

团 体 标 准

T/CMIF XXXXX—XXXX

连续加料电弧炉质量分级规范

Specifications for quality grade of continuous feeding electric arc furnaces

(征求意见稿)

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX- 实施

中国机械工业联合会

发布

目 次

前 言	II
引 言	III
1 范围.....	1
2 规范性引用文件.....	1
3 术语和定义.....	1
4 质量分等体系.....	1
5 质量分级参数.....	1
6 质量分级条件.....	2
7 质量等级划分及其指标.....	2
8 测量计算方法.....	3
附录 A （资料性） 连续加料电弧炉全废钢冶炼时各能源单位耗量参考表	5
附录 B （资料性） 各种能源折合标准煤参考系数表	6
表 1 单位能耗等级划分及其指标	2
表 2 单位电极消耗等级划分及其指标	3
表 A.1 全废钢冶炼时各能源单位耗量参考值表	5
表 B.1 能源折合标准煤参考系数表.....	6

前 言

本文件按照GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国机械工业联合会提出并归口。

本文件起草单位：西安电炉研究所有限公司、西安慧金科技有限公司、国家电炉质量检验检测中心。

本文件主要起草人：余维江、石秋强、田杭亮、李琨。

本文件为首次发布。

引 言

本文件的制定是为了响应国家开展质量提升行动的指导意见，激发质量创新活力，为质量分级制度建立基础的技术要求及分级方法。依托本文件技术条款的支撑，倡导优质优价，引导保护企业质量创新和质量提升的积极性，为行业协会和专业机构公开、公正地推进质量分级评价提供技术支撑；通过专业性判断将复杂的质量信息显性化，为完善优质优价市场机制提供技术保障。

本文件选取钢铁企业广为应用的连续加料电弧炉作为对象，选取恰当的能耗指标和测算方法，建立质量分级规范标准。目的是营造优胜劣汰、健康向上的市场环境，通过优质高价的引导，提升全行业的技术和质量水平。

连续加料电弧炉质量分级规范

1 范围

本文件规定了连续加料电弧炉质量评估技术要求和测定方法。

本文件适用于钢铁企业连续加料电弧炉的质量分级活动。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 2589—2020 综合能耗计算通则

GB/T 2900.23—2008 电工术语 工业电热装置

GB/T 10066.1—2019 电热和电磁处理装置的试验方法 第1部分：通用部分

GB/T 10066.2—2019 电热和电磁处理装置的试验方法 第2部分：直接电弧炉

GB/T 10066.11—2016 电热装置的试验方法 第11部分：埋弧炉

GB/T 30839.1—2014 工业电热装置能耗分等 第1部分：通用要求

3 术语和定义

GB/T 2589—2020、GB/T 2900.23—2008、GB/T 10066.1—2019、GB/T 10066.2—2019、GB/T 10066.11—2016 和 GB/T 30839.1—2014 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

连续加料电弧炉 continuous feeding EAF

通过采用输送设备，在单位冶炼周期内将废钢连续不断加入，使废钢在连续加料过程中与烟气发生热交换的电弧炉。

3.2

单位能耗 specific energy consumption

在试验方法规定的条件下，冶炼单位合格钢水所消耗的能量折合为电耗，单位为千瓦时每吨（kW·h/t）。

3.3

单位电极消耗 specific electrode consumption

在试验方法规定的条件下，冶炼单位合格钢水所消耗的电极质量，单位为千克每吨（kg/t）。

4 质量分等体系

连续加料电弧炉根据其种类、炉料品种、冶炼的钢种等的不同，能耗相差很大。本文件主要针对连续加料电弧炉的作业情况，并以能耗作为依据制定质量分等体系。而炉料品种、冶炼钢种等的不同对能耗的影响，可根据具体情况设置修正系数予以调整。

