

ICS 77.180

CCS H 93

YS

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T 5—202X

代替YS/T 5-2009

双辊式铝带连续铸轧机

Twin roll continuous cast-rolling mill for aluminium strips

(送审稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

××××-××-××发布

××××-××-××实施

中华人民共和国工业和信息化部 发布

前 言

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

本文件代替YS/T 5-2009《双辊式铝带连续铸轧机》，与YS/T 5-2009相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a. 更改了铸轧速度的定义（见3.5）；
- b. 更改了铸嘴的英文（见3.11）；
- c. 增加了铸轧机型号说明（见第4章）；
- d. 增加了循环冷却水供水量，最高铸轧速度改为轧辊最大线速度等（见表1）；
- e. 铸轧机设备组成增加了循环水冷却系统、辅助设备，增加了图1、图2（见5.1.1.2）；
- f. 增加了浇铸系统的组成说明以及分项介绍（见5.1.2）；
- g. 增加了主机机组的组成说明（见5.1.3.1）；
- h. 更改了辊套通过量（见表3）；
- i. 增加了辊缝调节铸轧、导出辊、火焰喷涂运行机构、料嘴进给装置的设计说明（见5.1.3.8~5.1.3.11）；
- j. 增加了中间机组的组成说明（见5.1.4.1）；
- k. 牵引机改为夹送辊装置（见5.1.4.2，2009版见5.1.4.1）；
- l. 将夹送辊装置改为夹送辊装置（二）（见5.1.4.4，2009版见5.1.4.3）
- m. 增加了导向辊托板说明（见5.1.4.6）；
- n. 增加了卷取机组的组成和卷取方式说明（见5.1.5.1~5.1.5.2）；
- o. 增加了卷取减速箱、旋转油缸、推料装置等部件说明（见5.1.5.5~5.1.5.8）；
- p. 增加了循环水冷却系统的设计说明（见5.1.7）；
- q. 增加了辅助设备的设计说明（见5.1.8）；
- r. 增加了循环水冷却系统的空负荷试车要求（见5.3.2.2.6）；
- s. 增加了辅助设备的空负荷试车要求（见5.3.2.2.8）；
- t. 增加了循环水冷却系统的有负荷试车要求（见5.3.3.2.6）；
- u. 增加了辅助设备的有负荷试车要求（见5.3.3.2.8）；
- v. 增加了循环水冷却系统的检验要求（见6.3.1.6和6.3.2.6）；
- w. 增加了辅助设备的检验要求（见6.3.1.8和6.3.2.8）；
- x. 更改了铸轧力计算公式的顺序（见6.3.2.11）。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）提出并归口。

本文件起草单位：涿神有色金属加工专用设备有限公司、华北铝业有限公司、中色科技股份有限公司、铜陵金誉铝基新材料有限公司。

本文件主要起草人：刘志岚、张俊巧、夏卫华、宋建民、程传奇、袁喜利、方华寅、负正星。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为：

- 1991年首次发布为YS/T 5-91《双辊倾斜式铝板连续铸轧机》；
- 2009年第一次修订为YS/T 5-2009《双辊式铝带连续铸轧机》；
- 本次为第二次修订。

双辊式铝带连续铸轧机

1 范围

本文件规定了双辊式铝带连续铸轧机（以下简称铸轧机）的**产品分类**、技术要求、检验方法、检验规则及包装、标志、运输、**贮存**和随机文件与**订货单（或合同）**内容。

本文件适用于生产 1XXX、3XXX、4XXX、5XXX、7XXX、8XXX 系列铝及铝合金铸轧带用的铸轧机。

2 规范性引用文件

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

- GB/T 5226.1-2019 机械安全 机械电气设备 第1部 通用技术条件
- GB/T 11352-2009 一般工程用铸造碳钢件
- GB/T 33950-2017 铝及铝合金铸轧带材
- GB/T 50055-2023 通用用电设备配电设计规范
- GB 50254-2014 电气装置安装工程 低压电器施工及验收规范
- GB/T 37400.16-2019 重型机械通用技术条件 第16部分：液压系统**
- YB/T 036.21-1992 冶金设备制造通用技术条件 包装

