

中华人民共和国铁道行业标准

TB/T 3111—202×
代替TB/T 3111—2017, TB/T 2937—1998, TB/T 2938—1998

电气化铁路接触网线缆 绞线

Cable for electrified railway catenary—Stranded conductor

(征求意见稿)

2024-08-31

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上。

202×-××-××发布

202×-××-××实施

国家铁路局 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 铜及铜合金绞线	2
5 铝包钢芯铝绞线	7
6 试验方法	10
7 检验规则	12
8 包装及标志	14
9 储运	15

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件代替 TB/T 3111—2017《电气化铁路用铜及铜合金绞线》、TB/T 2937—1998《电气化铁道铝包钢芯铝绞线》和 TB/T 2938—1998《电气化铁道铝包钢绞线》。本文件合并修订了 TB/T 3111—2017、TB/T 2937—1998 和 TB/T 2938—1998，与上述文件相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

- a) 更改了铜及铜合金绞线规格（见表 2，TB/T 3111—2017 的表 2）；
- b) 更改了铜镁合金绞线品种（见表 3，TB/T 3111—2017 的表 3）；
- c) 增加了铜铬锆合金绞线品种（见表 3）；
- d) 更改了室内载流量技术要求（见表 3，TB/T 3111—2017 的表 7）；
- e) 更改了铜及铜合金绞线的振动、疲劳试验要求，增加了推荐试验张力（见 4.4.3，TB/T 3111—2017 的 6.3）；
- f) 更改了铜及铜合金绞线的接头要求（见 4.6，TB/T 3111—2017 的 6.6）；
- g) 更改了铝包钢芯铝绞线品种（见表 9，1998 年版的表 1）；
- h) 更改了铝包钢芯铝绞线技术参数（见表 10，TB/T 2937—1998 的表 1）；
- i) 更改了铝包钢绞线技术参数（见表 12，TB/T 2937—1998 的表 2）；
- j) 更改了铝包钢芯铝绞线的接头要求（见 5.6，TB/T 2937—1998 的 4.4.3）；
- k) 增加了铝包钢芯铝绞线的外观质量、绞线外径及绞合节径比测量、单线直径、载流量试验方法（见 6.1、6.2、6.3、6.10）；
- l) 更改了铝包钢芯铝绞线的拉断力、单线抗拉强度及伸长率测量、单线扭转、单线卷绕试验方法（见 6.4、6.6、6.7、6.9，TB/T 2937—1998 的 5.2.3、5.2.4、5.2.5、5.2.6）；
- m) 更改了铜及铜合金绞线的振动、疲劳试验方法（见 6.11，TB/T 3111—2017 的 7.11）；
- n) 更改了绞线的检验规则（见第 7 章，TB/T 3111—2017 的第 8 章和 TB/T 2937—1998 的 5.1、5.2）；
- o) 删除了铝包钢绞线的要求（见 TB/T 2938—1998 的第 4 章、第 5 章、第 6 章、第 7 章）。

本文件由铁路行业电气设备与系统标准化技术委员会牵引供电分技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所、中铁电化局集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、中铁工程设计咨询集团有限公司、江阴电工合金股份有限公司、河北晶辉电工有限公司、江苏亨通电力智网科技有限公司。

本文件主要起草人：杨才智、潘利科、周阳、陈立明、徐超、林云志、李卓雅、王爱竞、卞方宏、黄玉芬、支月鹏。

本文件所代替标准的历次版本发布情况为：

- 2005 年首次发布为 TB/T 3111—2005，2017 年第一次修订，本次为第二次修订；
- TB/T 2937，1998 年首次发布；
- TB/T 2938，1998 年首次发布。

电气化铁路接触网线缆 绞线

1 范围

本文件规定了电气化铁路接触网用铜及铜合金绞线、铝包钢芯铝绞线的产品分类、标记、材料、技术要求、试验方法、检验规则、包装及标志和储运。

本文件适用于电气化铁路接触网悬挂用的铜及铜合金绞线、铝包钢芯铝绞线的设计、制造、检验。

城市轨道交通及工矿企业架空接触网用的绞线也可参照使用本文件。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；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 467—2010 阴极铜

GB/T 1179—2017 圆线同心绞架空导线

GB/T 3048.2 电线电缆电性能试验方法 第2部分：金属材料电阻率试验

GB/T 3048.4 电线电缆电性能试验方法 第4部分：导体直流电阻试验

GB/T 4909.2 裸电线试验方法 第2部分：尺寸测量

GB/T 4909.4 裸电线试验方法 第4部分：扭转试验

GB/T 4909.5 裸电线试验方法 第5部分：弯曲试验——反复弯曲

GB/T 4909.7 裸电线试验方法 第7部分：卷绕试验

GB/T 5121.3 铜及铜合金化学分析方法 第3部分：铅含量的测定

GB/T 5121.6 铜及铜合金化学分析方法 第6部分：铋含量的测定

GB/T 5121.8 铜及铜合金化学分析方法 第8部分：氧含量的测定

GB/T 5121.18 铜及铜合金化学分析方法 第18部分：镁含量的测定

GB/T 5121.27 铜及铜合金化学分析方法 第27部分：电感耦合等离子体原子发射光谱法

GB/T 17048—2017 架空绞线用硬铝线

GB/T 17937—2024 电工用铝包钢线

TB/T 2074 电气化铁路接触网零部件试验方法

TB/T 2075.5 电气化铁路接触网零部件 第5部分：终端锚固线夹

TB 10009—2016 铁路电力牵引供电设计规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

绞线 **stranded conductor**

一种由多根单线或股线绞合制成，用于传输电流并（或）承受一定张力的材料。

3.2

同心层绞线 concentric-lay-stranded conductor

在一根中心线周围螺旋绞上一层或相邻层绞向相反的多层单线组成的导线。

3.3

复绞线 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。

注：每个线组中的单线可以束合，也可以绞合。

3.4

绞向 direction of lay

从离开观察者的运动方向一层单线或股线的扭绞方向。

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

复绞线中的一个元件。

注：每个元件由一组同心绞合的单线构成。

3.9

束合股线 bunched strand

复绞线中每个元件的单线以螺旋形同向同节距绞合在一起，但不分层的一个元件。

3.10

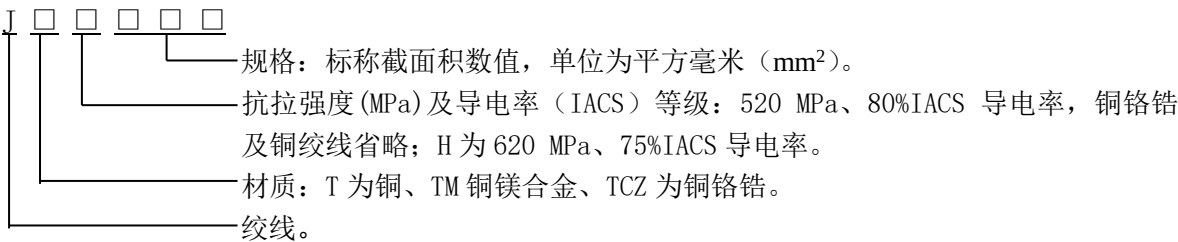
钢比 steel ratio

以百分比表示的钢横截面积与铝横截面积之比。

4 铜及铜合金绞线

4.1 分类及型号

铜及铜合金绞线按铜及其合金元素类别、抗拉强度等级分类，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。



