

ICS 45.060.01
S 30

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3259—2011

动车组用铝及铝合金焊接技术条件

Technical specification for welding of
aluminium and aluminium alloys used on EMU

2011-05-20 发布

2011-11-01 实施

中华人民共和国铁道部 发布

目 次

前 言 II

1 范 围 1

2 规范性引用文件 1

3 基本要求 1

4 母 材 2

5 焊接辅助材料 2

6 焊接准备 2

7 焊接工艺 3

8 调修矫正 4

9 焊接检验 4

10 返 修 焊 4

11 焊缝整形 4

附录 A(资料性附录) 对接接头抗拉强度效率和铝及铝合金材料分类 5

附录 B(资料性附录) 焊接耗材选择建议 7

附录 C(资料性附录) 焊接电流 9

附录 D(资料性附录) 预热、道间和调修温度 10

附录 E(资料性附录) 缺欠的产生及防止 11

参考文献 13

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由南车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司提出并归口。

本标准起草单位：南车青岛四方机车车辆股份有限公司、长春轨道客车股份有限公司、唐山轨道客车有限责任公司、南车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司。

本标准主要起草人：程典阳、韩德成、徐世东、王俊玖、刘春宁、蒋田芳。

动车组用铝及铝合金焊接技术条件

1 范 围

本标准规定了动车组用铝及铝合金熔化极惰性气体保护电弧焊(MIG)和钨极惰性气体保护电弧焊(TIG)的基本要求、母材、焊接辅助材料、焊接准备、焊接工艺、调修矫正、焊接检验、返修焊、焊缝整形等。

本标准适用于动车组用铝及铝合金材料结构的焊接。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 324 焊缝符号表示法

GB/T 985.3—2008 铝及铝合金气体保护焊的推荐坡口

GB/T 4842 氩

GB/T 5185 焊接及相关工艺方法代号

GB 9448 焊接与切割安全

GB/T 10858 铝及铝合金焊丝

GB/T 15579.1 弧焊设备 第1部分:焊接电源

GB/T 15579.5 弧焊设备安全要求 第5部分:送丝装置

GB/T 15579.7 弧焊设备安全要求 第7部分:焊炬(枪)

GB/T 18591 焊接 预热温度、道间温度及预热维持温度的测量指南

GB/T 19805 焊接操作工技能评定

GB/T 22087 铝及铝合金的弧焊接头 缺欠质量分级指南

GB/T 25343.3 铁路应用轨道车辆及其部件的焊接 第3部分:设计要求

TB/T 3260.1 动车组用铝及铝合金 第1部分:基本要求

TB/T 3260.2 动车组用铝及铝合金 第2部分:板材及带材

TB/T 3260.3 动车组用铝及铝合金 第3部分:挤压棒材和管材

TB/T 3260.4 动车组用铝及铝合金 第4部分:型材

ISO 6848:2004 电弧焊接与切割—非熔化钨极—分类(Arc welding and cutting – Nonconsumable tungsten electrodes – Classification)

ISO 9606-2 焊工的认可试验—熔焊—第2部分:铝及铝合金(Approval testing of welders – Fusion welding – Part 2:Aluminium and aluminium alloys)

ISO 14175 焊接耗材—电弧焊接与切割用保护气体(Welding consumables – Gases and gas mixtures for fusion welding and allied processes)

ISO 15614-2 金属材料焊接程序的规范和鉴定—焊接过程试验—第2部分:铝及铝合金电弧焊(Specification and qualification of welding procedures for metallic materials – Welding procedure test – Part 2: Arc welding of aluminium and its alloys)

3 基本要求

3.1 产品设计图样应注明所有焊接部位的接头型式与尺寸、焊缝尺寸以及焊缝质量和检验要求。当

焊接方法有特殊要求时应在设计图纸中注明。焊接方法以及焊缝符号的表示应分别符合 GB/T 5185 和 GB/T 324 的规定。

接头设计应符合 GB/T 25343.3 的规定。在结构设计中,应充分考虑焊接对热影响区和焊缝性能的影响(参见附录 A 的表 A.1),并避免将部分熔透焊缝设置在可能产生疲劳破坏的部位。

