



# 中华人民共和国国家标准

GB/T 32288—2020  
代替 GB/T 32288—2015

---

## 电力变压器用电工钢铁心

Electrical steel core for power transformers

2020-06-02 发布

2020-12-01 实施

国家市场监督管理总局  
国家标准化管理委员会 发布

目 次

前言 ..... III

1 范围 ..... 1

2 规范性引用文件 ..... 1

3 订货内容 ..... 1

4 型号表示方法 ..... 1

5 技术要求 ..... 2

6 试验方法 ..... 4

7 检验规则 ..... 6

8 标志、包装和运输、贮存 ..... 6

附录 A（规范性附录） 铁心几何特性测试方法 ..... 7

## 前 言

本标准按照 GB/T 1.1—2009 给出的规则起草。

本标准代替 GB/T 32288—2015《电力变压器用电工钢铁心》。本标准与 GB/T 32288—2015 相比，主要技术变化如下：

- 修改了本标准的适用范围(见第 1 章, 2015 年版的第 1 章)；
- 修改了订货内容中原来“铁心图”的描述(见第 3 章, 2015 年版的第 3 章)；
- 修改了关于 JB/T 3837 的引用方式(见第 4 章, 2015 年版的第 4 章)；
- 修改了铁心对地绝缘测试的电压要求及铁心对地绝缘值的要求(见 5.1, 2015 年版的 5.1)；
- 修改了用于变压器铁心结构的夹件、绝缘件、紧固件等所用材料符合的标准要求(见 5.3.1, 2015 年版的 5.3.1)；
- 增加了纵剪白边项目及其要求和参考检测方法及工具, 并增加了白边的检验方法(见表 1)；
- 增加了纵剪金属发丝项目及其要求和检测方法, 并增加了金属发丝的检验方法(见表 1)；
- 修改了片长偏差、角度偏差、窗高、窗宽、对角线、铁心截面对称度、端面平整度等项目的参考检测方法及工具(见表 2、表 3, 2015 年版的表 2、表 3)；
- 修改了铁心截面对称度和端面平整度项目的参考检测方法及工具(见表 2, 2015 年版的表 2)；
- 增加了 35 kV 以上电压等级的纵剪的剪切尺寸及要求、横剪的剪切尺寸及要求、铁心对地绝缘以及铁心的尺寸、外形及允许偏差的相关规定(见表 1、表 2、表 3, 2015 年版的表 1、表 2、表 3)；
- 修改了铁心出厂检验时的检验项目(见 7.1, 2015 年版的 7.1)；
- 修改了附录 A 中图 A.12、图 A.13、图 A.14 的配图及说明, 删除了图 A.2(见附录 A, 2015 年版的附录 A)。

本标准由中国钢铁工业协会提出。

本标准由全国钢标准化技术委员会(SAC/TC 183)归口。

本标准起草单位：无锡普天铁心股份有限公司、冶金工业信息标准研究院、沈阳变压器研究院股份有限公司、西安西电变压器有限公司、常州西电变压器有限责任公司、西安西变中特电气有限公司、西电济南变压器股份有限公司、保定天威保变电气股份有限公司、中铁电气工业有限公司保定铁道变压器分公司、保定保菱变压器有限公司、特变电工股份有限公司新疆变压器厂、重庆望变电气(集团)股份有限公司、山东电力设备有限公司、云南变压器电气股份有限公司、三变科技股份有限公司、明珠电气股份有限公司、许继变压器有限公司、福州天宇电气股份有限公司、卧龙电气银川变压器有限公司、浙江白云浙变电气设备有限公司、正泰电气股份有限公司、南瑞集团有限公司(国网电力科学研究院)、南京立业电力变压器有限公司。

本标准主要起草人：王向阳、罗荣新、闫成亮、张维旭、魏龙、严小英、王超、胡宽海、李子兴、任甄、吴则禹、李云龙、柴淑颖、李占元、孟杰、邹红、薛继印、杨宏伟、徐秋元、蔡定国、张虹、林光莺、鲁玮、王凯、邓海生、闫兴中、李洪春。

本标准所代替标准的历次版本发布情况为：

- GB/T 32288—2015。

# 电力变压器用电工钢铁心

## 1 范围

本标准规定了电力变压器用电工钢铁心的型号表示方法、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装和运输、贮存。

本标准适用于电力变压器用电工钢叠铁心(以下简称铁心)。

## 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 1094.1 电力变压器 第1部分:总则

GB/T 1094.10 电力变压器 第10部分:声级测定

GB/T 2521.2 全工艺冷轧电工钢 第2部分:晶粒取向钢带(片)

GB/T 6451 油浸式电力变压器技术参数和要求

GB/T 10228 干式电力变压器技术参数和要求

JB/T 3837 变压器类产品型号编制方法

## 3 订货内容

按照本标准订货的合同或订单至少应包括以下内容:

- a) 变压器型号;
- b) 本标准编号;
- c) 铁心装配图及铁心叠片图;
- d) 频率(Hz);
- e) 低压电压(V);
- f) 低压匝数(匝);
- g) 铁心空载损耗(W);
- h) 铁心空载电流(%);
- i) 交货状态;
- j) 声级水平;
- k) 数量(台);
- l) 其他要求。

## 4 型号表示方法

铁心的型号沿用JB/T 3837中规定的电力变压器型号表示方法。

## 5 技术要求

### 5.1 铁心绝缘

5.1.1 35 kV 及以下电压等级铁心在空气相对湿度低于 85% 条件下, 绝缘值应符合下列规定:

- a) 干式变压器  $\geq 5 \text{ M}\Omega$ ;
- b) 油浸式变压器  $\geq 1 \text{ M}\Omega$ 。

5.1.2 35 kV 以上电压等级铁心在空气相对湿度低于 85% 条件下, 绝缘值应符合下列规定:

- a) 铁心对地绝缘  $\geq 0.5 \text{ M}\Omega$ ;
- b) 铁心油道间绝缘  $\geq 0.5 \text{ M}\Omega$ 。

### 5.2 空载损耗、空载电流及声级水平

铁心空载损耗、空载电流及声级水平应符合需方技术要求, 如没有特殊要求, 油浸式变压器铁心的空载损耗和空载电流应符合 GB/T 6451 的规定。干式变压器铁心空载损耗和空载电流应符合 GB/T 10228 的规定。

### 5.3 特性和偏差

#### 5.3.1 原材料

除用户同意或另行规定外, 制作铁心用电工钢应符合 GB/T 2521.2 中相关规定, 用于变压器铁心结构中的所有夹件、绝缘件、紧固件等所用材料, 均应符合对应材料已有的相关标准要求。

#### 5.3.2 纵剪

纵剪的剪切尺寸要求应符合表 1 的规定, 铁心几何特性测试方法见附录 A。

表 1 纵剪的剪切尺寸要求

序号	项目	要求		参考检测方法 方法及工具	加工示意图
		35 kV 及以下电压等级	35 kV 以上电压等级		
1	卷边	无卷边		测量块	图 A.1
2	宽度偏差	$\pm 0.2 \text{ mm}$	$\pm 0.1 \text{ mm}$	游标卡尺	图 A.2
3	直线度	$0.5 \text{ mm}/2 \text{ m}$	$0.2 \text{ mm}/2 \text{ m}$	钢直尺、塞尺	图 A.3
4	不平度	$\lambda \leq 1.5\%$ , 且最大波高 $\leq 3 \text{ mm}$ , 任意 1 m 范围内波浪数不超过 3 个		钢直尺、塞规	图 A.4
5	毛刺	$\leq 0.02 \text{ mm}$		千分尺	图 A.5
6	残余曲率	符合 GB/T 2521.2 的规定		钢直尺	图 A.6
7	白边	$\leq 0.1 \text{ mm}$		带刻度放大镜	—
8	金属发丝	无		目测	—

#### 5.3.3 横剪

横剪的剪切尺寸要求应符合表 2 的规定, 铁心几何特性测试方法见附录 A。

表 2 横剪的剪切尺寸要求

序号	项目		要求		参考检测方法 方法及工具	加工示意图
			35 kV 及以下电压等级	35 kV 以上电压等级		
1	片长偏差		尖对尖 $\leq 2$ m, $\pm 0.25$ mm; $2$ m $<$ 尖对尖 $\leq 3$ m, $\pm 0.3$ mm; 尖对尖 $> 3$ m, $\pm 0.4$ mm		直尺、游标卡尺/ 测量平台	图 A.7
2	一致性偏差 $D^a$		$\pm 0.25$ mm	$\pm 0.10$ mm	游标卡尺	图 A.8
3	角度偏差		$-0.030^\circ$	$-0.010^\circ$	角度尺/测量平台	图 A.9
4	机械损伤		$\leq 1$ 处/批次	无	目测	—
5	毛刺		$\leq 0.02$ mm		千分尺	图 A.5
6	孔径偏差		$\pm 0.20$ mm	$\pm 0.10$ mm	游标卡尺	图 A.10
7	孔位偏差		$\pm 0.25$ mm	$\pm 0.10$ mm	游标卡尺	图 A.11
8	V 型	深度偏差	$0.2^\circ$ mm		游标卡尺	图 A.12
9	缺口	位置偏差	$\pm 0.25$ mm	$\pm 0.10$ mm	游标卡尺	图 A.13
<sup>a</sup> 一致性偏差指同一步进循环中, 各个步进量大小的偏差值, $D =  d_1 - d_2 $ 。						

