



中华人民共和国国家标准

GB/T 17937—2009
代替 GB/T 17937—1999

电工用铝包钢线

Aluminium-clad steel wires for electrical purposes

(IEC 61232:1993, MOD)

2009-03-19 发布

2009-12-01 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

前 言

本标准修改采用 IEC 61232:1993《电工用铝包钢线》(英文版)。

本标准与 IEC 61232:1993 技术内容相比主要差异有:

——增加了 14%、23% 及 35% IACS 导电率三种级别的铝包钢线。

本标准代替 GB/T 17937—1999《电工用铝包钢线》。

本标准与 GB/T 17937—1999 相比主要变化如下:

——按照 GB/T 1.1—2000 的要求,对标准的结构和编写方式进行了调整;

——增加了三种级别的铝包钢线,并对铝包钢线的定义作了修改(前版 3.3,本版 3.3);

——删除了与 IEC 61232:1993 产品型号对照的附录 C(前版附录 C,本版无);

——增加了附录 C 与 IEC 61232:1993 章条编号对照(前版无,本版附录 C)。

本标准的附录 A、附录 B 及附录 C 均为资料性附录。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国电线电缆标准化技术委员会(SAC/TC 213)归口。

本标准负责起草单位:上海电缆研究所。

本标准参加起草单位:江西新华金属制品有限责任公司、湖北长天通讯科技有限公司、常州通光华银电线电缆有限公司、江苏中天科技股份有限公司、常州市武进恒通金属钢丝有限公司、天津冶金集团中兴盛达钢业有限公司。

本标准主要起草人:季世泽、党朋、郭其生、邓良、余晓扬、吴明埝、吴志强、王会清。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为:

——GB/T 17937—1999。

目 次

前言	I
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 要求	1
5 取样	4
6 试验	4
7 包装	5
8 接收和拒收	6
附录 A (资料性附录) 铝和钢截面积的比率	7
附录 B (资料性附录) 伸长率	10
附录 C (资料性附录) 本标准与 IEC 61232:1993 章条编号对照	11

电工用铝包钢线

1 范围

本标准规定了电工用铝包钢线的电气和机械性能、试验、包装等。

本标准适用于绞合前的、不同电气性能和机械性能的电工用圆形硬拉裸铝包钢线,其直径范围见表4。本标准包括应用于铝绞线的加强芯及所有铝包钢绞线的铝包钢线。

本标准不包括再拉制的线。

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 228—2002 金属材料 室温拉伸试验方法 (eqv ISO 6892:1998)

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

GB/T 3428—2002 架空绞线用镀锌钢线 (IEC 60888:1987,IDT)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

铝包钢线 aluminium-clad steel wire

由一根圆钢芯外包一层均匀连续的铝层构成的圆线。

3.2

直径 diameter

在同一截面且互相垂直的方向上二次测量值的平均值。

3.3

等级 class

铝包钢线定义为“LB14”、“LB20”、“LB23”、“LB27”、“LB30”、“LB35”和“LB40”等级,其相应的导电率为14%、20.3%、23%、27%、30%、35%和40% IACS。

注: IACS 为国际退火铜标准。

3.4

型式 type

LB20 等级铝包钢线按其抗拉强度性能分为 A 和 B 两种型式。

4 要求

4.1 材料

4.1.1 基体金属应是钢,由平炉、电炉或氧气顶吹过程生产的钢。其成分应使成品铝包钢线具有符合本标准规定的性能和特性。

4.1.2 包层用铝的纯度最小为 99.5%,其质量应足以满足本标准规定的厚度和电阻要求。

4.2 外观

铝包钢线应光洁,并且不得有可能影响产品性能的所有缺陷,如裂纹、粗糙、划痕和杂质等。

4.3 密度

为了计算铝包钢线的标称质量,其密度见表1。

表1 铝包钢线标称密度

等 级	型 式	20℃时标称密度 g/cm ³
LB14	—	7.14
LB20	A	6.59
	B	6.53
LB23	—	6.27
LB27	—	5.91
LB30	—	5.61
LB35	—	5.15
LB40	—	4.64

