

实用机械加工手册

(修订版)

主 编 马贤智

副主编 方效良 王丽娟

辽宁科学技术出版社

· 沈阳 ·

图书在版编目 (CIP) 数据

实用机械加工手册 / 马贤智主编. —修订版. —沈阳: 辽宁科学技术出版社, 2015.2

ISBN 978-7-5381-9026-7

I. ①实… II. ①马… III. ①机械加工—技术手册 IV. ①TG506-62

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 023284 号

出版发行: 辽宁科学技术出版社

(地址: 沈阳市和平区十一纬路29号 邮编: 110003)

印刷者: 沈阳新华印刷厂

经销者: 各地新华书店

开本: 787mm × 1092mm 1/16

印张: 153.75

插页: 4

字数: 3500 千字

出版时间: 2015 年 2 月第 2 版

印刷时间: 2015 年 2 月第 2 次印刷

责任编辑: 韩延本

封面设计: 庄庆芳

版式设计: 于浪

责任校对: 仲仁

书号: ISBN 978-7-5381-9026-7

定价: 380.00 元

投稿热线: 024-23284360

邮购热线: 024-23284502

E-mail: lnkj@126.com

http: //www. lnkj. com. cn

本社法律顾问: 陈光律师

咨询电话: 13940289230

内 容 提 要

本手册介绍了有关金属切削加工、特种加工、装配和技术检验与测量等方面的资料，主要内容包括：常用金属材料及热处理，公差与配合，机械加工余量，切削用量及切削液，金属切削机床，金属切削刀具，机床辅具，机床夹具，工艺规程设计，切削加工通用工艺守则及典型工艺，成组技术，难加工材料的切削加工，特种加工与超精密加工，技术检验与测量，自动制造系统，装配和常用有关资料（常用有关数、理、化方面资料，法定计量单位及相关单位间的换算，技术制图与机械制图，表面粗糙度，常用零件结构要素，常用国内外标准代号）等。

本手册不仅适用于机械制造企业工程技术人员及有关管理人员，也可作为有关科研人员和大专院校机械制造专业广大师生的参考书。

前 言

机械工业是国民经济的支柱产业,而工艺则是机械制造业的基础。它是实现产品设计、保证产品质量、提高生产效率、节约能源、降低消耗的重要手段。随着科学技术的进步和生产发展,工艺在机械制造工业中的作用越来越突出。我国改革开放以来,不少企业、科研院所和大专院校在自力更生的基础上,积极引进、消化、吸收国外先进制造技术,使我国的机械制造工艺水平有了较大的提高,新技术、新工艺、新材料、新装备不断涌现。为了总结已取得的工艺技术成果和实践经验,将其加以推广,应辽宁科学技术出版社的邀约,特编写本手册。

本手册以实用、先进为指导思想,重在实用。以大量标准数据为基础,同时也汇集了国内外一些新的工艺技术成果和先进经验。本手册文字简练,尽量以图、表为主,避免了冗长的文字论述。

机械制造工艺的范围很广,它包括铸造、压力加工、焊接、切削加工、特种加工、热处理、表面处理与覆层、装配、包装等。本手册只涉及金属切削加工、特种加工、装配和技术检验与测量四个方面,重点在金属切削加工。主要内容包括常用金属材料与热处理、公差与配合、机械加工余量、切削用量与切削液、金属切削机床、金属切削刀具、机床辅具、机床夹具、工艺规程设计、切削加工通用工艺守则及典型工艺、成组技术、特种加工与超精密加工、难加工材料的切削加工、技术检验与测量、自动制造系统、装配、常用有关资料(包括技术制图与机械制图、表面粗糙度、常用零件结构要素、法定计量单位和常用有关数、理、化方面的资料)等共17章。

本手册中的有关技术数据大多数是选自现行的国家标准和行业标准,也有一些选自国内外有关技术文献。全书以传统制造技术为基础,兼有先进制造技术的内容。它不仅适用于机械制造企业的广大工程技术人员和有关管理人员,也可作为有关科研人员和大专院校机械制造专业广大师生的参考书。

本手册由马贤智任主编,方效良、王丽娟任副主编。各章的编写人员是:第1章:陈金宝;第2章:方效良、范存德、赵春明;第3章:马贤智、刘瑞;第4章:梁材、马贤智;第5章:许晓明、马贤智;第6、8章:艾廷远、马贤智;第7章:任树林、马良才;第9、10、12、13、16章:马贤智、石刚、张连启、周如君、郑卫东、王辉、田敏、许志祥、孟庆荣、李富盛、符洁、王荣;第11、15章:陈宗舜;第14章:王丽娟、崔瑞志、刘巽尔、张泰昌、马大珊、丁伶、陈树礼、朱岳辉、刘燕珠、夏乐发;第17章:朱刚、马贤智、方效良、赵春明、张洪。另外,王永祥、杨志、许辉、方悦、黄立群、刘平、杜长荣、陈亮、习羽等也参加了编写工作。

