



宝山钢铁股份有限公司企业标准

Q/BQB 480—2023

代替Q/BQB 480—2021

全工艺冷轧无取向电工钢带

Cold-rolled non-oriented electrical steel strip delivered in the
fully-processed state

2023-04-09 发布

2023-07-01 实施

宝山钢铁股份有限公司 发布

前 言

本文件按照 GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第一部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件参考 GB/T 2521.1-2016、JIS C 2552:2014、IEC 60404-8-4:2013 进行编制。

本文件代替 Q/BQB 480—2021。本文件与 Q/BQB 480—2021 相比，除编辑性改动外，主要修改内容如下：

- 修改牌号 B50AH350 和 50WH470 的最大比总损耗标准值；
- 增加半有机无铬薄涂层种类 D 和半有机无铬厚涂层种类 E；
- 修改绝缘涂层附着性试验方法和最低级别要求；
- 修改普通型 WW 产品和高效型 WH 产品部分牌号的主要磁性能典型值；
- 修改自粘结涂层绝缘涂层电阻最小值；

本文件的附录 C 为规范性附录，附录 A、附录 B、附录 D～附录 G 为资料性附录。

本文件由宝山钢铁股份有限公司硅钢事业部和制造管理部提出。

本文件由宝山钢铁股份有限公司硅钢事业部和制造管理部联合起草。

本文件由宝山钢铁股份有限公司制造管理部归口。

本文件主要起草人：胡聆

本文件所代替的历次版本发布情况为：Q/BQB 480—1999，Q/BQB 480—2007，Q/BQB 480—2009，Q/BQB 480—2014，Q/BQB 480—2018，Q/BQB 480—2020，Q/BQB 480—2021。

全工艺冷轧无取向电工钢带

1 范围

本文件规定了公称厚度为 0.35mm、0.50mm 和 0.65mm 全工艺冷轧无取向电工钢带的术语和定义、分类和代号、一般要求、技术要求、检验和试验、包装、标志及检验文件等要求。

本文件适用于宝山钢铁股份有限公司生产的、用于磁路结构的、以最终退火状态交货的全工艺冷轧无取向电工钢带产品(以下简称产品)。

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 228.1-2021	金属材料 拉伸试验 第 1 部分：室温实验法
GB/T 2521.1	全工艺冷轧电工钢 第 1 部分：晶粒无取向钢带(片)
GB/T 2522	电工钢片(带)表面绝缘电阻、涂层附着性测试方法
GB/T 2791	胶粘剂 T 剥离强度试验方法 挠性材料对挠性材料
GB/T 2900.60	电工术语 电磁学
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 4340.1	金属材料 维氏硬度试验 第 1 部分：试验方法
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 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
YB/T 4731	电工钢带(片)反复弯曲试验方法
Q/BQB 400-2020	冷轧产品的包装、标志及检验文件
IEC60404-8-4	Specifications for individual materials - Cold-rolled non grain-oriented electrical steel strip and sheet delivered in the fully-processed state

3 术语和定义

GB/T 2521.1、GB/T 2900.60、GB/T 9637 和 YB/T 4292 界定的以及下列术语适用于本文件。

3.1 比总损耗(铁损) specific total loss (iron loss)

比总损耗是在磁极化波形保持正弦，其峰值和频率为特定值时，单位质量材料所消耗的总功率，比总损耗用符号 $P(J_m/f)$ 表示，单位为 W/kg。

例： $P_{1.5/50}$ 表示在最大磁极化强度为 1.5T、频率为 50Hz 时的比总损耗。

3.2 磁极化强度 magnetic polarization

磁极化强度是指试样受交变磁化时，特定磁场强度峰值的磁极化强度峰值，其符号为 $J(H)$ ，单位为 T(特斯拉)。

例： J_{5000} 表示对应于磁场强度峰值为 5000A/m 下的磁极化强度峰值。

4 分类

本文件的材料的等级是根据磁极化强度在 1.5T、频率在 50Hz 下的最大比总损耗名义值 $P_{1.5/50}$ (W/kg)、材料公称厚度进行牌号分类，并按产品特性细分为普通型、消除应力退火型和高效型三类。

5 符号与牌号

5.1 符号和说明

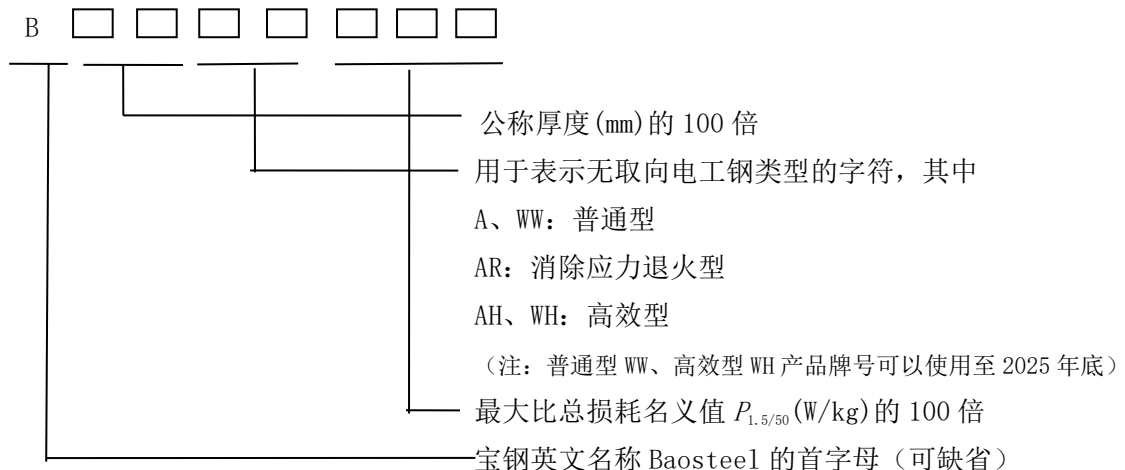
本文件的符号和相应的说明见表1。

表 1 符号和说明

符号	单位	说明
P	W/kg	比总损耗，通常称为铁损
$P_{1.5/50}$	W/kg	磁极化强度在1.5T、频率在50Hz下测得的比总损耗
P_1	W/kg	横向试样的比总损耗值 $P_{1.5/50}$
P_2	W/kg	纵向试样的比总损耗值 $P_{1.5/50}$
$T_{1.5/50}$	%	比总损耗 $P_{1.5/50}$ 的各向异性
H	A/m	磁场强度
J	T	磁极化强度
J_{1000}	T	磁场强度峰值为1000A/m下测得的磁极化强度峰值
J_{2500}	T	磁场强度峰值为2500A/m下测得的磁极化强度峰值
J_{5000}	T	磁场强度峰值为5000A/m下测得的磁极化强度峰值
J_{10000}	T	磁场强度峰值为10000A/m下测得的磁极化强度峰值
μ_0	H/m	真空中的磁导率取 $4\pi \times 10^{-7}$
B	T	磁感应强度， $B=\mu H+J$
R_{eL}	MPa	下屈服强度
Rm	MPa	抗拉强度
A	%	断后伸长率
C	$\Omega \cdot \text{cm}^2/\text{面}$ 或 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{面}$	表面绝缘电阻系数
R_A	$\Omega \cdot \text{cm}^2/\text{片}$ 或 $\Omega \cdot \text{mm}^2/\text{片}$	层间电阻系数

5.2 牌号定义

产品的牌号是按照下列给出的次序组成：



示例 1:

B35A210 表示公称厚度为 0.35mm 的普通型无取向电工钢，最大比总损耗名义值 $P_{1.5/50}$ 为 2.10W/kg；

示例 2:

B35AR300 表示公称厚度为 0.35mm 的消除应力退火型无取向电工钢，最大比总损耗名义值 $P_{1.5/50}$ 为 3.00W/kg；

示例 3:

B35AH230 表示公称厚度为 0.35mm 的高效型无取向电工钢，最大比损耗名义值 $P_{1.5/50}$ 为 2.30W/kg。

示例 4:

35WW210 表示公称厚度为 0.35mm 的普通型 WW 无取向电工钢，最大比损耗名义值 $P_{1.5/50}$ 为 2.10W/kg。

示例 5:

35WH230 表示公称厚度为 0.35mm 的高效型 WH 无取向电工钢，最大比损耗名义值 $P_{1.5/50}$ 为 2.30W/kg。

5.3 绝缘涂层的分类和代号

绝缘涂层的分类和代号应符合表2的规定。

表 2 绝缘涂层的分类和代号

绝缘涂层种类	代号 ^a	特征
半有机薄涂层	A (T4)	改善冲片性，并有良好的焊接性
半有机厚涂层	H (T4H)	冲片性好，层间电阻高
半有机无铬薄涂层	K/D (H4)	涂层中不含铬，具有良好的焊接性
半有机无铬厚涂层	M/E	涂层中不含铬，具有良好的绝缘性能
半有机无铬极厚涂层	J (C5)	涂层中不含铬，具有极好的绝缘性能
半有机无铬超厚涂层	L (C6)	涂层中不含铬，具有极高的绝缘性能
自粘接涂层	Z (C3)	涂层中不含铬，固化后具有良好的粘接性能，铁心固定强度大

