



R73.6073  
709  
15

# 电子工业生产技术手册

(15)

## 生产质量技术保证卷

《电子工业生产技术手册》编委会 编

国防工业出版社

## 内 容 简 介

电子工业生产技术手册第15分册，是我国电子技术产品的原材料和半成品零部件理化检测的指导性技术手册。全分册分物理检测和化学分析两篇。

第1篇物理检测共分9章，第1章为物理性能测试；第2章为无损检测；第3章为显微组织与形貌观察；第4章为晶体结构分析；第5章为X射线衍射照相术；第6章为扫描电子显微镜；第7章为表面分析；第8章为核测试技术及其在理化检测中的应用；第9章为微型电子计算机技术在理化检测中的应用。

第2篇化学分析共分7章，第1章为基础知识；第2章为金属材料分析；第3章为半导体工艺用材料分析；第4章为固体激光与红外材料分析；第5章为玻璃、陶瓷和阻容材料分析；第6章为磁性材料分析；第7章为专用化工材料分析。

全书除扼要介绍各种分析方法的基本原理外，还详细介绍了具体分析步骤及应用实例，本书可供电子工业及其它工业部门理化检测工作者使用，也可供高等院校及中等专业学校有关专业师生参考。

DU11/13  
电子工业生产技术手册

(15)

生产质量技术保证卷

《电子工业生产技术手册》编委会 编

国防工业出版社出版发行

新华书店经售

国防工业出版社印刷厂印装

787×1092 1/16 印张50 1/2 插页2 1168千字

1989年3月第一版 1989年3月第一次印刷 印数：0,001—15,000册

ISBN 7-118-00035-3/TN5 定价：23.70元

科技新书目 182-028

## 出版说明

《电子工业生产技术手册》(以下简称《手册》)是由电子工业部和中国电子学会联合组织编写的一部大型综合性工具书。全书共约一千五百万字,分成五卷:

1. 电子元件卷(1~3分册);
2. 电真空器件卷(4~5分册);
3. 半导体与集成电路卷(6~8分册);
4. 通用工艺卷(9~14分册);
5. 生产质量保证卷(15~17分册)。

《手册》主要是供具有中专以上水平的电子工业工程技术人员、高级技术工人及生产技术管理干部查阅使用,也可作为高等院校和中等专业学校电子类专业的教学参考书。

《手册》是在总结我国电子工业三十多年来生产技术实践经验的基础上,适当参阅了国外有关技术资料中对我国适用的电子生产技术编写而成的。对于一些即将淘汰与不宜继续采用的现行生产技术,一般不予编入;对那些国内外新近出现的,虽尚未经实践反复验证,但具有方向性的新技术,则在有关篇的“今后展望”中予以介绍。

《手册》力求突出电子工业生产技术的特點,原则上不编入与其他手册相重复的内容。但是,鉴于现代电子工业属高技术密集型工业,涉及的技术门类多,除与电子、机械、化工、冶金等基础科学有密切关系外,还涉及许多边缘科学。为便于查阅,也适当地收集了一些散见于其他手册中的共性资料。

在《手册》的编写过程中,结合我国电子工业的实际情况,认真贯彻了1984年国务院颁发的《关于在我国统一实行法定计量单位的命令》和《全面推行我国法定计量单位的意见》。

由于电子产品发展很快,更新换代频繁,各种生产技术进步迅速,第一次编写生产技术性的手册缺少经验,初版会有许多不足之处。为了使《手册》在我国电子工业的发展中能够不断地起到促进和指导作用,希望读者在使用《手册》过程中,如发现谬误或对《手册》的内容有新的建议,请及时与《手册》总编辑部(山西省太原市第115信箱)联系。今后将根据各篇的技术发展情况,及时修订或出版续篇。在适当时间,将全部重新编写出版。

《手册》的编写和出版工作,得到了中央各有关部、委、各省(市)电子工业领导部门及有关厂、所、院、校的大力支持。参加编写、审校和讨论的各方面的专家、教授、科技人员近千人。谨向这些单位与有关人员致以谢意。

《手册》总编辑委员会

一九八六年八月二十五日

## 总编辑委员会

### 主任委员

孙俊人

### 副主任委员

(按姓氏笔划为序)

边拱 陆崇真 周文盛 童志鹏 谢高觉 蒋葆增

### 委员

(按姓氏笔划为序)

厉声树 刘联宝 陈力为 陈克恭 张立鼎  
杨臣华 沈金宝 武尔楨 周生珣 林金庭  
郭文昭 郭桂庭 袁行健 戴昌鼎

## 总编辑部

### 主任

孙凤阁

### 成员

(按姓氏笔划为序)

