



中华人民共和国国家标准

GB/T 41994—2022/ISO 13578:2017

工业炉及相关工艺设备 电弧炉炼钢 机械和设备的安全要求

Industrial furnace and associated processing equipment—Safety requirements for
machinery and equipment for production of steel by electric arc furnaces

(ISO 13578:2017, IDT)

2022-10-12 发布

2023-05-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
国家标准化管理委员会

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	4
4 缩略语	7
5 重大危险	7
6 安全要求和(或)措施	7
6.1 一般要求	7
6.2 重大危险、危险情况、安全要求和(或)措施清单	13
7 安全要求和(或)措施验证	18
8 使用信息	18
8.1 一般要求	18
8.2 警示装置和安全标志	18
8.3 最低限度标记	18
8.4 附带文件	18
8.5 人员培训	21
附录 A (规范性) 噪声测试准则	22
A.1 通则	22
A.2 声功率级的确定	22
A.3 发射声压级确定	22
A.4 测量不确定度	23
A.5 操作条件	23
A.6 信息记录和报告	23
A.7 确定和检测噪声发射值	24
附录 B (资料性) 本文件所涵盖的设备	25
附录 C (资料性) 电弧炉示例	27
参考文献	29

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。

本文件等同采用 ISO 13578:2017《工业炉及相关工艺设备 电弧炉炼钢机械和设备的安全要求》。

本文件做了下列最小限度的编辑性改动：

——增加了 3.18.1~3.18.3、6.1.1~6.1.3、6.1.5、6.1.6、6.1.10.6、6.1.10.8、6.1.12、8.3 的“注”；

——增加了图 B.1 的“注 2”；

——由于原文编辑性错误，将文中废止的引用标准“EN 13463-1”的相关内容删除。

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。

本文件由中国电器工业协会提出。

本文件由全国工业电热设备标准化技术委员会(SAC/TC 121)归口。

本文件起草单位：西安电炉研究所有限公司、中冶赛迪工程技术股份有限公司、中冶京诚工程技术有限公司、四川冶控集团有限公司、长春市兴海电炉有限责任公司、西安慧金科技有限公司、陕西科汇热工技术有限责任公司、广东飞成新材料有限公司、西安晶中生科技有限公司、安标(福建)安全技术服务有限公司。

本文件主要起草人：肖学文、余维江、李琨、张勇、彭可雕、田杭亮、石秋强、张玉华、李志、杨佳、曹姣、黄晓军、张建联、段春芳、易仲辉、陈伟。

工业炉及相关工艺设备 电弧炉炼钢机械 和设备的安全要求

1 范围

本文件规定了不含放射性物质的电弧炉(EAF)炼钢通用安全要求。

注：放射性物质在进入钢厂前进行检测。

本文件涉及表1中列出的与EAF相关的重大危险、危险情况和危险事件，当按照设想和制造商预期条件下使用时，还包括可预见失灵和误用时的故障。

本文件规定了生产过程中集成设备和装备的准则。

本文件规定了在设备设计、运输、装配、调试、运行、维护和退役过程中保证人员安全的要求。

本文件假定由经过充分培训的人员操作和维护设备，将手动设置、调整和维护作为设备正常使用的一部分。

本文件适用于以下设备(见附录B的表B.1和表B.2,附录C的图C.1和图C.2)：

- 交流电(AC)技术EAF；
- 直流电(DC)技术EAF；
- 废钢预热技术；
- 相关设备、装置(例如惰性气体搅拌、碳和氧喷吹系统)。

本文件不适用于以下设备：

- 感应炉；
- 电阻EAF(如埋弧炉)；
- 电子束炉；
- 等离子炉；
- 其他二次精炼用电炉，如钢包精炼炉。

本文件未对下列设备规定安全要求，这些设备可以是本范围内设备的组成部分或补充部分：

- 起重机；
- 炉壳吊具；
- 废钢料篮、钢包、渣罐；
- 废钢料篮、钢包和渣罐运输车；
- 除尘系统；
- “狗窝”和“象屋”(因环境原因而设置的炉罩)；
- 合金系统；
- 独立的废钢干燥设备；
- 炉用变压器和高压系统；
- 机器人、机械手(例如温度测量和取样使用)。

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 5226.1—2019 机械电气安全 机械电气设备 第1部分:通用技术条件(IEC 60204-1:2016, IDT)

GB/T 15706—2012 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小(ISO 12100:2010, IDT)

GB/T 16855.1—2018 机械安全 控制系统安全相关部件 第1部分:设计通则(ISO 13849-1:2015, IDT)

GB/T 17248.3—2018 声学 机器和设备发射的噪声 采用近似环境修正测定工作位置和其他指定位置的发射声压级(ISO 11202:2010, IDT)

ISO 3864-1 图形符号 安全色和安全标志 第1部分:安全标志和安全标记的设计原则(Graphical symbols—Safety colours and safety signs—Part 1; Design principles for safety signs and safety markings)

注: GB/T 2893.1—2013 图形符号 安全色和安全标志 第1部分:安全标志和安全标记的设计原则(ISO 3864-1:2011, MOD)

ISO 3864-2 图形符号 安全色和安全标志 第2部分:产品安全标签的设计原则(Graphical symbols—Safety colours and safety signs—Part 2; Design principles for product safety labels)

注: GB/T 2893.2—2020 图形符号 安全色和安全标志 第2部分:产品安全标签的设计原则(ISO 3864-2:2016, MOD)

ISO 3864-3 图形符号 安全色和安全标志 第3部分:安全标志用图形符号设计原则(Graphical symbols—Safety colours and safety signs—Part 3; Design principles for graphical symbols for use in safety signs)

注: GB/T 2893.3—2010 图形符号 安全色和安全标志 第3部分:安全标志用图形符号设计原则(ISO 3864-3:2006, MOD)

ISO 4413 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求(Hydraulic fluid power—General rules and safety requirements for systems and their components)

注: GB/T 3766—2015 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求(ISO 4413:2010, MOD)

ISO 4414 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求(Pneumatic fluid power—General rules and safety requirements for systems and their components)

注: GB/T 7932—2017 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求(ISO 4414:2010, IDT)

ISO 4871 声学 机器和设备噪声发射值的标示和验证(Acoustics—Declaration and verification of noise emission values of machinery and equipment)

注: GB/T 14574—2000 声学 机器和设备噪声发射值的标示和验证(eqv ISO 4871:1996)

ISO 7010 图形符号 安全色和安全标志 注册安全标志(Graphical symbols—Safety colours and safety signs—Registered safety signs)

注: GB/T 31523.1—2015 安全信息识别系统 第1部分:标志(ISO 7010:2011, MOD)

ISO 7731 人类工效学 公共场所和工作区域的险情信号 险情听觉信号(Ergonomics—Danger signals for public and work areas—Auditory danger signals)

注: GB/T 1251.1—2008 人类工效学 公共场所和工作区域的险情信号 险情听觉信号(ISO 7731:2003, IDT)

ISO 8995-1 工作场所的照明 第1部分:室内(Lighting of work places—Part 1: Indoor)

ISO 11064-1 控制中心的人类工效学设计 第1部分:控制中心的设计原则(Ergonomic design of control centres—Part 1; Principles for the design of control centres)

注: GB/T 22188.1—2008 控制中心的人类工效学设计 第1部分:控制中心的设计原则(ISO 11064-1:2000, IDT)

ISO 11428 人类工效学 险情视觉信号 一般要求、设计和检验(Ergonomics—Visual danger signals—General requirements, design and testing)