4.2 标记

产品标记由型号、短横线、绞合结构、“/”、单线直径、一个空格及本标准号组成。

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“1×构成股线的单线根数”和股数(股层间用“+”分开，并用圆括号括起，前者为内层，后者为外层)表示，中间用“×”分开。

示例 1：标称截面积为 70mm²、单线 19 根、单线直径 2.10mm、抗拉强度为 430MPa 的铜绞线（同心层绞）表示为 JT70—1×19 / 2.10 TB / T 3111—202×；

示例 2：标称截面积为 150mm²、单线 37 根、单线直径 2.25mm、抗拉强度为 520MPa 的铜镁合金绞线（同心层绞）表示为 JTM150—1×37 / 2.25 TB / T 3111—202×；

示例 3：标称截面积为 95mm²、单线 19 根、单线直径 2.50mm、抗拉强度 620MPa、导电率为 75%的铜镁合金绞线（同心层绞）表示为 JTMH95—1×19 / 2.50 TB / T 3111—202×；

示例 4：标称截面积为 10mm²、每股单线 7 根、股线数 7 股、单线直径 0.50mm、抗拉强度 620MPa、导电率为 75%的铜镁合金绞线（复绞）表示为 JTMH10—1×7×(1+6) / 0.50 TB / T 3111—202×；

示例 5：标称截面积为 16mm²、每股单线 7 根、股线数 12（即 3+9）股、单线直径 0.50mm、抗拉强度为 520MPa 的铜镁合金绞线（复绞）表示为 JTM16—1×7×(3+9) / 0.50 TB / T 3111—202×。

示例 6：标称截面积为 120mm²、单线 37 根、单线直径 2.03mm、抗拉强度为 520MPa 的铜铬锆合金绞线（同心层绞）表示为 JTCZ120—1×37 / 2.03 TB / T 3111—202×。

4.3 材料

铜及铜合金绞线用铜应采用不低于GB / T 467—2010中的标准阴极铜（Cu-CATH-2）制造。
各种型号铜及铜合金绞线的化学成分范围应符合表1的规定。

表1 化学成分

绞线类别	ω (Cu)	ω (Mg)	ω (Cr)	ω (Zr)	ω (Bi)	ω (O)	ω (Pb)	其他元素总和
JT	≥99.90%	—	—	—	≤0.0005%	≤0.0300%	≤0.0050%	≤0.03%
JTM	余量	0.05%~0.20%	—	—	—	—	—	≤0.10%
JTMH	余量	0.15%~0.50%	—	—	—	—	—	≤0.10%
JTCZ	余量	—	0.20%~1.00%	0.02%~0.20%	—	—	—	≤0.10%
注：“—”表示该类别绞线不涉及此元素的化学成分。								

4.4 技术要求

4.4.1 规格及尺寸要求

铜及铜合金绞线的规格、结构、尺寸、绞线外径、单线直径及偏差应符合表2的规定，绞线单位质量见表2。

表 2 规格、结构、尺寸及偏差

绞线规格	结构	计算截面积 mm ²	绞线外径及偏差 mm	单线直径及偏差 mm	单位质量 kg/km
10	1×7×(1+6)	9.62	4.50±0.09	0.50±0.02	90
16	1×7×(1+6)	16.26	5.85±0.09	0.65±0.02	151
16	1×7×(3+9)	16.49	6.23±0.09	0.50±0.02	154

表 2 规格、结构、尺寸及偏差（续）

绞线规格	结构	计算截面积 mm ²	绞线外径及偏差 mm	单线直径及偏差 mm	单位质量 kg/km
25	1×7	24.25	6.30±0.06	2.10±0.02	218
35	1×7	34.36	7.50±0.06	2.50±0.02	309
50	1×7	49.48	9.00±0.09	3.00±0.03	446
50	1×19	48.35	9.00±0.10	1.80±0.02	438
70	1×19	65.81	10.50±0.10	2.10±0.02	596
95	1×19	93.27	12.50±0.10	2.50±0.02	844
120	1×19	116.99	14.00±0.14	2.80±0.03	1059
120	1×37	119.75	14.21±0.14	2.03±0.02	1092
150	1×37	147.12	15.75±0.15	2.25±0.02	1334

4.4.2 常规机电性能要求

成品铜及铜合金绞线的直流电阻应符合表3的规定。

做整体拉伸试验得到的绞线拉断力应大于或等于表3中的绞线拉断力标称值；用TB/T 2075.5终端锚固线夹做拉断力试验时，拉断力应大于或等于表3中的绞线拉断力标称值的95%。

