ICS 29.060.10
K 11

中华人民共和国国家标准

GB/T 30551—2014/IEC 62004:2007

架空绞线用耐热铝合金线

Thermal-resistant aluminium alloy wire for overhead line conductor

(IEC 62004:2007,IDT)

2014-05-06 发布　　2014-10-28 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

本标准按照GB/T 1.1—2009给出的规则起草。

本标准使用翻译法等同采用IEC 62004:2007《架空绞线用耐热铝合金线》。

与本标准中规范性引用的国际文件有一致性对应关系的我国文件如下：

——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)。

为便于使用,本标准做了下列编辑性修改：

——修改了耐热铝合金线的型号表示方法,用汉语拼音命名方法表示,以便与现有的标准系列一致(见3.2、第4章、第5章、第6章和附录A)；

——增加了附录NA"本标准规定的产品型号与IEC 62004:2007规定的产品型号的对应情况"(见附录NA)。

本标准由中国电器工业协会提出。

本标准由全国裸电线标准化技术委员会(SAC/TC 422)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:上海中天铝线有限公司、杭州电缆股份有限公司、航天电工技术有限公司、青岛汉缆股份有限公司、广东电网公司电力科学研究院、郑州电缆有限公司、远东电缆有限公司、特变电工新疆线缆厂、河南科信电缆有限公司。

本标准主要起草人:陆盛叶、尤伟任、胡建明、段国权、曾伟、赵新院、彭向阳、毛先胤、韦强启、洛军、徐静、赵士林。

架空绞线用耐热铝合金线

1 范围

本标准规定了商业应用的直径范围内的耐热铝合金线的机械性能、电气性能及耐热性能。

本标准适用于架空输电用绞线的耐热铝合金线。

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 17048—2009 架空绞线用硬铝线(IEC 60889:1987,IDT)

GB/T 23308—2009 架空绞线用铝-镁-硅系合金圆线(IEC 60104:1987,IDT)

IEC 60468:1974 金属材料的电阻率试验方法(Method of measurement of resistivity of metallic materials)

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

直径 diameter

在同一截面且互相垂直的方向上测量两次,取两次测量值的平均值。

注:对于非圆截面的线,应用同截面的圆线直径作为等效直径。

3.2

类型 type

耐热铝合金线定义为:“NRLH1”“NRLH2”“NRLH3”“NRLH4”。

3.3

耐热铝合金线 thermal-resistant aluminium alloy wire

所有类型的铝-锆合金线,其运行温度都高于传统的 GB/T 23308—2009 中所列的铝-镁-硅系合金线及 GB/T 17048—2009 中所列的架空绞线用硬铝线。铝-锆合金线的允许运行温度列于表 1。

4 型号

本标准包含下列线型:

——最高允许连续运行温度为 150 ℃的耐热铝合金线,型号为 NRLH1;

——最高允许连续运行温度为 150 ℃的高强度耐热铝合金线,型号为 NRLH2;

——最高允许连续运行温度为 210 ℃的超耐热铝合金线,型号为 NRLH3;

——最高允许连续运行温度为 230 ℃的特耐热铝合金线,型号为 NRLH4。

5 耐热铝合金线的数值

计算时，耐热铝合金线应使用表1中所列的数值。

表1 耐热铝合金线的数值

型号	NRLH1	NRLH2	NRLH3	NRLH4
20 ℃密度/(kg/dm^3)	2.703	2.703	2.703	2.703
允许连续运行温度(40年)/℃	150	150	210	230
400 h允许运行温度/℃	180	180	240	310
线性膨胀系数/(1/℃)	23×10^{-6}	23×10^{-6}	23×10^{-6}	23×10^{-6}
20 ℃电阻温度系数/(1/℃)	0.004 0	0.003 6	0.004 0	0.003 8

