



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 38512—2020

---

## 压力容器用铝及铝合金管材

Aluminum and aluminum alloy tubes for the pressure vessel



2020-03-06 发布

2021-02-01 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

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准由中国有色金属工业协会提出。

本标准由全国有色金属标准化技术委员会(SAC/TC 243)归口。

本标准起草单位:山东兖矿轻合金有限公司、有色金属技术经济研究院、东北轻合金有限责任公司、山东南山铝业股份有限公司、西南铝业(集团)有限责任公司、广东省工业分析检测中心、国合通用测试评价认证股份公司、辽宁忠旺集团有限公司、广东华昌铝厂有限公司、西北铝业有限责任公司、广东高登铝业有限公司。

本标准主要起草人:李永卉、王鹏、席欢、吕新宇、刘博、李喆、彭著军、杨富波、邓雪翔、郭鲤、李璞、孙巍、唐性宇、王守业、梁庆新、高宝亭、董阳、鞠克江、张寒、欧庆峰、白凯。



# 压力容器用铝及铝合金管材

## 1 范围

本标准规定了压力容器用铝及铝合金管材的要求、试验方法、检验规则和标志、包装、运输、贮存及质量证明书与订货单(或合同)内容。

本标准适用于压力容器用铝及铝合金管材(以下简称“管材”)。

## 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 230(所有部分) 金属材料 洛氏硬度试验

GB/T 231(所有部分) 金属材料 布氏硬度试验

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 4436—2012 铝及铝合金管材外形尺寸及允许偏差

GB/T 6519 变形铝、镁合金产品超声波检验方法

GB/T 7999 铝及铝合金光电直读发射光谱分析方法

GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定

GB/T 12966 铝合金电导率涡流测试方法

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 22639 铝合金加工产品的剥落腐蚀试验方法

YS/T 420 铝合金韦氏硬度试验方法

NB/T 47013.5 承压设备无损检测 第5部分:渗透检测

## 3 要求

### 3.1 产品分类

#### 3.1.1 牌号、状态

管材的牌号及状态应符合表1的规定。需方需要其他牌号、状态时,由供需双方商定后在订货单(或合同)中注明。

表 1 牌号及状态

| 合金牌号 | 状态                                |
|------|-----------------------------------|
| 1060 | O、H112                            |
| 3003 | O、H112                            |
| 5083 | O、H111、H112                       |
| 5086 | O、H111、H112                       |
| 6061 | T4、T4510、T4511、T51、T6、T6510、T6511 |
| 6063 | T4、T5、T6                          |
| 6351 | T4、T5、T6                          |
| 6070 | T6                                |

### 3.1.2 标记示例

管材的标记按产品名称、本标准编号、牌号、状态、尺寸规格的顺序表示。

示例：5083 牌号、O 状态、外径为 40.00 mm、壁厚 6.00 mm、长度 4 000 mm 的定尺管材，标记为：  
 管材 GB/T 38512-5083 O-40.00×6.00×4 000

