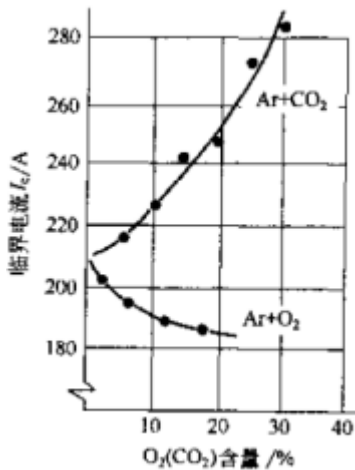


图一

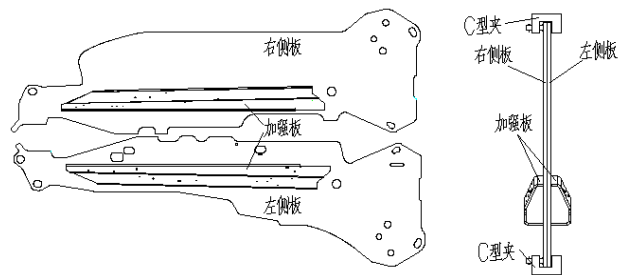
混合气体保护焊作为焊接方法。对于焊接生产来说，喷射过渡是焊丝的熔滴过渡方式中兼顾了焊接质量和生产效率的过渡方式，而喷射过渡是需要一定的临界电流的。如图二所示，焊接时，在氩气中加入二氧化碳，随着二氧化碳气体含量的增加，喷射过渡临界电流快速提高，使得熔滴过渡时产生喷射过渡的困难增加，增加了焊接过程中的飞溅产生，从而降低焊接质量，且增加了焊后的焊缝清理工作强度，临界电流小便于焊工使用较小的焊接电流进行焊接，而小的焊接电流有利于减小焊后变形；另一方面，为了兼顾到生产效率，需要采用较大的焊接电流，从图二可以看出，当氩气与二氧化碳气体比为 80:20 时，临界电流为 250A 左右，对于气体保护焊是比较合适的电流，能兼顾到生产效率和焊接质量。



图二焊丝 H08Mn2Si 直径 φ1.2

其次，采用生产中经常用到的制造方法——“化整为零”。受制于产品的结构和设备的制造能力，钢结构件往往需要将某些部件从整体上拆分出来，拼装、焊接、机加工甚至油漆后再进行总成拼装焊接。这种方法一方面由于一些部

位焊后不再加工，就对该部位的总成焊后的变形控制提出了相当高的要求；而另一方面，“化整为零”对于焊接变形的控制来说其本质是调整产品焊接顺序，按拘束度由低到高的顺序进行产品焊接，有效减少了总成的焊接变形，从而控制产品的尺寸精度。该车架长度接近 4 米，总零件数超过 70 件，属于中大型结构件，一些重要的零部件如举升油缸支座等位于车架内部，公司内没有能进行加工的设备，而且若将所有零件同时总装焊接，则总成结构件的制作会非常复杂，质量风险巨大，甚至会导致某些焊缝由于零部件的干涉导致无法焊接，而拆分成若干小部件分别制作，最终组焊成整体，将大幅度降低总成制作难度，使产品质量得到控制。因此，将车架分解成左右侧板焊件、桥座板焊件、举升缸支座焊件等若干小部件，分别拼装焊接和校正，保证小部件的质量后再进行总装、焊接，极大的减少了总成结构件的焊接量，从而减少了车架整体的焊接变形量，使得焊后车架的变形量处于可控范围之内。

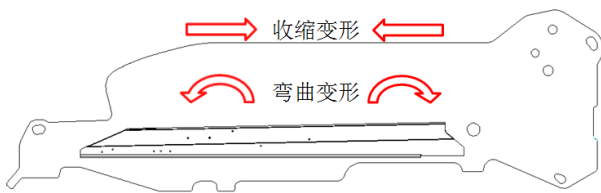


图三

第三，对称焊接，抵消应力。对称焊接是一种通过合理布置焊接顺序、焊接结构、焊接参数、人员安排等，对称控制焊接过程中的温度场的加热及冷却，使焊接中产生的热应力和变形的得以相互抵消，从而减少整体变形。在该车架的各个小部件中，左、右侧板焊接件是比较重要的部件，结

