

中国材料 工程大典

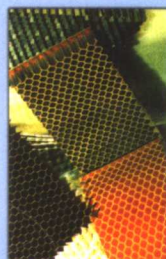
中国机械工程学会 中国材料研究学会



中国材料工程大典编委会

第26卷 材料表征与检测技术

徐祖耀 黄本立 鄢国强 主编



化学工业出版社

CHINA MATERIALS ENGINEERING CANON

中国材料 工程大典

中国工程院工程材料部 中国材料工程学会

Y 中国材料工程学会

中国材料工程学会

中国材料工程学会



中国工程院工程材料部

中国材料工程学会

中国材料工程大典

中国机械工程学会 中国材料研究学会



中国材料工程大典编委会

第26卷

材料表征与检测技术

徐祖耀 黄本立 鄢国强 主编



化学工业出版社

北京

(京)新登字 039 号

内 容 简 介

中国材料工程大典是中国机械工程学会和中国材料研究学会共同组织全国 39 位院士、百余位各学科带头人、千余位材料工程专家共同执笔编写,全面反映当今国内外材料工程领域发展的最新资料和最新成果,集实用性、先进性和权威性于一体的大型综合性工具书。中国材料工程大典包括材料工程基础、钢铁材料工程、有色金属材料工程、高分子材料工程、无机非金属材料工程、复合材料工程、信息功能材料工程、粉末冶金材料工程、材料热处理工程、材料表面工程、材料铸造成形工程、材料塑性成形工程、材料焊接工程、材料特种加工成形工程、材料表征与检测技术等内容,涵盖了材料工程的各个领域,将最新的实用数据(特别是与国际接轨的标准数据)、图表与先进实用的科研成果系统地集合起来,并附应用实例,充分展示了材料工程各领域的现状和未来。中国材料工程大典不仅可以满足现代企业正确选材,合理用材,应用先进的材料成形加工技术,提高产品质量和性能,降低产品成本,增强产品市场竞争力的需要,而且对推动中国材料科学与材料成形加工技术的不断创新,促进制造业的发展,提高我国制造业的竞争能力,具有重要的现实意义。

本书为第 26 卷材料表征与检测技术。主要内容包括化学成分分析方法、常用材料化学成分分析、材料物理性能测试、材料力学性能测试、材料化学性能测试、金相分析、无损检测、X 射线衍射分析、电子显微分析、核技术分析及其他检测与表征技术等。

本书主要供具有大专以上文化水平,从事材料工程研究的工程技术人员在综合研究和处理材料表征与检测技术的各类技术问题时使用,起备查、提示和启发的作用,也可供研究人员、理工院校的有关师生参考。

图书在版编目(CIP)数据

中国材料工程大典. 第 26 卷, 材料表征与检测技术/徐祖耀, 黄本立, 鄢国强主编. —北京: 化学工业出版社, 2005.8
ISBN 7-5025-7328-3

I. 中… II. ①徐…②黄…③鄢… III. ①材料科学 ②工程材料-化学成分-分析 ③工程材料-物理性能试验 IV. TB3
中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 094390 号

中国材料工程大典

第 26 卷

材料表征与检测技术

中国机械工程学会

中国材料研究学会

中国材料工程大典编委会

徐祖耀 黄本立 鄢国强 主编

责任编辑: 周国庆 陈志良 李骏带

责任校对: 顾淑云

封面设计: 雷嘉琦

*

化学工业出版社出版发行

(北京市朝阳区惠新里 3 号 邮政编码: 100029)

购书咨询: (010) 64982530

(010) 64918013

购书传真: (010) 64982630

<http://www.cip.com.cn>

*

新华书店北京发行所经销

北京蓝海印刷有限公司印装

开本 880mm × 1230mm 1/16 印张 69% 字数 3200 千字

2006 年 3 月第 1 版 2006 年 3 月北京第 1 次印刷

ISBN 7-5025-7328-3

定价: 160.00 元

版权所有 违者必究

该书如有缺页、倒页、脱页者, 本社发行部负责退换

序

材料是当代社会经济发展的物质基础，也是制造业发展的基础和重要保障。进入21世纪以来，随着经济全球化的发展和中国的崛起，现代制造业的重心正不断向中国转移。据统计，今天中国制造业直接创造国民生产总值的1/3以上，约占全国工业生产的4/5，为国家财政提供1/3以上的收入，占出口总额的90%。但是与发达国家相比，我国制造业的水平不高、自主创新能力不足、高端市场竞争力还不强。我国虽然已是世界制造业大国，但还不是世界制造业强国。在有关因素中，材料工程基础薄弱是制约我国制造业发展的关键因素。广义的材料工程包括材料制备、测试和加工成形过程。为了提高我国制造业的水平和竞争力，突破材料工程这个薄弱环节，中国机械工程学会和中国材料研究学会牵头，会同中国金属学会、中国化工学会、中国硅酸盐学会、中国有色金属学会、中国复合材料学会共同组织编撰《中国材料工程大典》（简称《材料大典》），其目的是力图为我国制造业提供一部集科学性、先进性和实用性于一体的综合性专业工具书。以满足广大科技工作者的迫切需求，为科技自主创新和我国制造业的崛起加强技术基础。

经过5年多的艰苦努力，《材料大典》终将出版了。这部共26卷约7000万字的巨著，是39位两院院士和1200余位参编专家教授们辛勤劳动的智慧结晶。有的作者为此牺牲了健康，如一位退休了的总工程师，为了把他多年的研究成果和实践经验写成书稿，由于长时间写作，导致眼睛视网膜脱落……。这种敬业精神与坚强毅力是值得我们学习铭记的。借此机会，我们要感谢中国金属学会、中国化工学会、中国硅酸盐学会、中国有色金属学会、中国复合材料学会的支持。这些学会的众多专家教授积极参与了《材料大典》编写工作，与中国机械工程学会和中国材料研究学会的专家教授一起完成这项艰巨任务，从而使《材料大典》在完整性与先进性、科学性与实用性的结合上得到了加强；我们要感谢科学技术部、国防科学技术工业委员会、国家自然科学基金委员会、中国科学技术协会、中国科学院、中国工程院，以及各协作单位对编写工作的大力支持和积极帮助；我们也要感谢师昌绪院士等顾问的殷切指导，他们在编委会的两次工作会议上提出了许多重要的意见和建议，平时也给予了经常关心和指导，使我们少走了许多弯路；我们还要对关心和支持《材料大典》编写工作的科研院所、院校、企业以及有关人员表示感谢。没有大家的支持与协同，就不可能有《材料大典》的成功编写和顺利出版。

《材料大典》既总结了10多年来在材料工程方面的最新数据、图表及科研成果，还汇集了国内外在材料工程方面的成熟经验和先进理念，它体现了科学性、先进性和实用性的结合。可供具有大专以上文化水平的有关工程技术人员查阅使用，也可供理工院校的师生参考。

