



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 11441.2—2011

## 通信和电子设备用变压器和电感器铁心片 第2部分:软磁金属叠片最低磁导率规范

Laminations for transformers and inductors for use in telecommunication  
and electronic equipment—

Part 2: Specification for the minimum permeabilities of laminations  
made of soft magnetic metallic materials

(IEC 60740-2:1993, MOD)

2011-12-30 发布

2012-07-01 实施

中华人民共和国国家质量监督检验检疫总局  
中国国家标准化管理委员会 发布

## 前 言

GB/T 11441《通信和电子设备用变压器和电感器铁心片》分为以下几个部分：

- 第1部分：机械和电性能；
- 第2部分：软磁金属叠片最低磁导率规范。

本部分为 GB/T 11441 的第2部分。

本部分依据 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本部分使用重新起草法修改采用 IEC 60740-2:1993《通信和电子设备用变压器和电感器铁心片 第2部分：软磁金属叠片最低磁导率规范》。

本部分与 IEC 60740-2:1993 的技术差异为：

- 引用的 GB/T 11441—1989《通信和电子设备用变压器和电感器铁心片》是修改采用 IEC 60740:1982《变压器和电感器铁心片》（见本部分第2章）；
- 引用的 GB/T 21219—2007《磁性材料 分类》虽然等同采用 IEC 60404-1:2000《磁性材料 第1部分：分类》，但与 IEC 60740-2:1993 中引用的 IEC 60404-1:1979 存在技术差异（见本部分第2章）。

本部分还包括如下编辑性修改：

- 用“本部分”代替“本国际标准”；
- 用“规范性引用文件”代替“引用标准”；
- “IEC 牌号”改为“牌号”；
- 用小数点“.”代替作为小数点的“,”；
- 在计算公式中，数值相乘用乘号“×”代替圆点“·”；
- 将图1～图7的图号分别改为图1中的a)～g)；
- 将“IEC 404-8-6”改为“IEC 60404-8-6”，“IEC 404-1”改为“IEC 60404-1”；
- 本部分将 IEC 60740-2 中 7.3 的注用正文表示，并将公式中的单位删除；
- 本部分对表4～表9中最低磁导率的单位移至表格数据中；
- 本部分删去了 IEC 标准的前言和引言。

本部分由中华人民共和国工业和信息化部提出。

本部分由全国磁性元件与铁氧体材料标准化技术委员会(SAC/TC 89)归口。

本部分负责起草单位：中国电子科技集团公司第九研究所。

本部分主要起草人：俞国俊、李克文、胡滨。

## 通信和电子设备用变压器和电感器铁心片

### 第2部分:软磁金属叠片最低磁导率规范

#### 1 范围

GB/T 11441 的本部分规定了由 GB/T 21219—2007 定义的 C2、E1、E3 和 E4 类硅铁及镍铁合金制备的叠片的最低磁导率要求。这些要求更适用于 GB/T 11441—1989 所列出的叠片。本部分所规定的性能适用于在正弦磁通和频率为 50 Hz 或 60 Hz 下测试,且经过充分热处理的叠片。

#### 2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件,仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 321—2005 优先数和优先数系(ISO 3:1973, IDT)

GB/T 11441—1989 通信和电子设备用变压器和电感器铁心片(eqv IEC 60740:1982)

GB/T 21219—2007 磁性材料 分类(IEC 60404-1:2000, IDT)

IEC 60404-8-6:1986 磁性材料 第8部分:单项材料规范 第6节:软磁金属材料

IEC 60404-8-6:1986 磁性材料 第8部分:单项材料规范 第6节:软磁金属材料 修正案 1:1992

#### 3 术语及定义

GB/T 11441—1989 界定的以及下列术语和定义适用于本文件。

##### 3.1

**合金小类 alloy subclass**

对于 E1~E4 合金,合金种类扩充了一个(第2位)数字,代表磁滞回线形状。其中 1 表示一般弧形回线,2 表示矩形回线。

##### 3.2

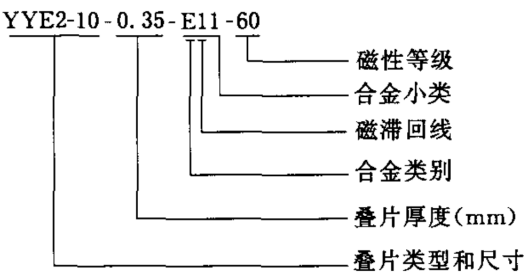
**磁性等级 magnetic grade**

对应于材料相对磁导率的两位数,当加到合金小类后时,则表示不同的磁性等级。

#### 4 叠片扩展牌号

当既要规定叠片的尺寸、形状和厚度,又要指明叠片性能时,就需利用一种特定的合金,有必要将 GB/T 11441—1989 中 7.1 所给定的牌号加以扩展。

扩展的牌号代码举例如下:



5 一般物理性能

本部分规定的叠片材料的主要物理性能的典型值如表 1 所示。

表 1 磁、电和热性能的典型值

合金小类	磁性等级	材料成分 <sup>a</sup> %	饱和磁通密度 <sup>b</sup> T	静态矫顽力 A/m	居里温度 ℃	电阻率 $\mu\Omega \cdot m$	密度 g/cm <sup>3</sup>
E11	—60 —100	(75~81)Ni	0.75	3 2	400	0.55	8.7
E31	—04 <sup>c</sup> —06 —10	(45~49)Ni	1.45	20 12 6	470	0.45	8.25
E41	—02 —03	(36~40)Ni	1.2	40 24	250	0.75	8.15
C21	—09	(2~4.5)Si	1.55	40	750	0.45	7.65
C22	—13	(2.5~3.5)Si	1.9	20	750	0.45	7.65

<sup>a</sup> 依据 IEC 60404-8-6:1986。  
<sup>b</sup>  $\dot{H}=4000A/m$ 。  
<sup>c</sup> 磁性等级由 IEC 60404-8-6 修正案 1:1992 规定。

6 叠片材料磁导率要求

板材和带材的最低磁导率  $\mu_{mat,min}$  由表 2 给出。

注：表 2 数据摘录于 IEC 60404-8-6:1986 中表 II。

表 2 板材和带材的最低磁导率要求

合金小类	磁性等级	测量场强( $\dot{H}$ ) A/m	材料最低磁导率( $\mu_{mat,min}$ ) <sup>a</sup>			
			厚度 mm			
			0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05
E11	—60 —100	0.4	$40 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$35 \times 10^3$	$30 \times 10^3$
			$50 \times 10^3$	$60 \times 10^3$	$60 \times 10^3$	$50 \times 10^3$

表 2 (续)

合金 小类	磁性 等级	测量场强( $\hat{H}$ ) A/m	材料最低磁导率( $\mu_{\text{mat}, \text{min}}$ ) <sup>a</sup>			
			厚度			
			mm			
			0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05
E31	—04 <sup>b</sup>	0.4	$4 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4 \times 10^3$
	—06		$6 \times 10^3$	$6 \times 10^3$	$6 \times 10^3$	$6 \times 10^3$
	—10		$10 \times 10^3$	$10 \times 10^3$	$8 \times 10^3$	$8 \times 10^3$
E41	—02	1.6	$2.2 \times 10^3$	$2.2 \times 10^3$	$2.2 \times 10^3$	$2.2 \times 10^3$
	—03		$2.9 \times 10^3$	$2.9 \times 10^3$	$2.9 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$
C21	—09	1.6	$0.9 \times 10^3$	$0.75 \times 10^3$	—	—
C22	—13		$1.3 \times 10^3$	—	—	—
<sup>a</sup> 材料磁导率 $\mu_{\text{mat}}$ 与测量(磁)场强度和材料厚度有关。根据 IEC 60404-8-6:1986 第 5 章,规定使用叠片环试样,在频率 50 Hz 或 60 Hz 下测量。						
<sup>b</sup> 见表 1 <sup>c</sup> 。						

7 叠片磁导率要求

7.1 叠片最低磁导率( $\mu_{\text{lam}, \text{min}}$ )

表 3 给出了 GB/T 11441—1989 定义的叠片类型和范围与本部分表 2 中的合金小类和磁性等级的所有可能组合。其中打“×”的为通用组合。

表 4~表 7 给出了表 3 中打“×”通用组合的叠片最低磁导率  $\mu_{\text{lam}, \text{min}}$ 。

注：给出了对应所有尺寸及厚度的叠片最低磁导率  $\mu_{\text{lam}, \text{min}}$  计算值。建议不采用最厚材料、最小尺寸或最薄材料与最大尺寸的组合,因为这些组合可能存在如下的一种或多种缺点：

- a) 机械稳定性低；
- b) 加工困难；
- c) 装配时可能变形；
- d)  $\mu_{\text{lam}} < 20\% \mu_{\text{mat}}$ 。

表 3 中的其他任何组合的叠片最低磁导率应依据第 8 章计算。

7.2 电感因数( $A_L$ )

电感因数是一个与  $\mu_{\text{lam}}$  有关的常用术语,这是因为电感因数定义为具有规定几何形状的线圈置于一给定磁心上的电感量除以匝数平方,即  $A_L = L/N^2$ 。