绞线用于吊弦线时需进行绞线反复弯曲试验，绞线出现断丝及断股次数应符合表3的规定。

载流量试验包括持续载流量和20min过载载流量试验，室内载流量值应符合表3的规定，室外载流量见表3。

表 3 铜及铜合金绞线机电性能

型 号	结 构	拉断力 kN	直流电阻 20℃ Ω/km	反复弯曲 次数		持续载流量 A			
						95 ℃		150 ℃	
				断丝	断股	室内	室外	室内	室外
JT70	1×19 / 2.10	≥27.45	≤0.275	—	—	235	340	—	—
JT95	1×19 / 2.50	≥38.54	≤0.194	—	—	300	425	—	—
JT120	1×19 / 2.80	≥48.01	≤0.155	—	—	355	490	—	—
JT150	1×37 / 2.25	≥61.21	≤0.123	—	—	415	570	—	—
JTM10	1×7×(1+6) / 0.50	≥4.75	≤2.348	≥20	≥30	55	90	95	125
JTM16	1×7×(1+6) / 0.65	≥8.03	≤1.389	≥20	≥30	80	130	135	180
JTM16	1×7×(3+9) / 0.50	≥8.15	≤1.377	≥20	≥30	85	130	135	180
JTM25	1×7 / 2.10	≥11.98	≤0.900	—	—	105	165	165	230
JTM35	1×7 / 2.50	≥16.97	≤0.635	—	—	135	210	210	290
JTM50	1×7 / 3.00	≥24.44	≤0.441	—	—	175	265	275	370
JTM50	1×19 / 1.80	≥23.88	≤0.454	—	—	175	260	270	360
JTM70	1×19 / 2.10	≥32.51	≤0.333	—	—	220	320	330	440
JTM95	1×19 / 2.50	≥46.08	≤0.235	—	—	280	400	410	555
JTM120	1×19 / 2.80	≥57.79	≤0.188	—	—	325	460	485	645
JTM150	1×37 / 2.25	≥72.67	≤0.149	—	—	385	535	560	750
JTMH10	1×7×(1+6) / 0.50	≥5.67	≤2.505	≥20	≥30	55	80	95	115

表 3 铜及铜合金绞线机电性能（续）

型 号	结 构	拉断力 kN	直流电阻 20℃ Ω /km	反复弯曲 次数		持续载流量			
						A			
						95 ℃		150 ℃	
				断丝	断股	室内	室外	室内	室外
JTMH16	1×7×(1+6) / 0.65	≥9.58	≤1.482	≥20	≥30	80	120	130	155
JTMH16	1×7×(3+9) / 0.50	≥9.71	≤1.469	≥20	≥30	85	120	130	170
JTMH25	1×7 / 2.10	≥14.28	≤0.960	—	—	105	150	145	215
JTMH35	1×7 / 2.50	≥20.24	≤0.678	—	—	135	190	205	270
JTMH50	1×7 / 3.00	≥29.14	≤0.471	—	—	175	245	270	345
JTMH50	1×19 / 1.80	≥28.48	≤0.484	—	—	170	240	265	340
JTMH70	1×19 / 2.10	≥38.76	≤0.356	—	—	215	295	320	415
JTMH95	1×19 / 2.50	≥54.94	≤0.251	—	—	275	370	405	520
JTMH120	1×19 / 2.80	≥68.91	≤0.200	—	—	320	430	475	605
JTMH150	1×37 / 2.25	≥86.65	≤0.159	—	—	380	500	550	700
JTCZ120	1×37 / 2.03	≥59.16	≤0.173	—	—	350	470	505	660
JTCZ150	1×37 / 2.25	≥72.68	≤0.135	—	—	400	540	570	760
注 1：“—”表示此项不需要考核。									
注 2：室外载流量为该给定工作温度下的计算值，计算条件为环境温度 40 ℃、风速 0.5 m/s、日照强度 1000 W/m ² 。									

铜及铜合金单线常规机电性能应符合表4的规定。

表 4 铜及铜合金单线机电性能

型号	抗拉强度 MPa		伸长率	扭转 (至断开) 圈数	反复弯曲 次数		卷绕 圈数	电阻率（20℃） Ω mm ² /m	导电率（20℃） %IACS	电阻温度 系数
	绞前	绞后			开裂	断开				
JT	≥430	≥410	≥0.7%	≥20	≥10	≥12	≥8	≤0.01777	≥97	0.003 80
JTM	≥520	≥494	—	≥20	≥6	≥8	≥8	≤0.02155	≥80	0.003 10
JTMH	≥620	≥589	—	≥20	≥6	≥8	≥8	≤0.02299	≥75	0.002 70
JTCZ	≥520	≥494	—	≥20	≥6	≥8	≥8	≤0.01982	≥87	0.003 40
注 1：“—”表示该类绞线不考核此项。										
注 2：单线用于吊弦线时不进行单线弯曲试验。										

4.4.3 振动、疲劳试验要求

试样在规定的试验张力条件下进行，试验张力按6.11和TB 10009—2016中5.1.8的规定确定，经受振动和疲劳试验，试验后应无断裂，且拉断力值不应小于最小拉断力的95%。

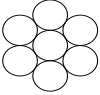
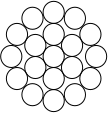
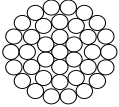
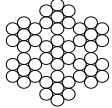
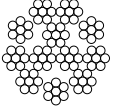
推荐试验张力如下：

- 1.5kN适用的型号为：JTM10、JTM16、JTMH10、JTMH16；
- 2.8kN适用的型号为：JTM25、JTMH25；
- 3.5kN适用的型号为：JTM35、JTMH35；
- 10kN适用的型号为：JT70、JTM50、JTMH50；
- 15kN适用的型号为：JT95、JTMH70；
- 20kN适用的型号为：JT120、JTM95；
- 25kN适用的型号为：JT150、JTM120、JTM150、JTMH95、JTMH120、JTMH150、JTCZ120、JTCZ150。

4.5 绞制要求

4.5.1 各种型号绞线断面结构见表5。

表 5 绞线断面结构

序 号	断 面 图	结 构
1		1×7
2		1×19
3		1×37
4		1×7× (1+6)
5		1×7× (3+9)

4.5.2 绞线各相邻层的绞向应相反，最外层绞向为右向。

4.5.3 绞线的绞合节径比应符合表6的规定。任一绞层的节径比不应大于相邻内层的节径比。

表 6 绞合节径比

类 型			节 径 比
复绞用股线：同心层绞或束绞			8~10
复 绞	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	10~13
	单线根数 19	6 根 层	11~15
		12 根 层	10~12
	单线根数 37	6 根 层	12~16
		12 根 层 18 根 层	11~15 10~12

