

冷轧热镀锌线气刀三辊六臂稳定性优化的研究

王超 王伟 赵克欣
(承德钢铁集团有限公司 河北 承德 067000)

摘要: 冷轧镀锌线气刀是控制带钢锌层厚度和产品质量的关键设备, 在镀锌线已经普遍应用, 作为镀锌线的重要设备, 本文主要介绍可承德承钢钒钛冷轧薄板有限公司针对气刀三辊六臂的稳定性进行研究优化, 提高使用寿命, 降低使用成本。
关键词: 镀锌线; 气刀; 三辊六臂; 稳定性; 寿命; 成本

0 引言

河钢承钢冷轧事业部热镀锌线于 2018 年 6 月 18 日投产, 产品厚度 1 ~ 6mm, 宽度 900 ~ 1630mm, 强度 Max800MPa, 锌层厚度为 60 ~ 900g/m²/ 双面; 承钢冷轧线是将经过酸洗的热轧带钢经过开卷焊接后进入退火炉进行加热和退火, 再经过炉算子进入锌锅(锌液温度为 460℃ 左右), 带钢在锌锅里通过气刀沉没辊、稳定辊、矫正辊和冷却塔塔顶辊的张力作用下平稳运行, 以利于气刀控制锌层厚度, 镀锌后由锌层测厚仪时时检测锌层厚度, 以便操作人员随时进行参数调整, 以确保锌层满足产品要求。

1 热镀锌线气刀使用情况

承钢热镀锌线所使用的气刀为韩国 POSJET 气刀, 由调整机构、气刀刀梁、三辊六臂、预热炉、气刀存放和装配平台等设备组成。气刀刀梁和调整机构较稳定, 调节精度较高, 可以满足锌层厚度调节, 但是气刀三辊六臂使用周期短, 在生产前期由于部分轴瓦轴套以及辊面磨损等原因造成达不到使用周期 (POSJET 所提供的使用周期为 20 ~ 25 天或者 25000 吨左右), 气刀辊系修理以及轴瓦轴套价格昂贵, 已严重影响了生产的稳定生产并且大大提高了生产成本。鉴于此情况, 对于气刀三辊六臂的装配以及国产化这两方面进行研究优化, 使其能够满足使用要求, 并降低生产成本。图 1 所示为气刀三辊六臂装配图。

2 三辊六臂的装配方法优化

2.1 主要问题

河钢承钢冷轧事业部对前期下线的多套三辊六臂进行

观察研究, 发现主要问题有以下几个方面:

- (1) 三辊六臂向单侧偏移, 造成轴瓦单侧磨损严重 (见



图 2 轴瓦磨损情况



图 3 轴套磨损情况



图 1 气刀三辊六臂装配图

图 2)，且轴套部分基本未磨损（见图 3）；

(2) 当带钢经过三辊六臂从锌锅中出现发现轧制线稍微有些偏差，向入口偏移，造成带钢与风箱距离过近，三辊六臂轴瓦轴套磨损过大；

(3) 三辊六臂焊口出现微裂纹，如果裂纹持续恶化，会造成三辊六臂掉落锌锅内，造成重大的事故。

2.2 与本钢的调装配精度对比

鉴于上述问题，经过和本钢进行技术交流，将其调装配精度与河钢承钢冷轧事业部的参数进行对比（见表）：

经过对比后发现河钢承钢冷轧事业部参数和本钢精度要求基本一样，所以根据现场实际情况，对调整参数进行优化：

- (1) 鉴于向单侧偏移过大，将沉没辊、稳定辊和矫正辊的轴端间隙由原始的 10mm 缩小至 8mm ；
- (2) 鉴于轧制线稍微有些偏差，向入口偏移，将辊子向出口调整 3mm，使其轧制线与冷却塔中心线对齐，保证轧制线稳定，减少磨损；
- (3) 更换焊条型号为 E316L，使用前 200℃ 烘干 2 小时。焊接轴套应先焊接三点固定，随后满焊。

