

ICS

CCS 点击此处添加 CCS 号

# T/CASME

团 体 标 准

T/CASME XXXX—XXXX

## 新能源汽车高压连接器端子技术规范

Technical Specification for High-Voltage Connector Terminals of New  
Energy Vehicles

(征求意见稿)

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

中国中小商业企业协会 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 编码与尺寸 .....	2
5 技术要求 .....	3
6 试验方法 .....	9
7 检验规则 .....	11
8 标志、包装、运输和贮存 .....	12
参 考 文 献 .....	14

## 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。

本文件由××××提出。

本文件由××××归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

# 新能源汽车高压连接器端子技术规范

## 1 范围

本文件规定了新能源汽车高压连接器端子（以下简称“端子”）的分类与编码、结构与尺寸（仅体现公端子尺寸）、材料要求、技术性能、试验方法、检验规则、标志、包装、运输和贮存。

本文件适用于额定电压 300 V DC 及以上、额定电流 50 A 及以上新能源汽车高压连接器端子，用于纯电动、混合动力及燃料电池汽车高压系统（动力电池系统、驱动电机系统、充电系统、高压配电单元等）的连接器端子。

## 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 228.1—2021 金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温试验方法

GB/T 1804—2000 一般公差 未注公差的线性和角度尺寸的公差

GB/T 2828.1—2012 计数抽样检验程序 第 1 部分：按接收质量限（AQL）检索的逐批检验抽样计划

GB/T 5270—2024 金属基体上的金属覆盖层 电沉积和化学沉积层 附着强度试验方法评述

GB/T 16935.1—2008 低压系统内设备的绝缘配合 第 1 部分：原理、要求和试验

QC/T 1067.1—2017 汽车电线束和电气设备用连接器 第1部分：定义、试验方法和一般性能要求

## 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

### 3.1

**公端子 male terminal**

具有刚性接触部分的端子，通常为凸起结构，可插入母端子的接触腔中形成电连接，按结构分为圆形、片式，无弹性部件，主体为铜合金或铝合金。

### 3.2

**圆形公端子 Circular male terminal**

接触端为圆柱形凸起的公端子。

### 3.3

**片式公端子 Chip male terminal**

接触端为扁平凸起的公端子。

### 3.4

**母端子 Female Terminal**

具有弹性接触部分的端子，通常为凹槽或腔体结构，可接收公端子的插入并通过弹性力保持接触压力，确保稳定的电连接。

### 3.5

**簧片 reed**

母端子中用于提供接触压力的弹性部件，通常由镀铜等高强度弹性材料制成，通过自身变形产生与公端子的接触压力，确保低且稳定的接触电阻。

### 3.6

**焊接区域 welding area**

端子上专门设计用于与导线进行超声波焊接的特定区域，该区域表面处理、硬度和几何形状应满足超声波能量传递和形成可靠焊接接头的要求。

### 3.7

#### 接触电阻 Contact Resistance

端子与配对端子接触时产生的电阻，包括收缩电阻、膜电阻和导体电阻，是衡量端子导电性能的关键指标。

## 4 编码与尺寸

### 4.1 端子分类

端子的分类维度、类型、代号等见表1。

表 1 端子类型分类

分类维度	类型	代号	核心特征
结构形式	圆形公端子	HC	刚性圆柱接触，无簧片
	圆形母端子	HS	管状主体 + 环形簧片
	片式公端子	HP	扁平刚性接触，无簧片
	片式母端子	HM	凹形主体 + 扁平簧片
主体材料	铜合金主体	CU	高导电、高强度，适用于高电流
	铝合金主体	AL	轻量化（密度 $\approx 2.7 \text{ g/cm}^3$ ）

### 4.2 编码原则（五级结构）

#### 4.2.1 编码格式

4.2.1.1 公端子：结构代号-额定电流-主体材料代号-镀层类型-设计版本号。

4.2.1.2 母端子：结构代号-额定电流-主体材料代号-镀层类型-设计版本号。

#### 4.2.2 代号说明

编码原则中的代号详细说明见表2。

表 2 代号详细说明

代码类型	具体内容	代号
主体材料	铜合金	CU
	铝合金	AL
镀层类型	镀锡	SN
	镀银	AG
	镀金	AU
连接类型	簧片	SPR

#### 4.2.3 编码示例

以下为对编码的示例解读：

—HC-250-CU-AG-V2：圆形公端子，250 A，铜合金主体，镀银，V2版；

—HS-125-AL-SPR-CU-SN-V1：圆型母端子，125 A，铝合金主体，铜合金簧片，镀锡，V1版；

—HM-400-CU-SPR-CU-AG-V3：片式母端子，400 A，铜合金主体，铜合金簧片，镀银，V3版；

—HP-50-AL-AU-V2：片式公端子，50 A，铝合金主体，镀金，V2版。

### 4.3 结构与尺寸

#### 4.3.1 圆形公端子

表3 圆形公端子关键数据

尺寸类别	尺寸名称	单位	额定电流	80 A	125 A	200 A	300 A	400 A	500 A
接触端尺寸	接触端直径	mm	-	4.0	6.0	8.0	10.0	12.0	14.0

