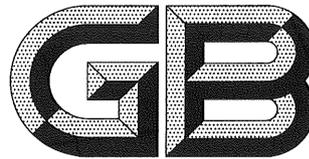


ICS 77.180  
H 93



# 中华人民共和国国家标准

GB ×××××—2019

---

## 连铸机安全技术条件

Safety technical conditions of continuous casting machines

(征求意见稿)

2019-××-××发布

2019-××-××实施

---

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会

发布

## 目 次

前言 .....	4
连铸机安全技术条件 .....	5
1 范围 .....	5
2 规范性引用文件 .....	5
3 术语和定义 .....	9
4 重大危险清单 .....	11
5 安全要求和/或措施 .....	12
5.1 概述 .....	12
5.1.1 简介 .....	12
5.1.2 连铸机布置、现场检查 .....	12
5.1.3 安全布局 .....	13
5.1.4 安全装置 .....	13
5.1.5 液压、气动、气体、冷却和润滑系统 .....	13
5.1.6 运送流体或承载流体的流体系统 .....	13
5.1.7 排放到专用槽池的流体 .....	14
5.1.8 个人防护设备 .....	14
5.1.9 报警装置和安全标志 .....	14
5.1.10 通行权 .....	14
5.1.11 逃生通道 .....	15
5.1.12 电气设备 .....	15
5.1.13 安全控制系统 .....	15
5.1.14 表面温度和散热 .....	15
5.1.15 人类工效学原则 .....	16
5.1.16 消防 .....	16
5.1.17 连铸机操作位置 .....	16
5.1.17.1 概述 .....	16
5.1.17.2 控制室 .....	16
5.1.17.3 机旁控制台 .....	17
5.1.18 机旁旋转操作箱 .....	17
5.1.19 断电 .....	17
5.1.20 危险区域 .....	17
5.1.21 冷却水系统 .....	17
5.1.22 放射源 .....	17
5.1.23 钢包/中间罐及其应急系统 .....	18
5.1.24 长水口机械手 .....	18
5.1.25 密封室 .....	18
5.1.26 连铸机信息化与人工智能 .....	19
5.2 重大危险，危险状况，安全要求和/或措施清单 .....	19
5.2.1 表格综述 .....	19
表 1 重大危险、危险状况、安全要求和/或措施清单 .....	21
5.2.2 概述 .....	21
5.2.3 浇铸平台 .....	21

5.2.3.1 概述.....	21
5.2.3.2 钢包支撑系统区.....	22
5.2.3.3 长水口机械手.....	23
5.2.3.4 中间罐区域.....	23
5.2.3.5 结晶器区域.....	24
5.2.3.6 密封室中的铸流.....	25
5.2.4 连铸机设备.....	25
5.2.5 切割系统.....	25
5.2.5.1 剪切机.....	25
5.2.5.2 火焰切割.....	26
5.2.6 出坯区域.....	27
5.3 特殊安全要求或措施.....	28
5.3.1 概述.....	28
5.3.2 操纵运转控制装置.....	28
5.3.3 机械约束装置.....	28
5.3.4 易接触旋转/运动部件.....	28
5.4 降噪.....	28
5.4.1 噪声源.....	28
5.4.2 通过设计从源头上降噪.....	28
5.4.3 通过防护措施降噪.....	29
5.4.4 依据当前噪声信息实时降噪.....	29
6 安全要求和/或措施的验证.....	29
7 使用信息.....	29
7.1 标志和报警装置.....	29
7.2 随连铸机交付的文件.....	29
7.2.1 使用说明手册.....	30
7.2.2 机器/设备使用说明手册内容.....	30
7.2.3 运输、装配/安装说明.....	30
7.2.4 与设备试运转和拆装事项有关的说明.....	30
7.2.5 设备操作说明.....	30
7.2.5.1 概述.....	30
7.2.5.2 操作手册具体说明.....	31
表 2 特殊说明示例.....	31
7.2.6 维修手册.....	32
7.3 最低要求的标记.....	32
7.4 人员培训.....	32
附录 A.....	33
A.1 概述.....	33
A.2 对控制设备的特殊要求.....	33
A.3 对关闭设备的特殊要求.....	33
A.3.1 停机和紧急停机功能.....	33
A.3.2 紧急停机.....	34
A.3.3 紧急停机功能.....	34
A.3.4 分配给各个区域的紧急停机.....	34

表 A.1 连铸机紧急功能.....	35
附录 B.....	36
B.1 浇铸平台.....	36
B.2 连铸机主机设备.....	36
B.3 切割区域.....	36
B.4 出坯区域.....	36
B.5 通用设备.....	36
附录 C.....	38
C.1 引言.....	38
C.2 声功率级的确定.....	38
C.3 排放声压级的确定.....	38
C.3.1 指定测量点排放声压级的确定.....	38
C.3.2 噪声监测站排放声压级的确定.....	41
C.4 测量的不确定性.....	41
C.5 运转条件.....	41
C.6 待记录和报告的信息.....	41
C.7 噪声排放值的公布和验证.....	42
表 C.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.....	42
表 C.1 结论.....	43
参 考 文 献.....	44

## 前言

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准由全国冶金设备标准化技术委员会（SAC/TC409）提出并归口。

本标准参考Safety of machinery - Safety requirements for machinery and equipment for continuous casting of steel, EN 14753（ICS 77.180），December 2007制定，原标准的总体结构基本保留，但根据连铸技术装备的发展，多处内容给予了补充并对已有内容进行了恰当修正，同时扩充了引用标准。

本标准起草单位：中国重型机械研究院股份公司。

本标准主要起草人：……。

本标准首次发布。

# 连铸机安全技术条件

## 1 范围

本部分适用于连铸机，其它相似的结构也适用于本标准。

相关机器和设备以及涉及危险、危险状况和事件的程度在本标准范围内有所指明。

本标准适用于第 3.1 条中定义的以及附录 B 所列的钢液连续铸造过程中使用的设备（包含机械、设备和工艺钢结构）。

本标准涉及到钢连铸设备在用于预期用途以及供货商合理预见的误用情形时的所有重大危险、危险状况和事件（见第 4 条）。

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

本标准假定连铸机设备是经过充足培训且能胜任的人员操作和维护（见 7.4）。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。

本标准针对的连铸机所在企业，是经过质量管理体系 要求 GB/T 19001—2016/ISO 9001:2015，环境管理体系 要求及使用指南 GB/T 24001—2016/ISO 14001:2015，职工健康安全管理体系 要求 GB/T 28001—2011/OHSAS 18001: 2007，IDT 三个标准认证达标的企业；同时也是完全贯彻企业安全生产标准化基本规范 GB/T 33000—2016，生产过程安全卫生要求总则 GB/T 12801—2008 和企业诚信管理体系 GB/T 31950—2015 的企业。

本标准针对的供货商是中国国内贯彻机械产品生命周期管理系统通用技术规范 GB/T 33222—2016 的企业。

本标准认为连铸机是在混凝土结构设计规范 GB 50010—2010（2015 年版），建筑设计防火规范 GB 50016—2014（2018 年版），火灾自动报警系统设计规范 GB 50116—2013 等标准设计的环境中运转。连铸车间照明符合建筑照明设计标准 GB 50034—2013 中第 5.4 条“炼钢及连铸”规定，室内照明符合室内工作场所的照明 GB/T 26189—2010/ISO 8995:2002/CIE S008/E: 2001 标准规定。