5.3.4 铁心尺寸、外形及允许偏差

铁心的尺寸、外形及允许偏差应符合表 3 的规定, 铁心几何特性测试方法见附录 A。

表 3 铁心的尺寸、外形及允许偏差

序号	项目		要求		参考检测方法 方法及工具	示意图
			35 kV 及以下电压等级	35 kV 以上电压等级		
1	窗宽		$\pm 1.5$ mm		卷尺/激光测距仪	图 A.14
2	窗高		$\pm 1.5$ mm		卷尺/激光测距仪	图 A.14
3	对角线		$\pm 1.5$ mm		卷尺/激光测距仪	图 A.14
4	离缝		$\leq 1.0$ mm		塞规	图 A.15
5	出角大小偏差 $g^a$		$\pm 0.4$ mm		深度卡尺	图 A.16
6	搭头		$\leq 1$ 处/台	无	目测	图 A.17
7	夹件位置偏移		$\pm 1$ mm		卷尺	—
8	铁心 S 度		$0 \sim 1$ mm		激光标线仪、 钢直尺	图 A.18
9	铁心垂直度		$\leq 3\%$	$\leq 2\%$	激光标线仪、 钢直尺	图 A.19
10	铁心截面对称度		$ A_1 - A_2  \leq 1$ mm		面差尺	图 A.20
11	端面平整度		$\pm 0.5$ mm		面差尺	—
12	总厚度		$-2^\circ$ mm		游标卡尺	图 A.21
13	主级厚度		$+1^\circ_0$ mm		游标卡尺	图 A.21
14	其他各级厚度		$\pm 0.5$ mm		游标卡尺	图 A.21

表 3（续）

序号	项目	要求		参考检测方法 方法及工具	示意图
		35 kV 及以下电压等级	35 kV 以上电压等级		
15	直径偏差	直径/mm	偏差/mm	C 形卡尺、钢直尺	正圆直径 见图 A.22 椭圆直径 <sup>b</sup> 见图 A.23
		≤490	±1.0		
		>490~600	±1.5		
		>600~700	±2.0		
		>700~1 000	±2.5		
		>1 000	±3.0		
<sup>a</sup> $g =  g_1 - g_2 $ 。					
<sup>b</sup> 椭圆直径测量时,使用卡尺测量出高低压侧相同片宽的对角线,同一片宽的两个对角线偏差值即直径偏差。					

5.4 叠装系数

铁心的叠装系数应符合表 4 的规定。

表 4 叠装系数

公称厚度/mm	≤0.23	0.27	≥0.30
最小叠装系数	0.95	0.96	0.97

5.5 外观

铁心表面不应有明显锈迹、有目视可见灰尘,不应出现开口、涂层脱落、折痕、划痕等机械损伤。

6 试验方法

6.1 铁心绝缘值

干式变压器使用 2 500 V 绝缘电阻测试仪或摇表测量铁心对地绝缘值。油浸式变压器使用 500 V 绝缘电阻测试仪或摇表测量铁心绝缘值。

6.2 空载损耗、空载电流及声级水平

按 GB/T 1094.1 所规定的方法测试铁心的空载损耗、空载电流;按 GB/T 1094.10 测量铁心的声级水平。

6.3 纵剪

6.3.1 卷边

将电工钢片平放在测量台上,使用一面具有 0.03 mm 台阶的专用测量块放置在电工钢片中间区域,保证台阶对向电工钢片边缘,轻推测量块,使测量块往电工钢片边缘移动,若测量块推动过程中台阶遇到阻力则电工钢片卷边项不合格,若测量块台阶可以顺利通过电工钢片边缘则电工钢片卷边项合格。

6.3.2 宽度偏差

使用游标卡尺测量电工钢片宽度,所测值与理论片宽的差值即宽度偏差。

6.3.3 直线度偏差

截 2 m 长的电工钢片,将其边缘平靠在测量台基准边上,用塞规测量电工钢片边距离基准边的最大距离。

6.3.4 不平度

首先截取一段 2 m 长有波浪的带料,自由平置于测量台面上。用塞规测量  $h$  值,使用钢直尺测量  $L$  值,不平度  $\lambda$  按公式(1)计算。

$$\lambda = \frac{h}{L} \times 100\% \dots\dots\dots (1)$$

式中:

- $\lambda$  ——不平度;
- $h$  ——不平区域最大高度,单位为毫米(mm);
- $L$  ——不平区域最大长度,单位为毫米(mm)。

6.3.5 毛刺

使用千分尺在电工钢片同一剪切面任选三点测量毛刺值,取其平均值。

6.3.6 残余曲率

电工钢片的残余曲率应符合 GB/T 2521.2 的规定。

6.3.7 白边

定尺电工钢带(片)的白边应使用带有刻度的 20 倍放大镜进行观察,并测量白边的宽度。

6.3.8 金属发丝

目视测纵剪剪切的边缘,检查剪切口是否有细小的发丝状的金属细条。

6.4 横剪

6.4.1 偏差

横剪的片长偏差、一致性偏差、角度偏差、孔位偏差、孔径偏差、V 型缺口偏差用符合相应精度要求的通用量具测量。

6.4.2 机械损伤

横剪的机械损伤用目测法检查。

6.5 其他

其他项目检验方法应符合表 1、表 2、表 3 的规定。



## 7 检验规则

7.1 每台铁心均应进行检验,检验项目为 5.1、5.2、5.3、5.5,5.4 项根据订货协议要求进行检验。

7.2 铁心应按本标准检验合格,并附质量合格证和质量检测报告。

## 8 标志、包装和运输、贮存

### 8.1 标志

产品标志上应有下列内容:

- 制造单位名称或商标;
- 变压器型号;
- 铁心装配图号及铁心叠片图号;
- 产品编号;
- 检验日期等。

### 8.2 包装和运输

应按运输要求妥善包装,保证铁心在运输中不发生变形、松散、开裂、端面损坏、生锈和其他损坏。

### 8.3 贮存

铁心应贮存在通风、干燥、无腐蚀性气体的空间内。

附录 A  
(规范性附录)  
铁心几何特性测试方法

铁心几何特性测试方法见图 A.1～图 A.23。

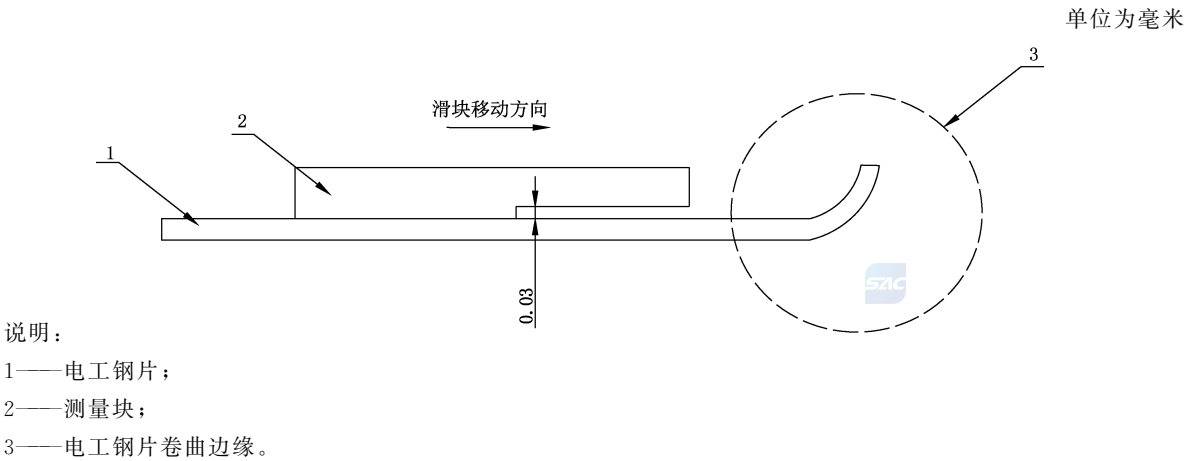


图 A.1 卷边示意图

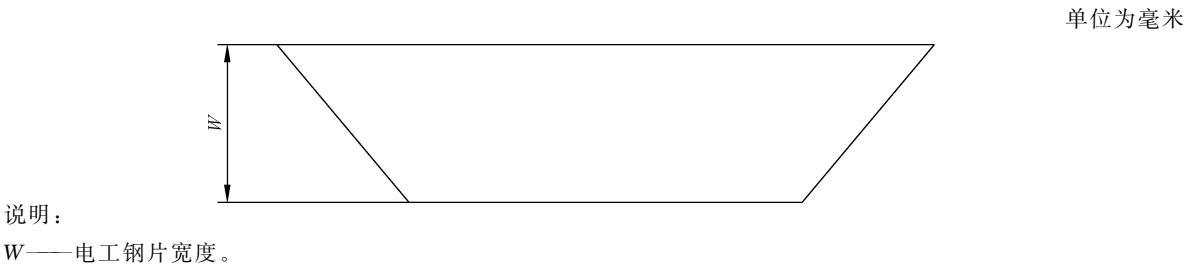


图 A.2 宽度示意图

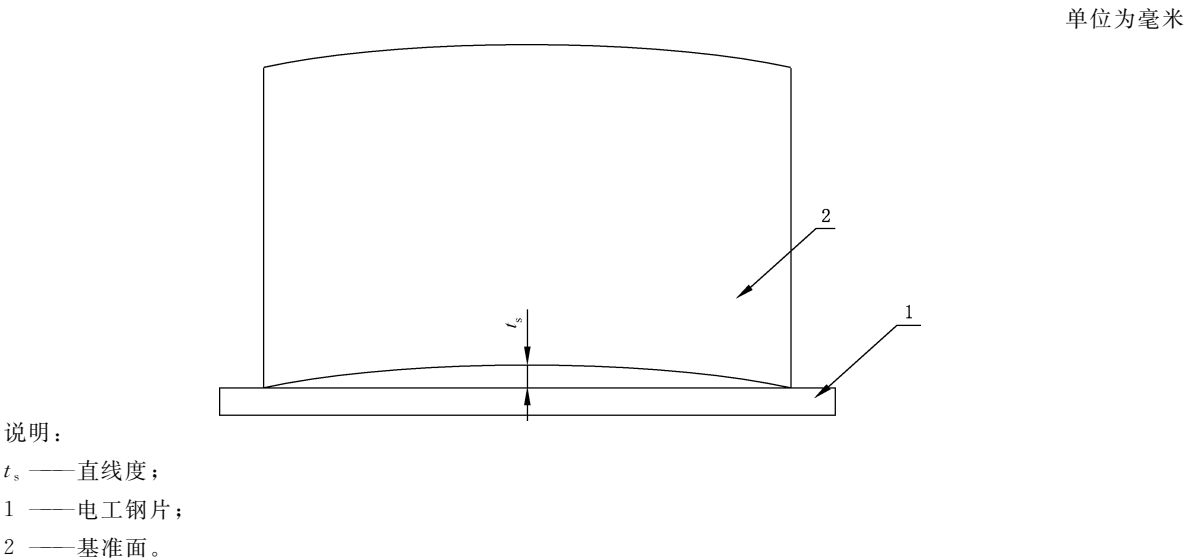
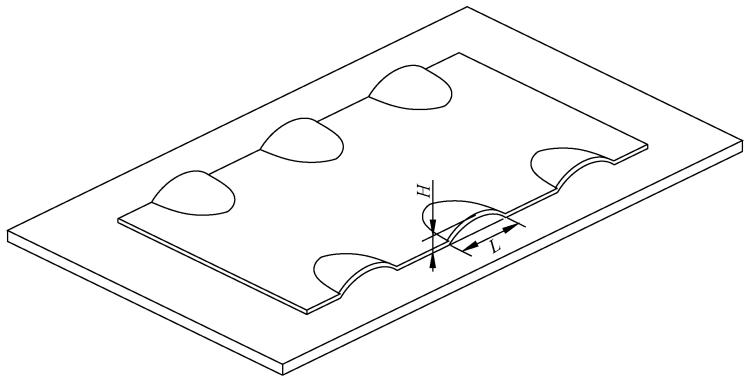


