数偏移等隐性故障识别能力较弱,依赖人工排查,运维效率低,难以满足智能化生产需求。

3.3 机械设计制造及其自动化技术优化改进策略

(1) 强化核心部件耐磨、防尘、抗震结构优化设计。针对矿山恶劣工况,优化自动化精密部件防护结构,采用密封防尘、抗震防护设计,升级耐磨防腐材质。同时通过结构仿真优化部件安装布局,降低振动冲击与粉尘侵蚀影响,提升自动化部件环境适配性与运行可靠性。(2) 升级机电一体化集成设计,提升设备成套协同能力。整合各单机控制系统,搭建统一的生产线集成控制平台,统一各设备运行参数标准。优化多设备联动逻辑,实现破碎、筛分、洗选工序参数动态匹配、联动启停,解决设备协同性差、工序脱节等问题,提升成套设备一体化作业水平^[5]。(3) 融入大数据、物联网技术,完善设备智能运维体系。依托物联网技术实现设备运行数据实时采集、云端传输,结合大数据分析技术构建智能故障诊断模型,精准识别设备隐性故障、定位故障点位、分析故障成因,实现从被动维修到主动预判的运维升级,提升设备运维智能化与精准化水平。

3.4 矿山设备自动化设计未来发展趋势

(1) 设备轻量化、精密化、节能化设计发展方向。未来矿山设备将依托先进机械制造技术,优化设备结构布局,实现设备轻量化设计,降低设备自重与运行负荷。同时提升设备运行调控精度,优化能耗配比,实现低能耗、高效率作业,兼顾设备实用性与节能性。(2) 全流程智能化、无人化矿山设备设计发展趋势。随着智能技术不断升级,矿山破碎、筛分、洗选生产线将实现全流程自动化、智能化管控,逐步替代人工现场操作,实现设备自主调控、故障自主处理、生产线自主运行,推动矿山无人化生产模式落地应用。(3) 绿色环保型矿山机械设备设计与制造发展方向。绿色制造将成为核心发展方向,设备设计将兼顾生产效率与环保需求,优化除尘、降噪、废水回收结构,降低生产过程中的粉尘污染、噪音污染与资源消耗,实现矿山生产高效化与绿色化协同发展。

结束语

综上所述,机械设计制造及其自动化技术有效解决了传统矿山设备作业的诸多难题,显著提升了矿山生产线的稳定性与生产效益。当前矿山自动化设备仍存在抗干扰能力弱、集成度低、运维智能化不足等问题。未来需结合大数据、物联网等技术优化设备设计与运维体系,推动设备向精密节能、全智能无人化、绿色环保方向发展,持续赋能矿山行业高质量发展。

参考文献

- [1]李雪凝.机械设计制造及其自动化技术的智能应用分析[J].机械管理开发,2023,8(11):35-38.
- [2]张武强.机械设计制造及其自动化的应用及发展方向[J].造纸装备及材料,2023,52(10):70-72.
- [3]王震.机械设计制造及其自动化的应用及发展方向[J].造纸装备及材料,2023,52(6):173-175.
- [4]何秀颖.机械设计制造及其自动化的应用分析[J].智能建筑与工程机械,2024,6(5):43-45.
- [5]梁明华,李晓杰.机械设计制造及其自动化的困境与出路[J].模型世界,2024,16(19):212-214.