可以看出  $A_L$  也可表示为：

$$A_L = \mu_0 \cdot \mu_{\text{lam}} (A_{\text{Fe}}/l_{\text{Fe}}) = \mu_0 \cdot \mu_{\text{lam}}/C_1$$

式中：

$A_{\text{Fe}}$ 、 $l_{\text{Fe}}$ 、 $C_1$ ——铁心等效参数(见 GB/T 11441—1989 中 5.2)；

$\mu_0$ ——磁常数( $4\pi \times 10^{-7}$  H/m $\cong$ 12.57 nH/cm)。

如果需要  $A_L$ ，相应地可根据有效参数及  $\mu_{\text{lam}}$  的适当值进行计算。

7.3 磁导率上升因数( $\delta$ )

磁导率上升因数定义如下：

$$\delta_{0.4} = \frac{\mu_{1.6} - \mu_{0.4}}{\mu_{1.6} \cdot \Delta H} = 0.833 \cdot \frac{\mu_{1.6} - \mu_{0.4}}{\mu_{1.6}}$$
$$\delta_8 = \frac{\mu_8 - \mu_{1.6}}{\mu_{1.6} \cdot \Delta H} = 0.156 \cdot \frac{\mu_8 - \mu_{1.6}}{\mu_{1.6}}$$

式中  $\mu$  的下标表示磁场强度(A/m)。  
该因数表示低磁场强度下磁导率(随磁场)的上升,它对于通信用叠片铁心可能至关重要。  
IEC 60404-8-6:1986 的表Ⅳ规定了材料 E41-02、C21-09 和 C22-13 的  $\delta$  最大值。

表 3 叠片和合金小类的组合

叠片类型 和范围	尺寸	合金小类(包括磁性等级)								
		E11-60	E11-100	E31-04	E31-06	E31-10	E41-02	E41-03	C21-09	C22-13
YEI1	10~20	×	×	×	×	×	×	×	×	×
	22~50								×	×
YEE2 YEL2	2~12	×	×	×	×	×	×	×	×	×
YEI2	2~12									
YEF2	2~12									
YES2	2~12	×	×	×	×	×				
YED2	2~12	×	×	×	×	×				
YEE3 } YEL3 }	10~16	×	×	×	×	×				
	20~40								×	×
YEI3 } YEF3 }	10~16									
	20~40									
YEE4	2~12	×	×	×	×	×			×	×
YEF4	2~12									
YUI1	10~30	×	×	×	×	×				
	34~80								×	×
YM1	5~34	×	×	×	×	×	×	×	×	×
注：×为通用组合。										

表 4 具有各种磁性等级合金小类 E11 的叠片磁导率

牌号	最低磁导率( $\mu_{\text{lm, min}}$ )							
	E11-60 厚度				E11-100 厚度			
	mm				mm			
	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05
YE11 —10	$14 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$
13	$18 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
14	$18 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
16	$20 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
18	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
20	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$40 \times 10^3$
YEx2* —2	$2.24 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$11.2 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$8 \times 10^3$	$14 \times 10^3$
3	$3.55 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$10 \times 10^3$	$14 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$11.2 \times 10^3$	$18 \times 10^3$
4	$5 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$11.2 \times 10^3$	$16 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$8 \times 10^3$	$14 \times 10^3$	$20 \times 10^3$
5	$7.1 \times 10^3$	$10 \times 10^3$	$14 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$8 \times 10^3$	$11.2 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$25 \times 10^3$
6	$10 \times 10^3$	$14 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$11.2 \times 10^3$	$16 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$28 \times 10^3$
8	$12.5 \times 10^3$	$16 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$12.5 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$
10	$16 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
12	$18 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
YES2 —2	$5.6 \times 10^3$	$8 \times 10^3$	$12.5 \times 10^3$	$16 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$9 \times 10^3$	$16 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$
3	$8 \times 10^3$	$11.2 \times 10^3$	$16 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$8 \times 10^3$	$12.5 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$
4	$10 \times 10^3$	$12.5 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$11.2 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$28 \times 10^3$
5	$14 \times 10^3$	$18.1 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$14 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$
6	$16 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$
8	$20 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
10	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
12	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
YED2 —2	$8 \times 10^3$	$12.5 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$9 \times 10^3$	$14 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$
3	$11.2 \times 10^3$	$16 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$11.2 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
4	$14 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$16 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
5	$18 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$40 \times 10^3$
6	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$45 \times 10^3$	$40 \times 10^3$
8	$25 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$45 \times 10^3$	$45 \times 10^3$
10	$28 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$45 \times 10^3$	$50 \times 10^3$	$45 \times 10^3$
12	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$50 \times 10^3$	$50 \times 10^3$	$45 \times 10^3$
YEx3* —10	$18 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
12	$20 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
16	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$40 \times 10^3$

