310乙字钢矫直工艺研究*

王 瑞,王 鹏,刘宏波

(内蒙古包钢钢联股份有限公司轨梁轧钢厂,内蒙古 包头 014010)

摘 要: 介绍了悬臂式矫直机设备特点,并对型钢矫直过程中容易产生的弯曲度、弯腰挠度、扭转进行了分类描述。举出实例进行定量分析,总结出行之有效的方法。

关键词: 矫直缺陷; 设备特点; 弯腰挠度

中图分类号: TG335.4+2 **文献标识码:** B **文章编号:** 1009-5438(2017)04-0043-03

DOI:10.13647/j.cnki.btgkj.2017.04.012

Research on Straightening Process of 310 Z-beam

WANG Rui, WANG Peng, LIU Hong-bo

(*Rail and Beam Plant of Steel Union Co. Ltd. of Baotou Steel (Group) Corp., Baotou* 014010, *Nei Monggol, China*)

Abstract: This paper introduces the characteristics of cantilever type straightening machine, and describes the bending, bending deflection and torsion which are easy to produce in the straightening process. It also gives examples for quantitative analysis and summarizes the effective methods.

Key words: straightening defects; characteristics of equipment; bending deflection

310乙字型钢是一种新型经济火车车皮大梁用钢。310乙字型钢截面形状经济合理,力学性能好,轧制时截面上各点延伸较均匀、内应力小,与普通工字钢比较,具有截面模数大、重量轻、节省金属的优点;又因其腿与腰内外侧垂直,腿端是直角,拼装组合成构件,可节约焊接、铆接工作量达25%。常用于要求承截能力大,截面稳定性好的重载车皮等,310乙字型钢是一种新型经济车皮用钢。310乙字型钢的矫直在生产过程中是一道非常重要的精整工序,直接决定着310乙字型钢类产品的最终质量和精度。310乙字型钢的矫直过程是使其的弯曲部分承受一定正向和反向弯曲或者拉伸,利用钢质的弹塑性性质,使310乙字型钢在矫直辊之间受力弯曲并产生正向或者反向的弹塑性变形,经过弹性恢复后变直或者简单程度地减少了原有的弯曲变形程度,使310乙字型钢的纵向纤维或者纵向截面由曲变直、横向纤维或者横向截面也由曲变直的工艺过程。

1 设备特点

轨梁厂1#线310乙字型钢矫直机引进的是世界三大知名的冶金设备制造商之一Danieli(达涅利)集团的RDS轴型矫直机(悬臂式),水平辊子数量为10,如图1所示。矫直机的性能参数如表1所示。

* 收稿日期: 2017-05-08

作者简介: 王 瑞(1978-),男,内蒙古包头市人,轧钢工程师,主要从事钢轨及型钢矫直管理工作。

中国知网 https://www.cnki.net

表1 RDS轴型矫直机主要性能参数

项目	矫直辊子
矫直辊数目/个	10
矫直辊直径/mm	650～890
矫直辊中心间距/mm	600～1 000
矫直辊轴向调整范围/mm	±40
矫直辊矫直力/(MPa×cm^{-3})	130.0～165.9
矫直速度/(m·s^{-1})	0～2.5
辊圈材质	9Cr2、Cr12MoV
允许矫正产品	H150—H350系列型钢、310乙字钢、22—25号角钢

悬臂式矫直机由交流电机驱动，最大特点是运行的速度可变，在正常运行中仅向前运动，在维修和处理卡钢时它可以向前和向后以最大速度的5%的爬行速度运转，便于设备最快的停止运行。矫直辊调整本身，是将弯曲轧件矫直和断面整形，上下辊都能实现轴向调整。垂直调整仅仅只有自由辊(上辊)可以垂直调整，它们是通过5个两速交流鼠笼式电机驱动，并沿着矫直辊的垂直轴向上下调整。通过编码器检测调整过程。

