

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 2809—2005

代替 TB/T 2809—1997, TB/T 2810—1997, TB/T 2821—1997

电气化铁道用铜及铜合金接触线

Copper and Copper-Alloy Contact Wires for Electric Railway

2005-03-29 发布

2005-07-01 实施

中华人民共和国铁道部 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 产品分类	1
5 材 料	2
6 技术要求	2
7 检验规则、试验方法及验收	5
8 包装及标志	6
9 储 运	7
附录 A(资料性附录) 横向晶粒尺寸及含氧量要求	8
附录 B(资料性附录) 物理参数及载流量推荐值	9

前 言

本标准对应于 EN 50149—2001《铁道用—固定设备—电力牵引 铜及铜合金沟槽接触线》,根据我国电气化铁路发展的需要,结合我国具体情况参照了相应的德国标准(DIN)和日本铁路标准(JRS)部分章节的有关内容,在 TB/T 2809—1997《电气化铁道用接触线通用技术条件》、TB/T 2810—1997《铜接触线》和 TB/T 2821—1997《铜合金接触线》基础上进行修订。本标准与 EN 50149—2001 的一致性程度为非等效,主要差异如下:

- 按照我国国家标准对编排格式的要求进行了修订;
- 将国外标准的表述改为适用于我国标准的表述;
- 参照了 JRS 36512—3F—14AR3A《电车线(G 合金)》中的耐软化试验有关内容;
- 修改了接触线的检验规则。

本标准代替 TB/T 2809—1997《电气化铁道用接触线通用技术条件》。

本标准与 TB/T 2809—1997 相比主要变化如下:

- 将 TB/T 2810—1997《铜接触线》、TB/T 2821—1997《铜合金接触线》纳入本标准;
- 列出了铜及铜合金化学主要成分,对材料选用重新进行修订;
- 以附录形式增补了对接触线横向晶粒尺寸和含氧量的技术要求;
- 增加了接触线振动试验、疲劳试验的相应技术要求;
- 修改了接触线的检验规则。

本标准附录 A、附录 B 为资料性附录。

本标准由中铁电气化局集团有限公司提出并归口。

本标准起草单位:铁道部产品质量监督检验中心、烟台金晖铜业有限公司、江阴市电工合金有限公司、泰安电车线厂。

本标准主要起草人:任兴堂、杨广英、张强、王作祥、李维源、冯岳军、梁向阳。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

- TB/T 2809—1997;
- TB/T 2810—1997;
- TB/T 2821—1997。

电气化铁道用铜及铜合金接触线

1 范 围

本标准规定了电气化铁道用铜及铜合金接触线产品的术语和定义、产品分类、材料、技术要求、检验规则、试验方法及验收、包装及标志、储运等。

本标准适用于电气化铁道接触网用的接触线。

城市轨道交通架空接触网用的接触线也可参照采用本标准。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件,其随后所有的修改单(不包括勘误的内容)或修订版均不适用于本标准,然而,鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件,其最新版本适用于本标准。

GB/T 467—1997 阴极铜

GB/T 2829—2002 周期检验计数抽样程序及表(适用于生产过程稳定性的检验)

GB/T 3048.2—1994 电线电缆 电性能试验方法 金属导体材料电阻率试验

GB/T 4909.2—1985 裸电线试验方法 尺寸测量

GB/T 4909.3—1985 裸电线试验方法 拉力试验

GB/T 4909.4—1985 裸电线试验方法 扭转试验

GB/T 4909.5—1985 裸电线试验方法 弯曲试验 反复弯曲

GB/T 4909.7—1985 裸电线试验方法 卷绕试验

GB/T 5121.8—1996 铜及铜合金化学分析方法 氧量的测定

GB/T 6394—2002 金属平均晶粒度测定方法

GB/T 8170—1987 数值修约规则

JB/T 8137.2—1999 电线电缆交货盘 第2部分 全木结构交货盘

JB/T 8137.4—1999 电线电缆交货盘 第4部分 型钢复合结构交货盘

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

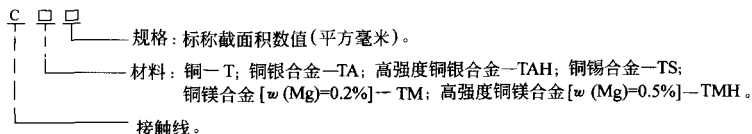
接触线 contact wire

电气化铁道架空接触网中与机车受电弓滑板相接触并传输电流的导线称为接触线。接触线横截面上部有左右对称的用于悬吊的沟槽。本标准所指的接触线为用铜或铜合金材料制造。

4 产品分类

4.1 型 号

接触线产品按铜及不同种铜合金材料分类、各类中按截面积分又有不同的规格。产品型号用以下形式表示。



示例 1: 110 mm² 铜接触线为 CT110;

