

中等专业学校教材

机械制造 ——实习教材

刘 榴 主编



西北电讯工程学院出版社

中等专业学校教材

机械制造——实习教材

刘 榴 主编

西北电讯工程学院出版社

1984.11

内 容 简 介

本书是根据中专电子机械类专业的《中专机械类专业基础课》教材编写大纲编写的。

全书共六章，内容包括：金属材料及热处理、零件加工精度、常用量具及冷却润滑液等基本知识；铸造、锻造和焊接的操作工艺以及钳工、车工、铣工、刨工、镗床工和磨工等操作技术。其中钳工、车工和铣工是以固定工种的教学要求编写的。本书选材以机械制造入门知识和操作技术为主，并注意了扩大知识面和后续理论教学的需要，内容较为系统且便于组织教学。

本书可供中等专业学校机械类专业教学实习使用，也可供培训青年工人及有关技术工人、技术人员参考。

中等专业学校教材

机械制造——实习教材

刘 榴 主编

西北电讯工程学院出版社出版

西北电讯工程学院印刷厂印刷

陕西省新华书店发行 各地新华书店经售

开本 787×1092 1/16 印张 16 字数 384 千字

1984年11月第一版 1984年11月第一次印刷 印数 1—10,000

统一书号：15322·9

定价：2.90 元

出版说明

根据国务院关于高等学校教材工作分工的规定，我部承担了全国高等学校工科电子类专业课教材的编审、出版的组织工作。从一九七七年底到一九八二年初，由于各有关院校，特别是参与编审工作的广大教师的努力和有关出版社的紧密配合，共编审出版了教材 159 种。

为了使工科电子类专业教材能更好地适应社会主义现代化建设培养人才的需要，反映国内外电子科学技术水平，达到“打好基础、精选内容、逐步更新、利于教学”的要求，在总结第一轮教材编审出版工作经验的基础上，电子工业部于一九八二年先后成立了高等学校《无线电技术与信息系统》、《电磁场与微波技术》、《电子材料与固体器件》、《电子物理与器件》、《电子机械》、《计算机与自动控制》，中等专业学校《电子类专业》、《电子机械类专业》共八个教材编审委员会，作为教材工作方面的一个经常性的业务指导机构，并制定了一九八二~一九八五年教材编审出版规划，列入规划的教材、教学参考书、实验指导书等共 217 种选题。在努力提高教材质量，适当增加教材品种的思想指导下，这一批教材的编审工作由编审委员会直接组织进行。

这一批教材的书稿，主要是从通过教学实践、师生反映较好的讲义中评选择优和从第一轮较好的教材中修编产生出来的。广大编审者，各编审委员会和有关出版社都为保证和提高教材质量作出了努力。

这一批教材，分别由电子工业出版社、国防工业出版社、上海科学技术出版社、西北电讯工程学院出版社、湖南科学技术出版社、江苏科学技术出版社、黑龙江科学技术出版社和天津科学技术出版社承担出版工作。

限于水平和经验，这一批教材的编审出版工作肯定还会有许多缺点和不足之处，希望使用教材的单位、广大教师和同学积极提出批评建议，共同为提高工科电子类专业教材的质量而努力。

电子工业部教材办公室

前 言

本教材由中等专业学校《电子机械类专业》教材编审委员会《中专机械类专业基础课》教材编审小组约请编写，并推荐出版。

本教材由天津无线电机学校刘榴担任主编。武汉无线电工业学校夏梓桥担任主审。编审者均依据专业基础课编审小组审定的编写大纲进行编写和审阅。

本教材的参考教学时数为100学时。其主要内容为金属材料及热处理、零件加工精度、常用量具及冷却润滑液等基本知识；铸造、锻造和焊接等热加工及钳工、车工、铣工、刨工、镗床工和磨工等切削加工的加工范围、适用情况、常用加工设备和工具的结构和使用方法，重点阐述基本操作技术。使用本教材时，应注意落实第一章的内容，各实习工种除讲解本工种内容外，还应选讲第一章中本工种应用到的全部内容，并给学生指定阅读范围，布置复习题，以帮助学生尽快掌握操作技能和巩固教学实习内容。对操作注意事项、废品原因分析、设备的维护和保养、安全技术等，教材中仅编入基本内容，教学实习中尚需根据具体情况加以补充。

本教材由刘榴编写第一、二、三章，杨云舫、杨光顺、金福敏分别编写第四、五、六章。刘榴统编全书。由于编者水平有限，书中难免存在一些缺点和错误，殷切希望广大读者批评指正。

