

# 汽车制造过程中的铝合金焊接技术研究

李林义

(郑州商业技师学院, 河南 郑州 450121)

摘要: 随着人们生活水平的不断提高, 汽车已经成为人们日常出行必不可少的交通工具。在此背景下, 舒适、安全、环保、高性价比、轻量化等已经成为汽车制造行业发展的新风向。在此背景下, 铝合金焊接技术被广泛应用到了汽车制造行业当中, 有效地促进了汽车制造行业的更新升级。本文就汽车制造过程中的铝合金焊接技术进行了探讨, 重点围绕车身铝合金焊接问题分析了几种常见的铝合金焊接应对工艺, 仅供相关人士借鉴参考。

关键词: 汽车制造; 铝合金; 焊接技术

众所周知, 铝合金作为优质的焊接材料, 不但重量轻、密度低, 而且他的可塑性比强度也是非常高的。因此, 它在轨道交通、石油工业、建筑行业以及航空航天等很多制造业当中有着广泛的应用。当前, 在“中国制造 2025”战略的推动下, 我国汽车制造行业也获得了长足的发展, 低碳环保、轻量舒适、安全便捷、性价比高等已经成为本行业的新风向。而铝合金焊接技术的应用, 能够在这些方面给到汽车很大的提升, 因此, 在新时期, 积极探讨铝合金焊接技术在汽车制造过程中的应用问题与工艺也有着良好的现实意义。

## 一、汽车车身方面的铝合金焊接问题

面对日益严峻的能源以及环保问题, 轻量化、高性价比等已经成为当前汽车制造业发展的必然方向。铝合金作为当前汽车在制造过程中必不可少的应用材料, 虽然在多个方面都存在自身独特优势, 但是也存在一定的焊接实际应用问题。以车身焊接为例, 首先, 在车身焊接过程中, 因为铝合金本身所具备的属性因素原因, 焊接接头的地方常常会出现软化问题, 这也会在一定程度上造成车身强度降低, 同时也会对焊接结构的承载能力带来一定的冲击, 使得汽车车身出现不安全因素, 甚至还会导致其无法满足安全检验要求等。其次, 铝合金车身焊接的时候由于化学反应因素的影响, 容易生产氧化膜, 而它一方面会影响母材的熔合与熔化, 另一方面由于其比重更高, 因此, 在焊接古城欧洲很难付出表面, 进而出现未焊透或者是未熔合的情况, 影响着实际的焊接效果。再者, 铝合金材料本身性质决定了其在焊接中会出现气孔, 这也在一定程度上影响了焊接的质量, 特别是铝镁合金, 其在接头处的气孔会形成很大的焊接缺陷。同时, 铝合金材料在焊接过程也会经常办事者裂纹的情况, 同时裂纹的粉不贴着以及形状复杂性较高, 也会给后续的补救带来一定麻烦。最后, 车身焊接当中的铝合金应用通常热膨胀系数较高, 所以在焊接当中也可能出现变形的情况, 主要是其接头位置可能出现加热不均情况, 而焊接缝隙温度过高, 在其冷却的过程中就会产生不同的内应力以及收缩力, 进而导致变形等焊接结构问题的出现。

## 二、汽车制造过程的铝合金焊接技术应对工艺

### (一) 铝合金激光焊接技术

对于激光焊接技术来说, 该项技术有着热应变小、速度快以及焊缝窄等特点, 能够显著改善汽车车身的抗疲劳以及抗冲击性能, 对于汽车品质的提升以种到, 属于一种常见的焊接技术。在铝合金车身当中, 当焊接长度为 20m 到 30m 的时候, 机关焊接能够有效代替 MAG、MIG 等焊接技术。以 Audi A2 轿车的制造为例, 其在生产制造过程中, 焊缝长度能够达到 30m 左右, 该车的

生产就运用到了 MIG 以及激光焊接两种技术。这里我们可以应用模拟实验的方式来对其具体的应用情况展开分析。具体来说, 可从以下几点展开: 第一, 在车身铸造当中, 运用高强度真空低压铸造手段, 厚度是 4mm, 抗拉强度超过 225MPa, 焊接过程需要用到 3 个铸件。第二, 运用 MIG 的方式来对铸件进行焊接实验, 焊接坡口的度数为 70, 电压为 17.7V, 电流为 90A, 在此基础上, 通过 6mm/s 的焊接速度以及 5.3m/min 的送丝速度来进行焊接, 控制好保护气流量 (25mL/mi) 以及焊丝直径 (1.2mm) 第三, 依托激光焊接的方式来对相应的间隙进行焊接, 钱运用单挑直线焊接以此来提高焊板的实际形态美, 做好对夹杂、裂缝、空洞以及结疤等问题的控制。第四, 依托 RT 焊缝检测技术来对具体的结果进行检测。而在实验研究当中, 不同类型焊接方式所呈现的结果以及特点也是不同的。具体来说, 激光焊接方面的焊接质量和焊接可控性是非常高的, 而且焊接范围也是很广的; 电子束焊接出了焊接质量之外, 其他如焊接速度、冷却成本等也是比较高的; 电阻点焊则在很多方面都不如其他焊接方式。综上所述, 激光焊接在接头方面有着更高的质量, 它的功率要大大超过其他几种工艺, 表现出了诸如热影响区域小、熔化区窄、热输入低、热变形影响低、冷却速度快等多方面的优点, 所以能够满足铝合金车身材料的焊接需求。同时, 激光焊接的成本是比较低的, 其他不需要运用电机或者真空气氛, 同时在焊接前也不必像其他几种工艺那样要进行清理, 能够大大节约成本。再者, 激光焊接有着非常广泛的应用范围, 它本身属于无接触焊接, 因此, 汽车车身不会受到电磁等因素影响, 他可以透过密闭透明物体同时对其内部的铝合金展开焊接。

