



中华人民共和国国家标准

GB/T 29197—2012

铜 包 铝 线

Copper-clad aluminum wire

2012-12-31 发布

2013-06-01 实施



中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局
中国国家标准化管理委员会

发布

目 次

前言	Ⅲ
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 分类与型号	1
4 要求	2
5 试验方法	4
6 检验规则	6
7 包装、标志、运输和贮存	8
8 订货合同内容	8
附录 A（规范性附录） 金相显微镜法	9
附录 B（规范性附录） 抗拉强度和断裂时伸长率试验	11

前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

请注意本标准的某些内容可能涉及专利,本标准的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本标准由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本标准由全国电子设备用高频电缆及连接器标准化技术委员会(SAC/TC 190)归口。

本标准起草单位:中国电子科技集团公司第二十三研究所、大连傅氏科普复合导体研发中心有限公司、大连市产品质量监督检验所和大连通发新材料开发有限公司。

本标准主要起草人:高文浩、戴雅康、高扬、刘云、陈志彬、杨芳、刘丕家、周振山。

铜 包 铝 线

1 范围

本标准规定了铜包铝线的产品分类、型号、要求、试验方法、检验规则以及包装、标志、运输和贮存等。

本标准适用于电工裸圆铜包铝线。该铜包铝线的典型用途为射频同轴电缆内导体,其他用途也可选用。

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 3048.2—2007 电线电缆电性能试验方法 第2部分:金属导体材料电阻率试验(IEC 60468:1974, MOD)

GB/T 4909.2 裸电线试验方法 第2部分:尺寸测量

GB/T 4909.5 裸电线试验方法 第5部分:弯曲试验——反复弯曲

IEC 61196-1-310 同轴通信电缆 第1-310部分:机械试验方法 铜包金属的扭转特性试验
(Coaxial communication cables—Part 1-310 Mechanical test methods—Test for torsion characteristics of copper-clad metals)

3 分类与型号

3.1 分类

铜包铝线按铜层体积比(10%、15%、20%)和软硬状态(软态A、硬态H)的不同分为以下6个类别:

10A——铜层体积比为10%的软态铜包铝线;

10H——铜层体积比为10%的硬态铜包铝线;

15A——铜层体积比为15%的软态铜包铝线;

15H——铜层体积比为15%的硬态铜包铝线;

20A——铜层体积比为20%的软态铜包铝线;

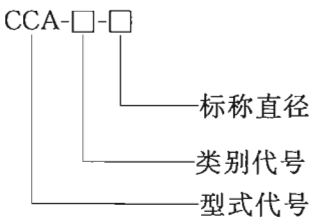
20H——铜层体积比为20%的硬态铜包铝线。

3.2 型号与标记

3.2.1 型号

铜包铝线的型号由型式代号(CCA)、类别代号(10A、10H、15A、15H、20A、20H)和标称直径(mm)组成。

表示方法如下:



3.2.2 产品标记

产品标记由名称、型号和本标准编号组成。

示例：标称直径为 2.50 mm、铜层体积比为 15% 的软态铜包铝线表示为：铜包铝线 CCA-15A-2.50 GB/T 29197—2012

4 要求

4.1 外观

铜包铝线表面应光洁圆整，不应有凹痕、划伤、竹节、鼓泡、裂纹、露铝和影响使用的任何缺陷。

4.2 直径

铜包铝线的直径应符合表 1 的规定。

表 1 标称直径及直径偏差

单位为毫米

标称直径 d^*	偏 差
0.080~0.344	± 0.003
0.345~0.500	± 0.004
0.501~8.25	$\pm 1\% d$

* 铜包铝线的标称直径应从所列范围中选取，小于 1.00mm 时，取三位小数；大于或等于 1.00mm 时，取两位小数。

4.3 铜层厚度

铜包铝线的铜层厚度应符合下列规定：

- a) 10A 和 10H 铜包铝线，最薄厚度不应小于标称直径的 1.75%；
- b) 15A 和 15H 铜包铝线，最薄厚度不应小于标称直径的 2.5%；
- c) 20A 和 20H 铜包铝线，最薄厚度不应小于标称直径的 3.5%。

