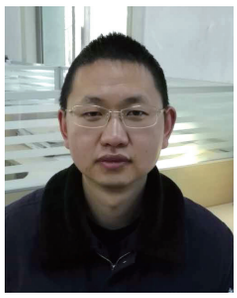


火焰矫正方法在薄板焊接中的应用

冯伟　杨旭红

【摘要】我公司设计的南非车、机车等变流器箱体都属于钣金结构焊接，由于焊接变形，侧板组件的矫正是必须环节，生产中最常用的工艺方法为火焰矫正。火焰矫正焊接引起的箱体变形非常有效，但如果矫正温度、时间、方向把握不当，会造成箱体报废；该文章主要讨论了钣金理论与生产实践相结合的薄板火焰矫正方法。

关键词：钣金；箱体；火焰矫正；变形

1. 概述

通常把小于6.0mm的板材称为薄板，公司铆焊车间常用板材为1.5~4.0mm。对于平整状态下的板材，产生了变形以后可以用手工锤展法或滚板机矫平法使其平整；但是已经组焊到箱体结构上的钣金件，由于焊接引起的鼓包、凹陷等变形，受箱体结构件的限制所以就不能使用锤展和滚板机矫平了。因为锤展法会使钢板的面积扩大，而箱体结构上的薄板，由于受框架四周的限制而无法向周围扩展，如强制扩展某一部分，只会导致薄板纤维长的那一部分纤维更长，反而会使变形加剧。而火焰矫正可以使较长的板料纤维收缩，还不受箱体形状的限制，因此箱体上的薄板变形宜采用点状火焰矫正法矫正。

2. 火焰矫正法

（1）火焰矫正原理　火焰矫正是在钢材的弯曲不平处用火焰局部加热的方法进行矫正。金属材料有热胀冷缩的特性，当局部加热时，被加热处的材料受热而膨胀，但由于周围温度低，因此膨胀受到阻碍，此时加热处金属受压缩应力，当加热温度为600~700℃时，压缩应力超过屈服极限，产生压缩塑性变形。停止加热后，金属冷却缩短，结果加热处金属纤维要比原先的短，因而产生了新的变形。火焰矫正就是利用金属局部受热后所引起的新的变形去矫正原先的变形。因此，了解火焰局部受热时所引起的变形规律，是掌握火焰矫正的关键。

火焰矫正时，必须使加热而产生的变形与原变形的方向相反，才能抵消原来的变形。

火焰矫正加热的热源，通常采用氧乙炔焰，温度高，加热速度快，是火焰矫正的首要热源。

（2）火焰矫正的加热方式　火焰矫正的效果，取决于火焰加热的位置和火焰的热量。不同的加热位置可以矫正不同方向的变形，加热位置应选择在加热位置较长的部位，即材料弯曲部分的外侧。如果加热位置不对，不但不能起到应有的矫正效果，反而会产生新的变形，与原有的变形叠加，变形将更严重。

火焰矫正加热有点状加热、线状加热和三角形加热三种方式。点状加热就是加热的区域是呈圆环状的点，其加热点的直径越大，加热区域的收缩力就越大，加热点的直径随板厚增大而增大，一般用于薄板矫正。线状加热是火焰沿一定的方向作直线运动并同时作横向摆动，以形成有一定宽度的条状加热区。线状加热时，横向收缩大于纵向收缩，其收缩的量随加热区宽度的增加而增加，一般用于厚板的矫正。三角形加热是将火焰摆动，使加热区域呈三角形。因为三角形加热面积大，故收缩量也大，

此法多用于矫正厚板和刚性较大构件的变形，如型钢和焊接梁的弯曲变形。

针对车间生产变流器箱体都属于薄板钣金结构，一般厚度为1.5~3.0mm，在运输和制造过程，薄钢板特别容易变形，变形的形式有钢板中部凸起或边缘呈波浪形等。矫正钢板中部凸起的变形时，可先将钢板置于平台上，用夹具将钢板四周压紧（见图1），然后用点状加热法加热凸起的周围，加热点的直径应该在10mm左右，为了使热矫正时产生的收缩均匀，我们要控制加热点的大小并使其均匀分布，因此我们要准备一些相应的工具。