表 4 (续)

牌号	最低磁导率( $\mu_{\text{lam, min}}$ )							
	E11-60 厚度				E11-100 厚度			
	mm				mm			
	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05
YEE4 -2	$1.4 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$8 \times 10^3$	$1.4 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$10 \times 10^3$
3	$2 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$10 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$12.5 \times 10^3$
4	$3.15 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$9 \times 10^3$	$12.5 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$10 \times 10^3$	$16 \times 10^3$
5	$4.5 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$11.2 \times 10^3$	$14 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$8 \times 10^3$	$14 \times 10^3$	$20 \times 10^3$
6	$6.3 \times 10^3$	$9 \times 10^3$	$14 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$10 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$25 \times 10^3$
8	$9 \times 10^3$	$12.5 \times 10^3$	$16 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$10 \times 10^3$	$14 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$28 \times 10^3$
10	$11.2 \times 10^3$	$16 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$12 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$
12	$14 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$16 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
YUII -10	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$40 \times 10^3$
13	$25 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$45 \times 10^3$	$40 \times 10^3$
16	$28 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$45 \times 10^3$	$40 \times 10^3$
20	$28 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$45 \times 10^3$	$45 \times 10^3$	$40 \times 10^3$
25	$28 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$45 \times 10^3$	$50 \times 10^3$	$45 \times 10^3$
30	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$45 \times 10^3$	$50 \times 10^3$	$45 \times 10^3$
YM1 -5	$16 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
5a	$18 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$	$20 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$
7	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$40 \times 10^3$
7a	$22.4 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$40 \times 10^3$
12	$28 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$45 \times 10^3$	$40 \times 10^3$
17	$28 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$45 \times 10^3$	$50 \times 10^3$	$45 \times 10^3$
20	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$45 \times 10^3$	$50 \times 10^3$	$45 \times 10^3$
23	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$45 \times 10^3$	$50 \times 10^3$	$45 \times 10^3$
29	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$50 \times 10^3$	$50 \times 10^3$	$45 \times 10^3$
34	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$50 \times 10^3$	$50 \times 10^3$	$45 \times 10^3$

\* YEx 指 YEE 或 YEL。



表 5 具有各磁性等级合金小类 E31 的叠片磁导率

牌 号	最低磁导率( $\mu_{\text{Hm, min}}$ )													
	E31-04 厚度 mm				E31-06 厚度 mm				E31-10 厚度 mm					
	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05		
YE11	-10	$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	
	13	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	
	14	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	
	16	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	
	18	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	
	20	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	
YE2*	-2	$1.25 \times 10^3$	$1.6 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$1.6 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	
	3	$1.6 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	
	4	$1.8 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	
	5	$2 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	
	6	$2.24 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	
	8	$2.5 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	
	10	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	
	12	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	
	YES2	-2	$2 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$
		3	$2.24 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$
		4	$2.5 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$
		5	$2.5 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$
6		$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	
8		$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	
10		$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	
12		$2.8 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$7.1 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	

表 5 (续)

牌号	最低磁导率 ( $\mu_{400, \min}$ )												
	E31-04 厚度 mm				E31-06 厚度 mm				E31-10 厚度 mm				
	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05	0.05
YED2	2.5×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	2.8×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
YEx3*	2.8×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>
YEE4	0.9×10 <sup>3</sup>	1.25×10 <sup>3</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>	2.5×10 <sup>3</sup>	1×10 <sup>3</sup>	1.4×10 <sup>3</sup>	2.24×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	1.12×10 <sup>3</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>
	1.12×10 <sup>3</sup>	1.6×10 <sup>3</sup>	2×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	1.4×10 <sup>3</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	1.6×10 <sup>3</sup>	2.24×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	4.7×10 <sup>3</sup>	4.7×10 <sup>3</sup>
	1.4×10 <sup>3</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>	2.5×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	1.8×10 <sup>3</sup>	2.5×10 <sup>3</sup>	3.14×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	2.24×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>
	1.8×10 <sup>3</sup>	2.24×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	2.24×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>
	2×10 <sup>3</sup>	2.5×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>
	2.5×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>
	2.8×10 <sup>3</sup>	2.8×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>

表 5 (续)

