

中华人民共和国有色金属行业标准

YS/T XXXX.1-202X

航空用铝合金板材
第1部分：7050T7451 板材

Wrought aluminium alloy plates and sheets for aviation product

—Part 1: 7050T7451 plate

(送审稿)

中华人民共和国工业和信息化部 发布

××××-××-××发布

××××-××-××实施

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。

本文件由全国有色金属标准化技术委员会（SAC/TC 243）提出并归口。

本文件起草单位：XXX。

引 言

2xxx、7xxx 合金因为质轻、综合性能优异，被广泛应用于航空领域，7050 铝合金属于 Al-Zn-Mg-Cu 系超高强铝合金，由于采用 Zr 代替了对合金淬透性有不利影响的 Cr、Mn 微量元素，因而该合金具有高强度、高韧性良好的淬透性等优点，能满足大规格零件的淬火处理要求，在航空材料中得到重要的应用，主要用于制造飞机机体主承力结构件，如机身框架和隔框等。YS/T XXXX 拟包含多个部分，正在起草的有三个部分：

—第 1 部分：7050-T7451 板材：通用技术规范。目的是用于确定航空用铝合金的通用技术要求，合格鉴定及质量控制要求。

—第 2 部分：2024T351 板材。目的在于确定航空用 2024T351 铝合金的具体要求。

—第 3 部分：2124T851 板材。目的在于确定航空用 2124T851 铝合金的具体要求。

YS/T XXXX 预计将包括 7085T7451 板材等部分。

YS/T XXXX.1 重点规范 7050T7451 板材性能要求、合格鉴定及质量控制要求，以满足主机厂的使用要求。

航空用铝合金板材

第 1 部分：7050T7451 板材

1 范围

本标准规定了7050T7451板材的分类、要求、试验方法、产品合格鉴定、过程控制、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。

本标准适用于厚度为6.35mm~203.20mm的航空用7050T7451铝合金板材（以下简称板材）。

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 3075	金属材料 疲劳试验 轴向力控制方法
GB/T 3190	变形铝及铝合金化学成分
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 22639	金加工产品的剥落腐蚀试验方法
GB/T X X X X	航空用铝合金板材通用技术规范
YS/T XXXX-202X	航空用铝合金铸锭

3 术语和定义

GB/T 8005.1 界定的术语和定义适用于本文件。

4 产品分类

4.1 牌号、状态及尺寸规格

牌号、状态及尺寸规格应符合表 1 的规定。需方需要其他尺寸规格时，由供需双方协商确定，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
7050	T7451 ^a	6.35~203.20	800~3500	1000~27000
^a 本文件规定的T7451状态是7050铝合金固溶处理后，在目标值2.0%的永久预拉伸变形量（最低不小于1.5%，最大不大于3.0%）变形处理后进行时效处理的状态。				

4.2 标记及示例

产品标记按产品名称、本文件编号及顺序号、牌号、状态、尺寸规格的顺序表示，标记示例如下：

7050牌号、T7451状态、厚度为100mm、宽度1500mm、定尺长度4000mm的板材，标记为：

板材 YS/T XXXX.1-202X-7050T7451-100×1500×4000

5 要求

5.1 化学成分

化学成分应符合GB/T 3190的规定。化学成分有特殊要求时，由供需双方协商确定并在订货单（或合同）中注明。

5.3 尺寸偏差

尺寸偏差应符合 GB/T XXXX 《航空用铝合金板材通用技术规范》的要求。

5.4 拉伸性能

拉伸性能应符合表 2 的规定。需方有特殊要求时，由供需双方协商确定，并在订货单（或合同）中注明。

表 2 拉伸性能

厚度 mm	取样方向	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	断后伸长率 %		
				A_{50mm}	A_{4D}	A_{5D}
不小于						
6.35~12.70	L	510	441	10	—	9
	LT	510	441	9	—	8
>12.70~50.80	L	510	441	—	10	9
	LT	510	441	—	9	8
>50.80~76.20	L	503	434	—	9	8
	LT	503	434	—	8	7
	ST	469	407	—	3	2