应考虑关于照明的地方性法规，该法规可能与某些地方性法规的要求有所不同。

本标准适用于将熔融钢液转变为固态铸坯（例如板坯、方形、矩形、异形坯、圆形）的连铸机：

从桥式起重机或其他运输系统放下钢包的位置点（例如：在钢包回转台或钢包车中）开始，经过铸造过程，切割设备，收集切割产品的出坯区，直至连铸机设备的维修场。

本标准并不包含下述各项的安全要求：

辅助装置（例如：水处理装置、耐火材料装卸装置）；

钢包；

起重机；

卷扬机和提升机；

输送机或装卸系统；

进入连铸机工厂的临时施工机械；

进入连铸机工厂的临时运输车辆。

本标准不适用于中国标准出版社出版本标准日期前制造的连铸机。

## 2 规范性引用文件

GB/T 19001—2016/ISO 9001:2015 质量管理体系 要求

GB/T 24001—2016/ISO 14001:2015 环境管理体系 要求及使用指南  
 GB/T 28001—2011 职业健康安全管理体系 要求  
 GB/T 33000—2016 企业安全生产标准化基本规范  
 GB/T 12801—2008 生产过程安全卫生要求总则  
 GB/T 31950—2015 企业诚信管理体系  
 GB/T 33222—2016 机械产品生命周期管理系统通用技术规范  
 GB 50010—2010（2015 年版） 混凝土结构设计规范  
 GB 50016—2014（2018 年版） 建筑设计防火规范  
 GB 50116—2013 火灾自动报警系统设计规范  
 GB 50034—2013 建筑照明设计标准  
 GB/T 26189—2010/ISO 8995:2002/CIE S008/E:2001 室内工作场所的照明  
 GB/T 15706—2012/ISO 12100:2010 机械安全 设计通则 风险评估与风险减小  
 GB 5083—1999 生产设备安全卫生设计总则  
 GB 4053.1—2009 固定式钢梯及平台安全要求 第 1 部分：钢直梯  
 GB 4053.2—2009 固定式钢梯及平台安全要求 第 2 部分：钢斜梯  
 GB 4053.3—2009 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 30574—2014 机械安全 安全防护的实施准则  
 GB/T 16855.1—2008/ISO 13849-1:2006 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—2015/ISO 13849-2:2012 机械安全 控制系统有关安全部件 第 2 部分：确认  
 GB/T 16856—2015 机械安全 风险评估 实施指南和方法举例  
 GB/T 3766—2015 液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求  
 GB/T 34535—2017 润滑剂、工业用油和有关产品(L 类) X 组(润滑脂) 规范  
 GB/T 7932—2017/ISO 4414:2010 气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求  
 GB 6222—2005 工业企业煤气安全规程  
 AQ 2012—2007 石油天然气安全规程  
 GB 16912—2008 深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程  
 GB 50030—2013 氧气站设计规范  
 GB/T 50050—2017 工业循环冷却水处理设计规范  
 GB 13456—2012 钢铁工业水污染物排放标准  
 GB 50414—2007 钢铁冶金企业设计防火规范  
 GB 12955—2008 防火门  
 GB 28664—2012 炼钢工业大气污染物排放标准  
 GB/T 29510—2013 个体防护装备配备基本要求  
 GB/T 18209.1—2010/IEC61310-1:2007 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—2010/IEC61310-2:2007 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—2010/IEC61310-3:2007 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 2893—2008 安全色  
 GB 2894—2008 安全标志及其使用导则  
 GB/T 1251.1—2008/ISO7731:2003 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 16796—2009 安全防范报警设备 安全要求和试验方法

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—般要求

GB/T 19876—2012/ISO 13855:2010 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 17888.1—2008/ISO 14122-1:2001 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—2008/ISO 14122-2:2001 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—2008/ISO 14122-3:2001 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—2008/ISO 14122-4:2004 机械安全 进入机械的固定设施 第 4 部分：固定式直梯

GB/T 12265.3—1997 机械安全 避免人体各部位挤压的最小距离

GB 5226.1—2008/IEC 60204-1:2005 机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件

GB/T 18831—2017/ISO 14119:2013 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 19670—2005 机械安全 防止意外启动

GB 16754—2008/ISO 13850:2006 机械安全 急停 设计原则

GB/T 34136—2017/IEC/TR 62061-1:2010 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 28526—2012/ IEC 62061:2005 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 7247.1—2012/ IEC 60825-1:2007 激光产品的安全 第 1 部分：设备分类、要求

GB/T 18048—2008/ISO 8996:2004 热环境人类工效学 代谢率的测定

GB/T 18049—2017/ISO 7730:2005 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 18977—2003 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 16251—2008/ISO 6385:2004 工作系统设计的人类工效学原则

GB/T 15241.2—1999/idt ISO 10075-2:1996 与心理负荷相关的工效学原则 第 2 部分：设计原则

GB/T 14776—93 人类工效学 工作岗位尺寸设计原则及其数值

GB/T 18717.1—2002 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—2002 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—2002 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 22188.1—2008/ISO 11064-1:2000 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/T 28780—2012 机械安全 机器的整体照明

GB 50370—2005 气体灭火系统设计规范

GB 18614—2012 七氟丙烷(HFC227ea)灭火剂

GB 25972—2010 气体灭火系统及部件

GB 50084—2017 自动喷水灭火系统设计规范

GB 50974—2014 消防给水及消火栓系统技术规范

GB/T 21935—2008/ISO 6682:1986 土方机械 操纵的舒适区域与可及范围

GB/Z 29328—2012 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 18569.1—2001 /eqv ISO 14123-1:1998 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—2001/ eqv ISO 14123-2:1998 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

AQ 2001—2004 炼钢安全规程

GB 50580—2010 连铸工程设计规范

GB/T 19661.1—2005 核仪器及系统安全要求 第1部分：通用要求

GB/T 19661.2—2015 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 50223—2008 建筑工程抗震设防分类标准

GB 50011—2010（2016年版） 建筑抗震设计规范

GB 18306—2015 中国地震动参数区划图

16G362（统一编号：GJBT-1396） 国家建筑标准设计图集：钢筋混凝土结构预埋件（2016年9月1日实行）

DBJ51/T 008—2015 四川省建筑工业化混凝土预制构件制作、安装及质量验收规程

GB 50204—2015 混凝土结构工程施工质量验收规范

GB/T 50107—2010 混凝土强度检验评定标准

GB 11291.1—2011 / ISO 10218-1: 2006 工业环境用机器人 安全要求 第1部分：机器人

GB 11291.2—2013 / ISO 10218-2: 2011 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 36008—2018 / ISO / TS 15066: 2016 机器人与机器人装备 协作机器人

ISO/IEC 29100: 2011 (E) Information technology — Security techniques — Privacy framework

ISO/IEC 29101: 2013 (E) Information technology — Security techniques — Privacy architecture framework

ISO/IEC 29190: 2015 (E) Information technology — Security techniques — Privacy capability assessment model

ISO/IEC 29134: 2017 (E) Information technology — Security techniques — Guidelines for privacy impact assessment

GB 4943.1—2011 信息技术设备 安全 第1部分：通用要求

GB/T 1251.2—2006/ISO 11428:1996 人类工效学 险情视觉信号 一般要求、设计和检验

GB/T 16898—1997/idt ISO 7745:1989 难燃液压油使用导则

GB/T 19671—2005 机械安全 双手操纵装置 功能状况及设计原则

GB/T 25078.1—2010/ISO/TR 11688-1:1995 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—2010/ISO/TR 11688-2:1998 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/T 50087—2013 工业企业噪声控制设计规范

GB 12348—2008 工业企业厂界环境噪声排放标准

GB 3096—2008 声环境质量标准

GB 22337—2008 社会生活环境噪声排放标准

GB/T 18699.1—2002/eqv ISO 11546-1:1995 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—2002/eqv ISO 11546-2:1995 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 16405—1996/eqv ISO 11691:1995 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/T 4760—1995 声学消声器测量方法

GB/T 19887—2005/ISO 11821:1997 声学 可移动屏障声衰减的现场测量

GB/T 16273.1—2008 设备用图形符号 第1部分:通用符号

GB/T 4208—2017/IEC 60529:2013 外壳防护等级(IP代码)

ISO 11202:2010 (E) 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

GB/T 17248.6—2007 / ISO 11205:2003 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 14574—2000/eqv ISO 4871:1996 声学 机器和设备噪声发射值的标示和验证

### 3 术语和定义

下列给出的术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **连铸机 continuous casting machines**

将钢液转变成固态铸坯并切割成规定长度的连续铸钢设备中的主体设备。连铸机一般包括钢包回转台、中间罐及中间罐车、中间罐预热装置等浇钢设备，结晶器及其振动装置、二次冷却铸流导向系统、火焰切割机、切割前和切割（下）辊道、引锭系统、气水冷却系统等核心设备，液压、润滑、气动系统设备，电气、仪表、计算机等自动化、智能化系统设备等。

#### 3.2

##### **浇铸平台 casting platform**

为钢液浇铸、连铸生产操作和设备安装、维护、检修而构建的钢结构区域。

#### 3.3

##### **冷却室（密封室） cooling chamber**

在铸流导向区域，存在有铸坯直接喷水冷却产生的大量蒸汽、气水雾化冷却和油气润滑使用的压缩空气以及结晶器保护渣熔化所产生的有害烟尘。为了保护环境并保证连铸区域能见度，把该区域设计成一个隧道式的封闭室，把这些气体封闭起来，这个隧道式的封闭室就叫做冷却室。