最低磁导率( $\mu_{\text{tan, min}}$ )																
牌 号	E31-04 厚度 mm					E31-06 厚度 mm					E31-10 厚度 mm					
	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05
YU11	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	5.6×10 <sup>3</sup>	9×10 <sup>3</sup>	9×10 <sup>3</sup>	9×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	9×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
YM1	2.8×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	6.3×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
	3.15×10 <sup>3</sup>	3.15×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	3.55×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	4.5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	5×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	8×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>	7.1×10 <sup>3</sup>
* YE <sub>x</sub> 指 YEE 或 YEL。																

表 6 具有各磁性等级合金小类 E41 的叠片磁导率

牌号	最低磁导率( $\mu_{\text{lam, min}}$ )							
	E41-02 厚度				E41-03 厚度			
	mm				mm			
	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05	0.30~0.38	0.15~0.20	0.10	0.05
YE11 -10	$1.6 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
13	$1.8 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
14	$1.8 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
16	$1.8 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
18	$1.8 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
20	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
YEx2* -2	$1 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	$1.4 \times 10^3$	$1.6 \times 10^3$	$1 \times 10^3$	$1.4 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$
3	$1.25 \times 10^3$	$1.25 \times 10^3$	$1.6 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$1.25 \times 10^3$	$1.6 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$
4	$1.4 \times 10^3$	$1.4 \times 10^3$	$1.6 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$1.4 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$
5	$1.6 \times 10^3$	$1.6 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2 \times 10^3$
6	$1.6 \times 10^3$	$1.6 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2 \times 10^3$
8	$1.6 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
10	$1.8 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
12	$1.8 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
YM1 -5	$1.8 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
5a	$1.8 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
7	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
7a	$1.8 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
12	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
17	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$
20	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$
23	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$
29	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$
34	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$	$2.5 \times 10^3$

\* YEx 指 YEE 或 YEL。

表 7 合金小类 C21 和 C22 的叠片磁导率

牌号	最低磁导率( $\mu_{\text{lam, min}}$ )		
	C21-09 厚度		C22-13 厚度
	mm		mm
	0.30~0.38	0.15~0.20	0.30~0.38
YE11 -10	$0.63 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
13	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
14	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
16	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
18	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
20	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1.12 \times 10^3$
22	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1.12 \times 10^3$

表 7 (续)

牌号	最低磁导率( $\mu_{\text{min}}$ )		
	C21-09 厚度 mm		C22-13 厚度 mm
	0.30~0.38	0.15~0.20	0.30~0.38
YEl1	25	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	28	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	32	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	36	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	40	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	50	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
YEx2*	—2	$0.5 \times 10^3$	$0.5 \times 10^3$
	3	$0.56 \times 10^3$	$0.56 \times 10^3$
	4	$0.56 \times 10^3$	$0.56 \times 10^3$
	5	$0.63 \times 10^3$	$0.56 \times 10^3$
	6	$0.63 \times 10^3$	$0.56 \times 10^3$
	8	$0.63 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	10	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	12	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
YEx3*	—20	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	25	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	32	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	40	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
YEE4	—2	$0.4 \times 10^3$	$0.5 \times 10^3$
	3	$0.5 \times 10^3$	$0.5 \times 10^3$
	4	$0.56 \times 10^3$	$0.56 \times 10^3$
	5	$0.56 \times 10^3$	$0.56 \times 10^3$
	6	$0.63 \times 10^3$	$0.56 \times 10^3$
	8	$0.63 \times 10^3$	$0.56 \times 10^3$
	10	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	12	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
YUI	—34	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	38	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	44	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	50	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	56	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	60	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	70	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$
	80	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$

表 7 (续)

牌号		最低磁导率( $\mu_{\text{iso, min}}$ )		
		C21-09 厚度 mm		C22-13 厚度 mm
		0.30~0.38	0.15~0.20	0.30~0.38
YM1	—5	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
	5a	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
	7	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1.12 \times 10^3$
	7a	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1.12 \times 10^3$
	12	$0.8 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1.12 \times 10^3$
	17	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1.12 \times 10^3$
	20	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1.12 \times 10^3$
	23	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1.12 \times 10^3$
	29	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1.12 \times 10^3$
	34	$0.9 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$1.12 \times 10^3$
* YEx 指 YEE 或 YEL。				

8 叠片磁导率  $\mu_{\text{iso}}$  的计算

8.1 通则

叠片的磁导率(叠片磁导率  $\mu_{\text{iso}}$ )取决于材料磁导率  $\mu_{\text{mat}}$  和与磁路尺寸有关的因数。此因数考虑了磁通避开磁心中的接缝或间隙进入相邻层的问题。

为了简化计算,在推导表 4~表 7 的数据时采用了 8.3 给出的计算程序,此程序用于确定本标准所涵盖的任何其他叠片/合金组合的  $\mu_{\text{iso}}$  值。假设材料为非取向(各向同性),磁导率与场强无关(参考文献[1]所述)。