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

连续铸轧机 continuous cast-rolling mill

液态铝通过一对相对旋转的辊式结晶器来实现铸造、轧制，并经夹送、铣边、剪切、卷取，连续获得带卷的成套设备。

3.2

铸轧辊 casting roller

有铸造、轧制作用的辊式结晶器。

3.3

铸轧辊辊面长度 casting roller surface length

铸轧辊最大外圆表面的轴向长度(包括倒角)。

3.4

铸轧区长度 casting extent length

从铸嘴流口到两铸轧辊中心线之间的距离，从铸嘴的前沿开始测量。

3.5

铸轧速度 casting speed

轧辊外径的圆周线速度。

3.6

铸轧力 casting force

铝液在铸造、轧制过程中所产生的总抗力。

3.7

预载力 preload force

为保持铸轧辊辊缝的稳定施加在轧机机架上的预加载荷。

3.8

辊缝 roll gap

两相对应铸轧辊辊面母线之间的间距。

3.9

旋转接头 rotating joint

将冷却水导入旋转铸轧辊的冷却槽内，并带走结晶器所传递热量的装置。

3.10

前箱 head box

使铝熔体保持一定液位的装置，是浇铸系统的最后一个箱体。

3.11

铸嘴 the caster tip

把铝熔体从前箱输入辊缝的装置。

4 产品分类

4.1 铸轧机分类

铸轧机按机架安装型式分为水平式铸轧机和倾斜式铸轧机。

4.2 铸轧机型号

铸轧机型号表示为 LZΦ 轧辊直径×轧辊辊面长度。例如：轧辊直径为 700mm，轧辊辊面长度为 1550mm，表示为 LZ Φ700×1550。

5 技术要求

5.1 铸轧机的设计要求

5.1.1 一般要求

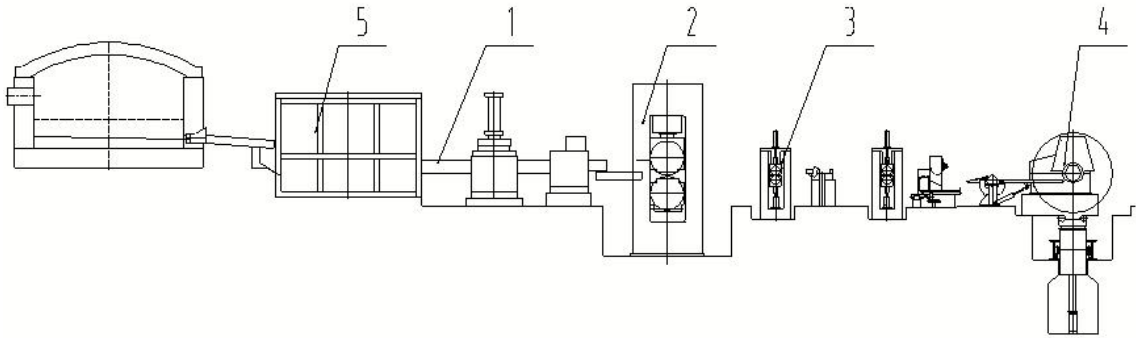
5.1.1.1 供需双方应参照表 1 具体议定铸轧机的基本参数。供方应根据供需双方签订的设备合同进行铸轧机的图纸设计。

表 1 铸轧机基本参数

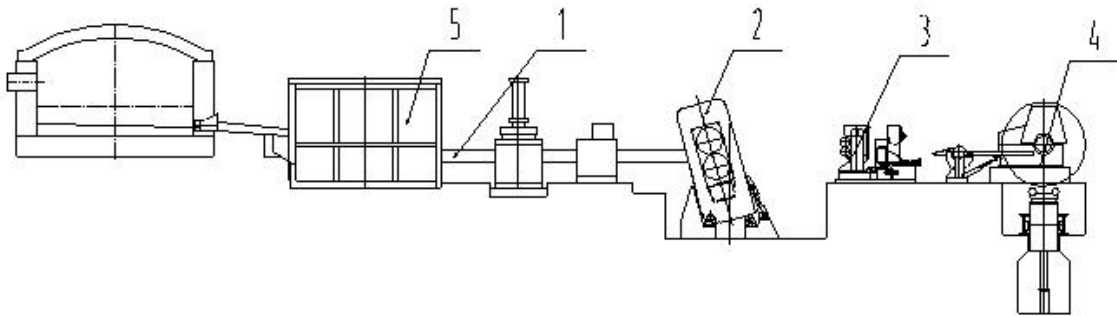
基本参数		型 号					
		LZ Φ700×1550	LZ Φ820×1650	LZ Φ960×1850	LZ Φ1003×1900	LZ Φ1020×2100	LZ Φ1200×2300
铸轧辊 面尺寸	直径 mm	700	820	960	1003	1020	1200
	长度 mm	1550	1650	1850	1900	2100	2300
铸轧带 尺寸	厚度 mm	5~10	5~10	5~10	5~10	5~10	5~10
	最大 宽度 mm	1350	1450	1650	1700	1900	2100
轧辊最大线速度 m/min		3	3	3	3	3	3