- 注: GB/T 1251.2—2006 人类工效学 险情视觉信号 一般要求、设计和检验(ISO 11428:1996, IDT)
ISO 11429 人类工效学 险情和信息的视听信号体系(Ergonomics—System of auditory and visual danger and information signals)
- 注: GB/T 1251.3—2008 人类工效学 险情和信息的视听信号体系(ISO 11429:1996, IDT)
ISO/TR 11688-1 低噪声机器和设备设计实施建议 第1部分:规划(Acoustics—Recommended practice for the design of low-noise machinery and equipment—Part 1: Planning)
- 注: GB/T 25078.1—2010 声学 低噪声机器和设备设计实施建议 第1部分:规划(ISO/TR 11688-1:1995, IDT)
ISO 13574 工业炉及相关工艺设备 词汇(Industrial furnaces and associated processing equipment—Vocabulary)
- ISO 13732-1 热环境的人类工效学 人接触表面反应的评估方法 第1部分:热表面(Ergonomics of the thermal environment—Methods for the assessment of human responses to contact with surfaces—Part 1: Hot surfaces)
- ISO 13849(所有部分) 机械安全 控制系统安全相关部件(Safety of machinery—Safety-related parts of control systems)
- 注: GB/T 16855(所有部分) 机械安全 控制系统安全相关部件[ISO 13849(所有部分)]
ISO 13857 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离(Safety of machinery—Safety distances to prevent hazard zones being reached by upper and lower limbs)
- 注: GB/T 23821—2009 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离(ISO 13857:2008, IDT)
ISO 14120 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求(Safety of machinery—Guards—General requirements for the design and construction of fixed and movable guards)
- 注: GB/T 8196—2018 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置的设计与制造一般要求(ISO 14120:2015, IDT)
ISO 14122-1 机械安全 接近机械的固定设施 第1部分:固定设施的选择及接近的一般要求(Safety of machinery—Permanent means of access to machinery—Part 1: Choice of fixed means and general requirements of access)
- 注: GB/T 17888.1—2020 机械安全 接近机械的固定设施 第1部分:固定设施的选择及接近的一般要求(ISO 14122-1:2016, IDT)
ISO 14122-2 机械安全 接近机械的固定设施 第2部分:工作平台与通道(Safety of machinery—Permanent means of access to machinery—Part 2: Working platforms and walkways)
- 注: GB/T 17888.2—2020 机械安全 接近机械的固定设施 第2部分:工作平台与通道(ISO 14122-2:2016, IDT)
ISO 14122-3 机械安全 接近机械的固定设施 第3部分:楼梯、阶梯和护栏(Safety of machinery—Permanent means of access to machinery—Part 3: Stairs, stepladders and guard-rails)
- 注: GB/T 17888.3—2020 机械安全 接近机械的固定设施 第3部分:楼梯、阶梯和护栏(ISO 14122-3:2016, IDT)
ISO 14122-4 机械安全 接近机械的固定设施 第4部分:固定式直梯(Safety of machinery—Permanent means of access to machinery—Part 4: Fixed ladders)
- 注: GB/T 17888.4—2020 机械安全 接近机械的固定设施 第4部分:固定式直梯(ISO 14122-4:2016, IDT)
ISO 16069 图形符号 安全标志 安全路径指示系统[Graphical symbols—Safety signs—Safety way guidance systems(SWGS)]
- 注: GB/T 23809.1—2020 应急导向系统 设置原则与要求 第1部分:建筑物内(ISO 16069:2017, MOD)
IEC 60519-4 电热装置的安全 第4部分:对电弧炉装置的特殊要求(Safety in electroheat installations—Part 4: Particular requirements for arc furnace installations)

注：GB 5959.2—2008 电热装置的安全 第2部分：对电弧炉装置的特殊要求(IEC 60519-4:2006, IDT)

IEC 61310-1 机械安全 指示、标志和操作 第1部分：关于视觉、听觉和触觉信号的要求(Safety of machinery—Indication, marking and actuation—Part 1: Requirements for visual, acoustic and tactile signals)

注：GB/T 18209.1—2010 机械电气安全 指示、标志和操作 第1部分：关于视觉、听觉和触觉信号的要求(IEC 61310-1:2007, IDT)

IEC 61310-2 机械安全 指示、标志和操作 第2部分：标志要求(Safety of machinery—Indication, marking and actuation—Part 2: Requirements for marking)

注：GB/T 18209.2—2010 机械电气安全 指示、标志和操作 第2部分：标志要求(IEC 61310-2:2007, IDT)

IEC 61310-3 机械安全 指示、标志和操作 第3部分：振动器的位置和操作的要求(Safety of machinery—Indication, marking and actuation—Part 3: Requirements for the location and operation of actuators)

注：GB/T 18209.3—2010 机械电气安全 指示、标志和操作 第3部分：振动器的位置和操作的要求(IEC 61310-3:2007, IDT)

IEC 61511-1 功能安全 过程工业领域安全仪表系统 第1部分：框架、定义、系统、硬件和软件要求(Functional safety—Safety instrumented systems for the process industry sector—Part 1: Framework, definitions, system, hardware and application programming requirements)

注：GB/T 21109.1—2007 过程工业领域安全仪表系统的功能安全 第1部分：框架、定义、系统、硬件和软件要求(IEC 61511-1:2003, IDT)

IEC 62061 机械安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全(Safety of machinery—Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems)

注：GB 28526—2012 机械电气安全 安全相关电气、电子和可编程电子控制系统的功能安全(IEC 62061:2005, IDT)

3 术语和定义

GB/T 15706—2012 和 ISO 13574 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

ISO 和 IEC 维护的用于标准化的术语数据库地址如下：

——IEC 电子百科：<http://www.electropedia.org/>

——ISO 在线浏览平台：<http://www.iso.org/obp>

3.1

炉次周期 heat cycle

出钢至出钢周期，规定了通电和断电的连续两炉出钢间的时间。

3.2

钢包 ladle

用于盛放、运输、装卸铁水(钢水)的容器。

3.3

工作位置 workstation

用于人员操控、生产、维护(3.18)活动的预定位置。

注：主工作位置为 EAF 控制室(3.3.1)、现场控制台(3.3.2)、便携式无线控制箱(3.3.3)。

3.3.1

EAF 控制室 EAF control room

EAF 主控制台和监控设备所在地。

注：在生产过程中，需要操作人员长期值守的地方。

3.3.2

现场控制台 local control stand

常位于设备附近的控制单元。

注：在生产过程中(如出钢时)，需要操作人员临时值守的地方。

3.3.3

便携式无线控制箱 portable wireless control box

连接控制系统的移动控制单元。

注：可用便携式无线控制箱，如更精确地定位设备。

3.4

倾动 tilting

转动炉体使钢水或炉渣从预定的开口排出。

3.5

锁定装置 blocking device

将设备固定在指定位置的装置。

3.6

旋转架 gantry

用于提升旋转炉盖和立柱、电极横臂的结构。

3.7

高压开关柜 high-voltage switch gear

EAF 断路器，用于连接或断开 EAF 与高压电源的连接。

3.8

电抗器 reactor

增加 EAF 系统电抗的装置。

3.9

炉变压器 furnace transformer

将高压电源转换为电弧电压的装置。

3.10

合金系统 alloying system

为 EAF 储存和加入金属、非金属原料的装置。

3.11

电极接长系统 electrode nippling system

可以存储电极或添加新电极段的装置。

3.12

狗窝 dog house

建筑内 EAF 密闭罩，靠近 EAF。

注：作为间接排烟系统，最大限度地减少噪声传播。狗窝不在本文件的范围内。

3.13

象屋 elephant house

EAF 密闭罩，作为 EAF 建筑的一部分。

注：作为间接排烟系统，最大限度地减少噪声传播。象屋不在本文件的范围内。

3.14

气体净化系统 gas cleaning system

收集和处理产生的废气的设备。

3.15

大电流系统 high current system

变压器和电极之间的大电流连接线。

3.16

经过培训的人员 trained personnel

具有系统知识、背景、经验和能力的人,能够按照设备的预期工作和使用程序,对设备进行操作、维护。

3.17

授权人员 authorized personnel

由用户指定在特定设备上执行特定任务的经过培训的人员。

3.18

维护 maintenance

生产过程之外的活动。

3.18.1

检查 inspection

设备的基本查验。

注:如目测检查。

3.18.2

保养 service

定期更换喷枪,清洗喷枪、渣门等区域,润滑、调整限位开关。

3.18.3

维修 repair

设备完全停机时修理或更换损坏的部件。

注:设备完全停机即封闭入口。

3.19

安全布置图 safety layout

与 EAF 安全有关的事项和细节安排的图形概述。

3.20

制造商 manufacturer

声明对符合机械设计制造要求负责的自然人或法人。

注:机械的设计和制造过程可能涉及多个人或公司,但其中一个被认定为制造商。

3.21

安全通道 safety access

使用联锁防护装置或敏感保护设备进入危险区域,并由安全控制系统监控。

注 1:联锁防护装置和敏感保护设备的定义见 GB/T 15706—2012 的 3.27.4 和 3.28.5。

注 2:一般情况下,所有危险动作均停止。

3.22

启用按钮 enabling button

附加的手动驱动装置,与启动控制一起使用,当连续驱动时,发挥机器功能。

3.23

保持-运行控制装置 hold-to-run control device

仅在控制装置工作时启动和维护机器功能的控制装置。

[来源:GB/T 15706—2012,3.28.3,有修改]

4 缩略语

下列缩略语适用于本文件:

- AC:交流电(alternating current);
- CCTV:闭路电视(closed circuit television);
- DC:直流电(direct current);
- DRI:直接还原铁(direct reduced iron);
- EAF:电弧炉(electric arc furnace);
- EBT:偏心底出钢口(eccentric bottom tap-hole);
- HBI:热压铁块(hot briquetted iron);
- HMI:人机界面(human machine interface)。

5 重大危险

表1的第1列和第2列中列出了识别重大危险和危险情况,这些危险和危险情况是根据适用于本文件所列设备的风险评估确定的。由于EAF的设计不同,在任何情况下都应进行单独的风险评估,同时注意有关EAF的具体特点,以及EAF与其他设备及(或)建筑物部分之间的界面。

6 安全要求和(或)措施

6.1 一般要求

6.1.1 一般设计要求

符合本文件要求的EAF应符合本条款的安全要求和(或)措施要求。

本文件假定所使用的机械符合ISO 8995-1的规定,且有足够的工作场所提供照明条件。

制造商应根据预期用途进行结构总成的设计计算和记录。

注:预期用途如型钢、辅料。

安全装置在各自区域连续运行时,应保护安全装置不受损坏以达到预期的功能。

设计应特别注意以下方面的要求和构造细节:

