

# 《铸造熔炼配料算法 技术要求》标准制修订编制说明

## （征求意见稿）

### 1、任务来源、工作简要过程，主要参加单位和工作组成员等

#### 1) 任务来源

本项目是依据中国铸造协会[2023] 77 号文“关于中国铸造协会智能铸造工作委员会等一项团体标准制修订的批复”，项目编号为 T/CFA 2023021，项目名称为“铸造熔炼配料算法 技术要求”。本项目是制订项目。主要起草单位：共享智能铸造产业创新中心有限公司。计划完成时间为 2024 年。

#### 2) 工作简要过程

**（1）起草（草案、调研）阶段：**计划下达后，2023 年 1 月 11 日中铸协智能铸造委员会组织各起草单位成立了标准起草工作组，由共享智能铸造产业创新中心有限公司为组长单位，负责主要起草工作。工作组就国内外发展情况进行全面调研，同时广泛搜集相关标准和国内外技术资料，进行了大量的研究分析、资料查证工作，结合实际应用经验，进行全面总结和归纳，在此基础上编制出《铸造熔炼配料算法 技术要求》标准草案初稿。

2023 年 10 月 18 日经工作组组织专家审议评定工作，对标准草案内容进行了讨论，在此基础上形成了标准征求意见稿及其编制说明等相关附件。

**（2）征求意见阶段：**

**（3）送审阶段：**

**（4）报批阶段：**

#### 3) 主要参加单位和工作组成员及其所做的工作

本文件起草单位：共享智能铸造产业创新中心有限公司、共享装备股份有限公司。

本文件主要起草人：靳泽聪、常涛、胡阳、杨军、鲁云、薛蕊莉、马立宏、乃晓文、刘亚宾。

所做的工作：常涛任工作组组长，主持全面协调工作，鲁云、薛蕊莉负责对各阶段标准的审核；靳泽聪为本标准主要执笔人，负责本标准的具体起草与编制；胡阳负责国内外相关技术文献和资料的收集、分析及资料查证，对产品性能和使用经验进行总结和归纳；胡阳、马立宏、乃晓文、刘亚宾负责对国内外产品和技术的现状与发展情况进行全面调研，薛蕊莉负责对负责标准化合规性审核，胡阳负责对各方面的意见及建议进行归纳、整理。

### 2、制修订标准的原则

#### 2.1 制订标准的依据和理由

标准的结构和文本格式严格遵守《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》（GB/T 1.1—2020）及《标准编写规则》（GB/T 20001）。在确定本标准主要指标时，综合考虑企业的能力和用户的利益，寻求最大的经济、社会效益，充分体现了标准在技术上的先进性和合理性。

当前我国传统铸造行业正处于智能转型关键阶段,提升信息化系统对实际铸造生产过程的指导和管控能力,研究铸造生产过程中配料算法技术要求,并应用计算机算法和开发语言,将其植入生产过程管控系统中,帮助系统使用者提高铸造生产过程中的配料效率,降低配料成本,实现铸造熔炼生产智能化。

## 2.2 制订标准的原则

- 1) 坚持以市场需求与发展为导向原则,注重标准的市场适用性、可操作性。
- 2) 坚持与时俱进、适度超前原则。标准的制定一方面体现相关系统数据交互接口的标准化,另一方面应符合行业发展需要,具有前瞻性。
- 3) 本标准编制遵循“统一性、适用性、一致性、规范性”的原则,注重标准的规范。

## 3、标准化对象简要情况

本文件围绕信息化、智能化系统在铸造行业的不断深化应用,提升信息化系统对实际铸造生产过程的指导和管控能力,研究铸造生产过程中配料算法技术要求,并应用计算机算法和开发语言,将其植入生产过程管控系统中,帮助系统使用者提高铸造生产过程中的配料效率,降低配料成本,实现铸造熔炼生产智能化。

铸造熔炼智能配料算法是基于各个材质牌号的目标成分要求,各个物料批次入厂的实际成分,各个物料批次单价和当前库存,各个元素在熔炼过程中的烧损等因素,核算每炉熔炼生产过程中各个物料的应加料量。通过与生产、工艺、质量、库存管理等系统集成获取熔炼生产计划、成分控制要求以及物料批次成分、即时库存量、价格等信息,排定炉次计划(铁/钢水需求量)、确定成分目标、核算配料方案,并给出性价比最优的配料清单。同时从算法的应用层面,提出算法的两种应用模式,以及两种模式进行配料时的注意事项。

