



CRH6型铝合金动车车体底架 关键零部件焊接变形控制

杨贤群 林礼筹 利建源 黄志锋

【摘要】通过选取了枕梁、牵引梁、减震器座及边梁等几个典型的和谐号CRH6城际动车组车体底架关键零部件，根据实践经验，分析了各部件的焊接变形控制要点，总结了控制焊接变形的方

关键词：底架；零部件；焊接变形；控制

和谐号CRH6城际动车组车体底架是车体的重要组成部分，质量等级、安全等级高。车体底架上的关键零部件大都采用具有较高强度的7N01铝合金型材与板材焊接而成。由于部分零部件的焊接量较大，焊接变形不易控制，所以掌握其焊接变形的规律及方法至关重要。

1. 枕梁焊接变形的控制

(1) 枕梁的结构 和谐号CRH6型动车的枕梁位于底架前后两侧，是车体重要部件之一，其由枕梁型材与筋板、上下盖板、贯通管等零件焊接而成，材料以A7N01为主，平面度、垂直度要求 $\leq 2\text{mm}$ 。单个枕梁的3D模型如图1所示。

(2) 枕梁宽度的控制 枕梁宽度是重要尺寸之一，尺寸公差是 $(400 \pm 2)\text{mm}$ ，对焊接来说，这个公差范围控制难度较大。首先调整枕梁与枕梁下盖板之间的相对位置，使之满足工艺

放量尺要求，枕梁宽度加6mm工艺放量。用F钳把枕梁与枕梁下盖板固定在平台上，用MIG焊机对枕梁与下盖板之间的两条长直内焊缝进行段焊。段焊在枕梁补强板位置，焊缝长度为30~50mm。为保证枕梁宽度，枕梁筋板长度需加3mm放量。筋板焊接时必须用螺旋千斤顶撑住两根枕梁型材（见图2），以防过量收缩。在筋板焊接完后宽度尺寸公差应控制在 $(403 \pm 1)\text{mm}$ 。到上下盖板长焊缝龙门自动焊时，应视实际宽度尺寸而适当调整焊前预热温度，宽度偏大则提高预热温度；宽度偏小则降低预热温度，但温度必须符合WPS规定。龙门自动焊

时需把枕梁夹紧在自动焊工装上进行焊接。龙门自动焊焊缝冷却后枕梁整体宽度（测量5处）应保证在 $(400 \pm 2)\text{mm}$ 。

(3) 枕梁长度尺寸的控制 枕梁长度尺寸公差为 $3117.5(0, +3)\text{mm}$ ，因此必须通过工艺放量来保证足够的焊后长度。

根据经验，枕梁型材放量

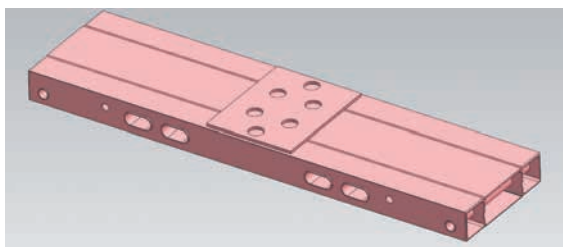


图1 单个枕梁3D模型



图2 枕梁筋板焊接

为8mm，龙门加工中心加工型材时长度方向以中心为基准，两端各留4mm余量。枕梁焊接后，长度收缩到3118~3120mm，枕梁总成组焊前再进行机加工保证3117.5mm。

(4) 枕梁焊接的平面度控制 枕梁整体平面度 $\leq 2\text{mm}$ ，要求非常高。枕梁上盖板安装时，把上盖板放置在枕梁上，用木锤敲击调平上盖板，使之与枕梁筋板密贴，且保证两侧自动焊缝位置间隙均匀，满足焊接要求，用F钳和螺杆进行固定，然后点固；盖板塞焊时，旁边要有一人拿木锤准备，每焊完一个塞焊孔立即用力对该孔位置打2~3下，以达到上盖板与加强板上表面贴合的目的。下盖板自动焊缝焊接前要做反变形，因为下盖板长焊缝熔深为15mm，而上盖板长焊缝熔深为6mm，下盖板焊缝收缩更多，因此反变形应使枕梁纵向弯向上盖板方向。根据经验，反变形大概为6mm，焊后基本能满足平面度要求。如有必要，可通过四柱点动液压调梁机进行平面的调修。