（3）火焰矫正顺序　采用点状加热法加热凸起的周围，加热的次序如图2所示。线状加热法是从中间凸起的两侧开始加热，然后逐步向凸起处围拢。如果钢板四边呈波浪变形，可用上述同样方法矫正，也就是将钢板放置在平台上，用夹具夹紧三边，则波浪形变形集中在另一边上，然后用线状加热方法先从凸起的两侧平的地方开始，再向凸起的地方围拢，加热次序如图3所示。加热线长度为板宽的1/2~1/3，加热线距离视凸起高度而定，凸起越高，变形越大，距离应越近。一般为50~200mm，如果第一次加热后还不平，则进行第二次加热矫正，但加热位置应与第一次加热错开。

例如，点状加热法主要用于平面薄板的变形，如图4所示。鼓包变形的区域经过图4一系列点状加热调平之后，鼓包随即消失，平面度也达到要求。

再如线状加热法主要用于横梁的变形，如图5所示。横梁变形的区域经过图5一系列线状加热调平之后，平面度达到设计的要求。

（4）火焰矫正的工具 火焰

图1　南非车变流器箱体侧板组件火焰矫正夹紧

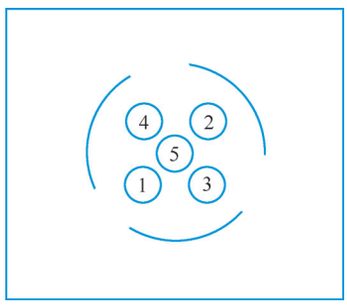


图2　点状加热顺序

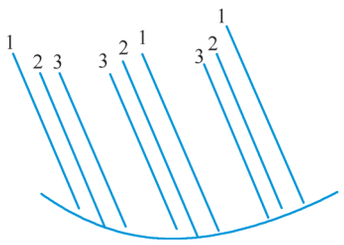
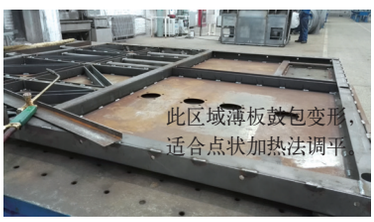


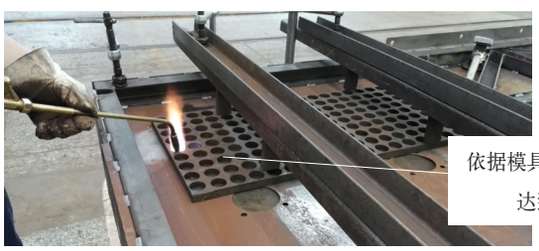
图3　线状加热顺序

注：1、2、3、为加热顺序



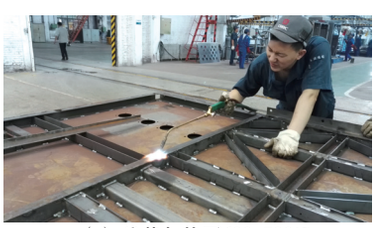
(a)

(b)

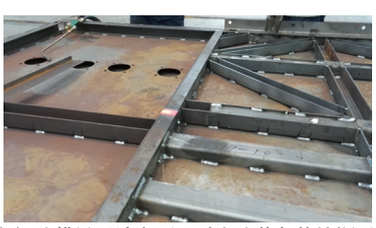


(c)

