



中华人民共和国国家标准

GB/T 26494—XXXX
代替 GB/T 26494—2016

轨道交通车辆结构用铝合金挤压型材

Aluminium alloy extruded profiles used
for railway vehicle structures

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

(送审稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

国家市场监督管理总局
国家标准化管理委员会 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 GB/T 26494—2016《轨道交通车辆结构用铝合金挤压型材》，与 GB/T 26494—2016 相比，除结构性调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 增加了尺寸规格要求（见 4.1）；
- b) 更改了曲面间隙要求（见 5.2.1，2016 年版的 3.4.1.1）；
- c) 更改了全长上的纵向弯曲度要求（见 5.2.3.1，2016 年版的 3.4.2.1）；
- d) 更改了每 2 米长度上的纵向侧弯度要求（见 5.2.3.2，2016 年版的 3.4.2.2）；
- e) 更改了重量偏差要求（见 5.3，2016 年版的 3.19）；
- f) 删除了“纵向”（见 5.4，2016 年版的 3.5）；
- g) 删除了 6005T4 空心型材、6005AT4 空心型材、6A01T4 空心型材、6008、6106 的断后伸长率 A 要求（见 5.4，2016 年版的 3.5）；
- h) 更改了 5083-H112 的规定非比例延伸强度（见 5.4，2016 年版的 3.5）；
- i) 增加了横截面硬度均匀性要求（见 5.4.2）；
- j) 增加了 5083 的疲劳性能要求（见 5.7）；
- k) 增加了 6005AT6 的晶间腐蚀敏感性和抗剥落腐蚀性能、7B05T5 的应力腐蚀敏感性要求（见 5.8、5.9、5.10）；
- l) 增加了 6A01、7B05 的焊接接头室温拉伸力学性能要求（见 5.13.1）；
- m) 增加了焊接接头疲劳性能要求（见 5.13.2）；
- n) 增加了低倍组织不允许有过渡带存在（见 5.16.1）；
- o) 删除了低倍组织中氧化膜的要求（见 2016 年版的 3.8.4）；
- p) 更改了显微组织要求（见 5.17，2016 年版的 3.10）；
- q) 更改了曲面轮廓偏差的检测方法（见 6.2.1，2016 年版的 4.3.2）；
- r) 更改了重量偏差的检测方法（见 6.3，2016 年版的 4.18）；
- s) 删除了“纵向”（见 6.4，2016 年版的 4.4）；
- t) 更改了布氏硬度检测方法（见 6.5，2016 年版的 4.5）；
- u) 更改了疲劳性能检测方法（见 6.7，2016 年版的 4.11）；
- v) 更改了晶间腐蚀敏感性试验方法（见 6.8，2016 年版的 4.12）；
- w) 更改了应力腐蚀敏感性试验方法（见 6.9，2016 年版的 4.13）；
- x) 更改了抗剥落腐蚀性能试验方法（见 6.10，2016 年版的 4.14）；
- y) 更改了焊接性能试验方法（见 6.13，2016 年版的 4.17）；
- z) 增加了过程控制（见第 7 章）；
- aa) 更改了需方进行检验的要求（见 8.1.2，2016 年版的 5.1.2）；
- ab) 更改了组批的规定（见 8.2，2016 年版的 5.2）；
- ac) 更改了检验项目及取样要求（见 8.3，2016 年版的 5.3）；
- ad) 删除了允许供方进行重复热处理，重新取样检验的规定（见 2016 年版的 5.4.4、5.4.5、5.4.11、5.4.12、5.4.13、5.4.14）；

GB/T 26494—XXXX

- ae) 删除了“因成层”(见8.4.16, 2016年版的5.4.6);
- af) 更改了产品标识的要求(见10.1.1, 2016年版的7.1.1);
- ag) 删除了附录“疲劳强度的测定”(见2016年版的附录A);
- ah) 增加了附录B尺寸测量方法——断面扫描仪测量法(见附录B);
- ai) 增加了附录C过程控制(见附录C);
- aj) 更改了铸锭纯净度要求(见c.2.2.2, 见2016年版的3.3);
- ak) 更改了铸锭纯净度试验方法(见c.5.1, 见2016年版的4.2)。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利, 本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国有色金属工业协会提出。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC243)归口。

本文件起草单位:中车青岛四方机车车辆股份有限公司、XXX。

本文件主要起草人:丁叁叁、段浩伟、XXX。

本文件及其所代替文件的历次版本发布情况为:

——2011年首次发布为GB/T 26494—2011, 2016年第一次修订, 本次为第二次修订。

轨道交通车辆结构用铝合金挤压型材

1 范围

本文件规定了轨道交通车辆结构用铝合金挤压型材的产品分类、技术要求、试验方法、过程控制、检验规则、可追溯性和标志、包装、运输、贮存及质量证明书与订货单（或合同）内容。

本文件适用于轨道交通车辆结构用铝合金挤压型材（以下简称型材）。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 231.1 金属材料 布氏硬度试验 第1部分：试验方法
- GB/T 232 金属材料 弯曲试验方法
- GB/T 2651 焊接接头拉伸试验方法
- GB/T 3190 变形铝及铝合金化学成分
- GB/T 3199 铝及铝合金加工产品包装、标志、运输、贮存
- GB/T 3246.1 变形铝及铝合金制品组织检验方法 第1部分：显微组织检验方法
- GB/T 3246.2 变形铝及铝合金制品组织检验方法 第2部分：低倍组织检验方法
- GB/T 6519 变形铝、镁合金产品超声波检验方法
- GB/T 6892—202× 一般工业用铝及铝合金挤压型材
- GB/T 7998—202× 铝合金晶间腐蚀敏感性评价方法
- GB/T 7999 铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法
- GB/T 8005.1 铝及铝合金术语 第1部分：产品及加工处理工艺
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 10125—2021 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 14846 铝及铝合金挤压型材尺寸偏差
- GB/T 16475 变形铝及铝合金状态代号
- GB/T 16865 变形铝、镁及其合金加工制品拉伸试验用试样及方法
- GB/T 17432 变形铝及铝合金化学成分分析取样方法
- GB/T 20975（所有部分）铝及铝合金化学分析方法
- GB/T 22087—2008 铝及铝合金的弧焊接头 缺欠质量分级指南
- GB/T 22639—2022 铝合金产品的剥落腐蚀试验方法
- GB/T 26492.5 变形铝及铝合金铸锭及加工产品缺陷 第5部分：管材、棒材、型材、线材缺陷
- GB/T 32790 铝及铝合金挤压焊缝焊合性能检验方法
- GB/T 37616—2019 铝合金挤压型材轴向力控制疲劳试验方法
- YS/T 600 铝及铝合金液态测氢方法 闭路循环法