### 3.2 化学成分

管材的化学成分应符合 GB/T 3190 的规定。

### 3.3 尺寸偏差

#### 3.3.1 外径、弯曲度

管材的外径偏差及弯曲度应符合 GB/T 4436—2012 高精级的规定。

#### 3.3.2 壁厚

管材的壁厚偏差应符合 GB/T 4436—2012 的规定。

#### 3.3.3 长度

管材的定尺长度偏差应符合 GB/T 4436—2012 高精级的规定。以倍尺作为定尺供货的管材，每个锯口宜留有 5 mm 的锯切量。

#### 3.3.4 切斜度

管材的两端端部不得有毛刺，切斜度应符合 GB/T 4436—2012 高精级的规定。

#### 3.3.5 其他

需方有其他要求时，应在订货单(或合同)中注明。

### 3.4 室温拉伸力学性能

管材的纵向室温拉伸力学性能应符合表 2 的规定。壁厚超出表 2 规定的管材，其力学性能由供需双方协商确定，并在订货单(或合同)中注明，无注明时附实测结果。

表 2 室温拉伸力学性能

| 合金牌号 | 状态             | 壁厚<br>mm            | 室温拉伸力学性能          |                             |                    |    |
|------|----------------|---------------------|-------------------|-----------------------------|--------------------|----|
|      |                |                     | 抗拉强度 $R_m$<br>MPa | 规定非比例延伸强度 $R_{p0.2}$<br>MPa | 断后伸长率<br>%         |    |
|      |                |                     |                   |                             | $A_{50\text{ mm}}$ | A  |
|      |                |                     |                   |                             | 不小于                |    |
| 1060 | O              | 所有                  | 60~95             | $\geq 15$                   | 25                 | 22 |
|      | H112           | 所有                  | $\geq 60$         | $\geq 15$                   | 25                 | 22 |
| 3003 | O              | 所有                  | 95~130            | $\geq 35$                   | 25                 | 22 |
|      | H112           | 所有                  | $\geq 95$         | $\geq 35$                   | 25                 | 22 |
| 5083 | O              | 所有                  | 270~350           | $\geq 110$                  | 14                 | 12 |
|      | H111           | 所有                  | $\geq 275$        | $\geq 165$                  | 12                 | 10 |
|      | H112           | 所有                  | $\geq 270$        | $\geq 110$                  | 12                 | 10 |
| 5086 | O              | 所有                  | 240~315           | $\geq 95$                   | 14                 | 12 |
|      | H111           | 所有                  | $\geq 250$        | $\geq 145$                  | 12                 | 10 |
|      | H112           | 所有                  | $\geq 240$        | $\geq 95$                   | 12                 | 10 |
| 6351 | T4             | 所有                  | $\geq 220$        | $\geq 130$                  | 16                 | 14 |
|      | T6             | $\leq 3.20$         | $\geq 290$        | $\geq 255$                  | 8                  | —  |
|      |                | 3.20~25.00          | $\geq 290$        | $\geq 255$                  | 10                 | 9  |
| 6061 | T4、T4510、T4511 | 所有                  | $\geq 180$        | $\geq 110$                  | 16                 | 14 |
|      | T51            | $\leq 16.00$        | $\geq 240$        | $\geq 205$                  | 8                  | 7  |
|      | T6、T6510、T6511 | $\leq 6.30$         | $\geq 260$        | $\geq 240$                  | 8                  | —  |
|      |                | $> 6.30$            | $\geq 260$        | $\geq 240$                  | 10                 | 9  |
| 6063 | T4             | $\leq 12.5$         | $\geq 130$        | $\geq 70$                   | 14                 | 12 |
|      |                | $> 12.50\sim 25.00$ | $\geq 125$        | $\geq 60$                   | —                  | 12 |
|      | T5             | $\leq 12.5$         | $\geq 150$        | $\geq 110$                  | 8                  | 7  |
|      |                | $> 12.50\sim 25.00$ | $\geq 145$        | $\geq 105$                  | 8                  | 7  |
|      | T6             | $\leq 3.20$         | $\geq 205$        | $\geq 170$                  | 8                  | —  |
|      |                | 3.20~12.50          | $\geq 205$        | $\geq 170$                  | 10                 | 7  |
| 6070 | T6             | $\leq 7.50$         | $\geq 330$        | $\geq 310$                  | 6                  | 5  |

## 3.5 硬度

管材的硬度参见表 3。

表 3 管材硬度

| 合金牌号 | 状态          | 壁厚<br>mm     | 最小硬度值 |      |      |
|------|-------------|--------------|-------|------|------|
|      |             |              | 韦氏硬度  | 布氏硬度 | 洛氏硬度 |
| 3003 | O、H111、H112 | 所有           | —     | ≥30  | —    |
| 5083 | O、H111、H112 | 所有           | —     | ≥70  | —    |
| 5086 | O、H111、H112 | 所有           | —     | ≥65  | —    |
| 6061 | T4          | ≥1.25        | —     | ≥64  | —    |
| 6061 | T6          | 1.25~1.50    | ≥15   | ≥76  | ≥89  |
|      |             | >1.50~12.50  | ≥15   | ≥76  | ≥89  |
|      |             | >12.50~25.00 | ≥15   | ≥76  | —    |
| 6063 | T1          | 1.25~12.50   | —     | ≥50  | —    |
| 6063 | T4          | 1.25~12.50   | —     | ≥60  | —    |
| 6063 | T5          | 1.25~12.50   | —     | ≥65  | —    |
| 6063 | T6          | 1.25~12.50   | ≥12   | ≥72  | ≥75  |
| 6351 | T6          | 1.25~19.00   | ≥16   | —    | —    |
|      |             | 1.25~25.00   | ≥16   | —    | —    |

