

浅谈熔炼生产过程中的质量管控与数据采集

靳泽聪, 常涛, 马钊

(共享智能铸造产业创新中心有限公司, 宁夏银川 750021)

摘要: 介绍了传统铸造熔炼生产过程中存在的问题。提出通过熔炼智能单元控制与管理系统, 帮助生产人员进行生产过程管控的优势, 同时对系统应用过程中关键的数据采集方案和实施思路进行简单介绍。

关键词: 熔炼; 数据采集; 智能单元

铸造产业一直是我国国民经济中重要的、基础性的、不可替代的产业。随着我国装备制造业的高速发展和发展模式的转变, 对铸造相关的产品质量、成本、环境等方面的要求不断提升, 而铸造产品的质量控制在60%以上在于熔炼浇注。现阶段我国80%以上的铸造工厂对铸造熔炼过程的质量控制还是建立在事后的检测, 没有对加配料过程的精确核算, 也没有过程关键参数(时间、重量、温度、成分等)的自动采集管控, 这样熔炼浇注生产过程中无法形成可追溯的过程记录, 熔炼浇注生产效率和成本也不能有针对性的进行管控, 也不能快速形成需要的各种生产报表^[1]。因此, 生产过程中自动化的数据采集、智能化熔炼浇注生产过程管控, 通过智能化的软件控制达到提高铸件质量、降低劳动强度、降低生产成本的目的意义重大。

1 熔炼浇注智能管理方案

1.1 熔炼浇注生产过程中存在的问题

目前, 国内大多数铸造工厂的设备自动化程度还较低, 生产过程中主要通过人工参与控制生产质量, 在生产管理和质量控制中主要存在以下问题。

(1) 部分工厂熔炼配料不称量, 或者不进行准确的称量, 致使熔化后铁液成分和目标成分要求差异较大, 成分调整过程对生产效率和生产成本影响较大;

(2) 工艺参数通过工艺卡片传递, 没有严格的控制实际成分、温度、时间等参数是否满足工艺要求;

(3) 过程人工记录的数据失真、滞后、不完整, 不利于产品质量追溯;

(4) 生产数据不能及时同步统计, 生产管理人员对生产过程的统计需要进一步的数据处理;

(5) 生产中的配料、调料等关键过程需要专门的工艺人员或老师傅指导才能完成, 对专业人员的依赖性较大;

(6) 熔化原料杂乱, 不同批次成分差异大, 且同批次内物料的一致性差, 在熔炼过程中现场工人只是通过经验和光谱结果不断的检测来加料熔化, 达到要求成分的铁液, 致使整个熔化过程不稳定, 且生产熔化时间长, 生产成本低, 效率低。

因此, 打造一款集成生产计划、工艺参数、过程参数采集、数据统计等为一体的生产管理和控制软件, 辅助进行熔炼浇注生产过程的管理是非常必要的^[2]。

作者简介:

靳泽聪(1987-), 男, 工程师, 主要从事铸造熔炼信息化、自动化相关工作。
电话: 18095166947, E-mail: 642355401@qq.com

中图分类号: TG232

文献标识码: B

文章编号: 1001-4977(2023)01-0082-04

收稿日期:

2022-02-17 收到初稿,
2022-05-13 收到修订稿。

1.2 熔炼智能单元的功能

本文中所述的熔炼浇注管控方式是，将专家知识库和工艺集成设计及仿真分析系统产生的经验和设计参数融入到熔炼浇注过程控制中，通过熔炼智能单元与现场关键设备的数据采集、分析决策、反馈执行，实现了生产、质量、设备、绿色、成本的集成管控，并与MES、ERP、工艺等系统实现集成。系统框架图如图1所示。

熔炼智能单元主要包括计划管理、过程控制、设备管理、物料管理、质量追溯、统计分析、消息管理、文件管理等模块。针对熔炼浇注过程又分为配料、加料、熔化、取样检测、过热、出铁变质、浇注等工步，每个工步都与相关设备和工艺系统进行结合，指导现场操作人员按照标准要求控制过程关键参数。

