



团 体 标 准

T/ZZB 3762—2024

轨道交通车辆结构用 6061、6063 铝合金挤 压型材

6061 and 6063 aluminium alloy extruded profiles used for railway
vehicle structures

2024 - 07 - 22 发布

2024 - 08 - 22 实施

浙江省质量协会 发布

目 次

前 言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 基本要求	2
5 技术要求	2
6 试验方法	7
7 检验规则	8
8 标志、包装、运输和贮存	9
9 质量承诺	10



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。

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。

本文件由浙江省质量协会归口管理。

本文件主要起草单位：浙江乔老爷铝业有限公司。

本文件参与起草单位：嘉兴市标准化促进中心、浙江涛涛车业股份有限公司、衢州职业技术学院。

本文件主要起草人：乔冠男、乔大庆、周雪婷、乔天冠、贺炯怡、徐玉美、乔骄娇、邵丽萍、陈敏敏、邵丽进、倪海军、田俊辉、叶航、李培江。

本文件评审专家组长：陆品。

轨道交通车辆结构用 6061、6063 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 6061、6063 铝合金挤压型材（以下简称型材）的分类、标记及示例、基本要求、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存和质量承诺。

本文件适用于轨道交通车辆结构用，牌号为 6061、6063 的铝合金挤压型材。

汽车厢体用铝合金挤压型材也可参照使用。

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 232 金属材料 弯曲试验方法
- 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—2012 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 6892—2023 一般工业用铝及铝合金挤压型材
- 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 10125—2021 人造气氛腐蚀试验 盐雾试验
- GB/T 14846—2014 铝及铝合金挤压型材尺寸偏差
- 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 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 26494—2023 轨道交通车辆结构用铝合金挤压型材
- GB/T 32186—2015 铝及铝合金铸锭纯净度检验方法
- GB/T 32790 铝及铝合金挤压焊缝焊接性能检验方法
- YS/T 67—2018 变形铝及铝合金圆铸锭

3 术语和定义

GB/T 8005.1、GB/T 26492.5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、类别及尺寸规格应符合表1的规定。

表 1 牌号、状态、类别及尺寸规格

牌号	状态	类别 ^a	定尺长度 mm
6061	T6	I	≤30 000
6063	T1、T4、T5、T6	I	
^a 应符合 GB/T 14846—2014 的规定。			

4.2 标记

型材标记按产品名称、本标准编号、牌号、状态、横截面代号及长度的顺序表示。

示例：

6063合金、T5状态、横截面代号为YST01100001、定尺长度为6 000 mm的型材，标记为：

型材 T/ZZB XXXX-6063T5-YST01100001×6000

5 基本要求

5.1 研发设计

5.1.1 应具备对原材料配方的优化设计能力。

5.1.2 应采用计算机辅助软件对产品结构、挤压型材模具进行模拟验证设计。

5.2 原材料

5.2.1 铸锭的氢含量应不大于 0.15 mL/100 gAl。

5.2.2 铸锭的渣含量应不低于 GB/T 32186—2015 中的 II 级要求。

5.2.3 铸锭的晶粒度应不低于 YS/T 67—2018 中 III 级要求。

5.3 工艺与装备

5.3.1 铝棒应采用应具备自动氧化系统的挤压生产线。

5.3.2 模具应采用精度为 0.005 mm 的精密车床进行加工。

5.3.3 应具备熔铸与深井制造车间。

5.4 检验检测

5.4.1 应具备化学成分、尺寸偏差、重量偏差等项目的检测能力。

5.4.2 应配备光谱仪、韦氏硬度计等检测设备。

6 技术要求

6.1 外观质量

6.1.1 型材不准许有起皮、气泡、裂纹和腐蚀斑点的表面缺陷。

6.1.2 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的缺陷，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。

6.2 化学成分

型材的化学成分应符合GB/T 3190的规定。型材的铅含量 $\omega_{pb} \leq 0.01\%$ 。

6.3 尺寸偏差

6.3.1 曲面间隙

型材的曲面间隙应符合表2的规定。

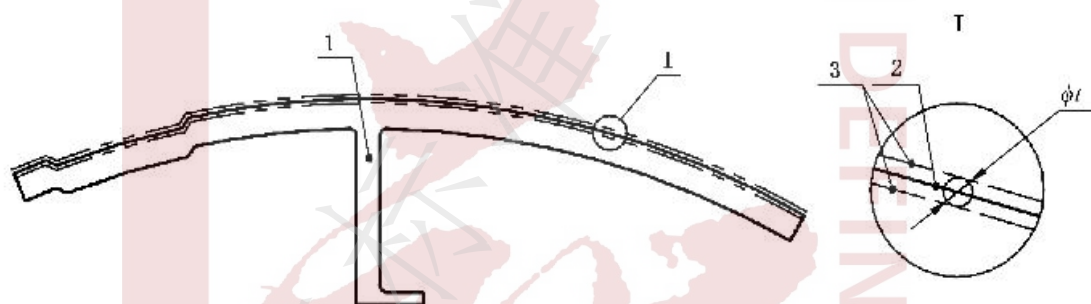
表 2 曲面间隙

单位为毫米

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

6.3.2 曲面轮廓偏差

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——曲面轮廓公差。

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

表 3 (续)