示例 2: 120 mm² 铜银合金接触线为 CTA120;

示例 3: 120 mm² 高强度铜银合金接触线为 CTAH120;

示例 4: 120 mm² 铜镁合金(0.2 % Mg)接触线为 CTM120;

示例 5: 150 mm² 高强度铜镁合金[w(Mg)=0.5 %]接触线为 CTMH150;

示例 5: 150 mm² 铜锡合金接触线为 CTS150。

4.2 标 记

产品标记以规格(可略)、材料名称、“接触线”、型号及标准号组成。

示例:(120 平方毫米)铜银合金接触线 CTA120 TB/T ××××—2005

5 材 料

铜接触线应采用不低于 GB/T 467 中的标准阴极铜(Cu-CATH-2)制造。

各种型号的铜合金接触线应由相应的铜合金制成,其化学成分范围如表 1 所示,并应分别与相应型号的铜合金接触线的机械和电气性能相适应。

表 1 化学主要成分

%

铜及铜合金类别	w(Cu)	w(Ag)	w(Mg)	w(Sn)	w(Bi)	w(O)	w(Pb)	w(P)	其他杂质总和 ≤
铜	99.90	—	—	—	≤0.0005	≤0.0300	≤0.0050	—	0.03
铜银合金	余量	0.08~0.12	—	—	≤0.0005	≤0.0300	—	—	0.03
铜镁合金 [w(Mg)= 0.2%]	余量	—	0.1~0.3	—	—	—	—	≤0.01	0.10
铜镁合金 [w(Mg)= 0.5%]	余量	—	0.4~0.7	—	—	—	—	≤0.01	0.10
铜锡合金	余量	—	—	0.15~0.55	—	—	—	—	0.10

注:铜类中,无氧铜的铜含量为 99.95%,氧含量≤0.0030%。

6 技术要求

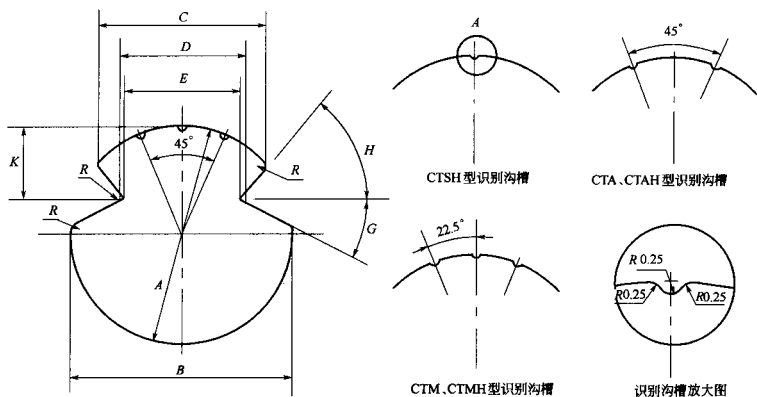
6.1 截面形状、尺寸、角度及其偏差

接触线的截面形状为带有悬吊沟槽、合金种类识别沟槽的规则圆形。接触线的截面形状、合金种类识别沟槽、角度、尺寸及其偏差应符合图 1 和表 2 的规定。

6.2 机械性能

6.2.1 铜及铜合金接触线机械性能应符合表 3 的规定。

6.2.2 振动试验



A—截面直径(高度); D—(沟)槽底间距; R—圆角半径;
 B—截面宽度; E—(沟)槽尖间距; H—上斜角;
 C—头部宽度; K—头部高度; G—下斜角。

注:铜接触线(CT型)不做识别沟槽。

图1 截面形状及合金识别沟槽配置

表2 规格、尺寸、角度及参考单位质量

规格 (标称截面积 mm ²)	计算截面积 mm ²	尺寸及公差 mm							角度及偏差		参考单位 质量 kg/km
		A ±1%	B ±2%	C ±2%	D ^{+4%} -2%	E	K	R	G	H	
									±1°		
85	86	10.80	10.76	9.40	7.24	6.80	4.60	0.40	27°	51°	769
110	111	12.34	12.34	9.73	7.24	6.80	4.47	0.40	27°	51°	992
120	121	12.90	12.90	9.76	7.24	6.80	4.35	0.40	27°	51°	1082
150	151	14.40	14.40	9.71	7.24	6.80	4.00	0.40	27°	51°	1350
注 1:截面积允许偏差为计算截面积的±3%;											
注 2:参考单位质量按密度 8.94g/cm ³ 计算。											