4.5.4 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在原位或剥开单线两个节距后容易用手复位。

4.6 接头要求

绞线及单线不应有任何类型的接头。

4.7 表面及卷取要求

4.7.1 单线、股线及绞线表面应光滑清洁，不应有毛刺、压痕、划伤、松股、松散等任何缺陷。

4.7.2 成品绞线应整齐紧密地卷绕在线盘上，不应有交叉、跳线和匝间间隙，绞线两端头应牢固固定在线盘侧板上。

4.8 绞线的物理参数和计算系数

绞线的物理参数和计算系数见表7。

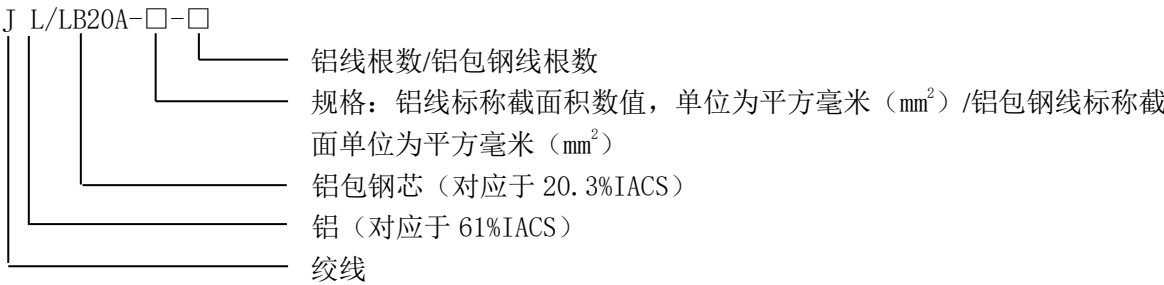
表 7 铜及铜合金绞线的物理参数和计算系数

单线根数	计算系数		弹性模量 GPa	线膨胀系数 1/K	密度（20℃） g/cm ³
	质量 g	直流电阻 Ω			
7	7.091	0.144 70	113	1.7×10 ⁻⁵	8.89
19	19.340	0.053 57	105	1.7×10 ⁻⁵	
37	37.740	0.027 57	105	1.7×10 ⁻⁵	
1×7×（1+6）	51.352	0.021 39	—	1.7×10 ⁻⁵	
1×7×（3+9）	88.494	0.012 54	—	1.7×10 ⁻⁵	
注1：计算系数为，当绞线的单线直径相同时，考虑到单位长度绞线各层间节径比不同、单线长度不同，以等长于绞线单位长度的直单线为基础的、与绞线单线根数相关的质量或直流电阻的平均计算系数。用一根单线的质量或直流电阻值乘以相应的计算系数即可得出该绞线整体的单位质量或直流电阻值。					
注2：“—”表示该类别绞线不需此参数					

5 铝包钢芯铝绞线

5.1 命名规则

铝包钢芯铝绞线命名规则如下：



5.2 标记

产品标记由型号、标称截面、绞合结构及本文件编号组成。

示例：铝标称截面积为70mm²、单线6根，铝包钢芯标称截面积为10mm²、单根的铝包钢芯铝绞线表示为 JL/LB20A-70/10-6/1 TB / T 3111—202×。

5.3 材料

铝包钢芯铝绞线应由圆硬铝线、铝包钢线绞制而成，绞合前的所有单线应符合表8的规定。

表 8 铝包钢芯铝绞线材质

组成	标准	牌号
圆硬铝线	GB/T 17048—2017	L

表 8 铝包钢芯铝绞线材质（续）

组成	标准	牌号
铝包钢线	GB/T 17937—2024	LB20A

5.4 技术要求

5.4.1 规格及尺寸要求

铝包钢芯铝绞线的规格、结构、尺寸、外径、单线直径、铝层厚度应符合表9的规定，绞线单位质量见表9。

表 9 铝包钢芯铝绞线规格、结构、尺寸及偏差

标称截面 铝/铝包钢	计算截面积 mm ²			单线根数		外径及偏差 mm		单线直径及偏差 mm		铝层 厚度 mm	单位 质量 kg/km
	铝	铝包 钢	总和	铝	铝包 钢	铝包钢 芯	绞线	铝	铝包钢		
70/10	68.0	11.3	79.3	6	1	3.80±0.1	11.4± 0.11	3.80± 0.04	3.80± 0.06	≥0.19	261.5
120/20	121	19.6	140	26	7	5.67±0.1	15.4± 0.15	2.43± 0.03	1.89± 0.04	≥0.09	462.9
185/25	187	24.2	211	24	7	6.30±0.1	18.9± 0.19	3.15± 0.03	2.10± 0.04	≥0.10	676.5
250/40	240	39.2	279	26	7	8.01±0.1	21.7± 0.22	3.43± 0.03	2.67± 0.04	≥0.13	922.8
300/50	300	48.8	348	26	7	8.94±0.1	24.3± 0.24	3.83± 0.04	2.98± 0.05	≥0.15	1150.3
310/20	310	21.3	331	45	7	5.91±0.1	23.7± 0.24	2.96± 0.03	1.97± 0.04	≥0.10	996.9

5.4.2 机电性能要求

成品铝包钢芯铝绞线的拉断力、直流电阻应符合表3的规定。载流量试验包括持续载流量和20min过载载流量试验，室内载流量值应符合表10的规定，室外载流量见表10。

表 10 铝包钢芯铝绞线机械性能及电气性能

规 格	拉断力 kN	直流电阻 20℃ Ω /km	持续载流量 A	
			室内	室外
JL/LB20A-70/10-6/1	≥23.35	≤0.3992	175	254
JL/LB20A-120/20-26/7	≥44.67	≤0.2269	265	366
JL/LB20A-185/25-24/7	≥59.96	≤0.1478	350	480
JL/LB20A-250/40-26/7	≥86.67	≤0.1139	430	569
JL/LB20A-300/50-26/7	≥106.50	≤0.0913	505	660
JL/LB20A-310/20-45/7	≥78.25	≤0.0912	500	654
注：室外载流量为给定允许工作温度 80℃ 下的计算值，计算条件为环境温度 40℃、风速 0.5 m/s、日照强度 1000 W/m ² 。				

铝单线的抗拉强度、卷绕、电阻率应符合表11的规定。铝单线卷绕试验后应无裂纹、起皮、开裂或断裂。

表 11 铝单线机电性能

标称直径 mm	抗拉强度 MPa	卷绕 圈数	电阻率（20℃） $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	电阻温度系数
2.43	≥ 166	8/6/8	≤ 0.028264	0.00403
2.96	≥ 162	8/6/8	≤ 0.028264	0.00403
3.15	≥ 157	8/6/8	≤ 0.028264	0.00403
3.43	≥ 157	8/6/8	≤ 0.028264	0.00403
3.80	≥ 152	8/6/8	≤ 0.028264	0.00403
3.83	≥ 152	8/6/8	≤ 0.028264	0.00403