编者

目 录

绪言

- 一、实习的意义和目的..... 1
- 二、文明生产与安全技术..... 1
- 三、生产管理知识..... 3

第一章 基本知识

- § 1-1 金属材料及热处理..... 5
 - 一、金属材料的机械性能..... 5
 - 二、常用金属材料..... 5
 - 三、钢的热处理..... 7
- § 1-2 零件的加工精度..... 8
 - 一、尺寸精度..... 8
 - 二、形状和位置公差..... 13
 - 三、表面粗糙度..... 21
- § 1-3 常用量具..... 22
 - 一、钢尺..... 22
 - 二、卡钳..... 23
 - 三、刀口尺..... 24
 - 四、角尺..... 24
 - 五、厚薄规..... 25
 - 六、游标卡尺..... 25
 - 七、高度游标尺..... 28
 - 八、百分尺..... 28
 - 九、百分表..... 30
 - 十、万能游标量角器..... 32
- § 1-4 切削加工常用冷却润滑液..... 34
 - 一、冷却润滑液的作用..... 34
 - 二、冷却润滑液的种类..... 34
 - 三、冷却润滑液的选用..... 34

第二章 铸造、锻造和焊接

- § 2-1 铸造..... 36
 - 一、型砂..... 36
 - 二、模型与型芯盒的制造..... 37
 - 三、造型的基本操作..... 39
 - 四、手工造型的主要方法..... 40
 - 五、造型芯..... 43
 - 六、铸铁的熔化与浇注..... 45

- 七、铸件的落砂、清理及主要缺陷..... 47
- § 2-2 锻造..... 47
 - 一、金属的加热..... 48
 - 二、手工自由锻..... 49
 - 三、机器自由锻和胎模锻..... 55
- § 2-3 焊接..... 57
 - 一、手工电弧焊..... 57
 - 二、气焊和气割..... 61
 - 三、钎焊..... 65

第三章 钳工

- § 3-1 概述..... 67
- § 3-2 划线..... 68
 - 一、划线工具..... 68
 - 二、划线前的准备工作..... 70
 - 三、划线方法及步骤..... 71
- § 3-3 錾削..... 74
 - 一、錾削工具..... 74
 - 二、錾削操作方法..... 75
- § 3-4 锯割..... 77
 - 一、手锯..... 77
 - 二、锯割操作方法..... 78
- § 3-5 锉削..... 80
 - 一、锉刀..... 80
 - 二、锉削操作方法..... 81
- § 3-6 钻孔、扩孔和铰孔..... 84
 - 一、钻孔设备..... 85
 - 二、钻孔..... 86
 - 三、扩孔和铰孔..... 94
 - 四、铰孔..... 95
- § 3-7 攻丝和套扣..... 97
 - 一、攻丝..... 97
 - 二、套扣..... 99
- § 3-8 矫正、弯曲和铆接..... 100
 - 一、矫正..... 100
 - 二、弯曲..... 101
 - 三、铆接..... 103

§ 3-9 刮削和研磨	104	§ 4-10 车螺纹	159
一、刮削	104	一、概述	159
二、研磨	109	二、螺纹车刀及其安装	160
第四章 车工		三、机床的调整	161
§ 4-1 概述	112	四、三角螺纹的车削	162
§ 4-2 车床	114	五、蜗杆和多头螺纹的车削	164
一、普通车床	114	§ 4-11 复杂零件的安装与加工	168
二、其它车床	115	一、在心轴上加工工件	168
§ 4-3 车刀及其安装	116	二、偏心工件的加工	169
一、车刀	116	三、在花盘和角铁上加工工件	170
二、车刀的刃磨	119	四、中心架和跟刀架的使用	172
三、车刀的安装	120		
§ 4-4 车外圆	121	第五章 铣工	
一、外圆车刀	121	§ 5-1 概述	175
二、工件的安装	122	§ 5-2 铣床	177
三、切削用量的选择	125	一、X62W型卧式万能铣床	177
四、外圆车削	126	二、其它类型铣床	178
五、常见废品及其产生原因	127	§ 5-3 铣刀和工件的安装	179
§ 4-5 车端面 and 阶台	128	一、铣刀的安装	179
一、车端面 and 阶台用的车刀	128	二、工件的安装	181
二、端面的车削	129	§ 5-4 铣平面	183
三、阶台的车削	130	一、铣平面	183
四、端面 and 阶台的测量	131	二、铣垂直面 and 平行面	185
五、常见废品及其产生原因	131	三、铣斜面	187
§ 4-6 切断与切槽	132	四、铣阶台	189
一、切断刀	132	§ 5-5 铣槽与切断	190
二、切断和切外沟槽	134	一、铣键槽	190
三、切断时常见的问题	136	二、铣V形槽、T形槽 and 燕尾槽	193
四、常见废品及其产生原因	137	三、切断	195
五、轴类零件车削步骤举例	137	四、V形铁的铣削步骤举例	196
§ 4-7 钻孔、镗孔 and 铰孔	139	§ 5-6 万能分度头	198
一、钻孔	139	一、分度头的构造、功用、使用与维护	198
二、镗孔	141	二、简单分度法	200
三、铰孔	143	三、差动分度法	200
四、盘套类零件车削步骤举例	145	§ 5-7 铣多面体、花键轴 and 离合器	202
§ 4-8 车圆锥面	146	一、铣多面体	202
一、圆锥的各部分名称 and 计算	147	二、铣花键轴	203
二、圆锥体的车削方法	148	三、铣齿式离合器	204
三、车圆锥孔的方法	152	§ 5-8 铣螺旋槽 and 等速凸轮	208
四、圆锥的测量	152	一、铣螺旋槽	208
§ 4-9 车特形面 and 滚花	154	二、铣等速凸轮	210
一、车特形面	154	§ 5-9 铣齿轮	213
二、滚花	157	一、铣直齿圆柱齿轮	213

