

T/JS GT

团 体 标 准

T/JS GT 011—2021

全工艺冷轧电工钢：晶粒无取向钢带（片）

Cold-rolled electrical steel delivered in the fully-processed: Grain
non-oriented steel strip(sheet)

（报批稿）

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。

XXXX - XX - XX 发布

XXXX - XX - XX 实施

江苏省钢铁行业协会 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 分类与牌号表示方法	2
5 订货内容	2
6 尺寸、外形、重量及允许偏差	2
7 生产工艺	3
8 供货形式和交货条件	3
9 技术要求	4
10 检验规则	5
11 测试方法	6
12 包装、标志和质量证明书	7
附录 A（资料性）本文件与国内外相关标准同等级牌号对照表	8
附录 B（资料性）本文件与国家标准 GB/T 2521.1-2016 的技术性差异	9

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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由江苏省钢铁行业协会提出并归口。

本文件起草单位：江苏沙钢集团有限公司、张家港扬子江冷轧板有限公司、江苏省沙钢钢铁研究院有限公司、江苏省钢铁行业协会、现代冶金（南京）研究院有限公司、上海电气集团上海电机厂有限公司、上海电气电站设备有限公司发电机厂、长鹰信质科技股份有限公司、卧龙电气集团股份有限公司、江苏大中电机股份有限公司。

本标准主要起草人：马允敏、秦强波、李晓波、张华珍、黄久贵、聂文金、李冉、赵奇少、蒋莉、曹垒、卢禹龙、岳重祥、吴圣杰、秦卫、陆佳栋、彭大华、刘松、周彪、刘翠红、王荷芬。

全工艺冷轧电工钢：晶粒无取向钢带（片）

1 范围

本文件规定了公称厚度为0.35 mm、0.50 mm、0.65 mm的冷轧无取向电工钢带的术语和定义、牌号表示方法、分类及代号、订货内容、尺寸、外形、重量及允许偏差、技术要求、试验方法、检验规则、包装、标志及质量证明书等。

本文件适用于带有绝缘涂层的以最终退火状态交货的全工艺型冷轧无取向电工钢带(片)(以下简称“钢带”)。

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 247 钢板和钢带包装、标志及质量证明书的一般规定
- GB/T 2521.1-2016 全工艺冷轧电工钢 第1部分：晶粒无取向钢带(片)
- GB/T 2522 电工钢带(片)涂层绝缘电阻和附着性测试方法
- GB/T 3655 用爱泼斯坦方圈测量电工钢片(带)磁性能的方法
- GB/T 8170 数值修约规则与极限数值的表示和判定
- GB/T 9637 电工术语 磁性材料与元件
- GB/T 19289 电工钢带(片)的电阻率、密度和叠装系数的测量方法
- YB/T 4292 电工钢带(片)几何特性测试方法

3 术语和定义

GB/T 9637 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

3.1

比总损耗 specific total loss

在给定的频率(单位 Hz)、给定最大磁极化强度(单位 T)进行磁化的情况下,单位质量铁芯试样中消耗的功率,单位为 W/kg。本标准为磁极化强度 1.5T、频率在 50Hz 下测得的比总损耗。

3.2

磁极化强度 magnetic polarization

铁芯试样以退磁状态,在标定频率下,当交流磁场的峰值达到某一标定值时,铁芯试样所达到的磁极化强度的峰值,单位为 T。本标准为磁场强度 5000A/m 下的磁极化强度。

