

前 言

本标准等效采用美国试验与材料协会标准 ASTM A855M—1995《锌-5%铝-稀土合金镀层钢绞线》。

本标准在钢绞线镀层成分、结构、捻制、接头、镀层结合力、钢丝韧性、钢绞线伸长率、检验规则等方面与 ASTM A855M—1995 标准是一致的。增加了钢丝镀层铝含量的规定及化学分析方法。对钢丝强度级、镀层重量、钢绞线最小破断拉力、尺寸参照 ASTM A855M—1995，略有调整。试验方法、包装、标志和质量证明书按照我国习惯作了较详细的规定。

本标准的附录 A 是标准的附录。

本标准由全国钢标准化技术委员会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会归口。

本标准起草单位：杭州万胜钢缆集团公司。

本标准主要起草人：徐洪林、谢建强、林晓晨、张小军。

中华人民共和国黑色冶金行业标准

锌-5 %铝-稀土合金镀层钢绞线

YB/T 179—2000

Zinc-5 %aluminum-mischmetal alloy-coated
steel wire strand

1 范围

本标准规定了锌-5 %铝-稀土合金镀层钢绞线(以下简称钢绞线)的分类、尺寸和长度、技术要求、抽样、试验方法、检验规则、包装、标志和质量证明书。

本标准适用于吊架、悬挂、通讯电缆、架空电力线及固定物件、栓系等用的钢绞线。该产品适用于要求耐腐蚀、抗拉变形等工作场合。

2 引用标准

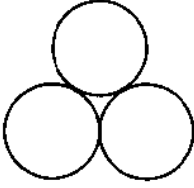
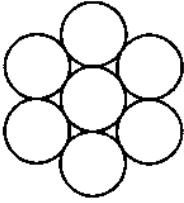
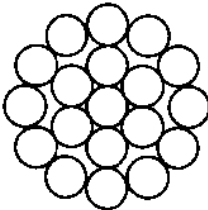
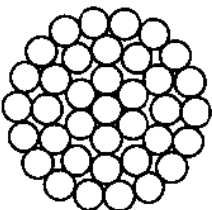
下列标准所包含的条文,通过在本标准中引用而构成为本标准的条文。本标准出版时,所示版本均为有效。所有标准都会被修订,使用本标准的各方应探讨使用下列标准最新版本的可能性。

- GB/T 228—1987 金属拉伸试验方法
- GB/T 701—1997 低碳钢热轧盘条
- GB/T 2104—1988 钢丝绳包装、标志及质量证明书的一般规定
- GB/T 2973—1991 镀锌钢丝锌层重量试验方法
- GB/T 2976—1988 金属线材缠绕试验方法
- GB/T 4354—1994 优质碳素钢热轧盘条
- GB/T 8358—1987 钢丝绳破断拉伸试验方法
- GB/T 12589.1—1990 锌及锌合金化学分析方法 EDTA 滴定法测定铝量

3 分类

- 3.1 钢绞线按断面结构分为4种,如表1所示。
- 3.2 钢绞线按公称抗拉强度分为:420 MPa、670 MPa、750 MPa、1 170 MPa、1 270 MPa、1 370 MPa、1 470 MPa、1 570 MPa 8级。
- 3.3 钢绞线按镀层重量分为:A、B、C、D、E5级。

