



普通高等教育应用技能型系列规划教材

机械基础

张勇明 王怀超 主 编



化学工业出版社



普通高等教育应用技能型系列规划教材

机械基础

张勇明 王怀超 主 编
同鹏英 刘 晴 · 副主编



化学工业出版社

· 北 京 ·

《机械基础》围绕机械识图、材料、原理、设计和加工五个方面进行讲解。主要包括：绪论，机械识图，机械零件常用材料，标准件和常用件，常用机构，机械传动，轴系零部件，金属切削加工基础。本书简明易读，易于学习，实用性强。

《机械基础》主要讲述机械基础的理论知识，建议与《金工实训》配合使用，以综合提高理论与实践能力。

《机械基础》可作为高职高专、成人高校及本科院校职业技术学院非机械专业的实训教材，也可作为从事机械加工的操作人员的培训教材，还可供其他有关技术人员参考。

图书在版编目 (CIP) 数据

机械基础/张勇明, 王怀超主编. —北京: 化学工业出版社, 2018.10

普通高等教育应用技能型系列规划教材

ISBN 978-7-122-32863-2

I. ①机… II. ①张… ②王… III. ①机械学-高等学校-教材 IV. ①TH11

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2018) 第 188036 号

责任编辑: 郭建永 胡全胜 闫 敏
责任校对: 宋 夏

装帧设计: 张 辉

出版发行: 化学工业出版社 (北京市东城区青年湖南街 13 号 邮政编码 100011)

印 装: 三河市延风印装有限公司

787mm×1092mm 1/16 印张 14½ 字数 356 千字 2018 年 10 月北京第 1 版第 1 次印刷

购书咨询: 010-64518888 (传真: 010-64519686) 售后服务: 010-64518899

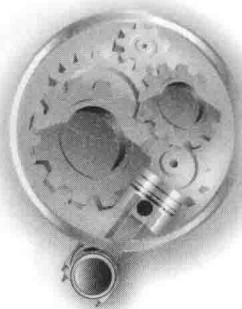
网 址: <http://www.cip.com.cn>

凡购买本书, 如有缺损质量问题, 本社销售中心负责调换。

定 价: 48.00 元

版权所有 违者必究

前言



机械是工业发展的基础，各行各业与机械都有着千丝万缕的联系。为积极适应基础教学建设和学生能力发展需求，满足非机械专业人才培养需要，我们编写了这本《机械基础》。

本书融机械识图、典型机构传动及机械零件、金属材料及成型工艺等机械基础知识于一体，具有高度的专业理论综合性和实用性，可以培养学生识图能力，掌握一般机构和零件的结构及工作原理，了解各类零件生产所用金属材料及加工方法，最终掌握必要的机械基础知识，对实现人才培养目标具有重要作用。

本书主要内容如下：第一章绪论，包括概述、机械的基本概念、机械设计要求和机械使用维护原则；第二章机械识图，包括图样基础知识、机件的表达方法、零件图；第三章机械零件常用材料，包括碳素钢、合金钢、铸铁、有色金属和非金属材料；第四章标准件和常用件，包括螺纹连接件、键和销、联轴器、离合器和制动器、弹簧；第五章常用机构，包括平面连杆机构、凸轮机构、齿轮机构、间歇机构；第六章机械传动，包括带传动、链传动、齿轮传动、蜗杆传动；第七章轴系零部件，包括轴、滑动轴承、滚动轴承；第八章金属切削加工基础，包括切削运动和切削用量、金属切削机床的基本知识、常用切削加工方法。

本书具有以下特点。

1. 面向非机械专业的学生。由于学生专业的广泛性，本书注重从广度方面传授给学生一般机械的组成、表达、工作原理、零件制造等方面的知识。
2. 将非机械专业学生应具备的基础知识依照认识规律进行编写，循序渐进，囊括了几乎所有的机械基础课程的主要内容。
3. 考虑到学生为非机械专业，本书的编写多从实际例子出发，引导学生认识一般机械，以获得机械基础知识。

