

# 提高方坯连铸机振动精度实践

林挺<sup>1</sup>,张佳亮<sup>2</sup>,李佳奇<sup>1</sup>

(1.新余钢铁集团有限公司,江西 新余 338000;

2.北京化工大学化学工程学院,北京 100029)

**摘要:**为了提高方坯连铸机振动精度,文章通过对新钢集团两台方坯连铸机进行全方面、全流程系统性深入研究分析,发现在振动框架安装流程上标准化作业程度低、振动水平度检测设备精度低、备件寿命周期性更换执行效果差、日常点巡检工作有所欠缺,通过使用高精度激光水准仪检测振动大梁及振动框架的水平度,提高在线振动关键设备使用精度、加强在线振动设备的周期性寿命管理、对振动关键设备做为重点设备制定相应点检计划及点检流程图、转变员工观念厘清职责强化操检协调工作等方面工作,方坯连铸机的振动精度得到质的飞跃,偏摆数值大幅降低,横向偏摆 $\leq 0.1\text{mm}$ ,纵向偏摆 $\leq 0.7\text{mm}$ ,铸机拉速 $3.2\text{m/min}$ 的恒拉率大幅提高,恒拉率达 $85\%$ 。

**关键词:**振动框;水平度;检测精度;备件寿命

近年来,高效连铸是连铸工艺发展的热点之一,采用高效连铸可以提高连铸机的产能,降低能耗,实现钢铁产业的绿色发展。结晶器作为连铸机的“心脏”,承担着中包流入的钢水并使之按规定断面形状凝固成初生坯壳<sup>[1]</sup>,其振动方式及振动精度对拉速、铸坯质量有着极其重要的影响<sup>[2]</sup>,能够有效防止坯壳发生粘结被撕裂产生粘结漏钢,从而确保生产的稳定顺行。

为提高新余钢铁集团方坯连铸机(以下简称方坯连铸机)振动精度,对振动框架安装检测、日常点检、维护保养等方面进行深入、系统、全面的检查,发现在安装精度、备件寿命、日常点检等方面存在不足,调整后振动精度得到大幅提高,高拉速方坯连铸得到实现,铸机拉速 $3.2\text{m/min}$ 的恒拉率较之前有大幅提高,恒拉率达 $85\%$ 。

## 1 振动现状

新余钢铁现有方坯连铸机2台,浇铸断面 $160\times 160\text{mm}$ ,均为六机六流,铸机的主要参数如表1。

方坯连铸机振动装置主要由电动缸、连接臂、板簧、振动框、油气润滑系统、冷却装置等部件组成<sup>[3-4]</sup>,在生产过程中,通过模型、接近开关控制电动缸上下振动位置,由电动缸提供动力,在电动缸顶部与振动框架通过销轴锁紧,以振动大梁为支点,通过电动缸上下振动带动振动框架,实现结晶器的振动。结晶器的振动方式为正弦振动,振动频率为 $f=50\text{V}+80$ ,振幅 $4\text{mm}$ ,其振动精

表1 2#方坯连铸机主要参数

项目名称	单位	参数
机型	/	弧形两点渐进矫直
基本半径	m	R8
流间距	mm	1200
断面尺寸	mm	160×160
浇铸钢种	/	普C钢、螺纹钢、冷锻钢、优质碳素结构钢等
铸机调速范围	m/min	0.5~4.0
振动参数		
工作拉速	m/min	1.8~3.5
铸机结晶器液面至切割原点	m	23.5
二冷方式	/	全水冷却
引锭杆型式	/	刚性引锭杆

度主要通过高精度偏摆仪进行测量,测量参数主要为沿拉坯方向的偏摆值(以下称纵向偏摆)及垂直拉坯方向的偏摆值(以下称横向偏摆)。通过对2#方坯连铸六流振动精度进行测量,六个流的振动精度相差较大,存在部分流次横向偏摆、纵向偏摆严重超标(标准:横向偏摆 $\leq 0.3\text{mm}$ ,纵向偏摆 $\leq 1\text{mm}$ )。如表2。

## 2 原因

针对方坯连铸机振动精度低的问题,成立攻关技术组,通过到周边钢厂开展对标找差工作,全面、系统、深入地进行对比后,发现在振动框架安装检测、检测设

表2 2020年8月测得2#方坯连铸机六流振动偏摆情况

拉速 m/min	振程 /mm	横向偏摆/mm						纵向偏摆/mm					
		1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
3.2	8	0.18	0.25	0.83	0.30	0.36	0.90	0.95	0.88	2.08	0.71	1.00	1.18

备精度、关键备件周期更换、电动缸维护保养、日常点检维保方面存在不足,主要为以下四点:

### 2.1 安装过程不标准,设备精度较低

在检修更换振动框架的过程中,标准化作业程度低,检测设备受限,检修时间紧任务重。旧振动框架离线后,对振动大梁水平检测仪依靠气泡水平尺,检测精度为0.5mm/m,不符合振动大梁的检测精度标准0.1mm;振动框架与振动大梁接触面为沿拉坯方向0.4m,垂直

