

## 铝合金电导率和硬度要求

## 1 范围

## 1.1 主题内容

本标准规定了铝合金电导率及硬度的一般要求和详细要求等。

## 1.2 适用范围

本标准适用于变形铝合金原材料检验和热处理状态检验以及变形铝合金零件的验收检验。

## 1.3 分类

进行电导率和硬度检测的铝合金牌号、状态、品种分类见表 1。

表 1

合金牌号	状态	品 种
LY12	M、CZ、CS	棒材、型材、不包铝板材、管材
	M、CZ	包铝板材(厚度不小于 0.6mm)
LD5	M、CZ、CS	棒材、锻件
LD10	M、CZ、CS	棒材、锻件
LD7	M、CS	棒材、锻件
LC4	M、CS	棒材、型材、锻件、不包铝板材
LC4	M、CS	包铝板材(厚度不小于 0.6mm)
LC9	M、CS	棒材、锻件、型材、不包铝板材
	CGSI、CGS3	锻件、型材、不包铝板材
2024	O、T3、T4、T6	不包铝板材、型材、棒材
	T3、T4、T6、T8	包铝板材
2014	0、T3、T4、T6	棒材、锻件、板材
2124	T3、T8	厚板
2618	T851	棒材、厚板
7075	O、T6、T73、T74	棒材、锻件、型材、不包铝板材
	T6、T76	包铝板材
7050	T74、T76	厚板
	T74	锻件
747	5 T6、T73、T76	板材
7175	T74	锻件

## 2 引用文件

GB/T 230—91	金属洛氏硬度试验方法
GB 231—84	金属布氏硬度试验方法
GB 9445—88	无损检测人员技术资格鉴定通则

GB 10623—89	金属力学性能试验术语
GB/T 12604.6—90	无损检测术语 涡流检测
GB/T 12966—91	铝合金电导率涡流测试方法
GJB 1694—93	变形铝合金热处理规范
GJB 2351—95	航空航天用铝合金锻件规范
JJG 112—91	金属洛氏硬度计检定规程
JJG 113—91	标准金属洛氏硬度块检定规程
JJG 147—91	标准布氏硬度块检定规程
JJG 150—90	金属布氏硬度计检定规程

