

钳工技术基本功

王国玉 苏全卫 主 编

李晨曦 杨 敏 副主编

车世明 主 审



YZLI0890114180



人民邮电出版社
POSTS & TELECOM PRESS

世纪英才中职项目教学系列规划教材（机电类专业）

钳工技术基本功

王国玉 苏全卫 主 编

李晨曦 杨 敏 副主编

车世明 主 审



YZLI0890114180

人民邮电出版社

北 京

图书在版编目(CIP)数据

钳工技术基本功 / 王国玉, 苏全卫主编. — 北京 :
人民邮电出版社, 2011. 3
世纪英才中职项目教学系列规划教材. 机电类专业
ISBN 978-7-115-24101-6

I. ①钳… II. ①王… ②苏… III. ①钳工—专业学
校—教材 IV. ①TG9

中国版本图书馆CIP数据核字(2010)第226481号

内 容 提 要

本书根据教育部 2009 年颁布的中等职业学校新编教学大纲, 综合钳工技术基础理论和实操技能两方面的内容, 从生产实际岗位需要出发, 以项目引领、任务驱动的方式编写而成。全书共分为 15 个项目, 主要内容包括: 机械加工图纸的识图、机械零部件加工尺寸的认知、金属材料与热处理加工、钳工测量量具的认知与使用、划线加工、锯削加工、铰削加工、锉削加工、孔加工、螺纹的加工、刮削与研磨的加工、矫正与弯曲的加工、铆接加工、支撑件(滚动轴承)的装配和拆卸以及连接件的装配与拆卸等。本书重点突出基本理论知识的应用和基本技能的培养, 注重学生基本功的训练。为了方便教师教学, 本书还配有电子教学参考资料包(包括教学指南、电子教案和习题答案)。

本书可作为中等职业学校机械类各专业的教学用书, 也可供非机类专业学生作为教材使用, 同时还可作为机械产品生产经营者的培训用书以及机械类工程人员和技术工人的参考用书。

世纪英才中职项目教学系列规划教材(机电类专业)

钳工技术基本功

-
- ◆ 主 编 王国玉 苏全卫
 - 副 主 编 李晨曦 杨 敏
 - 主 审 车世明
 - 责任编辑 丁金炎
 - 执行编辑 洪 婕
 - ◆ 人民邮电出版社出版发行 北京市崇文区夕照寺街 14 号
 - 邮编 100061 电子函件 315@ptpress.com.cn
 - 网址 <http://www.ptpress.com.cn>
 - 三河市海波印务有限公司印刷
 - ◆ 开本: 787×1092 1/16
 - 印张: 13.5
 - 字数: 331 千字 2011 年 3 月第 1 版
 - 印数: 1 - 3 000 册 2011 年 3 月河北第 1 次印刷

ISBN 978-7-115-24101-6

定价: 26.00 元

读者服务热线: (010)67132746 印装质量热线: (010)67129223

反盗版热线: (010)67171154

广告经营许可证: 京崇工商广字第 0021 号

丛书前言

2008年12月13日,教育部“关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见”【教职成(2008)8号】指出:中等职业教育要进一步改革教学内容、教学方法,增强学生就业能力;要积极推进多种模式的课程改革,努力形成就业导向的课程体系;要高度重视实践和实训教学环节,突出“做中学、做中教”的职业教育教学特色。教育部对当前中等职业教育提出了明确的要求,鉴于沿袭已久的“应试式”教学方法不适当前的教学现状,为响应教育部的号召,一股求新、求变、求实的教学改革浪潮正在各中职学校内蓬勃展开。

所谓的“项目教学”就是师生通过共同实施一个完整的“项目”而进行的教学活动,是目前国家教育主管部门推崇的一种先进的教学模式。“世纪英才中职项目教学系列规划教材”丛书编委会认真学习了国家教育部关于进一步深化中等职业教育教学改革的若干意见,组织了一些在教学一线具有丰富实践经验的骨干教师,以国内外一些先进的教学理念为指导,开发了本系列教材,其主要特点如下。

(1) 新编教材摒弃了传统的以知识传授为主线的知识架构,它以项目为载体,以任务来推动,依托具体的工作项目和任务将有关专业课程的内涵逐次展开。

(2) 在“项目教学”教学环节的设计中,教材力求真正地去体现教师为主导、学生为主体的教学理念,注意到要培养学生的学习兴趣,并以“成就感”来激发学生的学习潜能。

(3) 本系列教材内容明确定位于“基本功”的学习目标,既符合国家对中等职业教育培养目标的定位,也符合当前中职学生学习与就业的实际状况。

(4) 教材表述形式新颖、生动。本系列教材在封面设计、版式设计、内容表现等方面,针对中职学生的特点,都做了精心设计,力求激发学生的学习兴趣。书中多采用图表结合的版面形式,力求学习直观明了;多采用实物图形来讲解,力求形象具体。