4.4 铜层体积比

铜包铝线的铜层体积比应符合下列规定：

- a) 10A 和 10H 铜包铝线，铜层体积比应不小于 8% 且不大于 12%；
- b) 15A 和 15H 铜包铝线，铜层体积比应不小于 13% 且不大于 17%；
- c) 20A 和 20H 铜包铝线，铜层体积比应不小于 18% 且不大于 22%。

4.5 直流电阻率

铜包铝线在 20 ℃ 时的直流电阻率应符合表 2 的规定。

表 2 直流电阻率

线材类别	最大电阻率 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$
10A、10H	0.027 43
15A、15H	0.026 76
20A、20H	0.025 94

4.6 抗拉强度和断裂时伸长率

铜包铝线抗拉强度和断裂时伸长率应符合表 3 的规定。

表 3 抗拉强度和断裂时伸长率

标称直径 mm	抗拉强度 MPa		断裂时伸长率 %	
	所有 H 类别 min	所有 A 类别 max	所有 H 类别 min	所有 A 类别 min
0.080~0.120	205	172	1.0	5
0.121~0.360	207	172	1.0	5
0.361~0.574	207	172	1.0	10
0.575~0.642	207	138	1.0	10
0.643~2.05	207	138	1.0	15
2.06~2.30	200	138	1.0	15
2.31~2.59	193	138	1.0	15
2.60~2.91	186	138	1.0	15
2.92~3.26	179	138	1.0	15
3.27~3.67	172	138	1.5	15
3.68~4.12	166	138	1.5	15
4.13~4.62	159	138	1.5	15
4.63~5.19	152	138	1.5	15
5.20~5.83	138	138	1.5	15
5.84~6.54	124	138	1.5	15
6.55~8.25	110	138	1.5	15

4.7 扭转

扭转试验时,铜包铝线铜层表面不应出现任何目力可见的裂纹或凹痕;并且扭断后,其铜层与铝芯线的界面上应无分层现象。

4.8 反复弯曲

反复弯曲试验时,铜包铝线的铜层与铝芯线的界面上应无分层现象。

4.9 密度

铜包铝线密度应符合表 4 的规定。

表 4 密度

线材类别	密度 g/cm ³
10A, 10H	3.32±0.12
15A, 15H	3.63±0.12
20A, 20H	3.94±0.12

4.10 接头

每盘(轴)铜包铝线应为一整根,不允许有接头。当订货合同有规定时,软态铜包铝线允许有冷压焊接头,但应满足以下要求:

- a) 每盘(轴)软态铜包铝线的接头部分应经过局部退火并对露铝处用镀层或涂层紧密覆盖,两接头间铜包铝线的质量应满足表 5 要求,接头处应有使用者能清晰辨认的标记;
- b) 含有接头的铜包铝线,接头处应圆整,每个接头处直径应符合 4.2 的规定,抗拉强度和断裂时伸长率应符合 4.6 的规定。

表 5 接头间铜包铝线的质量(软态)

标称直径 mm	接头间铜包铝线的质量 kg		
	10%铜层体积比	15%铜层体积比	20%铜层体积比
1.00~1.99	≥50		
2.00~2.99	≥70		
3.00~3.99	≥85		
4.00~4.99	≥85	≥90	≥100
5.00~8.25	≥105	≥110	≥120

注:对于标称直径小于 1.00 mm 的铜包铝线,两接头间间距由供货双方在合同中进行规定。

5 试验方法

5.1 外观检查

应对成品盘(轴)表面进行外观检查。对于标称直径大于或等于 1.50 mm 的铜包铝线,外观质量用目力检查;对于标称直径小于 1.50 mm 的铜包铝线,外观质量用放大倍数不超过 10 倍的放大镜检查。需要时,采用生产厂与用户商定的其他合适方法检查。

