

TB

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3111—2005

电气化铁道用铜及铜合金绞线

Stranded Copper and Copper-Alloy Conductors 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

郑州市华威金属材料有限公司

www.zzcables.com

目 次

前 言	II
引 言	III
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	2
5 技术要求	3
6 检验规则、试验方法及验收	6
7 包装及标志	8
8 储 运	8
附录 A (资料性附录)载流量计算值、计算参数及物理参数	9

TB/T 3111—2005

前 言

本标准对应于德国 DIN48201 Teil 1:1981《输电绞线用单线 铜绞线》、DIN48201 Teil 2:1981《输电绞线 铜合金(Bz)绞线》。本标准与上述参照标准的主要差异如下:

——将一些适用于国外标准的表述改为适用于我国标准的表述;

——文本结构、名词术语和型号命名等参照了 GB/T 1179—1999《圆线同心绞架空导线》的有关内容和规定;

——参照了 DIN48200 Teil 1:1981《输电绞线用单线 铜线》、DIN48200 Teil 2:1981《输电绞线用单线 铜合金(Bz)线》、DIN48203 Teil 1:1984《输电用铜单线和绞线 供货技术条件》、DIN48203 Teil 2:1984《输电用铜合金(Bz)单线和绞线 供货技术条件》和 DIN43138:1980《接触网和回馈线用柔性绞线》的相关内容,将铜、铜合金单线和绞线的内容归纳在本标准中;

——增加了铜及铜合金绞线的振动试验、疲劳试验;

——制订了铜及铜合金绞线的检验规则。

本标准编订过程中还参考了英国标准 BS 2755:1977《用于架空电气牵引系统铜和铜镉绞线》、美国材料与试验协会标准 ASTM B—99《同心层绞硬 半硬、软铜绞线》、法国标准 NF C34—110:1980《架空线路用裸导线 铜绞线及单线和青铜绞线及单线》、前苏联标准 ГОСТ839—74《输电线路用裸绞线》、日本标准 JIS C 3105—1994《硬铜绞线》。

本标准的附录 A 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、河北邢台电缆有限责任公司、江阴市电工合金有限公司、上海康成铜材有限公司。

本标准主要起草人:任兴堂、杨广英、张强、贾志洋、孟广济、冯岳军、宋卫星。

本标准首次发布。

引 言

本标准涉及的铜及铜合金绞线仅限于在电气化铁道中使用的电线电缆行业绞线产品中的部分产品。它们有多种规格和绞合型式。根据在电气化铁道接触网使用的部位和功能的不同,它们又都有对应的铁道专业名词,如承力索、辅助承力索、横向承力索、上部定位绳、下部定位绳、中心锚结绳、弹性吊索、吊弦等。本标准侧重于对其技术参数和技术性能的要求,为表述方便并与电线电缆行业产品名称一致,一律使用“绞线”而不使用上述的铁道专业名词。接触网中作电连接线用的软铜绞线在电线电缆行业为通用产品,不列入本标准的范围之内。

郑州市华威金属材料有限公司
www.zzcables.com

电气化铁道用铜及铜合金绞线

1 范 围

本标准规定了电气化铁道用圆线同心层绞、复绞铜及铜合金绞线的术语和定义、产品分类、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悬挂结构用的各种型号和规格的铜及铜合金绞线。
城市轨道交通架空接触网用的铜及铜合金绞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 2829—2002 周期检验计数抽样程序及表(适用于对过程稳定性的检验)

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 3953—1983 电工圆铜线

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 8170—1987 数值修约规则

JB/T 8137—1999 电线电缆交货盘

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

绞线 **stranded conductor**

传输电流并(或)承受一定张力的材料,由多根非绝缘单线或股线绞合在一起制成。

3.2

同心层绞绞线 **concentric-lay-stranded conductor**

在一根中心线周围螺旋绞上一层或多层单线组成的导线,其相邻层绞向相反。

3.3

复绞绞线 **multiple stranded conductor**

若干个线组以一层或多个螺旋层绞合在一起形成的导体,每个线组中的单线可以束合,也可以绞合。

3.4

绞向 **direction of lay**

一层单线或股线的扭绞方向,即从离开观察者的运动方向。右向为顺时针方向,左向为逆时针方向。另一种定义:右向即当绞线垂直放置时,单线或股线符合英文字母 Z 中间部分的方向;左向即当绞

