



中华人民共和国国家标准

GB/T 38106—2019

压力容器用铝及铝合金板材

Aluminum and aluminum alloy plates and sheets for pressure vessel

2019-10-18 发布

2020-09-01 实施

国家市场监督管理总局 发布
中国国家标准化管理委员会

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：东北轻合金有限责任公司、有色金属技术经济研究院、天津忠旺铝业有限公司、广东省分析检测中心、西南铝业(集团)有限责任公司、山东南山铝业股份有限公司、有研工程技术研究院有限公司、昆明冶金研究院、瑞闽铝板带有限公司、中国铝业集团有限公司、山东兖矿轻合金有限公司。

本标准主要起草人：韩帅、席欢、徐涛、高新宇、张义、李锡武、谢延翠、肖永通、杨吉、宋晓霖、胥福顺、廖明顺、傅冰霜、李恒、王强、宋江红。

压力容器用铝及铝合金板材

1 范围

本标准规定了压力容器用铝及铝合金板材的要求、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板材(以下简称“板材”)。

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 229 金属材料 夏比摆锤冲击试验方法

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 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 3880.3—2012 一般工业用铝及铝合金板、带材 第3部分:尺寸偏差

GB/T 6519—2013 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 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

ISO 15614-2:2005 金属材料焊接工艺规范及资格评定 焊接工艺性试验 第2部分:铝和铝合金的弧焊(Specification and qualification of welding procedures for metallic materials—Welding procedure test—Part 2:Arc welding of aluminium and its alloys)

3 要求

3.1 产品分类

3.1.1 牌号、状态及尺寸规格

板材的牌号、状态及尺寸规格应符合表1的规定。需方需要其他牌号、状态及尺寸规格时,由供需双方协商,并在订货单(或合同)中注明。

表 1 牌号、状态及尺寸规格

| 牌号 | 状态 | 尺寸规格 mm | | |
|-----------|--------|------------|-------------|--------------|
| | | 厚度 | 宽度 | 长度 |
| 1100 | H14 | 3.00~7.00 | 1 400~1 700 | 5 900~6 200 |
| | H112 | 8.00~10.00 | 1 500~1 700 | 6 000~7 000 |
| 5083 | O | 4.00~80.00 | 800~3 300 | 3 000~20 000 |
| | H111 | 5.00~8.00 | 1 200~2 600 | 2 500~11 500 |
| | H112 | 6.00~80.00 | 800~3 300 | 3 000~20 000 |
| 5182,5454 | O,H111 | 5.00~8.00 | 1 200~2 600 | 2 500~11 500 |
| 6061 | T6 | 1.60~30.00 | 700~1 700 | 2 000~3 100 |

3.1.2 标记及示例

产品标记按产品名称、本标准编号、牌号、状态及尺寸规格的顺序表示。

示例：5083 牌号、O 状态、厚度为 30.00 mm、宽度为 2 000 mm、长度为 6 000 mm 的板材，标记为：

板 GB/T 38106-5083O-30.00×2000×6000

3.2 化学成分

板材的化学成分应符合 GB/T 3190 的规定。

3.3 尺寸偏差

3.3.1 厚度

板材的厚度偏差应符合 GB/T 3880.3—2012 普通级的规定。

3.3.2 宽度

冷轧板材的宽度偏差应符合 GB/T 3880.3—2012 中表 6 的规定。热轧板材的宽度偏差应符合 GB/T 3880.3—2012 中表 7 的切边供应热轧板的规定。

3.3.3 长度

冷轧板材的长度偏差应符合 GB/T 3880.3—2012 中表 10 的规定。热轧板材的长度偏差应符合 GB/T 3880.3—2012 中表 11 的切边供应热轧板的规定。

