

## 莱钢特钢厂小方坯合金钢连铸机改造

李全君, 王勤朴, 张佩

(莱芜钢铁股份有限公司 特殊钢厂, 山东 莱芜 271105)

**摘要:** 莱钢特钢厂小方坯合金钢连铸机采用无氧化全保护浇注系统、快速更换定径水口专利技术、渐进矫直技术, 实现了合理的炉机匹配, 连铸机作业率达到90%, 连铸坯合格率达到99%以上, 满足了生产高温无缺陷连铸坯的需要。

**关键词:** 小方坯合金钢连铸机; 结晶器; 保护浇注; 二冷系统; 渐进矫直

中图分类号: TF341.6 文献标识码: B

### Transformation of Small Billet Alloy Steel Caster at Laigang

LI Quan-jun, WANG Qin-pu, ZHANG Pei

(The Special Steel Plant of Laiwu Iron and Steel Group Co. Ltd., Laiwu 271105, China)

**Abstract:** The non-oxidation fully protective casting system, quickly changing sizing nozzle technique, progressive straightening technique are adopted in small billet alloy steel caster at the special steel plant of Laigang. Then the rational kiln machine matching is realized, the continuous caster operating rate runs up to 90%, and percent of qualified billet reaches to more than 99%, the needs for producing high temperature continuous cast slab free of defects are met.

**Keywords:** small billet alloy steel continuous caster; mould; protective casting; secondary cooling system; progressive straightening

## 1 概况

莱芜钢铁股份有限公司特殊钢厂(简称莱钢特钢厂)小方坯合金钢连铸机是电炉钢核心竞争力工程中的重点工程之一,也是莱钢特钢厂小型成材连铸改造配套项目。该连铸机是莱钢炼钢厂根据莱钢产品结构优化的需要,对原有1#连铸机更新改造而成。铸机生产小方坯断面为150mm×150mm、120mm×120mm,年设计能力20万t。该项目由莱钢特钢厂自主承包、自行改造设计。该连铸机是小型成材车间热装热送的重要环节之一,直接向后序加热炉、小型连铸机组提供高温合格铸坯,连铸机在改造设计时充分考虑了热装热送工艺对连铸机的特殊要求。自2002年4月18日热负荷试车一次成功至今,已生产了35#、45#、40Cr、20Cr、50Mn、M20Mn、M30Mn2、20CrMnTiH等钢种,达到月产40000t的生产能力。超过了设计能力,铸坯质量良好,连铸机运行平稳。

连铸机钢水供应条件如下:

20tEBT电炉： 3座

20tLF： 2座

EBT电炉平均出钢量： 22t

EBT电炉最大出钢量： 25t

EBT电炉平均冶炼周期： 75min/炉

LF平均冶炼周期： 30 min/炉

## 2 改造原则及内容

### 2.1 改造原则

(1) 1<sup>#</sup>连铸机进行改造后应实现炉机匹配，设备运行可靠，达到年产21万t以上的合格连铸坯的生产能力。

(2) 为尽可能节约改造资金，加快建设速度，应充分利用现有设备、厂房和公辅设施。

(3) 采用先进、实用、可靠的技术，结合国内其它厂家的改造经验，使其改造成为高效可靠的合金钢连铸机。

(4) 适应热装热送的需要，生产连铸坯无缺陷率不小于95%。

(5) 开发高附加值产品，提高连铸坯质量，使连铸坯无缺陷率大于95%，质量符合合金钢连铸坯技术条件（SGNB008-2000）标准。

(6) 在保证改造后先进性、可靠性和实用性的基础上，尽可能减少改造投资。

由于该连铸机原来以生产普碳钢为主，搬迁到莱钢特钢厂后，受钢种、场地、生产规模等因素的影响，除1<sup>#</sup>连铸机改造利用的部分外，需对其进行必要的改造和完善，以适应其满足生产优质碳素结构钢、合金结构钢、链用、弹簧等钢种的要求。

### 2.2 改造内容

(1) 根据特钢加热炉要求的铸坯长度，结合一炼车间现有厂房情况，在保证不影响铸机正常生产的前提下，将铸机辊道长度缩短9.2m。

(2) 根据一炼的生产能力，将四机四流连铸机改为三机三流连铸机。

(3) 中间罐、中间罐车作相应改变。

(4) 结晶器振动装置已远远不能适应高频率、低振幅的工艺要求，将振动机构改为半板簧振动机构。

(5) 二冷区的改造：根据连铸特殊钢的要求对二冷段重新设计，改手动配水为自动配水。

(6) 铸机自控系统的改造：铸机自控系统因连铸钢种、振动装置、二冷区的改造、电气传动元件的变动等因素的影响，须重新配置。包括自动化仪表、电气传动、电控设备及安装和软件编程等。

