

研究铝合金地铁底架地板自动焊接变形控制

李胜强

(湖南联诚轨道装备有限公司,湖南 株洲 412000)

摘要:底架地板是地铁的一项重要结构,而铝合金型材是制造地铁底架地板的一项重要材料,在进行地铁底架地板制作过程中,要做好自动焊接变形控制,从而提高铝合金地铁底架地板质量,进而使其质量能够满足应用需求,避免出现变形、开裂问题,而引发事故。

关键词:地铁;铝合金;自动焊接;地铁底架地板

[DOI]10.12231/j.issn.1000-8772.2021.05.200

地铁底架地板对平面度要求较高,在具体焊接过程中面临的难度较大,如果焊接存在问题,其在后期应用过程中可能会出现质量问题,进而会引发事故,这会造成巨大经济损失,甚至会造成人员伤亡。可见,加强对地铁底架地板自动焊接变形对于提高最终产品质量有着重要意义,因此,要加强该项内容的探讨。

1 铝合金

铝合金是一种以铝为基础,添加其它元素的一种合金,作为一种轻金属材料,其在许多行业中都得到了广泛应用。

铝合金除了具有纯铝特性外,因为其中添加了合金元素,受添加合金元素不同,会使铝合金具有不同特性^[1]。铝合金具有力学性能良好、密度低、加工性能好、抗腐蚀性好、导电性佳等多项优点,其在许多行业中都得到了广泛应用。例如,地铁车身结构已广泛应用铝合金材料,但由于铝合金材料热导率高,焊接会变形大,因此地铁底架地板自动焊接更要做好变形控制,确保质量、性能都能够满足应用需求,保证地铁在后期运行时的稳定性,减少事故发生^[2]。

2 地铁底架地板焊接发生的变形问题

地铁底架地板自动焊接受各项因素影响会发生变形,常见的变形类型如表 1 所示。

表 1 地铁底架地板焊接变形类型

变形类型	变形危害
V 型坡口焊接收缩变形 (I 类变形)	变形会导致结构无法组装,丧失稳定性,承载受影响,同时强行矫正会消耗大量人力、物力,产生新的内应力或导致焊缝缺陷,这会对地铁后期运行稳定性造成不良影响。
地板型材反面焊接变形 (II 类变形)	
地板型材正面焊接变形 (III 类变形)	

2.1 I 类变形分析

对地铁底架地板结构进行分析可以发现,其采用数块中空挤压型材 V 型坡口对接拼焊形成,整体结构十分稳定。地铁底架地板进行焊接时,为了确保最终焊接作业合理性,要先进行地板反面自动焊,再进行地板正面自动焊。长度方向上,V 型焊缝熔池快速冷却引起收缩,进而形成纵向应力和焊接变形,地板在纵向的收缩和变形,会对地铁底架地板平面度造成严重影响^[3]。宽度方向上,V 型焊缝熔池冷收缩也会形成横向应力,位于焊缝区域两侧型材受横向拉应力影响,使地板型材装配角度发生改变,进而出现缝隙或横向变形^[4]。

2.2 II 类变形分析

采取自动焊接对两块地板型材进行反面自动焊后,焊缝区域会在短时间内快速冷却,两块地板材受拉应力影响,地板型材正面会沿着焊缝纵向中心发生明显倾斜,进而会出现角变形,这一变形的存在,会加大正面型材 V 型坡口处的间隙,进而引起变形。

2.3 III 类变形分析

受 II 类变形影响会导致正面型材焊缝间隙变大,同时,焊缝熔池体积也会变大,完成焊接作业后,随着时间推移,焊缝温度将会降低,最终冷却,当焊缝冷却时,焊缝两侧型材会受到焊接应力影响,该处应力与反面应力相比更大,这就导致正面焊接变形量与反面焊接变形量,前者发生的变形更大^[5]。III 类变形抵销 II 类变形之后,焊

缝将会持续收缩,进而会发出现较大角变形,这会对地铁底架地板质量造成较为严重危害。

3 控制铝合地铁底架地板焊接变形的合理措施

制作地铁底架地板过程中,如不对自动焊接变形进行控制,不可避免的需要多次对焊缝进行火焰调校,但随着调校次数的增多,铝合金的晶粒会不断变大,这会导致焊接接头在后期应用期间的力学性能不断降低。为避免此问题,可通过调整焊接顺序、工装制反变形等方法,实现对地铁底架地板自动焊变形的合理控制,最终达到提升焊缝质量的最终目的。