拉坯方向1m的矩形面,实际检测中振动大梁的水平度无法得到保证。利用气泡水平尺测得4个点实际水平值相差大时,通过加减垫片来实现振动大梁的水平,在现场发现存在部分位置垫片达9块,垫片之间出现生锈现象。新的振动框架安装完成后无相应的措施来验证振动框架与结晶器接触面的水平,仅依靠振动偏摆仪测量空载时的振动偏摆。

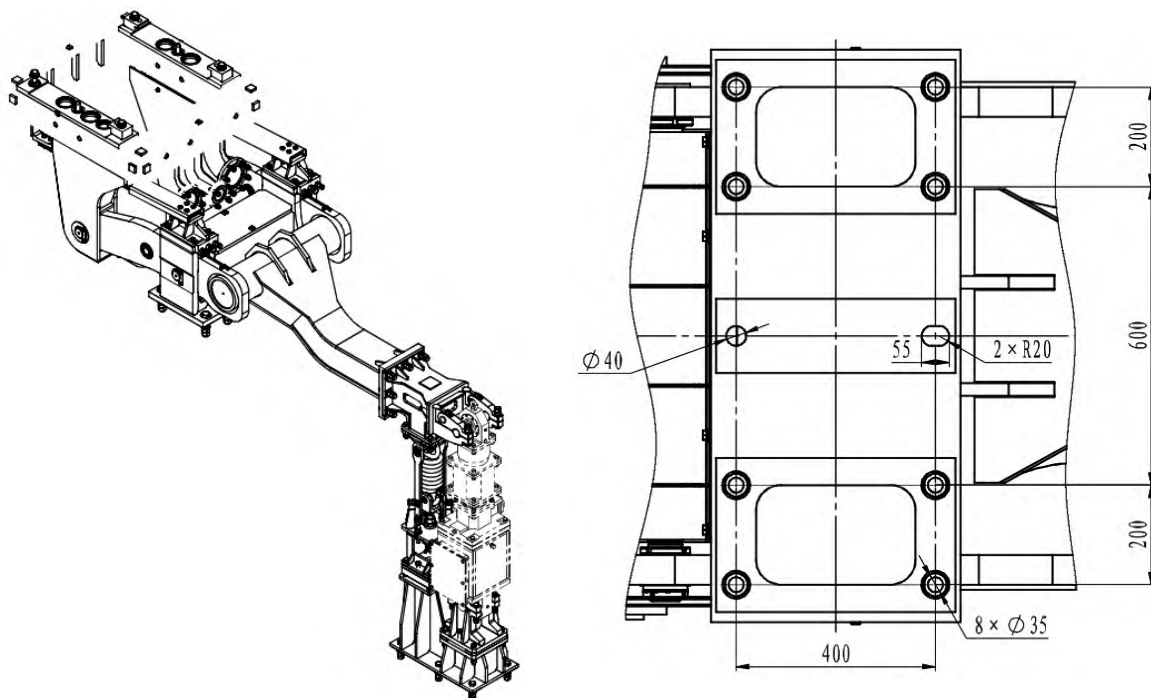


图1 振动装置总图(左) 振动框架与大梁接触面(右)

### 2.2 振动关键备件未定期更换

通过对比发现,方坯连铸机在线生产的六流振动框架、振动电动缸使用寿命不一,其中第一流、第四流振动框架及电动缸使用时间短,振动精度较高,横向偏摆依次为0.18mm、0.30mm,纵向偏摆依次为0.95mm、0.71mm,第三流、第六流使用时间超2年,振动精度较低,横向偏摆依次为0.83mm、0.9mm,纵向偏摆依次为2.08mm、1.18mm。实际生产中振动框架、电动缸、关节销轴等设备经过长时间的振动,关节销轴的磨损度、振动大梁的水平度、振动框架的水平度均未安排及时检测,设备精度得不到保证,相应的振动精度也无法确保。如表3。

### 2.3 电动缸维保工作欠缺

在实际生产中,对电动缸重视程度不足,一些简单

的问题被忽视,发生故障后未彻底根除影响因素,影响电动缸的在线使用精度。在锁紧装置上,日常点检工作有欠缺,发生多次小问题,如振动电动缸本体锁紧装置松动,在上下振动过程中电动缸存在横向晃动;电动缸底座螺丝出现松动,上下振动精度受到影响等;在限位装置上,振动电动缸与缓冲弹簧的机械限位未安装好,振动过程中关节处销轴持续与机械限位发生碰撞,机械限位磨损严重,影响在线设备的振动精度;在润滑方面上,振动电动缸的油气润滑系统报警功能缺失,需要现场拆盖检查润滑油量,发生泄漏后关节润滑得不到保证,造成在线振动装置关节位置磨损严重影响振动精度;在设备冷却上,依靠压缩空气对振动电动缸本体进行冷却,冷却设备无压力显示及报警,仅依靠出口气体声音大小来判断冷却效果。

