



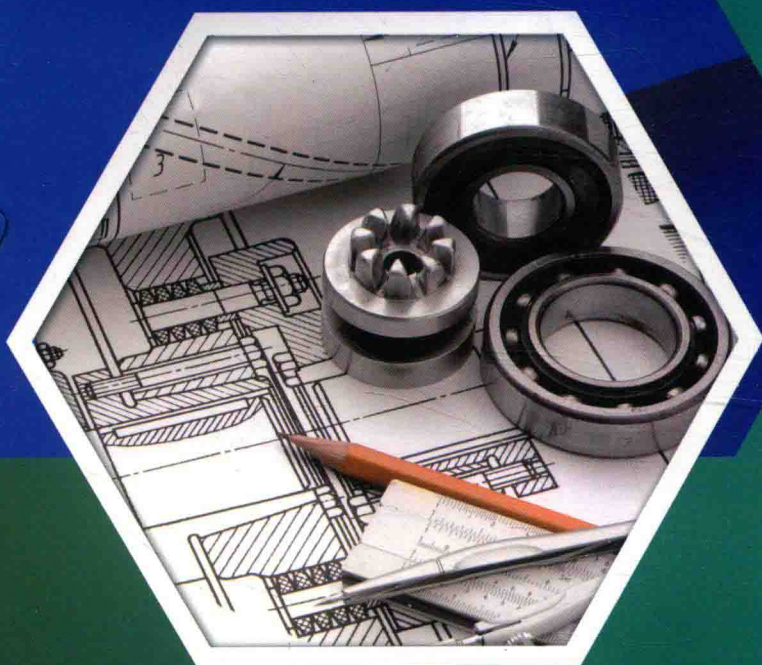
兰州交通大学铁道技术学院精品课程建设项目成果

机械制图

JIXIE ZHITU

新世纪高职高专教材编审委员会 组编

主 编 王 欣



大连理工大学出版社



兰州交通大学铁道技术学院精品课程建设项目成果

机械制图

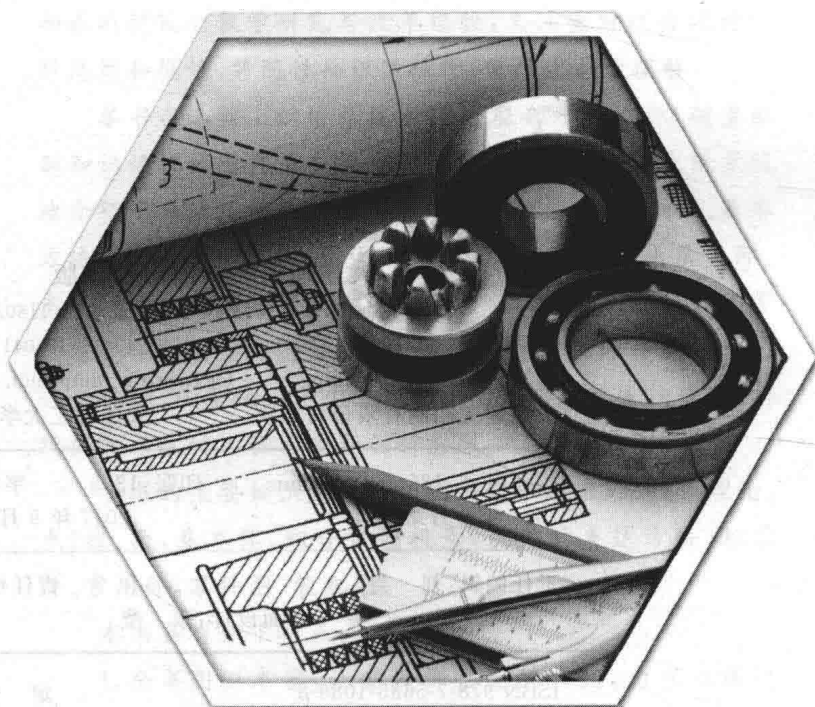
JIXIE ZHITU

新世纪高职高专教材编审委员会 组编

主 编 王 欣

副主编 孟佳东 李得洋

参 编 雷 霓



大连理工大学出版社

图书在版编目(CIP)数据

机械制图 / 王欣主编. — 大连: 大连理工大学出版社, 2017. 9

ISBN 978-7-5685-1086-8

I. ①机… II. ①王… III. ①机械制图—教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2017)第 217480 号

大连理工大学出版社出版

地址: 大连市软件园路 80 号 邮政编码: 116023

发行: 0411-84708842 邮购: 0411-84708943 传真: 0411-84701466

E-mail: dutp@dutp.cn URL: <http://dutp.dlut.edu.cn>

大连理工印刷有限公司印刷

大连理工大学出版社发行

幅面尺寸: 185mm×260mm 印张: 13.5 字数: 325 千字
2017 年 9 月第 1 版 2017 年 9 月第 1 次印刷

责任编辑: 刘 芸

责任校对: 陈星源

封面设计: 张 莹

ISBN 978-7-5685-1086-8

定 价: 33.80 元

本书如有印装质量问题, 请与我社发行部联系更换。

前 言

本书是根据教育部高等学校工程图学教学指导委员会2015年制定的《普通高等院校工程图学课程教学基本要求》，在总结编者多年教学研究成果的基础上，结合当前高等学校教育改革和对工科人才培养的要求编写而成的。