二、铣直齿圆锥齿轮	214	四、龙门刨床和插床	227
§ 5-10 插齿和滚齿	215	§ 6-2 镗床工	229
一、插齿加工	216	一、镗床及镗孔刀具	229
二、滚齿加工	217	二、镗床上完成的工作	232
第六章 刨工、镗床工和磨工		§ 6-3 磨工	233
§ 6-1 刨工	219	一、概述	233
一、概述	219	二、砂轮	235
二、牛头刨床	220	三、万能外圆磨床	240
三、刨削方法	222	四、其它磨床的工作特点	243

绪 言

一、实习的意义和目的

机械制造在工业、农业、商业、国防和科学技术等各个部门中应用十分广泛，它在祖国四化建设中，要为国民经济各部门提供各种机械装备，以推动生产发展和科学技术的进步，促进社会主义经济的全面高涨。

每一种机械装备都是由许多机械零部件组成的。这些机械零件(如轴、轴承、齿轮、套、盘、支架、壳体、螺钉、螺母等)，绝大部分要采用铸造、锻造、焊接等热加工方法和车削、铣削、刨削、磨削及钳工加工等切削加工方法来制造。因而掌握机械制造方面的理论和实际知识及有关基本操作方法与技能，是机械工程技术人员的必备条件。

机械制造实习是机械类专业教学中的一个重要环节。它是根据培养目标的要求，有计划地组织学生到各种生产和实际工作环境中去进行学习、实践和锻炼，使学生获得丰富的感性知识，为学习后续课程及今后从事机械设计和制造工作打下实践基础。因此，它是培养既具有一定基础理论又具有较强实践能力的工程技术人员的必经之路，是使培养的人才具有“能文能武”特色、具有较强的劳动观点的有力保证。

通过机械制造实习，应达到以下的目的与要求：

1. 掌握钳工、车工和铣工的基本操作技能；了解刨工、镗床工、磨工、铸工、锻工和焊接工的基本操作方法。
2. 掌握热加工、切削加工的应用范围、常用加工设备、工具、被加工材料和零件的加工质量等基本知识。
3. 掌握常用工、夹、量具的使用、维护方法。
4. 能正确组织工作位置，做到文明生产和安全生产，懂得基本的生产管理知识。
5. 使理论学习与生产实际密切结合，为继续学习理论和今后工作打下实践基础。
6. 培养分析和解决一般生产技术问题的能力。
7. 培养劳动观点

机械制造实习教材是为实习教学需要编写的。它是劳动人民生产实践经验的总结。在实习过程中，要边学习、边实践，要不怕苦、不怕累，要把脑力劳动和体力劳动结合起来，努力用前人的经验来指导我们的实际操作，尽快掌握操作技能，努力把现场观察和亲自实践获得的感性知识加以总结和提高，在分析和解决生产实际问题的过程中做到学用结合。