表 2 (续) 拉伸性能

厚度 mm	取样方向	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	断后伸长率 %		
				A_{50mm}	A_{40}	A_{50}
		不小于				
>76.20~101.60	L	496	427	—	9	8
	LT	496	427	—	6	5
	ST	469	400	—	3	2
>101.60~127.00	L	490	421	—	9	8
	LT	490	421	—	5	5
	ST	462	393	—	3	2
>127.00~152.40	L	483	414	—	8	7
	LT	483	414	—	4	4
	ST	462	393	—	3	2
>152.40~177.80	L	476	407	—	7	6
	LT	476	407	—	4	4
	ST	455	386	—	3	2
>177.80~203.20	L	469	400	—	6	5
	LT	469	400	—	4	4
	ST	448	379	—	3	2

“L”为试样纵轴平行于板材轧制方向，LT为试样纵轴平行于板材宽度方向，ST为试样纵轴平行于板材厚度方向。

5.5 断裂韧度

断裂韧度应符合表 3 的规定。

表 3 断裂韧度

厚度 mm	平面应变断裂韧度 K_{Ic} 或有效 K_{Ic} MPa \cdot m ^{1/2}		
	L-T	T-L	S-L
12.70~50.80	≥32.0	≥27.0	—
>50.80~76.20	≥30.0	≥26.0	≥23.0
>76.20~101.60	≥28.0	≥25.0	≥23.0
>101.60~127.00	≥27.0	≥24.0	≥23.0
>127.00~152.40	≥26.0	≥24.0	≥23.0
>152.40~177.80	≥25.0	≥23.0	≥23.0

表 3 (续) 断裂韧度

厚度 mm	平面应变断裂韧度 K_{IC} 或有效 K_Q $MPa \cdot m^{1/2}$		
	L-T	T-L	S-L
>177.00~203.20	≥ 25.0	≥ 23.0	≥ 23.0

注： L-T（加载应力方向为轧制方向，裂纹扩展方向为宽度方向）；
T-L（加载应力方向为宽度方向，裂纹扩展方向为轧制方向）；
S-L（加载应力方向为厚度方向，裂纹扩展方向为轧制方向）。

5.6 疲劳性能

厚度不小于 101.60mm 板材的疲劳寿命应符合表 4 的规定。

表 4 疲劳性能

项目	要求 ^a
单个试样的疲劳寿命	$\geq 9.0 \times 10^4$ 个循环
4 个试样的对数平均疲劳寿命	$\geq 1.2 \times 10^5$ 个循环

^a若试样循环至 2×10^5 次未断裂，在计算对数平均疲劳寿命时，该试样的疲劳寿命按照 2×10^5 计算。

5.7 电导率

5.7.1 任意点的电导率

电导率应不小于 22.0 MS/m（对应于 38.0%IACS）。

5.7.2 电导率均匀性

每张板材电导率的最大值和最小值的差值应不大于 1.0MS/m，每批次板材电导率最大值和最小值的差值应不大于 1.5MS/m。

注：MS/m 与 IACS%之间换算关系为：1MS/m=1.7241%IACS, 1%IACS=0.58MS/m。

5.8 抗应力腐蚀性能

厚度大于 19.05mm 板材的抗应力腐蚀性能应符合表 5 的规定。典型图片见图 1。

表 5 抗应力腐蚀性能

厚度 mm	试样受力方向	抗应力腐蚀性能			应力腐蚀敏感因子 SCF ^a
		试验应力 MPa	试验天数 d	结果要求	
>19.05~203.20	高向	241	20	无裂纹	≤ 220