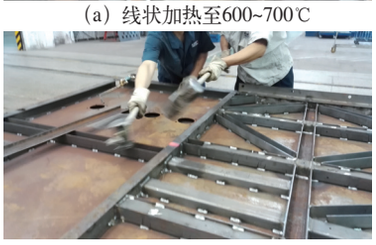
图　4



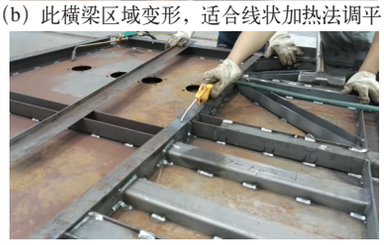
（a）线状加热至600~700℃



（b）此横梁区域变形，适合线状加热法调平



（c）大锤敲击调平



（d）

图　5

矫正要使用到的工具有焊炬、氧气瓶、乙炔气瓶、减压阀、平尺、木锤及盛水器具，另外根据需要自制合适的垫板（平板）、加热压板、压梁及夹具等。

加热压板采用20mm厚的普通钢板制作，板上钻台阶孔，加热孔直径15mm，上面ϕ35mm的孔为工艺孔，加热孔的大小就可以控制加热点的大小，孔与孔之间的间距是50mm，这样就可保证加热点的均匀分布。压板可根据加热部位的大小制作不同的尺寸，使用时选取相匹配尺寸的加热压板。有的时候，矫正部位焊有零部件，制作加热压板的时候可在上面开缺口以避开零部件，有利于压紧加热压板。形状如图6、图7所示。

压梁是在夹具和加热压板之间，其作用是在夹具的夹力下，能对加热压板施加均匀平稳的压力，另外还防止在火焰矫正的时候，夹具不被火焰烤伤。其制作高在80~100mm之间，长度根据矫正工件大小而定。形状如图8所示。

（5）火焰矫正方法 不同的情况采用不同的矫正方法。有两种情况：一种是板面上没有焊接其他物件，另一种是板面上焊有物件。第一种情况的矫正方法，是将薄板需要矫正的面贴在垫板或平台上，再将加热压板压在工件的变形部位，上面放上压梁，再用两个夹具左右夹紧压梁，拧紧夹具，使加热压板紧紧的压在工件上，使薄板变形部位被强行压平。加热压板、工件、垫板互相贴紧，不留间隙，这样才能控制火焰加热后薄板收缩的方向，达到理想的矫正效果。装夹示意如图9所示。

第二种情况的矫正方法，是在加热压板上开个缺口以避开焊接物件进行施压。如果矫正部位形状复杂，可采用两件或几件加热压板进行压紧矫正。点燃焊炬，将加热火焰调成中性焰，在加热压板上的加热孔中加热，加热时焊炬不要垂直于工件表面，应该倾斜10°左右，使火焰返回不直接烧烤焊炬。加热温度在600~800℃，如果温度不够，矫正效果不明显，温度过高，会熔化矫正工件的表面、烧透工件或留下烧坑。加热好后，迅速移开焊枪，浇冷水进行冷却。完成一个加热孔后，再换下一个加热孔加热矫正。加热点的密度根据工件的变形程度而定，一般采用隔孔加热。这样加热的点在孔的定位下分布均匀，收缩也均匀，矫正效果非常好。矫正完后，待稍冷却，拆掉夹具、加热压板等，擦掉板料上的水滴，以防生锈。用平尺测量其矫正效果，如还有点误差，可用木锤直接轻拍矫正。经过多次矫正后，加热压板可能会产生变形，应该及时调平后再使用。要注意垫板应该始终是平整的。

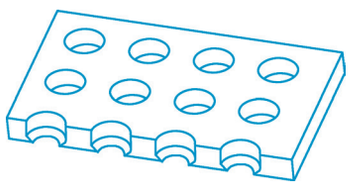


图6 加热压板剖开

图7 加热压板实物

图8 压梁示意

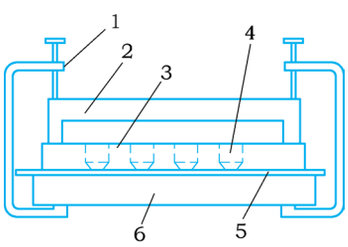


图9 火焰矫正装夹示意

1.夹具 2.压梁 3.加热压板
4.加热孔 5.薄板 6.垫板

3. 结语

随着公司对国外机车车辆技术不断引进、提升，火焰矫正工艺不仅在钣金结构件中也同样得到广泛应用，而且对变形部位合理的夹紧与均匀分布点状加热，使钣金结构箱体质量得到明显提高。比如目前公司生产南非车2Q267、2Q403广泛运用此工艺，能保证箱体表面质量美观，平面度完全符合图样要求。

参考文献：

[1]王洪光.冷作钣金工工作手册[M].北京：化学工业出版社，2012.

[2] 谷定来.冷作工工艺学[M].北京：机械工业出版社，2009.

作者简介：冯伟等，中车永济电机公司。

MW 20161122