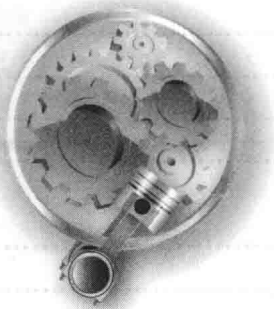
本书主要讲述机械基础的理论知识，建议与《金工实训》配合使用，以综合提高理论与实践能力。

本书由张勇明、王怀超担任主编，同鹏英、刘晴担任副主编，顾晓峰、刘歆、陈昕阳、郭鹏伟参与编写并参加了全书插图的绘制和文稿的校对工作。

由于编者水平有限，本书疏漏在所难免，敬请读者批评指正。

编者

目录

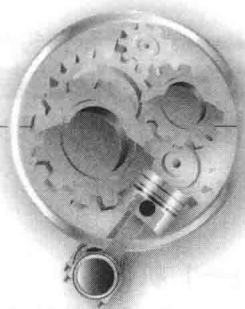


第一章 绪论	1
第一节 概述	1
第二节 机械的基本概念	2
第三节 机械设计要求和机械使用维护原则	6
第二章 机械识图	8
第一节 图样基础知识	8
第二节 机件的表达方法	13
第三节 零件图	39
第三章 机械零件常用材料	57
第一节 碳素钢	57
第二节 合金钢	61
第三节 铸铁	69
第四节 有色金属	73
第五节 非金属材料	85
第四章 标准件和常用件	89
第一节 螺纹连接件	89
第二节 键和销	101
第三节 联轴器、离合器和制动器	106
第四节 弹簧	114
第五章 常用机构	118
第一节 平面连杆机构	118
第二节 凸轮机构	127
第三节 齿轮机构	135
第四节 间歇机构	150

第六章 机械传动	155
第一节 带传动	155
第二节 链传动	165
第三节 齿轮传动	167
第四节 蜗杆传动	186
第七章 轴系零部件	195
第一节 轴	195
第二节 滑动轴承	198
第三节 滚动轴承	202
第八章 金属切削加工基础	207
第一节 切削运动和切削用量	207
第二节 金属切削机床的基本知识	209
第三节 常用切削加工方法	215
参考文献	223

第一章

绪论



第一节 概述

机械在人们的生产实践和日常生活中获得广泛应用。在人类历史上,机械的进步是促进生产力发展的重要因素,无论从古代杠杆、车轮、斜面、滑轮的应用,还是自近代开始的三次技术革命都十分生动地说明了这一点。第一次技术革命发生于18世纪中叶,这场以蒸汽机的发明和广泛使用为标志的技术革命,奠定了近代机械化大生产的基础,使人类基本生产手段完成了由手工工具向机器的转变。第二次技术革命从19世纪70年代开始,这是一次以内燃机、电机的制造和电力的广泛应用为主导的技术革命,这次技术革命不仅使原有的工业部门得到重大改造,而且促进了一系列新兴工业部门的建立,如汽车、远洋轮船和飞机等以内燃机为动力的工业,使得重工业技术体系得以形成。第三次技术革命自20世纪40年代开始延续至今,是以原子核能、空间技术和电子计算机为主要标志的一场技术革命,这场技术革命发展到70年代前后,出现了以微电子技术为核心的高技术群,如信息技术、生物技术、激光技术、机器人、航天工程、海洋工程、新材料、新能源等,促进了当代技术领域的重大变革和飞速发展,机械体系进入了智能化的新阶段,机械更新换代的周期越来越短,机械产品越来越向高速、精密和重载方向发展,对其性能和质量的要求越来越高。为了发展这些高技术,要求机械工业提供大量新设备,而这些高技术成果又促进机械工业向更高水平发展,例如,由于电子计算机中大规模、超大规模集成电路的发展,需要测量极小尺寸的测量仪,其测量精度要求达到 $2\sim 3\text{nm}$,从而促使机械微细加工技术和相应加工设备的发展;而电子计算机的发展,又推动了计算机辅助设计与制造、机床自动化、机器人的发展。所以,机械工业是高技术发展的重要基础,机械工业的水平是国家现代化的一个重要标志。

