

新钢业炼钢厂KR法铁水脱硫搅拌装置改造

曹先海

(攀钢集团西昌新钢业炼钢厂,四川 西昌 615000)

【摘要】攀钢(集团)西昌新钢业有限公司炼钢厂,于2007年建成一套60t铁水罐KR法铁水脱硫搅拌装置,该装置建成后,设备故障不断,设计制造厂家现场安装调试人员不能解决。为使该装置尽快投用,新钢业炼钢厂等部门技术人员联合攻关,通过对设计缺陷逐一分析,对该铁水搅拌装置和升降小车升降机构进行了彻底改造,最终取得较好使用效果。

【关键词】KR法铁水脱硫搅拌装置;竖架立柱;升降小车架箱体;传动轴;圆锥滚子轴承;轴承座

【中图分类号】TF704.3 **【文献标识码】**A **【文章编号】**1673-1891(2011)01-0023-04

1 简介

四川攀钢(集团)西昌新钢业炼钢厂2003年建成,设计钢产量为100万t/年,有1座50t转炉和2座30t转炉,两台方坯连铸机,其中1#50t转炉主要用于提钒,两座30t转炉用于炼钢,原为民营企业,2008年被四川攀钢(集团)收购。

2006年中期,为了降低炼钢入炉铁水中硫磺含量,新钢业炼钢厂在没有脱硫设备下,利用喂丝机对铁水进行喂镁包心线脱硫,虽然也能降低铁水中含硫量,但成本相对较高,2007年初,新钢业炼钢厂对目前国内部分钢厂采用的喷吹法和KR法两种铁水脱硫方式进行了反复论证比较:喷吹法虽然生产能力大,但每套投资在一千万元左右,不仅所需场地大,而且运行成本相对较高,而对于60t以下的中小铁水罐,采用喷吹法效果却没有KR法搅拌脱硫效果好,因为中小型铁水罐体高度较低,通过喷枪吹入铁水罐内的脱硫剂还未与铁水中硫磺完全反应便很快浮到面上,而采用搅拌形成的旋转涡流使脱硫剂与铁水反应充分,基本没有反应死角,脱硫剂耗量少,金属损耗低,更重要的还是KR法搅拌脱硫投资相对少,运行成本低,占地少等优点,这对于还负有建厂外债的民营企业来说,节约投资费用是最重要的选择。

根据厂房布局和生产工艺需要,KR法脱硫搅拌装置只能建在原料跨厂房内靠厂房立柱边缘的1435mm轨距的火车道上(炼铁厂送铁水轨道),而原料跨厂房内桥式起重机轨面标高仅16.7米,在对需要通过脱硫搅拌装置上方的100/40t和75/20t两台桥式起重机的司机室底面高度由原12米升高到14米后,新建的KR法搅拌脱硫装置的最大高度不得超过13.5米,与国内多家钢厂的KR法搅拌脱硫装置最低标高20米相比,新钢业炼钢厂的KR法搅拌脱硫装置,就不能参考借用现成技术,只能压缩

升降小车架高度和传动轴长度。在KR法铁水脱硫搅拌装置结构中,小车架高度越大,车架上下两端升降导向轨轮安装距离就大,上下轨轮与4根竖架立柱的接触面大,升降小车稳定性就好;传动轴越长,传动轴上下两端轴承座距离越大,在搅拌头旋转作业时,搅拌头产生的径向跳动量对传动轴影响就越小,旋转就越平稳。

2007年8月,新钢业通过招标方式,武汉某厂以165万元的最低报价中标(不包括自建辅助平台和烟气除尘部分,另几家报价都在600万元以上),在新钢业炼钢厂原料跨厂房内建成一套结构十分紧凑,标高13.5米的60t铁水罐KR法铁水脱硫搅拌装置,该搅拌旋转机构电机110kw,1500r/mim,搅拌头旋转速度0~130r/mim可调,搅拌头最大升降行程4000mm,袋装脱硫剂用人工从5.2米平台通过下料溜槽向铁水罐内投放。