^a括号内代号仅在产品牌号为普通型 WW 和高效型 WH 系列时适用，可以使用至 2025 年底。

6 一般要求**6.1 生产工艺**

产品的生产工艺和化学成分由制造方决定。

6.2 供货形式

6.2.1 产品以卷供货，简称钢卷。钢卷的重量应符合订货要求，卷重一般 3~10 吨，特殊卷重应在订货时协商并在合同中注明。

6.2.2 钢卷通常以切边状态交货。用户有特殊要求时，应在订货时协商并在合同中注明。

6.2.3 钢卷内径应在 500mm~520mm 范围内，推荐钢卷内径为 508mm。

6.2.4 钢卷应由同一宽度的钢带连续、紧密卷绕，卷的侧面应尽量平直，自重下不塌卷。

6.3 交货状态

钢带以最终退火并两面涂敷绝缘涂层的状态交货。

6.4 表面质量

6.4.1 钢带表面应光滑清洁，无油脂，无锈渍，无影响使用的缺陷。

6.4.2 钢带表面允许存在不影响材料正常使用的在厚度偏差允许范围内的基板缺欠、绝缘涂层缺欠，

如轻微划伤、色差、辊印、斑纹等缺欠。

6.5 剪切适应性

钢带应便于进行剪切或冲压，以保证在任何位置将钢带剪切成通常的形状。

7 技术要求

7.1 磁性能

在 6.3 条件下提供的产品的磁性能应符合表 3 和表 4 的规定。时效后的磁性能要求，由供需双方在订货时协商，并在合同中注明。

表 3 普通型 A、消除应力退火型 AR、高效型 AH 产品磁性能和技术特性

类型	牌号	公称厚度 mm	最大比总损 耗名义值 $P_{1.5/50}$ W/kg	最大 比总损耗 $P_{1.5/50}$ W/kg	最小磁极 化强度 J_{5000}^a T	比总损耗 各向异性 $T_{1.5/50}^b$ %	最小叠 装系数	最小弯 曲次数	约定密度 kg/dm ³
普通型	B35A200	0.35	2.00	2.00	1.62	±17	0.95	2	7.60
	B35A210		2.10	2.10	1.62	±17		2	7.60
	B35A230		2.30	2.28	1.64	±17		2	7.60
	B35A250		2.50	2.45	1.64	±17		2	7.60
	B35A270		2.70	2.65	1.64	±17		2	7.65
	B35A300		3.00	2.90	1.64	±17		3	7.65
	B35A360		3.60	3.20	1.65	±17		3	7.65
	B35A440		4.40	3.40	1.67	±17		3	7.70
	B50A230	0.50	2.30	2.30	1.64	±17	0.97	2	7.60
	B50A250		2.50	2.48	1.64	±17		2	7.60
	B50A270		2.70	2.65	1.64	±17		2	7.60
	B50A290		2.90	2.85	1.64	±17		2	7.60
	B50A310		3.10	3.00	1.65	±14		3	7.65
	B50A350		3.50	3.20	1.65	±12		5	7.65
	B50A400		4.00	3.30	1.66	±12		5	7.70
	B50A470		4.70	4.20	1.67	±10		10	7.70
	B50A600		6.00	4.70	1.68	±10		10	7.75
	B50A700		7.00	5.50	1.71	±10		10	7.80
	B50A800		8.00	5.80	1.71	±10		10	7.80
	B50A1000		10.00	6.00	1.74	±8		10	7.85
	B50A1300	13.00	7.00	1.74	±8	10	7.85		
	B65A310	0.65	3.10	3.05	1.64	±15	0.97	2	7.60
	B65A350		3.50	3.45	1.65	±14		2	7.60
	B65A400		4.00	3.95	1.66	±14		2	7.65
	B65A470		4.70	4.60	1.67	±12		5	7.65
	B65A530		5.30	5.20	1.68	±12		10	7.70
	B65A600		6.00	5.90	1.68	±10		10	7.75
	B65A700		7.00	6.90	1.69	±10		10	7.75
	B65A800		8.00	7.90	1.71	±10		10	7.80
	B65A1000		10.00	9.90	1.71	±10		10	7.80
B65A1300	13.00		12.90	1.72	±8	10		7.85	

表3 普通型 A、消除应力退火型 AR、高效型 AH 产品磁性能和技术特性 (续)

类型	牌号	公称厚度 mm	最大比总损 耗名义值 $P_{1.5/50}$ W/kg	最大 比总损耗 $P_{1.5/50}$ W/kg	最小磁极 化强度 J_{5000}^a T	比总损耗 各向异性 $T_{1.5/50}^b$ %	最小叠 装系数	最小弯 曲次数	约定密度 kg/dm ³
消除应 力退火 型 ^c	B35AR300	0.35	3.00	2.98	1.73	±10	0.95	10	7.80
	B50AR300	0.50	3.00	2.98	1.72	±12	0.97	10	7.75
	B50AR350		3.50	3.48	1.74	±10		10	7.80
	B50AR500		5.00	4.90	1.72	±10		10	7.85
	B50AR600		6.00	5.50	1.72	±8		10	7.85
高效型	B35AH230	0.35	2.30	2.28	1.66	±17	0.95	2	7.65
	B35AH250		2.50	2.45	1.67	±17		2	7.65
	B35AH300		3.00	2.80	1.69	±14		5	7.70
	B50AH300	0.50	3.00	2.90	1.68	±14	0.97	5	7.65
	B50AH350		3.50	3.30	1.71	±14		5	7.70
	B50AH470		4.70	3.50	1.72	±12		10	7.75
	B50AH600		6.00	4.00	1.72	±10		10	7.75

^a频率在 50Hz 的磁极化强度；
^b供方如能保证，可不提供。需方如有特殊要求，应在订货时协商；
^c消除应力退火型产品的磁性能是试样在 750℃±10℃下，经 2 小时消除应力退火后的测量值。

表4 普通型 WW、高效型 WH 产品磁性能和技术特性

类型	牌号	公称厚度 mm	最大比总损 耗名义值 $P_{1.5/50}$ W/kg	最大 比总损耗 $P_{1.5/50}$ W/kg	最小磁极 化强度 J_{5000}^a T	比总损耗 各向异性 $T_{1.5/50}^b$ %	最小叠 装系数	最小弯 曲次数	约定密度 kg/dm ³
普通型	35WW230	0.35	2.30	2.10	1.62	±17	0.95	2	7.60
	35WW250		2.50	2.28	1.64	±17		2	7.60
	35WW270		2.70	2.45	1.64	±17		2	7.60
	35WW300		3.00	2.65	1.64	±17		2	7.65
	35WW360		3.60	3.20	1.65	±17		3	7.65
	35WW440		4.40	3.40	1.67	±17		3	7.70
	50WW250	0.50	2.50	2.30	1.64	±17	0.97	2	7.60
	50WW270		2.70	2.48	1.64	±17		2	7.60
	50WW290		2.90	2.65	1.64	±17		2	7.60
	50WW310		3.10	2.85	1.64	±17		2	7.60
	50WW350		3.50	3.00	1.65	±14		3	7.65
	50WW400		4.00	3.20	1.65	±12		5	7.65
	50WW470		4.70	3.30	1.70	±12		5	7.70
	50WW600		6.00	4.20	1.68	±10		10	7.75
	50WW700		7.00	4.70	1.70	±10		10	7.80
	50WW800		8.00	5.50	1.71	±10		10	7.80
	50WW1000		10.00	6.00	1.74	±8		10	7.85
50WW1300	13.00	7.00	1.74	±8	10	7.85			
高效型	35WH230	0.35	2.30	2.28	1.66	±17	0.95	2	7.65
	35WH250		2.50	2.45	1.67	±17		2	7.65
	35WH270		2.70	2.65	1.68	±14		5	7.70
	35WH300		3.00	2.80	1.69	±14		5	7.70

表4 普通型 WW、高效型 WH 产品磁性能和技术特性（续）

类型	牌号	公称厚度 mm	最大比总损 耗名义值 $P_{1.5/50}$ W/kg	最大 比总损耗 $P_{1.5/50}$ W/kg	最小磁极 化强度 J_{5000}^a T	比总损耗 各向异性 $T_{1.5/50}^b$ %	最小叠 装系数	最小弯 曲次数	约定密度 kg/dm ³
高效型	50WH350	0.50	3.50	2.90	1.68	±14	0.97	5	7.70
	50WH470		4.70	3.30	1.71	±14		5	7.70
	50WH600		6.00	3.50	1.72	±12		10	7.75
	65WH600	0.65	6.00	4.50	1.72	±12	0.97	10	7.75
^a 频率在 50Hz 的磁极化强度。 ^b 供方如能保证，可不提供。需方如有特殊要求，应在订货时协商。 注：普通型 WW、高效型 WH 产品牌号可以使用至 2025 年底。									