参考文献[2]考虑了场强的影响给出了更精确的计算,两种方法的比较表明所得结果相差甚微,可以忽略。

取向(各向异性)材料的情况见参考文献[3]。

8.2 计算原理

为了确定  $\mu_{\text{iso}}$  与  $\mu_{\text{mat}}$  的关系因数,引入如下一些新的参数和导出参数以方便计算:

- a) 重叠长度  $\lambda_1, \lambda_2$ 。重叠长度定义为与磁通回路垂直的叠层接缝间的局部长度,如图 1 所示。
- b) 叠片间隙参数  $l_1$ 。  $l_1$  与叠层(叠片)因素关系不大,但根据经验计入了切削边和作用于叠片的压力等因素导致的(磁导率)降低作用,不同叠片厚度  $t$  的  $l_1$  值在表 8 中给出。

表 8 叠片间隙参数  $l_1$  单位为毫米

叠片厚度( $t$ )	叠片间隙参数( $l_1$ )
0.15~0.35	0.03
0.10	0.025
0.05	0.02

c) 剪切长度  $a$  定义为  $a = \sqrt{l_1 \times t \times \mu_{\text{mat}}}$

### 8.3 计算程序

叠片磁导率的最小值按如下步骤推出：

a) 适当选择下列公式之一计算叠片磁导率：

1) 用于两部分堆叠[见图 1 a)、b)、f)]的 YEI、YEL、YUI 及类似叠片类型：

$$\mu_{\text{lam}} = \mu_{\text{mat}} \times l_{\text{Fe}} / \left( l_{\text{Fe}} + 2a \left( \coth \frac{\lambda_1}{a} + \tanh \frac{\lambda_2}{a} \right) \right) \quad \dots\dots\dots (1)$$

2) 用于单部分堆叠[见图 1 g)]的 YM 及类似叠片类型：

$$\mu_{\text{lam}} = \mu_{\text{mat}} \times l_{\text{Fe}} / \left( l_{\text{Fe}} + a \left( \coth \frac{\lambda_1}{a} + \coth \frac{\lambda_2}{a} \right) \right) \quad \dots\dots\dots (2)$$

3) 用于两部分堆叠[见图 1 c)和 d)]的 YEF 叠片类型：

注：YEF 叠片有两个相同的 F 形状。因而除叠外臂的重叠长度外，还必须考虑叠中臂的附加接头。由于推算复杂，无法导出计算  $\mu_{\text{lam}}$  的简单公式，也没有规定这些叠片类型的  $\mu_{\text{lam}}$  值。

4) 用于单部分堆叠[见图 1 e)]的 YED 及类似叠片类型：

$$\mu_{\text{lam}} = \mu_{\text{mat}} \times l_{\text{Fe}} / \left( l_{\text{Fe}} - b' + a \frac{N}{D} \right) \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中：

$$\begin{aligned} N &= 2 - \tanh \frac{\lambda_1}{a} \times \tanh \frac{b'}{a} - \tanh^2 \frac{b'}{a} \\ D &= \tanh \frac{\lambda_1}{a} + \tanh \frac{b'}{a} - 2 \tanh \frac{\lambda_1}{a} \times \tanh^2 \frac{b'}{a} \\ b' &= \frac{d}{2} \end{aligned}$$

式中  $d$  为叠片内臂的宽度， $b'$  的值由表 9 给出。

5) 用于单部分堆叠的[类似图 1 d)]的 YES 及类似叠片类型：

$$\mu_{\text{lam}} = \mu_{\text{mat}} \times l_{\text{Fe}} / \left( l_{\text{Fe}} + 2\lambda_2 + 2a \times \coth \frac{\lambda_1}{a} \right) \quad \dots\dots\dots (4)$$

$\mu_{\text{mat}}$  的值见表 2， $l_{\text{Fe}}$ 、 $\lambda_1$  和  $\lambda_2$  的值见表 9， $a$  的值依据 8.2 c) 中的定义计算。

表 9 计算  $\mu_{\text{lam}}$  需要的长度参数值

单位为毫米

牌号	$l_{\text{Fe}}$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$b'$
YEI1 -10	60	15	15	
13	77	19.2	19.2	
14	84	21	21	
16	96	24	24	
18	108	27	27	
20	120	30	30	
22	132	33	33	
25	150	37.5	37.5	
28	168	42	42	
32	192	48	48	
36	216	54	54	
40	240	60	60	
50	300	75	75	

表 9 (续)