构如上图三，折弯的加强板分别焊在左右侧板上，其焊接后的板面平直度直接影响到后续总成拼装的基准是否准确，由于加强板的焊缝比较长、焊脚比较大，导致侧板焊接后产生沿焊缝垂直方向的收缩弯曲变形，焊接变形量比较大，焊后校正工作量大，会对生产效率产生比较大的影响。为了有效减少焊接变形量的发生，将左右侧板焊件点焊后，背靠背装夹在一起，在合适位置用C型夹夹紧，焊接时，由2名焊工同时从侧板两侧、从前往后进行，控制焊接参数，焊接完成，待焊缝完全冷却后，拆除C型夹，可以测出侧板弯曲变形最大的位置仅为5毫米左右，经简单校正后可进入下道总成拼装工序。

第四，反变形法。反变形法因其操作简单、焊后校正工作量小等原因，成为焊接生产中操作工乐于使用的防焊接变形的工作方法，其最大的难点在于反变形量的确定，该数值的大小直接决定了反变形法的效果，需要通过一些试验和小批量生产后才能得到。从图三可以看出，加强板与侧板焊缝处于下部，预计焊接后侧板将发生长度方向的弯曲，在产品的试制及小批量生产过程中，验证了这种情况，而且在长度方向出现了不小的收缩变形，如图四：



图四

基于这种复杂的焊接变形，并经过多次焊接试验及检测，最终我司试制小组决定对侧板外形进行调整，一是在相对次要的位置增加侧板长度，二是以长度方向2000毫米的侧板上端点为中心，将侧板的下料尺寸进行调整，使左侧部分沿顺时针抬高0.25度，将使侧板左侧抬高约10毫米，从而控制侧板组件焊接后的尺寸，如图五。经过反变形处理过的侧板，在批量生产中，焊后能满足图纸要求。



图五

第五，刚性固定法、确定整体结构件焊接顺序。将焊件夹紧，使之在不能自由变形的情况下进行焊接，可以减小焊接变形。由于该部件属于中大型结构件，整体重量较大，焊缝形式多样，为了尽可能保证焊缝能在平焊缝位置进行操作，必须利用夹具将车架固定装夹到焊接翻转架后再进行焊接。将车架刚性固定在夹具上，一方面能使产品随翻转架进行翻转，使焊缝处于最佳位置进行焊接，另一方面可以限制焊接过程中的变形，待其焊后冷却再从夹具上拆下，将减少焊接变形。另外，在上文中左右侧板组件焊接中用到的C型夹也是简单的刚性固定，合理使用工艺撑筋，也属于刚性固定法，都能有效降低焊接过程中的塑性变形。确定整体结构件焊接顺序，就是确定了焊接件的变形顺序，能减少复杂焊缝带来的变形不确定因素，从而能更好的控制焊接变形。

第六，焊后处理。该车架由于生产过程中已经对一些焊后难以加工的孔和面进行了加工，所以不能通过焊后进行整体热处理，来减少焊接应力和变形，但还是能用一些方法如焊后校正（液压或火焰）来对焊接后已经产生的局部变形进行矫形。由于以上的方法已经预防了相当程度的焊接变形，因此虽然焊后校正仍然不可或缺，但已仅仅作为最后的质量保障手段，不会对整体生产效率产生影响。

通过该伸缩臂叉装车车架的制作，可以看出，虽然影响复杂结构件焊接变形的因素比较多，但通过因地制宜、灵活运用一些或常规或特殊的手段，经过多次试验和小批量的生产，就可以控制焊接变形量，减少后期校正工作量，从而提高生产效率。

参考文献

- [1] 《焊接工程师手册》[M]. 陈祝年 编著 机械工业出版社 2002.1
- [2] 《焊工技师手册》[M] 刘云龙主编 机械工业出版社 2000.1
- [3] 《气体保护焊工艺及应用》[M]李亚江、王娟等编著 化学工业出版社 2009.9