3.1 调整焊接顺序

(1)铝合金材料热导率高,如果在焊接作业开展期间,焊接顺序不合理,这势必会导致地铁底架地板会出现较为严重变形情况,这会对性能和应用造成严重危害,针对这一问题,要对焊接顺序进行适当调整,进而降低由于焊接变形。地铁底架地板反面自动焊一共有 4 条 V 型焊缝,焊缝由左向右分别记作 A、B、C、D,进行自动焊接时,要采取两条焊缝同时焊接,具体焊接顺序:先焊接 B、C 焊缝、再焊接 A、D 焊缝。焊接底架地板反面焊缝前,必须要松开两侧压紧装置,没有反变形设置。地铁底架地板在进行自由焊接时,发生自由收缩,完成地板反面焊接作业后对地板的整体平面进行观察,可以发现其整体处于凹变形状态。

(2)地铁底架地板正面焊缝形式与焊接顺序与反面相同,底架地板正面自动焊必须压紧两侧压紧装置,在焊接作业过程中,通过对焊接变形进行合理应用,进而让地板反面的变形被抵消,大幅度减小正面焊接变形量。通过这种处理方式能够实现对接应力的释放,实现对地铁底架地板的控制,确保其足够平整^[6]。

3.2 合理改造焊接工装,优化反变形量

针对地铁底架地板正面自动焊后调修时间过长、平面度偏差问题,要改造底架地板组焊工装,优化和固化反变形量。底架地板中心附近设置最大反变形量,该变形由起初的 2.78mm 变大到 6.00mm,同时,将反变形点预置在每块地板 C 型槽处,变形点由中间逐渐向两侧分布,一共设置了 5 个变形点,各个变形点连起来是平滑过度,最大程度减少反变形带来的不利影响。实际作业开展期间需要相关人员注意的是反变形点要被设置在地板型材的 C 型槽处,因为地板 C 型槽处于中空型材加筋处,该处结构整体强度较高,在受力影响情况下不易发生变形或被压凹陷。通过反变形量验证和加装调整垫片等方式对地铁底架地板组焊工装的进行改造,改造后可相对固定反变形量,进而更加稳定的控制地铁底架地板自动焊接的变形。

3.3 验证地铁底架地板焊接情况

(1)依据增加反变形点的具体要求对底架地板组焊工装进行适当改造,通过该方式,完成对底架地板自动焊接具体情况的验证,验证作业必须在现场开展,为了保证验证结果精准,工作人员在验证时必须细心,避免由于疏忽导致验证结果出现误差现象。

(2)地铁地板反面自动焊接后翻边进行反变形量设置,然后进行地板正面自动焊接,焊接后如果平面度可以被控制在 3.00mm 以内,这是能够满足设计要求的,不需要进行调修。

(3)对焊接控制前后地铁底架地板发生的变形进行对比(数据如表2所示),通过表2中的数据可以发现,控制后平面度超差值降低明显。因现场具体情况有差异,地铁底架地板正面自动焊后平面度也会出现显著差异,但都被控制在5.80mm以内,这一数值明显小于变形控制前的数值,可见变形控制取得了良好的效果。在该状况下,只需要对焊缝区域进行1次调修,该时长约为120min,完成调修后,能够确保地铁底架地板整体平面度都不超过3.00mm以内,达到设计要求。亦可再优化焊接参数、焊接顺序、焊接反变形量等,通过验证进一步控制和降低焊接变形,提高质量。

表2 地铁底架地板焊缝控制变形前后数据对比

焊缝控制变形前		焊缝控制变形后	
底架地板	平面度 (mm)	底架地板	平面度 (mm)
1-1	10.36	2-1	5.28
1-2	10.12	2-2	4.68
1-3	9.57	2-3	5.12
1-5	10.16	2-5	5.78
1-6	8.76	2-6	3.42
1-7	11.02	2-7	3.79
1-8	9.15	2-8	4.38

4 结束语

针对铝合金地铁车体底架地板焊接发生的变形问题,在处理上可以通过调整焊接顺序、合理改造焊接工装、优化反变形量的方式实现对自动焊接变形的控制,达到降低生产成本,减少返修量,提高保证产品质量的最终目的。

参考文献

- [1]岳译新,周礼,陈希.A型铝合金地铁车辆车体结构优化设计[J].电力机车与城轨车辆,2020,43(06):41-44.
- [2]李涛,邢艳双,李俊民,等.铝合金地铁端部底架焊接变形的控制工艺[J].机车车辆工艺,2019(05):22-24.
- [3]张东辉.探讨铝合金地铁车辆的生产制造工艺优化与改进[J].决策探索(中),2018(12):53.
- [4]陶斯嘉,王玉艳,赵阔,等.地铁铝合金车体静强度分析以及底架横梁尺寸优化[J].科技创新与应用,2018(14):15-16.
- [5]尉志强,赵阳,那宇.铝合金A型地铁车辆车体底架平面度控制[J].金属加工(热加工),2018(05):46-50.
- [6]梁连杰,刘晨,金文涛,等.全焊接A型铝合金地铁底架组焊工艺研究与变形控制[J].金属加工(冷加工),2016(S1):718-721.

作者简介:李胜强(1987,3-),男,汉族,本科,湖南宁乡人,工程师,研究方向:轨道交通产品质量管理工作。