^aSCF 值为横向室温拉伸的规定非比例延伸强度数值与 12 倍的电导率（MS/m）数值之差。

5.9 抗剥落腐蚀性能

抗剥落腐蚀结果应符合或优于 GB/T 22639 中的 EB 级。典型 7050 合金剥落腐蚀结果见图 2。

5.10 残余应力

对于厚度不小于 63.50mm 板材，当订货单（或合同）中注明检验残余应力时，由供需双方

YS/T XXXX.1-202X

商定具体要求，采用剥层法测试残余应力的变形量建议值见表 6。

表 6 残余应力变形量建议值

厚度	每道次加工变形量	总加工变形量
	mm	mm
	不大于	
$\geq 63.50\sim 76.00$	0.038	0.229
$> 76.00\sim 102.00$	0.026	0.153
$> 102.00\sim 127.00$	0.023	0.140
$> 127.00\sim 152.00$	0.018	0.115
$> 152.00\sim 178.00$	0.016	0.090
$> 178.00\sim 203.00$	0.013	0.077



a) 不开裂



b) 开裂

图 1 典型应力腐蚀结果

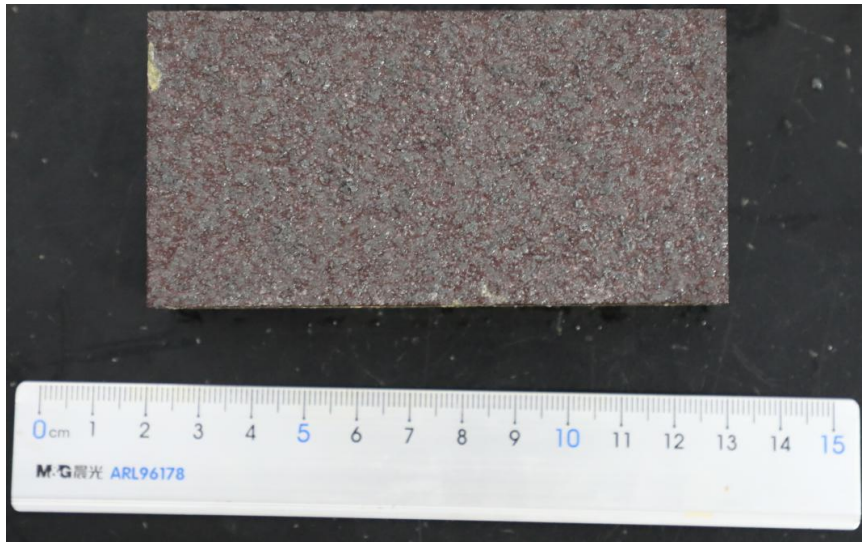


图 2 典型剥落腐蚀结果

5.11 超声波探伤验收等级

厚度不小于 12mm 的板材超声波探伤结果应符合 A 级要求。

5.12 低倍组织、显微组织、外观质量

低倍组织、显微组织、外观质量应符合 GB/T X X X X 《航空用铝合金板材通用技术规范》。

6 试验方法

板材疲劳试验应符合GB/T 3075的规定，试验温度21℃~24℃，最大应力241MPa，应力比R=0.1，截止疲劳次数为 2.0×10^5 。

其他试验方法应符合GB/T X X X X 《航空用铝合金板材通用技术规范》的规定。

7 产品合格鉴定

板材生产应通过相关认证并通过系统评价，产品合格鉴定应符合GB/T X X X X 《航空用铝合金板材通用技术规范》的规定。

8 过程控制

板材的过程控制应符合附录A的规定，其他要求应符合GB/T X X X X 《航空用铝合金板材通用技术规范》的规定。

9 检验规则

9.1 检验规则

检查与验收、组批、计重、取样及检验结果的判定按GB/T X X X X 《航空用铝合金板材通用技术规范》的要求执行。

9.2 检验项目

板材检验分为产品合格鉴定、出厂检验和定期检验项目，应符合表7的规定。

表7 检验项目

检验项目		产品合格鉴定	出厂检验	定期检验
化学成分		√	√	—
氢含量		√	√	—
尺寸偏差		√	√	—
拉伸性能		√	√	—
断裂韧度		√	√	—
疲劳性能		√	—	√
电导率	任意点的电导率	√	√	—
	电导率均匀性	√	—	√
抗应力腐蚀性能	抗应力腐蚀	√	—	√
	应力腐蚀敏感因子	√	√	—
抗剥落腐蚀性能		√	—	√
机加工变形量		√	—	—

