



团 体 标 准

T/ZZB 3213—2023

电力业用晶粒取向硅钢带（片）

Grain-oriented silicon steel strip (sheet) for the electricity industry

DEFINED
QUALITY

2023 - 09 - 20 发布

2023 - 11 - 01 实施

浙江省质量协会 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	1
5 符号与牌号	1
6 基本要求	1
7 一般要求	2
8 技术要求	3
9 试验方法	5
10 检验规则	7
11 质量说明书、标志、包装、运输及贮存	7
12 订货内容	7
13 质量承诺	7

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专利的责任。

本文件由浙江省质量协会归口。

本文件主要起草单位：浙江华赢新材科技有限公司。

本文件参与起草单位：汇升智慧能源集团有限公司、浙江方信标准技术有限公司。

本文件主要起草人：吕自力、吕伟龙、马乾一、李宏、杨新淼、王毅、吕遥超、沈志惠、黄晓春、韩晓乾、张逸锋。

本文件评审专家组长：程力。



电力业用晶粒取向硅钢带（片）

1 范围

本文件规定了电力业用晶粒取向硅钢带（片）的术语和定义、分类、符号与牌号、基本要求、一般要求、技术要求、试验方法、检验规则、质量说明书、标志、包装、运输及贮存、订货内容和质量承诺。

本文件适用于在电力业使用的全工艺冷轧状态供货的晶粒取向电工硅钢带（片）[以下简称钢带（片）]。其中公称厚度为0.23mm和0.27mm。

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 2521.2—2016 全工艺冷轧电工钢 第2部分：晶粒取向钢带（片）
- GB/T 2522—2007 电工钢片（带）表面绝缘电阻、涂层附着性测试方法
- 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 13789 用单片测试仪测量电工钢片（带）磁性能的方法
- GB/T 17505 钢及钢产品 交货一般技术要求
- GB/T 18253 钢及钢产品 检验文件的类型
- GB/T 19289 电工钢片（带）的密度、电阻率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 2521.2-2016界定的术语和定义适用于本文件。

4 分类

4.1 钢带（片）的等级是根据磁极化强度在 1.7T，频率在 50 Hz 下的最大比总损耗值 $P_{1.7/50}$ 及钢带（片）公称厚度（0.23 mm，0.27 mm）进行分类，并按最大比总损耗值 $P_{1.7/50}$ 细分为普通级、高磁极化强度级和磁畴细化级三类。

4.2 按钢带（片）交货条件分为切边和不切边两类。

5 符号与牌号

应符合GB/T 2521.2-2016中第5章的规定。

6 基本要求

6.1 研发设计

脱碳退火、高温退火工序应采用数据收集，对温度、压力、气氛进行优化设计。

6.2 原材料

6.2.1 冷轧取向电工钢带基板，平整度要求浪边宽度应 ≤ 2 cm，不允许有明显的内鼓、鼓包、瓦楞等板型缺陷和明显的破洞、氧化发黑等板面缺陷，基板化学成分满足表 1 取向硅钢原料成分表的要求。

表1 取向硅钢原料成分表

元素	碳	硅	锰	硫	铜	铝
含量 (%)	0.028-0.040	3.00-3.25	0.17-0.23	0.004-0.010	0.43-0.52	0.012-0.020

- 6.2.2 涂层应采用取向硅钢无机涂层液，其中比重(1.235-1.25) g/cm³、pH值1-2、固含量30%-35%。
- 6.2.3 氧化镁应采用硅钢级氧化镁，氧化镁含量应≥98%。

6.3 工艺和装备

- 6.3.1 脱碳退火工序应配备数字控制作业平台，对设定温度、设定速度、张力、炉压、气氛配比等关键要素进行数字化控制。炉温的设定温度允许偏差为±10℃，工艺线速的设定线速允许偏差为±0.5m/min，脱碳退火后半成品的碳含量范围应在(15-30)PPM、氧含量范围应在(400-700)PPM
- 6.3.2 二次冷轧工序应采用全自动控制系统进行控制，厚度精度在±0.005 mm以内。
- 6.3.3 高温退火工序应采用电脑编程设定工艺参数，退火温度设定温度允许偏差为±2℃的温控系统，钢带(片)净化到氮、硫含量均≤50 PPM。
- 6.3.4 应配备在线激光刻痕设备，激光器具有三维定位，最大刻痕面幅1300 mm，200 m/min超高速，做到无痕刻痕。

