

《电工用碳素钢盘条》编制说明（征求意见稿）

一、工作简况

1、任务来源

根据中国电器工业协会关于下达 2023 年第四批中电协团体标准制修订计划的通知（中电协[2023]221 号），《电工用碳素钢盘条》已被列入制订计划，计划编号为 CEEIA2023114，该标准由江苏中天科技股份有限公司牵头起草，将于 2024 年完成。

该项目同时在中国电机工程学会完成了项目立项，项目编号 202310080002，该标准是中国电器工业协会、中国电机工程学会双编号标准项目。

2、主要工作过程

（1）起草（草案、调研）阶段：

2023 年 12 月 28 日任务下达后，对国内外碳素钢盘条的相关标准材料进行收集。2024 年 4 月标委会秘书处面向制造、应用、检测等相关单位开展关于电工用碳素钢盘条的制造及应用情况技术征询，了解当前碳素钢盘条的制造和使用情况，为后续标准的起草工作提供参考。

2024 年 5 月，由标准起草单位江苏中天科技股份有限公司结合行业技术征询表意见及建议起草工作组讨论稿。5 月 22 日在上海举行了起草工作组会议，讨论标准工作组讨论稿和主要修订的技术内容和试验验证方案。6 月，确定试验验证方案。

2024 年 8 月-10 月，由主要起草单位寄送样品，委托上海国缆检测股份有限公司开展试验验证。根据试验验证结果，完成本标准征求意见稿和编制说明，经工作组确认后提交至秘书处。

3、主要参加单位和工作组成员及其所做的工作等

本标准由江苏中天科技股份有限公司、上海电缆研究所有限公司、上海国缆检测股份有限公司、宝山钢铁股份有限公司、青岛特殊钢铁有限公司、江苏永钢集团有限公司、江苏沙钢钢铁有限公司、北京国网富达科技发展有限责任公司、黄山创想科技股份有限公司、湖北长天通信科技有限公司、常州特发华银电线电缆有限公司、浙江冠明电力新材股份有限公司、远东智慧能源股份有限公司、杭州电缆股份有限公司、江苏亨通电力智网科技有限公司、江苏通光光缆有限公司、长飞光纤光缆股份有限公司、贵州玉蝶电工股份有限公司、中国南方电网有限责任公司超高压输电公司贵阳局共同参与起草。（将根据标准起草全过程中各起草单位贡献确定最终排序）

在起草人中,王文辉作为项目负责人,全面协调标准起草工作;徐睿负责相关试验验证、数据处理和分析工作,齐彦峰、高永彬、饶子才、李月云、吴锦圆作为碳素钢盘条的制造企业专家提供试验验证用样品并提出技术意见,谢书鸿、郑秋、蔡西川、葛永新、李风辉、黄小毛、杨民新、高瞻、屠关明、汪富强、徐静、胡建明、伍光磊、樊红君、易勇亮、江建华作为专家提出技术意见。(将根据标准起草全过程中各起草人贡献确定最终排序)

二、标准编制原则和主要内容

1、标准编制原则

本标准在修订过程中遵循“面向市场、服务产业、自主制定、及时修订”原则,将标准化科研与技术创新、试验验证、用户侧反馈相结合,统筹推进。

本标准在结构编写和内容编排等方面根据 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》及 T/CEEIA270—2017《CEEIA 标准编写指南》进行编写。在确定本标准主要技术性能指标时,综合考虑制造企业技术水平和用户需求,寻求最大经济、社会效益,充分体现了标准在技术上的先进性和技术上的合理性。

2、标准主要内容

本标准规定了电工用碳素钢盘条(以下简称盘条)牌号表示方法、技术要求、试验、包装、标志和贮存等。本标准适用于电工铝包钢线、镀锌钢线用优质碳素钢盘条,磷化钢丝用碳素钢盘条也可参考使用。

3、解决的主要问题

(1) 研究确定标准的适用范围

本标准聚焦于电工领域用碳素钢盘条,参考《电线电缆手册》中的钢丝类型,主要有镀锌钢丝、铝包钢线、磷化钢丝等,盘条牌号及参考标准见表1:

表 1 盘条牌号及参考标准

序号	钢丝类型	用途	强度分类	碳含量	当前盘条参考标准
1	镀锌钢丝	架空绞线用	中高强度	$\geq 0.45\%$	GB/T 699、GB/T 4354、GB/T 24242
2		电线电缆用编织钢丝	低强度	$\leq 0.22\%$	GB/T 701
3		电缆、海缆铠装	低强度、中强度、高强度	0.04%-0.85%	GB/T 701、GB/T 4354、GB/T 24242
4		光缆用加强芯	中强度、高强度	$\geq 0.45\%$	GB/T 4354、GB/T 24242
5	磷化钢丝	光缆用加强芯	高强度	$\geq 0.60\%$	GB/T 4354、GB/T 24242
6	铝包钢线	架空绞线用、电力金	中强度、高强度	$\geq 0.70\%$	GB/T 699、GB/T 4354、

	具			GB/T 24242
--	---	--	--	------------

与海缆铠装钢丝的制造企业、用户企业讨论，340/650MPa低强度镀锌钢丝用低碳钢盘条主要采用GB/T 701中的Q195-Q235牌号，且基本能满足使用要求，850/1050MPa各家根据用户需要以及工艺特性，普遍采用平均碳含量0.45%及以上的碳素钢盘条。

结合宝钢、青钢、永钢、沙钢等大型钢厂制造企业的意见，Q195-Q235牌号盘条技术要求低，与中高碳钢属于两个体系维度，不建议将GB/T 701规定的低碳钢盘条纳入此标准。

同时，结合国内镀锌钢线制造厂家的使用习惯，确定本标准的适用范围，即适用于平均碳含量0.45%-0.92%的电工铝包钢线、镀锌钢线用优质碳素钢盘条，磷化钢丝用碳素钢盘条也可参考使用。

(2) 研究确定标准的盘条牌号及表示方法

参考标委会秘书处面向制造、应用、检测等相关单位开展关于电工用碳素钢盘条的制造及应用情况技术征询表，制定出电工领域的碳素钢盘条的专用牌号。

盘条的牌号表示方法由“电工”的汉语拼音首字母“D”、平均碳含量、类别代号组成。对于平均碳含量大于0.72%以上的盘条，当锰(Mn)含量大于0.3%且不大于0.60%时类别代号表示为A；当锰(Mn)含量大于0.60%且不大于0.90%时类别代号表示为B。对于平均碳含量不大于0.72%的盘条，锰(Mn)含量按照行业介于0.50%至0.80%之间，类别代号可缺省。

若盘条有意添加了其他合金元素用于改善盘条的性能，表示方法中需特别标注所添加的合金元素符号。若无其它合金元素表示方法可缺省。

标准文本中表1给出了常用的盘条牌号，一般的D45、D50、D55、D60、D65、D70用于中低强度镀锌钢线、磷化钢线，Mn含量为0.5%-0.8%，技术要求相对宽泛；D72、D77、D80、D82、D84、D87、D92按照Mn含量高低分A、B类，主要用于中高强度铝包钢线、镀锌钢线、磷化钢线等产品。

(3) 研究确定标准的力学性能、显微组织等关键指标

根据盘条的化学成分确定其抗拉强度、伸长率、面缩率指标，其中抗拉强度的波动为120MPa，优于GB/T 24242标准中的140-150MPa强度波动范围。

电工领域将安全作为最重要的因素，研究确定标准的关键显微组织，如索氏体转化率、晶粒度、中心马氏体、贝氏体、中心偏析、脱碳层、非金属夹杂物、网状碳化物等关键指标优于GB/T 699、GB/T 4354标准。索氏体化率、贝氏体指标与GB/T 24242标准等同，晶粒度、中心马氏体、中心偏析、脱碳层、非金属夹杂物、网状碳化物等指标优于GB/T 24242标准。

本标准相比碳素钢盘条的其他国标的主要技术指标差异见表2:

表 2 本标准与同类标准指标对比

序号	对比指标	单位	本标准	GB/T 699	GB/T 701	GB/T 4354	GB/T 14981	GB/T 24242	对比结论
1	平均碳含量范围	%	0.45-0.92	0.08-0.85	≤0.22	0.08-0.85	未规定	0.04-0.92	更适用
2	规格范围	mm	5.0-8.0	25-250棒材	未规定	5-60	5-60	分13以下, 13以上	
3	尺寸及偏差	级	不超过B、C	A、B、C	未规定	A、B、C	A、B、C	不超过B、C	与GB/T 24242.2等同, 优于其他标准
4	化学成分	%	P≤0.020, S≤0.020, Cr≤0.15, Ni≤0.10	P ≤ 0.035, S ≤ 0.035, Cr≤0.10, Ni≤0.15	P ≤ 0.045, S ≤ 0.045	P ≤ 0.035, S ≤ 0.035, Cr≤0.10, Ni≤0.15	P≤0.035, S≤0.035, Cr ≤ 0.10, Ni≤0.15	P ≤ 0.025, S ≤ 0.025, Cr≤0.15, Ni≤0.20	优于其他标准
5	拉伸	MPa	明确线材强度, 强度波动范围120	棒材强度, 只有下限	≤540	未规定	未规定	强度波动范围140-150	
6	非金属夹杂物	级	≤2.0	未规定	未规定	未规定	未规定	≤2.0-3.0(分类别)	
7	中心偏析	级	≤2.0	≤2.5	未规定	未规定	未规定	≤3.0	
8	脱碳层深度	mm	≤0.08(D87牌号以下); ≤0.10 (D87-92牌号)	1.0%d	未规定	2.0%d	未规定	≤0.12	
9	索氏体化率	%	70%-85%以上(分牌号)	未规定	未规定	未规定	未规定	70%-85%以上(分牌号)	与GB/T 24242.2等同, 优于其他标准
10	网状渗碳体	级	≤1.0	未规定	未规定	未规定	未规定	≤1.5-2.0(分牌号)	优于
11	中心马氏体	级	≤1.0	未规定	未规定	未规定	未规定	≤1.5-2.5(分牌号)	
12	晶粒度	级	≥7.0	未规定	未规定	未规定	未规定	未规定	
13	贝氏体	级	不允许有	未规定	未规定	未规定	未规定	不允许有	与GB/T 24242.2等同, 优于其他标准
14	表面质量	mm	允许个别≤0.1mm缺陷	允许个别 ≤ 0.2mm缺陷	允许个别 ≤ 0.1mm缺陷, A级 ≤0.2mm缺陷	允许个别 ≤0.1mm缺陷, A级允许个别 ≤0.2mm缺陷	未规定	允许个别 ≤0.1mm缺陷	
15	卷重	t	1.5-2.4	未规定	未规定	未规定	1	1	优于

三、主要试验（或验证）情况

本标准起草的重点是确定平均碳含量 0.45%-0.92%的盘条的机械性能、显微组织的技术指标要求，难点在于结合电工用铝包钢线、镀锌钢线实际需求确定各技术指标的合理范围。根据会议讨论情况，优先选择从第三方获取相关的盘条检测报告，不足部分可由盘条的制造单位委托国缆检测中心开展盘条样品检测验证，检测项目包括化学成分检测（C、Si、Mn、P、S、Cr、Ni、Cu）、抗拉强度、断后伸长率、总脱碳层深度、索氏体转化率、心部马氏体、贝氏体、晶粒度、非金属夹杂物、中心偏析、网状碳化物、表面质量等，详细检测数据如下：

- （1） 从钢厂已收集到的第三方检测报告数据见表 3。从第三方报告检测数据均在标准技术要求范围内。
- （2） 样品试验验证情况见表 4。由宝钢、青钢、沙钢、永钢四家盘条制造单位提供上述牌号盘条样品，委托国家电线电缆质量检验检测中心、钢研纳克江苏检测技术研究院有限公司进行检测，除部分伸长率低于 7.5%，个别非金属及杂物达到 2.0 外，其它基本上能够满足标准的各项技术指标。