李桂馨 赵全喜 虞苏玮

## 前 言

电子工业生产技术既包括生产工艺过程各个环节的技术，也包括全面质量保证和各种控制环节所涉及的技术。随着微电子技术和微细加工技术的发展，产品的精度、集成度及封装密度都有了显著的提高。因此，电子产品从原材料检验到生产全过程的质量控制以及对产品可靠性指标的要求更为严格。随之对检测手段和方法，各项质量的技术保证，也提出了更高的要求。同时，还须重视对生产环境的控制，要严格控制在生产过程中各个介质对制品污染的限度，控制各种环境因素对生产的影响。在电子工业的生产中，同样也要注意对周围环境的保护，采取必要的污染治理的管理及监视措施，以防止对环境污染的危害。

上述各项技术，无论在电子元器件，还是各种电子设备的生产中，大部分都是适用的。

本卷共分6篇：第1篇物理检测、第2篇化学分析、第3篇电子测量技术、第4篇可靠性与质量管理、第5篇生产环境技术、第6篇环境保护。

本卷内容通用性较强，突出电子工业特点，具有一定的先进性、适用性和普及性。可供电子工业生产、管理、工厂设计及建设等部门的技术人员和管理干部使用。有关工业部门人员和高等院校师生也可参考。

由于我们水平有限，缺点和错误在所难免，望读者指正，以便再版时修订。

《生产质量技术保证卷》编辑委员会

一九八六年九月

# 卷编辑委员会

## 主任委员

袁行健

## 副主任委员

(按姓氏笔划为序)

李湘 陈亨廷 周立基

## 委员

(按姓氏笔划为序)

马怀祖 刘钊 刘存宏 刘雨森 吕钟瑜 张云鹏

## 卷编辑部

### 主任

黄瑞光

### 成员

(按姓氏笔划为序)

关志仁 杨耀祖 杨鹏涛 李瑜珍 林德琨 盛志森

### 学术秘书

黄瑞光

### 责任编辑

何美莲

# 目 录

## 第1篇 物理检测

### 第1章 物理性能测试

1.1 力学性能测试	3
1.1.1 强度	3
1.1.2 塑性	8
1.1.3 硬度	9
1.1.4 冲击韧性和多冲抗力	10
1.1.5 弯曲疲劳	11
1.1.6 持久强度和蠕变	11
1.1.7 应力测试	12
1.1.8 弹性模量	20
1.1.9 滞弹性	21
1.2 电学性能测试	22
1.2.1 金属材料电阻率及电阻温度系数的测量方法	22
1.2.2 绝缘材料的电阻测量方法	26
1.2.3 固体绝缘材料相对介电系数和介电损耗角正切的测量方法	29
1.2.4 绝缘材料击穿强度和耐电压测量方法	34
1.3 热学性能测试	36
1.3.1 膨胀系数测量	36
1.3.2 导热系数测量	39
1.3.3 比热容测量	44

### 第2章 无损检测

2.1 概述	47
2.2 射线检测	48
2.2.1 射线穿过物质时的衰减律	48
2.2.2 $\gamma$ 射线及放射源	49
2.2.3 射线照相检测技术	52
2.2.4 射线照相检测实例	59
2.2.5 工业X射线电视检测法	61
2.2.6 用放射性同位素测量薄层厚度	61
2.2.7 射线的防护要求	63

2.3 超声波检测	65
2.3.1 超声波的波型及其在介质中的传播	65
2.3.2 超声波探头	66
2.3.3 试块	67
2.3.4 超声波检测的条件和方法	69
2.3.5 缺陷的定位、定量与定性	75
2.3.6 超声波检测实例	80
2.3.7 超声波测厚	84
2.4 磁粉探伤	85
2.4.1 对试样的要求	85
2.4.2 磁化方法和磁化电流	85
2.4.3 灵敏度试片	88
2.4.4 磁粉及磁悬液	88
2.4.5 磁粉探伤的操作程序	89
2.5 渗透探伤法	90
2.5.1 对试样的要求	90
2.5.2 检验的操作程序	90
2.5.3 荧光渗透探伤法	91
2.5.4 着色渗透探伤法	92
2.5.5 液晶显示探伤法	93
2.6 涡流检测法	94
2.6.1 原理简述	94
2.6.2 对试样的要求	94
2.6.3 检测装置	95
2.6.4 涡流检测的操作程序	96
2.6.5 线材及小直径棒材和管材的检测	97
2.6.6 涡流法测厚	99
2.7 声发射检测技术	101
2.7.1 基本原理和特点	101
2.7.2 声发射检测系统	101
2.7.3 源定位技术及试验程序	103
2.7.4 声发射技术在工艺过程和质量管理控制方面的应用	104