最大轧制力 kN	7000	10000	16000	20000	21500	23000
单辊最大扭矩 kN·m	200	250	450	500	600	650
循环水供水量 T/h	160	180	220	240	300	350
带卷内径 mm	510/610	510/610	510/610	510/610	610	610
带卷最大外径 mm	1300~2300	1300~2300	2000~2650	2000~2650	2000~2650	2000~2650
最大卷取张力 kN	100	120	140	160	180	200

5.1.1.2 铸轧机设备一般由浇铸系统、主机机组、中间机组、卷取机组、液压系统、循环水冷却系统、电控系统、辅助设备等组成（见图 1、图 2）。



标引序号说明：1-浇铸系统；2-主机机组；3-中间机组；4-卷取机组；5-铸轧机辅助设备
图 1 双辊式铝带连续铸轧机（水平式）



标引序号说明：1-浇铸系统；2-主机机组；3-中间机组；4-卷取机组；5-铸轧机辅助设备
图 2 双辊式铝带连续铸轧机（倾斜式）

5.1.2 浇铸系统

5.1.2.1 浇铸系统由保温炉口控流装置、炉口液面检测装置、流槽、在线除气装置、过滤装置、钛丝送进机构、前箱液面控制装置。

5.1.2.2 在满足机列布置和工艺要求的前提下，流槽长度应保证最短，以减少铝熔体的温降。

5.1.2.3 浇铸系统应设置两级液面控制装置，以保证前箱内液位高度精度±1mm 以内。保温炉口设置一级控流装置，前箱设置二级控流装置。

5.1.2.4 保温炉口控流装置由驱动单元（电机或液压）驱动炉口钎塞杆的运动，以达到控制流口流量的目的。

5.1.2.6 炉口液面检测装置采用传感器（角位变送器、模拟量开关等）检测。检测结果送到炉口控流装置，通过驱动单元控制炉口塞杆运动，达到控制流口液位的目的。

5.1.2.7 钛丝送进机构在保温炉与除气装置之间或过滤箱出口流槽将铝钛硼丝不间断地送入铝液当中使得熔铝的晶粒得到细化。

5.1.2.8 前箱液面控制装置常用的有两种形式实现。一种是采用机械四连杆机构控制流槽上堵头开合的大小实现前箱液位的控制；一种是采用电动缸控制流槽上堵头开合的大小，和液位检测装置形成闭环，实现前箱液位的自动控制，保证前箱液位的稳定。

5.1.3 主机机组

5.1.3.1 主机机组由机架装配、轧辊部件、压上（下）油缸、主传动装置、辊缝调节装置、导出辊、火焰（石墨）喷涂运行机构、料嘴进给装置、换辊装置组成。闭式机架，机架材料的机械性能应不低于 GB/T 11352-2009 中 ZG 270-500 的要求。

5.1.3.2 铸轧辊辊套材料应满足下列要求：

5.1.3.2.1 良好的导热性能，且与铝液不起化学反应。

5.1.3.2.2 在周期性冷热交变、正常负荷条件下，应有足够的热疲劳强度和刚度。

5.1.3.2.3 辊套的机械性能应符合表 2 的规定。

表 2 辊套的机械性能

抗拉强度 MPa	屈服强度 MPa	伸长率/%	收缩率/%	冲击韧性/（kJ/m ² ）
1545	1352	14	53	480

5.1.3.2.4 辊套表面硬度为 HB380~HB420，辊套表面任意 2 点的硬度（每一测量点测量 3 次，取平均值）差值不得超过 HB10。

5.1.3.2.5 辊套使用寿命应符合表 3 的规定。辊套使用寿命是指辊套在正常使用条件下经多次车磨，直到报废时的累计铸轧带通过量。

表 3 辊套通过量

铸轧机 型号	LZ Φ700×1550	LZ Φ820×1650	LZ Φ960×1850	LZ Φ1003×1900	LZ Φ1020×2100	LZ Φ1200×2300
通过 量/t	4500	5000	7000	9000	10000	12000