TB/T 3111—2005

线垂直放置时,单线符合英文字母 S 中间部分的方向。

3.5

节距 length of lay

绞线中的一根单线或股线形成一个完整螺旋的轴向长度。

3.6

节径比 lay ratio

绞线中单线或股线的节距与该层的外径之比。

3.7

单线 single conducting wire

具有规定圆截面的拉制金属线。

3.8

同心股线 concentric strand

复绞绞线中的一个元件,每个元件由一组同心绞合的单线构成。

3.9

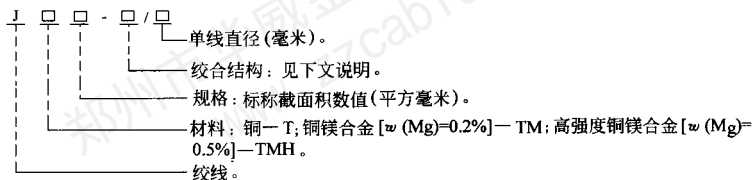
束合股线 bunched strand

复绞绞线中的一个元件,每个元件的单线以螺旋形同向同节距绞合在一起,但不分层。

4 产品分类

4.1 型 号

铜及铜合金绞线按铜及其合金元素不同含量分类,各类中按截面积分又有不同规格。产品型号用下列形式表示。



绞线的绞合结构对于

——同心层绞,用“1×构成绞线的单线根数”表示;

——复绞,用构成绞线的股线数和构成股线的单线根数表示,中间用“×”分开;复绞的股层间用“+”分开,并用圆括号括起(本标准中股线结构相同),前者为内层,后者为外层。

示例 1: 标称截面积为 150mm²、单线 37 根、单线直径 2.25mm 的铜镁合金 [w(Mg)=0.2%] 绞线(同心层绞)表示为 JTM150—1×37/2.25 TB/T 3111—2005;

示例 2: 标称截面积为 120mm²、单线 19 根、单线直径 2.8mm 的铜绞线(同心层绞)表示为 JT120—1×19/2.8 TB/T 3111—2005;

示例 3: 标称截面积为 50mm²、单线 7 根、单线直径 3.0mm 的高强度铜镁合金 [w(Mg)=0.5%] 绞线(同心层绞)表示为 JTMH50—1×7/3.0 TB/T 3111—2005;

示例 4: 标称截面积为 10mm²、股线 7 股、每股单线 7 根、单线直径 0.5mm 的高强度铜镁合金 [w(Mg)=0.5%] 绞线(复绞)表示为 JTMH10—7×7/0.5 TB/T 3111—2005;

示例 5: 标称截面积为 16mm²、股线 7 股、每股单线 7 根、单线直径 0.65mm 的高强度铜镁合金 [w(Mg)=0.5%] 绞线(复绞)表示为 JTMH16—7×7/0.65 TB/T 3111—2005;

示例 6: 标称截面积为 16mm²、股线 12(即 3+9)股、每股单线 7 根、单线直径 0.5mm 的高强度铜镁合金 [w(Mg)=0.5%] 绞线(复绞)表示为 JTMH16—(3+9)×7/0.5 TB/T 3111—2005。

4.2 标 记

产品标记以规格、绞合结构、材料名称、“绞线”型号及本标准号组成。

示例:(120 平方毫米)单线 19 根、单线直径 2.80 mm、同心层绞高强度铜镁合金绞线 JTMH120—1×19/2.80 TB/T 3111—2005。

