

刘申立 主编
刘玉林 段红杰 副主编

上册

高等工科院校适用教材

机械工程设计图学

 机械工业出版社
China Machine Press

本书将画法几何及机械制图、机械原理与机械零件、计算机绘图等相关课程有机地融合在一起，集图学、设计为一体，以设计为主线组成了新的教材体系。

全书分上、下两册。上册主要内容有：制图基本知识和技能；投影基础；组合体；机件形状的常用表示方法，机构运动简图，装配图，零件图以及计算机绘图。下册主要内容有：常用机构，联接，带传动和链传动，齿轮传动，蜗杆传动，齿轮系，轴承，轴，联轴器与离合器，弹簧以及简易机械设计示例。

另编有《机械工程设计图学习题集》与教材上册配套使用。

本教材适用于高等工科院校非机类和近机类各专业（90至150学时），也可作为高等职业技术学院、职工院校相关专业教材，还可供有关工程技术人员和自学者参考。

图书在版编目（CIP）数据

机械工程设计图学. 上册/刘申立主编. —北京：机械工业出版社，2000.8

高等工科院校适用教材

ISBN 7-111-08207-9

I. 机… II. 刘… III. ①机械设计—高等学校—教材②机械制图—高等学校—教材 IV. TH122

中国版本图书馆CIP数据核字（2000）第66709号

机械工业出版社（北京市百万庄大街22号 邮政编码100037）

责任编辑：钱飒飒 版式设计：冉晓华 责任校对：孙志筠

封面设计：方 芬 责任印制：郭景龙

三河市宏达印刷厂印刷·新华书店北京发行所发行

2000年9月第1版·第1次印刷

787mm×1092mm $\frac{1}{16}$ ·13.25印张·1插页·324千字

0 001—6 000册

定价：17.00元

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

前 言

随着科学技术的高速发展和人类社会的不断进步,学科门类不断地增加,并且互相渗透和融合,教材建设也必须适应现代教育的需要。调整原有的课程结构,改革与科学技术飞速发展及经济建设不相适应的课程体系和教学内容已刻不容缓。根据国家教育部关于21世纪教学内容和课程体系改革的精神,在1995年出版的《工程设计图学》基础上,通过多年来对非机类专业“工程制图与机械基础系列课程教学内容与课程体系的改革与实践”课题研究和教学试点工作,认真总结并吸取了国内外先进经验编写成《机械工程设计图学》。

本书将画法几何及机械制图、机械设计基础、计算机绘图等相关课程有机地融合在一起,集设计、图学为一体,并在有限的学时内,加强了计算机绘图这一先进的图形处理技术。本书以设计为线索贯穿全书,并把常用机构和通用零、部件以及简易机械设计和绘图结合起来,组成新的教材体系。新体系加强设计构思、结构分析和结构设计,删减了一些公式推导过程,避免了原课程之间不必要的重复,增加了课程信息量。

本书具有“学用结合、目的明确”的特点,有利于提高学生学习的积极性和综合素质,缩短学习与应用的时差,促进教学、科研和生产相结合。

本书贯彻了近年来国家颁布的最新国家标准。

全书共分上、下两册,另外编写有《机械工程设计图学习题集》与教材配套使用。本教材可作为高等工科院校、高等职业技术学院、职工院校近机类和非机类各专业教材(90至150学时)。使用时,可根据专业特点,将内容、章节次序作适当增删和调整。

本书上册由刘申立任主编,刘玉林、段红杰任副主编。下册由邹景超任主编,方毅、李世兰任副主编。全书由刘申立总编纂,由北京科技大学马香峰教授主审。

参加编写的有:郑州轻工业学院刘申立(绪论、第五、六章)、邹景超(第十六章)、刘玉林(第七章)、段红杰(第三章)、方毅(第九章、第十章第一、二节)、陶浩(第二章第一至五节)、岳永胜(第八章第三、四节)、薛晓雯(第十二章第一至十节)、邵建敏(第十四、十五章)、纪莲清(第十九章)、南阳理工学院李世兰(第十章第三、四、五节、第十三章)、郑州航空工业管理学院郭友寒(第一章、第二章第六节)、解放军信息工程大学罗运和(第八章第一、二节)、中州大学王丽霞(第四章)、郑州煤田职工地质学院毕建平(第十一、十八章)、郑州粮食学院杜海陆(第十二章第十一、十二、十三、十四节、第十七章)。