3.3

厚度差 thickness tolerance

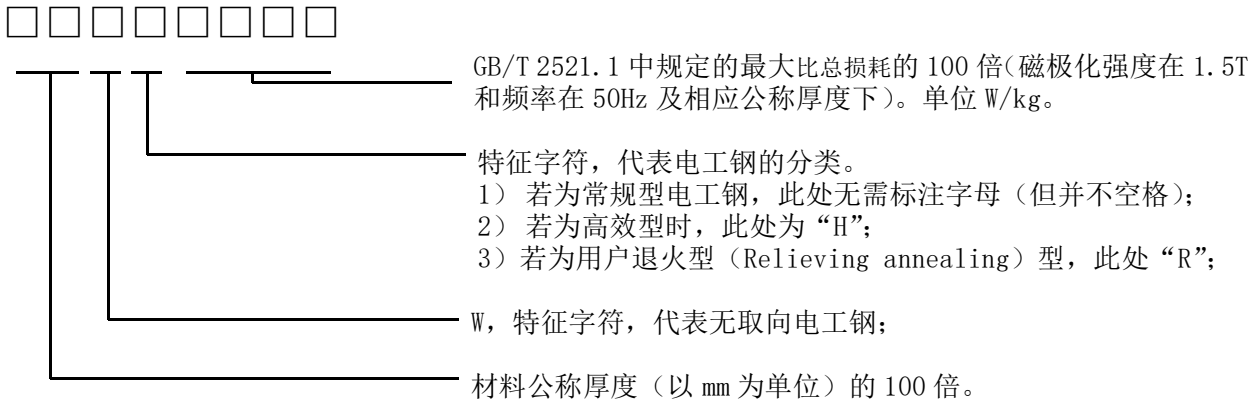
厚度差是指下列之间的差别:

- 同一个验收批内公称厚度的允许偏差;
- 平行于轧制方向上一定长度钢带上的厚度偏差,以下称纵向厚度差;
- 垂直于轧制方向上厚度的偏差。这种偏差仅仅适用于宽度大于 150 mm 的材料,以下称横向厚度差。

4 分类与牌号表示方法

4.1 无取向电工钢分为常规型、高效型、用户退火型。

4.2 电工钢的牌号由代表材料公称厚度的数字、代表产品分类的特征字符、代表产品种类和代表最大比总损耗的数字四部分组成。具体见如下图示。



示例: 50W1300、50WR600、50WH470。

50W1300 表示厚度为 0.50 mm、比总损耗的保证值 P1.5/50 不大于 13.00 W/kg 的常规无取向电工钢。

50WH470 表示厚度为 0.50 mm、比总损耗的保证值 P1.5/50 不大于 4.70 W/kg 的高效无取向电工钢。

50WR600 表示厚度为 0.50 mm、比总损耗的保证值 P1.5/50 不大于 6.00 W/kg 的用户退火无取向电工钢。

4.3 本文件中的牌号与国内外相关标准同等级牌号对照表见附录 A。

5 订货内容

5.1 按本文件订货的合同或订单应包括下列内容:

- a) 本文件号;
- b) 牌号;
- c) 产品名称;
- d) 订货重量;
- e) 产品规格;
- f) 钢卷重量的限定;
- g) 边缘状态;
- h) 涂层种类;
- i) 包装方式;
- j) 其他特殊要求。

5.2 如订货合同中未注明边缘状态、涂层种类、包装方式时, 则本文件产品按切边、半有机薄涂层、并按供方提供的包装方式包装。

6 尺寸、外形、重量及允许偏差

6.1 尺寸及允许偏差

6.1.1 钢带的公称厚度、厚度允许偏差、纵向厚度差、横向厚度差应符合表 1 的规定。

6.1.2 宽度允许偏差适用于切边钢带。以最终使用宽度交货的材料, 宽度允许偏差应符合表 2 的规定。

表 1 钢带的厚度及允许偏差

公称厚度, mm	厚度允许偏差, mm	纵向厚度差, mm	横向厚度差, mm
0.35	-0.025~+0.020	≤0.018	≤0.015
0.50	-0.035~+0.020	≤0.020	≤0.015
0.65	±0.040	≤0.035	≤0.030

表 2 钢带的宽度偏差

公称宽度L, mm	切边成品宽度偏差, mm	毛边成品宽度偏差, mm
700<L≤1000	+1.0 0	0~+5
1000<L≤1300	+1.5 0	

6.2 不平度

将钢片自由地放在固定平台上,除钢片自身重量外,不施加任何压力,用直尺测量钢带最大波(全波)的高度 h 和波长 l ,不平度等于 $(h/l) \times 100\%$ 。钢带的不平度不大于2.0%。