3 术语及定义

GB/T 26494—XXXX

GB/T 8005.1、GB/T 26492.5中界定的术语和定义适用于本文件。

4 产品分类

4.1 牌号、状态、类别及尺寸规格

型材的牌号、状态、类别及尺寸规格见表1。

表1 牌号、状态、类别及尺寸规格

牌号	状态 ^a	类别 ^b	定尺长度 mm
5052、5754	H112	I	≤30000
6005、6005A、6008	T4、T6	I	
6060	T4、T5、T6	I	
6063	T1、T4、T5、T6	I	
6106、6061、6082	T6	I	
6A01	T4、T5	I	
5083	H112	II	
7003	T5	II	
7005、7020	T6	II	
7B05	T4、T5、T6	II	

^a 状态应符合 GB/T 16475 的规定。
^b 类别应符合 GB/T 14846 的规定。

4.2 标记及示例

型材标记按产品名称、本文件编号、牌号、状态、横截面代号及长度的顺序表示。标记示例如下：
示例：

6A01牌号、T5状态、横截面代号为YST01100001、定尺长度为6000mm的型材，标记为：

型材 GB/T 26494-6A01T5-YST01100001×6000

5 技术要求

5.1 化学成分

化学成分应符合GB/T 3190的规定。型材的 $\omega_{Pb} \leq 0.01\%$ 。

5.2 尺寸偏差

5.2.1 曲面间隙

型材的曲面间隙应符合表2的规定。

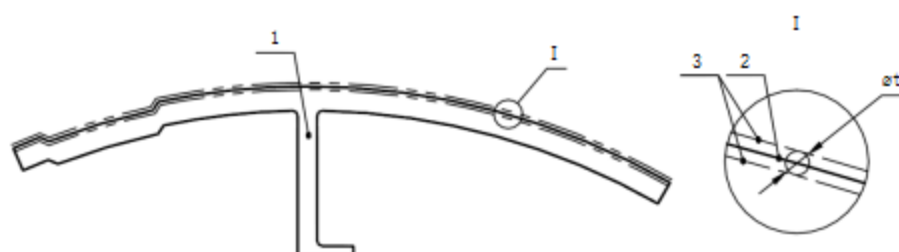
表 2 曲面间隙

单位为毫米

曲面弦长	下列弦长上允许的曲面间隙	
	任意25弦长上	整个弦长 R 上
≤ 25	—	≤ 0.26
> 25	≤ 0.26	$\leq 0.6\% \times R$

5.2.2 曲面轮廓偏差

需方要求测量曲面轮廓偏差时，应在图样或订货单（或合同）中注明。型材横截面曲面轮廓偏差应在表3规定的曲面轮廓公差（见图1）范围内。



标引序号说明：

1——型材横截面图；

2——理论正确要素（TEF）；

3——公差带界限（上、下极限偏差）；

t——公差。

注：公差带的中心默认位于理论正确要素上。

图1 曲面轮廓公差示意图

表 3 曲面轮廓公差

单位为毫米

外接圆直径	曲面轮廓公差 t
≤ 30.00	0.30
$> 30.00 \sim 60.00$	0.50
$> 60.00 \sim 90.00$	0.70
$> 90.00 \sim 120.0$	1.0
$> 120.0 \sim 150.0$	1.2
$> 150.0 \sim 200.0$	1.5
$> 200.0 \sim 250.0$	2.0
$> 250.0 \sim 300.0$	2.5
$> 300.0 \sim 400.0$	3.0
$> 400.0 \sim 500.0$	3.5
$> 500.0 \sim 1000.0$	4.0

5.2.3 弯曲度

5.2.3.1 纵向弯曲度

型材纵向弯曲度应符合表4的规定。

表4 纵向弯曲度

单位为毫米

型材长度	纵向弯曲度	
	每米长度上	全长上
≤4000	≤1	≤2
>4000		≤3

5.2.3.2 纵向侧弯度

型材纵向侧弯度应符合表5的规定。

表5 纵向侧弯度

单位为毫米

型材长度	纵向侧弯度	
	每2米长度上	全长上
≤4000	≤1.5	≤2
>4000		≤4

5.2.4 扭拧度

型材扭拧度应符合表6的规定。

表6 扭拧度

单位为毫米

型材长度	扭拧度	
	每米长度上	全长上
≤4000	≤1	—
>4000		≤4

5.2.5 切斜度

型材端头应切齐，其切斜度应符合表7的规定，需方有特殊要求时，由供需双方协商，并在图样或订货单（或合同）中注明。

表7 允许的切斜度

型材最大宽度 mm	切斜度 °
≤150.00	≤3
>150.00~400.00	≤2
>400.00	≤1

5.2.6 尺寸偏差其他要求

型材的其他尺寸偏差应符合 GB/T 14846 的规定，未注明等级时为高精级。如有其他特殊要求，由供需双方协商，并在图样或订货单（或合同）中注明。

5.3 重量偏差

型材按理论计重，重量偏差分为 A、B、C 三个等级，重量偏差 A 级、B 级、C 级型材的实际重量不大于理论计重 103%、105%、108%。型材重量偏差的等级应供需双方协商，并在订货单（或合同）中注明，不注明时按 B 级供货。

