

# 中华人民共和国国家标准

GB ×××××—×××××

---

## 连铸机安全技术条件

Continuous casting machines safety technical conditions

(报批稿)

2019-××-××发布

2019-××-××实施

---

中华人民共和国国家市场监督管理总局  
中国国家标准化管理委员会

发布



目 次

前言..... IV

引言..... V

1 范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 4

4 连铸机设备分类和重大危险事项..... 5

4.1 连铸机设备分类..... 5

4.1.1 浇注平台设备..... 5

4.1.2 连铸机主机设备..... 6

4.1.3 切割区设备..... 6

4.1.4 出坯区设备..... 6

4.1.5 通用设备..... 7

4.1.6 其他..... 7

4.2 重大危险事项..... 7

5 安全要求和安全措施..... 7

5.1 综述..... 7

5.1.1 总体要求..... 7

5.1.2 连铸机布置、现场检查..... 8

5.1.3 安全布局..... 8

5.1.4 安全装置..... 8

5.1.5 液压、润滑、气动、气体及其冷却系统..... 9

5.1.6 运送流体或承载流体的流体系统..... 9

5.1.7 排放到专用槽池的流体..... 10

5.1.8 个人防护设备..... 10

5.1.9 报警装置和安全标志..... 10

5.1.10 通行权..... 10

5.1.11 逃生通道..... 11

5.1.12 电气设备..... 11

5.1.13 安全控制系统..... 11

5.1.14 表面温度和散热..... 12

5.1.15 人类工效学原则..... 12

5.1.16 消防..... 12

5.1.17 连铸机操作位置..... 12

5.1.18 机旁旋转操作箱..... 13

5.1.19 断电..... 13

5.1.20 危险区域..... 13

5.1.21 冷却水系统..... 13

5.1.22 放射源..... 14

5.1.23 钢包、中间罐及其支撑系统..... 14

5.1.24 长水口机械手（或机器人）..... 15

5.1.25 密封室.....	15
5.1.26 连铸机主机设备.....	16
5.1.27 连铸机操作更换件及维修作业.....	16
5.1.28 对连铸机操作及维修人员安全生产的总体要点.....	17
5.1.29 连铸机计算机控制信息化与人工智能.....	17
5.2 重大危险，危险状况，安全要求和措施清单.....	18
5.2.1 表格综述.....	18
5.2.2 概述.....	19
5.2.3 浇注平台.....	19
5.2.4 连铸机主体设备.....	24
5.2.5 切割系统.....	26
5.2.6 出坯区域.....	27
5.2.7 维修区域.....	28
5.3 特殊安全要求或措施.....	29
5.3.1 概述.....	29
5.3.2 操纵运转控制装置.....	29
5.3.3 机械约束装置.....	29
5.3.4 易接触旋转与运动部件.....	29
5.4 降噪.....	29
5.4.1 噪声源.....	29
5.4.2 通过设计从源头上降噪.....	29
5.4.3 通过防护措施降噪.....	30
5.4.4 依据当前噪声信息实时降噪.....	30
6 安全要求和措施的验证.....	30
7 使用信息.....	30
7.1 标志和报警装置.....	30
7.2 随连铸机交付的文件.....	30
7.2.1 设备使用说明书.....	30
7.2.2 机器或设备使用说明书内容.....	31
7.2.3 运输、装配、安装说明书.....	31
7.2.4 与设备试运转和拆装事项有关的说明.....	31
7.2.5 设备操作手册.....	31
7.2.6 设备维修手册.....	32
7.3 最低要求的标记.....	33
7.4 人员培训.....	33
附录 A （规范性附录）电气设备与控制装置的安全要求与措施.....	34
A.1 概述.....	34
A.2 对控制设备的特殊要求.....	34
A.3 对关闭设备的特殊要求.....	34
A.3.1 停机和紧急停机功能.....	34
A.3.2 紧急停机.....	35
A.3.3 紧急停机功能.....	35
A.3.4 紧急停机区域的划分及注意事项.....	35
A.4 对电气作业人员的要求.....	35

A. 4. 1 电气设备操作规程.....	35
A. 4. 2 电气设备维修规程.....	35
附录 B （规范性附录）噪声测试规范.....	38
B. 1 概述.....	38
B. 2 声功率级的确定.....	38
B. 3 排放声压级的确定.....	38
B. 3. 1 指定测量点排放声压级的确定.....	38
B. 3. 2 噪声监测站排放声压级的确定.....	39
B. 4 测量的不确定性.....	39
B. 5 运转条件.....	39
B. 6 待记录和报告的信息.....	42
B. 7 噪声排放值的公布和验证.....	42
参考文献.....	45

## 前 言

本标准为全文强制。

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由工业和信息化部提出并归口。

# 引 言

本标准坚持从人身健康、人身安全、设备安全、环境安全出发，以预防为主，把连铸机安全技术尽可能落实在源头上，如连铸机总体参数的确定，设备的设计与制造，作业标准与操作规程的制定，维修标准和维修程序的制定，人员安全培训与教育等等。

本标准要求连铸机所在工厂不但应承担企业安全责任，还应承担安全方面的社会责任。连铸机和连铸工厂应具备本标准、其他国家标准、行业标准和有关法律、法规规定的安全生产条件，不具备安全生产条件的，不得从事生产。

使用本标准时应注意，与本标准不一致的要求需要由供、需双方商定；本标准内容与国家或地方的法律、法规冲突时，应以法律法规为准。国家主要法律、法规见参考文献。

应该注意的是，连铸机是非标设备，不同连铸机的设计参数和使用参数各不相同，可根据客户的技术需求量身定制。由于科学技术的发展局限，目前还不能将连铸机的基本参数标准化。

# 连铸机安全技术条件

## 1 范围

本标准规定了连铸机设备在设计、制造、装配、运输、安装、调整与试运转、运行、维护（如第5章所述）和停运期间需达到的不产生伤害或危害健康的安全要求。

本标准适用于板坯、方坯、矩形坯、异形坯、圆坯等连铸机。

## 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅所注日期的版本适用于本文件。凡是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。

- GBZ/T 231 黑色金属冶炼及压延加工业职业卫生防护技术规范
- GB/T 1251.1 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
- GB/T 1251.2 人类工效学 险情视觉信号 一般要求、设计和检验
- GB 2893 安全色
- GB 2894 安全标志及其使用导则
- GB 3096 声环境质量标准
- GB/T 3766 液压传动系统及其元件的通用规则和安全要求
- GB 4053.1 固定式钢梯及平台安全要求 第1部分：钢直梯
- GB 4053.2 固定式钢梯及平台安全要求 第2部分：钢斜梯
- GB 4053.3 固定式钢梯及平台安全要求 第3部分：工业防护栏杆及钢平台
- GB/T 4208 外壳防护等级（IP代码）
- GB/T 4760 声学 消声器测量方法
- GB 4943.1 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求
- GB 5083 生产设备安全卫生设计总则
- GB 5226.1-2008 机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件
- GB/T 6222 工业企业煤气安全规程
- GB 7247.1 激光产品的安全 第1部分：设备分类、要求
- GB/T 7932 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求
- GB/T 8196-2003 机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置设计与制造 一般要求
- GB/T 9969-2008 工业产品使用说明书 总则
- GB 11291.1 工业环境用机器人 安全要求 第1部分：机器人
- GB 11291.2 机器人与机器人装备 工业机器人的安全要求 第2部分：机器人系统与集成
- GB/T 12265.3 机械安全 避免人体各部位挤压的最小间距
- GB 12348 工业企业厂界环境噪声排放标准
- GB/T 12801 生产过程安全卫生要求总则
- GB 12955-2008 防火门
- GB 13456 钢铁工业水污染物排放标准
- GB/T 14574-2000 声学 机器和设备噪声发射值的标示和验证
- GB/T 14776 人类工效学 工作岗位尺寸设计原则及其数值
- GB/T 15241.2 与心理负荷相关的工效学原则 第2部分：设计原则



GB/T 15706 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小

GB/T 16251 工作系统设计的人类工效学原则

GB/T 16273.1 设备用图形符号 第1部分：通用符号

GB/T 16405 声学 管道消声器无气流状态下插入损失测量 实验室简易法

GB 16754—2008 机械安全 急停 设计原则

GB 16796 安全防范报警设备 安全要求和试验方法

GB/T 16855.1—2008 机械安全 控制系统有关安全部件 第1部分：设计通则

GB/T 16855.2 机械安全 控制系统有关安全部件 第2部分：确认

GB/T 16856 机械安全 风险评估 实施指南和方法举例

GB/T 16898 难燃液压液使用导则

GB 16912 深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程

GB/T 17248.6 声学 机器和设备发射的噪声 声强法现场测定工作位置和其他指定位置发射声压级的工程法

GB 17820 天然气

GB 17888.1 机械安全 进入机械的固定设施 第1部分：进入两级平面之间的固定设施的选择

GB 17888.2 机械安全 进入机械的固定设施 第2部分：工作平台和通道

GB 17888.3 机械安全 进入机械的固定设施 第3部分：楼梯、阶梯和护栏

GB 17888.4 机械安全 进入机械的固定设施 第4部分：固定式直梯

GB/T 18048 热环境人类工效学 代谢率的测定

GB/T 18049 热环境的人类工效学 通过计算PMV和PPD指数与局部热舒适准则对热舒适进行分析测定与解释

GB/T 18209.1 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

GB/T 18209.2 机械电气安全 指示、标志和操作 第2部分：标志要求

GB/T 18209.3 机械电气安全 指示、标志和操作 第3部分：操动器的位置和操作的要求

GB 18306 中国地震动参数区划图

GB/T 18569.1 机械安全 减小由机械排放的危害性物质对健康的风险 第1部分：用于机械制造商的原则和规范

GB/T 18569.2 机械安全 减小由机械排放的危害性物质对健康的风险 第2部分：产生验证程序的方法学

GB 18614 七氟丙烷(HFC227ea)灭火剂

GB/T 18699.1 声学 隔声罩的隔声性能测定 第1部分：实验室条件下测量（标示用）

GB/T 18699.2 声学 隔声罩的隔声性能测定 第2部分：现场测量（验收和验证用）

GB/T 18717.1 用于机械安全的人类工效学设计 第1部分：全身进入机械的开口尺寸确定原则

GB/T 18717.2 用于机械安全的人类工效学设计 第2部分：人体局部进入机械的开口尺寸确定原则

GB/T 18717.3 用于机械安全的人类工效学设计 第3部分：人体测量数据

GB/T 18831 机械安全 与防护装置相关的联锁装置设计和选择原则

GB/T 18977 热环境人类工效学 使用主观判定量表评价热环境的影响

GB/T 19001 质量管理体系 要求

GB/T 19661.1 核仪器及系统安全要求 第1部分：通用要求

GB/T 19661.2 核仪器及系统安全要求 第2部分：放射性测量计的结构要求和分级

GB/T 19670—2005 机械安全 防止意外启动

GB/T 19671 机械安全 双手操纵装置 功能状况及设计原则  
 GB/T 19876 机械安全 与人体部位接近速度相关的安全防护装置的定位  
 GB/T 19887 声学 可移动屏障声衰减的现场测量  
 GB/T 20850—2014 机械安全 机械安全标准的理解和使用指南  
 GB/T 21449—2008 水-乙二醇型难燃液压液  
 GB/T 21935 土方机械 操纵的舒适区域与可及范围  
 GB/T 22188.1 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  
 GB 22337 社会生活环境噪声排放标准  
 GB 23821 机械安全 防止上下肢触及危险区的安全距离  
 GB/T 24001 环境管理体系 要求及使用指南  
 GB/T 25078.1 声学 低噪声机器和设备设计实施建议 第1部分：规划  
 GB/T 25078.2 声学 低噪声机器和设备设计实施建议 第2部分：低噪声设计的物理基础  
 GB 25972 气体灭火系统及部件  
 GB/T 26189 室内工作场所的照明  
 GB/T 28001 职业健康安全管理体系 要求  
 GB 28526 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  
 GB 28664 炼钢工业大气污染物排放标准  
 GB/T 28780 机械安全 机器的整体照明  
 GB/Z 29328 重要电力用户供电电源及自备应急电源配置技术规范  
 GB/T 29510 个体防护装备配备基本要求  
 GB/T 30574 机械安全 安全防护的实施准则  
 GB/T 31950 企业诚信管理体系  
 GB/T 32818—2016 冶炼设备 术语  
 GB/T 33000 企业安全生产标准化基本规范  
 GB/T 33222 机械产品生命周期管理系统通用技术规范  
 GB/T 34136 机械电气安全GB 28526和GB/T 16855.1用于机械安全相关控制系统设计的应用指南  
 GB/T 34535 润滑剂、工业用油和有关产品（L类） X组（润滑脂）规范  
 GB/T 34542.1 氢气储存输送系统 第1部分：通用要求  
 GB/T 36008 机器人与机器人装备 协作机器人  
 GB 50010 混凝土结构设计规范  
 GB 50011 建筑抗震设计规范  
 GB 50016 建筑设计防火规范  
 GB 50019—2015 工业建筑供暖通风与空气调节设计规范  
 GB 50030 氧气站设计规范  
 GB 50034—2013 建筑照明设计标准  
 GB/T 50050 工业循环冷却水处理设计规范  
 GB 50084 自动喷水灭火系统设计规范  
 GB/T 50087 工业企业噪声控制设计规范  
 GB/T 50107 混凝土强度检验评定标准  
 GB 50116 火灾自动报警系统设计规范  
 GB 50204 混凝土结构工程施工质量验收规范  
 GB 50223—2008 建筑工程抗震设防分类标准

GB 50370 气体灭火系统设计规范

GB 50414 钢铁冶金企业设计防火规范

GB 50580-2010 连铸工程设计规范

GB 50974 消防给水及消火栓系统技术规范

AQ 2001-2018 炼钢安全规程

AQ 2012 石油天然气安全规程

GJBT-1396 (图集号: 16G362) 国家建筑标准设计图集: 钢筋混凝土结构预埋件

JB/T 12938.1 板坯连铸机 第1部分: 术语

ISO 7745: 2010 (E) 液压传动—抗燃液压油—要求和使用导则 (Hydraulic fluid power — Fire-resistant (FR) fluids — Requirements and guidelines for use)

ISO 11202:2010 (E) 声学 机器和设备排放的噪声 应用近似环境修正法对监测站或其他指定位置排放声压级的测量 (Acoustics — Noise emitted by machinery and equipment — Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying approximate environmental corrections)

ISO 12922:2012 (E) 润滑剂、工业用油和相关产品 (L类) — H组 (液压系统) — 液压油HFAC, HFAS, HFB, HFC, HFDR和HFDU性能分类

ISO/IEC 29100 信息技术 安全技术 隐私框架 (Information technology — Security techniques — Privacy framework)

ISO/IEC 29101 信息技术 安全技术 隐私参考体系结构 (Information technology — Security techniques — Privacy architecture framework)

ISO/IEC 29134 信息技术 安全技术 隐私影响评估方法学 (Information technology — Security techniques — Guidelines for privacy impact assessment)

ISO/IEC 29190 信息技术 安全技术 隐私能力评估模型 (Information technology — Security techniques — Privacy capability assessment model)

### 3 术语和定义

GB/T 32818—2016 和 JB/T 12938.1 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **浇注平台 casting platform**