5 质量分级参数

连续加料电弧炉的质量分级以能耗作为主要评估参数，应符合GB/T 30839.1—2014中6.1和GB/T 2589—2020的规定，主要包括：

- a) 单位能耗，单位为千瓦时每吨（kW•h/t）；
- b) 单位电极消耗，单位为千克每吨（kg/t）或克每千瓦时（g/kW•h）。

6 质量分级条件

6.1 连续加料电弧炉的质量分级所涉及的能耗范围应符合GB/T 30839.1—2014第7章的规定。

6.2 连续加料电弧炉质量分级中的单位能耗所涉及的能耗包括：

- a) 电弧炉供电主电路输入端计的电耗，包括配套电炉变压器、电源装置、主电路输电线路和电热设备等的电耗；
- b) 电弧炉本体机电附属设备的电耗，如液压、电气传动系统及电气操作和测量系统等电耗；
- c) 辅助加热的能耗，主要考虑：燃气、碳粉，并将其折合成电耗。

6.3 连续加料电弧炉在运行过程中，对以下原因而增加的单位能耗不包括在内：

- a) 电弧炉炉体烘炉、升温、保温和洗炉的电耗；
- b) 运行过程中因待料、故障和停电造成的额外电耗；
- c) 不合格炉料而增加的单位能耗。

6.4 连续加料电弧炉质量分级中的单位电极消耗包括：

- a) 电弧炉运行中电极与炉料间起弧燃烧而发生的电极消耗量，包括电极端部消耗和表面氧化的消耗；
- b) 在电极提升、炉盖升降、旋转操作时，电极表面的氧化消耗；
- c) 电弧炉运行中电极端部、表面和电极接头的正常破损脱落损失，不包括因操作不当或电极本身质量问题，在冶炼过程中发生电极意外折断等导致的电极消耗。

7 质量等级划分及其指标

7.1 质量等级划分

连续加料电弧炉的质量分级评估以能耗参数为依据分为特等、一等、二等和三等，达不到三等的属于等外；应符合GB/T 30839.1—2014第8章的规定。

7.2 单位能耗等级划分及其指标

单位能耗等级划分及其指标见表1。

表1 单位能耗等级划分及其指标

炉子容量 C t	单位能耗 kW•h/t			
	特等	一等	二等	三等
$C < 80$	-	≤ 526	≤ 536	≤ 546
$80 \leq C < 160$	≤ 493	≤ 516	≤ 526	≤ 536
$C \geq 160$	≤ 478	≤ 496	≤ 506	≤ 516

表 1 (续)

注 1: 钢水出钢温度为 1610℃, 金属收得率为 90%条件下。
注 2: 表中所列能耗参数为冶炼普通碳素钢种的数值, 若要冶炼其他钢种, 应视具体情况予以修正。
注 3: 若碳粉、天然气消耗和金属收得率有所不同, 应根据具体情况予以修正。

7.3 单位电极消耗等级划分及其指标

单位电极消耗等级划分及其指标见表2。

表2 单位电极消耗等级划分及其指标

炉子容量 C t	电极直径 ϕ mm	单位电极消耗 kg/t			
		特等	一等	二等	三等
$C < 80$	≤ 500	-	≤ 1.3	≤ 1.5	≤ 1.8
$80 \leq C < 160$	500~650	≤ 0.8	≤ 1.0	≤ 1.2	≤ 1.4
$C \geq 160$	≥ 650	≤ 0.7	≤ 0.85	≤ 1.0	≤ 1.2

注: 表中所列能耗参数为冶炼优质碳素钢种的数值, 若冶炼其他钢种, 应根据具体情况予以修正。

7.4 其他条件

表1和表2中所列指标对连续加料电弧炉冶炼周期通常小于50 min。如果冶炼周期超过此范围, 应根据具体情况予以修正。

8 测量计算方法

8.1 通用要求

连续加料电弧炉能耗参数的试验条件和试验方法应符合GB/T 10066.1—2019及GB/T 10066.2—2019的有关规定, 在电弧炉连续正常稳定冶炼生产的情况下测得的有效值。

8.2 单位能耗的测量

8.2.1 单位能耗按式(1)计算:

$$N = \frac{W_1 + W_2 + W_3}{G} \dots\dots\dots (1)$$

式中:

N ——电弧炉单位能耗, 单位为千瓦时每吨(kW·h/t);

W_1 ——电弧炉主电路上冶炼开始和冶炼结束有功电度表的差值, 单位为千瓦时(kW·h);

