

高等学校机械基础系列课程

金工实习

METALWORKING PRACTICE

主 编 黄如林

副主编 何红媛 张 琦



高等学校机械基础系列课程

金 工 实 习

主 编 黄如林
副主编 何红媛 张 琦
编 者 汪 群 俞 哲 薛国祥 浦晨晔 刘敬春 张 献
刘书明 刘旭辉 张念龙 荣利丰 陈建东
主 审 张远明



东南大学出版社

SOUTHEAST UNIVERSITY PRESS

• 南京 •

内 容 摘 要

本书是根据教育部高等学校机械基础课程教学指导分委员会 2011 年 7 月制定的机械制造实习课程教学基本要求,结合各校金工实习(工程训练)的实际情况,在江苏省高校金工教学研究会编写《工程材料及机械制造基础》系列教材之二《金工实习》的基础上修订改编的。

全书共分十一章:机械制造工程基本知识,钢的热处理和表面处理,铸造,锻压,焊接,车削,刨削,铣削,磨削及其他加工,钳工,特种加工,塑料成型和数控加工。本书附有《金工实习报告》,学生实习完一个工种,就完成该工种的实习报告并交给指导老师。

本书是高等工科院校机械类专业金工实习的基本教材,也可供近机类、非机类、管理类等专业使用,此外,还可供中专、职校、技校金工实习和教学人员选用和参考。

图书在版编目(CIP)数据

金工实习/黄如林主编. —南京:东南大学出版社, 2016. 8

高等学校机械基础系列课程/张远明主编

ISBN 978-7-5641-6461-4

I. ①金… II. ①黄… III. ①金属加工—实习—高等学校—教材 IV. ①TG-45

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2016)第 086705 号

金工实习

出版发行 东南大学出版社
社 址 南京市四牌楼 2 号 邮编 210096
出 版 人 江建中
责任编辑 施 恩
网 址 <http://www.seupress.com>
电子邮箱 press@seupress.com
经 销 全国各地新华书店
印 刷 南京京新印刷厂
版 次 2016 年 8 月第 1 版 2016 年 8 月第 1 次印刷
开 本 787 mm × 1 092 mm 1/16
印 张 17.25
字 数 428 千
书 号 ISBN 978-7-5641-6461-4
定 价 40.00 元

本社图书若有印装质量问题,请直接与营销部联系。电话(传真):025-83791830

前 言

本书是根据教育部高等学校机械基础课程教学指导分委员会 2011 年 7 月制定的机械制造实习课程教学基本要求编写的。机械制造实习是工程实践教学领域于 2004 年获得的首门国家级精品课程的名字。工程训练、工程实训、金工实习等都是工程实践教学领域应用较多的课程名称。本书沿用各校多年的习惯仍然取名为金工实习。

现在的工程实践教学,虽然还可以称之为金工实习,但是,它的教学理念、基础设施、教学体系、教学方法、教学对象、教学管理等方面都与传统的金工实习有了相当大的变化。金工实习教材要适应这种变化,也不得不作相应的修改。由于常规设备及工艺具有可训练性强、设备造价低等特色,绝大多数学校仍然精选、保留了常用的设备和工艺方法,所以,我们在本书中保留了铸造、锻压、焊接、热处理、车削、铣、刨、磨、钳工等传统的金工实习内容;基于大工程背景的先进制造设备(数控车床、数控铣床、加工中心、数控线切割机床等)和制造方法(特种加工、快速原型制造、表面处理等)已大规模涌入金工实习,本书专门编写了数控加工的内容。对表面处理、特种加工、非金属材料成型等内容也作了简要介绍。在数控加工这一章中,详细讲解了数控编程原理、数控车削和数控铣削的程序编制等内容。考虑到数控系统比较多,每一个数控系统又有多个版本,各校使用的系统也不尽相同,所以,根据大多数学校金工实习的具体情况,本书仅涉及了 SIMENS 802S/C 系统常用指令、FANUC Oi-T 系统常用 G 指令和华中世纪星 HNC-21/22T 数控车系统的 G 代码。因为各校的实习指导老师会根据各校配备的设备进行现场教学,所以没有介绍数控车床和数控铣床的具体操作。为了压缩篇幅,对加工中心只作了简单介绍,也没有列举数控车削和数控铣削的加工实例。各校的实习指导老师会根据具体设备情况提供编程实例,专门讲解设备的操作方法与步骤及注意事项,并讲解数控车削和数控铣削中的工艺处理,布置实训题目。