## 3 连铸机的设计特点

### 3.1 新技术的应用

根据连铸坯热装热送的工艺要求：连铸机生产高温、无缺陷连铸坯，有较高的作业率，装备水平先进、实用、可靠，本连铸机设计时采用下列新技术：

- (1) 无氧化—全保护浇注系统。大包到中间包采用带吹氩长水口，中间包到结晶器采用侵入式水口封闭浇注系统，结晶器加空心预熔保护渣，中间包液面添加保温覆盖剂。
- (2) 采用大容量中间包，提高中间包液面，增强中间包冶金效果。
- (3) 采用半板簧振动机构，减小振痕深度，提高连铸坯表面质量。
- (4) 二冷水采用三段全自动配水，可使铸坯冷却均匀，铸坯回温小，提高铸坯质量。
- (5) 为减小铸坯矫直应力，降低设备和厂房投资，采用渐进矫直技术，从而减小矫直时产生矫直裂纹，提高铸坯质量。
- (6) 为改善铸坯内部结晶组织，减小柱晶和中心偏析，提高连铸坯质量，使用电磁搅拌（M-EMS）技术。
- (7) 采用自动火焰切割机，确保精确定尺。
- (8) 出坯系统采用横向移坯车和液压推钢机，避免铸坯在移送过程产生划痕和弯曲。
- (9) 连铸机采用二级计算机控制。实现二冷水、结晶器冷却水及电磁搅拌用水自动控制，电磁搅拌调节，铸坯自动切割，数据搜集，画面监控，报表打印，以及与厂网通讯等。
- (10) 拉矫机电气系统采用交流变频调速，具有工作运行可靠、维护方便的特点。
- (11) 大包连浇装置采用液压驱动钢包连浇车，通过比例换向阀调节，具有钢包更换快速平稳，设备投资省、维护方便等优点。

### 3.2 连铸机参数

改造后的连铸机主要参数见表1。

表1 连铸机主要技术参数

项目	数值
机型	全弧型钢性引锭杆连铸机
连铸机机数和流数	三机三流
连铸机弧型半径/mm	基本半径：6000
流间距/mm	1200
铸坯断面	150mm×150mm
拉速/ $m \cdot min^{-1}$	1.35~1.55（最大2.20）
定尺/mm	基本2700

主要浇注钢种	45#、40Cr、60Si2Mn、20CrMnTiH
二冷形式	全水三段自动配水
连铸机冶金长度/mm	9730
送引锭杆速度/m.min <sup>-1</sup>	3
铸坯切割方式	火焰切割、氧气-丙烷
设计年产量/万t	21.6

### 3.3 高频率、小振幅结晶器振动装置

为提高连铸坯表面质量，减小振痕，连铸机采用半板簧振动装置，以实现高振频、小振幅振动。同时采用四偏心机构，由弹簧钢板、蝶簧、空气弹簧进行平衡，用来减小振动台的偏振。在振动控制中，振频与拉速的关系为：

$$f=(1+N_s)V_c/4S \quad (1)$$

式中 $f$ —振频，Hz；

$V_c$ —实际拉坯速度，m/min；

$N_s$ —负滑脱率；

$S$ —振幅，mm。

本连铸机设计振幅为 $\pm 3$ mm，振动频率为25~300Hz。

### 3.4 二冷段的优化设计

连铸机的二冷段设计是保证生产优质、无缺陷连铸坯的重要环节之一，是防止连铸坯出现内部裂纹、偏析、中心疏松以及发生脱方的重要部位。为保证连铸坯质量，使连铸坯表面温度均匀、回温小，减小表面裂纹，二冷段设计成三段式。采用纵向喷淋管喷淋冷却方式，喷嘴选择、布置考虑水量自上而下均匀减小。

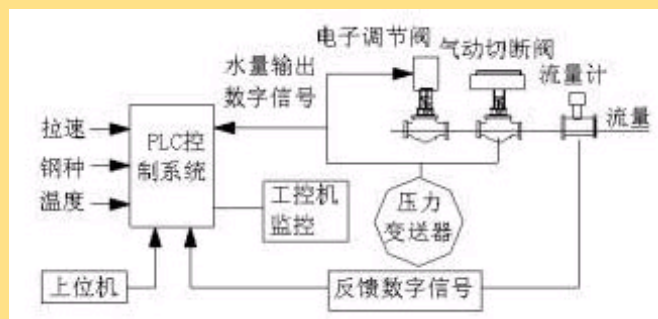
(1) 二冷水设定值按下式计算：

$$Q_i=A_iV+B_i \quad (2)$$

式中 $V$ —实际拉速；

$A_i$ 、 $B_i$ —配水系数。

$A_i$ 、 $B_i$ 以配水表形式存在PLC中，每段根据不同的钢种有各自的分配比。这样根据不同的钢种、不同的拉速、不同的冷却水温等等因素进行随时精确调整。调节阀采用的电子调节阀通过PLC直接控制，实现既稳定又快速响应的二冷水动态调节；管路上设置气动快速切断阀，可以在事故状态快速切断；同时可以通过上位机画面监控和调节。连铸机二冷水自动控制系统如图1所示。



(2) 窄水缝结晶器的设计：结晶器水缝为3.5mm，水速达到12m/s以上，增大冷却强度，保证出结晶器坯壳厚度，减小了漏钢、鼓肚等事故的发生。

(3) 快速更换定径水口技术的应用：采用莱钢自主开发的快速更换定径水口专利技术，在浇注过程中，实现了不断流快速更换定径水口，提高了中间包连浇炉数，提高了连铸机作业率，减少了钢水注余。

### 3.5 连铸机控制水平

连铸机采用二级计算机控制，控制系统自动化程度较高。上位机设2个工作站，通讯采用工业以太网，整个工艺流程的电气控制逻辑皆由PLC控制程序来完成。连铸机主机上工艺参数的检测和调节，冷却水系统的检测和控制，以及水泵房部分的参数检测及报警不用二次仪表，而是采用PLC和工控机来实现配电、控制和显示报警等功能，最终可与厂网联网形成三级监控管理系统。

## 4 结语

该连铸机从热试车一次成功至投产的1年多来，连铸机运行稳定，连铸机作业率达90%以上；生产合格连铸坯37.8万t，具备年产48万t的生产能力，连铸机平均连拉炉数已达186炉，最大连浇炉数已达536炉。成功拉出45<sup>#</sup>、40Cr、20Cr、CM490A、20CrMnTiH等钢种，连铸坯合格率达99.8%以上，成材热顶锻合格率在95%以上。

---

[返回上页](#)