

水泥行业智能制造发展趋势与实践

杨杰

华润建材科技控股有限公司, 广东 深圳 518000

[摘要]随着全球工业化进程的加速与智能制造技术的快速发展,水泥行业正面临着生产方式、技术应用和管理模式的全方位变革。智能制造为水泥行业优化生产效率、提升产品质量、实现绿色发展提供了重要路径。文章从水泥行业智能制造的概念与技术框架出发,分析其发展趋势,探讨关键技术与应用实践,并提出促进智能制造发展的对策建议,为水泥行业的高质量发展提供参考。

[关键词]水泥行业; 智能制造; 技术发展; 实践应用

DOI: 10.33142/aem.v6i11.14628

中图分类号: TQ172.6

文献标识码: A

The Development Trend and Practice of Intelligent Manufacturing in the Cement Industry

YANG Jie

China Resources Building Materials Technology Holdings Limited, Shenzhen, Guangdong, 518000, China

Abstract: With the acceleration of global industrialization and the rapid development of intelligent manufacturing technology, the cement industry is facing comprehensive changes in production methods, technology applications, and management models. Intelligent manufacturing provides an important path for optimizing production efficiency, improving product quality, and achieving green development in the cement industry. Starting from the concept and technical framework of intelligent manufacturing in the cement industry, this article analyzes its development trend, explores key technologies and application practices, and proposes countermeasures and suggestions to promote the development of intelligent manufacturing, providing reference for the high-quality development of the cement industry.

Keywords: cement industry; intelligent manufacturing; technological development; practical application

引言

水泥行业作为国民经济的重要支柱产业,在基础设施建设中发挥着重要作用。然而,传统的水泥生产过程存在高能耗、高污染等问题,与现代工业绿色低碳发展趋势不符。智能制造技术的兴起为水泥行业带来了技术革命,以数字化、网络化和智能化为核心的智能制造,能够实现生产全流程优化、资源合理配置以及环境负担降低。本文旨在梳理水泥行业智能制造的现状与趋势,总结应用实践,并提出发展建议。

1 水泥行业智能制造的概念与技术框架

1.1 智能制造的内涵与特征

作为工业转型的核心方向,智能制造依托新一代信息技术的广泛应用,逐步实现了生产过程的自动化、数字化以及智能化。显著的特点之一是全生命周期管理,其覆盖了设计、生产、物流和运维等所有环节。通过数字孪生技术,生产活动被虚拟化和可视化,潜在隐患的识别与处理因此更加精准。更为重要的是,生产系统的自主决策能力也被显著增强。通过实时数据的采集与分析,运行效率得以提升,人工干预的依赖被大幅度降低,从而实现了动态调控和流程优化。值得注意的是,通过模块化设计和流程重组,生产线的调整变得更加高效,市场响应能力显著提升。

1.2 水泥行业智能制造技术概述

智能制造技术在水泥行业的引入,推动了传统制造模

式的全面变革,在矿山开采、粉磨、烧成等环节,自动化设备的广泛应用,使工艺控制更加精确,资源利用效率大幅提高。利用数字孪生技术构建的数字化工厂,使得生产全过程可视化与智能调控成为现实。例如,窑内温度与压力的动态调整通过精确算法完成,不仅能耗得以降低,产品质量的稳定性也得到充分保证。设备与系统通过物联网技术连接,实时监测运行状态和设备健康状况^[1]。采集到的数据被快速上传至云端,设备的故障率因此显著降低,运行效率和安全性同步提升。以人工智能为核心的辅助决策技术,通过对历史数据的深度挖掘与建模,最优生产参数被精准预测,从而实现质量管理与成本控制的双重提升。