4.4 标称直径的偏差

铝包钢线直径与标称直径之差应不大于表2规定的数值。

表2 铝包钢线直径偏差

标 称 直 径	偏 差
2.67 mm 及以上	±1.5%
2.67 mm 以下	±0.04 mm

4.5 最小铝层厚度

铝包钢线在任一处的最小铝层厚度应符合表3规定的要求。

表3 最小铝层厚度

等 级	最小铝层厚度
LB14	5%铝包钢线标称半径
LB20	标称直径 1.80 mm 以下,8%铝包钢线标称半径
	标称直径 1.80 mm 及以上,10%铝包钢线标称半径
LB23	11%铝包钢线标称半径
LB27	14%铝包钢线标称半径
LB30	15%铝包钢线标称半径
LB35	20%铝包钢线标称半径
LB40	25%铝包钢线标称半径

4.6 抗拉强度

铝包钢线的抗拉强度应符合表4规定的要求。根据抗拉强度计算单根铝包钢线拉断力时,应使用成品线的实测直径。

表 4 铝包钢线的抗拉强度和电阻率要求(绞合前)

等级	型式	标称直径 d mm	抗拉强度 (最小值) MPa	1%伸长时的应力 (最小值) MPa	20 ℃时的电阻率 (最大值) nΩ·m
LB14		$2.25 < d \leq 3.00$	1 590	1 410	123.15 (对应 14% IACS 导电率)
		$3.00 < d \leq 3.50$	1 550	1 380	
		$3.50 < d \leq 4.75$	1 520	1 340	
		$4.75 < d \leq 5.50$	1 500	1 270	
LB20	A	$1.24 < d \leq 3.25$	1 340	1 200	84.80 (对应于 20.3% IACS 导电率)
		$3.25 < d \leq 3.45$	1 310	1 180	
		$3.45 < d \leq 3.65$	1 270	1 140	
		$3.65 < d \leq 3.95$	1 250	1 100	
		$3.95 < d \leq 4.10$	1 210	1 100	
		$4.10 < d \leq 4.40$	1 180	1 070	
		$4.40 < d \leq 4.60$	1 140	1 030	
		$4.60 < d \leq 4.75$	1 100	1 000	
LB20		$4.75 < d \leq 5.50$	1 070	1 000	84.80(对应于 20.3% IACS 导电率)
	B	$1.24 < d \leq 5.50$	1 320	1 100	
LB23	—	$2.50 < d \leq 5.00$	1 220	980	74.96(对应于 23% IACS 导电率)
LB27	—	$2.50 < d \leq 5.00$	1 080	800	63.86(对应于 27% IACS 导电率)
LB30	—	$2.50 < d \leq 5.00$	880	650	57.47(对应于 30% IACS 导电率)
LB35	—	$2.50 < d \leq 5.00$	810	590	49.26(对应于 35% IACS 导电率)
LB40	—	$2.50 < d \leq 5.00$	680	500	43.10(对应于 40% IACS 导电率)