本手册在编写过程中参阅了大量有关技术文献,并引用了其中有关数据和资料,谨向这些文献的作者致以诚挚的谢意。

由于编者的水平所限,书中的错误和疏漏之处在所难免,敬请广大读者批评、指正。

编 者

目 录

第1章 常用金属材料及热处理

1 金属热处理工艺常用术语	1	3.1 黑色金属材料的化学成分和力学性能	6
2 金属材料牌号的表示方法	1	3.2 有色金属材料的化学成分和力学性能	58
2.1 黑色金属材料牌号的表示方法	1	3.3 粉末冶金材料的化学成分和力学性能	113
2.2 有色金属材料牌号的表示方法	2	4 常用材料的选用	116
2.3 粉末冶金材料牌号的表示方法	5	4.1 选材的一般原则	116
3 金属材料化学成分和力学性能	6	4.2 常用材料的选用	117

第2章 公差与配合

1 光滑圆柱体公差	135	4 螺纹的公差与配合	204
1.1 公差与配合的示意图	135	4.1 普通螺纹的公差与配合	204
1.2 基本偏差系列图示	135	4.2 梯形螺纹的公差	238
1.3 基本尺寸分段	136	4.3 锯齿形螺纹的公差	249
1.4 标准公差	137	4.4 管螺纹的公差	259
1.5 基本偏差	139	5 键、花键联结的公差与配合	264
1.6 优先、常用的孔轴公差带与配合	145	5.1 平键与键槽尺寸与公差	264
1.7 孔、轴的极限偏差	148	5.2 半圆键和键槽尺寸与公差	267
1.8 线性尺寸的未注公差	177	5.3 楔键和键槽尺寸与公差	268
2 角度公差	177	5.4 矩形花键的公差与配合	269
2.1 圆锥角公差	177	5.5 圆柱直齿渐开线花键的公差与配合	270
2.2 未注公差角度的极限偏差	180	6 齿轮公差	303
3 形状和位置公差	180	6.1 渐开线圆柱齿轮及其传动公差	303
3.1 形状和位置公差的符号	180	6.2 锥齿轮及其传动公差	325
3.2 形状和位置公差的定义	181	6.3 蜗轮、蜗杆及其传动公差	351
3.3 形状和位置公差值	198	6.4 齿轮、齿条及其传动公差	364

第3章 机械加工余量

1 概述	370	2.3 水压机上自由锻件机械加工余量与公差	388
1.1 机械加工余量的概念	370	2.4 锤上钢质胎模锻件机械加工余量与公差	397
1.2 确定加工余量应考虑的因素	370	2.5 钢质模锻件机械加工余量与公差	399
1.3 加工余量的计算	370	2.6 径向锻机上钢质轴类锻件机械加工余量与公差	411
2 毛坯机械加工余量和公差	371		
2.1 铸件的机械加工余量和公差	371		
2.2 锤上钢质自由锻件机械加工余量与公差	376		

2.7 直齿锥齿轮精锻件的机械加工余量 与公差	413	3.3 平面加工余量	454
2.8 金属冷冲压件机械加工余量与公差	417	3.4 齿轮加工余量	456
2.9 轧制毛坯机械加工余量与公差	423	3.5 花键(轴、孔)和平键、键槽加工余量	458
3 工序间机械加工余量	435	3.6 攻螺纹前的钻孔直径和滚螺纹前螺 杆直径	459
3.1 轴的加工余量	435		
3.2 孔的加工余量	444		

第4章 切削用量及切削液

1 切削用量的基本概念及选用原则	469	5.5 铰孔常用切削用量	541
1.1 切削用量的基本概念	469	5.6 用铰钻铰端面的切削用量	544
1.2 切削用量选用原则	469	5.7 镗孔常用切削用量	545
2 车削用量	469	6 拉削的切削用量	547
2.1 高速钢车刀常用切削用量	469	7 磨削用量	550
2.2 硬质合金车刀常用切削用量	474	7.1 磨外圆的切削用量	550
2.3 金刚石车刀和陶瓷车刀常用切削用量	477	7.2 磨内圆的切削用量	552
2.4 粗车外圆与孔常用进给量	478	7.3 磨平面的切削用量	555
2.5 切断、车槽及成形车削切削用量	479	7.4 无心磨床切削用量	562
2.6 高速车削细长轴的切削用量	481	7.5 砂带磨床切削用量	565
2.7 使用条件变换时车削速度修正系数	481	7.6 珩磨切削用量	565
2.8 车削速度计算公式	486	7.7 超精加工工艺参数	565
3 铣削用量	489	7.8 研磨工艺参数	565
3.1 套式面铣刀常用切削用量	489	7.9 滚轮珩磨工艺参数	565
3.2 圆柱铣刀常用切削用量	493	7.10 磨削时砂轮耐用度	566
3.3 三面刃圆盘铣刀常用切削用量	496	8 螺纹加工切削用量	567
3.4 立铣刀常用切削用量	500	8.1 车螺纹切削用量	567
3.5 槽(花键)铣刀常用切削用量	506	8.2 攻螺纹和套螺纹切削用量	569
3.6 切断铣刀常用切削用量	509	8.3 铣螺纹切削用量	570
3.7 其他铣刀切削用量	511	8.4 磨螺纹切削用量	572
3.8 使用条件变换时铣削速度修正系数	512	8.5 在组合机床上加工螺纹的切削速度	572
3.9 铣削速度和切削功率计算公式	517	8.6 螺纹加工切削速度计算公式	573
4 刨、插削切削用量	521	9 齿轮与花键加工切削用量	575
4.1 龙门刨床常用切削用量	521	9.1 滚齿切削用量	575
4.2 牛头刨床常用切削用量	523	9.2 插齿切削用量	579
4.3 龙门刨床和牛头刨床刨槽的切削速度	525	9.3 铣齿和刨齿切削用量	581
4.4 插床切削用量	525	9.4 剃齿和珩齿切削用量	582
4.5 使用条件变换时刨插削速度修正系数	527	9.5 磨齿切削用量	583
4.6 刨、插削速度和切削力计算公式	528	9.6 花键加工切削用量	585
5 钻、扩、铰、镗削用量	529	9.7 滚齿、插齿及滚花键的切削速度与功率 计算公式	588
5.1 钻孔常用切削用量	529	10 切削液	589
5.2 扩孔常用切削用量	536	10.1 切削液的分类及其组成	589
5.3 钻孔与扩孔切削速度修正系数	538	10.2 切削液的选择依据与程序	590
5.4 钻中心孔的切削用量及热处理后修 中心孔的时间	540	10.3 油基切削液与水基切削液使用性能对比	