考虑到金工实习教学方法已经由师傅带徒弟式的训练发展到渗透启发式并与现代教育技术密切结合的训练,由机械制造工艺方法的简单训练逐步发展到与创新思维能力培养紧密结合的综合性训练,本书在书后附加了《金工实习报告》。参加实习的学生,要完成《金工

实习报告》，就需要在实习过程中仔细阅读教材，在实习指导教师的指导下完成相关的实验。实践证明：在金工实习过程中进行金工实验，既丰富了金工实习的内容和形式，又加深了学生的感性认识，还提高了学生的时间利用率，且可以减少重复投资，并为后续的课堂教学打下更好的基础。学生每进行一个工种的实习，就完成相应的实习报告并撕下来交给指导老师批改，最后装订成册，从而节省了另外编印或者购置《金工实习报告》的资源 and 费用。

在编写本书的过程中，我们得到了出版社有关工作人员的大力支持和帮助，并参考和引用了其他已出版教材中的部分内容和插图，所用参考文献均已列于书后，在此，对有关出版社和作者表示衷心的感谢。向帮助过我们的单位和人员表示诚挚的谢意。

本书由江南大学黄如林、张琦、汪群、俞哲、薛国祥、浦晨晔、刘敬春、张猷、刘书明、刘旭辉、张念龙、荣利丰、陈建东和东南大学何红媛共同编写，并由黄如林任主编，何红媛、张琦任副主编。

东南大学张远明教授审阅了本书的全部书稿，并提出了不少宝贵意见，使本书增色许多。编者向张教授真诚致谢！

由于编者水平所限，书中难免有疏漏或不妥之处，恳请广大读者批评指正。

编 者

目 录

0 绪 论	1
0.1 概述	1
0.2 金工实习教学的基本要求	1
0.2.1 铸造	1
0.2.2 锻压	1
0.2.3 焊接	2
0.2.4 热处理及表面处理	2
0.2.5 非金属材料成形	2
0.2.6 机械加工与特种加工	2
0.2.7 钳工	3
0.3 金工实习守则	3
1 机械制造工程基本知识	4
1.1 概述	4
1.2 机械产品的质量	5
1.2.1 零件的加工质量	5
1.2.2 装配质量	7
1.2.3 质量检测的方法	8
1.3 产品加工工艺	9
1.3.1 产品的生产过程	9
1.3.2 产品的加工方法	10
1.4 常用量具	10
1.4.1 量具的种类	10
1.4.2 量具的保养	16
1.5 基准、定位、夹具	16
1.5.1 基准	16
1.5.2 工件的定位	17
1.5.3 夹具	18
1.6 工程材料	19
1.6.1 金属材料的性能	19
1.6.2 常用工程材料简介	20

2 钢的热处理和表面处理	21
2.1 钢的热处理	21
2.1.1 普通热处理	21
2.1.2 表面热处理	23
2.1.3 表面化学热处理	23
2.2 表面处理技术	24
2.2.1 概 述	24
2.2.2 表面形变强化	24
2.2.3 表面覆层强化	26
3 铸 造	33
3.1 概述	33
3.2 铸造方法	33
3.2.1 砂型铸造	33
3.2.2 特种铸造	45
3.2.3 各种铸造方法的比较	49
3.3 熔炼、浇注与清理	51
3.3.1 熔炼	51
3.3.2 浇注	53
3.3.3 铸件的落砂清理	53
3.4 铸件的质量检验与缺陷分析	54
3.4.1 铸件的质量检验	54
3.4.2 铸件的缺陷分析	54
3.5 自动化造型生产线	56
4 锻 压	58
4.1 概述	58
4.2 锻压方法	58
4.2.1 自由锻	58
4.2.2 模锻	67
4.2.3 板料冲压	70
4.2.4 特种锻压	75
4.3 锻压模具	79
4.3.1 锻模	79
4.3.2 冲模	80
4.4 锻件的质量检验与缺陷分析	81
4.4.1 锻件的质量检验	81