6.4 检验检测

- 6.4.1 应具备碳、硫、氧、氮化学成分的检测能力，并配备红外碳硫分析仪和红外氧氮分析仪。
- 6.4.2 应具备产品厚度和铁损实时检测能力，并配备在线实时检测设备。
- 6.4.3 应具备成品力学性能测试能力。
- 6.4.4 应具备大单片电磁性能检测仪和层间电阻检测设备。

7 一般要求

7.1 生产工艺

钢的生产工艺和化学成分由制造方决定。

7.2 供货形式

钢带以卷供货，钢片以箱供货，具体要求如下：

- 卷、箱的重量应符合订货要求，钢卷重一般为2 t~5 t；
- 钢卷内径范围应为500 mm~520 mm，推荐内径值为508 mm；
- 钢片堆叠侧面应平整，近视垂直于上表面；
- 钢卷应由同一宽度的钢带紧密的卷成，以使它们在自重下不塌卷，卷的侧面应尽量平直；
- 钢带可能由于去除缺陷而产生接头，接头处应作标记，接头前后部分应为同一牌号，且不超过2处，接头间钢带长度应不小于200 m；
- 接头处应平整，不影响材料后续加工。

7.3 交货条件

钢带(片)通常切边状态交货。用户有特殊要求时，通过协议可以不切边状态交货。交货前钢带(片)两面应涂有绝缘涂层。绝缘涂层的种类由供需双方协商确定。

7.4 表面条件

- 7.4.1 钢带(片)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。
- 7.4.2 钢带(片)表面的绝缘涂层应附着良好，涂层颜色应均匀，以保证在剪切操作中和在制造方推荐的消除应力退火条件下退火时不剥离。

注：如果在协议中规定产品浸没在液体中使用时，需确保液体和涂层之间的兼容性。

7.5 剪切适应性

钢带应便于进行剪切，应在任何位置将钢带剪切成通常的形状。

8 技术要求

8.1 磁性能

8.1.1 在 7.3 条件下提供的钢带(片)的磁性能应符合表 2、表 3 和表 4 的规定。时效试样也应满足这些特性。对于带有涂层的产品，绝缘涂层的质量应被计算在内。

8.1.2 钢带(片)的磁性能应符合表 2、表 3 和表 4 的规定。

表2 普通级钢带(片)的磁性能和技术特性

牌号	公称厚度/mm	最大比总损耗P/ (W/kg)				最小磁极化强度J/T	最小叠装系数
						50 Hz或60 Hz	
		$P_{1.5/50}^a$	$P_{1.5/60}^a$	$P_{1.7/50}$	$P_{1.7/60}^b$	J_{800}	
23Q100	0.23	0.68	0.92	0.98	1.25	1.87	0.960
23Q105		0.70	0.94	1.01	1.32	1.87	
23Q110		0.73	0.96	1.06	1.45	1.86	
23Q120		0.77	1.01	1.14	1.57	1.85	
27Q105	0.27	0.73	0.96	1.01	1.32	1.87	0.960
27Q110		0.75	0.98	1.06	1.36	1.86	
27Q120		0.80	1.07	1.14	1.58	1.85	
27Q130		0.85	1.12	1.3	1.68	1.82	

^a为参考值
^b根据用户要求，可按 $P_{1.7/60}$ 供货。

表3 高磁极化强度级钢带(片)的磁性能和技术特性

牌号	公称厚度/mm	最大比总损耗P/ (W/kg)		最小磁极化强度J/T	最小叠装系数
				50 Hz或60 Hz	
		$P_{1.7/50}$	$P_{1.7/60}^a$	J_{800}	
23QG085	0.23	0.85	1.12	1.88	0.945
23QG090		0.90	1.19	1.88	
23QG095		0.95	1.25	1.88	
23QG100		1.00	1.32	1.88	
27QG090	0.27	0.90	1.19	1.88	0.950
27QG095		0.95	1.25	1.88	
27QG100		1.00	1.32	1.88	
27QG110		1.10	1.45	1.88	

^a根据用户要求，可按 $P_{1.7/60}$ 供货。

表4 磁畴细化级钢带(片)的磁性能和技术特性

牌号	公称厚度/mm	最大比总损耗P/ (W/kg)		最小磁极化强度J/T	最小叠装系数
				50 Hz或60 Hz	
		$P_{1.7/50}$	$P_{1.7/60}^a$	J_{800}	
23QH080	0.23	0.80	1.06	1.88	0.945
23QH085		0.85	1.12	1.88	
23QH090		0.90	1.19	1.88	
23QH095		0.95	1.32	1.88	