及其应用情况	590	10.6 切削液流量的一般要求	599
10.4 部分国产切削液性能及其适用范围	590	10.7 切削液使用和管理上常出现的故障及其 解决方法	599
10.5 切削液的选用	598		

第5章 金属切削机床

1 金属切削机床的型号	604	2.9 齿轮与螺纹加工机床	684
1.1 通用机床型号	604	2.10 特种加工机床	694
1.2 专用机床编号	626	2.11 柔性加工单元	699
1.3 机床自动线编号	627	3 金属切削机床工作精度检验	699
2 常用金属切削机床的主要技术参数	627	3.1 车床工作精度检验	699
2.1 车床	627	3.2 铣床工作精度检验	723
2.2 铣床	652	3.3 刨、插、拉、锯床工作精度检验	739
2.3 刨、插床	657	3.4 钻、镗床工作精度检验	747
2.4 钻床	663	3.5 磨床工作精度检验	765
2.5 镗床	666	3.6 齿轮加工机床工作精度检验	787
2.6 加工中心	671	3.7 特种加工机床工作精度检验	797
2.7 拉床	675	3.8 组合机床工作精度检验	803
2.8 磨床	676		

第6章 金属切削刀具

1 刀具结构要素及一般资料	805	3.3 扩孔钻	981
1.1 直柄回转工具柄部和传动方头尺寸	805	3.4 铰钻	984
1.2 直柄工具用传动扁尾及套筒	806	3.5 其他钻头	991
1.3 机床和工具柄用自夹圆锥	807	4 铰刀	996
1.4 7:24 圆锥联接工具锥柄	811	4.1 铰刀的结构	996
1.5 铣刀直柄	812	4.2 铰刀专用公差	997
1.6 铣刀和铣刀杆互换尺寸	815	4.3 标准铰刀	997
1.7 套式铰刀和套式扩孔钻用芯轴	818	5 铣刀	1010
1.8 拉刀柄部形式和尺寸	819	5.1 铣刀的种类	1010
1.9 切削加工刀具用硬质合金分类、分组 代号	826	5.2 普通标准铣刀	1010
1.10 刀具用高速钢分类代号	828	5.3 可转位铣刀	1036
1.11 硬质合金焊接刀片	829	6 拉刀	1047
1.12 可转位硬质合金刀片	836	6.1 拉刀的种类和结构	1047
2 车刀	887	6.2 拉刀的形式和尺寸	1049
2.1 车刀的种类	887	7 螺纹加工刀具	1063
2.2 高速钢车刀条	887	7.1 螺纹加工刀具的种类及特点	1063
2.3 焊接式硬质合金车刀	888	7.2 丝锥	1063
2.4 硬质合金机械夹固式车刀	905	7.3 圆板牙	1093
2.5 可转位车刀	909	7.4 滚丝轮	1099
3 钻头	951	7.5 搓丝板	1102
3.1 麻花钻	951	8 切齿刀具	1104
3.2 中心钻	979	8.1 切齿刀具的种类和应用	1104
		8.2 齿轮铣刀	1105

8.3 齿轮滚刀	1107	9 磨料、磨具	1126
8.4 插齿刀	1112	9.1 磨具的分类和代号	1126
8.5 直齿锥齿轮精刨刀	1117	9.2 磨具的形状代号和尺寸标记	1127
8.6 盘形剃齿刀	1121	9.3 常用砂轮的主要尺寸	1138
8.7 花键加工刀具	1122	9.4 磨料、磨具的选择	1147

第7章 机床辅具

1 概述	1157	5.4 导套和导套用支座	1228
2 普通车床辅具	1157	5.5 其他	1231
2.1 刀杆	1157	6 钻床辅具	1235
2.2 刀杆夹	1163	6.1 接长套和过渡套	1235
2.3 夹套	1165	6.2 夹紧套	1239
2.4 切制螺纹夹头	1167	6.3 快换套	1241
3 自动车床辅具	1167	6.4 接杆	1244
3.1 刀杆	1167	6.5 刀杆	1248
3.2 刀架	1173	6.6 夹头	1250
3.3 刀座	1180	6.7 扁尾锥柄工具用楔	1251
3.4 刀夹	1181	7 镗床辅具	1252
3.5 接套	1190	7.1 刀杆	1252
4 铣床辅具	1191	7.2 刀架	1271
4.1 铣刀杆	1191	7.3 接杆	1275
4.2 中间套	1201	7.4 径向刀架用刀座	1277
4.3 铣夹头	1208	7.5 镗刀杆用定心圆锥螺钉	1277
4.4 接杆	1213	8 磨床辅具	1278
4.5 其他	1215	9 齿轮加工机床辅具	1283
5 刨床、拉床辅具	1221	9.1 滚齿刀杆	1283
5.1 刀杆	1221	9.2 插齿刀垫	1284
5.2 夹头	1223	9.3 插齿刀接套	1285
5.3 接头	1226	9.4 锥柄插齿刀接套	1286

