

抬吊在钢包回转台整体更换中的应用

郑鲲鹏

中冶南方连铸技术工程有限责任公司, 湖北 武汉 430073

[摘要] 钢包回转台是连铸机的关键设备之一, 起着连接上下两道工序的重要作用。钢包回转台工况环境恶劣, 安全要求高。钢包回转台整体更换中, 吊装难度大, 危险系数高, 导致更换工作无法顺利推进。鉴于此, 围绕钢包回转台整体更换的特点与难点, 深入分析抬吊在钢包回转台整体更换中的应用。

[关键词] 抬吊; 钢包回转台; 整体更换; 应用

DOI: 10.33142/ec.v6i11.9912

中图分类号: TH21

文献标识码: A

Application of Lifting in the Overall Replacement of Ladle Turntable

ZHENG Kunkun

CCTEC, Wuhan, Hubei, 430073, China

Abstract: The ladle turntable is one of the key equipment of the continuous casting machine, playing an important role in connecting the upper and lower processes. The working environment of the ladle turntable is harsh, and the safety requirements are high. During the overall replacement of the ladle turntable, the lifting difficulty is high and the risk factor is high, resulting in the inability to proceed smoothly with the replacement work. In view of this, based on the characteristics and difficulties of the overall replacement of the ladle turntable, an in-depth analysis is conducted on the application of lifting in the overall replacement of the ladle turntable.

Keywords: lifting; ladle turntable; overall replacement; application

引言

钢包回转台是现代连铸中应用非常普遍的运载和承托钢包进行浇注的设备, 用于接收钢包, 并将钢包回转到或旋转出浇注位置。通常设置于钢水接收跨与浇注跨柱列之间。钢包回转台长期处于重载、偏载、冲击、高温等恶劣工况环境, 安全要求高, 需定期检维修, 出现裂纹、下扰变形、异响等安全隐患时, 需及时整体更换。抬吊作为一种重要工具, 在钢包回转台整体更换中发挥关键作用。因此, 应该结合钢包回转台整体更换的特点与要求, 制定切实可行的吊装方案, 保证抬吊能在钢包回转台整体更换中发挥最大作用, 将吊装难的问题彻底解决。

1 钢包回转台整体更换的特点和难点

1.1 钢包回转台整体更换特点

在对钢包回转台整体更换期间, 其具有设备大型、结构复杂等特点, 具体分析如下:

(1) 大型设备: 钢包回转台属于大型设备, 需要专业的安装团队和相应的起重设备来完成安装和更换工作^[1]。(2) 复杂结构: 钢包回转台结构复杂, 包括底座、传动装置、回转支撑、回转臂、控制系统等, 安装和更换过程需要对其结构深入了解。(3) 安全要求高: 钢包回转台在使用过程中, 需要承受较大的载荷和高温, 因此在安装更换过程中, 应该特别注意安全, 避免发生意外事故。

1.2 钢包回转台整体更换难点

基于钢包回转台整体更换的特点, 在实际更换期间,

经常被各类因素制约, 导致更换难度大, 具体可以体现在以下几个方面:

(1) 空间限制: 钢包回转台通常设置于钢水接收跨与浇注跨柱列之间, 空间狭小, 整体更换过程需要在有限的空间中进行, 增加了施工的难度。(2) 重量大: 钢包回转台本身重量较大, 需要使用起重设备进行搬运和安装, 对起重设备的要求较高, 吊装难度大^[2]。(3) 时间紧, 任务重: 在对钢包回转台整体更换过程中, 相对应的润滑、电气系统以及液压等需要一同改造, 并改造操作室以及平台等, 工作量大, 在规定时间内完成所有工作比较困难。

2 抬吊在钢包回转台整体更换中的应用原理与流程

在钢包回转台整体更换中, 抬吊的应用原理为: 通过吊车将旧的钢包回转台从支架上抬起, 之后将新的钢包回转台放置在支架上。抬吊的臂长和吊具的设计要满足承载能力的要求, 并确保平稳抬升和放置。

在具体操作期间, 需要严格按照流程进行: 在钢包回转台整体更换前, 需要进行充分的准备工作, 包括检查抬吊设备的状态和可用性, 清理工作区域, 确保操作人员的安全。然后进行更换, 使用起重设备和专业工具, 拆卸旧的钢包回转台, 并保证安全可靠地将旧回转台从回转台基础框架上卸下来, 妥善处理废弃物。拆卸结束后, 安装新的回转台。在此期间, 应该精确测量和定位, 确保新回转台与钢包的连接牢固可靠。同时做好相关调试和测试工作,