表1 钢绞线结构

断面				
结构	1×3	1×7	1×19	1×37

国家冶金工业局 2000-12-05 批准

2001-03-01 实施

4 尺寸和长度

4.1 钢绞线的公称直径应符合表 2 的规定,其直径允许偏差为 $+7\% \sim -1\%$ 。

表 2 钢绞线最小破断拉力

结构	钢丝公称直径 mm	钢绞线公称直径 mm	钢绞线断面积 mm ²	公称抗拉强度,MPa								参考重量 kg/km
				420	670	750	1 170	1 270	1 370	1 470	1 570	
				钢绞线最小破断拉力,kN 不小于								
1×3	2.90	6.2	19.82	7.66	12.22	13.68	21.33	23.16	24.98	26.80	28.63	160
	3.20	6.4	24.13	9.32	14.87	16.65	25.97	28.19	30.41	32.63	34.85	195
	3.50	7.5	28.86	11.15	17.79	19.91	31.06	33.72	36.38	39.03	41.69	233
	4.00	8.6	37.70	14.57	23.24	26.01	40.58	44.05	47.52	50.99	54.45	304
1×7	1.00	3.0	5.50	2.13	3.39	3.80	5.92	6.43	6.93	7.44	7.94	43.7
	1.20	3.6	7.92	3.06	4.88	5.46	8.53	9.25	9.98	10.71	11.44	62.9
	1.40	4.2	10.78	4.17	6.64	7.44	11.60	12.60	13.59	14.58	15.57	85.6
	1.60	4.8	14.07	5.44	8.67	9.71	15.14	16.44	17.73	19.03	20.32	112
	1.80	5.4	17.81	6.88	10.98	12.29	19.17	20.81	22.45	24.09	25.72	141
	2.00	6.0	21.99	8.50	13.55	15.17	23.67	25.69	27.72	29.74	31.76	175
	2.30	6.9	29.08	11.24	17.92	20.07	31.30	33.98	36.65	39.33	42.00	231
	2.60	7.8	37.17	14.36	22.91	25.65	40.01	43.43	46.85	50.27	53.69	295
	2.90	8.7	46.24	17.87	28.50	31.91	49.77	54.03	58.28	62.53	66.79	367
	3.20	9.6	56.30	21.75	34.70	38.85	60.60	65.78	70.96	76.14	81.32	447
	3.50	10.5	67.35	26.02	41.51	46.47	72.50	78.69	84.89	91.08	97.28	535
	3.80	11.4	79.39	30.68	48.94	54.78	85.46	92.76	100.1	107.4	114.7	630
4.00	12.0	87.96	33.99	54.22	60.69	94.68	102.8	110.9	119.0	127.0	698	
1×19	1.60	8.0	38.20	14.44	23.03	25.78	40.22	43.66	47.10	50.54	53.98	304
	1.80	9.0	48.35	18.28	29.16	32.64	50.91	55.26	59.62	63.97	68.32	385
	2.00	10.0	59.69	22.56	35.99	40.29	62.85	68.23	73.60	78.97	84.34	475
	2.30	11.5	78.94	29.84	47.60	53.28	83.12	90.23	97.33	104.4	111.5	628
	2.60	13.0	100.9	38.14	60.84	68.11	106.2	115.3	124.4	133.5	142.6	803
	2.90	14.5	125.5	47.44	75.68	84.71	132.2	143.4	154.7	166.0	177.3	999
	3.20	16.0	152.8	57.76	92.14	103.1	160.9	174.7	188.4	202.2	215.9	1 220
	3.50	17.5	182.8	69.10	110.2	123.4	192.5	208.9	225.4	241.8	258.3	1 460
1×37	4.00	20.0	238.8	90.27	144.0	161.2	251.5	272.9	294.4	315.9	337.4	1 900
	1.60	11.2	74.39	26.56	42.37	47.42	73.98	80.30	86.63	92.95	99.27	595
	1.80	12.6	94.15	33.61	53.62	60.02	93.63	101.6	109.6	117.6	125.6	753
	2.00	14.0	116.2	41.48	66.18	74.08	115.6	125.4	135.3	145.2	155.1	930
	2.30	16.1	153.7	54.87	87.53	97.98	152.9	165.9	179.0	192.0	205.1	1 230
	2.60	18.2	196.4	70.11	111.8	125.2	195.3	212.0	228.7	245.4	262.1	1 570
	2.90	20.3	244.4	87.25	139.2	155.8	243.1	263.8	284.6	305.4	326.2	1 950
	3.20	22.4	297.6	106.2	169.5	189.7	296.0	321.3	346.6	371.9	397.1	2 380
	3.50	24.5	356.0	127.1	202.7	227.0	354.0	384.3	414.6	444.8	475.1	2 050
	4.00	28.0	465.0	166.0	264.8	296.4	462.4	502.0	541.5	581.0	620.5	3 720
注: 根据用户需要,可生产表 2 中未列入的中间规格钢绞线												

