

高等教育系列教材

机械工 程基础

主 编 张树仁

副主编 陈 玲 李玉菊 王淑坤

参 编 李启海 杨立峰 高 伟



机械工业出版社

本书是根据 21 世纪课程体系改革、教学内容改革的需要,将机械制图、工程力学及机械设计基础三门课程进行整合优化,以满足学生掌握必要的工程学基础知识而编写的。主要包括:工程制图的基本知识、机械图、物体的受力分析及平衡规律、变形及失效分析、常用机构、机械传动、轴系等三篇二十章内容,并有配套习题集出版发行。

本书具有体系新、内容精等特点,适合普通高等学校本科机械类少学时和非机类专业学生使用,也可供成人高校、高职、电大、函大、夜大相关专业学生使用,还可供各部门从事机械设计制造的工程技术人员业务学习参考。

图书在版编目(CIP)数据

机械工程基础/张树仁主编.-北京:机械工业出版社,2004 3

ISBN 7-900066-37-3

机 .张... 机械工程基础 - 高等学校 - 教材

.TH112

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2004)第 060172 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 23 号 邮政编码 100037)

责任编辑:侯新民

责任印制:何全君

北京京丰印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2004 年 3 月第 1 版第 1 次印刷

787mm×1092mm/16·23.75 印张·638 千字

0001 - 5000 册

定价:35.00 元

ISBN 7-900066-37-3/TH·35

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换

本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527

编审说明

随着高等教育课程体系改革与教学内容改革的不断深入,要求工科学生必须加强工程学基础知识学习,以满足实际需要。为解决工程类专业基础课内容多、学时少的矛盾,我们组织长春理工大学部分专家教授将工程制图、工程力学、机械设计基础课程进行整合优化,形成了这门综合性的机械工程基础课程教材。

本书力求使内容与课程定位相统一,以加强学生基础教育,培养学生创新思维能力,提高教学质量为目的。主要具有如下特点:

1.将工科近机类少学时、非机类专业学生所需的机械工程知识有机结合、融为一体。满足注重基础、符合少学时、达到高质量的培养要求。

2.内容取舍合理,优化安排,避免重复,突出重点。

3.结构体系新颖。以工程力学基础知识、机械设计基础以及工程图表达为主线,对要求学生必须掌握的基本内容作了详细介绍。

4.本书均采用最新国家标准。

5.与本书配套出版有习题教材,给出解题指导、典型题解、习题及问题参考答案,以利于学生消化理解课程基本内容,提高分析问题和解决问题的能力。

本书主要内容包括:制图的基本知识和技能、物体的三视图、轴测图、机械图样的表示法及零件图、标准件与常用件的表示法、装配图、刚体静力学基础、平面力系、弹性静力学基础、拉伸、压缩、剪切、扭转、弯曲、压杆稳定、常用机构、零件设计、联接、机械传动、轴系等三篇二十章。

高等教育系列教材编审指导委员会

2004年2月

目 录

第一篇 工程制图

第 1 章 制图的基本知识和技能.....	(1)
§ 1·1 制图基础标准	(1)
§ 1·2 常用绘图工具及仪器使用方法	(11)
§ 1·3 几何作图	(13)
§ 1·4 平面图形的分析及画图方法	(17)
§ 1·5 徒手绘图	(19)
第 2 章 物体的三视图	(21)
§ 2·1 投影原理	(21)
§ 2·2 基本立体	(35)
§ 2·3 组合体的三视图	(49)
第 3 章 轴测图	(64)
§ 3·1 轴测图的基本知识	(64)
§ 3·2 画轴测图方法步骤	(65)
第 4 章 机械图样的表示法及零件图	(71)
§ 4·1 机械图样的表示法	(71)
§ 4·2 零件图	(86)
第 5 章 标准件及常用件的表示法.....	(114)
§ 5·1 螺纹及螺纹紧固件	(114)
§ 5·2 键与销	(125)
§ 5·3 齿轮与弹簧	(127)
第 6 章 装配图.....	(135)
§ 6·1 装配图的视图表达方法及合理结构	(137)
§ 6·2 装配图的尺寸标注	(141)
§ 6·3 装配图的零(部)件序号、明细栏和技术要求	(142)
§ 6·4 由零件图画装配图	(143)
附 录.....	(145)

第二篇 工程力学

第 7 章 刚体静力学基础.....	(159)
§ 7·1 刚体.....	(159)

