

Research on Quality Control Measures and Applications for Continuous Casting of Steel Plant Slabs

Zhihua Yu

Valin Arcelle Mittal Automobile Board Co., Ltd., Loudi, Hunan, 417000, China

Abstract

In the iron and steel industry and heavy industry enterprises, the quality control of continuous casting billet has very high requirements, since each steel enterprises adopt continuous casting process, in continuous production and practice, has gradually formed a lot can effectively improve the quality of casting process and measures, believe in the future development, there will be more new technology and new technology. This paper carries out some technical studies on how to improve the quality of casting, and summarizes some measures to improve the quality of casting. Through in-depth analysis and summary, this study proposes a series of innovative quality control measures, aiming to further improve the quality level of continuous casting billet. These measures include but are not limited to advanced production technology, strict raw material selection, precise equipment regulation and scientific quality monitoring system.

Keywords

slab continuous casting; quality control; application research

钢铁厂板坯连铸质量控制措施与应用研究

余志华

华菱安赛乐米塔尔汽车板有限公司, 中国 · 湖南 娄底 417000

摘要

在钢铁工业和重工业企业,对连铸坯的质量控制具有非常高的要求,自从各个钢铁企业采用连铸工艺以来,在持续的生产实践中,已经逐渐形成了很多可以有效地改善铸坯质量的工艺和措施,相信在今后的发展中,还会有更多的新工艺和新技术出现。论文针对如何改善铸坯的质量开展了一些工艺方面的研究,并对目前改善铸坯质量的一些措施进行了归纳。通过深入分析和总结,本研究提出了一系列创新性的质量控制措施,旨在进一步提高连铸坯的质量水平。这些措施包括但不限于先进的生产工艺、严格的原材料选择、精密的设备调控以及科学的质量监测体系。

关键词

板坯连铸; 质量控制; 应用研究

1 引言

连铸生产工艺是钢铁生产的关键步骤,同时也是钢水生产、凝固和成形的重要工序,它的生产质量直接影响到企业的生产效率、质量和经济效益。连铸工艺的进步与连铸坯的凝固过程紧密相关,而连续铸坯属于分步凝固,需根据不同部位采用不同的工艺方法,以提高铸坯品质。在连续铸造技术的发展进程中,需要对连续铸造工艺进行深入研究,准确地掌握连续铸造过程和质量控制方法,以提高产品的质量和保证产品生产技艺的不断提高。

2 板坯连铸机介绍说明

2.1 板坯连铸机的操作

目前,板坯连铸机的运行方式主要用于炼钢生产,这是一项能够实现高效率运行的钢铁连铸工艺。在钢铁连铸工序中,先将金属置于熔炉中进行高温熔化,然后将熔化的钢材等金属注入连铸机的结晶器,由结晶器进行固化,得到最终的铸件,再由结晶器取出,便可完成金属的连续铸造作业。板坯连铸工艺大大提高了钢材等金属的有效利用率,并减少了浇筑的时间,避免了在金属浇筑过程中产生的原料损失,从而控制了人力、物力的消耗。因此,连铸坯的生产可以说是对钢铁铸造业的一大福音,同时也加快了钢材及其他金属冶炼的迅速发展。板坯连铸工艺是指在钢铁和其他金属冶炼行业,按一定的时限将所要求的长度和材料浇筑成型的工艺。

【作者简介】余志华(1981-),男,中国湖南娄底人,硕士,工程师,从事企业管理、冶金技术研究。

2.2 板坯连铸机常见的故障

板坯连铸机的正常运转离不开设备中各部件的有效协调,无论哪一个部件发生问题都将导致板坯连铸机不能正常生产板坯。所以,在连铸过程中,最常出现的问题也都集中在比较重要的零部件中。板坯连铸机最常发生故障的部位是大包回转台、中间包车、结晶器、扇形段和出坯装置等。在板坯连铸机上,大包回转台通常会由于旋转分配器和滑板结构等原因发生故障。在转动分配器部位经常会有机械外筒壁的接缝处漏油的情况,这种情况发生的主要原因一般都是机器在长时间使用的情况下未及时保养维护。滑板结构的部位经常会有不能闭合的情况,在连铸过程中,由于温度较高,而且被高温处理的金属也具有很强的辐射性,会对机械造成一定的损伤。板坯连铸机的调压装置,在运行过程中,也会出现动作失灵、操作困难等现象。板坯连铸机的中间包车部分是通过液压进行控制的,它的主要功能是对铸件进行烘烤,这个部位经常会发生烘烤器不能正常打开和关闭的情况,这样就会延迟铸件的烘焙进程,对铸坯的连续生产造成不利的影 响。板坯连铸机的结晶器是连铸过程中的一个关键部件,它在连铸过程中拥有诸如液位探测、液漏预报等多种功能。因此,结晶器会因使用时间过长而产生磨损及检测控制不准等问题失效。