综上所述,本系列教材是在深入理解国家有关中等职业教育教学改革精神的基础上,借鉴国外职业教育经验,结合我国中等职业教育现状,尊重教学规律,务实创新探索,开发的一套具有鲜明改革意识、创新意识、求实意识的系列教材。其新(新思想、新技术、新面貌)、实(贴近实际、体现应用)、简(文字简洁、风格明快)的编写风格令人耳目一新。

如果您对本系列教材有什么意见和建议,或者您也愿意参与到本系列教材中其他专业课教材的编写,可以发邮件至 wuhan@ptpress.com.cn 与我们联系,也可以进入本系列教材的服务网站 www.ycbook.com.cn 留言。

丛书编委会

Foreword

钳工知识与技能是每个从事机械制造的人员一生要学习和掌握的内容。当前我国职业教育改革的方向是“以职业为导向、以岗位能力为本位、以学生为主体”，教师由“教”学转向“导”学，加强学生的创新精神、实践能力的培养，打造专业技能过硬、实践能力强、综合素质高、“零距离”上岗的优秀职业人才。本书根据中等职业教育培养岗位要求，以学习基本知识、培养基本技能、训练基本功为原则，采用项目教学的编写模式，紧紧抓住项目学习目标、项目基本技能、项目基本知识和项目学习评价四个基本要素。其特点是图文并茂、避免复杂的计算、降低学习的难度。本书在编写过程中，特别注意到全国中职教育的不平衡性，在技能训练的选择上，尽最大努力兼顾各个层面，所以技能训练题目少则一个，多则三个，以备各校选用。

本书由河南省学术技术带头人（中职）、河南信息工程学校高级工程师王国玉和河南机电学校高级讲师苏全卫主编。河南信息工程学校李晨曦和河南机电学校杨敏任副主编。全书共15个项目，其中，项目一、项目二由杨敏编写；项目三由河南机电学校张光召编写；项目四、项目五由李晨曦编写；项目六、项目十三由王国玉编写；项目七、项目八由河南信息工程学校付丽玮编写；项目九、项目十由河南机电学校熊莎莎编写；项目十一、项目十二由河南机电学校沈志平编写；项目十四和项目十五由河南机电学校苏全卫编写。全书由王国玉统稿，由河南轻工学校高级讲师车世明主审。

另附教学建议学时表如下，在实施中任课教师可根据各学校具体情况适当调整。

学时分配参考表

序 号	内 容	学 时
项目一	机械加工图纸的识图	8
项目二	机械零部件加工尺寸的认知	8
项目三	金属材料与热处理加工	6
项目四	钳工测量量具的认知与使用	12
项目五	划线加工	4
项目六	锯削加工	4
项目七	錾削加工	4
项目八	锉削加工	6
项目九	孔加工	8
项目十	螺纹的加工	6

续表

序 号	内 容	学 时
项目十一	刮削与研磨的加工	6
项目十二	矫正与弯曲的加工	6
项目十三	铆接加工	4
项目十四	支撑件（滚动轴承）的装配和拆卸	12
项目十五	连接件的装配与拆卸	16
总学时数		110

本书在编写过程中吸取了国内一些专家、学者的研究成果，在此一并表示感谢。

由于编者水平有限，加之时间仓促，书中不妥和错误之处在所难免，敬请同行、读者批评指正。

参考文献

1	《钳工技术》	1
2	《钳工技术》	2
3	《钳工技术》	3
4	《钳工技术》	4
5	《钳工技术》	5
6	《钳工技术》	6
7	《钳工技术》	7
8	《钳工技术》	8
9	《钳工技术》	9
10	《钳工技术》	10

目 录

Contents

项目一 机械加工图纸的识图.....1	知识点三 钢的热处理.....49
一、项目基本技能.....2	项目四 钳工测量量具的认知与使用54
任务一 机械零部件的认知.....2	一、项目基本技能.....54
二、项目基本知识.....4	任务一 钳工常用测量量具的 认知.....54
知识点一 识图的基本知识.....4	任务二 用不锈钢直尺测量 工件.....56
知识点二 三视图.....6	任务三 用游标卡尺测量 工件.....57
知识点三 剖视、剖面的表达 方法.....9	任务四 用千分尺测量加工 零件.....58
知识点四 识图的基本方法.....11	任务五 用百分表检测加工 零件.....59
知识点五 常用零件的规定 画法.....14	二、项目基本知识.....60
知识点六 装配图识读及 举例.....22	知识点一 游标卡尺的结构 和原理.....60
项目二 机械零部件加工尺寸的认知.....27	知识点二 千分尺的结构和 原理.....60
一、项目基本技能.....28	知识点三 百分表的应用和 注意事项.....61
任务一 认识机械零部件表面 粗糙度.....28	项目五 划线加工.....63
任务二 机械零部件配合与 极限.....31	一、项目基本技能.....63
二、项目基本知识.....35	任务一 常用划线工具的认知 和使用.....63
知识点一 形位公差.....35	任务二 立体划线.....68
项目三 金属材料与热处理加工.....40	二、项目基本知识.....70
一、项目基本技能.....41	知识点一 划线前的准备 工作.....70
任务一 金属材料的简易鉴别.....41	知识点二 划线操作的分类71
二、项目基本知识.....43	
知识点一 常用金属材料的 特性.....43	
知识点二 常用工业用金属 材料和用途.....46	