2.8 激光全息检测技术 .....	107
2.8.1 基本原理 .....	107
2.8.2 玻璃钢敷铜板层下缺陷的全 息检测 .....	107
2.8.3 激光诱导冲击波检测微焊缝 .....	108
2.9 声学显微镜检测 .....	110
2.9.1 声学显微镜的工作原理 .....	110
2.9.2 声学显微镜的特性和应用 .....	110
附录 I 超声波标准试块的使用 方法 .....	111
附录 II 国内无损检测部分标准 .....	114
<b>第3章 显微组织与形貌观察</b>	
3.1 金相分析 .....	116
3.1.1 显微镜 .....	116
3.1.2 样品制备技术 .....	117
3.1.3 浸蚀方法与浸蚀剂 .....	120
3.1.4 晶体缺陷的光学检测技术 .....	130
3.1.5 电真空材料显微组织与缺陷 .....	131
3.1.6 半导体材料常见的晶体缺陷 .....	135
3.1.7 压电晶体材料常见的晶体 缺陷 .....	138
3.1.8 光电材料显微组织与缺陷 .....	140
3.1.9 磁性材料显微组织与缺陷 .....	141
3.1.10 电子钎料及焊接接头显微组 织与缺陷 .....	143
3.1.11 封接件的封接接头显微组织 与缺陷 .....	148
3.1.12 涂镀层和印制板金属化孔检 测技术 .....	149
3.1.13 定量金相技术 .....	151
3.1.14 彩色金相技术 .....	153
3.1.15 显微照相和暗室技术 .....	156
3.2 岩相分析 .....	159
3.2.1 偏光显微镜 .....	159
3.2.2 样品外貌观察 .....	161
3.2.3 样品制备和显示方法 .....	161
3.2.4 油浸法 .....	165
3.2.5 偏光显微镜下材料的定性 分析 .....	169
3.2.6 反光显微镜下材料的研究 .....	173
3.2.7 光学显微镜下材料的定量 分析 .....	174

3.2.8 电子陶瓷的显微结构 .....	174
3.3 透射电子显微镜分析 .....	178
3.3.1 概述 .....	178
3.3.2 透射电镜的构造简介 .....	179
3.3.3 样品制备技术 .....	181
3.3.4 复型透射电镜图象分析 .....	184
3.3.5 透射电镜在电子工业中的 应用 .....	186
3.3.6 透射电镜的发展方向 .....	189
3.3.7 超高压电子显微镜简介 .....	190
3.3.8 分析电镜简介 .....	191
3.4 颗粒度测量 .....	192
3.4.1 筛分法 .....	193
3.4.2 光学显微镜法 .....	195
3.4.3 数字显示粒度分布测定仪 .....	196
3.4.4 电子显微镜法 .....	196
<b>第4章 晶体结构分析</b>	
4.1 X射线衍射 .....	198
4.1.1 X射线衍射简介 .....	198
4.1.2 物相鉴定 .....	206
4.1.3 点阵常数的精确测定 .....	211
4.1.4 多晶材料中晶粒度 ( $10^{-5} \sim$ $10^{-7}$ cm) 的测量 .....	220
4.1.5 材料内应力的测量 .....	223
4.1.6 晶体取向的测定 .....	230
4.1.7 多晶材料中择优取向 (织 构) 的测定 .....	237
4.1.8 非晶态物质的X射线分析 简介 .....	240
4.2 电子衍射 .....	243
4.2.1 电子衍射简介 .....	243
4.2.2 薄层试样的物相分析 .....	244
4.2.3 单晶衍射花样的分析 .....	245
4.2.4 常见的几种电子衍射技术 .....	246
4.2.5 晶体的电子衍射谱 .....	248
4.2.6 常见晶体的标准电子衍射 花样 .....	251
4.3 中子衍射 .....	257
<b>第5章 X射线衍射照相术</b>	
5.1 概述 .....	261
5.1.1 基本原理和公式 .....	261
5.1.2 形貌术的衍射几何和分类 .....	262