#### 3.4

##### **坯头坯尾收集装置 crop and/or sample collecting system**

收集坯头坯尾的装置。

#### 3.5

##### **切割系统 cutting system**

将产品切割至所需长度的装置。

#### 3.6

##### **出坯区域（冷床和产品收集系统） run-out-area (cooling bed and product collecting system)**

配备产品运输、冷却和/或收集装置的区域。

#### 3.7

##### **引锭杆系统 dummy bar system**

启动铸造并引导铸流的装置。

#### 3.8

##### **电磁制动装置（EMBR） electromagnetic braking device (EMBR)**

抑制结晶器中钢液运动的装置。

#### 3.9

##### **结晶器电磁搅拌装置（EMS） electromagnetic mould stirring device (EMS)**

搅拌钢液的装置。

- 3.10  
**铸流导向（二冷）区域电磁搅拌装置 electromagnetic strand stirring device**  
二冷区域搅拌钢液的装置。
- 3.11  
**钢包 ladle**  
收集、运输和排出钢液的容器。
- 3.12  
**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。
- 3.13  
**事故溢流罐 emergency overflow box**  
钢包滑动水口失灵等事故发生而中间罐溢流时，通过中间罐溢流口盛接钢液的容器。
- 3.14  
**钢包支撑系统 ladle supporting system**  
安装在浇铸平台上，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。
- 3.15  
**钢包/中间罐钢流保护系统 shrouding system of liquid steel for ladle/tundish**  
保护从钢包经中间罐流入结晶器的钢流。
- 3.16  
**钢包/中间罐钢流控制系统 ladle/tundish steel stream flow control system**  
安装在钢包/中间罐上用以控制钢流的系统。
- 3.17  
**机旁控制台 local control stand**  
位于机旁的独立控制台。
- 3.18  
**喷印机 marking system**  
喷印连铸产品的装置。
- 3.19  
**结晶器 mould**  
固化坯壳的装置。
- 3.20  
**结晶器液面控制系统 mould level control system**  
控制结晶器钢液面的自动化检控系统。
- 3.21  
**回转操作箱 movable control box**  
连接至控制系统、固定在结晶器旁的连铸机操作箱。
- 3.22  
**振动装置 oscillating device**  
用于结晶器往复运动（振动）的装置。
- 3.23  
**控制室 pulpit**  
连铸机控制台和监控设备所在的封闭房间。
- 3.24  
**铸坯输送系统 transfer system of strand product**  
输送连铸坯的设备，例如辊道等。
- 3.25  
**氧化皮收集系统 scale collecting system**

收集氧化皮的装置。

3.26

**下渣检测系统 slag detecting system**

检测流入中间罐的钢渣的系统。

3.27

**铸坯支撑导向系统 strand support system**

用于支撑和引导从结晶器出口到连铸机驱动系统终端各铸流的装置。

3.28

**浸入式水口 (SEN) submerged entry nozzle (SEN)**

将钢液从中间罐导入结晶器的装置。

3.29

**中间罐 tundish**

收集钢包倒出的钢液并将流出的钢液分配到各铸流的槽状容器。

3.30

**中间罐流槽和渣罐系统 tundish launder and slag box system**

安装在浇铸平台上，事故状态下用于收集和（或）转移从钢包/中间罐流出钢液的系统。

3.31

**中间罐支撑系统 tundish supporting system**

安装在浇铸平台上，从停放/预热位置到铸造位置支撑/输送/或转动中间罐的系统。

3.32

**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装置。

3.33

**未经授权人员 unauthorised person**

为了避免相关危险，由于不具备所需的特定知识、技能和/或未穿戴完备，因此不被允许进入到特定区域或连铸机区域执行某些任务与设备运行和/或维护事项相关的特定操作人员。

3.34

**紧急位置 emergency position**

在紧急情形下移动钢包和/或中间罐的位置。

3.35

**安全操作区 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。例如气体管路截止阀，钢包回转台的应急控制位置。

3.36

**耐火流体 fire-resistant fluid**

具有低火焰传播特性的流体。

3.37

**液压流体 hydraulic fluid**

用于传递液体压力能量的流体。

#### 4 重大危险清单

- a) 本章包括所有重大危险、危险状况和事件，只要本标准涉及，就该类机械而言，应通过风险评估确定为重大危险且需要采取措施以消除危险或降低其风险。
- b) 确定的重大危险和危险状况见 5.2 条表 1 第 1 列和第 2 列。
- c) 此外，供货商还应通过其自身风险评估确定表 1 所列的危险对于按照用户使用说明手册制造的设备来说是重大危险。自身风险按照机械安全 设计通则 风险评估与风险减小 GB/T 15706—2012/ISO 12100:2010 进行评估。

## 5 安全要求和/或措施

### 5.1 概述

- a) 连铸机供货商应按照本标准并遵循生产设备安全卫生设计总则 GB 5083—1999 等国家和/或有关行业标准对连铸生产设备进行安全设计。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—2009, GB 4053.2—2009, GB 4053.3—2009 标准。
- b) 连铸机所在工厂应充分担当起企业安全责任和安全生产方面的社会责任。连铸机和连铸工厂应当具备本标准、国家标准、行业标准和有关法律、行政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。
- c) 主要行政法规包括:
  - 1) 全国人大常委会通过的《中华人民共和国安全生产法》(2014 版), 2014 年 12 月 01 日起实施。
  - 2) 全国人大常委会通过的《中华人民共和国环境保护法》, 2015 年 01 月 01 日起施行。
  - 3) 全国人大常委会通过的《中华人民共和国环境噪声污染防治法》, 1997 年 03 月 01 日起施行。
  - 4) 《中共中央国务院关于推进安全生产领域改革发展的意见》, 2016 年 12 月 18 日公布并实施。
  - 5) 《国务院关于加强安全生产工作的决定》, 2010 年 07 月 19 日发布。
  - 6) 中华人民共和国工业和信息化部发布, 2015 年 07 月 01 日实施的《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》中关于安全方面的规定。
  - 7) 国家安全生产监督管理总局公布, 2018 年 3 月 1 日起施行的《冶金企业和有色金属企业安全生产规定》。
- d) 连铸机所在工厂应按照本标准、供货商设备使用说明手册、企业安全生产标准化基本规范 GB/T 33000—2016, 机械安全 安全防护的实施准则 GB/T 30574—2014 等国家和/或行业关于安全标准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、技术与试验、工厂管理等全体员工进行规范化安全生产教育和培训、并进行量化考核。
- 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手册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不间断地实施安全风险的排查。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) 对临时进入连铸工厂的各类人员也必须进行安全教育, 明确注意事项和安全生产责任。
- h) 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, 提高连铸机安全生产水平。

#### 5.1.1 简介

符合本标准的连铸机应遵循本条所规定的安全要求和/或措施。

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行模式下(例如维护和调试工作)的特定安全措施。

下列条款指出了连铸机工厂设计、总体设计和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, 见表 1。

#### 5.1.2 连铸机布置、现场检查

供货商应充分地进行现场检查, 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;
- 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) 视觉警告设备等，例如信号灯；
- b) 紧急停止按钮；
- c) 人员疏散路线（必要时，例如大型成套设备）；
- d) 其他与安全相关的安全标志，例如防护装置、门、保护罩、遮光板等。

### 5.1.4 安全装置

安全装置应当易于检查和维护。须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/ISO 13849-1:2006，机械安全 控制系统有关安全部件 第 2 部分：确认 GB/T 16855.2—2015/ISO 13849-2:2012，机械安全 设计通则 风险评估与风险减小 GB/T 15706—2012/ISO 12100:2010，机械安全 风险评估实施指南和方法举例 GB/T 16856—2015 四个标准的要求，足够坚固可靠，以便稳定运行。

### 5.1.5 液压、气动、气体、冷却和润滑系统

- a) 设计液压、气动、气体、冷却和润滑系统的重要原则之一是减少毒性、火灾、爆炸和噪声的风险。
- b) 应考虑与压力、温度、火灾源头等有关的危害。液压系统执行液压传动 系统及其元件的通用规则和安全要求 GB/T 3766—2015，润滑系统执行润滑剂、工业用油和有关产品（L 类）X 组（润滑脂）规范 GB/T 34535—2017，气动系统执行气动 对系统及其元件的一般规则和安全要求 GB/T 7932—2017/ISO 4414:2010，煤气系统执行工业企业煤气安全规程 GB/T 6222—2005，石油天然气系统执行石油天然气安全规程 AQ 2012—2007 标准，氧气系统执行深度冷冻法生产氧气及相关气体安全技术规程 GB 16912—2008 和氧气站设计规范 GB 50030—2013，这些系统的冷却水部分执行工业循环冷却水处理设计规范 GB/T 50050—2017 和钢铁工业水污染物排放标准 GB 13456—2012，同时参考《钢铁企业燃气工程设计手册》并依据本标准中表 1 的规定。
- c) 如果发生危险性液压油泄漏迹象，应立即向操作员提供指示，阻止泄漏。
- d) 液压缸支承的设备，特别是支承钢液时，应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

- a) 钢铁冶金企业设计防火规范执行 GB 50414—2007 标准。
- b) 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。
- c) 在有可能固化和/或不管采用高粘度还是低粘度流体的流体系统中，连铸机供货商对运送流体或承载流体的所有零部件均应考虑受温度影响的防护和火灾保护。
- d) 液压站、阀台、蓄能器和液压管路，应设置安全阀、减压阀和截止阀，蓄能器与油路之间应设有紧急闭锁装置。
- e) 液压站、润滑油站（库）不宜与电缆隧（廊）道、电气室地下室连通，确需连通时，必须设置防火墙和防火门（防火门设计执行 GB 12955—2008 标准，选用 A 类 A3.0 隔热防火门）。
- 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。
- g) 存在火灾风险的地方，应设置切断装置。流体系统的切断装置应当保证：
  - 1) 安装在危险地带外；
  - 2) 易于接触；
  - 3) 清晰地标示位置。
- h) 连铸机铸坯切割、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—2012。