编撰《材料大典》涉及范围广，难度大，书中不可避免地会存在一些缺点和不足之处，恳请各位读者指正。

中国机械工程学会理事长
中国材料工程大典编委会主任

2005年9月23日

前 言

《材料表征与检测技术》卷是《中国材料工程大典》中的卷目之一。

材料表征与检测技术是材料科学与工程的重要组成部分,是产品质量控制的重要基础。本卷主要内容涵盖了材料表征与检测技术概论、化学成分分析方法、常用材料化学成分分析、材料物理性能测试、材料力学性能测试、材料化学性能测试、金相分析、无损检测、X射线衍射分析、电子显微分析以及核技术分析及其他检测与表征技术等方面。

参加本卷编写工作的有上海交通大学、厦门大学、上海材料研究所、福州大学、复旦大学、浙江大学、华东师范大学、上海大学、中国科学院上海硅酸盐研究所、北京有色金属研究总院等单位的50余位专家教授,并由徐祖耀、黄本立、鄢国强三人担任本卷的主编。本卷共设11篇79章,共约320万字。各篇的主编如下:

第1篇 概论	徐祖耀 黄本立 陈文哲 鄢国强
第2篇 化学成分分析方法	方禹之 邱德仁 吴性良
第3篇 常用材料化学成分分析	吴 诚 鄢国强 马冲先 卓尚军
第4篇 材料物理性能测试	陈文哲 李 强
第5篇 材料力学性能测试	陈文哲 陈运远 杨晓华
第6篇 材料化学性能测试	杨 武 李光福
第7篇 金相分析	唐汝钧 李 晋
第8篇 无损检测	王务同 杨晓华
第9篇 X射线衍射分析	漆 璿 蒋建中
第10篇 电子显微分析	陈世朴 孙 坚
第11篇 核技术分析及其他检测与表征技术	陈世朴 梁 齐

本书的编写工作遵循“科学性、先进性、可靠性和实用性”的原则,以材料表征与检测技术方面比较成熟的理论、方法和数据为主,同时参考了国内外材料表征与检测技术方面的新进展,反映当代材料表征与检测技术的先进水平。本书主要供具有大专以上文化水平的有关工程技术人员查阅使用,也可供理工院校的师生参考。

感谢中国机械工程学会、中国材料研究学会、中国材料工程大典编委会、中国金属学会、中国化工学会、中国硅酸盐学会、中国有色金属学会、中国复合材料学会对本卷编写工作的指导与支持。由于编写时间紧迫和编者水平所限,对书中的不当之处,恳请读者指正并提出宝贵意见。

徐祖耀 黄本立 鄢国强

2005年12月28日

篇 目

第1卷 材料工程基础

主编：师昌绪院士 钟群鹏院士 李成功教授

第1篇	材料科学与工程概论	主编：师昌绪院士	李成功教授	刘治国教授
第2篇	材料成形基础理论	主编：董湘怀教授		
第3篇	材料成形数值模拟	主编：柳玉起教授		
第4篇	材料成形优化设计方法	主编：赵国群教授		
第5篇	材料失效分析	主编：钟群鹏院士	李鹤林院士	张 崢教授
第6篇	材料强度设计	主编：谢里阳教授	王永岩教授	

第2、3卷 钢铁材料工程（上、下）

主编：干 勇院士 田志凌教授 董 瀚教授 冯 涤教授 王新林教授

第1篇	概论	主编：干 勇院士		
第2篇	钢铁牌号表示方法	主编：林慧国教授		
第3篇	铁	主编：祖荣祥教授		
第4篇	铸铁与铸钢	主编：陈 琦教授	彭兆弟教授	
第5篇	非合金钢	主编：杨忠民教授		
第6篇	低合金钢	主编：董 瀚教授	雍歧龙教授	刘清友教授 杨才福教授
第7篇	超细晶钢	主编：刘正才教授		
第8篇	镍基和铁镍基耐蚀合金	主编：康喜范教授		
第9篇	电热合金	主编：唐昌世教授		
第10篇	高温合金	主编：冯 涤教授		
第11篇	金属功能材料	主编：王新林教授	陈国钧教授	
第12篇	钢铁焊接材料	主编：田志凌教授		
第13篇	合金钢	主编：董 瀚教授		

第4、5卷 有色金属材料工程（上、下）

主编：黄伯云院士 李成功教授 石力开教授 邱冠周教授 左铁镛院士

第1篇	概论	主编：黄伯云院士	邱冠周教授	
第2篇	铝及铝合金	主编：田荣璋教授	肖亚庆教授	
第3篇	镁及镁合金	主编：黎文献教授		
第4篇	铜及铜合金	主编：汪明朴教授	尹志民教授	
第5篇	镍、钴及其合金	主编：唐仁政教授		
第6篇	锌、铅、锡及其合金	主编：田荣璋教授		
第7篇	钛及钛合金	主编：李成功教授	马济民教授	邓 炬教授
第8篇	钨、钼及其合金	主编：王德志教授	潘叶金教授	
第9篇	硬质合金	主编：吴恩熙教授		
第10篇	钽、铌及其合金材料	主编：何季麟院士		
第11篇	铍、锆、钨及其合金材料	主编：刘建章教授	聂大钧教授	
第12篇	贵金属及其合金材料	主编：孙加林教授	张康侯教授	宁远涛教授 张永俐教授
第13篇	有色金属层状复合材料	主编：张新明教授	谢建新教授	
第14篇	有色金属新材料	主编：石力开教授	左铁镛院士	

第6、7卷 高分子材料工程（上、下）

主编：杨鸣波教授 唐志玉教授

第1篇	概论	主编：杨鸣波教授	唐志玉教授	
第2篇	塑料工程	主编：吴智华教授		
第3篇	有机纤维	主编：叶光斗教授	徐建军教授	
第4篇	橡胶工程	主编：谢邦互教授		

第5篇	高分子胶黏剂	主编: 朱如瑾教授
第6篇	功能高分子	主编: 罗祥林教授
第7篇	皮革材料	主编: 张 扬教授

第8、9卷 无机非金属材料工程 (上、下)

主编: 江东亮院士 李龙土院士 欧阳世翕教授 施剑林教授

第1篇	概论	主编: 江东亮院士
第2篇	结构陶瓷	主编: 江东亮院士 黄校先教授 潘振魁教授
第3篇	功能陶瓷	主编: 李龙土院士 徐廷献教授
第4篇	传统陶瓷	主编: 同继锋教授
第5篇	玻璃	主编: 马眷荣教授
第6篇	晶体材料	主编: 罗豪魁教授 仲维卓教授
第7篇	无机涂层材料	主编: 丁传贤院士 赵金榜教授
第8篇	耐火材料	主编: 李 楠教授 张用宾教授 李虹霞教授
第9篇	碳、石墨材料	主编: 李龙土院士 沈万慈教授
第10篇	水泥与混凝土	主编: 隋同波教授
第11篇	其他新型无机材料	主编: 施剑林教授