第8章 机床夹具

1 概述	1288	2.7 其他件	1387
1.1 夹具的定义和作用	1288	2.8 夹具零、部件综合应用示例及典型结构	1413
1.2 机床夹具的分类	1288	3 通用夹具	1429
1.3 夹具设计中需注意的问题	1289	3.1 顶尖	1429
1.4 各种机床夹具种类和设计要点	1290	3.2 卡头及快换卡头	1435
2 机床夹具零、部件标准及应用	1292	3.3 拨盘和花盘	1440
2.1 定位件	1292	3.4 卡盘及过渡盘	1444
2.2 导向件	1321	3.5 滑柱钻模	1458
2.3 对刀件及其应用	1332	3.6 气动滑柱钻模	1459
2.4 夹紧件	1335	3.7 气动回转台	1460
2.5 塑料夹具用零件	1379	4 气动夹具用气动元件	1461
2.6 操作件	1382		

4.1 汽缸	1461	5.2 组合夹具的加工精度	1498
4.2 气动控制元件	1471	5.3 组合夹具的标准化概况	1499
4.3 气源处理元件	1478	5.4 组合夹具元件的编号	1499
4.4 气动辅助元件	1484	5.5 组合夹具元件	1499
5 组合夹具	1498	5.6 组合夹具的组装过程	1504
5.1 组合夹具的特点和使用范围	1498	5.7 组合夹具组装守则	1505

第9章 工艺规程设计

1 概述	1507	5.8 选择工艺装备	1618
1.1 工艺规程的类型、文件形式及其使用范围	1507	5.9 选择切削用量	1618
1.2 工艺规程设计的基本原则与要求	1507	5.10 制定材料消耗工艺定额	1618
1.3 工艺规程的设计与审批程序	1508	5.11 制定工时定额	1620
2 工艺规程设计中常用工艺符号与代号	1511	6 自动车床加工工艺规程设计	1620
2.1 机械加工定位与夹紧符号	1511	6.1 自动车床的加工工艺范围	1620
2.2 工艺流程图表用图形符号及应用示例	1514	6.2 自动车床加工工艺方案的确定	1623
2.3 工艺装备编号	1518	6.3 棒料毛坯和加工余量的选择	1623
2.4 工艺文件编号	1526	6.4 自动车床调整卡片的设计	1624
3 常用工艺术语	1528	6.5 凸轮的设计	1628
3.1 一般术语	1528	7 组合机床加工工艺规程设计	1632
3.2 典型表面加工术语	1535	7.1 组合机床的类型与适用范围	1632
3.3 冷作、钳工及装配常用术语	1537	7.2 组合机床加工工艺方案的确定	1634
3.4 自动化制造系统术语	1539	7.3 组合机床加工切削用量的确定	1635
4 常用工艺文件格式	1540	7.4 切削力、扭矩、切削功率及刀具耐用度的计算	1635
4.1 常用工艺规程格式	1540	8 数控机床加工工艺规程设计	1644
4.2 管理用工艺文件格式	1577	8.1 数控机床加工工艺准备工作和工艺规程特点	1644
5 机械加工工艺规程设计	1601	8.2 数控机床加工路线及工序结构的设计	1644
5.1 零件结构工艺性分析	1601	8.3 数控机床加工工序图的绘制及坐标计算	1646
5.2 确定毛坯类型及其制造方法	1602	8.4 数控机床调整卡片的设计	1648
5.3 选择工艺基准	1604	8.5 数控机床加工切削用量的确定	1648
5.4 选择加工方法	1612	8.6 数控机床加工时间定额的确定	1648
5.5 设计零件加工路线	1614	8.7 数控机床加工程序编制	1649
5.6 确定加工余量和毛坯尺寸	1615		
5.7 选择加工设备	1615		

第10章 切削加工通用工艺守则及典型工艺

1 切削加工通用工艺守则	1650	1.6 切削加工通用工艺守则 镗削	1655
1.1 切削加工通用工艺守则 总则	1650	1.7 切削加工通用工艺守则 拉削	1655
1.2 切削加工通用工艺守则 车削	1651	1.8 切削加工通用工艺守则 磨削	1656
1.3 切削加工通用工艺守则 铣削	1652	1.9 切削加工通用工艺守则 齿轮加工	1657
1.4 切削加工通用工艺守则 刨插削	1654	1.10 切削加工通用工艺守则 数控加工	1666
1.5 切削加工通用工艺守则 钻削	1654	1.11 切削加工通用工艺守则 下料	1666