单位为毫米

牌号	$l_{Fe}$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$b'$
YEI2	—2	19.2	5.6	4
	3	24	7	5
	4	30.2	8.8	6.3
	5	38.4	11.2	8
	6	48	14	10
	8	59.8	17.4	12.5
	10	76.8	22.4	16
	12	96	28	20
YEx2*	—2	19.2	3	6.3
	3	24	4	8
	4	30.2	4.6	10.5
	5	38.4	6	13.2
	6	48	8	16
	8	59.8	9	20.9
	10	76.8	12	26.4
	12	96	16	32
YES2	—2	19.2	8	1.6
	3	24	10	2
	4	30.2	12.6	2.5
	5	38.4	16	3.2
	6	48	20	4
	8	59.8	25	4.9
	10	76.8	32	6.4
	12	96	40	8
YEF2	—2	19.2	5.6	6.8
	3	24	7	8.5
	4	30.2	8.8	10.7
	5	38.4	11.2	13.6
	6	48	14	17
	8	59.8	17.4	21.2
	10	76.8	22.4	27.2
	12	96	28	34
YED2	—2	22.2	9.7	1.4
	3	27	11.5	2
	4	34.6	14.9	2.4
	5	43.4	18.5	3.2
	6	54	23	4
	8	67.8	29.1	4.8
	10	86.8	37.1	6.3
	12	108	46	8



表 9 (续)

单位为毫米

牌号	$l_{Fe}$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$b'$
YEI3	—10	90	25	20
	12	108	30	24
	16	144	40	32
	20	180	50	40
	25	225	62.5	50
	32	288	80	64
	40	360	100	80
YEx3*	—10	90	15	30
	12	108	18	36
	16	144	24	48
	20	180	30	60
	25	225	37.5	75
	32	288	48	96
	40	360	60	120
YEF3	—10	90	25	32.5
	12	108	30	39
	16	144	40	52
	20	180	50	65
	25	225	62.5	81.25
	32	288	80	104
	40	360	100	130
YEE4	—2	15.2	2	5.6
	3	19.75	2.4	7.5
	4	25	3.2	9.3
	5	31.2	4	11.6
	6	39	5	14.5
	8	49.4	6.4	18.3
	10	62.4	8	23.2
	12	78	10	29
YEF4	—2	15.2	2	6.6
	3	19.8	2.4	8.7
	4	25	3.2	10.9
	5	31.2	4	13.6
	6	39	5	17
	8	49.4	6.4	21.5
	10	62.4	8	27.2
	12	78	10	34

表 9 (续)

单位为毫米

牌号	$l_{Fe}$	$\lambda_1$	$\lambda_2$	$b'$
YEl1	—10	120	30	30
	13	156	39	39
	16	192	48	48
	20	240	60	60
	25	300	75	75
	30	360	90	90
	34	408	102	102
	38	456	114	114
	44	528	132	132
	50	600	150	150
	56	672	168	168
	60	720	180	180
	70	840	210	210
	80	960	240	240
YM1	—5	47	13	34
	5a	51	15	36
	7	71.5	20	51.5
	7a	69.5	20	49.5
	12	102	30	72
	17	131	38	93
	20	155	45	110
	23	176	51	125
	29	197	56	141
	34	238	68	170
* YEx 指 YEE 或 YEL。				

b) 表 10 中选取低于 a) 中计算值的最接近优选值,即为叠片最低磁导率规定值。

表 10 叠片磁导率的优选(按 R20 系\*)值

叠片磁导率( $\mu_{lam}$ )								
$56 \times 10^3$	$50 \times 10^3$	$45 \times 10^3$	$40 \times 10^3$	$35.5 \times 10^3$	$31.5 \times 10^3$	$28 \times 10^3$	$25 \times 10^3$	$22.4 \times 10^3$
$20 \times 10^3$	$18 \times 10^3$	$16 \times 10^3$	$14 \times 10^3$	$12.5 \times 10^3$	$11.2 \times 10^3$	$10 \times 10^3$	$9 \times 10^3$	$8 \times 10^3$
$7.1 \times 10^3$	$6.3 \times 10^3$	$5.6 \times 10^3$	$5 \times 10^3$	$4.5 \times 10^3$	$4 \times 10^3$	$3.55 \times 10^3$	$3.15 \times 10^3$	$2.8 \times 10^3$
$2.5 \times 10^3$	$2.24 \times 10^3$	$2 \times 10^3$	$1.8 \times 10^3$	$1.6 \times 10^3$	$1.4 \times 10^3$	$1.25 \times 10^3$	$1.12 \times 10^3$	$1 \times 10^3$
$0.9 \times 10^3$	$0.8 \times 10^3$	$0.71 \times 10^3$	$0.63 \times 10^3$	$0.56 \times 10^3$	$0.5 \times 10^3$	$0.45 \times 10^3$	$0.4 \times 10^3$	$0.355 \times 10^3$
* 见 GB/T 321—2005。								