6 技术要求

6.1 材料

耐热铝合金线应由适当成分的铝-锆合金组成，其机械、电气及耐热性能分别对应下文中所指的NRLH1、NRLH2、NRLH3、NRLH4。

6.2 表面质量

耐热铝合金线表面应光洁，没有任何如裂纹、毛刺、开裂、夹杂，或其他可能危害产品性能的缺陷。

6.3 直径和直径偏差

耐热铝合金线的标称直径(mm)精确到小数点后两位。每次测量值与标称值之差应不大于表2中的所列数值。

为了满足上述要求，耐热铝合金线的直径测量应在同一截面且互相垂直的方向上测量两次，取两次测量值的平均值。

表2 直径和直径偏差

单位为毫米

标称直径 d	偏差
$d\leqslant3.00$	±0.03
$d>3.00$	$\pm1\%\ d$

6.4 抗拉强度

耐热铝合金线的抗拉强度应符合表3的要求。单线的抗拉强度为其拉断力除以横截面积。横截面积应取样品的实测值来计算。

对绞合前成型的非圆形耐热铝合金线，破断时的负荷除以其单线的截面积应不小于表3中规定的数值。

对绞合时成型的非圆形线，抗拉强度应不小于相应的绞前抗拉强度要求值的95%。

6.5 伸长率

每根耐热铝合金线伸长率的测量值应不小于表3中所列的数值。

表3 绞前单线抗拉强度及伸长率

<table>
<tr><th rowspan="2">类型</th><th colspan="2">标称直径
mm</th><th>抗拉强度
MPa</th><th>伸长率
%</th></tr>
<tr><th>大于</th><th>不大于</th><th>不小于</th><th>不小于</th></tr>
<tr><td rowspan="6">NRLH1</td><td>—</td><td>2.60[a]</td><td>169</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>2.60</td><td>2.90</td><td>166</td><td>1.6</td></tr>
<tr><td>2.90</td><td>3.50</td><td rowspan="2">162</td><td>1.7</td></tr>
<tr><td>3.50</td><td>3.80</td><td>1.8</td></tr>
<tr><td>3.80</td><td>4.00</td><td rowspan="2">159</td><td>1.9</td></tr>
<tr><td>4.00</td><td>4.50[a]</td><td>2.0</td></tr>
<tr><td rowspan="6">NRLH2</td><td>—</td><td>2.60[a]</td><td>218</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>2.60</td><td>2.90</td><td>245</td><td>1.6</td></tr>
<tr><td>2.90</td><td>3.50</td><td rowspan="2">241</td><td>1.7</td></tr>
<tr><td>3.50</td><td>3.80</td><td>1.8</td></tr>
<tr><td>3.80</td><td>4.00</td><td>238</td><td>1.9</td></tr>
<tr><td>4.00</td><td>4.50[a]</td><td>225</td><td>2.0</td></tr>
<tr><td rowspan="7">NRLH3</td><td>—</td><td>2.30[a]</td><td>176</td><td rowspan="2">1.5</td></tr>
<tr><td>2.30</td><td>2.60</td><td>169</td></tr>
<tr><td>2.60</td><td>2.90</td><td>166</td><td>1.6</td></tr>
<tr><td>2.90</td><td>3.50</td><td rowspan="2">162</td><td>1.7</td></tr>
<tr><td>3.50</td><td>3.80</td><td>1.8</td></tr>
<tr><td>3.80</td><td>4.00</td><td rowspan="2">159</td><td>1.9</td></tr>
<tr><td>4.00</td><td>4.50[a]</td><td>2.0</td></tr>
<tr><td rowspan="6">NRLH4</td><td>—</td><td>2.60[a]</td><td>169</td><td>1.5</td></tr>
<tr><td>2.60</td><td>2.90</td><td>165</td><td>1.6</td></tr>
<tr><td>2.90</td><td>3.50</td><td rowspan="2">162</td><td>1.7</td></tr>
<tr><td>3.50</td><td>3.80</td><td>1.8</td></tr>
<tr><td>3.80</td><td>4.00</td><td rowspan="2">159</td><td>1.9</td></tr>
<tr><td>4.00</td><td>4.50[a]</td><td>2.0</td></tr>
<tr><td colspan="5">[a] 当单线直径小于2.60 mm或大于4.50 mm时，指标要求由供需双方协商确定。</td></tr>
</table>

6.6 电阻率

耐热铝合金线20 ℃时直流电阻率应不大于表4中所列的数值。

表 4 电阻率

类型	NRLH1	NRLH2	NRLH3	NRLH4
20 ℃时直流电阻率，不大于/($\Omega \cdot mm^2/m$) (导电率，相当于 IACS)	0.028 735 (60.0%)	0.031 347 (55.0%)	0.028 735 (60.0%)	0.029 726 (58.0%)

