

# 电子工业 生产技术手册

13

## 通用工艺卷

模具制造 · 冷冲压

金属塑性加工 · 粉末冶金

# 电子工业生产技术手册

( 13 )

## 通用工艺卷

《电子工业生产技术手册》编委会 编

国防工业出版社

(京)新登字 106 号

### 内 容 简 介

本书系统总结了我国电子工业在模具制造、冲压、金属塑性加工及粉末冶金方面的生产经验,并列出了许多有用的、经过实践考验的数据、公式及图表。内容包括:

模具制造篇包括:工模具常用材料及毛坯准备,模具零件的机械加工,模具零件的成形磨削和电加工,模具的钳工加工,模架制造,冲模装配工艺、塑料模与瓷模装配工艺,金属压铸模的装配工艺,简易模具的设计与制造及工模具技术测量共10章。

冷冲压篇包括:冲裁,弯曲,拉伸,成形,冷冲压设备和冲压自动化,冲模计算机辅助设计及附录共7章。

金属塑性加工篇包括:冷挤压工艺,温挤压工艺及热挤压工艺,超塑成形,精密锻造工艺及拉丝共5章。

粉末冶金篇包括:粉末冶金应用实例,金属粉,粉末成形,烧结,后处理及粉末冶金材料及其性能共6章。

本书可供从事模具制造、冲压、金属塑性加工或粉末冶金专业的工程技术人员、大专院校师生及相当于中技文化水平的生产工人参考。

DU11/11  
电子工业生产技术手册

(13)

通用工艺卷

《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

(北京市海淀区紫竹院南路23号)

(邮政编码 100044)

新华书店经售

北京市长城印刷厂印

\*

开本787×1092 1/16 印张71 1639千字

1994年3月第1版 1994年3月北京第1次印刷 印数:1—2000册

ISBN 7-118-01016-2/TN·168 定价:69.50 元

8816100

## 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. 生产质量技术保证卷(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

随着科学技术的发展,生产技术所涉及的技术领域越来越广,其核心是工艺技术和实现工艺技术的工艺装备、工艺材料以及检测控制技术等。本卷主要介绍由原材料或半成品经改形和改性加工成零件后,再经组合装配而成为整件或整机的电子产品通用工艺,它是机电产品制造工业的基础。

鉴于电子产品的结构多数是由中小型零部件组成的,所以,着重介绍中小型零部件生产的通用工艺。

本卷通用性与适用性较强,其内容突出电子工业特点,面向生产实际,力求使工艺工作者能迅速方便地从中获得有用的技术资料和数据,也能使有关人员,如结构设计者、生产组织者和工艺操作者从中获得有益的知识。

通用工艺中的某些专业内容,虽然不是电子工业的重点,但考虑到内容的完整性和为工艺工作者提供必要的参考,也作了扼要的介绍。

本卷共十七篇,分属本手册第9~14六个分册。

第9分册:切削加工,特种加工(含电火花加工、电化学加工、超声加工、激光加工);

第10分册:化学工艺(含涂料、胶接、绝缘处理、三防、印字等工艺),塑料成型加工,电镀;

第11分册:焊接,铸造,热处理;

第12分册:装联,木材加工,印制电路;

第13分册:模具制造,冷冲压,金属塑性加工,粉末冶金;

第14分册:天线馈线,天线座制造。

本卷内容也适用于电子工业以外的机电产品工业。由于我们的专业水平有限,编写中难免有缺点和错误,恳请读者在使用中发现问题后提出修改和补充意见,以便再版时修正。

《电子工业生产技术手册》

通用工艺卷编辑委员会

一九八六年十月

## 卷编辑委员会

### 主任委员

陆崇真

### 副主任委员

(按姓氏笔划为序)

厉声树 张立鼎

### 委员

(按姓氏笔划为序)

王仁道	王克颖	刘习圣	刘雨森	严根祿
吴维侃	姜以宏	胡传锦	陶 棫	袁志诚
顾昌寅	顾静刚	郭桂庭	郭鹤桐	龚邦永
薛蕃荣				

## 卷编辑部

### 主任

高显明

### 成员

(按姓氏笔划为序)