4.4.2 锻件的缺陷分析	81
4.5 锻压生产中的节能与环境保护	83
4.5.1 锻造加热炉的余热利用和节能方法	83
4.5.2 环境保护	84
5 焊 接	85
5.1 概述	85
5.2 常用焊接方法	85
5.2.1 手工电弧焊	85
5.2.2 气焊与气割	90
5.3 其他焊接方法与焊接新工艺简介	93
5.3.1 其他焊接方法	93
5.3.2 焊接新工艺简介	97
5.4 焊件的质量检验与缺陷分析	98
5.4.1 焊件的质量检验	98
5.4.2 焊件的缺陷分析	99
6 车 削	100
6.1 概述	100
6.2 车 床	101
6.2.1 车床的型号	101
6.2.2 卧式车床的组成	101
6.2.3 C6132 车床的传动系统	103
6.2.4 其他车床	104
6.3 车削基础	104
6.3.1 切削用量	104
6.3.2 车刀及其安装	105
6.3.3 工件的装夹	109
6.4 车削的基本工作	113
6.4.1 基本车削加工	113
6.4.2 孔加工	119
6.4.3 螺纹加工	121
6.4.4 成形面的加工	123
6.4.5 车床的其他加工	125
6.5 车削的质量检验	127
7 刨削、铣削、磨削及其他加工	129
7.1 概 述	129

7.2 刨削加工	129
7.2.1 刨床和插床	129
7.2.2 刨刀及其装夹	130
7.2.3 工件的装夹	131
7.3 铣削加工	132
7.3.1 铣床及其附件	133
7.3.2 铣刀的装夹	137
7.3.3 工件的装夹	138
7.3.4 铣削加工的基本工作	140
7.4 磨削加工	142
7.4.1 磨床	142
7.4.2 砂轮	144
7.4.3 磨削加工的基本工作	146
7.4.4 精密磨料加工	148
7.4.5 超精研	150
7.5 齿轮齿形加工	150
7.5.1 铣齿、滚齿、插齿	151
7.5.2 齿轮的精加工	152
8 钳 工	154
8.1 概 述	154
8.2 基本操作方法	154
8.2.1 划线	154
8.2.2 锯削	156
8.2.3 锉削	160
8.2.4 孔及螺纹的加工	163
8.2.5 攻螺纹与套螺纹	167
8.3 机械的装配	169
8.3.1 基本元件的装配	170
8.3.2 组件的装配	173
8.3.3 对装配工作的要求	174
8.4 装配自动化	175
9 特 种 加 工	176
9.1 特种加工的概念	176
9.2 电火花成形加工	177
9.2.1 电火花成形加工的基本原理	177
9.2.2 电火花成形加工必须具备的条件	178

9.2.3 电火花成形加工的特点	178
9.2.4 影响电火花加工精度的主要因素	178
9.2.5 电火花加工的应用	178
9.2.6 电火花加工的典型机床	179
9.3 电火花线切割加工	180
9.3.1 电火花线切割加工的原理	180
9.3.2 线切割加工的主要特点	180
9.3.3 影响电火花线切割加工的主要因素	180
9.3.4 线切割加工的应用范围	181
9.3.5 线切割加工机床	181
9.4 电化学加工	182
9.4.1 电解加工和电解磨削	182
9.4.2 电铸加工	183
9.5 超声波加工	184
9.6 激光加工	184
9.6.1 激光加工原理	184
9.6.2 激光加工的特点	185
9.6.3 激光加工的应用	185
9.7 增材制造技术(3D 打印)	186
9.7.1 概述	186
9.7.2 几种典型的增材制造技术	186
9.7.3 增材制造技术的特点	189
10 塑料成型	191
10.1 概述	191
10.2 塑料常用成型方法	191
10.2.1 压制成型	191
10.2.2 挤出成型	192
10.2.3 注射成型	192
10.2.4 压延成型	193
10.3 塑料的注射与压延成型设备	193
10.3.1 注射设备	193
10.3.2 压延设备	194
10.4 塑料成型的其他方法和后加工	195
10.4.1 塑料成型的其他方法	195
10.4.2 塑料的后加工	196
10.4.3 塑料的回收利用	196