- 实用性;
- 防护;
- 维修开口和清洁间隙;
- 逃生路线;
- 机械和材料的移动;
- 操作安全;
- 安全装置,如保持运行控制装置、紧急制动装置;
- 介质系统的要求;
- 炉渣区,如热防护;
- 能够容纳EAF钢水体积的钢水应急坑;
- 潜在环境条件,如地震。

6.1.2 电熔电源

电熔电源应符合 IEC 60519-4 的规定。

注：电熔电源包括高压开关柜、电抗器(如适用)、变压器、AC 或 DC 转换器(如适用)、互连大电流系统以及电缆。

6.1.3 低压电源和控制系统

低压电源应符合 GB/T 5226.1—2019 描述的相关安全规定。

注：低压电源包括低压开关柜、控制系统以及低压电缆。

6.1.4 炉体机械部件的连接和接地

为防止炉体机械部件之间的电位差,所有部件均应按照 IEC 60519-4 的要求进行连接和接地。

6.1.5 液压、气动、冷却和润滑系统

液压和气动液体系统及其部件应符合 ISO 4413 和 ISO 4414 的规定。

操作手册应给出关于系统填充介质后的使用说明,这些介质在极端环境温度下可能会凝固和(或)改变黏度,从而可引发危险情况。

冷却系统、液压系统和润滑系统的设计应注意温度、压力、火源以及气体或灰尘反应等造成的危害。

注 1：火源包括着火和有毒气体释放。

操作手册应说明炉内小(大)面积漏水的处理方法。一旦发生大量泄露,应向控制系统提供水流测量的指示,以便采取进一步的措施。

注 2：措施如停止水流。

应指定需要排放到专用水池的介质,并提供排放所需的设备。操作手册应给出排放说明。

6.1.6 熔融物

应将炉渣引至炉渣区。

炉渣区和出钢区应避免水和(或)潮湿。炉渣区的围墙应用耐火材料进行衬砌并给出指示,见 8.4.1.2。

注：炉渣区如炉渣罐、炉渣坑。

6.1.7 相关设备

EAF 的相关设备,例如:

——合金系统(储罐/容器、结构、排放/输送装置等);

——气体净化系统;

——狗窝或象屋;

——喷吹系统;

——电极接长系统;

——测温和取样设备;

——辅助设备;

——起重机;

——废钢料篮车、钢包以及渣罐;

——变压器和高压系统。

应在文件中进行描述并提供接入点的数据和安全装置信息(见图 B.1 和 8.4.1.3.5)。

6.1.8 人类工效学通则

6.1.8.1 一般要求

在设计 EAF 时应注意人类工效学,以减少操作员精神或身体的压力和紧张。在基本设计中,给操作员和 EAF 分配功能时应注意这些要求,见 EN 614-1。

人机界面(HMI)的所有要素,如控制、信号、数据显示要素,在设计上应易于理解,以便操作员和 EAF 之间能够进行清晰明确的相互作用。见 ISO 9355-1、ISO 9355-2、ISO 9355-3 和 ISO 11064-1。

特别注意以下事项。

- a) 由于加热工艺,取样和测温设备应提供长平衡杆。
- b) 人员工作区域应易于到达和疏散。
- c) 当需要频繁升降或使用重型机械工具时,应提供专用的起重辅助设备或常用起重装置的锚固点。
- d) 重型部件上应安装吊环螺栓或类似辅助工具,以便于吊装。如需进行手动操作,还需安装足够数量具有表面防滑功能(如网纹)的把手、手柄或抓手(如需要多人使用的情况)。
- e) 用于手动搬运部件的工作区设计应确保部件没有障碍物,从而不会妨碍操作员的活动。工作区应足够宽敞以处理靠近身体的手动负载。
- f) 需要定期维修的部件,应按 6.1.10 的要求提供检修通道。
- g) 防滑表面应符合 6.1.10.5 的要求。
- h) 振动保护应符合 6.1.24 的要求。
- i) 热保护应符合 6.1.22 的要求。

6.1.8.2 安装和维护时对人类工效学的特殊要求

应设计和制造现场组装机械部件的支撑物,并确保其稳定性和尽量减少人工搬运。

安装和后续维护过程中,电气接头、流体动力和电气连接等位置可能对操作员的姿势产生不利影响。按照 ISO 13857 的规定,此类位置应在操作员站立高度以上 400 mm~1 600 mm,并在上肢可及的范围内。

手轮、杠杆等的放置位置应在操作员站立高度以上 700 mm~1 600 mm,以尽量减少体力劳动。

6.1.9 液压系统和 EAF 变压器泄露

应提供集油坑、收集器或其他措施。应采取措施来防止收集的泄漏物燃烧。集油坑应设计防火。

6.1.10 通道

6.1.10.1 应限制进入危险区域并设置护栏。

以下情况除外:

- a) 经过培训的人员在进行不同的操作时需要畅通无阻的通道时;
- b) 经过培训的人员需要通道进行不同的操作时。

6.1.10.2 为使授权人员安全进出并在护栏保护区域停留,应采取下列技术安全措施:

- a) 进入条件:在确保危险区域内所有可能造成危险的能量来源保持安全状态(如停机、介质停止流动)之前,禁止进入;
- b) 停机或工作条件:在连锁防护装置关闭或者更换之前,不应开机。如果需要通过超控连锁防护装置在危险区域内进行危险活动(如维护、调整),应使用保持运行控制装置和启用按钮,并尽可能减速。应采用键控开关等操作方式将设备从正常操作(超控连锁)改为保持运行控制。

6.1.10.3 出入 EAF 控制室、控制台、地下区域、检查和保养层,应符合 ISO 13857、ISO 14122-1、ISO 14122-2、ISO 14122-3 和 ISO 14122-4 的规定。

6.1.10.4 护栏扶手应符合 ISO 14122-3 的规定。

6.1.10.5 通道和阶梯表面的防滑措施应符合 ISO 14122-3 的规定。

6.1.10.6 不能按照 ISO 13857 规定安全距离的可接触旋转或移动部件,应符合 ISO 14120 的规定。传动轴宜作标记,以便在其运转时直观地显示出来。

注:可接触旋转或移动部件如传动轴、联轴器、皮带和链条、滑轮和链轮等。

6.1.10.7 安全标志应符合 6.1.21.2 的规定。

6.1.10.8 如果有电击危险存在,运转时应关闭通道。

注:通道如炉盖、旋转架,见表 1。

6.1.11 安全相关的控制系统

应按照危险评估和 ISO 13849(所有部分)的规定选择安全相关的控制。

如需使用经安全完整性等级(SIL)认证的符合 IEC 61511-1 规定的设备,且其安全系统符合 ISO 13849(所有部分)的规定,采用以下程序:

- a) 应通过选择设备安全数据表中给出的 λ 值(λ_d 、 λ_{dd} 等),并按照 IEC 62061 中给出的硬件容错率和系统结构,计算出每小时危险故障率(PFHd);
- b) 得到计算值,应按照 GB/T 16855.1—2018 中的表 3 选择相应的性能等级。

6.1.12 危险区域

对于存在着火、有毒、气体或灰尘聚积、窒息等残留风险的区域,操作手册应明确具体操作。

注 1:具体操作如新鲜空气交换、除尘、个人防护设备。

对于存在突发火灾或熔融材料飞溅风险的区域,操作手册应明确具体操作。

如需进入较低层,应提供详细的使用说明。

注 2:较低层如坑、槽、封闭房间。

6.1.13 倾动平台的锁定装置

当旋转架旋转时,EAF 的倾动平台应在水平位置锁定。如果使用倾动油缸作为锁定装置,则应将止回阀直接安装在倾动油缸上,以免软管失效。同时应向操作员发出锁定装置状态(位置)的信号。

6.1.14 旋转架动作

按照 GB/T 16855.1—2018 规定的安全控制系统,在旋转架移动前,应提供以下联锁装置:

- a) 水平方向锁定的倾动平台;
- b) 电极锁定且位置高于上炉体;
- c) 炉盖锁定在上极限;
- d) 旋转架解锁;
- e) EAF 电源关闭。

应对上述设备的位置进行监控,并向位于控制位的操作员指示。

6.1.15 能量损失

如发生能量损失(液压、气动、电气),所有炉体部件,特别是炉体、炉盖、电极等,在不提供外部能量的情况下,应能手动操作进入稳定位置。

应提供辅助设备,例如设置氮气蓄能器将倾动平台移至水平位置。

必要时,应提供事故冷却水。

必要时,应提供应急电源。

如果在中断后重新供电,应避免任何不受控制的重新启动,见 ISO 14118。

6.1.16 电极夹持器

电极应使用弹簧力机械地夹紧。

应避免无意地打开电极夹持器。

应提供联锁装置:

- a) 防止电极夹持器在拆炉机关闭前松开;
- b) 使用键控开关防止电极夹持器意外松开。

6.1.17 EAF 控制室

视觉显示器的布置应无反射,且清晰可辨。

应确保操作员位置到 EAF 有良好视野直接或使用 CCTV。

操作员位置的设计应位于常用控制器舒适可及区域。偶尔使用的控制器应位于可及区域。

EAF 控制室应有如下配置或要求:

- a) 配备空调;
- b) 热绝缘;
- c) 噪声保护;
- d) 配备热反射窗;
- e) 配备特殊颜色玻璃的区域,以保护操作人员的眼睛免受高辐射光(弧光)照射;
- f) 防止外部冲击,如炉渣、钢渣飞溅;
- g) 远离大电流系统。

6.1.18 现场控制台

现场控制台应符合 GB/T 5226.1—2019 描述的相关规定。

必要时,应保护现场控制台(即临时工作地),应防辐射热、外部冲击(如炉渣、钢渣飞溅)、灰尘。

6.1.19 便携式无线控制箱

便携式无线控制箱(即临时工作地)应符合 GB/T 5226.1—2019 的 9.2.4.5 的规定。

6.1.20 个人防护设备(PPE)

生产商应在操作手册(见 8.4.1.2)中给出所需个人防护设备的类型要求。

6.1.21 警示

6.1.21.1 视觉和听觉危险信号

视觉和听觉危险信号应遵循以下要求:

- a) 听觉警示信号应符合 ISO 7731 的规定;
- b) 视觉危险信号的一般要求、设计和测试应符合 ISO 11428 的规定;
- c) 听觉和视听危险信息信号系统,应符合 ISO 11429 的规定;
- d) 视觉、听觉和触觉信号的电气要求应符合 IEC 61310-1 的规定;
- e) 指示、标记和驱动的电气要求应符合 IEC 61310-2 的规定;

- f) 驱动器的位置和操作的电气要求应符合 IEC 61310-3 的规定。
操作手册应包括此类设备的维护指南,见 8.4.2 g)。

6.1.21.2 安全标志

安全标志应遵循以下要求:

- a) 安全标志应符合 ISO 7010 的规定;
- b) 安全标志的设计原则应符合 ISO 3864-1 的规定;
- c) 产品安全标签的设计原则应符合 ISO 3864-2 的规定;
- d) 安全标志使用图形符号的设计原则应符合 ISO 3864-3 的规定;
- e) 安全通道引导系统(即逃生通道)应符合 ISO 16069 的规定。

6.1.22 表面温度和热辐射

受限区域以外的可接近或可触摸表面,其温度应不超过 ISO 13732-1 规定的接触时间和材料的燃烧阈值。如果不能保持这些限制,应采取额外的技术措施,例如绝缘、距离保护。这些措施应辅以警告指示,必要时穿戴个人防护设备。

6.1.23 噪声

6.1.23.1 设计在噪声源处降噪

在进行机械设计时,应按照 ISO/TR 11688-1 的要求考虑采取措施手段在噪声源处进行降噪。
宜参考的一般措施实例如下:

- 减少冲击力(例如通过衰减冲击);
- 减少震荡幅度或者振动频率(例如减少不平衡,增加质量);
- 减少气流噪声(例如消音器);
- 使用内部阻尼高的材料(例如铸件代替钢板结构,夹芯板)。

EAF 在进行废钢装料和熔化工艺时,产生的噪声非常高。目前还没有技术措施能够在熔化工艺时,对噪声源进行降噪。

注: ISO/TR 11688-2 提供了有关机械噪声产生机理的有用信息。

6.1.23.2 防护措施降噪

应提供隔音的 EAF 控制室,以保护操作人员。一般情况下,为确保控制室内的平均噪声不超过 80 dB(A),应将声音衰减幅度设置为 40 dB~50 dB。

注 1: 工业工作场所的最高噪声水平见我国相关国家标准。

注 2: 象屋或狗窝能用于降低 EAF 噪声传播。

应提供保护措施,例如:

- 通过独立的门廊进入控制室(如双门系统);
- 密闭罩(如液压泵站,变压器);
- 屏幕(如现场控制台);
- 消音器(如气动系统的阀门);
- 加大噪声源与 EAF 控制室的距离。

注 3: 能对这些防护措施的效果进行评估,例如使用针对炉罩的 ISO 11546(所有部分)、针对消音器的 ISO 11691 和 ISO 11820 以及针对屏幕的 ISO 11821。

6.1.23.3 信息降噪

如果在噪声源和(或)通过防护措施降噪效果不好,需要对操作员进行进一步保护。应将这些事项

告知用户,例如使用听力保护,见 8.4.1.2 e),在房间表面安装吸声材料内衬,见 8.4.1.2 e)。

6.1.24 振动

设计阶段应注意振动问题,见 EN 1299。

在 EAF 工艺过程中,不产生有害的手臂振动。

如果存在整体振动的风险,应进行振动测量,见 EN 14253。

注 1: 经验表明,该设备的手臂振动幅度一般明显低于 2.5 m/s^2 。

注 2: 在特定操作条件下的设备整体振动输出值不能代表所有条件。制造商根据本文件所公布的设备整体振动输出值,不用于确定设备振动对操作员的影响。

注 3: 有关振动测量不确定度以及验证振动值的信息,见 EN 12096。

6.1.25 爆炸防护特殊要求

熔化过程所需或由此产生的可燃粉尘、可燃气体,可在炉膛外部产生潜在的爆炸性环境,应适用下列具体要求。

对导致爆炸的危险情况进行风险评估,并应采取符合安全要求的设计、施工措施。有关防爆防护基本概念和方法的详细信息,见 EN 1127-1。

防护措施、防护类型应按以下顺序应用:

- a) 确保不能出现火源;
- b) 确保火源不能生效;
- c) 防止爆炸气氛接触火源;
- d) 防止火焰蔓延,例如覆盖液压软管。

应使用合适的电气设备和非电气设备来预防潜在爆炸性气体、蒸汽、雾气和粉尘环境的点火危险。

注: 电气设备的相关规定见 IEC 60079-0。

应将用于排放易燃粉尘、气体、蒸汽或雾气的管道、软管和管线相连接并接地,见 6.1.4。操作手册应注明相关信息。

6.1.26 安全布置图

制造商应编制 EAF 安全布置图。安全布置图展示 EAF 周边安全相关要素和区域的空间布置,并应包括一个关键点。

安全布置图应作为使用信息的一部分。安全布置图提供的信息与使用信息应建立明确的关系。

注: 特殊事项由制造商和用户共同明确,特别是(设备或建筑物)逃生通道或消防器材。

如适用,应包含下列内容:

- a) 危险区[与单个和(或)联动机械有关];
- b) 具有特定残留风险的区域,如二氧化碳消防器材,窒息气体的影响;
- c) 护栏;
- d) 安全通道;
- e) 逃生通道;
- f) 具有安全相关功能的临时控制装置或控制台;
- g) 紧急制动装置;
- h) 警示装置和安全标志。

6.2 重大危险、危险情况、安全要求和(或)措施清单

表 1 目的是使设备设计者和制造商能采用一种合乎逻辑的方法,对照 EAF 重大危险清单检查

设计。

表 1 的结构如下：

- 第 1 列识别重大危险；
- 第 2 列描述危险情况；
- 第 3 列为组合措施或选项，规定安全要求和(或)措施，避免或减小危险和危险情况；
- 第 4 列提供参考措施的相关条款或标准。除另有说明，所示的所有引用适用于每一项措施；
- 第 5 列提供验证符合性的验证方法，缩写 V、T、M、D 分别定义如下：

V：目视检查验证组件所需的特性；

T：试验或测试来验证所提供的特性是否满足功能需求；

M：测量鉴别是否满足特定限值的要求；

D：图纸和(或)计算鉴别所提供的组件设计特性是否满足要求。

在实施安全要求和(或)措施时，应注意危险情况发生。

表 1 重大危险、危险情况、安全要求和(或)措施

重大危险	危险情况	安全要求和(或)措施	文件 章条号	验证
一般要求				
组合危险	未授权进入	限制未授权人员进入	6.1.1 6.1.10	V、D
		提供警示标志和视觉和(或)听觉信号	6.1.21	V、D、T
		提供装置使 EAF 控制室能够清楚观测到重要区域	6.1.17	V、D
		操作、维护指令；安全工作程序使用建议，如安全锁的使用，授权人员专用通道	8.4.1.2	V
滑倒、绊倒、跌落	在台阶、楼梯、平台或走道上发生	平台或走道开口处应安装护栏和踢脚板等	6.1.10	V、D
		台阶应配备扶手或同等保护装置	6.1.10	V、D
		楼梯、通道、平台的踏面应防止打滑，并应方便清除油污等	6.1.10	V、D
包括废钢预热 EAF				
整体和稳定性	装料、出渣、出钢时，炉体的倾斜位置(强制、非强制)	用联锁装置避免不受控的炉体运动	6.1.13	V、D、T
	炉体运动失控(失控的整体运动)			
	失控可导致钢水流出破坏结构			
带电部件	检查、维修炉盖和龙门架时靠近电极臂，靠近运动部件并造成电击	提供联锁装置防止通电时接近炉盖和龙门架	6.1.10 6.1.11 6.1.14	V、D、T
	炉体电位差	消除炉体不同部件的电位差(如炉体、炉盖、龙门架)	6.1.4	V、D、M

表 1 重大危险、危险情况、安全要求和(或)措施(续)