3.2 焊工、焊接操作人员应按 ISO 9606-2、GB/T 19805 等有关规定进行技能培训,并经理论和实际操作考试,取得相应合格证书方可上岗操作。

3.3 焊接作业场地应防风、防雨、保持清洁,尽量隔离对焊接质量有害的杂物、灰尘、金属粉末和湿气。焊接作业场地风速不大于 1 m/s,环境温度不低于 8℃,湿度不宜超过 70%。湿度过大时应采取母材待焊部位以及焊材烘干除湿或焊接厂房整体除湿控温措施。

3.4 使用的焊接设备应符合 GB/T 15579.1、GB/T 15579.5 和 GB/T 15579.7 等相关标准的规定。

3.5 铝合金 MIG 焊时,宜采用直流反极性方法焊接。TIG 焊时,除薄板宜采用直流反极性方法焊接外,通常采用交流方法进行焊接。采用直流反极性焊接时,钨电极端部应进行磨削,其电极端部直径为钨电极直径的 1/3,锥度应在 1:3~1:6 范围。

TIG 焊时,如钨极尖端有污损、氧化、形状不良等情况,应采取适当的措施(如打磨或更换电极),并排除其产生的原因。MIG 焊时,如喷嘴有明显的飞溅物时,应及时予以清除直至更换。

焊接作业前或更换焊接设备及其主要部件以及改变焊接条件时,应按设定条件进行试焊,确认母材表面的清洁状态和电极尖端状态,以及电弧的稳定性。

3.6 焊接回线(夹钳)应直接并可靠的接至待焊工件上(尽量靠近焊接部位)。对车辆进行焊接时,焊接回线(夹钳)应接至车体靠近焊接的部位,不得接至轨道上。

3.7 焊接与切割安全操作应符合 GB 9448 的规定。

4 母 材

母材应符合铝合金材料 TB 3260.1、TB 3260.2、TB 3260.3 和 TB 3260.4 等相关标准的规定。母材储存和搬运时应避免与黑色金属材料接触,并分类存放且有明显标记。

5 焊接辅助材料

5.1 焊接用铝及铝合金焊丝应符合 GB/T 10858 的规定;焊丝应密封在原包装内并置于干燥处,储存间温度不低于 18℃,湿度不大于 60%。在使用过程中直接取放焊丝时应避免污染焊丝表面。

5.2 焊接保护用氩气、氮气或氩氮混合气等应符合 ISO 14175 的规定,除此之外的其他混合气体应符合设计技术条件的规定方可使用。保护气体种类及组别号应有明确标识,以便查验与正确使用。常用的氩气其纯度不应低于 99.99%,其技术指标应符合 GB/T 4842 的规定。

5.3 焊接用非熔化钨极应符合 ISO 6848:2004 的规定,钨极分类标记明确,包装完好,钨极表面无污、无损。

6 焊接准备

6.1 母材可采用机械切削(铣、锯、磨削等)、激光切割、等离子切割和水射切割等方法进行加工。对于可热处理强化铝合金厚板宜采用机械加工方法,当采用等离子切割方法时,应留出余量,切割后应去除切割面热影响区受损的材料。

6.2 焊接坡口型式和尺寸要求应符合 GB/T 985.3—2008 的规定。坡口制备宜采用机械加工方法,坡口修整、焊道金属清理、清根、焊接缺陷清除可采用刨具、锉刀、钢凿等机械工具。

6.3 母材熔化面和相邻表面(坡口及两侧各 20 mm 范围内)应采用有机溶剂等方法清除油污,再采用不锈钢材质机械方法或用化学方法清除氧化膜。清除和焊接之间的间隔应尽量短,以免再度污染。集中清理的工件应在当日焊接完成,焊前可用不锈钢材质工具对坡口表面再进行清理。