注:根据用户需要,可生产表 2 中未列入的中间规格钢绞线

4.2 钢绞线用锌-5%铝-稀土合金镀层钢丝直径允许偏差应符合表 3 的规定。

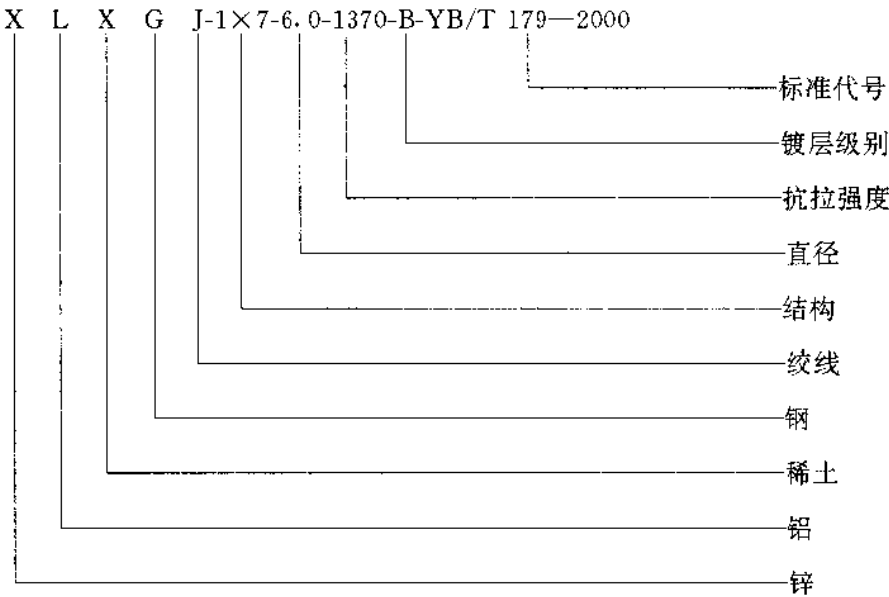
表 3 锌-5%铝-稀土合金镀层钢丝直径允许偏差 mm

钢绞线中镀层钢丝公称直径	允 许 偏 差
≥1.00~1.50	±0.05
>1.50~2.30	±0.08
>2.30~3.00	±0.10
>3.00	±0.13

4.3 钢绞线的长度应符合需方的订货合同,长度允许偏差应在 0~10%之间。

4.4 钢绞线每千米参考重量应符合表 2 的规定。

4.5 标记示例:



5 技术要求

5.1 材料

5.1.1 锌-5%铝-稀土合金镀层钢丝用盘条应符合 GB/T 701 和 GB/T 4354 的规定,当拉拔至规定尺寸并镀锌-5%铝-稀土合金后,成品钢绞线及单根钢丝应质量均匀并性能符合本标准的规定。

5.1.2 热浸镀用锌-5%铝-稀土合金锭的化学成分应符合表 4 的规定。

表 4 锌-5%铝-稀土合金锭化学成分¹⁾ %

Al	Ce+La	Fe 不大于	Si 不大于	Pb 不大于	Cd 不大于	Sn 不大于	其他元素每种 不大于	其他元素总量 不大于	Zn
4.2~6.2	0.03~0.10	0.075	0.015	0.005	0.005	0.002	0.02	0.04	余量

注: 铝的含量由需方规定,最大量为 8.2%

5.1.3 对于一步镀法,合金锅内熔体中的铝含量应控制在 4.2%~6.2%;对于两步镀法,先镀锌(热镀锌或电镀锌),然后镀锌-5%铝-稀土合金,合金锅内熔体中的铝含量允许达到 7.2%。

5.1.4 锌-5%铝-稀土合金镀层钢丝的镀层铝含量应不小于 4.2%。

5.2 捻制

1] 表 4 采用 ASTM B750--1994a 中的表 1。

5.2.1 除非另有规定,钢绞线最外层应右向捻,相邻层捻向相反。所有钢丝应在均匀张力下捻制,钢绞线捻制应足够紧密以保证其在最小破断拉力 10% 的张力作用下直径没有明显减小。

5.2.2 如需方有特殊要求,钢绞线可左向捻,但应在合同中注明。

5.2.3 钢绞线的捻距倍数应符合表 5 的规定。

表 5 钢绞线捻距倍数

结 构	捻 距 倍 数		
	内	中	外
1×3		—	14~20
1×7	—	—	≤16
1×19	≤16	—	≤16
1×37	≤16	≤16	≤16

5.2.4 钢绞线应切断后不松散。

5.3 接头

5.3.1 钢丝冷拉前允许电阻对接,钢丝电接头应按 5.3.2 中规定执行。

5.3.2 1×3 结构钢绞线,其单根钢丝不得有任何接头;1×7 结构钢绞线在任意 50 m 内允许有一个单根钢丝接头,并用涂料或其他区别标志将每个接头位置标出。对于 1×19 和 1×37 结构钢绞线内单根钢丝接头应保持足够间距,接头数目保持最低限度。