3 板坯连铸技术

3.1 近终形连铸技术

与常规轧制工艺相比,该技术可制备出多种性能优异的钢材,当前该技术主要采用两种方法:

第一种是美国于1989年首次采用的薄板坯连铸技术。近年来,这一工艺已日趋成熟,目前中国已成为世界上薄板坯生产大国。

第二种是具有国际领先水平的薄带连铸新工艺,与常规薄带材制造方法相比,其将轧制、连铸、后处理等工序集成在一起,可实现制品一次成形,大幅度提升了薄带材的制造效率。当前,中国和其他国家对薄带连铸工艺的研究十分重视,并在此基础上进行了大量的研究,取得了很大进展。然而,近几年来,中国双辊薄带连铸工艺虽有重大突破,但其产业化仍存在诸多问题,如成材率低、质量差、铸坯表面易开裂等,成为限制其推广应用的重要因素。

3.2 结晶器在线调宽技术

该工艺的成功实施,对提高连铸生产效率具有重要意义。该系统采用了信息化技术,能够在不影响拉坯速度的前提下实时地调整铸坯的宽度,提高了铸坯的生产率。而常规的模具调宽方式,则是要在拉出后再对其宽度进行调节,并且还要将中间的滑口打开,并且每次改变板坯的尺寸都要停2h以上,在碳钢生产过程中,最大拉速只有2m/min,单边调宽速度只有50mm/min,这样的拉速已经不能满足国家经济发展的要求。而结晶器在线调宽技术,能够有效地实

现铸坯的自动调宽,根据该技术的实践,单边最大转速可达100mm/min,在减小铸坯宽度的同时,保持铸坯的内部质量,确保了产品的质量。

3.3 结晶器非正弦振动技术

采用该工艺可以有效地降低连铸坯拉拔时产生的拉裂和拉漏等问题。在连铸过程中,由于结晶器的振动,使连铸坯与结晶器壁面不黏结,从而确保了连铸坯外形的完整性,改善了连铸坯的外观质量。当前,这一技术多采用了上振速率低、下振速率快、周期短等三种形式,在实践中可获得良好的加工效果。而采用非正弦的方法,拉速快,且能克服两种不同频率下的速度差异。与正弦波不同,非正弦波并非一条连续曲线,且难以用统一的表达式来描述。

3.4 中间包连续测温技术

在连铸生产中,钢液温度对拉坯速度及质量有很大的影响,因而必须对钢液温度进行连续监测。然而,常规的温度测量方法多采用快速、微量电偶法,即定期检测钢液温度。但该方法也有其不足之处,如不连续检测不能实时掌握钢液温度;由于电偶本身的质量、嵌入深度等因素的影响,使测试结果有较大的误差;手工测量不仅劳动强度大,而且极易被钢水灼伤。

4 板坯连铸生产工艺及质量控制研究

4.1 板坯连铸内部夹杂物控制技术

特厚铸坯在轧制过程中,残余的夹杂物将沿着轧制方向发生变形和拉伸,因此会产生特厚板检测不合格的情况。为消除连铸坯中的夹杂,一般采取炉外精炼获得的高洁净钢液用于连板铸生产。通过对精炼、连铸中间包及结晶器钢液的采样分析,能够发现钢液中夹杂物呈逐步增加的趋势,特别是在连铸初期,这种情况更加明显。发生这种情况的主要原因主要是钢液在浇筑中间包浇筑过程中,从耐火材料中冲洗出的外来夹杂和二次氧化形成的内生夹杂。