1.12 切削加工通用工艺守则 划线	1667	3.3 曲轴加工	1696
1.13 切削加工通用工艺守则 钳工	1669	3.4 丝杠的加工	1708
2 工艺典型化导则及典型工艺应用示例	1672	3.5 薄壁套筒的加工	1713
2.1 工艺典型化导则主要内容	1672	3.6 渐开线圆柱齿轮加工	1718
2.2 典型工艺示例	1674	3.7 箱体的加工	1725
3 典型零件加工工艺	1682	3.8 连杆的加工	1735
3.1 主轴加工	1682	3.9 薄壁轴瓦加工	1751
3.2 细长轴加工	1694		

第 11 章 成组技术

1 概述	1754	3.2 成组技术在工艺规程设计中的应用	1864
1.1 现代制造技术的发展	1754	3.3 成组技术在工装设计中的应用	1881
1.2 成组技术的发展与应用	1754	4 成组生产系统的设计	1886
2 成组技术的分类编码系统	1757	4.1 成组生产类型的分析	1886
2.1 分类方法	1757	4.2 成组生产的总体规划	1889
2.2 零件编码系统	1758	4.3 成组生产车间的布局设计	1891
2.3 零件编码系统的选择与应用	1849	5 成组生产的组织管理	1893
2.4 零件编码系统的设计	1863	5.1 成组生产技术准备	1893
3 成组技术在工艺设计中的应用	1864	5.2 成组生产管理	1896
3.1 概述	1864	5.3 成组生产计划的编制	1900

第 12 章 难加工材料的切削加工

1 概述	1904	4.3 钻孔与铰孔	1915
1.1 材料的可加工性	1904	4.4 铣削	1918
1.2 机械制造中常用难加工材料的类型	1904	4.5 螺纹加工	1919
1.3 难加工材料的切削加工特点	1905	4.6 磨削	1921
1.4 解决难加工材料加工问题的主要途径	1905	5 高强度钢的加工	1922
2 冷硬铸铁的加工	1905	5.1 切削加工高强度钢的主要难点及解决的途径	1922
2.1 常用冷硬铸铁的化学成分、力学性能及用途	1905	5.2 高强度钢的车削	1925
2.2 冷硬铸铁的加工难点及解决措施	1905	5.3 高强度钢的铣削	1926
2.3 加工冷硬铸铁应选用的刀具材料、几何参数和切削用量	1906	5.4 钻孔与铰孔	1927
2.4 车削加工冷硬铸铁件的实例	1906	5.5 高强度钢的螺纹加工	1929
3 淬硬钢的加工	1907	6 钛合金的加工	1930
3.1 车削	1907	6.1 钛合金的车削	1930
3.2 刨削	1908	6.2 钛合金的铣削	1932
3.3 钻削	1909	6.3 钛合金的钻削	1933
3.4 硬齿面滚齿	1909	6.4 钛合金的铰削	1935
4 不锈钢的加工	1912	6.5 钛合金螺纹加工	1936
4.1 不锈钢的切削加工特点	1912	6.6 钛合金拉削	1937
4.2 不锈钢的车削	1913	6.7 钛合金磨削	1937
		7 热喷涂(焊)合金材料层的加工	1938
		7.1 概述	1938

7.2 热喷涂(焊)合金层的车削	1939	8.3 高温合金的铣削	1945
7.3 热喷涂(焊)层的磨削	1941	8.4 高温合金的钻削	1946
8 高温合金的加工	1941	8.5 高温合金的铰削	1947
8.1 高温合金切削加工的主要难点	1941	8.6 攻螺纹	1948
8.2 高温合金的车削	1942	8.7 高温合金的磨削	1949

第 13 章 特种加工与超精密加工

1 特种加工概述	1951	4.2 化学铣切	1989
1.1 特种加工的定义	1951	4.3 照相制版	1990
1.2 特种加工的分类与代码	1951	4.4 光刻	1991
1.3 几种常用特种加工方法的综合对比	1952	5 复合加工	1992
2 电物理加工	1954	5.1 电解磨削	1992
2.1 电火花加工	1954	5.2 等离子体加热切削	1996
2.2 电子束加工	1964	5.3 超声波振动切削	1998
2.3 离子束加工	1966	6 水喷射加工与磨料流加工	2000
2.4 等离子加工	1967	6.1 高压水切割	2000
2.5 激光加工	1968	6.2 磨料流加工	2002
2.6 超声波加工	1972	7 超精密加工	2007
3 电化学加工	1976	7.1 超精密加工的一般概念	2007
3.1 电解加工	1976	7.2 超精密切削	2008
3.2 电铸	1983	7.3 超精密磨削	2012
3.3 电化学抛光	1985	7.4 超精密研磨	2013
3.4 阳极机械切割	1988	7.5 超精密特种加工	2014
4 化学加工	1989	7.6 超精密加工应遵循的基本准则	2014
4.1 化学加工的基本原理和应用	1989		

第 14 章 技术检验与测量

1 概述	2016	4.2 位置误差测量	2081
1.1 测量与检验的定义	2016	5 表面粗糙度的检测	2087
1.2 测量方法与计量器具的分类	2016	5.1 概述	2087
2 光滑工件的检验与测量	2017	5.2 用比较法检查	2088
2.1 车间条件下的尺寸检验	2017	5.3 用轮廓法测量	2090
2.2 计量室内测量	2044	5.4 用干涉法测量	2091
3 角度和锥度测量	2052	5.5 用光切法测量	2092
3.1 用角度量块测量	2052	5.6 用印模法测量	2094
3.2 用 90°角尺测量	2054	6 螺纹与丝杠测量	2095
3.3 用圆锥量规测量	2056	6.1 圆柱螺纹测量	2095
3.4 用正弦规测量	2057	6.2 圆锥螺纹的测量	2104
3.5 用万能角度尺测量	2062	6.3 丝杠测量	2107
3.6 用圆球或圆柱测量	2063	7 齿轮测量	2108
3.7 用光学仪器测量	2066	7.1 渐开线圆柱齿轮检验组的选择	2108
4 形状与位置误差测量	2068	7.2 渐开线圆柱齿轮的测量方法	2109
4.1 形状误差测量	2068	8 蜗杆、蜗轮测量	2138