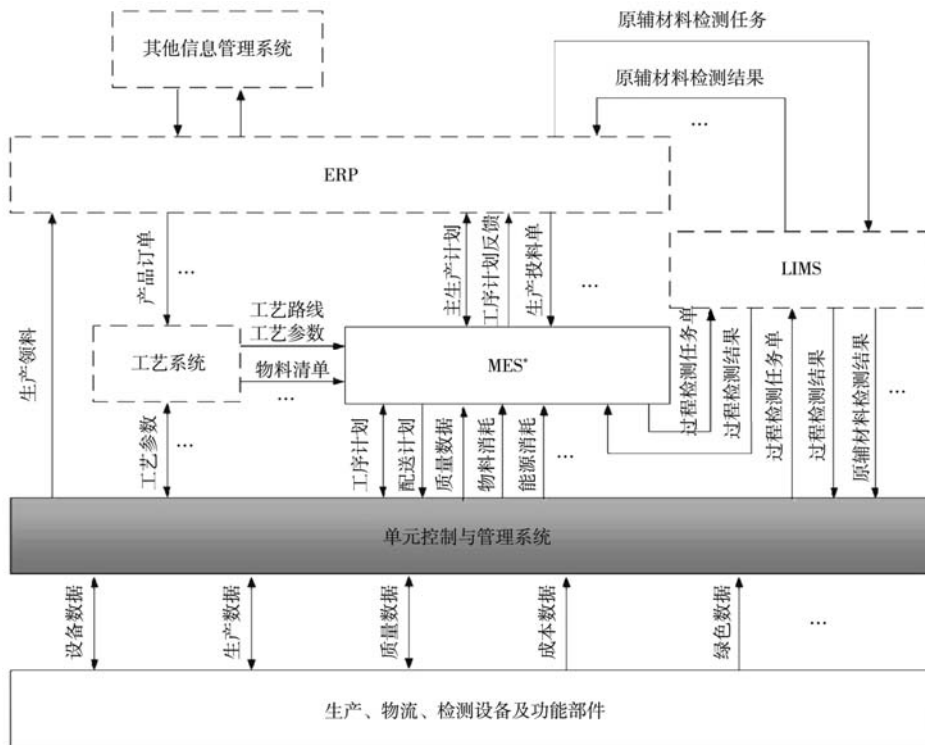


图1 熔炼智能单元控制与管理系统的架构

Fig. 1 Architecture of control and management system for the smelting intelligent unit

1.3 熔炼智能单元的管理优势

熔炼智能单元用于熔炼工厂生产、质量、成本、设备等的控制，主要通过以下几个方面进行体现。

(1) 生产方面。能够根据MES下发的熔炼计划，按照同材质同牌号最大化炉容量冶炼的原则，提供最优的排产计划，使产能最大化。

(2) 质量方面。通过在软件中嵌入产前预防、产中控制、产后追溯的质量管理理念，进行质量管控。

1) 通过产前对设备、原辅材料、工装工具的点检，确保生产设备、原辅材料、工装工具准备充分、质量完好，避免影响铁液质量；

2) 自动获取工艺系统的工艺标准，实时控制生产过程中各个节点的温度、成分、球化孕育量等关键参数按照工艺标准执行，不合格不能下一步，从而有效管控过程质量合格；

3) 通过炉次为主线，将熔炼前设备、工装、原材料检查/检测数据，以及生产过程中的时间、温度、重量、成分等关键质量参数，以及炉后的性能等参数以结构化的形式进行存储和展示，实现整个熔炼过程的全面质量追溯。

(3) 成本方面。

1) 通过原材料成分、电炉烧损、目标铁液成分、吸收率等数据的科学核算，形成精准的配料清单，提

表1 熔炼单元指导配料和生产的对比
Table 1 Comparison before and after smelting unit instruction

项目	熔化钢液量/kg	熔化时长/min	电炉电能/(kW·h)	吨电耗/(kW·h·t ⁻¹)
系统实施前	12 012	97.3	6 468	538.46
系统实施后	12 058	84.2	6 031	500.17

升一次铁液成分合格率，降低电能消耗。以12 t钢液的实施前后，平均熔炼时长和电能消耗进行对比（相同材质，配料方案一致），如表1所示。

2) 通过生铁、废钢及其他合金辅料的市场变化，优化配料结构，实现最低配料成本，降低生产成本。如某时期根据各个原材料的价格，原来某种材质的铁液通过废钢+生铁+增碳剂+其他物料的配料成本是3660元/吨，按照废钢+增碳剂+其他物料的配料成本是3170元/吨，而废钢和生铁的市场价格波动较大，这就为熔炼生产成本的控制产生积极的影响。

3) 通过自动化设备和智能单元的集成化控制，减少现场操作人员，降低生产成本。

(4) 系统集成方面。

1) 熔炼智能单元能够与MES系统、工艺系统集成，实现生产计划的自动报工和工艺参数的直达现场；

2) 熔炼智能单元能够与加料设备、球化孕育设计、转运设备、浇注设备集成，实现数据的自动采集和工序的自动化作业。

2 熔炼生产过程数据采集的方案

2.1 熔炼数据采集的拓扑方案

这里主要讨论的是熔炼浇注生产过程中物料重量数据、温度数据、光谱检测数据、出铁重量、浇注重量、浇注温度、炉后光谱等关键数据的采集。通过实时采集熔炼浇注生产过程中这些关键参数，形成可追溯的质量报表，实现生产中和生产后产品质量信息的控制和可追溯。根据目前熔炼浇注生产过程中普遍应用的设备和生产方式，实践验证和采用的数据采集拓扑方案如图2所示，实际应用过程中结合具体的设备使用和通讯情况进行针对性的实施。