7.2 绝缘涂层特性

7.2.1 绝缘涂层状态

产品通常以两面涂敷绝缘涂层状态交货，涂层种类见表 2。绝缘涂层应可耐受绝缘漆、变压器油、机械油等介质的侵蚀。本文件规定的绝缘涂层与国内外相关技术规范规定绝缘涂层的近似对照可参见附录 A(资料性附录)，无取向电工钢绝缘涂层的特性见附录 B(资料性附录)。

绝缘涂层的厚度、自粘接涂层的剥离强度等技术要求如有特殊要求应在订货时协商，并在合同中注明。

7.2.2 绝缘涂层附着性

7.2.2.1 绝缘涂层附着性级别应符合 GB/T 2522-2017 规定的 B 级及本标准附录 C 规定的 C 级。若无特别指定，默认采用本标准附录 C 进行检测。

注：由于检测及评级方法差异，经对比试验表明，附录 C 规定的 C 级要求严于 GB/T 2522-2017 规定的 B 级。

7.2.2.2 在剪切过程和供方规定的热处理条件下进行热处理时，涂层不得有大面积脱落，但是在剪切边缘位置，涂层的轻微碎裂则允许存在。

7.2.3 涂层绝缘电阻

涂层绝缘电阻分为表面绝缘电阻和层间电阻，表面绝缘电阻单位为 $\Omega \cdot \text{cm}^2/\text{面}$ ，层间电阻单位为 $\Omega \cdot \text{cm}^2/\text{片}$ ，理论上，层间电阻是表面绝缘电阻的 2 倍。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。

7.3 几何特性和公差

7.3.1 厚度

7.3.1.1 公称厚度

产品的公称厚度为 0.35mm、0.50mm、0.65mm 三种厚度规格。

7.3.1.2 厚度允许偏差

厚度允许偏差包括以下三类，其中包括：

- 同一个验收批内公称厚度的允许偏差，简称公称厚度允许偏差；

- 平行于轧制方向（即钢带长度方向）的一定长度（ $2000\text{mm}\pm 200\text{mm}$ ）范围内，钢带纵向上各点的实际厚度之间的偏差，以下称纵向厚度差；
- 垂直于轧制方向（即沿着钢带宽度方向），钢带距离边部不小于 15mm 及横向宽度中间位置，各点的实际厚度之间的偏差，以下称横向厚度差。

产品的厚度允许偏差应符合表 5 的规定，带钢允许厚度负偏差交货。

表5 厚度允许偏差

单位：mm

公称厚度	公称厚度允许偏差	纵向厚度偏差	横向厚度偏差	
			切边	不切边
0.35	+0.020	+0.010	+0.012	+0.015
	-0.025	0	0	0
0.50	+0.020	+0.015	+0.012	+0.015
	-0.035	0	0	0
0.65	+0.020	+0.020	+0.020	+0.025
	-0.040	0	0	0

7.3.2 宽度

7.3.2.1 宽度范围

产品的宽度可以在供方指定的宽度范围内选择，钢带的宽度范围应符合表 6 的规定。

表6 产品公称宽度范围

单位：mm

公称厚度	公称宽度
0.35、0.50、0.65	700~1260

7.3.2.2 宽度允许偏差

产品可以切边或不切边状态交货，不切边是指边部处于轧制状态，俗称毛边。钢带的宽度允许偏差应符合表 7 的规定。

表7 宽度允许偏差

单位：mm

公称宽度 L	宽度允许偏差	
	切边	不切边
$700 \leq L \leq 1000$	0~+1.0	0~+5
$1000 \leq L \leq 1260$	0~+1.5	

7.3.3 不平度

产品的不平度(波浪度)应不大于 1.5%。

7.3.4 镰刀弯

产品的镰刀弯规定仅适用于切边供货的状态。在任意 2m 测量长度上，钢带的镰刀弯应不大于 2mm。供方如能保证，可不进行该项检测。

7.3.5 毛刺高度

剪切毛刺高度的规定仅适用于以切边交货的材料。剪切毛刺高度应不大于 0.035mm。

7.3.6 残余曲率

产品的残余曲率通过测试钢片的底边和支撑板间的距离确定。钢带的残余曲率应不超过 35mm。供方如能保证，可不进行该试验。

7.4 技术特性

7.4.1 约定密度

用于计算产品的磁性能和叠装系数的约定密度应符合表 3、表 4 的规定。如需采用其他约定密度，须供需双方协商后确定。

7.4.2 叠装系数

产品的叠装系数应符合表 3、表 4 的规定。供方如能保证，可不进行该试验。仲裁时，适用于无绝缘涂层状态。

7.4.3 弯曲次数

弯曲次数是指用肉眼在基板上观测到第一次出现贯穿试样厚度的裂纹(或听到产生裂纹的声音)前的最大反复弯曲次数，它表示材料的延展性。弯曲次数应符合表 3、表 4 的规定。供方如能保证，可不进行该试验。

7.4.4 内应力

产品应尽可能避免内应力。内应力的检验不适用于宽度小于或等于 150mm 的钢带（纵切分条后的钢带）。缝隙测量值应不超过 2mm。供方如能保证，可不进行该试验。

8 检验和试验

8.1 检验批次

产品应按批验收，每个检验批应由不大于 20 吨的同牌号、同规格、同热处理状态、同绝缘涂层的钢带组成。对于重量大于 20 吨的钢带，每个钢卷组成一个检验批。

8.2 取样

8.2.1 取样应从每一个检验批上切取。

8.2.2 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。

8.2.3 取样位置距钢带头尾两端不小于 3m，距钢带边部不小于 15mm 处截取。

8.3 钢带的表面外观检查

钢带的表面外观质量用肉眼检查。

8.4 尺寸和外形的测量

钢带的尺寸、外形应采用合适的测量工具测量。钢带的尺寸和外形，应在距钢带头尾两端不小于 3m 的位置处测量。

8.4.1 厚度的测量

产品的厚度应在距边部不小于 15mm 的任意位置处测量。测量所采用的千分尺精度应为 0.001mm。

8.4.2 不平度(波浪度)的测量

测量钢带最大波的高度(h)和波长(l)，计算得到钢带的不平度 $(h/l) \times 100\%$ ，如图 1 所示。

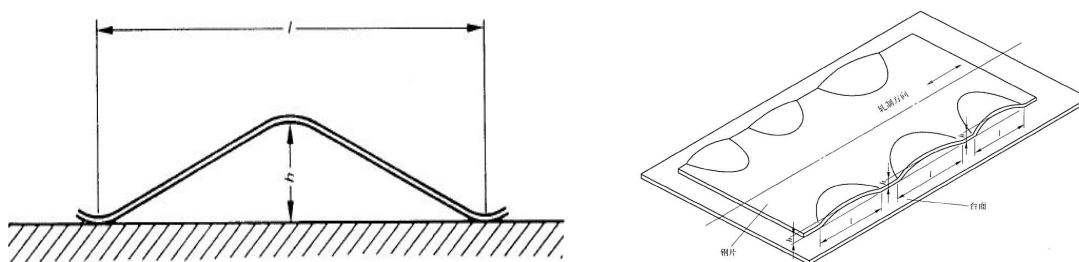


图1 不平度(波浪度)的测量

8.4.3 毛刺(h)的测量

测量钢带剪切处及内侧的厚度 h_2 和 h_1 ，毛刺高度等于两者的厚度之差 ($h=h_2-h_1$)，如图2所示。

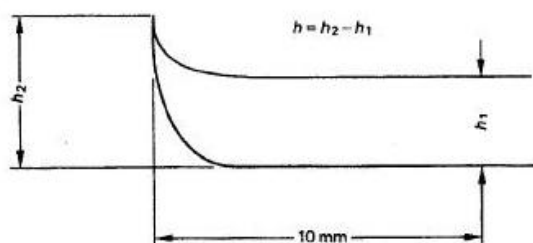


图2 毛刺高度(h)测量图

8.5 磁性能测试

磁性能按GB/T 3655测试，对于带有涂层的产品，绝缘涂层的重量应被计算在内。

8.5.1 磁时效测试

测试产品时效试样的比总损耗时，时效试样应在 $225^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 温度中持续保温 24h，然后空冷到室温温度。

8.5.2 消除应力退火型产品测试

消除应力退火型产品的试样在 $750^{\circ}\text{C} \pm 10^{\circ}\text{C}$ 下，经 2 小时消除应力退火后进行测量。

8.5.3 比总损耗的各向异性测试

用一定数量的横向试样在最大磁极化强度为 1.5T、频率为 50Hz 时，测得比总损耗值为 P_1 ，用一定数量的纵向试样在最大磁极化强度为 1.5T、频率为 50Hz 时，测得比总损耗值为 P_2 。比总损耗的各向异性 T (以百分数表示) 按照下面给出的公式计算得出，其值应符合表 3、表 4 的规定。

$$T = \frac{P_1 - P_2}{P_1 + P_2} \times 100$$

8.6 拉伸试验

拉伸试验应按照GB/T 228.1-2021的方法B。为了改善测量结果的再现性，推荐采用横梁位移控制方法，测屈服强度速率为5%Lc/分钟或0.00083/s，屈服强度测得后的速率为40%Lc/分钟(Lc为试样的平行长度)或0.0067/s。试样位置距边部应不小于50mm。