为钢液浇注、连铸生产操作和设备安装、维护、检修而构建, 与连铸机结晶器高度一致的钢结构区域或钢筋混凝土结构区域。

#### 3.2

##### **切割系统 cutting system**

将铸坯切割至所需长度的设备。

#### 3.3

##### **出坯区域 run-out-area**

冷床和产品收集系统 **cooling bed and product collecting system**  
运输、冷却、精整、清理、修磨、收集和存放铸坯的场地。

#### 3.4

##### **引锭系统 dummy bar system**

引导铸坯的专用设备。开浇前封堵结晶器下口, 开浇后引导铸流实现连续铸造。

#### 3.5

##### **钢包 ladle**

盛钢桶, 钢水罐, 大包

收集、排出钢液并用于钢液二次精炼的容器。

3.6

**事故钢包 ladle emergency system**

钢液从钢包中不受控制地流出时用于收集和输送钢液的容器。

3.7

**钢包支撑系统 ladle supporting system**

安装在浇注平台上，将钢液装载区域接收到的满载钢包移送到浇铸位置的系统，主要有钢包回转台和钢包车两种类型。

3.8

**钢包和中间罐（中间包）钢流控制系统 ladle and tundish steel stream flow control system**

安装在钢包和中间罐下部用于控制钢液流量的机械电气系统。

3.9

**机旁控制台 local control stand**

位于机旁的独立控制台。

3.10

**旋转操作箱 rotatable control box**

连接控制系统、固定在结晶器旁、可以回转移动位置的连铸机操作箱。

3.11

**控制室 pulpit**

连铸机控制台和监控设备所在的封闭房间。

3.12

**中间罐支撑系统 tundish supporting system**

从停放/预热位置到连铸机浇注位置支撑/输送/或回转中间罐的机械电气系统。安装在浇注平台上。

3.13

**拉坯和矫直系统 withdrawal and straightening system**

将铸坯拉出、矫直并输送至切割机区域的机械电气系统。

3.14

**未经授权人员 unauthorised person**

不具备所需的特定知识、技能或者未穿戴完备，为了避免相关危险，而不被允许进入到特定区域或连铸机区域执行某些与设备运行或维护事项相关任务的特定操作人员。

3.15

**安全操作区域 safe operating area**

在应急情况下对人员提供保护以及特定装置所在的区域。例如燃气管路截止阀，钢包回转台的应急控制位置。

3.16

**抗燃流体 fire-resistant fluid**

具有阻止燃烧特性的流体。

3.17

**液压流体 hydraulic fluid**

用于传递液体压力能量的流体。

## 4 连铸机设备分类和重大危险事项

### 4.1 连铸机设备分类

#### 4.1.1 浇注平台设备

浇注平台设备如下：

a) 钢包运输支撑系统，如钢包回转台、钢包车及辅助设备；

b) 中间罐及其相关设备，如：中间罐支撑系统（车或旋转台）、中间罐及浸入式水口预热系统、

钢液取样系统、风动送样系统、钢液温度测量系统等；

- c) 钢包与中间罐防二次氧化钢流保护系统；
- d) 钢包和中间罐钢流控制系统；
- e) 钢包下渣检测系统；
- f) 钢包回转台受包侧机器人；
- g) 钢包长水口操作机器人；
- h) 浸入式水口（SEN）；
- i) 中间罐溜槽和渣罐系统；
- j) 与结晶器相关的设备，如：保护渣供给系统、结晶器喂丝系统、防氧化保护浇注系统等；
- k) 结晶器保护渣添加机器人。

#### 4.1.2 连铸机主机设备

连铸机主机设备如下：

- a) 密封室；
- b) 蒸汽排出系统；
- c) 结晶器及其相关设备，如结晶器冷却水系统、结晶器液位控制系统、结晶器专家系统等；
- d) 结晶器振动装置；
- e) 结晶器电磁搅拌/电磁制动系统；
- f) 结晶器烟尘排出系统
- g) 铸流支承导向系统、
- h) 铸流二次冷却系统；
- i) 铸流电磁搅拌系统；
- j) 扇形段更换设备（板坯）；
- k) 连铸机驱动系统（板坯）；
- l) 拉坯和矫直系统（方坯）；
- m) 引锭系统；
- n) 氧化铁皮收集系统。

#### 4.1.3 切割区设备

切割区设备如下：

- a) 剪切机（方坯）；
- b) 火焰切割（板坯和方坯）；
- c) 平移式或摆动式切割辊道；
- d) 切割区域烟尘排出系统。

#### 4.1.4 出坯区设备

出坯区设备如下：

- a) 输送铸坯的辊道系统；
- b) 头尾坯和/或试样收集系统；
- c) 毛刺去除系统；
- d) 铸坯喷印系统；
- e) 铸坯横向输送系统；
- f) 铸坯转盘旋转输送系统；
- g) 铸坯堆垛/卸垛（含推钢机）系统；
- h) 铸坯称重系统；
- i) 铸坯全面或局部火焰清理机电一体化设备；
- j) 不锈钢铸坯修磨系统；
- k) 汽车板铸坯修磨系统；

l) 特殊钢铸坯保温系统。

#### 4.1.5 通用设备

通用设备如下：

- a) 控制室；
- b) 机旁控制台；
- c) 冷却水供给和分回路控制系统，包括应急水供应系统；
- d) 压缩空气供给和分回路控制系统；
- e) 燃气/氧气供给和分回路控制系统；
- f) 液压设备和分回路控制系统；
- g) 润滑脂设备和分回路控制系统；
- h) 油气润滑设备和分回路控制系统；
- i) 电源供给系统；
- j) 事故电源系统；
- k) 电气控制系统；
- l) 回转操作箱；
- m) 自动化仪表系统；
- n) 计算机控制系统；
- o) 通讯系统；
- p) 网络系统；
- q) 消防与灭火系统；
- r) 连铸机维修设备。

#### 4.1.6 其他设备

其他设备如下：

- a) 抗燃流体；
- b) 液压流体；
- c) 各种耐火材料及器件；
- d) 保护渣等消耗材料。

#### 4.2 重大危险事项

重大危险事项如下：

- a) 本条包括所有重大危险、危险状况和事件，只要本标准涉及，应通过风险评估确定为重大危险且需要采取措施以消除其危险或降低其风险；
- b) 确定的重大危险和危险状况按表 1 第 1 列和第 2 列执行；
- c) 此外，供货商还应通过自身风险评估确定表 1 所列的危险对于按照用户设备使用说明书制造的设备来说是重大危险。自身风险须按 GB/T 15706 进行评估。

### 5 安全要求和安全措施

#### 5.1 综述

##### 5.1.1 总体要求

##### 5.1.1.1 基本条件

安全要求基本条件如下：

- a) 本标准要求的连铸机是在混凝土结构设计规范 GB 50010，建筑设计防火规范 GB 50016，GB 50116 设计的环境中运转。连铸车间照明应符合 GB 50034-2013 中 5.4 规定，室内照明须符合 GB/T 26189

规定。连铸车间通风、除尘与有害气体净化、消声与隔振、绝热与防腐等须符合 GB 50019—2015 中第 6、7、12、13 等章及附录的规定；

b) 连铸机供货商应按照本标准，生产设备安全卫生设计总则 GB 5083，机械安全 机械安全标准的理解和使用指南 GB/T 20850 中国家发布的有关机械安全标准，对连铸生产设备进行安全设计和制造。其中钢直梯、钢斜梯、工业防护栏杆及钢平台分别执行 GB 4053.1，GB 4053.2，GB 4053.3；

c) 本标准须考虑关于照明的地方性法规，可能与某些地方性法规的要求有所不同；

d) 连铸机所在工厂应按照本标准、供货商设备使用说明书、企业安全生产标准化基本规范 GB/T 33000，机械安全 安全防护的实施准则 GB/T 30574 等国家和行业关于安全标准以及国家行政法规建立连铸机安全生产规章制度、实施细则和操作规程，对参与连铸机操作维护、技术开发、试验研究、物流运作、市场营销、工厂管理等全体员工进行规范化安全生产教育、培训和量化考核；

e) 实行安全生产责任制，明确各岗位的责任人员、责任范围、考核标准及监督措施等内容；

f) 建立安全员制度，连铸工厂的安全员应熟悉本标准，并应精通根据本标准、供货商设备使用说明书以及其他安全生产标准制定的连铸机安全生产实施细则，并在连铸机生产和维护期间对安全风险进行全过程排查，并注意发现和收集总结各类安全规范未涉及到的安全事件；

g) 应对临时进入连铸工厂的各类人员进行安全教育，明确注意事项和安全责任；

h) 本标准认为连铸机设备是由经过培训且能胜任岗位的人员进行操作和维护，见 7.4 条。人工干预进行设定、调整和维护作为连铸机设备预期用途的一部分；

i) 加强连铸机安全生产科学研究和安全生产先进技术的推广应用，不断提高连铸机安全生产水平。

#### 5.1.1.2 本标准概要

符合本标准的连铸机应遵循本标准所规定的安全要求和安全措施。

在使用信息中，供货商应提供连铸机正常运转条件下安全运行过程所必需的全部详细信息。供货商还应描述特殊运转模式下（例如维护和调试工作）的特定安全措施。

后续条款指出了连铸机工厂设计、总体设计、设备设计、生产运行、设备维护方面的安全要求，特殊的安全要求或安全措施与其重大危险和危险状况的相关性。

#### 5.1.2 连铸机布置、现场检查

供货商应对现场进行充分检查，确保连铸机以下各项的完好布置和安全运行：

- a) 无障碍环境；
- b) 设备维护和清洗空间；
- c) 机械设备和材料的运送与存放；
- d) 防止在工作场所排放伤害身体的有害排放物的产生；
- e) 人员安全疏散路线。

#### 5.1.3 安全布局

供货商应编制连铸机安全布局文件。安全布局的目的通常是通过一份或多份图纸提供与安全性相关的连铸机中设备的空间位置信息，项目如下：

- a) 视觉警告设备，例如信号灯等；
- b) 紧急停止按钮；
- c) 人员疏散路线；
- d) 连铸机浇注平台边沿、坑道边沿、人行通道、危险区域的栏杆与扶手；
- e) 危险区域的安全标志、隔离带、隔离护栏、隔离网、防护罩、防护盖板；
- f) 其他与安全相关的标志，如防护装置、门、遮光板等。

#### 5.1.4 安全装置

安全装置应易于检查和维护。应对安全装置进行防护，防止能够预测到的损坏。特别是安全装置应符合机械安全 控制系统有关安全部件 第1部分：设计通则 GB/T 16855.1—2008，机械安全 控制系统有关安全部件 第2部分：确认 GB/T 16855.2，机械安全 设计通则 风险评估与风险减小 GB/T 15706，机械安全 风险评估实施指南和方法举例 GB/T 16856 四个标准的要求，足够坚固可靠，以便稳定运行。

#### 5.1.5 液压、润滑、气动、气体及其冷却系统

液压、润滑、气动、气体及其冷却系统要求如下：

- a) 设计液压、润滑、气动、气体及其冷却系统应最大限度地减少毒性、火灾、爆炸和噪声的风险；
- b) 系统设计时，就安全而言应考虑与压力、温度、火灾源头等有关危害。液压系统须执行 GB/T 3766。润滑脂须执行 GB/T 34535。气动系统须执行 GB/T 7932。煤气系统须执行 GB 6222。天然气系统的安全及天然气质量须执行石油天然气安全规程 AQ 2012 和 GB 17820。氧气系统须执行 GB 16912 和 GB 50030。氢气系统须执行 GB/T 34542.1。冷却水系统须执行 GB/T 50050 和 GB 13456。除执行这些标准外，还须执行本标准中表1的规定；
- c) 容易引起火灾的区域，液压系统应采用脂肪酸酯（酯）抗燃液压液（HFDU）或水乙二醇难燃液压液。抗燃液压液执行 Hydraulic fluid power — Fire-resistant （FR） fluids — Requirements and guidelines for use ISO 7745:2010（E）和 Lubricants, industrial oils and related products (class L)— Family H (Hydraulic systems) — Specifications for hydraulic fluids in categories HFAE, HFAS, HFB, HFC, HFDR and HFDU ISO 12922:2012（E）。水-乙二醇型难燃液压液须执行 GB/T 21449；
- d) 如果发生危险性液压液泄漏迹象，须及时向操作员提供指示，阻止泄漏；
- e) 液压缸支承的设备，特别是支承钢液时，须在液压缸处设置软管破裂保护装置，以快速阻止流体的流动。

#### 5.1.6 运送流体或承载流体的流体系统

运送流体或承载流体的流体系统安全要求如下：

- a) 流体系统中，连铸机供货商对运送流体或承载流体的所有设备和零部件均应考虑受温度影响的防护和火灾保护；
- b) 液压站、阀台、蓄能器和液压管路，应按照安全要求设置安全阀、减压阀和截止阀，蓄能器与油路之间应设置紧急闭锁装置；
- c) 液压站、润滑油站（库）不得与电缆隧（廊）道、地下电气室连通，确需连通时，应设置防火墙和防火门，防火门设计须执行 GB 12955—2008，选用 A 类 A3.0 隔热防火门；
- d) 电缆隧（廊）道及电缆夹层与检化验室的相通部位，应有防火封堵；
- e) 防止中间罐烘干、预热，铸坯切割、事故切割、火焰清理等作业采用的有毒燃气的泄漏；
- f) 在永久性工作场所，如果存在流体泄漏风险，应对法兰、配件和软管设置覆盖物。发现气动、液压、氧气、燃气、蒸汽和电缆等管线有损坏或破裂，立即更换；
- g) 液压、氧气和燃气系统设计时，应设置快速切断装置。燃气管路应增设阻火器，阻止易燃气体被意外引燃后火焰的蔓延。快速切断装置和阻火器应保证：
  - 1) 安装在危险地带外；
  - 2) 易于接触；
  - 3) 清晰地标示位置。
- h) 燃气系统管道检修时，应关闭快速切断阀和盲板阀，并通过氮气等阻燃气体置换管道内燃气等有效措施，将管道内残留的燃气清理干净；
- i) 铸坯切割、铸坯火焰清理、铸坯机械砂轮修磨污染物排放执行炼钢工业大气污染物排放标准 GB 28664 和国家有关行政法规；
- j) 禁止作业人员佩戴油污手套或着装带有油污的工作服、工作帽、工作鞋接触氧气、燃气设备；
- k) 禁止作业人员在氧气、燃气、蒸汽、高压容器及其管道等危险源附近休息，禁止无关人员在危险源附近逗留；
- l) 液压室内，严禁用汽油、煤油等易燃品清洗设备；
- m) 压力管道、易燃易爆气体、液体输送管道及附近设备进行检修应得到炼钢厂及连铸车间有关部



门的同意，需要动火作业的，应在安全管理部门办理“动火证”，同时制定具体的防火、防爆安全措施；

- n) 设备、管道冻结时，严禁用火烘烤，可用热水、蒸汽解冻；
- o) 液压站的房室应设置逃生通道；
- p) 液压站的房室、水阀站设置排油排水沟槽，保证排泄顺利；
- q) 在设备使用说明书中，应针对运送流体或承载流体的流体系统发生紧急情况时需要采取的措施进行特别说明。