孟同享 焦志林

## 责任编辑

张赞宏

# 目 录

## 第12篇 模具制造

### 第1章 工模具常用材料及毛坯

准备	3
1.1 工模具常用材料	3
1.1.1 工模具材料系统	3
1.1.2 工模具常用材料的特性和用途	4
1.1.3 常用材料的化学成份、物理机械性能	10
1.1.4 常用钢材的检验要求	14
1.1.5 我国与部分国家常用材料牌号对照	17
1.2 工模具零件的铸件毛坯准备	21
1.3 工模具零件的锻件毛坯准备	25
1.3.1 锻件的几何形状与加工余量	25
1.3.2 锻件毛坯的重量和尺寸计算	31
1.3.3 工模具钢材的锻造工艺	33
1.3.4 锻件的退火	36
1.4 钢结硬质合金的锻造和加工	37

### 第2章 模具零件的机械加工

2.1 模具零件机械加工的工序余量	41
2.2 刨削加工	43
2.3 插削加工	48
2.4 车削加工	50
2.4.1 外圆车削	50
2.4.2 内圆车削	51
2.4.3 车削加工实例	54
2.5 铣削加工	55
2.5.1 立铣加工	55
2.5.2 仿形铣加工	62

2.6 坐标镗床加工	70
2.6.1 机床及主要附件	70
2.6.2 加工工艺	75
2.7 加工举例	81
2.7.1 冲模零件的机械加工	82
2.7.2 冷挤压及型腔模具零件的机械加工	86
2.7.3 玻璃模具的机械加工	97

### 第3章 模具零件的成形磨削和电加工

3.1 成形磨削的方法	104
3.1.1 精密平面磨床的成形磨削方法	104
3.1.2 仿形磨削加工	129
3.2 在坐标磨床上磨削加工	136
3.3 小直径工件的磨削加工	209
3.4 电火花加工	213
3.4.1 电火花穿孔	213
3.4.2 型腔电火花加工	221
3.4.3 电火花线切割加工	227
3.5 电铸成形	231

### 第4章 模具的钳工加工

4.1 划线、钻孔、铰孔和攻丝	239
4.1.1 划线	239
4.1.2 钻孔	241
4.1.3 铰孔	244
4.1.4 攻丝	248
4.2 压印加工	251
4.2.1 压印加工的应用范围	251
4.2.2 压印修整余量	251
4.2.3 压印工艺凸模尺寸的确定	252
4.2.4 压印位置公差的控制	252
4.2.5 压修过程及要求	254
4.2.6 压印机及压印工具	254



4.2.7 云母片模具压印加工 .....	256	6.1.4 低熔点合金在模具上的应用 ...	324
4.3 冲模主要零件的制造工艺 .....	263	6.1.5 环氧树脂粘接剂的应用 .....	327
4.3.1 凸模的加工顺序 .....	263	6.1.6 无机粘接剂的应用 .....	334
4.3.2 凹模的加工顺序 .....	263	6.1.7 厌氧胶粘接剂的应用 .....	337
4.3.3 凸模和凹模精加工的顺序 .....	264	6.2 冲模间隙的控制 .....	339
4.3.4 精冲模零件的加工 .....	265	6.2.1 模具间隙的控制 .....	339
4.4 冷挤压成形制造型腔 .....	266	6.2.2 模具间隙与加工顺序的关系 ...	339
4.4.1 冷挤压成形的的方法 .....	266	6.2.3 测试模具间隙大小的方法 .....	341
4.4.2 冷挤压型腔毛坯的要求 .....	267	6.3 冲模的安装和调整 .....	343
4.4.3 冷挤压冲头的设计与制造 .....	271	6.3.1 模具装配工作的特点 .....	343
4.4.4 模套及定位圈的设计 .....	272	6.3.2 模具装配前的准备工作 .....	344
4.4.5 挤压力的计算 .....	273	6.3.3 保证模具装配精度的方法 .....	346
4.4.6 冷挤压型腔的润滑 .....	274	6.3.4 模具装配的主要技术要求 .....	348
4.4.7 冷挤压型腔的注意事项 .....	274	6.3.5 冲裁模的装配与调整 .....	348
4.4.8 冷挤压型腔实例 .....	275	6.3.6 弯曲模的装配与调整 .....	356
4.5 研磨与抛光 .....	278	6.3.7 拉伸模的装配与调整 .....	357
4.5.1 研磨加工 .....	278	6.3.8 冷挤压模的制造要求与调整 ...	359
4.5.2 抛光加工 .....	281	6.3.9 三高模具的装配举例 .....	361
<b>第5章 模架制造</b> .....	<b>283</b>	<b>第7章 塑料模与瓷模装配工艺</b> .....	<b>369</b>
5.1 模架 .....	283	7.1 塑料模装配工艺 .....	369
5.2 模架零件的加工 .....	290	7.1.1 塑料模的装配技术要求及装 配前的准备 .....	369
5.2.1 模座导柱、导套孔的镗孔 加工 .....	290	7.1.2 塑料注射模的装配、调整与 试模要点 .....	370
5.2.2 带锥孔的模座加工 .....	293	7.1.3 热浇道塑料模的装配 .....	396
5.2.3 导柱和导套的加工 .....	293	7.1.4 热固性塑料压模的装配 .....	396
5.2.4 滚动导套保持啮的加工 .....	296	7.1.5 热固性塑料压注模的装配 .....	397
5.3 冲模模架装配工艺 .....	297	7.1.6 塑料封装模的装配调整与 试模 .....	398
5.3.1 压入式冲模模架装配工艺 .....	297	7.2 瓷模的装配工艺 .....	399
5.3.2 粘结式冲模模架装配工艺 .....	300	7.2.1 干压模的装配 .....	399
5.3.3 滚动式冲模模架的装配 .....	305	7.2.2 热压注模的装配 .....	402
5.3.4 精冲模模架及制造 .....	306	7.2.3 瓷模的调整与试模 .....	402
5.4 塑料注射模模架和其他型模 模架的加工 .....	310	<b>第8章 金属压铸模的装配工艺</b> .....	<b>403</b>
5.4.1 塑料注射模模架的形式及 规格 .....	310	8.1 压铸模的结构组成 .....	403
5.4.2 塑料注射模模架的加工 .....	313	8.2 压铸模总装配的要求 .....	406
5.4.3 通用模架的形式及加工 .....	314	8.3 压铸模的装配方法及装配 内容 .....	407
<b>第6章 冲模装配工艺</b> .....	<b>316</b>	8.4 成形镶件的加工和装配 .....	408
6.1 冲模零件的固定 .....	316	8.5 模架的加工及装配 .....	411
6.1.1 冲模零件的固定方法 .....	316	8.6 抽芯机构的加工和装配 .....	413
6.1.2 机械固定法 .....	317	8.7 顶出机构的加工和装配 .....	416
6.1.3 焊接固定法 .....	323		