知识点三 划线基准的选择	71	任务三 铰孔设备及工具的 认知	106
知识点四 划线注意事项	71	任务四 铰刀的认知	106
项目六 锯削加工	73	二、项目基本知识	107
一、项目基本技能	74	知识点一 钻孔的步骤和 方法	107
任务一 锯条的安装	74	知识点二 钻孔注意事项	111
任务二 锯削加工	74	知识点三 铰削量	112
二、项目基本知识	77	知识点四 铰孔时的冷却 润滑	113
知识点一 锯削工具的相关 知识	77	知识点五 铰孔的步骤和 方法	113
知识点二 锯条的选用方法	78	知识点六 铰孔注意事项	114
知识点三 锯削注意事项	78	项目十 螺纹的加工	117
知识点四 锯削中容易出现的问题	78	一、项目基本技能	118
项目七 铰削加工	80	任务一 攻丝设备及工具的 认知	118
一、项目基本技能	81	任务二 丝锥的结构	119
任务一 铰削工具的认知及 选用	81	任务三 套丝工具的认知	121
任务二 铰削操作	83	二、项目基本知识	122
二、项目基本知识	86	知识点一 攻丝的步骤和 方法	122
知识点一 铰削容易出现的问题	86	知识点二 攻丝注意事项	124
知识点二 铰削操作的注意 事项	86	知识点三 攻丝质量的分析	124
项目八 锉削加工	88	知识点四 套丝的步骤和 方法	125
一、项目基本技能	88	知识点五 套丝注意事项	126
任务一 锉削操作	88	知识点六 套丝质量的分析	126
任务二 锉削质量检查	92	项目十一 刮削与研磨的加工	129
二、项目基本知识	92	一、项目基本技能	130
知识点一 锉刀的结构和 种类	92	任务一 刮削工具的认知	130
知识点二 锉刀的选用方法	94	任务二 研具和研磨剂的 认知	131
知识点三 锉削加工的种类	94	二、项目基本知识	134
知识点四 锉削注意事项	95	知识点一 刮削的认知	134
项目九 孔加工	97	知识点二 刮削显示剂	135
一、项目基本技能	98	知识点三 刮削的操作	135
任务一 钻孔设备及工具的 认知	98	知识点四 研磨基本概念	138
任务二 钻头及其刃磨	101		

知识点五 研磨类型、轨迹和方法.....138	知识点六 铆接的应用场合165
知识点六 研磨的注意事项.....140	项目十四 支撑件(滚动轴承)的装配和拆卸.....168
项目十二 矫正与弯曲的加工.....142	一、项目基本技能.....169
一、项目基本技能.....143	任务一 滚动轴承的认知169
任务一 手工矫正工具的认知.....143	任务二 常用滚动轴承的装配和拆卸工具.....173
任务二 弯曲工具的认知.....144	二、项目基本知识.....173
二、项目基本知识.....145	知识点一 机械装配的基本知识.....173
知识点一 矫正与弯曲的基础知识.....145	知识点二 常用滚动轴承的装配步骤.....179
知识点二 手工矫正的方法.....147	知识点三 滚动轴承的拆卸要点.....185
知识点三 矫正注意事项.....149	项目十五 连接件的装配与拆卸.....187
知识点四 弯曲的步骤和方法.....150	一、项目基本技能.....188
知识点五 弯曲注意事项.....151	任务一 螺纹连接的拆装工具的认知.....188
项目十三 铆接加工.....154	任务二 键连接的拆装工具的认知.....191
一、项目基本技能.....154	任务三 销连接及其拆装常用工具的认知.....191
任务一 铆接工具的认知.....154	二、项目基本知识.....192
任务二 常用的铆钉和铆钉种类的认知.....156	知识点一 螺纹连接件的装配要点和方法.....192
二、项目基本知识.....158	知识点二 键连接件的装配与拆卸的步骤.....197
知识点一 铆接的方式和种类.....158	知识点三 键连接件的装配与拆卸注意事项201
知识点二 铆钉的相关计算与通孔直径的选择.....160	知识点四 销连接件的拆装步骤和方法.....202
知识点三 铆接的步骤和常用铆钉的铆接工序.....161	
知识点四 铆钉的拆卸步骤和方法.....163	
知识点五 铆接时常见问题和防止方法.....164	

项目一 机械加工图纸的识图

项目情境创设



同学们首次接触机械加工时，对于所需要加工的零件（如图 1-1 所示），对其形状、尺寸应进行基本的了解。例如，零件中有没有孔存在，是普通的通孔还是螺纹孔，孔的大小是多少。得知了这些基本情况后，同学们再进一步考虑如何加工这些孔。所有的这些信息需要大家在零件图中获得，需要首先读懂零件图，了解设计师在图中所传达的零件信息，通过这些信息进行工艺的编排及加工。本章我们学习的重点就是基本的读图方法。