### 3 定义

本标准采用 GB 10623、GB/T 12604.6 和 GB/T 12966 定义的术语。

### 4 一般要求

#### 4.1 电导率测试

4.1.1 电导率的测试方法、电导仪的性能和校验方法、标准试块与仪器的检定周期及其它有关要求应符合 GB/T 12966 的规定。

4.1.2 电导率标准试块应至少配备三块。其标称值应覆盖被检测零件的电导率测试值,数值相邻两块标准块的标称值之差应不大于 11 MS/m(或 19%IACS)。

#### 4.2 硬度测

4.2.1 硬度测量方法按 GB/T 230 和 GB 231 进行。

4.2.2 应使用计量技术机构检定合格的硬度计。

4.2.3 应使用国家计量技术机构传递的硬度标准块。

4.2.4 硬度计的检定应符合 JJG 112 和 JJG 150 的要求。

4.2.5 布氏、洛氏硬度标准块的检定,应分别符合 JJG 147 和 JJG 113 的要求。

4.2.6 硬度应按图样规定位置进行测量,未作规定时应选零件的最厚和最薄处进行。

#### 4.3 人员

4.3.1 电导率检测人员应按 GB 9445 进行技术培训和考核,在取得相应的技术资格等级证书后方能进行操作和签发检测报告。

4.3.2 硬度检测人员应经技术培训和考核,并持有力学性能操作合格证方能进行操作和签发检测报告。

#### 4.4 热处理

铝合金的热处理可参照 GJB 1694 进行。

### 5 详细要求

#### 5.1 验收要求

5.1.1 厚度不小于 1.5 mm 的国内牌号不包铝材料或零件的电导率按表 2 验收。

5.1.2 厚度为 0.6—4.0mm 的国内牌号包铝板材的电导率按表 3、表 4 验收。

5.1.3 国外牌号铝合金的电导率和硬度参照附录 A(参考件)验收。

5.1.4 曲率半径小于 60mm 的凸面测量电导率时,可按 GB/T 12966 的规定进行修正。

5.1.5 国内牌号铝合金的硬度按表 2 验收。

表2 铝合金电导率和硬度极限值

合金 牌号	状态	电导率		电导率		硬 度			
		MS/m		%IACS		洛氏硬度 HRB		布氏硬度 HBS	
		最小值	最大值	最小值	最大值	最小值	最大值	模锻件	自由锻件
最小值									
LY12 <sup>1)</sup>	M	27.0	29.9	46.5	51.5	—	—	—	—
	CZ	16.5	19.4	28.5	33.5	63	82	100	—
	CS	20.9	23.2	36.0	40.0	76	86	120	—
LD5	M	27.3	29.9	47.0	51.5	—	—	—	—
	CZ	20.6	22.3	35.5	38.5	59	68	95	—
	CS	22.0	24.6	38.0	42.5	62	82	100	95
LD10	M	26.1	29.3	45.0	50.5	—	—	—	—
	CZ	18.3	20.3	31.5	35.0	69	80	100	—
	CS	19.7	22.6	34.0	39.0	71	85	120	120
LD7	M	23.2	26.1	40.0	45.0	—	—	—	—
	CS	19.4	22.6	33.5	39.0	65	79	110	110
LC4	M	23.5	26.7	40.5	46.0	—	—	—	—
	CS	17.7	20.6	30.5	35.5	82	93	140	125
LC9	M	24.9	27.6	43.0	47.5	—	—	—	—
	CS	17.7	20.6	30.5	35.5	83	94	140	125
	CGS1	22.0	24.7	38.0	42.5	78	89	130	—
	CGS3	19.7	—	34.0	—	—	—	130	125

注:1)对厚度0.7~1.2mm的LY12CZ合金硬度检查,可用表面洛氏硬度15T进行,其硬度极限值要求为15T81~88。

表3 LY12包铝板的电导率极限值规格

规 格 mm	状 态	电 导 率		电 导 率	
		MS/m		%IACS	
		最小值	最大值	最小值	最大值
0.6	M	26.3	31.8	45.3	54.8
	CZ	14.7	19.2	25.4	33.0
0.8	M	27.7	31.3	47.7	54.0
	CZ	17.8	20.7	30.8	35.6
1.0	M	26.6	30.3	45.9	52.3
	CZ	17.5	20.0	30.2	34.5
1.2	M	26.4	29.7	45.6	51.2
	CZ	17.1	19.6	29.4	33.8
1.5	M	26.4	29.7	45.6	51.2
	CZ	17.2	19.8	29.6	34.2
1.8	M	26.9	30.2	46.4	52.0
	CZ	17.1	20.1	29.5	34.7
2.0	M	26.8	30.5	46.2	52.6
	CZ	17.4	21.0	30.0	36.2
2.5	M	27.0	30.7	46.5	53.0
	CZ	17.5	21.5	30.1	37.2
3.0	M	27.0	30.5	46.6	52.6
	CZ	17.5	20.4	30.2	35.2

规格 mm	状态	电导率		电导率	
		MS/m		%IACS	
		最小值	最大值	最小值	最大值
3.5	M	27.0	30.5	46.6	52.6
	CZ	17.7	21.0	30.6	36.2
4.0	M	27.1	30.6	46.8	52.8
	CZ	18.0	21.5	31.0	37.0