7 焊接工艺

7.1 工艺评定

在实际焊接生产之前,铝及铝合金的电弧焊应按照 ISO 15614-2 的规定进行焊接工艺评定试验,并根据焊接工艺评定报告(WPQS)制订生产实施的焊接工艺规程(WPS)。焊接工艺评定试验前应编制焊接工艺预规程(pWPS),其中焊接材料应根据焊缝金属的力学性能、抗腐蚀性能和焊接性能的要求选择(参见附录 B)。焊接电流的选择可参见附录 C 中表 C.1、表 C.2 的推荐值,选择的焊接规范应确保焊缝具有一定的熔深。

7.2 焊接装配

工件应尽可能使用焊接夹具进行装夹固定,并可采用适当的方法加以反变形。与工件接触的工装面宜采用奥氏体不锈钢等非磁性材料。

工件装配间隙应按照 GB/T 985.3—2008 中表 1~表 3 的推荐尺寸控制,装配间隙应均匀。

焊接宜平焊位置进行,要充分利用焊接转胎实现最佳位置焊接。

7.3 衬 垫

对于焊根间隙大的接头,应采用焊接衬垫进行熔池保护,衬垫与母材应尽量密贴。

永久性衬垫的材料应与母材金属的材料相同或属同一组别(参见 ISO/TR 15608)。非永久性衬垫可采用不锈钢、铜或陶瓷等非磁性材料。当衬垫为铜或不锈钢材料时,应开有合适的沟槽,避免电弧直接加热衬垫。

7.4 引弧板和收弧板

对于重要焊缝应在其始端和终端采用引弧板和收弧板,并在设计图样上进行标注。引弧板和收弧板应与焊件同质,焊前准备以及坡口制备与焊件相同。

如果需要进行临时附件的焊接,应经设计部门同意。

引弧板和收弧板可采用机械或焊接方式固定。完成接头焊接后,可采用机械方式或等离子切割去除引弧板和收弧板,不得敲击以免接头破损。引弧板和收弧板去除后应进行纵向打磨。

7.5 定位焊及延续焊

定位焊位置应均布、合理,避免焊接时出现接口错位。端部和拐角 20 mm 范围内以及应力集中或其他重要部位应避免定位焊。

TIG 焊时定位焊道长度宜在 10 mm~40 mm, MIG 焊时定位焊道长度宜在 30 mm~60 mm。定位焊时焊道长度和焊缝厚度过小易产生裂纹,此时应将裂纹的焊道除去,再进行定位焊接。定位焊应视同正式焊,由有资质的焊工按规定的焊接工艺进行施焊。

定位焊原则上应在焊道内进行,焊接时产生的黑粉、氧化膜等附着物以及焊缝缺陷在正式焊之前应除去。采用正面定位焊时,应在正式焊接开始前将定位焊道余高加以修整,重要部件的定位焊应在正式焊接之前完全除去,不应留有定位焊缝且在其上进行正式焊接。

筋板端部拐角焊缝应连续,距端焊缝长度不应小于 2 倍的板厚,且至少 10 mm。斜角交接的加强筋板端部焊接时,焊缝应顺着加强筋板端部方向延续,其焊脚长度不应小于高度的 2 倍~3 倍。

7.6 预热以及道间温度

板厚大于等于 8 mm 时宜进行预热。预热温度宜按附录 D 表 D.1 的推荐值控制。预热时间应尽可能短,以免对母材组织与性能造成不良影响。

焊道层间温度控制宜按附录 D 中表 D.1 的推荐值。

预热温度与道间温度的测量应符合 GB/T 18591 的规定。

7.7 起弧收弧处理

为防止焊道终端出现焊接裂纹以及始端出现未焊透现象,两端可以使用同材质的引板(引弧板和收弧板),使起弧和熄弧处于引板上。当不用引板时,应特别注意焊道终始两端及接口处的焊接质量,