6.3 镰刀弯

用直尺紧靠钢带的凹侧边,测量直尺与凹侧边的最大距离。钢带的镰刀弯不大于1.0 mm,测量长度为2000 mm。

6.4 毛刺

测量钢带剪切处与内侧的厚度,毛刺高度等于两者的厚度之差。剪切毛刺高度的测定仅适用于以最终使用宽度交货的材料。切边钢带的剪切毛刺不大于0.035 mm。

6.5 内径

钢卷的内径为 508 mm。

6.6 重量

钢带按实际重量交货。

6.7 残余曲率

根据需方要求,经供需双方协商,并在合同中注明,可对宽度大于100 mm的钢带进行残余曲率检验。具体指标由供需双方协商确定。

6.8 其他外形

6.8.1 钢卷应由同一宽度的钢带卷成,卷的侧面应尽量平直。

6.8.2 钢卷的卷绕松紧程度要适中,要保证自重下不塌卷。

7 生产工艺

钢的生产工艺和化学成分由供方决定。

8 供货形式和交货条件

8.1 钢带以卷供货。

8.2 一般供应的冷轧无取向电工钢带在两面涂有绝缘涂层。绝缘涂层的种类一般分为三种四类，具体见表3。用户有特殊要求时，应符合订货协议。

表3 涂层种类与代号

涂层种类		代号
半有机涂层	半有机薄涂层	S1
	半有机厚涂层	S2
无铬涂层		S3
无机涂层		S4

9 技术要求

9.1 磁性能

9.1.1 频率在50Hz，无取向电工钢的最大比总损耗应符合表4规定。频率在50Hz、磁场强度在5000A/m(峰值)下，无取向电工钢的最小磁极化强度应符合表4规定。

9.1.2 除消除应力退火型钢带外，表4中规定的钢带磁性能要求也适用于时效试样。时效试验是否实施，由供方决定。

9.1.3 根据需方要求，并在合同中注明，可提供比总损耗的各向异性的值。比总损耗的各向异性T按式(1)计算，其T值应符合表4的规定。

$$T = \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2} \dots\dots\dots (1)$$

9.2 工艺特性

9.2.1 密度

用于计算钢的磁性能、叠装系数的理论密度应符合表4的规定。

9.2.2 叠装系数

钢带的叠装系数应符合表4的规定。

9.2.3 弯曲次数

钢带的最小弯曲次数应符合表4的规定。

9.2.4 绝缘涂层电阻

根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可以提供交货状态下绝缘涂层电阻的参考最小值，单位为 $\Omega \cdot \text{mm}^2$ 。

9.3 表面质量

9.3.1 钢带表面应平整干净，不应有锈蚀。若在厚度公差范围内，且不妨碍材料的正常使用，允许存在分散分布的缺陷，如划痕、气泡、裂纹等。

9.3.2 钢带表面的绝缘涂层应附着良好，涂层颜色应均匀、不应在剪切操作中剥离。涂层经逐级弯曲后不应出现开裂和剥落。若涂层发生剥离，应对该试样所取自的试件进行剪切试验。在剪切试验中，不允许涂层发生大片剥离，但允许涂层在剪切边缘出现轻微碎屑。