长度为6m的试样,在本条规定的张力条件下,经受振幅35mm、频率3Hz~5Hz、 2×10^6 次的振动试验(波形为正弦波)后,应无断裂。试验张力(试验时应考虑接触网张力增量系数:对于8.4kN、10kN、15kN为1.10,对于20kN、25kN为1.05);

- 8.4kN适用的接触线型号为:CT85、CTA85、CTAH85;
- 10kN适用的接触线型号为:CT110、CT120、CTA110、CTAH110;
- 15kN适用的接触线型号为:CT150、CTA120、CTAH120、CTM110、CTMH110、CTSH110;
- 20kN适用的接触线型号为:CTA150、CTAH150、CTM120、CTM150、CTMH120、CTSH120、CTSH150;
- 25kN适用的接触线型号为:CTMH150。

6.2.3 轴向疲劳试验

经受振动试验后长度为6m的试样,在6.2.2条规定的额定张力条件下,经受张力幅为30%额定工作张力、频率1Hz~3Hz、 5×10^5 次的轴向疲劳试验(波形为正弦波)后,从中截取三个标准试样,测其抗断力(未软化),其任一值应不小于表3中规定值的95%。

6.3 电阻率

各种型号铜及铜合金接触线在20℃时的电阻率如表4所示。

表3 机械性能

型 号	抗拉强度 MPa 不小于	拉断力 kN 不小于		伸长率 (未软化) % 不小于	扭转圈数 (至断开) 不小于	反复弯曲(至断裂)		卷 绕	
		未软化	软化后			弯曲半径 mm	次数 不小于	卷绕直径	圈数 不小于
CT85	375	32.25	—	3.0	5	30	6	1d	3
CT110	360	39.96	—	3.0	5	30	6	1d	3
CT120	360	43.56	—	3.0	5	30	6	1d	3
CT150	360	54.36	—	3.0	5	30	6	1d	3
CTA85	365	31.39	28.25	3.0	5	30	6	1d	3
CTA110	350	38.85	34.96	3.0	5	30	6	1d	3
CTA120	350	42.35	38.12	3.0	5	30	6	1d	3
CTA150	350	52.85	47.56	3.0	5	30	6	1d	3
CTAH85	375	32.25	29.02	3.0	5	30	6	1d	3
CTAH110	360	39.96	35.96	3.0	5	30	6	1d	3
CTAH120	360	43.56	39.20	3.0	5	30	6	1d	3
CTAH150	360	54.36	48.92	3.0	5	30	6	1d	3
CTM110	440	48.84	43.96	3.0	5	30	6	2d	3
CTM120	430	52.03	46.83	3.0	5	30	6	2d	3
CTM150	420	63.42	57.08	3.0	5	30	6	2d	3
CTMH110	500	55.50	49.95	3.0	5	30	6	2d	3
CTMH120	490	59.29	53.36	3.0	5	30	6	2d	3
CTMH150	470	70.97	63.87	3.0	5	30	6	2d	3
CTS110	430	47.73	42.96	3.0	5	30	6	2d	3
CTS120	420	50.82	45.74	3.0	5	30	6	2d	3
CTS150	420	63.42	57.08	3.0	5	30	6	2d	3

拉伸试验速度20mm/min~30mm/min,试样标距为250mm,拉断力是接触线截面积为表2中计算值时应达到的值;

试样加热到300℃±5℃保温2h后自然冷却,称为软化;

扭转试验速度为15r/min~20r/min,单方向扭转,试样标距为250mm;

弯曲试验应首先小圆弧面向内弯曲,试验速度应不大于60次/min;

d为所进行卷绕试验的接触线的直径,大圆弧面向内卷绕,试样应无裂纹、起皮、开裂,试验速度不大于10r/min。

表4 电 阻 率

接触线型号(不含规格)	电阻率(20℃) $\Omega\text{mm}^2/\text{m}$
CT	0.01777
CTA,CTAH	0.01777
CTM	0.02240
CTMH	0.02778
CTS	0.02395

6.4 制造长度

接触线的制造长度应符合订货合同要求。每根接触线在制造长度内不允许有焊接接头。

制造长度允许偏差为 0 m 到 + 30 m。

按质量交货时,每根接触线的交货质量按表 2 中计算截面积计算,不应超过订货长度与允许制造长度上偏差之和折算质量的 103 %。

6.5 外观及卷取

铜及铜合金接触线表面应清洁、光滑,不应有硬弯、扭曲、折边、裂纹、毛刺、擦伤等与良好工业产品不相称的任何缺陷。

接触线小圆弧面上每间隔一段距离应有耐久的便于识别的工厂代号的标记。

铜及铜合金接触线应大圆弧面面向盘芯整齐紧密地卷绕在线盘上,每一层的匝间不应有空隙,不应有扭转、交叉、跳线现象,层间应垫衬电缆纸。接触线的里端应伸出侧板或筒体,牢固固定在线盘上;外端应固定在侧板内侧。