1.3 智能制造技术在水泥行业的适用性分析

以高能耗和复杂工艺为主要特点的水泥行业,通过引入智能制造技术,逐渐克服了多重发展瓶颈。生产效率的提升被智能控制系统广泛应用所推动。传统依赖人工经验调整工艺参数的模式不仅效率低,资源浪费问题也较为严重。通过智能化设备的优化配置,不仅资源消耗被显著降低,碳排放水平也得到有效控制。在质量控制领域,精准性显著提升得益于智能技术的引入。关键生产参数的实时监控使得潜在质量风险被提前识别,通过智能算法的优化,不合格产品的比例大幅下降,从而提高了市场竞争力^[2]。高风险作业的减少也是智能制造技术对水泥行业的一项

重要贡献。危险环境下的传统人工操作逐渐被自动化设备所替代,工作环境因此得以改善,劳动分工也更趋合理,更多的员工投入到管理与数据分析等附加值更高的岗位。

2 水泥行业智能制造的发展趋势

2.1 技术创新推动生产方式的转型

随着5G通信、大数据分析、边缘计算等技术的引入,智能制造为行业发展提供了新的推动力。这些技术的引进,使得生产过程中高效、低延迟的信息传输成为可能,从而进一步推动了水泥行业智能化水平的提升。智能传感器与自动化控制系统的普及,使得生产过程中的数据采集与处理更加精准。尤其是在粉磨、煅烧等核心工艺环节,实时监控与智能调控的应用有力提升了生产效率,并在很大程度上优化了能源的使用效率。设备的自动化巡检机器人等创新技术的引入,使得设备的运行状态得以实时监控,潜在故障能被及时发现并加以解决,从而大大减少了停机时间。依托数据驱动的智能决策系统,传统经验已被逐步替代,生产过程中灵活性及效率得到了显著提升。

2.2 数字化与智能化技术的深度融合

数字化、网络化与智能化技术的深度融合为水泥行业的智能制造带来了全新的机遇。通过构建“端-边-云”协同体系,数据采集、边缘计算与云端分析相结合,形成了高效的信息流转机制。精细化的数据采集被视为精准管理的关键,借助先进的网络技术,生产过程中的数据得以实时传输,从而保证了信息的时效性与准确性。这些实时数据被传输至云端进行计算与分析,不仅为生产决策提供了及时依据,也推动了全局优化,达到了更高效的资源配置与调度^[3]。智能决策系统的应用,使得生产线能够自动调整生产参数,从而提升了生产过程的自适应能力与智能化水平。

2.3 “双碳”目标下的智能制造新动能

碳达峰与碳中和目标为水泥行业的绿色转型注入了新动力,智能技术在这一过程中起到了至关重要的作用。智能余热发电技术的推广,使生产过程中产生的废气得以高效回收与利用,减少了能源浪费。与此同时,窑炉与粉磨系统等高能耗设备的智能化管理,使得企业能够有效提升能效。在低碳替代原料研发方面,借助智能化的配方优化技术,生产过程中的碳排放得到了有效降低。智能碳监测系统的部署,使得水泥企业能够实时监控碳排放状况,为碳交易与碳配额管理提供了数据支持。借助智能化碳管理平台,企业可以更加高效地管理碳排放,确保在满足生产需求的同时,减少对环境的负面影响。

2.4 技术服务体系与人才培养模式的优化

随着行业技术的不断更新与发展,对技术研发与应用人才的需求也日益加剧。在人才培养方面,高校与研究机构已经开始优化课程设置,以适应智能化生产的需求。新的课程不仅注重理论知识的传授,还特别加强了实践环节,使学生能够在校期间直接参与到项目中,积累实践经验。与此同时,企业也不断加强对员工的技术培训,帮助他们迅速适

应智能化转型的需求。针对技术服务体系,水泥行业正在不断推动服务平台的多元化建设。由传统设备服务转向更加系统的技术服务,包括云平台建设、数据分析、智能化调度等,第三方技术服务平台成为许多中小企业转型的重要依靠。