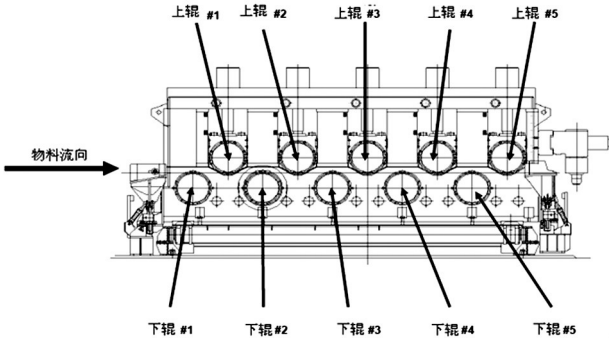


图1 RDS轴型矫直机矫直辊分布图

2 矫直调整对310乙字型钢的控制

2.1 矫直原理

310乙字钢的矫直过程是弹塑性变形的复杂过程，过程分为两个阶段，反向弯曲阶段和弹性恢复阶段。反向弯曲阶段，乙字钢受到外力和外力矩作用，产生弹塑性变形。弹性恢复阶段，在存储于自身弹性变形能的作用下，恢复到原来的平衡状态。乙字钢矫直就是要经过多次的反向弯曲和弹性恢复，克服其内部反弹力矩，最后达到平直[1]。

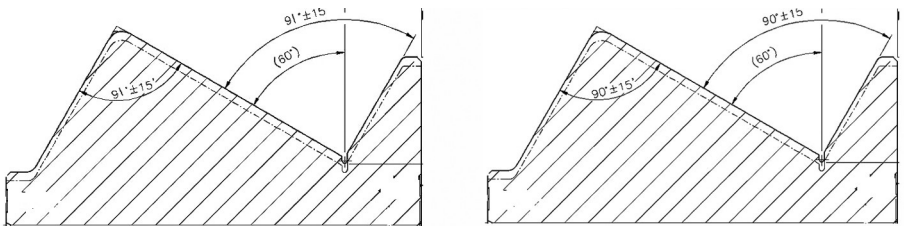
乙字钢的塑性变形的程度是由矫直压力决定的，矫直的数学条件为[2]：

$$1/\rho_{反} = 1/\rho_{弹} + 1/\rho_{残}$$

其中，$\rho_{反}$为反弯曲率半径；$\rho_{弹}$为弹性恢复曲率半径；$\rho_{残}$为残余曲率半径。只有在$1/\rho_{残}=0$时，才能实现$1/\rho_{反}=1/\rho_{弹}$，此时乙字钢才能实现矫直。乙字钢矫直应力应满足$\sigma_s < \sigma_{矫} < \sigma_b$，即矫直力最小要等于被矫乙字钢的屈服强度，否则不可能产生永久的塑性变形；但矫直应力不能过大，要小于被矫乙字钢的抗拉强度，否则就会产生乙字钢矫裂，所以，矫直310乙字钢时必须合理分配各辊矫直压力。

2.2 310乙字钢矫直辊圈

针对批量矫直310乙字钢辊圈磨损较快，单次车制后矫直量较少的情况，平均单次车制后可矫直7 000～8 500 t钢，对矫直下辊圈的R圆角进行了修改，修改后单次车制后可矫直9 500～11 000 t钢，增加辊圈的单次矫直量，降低了生产成本与较少了换辊次数，提高了生产效率。辊圈修改如图2所示。