5.1.3 形貌相的定性解释 .....	263	6.7 利用特征 X 射线进行成分	
5.1.4 如何得到高质量的形貌像 .....	265	分析 .....	302
5.2 投影形貌法 .....	266	6.7.1 X 射线的检测与修正 .....	302
5.2.1 方法特点 .....	266	6.7.2 应用 .....	313
5.2.2 实验布置和分类 .....	267	6.7.3 发散 X 射线衍射的应用 .....	316
5.2.3 实验方法要点和实例 .....	268	6.8 结晶学分析 .....	317
5.3 反射形貌法 .....	271	6.8.1 电子通道效应 .....	317
5.3.1 实验布置和分类 .....	271	6.8.2 应用 .....	319
5.3.2 方法应用实例 .....	273	<b>第 7 章 表面分析</b>	
5.4 异常透射形貌法 .....	275	7.1 概述 .....	320
5.4.1 实验原理和几何布置 .....	275	7.2 入射束激发固体样品所产	
5.4.2 临界穿透行程( $\mu t = 1$ )的		生的各种物理信息 .....	320
计算 .....	276	7.3 表面分析的仪器和方法 .....	321
5.4.3 应用 .....	277	7.4 俄歇电子能谱仪 (AES) .....	324
5.5 双晶衍射形貌法 .....	278	7.4.1 俄歇电子能谱的基本原理 .....	324
5.5.1 实验原理和几何布置 .....	278	7.4.2 俄歇电子能谱仪的结构及	
5.5.2 实验条件和应用 .....	279	性能 .....	326
5.6 X 射线貌相术的展望 .....	281	7.4.3 俄歇能谱的实验方法和应用 .....	329
5.6.1 X 射线形貌术各种改进型式 .....	281	7.5 光电子能谱 (PES) .....	332
5.6.2 高强度同步辐射源 .....	281	7.5.1 光电子能谱的基本原理 .....	332
5.6.3 正析摄像管直接显示 .....	282	7.5.2 光电子能谱仪的结构和性能 .....	333
<b>第 6 章 扫描电子显微镜</b>		7.5.3 光电子能谱的实验技术和	
6.1 概述 .....	284	应用 .....	334
6.2 基本原理简介 .....	284	7.6 低能电子衍射 (LEED) .....	336
6.2.1 电子束与样品相互作用产生		7.6.1 低能电子衍射的基本原理 .....	336
的各种信息 .....	284	7.6.2 LEED 的结构原理和性能 .....	338
6.2.2 结构及工作原理简介 .....	286	7.6.3 低能电子衍射的应用 .....	338
6.3 样品制备 .....	288	7.7 离子探针显微分析仪	
6.4 形貌观察 .....	288	(IMMA) .....	340
6.4.1 二次电子象的特点 .....	288	7.7.1 离子探针显微分析的基本	
6.4.2 二次电子象的应用 .....	291	原理 .....	340
6.4.3 二次电子的电压衬度技术及		7.7.2 离子探针显微分析仪的结构	
其应用 .....	294	和性能 .....	343
6.4.4 背散射电子象及其应用 .....	296	7.7.3 离子探针分析的主要优缺点 .....	345
6.5 电荷收集扫描电子显微术		7.7.4 离子探针分析的实验技术	
及其应用 .....	296	和应用 .....	346
6.5.1 电荷收集效应 .....	296	7.7.5 二次离子质谱 (SIMS) .....	350
6.5.2 电荷收集效应的应用 .....	297	7.8 离子散射谱 (ISS) .....	351
6.6 阴极荧光及其应用 .....	300	7.8.1 离子散射谱的基本原理 .....	351
6.6.1 阴极荧光 .....	300	7.8.2 离子散射谱仪的结构 .....	352
6.6.2 应用 .....	300	7.8.3 离子散射谱的应用 .....	353