### 5.1.7 排放到专用槽池的流体

供货商应明示排放到专用槽池的流体，设备使用说明书中应包括排放信息。

### 5.1.8 个人防护设备

个人防护设备如下：

- a) 供货商应在设备使用说明书中给出必需的个人防护装备（即防护用品：PPE）的基本信息，个人防护装备按照个体防护装备配备基本要求 GB/T 29510 配备；
- b) 进入连铸车间的人员应穿戴好工作服、安全帽、手套、安全鞋、长筒靴、鞋罩、电工绝缘鞋、绝缘手套、防护面罩、防毒面具、防护眼镜等不同工种所需的劳保用品，还应携带如电工用绝缘垫、绝缘工具、空气呼吸器等的防护装备。

### 5.1.9 报警装置和安全标志

报警装置和安全标志要求如下：

- a) 报警装置和安全标志须符合 GB/T 18209.1 和 GB/T 18209.2 以及 GB/T 18209.3 的要求，在产生危险时发出报警信号；
- b) 安全色执行 GB 2893，安全标志及其使用导则执行 GB 2894；
- c) 目视警示装置和安全标志应固定在清晰且可辨认的位置；
- d) 如果安装声响报警装置（如高音喇叭），则根据人类工效学 公共场所和工作区域的险情信号 险情听觉信号 GB/T 1251.1，测得的等效连续 A 声级应比连铸机运行环境中距离报警装置 7 米处测得的噪声级高出 10 dB；
- e) 选用的连铸机报警装置符合安全防范报警设备 安全要求和试验方法 GB 16796 要求；
- f) 凡危险区域均应设置安全警示标志，警示标志须符合 GB/T 1251.2。

### 5.1.10 通行权

#### 5.1.10.1 通行条件

不准许擅自进入危险地带和危险部位，采用机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置设计与制造一般要求 GB/T 8196—2003 规定的物理屏障，对危险地带和危险部位进行隔离。通行的机械安全条件如下：

- a) 与人体部位接近速度相关的安全防护装置的定位应符合 GB/T 19876 规定；
- b) 符合 GB/T 17888.1 规定；
- c) 两级平面之间的固定设施的选择应符合 GB/T 17888.2 规定；
- d) 楼梯、阶梯和护栏应符合 GB/T 17888.3 规定；
- e) 固定式直梯应符合 GB/T 17888.4 规定。

例外情况如下：

- 1) 浇注平台区域，有关其他安全措施，参见 5.2.3 中“危险 1”；
- 2) 火焰切割区域，有关其他安全措施，参见 5.2.5.2；
- 3) 出坯区域非安全通道禁止人员穿越，参见 5.2.6。

#### 5.1.10.2 警示标志

警示标志符合 5.1.9。

#### 5.1.10.3 避免人体各部位被挤压

接近控制台、控制室、地下、维修场等区域避免人体各部位被挤压的间距须符合 GB/T 12265.3 和 GB 23821 的规定,并符合 5.1.10.1 的规定。机械、电气设备及控制系统有关安全须符合 GB 5226.1—2008, 则 GB/T 16855.1—2008, GB/T 16855.2 的要求,机械安全 与人体部位接近速度相关的安全防护装置的定位 GB/T 19876 的规定。这些通行的地方应防止热辐射,防止高压液体或气体喷射,并具备物料和工具移动条件和 功能。

#### 5.1.10.4 栏杆

除防止滑倒、绊倒和跌落外,不得将栏杆作为保护危险区域的唯一措施。栏杆可与其他手段(例如警示牌)一起使用,用以将未经授权人员排除在危险区域之外。

#### 5.1.10.5 防滑

走道、楼梯和平台的表面应防滑并进行保护,以避免或尽量减少由氧化铁皮、油、乳液和润滑剂引起的摔倒。

#### 5.1.10.6 防护装置

根据允许的进入程度选择用于防止进入危险区域的防护装置(固定式或活动式防护装置,可调式防护装置,联锁防护装置等)。根据机械安全 防护装置 固定式和活动式防护装置设计与制造 一般要求 GB/T 8196—2003 第 6 章“防护装置类型的选择”进行选择。本标准第 5.2 条表 1 确定的防护装置根据本规程进行选择。

防护装置的特性须符合 GB/T 8196—2003 的第 5 章。

#### 5.1.10.7 设备操作或维护时进入设备

参照 A.2“对控制设备的特殊要求”选择设备操作或维护时进入设备所需的相关安全系统,同时须执行 GB/T 18831, GB/T 19670—2005 和 GB 16754—2008 等标准。

#### 5.1.11 逃生通道

逃生通道最低限度满足下列要求:

- a) 具备两个安全出口,且两个安全出口相隔距离尽可能较远;
- b) 外开门;
- c) 设置逃生指示牌,且指示牌在任何条件下均能指示逃生通道;
- d) 无障碍物;
- e) 地面(板)不打滑;
- f) 有些地方应设置护栏,有阶梯时应设置扶手。

#### 5.1.12 电气设备

电气设备须符合 GB 28526 和 GB/T 16855.1 GB/T 34136, GB 5226.1—2008, GB/T 18209.1, GB/T 18209.2, GB/T 18209.3, GB 28526, GB 7247.1, GB/T 15706, GB/T 16856。

供货商在设计 and 安装所有电气设备时,须特别重视确保设备能够承受风险评估时识别出的所有危险,包括高温、振动、潮湿工况等带来的危险,并同时考虑附录 A 中列出的要求。

#### 5.1.13 安全控制系统

须根据 GB/T 16855.1—2008, GB/T 16855.2 和 A.2 条描述的要求选择安全控制设备。每一种安全控制设备的功能均应结合安全控制系统中的各个要素考虑,不得降低系统各要素的安全等级。

对于表 1 中列出的、且在风险评估时涉及电气控制系统的重大危险,应执行 GB/T 16855.1—2008

中的规定。

#### 5.1.14 表面温度和散热

##### 5.1.14.1 隔热防护装置

对于工作时温度较高并且有触碰风险的物体表面，在设计、放置或定位时应特别注意提供隔热防护装置，确保按照 GB/T 18048，GB/T 18049，GB/T 1897 贯彻执行，特别是标准中规定的材料和接触时间不得超过烧伤的临界值。

##### 5.1.14.2 隔热防护

工作时存在热辐射和热气流等风险环境，须采用绝热材质设置防护墙或防护罩。设计时，对热气流的源头应考虑其方位，例如热铸坯存放场地的选择应考虑常年季风刮吹方向，以避免操作室和操作人员活动的地方受到热气流的侵袭。

#### 5.1.15 人类工效学原则

设计连铸机时，须遵循 GB/T 16251，与 GB/T 15241.2，GB/T 14776，GB/T 18717.1，GB/T 18717.2，GB/T 18717.3，GB/T 22188.1。同时应注意到以下原则：

- a) 当设备提升频繁或设备需要大型工装时，应设置专用升降设备或者将常用升降设备固定使用；
- b) 采用吊环螺栓或类似辅助器具提升重型部件的同时，还应配备具有防滑表面（比如表面带滚花）的手柄、扶手或抓手；
- c) 在人工搬运物品的工作区域应无任何障碍物，确保作业者工作时不会受到阻碍。工作区域应宽敞，使得操作员能够贴身搬运物品；
- d) 采用防滑表面，见第 5.1.10.5 条；
- e) 防振，符合工业建筑供暖通风与空气调节设计规范 GB 50019—2015 有关规定；
- f) 隔热，见第 5.1.14 条并符合工业建筑供暖通风与空气调节设计规范 GB 50019—2015 有关规定；
- g) 电气设备的线路节点、流体动力节点以及电气设备之间的联接等位置尽可能地比人员的直立高度高出 400 mm 至 2 000 mm，便于设备安装、操作和维护。
- h) 作业区域的照明符合机械安全 机器的整体照明 GB/T 28780 以及建筑照明设计标准 GB 50034—2013 表 5.4.1，“7 钢铁工业，炼钢及连铸”规定。

#### 5.1.16 消防

在连铸机主控室、液压站、电气室等特定的房间内或车间内的外露场地，液压设备的隧（廊）道内配备火灾报警装置并建立消防体系，消防遵循下面规则：

- a) 连铸机防火须执行 GB 50414；
- b) 连铸机设备中，如果采用气体灭火系统，其设计符合 GB 50370，灭火剂采用七氟丙烷(HFC227ea) 灭火剂 GB 18614，气体灭火系统及部件须执行 GB 25972；
- c) 自动喷水灭火系统设计规范须执行 GB 50084；
- d) 消防给水及消火栓系统技术规范须符合 GB 50974 规定；
- e) 暴露于钢液附近的液压系统，应设置单独的火灾报警和消防系统（如保护盖、小型储罐、难燃流体等），或采取其他措施降低火灾风险；
- f) 发生火灾时，除采取切断气源、油源措施外，还应切断电源进行灭火。

#### 5.1.17 连铸机操作位置

##### 5.1.17.1 概述

- a) 操作员操作位置的设置应靠近频繁操作的操控装置，确保操作员舒适操作。对于偶尔使用的控制装置，应放在操作员伸手可及的地方，见土方机械 操纵的舒适区域与可及范围 GB/T 21935，操作的安全性应符合黑色金属冶炼及压延加工业职业卫生防护技术规范 GBZ/T 231 规定；

- b) 可视化显示器的布置确保其无反光且清晰可见；
- c) 确保操作员能够从其所在位置直接看见操作过程。如果无法看见所有操作流程区域，则应配备视觉辅助器具，如闭路电视、反射镜等。

#### 5.1.17.2 控制室

设计控制室时，须遵循 GB/T 22188.1。控制室应具备：

- a) 自动控制空调系统；
- b) 隔热功能；
- c) 隔音功能（见第 5.4 条）；
- d) 必要时，安装热反射窗；
- e) 必要时，配置特殊颜色的玻璃区域，以保护操作员眼睛不受辐射光伤害；
- f) 不受钢渣和钢液飞溅等外部因素影响。

#### 5.1.17.3 机旁控制台

应保护好机旁控制台，使其避免受钢渣和钢液飞溅等外部因素影响。

#### 5.1.17.4 人体冷却风机

连铸机操作与维修区域用于人体冷却或环境通风的风机类设施应设置安全可靠的防护罩。

#### 5.1.18 机旁旋转操作箱

旋转操作箱一旦操作运转，应优先于其他控制台或控制室发出的操作信号。旋转操作箱上的运转/停止应通过按键/转换开关进行操作，操作过程和状态能够在控制室显示器中看到。

#### 5.1.19 断电

断电安全要求如下：

- a) 断电（包括机械、液压、气动、自动化等系统）时，所有部件应回到指定的安全位置。适用时，提供符合钢铁企业中央动力供应系统能源供应要求的重要电力用户供电电源及自备应急电源配置技术规范 GB/Z 29328。如果发生中断供电再恢复供应时，应避免各设备自动重启，见 GB/T 19670-2005 和 GB 16754-2008。
- b) 控制系统和设备须适用 GB 5226.1-2008 中的 9.4，GB/T 16855.1-2008，GB/T 16855.2，GB 28526 中的规定。

#### 5.1.20 危险区域

危险区域要求如下：

- a) 对于存在着火、中毒、天然气聚集、粉尘（积灰和微粒，比如铅）或窒息危险的区域，应采取特别措施（比如通风、除尘、固定或移动式气体监测设备），并参考机械安全 减小由机械排放的危害性物质对健康的风险 第 1 部分：用于机械制造商的原则和规范 GB/T 18569.1 和机械安全 减小由机械排放的危害性物质对健康的风险 第 2 部分：产生验证程序的方法学 GB/T 18569.2 的要求；
- b) 对于容易发生火焰意外蔓延、熔融物飞溅的区域，应特别说明并采取措施；
- c) 进入地平面以下区域，比如深坑、水槽、管廊、地下室等，应特别说明并采取措施；
- d) 连铸机作业当中的蒸汽密封室；
- e) 连铸机作业当中钢包回转台和中间罐区域，特别是钢包长水口及浸入式水口所在区域。

#### 5.1.21 冷却水系统

冷却水系统须遵循以下要求：

- a) 连铸机冷却水系统设计与运转须遵循 GB/T 50050，GB 13456，AQ 2001—2018 中 13.5 及 GB

50580—2010 的第 8 章。

- b) 冷却水系统应设置监控功能和故障报警。运转过程中一旦发生任何故障，应通过报警系统发出警报（见第 5.1.9 条）。
- c) 应建立事故冷却水系统，可在独立于主体供水系统的情况下，通过重力（事故水塔）或应急电源（包括柴/汽油机）供应冷却水。事故冷却水供应量和供应时间应足以避免人员及相关设备陷入危险状况。
- d) 发现结晶器漏水或管路发出低流量（含无流量）报警，应立即停浇，以免烧伤结晶器甚至引起爆炸。
- e) 及时掌握设备冷却水的回水流量和温差，以免冷却水不到位烧坏轴承和设备。
- f) 二冷喷嘴容易堵塞，应经常检查并及时更换，以免影响冷却效果和冷却的均匀性，导致因铸坯产生裂纹而引起的漏钢事故。
- g) 对突发的断水等危险预兆应具备必要的安全应对措施。
- h) 在设备使用说明书中，应针对冷却水系统发生紧急情况时需要采取的措施进行特别说明。

### 5.1.22 放射源

使用放射源控制结晶器液位时，应执行 GB/T 19661.1，GB/T 19661.2。应特别重视下述事项：

- a) 使用低放射强度的放射源；
- b) 放射源的安装与更换，只能在安全位置进行；
- c) 放射源应存放在特殊容器和房间中，并采取特殊的防辐射措施；
- d) 在放射源、放射源储存容器或储存室外设置警告标志；
- e) 只有当放射源处于安全位置时，才能操作结晶器；
- f) 在设备使用说明书中，需要针对放射源的安全装卸、搬运和存放进行特别说明；
- g) 应参考连铸机所在地的地方性法规。

### 5.1.23 钢包、中间罐及其支撑系统

钢包、中间罐及其支撑系统要求如下：

- a) 钢包回转台承载并运送装满钢液的钢包，机械结构设计时的冲击安全系数应区分不同部件和工况，按照 1.3~1.6 选取，设计基础时冲击安全系数按照 1.6~2.0 选取，宜大不宜小；
- b) 须按照 GB 50223—2008 中，钢包回转台抗震设防类别确定为“重点设防类”。钢包回转台支承结构和基础应按照 GB 50011，GB 18306 进行抗震设计，根据连铸机所在行政区域，确定结构的抗震设防烈度、基本地震加速度值及地震分组等参数。抗震措施（含抗震构造措施）除按照上述标准、规范确定外，还应结合连铸机所在区域地震历史，地质情况（如有无地裂缝）等因素，同时结合连铸机使用方的意见或要求最终确定设计参数；
- c) 钢包回转台钢筋混凝土结构预埋件的设计参考国家建筑标准设计图集，钢筋混凝土结构预埋件 GJBT—1396（图集号：16G362）并参考安全生产的已有连铸机。混凝土预制构件制作、安装及质量验收按照有关规程完成。钢包回转台基础施工与验收须执行 GB 50204。混凝土强度须执行 GB/T 50107；
- d) 设置钢包、中间罐钢流失控应急系统，阻止钢液失控流出，或把失控流出的钢液收集并输送至安全位置。该应急系统的主要设备包括事故钢包、事故流槽、中间溢流罐钢水罐漏钢事故溜槽以及渣盘等；
- e) 钢包回转台应设置安全制动和事故回转驱动系统。宜采用液压蓄能器作为滑动水口紧急关闭和液压马达事故驱动动力。当正常供电系统断电后，液压蓄能器释放动力紧急关闭滑动水口并即时驱动钢包回转台，使承载钢液的钢包回转离开浇注位置并将其回转至事故钢包上方。液压蓄能器的能力应考虑全载荷时钢包回转台至少能够回转 270°；
- f) 对钢包回转台传动机械、中间罐车传动机械、钢包浇注平台以及易受钢液失控流出损伤的设备和构筑物，应采取防护措施；
- g) 钢包回转台和中间罐车上的液压设备，宜采用合成有机酯难燃液压液或水乙二醇抗燃液压液；
- h) 钢包和中间罐内衬选用合格耐火材料，保证修砌质量，严格自然干燥、烘干和预热的时间和程