本书是编者二十多年持续教学与改革的系统性总结与归纳。编者曾带领学生参加历年中国图学大赛，多次取得优异成绩，为本书的编写奠定了基础。本书聚焦于领悟、提高和应用的学习过程，文字精练、准确，将知识点和编者二十多年的教学经验相融合，适用于各层次学生掌握工程图学的精髓。编者历经多年教学实践，不断完善，既吸取本校和各地院校的教学研究与改革经验，又注重对这些理论进行总结和提炼，将隐性知识显性化，使学生易于理解。

本书在选材上以培养技术应用型人才为目标，侧重绘制和识读机械图样基本能力的训练。在内容安排上既系统地介绍了画法几何及机械制图的基本概念、基础知识、基本方法，又突出了重点，简化了难点，加强了理论联系实际。本书使学生的学习过程由浅入深，知识逐渐系统化，始终贯彻培养学生的空间思维能力、创造性形体设计与表达能力这一目标，反复强化学生工程与产品图形信息表达能力，持续提升学生的工程素质和创新意识。

全书的主要知识点包括制图的国家标准，正投影理论，点、线、面，基本体、组合体的投影，机件的表达方法，标准件、常用件，零件图，装配图。

本书具有如下特点：

1. 全书图例丰富，注重发挥插图的作用，力求以图说文、图文并茂。全书采用立体图、轴测图与投影图相互对照的方法，循序渐进地表达绘图和读图的全过程。

2. 内容体系层次清晰，从形体的基本要素（点、线、面）到基本形体，再到形体组合构形分析、形体表达及综合应用，由简单到复杂，循序渐进地培养学生的空间思维与形体

构形能力。

3. 注重理论联系实际,使教学内容有利于培养学生的工程意识和创新能力。既注重对基本概念和基本理论的准确论述,又充分体现本课程分析问题和解决问题的独特方法。选择的实例由浅入深,实用性较强。通过对各类工程图例的分析训练,强化工程实践能力的培养。

4. 内容体系较为完整。随着高等教育的改革,课程学时不断减少,因此,为了突出重点,加强基础知识、基本概念、基本方法的学习,本书力求文字精练、通俗易懂。

5. 本书正文、附录和图例都遵循现行《技术制图》与《机械制图》国家标准。

6. 为巩固所学知识,方便教师留作业和学生自学,本书配有《机械制图习题集》。

本书既可作为大专、高职院校机械类、近机械类各专业画法几何及机械制图课程(80~120学时)的教材,又可作为函授大学、网络教育的相关专业教材及有关工程技术人员的参考书。

本书由兰州交通大学铁道技术学院王欣任主编,兰州交通大学铁道技术学院孟佳东、李得洋任副主编,兰州交通大学铁道技术学院雷霓任参编。具体编写分工如下:第一章由王欣、雷霓编写;第二章由王欣、孟佳东编写;第三章由李得洋、王欣编写;第四章由李得洋、孟佳东编写;第五章由孟佳东、李得洋编写;附录由孟佳东编写。全书由王欣统稿并定稿。

在编写本书的过程中,编者得到了兰州交通大学有关领导和教师的大力支持,在此表示诚挚的感谢!

由于时间仓促,书中仍可能存在不足之处,恳请读者及同仁批评指正。

编者

2017年8月

所有意见和建议请发往:dutpgz@163.com

欢迎访问教材服务网站:<http://www.dutpbook.com>

联系电话:0411-84706676 84707424



第一章 绘制平面图形	1
第一节 制图标准	1
第二节 绘图工具	11
第三节 几何作图	13
第四节 绘制平面图形	15
第二章 体的投影	21
第一节 投影理论及投影特性	22
第二节 基本体的投影	38
第三节 体的截交与相贯	43
第四节 组合体	63
第三章 机件的表达方法	78
第一节 视图的形成、画法及应用	78
第二节 剖视图	83
第三节 断面图	95
第四节 其他表达方法	99
第四章 零件图	104
第一节 零件图的作用和内容	105
第二节 零件图的技术要求	105
第三节 标准件与常用件	119
第四节 零件表达方法的选择	153
第五章 装配图	168
第一节 装配图的作用、内容和一般规定	168
第二节 装配图的表达方法	173
第三节 装配体的测绘和装配图的绘制	181
第四节 读装配图和拆画零件图	191
附录	197

第一章

绘制平面图形

学习目标

掌握国家标准《技术制图》和《机械制图》中关于图纸幅面、图框格式、标题栏、比例、字体、图线及尺寸注法的基本内容；掌握常用绘图工具的使用方法；掌握常用几何图形的作图原理与方法；掌握平面图形的绘制以及尺寸标注的基本方法。

第一节 制图标准

在现代化生产中,图样是技术界表达设计思想、指导生产、交流技术经验的重要手段,各种建筑物、机器、仪表的施工和制造都是以图样为主要依据的。因此,图样被称为工程技术界的“语言”。

为了适应现代化生产的需要和便于技术经验的交流,国家对图样的格式、内容、画法和尺寸注法等均做了统一的规定,这些规定称为制图标准。本节主要介绍国家标准《技术制图》和《机械制图》中对图纸幅面、图框格式、标题栏、比例、字体、图线、尺寸注法的基本规定。每个图样在绘制过程中都必须严格遵守国家制图标准,如图 1-1 所示。

一、图纸幅面和标题栏

(一) 图纸幅面和图框格式(GB/T 14689—2008)