注:表中极限值仅适用于用 60kHz 电导仪测量。

表4 LC4 包铝板的电导率极限值

规格 mm	状态	电导率		电导率	
		MS/m		%IACS	
		最小值	最大值	最小值	最大值
0.6	M	27.1	30.8	46.8	53.2
	CS	17.4	22.6	30.0	39.0
0.8	M	26.4	29.9	45.5	51.5
	CS	19.5	23.0	33.6	39.6
1.0	M	25.3	28.1	43.6	48.4
	CS	18.7	21.8	32.2	37.6
1.2	M	25.2	28.0	43.4	48.3
	CS	18.3	21.4	31.6	36.9
1.5	M	25.2	28.0	43.4	48.3
	CS	18.1	21.5	31.3	37.0
1.8	M	25.2	28.1	43.4	48.4
	CS	18.1	21.6	31.3	37.2
2.0	M	25.4	28.4	43.8	48.9
	CS	18.2	21.8	31.4	37.6
2.5	M	25.5	28.5	44.0	49.1
	CS	19.0	22.8	32.8	39.3
3.0	M	25.6	28.5	44.1	49.2
	CS	18.6	22.2	32.0	38.3
3.5	M	25.6	28.6	44.2	49.4
	CS	18.8	22.4	32.4	38.7
4.0	M	25.8	28.9	44.5	49.8
	CS	19.0	22.7	32.8	39.1

注:表中极限值仅适用于用 60kHz 电导仪测量。

## 5.2 检测规定及结果处理

5.2.1 自然时效零件或材料的电导率和硬度的检测应在自然时效 48 小时后进行。若不合格,可继续时效到总计 96 小时后进行检测。

5.2.2 材料应 100% 进行电导率检测。但对厚度 3mm 以下的包铝板材,可按热处理炉批分别进行抽检,抽检数量应不少于总数量的 5%,最少不少于三张。当电导率不合格时,应在不合格处取力学性能试样,按力学性能要求处理。

5.2.3 零件应 100% 进行电导率检测,并选出该批零件中电导率最高和最低值处作硬度检测,关键件应 100% 进行硬度检测。厚度不大于 4mm 的包铝板材加工的零件允许不作硬度检测。当电导率不合格时,应校验仪器,以验证测试的准确性,并在不合格点附近增加测试点数,如果有 3 个测试读数超出验收极限,则认

为该零件的电导率不合格。这时应在该处作硬度检测,按表 2 验收。

5.2.4 形状或尺寸无法进行电导率测试的零件可直接进行硬度检测,按表 2 验收。

5.2.5 当材料和零件的电导率和硬度不合格时,应以化学成分、力学性能、金相分析作最终裁决。

5.2.6 LC9CGS1 状态的电导率不小于 23.2MS/m 时为合格,当电导率在 22.0~23.2MS/m,而  $\sigma_{r0.2}$  大于 465 MPa 时为可疑状态,这时应按 GJB 2351 的有关规定进行处理。

5.2.7 对不包铝合金零件,在同一零件的不同位置测出的电导率读数的最大差值,国内牌号材料应不大于 1.8MS/m(3%IACS),同外牌号材料应不大于 1.2MS/m(2%IACS)。

5.2.8 厚度为 0.6~4.0mm 的国内牌号包铝板材或零件的电导率读数值超出表 3、表 4 的规定时,允许在原测试位置上,除包铝层后进行电导率测试,并按表 2 验收。

5.2.9 厚度大于 4mm 的国内牌号包铝板材,应在测试区去除包铝层(应征得有关部门同意)进行电导率测试,并按表 2 验收。

### 5.3 检测记录和检测报告

5.3.1 根据技术文件或订货合同进行电导率和硬度检测,并作检测记录,记录内容一般包括:材料牌号和状态、材料批号、零件图号、零件名称、热处理批次、数量、电导率和硬度值、合格数量、不合格数量、检测和审核人员以及日期等。

5.3.2 对于电导率和硬度合格的材料或零件,应签发检测报告。一般应包括:

a. 本标准号; b. 合金牌号; c. 热处理状态; d. 炉批号; e. 环境温度; f. 使用仪器的型号及编号; s. 标块及其检定日期; h. 测试结果(包括数据和评语); i. 检测人员与审核人员签字。