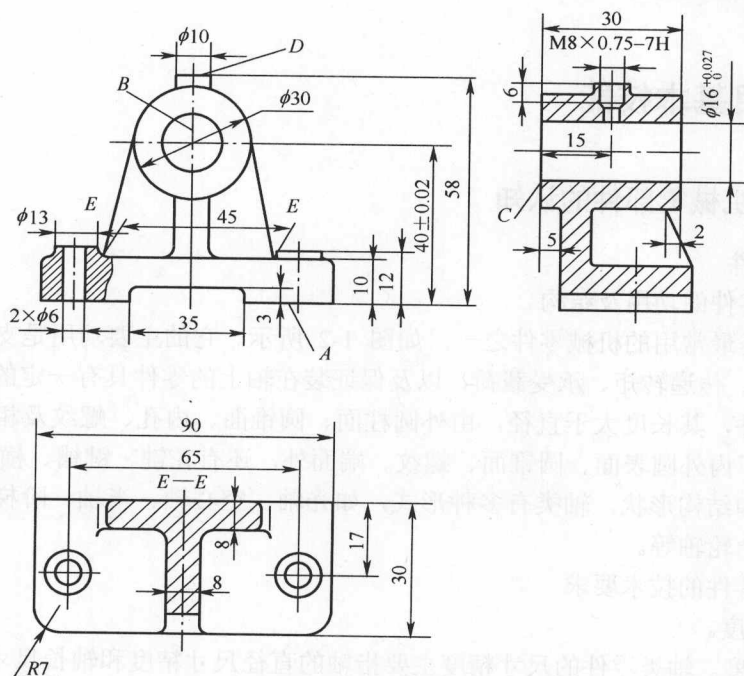


图 1-1 轴承座

在现代工业生产中，不论是设计和制造各种机械设备还是建造高楼大厦都离不开图样。

用于各种机械及设备加工制造的图样，称为机械图样。它的主要内容为一组用正投影法绘制成的机件视图，还有加工制造所需的尺寸和技术要求。机械图样是生产中最基本的技术文件，是设计、制造、检验、装配产品的依据，是进行机械制造技术交流的工程技术语言。

项目学习目标

学习目标		学习方式	学时
技能目标	① 掌握标准件与常用件等制图标准 ② 识读零件图、装配图等典型机械类图纸 ③ 有一定的测绘能力，根据需要绘制中等复杂程度的机械样图	掌握绘图和读图方法、技能与技巧，培养空间想象能力和构形设计能力，要克服在学习和绘图中的急躁情绪，养成勤于思考、精益求精的良好作风	4
知识目标	① 学习投影的基本原理、制图的基本知识及应用 ② 学习运用绘图工具绘制机械图样的方法、技能与技巧 ③ 学习并在绘图中贯彻有关绘图标准和规定	应坚持理论联系实际的学习风，既要学好基本知识、基本理论和基本方法，又要练好识图基本功	4

项目基本功

一、项目基本技能

任务一 机械零部件的认知

1. 轴类零件

(1) 轴类零件的功用及结构

轴类零件是最常用的机械零件之一，如图 1-2 所示。它的主要功用是支承传动零件（如齿轮、带轮等）、传递转矩、承受载荷，以及保证装在轴上的零件具有一定的回转精度。轴类零件是旋转零件，其长度大于直径，由外圆柱面、圆锥面、内孔、螺纹及相应端面组成。加工表面通常除了内外圆表面、圆锥面、螺纹、端面外，还有花键、键槽、横向孔、沟槽等。

根据功用和结构形状，轴类有多种形式，如光轴、空心轴、半轴、阶梯轴、花键轴、偏心轴、曲轴、凸轮轴等。

(2) 轴类零件的技术要求

① 加工精度。

a. 尺寸精度。轴类零件的尺寸精度主要指轴的直径尺寸精度和轴长尺寸精度。按使用要求，主要轴颈直径尺寸精度通常为 IT6~IT9 级，精密的轴颈也可达 IT5 级。轴长尺寸通常规定为公称尺寸，对于阶梯轴的各台阶长度按使用要求可相应给定公差。