表3 2020年8月统计2#方坯连铸机在线设备使用寿命情况

在线时长/月	第一流	第二流	第三流	第四流	第五流	第六流
振动框架	3	8	28	13	18	20
电动缸	15	20	18	5	12	25

## 2.4 操检协调工作不足

在日常生产中,点检工作未起到有效作用,操作人员没有爱护设备的观念,以保生产为主,未兼顾在线设备,对在线设备的点检工作执行较差,在设备受伤害后,未及时发现,设备精度无法得到保障。在停机检修中,检修人员对振动摇臂缝隙、流间板、振动防护板等位置重视程度不够,未及时清理摇臂缝隙、流间板缝隙的渣子,生产过程中渣子容易卡住影响振动精度。

## 3 措施

### 3.1 提高检测精度,规范过程安装

在对振动框架及振动大梁水平度的检测上,摒弃原有的气泡水平尺,改用测绘行业用的高精度激光水准仪,测量精度达0.01mm,发现振动框架水平相差3~8mm不等,振动精度较低。在旧的振动框架离线后,利用水准仪先找到铸机标高点,再测量振动大梁6个点水平,根据测量结果利用标准垫片进行补偿,要求每次更换新垫片并 $\leq 5$ 片。振动大梁水平 $\leq 0.1\text{mm}$ ,允许摆放新振动框架。振动框架安装后,继续用高精度水准仪对振动框架与结晶器底座接触面进行四点检测水平。通过对后期空载及负载的情况下检测振动偏摆,所有流次振动横向偏摆 $\leq 0.15\text{mm}$ ,纵向偏摆 $\leq 0.7\text{mm}$ 。

### 3.2 制定合理寿命周期,加强在线设备精度监管

针对在线振动设备制定合理寿命周期,由于生产漏钢、控流不稳定等事故影响,造成在线设备精度不稳定,根据检测结果初步确定振动框架及电动缸更换周期为24月。对于在线使用寿命超过12个月的振动框架需定期检测振动框架水平度,初步要求各点之间水平度 $\leq 2\text{mm}$ 。任何时候振动偏摆的测量结果超标时,优先确定流间板及摇臂间无异物卡住等其余影响因素正常时,则需重新对振动框架、振动大梁的水平进行检测,确定问题根源并采取措施。

### 3.3 加强对电动缸的维护保养

将电动缸的维保工作作为车间日常点检的重点工作,不仅纳入设备管理人员的日常点检工作当中,并且

将此工作纳入三班操作人员和工艺技术人员点检工作当中。对不同专业的人员设置不同的点检次数、点检内容及点检标准(电动缸晃动、机械限位磨损、锁紧装置是否松动、冷却装置是否正常、润滑是否正常等),发现问题提交至维检单位由维检及时处理,由车间安排对问题处理的验收评价,形成故障的闭环管理。通过三方面人员的共同点检提高电动缸的在线精度。

### 3.4 规范操检协调工作

转变观念,强化操检协同工作,提高站位,平衡生产与检修的计划执行。树立“设备是生产的根本,质量是生产的前提”观念,明确规范在生产中及待机中操作工、检修人员的工作任务,厘清工作界面,制定相应的故障考核制度,责任到人,做到每个节点有人负责,出现问题追究到个人。制定合理点巡检计划,明确详细的点检路线及点检内容,针对振动设备制定专项点巡检制度。

## 4 结语

振动精度影响因素较多,不同的钢厂因生产条件不一影响因素也不尽相同,在实际生产中需抓住关键因素,提高振动精度。文章通过提高振动大梁水平的检测精度,增加振动框架水平度检测流程,振动精度得到大幅改善;制定合理在线的备件寿命周期,专项的点巡检路线及点检流程图,完善振动精度检测的相关文件制度,加强在线设备的精度检测,准确把握设备的更换时机;方坯连铸机的振动精度得到质的飞跃,偏摆数值大幅降低,横向偏摆 $\leq 0.1\text{mm}$ ,纵向偏摆 $\leq 0.7\text{mm}$ ,同时将此参数作为新的振动精度标准参数。

### 参考文献

- [1]许长军,汪琦,胡林,等.板坯结晶器内流场作用下钢液传热凝固的数值模拟[J].特殊钢,2010,31(6):4-6.
- [2]刘建洋.连铸结晶器振动工艺参数比较与分析[J].铸造技术,2021,42(11):976-978.
- [3]何婧,何亚莉.小方坯连铸机结晶器振动装置设计及特点[J].冶金设备,2011,(5):15-18+29.
- [4]邹昌平,李朝晖,陆大成.小方坯连铸机单板簧振动装置机构优化设计[J].重庆工业管理学院学报,1998,(3):1-7.