8.4 计算举例

- a) 叠片  
类型和尺寸: YEl1-10;

合金小类与磁性等级: E11-60;

材料厚度  $t$ : 0.2 mm。

b) 剪切长度  $a$

间隙参数(见表 8)  $l_1 = 0.03$  mm;

材料磁导率(见表 2)  $\mu_{\text{mat}} = 40\,000$ ;

剪切长度见 8.2 c) 得:

$$a = \sqrt{0.03 \times 0.2 \times 40\,000} = 15.49 \text{ mm}$$

c)  $\mu_{\text{lam}}$  的计算

长度参数(见表 9):  $l_{\text{Fe}} = 60$  mm,  $\lambda_1 = 15$  mm,  $\lambda_2 = 15$  mm。

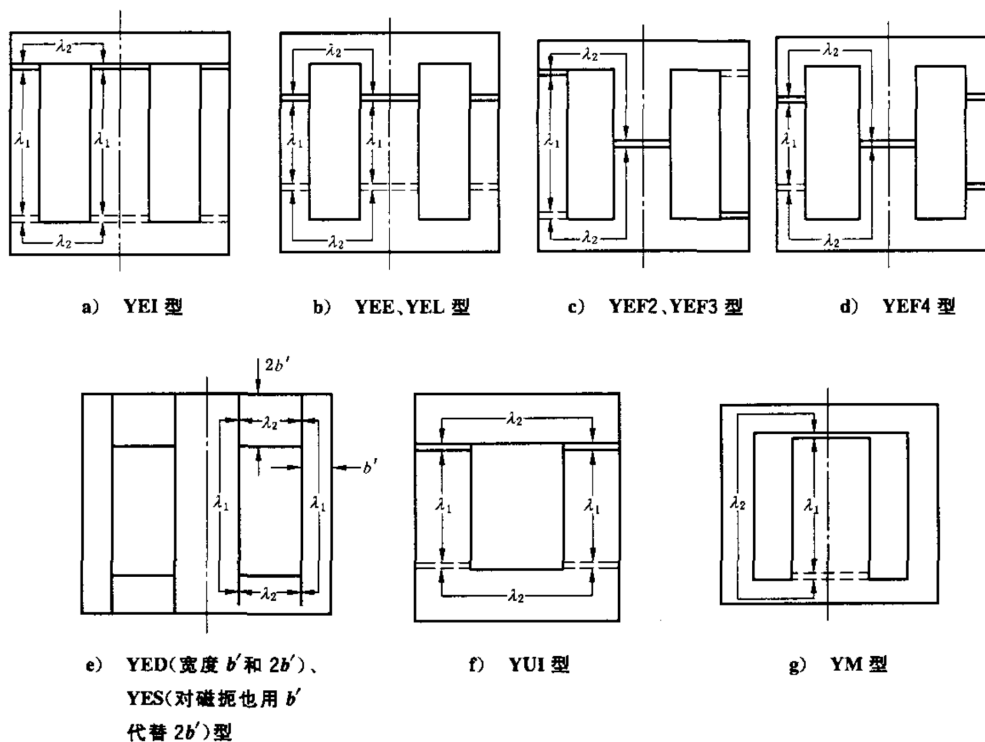
利用 8.3 a) 中的式(1)可得:

$$\begin{aligned} \mu_{\text{lam}} &= 40\,000 \times 60 / \left( 60 + 2(15.49) \left( \coth \frac{15}{15.49} + \tanh \frac{15}{15.49} \right) \right) \\ &= 19\,261 \end{aligned}$$

d)  $\mu_{\text{lam}, \text{min}}$  的最小规定值

根据 8.3 b) 可得:

$$\mu_{\text{lam}, \text{min}} = 18\,000$$



说明:

1.  $\lambda_1, \lambda_2$  —— 重叠长度。

2.  $b'$  —— 叠片外臂的宽度。

图 1 不同叠片类型重叠长度参数定义

参 考 文 献

- [1] R. Brenner, F. Pfeifer; "The shear of initial permeability in alternately coated core laminations"; *Frequenz* 14(1960)167-181
- [2] F. Assmus; "Lamination Permeability Calculated from a Field-Strength-Dependent Material Permeability"; *IEEE Transactions on Magnetics*, VOL. MAG-20(1984)2037-2042
- [3] R. Brenner, D. Ganz; "Optimum construction of magnetic cores from laminations"; *Elektrotech. Zeitschrift*, A 82(1961)148 etc.
-