表 4 (续)

牌号	公称厚度/mm	最大比总损耗P/ (W/kg)		最小磁极化强度J/T	最小叠装系数
				50 Hz或60 Hz	
		P _{1.7/50}	P _{1.7/60} ^a	J ₈₀₀	
27QH085	0.27	0.85	1.12	1.88	0.950
27QH090		0.90	1.19	1.88	
27QH095		0.95	1.25	1.88	
27QH100		1.00	1.32	1.88	

^a根据用户要求, 可按P_{1.7/60}供货。

8.2 几何特性和公差

8.2.1 厚度

8.2.1.1 公称厚度

钢带(片)的公称厚度为0.23 mm、0.27 mm。

8.2.1.2 厚度偏差

钢带(片)的厚度偏差应符合表5的规定。

表5 钢带(片)厚度偏差

单位为毫米

公称厚度	公称厚度允许偏差 ^a	纵向厚度偏差 ^b		横向厚度偏差 ^c
		不大于		
0.23	0	+0.025	+0.015	
	-0.015	0	0	
0.27	0	+0.025	+0.015	
	-0.015	0	0	

^a接头处厚度增加值不应超过0.050 mm。
^b任意2000 mm长钢带或一张钢片上厚度偏差。
^c仅适用于宽度大于150 mm的钢带, 对于窄带, 需另签协议。

8.2.2 宽度

8.2.3 钢带(片)的宽度可在制造方指定的宽度范围内选择, 一般不超过 1050 mm。

8.2.4 按最终使用宽度(即分条)供货的钢带(片)宽度允许偏差应符合表 6 的规定。

表6 钢带(片)分条后宽度允许偏差

单位为毫米

公称宽度	宽度允许偏差 ^a
≤150	0
	-0.2
>150~400	0
	-0.3
>400~750	0
	-0.5
>750	0
	-0.6

^a经协议, 可为正偏差。

8.2.5 镰刀弯

宽度大于150 mm钢带(片)应测量镰刀弯,任意2000 mm长度的钢带(片)的镰刀弯应不超过0.90 mm。

8.2.6 不平度

宽度大于150 mm钢带(片)应测量不平度,其不平度应不超过1.5%。

8.2.7 残余曲率

根据需方要求,并在合同中注明,宽度大于150 mm的钢带(片)可检测残余曲率,其测试钢片的底边与支撑板间的距离应不超过35 mm。

8.2.8 毛刺高度

切边钢带(片)剪切毛刺高度应不超过0.020 mm。

8.3 技术特性

8.3.1 密度

用于计算磁性能、叠装系数的约定密度为 7.65 kg/dm^3 。

8.3.2 叠装系数

钢带(片)的最小叠装系数应符合表2、表3和表4的规定。

8.3.3 弯曲次数

钢带(片)平行于轧制方向的最小弯曲次数不小于1次。

8.3.4 由内应力引起的剪切边的偏差

钢带(片)应尽量减少出现内应力。根据需方要求,并在合同中注明,可对宽度不小于500 mm的材料(纵切分条后的材料)进行由内应力引起的剪切边的偏差的测试,其缝隙测量值应不超过1 mm。

8.3.5 涂层绝缘电阻

根据需方要求,经供需双方协商,可进行涂层绝缘电阻的检测。并在合同中注明涂层表面绝缘电阻或层间电阻的最小值。若钢带(片)需要进行热处理,应按制造方指定的条件进行,并在合同中注明在热处理之前或之后检测涂层绝缘电阻。

9 试验方法

9.1 一般要求

9.1.1 按本部分签订订货协议时,用户可按 GB/T17505 规定进行规定检验和试验或非规定检验和试验。然而,对于非规定检验和试验,制造方应提供所供钢带(片)的比总损耗值和磁极化强度值。