### 5.1.7 排放到专用槽池的流体

供货商应当明示排放到专用槽池的流体。设备使用说明手册中须包括排放信息。

### 5.1.8 个人防护设备

供货商应在设备使用说明手册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—2013 配备。

### 5.1.9 报警装置和安全标志

- a) 报警装置和安全标志应当满足设计要求，符合机械电气安全 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—2010/IEC61310-1:2007 和/或 GB/T 18209.2—2010/IEC61310-2:2007 和/或机械电气安全 指示、标志和操作 第 2 部分：标志要求 GB/T 18209.3—2010/IEC61310-3:2007 标准，在产生危险时发出报警信号。安全色执行 GB 2893—2008 标准，安全标志及其使用导则执行 GB 2894—2008 标准。
- b) 目视警示装置和安全标志应固定在清晰可辨认的位置。皮下埋植医疗器械的人员，其非电离辐射警示标志应安装在固定位置（若适用时）。
- c) 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 1251.1—2008/ISO7731：2003 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 10 dB。
- d) 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—2009 标准。

### 5.1.10 通行权

5.1.10.1 不得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) 符合机械安全 与人体部位接近速度相关的安全防护装置的定位 GB/T 19876—2012/ISO 13855:2010 规定。
- b) 符合机械安全 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/T 17888.1—2008/ISO 14122-1:2001 规定。
- c) 符合机械安全 进入机械的固定设施 第 2 部分：工作平台和通道 GB/T 17888.2—2008/ISO 14122-2:2001 规定。
- d) 符合机械安全 进入机械的固定设施 第 3 部分：楼梯、阶梯和护栏 GB/T 17888.3—2008/ISO 14122-3:2001 规定。
- e) 符合机械安全 进入机械的固定设施 第 4 部分：固定式直梯 GB/T 17888.4—2008/ISO 14122-4:2001 规定。

例外情况如下：

- 1) 浇铸平台区域，有关其他安全措施参见 5.2.3 条“危险 1”。
- 2) 火焰切割区域；有关其他安全措施参见 5.2.5.2 条。

#### 5.1.10.2 警示标志符合 5.1.9。

5.1.10.3 接近控制台、控制室、地下、维修场等区域避免人体各部位挤压的最小间距离符合机械安全 避免人体各部位挤压的最小距离 GB/T 12265.3—1997，并符合 5.1.10.1 中 a) ~e) 条规定。机械、电气设备及控制系统有关安全符合机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件 GB 5226.1—2008/IEC 60204-1:2005，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/ISO 13849-1:2006，机械安全 控制系统有关安全部件 第 2 部分：确认 GB/T 16855.2—2007/ISO 13849-2:2003，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—2012/ISO 13855:2010 的规定。这些通行的地方应能够防止热辐射，防止高压液体或气体喷射，并具备物料和工具移动功能。

5.1.10.4 除滑倒、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 走道、楼梯和平台的表面必须防滑并进行保护,以避免或尽量减少由氧化铁皮、油、乳液和/或润滑剂引起的摔倒。

5.1.10.6 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(封闭式防护装置或距离式防护装置,固定式或活动式防护装置,联锁防护装置)。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条“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程序进行选择。

防护装置的特性符合机械安全 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5条“防护装置的设计与制造一般要求”,并同时参照相关标准中有关尺寸、强度、安装等规范进行。

5.1.10.7 按照 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,同时执行机械安全 与防护装置相关的联锁装置设计和选择原则 GB/T 18831—2017/ISO 14119:2013,机械安全 防止意外启动 GB/T 19670—2005 和机械安全 急停 设计原则 GB 16754—2008/ISO 13850:2006 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) 应具备两个安全出口,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。

### 5.1.12 电气设备

电气设备符合机械电气安全 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 34136—2017/IEC/TR 62061-1:2010,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/IEC 60204-1:2005,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—2010/IEC 61310-1:2007,机械电气安全 指示、标志和操作 第2部分:标志要求 GB/T 18209.2—2010/IEC 61310-2:2007,机械电气安全 指示、标志和操作 第3部分:操纵器的位置和操作的要求 GB/T 18209.3—2010/IEC 61310-3:2007,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 28526—2012/IEC 62061:2005,激光产品的安全 第1部分:设备分类、要求 GB 7247.1—2012/IEC 60825-1:2007,机械安全 设计通则 风险评估与风险减小 GB/T 15706—2012/ISO 12100:2010,机械安全 风险评估 实施指南和方法举例 GB/T 16856—2015。

供货商在设计和安装所有电气设备时,应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

根据风险评估的严重程度以及机械安全 控制系统有关安全部件 第1部分:设计通则 GB/T 16855.1—2008/ISO 13849-1:2006,机械安全 控制系统有关安全部件 第2部分:确认 GB/T 16855.2—2007/ISO 13849-2:2003 和 A.2 中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/ISO 13849-1:2006 标准中相关规定。

### 5.1.14 表面温度和散热

5.1.14.1 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,应提供隔热防护装置,确保热环境人类工效学 代谢率的测定 GB/T 18048—2008/ISO 8996:2004,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 18049—2000/ISO 7730:2005,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

18977—2003 标准贯彻执行，特别是标准中规定的材料和接触时间不超过烧伤的阈值。

5.1.14.2 如果在工作时存在热辐射风险，应采用绝热材质设置防护墙或防护罩。

### 5.1.15 人类工效学原则

设计连铸机时，应遵循工作系统设计的人类工效学原则 GB/T 16251—2008/ISO 6385:2004，与心理负荷相关的工效学原则 第 2 部分：设计原则 GB/T 15241.2—1999/ idt ISO 10075-2:1996，人类工效学工作岗位尺寸 设计原则及其数值 GB/T 14776—93，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 18717.1—2002，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 18717.2—2002， GB/T 18717.3—2002，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 22188.1—2008/ISO 11064-1:2000 标准以及人类工效学的基本原则。尤其应注意以下原则：

- 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。工作区域应当宽敞，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。
- d) 隔热，见第 5.1.14 条和第 5.1.17.1 条。
- f) 在安装和随后的维护期间，电气节点、流体动力和电气连接等位置会对操作员的身姿产生不利影响。因此，这些项目的位置应尽可能地比操作员直立高度高出 400 mm 至 2 000 mm。
- g) 作业区域的照明符合机械安全 机器的整体照明 GB/T 28780—2012 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外露场地配备火灾报警装置并建立消防体系，遵循下面规则：

- a) 防火采用钢铁冶金企业设计防火规范 GB 50414—2007；
- b) 连铸机设备中，如果采用气体灭火系统，其设计应符合气体灭火系统设计规范 GB 50370—2005，灭火剂采用七氟丙烷(HFC227ea) 灭火剂 GB 18614—2012，气体灭火系统及部件执行 GB 25972—2010 标准；
- c) 自动喷水灭火系统设计规范执行 GB 50084—2017 标准；
- d) 消防给水及消火栓系统技术规范符合 GB 50974—2014 规定。
- e) 暴露于钢液附近的液压系统，必须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。

### 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须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，可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—2008/ISO 6682:1986。
- b) 可视化显示器的布置应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，则需配备视觉辅助器具，如闭路电视、反射镜等。

#### 5.1.17.2 控制室

设计控制室时，应遵循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/T

22188.1—2008/ISO 11064-1:2000。控制室应具备：

- a) 配置自动控制空调系统；
- 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（若有）。

### 5.1.17.3 机旁控制台

须保护好机旁控制台，使其免受钢渣和钢液飞溅等外部因素影响。

### 5.1.18 机旁旋转操作箱

旋转操作箱一旦运转，应优先于其他控制台或控制室发出的信号。旋转操作箱的运转/停止应通过按键/转换开关进行操作，操作过程应能够在控制室显示器中看到。

### 5.1.19 断电

- 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，应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—2012。如果发生中断供电再恢复供应时，应避免各设备自动重启，见机械安全 防止意外启动 GB/T 19670—2005 和机械安全 急停 设计原则 GB 16754—2008/ISO 13850:2006 标准。
- b) 控制系统和设备适用机械电气安全 机械电气设备第 1 部分：通用技术条件 GB 5226.1—2008/IEC 60204-1:2005 中第 9.4 条，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/ISO 13849-1:2006，机械安全 控制系统有关安全部件 第 2 部分：确认 GB/T 16855.2—2007/ISO 13849-2:2003，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 28526—2012/IEC 62061:2005 中的相关规定。

### 5.1.20 危险区域

- a) 对于存在着火、中毒、天然气聚集/积灰或窒息危险的区域，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—2001/eqv ISO 14123-1:1998 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—2001/eqv ISO 14123-2:1998 的要求。
- b) 对于容易发生火焰意外蔓延、熔融物飞溅的区域，必须特别说明。
- c) 进入地平面以下区域，比如深坑、水槽、管廊、地下室等，必须特别说明。