二、文明生产与安全技术

文明生产就是要以现代科学技术为基础，有秩序地组织生产。其基本内容有：

(一) 设备的润滑和保养

做好设备的润滑和保养，是为了使设备处于正常工作状态，保证生产顺利进行，而且能保证零件的加工质量和延长设备的使用寿命。

润滑设备常用的润滑油有20号、30号或40号机械油及钙基润滑脂(黄油)等。

润滑的主要方式有：

1. 浇油润滑 将外露表面擦净后用油壶浇油。
2. 弹子油杯润滑 用油壶的油嘴把弹子掀下，注入润滑油(图1a)。

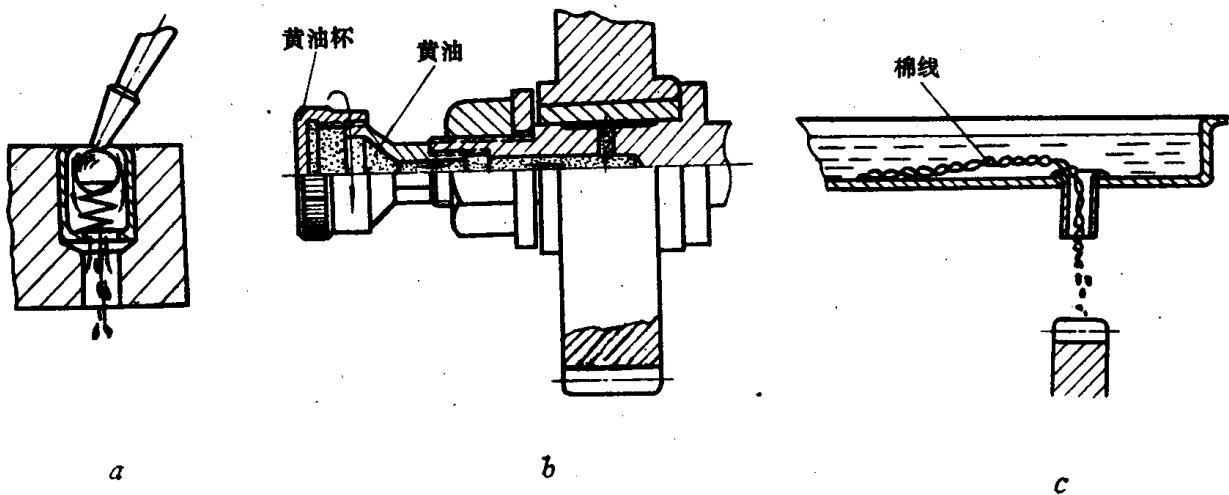


图1 润滑的方式

3. 黄油杯 在黄油杯中装满润滑脂，拧紧油杯盖时，润滑脂就被挤到需润滑部位(图1b)。
4. 油绳润滑 把棉线浸在油槽内，利用毛细管作用把油引到需润滑部位(图1c)。
5. 溅油润滑 利用旋转的零件把油池内的润滑油飞溅到需润滑部位。
6. 油泵润滑 利用油泵把油压入需润滑部位。

润滑油的加油周期有每班一次或数次，也有每隔几天一次的，换油周期为数月一次；设备的润滑位置和具体要求，见设备润滑说明书或设备上标牌的说明。

设备运转一段时间后需进行一级保养。保养工作以操作工人为主，维修工人配合进行。其主要内容和要求是：

1. 清洗、检查设备外部，调整和补齐损缺零件。
2. 清洗、检查设备内部，调整松动的紧固件或零件间的配合间隙。
3. 清洗、检查润滑装置，要求油路畅通，油标醒目。
4. 清除电器设备上的脏物。

(二) 设备的正确操作

1. 了解设备的性能、功用、各手柄位置和操作具体要求。
2. 开车前，检查外部和安全装置是否完好，操纵手柄应处在空挡位置，手动运动部件确认无故障后，试车1~2分钟。
3. 根据图纸和工艺要求，正确装夹工件和刀具，并调整设备。
4. 工作中要变换速度时，必须先停车，发现异常现象时，要立即停车检查。
5. 严防重物碰撞和污物弄脏设备，重要部位(如机床导轨、工作台面)上不准放工件、工具或其他物品。
6. 工作结束后，扫除切屑，清洗设备，添加润滑液。将部件调整到正常位置，切断电源。