注：如果在协议中规定产品浸没在液体中使用，需确保液体和涂层之间的兼容性。

表 4 磁性能和工艺特性

类型	牌号	公称厚度/mm	理论密度/kg/dm ³	最大比总损耗 P _{1.5/50} /W/kg	最小磁极化强度 J ₅₀₀₀ /T	比总损耗的各向异性 T/%	最小弯曲次数	叠装系数
常规型	35W230	0.35	7.60	2.30	1.62	±17	2	0.95
	35W250		7.60	2.50	1.62	±17	2	
	35W270		7.60	2.70	1.62	±17	2	
	35W300		7.65	3.00	1.62	±17	3	
	35W360		7.65	3.60	1.63	±17	5	
	35W440		7.70	4.40	1.65	±17	5	
	50W250	0.50	7.60	2.50	1.62	±17	2	0.97
	50W270		7.60	2.70	1.62	±17	2	
	50W290		7.60	2.90	1.62	±17	2	
	50W310		7.60	3.10	1.62	±14	3	
	50W350		7.65	3.50	1.62	±12	5	
	50W400		7.65	3.80	1.64	±12	10	
	50W470		7.70	4.00	1.67	±10	10	
	50W600		7.75	4.70	1.67	±10	10	
	50W700		7.80	5.30	1.70	---	10	
	50W800		7.80	5.50	1.71	±10	10	
	50W1000		7.85	6.50	1.73	±8	10	
	50W1300		7.85	6.50	1.73	±8	10	
	65W600		7.75	6.00	1.68	±12	10	
	65W800		7.80	8.00	1.70	±10	10	
65W1000	7.80	8.50	1.71	---	10			
65W1300	7.85	10.00	1.71	---	10			
高效型	50WH470	0.50	7.70	3.60	1.67	±10	10	0.97
	50WH600		7.75	4.20	1.70	±10	10	
	50WH800		7.80	5.50	1.73	---	---	
	50WH1000		7.85	6.50	1.75	---	---	
用户退火型	50WR350	0.50	7.80	3.50	1.72	---	---	0.96
	50WR600		7.85	4.70	1.72	---	---	

10 检验规则

10.1 概述

钢带应按卷组批，一般以一卷组成一个验收批。允许有由同一级别、同一公称厚度的钢带并卷组成验收批，但重量应不超过 20t，超过 20t 的单个钢卷应组成一个验收批，当产品以分卷的形式供货时，原验收批的测试结果适用于该分卷。

10.2 取样

10.2.1 一般要求

取样应从每一个验收组批上切取。钢卷的最内圈和最外圈应视为包装材，不代表整个钢卷的质量，试样不应从这部分截取。试样应避免焊缝和接带区域。

10.2.2 磁性能

磁性能试样应从每卷头尾各取一副试样，在钢带的纵向和横向取样，试样数量为横纵向各半。具体要求如下：用25cm爱泼斯坦方圈测试时，一副试样由4倍的样片组成，推荐重量0.50kg左右，试样的取样方法、尺寸及允许偏差应符合GB/T 3655的规定。

10.2.3 叠装系数

测试钢带叠装系数的试样需同尺寸的足够叠装至少6mm高的试样。在有争议的情况下，试样应由100片组成。试样最小宽度20mm，最小表面积5000mm²。试样的宽度和长度偏差≤±0.1mm。测试前试样应无明显毛刺。

10.2.4 弯曲次数

测试钢带弯曲次数的试样按GB/T 2521.1-2016中A.1的规定取样。

10.2.5 绝缘涂层电阻

测试钢带绝缘涂层电阻的试样按GB/T 2522的规定取样。

10.2.6 涂层附着性

测试钢带涂层附着性的试样按GB/T 2522的规定取样。

10.2.7 尺寸、外形

测试钢带厚度、宽度、不平度和镰刀弯的试样为2000mm长的钢带或一张钢片。残余曲率的试样长度为500mm，宽度为供货钢带（片）宽度，试样长度方向的轴线应平行于轧制方向。测试毛刺高度的试样从成品交货的钢带（片）上制取，试样长度不小于500mm。

11 测试方法

11.1 概述

11.1.1 每批钢带的检验项目、取样数量、取样方向、测试方法应符合表5的规定。

11.1.2 除非另有规定，对于每一种规定的特性，测试温度为23℃±5℃，相对湿度小于80%。

11.1.3 对钢带进行最小弯曲次数试验时，圆柱支座半径应选择5mm。

表5 钢带的检验项目、取样数量和方向及测试方法

序号	检验项目	取样数量	取样方向	测试方法
1	磁性能 (比总损耗、磁极化强度)	1个/批	横向、纵向各一半	GB/T 3655
2	叠装系数	1组/批	横向、纵向各一半	GB/T 19289
3	弯曲试验	1个/批	横向	GB/T 2521.1-2016附录A
4	绝缘涂层电阻	2个/批(头尾各1个)	横向	GB/T 2521.1-2016附录B
5	涂层附着性	1个/批	纵向	GB/T 2522
6	尺寸、外形	逐卷	—	YB/T 4292
7	表面质量	逐卷	—	用肉眼观察