外接圆直径	曲面轮廓公差 t
>400.0~500.0	3.5
>500.0~1000.0	4.0

6.3.3 弯曲度

6.3.3.1 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
≤4 000	≤1	≤2
>4 000		≤3

6.3.3.2 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 m 长度上	全长上
≤4 000	≤1.5	≤2
>4 000		≤4

6.3.4 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
≤4 000	≤1	—
>4 000		≤4

6.3.5 切斜度

型材端头应切齐，其切斜度应符合表7的规定。

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

6.3.6 尺寸偏差其他要求

型材的其他尺寸偏差应符合GB/T 14846—2014中超高精级要求。

6.4 重量偏差

型材按理论计重, 每米重量偏差应不低于理论计重的-3%。

6.5 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}	
不小于							
6061	T6	≤5.00	300	240	—	7	95
		>5.00~25.00	300	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
	T5	≤3.00	200	180	—	6	65
		>3.00~25.00	200	180	14	5	65
	T6	≤10.00	215	170	—	6	75
>10.00~25.00		195	160	8	6	75	

^a 壁厚超出规定时, 型材的室温拉伸力学性能由供需双方商定, 并在订货单(或合同)中注明。
^b 如无特殊要求或说明, A试样适用于壁厚不小于12.50mm的型材, A_{50mm} 试样适用于壁厚小于12.50mm的型材。型材壁厚不小于12.50mm的室温拉伸力学性能未给定A试样数值时, 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, 由供需双方商定, 并在订货单(或合同)中注明。

6.6 布氏硬度

6.6.1 型材的布氏硬度值见表8。

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

6.7 弯曲性能

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。

6.8 疲劳性能

型材的疲劳性能应符合表9的规定。

表9 型材的疲劳性能

应力比 ^a R	最大应力 ^{b,c} /MPa
-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, 宜选择应力比R=0.1进行验证。
^b 该数据为型材在循环周次为 1×10^7 、存活率为97.5%条件下的疲劳强度值。
^c 如果最大应力超过表8中的规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$, 最大应力为 $R_{p0.2}$ 。

6.9 耐盐雾腐蚀性能

经中性盐雾性能试验16 h后，保护等级应不小于9级。

6.10 焊接性能

6.10.1 焊接接头室温拉伸力学性能

型材试样采用熔化极惰性气体保护焊（以下简称MIG焊）焊接，试样的焊缝应进行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。

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	
6061	T6	≤ 15.00	175	115
		> 15.00	165	115 ^a
6063	T6	≤ 15.00	110	65
		> 15.00	85	55

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

6.10.2 焊接接头疲劳性能

型材MIG焊焊接接头的疲劳性能应符合表11的要求，试样的焊缝余高不应加工去除，焊缝及金属表面不可打磨。

表 11 型材的焊接接头疲劳性能

应力比 ^a	最大应力 ^b /MPa
-1	≥ 30
0.1	≥ 55
0.5	≥ 80

^a 应力比 R 为在应力循环中最小应力与最大应力的比值，宜选择应力比 R=0.1 进行验证。

^b 该数据为型材在循环周次为 1×10^7 、存活率为 97.5 % 条件下的疲劳强度值。

6.11 挤压焊缝焊合性能

空心型材的挤压焊缝不应存在焊合不良现象，允许存在焊合痕迹（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）。

6.12 低倍组织

6.12.1 型材的低倍组织试样上不应有裂纹、缩尾、胚料过渡区存在。

注：坯料过渡区为上一个挤压坯料结束，残留在模腔内的金属，与下一个挤压坯料在模腔内融合在一起，在挤压制品前端形成的焊合组织。

6.12.2 型材的低倍组织中，晶粒度不低于 GB/T 3246.2—2012 中的二级。

6.12.3 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、初晶等点状缺陷不允许多于两点，且每点直径不大于 0.5 mm。