5 技术要求

5.1 材 料

铜绞线用单线应采用 GB/T 3953—1983 中的 TYT 型特硬圆铜线制造。

铜合金绞线所用铜合金化学主要成分范围见表 1。

表 1 铜合金化学主要成分

%

材料代号	w(Cu)	w(Mg)	其他杂质总和,不大于
TM	余量	0.1~0.3	0.30
TMH	余量	0.3~0.5	0.30

5.2 规格、尺寸及性能

5.2.1 铜及铜合金绞线的规格尺寸及性能见表 2。

表 2 规格、结构、尺寸及性能

型号	截面积 mm ²		计算 外径 mm	结 构	单线 直径 mm	单 线			绞线(计算值)		
	标称	计算				抗拉强度 MPa 不小于		伸长率 % 不小于	拉断力 kN 不小于	直流电阻 20℃ Ω/km 不小于	单位质量 kg/km
						绞前	绞后				
JT	70	65.81	10.5	1×19	2.10	439	417	0.7	27.45	0.275	599
JT	95	93.27	12.5	1×19	2.50	435	413	0.8	38.54	0.194	849
JT	120	116.99	14.0	1×19	2.80	432	410	0.9	48.01	0.155	1065
JT	150	148.07	15.8	1×19	3.15	428	407	1.0	60.21	0.122	1347
JT	150	147.11	15.8	1×37	2.25	438	416	0.8	61.21	0.123	1342
JTM	10	9.62	4.5	7×7	0.50	520	494	—	4.75	2.437	90
JTM	16	16.26	5.9	7×7	0.65	520	494	—	8.03	1.442	152
JTM	16	16.49	6.2	(3+9)×7	0.50	520	494	—	8.15	1.433	156
JTM	25	24.25	6.3	1×7	2.10	520	494	—	11.98	0.936	220
JTM	35	34.36	7.5	1×7	2.50	520	494	—	16.97	0.660	311
JTM	50	49.48	9.0	1×7	3.00	520	494	—	24.44	0.459	448
JTM	50	48.35	9.0	1×19	1.80	520	494	—	23.88	0.472	440
JTM	70	65.81	10.5	1×19	2.10	520	494	—	32.51	0.346	599
JTM	95	93.27	12.5	1×19	2.50	520	494	—	46.08	0.244	849
JTM	120	116.99	14.0	1×19	2.80	520	494	—	57.79	0.195	1065
JTM	150	147.11	15.8	1×37	2.25	520	494	—	72.67	0.155	1342
JTMH	10	9.62	4.5	7×7	0.50	620	589	—	5.67	3.023	90
JTMH	16	16.26	5.9	7×7	0.65	620	589	—	9.58	1.788	152
JTMH	16	16.49	6.2	(3+9)×7	0.50	620	589	—	9.71	1.778	156
JTMH	25	24.25	6.3	1×7	2.10	618	587	—	14.24	1.161	220

TB/T 3111—2005

表 2(续)

型号	截面积 mm ²		计算 外径 mm	结 构	单线 直径 mm	单 线			绞线(计算值)		
	标称	计算				抗拉强度 MPa 不小于		伸长率 % 不小于	拉断力 kN 不小于	直流电阻 20℃ Ω/km 不小于	单位质量 kg/km
						绞前	绞后				
JTMH	35	34.36	7.5	1×7	2.50	618	587	—	20.17	0.819	311
JTMH	50	47.48	9.0	1×7	3.00	608	578	—	28.58	0.569	448
JTMH	50	48.35	9.0	1×19	1.80	618	587	—	28.39	0.585	440
JTMH	70	65.81	10.5	1×19	2.10	618	587	—	38.64	0.430	599
JTMH	95	93.27	12.5	1×19	2.50	618	587	—	54.76	0.303	849
JTMH	120	116.99	14.0	1×19	2.80	608	578	—	67.57	0.242	1065
JTMH	150	147.11	15.8	1×37	2.25	618	587	—	86.37	0.193	1342

单线直径偏差对于 JT 型为 ±1% 单线直径, JTM10、JTMH10、JTM16、JTMH16 型为 ±0.03 mm, JTM25~JTM150 型、JTMH25~JTMH150 型为 ±0.05 mm;
位伸试验试样标距: 单线为 250 mm; 绞线为不小于 5 m。试验时, 夹具移动速度 20 mm/min~30 mm/min。

5.2.2 振动试验

长度为 6 m 的试样, 在本条规定张力条件下, 经受振幅 35 mm、频率 2 Hz~4 Hz、 2×10^6 次的振动试验(波形为正弦波)后, 应无断股。试验额定张力(试验时应考虑接触网张力增量系数; 对于 10 kN、15 kN 为 1.10, 20 kN 为 1.05):

- 1.5 kN 适用的绞线型号为: JTM10、JTM16、JTMH10、JTMH16;
- 2.8 kN 适用的绞线型号为: JTM25、JTMH25;
- 3.5 kN 适用的绞线型号为: JTM35、JTMH35;
- 10 kN 适用的绞线型号为: JT70、JTM50、JTMH50;
- 15 kN 适用的绞线型号为: JT95、JT120、JTM70、JTM95、JTM120、JTMH70、JTMH95;
- 20 kN 适用的绞线型号为: JT150、JTM150、JTMH120、JTMH150。