b. 几何精度。轴类零件一般是用两个轴颈支撑在轴承上，这两个轴颈称为支撑轴颈，也是轴的装配基准。除了尺寸精度外，一般还对支撑轴颈的几何精度（圆度、圆柱度）提出要

求。对于一般精度的轴颈,几何形状误差应限制在直径公差范围内,要求高时,应在零件图样上另行规定其允许的公差值。

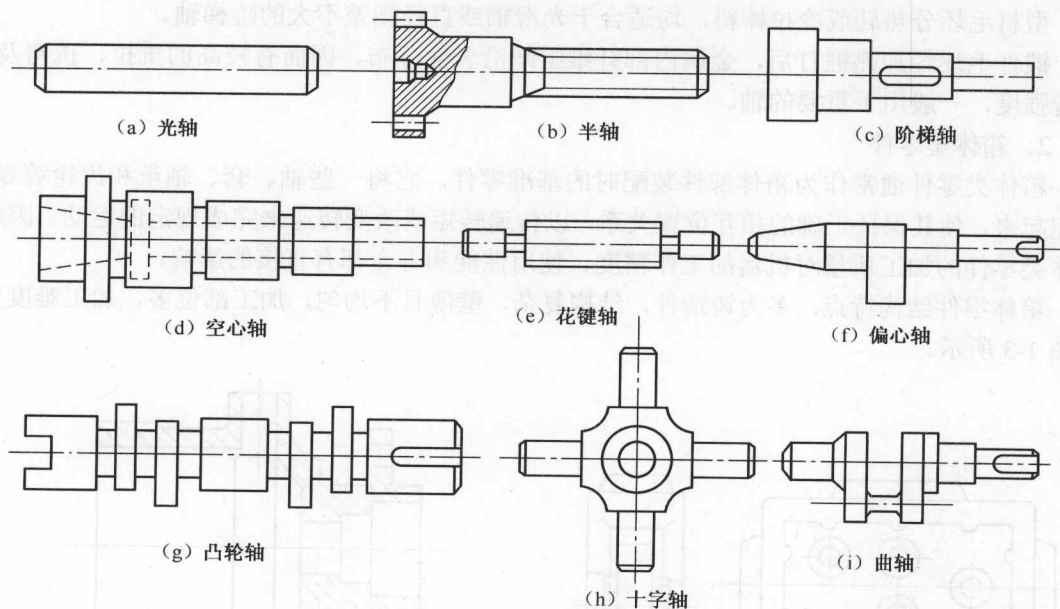


图 1-2 轴的种类

c. 相互位置精度。轴类零件中的配合轴颈(装配传动件的轴颈)相对于支撑轴颈间的同轴度是其相互位置精度的普遍要求。通常普通精度的轴,配合精度对支撑轴颈的径向圆跳动一般为 $0.01 \sim 0.03\text{mm}$, 高精度轴为 $0.001 \sim 0.005\text{mm}$ 。

此外,相互位置精度还有内外圆柱面的同轴度、轴向定位端面与轴心线的垂直度要求等。

② 表面粗糙度。根据机械的精密程度、运转速度的高低,轴类零件表面粗糙度要求也不相同。一般情况下,支撑轴颈的表面粗糙度 Ra 值为 $0.63 \sim 0.16\mu\text{m}$; 配合轴颈的表面粗糙度 Ra 值为 $2.5 \sim 0.63\mu\text{m}$ 。

(3) 轴类零件的材料和毛坯

① 轴类零件的材料。轴类零件材料的选取,主要根据轴的强度、刚度、耐磨性以及制造工艺性而决定,力求经济合理。

常用的轴类零件材料有 35、45、50 优质碳素钢,以 45 钢应用最为广泛。对于受载荷影响较小或不太重要的轴也可用 Q235、Q255 等普通碳素钢。对于受力较大,轴向尺寸、重量受限制或者某些有特殊要求的可采用合金钢。如 40Cr 合金钢可用于中等精度、转速较高的工作场合,该材料经调质处理后具有较好的综合力学性能;选用 Cr15、65Mn 等合金钢可用于精度较高、工作条件较差的情况,这些材料经调质和表面淬火后其耐磨性、耐疲劳强度性能都较好;若是在高速、重载条件下工作的轴类零件,选用 20Cr、20CrMnTi、20Mn2B 等低碳钢或 38CrMoAlA 渗碳钢,这些钢经渗碳淬火或渗氮处理后,不仅有很高的表面硬度,而且其心部强度也大大提高,因此具有良好的耐磨性、抗冲击韧性和耐疲劳强度的性能。球墨铸铁、高强度铸铁由于铸造性能好,且具有减震性能,常在制造外形结构复杂的轴中采用。特别是我国研制的稀土——镁球墨铸铁,抗冲击韧性好,同时还具有减磨、吸震、对应力集中、敏感性小等优点,已被应用于制造汽车、拖拉机、机床上的重要轴类零件。

② 轴类零件的毛坯。轴类零件的毛坯常见的有型材（圆棒料）和锻件。大型的、外形结构复杂的轴也可采用铸件。内燃机中的曲轴一般均采用铸件毛坯。

型材毛坯分热轧或冷拉棒料，均适合于光滑轴或直径相差不大的阶梯轴。

锻件毛坯经加热锻打后，金属内部纤维组织沿表面分布，因而有较高的抗拉、抗弯及抗扭转强度，一般用于重要的轴。

2. 箱体类零件

箱体类零件通常作为箱体部件装配时的基准零件。它将一些轴、套、轴承和齿轮等零件装配起来，使其保持正确的相互位置关系，以传递转矩或改变转速来完成规定的运动。因此，箱体类零件的加工质量对机器的工作精度、使用性能和寿命都有直接的影响。