让回转台功能保持正常。安装完成后,对新回转台验收和测试,具体包括检查回转台的工作状态、安全性能和操作性能等。更换完毕后,对施工现场整理和清理,废弃物和工具设备等需妥善处理,保持施工现场的整洁和安全^[3]。

3 抬吊在钢包回转台整体更换中的应用分析

在本次研究中,将某炼钢厂 1#连铸机的钢包回转台作为研究对象,该设备引进于国外,属于二手设备。设备在国外应用时,产能在 80~100 万 t 之间,但在国内生产中,要求匹配连铸机产能在 120~140 万 t 以上。浇铸(满载)转包过程中,出现“转臂下扰 $\max \approx 11\text{mm}$ (钢包回转半径 4650mm,转臂理论挠度 $\leq 1/800$,即 $\leq 5\text{mm}$)、回转异响”等问题,技术评估认为安全隐患较大、已无维修、加固价值。基于此,炼钢厂决定对钢包回转台整体更换。

3.1 吊装方案的制定

在本次研究的炼钢厂中,钢包回转台在 L 列车轨道梁正下方安装。在吊装过程中,依靠单台行车很难达到既定要求,加之被高度空间制约,也无法将汽车吊应用其中。对此,在大件就位选择和设计方面,选择采用钢水接收跨和浇铸跨两台行车同步抬吊的方式,具体步骤如下:

- (1) 对过渡支架平台合理搭设,位置与安装的位置相邻。并结合现场情况和吊装要求,对平衡梁科学设计。
- (2) 应用钢水接收跨的单台 230t 行车,在过渡支架平台上吊放部件。并与浇铸跨的 125t 行车相配合,通过平衡梁,利用两台行车有效协调,保证部件可以顺利完成起吊。
- (3) 应用两台行车大车和小车,对部件进行移动,并保证移动过程的方向为水平方向。在移动就位后,开展部件吊放工作。

3.2 制作平衡梁

为保证钢包回转台能顺利实现整体更换,提升抬吊应用的合理性,在制定完吊装方案后,需要对平衡梁合理制作。

(1) 行车参数的确定。在本次研究的项目中,在进行抬吊过程中,需要应用两台行车,分别为钢水接收跨和浇铸跨。其中,钢水接收跨的 230t 行车轨面标高为 26m,主钩启升的高度为 18.5m,主钩启升的速度为 $5.6/2.8\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$,大车运行速度为 $80\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$,吊具的型式为龙门吊钩。浇铸跨的 125t 行车轨面标高为 26m,主钩启升的高度为 21.5m,主钩启升的速度为 $5\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$,大车运行速度为 $80\text{m} \cdot \text{min}^{-1}$,吊具的型式为龙门吊钩。(2) 平衡梁的制作。在开展此项工作过程中,应该将钢包回转台整体更换的要求为依据,科学且针对性制作^[4]。通过分析钢水接收跨的 230t 行车和浇铸跨的 125t 行车的各项参数可知,二者在主钩启升的高度存在明显差异,浇铸跨的 125t 行车高度偏低。为确保钢包回转台主要部件能顺利拆卸,在本次研究中,让新的部件能按照要求安装,在抬吊过程中的起升高度满足既定标准,在制作平衡梁期间,制作成“”型式,同时制作长度为 16.4m,具体如

图 1 所示。

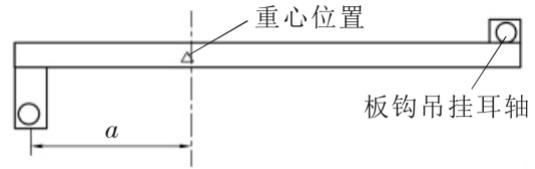


图 1 平衡梁示意图

3.3 吊点的选取

钢水接收跨的 230t 行车和浇铸跨的 125t 行车在工作期间,如果想要对同一物件一同吊运,要求两台行车的额定起重量之和应该比被吊运物件的重量大。在选择吊点时,考虑钢包的重心位置,最好选择离重心较近的位置作为吊点,减小倾斜和不稳定的风险^[5]。为了增加稳定性,在吊点周围设置支撑结构,如使用脚手架或添加临时支撑物,减少潜在的倾斜和摇晃。同时使用专业的吊装设备,如吊索、起重机或吊车,提供足够的承载能力和稳定性,降低意外发生的风险。在具体吊运期间,如果应用的是平衡梁吊运方式,要严格按照要求操作:

$$G_{物} + G_{梁} \leq Q_{n1} + Q_{n2} \quad (1)$$

结合公式(1)分析:

$G_{物}$ 表示的是被吊物的重量,单位用 t 表示;

$G_{梁}$ 表示的是平衡梁的重量,单位用 t 表示;