除了要严格控制耐火材料的质量,做好保护浇筑工作,还应保证结晶器内和内部夹杂物的充分上浮。为了便于夹杂物浮出,在直弧形连铸机上设定足够的竖段高度以便于夹杂物浮出的闸门已被证明是可行的。在特厚板式连铸机上,随着铸坯厚度的增加,结晶器的内腔也相应地增大了。在连铸过程中,钢水的流动状况与传统连铸坯有很大差异,因此在连铸过程中的夹杂物在连铸过程中的运动轨迹与规律也有很大的差异。

4.2 二次冷却工艺及治理控制

二次冷却对连铸机的产量有很大的影响,合理实施二次冷却是提高铸坯质量和产量的关键。在现代二次冷却系统中,普遍使用二冷水模型控制。对于二冷水模型,其计算精度存在着很大的不确定性和复杂性。在这种特殊的情况下,必须有相应的应对措施,才能更好地体现出模型的核心技术。为制订钢的目的,必须以铸坯的品质为依据,来确定二

2.2 板坯连铸机常见的故障

板坯连铸机的正常运转离不开设备中各部件的有效协调,无论哪一个部件发生问题都将导致板坯连铸机不能正常生产板坯。所以,在连铸过程中,最常出现的问题也都集中在比较重要的零部件中。板坯连铸机最常发生故障的部位是大包回转台、中间包车、结晶器、扇形段和出坯装置等。在板坯连铸机上,大包回转台通常会由于旋转分配器和滑板结构等原因发生故障。在转动分配器部位经常会有机械外筒壁的接缝处漏油的情况,这种情况发生的主要原因一般都是机器在长时间使用的情况下未及时保养维护。滑板结构的部位经常会有不能闭合的情况,在连铸过程中,由于温度较高,而且被高温处理的金属也具有很强的辐射性,会对机械造成一定的损伤。板坯连铸机的调压装置,在运行过程中,也会出现动作失灵、操作困难等现象。板坯连铸机的中间包车部分是通过液压进行控制的,它的主要功能是对铸件进行烘烤,这个部位经常会发生烘烤器不能正常打开和关闭的情况,这样就会延迟铸件的烘焙进程,对铸坯的连续生产造成不利的影 响。板坯连铸机的结晶器是连铸过程中的一个关键部件,它在连铸过程中拥有诸如液位探测、液漏预报等多种功能。因此,结晶器会因使用时间过长而产生磨损及检测控制不准等问题失效。

3 板坯连铸技术

3.1 近终形连铸技术

与常规轧制工艺相比,该技术可制备出多种性能优异的钢材,当前该技术主要采用两种方法:

第一种是美国于1989年首次采用的薄板坯连铸技术。近年来,这一工艺已日趋成熟,目前中国已成为世界上薄板坯生产大国。

第二种是具有国际领先水平的薄带连铸新工艺,与常规薄带材制造方法相比,其将轧制、连铸、后处理等工序集成在一起,可实现制品一次成形,大幅度提升了薄带材的制造效率。当前,中国和其他国家对薄带连铸工艺的研究十分重视,并在此基础上进行了大量的研究,取得了很大进展。然而,近几年来,中国双辊薄带连铸工艺虽有重大突破,但其产业化仍存在诸多问题,如成材率低、质量差、铸坯表面易开裂等,成为限制其推广应用的重要因素。

3.2 结晶器在线调宽技术

该工艺的成功实施,对提高连铸生产效率具有重要意义。该系统采用了信息化技术,能够在不影响拉坯速度的前提下实时地调整铸坯的宽度,提高了铸坯的生产率。而常规的模具调宽方式,则是要在拉出后再对其宽度进行调节,并且还要将中间的滑口打开,并且每次改变板坯的尺寸都要停2h以上,在碳钢生产过程中,最大拉速只有2m/min,单边调宽速度只有50mm/min,这样的拉速已经不能满足国家经济发展的要求。而结晶器在线调宽技术,能够有效地实

现铸坯的自动调宽,根据该技术的实践,单边最大转速可达100mm/min,在减小铸坯宽度的同时,保持铸坯的内部质量,确保了产品的质量。

3.3 结晶器非正弦振动技术

采用该工艺可以有效地降低连铸坯拉拔时产生的拉裂和拉漏等问题。在连铸过程中,由于结晶器的振动,使连铸坯与结晶器壁面不黏结,从而确保了连铸坯外形的完整性,改善了连铸坯的外观质量。当前,这一技术多采用了上振速率低、下振速率快、周期短等三种形式,在实践中可获得良好的加工效果。而采用非正弦的方法,拉速快,且能克服两种不同频率下的速度差异。与正弦波不同,非正弦波并非一条连续曲线,且难以用统一的表达式来描述。