铝包钢线的抗拉强度、伸长率、扭转、电阻率应符合表12的规定。铝包钢线扭转破坏后的试样，应无内部缺陷，无裂缝、凹坑、毛刺等表面缺陷，钢铝应无分离

表 12 铝包钢线机电性能

标称直径 mm	抗拉强度 MPa	伸长率	扭转 （至断开）圈数	电阻率（20℃） $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{m}$	电阻温度系数
1.89	≥ 1273	$\geq 1.0\%$	≥ 20	≤ 0.08480	0.0036
1.97	≥ 1273	$\geq 1.0\%$	≥ 20	≤ 0.08480	0.0036
2.10	≥ 1273	$\geq 1.0\%$	≥ 20	≤ 0.08480	0.0036
2.67	≥ 1273	$\geq 1.0\%$	≥ 20	≤ 0.08480	0.0036
2.98	≥ 1273	$\geq 1.0\%$	≥ 20	≤ 0.08480	0.0036
3.80	≥ 1188	$\geq 1.0\%$	≥ 20	≤ 0.08480	0.0036

5.5 绞制要求

- 5.5.1 绞线的绞合类型应为同心层绞。
- 5.5.2 绞线各相邻层的绞向应相反，最外层绞向为右向。
- 5.5.3 绞线的绞合节径比应符合表13的规定。任一绞层的节径比不应大于相邻内层的节径比。

表 13 铝包钢芯铝绞线绞合节径比

结构元件	绞层	节径比
铝包钢芯	6 根层	16~26
	12 根层	14~22
铝绞层	外层	10~14
	内层	10~16

5.5.4 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在原位或剥开单线两个节距后容易用手复位。

5.6 接头要求

铝包钢芯铝绞线的接头要求应符合GB/T 1179—2017的规定。

5.7 表面及卷取要求

- 5.7.1 单线、股线及绞线表面应光滑清洁，不应有毛刺、压痕、划伤、松股、松散等任何缺陷。
- 5.7.2 成品绞线应整齐紧密地卷绕在线盘上，不应有交叉、跳线和匝间间隙，绞线两端头应牢固固定在线盘侧板上。

5.8 绞线的物理参数和计算系数

绞线的物理参数和计算系数见表14。

表 14 铝包钢芯铝绞线的物理参数和计算系数

单线根数		钢比	弹性模量 GPa	线膨胀系数 1/k
铝	铝包钢			
6	1	16.7%	70.3	19.7×10^{-6}
24	7	13.0%	67.2	20.2×10^{-6}
26	7	16.3%	70.0	19.8×10^{-6}
45	7	6.9%	61.9	21.3×10^{-6}

6 试验方法

6.1 外观质量检查

以目视检查为主，必要时使用 10 倍放大镜查看。

6.2 绞线外径及绞合节径比测量

绞线外径测量按照 GB/T 4909.2 进行，分别在自然状态、额定工作张力或按用户要求确定的试验张力下测量绞线的外径，并在同一截面内测量相互垂直的两个直径，取平均值。

节径比按照 GB/T 4909.2 进行，采用纸带法测量绞线节距，再计算绞线节径比。

6.3 单线直径测量

由于绞后单线已经变形，应使用刃口型千分尺或将制好的厚度为 1mm 切片在万能工具显微镜上测量其直径，并在同一截面内测量相互垂直的两个数据，取平均值。

6.4 绞线拉断力及振动试验、疲劳试验后拉断力试验

6.4.1 铜及铜合金绞线拉断力及振动、疲劳试验后拉断力试验按照 TB/T 2074 进行，将标距为 5m 的绞线两端各压接长度为 200mm 的无缝钢管，然后将试样装夹在卧式拉力机上，以不大于 20mm/min 的速度均匀加载，当有单线断裂或完全拉断时停止加载，记录最大力值。若试样断在压接管内或距管口不足 20mm 处，且试验力值小于标准规定值时试验无效，应重新进行试验。

6.4.2 铜及铜合金绞线也可以用终端锚固线夹进行绞线拉断力试验。

6.4.3 铝包钢芯铝绞线拉断力试验按照 GB/T 4909.3 进行，做整体拉力试验期间，导线的拉断力按当绞线的一根或多根单线发生断裂时的负荷来确定。如果单线的断裂发生下距离端头 1cm 以内，并且拉断力小于规定的拉断力要求时，可重新试验。

6.4.4 铝包钢芯铝绞线采用算法计算绞线拉断力时，绞线的拉断力应为所有单线拉断力的总和。

6.5 直流电阻、电阻率及导电率试验

直流电阻、电阻率及导电率试验按照 GB/T 3048.2、GB/T 3048.4 进行，采用双臂电桥用四端法测量；或采用四端测量技术，具有高精度的数字式直流电阻测试仪进行测量。

测量前试样应在温度为 (15~25)℃ 和空气湿度不大于 85%RH 的恒温环境静置不少于 16h，环境温度的变化应不超过 ±1℃。为消除热电势的影响，采用倒换电流正负极性取平均值的方法测量。若试样表面有赃物或锈蚀，需用酒精棉或细砂纸处理后再测量。测量时按照电阻温度系数换算至 20℃ 时的电阻、电阻率或导电率，电阻温度系数如表 4 所示。

6.6 单线绞后抗拉强度试验及断后伸长率测量

试样标距长度为 250mm，先测量单线直径，再以不大于 20mm/min 的速度均匀加载直至拉断，记录拉伸过程中的最大力值，再计算抗拉强度。

将断后单线两断口对齐后用游标卡尺测量断后长度，然后计算伸长率。

6.7 单线扭转试验

单线扭矩试验按照 GB/T 4909.4 进行，试样长度为标称直径的 100 倍，试验过程中施加额定拉断力 1.0%~1.5% 的张力，以不大于 60r/min 的速度单方向扭转，直至达到规定的圈数或试样扭断为止，记录扭转圈数。

6.8 单线反复弯曲及绞线反复弯曲试验

6.8.1 单线反复弯曲试验按照 GB/T 4909.5 进行，试样长度 100mm，以试样弯曲 180°（即从原始位置开始再回到原始位置）计为 1 次，试验速度不大于 60 次/min。反复弯曲半径：除单线直径 1.8mm 及以下为 5.0mm 外，其他规格均为 7.5mm。按照表 3 的规定使用对应的夹具，记录试样出现裂纹与断开的次数。

6.8.2 绞线（规格为 10 mm² 及 16mm²）反复弯曲试验：试样长度 100mm，试验时以试样弯曲 180° 计为 1 次，试验速度不大于 60 次/min。反复弯曲半径为 7.5mm。记录试样出现断丝与断股的次数。