序，新的钢包和中间罐使用前应有专人检查耐火材料。使用过程中应跟踪检查，按照连铸机浇钢量定期更换钢包和中间罐，避免耐火材料层破裂、脱落导致钢液穿透流出；

- i) 钢包滑动水口、长水口，中间罐塞棒、浸入式水口、事故闸板选用有资质耐火材料厂家的合格产品，保证安装质量，严格预热程序，滑板结合面涂抹润滑剂，避免钢流失控；
- j) 防止钢包、中间罐调运时滑落。任何时候吊运钢包均应保证钢包走行通道下方、钢包回转台下方及其附近没有人和设备，以避免钢包内钢液漏出或溢出烧坏设备并造成人身伤害；钢包吊运通道下方设置安全栏杆，并设置危险标志或其他警示标牌；
- k) 钢包回转台和中间罐所处的专用操作平台应设计宽敞，此专用操作平台和这一区域生产中不得有积水，防止漏钢溢钢引起爆炸；
- l) 钢包加盖，钢包回转台配置钢包就位时的对中导向装置，满载钢包落入其支撑系统时应准确就位，减速轻放；
- m) 连铸机作业过程中，禁止无关人员进入钢包回转台、中间罐、结晶器及旋转操作箱等所在区域。
- n) 预热中间罐时，应先点火，后开燃气，最后开风机吹风；
- o) 定期检查中间罐钢壳上的透气孔所焊档板，以免连铸作业中喷出热气，灼伤操作人员；
- p) 在设备使用说明书中，应针对这一区域发生紧急情况时需要采取的措施进行特别说明；
- q) 执行炼钢安全规程 AQ 2001—2018 中 12.1 和 12.3 条。

#### 5.1.24 长水口机械手（或机器人）

长水口机械手（或机器人）安全要求如下：

- a) 钢包采用长水口进行二次防氧化保护浇注并防止钢液飞溅。
- b) 此外，确保操作工就位于安全的操作位置，并为操作工提供防护罩。如果无法提供安全的操作位置时，应采用自动操控系统。
- c) 在规定控制系统的性能等级（PL）和类别时，应完整地考虑长水口机械手（或机器人）和钢包滑动水口。控制系统须满足本标准第 5.1.13 条中提出的要求和 GB/T 16855.1-2008“4.2 和“6.2 中类别 3 的要求。

#### 5.1.25 密封室

以下列项缺少引导语；列项的标点

密封室的安全要求如下：

- a) 液芯铸坯在连铸机中直接喷水冷却产生蒸汽，应设计一个密闭的空间，即密封室，将蒸汽收集并排出车间外。
- b) 密封室需要考虑设置多个便于检修工出入的门，检修门打开方向应以人身安全为前提。以方便故障排查、设备点检、设备维修及更换。
- c) 只有当连铸生产过程停止时，才允许相关人员进入密封室。
- d) 任何时候进入密封室和氧化铁皮冲洗槽，必须有二人以上。
- e) 进出密封室时，控制系统应符合第 5.1.13 条要求，并在控制室和操作台中显示“操作工正在密封室中作业”，控制系统应包含警报系统（见第 5.1.9 条）。人进入密封室后，门始终敞开，并在门框悬挂醒目的“密封室内有人作业”的警示牌，必要时派专人看守。
- f) 密封室中各蒸汽排出口，均应配置有足够强度的钢丝网片作为安全防护，当蒸汽排出风机启动后保护密封室中作业人员的安全，并防止异物被吸入到蒸汽排出管道之中。
- g) 小方坯、大方坯或异形坯连铸机浇铸过程中进行故障排查和设备检修时，遵循下述规定：
  - 1) 结晶器入口须采用防护墙和防护板将每个铸流隔开；
  - 2) 只能通过自动化联锁系统并按照 GB/T 18831 要求进入密封室的相关部位，且可以进入的仅仅为责任操作工或责任检修工；
  - 3) 进入密封室之前停止连铸机的相关工作模式，只有获取授权人指令，责任操作工、责任检修工或指定的专业人员才能进入；
  - 4) 自动化联锁系统应与每个密封室相联接，空间受限情况下，与进入区域相联接；
  - 5) 只用于检修目的的门在连铸机作业中应被锁定，只能使用专用工具或钥匙打开。
- h) 设备使用说明书中与密封室有关的安全事项应特别说明。

### 5.1.26 连铸机主机设备

连铸机主机设备安全要求如下：

- a) 设计时，应考虑铸流导向装置驱动辊压下液压系统在停电、高压油泵发生故障等事故状态时，液压蓄能器系统能够保持 30 min～40 min，保证将引锭从结晶器中完整安全地放落到水平位置；
- b) 设置有效而动力充足的结晶器烟尘排出系统；
- c) 板坯连铸机夹持送入结晶器内的引锭时，至少需设计四个驱动辊，使得夹持力是引锭重力的两倍以上，以防止引锭滑落冲击造成设备或人身安全事故；
- d) 润滑系统一旦故障应及时排除，保证连铸机良好润滑，如果不能快速排除故障则应停机处理，以保护连铸机轴承与机械设备不被烧坏；
- e) 引锭身无油脂污染，避免被夹持时打滑使摩擦力减小甚至滑落冲击而损坏在线设备；
- f) 结晶器与引锭头密封之前，应在结晶器铜板表面涂抹专用润滑剂，防止开浇漏钢；
- g) 振动装置失灵，连铸机立即停止作业；
- h) 浇注过程中，如结晶器钢液面出现不明情况的沸腾，应停止浇注；
- i) 对于采用上装引锭的连铸机，引锭提升装置中提升引锭的钢丝绳表面视情况及时涂覆润滑脂。通过规范的点检制度保证引锭提升装置中的电机、减速机、制动器和提升钩始终处于完好状态。引锭提升机构的正下方区域设置警示牌。必要时，提升操作过程中有专人看守，禁止人员进入该区域，以防引锭坠落造成人身伤害；
- j) 在线脱引锭应有专人监视，确认引锭与铸坯脱离方可离开；
- k) 避免不规则的翻坯操作引起的扬尘。

### 5.1.27 连铸机操作更换件及维修作业

中间罐、结晶器、板坯连铸机弯曲段（零号扇形段）、板坯连铸机扇形段、结晶器振动装置等是连铸机的主要操作更换件，其更换和维修的安全事项如下：

- a) 设备更换维修用吊绳、吊具应是具有生产资质、专用吊具生产厂家的产品，并定期对吊绳、吊具进行安全检查，调运设备时有专人指挥；
- b) 被起吊物品的重量应小于吊绳、吊具和起重机的额定提升重量；
- c) 中间罐起吊重量按照盛满钢液考虑；
- d) 结晶器等设备起吊时，在连铸机位置将冷却水释放干净；
- e) 起吊中间罐、结晶器、结晶器振动装置、弯曲段、扇形段等设备时，浇注平台上应设置安全护栏，禁止无关人员进入护栏内，作业人员必要时系安全带进行设备更换操作；
- f) 起吊扇形段用的浇注平台活动部分在安装到位后，应避免对行人造成磕绊；
- g) 浇注平台临时存放被更换的设备应预先设计专用工位，这些专用工位不得干涉安全通道；
- h) 在中间罐维修区和机械设备维修区，各设备翻转流程正确，运行安全；
- i) 浇注后的中间罐，需待罐内余钢完全凝固后，才允许吊到中间罐倾翻台上。进行倾翻作业前，废料台车周围，不得有行人通过和逗留；
- j) 中间罐翻转工位配备除尘设施，保证工作区域尘埃浓度在要求的范围内。中间罐维修除翻转工位以外的其他工位如可能出现扬尘，应采取喷水雾化等措施消除；
- k) 机械维修区设置密闭室清洗操作更换件，使污水流入浊循环水中；
- l) 连铸机作业期间，不能对正在运行的连铸机的任何零部件进行维修和清洁，不得对在线设备进行维护和修理工作，例如方坯连铸机的冷床区域、板坯连铸机的移载机区域；
- m) 点检后的维修，应在连铸机停止作业时完成；
- n) 实行挂牌操作的连铸机，检修工检修前，应索取全部可能造成伤害的设备操作牌（或停电牌），确认停电后，方可检修。检修完毕后，将操作牌交还操作者，并通知有关部门和岗位，由主控室专人负责通知送电；
- o) 维修连铸机主机，应在连铸机作业结束、设备完全冷却后进行，以免人身被烫伤；
- p) 固定专人经常观察和检查机械维修区结晶器热电偶测试用蒸汽系统的阀门和管路，以免蒸汽泄漏伤及人身。

### 5.1.28 对连铸机操作及维修人员安全生产的总体要点

连铸机操作及维修人员应严格执行连铸车间职工通用安全规程，严格按照连铸机安全技术操作规程操作，严格按照连铸机安全维修规程进行维修。除此之外，还需特别重视以下安全要点：

- a) 连铸车间专职安全员、连铸机操作人员、维修人员应提高警惕，严禁任何人将易燃易爆物品带入连铸车间；
- b) 连铸车间的生产、维修、运输等全部作业区域严禁烟火，禁止吸烟；
- c) 连铸机作业及维修人员上岗前保证休息充分，上岗前及上班过程中禁止饮酒；
- d) 无论任何工种，凡接触机械转动部位，严禁戴手套操作，与正在运转的设备之间保持一定距离；
- e) 严禁用氧气吹扫衣服上的灰尘；
- f) 连铸机开机前确认事故水塔水位，应达到规定的水位要求；
- g) 操作工在生产过程中发现设备出现异常，应及时通知专业维修人员，停机时及时修理。操作人员只有接到设备检修完毕，检修人员离开的信息后方可进行连铸作业；
- h) 随时观察和聆听连铸机生产过程当中的安全报警信号。交接班时，采用书面方式明确报告安全报警系统是否完好；
- i) 封塞结晶器与引锭头所用耐火材料应干燥无油污，投放的冷料应干燥（必要时进行烘干）、表面不得有油垢、铁锈及易产生气体的附着物，以免浇入钢液时产生喷爆现象；
- j) 每次开浇前，检查结晶器冷却水和设备冷却水回水阀门，确保开启，保证结晶器不被烧穿，连铸机轴承和相关设备不被烧坏；
- k) 浇注用保护渣应干燥无水分，受潮后的保护渣不得使用，避免喷爆现象；
- l) 快换中间罐时，把结晶器内钢液面上的保护渣捞干净，防止开浇“放炮”烧伤人身；
- m) 联接快换插头、水口快换、开浇等作业时，操作工应佩戴面罩，并且禁止将手伸入结晶器内；
- n) 操作工进行事故铸坯切割时，应带保护面罩，并防止事故切割中烧坏连铸机在线设备；
- o) 调运铸坯应用专用吊具，严格铸坯堆垛高度和垛堆间距，高度不得随意超出，间距不得随意缩小。方坯堆垛横竖交叉，板坯堆垛整齐美观，防止垛堆倾斜倒塌；
- p) 设备维修，应解除各设备之间的连锁，使转换开关处于手动位置；
- q) 液压设备应泄压后检修，禁止带压窜压维修。

### 5.1.29 连铸机计算机控制信息化与人工智能

以下列项缺少引导语；列项的标点

连铸机计算机控制信息化与人工智能要求如下：

- a) 连铸机信息网、控制网、设备网（现场控制总线）等网络的安全执行 2016 年 11 月 7 日第十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议通过的“中华人民共和国网络安全法”；
- b) 工业机器人属于机电一体化设备，就连铸机中机器人与机器人装备的安全而言，其设计、使用、安全防护、维护、网络联接及故障处理执行工业环境用机器人 安全要求 第 1 部分：机器人 GB 11291.1 和机器人与机器人装备 工业机器人的安全要求 第 2 部分：机器人系统与集成 GB 11291.2；
- c) 机器人与机器人装备所处的工作状态信息应在连铸机主控室显示，包括视觉、听觉、触觉信号。机器人与机器人之间的协作执行机器人与机器人装备 协作机器人 GB/T 36008；
- d) 与连铸机工业机器人及连铸机控制相关的人工智能系统标准化安全技术以工业和信息化部、国家标准化管理委员会 2018 年 8 月 14 日印发的“国家智能制造标准体系建设指南（2018 年版）”第三章第（一）节第 2 条为依据；
- e) 信息技术的隐私安全执行 Information technology — Security techniques — Privacy framework ISO/IEC 29100, Information technology — Security techniques — Privacy architecture framework ISO/IEC 29101, Information technology — Security techniques — Privacy capability assessment model ISO/IEC 29190, Information technology — Security techniques — Guidelines for privacy impact assessment ISO/IEC 29134 等标准；
- f) 信息技术设备的安全执行信息技术设备 安全 第 1 部分：通用要求 GB 4943.1；
- g) 设计时，应考虑机器人作业时的最大作业区域或作业半径；
- h) 定期对连铸机控制系统所属的计算机和服务器进行杀毒，严禁无关人员操作计算机，更不允许



拷贝系统文件或拷入无关程序。

## 5.2 重大危险，危险状况，安全要求和措施清单

### 5.2.1 表格综述

表1旨在让设备设计者和供货商采用科学的方法并对照连铸机重大危险清单对设备设计进行检查。  
表1组成如下：

- a) 第1列是重大危险名称；
- b) 第2列是对危险状况的描述；
- c) 第3列是避免或减少危险和危险状况需满足的安全要求和/或采取的措施，包括应对措施和可选措施；
- d) 第4列是制定措施时参考的相关条款或标准中的规定措施。除非另有规定，列出的所有引用均适用于每一项应对措施；