5.1.3.3 压上（下）油缸摩擦阻力小于其最大推力的 1%，压上（下）油缸在 1.5 倍工作压力下保压 5min 不泄漏。

5.1.3.4 铸轧机主传动装置必须具备足够的承载能力，速度稳定、可调。

5.1.3.5 倾斜式铸轧机机架纵向中心线与地面垂线倾斜 15°配置，水平式铸轧机机架纵向中心线与地面垂直配置。

5.1.3.6 铸轧辊轴承采用四列（或双列）圆锥滚子轴承，其承载能力应满足轧制力要求。

5.1.3.7 铸轧辊装置应配备旋转接头，用以铸轧辊内部通循环水进行热交换。

5.1.3.8 辊缝调节装置是一手动调节的楔块系统。该系统用于建立轧辊轴承座之间的间隙，从而控制辊缝。

5.1.3.9 倾斜式铸轧机在机架出口侧配置有导出辊，导出辊内部通循环水冷却。为了操作维护方便，导出辊可沿销轴转动到驱动侧。

5.1.3.10 火焰（或石墨）喷涂运行机构用于铸轧机正常工作时在铸轧辊面上均匀的喷上一层碳黑（石墨）层，使粘辊的趋势减小到最低。

5.1.3.11 料嘴进给装置在铸轧机入口侧，上面安装有铸嘴夹具和前箱，可实现铸嘴的位置调整。

5.1.4 中间机组

5.1.4.1 中间机组由夹送辊装置、铣边装置、夹送辊装置（二）、液压剪、导向辊托板组成。

5.1.4.2 夹送辊装置用于在铸轧机开轧及换卷期间带材的穿带及保持张力，其设计应满足下列要求：

- a) 夹送速度与铸轧速度同步，并可以进行调节；
- b) 夹送辊可单辊或双辊驱动。

5.1.4.3 铣边装置根据用户需求来确定是否配置。铣边装置用于在线铣掉带材裂边，其设计应满足下列要求：

- a) 铣边宽度为单边最大 15mm；
- b) 铣刀部位设置铣刀冷却润滑系统，流量可调；
- c) 铣削后的碎屑经过抽吸装置收集至废料箱；
- d) 铸轧带经在线铣边后端面光滑、无毛刺。

5.1.4.4 夹送辊装置（二）是与铣边装置配套设计的，放在铣边装置之后，液压剪剪切时，夹送辊为铣边装置提供张力。其设计应满足下列要求：

- a) 夹送速度与铸轧速度同步，并可以进行调节；
- b) 夹送辊可单辊或双辊驱动；
- c) 夹送辊内部应通水进行冷却。

5.1.4.5 液压剪一般布置在卷取机之前，是整个机列切头、切尾所必备的设备，其设计应满足下列要求：

- a) 具有足够的剪切力；
- b) 上刀片一般应具有双（单）向倾斜角；下刀片通常为平刃；
- c) 上下刀片侧隙可调，其值为铸轧带厚的 5%~10%；
- d) 刀片有效长度应大于铸轧带最大宽度 100~200mm。

5.1.4.6 导向辊托板把带材导入卷取机的卷筒夹持槽里，导向辊是带材的测速辊，其内部通冷却水。

5.1.5 卷取机组

5.1.5.1 卷取机组由卷筒、卸卷车、卷取减速箱、旋转油缸、推料装置、活动支撑、停卷台、卷材打包装置组成。

5.1.5.2 铸轧机卷取方式有两种，分别为上卷取方式和下卷取方式。

5.1.5.3 卷取机卷筒必须具有足够的强度和刚性，钳口动作必须灵活、可靠，有足够的夹紧力。

5.1.5.4 卸卷车升、降、行走应灵活、平稳，不得有卡阻和爬行现象。

5.1.5.5 卷取减速箱采用闭式硬齿面传动，齿轮采用较大的模数以保证齿根足够的弯曲强度。

5.1.5.6 旋转油缸实现卷筒的涨缩功能。

5.1.5.7 推料装置安装在卷取减速箱的顶部，油缸驱动推料板，帮助完成卸卷操作。

5.1.5.8 铸轧料卷放置到停卷台后，由卷材自动打包机(或人工)将卷材打捆。

5.1.6 液压系统

液压系统应符合现行液压气动相关标准和 JB/T 6996-2007 标准的规定，以及设计工艺条件的要求等。

5.1.7 循环水冷却系统

循环冷却水系统分为开环系统和闭环系统两种形式。开环系统是指冷却水要与空气直接接触，进行热交换。闭环系统是在系统中水是密闭循环的，冷却水不要空气接触。开环系统占地面积大，受外界影响大，推荐使用闭环系统。闭循环水系统主要供铸轧辊循环冷却用，含有流量、压力及温度显示，可通过 PLC 程序设置自动调控；开环循环水系统主要供导辊及液压系统冷却用。