YS/T XXXX.1-202X

超声波探伤检验	√	√	—
低倍组织	√	√	—
显微组织	√	√	—
外观质量	√	√	—

10 标志、包装、运输、贮存及质量证明书

产品的标志、包装、运输、贮存及质量证明书应符合GB/T X X X X 《航空用铝合金板材通用技术规范》的规定。

附录 A
(规范性)

7050T7451 铝合金板材的过程控制

A. 1. 1 原材料要求

铸锭生产的主要原材料应符合《航空用铝合金铸锭》YS/T XXXX-202X要求。

A. 1. 2 装备要求

A. 1. 2. 1 为了保证7050合金板材性能稳定性，板材的生产设备宜采用专用设备进行生产，生产设备应保证精度，具体精度见表A. 1，设备应定期检验，保证设备的稳定性。

A. 1. 2. 2 主要设备的精度和检验周期应不低于表A. 1的要求。

表A. 1 7050合金板材主要生产设备的精度要求

主要设备	工艺用途	精度要求	检验周期要求	是否需要相关认证
铸锭加热炉	铸锭加热	$\pm 10^{\circ}\text{C}$	6个月	--
轧机	板材轧制	--	6个月	--
淬火炉	板材淬火	$\pm 5^{\circ}\text{C}$	6个月	是
拉伸机	板材拉伸	液压缸同步精度 $\pm 2.5\text{mm}$	6个月	--
时效炉	板材时效	$\pm 5^{\circ}\text{C}$	6个月	是
水浸超声波探伤机	板材探伤	--	12个月	是

A. 1. 3 工艺要求

A. 1. 3. 1 推荐热处理制度

7050铝合金板材推荐的淬火制度见表A. 2，7050铝合金板材推荐的时效制度见表A. 3。

表 A. 2 推荐的淬火制度

牌号	固溶温度 $^{\circ}\text{C}$	固溶保温时间	
		板材厚度 mm	保温时间 min
7050	460~482	6.35~12.70	≥ 30
		>12.70~50.80	≥ 60
		>50.80~76.20	≥ 75
		>76.20~101.60	≥ 100
		>101.60~127.00	≥ 125
		>127.00~152.40	≥ 150
		>152.40~177.80	≥ 175
		>177.80~203.20	≥ 200

表 A. 3 推荐的时效制度

牌号	时效制度			
	一级		二级	
	时效温度 $^{\circ}\text{C}$	保温时间 h	时效温度 $^{\circ}\text{C}$	保温时间 h
7050	90~130	4~10	160~168	15~25

A. 1. 4 性能要求

A. 1. 4. 1 供方应对生产过程的关键指标进行过程控制,过程控制应保留相应的检测报告或证明文件。

A. 1. 4. 2 产品认证与评价阶段的性能要求按9. 2的要求进行检测。

A. 1. 4. 3 产品稳定供货后,除按9. 2的要求进行检测外,应对板材性能进行定期测试,测试频率由供需双方商定,若无特殊要求,对以下性能要求进行过程控制:

- a) 氢含量: 供方应每批进行氢含量检测,采用液体氢含量数据作为监控指标;
 - b) 电导率均匀性: 供方应每周检测一次板材的电导率均匀性;
 - c) 疲劳性能: 供方应每月检测一次板材的疲劳性能;
 - d) 抗应力腐蚀性能: 供方应每月检测一次板材的抗应力腐蚀性能;
 - e) 抗剥落腐蚀性能: 供方应每月检测一次板材的抗剥落腐蚀性能。
-