重大危险	危险情况	安全要求和(或)措施	文件 章条号	验证
电磁场	引起电磁干扰,如植入物、起搏器	提供警示标志	6.1.21	V、D
		操作、维护说明:身体有植入物的人员不宜在此区域工作,如“装有起搏器的人员”	8.4.1.2	V
漏水	炉内少量漏水,可直接蒸发	操作、维护说明	8.4.1.2	V
	炉内大量漏水	提供设备监控冷却水参数,如温度、压力、流量等	6.1.5 6.1.11	V、D、T、M
		提供方便操作人员在 EAF 控制室关闭水路的设备,如自动阀门	6.1.5 6.1.11	V、D、T
		操作、维护说明:所有水蒸发完前,炉体不应运动,紧急情况下采取措施	8.4.1.2	V
	水与钢水或钢渣之间的反应	炉下坑内应禁止积水	6.1.6	V
		将冷却水从 EAF 排到安全区域	6.1.5	V、D
操作、维护说明		8.4.1.2	V	
气体、微粒反应	烟道内气体反应	排气系统发生故障时,EAF 应自动关闭	6.1.11 6.1.25	V、D、T
		操作、维护说明	8.4.1.2	V
意外反应	钢水、钢渣的化学反应; EAF 或钢包溢出钢渣	出钢和除渣区应设计为隔离和无水区,均应内衬耐火材料	6.1.6	V、D
		操作、维护说明:只有干燥合金和其他材料才能加入钢水	8.4.1.2	V
组合危险	在移动时炉盖和电极接触,加热部件和材料的喷射	应防止设备运动失控(顺序工艺步骤和电气联锁)	6.1.11 6.1.15	V、D、T
		炉盖旋转前应提升炉盖和电极	6.1.11 6.1.15	V、D、T
		应监测终点位置	6.1.11 6.1.15 6.1.17	V、D、T
		操作、维护说明:电极夹持在合适长度	8.4.1.2	V
	在出钢区域工作	操作、维护说明:运行时,宜禁止人员进入或停留在该区域	6.1.10 8.4.1.2	V
	除渣	操作、维护说明:除渣时,宜禁止人员进入渣坑区	6.1.10 8.4.1.2	V
	在除渣区工作	不应将 EAF 倾斜至除渣位置	6.1.11	V、D、T
		提供进入除渣区的入口概念。 注:一般适用于新建项目,改造项目由用户负责。	6.1.10	V、D、T
		操作、维护说明:未授权人员不宜进入或在该区域停留	6.1.10 8.4.1.2	V

表 1 重大危险、危险情况、安全要求和(或)措施 (续)

重大危险	危险情况	安全要求和(或)措施	文件 章条号	验证	
中断后重启电源	炉盖、炉体、锁定装置、出钢口装置运动失控	提供安全控制系统	6.1.11 6.1.15	D、T	
		操作、维护说明;未授权人员不宜在场	6.1.10 8.4.1.2	V	
动力供应故障	动力供应故障(液压、气动、电动)导致设备运动失控	确保安全状态,尤其是 EAF 所有部件,特别是炉体、炉盖和电极,不提供外部动力的情况下,应通过人工操作进入稳定状态	6.1.11 6.1.15 6.1.17	D、T	
		操作、维护说明	8.4.1.2	V	
电极意外掉落	电极掉落	防止因控制系统或动力供应故障导致夹持器松动	6.1.11 6.1.16	D、T	
		正常操作状态下,无掉落指令(如启用按钮)	6.1.11 6.1.16	D、T	
与气体、烟雾、 灰尘接触	暴露的气体、烟雾、灰尘	气体、烟雾、灰尘应从车间排出	6.1.12	V、D、T	
		排气系统发生故障时,EAF 应自动关闭	6.1.11	D、T	
		操作、维护说明	8.4.1.2	V	
物体跌落、钢、 渣飞溅	用废钢料篮装料时,有 人员在场	填装废钢时提供防护装置(如起重机驾驶舱遮 盖防护对起重工进行保护)	6.1.18 6.1.20	V、D	
		操作、维护说明;在装料期间,危险区域不宜有 人员停留	6.1.10 8.4.1.2	V	
	—	用翻斗升降机装料时,有 人员在场	填装废钢时提供防护装置(如护栏或通道遮 盖)	6.1.10	V、D
		操作、维护说明;在装料期间,危险区域不宜有 人员停留	6.1.10 8.4.1.2	V	
EAF 控制室和本地控制台					
滑倒、绊倒、跌落	发生危险时逃生	提供带标识的安全逃生通道	6.1.1 6.1.21.2 6.1.26	V、D	
		逃生通道只设置直梯(非螺旋梯),空间足够 宽,便于救援担架搬运	6.1.1 6.1.10	V、D	
		地板要使用防滑材料	6.1.10.5	V、D	
热、冷、通风	热或冷工作环境; 现场控制台通风条件	热隔离按照 ISO 11064-1 的要求	ISO 11064-1	V、D	
		热反射窗户按照 ISO 11064-1 的要求	ISO 11064-1	V、D	
		空调按照 ISO 11064-1 的要求	ISO 11064-1	D、T、M	

表 1 重大危险、危险情况、安全要求和(或)措施(续)

重大危险	危险情况	安全要求和(或)措施	文件 章条号	验证
组合危险	零件弹射	提供固定或可移动的防护墙	6.1.1	V、D
		保持安全距离	6.1.1	D
		耐冲击玻璃、合格的材料和墙壁	6.1.17	V、D
	车辆、起重机或移动负载的撞击	选择安全位置	6.1.1	D
		在适当位置固牢防撞装置(如栅栏、护柱)	6.1.1	V、D
		固定在建筑物结构上	6.1.1	V、D
		操作、维护说明:负载起重机禁止在控制台通过	8.4.1.2	V
撞击	零件撞到 EAF 控制室或控制台	防外部冲击设计(如防护网、耐冲击玻璃)	6.1.17	D
噪声	听力障碍:因语言沟通影响及无法感知声音讯号而导致的意外	—	—	—
	EAF 控制室	设计降低噪声,如提供隔音控制室	6.1.23.1 6.1.17	D、M
	现场控制台	提供措施降低噪声(如降音仓)	6.1.23.2	V、D
		操作、维护说明:在现场控制台工作,佩戴特殊个人防护设备(听力保护)	6.1.20 8.4.1.2	V
振动	振动传播	控制室应与振动源隔离	6.1.24	D、M
视力障碍	操作员因光线不足或眩晕导致操作失误	提供充足光线	6.1.1 6.1.17	V、D、M
		组合或筛选光源,避免或减少眩光	6.1.17	V、D
		提供有色玻璃(适当)材料,以防止外界眩光	6.1.17	V、D
		操作、维护说明:照明系统维护	8.4.1.2	V
可见光、红外线、紫外线	强辐射光线,影响操作员视力	应在 EAF 控制室或控制台配备特殊颜色玻璃	6.1.17	V、D
操作员精神超负荷,疲劳,注意力下降	过度压力和紧张	工作场所的设计注意人类功效学要求	6.1.8	V、D
	屏幕和控制仪器数量过多,产生过度压力	尽可能使用自动化操作	6.1.11	D
		所有需要操作员完成的安全相关信息,应在主监控器上显示	6.1.8	V、D
		操作员需要时刻关注的信息,应只显示在一个或两个监控器上	6.1.8	V、D
一个监控器上信息过多,产生过度压力	对监控器显示内容进行人类功效学可视化	6.1.8	V、D	
人类功效学原则	对工作人员作业能力的影响	遵循人类工效学要求,如在 EAF 控制室内:安装可视化控制系统、安装 CCTV 对 EAF 进行直观监控、安装空调等	6.1.8 6.1.17	V、D

7 安全要求和(或)措施验证

需要验证本文件的所有要求是否都已纳入 EAF 的设计和制造中。

验证要求在表 1 第 5 列中给出了定义。

电气安全的验证应符合 GB/T 5226.1—2019 的 18.2 和 IEC 60519-4 的要求。

噪声验证应按照附录 A 所列的噪声测试准则进行,验证在设计阶段所采取措施的有效性。

验证应在设备投入使用前尽快开展。

如果验证需要进行部分拆卸,例如访问权限,不应影响正在验证的功能。因验证停运的安全装置,应在验证完成前恢复。

8 使用信息

8.1 一般要求

使用信息是 EAF 设计的一个重要组成部分。应符合 GB/T 15706—2012 的 6.4 和本文件的要求。使用信息应包括通讯连接,例如:条文、文字、标记、信号、符号、图表等单独或组合使用的,向用户传递的信息。

8.2 警示装置和安全标志

警示装置和安全标志应符合 6.1.21 的要求。

8.3 最低限度标记

下列信息应清楚且长久地张贴:

注 1: 例如,在 EAF 控制室张贴信息。

- a) 制造商名称和地址、授权代理的名称和地址(如适用);
- b) 指定系列或类型(如有);
- c) 强制标记;