4.7 伸长率

铝包钢线应符合断裂后伸长率不小于 1%或断裂时总的伸长率不小于 1.5%的要求。标距均为 250 mm。在断裂后无负荷条件下或断裂时使用合适的引伸仪进行测量。

除非供需双方在订货时另有协议,生产厂可任意选择测量方法。

只做 6.3.2 规定的两个试验方法中的一个试验。

4.8 电阻率

铝包钢线 20 ℃时的最大电阻率应符合表 4 规定的要求。

4.9 扭转试验

在 100 倍标称直径的长度上,铝包钢线应能经受不少于 20 次的扭转而不断裂。

试样扭转断裂后,用肉眼或正常的矫正视力观察,铝层不应从钢芯上脱离。

4.10 1%伸长时应力

铝包钢线应符合表 4 规定的 1%伸长时的应力的要求。试验应在校直的未变形的铝包钢线上进行。

4.11 接头

4.11.1 成品铝包钢线不应有任何类型的接头。

拉制为成品线前的坯杆上允许有接头,这种接头应符合 4.5 的要求。

4.11.2 接头设备和工艺应使含接头的成品线试样的抗拉强度不小于不含接头的成品线抗拉强度的 80%,并且大于表 4 规定的最小值的 90%。

4.11.3 成品线内的接头部分不要求进行伸长率、扭转和 1% 伸长时的应力试验。

5 取样

试验用试样应由制造厂从 10% 的成品线的各线段上截取。

如果是大批量的铝包钢线,并且制造厂能证明该批铝包钢线达到或超过规定性能要求时,则在供需双方达成协议的情况下,试样数目可以减少至保证对每批铝包钢线成品达到足够的监测水平。

6 试验

6.1 试验地点

除非供需双方另有协议,所有试验均应在制造厂内进行。

6.2 试验

下述试验项目应在绞合前的每个试样上进行。如果单根铝包钢线仅用于由铝包钢线构成的产品时,在供需双方达成协议的情况下可不做第 i) 项试验。

- a) 外观;
- b) 表面质量;
- c) 直径;
- d) 抗拉强度;
- e) 伸长率;
- f) 扭转;
- g) 电阻率;
- h) 铝层最小厚度;
- i) 1% 伸长时的应力。

6.3 试验方法

6.3.1 拉力试验

试件的拉断力应在合适的拉力试验机上测定。应逐渐地增加负荷,拉力试验机夹头的分离速度应不小于 25 mm/min,也不大于 100 mm/min。

按拉断力测量值计算抗拉强度,应采用施加应力前的成品线直径。

6.3.2 伸长率试验

伸长率试验可在拉断力试验的同一试件上进行,试验方法与 6.3.1 相同。

a) 断裂后伸长率

无负荷条件下的最大伸长率应在试件上测量。试件应用手校直,在上面标注 250 mm 原始标距,然后施加如拉力试验规定的负荷。铝包钢线断裂后,应小心地将试件的断口对齐,测量最终的标距。

伸长率以标距的增量与原始标距之比的百分数表示。

如果断裂发生在标距之外,或在离每个标距标记的 25 mm 之内,且没有达到要求的伸长率时,则应重新试验。

b) 断裂时总伸长率

试件应夹在拉力试验机的夹头内,施加与表 5 规定的相应的初应力对应的负荷。置引伸仪于

标距为 250 mm,并按表 5 规定调整至相应的起始值。

施加拉力试验规定的拉力负荷,断裂时的读数即为该试件的伸长率。

如果断裂发生在标距标记之外,或在离每个标记 25 mm 之内,且没有达到要求的伸长率时,则应重新试验。

表 5 测定伸长时的应力和断裂时总的伸长率的起始值

标称直径 d mm	初应力 MPa	引伸仪起始值
$1.24 < d \leq 2.50$	81.4	0.000 5(0.05%伸长)
$2.50 < d \leq 3.30$	162	0.001 0(0.10%伸长)
$3.30 < d \leq 5.50$	244	0.001 5(0.15%伸长)

6.3.3 扭转试验

试件两端应分别夹在二个钳口中,其间长度为铝包钢线标称直径的 100 倍。其中一个夹头试验时应能纵向自由移动。试验时应在试件上施加小的拉力,其数值不超过铝包钢线拉断力的 2%。