2.3 装配特别注意事项

- (1) 在安装轴套时，焊接前用千斤顶压住轴套法兰，矫正辊辊及稳定辊压力为 4 kg kg，沉没辊压力为 6 kg，焊接轴套应先焊接三点固定，随后满焊；

- (2) 在工作时，要注意清洁，永远记住辊子会直接接触产品表面；
- (3) 辊子表面严禁沾染油污，撕开包装测量的部位，安装完成后要恢复包裹；
- (4) 安装后辊子需加盖防灰尘塑料布，防止辊面积累灰尘。

2.4 三辊六臂装配精度优化效果

河钢承钢冷轧事业部经过三辊六臂装配精度的优化，通过现场三套锌锅锅辊的在线测试，解决了上述 2.1 中所述的问题，保证了轧制线的稳定，减少了轴瓦轴套的磨损、提高了使用寿命，并通过更换新的焊条以及焊接方式彻底解决了焊缝出现的问题，避免出现重大的事故隐患。

3 三辊六臂的国产化改造

气刀三辊六臂的轴瓦、轴套，以及沉没辊、矫正辊、稳定辊由 POSJET 供货，属于进口备件，价格昂贵，且轴瓦轴套属于一次性消耗件，每套价格为 30 万元左右，大大增加了热镀锌线的生产成本，且在现场使用的轴瓦轴套虽能满足保证值的要求，但是对于产线提产和降低成本的要求完全不能满足；且下线部分轴套在根部出现裂纹的情况，出现了较大的事故隐患。所以河钢承钢冷轧事业部联合国内供货商进行三辊六臂的国产化改造，提高在线寿命，降低生产成本。图 4 和图 5 分别为轴套的断裂情况和轴套的磨损情况。

3.1 POSJET 三辊六臂的组成及结构

表 河钢承钢冷轧事业部与本钢的调装配精度对比

项目			本钢 3# 线标准	本钢 4# 线标准	承钢原始	承钢优化
沉没辊	辊臂间距		2728±1	2478±1		
	端面间隙（单侧）	左	11.5±1		10±0.5	8±0.5
		右	11.5±1		10±0.5	8±0.5
	轴套内径		100+0.02			
	轴径		99.95+0.02		φ 120（0～0.035）	φ 120（0～0.035）
	与安装基准平行度	X-X	46.5±1	45±1	24±0.5	27±0.5
		Y-Y	46.5±1	45±1	24±0.5	27±0.5
辊子水平度			< 0.5		< 0.5	< 0.5
稳定辊	辊臂中 截面间距		2528±1	2278±1		
	端面间隙（单侧）	左	9±1		10±0.5	8±0.5
		右	9±1		10±0.5	8±0.5
	轴套内径		50 + 0.2			
	轴径		50-0.01～0.03		φ 52（0～0.030）	φ 52（0～0.030）
	与安装基准平行度	X-X	50±0.5		64±0.5	67±0.5
		Y-Y	50±0.5		64±0.5	67±0.5
辊子水平度			< 0.5		< 0.5	< 0.5



图 4 轴套断裂情况



图 5 轴套磨损情况

三辊六臂由沉没辊和稳定辊辊架、沉没辊辊臂、沉没辊及轴瓦轴套、矫正辊辊架、矫正辊辊臂、矫正辊及轴瓦轴套、稳定辊辊臂、稳定辊及轴瓦轴套以及配套刮刀组成，其中稳定辊和矫正辊相同。

沉没辊：直径 $\phi 1000\text{ mm}$ (min $\phi 970\text{ mm}$)，辊面长度 1900 mm ，小勾槽（从辊中心向外形成），不锈钢基体，表面碳化钨，陶瓷封闭。

矫正辊、稳定辊：直径 $\phi 250\text{ mm}$ (min $\phi 230\text{ mm}$)，辊面长度 1900 mm ，不锈钢基体，表面碳化钨，陶瓷封闭。

轴瓦：本体不锈钢 316L，内衬两块陶瓷块。

轴套：材质为钨铬钴合金。

3.2 现场使用问题

(1) 沉没辊辊面陶瓷封闭使用周期短。在镀锌线生产前期，部分沉没辊在生产 23000 吨 左右时，下线后发现部分位置陶瓷封闭损伤，进而造成沉没辊本体出现腐蚀。

(2) 轴套磨损严重。对下线的轴瓦轴套进行测量，沉没辊轴套磨损严重，部分磨损可达 3 mm ，且出现下线轴套再根部出现微裂纹情况。

(3) 轴瓦磨损严重。通过对下线轴瓦进行观察，发现部分陶瓷块已经全部磨损，使得轴套直接与轴瓦本体接触，造成本体磨损，且两侧磨损不同，造成带钢跑偏。

3.3 三辊六臂国产化改造

上述现场问题已经严重影响了河钢承钢冷轧事业部镀锌线的生产节奏，大大提高了生产的成本，所以河钢承钢冷轧事业部联合国内生产商，对现场问题进行共同研究，并进行试用，解决现场问题。

