



# 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](mailto:yanrongming@126.com)

# 第六章 磁粉检测工艺

## **CHAPTER 6 PROCEDURE OF MPI**

# 内容 CONTENTS

- 工艺流程图 **PROCEDUR CHART**
- 预处理 **PREPARATION**
- 磁化 **MAGNETIZATION**
- 施加磁粉 **Magnetic Particle Applying**
- 观察与评定 **INSPECTION & EVALUATION**
- 退磁 **DEMAGNETIZATION**
- 后处理 **POST CLEANING**
- 记录与报告 **RECORDS & REPORTS**

# 工艺流程图 **PROCEDUR CHART**

预处理——综合性能校验——  
磁化、施加磁粉——观察、评定  
——退磁——后处理——记录、报告

# 预处理 PREPARATION

- 目的：为方便检测实施，提高检测可靠性、灵敏度，保护被检工件
- 内容：
  - 清洗
  - 打磨
  - 分解
  - 封堵
  - 涂敷
  - 退磁

# 磁化 **MAGNETIZATION**

- 检测时机 **Inspection Stage**
- 系统性能校验 **System Performance Calibration**
- 磁化方法的选择 **Magnetization Methods**
- 磁化电流选择 **Magnetization Currents**
- 检测技术的选择 **Testing Techniques**
- 磁化参数的选择 **Magnetization parameters**

# 检测时机 Inspection Stage

操作 operation	检测工序 inspection stage
焊接、热处理、机加、加载 welding, hest treatment, machining, loading	操作之后
延迟裂纹材料 Delaying-crack material	24H 之后
喷涂、电镀 painting or coating	之前, 或去除之后或涂层<80
腐蚀 Surface temper etch	之前
喷丸 Shot peening	前后
发黑 Black oxidizing	前或后
压力实验 Pressure testing	之后
打磨 light finish grinding	之前

# 系统性能校验

## **System Performance Calibration**

- 频度：每班一次
- 方法：灵敏度试块

# 磁化方法的选择

## Magnetization Methods

- 缺陷方向：  
周向缺陷——纵向磁化；纵向缺陷——周向磁化；  
多向缺陷——复合磁化
- 缺陷位置：  
内表面——中心导体；外表面——通电；  
端面——感应电流

# 磁化方法的选择

## Magnetization Methods

- 工件形状：
  - 轴类——通电、线圈；
  - 筒体——中心导体、偏置导体；
  - 大型工件——电磁轭、支杆；
  - 环形件——感应电流。

# 磁化电流选择

## Magnetization Currents

- 缺陷深度：  
深缺陷——直流电；浅缺陷——交流电
- 检测技术：  
连续法——交流电  
剩磁法——直流电、整流电  
干法——交流电、半波整流电  
湿法——交流电、直流电

# 检测技术的选择

## Testing Techniques

- 材料特性：  
剩磁不大——连续法；剩磁较大——剩磁法
- 工件形状/可见性：  
可见性好 ——连续法；  
可见性不好——剩磁法，如筒形件的内表面
- 检测灵敏度要求：  
灵敏度要求高——连续法/湿法；  
灵敏度要求不高——剩磁法/干法

# 检测技术的选择

## Testing Techniques

- 检测效率：  
高——剩磁法；低——连续法
- 缺陷位置/类型：  
表面/微小缺陷——湿法；  
近表面/大缺陷——干法
- 工件表面质量：  
粗糙表面——干法；光滑表面——湿法

# 磁化规范的选择

## **Magnetization force**

- 磁化规范选择的方法：  
经验数据法、标准试块法、磁特性曲线法；
- 经验数据法适用于：周向磁化、纵向磁化的所有方法，计算简单，应用广泛；

# 磁化规范的选择

## **Magnetization force**

- 标准试块法适用于：形状复杂的工件，也与经验数据法同时使用；
- 磁特性曲线法适用于：磁导率偏小或偏大的材料，只用于周向磁化法。

# 施加磁粉 **Magnetic Particle Applying**

- 连续法施加干磁粉

通电——施加磁粉——吹掉多余磁粉  
(力不能太大) ——停止通电

- 连续法施加湿磁粉

施加磁悬液——通电同时施加磁悬液  
——停止通电——再次通电

# 观察与评定

## INSPECTION & EVALUATION

- 照明要求

非荧光磁粉检测:

工件表面处白光照度  $>500\text{Lx}$

荧光磁粉检测:

工件表面处紫外线辐照度:  $>1000\mu\text{w}/\text{cm}^2$

- 必要工具

2-10倍放大镜

# 观察与评定

## INSPECTION & EVALUATION

- 磁痕解释 Interpretation:  
区分相关显示、非相关显示、伪显示
- 磁痕评定 evaluation  
依据相关标准，评定工件质量

# 观察与评定

## INSPECTION & EVALUATION

- 要求：当书面程序要求时，所有拒收显示的位置应在零件上标记，并记录。
- 磁痕记录方法
  - 书面描述
  - 透明胶带
  - 可剥性薄膜
  - 照相

# 退磁 DEMAGNETIZATION

- 交流退磁：把零件置于场强峰值比磁化时更高，且方向与磁化时基本一致的磁场进行，使磁场逐渐降至零。
- 直流退磁：把零件置于场强峰值比磁化时更高，且方向与磁化时基本一致的磁场进行，使磁场换向并逐渐降至零。
- 周向磁化的零件，在退磁前应进行纵向磁化，再退磁。
- 退磁后应用磁强计测试剩磁。

# 后处理 **POST CLEANING**

- 清洗clean:  
以溶剂，压缩空气等清洗
- 保护protection  
如有要求，应作防腐等处理
- 标记mark

# 记录与报告

## **RECORDS & REPORTS**

- 按照要求记录并出具报告

XX 公司		磁粉检测记录			委托单位	
名称		出厂编号		产 号		
质		工件规格	mm	表面状态		
规范		验收标准		合格级别		
方法		检测比例		试 块		
型号		提 升 力	kg	磁化电流	纵向 . A 周 向 .	
种类	交流 <input type="checkbox"/> 直流 <input type="checkbox"/>	磁化方向	纵向+周向 <input type="checkbox"/> +字交叉 <input type="checkbox"/>	磁化时间	S	
距	mm	磁 介 质	红 <input type="checkbox"/> 干粉 <input type="checkbox"/> 黑 <input type="checkbox"/> 湿粉 <input type="checkbox"/>	磁悬液浓度	ml/100ml	

则部位示意图:

检测	长度(mm) 数量 (件)	缺陷性质及磁痕尺寸(mm)	缺陷处理方式	复验结果	级别	返修 次数	备注
检测人员 (等级)		日 期	审核人员 (等级)			日 期	

XXX 公司		磁粉检测报告			报告编号							
					委托单位							
工件名称				出厂编号				产 号				
材 质				工件规格		mm		表面状态				
检测规范				验收标准				合格级别				
磁化方法				检测比例				试 块				
仪器型号				提 升 力		N		磁化电流		纵向 A 周向 NI		
电流种类		交流 <input type="checkbox"/> 直流 <input type="checkbox"/>		磁化方向		纵向+周向 <input type="checkbox"/> +字交叉 <input type="checkbox"/>		磁化时间		S		
磁轭 间距 触头		mm		磁 介 质		红 <input type="checkbox"/> 干粉 <input type="checkbox"/> 黑 <input type="checkbox"/> 湿粉 <input type="checkbox"/>		磁悬液浓度		ml/100ml		
检测部位示意图:												
焊缝 编号		检测 长度 (mm)		缺陷性质及磁痕尺寸(mm)			缺陷处理方式		复验结果	级别	返修 次数	备注
检测人员 (等级)		日 期		审核人员 (等级)			日 期		无损检测专章			