

浅谈大方坯连铸机弧度对中工艺

孙荣学

河钢集团邯钢公司一炼钢厂, 河北 邯郸 056100

[摘要] 保证连铸机正常生产和铸坯质量合格的重要基础条件之一, 就是大方坯连铸机辊列对中必须要采取的步骤。尽管连铸机弧形段装置种类较多, 且对中装置也不相同, 但对其中运行的基本工艺思想却是相同的。本文旨在简要地阐述大方坯连铸机辊列对中的基本工艺思想和设备形式, 以便读者对该技术的原理和用途有进一步的理解。

[关键词] 大方坯; 连铸机; 辊列; 对中

DOI: 10.33142/ec.v6i7.8915

中图分类号: TF341.6

文献标识码: A

Brief Discussion on the Arc Centering Process of Bloom Continuous Casting Machine

SUN Rongxue

HBIS Group Hansteel Company, Handan, Hebei, 056100, China

Abstract: One of the important basic conditions to ensure the normal production of the continuous casting machine and the qualified quality of the casting billet is the steps that must be taken in the alignment of the rolls of the large bloom continuous casting machine. Although there are many types of arc section devices for continuous casting machines and the centering devices are different, the basic process ideas for centering operation are the same. This article aims to briefly elaborate on the basic process ideas and equipment forms of roll alignment for bloom continuous casting machines, so that readers can have a further understanding of the principles and applications of this technology.

Keywords: bloom; continuous casting machine; roll train; centering

为避免铸坯鼓肚, 在大型连铸机结晶器下布置一段密排夹持辊对铸坯进行支撑与导向。只有在辊段严格按连铸机理论弧迹排列铸坯夹持辊列、辊缝收缩符合铸坯凝固收缩规律的情况下, 才有可能确保铸坯得到有效地支承, 在避免辊子对不上给铸坯带来附加机械应力的情况下, 避免出现漏钢、铸坯出现质量缺陷等问题, 所以在连铸机辊段对上钢至关重要。

1 连铸机辊列对中基本工艺思想

(1) 大型方坯连铸机的结晶器和扇形段等设备单元内分散着支撑导向段辊列。因此, 必须保证各机架之间以及各辊列上的接触点处于同一水平面或平行于其轴线的水平位置上, 才能实现整个辊列与钢水的接触。(2) 在线对中指的是将设备单元之间的辊列连接在连铸机线上, 以保持对中状态的一种技术。为了保证测量样板的准确性, 必须要通过标准样件进行校验, 并严格按照相关规程规范要求进行操作才能实现。为了确保辊列上每个辊子面的相对位置准确无误, 需要使用专门的设备单元对中台和专用测量样板进行校准, 并以设备单元在连铸机线上的安装支撑点和定位销为基准。为了确保每个辊子的位置与辊列理论轮廓线完美契合, 必须对样板面进行精准的位置调整^[1]。

2 连铸机辊列对中精度要求

为了确保坯壳不会受到任何挤压, 结晶器足辊对中的辊子面偏差将被向外调整, 以实现对正偏差的精确调整。对于大厚度板材的连铸生产, 由于轧制力较大, 因此需要

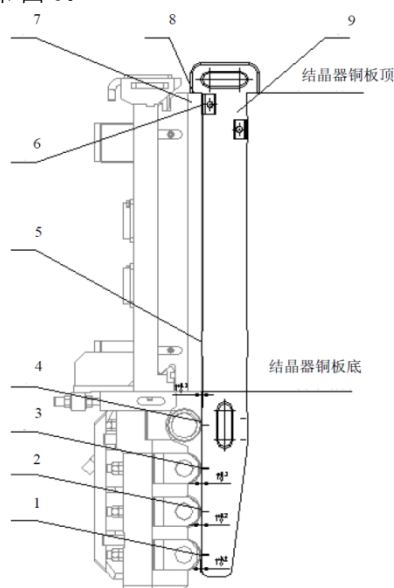
保证足辊与轧件表面垂直度较高, 以减少变形量和提高产品质量。一般而言, 结晶器足辊的对中精度要求在 0 至 +0.2 毫米之间, 这一规范已被广泛认可。此外, 为了使轧制过程平稳, 还要避免发生偏斜等现象。为确保足部以下辊道的对中精度, 离线对中时目标偏差值应维持在 ± 0.1 毫米以内, 同时允许偏差值保持在 ± 0.5 毫米以内。为了达到这些指标, 需要配备专门的矫直机来完成。通常情况下, 新设备的控制精度在目标值接近或略低的范围内, 即在误差范围内维持在 ± 0.2 毫米以内。受到辊子磨损、结构变形等多种因素的影响, 使用中的设备对精度的要求可以适度降低, 例如控制在 ± 0.3 毫米以内, 但其允许误差范围必须严格控制, 控制在 ± 0.5 毫米以内, 这是一个极限值, 不能超出^[2]。