表 3 钢厂提供的第三方检测报告数据

检测项目	单位	报告1	报告2	报告3	报告4	报告5	报告6	报告7
牌号	/	C92D2-E	C86D2	72A	72A	82DA	45	70
规格	mm	5.5	5.5	5.5	6.5	5.5	5.5	5.5
直径偏差	mm	±0.07	-0.05~+0.12	+0.03~+0.20	-0.15~+0.03	0.04~+0.16	/	/
不圆度	mm	0.14	0.15	0.22	0.26	0.215	/	/
C	%	0.92	0.86	0.71	0.73	0.82	0.47	0.73
Si	%	0.23	0.20	0.26	0.19	0.26	0.27	0.28
Mn	%	0.37	0.50	0.46	0.53	0.60	0.60	0.61
P	%	0.007	0.009	0.008	0.01	0.008	0.021	0.014
S	%	0.004	0.006	0.005	0.008	0.005	0.016	0.010
Cr	%	0.23 (添加元素)	0.020	0.05	0.04	0.07	0.044	0.040
Ni	%	0.009	0.008	0.02	0.04	0.02	0.011	0.014
Cu	%	0.011	0.012	0.05	0.01	0.03	0.015	0.014
抗拉强度	MPa	1281	1192	1049	1064	1200	/	/
面缩率	%	44	45	48	43	45	/	/
总脱碳层深度	mm	0.30	0	0.03	0.05	0.04	0.01	0.01
索氏体转化率	%	89	87	87	89	90	/	/
心部马氏体	级	0	0	0	0	0	/	/
网状渗碳体	级	0.5	0	1.0	0	0	/	/
晶粒度	级	8	8	7.5	7.5	7.5	/	/
中心偏析	级	2.0	1.0	2.5	2.0	2.0	/	/
非金属夹杂物	级	A:0, B: 0, C:0, D:0.5	A:0, B: 0, C:0, D:0.5, Ds: 0	A:1.0, B: 0, C:0 D:0.5, Ds: 1.0	A:0, B: 0, C:0, D:0.5, Ds: 0	A:0, B: 0, C:0 D:0.5, Ds: 0	/	/
氧化皮厚度	um	11	10	/	/	/	/	/

表 4 样品试验验证情况

检测项目	单位	报告 1	报告 2	报告 3	报告 4	报告 5	报告 6	报告 7	报告 8	报告 9	报告 10	报告 11
牌号	/	D45	D55	D60	D65	D70	D72B	D77A	D80A	D82B	D84A	D92A
规格	mm	6.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	5.5	6.5	5.5	5.5	5.5
C	%	0.47	0.56	0.60	0.67	0.72	0.73	0.78	0.81	0.84	0.88	0.94
Si	%	0.23	0.22	0.22	0.22	0.22	0.27	0.24	0.23	0.22	0.21	0.20
Mn	%	0.58	0.56	0.53	0.55	0.55	0.74	0.58	0.57	0.70	0.51	0.37
P	%	0.0095	0.0093	0.012	0.0098	0.011	0.0090	0.013	0.015	0.010	0.0069	0.0056
S	%	0.013	0.013	0.0083	0.016	0.0075	0.0052	0.0089	0.011	0.019	0.0032	0.0066
Cr	%	0.022	0.036	0.018	0.024	0.014	0.066	0.030	0.015	0.039	0.016	0.19
Ni	%	0.026	0.051	0.0063	0.0092	<0.0050	0.024	0.0083	0.0083	0.0062	<0.0050	0.0060
Cu	%	0.052	0.061	0.011	0.016	0.0089	0.027	0.014	0.015	0.019	0.011	0.016
抗拉强度	MPa	742	873	948	943	1018	1101	1138	1195	1137	1158	1243
断后伸长率 A ₂₀₀	%	14	11.3	10.5	7.3	7.8	4.6	6.8	9.0	7.0	8.0	6.5
总脱碳层深度	mm			0.057		0		0	0	0	0	0
索氏体转化率	%				95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%	95%
心部马氏体	级				0	0	0	0	0	0	0	0
网状渗碳体	级				0	0	0	0	0	0	0	0
贝氏体	级				未见	未见		未见	未见	未见	未见	未见
晶粒度	级				9.5	9.5	9.0	9.0	9.0	9.5	10	10
中心偏析	级	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
非金属夹杂物	级				D 细 0.5, 其它 0	D 细 0.5, 其它 0	A 细 0.5, D 细 0.5, 其它 0	A 细 0.5, B 细 1.5, D 细 1.5, 其它 0	B 细 2.0, 其它 0	A 细 2.0, 其它 0	D 细 0.5, 其它 0	D 细 0.5, 其它 0
表面质量					表面光滑	表面光滑	表面光滑	表面光滑	表面光滑	表面光滑	表面光滑	表面光滑