8.1 蜗杆、蜗轮检验组及其选用	2138	10.5 交点尺寸测量	2165
8.2 蜗轮测量	2144	10.6 轮廓形状样板尺寸的测量	2168
9 键与花键测量	2148	10.7 凸轮的测量	2168
9.1 键与键槽的测量	2148	10.8 渐开线的测量	2169
9.2 花键的测量	2150	10.9 非整形圆弧样板半径的测量	2170
10 特殊零件和尺寸的测量	2154	10.10 滚柱法	2172
10.1 大尺寸测量	2154	11 计量检测设备的质量保证要求	2173
10.2 微小尺寸测量	2158	11.1 计量检测设备的确认体系	2173
10.3 少齿数齿轮测量	2165	11.2 测量过程控制	2174
10.4 高精度齿轮测量	2165		

第 15 章 自动制造系统

1 自动制造系统的基础技术	2176	4 计算机集成制造 (CIM)	2226
1.1 数控加工与数控编程	2176	4.1 计算机集成制造的基本概念	2226
1.2 计算机控制在数控 (NC) 中的应用	2194	4.2 计算机集成制造发展概况	2228
1.3 自适应控制机械加工系统	2200	4.3 计算机集成制造系统 (CIMS) 的关键 技术	2230
2 计算机辅助工艺规程设计 (CAPP)	2203	4.4 计算机集成制造系统 (CIMS) 的系统 分析与设计	2235
2.1 计算机辅助工艺规程设计的几种类型	2203	5 自动制造系统的管理与控制	2257
2.2 计算机辅助工艺规程设计的系统分析和 系统设计	2204	5.1 概述	2257
3 柔性制造技术	2216	5.2 自动制造系统中管理与控制的优化技术	2258
3.1 多品种生产对柔性制造技术的要求	2217	5.3 计算机辅助制造系统的管理	2259
3.2 柔性制造技术的几种类型	2220	5.4 计算机辅助质量控制 (CAQC)	2262
3.3 柔性制造系统	2223		

第 16 章 装 配

1 概述	2268	3.6 粘接	2289
1.1 装配方法的选用	2268	3.7 焊接	2299
1.2 装配组织形式的确定	2268	4 典型部件装配	2299
1.3 装配的基本要求	2269	4.1 滚动轴承装配	2299
1.4 我国机械产品装配中常出现的质量问题 及解决措施	2269	4.2 滑动轴承装配	2305
2 零件的清洗与防锈	2269	4.3 齿轮及齿轮箱的装配	2311
2.1 清洗剂的选择	2269	4.4 链轮链条的装配	2317
2.2 清洗方法的选用	2272	4.5 制动器的装配	2317
2.3 零件清洗后的防锈	2273	4.6 联轴器的装配	2318
3 装配中常用连接方法及要求	2274	4.7 液压系统的装配	2319
3.1 螺钉、螺栓连接	2274	4.8 密封件的装配	2322
3.2 销连接	2277	4.9 电气系统装配	2327
3.3 键连接	2282	5 平衡	2329
3.4 过盈连接	2282	5.1 平衡的类型与范围	2329
3.5 铆接	2288	5.2 校正不平衡质量的方法	2329
		5.3 对组合旋转体的平衡	2329

5.4 静平衡	2329	7 装配工艺规程设计	2336
5.5 动平衡	2331	7.1 设计装配工艺规程的主要技术依据	2336
6 总装	2333	7.2 设计装配工艺规程的程序	2336
6.1 总装的基本要求	2333	7.3 手工装配工时定额和自动流水装配时间 节拍的计算	2337
6.2 总装后的试验和检验	2333		
6.3 总装后的清洗与防锈	2333		