6.7 耐热性

按表 5 所列持续时间及温度加热后的强度保持率应不小于室温时初始测量值的 90%。

表 5 确认耐热性能的加热持续时间及温度

持续时间	温度	NRLH1	NRLH2	NRLH3	NRLH4
1 h	加热温度/℃	230	230	280	400
	温度公差/℃	$^{+5}_{-3}$	$^{+5}_{-3}$	$^{+5}_{-3}$	$^{+10}_{-6}$
400 h	加热温度/℃	180	180	240	310
	温度公差/℃	$^{+10}_{-6}$	$^{+10}_{-6}$	$^{+10}_{-6}$	$^{+10}_{-6}$

6.8 长度及长度偏差

每盘或每圈线的标称长度及其误差应由供需双方协商决定。

6.9 接头

耐热铝合金线在最后成品拉制前允许有接头。接头应采用电阻对焊、冷压焊或电阻冷墩焊及其他认可的方法制作。这些接头的制作应与良好的生产工艺相一致。如符合下述全部条件，成品耐热铝合金线允许有接头：

a) 每圈耐热铝合金线重不小于 500 kg；

b) 每圈耐热铝合金线中的接头不超过一个；

c) 同一批中，含接头的圈数不得超过总数的 10%；

d) 当用户要求时，供应商应证明接头的抗拉强度不小于 130 MPa；

e) 含接头的成圈耐热铝合金线应有明显的标记。

6.10 卷绕

耐热铝合金线以不超过 60 r/min 的速度，在同等直径的芯棒上卷绕 8 圈不出现断裂。非圆形线的此项检测应在其等效直径的芯棒上进行。

6.11 取样

第 7 章规定的试验用样品应由供应商从任意一批交付的耐热铝合金线中抽取，抽取比例为 10%。当成品数量很多，且供应商证明能够达到或超出要求时，经供需双方协商后样品数量可以减少。

7 检验

7.1 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。

7.2 试验分类

下列试验要求应在每个绞前样品中完成。

7.2.1 型式试验

为了证明某一种线其特性满足指定的性能指标并覆盖本标准,需要对其进行下列项目的型式试验,型式试验仅做一次。型式试验仅在符合7.2.2规定的相关工厂接收试验的成品上进行。这些试验一经完成,除非由于耐热铝合金线的材料、设计或生产工艺发生改变,可能影响性能指标,否则不需重复做。

a) 400 h耐热性;

b) 1 h耐热性。

7.2.2 工厂验收

成品单线应抽样进行下列项目的试验。当购买方对成品单线试验性能提出异议时,可以从成品盘中抽取样品进行试验,试验项目应根据供需双方协商确定。

a) 表面质量;

b) 直径;

c) 抗拉强度;

d) 伸长率;

e) 电阻率;

f) 1 h耐热性;

g) 卷绕性能。

试验结果中任意一项性能不符合本标准要求均应认为以该样品为代表的本批单线不合格,可拒收。如果任何一批单线因此被拒收,供应商有权对该批单线逐盘进行检测,并对其中检测合格的单线提交使用。

7.2.3 例行试验

供应商应对成品单线进行下列试验项目的检测,以证明单线的完整性。试验样品应从10%的成盘单线中获得。

a) 表面质量;

b) 直径;

c) 抗拉强度;

d) 伸长率;

e) 电阻率;

f) 1 h耐热性;

g) 卷绕性能。

试验结果中任意一项性能不符合本标准要求均应认为以该样品为代表的本批单线不合格,可拒收。如果任何一批单线因此被拒收,供应商有权对该批单线逐盘进行检测,并对其中检测合格的单线提交使用。