本书融机械识图、典型机构传动及机械零件、金属材料及成型工艺等机械基础知识于一体,具有高度的专业理论综合性和实用性。

通过对本书的阅读学习,希望读者能够初步学会运用机械基础知识,具有分析机械故障、参与技术革新和设计简单机械传动装置的能力。

第二节 机械的基本概念

一、机器和机构

(一) 机器

① 任何机器都是人为的实物组合体。如图 1-1 所示为单缸内燃机，它是由曲轴、连杆、活塞、汽缸等许多实物组成的。

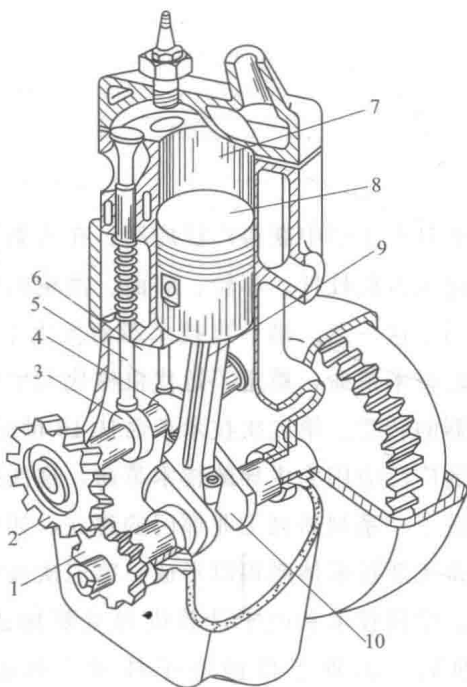


图 1-1 单缸内燃机

1,2—齿轮；3,4—凸轮；5,6—阀杆；7—汽缸；8—活塞；9—连杆；10—曲轴

② 组成机器的各部分（实物）之间，具有确定的相对运动。如图 1-1 所示，活塞在汽缸中的往复运动，可变为曲轴相对于两端轴承的连续转动。

③ 所有机器都能做有效的机械功或可进行能量的转换。例如，汽车发动机把燃烧燃料产生的热能转换成机械能，最终通过传动系将动力传给汽车车轮，驱动汽车行驶，完成机器功能的转换。又如发电机是把其他形式的能转换为电能，而电动机却把电能转换成机械能。

综上所述，可得到机器的概念：机器是人们根据使用要求而设计的一种执行机械运动的装置，用来变换或传递能量、物料与信息，以代替或减轻人们的体力劳动和脑力劳动。

(二) 机构

机构就是具有确定的相对运动的实物的组合，它的主要功用在于传递或转换运动形式，但它不能做机械功，也不能转换能量。例如，图 1-1 所示内燃机中的活塞、连杆、曲轴及机体组合成一个机构，通常称为活塞连杆机构，它能将活塞的往复移动转换为曲轴的转动。

(三) 机构与机器的区别

机构只是具备了机器的前两个特征，因此，机构不能做机械功和进行能量转换，其主要功用在于传递或转换运动形式；而机器的主要功用则在于为了某一生产目的而利用、转换能量或做机械功。如上述内燃机中活塞连杆机构，就是进行运动形式的转换，而整个内燃机则为机器，因为它能把燃料化学能转换成机械能。

在本课程中，机械是机器和机构的总称。

二、零件和构件

(一) 零件

所谓零件，是指机械中每一个单独加工的单元体，或者说，零件是一个制造单元。

(二) 构件

若由一个或几个零件刚性地连接在一起，作为一个整体而运动，则这一个整体就称为一个构件。显然，从运动的观念来看，构件是一个运动单元。如内燃机中的连杆就是由连杆体、连杆盖、螺栓和螺母等刚性连接在一起的，在机构的运动过程中，这一刚性连接体就是一个构件，就是一个独立的运动单元。注意，一个不与其他任何零件刚性连接的单独的零件，也可以是一个构件，如内燃机的曲轴等。

