

各国电工手册

机械工业出版社

各国电工钢手册

李 荣 刘兴民 编译



机械工业出版社

内容提要 本书较系统地介绍了世界各国电工钢主要是硅钢片（带）的性能——包括在直流、交流（工频、音频）及在交直流叠加磁化下的特性曲线，硅钢片的磁各向异性和磁致伸缩曲线。同时也介绍了一些国家的硅钢片在使用情况下的性能曲线、消除应力退火和小型铁心的制造以及电工钢电磁性能的试验方法。

本书可供从事冶金、电气工程工作的工人、技术人员、科研人员及材料供应人员参考。

各国电工钢手册

李 荣 刘兴民 编译

*

机械工业出版社出版（北京阜成门外百万庄南街一号）

（北京市书刊出版业营业许可证出字第 117 号）

机械工业出版社印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本 $787 \times 1092 \frac{1}{32}$ · 印张 $32 \frac{6}{8}$ · 插页 2 · 字数 725 千字

1978 年 2 月北京第一版·1978 年 2 月北京第一次印刷

印数 00,001—25,000 · 定价 3.00 元

*

统一书号：15033·4376

前 言

电工钢是发展电力和电讯工业的重要磁性材料。其中硅钢片在电机和变压器的制造上需要量最大。

随着电子工业、自动控制、宇宙航行等尖端科学技术的发展，对电工钢的质量提出了更高的要求。要求材料在高温、高频、高压、振动、冲击下使用时稳定性能良好。同时，也需要厚度更薄，性能更优的材料。

我国电工钢的生产，是在党和毛主席的领导下，广大工人阶级发扬独立自主、自力更生的精神，从无到有发展起来的。现在不仅能生产高质量的热轧硅钢片，而且也开始生产冷轧取向硅钢片了。工业纯铁的生产，在品种和性能方面都已达到了较高的水平。

根据我国电工钢生产和检验的需要，电力和电器工业的设计以及国际间贸易的需要，我们编译了这本《各国电工钢手册》。全书共分三部分：第一部分介绍了电工钢的性能；第二部分介绍了硅钢片的使用方法；第三部分介绍了电工钢电磁性能的试验方法。

本书在编译过程中，得到了兰州大学磁学教研组、北京钢铁研究院等有关单位的帮助。在此谨表示衷心感谢。

由于我们的水平所限，编译时间仓促，书中难免有不少缺点和错误，欢迎读者批评指正。

一九七五年十月

几点说明

1. 本书主要采用了国内常用的单位制。为了使用方便，我们对原资料中的单位进行了换算，并列出了各种单位制的换算表。

2. 本书各表格内的数据，如果没有特别说明，晶粒取向硅钢片的试样均沿轧制方向剪取，并经消除剪切应力后得到的数据；热轧和冷轧无取向硅钢片的试样为沿轧制方向和垂直于轧制方向各取 $1/2$ 得到的数据。纯铁为退火后的数据。

3. 硅钢片的交流磁特性：激磁功率又称为视在功率或者视在铁损，单位为有效值伏安/公斤，简写为伏安/公斤；为了区别于直流磁场和磁场峰值，我们把激磁电流称为激磁场强，单位为有效值安匝/厘米，简写为安/厘米。

4. 本书的部分符号说明： $B_{0.001} \sim B_{300}$ 分别表示磁场强度（简称磁场）为 $0.001 \sim 300$ 安/厘米下的磁感应强度（简称磁感应）； $B'_{0.001} \sim B'_{300}$ 分别表示磁场为 $0.001 \sim 300$ 奥斯特下的磁感应； B_s 、 B_r 、 H_c 分别表示饱和磁感应、剩磁感应（简称剩磁）和矫顽力； $B_{r10} \sim B_{r17}$ 、 $H_{c10} \sim H_{c17}$ 为直流状态 $10 \sim 17$ 千高斯下的剩磁和矫顽力； $B_{r10/f} \sim B_{r17/f}$ 、 $H_{c10/f} \sim H_{c17/f}$ 表示频率为 f （赫），磁感应为 $10 \sim 17$ 千高斯下的剩磁和矫顽力； $P_{Bm/f}$ 表示频率为 f （赫），磁感应为 B_m 下的铁损，如 $P_{10/50}$ 、 $P_{1/10000}$ 分别表示在频率为 50 赫，磁感应为 10 千高斯下和频率为 10000 赫，磁感应为 1 千高斯下的铁损； $Q_{Bm/f}$ 表示频率为 f （赫），磁感应为 B_m 下的激磁功率； μ 、 μ_m 分别表示材料的磁导率和最大磁导率。