(5) 铝螺丝座焊后空簧孔处间隙的控制 铝螺丝座与枕梁下盖板的空簧孔处间隙要求为 $< 0.3\text{mm}$ ，焊接时必须要有严格的控制措施。首先，螺丝座应在中心处开一个 $\phi 90\text{mm}$ 的工艺孔；焊接时在调梁机上用专用三边压板（竖放）压紧螺丝座，使其与下盖板贴合，对四个角点焊定位；然后焊 $\phi 90\text{mm}$ 塞焊焊缝，焊接一半后把压板转动180°，再焊接另一半塞焊焊缝；最后焊接螺丝座与下盖板、筋板的角焊

缝。通过这样的焊接工艺，空簧孔加工后，孔侧面铝螺丝座与下盖板间隙能保证 $< 0.3\text{mm}$ 。

2. 抗蛇行减震器座焊接变形的控制

(1) 抗蛇行减震器座的结构 抗蛇行减震器座属于枕梁组成的部件，焊接于枕梁组成两侧，主要包括底板、外侧板、上部筋板和下部筋板等。由于此件焊缝多、空间窄，所以控制变形量、保证平面度和垂直度难度高。

(2) 抗蛇行减震器座高度尺寸的控制 抗蛇行减震器座外侧板、下部筋板、上部筋板在焊接时因收缩会使整体高度变小，根据经验大概每一个坡口收缩1mm，因此每块筋板在下料时要放量加高2mm，而外侧板要放量4mm，以抵消焊接收缩，保证整体高度。

(3) 抗蛇行减震器座平面度与垂直度的控制 抗蛇行减震器座外侧板下部有一个 $180\text{mm} \times 131\text{mm}$ 抬车孔，而外侧板平面度要求 $\leq 1.5\text{mm}$ ，外侧板与底板垂直度要求 $\leq 1.5\text{mm}$ ，如果外侧板下料时把抬车孔加工好，则焊接时几乎无法保证上述两项要求。因此，在水刀切割下料时考虑工艺预留，做成如图3中的形式，这样可增加外侧板的

强度，提高抗变形的能力。

边角处留孔的作用是方便焊后手工切除余料；中间两个通孔通过螺栓使外侧板与工装平台贴合，再加上利用产品原有的塞焊孔，用螺栓压紧在专用工装上（见图4），焊接时尽量减少热输入，这样焊后才能保证垂直度与平面度。

3. 牵引梁组成焊接变形的控制

(1) 牵引梁组成的结构 牵引梁组成是由两根牵引梁型材和补强板、下盖板、横梁及贯通管等零件焊接而成，如图5所示。平面度、垂直度要求 $\leq 2\text{mm}$ 。

(2) 牵引梁组成焊接变形的控制 牵引梁与筋板组对前，检查牵引各面平整度 $\leq 1\text{mm}/2\text{m}$ ，如不满足需调修至符合要求方能使用。另外，由于牵引梁煨弯处的接口焊接后会收缩变形，使角度变小，因此焊前须在工装上预制好4mm的反变形，然后用F型卡兰把牵引梁固定在工装上。安装牵引梁补板前，保证补强板与牵引梁铆钉孔对齐，利用M16六角头螺栓（每侧至少4个）固定，然后用F夹夹紧；焊前在牵引梁的槽型开口处增加工艺支撑（工艺撑长度为179~181mm，根据牵引梁来料开口宽度进行选用），以防止收缩

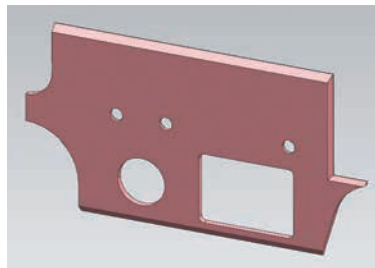
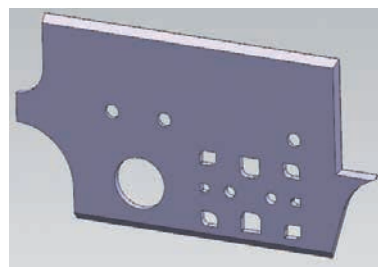