3 连铸机辊列对中设备型式

3.1 结晶器对中设备型式

大型铸造机通常采用组合式结晶器, 该结晶器由四个独立的组件构成, 分别为铜板、背板和足辊, 每个组件的宽面和窄面都需要进行精准对中操作, 以确保铜板和足辊的精准对中, 最终将插件组装到结晶器框架上进行整体对中, 以确保插件能够准确定位。大方坯连铸机的结晶器铜板和足辊的连接方式与板坯连铸机不同, 前者由上下两部分构成, 上部为结晶器筒体, 内含铜板, 下部为足辊装配, 而后者则由四个面各自成一体。因此, 在相同条件下, 二者均可分为内弧插件和拉速快于内弧插件的外弧板两种类型。大方坯连铸机和板坯连铸机在不同的结构形式下,

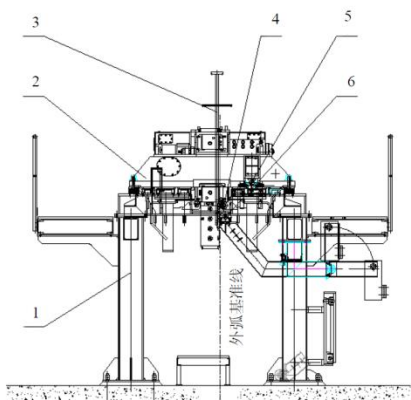
其对中方式呈现出明显的差异,具体表现为大方坯结晶器所采用的对中方式呈现出类似于图3所示的独特特征。在考虑结晶器与扇形段1的对中时,需要综合考虑内外弧和两侧面的四个方向,这是两种连铸机的显著差异所在。另外,对于圆钢,如果结晶器是平面状,则其外侧弯月边与内侧对角线不可能完全重合,也就不能保证结晶器与弧形段间有足够的间隙来进行有效的对中,具体实现细节详见图4、图5和图6。



1~4—样板与足辊间隙测量点;5、6—样板在铜板面上的定位点;7—结晶器铜板;8—样板高度方向上的定位点;9—样板

图1 大方坯结晶器铜板与足辊的对中

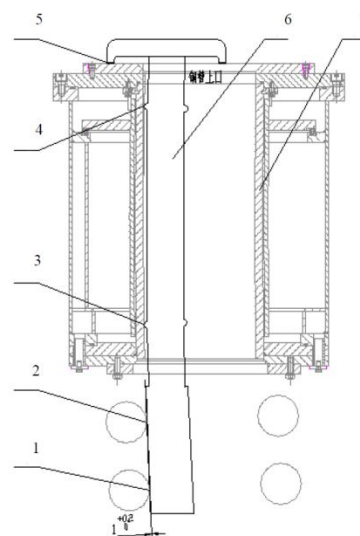
根据图1所示的设计理念和基本操作,样板在高度方向上以结晶器上口为基准点(如图8所示),并在一定高度处设置了两个定位点(如图5-6所示),以确保与结晶器铜板对齐,从而实现样板的精确定位。此外,还进行了足辊面与样板面之间的间隙测量(详见图1-4)。