5.4 室温拉伸力学性能

型材的室温拉伸力学性能应符合表8的规定。

表 8 型材室温拉伸力学性能和布氏硬度

牌号	状态	壁厚 ^a mm		室温拉伸试验结果			布氏硬度 (参考值) HBW	
				抗拉强度 R_m MPa	规定非比例延 伸强度 $R_{p0.2}$ MPa	断后伸长率 ^{b,c} %		
						A		A _{50mm}
5052	H112	-		170	70	15	13	47
5754	H112	≤25.00		180	80	14	12	47
5083	H112	-		270	125	12	10	70
6005 6005A	T4	实心型材	≤25.00	180	90	15	13	50
		空心型材	≤10.00	180	90	-	13	50
	T6	实心型材	≤5.00	270	225	-	6	90
			>5.00~10.00	260	215	-	6	85
			>10.00~50.00	250	200	8	6	85
		空心型材	≤5.00	255	215	-	6	85
			>5.00~15.00	250	200	8	6	85
			>15.00~25.00	250	200	8	-	-
6008	T4	≤10.00		180	90	-	13	50
	T6	实心型材	≤5.00	270	225	-	6	90
			>5.00~10.00	260	215	-	6	85
		空心型材	≤5.00	255	215	-	6	85
			>5.00~10.00	250	200	-	6	85
6060	T4	≤25.00		120	60	16	14	50
	T5	≤5.00		160	120	-	6	60
		>5.00~25.00		140	100	8	6	60
	T6	≤3.00		190	150	-	6	70
		>3.00~25.00		170	140	8	6	70

表8 型材室温拉伸力学性能和布氏硬度（续）

牌号	状态	壁厚 ^a mm		室温拉伸试验结果			布氏硬度 (参考值) HBW	
				抗拉强度 R_m MPa	规定非比例延 伸强度 $R_{p0.2}$ MPa	断后伸长率 ^{b,c} %		
						A		A _{50mm}
				不小于				
6061	T6	≤5.00		260	240	—	7	95
		>5.00~25.00		260	240	10	8	95
6063	T1	≤12.00		120	60	—	12	—
		>12.00~25.00		110	55	—	12	—
	T4	≤25.00		130	65	14	12	50
		≤3.00		175	130	—	6	65
	T5	>3.00~25.00		160	110	7	5	65
		≤10.00		215	170	—	6	75
T6	>10.00~25.00		195	160	8	6	75	
	6082	T6	≤5.00		290	250	—	6
>5.00~50.00			310	260	10	8	95	
6106	T6	≤10.00		250	200	—	6	85
6A01	T4	实心型材	≤25.00	160	70	15	13	—
		空心型材	≤10.00	160	70	—	13	—
	T5	≤6.00		245	205	—	8	—
		>6.00~12.00		225	175	—	8	—
7003	T5	≤25.00		310	260	10	8	—
7005	T6	≤40.00		350	290	10	8	110
7020	T6	≤40.00		350	290	10	8	110
7B05 ^d	T4	—		315	195	—	11	—
	T5	—		325	245	—	10	—
	T6	—		335	275	—	10	—

^a 壁厚超出规定的型材，其力学性能由供需双方协商，并在订货单（或合同）中注明。

^b 如无特殊要求或说明，A适用于壁厚≥12.50mm的型材，A_{50mm}适用于壁厚<12.50mm的型材，壁厚≥12.50mm的型材未给定A值时采用A_{50mm}试样。

^c 壁厚不大于1.60mm的型材不要求伸长率，如有要求时，可供需双方协商，并在订货单（或合同）中注明。

^d 7B05型材横截面面积≤200cm²。

5.5 布氏硬度

5.5.1 型材的布氏硬度参考值见表8。

5.5.2 型材的横截面硬度应均匀，从同一横截面上测量布氏硬度最大差值宜不大于15HBW。

5.6 弯曲性能

需方有要求时，型材试样经180°弯曲后，在试样边缘2mm以内允许有微裂纹存在，其他部位不允许有裂纹存在。

5.7 疲劳性能

铝合金型材的疲劳性能符合表 9 的规定。其他未列合金的疲劳性能要求应供需双方协商，并在订货单（或合同）中注明。

表 9 铝合金型材的疲劳性能

牌号	应力比 R^a	最大应力 ^{b、c} MPa 不小于
5083、6005、6005A、6106、 6008、6060、6061、6063、 6082、6A01	-1	65
	0.1	110
	0.5	180

^a 应力比 R 为在应力循环中最小应力与最大应力的比值，优选应力比 $R=0.1$ 进行验证。
^b 本数据为型材在循环周次为 1×10^7 ，存活率为 97.5% 条件下的疲劳强度。
^c 如果最大应力超过表 8 中的规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ ，最大应力等于 $R_{p0.2}$ 。

5.8 晶间腐蚀敏感性

对型材有晶间腐蚀敏感性要求时，应供需双方协商，并在订货单（或合同）中注明。6005AT6 型材的晶间腐蚀级别宜不低于 GB/T 7998—202X 规定的 3 级。

5.9 抗应力腐蚀敏感性

7B05T5 型材的应力腐蚀敏感指数 I_{SCC} 应不大于 5%。对其他牌号型材有应力腐蚀敏感性要求时，应供需双方协商，并在订货单（或合同）中注明。

5.10 抗剥落腐蚀性能

对型材有抗剥落腐蚀性能要求时，应供需双方协商，并在订货单（或合同）中注明。6005AT6 型材的抗剥落腐蚀等级宜达到或优于 GB/T 22639—2022 规定的 P 级。