图 A.3 直线度测试图

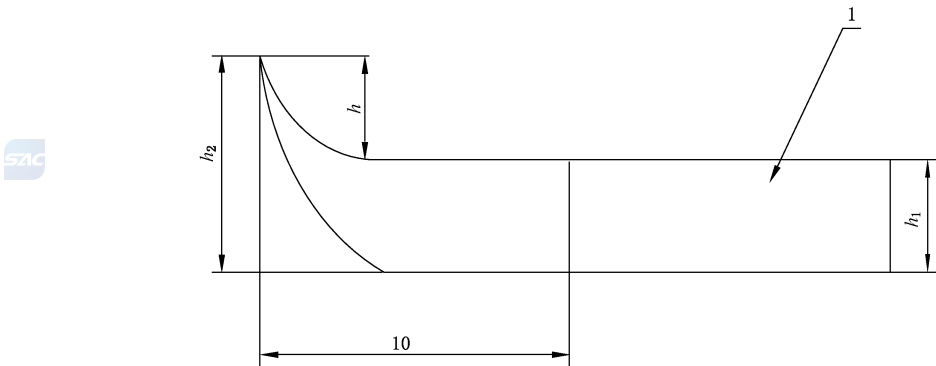
单位为毫米



说明：  
 $L$  ——不平区域最大长度；  
 $H$  ——不平区域最大高度。

图 A.4 不平度测试图

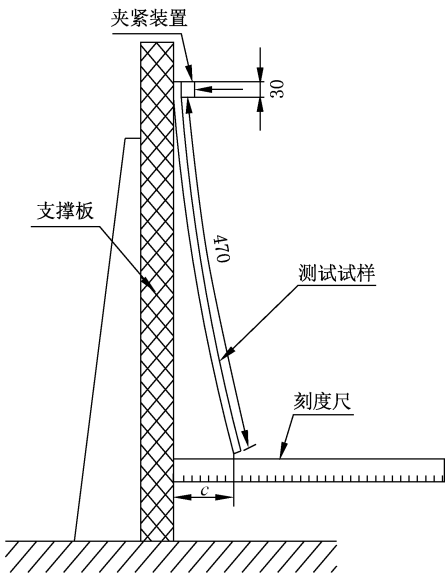
单位为毫米



说明：  
 $h$  ——毛刺高度；  
 $h_1$  ——电工钢片厚度；  
 $h_2$  ——电工钢片和毛刺总高度；  
1 ——电工钢片。

图 A.5 毛刺高度测试图

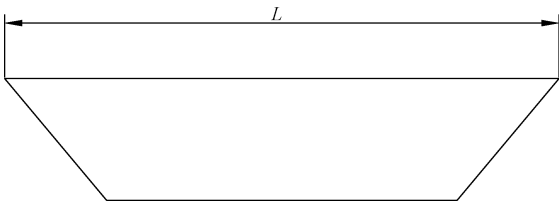
单位为毫米



说明：  
 $c$ ——残余曲率。

图 A.6 残余曲率测试图

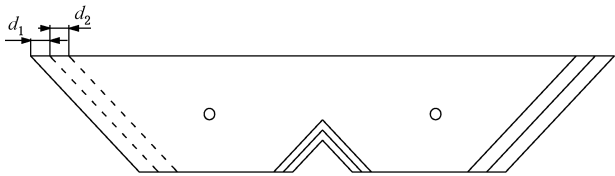
单位为毫米



说明：  
 $L$ ——电工钢片长度。

图 A.7 电工钢片片长示意图

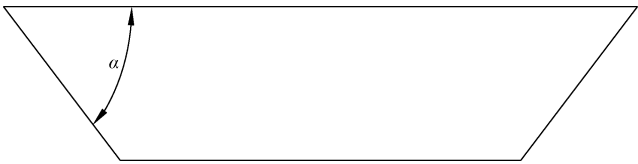
单位为毫米



说明：  
 $d_1$ ——第 1 个接缝步进量；  