### 5.1.21 冷却水系统

- a) 连铸机冷却水系统设计与运转必须遵循工业循环冷却水处理设计规范 GB/T 50050—2017，钢铁工业水污染物排放标准 GB 13456—2012，炼钢安全规程 AQ 2001—2004 及连铸工程设计规范 GB 50580—2010。
- b) 对冷却水系统的功能进行监控。运转过程中一旦发生任何故障，必须通过报警系统发出警报（见第 5.1.9 条）。
- c) 必须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) 在设备使用说明书手册中，必须针对发生紧急情况时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，应执行核仪器及系统安全要求 第 1 部分：通用要求 GB/T 19661.1—2005，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 19661.2—2015 标准。须特别重视下述事项：

- a) 使用放射强度低的放射源。
- 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或房间中，并采取特殊的防辐射措施。
- d) 必须在放射源、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) 在设备使用说明手册中，需要针对放射源的安全搬运进行特别说明。
- g) 应当参考连铸机所在地的地方性法规。

#### 5.1.23 钢包/中间罐及其应急系统

- a) 钢包回转台承载并运送装满钢液的钢包，因此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不应小于 2.0。
- b) 根据建筑工程抗震设防分类标准 GB 50223—2008 第 3.02 条，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须按照建筑抗震设计规范（2016 年版）GB 50011—2010，中国地震动参数区划图 GB 18306—2015 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。

注 1：例如上海宝山地区抗震设防烈度 7 度，设计地震基本加速度值为 0.10g（g 为重力加速度），设计地震分组为第二组。

- 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 16G362（2016.08.05）和已有安全生产 30 年以上的连铸机。混凝土预制构件制作、安装及质量验收规程可参考四川省建筑工业化混凝土预制构件制作、安装及质量验收规程 DBJ51/T 008—2015。钢包回转台基础施工与验收执行混凝土结构工程施工质量验收规范 GB 50204-2015。混凝土强度执行混凝土强度检验评定标准 GB/T 50107—2010。
- d) 为了防止钢液失控流出，须设置钢包/中间罐钢液失控应急系统，以阻止钢液失控流出，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、中间溢流罐以及渣盘等。
- e) 钢包回转台必须设置事故回转驱动系统，宜采用液压储能器作为动力的液压马达驱动，当正常供电系统断电后，液压储能器释放动力驱动钢包回转台，使具有钢液的钢包离开浇注位置回转到事故钢包上方。液压储能器能力的设计应能够使钢包回转台回转 270 度。
- 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。

#### 5.1.24 长水口机械手

- a) 钢包必须加盖，防止钢液飞溅。
- b) 此外，确保操作工就位于安全的操作位置，和/或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和钢包滑动水口。控制系统应满足本标准第 5.1.13 条中提出的要求和机械安全 控制系统有关安全部件 第 1 部分：设计通则 GB/T 16855.1—2008/ISO 13849-1：2006 “4.2 风险减小策略”中规定的性能等级（PL）D 和“6.2 类别规范”中类别 3 的要求。

#### 5.1.25 密封室

- a) 连铸机中液芯铸坯直接喷水冷却会产生蒸汽，应设计一个密闭的冷却室，即密封室。密封室应考虑设置多个便于检修工出入的门，以方便故障排查、设备点检和设备维修更换。

- b) 只有当连铸生产过程停止时，才允许人进入密封室。
- c) 进出密封室时，控制系统须符合第 5.1.13 条要求，并应在控制室和操作台中显示“操作工正在密封室中作业”，控制系统须包含警报系统（见第 5.1.9 条）。人进入密封室后，门始终向里敞开，并在门上悬挂醒目的“密封室内有人作业”的警示牌。
- d) 密封室中各抽风口，均须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。
- e) 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 18831—2017/ISO 14119:2013 标准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应当被锁定，只能使用专用工具或钥匙打开。
  - 6) 在设备使用说明手册中对密封室作特别说明。

### 5.1.26 连铸机信息化与人工智能

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品，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—2011/ISO 10218-1:2006 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—2013/ISO 10218-2:2011 标准。

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 36008-2018/ISO/TS 15066:2016 标准。

d) 与连铸机工业机器人相关的人工智能系统参考国家智能制造标准体系建设指南（2018 年版），其信息技术的安全执行国家智能制造标准体系建设指南第 4.1.1 条所列出的 Information technology — Security techniques — Privacy framework ISO/IEC 29100:2011, Information technology — Security techniques — Privacy architecture framework ISO/IEC 29101:2013, Information technology — Security techniques — Privacy capability assessment model ISO/IEC 29190:2015, Information technology — Security techniques — Guidelines for privacy impact assessment ISO/IEC 29134:2017 等标准。

e) 信息技术与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—2011。

## 5.2 重大危险，危险状况，安全要求和/或措施清单

### 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，应当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；
  - 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，包括设备使用说明手册中的建议；
  - 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

第 1 列	第 2 列	第 3 列	第 4 列	第 5 列	
重大危险	危险状况	安全要求和/或措施	参考	检验方法	
<b>5.2.2 概述</b>					
(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到伤害）；	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（如浇铸平台）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	设备应当保持在规定位置，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C	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。	5.1.15	D, T, M	
<b>5.2.3 浇铸平台</b>					
<b>5.2.3.1 概述</b>					
(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 人类工效学 险情视觉信号 一般要求、设计和检验 GB/T 1251.2—2006/ ISO 11428:1996	D, V	
		操作/维护说明：穿戴好个人防护用品（PPE）。	5.1.8 7.2.5	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 7.4	D, M	
(2) 火灾或气体/粉尘爆炸反应	处理事故吹氧氧枪和/或事故切割氧枪	液压回路应设置切断阀，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）。	5.1.6	D, V, T	

表1 (续)

第 1 列	第 2 列	第 3 列	第 4 列	第 5 列	
重大危险	危险状况	安全要求和/或措施	参考	检验方法	
(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	D, T	
(4) 电源故障	正常运行时动力损耗	使用蓄能器（比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。	机械安全 避免人体各部位挤压的最小距离 GB/T 12265.3—1997	D, V, M	
	引锭杆在引锭车上移动	为了在引锭车上安全地移动引锭杆，必须设置运转夹持装置。	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	
<b>5.2.3.2 钢包支撑系统区</b>					
(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 5.1.17 机械安全 机器的整体照明 GB/T 28780—2012	D, V	
	钢包不对中	配备具有对中导向装置的钢包支撑系统。		D, V, T	
	钢液不可控地流出、飞溅或泄漏	设置防护罩保护操作员；	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		D, V
		钢包支撑系统的支撑臂配备保护罩；	GB/T 8196—2003		D, V
		设置钢包事故流槽和应急钢液收集系统；	5.1.23		D, V, M
		钢包滑动水口应配置事故闸板，采用滑动水口蓄能器；	5.1.13		D, V, T
	液压系统故障引起火灾	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
		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阻燃油；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 难燃液使用导则 GB/T 16898—1997/ idt ISO 7745:1989		D, V, M
断电	配备应急驱动系统，如蓄电池、UPS电源。	5.1.19		D, 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)

第1列	第2列	第3列	第4列	第5列	
重大危险	危险状况	安全要求和/或措施	参考	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/ISO 13849-1:2006 标准中性能等级 (PL) d/类别 3;	5.1.13 5.1.24	D, T	
		操作/维护说明: 应急处理程序。	7.2.5 7.4	D, M	
	钢液喷溅	钢包加盖;	5.1.24	D, V	
		设置安全的操作位置并配备防护罩, 以保护操作员;	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	中间罐漏钢	预防: ——耐火材料层修筑符合要求; ——烘干、预热符合要求; ——经常性人工观察中间罐钢壳表面是否发红。 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 7.4	D, M, T	
	中间罐/水口穿钢	滑动水口/浸入式水口须配置事故闸板。	5.1.13	D, T	
	钢液失控流出	安装防护罩, 以保护CCM操作工;	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		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	
		参照操作/维护说明处理事故。	7.2.5 7.4	D, 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	建议液压系统和液压伺服系统使用阻燃液压油; 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 难燃液压油使用导则 GB/T 16898—1997/ idt ISO 7745:1989 液压传动系统及其组件的 通用规则和安全要求 GB/T 3766—2015	D, V	
(2) 挤压	中间罐到指定位置后的移动, 比如行走走到浇铸位置	为确保中间罐在结晶器区域安全行走, 应设置定位固定装置和驱动制动装置。	5.3.2	D, V, T	

表1 (续)