§ 7·2	力.....	(159)
§ 7·3	静力学公理.....	(160)
§ 7·4	约束与约束力.....	(162)
§ 7·5	物体的受力和受力图.....	(165)
第 8 章	平面力系.....	(167)
§ 8·1	平面汇交力系.....	(167)
§ 8·2	平面力偶系.....	(171)
§ 8·3	平面任意力系的简化.....	(177)
§ 8·4	平面任意力系的平衡.....	(181)
§ 8·5	物体系统的平衡.....	(185)
§ 8·6	考虑摩擦时物体的平衡.....	(188)
第 9 章	弹性静力学基础.....	(192)
§ 9·1	弹性静力学的任务.....	(192)
§ 9·2	变形固体的基本假设.....	(192)
§ 9·3	内力、截面法和应力.....	(193)
§ 9·4	变形与应变.....	(195)
§ 9·5	杆件变形的基本形式.....	(196)
第 10 章	拉伸、压缩与剪切.....	(198)
§ 10·1	轴向拉伸或压缩时横截面上的内力和应力.....	(198)
§ 10·2	直杆轴向拉伸或压缩时斜截面上的应力.....	(201)
§ 10·3	材料在拉伸时的力学性能.....	(202)
§ 10·4	材料在压缩时的力学性能.....	(205)
§ 10·5	轴向拉(压)构件的强度计算.....	(207)
§ 10·6	轴向拉伸或压缩时的变形.....	(209)
第 11 章	扭 转.....	(213)
§ 11·1	工程中的受扭构件.....	(213)
§ 11·2	外力偶矩 扭矩 扭矩图.....	(213)
§ 11·3	纯剪切.....	(215)
§ 11·4	圆轴扭转时的应力.....	(217)
§ 11·5	圆轴扭转时的变形.....	(220)
第 12 章	弯 曲.....	(223)
§ 12·1	平面图形的几何性质.....	(223)
§ 12·2	弯曲内力.....	(228)
§ 12·3	弯曲应力.....	(239)
§ 12·4	弯曲变形.....	(244)
第 13 章	压杆稳定.....	(252)
§ 13·1	概 述.....	(252)
§ 13·2	两端铰支细长压杆的临界压力.....	(253)
§ 13·3	其他支座条件下细长压杆的临界压力.....	(255)
§ 13·4	欧拉公式的适用范围 经验公式.....	(256)

§ 13 · 5 压杆的稳定校核	(258)
附 录	(261)

第三篇 机械设计基础

第 14 章 机械设计基础概述	(271)
§ 14 · 1 机械设计基础研究的对象和内容	(271)
§ 14 · 2 机械设计的基本要求和一般过程	(272)
§ 14 · 3 机械设计基础在相关专业教学中的地位	(273)
第 15 章 常用机构	(274)
§ 15 · 1 平面机构的结构分析	(274)
§ 15 · 2 平面四杆机构	(279)
§ 15 · 3 凸轮机构	(283)
§ 15 · 4 齿轮机构	(290)
§ 15 · 5 轮 系	(299)
第 16 章 机械的调速与平衡	(304)
§ 16 · 1 机械速度波动及调节	(304)
§ 16 · 2 机械的平衡	(306)
第 17 章 机械零件设计概论	(309)
§ 17 · 1 机械零件的设计准则	(309)
§ 17 · 2 机械制造中常用材料及其选择	(310)
§ 17 · 3 许用应力和安全系数	(312)
§ 17 · 4 机械零件的工艺性和标准化	(314)
第 18 章 联 接	(315)
§ 18 · 1 螺纹联接	(315)
§ 18 · 2 键联接和花键联接	(326)
§ 18 · 3 焊 接	(330)
第 19 章 机械传动	(332)
§ 19 · 1 带传动	(332)
§ 19 · 2 链传动	(342)
§ 19 · 3 齿轮传动	(348)
第 20 章 轴 系	(362)
§ 20 · 1 轴	(362)
§ 20 · 2 轴 承	(364)
参考文献.....	(372)

第 一 篇

工 程 制 图

本篇主要研究用投影法绘制和阅读机械工程图样。

在工程技术中为了正确地表示出机器、部件、零件的形状、大小、规格和材料等内容,通常将这些物体按一定的投影方法和技术规定表达在图纸上,称之为机械工程图样。在设计和改造机器设备时,要通过图样来表达设计思想和要求,在制造机器过程中,无论是制作毛坯还是加工、检验、装配等各个环节,都要以图样作为依据。在使用时,也要通过图样来帮助了解机器的结构与性能。因此,图样与语言、文字一样,是人类表达设计思想,交流技术经验的必不可少的重要工具,是制造、使用机器过程中的一种主要的技术资料,被称之为“工程的语言”。

第 1 章 制图的基本知识和技能

本章介绍绘制工程图样时必须遵守的一些国家标准以及常见几何图形的作图方法和徒手作图的基本技能。

§ 1 · 1 制图基础标准

工程图样是工程技术人员表达设计思想,进行技术交流的工具,是指导生产的重要技术文件。为了便于生产和进行技术交流,必须对图样的表达方式、尺寸注法以及所采用的符号等建立一个统一的标准。制图国家标准起到了统一工程语言的作用,对每一个工程技术人员,都必须树立标准化的概念,严格遵守,认真执行这些标准。

一、图纸幅面和格式(GB/ T14689 - 1993)

(一) 图纸幅面

绘制图样时,应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时,可按规定加长幅面,其尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后形成,如图 1-1 所示。图中粗实线所示为基本幅面,细实线和虚线所示为加长幅面。