注：表中“-”无内容，不做进一步数据说明。

## 4.3.2 片式端子

表4 片式端子关键数据

尺寸类别	尺寸名称	单位	额定电流	125 A	250 A	350 A	400 A
接触端尺寸	接触端宽度	mm	-	12	18	21	25
	接触端厚度	mm	-	1.5	2.5	3	4
焊接区尺寸	焊接区宽度	mm	-	12	20	22	25
	焊接区平面度	mm	-	≤0.1 mm	≤0.1 mm	≤0.1 mm	≤0.1 mm

注：表中“-”无内容，不做进一步数据说明。

## 4.3.3 通用尺寸

通用尺寸要求如下：

- 所有公端子的尖锐边缘必须进行倒角处理，倒角 $\geq 0.1$  mm，确保无毛刺、飞边；
- 接触表面不得有划痕、凹陷、裂纹等缺陷；
- 焊接区域不得有氧化、油污、杂质；
- 端子整体直线度要求：每 100 mm 长度内 $\leq 0.1$  mm；
- 所有未注公差尺寸按 GB/T 1804-2000 中 m 级执行。

## 5 技术要求

## 5.1 材料要求

材料的类型、推荐牌号、化学成分要求等见表5。

表5 材料详细要求

材料类型	推荐牌号	化学成分要求 (质量分数)	力学性能(常 温)	电学性能 (20℃)	热学性能	适用场景
铜合金	C11000 (纯铜)	Cu $\geq 99.90\%$ ，单 个杂质 $\leq$ 0.02%，总杂质 $\leq 0.10\%$	抗拉强度： $\geq$ 220MPa 伸长 率： $\geq 30\%$ 硬 度：HV50~80	体积电阻率： $\leq 1.72 \times 10^{-8}$ $\Omega \cdot m$ 导电率： $\geq 98\%$ IACS	热导率： $\geq$ 390W/(m·K) 线 膨胀系数： $17$ $\times 10^{-6}/^{\circ}C$	高电流密度、 对导电率要求 极高的回路 (如电池包主 回路)

表5 材料详细要求 (续)

材料类型	推荐牌号	化学成分要求 (质量分数)	力学性能 (常 温)	电学性能 (20℃)	热学性能	适用场景
铜合金	C17200 (镀铜)	Be:1.8~2.0%, Co:0.2~0.4%, Cu: 余量 (≥ 97.5%)	抗拉强度: ≥ 1100MPa 伸 长率: ≥2% 硬 度: HV360 ~ 400	体积电阻率: ≤2.8×10 <sup>-8</sup> Ω·m 导电率: ≥45% IACS	热导率: ≥ 190W/(m·K) 线 膨胀系数: 16.7×10 <sup>-6</sup> /℃	高振动、高可 靠性要求场景 (如驱动电机 附近端子)
铜合金	H65 (黄铜)	Cu:63.5 ~ 68.0%, Zn: 余 量 (32.0 ~ 36.5%), Pb≤ 0.03%	抗拉强度: 340 ~ 460MPa (软态) /420 ~ 520MPa (半硬态)	体积电阻率: ≤6.8×10 <sup>-8</sup> Ω·m 导电率: ≥25% IACS	热导率: ≥ 115W/(m·K) 线 膨胀系数: 19.5×10 <sup>-6</sup> /℃	中等电流、对 成本敏感的场景 (如低压高 压集成回路、 辅助高压部 件)
铝合金	6061-T6	Si:0.4~0.8%, Mg:0.8~1.2%, Cu:0.15~0.4%, Al: 余量 (≥ 97.5%)	抗拉强度: ≥ 310MPa 伸 长率: ≥10% 硬度: HB95~ 105	体积电阻率: ≤ 4.0×10 <sup>-8</sup> Ω·m, 导电率: ≥40% IACS	热导率: ≥ 160W/(m·K) 线 膨胀系数: 23.6×10 <sup>-6</sup> /℃	轻量化要求高、中 等电流场景(如底 盘高压线束、充电 枪端子)
铝合金	7075-T6	Zn:5.1~6.1%, Mg:2.1~2.9%, Cu:1.2~2.0%, Al: 余量 (≥ 87.0%)	抗拉强度: ≥ 570MPa 伸 长率: ≥6% 硬度: HB150~ 160	体积电阻率: ≤ 5.1×10 <sup>-8</sup> Ω·m, 导电率: ≥30% IACS	热导率: ≥ 130W/(m·K) 线 膨胀系数: 23.6×10 <sup>-6</sup> /℃	高强度、轻量化要 求场景(如动力电 池包模组连接)