6.9 单线卷绕试验

单线卷绕试验按照 GB/T 4909.7 进行，试样长度 600mm，以不大于 10r/min 的试验速度，铜及铜合金绞线单线卷绕试验应在与试样等直径的芯棒紧密卷绕，铝包钢芯铝绞线单线卷绕试验应在与硬铝圆线直径相同的芯轴上卷绕 8 圈，然后退绕 6 圈，再重新紧密卷绕 8 圈。记录卷绕圈数。

6.10 载流量试验

试验在室内进行，无风、无日照，周围应无影响散热的物体。

持续载流量 I_{∞} ：将长度为 6m 的试样安装在试验架上，绞线规格 50mm² 及以下，施加 1kN 张力；其他规格施加 10kN 张力。采用带补偿的热电偶作测温传感器，将热电偶（不少于 5 只）均匀敷设在绞线上，施加试验电流，每隔 30min 测量一次温度，连续 3 次测量的温度与最高允许工作温度 T 之差不大于 1℃ 时，此时电流值即为该环境温度下持续载流量 $I_{\infty s}$ 。若测量绞线上温度与最高允许工作温度 T 相差较大时，需降至室温调整电流后重新再做试验。

20min 过载载流量 I_{20} ：对试样先施加 60% 的持续载流量电流值，经 0.5h 后按照约 1.13 倍持续载流量电流施加过载电流，待 20min 后，且温度达到同样最高允许工作温度 T ，此时电流值即为该环境温度下 20min 过载载流量 $I_{20 s}$ 。若测量绞线上温度与最高允许工作温度 T 相差较大时，需降至室温调整电流后重新再做试验。

将测量结果换算为环境温度 40℃ 下的相应值 I_{∞} 。换算公式见公式（1）~公式（3）：

$$I_{\infty} = k I_{\infty s} \cdots \cdots \cdots (1)$$

式中：

I_{∞} ——环境温度 40℃ 下的持续载流量，单位为安培（A）；

$I_{\infty s}$ ——室温 T_0 条件下测定的持续载流量，单位为安培（A）；

k ——温度换算系数。

$$I_{20} = k I_{20 s} \cdots \cdots \cdots (2)$$

式中：

I_{20} ——环境温度 40℃ 下的过载载流量，单位为安培（A）；

$I_{20 s}$ ——室温 T_0 条件下测定的过载载流量，单位为安培（A）；

k ——温度换算系数。

$$k = \sqrt{\frac{T - 40}{T - T_0}} \dots\dots\dots (3)$$

式中:

k ——温度换算系数;

T ——最高允许工作温度,单位为摄氏度(°C);

T_0 ——室温,单位为摄氏度(°C)。

6.11 振动、疲劳试验

振动、疲劳试验按照 TB/T 2074 进行,振动试验与疲劳试验采用同一试样长度 6m,试验顺序不分先后。将长度为 6m 的试样通过终端锚固线夹安装在振动试验场、疲劳试验台,张力 F 应符合规定。振动参数为:当张力小于或等于 15kN 施加的试验张力为 $1.10 F$,张力大于 20kN 施加的试验张力为 $1.05 F$;也可采用用户推荐值。振幅 $A=35\text{mm}$ (行车速度小于或等于 200km/h)、 $A=45\text{mm}$ (行车速度大于 200km/h),频率 $f=1\text{ Hz}\sim 3\text{ Hz}$,波形为正弦波。振动试验次数为 2×10^6 次。疲劳试验参数为:动态试验张力 $F\pm 30\%F$,频率 $f=1\text{ Hz}\sim 3\text{ Hz}$ 、波形为正弦波。疲劳试验次数为 5×10^5 次。试验过程中定期巡视,发现有断丝、断股以及表面出现开裂等异常情况应停止试验。

6.12 化学成分检测

化学成分检测按照 GB/T 5121.3、GB/T 5121.6、GB/T 5121.8、GB/T 5121.18、GB/T 5121.27 进行分析测定。

6.13 单线铝层厚度

单线铝层厚度按照 GB/T 17937 进行,将试样垂直纵轴研磨、侵蚀,在显微镜下直接测量,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。

7 检验规则

7.1 检验分类

检验分为型式检验和出厂检验。

7.2 型式检验

7.2.1 型式检验全部项目应在同一样品上进行,检验项目全部合格时,该产品合格;若发现任意一项不合格,则该产品不合格。

7.2.2 凡具有下列情形之一时,应进行型式检验:

- a) 新产品试制完成时;
- b) 产品的结构、工艺或材料的变更影响到产品的性能或特性变化时;
- c) 连续生产的定型产品每5年时;
- d) 当出厂检验的结果和型式检验结果发生不可容许的偏差时;
- e) 转场生产时或停产一年及以上重新生产时。

7.3 出厂检验

产品出厂时应逐盘进行出厂检验,在出厂检验过程中,若任意一项不合格,均判该产品不合格。

7.4 检验项目

7.4.1 铜及铜合金绞线的型式检验和出厂检验项目应符合表15的规定。

表 15 铜及铜合金绞线检验项目

序号	检验项目	检验类型		技术要求 对应条款	试验方法 对应条款
		型式检验	出厂检验		
1	表面及卷取	√	√	4.7	6.1
2	绞制质量	√	√	4.5.4	6.1
3	绞合结构	√	√	4.5.1、表 5	6.1
4	绞合绞向	√	√	4.5.2	6.1
5	绞合节径比	√	√	4.5.3、表 6	6.2
6	绞线外径	√	√	4.4.1、表 2	6.2
7	单线直径	√	√	4.4.1、表 2	6.3
8	绞后单线抗拉强度	√	√	4.4.2、表 4	6.6
9	单线断后伸长率	√	√	4.4.2、表 4	6.6
10	绞线拉断力	√	—	4.4.2、表 3	6.4
11	单线电阻率或导电率	√	√	4.4.2、表 4	6.5
12	绞线直流电阻	√	√	4.4.2、表 3	6.5
13	振动	√	—	4.4.3	6.11
14	疲劳	√	—	4.4.3	6.11
15	振动、疲劳试验后的拉断力	√	—	4.4.3	6.4
16	单线扭转	√	√	4.4.2、表 4	6.7
17	单线反复弯曲	√	√	4.4.2、表 4	6.8
18	绞线反复弯曲	√	√	4.4.2、表 3	6.8
19	单线卷绕	√	√	4.4.2、表 4	6.9
20	化学成分	√	—	4.3、表 1	6.12
21	室内载流量	√	—	4.4.2、表 3	6.10
注：“√”表示应进行的检验项目，“—”表示不进行的检验项目。					