第1列	第2列	第3列	第4列	第5列
重大危险	危险状况	安全要求和/或措施	参考	检验方法
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	D, T
		操作/维护说明:滑动水口采用事故闸板等,停止溢钢的铸流浇铸;	7.2.5 7.4	D, T, M
		保护放射源,避免钢液浸入。	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	D, V
	钢液喷溅	按照操作/维护说明处理: 立刻停止浇铸; 全员疏散。	5.1.3 7.2.5 7.4	D, V, M
	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(若适用);	5.1.5	D, T
		一旦发生结晶器冷却水故障,视觉、听觉报警装置均须报警提示;	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—2010/ IEC 61310-1:2007	D, V, T
		按照操作/维护说明:操作工应立即停止浇铸;	7.2.5 7.4	D, V, M
		事故冷却水系统自动接通,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/ISO 13849-1:2006 标准中性能等级(PL) e/类别4;	5.1.13	D, T
		未经授权人员进入危险区	设置警告标志,禁止未经授权人员进入; 按照操作/维护说明处理。	5.1.10 7.2.5 7.4
	因烟气排出系统性能不良而导致烟尘意外扩散	设计动力充足的结晶器烟尘排出系统	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 7.4	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。	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—2001/eqv ISO 14123-1:1998 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—2001/eqv ISO 14123-2:1998 5.1.20

表1 (续)

第1列 重大危险	第2列 危险状况	第3列 安全要求和/或措施	第4列 参考	第5列 检验方法
<b>5.2.3.6 密封室中的铸流</b>				
(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够按生产规则运行（比如在维修后）； ——在任何时候密封室检修门都必须能够从内侧打开。	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：使用说明手册中应给出特别安全说明。	7.2.5 7.4	D, M
<b>5.2.4 连铸机设备</b>				
(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 7.4	D, M
(2) 挤压、冲击	引锭杆在连铸机中处于保持模式时，意外运动	设计可靠的引锭杆夹持系统，并在引锭杆送入连铸机前，将引锭杆上的油污清理干净；	5.1.13	D, T
	引锭杆在停放位置时出现意外运转	停放位置设置锁紧装置，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杆意外移动	确保操作控制室具有良好视野和能见度； 安装摄像机。	5.1.17 5.1.17	D, V 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，应安装烟尘排出系统。	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—2001/ eqv ISO 14123-1:1998 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—2001/ eqv ISO 14123-2:1998	D, M
<b>5.2.5 切割系统</b>				
<b>5.2.5.1 剪切机</b>				
(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；	5.1.10.6	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 5.1.10.7	V, T, M
		按照操作/维护说明处理	7.2.5 7.4	D, M

表1 (续)

第1列	第2列	第3列	第4列	第5列
重大危险	危险状况	安全要求和/或措施	参考	检验方法
	控制系统故障	设计配备安全的控制系统;	5.1.13	D, T
		为故障排查提供安全系统;	5.1.10.7	D, V
		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
		按照操作维护说明中的工作流程和步骤排除故障。	7.2.5 7.2.5.2	D, M
	维修期间意外运转使物体坠落	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	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)。	5.1.8 7.2.5	D, M
(3) 火灾	液压系统故障引起火灾	液压回路配备截止阀, 截止阀应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
<b>5.2.5.2 火焰切割</b>				
(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)。	7.2.5 7.4 5.1.8	D, M
(2) 火灾和/或气体反应	气体意外燃烧	提供安全的控制系统, 这个安全控制系统应至少达到提供安全控制系统, 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/ISO 13849-1:2006 标准中性能等级 (PL) d/类别2;	5.1.13	D, V, T
		液压回路应配备(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
(3) 排放有害物质	粉尘和颗粒(如铅离子), 烟雾/气体排放	配备烟气排出系统;	5.1.20	D, V, T
		按照操作/维护说明处理	7.2.5 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 7.4	D, M
(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

表1 (续)

第1列	第2列	第3列	第4列	第5列
重大危险	危险状况	安全要求和/或措施	参考	检验方法
		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 7.4	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;	5.1.10.2 5.1.10.3 5.1.10.5	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 7.4	D, M
<b>5.2.6 出坯区域</b>				
(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;	5.1.10.5	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;	5.1.10.6	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 7.4	D, M
(3) 挤压、冲击	自动模式运行中的喷印机	提供防护措施;	5.1.10.1 5.1.10.6	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	D, M
		仅设备停工时维护。	7.4	

### 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第 5.2 条表 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—2005 标准要求，握持设置的运转控制装置，从而不危及操作员安全，操作员须具备超越危险区域的良好视野（见第 5.1.17 条），例如通过闭路电视。如果停止操纵运转控制装置，运转须立刻停止。

#### 5.3.3 机械约束装置

- a) 设计时选择机械约束装置，如保险螺栓、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，必须能够明显识别，并且直接安装在受保护的设备上（如链锁）。
- c) 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。
- d) 电气控制开关关闭时，设备应保持在原位，并符合第 5.1.12 条的要求。

#### 5.3.4 易接触旋转/运动部件

- a) 若无法满足机械安全 避免人体各部位挤压的最小距离 GB/T 12265.3—1997 标准所规定的安全距离，则应根据机械安全 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 的要求，对易接触传动轴、联轴器、皮带和链条、滑轮和链轮等传动机构安装防护装置。
- b) 应对转轴有所标记，从而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；
- 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

- a) 设计连铸机时，须从设计阶段源头上考虑降噪方法和降噪技术措施，依据声学 低噪声机器和设备设计实施建议 第 1 部分：规划 GB/T 25078.1—2010/ISO/TR 11688-1:1995，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/T 25078.2—2010/ISO/TR 11688-2:1998 并按照工业企业噪声控制设计规范 GB/T 50087—2013，工业企业厂界环境噪声排放标准 GB 12348—2008，声环境质量标准 GB 3096—2008，社会生活环境噪声排放标准 GB 22337—2008 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）。
- 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) 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/T 25078.2—2010/ISO/TR 11688-2:1998 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

- 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) 根据声学 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 18699.1—2002/eqv ISO 11546-1:1995，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 18699.2—2002/eqv ISO 11546-2:1995，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/T 16405—1996/eqv ISO 11691:1995，声学 消声器测量方法 GB/T 4760—1995 及声学 可移动屏障声衰减的现场测量 GB/T 19887—2005/ISO 11821:1997 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/或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/或措施的验证

- a) 必须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) 必须进行的验证见第 5.2 条表 1 和表 A.1 之规定。电气安全确认按照机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件 GB 5226.1—2008/IEC 60204-1:2005 进行，噪声测试规范见附录 C。
- c) 安全要求和/或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应满足第 5.1.9 条以及机械电气安全 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—2010/IEC61310-1:2007 和机械电气安全 指示、标志和操作 第 2 部分：标志要求 GB/T 18209.2—2010/IEC61310-2:2007。安全标志符合设备用图形符号 第 1 部分：通用符号 GB/T 16273.1—2008 规定。

#### 7.2 随连铸机交付的文件

### 7.2.1 使用说明手册

供货商应提供每台连铸机的使用说明手册，该手册内容涵盖连铸机主体以及所有辅助系统；参阅机械安全 设计通则 风险评估与风险减小 GB/T 15706—2012/ISO 12100:2010 第 6 条，该条列出了所有基本安全要求。使用说明手册须指明特定机器的特性和安全应对措施，可根据具体机器/设备来完善或扩展。使用说明手册的编排结构和内容示例如下。

### 7.2.2 机器/设备使用说明手册内容

机器/设备使用说明手册内容应包括：

- a) 供货商、机器/设备类型、制造年份、序列号/机器编号；
- b) 技术文件（电路图、数据表、备品备件参数信息/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）。

### 7.2.3 运输、装配/安装说明

运输、装配/安装说明应包括：

- 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/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安装/组装用参考资料；
- f) 防止翻转、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

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，液压油，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和修改设备；
- h) 拆除基准标志（如高压流体处理、清空说明等）。

### 7.2.5 设备操作说明

#### 7.2.5.1 概述

设备操作说明应包括：

- 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、烟气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 C 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：销售说明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) 操作员必须持有上岗资质，持证上岗；
- 2) 对操作员怎样操作机器/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) 说明手册必须指出，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，机器上也必须通过标记/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—2010/IEC61310-1:2007。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 操作手册具体说明

除第 5.2 条表 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/中间罐跑钢及其浇铸平台因跑钢连锁反应（如喷溅、溢钢）导致的漏钢或钢液喷溅。	适当处理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/中间罐。 采用正确的中间罐预热操作程序。
结晶器区域： 结晶器冷却系统故障。	结晶器每次重新组装后，必须按照供货商的使用说明手册要求对结晶器铜板冷却水进行压力试验。 应按照供货商的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。 钢水进入结晶器后，严防冷却水从侧面进入到钢液中间，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 维修手册

维修手册应包含对下述内容的说明：

- a) 需完成的测试和试验；
- b) 保养（包括点检）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的备品备件清单；
- 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) 控制系统出错信息及其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，部分系统应予关闭的说明；
  - 5) 必要时，对现存能介（液压油箱等）及能介减少量进行说明。
- 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/规范；
  - 4) 定期：设定检查的周期；
  - 5) 定人：确定点检项目由谁实施。

### 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/机器编号；
- e) 制造完毕的年份和月份。

### 7.4 人员培训

- a) 安全监理人员和员工应在设备试运转前接受安全方面的全面培训。
- b) 培训应考虑设备的整个使用寿命，并应特别包括下列操作条件：
  - 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。