5.3.3 钢绞线内钢丝电阻对接时,应防止损坏钢丝。所有接头应接合完好并镀锌或锌合金,使接头处有与镀锌合金钢丝相同的防腐蚀性能。

5.3.4 除非需方特许,成品钢绞线任何长度上不得电阻对接。

5.4 钢绞线最小破断拉力

5.4.1 钢绞线最小破断拉力应符合表 2 的规定。

5.4.2 经供需双方协商,可测试钢绞线内钢丝的破断拉力总和。

钢绞线最小破断拉力=钢绞线内钢丝的破断拉力总和×换算系数

换算系数:1×3、1×7 结构为 0.92

1×19 结构为 0.90

1×37 结构为 0.85

5.5 伸长率

5.5.1 伸长率为试样从开始施加负荷到破断瞬时,试验机两夹头间试样标距增长的百分比。标距 610 mm 钢绞线的伸长率应不小于表 6 的规定。

表 6 各级别钢绞线伸长率要求

钢丝抗拉强度,MPa	610 mm 伸长率, %
420	10
670	8
750、1 170、1 270、1 370	5
1 470、1 570	4

5.5.2 伸长率试验应在没有对接的钢绞线段上进行。

5.6 镀层

5.6.1 镀层重量

锌-5%铝-稀土合金镀层重量应符合表 7 的规定。

表 7 钢绞线内钢丝公称直径及镀层重量

钢绞线内钢丝公称直径 mm	镀层重量, g/m ² 不小于				
	A 级	B 级	C 级	D 级	E 级
1.00	46	80	122	244	366
1.20	46	80	122	244	366
1.40	46	90	122	244	366
1.60	46	90	153	305	458
1.80	46	110	153	305	458
2.00	46	110	153	305	458
2.30	92	140	183	366	549
2.60	92	140	214	427	641
2.90	92	160	244	488	732
3.20	92	160	259	519	778
3.50	92	175	259	519	778
3.80	122	175	275	549	824
4.00	122	175	275	549	824

注: A 级镀层仅适用于 420 MPa

5.6.2 镀层附着力

锌-5%铝-稀土合金镀层钢丝以每分钟不超过 15 转的速度在等于 3 倍钢丝公称直径的芯棒上紧密螺旋缠绕至少 6 圈,镀层不得开裂或起层到能用手指擦掉的程度。

5.7 钢丝韧性

锌-5%铝-稀土合金镀层钢丝以每分钟不超过 15 转的速度绕一规定尺寸的芯棒上紧密螺旋缠绕至少 8 圈应不断裂。420 MPa、670 MPa 级钢绞线钢丝的芯棒直径等于钢丝公称直径。750 MPa、1 170 MPa、1 270 MPa、1 370 MPa、1 470 MPa、1 570 MPa 级钢绞线钢丝的芯棒直径等于钢丝公称直径的 3 倍。

5.8 表面质量

锌-5%铝-稀土合金镀层钢丝镀层应光滑、连续、厚度均一。不得有影响使用的表面缺陷。

6 试验方法

6.1 合金锭或熔体中铝含量的化学分析方法按 GB/T 12689.1 进行;锌-5%铝-稀土合金镀层钢丝镀层中铝含量的化学分析方法按附录 A 进行。

6.2 钢绞线表面检查用目测。

6.3 钢丝直径测量用精确度为 0.01 mm 量具进行。

6.4 钢丝拉伸试验按 GB/T 228 进行。

6.5 钢丝镀层重量试验按 GB/T 2973 进行。

6.6 钢丝的缠绕试验按 GB/T 2976 进行。

6.7 钢绞线最小破断拉力试验按 GB/T 8358 进行。

6.8 钢绞线的捻距测量用划印法进行。

6.9 钢绞线不松散性的试验方法

当切断钢绞线时,其断部钢丝应保持原位或容易用手复原并保持在原位。

6.10 钢绞线伸长率的试验方法

当给钢绞线施加最小破断拉力 10% 的负荷时,试验机两夹头间的距离大约为 610 mm,伸长率数值只有试样破断部位与试验机夹头距离大于 25 mm 时才有效;当断裂部位无效,但结果符合标准规定时视为有效。当试验无效时,应从盘卷或线轴上另取试样试验。

7 检验规则

7.1 检查与验收

钢绞线由供方技术检验部门进行检查和验收。

7.2 组批规则

钢绞线应按批验收,每批应由同一结构、同一抗拉强度级、同一镀层级别的钢绞线组成。

7.3 取样数量

钢绞线长度	取样数量
1 500 m	1
>1 500~9 000 m	2
>9 000~45 000 m	3
>45 000 m	4

7.4 所取每个样品均应进行 5.2、5.4、5.5 规定的所有试验。

7.5 钢绞线除进行 7.4 规定的试验外,还应进行拆股钢丝试验,以确定是否符合 4.2、5.4、5.6、5.7 和 5.8 规定要求,每根钢绞线试验数量如下:

- 1×3 结构钢绞线 3 根
- 1×7 结构钢绞线——4 根(外层 3 根,中心 1 根)
- 1×19 结构钢绞线——7 根(每层 3 根,中心 1 根)
- 1×37 结构钢绞线——10 根(每层 3 根,中心 1 根)