8.8	压铸模的质量检查	417
<b>第9章</b>	<b>简易模具的设计与制造</b>	<b>420</b>
9.1	钢带模	420
9.2	锌基合金模	424
9.2.1	锌基合金冲裁模	424
9.2.2	锌基合金成形模和注塑模 的制造	428
9.3	低熔点合金模	430
9.4	薄板冲模	431
9.5	聚氨酯橡胶模	434
9.5.1	聚氨酯橡胶的性能及应用 范围	434
9.5.2	聚氨酯橡胶模的装配工艺	438

9.5.3	聚氨酯弯曲模	439
9.5.4	聚氨酯橡胶模常见的故障及其 排除方法	441
<b>第10章</b>	<b>工模具技术测量</b>	<b>443</b>
10.1	验收极限和安全裕度	443
10.2	量块	455
10.3	量规	457
10.4	标准量杆	460
10.5	角度的测量	460
10.6	直线度和平面度检验	467
10.7	表面粗糙度的测量	468
10.8	三坐标测量机	468
10.9	工模具零件测量实例	471

## 第13篇 冷 冲 压

<b>第1章</b>	<b>冲裁</b>	<b>479</b>
1.1	冲裁的工艺性	479
1.2	冲裁件能达到的精度和表面 粗糙度	482
1.3	排样的确定	486
1.4	冲裁力	493
1.5	压力中心	496
1.6	凸模、凹模工作部分尺寸的 确定	500
1.7	冲裁模结构设计	502
1.7.1	复合模	502
1.7.2	级进模	508
1.8	冲裁模零部件的设计	512
1.8.1	凸凹模的设计	512
1.8.2	卸料与压料装置的设计	521
1.8.3	定位装置的设计	524
1.8.4	底座的设计	533
1.9	非金属材料冲裁模设计	535
1.10	精密冲裁	539
1.10.1	光洁冲裁及整修	539
1.10.2	精冲	542
1.11	硬质合金冲裁模	549
1.12	其他冲裁模	552
1.12.1	聚氨酯橡胶冲模	552
1.12.2	板模的设计	556