9.1.2 当按规定检验和试验订货时,用户应明确 GB/T 18253 中的检验文件的类型。

9.1.3 钢带应按卷组批一般以一卷组成一个验收批。

9.1.4 除非另有协议,9.1.3 的规定适用于由内应力引起的剪切边的偏差、剪切适应性、涂层绝缘电阻、几何特性和公差检查。

9.1.5 当产品以分卷的形式供货时,原验收组批上的测试结果适用于该分卷。

9.2 取样

9.2.1 一般要求

9.2.1.1 取样应从每一个验收组批上切取。

9.2.1.2 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。试样应避免开卷带区域。

9.2.1.3 通过合理地安排测试顺序,同一副试样可以用于测试多种特性。

9.2.2 磁性能

9.2.2.1 磁性能测试试样应平行于轧制方向沿纵向取样。具体要求如下：

- a) 用 25cm 爱泼斯坦方圈测试时，一副试样由 4 倍的样片组成，推荐重量为 0.50 kg 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；测试前，试样应在制造方提供的条件下进行消除应力退火。
- b) 用单片测试仪测试时，试样的取样方法、尺寸及允许偏差应符合 GB/T 13789 的规定。

9.2.2.2 测试钢带(片)时效试样的最大比总损耗时，时效试样应在 225℃±5℃温度中持续保温 24 h，然后空冷到环境温度。

9.2.3 几何特性和偏差

9.2.3.1 测试钢带(片)厚度、宽度、不平度和镰刀弯的试样为 2000 mm 长的钢带或一张钢片。

9.2.3.2 测试钢带(片)残余曲率的试样长度为 500 mm，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。

9.2.3.3 测试毛刺高度的试样从成品交货的钢带(片)上制取，推荐试样长度不小于 500 m。

9.2.4 技术特性

9.2.4.1 叠装系数

测试钢带(片)叠装系数的试样应符合 GB/T2521.2-2016 中 8.2.4.1 的规定。

9.2.4.2 弯曲次数

测试钢带(片)弯曲次数的试样应符合 GB/T2521.2-2016 中 A.1 的规定。

9.2.4.3 由内应力引起的剪切边的偏差

测试钢带(片)由内应力引起的剪切边的偏差的试样为一张 1000 mm 长的钢带或钢片。

9.2.4.4 涂层绝缘电阻

测试钢带(片)涂层绝缘电阻的试样按 GB/T2522-2007 的规定取样。

9.3 测试方法

9.3.1 一般要求

对于规定的每一个特性，每一个验收批都应进行测试。除非另有规定，测试应在 (23±5)℃ 的温度下进行。

9.3.2 磁性能

钢带(片)的磁性能测试方法可按 GB/T 3655 或 GB/T 13789 进行，优选 GB/T 13789 测试，客户有特殊需求的可按 GB/T 3655 测试。

注1：多年来习惯上采用磁感应强度，实际上爱泼斯坦方圈和单片测试仪测量的是磁极化强度。

磁感应强度与磁极化强度的关系： $J=B-\mu_0 H$ 。

注2：对同一钢带(片)按 GB/T 3655 和 GB/T13789 两种方法所得结果会有差异。

9.3.3 几何特性和偏差

9.3.3.1 厚度

钢带(片)的厚度应按 GB/T2521.2-2016 中 8.3.3.1 测试。

9.3.3.2 宽度

钢带(片)的宽度应沿垂直钢带或钢片的纵轴测试。

9.3.3.3 镰刀弯

钢带(片)的镰刀弯应按YB/T 4292测试。

9.3.3.4 不平度

钢带(片)的不平度应按YB/T 4292测试。

9.3.3.5 残余曲率

钢带(片)的残余曲率应按YB/T 4292测试。

9.3.3.6 毛刺高度

钢带(片)的毛刺高度应按YB/T 4292测试。

9.3.4 技术特性

9.3.4.1 叠装系数

钢带(片)的叠装系数应按GB/T 19289测试。

9.3.4.2 弯曲次数

钢带(片)的弯曲次数应按GB/T 2521.2-2016中附录A测试。

9.3.4.3 由内应力引起的剪切边的偏差

钢带(片)的由内应力引起的剪切边的偏差应按YB/T 4292测试。

9.3.4.4 涂层绝缘电阻

钢带(片)绝缘涂层电阻按GB/T 2521.2-2016中附录B测试。

10 检验规则

钢带(片)的判定与复验规则应符合GB/T 17505的规定。

11 质量说明书、标志、包装、运输及贮存

应符合GB/T 247的规定。

12 订货内容

用户按本部分订货时应提供下列资料：

- a) 本部分编号；
- b) 牌号；
- c) 产品名称；
- d) 数量；
- e) 钢带(片)的尺寸；
- f) 钢卷重量的限定；
- g) 其他特殊要求。

13 质量承诺

用户在遵守包装、运输、贮存、安装、使用规则的条件下，发生质量问题，供方在接到需方书面或电话通知工作日24小时内响应。