由于我们水平有限,时间仓促,难免存在一些错误和不足之处,敬请广大读者批评指正。

编 者

2000年4月

目 录

前言

绪论

第一章 制图基本知识和技能 3

第一节 制图国家标准简介 3

第二节 绘图工具的使用 10

第三节 几何作图 11

第四节 平面图形分析及尺寸标注 13

第五节 绘图的方法和步骤 15

第二章 投影基础 17

第一节 投影法的基本知识 17

第二节 三视图的形成及其特性 18

第三节 平面立体的三视图 21

第四节 几何元素的投影 21

第五节 曲面立体的投影 37

第六节 基本体的轴测图 41

第三章 组合体 46

第一节 组合体的形体分析 46

第二节 平面与回转体相交 48

第三节 回转面与回转面相交 53

第四节 画组合体的视图 57

第五节 看组合体的视图 60

第六节 组合体的尺寸标注 64

第七节 组合体的构形设计 67

第八节 组合体的轴测图 70

第四章 机件形状的常用表示方法 73

第一节 视图 73

第二节 剖视图 76

第三节 断面图 82

第四节 局部放大图 84

第五节 简化画法和规定画法 85

第六节 综合运用举例 87

第七节 轴测剖视图 88

第五章 机构运动简图 91

第一节 机械设计的一般步骤和内容 91

第二节 机构运动简图 92

第六章 装配图 98

第一节 概述 98

第二节 极限与配合 99

第三节 装配图的规定画法、特殊画法和
简化画法 108

第四节 装配图的尺寸和技术要求 111

第五节 装配图的零件序号、明细栏和标
题栏 112

第六节 与装配有关的构形 112

第七节 简易机械的构思设计 117

第八节 看装配图及由装配图拆画零
件图 120

第七章 零件的构形设计及零件图 124

第一节 零件图的内容 124

第二节 零件的构形过程及要求 125

第三节 零件图的视图表示 132

第四节 零件图的尺寸标注 134

第五节 典型零件的视图选择和尺寸
标注 137

第六节 零件的表面粗糙度 140

第七节 零件的形状和位置公差简介 144

第八节 零件的材料及热处理简介 146

第九节 机械零件的设计概述 151

第八章 计算机绘图 156

第一节 AutoCAD 概述 156

第二节 AutoCAD 的基本功能 160

第三节 用 AutoCAD 绘制机械图 181

第四节 AutoCAD 二次开发简介 202

参考文献 206

绪 论

人类通过长期的生产实践逐渐创造了机器，在近代生产活动和日常生活中，经常见到的机床、汽车、拖拉机、编织机等都是机器。机器的设计、制造、装配、检验等都离不开图样。图样是工程界的共同语言，是生产的指令，是工程技术人员必须掌握的信息交流工具。

机器的类型很多，用途也不一样，但却具有共同的特征：它是人为的实物组合；它们各部分之间具有确定的相对运动；它们可代替或减轻人类的劳动去完成有用的机械功（如起重机、洗衣机）或转换机械能（如内燃机、发电机）。

机器是怎样组成的呢？比如洗衣机是由电动机经带传动使叶轮回转，搅动洗涤液来进行工作。叶轮的工作直接代替了人的劳动，成为工作机构。叶轮能够运动靠的是电动机，我们称它为原动机。把原动机的运动和动力传送到工作机构，这中间环节就叫传动装置。洗衣机是通过带将电动机的动力传到叶轮的。因此，从运动角度来分析，机器的主体通常是由原动机——传动装置——工作机构三部分组成的。

机器也可说是由机构组成的。机构也是人为的实物组合，其各部分之间具有确定的相对运动。例如内燃机中，活塞（看作滑块）、连杆、曲轴（即曲柄）和气缸体组成一个曲柄滑块机构，可将活塞的往复移动转变为曲轴的连续转动。凸轮、顶杆和气缸体组成凸轮机构，将凸轮的连续转动转变为顶杆有规律的往复移动。而曲轴、凸轮轴上齿轮和气缸体组成齿轮机构，可使两轴保持一定的转速比。最简单的机器只包含一个机构，如电动机、鼓风机。