 $d_2$ ——第 2 个接缝步进量。

图 A.8 一致性

单位为度



说明：  
 $\alpha$  ——角度。

图 A.9 角度

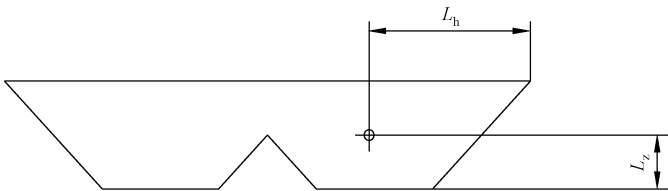
单位为毫米



说明：  
 $d$  ——孔径。

图 A.10 孔径示意图

单位为毫米

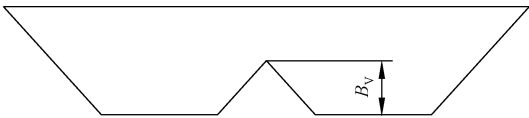


说明：  
 $L_h$  ——孔位横向偏移；  
 $L_z$  ——孔位纵向偏移。

图 A.11 孔位示意图



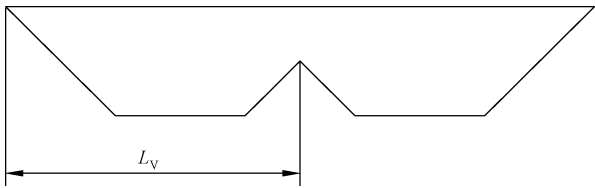
单位为毫米



说明：  
 $B_v$  ——V 型缺口深度。

图 A.12 V 型缺口深度示意图

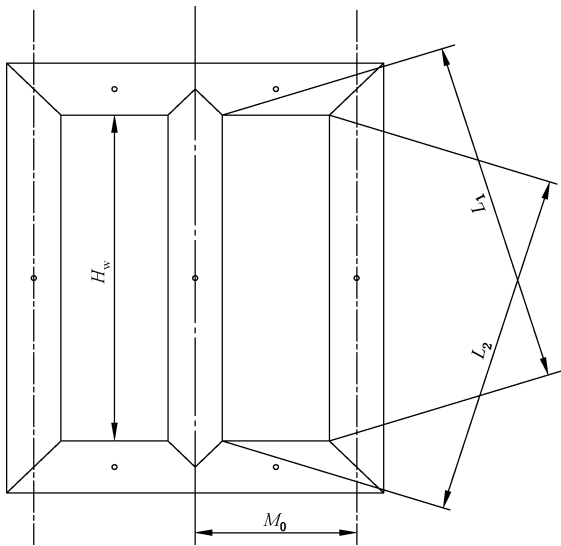
单位为毫米



说明：  
 $L_V$ ——V 型缺口位置。

图 A.13 V 型缺口位置示意图

单位为毫米

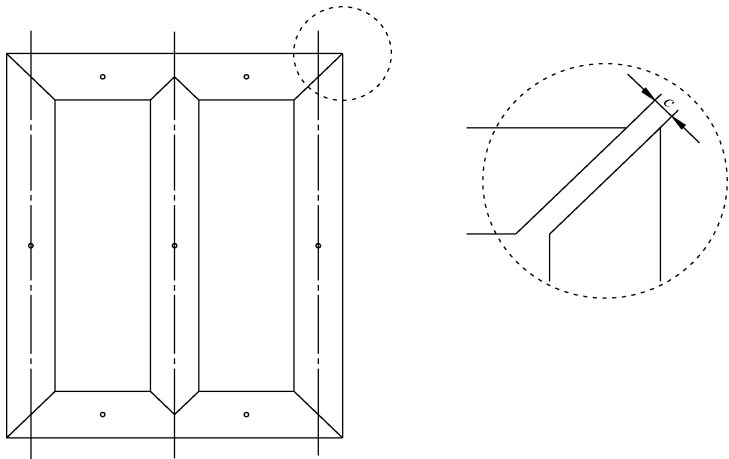


说明：  
 $M_0$ ——窗宽；  