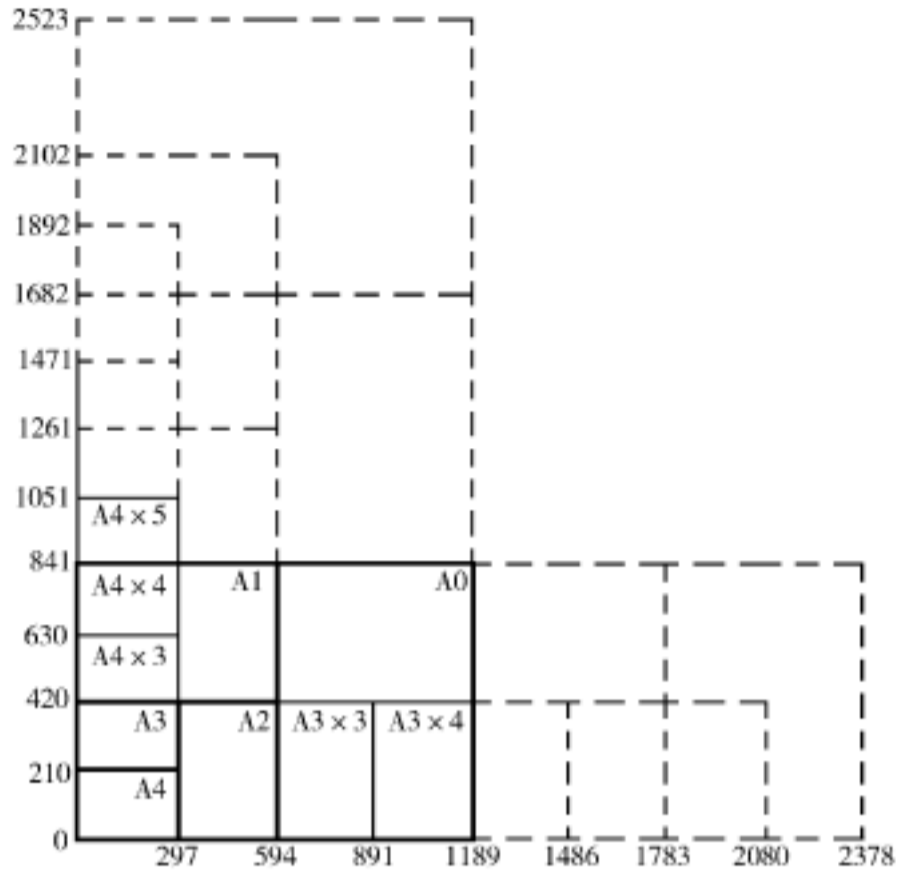


图 1-1 图纸幅面

表 1-1 幅面及边框尺寸

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
B × L	841 × 1189	594 × 841	420 × 594	279 × 420	210 × 297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

(二) 图框格式

在图纸上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边(如图 1-2 所示)和留装订边(如图 1-3 所示)两种。同一产品图样只能采用一种格式。装订时可采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。