注1：执行安全要求和/或应对措施时，应考虑到同一时间可能出现不同危险。

注2：第5.3条和第5.4条规定了特殊安全要求和应对措施。

- e) 第5列是一致性演示拟采用的验证方法；缩写字母V、T、M和D定义如下：

V：目视检查，旨在验证各部件的必要功能及环境要求；

T：测试/检查验证，旨在验证设备具备的功能是否达到要求；

M：验证采取的应对措施是否达到规定要求，包括设备使用说明书中的要求和建议；

D：图纸和/或计算书用于验证各个部件的设计特性是否达到要求。

表 1 重大危险、危险状况、安全要求和/或措施清单

重大危险	危险状况	安全要求和/或措施	出处	检验方法
5.2.2 概述				
(1) 流体喷射	(1) 可能给人的皮肤、眼睛或身体造成伤害。	必要时，遮住流体部分（如采用耐火衬，可防止因高温或钢液而受伤害）；	5.1.6 5.1.20	D, V
		在危险区域以外设置切断装置；	5.1.6	D, V, T
		操作、维护说明：穿戴好个人防护用品（personal protective equipment, PPE）。	5.1.8	D, M
	(2) 火灾	设置火灾检测、报警系统和消防系统；	5.1.16	D, V, T
		对暴露于钢液的液压系统，提供消防措施；	5.1.16 5.1.5	D, V
		在危险区域（如浇注平台）设置自动或手动紧急切断阀；	5.1.6	D, V, T
		紧急切断阀应设置在逃生通道内。	5.1.6	D, V, T
(2) 总体危险事项	设备意外离开规定位置	设备应保持在规定位置，存在意外移动风险时，应设置机械限位固定装置。	5.1.24 5.3.3	D, V, T
(3) 噪声	明显的噪声	消减工作岗位噪声。	5.4 附录B	D, T, M
(4) 振动	手臂和整个身体明显振动	减少工作岗位振动，或采取隔振措施。	5.1.15	D, T, M
5.2.3 浇注平台				
5.2.3.1 概述				
(1) 总体危险事项	未经授权，人员进入危险区域	禁止无关人员进入；	5.1.10	D, V, M
		地面设立安全标志；	5.1.3 5.1.10	D, V
		设立“无关人员禁止入内”警示标志；	5.1.9 5.1.10	D, V
		操作、维护说明：穿戴好个人防护用品（PPE）。	5.1.8 7.2.5 7.2.6	D, M
	控制系统故障	提供安全控制系统；	5.1.13	D, T
		操作、维护说明：应急处理程序。	7.2.5 7.2.6 7.4	D, M
(2) 火灾、气体或粉尘爆炸反应	长水口烧氧和/或事故切割枪处理事故，浸入式水口预热装置离线预热	液压回路及燃气回路设置切断阀，切断阀应安装在十分安全的区域（即任何情况下人员均可靠近，如安全通道） 燃气管路增设阻火器。	5.1.6	D, V, T
(3) 冲击	处于预热位置的中间罐：预热烧嘴摇摆	按照操作、维护说明处理。	5.1.10 7.2.5 7.2.6	D, T

表1（续）

重大危险	危险状况	安全要求和/或措施	出处	检验方法
(4)电源故障	正常运行时动力损耗	使用蓄能器（如液压蓄能器或压缩空气蓄能器）紧急旋转移动钢包并关闭滑动水口。	5.1.13 5.1.19 7.4	D, V, T
(5)挤压、冲 击	运转中的非固定设备或装置	设计时，设备和装置应考虑最小间距，避免挤压人体有关部位。	5.1.10.3	D, V, M
	引锭在引锭车上移动	为了在引锭车上安全地移动引锭，应设置运转夹持装置。	5.3.2	D, V, T
(6)放射源	来自封装的放射源的辐射	采取防辐射措施；	5.1.22	V, D, T
		安全操作。	5.1.22	V, D
(7)机器人作 业	对人的机械性伤害	设计时，应考虑机器人作业时的最大作业区域或作业半径。	5.1.24 5.1.29	D, V, T
		5.2.3.2 钢包支撑系统区域		
(1)烧伤和烫 伤	能见度低（钢包撞击和/或坠落）	机器照明达标。确保起重机操作员视野良好（例如配备远程控制、摄像机等）。	5.1.2 5.1.3 5.1.15 5.1.17	D, V
		钢包不对中	配置具有对中导向装置的钢包支撑系统。	5.1.23
	钢液不可控地流出、飞溅或泄漏、钢包穿包	设置防护罩保护操作员；	5.1.10	D, V
		钢包支撑系统的支撑臂配备保护罩；	5.1.10	D, V
		设置钢包事故流槽和应急钢液收集系统； 选用合格耐火材料，保证修砌质量，严格自然冷却、烘干、预热程序，定期更换钢包；	5.1.23	D, V, M
		钢包滑动水口采用液压蓄能器；	5.1.13	D, V, T
		为避免钢包滑动水口液压缸软管连接错误，管接头应按不同尺寸标识清楚；	5.1.5	D, V, T
		设置危险标志和警示标牌。禁止无关人员在此区域穿越和逗留；	5.1.9 5.1.23	D, V, M
		满载钢包落入钢包回转台应减速轻放；	5.1.23	D, V, T
		保持钢包支撑系统区域无积水。	5.1.23	D, V, M
	液压系统故障引起火灾	保护好钢包支撑系统中的液压管路和软管，保护好钢包散热路径。	5.1.5 5.1.6	D, V
	火灾	建议液压系统和液压伺服系统使用难燃液压油，还应采用其他技术防范措施，比如液压缸设置单向阀。	5.1.5 5.1.6	D, V, M
	断电	配备应急驱动系统，如液压蓄能器、蓄电池、UPS电源等。	5.1.19 5.1.23	D, T
	滑动水口失灵	选用有资质厂家的合格产品，保证安装质量，滑板结合面涂抹润滑剂，避免操作失误。	5.1.23	D, V, T
(2)排放有害 物质	粉尘和微粒（比如铅）	若极限值大于允许值，应安装排气系统。	5.1.20	D, M, T

表1（续）

重大危险	危险状况	安全要求和/或措施	出处	检验方法
5.2.3.3 长水口机械手				
(1) 烧伤和烫伤	控制系统故障	提供安全控制系统，使之至少达到机械安全 控制系统有关安全部件 第 1 部分：设计通则 GB/T 16855.1—2008 标准中性能等级（PL）d/类别 3；	5.1.4, 5.1.10, 5.1.12 5.1.13, 5.1.19, 5.1.24 附录A	D, T
		操作、维护说明：应急处理程序。	7.2.5, 7.2.6, 7.4	D, M
	钢液喷溅	钢包加盖；	5.1.23	D, V
		设置安全的操作位置并配备防护罩，保护操作员；	5.1.24	D, V, M
		操作位置不安全时，配备自动操作系统。	5.1.24	D, V, T
5.2.3.4 中间罐区域				
(1) 烧伤和烫伤	中间罐穿钢漏钢	预防： ——耐火材料层修筑符合要求； ——严格自然冷却、烘干、预热程序，坚持定期更换中间罐； ——经常性人工观察中间罐钢壳是否发红，透气孔所焊档板是否脱落。 操作、维护说明： ——立即停止浇铸； ——全员疏散； ——将中间罐运送到事故位置。	5.1.3 7.2.5 7.2.6 7.4	D, M, T
	中间罐水口穿钢	塞棒、浸入式水口控流应配置事故闸板。选用合格水口，严格自然冷却、烘干、预热程序，定期更换水口。	5.1.23	D, T
	钢液失控流出	安装防护罩，以保护操作工；	5.1.10	D, V, M
		配备应急设备和措施，输送和收集流出的钢液，同时阻止钢液从中间罐失控流出；	5.1.23	D, T
		按照操作、维护说明处理事故。	7.2.5, 7.2.6, 7.4	D, M
		设置危险标志和警示标牌。禁止无关人员在此区域穿越和逗留；	5.1.9, 5.1.10 5.1.23	D, V, M
		保持钢包支撑系统区域无积水。	5.1.23	D, V, M
	液压系统故障引起火灾	保护中间罐车液压配管和软管。	5.1.5, 5.1.6	D, V, M
	火灾	液压系统和液压伺服系统使用难燃液压油；同时，还应考虑采用其他技术防范措施，比如液压缸设置单向阀。	5.1.5 5.1.6	D, V
	事故闸板失灵	选用有资质厂家的合格产品，保证安装质量，严格预热程序，滑板结合面涂抹润滑剂，避免操作失误。	5.1.23	D, V, T
预热装置点火错误	规范操作	5.1.23	D, V, T	

表1（续）

重大危险	危险状况	安全要求和/或措施	出处	检验方法
(2) 挤压	中间罐到指定位置后的移动, 如行走时, 应设置定位固定装置 (如“止挡”) 和驱动制动装置。	中间罐在结晶器区域安全行走, 应设置定位固定装置 (如“止挡”) 和驱动制动装置。	5.3.2 5.3.3	D, V, T
5.2.3.5 结晶器区域				
(1) 烧伤和烫伤	溢钢	设置应急设备, 阻止钢液从中间罐流入结晶器;	5.1.13 5.1.23	D, T
		操作、维护说明: 浸入式水口采用事故闸板等, 停止溢钢的铸流浇铸;	7.2.5, 7.2.6 7.4	D, T, M
		保护放射源, 避免钢液浸入。	5.1.10	D, V
	钢液喷溅	按照操作、维护说明处理:	5.1.3, 5.1.10	D, V, M
		立刻停止浇铸;	7.2.5, 7.2.6	
		全员疏散。	7.4	
	结晶器冷却系统故障	冷却水系统具备温度、流量和压力检测功能, 发现结晶器漏水或管路发出低流量报警, 立即停浇。	5.1.5, 5.1.6 5.1.9 5.1.21	D, V, T
		一旦发生结晶器冷却水故障, 视觉、听觉报警装置均应报警提示;	5.1.9 5.1.21 7.1	D, V, T
		按照操作、维护说明: 操作工立即停止浇铸;	7.2.5, 7.2.6 7.4	D, V, M
		事故冷却水自动接通, 以便安全地停止浇铸。参照连铸工程设计规范 GB 50580—2010 规范第8.5条;	5.1.21	D, T
		提供安全控制系统, 使之至少达到机械安全 控制系统有关安全部件第1部分: 设计通则 GB/T 16855.1—2008 标准中性能等级 (PL) e/类别4;	5.1.13	D, T
		设置警告标志, 禁止未经授权人员进入;	5.1.9 5.1.10	D, V, M
		按照操作、维护说明处理。	7.2.5, 7.2.6 7.4	D, M
	因烟尘排出系统性能不良而导致烟尘意外扩散	设计有效而动力充足的结晶器烟尘排出系统;	5.1.26 7.2.5 7.4	D, T
		按照操作、维护说明: 定期清理排烟管道和风机叶片	7.2.5, 7.2.6 7.4	D, M
(2) 排放有害物质	粉尘和颗粒 (比如铅离子)	若极限值大于允许值, 应安装烟尘排出系统。	5.1.20	D, T

表1（续）

重大危险	危险状况	安全要求和/或措施	出处	检验方法
5.2.3.6 密封室中的铸流				
(1) 烧 伤 和烫伤	人进入密封室	防护装置增加锁定功能： ——应明确警示有人结伴进入，同时采取相应的防范措施； ——坚决避免意外钢液流入密封室； ——只有当人员离开密封室，控制系统发出重新启动命令后，连铸机的相关运转模式才能能够按生产规则（比如维修后）运行； ——在任何时候密封室检修门打开方向应以人身安全为前提。	5.1.25	D, V, T
		所有检修门应张贴或悬挂安全警示标志。	5.1.9	D, V, M
		操作、维护说明：使用说明书中给出特别安全说明。	7.2.5, 7.2.6 7.4	D, M
5.2.4 连铸机主体设备				
(1) 烧 伤 和烫伤	铸 造 过 程 中 的 散 热、高温	设置防护墙、防护罩；	5.1.14	D, V, M
		按照操作、维护说明处理；	7.2.5, 7.2.6 7.4	D, M
		二冷喷嘴容易堵塞，经常检查及时更换，以免铸坯产生裂纹造成拉漏事故，烧伤设备；	5.1.5 5.1.6 5.1.21	D, V, T
		避免振动装置失灵；	5.1.26	D, V, T
		避免结晶器液面不明情况的沸腾。	5.1.26	D, V, M
(2) 挤压 冲击	引锭在连铸机中处于保持模式时，意外运动	设计可靠的引锭夹持系统，并在引锭送入连铸机前，将引锭头和引锭杆身的油污清理干净；	5.1.13 5.1.26	D, T
	引锭在停放位置时出现意外运转	停放位置设置锁紧机构，比如机械止动定位装置；	5.1.13 5.3.3	D, T
	控制室视野和能见度不佳而导致引锭意外移动	确保操作控制室具有良好视野和能见度；	5.1.17	D, V
		安装摄像机。	5.1.17	D, V, M
(3) 排 放 有害物质	粉尘和颗粒（比如铅离子）	若极限值大于允许值，安装烟尘排出系统。	5.1.20	D, M
(4) 高 空 物体坠落	上装引锭提升过程	制定点检制度，规范点检和维修；设立警示标志；必要时专人看守。	5.1.26	D, V, M

表1（续）

重大危险	危险状况	安全要求和/或措施	出处	检验方法
5.2.5 切割系统				
5.2.5.1 剪切机				
(1) 挤压、剪切、冲击	进入剪切区	在危险区域周围设立防护装置，避免作业过程中进入；	5.1.10	V, T, M
		入口处设立带锁的活动式防护装置，确保维护或故障检修时的人员安全。	5.1.4	V, T, M
			5.1.10	
	控制系统故障	按照操作、维护说明处理	7.2.5, 7.2.6 7.4	D, M
		为故障排查提供安全系统；	5.1.10	D, V
		设计配备安全的控制系统；	5.1.13	D, T
		确保主控室视野良好；	5.1.17	D, V
		安装摄像机；	5.1.17	D, V, M
	维修期间意外运转使物体坠落	按照操作、维护说明中的工作流程和步骤排除故障。	7.2.5 7.2.6	D, M
		剪切机配备锁定装置；	5.3.3	D, T
按照操作、维护说明中的工作流程和步骤排除故障。		7.2.5 7.2.6	D, M	
(2) 烧伤	高温热辐射	按照操作、维护说明，佩戴个人防护用品（PPE）。 7.2.5, 7.2.6	5.1.8	D, M
(3) 火灾	液压系统故障引起火灾	液压回路配备截止阀，截止阀安装在安全的区域内；	5.1.5 5.1.6	D, V, T
		使用抗燃流体。	5.1.6	D, V
5.2.5.2 火焰切割机				
(1) 烧伤和烫伤	高温热辐射	提供警告标志；	5.1.9	D, V, M
		按照操作、维护说明，佩戴个人防护用品（PPE）。 7.4	5.1.8 7.2.5, 7.2.6	D, M
(2) 火灾和/或气体反应	气体意外燃烧	提供安全控制系统，使之至少达到机械安全 控制系统有关安全部件 第1部分：设计通则GB/T 16855.1—2008标准中性能等级（PL）d/类别2；	5.1.13	D, V, T
		液压回路配备（自动或手动）切断阀，切断阀应安装在安全区域，即在任何情况下人均能够靠近。	5.1.6	D, V, T
		有效防护切割机电缆。	A.2.6	D, V, M
(3) 排放有害物质	粉尘和颗粒（如铅离子）， 烟雾/气体排放	配备烟尘排出系统，特别是不锈钢切割；	5.1.20	D, V, T
		按照操作、维护说明处理；	7.2.5, 7.2.6 7.4	D, M
		烟尘排出系统故障	按照操作、维护说明处理：定期检查和清洗烟尘排出管道和抽风机叶片。	7.2.5, 7.2.6 7.4