5.2 直径

铜包铝线的直径应按 GB/T 4909.2 的规定进行测量。

5.3 铜层厚度

对于标称直径大于或等于 2.00 mm 的铜包铝线,应将其横截面用金相砂纸研磨并抛光,达到镜面要求,使用大于 20 倍的读数显微镜测量铜层最薄厚度。

对于标称直径小于 2.00 mm 的铜包铝线,应按附录 A 的规定测量铜层最薄厚度。

5.4 铜层体积比

按 5.2 的规定测量铜包铝线的直径。

按 5.3 的规定,在图 1 所示的相互垂直的四个位置上测定铜层厚度,其中应包含铜层最薄部位。

铜层平均厚度用四个位置测量值的平均值计算。

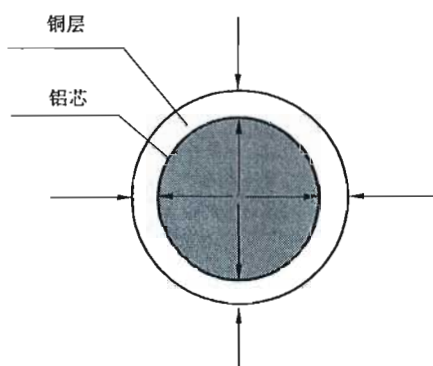


图 1 铜层平均厚度的测量

铜层体积比按式(1)计算:

$$r = [1 - (d - 2t)^2 / d^2] \times 100\% \quad \dots\dots\dots (1)$$

式中:

r ——铜层体积比;

d ——铜包铝线直径,单位为毫米(mm);

t ——铜层平均厚度,单位为毫米(mm)。

5.5 直流电阻率

铜包铝线的直流电阻率通过测量直流电阻后计算得到。

直流电阻测量应按 GB/T 3048.2—2007 的规定进行。当测试温度非 20℃时,应按 GB/T 3048.2—2007 中的式(9)修正至 20℃时的电阻值,其中 20℃时的电阻温度系数为 0.004 055/℃(10A、10H), 0.004 049/℃(15A、15H)、0.004 042/℃(20A、20H)。

直流电阻率应按式(2)计算:

$$\rho = \frac{R \times S}{l} \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

ρ ——直流电阻率,单位为欧姆平方毫米每米($\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$);

R ——直流电阻,单位为欧姆(Ω);

S ——横截面积,单位为平方毫米(mm^2);

l ——长度,单位为米(m)。

5.6 抗拉强度和断裂时伸长率

铜包铝线的抗拉强度和断裂时伸长率试验应按附录 B 的规定进行。当断裂时伸长率小于规定值且断裂点出现在距试验机夹头或引伸计标距 25 mm 以内,则数据无效,应重新进行试验。

5.7 扭转

铜包铝线的扭转试验应按 IEC 61196-1-310 的规定进行。

5.8 反复弯曲

铜包铝线的反复弯曲试验应按 GB/T 4909.5 的规定进行,对试样进行反复弯曲,直至试样断裂。试验后检查铜层与铝芯间是否分层。

5.9 密度

按 GB/T 4909.2 的规定测量铜包铝线的直径和长度。当标称直径大于或等于 1.5 mm 时,试样长度不小于 1 000 mm;当标称直径小于 1.5 mm 时,试样长度不小于 4 000 mm。用准确度不低于 1 mg 的天平测量其质量,然后按式(3)计算密度:

$$D = \frac{4 \times W}{\pi \times d^2 \times l} \times 10^3 \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

D ——密度,单位为克每立方厘米(g/cm^3);