单 位 换 算 表

长度、面积、体积
1 米 = 100厘米 = 1000毫米 = 39.370吋
1 埃 = 10^{-8} 厘米
1 密耳 = 10^{-3} 吋 = 2.5399×10^{-2} 毫米
1 米 ² = 10000厘米 ² = 1550.0吋 ²
1 米 ³ = 10^6 厘米 ³ = 61024吋 ³
质量、密度、压力
1 公斤 = 1000克 = 2.2046磅
1 公斤/米 ³ = 10^{-3} 克/厘米 ³ = 3.6127×10^{-5} 磅/吋 ³
1 公斤/毫米 ² = 1422.3磅/吋 ²
能量、功率、温度
1 焦耳 = 10^7 尔格 = 1 瓦 · 秒
1°C = $5/9(1^{\circ}\text{F} - 32)$
1 瓦 = 1 焦耳/秒 = 10^7 尔格/秒 = 8.8507磅力 · 吋/秒
电学、磁学
1 安培 = 0.1电磁单位
1 伏特 = 10^8 电磁单位
1 欧姆 = 10^9 电磁单位
1 法拉 = 10^{-9} 电磁单位
1 欧姆 · 毫米 ² /米(电阻率单位) = 10^{-2} 微欧 · 厘米
1 韦伯 = 10^8 麦克斯韦 = 1 伏特 · 秒
1 特斯拉 = 1 韦伯/米 ² = 10^4 高斯 = 6.4516×10^{-4} 韦伯/吋 ² = 64516磁力线数/吋 ²

(续)

$$1 \text{ 安/米} = 0.01 \text{ 安/厘米} = 1.2566 \times 10^{-2} \text{ 奥斯特} = 2.5399 \times 10^{-2} \text{ 安/吋}$$

$$1 \text{ 安} \cdot \text{匝} (\text{磁动势单位}) = 1.2566 \text{ 吉伯}$$

$$\begin{aligned} 1 \text{ 亨利/米} (\text{磁导率单位}) &= 7.9577 \times 10^5 \text{ 高斯/奥斯特} \\ &= 1 \text{ 韦伯/安} \cdot \text{米} = 2.5400 \times 10^{-2} \text{ 韦伯/安} \cdot \text{吋} \\ &= 2.5400 \times 10^6 \text{ 磁力线数/安} \cdot \text{吋} \end{aligned}$$

$$1 \text{ 韦伯} \cdot \text{米} (\text{磁矩单位}) = 7.9577 \times 10^8 \text{ 电磁单位}$$

$$1 \text{ 韦伯/米}^2 (\text{磁化强度单位}) = 7.9577 \times 10^2 \text{ 电磁单位}$$

$$1 \text{ 瓦} (\text{铁心损耗单位}) = 10^7 \text{ 尔格/秒}$$

$$1 \text{ 瓦/公斤} (\text{比损耗单位}) = 10^4 \text{ 尔格/秒} \cdot \text{克} = 0.45359 \text{ 瓦/磅}$$

$$1 \text{ 焦耳/米}^3 (\text{磁能密度单位}) = 10 \text{ 尔格/厘米}^3$$

$$1 \text{ 特斯拉} \cdot \text{安/米} (\text{磁能积单位}) = 1.2566 \times 10^2 \text{ 高斯} \cdot \text{奥斯特}$$