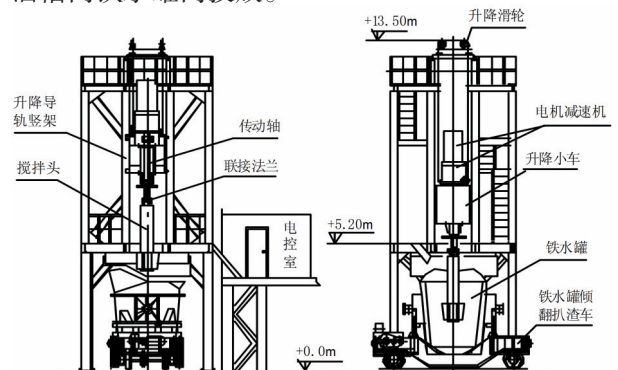


图1 新钢业炼钢厂60t铁水罐铁水脱硫搅拌装置

2 存在问题

由于厂家是低价竞标,并且是第一次设计制造KR法铁水脱硫搅拌装置,设计人员缺少对高温、重载、高粉尘、恶劣环境使用要求了解,为降低设备制造费用,一切从简,将外购标件液压缸、滚动轴承和各规格型钢等,均按轻型选用,而当时在新钢业内部,大家对KR法铁水脱硫搅拌装置设备结构和使

用性能了解不多,对设计方案也提不出异议,当该铁水脱硫搅拌装置建成后,搅拌机构中机械部分存在的设计制造缺陷便逐个一一暴露出来,迟迟不能进行正常试车。

2.1 安装在升降小车架箱体上顶和下底的4个 $\phi 100/\phi 50 \times 100$ 后耳环式顶紧液压缸选型错误,未选用刚度较大的 $\phi 100/\phi 70 \times 100$ 通用缸径规格液压缸,直径 $\phi 50$ 的活塞杆刚度、强度均小,液压缸吊挂安装稳定性差,摆动大,且液压缸顶紧4根竖架立柱中对角线的2根立柱,只限制小车架纵向方向的自由度,而对小车架横向方向自由度限制,则采用焊在小车架箱体上与液压缸对角线垂直的限位挡板定位,但限位挡板与立柱之间存在不可调25~35mm间隙(间隙太小影响小车架升降),当搅拌头作业时,搅拌头在较高速度旋转产生的惯性反作用力作用在小车架箱体上,使限位挡板对竖架立柱产生左右晃动频繁碰撞,造成竖架较大振动;小架顶紧液压缸供油液压站控制系统设计不完善,上下4个液压缸活塞杆伸缩不能同步,液压缸进回油路缺少单向阀锁紧机构, $\phi 50\text{mm}$ 的液压缸活塞杆随小车架左右横向晃动频繁伸缩,容易使活塞杆产生弯曲变形。

2.2 升降钢绳滑轮设计不合理,采用轻薄型 $\phi 230\text{mm}$ 外购小滑轮,与 $\phi 17.5\text{mm}$ 钢绳比值 $e=D/d=230/17.5=13.14$,远低于《起重机械设计手册》滑轮与钢绳直径比值 $e=D/d \geq 18-35$ 中的18最小比值,使钢绳的弯曲应力成倍增大,仅投用半月,钢绳表面便产生较大长度范围的断丝拉毛,直接影响安全生产。

2.3 在脱硫搅拌升降导轨竖架顶部平台,安装有利用300轻型槽钢制作的5组卷扬升降机构钢绳升降和倒向定滑轮的 $2000 \times 2000 \times 900\text{mm}$ 矩形方框支架,因槽钢支架刚度差,同时受到小车架升降钢绳向下拉力和钢绳水平倒向的横向拉力,支架投用不到1月便产生严重内凹和下挠弯曲变形,虽对支架加固,效果不好,框架内凹下挠变形后使三个钢绳升降定滑轮向内凸出倾斜,直接影响搅拌小车架升降安全使用。