若撇开机器在作功和转换能量方面所起的作用，仅从结构和运动的观点来看，则机器和机构之间并无区别。因此，习惯上用“机械”一词作为机器和机构的总称。

机构是由构件组成的。组成机构的各个相对运动部分为构件。构件可以是单一的整体，也可以是几个零件组成的刚性联接。例如内燃机的连杆就是由连杆体、连杆盖、螺栓以及螺母等几个零件组成的。这些零件形成一个整体而进行运动，所以称为一个构件。由此可见，构件是运动的单元，而零件是制造的单元。

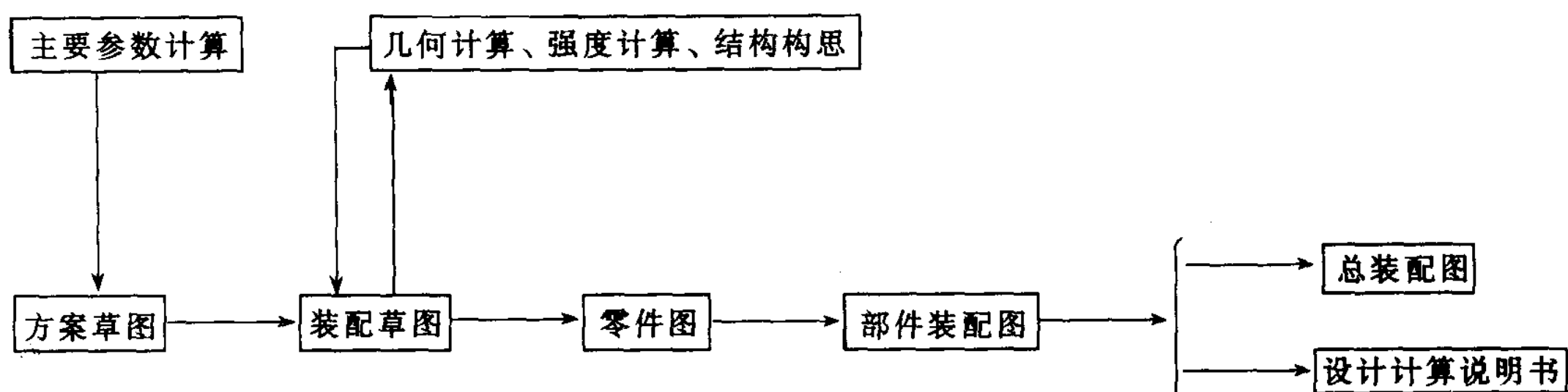
任何机器都是由一些零件、部件组成的。要生产制造机器，需要通过设计获得制造机器的图样和技术资料，然后根据图样制造出组成该机器的全部零件，再装配成部件，组装成机器。

零件可分为两类：一类称为通用零件，它在各种机械中都能经常遇到，如齿轮、螺钉、轴、弹簧等；另一类称为专用零件，它只出现于某些机械之中，如汽轮机的叶片，内燃机的活塞等。

机械工程设计图学是研究机械设计，并将其绘制成工程图样的一门学科。它集图学、设计为一体以满足现代工业产品设计的需要。在科学技术飞速发展的今天，机械工程设计图学根据科学原理和技术资料，将空间构思与设计经验结合在一起，用来确定一个机械或一部机器的结构或整套系统，以完成某个具有重大经济价值和效率的项目。

所谓机械设计，就是通过构思、计算，最后通过图样表示出来的一个全过程。机械设计的过程包括几个不同阶段，要考虑不同的问题。通常，在提出任务之后，首先要收集资料，然后经过分析构思，拟出几个方案进行比较，确定方案后通过计算确定各种参数，画出总体方案草图。根据方案草图，分出各个部件，进行结构构思和强度计算，确定结构形状和尺寸，画出部件装配草图，根据装配草图考虑加工要求，绘出零件工作图。最后根据确定的零件工作图，绘出部件装配