7.8.4	高能离子散射谱 (HISS 或 RBS) .....	354	8.7.2	原理简介 .....	373
7.9	其他表面分析仪器 .....	358	8.7.3	穆斯堡尔谱测量装置 .....	374
7.10	各种表面分析仪器的比较 .....	358	8.7.4	穆斯堡尔谱仪性能指标 .....	374
<b>第 8 章 核测试技术及其在理化检测中的应用</b>			8.7.5	穆斯堡尔谱在电子工业中 的应用 .....	374
8.1	概述 .....	359	8.8 质子和放射性同位素激发 X 荧光技术 .....		375
8.2	常用的核测试分析技术 简介 .....	359	8.8.1	概述 .....	375
8.3	常用核仪器的组成 .....	360	8.8.2	实验原理 .....	375
8.4	正电子寿命谱技术 .....	361	8.8.3	测量装置 .....	376
8.4.1	概述 .....	361	8.8.4	X 荧光分析仪主要指标 .....	378
8.4.2	正电子寿命谱测量原理 .....	362	8.8.5	X 荧光技术在电子工业中 的应用 .....	379
8.4.3	正电子寿命谱测量装置 .....	363	<b>第 9 章 微型电子计算机在理化分析中的 应用</b>		
8.4.4	正电子寿命谱仪的性能指标 .....	364	9.1	概述 .....	381
8.4.5	正电子寿命谱仪在电子材料 研究中的应用 .....	365	9.2	理化测试数据的计算机 处理方法 .....	381
8.5	湮没 $\gamma$ - $\gamma$ 角关联技术 .....	366	9.2.1	理化分析原始数据的计算 机处理 .....	381
8.5.1	概述 .....	366	9.2.2	测试谱线的计算机处理 .....	382
8.5.2	$\gamma$ - $\gamma$ 角关联测量原理 .....	366	9.2.3	显微图象的计算机处理 .....	383
8.5.3	$\gamma$ - $\gamma$ 角关联测量装置 .....	367	9.3	理化检测仪器中的计算机 系统 .....	385
8.5.4	$\gamma$ - $\gamma$ 角关联测量装置性 能指标 .....	368	9.3.1	计算机分析仪器系统 .....	385
8.5.5	$\gamma$ - $\gamma$ 角关联技术的应用 .....	368	9.3.2	常用编程语言 .....	387
8.6	多普勒加宽测量技术 .....	370	9.3.3	计算机软件的发展 .....	387
8.6.1	概述 .....	370	9.4	计算机处理数据的基本程 序方框图 .....	388
8.6.2	多普勒加宽测量原理 .....	370	9.4.1	测试数据的统计特性 .....	388
8.6.3	多普勒加宽线形测量装置 .....	371	9.4.2	积分与微分 .....	392
8.6.4	多普勒加宽测量装置的性 能指标 .....	371	9.4.3	数据的平滑 .....	394
8.6.5	多普勒加宽测量技术的应用 .....	372	9.4.4	滤波 .....	397
8.7	穆斯堡尔谱技术 .....	372	<b>第 2 篇 化学分析</b>		
8.7.1	概述 .....	372	<b>第 1 章 基础知识</b>		
			1.2.1	重量分析法 .....	404
			1.2.2	容量分析法 .....	405
			1.2.3	分光光度法 .....	408
			1.3	电化学分析法 .....	410
			1.3.1	电解分析法 .....	410
			1.3.2	极谱分析法 .....	411
1.1	分析样品的制备 .....	401			
1.1.1	取样 .....	401			
1.1.2	制样 .....	402			
1.1.3	试样的分解 .....	403			
1.2	化学分析法 .....	404			

1.3.3	电导滴定法	413	2.2.7	镍黄铜	496
1.3.4	库仑分析法	413	2.2.8	锡青铜	496
1.3.5	电位滴定法	414	2.2.9	铍青铜	497
1.3.6	离子选择性电极法	416	2.2.10	硅青铜	497
1.4	光谱分析法	418	2.2.11	锰青铜	498
1.4.1	发射光谱分析法	418	2.2.12	铬青铜	498
1.4.2	原子吸收光谱法	426	2.2.13	铅青铜	499
1.4.3	X光荧光光谱法	429	2.2.14	镉青铜	499
1.4.4	红外吸收光谱法	431	2.2.15	普通白铜	500
1.5	质谱分析法	434	2.2.16	锰白铜	500
1.5.1	四极质谱法	434	2.2.17	铁白铜	500
1.5.2	火花源质谱法	435	2.2.18	锌白铜	500
1.6	气相色谱分析法	438	2.2.19	铝白铜	501
1.6.1	原理和仪器结构	438	2.3	铝合金	501
1.6.2	分离条件的选择	439	2.4	钨合金	509
1.6.3	检测器	440	2.4.1	钨钍	509
1.6.4	定性分析	440	2.4.2	钨钼	510
1.6.5	定量分析	441	2.4.3	钨铍	510
1.6.6	应用	442	2.4.4	钨铈	511
1.7	放射化学分析法	443	2.5	精密合金	512
1.7.1	同位素稀释法	443	2.5.1	弹性元件用合金	512
1.7.2	活化分析法	444	2.5.2	铁镍钴玻璃封接合金	515
1.8	分析误差和数据处理	447	2.5.3	低膨胀合金	520
1.8.1	误差的来源和分类	447	2.5.4	铁镍定膨胀合金	521
1.8.2	误差的表示方法	447	2.5.5	铁镍钴瓷封合金	522
1.8.3	离群值的取舍	448	2.5.6	铁镍铬封接合金	522
1.8.4	有效数字和运算规则	449	2.5.7	铁铬玻璃封接合金	524
			2.5.8	高电阻电热合金带	525
<b>第2章 金属材料分析</b>					
2.1	镍合金	450	2.6	其它合金	525
2.1.1	镍铁、镍硅和镍铁硅	450	2.6.1	金锆合金	525
2.1.2	镍钨	458	2.6.2	钢镍金磷合金	525
2.1.3	镍锰	464	2.6.3	钢镍合金	527
2.1.4	镍钴	465	2.6.4	锡-砷化镍	527
2.1.5	镍铜	468	2.6.5	金铋合金	528
2.1.6	镍铬	470	2.7	普通钢、合金钢、不锈钢	529
2.2	铜合金	472	2.8	焊料	529
2.2.1	普通黄铜	472	2.8.1	银铜	529
2.2.2	铅黄铜	495	2.8.2	锆铜	533
2.2.3	锡黄铜	495	2.8.3	银镍	534
2.2.4	铝黄铜	495	2.8.4	银锌	535
2.2.5	锰黄铜	496	2.8.5	银锡	535
2.2.6	硅黄铜	496	2.8.6	锡铅	536