使其中一个钳口旋转以扭转试样,直至试件断裂为止。用计数器或其他合适的装置指示扭转次数。扭转速度应不超过 60 r/min。

6.3.4 铝层厚度

应使用合适的电气指示装置测量试件的铝层厚度,该装置依据的是磁导计原理,或直接进行测量。

铝层厚度测量应读取小数点后三位小数,然后修约至小数点后二位小数作为厚度测量值。作为基准测量时,应在成圈铝包钢线的一端截取的试件上直接测量铝层厚度。

6.3.5 电阻率试验

试件的电阻应按 GB/T 3048.2—2007 规定的方法进行测量,测量时的温度应不小于 10 °C 也不大于 30 °C。

测量的电阻值应用下述公式校正至 20 °C 时的值。

$$R_{20} = R_T [1 / (1 + \alpha(T - 20))]$$

式中:

T ——测量时的温度,°C;

R_T —— T °C 时的电阻;

R_{20} ——20 °C 时的电阻;

α ——20 °C 时的定质量电阻温度系数。

20 °C 时电阻率应按 20 °C 时的电阻,根据铝包钢线直径测量值计算的铝包钢线总截面积以及测量电阻用的铝包钢线的长度计算。

6.3.6 1%伸长时的应力

试件应夹在拉力试验机的夹头内,施加与表 5 规定的相应的初应力对应的负荷。置引伸仪于标距为 250 mm,并按表 5 规定调整至相应的起始值。

然后均匀增加负荷直到引伸仪在 250 mm 标距内指示出 2.50 mm 的伸长。

读取此点的负荷,并根据该值和受力前成品线的直径计算 1%伸长时的应力。所得的数值应不小于表 4 第 5 栏规定的相应数值。试件可接着用于规定的拉力试验。

7 包装

7.1 长度和长度偏差

铝包钢线应按用户规定的长度交货,其允许偏差为长度的(0~4)%。

如果供需双方先达成协议,则允许以短于或长于这一要求的任意长度交货。

7.2 包装方法

铝包钢线应成盘或成圈包装以防止在正常的装卸和运输中损坏。

8 接收和拒收

8.1 若试样不符合本标准规定的任一项要求,即可作为拒收有该试样所代表的该批铝包钢线的根据。

8.2 若任何一批铝包钢线被这样拒收,则制造厂有权对该批所有各盘或各圈铝包钢线仅重新试验一次,并将其中合格的产品提交使用。

附 录 A
(资料性附录)
铝和钢截面积的比率

A.1 铝包钢线的级别

根据其导电率,铝包钢线分为七级,分别对应于薄铝层、标准铝层、中等铝层和厚铝层,见表 A.1。

表 A.1 铝包钢线的等级

等 级	铝 层	导 电 率
LB14	薄	14%IACS
LB20	标准	20.3%IACS
LB23	中等	23%IACS
LB27	中等	27%IACS
LB30	中等	30%IACS
LB35	厚	35%IACS
LB40	厚	40%IACS

A.2 截面标准比

每级铝包钢线的铝、钢截面对其总截面的标准比见表 A.2。

表 A.2 铝和钢的标准比

等 级	铝 比	钢 比
LB14	13%	87%
LB20	25%	75%
LB23	30%	70%
LB27	37%	63%
LB30	43%	57%
LB35	52%	48%
LB40	62%	38%

A.3 导电率

一根规定导电率的铝包钢线是依据 61%IACS 的铝和 9%IACS 的钢而设计的。

例如:LB30 的导电率计算如下:

设计的导电率:铝($61\% \text{IACS} \times 0.43$) + 钢($9\% \text{IACS} \times 0.57$) = $31.36\% \text{IACS}$ 。

考虑到误差,最小导电率规定为 $30\% \text{IACS}$ ($57.47 \text{ n}\Omega \cdot \text{m}$)。

如只认为铝层是导体的导电部分,铝包钢线的电阻可根据 A.2 的铝截面积和 61%IACS 导电率计算。

根据这一点,铝包钢线(LB)“带钢导电率”和“不带钢导电率”之间的关系见表 A. 3。

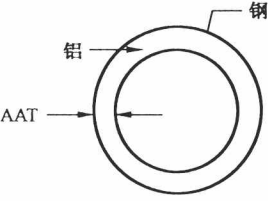
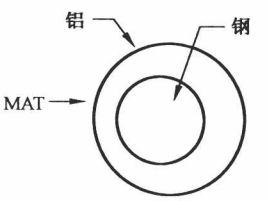
表 A. 3 导电率