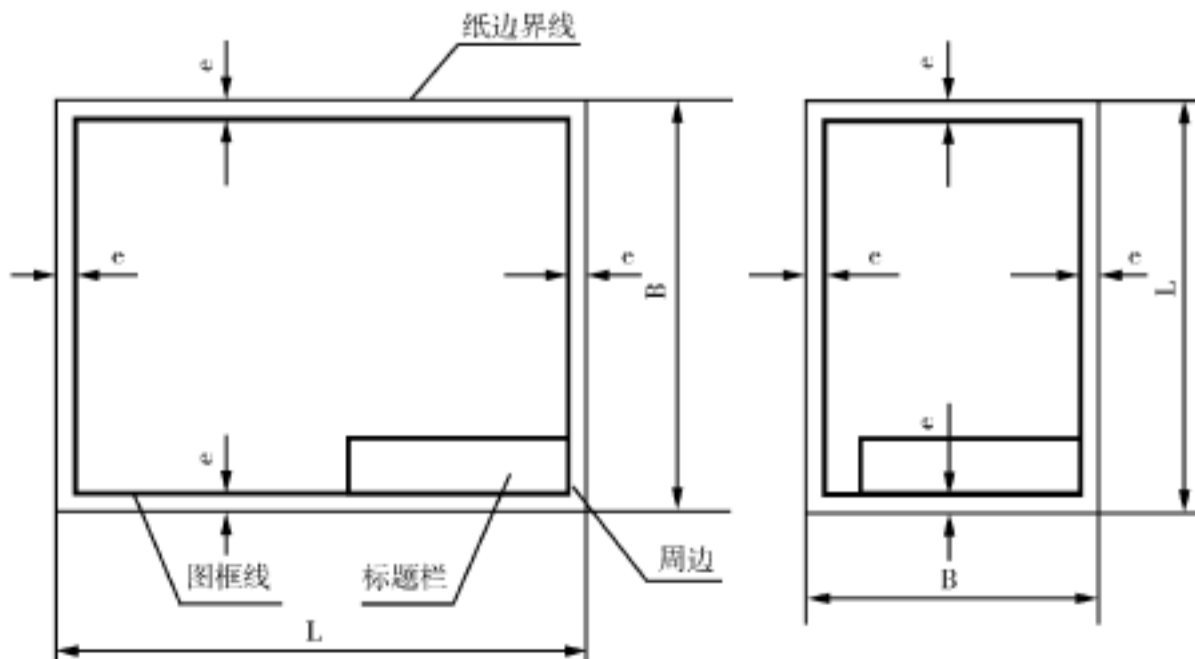


图 1-2 不留装订边的图框格式

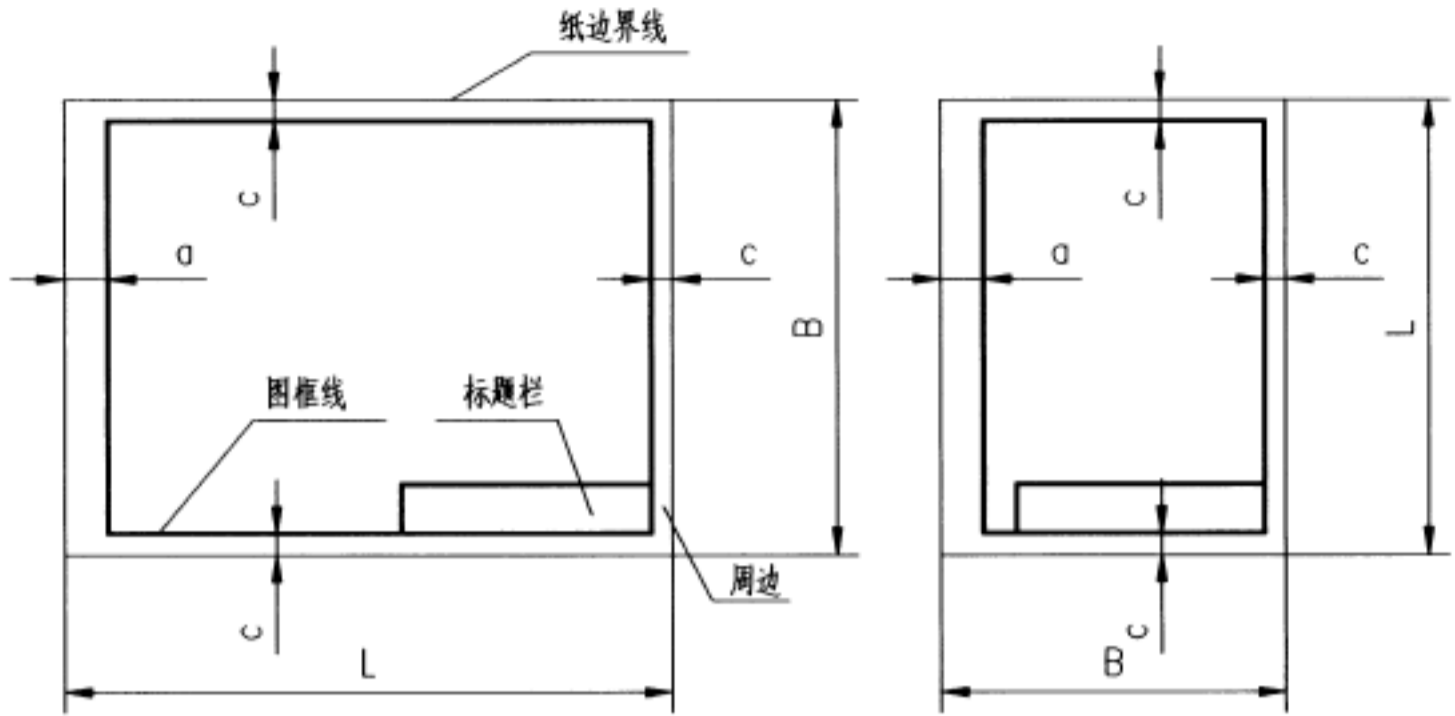
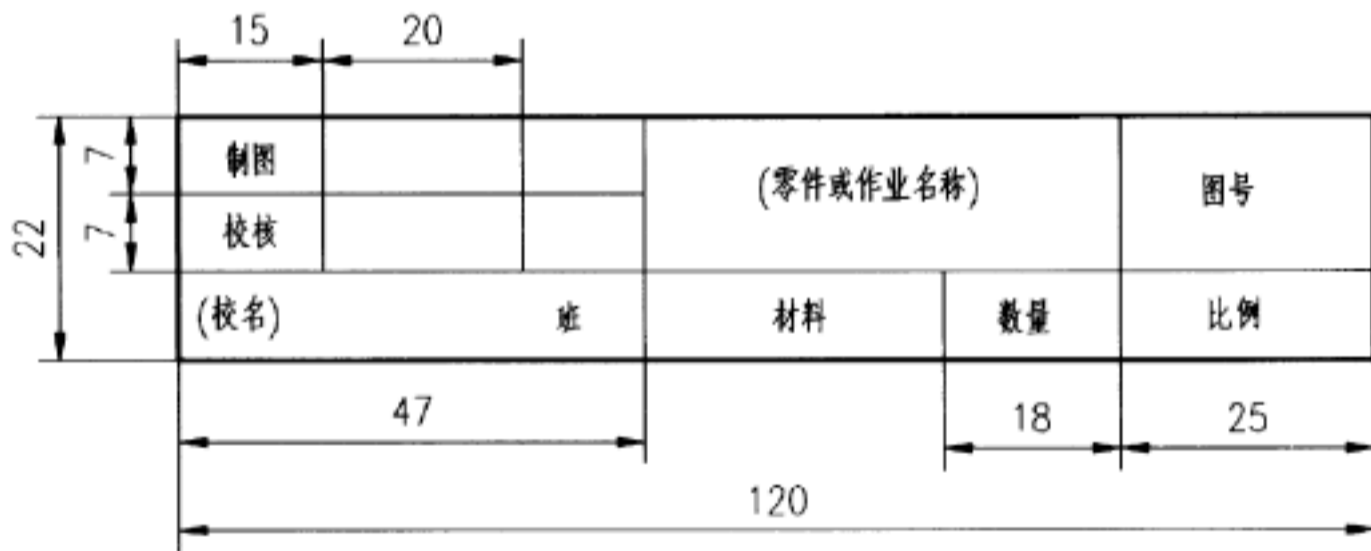