表 1-1 列出了国家标准所规定的图纸幅面和图框尺寸。图幅长边是短边的 $\sqrt{2}$ 倍,且 A1 图纸幅面是 A0 图纸幅面沿长边的对裁,A2 图纸幅面是 A1 图纸幅面沿长边的对裁,以此类推,如图 1-2 所示。

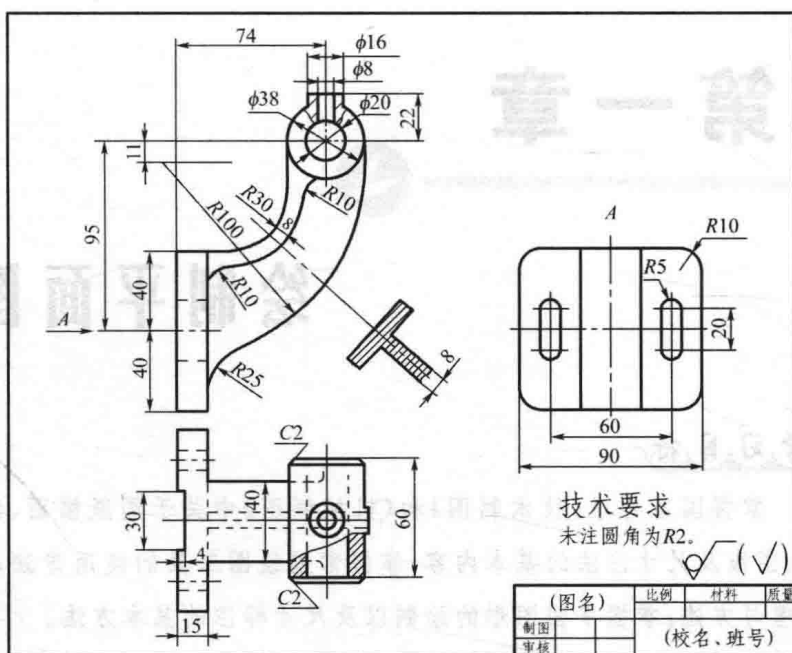


图 1-1 托架立体图和零件图

表 1-1

图纸幅面和图框尺寸

mm

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4
$B \times L$	841×1 189	594×841	420×594	297×420	210×297
e	20		10		
c	10			5	
a	25				

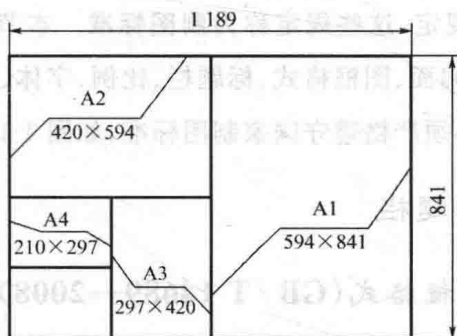
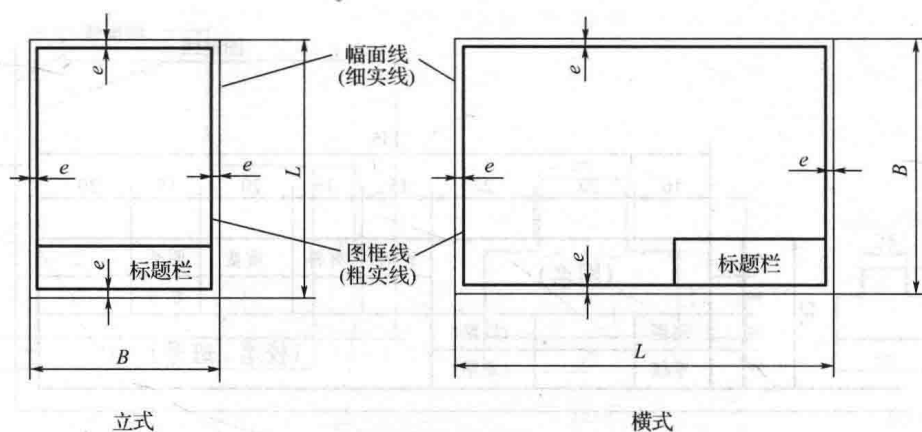