8.7 取样数量、试样方向、试样尺寸及试验方法

产品检验项目的取样数量、试样方向、试样尺寸及试验方法应符合表8的规定。

表8 取样数量、试样方向、试样尺寸及试验方法

检验项目	取样数量	试样方向	试样尺寸	试验方法
比总损耗、磁极化强度	1 组/批	纵向和横向各一半	长度：280mm~320 mm 宽度：30mm	GB/T 3655
叠装系数	-	纵向和横向各一半	长度：280mm~320 mm 宽度：30mm	GB/T 19289
自粘接涂层剥离强度	1 组/批	纵向	长度：200mm 宽度：25mm	GB/T 2791
比总损耗各向异性	-	纵向、横向	长度：280mm~320 mm 宽度：30mm	GB/T 3655
不平度	1 组/批	纵向	全板宽×1000mm 长	YB/T 4292
毛刺高度	1 组/批	纵向	全板宽×1000mm 长	YB/T 4292
绝缘涂层附着性	1 组/批	纵向	长度：280mm~320mm 宽度：30mm	GB/T 2522-2017、 附录 C
涂层绝缘电阻	-	横向	长度：≥400mm 宽度：≥50mm	GB/T 2522
弯曲次数 ^a		纵向	宽度：30mm	YB/T 4731
维氏硬度（HV1）		-	≥12mm×≥30mm	GB/T 4340.1
拉伸试验		纵向	平行段：长度 60mm×宽度 25mm (50mm 标距)	GB/T 228.1
镰刀弯		纵向	全板宽×2000mm 长	YB/T 4292
残余曲率		纵向	全板宽×500mm 长	YB/T 4292
内应力		纵向	全板宽×1000mm 长	YB/T 4292

^a弯曲试样取样时，试样边部距钢带边部不小于 40mm。

8.8 其它

供方可采用不同的检验和试验方法进行验收测试，发生争议时，应采用本文件规定的检验和试验方法及相关的技术要求进行测试。

9 判定与复验规则

产品的判定与复验规则应符合 GB/T 17505 的规定。

规定的磁性能及工艺性能检验项目中，如有某一项试验结果不符合本文件要求，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。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。如复验不合格，则已做试验且试验结果不合的单件不能验收，但该批材料中未做试验的单件可逐件重新提交试验和验收。

10 包装、标志和检验文件

钢带的包装、标志及检验文件应符合 Q/BQB 400 规定。如无特殊要求，钢卷采用卧式包装，详见 Q/BQB 400-2023 中图 7 包装类型，如需方对包装有特殊要求，可在订货时协商，并在合同中注明。

无取向电工钢产品质量证明书通常列印项目有 $R_{1.5/50}$ 和 J_{5000} ，如需方有特殊要求，可在订货时协商。

11 数值修约规则

数值判定采用修约值比较法，数值修约应符合 GB/T 8170 的规定。

12 订货所需信息

12.1 订货时用户需提供以下信息：

- 产品名称(钢带)；
- 本企业文件号；
- 牌号；
- 涂层种类；
- 规格尺寸；
- 边缘状态；
- 重量；
- 包装方式；
- 用途；
- 其他特殊要求。

12.2 如订货合同中未注明边缘状态，钢带按切边状态供货。

附录 A
(资料性附录)

表 A.1 本文件规定的涂层与国内外技术规范规定涂层的对应关系

绝缘涂层种类	Q/BQB 480-2023	Q/WG(GG) 05-2017	ASTM A 976-13	IEC 60404-1-1:2004	IS 648:2022	特点
半有机薄涂层	A	T4	C-5	EC-5-P	C-5	<p>涂层为铬酸盐为主的无机成分混合物，添加有少量有机成分，以提高钢带的冲片性能。</p> <p>涂层具有一定的层间电阻，在中性气氛或弱还原性炉子气氛中，可承受的消除应力退火温度一般可达 800℃，在退火时，层间电阻会有一些降低。</p> <p>涂层能承受 300-550℃的涂层烧除处理，可用于重建电机定子时，去除电机定子绕组的绝缘层，也可用于风冷式或油浸式。</p>
半有机厚涂层	H	T4H	C-5	EC-5-P	C-5	<p>涂层基本情况和 A 涂层类似，膜厚增加，绝缘性更好，耐蚀性更好，冲片性也更好，焊接性略差。</p>
半有机无铬薄涂层	K	H4	C-5	EC-5-P	C-5	<p>涂层通常以磷酸盐无机成分为主，添加少量有机成分，不含有铬元素，杜绝了用户退火、发蓝和使用过程中发生六价铬含量超标的可能性，安全性、环保性极佳。性能基本接近 A 涂层，绝缘性好，冲片性好，在中性气氛或弱还原性炉子气氛中，可承受的消除应力退火温度一般可达 800℃，在退火时，层间电阻会有一定降低。</p>
	D	-	C-5	EC-5-P	C-5	<p>在 K 涂层基础上，针对在更多的用户需求场景，提高涂层二次加工的相容性，应用更广泛。</p>
半有机无铬厚涂层	M	---	C-5	EC-5-P	C-5	<p>涂层基本情况和 K 涂层类似，膜厚增加，绝缘性更好，耐蚀性更好，冲片性也更好，焊接性略差。</p>
	E	-	C-5	EC-5-P	C-5	<p>基本情况和 D 涂层类似，膜厚增加，绝缘性更好，耐蚀性更好，但焊接性劣化。</p>
半有机无铬极厚涂层	J	C5	C-5	EC-5-P	C-5	<p>涂层通常以磷酸盐、硅酸盐等无机成分为主，添加一定量的无机填料和有机成分，不含有铬元素，杜绝了用户退火、发蓝和使用过程中发生六价铬含量超标的可能性，安全性、环保性极佳。膜厚比 M 涂层更厚，绝缘性比 M 涂层显著提高，冲片性也显著提高，在中性气氛或弱还原性炉子气氛中，可承受的消除应力退火温度一般可达 800℃，在退火时，层间电阻会有一定降低。</p> <p>涂层能承受 300-550℃的涂层烧除处理，可用于重建电机定子时，去除电机定子绕组的绝缘层，也可用于风冷式或油浸式。</p>

表 A.1 本文件规定的涂层与国内外技术规范规定涂层的对应关系（续）

绝缘涂层种类	Q/BQB 480-2023	Q/WG(GG) 05-2017	ASTM A 976-2018	IEC 60404-1-1:2004	IS 648:2022	特点
半有机 无铬超 厚涂层	L	C6	C-6	EC-6	C-6	<p>涂层以有机成分为基础，添加较多的无机填料，以提高涂层绝缘性。</p> <p>涂层通常用于全工艺无取向电工钢，特别是大直径电机，如电站发电机。</p> <p>涂层可以改善钢的冲片性能，适合冲压叠片。</p> <p>涂层具有较高的层间电阻，能承受 300-550℃ 的涂层烧除处理，可用于重建电机定子时，去除电机定子绕组的绝缘层，也可用于风冷式或油浸式。</p> <p>涂层不能承受正常的消除应力退火。</p> <p>用户选择该涂层时，应考虑到在焊接过程中或涂层用于高温环境时，涂层会分解放出气体的情况。用户可以和供方协商确定该类涂层的层间电阻范围。</p>
自粘接 涂层	Z	C3	C-3	-	C-3	<p>涂层为有机成分，具有很高的层间电阻，并可以大幅提高钢带的冲片性能，很适合用于冲压叠片。用户使用时，先将钢板冲制成铁心叠片，然后加压固定成型，在保压条件下加热固化，叠片彼此粘接在一起，形成整体。其固定方式和常见的铆接、焊接、螺栓方式不同，刚度、强度更高，振动和噪音小。</p> <p>涂层交货状态为 B 状态，即涂层还没有发生完全固化，具有进一步粘接、固化的活性，涂层硬度、耐腐蚀性尚没有达到最佳。涂层钢卷仓储有效期为半年。</p> <p>用户固化的推荐工艺为：a) 炉烘温度 160~230℃，模具压紧的压力为 0.3~3Mpa，时间保持 1~3h；或 b) 感应固化的铁心温度 150~250℃，压力 0.1~3MPa，时间保持 0.2~30min。</p> <p>固化后，涂层处于最终稳定的状态，即 C 状态，涂层硬度、强度、粘接力达到最佳。</p> <p>涂层不能承受正常的消除应力退火温度。涂层能承受 180℃ 的长期耐热温度；但考虑到粘结能力的稳定性，适用于该涂层的工作温度通常不超过 150℃。</p>

附录 B
(资料性附录)