 $H_w$ ——窗高；  
 $L_1$ ——对角线长度；  
 $L_2$ ——对角线长度。

图 A.14 窗宽、窗高、对角线示意图



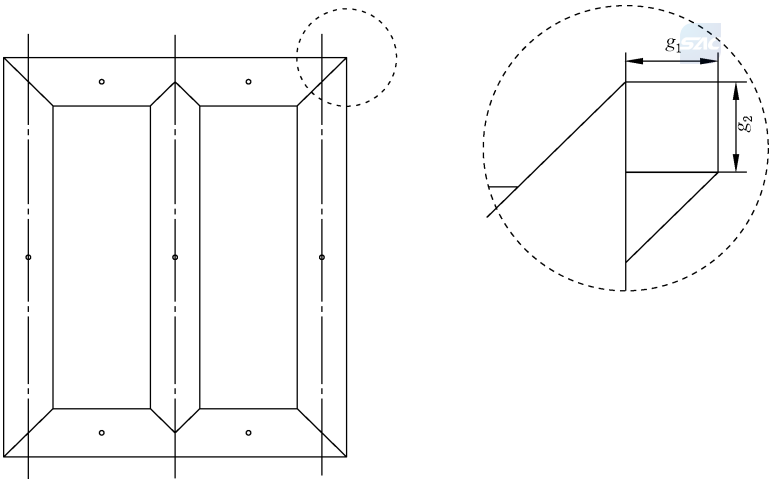
单位为毫米



说明：  
 $c$ ——离缝尺寸。

图 A.15 离缝

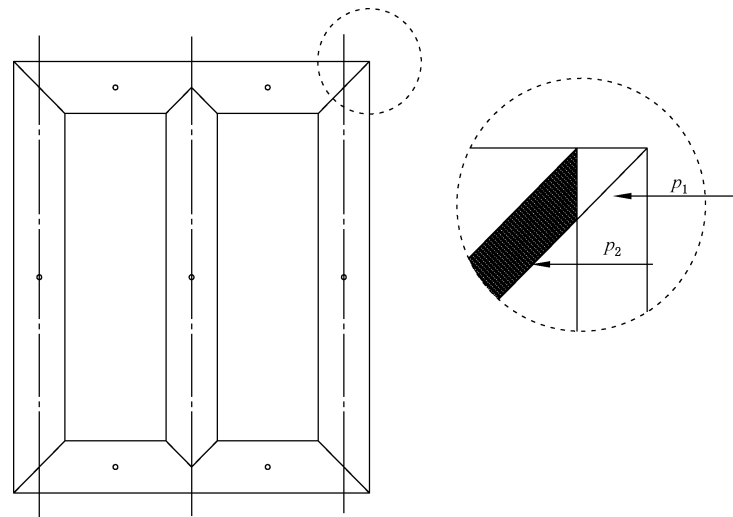
单位为毫米



说明：  
 $g_1$ ——轭片出角；  
 $g_2$ ——边片出角。

图 A.16 出角大小偏差

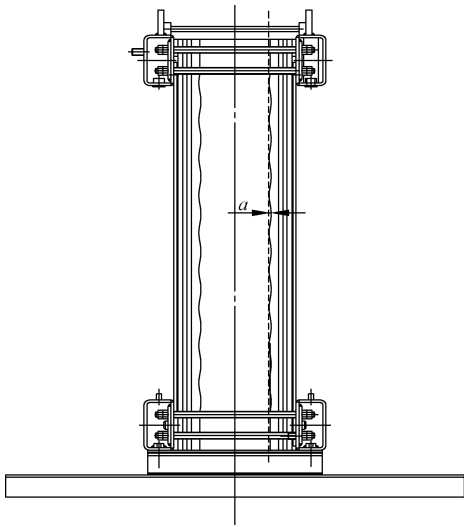
单位为毫米



说明：  
 $p_1$ ——理论位置；  
 $p_2$ ——实际位置。

图 A.17 搭头

单位为毫米

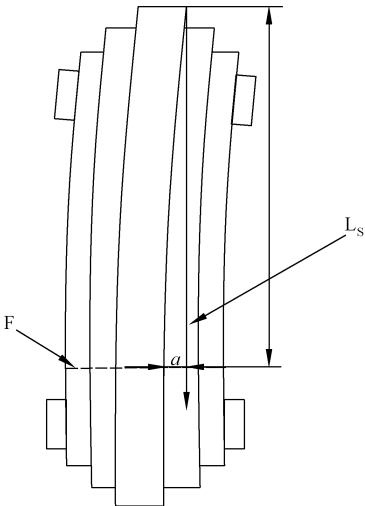


说明：  
 $a$  ——S 度。

图 A.18 S 度



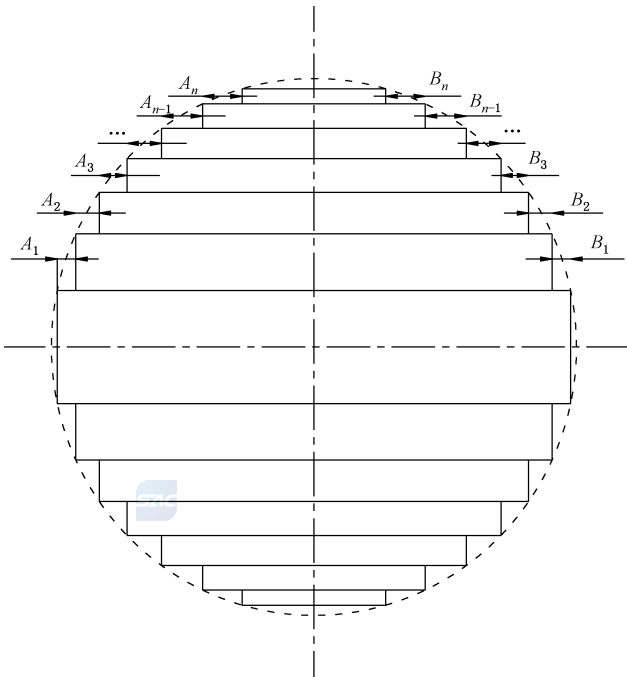
单位为毫米



说明：  
F ——铁心下轭主级内端面；  
L<sub>s</sub> ——基准线；  