第10卷 复合材料工程

主编: 益小苏教授 杜善义院士 张立同院士

第1篇	复合材料导论	主编: 益小苏教授
第2篇	复合材料用增强体材料	主编: 冯春祥教授 楚增勇教授
第3篇	聚合物基体材料	主编: 陈祥宝教授
第4篇	纺织复合材料	主编: 丁 辛教授
第5篇	复合材料界面	主编: 黄玉东教授
第6篇	工业聚合物基复合材料与玻璃钢	主编: 刘其贤教授 刘占阳教授 高红梅教授
第7篇	先进树脂基复合材料	主编: 杨乃滨教授
第8篇	热塑性聚合物基复合材料	主编: 张 忠教授 傅绍云教授
第9篇	金属基复合材料	主编: 耿 林教授 吴 昆教授
第10篇	陶瓷 (玻璃) 基复合材料	主编: 张立同院士 黄 勇教授
第11篇	碳基复合材料	主编: 张立同院士 李贺军教授
第12篇	水泥基复合材料	主编: 吴科如教授
第13篇	复合材料力学问题与设计	主编: 杜善义院士 梁 军教授
第14篇	复合材料结构设计与分析	主编: 沈 真教授
第15篇	复合材料性能实验、表征与质量控制	主编: 张佐光教授 张子龙教授
第16篇	功能复合材料与新型复合材料	主编: 刘献明教授 傅绍云教授 张 忠教授

第11、12、13卷 信息功能材料工程 (上、中、下)

主编: 王占国院士 陈立泉院士 屠海令教授

第1篇	概论	主编: 王占国院士
第2篇	半导体硅材料	主编: 杨德仁教授
第3篇	集成电路制造技术	主编: 吴德馨院士 刘 明研究员
第4篇	硅基异质结构材料和器件	主编: 余金中研究员
第5篇	化合物半导体材料	主编: 屠海令教授 赵有文研究员
第6篇	宽带隙半导体及其应用	主编: 郑有炅院士
第7篇	半导体低维结构和量子器件	主编: 陈涌海研究员 叶小玲教授 王占国院士
第8篇	存储材料	主编: 顾冬红研究员 吴谊群研究员
第9篇	显示材料	主编: 邱 勇教授 应根裕教授
第10篇	通信光纤材料及其工艺	主编: 赵梓森院士
第11篇	全固态激光器及相关材料	主编: 许祖彦院士 沈德忠院士
第12篇	稀土磁性材料与自旋电子材料	主编: 刘治国教授
第13篇	超导材料	主编: 陈立泉院士 靳常青教授
第14篇	传感器材料	主编: 陈治明教授 雷天民教授
第15篇	红外材料	主编: 褚君浩教授

第16篇	先进储能材料	主编：陈立泉院士
第17篇	一维纳米材料和纳米结构	主编：张立德教授 解思深院士
第18篇	发光材料	主编：石春山研究员
第19篇	微加工技术	主编：冯 稷教授
第20篇	光子晶体	主编：张道中教授

第14卷 粉末冶金材料工程

主编：韩凤麟教授 马福康教授 曹勇家教授

第1篇	概论	主编：韩凤麟教授
第2篇	金属粉末生产与特性	主编：韩凤麟教授 夏志华教授
第3篇	金属粉末性能测试与相应标准	主编：张晋远教授
第4篇	成形与固结	主编：果世驹教授
第5篇	后续加工与质量控制	主编：贾成厂教授
第6篇	粉末冶金材料	主编：曹勇家教授 马福康教授 易建宏教授
第7篇	粉末冶金材料应用与新发展	主编：王尔德教授 韩凤麟教授

第15卷 材料热处理工程

主编：樊东黎教授 潘健生院士 徐跃明研究员 佟晓辉研究员

第1篇	概论	主编：樊东黎教授
第2篇	材料热处理技术基础	主编：樊东黎教授
第3篇	材料热处理工艺	主编：徐跃明研究员
第4篇	热处理设备	主编：佟晓辉研究员
第5篇	材料热处理	主编：徐跃明研究员
第6篇	热处理 CAD/CAM/CAE	主编：潘健生院士
第7篇	热处理清洁生产和安全	主编：樊东黎教授
第8篇	热处理质量控制与无损检测	主编：佟晓辉研究员

第16、17卷 材料表面工程（上、下）

主编：徐滨士院士 刘世参教授

第1篇	概论	主编：徐滨士院士 刘世参教授
第2篇	材料服役中表面的失效行为及防治	主编：涂善东教授
第3篇	表面覆层形成与结合机理	主编：徐滨士院士 朱绍华教授
第4篇	涂装	主编：吴 行教授
第5篇	热喷涂	主编：徐滨士院士 李长久教授
第6篇	堆焊	主编：董祖珏教授
第7篇	电镀与电刷镀	主编：马世宁教授
第8篇	化学镀与转化膜技术	主编：姜晓霞研究员 董首山研究员
第9篇	化学热处理	主编：董汉山教授
第10篇	热浸镀	主编：刘邦津教授
第11篇	气相沉积技术及功能薄膜材料制备	主编：吕反修教授
第12篇	高能束表面处理技术	主编：左铁钊教授
第13篇	纳米表面工程	主编：徐滨士院士
第14篇	封存与包装	主编：梁志杰高工
第15篇	表面工程技术设计	主编：徐滨士院士 朱绍华教授
第16篇	表面工程质量控制与检测	主编：史耀武教授

第18、19卷 材料铸造成形工程（上、下）

主编：柳百成院士 黄天佑教授

第1篇	概论	主编：柳百成院士
第2篇	铸造合金及其熔炼	主编：邢建东教授
第3篇	铸造成形工艺技术基础	主编：郭景杰教授
第4篇	砂型铸造	主编：黄天佑教授
第5篇	特种铸造	主编：姜不居教授

第6篇	铸造成形 CAD/CAE	主编:熊守美教授
第7篇	铸造生产质量检测及控制	主编:黄天佑教授

第20、21卷 材料塑性成形工程(上、下)

主编:胡正寰院士 夏巨谌教授

第1篇	概论	主编:夏巨谌教授 张金教授
第2篇	锻造成形	主编:夏巨谌教授 郭会光教授
第3篇	板料冲压成形	主编:杨合教授 华林教授 刘郁丽教授
第4篇	板型管轧制成形	主编:张杰教授 杨海波教授 施东成教授 陈南宁教授
第5篇	零件轧制成形	主编:胡正寰院士 华林教授
第6篇	特种锻造	主编:王高潮教授
第7篇	板管特种成形	主编:李明哲教授 蔡中义教授
第8篇	型材挤压成形	主编:夏巨谌教授 闫洪教授
第9篇	塑性成形 CAD/CAM	主编:李志刚教授
第10篇	塑性成形质量控制与检测	主编:吕炎教授

第22、23卷 材料焊接工程(上、下)

主编:史耀武教授

第1篇	概论	主编:史耀武教授
第2篇	材料焊接加工技术基础	主编:史耀武教授
第3篇	焊接方法与设备	主编:史耀武教授 殷树言教授
第4篇	材料焊接	主编:史耀武教授 任家烈教授
第5篇	焊接生产过程自动化	主编:蒋力培教授
第6篇	焊接结构设计	主编:陈祝年教授
第7篇	焊接结构制造	主编:史耀武教授
第8篇	焊接生产质量管理与无损检测	主编:解应龙教授
第9篇	焊接结构服役与再制造	主编:史耀武教授