图3 外侧板工艺预留方案



图4 抗蛇行减震器座焊接装夹

变形；先进行塞焊，再对补强板四周的角焊缝进行焊接。焊接时先焊纵向焊缝，再焊横向焊缝；焊接时尽量减少热输入，焊接完成冷却后再去掉工艺撑。

(3) 牵引梁组成焊接变形的控制 两牵引梁间距要求为 (370 ± 1) mm，牵引梁组对时要保证两根牵引梁间的宽度+2mm，横梁长度也+2mm，这样焊接后牵引梁间距刚好满足要求。两牵引梁与横梁、补强板焊接后，要测量牵引梁组成整体平面度，如不能满足要求，应在液压调梁机上调修至公差范围内。

4. 边梁组成焊接变形的控制

(1) 边梁组成的结构 边梁由边梁型材与筋板、补强板等焊接而成，如图6所示。平面度、垂直度要求 ≤ 2 mm。

(2) 边梁与补强板焊接变形的控制 首先，边梁型材下料长度应适度放量，大概+4~5mm。焊接时，先按照图样要求进行边梁型材、件11和件10的组焊，焊后进行调形，保证焊后边梁的平面度和垂直度；然后对件2按顺序与补强板件4、件7、件3、件8的组焊，焊前需在边梁两端的开口加上两个支撑块，同时用1.5t的压铁从上压在边梁上，防止边梁整体变形，同时在焊接部位附近采用可调支撑做反变形，防止边梁局部变形；

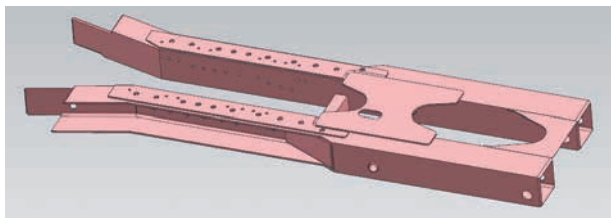


图5 牵引梁组成

焊后进行调形，保证焊后边梁的平面度和垂直度。

(3) 边梁与筋板焊接变形的控制 型材内的筋板宽度应放量+1mm。完成补强板焊接并调形后，对件2与筋板件5、6的组焊，焊接的顺序从边梁中间向两端进行焊接，焊前需在边梁的上端与补强板加上四个支撑块，同时用1.5t的压铁从上压在边梁上，防止边梁整体变形，同时在焊接部位附近采用千斤顶做反变形，防止边梁局部变形。

5. 结语

通过对以上铝合金车体底架关键零部件的焊接变形控制的方案探讨，总结出以下几点控制变形的的方法：①根据理论与实际，

对零件尺寸适当放量或预留处理。②根据产品结构与尺寸要求合理使用工装、支撑及压块等夹具。

③焊接时考虑焊接应力与温度变化，选择适当的焊接顺序。

④焊接过程中，根据实际情况分多步对工件进行调修，使产品符合图样要求。

参考文献：

- [1]王炎金.铝合金车体焊接工艺[M].第2版.北京：机械工业出版社，2011.
- [2]陈文宾，丁叁叁.国产化CRH2型200KM/h动车组铝合金车体及技术创新[J].机车电传动，2008，2：1-4.
- [3]刘志平，等. CRH3铝合金高速动车组焊接技术[J].金属加工，2010，16：10-14.

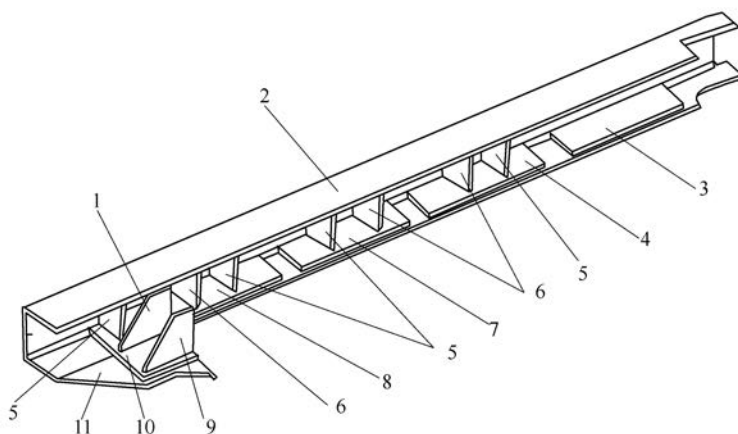


图6 边梁组成结构

注：1~11为边梁部件编号。

作者简介：杨贤群等，广东南奥交通设备有限公司。

MW 20160808