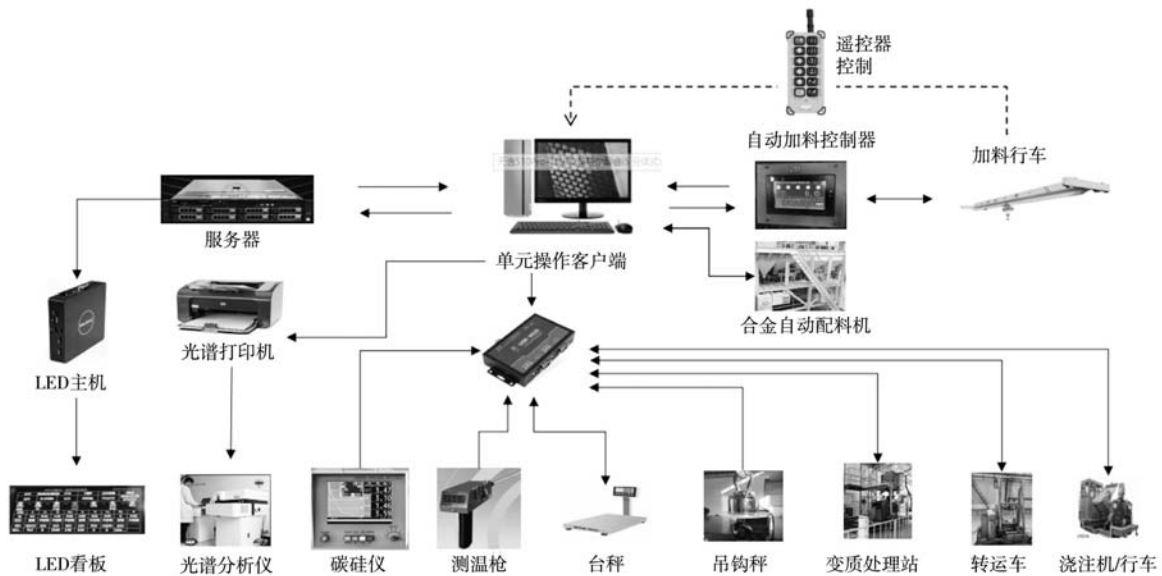


图2 熔炼数据采集拓扑图

Fig. 2 Topological graph of the smelting data acquisition

2.2 熔炼数据采集的一般思路和措施

熔炼生产过程中数据采集是建立精益生产过程管理的依据，根据实施采集的真实生产过程数据，对比工艺要求数据，对生产节拍、质量、成本参数进行控制，在实施过程中主要把握以下几点思路。

(1) 尽可能将影响生产、质量、成本的关键参数采集齐全，以便于能够进行全方位的数据统计分析；

(2) 生产过程中的数据采集尽可能的自动获取，尽可能的减少人工的参与，否则人为的因素对数据采集的准确性和可靠性造成较大影响；

(3) 因铸造生产现场环境较恶劣，因此实施过程

中要积极地考虑防尘、耐热、防震等因素，提高系统的可靠性；

(4) 数据采集要结合具体的生产工艺过程，能够适应生产过程中的特殊情况，即增加系统的鲁棒性。

具体实施过程中，主要的措施有三个：①通过物联网技术，用于不同的传感设备，按照约定的协议，将设备过程数据与互联网相连接，进行信息交互和通信，以实现数据采集，设备指令下发等操作；②通过控制器（PLC）结合物理按钮、OPC接口等实现过程数据的采集，信息交互；③主要通过控制软件的操作，将过程中的某些参数获取到，通过后台设定的逻辑，

形成数据采集的过程。

3 结语

通过智能单元系统实施，从生产、质量、成本的多个维度进行统计分析，主要通过熔炼效率提高降低

能耗和配料结构优化降低配炉成本，能够使企业生产成本在原来的基础上降低5%以上；严格按照工艺要求控制过程质量，产品质量提升5%以上；指导生产过程标准化操作，将送检、等待检测数据、物料核算等过程自动完成，生产效率提升5%以上。

参考文献：

- [1] 宋量. 铸造生产过程管理中的质量控制 [J]. 铸造工程, 2006, 30 (4) : 18-20.
- [2] 黄红军. 铸造生产过程中铸件质量管理软件系统的开发研究 [D]. 华中科技大学, 1997.

Discussion on Quality Control and Data Acquisition in Smelting Process

JIN Ze-cong, CHANG Tao, MA Zhao

(National Intelligent Foundry Industry Innovation Center Co., Ltd., Yinchuan 750021, Ningxia, China)

Abstract:

The problems existing in the traditional casting smelting production process were introduced. The advantages of helping the production personnel to control the production process were put forward through the smelting intelligent unit control and management system. At the same time, the key data acquisition scheme and implementation ideas in the application of the system were briefly introduced.

Key words: smelting; data acquisition; intelligent unit