表1（续）

重大危险	危险状况	安全要求和/或措施	出处	检验方法
(4) 总体危险事项	未经授权进入火焰切割区域	火焰切割区域采取安全防护措施，禁止未经授权的人员进入；	5.1.10	D, V
		设立警示标志。	5.1.9	D, V, M
	检查火焰切割区域	确保操作控制室具有良好视野；	5.1.17	D, V
		安装摄像机；	5.1.17	D, V, M
		设置安全通道；	5.1.10	D, V
		按照操作、维护说明，佩戴个人防护用品（PPE）；	5.1.8 7.2.5, 7.2.6 7.4	D, M
	手动紧急切断	设置安全通道；	5.1.10	D, V
		在火焰切割之后的切后辊道区域设置安全操作位置；	5.1.10	D, V, M
		按照操作、维护说明，佩戴个人防护用品（PPE）。	5.1.8 7.2.5, 7.2.6 7.4	D, M
5.2.6 出坯区域				
(1) 总体危险事项	未经授权的人员进入去毛刺和喷印区域	设置防护装置，防止未经授权的人员进入去毛刺和喷印区域；	5.1.10	D, V, T
		设立警示标志。	5.1.9	D, V, M
	故障排查	去毛刺和喷印区域设置进出安全通道；	5.1.10	D, V
		提供足够的工作位置和达标的照明；	5.1.10	D, V, M
		按照操作、维护说明，佩戴个人防护用品（PPE）。	5.1.8 7.2.5, 7.2.6 7.4	D, M
		非安全通道禁止人员穿越。	5.1.10	D, V
		不规则的翻坯引起的扬尘。	5.1.26	D, V, M
(2) 清理去毛刺残料	清理去毛刺工序产生的毛刺、碎片或其他碎屑，以避免给人员造成伤害。	设置防护盖板或防护罩；	5.1.10	D, V
		设立安全标志；	5.1.9	D, V, M
		按照操作、维护说明，佩戴个人防护用品（PPE）。	5.1.8 7.2.5, 7.2.6 7.4	D, M
(3) 挤压、冲击	自动模式运行中的喷印机	提供防护措施；	5.1.10 5.1.10	D, V, T
		设立安全标志。	5.1.9	D, V, M
(4) 排放有害物质	喷印设备：金属粉尘爆炸	设立安全标志；	5.1.9	D, V, M
		按照操作、维护说明，佩戴个人防护用品（PPE）；	5.1.8 7.2.5, 7.2.6 7.4	D, M
		仅设备停工时维护。		



表1（续）

重大危险	危险状况	安全要求和/或措施	本标准条目	检验方法
5.2.7 维修区域				
(1) 总体危险事项	故障排查	提供足够的工作位置和达标的照明；	5.1.10	D, V, M
		按照操作、维护说明，佩戴个人防护用品（PPE）；	5.1.8 7.2.5, 7.2.6 7.4	D, M
		非安全通道禁止人员穿越。	5.1.10	D, V
	设备吊运危险	吊绳、吊具合格；	5.1.27	D, V, T
		不超负荷起吊；	5.1.27	D, M, T
		吊运时释放干净设备内的积水；	5.1.27	D, M, T
		起吊被更换设备时，浇注平台开口有护栏，有关操作人员系安全带。	5.1.27	D, M, T
	弯曲段、扇形段翻转	与起重机密切配合，地面指挥正确；	5.1.27	D, V, T
		按照操作规程翻转。	5.1.27	D, V, T
(2) 扬尘排污	中间罐倾翻装置倾倒耐火材料产生扬尘	设立安全标志；	5.1.9	D, V, M
		按照操作、维护说明，佩戴个人防护用品（PPE）；	5.1.8 7.2.5, 7.2.6 7.4	D, M
		按照规程操作。	5.1.27	D, M, T
	机械设备冲洗产生污水	设置污水回流通道；	5.1.27	D, V, T
		设置密闭的冲洗室。	5.1.27	D, V, M
(3) 烧伤	停机后连铸机主机维修	停浇后等待设备完全冷却	5.1.27	D, V, M
	结晶器热电偶试验用蒸汽系统泄漏，蒸汽喷出	设立安全标志；	5.1.9	D, V, M
		按照操作、维护说明，佩戴个人防护用品（PPE）。	5.1.8 7.2.5, 7.2.6 7.4	D, M
		定期检查蒸汽管路和阀门	5.1.6 7.4	D, V, T

### 5.3 特殊安全要求或措施

#### 5.3.1 概述

下述安全要求适用范围见表 1。

#### 5.3.2 操纵运转控制装置

若表 1 要求采取本安全措施，应在危险运转存在期间按照机械安全 双手操纵装置 功能状况及设计原则 GB/T 19671 要求，握持设置的运转控制装置，从而不危及操作员安全，操作员应具备超越危险区域的良好视野（见第 5.1.17 条），例如设置闭路电视。如果停止操纵运转控制装置，运转应立刻停止。

#### 5.3.3 机械约束装置

机械约束装置要求如下：

- a) 设计时选择机械约束装置，如保险螺栓、止挡、门锁、切痕或制动器。
- b) 通过液压缸自动运转时应选择安全螺栓，在其终端位置监控自动运行装置。若手动设置保险螺栓或门锁，应能够明显识别，并且直接安装在受保护的设备上（如链锁）。
- c) 多数情况下，只有在通电的情况下制动器才可以机械性打开，断电时通过液压、弹簧悬挂等机构使制动器自动制动。对于需要在断电时打开制动器的钢包回转台，在操作、维护手册中应特别说明。
- d) 电气控制开关关闭时，设备应保持在原位，并符合 5.1.12 规定。

#### 5.3.4 易接触旋转与运动部件

易接触旋转与运动部件安全要求如下：

- a) 若无法满足 GB/T 12265.3 所规定的安全间距，则应根据 GB/T 8196—2003 的要求，对易接触传动轴、联轴器、皮带、链条、滑轮和链轮等传动机构安装防护装置。
- b) 对转轴进行标记，使其在运转过程中清晰可见。

### 5.4 降噪

降噪是一项安全要求。

#### 5.4.1 噪声源

连铸机主要噪声源为：

- a) 中间罐烘干及预热装置；
- b) 液压泵站、干油润滑泵站、油气润滑泵站；
- c) 冷却水泵和配水、配气系统；
- d) 蒸汽排出系统；
- e) 火焰切割设备或剪切机；
- f) 头尾坯及式样收集装置；
- g) 各种机械传动运转装置。

#### 5.4.2 通过设计从源头上降噪

降噪要求如下：

- a) 设计连铸机时，应从设计阶段源头上考虑降噪方法和降噪技术措施，须依据 GB/T 25078.1，GB/T 25078.2，并按照 GB/T 50087，GB 12348，GB 3096，并按照 GB 22337 进行设计。须考虑的降噪通用措施示例如下：
  - 1) 减少冲击能量（如降低下落高度）；
  - 2) 减少冲击力（如阻尼冲击）；

- 3) 降低气流噪声（如采用低噪喷嘴、蒸汽排出采用消音器等）；
  - 4) 降低水流噪声；
  - 5) 采用材料内部吸收衰减法（如用铸造件取代钢板结构，使用多层钢板）；
  - 6) 抑制结构传播噪声（如使用涂层或多层钢板）；
  - 7) 对结构传递的噪声进行隔离（如安装隔音板），采用振动隔离装置（如使用弹簧组件和阻尼器）；
  - 8) 切断声音传播源（如使用多孔板、格子状箱体等）。
- b) 评估源头降噪效果的依据是机器实际噪声值与同类型机器噪声值的比较，而不是降噪措施本身的属性；
- c) GB/T 25078.2 给出了机器中产生噪声部位的有用信息。

#### 5.4.3 通过防护措施降噪

通过防护措施降噪措施如下：

- a) 可通过增加隔音措施，把噪声源和受噪声影响的区域物理性分隔，完全隔绝控制室、操作室以及用于液压泵站和给排水（气）系统的独立房间或地下室，达到控制二次噪声的目的。使用的降噪措施示例如下：
- 1) 完全密封罩或部分密封罩；
  - 2) 隔音板；
  - 3) 消音器；
  - 4) 增加噪声源与操作员之间的距离。
- b) 须根据 GB/T 18699.1，GB/T 18699.2，GB/T 16405，声学 消声器测量方法 GB/T 4760 及 GB/T 19887 进行测定，估算上述保护措施的功效。

#### 5.4.4 依据当前噪声信息实时降噪

若源头降噪和通过防护措施降噪效果不理想，则必需通过当前噪声信息采取实时降噪措施，进一步保护操作员。推荐采用的措施见第 7.2.5.1 条第 f) 项。

### 6 安全要求和措施的验证

安全要求和措施的验证要求如下：

- a) 应验证连铸机设计和制造过程是否包含了本标准所述要求。
- b) 应进行的验证见第 5.2 条表 1 和表 A.1 之规定。电气安全确认须按照 GB 5226.1—2008 进行，噪声测试规范见附录 B。
- c) 安全要求和措施的验证应在机器试运转完成后进行。若需部分拆装（如进出通道），不得影响已经验证的功能。因验证而停止使用的安全装置应在验证完成前复原。

## 7 使用信息

### 7.1 标志和报警装置

安全标志和报警装置须满足 5.1.9 以及 GB/T 18209.1，GB/T 18209.2 和 GB/T 16273.1 的规定。

### 7.2 随连铸机交付的文件

#### 7.2.1 设备使用说明书

供货商应提供每台连铸机的设备使用说明书，该使用说明书内容涵盖连铸机主体各设备和所有辅助设备；须按照 GB/T 9969—2008 的 3.9、4.7、附录 A 以及 GB/T 15706 编写。使用说明书应指明特定机器的特性和安全应对措施，可根据具体机器或设备来完善或扩展。使用说明书的编排结构和内容见 7.2.2。

### 7.2.2 机器或设备使用说明书内容

机器或设备使用说明书就安全而言，内容包括：

- a) 供货商、机器/设备类型、制造年份、序列号及机器编号；
- b) 技术文件（电路图、数据表、备品备件参数信息及合格证明）；
- c) 与附加机械、可选机械或设备衔接界面预期用途的信息细节；
- d) 非预期用途（如禁止使用特定的辅助设备，禁止使用特定材料）；
- e) 辅助设备及其所需控制装置说明（如紧急停止、安全装置的作用和效果）；
- f) GB/T 9969—2008 和 GB/T 15706 规定的与连铸机设备相关的内容。

### 7.2.3 运输、装配、安装说明书

运输、装配、安装说明书就安全而言，内容包括：

- a) 吊装说明（如吊装绳具、索具、环扣螺栓、专用吊具等）；
- b) 吊运重量；
- c) 设备试运转前拆除运输用安全装置；
- d) 设备布置及安装条件（如基础平面图、对建筑物要求）；
- e) 机械、设备或单个机器零件组装、安装用参考资料；
- f) 防止意外翻转、移动和高空坠落等需要的参考资料；
- g) 运输货物的长、宽、高对运输工具和道路的要求；
- h) 对货物包装的安全性、大气及海水腐蚀性能等的特别要求。

### 7.2.4 与设备试运转和拆装事项有关的说明

就安全而言，与设备试运转和拆装事项有关的说明如下：

- a) 能源供应（电力，液压液，润滑油、脂，气体等）；
- b) 装填量；
- c) 特殊流体；
- d) 特殊设备装配；
- e) 启动、运转和停机；
- f) 设备试运转前安全装置的检查；
- g) 禁止未经授权重新装配或修改设备；
- h) 拆除基准标志。

### 7.2.5 设备操作手册

#### 7.2.5.1 概述

就安全而言，设备操作手册包括：

- a) 可用安全装置；
- b) 定期检验安全装置；
- c) 特殊危险（如电气、液压等危险，特别是装配及装配后设备重新试运转时）；
- d) 对产生危害人体健康的气体、烟尘或粉尘的材料进行处理；
- e) 与安全相关的控制系统的说明；
- f) 本规范附录 B 规定的噪声排放信息，必要时建议采用以下措施：
  - 1) 设备使用者采用围挡和隔音屏障；
  - 2) 有关操作人员使用密闭操作室；
  - 3) 有关操作人员佩戴听力防护用具；
  - 4) 噪声区摆放可视标志。

注：设备销售手册中对隔离噪声予以说明。

- g) 如果必要，需提供能够引起手臂和全身振动方面的安全信息；
- h) 操作员：

- 1) 操作员应具备上岗资质，持证上岗；
- 2) 对操作员怎样操作机器或设备进行说明；
- 3) 新员工进入具体工作岗位前，应接受培训；
- i) 对安全装置的掌握以及出现意外时应遵循的安全程序；
- j) 发生故障或出现违规和异常操作时的对策（故障排查措施）；
- k) 残留危害说明如下：
  - 1) 辐射；
  - 2) 工作区域放热表面；
  - 3) 物料或产品部件的排出物；
- l) 操作手册应指出，如果进入特殊场合（如设备维护、故障排查时）遇到特定危害事项，机器上也应通过标记和标志来说明这种危害的基本特点，见机械电气安全 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 GB/T 18209.1。若进入特殊场合防护装置无法使用，则应采取其他适当有效的防护措施；
- m) 下列原因产生的危害：
  - 1) 压力未释放；
  - 2) 可编程电气控制系统故障；
  - 3) 温度；
  - 4) 火灾。

#### 7.2.5.2 设备操作手册具体说明

除 5.1.27、5.1.28 以及表 1 所列内容外，还应考虑下述钢包区域和结晶器区域危险的特殊情况，见表 2：

表 2 特殊说明示例

危险状况	说明（示例）
钢包区域： 钢包、中间罐跑钢及其浇注平台因跑钢而引起的连锁反应（如喷溅、溢钢）。	处理喷溅、溢出的钢液后将钢包送到连铸机浇注位置。 按照合理的耐火材料使用寿命和耐火材料内衬使用钢包和中间罐。 采用正确的中间罐自然干燥、烘干、预热等操作程序。
结晶器区域： 结晶器冷却系统故障。	结晶器每次重新组装后，应按照供货商的使用说明书要求对结晶器铜板冷却水进行压力试验。 按照供货商的使用说明书要求检测并维持合理的结晶器冷却效率，保证回路畅通（如各回路流量、流速和压力）。
在运行过程中预防和排查故障。	只允许经过培训的授权人员进入到危险区域。 应把风险评估后所要采取的特别防范措施告知故障排查人员。 钢液进入结晶器后，严防冷却水进入到钢液中间，以免引起爆炸，造成烧伤事故。
维护。	只允许经过培训的授权人员进入到危险区域。 应告知维护人员维护时的安全风险和锁紧装置使用信息：如设备定位和设备使用中的情况。

#### 7.2.6 设备维修手册

就安全而言，设备维修手册除贯彻 5.1.27、5.1.28 有关设备维修的总体事项外，还应包括对下述内容的说明：

- a) 需完成的测试和试验；
- b) 点检、保养工作；
- c) 修理工作；
- d) 针对危险状况的保护措施；
- e) 对维修工作所需专业知识或专业资质的要求；

- f) 包括相关图纸或电路图资料及备品备件清单;
- g) 安全装置定期检查计划;
- h) 在设计阶段, 根据设备的可靠性、种类特点和重要性确定检查与维修周期;
- i) 维修手册应特别考虑以下说明:
  - 1) 关于防护措施的说明(如更换易损件、检查润滑状况);
  - 2) 控制系统报错信息以及由此而产生某些后果的说明;
  - 3) 列表说明故障原因和需要采取的措施清单;
  - 4) 维修作业期间, 部分系统需要关闭的说明;
  - 5) 必要时, 对现存能源介质(如液压油箱等)及能源介质减少量进行说明。
- j) 对设备点检的要求:
  - 1) 定点: 设定检查的部位、项目和内容;
  - 2) 定法: 定点检查方法是采用五感;
  - 3) 定标: 制订点检标准或规范;
  - 4) 定期: 设定检查的周期;
  - 5) 定人: 确定点检项目由谁组织实施和由谁具体完成。

### 7.3 最低要求的标记

以下信息(如在连铸机控制室中)应清晰、易读、耐久:

- a) 供货商名称和地址, 甚至法人授权代表的姓名、地址和联系方式;
- b) 机器名称;
- c) 强制性标志<sup>1)</sup>;
- d) 机器序列号和机器编号;
- e) 制造完毕的年份和月份。