(1) 试用沉没辊、稳定辊辊筒采用卧式离心铸造，沉没辊辐板采用水溶性苯酚树脂砂铸造。辊身范围内不允许有缩孔、气孔、砂眼、裂纹等缺陷。铸件铸造后，应保温缓冷以消除铸造应力。铸件留机加工量外圆单侧 $5 \sim 10\text{ mm}$ ，内侧 $5 \sim 10\text{ mm}$ 。沉没辊稳定辊轴头采用锻件制作，材料 OOCr17Ni14Mo2 ，锻造比 ≥ 2.5 。锻件探伤按 YB/T036.10-92 二级标准；锻件必须固溶处理；工件粗加工后，应做固溶处理和稳定化处理。沉没辊、稳定辊轴头与辊身的装配采用热装，以保证轴头与辊筒之间有足够的张紧力，减少焊缝在使用中所受扭矩。沉没辊过盈量 $0.2 \sim 0.25$ 。焊接采用氩弧焊，底层及盖面的 $2 \sim 3$ 层应作 100% 着色检查，消除可疑缺陷后方可继续施焊。焊材选用与母材相当牌号的焊丝。辊面涂层材料：WC；喷涂方式：HVOF（超音速火焰喷涂）+ 辊面封闭；涂层厚度： $100 \pm 20\text{ }\mu\text{m}$ ；涂层的结合强度： $\geq 70\text{ MPa}$ （粘接剂破裂）；涂层性能：具有良好的耐磨性和抗锌蚀性能；涂层硬度： $\geq 1200 \pm 200\text{ Hv0.3}$ ；涂层致密性：孔隙率 $\leq 1\%$ ；沟槽形式：3-R3，深度 0.6 mm ，左右螺旋， $P=20$ ；表面粗糙度：Ra3-6。

(2) 轴套采用钨铬钴合金精密铸造制作，炉料采用中频感应炉熔炼，所有炉料为全新料，并按图纸技术要求（几何尺寸、精度、粗糙度）验收。轴套铸件铸造缺陷控制：在评定视野直径 30 mm 范围内气孔最大允许点数 ≤ 4 、夹砂和夹渣最大允许点数 ≤ 8 ；在评定视野直径 50 mm 范围内条状缩

（下转第 71 页）

提高 50%。按年产 150 台桥吊计算,可节约人工 14472 元,电能 11250 元,焊材 4502 元,共计 30224 元。而且取消该区域折弯隔板坡口后,经过焊接研究所实验的数据显示,此处焊缝不影响焊接强度,还能减少焊材、能源消耗,有效提升了公司的生产水平。还间接的对环保方面做出一定的贡献,提高企业的良好形象,也为实现改革工艺创新打开新的思路和视野,更具有一定的经济效益和社会效益。

5 结语

通过零件的放样优化,对构件制作的质量、效率、周期都有一定的促进作用。综合计算,仅本文中四条放样优化,一年即可节约人工 565272 元,节约电能 33700 元,焊材 13506 元,共计 612478 元,经济效益巨大。同时通过放样优化也会提升构件制作过程中的安全性,特别是安全生产是制造业最重要的环节。没有安全的生产,企业将无法生存发展。通过放样优化还会带来制作过程中的便利性,较少一些不必要的工序,提高了一定的生产效率。所以,通过零件放样优化是一个很值得研究的课题。

本文归纳了数控放样工作中一些零部件的优化经验,希望通过这种细微的优化改革,日积月累,就会产生很大的效益。而其对车间的制作效率、质量的提高也是显而易见的。其实以上只介绍了一部构件的放样优化,在日常工作中还