箱体零件结构特点：多为铸造件，结构复杂，壁薄且不均匀，加工部位多，加工难度大，如图 1-3 所示。

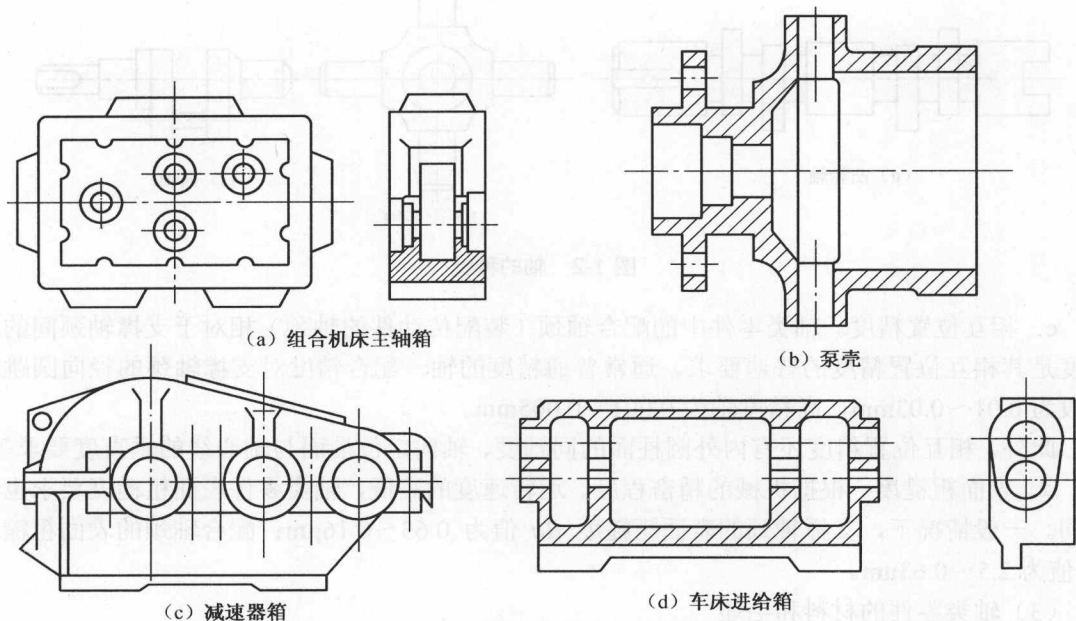


图 1-3 几种常见的箱体类零件结构简图

箱体零件的主要技术要求：轴颈支承孔孔径精度及相互之间的位置精度，定位销孔的精度与孔距精度；主要平面的精度；表面粗糙度等。

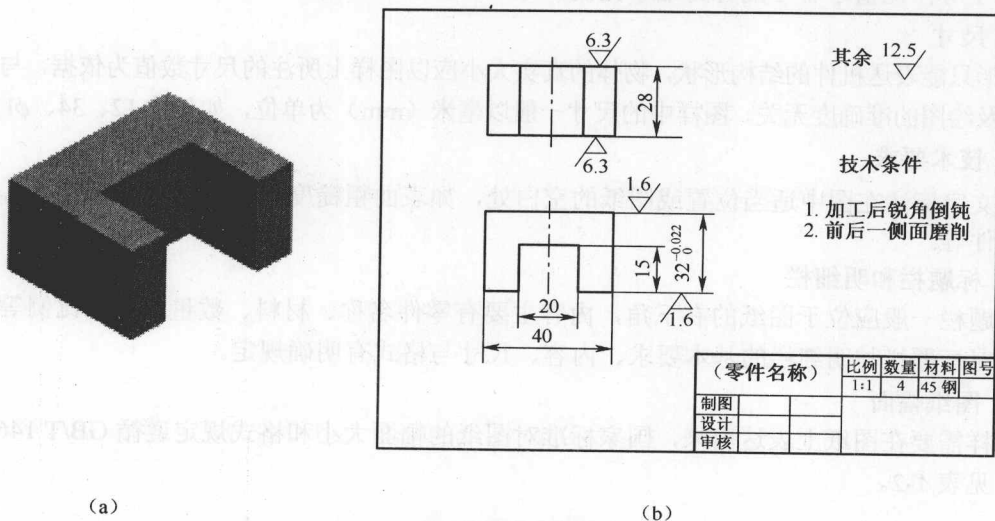
箱体零件材料及毛坯：箱体零件常选用灰铸铁，汽车、摩托车的曲轴箱选用铝合金作为曲轴箱的主体材料，其毛坯一般采用铸件，因曲轴箱是大批量生产，且毛坯的形状复杂，故采用压铸毛坯，镶套与箱体在压铸时铸成一体。压铸的毛坯精度高，加工余量小，有利于机械加工。

二、项目基本知识

知识点一 识图的基本知识

图 1-4 (a) 所示零件用零件图表达出来如图 1-4 (b) 所示。该图样是由一些图形、尺寸、

标题栏、技术要求等组成的。这些组成部分都符合国家规定的一些标准。



(a)