图、总装配图，写出相应的文字说明和计算资料。整个过程如下图所示：



本课程所研究的内容主要包括：

- (1) 研究阅读和绘制机械图样的原理和方法，为绘制机械图样打下基础。
- (2) 研究常用机构和通用零、部件的工作原理、结构特点、基本设计理论和计算方法，培养学生常用机构和零件、部件的设计能力。
- (3) 研究机械工程的设计方法和步骤，掌握查阅机械设计手册和有关资料的方法，培养学生机械设计能力。
- (4) 学习绘制和阅读零件图和简易机械（或部件）的装配图，以培养学生绘图能力。
- (5) 加强计算机绘图的有关知识学习，培养学生计算机绘图和计算机辅助设计的能力。

本课程是一门实践性较强的课程，不仅需要掌握绘图、设计的有关理论和方法，更重要的是通过各种作业和练习，特别是通过“设计”作业（或课程设计），培养空间构思能力、创新思维能力和综合运用各种知识进行机械设计的能力。

机械工程设计图学是工科高等院校有关专业一门重要的生动活泼的技术基础课。它将为有关专业的学生学习专业机械设备课程提供必要的理论和制图基础，同时在学习和从事技术工作中，对了解各种机械传动原理，设备的正确使用和维护，以及设备的事故分析、技术革新和新产品开发等方面提供必要的基本知识。

机械工程设计图学反映了现代工业的发展和工程技术的成就，随着人类社会的不断进步和科学技术的飞速发展，这门课程也必将逐步地完善和发展，发挥其特有的作用。

第一章 制图基本知识和技能

为了学好画图和看图，首先应对制图的基本知识和技能有所了解。本章主要介绍国家标准《技术制图》与《机械制图》的一些基本规定，绘图工具的使用方法，几何作图，平面图形分析及尺寸标注等内容。

第一节 制图国家标准简介

图样作为“工程界的语言”和设计制造机器中的技术资料，就有必要作出统一的规定，以利于交流和管理。国家标准《技术制图》与《机械制图》统一规定了制图规则。

本节摘要介绍“图纸幅面”、“比例”、“字体”、“图线”和“尺寸注法”等国标内容。

一、图纸幅面和格式 (GB/T14689—93)、标题栏 (GB10609.1—89)

绘制图样时，优先采用表 1-1 中规定的图纸基本幅面。

图纸可以横放或竖放。均应用粗实线画出图框线和标题栏的外框线。

需装订的图样，其图框格式如图 1-1 所示。一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装。图样不需装订时，只需将图 1-1 中的尺寸 a 和 c 都改成表 1-1 中的尺寸 e 即可。

表 1-1 图纸幅面 (单位: mm)