7.4.2 铝包钢芯铝绞线的型式检验和出厂检验项目应符合表16的规定。

表 16 铝包钢芯铝绞线检验项目

序号	检验项目	检验类型		技术要求 对应条款	试验方法 对应条款
		型式检验	出厂检验		
1	表面及卷取	√	√	5.7	6.1
2	绞制质量	√	√	5.7	6.1
3	绞合结构	√	√	5.5.1	6.1
4	绞合绞向	√	√	5.5.2	6.1
5	绞合节径比	√	√	5.5.3、表 13	6.2
6	绞线外径	√	√	5.4.1、表 9	6.2

表 16 铝包钢芯铝绞线检验项目（续）

序号	检验项目		检验类型		技术要求 对应条款	试验方法 对应条款
			型式检验	出厂检验		
7	铝单 线性 能	直径	√	√	5.4.1、表 9	6.3
8		抗拉强度	√	√	5.4.2、表 11	6.6
9		电阻率	√	√	5.4.2、表 11	6.5
10		卷绕	√	√	5.4.2、表 11	6.9
11		接头抗拉强度	√	—	5.6	6.6
12	铝包 钢单 线性 能	直径	√	√	5.4.2、表 12	6.3
13		抗拉强度	√	√	5.4.2、表 12	6.6
14		伸长率	√	√	5.4.2、表 12	6.6
15		扭转	√	√	5.4.2、表 12	6.7
16		铝层厚度	√	√	5.4.2、表 12	6.13
17		电阻率	√	√	5.4.2、表 12	6.5
18	绞线直流电阻		√	√	5.4.2、表 10	6.5
19	绞线拉断力		√	—	5.4.2、表 10	6.4
20	室内载流量		√	—	5.4.2、表 10	6.10
注：“√”表示应进行的检验项目，“—”表示不进行的检验项目。						

8 包装及标志

8.1 包装

8.1.1 包装要求

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。对于标称截面积 50mm^2 及以上规格的绞线，一个线盘只准许卷绕一根绞线；除非特殊要求，对于 35mm^2 及以下规格的绞线，一个线盘只准许卷绕一根绞线，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。

8.1.2 随带文件

每盘绞线应附有以下随带文件：

- a) 产品合格证；
- b) 出厂检验报告。

上述文件中应标明：该盘产品的出厂编号、生产日期、型号、本文件编号、长度（如有一根以上绞线时应按8.1.1要求说明）、净重、锚段号（如有特殊要求）。

8.2 标志

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) 产品名称；
- b) 产品型号；
- c) 制造标准代号；
- d) 长度（如有一根以上绞线时应按 8.1.1 要求）；
- e) 毛重及净重（kg）；

- f) 出厂编号及生产日期（年、月、日）；
- g) 制造厂名、地址、网址、电话；
- h) 产品锚段号（如有特殊要求）；
- i) 收线张力；
- j) 线盘外侧应标有绞线放线方向的箭头。

9 储运

绞线应避免在露天存放，线盘不准许平放。

运输中不应从高处抛下装有绞线的线盘，不应机械损伤产品表面。

线盘不准许平放方式吊装及运输，应有防止运输时线盘滚动的措施，以防线盘损坏及绞线排序混乱。

线盘滚动方向应与放线箭头方向相反。

铁道行业标准《电气化铁路接触网线缆 绞线》

(征求意见稿)

编制说明

1 工作简况

1.1 编制依据

根据《国家铁路局 2023 年铁路装备技术和运输服务标准项目计划》(国铁科法函〔2023〕72 号) 23T024 项目和《国家铁路局 2023 年第一批铁路装备技术和运输服务标准项目计划(承担单位)》(科法函〔2023〕148 号)的要求,由铁路行业电气设备与系统标准化技术委员会牵引供电分技术委员会归口,并由中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量研究所、中铁电化局集团有限公司、中铁工程设计咨询集团有限公司、中铁第四勘察设计院集团有限公司、江阴电工合金股份有限公司、河北晶辉电工有限公司、江苏亨通电力智网科技有限公司共同起草《电气化铁路接触网线缆 绞线》。

本标准是对 TB/T 3111-2017《电气化铁路用铜及铜合金绞线》、TB/T 2937-1998《电气化铁道铝包钢芯铝绞线》、TB/T 2938-1998《电气化铁道铝包钢绞线》的整合修订。

1.2 制修订本标准的必要性

绞线是接触网的重要器材,其性能与质量直接影响行车安全。TB/T 3111-2017、TB/T 2937-1998、TB/T 2938-1998 自发布实施以来,在规范绞线的设计、生产和检验方面发挥了重要作用。近年来,随着绞线技术的发展,为了进一步满足实际应用对绞线提出的要求,起草组结合绞线产品特点,经研究分析后发现,需针对铜及铜合金绞线、铝包钢芯铝绞线的品种、技术指标、接头要求等内容进行修改和完善,需对现场不再应用的铝包钢绞线内容进行删除。因此,急需修订 TB/T 3111-2017《电气化铁路用铜及铜合金绞线》、TB/T 2937-1998《电气化铁道铝包钢芯铝绞线》、TB/T 2938-1998《电气化铁道铝包钢绞线》。

1.3 编制过程

在本标准的编制过程中,完成了大量的基础研究和编写工作。本标准编制过程概要如下:

(1) 标准计划下达后,在标委会组织下,中国铁道科学研究院集团有限公司标准计量所、中铁电化局集团有限公司等单位成立了标准起草组,对绞线品种、技术指标等情况进行了调研,收集了相关技术资料,对前期工作深入讨论研究后,2024 年 8 月形成了本标准的征求意见稿。

2 编制原则

- 2.1 标准格式统一、规范，符合 GB/T 1.1-2020 要求。
- 2.2 标准内容符合统一性、协调性、适用性、一致性、规范性要求。
- 2.3 标准技术内容安全可靠、成熟稳定、经济适用、科学先进、节能环保。
- 2.4 标准实施后有利于提高铁路产品质量、保障运输安全，符合铁路行业发展需求。

3 主要内容修改说明

3.1 本标准规定了电气化铁路接触网用铜及铜合金绞线、铝包钢芯铝绞线的产品分类、标记、材料、技术要求、试验方法、检验规则、包装及标志和储运；适用于电气化铁路接触网悬挂用的铜及铜合金绞线、铝包钢芯铝绞线的设计、制造、检验，城市轨道交通及工矿企业架空接触网用的绞线也可参照使用本文件。