11 数控加工	198
11.1 数控编程基础	198
11.1.1 数控编程概述	198
11.1.2 常用指令的编程要点	202
11.2 数控车削加工编程	211
11.2.1 数控车削编程概述	211
11.2.2 车削加工的编程要点	215
11.2.3 数控车削编程典型实例	220
11.3 数控铣削加工编程	224
11.3.1 数控铣削编程概述	224
11.3.2 常用指令的编程要点	227
11.3.3 铣削编程综合实例	235
11.4 加工中心	239
11.4.1 加工中心的特点	239
11.4.2 加工中心的分类	239
11.4.3 加工中心的主要加工对象	240
11.4.4 加工中心的自动换刀装置	241
11.4.5 加工中心的编程	243
11.4.6 加工中心的基本操作	244
参考文献	247
金工实习报告	249

0 绪 论

0.1 概述

金工实习是一门实践性的技术基础课,是机械类各专业学习机械制造的基本工艺和基本方法,完成工程基本训练,培养工程素质和创新精神的重要必修课。

金工实习课程的任务:了解机械制造的一般工艺过程和基本知识。熟悉机械零件的常用加工方法、所用主要设备的工作原理和典型机构、工夹量具以及安全操作技术,初步建立现代制造工程的概念。对简单零件具有进行工艺分析和选择加工方法的能力。在主要工种上应具备独立完成简单零件加工的实践能力。

金工实习课程的教学目标:学习工艺知识,增强工程实践能力,提高综合素质(包括工程素养),培养创新精神和创新能力。初步建立起责任、安全、质量、环保、团队、成本、管理、市场、创新等工程意识。

0.2 金工实习教学的基本要求

0.2.1 铸造

1) 基本知识

- ① 熟悉铸造生产工艺过程、特点和应用。
- ② 了解型砂、芯砂、造型、造芯、合型、熔炼、落砂、清理及常见铸造缺陷。熟悉铸件分型面的选择。掌握手工两箱造型(整模、分模、挖砂、活块等)的特点和应用。了解三箱造型及刮板造型的特点和应用。了解机械造型的特点和应用。
- ③ 了解常用特种铸造方法(例如消失模铸造等工艺)的原理、特点和应用。
- ④ 了解铸造生产安全技术、环境保护,并能进行简单经济分析。

2) 基本技能

掌握手工两箱造型的操作技能,具有对铸件进行初步工艺分析的能力。

0.2.2 锻压

1) 基本知识

- ① 熟悉锻压生产工艺过程、特点和应用。
- ② 了解坯料的加热、碳素钢的锻造温度范围和自由锻设备。掌握自由锻基本工序的特点。了解轴类和盘套类锻件自由锻的工艺过程。了解锻件的冷却及常见锻造缺陷。
- ③ 初步了解模锻的特点和锻模的结构。
- ④ 了解普通冲床、冲模和常见冲压缺陷。熟悉冲压基本工序。了解数控冲床的工作原理、特点和应用。

⑤ 了解锻压生产安全技术、环境保护,并能进行简单经济分析。

2) 基本技能

初步掌握自由锻和板料冲压的操作技能,具有对自由锻件和冲压件进行初步工艺分析的能力。

0.2.3 焊接

1) 基本知识

① 熟悉焊接生产工艺过程、特点和应用。

② 了解焊条电弧焊机的种类和主要技术参数、电焊条、焊接接头形式、坡口形式及不同空间位置的焊接特点。了解焊接工艺参数及其对焊接质量的影响。了解常见的焊接缺陷。了解典型焊接结构的生产工艺过程。