1.12.3	分解式冲模	557
1.12.4	组合冲模	558
<b>第2章</b>	<b>弯曲</b>	<b>560</b>
2.1	弯曲件的结构工艺性	560
2.2	弯曲件坯料展开尺寸的计算	563
2.3	弯曲件的回弹	568
2.4	弯曲力的计算	574
2.5	弯曲模工作部分尺寸的计算	575
2.6	弯曲件的工序安排及弯曲模 结构示例	577
2.7	弯曲件质量分析和防止 措施	581
<b>第3章</b>	<b>拉伸</b>	<b>583</b>
3.1	拉伸件的工艺性	583
3.2	拉伸件毛坯尺寸的计算	585
3.2.1	筒形件毛坯尺寸的计算	585
3.2.2	盒形件毛坯尺寸的计算	596
3.3	拉伸件的工序计算	601
3.3.1	筒形件的工序计算	601
3.3.2	带凸缘筒形件的工序计算	605
3.3.3	锥形件的工序计算	607
3.3.4	盒形件的工序计算	611
3.3.5	盒形件拉伸的概略计算	616

3.4 带料连续拉伸 .....	619	5.1.4 液压机的技术规范 .....	689
3.4.1 带料连续拉伸形式及进距尺寸 的确定 .....	620	5.1.5 压力机的选用 .....	692
3.4.2 带料连续拉伸的工序计算 .....	623	5.2 冲压自动化 .....	694
3.5 变薄拉伸 .....	627	5.2.1 冲压自动化的方式 .....	694
3.6 拉伸力与压边力的计算 .....	629	5.2.2 冲压自动化的分类 .....	694
3.7 拉伸模工作部分尺寸的 确定 .....	631	5.2.3 送料装置的特性 .....	694
3.8 拉伸辅助工序 .....	633	5.2.4 钩式送料装置 .....	694
3.9 拉伸件工艺计算与结构设计 举例 .....	636	5.2.5 辊式送料装置 .....	699
3.10 拉伸零件的质量分析 .....	655	5.2.6 夹持式送料装置 .....	699
<b>第4章 成形</b> .....	658	5.2.7 小型气动送料装置 .....	709
4.1 起伏成形 .....	658	5.2.8 几种送料装置的比较 .....	712
4.2 翻边 .....	660	5.2.9 单个毛坯及半成品送料装置 .....	715
4.2.1 孔的翻边 .....	660	5.3 压力机的出件装置 .....	718
4.2.2 外缘的翻边 .....	665	5.4 冲压的技术安全 .....	720
4.3 滚压成形 .....	666	5.5 防止冲压噪声的办法 .....	721
4.4 胀形 .....	667	<b>第6章 冲模计算机辅助设计</b> .....	722
4.5 缩口 .....	668	6.1 概述 .....	722
4.6 整形 .....	670	6.2 CAD系统的硬件与软件 .....	724
4.7 压印 .....	671	6.2.1 CAD系统的组成与功能 .....	724
4.8 旋压 .....	672	6.2.2 硬件与软件 .....	726
4.9 高速成形 .....	674	6.3 冲模计算机辅助设计的 方法 .....	729
4.9.1 爆炸成形 .....	675	6.3.1 冲模计算机辅助设计过程 .....	729
4.9.2 电水成形 .....	676	6.3.2 冲模计算机辅助设计的方法与 实例 .....	730
4.9.3 电磁成形 .....	677	<b>第7章 附录</b> .....	749
<b>第5章 冷冲压设备和冲压自动化</b> .....	678	7.1 冲模导向装置 .....	749
5.1 冷冲压设备 .....	678	7.2 冲模弹顶装置 .....	752
5.1.1 冷冲压设备的分类 .....	678	7.3 冲模零部件技术要求 .....	754
5.1.2 机械压力机的规范 .....	680	7.4 冲模常用材料 .....	755
5.1.3 高效专用压力机 .....	685	7.5 冲压零件尺寸标注 .....	759
		7.6 常用冲压材料的机械性能 .....	766

## 第14篇 金属塑性加工

<b>第1章 冷挤压工艺</b> .....	773	1.2.4 冷挤压坯料的表面处理和润滑 处理 .....	785
1.1 冷挤压的分类 .....	773	1.3 冷挤压件的工艺性 .....	790
1.2 冷挤压用材料及坯料准备 .....	776	1.4 冷挤压工艺过程制订程序 .....	797
1.2.1 冷挤压用材料 .....	776	1.5 冷挤压的变形程度 .....	796
1.2.2 冷挤压的坯料制备 .....	776	1.6 冷挤压压力计算 .....	802
1.2.3 冷挤压坯料的软化处理 .....	781		