3.2 与 TB/T 3111-2017《电气化铁路用铜及铜合金绞线》、TB/T 2937-1998《电气化铁道铝包钢芯铝绞线》和 TB/T 2938-1998《电气化铁道铝包钢绞线》相比，本标准主要技术变化为：

- a) 更改了铜及铜合金绞线规格；
- b) 更改了铜镁合金绞线品种；
- c) 更改了铜铬锆合金绞线品种；
- d) 更改了室内载流量技术要求；
- e) 更改了铜及铜合金绞线的振动、疲劳试验要求，增加了推荐试验张力；
- f) 更改了铜及铜合金绞线的接头要求；
- g) 更改了铝包钢芯铝绞线品种；
- h) 更改了铝包钢芯铝绞线技术参数；
- i) 更改了铝包钢线技术参数；
- j) 更改了铝包钢芯铝绞线的接头要求；
- k) 增加了铝包钢芯铝绞线的外观质量、绞线外径及绞合节径比测量、单线直径、载流量试验方法；
- l) 更改了铝包钢芯铝绞线的拉断力、单线抗拉强度及伸长率测量、单线扭转、单线卷绕试验方法；
- m) 更改了铜及铜合金绞线的振动、疲劳试验方法；
- n) 更改了绞线的检验规则；
- o) 删除了铝包钢绞线的要求。

3.3 本标准结合电气化铁路接触网绞线的应用实际编制。

3.4 经起草组研究分析，没有与本标准相关联的国铁集团企业标准和标准性技术文件。

3.5 经起草组研究分析，与本标准主要技术内容有关联的现行国家标准、行业标准的关联关系及后续工作建议见表 1。

表 1 与《电气化铁路接触网线缆 绞线》相关标准评估表

序号	被评估标准编号及名称	关联条款	关联性分析	本标准条款的合理性分析	后续工作建议
1	GB/T 1179-2017 《圆线同心绞架空导线》	GB/T 1179-2017 的 1.2 与 本标准 4.1 存在关联	GB/T 1179-2017 的 1.2 是产品型号及命名，而本标准 4.1 也是产品型号及命名。	本标准中对铝包钢芯铝绞线的命名与 GB/T 1179-2017 保持一致，避免了同一规格产品命名的混乱。	本标准与 GB/T 1179-2017 无冲突，GB/T 1179-2017 条款无需更改。
2	GB/T 1179-2017 《圆线同心绞架空导线》	GB/T 1179-2017 的 1.1 与 本标准第 5 章存在关联	GB/T 1179-2017 的 1.1 是产品材料的引用标准，而本标准第 5 章也是产品材料的引用标准。	本标准中对圆硬铝线的引用标准与 GB/T 1179-2017 保持一致，铝包钢线的引用标准更新为最新版本，其中本标准用 LB20A 型铝包钢线与 GB/T 1179-2017 技术参数无变化。	本标准与 GB/T 1179-2017 无冲突，GB/T 1179-2017 条款无需更改。
3	GB/T 1179-2017 《圆线同心绞架空导线》	GB/T 1179-2017 的附录 A 中 A.1 与本标准 6.1、6.2 存在关联	GB/T 1179-2017 的附录 A 中 A.1 是绞线规格、结构、尺寸及性能的规定，而本标准 6.2 中增加了载流量技术要求。	载流量是铁路产品设计选型中不可或缺的考虑因素，它直接关系到线路的安全运行和电力系统的稳定性。因此本标准在 GB/T 1179-2017 线索直流电阻规定的基础上，增加了载流量技术要求，与铁路应用实际相符。	本标准与 GB/T 1179-2017 无冲突，GB/T 1179-2017 条款无需更改。
4	GB/T 1179-2017 《圆线同心绞架空导线》	GB/T 1179-2017 的 6.3 与 本标准 5.4 存在关联	GB/T 1179-2017 的 6.3 是产品绞制的规定，而本标准 5.4 也是产品绞制的规定。	本标准中对铝包钢芯铝绞线的绞制要求与 GB/T 1179-2017 保持一致。	本标准与 GB/T 1179-2017 无冲突，GB/T 1179-2017 条款无需更改。

4 关键指标

4.1 铜及铜合金绞线规格修改

根据铜及铜合金绞线的实际应用情况，“规格 35、结构 1×19 线型”“规格 150、结构 1×19”线型铜及铜合金绞线现场已不再使用，因此本标准予以删除。

4.2 铜合金绞线品种修改

根据铜镁合金绞线的实际应用情况，由于 JTMM、JTMH 铜合金绞线强度指标一致，但 JTMH 铜合金绞线电学性能明显优于 JTMM 铜合金绞线，因此本标准表 3 不再纳入 JTMM 型绞线内容。

根据铜及铜合金绞线的实际应用情况，本标准表 3 中增加 JTCZ150 线型（结构 1×37/2.25）铜铬锆合金绞线，完善了铜及铜合金绞线品种。

4.3 铝包钢芯铝绞线品种的确定

结合对线路使用的铝包钢芯铝绞线实际应用情况的调研及统计分析，本标准表 10 中明确了 6 种规格，分别为 JL/LB20A-70/10-6/1、JL/LB20A-120/20-26/7、JL/LB20A-185/25-24/7、JL/LB20A-250/40-26/7、JL/LB20A-300/50-26/7、JL/LB20A-310/20-45/7。

4.4 绞线载流量的确定

依托 2020 年标准前期基础项目《电气化铁路接触网线索载流性能分析》（20T051）的研究成果，已完成接触网线索的载流量的测定和理论计算，本标准表 3、表 10 中明确了各规格型号线索的载流量数值。

4.5 铝包钢线技术参数的确定

依据《电工用铝包钢线》（GB/T 17937-2024）和《圆线同心绞架空导线》（GB/T 1179-2017）的规定，本标准明确了铝包钢线绞后抗拉强度、伸长率、电阻率等技术参数。

4.6 铝包钢绞线

根据电气化铁路绞线的实际应用情况，现场不再使用铝包钢绞线，因此本标准予以删除。

5 无重大分歧意见

无。

6 强制或推荐、废止、公开建议

6.1 建议本标准作为推荐性行业标准发布。

6.2 由于未识别出版权等相关知识产权问题，建议本标准公开。

6.3 本标准未识别出相关专利。

7 其他应予说明的事项

无。

修改单起草组

2024 年 8 月