

日本住友金属工业公司和歌山制铁所 1号圆管坯连铸机的建设和操作

摘 要 介绍了日本住友金属工业公司和歌山制铁所新建的1号圆管坯连铸机的建设、设备概况及操作状况。该圆管坯连铸机采用了液压自动调幅振动装置、中间包等离子加热器、自动化操作技术和圆管坯质量检测系统等,所生产的圆管坯可直接轧制。

关键词 圆管坯连铸机 技术参数 操作状况

日本住友金属工业公司和歌山制铁所,为向新建的无缝钢管机组提供管坯而建设的1号圆管坯连铸机,于1996年7月开始投产,此后一直运行顺利。此次建设采用了液压自动调幅振动装置、中间包等离子加热器、自动化操作技术和圆管坯质量检查系统等。生产出的无缺陷连铸圆管坯可直接送新建的无缝钢管机组轧制。

本文拟介绍1号圆坯连铸机的建设和操作情况,重点介绍采用的新技术新工艺等。

1 圆管坯连铸机的建设和设备概况

1.1 圆管坯连铸机建设的指导思想

和歌山制铁所新建1号圆管坯连铸机,

不仅为了省掉传统的铸锭工序和钢锭开坯工序,实现节能增效,同时也为新建的无缝钢管机组提供无缺陷的连铸圆管坯,以实现直接送料的目的。在提高圆管坯质量和生产效率的措施上,采用液压振动装置,以使连铸圆管坯凝固均匀;采用涡流传感器稳定控制钢液面;设置50t大容量中间包以减少钢中夹杂物;设置8m长的二次冷却区以提高连铸机的生产效率;采用最佳浇注工艺,建立管坯自动检查和出坯系统,以实现无缺陷连铸圆管坯的直接送料。

1.2 1号圆管坯连铸机设备概况

1号圆管坯连铸机是多点矫直的弧型连铸机,其设备布置如图1所示。

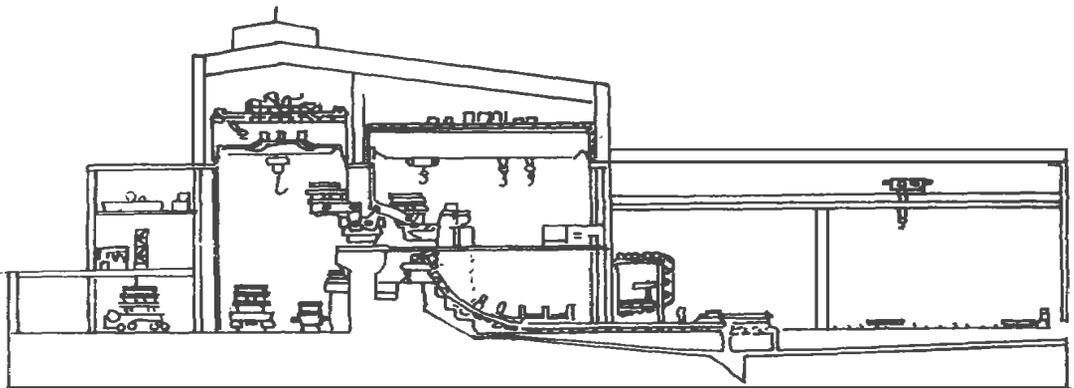


图1 1号圆管坯连铸机设备布置示意

圆管坯连铸机的技术条件为:

设备型式 多点弯曲型

弯曲半径 10.5m

流数 6 流

设备长度 41m

结晶器尺寸 $\Phi 191$, $\Phi 225$, $\Phi 300$,
 $\Phi 360$ mm

空芯引锭杆送入方式 下送

最大浇注速度 $3.5\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$

中间包容量 50t

中间包加热器 等离子双炬加热

结晶器液面控制 涡流传感器检测

结晶器流量控制 带分级缸的滑动水口

振动装置 液压传动

二次冷却区型式 气—水喷雾

二次冷却区长度 8m

凝固温度平稳, 而高碱度 (1.25) 的保护渣凝固温度波动较大。从检验结果来看, 采用低碱度保护渣的圆管坯椭圆度合格, 没有产生纵向裂纹; 而使用原来的普通保护渣和新开发的高碱度保护渣, 其管坯的椭圆度均超出允许偏差范围, 并产生纵向裂纹。在保护渣中添加金属粉末 (Ca—Si) 的效果优于单独添加 Si, Al 的保护渣。

表 1 结晶器保护渣的技术条件

项目	普通保护渣	新开发保护渣	
		高碱度	低碱度
碱度(CaO/SiO ₂)	0.85	1.25	0.85
凝固温度/K	1413	1473	1450
粘度/(Pa·s)	0.50	0.50	0.52