表 B.1 无取向电工钢绝缘涂层的特性表^a

涂层代码		A	H	K/D	M/E	J	L	Z	备注
		常规 (含铬)		环保 (无铬)					
ASTM 属性		C-5	C-5	C-5	C-5	C-5	C-6	C-3	
涂层种类		半有机涂层	半有机涂层	半有机涂层	半有机涂层	半有机涂层	半有机涂层	有机涂层	
干膜厚度 (μm / 面)		0.2~0.5μm	0.6~1.0μm	0.3~0.7μm	0.7~1.2μm	2~4μm	3~7μm	3~7μm	
涂层绝缘电阻 (Ω·cm ² /片)		≧1	≧3	≧1	≧3	≧20	≧50	≧20	表中数值为层间电阻(10个触头, 总面积为6.45cm ²)
附着性		A	B	A	B	A	A	A	附录 C
冲片性 (×1000) 毛刺达到 50 μm 的冲片次数		1000	1500	1000	暂无数据	暂无数据	暂无数据	暂无数据	模具钢材质, 冲制 Φ15mm 圆片, 间隙为板厚的 5%, 使用冲压油
耐湿热性	表面变化	未变化	未变化	未变化	未变化	未变化	未变化	未变化	50℃, 95%相对湿度, 14 天
	质量变化	未变化	未变化	未变化	未变化	未变化	未变化	未变化	
耐冷媒性	表面变化	未变化	未变化	未变化	未变化	未变化	暂无数据	暂无数据	R-134a/R22: Oil= (1.5~9): 1 (密封室内 80℃, 10 天, 20bar 压力)
	质量变化	未变化	未变化	未变化	未变化	未变化			
焊接性 (cm/min) 焊道气泡<7 个的最大焊接速度		80~100	20~60	80~100	20~60	10~60	不适用	不适用	氩气保护焊; 焊接电流 120A; 电极 Th-W 2.4mm Φ; 焊枪间隔 1.5 mm; 加压 100 kg/cm ²
耐热性	长期/空气	≥180℃	≥180℃	≥180℃	≥180℃	≥270℃	≥180℃	≥150℃	IEC 60404-12
	短期/空气	210℃× 2500h/600℃ ×30min	210℃× 2500h/600℃× 30min	210℃× 2500h/600℃× 30min	210℃× 2500h/ 600℃× 30min	300℃× 2500h/600℃× 30min	不适用	不适用	

^a 以上数据均为一定条件下的实验室测量数据, 反映了涂层产品的相关典型性能, 但不应视为保证值。

附录 C

(规范性附录)

无取向电工钢绝缘涂层附着性检测和评价方法

C.1 说明

本附录适用于无取向电工钢绝缘涂层附着性检测和评价。

C.2 装置和用具

装置是直径为10mm、公差为(-0.5, +0.1) mm的表面光滑的黄铜圆柱体和3M 600#透明胶带。

C.3 试样

涂层附着性检测采用爱泼斯坦纵向试样片，试样长280mm~320mm，试样宽30mm，试样平直，表面清洁，无影响性能检测的缺陷。

C.4 试验

把贴有透明胶带的试样，紧贴在Φ10mm铜棒上（贴透明胶带的一侧作为内侧），做180°弯曲后，恢复原状，然后与试样平面呈90°迅速剥下透明胶带，粘贴在试验记录单(要求质地为白色)上，目视涂层脱落情况。

C.5 评级

按表C.1涂层剥离面积率对涂层附着性作出评价。

表 C.1 无取向硅钢绝缘涂层附着性评定标准

评级	涂层剥离面积率(%)
A	0
B	0 < % ≤ 30
C	30 < % ≤ 70
D	70 < %

$$\text{剥离面积率}(\%) = \frac{\text{剥离部分面积}}{\text{内侧弯曲部分面积}} \times 100$$

注：内侧弯曲部分面积 = 试验片宽度 × 试验器具的半周长。

附录 D

(资料性附录)

无取向电工钢产品代表牌号技术性能典型值

表 D.1 本文件无取向电工钢普通型 A 产品主要磁性能典型值^a

牌号	公称厚度 mm	约定密度 kg/dm ³	电阻率 ^b $\mu\Omega \cdot \text{cm}$	比总损耗	比总损耗	比总损耗	比总损耗	磁极化强度	磁极化强度	磁极化强度	磁极化强度
				$P_{1.0/50}$ W/kg	$P_{1.5/50}$ W/kg	$P_{1.0/60}$ W/kg	$P_{1.5/60}$ W/kg	J_{1000} T	J_{2500} T	J_{5000} T	J_{10000} T
B35A200	0.35	7.60	59	0.85	1.98	1.02	2.45	1.46	1.55	1.65	1.76
B35A210		7.60	59	0.85	2.05	1.04	2.54	1.47	1.56	1.66	1.77
B35A230		7.60	59	0.88	2.10	1.09	2.63	1.47	1.57	1.66	1.78
B35A250		7.60	55	0.95	2.25	1.22	2.78	1.48	1.57	1.66	1.78
B35A270		7.65	53	1.00	2.40	1.26	2.95	1.48	1.58	1.67	1.79
B35A300		7.65	50	1.10	2.55	1.40	3.18	1.51	1.59	1.68	1.80
B35A360		7.65	46	1.25	2.80	1.55	3.44	1.51	1.60	1.68	1.80
B35A440		7.70	41	1.35	3.00	1.66	3.69	1.53	1.62	1.70	1.82
B50A230	0.50	7.60	59	0.96	2.25	1.23	2.93	1.48	1.57	1.66	1.78
B50A250		7.60	59	1.00	2.37	1.30	3.08	1.48	1.57	1.66	1.78
B50A270		7.60	56	1.05	2.50	1.35	3.18	1.48	1.57	1.67	1.80
B50A290		7.60	55	1.10	2.60	1.41	3.25	1.49	1.58	1.67	1.79
B50A310		7.65	53	1.18	2.70	1.57	3.38	1.50	1.59	1.68	1.80
B50A350		7.65	50	1.25	2.85	1.60	3.60	1.50	1.60	1.68	1.80
B50A400		7.70	46	1.32	3.00	1.68	3.84	1.52	1.61	1.69	1.81
B50A470		7.70	35	1.71	3.82	2.15	4.77	1.52	1.60	1.69	1.80
B50A600		7.75	32	1.76	4.00	2.22	5.01	1.53	1.62	1.71	1.82
B50A700		7.80	28	2.30	4.95	2.86	6.16	1.56	1.65	1.73	1.84
B50A800		7.80	27	2.42	5.20	3.01	6.47	1.56	1.65	1.73	1.84
B50A1000		7.85	21	2.68	5.69	3.39	7.16	1.59	1.68	1.76	1.87
B50A1300		7.85	21	2.84	5.98	3.59	7.52	1.59	1.68	1.76	1.87
B65A310		0.65	7.60	56	1.15	2.70	1.43	3.32	1.49	1.57	1.67
B65A350	7.60		55	1.28	2.99	1.64	3.74	1.51	1.58	1.67	1.79
B65A400	7.65		50	1.43	3.21	1.83	4.04	1.51	1.59	1.68	1.80
B65A470	7.65		44	1.69	3.70	2.19	4.75	1.51	1.61	1.70	1.81
B65A530	7.70		33	2.16	4.83	2.77	6.14	1.51	1.61	1.70	1.81
B65A600	7.75		31	2.20	4.91	2.81	6.24	1.52	1.62	1.71	1.82
B65A700	7.75		31	2.40	5.37	3.11	6.85	1.52	1.62	1.71	1.82
B65A800	7.80		28	2.69	5.90	3.42	7.52	1.56	1.66	1.74	1.85
B65A1000	7.80		27	2.85	6.40	3.67	8.17	1.57	1.67	1.75	1.86
B65A1300	7.85		21	3.25	7.40	4.22	8.52	1.59	1.68	1.77	1.88

^a代表牌号技术性能指标典型值供用户使用参考，不作为交货保证值；
^b电阻率检测方法参照 GB/T 351。

表 D.2 本文件无取向电工钢普通型 WW 产品主要磁性能典型值^a

牌号	公称厚度 mm	约定密度 kg/dm ³	比总损耗	比总损耗	比总损耗	比总损耗	磁极化强度	磁极化强度	磁极化强度	磁极化强度
			$P_{1.0/50}$ W/kg	$P_{1.5/50}$ W/kg	$P_{1.0/60}$ W/kg	$P_{1.5/60}$ W/kg	J_{1000} T	J_{2500} T	J_{5000} T	J_{10000} T
35WW230	0.35	7.60	0.85	2.06	1.08	2.61	1.47	1.56	1.65	1.78
35WW250		7.60	0.92	2.20	1.16	2.74	1.47	1.55	1.65	1.78
35WW270		7.60	1.00	2.36	1.25	2.92	1.47	1.56	1.65	1.78
35WW300		7.65	1.07	2.51	1.26	3.07	1.49	1.57	1.67	1.79
35WW360		7.65	1.16	2.66	1.44	3.35	1.49	1.57	1.67	1.79
35WW440		7.70	1.20	2.75	1.51	3.53	1.53	1.62	1.71	1.82
50WW250	0.50	7.60	0.94	2.26	1.24	3.01	1.47	1.57	1.66	1.79
50WW270		7.60	1.01	2.43	1.27	3.05	1.47	1.57	1.66	1.79
50WW290		7.60	1.07	2.61	1.36	3.20	1.47	1.57	1.66	1.79
50WW310		7.60	1.16	2.74	1.47	3.44	1.50	1.57	1.66	1.80
50WW350		7.65	1.18	2.80	1.51	3.45	1.50	1.59	1.68	1.80
50WW400		7.65	1.23	2.99	1.56	3.62	1.49	1.59	1.68	1.80
50WW470		7.70	1.35	3.13	1.74	4.06	1.52	1.63	1.72	1.83
50WW600		7.75	1.71	3.79	2.16	4.82	1.53	1.64	1.71	1.83
50WW700		7.80	2.02	4.28	2.32	5.03	1.53	1.64	1.72	1.84
50WW800		7.80	2.10	4.67	2.41	5.49	1.56	1.66	1.74	1.85
50WW1000		7.85	2.44	5.32	3.09	6.85	1.57	1.67	1.74	1.85
50WW1300		7.85	2.49	5.51	3.16	7.06	1.57	1.68	1.75	1.86