1—结晶器整体对中台;2—结晶器;3—结晶器对中样板;4—结晶器外弧侧足辊;5—结晶器位置调整装置;6—测量基准辊

图2 大方坯连铸机结晶器整体对中

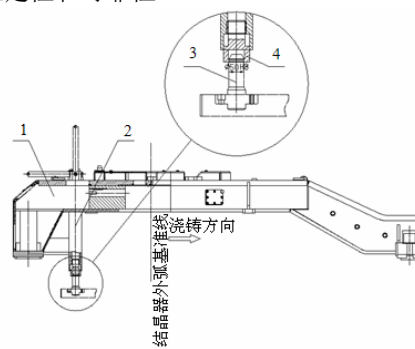
图2所呈现的设计理念和核心步骤在于,通过调整结晶器外弧插件的位置,使其与外弧基准线完美对齐。为了确保拉速达到设定要求,采用了一套专门设计制造的结晶器内弧试验装置。为了确保结晶器的拉速符合预设标准,我们采用了一套经过专门设计和制造的内弧试验装置。一枚测量基准辊(见图中6)被安装在中央平台上,作为第一个外弧辊,其作用在于模拟弯曲段,而测量样板则以其为基准进行高精度的定位。在样板下方,安装了磁铁,并将结晶器外弧足辊(见图中4)和测量基准辊(见图中6)吸附在其上。通过观察样板顶部的水平仪,并通过平移结晶器插件位置(利用图中5所示的偏心机构进行调整)。



1、2—样板与足辊间隙测量点;3、4—样板在铜管面上的定位点;5—样板高度方向上的定位点;6—样板;7—结晶器铜管

图3 大方坯连铸机结晶器铜管与足辊对中

通过在样板上设置两个定位点,使其与结晶器的铜板对齐,以口法兰顶面为基准,在结晶器的高度方向上进行定位。为了实现图3所示的操作,我们需要对结晶器的外侧足辊、内侧弧形和窄面进行高精度的对齐,以确保整个结构的稳定性和可靠性。

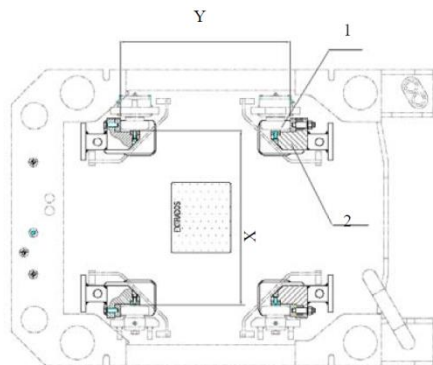


1—结晶器;2—结晶器与扇形段1 对中装置;3—扇形段1 上方的定位销;4—结晶器对中装置下的销孔

图4 大方坯连铸机结晶器与扇形段1 采用

定位销对中

利用定位销技术,确保结晶器与扇形段1的四个方向完美对齐,这是图4所呈现的设计理念和基本操作方式。在结晶器的自动对中装置(见图2)下方,设有一个定位销孔(见图4),以与位于扇形段1顶端的定位销(见图3)相匹配,从而实现了两个设备之间的高精度对中。在进行结晶器吊装到线上之前,必须先进行自动对中装置的放置,以确保结晶器的定位销孔与扇形段1上的定位销相互咬合,从而实现结晶器与扇形段1的自动对中^[3]。

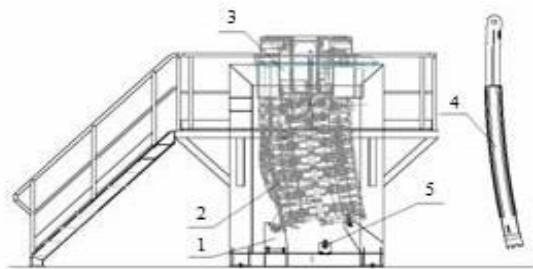


1—结晶器下方的导向滚轮；2—扇形段1上方的导向立柱

图5 大方坯连铸机结晶器与扇形段1采用

导向机构对中

图5所示为设计方案和操作步骤,其中结晶器和扇形段1对中采用了导向机构实现,扇形段1的顶部设有导向柱(见图2),而结晶器下方则配备了导向轮(见图1)。由于扇形段长度较长,因此,其两侧的导向轮均与连铸轧辊接触并保持一定距离。当连铸机线上安装结晶器和扇形段1时,导向机构始终保持咬合状态,以确保两个设备的精准对中。为确保足辊和扇形段1在离线状态下的协调,结晶器和扇形段1需要协同调整辊子,具体的操作细节可参照图6所示。