四、标准中涉及专利的情况

本标准的起草过程中，未发现相关专利问题，也未收到涉及相关专利的反馈。如某些内容可能涉及专利。本标准的发布机构不承担识别专利的责任。

五、预期达到的社会效益、对产业发展的作用等情况；

电网是国家经济命脉之一，近十几年来，我国电网建设处于高速发展期，输电线路的建设规模、技术先进性均达到国际领先水平。电工用铝包钢线、镀锌钢线作为电工输电线路的关键基础材料，每年的用量超过 100 万吨以上。随着架空输电线路纵横发展，以及铠装电缆、探测电缆的大量应用，对电工基础材料的类型、规格、性能、安全提出更多的要求。

而碳素钢盘条又是电工用铝包钢线、镀锌钢线的主要生产原材料，其中铝包钢线主要应用平均碳含量 0.72% 及以上的碳素钢盘条，年需求在 20 万吨以上；镀锌钢线用盘条主要应用于平均碳含量 0.45% 及以上的碳素钢盘条，年需求在 90 万吨以上。

本标准吸收了国内外碳素钢盘条的生产和应用领域的技术发展成果，制订后将进一步提升国内及国际标准的技术水平，有效指导铝包钢线、镀锌钢线基础输电材料用碳素钢盘条的设计、生产、研发、采购、验收，有利于规范和引领该产品的科学应用和有序发展，对提高我国输电线路技术水平，提高架空输电材料的安全系数，促进电力事业的快速发展，带动冶金等相关产业的技术升级，提升经济竞争力都具有十分重要的意义，符合国家电力产业政策和技术政策。

六、与国际、国外对比情况

本标准与现行国际标准 ISO16120-2017“制丝用非合金钢盘条 第 1 部分：一般要求”、日标 JIS G 3506-2017“高端线材”的对比情况：

表 5 本标准与同类国际/国外标准对比情况

序号	对比指标	单位	本标准	ISO 16120	JIS G 3506	对比结论
1	平均碳含量范围	%	0.45-0.92	0.04-0.92	0.27-0.82	更适用
2	规格范围	mm	5.0-8.0	未规定	5.5-19	更适用
3	尺寸及偏差	级	不超过 B、C	不超过 B、C	偏差±0.4 椭圆度：≤0.64， 比 A 级还宽松	优于
4	化学成分	%	P≤0.020 S≤0.020 Cr≤0.15 Ni≤0.10	P≤0.030 S≤0.030 Cr≤0.15 Ni≤0.20	P≤0.030 S≤0.0030	优于

序号	对比指标	单位	本标准	ISO 16120	JIS G 3506	对比结论
5	拉伸	MPa	线材强度, 强度波动范围 120	±90/±110	±100/±120	优于
6	非金属夹杂物	级	≤2.0	未规定	未规定	优于
7	中心偏析	级	≤2.0	≤4.0	未规定	优于
8	脱碳层深度	mm	≤0.08 (D87 牌号以下); ≤0.10 (D87-92 牌号)	未规定	≤0.20	优于
9	索氏体化率	%	70%-85%以上 (分牌号)	可分辨珠光体	未规定	优于
10	网状渗碳体	级	≤1.0	未规定	未规定	优于
11	中心马氏体	级	≤1.0	未规定	未规定	优于
12	贝氏体	级	不允许有	未规定	未规定	优于
13	晶粒度	级	≥7.0	未规定	未规定	优于
14	表面质量	mm	允许个别≤0.1mm 缺陷	未规定	未规定	优于
15	卷重	t	1.5-2.4	未规定	未规定	优于

七、本标准与现行法律、法规、规章及相关标准，特别是强制性标准的协调性；

本标准与现行法律、法规、规章及本领域相关标准具有一致协调性。

八、重大分歧意见的处理经过和依据；

本标准在起草过程中，不存在重大分歧意见。

九、贯彻标准的要求和措施建议

本标准的制订是对裸电线专业领域标准体系的补充和完善。可由裸电线专业领域的相关标准化组织面向用户、制造单位、检测机构开展标准宣贯。

十、其他应予以说明的事项。

无。