W ——质量,单位为克(g);

d ——直径,单位为毫米(mm);

l ——长度,单位为毫米(mm)。

5.10 接头

用目力检查接头及其标记,相邻接头间的重量采用准确度不低于 0.1 kg 的称量器具测量。接头处直径应按 5.2 的规定进行测量,抗拉强度和断裂时伸长率应按 5.6 的规定进行测量。取样时,接头应尽量位于试样的中间部位。

6 检验规则

6.1 通则

成品铜包铝线应经生产厂质量检验部门检验合格后方可出厂。每批出厂的产品应附有出厂检验合格证。检验分为出厂检验和型式检验。

6.2 出厂检验

6.2.1 出厂检验项目

出厂检验应逐批进行,项目应按表 6 的规定。

表 6 检验项目

序 号	检验项目	要求章条号	检验类型		试验方法章条号
			出厂检验	型式检验	
1	外观	4.1	√	√	5.1
2	直径	4.2	√	√	5.2
3	铜层厚度	4.3	—	√	5.3
4	铜层体积比	4.4	—	√	5.4
5	直流电阻率	4.5	√	√	5.5
6	抗拉强度和断裂时伸长率	4.6	√	√	5.6
7	扭转	4.7	√	√	5.7
8	反复弯曲	4.8	√	√	5.8
9	密度	4.9	—	√	5.9
10	接头	4.10	√	√	5.10

6.2.2 抽样方案

一个检验批应由同一批原材料、采用相同工艺、连续生产的同一型号的产品组成。样本大小为提交检验批的 1%，但不少于 3 盘(轴)，最多 10 盘(轴)，检验批小于或等于 3 盘(轴)时 100% 检验。接头检验样本大小为 1，试样应从每个样本单位(盘或轴)上截取。

6.2.3 批的合格与不合格

出厂检验项目出现不合格时，应对同批产品进行第二次抽样检验，第二次抽样样本数应加倍。若第二次抽样检验仍出现不合格，则该检验批不合格。

6.3 型式检验

6.3.1 型式检验项目

型式检验项目应按表 6 的规定进行。

6.3.2 抽样方案

型式检验的样本应从出厂检验合格的检验批中随机抽取，样本大小为 3 盘(轴)。试样从每个样本单位(盘或轴)上截取。

6.3.3 型式检验周期

有下列情况之一时，应进行型式检验：

- 新产品或老产品转厂生产的试制定型鉴定；
- 正式生产后，当原料、配方或工艺条件改变时；
- 正常生产时，每年进行一次；
- 产品长期停产后，恢复生产时；
- 出厂检验结果与正常生产检验结果有较大差异时；
- 国家质量监督检验机构提出时。

6.3.4 型式检验合格与不合格

表 6 规定的项目全部合格时,则型式检验合格。

型式检验出现不合格时,应加倍抽样进行复检,如仍然不合格时,则判为不合格。此时应停止产品交货,同时分析原因,采取纠正措施,消除不合格原因,直至新的型式检验合格后,才能恢复出厂检验。

7 包装、标志、运输和贮存

7.1 包装

铜包铝线应成盘(轴)供应,并卷绕整齐、妥善包装、防止污染、氧化和损伤。

铜包铝线的包装中应附有产品出厂检验合格证。包装用材料应符合环保要求,外包装上应有相应的标志。

7.2 标志

每盘(轴)铜包铝线上应附有标签或标牌,标明下列内容:

- a) 生产单位名称或商标;
- b) 型号;
- c) 生产日期;
- d) 毛重及净重;
- e) 产品批号;
- f) 检验员印记;
- g) 本标准编号;
- h) 接头信息;
- i) 其他。

7.3 运输

铜包铝线运输中应防潮、防蚀,防止在装卸、吊运、堆放和运输中受到损伤。

7.4 贮存

铜包铝线应妥善贮存在干燥通风(湿度不大于 65%)、防雨、防水及不含酸碱物质或有害气体的库房内。

8 订货合同内容

订货合同至少应包括以下内容:

- a) 产品名称、型号及规格;
- b) 本标准编号;
- c) 数量(或重量);
- d) 接头要求;
- e) 包装要求;
- f) 检验要求和检验地点;
- g) 交货日期和地点;
- h) 订购非标准规格的铜包铝线时,应在合同中另行规定其直径与偏差、铜层厚度、铜层体积比、直流电阻率等要求。

附 录 A
(规范性附录)
金相显微镜法

A.1 试验原理

本试验通过对铜包铝线的试样经研磨抛光使其横截面达到镜面要求后,采用金相显微镜测量标称直径小于 2.00 mm 铜包铝线的铜层最薄厚度。

A.2 试验装置

采用金相显微镜,其放大倍数不小于 100 倍,目镜上应带有刻度尺。

A.3 样品制备

A.3.1 试样切取

从抽取的铜包铝线试样上切取 15 mm 左右长度的试样 6 个。切取时应尽量减小线材横截面变形。

A.3.2 试样镶嵌

将试样每隔 2 mm~3 mm 的距离平行粘在宽度约为 10 mm 的胶带上。将胶带连同试样一起粘在直径约为 5 mm、长度约为 15 mm 的铝杆上。将铝杆和试样纵立在直径约为 15 mm、高度约为 15 mm 的铝管或塑铝管中。在两者的间隙处充填环氧树脂,待固化后备用;或在镶嵌机上用电木粉镶嵌后备用。

A.3.3 试样的研磨、抛光和浸蚀

将镶嵌的试样垂直于金相砂纸进行研磨。先在较粗的砂纸上研磨,当磨痕方向一致后,换用较细的砂纸研磨。每更换一次砂纸,必须将上一道磨制的灰尘清除干净,并将试样的研磨方向转动 90°。所用砂纸的标号从粗到细分别为:280 号、400 号、800 号、1 000 号和 1 500 号。

研磨后的试样在抛光机上使用金相抛光膏进行抛光,或进行电解抛光,使试样表面达到镜面光洁。抛光后的试样表面用清水清洗后,再用热风吹干。

A.4 观察和测量

A.4.1 试样的观察

采用放大倍数不小于 100 倍、目镜上带有刻度尺的金相显微镜,观察铜包铝线试样的横截面。

A.4.2 铜层厚度的测量

在一定的放大倍数下,用金相显微镜自带的测微尺校对目镜刻度尺,确定刻度尺每小格所代表的实际尺寸。根据铜层在测微目镜中所占有的格数,就可算出铜层的厚度,如图 A.1 所示。