(三) 正确组织工作位置

1. 工作时要用的工、夹、量具和工件，应根据取放方便的原则布置在操作者的周围，如右手取用的就放右边，常用的放得靠近些等。物件要有固定位置，用完放回原处。

2. 工具箱内的物品要分类放置，重物放在下面，精密的物件要特别放置，并保持清洁整齐。

3. 图纸和工艺文件的放置应便于阅读，有利保持清洁完整。

4. 毛坯、半成品和成品应分别放置整齐，便于取放。

5. 工作位置周围应经常保持清洁。

此外，还要做到正确使用工、量具，不准用扳手代替榔头或用钢尺代替起子等。量具用完要擦净、涂油、放入盒内。

安全技术是在生产过程中，为防止人身伤害事故和工量具、设备损坏事故而采取的技术措施。它是生产顺利进行的重要保证。

安全技术措施的内容是多方面的，我们必须认真学习和严格遵守有关的规章、制度和各项安全操作规程，这里列举主要内容如下：

1. 设备上的安全装置必须完好有效。

2. 个人防护用品要齐全。如穿工作服、戴套袖、女同志戴工作帽，切屑飞溅和闪光刺眼处要戴防护眼镜等。

3. 工件、刀具、锤头与锤柄的安装必须牢固，防止飞出伤人。搬运重物要稳妥，防止砸伤。

4. 操作时，必须精神集中，不得擅自离开设备和做与操作无关的事。两人以上同时操作一台设备时，要分工明确，配合协调，防止失误。离开设备，须切断电源。

5. 手和身体要远离设备的运动部件，不准用手去阻止部件运动。设备开动时，不能测量工件，也不要用手去摸工件表面。

6. 热加工要防止烫伤；切削加工的切屑要用钩子清除或刷子清扫，不得用手直接清除或用咀吹；要注意用电安全，防止触电等。

7. 装卸、测量工件必须先停车。

8. 其它电器、设备，未经许可不能使用。

三、生产管理知识

我国社会主义工业企业是从事工业生产活动的营利性经济组织。它的基本任务是为社会提供价廉物美的产品，以满足人民日益增长的物质和文化生活的需要；同时还要为社会主义建设扩大再生产积累资金。因此，它必须以生产为中心，全面完成各项经济技术指标和国家计划。

企业管理的内容大致可分为生产管理和经营管理两部分。生产管理主要包括生产准备和技术准备过程(如生产计划编制，产品设计、工艺规程拟定等)，直接从事零件制造和产品装配直至产品包装入库的基本生产过程和为基本生产服务的辅助生产过程(如专用工具制造、设备维修和大修等)。经营管理主要包括原材料、动力等物资的供应，产品销售，市场调查、预测和为用户服务，设备和劳动力的调整、补充，厂房的改造或扩建等。

中、小型企业管理的组织形式一般是采取直线职能制的方式，把企业各项工作组织起来。直线管理的层次多分为三级，即厂部、车间和小组。规模较大、产品较复杂的企业可分

四级，即在车间下增设工段一级。生产技术较简单的小企业也可实行两级管理。上级领导人直接指挥下级，下级领导人对上级负责。职能管理是按专业特点划分若干个职能部门，各职能部门是领导人的助手和参谋。职能管理的内容有计划、生产、技术、质量、设备、供销、后勤、劳动工资和人事、财务和成本及政治思想工作等。

企业综合全面管理工作的主要内容有：技术与质量、计划与生产以及经济核算。因此企业中的每个职工都必须对自己的工作讲求质量和经济效益，按计划进度完成自己所承担的任务。

随着生产力水平和生产社会化程度的提高，企业管理也要不断改革。目前我国正从实际情况出发，努力建立具有社会主义特点的中国式的企业管理制度。

第一章 基本知识

§1-1 金属材料及热处理

在生产中我们要用各种工具来加工零件，这些工具和零件是用什么金属材料制造的，它们的性能如何，用什么热处理方法可以改变材料的性能，使其便于加工和满足使用的技术要求，这些都是必须掌握的基本知识。

一、金属材料的机械性能

金属材料在外力作用下所表现出来的性能叫金属材料的机械性能。

(一) 强度

材料在外力作用下抵抗变形和破坏的能力叫强度。抵抗外力的能力越大，强度就越高。强度的单位是帕^[1]。按照作用力性质的不同，可分为抗拉强度、抗压强度和抗弯强度等。

(二) 弹性和塑性

材料在外力作用下会产生变形。如果外力去除后变形全部消失，这种变形叫弹性变形，材料的这种性质叫弹性。如果外力去除后变形仍保留下来，这种变形叫塑性变形或永久变形，材料的这种性质叫塑性。产生塑性变形程度越大的材料，塑性越好。塑性的大小可用延伸率表示，它是材料受拉力作用断裂时，伸长的长度与原有长度的百分比。

(三) 硬度

材料抵抗硬物压入的能力叫硬度。生产上常用衡量材料软硬程度的指标有两种，对硬度不高的材料多用布氏硬度，用符号 HB 表示，单位是帕，但一般只写数值，如 HB 200 即表示硬度值近似为 $200 \times 10^7 \text{ Pa}$ 。数值越大，材料越硬。对硬度较高的材料多用 C 种洛氏硬度，用符号 HRC 表示，洛氏硬度没有单位，直接用数值表示，如 HRC 42。数值越大，材料越硬。

(四) 冲击韧性

材料在冲击力作用下抵抗破坏的能力叫冲击韧性。抵抗冲击力能力越大的材料，韧性越好。

二、常用金属材料

生产中常用的金属材料有黑色金属和有色金属两大类。黑色金属材料包括钢和铸铁。黑色金属材料以外的其它金属材料都属有色金属。钢和铸铁都是铁碳合金。铸铁的含碳量在 2% 以上，钢的含碳量在 2% 以下。钢的种类很多，按化学成份分，有碳素钢和合金钢；按含碳量分，有低碳钢、中碳钢和高碳钢；按钢中有害杂质硫、磷的含量多少分，有普通钢、优质钢和高级优质钢；按钢的用途分，有结构钢、工具钢和特殊用途钢等。