1.6.1 图算法 .....	802	3.2 超塑成形工艺 .....	875
1.6.2 计算法 .....	812	3.2.1 板料超塑成形工艺 .....	875
1.7 冷挤压工艺设计原则 .....	819	3.2.2 体积超塑成形工艺 .....	879
1.8 冷挤压工序设计 .....	821	3.2.3 超塑成形在模具制造上的 应用 .....	883
1.9 冷挤压变形工序制订实例 .....	823	3.2.4 超塑成形常用材料 .....	888
1.10 冷挤压模具设计 .....	824	<b>第4章 精密锻造工艺</b> .....	893
1.10.1 模具结构 .....	824	4.1 加热规范 .....	893
1.10.2 凸模设计 .....	825	4.2 平面精压模设计 .....	899
1.10.3 凹模设计 .....	830	4.3 体积精压模设计 .....	907
1.10.4 组合凹模设计 .....	832	4.4 精密模锻的锻模设计 .....	912
1.10.5 凸模、凹模制造尺寸和公差 的确定 .....	835	附录 模锻件尺寸公 差(HB0-6-67) .....	914
1.10.6 垫板设计 .....	836	<b>第5章 拉丝</b> .....	921
1.10.7 卸件与顶件装置 .....	837	5.1 拉丝基本原理 .....	921
1.10.8 模具常用材料 .....	841	5.2 铜及铜合金拉丝工艺 .....	926
1.11 冷挤压件常见的质量缺陷 分析 .....	842	5.3 有色金属拉丝的润滑及材料 软化处理 .....	934
1.12 冷挤压用压力机 .....	858	5.4 钨、钼拉丝工艺 .....	940
<b>第2章 温挤压工艺及热挤压工艺</b> .....	860	5.5 拉丝质量缺陷分析 .....	945
2.1 温挤压工艺 .....	860	5.6 拉丝模具 .....	946
2.2 热挤压工艺 .....	865		
<b>第3章 超塑成形</b> .....	873		
3.1 超塑成形的基本原理 .....	873		

## 第15篇 粉末冶金

<b>第1章 粉末冶金应用实例</b> .....	951	3.3.1 等静压制 .....	988
<b>第2章 金属粉</b> .....	952	3.3.2 热压 .....	990
2.1 生产金属粉的方法 .....	952	3.3.3 挤压 .....	992
2.1.1 生产普通金属粉的方法 .....	952	3.3.4 轧制 .....	994
2.1.2 生产超细粉的方法 .....	954	3.3.5 粉浆浇注 .....	995
2.2 金属粉的性能和用途 .....	957	3.4 粉末锻造 .....	997
2.3 金属粉的测试 .....	964	3.4.1 工艺过程及粉末锻件的性能 .....	997
<b>第3章 粉末成形</b> .....	968	3.4.2 粉末锻造的工艺参数 .....	1000
3.1 物料准备 .....	968	3.5 模具设计 .....	1001
3.2 封闭钢模冷压成形 .....	972	3.5.1 压制成形模的结构 .....	1001
3.2.1 粉末的计算和称量 .....	972	3.5.2 整形模的结构 .....	1006
3.2.2 压制方式 .....	973	3.5.3 浮动结构 .....	1008
3.2.3 压制过程的参数 .....	975	3.5.4 模具零件设计 .....	1011
3.2.4 压件设计 .....	981	<b>第4章 烧结</b> .....	1017
3.2.5 压件的缺陷及分析 .....	986	4.1 烧结过程中的参数 .....	1017
3.3 其他成形方法 .....	988	4.1.1 烧结温度及烧结时间 .....	1017