### 7.4 人员培训

- a) 安全监理人员和连铸机运行与维修有关的人员应在设备试运转前接受安全方面的全面培训并考核达标。未经培训、培训不达标和非本岗位作业人员不允许上岗。
- b) 培训应涉及设备的生命周期, 且应包括下列操作条件:
  - 1) 设备启动;
  - 2) 正常运行;
  - 3) 事故状态下运行;
  - 4) 需实施的应急操作规程;
  - 5) 保养和维修。
- c) 若采用计算机过程控制, 具体的培训应明确包括操作人员与设备之间的互动(操作方式: 手动、自动、半自动、就地控制和维修模式)。
- d) 液压工除经过专业技术培训外, 还应经过压力容器专业的操作与维修培训, 持压力容器操作证上岗。
- e) 连铸机结晶器所用放射源的存储、搬运、更换均应经过专业培训且持培训合格证的人员进行操作, 操作时做好人身安全防护工作。

---

1) 对于计划投放特定经济区市场的机器及其相关产品, 应粘贴该区域规定的安全认证标志, 如机械、低电压、易爆气体环境、燃气用具等。

附录 A  
(规范性附录)  
电气设备与控制装置的安全要求与措施

## A.1 概述

A.1.1 供货商须按照 GB/T 15706 和 GB 5226.1—2008 的要求进行风险评估,根据 GB 5226.1—2008 以及表 A.1 中列出的影响。

A.1.2 按照 GB 5226.1—2008 相关条款要求,采取一切必要措施(如控制、停机要求等),防止机器发生危险。

## A.2 对控制设备的特殊要求

A.2.1 电气设备的防护等级(Ingress Protection: IP 代码)根据其使用和风险评估时得出的设备环境条件确定,见 GB 5226.1—2008 中 10.1.3 和 11.3, GB/T 4208。

A.2.2 确定 IP 等级代码时,只需考虑水和灰尘进入的情况,不考虑其他流体的渗入;关于流体,建议采取针对性预防措施。

A.2.3 设备正常运转过程中,需进入危险区域时,须按照 GB/T 16855.1—2008 中规定的相应类别提供安全的设备控制系统。如果进入危险区域是为了执行 GB/T 19670—2005 附录 A 中作为示例描述的作业,须采取 GB/T 19670—2005 中规定的措施,并采用 GB 5226.1—2008 中的 5.4; 5.5; 5.6 描述的器件及防护。

A.2.4 所有隔离设备,不论是主体设备还是就地设备,设计时均应包括使用一个或多个锁定装置,详见 GB/T 19670—2005 的 5.2。

A.2.5 控制设备一般包含安全功能;此类控制设备通常划归为 GB/T 16855.1—2008 “控制系统有关安全部件”类别。根据风险评估,控制设备的设计适用以下要求:

- a) 控制系统有关安全部件设计的性能等级至少应达到 GB/T 16855.1—2008 规定的 (PL) c 级/类别 1 的要求(注: PL 为英文“performance level”的缩写);
- b) 设备运转时如果需要进入危险区域,防护装置和信号处理设备的性能等级 (PL) 至少应达到 GB/T 16855.1—2008 规定的 (PL) d 级/类别 3 的要求。

A.2.6 加强电缆防护,特别是高温环境区域(如连铸机浇钢设备、连铸机主机设备、火焰切割机、火焰清理机等区域)的电缆,以免电缆损伤起火。

## A.3 对关闭设备的特殊要求

### A.3.1 停机和紧急停机功能

按照机械安全 设计通则 风险评估与风险减小 GB/T 15706, 机械安全 急停 设计原则 GB 16754—2008, 机械安全 控制系统有关安全部件 第 1 部分: 设计通则 GB/T 16855.1—2008 和机械安全 防止意外启动 GB/T 19670—2005 的要求,设计并使用这些标准中规定的停机和紧急停机功能。

- a) 以下要求适用正常停机和紧急停机功能:

在生产线上,需要停机和紧急停机的设备,应确保其上游设备或下游设备停机。如果危险源为储能设备,应考虑放弃储能设备或者隔绝储能设备,或将危险级别降低并控制在不会发生危害的范围内。同时,保持电源可用可控,用于以下特定用途: 悬置段

- 1) 按照机械安全 急停 设计原则 GB 16754—2008 第 4.1.1 条要求,确保救援被困于危险区域人员时所使用设施的完好性;
  - 2) 按照机械安全 急停 设计原则 GB 16754—2008 第 4.1.2 条要求,保持安全装置或具有安全功能的相关设备的有效性;
  - 3) 为了解救被困人员或施救受伤人员,机器应能够被移动。
- b) 具有关机功能的传动装置的设计应确保以下要求:
    - 1) 颜色和标识符合机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分: 通用技术条件 GB 5226.1—2008 第 10.2.1 条要求,不容易发生混淆;

- 2) 消除或避免意想不到的驱动运转;
- 3) 传动装置符合机械安全 急停 设计原则 GB 16754—2008 第 4.4 条要求, 可安全地靠近且始终处于待机状态。

### A.3.2 紧急停机

紧急停机注意事项如下:

- a) 符合机械安全 急停 设计原则 GB 16754—2008 的要求, 方便识别辨认;
- b) 水泵房每个对角位置安装一台机旁控制台, 或者经过风险评估后在其他位置安装机旁控制面板;
- c) 按照机械安全 急停 设计原则 GB 16754—2008 第 4.1.1 条要求; 操作受影响的车间区域应进行标识;
- d) 机械安全 急停 设计原则 GB 16754—2008 规定的区域能够方便靠近;
- e) 停机位配备锁紧手段;
- f) 操作紧急停机装置后, 只能从受保护的危险区以外的、能够清楚看见危险区域的安全位置(安全操作区域)重启设备。

### A.3.3 紧急停机功能

表 A.1 汇总了各种不同的停机功能。根据风险评估结果, 供货商应根据机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分: 通用技术条件 GB 5226.1—2008 中给出的示例和表 A.1 中列出的影响来选择相应的停机类型。

### A.3.4 紧急停机区域的划分及注意事项

- a) 设计连铸机时, 应把连铸机细分为独立的若干个“紧急停机区域”。这些独立的区域是单机、机组或者部件, 独立区域独立运转, 互不影响, 避免运转时可能发生的危险。
- b) 按照机械安全 急停 设计原则 GB 16754—2008 中 4.1.1 要求, 设计的这类系统可清晰显示哪一个紧急停机控制设备属于哪一个区域。
- c) 连铸机及其复杂性对部分设备的停机和重新启动所采取的保护措施提出了特殊要求。重启时应提供延时视觉和听觉报警装置, 见 GB/T 1251.1, GB/T 1251.2。

## A.4 对电气作业人员的要求

### A.4.1 电气设备操作规程

除严格执行电气设备成套供货商提供的使用说明书和操作手册外, 还应特别注意以下事项:

- a) 严格执行停送电操作规程, 严禁带负载送电和断电;
- b) 停送电时, 应及时与生产调度联系, 获取指令, 不得擅自停送电。停送电作业由两人合作完成, 一人操作, 一人监护;
- c) 禁止携带无关人员进入各操作室, 禁止无关人员接近各类操作台, 以免对操作造成干扰;
- d) 连铸机电气操作工应严格按照连铸车间编写的连铸操作规程进行操作, 未经技术部门书面许可, 任何人不得擅自改动操作程序;
- e) 操作工应精力集中, 辨别清楚各种信号, 避免误操作;
- f) 连铸作业结束时, 操作工应将所有电气操作开关回到零位;
- g) 严禁在操作台面放水杯、饭盒等与工作无关的物品, 以免流体流入损坏操作面板;
- h) 应防止非操作人员在连铸机区域随意触动连铸机的任何开关和按钮。

### A.4.2 电气设备维修规程

除严格执行电气设备成套供货商提供的使用说明书和维修手册外, 还应特别注意以下事项:

- a) 一般强电工况下, 电气操作人员不准带电作业, 如遇特殊情况, 应经有关人员批准, 并采取经过监督的安全可靠措施后方可进行作业;



- b) 电气维修人员应熟悉现场电气设备的装机配置、性能、线路走向及负荷分配等情况，检修的设备、线路如果与其它电源有联系时，停电后严格执行挂牌制度，应悬挂“有人作业，严禁合闸”等警示标牌，必要时由专人看守；
- c) 不得直接接触高压带电体的绝缘部分；
- d) 作业场所附近有带电体时，应注意安全距离；
- e) 两米以上的高空作业应系好安全带；
- f) 凡移动灯具，均应使用 36V 以下电源；
- g) 电缆沟盖板上严禁摆放油品、乙炔等易燃易爆物品。

表 A.1 连铸机紧急停机功能

功能	停机类型	设置	位置（举例）	影响
紧急停机	类型1	—红色蘑菇头按钮，黄色背景，具有停止和锁定功能（刹车）； —主开关； —提供机械保护装置，防止无意间碰触控制面板中的按钮。	—主控制台； —辅助控制面板； —不同设备区域（如液压系统）应使用具有紧急停机功能类型1的单独装置。	—使用电力制动（限流）和/或机械制动方式停止主驱动装置； —维修作业时始终保持供电，使用自动复位控制功能停止辅助驱动装置，直至完全停止，然后断开电源； —可能发生机械损伤； —如果无法将装置移动到开阔位置而营救人员是不合理的（见A.3.1）。
正常停机	类型1		—控制台； —辅助控制面板。	—整机停止运转； —第一步：停止生产； —第二步：中断电源。
紧急切断	类型0	—红色蘑菇头按钮，黄色背景，具有停止和锁定功能（刹车）； —主开关； —提供机械保护装置，防止无意间碰触控制面板中的按钮。	—配电站 —计算机房 —整流室 —开关柜配电盘 —不靠近具有类型1紧急停机功能的操作控制面板（见机械安全 急停设计原则 GB 16754—2008	—立即断电； —不受控制地停机； —释放可能会自行启动的所有蓄能设备； —停止所有驱动装置； —采用机械制动器； —如果无法将设备移动到开阔位置而营救人员是不合理的。
快速停机	类型2 不满足紧急停机或正常停机的要求	—按钮（颜色执行GB 5226.1—2008 第10.2.1条）	—需要时	—停机时，使得机械设备最大可能达到负加速度； —保护好全部操作条件； —停机时电源保持开启状态； —能够检验自动停止功能。
停止生产	类型2 不满足紧急停机或正常停机要求	—按钮（颜色执行GB 5226.1—2008 第10.2.1条）	—控制台和每一个辅助控制面板 —通常与类型1紧急停机结合使用(如上所述)	—停止正常操作条件的运转； —保护好全部操作条件； —停止时电源保持开启状态； —能够检验自动停止功能。
注：“停机类型”符合机械电气安全 机械电气设备 第1部分：通用技术条件 GB 5226.1—2008 中 9.2.2 条。				

附录 B  
(规范性附录)  
噪声测试规范

## B.1 概述

- a) 连铸机的噪声受许多参数影响，尤其是：
- 1) 铸坯断面形状和所浇注铸坯的尺寸；
  - 2) 连铸机流数；
  - 3) 铸造速度；
  - 4) 冷却方式（水，或者水+压缩空气，涉及到压缩空气的用量）；
  - 5) 润滑方式（油脂润滑，或者油气润滑，油气润滑涉及到压缩空气的用量）；
  - 6) 操作方式（如浇铸准备模式、铸造模式、尾坯输出模式等）；
  - 7) 中间罐和浸入式水口预热系统的烧嘴数量；
  - 8) 液压泵的数量和大小；
  - 9) 水泵的数量和大小；
  - 10) 切割系统（火焰切割机或剪切机）；
  - 11) 蒸汽排气系统的风机数量和大小；
  - 12) 连铸机出坯精整区域铸坯的清理（如火焰清理机）、修磨方式（如不锈钢铸坯的修磨）、铸坯去毛刺方式等。
- b) 为了重复进行测试，应掌握连铸机精确的操作程序。这就是为什么本噪声测试规程要求详细记录、报告和公布这些程序的原因；
- c) 连铸机不会在设备制造工厂运转，只能在钢铁厂试运转之后进行噪声测试；
- d) 本噪声测试规程给出了在标准条件下进行连铸机噪声的测定、公布和确认所需的全部信息；
- e) 通常情况下，连铸机噪声的排放通过两个参数进行描述（供货商使用这两个参数公布所出现的噪声）：噪声监测站 A 计权排放声压级和 A 计权声功率级。但是，由于连铸机的大小和复杂性，其噪声排放由噪声测试站和指定测量点（见图 B.1a 方坯连铸机和图 B.1b 板坯连铸机）的 A 计权排放声压级描述。这些参数的测定对下面所列项目是必要的：
- 1) 供货商公布设备产生的噪声；
  - 2) 供货商在设计阶段从源头上进行噪声控制；
- 注：也可以确定频带中排放的声压级。
- f) 连铸机所在车间的消声与隔振设计符合工业建筑供暖通风与空气调节设计规范 GB 50019—2015 第 12 章规定。

## B.2 声功率级的确定

如果某些噪声监测站用声级计测得的 A 计权排放声压级超过 80 dB，有必要确定连铸机的声功率级。然而，由于安全原因，限制人员进入运转中且产生强热辐射的连铸机附近，使得无法确定声功率级。反而，由于连铸机是非常大的机器组合，指定测量点（见图 B.1a 方坯连铸机和图 B.1b 板坯连铸机）的 A 计权排放声压级应根据 B.3.1 规定的方法确定。

## B.3 排放声压级的确定

### B.3.1 指定测量点排放声压级的确定

指定测量点排放声压级的确定须按照以下条款：

a) 在地面或进入地平面以上 1.6 m 高度处以及距离机器表面 1 m 的距离，沿机器周围的路径指定测量点。测量点的位置应使得相邻测量点的 A 计权排放声压级之间的差值不超过 5 dB。测量点的数目取决于噪声排放的特征。为了均匀分布声压级，可能需要较少的测量点。但是，连铸机主要设备处至少应设置一个测量点，包括切割设备和出坯区域。应记录并报告测量位置。

b) A 计权排放声压级可重复测量的精度等级执行 Acoustics—Noise emitted by machinery and equipment—Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying approximate environmental corrections ISO 11202:2010 (E) 第 12.4 条表 1 中“3 级”。

c) 如果重复测量的精度等级为 3 级，可采用能够达到 2 级准确度的“工程法”进行测定，见声学 机

器和设备发射的噪声 声强法现场测定工作位置和其他指定位置发射声压级的工程法 GB/T 17248.6。

### B.3.2 噪声监测站排放声压级的确定

噪声监测站排放声压级的确定须按照以下条款：

a) 应确定所有永久性或临时性噪声监测站的 A 计权排放声压级。图 B.1a 方坯连铸机和图 B.1b 板坯连铸机给出了代表性的噪声监测站位置，两张图中的距离 Y 值应记录和报告。

b) A 计权排放声压级可重复测量的精度等级执行 Acoustics—Noise emitted by machinery and equipment—Determination of emission sound pressure levels at a work station and at other specified positions applying approximate environmental corrections ISO 11202:2010 (E) 第 12.4 条表 1 中“3 级”。