11.2 尺寸、外形的测量

11.2.1 总则

尺寸、外形的测量在钢带头尾两端不小于 3m 的位置处测量。

11.2.2 厚度

钢带的厚度在距边部大于 15 mm（毛边 30 mm）的任意点测量。厚度的测试应使用精度为 0.001 mm 的千分尺进行。

11.2.3 宽度

钢带的宽度应沿垂直钢带的纵轴测试。

11.2.4 不平度、镰刀弯、毛刺高度、残余曲率

钢带的不平度、镰刀弯、毛刺高度、残余曲率应按 YB/T 4292 测试。

11.3 复验与判定规则

11.3.1 如有某一项试验结果不符合标准要求，则从同一批中再任取双倍数量的试样进行该不合格项目的复验。

11.3.2 复验结果（包括该项目试验所要求的所有指标）合格，则整批合格。复验结果（包括该项目试验所要求的所有指标）即使有一个指标不合格，则复验不合格。

11.3.3 供方对复验不合格的钢带可重新分类，作为新的一批再提交检验和验收。

11.4 数值修约

11.4.1 钢材各项检验及检查测量值按修约值比较法进行修约，修约规则应符合 GB/T 8170 的规定。

11.4.2 比总损耗和磁极化强度精确到小数点后 2 位。对小数点后第 3 位的修约，比总损耗非零进 1，磁极化强度非零舍去。

12 包装、标志和质量证明书

12.1 钢带的包装、标志及质量证明书应符合 GB/T 247 的规定。

12.2 如需方对包装有特殊要求，应经供需双方协商，并在合同中注明。根据需方要求，经供需双方协商，并在合同中注明，可进行特殊包装。

附录 A
(资料性)

本文件与国内外相关标准同等级牌号对照表

本附录给出了本文件中的牌号与GB/T 2521.1、IEC 60404-8-4、JIS C 2552、ASTM A667国内外相关标准中同等级牌号的对照关系。

表 A.1 本文件与国内外相关标准同等级牌号对照表

本文件中的牌号	GB/T 2521.1	IEC 60404-8-4	JIS C 2552	ASTM A667
35W230	35W230	M230-35A 5	35A230	—
35W250	35W250	M250-35A 5	35A250	36F145
35W270	35W270	M270-35A 5	35A270	36F155
35W300	35W300	M300-35A 5	35A300	36F165
35W360	35W360	M360-35A 5	35A360	36F195
35W440	35W440	—	35A440	36F205
50W250	50W250	M250-50A 5	50A250	—
50W270	50W270	M270-50A 5	50A270	—
50W290	50W290	M290-50A 5	50A290	47F165
50W310	50W310	M310-50A 5	50A310	47F180
50W350	50W350	M350-50A 5	50A350	47F200
50W400	50W400	M400-50A 5	50A400	47F210
50W470	50W470	M470-50A 5	50A470	47F240
50W600	50W600	M600-50A 5	50A600	—
50W800	50W800	M800-50A 5	50A800	47F450
50W1000	50W1000	M1000-50A 5	50A1000	—
50W1300	—	—	50A1300	—
65W470	—	M470-65A 5	65A470	64F250
65W600	65W600	M600-65A 5	65A600	64F320
65W800	65W800	M800-65A 5	65A800	64F500
65W1000	—	M1000-65A 5	65A1000	64F550
65W1300	—	—	65A1300	—
50WH470	—	—	—	—
50WH600	—	—	—	—
50WH800	—	—	—	—
50WH1000	—	—	—	—
50WR350	—	—	—	—
50WR600	—	—	—	—

附录 B
(资料性)