三、运动副及其分类

两构件直接接触并能保持一定形式的相对运动的连接称为运动副。例如，活塞与汽缸的连接等，即构成了运动副。由于运动副中两构件间的接触形式不同，运动副又分为低副和高副。

(一) 低副

两构件间以面接触组成的运动副，称为低副。低副分类如下。

1. 转动副

若组成运动副的两构件只允许在接触处有相对转动，则称该运动副为转动副，也称铰链。如图 1-2 所示即为转动副。

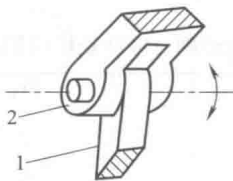


图 1-2 转动副

1,2—构件

2. 移动副

若组成运动副的两构件只允许沿接触面某一方向相对移动，则称该运动副为移动副。如图 1-3 所示两构件即构成移动副。

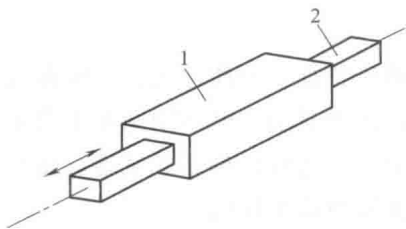


图 1-3 移动副
1,2—构件

(二) 高副

两构件通过点或线接触组成的运动副称为高副。如图 1-4 所示的凸轮与从动杆、两齿轮等在接触点 A 构成高副。

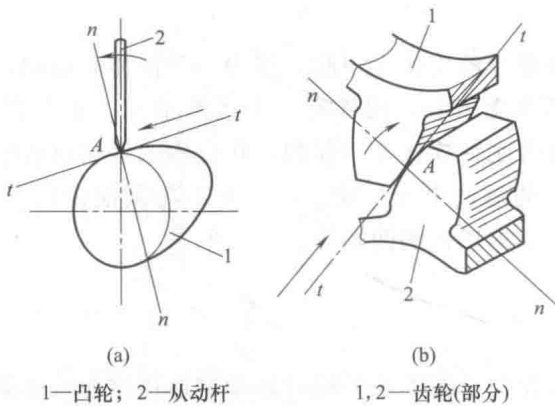


图 1-4 高副

四、机构的运动简图

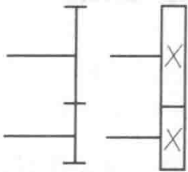
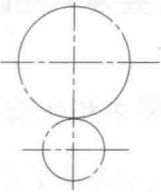
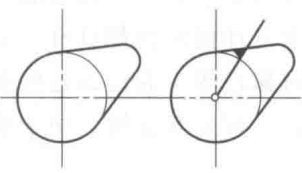
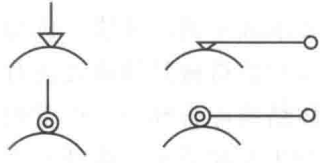
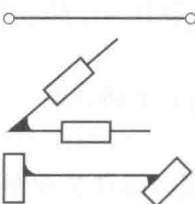
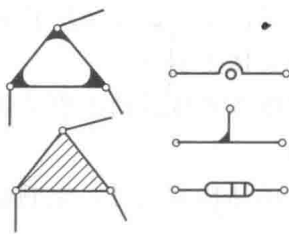
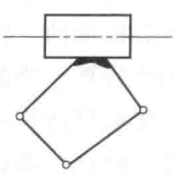
分析已有机构或设计新机械时，为了便于研究机械的运动，工程上常用规定的符号和线条，绘出能够表达各构件相对运动关系的图形，这种图形称为机构运动简图。在运动简图中，常将运动副和构件用简单符号和线条来表示。常用运动副及构件的图示符号如表 1-1 所示。

如图 1-5 (a) 所示为一单缸内燃机，图 1-5 (b) 就是它的机构运动简图。

表 1-1 运动副、构件及机构的图示符号

项目	两运动构件所形成的运动副	两构件之一为机架时所形成的运动副
转动副		
移动副		

续表

项目	两运动构件所形成的运动副		两构件之一为机架时所形成的运动副
齿轮机构			
凸轮机构			凸轮从动件的符号 
构件	双副元素构件	三副元素构件	多副元素构件
			