③ 了解气焊设备、气焊火焰、焊丝及焊剂的作用。

④ 了解其他常用焊接方法(埋弧焊、气体保护焊、电阻焊、钎焊等)的特点和应用。

⑤ 熟悉氧气切割原理、切割过程和金属气割条件。了解等离子弧切割或激光切割的原理、特点和应用。

⑥ 了解焊接安全技术、环境保护,并能进行简单经济分析。

2) 基本技能

能正确选择焊接电流及调整气焊火焰。初步掌握焊条电弧焊、气焊的平焊操作技能。

0.2.4 热处理及表面处理

① 了解钢的热处理原理、作用及常用热处理方法和设备。

② 了解表面处理概念、工艺与方法,例如激光表面处理等技术。

0.2.5 非金属材料成形

① 了解塑料、橡胶等材料的成形工艺及其模具结构。

② 了解陶瓷材料成形工艺。

③ 了解非金属材料的应用。

0.2.6 机械加工与特种加工

1) 基本知识

① 了解金属切削加工的基本知识。

② 了解车床的型号。熟悉卧式车床的组成、运动、传动系统及用途。

③ 熟悉常用车刀的组成和结构、车刀的主要角度及其作用。了解对刀具材料性能的要求,了解常用和超硬刀具材料的性能、特点和应用。

④ 了解轴类、盘套类零件的装夹方法的特点及常用附件的结构和用途。

⑤ 掌握车外圆、车端面、钻孔和车孔的方法。

⑥ 掌握车槽、车断及锥面。了解成形面、螺纹的车削方法。

⑦ 了解常用铣床、刨床和磨床的组成、运动和用途。了解其常用刀具和附件的结构、用途及简单分度的方法。

⑧ 熟悉铣削、磨削的加工方法。了解刨削和常用齿形的加工方法。

⑨ 了解常用特种加工加工方法的原理、方法、特点和应用。掌握电火花线切割的基本原理。

⑩ 了解数控车床、数控铣床、加工中心的组成、加工特点和应用。

⑪ 了解切削加工常用的方法所能达到的尺寸公差等级、表面粗糙度 R_a 值的范围及其测量方法。

⑫ 了解机械加工安全技术、环境保护,并能进行简单经济分析。

2) 基本技能

① 掌握卧式车床的操作技能,能按零件的加工要求正确使用刀、夹、量具,独立完成简单零件的车削加工。

② 熟悉铣床的基本操作方法,了解磨床的基本操作方法。

③ 能进行数控类机床,如数控切削机床、数控车床、数控铣床等的编程和操作,了解加工中心的编程和操作。

④ 具有对简单的工件进行初步工艺分析的能力。

0.2.7 钳工

1) 基本知识

① 熟悉钳工工作在机械制造及维修中的作用。

② 掌握划线、锯削、挫削、钻孔、攻螺纹和套螺纹的方法和应用。

③ 了解刮削的方法和应用。

④ 了解钻床的组成、运动和用途。了解扩孔、铰孔和铰孔的方法。

⑤ 了解机械部件装配的基本知识。

⑥ 了解自动化装配的概念。

2) 基本技能

① 掌握钳工常用工具、量具的使用方法;能独立完成钳工作业件。

② 具有装拆简单部件的技能。

在金工实习过程中,还要求安排课内外结合的综合工艺训练或设计与制作结合的创新训练。

0.3 金工实习守则

① 实习时按规定穿戴好劳动防护用品,不穿裙子,不穿拖鞋、凉鞋、高跟鞋等进厂。

② 遵守劳动纪律,不串岗、不迟到、不早退、不做与实习无关的事情,有事先请假。

③ 实习应做到专心听讲,做好笔记;仔细观察,勤于思考;认真操作,不怕脏、不怕苦、不怕累;按时完成并上交实习报告。

④ 爱护国家财产,注意节约水、电、油和各种原材料。

⑤ 尊重老师和师傅,搞好师生关系;加强团结与合作,搞好同学之间的关系。

⑥ 严格遵守各实习工种的安全技术,做到文明实习,保持良好的卫生风貌。

1 机械制造工程基本知识

1.1 概述

机械制造业是国民经济的支柱产业,它担负着向社会各行业提供各种机械装备的任务。机械制造业所提供装备的水平对国民经济各部门的技术进步、质量水平和经济效益有着直接的影响。