## 5.2 表面处理

### 5.2.1 镀锡

#### 5.2.1.1 优势

成本经济性与导电稳定性的平衡,其单位面积成本仅为镀银的 1/5、镀金的 1/20,适合批量生产的中低电流端子场景。

#### 5.2.1.2 性能

镀锡层的体积电阻率约为  $11 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ ; 常温环境下 ( $-20^{\circ}C \sim 60^{\circ}C$ ), 锡层不易氧化, 表面氧化膜厚度长期使用后仍可控制在  $0.05 \mu m$  以内, 避免接触电阻异常升高。

#### 5.2.1.3 适配性

力学与装配适配性: 镀锡层的硬度约为 HV15~20, 具备一定的延展性, 可适配端子冲压成型后的轻微形变, 且镀层与铜合金、铝合金基体的结合力优异, 剥落面积  $\leq 3\%$ , 即使在端子安装时的轻微振动或冷热循环 ( $-40 \sim 85$ )  $^{\circ}C$  中, 也不会出现镀层开裂或脱落。

#### 5.2.1.4 外观

从外观质量要求来看, 镀锡层需呈现均匀的银白色或略带淡黄色, 无针孔 (孔径  $\leq 0.02mm$ )、流挂 (长度  $\leq 1mm$ )、露底等缺陷, 且表面粗糙度  $Ra \leq 0.8 \mu m$ , 避免因表面凹凸影响端子插拔顺畅性。

#### 5.2.1.5 场景

其适用场景高度聚焦于干燥、常温、中低电流的高压辅助回路: 如高压配电单元 (PDU) 内的熔断器连接端子、车载充电机 (OBC) 与低压电池的转接端子、50 A~125 A 圆型公端子 (用于低压高压集成系统) 等。

使用过程中需注意：镀锡层长期工作温度不宜超过 100℃，否则易出现“锡须”生长（长度≤0.1mm 为合格），需通过在锡层中添加微量铅（≤0.1%）或采用热风整平工艺抑制锡须；同时，镀锡端子应避免与硫化物环境接触，防止生成黑色硫化锡影响导电性能。

## 5.2.2 镀银

### 5.2.2.1 优势

银层具备优异的高频电流适配性，在快充系统的脉冲电流（峰值 500A）传输中，信号衰减率≤5%，满足高压系统对电流稳定性的要求。

### 5.2.2.2 电化学表现

电学性能表现：体积电阻率仅为  $1.6 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ ，导电率≥98%IACS，接近纯铜水平，在 250A~400A 的大电流传输场景中，可使端子接触电阻稳定控制在标准 VW 80332 要求的范围以内，相比镀锡端子减少 40% 以上的能量损耗，有效降低端子温升（自然对流环境下，温升可减少 8K~12K）。

### 5.2.2.3 适配性

高频电流适配：在快充系统的脉冲电流（峰值 500 A）传输中，信号衰减率≤5%，满足高压系统对电流稳定性的要求。

### 5.2.2.4 力学特性

镀银层的硬度约为 Hv80~100，高于镀锡层，耐磨性更优——经过 1000 次插拔循环后，镀层磨损量≤0.03μm，远低于镀锡层的 0.1μm，可延长端子的使用寿命；且银层与基体的结合力需满足热震试验要求（250℃×30min 加热后骤冷至 25℃，镀层无剥落），适配机舱内的高温环境（长期工作温度≤125℃）。

### 5.2.2.5 外观

外观质量：镀银层需呈现均匀的亮银白色，无发黑（硫化变色面积≤2%）、斑点（直径≤0.1mm）、划伤（深度≤0.01mm），表面平整度≤0.05mm/100mm。

### 5.2.2.6 场景

适用场景集中在大电流、高导电效率要求的核心高压回路：如电池包极柱连接用 250A~350A 片式公端子、驱动电机主回路 400 A 片式公端子、快充系统高压连接端子（用于直流快充桩与车辆的连接）等。