### 3.6 电导率

对管材有电导率要求时,应供需双方协商并在订货单(或合同)中注明。

### 3.7 剥落腐蚀性能

订货单(或合同)中注明检验剥落腐蚀性能的管材,当订货单(或合同)中注明按 GB/T 22639 检测时,其产品的剥落腐蚀试验结果不应低于 EA 级。当订货单(或合同)中未注明方法时,由供需双方商定的方法进行检验。



### 3.8 探伤

需方对管材有超声波探伤或渗透探伤性能要求时,应供需双方协商,并在订货单(或合同)中注明检验方式及检验级别。

### 3.9 耐压性能

需方对管材有耐压性能要求时,应供需双方协商并在订货单(或合同)中注明。

### 3.10 低倍组织

3.10.1 管材的低倍组织试样上不允许有裂纹、缩尾、气孔、光亮晶粒存在。

3.10.2 管材的低倍组织试样上不允许有非金属夹杂物、化合物偏析或金属间化合物。

3.10.3 粗晶环深度应由供需双方商定,并在图纸或订货单(或合同)中注明。

3.10.4 对壁厚要求正负对称偏差的管材,低倍组织试样上的成层深度不应超过管材壁厚的负偏差值,并不应使管材的壁厚偏差超出允许范围;对壁厚要求非正负对称偏差的管材,低倍组织试样上的成层深度不应超过管材壁厚允许偏差值之半,扣除成层深度尺寸后的壁厚,尺寸偏差不得超出允许范围。

### 3.11 显微组织

淬火的产品显微组织不准许有过烧。

### 3.12 外观质量

3.12.1 管材表面应光滑,不准许有裂纹、腐蚀和外来夹杂物。

3.12.2 管材表面允许存在局部的不影响使用的轻微起皮、气泡、擦伤、划伤、碰伤、压坑等缺陷,扣除缺陷深度后的壁厚,尺寸偏差不得超出允许范围。

### 3.13 其他

管材焊接时,其焊缝力学性能参见附录 A。

## 4 试验方法

### 4.1 化学成分

4.1.1 化学成分分析方法应按 GB/T 20975 或 GB/T 7999 的规定进行,仲裁分析应采用 GB/T 20975 规定的方法。

4.1.2 “Al”含量按 GB/T 3190 规定的方法计算,计算“Al”含量时,取常规分析元素与怀疑超量的非常规分析元素分析数值的和值作为“元素含量总和”。

4.1.3 分析数值的判定采用修约比较法,数值修约规则按 GB/T 8170 的有关规定进行,修约数位应与 GB/T 3190 规定的极限数位一致。

### 4.2 尺寸偏差

管材的尺寸偏差测量方法应按 GB/T 4436—2012 的规定进行。

### 4.3 室温拉伸力学性能

管材的室温纵向拉伸力学性能试验方法应按 GB/T 16865 的规定进行。

### 4.4 硬度

洛氏硬度试验方法应按 GB/T 230 的规定进行,布氏硬度试验方法应按 GB/T 231 的规定进行,韦氏硬度试验方法应按 YS/T 420 的规定进行。

### 4.5 电导率

管材的电导率测试方法应按 GB/T 12966 的规定进行。

### 4.6 剥落腐蚀性能

管材的剥落腐蚀试验方法应按 GB/T 22639 的规定进行。

### 4.7 探伤

#### 4.7.1 超声波探伤

管材的超声波检验方法按 GB/T 6519 或供需双方商定的方法进行检验。

#### 4.7.2 渗透探伤

管材的渗透探伤检验方法按 NB/T 47013.5 或供需双方商定的方法进行检验。

#### 4.8 耐压性能

管材的耐压性能检验方法应供需双方协商并在订货单(或合同)中注明。

#### 4.9 低倍组织

管材的低倍组织检验方法应按 GB/T 3246.2 的规定进行。

#### 4.10 显微组织

管材的显微组织检验方法应按 GB/T 3246.1 的规定进行。

#### 4.11 外观质量

在自然散射光下,目视检查外观质量。必要时,可借用尺寸测量工具界定缺陷大小,通过修磨测定缺陷深度。

#### 4.12 其他

焊缝力学性能检验方法参见附录 A。

### 5 检验规则

#### 5.1 检查和验收

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

5.1.2 需方应对收到的产品按本标准的规定进行检验。检验结果与本标准及订货单(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。属于表面质量及尺寸偏差的异议,应在收到产品之日起一个月内提出,属于其他性能的异议,应在收到产品之日起三个月内提出。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。