目 录

前 言

几点说明

单位换算表 XⅢ

第一篇 电工钢的性能

第一章 热轧和冷轧无取向硅钢片(带)	2
§ 1.1 中国	2
冶金工业部标准 (YB 73-70)	2
电工用热轧硅钢片	2
§ 1.2 澳大利亚	4
约翰莱萨特有限公司	4
§ 1.3 捷克	24
捷克标准(ČSN 420230-1961)	24
热轧硅钢板	24
§ 1.4 法国	26
一、法国标准(NFC 28-900-71)	26
冷轧和热轧无取向磁性钢板	26
二、阿夫母夫赫冶金协会	29
§ 1.5 匈牙利	33
匈牙利国家标准 (MSZ 42-66)	33
热轧电机和变压器钢板	33
§ 1.6 印度	34
印度标准 (IS 648-70)	34
无取向电工钢	34
§ 1.7 意大利	36
一、意大利标准 (UNI 3794)	36

V

电工钢板	36
二、特尔尼公司	39
三、法耳克钢铁公司	56
§ 1.8 东德	63
东德标准 (TGL 10475-62)	63
热轧电机和变压器钢板	63
§ 1.9 欧洲共同市场	65
欧洲标准 (106-71)	65
冷轧和热轧无晶粒取向电工钢板和钢带	65
§ 1.10 西德	68
一、西德工业标准 (DIN 46400-1973年 9 月草案)	68
冷轧和热轧无晶粒取向电工钢板和钢带	68
二、西德工业标准 (DIN 46 400(2)-1976)	70
冷轧电工钢	70
三、E. B. G 公司博胡姆轧钢厂	71
四、E. B. G 公司沃尔兹轧钢厂	89
五、罗贝特·察普-福士那钢铁出口联合公司南威士发伦钢厂	106
六、曼德斯曼股份公司	111
§ 1.11 日本	114
一、日本工业标准 (JIS C 2551-70)	114
热轧硅钢板	114
二、日本工业标准 (JIS C 2552-75)	115
冷轧无取向硅钢带	115
三、日本工业标准 (JIS C 2554-75)	116
小型电动机用硅钢薄板	116
四、新日本制铁公司	117
五、川崎制铁公司	148
六、东工物产株式会社中山制钢所	169
§ 1.12 波兰	174
波兰标准 (PN-54/H-92124)	174
磁性硅钢板	174
§ 1.13 罗马尼亚	176
罗马尼亚国家标准 (STAS 673-67)	176
热轧电工钢	176
§ 1.14 瑞典	177

苏拉哈姆钢铁公司	177
§ 1.15 英国	185
一、英国标准 (BS 601-73 第一部分)	185
无取向电工钢	185
二、韦尔斯钢铁有限公司	186
三、约瑟夫·森凯父子公司	215
§ 1.16 美国	234
一、美国材料与试验协会标准 (ASTM A 345-70)	234
轧制电工钢 (无取向部分)	234
二、美国钢铁协会标准 (AISI)	235
热轧和冷轧电工钢	235
三、阿姆可钢铁公司	236
四、联合钢铁公司	263
公司规格	263
§ 1.17 苏联	265
一、苏联国家标准 (ГОСТ 802-58)	265
电工钢板	265
二、部分热轧钢板在50赫下的磁特性	269
第二章 冷轧取向硅钢片 (带)	273
§ 2.1 中国	273
冶金工业部标准 (YB 73-63)	273
电工用硅钢薄板 (冷轧取向硅钢片部分)	273
§ 2.2 法国	273
一、法国标准 (NFC 28-920-1975)	273
冷轧取向电工钢板	273
二、科瓦菲公司	274
§ 2.3 意大利	285
特尔尼公司	285
§ 2.4 西德	305
西德工业标准 (DIN 46 400 1975)	305
§ 2.5 日本	312
一、日本工业标准 (JIS C 2553-70)	312
晶粒取向硅钢带	312
二、新日本制铁公司	313