3.3.4 不平度

板材的不平度偏差应符合 GB/T 3880.3—2012 中不平度普通级的规定。

3.3.5 侧边弯曲度

板材的侧边弯曲度偏差应符合 GB/T 3880.3—2012 中板材侧边弯曲度高精级的规定。

3.3.6 对角线

板材的对角线偏差应符合 GB/T 3880.3—2012 中板材对角线高精级的规定。

3.4 力学性能

板材的室温拉伸力学性能应符合表 2 的规定。

表 2 板材的室温拉伸力学性能及弯曲性能

| 牌号 | 状态 | 厚度 mm | 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 | 断后延伸率 % | | 弯曲半径 | |
| | | | | | $A_{50\text{ mm}}$ | A | 90° | 180° |
| 不小于 | | | | | | | | |
| 1100 | H14 | 3.00~7.00 | 110~145 | 97 | 6 | — | — | 0 |
| | H112 | 8.00~10.00 | 90 | 49 | 9 | — | — | 0 |
| 5083 | O | >3.00~6.30 | 275~350 | 125 | 15 | — | 1.5 t | — |
| | | >6.30~12.50 | 270~345 | 115 | 16 | — | 2.5 t | — |
| | | >12.50~50.00 | | | — | 15 | — | — |
| | | >50.00~80.00 | | | — | 14 | — | — |
| | H111 | >3.00~6.00 | 290~370 | 145 | 17 | — | — | 1.4 t |
| | | >6.00~8.00 | | | 17 | — | — | 4 t |
| | H112 | >6.00~12.50 | 275 | 125 | 12 | — | — | — |
| | | >12.50~40.00 | 275 | 125 | — | 10 | — | — |
| | | >40.00~80.00 | 270 | 115 | — | 10 | — | — |
| | 5182 | O、H111 | >3.00~6.00 | 280~350 | 125 | 26 | — | — |
| >6.00~8.00 | | | 26 | | | — | — | 2 t |
| 5454 | O、H111 | >3.00~6.00 | 215~285 | 85 | 19 | — | — | t |
| | | >6.00~8.00 | | | 19 | — | — | 2 t |
| 6061 | T6 | >1.60~3.00 | 290 | 240 | 7 | — | 3.5 t | — |
| | | >3.00~6.00 | | | 10 | — | 4.0 t | — |
| | | >6.00~12.50 | | | 10 | — | 5.0 t | — |
| | | >12.50~30.0 | | | — | 8 | — | — |

注： t 为板材厚度。

3.5 弯曲性能

需方有弯曲性能要求时,由供需双方协商确定,并在订货单(或合同)中注明,板材弯曲性能应符合表 2 的规定,按表 2 规定参数进行弯曲试验后,板材表面不应出现目视可见的裂纹。

3.6 冲击性能

3.6.1 需方有冲击性能要求时,由供需双方协商确定,并在订货单(或合同)中注明。

3.6.2 5083 合金板材冲击功参考值(常温、V 形缺口)见表 3。

表 3 5083 合金板材冲击功参考值

| 牌号 | 状态 | 厚度 | 单个值 不小于 | 平均值 不小于 |
|------|----|----------|------------|------------|
| 5083 | O | >25.0 mm | 14 J | 20 J |

3.7 超声波探伤性能

厚度大于 10.0 mm 的板材超声波探伤应符合 GB/T 6519—2013 中 A 级的要求。

3.8 低倍组织

板材的低倍组织中不允许有夹杂、裂纹、分层或目视可见的氧化膜缺陷。

3.9 显微组织

经淬火处理的板材显微组织不允许有过烧。

3.10 外观质量

3.10.1 板材应具有光滑清洁表面。表面不允许有腐蚀、裂纹、气孔、夹渣。

3.10.2 表面无明显浮油、油污和油斑。

3.10.3 表面允许存在不影响用户使用的擦划伤、磕碰伤、印痕。

3.10.4 板材表面缺陷允许用砂纸进行检验性修磨,其修磨深度不应超过板材厚度允许的负偏差值,并保证板材的最小厚度。

3.11 其他

3.11.1 板材的许用应力、热膨胀系数及弹性模量参见附录 A。

3.11.2 板材焊接后,焊接的接头性能及评价见 ISO 15614-2:2005。

4 试验方法

4.1 化学成分

4.1.1 板材的化学成分分析方法应符合 GB/T 20975 或 GB/T 7999 的规定,仲裁分析方法应采用 GB/T 20975 规定的方法。“Al”含量的计算应符合 GB/T 3190 的规定,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”。

4.1.2 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,修约位数应与 GB/T 3190 规定的极限位数一致。