图 1-3 留装订边的图框格式

(三) 标题栏

标题栏是机械图样不可缺少的内容。标题栏的格式和尺寸应按 GB/T 10609.1 - 1989 的规定。标题栏一般位于图纸的右下角。标题栏中的文字方向通常为看图方向。各单位可根据需要增减标题栏的内容。制图作业用标题栏建议采用如图 1-4 所示的格式。



(a) 零件图用

三、字体(GB/ T14691 - 1993)

字体是技术制图中的一个重要组成部分。国家标准规定了图样上汉字、字母、数字的书写规范。书写字体的基本要求与原则是:字体工整,笔画清楚,间隔均匀,排列整齐。

(一)字高

字体的号数代表了字体的高度(h),其公称尺寸系列有:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm。当还需更大时,其字体高度按 $\sqrt{2}$ 递增。

(二)汉字

应写成长仿宋体,并采用国家正式公布的简化字。汉字高度不应小于3.5,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

(三)字母和数字

字母和数字可写成直体与斜体两种。斜体字头向右倾斜,与水平线成 75° ,分A型(笔画宽为 $h/14$)和B型(笔画宽为 $h/10$)。A型字体用于机器书写,B型字体用于手工书写。

其书写字体的范例如下:

汉字示例:

10号字

字体工整笔画清楚间隔均匀排列整齐

7号字

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

5号字

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5号字

螺纹齿轮端子接线飞行指导驾驶舱位挖填施工引水通风闸坝棉麻化纤

拉丁字母和希腊字母示例：

A B C D E F G H I J K L M N O

P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

α β γ δ ε ζ η θ ι κ λ μ ν

ξ ο π ρ σ τ υ φ ψ ω

阿拉伯数字和罗马数字示例：







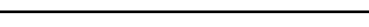
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X

四、图线(GB/ T17450 - 1998 和 GB/ T4457 .4 - 2002)

绘制机械工程图样所使用的图线及其应用见表 1-3 和图 1-6。

表 1-3 图线及其应用

图线名称	图线形式	图线宽度	一般应用举例
粗实线		d	可见轮廓线
细实线		约 d/2	尺寸线及尺寸界限、剖面线 重合剖面的轮廓线
虚线		约 d/2	不可见轮廓线
细点画线		约 d/2	轴线对称中心线轨迹线
粗点画线		d	有特殊要求的线或表面
双点画线		约 d/2	相邻辅助零件的轮廓线 极限位置的轮廓线
波浪线		约 d/2	断裂处的边界线 视图和剖视的分界线
双折线		约 d/2	断裂处的边界线