VII

三、川崎制铁公司	368
§ 2.6 瑞典	408
苏拉哈姆钢铁公司	408
§ 2.7 英国	413
一、英国标准 (ES 601-73第二部分)	413
取向电工钢	413
二、英国钢铁公司	413
三、韦尔斯钢铁有限公司	420
四、理查德·托马斯-巴德文斯有限公司	437
§ 2.8 美国	443
一、美国钢铁学会标准 (AISI-68)	443
晶粒取向电工钢	443
二、美国材料与试验协会标准 [ASTM A 345-55(70)]	443
晶粒取向电工钢标准	443
三、阿姆可钢铁公司	444
四、勒德隆钢铁公司	468
五、联合钢铁公司	535
§ 2.9 苏联	536
一、苏联国家标准 (ГОСТ 9925-61, ГОСТ 802-58)	536
冷轧取向电工钢	536
二、各种钢的特性曲线数据	533
第三章 特殊用途的硅钢片(带)	539
§ 3.1 中国	539
一、冶金工业部标准 (YB 73-70)	539
电工用热轧硅钢薄板	539
二、冶金工业部标准 (YB 73-63)	540
电工用硅钢薄板	540
§ 3.2 英国	540
一、英国标准 (BS 601-73第四部分)	540
取向和无取向电工钢薄板和带	540
二、英国钢铁公司	541
三、理查德·托马斯-巴德文斯有限公司	548
四、韦尔斯钢铁有限公司	549
§ 3.3 西德	553

一、西德工业标准 (DIN 41301-67)	553
音频变压器用电工钢	553
二、E. B. G 公司博胡姆轧钢厂	553
§ 3.4 日本	558
一、日本电气工业会标准 (JEM 1238-70)	558
二、新日本制铁公司	558
§ 3.5 美国	600
阿姆可公司	600
§ 3.6 苏联	648
一、苏联国家标准 (ГОСТ 9925-61)	648
冷轧取向电工钢	648
二、苏联国家标准 (ГОСТ 802-58)	649
电工钢板	649
第四章 纯铁	651
§ 4.1 中国	651
一、冶金工业部标准 (YB 200-70)	651
电工用纯铁材	651
二、冶金工业部标准 (YB 206-70)	651
电工用纯铁板	651
§ 4.2 法国	652
CAFL 冶金工厂	652
纯铁	652
§ 4.3 匈牙利	652
CSEPEI 钢铁厂	652
纯铁	652
§ 4.4 西德	653
一、西德工业标准 (DIN 17405-70)	653
纯铁	653
二、HANAU 真空冶炼协会	654
纯铁	654
§ 4.5 日本	654
一、日本工业标准 (JIS C 2503-66)	654
电磁软铁棒	654
二、日本工业标准 (JIS C 2504-66)	655

电磁软铁板	655
三、蕨特殊制钢株式会社	655
纯铁	655
四、日本矿业株式会社	657
纯铁	657
五、住友金属工业株式会社	657
纯铁	657
§ 4.6 瑞典	658
一、松德维肯钢铁厂	658
纯铁	658
二、HELEFORS—HOFORS 钢厂	659
纯铁	659
§ 4.7 美国	660
阿姆可钢铁公司	660
直流用磁性铸铁	660
§ 4.8 苏联	660
一、苏联国家标准 (ГОСТ 3836-47)	660
低碳电工钢板	660
二、黑色冶金工业部标准 (ЧМТУ 2900-56)	660
低碳钢棒	660

第二篇 硅钢片的使用方法

第五章 硅钢片的用途	662
§ 5.1 硅钢片的用途	662
一、新日本制铁公司	662
硅钢	662
二、日本川崎制铁公司	664
无取向硅钢	664
三、美国阿姆可钢铁公司	665
无取向硅钢	665
四、西德 E. B. G 公司沃尔兹轧钢厂	666
热轧硅钢	666
五、英国韦尔斯钢铁有限公司	667
冷轧硅钢片	667