4.1.2 烧结气氛 .....	1018	6.1.1 生产工艺流程 .....	1055
<b>4.2 活化烧结 .....</b>	<b>1020</b>	6.1.2 铁基结构材料分类和标记 方法 .....	1056
4.2.1 氧化-还原法 .....	1020	6.1.3 结构材料的性能及应用 .....	1057
4.2.2 氢化物离解法 .....	1021	<b>6.2 减摩材料 .....</b>	<b>1060</b>
4.2.3 在烧结气氛中加入卤化氢 .....	1022	6.2.1 铜基含油轴承 .....	1060
4.2.4 在粉末中加入其他元素 .....	1023	6.2.2 铁基含油轴承 .....	1063
4.2.5 声波的作用 .....	1024	6.2.3 铝基含油轴承 .....	1064
<b>4.3 特殊烧结 .....</b>	<b>1025</b>	6.2.4 金属塑料轴承 .....	1064
4.3.1 电火花烧结 .....	1025	<b>6.3 多孔材料 .....</b>	<b>1066</b>
4.3.2 电火花等静压烧结 .....	1026	6.3.1 过滤材料及生产工艺 .....	1066
<b>4.4 各种材料的烧结 .....</b>	<b>1027</b>	6.3.2 过滤元件的性能 .....	1067
4.4.1 铜和铜合金 .....	1027	6.3.3 多孔电极材料 .....	1070
4.4.2 铁和铁合金 .....	1029	<b>6.4 工具材料 .....</b>	<b>1072</b>
4.4.3 镍和镍合金 .....	1032	6.4.1 硬质合金 .....	1072
4.4.4 钛和钛合金 .....	1033	6.4.2 钢结硬质合金 .....	1077
4.4.5 钨和钨合金 .....	1034	6.4.3 粉末高速钢 .....	1080
4.4.6 钽和铌 .....	1036	6.4.4 金刚石-金属复合材料 .....	1080
4.4.7 难熔金属化合物 .....	1037	<b>6.5 耐蚀材料和耐热材料 .....</b>	<b>1081</b>
<b>4.5 制品的烧结疵病及产生 的原因 .....</b>	<b>1039</b>	6.5.1 不锈钢 .....	1081
<b>第5章 烧结后处理 .....</b>	<b>1040</b>	6.5.2 精密陶瓷 .....	1082
5.1 复压 .....	1040	<b>6.6 电工材料 .....</b>	<b>1084</b>
5.2 熔浸 .....	1042	6.6.1 触头材料 .....	1084
5.2.1 骨架的制备 .....	1043	6.6.2 消气剂 .....	1090
5.2.2 熔浸过程 .....	1044	<b>6.7 难熔金属和重合金 .....</b>	<b>1092</b>
5.3 淬火和回火 .....	1045	6.7.1 钨、钼及其合金 .....	1092
5.4 化学热处理 .....	1046	6.7.2 高密度合金 .....	1095
5.5 氧化处理 .....	1048	<b>6.8 磁性材料 .....</b>	<b>1096</b>
5.6 整形 .....	1048	6.8.1 软磁材料 .....	1096
5.7 切削加工 .....	1052	6.8.2 硬磁材料 .....	1099
<b>第6章 粉末冶金材料及其性能 .....</b>	<b>1055</b>	6.8.3 矩磁材料和旋磁材料 .....	1103
6.1 结构材料 .....	1055	<b>6.9 电子功能陶瓷 .....</b>	<b>1103</b>