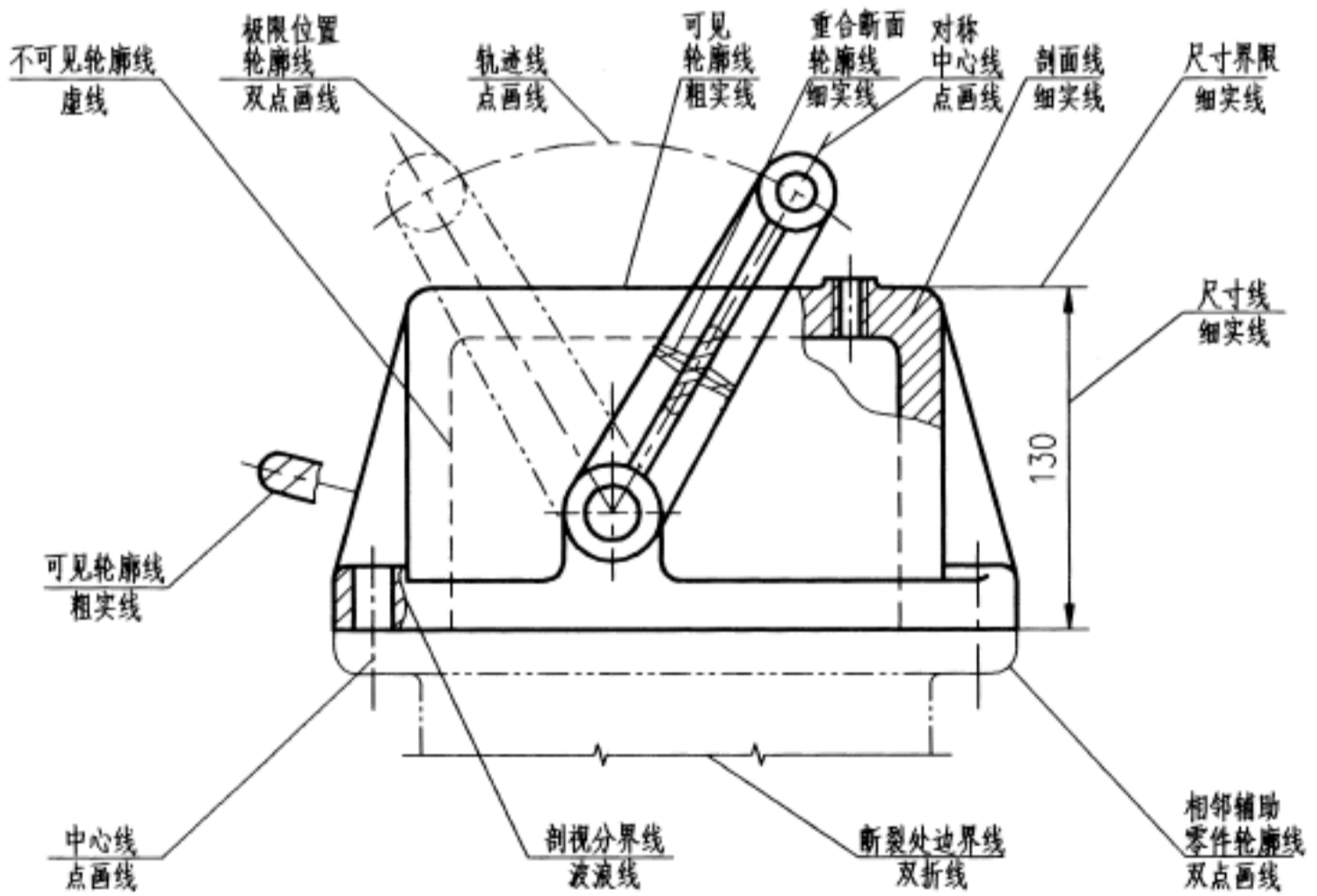


图 1-6 图线应用示例

机械工程图样中采用两种图线宽度,称为粗线与细线。粗线的宽度为 d,细线的宽度为 d/2,线宽 d 的尺寸系列为 0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm、在同一图样中,同类图线的宽度

应一致。虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔各自大致相同。点画线首末两端是长画,并超出轮廓线 3~5mm,当该图线较短时,可用细实线代替,画圆的中心线时,圆心应为线段与线段相交。虚线、点画线与其他图线相交时,都应交到线段处,当虚线为粗实线延长线时,虚线与粗实线应留间隙。

五、尺寸注法(GB/T 4458.4 - 1984 和 GB/T 16675.2 - 1996)