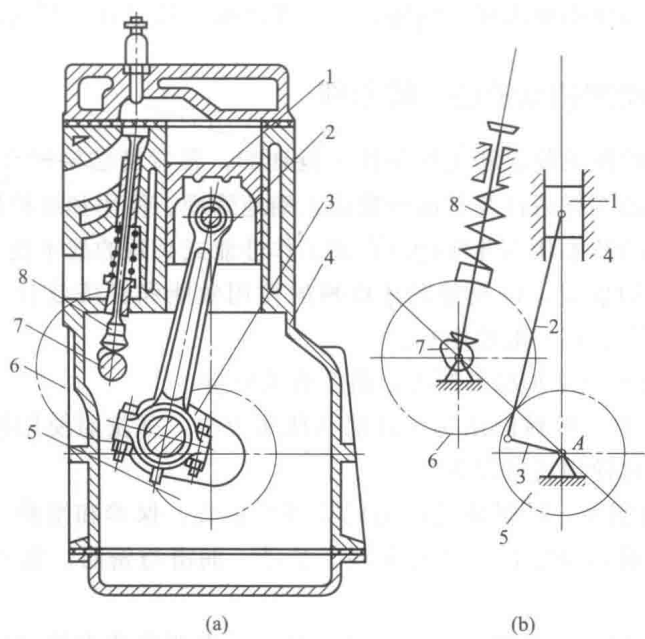


图 1-5 单缸内燃机及其机构运动简图

1—活塞；2—连杆；3—曲轴；4—机体；5、6—正时齿轮；7—凸轮；8—阀杆

第三节 机械设计要求和机械使用维护原则

一、机械设计的基本要求和步骤

对机械设计的基本要求是满足特定的预期功能、可靠性好、制造和使用经济、操作维护安全方便。满足特定的预期功能这一要求是根据使用要求提出的,对不同类型的机械有不同的要求,如要求机床能加工一定形状和精度的零件,要求坦克威力大、通过能力和防护能力强,要求战斗机速度快、机动性能好等。而其他基本要求对任何机械都具有一定的共性,但不同类型的机械其侧重可能有所不同,如兵器更强调其可靠性等。为达到这些要求,除机械的总体结构应合理外,应重视标准化,这不仅可简化设计、保证互换性、便于维护保养,而且有利于保证质量、降低成本、提高综合的经济效益。

机械设计没有一个通用的固定模式,常因具体条件不同,设计过程也不尽相同。就一般机械而言,其设计步骤大致如下。

(1) 总体设计 根据所需机械的功能要求,参阅技术资料,分析有关产品,进行调查研究,确定所需机械的工作原理并拟定总体方案。

(2) 初步计算 绘制机构运动简图和机械传动系统示意图,进行运动分析、动力分析和强度分析,并通过计算确定有关参数。

(3) 技术设计 确定机械各部分的结构和尺寸,绘制总装配图、部件装配图和零件图。编写各种技术文件和说明书。

各步骤间关系密切,设计时,往往需要交叉进行、多次反复、不断修正。即使在机械制成后,尚需结合制造和使用中出现的问题,进一步修改,使设计不断完善。

二、机械的管理、使用和维护的一般原则

机械是按照一定的使用要求和工作条件而设计的,各有其结构特点和运行规律,因此,必须按照设计所规定的工作条件及其运行规律正确地管理、使用和维护保养。这样,才能保证机械经常处于良好的技术状态并保持应有的工作性能或兵器的战术技术性能,延长其使用寿命,避免不应发生的事故,以充分发挥机械的使用效能和经济效益。因而,对机械的管理、使用、维护应重视。其一般原则有:

① 建立管理、使用和维护保养制度,落实有关职责;

② 使用者应熟悉有关机械的结构、性能和使用方法,并按照使用说明所规定的工作条件和操作规程,正确地使用机械设备;

③ 遵守保养维修制度,适时地进行不同等级的检查、保养和维修。此时,应注意各部件的完好状况,各相对运动零件的装配关系、清洁、润滑与密封,紧固件的紧固与防松情况等;