a ——垂直度。

图 A.19 垂直度

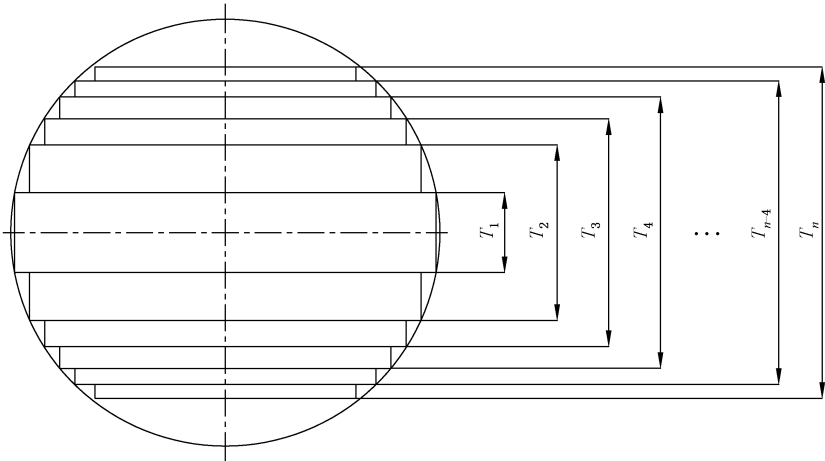
单位为毫米



铁心截面对称度  $S_1 = |A_1 - B_1|$ ,  $S_2 = |A_1 + A_2 - B_1 - B_2|$ , ...,  $S_n = |A_1 + A_2 + A_3 + \dots + A_n - B_1 - B_2 - B_3 - \dots - B_n|$ , 依此类推。

图 A.20 铁心截面对称度

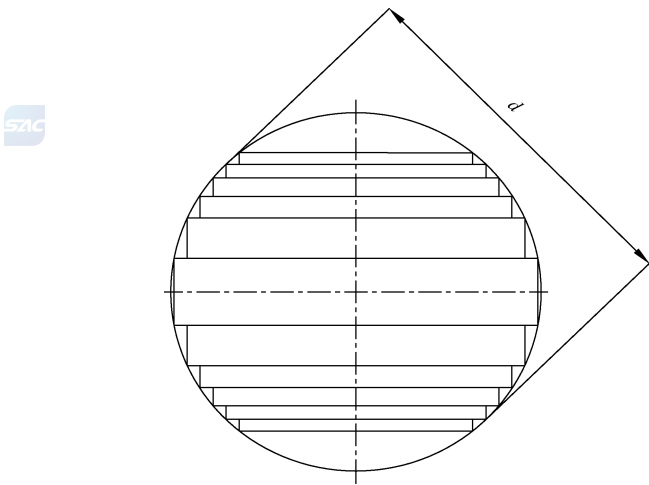
单位为毫米



说明：  
 $T_1$  ——主级厚度；  
 $T_2 \sim T_{n-1}$  ——其他各级累计厚度；  
 $T_n$  ——总厚度。

图 A.21 铁心主级、总厚度、其他各级

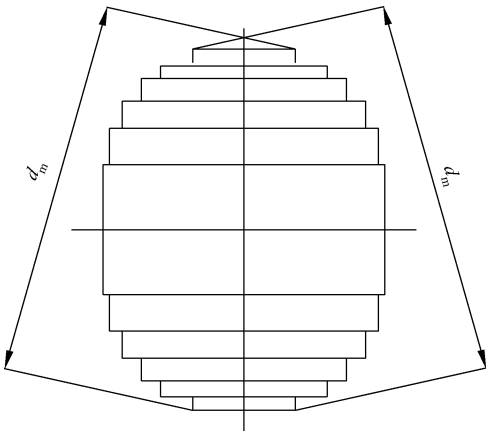
单位为毫米



说明：  
 $d$  ——直径。

图 A.22 正圆直径

单位为毫米



说明：  
 $d_m$ ——椭圆直径。



图 A.23 椭圆直径