收弧时应待弧坑填满后再断弧,并将弧坑加以修整,尤其是对焊道接口要先清理弧坑而后进行接续焊。

7.8 缺欠及其防止措施

与产品焊缝质量等级相对应的缺欠质量等级及其限值应符合 GB/T 22087 的规定。附录 E 列出了缺欠产生的主要原因及防止措施,除此之外,在操作时更应注意避免出现任何设计以外的热影响区,诸如临时附件的焊接、电弧擦伤等。

8 调修矫正

8.1 当铝合金件因焊接变形而需要调修时,可采用机械方法或加热方法对其进行矫正:

- a) 在采用机械施加外力方法对焊接变形进行矫正时,应采取保护措施,避免损伤工件表面;
- b) 在采用局部加热方法对焊接变形进行矫正时,应采取点或线的加热方式,冷却、矫正焊接变形;
- c) 也可采用机械方法进行变形矫正。

8.2 在进行调修加热时,应控制加热温度,尽量缩短加热时间。加热温度范围宜按附录 D 中表 D.2 的规定,可使用温度变色笔或测温仪对加热温度进行确认。

9 焊接检验

9.1 焊接前,应检查工件组装与焊接准备情况,确认符合设计和焊接工艺要求后方可施焊。

9.2 焊接过程中,应对预热温度、道间温度、焊道的清洁度及接头形状、焊接顺序等事项进行检查。

9.3 焊接完成后,应根据产品图样或技术文件要求对焊缝进行检验和记录。

9.4 焊缝检验(包括可能要求进行的密封性检验)宜在加工打磨、油漆或其他处理之前进行。

10 返修焊

10.1 焊缝尺寸不足时,允许进行补焊;焊缝尺寸超过规定时,则应打磨至允许范围内。

10.2 焊缝检验或焊道清理过程发现缺陷时应采用表面切割、削磨等方法将缺陷完全清除,并将周围清理干净再进行焊接。对于内部缺陷应在清除的同时制备符合返修焊要求的坡口。

10.3 裂纹等缺陷经削磨消除后,板厚不小于设计厚度的 95% 时,可不补焊,否则应进行补焊以保证设计厚度。

10.4 当返修的接头根部间隙太大时,可在接头的一侧(或两侧)进行堆焊,并打磨使其成为正规的焊接坡口再进行焊接;或使用垫板(或临时垫板)再进行焊接。

10.5 当常规的焊接工艺规程不适用于返修焊时,应进行工作试件评定并制订相应的返修焊工艺规程。

10.6 同一部位焊缝返修不宜超过两次。对返修超过两次的焊缝若需再进行返修时,应进行评审确认。

11 焊缝整形

11.1 对于设计图样中有整形要求的板端角焊缝,应在焊缝检验通过后实施,整形应采用合适的砂轮、磨片或铣削工具。

11.2 直角交接的板端角焊缝最终整形的研磨面 R 通常不应小于板厚且不小于 10 mm。当板厚不同时,按薄板板厚要求。

11.3 斜角交接的板端角焊缝整形时,应顺着加强筋板与焊缝延伸方向研磨。通常研磨面 R 不应小于焊缝高度的 3 倍。

11.4 整形后母材厚度方向的凹陷深度不应大于板厚的 10% 且不超过 0.5 mm;母材板宽方向的凹陷深度不大于 1 mm。

11.5 为提高焊接接头疲劳性能,应控制接头焊缝余高。必要时对焊趾进行研磨,研磨深度不应大于 0.3 mm 且研磨面 R 不应小于 3 mm,使焊道金属焊趾部位与母材表面平滑过渡。

附 录 A
(资料性附录)