(一) 尺寸要素

组成尺寸的要素有尺寸界线,尺寸线、尺寸终端、尺寸数字,如图 1-7 所示。

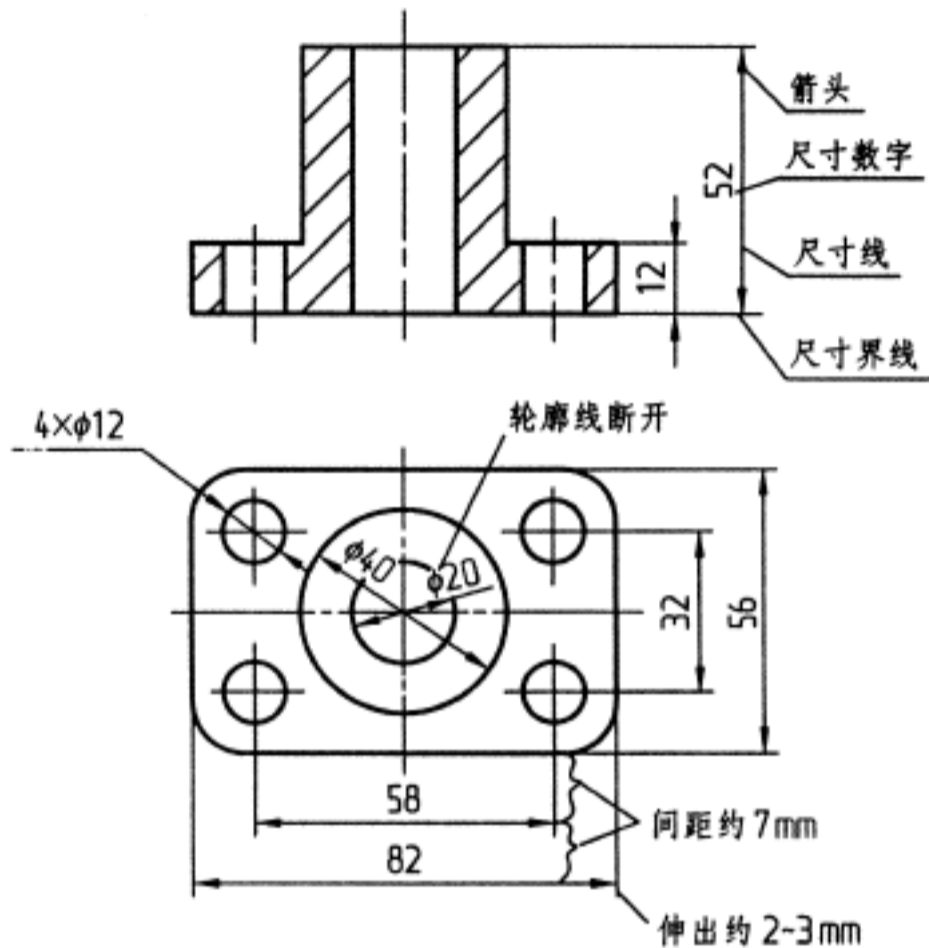


图 1-7 尺寸的组成

(二) 基本规则

- (1) 机件的真实大小应以图样上所注尺寸为依据,与绘图比例及绘图的准确度无关。
- (2) 图样中的尺寸以毫米为单位时,不需标注计量单位的代号或名称。若采用其他单位,则必须注明相应的计量单位的代码或名称。
- (3) 图样中所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,应标注在反应该结构最清晰的图形上。

(三) 尺寸标注示例

尺寸符号及尺寸标注示例见表 1-4 与表 1-5。

表 1-4 尺寸符号

符 号	含 义	符 号	含 义
	直径	t	厚度
R	半径		埋头孔
S	球		沉孔或铰平
EQS	均布		深度
C	45°倒角		正方形
	斜度		锥度

表 1-5 尺寸注法示例

内容	图例及说明
尺寸线终端形式	<p>箭头 细斜线 单边箭头</p> <p>d 为粗实线宽度, h 为尺寸数字高度</p>
线性尺寸数字方向	<p>当尺寸线在图示打网线的 30° 范围内时,可采用右边几种形式标注,同一张图样中标注形式要统一</p>
线性尺寸注法	<p>第一种方法 第二种方法 第三种方法 第四种方法</p> <p>必要时尺寸界线与尺寸线允许倾斜</p> <p>非水平方向的尺寸一般采用第一种方法注写</p>