[1] 帕是国际单位制的应力单位， $1 \text{ Pa} = 1 \text{ N/m}^2$ 。工程单位制的应力单位是 kgf/cm^2 ，换算关系是 $1 \text{ kgf/cm}^2 \approx 10^5 \text{ Pa}$ 。

（一） 结构钢

结构钢用来做建筑构件及机器零件。

1. 普通碳素结构钢

普通碳素结构钢内含有较多硫、磷等杂质，用于制造不重要的机器零件。它分以下三种：

甲类钢 这类钢只保证机械性能，不保证化学成份，多轧制成棒材、板材、条材和型材（圆、方、角、工字型、槽型等）使用，一般不经过热加工或热处理。甲类钢的钢号用A表示，如A1、A2、……A7。A字后面的数字越大，钢的强度和硬度越高，塑性则越低。

乙类钢 这类钢只保证化学成份，不保证机械性能，使用时常进行锻造和热处理。乙类钢的钢号用B表示，如B1、B2、……B7。B后面的数字越大，含碳量越高，强度和硬度越高。

特类钢 这类钢既保证机械性能，又保证化学成份，用代号C表示。生产中应用较少。

2. 优质碳素结构钢

优质碳素结构钢既保证钢的机械性能，又保证钢的化学成份，同时钢中的杂质含量较低，故多用来制造重要的机器零件。

优质碳素结构钢的钢号用两位数字表示，这两位数字表示钢中平均含碳量的万分数。如45号钢，其平均含碳量是万分之四十五，即0.45%。

08、10、15、20、25号钢是低碳钢，塑性、韧性和焊接性能好，易于冲压加工，但强度低，多用来制造受力不大的零件，如螺钉、小轴、拉杆、容器、冲压件和焊接构件等。15、20和25号钢，经过渗碳热处理后，可制成能承受冲击力作用的耐磨小零件，如小轴、齿轮等。

30、40、45、50号钢是中碳钢，强度、硬度、塑性和韧性都较好、广泛用于制造较重要的机器零件，如轴、丝杆、齿轮、键、销钉、螺钉等。经调质热处理后，其综合机械性能更好。

55、60、65号钢含碳量较高，淬火后有较好的弹性，用来制造弹簧等零件。

3. 合金结构钢

在碳素结构钢中加入一种或数种合金元素，就成为合金结构钢。它具有优良的综合机械性能和好的热处理工艺性，用来制造各种重要的机器零件及构件。常用的合金结构钢有20Cr、20Mn₂B、40Cr、40MnB等。当合金元素的含量少于1.5%时，钢号中只标明元素，不注明其含量，如果合金元素含量等于或大于1.5%、2.5%……，则相应以2、3……表示。

（二） 工具钢

工具钢用来制造各种刀具、量具和模具。工具钢应具有高的强度、硬度和耐磨性，对于受冲击力作用的工具，还要求有良好的韧性。

碳素工具钢的含碳量在0.7~1.3%之间，主要用来制造铰子、锯条、锉刀、刮刀、手铰刀、手丝锥等手用工具。钢号用“碳”或“T”表示，数字表示钢中平均含碳量的千分数，如“碳10”或“T10”表示含碳量为1%的碳素工具钢。高级优质碳素工具钢中杂质含量更低，在钢号后面加“高”或“A”字，如“碳10高”或“T10A”。

合金工具钢有更好的耐热性及热处理工艺性，用来制造切削速度较高、形状较复杂等要求较高的工具。常用合金工具钢有Cr12、9SiCr、9Mn₂V、CrWMn等。

高速钢是含有较多合金元素的工具钢，能耐500~600℃的高温，用来制造切削速度更高一些的刀具。常用高速钢有W18Cr4V和W6Mo5Cr4V2。

（三） 灰口铸铁

铸铁的含碳量一般为2.2~3.8%，按照碳在铸铁中存在形式的不同，可分为白口铸铁、

灰口铸铁和球墨铸铁等。

在灰口铸铁中，碳的大部分以片状石墨的形式存在，断口呈暗灰色。灰口铸铁性软而脆，抗拉强度低，但抗压强度高，不易焊接，有良好的铸造性、切削加工性、抗磨性和消震性，价格低廉，因而广泛用来制造机器的机身、底座、壳体、支架等。灰口铸铁的牌号有HT20-40、HT 15-33等，“HT”是“灰铁”汉语拼音的字首，后面两组数字，前者表示最低抗拉强度，后者表示最低抗弯强度。