### B.4 测量的不确定性

A 计权噪声值测量的不确定性见 ISO 11202:2010 (E)。

### B.5 运转条件

运转条件如下：

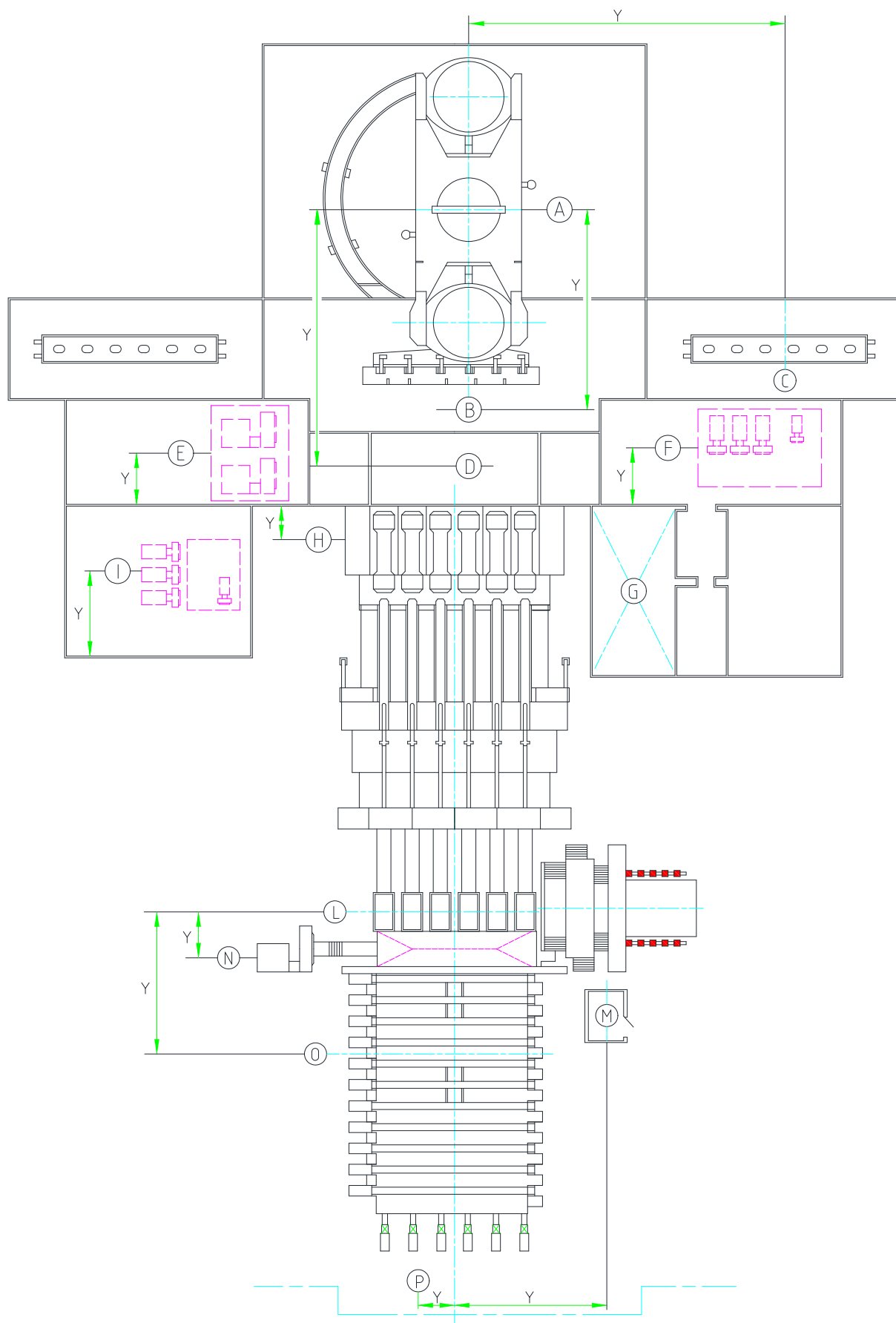
a) 在噪声排放测量期间，以下设备应具备运行条件：

- 1) 所有铸流运行；
- 2) 切割设备运行；
- 3) 按照连铸机规程规定的稳定铸造速度运行；
- 4) 中间罐预热站预热装置运行。

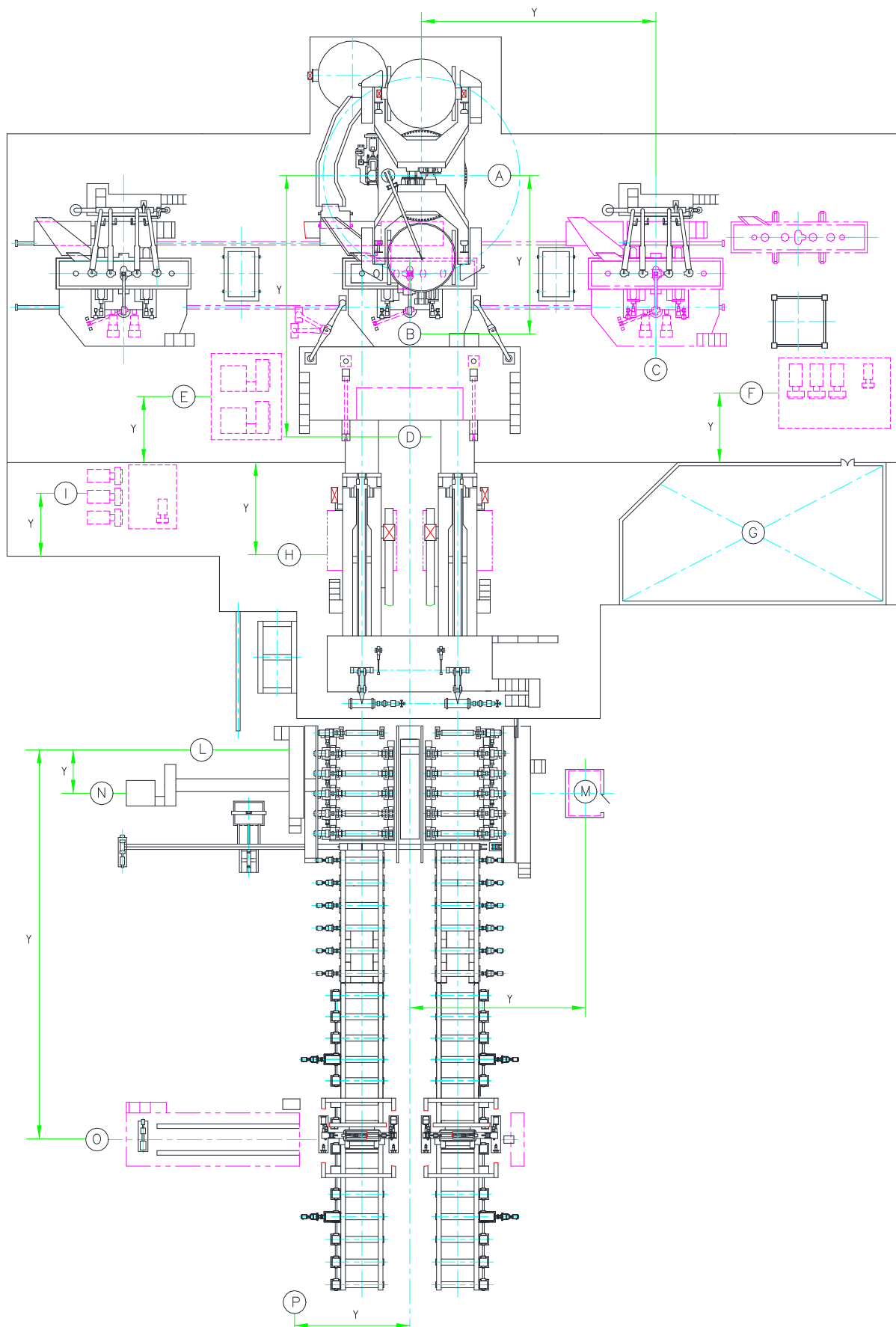
b) 应记录和报告运行条件和以下运行参数：

- 1) 炉号；
- 2) 铸坯质量；
- 3) 铸坯尺寸。

c) 各位置的测量持续时间应至少包括铸坯的两次连续切割。



a) 方坯连铸机



b) 板坯连铸机

## 图解

A: 浇注平台, 钢包侧	H: 拉坯和矫直系统
B: 浇注平台, 操作员侧	I: 主机液压站
C: 浇注平台, 中间罐预热站	L: 切割区域
D: 浇注平台	M: 机旁操作控制室
E: 密封室, 蒸汽排出风机	N: 切割烟尘排出系统风机
F: 冷却水泵	O: 铸坯去毛刺系统
G: 主控制室	P: 铸坯喷号系统

注: Y 是测量点至设备或结构基准线距离, 见表 B.1。

图 B.1 连铸机监测站实例

### B.6 待记录和报告的信息

进行噪声测量时记录的信息以及测量报告至少应包括以下信息:

- 供货商、机器或装置的种类、测量界限、技术数据和数据大小;
- 进行噪声测量时的连铸机运转条件和参数, 见 B.5;
- 测量结果包括:
  - 各噪声监测站的 A 计权排放声压级, 并附一份显示连铸机各个噪声监测站位置图;
  - 各指定噪声测量点的 A 计权排放声压级, 并附一份显示连铸机这些噪声测量点的位置图;
  - 与本噪声监测规程或 ISO 11202:2010 (E) 标准的可能偏差以及理由。
- 噪声监测站、指定噪声测量点的精确位置以及测量所持续的时间;
- 确定责任人和责任机构所测量信息的位置和日期。

### B.7 噪声排放值的公布和验证

噪声排放值的公布和验证如下:

- 对于连铸机, 只能在试运转前给出同类连铸机的平均值作为噪声排放值。然后在特定生产条件下测量噪声排放, 并在试运转后公布。
- 需要公布的噪声排放值如下:
  - 各噪声监测站的 A 计权排放声压级, 并附一份显示连铸机各个噪声监测站位置图;
  - 各指定噪声测量点的 A 计权排放声压级, 并附一份显示连铸机这些噪声测量点的位置图;
- 公布的噪声信息应给出噪声测量期间以及至少 B.5 中所示的连铸机参数和运行条件的详细信息。
- 应给出噪声排放测量值  $L_{pA}$  和相关的不确定度  $K_{pA}$  (可简称“双参数噪声表示”)。公布的方式应确保噪声值可按照声学 机器和设备噪声发射值的标示和验证 GB/T 14574 -2000 中 6.2 进行验证。
- 噪声的公布应明确表述是否采用本噪声监测规范以及 ISO 11202:2010 (E) 测量所得到噪声排放值这一事实。如果不是按照该规范和/或 ISO 11202:2010 (E) 标准所测得的噪声排放值, 则应明确说明与该规范和/或 ISO 11202:2010 (E) 标准所测得噪声排放值的偏差量。
- 需要验证已经公布的噪声排放值时, 应使用本噪声监测规程并运用已经公布的相同运转条件进行验证。

g) 表 B.1 为双参数噪声公布实例。

表 B.1 噪声监测站和指定噪声测量点双参数噪声排放值报告实例

噪声测量装置名称	
工程号	
机器类型	
读取日期	
炉号	
铸坯尺寸	
基准铸造速度	m/min
所运行连铸机的流数	流
生产能力	t/h
钢包中钢液重量	t
中间罐容量	t

公布的双参数噪声排放值 监测站A~S检测到的A计权排放声压级公布
-------------------------------------

序号	监测站测量 (见图B.1a、图B.1b)	测量值 (重复20 $\mu$ Pa) $L_{pA}$ /dB	不确定度 $K_{pA}$ /dB	距离Y /m
A	浇注平台, 钢包侧			
B	浇注平台, 操作员侧			
C	浇注平台, 中间罐预热站			
D	浇注平台			
E	密封室, 蒸汽排出风机			
F	冷却水泵			
G	主控制室			
H	拉坯和矫直系统			
I	主机液压装置			
L	切割区域 (切割进行中)			
M	机旁操作控制室			
N	切割烟尘排出系统风机			
O	铸坯去毛刺系统			
P	铸坯喷号系统			
Q <sup>2)</sup>	机械火焰清理区域			
R <sup>2)</sup>	手工火焰清理区域			
S <sup>2)</sup>	铸坯砂轮修磨区域			
2): 图 B.1 图解中未表示位置				



表 B. 1 结论

连铸机周围测量点A计权排放声压级的公布				
序号	指定测量点	测量值（重复20 μPa） $L_{pA}$ /dB	不确定度 $K_{pA}$ /dB	距离Y /m
1	第1测量点			
2	第2测量点			
...	.....			
数值根据本标准附录B的噪声测试规程以及测量标准ISO 11202：2010（E）确定。				
注：测量的噪声排放值及其相关不确定度总体上表示了测量中可出现的值域范围的上限。				

## 参考文献

- [1] EN 14753:2007:E.Safety of machinery - Safety requirements for machinery and equipment for continuous casting of steel[S].rue de Stassart, 36 b-1050 Brussels: EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDIZATION, December 2007:
- [2] 第九届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议通过,第十二届全国人民代表大会常务委员会第十次会议 2014 年 8 月 31 日通过修订.中华人民共和国安全生产法[S].北京:全国人大, 2014 年 12 月 1 日起施行.
- [3] 第七届全国人民代表大会常务委员会第十一次会议通过,第十二届全国人民代表大会常务委员会第八次会议 2014 年 4 月 24 日通过修订.中华人民共和国环境保护法全文修订版[S].北京:全国人大, 2015 年 1 月 1 日起施行.
- [4] 第十二届全国人民代表大会常务委员会第十六次会议 2015 年 8 月 29 日通过第二次修订.中华人民共和国大气污染防治法(2016 版)[S].北京:全国人大, 2016 年 1 月 1 日起施行.
- [5] 十二届全国人民代表大会常务委员会第二十八次会议 2017 年 6 月 27 日第二次修正.中华人民共和国水污染防治法(2017 年 6 月 27 日第二次修正)[S].北京:全国人大, 2018 年 1 月 1 日起施行.
- [6] 第八届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议 1996 年 10 月 29 日通过.中华人民共和国环境噪声污染防治法[S].北京:全国人大, 1997 年 3 月 1 日起施行.
- [7] 中共中央国务院 2016 年 12 月 9 日.中共中央国务院关于推进安全生产领域改革发展的意见[S].北京:中国政府网, 2016 年 12 月 18 日起施行.
- [8] 国发(2010)23 号.国务院关于加强企业安全生产工作的通知[S].北京:国务院, 2010 年 7 月 19 日起施行.
- [9] 中华人民共和国工业和信息化部公告 2015 年第 35 号.钢铁行业规范条件(2015 年修订)和钢铁行业规范企业管理办法[S].北京:工业和信息化部, 2015 年 7 月 1 日起实施.
- [10] 国家安全生产监督管理总局令 2018 年 1 月 4 日第 91 号.冶金企业和有色金属企业安全生产规定[S].北京:国家安全生产监督管理总局局长办公会议审议通过, 2018 年 3 月 1 日起施行.
- [11] 十二届全国人民代表大会常务委员会第二十四次会议 2016 年 11 月 7 日通过. 中华人民共和国网络安全法[S].北京:全国人大, 2017 年 6 月 1 日起施行.
- [12] 国家安全生产监督管理总局安监总管四(2017)129 号.工贸行业重大生产安全事故隐患判定标准(2017 版)[S].北京:国家安全监管总局, 2017 年 11 月 30 日发布.
- [13] 工业和信息化部 国家标准化管理委员会 2018 年 8 月 14 日工信部联科(2018)154 号. 国家智能制造标准体系建设指南(2018 年版)[S]. 北京:工信部科技司, 2018 年 10 月 15 日发布.