内容

图例及说明

圆及圆弧尺寸注法

圆的直径数字前面加注“ ϕ ”。当尺寸线的一端无法画出箭头时,尺寸线要超过圆心一段

圆弧半径数字前面加注“R”。半径尺寸线一般应通过圆心

圆及圆弧尺寸的简化注法

小尺寸的注法

小图形,没地方标注尺寸时,箭头可外移或用小圆点代替两个箭头;尺寸数字也可写在尺寸界线外或引出标注

尺寸数字前面的符号

表示正方形边长 12mm 表示板厚 2mm 表示锥度 1 : 15 表示斜度 1 : 6

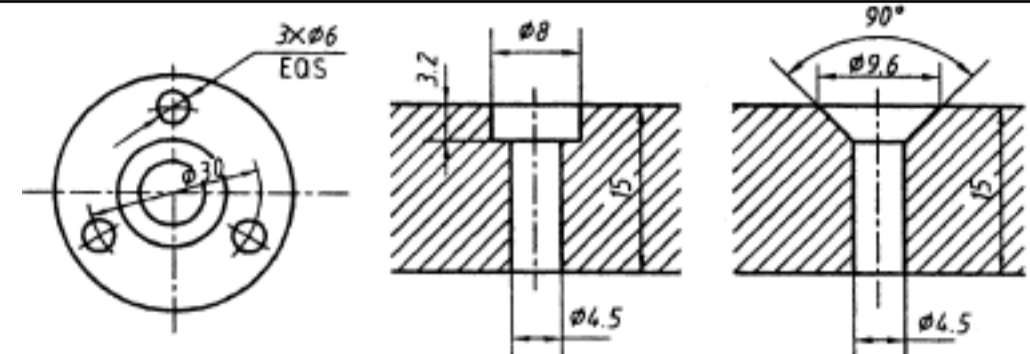
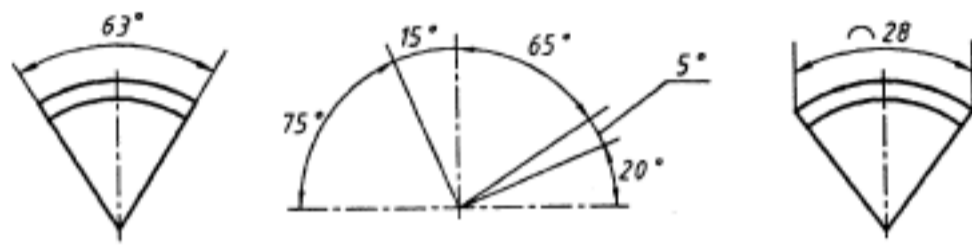
表示圆球直径 20mm 表示 45° 倒角, 倒角深度为 1.6mm 表示沉孔 8mm, 深 3.2mm 表示埋头孔 $9.6 \times 90^\circ$

对称机件的尺寸注法

78、90 两尺寸线的一端无法注全时,它们的尺寸线要超过对称线一段。图中 $4 \times \phi 6$ 表示有 4 个 $\phi 6$ 孔

分布在对称线两侧的结构,可仅标注其中一侧的结构尺寸

续上表

内容	图例及说明
图线通过尺寸数字	 <p>当尺寸数字无法避免被图线通过时,图线必须断开。图中“3×6EQS”表示3个6孔均布</p>
角度和弧长尺寸注法	 <p>角度的尺寸界线应沿径向引出,尺寸线画成圆弧,其圆心是该角的顶点。角度的尺寸数字一律水平书写</p> <p>弧长的尺寸线是该圆弧的同心弧,尺寸界线平行于对应弦长的垂直平分线。28表示弧长28mm</p>

§ 1.2 常用绘图工具及仪器使用方法

绘制图样按使用工具的不同,可分为尺规绘图,徒手绘图和计算机绘图。尺规绘图是借助图板、丁字尺、三角板和绘图仪器进行手工绘图的一种方法,为保证绘图质量,提高绘图速度,必须掌握绘图工具及仪器的正确使用方法。

一、图板、丁字尺和三角板

图板是用来铺放图纸的矩形木板,要求表面平坦光洁,因左右两边为导边,所以必须平直,如图1-8a所示。

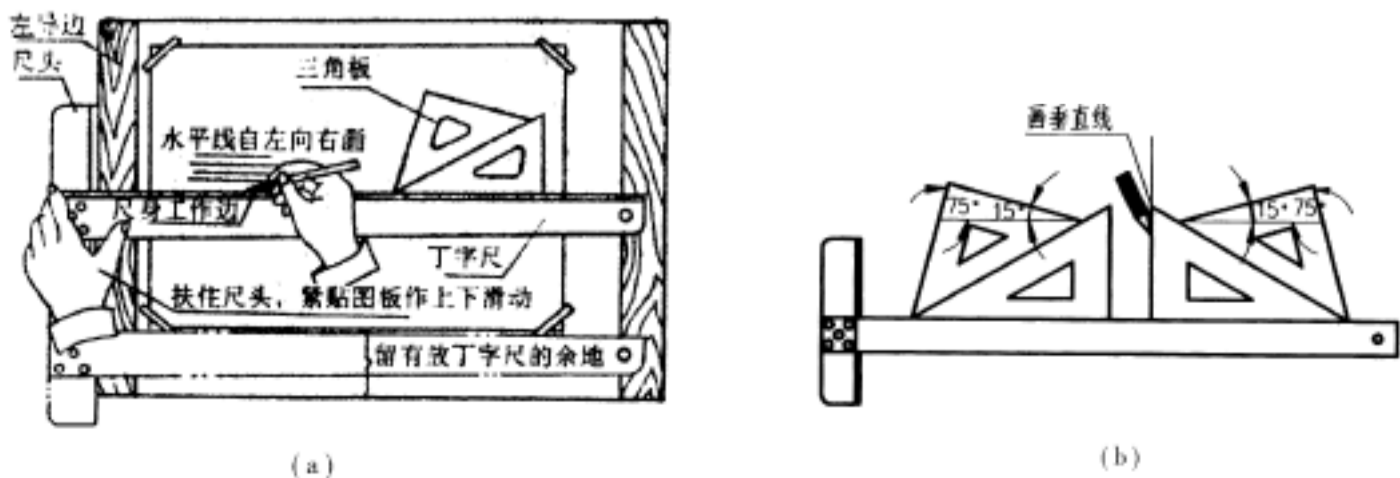


图 1-8 图板、丁字尺、三角板的配合使用