5.1.8 电控系统

5.1.8.1 电控系统的设计应符合 GB/T 5226.1-2019、GB 50254-2014、GB/T 50055-2009 等标准的规定。

5.1.8.2 电控系统稳态的速度控制精度为 $\pm 0.1\%$ ，卷取张力控制精度为 $\pm 1.5\%$ 。

5.1.9 辅助设备

5.1.9.1 辅助设备有熔炼炉、保温炉、电磁搅拌装置、除气装置、过滤装置、除尘系统等。辅助设备的性能参数要与铸轧机的型号相匹配，应符合表 4 的规定。

表 4 辅助设备基本参数

基本参数	铸轧机型号					
	LZ Φ 700×1550	LZ Φ 820×1650	LZ Φ 960×1850	LZ Φ 1003×1900	LZ Φ 1020×2100	LZ Φ 1200×2300
熔炼炉容量 T	15~18	15~18	20~25	20~25	20~25	25~30
保温炉容量 T	15~18	15~18	20~25	20~25	20~25	25~30
电磁搅拌装置 装机功率 KW	50	50	80	80	80	80
除气装置 最大处理量 t/h	6	6	6	6	6	6
除气装置 加热器功率 KW	≥24	≥24	≥24	≥24	≥24	≥24
过滤装置 最大处理量 t/h	6	6	6	6	6	6
除尘系统 处理风量 m ³ /h	~26700	~26700	~37000	~37000	~37000	~44400

5.1.9.2 熔炼炉按铝及铝合金熔炼炉所用燃料种类的不同，可分为燃料加热式和电阻加热式两种。

5.1.9.3 保温炉分倾动式和静置式两种。在正常的情况下，首先将配好的金属炉料装入熔炼炉熔化，调整好成分，铝液温度满足工艺要求后，将铝液转入保温炉内。

5.1.9.4 电磁搅拌装置是对熔炼炉中铝液进行搅拌的装置。两台铸轧设备可共用一台电磁搅拌装置。

5.1.9.5 除气装置是通过惰性气体（氩气或氮气）漂浮法把熔体的氢气和杂质带出液面的装置。

5.1.9.6 过滤装置是通过板式、管式或者深床过滤实现铝液中固体颗粒的在线滤除的装置。过滤的效果由过滤板目数、结构形式及过滤媒介质量所决定。

5.1.9.7 除尘系统是对熔炼炉和保温炉产生的烟气进行净化的设备。目前铸轧厂大多选择布袋除尘器。

5.2 铸轧机的制造要求

铸轧机的制造应符合铸轧机设计的要求，并按照经规定程序批准的图样和技术文件制造。铸轧机的制造完成后，供方应在铸轧机出厂前进行各机组的装配，并进行机组试运转。

5.3 铸轧机的试车要求

5.3.1 一般要求

铸轧机运到需方现场，安装完成后要进行现场试车。现场试车包括空负荷试车和有负荷试车。铸轧机的试车应遵循先单机，后联机；先辅机，后主机；先空负荷，后有负荷的原则进行。

5.3.2 空负荷试车

5.3.2.1 试车前的准备

5.3.2.1.1 试车前参加试车人员必须熟悉相关图纸和操作规程。了解铸轧机的构造和各部分性能，掌握操作程序和方法。

5.3.2.1.2 设备全部安装完毕，无漏装部分；液压系统油箱充油，各润滑点充分润滑；电控系统准确无误；确认没有任何隐患后方可进行空负荷试车。

5.3.2.2 试车

5.3.2.2.1 浇铸系统中的液面控制装置，要求动作灵活，无卡阻现象。

5.3.2.2.2 主机机组各部件试动作。主传动装置要求轧辊升降速度平稳，两铸轧辊线速度一致，正反切换顺利，无明显异常噪音。轧制油缸要求上下移动畅通，无卡阻现象，无泄漏。