对接接头抗拉强度效率和铝及铝合金材料分类

对接接头抗拉强度效率见表 A.1, 铝及铝合金材料分类见表 A.2。

表 A.1 对接接头抗拉强度效率

母材类别 (见表 A.2)	焊前母材基本状态 ^{a,b}	焊后状态 ^c	$T = R_m(w)/R_m(p_m)$
21	所有状态	焊接状态	1.0 ^d
22	所有状态	焊接状态	1.0 ^d
23.1	T4	自然时效	0.7
		人工时效	0.7 ^{e,f}
	T5 以及 T6	自然时效	0.6
		人工时效	0.7 ^f
23.2	T4	自然时效	0.95
		人工时效	0.75 ^{e,f}
	T6	自然时效	0.75
		人工时效	0.75 ^f
其他的合金	所有状态	— ^g	— ^g
^a 参见 EN 515。 ^b 就表中没有显示的其他回火的母材而言, $R_m(w)$ 要与设计技术规范一致。 ^c 时效情况要与设计技术规范一致。 ^d $R_m(p_m)$ 以“0”情况下的特定最小拉力强度为基础, 而不管测试使用母材的实际回火。 ^e 如果试件在焊后测试以前被人工时效, 接头效率 T 则适用于 T6 母材的情况。 ^f 如果实施了焊后完全热处理, 可以得到较高的性能。 $R_m(w)$ 要与设计技术规范一致。 ^g 焊后时效情况以及 $R_m(w)$ 要与设计技术规范一致。			

表 A.2 铝及铝合金材料分类

类别	组别	铝及铝合金种类
21		杂质(或合金含量) ≤ 1% 的纯铝
22		非热处理强化铝合金
	22.1	铝锰合金
	22.2	Mg ≤ 1.5% 的铝镁合金
	22.3	1.5% < Mg ≤ 3.5% 的铝镁合金
	22.4	Mg > 3.5% 的铝镁合金
23		热处理强化铝合金
	23.1	Al - Mg - Si 合金
	23.2	Al - Zn - Mg 合金

表 A.2 铝及铝合金材料分类(续)

类别	组别	铝及铝合金种类
24		$\text{Cu} \leq 1\%$ 的 Al-Si 合金
	24.1	$\text{Cu} \leq 1\%$ 且 $5\% < \text{Si} \leq 15\%$ 的 Al-Si 合金
	24.2	$\text{Cu} \leq 1\%$, $5\% < \text{Si} \leq 15\%$, $0.1\% < \text{Mg} \leq 0.8\%$ 的 Al-Si-Mg 合金
25		$5.0\% < \text{Si} \leq 14.0\%$, $1.0\% < \text{Cu} \leq 5.0\%$, $\text{Mg} \leq 0.8\%$ 的 Al-Si-Cu 合金
26		$2\% < \text{Cu} \leq 6\%$ Al-Cu 的合金
注:类别 21、22、23 一般为锻造材料,类别 24、25、26 一般为铸造材料。		

附 录 B
(资料性附录)
焊接耗材选择建议

B.1 填充金属

填充金属选择考虑以下因素：

- 与母材的化学成分相兼容,例如焊接裂纹倾向；
- 接头力学性能要求(整体考虑焊接热影响区和焊缝金属性能)；
- 焊接部件或焊接构件的后续处理,例如表面处理、阳极氧化和装饰抛光；
- 对接头的耐腐蚀性要求；
- 最佳焊接性。