2.8.7	钯	538
2.8.8	钯银	539
2.8.9	钯铍	540
2.8.10	钯铜	541
2.8.11	金铜	542
2.8.12	金镍	543
2.8.13	金铈	544
2.8.14	钛-银铜	545
2.8.15	银钢锗	546
2.8.16	银铜钢	547
2.9	复合材料	550
2.9.1	杜美丝	550
2.9.2	复铝铁	551
2.9.3	镀铜铁丝	551
2.10	吸气材料	551
2.10.1	钡铝吸气剂	551
2.10.2	氢化钛吸气剂	554
2.11	金属材料中碳、硫的测定	555
2.12	纯金属的发射光谱分析法	560
2.12.1	镍和镍合金	560
2.12.2	铜	561
2.12.3	钴	563
2.12.4	铁	565
2.12.5	铝	566
2.12.6	银	567
2.12.7	金	568
2.12.8	钨	570
2.12.9	钼	571
2.12.10	二氧化钍	572
2.12.11	铈	573
2.12.12	钽	574
2.12.13	铌	576
2.12.14	钛	577
2.12.15	锆	579
2.12.16	钠	580
2.12.17	镁	581
2.12.18	铅	582
2.12.19	锡	583
2.12.20	铋	583
2.12.21	铷	584
2.12.22	铯	585

## 第3章 半导体工艺用材料的化学分析

3.1	半导体工艺中主要的分析方法	586
3.2	高纯分析的一般规定	589
3.2.1	水及化学试剂的纯化	589
3.2.2	容器材料的选择	589
3.2.3	容器的清洗	590
3.2.4	标准溶液的配制	590
3.2.5	取样技术	590
3.2.6	空白值的控制	591
3.2.7	准确度和精密度	591
3.3	半导体材料的分析	591
3.3.1	硅中微量金属杂质的测定	591
3.3.2	硅中微量硼的测定	593
3.3.3	硅中杂质的测定	594
3.3.4	硅中铝、锰、铁、镍、铜、铈、铋的测定	595
3.3.5	硅中氧和碳的测定	595
3.3.6	锗中金属杂质的测定	596
3.3.7	二氧化锗中砷的测定	596
3.3.8	砷化镓中金属杂质的测定	597
3.3.9	掺铬砷化镓中铬的测定	598
3.3.10	砷化镓中硅的测定	599
3.3.11	磷化镓中金属杂质的测定	599
3.3.12	磷化镓中硅的测定	600
3.3.13	磷化镓中杂质的测定	600
3.4	原材料的分析	602
3.4.1	三氯氢硅和四氯化硅中金属杂质的测定	602
3.4.2	三氯氢硅和四氯化硅中硼的测定	603
3.4.3	三氯氢硅和四氯化硅中磷的测定	603
3.4.4	三氯氢硅中磷的测定	604
3.4.5	四氯化硅中砷的测定	605
3.4.6	三氯化砷中金属杂质的测定	606
3.4.7	三氯化砷中硫的测定	606
3.4.8	三氯化磷和三氯氧磷中金属杂质的测定	607
3.4.9	三氯化磷中铜、铅、镉、锌的测定	607
3.4.10	硼及其化合物中金属杂质	

