



中国机械工程学会无损检测分会 MT培训讲义

本讲义由学会常务委员 晏荣明 编写
(仅供参考)

中国机械工程学会无损检测分会 深圳市无损检测人员培训中心

电话：021-65550277

电话：13538291001

邮箱：chsndt2008@163.com

邮箱：yanrongming@126.com

第五章 磁化规范

Chapter 5 Magnetization force calculation

内容 Contents

- 经验数据法
- 标准试块法
- 磁特性曲线法

经验数据法

- 原理
- 周向磁化
- 纵向磁化

原理

- 据经验，工件的 $B=0.8T$ ，可发现各种缺陷
- 连续法： $H=2400A/m$ ， $B=0.8T$
- 剩磁法： $H=8000A/m$ ， $B=0.8T$

原理

- 标准规范：
 连续法：2400A/m；剩磁法：8000A/m
- 严格规范
 连续法：4800A/m；剩磁法：14400A/m
- 放宽规范

周向磁化——直接通电与中心导体法

标准规范——圆柱形工件

- 磁场强度: $H=I/2\pi R$ $I=\pi HD$
- 磁化电流: $I=HD/320$, H: A/m; D: mm
 $I=HD/4$, H: Oe; D: mm
- 连续法: $I=8D$
- 剩磁法: $I=25D$

周向磁化——直接通电与中心导体法

- 例：圆柱形工件直径50mm，要求工件表面磁场强度 $H=2400\text{A/m}$ ，求磁化电流？

周向磁化——直接通电与中心导体法

非圆周形工件

折算成等效直径 D ，然后再计算

- 例：长方形工件 $40\text{mm} \times 50\text{mm}$ ，要求工件表面磁场强度 $H=2400\text{A/m}$ ，求磁化电流？

周向磁化——直接通电与中心导体法

- GJB2028-1994

规范名称	检验方法	工件表面切向 H(A/m)	电流 (A)		
			AC	HW	FWDC
标准规范	连续法	2400	I=8D	I=6D	I=12D
	剩磁法	8000	I=25D	I=16D	I=32D
严格规范	连续法	4800	I=15D	I=12D	I=24D
	剩磁法	14400	I=45D	I=30D	I=60D

周向磁化——偏置导体法

- 有效磁化范围：导体直径的4倍，应重叠
- 磁化规范：

最大壁厚 / mm	电流 / A (导体D=50mm)
3.2	1250
6.4	1500
9.6	1750
12.8	2000
壁厚大于12.8mm工件，壁厚每增加3.2mm, 电流增加250A	

周向磁化——偏置导体法

GJB标准

按直接通电周向法计算，直径D为
心棒直径+2倍壁厚

周向磁化——支杆法

- 支杆间距L: 75mm~200mm
- 磁化规范: 交流电: $I = 4L$

GJB2028-1994

板厚 T/mm	磁化电流/A		
	AC	HW	FWDC
T<19	I=3.5~4.5L	I=1.8~2.3L	I=3.5~4.5L
T≥19	I=3.5~4.5L	I=2.0~2.3L	I=4.0~4.5L

周向磁化——环形工件缠绕电缆法

- 磁场强度： $H=NI/2\pi R$
- 磁化电流： $I=\pi HD/N$
- 磁化规范：
 $IN=HD/320$ ， H : A/m; D : mm
- 如工件截面直径差别小于30%，一次磁化

周向磁化——感应电流法

- 工件感应电流 I_2

$$I_2 = LH$$

L: 工件截面周长

H: 磁场强度

- 一次电流 I_1

$$I_1 = I_2 / N_1$$

N_1 : 一次线圈匝数

纵向磁化——线圈法

- 填充系数： $\eta = S_{\text{工件}} / S_{\text{线圈}}$
 $\eta < 10\%$ ——低填充； $\eta > 50\%$ ——高填充
- 长径比：L/D

纵向磁化——线圈法，连续法 低填充系数

- 工件置于线圈内壁：

$$NI = \frac{K}{L/D}$$

FWDC: K=45000

HW: K=22000

AC: K=32000

N: 线圈匝数； L: 工件长度mm； D: 工件直径mm

长径比： $L/D \leq 2$: N/A; $L/D > 15$: 按15计算

线圈两端轴向有效磁化范围： 线圈半径

纵向磁化——线圈法，连续法 低填充系数

- 工件置于线圈中心：

$$NI = \frac{1700R}{6\frac{L}{D} - 5}$$

纵向磁化——线圈法，连续法 高填充系数

- 工件置于线圈中心：

$$NI = \frac{35000}{\frac{L}{D} + 2}$$

- 线圈轴向有效磁化范围： 各200mm

纵向磁化——线圈法，DC剩磁法

L/D	线圈中心H
$L/D \geq 10$	12000
$5 < L/D < 10$	20000
$2 < L/D < 5$	28000

纵向磁化——磁轭法

- 交流电磁轭：磁轭间距：75~200mm
提升力 $\geq 44\text{N}$
- 永久磁铁或直流电磁轭：
磁轭间距：75~200mm
提升力 $\geq 177\text{N}$

标准试块法

- 方法原理：
使标准灵敏度试片磁痕显示的磁化电流
- 优势：简单、直观、快捷
尤其支杆法、磁轭法的局部检测
- 限制：只表明试片材质和刻槽的漏磁场达到灵敏度要求，不表明工件达到要求，更不表明可发现同样的缺陷。只相当于磁强计

磁特性曲线法——原理

- 原理:

决定漏磁场的是工件表面的磁感应强度，不同材质在相同磁场中的B不同

以2400A/m 磁化

30CrMnSiA , B=1.3T

65Si2WA, B =0.66T

9Cr18, B =0.02T

- 方法: 根据工件磁特性曲线和磁化规范要求, 选择磁场强度

磁特性曲线法——磁化曲线分区

- 初始磁化区
- 激烈磁化区
- 近饱和区
- 基本饱和区
- 饱和区

磁特性曲线法

- 剩磁法检测前提:

$$B_r > 0.8T$$

$$H_c > 1000A/m$$

磁特性曲线法

——周向磁化规范选择

规范类型	磁感应强度选择
放宽规范	连续法: $B=B_{\mu m}$ 激烈饱和区
	剩磁法: $B=0.9B_s$ 基本饱和区
标准规范	连续法: $B=0.8B_s$ 近饱和区
	剩磁法: $B=B_s$ 饱和区
严格规范	连续法: $B=0.9B_s$ 基本饱和区
	剩磁法: $B=B_s$ 饱和区

磁特性曲线法

——纵向磁化规范选择

- 工件表面有效磁场受多种因素引响
- 规范选择多采用经验数据法，不用磁特性曲线法。