^a代表牌号技术性能指标典型值供用户使用参考，不作为交货保证值。表 D.3 本文件无取向电工钢消除应力退火型 AR 产品主要磁性能典型值^a

牌号	公称厚度 mm	约定密度 kg/dm ³	电阻率 ^b $\mu\Omega \cdot \text{cm}$	比总损耗 ^c	比总损耗 ^c	比总损耗 ^c	比总损耗 ^c	磁极化强度 ^c	磁极化强度 ^c	磁极化强度 ^c	磁极化强度 ^c
				$P_{1.0/50}$ W/kg	$P_{1.5/50}$ W/kg	$P_{1.0/60}$ W/kg	$P_{1.5/60}$ W/kg	J_{1000} T	J_{2500} T	J_{5000} T	J_{10000} T
B35AR300	0.35	7.80	33	1.17	2.75	1.48	3.45	1.60	1.68	1.75	1.86
B50AR300	0.50	7.75	37	1.21	2.68	1.56	3.45	1.59	1.66	1.74	1.86
B50AR350		7.80	33	1.39	3.00	1.78	3.97	1.61	1.69	1.76	1.87
B50AR500		7.80	22	1.70	3.93	2.15	4.95	1.55	1.65	1.73	1.84
B50AR600		7.85	21	1.88	4.23	2.38	5.32	1.56	1.66	1.74	1.85

^a代表牌号技术性能指标典型值供用户使用参考，不作为交货保证值；^b电阻率检测方法为 GB/T 351；^c比总损耗和磁极化强度是试样在 750℃±10℃下，经 2 小时消除应力退火后的测量值。表 D.4 本文件无取向电工钢高效型 AH 产品主要磁性能典型值^a

牌号	公称厚度 mm	约定密度 kg/dm ³	电阻率 ^b $\mu\Omega \cdot \text{cm}$	比总损耗	比总损耗	比总损耗	比总损耗	磁极化强度	磁极化强度	磁极化强度	磁极化强度
				$P_{1.0/50}$ W/kg	$P_{1.5/50}$ W/kg	$P_{1.0/60}$ W/kg	$P_{1.5/60}$ W/kg	J_{1000} T	J_{2500} T	J_{5000} T	J_{10000} T
B35AH230	0.35	7.65	59	0.97	2.15	1.19	2.70	1.51	1.61	1.68	1.81
B35AH250		7.65	47	1.03	2.30	1.28	2.90	1.52	1.61	1.70	1.83
B35AH300		7.70	44	1.07	2.45	1.33	3.06	1.53	1.62	1.71	1.83
B50AH300	0.50	7.65	47	1.18	2.70	1.51	3.37	1.53	1.62	1.70	1.82
B50AH350		7.70	44	1.38	3.10	1.75	3.85	1.56	1.65	1.73	1.84
B50AH470		7.75	37	1.43	3.20	1.84	4.07	1.56	1.66	1.74	1.85

表 D.4 本文件无取向电工钢高效型 AH 产品主要磁性能典型值^a (续)

牌号	公称厚度 mm	约定密度 kg/dm ³	电阻率 ^b $\mu\Omega \cdot \text{cm}$	比总损耗 $P_{1.0/50}$ W/kg	比总损耗 $P_{1.5/50}$ W/kg	比总损耗 $P_{1.0/60}$ W/kg	比总损耗 $P_{1.5/60}$ W/kg	磁极化强度 J_{1000} T	磁极化强度 J_{2500} T	磁极化强度 J_{5000} T	磁极化强度 J_{10000} T
B50AH600		7.75	33	1.69	3.70	2.15	4.64	1.56	1.66	1.74	1.85

^a代表牌号技术性能指标典型值供用户使用参考，不作为交货保证值；
^b电阻率检测方法参照 GB/T 351。

表 D.5 本文件无取向电工钢高效型 WH 产品主要磁性能典型值^a

牌号	公称厚度 mm	约定密度 kg/dm ³	比总损耗 $P_{1.0/50}$ W/kg	比总损耗 $P_{1.5/50}$ W/kg	比总损耗 $P_{1.0/60}$ W/kg	比总损耗 $P_{1.5/60}$ W/kg	磁极化强度 J_{1000} T	磁极化强度 J_{2500} T	磁极化强度 J_{5000} T	磁极化强度 J_{10000} T
35WH230	0.35	7.65	0.98	2.18	1.20	2.73	1.49	1.57	1.67	1.80
35WH250		7.65	1.02	2.25	1.26	2.87	1.50	1.59	1.68	1.80
35WH270		7.70	1.05	2.49	1.31	2.95	1.51	1.61	1.70	1.81
35WH300		7.70	1.11	2.56	1.38	3.21	1.51	1.60	1.70	1.81
50WH350	0.50	7.70	1.22	2.80	1.55	3.53	1.53	1.62	1.71	1.82
50WH470		7.70	1.27	2.88	1.61	3.63	1.54	1.62	1.72	1.83
50WH600		7.75	1.42	3.23	1.79	4.06	1.54	1.65	1.74	1.84
65WH600	0.65	7.75	1.78	3.91	2.24	4.93	1.55	1.65	1.74	1.84

^a代表牌号技术性能指标典型值供用户使用参考，不作为交货保证值。

表 D.6 本文件无取向电工钢普通型 A 产品力学性能、反复弯曲、叠装系数典型值^a

牌号	屈服强度 $L^{b,c}$ (MPa)	屈服强度 $C^{b,d}$ d (MPa)	抗拉强度 L^c (MPa)	抗拉强度 C^d (MPa)	延伸率 L^e (%)	延伸率 C^d (%)	HV1	反复弯曲 L^e	反复弯曲 C^d	叠装系数 ^e
B35A200	454	465	556	568	18	20	236	4	4	0.985
B35A210	446	459	560	578	17	19	224	5	5	0.985
B35A230	405	422	518	535	20	22	208	8	8	0.985
B35A250	409	424	537	550	22	24	216	9	9	0.985
B35A270	395	411	528	544	24	25	210	12	10	0.985
B35A300	385	401	526	543	26	27	203	17	16	0.985
B35A360	362	375	508	520	29	30	188	≥20	≥20	0.985
B35A440	294	304	446	457	31	32	166	≥20	≥20	0.985
B50A230	456	472	578	594	20	21	227	5	5	0.988
B50A250	428	443	562	578	20	21	222	5	5	0.988
B50A270	411	429	548	567	23	25	220	5	5	0.988
B50A290	400	418	538	555	26	28	211	5	5	0.988
B50A310	395	408	533	545	27	28	203	8	7	0.988
B50A350	385	396	526	538	28	30	202	12	9	0.988
B50A400	333	345	477	490	29	31	187	15	12	0.988
B50A470	248	256	402	410	37	38	142	≥20	≥20	0.990
B50A600	248	260	405	416	37	38	142	≥20	≥20	0.990
B50A700	247	256	382	390	38	39	126	≥20	≥20	0.990
B50A800	254	264	387	397	38	39	125	≥20	≥20	0.990
B50A1000	241	243	366	370	40	40	113	≥20	≥20	0.990
B50A1300	239	247	352	260	41	41	108	≥20	≥20	0.990
B65A310	415	429	545	560	25	26	221	≥20	≥20	0.990

表 D. 6 (续)

牌号	屈服强度 L ^{b, c} (MPa)	屈服强度 C ^{cb, d} (MPa)	抗拉强度 L ^c (MPa)	抗拉强度 C ^d (MPa)	延伸率 L ^c (%)	延伸率 C ^d (%)	HV1	反复弯曲 L ^c	反复弯曲 C ^d	叠装系数 ^e
B65A350	400	418	535	553	27	28	201	≥20	≥20	0.990
B65A400	378	393	517	530	29	30	199	≥20	≥20	0.990
B65A470	311	325	461	477	33	34	175	≥20	≥20	0.992
B65A530	242	251	402	410	36	37	137	≥20	≥20	0.992
B65A600	248	256	408	415	36	37	138	≥20	≥20	0.992
B65A700	258	270	410	423	37	38	138	≥20	≥20	0.992
B65A800	251	260	387	396	39	40	124	≥20	≥20	0.992
B65A1000	249	259	385	395	40	41	122	≥20	≥20	0.992
B65A1300	232	241	358	369	41	42	112	≥20	≥20	0.992