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		

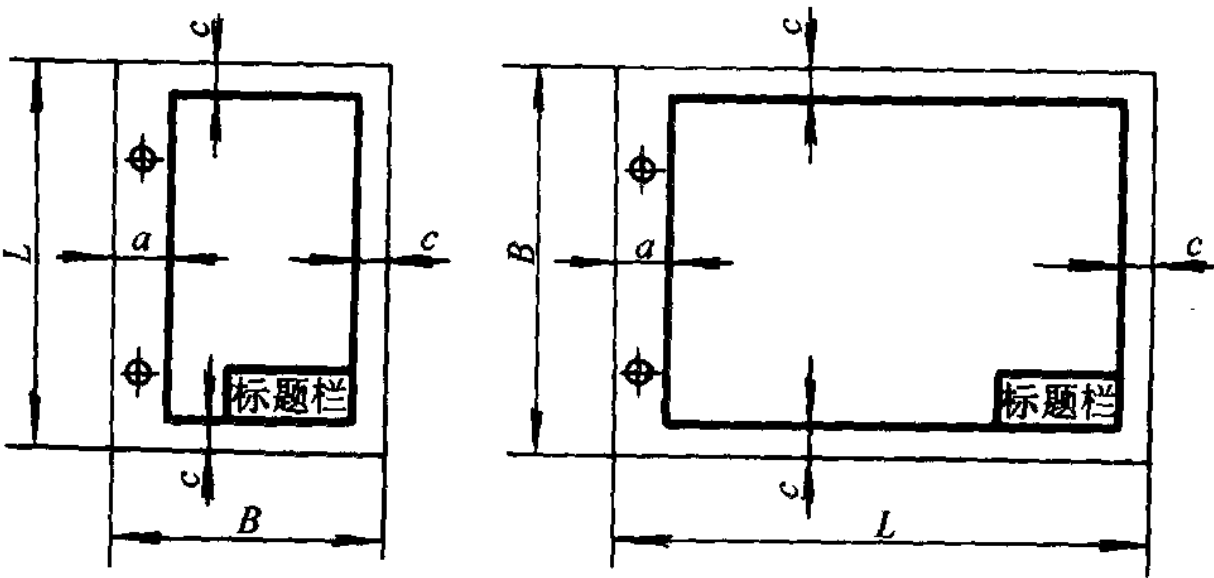


图 1-1 图框的格式

标题栏的位置应按图 1-1 所示的方式配置。标题栏中的文字方向为看图的方向。标题栏的格式和尺寸在 GB10609.1—89 中做了规定，可参照使用。制图作业时标题栏建议采用图 1-2 的格式。

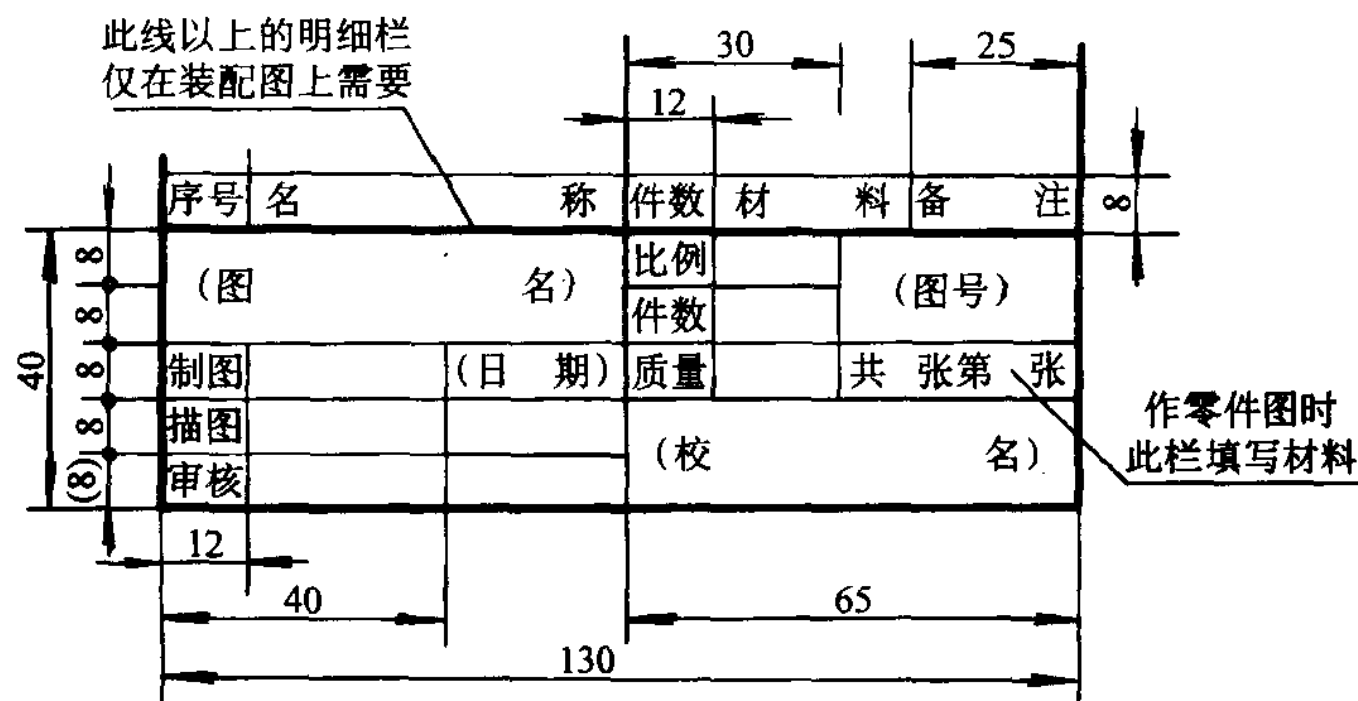


图 1-2 标题栏的格式和尺寸

二、比例 (GB/T14690—93)