虽然激光焊接有着诸多优点, 能够比较好地适配于汽车制造中的铝合金车身, 但是因为其本身材质的特殊性以及焊接工艺的不完善性, 导致其在实践应用当中也会面临多方面问题, 具体来说主要有以下几点: 第一, 对于铝合金而言, 其对于激光的吸收率是相对较低的。当前, 汽车制造中所运用到的铝合金材料内部大都有着密度非常高的自由电子, 他们会和激光光束当中的光子发散一定的反应作用, 反射其中大量能量, 所以初始反射率是比较高的。第二, 铝合金激光焊接过程当中比较容易产生气孔, 这种气孔主要有两种类型, 一种是在焊接过程中焊缝冷却, 情的溶解度下降而产生的氢气孔, 另一种是钎孔塌陷而导致的气孔。第三, 铝合金元素烧损程度是比较严重的, 在汽车制造当中, 其车身所运用到的铝合金当中含有许多锌、锂等金属元素, 而这些金属的沸点都是比较低的, 在激光焊接当中, 很容易出现蒸发的情况, 进而导致铝合金车身的材质遭到破坏, 进而出现焊缝强度变低等

问题。第四,容易导致热裂纹问题。在汽车制造当中,铝合金车身材质在焊接当中比较容易出现热裂纹问题,其中主要的类型有两种,一种是凝固裂纹,另一种是液化裂纹,为了防止这些裂纹的出现主要应对措施有调节波形、优化工艺参数、填充金属以及化学镀镍等等。

### (二) 激光-电弧复合焊技术

在汽车制造过程中激光焊接技术虽然有着诸多优势,但是其局限性也是比较明显的,如热利用率低、技术要求较高、功率要求较高等等,这些问题的存在也使得其难以完全满足当前的铝合金车身焊接需求,那么想要更好地对汽车车身进行焊接,可运用激光-电弧复合焊工艺。该技术符合当前铝合金车身焊接方面的诸多需求,在其具体的使用过程中,熔池因为激光作用会产生相应的等离子体,这也是保证电弧稳定的一大重要因素,这也是电弧焊技术优势的直接体现,其依托电弧等离子体来对光子等离子体进行吸收,进而让铝合金车身的激光能量吸收率得到充分提升。与此同时,在电流的作用下,可以依托对电流变化的控制来对电弧膨胀进行控制,进而使得电流密度得到改变,当电流达到一个临界值的时候,焊接机制能够从深熔转化为热传导焊,如此一来,不但能够让焊接的速度得到有力提升,而且还能减少焊接面积,这也是其相较于激光焊接工艺的一道优势。

此外,激光-电弧复合焊集合了电弧焊以及激光焊两者的独特优势,不仅仅能够依托激光的高能量密度特点,而且还能够发挥电弧焊自身所具备的大加热区有点,在此基础上,还能够形成一种混合化、协同化的作用,让焊接效果以及质量得到有效提升。具体来说,该项焊接工艺的主要有点可体现在以下三个方面:第一,焊接性能比较优秀。因为其使用的是复合人员,因此在焊接当中能够展现出大加热区以及高能量密集等有点,进而生成更加符合铝合金焊接的输出形态,从而深化焊缝同时让热裂纹的出现频率得到有效降低。第二,热利用率非常高。在该项工艺的应用实践中,由于受到电弧的作用,激光束焊接所形成的激光等离子体将会被稀释,这也能够在很大程度上减少放射光能量以及等离子体吸收。同时,因为电弧的熔融作用,能够让车身表面对于激光能量的吸收质量得到有效提升,进而充分推动热利用率的提高。第三,焊接比较稳定。在传统电弧焊工艺当中,焊接速度加快时,可能会出现阳极斑点不稳定的情况,这也使得电弧出现表意以及焊接不稳定问题频发。然而,由于该项技术也同时复合了激光焊接,所以在激光的助力下可以生成金属蒸汽,从而提供给阳极斑点重要的稳定条件,让焊接过程变得更加高速和高效。该项技术的优势使得其在汽车制造行业当中得到了众多青睐,成为铝合金车身制造以及焊接中应用最广泛的焊接技术工艺。在现实当中,日本以及德国等一些汽车制造厂商经常运用该技术来进行汽车车身焊接。以大众汽车为例,其在对铝合金车门进行焊接的过程中便会应用到该项技术。与此同时,大众汽车公司的相关人员还由此而设计出来了“激光-MIG复合焊接头”并将其安装到了公司的焊接机器人上面,因为这种机头体积比较小,适应性强,其在焊接精度方面表现出巨大的优势,能够将精度控制在0.1mm左右。