Q_{n1} 表示的是钢水接收跨的 230t 行车额定起重量,单位用 t 表示;

Q_{n2} 表示的是浇铸跨的 125t 行车额定起重量,单位用 t 表示。

在进行钢包回转台整体更换期间,被吊物的最大重量为 190t,通过分析厂家设计制作的平衡梁吊具分析,重量为 37.5t,结合两台行车的各项参数,其额定起重量分别是 230t 和 125t,将两个数值代入到公式(1)中,具体计算为:

$$G_{物} + G_{梁} = 190 + 37.5 = 227.5t \quad (2)$$

$$Q_{n1} + Q_{n2} = 230 + 125 = 355t \quad (3)$$

由此得出:

$G_{物} + G_{梁} < Q_{n1} + Q_{n2}$, 与公式(1)中平衡梁的吊装条件符合。

针对平衡梁而言,主要是将被吊物的重量科学分配给钢水接收跨和浇铸跨的承载构件,因此无论是刚度条件还是强度,均要达到既定要求,保证吊运工作在推进过程中,整个过程能保持稳定、安全与可靠,降低安全事故出现概率。在吊运期间,将两台行车额定起重量额 Q_{n1} , Q_{n2} 作为依据,对平衡梁的吊点合理选取,确保在吊运物件过程中,每台行车的负荷始终在额定起重量范围内,不会出现超出的情况。当两台行车共同工作时,起重量不一致,即 $Q_{n1} \neq Q_{n2}$ 且 $Q_{n1} > Q_{n2}$, 用于平衡梁并利用双吊点吊运期间,

平衡梁的受力情况如图 2 所示。

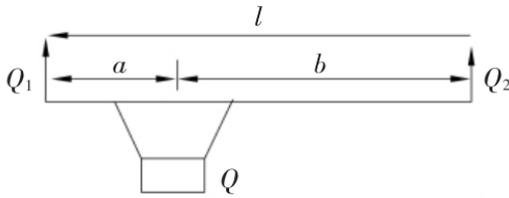


图 2 平衡梁受力情况

当荷载 $Q = Q_1 + Q_2$ 时，吊点的位置应为：
$$a = Q_2 l / Q \text{ 或 } b = Q_1 l / Q \quad (4)$$

在这种情况下，载荷分布在梁的两个点，梁的弯矩会随之减小，有助于梁承载力的提升。同时对施工现场展开实地测量，根据测量结果，在钢包回转台吊运时，钢水接收跨的 230t 行车板钩向 L 列能开到的极限位置是板钩钩腔中心距离钢包回转台中心 5.5m 左右，浇铸跨的 125t 行车则是 4m 左右。所以，公式 (2) 中应该超过 5.5m，具体计算如下：

假设在抬吊过程中，最大荷载为 $Q_{n1} + Q_{n2} = 230 + 125 = 355t$ ，因为平衡梁在设计期间，总长度为 $L = 16.4m$ ，则有：

$$a = \frac{Q_2 l}{Q} = \frac{125 \times 16.4}{355} \approx 5.77m \quad (5)$$

又因为在抬吊过程中，最大荷载为 $G_{物} + G_{梁} = 190 + 37.5 = 227.5t$ ，比两台行车额定起重量之和的 355t 小。同时，为确保抬吊期间，钢水接收跨的 230t 行车板钩向 L 列方向开动时，空间位置充足。所以，在选择平衡梁吊点重心 a 过程中，应该比计算得出的 5.77m 结果大。在本次研究中，选择的吊点重心 a 为 7m。

3.4 吊装

在钢包回转台整体更换期间，吊装是非常重要的环节，关系到最终的更换效果以及后续的生产，需要格外注意，严格按照流程操作。

(1) 吊装前的准备工作。在进行吊装前，对吊装设备进行检查和准备，确保起重机、吊具和安全绳等设备完好无损，并且符合相关的安全标准。必须在相关部门的领导下，设备、操作以及生产等相关人员要对整个过程了如指掌。对钢包回转台进行全面的检查和评估，了解其重量、尺寸和结构特点，以确定合适的吊装方案和设备选择。由于被起升高度制约，为保证吊装高度能满足要求，临时拆除钢水接收跨的 230t 行车和浇铸跨的 125t 行车板钩的上升限位。由于被板钩南北方向开动极限位置限制，所以要确认两台行车的主小车限位，明确是否有安全隐患等因素存在。全方位检查两台行车的金属结构、机械和电气，尤其是对一些比较重要的零部件，包括起升机构、制动器、钢丝绳等，应该加大重视程度，重点且仔细检查，如果在检查过程中发现有缺陷，禁止使用并采取科学的方式处理。