5.2.3 轴向疲劳试验

经受振动试验后长度为 6 m 的试样, 在 5.2.2 条规定额定张力条件下, 经受张力幅为 30% 规定张力、频率 1 Hz~3 Hz、 5×10^5 次的轴向疲劳试验(波形为正弦波)后, 测其拉断力, 其值应不小于表 2 中规定值的 90%。

5.2.4 用整体拉伸试验方法得到的绞线(各型同心层绞)的拉断力应不小于表 2 规定值的 95%。

5.2.5 绞线(各型同心层绞)的拉断力, 按测试从绞线上取下矫直后的单线的强度, 然后按下式计算出绞线的拉断力 P , 其结果应不小于表 2 规定值的 95%。

$$P = n(R_m \cdot S) \quad \text{kN} \quad (1)$$

式中:

S ——实测的单线平均截面积, 单位为平方毫米(mm²);

R_m ——实测的单线平均抗拉强度, 单位为兆帕(MPa);

n ——单线根数。

5.2.6 绞线拉断力可用 5.2.4 条或 5.2.5 条方法测得。其中任一结果不合格, 该产品即为不合格。

5.2.7 JTM0、JTM16、JTMH10、JTMH16 型绞线拉断力值不要求检验。如用户与制造厂协商同意, 可进行绞线的整体拉断力试验, 试验结果应不小于表 2 值的 90%。

5.2.8 扭转试验: 绞线的单线应能经受标距为自身直径 100 倍长度的单向扭转 20 次不断裂。

5.2.9 反复弯曲试验: 绞线的直径大于 1.0 mm 的单线应能经受 12 次反复弯曲不产生裂纹(单线直径

为 1.8 mm 时,弯曲半径为 5.0 mm ± 0.1 mm;单线直径为大于 2.0 mm 至 3.0 mm 时,弯曲半径为 7.5 mm ± 0.1 mm;单线直径为 3.15 mm 时,弯曲半径为 10.0 mm ± 0.1 mm)。

5.2.10 缠绕试验:绞线的单线在与其直径相同的芯轴上紧密卷绕 8 圈,应无裂纹、起皮和开裂。

5.2.11 铜及铜合金单线 20℃ 时的电阻率:

- 铜:不大于 0.01777 Ωmm²/m,
- 铜镁合金 [w(Mg)=0.2%]:不大于 0.02240 Ωmm²/m,
- 高强度铜镁合金 [w(Mg)=0.5%]:不大于 0.02778 Ωmm²/m。

5.3 表面及卷取

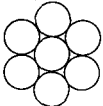

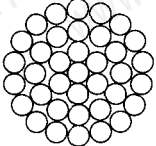
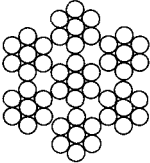
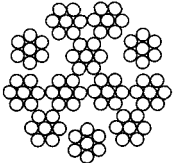
5.3.1 单线及绞线表面应光洁,不应有肉眼(正常视力或矫正视力)可见的缺陷,例如明显的划痕、压痕等。

5.3.2 成品绞线应整齐紧密地卷绕在线盘上,不得有交叉、跳线和匝间空隙,绞线两端头应牢固固定在线盘侧板上。

5.4 绞制

5.4.1 各种型号绞线的典型结构如表 3 所示。

表 3 各种绞线的典型结构

序号	断面图	结构
1		1×7
2		1×19
3		1×37
4		7×7
5		(3+9)×7

TB/T 3111—2005

5.4.2 绞线各相邻层的绞向应相反,最外层绞向为向右。

5.4.3 绞线的绞合节径比应符合表4的规定。任一绞层的节径比应不大于相邻内层的节径比。

表 4 绞合节径比

类 型		节径比
复绞	股线的单线根数 7	6 根层 8~10
	股线数 7	6 股层 8~14
	股线数 12	3 股层 9 股层 10~16 10~14
同心层绞	单线根数 7	6 根层 10~14
	单线根数 19	6 根层 12 根层 10~16 10~14
		6 根层 12 根层 10~17 10~16
	单线根数 37	18 根层 10~14