(a) 修改前 (b) 修改后

图2 310乙字钢下辊孔型图

2.3 RDS轴型矫直机控制310乙字钢弯曲

RDS轴型矫直机控制310乙字钢弯曲主要包括上下弯曲、侧弯曲、S形波浪弯曲[3]。

产生原因：①由UF轧机供料上下腿不同引起

中国知网 https://www.cnki.net

的;②提升辊道高低不合适;③坯料阴阳面温度差较大或冷却不均匀;④冷床步进梁前进不一致等机械性原因导致。

矫直前需注意使型钢完全要入孔型,保证稳定的过钢状态,通过对 1#上辊、2#上辊、3#上辊轴向调整,在利用 4#上辊、5#上辊及东西导卫立辊进行消除,达到矫直目的。矫钢时,水平矫直辊 RU1、RU2 的主要是使型钢发生大的塑性变形,使不同来料的型钢产生一致的变形,然后在通过 RU3、RU4、RU5 的主要作用是对 RU1、RU2 辊的变形进行进一步调整,所以 RU3、RU4、RU5、的变形量相对 RU1、RU2 来讲应较小。因此,在矫直时是在 RU1、RU2 大压下量使之发生大的塑性变形后,再通过小变形量的 RU3、RU4、RU5、调整实现平直。试验时(矫前悬高 8.7 m)将 RU1,RU2,RU3,RU4,RU5 分别设定压下量为 7.0、8.0、5.5、4.5、2.5,多次实验得出矫钢后参数,矫直设备压下与轴向设定合理后,通过 5#上辊单独调整可实现垂直弯曲控制,通过出口立辊位置调整可实现水平弯曲控制,如表 2、表 3 所示。

表 2　310 乙字钢矫直调整参数(垂直弯曲)　　mm

上辊	1#上辊	2#上辊	3#上辊	4#上辊	5#上辊	悬高	垂直弯曲
压下量	7.0	8.0	5.5	4.5	2.5	30 ~ 33	不合格
	7.0	8.0	5.5	4.5	2	26 ~ 30	不合格
	7.0	8.0	5.5	4.5	1.0	24 ~ 29	不合格
	7.0	8.0	5.5	4.5	0.2	12 ~ 20	合格

表 3　310 乙字钢矫直调整参数(水平弯曲)　　mm

辊号	3#上辊	4#上辊	3#下辊	4#下辊	短腿侧立辊	悬高	水平弯曲
轴向调整	-2.0	-3.0	-5.5	-4.5	5.5	31 ~ 36	不合格
	-2.0	-3.0	-5.5	-4.5	7.2	25 ~ 33	不合格
	-2.0	-3.0	-5.5	-4.5	8.0	20 ~ 29	不合格
	-2.0	-3.0	-5.5	-4.5	9.5	5 ~ 15	合格

2.4　RDS 轴型矫直机控制 310 乙字钢弯腰挠度

缺陷产生的来料原因可能是:万能轧机成品口导板调整不当造成的;辊道运输过程中碰撞产生的变形;UF 轧机立辊位置不当;圆角不合适。矫直原因为轴向调整不当导致各辊之间错位过大及矫直机压力过大。

矫直调整时注意当前矫直机轴向设定,观察来料状态适度调整 3#上辊、4#上辊、5#上辊、4#下辊、5#下辊轴向,利用各个辊间错位调整挠度,各辊轴向设定合理后,通过 4#上辊轴向单独调整可实现弯腰挠度控制,见表 4。

表 4　310 乙字钢轴向调整规程　　mm

辊号	3#上辊	4#上辊	5#上辊	4#下辊	5#下辊	弯腰挠度	是否合格
轴向调整	-4	-0.5	1	-3	1.5	2.3	否
	-4	-2.5	1	-3	1.5	1.5	否
	-4	-3	1	-3	1.5	1.0	是

3　结束语

在实际生产过程中型钢缺陷往往同时存在,在调整过程中要兼顾其他缺陷来对矫直机压力和轴向进行适当调整。包钢轨梁厂研究 310 乙字钢在矫直变形过程中的残余应力的变化规律及各种矫直工艺对残余应力的影响,采用有限元仿真与理论解析相结合的方式,经过多次试验研究,总结出一套实用的矫直工艺,极大的提高了 310 乙字钢的矫直质量,为 310 乙字钢的生产做出了贡献。

参　考　文　献

[1]　雷刚. 大 H 型钢常见矫直缺陷与调整[J]. 莱钢科技,2014,(3):12 - 14.

[2]　曲克. 轧钢工艺学[M]. 北京:冶金工业出版社,1991.

[3]　崔甫. 矫直原理与矫直机械[M]. 北京:冶金工业出版社,2002.

中国知网　https://www.cnki.net