镀银层虽具备一定的湿度适应性（相对湿度≤90%），但需在银层表面涂覆薄层抗氧化剂（如苯并三氮唑），防止在潮湿环境中生成氧化银（厚度≤0.02μm 为合格）；同时，镀银端子的包装需采用真空密封，避免运输过程中与空气中的硫化物接触导致镀层变色。

## 5.2.3 镀金

### 5.2.3.1 优势

镀金镀层是高可靠性与耐恶劣环境的高端镀层类型，核心优势在于长期稳定性与精密适配性，适合对性能要求严苛的关键高压回路。

### 5.2.3.2 性能

体积电阻率约为  $2.4 \times 10^{-8} \Omega \cdot m$ ，导电率≥70%IACS，且长期使用（5 年）后接触电阻变化率≤10%，远低于镀锡≤30%与镀银≤20%，可保障高压系统的长期可靠性。此外，金层具备优异的化学惰性，与酸、碱、油污等物质的反应率≤0.1%，适配复杂的车载环境（如底盘油污、机舱冷却液挥发等）。

### 5.2.3.3 适配性

力学与装配适配性：镀金层的硬度可通过工艺调整（如添加钴元素）达到 Hv120~150，耐磨性极佳——1000 次插拔循环后磨损量≤0.01μm，且无“粘滞”现象（插拔力波动≤5%），适合高频插拔

场景（如快充连接器，年插拔次数 $\geq 500$ 次）；同时，金层的延展性优异（伸长率 $\geq 20\%$ ），可适配端子精密成型后的微小尺寸偏差（ $\leq 0.02\text{ mm}$ ），确保与母端子的贴合度。

#### 5.2.3.4 外观

镀金层需呈现均匀的金黄色，色差  $\Delta E \leq 1.5$  (CIE LAB 色空间)，无露底、针孔（孔径 $\leq 0.005\text{ mm}$ ）、划痕（深度 $\leq 0.005\text{ mm}$ ），表面粗糙度  $R_a \leq 0.2\text{ }\mu\text{m}$ ，满足高精密高压回路的装配要求。

#### 5.2.3.5 适用场景

适用场景限定于高可靠性、高频插拔、恶劣环境的关键回路：如 BMS（电池管理系统）高压采样端子（50A~100A）圆型公端子、快充连接器接触端（250A~350A）片式公端子、底盘潮湿区域的高压转接端子（用于电池包与电机的底盘布线）等。

使用中需注意：镀金层成本较高（单位面积成本为镀银的 4倍~5 倍），通常采用“局部镀金”工艺（仅在接触区域镀金，其他区域镀锡或镀铜）控制成本；同时，镀金端子的存储环境需控制温度（ $-5^\circ\text{C} \sim 40^\circ\text{C}$ ）与湿度（ $\leq 75\%$ ），避免金层与基体间的扩散反应（扩散深度 $\leq 0.01\text{ }\mu\text{m}$  为合格）。

### 5.3 电气性能

#### 5.3.1 接触电阻

5.3.1.1 接触电阻值见表 6。

表 6 接触电阻值

电缆横截面 ( $\text{mm}^2$ )	接触电阻		体积电阻（总电阻包括压接连接）		最大测试电流 (A)
	未使用状态 ( $\mu\Omega$ )	老化后 ( $\mu\Omega$ )	未使用状态 ( $\mu\Omega$ )	老化后 ( $\mu\Omega$ )	
2.5	0.17	0.35	1.17	2.34	1
4	0.11	0.22	0.72	1.44	1
6	0.09	0.18	0.68	1.36	1
10	0.07	0.14	0.17	0.34	5
16	0.05	0.10	$\leq 0.065$	$\leq 0.10$	5
25	0.035	0.07	$\leq 0.065$	$\leq 0.10$	5
35	0.029	0.059			10
50	0.025	0.05			10
70	0.019	0.038	$\leq 0.04$	$\leq 0.08$	10
95	0.016	0.032			20

5.3.1.2 接触电阻示意图见图 1。



图 1 接触电阻示意图

### 5.3.2 绝缘性能

注：适用于带绝缘结构的端子

5.3.2.1 绝缘电阻：常态下 $\geq 1000\text{ M}\Omega$ ，湿热条件下（40℃/90%RH） $\geq 100\text{ M}\Omega$ （测试电压 500 VDC）。

5.3.2.2 耐电压：额定电压 $\leq 600\text{ V}$ 时，2000 V AC/1min 无击穿、无闪络；额定电压 $> 600\text{ V}$ 时，3000 V AC/1min 无击穿、无闪络。