设计的机械产品必须经过制造,方可成为现实。从原材料(或半成品)到机械产品的全过程称为生产过程。制造过程是生产过程的最主要部分。图 1-1-1 为机械制造企业的运作过程,大致可分为生产决策、经营决策、制造加工三个主要层次。在市场经济条件下,企业生产的目的是向市场提供合格产品的同时获取相应的经济效益。企业在运作过程中主要解决两个问题:一是根据市场及其他条件决定制造什么产品(生产决策)并取得销售订单(经营决策);二是从技术和管理两方面进行生产组织,制造出合格的产品。产品的质量是企业生存与发展的根本保证,机械产品的质量是由机械制造生产过程决定的。

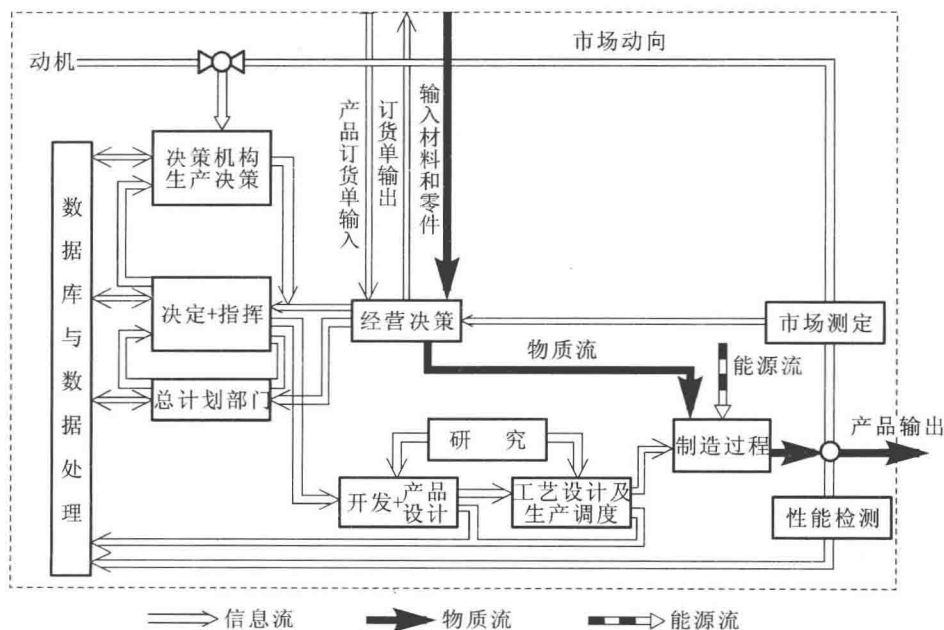


图 1-1-1 企业生产运作流程

1.2 机械产品的质量

机械产品是由若干机械零件装配而成的,机器的使用性能和寿命取决于零件的制造质量和装配质量。

1.2.1 零件的加工质量

零件的质量主要是指零件的材质、力学性能和加工质量等。零件的材质和力学性能在下一章中将有叙述。零件的加工质量是指零件的加工精度和表面质量。加工精度是指加工后零件的尺寸、形状和表面间相互位置等几何参数与理想几何参数相符合的程度。相符合的程度越高,零件的加工精度越高。实际几何参数对理想几何参数的偏离称为加工误差。很显然,加工误差越小,加工精度越高。零件的几何参数加工得绝对准确是不可能的,也是没有必要的。在保证零件使用要求的前提下,对加工误差规定一个允许的范围,称为公差。零件的公差越小,对加工精度的要求就越高,零件的加工就越困难。零件的精度包括尺寸精度、形状精度和位置精度;零件的表面质量是指零件的表面粗糙度、表面波度、表面层冷变形强化程度、表面残余应力的性质和大小以及表面层金相组织等。零件的加工质量对零件的使用有很大影响,其中我们考虑最多的是加工精度和表面粗糙度。