7 检验规则、试验方法及验收

7.1 检验规则及试验方法

7.1.1 应按表5规定对接触线进行检验。

表 5 检验规则及试验方法

序号	检验项目	不合格类别	技术要求	试验类型		试验方法
				型式试验	出厂试验	
1	外观及卷取	B	本标准 6.5	✓	✓	正常目力
2	尺寸	B	本标准 6.1	✓	✓	GB/T 4909.2—1985
3	角度	A	本标准 6.1	✓	✓	样板或专用仪器
4	拉断力(未软化)	A	本标准 6.2.1	✓	✓	GB/T 4909.3—1985
5	伸长率(未软化)	A	本标准 6.2.1	✓	✓	GB/T 4909.3—1985
6	拉断力(软化后)	A	本标准 6.2.1	✓	✓	GB/T 4909.3—1985
7	扭转	A	本标准 6.2.1	✓		GB/T 4909.1—1985
8	反复弯曲	A	本标准 6.2.1	✓		GB/T 4909.5—1985
9	卷绕	B	本标准 6.2.1	✓		GB/T 4909.7—1985
10	振动试验	A	本标准 6.2.2	✓		本标准 6.2.2
11	轴向疲劳	A	本标准 6.2.3	✓		本标准 6.2.3
12	电阻率	A	本标准 6.3	✓	✓	GB/T 3048.2—1994
13	横向晶粒尺寸	B	本标准附录 A	✓		GB/T 6394—2002
14	含氧量	B	本标准附录 A	✓		GB/T 5121.17—1996
15	制造长度	A	本标准 6.4		✓	用计米器测量
16	载流量	—	—	✓		室内试验

尺寸检验不包括 E、K、R;

拉断力(软化后)试样按本标准表 3 的注 2 要求软化。

7.1.2 试验分类为型式试验和出厂试验。

型式试验:规定为每 3 至 5 年进行一次。有下列情况之一时,一般应进行型式试验:

- 产品定型;
- 正式生产后,如结构、材料、工艺等有较大改变可能影响产品性能时;
- 停产一年以上,恢复生产时;
- 出厂检验结果与上次型式试验有较大差异时。

出厂试验:对全部产品进行的试验。

7.1.3 同一生产条件下交货的同一型号、同一规格的产品为一批。抽样方案按 GB/T 2829 规定进行。采用判别水平为 II 的一次抽样方案：

——A 类不合格质量水平 $RQL=40$ ，样本大小为 4，判定数组为 $[0,1]$ ；

——A 类中，角度不合格质量水平 $RQL=30$ ，样本大小为 16，判定数组为 $[3,4]$ ；

——A 类中，长度、振动疲劳试验和轴向疲劳试验，不合格质量水平 $RQL=80$ ，样本大小为 1，判定数组为 $[0,1]$ ；

——B 类不合格质量水平 $RQL=65$ ，样本大小为 5，判定数组为 $[1,2]$ ；

——B 类中，卷绕不合格质量水平 $RQL=120$ ，样本大小为 2，判定数组为 $[1,2]$ ；

——B 类中，横向晶粒尺寸和含氧量不合格质量水平 $RQL=120$ ，样本大小为 3，判定数组为 $[2,3]$ 。

7.1.4 不合格分类按表 5 规定。抽样试验合格，整批验收；抽样试验不合格，整批拒收。若有特殊要求，不合格质量水平 RQL 值由供需双方协商确定。

7.1.5 试验检测数值修约应符合 GB/T 8170—1987 规定。各项技术要求数值的修约间隔规定列入表 6 中。

表 6 数值修约间隔

技术要求项目	单 位	数据修约间隔
截面尺寸	mm	10^{-2}
沟槽角度	度	1
截面积	mm^2	1
制造长度	m	1
每盘质量	kg	1
拉断力	kN	10^{-2}
延伸率	%	10^{-1}
电阻率	$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	10^{-5}
扭转至断开	圈	1
弯曲至断裂	次	1
卷绕至出现裂纹	圈	1
横向晶粒尺寸	mm	10^{-2}
含氧量	%	10^{-1}