3 水泥行业智能制造的关键技术与应用实践

3.1 生产线智能化改造技术

在水泥行业,引入智能控制系统与机器人技术,粉磨、窑炉等关键生产环节实现了全自动化操作,从而大幅提高了生产效率与操作稳定性。智能控制系统通过精准地采集生产数据,并将其传输至云平台进行实时分析,进而优化调整生产流程。随着自动化技术的引入,人工干预减少,操作误差也显著降低。与此同时,机器人技术的广泛应用使得物料搬运、包装等环节实现了自动化,从而进一步提升了生产线的整体运作效率。智能化改造不仅增强了生产过程的精确性,同时也为能源管理带来了变革。通过智能化控制系统,生产过程中能源的合理调配得以实现,确保了能源的高效使用,为节能减排目标的实现提供了有力支持。

3.2 大数据与人工智能在质量管控中的应用

在水泥行业,大数据与人工智能技术的结合正在深刻变革质量管控体系。这些技术通过实时监测生产参数,能够迅速识别潜在的质量问题,甚至在问题发生之前进行有效预测与调整。人工智能的算法尤其在颗粒度分布的预测与调控方面表现出巨大潜力。借助大数据的分析能力,AI系统能够根据实时生产条件的变化,自动优化调整工艺,确保最终产品质量的稳定性与一致性。成品率显著提高的同时,废料的产生也得到了大幅度减少,从而降低了生产成本。借助大数据的实时采集与分析,生产过程的透明度得到了极大增强,生产的每一环节都能被准确追溯,为水泥企业的质量管理提供了强有力的支持,推动了行业向更精细化的管理模式发展。

3.3 物联网在设备管理与运行中的应用

物联网技术在设备管理中应用广泛,为水泥行业带来了革新。通过为设备安装智能传感器,实时监控系統得以精准捕捉设备的状态,确保设备的持续稳定运行。设备运行中产生的温度、压力、振动等数据被实时采集,传输至中央系统进行分析与处理。得益于物联网的引入,设备故障的预测变得更加准确。结合实时监测数据与历史运行数据,故障预测系统能够提前识别潜在问题,从而通过预警机制及时提醒维修人员,避免了因故障停机所造成的生产损失。物联网技术的应用同样有助于延长设备的使用寿命。在对设备运行状态进行全面监控与分析后,系统能够实现设备的智能调度与维护,确保设备在最佳状态下运行,从而大大降低了运营成本,提高了生产效率。

3.4 智能物流与供应链管理的优化实践

在水泥行业,智能物流与供应链管理技术的应用极大地提高了整体生产链条的效率。自动驾驶运输车辆的应用使得物料运输得以高效完成。运输路径与调度管理系统能够根据实际需求实时调整,显著提高了物流效率,减少了人工

干预。智能仓储系统的引入,则使得物料的管理变得更加精确与高效。通过实时监控库存信息,系统能够自动调配资源,确保生产所需的原材料及时供应。结合物联网技术,水泥企业能够随时掌握各环节物流的动态,动态调整生产计划,从而避免了库存过剩或短缺的情况。智能化的供应链管理不仅提升了物流效率,还有效促进了生产与市场需求的对接。通过这一系统,水泥企业能够灵活应对市场变化,最大限度地提高了供应链的运行效率,从而实现了更高的经济效益。

4 促进水泥行业智能制造发展的对策建议

4.1 加强政策支持与行业标准化建设

推动水泥行业智能制造的发展,政府的扶持政策应由政府出台,尤其要关注智能制造技术的推广与研发,帮助中小企业克服转型过程中的资金与技术难题。通过资金补贴、税收优惠等形式,企业的转型成本可以显著降低,智能化设备的普及也将随之加速。在行业标准的制定方面,政府应当加强规范化工作。通过统一技术标准,不同企业间的技术兼容性与信息共享能够得到保障,从而提升整个行业的效率。只有标准的完善,才能确保技术应用的一致性与稳定性,推动智能制造在水泥行业的快速落地。

4.2 加大研发投入,突破关键技术瓶颈

智能制造的推进离不开技术创新,而技术创新的基础便是充足的研发投入。水泥企业需要增加研发资金的投入,重点攻克智能装备、人工智能算法及低碳技术等核心领域的技术瓶颈。由于当前国内许多水泥企业依赖进口设备,成本问题尤为突出,因此,必须加强自主研发,提高设备的技术水平,提升企业的市场竞争力^[4]。在此背景下,AI与大数据技术的结合,能够在生产过程中提供实时数据反馈,助力工艺的优化与质量的提升。通过深度应用人工智能算法,生产工艺得到优化,产品的质量得以提升。同时,低碳技术的创新,有助于减少排放,并提高生产效率,这也是适应日益严格环保法规的关键。