5.11 耐盐雾腐蚀性能

对型材有耐盐雾腐蚀性能要求时，试验时间和腐蚀等级应供需双方协商，并在订货单（或合同）中注明。

5.12 腐蚀疲劳性能

对腐蚀疲劳性能有要求时，应供需双方协商，并在订货单（或合同）中注明。

5.13 焊接性能

5.13.1 焊接接头室温拉伸力学性能

型材试样采用 MIG 焊焊接，试样的焊缝进行 X 射线探伤，其裂纹、气孔、氧化夹杂应符合 GB/T 22087—2008 中表 1 规定的 B 级。焊接接头的室温拉伸力学性能应符合表 10 的规定。需方有其他性能要求时，应供需双方协商，并在订货单（或合同）中注明。

表 10 焊接接头室温拉伸力学性能

牌号	状态	壁厚 mm	室温拉伸试验结果	
			抗拉强度 R_m MPa	规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ MPa
			不小于	
5083	H112	≤ 15.00	270	125
		> 15.00	270	125
5754	H112	≤ 15.00	180	80
6005	T6	≤ 15.00	160	90
6005A	T6	≤ 15.00	165	115
6008	T6	≤ 15.00	165	115
6061	T6	≤ 15.00	175	115
		> 15.00	165	115 ^a
6063	T6	≤ 15.00	110	65
		> 15.00	85	55
6082	T6	≤ 15.00	185	125
		> 15.00	165	115 ^a
6106	T6	≤ 15.00	160	95
6A01	T5	≤ 6.00	147	120
		$> 6.00 \sim 12.00$	135	111
7B05	T5	—	285	205

^a 壁厚大于 20mm 的型材, 其规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$ 等于 95MPa。

5.13.2 焊接接头疲劳性能

铝合金型材 MIG 焊对接接头的疲劳性能应符合表 11 的要求, 试样的焊缝余高不可加工去除, 焊缝及金属表面不可打磨。对型材有其他焊接接头疲劳性能要求时, 应供需双方协商, 并在订货单 (或合同) 中注明。

表 11 铝合金型材的焊接接头疲劳性能

牌号	应力比 R^a	最大应力 ^b MPa 不小于
5083、6005、6005A、6106、 6008、6060、6061、6063、 6082	-1	30
	0.1	55
	0.5	80

^a 应力比 R 是应力循环中最小应力与最大应力的比值, 优选应力比 $R=0.1$ 进行验证。
^b 该值为循环周次 1×10^7 的疲劳强度值, 其存活率为 97.5%。

5.14 挤压焊缝焊合性能

对型材有挤压焊缝焊合性能要求时, 应由供需双方协商, 并在订货单 (或合同) 中注明。

5.15 超声波探伤验收等级

对型材有超声波探伤性能要求时，应供需双方协商，并在订货单（或合同）中注明超声波检验及检验级别。

5.16 低倍组织

5.16.1 型材的低倍组织试样上不允许有裂纹、缩尾、过渡带存在。

5.16.2 型材的低倍组织中，晶粒度不低于二级。

5.16.3 型材低倍组织试样上的光亮晶粒、非金属夹杂物、外来金属夹杂及白斑、初晶等点状缺陷不准许多于两点，且每点直径不大于 0.5mm。

5.16.4 型材低倍组织试样周边上的成层深度不允许超过型材壁厚的负偏差值，最大不超过 0.5mm。

5.16.5 采用舌形模或分流模挤出的型材，型材的挤压焊缝不允许存在焊合不良，但允许存在焊合痕迹（低倍组织焊合区出现的、未破坏内部组织的、连续性的白色或暗色细道）。

5.16.6 粗晶环深度由供需双方协商，并在图纸或订货单（或合同）中注明。

5.17 显微组织

型材的显微组织不允许有过烧。对型材有晶粒级别指数要求时，应由供需双方协商，并在订货单（或合同）中注明。

5.18 外观质量

5.18.1 型材不允许有起皮、气泡、裂纹和腐蚀斑点等表面缺陷。

5.18.2 型材表面应光滑清洁。应在供货前去除型材表面的轻微擦伤、划伤、压坑、咬痕、矫直痕、由热处理引起的变色及外观不均匀等缺陷，处理后的型材尺寸应在规定的允许偏差范围内，且不影响材料的力学性能和型材的正常使用。

5.18.3 装饰面上局部的、轻微的磕碰伤、划伤、压坑、擦伤等缺陷深度不应大于 0.1mm。

6 试验方法

6.1 化学成分

化学成分分析应符合 GB/T 20975 或 GB/T 7999 的规定，仲裁分析应采用 GB/T 20975 规定的方法。

6.2 尺寸偏差

6.2.1 曲面轮廓偏差

采用样板检验，也可以采用截面扫描仪或三坐标测量仪等更精确的检测方法。截面扫描仪检测方法见附录 B，三坐标测量仪检测方法见 GB/T 6892—202X 中附录 B。

6.2.2 其他

其他尺寸偏差的测量方法应符合 GB/T 14846 的规定。

6.3 重量偏差

采用精度为 0.05kg 的电子秤称量型材样品的实际质量，计算每米平均质量评价。型材每米理论质量按公式（1）计算：

$$Q = L \cdot S \cdot \rho \cdot 10^{-3} \dots\dots\dots (1)$$

式中：

GB/T 26494—XXXX

Q ——型材理论质量，单位为千克(kg)；

L ——试样长度， $L=100\text{cm}$ ；

S ——试样横截面面积理论值，单位为平方厘米(cm^2)；

ρ ——铝合金理论密度(参见附录 A)，单位为克每立方厘米(g/cm^3)。

6.4 室温拉伸力学性能

室温拉伸力学性能检测方法按 GB/T 16865 的规定进行。

6.5 布氏硬度

型材的布氏硬度检测方法按 GB/T 231.1 的规定进行。硬度试验首选在型材横截面上进行，硬度测试点应在型材壁厚的中间，壁厚不大于 6mm 的型材允许在相邻表面测量，测点间距应不大于 50mm。如有其他要求由供需双方协商，并在订货单(或合同)中注明。

