

矿热炉机械设备及其自动化应用的研究

张全强

宁夏中卫市志远安装服务有限公司，宁夏 中卫 755000

摘要：本文对矿热炉机械设备及其自动化应用进行了论述。对矿热炉的主体结构进行了概括，包括炉体结构、电极系统、加料系统和烟气回收和利用系统等，并对它们的工作原理和工作模式进行了分析；针对目前矿热炉机械设备存在的设备落后、对人工作业的依赖性高等问题，围绕自动控制系统的构建、传感器技术、控制器和执行器技术展开研究，并研究其在温度控制、配料、电极调整等方面的具体运用，以提高生产精度、降低劳动强度、提高安全性；针对能耗高，环保问题突出的问题，提出了节能和环保的理念。

关键词：矿热炉；机械设备；自动化控制；温度控制；电极调节；节能环保

Research on Mechanical Equipment and Automation Application of Ore-Smelting Electric Furnace

Zhang Quanqiang

Ningxia Zhongwei Zhiyuan Installation Service Co., Ltd. Zhongwei, Ningxia 755000

Abstract : This paper discusses the mechanical equipment and automation application of thermal furnace. The main structure of the furnace is summarized, including furnace structure, electrode system, feeding system and smoke exhaust system, and their working principle and working mode are analyzed. In view of the current furnace mechanical equipment backward, high dependence of manual operation, around the construction of automatic control system, sensor technology, controller and actuator technology research, and study the temperature control, ingredients, electrode adjustment, in order to improve the production accuracy, reduce workers labor intensity, improve safety.

Keywords : thermal furnace; mechanical equipment; automatic control; temperature control; electrode regulation; energy saving and environmental protection

引言

矿热炉作为冶金行业关键设备，其工作效率和稳定性对产品质量有着决定性的作用。在生产过程中，矿热炉需要持续稳定地提供高温高压的反应环境，确保原材料能够在合适的温度和压力条件下进行冶炼。因此，其设计、制造和维护都需严格按照高标准执行，以满足工业生产的严苛要求。随着科学技术的不断发展与自动化水平的不断提高，传统矿热炉机械设备正面临着转型升级的迫切需要。通过对矿热炉机械设备现状和面临的问题进行剖析，探索自动控制技术在矿热炉生产中的应用，为提高生产效率，降低运行成本，保证安全生产，具有重要的理论和实际意义。

一、矿热炉机械设备概述

(一) 矿热炉的主要结构

炉体结构：炉壳作为矿热炉的核心部件，不仅承载着熔融物料的高温，同时也是多种化学反应发生的场所。炉衬进一步加固炉壁，防止热应力或腐蚀。采用水冷却系统，保证了矿热炉内部环境的稳定性和安全性。

1. 电极系统

电极系统是冶炼设备中不可或缺的核心组件，经过精心设

计，可以在恶劣的环境中工作。电极把持器可以保证电极能够被稳定和精确的定位；电极升降装置可随需升降，以满足不同的冶炼要求与高度。整个系统协同工作，将电能高效地输送到矿热炉中产生电弧用来冶炼^[1]，确保冶炼工艺的连续、安全，极大地提高生产效率。

2. 加料系统

加料系统的主要任务是将所需的原料不间断地送入矿热炉中，通过对进料量及频次的精准控制，保证冶炼过程中物料的平稳连续供应，确保冶炼过程的高效率和安全性，为高质量产

作者简介：张全强（1966.01-），男，宁夏中卫市沙坡头区人，本科学历，机械工程师，长期从事矿热炉机械设备管理及铁合金冶炼工作。

品冶炼奠定良好的原料基础，确保全流程物料供应的精度与稳定性^[2]。

3. 烟气回收和利用系统

烟气回收和利用系统是一种高效、经济、环保且能保障人身健康的新技术，采用先进的烟气回收技术，将各个系统的烟气高效地收集并输送到相应的烟气回收入口进行处理^[3]，以保证生产现场的空气质量，消除对周边生态环境及人体健康造成危害。烟气回收利用系统的有效运行，既是企业履行社会责任的表现，也是对可持续发展的一种承诺。