(b)

图 1-4 零件图

1. 图形

为了表达物体的形状结构，可以从不同的角度观察物体，把看到的和看不到的轮廓用一组图形表示出来。图 1-4 所示零件分别从它的前方和上方观察，得到两个图形，即视图，这两个视图按照规定的位置排列，表达了零件的结构形状。

2. 图形的线型

绘制图样的图线时，必须按照规定的形式。机械图样的图线及应用见表 1-1。

表 1-1

机械图样的图线及应用

图线名称	线 型	代号		应用举例
粗实线		01	d	可见轮廓线
细实线			约 $d/2$	尺寸线、尺寸界线、剖面线
波浪线			约 $d/2$	视图和剖视的分界线 断裂处的边界线
双折线			约 $d/2$	断裂处的边界线
虚线		02	约 $d/2$	不可见轮廓线
细点划线		04	约 $d/2$	轴线对称中心线
粗点划线			d	有特殊要求的线或表示线
双点划线		12	约 $d/2$	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线

3. 绘图比例

比例标注在标题栏中的比例栏内，比例符号以“:”表示，表示方法如 1:2、20:1、1:100 等。绘图比例表示图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

比例分为三种：比值为1的称为原值比例，即1:1；比值大于1的称为放大比例，如2:1、10:1等；比值小于1的称为缩小比例，如1:2、1:10等。

4. 尺寸

图形只能表达机件的结构形状，物体的真实大小应以图样上所注的尺寸数值为依据，与绘图的比例及绘图的准确度无关。图样中的尺寸一般以毫米（mm）为单位，如尺寸12、34、 $\phi 11$ 等。

5. 技术要求

用文字标注在图中适当位置或图纸的空白处，如表面粗糙度要求 $\frac{1}{\sqrt{R}}$ 、尺寸公差 $18_{-0.012}^0$ 和技术条件等。

6. 标题栏和明细栏

标题栏一般应位于图纸的右下角，内容主要有零件名称、材料、数量、画图比例等。国家标准对标题栏与明细栏的基本要求、内容、尺寸与格式有明确规定。

7. 图纸幅面

图样需要在图纸上表达出来，国家标准对图纸的幅面大小和格式规定遵循 GB/T 14689—1993，见表 1-2。

表 1-2

常用的图纸幅面

幅面代号	尺寸 $B \times L$ (mm)
A0	841×1189
A1	594×841
A2	420×594
A3	297×420
A4	210×297

知识点二 三视图

1. 正投影法

当日光或灯光照射物体时，在地面或墙面上就会出现物体的影子，这就是日常生活中常见的投影现象。我们把光线称为投射线，地面或墙面称为投影面。用平行的投射线通过物体，向选定的投射面进行垂直投射，在该面上得到图形的方法，称为正投影法。按正投影法得到的投影称为正投影，如图 1-5 所示。

2. 三视图的形成及投影规律

(1) 三视图的形成

用正投影法绘制物体的图形称为视图。一般情况下，需要采用多个投影面进行投影，才能完全表达物体的空间形状和大小。工程上常选取互相垂直的三个投影面，这三个投影面分别是：正对观察者的投影面，简称正面；水平位置的投影面，简称水平面；右边侧立的投影面，简称侧面。三个投影面相交于三个坐标轴，分别为 OX 轴、 OY 轴、 OZ 轴。

如图 1-6 所示，假设把物体放在观察者与三个投影面之间，观察者的视线垂直于各投影面进行观察，获得正投影，称为视图，它们分别是：

从物体的前方向后方投射，得到的正面投影，称为主视图，反映了物体的长度和高度方向的尺寸；

从物体的上方向下方投射，得到的水平投影，称为俯视图，反映了物体的长度和宽度方

向的尺寸；

从物体的左方向右方投射，得到的侧面投影，称为左视图，反映了物体的高度和宽度方向的尺寸。

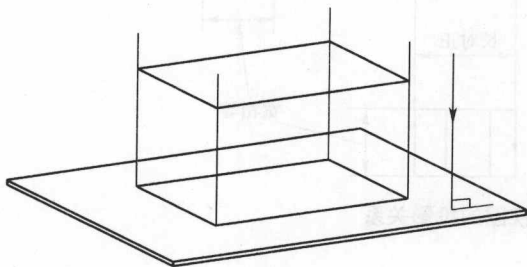


图 1-5 正投影法

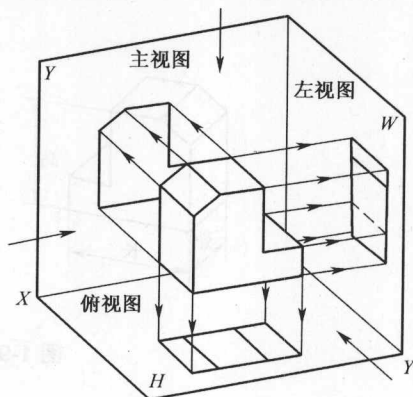


图 1-6 物体的三面投影

为了便于绘图和读图，把空间的三个视图画在同一张图纸上，就必须把三个投影面展开在同一个平面内。方法是：侧面保持不动，把水平面向下旋转 90° ，侧面向右旋转 90° ，如图 1-7 所示。展开后三个视图共面，如图 1-8 所示。除了主视图、俯视图、左视图，物体的基本视图还有仰视图、右视图和后视图。