最终的选择将取决于产品实际用途和上述诸因素的价值取向。

表 B.1 为填充金属分类详细资料。

表 B.2 提供了工作温度不高于 +50 ℃ 的相同或不同母材焊接接头其填充金属的选择建议。这些母材包括符合相关标准的锻造合金和铸造合金。

表中提供的选择建议仅为指导。在某些情况下,填充金属可以采用不同的选择,但应符合设计规范。

表 B.1 填充金属分类

类型	填充金属型号	化学成分代号	备 注
1	Al 1450 Al 1080A	Al 99.5Ti Al 99.8(A)	Ti 通过细化晶粒降低焊缝金属裂纹倾向
3	Al 3103	AlMn1	
4	Al 4043A Al 4046 Al 4047A Al 4018	AlSi5 AlSi10Mg AlSi12(A) AlSi7Mg	类型 4 填充金属焊缝经阳极氧化处理或暴露大气中被氧化而显现暗灰色,其程度随 Si 含量的增加而提高。因此这些填充金属焊缝颜色与锻造母材不相配。 这些填充金属专门用于预防高稀释和高拘束的接头形成凝固裂纹
5	Al 5249 Al 5754 Al 5556A Al 5183 Al 5087 Al 5356	AlMg2Mn0.8Zr AlMg3 AlMg5Mn AlMg4.5Mn0.7(A) AlMg4.5MnZr AlMg5Cr(A)	当良好抗腐蚀性和配色是重要要求时,填充金属的 Mg 含量必须和母材相配。当焊缝金属的高屈服强度和高断裂强度是重要要求时,应使用含 Mg 量为 4.5% 至 5% 的填充金属。 Cr 和 Zr 通过细化晶粒降低焊缝金属裂纹倾向。 Zr 降低热裂倾向
注:类型数字 1,3,4 和 5 与型号第 1 个数字相符。			

表 B.2 填充金属选择表

母材					
Al (1050A)	4 1 4				
AlMg 3% (5052、5754)	4 或 5 5 ^a 4 或 5	5 5 ^a 5			
AlMg 5% ^b (5083)	5 5 5	5 5 5	5 5 5		
AlMgSi ^c (6005A、 6060、 6082、6008、6061、 6063、6106、6N01、 6A01)	4 或 5 5 4	5 5 4	5 5 4	5 或 4 5 4	
AlZnMg (7020、 7003、 7N01、7B05)	5 5 5	5 5 5	5 5 5	5 5 5	5 5 5
母材	Al (1050A)	AlMg 3% (5052、5754)	AlMg 5% (5083)	AlMgSi (6005A、 6060、 6082、6008、6061、 6063、6106、6N01、 6A01)	AlZnMg (7020、 7003、 7N01、7B05)
当采用 AlSi5 或 AlSi10 型填充金属焊接含 Mg≥2% 的母材时(或采用 AlMg5 型填充金属焊接含 Si≥2% 的母材时),过多的 Mg₂Si 在熔合线处沉淀析出,从而使接头脆化。这种填充金属与母材的组合不推荐用于承受动载或冲击载荷的结构。当这种组合不可避免时,可以使用 AlMg5 或 AlSi5 型填充金属。 注 1:母材取决于化学成分,与是否锻材或铸材无关。 注 2:在被焊母材交汇框中选择填充金属:第一行——最佳机械性能;第二行——最佳耐腐蚀性能;第三行——最佳焊接性能。					
^a 当 Mg 含量不超过 3% 时,表 B.1 中 5 型填充金属有较好的耐晶间腐蚀和/或应力腐蚀性能。在有潜在晶间腐蚀和/或应力腐蚀的使用环境中,焊缝金属的 Mg 含量应等于或不明显超过母材的 Mg 含量。因此可用与母材相同的填充金属进行焊接。 ^b 在一定的环境条件下,如使用温度≥65℃,Mg 含量>3% 的合金容易产生晶间腐蚀和(或)应力腐蚀。这种易腐蚀性随 Mg 含量和/或冷作硬化程度的提高而增加。应考虑到这种焊缝金属稀释的影响。 ^c 由于具有结晶裂纹敏感性,这类合金不推荐采用无填充金属焊接。					

附 录 C
(资料性附录)
焊 接 电 流

焊接时不同直径焊丝的焊接电流范围见表 C.1 和表 C.2。

表 C.1 MIG 焊时不同直径焊丝的焊接电流范围

焊丝直径 mm	0.6	0.8	1.0	1.2	1.4	1.6	2.0	2.4	2.8
焊接电流 (直流) A	20 ~ 50	40 ~ 100	70 ~ 180	110 ~ 250	130 ~ 310	150 ~ 350	200 ~ 430	250 ~ 500	300 ~ 580

表 C.2 TIG 焊时不同直径电极的焊接电流范围

电极直径 mm		1	1.6	2.0	2.4	3.2	4	4.8	5.0	6.4
焊接 电流 (交流) A	纯钨	15 ~ 55	45 ~ 90	65 ~ 125	80 ~ 140	150 ~ 190	180 ~ 260	240 ~ 350	240 ~ 350	325 ~ 450
	钍钨 镧钨 铈钨	15 ~ 70	60 ~ 125	85 ~ 160	120 ~ 210	150 ~ 250	240 ~ 350	330 ~ 450	330 ~ 460	450 ~ 600