- 5.3.2.2.3 中间机组各部件试动作。牵引机运转速度可调。如配置有铣边装置，铣刀驱动和进给速度达到设计要求。夹送辊运转速度可调。液压剪剪刀上、下移动到位，平移灵活，无卡阻。
- 5.3.2.2.4 卷取机组传动装置运转速度可调，卷筒运转平稳，涨缩自如，钳口间隙符合设计要求，钳口自动定位准确，无明显噪音。
- 5.3.2.2.5 液压管路进行液压油循环试验，管道液压油清洁度应符合表 5 的规定，液压泵运转无明显杂音。液压系统无明显泄漏，无过热现象，压力表指示正常。

表 5 管道液压油清洁度

颗粒尺寸/ μm	5~15	15~25	25~50	50~100	>100
颗粒数量/(个/100mL)	64000	11400	2025	360	64

- 5.3.2.2.6 循环水冷却水系统管路进行冷却水循环试验，水泵运转无明显杂音。管路无明显泄漏，压力表、温度表指示正常。逻辑控制达到设计要求。
- 5.3.2.2.7 电控系统显示正确，逻辑控制达到设计要求。操作台满足设备各种功能的操作控制。
- 5.3.2.2.8 辅助设备熔炼炉、保温炉、电磁搅拌装置、除气装置、过滤装置和除尘系统的空负荷试车要求各可动作部分试动作，要求动作灵活、无卡阻现象。运转无明显异常噪音。仪表显示正确，逻辑控制达到设计要求，操作台满足设备各种功能的操作控制。

5.3.3 有负荷试车

5.3.3.1 试车前的准备

有负荷试车在空负荷试车完成后进行，首先要进行铝熔体浇铸系统的准备及安装，铸轧辊辊面要预热。检查铸轧机列各机组运转是否正常。准备好试车所需各种工具。

5.3.3.2 试车

- 5.3.3.2.1 流槽内铝熔体温降不大于 $5^{\circ}\text{C}/\text{m}$ ，前箱液位精度达到 $\pm 1\text{mm}$ 的要求。
- 5.3.3.2.2 铸轧机应有足够的轧制力和扭矩生产规定的产品。主机机组各部件运转正常，铸轧辊套满足周期性冷热交变要求，轧制油缸不泄漏，主传动装置速度稳定，铸轧辊轴承无异常噪音。
- 5.3.3.2.3 夹送辊运转速度与主机速度同步。如配置有铣边装置，铣边宽度符合设计要求，铣刀润滑和碎屑抽吸良好。液压剪能剪切规定宽度和厚度的铸轧带，剪切断面平齐。
- 5.3.3.2.4 卷取张力符合设计要求，能卷取规定宽度和厚度的铸轧带，带卷整齐。卸卷车卸卷顺利。
- 5.3.3.2.5 液压系统压力符合设计要求，液压泵运转正常，无明显杂音。系统无明显泄漏。
- 5.3.3.2.6 循环水冷却系统符合设计要求，水泵运转正常，无明显杂音，管道无明显泄漏。能够实现循环水温度自动控制。
- 5.3.3.2.7 电控系统驱动及逻辑控制达到设计要求，操作台满足设备各种功能的操作控制。
- 5.3.3.2.8 辅助设备运转正常，逻辑控制达到设计要求，操作台满足设备各种功能的操作控制。
- 5.3.3.2.9 有负荷试车一般采用 1XXX、3XXX、4XXX、5XXX、7XXX、8XXX 系列的材料进行铸轧带的试生产。
- 5.3.3.2.10 铸轧带产品性能应符合 GB/T 33950 的要求。

6 试验方法

6.1 铸轧机的设计要求

根据供需双方签订的合同对铸轧机的基本参数及浇铸系统、主机机组、中间机组、卷取机组、液压系统、循环水冷却系统、电控系统、辅助设备等设计图纸进行审核。铸轧力、铸轧力矩和卷取张力应符合供需双方商定，并在订货单（或合同）中注明。