第 17 章 常用有关资料

1 常用数学资料	2340	单位	2359
1.1 常用数学符号	2340	3.2 用 SI 基本单位和辅助单位表示的 SI 导 出单位示例	2359
1.2 $1 \sim 20$ 的阶乘值及其倒数、对数	2341	3.3 具有专门名称的 SI 导出单位	2360
1.3 圆锥体各要素的计算	2341	3.4 由于人类健康与安全防护上的需要而确定的 具有专门名称的 SI 导出单位	2360
1.4 外接圆直径与内切圆直径的关系	2341	3.5 用专门名称表示的 SI 导出单位示例	2360
1.5 圆周等分长度计算	2342	3.6 SI 用的十进词头	2361
1.6 圆的内接、外切多边形几何尺寸	2342	3.7 可与 SI 单位并用的我国法定计量单位	2361
1.7 圆的弓形尺寸系数	2343	3.8 具有专门名称的厘米克秒制 (CGS) 单位	2362
1.8 常用各种表面的面积计算	2345	3.9 应淘汰的常用计量单位与符号	2362
1.9 常用几何体的表面面积及体积的计算	2346	3.10 不同单位制的基本单位和力学单位 ..	2364
1.10 展开长度的计算	2347	3.11 各种单位换算	2365
1.11 正多角形求圆计算	2348	3.12 各种有关单位对照	2370
1.12 基本运算公式	2349	4 技术制图与机械制图	2371
1.13 连分数及其应用	2350	4.1 图纸幅面尺寸	2371
1.14 特殊角的三角函数	2352	4.2 图框格式及尺寸	2372
1.15 一般三角形的边角关系	2352	4.3 图纸的对中符号和方向符号	2373
1.16 反三角函数的定义记号及主值区	2352	4.4 图纸的剪切符号	2374
1.17 用 α 的三角函数表示 ($n \frac{\pi}{2} \pm \alpha$) 的三角 函数	2353	4.5 图纸分区	2374
1.18 用同角某三角函数表示其他三角函数	2353	4.6 米制参考分度	2375
1.19 三角函数的解法	2353	4.7 图线	2375
1.20 三角恒等式	2354	4.8 字体	2376
2 常用希腊字母、物理系数和化学符号	2355	4.9 比例	2377
2.1 常用希腊字母	2355	4.10 尺寸标注	2377
2.2 常用材料线膨胀系数	2356	4.11 尺寸简化画法	2379
2.3 常用金属材料弹性模量和泊松系数	2356	4.12 螺纹及螺纹紧固件的画法	2381
2.4 常用材料和物体的摩擦系数	2356	4.13 滚动轴承的简化画法和示意画法的尺寸 比例	2383
2.5 常用固体材料的密度	2358	4.14 各种孔的标准注法	2384
2.6 主要元素的化学符号、原子量和密度	2358	4.15 尺寸公差注法	2385
3 常用法定计量单位和相关单位间的换算	2359	4.16 螺纹的标注方法	2386
3.1 国际单位制 (SI) 的基本单位和辅助		5 表面粗糙度	2387
		5.1 表面粗糙度符号和加工纹理方向符号	

.....	2387	6.9 螺纹紧固件的末端及螺纹收尾	2421
5.2 表面粗糙度参数及其数值	2387	6.10 粗牙螺栓、螺钉的拧入深度	2430
5.3 表面光洁度参数值（1968 年旧国标）与表面粗糙度参数值（1983 年新国标）之间的过渡关系	2391	6.11 紧固件沉孔尺寸	2431
5.4 表面粗糙度的标注	2391	6.12 螺钉和螺栓通孔直径	2433
5.5 表面粗糙度与公差等级的关系	2395	7 挂轮计算	2435
5.6 常用工作表面的表面粗糙度数值的选择	2398	7.1 车螺纹、蜗杆时的挂轮计算	2435
5.7 各种加工方法所能达到的工件表面粗糙度	2401	7.2 挂轮计算中用的近似分式	2435
6 常用零件结构要素	2407	7.3 复式分度表	2435
6.1 零件倒圆与导角	2407	7.4 用分度头分度铣齿计举例	2437
6.2 滚花	2408	8 渐开线圆柱齿轮模数	2438
6.3 润滑槽	2408	9 常用金属材料重量	2439
6.4 球面半径	2410	10 常用国内外标准代号	2441
6.5 砂轮越程槽	2411	10.1 国内标准代号	2441
6.6 中心孔	2412	10.2 国际和国际组织标准代号	2441
6.7 锥斜度与锥（斜）角	2415	10.3 各主要国家标准代号	2441
6.8 T形槽	2417	10.4 国外主要协（学）会和其他组织标准代号	2442
		10.5 国际区域标准代号	2442
		参考文献	2443

第 1 章 常用金属材料及热处理

1 金属热处理工艺常用术语

下述术语均选自 GB/T7232—1987。

(1) 热处理 将固态金属或合金采用适应的方式进行加热、保温和冷却,以获得所需要的组织结构与性能的工艺。

(2) 退火 将金属或合金加热到适当温度,保持一定时间,然后缓慢冷却的热处理工艺。

(3) 正火 将钢材或钢件加热到 Ac_3 (或 Ac_m) 以上 $30 \sim 50^\circ\text{C}$,保温适当的时间后,在静止的空气中冷却的热处理工艺。把钢件加热到 Ac_3 以上 $100 \sim 150^\circ\text{C}$ 的正火则称为高温正火。