附 录 D
(资料性附录)
预热、道间和调修温度

预热温度和焊道层间温度推荐值见表 D. 1, 调修加热温度范围见表 D. 2。

表 D. 1 预热温度和焊道层间温度推荐值

母材	预热温度(℃)	焊道层间温度(℃)
非热处理强化铝合金	≤120*	≤120*
1×××系列		
3×××系列		
5×××系列		
AlSi 铸件		
AlMg 铸件		
热处理强化铝合金	≤120*	≤100
6×××系列		
AlSiMg 铸件		
AlSiCu 铸件		
7×××系列	≤100*	≤80
表中温度仅为指南。这些数值可以经合同双方协商修改,并在焊接工艺规程中说明。 注:Mg>3.5%的合金组 22.4(5×××系列)和合金组 23.2(7×××系列),在某些使用环境下会出现相析出,这些析出会增加剥落腐蚀和应力腐蚀裂纹敏感性。		
* 延长加热时间会导致加工硬化铝合金发生局部退火,也会使可热处理硬化铝合金产生过时效。		

表 D. 2 调修加热温度范围

合金	母材基本状态	加热温度限制		备 注
		加热后急冷	加热温度	
1050A	O	<450℃	<400℃	
	H112	<300℃	<300℃	
	H12、H22、H14、H24	<200℃	<200℃	
5052、5754、5083	O	<450℃	<400℃	
	H111、H112、H321	<350℃	<350℃	超过 300℃ 时,加热部位的强度明显降低
	H12、H22、H32	<300℃	<250℃	
	H14、H24、H34	<300℃	<250℃	强度几乎没有变化
6005A、6008、6060、6061、6082 6063、6106、6N01、6A01	T4、T5、T6	<250℃	<250℃	可保持母材的 80% 以上的强度
7003、7020、7N01、7B05	T4、T5、T6	300℃~350℃	<200℃	

附 录 E
(资料性附录)
缺欠的产生及防止

表 E.1 给出了铝合金焊接常见的典型缺欠、产生原因及其防止措施。在安全要求比较高的动载结构中,特别需要防止产生这些缺欠。

表 E.1 缺欠的产生及防止措施

缺 欠	主 要 原 因	防 止 措 施
气孔 例: 链状气孔(2014)或局部密集气孔(2013)	有污迹的焊丝。 焊丝表面潮湿	改善焊丝清洁度,存储于工作区域露点以上的清洁环境中
	焊缝区有油污。 连接表面的湿度	焊接前清洁和干燥焊缝区,如:预热、焊前确保材料处于室温
	焊丝和(或)母材含氢量过高	如有必要,联系焊丝或母材的供应商或生产商解决
	接头间隙过小	改善焊接间隙,促进气体从溶池逸出
	不合适的焊接位置(横焊、仰角焊、仰焊和立向下焊)	焊接位置尽可能采用(平焊、平角焊) PA、PB
	气体析出时间太短	提高热输入量或预热,改变焊缝前处理工艺
	由于冷却水或气体供应系统泄漏,造成保护气体不纯	消除泄漏现象
	由于湿气侵入,造成保护气体不纯	气体按相关标准或技术要求确定采用
气孔 例: 链状气孔(2014)或局部密集气孔(2013)	不合适的软管质量	确保软管质量,更换损坏的软管,软管应尽量短,尽可能采用铝合金专用软管
	保护气流速太大或太小产生非层流气流	采用合适的气体流量,避免紊流和空气卷入
	电弧电压太高	改善峰值电弧电压
氧化夹杂物(303)	焊枪角度太小	使用正确的焊枪角度
	由于焊接中断或不充足的保护气流,使氧侵入电弧或熔池内导致氧化物形成	见气孔部分要求。 采用合适的气体流量,避免空气进入
	焊缝区或前一道焊缝清理不彻底	确保焊缝区域和前一道焊缝的清洁度,改善电弧条件
	预热火焰含过多氧气	可采用中性火焰
裂纹(100)凝固裂纹 例: 弧坑裂纹(104)液化裂纹	TIG 焊添丝操作不正确	不要将焊丝从保护气中移出
	焊缝中存在低熔点共晶物	选择能确保焊接性能的填充材料。 使用收弧板,将收弧结束于工件之外,或收弧时采用适当的操作措施填满弧坑
	内应力	选择合适的焊接顺序可降低内应力和变形