若采用计算机过程控制，具体的培训则应明确包括员工与设备之间的互动（操作方式：手动、自动、半自动、就地控制和维修模式）。

---

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和/或措施

##### A.1 概述

A.1.1 供货商按照机械安全 设计通则 风险评估与风险减小 GB/T 15706—2012/ISO 12100:2010 和机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件 GB 5226.1—2008/IEC 60204-1:2005 的要求进行风险评估，根据 GB 5226.1—2008/IEC 60204-1:2005 识别设备面临的重大电气危险以及表 A.1 中列出的影响。

A.1.2 按照 GB5226.1—2008/IEC 60204-1:2005 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 IP (Ingress Protection) 等级代码应根据其使用和风险评估时得出的设备环境条件确定，见机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件 GB 5226.1—2008/IEC 60204-1:2005 中 10.1.3, 11.3, 外壳防护等级 (IP 代码) GB/T 4208—2008/IEC 60529:2013。

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因某种原因而需进入危险区域时，应按照机械安全 控制系统有关安全部件 第 1 部分：设计通则 GB/T 16855.1—2008/ISO 13849-1:2006 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机械安全 防止意外启动 GB/T 19670—2005 附录 A 中作为示例描述的作业，则应采取 GB/T 19670—2005 中规定的措施，并采用机械电气安全 机械电气设备 第 1 部分：通用技术条件 GB 5226.1—2008/IEC 60204-1:2005 中 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，设计时均应该包括使用一个或多个锁定装置，详见机械安全 防止意外启动 GB/T 19670—2005 第 5.2 条。

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/ISO 13849-1:2006“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/ISO 13849-1:2006 规定的 (PL) c 级/类别 1 的要求；
- 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/ISO 13849-1:2006 规定的 (PL) d 级/类别 3 的要求。

##### 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—2012/ISO 12100:2010, 机械安全 急停设计原则 GB 16754—2008/ISO 13850:2006, 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/ISO 13849-1:2006 和机械安全 防止意外启动 GB/T 19670—2005 的要求，设计和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，应确保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：

- 1) 按照机械安全 急停 设计原则 GB 16754—2008/ISO 13850:2006 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；
- 2) 按照机械安全 急停 设计原则 GB 16754—2008/ISO 13850:2006 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；

- 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/IEC 60204-1:2005 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/ISO 13850:2006 第 4.4.1 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/ISO 13850:2006 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/ISO 13850:2006 第 4.1.1 条要求；操作受影响的车间区域应当进行标识
- d) 机械安全 急停 设计原则 GB 16754—2008/ISO 13850:2006 规定的区域能够方便靠近；
- e) 停机位配备锁紧手段。

操作紧急停机装置时，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/IEC 60204-1:2005 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 分配给各个区域的紧急停机

- a) 设计连铸机时，应确定连铸机应如何细分为独立的“紧急停机区域”。这取决于连铸机可单独操作的单机、机组和部件，以及其他部件保持运转而关闭连铸机独立部件时可能发生的危险。
- b) 按照机械安全 急停 设计原则 GB 16754—2008/ISO 13850:2006 第 4.1.1 条要求，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。因此，重启时应提供延时视觉和听觉报警装置，见人类工效学 公共场所和工作区域的险情信号 险情听觉信号 GB/T 1251.1—2008/ISO 7731: 2003, 人类工效学 险情视觉信号 一般要求、设计和检验 GB/T 1251.2—2006/ISO 11428:1996。

表 A.1 连铸机紧急功能

功能	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/IEC 60204-1:2005) 第9.2.2条	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,具有重新关闭锁定功能(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)须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/或机械制动方式关闭主驱动装置; —维修作业时始终保持供电,使用自动复位控制功能关闭辅助驱动装置,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,具有重新关闭锁定功能(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/ISO 13850:2006)	—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; —关闭所有驱动装置; —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/IEC 60204-1:2005 中第 10.2.1条)	—需要时	—关闭时使得机械设备最大可能的达到负加速度; —保护好所有的操作条件; —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/IEC 60204-1:2005 中第 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; —保护好所有的操作条件; —停止时电源保持开启状态; —能够检验自动停止功能。

## 附录B

### (规范性附录)

#### 本标准适用连铸机设备

##### B.1 浇铸平台

- a) 钢包运输系统，比如钢包回转台及辅助设备；
- b) 中间罐及其相关设备，如中间罐车、取样系统、温度测量系统；
- c) 结晶器系统及其相关设备，比如保护渣供给系统、喂丝系统、保护浇注系统；
- d) 烟气排出系统。

##### B.2 连铸机主机设备

- a) 密封室；
- b) 蒸汽排出系统；
- c) 结晶器及其相关设备，比如结晶器冷却系统、油脂润滑系统、液位控制系统；
- d) 振动装置；
- e) 结晶器电磁搅拌/电磁制动系统；
- f) 铸流支承系统、铸流冷却系统；
- g) 铸流电磁搅拌系统；
- h) 扇形段更换设备（板坯）
- i) 连铸机驱动系统（板坯）；
- j) 拉坯和矫直系统（方坯）；
- k) 引锭杆系统。

##### B.3 切割区域

- 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。

##### B.4 出坯区域

- 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) 铸坯旋转输送系统；
- g) 铸坯堆垛/卸垛（含推钢机）；
- h) 铸坯称重系统
- i) 铸坯全面或局部火焰清理机电一体品系统；
- j) 不锈钢铸坯修磨系统；
- k) 特殊钢铸坯保温系统。

##### B.5 通用设备

- a) 控制室；
- b) 机旁控制台；
- c) 连铸机冷却水供给和分回路控制系统，包括应急水供应系统；

- d) 连铸机压缩空气供给和分回路控制系统;
- e) 连铸机燃气/氧气供给和分回路控制系统;
- f) 连铸机液压设备和分回路控制系统;
- g) 连铸机润滑脂供给设备和分回路控制系统, 或者油气润滑供给设备和分回路控制系统;
- h) 连铸机电源供应和分区域控制系统。
- i) 连铸机事故电源供应和分区域控制系统。

附录C  
(规范性附录)  
噪声测试规范

## C.1 引言

- a) 连铸机是非标设备，可根据客户的技术需求量身定制。
- b) 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，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）和修磨方式（如不锈钢铸坯的修磨）
- c) 不能将连铸机的参数标准化，因为不同连铸机的参数各不相同。
- d) 为了重复进行测试，必须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。
- e) 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。
- f) 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。
- g) 通常情况下，连铸机噪声的排放由两个参数来描述（供货商使用这两个参数来公布所出现的噪声）：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 C.1a 方坯连铸机和图 C.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。

## C.2 声功率级的确定

如果某些噪声监测站的 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烈辐射的连铸机附近，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 C.1a 方坯连铸机和图 C.1b 板坯连铸机）的 A 计权排放声压级应根据 C.3.1 规定的方法确定。

## C.3 排放声压级的确定

### C.3.1 指定测量点排放声压级的确定

a) 在地面或进入地平面以上 1.6m 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。必须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”。

