

Comparison and Transformation of Brake Wheel and Brake Disc in Main Winch Brake System of Blast Furnace

Changyu Xu

Guangdong Taidu Iron and Steel Industry Co., Ltd., Jieyang, Guangdong, 515561, China

Abstract

At present, the blast furnace below 1000m³ mainly uses the winch charging car, so the stability and maintainability of the winch operation is particularly important. Its operation reliability is directly related to the operation rate of the whole charging system, and then affects the operation of the whole blast furnace and even the whole iron making process. In this paper, through the change of the form of the coupling and braking system of the winch system, the upgrading and transformation with small investment and large effect is completed.

Keywords

brake system; brake wheel; brake disc

高炉主卷扬制动系统制动轮与制动盘的对比改造

徐长玉

广东泰都钢铁实业股份有限公司, 中国 · 广东 揭阳 515561

摘要

现1000m³以下高炉主要使用卷扬料车上料, 卷扬机运行的稳定性和可检修性显得尤为重要, 其运行可靠程度又直接关系到整个上料系统的作业率, 进而影响整个高炉乃至整个炼铁流程的运行。论文通过对卷扬系统联轴器和制动系统的形式改变, 完成小投入大效果的升级改造。

关键词

制动系统; 制动轮; 制动盘

1 主卷扬设备的构造原理

笔者所在公司使用的是徐州华冶公司制造的上料设备, 其核心卷扬系统配置为传统的电机加轮式制动的齿式联轴器与减速机高速轴连接, 减速机输出端通过齿式联轴器连接卷筒的传动形式, 制动采用减速机高速轴两侧的轮式制动形式, 减速机采用三环结构, 上述配置在高炉上料系统中配备最多, 中规中矩的配置避免了设备配置选型的风险, 也最容易被大家接受。此配置设备规格型号如表 1 所示。

2 主卷扬改造前存在问题

①此三环减速机内部结构复杂, 运行本身振动大, 需定期更换保养, 公司自身又没有能力进行保养和修复, 只能返回专业厂家进行处理, 造成维修费用高和周期长。

②三环减速机内部需要给曲轴轴承润滑, 油位较高容易

造成漏油, 且减速机温度较高。

表 1 原设备规格型号

序号	设备名称	规格型号	数量(台)
1	变频调速三项异步电动机	YTSZ400L-8 250kW	1
2	带制动轮齿式联轴器	NGCLZ9 YA110×177/ YA110×215-φ710	1
3	三环减速机	TRCI750-29.7 (非知名厂家产品)	1
4	电力液压制动器	YWZ5-710/301 制动力矩 8000Nm	2
5	制动轮	YA110×215-φ710 轮盘 δ 25mm 宽度 200mm	1

③带制动轮联轴器为半钢半齿形式, 电机与减速机间只有不到 400mm 的空间, 再加上制动轮占去了 200mm 的空间, 造成联轴器可利用的找正空间不足 100mm (靠近减速机侧), 安装百分表都困难, 造成找正困难对中效果差, 再加上整个高炉生产节奏限制, 检修时间一再压缩, 在 2014 年出现过由于振动大且长期运行造成电机断轴和减速机轴承破碎的事故。

【作者简介】徐长玉 (1980-), 男, 中国辽宁营口人, 本科, 中级工程师, 从事机械设计制造及其自动化研究。

④高速制动轮联轴器安装在电机轴端，由于自身重量大，造成电机自然放置时后部两个地脚翘起，安装过程中只能借助外力才能让电机平稳就位，由于外力的介入直接影响找正精度。

⑤此制动轮联轴器在找正过程中不能脱开，内齿始终有受力，造成找正数据不真实，影响最终的找正精度，也是找正时间长的影响因素。

⑥制动轮直径大（ $\Phi 710\text{mm}$ ），每个制动轮重量就达到了 87.5kg，转动惯量大造成启动和停止困难，料车限位变化大，定位调整困难，容易造成料车冲顶和料放不净的情况。

⑦由于减速机高速轴有两个制动轮，总重量达到 175kg，造成电机启动力矩增大，停机值由于惯性作用增加了减速机高速轴及轴承的负荷，最终问题就是电机轴承、减速机高速轴和轴承受力大导致使用寿命变短^[1]。