### (三) 搅拌摩擦焊

在汽车制造过程中,激光焊以及复合焊都有着自己独特的优势,并且得到了广泛的应用。但是因为熔化焊接本身有着铸态组织特性,所以,在实际汽车制造焊接当中,受到热循环等因素

影响导致接头的力学性能得到降低,优势可能还会导致色变以及形变等问题,这些问题的存在也会对汽车制造以及焊接质量形成巨大影响。这时,搅拌摩擦焊工艺就脱颖而出。相较于传统焊接工艺来说,该项工艺运用特殊的搅拌头来高速搅拌摩擦,然后对相应部位的金属产生影响,时期形成热塑性状态,进而时期向后部塑性流动,实现焊接目标。铝合金汽车搅拌摩擦焊接工艺的影响下,将会生产三种区域,其分比为热变形影响区、焊核区以及热影响区。在搅拌头的中央部位有一个晶粒,其主要依托再结晶的过程来达成:“洋葱式”的环状焊接。焊接区外围主要是热变形影响区,在这一区域当中,一些晶粒可能会出现塑性变形以及重结晶现象。热影响区当中的经历则会变大,同时机械能也会不断变小。从应用角度来看,该项焊接工艺的特点优势主要体现在五个方面:第一,焊接头有着非常好的性能。该项技术中铝合金车身是首先要经过塑性变形的,然后依托动态再结晶来形成焊缝,这一过程当中,因为晶粒变得细化,并不会形成熔焊树枝晶,进而让焊缝组织变得更加细密,同时也让热影响区变得更加窄,不会出现裂纹以及气孔等问题,有效地保证了焊接的实际质量。第二,焊接后残余应力较小且无变形。该项工艺在焊接当中不会产生过高的温度,所以产生的应变力以及形变量将会更小并且不会对焊接周围区域带来影响。第三,该项工艺在实际应用过程并不会产生烟尘以及飞溅等问题,更不会产生红外线以及紫外线等问题。第四,该工艺的应用范围较广,能够适用于各种铝合金焊接,在汽车制造以及焊接当中有着良好的优势。与此同时,其能够适用于自动化的焊接设计,不需要同类零件的支持并且能够采用多种焊接接头,这也有助于其自动化运用。第五,该项工艺的成本不高,在实际应用过程中不会应用较多的辅助材料,与此同时其焊接前也无须进行过多的与处理,只对其表面油污进行清楚就可以了,而且该项工艺能够减少对氧化膜的破坏并有着良好的环保特性。

但是,不可否认的是,搅拌摩擦焊也有着其自身的局限性,具体来说主要表现在以下几个方面:首先,该项焊接工艺在实际应用中需要用通过搅拌头摩擦的方式来进行焊接,但因为性能以及尺寸等因素限制,使得其没办法焊接较厚的对象,这也限制了其应用的广泛性。其次,该项工艺对于焊件加持有着极高的要求,必须要对罕见进行固定压力,以此来应对过程当中产生的残余应力。再者,焊缝端部可能会出现一些钨孔,同时处理难度也是比较高的。综上,其优点和缺陷还是比较明显的,在国外,该项技术被广泛应用到了越野汽车以及汽车轮毂等制造当中,获得了不错的实际效果。

总之,在汽车制造过程中,铝合金焊接技术的应用是非常必要的。但是如何应用以及应用哪种工艺却是一个需要结合实际情况的一个选择。在现实当中,不管是激光焊、激光-电弧复合焊,还是搅拌摩擦焊等都是有效的铝合金焊接工艺办法,本文通过对以上焊接技术的介绍,希望给汽车制造行业在铝合金焊接技术方面的选择与优化提供一些有价值的参考,进一步促进汽车制造行业的现代化发展。

### 参考文献:

- [1] 王正科. 铝合金汽车轻量化及其焊接新技术 [J]. 内燃机与配件, 2021(01): 102-103.
- [2] 杨泉. 铝合金焊接技术研究现状及进展 [J]. 装备维修技术, 2020(01): 136-137.