(二) 矿热炉机械设备的工作原理

炉体是冶炼过程的中心，它的作用是保持熔池温度，保证冶炼过程的稳定与高效，同时对加热速度进行调控；电极系统作为电化学反应过程中的核心环节，它的选型对能量转化效率和产品质量有着重要的影响^[4]；加料设备可按要求向炉内输送所需的物料；烟气回收和利用系统可以保证烟气的回收和利用，防止有害气体的聚集，对人及周围的环境起到保护作用。各环节协同工作，构建高效、稳定、环保的冶炼平台，保证冶炼工作的顺利进行。

二、矿热炉在冶金行业的重要地位

矿热炉是冶金、化工和有色金属工业中一种重要的加热装置，其工作原理是将电能转换成热能，在高温高压环境下，使物料间进行化学反应，达到产品冶炼的目的^[5]。矿热炉是一种高耗能的加热装置，其节能降耗的效果对节能减排具有重要意义。走可持续发展之路、提高国际竞争能力的关键，就是掌握和运用先进的矿热炉技术。矿热炉在促进冶金工业迈上新台阶、促进资源高效利用、促进产业升级等方面发挥着举足轻重的作用。

三、矿热炉机械设备存在的问题与发展方向

(一) 解决设备落后与维修难题

矿热炉作为一种特殊的装置，运行周期长，设备老化快，需要考虑其使用寿命。矿热炉在运行时存在电化学腐蚀和磨损，严重影响设备的使用寿命。长时间运行在电磁场中，机械设备容易出现电化学腐蚀^[6]；矿热炉冶炼时需定时加料，会造成设备的磨损。由于矿热炉存在工作环境差、温度高、压力大、磨损快等问题，进行维修保养难度极大，且易出现安全事故。目前，有些企业仍使用落后的生产技术，生产效率低、能耗高、安全事故多。为此，矿热炉由传统的人工操作时代迅速过渡到自动化、智能化的新时代刻不容缓。

(二) 重视节能和环保

在可持续发展战略的要求下，发展我国经济的同时，必须兼顾环境和资源，做到经济、环境、资源的同步发展。冶金工业在冶炼过程中消耗大量的能源，对环境造成巨大的破坏。矿热炉机械设备及其自动化应用技术作为冶金工业发展的后盾，必须坚决贯彻落实绿色环保的理念，完全应用节能环保技术，节能降耗，

杜绝污染，实现冶金工业的可持续发展。

我国工业发展过程中，环保问题一直是困扰工业发展的一个棘手问题。我国的传统工业能源消耗高，重视生产过程，轻视环保节能问题。长期以来，高耗能与高污染所带来的问题逐渐突出，要想推进我国工业的可持续发展，绿色理念的贯彻执行是唯一出路。绿色设计应用于冶金机械是由冶金机械自身的特点决定的。在矿热炉机械设备工作过程中，会产生热辐射、噪声、泄漏、废弃物等，对周边环境造成不同程度的破坏，为解决这一环保问题，绿色设计的应用必须坚决执行。

总而言之，在保证绿色、清洁、环保的前提下，提高生产效率，降低生产成本，是当今冶金工业发展的唯一方向。随着经济的不断发展，可持续发展的理念已经深入人心，全社会对绿色环保的重视程度不断提高，作为高耗能的冶金机械行业来说，始终不渝的坚持绿色理念，完全应用绿色、清洁、环保的设计技术，服务于我国的经济建设。

四、自动化应用技术在矿热炉中的应用

随着科学技术的进步，自动化控制技术在矿热炉中得到更广泛的应用。采用自动化控制技术对原矿热炉进行优化，可以消除安全隐患，提高生产效率，实现对矿热炉工艺流程的智能化改造。采用先进的计算机控制技术、传感技术、信息网络技术等对矿热炉的生产过程进行智能控制^[7]，可以达到自动监测与调整的目的，实现矿热炉工艺的智能化分析和优化调控，实现高效节能的生产目标。

(一) 自动化控制系统的组成

1. 传感器技术

将温度传感器、电流传感器等设备连接在一起，该系统可实现温度、压力和电流等多个参数的自动监控^[8]。传感器技术能将检测到的数据实时传送给测控中心进行分析、处理，达到自动控制的目的。通过对现场装置的实时监测，自动调整温度、压力和电流等参数，从而保证系统的平稳运行。此外，传感器技术还能与外部通讯装置相连，进行远程监控，对矿热炉的加料速率、电极升降速度、电极压力等进行控制。