5.3.2.3 爬电距离和电气间隙：应符合 GB/T 16935.1-2008 的要求，根据额定电压确定最小值。

### 5.4 机械性能

#### 5.4.1 外观要求

端子不应出现膨胀、腐蚀、色变、触点镀层磨损、物理变形、开裂等影响产品功能的缺陷。

#### 5.4.2 端子至端子的插入力和拔出力

外观应符合5.4.1的要求，接触部位金属基材不应外露。插入力和拔出力应符合产品设计文件的要求或由供需双方商定。

#### 5.4.3 超声波焊接性能

表 7 超声波焊接性能

导线尺寸 (mm) '1)	铜线			铝线		
	拉力 (N)	最小剥离强度 (N)	焊接宽度范围 (mm)	拉力 (N)	最小剥离强度 (N)	焊接宽度范围 (mm)
0.22	50	10	0.5-1.0	X	-	-
0.35	55	11	0.5-1.0	X	-	-
0.50	85	17	0.5-1.0	50	10	-
0.75	120	24	0.5-1.0	85	17	-
1.0	170	34	1.0-1.2	120	24	-
1.5	225	45	1.2-1.8	150	30	-
2.0	250	50	1.8-2.5	180	36	-
2.5	275	55	1.8-2.5	200	40	-
3.0	350	70	3.0-3.6	240	48	-
4.0	375	75	3-5	260	52	-
5.0	400	80	3-5	280	56	-
6.0	435	-	4-6	300	-	4-6
8.0	500	-	4-6	350	-	4-6
10.0	800	-	6-10	400	-	6-8
12.0	1000	-	6-8	450	-	6-8
14.0	1025	-	6-8	500	-	6-8
16.0	1050	-	8-10	550	-	8-10
18.0	1100	-	8-10	600	-	8-10
20.0	1200	-	8-10	650	-	8-10
25.0	1350	-	10-12	850	-	10-12
30.0	1500	-	10-12	1000	-	10-12
35.0	1700	-	11-13	1200	-	12-14
40.0	1850	-	11-13	1400	-	12-14
50.0	2200	-	13-16	1650	-	14-17
60.0	2200	-	13-16	1800	-	17-19
70.0	2400	-	16-20	1880	-	17-21
85.0	2700	-	18-22	2000	-	18-22
95.0	3000	-	18-22	2050	-	19-25
110.0	3200	-	18-24	2150	-	19-25
120.0	3400	-	20-28	2200	-	22-30

150.0	3600	-	28-36	2350	-	30-38
<p>注1: 抗拉强度栏中的“X”表是对该尺寸的经验不足, 无法确定限值。</p> <p>注2: 所列尺寸应参考ISO722 或 ISO 19642 标准。对于中间或非 ISO 线材尺寸, 请使用下一个较大尺寸的标准或内插表中的数值。</p> <p>注3: 仅根据导线类型选择“铜”或“铝”, 不考虑端子材料。</p> <p>注4: “剥离强度”仅适用于小于6mm'导线。</p> <p>注5: 表中“-”代表不适用此标准, 不做进一步数据说明。</p>						

## 5.5 环境适应性

### 5.5.1 高低温性能

高低温循环:  $-40 \pm 2^\circ\text{C}$  (0.5h)  $\sim$   $125 \pm 2^\circ\text{C}$  (0.5h), 共100个循环, 测试后:

- 外观无明显变化, 镀层无剥落;
- 接触电阻变化率 $\leq 50\%$ ;
- 插拔力变化率 $\leq 30\%$ ;
- 母端子簧片无永久变形。

### 5.5.2 湿热循环

湿热循环:  $23 \pm 5^\circ\text{C}$ , 相对湿度 45%~75%, 4h,  $55 \pm 2^\circ\text{C}$ , 相对湿度 95%~99%, 10h, 放置10个循环后:

- 绝缘电阻 $\geq 100\text{M}\Omega$  (带绝缘结构的端子);
- 接触电阻符合表 5.3.1 要求;
- 镀层无剥落、无变色;
- 母端子簧片无锈蚀、无功能失效。

### 5.5.3 振动和冲击性能

5.5.3.1 根据用户使用场景定义 v1~v5 振动等级试验。

5.5.3.2 要求: 冲击后接触电阻变化 $\leq 50\%$ , 无断裂、无松动, 端子无瞬断。

### 5.5.4 耐久性

插拔寿命:  $\leq 1000$  次插拔循环, 试验后耐久性要求如下:

- 接触电阻 $\leq$ 初始值的 150%;
- 拔出力 $\geq$ 初始值的 80%;
- 无明显机械损伤;
- 母端子簧片无断裂、无过度磨损;

5.5.4.1 高温耐久性: 端子对插后, 在最高使用温度环境下, 持续 1008h 后:

- 接触电阻 $\leq$ 初始值的 150%;
- 无明显热老化现象;
- 母端子簧片弹性保持良好。

### 5.5.5 清洁度要求

端子的清洁度参考 ISO 16232-11 的要求。

表 8 端子清洁度要求

污染物类型	要求	测试方法
颗粒污染物	$\geq 50 \mu\text{m}$ 颗粒: $\leq 5$ 个 / 件 $\geq 100 \mu\text{m}$ 颗粒: $\leq 2$ 个 / 件 总质量: $\leq 1\text{mg}$ / 件	异丙醇超声清洗, 过滤称重
油污	焊接区域: $\leq 30 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ 其他区域: $\leq 50 \mu\text{g}/\text{cm}^2$	溶剂萃取, 红外光谱分析
离子污染物	$\leq 10 \mu\text{g}/\text{cm}^2$ (以 NaCl 当量计)	去离子水萃取, 离子色谱分析

## 6 试验方法

### 6.1 尺寸测量

#### 6.1.1 尺寸测量

6.1.1.1 设备: 影像测量仪(精度 $\geq 0.001\text{mm}$ )、数显千分尺(精度  $0.001\text{mm}$ )、游标卡尺(精度  $0.01\text{mm}$ )。

6.1.1.2 样品数量: 每种规格至少 5 件。

6.1.1.3 测量步骤:

- 将端子固定在测量台上, 确保稳定无晃动;
- 按表 4.3.1 和表 4.3.2 规定的测量点进行测量;
- 每个尺寸至少测量 3 次, 取平均值;
- 记录测量数据, 与规定值进行比较;
- 合格判定: 所有测量值在规定公差范围内。

### 6.2 材料性能试验

#### 6.2.1 化学成分分析

6.2.1.1 设备: 直读光谱仪(精度 $\geq 0.001\%$ )。

6.2.1.2 样品: 每种材料至少 3 个试样 ( $5 \times 5 \times 2$ ) mm。

6.2.1.3 步骤:

- 去除试样表面镀层和氧化层;
- 光谱仪校准后, 对每个试样进行 3 次测量;
- 计算平均值, 与规定的化学成分要求比较;
- 合格判定: 所有元素含量在规定范围内。

#### 6.2.2 力学性能测试

6.2.2.1 设备: 电子万能试验机(精度  $\pm 1\%$ )、维氏硬度计(精度  $\pm 5\text{HV}$ )。

6.2.2.2 样品: 拉伸试样 5 件(按 GB/T 228.1 制备), 硬度试样 3 件。

6.2.2.3 拉伸试验步骤:

- 试样夹持在试验机上, 标距  $25\text{mm}$ ;
- 拉伸速度  $5\text{mm}/\text{min}$ ;
- 记录最大拉力和断裂伸长量;
- 计算抗拉强度和伸长率。

硬度试验:

- 试验力  $10\text{kgf}$ , 保压  $10\text{s}$ ;
- 每个试样测量 3 点;
- 计算平均值;

d) 合格判定：符合规定的力学性能要求。

### 6.2.3 镀层性能测试

#### 6.2.3.1 镀层厚度测量：

- a) 设备：X 射线荧光镀层测厚仪（精度  $\pm 0.1\mu\text{m}$ ）；
- b) 步骤：每个样品测量 5 点，取平均值；
- c) 合格判定：符合规定的厚度要求。

#### 6.2.3.2 镀层附着力测试按 GB/T 5270-2024 要求进行。

——设备：划格刀（1 mm 间距）、3M 600 胶带。

——步骤：

- a) 在镀层表面划  $1\text{mm}\times 1\text{mm}$  的网格，深度至基体；
- b) 用胶带紧密贴合，快速撕拉；
- c) 观察镀层剥落情况；
- d) 合格判定：剥落面积  $\leq 5\%$ （1 级）。