7.3 试验方法

7.3.1 表面质量

耐热铝合金线表面应光洁,不应有与良好商品不相称的任何缺陷。

7.3.2 直径

耐热铝合金线的直径测量应使用精确到 5/1 000 mm 的千分尺或其他合适的工具,应在同一截面且互相垂直的方向上测量两次,取两次测量值的平均值。

7.3.3 抗拉强度

应选用合适的拉力试验机,拉力值应匀速增加,且拉力试验机夹头的移动速度应为 25 mm/min～100 mm/min。

抗拉强度应由拉断力和加载前的直径求得。

7.3.4 伸长率

伸长率试验应在进行 7.3.3 抗拉强度测试操作中同步完成。

最终伸长率测试应在卸载后的样品上进行。样品应用手工校直,初始标距 250 mm,加载方式与抗拉强度试验相同。样品断裂后,应仔细复位断裂处,并测量标距间距离。

伸长率是以初始标距作为原始长度的伸长百分比。

如果断在标距外,或虽断在标距内且距离标距线≤25 mm,试验无效,应重新进行试验。

7.3.5 电阻率

样品电阻率应按 IEC 60468:1974 规定的方法,在 10 ℃～30 ℃范围内测量。测量电阻应用式(1)校正到 20 ℃时的电阻值:

$$R_{20}=R_T\left[\frac{1}{1+\alpha(T-20)}\right] \qquad \cdots\cdots(1)$$

式中:

R_{20}——20 ℃时的电阻,单位为欧姆(Ω);

R_T——试验温度 T ℃时的电阻,单位为欧姆(Ω);

α ——20 ℃时的电阻温度系数;

T ——试验时的温度,单位为摄氏度(℃)。

20 ℃时的体积电阻率应按照 IEC 60468:1974 规定由 20 ℃时样品的电阻计算。

7.3.6 耐热性

在同一根线上连续截取两根样品。按表 5 要求设定加热容器的持续时间和温度,将其中一根样品放入加热容器,加热后待冷却到室温再测量其强度。另一根样品直接在室温下测量强度。计算加热后剩余强度与加热前初始强度的比值。

