

## 第十五章 铝及铝合金火焰钎焊技术

### 第一节 基本概念

铝钎焊是一种母材不熔化、靠填充金属熔化与基体形成新金属键结合的一种焊接方法。铝钎焊在工艺上,不同于常用的铜钎焊和锡铅钎焊,铝合金表面有一层厚而坚韧的氧化膜,焊接材料与母材熔点相差较小,且加热过程中铝合金颜色不变,因此,钎焊铝合金要比钎焊其它金属困难很多,尤其火焰钎焊铝合金时,更需要良好的工艺措施和工人熟练的操作技巧来保证钎焊质量。近些年,优质钎料的生产和特殊加热工具的制造,使该法焊接的铝侧窗,焊接痕迹小,连接强度高,外表美观,成本低廉,并克服了钨极氩弧焊色差大、焊接小截面铝型材困难等弊端,因此在小截面铝合金结构上获得广泛推广。铝钎焊不同于传统的 TIG、气焊铝合金工艺,必须满足以下工艺特点,才能获得良好质量。

### 第二节 铝及铝合金火焰钎焊工艺特点

#### 一、铝钎焊加热热源

火焰钎焊铝合金时,不需要任何设备,仅用普通氧乙炔火焰、液化气火焰、夏普气火焰就可获得良好质量。

用普通焊炬、氧乙炔火焰钎焊铝合金时,焊炬要在钎焊面周围来回移动加热,待达到钎焊温度时,再从接头一端开始钎焊。钎焊时,火焰在钎焊面上要呈分散型,不然会烧伤母材。用国内研制的梅花型氧乙炔焊嘴钎焊时,火焰分散面大、加热速度快、不易烧伤母材,焊接质量好,国内许多单位都已推广使用。钎焊铝合金时,乙炔气体纯度要好,硫化氢、磷化氢不许超标,否则铝合金钎焊时表面发黄、发黑,严重时根本无法焊接。

在国内较普遍应用空气透平式焊炬、液化气火焰钎焊铝合金,液化气火焰温度低、柔和、分散面大,不至烧伤母材,但因焊接效率较低,所以,普遍采用三把焊炬上下左右同时加热,以弥补加热速度不足及焊不透等弊端。

近年来国内与国外合作生产了介于液化气与氧乙炔之间的夏普气,用其钎

焊铝合金，取得了满意的效果。夏普气火焰柔和，焊嘴采用多孔制，根据钎焊结构大小，选用不同系列焊嘴，以满足不同结构加热的需要。用这种火焰钎焊铝合金，解决了液化气火焰弱、氧乙炔火焰猛的优点。生产效率极高，是一种非常好的钎焊铝合金热源。国外人工、机械化铝钎焊多采用这种气体，经在客车铝侧窗上试用证明，是一种非常好的钎焊铝合金气体，值得推广。

## 二、铝钎焊焊接材料

钎焊铝侧窗(材质 LD31)，一般采用两种焊材，一种是 Al-Si 共晶合金添加微量稀土元素(4047 铝焊丝)，将其熔点降至 550 度左右，这种焊材焊出的接头强度非常好、抗裂性高，焊接完成后，可直接用水清洗接头。Al-Si 焊材粘着性好，在母材未达到钎焊温度时，熔化后不会成球状滚动，待温度达到钎焊温度时，再渗入接头缝隙中。工人操作方便，能保证钎焊质量，国外进口的铝钎丝、铝钎粉膏多类似这种合金。目前，国内还较普遍应用 AlSi10Cu4 焊材钎焊铝合金，这种焊条熔点低于 Al-Si 共晶合金，工艺性好，但其强度、抗裂性均不如 Al-Si 共晶焊条。这种成分焊条，钎焊汽车铝侧窗基本可满足要求，但焊象铁路客车铝侧窗较大截面铝型材时不宜采用，试验证明，当工装卡具或结构本身造成较大拘束度时，焊缝微裂纹较多，而采用 Al-Si 共晶焊条时，焊缝一般不会出现微裂纹。Al-Si 共晶焊条熔点略高于 AlSi10Cu4，如选直径较小的 Al-Si 焊条，工艺性基本和铸条 AlSi10Cu4 相近，因此，钎焊铁路客车侧窗，采用 Al-Si 共晶合金加微量稀土焊条，应用效果较好。

铝软钎料如 Zn72.5Al(505)焊条，由于存在抗腐蚀性差，不耐阳极化处理、抗裂性不好等弊端，虽然工艺性极好，焊后强度也可，但结构刚度较大时，焊后会出现开裂，同时焊后清洗如不彻底，腐蚀较快，因此，钎焊汽车、客车铝侧窗一般不用。

## 三、铝钎剂

国内，铝硬钎焊钎剂一般都使用 201，这种钎剂活性强，流动性好，焊后残渣有腐蚀性，需要彻底清洗。201 钎剂吸潮性很强，如以粉末使用时，置于空气三十分钟左右就能潮解，从而降低活性，为避免这种现象，需用无水乙醇和 201

钎剂调成溶液使用，可避免吸潮失效，同时，焊条能均匀涂上一层钎剂，便于焊后清洗。

铝合金截面有些为封闭型，钎焊后残渣一部分被密封在型材内部而清洗不到，时间久了会腐蚀铝合金。因此，对这些结构，可采用氟化物共晶型铝钎剂钎焊，该钎剂不吸潮，焊后无腐蚀性，火焰钎焊时，需预刷在接头处，活性不如201。

### 第三节 钎焊铝合金结构工装要求

钎焊铝合金结构时，工装尽量保证使接头置于空气中，这样，可避免热量传递而带来的焊不透等缺陷，同时，提高加热效率。工装还应保证当母材达到钎焊温度时，接头尚留有0.1-0.2mm间隙，这样能保证钎料有良好的渗透性及钎焊质量。用AlSi10Cu4焊条钎焊时卡具离接头应远些，卡紧力不应太大，不然焊后可能会出现微裂纹。

### 第四节 铝钎焊接头力学性能、清洗和检验要求

#### 一、力学性能要求

汽车铝侧窗、铁路客车铝侧窗大多采用LD31(6063)铝合金,用Al-Si共晶和AlSi10Cu4焊条钎焊接头力学性能基本能达到强度要求不高的情况下的连接要求，但接头强度、抗腐蚀性远远不如弧焊接头。

#### 二、铝钎焊后清洗、检验及氧化处理

##### 1、钎焊后清洗

用Al-Si共晶焊条钎焊铝合金，焊后可马上用水清洗，表面经修整后，就可抛光氧化处理，用AlSi10Cu4焊条钎焊铝合金，焊后不易马上用水冲洗，应静置0.5分钟左右，再用硼酸清洗。

##### 2、钎焊后检验

试件清洗后，表面如不平，宜用板挫修，保证正面无钎料残余，不然氧化处理时会发黑。锉平后，用二十倍放大镜检查钎焊面，看有无裂纹、较大气孔等缺陷，如缺陷超工艺规定，应返修。

##### 3、氧化处理

用 Al-Si 共晶焊条钎焊，焊缝氧化处理后呈灰黑色，用 AlSi10Cu4 焊条钎焊，焊缝氧化处理后呈深黑色，如做氧化着色处理，焊缝附近有花斑纹。铝钎焊由于焊缝非常窄，仅有 0.1-0.2mm 宽，焊接痕迹小，因此，该色差不影响结构美观。