6.12.4 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且不超过 0.2 mm。

6.13 显微组织

型材的显微组织不允许有过烧。

7 试验方法

7.1 外观质量

型材的外观质量采用目视检验和触摸检验。

7.2 化学成分

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

7.3 尺寸偏差

7.3.1 曲面轮廓偏差

采用样板检验,也可采用截面扫描仪或三坐标测量仪等更精确的检测方法。三坐标测量仪检测方法见GB/T 6892—2023中附录B。

7.3.2 其他

其他尺寸偏差的测量方法应符合GB/T 14846—2014的规定。

7.4 重量偏差

按GB/T 26494—2023中6.3的规定进行。

7.5 室温拉伸力学性能

按GB/T 16865的规定进行。

7.6 布式硬度

按GB/T 26494—2023中6.5的规定进行。

7.7 弯曲性能

按GB/T 26494—2023中6.6的规定进行。

7.8 疲劳性能

按GB/T 26494—2023中6.7的规定进行。

7.9 耐盐雾腐蚀性能

按GB/T 10125—2021的中性盐雾试验方法进行。

7.10 焊接性能

按GB/T 26494—2023中6.13的规定进行。

7.11 挤压焊缝焊合性能

按GB/T 32790的规定进行。

7.12 低倍组织

按GB/T 3246.2—2012的规定进行。

7.13 显微组织

按GB/T 3246.1的规定进行。

8 检验规则

8.1 检验分类

产品检验分为出厂检验和型式检验。检验项目应按表12的规定。

表 12 检验项目

序号	检验项目	出厂检验	型式检验	技术要求	试验方法
1	外观质量	√	√	6.1	7.1
2	化学成分	√	√	6.2	7.2
3	尺寸偏差	√	√	6.3.1	7.3.2
4		—	√	6.3.2	7.3.1
5		√	√	6.3.3	7.3.2
6		√	√	6.3.4	7.3.2
7		√	√	6.3.5	7.3.2
8		√	√	6.3.6	7.3.2
9	重量偏差	√	√	6.4	7.4
10	室温拉伸力学性能	—	√	6.5	7.5
11	布氏硬度	—	√	6.6	7.6
12	弯曲性能	—	√	6.7	7.7
13	疲劳性能	—	√	6.8	7.8
14	耐盐雾腐蚀性能	—	√	6.9	7.9
15	焊接性能	—	√	6.10	7.10
16	挤压焊缝焊接性能	—	√	6.11	7.11
17	低倍组织	—	√	6.12	7.12
18	显微组织	—	√	6.13	7.13

注：“√”为应检项目，“—”为不检项目。

8.2 组批

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

8.3 取样

取样按表13的规定进行。

表 13 取样规定

检验项目	取样规定	
	型式检验	出厂检验
外观质量	逐根检验	
化学成分	按GB/T 17432的规定执行	
尺寸偏差	逐根检验	按表14或逐根检验

表 13 (续)

检验项目	取样规定	
	型式检验	出厂检验
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1·m长的试样	
室温拉伸力学性能	抽取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14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
布氏硬度	抽取1根型材, 每挤出长度的前端和尾端各切取1个试样	
弯曲性能	抽取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14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
疲劳性能	抽取3根型材, 在抽取的每根型材上切取1个样环, 在3个样环中平均切取试样	
耐盐雾腐蚀性能	抽取3根型材, 在每根型材上切取1个试样	
焊接性能	抽取1根型材	
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(可使用低倍试样), 取样数量由供需双方商定, 并在订货单(或合同)中注明	
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, 取样数量由供需双方商定, 并在订货单(或合同)中注明	
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	

8.4 出厂检验

8.4.1 所有产品应进行出厂检验。

8.4.2 所有项目检验合格, 并附有证明产品质量合格的技术文件, 方能出厂。

8.4.3 尺寸偏差、室温拉伸力学性能及弯曲性能出厂检验抽样数量见表 14。

表 14 抽样数量

每批(或每炉)型材数量/根	取样数量/根
≤50	1
51~90	2
91~150	3
151~280	5
281~500	10
501~1200	15

8.5 型式检验

8.5.1 有下列情况之一时, 应进行型式检验:

- a) 新产品定型或老产品转厂生产的试制定型;
- b) 生产场地变更时;
- c) 正式生产后, 如产品结构、生产工艺、原材料有较大改变, 可能影响产品性能时;
- d) 产品停产 2 年及以上恢复生产时;
- e) 连续生产 5 年时。

8.5.2 型式检验项目检测结果全部符合要求, 则判定产品型式检验合格; 若有一项或一项以上型式检验项目检测结果不符合要求, 则判定产品型式检验不合格。

9 标志、包装、运输和贮存

9.1 标志

9.1.1 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) 型材横截面代号和定尺长度；
- c) 牌号和状态；
- d) 批号、生产日期、数量、生产班组、表面要求、物料编码。

9.1.2 包装箱标志

型材的包装箱标志应符合GB/T 3199的规定。

9.2 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，由供需双方商定，并在订货单（或合同）中注明。

9.3 运输和贮存

型材的运输和贮存应符合GB/T 3199的规定。

9.4 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(或横截面代号)；
- 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)。

9.5 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、尺寸规格(或横截面代号)；
- c) 重量或件数；
- d) 需方的特殊要求；
 - 1) 特殊的尺寸偏差要求；
 - 2) 特殊的重量偏差要求；
 - 3) 对壁厚超出表8规定型材室温拉伸力学性能的特殊要求；
 - 4) 耐盐雾腐蚀性能要求；
 - 5) 焊接性能要求；
 - 6) 超声波探伤验收等级要求；

- 7) 粗晶环要求;
- 8) 晶粒级别指数要求;
- 9) 其他的特殊要求;
- e) 本文件编号。

10 质量承诺

- 10.1 本产品提供 20 年质量保护, 在正常加工、安装、使用条件下, 出现产品质量问题, 提供维护服务。
- 10.2 客户有诉求时, 应在 12 h 内作出响应, 24 h 内提供解决方案。
- 10.3 每批产品应有出厂编号或者炉批号, 可以追溯到相应的原材料和工序。