2. 控制器与执行机构

控制系统中的控制器是由PLC构成，它既能对现场设备进行在线监测，又能对远程通信装置发送过来的数据进行接收。用PLC将控制器与执行器相连，并在控制器内编写程序，从而达到自动控制的目的。执行器的控制装置由直流电机和液压装置等组成，可根据工作环境及特殊需求，实现对执行器的自动调节。采用自动控制技术后，矿热炉可与外部通讯装置相连，进行远程监测。同时，将变频技术应用于矿热炉，使其具有了遥控调节功能，通过远程通讯装置，把现场的实时数据传送给调度中心，经过调度中心的分析、处理，可以实现对现场设备的控制。

(二) 自动化应用的具体领域

1. 温度控制

温度控制系统可以精确地控制炉温^[9]，保证冶炼过程的高效

率。这种控制方式，可以使冶炼过程得到最大优化，对降低生产成本，增强企业市场竞争力具有重要意义。所以，在冶炼过程中，温度的控制是关键，它对保持冶炼过程的稳定性与可靠性具有重要意义。

2. 配料自动化

采用自动化配料技术，对冶金行业影响巨大。自动化配料系统能按照冶炼产品的特定需要，对原材料的配比进行自动调整，从而达到精确的控制效果。配料自动化大大降低了由于人为因素造成的不稳定，使配料准确度得到提升，保证冶炼过程的连续性与产品质量的稳定。自动配料系统利用先进的算法及感应装置，对物料流动及反应速率进行实时监测，以达到对物料比例进行精确调节的目的，适应各工序的需要。

3. 电极调节自动化

电极调节自动控制系统通过对炉内温度及电极状况进行实时监测，实现对电极位置的自动调节，满足不同的生产要求^[10]。通过对该系统的精确控制，可以有效地防止由于温度变化引起的电弧失稳，大幅度地减少能量的消耗。电极调节自动化控制系统通过对炉内各种参数的分析，对调整策略进行优化，以保证在高效率的前提下达到最佳的能源利用效率的目的，进而提升整个生产线的运行效率和经济效益。

(三) 自动化带来的优势

1. 提高生产精度

提高生产精度的关键是准确监测与调节各环节，通过对物料用量、反应速度和设备操作等因素的严格控制，确保产品的均匀性和一致性。提高生产精度既可以提高生产效率，降低废品率，又可以提升顾客对产品的信任度，是矿热炉机械设备及其自动化应用中一个可持续发展战略。

2. 降低劳动强度

降低劳动强度的重点是优化作业程序，减少不必要的工作业，提高工作效率和生产效率，节约人力资源。只有这样，才能更好地满足员工的需求，吸引和留住优秀的人才，为企业的可持续发展打下坚实的基础。

五、结语

综上所述，我国的矿热炉机械设备及其自动化应用水平虽然有了长足的发展，但与发达国家相比仍然存在差距，缩小差距，迎头赶上，任重而道远。矿热炉机械设备及其自动化应用技术的发展前景美好，我国必须加大研发力度，力争使我国矿热炉机械设备及其自动化应用技术在国际市场上占有举足轻重的地位。

参考文献

- [1] 赵世锦. 矿热炉电极控制系统设计研究 [D]. 沈阳理工大学, 2022.
- [2] 何俊平, 段望春, 张琨等. 一种新型矿热炉全自动加料装置开发与试验 [J]. 机床与液压, 2022.
- [3] 刘伟, 刘鹏, 马梓航等. 矿热炉烟道气固两相流冲蚀机理研究 [J]. 辽宁化工, 2022.
- [4] 郑甜莹. 矿热炉电极测长系统集中器设计 [D]. 西安石油大学, 2023.
- [5] 白霞. 矿热炉电极测长系统主控制器软件设计 [D]. 西安石油大学, 2023.
- [6] 张新杰, 刘鹏, 孙昊等. 矿热炉炉衬内应力场的数值模拟 [J]. 山东化工, 2022.
- [7] “工业矿热炉恒功率智能炉控系统”研发成功 [J]. 化工自动化及仪表, 2022.
- [8] 李密. 基于超声导波的矿热炉电极插深检测方法研究 [D]. 中南大学, 2023.
- [9] 康源. 矿热炉电极测长装置定位方法研究 [D]. 西安石油大学, 2023.
- [10] 孙昊, 刘鹏, 张新杰等. 电极插入深度对矿热炉加热影响的CFD分析 [J]. 辽宁化工, 2022.