在试验的基础上, 将新开发的低碱度保护渣应用于实际生产, 同时调小振动装置的振幅, 其结果表明采用最小的结晶器 ($\Phi 191$ mm) 浇注, 无论浇注什么钢, 即使浇注速度为 3m/min, 其管坯也不会产生纵向裂纹等缺陷。

2.1.2 浇注中碳钢管坯防止产生纵裂的措施

由于中碳钢(0.4%C)凝固收缩量小, 熔化的保护渣流入量少, 在提高浇注速度时连铸管坯容易因供渣量不够、渣层不均匀而产生纵裂。采用加大振动装置振幅的方法, 可使保护渣流入量增多, 使连铸管坯因凝固收缩不均而产生的纵裂由 0.67% 降低到 0。

2.1.3 降低管坯皮下夹杂物的措施

没有采用振动装置时, 连铸圆管坯有时会产生皮下夹杂物, 这主要是由于钢液局部凝固不均匀形成的。采用振动装置可使钢液表面平滑形成壳体, 从而使管坯的皮下夹杂物由 7.0% 降低到 0.4%。

根据浇注材质的不同, 在使用新开发的保护渣的基础上, 调整振动装置的振幅, 可以实现多品种高质量圆管坯的稳定浇注。

2 连铸机操作状况

2.1 提高生产效率和圆管坯质量的措施

采用液压传动调幅振动装置。根据钢种和浇注速度的不同, 选择最佳振动参数, 并采用步进式油压缸调整其振幅。即以附加传递函数的前馈控制为主, 并与振幅调整相结合, 则可以稳定控制振动波形, 实现高拉速和高质量的连铸。

2.1.1 高速浇注亚包晶钢防止纵向裂纹产生的措施

高速浇注亚包晶钢时, 钢中碳含量为 0.1%, 由于 $\delta \rightarrow \gamma$ 相生成量多, 容易产生不均匀凝固, 加之用小直径结晶器进行高速浇注, 结晶器内热流变化大, 更助长了圆管坯的不均匀凝固, 从而导致圆管坯椭圆度不合格和产生纵向裂纹。对此采取的措施是采用该公司独自开发的结晶器专用保护渣。

结晶器尺寸为 $\Phi 187$ mm 和 $\Phi 261$ mm 两种, 试验浇注速度分别为 $1.7 \sim 2.4$ m/min 和 $1.0 \sim 1.7$ m/min。保护渣有两种类型, 其技术条件列于表 1。试验结果, 低碱度 (CaO/SiO₂ 为 0.85) 的保护渣在结晶器内热流波动小,

2.2 中间包等离子加热器的应用和效果

中间包是采用双电极式等离子加热器加热的，其构造如图 2 所示。这种加热器由于不需要电容器极板装置，因此容易维修。中间包加热器的电功率为 400kW 时，中间包内温度可升高 10℃，其投入的电功率与中间包温度的关系如图 3 所示。

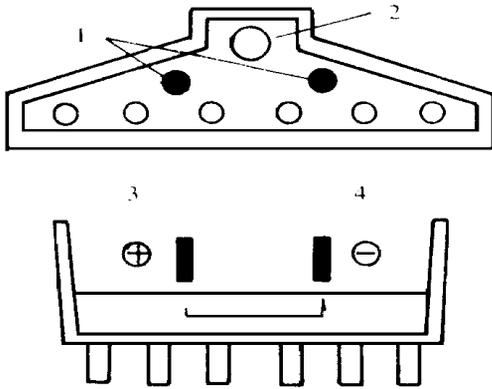


图 2 双电极等离子炬示意

1—等离子炬 2—浇口管 3—正极 4—负极

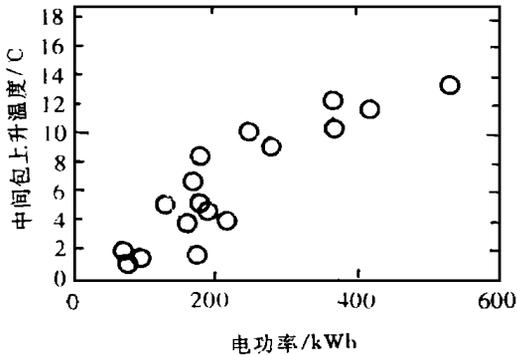


图 3 投入电功率与中间包内钢液温度上升之间的关系

等离子弧长为 250mm 时，其等离子炬效率可达到 75%，等离子弧长与等离子炬效率的关系如图 4 所示。采用等离子加热器，在浇注末期可使中间包的钢液仍维持过热温度状态，如图 5 所示。由图 5 可知，没有采用等离子加热器时，中间包温度从浇注开始随着时间推移，约降低 20℃ 左右，易出现浇注