### 6.2.4 接触电阻测试

测试设备：毫欧表；

试验顺序如下：

- a) 准备试验端子，在没有按第 3 步规定的方法连接检测导线之前，不要对插端子；
- b) 施加不高于 20 mV 的电压和不高于 100 mA 的电流，测试并记录 150 mm 导线的电阻，对于接线端子，测量 75 mm 导线的电阻；
- c) 对导线测量点进行锡焊，将检测导线连接至端子两端（接线端子将检测导线连接至线端）；
- d) 将端子固定在不导电的工作面上，沿端子中心线对插端子，并确保有效插入深度大于 1mm
- e) 计算接触电阻；
- f) 合格判定：符合 5.3.1 要求。

### 6.3 机械性能试验

#### 6.3.1 端子至端子的插入力和拔出力。

#### 6.3.2 设备：插拔试验机。

#### 6.3.3 试验顺序如下：

- a) 准备 10 对端子，对每对端子进行编号；
- b) 将 1 对端子固定到夹具上，并确保插拔沿着端子的中心线进行；
- c) 以 50mm/min 的均匀速度对插端子，记录对插到位所需的峰值力（第 1 次插入力）；
- d) 以 50mm/min 的均匀速度分离端子，记录完全分离所需的峰值力（第 1 次插入力）；
- e) 按 1000 次的插拔次数重复第 3 步和第 4 步，记录最后一次拔出力；
- f) 每对端子都进行第 2~第 5 步。

6.3.4 要求：外观应符合 5.4.1 的要求，接触部位金属基材不应外露。插入力和拔出力应符合产品设计文件的要求或由供需双方商定。

### 6.4 环境适应性测试

#### 6.4.1 高低温试验

##### 6.4.1.1 设备：高低温箱（ $-40^{\circ}\text{C}\sim 175^{\circ}\text{C}$ ）、电路连续性监控设备。

##### 6.4.1.2 试验顺序如下：

- a) 选取端子适配的任一规格导线，配套准备 10 对端子，再对每对端子分别进行编号；
- b) 将样品平均分为 2 组。第 1 组用于高低温试验后的接触电阻试验，第 2 组用于试验过程中电路连续性监控；
- c) 将样品放置在温度箱内，样品之间不应相互接触；
- d) 配合好的样品将经过 100 次的热冲击循环，每次循环包括：
  - 1)  $-40^{\circ}\text{C}$  时 30 min；

- 2) 30 s 最大过渡时间；
- 3) 125℃ 30 min (或双方规定的最大使用温度)；
- 4) 30 s 最大过渡时间；
- 5) 试验过程中，应对第 2 组进行电路连续性监控。

6.4.1.3 要求：外观应符合 5.4.1 的要求，接触电阻变化率 $\leq 50\%$ ，插拔力变化率 $\leq 30\%$ ，母端子簧片无永久变形。

#### 6.4.2 振动/机械冲击

6.4.2.1 设备：温度-湿度-振动综合试验箱。

6.4.2.2 试验顺序如下：

- a) 用端子适用的最大规格和最后绝缘层的导线准备 10 对连接器（1POS 连接器需要 20 对），连接器应包括所有附件；
- b) 用胶带把导线捆扎在一起，线束末端与固定支架连接牢固；
- c) 将样品分为 2 组，第 1 组用于振动后测试接触电阻，第 2 组用于试验过程中电路连续性监控；
- d) 按表 9 在 3 个互相垂直的方向上依次对试验样品进行机械冲击；

表 9 振动等级参数

振动等级	轴向振动脉冲		波形	方向	持续时间 ms	加速度 g
V1	10		半正弦波	正向	5~10	35
V2	10		半正弦波	正向	5~10	35
V3	1	132 × 6=792	半正弦波	正向/反向	15	25
V4	2	3 × 6=18	半正弦波	正向/反向	11	100
V5						

e) 根据相应的振动等级，按表 10 对试验样品进行振动。功率频谱密度 (PSD) 或加速度与频率见 QC/T 1067.1 附录 B。在振动过程中同事进行热循环时，则每次热循环包括：

- 1) 最低温度持续时间：2 h；
- 2) 最高温度持续时间：2 h；
- 3) 温度变化率：3℃/min~5℃/min；
- 4) 在室温 (23±5)℃ 下保持 48 h。

6.4.2.3 要求：冲击后接触电阻变化 $\leq 50\%$ ，无断裂、无松动，端子无瞬断。

表 10 振动持续时间

振动等级	正弦持续小时/轴	随机持续小时/轴	热循环
V1	N/A	8	N/A
V2	N/A	8	N/A
V3	22	22	根据6.4.2
V4	32	50	根据6.4.2
V5	N/A	22	N/A