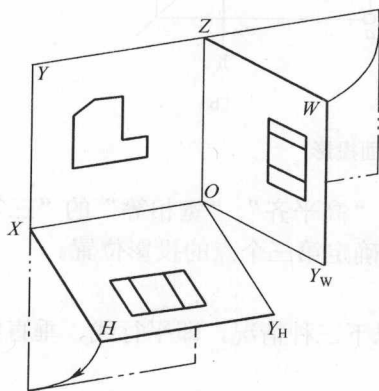


图 1-7 三投影面的展开图

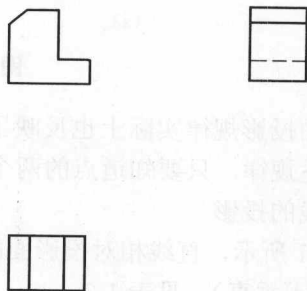


图 1-8 三视图的形成

(2) 投影规律

从三视图的形成过程中，可以总结出三视图之间的投影关系：

主、俯视图“长对正”；主、左视图“高平齐”；俯、左视图“宽相等”。以主视图为准，俯视图在主视图的正下方，左视图在主视图的正右方。

三视图的投影关系，如图 1-9 所示。

3. 点、线、面的投影

(1) 点的投影

空间点 A 的三面投影如图 1-10 (a) 所示。把投影面展开后，得到如图 1-10 (b) 所示的

投影,可总结出点的投影规律:

- ① 点的正面投影与水平投影的连线一定垂直于 OX 轴,即 $aa' \perp OX$ 。
- ② 点的正面投影与侧面投影的连线一定垂直于 OZ 轴,即 $a' a'' \perp OZ$ 。
- ③ 点的水平面投影到 OX 轴的距离等于点的侧面投影到 OZ 轴的距离,即 $aa_x = a'' a_z$ 。

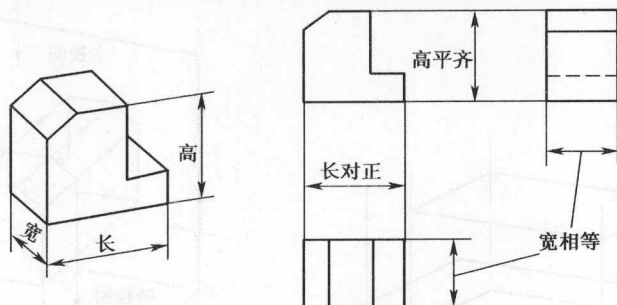


图 1-9 三视图的投影关系

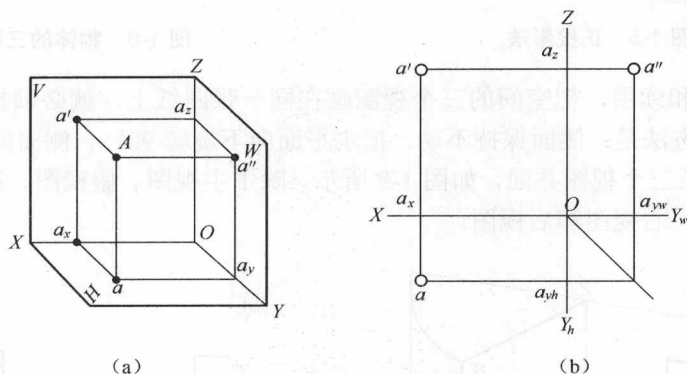


图 1-10 点的三面投影

点的三面投影规律实际上也反映了“长对正”、“高平齐”、“宽相等”的“三等”对应关系。根据上述规律,只要知道点的两个投影就能够确定第三个点的投影位置。

(2) 直线的投影

如图 1-11 所示,直线相对投影面的位置,有以下三种情况,即平行线、垂直线和倾斜线(既不平行又不垂直),见表 1-3。

表 1-3

直线的投影

类 型	定 义	举 例	性 质
① 投影面平行线	平行于一个投影面,而与另外两个投影面倾斜的直线	图 1-11 (a) 中,直线 AB 、 BC 、 AC 是水平面的平行线	直线在与它平行的投影面上的投影,反映该直线的实长;直线在其他两个投影面上的投影,分别平行于相应的投影轴,但都小于该直线的实长
② 投影面垂直线	垂直于一个投影面,而与另外两个投影面平行的直线	图 1-11 (b) 中,直线 AG 、 BH 、 CI 等是水平面的垂直线	直线在所垂直的投影面上的投影积聚为一点;直线在其他两个投影面上的投影反映直线的实长,且垂直于相应的投影轴