3.4 中间包连续测温技术

在连铸生产中,钢液温度对拉坯速度及质量有很大的影响,因而必须对钢液温度进行连续监测。然而,常规的温度测量方法多采用快速、微量电偶法,即定期检测钢液温度。但该方法也有其不足之处,如不连续检测不能实时掌握钢液温度;由于电偶本身的质量、嵌入深度等因素的影响,使测试结果有较大的误差;手工测量不仅劳动强度大,而且极易被钢水灼伤。

4 板坯连铸生产工艺及质量控制研究

4.1 板坯连铸内部夹杂物控制技术

特厚铸坯在轧制过程中,残余的夹杂物将沿着轧制方向发生变形和拉伸,因此会产生特厚板检测不合格的情况。为消除连铸坯中的夹杂,一般采取炉外精炼获得的高洁净钢液用于连板铸生产。通过对精炼、连铸中间包及结晶器钢液的采样分析,能够发现钢液中夹杂物呈逐步增加的趋势,特别是在连铸初期,这种情况更加明显。发生这种情况的主要原因主要是钢液在浇筑中间包浇筑过程中,从耐火材料中冲洗出的外来夹杂和二次氧化形成的内生夹杂。

除了要严格控制耐火材料的质量,做好保护浇筑工作,还应保证结晶器内和内部夹杂物的充分上浮。为了便于夹杂物浮出,在直弧形连铸机上设定足够的竖段高度以便于夹杂物浮出的闸门已被证明是可行的。在特厚板式连铸机上,随着铸坯厚度的增加,结晶器的内腔也相应地增大了。在连铸过程中,钢水的流动状况与传统连铸坯有很大差异,因此在连铸过程中的夹杂物在连铸过程中的运动轨迹与规律也有很大的差异。

4.2 二次冷却工艺及治理控制

二次冷却对连铸机的产量有很大的影响,合理实施二次冷却是提高铸坯质量和产量的关键。在现代二次冷却系统中,普遍使用二冷水模型控制。对于二冷水模型,其计算精度存在着很大的不确定性和复杂性。在这种特殊的情况下,必须有相应的应对措施,才能更好地体现出模型的核心技术。为制订钢的目的,必须以铸坯的品质为依据,来确定二

冷水的工艺规范。针对表面裂纹、纵裂和横向裂纹等缺陷,采用“热行”二冷技术,避开高温生产和矫直过程中的脆性区,从而有效地防止裂纹产生。

4.3 连铸机辊距工艺及质量控制

轧制过程中,轧制力的大小对铸坯能否产生变形有很大的影响。如果轧辊间距很小,那么所产生的鼓肚变形就会很小。在铸轧机上,想要完美地安装导向辊是一件非常困难的事情,所以就算技巧再好,也可能会出现一些错误,特别是误差弧。当导向辊安装完成后,如果设定很小的辊隙,那么坯壳的弯曲变形也会很大,所以要注意辊隙,保证它不会太大也不会太小。若轧辊间距比较小,可采用精轧辊密排的方法。如果两个区段在一个区域内,则应将轧辊间隔设为等距,以达到各区段的自由交换,而不会对设备的性能造成任何影响。在结晶器内,包含液体核心的连铸坯,在静压的作用下,鼓腹被挤压成水滴状。如果没有设置充分对称的导辊弧,鼓腹坯在向前运动的压力下会在导向辊的压力下暂时鼓起,但一旦离开导向辊,则会再次鼓起,这一过程在二次冷却区各导向辊之间重复发生。若扇形区的辊距较大,则在任一时段都可在二次冷却区内产生鼓肚,并在各阶段互相抵消,保持稳定,不会造成结晶器表面的起伏。