^a代表牌号技术性能指标典型值供用户使用参考，不作为交货保证值；
^b无明显屈服时采用 Rp0.2，否则采用 ReL；
^cL 表示试验方向为纵向；
^dC 表示试验方向为横向；
^e叠装系数是试样视为无涂层下检测值。

表 D. 7 本文件无取向电工钢普通型 WW 产品力学性能、反复弯曲、叠装系数典型值^a

牌号	屈服强度 L ^{b, c} (MPa)	屈服强度 C ^{cb, d} (MPa)	抗拉强度 L ^c (MPa)	抗拉强度 C ^d (MPa)	延伸率 L ^c (%)	延伸率 C ^d (%)	HV5	反复弯曲 L ^c	反复弯曲 C ^d	叠装系数 ^e
35WW230	415	435	520	540	16	18	195	5	5	0.980
35WW250	415	435	520	540	16	18	195	6	6	0.980
35WW270	415	435	520	540	16	18	195	8	8	0.980
35WW300	395	410	510	530	25	26	185	12	10	0.980
35WW360	380	400	490	505	27	29	170	17	16	0.980
35WW440	270	280	415	435	30	32	140	≥20	≥20	0.980
50WW250	420	440	520	540	16	17	195	5	5	0.985
50WW270	420	440	520	540	16	18	195	5	5	0.985
50WW290	420	440	520	540	16	18	195	6	6	0.985
50WW310	390	410	510	530	25	27	185	8	8	0.985
50WW350	390	410	510	530	25	27	185	12	9	0.985
50WW400	380	400	490	510	27	30	170	15	13	0.985
50WW470	265	275	420	440	30	32	140	≥20	≥20	0.985
50WW600	280	295	410	425	40	42	130	≥20	≥20	0.985
50WW700	270	285	400	415	40	42	125	≥20	≥20	0.985
50WW800	255	265	380	390	45	48	105	≥20	≥20	0.985
50WW1000	230	240	350	360	50	50	100	≥20	≥20	0.985
50WW1300	230	240	350	360	50	50	100	≥20	≥20	0.985

^a代表牌号技术性能指标典型值供用户使用参考，不作为交货保证值；
^b无明显屈服时采用 Rp0.2，否则采用 ReL；
^cL 表示试验方向为纵向；
^dC 表示试验方向为横向；
^e叠装系数是试样视为无涂层下检测值。

表 D.8 本文件无取向电工钢消除应力退火型 AR 产品力学性能、反复弯曲、叠装系数典型值^a

牌号	屈服强度 L ^{b, c} (MPa)	屈服强度 C ^{cb, d} (MPa)	抗拉强度 L ^c (MPa)	抗拉强度 C ^d (MPa)	延伸率 L ^c (%)	延伸率 C ^d (%)	HV1	反复弯曲 L ^c	反复弯曲 C ^d	叠装系数 ^e
B35AR300	252	260	381	390	39	40	123	≥20	≥20	0.985
B50AR300	250	262	402	413	36	37	151	≥20	≥20	0.990
B50AR350	250	271	382	383	38	39	125	≥20	≥20	0.990
B50AR500	265	265	376	387	40	41	124	≥20	≥20	0.990
B50AR600	262	271	374	384	41	42	122	≥20	≥20	0.990

^a代表牌号技术性能指标典型值供用户使用参考，不作为交货保证值；
^b无明显屈服时采用 Rp0.2，否则采用 ReL；
^cL 表示试验方向为纵向；
^dC 表示试验方向为横向；
^e叠装系数是试样视为无涂层下检测值。

表 D.9 本文件无取向电工钢高效型 AH 产品力学性能、反复弯曲、叠装系数典型值^a

牌号	屈服强度 L ^{b, c} (MPa)	屈服强度 C ^{cb, d} (MPa)	抗拉强度 L ^c (MPa)	抗拉强度 C ^d (MPa)	延伸率 L ^c (%)	延伸率 C ^d (%)	HV1	反复弯曲 L ^c	反复弯曲 C ^d	叠装系数 ^e
B35AH230	400	410	512	522	23	24	205	10	10	0.985
B35AH250	337	349	471	473	25	26	185	≥20	≥20	0.985
B35AH300	300	310	443	455	28	29	176	≥20	≥20	0.985
B50AH300	336	346	477	490	29	30	182	≥20	≥20	0.990
B50AH350	302	313	445	446	28	29	175	≥20	≥20	0.990
B50AH470	244	253	399	408	36	37	142	≥20	≥20	0.990
B50AH600	262	273	425	435	37	38	145	≥20	≥20	0.990

^a代表牌号技术性能指标典型值供用户使用参考，不作为交货保证值；
^b无明显屈服时采用 Rp0.2，否则采用 ReL；
^cL 表示试验方向为纵向；
^dC 表示试验方向为横向；
^e叠装系数是试样视为无涂层下检测值。

表 D.10 本文件无取向电工钢高效型 WH 产品力学性能、反复弯曲、叠装系数典型值^a

牌号	屈服强度 L ^{b, c} (MPa)	屈服强度 C ^{cb, d} (MPa)	抗拉强度 L ^c (MPa)	抗拉强度 C ^d (MPa)	延伸率 L ^c (%)	延伸率 C ^d (%)	HV5	反复弯曲 L ^c	反复弯曲 C ^d	叠装系数 ^e
35WH230	390	405	510	525	20	21	200	10	10	0.980
35WH250	390	405	510	525	20	21	200	10	10	0.980
35WH270	325	340	480	482	31	33	170	16	14	0.980
35WH300	320	335	460	472	33	34	160	16	14	0.980
50WH350	320	335	460	472	33	34	160	14	12	0.985
50WH470	300	315	440	452	33	34	150	15	12	0.985
50WH600	265	275	420	435	38	39	135	≥20	≥20	0.985
65WH600	265	275	420	435	38	39	135	≥20	≥20	0.985

^a代表牌号技术性能指标典型值供用户使用参考，不作为交货保证值；
^b无明显屈服时采用 Rp0.2，否则采用 ReL；
^cL 表示试验方向为纵向；
^dC 表示试验方向为横向；
^e叠装系数是试样视为无涂层下检测值。

附录 E
(资料性附录)

消除应力退火注意事项

E.1 电工钢钢板经冲片、剪切、弯曲会引入残余应力，导致磁性能劣化。消除应力退火（SRA）可以消除残余应力对磁畴移动与转动的阻碍作用，恢复电磁性能。

E.2 在钢板或铁心叠片的状态下进行消除应力退火的注意事项如下。

1)、避免氧化和渗碳

为了防止氧化消除应力退火应该在保护气氛下进行，通常是 10%以下氢气(H₂)和 90%以上氮气(N₂)、100%氮气(N₂)或者氨分解气氛的非爆炸性保护气氛，露点控制在 0℃以下。冲压加工过程引入的冲压油在退火前应完全去除，防止在退火中发生渗碳，劣化产品磁性。

2)、退火温度及保持时间

退火温度指材料温度，750℃为宜。为使得钢板或铁心叠片各部分退火均匀，需要调整温度与保持时间。温度太低不足以消除残余应力的影响，温度太高会破坏涂层绝缘性。

3)、冷却时间

应当避免急剧冷却使材料产生应力应变。冷却时间根据电工钢退火数量进行调整。对于退火小吨位数量时，可按每小时不超过 25℃ 的冷却速度冷却到 350℃，以避免冷却过程中产生应力应变。对于退火大吨位数量时，应采取更加缓慢的冷却速率，以期获得最佳效果。

附录 F
(资料性附录)