4.2 尺寸偏差

尺寸偏差的测量方法按 GB/T 3880.3—2012 的规定进行。

4.3 室温拉伸力学性能

室温拉伸力学性能试验按 GB/T 16865 的规定进行。

4.4 弯曲性能

弯曲性能试验按 GB/T 232 的规定进行。

4.5 冲击性能

冲击性能试验按 GB/T 229 的规定进行。

4.6 超声波探伤性能

超声波探伤性能试验应按 GB/T 6519—2013 的规定进行。

4.7 低倍组织

低倍组织检验应按 GB/T 3246.2 的规定进行。

4.8 显微组织

显微组织检验应按 GB/T 3246.1 的规定进行。

4.9 外观质量

外观质量以目视检验。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。

5 检验规则

5.1 检查和验收

5.1.1 产品应由供方进行检查,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复验。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、状态和尺寸规格的产品组成。每批(箱)重量不限,有要求时,可供需双方协商,并在订货单(或合同)中注明。

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 每批板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、外观质量的检验。

5.4.2 对订货单(或合同)中注明“检验弯曲性能”的产品,应检验弯曲性能。

5.4.3 对订货单(或合同)中注明“检验冲击性能”的产品,应检验冲击性能。

5.4.4 厚度为 10 mm 以上的板材,每批应进行超声波探伤性能检验。

5.4.5 淬火板材应每批检验显微组织。

5.4.6 板材的焊接接头性能由供方工艺保证,不作出厂检验。

5.5 取样

产品取样应符合表 4 的规定。

表 4 取样

| 检验项目 | 产品取样要求 | 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 | 板材逐张进行检验 | 3.3 | 4.2 |
| 室温拉伸力学性能 | 每 1 800 kg 取样 1 个,每批不少于 2 个。其他要求应符合 GB/T 16865 的规定 | 3.4 | 4.3 |
| 弯曲性能 | 板材每批取 2 张板材,每张取 2 个横向试样;单批单张取 2 个横向试样 | 3.5 | 4.4 |
| 冲击性能 | 板材每批取 2 张板材,每张取 3 个横向试样;单批单张取 3 个横向试样 | 3.6 | 4.5 |
| 超声波探伤性能 | 逐张检验 | 3.7 | 4.6 |
| 低倍组织 | 每批至少切取 2 个试样 | 3.8 | 4.7 |
| 显微组织 | 每批取 2 张板材,每张板材取 1 个试样;单批单张取 2 个试样 | 3.9 | 4.8 |
| 外观质量 | 逐张检验 | 3.10 | 4.9 |

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,产品能区分熔次的判该试样代表的熔次不合格,其他熔次依次检验,合格者交货。不能区分熔次的判该批不合格。

5.6.2 任一板材尺寸偏差不合格时,判该张产品不合格。

5.6.3 任一试样的室温拉伸力学性能不合格时,应从该批产品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,则判该批产品合格。若重复试验结果中仍有试样性能不合格时,则判该批产品不合格。经供需双方商定允许供方逐张检验,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 任一试样的弯曲性能不合格时,应从该批产品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,则判该批产品合格。若重复试验结果中仍有试样性能不合格时,则判该批产品不合格。经供需双方商定允许供方逐张检验,合格者交货。也允许供方进行重复热处理,重新取样检验。

5.6.5 任一试样的冲击性能检验不合格时,判该批不合格。但允许对供方逐张检验,合格者交货。

5.6.6 任一板材的超声波探伤性能检验不合格时,判该张不合格。

5.6.7 任一试样的低倍组织性能不合格时,判该批不合格。

5.6.8 任一试样的显微组织不合格时,判该批产品不合格。

5.6.9 任一板材的外观质量不合格时,判该张产品不合格。

6 标志、包装、运输、贮存及质量证明书

6.1 标志

6.1.1 产品标志

应在检验合格的板材短边上表面或侧面标记如下(或贴标签):

- a) 牌号；
- b) 状态；
- c) 规格；
- d) 产品批号；
- e) 供方技术监督部门的检印。

6.1.2 包装箱标志

产品的包装箱标志应符合 GB/T 3199 的规定。

6.1.3 包装、运输、贮存



板材不涂油,板间垫纸包装。如有其他要求,应在订货单(或合同)中注明。其他包装、运输、贮存的要求按 GB/T 3199 规定。

6.1.4 质量证明书

每批板材应附有产品质量证明书,其上注明:

- a) 供方名称、地址、电话、传真；
- b) 产品名称；
- c) 牌号、状态及规格；
- d) 批号；
- e) 净重或箱(张)、卷数；
- f) 本标准编号；
- g) 分析项目的检验结果和技术监督部门的检印；
- h) 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；
- c) 状态；
- d) 规格；
- e) 重量(或张数)；
- f) 对厚度超出规定的板材有室温拉伸力学性能要求时,应供需双方协商,并注明具体指标值；
- g) 有弯曲性能检验要求的产品,应注明“弯曲性能检验”;对表 2 力学性能中既有 90°弯曲,也有 180°弯曲的产品,应注明“90°弯曲或 180°弯曲”,未注明时由供方任选一种；
- h) 有冲击功性能检验要求的产品,应注明“冲击功性能检验”；
- i) 包装时有特殊要求应注明；
- j) 其他特殊要求；
- k) 本标准编号。

附 录 A
(资料性附录)

板材许用应力、热膨胀系数、弹性模量

A.1 最高许用应力

由于压力容器使用过程中应充分考虑许用应力,表 A.1 给出了部分板材的最高许用应力,作为资料供参考。

表 A.1 铝合金板材的最高许用应力

| 牌号 | 状态 | 板材厚度 mm | 最低抗拉强度 MPa | 最低屈服强度 MPa | 最高使用温度 ℃ |
|------|------|------------|---------------|---------------|-------------|
| 5083 | O | >1.295~38 | 275 | 125 | 65 |
| | | >38~76 | 270 | 115 | 65 |
| | | >76~125 | 260 | 110 | 65 |
| | H112 | >6~38 | 275 | 125 | 65 |
| | | >38~76 | 270 | 115 | 65 |
| 5454 | O | 1.295~75 | 215 | 85 | 204 |
| 6061 | T6 | 1.295~6 | 290 | 240 | 204 |

A.2 热膨胀系数

由于板材焊接过程中产生热量,铝合金板材会发生热膨胀。表 A.2 给出了部分板材的热膨胀系数,作为资料供参考。

表 A.2 铝合金板材的热膨胀系数

| 温度 ℃ | 铝合金的热膨胀系数 | | |
|---------|----------------|----------------|----------------|
| | A ^a | B ^b | C ^c |
| 20 | 21.7 | 21.7 | 0 |
| 50 | 23.3 | 22.6 | 0.7 |
| 75 | 23.9 | 23.1 | 1.3 |
| 100 | 24.3 | 23.4 | 1.9 |
| 125 | 24.7 | 23.7 | 2.5 |
| 150 | 25.2 | 23.9 | 3.1 |
| 175 | 25.7 | 24.2 | 3.7 |
| 200 | 26.4 | 24.4 | 4.4 |
| 225 | 27.0 | 24.7 | 5.1 |

表 A.2 (续)

| 温度 ℃ | 铝合金的热膨胀系数 | | |
|---------|----------------|----------------|----------------|
| | A ^a | B ^b | C ^c |
| 250 | 27.5 | 25 | 5.7 |
| 275 | 27.7 | 25.2 | 6.4 |
| 300 | 27.6 | 25.5 | 7.1 |
| 325 | 27.1 | 25.6 | 7.8 |

^a 系数 A 是瞬时热膨胀系数 $\times 10^{-6} [\text{mm}/(\text{mm}/^\circ\text{C})]$;
^b 系数 B 是从 20 °C 到所指温度的平均热膨胀系数 $\times 10^{-6} [\text{mm}/(\text{mm}/^\circ\text{C})]$;
^c 系数 C 是从 20 °C 到所指温度的线性热膨胀系数 (mm/m)。

A.3 弹性模量

部分铝合金板材在不同温度下的弹性模量参见表 A.3。

表 A.3 部分铝合金板材的弹性模量

| 牌号 | 部分铝合金板材弹性模量 E | | | | | | |
|------|-----------------|---------|--------|-------|--------|--------|--------|
| | -200 °C | -125 °C | -75 °C | 25 °C | 100 °C | 150 °C | 200 °C |
| 5083 | 79 | 76 | 75 | 71 | 68 | 65 | 62 |
| 6061 | 77 | 74 | 72 | 69 | 66 | 63 | 60 |
| 5454 | 78 | 76 | 74 | 70 | 67 | 65 | 62 |