6.6 弯曲性能

型材的弯曲半径应符合表 12 的规定，弯曲试验方法按 GB/T 232 的规定进行。

表 12 型材的弯曲半径

型材类型	壁厚 mm	弯曲半径 ^a mm
空心型材	≤ 10	4 倍壁厚
	> 10	5 倍壁厚
实心型材	≤ 5	3 倍壁厚
	$> 5 \sim 10$	4 倍壁厚
	> 10	5 倍壁厚

^a 对弯曲半径有特殊要求时，应供需双方协商，并在图样或订货单(或合同)中注明。

6.7 疲劳性能

型材的疲劳性能试验按 GB/T 37616—2019 执行，试样选用 GB/T 37616—2019 中的矩形等截面试样，当尺寸受限时选用矩形单截面试样。当型材的壁厚不超过试样允许厚度时采用全板厚试样，试样的上下表面应保留原始表面。当型材的壁厚超过试样最大允许厚度时采用单面加工的最大允许厚度试样，一面加工，一面保留原始表面。试样的方向、取样位置以及疲劳性能试验的其他要求由供需双方协商，并在订货单(或合同)中注明。

6.8 晶间腐蚀敏感性

型材晶间腐蚀敏感性的测定采用腐蚀深度法，试验按 GB/T 7998—202X 的规定进行，晶间腐蚀试验时间宜为 24h，试验温度宜为 $35 \pm 2^\circ\text{C}$ 。

6.9 抗应力腐蚀敏感性

7B05 型材应力腐蚀敏感性试验主要参照 T/CNIA 007 执行，试验温度为 50°C ，综合 I_{SCIT} 计算值和扫描电镜断口分析对型材应力腐蚀性能进行评价。其他的应力腐蚀性能检验方法由供需双方协商，并在订货单(或合同)中注明。

6.10 抗剥落腐蚀性能

型材的剥落腐蚀试验方法按 GB/T 22639 的规定进行，参照 T/CNIA 0180 进行等级评定。

6.11 耐盐雾腐蚀性能

型材的盐雾腐蚀试验按 GB/T 10125—2021 的中性盐雾试验方法进行。

6.12 腐蚀疲劳性能

型材的疲劳腐蚀试验方法由供需双方商定，并在订货单（或合同）中注明。

6.13 焊接性能

型材焊接后的室温拉伸力学性能试验方法按 GB/T 2651 的规定进行。型材焊接后的疲劳性能试验参照 GB/T 37616—2019 执行，试样尺寸由供需双方协商，焊接疲劳试样制作过程中，不准许采用加工、打磨或其他任何的操作去除焊缝余高，不准许打磨焊趾。

6.14 挤压焊缝焊合性能

型材的挤压焊缝焊合性能检测方法按 GB/T 32790 的规定进行。

6.15 超声波探伤验收等级

型材的超声波检验方法按 GB/T 6519 的规定进行。

6.16 低倍组织

型材的低倍组织检测方法按 GB/T 3246.2 的规定进行。

6.17 显微组织

型材的显微组织检测方法按 GB/T 3246.1 的规定进行。

6.18 外观质量

型材的外观质量采用目视检验，当缺陷深度难以确定时，可以打磨后测量。

7 过程控制

供方应对产品制造过程进行控制，过程控制要求应符合附录 C 的规定。

8 检验规则

8.1 检查和验收

8.1.1 产品应由供方进行检验，保证产品质量符合本文件及订货单（或合同）的规定，并填写质量证明书。

8.1.2 需方可对收到的型材按本文件的规定进行检验。检验结果与本文件及订货单（或合同）的规定不符时，应以书面形式向供方提出，由供需双方协商解决。如需仲裁，可委托供需双方认可的单位进行，并在需方共同取样。

8.2 组批

产品应成批提交验收，每批应由同一牌号、状态、横截面、熔次、同一挤压模具、同一热处理炉次的产品组成。

8.3 检验项目及取样要求

8.3.1 出厂检验、型式检验的检验项目及取样规定应符合表 13、表 14 的要求。

8.3.2 有下列任一情况时，应按本文件规定的要求进行产品的型式检验：

- a) 新产品定型时；
- b) 生产场地变更时；
- c) 当产品结构、生产工艺或原材料有重大改变时；
- d) 产品停产两年及以上恢复生产时；
- e) 连续生产五年时。

表 13 检验项目

检验项目	型式检验	出厂检验
化学成分	√	√
尺寸偏差	√	√
重量偏差	√	√
室温拉伸力学性能	√	√
布氏硬度	√	—
弯曲性能	√	√
疲劳性能	√	—
晶间腐蚀敏感性	√	—
抗应力腐蚀敏感性	√	—
抗剥落腐蚀性能	√	—
耐盐雾腐蚀性能	√	—
腐蚀疲劳性能	√	—
焊接性能	√	—
挤压焊缝焊合性能	√	√
超声波探伤验收等级	√	—
低倍组织	√	√
显微组织	√	√
外观质量	√	√