本文件与国家标准 GB/T 2521.1-2016 的技术性差异

表B.1、表B.2给出了本文件与GB/T 2521.1-2016的技术性差异。

表 B.1 本文件与国家标准 GB/T 2521.1-2016 的技术性差异

序号	项目		GB/T 2521.1-2016	本文件
1	产品系列		常规型	常规型、用户退火型、高效型
2	涂层种类		无规定	S1、S2、S3、S4
3	几何特性	厚度检测位置	距离边部不小于 30mm(毛边不小于 45mm)位置	距离边部不小于 15mm(毛边不小于 30mm)位置
		公称厚度允许偏差	0.35mm: ±0.028mm 0.50mm: ±0.035mm 0.65mm: ±0.040mm	0.35mm: +0.020mm~-0.025mm 0.50mm: +0.020mm~-0.035mm 0.65mm: +0.040mm~-0.040mm
		纵向厚度差	0.35mm: ≤0.018mm 0.50mm: ≤0.025mm 0.65mm: ≤0.035mm	0.35mm: ≤0.018mm 0.50mm: ≤0.020mm 0.65mm: ≤0.035mm
		横向厚度差	0.35mm: ≤0.020mm 0.50mm: ≤0.020mm 0.65mm: ≤0.030mm	0.35mm: ≤0.015mm 0.50mm: ≤0.015mm 0.65mm: ≤0.030mm
		宽度允许偏差	毛边 0~+10mm	毛边 0~+5mm
		镰刀弯	≤2mm/2m (宽度大于 150mm 时)	≤2mm/2m
		不平度	≤2.0% (宽度大于 100mm 时)	≤2.0%
		残余曲率	≤35mm	≤35mm
		毛边高度	≤0.035mm	≤0.035mm
4	磁性能	最大比总损耗 $P_{1.5/50}$	见表 B.2	见表 B.2
		最小磁极化强度 J_{5000}	见表 B.2	见表 B.2

表 B.2 本文件与国家标准 GB/T 2521.1-2016 典型牌号磁性能要求差异

类型	本文件中的牌号	GB/T 2521.1-2016 中的牌号	公称厚度 /mm	理论密度 kg/dm ³	本文件		GB/T 2521.1-2016		
					最大比总损耗 P _{1.5/30} W/kg	最小磁极化强度 B ₃₀ /T	最大比总损耗 P _{1.5/30} W/kg	最小磁极化强度 B ₃₀ /T	
常规型	35W230	35W230	0.35	7.60	2.30	1.62	2.30	1.62	
	35W250	35W250		7.60	2.50	1.62	2.50	1.62	
	35W270	35W270		7.60	2.70	1.62	2.70	1.62	
	35W300	35W300		7.65	3.00	1.62	3.00	1.62	
	35W360	35W360		7.65	3.60	1.63	3.60	1.63	
	35W440	35W440		7.70	4.40	1.65	4.40	1.65	
	50W250	50W250	0.50	7.60	2.50	1.62	2.50	1.62	
	50W270	50W270		7.60	2.70	1.62	2.70	1.62	
	50W290	50W290		7.60	2.90	1.62	2.90	1.62	
	50W310	50W310		7.60	3.10	1.62	3.10	1.62	
	50W350	50W350		7.65	3.50	1.62	3.50	1.62	
	50W400	50W400		7.65	3.80	1.64	4.00	1.64	
	50W470	50W470		7.70	4.00	1.67	4.70	1.65	
	50W600	50W600		7.75	4.70	1.67	6.00	1.67	
	50W700	—		7.80	5.30	1.70	7.00	1.70	
	50W800	50W800		7.80	5.50	1.71	8.00	1.70	
	50W1000	50W1000		7.85	6.50	1.73	10.00	1.73	
	50W1300	—		7.85	6.50	1.73	10.00	1.70	
	65W470	65W470		0.65	7.65	4.70	1.65	4.70	1.65
	65W600	65W600			7.75	6.00	1.68	6.00	1.68
65W800	65W800	7.80	8.00		1.70	8.00	1.70		
65W1000	—	7.80	8.50		1.71	—	—		
65W1300	—	7.85	10.00		1.71	—	—		
高效型	50WH470	—	0.50	7.70	3.60	1.67	—	—	
	50WH600	—		7.75	4.20	1.70	—	—	
	50WH800	—		7.80	5.50	1.73	—	—	
	50WH1000	—		7.85	6.50	1.75	—	—	
用户退火型	50WR350	—	0.50	7.80	3.50	1.72	—	—	
	50WR600	—		7.85	4.70	1.72	—	—	