（四）铜和铜合金

纯铜又叫紫铜，有良好的导电性，导热性和塑性，熔点较高，但强度低，多用来制造导电零件。

铜与锌的合金叫黄铜。除黄铜外的铜合金都叫青铜。黄铜有较好的机械性能和抗蚀性，用来制造螺钉、管接头和冲压件等。青铜分为锡青铜和无锡青铜。锡青铜有良好的耐磨性和抗蚀性，用来制造轴承、蜗轮等耐磨性要求高的零件。无锡青铜是锡青铜的代用品，价格低廉，而且强度较高。

（五）铝和铝合金

纯铝有良好的导电性、导热性和塑性，但强度低，主要用来制造导电零件。

在纯铝中加入硅、铜、镁、锰等合金元素，即可制成机械性能较高的铝合金。铝合金可分为铸造铝合金和变形铝合金，后者又可分为硬铝、锻铝和防锈铝等。铝合金广泛用于制造轻质零件。

三、钢的热处理

钢的热处理是将钢在固态下加热、保温和冷却，以改善材料机械性能的一种加工工艺。常用的热处理工艺有以下几种：

（一）淬火

将钢加热到淬火温度，保温一段时间，然后在水、盐水或油中急速冷却，这个操作过程叫淬火。淬火的目的是提高钢的硬度和强度。但是钢在淬火后性能较脆，同时在急速冷却过程中，由于零件里外温差及组织变化的原因，使内部产生较大的应力。

（二）回火

将淬火后的零件加热到回火温度，保温一段时间，然后在油或空气中冷却，这个操作过程叫回火。回火的目的是消除淬火件中的内应力，减少脆性。回火后，零件的强度、硬度略有降低，但韧性有提高。

（三）退火

将钢加热到退火温度，保温一段时间，然后在炉内或埋入导热差的材料中，使其缓慢冷却，这个操作过程叫退火。退火的目的是消除铸件、锻件、焊接件的内应力和组织的不均匀性，还可以细化晶粒、降低硬度，以便于切削加工或为淬火准备条件。

（四）正火

将钢加热到正火温度，保温一段时间，然后在空气中冷却，这个操作过程叫正火。正火的目的是细化晶粒，增加钢的强度与韧性，减少内应力，以改善低碳钢的切削加工性。正火的加热和保温情况与退火一样，所不同的是冷却速度比退火快，所以正火钢的强度、硬度比退火钢的高，塑性比退火钢的低，同时由于缩短了冷却时间，故经济性较好。

(五) 调质

淬火后进行高温回火，就叫调质。调质的目的是提高钢件的强度和韧性，获得良好的综合机械性能。很多重要的轴、丝杆、齿轮等零件常进行调质热处理。

(六) 渗碳

将碳原子渗入钢件表面的过程叫渗碳。渗碳的目的是提高低碳钢零件表面的含碳量，随后经过淬火、回火，使零件表面获得高的硬度和耐磨性，而中心仍保持较好的韧性。

§ 1-2 零件的加工精度

在机械制造中，如果从制成的相同规格的一批零件中，任取一件，不需修配就能装配到机械设备上，而且达到规定的质量要求，这样的零件就称为有互换性的零件。

在生产中应用互换性，可以提高产品质量和劳动效率，降低生产成本，而且便于维修和实行专业化生产。

互换性取决于几何参数、理化性能、机械性能、电气性能和其它参数。这里仅介绍几何参数的互换性。几何参数是指零件尺寸大小、几何形状（宏观、微观）以及相互的位置等。为了满足互换性的要求，零件的几何参数最好做得完全一致，但在实践中却是不可能的。实际上，只要零件的几何参数限制在一定的变动范围内，就能达到互换性要求。

零件的加工精度是衡量零件加工质量的主要指标。零件加工精度越高，允许零件几何参数的变动量就越小，加工所得零件的几何参数与图纸规定的几何参数就越接近，这样就有利实现互换性生产。但是要求过高的加工精度，会增加制造的困难和产品的成本，因此，设计产品时，要规定合理的加工精度，加工零件时，要按照规定的精度生产。