注：“√”表示检验项目，“—”表示非检验项目，若需方需要时，为检验项目。

表 14 取样规定

检验项目	取样规定		要求的章条号	试验方法的章条号
	型式检验	出厂检验		
化学成分	按GB/T 17432的规定执行		5.1	6.1
尺寸偏差	逐根检验	按表15或逐根检验	5.2	6.2
重量偏差	型材切除余量后,按照挤压次序取每批型材的第1根和最后1根,在型材的前端、尾端各切取1个1m长的试样		5.3	6.3
室温拉伸力学性能	任取3根型材,每挤出长度的前端、尾端各切取1个试样。取样要求符合GB/T 16865规定	按表15规定抽取型材。在抽取的每挤出长度上前端和尾端各切取1个试样。取样要求符合GB/T 16865规定。	5.4	6.4
布氏硬度	任取1根型材,每挤出长度的前端和尾端各切取1个试样	—	5.5	6.5
弯曲性能	任取3根型材,每挤出长度的前端切取1个试样,取样方向为挤压方向,其他要求按GB/T 232的规定执行	按表15规定抽取型材。在抽取的每挤出长度前端切取1个试样,取样方向为挤压方向,其他要求按GB/T 232的规定执行。	5.6	6.6
疲劳性能	订货单(或合同)中注明检验时,抽取3根型材,在抽取的每根型材上切取1个样坯,在3个样坯中平均切取试样	—	5.7	6.7
晶间腐蚀敏感性	订货单(或合同)中注明检验时,抽取1根型材,在抽取的型材上切取1个样坯。在样坯上切取3个相邻的相同试样	—	5.8	6.8
抗应力腐蚀敏感性	订货单(或合同)中注明检验时,抽取1根型材,在抽取的型材上切取1个样坯,在样坯上切取6个相邻的试样。试样长度方向垂直于型材挤压方向,其它方向的试样需供需双方协商。试样应保留型材的原始表面,壁厚过大时单面保留型材的原始表面	—	5.9	6.9
抗剥落腐蚀性能	订货单(或合同)中注明检验时,抽取3根型材,在每根型材上切取1个试样	—	5.10	6.10
耐盐雾腐蚀性能	订货单(或合同)中注明检验时,抽取3根型材,在每根型材上切取1个试样	—	5.11	6.11
腐蚀疲劳性能	订货单(或合同)中注明检验时,抽取3根型材,在抽取的每根型材横截面壁厚较大部位切取相同数量试样	—	5.12	6.12
焊接性能	订货单(或合同)中注明检验时,按合同规定抽取型材	—	5.13	6.13

表 14 取样规定 (续)

检验项目	取样规定		要求的章条号	试验方法的章条号
	型式检验	出厂检验		
挤压焊缝焊合性能	每挤出长度上前端和尾端各取1个试样 (可以使用低倍试样)		5.14	6.14
超声波探伤验收等级	按订货单 (或合同) 要求		5.15	6.15
低倍组织	每挤出长度上前端和尾端各切取1个低倍组织试样		5.16	6.16
显微组织	任取2根型材, 在抽取的每根型材上切取1个试样		5.17	6.17
外观质量	逐根检验		5.18	6.18
注: 挤出长度是一次挤压成型的型材长度, 一个挤出长度可以被切割成几个定尺长度。				

表 15 尺寸、室温拉伸力学性能出厂检验的取样数量表

每批 (或每炉) 型材数量 根	取样数量 根
≤50	2
51~90	3
91~150	5
151~280	8
281~500	13
501~1200	20

8.4 检验结果的判定

8.4.1 任一试样的化学成分不合格时, 判该批不合格。

8.4.2 任一型材的尺寸偏差不合格时, 逐根检验的判该根型材不合格; 非逐根检验的判该批不合格, 但允许供方逐根检验, 合格者交货。

8.4.3 任一型材的重量偏差不合格时, 判该批型材不合格。

8.4.4 任一试样的室温拉伸力学性能不合格时, 逐根检验的判该根型材不合格。非逐根检验的应从该批型材中另取双倍数量的试样进行重复试验, 重复试验结果全部合格, 则判该批型材合格。若重复试验结果中仍有试样性能不合格时, 则判该批型材不合格。经供需双方商定允许供方逐根检验, 合格者交货。

8.4.5 任一试样的硬度不合格时, 判该批型材不合格。

8.4.6 任一试样的弯曲性能不合格时, 逐根检验的判该根型材不合格。非逐根检验的应从该批型材中另取双倍数量的试样进行重复试验, 重复试验结果全部合格, 则判该批型材合格。若重复试验结果中仍有试样性能不合格时, 则判该批型材不合格。经供需双方商定允许供方逐根检验, 合格者交货。

8.4.7 任一型材的疲劳性能不合格时, 判该批型材不合格。

8.4.8 任一试样的晶间腐蚀敏感性不合格时, 判该批型材不合格。

8.4.9 任一型材的抗应力腐蚀敏感性不合格时, 判该批型材不合格。

8.4.10 任一试样的抗剥落腐蚀性能不合格时, 判该批型材不合格。

8.4.11 任一试样的耐盐雾腐蚀性能不合格时, 判该批型材不合格。

8.4.12 任一型材的腐蚀疲劳性能不合格时, 判该批型材不合格。

8.4.13 任一试样的焊接性能不合格时, 判该批型材不合格。但允许另取双倍数量试样进行重复试验, 重复试验结果全部合格时判该批型材合格。若重复试验结果仍有不合格者, 判该批型材不合格。