7.3.7 卷绕性能

截取一根样品用于进行卷绕试验。以不超过 60 r/min 的速度在同等直径的芯棒上紧密卷绕 8 圈,样品应不断裂。

8 接收或拒收

8.1 试验结果中任意一项性能不符合本标准要求均应认为以该样品为代表的本批单线不合格，可拒收。

8.2 如果任何一批单线因此被拒收，供应商有权对该批单线逐盘进行检测，且仅可检测一次，并对其中检测合格的单线提交使用。

附 录 A
(资料性附录)
铝合金线的耐热性能

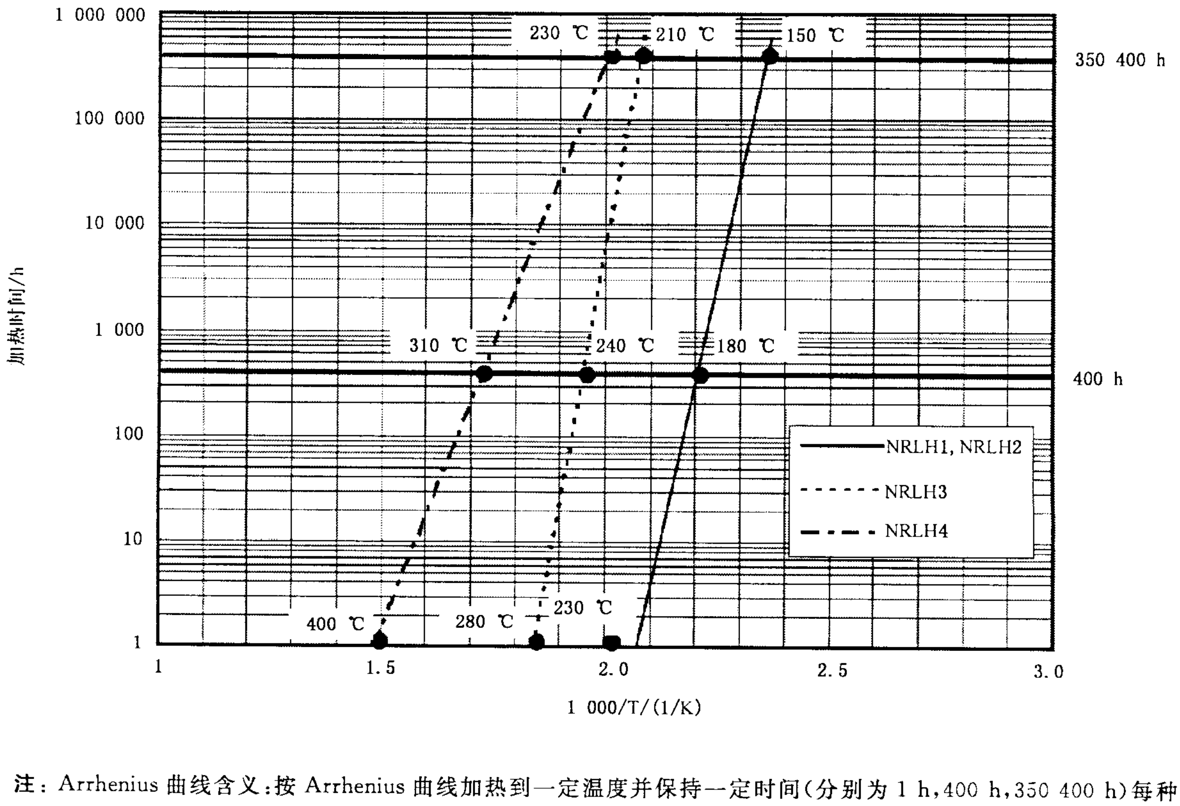
A.1 耐热性

铝合金线的耐热性能指材料在不退火的状态下,经加热保温后,其抗拉强度的变化值。该现象可从试验上由 Arrhenius(阿伦纽斯)曲线描述,对几种典型的铝合金线已经发布。架空导线中通常使用的铝合金线的耐热性能由热容积(温度×持续时间)决定,其等效于经加热后再恢复到室温下的抗拉强度能够维持在初始值的 90%。

本标准中的耐热性能是指铝合金线在高温下保持 400 h 后冷却到室温时的抗拉强度至少能够维持在加热前初始抗拉强度的 90%以上。

A.2 每种铝合金线的耐热性能

图 A.1 为几种已经发布的典型 Arrhenius 曲线描述的几种铝合金线的耐热性能。



注:Arrhenius 曲线含义:按 Arrhenius 曲线加热到一定温度并保持一定时间(分别为 1 h,400 h,350 400 h)每种铝合金线材料能维持初始抗拉强度的 90%以上,即 400 h 的耐热性能可通过较高温度在短时间内得到证实(Arrhenius 曲线中 1 h 的定义)。同理,若上述的直线被延伸到更低的温度,可以推算出使用 40 年时初始抗拉强度能维持在 90%的温度。

图 A.1 Arrhenius 曲线(90%强度保持率)

A.3 各种耐热铝合金线的连续运行温度

表 1 为从 Arrhenius 曲线得出的各种耐热铝合金单线的持续运行温度。实际上持续运行的时间应为 36 年,在本标准中简化为 350 400 h,即 40 年。

A.4 证实耐热性的加热温度

为了证实铝合金线的耐热性,选择表 5 中所列的温度和持续时间,以便于实现:

a) 试验可在更短的持续时间内进行;

b) 消除工艺影响,即在更高温度下,不改变金属属性,保持材料的耐热性;

c) 结果没有较大的离散性。

1 h 和 400 h 的允许温度与 40 年周期内的允许温度的对应关系已被证实,并表示在图 A.1 中。

附 录 NA
（资料性附录）
本标准规定的产品型号与 IEC 62004:2007 规定的产品型号的对应情况

表 NA.1 列出了本标准规定的产品型号与 IEC 62004:2007 Ed.1.0 规定的产品型号的对应情况。

表 NA.1 本标准规定的产品型号与 IEC 62004:2007 Ed.1.0 规定的产品型号对照情况

本标准中的型号	IEC 62004:2007 Ed.1.0 中的型号
NRLH1	AT1
NRLH2	AT2
NRLH3	AT3
NRLH4	AT4

GB/T 30551—2014/IEC 62004:2007

中 华 人 民 共 和 国
国 家 标 准
架空绞线用耐热铝合金线
GB/T 30551—2014/IEC 62004:2007
*
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(100029)
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 字数 20 千字
2014年7月第一版 2014年7月第一次印刷
*
书号:155066·1-49462 定价 18.00 元

GB/T 30551-2014