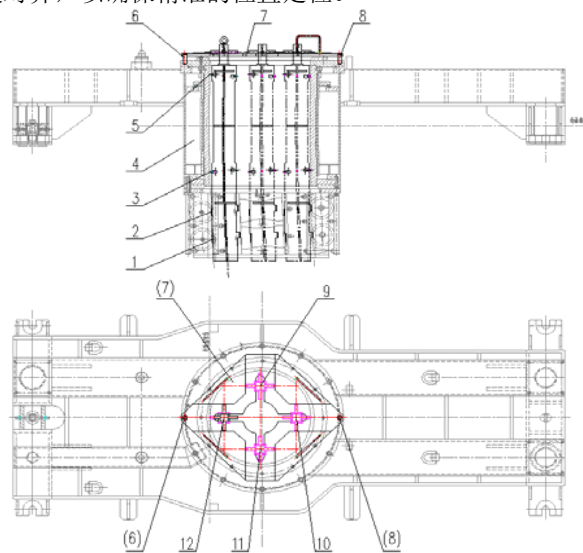
1—对中台；2—扇形段；3—结晶器；4—样板；5—样板支撑点

图6 大方坯连铸机结晶器与扇形段1整体

对中

在图6所呈现的设计理念和基本操作中,对结晶器和扇形段1进行了整体对准,以确保它们之间的完美契合。利用千分表或百分表分别检测出各部分尺寸,并计算其偏差量后进行校正。在样板的支撑点(见图5)处,承载着

样板(见图4)的下端,而样板的上端则与结晶器外弧铜板对齐,以确保精准的位置定位。



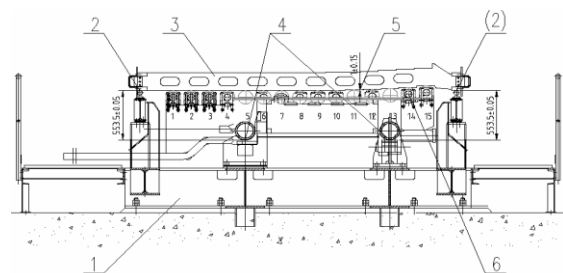
1、2—样板与足辊间隙测量点；3、5—样板在铜管上的定位点；4—结晶器；6、8—样板定位器的定位销；7—样板定位器；9、11—两侧面测量位；10、12—内外弧测量位

图7 大方坯连铸机结晶器铜管与足辊对中

根据图7的设计理念和基本步骤,首先需要在结晶器上的口法兰上安装样板定位器,接着使用该定位器的定位销(如图6-8所示)将样板牢固固定,最后在样板定位器上设置内弧、外弧、两侧面四个放置位置,并进行四个方向的足辊对中,以确保样板的稳定性。为了保证拉出坯料时不偏角,还必须使其中心位于同一水平面上。通过对样板上端的两个定位点(见图3-5)与结晶器铜管进行对齐定位,测量足辊与样板之间的间隙(见图1-2)。

3.2 扇形段(弯曲段)离线对中设备型式

离线对中的重要组成部分是由对中台和样板构成的扇形段(弯曲段),它们在实现离线对中方面扮演着至关重要的角色。图8所示的大方坯连铸机扇形段和板坯连铸机扇形段(弯曲段)的设计思路和设备型式高度相似,呈现出惊人的相似性。在此情形下,可运用对边机构的增加或采用全新的轧辊结构等措施,以解决上述问题。

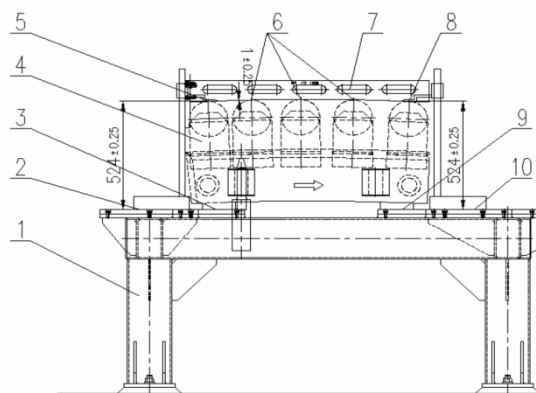


1—对中台；2—样板支撑点；3—样板；4—弯曲段设备支撑点；5—样板与辊子间隙测量点；6—弯曲段外弧单元

图8 大方坯弯曲段外弧中对台

根据图 8 所示的设计理念和基本操作,将弯曲段外弧单元置于中台上,并在设备支撑点上进行支撑(如图 4 所示),同时在样板支撑点上架设样板(如图 2 所示),接着测量弯曲段各个辊子面与样板之间的间隙(如图 5 所示),最终对辊子高度进行调整,以满足精度要求。