5.3.3 对不合格材料或零件按有关文件规定处理。

5.3.4 检测记录和发出检测报告副本的保存按有关文件执行。

## 附录 A

### 国外牌号铝合金的电导率和硬度

(参考件)

A1 国外牌号铝合金的电导率和硬度按表 A1、A2 验收。

表 A1 铝合金电导率和硬度极限值

合金牌号	状态	电导率 MS/m		电导率 %IACS		洛氏硬度 HR			布氏硬度 HBS	
		最大值	最小值	最大值	最小值	B	E	15T	最大值	最小值
2024	0	29.6	26.7	51.0	46.0	22 <sup>1)</sup>	70 <sup>1)</sup>	—	—	—
	T3	18.9	16.6	32.5	27.5	69	94	82	—	110
	T4	19.7	16.6	34.0	27.5	63	94	82	—	100
	T6	25.5	19.7	44.0	34.0	72	98	84	—	125
2014	0	29.9	25.2	51.5	43.5	22 <sup>1)</sup>	70 <sup>1)</sup>	—	—	—
	T3	20.3	18.3	35.0	31.5	65	95	82	—	100
	T4	20.0	18.3	35.0	31.5	65	95	82	—	100
	T6	24.1	20.6	41.5	35.0	78	102	86	—	125

合金牌号	状态	电导率 MS/m		电导率 %IACS		洛氏硬度 HR			布氏硬度 HBS	
		最大值	最小值	最大值	最小值	B	E	15T	最大值	最小值
2618	T851 (厚板)	—	21.5 <sup>2)</sup>	—	37	—	—	—	160	120
	T851 (棒)	—	21	—	36.2	—	—	—	160	110
2124	T3	18.9	16.0	32.5	27.5	69	97	—	—	110
	T8	24.7	20.3	42.5	35.0	74	99	—	—	120
7075	0	27.8	25.5	48.0	44.0	22 <sup>1)</sup>	70 <sup>1)</sup>	—	—	—
	T6	20.9	17.7	36.0	30.5	84	106	87	—	135
	T73	24.9	23.2	43.0	40.0	78	102	85	—	125
	T76	24.4	22.0	42.0	38.0	82	104	86	—	130
7050	T74	25.5	23.2	44.0	40.0	82	105	86	—	135
	T76	25.5	22.6	44.0	39.0	84	106	87	—	140
7475	T6	21.2	18.3	36.5	31.5	—	—	—	—	—
	T73	25.8	23.2	44.5	40.0	—	103	—	—	—
	T76	24.4	22.0	42.0	38.0	—	105	—	—	—
7175	T74	24.4	22.0	42.0	38.0	82	103	—	—	140

注:1)该值为量大值。

2)该值允许在端面测试。

表 A2 铝合金包铝板电导率和硬度极限值

合金牌号	薄板厚度 mm	状态	电导率 MS/m		电导率 %IACS		洛氏硬度 HR 不小于		
			最大值	最小值	最大值	最小值	B	E	15T
2024	≤1.58	T3	20.3	16.5	35.0	28.5	57	91	79
	>1.58		20.3	16.5	35.0	28.5	60	93	—
	≤1.58	T4	20.3	16.5	35.0	28.5	57	91	79
	>1.58		20.3	16.5	35.0	28.5	60	93	—
	≤1.58	T6	26.1	20.3	45.0	35.0	60	93	82
	>1.58		26.1	20.3	45.0	35.0	62	94	—
全部	T8	26.1	20.3	45.0	35.0	65	97	82	
7075	≤0.8	T6	20.9	17.7	36.0	30.5	78	103	86
	0.81~1.58		20.9	17.7	36.0	30.5	76	102	—
	≥1.59		20.9	17.7	36.0	30.5	75	101	—
	≤0.8	T76	24.4	22.0	42.0	38.0	76	102	84
	0.81~1.58		24.4	22.0	42.0	38.0	75	101	—
	≥1.59		24.4	22.0	42.0	38.0	74	100	—

注:表中极限值均是用60kHz电导仪测量。