通过标准的制定和实施,可改变传统铸造依靠工人经验的生产模式,提高生产效率,降低生产成本,减少对人员经验的依赖,指导现场操作人员按照要求进行调配料;同时为推进铸造产业结构调整与优化升级创造条件,为各铸造环节实现数字化、网络化和智能化提供借鉴和参考,促进社会效益和经济效益双提高。

## 4、与国际、国外对比情况

### 4.1 采用国际标准和国外先进标准的项目,应当详细的说明采用该标准的目的、意义、标准程度及理由

本文件没有采用国际标准和国外先进标准项目。

### 4.2 与国际、国外标准的主要差异,或与测试的国外样品的有关数据对比情况等。

本文件制定过程中未查到同类国际、国外标准,详见查新报告。

## 5、标准主要内容

### 5.1 标准适用范围

本文件规定了铸造熔炼配料工艺流程和熔炼智能配料算法技术要求。

本文件适用于铸钢、铸铁的中频炉熔炼生产,其他类型的熔炼炉可参考使用。

### 5.2 主要技术指标、参数

- 1) 配料算法的建立

应根据不同场景的约束条件，结合配料算法目标函数，获得配料算法，选择合适的优化算法，进行熔炼配料算法求解，得到熔炼配料清单，如图2所示。

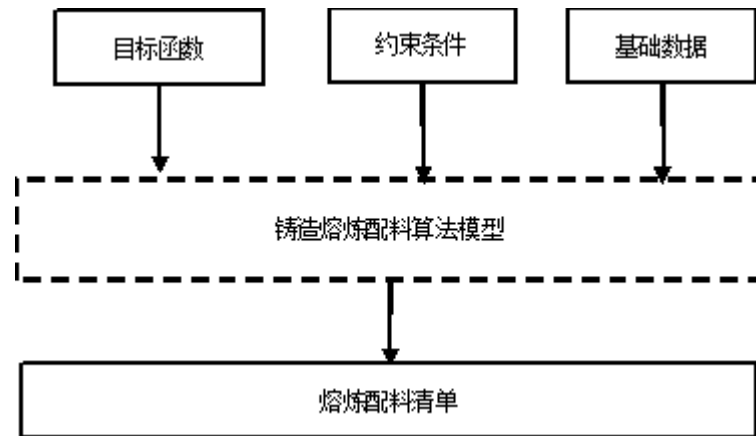


图1 铸造熔炼配料算法整体示意图

## 2) 目标函数

在配料算法中，优化的方向是使单次配料的成分满足工艺要求的前提下，配料成本最低。涉及到使用回炉料熔炼，应考虑可使用回炉料的库存量，及回炉料加入量对铁/钢水质量的影响。目标函数可表示为：

$$f(x) = \sum_{i=1}^n x_i \times C_i \quad (1)$$

式中：

$f(x)$ —为此次配料的成本；

$n$  —为此次配料的物料种类数量；

$x_i$ —为此次配料中第*i*种物料的配料量；

$C_i$ —为第*i*种物料的采购单价。

## 6、主要试验（或验证）结果的分析、综述报告、技术经济论证，预期的经济效果等

### 6.1 根据标准确定的主要内容提出相应的试验、验证、统计数据等论据

根据生成的炉次计划，系统核算配料时，基于工艺参数中当前炉次主工艺产品的目标成分和物料配比参数，调用线边库中当前物料的库存量、规格、成本参数，调用物料管理系统中各个物料入厂检验的成分数据，结合配料系统中设定的熔炼烧损系数和各个元素烧损系数，利用特定的算法进行综合计算，获得本炉熔炼成本较低的配料清单。

本文件主要采用举证验证的方法，针对“铸造熔炼配料算法技术要求”评价指标及内容，验证算法应用方式和输出方式。

本文件在以下单位进行过企业验证：共享装备股份有限公司、洛阳双瑞特种装备有限公司、云南太标集团有限公司、河北宣工机械发展有限责任公司、马鞍山市海天重工科技发展有限公司、阜新力达钢铁铸造有限公司等。