注 2: 例如,对于旨在欧洲经济区(EEA)销售的机器及其相关产品,如机械、低压、爆炸性气体、气体器具等,适用欧洲导则中定义的 CE 标志。

- d) 序号或机器号(如有);
- e) 制造完成年份。

按照 GB/T 5226.1—2019 的 16.4 中对电气设备外壳的标记要求,辅助电气设备应安装耐久板,其中应包含数据,包括保护等级。

8.4 附带文件

8.4.1 指导手册

8.4.1.1 一般要求

每台机器(设备)的指导手册应由制造商提供。手册中应指定特定机器(设备)的特性和措施。下列项目举例说明指导手册的结构和内容,应根据具体设备进行完善或补充。

8.4.1.2 机器(设备)声明

应提供下列资料:

- a) 制造商、机械类型、制造年份、序号(如有)；
- b) 技术文件(电路图、数据表、备件信息或参考资料)；
- c) 预定用途的附加(可选)机械接口详细信息；
- d) 非预定用途(如禁止使用特定辅助设备、禁止使用特定材料)；
- e) 按照附录 A 确定的噪声发射值,宜佩戴听力保护装置(如有需要)；
- f) 辅助设备描述及控制系统的安装(如紧急制动、安全装置效果)；
- g) 熔融材料信息(如引渣、避免水或湿气等)。

8.4.1.3 详细信息(说明)

8.4.1.3.1 安全布置

安全布置的详细内容见 6.1.26。

8.4.1.3.2 设备运输和组装说明

应提供设备运输、装配和安装说明,特别包括下列说明或要求:

- a) 安全吊装说明(如运输设备、吊环、重心)；
- b) 运输重量；
- c) 运输并在调试前拆除安全装置；
- d) 连接点的正确连接说明；
- e) 严禁未经授权的重建和改建；
- f) 厂房布局、安装条件(如地基图、建筑物要求)；
- g) 机械或机器单个部件的安装(组装),特别是机械位置或建筑物需要安全防护或降低风险时；
- h) 烟气和粉尘排放,与排气系统的连接。

8.4.1.3.3 设备调试和拆卸信息

应提供有关重大风险和必要补救措施的详细信息。特别包括下列详细信息:

- a) 能源供应(电力、液压、气动)；
- b) 装入量；
- c) 流体规格；
- d) 特殊设备的安装；
- e) 安全启动、操作、停机；
- f) 调试前安全装置的检查和打样；
- g) 未经授权的重建和修改；
- h) 栅栏或护栏保护区的残余风险；
- i) 去功能化的参考(例如:高压流体的处理、排空说明、放射性物质的处理)；
- j) 操作人员资格参考；
- k) 泄露导致的注水说明；
- l) PPE 的需求和使用信息。

8.4.1.3.4 设备相关的操作说明

应提供以下操作说明:

- a) 可用的安全装置；
- b) 安全装置说明书；

- c) 定期检查安全装置；
- d) 重大危害(如电流、液压,特别是安装和安装后重新启动时)；
- e) 对人体健康会产生伤害的可以产生烟尘的加工材料,包括清理要求；
- f) 安全相关控制系统描述；
- g) 操作人员的资质水平信息；
- h) 对操作人员进行机器操作的指导和培训；
- i) 发生故障或异常操作时采取的措施；
- j) 因下列原因造成的风险：
 - 1) 未释放压力；
 - 2) 可编程电子系统故障；
 - 3) 火灾；
 - 4) 噪声；
 - 5) 工作区表面温度过高；
 - 6) 材料飞溅；
 - 7) 流体飞溅；
 - 8) 栅栏或护栏区。
- k) 特定风险需要偶尔进入的情况下(例如:维修、排除故障),在指导手册和机器上用与危险性质有关的标记或符号标记风险性质。如果保护装置在此操作中不起作用,应注明需采取的措施(见 6.1.10.2)。

8.4.1.3.5 关联设备

应提供关于关联设备和交接点的信息。

8.4.2 维护手册

维护手册应包含以下说明：

- a) 需进行的测试；
- b) 维护工作；
- c) 修理工作标准；
- d) 将能量来源进行隔离、消除或减少到无害水平；
- e) 对危险情况的防护措施,如定期检查壳体温度和耐火条件；
- f) 需要特殊知识或资质的维修活动；
- g) 安全装置的定期检查计划和检查频率,应在设计阶段根据装置的可靠性、性质和重要性确定；
- h) 预防措施(如更换易损件、润滑等)；
- i) 控制系统的错误信息及由此产生的操作；
- j) 在维修过程中,应关闭系统的哪些部分；
- k) 对现有剩余能量(液压油箱等)及其减少量的说明；
- l) 维修过程中需要电气隔离和接地；
- m) 热表面警告；
- n) 残余风险,例如：
 - 1) 辐射；
 - 2) 工作区域热表面；
 - 3) 存储能量；
 - 4) 材料飞溅；

- 5) 流体飞溅;
- 6) 拆除护栏后进入危险区域。

维修手册应包括以下内容:

- 安全布局;
- 参照图纸或电路图的备件清单;
- 说明故障原因和采取措施的故障清单。

8.5 人员培训

制造商应告知用户,对人员安全使用 EAF 进行必要的特定培训。

这样的特定培训应注意设备整个生命周期,并应特别涵盖以下操作条件:

- 设备开启;
- 正常操作;
- 非正常条件操作;
- 保养和维护;
- 关闭程序。

在过程控制电脑化的情况下,培训计划应具体包括不同操作模式下的人员与设备之间的互动:手动、自动、本地和维护控制。

制造商应通知用户定期对人员进行进修培训。

附录 A
(规范性)
噪声测试准则

A.1 通则

EAF 是根据客户要求定制的,不是标准件设备。EAF 是极端噪声设备,目前的技术水平无法在设计阶段将噪声发射降低到低值。因此,宜戴上适当的、有效的听力保护装置,才能在 EAF 周围工作。任何情况下都需在 EAF 控制室操作 EAF(见 6.1.17)。

EAF 的噪声发射取决于许多参数,尤其是下列参数:

- 废钢的种类和大小,包括装料程序;
- 有功功率和二次电压;
- 操作方式(熔化、泡沫渣操作、精炼等);
- 使用非电力能源(吹氧、氧燃烧嘴等);
- 粉末和(或)合金喷射。

以上参数在每个周期内以及用户之间是不同的,不能标准化。

为保证噪声发射值对 EAF 运行工况的可追溯性,允许试验重复进行,在进行噪声发射测量时,需要知道 EAF 主要运行参数值。噪声测试准则要求详细记录、报告和声明操作过程。

EAF 从不在制造现场操作。噪声发射测量只能在调试后进行。

本噪声测试准则规定了特定条件下有效进行 EAF 噪声发射特性的确定、声明和验证所需的所有信息。

一般来说,一台机器的噪声由两个量描述:在 EAF 控制室(永久工作站)和临时工作站(例如:现场控制台、取样和测温位置)的 A 计权声压级和 A 计权声功率级,被制造商用来声明噪声发射。

本噪声测试准则提供选择测量噪声合适标准的信息。本文件确保在使用的基本噪声测量方法的精度等级所规定范围内确定噪声发射的定量。一般应采用 2 级精度的方法(工程方法)。也能采用 3 级精度的方法(调查法),但应报告不采用 2 级精度方法的原因。

注:详细信息见 ISO 11200。

A.2 声功率级的确定

地面操作人员的 A 计权声压级远高于 80 dB,因此需要确定 EAF 的声功率级。安全原因(即大电流设备或电缆、出钢区、底部直接气体净化系统)及电磁场的存在,在运行中的 EAF 周围的接入受到限制。无法确定声功率级,也无法在 EAF 周围的布点上测量。

A.3 发射声压级确定

A 计权声压级应按照 GB/T 17248.3—2018 描述的发射声压级测量方法确定。由于存在一个主要噪声源(原料熔化过程中的电弧),根据局部环境 K3 修正值,能得到 2 级或 3 级的结果。

发射声压级至少应在下列工作位置确定:

- a) 熔炼和精炼时距炉渣门 5 m;
- b) 在出钢前或出钢时的出钢台;
- c) 在 EAF 控制室内,操作员位置。

在每个工作位置,应在三个连续的炉次中进行测量。选取的数值为这三个测量值的算术平均值。

A.4 测量不确定度

按照本文件确定的噪声发射值总标准偏差取决于测量方法的复现性标准偏差 σ_{R0} 和按照 GB/T 17248.3—2018 描述的标准偏差以及与操作、安装条件相关的不确定度标准偏差 σ_{omc} 。

总标准偏差结果按公式(A.1)计算：

$$\sigma_{tot}^2 = \sigma_{R0}^2 + \sigma_{omc}^2 \quad \dots\dots\dots (A.1)$$

式中：

- σ_{tot} ——总标准偏差；
- σ_{R0} ——复现性标准偏差；
- σ_{omc} ——不确定度标准偏差。

对于 2 级精度的方法，确定发射声压级或声率级， σ_{R0} 的上限值大概为 1.5 dB。

注 1：关于测量不确定度的更多信息，见 GB/T 17248.3—2018 的附录 C。

对于噪声发射相对恒定的机器， σ_{omc} 可取值 0.5 dB。一般情况下，转换器的噪声发射是不稳定的，特别是在送风过程中（如不同的送风条件和不同的原料），取值 2 dB 可能更合适。确定方法见 GB/T 17248.3—2018 的附录 C。