4.4 严格控制对钢水的要求

一方面,要对钢液进行控温,使钢液中的硫、磷等杂质成分减少;另一方面,要对钢液进行合金化调控,即对钢液的成分进行调控,主要是对钢液中某些合金成分进行调节,如对碳,镁,硅,铝等合金成分的调节。在控制钢水温度方面,通过精密的温度监测和控制系统,确保在整个连铸过程中维持适宜的温度范围。通过降低温度,可以有效减少硫和磷等有害元素的浓度,从而提高板坯的质量。同时,科学合理地控制合金成分,如通过调节碳含量,可以改善板坯的力学性能;调控镁、硅、铝等合金成分,则有助于提升板坯的耐腐蚀性能和热加工性能。对钢水的严格控制是确保连铸板坯质量稳定的重要手段。通过控温和合金化调控,可有效降低有害元素的含量,提高板坯的整体性能。

4.5 控制浇筑温度

浇筑的温度和流速、冷却水的用量、耐火材料和保护渣等都会影响铸坯的质量,而浇筑温度的控制又是铸坯质量的关键。铸坯内部和外部出现的裂纹和中间的偏移以及生产操作的稳定性,都和钢液的浇筑温度有密切的关系。一方面,降低钢液的浇筑温度,可较好地改善铸坯的内裂纹和中心偏移,并使铸坯组织均匀,晶粒细化。但是,在浇筑温度较低的情况下,也有其弊端,如铸坯内的杂质不易上浮以及连铸过程中的包水口易堵塞等。另一方面,钢液浇筑的温度过高,不但易发生漏钢事故,还会加大铸坯内部的内裂及中心偏移现象,使铸坯的质量降低。因此,必须严格控制大罐

内钢液的温度,通常是1600℃左右,中间罐内钢液的温度为1550℃左右,结晶器内钢液的温度为1500℃,各个部位的钢液温度差不得超过10℃。

4.6 中间包要采用大容量

在钢液浇筑时,中间罐既承担着从大桶浇下的钢液的功能,又负责将钢液重新浇筑到结晶器内,即作为钢液在钢液与结晶器间的过渡容器。中间包的功能是储存钢液,对钢液具有稳定流动的功能,可以减缓浇筑的进行,还可以对浮渣进行一定的过滤,是多炉连铸工艺中不可或缺的设备。在应用中间包时,要通过水力学模型,对溢流坝、挡渣墙进行优化,使钢液的流动方向达到最佳,从而使浮渣从钢液中顺利地分离出来,避免浮渣随着钢液一同进入结晶器。

4.7 在结晶器中使用铜板的镀层

在连铸坯连铸工艺中,结晶器是控制钢液运行的核心和关键装置,钢液通过中间包浇筑到结晶器内,受结晶器内一次水冷却的影响,结晶器内钢液的静压对结晶器内的铜片起到了一定的阻碍作用,同时也存在着部分热传递和摩擦。与此同时,由于结晶器需要在比较苛刻的环境下持续工作,因此,结晶器内的芯板通常具有比其他铜板更好的热传导和冷却能力,并且具有更高的刚性和耐磨性能。在连铸坯生产技术发展的早期,紫铜板虽有良好的热传导能力,但其强度、硬度、使用寿命等都不尽如人意,其制造成本也非常高,容易造成材料的浪费。

4.8 运用电磁搅拌

为达到减小柱状晶、防止中间变形、改善铸坯质量等目标,需要在连铸坯浇筑时采用电磁搅拌,特别是对于某些特种钢或某些厚度较大的钢材。电磁搅拌线圈按一定的规则布置,在使用时,将线圈放置在铸坯表面20mm左右,通过线圈的电流就会产生磁力,磁力的作用使未凝固的钢液沿一定的方向不断循环运动,从而使钢水中的各成分均化,尤其是对某些杂质如硫、磷等杂质的影响最为显著。

5 结语

在钢铁工业逐步发展的历程中,人们已发明并总结出了很多方法实现对连铸坯质量的改进,我们相信,在今后的发展中,随着冶金铸造工艺的不断改进,连铸坯的质量将会得到进一步的提升。

参考文献

- [1] 杨志强,郑伟,杨梅梅,等.连铸坯表面质量控制研究与应用[J].冶金与材料,2019(29):31.
- [2] 王铁男.板坯连铸生产工艺及质量控制研究[J].商品与质量,2019(7):206.
- [3] 许鹏.板坯连铸生产工艺及质量控制研究[J].中国金属通报,2019(3):202+204.