故障。采用等离子加热器以后，中间包内钢液温度波动很小，约 5℃ 左右。

采用等离子加热器的温度补偿功能，能有效地防止浇注事故的发生，也能使容易堵塞的小断面结晶器的浇注顺利地进行。

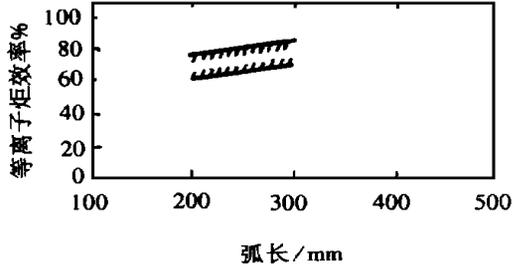


图 4 等离子弧长与等离子炬效率之间的关系

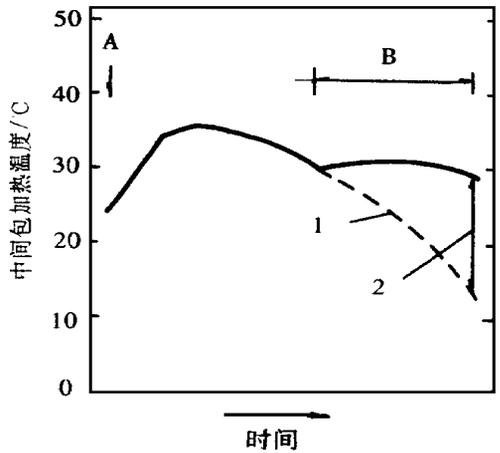


图 5 中间包的温度变化比较

1—未用加热器 2—采用加热器升温
A—浇注开始 B—加热

3 自动化操作技术

3.1 自动化操作和圆管坯质量检查技术

和歌山制铁所 1 号圆管坯连铸机是 6 流同时操作，其浇注、浇注速度的控制，防止连铸坯拉漏，以及无缺陷连铸圆管坯的直送操作，都是通过采用自动化操作技术和质量自动检查技术实现的，自动化操作和检查项目如表 2 所示。

表 2 自动化操作和质量检查项目

项 目	内 容	
自动化操作系统	开浇	在结晶器内采用热电偶和涡流传感器
	选择浇注速度	根据钢种和断面自动选择浇注速度
	拉漏检测器	把拉漏检测系统和热电偶一起放在结晶器内
质量检查系统	不合格管坯报警系统	由于浇注条件引起不合格管坯的自动报警系统

3.2 自动开浇控制系统的开发

1号圆管坯连铸机6流同时开浇时,必须采用自动化操作才能完成。在使用新滑动水口时,其滑动面会烧损或孔径增大,钢水出口速度也会发生变化,为此在结晶器上设置热电偶检测钢液上升速度,并开发出自动修正滑动水口开口度系统。采用该系统,使

新旧滑动水口具有相同功能,自动开浇率都在90%以上,减少了原材料的消耗。

3.3 圆管坯质量测定系统的开发

为了确保无缺陷管坯的生产,和歌山制铁所建立了以浇注条件和化学成分为中心的质量保证和检查系统,其主要检查项目列于表3。

表 3 主要质量保证和检查项目

检查项目	质量保证	检查内容
浇注条件	表面质量	结晶器液面波动
		结晶器热流的变化
		浇注速度
内部质量		中间包过热
		二冷区的喷雾状况
		EMS 功率(结晶器)
		夹紧辊压力
化学成分	表面质量	检查[C], [N], [Al _{sol}], [Nb], [Ti], [Mn], [Si]
	内部质量	检查[C], [S], [Ca], [Cr], [B]

和歌山制铁所1号圆管坯连铸机采用自动化操作系统和质量保证系统之后,不仅实现了顺利操作,节省了人力,同时也生产出无缺陷连铸圆管坯,可直接送到新建的无缝钢管机组轧制。

包等离子加热器和自动化操作等技术。

(3) 该公司独立开发的结晶器保护渣具有低碱度和高凝固温度的特性,解决了亚包晶钢高速浇注时连铸圆管坯存在的椭圆度超标和纵向裂纹的问题。

(4) 由于采用了自动化操作技术和建立了连铸圆管坯质量保证体系,为向新建的无缝钢管机组提供无缺陷管坯创造了条件。

4 结语

(1) 日本住友金属工业公司为满足新建无缝钢管机组的需要,建成1号圆管坯连铸机,省掉了原来的铸锭和开坯工序。

(2) 新建的1号圆管坯连铸机组,采用了液压调幅的振动装置、结晶器保护渣、中间

曹长城编译

(收稿日期: 1999-01-18)