8.4.14 任一试样的挤压焊缝焊合性能不合格时, 判该根型材不合格。

8.4.15 任一试样的超声波检验不合格时,逐根检验的判该根型材不合格;非逐根检验的判该批不合格,但允许供方逐根检验,合格者交货。

8.4.16 任一试样的低倍组织不合格时,按如下判定:

a) 晶粒度不合格时,判该根型材不合格。

b) 因裂纹、光亮晶粒、非金属夹杂物、外来金属夹杂及白斑、初晶及氧化膜等冶金缺陷不合格时,判该批型材不合格。

c) 因缩尾不合格时,允许从型材挤压尾端切去一段重复试验,直至合格。

d) 因挤压焊缝不合格时,允许从空心型材的挤压前端切去一段重复试验,直至合格时止。

8.4.17 任一试样的显微组织不合格时,判该批型材不合格。

8.4.18 任一型材的外观质量不合格时,判该根不合格。

9 可追溯性

9.1 供方应保证任何一批型材、任何一根型材的生产制造、检验或试验,交付入库具有可追溯性。保证按照型材标志可追溯到型材制造、检验各个过程的原始数据。

9.2 供方对各种原始记录应妥善保管、备查,保存期不少于型材使用的生命周期。

10 标志、包装、运输、贮存及质量证明书

10.1 标志

10.1.1 产品标志

在检验合格的型材上应附有如下内容的标识、标签:

- a) 供方名称;
- b) 型材名称和尺寸规格或型号;
- c) 牌号和状态;
- d) 批号、可追溯标识。

10.1.2 包装箱标志

型材的包装箱标志应符合GB/T 3199的规定。

10.2 包装

型材不涂油,不装箱,其他按GB/T 3199规定。需要涂油、装箱或与GB/T 3199不同的包装方式、方法时应经供需双方商定,并在订货单(或合同)中注明。

10.3 运输和贮存

型材的运输和贮存应符合GB/T 3199的规定。

10.4 质量证明书

每批型材应附有型材质量证明书,其上注明:

- a) 供方名称;
- b) 型材名称和尺寸规格或型号;
- c) 牌号、状态;

- d) 型材批号或生产日期；
- e) 重量或件数；
- f) 各项分析检验结果；
- g) 供方质检部门的检印；
- h) 本文件编号；
- i) 包装日期（或出厂日期）。

11 订货单（或合同）内容

订购本文件所列材料的订货单（或合同）内应包括下列内容：

- a) 型材名称；
- b) 牌号、状态、规格或型号；
- c) 重量或件数；
- d) 某些尺寸指标的特殊要求；
- e) 对壁厚超出表 8 规定型材室温拉伸力学性能的特殊要求；
- f) 对疲劳性能的特殊要求；
- g) 对低倍组织的特殊要求；
- h) 对挤压焊缝焊合性能的特殊要求；
- i) 对超声波探伤性能的特殊要求；
- j) 对晶间腐蚀敏感性的特殊要求；
- k) 对抗应力腐蚀敏感性的特殊要求；
- l) 对抗剥落腐蚀性能的特殊要求；
- m) 对耐盐雾腐蚀性能的特殊要求；
- n) 对腐蚀疲劳性能的特殊要求；
- o) 对焊接性能的特殊要求；
- p) 其他特殊要求；
- q) 本文件编号。

附录 A
(资料性)
铝合金理论密度

铝合金理论密度参见表 A.1。

表 A.1 铝合金理论密度

序号	牌号	理论密度 g/cm^3
1	5052	2.68
2	5754	2.67
3	5083	2.66
4	6A01	2.70
5	6005A	2.70
6	6005	2.70
7	6106	2.70
8	6008	2.70
9	6060	2.70
10	6061	2.70
11	6063	2.70
12	6082	2.70
13	7003	2.80
14	7B05	2.78
15	7005	2.77
16	7020	2.78

附 录 B
(资料性)
尺寸测量方法——断面扫描仪测量法

B.1 方法概述

通过使用线性 CCD 镜头扫描测量型材的被测断面尺寸，并生成完整的 1:1 影象，通过视窗在显示器上与原始 CAD 设计数据进行比对和描绘，完成测量并即时提供合格与否定的报告。

B.2 仪器设备

断面扫描仪：主要由摄像机、光学远心镜头、LED 照明系统、带垂直调整马达的样件摆放台、UPS 不间断电源、测量软件系统组成。

B.3 试样

使用精切锯将待测样件锯出无毛刺的断面，切割时应放慢切割速度以提高样件表面质量。试样表面洁净，无飞边、毛刺、颗粒物等可能影响测量结果的缺陷。

B.4 测量步骤

B.4.1 断面扫描仪测量步骤见图 B.1。

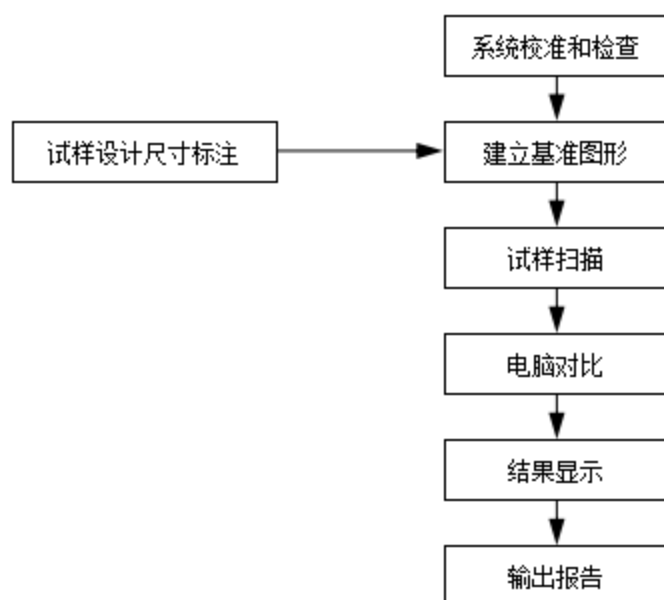


图 B.1 断面扫描仪测量步骤流程图

- B.4.2 系统校准及启动，打开机箱启动按钮，回归20秒后打开电脑电源。打开内置测试窗口进行自动功能性检测以确保摄像机、照明系统和校准处于良好状态。
- B.4.3 将图纸转换成DXF格式并打开，在断面扫描仪系统中重新标注图纸，建立基准图形并保存。
- B.4.4 打开试样摆放间，将样件置于样件摆放间。
- B.4.5 输入扫描测量指令，输入试样信息（包括但不限于：批次号、件号、操作者、时间等信息），开始扫描。
- B.4.6 测量结束后，取出样件，关闭样件摆放间，关闭断面扫描仪。