六、意大利特尔尼公司	668
热轧硅钢	668
七、瑞典苏拉哈姆轧钢厂	670
§ 5.2 硅钢片的消除应力退火	670
§ 5.3 铁心制造	680
日本高砂铁工株式会社的铁心系列	680
第六章 硅钢片（带）的实验曲线	703
§ 6.1 新日本制铁公司	703
实验曲线	703
§ 6.2 日本川崎制铁公司	735
实验曲线	735
§ 6.3 美国阿姆可钢铁公司	748
设计	748

第三篇 电工钢电磁性能试验方法

第七章 直流试验方法	754
§ 7.1 中国冶金工业部标准(YB 805-71)	754
电工用纯铁磁性试验方法	754
§ 7.2 美国材料与试验协会标准 (ASTM A 596-69)	763
应用环形试样和冲击法试验材料直流磁特性的标准方法	763
§ 7.3 苏联国家标准 (ГОСТ 15058-69)	775
在直流磁场中测试软磁材料的方法	775
第八章 交流试验方法	795
§ 8.1 中国冶金工业部标准(YB 801-70)	795
硅钢薄板磁性试验方法	795
§ 8.2 西德工业标准(DIN 50461)	810
用50厘米爱泼斯坦方圈测量电工钢板的磁性	810
§ 8.3 西德工业标准(DIN 50462 第四部分)	829
用电桥法测量铁损	829
§ 8.4 日本工业标准 (JIS C 2550-1970)	835
电工钢板的试验方法	835
§ 8.5 美国材料与试验协会标准 (ASTM A 34-70)	870

试验磁性材料的标准方法	876
§ 8.6 美国材料与试验协会标准 (ASTM A 343-69)	878
在工频下用瓦特表、安培表、伏特表法和25厘米爱泼斯坦方圈试验	
材料交流磁特性的标准方法	878
§ 8.7 美国材料与试验协会标准 (ASTM A 347-68)	905
应用带有25厘米爱泼斯坦方圈的修正海氏电桥法测试材料交流磁	
特性的标准方法	905
§ 8.8 美国材料与试验协会标准 (ASTM A 348-68)	922
在100~10000赫范围内用瓦特表、安培表、伏特表和25厘米爱泼斯坦	
方圈测试材料交流磁特性的标准方法	922
§ 8.9 美国材料与试验协会标准 (ASTM A 566-68)	944
应用交流电位计和25厘米爱泼斯坦方圈测试材料交流磁特性的标	
准方法	944
§ 8.10 美国材料与试验协会标准 (ASTM A 598-69)	947
磁放大器铁心磁特性的标准试验方法	947
§ 8.11 苏联国家标准 (ГОСТ 12119-66)	976
测定电工钢磁特性和电学性能的方法	976
§ 8.12 苏联标准委员会方法指示 (编号№283)	1010
在10~300千赫范围内试验软磁薄带材料的方法	1010
附录	1019

第一篇

电工钢的性能

第一章 热轧和冷轧无取向 硅钢片(带)

§ 1.1 中 国

冶金工业部标准 (YB 73-70)

电工用热轧硅钢片

表1-1-1 各种钢的电磁性能和弯曲次数

钢 号	厚 度 (毫米)	最 大 铁 损 (瓦/公斤)		最 小 磁 感 应 (千高斯)			最小平均 弯曲次数
		$P_{10/50}$	$P_{15/50}$	B_{25}	B_{50}	E_{100}	
D ₁₁	1.0	5.30	12.0	15.3	16.3	17.6	—
	0.5	3.20	7.40	15.3	16.3	17.6	—
D ₁₂	0.5	2.80	6.50	15.0	16.2	17.5	—
D ₂₁	1.0	4.40	10.0	14.8	15.9	17.3	—
	0.5	2.50	6.10	14.8	15.9	17.3	—
	0.35	2.00	5.00	14.8	15.9	17.3	—
D ₂₂	0.5	2.20	5.30	15.1	16.1	17.4	—
D ₂₃	0.5	2.10	5.10	15.4	16.4	17.6	—
D ₂₄	0.5	2.10	5.10	15.7	16.7	17.8	—
D ₃₁	0.5	2.00	4.40	14.6	15.7	17.1	4
	0.35	1.60	3.60	14.6	15.7	17.1	5