W_2 ——电弧炉附属设备, 如液压、电气传动系统及电气操作控制测量系统的电耗(即不是由电弧炉主电路供电的附属设备), 单位为千瓦时(kW·h);

W_3 ——喷吹的碳粉、燃气折算为电能的耗量, 单位为千瓦时(kW·h);

G ——钢水质量，单位为吨（t）（对于连续加料电弧炉，钢水重量应扣除上一炉冶炼后的留钢量与本炉冶炼出钢后的留钢量的数量之差）。

8.2.2 单位能耗不包括电弧炉排烟除尘装置和炉子冷却水的循环处理所消耗的电能。

8.2.3 单位能耗折算方法：单位能耗（kW·h/t）=电耗量（kW·h/t）+燃气耗量（m³/t）×9.8804+碳粉耗量（kg/t）×7.9040。连续加料电弧炉全废钢冶炼时各能源单位消耗量可参考附录 A，各能源折合转化为标准煤参考系数可参考附录 B。

8.2.4 若炉料中有海绵铁，或是兑入铁水等情况，本文件不适用。

8.3 单位电极消耗的测量

8.3.1 单位电极消耗按式（2）或式（3）计算：

$$K = \frac{g_1 - g_2}{G} \dots\dots\dots (2)$$

$$K = \frac{g_1 - g_2}{W_1} \dots\dots\dots (3)$$

式中：

K ——单位电极消耗，单位为千克每吨（kg/t）或克每千瓦时（g/kW·h）；

g_1 ——测量前称量电极质量，单位为千克（kg）；

g_2 ——测量后称量电极质量，单位为千克（kg）；

G ——钢水质量（出钢量），单位为吨（t）；

W_1 ——电弧炉主电路冶炼开始至冶炼结束，有功电度表的差值，单位为千瓦时（kW·h）。

8.3.2 测量中使用的电极为国产超高功率电极。如果使用其他种类的电极，应乘以相应的修正系数予以调整。

8.3.3 炉子运行中若发生待料、故障停电等事故，则此炉得出的数据作废，重新进行测试。

8.3.4 炉子运行中，发生电极非正常折断、脱落等事故，应将此部分电极质量扣除，或者将此炉得出的数据作废，重新进行测量。

8.3.5 若炉料中加入海绵铁，或是兑入铁水，单位电极消耗会有较大的差别，本文件不适用。

附录 A

(资料性)

连续加料电弧炉全废钢冶炼时各能源单位耗量参考表

表A.1给出了连续加料电弧炉全废钢冶炼时各能源单位耗量参考值。

表A.1 全废钢冶炼时各能源单位耗量参考值表

炉子容量 C t	能源名称	单位	各等级下的各项单位耗量参考值			
			特等	一等	二等	三等
$C < 80$	碳粉	kg/t	-	≤ 15.4	≤ 15.4	≤ 15.4
	天然气	Nm ³ /t	-	≤ 4.5	≤ 4.5	≤ 4.5
	电耗	kW·h/t	-	≤ 360	≤ 370	≤ 380
$80 \leq C < 160$	碳粉	kg/t	≤ 15	≤ 15.4	≤ 15.4	≤ 15.4
	天然气	Nm ³ /t	≤ 4	≤ 4.5	≤ 4.5	≤ 4.5
	电耗	kW·h/t	≤ 335	≤ 350	≤ 360	≤ 370
$C \geq 160$	碳粉	kg/t	≤ 15	≤ 15.4	≤ 15.4	≤ 15.4
	天然气	Nm ³ /t	≤ 4	≤ 4.5	≤ 4.5	≤ 4.5
	电耗	kW·h/t	≤ 320	≤ 330	≤ 340	≤ 350

附 录 B

(资料性)

各种能源折合标准煤参考系数表

表B.1给出了连续加料电弧炉全废钢冶炼时各能源折合标准煤参考系数。

表 B.1 能源折合标准煤参考系数表

能源名称	单位	折标准煤系数
碳粉	kg	0.9714 kgce/kg
天然气	m ³	1.2143 kgce/m ³
电耗	kW·h	0.1229 kgce/kW·h