5.4.4 每层单线或股线应均匀紧密地绞合在下层中心线芯或内绞层上,不应有断股、缺股和跳线。绞合后所有单线或股线应自然地处于各自位置,当切断时,各单线或股线端部应保持原位或容易用手复位。

5.5 接 头

5.5.1 绞制过程中,单线根数为 7 根的绞线,单线不允许有接头。

5.5.2 绞制过程中,单线根数大于或等于 19 根的绞线,单线允许有接头。在同一单线或整根绞线中,任何两个接头间的距离,各内层不小于 15m,最外层不小于 200m,但接头总数不应超过 3 个。

5.5.3 绞制过程中,单线的接头应采用冷压焊。焊后接头处应修磨圆整,使其直径等于原单线直径,而且不应弯折。

5.6 制造长度

5.6.1 绞线制造长度应符合合同要求,其偏差范围为 $0\text{m} \sim +30\text{m}$ 。

5.6.2 按质量交货时,实际交货质量按表 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和折算质量的 103%。

6 检验规则、试验方法及验收

6.1 产品需经制造工厂检验部门检验合格后方可出厂。

6.2 检验规则及试验方法如表5所示。

6.3 试验类型分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,一般应进行型式检验:

- 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。

6.4 每批产品交货时,应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。

6.4.1 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—2002 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, 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 $[1, 2]$ 。

6.4.2 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。

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

表 5 检验规则及试验方法

序号	检验项目	技术要求	不合格类别	试验类型		试验方法
				型式试验	出厂试验	
1	外观、卷取	本标准 5.3	B	✓	✓	正常目力
2	绞合结构	本标准 5.4.1	B	✓	✓	正常目力
3	绞合绞向	本标准 5.4.2	B	✓	✓	正常目力
4	绞合节径比	本标准 5.4.3	B	✓	✓	划印法
5	绞合质量	本标准 5.4.4	B	✓	✓	正常目力
6	单线直径	本标准表 3	B	✓	✓	GB/T 4909.2—1985
7	绞线拉断力	本标准表 3	A	✓		整体拉伸或按本标准 5.2.5
8	单线绞后抗拉强度	本标准表 3	A	✓	✓	GB/T 4909.3—1985
9	单线电阻率	本标准 5.2.11	A	✓	✓	GB/T 3048.2—1994
10	绞线直流电阻	本标准表 3	A	✓	✓	按表 A.2 中绞合常数计算
11	振动试验	本标准 5.2.2	A	✓		本标准 5.2.2
12	轴向疲劳	本标准 5.2.3	A	✓		本标准 5.2.3
13	扭转试验	本标准 5.2.8	A	✓	✓	GB/T 4909.4—1985
14	反复弯曲试验	本标准 5.2.9	A	✓	✓	GB/T 4909.5—1985
15	缠绕试验	本标准 5.2.10	B	✓	✓	GB/T 4909.7—1985
16	制造长度	本标准 5.6	B		✓	计米器测量
17	载流量	—	—	✓		室内试验

表 6 数值修约间隔

项 目	单 位	数值修约间隔
直径: 单线	mm	10^{-2}
绞线	mm	10^{-1}
截面积: 单线	mm ²	10^{-2}
绞线	mm ²	10^{-2}
抗拉强度	MPa	1
拉断力	kN	10^{-2}
延伸率	%	10^{-1}
电阻率	$\Omega\text{mm}^2/\text{m}$	10^{-5}
直流电阻	Ω/km	10^{-3}
制造长度	m	1
交货质量	kg	1

TB/T 3111—2005

7 包装及标志

7.1 线 盘

用于交货的线盘可以是木盘或钢木盘,其技术性能应符合 JB/T 8137—1999 的要求,并应保证绞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。对于截面积 50 mm^2 及以上规格的绞线线盘的外径 $d_1 \leq 1800\text{ mm}$,外宽 $L_1 \leq 1400\text{ mm}$,轴孔直径 $d_3 = 80\text{ mm}$ 。筒体直径 d_2 不应小于 900 mm (例如 $\phi 1400/\phi 900 \times 950$)。对于截面积 35 mm^2 及以下规格的绞线应使用木线盘,可以使用较小的规格(例如 $\phi 710/\phi 400 \times 560$),但应符合 JB/T 8137—1999 的规定。