3 改造方案设计

3.1 改造方案原则

就是最大程度利用原有基础和设备，通过关键点和设备的局部改造更换，消除整个传动系统的不利因素，达到调整维护方便，运行故障率低的效果，通过与专业设备厂家沟通，确定减速机形式，通过比对计算选择制动器的规格型号，同时提高安全系数，这其中制动轮联轴器的改造最为麻烦，制作了两套才最终成型。

四套制动器提前线下制作两套整体底座，检修时拆除原有螺栓固定的底座，安装新底座，同样利用 4 颗螺栓固定，然后安装蝶式制动器，调整同步。

轮式制动联轴器改为盘式制动联轴器，要达到安装调整方便的目的，那么制动盘能在找正调整时取下是最方便的，那么原来两个半联轴器中间只有 5mm 的间隙，现在就要达到 30mm 以上才能将制动盘取出，为此电机整体后移 32mm，将电机固定螺栓孔开成长条形保证安装尺寸，还有联轴器外齿位置选择，常规来说外齿都是靠近轴端，为了方便安装百分表座，将外齿往里移，距离轴端尺寸达到 80mm，同时加长外齿套长度，在找正外齿套充分后退留出安装百分表座的位置^[2]，如表 2、图 1 所示。

表 2 改造后设备规格型号

序号	设备名称	规格型号	数量(台)
1	变频调速三项异步电动机	YTSZ400L-8 250kW	1(利旧)
2	高速联轴器	WGP10 YA110×177/ YA110×215- ϕ 710	1(附图)
3	全硬齿面圆柱齿轮减速机	TJY1140-29.7	1
4	电力液压制动器	YPZ2-Ed201/6 制动力矩 7310Nm	4
5	制动盘	YA110×215- ϕ 710- δ 25	1

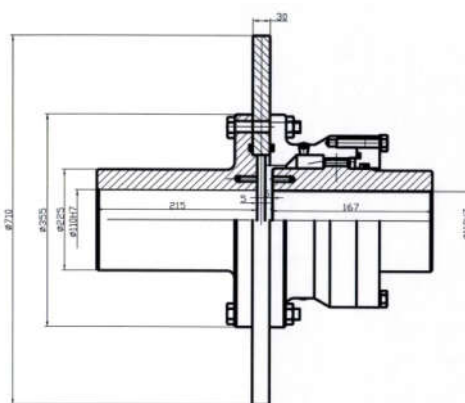


图 1 改造后的制动盘齿式联轴器

3.2 改造后方案优势

①将设计院选用的摆环减速机取消，用硬齿面圆柱齿轮减速机代替，其优点是：硬齿面圆柱齿轮减速机结构简单，内部只有 6 盘轴承，故障率低；由于自身结构和现在材料及加工精度的提高，减速机震动和温度都大幅下降，而使用寿命和传动效率却有很大幅度的提高，从而保证了卷扬系统的可靠性。

②将原有制动轮改成制动盘，制动轮宽 200mm，制动盘只有 30mm 厚，两个制动盘向对于制动轮重量减轻了 175kg，整体安装调整过程方便了。

③加大了联轴器对中调整的空间，通过调整件外齿套的长度和增加内齿的模数使内齿的位置由轴端面移至齿套的最后端，使得件外齿套能够充分地后移，齿的后移使得轴端处有足够的空间安装对百分表座，这样对中可操作空间大，大大缩短对中找正的时间，提高对中精度。

④制动轮改为制动盘后减少了制动轮的重量，进而转动惯量减小，启动和停车都变得平稳，停车点也变的好调整不跑位；转动惯量减小后对电机和减速机轴承的损伤也小了很多，对传动系统的可靠性有一定的帮助；由于转动惯量的减少相应的电机启动电流也减小，有一定数量的电量节省。

⑤轮式制动器改为盘式制动器，考虑到没有现成的案例可参考，制动器数量由原来的两台改为 4 台，制动力矩 7310Nm，实际两台既能满足使用，此方案增加了 1 倍的安全系数。

4 改造效益分析

4.1 改造投入

整个方案设计全部自行完成没有设计费用投入，制作和安装也是自行完成，减速机输出端联轴器利旧，只有设备时外购，减速机一台 20 万元，制动盘一个和带制动盘联轴器一套合计 3 万元，盘式制动器 4 台 3.2 万元，总投入费用约 26.2 万元。