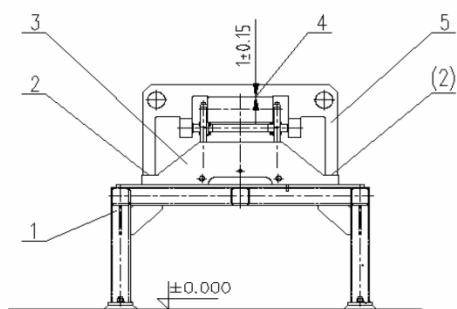
奥钢联的大方坯连铸机在扇形段内弧和侧面辊子上采用了模块化设计,将多个辊子组合成一个装配体,形成一个模块,然后将每个模块组装到扇形段框架上,从而形成一个完整的装配结构。参照图 9 和图 10 以获取更加详尽的细节信息,以便更加全面地了解相关情况。



1—对中台; 2、10—高度尺; 3、9—内弧模块支撑点; 4—内弧模块; 5、8—内弧模块端头辊子面高度测量点; 6—样板与辊子间隙测量点; 7—样板

图 9 大方坯连铸机扇形段内弧模块对中

按照图 9 所示的设计理念和基本操作,首先将内弧模块置于对中中台上,随后将支撑点置于设备的支撑点之上。通过对扇形区进行分段式划分,并根据各部件所处位置来选择合适的连接方式。

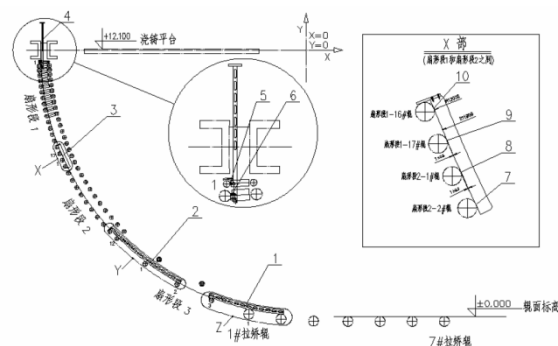


1—对中台; 2—样板支撑点; 3—窄边模块; 4—样板与辊子间隙测量点; 5—样板

图 10 大方坯连铸机扇形段窄边模块对中

3.3 辊列在线对中

以大方坯连铸机辊列在线对中操作为例阐述连铸机辊列在线对中工艺过程,详见图 11。



1—扇形段 3 与拉矫机对中样板; 2—扇形段 2 与扇形段 3 对中样板; 3—扇形段 1 与扇形段 2 对中样板; 4—结晶器与扇形段 1 对中样板; 5—样板与足辊搭接点; 6—样板与扇形段 1 第 1 个辊子搭接点; 7、10—样板与辊子搭接点; 8、9—测量点

图 11 所示为大方坯连铸机辊列在线对中操作

在弧形段设备单元上线之前,已经完成了离线对中的操作,因此每个设备单元内的辊子面都已经根据理论轨迹进行了相应的调整。

4 结语

确保大方坯连铸机铸坯质量达标的首要基础条件在于辊列对中程度的精准掌控。该装置是针对结晶器内铸坯拉速较快和钢水温度变化大等特点而设计的一种新型设备。深刻理解辊列对中的基本工艺思想是至关重要的,因为只有这样才能根据不同弧形段的设备结构型式进行巧妙的设计,从而打造出具有灵活性和便利性的对中设备。

[参考文献]

- [1] 史宸兴. 实用连铸冶金技术[M]. 北京: 冶金工业出版社, 1998.
 - [2] 罗斌. 克虏伯方坯连铸机在线对弧问题分析[C]. 中国: 金属学会连铸品种和铸坯质量技术研讨会, 2004.
 - [3] 武士勇, 王健. 板坯连铸机扇形段对弧新技术及其应用[J]. 河北冶金, 2017(8): 5.
 - [4] 杜淑卿, 王继超, 曹绍周, 等. 连铸机扇形段连铸辊对弧精度过程能力控制分析[J]. 河北冶金, 2012(11): 4.
- 作者简介: 孙荣学(1987. 2—), 男, 河北理工大学, 学历: 本科, 职称: 工程师, 机械设计制造及其自动化, 当前就职单位河钢邯钢一炼钢厂, 运行车间技术员, 职务的年限 5 年。