#### 5.2 组批

产品应成批提交验收,每批应由同一牌号、同一状态和同一规格的产品组成,批重不限。

#### 5.3 计重

产品应检斤计重(除非供需双方另有约定)。

#### 5.4 检验项目

5.4.1 每批管材出厂前均应进行化学成分、尺寸偏差、室温拉伸力学性能、低倍组织、显微组织和外观质量的检验。

5.4.2 订货单(或合同)中注明超声波探伤、渗透探伤、电导率检验的管材应进行检验。

5.4.3 订货单(或合同)中注明检验剥落腐蚀性能的管材,首批供货或工艺发生重大变化时,应检验产品的剥落腐蚀性能。

5.4.4 订货单(或合同)中注明检验耐压性能的管材,或首批供货或工艺发生重大变化时,应检验产品

的耐压性能。

## 5.5 取样

每批管材的取样应符合表 4 的规定。

表 4 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 |
|---|--|--------|----------|
| 化学成分  | 按 GB/T 17432 的规定进行                                     | 3.2    | 4.1      |
| 尺寸偏差  | 逐根检验   | 3.3    | 4.2      |
| 室温拉伸力学性能 <sup>a</sup>                                       | 抽取根数的 2%，不少于 2 根。在抽取的管材挤压前端切取 1 个拉伸试样，其他要求按 GB/T 16865 | 3.4    | 4.3      |
| 电导率 <sup>a</sup>  | 在每个拉伸试样样坯上切取 1 个试样                                     | 3.6    | 4.5      |
| 剥落腐蚀性能 <sup>a</sup>   | 抽取 3 根管材，每根管材上切取 1 个试样                                 | 3.7    | 4.6      |
| 探伤  | 逐根检验   | 3.8    | 4.7      |
| 耐压性能  | 抽取 1 根管材   | 3.9    | 4.8      |
| 低倍组织  | 抽取根数的 2%，不少于 2 根。在每根抽取管材的挤压尾端切取 1 个试样                  | 3.10   | 4.9      |
| 显微组织 <sup>a</sup>   | 抽取两根管材，在抽取的每根管材上切取 1 个试样                               | 3.11   | 4.10     |
| 外观质量  | 逐根检查   | 3.12   | 4.11     |
| <sup>a</sup> 淬火管材，其室温拉伸力学性能、电导率、剥落腐蚀性能，生产厂按热处理炉次取样，仲裁时按批取样。 |  |        |          |

## 5.6 检验结果的判定

5.6.1 任一试样的化学成分不合格时，管材能区分熔次的，判该试样代表的熔次管材不合格，其他熔次管材依次检验，合格者交货。不能区分熔次的判该批不合格。

5.6.2 任一产品的尺寸偏差不合格时，判该根管材不合格。

5.6.3 任一试样的室温拉伸力学性能不合格时，应从该批(或热处理炉)管材中(或该不合格试样代表的管材上)另取双倍数量的试样进行重复试验。若重复试验结果全部合格，则判该批(或热处理炉)产品合格。若重复试验结果中仍有试样性能不合格，则判该批(或热处理炉)管材不合格。经供需双方商定允许供方逐件检验，合格者交货。也允许供方进行重复热处理，重新取样检验。

5.6.4 任一试样的电导率不合格时，判该批(或热处理炉)不合格。但允许供方进行重复热处理，重新取样检验室温拉伸力学性能和电导率。

5.6.5 任一试样的剥落腐蚀性能不合格时，判该批(或热处理炉)管材不合格。但允许供方进行重复热处理，重新取样检验室温拉伸力学性能、电导率和剥落腐蚀性能。

5.6.6 任一试样的探伤结果不合格时，判该根不合格。

5.6.7 任一试样的低倍组织不合格时，按如下判定：

- a) 因裂纹、光亮晶粒、非金属夹杂物、化合物偏析或金属间化合物等冶金缺陷不合格时，判该批管材不合格。但经供需双方商定，可由供方逐根检验，合格者交货。
- b) 因缩尾、粗晶环、成层不合格时，允许从管材挤压尾端切去一段重复试验，直至合格，则该批中的其他管材均应接受检管材上述缺陷分布的最大长度切尾或逐根检验，合格者交货。