2.4 联接立式减速机下底 $\phi 190 \times 220\text{mm}$ 输出轴端和搅拌头的中间段 $\phi 220 \times 2500\text{mm}$ 传动轴,采用 $\phi 219 \times 30 \sim 2200\text{mm}$ 无缝管与一段 $\phi 190 \times 360\text{mm}$ 轴头拼焊,传动轴上、下两轴承间距1400mm,上、下轴承分别32038和32044单列圆锥滚子轴承,上轴承安装在 $\phi 190\text{mm}$ 轴颈,为满足传动轴下轴 $\phi 219\text{mm}$ 内径在在 $\phi 219\text{mm}$ 钢管上安装,将钢管外表面堆焊成 $\phi 220 \times 80\text{mm}$ 轴颈和 $\phi 230 \times 40\text{mm}$ 轴承限位轴

肩。因钢管与轴头拼焊接头刚度低,空心轴使用不到两月便被甩弯,又进一步增大传动轴下端联接的搅拌头偏心甩动量,使升降小车架对竖架立柱的碰撞振动量急剧增大,直接影响安全生产。

2.5 传动轴与下端吊挂打结耐材料的搅拌头 $\phi 420 \times 60\text{mm}$ 的上下两联接平法兰设计不合理,法兰平面虽然有12个 $\phi 32\text{mm}$ 孔,上、下法兰本应用 $\phi 32\text{mm}$ 杆径的精制柱销螺栓联接,但因安装在传动轴下端的法兰,与多个周转使用的搅拌头的法兰螺孔不是同批次配钻加工,故上、下法兰螺孔不完全对位,只能用杆径 $\phi 30$ 和 $\phi 24$ 的螺栓相互配合使用,而该螺栓除承受搅拌头约5t重量外,还承载搅拌头在铁水中旋转时铁水阻力产生的扭矩,因螺栓杆受力不均匀,在多次更换搅拌头时,经常有2~3个螺栓被剪断,存在一定安全隐患。

2.6 传动轴上、下端选用32038($\phi 190/\phi 290 \times 64$)和32044($\phi 220/\phi 340 \times 76$)型特轻宽单列圆锥滚子轴承不合理,该特轻宽系列轴承不宜用于重载、高温、高粉尘恶劣使用环境,特别是联接在传动轴下端自重约5t,长2800mm的搅拌头在较高速度下旋转产生的径向偏心跳动,对下轴承使用寿命影响最大,造成下轴承损坏快,使用寿命较低,通常使用1~1.5月便需更换,而更换轴承需拆卸电机和减速机,每次均需20小时左右,成为直接影响脱硫生产的最大故障。

2.7 安装搅拌头旋转机构的升降小车架被压缩高度后,将升降小车架设计为长宽高分别为 $1430 \times 1430 \times 1600\text{mm}$ 钢板焊接的封闭箱形体。箱体上顶面法兰安装搅拌机构立式减速机,箱体内中法兰安装传动轴上轴承座,箱体下底面法兰外侧安装传动轴下轴承座,中法兰和下法兰各螺孔均设计成8个M24内螺孔,而这种结构存在设计缺陷。

2.7.1 当底平面面积为 0.6m^2 的搅拌头插入铁水内约1500mm深度时,由于铁水密度大,搅拌头具有一定的下降速度,铁水对搅拌头将产生一个较大向上的反作用推力,该推力通过上轴承传递在中法兰内螺孔上,而该内螺孔加工误差使内径又比标准螺孔偏大1mm以上,使内外螺纹结合面高度减少,在外载荷频繁冲击下,容易使螺纹失效,经划刻度检查,搅拌头插入铁水时传动轴上窜10~15mm,在更换上轴承时,上轴承座8个法兰紧固螺栓均是松动的。

2.7.2 传动轴下轴承座用8个M24螺栓与升降小车箱体下法兰内螺孔相联接,总重约6t的耐火材料打结搅拌头和传动轴直接作用在下法兰内螺孔螺纹上,而搅拌头十字形卡爪表面的耐火材料打结层厚