4.3 构建数据共享平台,促进协同合作

智能制造的实施,离不开跨企业间的数据共享与协同合作。水泥行业应当建立统一的数据共享平台,促使各企业之间的数据互通与资源的优化配置。通过这种平台,不仅能够提高生产环节的效率,还能为企业提供实时的数据支持,帮助其在生产中做出更精准的决策。通过数据共享,生产、设备状态及能源消耗等信息可实时获得,这为企业提供了科学决策的依据。更为重要的是,平台上的数据能够促进企业间的协作,提升行业整体的智能化水平。借此,水泥企业将能够更迅速地适应市场的变化,提高生产响应能力,增强整体竞争力。

4.4 完善人才培养体系,支持智能制造发展

智能制造的快速发展离不开大量高素质技术人才的支撑。为此,水泥行业应与高校、科研机构加强合作,构

建与智能制造需求相匹配的人才培养体系。通过产学研的深度融合,企业可以培养既了解传统生产技术,又掌握智能制造核心技术的复合型人才。与此同时,水泥企业应当注重现有员工的技术培训,确保他们能够在智能制造领域中持续提升技能。与高校的联合培养机制,可以为水泥行业提供源源不断的人才支持。通过不断完善的人才培养体系,水泥行业能够为技术进步提供持续的动力,推动行业迈向更高水平的智能化。

4.5 促进产学研合作,加速技术转化应用

企业、高校与科研院所之间的合作应得到进一步加强。通过加速智能制造技术的研究成果转化为生产力,水泥行业能够在短时间内获得技术突破。这种深度合作不仅有助于推动企业技术水平的提升,也能为高校提供实际的科研课题,推动理论与生产应用的紧密结合。科研院所与企业的合作,将加快智能制造技术的普及应用,进一步提升水泥行业的生产效率与市场竞争力。

5 结语

水泥行业在基础设施建设中的重要地位无可忽视,智能制造的发展对于提升生产效率、降低生产成本、提高产品质量以及推动绿色可持续发展具有深远的影响。在新兴技术不断涌现的背景下,水泥行业面临着前所未有的机遇与挑战,智能制造无疑成为推动行业转型和创新的关键因素。借助技术创新的力量,智能装备的广泛应用以及政策支持逐步完善,水泥行业正在迎接全面转型的历史机遇。未来,水泥行业应持续加大研发创新力度,扩大国际合作,借鉴国内外先进经验,通过不断的技术突破与创新应用,水泥行业不仅能增强全球竞争力,还能为实现可持续发展目标做出重要贡献。智能制造不仅代表着技术突破,更是水泥行业产业升级的核心。在智能化水平不断提高的过程中,行业不仅能够实现高效生产,还将推动环境保护与可持续发展目标的实现,进而为水泥行业的未来发展奠定坚实基础。

[参考文献]

- [1]刘波,管润童,郭猛,等.水泥行业智能制造发展趋势与实践[J].中国水泥,2022(1):173-175.
 - [2]王清正.水泥生产安全智能管理系统的应用[J].水泥技术,2024(4):49-54.
 - [3]刘国华.水泥生产装备智能在线监测交互平台的应用[J].水泥技术,2024(6):54-59.
 - [4]周林勇,王晓东,杜立峰.浅谈智能视频监控技术在水泥企业的应用[J].中国水泥,2024(2):90-92.
- 作者简介:杨杰(1982.11—),毕业院校:广西科技大学(原广西工学院),所学专业:测控技术与仪器,当前就职单位名称:华润建材科技控股有限公司,就职单位职务:智能与数字化部总经理兼深圳市润丰智慧科技有限公司总经理,职称级别:中级。