注：测定电阻率时截面积的数值修约间隔为 10^{-2} 。

7.2 验 收

7.2.1 铜及铜合金接触线应经制造厂的质量检验部门检验合格方能出厂。

7.2.2 每批产品交货同时按检验规则规定的出厂试验项目提供全面、完整的检验报告。

8 包装及标志

8.1 线 盘

用于交货的线盘可以是木盘、钢盘或钢木盘，其技术性能应符合 JB/T 8137.2—1999 和 JB/T 8137.4—1999 要求，并应保证接触线装盘后在正常的吊装、运输及张力架线过程中不发生变形。线盘的外径 $d_1 \leq 1800\text{mm}$ ，外宽 $L_1 \leq 1400\text{mm}$ ，轴孔直径 $d_2 = 80\text{mm}$ 。筒体直径 d_2 不得小于 900mm。

8.2 包 装

8.2.1 接触线应卷绕在符合 8.1 规定的线盘上交货。最外层接触线距线盘侧板外缘的径向距离不应小于 50mm。成盘的接触线外面应包覆防潮、防腐、防水材料，然后用硬质材料包装牢固，应能承受正常吊装、运输中可能出现的碰撞。

8.2.2 除非合同注明，每个线盘只允许卷绕一根接触线。

8.3 标志

8.3.1 每盘接触线线盘上应有便于查找的牢固的标志,标明以下内容:

- a) 制造厂名;
- b) 产品名称;
- c) 产品型号;
- d) 制造标准代号;
- e) 长度;
- f) 毛重及净重(kg);
- g) 出厂编号及生产日期(年、月、日);
- h) 接触线放线方向的箭头。

8.3.2 每盘接触线应附有随带文件:

- a) 产品合格证;
- b) 出厂检验报告;
- c) 该盘产品的出厂编号、生产日期、型号、本标准号、长度、净重。

9 储运

9.1 运输中严禁从高处抛下装有接触线的线盘,严禁机械损伤产品表面。

9.2 线盘不允许平放及平放方式吊装及运输,以防线盘损坏及接触线排序混乱。

9.3 线盘滚动方向应与放线箭头方向相反。

附 录 A
(资料性附录)

横向晶粒尺寸及含氧量要求

铜及铜合金的横向晶粒尺寸和含氧量要求如表 A.1 所示。用户对此如有明确要求应在订货合同中予以注明。

表 A.1 横向晶粒尺寸及含氧量

序 号	铜及铜合金	横向晶粒尺寸 mm	含氧量 %
1	铜、铜银、铜镁、铜锡	≤ 0.035	≤ 0.0030
2	铜、铜银、铜镁、铜锡	≤ 0.035	≤ 0.0300
3	铜、铜银、铜镁	≤ 4.000	≤ 0.0030
注:序号 3 的横向晶粒尺寸 $\leq 4\text{mm}$ 为柱状晶折算为等面积圆的直径。			

附录 B

(资料性附录)

物理参数及载流量推荐值

B1 本附录推荐值供用户参考,不要求检验。

B2 密 度

铜及铜合金接触线 20℃时的密度值,可用 GB/T 3048.2 方法进行实测确定,或采用如下的推荐值:

——用无氧圆铜、铜银合金和铜镁合金杆制造的铜、铜银合金和铜镁接触线为 8.94 g/cm^3 ;——用光亮圆铜、铜银合金杆制造的铜、铜银合金接触线为 8.93 g/cm^3 ;——铜锡合金接触线为 8.92 g/cm^3 。

B3 电阻温度系数

铜及铜合金接触线的电阻温度系数如表 B.1 所示。

表 B.1 电阻温度系数

接触线型号(不含规格)	电阻温度系数 1/K
CT	0.00381
CTA,CTAH	0.00381
CTM	0.00185
CTMH	0.00185
CTS	0.00365

B4 载 流 量

铜及铜合金接触线的载流量推荐值如表 B.2 所示。

表 B.2 载流量推荐值

接触线规格	持续载流量 A										
	工作温度 95℃						允许最高工作温度 150℃				
	CT	CTA	CTAH	CTM	CTMH	CTS	CTA	CTAH	CTM	CTMH	CTS
85	410	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
110	180	180	180	450	410	380	650	650	640	570	570
120	510	510	510	480	430	410	690	690	680	610	600
150	580	580	580	550	490	470	800	800	780	700	690
注:1. 铜接触线(CT 型)的允许最高工作温度为 95℃; 注:2. 计算条件为环境温度 40℃,风速 0.5m/s,日照强度 1000 W/m ² 。											

B5 线膨胀系数

铜及铜合金接触线的线膨胀系数为 $17 \times 10^{-6} \text{ 1/K}$ 。

B6 杨氏模量

铜及铜合金的杨氏模量为 120 GPa。