第24、25卷 材料特种加工成形工程(上、下)

主编:王至尧研究员

第1篇	概论	主编:齐从谦教授
第2篇	材料电火花成形加工技术	主编:刘晋春教授 白基成教授 郭永丰教授
第3篇	材料数控电火花线切割技术	主编:李明辉教授
第4篇	材料电化学加工技术	主编:徐家文教授
第5篇	材料高能束流加工技术	主编:王亚军教授
第6篇	快速原型与快速制造	主编:颜永年教授
第7篇	电加工机床质量控制与检测	主编:连克仁教授

第26卷 材料表征与检测技术

主编:徐祖耀院士 黄本立院士 鄢国强教授

第1篇	概论	主编:徐祖耀院士 黄本立院士 陈文哲教授 鄢国强教授
第2篇	化学成分分析方法	主编:方禹之教授 邱德仁教授 吴性良教授 主编:吴诚教授 鄢国强教授 马冲先教授
第3篇	常用材料化学成分分析	卓尚军研究员
第4篇	材料物理性能测试	主编:陈文哲教授 李强教授
第5篇	材料力学性能测试	主编:陈文哲教授 陈运远教授 杨晓华教授
第6篇	材料化学性能测试	主编:杨武教授 李光福教授
第7篇	金相分析	主编:唐汝钧教授 李晋教授
第8篇	无损检测	主编:王务同教授 杨晓华教授
第9篇	X射线衍射分析	主编:漆璿教授 蒋建中教授
第10篇	电子显微分析	主编:陈世朴教授 孙坚教授
第11篇	核技术分析及其他检测与表征技术	主编:陈世朴教授 梁齐教授

目 录

第1篇 概论	1	1 材料分析的目的、要求及方法	45
第1章 材料表征与检测技术在材料科学与工程中的作用	3	2 分析检测的准备	45
1 材料表征与检测技术的地位和作用	3	3 分析方法的选择	45
2 材料表征与检测技术	5	3.1 选择分析方法的考虑因素	45
2.1 材料表征与检测的内涵	5	3.2 标准分析方法的选用	46
2.2 材料成分结构的表征技术	5	第2章 试样的分解及前处理	47
2.3 材料性能的测试方法	6	1 试样的分解	47
3 材料表征与检测技术的展望	7	1.1 溶解法	47
第2章 材料检测的数据处理与表述	10	1.2 熔融法	50
1 材料检测中的数理统计方法	10	1.3 其他分解方法	52
1.1 数理统计的基本概念	10	2 分离	53
1.2 参数估计	11	2.1 沉淀分离	53
1.3 假设检验	11	2.2 萃取分离	59
1.4 抽样理论	12	2.3 离子交换分离	66
1.5 试验设计	13	2.4 液-液色谱分离	70
1.6 相关与回归分析	16	第3章 化学分析法	73
1.7 材料检测的质量评定和控制	17	1 滴定分析法	73
2 测量误差、测量结果评定及数据处理	19	1.1 酸碱滴定法	73
2.1 测量	19	1.2 螯合滴定法	79
2.2 测量误差	19	1.3 氧化还原滴定法	87
2.3 数据的修约和有效数字的运算	21	1.4 沉淀滴定法	95
3 材料检测的测量不确定度的表述	33	1.5 非水滴定法	97
3.1 不确定度的基本概念	24	2 重量分析法	102
3.2 标准不确定度的评定	24	2.1 难溶化合物的溶度积	103
3.3 扩展不确定度的评定	25	2.2 金属氢氧化物沉淀的近似 pH 值	104
3.4 相对不确定度	25	2.3 重量分析中常用的沉淀剂	104
3.5 不确定度的传播	25	2.4 均相沉淀法	104
3.6 测量不确定度的报告与表示	25	2.5 重量分析中沉淀的热稳定性及换算因数	106
第3章 材料检测实验室质量管理	30	2.6 重量分析方法应用示例	108
1 材料检测实验室质量体系的建立	30	第4章 电化学分析法	111
1.1 质量和质量体系的基本概念	30	1 电解分析法	111
1.2 实验室建立质量体系的必要性	30	1.1 电解的一些概念	111
1.3 管理体系的构成	30	1.2 电解分析方法	112
1.4 管理体系的建立过程	31	1.3 电解分析的实验操作	118
1.5 管理体系文件的编制	32	2 库仑分析法	120
1.6 管理体系的运行和持续改进	33	2.1 基本原理	120
2 检测实验室认可	35	2.2 恒电位库仑分析法	120
2.1 国际实验室认可	35	2.3 库仑滴定法	123
2.2 我国实验室认可	35	3 电导分析法	126
2.3 检测实验室认可	36	3.1 基本原理	126
2.4 检测实验室认可的益处	36	3.2 电导的测量及装置	128
3 标准物质(标准样品)及其在材料检测中的作用	36	3.3 电导分析法	129
3.1 标准物质(标准样品)的基本概念	36	4 电位分析法	131
3.2 标准物质(标准样品)的分级、分类和管理	37	4.1 基本原理及测量装置	131
3.3 标准物质(标准样品)的作用	37	4.2 离子选择性电极	132
3.4 标准物质(标准样品)选用原则	39	4.3 pH 测定	136
4 检测技术的标准化	39	4.4 直接电位法的应用	137
4.1 标准及标准化的含义	39	4.5 电位滴定法的应用	137
4.2 材料检测标准的实施	40	5 极谱法及伏安法	142
参考文献	42	5.1 极谱分析及伏安分析测量	142
第2篇 化学成分分析方法	43	5.2 经典极谱法的基本原理	143
第1章 概述	45	5.3 一些较重要的极谱分析和伏安分析方法	147
		第5章 光学与谱学分析法	156
		1 紫外和可见吸收光谱法	156