度和对称重量有一定误差,再加上 $\phi 219 \times 25 \sim 2800\text{mm}$ 无缝钢管和顶端法兰焊接时又有一定量的不同轴度误差叠加,当十字形搅拌头在较高速度旋转时,必将产生动态不平衡径向跳动,使承载搅拌头重量的小车架箱体下法兰内孔螺纹承受合成动载荷频繁冲击,容易使下法兰内孔螺纹失效,为保证安全,炼钢厂只能用多个卡板将下轴承座法兰焊在小车架箱体下底面。而传动轴下轴承使用寿命和更换时间通常在1~1.5月左右,每次更换下轴承,必须将卡板割断后,并再重新焊接,仅每次对下轴承座割焊,至少需3~4小时。传动轴下轴承座套采用 $\delta 12 \times 460\text{mm}$ 卷板焊接,刚度低,经几次割焊后,法兰平面和卷板套已产生变形,直接影响轴承安装精度和使用寿命。

2.7.3 传动轴上下轴承采用单列圆锥滚子轴承,却缺少对圆锥滚子轴承轴向间隙调整,上轴承座安装在小车架箱体内无法调整,下轴承座又被焊在小车架箱体下底部,不仅无法调整,还无加润滑脂孔,虽然在更换新轴承时将其加满润滑脂,但在进行铁水搅拌,下轴承座受到高温烘烤,轴承座橡胶油封老化损坏,润滑脂容易流失,使下轴承润滑不好,轴承内外圈锥孔与滚动体磨损加快,轴向间隙增大,又进一步使搅拌头偏心甩动量增大。

3 改造方案

针对炼钢厂KR法铁水脱硫搅拌装置在使用中暴露问题,制造厂家现场安装调试人员束手无策不能解决,为使该装置尽快投用,新钢铁领导提出不能等靠厂家来解决问题,组织新钢铁炼钢厂、机电工程公司和相关职能部门工程技术人员联合攻关,对设计缺陷逐一分析,集思广益,筛选出最实用、最简便,费用最少的改造方案。

3.1 调整安装在升降小车架箱体上顶和下底的4个 $\phi 100/\phi 50 \times 100$ 后耳环式顶紧液压缸位置,增加液压缸前端吊挂固定支座,减小液压缸顶头摆动量;对液压站控制系统改造,在液压管油路上增加液压锁机构,保证液压缸与竖架立柱的顶紧力;再增加一套液压管油路控制系统,因液控系统小故障较多,处理故障要影响正在进行的铁水脱硫搅拌作业,新增控制系统可与原系统随时在线切换使用;新液压缸备件按 $\phi 100/\phi 70 \times 100$ 订货,增大活塞杆刚度和液压缸稳定性。

3.2 在KR法铁水脱硫5.2米平台上面,即用4根 $\delta 16 \times 120/200 \times 4000\text{mm}$ 钢板制作成不等边角钢座,并焊接在与液压缸顶紧限位方向相反面竖架立柱内侧横梁中间,形成两条宽度 $190 \times 4000\text{mm}$ 竖直滑

槽;在滑槽与小车架箱体对应两侧上下钢板壁上焊接4个长宽高为 $180 \times 182 \times 160\text{mm}$ 限位滑块,滑槽与滑块间隙为5~8mm,当搅拌头旋转时,将箱体两侧滑块夹在滑槽内,限制小车架箱体相对于竖架未被液压缸顶紧的另一方向的左右晃动量,以此降低小车架箱体晃动对竖架立柱的碰撞的振动强度。

3.3 重新设计安装在竖架顶部和小车架箱体面升降机构的定、动滑轮组和滑轮座,综合竖架顶端最大高度限制和使用要求,将升降机构所用的10套新滑轮外径设计为 $\phi 350$,满足与 $\phi 17.5\text{mm}$ 钢绳比值 $e = D/d = 20 \geq 18$ ^[1]规范要求,增大滑轮直径,有利于降低钢绳弯曲应力,提高钢绳使用寿命。利用炼钢厂150mm废连铸方坯,制作成刚度和强度较大的安装在竖架顶部的 $2000 \times 2000 \times 800\text{mm}$ 矩形方框滑轮支架,替换已产生严重内凹和下挠变形的槽钢滑轮支架。