④ 机械应保持良好的技术状态,当机械的技术状态恶化或直接发生事故损坏时,应及时查明原因,进行检修。

一般的机械,大多由常用机构和通用零部件组成。因此,机械的设计、管理、使用与维

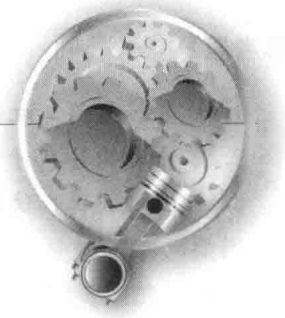
护在相当大的程度上是以常用机构和通用零部件为对象的,因此掌握本书的内容十分重要。

【思考题】

1. 机器、机构与机械有何异同?
2. 零件与构件有什么区别? 试举例说明。
3. 机械的管理、使用、维护的一般原则有哪些?

第二章

机械识图



我们把能够准确地表达物体的形状、尺寸及技术要求的图形，称之为图样。技术图样是贯穿于产品整个生命周期当中的一种工程交流语言，即产品在调研、论证、设计、制造加工、安装、使用及维修等过程中赖以顺利进行的必备技术资料。好比我们日常交流的文字语言具有一定的语法规则一样，制图也必须具有一定的绘制标准与规范。

第一节 图样基础知识

我国于 1959 年颁布了国家标准《机械制图》，之后经过几次重大修改，并颁布了国家标准《技术制图》。现就技术制图的图纸幅面、比例、字体、图线及尺寸等作一介绍。

一、图纸幅面、比例、字体和图线的规定

（一）图纸幅面、格式与标题栏

1. 图纸幅面与格式

图纸是表达工程图样最重要的载体之一，在选择图纸幅面时，应参照表 2-1 所示的国家标准来进行。需要说明的是，表中幅面尺寸所用的缺省单位为毫米（mm），这也是工程当中及本书所使用的默认单位，即当尺寸数字单位没有明确标出时，即为毫米（mm），当需要使用其他单位时，须明确标出单位代号。

表 2-1 图纸幅面

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

表 2-1 中列参数的含义见图 2-1 与图 2-2，其中图 2-1 是不留装订边的图纸幅面格式，图 2-2 是留有装订边的图纸幅面格式。在保持图纸幅面的情况下，可根据图样实际情况选择横置与竖置两种方式，分别如图 2-1 和图 2-2 中（a）、（b）所示。从图中可以看出，外框表示图纸边界，用细实线表达，其大小为幅面尺寸；内框用粗实线表达，根据留装订边与否及图