7.2 包 装

7.2.1 绞线应卷绕在符合 7.1 条规定的线盘上交货。

7.2.2 绞线的里端应伸出线盘侧板,并固定在外侧;绞线的外端应固定在线盘内侧。最外层绞线距线盘侧板外缘的径向距离应不小于 50 mm 。成盘的绞线外面应包覆防潮、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。

7.2.3 对于标称截面积 50 mm^2 及以上规格的绞线,一个线盘只允许卷绕一根绞线;除非合同中注明,对于 35 mm^2 及以下规格的绞线,一个线盘只允许卷绕一根绞线,超过一根时,根数及每根长度应在该线盘外侧有明显标记,并在交货文件中作详细说明。

7.2.4 每盘绞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(如有一根以上绞线时应按 7.2.3 条要求);
- f) 毛重及净重(kg);
- g) 出厂编号及生产日期(年、月、日);
- h) 绞线放线方向的箭头。

7.3 每盘绞线应附有随带文件:

- 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(如有一根以上绞线时应按 7.2.3 条要求说明)、净重。

8 储 运

8.1 运输中严禁从高处抛下装有绞线的线盘,不允许机械损伤产品表面。

8.2 线盘不允许平放及以平放方式吊装及运输,以防线盘损坏及绞线排序混乱。

8.3 线盘滚动方向应与放线箭头方向相反。

附录 A
(资料性附录)
载流量计算值、计算参数及物理参数

A1 绞线载流量计算值

绞线的载流量计算值如表 A.1 所示。

表 A.1 绞线载流量计算值

单位为安

型 号	结 构	允许最高工作温度 ℃	
		95	150
JT70	19/2.10	350	—
JT95	19/2.50	435	—
JT120	19/2.80	505	—
JT150	19/3.15	585	—
JT150	37/2.25	580	—
JTM10	7×7/0.50	95	130
JTM16	7×7/0.65	130	180
JTM16	(3+9)×7/0.50	135	180
JTM25	7/2.10	165	225
JTM35	7/2.50	205	280
JTM50	7/3.00	260	350
JTM50	19/1.80	255	350
JTM70	19/2.10	310	420
JTM95	19/2.50	385	525
JTM120	19/2.80	445	610
JTM150	37/2.25	515	705
JTMH10	7×7/0.50	85	115
JTMH16	7×7/0.65	120	160
JTMH16	(3+9)×7/0.50	120	160
JTMH25	7/2.10	150	200
JTMH35	7/2.50	185	250
JTMH50	7/3.00	235	315
JTMH50	19/1.80	230	310
JTMH70	19/2.10	280	380
JTMH95	19/2.50	345	475
JTMH120	19/2.80	400	545
JTMH150	37/2.25	465	635

注:1. JTM型和JTMH型绞线在95℃栏内的载流量值为该给定工作温度下的计算值;
注:2. 载流量计算条件为环境温度40℃、风速0.5m/s、日照强度1000W/m²。

TB/T 3111—2005

A.2 单线的物理参数

计算时,铜及铜合金单线的物理参数应取表 A.2 所列值。

表 A.2 铜及铜合金单线的物理参数

物理参数	取值
密度 20℃ (g/cm ³)	8.94
杨氏模量(GPa)	120
线膨胀系数(1/K)	17×10 ⁻⁶
电阻温度系数(1/K)	铜单线 0.00381 铜镁合金单线 0.00400

A.3 绞线的物理参数和计算参数

表 A.3 铜及铜合金绞线(同心层绞)的物理参数和计算参数

单线根数	绞合常数		弹性模量 GPa	线膨胀系数 1/K
	质量	电阻		
7	7.091	0.1447	113	17×10 ⁻⁶
19	19.340	0.05357	105	17×10 ⁻⁶
37	37.740	0.02757	105	17×10 ⁻⁶
7×7	51.292	0.02136	—	17×10 ⁻⁶
(3+9)×7	88.648	0.01256	—	17×10 ⁻⁶

注:绞合常数为单位长度绞线中螺旋单线与等长于绞线长度的同截面积直单线相比的质量或直流电阻的增量计算系数。用一根单线的质量或直流电阻值乘以相应的绞合常数即可得出该绞线整体的质量或直流电阻值。