## 7 检验规则

### 7.1 检验分类

端子检验分为出厂检验和型式检验两类：

——出厂检验：每批次产品生产完成后必须进行的检验，目的是确保产品质量一致性；

——型式检验：全面考核产品质量的检验，在下列情况之一时进行：

- a) 新产品定型或老产品转产时；
- b) 原材料、工艺有重大改变，可能影响产品性能时；
- c) 产品停产 6 个月以上恢复生产时；

- d) 出厂检验结果与上次型式检验有较大差异时；
- e) 正常生产时，每年至少进行一次。

## 7.2 出厂检验

### 7.2.1 检验项目

检验项目见表11。

表 11 出厂检验项目

检验项目	检验要求	检验数量	检验方法	不合格分类
外观质量	无裂纹、变形、镀层缺陷	100%	目视（10 倍放大镜）	C类
端子关键尺寸	符合表 4.3.1 和表 4.3.2要求	每批次抽20件	影像测量仪/卡尺	B类
焊接区域宽度	符合 USCAR-38定义和表5.4.2要求	每批次抽30件	影像测量仪/卡尺	A类
常温接触电阻	符合表5.3.1要求	每批次抽10件	毫欧表	B类
镀层厚度	符合规定值	每批次抽10件	镀层测厚仪	B类

### 7.2.2 抽样方案

7.2.2.1 采用 GB/T 2828.1-2012 一次抽样方案。

7.2.2.2 特殊检验水平：S-3。

7.2.2.3 接收质量限（AQL）：

- a) A 类不合格：AQL=0.65；
- b) B 类不合格：AQL=1.0；
- c) C 类不合格：AQL=2.5。

## 7.3 型式检验

型式检验应包括本文件规定的全部技术要求，主要项目如下：

- a) 端子所有尺寸要求（包括焊接区域宽度）；
- b) 材料性能（化学成分、力学性能）；
- c) 镀层性能（厚度、附着力）；
- d) 电气性能（接触电阻、载流量与温升、绝缘性能）；
- e) 机械性能（焊接性能、机械强度）；
- f) 环境适应性（高低温、湿热、振动、冲击）；
- g) 耐久性（插拔寿命、高温耐久性）；
- h) 清洁度。

## 8 标志、包装、运输和贮存

### 8.1 标志

#### 8.1.1 产品标志

每个端子应在非接触区域有永久性标志，可采用激光雕刻或冲压方式，内容包括但不限于：

- a) 产品编码（符合 4.2 条规定）；
- b) 制造商商标或代号；
- c) 生产日期（年 / 周）；
- d) 主体材料代号（CU 或 AL）。

#### 8.1.2 包装标志

产品外包装应包含但不限于以下标志：

- a) 产品名称和规格（结构类型、额定电流、接线线径）；
- b) 产品编码；
- c) 数量（件）；
- d) 生产日期和批次号；
- e) 制造商名称和地址；
- f) 毛重和净重（g）；
- g) 外形尺寸（长 × 宽 × 高，mm）；
- h) 存储和运输注意事项（防潮、轻放等）；
- i) 合格标志。

## 8.2 包装

### 8.2.1 内包装

内包装应符合以下要求：

- a) 每个端子应单独包装在防静电塑料袋中；
- b) 公端子：每盒数量产商自行定义，使用带定位槽的防静电吸塑盒，焊接区域套保护套；
- c) 母端子：每盒数量产商自行定义，使用带分隔的防静电吸塑盒，接触腔加保护塞；
- d) 每盒内应附有产品合格证。

### 8.2.2 外包装

外包装应符合以下要求：

- a) 采用五层瓦楞纸箱，耐破强度 $\geq 1800$  kPa；
- b) 箱内用 EPE 珍珠棉填充，防止振动损坏；
- c) 每箱最大重量不超过 20 kg；
- d) 随箱文件包括：装箱清单、产品合格证、检验报告摘要。

## 8.3 运输与贮存

运输与贮存应符合以下要求：

- a) 运输工具应清洁、干燥、无腐蚀性物质；
- b) 避免剧烈振动、冲击和挤压；
- c) 产品应存放在通风、干燥、清洁的仓库内；
- d) 存储环境温度： $-5^{\circ}\text{C}\sim 40^{\circ}\text{C}$ ，相对湿度 $\leq 75\%$ ；
- e) 原包装存储期限：自生产日期起 12 个月。

参 考 文 献

- [1]ISO 722: 1991 Rock drilling equipment — Hollow drill steels in bar form, hexagonal and round
  - [2]ISO 19642 Road vehicles — Automotive cables — Part 2: Test methods
  - [3]ISO 16232: 2018 Road vehicles — Cleanliness of components and systems
-