纸幅面大小的不同，其与外框的四边偏移量有所区别；图纸右下角为标题栏。

2. 标题栏

图 2-3 所示为简化格式的标题栏，建议学生制图作业采用此种标题栏不能用在正式图样上。

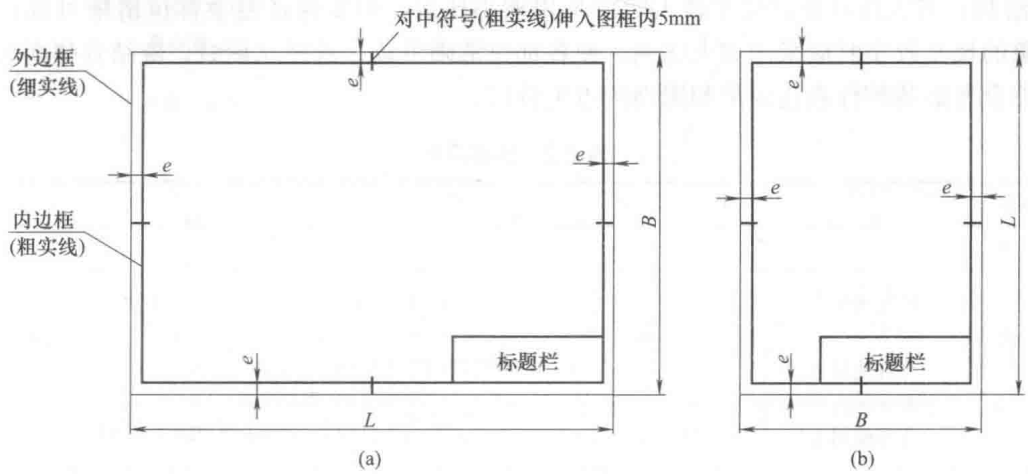


图 2-1 图纸幅面格式（不留装订边）

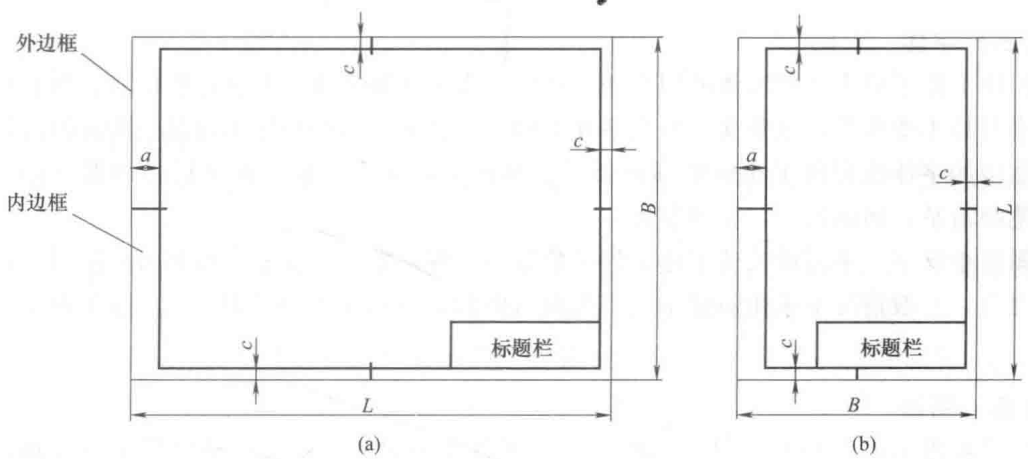


图 2-2 图纸幅面格式（留装订边）

	(图名)			比例		(图号)	
				数量			
40	8	设计	(日期)	质量		材料	
8	8	制图	(日期)			(校名)	
8	8	审核	(日期)				
	12	40		12	18	12	65
				130			

图 2-3 简化格式的标题栏

(二) 比例

在一定图纸幅面上表达实际工件时，往往要对实际图样进行相应的缩放，这就涉及比例

的问题。图样的比例即是图样与其实物相应要素的线性尺寸之比。值不是任意选取的，一般应从表 2-2 所示的国家标准规定的数值中选用相应的适当比例。

选择比例的一般原则为：当表达对象的形状复杂程度和尺寸适中时，一般采用原值比例 1 : 1 绘制；当表达对象的尺寸较大时应采用缩小比例，但要保证复杂部位清晰可读；当表达对象的尺寸较小时应采用放大比例，使各部位清晰可读；选择比例时，应结合幅面尺寸选择，综合考虑其最佳表达效果和图面的审美价值。

表 2-2 比例系列

比例类型	比 例 值				
原值比例	1 : 1				
放大比例	优先使用	5 : 1	2 : 1	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$ $1 \times 10^n : 1$
	允许使用	4 : 1	2.5 : 1	$4 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$
缩小比例	优先使用	1 : 2	1 : 5	1 : 10	1 : 2×10^n 1 : 5×10^n 1 : 1×10^n
	允许使用	1 : 1.5×10^n	1 : 2.5×10^n	1 : 3×10^n	1 : 4×10^n 1 : 6×10^n

(三) 字体

图样上除了要表达的形体的图形外，还需要文字和数字来填写标题栏信息、进行尺寸标注及书写技术要求等，这些文字与数字在不同的场合必须遵循特定的规范，为此国家标准中对制图中的字体也提出了相应的标准要求。图样中的汉字、数字和字母必须做到：字体工整，笔画清楚，间隔均匀，排列整齐。

图样中汉字应书写成长仿宋体，阿拉伯数字、罗马数字、拉丁字母和希腊字母有直体和斜体之分，一般情况下采用斜体字。字头向右倾斜，与水平基准线成 75°。标准规定有字体大小。