(4) 淬火 将钢件加热到 Ac_3 或 Ac_1 点以上某一温度,保持一定时间,然后以适当速度冷却获得马氏体和(或)贝氏体组织的热处理工艺。

(5) 回火 钢件淬硬后,再加热到 Ac_1 点以下的某一温度,保温一定的时间,然后冷却到室温的热处理工艺。

(6) 调质 钢件淬火及高温回火的复合热处理工艺。

(7) 固溶热处理 将合金加热至高温单相区恒温保持,使过剩相充分溶解到固溶体中后快速冷却,以得到过饱和固溶体的工艺。

(8) 时效处理 合金工件经固溶处理后在室温或稍高于室温保温,以达到沉淀硬化目的。

(9) 渗碳 为了增加钢件表层的含碳量和一定的碳浓度梯度,将钢件在渗碳介质中加热并保温使碳原子渗入表层的化学热处理工艺。

(10) 渗氮 在一定温度下(一般在 Ac_1 温度下)使活性氮原子渗入工件表面的化学热处理工艺。

(11) 碳氮共渗 在一定温度下同时将碳、氮渗入工件表层奥氏体中并以渗碳为主的化学热处理工艺。

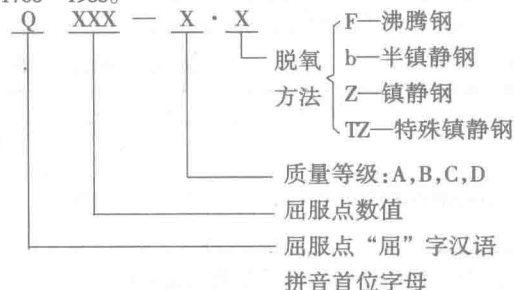
(12) 氮碳共渗 工件表层渗入氮和碳,并以渗氮为主的化学热处理工艺。

(13) 发蓝处理 将钢材或钢件在空气—水蒸气或化学药物中加热到适当温度,使其表面形成一层蓝色或黑色氧化膜以改善钢的耐蚀性和外观,这种工艺称为发蓝处理。

2 金属材料牌号的表示方法

2.1 黑色金属材料牌号的表示方法

(1) 碳素结构钢牌号的表示方法引自 GB/T700—1988。



例, Q235—A·F

(2) 优质碳素结构钢、碳素工具钢牌号的表示方法见表 1-1。

表 1-1 优质碳素结构钢、碳素工具钢牌号表示方法(GB/T221—1979)

牌 号 名 称	牌 号 举 例	表示方法说明
优质碳素结构钢		
普通含锰量优质碳素结构钢	08F; 45; 20A	20 A 质量等级(标 A 为高级优质) 含碳量,以万分之几表示平均含碳量
较高含锰量优质碳素结构钢	40Mn; 70Mn	
锅炉用优质碳素结构钢	20g	
碳素工具钢		
普通含锰量碳素工具钢	T7; T12A	T 8 Mn 含锰量(含量 0.40% ~ 0.60% 才标出) 含碳量(以千分之几表示) 钢号一律冠以“T” 注:高级优质碳工钢在牌号后加“A”
较高含锰量碳素工具钢	T8Mn	

(3) 合金钢牌号表示方法见表 1-2。

表 1-2 合金钢牌号表示方法(GB/T221—1979)

牌号名称	牌号举例	表示方法说明			
低合金结构钢	10MnPNbRE 15MnV	数字或符号	元素代号	数字……A	最后标有符号“高”或“A”的钢号,表示磷和硫含量较低的高级优质钢
合金结构钢	38CrMoAlA 20Mn2B	数字为万分之几 (如 10MnPNbRE 表示含碳量为 0.1%)	数字表示平均含碳量	表示平均合金含量 以百分之几表示	1. 平均合金含量 < 1.5%, 钢号中仅标明元素, 如 10MnPNbRE; 2. 平均合金含量 > 1.5%、2.5%、3.5%、…、23.5%, … 时相应地写成 2、3、4、…、24、… 如 20Mn2B 表示平均含锰量为 2%; 3. 平均合金量为 1.50% ~ 2.49%、2.50% ~ 3.49%、… 22.50% ~ 23.49%、… 时, 相应地写成 2、3、…、23 等; 4. 个别低铬合金工具钢的铬含量以千分之几表示, 但在含量前加“0”, 如 Cr06; 5. 铬轴承钢的铬含量用千分之几表示
弹簧钢	60Si2Mn 50CrVA	数字为千分之几 (一个“0”表示含碳量 < 0.09%; 两个“0”表示 < 0.03%)			
不锈钢和耐热钢	1Cr13 0Cr13 00Cr18Ni10	数字不予标出, 但有“0”的含义, 同上			
高电阻合金	Cr20Ni80Ti 0Cr23Al5	数字不予标出			
高速工具钢	W18Cr4V	含碳量 > 1.00%, 不予标出, < 1.00% 时, 数字为千分之几			
合金工具钢	Cr12 4CrW2Si	数字不标, 只标用途名称符号“G”			
铬轴承钢	GCr9 GCr15				按化学元素符号

(4) 易切削钢牌号表示方法见表 1-3。

表 1-3 易切削钢牌号表示方法(GB/T221—1979)

牌号名称	牌号举例	表示方法说明
易切削碳素结构钢	Y12; Y40Mn	Y 40 Mn 易切削元素符号(含量 1.2% ~ 1.55% 才标出) 含碳量(以万分之几表示) 易切削钢冠以“Y”

(5) 铸钢牌号的表示方法见表 1-4。

表 1-4 铸钢牌号表示方法(GB/T5613—1995)

牌号名称	牌号举例	表示方法说明
工程铸钢	ZG200—400	(1) 工程铸钢的牌号由 ZG + 两组数字组成。第一组数字表示该牌号铸钢的屈服强度最低值, 第二位数字表示其抗拉强度最低值 ZG200—400 抗拉强度(MPa) 屈服强度(MPa) 铸钢代号
铸造合金钢	ZG15Cr1Mo1V	(2) ZG 15 Cr 1 Mo 1 V 钒的元素符号, 含量小于 0.9% 钼的名义百分含量 钼元素符号 铬的名义百分含量 铬的元素符号 含碳量名义万分含量 铸钢的代号