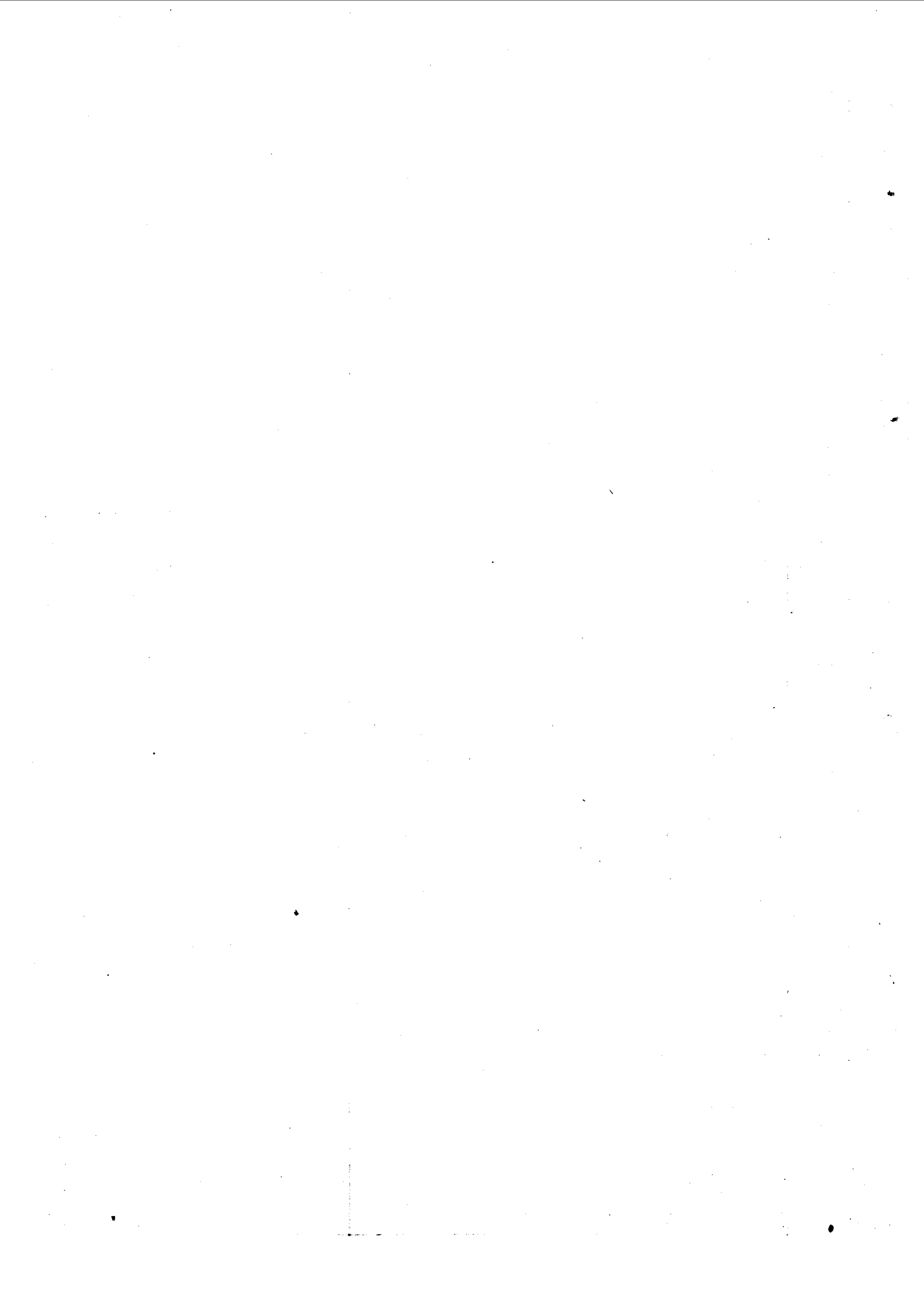
# 模 具 制 造

主 编

张 毅

主 审

董华宁 戴时禄

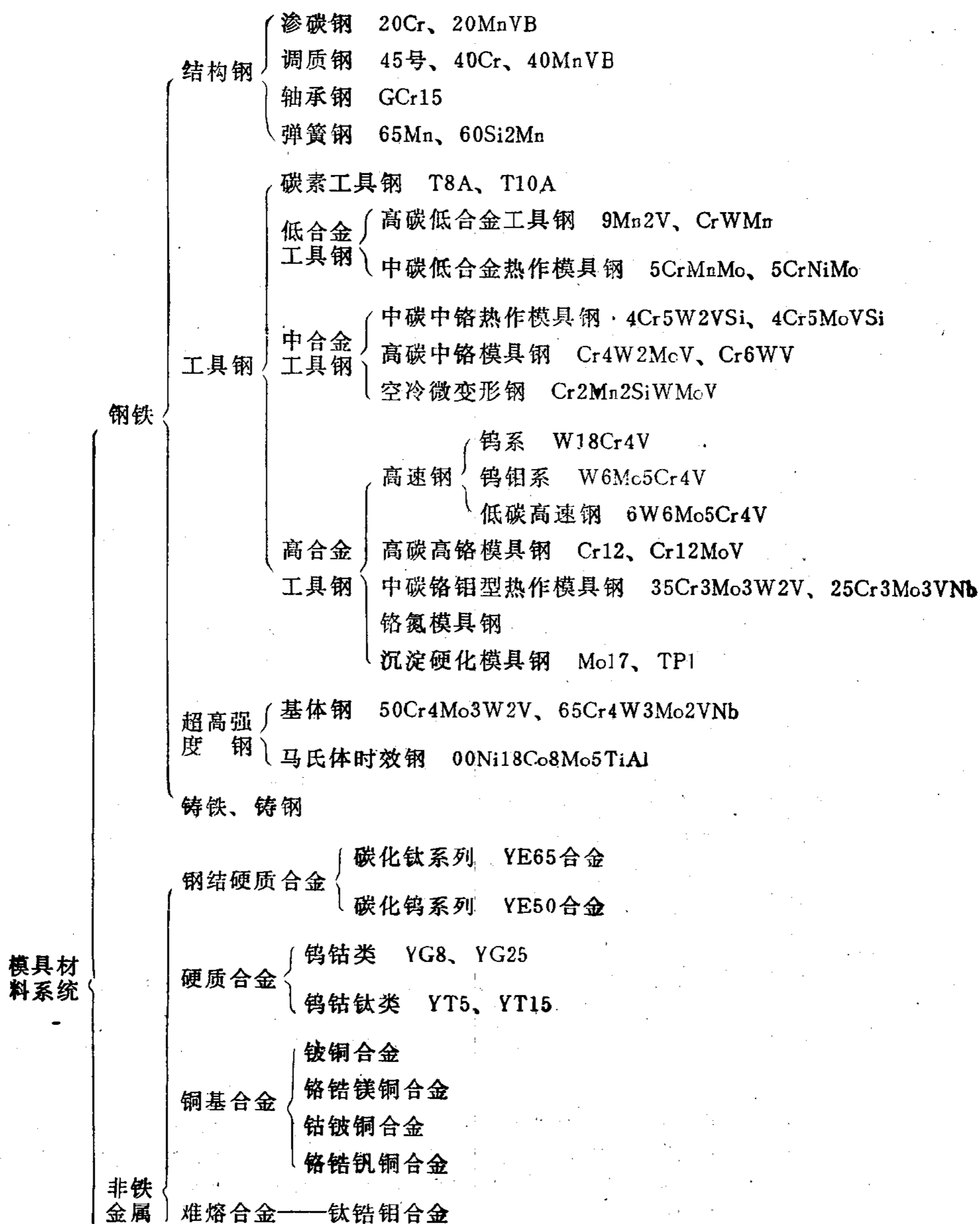


# 第1章 工模具常用材料及毛坯准备

王肇棣

## 1.1 工模具常用材料

### 1.1.1 工模具材料系统





金属材料	高温合金	铁基高温合金
		镍基高温合金
	低熔点合金	
	锌基合金	
	锌铝超塑合金	
非金属材料	陶瓷	
	石墨	
	聚氨酯橡胶	
	塑料——环氧树脂	

### 1.1.2 工模具常用材料的特性和用途

工模具常用材料的特性和用途列于表1-1~表1-2。

表1-1 工模具常用钢材的特性和用途

钢 号	特 性	用 途
A3	属普通碳素钢，有一定的机械强度，焊接性能良好	用于制造工夹具、模具的盖板、底板、模板等
A5	属普通碳素钢，机械强度比A3的高，焊接性能较差	用于制造模柄、模板、冲程限制柱等
10	屈服强度、抗拉强度较低，塑性、韧性较高；在冷状态下有很好的塑性，容易冷压成形	用于制造小型塑料模具的冷压成型型腔
20	塑性、韧性好，强度低；可进行渗碳淬火，处理后表层组织为回火马氏体加渗碳体，硬度HRC>60，中心仍具有高塑性	用于制造表面耐磨而心部强度要求不高的模具导向零件、垫板以及小型塑料模具的冷压成型型腔等