1.1 紫外和可见吸收光谱	156	1.1 色谱分析法的基本概念	226
1.2 紫外和可见分光光度法	158	1.2 色谱分离性能的表述及操作因素	227
1.3 紫外和可见分光光度计	160	1.3 色谱定性分析及定量分析	228
1.4 紫外可见吸收光度的分析方法	161	1.4 气相色谱法	230
2 分子发光分析法	165	1.5 高效液相色谱法	233
2.1 激发态与去活化过程	165	2 中子活化分析	238
2.2 荧光分析法	166	2.1 中子活化分析概述	238
2.3 荧光的定量分析方法及应用	167	2.2 基本原理	238
2.4 磷光分析法	169	2.3 中子活化分析的基本设备和分析方法	239
2.5 磷光分析法及其应用	170	2.4 中子瞬发 γ 射线活化分析	240
2.6 化学发光分析法	170	2.5 中子活化分析的应用	240
3 原子吸收光谱分析法	171	3 流动注射分析	241
3.1 基态原子的共振吸收	171	3.1 流动注射装置及原理	241
3.2 原子吸收分光光度计	172	3.2 流动注射技术的应用	242
3.3 原子吸收干扰及其消除方法	174	参考文献	246
3.4 原子吸收分析方法	176	第3篇 常用材料化学成分分析	247
4 原子荧光光谱法	178	第1章 钢铁材料分析方法	249
4.1 原子荧光的产生及类型	178	1 钢铁材料化学分析方法	249
4.2 原子荧光的测量仪器	179	1.1 纯铁、碳素钢及低合金钢的化学分析方法	249
4.3 定量分析及其应用	180	1.2 合金结构钢、不锈钢及耐热钢的化学分析方法	255
5 原子发射光谱分析法	181	1.3 高速工具钢的化学分析方法	262
5.1 原子的激发与电离	181	1.4 生铁、球墨铸铁及合金铸铁的化学分析方法	264
5.2 谱线的强度及影响因素	181	2 钢铁材料光谱分析方法	267
5.3 谱线强度与元素浓度的关系	182	2.1 原子吸收光谱法	267
5.4 原子发射光谱仪器	182	2.2 光电直读光谱法	269
5.5 光谱定性分析及半定量分析	185	2.3 电感耦合等离子体发射光谱法	270
5.6 光谱定量分析	186	第2章 非铁金属材料分析方法	272
5.7 电感耦合等离子体(ICP)光谱分析的应用	187	1 铜及铜合金分析方法	272
6 X射线荧光光谱分析法	187	1.1 铜及铜合金化学分析方法	272
6.1 X射线物理学基础	187	1.2 铜及铜合金光谱分析方法	278
6.2 X荧光强度的理论计算	188	2 铝及铝合金分析方法	281
6.3 X射线荧光谱仪	189	2.1 铝及铝合金化学分析方法	281
6.4 定性分析	191	2.2 铝及铝合金光谱分析方法	286
6.5 定量分析	191	3 镁及镁合金分析方法	287
6.6 半定量分析	192	3.1 镁及镁合金化学分析方法	287
6.7 样品制备	192	3.2 镁及镁合金光谱分析方法	290
7 红外光谱法	194	4 锌及锌合金分析方法	290
7.1 红外光谱的基本原理	194	4.1 锌及锌合金化学分析方法	290
7.2 红外光谱的基团频率及其影响因素	195	4.2 锌及锌合金光谱分析方法	292
7.3 红外分光光度计	198	5 锡铅基合金分析方法	292
7.4 红外光谱分析	199	5.1 锡和锡基合金化学分析方法	292
7.5 红外光谱分析的其他技术简介	201	5.2 铅和铅基合金化学分析方法	294
8 激光拉曼光谱法	203	5.3 锡基和铅基合金光谱分析方法	296
8.1 拉曼光谱的基本原理	203	6 镍及镍基合金分析方法	299
8.2 拉曼光谱的特点	203	6.1 镍的化学分析方法	299
8.3 激光拉曼光谱仪	203	6.2 镍基合金化学分析方法	301
8.4 拉曼光谱的应用	204	6.3 镍基合金光谱分析方法	306
9 核磁共振法	204	7 钛及钛合金分析方法	306
9.1 核磁共振基本原理	204	8 银及银合金分析方法	310
9.2 核磁共振的几个重要参数	206	8.1 银及银合金化学分析方法	310
9.3 核磁共振谱仪简介	208	8.2 银及银合金光谱分析方法	313
9.4 核磁共振方法的分类及简介	209	9 稀土金属及其氧化物分析方法	314
9.5 核磁共振应用	215	9.1 稀土金属及其氧化物化学分析方法	315
10 质谱法	217	9.2 稀土金属及其氧化物光谱分析方法	319
10.1 质谱仪的组成	217	第3章 无机非金属材料分析方法	322
10.2 质谱仪	219	1 原材料分析方法	322
10.3 ICP-MS的应用及发展趋势	223	1.1 常见氧化物的分析	322
第6章 其他分析方法	226		
1 近代色谱分析法	226		

1.2 黏土的分析	324	1.2 晶体的能带	386
1.3 石英砂的分析	326	1.3 金属的导电性能	387
1.4 硼酸和硼砂的分析	327	1.4 电阻的测量	389
1.5 常见碳酸盐的分析	327	1.5 电阻分析的应用	390
1.6 石灰石和白云石的分析	328	1.6 超导电性	392
2 常见玻璃的分析	328	2 热电性能	393
2.1 普通硅酸盐玻璃的分析方法	328	2.1 热电效应	393
2.2 石英玻璃的分析方法	331	2.2 影响热电势的因素	394
2.3 铅玻璃的分析方法	331	2.3 热电势的测量与应用	394
2.4 光色玻璃的分析方法	331	3 电介质的介电性能	395
3 水泥的分析	332	3.1 介质极化与介电性能	395
3.1 通用水泥的分析方法	332	3.2 电介质的介质损耗	398
3.2 铝酸盐类水泥的分析方法	333	3.3 介电性能的测量	399
4 常见耐火材料的分析	334	4 绝缘材料的抗电性能	400
4.1 黏土质耐火材料的分析方法	334	4.1 强电场作用下绝缘材料的破坏	400
4.2 硅质耐火材料的分析方法	335	4.2 击穿形式	400
4.3 镁质耐火材料的分析方法	336	4.3 影响抗电强度的因素	401
4.4 含铬质耐火材料的分析方法	337	4.4 抗电强度的测量与应用	401
4.5 含锆质耐火材料的分析方法	338	5 半导体导电性的敏感效应	401
5 石墨的分析	338	5.1 敏感效应	401
6 陶瓷材料的分析	339	5.2 热敏效应及应用	402
6.1 传统陶瓷和建筑陶瓷的分析方法	339	5.3 压敏效应及应用	404
6.2 新型陶瓷的分析方法	341	5.4 气敏陶瓷及应用	405
7 常见单晶材料的分析	346	5.5 湿敏陶瓷及应用	406
7.1 水晶中痕量杂质元素的分析方法	346	5.6 光敏陶瓷及应用	408
7.2 红宝石的分析方法	347	第3章 材料的磁学性能	409
8 无机非金属涂层的分析	347	1 磁性的基本概念与基本量	409
第4章 高分子材料分析方法	348	2 顺磁性 & 抗磁性	409
1 分析的准备工作的	348	2.1 材料抗磁性与顺磁性的物理本质	409
1.1 高分子试样的了解和调查	348	2.2 影响材料抗磁性与顺磁性的因素	411
1.2 燃烧试验	348	2.3 抗磁与顺磁磁化率的测量及应用	411
1.3 溶解性试验	350	3 铁磁性 & 反铁磁性	412
1.4 高分子元素定性、定量分析	353	3.1 铁磁性的原子组态和原子磁矩	412
2 常用的组分分离和纯化方法	355	3.2 自发磁化	412
2.1 常用的分离方法	355	3.3 磁各向异性与磁致伸缩	412
2.2 高分子材料组分分离操作举例	357	3.4 磁畴结构	412
3 红外光谱鉴定	358	3.5 磁化曲线与磁滞回线	412
4 无机填料鉴定	361	3.6 反铁磁性和亚铁磁性	414
5 结语	361	3.7 铁磁材料的技术磁化	415
参考文献	362	3.8 磁性材料的检验和测量	415
第4篇 材料物理性能测试	365	第4章 材料光学性能	427
第1章 热学性能	367	1 线性光学性能	427
1 热焓与热容	367	1.1 线性光学性能的基本参量与测量	427
1.1 基本理论	367	1.2 线性光学性能的应用	437
1.2 热焓与热容的测量	370	2 非线性光学性能	438
1.3 热分析技术及其应用	371	2.1 非线性光学性能的概念	438
2 热传导	376	2.2 非线性光学晶体结构与性能的关系	439
2.1 材料传导的基础知识	376	2.3 非线性光学性质与测量方法	440
2.2 材料导热的基本理论	376	2.4 非线性光学性能的应用	442
2.3 导热系数的测量	379	第5章 材料的压电性能与铁电性能	445
3 热膨胀性能	382	1 压电性能	445
3.1 热膨胀的基本理论	382	1.1 压电效应的基本原理	445
3.2 热膨胀系数与其他性能的关系	383	1.2 压电振子与压电方程	445
3.3 影响热膨胀性能的因素	383	1.3 压电性能的主要参数	447
3.4 热膨胀的测量方法及应用	384	1.4 压电材料的分类及应用	449
第2章 材料的电学性能	386	2 热释电与铁电性能	452
1 导电性能	386	2.1 自发极化及其微观机制	452
1.1 电阻与导电的基本概念	386	2.2 晶体的热释电效应	453
		2.3 晶体的铁电性	454