6.2 铸轧机的制造要求

铸轧机在制造过程中，对组成铸轧机的零件实施检验。零件制造完成后，要在供方装配车间进行各机组的装配，装配完成后应进行单机试运转。

6.3 铸轧机试车的要求

6.3.1 空负荷试车

- 6.3.1.1 浇铸系统中的液面控制装置试动作不少于3次，动作状况目测检验。
- 6.3.1.2 主机机组各部件试动作不少于3次，主电机运转不少于8h，运转速度、电机电流从操作台监控画面读取。轧制油缸保持试验压力时间30min，试验不少于3次。油缸压力由压力表读取，是否泄漏目测检验。
- 6.3.1.3 中间机组各部件试动作不少于3次，其他运转状况目测检验。
- 6.3.1.4 卷取机组各部件试动作不少于3次，卷取电机运转不少于8h，运转速度、电流从操作台监控画面读取，其他运转状况目测检验。
- 6.3.1.5 低压系统液压油循环试验要求不少于72h，高压系统液压油循环试验要求不少于96h。管道液压油清洁度采用光学显微镜颗粒计数法进行检验，在系统压力调定到设定值后，应运转不少于8h。其他运转状况目测检验。
- 6.3.1.6 循环水冷却系统冷却水循环试验要求不少于24h，在系统压力调定到设定值后，应运转不少于8h。其他运转状况目测检验。
- 6.3.1.7 电控系统通过操作台监控画面监控，其他方面目测检验。
- 6.3.1.8 辅助设备通过操作台监控画面监控，其他方面目测检验。
- 6.3.2 有负荷试车
- 6.3.2.1 流槽内铝熔体的温降，可采用热电偶检测流槽内铝熔体的温度变化来进行计算。前箱内液位精度由操作台监控画面读取。
- 6.3.2.2 主电机运转速度、电流、轧制油缸压力由操作台监控画面读取，其他不在监控画面显示的运转状况，采用目测检验。
- 6.3.2.3 中间机组部件运转状况由操作台监控画面读取。铣边宽度通过满足精度的测量工具进行测量，其他采用目视检验。液压剪通过单动剪切铸轧带头部、尾部和单位时间内连续剪切铸轧带的次数进行检验，目测检验所剪切断面是否平齐、无毛刺。
- 6.3.2.4 卷取机组卷取电机运转速度、电流从操作台监控画面读取，其他运转状况目测检验。
- 6.3.2.5 液压系统的系统压力、温度、流量由操作台监控画面读取，其他运转状况目测检验。
- 6.3.2.6 循环水冷却系统的系统压力、温度、流量由操作台监控画面读取，其他运转状况目测检验。
- 6.3.2.7 电控系统的稳定通过操作台监控画面检验。
- 6.3.2.8 辅助设备的稳定通过操作台监控画面检验。其他运转状况目测检验。
- 6.3.2.9 铸轧带按 GB/T 33950-2017 的要求进行检测。
- 6.3.2.10 测定铸轧速度用秒表计时，连续测量一定时间内通过的铸轧带长度，计算实际铸轧速度。测量持续时间不少于2min。
- 6.3.2.11 根据铸轧带材质、板厚、铸轧区长度，按照公式(1)~公式(7)计算铸轧力。

$$\Delta h = 2(R - \sqrt{R^2 - Z^2}) \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中：

Δh ——绝对压下量，单位为毫米 (mm)；

R ——铸轧辊半径，单位为毫米 (mm)；

Z ——变形区长度，单位为毫米 (mm)。

$$L = \sqrt{R \times \Delta h} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中：

L ——接触弧长，单位为毫米 (mm)；

$$h_p = \frac{1}{2} (H + h) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

h_p ——平均厚度，单位为毫米 (mm)；

H ——轧前厚度，单位为毫米 (mm)；

h ——铸轧厚度，单位为毫米 (mm)；

$$n_{zo} = k_e \times k_l \times k_u \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中：

n_{zo} ——综合修正系数；

k_e ——加工率修正系数;
 k_t ——温度修正系数;
 k_v ——变形速度修正系数。

$$K=1.15 \times \sigma_{0.2} \times n_{z0} \dots\dots\dots (5)$$

式中:

K ——变形阻力, 单位为千牛每平方毫米 (kN/mm^2);
 $\sigma_{0.2}$ ——铸轧状态下材料屈服极限, 单位为千牛每平方毫米 (kN/mm^2)

$$P_p = K \left[\left(\frac{L}{h_p} \right)^{0.53} + 2 \times (0.13)^{\frac{L}{h_p}} \right] \dots\dots\dots (6)$$

式中:

P_p ——单位平均压力, 单位为千牛每平方毫米 (kN/mm^2);

$$P = P_p \times F = P_p \times B \times L \dots\dots\dots (7)$$

式中:

P ——**铸轧力**, 单位为千牛 (kN);
 F ——接触面积, 单位为平方毫米 (mm^2);
 B ——铸轧带宽度, 单位为毫米 (mm);

6.3.2.12 根据铸轧力计算结果, 按照公式 (8) 计算铸轧力矩。

$$Me = 2 \times 10^{-3} \times K \times P \times L \dots\dots\dots (8)$$

式中:

Me ——铸轧力矩, 单位为千牛·米 ($\text{kN} \cdot \text{m}$);
 K ——力臂系数, 其值为 0.45~0.5;
 P ——铸轧力, 单位为千牛 (kN);
 L ——接触弧长, 单位为毫米 (mm)。

6.3.2.13 在额定励磁电流且不考虑空载电源和动态电流的情况下, 按照公式 (9) 计算**卷取张力**。

$$T = \frac{2 \times i \times \eta \times I_a \times M_a}{D \times I_a} \dots\dots\dots (9)$$

式中:

T ——卷取张力, 单位为千牛 (kN);
 i ——机械传动减速比;
 η ——机械传动效率;
 I_a ——电机实际电流, 单位为安培 (A);
 M_a ——电机额定转矩, 单位为千牛·米 ($\text{kN} \cdot \text{m}$);
 D ——卷材直径, 单位为米 (m);
 I_a ——电机额定电流, 单位为安培 (A);

7 检验规则

7.1 检查与验收

7.1.1 铸轧机的基本设计、制造、试车应由供方检查, 保证铸轧机质量符合本文件和订货单 (或合同) 的规定。

7.1.2 需方在供方设计、制造、试车完成后按本文件和订货单 (或合同) 的规定进行检验。检验结果与本文件及供需双方签订的合同的规定不符时, 应以书面形式向供方提出, 由供需双方协商解决。铸轧机的检验结果符合本文件及供需双方签订的合同的规定时, 供需双方应签订对本铸轧机的验收报告。

7.2 检验项目

每台铸轧机都应进行铸轧机设计、制造、试车的检验。

7.3 检验结果判定

7.3.1 铸轧机的设计不符合供需双方签订的合同要求时，应更改设计，直至满足供需双方签订的合同要求。

7.3.2 铸轧机制造不符合供需双方签订的合同要求时，应更改制造不合格部分，直至满足供需双方签订的合同要求。

7.3.3 铸轧机试车中，如有浇铸系统、主机机组、中间机组、卷取机组、液压系统、循环水冷却系统、电控系统和辅助设备中的一个部件或几个部件不满足设计或生产工艺要求的，应对设备的相关部件进行改造，相关事项由供需双方协商解决。铸轧带不满足供需双方签订的合同或 GB/T 33950-2017 的要求时，应进一步进行铸轧工艺参数的调整，直至满足要求。

8 标志、包装、运输、贮存

8.1 标志

8.1.1 铸轧机标志

铸轧机标志主要包括下列内容：

- a) 制造厂名称、地址；
- b) 铸轧机型号；
- c) 主要技术参数；
- d) 重量或体积；
- e) 出厂编号、制造日期。

8.1.2 包装标志

包装箱外壁应有明显的文字或符号标志，内容有：

- a) 制造厂名称、地址；
- b) 铸轧机型号；
- c) 收货单位、地址；
- d) 净重、毛重、箱号；
- e) 外廓尺寸以及要求轻放、防雨、向上、起吊线位置等字样及符号。

8.2 包装

8.2.1 包装按 YB/T 036.21-1992 的要求执行。

8.2.2 铸轧机的包装必须适合陆路、水路运输及装载的要求。

8.3 运输

铸轧机的运输必须适合陆路、水路运输及装载的要求。

8.4 贮存

铸轧机制造完成后至用户现场安装前，应存放在无有害气体、通风良好的场所内。

9 随机文件

铸轧机的随机文件应包括下列内容：

- a) 设备总图；
- b) 机组总图；
- c) 部件装配图；
- d) 易损件表及易损件制作图；
- e) 操作维护说明书；
- f) 液压系统原理图；
- g) 电控系统原理图；
- h) 设备土建条件图；
- i) 铸轧机合格证。

10 订货单（或合同）内容

订购本文件所列铸轧机的订货单（或合同）应包括下列内容：

- a) 铸轧机型号；
- b) 铸轧机基本参数；

- c) 供方供货范围（机列组成）；
 - d) 随机文件；
 - e) 试车及验收；
 - f) 其他要求。
-