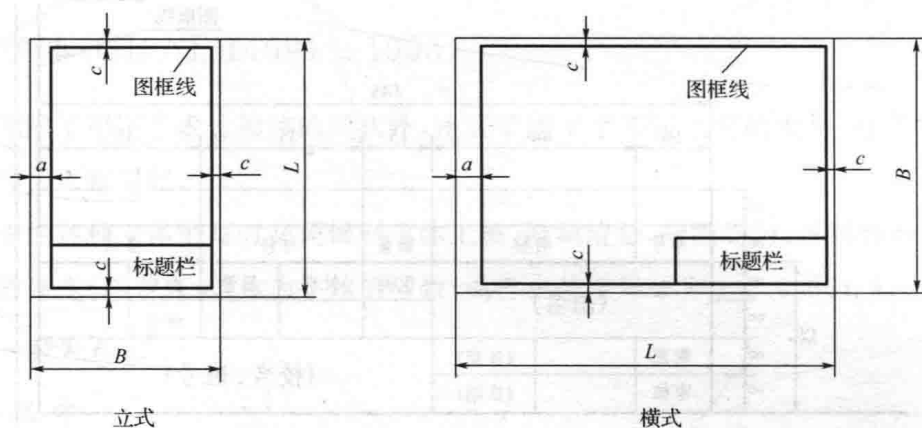
图 1-2 各号图纸幅面

图框格式分为不留装订边和留有装订边两种,可以立式布置(短边在水平方向),也可以横式布置(短边在竖直方向),如图 1-3 所示。

绘制图样时,应优先采用规定的基本幅面尺寸。必要时可按规定对长边进行加长,形成加长幅面,在此不再列出。



(a) 不留装订边



(b) 留有装订边

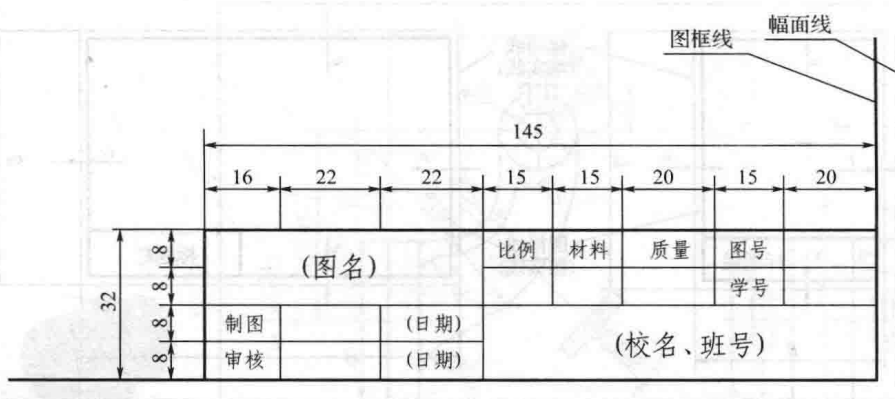
图 1-3 图框格式

(二) 标题栏 (GB/T 10609.1—2008)

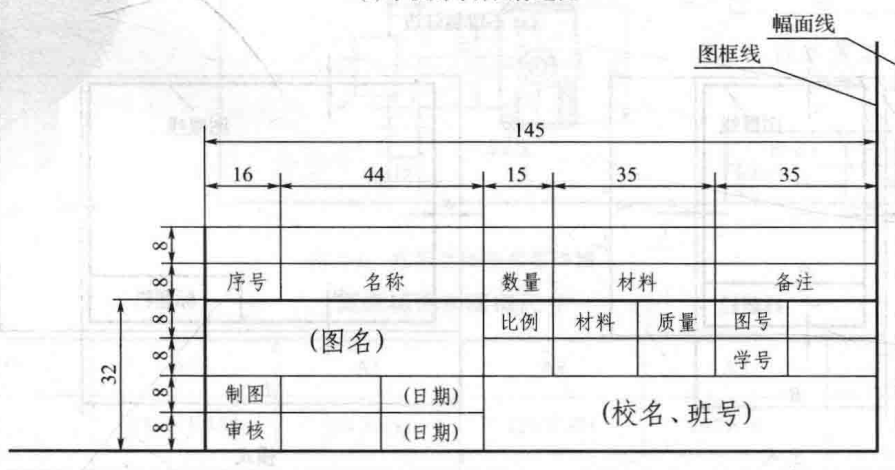
每张图纸中均应有标题栏,标题栏一般位于图纸的右下角,如图 1-3 所示,国家标准未对标题栏做出统一规定。标题栏中的文字方向为看图方向,外边框用粗实线绘制,其他线用细实线绘制。在校学习期间的制图作业建议采用图 1-4 所示的标题栏格式和尺寸。

二、比例 (GB/T 14690—1993)

比例是指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时应根据其大小、复杂程度和用途选用适当的比例。国家标准中所规定的绘图采用的比例见表 1-2。



(a) 学校用零件图标题栏



(b) 学校用装配图标题栏

注：图名用10号字，校名、专业、班级用7号字，其余用5号字

图 1-4 学校用标题栏的格式和尺寸

表 1-2

绘图采用的比例

种类	优先采用的比例	允许选用的比例
原值比例	1 : 1	
放大比例	2 : 1 5 : 1 1 × 10 ⁿ : 1 2 × 10 ⁿ : 1 5 × 10 ⁿ : 1	2.5 : 1 4 : 1 2.5 × 10 ⁿ : 1 4 × 10 ⁿ : 1
缩小比例	1 : 2 1 : 5 1 : 1 × 10 ⁿ 1 : 2 × 10 ⁿ 1 : 5 × 10 ⁿ	1 : 1.5 1 : 2.5 1 : 3 1 : 4 1 : 6 1 : 1.5 × 10 ⁿ 1 : 2.5 × 10 ⁿ 1 : 3 × 10 ⁿ 1 : 4 × 10 ⁿ 1 : 6 × 10 ⁿ

注： n 为正整数。

当整张图纸只有一种比例时，一般应将其注写在标题栏中的“比例”栏内。若图样中的视图采用不同的比例，则应在图名的上方或右侧标注比例，如 $\frac{I}{2:1}$, $\frac{A}{1:100}$, $\frac{B-B}{2.5:1}$ 。

