



合肥工业大学

HeFei University
OF Technology

材料现代研究方法

合肥工业大学材料学院

——黄新民

材料现代研究方法精品课程——黄新民



材料研究方法主要内容

1. X射线衍射学 (XRD)
2. X射线荧光光谱 (XRF)
3. 透射电子显微学 (TEM)
4. 扫描电子显微镜 (SEM)
5. 扫描探针显微镜 (SPM)
6. 红外光谱 (IR)



- 左演声等，《材料现代分析方法》北京工业大学出版社，2000，12。
- 周玉等，《材料分析测试技术》哈尔滨工业大学出版社，1998，8。
 - 谈育煦，《金属电子显微分析》机械工业出版社，1989，11。
 - 李树堂，《金属X射线衍射与电子显微分析技术》冶金工业出版社，1980，11。
 - 魏全金，《材料电子显微分析》冶金工业出版社，1990，5。
 - 常铁军等，《材料近代分析测试方法》哈尔滨工业大学出版社，1999，8。
 - 进藤大辅等（日），《材料评价的分析电子显微方法》冶金工业出版社，2001，10。
 - 周上棋 《X射线衍射分析》重庆大学出版社，



- 材料的成分、组织和性能是永远的研究主题。
- 表征对于系统地发展新材料及了解其在实际使用中的行为是很重要的。



材料研究的意义

- 现代材料许多是多元、多相的，复杂且常随加工过程而变化。因此也需要了解如何通过调整成分、制备与加工来达到延长产品寿命的制造方法和技术。
- 对材料表征专家的要求是了解特定的设备与分析技术如何能提供是哪些因素使得材料或制成品性能独特的详细信息。
- 对材料科学家、化学家和工程师的要求则是要知道哪些信息对充分表征具体材料与制品是必须的，知道如何运用这些信息去解释材料的行为、发展新材料、改善已有材料的性能。



材料研究的内容

- 形貌观察 (TEM、SEM、SPM、OM)
- 成分分析 (DES、WDS、XRF、ICP.....)
- 晶体结构分析 (XRD、EBSD、.....)
- 化学结构分析 (IR、激光拉曼、核磁.....)
- 电子结构分析 (XPS、EELS.....)



围绕X射线和电镜的发明：

- 伦琴---1901
- **C.J.Davisson---1937**
- **G.P.Thomson---1982**
- **E.Ruska G.Binnig H.Rohrer---1996**
-**获得诺贝尔奖**

-----所以我们说它是“阳春白雪”



今天分析测试技术应用

- 1. 科研机构用它分析和研究材料
- 2. 企业用它研制新材料, 进行失效分析, 剖析未知材料进行仿制, 对生产进行质量监控

• -----所以我们说它是“下里巴人”



学习方法

- 了解各种分析仪器的结构原理
- 了解各种分析仪器的的工作原理
- 了解各种分析仪器的附件功能
- 了解各种分析仪器的样品制备!!!



材料现代研究方法

形貌观察

结构表征

成分分析

分子结构

晶体结构

电子结构

• 显微镜

光谱仪

衍射仪

能谱仪

光谱 能谱

- OM
- SEM
- TEM
- SPM
-

IR
LRS

XRD
TEM
EBSD

XPS
EELS

ICP
AAS
XRF
EDS
AES

形貌观察

	衬度原理	信号特点	样品制备	适用场合
OM				
SEM				
TEM				
SPM				

形貌观察

	OM	SEM	TEM	SPM
纳米材料				
表面涂层				
大块金属				
粉末烧结				
复合材料				
有机				
矿物				

形貌观察

	成分	结构	变温	力学
OM				
SEM				
TEM				
SPM				

晶体结构分析

仪器	基本原理	分析方法	应用	延伸
XRD				
TEM(ED)				
EBSD				

	XRD	ED	EBSD
纳米材料			
表面涂层			
大块金属			
粉末烧结			
复合材料			
有机			
矿物			

电子结构

	基本原理	成分	价态	应用
XPS				
EELS				

电子结构

	XPS	EELS
纳米材料		
表面涂层		
大块金属		
粉末烧结		
复合材料		
有机		
矿物		

成分分析

XRF				
EDS				
WDS				
ICP				
AAS				
AES				