7.6 除非需方另有规定,制造厂可以用捻绞线前钢丝按 4.2、5.6、5.7 规定项目进行试验,确认其符合本标准,以代替 7.5 规定的拆股钢丝试验。即使如此,需方仍有权从成品钢绞线中拆取钢丝进行验证试验。

7.7 复验和判定规则

初试不合格时,应加倍取样复验不合格项目,复验仍不合格则应逐盘试验,合格者交货。

8 包装、标志和质量证明书

钢绞线的包装、标志和质量证明书按 GB/T 2104 进行,钢绞线采用第一种类型包装,当盘重大于 700 kg 时应采用第二种类型包装。

附录 A

(标准的附录)

钢丝镀层中铝含量的测定方法

A1 方法提要

在微酸性溶液中加入过量的 EDTA 标准溶液,使铁、锌、铜等元素与之形成络合物,然后在乙酸存在下,煮沸使铝也全部形成络合物,以二甲酚橙为指示剂,用硝酸铅标准溶液回滴过量的 EDTA。加入氟化物使 Al-EDTA 解蔽,释放出与铝等量的 EDTA,再用硝酸铅标准滴定溶液滴定,由此计算铝的重量百分含量。

A2 试剂

A2.1 氟化钾(KF·2H₂O)。

A2.2 去镀层盐酸缓蚀液:HCl(1+1)与六次甲基四胺(3%)等体积混合。

A2.3 盐酸(1+1)。

A2.4 氨水(1+1)。

A2.5 乙酸铵溶液(50%)。

A2.6 乙酸-乙酸钠缓冲溶液(pH=5.5):称取 200 g 乙酸钠(含 3 个结晶水),用水溶解,加入 9 mL 冰乙酸,然后以水稀至 1 000 mL。

A2.7 EDTA 标准溶液, $c(\text{EDTA})=0.05 \text{ mol/L}$:称取 19 g EDTA(含 2 个结晶水)于 500 mL 烧杯中,加水溶解后,移入 1 000 mL 容量瓶中,以水稀至刻度。A2.8 硝酸铅标准滴定溶液, $c[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2]=0.025 \text{ mol/L}$:称取硝酸铅 8.3 g,以水溶解,移至 1 000 mL 容量瓶中,稀至刻度,标定。

A2.9 刚果红试纸。

A2.10 二甲酚橙指示剂(0.25%)。

A3 分析步骤

A3.1 试样溶解

取 6 根 5 cm 长试样,表面先用汽油擦净晾干,再用无水乙醇擦净晾干,放入烘箱内以 105℃ 烘 30 min,放在干燥器内冷却 30 min,称重得 g_1 ,随后放入 100 mL 去镀层液(A2.2)中去除镀层,再用蒸馏水洗净试样,再用无水乙醇擦净试样用电热风吹干,称重得 g_2 ,合金重量为 $g_1 - g_2$,随后把去镀层液移入 200 mL 容量瓶中,以水稀至刻度,摇匀备用。

A3.2 移取 25.00 mL 试液(A3.1)于 250 mL 锥形瓶中,加入一小块刚果红试纸,滴加氨水(A2.4)至试纸变红,再滴加盐酸(A2.3)至试纸变蓝,然后加入 25 mL EDTA 标准溶液(A2.7),摇匀。加 3 mL 乙酸铵溶液(A2.5),煮沸 3 min,冷却,加 10 mL 缓冲溶液(A2.6),4~5 滴二甲酚橙指示剂(A2.10),以硝酸铅标准滴定溶液(A2.8)滴定至溶液恰呈红色(不计数,但不能过量)。加入 1 g 氟化钾(A2.1),煮沸 2~3 min,冷后补加一滴二甲酚橙指示剂(A2.10),用硝酸铅标准滴定溶液(A2.8)滴定至红色为终点。

A4 分析结果的计算

按式(A1)计算铝的百分含量:

$$\text{Al}(\%) = \frac{c \cdot V \times 0.02698}{(g_1 - g_2) \times 25/200} \times 100 \quad \dots\dots\dots (\text{A1})$$

式中: c ——硝酸铅标准滴定溶液(A2.8)的实际浓度, mol/L;

V ——滴定释放出的 EDTA 消耗硝酸铅标准滴定溶液(A2.8)的体积, mL;

$g_1 - g_2$ ——合金的重量, g;

0.026 98——与 1.00 mL 硝酸铅标准滴定溶液($c[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2]=1.00 \text{ mol/L}$)相当的铝的重量, g;
25/200——分液率。

注: $g_1 - g_2$ 的差值中含有退镀层时带入的铁, 计算时应扣除。