不论采用放大还是缩小比例，标注的尺寸必须是机件的实际尺寸，如图 1-5 所示。图纸上标注的数字均为机件的实际大小，与比例无关。

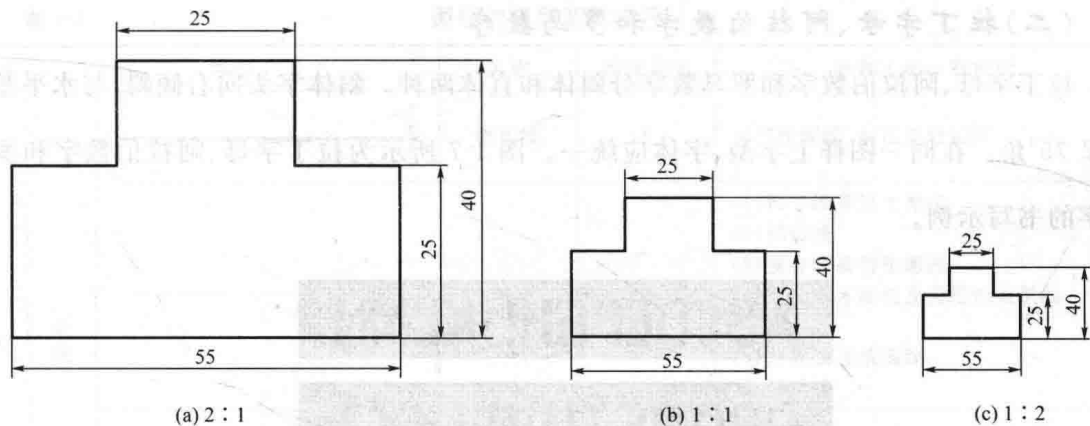


图 1-5 用不同比例绘制的图形及其尺寸标注

三、字体(GB/T 14691—1993)

图样中除了用图形表达物体的形状外,还需要用文字来表达它的大小、技术要求等,这些字体统称为工程字体。

图样中的各种字体书写时必须做到字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体的高度(用 h 表示)称为字体的号数,图样中的字号分为 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20。字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

(一)汉字

汉字应采用长仿宋体,并应采用国家正式公布推行的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5 mm。

长仿宋体的书写要领是横平竖直、注意起落、结构均匀、填满方格。图 1-6 是用长仿宋体书写的汉字示例。

5号字

技术制图 石油 化工 机械 电子 汽车 航空 船舶 土木 建筑 矿山 焊接 设备

7号字

横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格

10号字

字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

图 1-6 汉字的书写示例

(二) 拉丁字母、阿拉伯数字和罗马数字

拉丁字母、阿拉伯数字和罗马数字分斜体和直体两种。斜体字头向右倾斜,与水平基准线呈 75° 角。在同一图样上字型、字体应统一。图 1-7 所示为拉丁字母、阿拉伯数字和罗马数字的书写示例。



图 1-7 拉丁字母、阿拉伯数字和罗马数字的书写示例

四、图线(GB/T 4457.4—2002 和 GB/T 17450—1998)

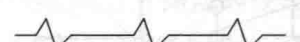
(一) 图线的线型及其应用

在绘制工程图样时,应选用表 1-3 中的线型与线宽。每个图样应先根据其复杂程度及比例,选用适当的线宽。比例较大的图样选用较宽的线。表 1-3 中的粗线宽度 b 应根据图样的类型、大小、比例和缩微复制的要求,在 0.25 mm、0.35 mm、0.5 mm、0.7 mm、1 mm、1.4 mm 和 2 mm 中选用,尽量不选择 0.35 mm 以下的线宽。粗线和细线的宽度比例为 2:1。

图 1-8 是机械图样中图线的应用实例。

表 1-3

图线的线型及其应用

序号	线型		名称	图线宽度	在图上的一般应用
01	实线		粗实线	b	可见轮廓线、剖切符号用线
			细实线	约 $b/2$	(1) 尺寸线及尺寸界线 (2) 剖面线 (3) 重合断面的轮廓线 (4) 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 (5) 指引线 (6) 分界线及范围线 (7) 过渡线
			波浪线	约 $b/2$	(1) 断裂处的边界线 (2) 局部剖视图中剖与未剖部分的分界线
			双折线	约 $b/2$	
02	虚线		细虚线	约 $b/2$	不可见轮廓线
			粗虚线	b	允许表面处理的表示线
03			细点画线	约 $b/2$	(1) 轴线 (2) 对称中心线 (3) 齿轮的分度圆
			粗点画线	b	限定范围的表示线
04			细双点画线	约 $b/2$	(1) 相邻辅助零件的轮廓线 (2) 极限位置的轮廓线 (3) 假想投影的轮廓线 (4) 中断线 (5) 轨迹线