验证条款	5.3.1 基础物料属性核算的算法应用
------	---------------------

验证场景	建立基础数据，搭建测试环境，实际验证系统功能和核算后输出数据准确性
验证方案	相关基础模块中维护对应的配料核算前提条件，核算的数据来源与其关联，在测试系统中进行仿真验证
验证结论	1、能够按照要求输出配料清单。 2、配料清单满足成分控制要求和铁水量需求。 3、确定的配料方案满足实际生产的要求，成本较低。
验证条款	5.3.2 基于历史加料数据的算法应用
验证场景	建立基础数据，搭建测试环境，实际验证系统功能和核算后输出数据准确性
验证方案	相关基础模块中维护对应的配料核算前提条件，核算的数据来源与其关联，在测试系统中进行仿真验证。
验证结论	1、能够按照需要铁水量输出配料清单。 2、能够选定历史的配料清单进行核算。
验证条款	5.3.3 算法应用的附加功能
验证场景	建立基础数据，搭建测试环境，实际验证系统功能和核算后输出数据准确性
验证方案	相关基础模块中维护对应的配料核算前提条件，核算的数据来源与其关联，在测试系统中进行仿真验证。
验证结论	1、配料清单能够进行调整，且调整后能够加入配料方案对比。 2、确定的配料清单能够保存下发，与加料模块提供的地址进行匹配。

## 6.2 技术经济论证

铸造行业具有行业各向异性，由于铸造行业处于生产制造业的末端产业，具有产品附加值低、生产环境差、生产人员年龄偏大、生产节奏不连贯且生产模式多等特点，为提高生产效率和质量，降低生产成本，同时降低生产人员的经验对企业发展的制约，传统工作环境差、劳动强度大的基础制造业更加需要快速的搭建信息化手段，通过数字化、信息化、智能化的手段提升行业生产管理水平和熔炼作为铸造过程中的重要工序，对信息化的需要是首当其冲的，如熔炼过程中的配料算法，当前主要通过有经验的生产人员或技术人员的经验核算进行，因生产人员不清楚每批次物料的实际成分，且人为手动核算考虑的因素较少，导致配料完成后90%以上都要进行再次调料，增加熔炼时长、且高温也会加剧合金元素的烧损和对炉膛的烧损，因此增加了生产成本，降低生产效率。本标准的目的是通过规范配料核算的各个影响因素，为配料核算提供两种应用模式，以及两种模式进行配料时的注意事项，改变传统铸造依靠工人经验的生产模式，提高生产效率，降低生产成本，减少对人员经验的依赖，指导现场操作人员按照要求进行调配料。

## 6.3 预期的社会/经济效益分析

通过标准的制定和实施，可改变传统铸造依靠工人经验的生产模式，提高生产效率，降低生产成本，减少对人员经验的依赖，指导现场操作人员按照要求进行调配料；同时为推进铸造产业结构调整与优化升级创造条件，为各铸造环节实现数字化、网络化和智能化提供借鉴和参考，促进社会效益和经济效益双提高。

## 7、与有关的现行的方针、政策、法律、法规和强制性标准的关系

本文件与现行相关法律、法规、规章及相关标准等无冲突。根据《中华人民共和国标准化法》的要求，符合技术上先进，经济上合理的要求，具有合法性、实用性、规范性、协调性。

## 8、对征求意见及重大分歧意见的处理经过和依据

本文件制定过程中，无重大分歧意见。

## 9、贯彻标准的要求和措施建议（包括组织措施、技术措施、过渡办法等内容），根据国家经济、技术政策需要和该标准涉及的产品的技术改造难度等因素提出标准的实施日期的建议

### 9.1 贯彻标准的要求和措施建议

建议本文件以团体标准进行发布，实施前在行业内广泛的开展试验验证活动，并在发布后开始实施，实施一年到两年内定期对实施的反馈意见和效果进行跟踪收集。

先行先试，保证时效。

此外，在本文件发布后，将通过标准宣贯、案例演示、技术交流等方式，实现本文件的贯彻实施。

### 9.2 标准的实施日期的建议

建议本文件批准发布 6 个月后实施。

## 10、废止有关标准的建议

无。

## 11、标准涉及专利情况说明（包括 1、专利发布日期、专利编号、专利权人；2、专利处置情况；3、专利使用许可申明和披露申明。）

本文件不涉及专利问题。

## 12、重要内容的解释和其它应予说明的事项

无。

《铸造熔炼配料算法 技术要求》团体标准编制工作组  
2024 年 1 月 12 日