等 级	导电率/(%IACS)			
	铝	钢	LB 线	
			包括铝和钢的最小规定值	不包括钢导电率的计算值
LB14	61	9	14	7.9
LB20			20.3	15.3
LB23			23	18.3
LB27			27	22.6
LB30			30	26.2
LB35			35	31.7
LB40			40	37.8

A. 4 铝层厚度

截面的标准铝层比率和最小铝层厚度之间的关系见表 A. 4。

表 A. 4 铝层厚度

等 级	截面的标准 铝层比率	平均铝层厚度:AAT (同心厚度)	最小铝层厚度:MAT (同心度偏差)
			
LB14	13%	6.7%铝包钢线标称半径	5%铝包钢线标称半径
LB20	25%	13.4%铝包钢线标称半径	标称直径 1.80 mm 以下:8%铝包钢线标称半径
			标称直径 1.80 mm 及以上:10%铝包钢线标称半径
LB23	30%	16.3%铝包钢线标称半径	11%铝包钢线标称半径
LB27	37%	20.5%铝包钢线标称半径	14%铝包钢线标称半径
LB30	43%	24.5%铝包钢线标称半径	15%铝包钢线标称半径
LB35	52%	30.7%铝包钢线标称半径	20%铝包钢线标称半径
LB40	62%	38.4%铝包钢线标称半径	25%铝包钢线标称半径

A. 5 20 ℃时的标称密度

LB14、LB20B、LB23、LB27 和 LB30、LB35、LB40 等级别的铝包钢线在 20 ℃时的密度是根据 20 ℃时的铝密度(2.70 g/cm³)和 20 ℃时的钢密度(7.80 g/cm³)及其截面比计算出来的。LB20A 型铝包钢线在 20 ℃时的标准密度则是按 ASTM B415/B502 的规定。

A.6 物理常数

铝包钢线的物理常数见表 A.5。

表 A.5 物理常数

等级	LB14	LB20		LB23	LB27	LB30	LB35	LB40
型式	—	A	B	—	—	—	—	—
最终弹性模数实测 GPa	170	162	155	149	140	132	122	109
线膨胀系数 (K^{-1})	12.0×10^{-6}	13.0×10^{-6}	12.6×10^{-6}	12.9×10^{-6}	13.4×10^{-6}	13.8×10^{-6}	14.5×10^{-6}	15.5×10^{-6}
定质量电阻温度 系数(α)(K^{-1})	0.003 4	0.003 6	0.003 6	0.003 6	0.003 6	0.003 8	0.003 9	0.004 0

附 录 B
(资料性附录)
伸长率

B.1 术语

术语“断裂后伸长率”和“断裂时总伸长率”参见 GB/T 228—2002 第 4 章。

B.2 伸长率试验

虽然多种线材,如硬铝线和镀锌钢线普遍使用断裂后伸长率百分比试验,但必须特别注意到铝包钢线实际使用 ASTM B415/B502 及其他国家标准规定的断裂时总的伸长率百分比试验。

为与 GB/T 3428—2002 保持一致并方便实际使用,这两种试验方法可作为二者择一的试验方法。

附 录 C
(资料性附录)

本标准与 IEC 61232:1993 章条编号对照

表 C.1 给出了本标准章条编号与 IEC 61232:1993 章条编号对照一览表。

表 C.1 本标准章条编号与 IEC 61232:1993 章条编号对照表

本标准章条编号	对应的国际标准章条编号
1	1
2	2
3.1~3.4	3.1~3.4
4.1~4.11	4.1~4.11
5	5
6.1~6.3	6.1~6.3
7.1~7.2	7.1~7.2
8	8
附录 A	附录 A
附录 B	附录 B
附录 C	—