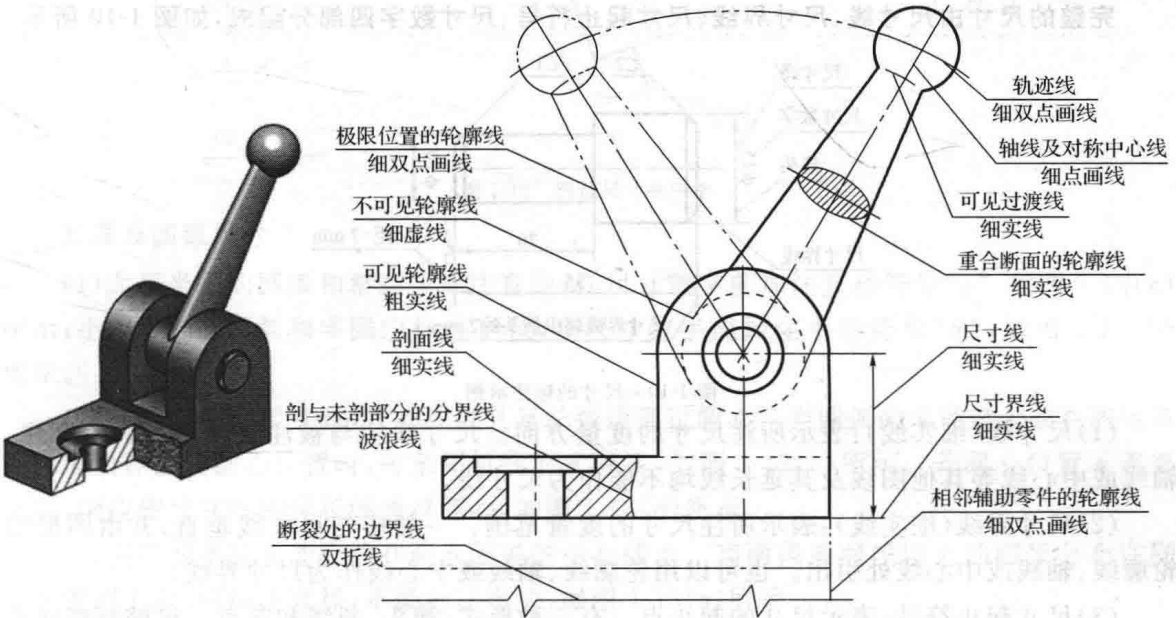


图 1-8 图线的应用实例

(二) 图线的画法

(1) 在同一张图纸中, 应选用相同的线宽组。

(2) 点画线、双点画线、虚线的线段长度和间隔应各自大致相等, 可按图 1-9(a) 推荐的长度绘制。

(3) 点画线和双点画线的首末两端应是线段。

(4) 虚线、点画线等自身相交或与其他图线相交时, 均应交于线段处, 不能交于空格处。当虚线是实线的延长线时, 在连接处应留出空隙, 不得与实线相接, 如图 1-9(b) 所示。

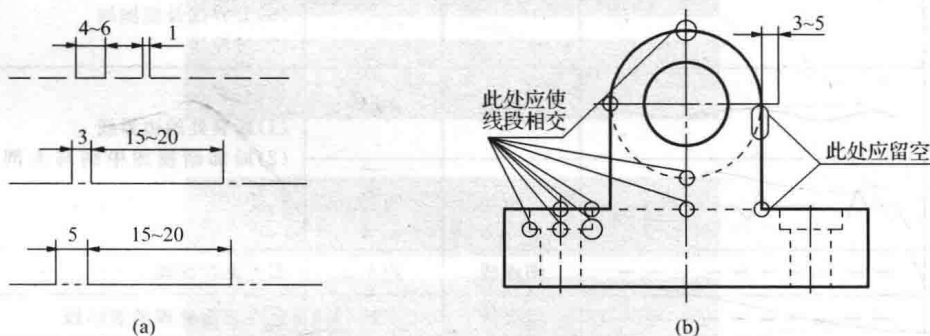


图 1-9 图线的画法

(5) 当图形较小, 画点画线或双点画线有困难时, 可用实线代替。

五、尺寸标注(GB/T 4458.4—2003)

图样只能表示机件的形状, 机件各部分的大小及相互位置需要通过尺寸才能确定, 因此尺寸是图样的主要组成部分。

(一) 尺寸要素

完整的尺寸由尺寸线、尺寸界线、尺寸起止符号、尺寸数字四部分组成, 如图 1-10 所示。

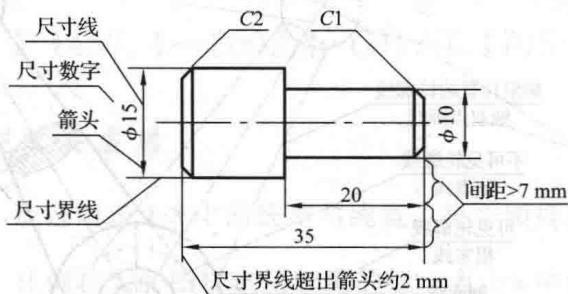


图 1-10 尺寸的标注示例

(1) 尺寸线(细实线): 表示所注尺寸的度量方向。尺寸线应与被注线段平行。轮廓线、轴线或中心线等其他图线及其延长线均不能作为尺寸线。

(2) 尺寸界线(细实线): 表示所注尺寸的度量范围。一般应与尺寸线垂直, 并由图形的轮廓线、轴线或中心线处引出。也可以用轮廓线、轴线或中心线作为尺寸界线。

(3) 尺寸起止符号: 表示尺寸的起止点。有三种形式: 箭头、斜线和圆点。机械制图通常采用箭头, 特殊情况下也可采用斜线或圆点表示起止点。其画法如图 1-11 所示。

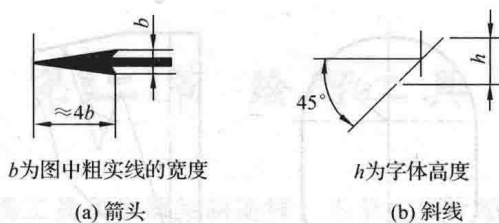


图 1-11 箭头和斜线的画法

(4) 尺寸数字: 表示物体的实际大小, 与绘图所采用的比例无关。尺寸数字一般标注在尺寸线上方中部。尺寸数字不可被任何图线或符号通过, 当无法避免时, 应将其其他图线断开。