的测定 .....	608	3.7.7 微量一氧化碳和二氧化碳的测定 .....	636
3.4.11 乙硼烷气体含量的测定 .....	609	3.7.8 微量甲烷的测定 .....	637
3.4.12 乙硼烷气体含量的测定 .....	610	<b>第4章 固体激光与红外材料分析</b>	
3.4.13 磷烷气体含量的测定 .....	611	4.1 固体激光材料 .....	638
3.4.14 砷烷气体含量的测定 .....	611	4.1.1 钕铝石榴石和铝酸钕晶体的组分及杂质分析 .....	638
3.4.15 硫化氢气体含量的测定 .....	612	4.1.2 氟化钇锂主成份及杂质分析 .....	643
3.4.16 镓中金属杂质的测定 .....	613	4.1.3 红宝石中铬的测定 .....	646
3.4.17 钢中金属杂质的测定 .....	614	4.1.4 非稀土杂质的测定 .....	646
3.4.18 砷中金属杂质的测定 .....	614	4.1.5 铈酸钡钠晶体分析 .....	650
3.4.19 磷中金属杂质的测定 .....	614	4.2 红外材料 .....	651
3.4.20 镉中金属杂质的测定 .....	615	4.2.1 铋化铟晶体分析 .....	651
3.4.21 汞中金属杂质的测定 .....	615	4.2.2 碲镉汞晶体分析 .....	652
3.4.22 硒中金属杂质的测定 .....	616	4.2.3 碲锡铅晶体分析 .....	655
3.4.23 碲中金属杂质的测定 .....	616	4.2.4 碲化镉晶体分析 .....	656
<b>3.5 高纯试剂的分析</b> .....	616	4.2.5 铈酸钡晶体分析 .....	658
3.5.1 高纯试剂含量测定方法 .....	617	4.2.6 铈酸镱晶体分析 .....	659
3.5.2 高纯试剂基体分离方法 .....	619	4.2.7 钽酸锂晶体分析 .....	660
3.5.3 高纯试剂中金属杂质的测定 .....	620	<b>第5章 玻璃、陶瓷和阻容材料分析</b>	
3.5.4 高纯试剂中钾、钠的测定 .....	621	5.1 玻璃和陶瓷材料分析 .....	661
3.5.5 高纯试剂中硫的测定 .....	622	5.1.1 二氧化硅的测定 .....	661
3.5.6 高纯试剂中磷的测定 .....	622	5.1.2 三氧化二铝的测定 .....	664
3.5.7 高纯试剂中硅的测定 .....	623	5.1.3 三氧化二铁的测定 .....	666
3.5.8 其它非金属杂质的测定 .....	623	5.1.4 氧化钙的测定 .....	668
<b>3.6 高纯水的分析</b> .....	624	5.1.5 氧化镁的测定 .....	670
3.6.1 硅酸根的测定 .....	624	5.1.6 氧化铈的测定 .....	672
3.6.2 金属杂质元素的测定 .....	625	5.1.7 氧化钽的测定 .....	672
3.6.3 金属元素及硅、硼等非金属元素的 同时测定 .....	626	5.1.8 镁、钙、锶、钡共存时碱土 元素的测定 .....	673
3.6.4 钠的测定 .....	626	5.1.9 锂、钠、钾氧化物的测定 .....	675
3.6.5 有机物的酸性高锰酸钾氧化 法测定 .....	627	5.1.10 氧化铍的测定 .....	676
3.6.6 有机物的紫外吸收光谱法 测定 .....	628	5.1.11 氧化镧或氧化铈的测定 .....	677
3.6.7 细菌的测定 .....	628	5.1.12 二氧化铈的测定 .....	679
3.6.8 微粒的测定 .....	629	5.1.13 二氧化钛的测定 .....	680
<b>3.7 高纯气体的分析</b> .....	630	5.1.14 二氧化锆的测定 .....	681
3.7.1 微量氧的测定 .....	630	5.1.15 五氧化二铈的测定 .....	682
3.7.2 微量氧的测定 .....	632	5.1.16 五氧化二钒的测定 .....	684
3.7.3 微量水的露点法测定 .....	633	5.1.17 三氧化钼的测定 .....	684
3.7.4 微量水的电解法测定 .....	634	5.1.18 三氧化钨的测定 .....	684
3.7.5 微量水的电容法测定 .....	635	5.1.19 三氧化二铬的测定 .....	685
3.7.6 微量氮的测定 .....	635	5.1.20 氧化镱的测定 .....	686