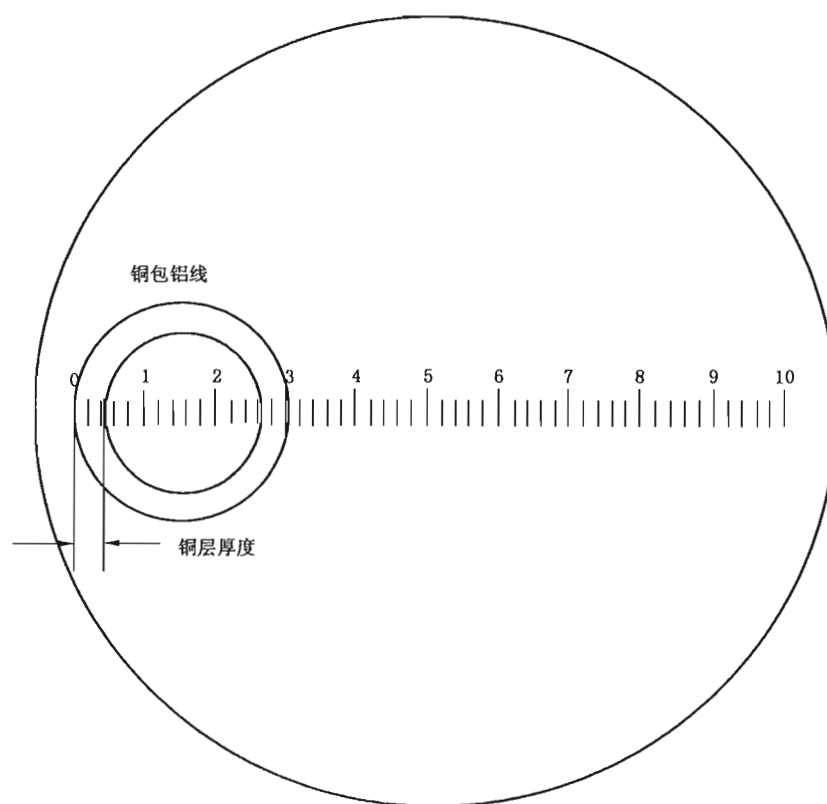


图 A.1 用金相显微镜目镜上的刻度尺测量铜层厚度示意图

附 录 B (规范性附录)

抗拉强度和断裂时伸长率试验

B.1 试验原理

本试验通过向一段试样施加拉伸力,来测定铜包铝线的抗拉强度和断裂时的伸长率。
除非另有规定,本试验应在 10℃~35℃的环境温度中进行。

B.2 试验装置

试验机测力系统的示值误差应不大于 1%。

应使用标距长度大于 250 mm 引伸计或其他适合的测量伸长率装置。此装置应带有分辨率优于 0.25 mm 的标尺。

B.3 试样

试样原始标距长度(L_0)为 250 mm,试样总长度为 300 mm 左右。
试样应用手工或其他适当的方法校直。

B.4 试验程序

B.4.1 确定原始横截面积(S_0)

按 GB/T 4909.2 的规定测量铜包铝线的直径,原始横截面积按式(B.1)计算:

$$S_0 = \frac{1}{4} \pi d^2 \quad \dots\dots\dots (B.1)$$

式中:

S_0 ——原始横截面积,单位为平方毫米(mm²);

d ——直径,单位为毫米(mm)。

B.4.2 拉伸试样

将试样安装于试验设备夹具上,施加最低断裂负荷的 10%的负荷。将引伸计或其他合适的装置安装到试样上,拉伸段的测量长度大于 250 mm。

向试样施加拉伸负荷的过程中,应同时监视试样的伸长情况。记录最大拉伸力(F_m)和断裂发生时的标距长度(L_t)。

对于硬态铜包铝线,夹头分离速率应不超过 25 mm/min。

对于软态铜包铝线,夹头分离速率应不超过 300 mm/min。

B.5 试验结果

抗拉强度按式(B.2)计算:

$$R_m = F_m / S_0 \dots\dots\dots (B.2)$$

式中：
 R_m —— 抗拉强度，单位为牛顿每平方毫米(N/mm²)；
 F_m —— 拉力最大值，单位为牛顿(N)；
 S_0 —— 原始横截面积，单位为平方毫米(mm²)。

断裂时伸长率按式(B.3)计算：
$$A_t = (L_t - L_0) / L_0 \times 100\% \dots\dots\dots (B.3)$$

式中：
 A_t —— 断裂时的伸长率(%)；
 L_t —— 断裂时的标距长度，单位为毫米(mm)；
 L_0 —— 原始标距长度，单位为毫米(mm)。

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
铜 包 铝 线
GB/T 29197—2012

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100013)
北京市西城区三里河北街16号(100045)

网址 www.spc.net.cn

总编室:(010)64275323 发行中心:(010)51780235
读者服务部:(010)68523946

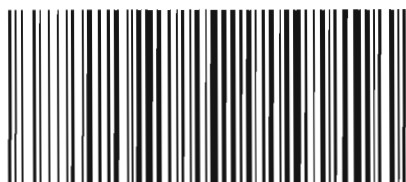
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1.25 字数 25 千字
2013年4月第一版 2013年4月第一次印刷

*

书号: 155066·1-46702 定价 21.00 元



GB/T 29197-2012

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权专有 侵权必究
举报电话:(010)68510107