(二) 尺寸的注法

1. 线性尺寸

(1) 尺寸线必须与所标注的线段平行, 尺寸线与图形最外轮廓线之间的距离一般不小于 10 mm, 相互平行的尺寸线间距一般大于 7 mm, 如图 1-10 所示。标注相互平行的尺寸时, 应把小尺寸标注在里面, 大尺寸标注在外面。

(2) 尺寸数字应按图 1-12(a) 所示的方向标注, 并尽可能避免在阴影所示的 30° 范围内标注尺寸, 当无法避免时, 可按图 1-12(b) 所示的方法标注, 水平注写在尺寸线的中断处或采用旁注法。非水平注写的线性尺寸, 其数字的方向一般采用图 1-12(c) 所示的方法标注。

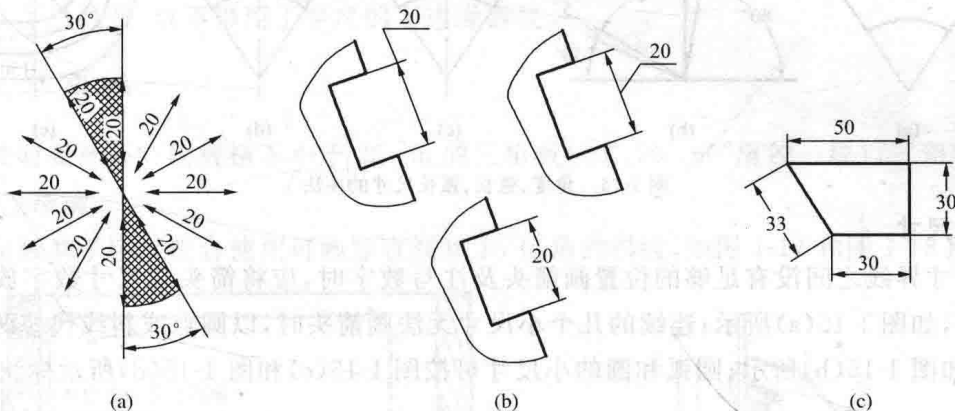


图 1-12 线性尺寸的注法

2. 圆及圆弧尺寸

(1) 大于半圆的圆弧和整圆应标注直径, 在尺寸数字前加注直径符号“ ϕ ”, 如图 1-13(a) 所示; 小于半圆的圆弧和半圆应标注半径, 在尺寸数字前加注半径符号“ R ”, 如图 1-13(b) 所示。

(2) 在圆上标注尺寸时, 尺寸线或其延长线应通过圆心。当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标注其圆心位置时, 可采用折线形式标注, 如图 1-13(c) 所示。若圆心位置不需要注明, 则应使尺寸线的延长线通过圆心, 如图 1-13(d) 所示。