B.5 结果表示

扫描结束后即在电脑视屏上显示清晰、颜色分明的测量结果图象，结果可以通过打印机输出文本报告。

附录 C

(资料性)

过程控制

C.1 过程控制文件制定

供方应编制产品的生产过程控制文件。为保证材料质量的稳定性，与本产品生产或生产相关的要求均应在过程控制文件中规定。

- a) 首检产品的生产需符合过程控制文件的规定；
- b) 供方具有第三方认证的质量体系；
- c) 过程控制文件由供方负责，如果供需双方认为有必要，需方可对过程控制文件确认，生效后可执行。

C.2 过程控制范围及要求

C.2.1 过程控制范围

为保证材料过程控制有效性，过程控制文件应包括以下内容：

- a) 原材料要求；
- b) 工艺要求；
- c) 设备要求。

C.2.2 原材料要求

C.2.2.1 原材料过程控制包括原材料质量控制。

C.2.2.2 型材应从铸锭生产进行控制，用于型材生产的铸锭原材料符合具体材料标准的规定。

- a) 型材用铸锭氢含量应不大于 $0.15\text{mL}/100\text{gAl}$ 。
- b) 型材用铸锭渣含量应符合表 C.1 的规定。

表 C.1 铸锭渣含量

在线测渣 个/kg	离线测渣 mm^2/kg	低倍组织	显微组织
≤ 5000	≤ 0.07	1. 圆铸锭 外径 $\leq 550\text{mm}$ ：不多于2点，且单个面积 $\leq 0.5\text{mm}^2$ ；外径 $> 550\text{mm}$ ：不多于4点，且单个面积 $\leq 0.3\text{mm}^2$ 2. 扁铸锭 不多于4点，且单个面积 $\leq 0.4\text{mm}^2$	夹杂物尺寸 $< 100\mu\text{m}$ ， $50\mu\text{m} \sim 100\mu\text{m}$ 的夹杂物不多于 $10\text{个}/\text{cm}^2$

C.2.2.3 供方生产工艺稳定后，不准许更换原材料的供货厂家、原材料牌号。如因特殊原因需更换原材料供应商，宜通知需方，并对材料性能进行全面测试，需方认可后方可交货。

C.2.2.4 型材允许使用本单位生产同一牌号、同一质量要求的一级废料。

C.2.2.5 型材用铸锭的纯净度检验方法。

- a) 液态测氢按YS/T 600的规定进行。
- b) 在线测渣按T/CNIA 0149的规定进行，离线测渣按T/CNIA 0150的规定进行。
- c) 低倍组织检验按GB/T 3246.2的规定进行。
- d) 显微组织检验按GB/T 3246.1的规定进行。

C.2.3 装备要求

为了保证型材性能稳定性,各个工序确定专门的设备用于型材的生产,部分设备用途及精度推荐值见表C.2。设备需定期进行校验,保证产品性能稳定。

表C.2 型材主要生产设备及精度要求

主要设备	工艺用途	精度要求	检验周期要求	认证要求
熔炼炉	熔炼铝合金	$\pm 15^{\circ}\text{C}$	6个月	否
铸造机	铸造铝合金	-	6个月	否
均火炉	铸锭均匀化退火	$\pm 5^{\circ}\text{C}$	6个月	否
铸锭加热炉	铸锭加热	$\pm 10^{\circ}\text{C}$	6个月	否
挤压机	型材挤压	-	6个月	否
淬火设备	固溶处理	-	6个月	否
时效炉	型材时效	$\pm 5^{\circ}\text{C}$	6个月	否

C.2.4 工艺要求

C.2.4.1 稳定供货后的工艺不允许修改,需要更改时,由供需双方研究重新确定。

C.2.4.2 型材生产应制定专项的工艺指导文件、过程控制文件以及作业指导文件。

C.2.4.3 型材主要工艺参数控制要求应符合表C.3的规定。

表C.3 型材主要受控工艺

主要工序	主要工艺	监控频次	监控记录
铸造	铸造金属温度	实时	电脑数据或记录纸
	铸造水量	每炉	电脑数据或记录纸
	铸造速度	每炉	电脑数据或记录纸
均匀化退火	均火温度	每炉	电脑数据或记录纸
	均火时间	每炉	电脑数据或记录纸
挤压	挤压温度	实时	电脑数据或记录纸
	挤压速度	实时	电脑数据或记录纸
淬火	冷却速度	实时	电脑数据或记录纸
	淬火温度	实时	电脑数据或记录纸
时效	时效温度	实时	电脑数据或记录纸
	时效保温时间	每炉	电脑数据或记录纸

C.3 过程控制文件

C.3.1 批准页

批准页应至少包含下列信息:

- 工艺控制文件名称、文件号及版本号,材料牌号及引用的材料标准文件;
- 供方批准和日期。

C.3.2 过程控制文件的内容

过程控制文件宜包含下列内容：

- a) 产品生产工序需要的设备及设备编号；
- b) 识别生产工序过程控制变量、检测频率，并列参考工艺文件；
- c) 识别关键工艺参数、关键特性及控制方法；
- d) 列出过程控制变量记录方式；
- e) 更改记录。

参考文献

- [1] T/CNIA 007 轨道交通装备铝合金及其焊接接头慢应变速率应力腐蚀试验方法
 - [2] T/CNIA 0149 铝及铝合金熔体在线渣含量检测方法
 - [3] T/CNIA 0150 铝及铝合金熔体离线渣含量检测方法
 - [4] T/CNIA 0180 铝合金产品的剥落腐蚀形貌图谱
-