扩展不确定度 U ，单位为分贝，应按覆盖因子 $k=2$ ，置信水平 95% 的双侧正态分布计算，见公式(A.2)：

$$U = k\sigma_{tot} \quad \dots\dots\dots (A.2)$$

式中：

- U ——扩展不确定度，单位为分贝 (dB)；
- k ——覆盖因子；
- σ_{tot} ——总标准偏差。

注 2：扩展不确定度取决于期望的置信水平。为将结果与极限值进行比较，将覆盖因子应用于单边正态分布。在这种情况下，覆盖因子 $k=1.6$ 对应 95% 的置信水平，见 ISO 4871。注意，扩展不确定度 U 在 ISO 4871 中表示为 K 。

A.5 操作条件

应在制造商和用户商定的具有代表性的操作条件下进行测量，并注意以下因素：

- 炉次周期数；
- 废钢和(或)其他原料[如 HBI、DRI、铁水]的种类和尺寸，包括加料工艺；
- 有功功率和二次电压；
- 操作方式(熔化、泡沫渣、精炼等)；
- 使用非电力能源(吹氧、氧燃烧嘴等)；
- 材料喷射。

应在只有一台 EAF 运行的情况下进行测量。

A.6 信息记录和报告

检测报告应至少提供以下信息：

- a) 制造商名称、设备种类、外形和技术数据及尺寸；
- b) 噪声测量的操作条件(见 A.5)；
- c) 测量结果：
 - 1) 每个工作站的 A 计权声压级；
 - 2) 与噪声测试准则或 GB/T 17248.3—2018 描述的测量噪声标准可能存在的偏差，并给出理由；

- d) 按照 A.3 的 a)、b)、c)的工作站位置和测量点测量持续时间；
- e) 测量地点和日期,负责人(机构)的识别信息。

A.7 确定和检测噪声发射值

EAF 在试车前噪声发射值只能预估,噪声发射应由制造商在现场试车时进行测量,并在试车后确定。

指导手册应给出工作位置的 A 计权声压级的声明(见 A.3),形式应为双数字格式,即测量值和相关不确定度应分别确定。

在开展噪声确定时,还应进行噪声发射值的检测:

- 使用与噪声确定相同的运行条件;
- 按照 ISO 4871 的规定。

噪声确定应清楚地说明噪声发射值是根据本噪声测试守则的规定获得,并说明测量是按照 GB/T 17248.3—2018 描述的测量噪声标准确定的。如果表述不属实,噪声确定应清楚列明与本文件及(或)GB/T 17248.3—2018 描述的测量噪声标准的偏差。

表 A.1 给出了一个双数字噪声声明的例子。给出的数值仅作为示例。

表 A.1 双数字噪声发射值声明示例

EAF 种类: EAF 识别信息: 容量: 测量条件: ——炉次周期数: ——废钢种类、尺寸和密度: ——装料程序: ——有功功率和二次电压: ——运行模式: ——使用非电力能源: ——材料喷射:	AC 2 号 EAF 120 t 00322 100% HMS,最长 1 m,0.7 t/m ³ 2 篮 70 MW,700 V 熔化 吹氧 石灰
双数字噪声发射值声明 EAF 控制室内 A 计权声压级: 测量值: $L_{pAeq} = 73$ dB(基准值为 20 μ Pa) 不确定度: $K_{pA} = 4$ dB 炉渣门附近 A 计权声压级(距离 4 m): 测量值: $L_{pAeq} = 115$ dB(基准值为 20 μ Pa) 不确定度: $K_{pA} = 4$ dB 出钢台 A 计权声压级: 测量值: $L_{pAeq} = 105$ dB(基准值为 20 μ Pa) 不确定度: $K_{pA} = 4$ dB	
按照附录 A 中噪声测试准则和 GB/T 17248.3—2018 描述的噪声测量标准来确定的值。 注:测量的噪声发射值及其相关不确定度之和表示测量中可能出现值的上限。	

附录 B

(资料性)

本文件所涵盖的设备

本文件所涵盖的设备包括 AC 技术 EAF 和 DC 技术 EAF, 分别见表 B.1 和表 B.2。

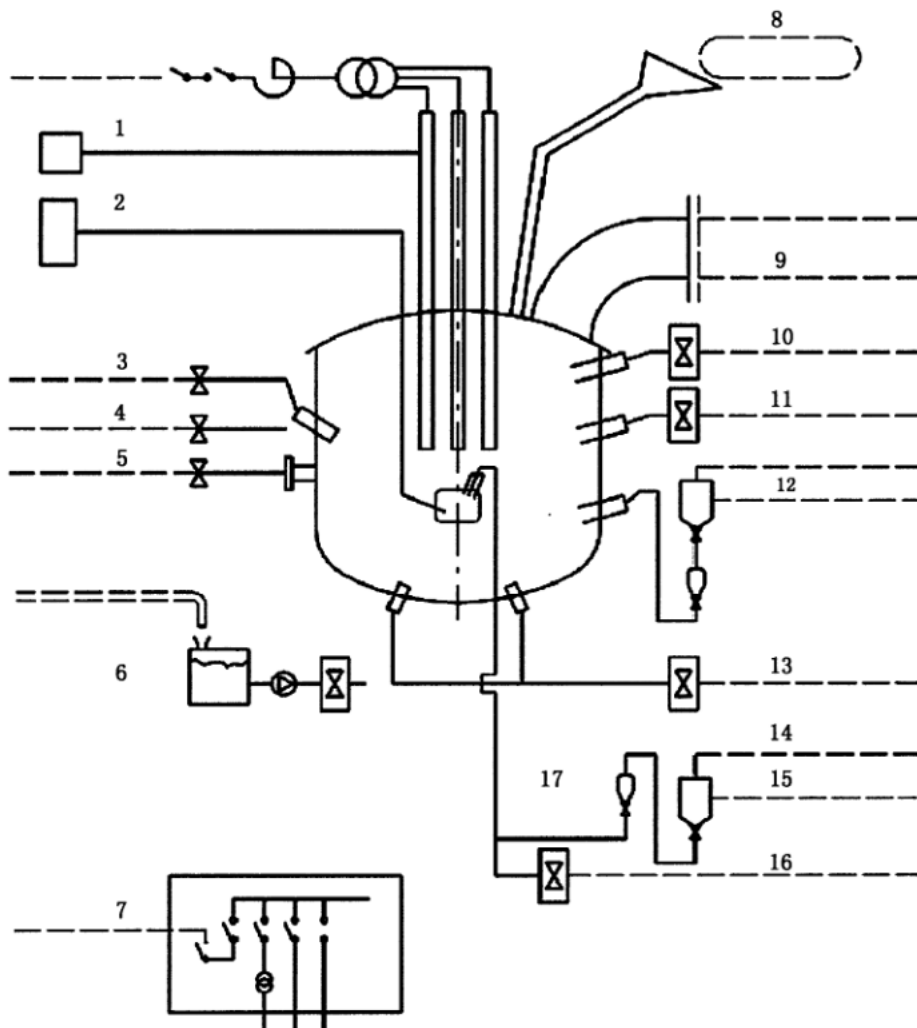
本文件所涵盖的设备规格及连接设备接入点见图 B.1。

表 B.1 AC 技术 EAF

AC 技术 EAF 设备构成
炉体分为上下两部分, 即有水冷或耐火板的上炉体和耐火材料且具有出钢机构(如出钢槽、EBT 等)的下炉体
炉盖及其支撑和水冷系统
含油缸的倾动平台
集成废钢预热系统(如适用)
包含水冷电缆和电极横臂的大电流系统
包含立柱和油缸的电极旋转架
电极接长系统
包含切断阀的介质分配

表 B.2 DC 技术 EAF

DC 技术 EAF 设备构成
炉体分为上下两部分, 即有水冷或耐火板的上炉体和耐火材料且具有出钢机构的下炉体
炉盖及其支撑和水冷系统
含油缸的倾动平台
集成废钢预热系统(如适用)
包含水冷电缆、电极横臂和底电极的大电流系统
包含立柱和油缸的电极旋转架
电极接长系统
包含切断阀的介质分配



标引序号说明：

- | | |
|---------------------------|--------------------------|
| 1——电极控制器； | 10——烧嘴； |
| 2——温度和取样系统； | 11——氧气喷射器； |
| 3——二次燃烧(O ₂)； | 12——碳喷射器和氮气； |
| 4——压缩空气； | 13——底吹搅拌； |
| 5——冷却水； | 14——碳(C)； |
| 6——液压系统； | 15——氮气(N ₂)； |
| 7——低压控制系统； | 16——氧气(O ₂)； |
| 8——添加剂； | 17——炉门机械手。 |
| 9——气体净化系统； | |