(3) 直径或半径不能标注在圆或圆弧的中心线上。当两段或两段以上的圆弧分布在同一个圆周上时, 应标注直径, 不能标注半径, 如图 1-13(a) 所示。

3. 角度、弦长、弧长尺寸

(1) 角度的尺寸数字一律水平书写, 并写在尺寸线的中断处, 必要时可写在尺寸线的上

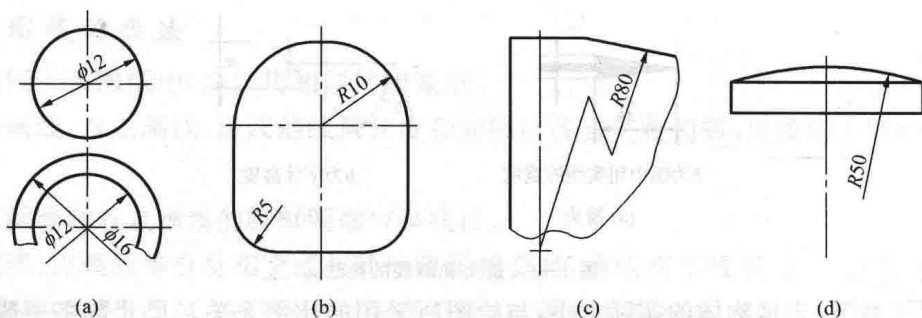


图 1-13 圆及圆弧尺寸的注法

方或外侧,也可引出旁注。尺寸线画成以两线交点为圆心的圆弧,尺寸界线应沿径向引出,如图 1-14(a)和图 1-14(b)所示。

(2) 圆弧的弦长按线性尺寸标注,如图 1-14(c)所示。

(3) 弧长的尺寸线为被标注要素的同心圆弧,尺寸界线垂直其弦,如图 1-14(d)所示。弧度较大时,尺寸界线可沿径向引出,如图 1-14(e)所示。

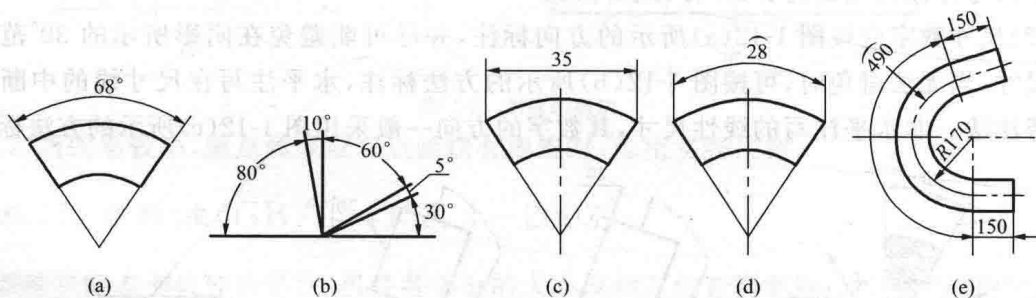


图 1-14 角度、弦长、弧长尺寸的注法

4. 小尺寸

在尺寸界线之间没有足够的位置画箭头及注写数字时,应将箭头或尺寸数字放在尺寸界线之外,如图 1-15(a)所示;连续的几个小尺寸无法画箭头时,以圆点或斜线代替两个相对的箭头,如图 1-15(b)所示;圆弧和小圆的小尺寸可按图 1-15(c)和图 1-15(d)所示标注。

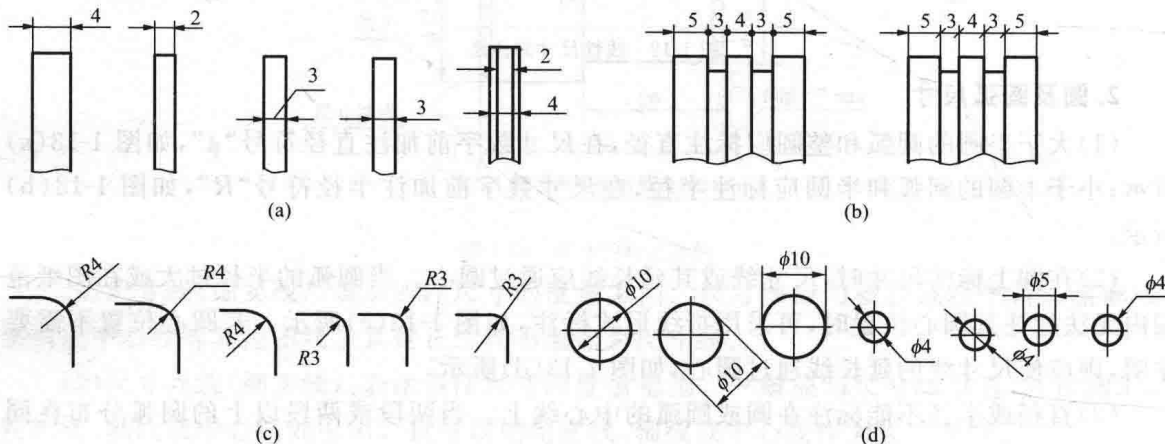


图 1-15 小尺寸的注法

第(二)节 绘图工具

尺规绘图是指使用绘图工具和仪器绘制图样。本节主要介绍几种常用绘图工具及尺规绘图的基本方法和步骤。

一、图板

图板用于铺放图纸,其板面必须平坦。图板的左、右两短边称为导边,要求平直,以保证与丁字尺尺头的内侧良好接触。绘图时需用胶带纸将图纸固定在图板上,如图 1-16 所示。

二、丁字尺

丁字尺由尺头和尺身组成。丁字尺尺头的内侧及尺身的上边缘称为工作边,要求平直、光滑。

丁字尺可用来画水平方向的平行线。使用时,要用左手握尺头,使其紧靠图板的左侧导边做上下移动,移动到合适位置后,左手移至画线部位将尺身压住,右手执笔沿尺身的工作边自左向右画水平线,如图 1-16 所示,切不可使丁字尺的尺头靠在图板的右侧导边或图板的上边和下边画线,也不得用丁字尺的下边缘画线。

三、三角板

绘图时要准备一副规格不小于 25 cm 的三角板(45° 、 30° 、 60° 角各一块),三角板应板平边直,角度准确。

三角板和丁字尺配合使用可画竖直线和 15° 倍角的斜线,如图 1-17 和图 1-18 所示。

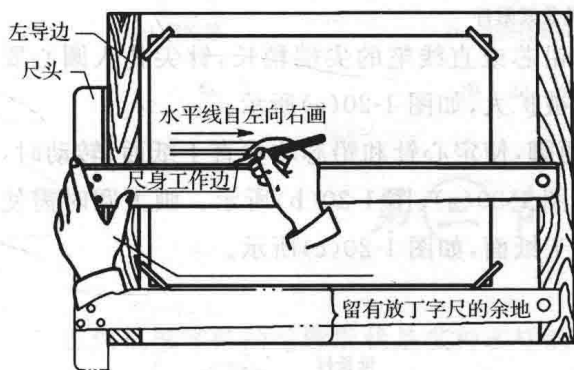


图 1-16 用丁字尺画水平线

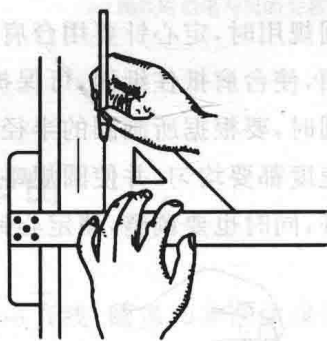


图 1-17 用三角板和丁字尺配合画竖直线

四、圆规与分规

(一) 圆规

圆规是用来画圆或圆弧的工具。圆规一般配有铅芯插腿、钢针插腿(作分规时用)和延长杆(画大圆时用),如图 1-19 所示。