5.6.8 任一试样的显微组织不合格时，管材能区分热处理炉次的判该试样代表的炉次不合格，其他炉

次依次检验,合格者交货。不能区分炉次的判该批管材不合格。

5.6.9 任一管材的外观质量不合格时,判该根管材不合格。允许切除不合格部分重新检验,合格者交货。

## 6 标志、包装、运输、贮存和质量证明书

### 6.1 标志

#### 6.1.1 产品标志

在检验合格的管材挤压前端打印如下内容的标识(或贴含有如下内容的标签):

- a) 供方质检部门的检印(或质检人员的签名或印章);
- b) 牌号、状态及尺寸规格;
- c) 产品批号或生产日期;
- d) 需中断交货的管材,挤压管尾端应打印“W”标识。

#### 6.1.2 包装箱标志

管材的包装箱标志应符合 GB/T 3199 的规定。

### 6.2 包装

管材的包装按 GB/T 3199 规定。需要涂油或与 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。

### 6.3 运输和贮存

管材的运输和贮存应符合 GB/T 3199 的规定。

### 6.4 质量证明书



每批管材应附有产品质量证明书,其上注明:

- a) 供方名称;
- b) 产品名称;
- c) 牌号、状态和规格;
- d) 产品批号或生产日期;
- e) 净重或件数;
- f) 各项分析检验结果;
- g) 供方质检部门的检印(或检验标识);
- h) 本标准编号;
- i) 包装日期(或出厂日期)。

## 7 订货单(或合同)内容

订购本标准所列产品的订货单(或合同)内应包括下列内容:

- a) 产品名称。
- b) 牌号和状态。
- c) 尺寸规格。

- d) 净重。
- e) 包装。
- f) 尺寸偏差等级。
- g) 分析检验项目。
- h) 需方的特殊要求：
  - 特殊的尺寸偏差要求；
  - 特殊的室温拉伸力学性能要求；
  - 特殊的电导率测试要求；
  - 特殊的剥落腐蚀性能测试要求；
  - 特殊的探伤要求；
  - 特殊的耐压性能检测要求；
  - 其他特殊要求。
- i) 本标准编号。

附 录 A  
(资料性附录)  
管材的焊接性能

A.1 管材的室温焊接性能试验方法宜按 GB/T 2651 的规定进行。

A.2 管材的焊接性能宜符合表 A.1 的规定。超出表 A.1 规定的管材,其焊接性能由供需双方协商确定,并在订货单(或合同)中注明,无注明时附实测结果。

表 A.1 焊接力学性能

| 合金牌号及状态   | 拉伸强度<br>MPa | 屈服强度 <sup>a</sup><br>MPa |
|---|-------------|--------------------------|
| 3003-H12、H14、H16、H18  | 95          | 50                       |
| 5083-H111   | 270         | 145                      |
| 5086-H111   | 240         | 125                      |
| 5086-H112   | 240         | 95                       |
| 6061-T6、T651 <sup>b,c</sup>   | 165         | 140                      |
| 6061-T6、T651 <sup>d</sup>   | 165         | 105                      |
| 6063-T5、T52、T6 <sup>b,c</sup>   | 115         | 75                       |
| 6070-T6 <sup>c,d</sup>  | 165         | 140                      |
| 6351-T6 <sup>c,d</sup>  | 165         | 140                      |
| <sup>a</sup> 250 mm 标距下的全截面规定非比例伸长应力。<br><sup>b</sup> 与 5183、5356、5556 合金焊丝进行焊接时,这些数值适用于所有公称壁厚的管材。与 4043、5154、5254、5554 合金焊丝进行焊接时,这些数值也适用于公称壁厚不大于 10.00 mm 的标准管和管材。<br><sup>c</sup> 对于直径小于 100 mm 或直径与厚度比( $D/t$ )小于 15 的管材,实际强度数值要略低于表中数值。<br><sup>d</sup> 与 4043、5154、5254、5554 合金焊丝进行焊接时,这些数值适用于公称壁厚大于 10.00 mm 的管材。 |             |                          |



参 考 文 献

- [1] GB/T 2651 焊接接头拉伸试验方法
-