一、尺寸精度

有关尺寸、公差与配合的基本知识如下：

(一) 基本尺寸

设计时给定的尺寸叫基本尺寸。如图 1-1 中圆柱销的直径是 16 mm，长度是 40 mm，图纸上标注的 16 (ϕ 表示直径) 和 40 就是基本尺寸。

(二) 极限尺寸

允许尺寸变化的两个界限值，它是以基本尺寸为基本参数来确定的。两个界限值中较大的

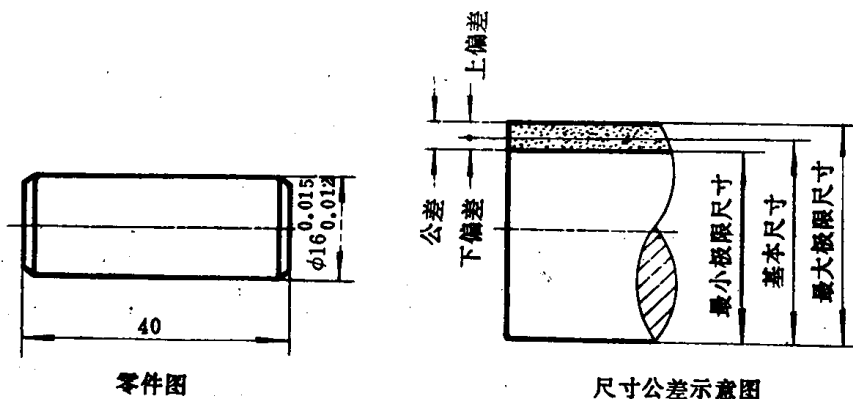


图1-1 圆柱销

一个称为最大极限尺寸，较小的一个称为最小极限尺寸。极限尺寸可能大于、等于、小于基本尺寸。图示圆柱销直径的最大极限尺寸是 16.015 mm，最小极限尺寸是 15.988 mm。

(三) 实际尺寸

通过测量得到的零件尺寸，称为零件的实际尺寸。由于存在测量误差，所以实际尺寸并非尺寸的真值。合格零件的实际尺寸不得大于最大极限尺寸，也不得小于最小极限尺寸。这就是说，极限尺寸是实际尺寸允许的变动范围的两个界限值。如果有加工好的四件圆柱销，测得其实尺寸分别为 16.012 mm、15.990 mm、16.020 mm 和 15.980 mm，则前两件合格，后两件不合格（图 1-1）。

(四) 尺寸偏差（简称偏差）

某一尺寸减其基本尺寸所得的代数差称为尺寸偏差。最大极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差叫上偏差；最小极限尺寸减其基本尺寸所得的代数差叫下偏差。上偏差与下偏差统称为极限偏差。用公式表示为：

$$\text{上偏差} = \text{最大极限尺寸} - \text{基本尺寸} \quad (1-1)$$

$$\text{下偏差} = \text{最小极限尺寸} - \text{基本尺寸} \quad (1-2)$$

公式 (1-1)、(1-2) 也可化为：

$$\text{最大极限尺寸} = \text{基本尺寸} + \text{上偏差} \quad (1-3)$$

$$\text{最小极限尺寸} = \text{基本尺寸} + \text{下偏差} \quad (1-4)$$

在零件工作图上，通常不标注极限尺寸而标注基本尺寸和上、下偏差值。如图 1-1 所示的圆柱销，图上注明基本尺寸为 $\phi 16$ mm，上偏差为 +0.015 mm，下偏差为 -0.012 mm。

上偏差和下偏差的数值可以都是正值，如 $\phi 16 \begin{smallmatrix} +0.023 \\ -0.018 \end{smallmatrix}$ ，表示最大和最小极限尺寸都大于基本尺寸。上偏差和下偏差的数值也可以都是负值，如 $\phi 16 \begin{smallmatrix} -0.032 \\ -0.050 \end{smallmatrix}$ ，表示最大和最小极限尺寸都小于基本尺寸。上偏差和下偏差的数值也可以其中之一为零值，如 $\phi 16 \begin{smallmatrix} +0.027 \\ 0 \end{smallmatrix}$ ，表示最大极限尺寸大于基本尺寸，最小极限尺寸等于基本尺寸。当然，也可以上偏差为正值，下偏差为负值，如 $\phi 16 \begin{smallmatrix} +0.015 \\ -0.012 \end{smallmatrix}$ 。

(五) 尺寸公差

尺寸公差的简称叫公差。它是零件加工时允许尺寸的变动量。在数值上公差等于最大极限尺寸与最小极限尺寸代数差的绝对值。

用公式表示为：

$$\text{公差} = \text{最大极限尺寸} - \text{最小极限尺寸} \quad (1-5)$$

很明显，公差也等于上偏差与下偏差之代数差的绝对值。

用公式表示为：

$$\text{公差} = \text{上偏差} - \text{下偏差} \quad (1-6)$$

公差数值永远是正的。负的公差没有任何意义，公差也不能是零。

例如图 1-1 所示圆柱销的直径公差为：

$$\text{公差} = 16.015 - 15.988 = 0.027 \text{ mm};$$

$$\text{或 } \text{公差} = +0.015 - (-0.012) = 0.027 \text{ mm}.$$

(六) 公差等级

在机械制造中，产品的性能要求不同，因此对零件尺寸的精度要求也不同。公差等级就是把尺寸的精确程度划分成不同的等级。它是尺寸精确程度高低的标志。