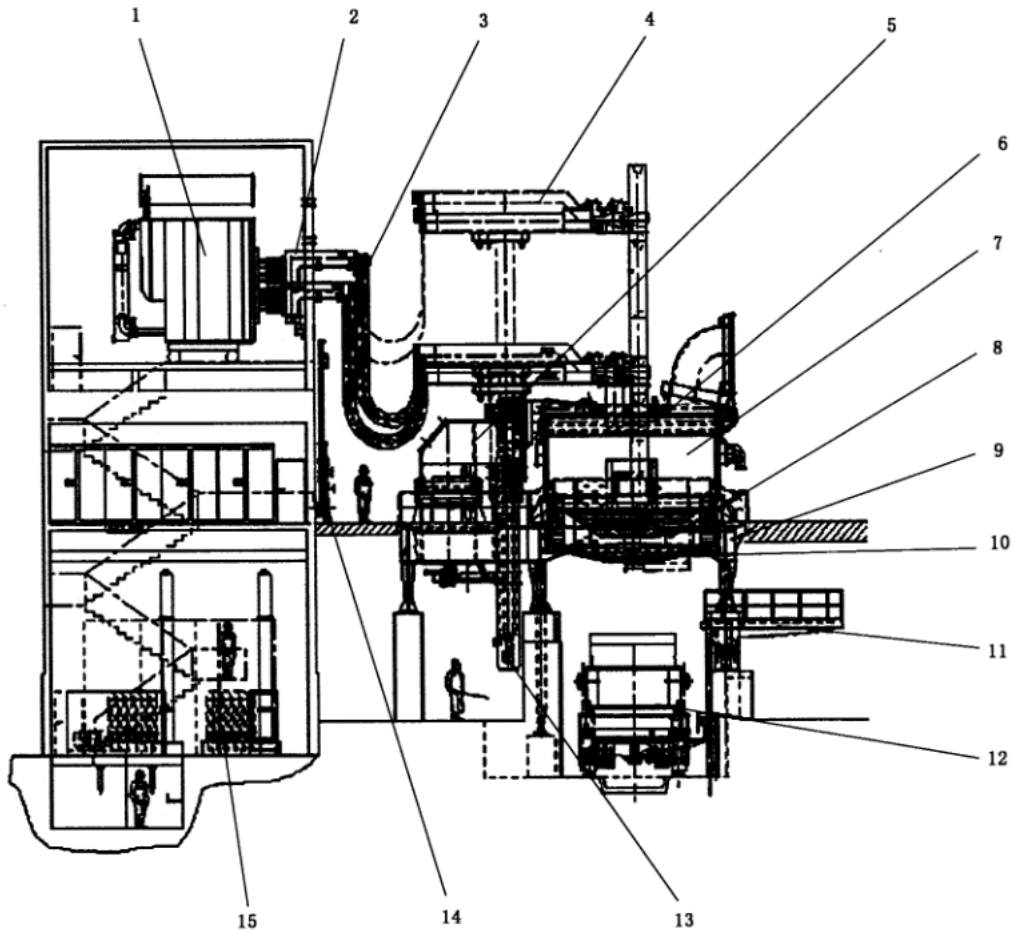
注 1：图 B.1 未显示底出钢服务系统(走道)、炉体吊具、集成废钢预热有关的设备。

注 2：图中实线表示设备规格，虚线表示连接设备接入点。

图 B.1 本文件所涵盖的设备规格(实线)及连接设备接入点(虚线)

附录 C
(资料性)
电弧炉示例

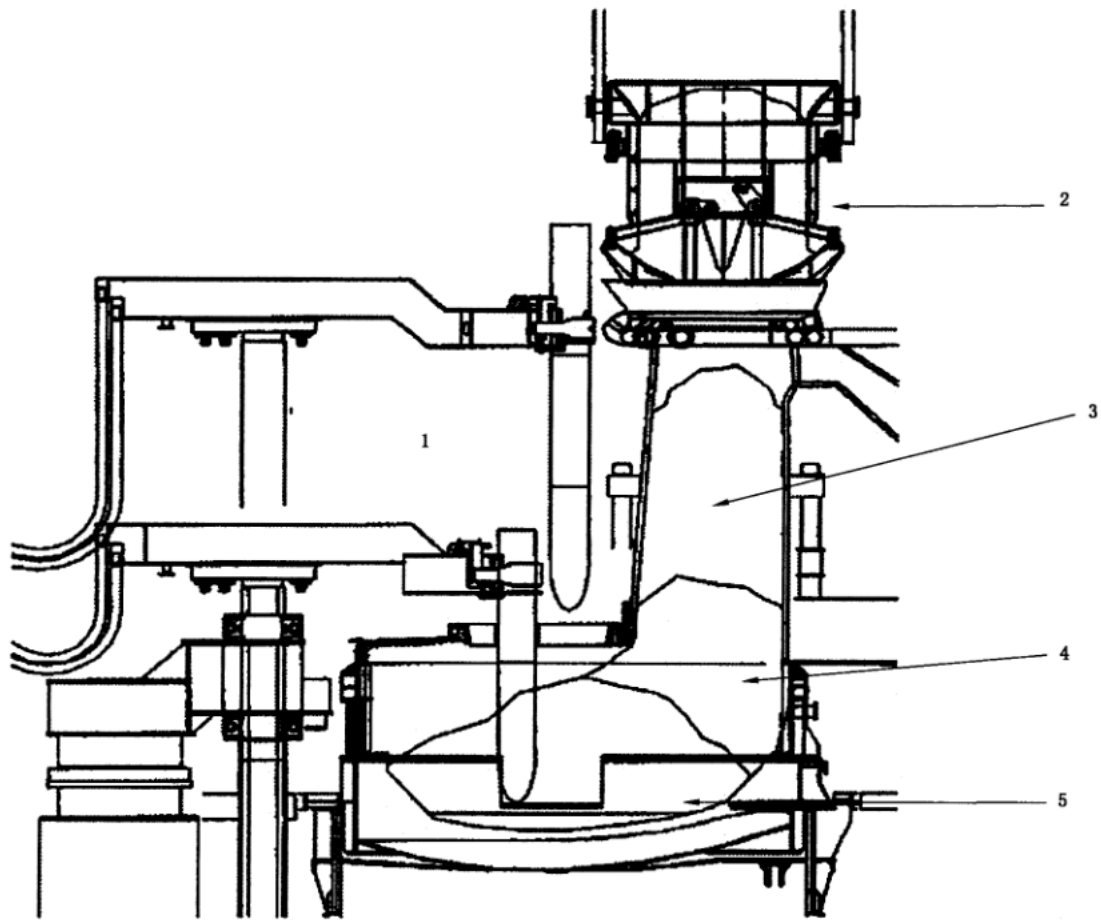
EAF 示例见图 C.1 和图 C.2。



标引序号说明：

- | | |
|----------------|-----------------|
| 1——电炉变压器； | 9 ——倾动平台,包括油缸； |
| 2——电炉二次短网系统； | 10——底出钢系统； |
| 3——水冷电缆； | 11——底出钢,操作平台； |
| 4——电极臂； | 12——钢包车上的钢包； |
| 5——炉盖和电极支架； | 13——带液压缸的电极立柱； |
| 6——水冷炉盖； | 14——冷却水供应,包括配水； |
| 7——水冷炉壁； | 15——液压系统。 |
| 8——下炉体、砌筑耐火材料； | |

图 C.1 EAF 示例



标引序号说明：

- 1——电极横臂；
- 2——废钢料篮(未显示,见范围)；
- 3——竖井；
- 4——上炉体；
- 5——下炉体。

图 C.2 EAF 示例——带废钢预热的单竖井电炉

参 考 文 献

- [1] ISO 3740 Acoustics—Determination of sound power levels of noise sources—Guidelines for the use of basic standards
- [2] ISO 9355-1 Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators—Part 1: Human interactions with displays and control actuators
- [3] ISO 9355-2 Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators—Part 2: Displays
- [4] ISO 9355-3 Ergonomic requirements for the design of displays and control actuators—Part 3: Control actuators
- [5] ISO 11200 Acoustics—Noise emitted by machinery and equipment—Guidelines for the use of basic standards for the determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions
- [6] ISO 11546 (all parts) Acoustics—Determination of sound insulation performances of enclosures
- [7] ISO/TR 11688-2 Acoustics—Recommended practice for the design of low-noise machinery and equipment—Part 2: Introduction to the physics of low-noise design
- [8] ISO 11691 Acoustics—Measurement of insertion loss of ducted silencers without flow—Laboratory survey method
- [9] ISO 11820 Acoustics—Measurements on silencers in situ
- [10] ISO 11821 Acoustics—Measurement of the in situ sound attenuation of a removable screen
- [11] ISO 14118 Safety of machinery—Prevention of unexpected start-up
- [12] IEC 60079-0 Explosive atmospheres—Part 0: Equipment—General requirements
- [13] EN 614-1 Safety of machinery—Ergonomic design principles—Part 1: Terminology and general principles
- [14] EN 1127-1 Explosive atmospheres—Explosion prevention and protection—Part 1: Basic concepts and methodology
- [15] EN 1299 Mechanical vibration and shock—Vibration isolation of machines—Information for the application of source isolation
- [16] EN 12096 Mechanical vibration—Declaration and verification of vibration emission values
- [17] EN 14253 Mechanical vibration—Measurement and calculation of occupational exposure to whole-body vibration with reference to health—Practical guidance
-