20Cr	冷变形时塑性较好，是低淬透性合金渗碳钢，但淬透性优于20号钢；由于钢中含有约1.0%的铬，使渗碳层具有高的表面硬度和较好的耐磨性	用于制造表面承受磨损、形状复杂、中等负荷的渗碳零件，如形状复杂的中型塑料模具型腔
20MnVB	属中淬透性合金渗碳钢，元素V有细化晶粒，抑制钢在渗碳时发生过热，减小晶粒长大的倾向；元素B能提高钢的淬透性、改善渗碳零件心部组织和性能，经渗碳淬火后其性能优于20Cr，具有较高的强度、韧性和耐磨性	用于制造较大载荷的耐磨零件，可代替20Cr制作形状复杂的中型塑料模型腔
45	经调质处理后钢的组织为回火索氏体，强度、韧性较好；在淬火后进行中温回火，其强度和硬度都高于调质状态，塑性则稍有降低	用于制造各种镶片刀具的刀体、手钳、扳手、模具结构零件以及一般的橡胶模。形状简单、小型、小批量生产使用的塑料模成形零件
40Cr	Cr能提高钢的淬透性、强化组织，综合性能优于45号钢；调质处理时，直径愈小，强度、硬度愈高，韧性亦有上升；截面小于50mm <sup>2</sup> ，油淬后有较高的疲劳强度	用于制造形状复杂、小型中批量的塑料模具的型腔、凸模、螺纹型芯、螺纹型环、镶件等重要零件以及复杂的橡胶模等