3 铁电材料的电光效应及其应用	457	1.4 肖氏硬度	498
3.1 电控双折射效应	457	2 材料硬度与其他力学性能的关系	499
3.2 电控光散射效应	458	第4章 缺口敏感性与缺口强度实验	500
3.3 PLZT 陶瓷的各种电光性能及应用	458	1 缺口静拉伸实验	500
4 影响材料铁电性的因素	459	2 缺口偏斜拉伸实验	501
4.1 化学成分的影响	459	3 缺口静弯曲实验	502
4.2 晶粒间界的影响	462	第5章 冲击韧度试验	504
4.3 预极化条件	462	1 冲击韧度试验	504
4.4 薄膜材料的择优取向	463	1.1 冲击试验原理	504
5 压电与铁电材料的测量	463	1.2 冲击试验方法	504
5.1 铁电和热释电参数的测量	463	1.3 缺口冲击试验的应用	507
5.2 压电振子参数的测量	464	1.4 冲击韧度及其工程意义	507
5.3 压电常数的测量	466	2 低温脆性及其测定方法	507
参考文献	467	2.1 系列冲击试验与低温脆性	507
第5篇 材料力学性能测试	469	2.2 韧脆转变温度及其评价方法	508
第1章 材料拉伸试验	471	2.3 影响材料低温脆性的因素	510
1 拉伸试验	471	3 多次冲击实验	511
1.1 拉伸试样	471	3.1 多次冲击的方法和原理	511
1.2 力-伸长曲线	472	3.2 多次冲击抗力的规律	511
1.3 应力-应变曲线	472	4 塑料的冲击试验	512
1.4 真应力-应变曲线	473	4.1 简支梁冲击试验	512
2 材料的弹性变形及其性能指标	473	4.2 悬臂梁冲击试验	514
2.1 弹性模量	473	第6章 材料的断裂韧度试验	515
2.2 泊松比	474	1 裂纹尖端的应力场	515
3 材料的塑性变形及其性能指标	474	1.1 三种断裂类型	515
3.1 屈服强度	475	1.2 I 型裂纹尖端的应力场	515
3.2 规定微量塑性延伸强度	476	1.3 应力强度因子 K_I	515
3.3 塑性指标及其测定	478	2 断裂韧度和断裂判据	516
3.4 应变硬化	480	2.1 断裂韧度 K_{IC} 和 K_{IC}	516
3.5 抗拉强度	481	2.2 断裂判据	516
4 影响拉伸实验和性能主要因素	481	2.3 几种常见裂纹的应力强度因子	516
4.1 温度的影响	481	3 材料断裂韧度 K_{IC} 的测定	518
4.2 应变速率的影响	481	3.1 试样制备	518
4.3 尺寸效应	482	3.2 测试方法	519
5 塑料拉伸性能试验	482	4 J 积分	521
5.1 试样	482	4.1 J 积分概念	521
5.2 试验速度	482	4.2 J_{IC} 的测定原理	522
5.3 拉伸应力-应变曲线	482	4.3 J_{IC} 的测定方法	523
5.4 试验步骤及要点	482	5 裂纹张开位移 (CTOD) 的测定	527
5.5 试验结果的计算和表示	483	5.1 裂纹张开位移 (CTOD) 的测定原理	527
第2章 材料扭转、弯曲与压缩性能	485	5.2 裂纹张开位移 (CTOD) 的测定方法	528
1 扭转试验	485	6 动态断裂韧度 K_{ID}	529
1.1 扭转试验的特点	485	6.1 试验原理	529
1.2 金属材料扭转时的力学性能	486	6.2 试验方法	531
1.3 扭转性能指标的测试方法	486	7 陶瓷材料的断裂韧度	533
2 弯曲试验	487	8 影响断裂韧度的因素	534
2.1 弯曲实验特点	487	8.1 外部因素	534
2.2 脆性和低塑性材料的弯曲力学性能测定	488	8.2 内部因素	534
2.3 塑料的弯曲试验	490	8.3 K_{IC} 与其他力学性能的关系	535
3 压缩试验	491	第7章 材料的疲劳性能	537
3.1 压缩试验的工程应用与特点	491	1 疲劳的基本概念	537
3.2 压缩性能指标的测试方法	491	1.1 疲劳的定义	537
3.3 塑料的压缩试验	493	1.2 疲劳试验的分类	537
第3章 材料的硬度试验	495	1.3 疲劳破坏的特征	538
1 材料的硬度实验方法	495	2 对称应力下的疲劳	538
1.1 布氏硬度	495	2.1 循环加载的特征参数	538
1.2 洛氏硬度	496	2.2 疲劳寿命曲线的测定	538
1.3 维氏硬度	497	2.3 疲劳极限及其试验测定	541