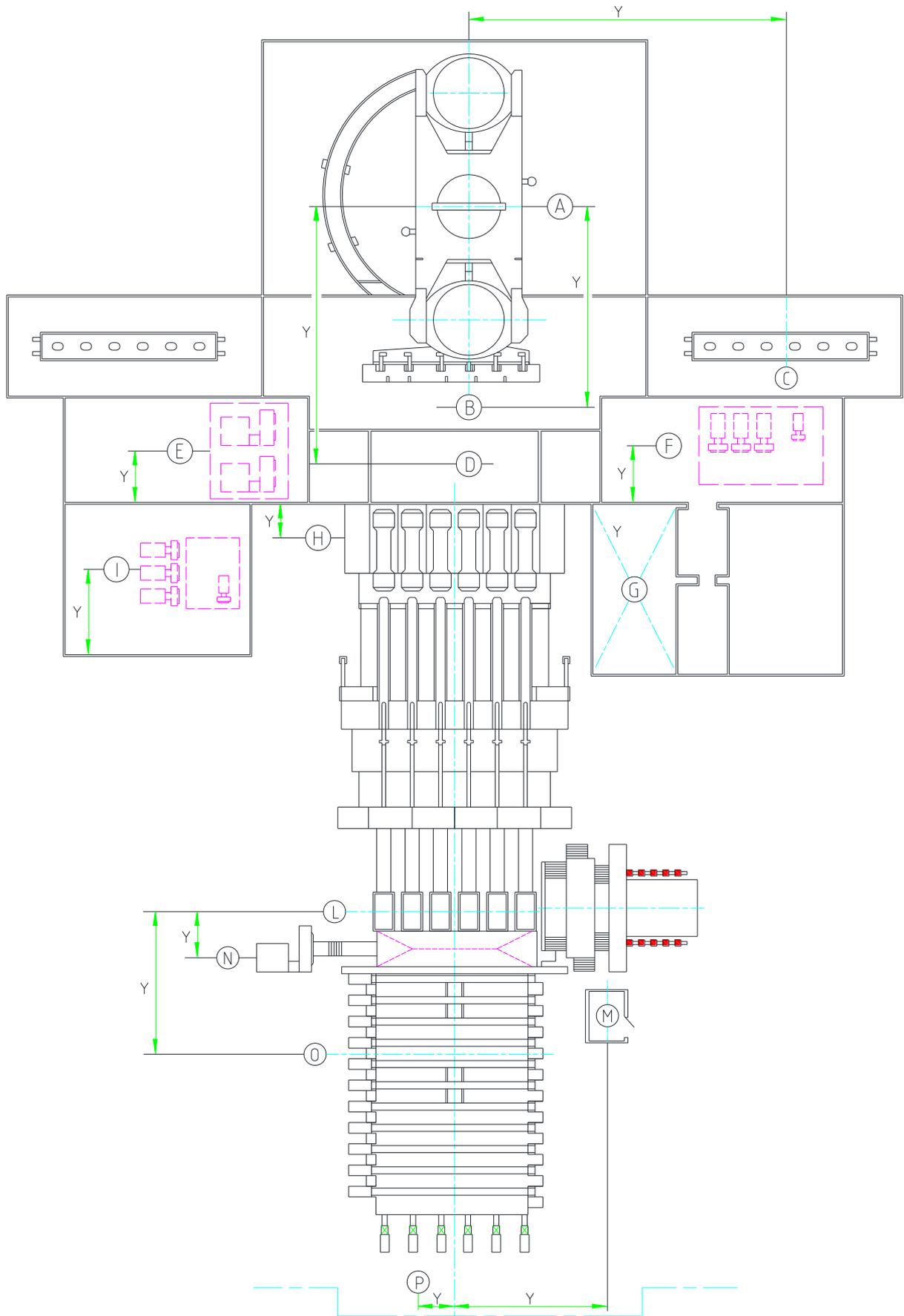


图 C1a 方坯连铸机

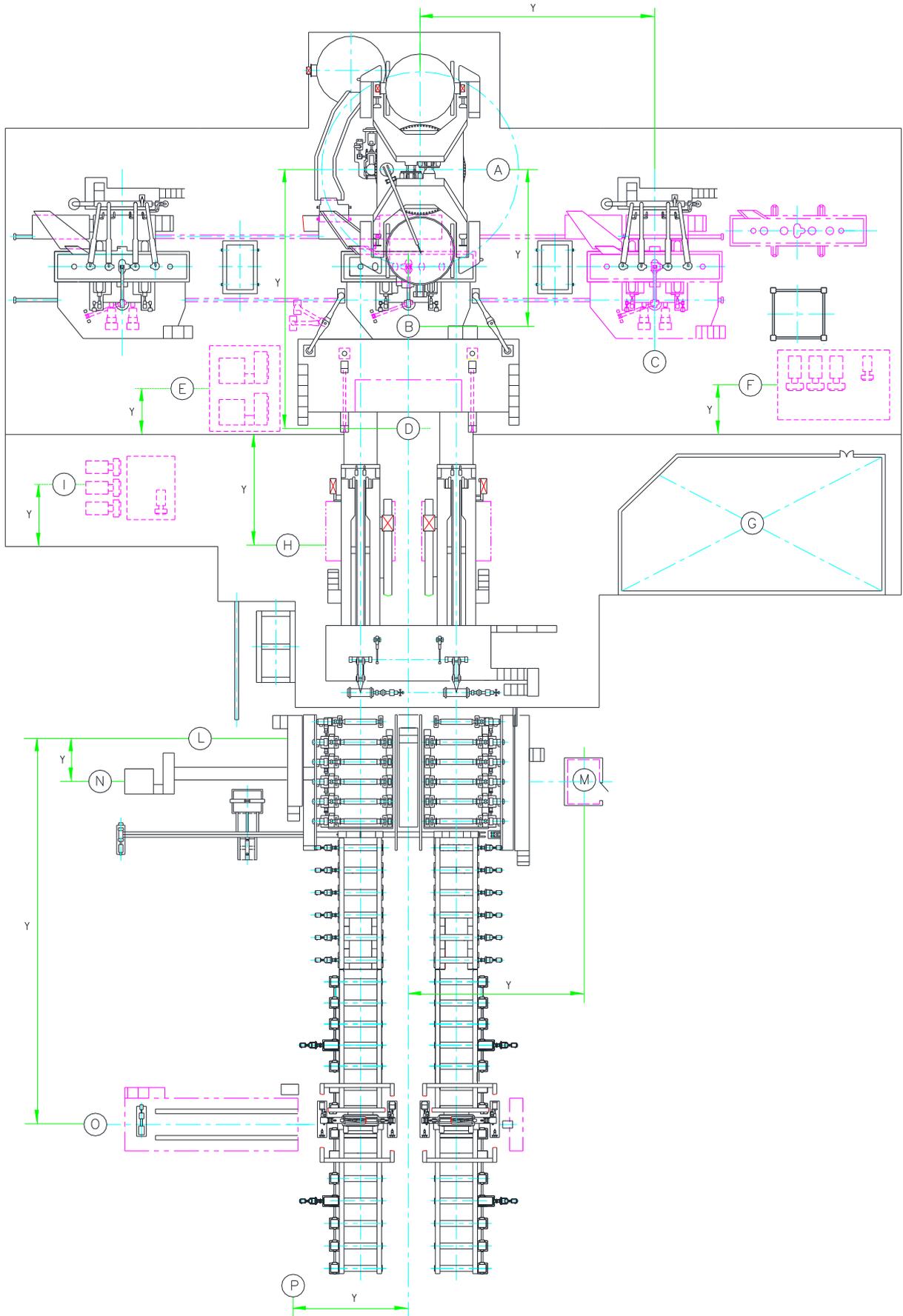


图 C1b 板坯连铸机

#### 图解

A: 浇铸平台, 钢包侧	H: 拉坯和矫直系统
B: 浇铸平台, 操作员侧	I: 主机液压站
C: 浇铸平台, 中间罐预热站	L: 切割区域
D: 浇铸平台	M: 机旁操作控制台
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 C.1。

图 C.1 连铸机监测站实例

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—2007/ISO 11205:2003。

#### C.3.2 噪声监测站排放声压级的确定

a) 应当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 C.1a 方坯连铸机和图 C.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 值必须记录和报告。

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”。

#### C.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)。

#### C.5 运转条件

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) 必须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须至少包括铸坯的两次连续切割。

#### C.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:

- a) 供货商、机器或装置的种类、测量界限、技术数据和数据大小;
- b) 进行噪声测量时的连铸机运转条件和参数, 见 C.5;
- c) 测量结果包括:
  - 1) 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;
  - 2) 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;
  - 3) 与本噪声监测规程或 ISO 11202:2010 (E) 标准的可能偏差以及理由。
- d) 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;

e) 确定责任人/责任机构所测量信息的位置和日期。

### C.7 噪声排放值的公布和验证

- a) 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。
- b) 需要公布的噪声排放值如下：
- 1) 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；
  - 2) 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；
- c) 公布的噪声信息应给出噪声测量期间以及至少 C.5 中所示的连铸机参数和运行条件的详细信息。
- d) 必须给出噪声排放测量值  $L_{pA}$  和相关的 uncertainty  $K_{pA}$  (可简称“双参数噪声表示”)。公布的方式须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/eqv ISO 4871:1996 第 6.2 条进行验证。
- e) 噪声的公布必须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。
- f) 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 C.1 为双参数噪声公布实例。

表 C.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

监测站测量 (见图C.1、C.2)	测量值 (重复20 $\mu$ Pa) $L_{pA}$ /dB	不确定度 $K_{pA}$ /dB	距离Y /m
A 浇铸平台，钢包侧			
B 浇铸平台，操作员侧			
C 浇铸平台，中间罐预热站			
D 浇铸平台			

监测站测量 (见图C.1、C.2)		测量值 (重复20 $\mu\text{Pa}$ ) $L_{pA}$ /dB	不确定度 $K_{pA}$ /dB	距离Y /m
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 C.1 中未表示位置				

表 C.1 结论

连铸机周围测量点A计权排放声压级的公布				
指定测量点		测量值 (重复20 $\mu\text{Pa}$ ) $L_{pA}$ /dB	不确定度 $K_{pA}$ /dB	距离Y /m
1	第1测量点的参数/位置			
2	第2测量点的参数/位置			
...	.....			
数值根据本标准附录C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修订.中华人民共和国安全生产法[S].北京: 全国人大, 2014.12.01 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 01 月 01 日起施行.
- [4] 第八届全国人民代表大会常务委员会第二十次会议通过. 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 03 月 01 日起施行.
- [5] 中共中央国务院.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.
- [6] 国发〔2010〕23 号. 国务院关于进一步加强企业安全生产工作的通知[S] .北京: 国务院, 2010 年 07 月 19 日起施行.
- [7] 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 07 月 01 日起实施.
- [8] 国家安全生产监督管理总局令第 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 03 月 01 日起施行.