(四) 图线

国家标准 GB/T 17450—1998 规定了 15 种线型的名称、形式、结构、标记及画法规则等。此处列出了八种常用的线型及其用途（见图 2-4）。图线绘制的基本要求是“线型分明、

名称	线型	线宽	主要用途及线素长度
粗实线		粗	表达可见轮廓线
细实线		细	表达尺寸线、尺寸界线、剖面线、引出线、重合断面的轮廓、过渡线
线点划线			表达轴线、圆中心线、对称线
虚线			表达不可见轮廓线
双折线			表达断裂处的边界
粗点划线		粗	限定范围表示线
双点划线		细	表示假想轮廓、断裂处的边界
波浪线			表示断裂处的边界线

图 2-4 基本线型

首尾均匀、线边光滑”。各种线型综合应用示例如图 2-5 所示,读者可结合该实例加以掌握、领会。

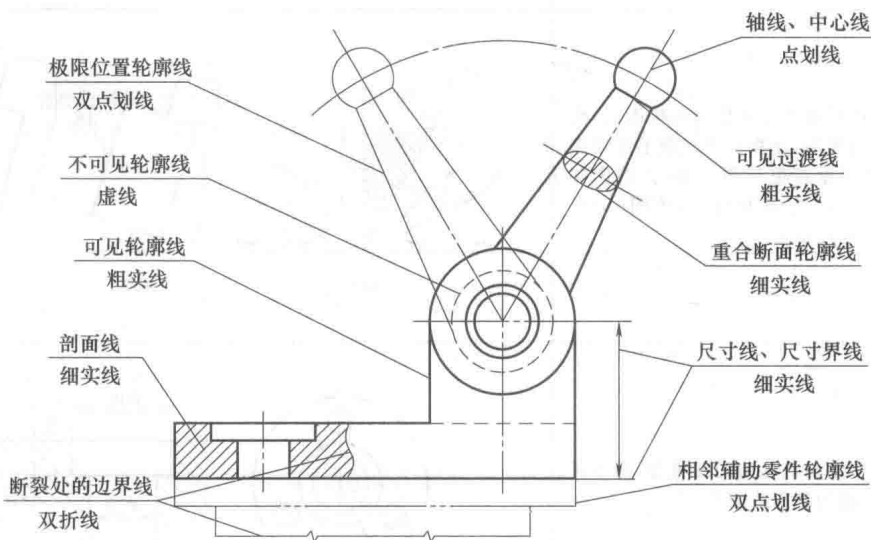


图 2-5 各种线型综合应用示例

二、尺寸注法

(一) 基本规则

① 机件的真实大小应以图样上所注尺寸数值为依据,与图形的大小及绘制的准确度无关。

② 图样中(包括技术要求和其他说明)的尺寸,以毫米(mm)为单位时,不需要注明计量单位的代号或名称,如采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

③ 图样中所标注的尺寸为该图样所示机件的最后完工尺寸,否则应另加说明。

④ 机件的每一个尺寸,一般只标注一次,并应反映在该结构最清晰的图形上。

(二) 尺寸组成

一个完整的尺寸,一般应由尺寸数字、尺寸界限、尺寸线和尺寸终端组成,如图 2-6 所示。

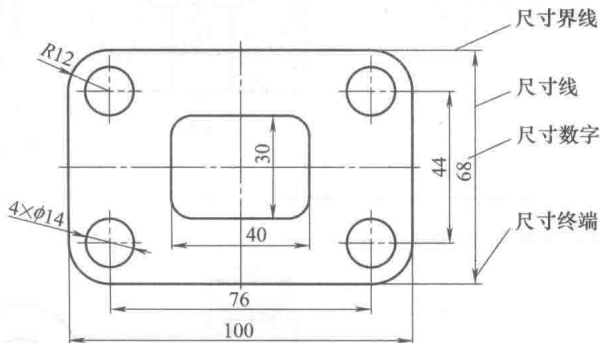


图 2-6 尺寸组成

(三) 常用尺寸标注的方法示例及注意事项

常用尺寸标注方法示例及注意事项详见表 2-3。