3.4 重新设计联接减速机输出轴与搅拌头的 $\phi 220 \times 2500\text{mm}$ 中间传动轴,将原 $\phi 219 \times 30\text{mm}$ 钢管焊接空心轴改为实心轴,提高传动轴强度和刚度,防止弯曲。

3.5 重新设计传动轴下端与搅拌头的两联接法兰,法兰外径和螺孔中心距不变,适当增加其厚度,在两法兰联接平面增加一个 $\delta 55 \times 110 \times 420\text{mm}$ 横键,利用横键承担搅拌头在铁水中旋转产生的扭矩^[2],而原上、下法兰联接螺栓就只承担下端搅拌头的重量。

3.6 传动轴上、下两端仍然采用单列圆锥滚子轴承,但将上、下轴承分别由原32038型和32044型特轻宽系列改为32238($\phi 190/\phi 340 \times 97$)和32244($\phi 220/\phi 400 \times 114$)轻宽系列,虽然新轴承内径与原相同,但新轴承外径和厚度有较大增加,新轴承的额定动、静载荷^[3]均比原来增加了80%以上,有利于提高轴承在恶劣环境下使用寿命。

3.7 重新按新轴承安装尺寸设计传动轴上、下轴承座,由原钢板拼焊改为铸钢整体结构,并增大轴承座套壁厚,增加抗变形强度^[3]。

3.7.1 对小车架箱体上安装传动轴上轴承座的中法兰M24失效螺孔改造,将螺孔适当较大,并在小车架箱体钢板割孔检修孔(随后再将孔补上),通过该孔在箱体内的中法兰每个螺孔下平面焊接2个标准螺母,在原每个螺孔下采用焊接双螺母目的是增加螺栓与螺母旋合面高度,防止螺栓松动和螺纹失效打滑。

3.7.2 为解决原下轴承座在每次更换新轴承时,均需割断轴承座法兰与小车架下法兰底板焊接的8个固定卡板缺陷,将原高度 $\delta 12 \times 460\text{mm}$ 卷板制作的

轴承座套分为两段,上段法兰套高度 200mm,与小车架下法兰螺孔相联并用卡板焊接固定;下段轴承座套高度 350mm,上下套对接面采用凹凸对应圆环止口对中定位,利用该止口联接面,通过增减橡胶石棉垫板厚度,解决原下轴承座结构不能对圆锥滚子轴承轴向游动间隙调整缺陷;在下轴承座套外壁设计 3 个注油螺孔,使传动轴在任意旋转位置,均方便检修操作人员对下轴承加油;在下段轴承座套 $\phi 221\text{mm}$ 孔下底面,设计装填浸油石棉盘根填料槽,解决原橡胶油封在高温下容易老化损坏漏油问题。

4 改造使用效果

2007 年 10 月,新钢业炼钢厂在机电工程公司大力协助下,对接影响 KR 法铁水脱硫搅拌装置缺陷逐项进行改造,先后完总重约 3t 改造所需的大小数十种零部件的加工制作和安装,使 KR 法脱硫搅拌装置完成试车并投入正常运行。

2009 年 3 月,炼钢厂完成对搅拌装置传动轴上、下新轴承座结构改造后(图 2),传动轴新轴承使用寿命由原 1.5 月左右提高到 7 个月左右,设备故障率大大降低,保证了炼钢生产需要,改造取得了比较好使用效果。

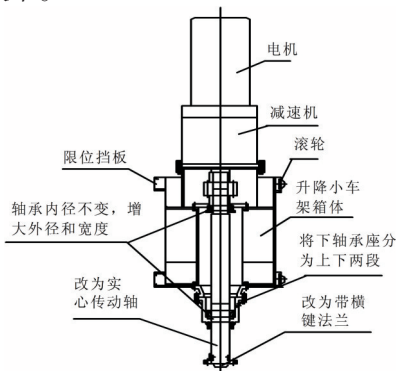


图 2 改造后铁水脱硫搅拌机构

5 效益分析

新钢业炼钢厂这套 KR 法搅拌脱硫装置中标价

注释及参考文献:

- [1]张质文.起重机械设计手册[M].北京:中国铁道出版社,2001.
- [2]成大先.主机械设计手册(第四版)[M].北京:化学工业出版社,2002.
- [3]刘鸿文主编.材料力学(第二版)[M].北京:高等教育出版社,1985.