2.4 过载持久值及过载损伤界	542	1.5 耐蚀性能的评定及表示方法	589
2.5 影响疲劳抗力的因素和提高疲劳寿命的途径	542	2 全面腐蚀及测试	590
3 非对称循环应力下的疲劳	543	2.1 浸泡试验	590
3.1 平均应力对疲劳寿命的影响	543	2.2 盐雾试验	592
3.2 平均应力对疲劳极限的影响	543	2.3 高温氧化	594
4 应变疲劳(低周疲劳)	544	3 电化学测试	597
4.1 应变疲劳寿命曲线的测定	544	3.1 电极电位测定	597
4.2 循环软化的循环硬化	545	3.2 极化曲线测量	598
4.3 循环应力-应变曲线的测定	545	3.3 极化电阻技术测量腐蚀速度	600
5 疲劳裂纹扩展速率和疲劳门槛值的测定	547	4 晶间腐蚀及测试	601
5.1 疲劳裂纹扩展的规律	547	4.1 概述	601
5.2 疲劳裂纹扩展速率的测定方法	547	4.2 不锈钢的晶间腐蚀试验方法	603
5.3 疲劳裂纹扩展门槛值的测定	549	5 点腐蚀及测试	606
6 其他疲劳试验方法	551	5.1 点腐蚀概述	606
6.1 热疲劳试验	551	5.2 点蚀敏感性的试验评定方法	606
6.2 腐蚀疲劳试验	553	6 缝隙腐蚀试验方法	608
6.3 接触疲劳试验	554	6.1 缝隙腐蚀概述	608
6.4 高温疲劳试验	556	6.2 缝隙腐蚀敏感性的试验评定和研究方法	609
6.5 低温疲劳试验	557	7 电偶腐蚀及测试	613
第8章 材料的磨损性能	558	7.1 概述	613
1 磨损的基本概念	558	7.2 电偶腐蚀影响因素	614
1.1 摩擦	558	7.3 电偶腐蚀实例	614
1.2 磨损	559	7.4 电偶腐蚀测试方法	615
2 磨损的基本类型	559	第2章 金属材料在力学与腐蚀环境共同作用下的性能测试	617
2.1 黏着磨损	559	1 应力腐蚀	617
2.2 磨粒磨损	560	1.1 概述	617
2.3 接触磨损	561	1.2 应力腐蚀的测试	619
2.4 微动磨损	562	2 腐蚀疲劳	624
3 耐磨性及其测量方法	563	2.1 概述	624
3.1 耐磨性测量	563	2.2 腐蚀疲劳性能的测试	626
3.2 磨损试验方法	563	3 氢脆	629
4 影响各类磨损性能的主要因素	565	3.1 概述	629
4.1 影响黏着磨损的因素	565	3.2 氢脆性能测试	629
4.2 影响磨粒磨损的因素	566	第3章 有机合成材料耐腐蚀与老化性能测试	631
4.3 影响接触疲劳磨损的因素	566	1 塑料、纤维增强塑料耐腐蚀性能测试	631
第9章 金属材料的高温力学性能	568	1.1 塑料在化工防腐蚀上的应用	631
1 高温蠕变试验	568	1.2 塑料腐蚀的主要形式	631
1.1 蠕变极限	568	1.3 塑料腐蚀试验方法与评定	631
1.2 蠕变试验方法	568	1.4 聚合物在溶剂中的稳定性	631
1.3 蠕变极限的测定	569	1.5 聚合物的分子结构与耐化学性	632
2 持久强度	571	1.6 塑料吸水性能测试	635
2.1 持久强度	571	1.7 硬质泡沫塑料吸水率的测定	636
2.2 持久强度试验方法	571	1.8 纤维增强塑料吸水性试验方法	637
2.3 持久强度的确定	572	1.9 玻璃纤维增强塑料耐水性能测试	638
3 应力松弛试验	575	1.10 玻璃纤维增强塑料耐水性加速试验方法	638
3.1 应力松弛	575	1.11 塑料耐液体化学介质性能测试	639
3.2 应力松弛试验方法	575	1.12 塑料耐油性能的测试	641
4 高温短时拉伸试验	578	1.13 玻璃纤维增强塑料用不饱和聚酯树脂耐碱性能测试	641
4.1 高温短时拉伸性能	578	1.14 玻璃纤维增强塑料耐化学药品性能测定	642
4.2 高温短时拉伸试验方法	578	1.15 玻璃纤维增强塑料耐湿热性能测试	643
参考文献	582	2 橡胶、涂料漆膜耐腐蚀性能测试	643
第6篇 材料化学性能测试	583	2.1 橡胶耐介质性能试验	643
第1章 金属材料的耐腐蚀性能测试	585	2.2 硫化橡胶耐液体试验方法	643
1 概述	585	2.3 涂料漆膜耐水性测试	646
1.1 金属材料的耐腐蚀性能测试的目的	585	2.4 涂料漆膜耐化学腐蚀性测试	647
1.2 腐蚀试验的分类	585	2.5 涂料漆膜耐汽油性测试	647
1.3 制备腐蚀试验试样的一些原则和方法	586	3 有机合成材料的老化性能测试	648
1.4 腐蚀产物的清除方法	586		

3.1 有机合成材料的老化	648	4 硫印试验	680
3.2 有机合成材料的老化试验标准体系	648	4.1 硫印试验的基本原理	680
3.3 塑料大气暴露试验方法	649	4.2 硫印试样的制备和试验方法	680
3.4 塑料热空气暴露试验方法	651	5 塔形试验	681
3.5 塑料实验室光源暴露试验方法	652	5.1 塔形试验的意义及标准	681
3.6 硫化橡胶或热塑性橡胶直接自然气候老化 试验方法	653	5.2 发纹的形成原因、分布规律及防止办法	681
3.7 硫化橡胶或热塑性橡胶热空气加速老化和耐热性 试验	654	5.3 试样制备	681
3.8 涂层自然气候暴露试验	654	5.4 操作办法	681
3.9 漆膜人工气候老化和人工辐射暴露	656	5.5 评定及表示方法	681
参考文献	658	6 铝及铝合金的宏观检验	681
第7篇 金相分析	659	6.1 试样制备	681
第1章 概述	661	6.2 试样的浸蚀	681
1 金相学概述	661	6.3 铝及铝合金常见的宏观缺陷	682
1.1 金相显微镜	661	7 铜及铜合金的宏观检验	683
1.2 制样技术	662	7.1 试样制备	683
1.3 分析技术	662	7.2 试样的浸蚀	683
2 金相学的作用	662	7.3 铜及铜合金常见的宏观缺陷	684
2.1 钢热处理工艺的研究	663	第4章 结构钢的金相检验	686
2.2 形状记忆合金的研制	663	1 碳素结构钢和合金结构钢的基本组织	686
2.3 产品的质量控制	663	2 冷变形钢的金相检验	688
2.4 失效分析	663	2.1 冷冲压用钢的组织检验	688
2.5 事故分析	663	2.2 冷拉结构钢的组织检验	689
3 金相学发展方向与展望	663	2.3 冷变形钢材热处理后的组织	689
第2章 金相检验技术及设备	665	3 易切削结构钢的金相检验	689
1 金相试样的制备	665	3.1 硫系易切削钢中夹杂物的形态特征	690
1.1 金相试样的选取	665	3.2 铅系易切削钢中夹杂物的形态特征	690
1.2 金相试样的镶嵌	666	3.3 易切削结构钢的组织检验	690
1.3 金相试样的磨光	666	4 低碳马氏体钢的组织检验	690
1.4 金相试样的抛光	666	4.1 淬火欠热组织检验	690
1.5 金相试样的浸蚀	669	4.2 淬火过热组织检验	690
2 金相显微镜	671	4.3 淬火欠淬透组织检验	690
2.1 显微镜的光学原理	671	5 低碳低合金钢的组织检验	690
2.2 金相显微镜的维护	673	6 调质钢的金相检验	692
3 显微硬度计	673	7 大截面用钢的金相检验	693
3.1 显微硬度测试原理	673	7.1 大截面锻件热处理后的组织及特点	693
3.2 影响显微硬度值的因素	673	7.2 大型铸锻件的金相检验	693
3.3 显微硬度试验的应用	674	8 低合金超高强度马氏体钢的金相检验	693
3.4 显微硬度计的维护	674	9 低合金超高强度贝氏体钢的金相检验	694
第3章 宏观检验	675	10 非调质钢的金相检验	694
1 断口检验	675	11 双相钢	694
1.1 断口制备方法	675	12 结构钢的回火脆性金相检验	694
1.2 钢材断口的分类及各种缺陷形态的识别	675	13 结构钢热加工缺陷分析	695
2 酸蚀试验	675	13.1 锻造缺陷	695
2.1 试样的选取	675	13.2 热处理淬火裂纹分析	696
2.2 试样的制备	676	第5章 工模具钢的金相检验	698
2.3 酸蚀试验的操作	676	1 碳素工具钢	698
3 钢中常见的宏观缺陷及评定原则	679	1.1 金相组织	698
3.1 疏松	679	1.2 金相检验	699
3.2 缩孔	679	2 合金工具钢	699
3.3 偏析	679	2.1 量、刀具钢	700
3.4 气泡	679	2.2 模具钢	700
3.5 翻皮	680	3 高速工具钢	704
3.6 白点	680	3.1 高速工具钢的分类	704
3.7 轴心晶间裂纹	680	3.2 金相组织	705
3.8 夹杂物	680	3.3 金相检验	705
3.9 其他宏观缺陷	680	第6章 轴承钢的金相检验	707
		1 铬轴承钢	707
		2 渗碳轴承钢	710
		3 特殊用途的轴承钢	712