Research on the local high point of hot rolled strip

Lingzhi Feng Xuebin Huang Aiqing Wang Yun Sun

Ningbo Iron & Steel Co., Ltd., Ningbo, Zhejiang, 315800, China

Abstract

The problem of local high points in the cross-section of hot-rolled strip steel is a common quality defect, which is closely related to the uneven deformation of the strip steel during the rolling process. The reasons vary depending on the location of the local high points. To address these issues, optimizing the rolling schedule can be used to adjust the rolling force and temperature distribution, reducing the occurrence of uneven deformation. At the same time, incorporating the function of circulating roll movement can effectively improve roll wear, extend roll service life, and reduce the occurrence of local high points. In addition, strengthening the management of cooling water medium and equipment to ensure even distribution of cooling water can effectively control the temperature of the strip steel and reduce thermal stress concentration. By increasing the convexity of the strip steel and reducing its wedge shape, the cross-sectional shape of the strip steel can be further improved, reducing the formation of local high points. Taking these measures comprehensively can significantly improve the quality of the strip steel section, effectively eliminate local high point defects, and ensure that the product meets high standard quality requirements.

Keywords

hot rolled strip; local high points; study

热轧带钢断面局部高点研究

冯凌志 黄雪宾 王爱卿 孙云

宁波钢铁有限公司, 中国·浙江 宁波 315800

摘要

热轧带钢断面局部高点问题是一个常见的质量缺陷,其产生原因与带钢在轧制过程中的不均匀变形密切相关。根据局部高点出现的位置不同,原因也有所差异。针对这些问题,可以通过优化轧制规程来调整轧制力和温度分布,减少不均匀变形的发生。同时,投入循环窜辊功能可以有效改善轧辊磨损,延长轧辊使用寿命,并减少局部高点的产生。此外,加强冷却水介质及设备的管理,确保冷却水均匀分布,能够有效控制带钢温度,减少热应力集中。通过提高带钢凸度和降低带钢楔形,可以进一步改善带钢断面形状,减少局部高点的形成。综合采取这些措施,能够显著提升带钢断面质量,有效消除局部高点缺陷,确保产品满足高标准的质量要求。

关键词

热轧带钢;局部高点;研究

1 引言

板形是板带材的重要指标,包括板带的平直度、凸度、边部减薄、局部高点等^[1]。随着市场对高品质板带材需求的日益增长,良好的板形成为板带材质量的基本要求,同时也成为加工厂家追求的目标^[2]。热轧带钢断面局部高点是热轧产品中经常出现的板形缺陷,严重影响热轧产品后续加工。形成带钢局部高点的直接原因是精轧工作辊的不均匀磨损,高点位置对应工作辊表面磨损严重的工作点。而导致工作辊不均匀磨损的原因很多,主要有轧制规程安排、窜辊策略、工作辊冷却水分布、带钢表面温度均匀性等,同时如果带钢凸度较小和楔形较大也容易产生局部高点。

热轧带钢局部高点的表现形式主要反应在冷轧基料上,表面呈现为窄亮带,经过冷轧轧制卷取后,这些局部的鼓包叠加使其表现更为明显。由于张力的存在,用手触摸有凸感,当张力消失后,凸感也随之消失。窄亮带处经彩图、镀锌后与周围存在明显色差。

研究表明:成品带钢局部高点高度及冷轧附加张应力的大小与来料高点高度成正比,随总轧制压下率的增大而减小。如果热轧带钢存在局部高点,会对冷轧带钢的板厚和内应的横向分布产生影响,严重时就会形成局部波纹或钢卷局部隆起,并在钢卷开卷后产生小波浪,严重影响冷轧产品质量。

2 热轧带钢局部高点产生原因

热轧带钢断面局部高点分为边部、中部和肋部局部高点(如图1和图2),位置不同,形成原因不尽相同。

【作者简介】冯凌志(1981-),男,中国江苏溧阳人,本科,工程师,从事热连轧自动化、工艺、智能制造研究。