4.2 检修周期

原来检修周期约 20 个月，主要是减速机高速轴轴承和

电机轴承磨损破碎,由于设备空间问题,每次检修都需要20h左右,最长一次24h,2018年7月改造用时20h,底座等加工件都是提前制作检修时整体更换,运行至今已有3年多的时间,未出现过任何问题,2020年7月份有过一次对中精度调整,用时6h,电机振动值由改造前的5mm/s左右下降到2.5mm/s左右,改造后对中精度大幅提高,对中调整时间大幅缩减。如果按照对生产的影响计算,检修一次的时间由20h缩短至6h,由此带来的产量增加,一次产生的效益就远超过投入^[3]。

4.3 节能创效效果

原摆环减速器效率 ≈ 0.90 ,改造后减速器效率 ≈ 0.96 ,转动惯量 $J=1/2mr^2$,由制动轮改为制动盘,质量减轻了150kg,那么转动惯量也相应减少了 $150kg \cdot m^2$,每天正常生产上料200车,每年按照350天生产计算,由转动惯量公式 $EK=0.5 \times \text{转动惯量} \times \text{角速度的平方}$ 可得,两者年产生的转动惯量差 $EK_{\text{差}}=0.5 \times 150 \times (2\pi \times 720/60)^2 \times 200 \times 350/3600000=8282kW \cdot h$,即每年节省的电量为 $8282kW \cdot h$ 。

此卷扬机上矿石时高速工作减速器输出功率约为 $P=200kW$,上焦炭时高速工作减速器输出功率约为 $P=60kW$,电机转速按 $720r/min$ 计算(电机最高工作频率 $48Hz$)。

因减速器效率产生的能耗差:

上矿石:原方案减速器输入功率为 $P_{\text{入}}=P/0.9=200/0.9=222kW$;改造后方案减速器输入功率 $P_{\text{入}}=P/0.96=200/0.96=208kW$;功率差 $P_{\text{差}}=14kW$,按每天工作6h,每天节约电能 $84kW \cdot h$ 。

上焦炭:原方案减速器输入功率为 $P_{\text{入}}=P/0.9=60/0.9 \approx 67kW$;改造后方案减速器输入功率 $P_{\text{入}}=P/0.96=60/0.96=62.5kW$;功率差 $P_{\text{差}}=4.5kW$,按每天工作6h,每天节约电能 $27kW \cdot h$ 。每年节约电能 $= (84+27) \times 350=38850kW \cdot h$ 。

节能创效效果对比如表3所示。

上述两部分年节省电量 $8282+38850=47132kW \cdot h$,电价按照0.6元计算,年创效 $47132 \times 0.6 \approx 2.8$ 万元。

表3 节能创效效果对比

序号	对比项目	对比数据	
		改造前	改造后
1	减速机效率	≈ 0.9	≈ 0.96
2	减速机输出功率(矿/焦) (kW)	200/60	200/60
3	减速机输入功率(矿/焦) (kW)	222/67	208/62.5
4	每天上料次数(次)	200	200
5	电机转速(r/min)	720	720
6	年工作天数	350	350
7	每天工作时间(矿/焦) (h)	6	6
8	转动惯量差	改造后减少 $150kg \cdot m^2$	
9	每天能耗差(矿/焦)	84/27(kW)	
10	因转动惯量年度节约电量(kW·h)	$0.5 \times 150 \times (2\pi \times 720/60)^2 \times 200 \times 350/3600000=8282$	
11	因减速机效率年度节约电量(kW·h)	$(84+27) \times 350=38850kW \cdot h$	

5 结语

在生产过程中作为配套设计供货,不存在设备不匹配的问题,但是随着技术的进步,新技术新设备更新速度变快,原来不能实现或实现困难的事变得容易。那么这就需要作为技术人员的我们多学习这些新技术,多了解这些新设备,结合生产实践,投入最少的成本,局部改造或更换一些关键点的设备,使得设备运行更平稳或者检修维护更方便,再者就是有着明显的节能效果,总之在不影响整个生产工艺和节奏的前提下,利用最低的投入或最短的时间能使整条生产线更顺畅更高效地运行,由点及面地将原有设备改造升级,为企业创造更大的直接或间接的效益。

参考文献

- [1] 赵玉华,邵晓明,刘汉涛.高炉主卷扬电气控制系统改造[J].中国设备工程,2013(1):51-52.
- [2] 王庆龙,杨继钢,王红凡,等.高炉主卷扬液压站系统研究与改进[J].莱钢科技,2009(3):25-26.
- [3] 敬大钊.高炉主卷扬控制系统的改进[J].冶金设备管理与维修,2020,38(4):3.