3.1 不锈钢轴承钢	712	2.1 焊接接头的外观质量检验	740
3.2 高温轴承钢	712	2.2 焊接接头的低倍组织检验	741
3.3 耐冲击中碳合金轴承钢	712	3 焊接区域显微组织特征	742
第7章 弹簧钢的金相检验	713	3.1 焊缝金属的组织	742
1 弹簧钢原材料的非金属夹杂物检验	713	3.2 熔合线组织特征	742
2 弹簧钢的游离石墨化检验	713	3.3 焊接热影响区组织特征	743
3 弹簧钢表面脱碳层检验	714	4 焊接接头各区域组织分析	744
4 Si-Mn系弹簧钢组织检验	715	4.1 低碳钢和低合金钢焊接接头各区组织	744
4.1 Si-Mn系弹簧钢原材料组织检验	715	4.2 不锈钢焊缝的组织分析	745
4.2 Si-Mn系弹簧钢淬火组织检验	715	4.3 异种金属和异种钢焊接接头组织分析	745
4.3 Si-Mn系弹簧钢正常淬火后的回火组织检验	715	5 焊接组织侵蚀方法	746
4.4 Si-Mn系弹簧钢淬火时出现的非马氏体组织检验	716	6 焊接接头裂纹分析	746
5 65Si2MnWA 弹簧钢金相检验	716	6.1 热裂纹(高温裂纹)	746
5.1 65Si2MnWA 弹簧钢的原材料组织检验	716	6.2 冷裂纹	746
5.2 65Si ₂ MnWA 弹簧钢的热处理组织检验	716	6.3 再热裂纹	747
6 Cr-V 弹簧钢的组织检验	717	第11章 非铁金属金相检验	748
6.1 Cr-V 弹簧钢的原组织检验	717	1 铝及铝合金	748
6.2 Cr-V 弹簧钢热处理后的组织检验	717	1.1 铝合金的分类	748
7 淬铅弹簧钢丝的组织检验	717	1.2 铸造铝合金	748
7.1 淬铅弹簧钢丝组织的强化特点	717	1.3 变形铝合金	749
7.2 淬铅后的弹簧钢丝组织检验	717	1.4 铝合金试样的制备	751
8 特殊弹簧钢丝的组织检验	717	2 铜及其铜合金的金相检验	752
8.1 奥氏体不锈钢的固溶处理及其组织	717	2.1 铜合金分类	752
8.2 马氏体不锈钢的热处理及其组织	717	2.2 铜合金中的相及其特征	753
8.3 沉淀硬化不锈钢的热处理特点	718	2.3 铜合金的组织	753
8.4 特殊弹簧钢丝热处理后的组织检验	718	2.4 铜合金试样的制备	755
第8章 不锈钢、耐热钢及高温合金的金相检验	719	2.5 铜合金金相检验的标准	755
1 不锈钢	719	3 镁合金的金相检验	755
1.1 分类	719	3.1 镁合金的分类	756
1.2 不锈钢中的常见相	719	3.2 镁合金加工制品显微组织	756
1.3 热处理及金相组织	720	3.3 镁合金样品的制备	756
1.4 不锈钢金相检验试样制备与浸蚀	721	3.4 镁合金金相检验标准	756
1.5 不锈钢金相检验标准	721	4 钛及其合金的金相检验	756
2 耐热钢	723	4.1 金相试样的制备	756
2.1 分类	723	4.2 金相测试时涉及的有关标准	757
2.2 热处理及金相组织	723	第12章 粉末冶金的金相检验	759
2.3 耐热钢金相检验标准	724	1 铁基、铜基制品的金相检验	759
3 高温合金	724	1.1 粉末冶金制品显微组织	759
3.1 高温合金的分类	724	1.2 铁基粉末冶金试样的制备和检验	759
3.2 高温合金中常见相分类	724	2 钢结硬质合金	761
3.3 高温合金中的常见相	724	2.1 钢结合金的分类	761
3.4 高温合金的金相组织	727	2.2 钢结合金的显微组织	761
3.5 高温合金检验标准	729	2.3 钢结硬质合金的金相检验	761
第9章 铸钢和铸铁的金相检验	731	3 硬质合金	761
1 铸钢的金相检验	731	3.1 显微组织	761
1.1 铸钢的分类及常用牌号	731	3.2 金相检验	762
1.2 金相组织	731	3.3 缺陷组织	763
1.3 金相检验	732	第13章 材料表面处理后组织鉴别及评定	764
2 铸铁的金相检验	734	1 金相试样的制备	764
2.1 铸铁的显微组织	734	2 钢的渗碳层	764
2.2 基体组织及显示方法	734	2.1 渗碳层平衡状态组织	764
2.3 白口铸铁	734	2.2 渗碳淬火、回火后组织	764
2.4 灰铸铁	735	2.3 渗碳层深度的测定	765
2.5 球墨铸铁	737	2.4 渗碳零件的有关金相标准	766
2.6 其他类型的铸铁	739	2.5 渗碳层缺陷	766
第10章 焊接件的金相检验	740	3 钢的渗氮层	766
1 焊接过程的特点	740	3.1 铁-氮二元合金平衡组织	766
2 焊接接头的宏观检验	740	3.2 纯铁气体渗氮层组织	766
		3.3 合金钢气体渗氮层组织	766