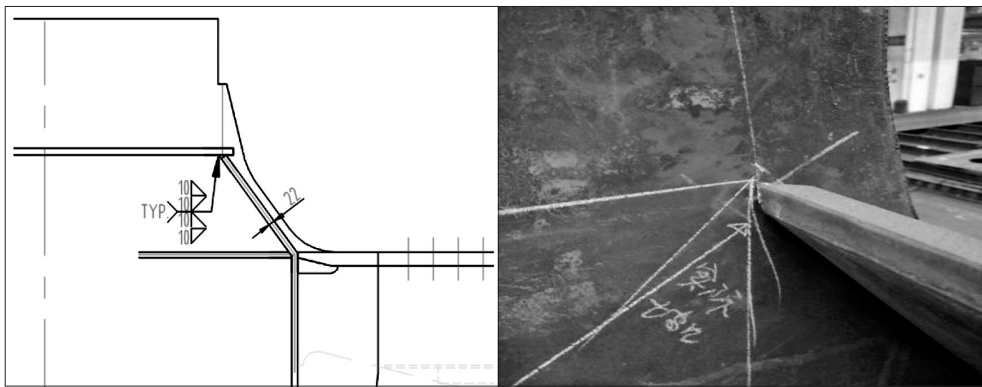


图 4 后大梁铰点段折弯隔板

有很多零部件还可以继续优化,比如:减少构件的无余量装配,减少修割余量;大型节点板增加吊耳数控,避免烧焊吊耳;减少金加工余量等。后续工作中将继续进行讨论研究,通过放样的优化改进更多的地方,为公司产生更多的效益。

参考文献:

- [1] 成大先. 机械设计手册(第五版)[M]. 北京:化学工业出版社,2008.
- [2] JQ/GJD03.01—92, 港口机械和大型钢结构制造与验收标准[S].
- [3] 黎钟. 钢结构设计手册(上册)[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2004.

作者简介: 陈富舟(1983.10-),男,汉族,湖北恩施人,本科,工程师,研究方向:工程技术(机械制造),港口机械数控放样与切割;陈小平(1973.12-),男,汉族,江苏靖江人,本科,工程师,研究方向:工程技术(机械制造)、港口机械数控放样与切割。

(上接第 68 页)

孔最大长度 $\leq 12\text{mm}$ 、树状缩孔最大面积 $\leq 250\text{mm}^2$ 。同时将轴套根部 R 角增大,减少应力集中,避免出现裂纹。

(3) 轴瓦采用 316L 安装座与耐磨块装配而成。分别按照图纸进行安装座与耐磨块的铸造,其中安装座铸造后需进行固溶处理,提高安装座的耐锌液腐蚀能力。耐磨块采用精密铸造,铸造后进行机加工。

3.4 国产化改造效果

通过对三辊六臂进行国产化的改造,国产轴瓦轴套能够保证生产 35000 吨左右下线,而且每套轴瓦轴套的价格较进口备件成本降低了 50% 以上,大大降低了产线的生产成本。

4 结语

经过六个月的优化试验,使用优化后的装配精度进行三辊六臂的装配,以及对三辊六臂轴瓦轴套进行国产化的改造,不仅三辊六臂在线使用寿命明显提高,由最初的 20000 吨左右下线增加至目前 35000 吨左右更换,大大提高了三辊

六臂的使用寿命,而且大大节省了产线的生产成本。

参考文献:

- [1] 田凯. 热镀锌沉没辊系统长寿化研究[D]. 北京:北京工业大学,2008.
- [2] 王军. 热镀锌生产线出锌锅段带钢抖动现象动力学研究[D]. 马鞍山:安徽工业大学,2010.
- [3] 李蛟龙. 冷轧带钢热镀锌沉没辊服役周期振动特性研究[D]. 武汉:武汉科技大学,2012.
- [4] 王兴东,刘灿灿,李友荣,等. 热镀锌线沉没辊装置振动分析与结构优化[J]. 华中科技大学学报:自然科学版,2017,45(12):118-122.
- [5] 毛正平,马静,吕和平,等. 热喷涂在熔锌腐蚀中的应用及发展[J]. 材料保护,2008,41(07):52-54.

作者简介: 王超(1984.12-),男,汉族,河北承德人,本科,高级工程师,研究方向:设备维护与管理。