5.1.21 氧化钴的测定	686	6.4 镍锌铁氧体的分析	718
5.1.22 氧化镍的测定	687	6.4.1 镍的测定	718
5.1.23 氧化铜的测定	687	6.4.2 锌的测定	719
5.1.24 氧化银的测定	688	6.4.3 铁的测定	719
5.1.25 氧化镉、氧化镉的测定	688	6.5 镁锌铁氧体的分析	719
5.1.26 二氧化锡的测定	689	6.6 锰镁铁氧体的分析	719
5.1.27 氧化铅的测定	690	6.7 锰镁锌铁氧体的分析	719
5.1.28 三氧化二锑的测定	692	6.8 镍镁锌铁氧体的分析	719
5.1.29 三氧化二铋的测定	692	6.9 锰锌镁铜铁氧体的分析	719
5.1.30 三氧化二硼的测定	693	6.9.1 锰的测定	719
5.1.31 氮的测定	694	6.9.2 锌的测定	719
5.1.32 五氧化二磷的测定	696	6.9.3 镁的测定	720
5.1.33 三氧化二砷的测定	697	6.9.4 铜和铁的同时测定	720
5.1.34 三氧化硫的测定	698	6.10 锂锌铁氧体的分析	721
5.1.35 氟的测定	698	6.10.1 锂的测定	721
5.1.36 烧失量的测定	700	6.10.2 锌的测定	722
5.1.37 盐酸不溶物的测定	700	6.10.3 铁的测定	722
5.1.38 盐酸可溶物的测定	700	6.11 锂铁氧体单晶的分析	722
5.1.39 硅酸盐材料 ICP 发射光谱 分析法	701	6.12 锂镍锌铁氧体的分析	722
5.2 阻容材料分析	702	6.12.1 锂的测定	722
5.2.1 合金粉分析	702	6.12.2 镍、锌、铁的测定	722
5.2.2 氧化锰中氧、锰比的测定	708	6.13 锂铝锰锌钛铁氧体的分析	722
5.2.3 微型组合件蒸发膜中铬、镍 比的测定	708	6.14 锂锰铝钽铜铁氧体的分析	722
5.2.4 电阻薄膜中各元素重量比的 测定	709	6.15 锂镍锌钨钽铁氧体的分析	722
5.2.5 钛酸钡蒸发膜中氧化钡与二 氧化钛的摩尔比测定	711	6.16 钽钙钒铁氧体的分析	722
		6.17 钇钙钒铁氧体的分析	722
		6.18 钇钒铝铁氧体的分析	722
		6.19 钇铁石榴石的分析	723
		6.19.1 钇的测定	723
		6.19.2 铁的测定	723
		6.20 钇铝铁石榴石的分析	723
		6.20.1 钇的测定	723
		6.20.2 铝的测定	724
		6.20.3 铁的测定	725
		6.21 钇锰铁石榴石的分析	725
		6.21.1 钇的测定	725
		6.21.2 锰的测定	725
		6.21.3 铁的测定	725
		6.22 钇镧铁石榴石的分析	725
		6.22.1 钇的测定	725
		6.22.2 铁的测定	725

## 第6章 磁性材料分析

6.1 钡铁氧体的分析	713
6.1.1 钡的测定	713
6.1.2 铁的测定	713
6.2 锶钙铁氧体的分析	714
6.2.1 锶的测定	714
6.2.2 钙的测定	715
6.2.3 铁的测定	715
6.3 锰锌铁氧体的分析	716
6.3.1 锰的测定	716
6.3.2 锌的测定	717
6.3.3 铁的测定	717
6.3.4 Fe(II)的测定	717

6.22.3 镓的测定 .....	725	7.1.1 氧化铝微粉 (包括高纯氧 化铝) .....	736
6.23 铁铬铝合金的分析 .....	726	7.1.2 阴极碳酸盐 .....	740
6.23.1 铬的测定 .....	726	7.1.3 阴极镍酸盐中镍的测定 .....	744
6.23.2 铝的测定 .....	727	7.1.4 阴极钴酸盐中钴的测定 .....	744
6.23.3 铁的测定 .....	727	7.1.5 铬酸钡 .....	745
6.24 锰铝碳合金的分析 .....	728	7.1.6 硅酸钾溶液 .....	746
6.24.1 锰的测定 .....	728	7.1.7 石墨乳 .....	749
6.24.2 铝的测定 .....	729	7.1.8 氮化硼 .....	751
6.25 钎钴合金的分析 .....	729	7.2 有机材料 .....	752
6.25.2 钎钴同时测定 .....	730	7.2.1 硝化棉 .....	752
6.26 钎钴铜铁铅合金的分析 .....	730	7.2.2 环氧模塑料 .....	755
6.26.1 钎的测定 .....	730	7.2.3 有机膜料 .....	756
6.26.2 钴的测定 .....	731	7.2.4 光刻胶 .....	758
6.26.3 铜和铁的同时测定 .....	731	附录 .....	761
6.26.4 铅的测定 .....	732	附录 1 常用缓冲溶液 .....	761
6.27 钎铁硼合金的分析 .....	732	附录 2 常用离子标准溶液的 配制 .....	761
6.27.1 钎的测定 .....	732	附录 3 络合滴定中常用的掩 蔽剂 .....	766
6.27.2 铁的测定 .....	732	附录 4 分光光度分析法常用 数据 .....	768
6.27.3 硼的测定 .....	732	附录 5 原子吸收分光光度分析 法常用数据 .....	777
6.28 铝镍钴合金的分析 .....	733	附录 6 发射光谱分析法常用 数据 .....	781
6.28.1 铝的测定 .....	733	附录 7 国际原子量表 .....	787
6.28.2 镍的测定 .....	733		
6.28.3 钴的测定 .....	734		
6.28.4 铜的测定 .....	735		
<b>第 7 章 化工材料分析</b>			
7.1 无机材料 .....	736		



第 1 篇

# 物 理 检 测

主 编

陈亨廷 蒋石湘

主 审

蔡海金 孙 青

4910203