1) 尺寸精度

尺寸精度是指加工表面本身的尺寸(如圆柱面的直径)或几何要素之间的尺寸(如两平行平面间的距离)的精确程度,即实际尺寸与理想尺寸的符合程度。尺寸精度要求的高低是用尺寸公差体现的。“公差与配合”国家标准中将确定尺寸精度的标准公差分为 20 个等级,分别用 IT01、IT0、IT1、IT2、…、IT18 表示。从前向后,精度逐渐降低。IT01 公差值最小,精度最高。IT18 公差值最大,精度最低。相同的尺寸,精度越高,对应的公差值越小。相同的公差等级,尺寸越小,对应的公差值越小。零件设计时常选用的尺寸公差等级为 IT6 ~ IT11。IT12 ~ IT18 为未注公差尺寸的公差等级(常称为自由公差)。

考虑到零件加工的难易程度,设计者不宜将零件的尺寸精度标准定得过高,只要满足零件的使用要求即可。表 1-2-1 为公差等级选用举例。

表 1-2-1 公差等级选用

应用场合		公差等级 (IT)		应用举例与说明
量块		01、0、1		相当于量规 1~4 级
量规	高精度量规	1、2、3、4		用于检验介于 IT5 与 IT6 级之间工件的量规的尺寸公差
	低精度量规	5、6、7		
配合尺寸	个别特别重要的精密配合		0、1	少数精密仪器
	特别重要的精密配合	孔	3、4、5	精密机床的主轴颈、主轴箱的孔与轴承的配合
		轴	2、3、4	
	精密配合	孔	6、7、8	机床传动轴与轴承,轴与齿轮、皮带轮,夹具上钻套与钻模板的配合等。最常用配合为孔 IT7、轴 IT6
		轴	5、6、7	

续表 1-2-1

应用场合			公差等级 (IT)	应用举例与说明
配合尺寸	中等精度配合	孔	9、10	速度不高的轴与轴承、键与键槽宽度的配合等
		轴	8、9、10	
	低精度配合		11、12、13	铆钉与孔的配合
非配合尺寸、未注公差尺寸			12 ~ 18	包括冲压件、铸件公差等
原材料公差			8 ~ 13	

2) 形状精度和位置精度

形状精度是指零件上的几何要素线、面的实际形状相对于理想形状的准确程度。位置精度是指零件上的几何要素点、线、面的实际位置相对于理想位置的准确程度。形状和位置精度用形状公差和位置公差 (简称形位公差) 来表示。“形位公差”国家标准中规定的控制零件形位误差的项目及符号如表 1-2-2 所示。

表 1-2-2 形位公差项目及符号

分 类	项 目	符 号	分 类	项 目	符 号
形 状 公 差	直线度		位 置 公 差	定向	平行度
	平面度				垂直度
	圆 度				倾斜度
	圆柱度		定位	同轴度	
	线轮廓度			对称度	
	面轮廓度			位置度	
			跳动	圆跳动	
				全跳动	

对于一般机床加工能够保证的形位公差要求,图样上不必标出,也不作检查。对形位公差要求高的零件,应在图样上标注。形位公差等级分 1 ~ 12 级 (圆度和圆柱度分为 0 ~ 12 级)。同尺寸公差一样,等级数值越大,公差值越大。

3) 表面粗糙度

零件的表面总是存在一定程度的凹凸不平,即使是看起来光滑的表面,经放大后观察,也会发现凹凸不平的波峰波谷。零件表面的这种微观不平度称为表面粗糙度。表面粗糙度是在毛坯制造或去除金属加工过程中形成的。表面粗糙度对零件表面的结合性能、密封、摩擦、磨损等有很大影响。

国家标准规定了表面粗糙度的评定参数和评定参数的允许数值。最常用的就是轮廓算术平均偏差 R_a 和不平度平均高度 R_z , 单位为 μm 。一般零件的工作表面粗糙度 R_a 值在 $0.4 \sim 3.2 \mu\text{m}$ 范围内选择。非工作表面的粗糙度 R_a 值可以选得比 $3.2 \mu\text{m}$ 大一些,而一些