在吊运前，两台行车要先进行空载试吊，起吊平衡梁进行协调性试车，并对两台行车的相同机构同时开动，对两台行车的工作速度进行测量，明确两台车的差异，同时对两台车的协调性、同步性系统检查。提前确定各自的工作档位，让两台车保持相同的速度或者速度接近。倘若两台车的速度差别很大，可以提前确定断续工作协调方案，保证在正式吊运期间，不会出现不协调的问题，降低安全事故出现概率。

(2) 正式吊装。在对钢包回转台整体更换过程中，除了回转台上的零星设备之外，均需要依照几大件进行抬吊吊装，包括回转体、底座等，根据吊装方案，安装合适的吊具，如吊索、钢丝绳、吊具架等，确保吊装过程中的稳定性和安全性。结合实际情况，对钢包回转台进行位置调整，以便吊装能顺利进行。依照操作计划，安排专业人员操作起重设备，将钢包回转台整体抬吊到指定位置。在吊装过程中，应该保证吊装速度适宜，避免发生倾倒或碰撞等意外情况。在本次研究中，以回转体组件的回装为例，吊装过程为：

①在钢包回转台西侧位置，放置平衡梁存放架，并与西侧的烘烤器相邻。

②让两台行车密切配合，起吊平衡梁并放置在吊具存放台上，并把控好方向，最好为南北朝向。运用钢水接收跨的 230t 行车起吊上回转体，放置在钢包回转台北面的过渡平台位置。

③将钢丝绳、卸扣挂在平衡梁上，让两台行车密切协作，吊起平衡梁，同时移动到上回转体上部位置。之后采取合理的方式连接上回转体和卸扣，在同一时间，两台行车起钩，将部分力传递给钢丝绳。

④在两台行车的共同配合下，以缓慢的速度将平衡梁吊起。在此过程中，尽可能将平衡梁放低，保证吊装空间不会出现不充足的情况。同时，根据箭头的方向，同步位移到大包回转中心位置。

⑤因为回转体的体积和重量较大，所以在下落和安装就位时，应该特别留意，将速度放缓。最后将卸扣取下，将平衡梁抬吊平移到吊具存放台上。

(3) 吊装注意事项。为保证吊装过程的安全稳定，避免出现安全事故，在吊装期间，应该格外注意。如在选择吊装设备时，应根据钢包的重量和尺寸来确定合适的起重机械，确保设备的承载能力和稳定性能满足工作要求；吊装时要对行车工、地面指挥的联系信号、手势进行统一；整个吊运过程必须安排专门的人员指挥；各种作业人员要有明确的分工，将责任落实到位，安排安全监督人员负责检查现场的安全；实施吊装前，应制定详细的吊装计划，并将其与相关人员进行沟通和确认。保证每个环节都有清晰的责任分工和沟通；在正式吊运过程中，先让行车起升机构慢速起吊，在被抬物件离开结合面 200m 左右时，下

降制动,对起升机构制动器全面检查,明确工作情况,是否安全可靠,在没有任何问题的基础上,开展后续起吊工作;在吊装过程中,严格遵守相关的安全规定和操作规程,穿戴好个人防护装备,维护人员安全;实时的监控和检查,保证吊装的稳定性和安全性。如发现异常情况,应立即停止吊装并进行处理。

4 结束语

综合而言,抬吊在钢包回转台整体更换中的应用是一个复杂而关键的工程,需要合适的抬吊设备、专业的操作人员和严格的安全措施。通过正确的操作和维护,可以确保整体更换过程的顺利进行,并提高钢铁冶炼工艺的效率 and 安全性。因此,为实现钢包回转台整体更换,有效解决吊装难的问题,应该结合实际情况,加强对抬吊的应用。

[参考文献]

- [1]董立桐.连铸机钢包回转台回转轴承故障分析及处理措施[J].天津冶金,2022(5):41-43.
 - [2]王健,倪杰.钢包回转台更换技术的研究应用与推广[J].冶金管理,2021(7):35-36.
 - [3]马克,陈汉民.钢包回转台轴承紧固方式及力矩分析[J].冶金设备,2018(1):21-22.
 - [4]党红纲,谢欣荣.钢包回转台检修方案设计[J].冶金设备,2018(2):18-20.
 - [5]王强,马征.抬吊在钢包回转台整体更换中的应用[J].机械工程师,2012(3):133-135.
- 作者简介:郑锬锬(1984.7—),男,汉族,武汉大学机械设计制造及其自动化专业毕业;现任中冶南方连铸技术工程有限责任公司项目管理部项目经理,工程师。