表 E.1 缺欠的产生及防止措施(续)

缺 欠	主 要 原 因	防 止 措 施
裂纹(100)凝固裂纹 例: 弧坑裂纹(104)液化裂纹	焊接热影响区(HAZ)晶界析出的低熔点共晶物	降低热输入和层间温度。 通过采用单道焊焊接技术降低裂纹敏感性。 降低内应力。 选择适合的焊丝(例如:4×××系列)
金属杂质(304)钨杂质(3041)	钨夹杂(TIG焊:141和等离子弧焊:15)是由于焊接电流过高或在焊接过程中钨极接触到了熔池	根据钨极的类型和直径选择合适的焊接电流。 不要将钨极侵入到熔池中
铜杂质(3042)	铜夹杂(MIG:131):由于焊嘴过热或熔断	选择适合的焊炬和焊嘴。 采用短弧焊接
	来自铜制衬垫	如果必要,可用不锈钢,铝合金或陶瓷替代铜作为熔池衬垫
注:缺欠代号参见 GB/T 6417.1。		

参 考 文 献

- [1] GB/T 6417.1—2005 金属熔化焊接头缺欠分类及说明
 - [2] GB/T 12467.1—1998 焊接质量要求 金属材料的熔化焊 第1部分:选择及使用指南
 - [3] GB/T 12467.2—1998 焊接质量要求 金属材料的熔化焊 第2部分:完整质量要求
 - [4] GB/T 12467.3—1998 焊接质量要求 金属材料的熔化焊 第3部分:一般质量要求
 - [5] GB/T 12467.4—1998 焊接质量要求 金属材料的熔化焊 第4部分:基本质量要求
 - [6] GB/T 19419—2003 焊接管理 任务与职责
 - [7] GB/T 19804—2005 焊接结构的一般尺寸公差和形位公差
 - [8] GB/T 19866—2005 焊接工艺规程及评定的一般原则
 - [9] GB/T 19867.1—2005 电弧焊焊接工艺规程
 - [10] GB/T 22086—2008 铝及铝合金弧焊推荐工艺
 - [11] ISO/TR 15608:2005 焊接—金属材料分类体系指南
 - [12] ISO 17659:2002 焊接—图示焊接接头的多语种术语
 - [13] ISO/TR 17671-1:2002 焊接—金属材料焊接的推荐—第1部分:电弧焊接通用指南
 - [14] ISO/TR 17671-4:2002 焊接—金属材料焊接的推荐—第4部分:铝和铝合金的电弧焊接
 - [15] EN 515—1993 铝和铝合金—锻制品—回火标志
 - [16] JIS Z 3604:2002 铝及铝合金的惰性气体保护电弧焊推荐实施规范
-

中 华 人 民 共 和 国
铁 道 行 业 标 准
动车组用铝及铝合金焊接技术条件
Technical specification for welding of aluminium
and aluminium alloys used on EMU
TB/T 3259—2011

*

中国铁道出版社出版、发行
(100054,北京市西城区右安门西街8号)
读者服务部电话:市电(010)51873174,路电(021)73174
中国铁道出版社印刷厂印刷
版权专有 侵权必究

*

开本:880 mm×1 230 mm 1/16 印张:1.25 字数:25 千字
2011年10月第1版 2011年10月第1次印刷

*



定 价: 13.00 元