本文件与国内外相关标准近似牌号对照表

表 F. 1

Q/BQB 480-2023		GB/T 2521. 1-2016	IEC 60404-8-4:2022	JIS C 2552:2014	ASTM A677-20 16	IS 648:2022	EN 10106:2015
B35AR300~600	—	—	—	—	—	—	—
B35AH230~300	35WH230~300	—	—	—	—	—	—
B50AH300~600	50WH300~600	—	—	—	—	—	—
B35A200	—	—	—	—	—	—	—
B35A210	35WW230	—	M210-35A 5	35A210	—	—	—
B35A230	35WW250	35W230	M230-35A 5	35A230	—	35C230	M235-35A
B35A250	35WW270	35W250	M250-35A 5	35A250	36F145	35C250	M250-35A
B35A270	35WW300	35W270	M270-35A 5	35A270	36F155	35C270	M270-35A
B35A300	—	35W300	M300-35A 5	35A300	36F165	35C300	M300-35A
B35A360	35WW360	35W360	M360-35A 5	35A360	36F195	35C360	—
B35A440	35WW440	35W440	—	35A440	36F205	—	—
B50A230	50WW250	50W230	M230-50A 5	50A230	—	—	—
B50A250	50WW270	50W250	M250-50A 5	50A250	—	50C250	M250-50A
B50A270	50WW290	50W270	M270-50A 5	50A270	—	50C270	M270-50A
B50A290	50WW310	50W290	M290-50A 5	50A290	47F165	50C290	M290-50A
B50A310	50WW350	50W310	M310-50A 5	50A310	47F180	50C310	M310-50A
B50A350	50WW400	50W350	M350-50A 5	50A350	47F200	50C330	M350-50A
B50A400	50WW470	50W400	M400-50A 5	50A400	47F210	50C400	M400-50A
B50A470	50WW600	50W470	M470-50A 5	50A470	47F240	50C470	M470-50A
B50A600	50WW700	50W600	M600-50A 5	50A600	—	50C630	M600-50A
B50A700	50WW800	—	M700-50A 5	50A700	47F400	50C700	M700-50A
B50A800	—	50W800	M800-50A 5	50A800	47F450	50C800	M800-50A
B50A1000	50WW1000	50W1000	M1000-50A 5	50A1000	—	50C1000	—
B50A1300	50WW1300	—	—	50A1300	—	—	—
B65A310	—	—	M310-65A 5	65A310	—	65C310	M310-65A
—	—	—	M330-65A 5	65A330	64F200	65C330	M330-65A
B65A350	—	—	M350-65A 5	65A350	64F210	65C350	M350-65A
B65A400	—	—	M400-65A 5	65A400	64F235	65C400	M400-65A
B65A470	—	—	M470-65A 5	65A470	64F250	65C470	M470-65A
B65A530	—	—	M530-65A 5	—	—	65C530	M530-65A
B65A600	—	65W600	M600-65A 5	65A600	64F320	65C600	M600-65A
B65A700	—	—	M700-65A 5	—	—	65C700	M700-65A
B65A800	—	65W800	M800-65A 5	65A800	64F500	65C800	M800-65A
B65A1000	—	—	M1000-65A5	65A1000	64F550	65C1000	M1000-65A
B65A1300	—	—	—	65A1300	—	—	—

附录 G
(资料性附录)

本文件与国家文件 GB/T 2521.1-2016 的技术性差异

G.1 本文件与国家文件 GB/T 2521.1-2016 的技术性差异见表 G.1，典型牌号磁性能要求差异见表 G.2、表 G.3。

表 G.1 本文件与国家文件 GB/T 2521.1-2016 的技术性差异

序号	项目	Q/BQB 480 - 2023	GB/T 2521.1 -2016	
1	产品系列	普通型、消除应力退火型、高效型	普通型	
2	牌号	普通型、消除应力退火型和高效型相应的牌号	普通型牌号	
3	涂层种类	A、H、K/D、M/E、J、L、Z 七种涂层	无规定	
4	几何特性	厚度检测位置	距离钢带边部不小于 15mm 位置	距离边部不小于 30mm (不切边不小于 45mm) 位置,
		公称厚度允许偏差	0.35mm: -0.025mm~+0.020mm 0.50mm: -0.035mm~+0.020mm 0.65mm: -0.040mm~+0.020mm	0.35mm: ±0.028mm 0.50mm: ±0.035mm 0.65mm: ±0.040mm
		纵向厚度差	0.35mm: 0~0.010mm 0.50mm: 0~0.015mm 0.65mm: 0~0.020mm	0.35mm: 0~0.018mm 0.50mm: 0~0.025mm 0.65mm: 0~0.035mm
		横向厚度差	0.35mm: 0~0.012mm (切边) 0~0.015mm (毛边) 0.50mm: 0~0.012mm (切边) 0~0.015mm (毛边) 0.65mm: 0~0.020mm (切边) 0~0.025mm (毛边)	0.35mm: 0~0.020mm 0.50mm: 0~0.020mm 0.65mm: 0~0.030mm
		宽度允许偏差	切边 0~+1.5mm、不切边 0~+5mm	切边 0~+1.5mm、不切边 0~+10mm
		镰刀弯	≤2mm/2m	≤2mm/2m (宽度大于 150mm 时)
		不平度	≤1.5%	≤2%
		残余曲率	≤35mm	≤35mm
		毛刺高度	≤0.035mm	≤0.035mm
		内应力	≤2mm	≤2mm
5	磁性能	最大 $P_{1.5/50}$	按宝钢产品牌号实际水平确定, 全面升级所有产品牌号的文件值。具体参见表 3、表 4	见表 2
		最小 J_{5000}		
6	宝钢涂层与国内外技术规范规定涂层的对应关系	资料性附录 A	——	
7	无取向电工钢涂层的特性表	资料性附录 B	——	
8	绝缘涂层附着性检测方法	资料性附录 C	GB/T2522	

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

牌号	国标牌号	公称厚度 mm	约定密度 kg/dm ³	Q/BQB 480 - 2023		GB/T 2521.1 - 2016	
				$P_{1.5/50}$ W/kg 不大于	J_{5000} T 不小于	$P_{1.5/50}$ W/kg 不大于	J_{5000} T 不小于
B35A200	-	0.35	7.60	2.00	1.62	-	-
B35A210	35W210		7.60	2.10	1.62	2.10	1.62
B35A230	35W230		7.60	2.28	1.64	2.30	1.62
B35A250	35W250		7.60	2.45	1.64	2.50	1.62
B35A270	35W270		7.65	2.65	1.64	2.70	1.62
B35A300	35W300		7.65	2.90	1.64	3.00	1.62
B35A360	35W360		7.65	3.20	1.65	3.60	1.63
B35A440	35W440		7.70	3.40	1.67	4.40	1.65
B50A230	50W230	0.50	7.60	2.30	1.64	2.30	1.62
B50A250	50W250		7.60	2.48	1.64	2.50	1.62
B50A270	50W270		7.60	2.65	1.64	2.70	1.62
B50A290	50W290		7.60	2.85	1.64	2.90	1.62
B50A310	50W310		7.65	3.00	1.65	3.10	1.62
B50A350	50W350		7.65	3.20	1.65	3.50	1.62
B50A400	50W400		7.70	3.30	1.66	4.00	1.64
B50A470	50W470		7.70	4.20	1.67	4.70	1.65
B50A600	50W600		7.75	4.70	1.68	6.00	1.67
B50A700	/		7.80	5.50	1.71	-	-
B50A800	50W800		7.80	5.80	1.71	8.00	1.70
B50A1000	50W1000		7.85	6.00	1.74	10.00	1.73
B50A1300	/	7.85	7.00	1.74	-	-	
B65A310	65W310	0.65	7.60	3.05	1.64	3.10	1.60
B65A350	65W350		7.60	3.45	1.65	3.50	1.60
B65A400	65W400		7.65	3.95	1.66	4.00	1.65
B65A470	65W470		7.65	4.60	1.67	4.70	1.65
B65A530	65W530		7.70	5.20	1.68	5.30	1.65
B65A600	65W600		7.75	5.90	1.68	6.00	1.68
B65A700	/		7.75	6.90	1.69	-	-
B65A800	65W800		7.80	7.90	1.71	8.00	1.70
B65A1000	/		7.80	9.90	1.71	-	-
B65A1300	/		7.85	12.90	1.72	-	-

表 G.3 本文件与国家文件 GB/T 2521.1-2016 典型牌号磁性能要求差异

牌号	国标牌号	公称厚度 mm	Q/BQB 480 - 2023			GB/T 2521.1 - 2016		
			约定密度 kg/dm ³	$P_{1.5/50}$ W/kg 不大于	J_{5000} T 不小于	约定密度 kg/dm ³	$P_{1.5/50}$ W/kg 不大于	J_{5000} T 不小于
35WW230	35W210	0.35	7.60	2.10	1.62	7.60	2.10	1.62
35WW250	35W230		7.60	2.28	1.64	7.60	2.30	1.62
35WW270	35W250		7.60	2.45	1.64	7.60	2.50	1.62
35WW300	35W270		7.65	2.65	1.64	7.65	2.70	1.62
-	35W300		-	-	-	7.65	3.00	1.62
35WW360	35W360		7.65	3.20	1.65	7.65	3.60	1.63
35WW440	35W440		7.70	3.40	1.67	7.70	4.40	1.65
50WW250	50W230	0.50	7.60	2.30	1.64	7.60	2.30	1.62
50WW270	50W250		7.60	2.48	1.64	7.60	2.50	1.62
50WW290	50W270		7.60	2.65	1.64	7.60	2.70	1.62
50WW310	50W290		7.60	2.85	1.64	7.60	2.90	1.62
50WW350	50W310		7.65	3.00	1.65	7.65	3.10	1.62
50WW400	50W350		7.65	3.20	1.65	7.65	3.50	1.62
50WW470	50W400		7.70	3.30	1.70	7.70	4.00	1.64
50WW600	50W470		7.75	4.20	1.68	7.70	4.70	1.65
50WW700	50W600		7.80	4.70	1.70	7.75	6.00	1.67
50WW800	-		7.80	5.50	1.71	-	-	-
-	50W800		-	-	-	7.80	8.00	1.70
50WW1000	50W1000		7.85	6.00	1.74	7.85	10.00	1.73
50WW1300	-		7.85	7.00	1.74	-	-	-