为 165 万元,加上对搅拌机构改造重约 3t 各种零部件加工费 7 万元,再加上轴承等其它常用易损外购标件费,其总费用也不会超过 200 万元,是目前国内所有炼钢厂对铁水脱硫设备中投入费用最少,在十分狭窄的旧厂房内建成的结构最紧凑的 60t 铁水罐搅拌脱硫装置,结构虽然相对简单,但对铁水脱硫效果却很好,而且运行成本最低,能满足新钢业炼钢厂当前 100 万 t/年生产规模关键的生产设备,与国内其它投资近千万元建成的铁水脱硫装置的钢厂相比,新钢业炼钢厂的这套铁水脱硫装置至少节约了 500 万元,取得了较大的经济效益和社会效益。

6 结语

新钢业炼钢厂 KR 法搅拌脱硫装置虽然在安装初期曾暴露出许多先天设计制造缺陷不能使用,但经过新钢业有关领导和工程技术人员共同努力,最终完成改造(见图 3),并达到目前较好使用效果,但是,搅拌装置传动轴下轴承的使用寿命还需进一步提高和改造。



图 3 改造后铁水脱硫装置实物图

The Remould of the Stirring Apparatus for the KR Method of Liquid Iron Desulfurization in the New Steelmaking Works

CAO Xian-hai

(New Steelmaking Works of Panzhihua Iron and Steel Group in Xichang, Xichang, Sichuan 615000)

An Approach of Handwriting Identification Based on Wavelet Analysis and Fractal Dimension

CHENG Lin

(*Anhui Public Security Professional College, Hefei, Anhui 230031*)

Abstract: Handwriting identification is a hot topic in computer pattern recognition and machine learning research area. In this paper, we take the handwriting as an image containing some special texture, use the multi-scale wavelet texture analysis method to carry on the two-dimensional wavelet pack transform, extract various channels sub image again the energy and the fractal dimension, finally use the BP neural network to carry on the classified recognition. Experimental results show that our algorithm is efficient.

Key words: Handwriting identification; Texture analysis; Wavelet pack transform; Fractal dimension

(上接26页)

stirring apparatus of the KR method of liquid iron desulfurization in 2007. But, the equipment failure often happen the apparatus, and the installation and debugging person cannot solve those problems. For the better and faster use of that apparatus, the technicians of our company unite and try to solve that problem. They reinvent the elevator mechanism and the stirring apparatus, and finally have achieved good results.

Key words: The stirring apparatus for the KR method liquid iron desulfurization; Shaft frame column; Trolley frame box of elevator; Transmission shaft; Conical roller Bearing; Shaft block

(上接29页)

Development Study of Self-study Examination Management System

BAI Ke-qiang¹, LI Xue-jun², JIANG Guo-li²

(*1.Southwest University of Science and Technology School of Innovation, Mianyang, Sichuan 621010; 2.Southwest University of Science and Technology School of Computer Science and Technology, Mianyang, Sichuan 621010*)

Abstract: The paper describes the current situation and status management problems of self-study examination in the test institute in Yunnan province, it is based on C/S model, using SQL server 2005 database management system as a background, powerbuilder application development tool as the front design of self-examination school management system. Given information management system construction method which bases on C/S model. This method makes full use of the advantages of the C/S model and figure out the problem in date management of students from admission to graduation. The system is successfully used in the self-study examination management system of Southwest university and Yunan province. Through the teaching practice and analysis, it shows that the whole system has such characteristics: a very strong interaction, security, speed, efficiency availability and so on.

Key words: School management; C/S mode; SQL Server; PowerBuilder