比例是指图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。

比例符号应以“:”表示,其表示方法如 1:1、1:500、20:1 等。绘图时一般采用表 1-2 中 A 中规定的比例,必要时,也允许选取表 1-2 中 B 中的比例。

表 1-2 绘图的比例

	A			B				
原值比例	1:1							
放大比例	5:1	2:1		4:1	2.5:1			
	$5 \times 10^n:1$	$2 \times 10^n:1$	$1 \times 10^n:1$	$4 \times 10^n:1$	$2.5 \times 10^n:1$			
缩小比例	1:2	1:5	1:10	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:6
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:6 \times 10^n$

注: n 为正整数。

为了使图形更好地反映机件实际大小的真实概念,绘图时应尽量采用 1:1。当机件不宜采用 1:1 画时,也可用放大或缩小比例画出。标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸,如图 1-3 所示。比例一般应注在标题栏中的比例栏内。绘制同一机件的各个视图应采用相同比例,当某个视图需要采用不同比例时,必须另行标注。

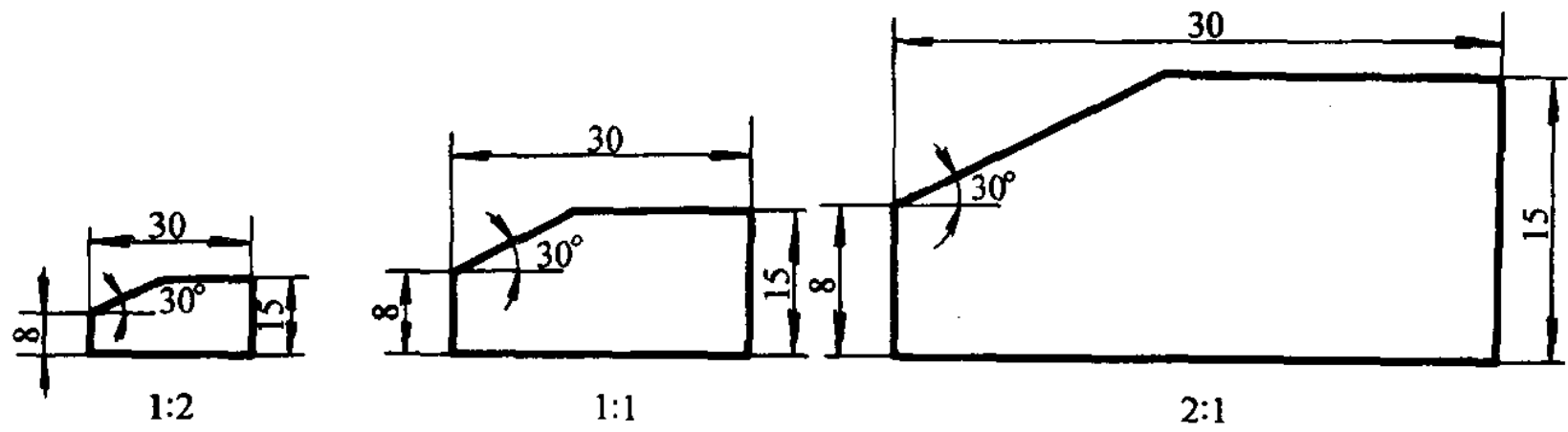


图 1-3 用不同比例绘制同一机件的图形

三、字体 (GB/T14691—93)

图样中书写字体必须做到:字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐。

字体高度(用 h 表示)的公称尺寸系列为: 1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20mm,如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增,字体高度代表字体的号数。

汉字应采用长仿宋字体，其字高 h 不应小于 3.5mm，字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

字母和数字分为 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 b 为 $h/14$ ，B 型字体的 b 为 $h/10$ 。

字母和数字可写成斜体和直体。斜体字的字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 角。

字体书写实例如图 1-4 所示。

汉字：

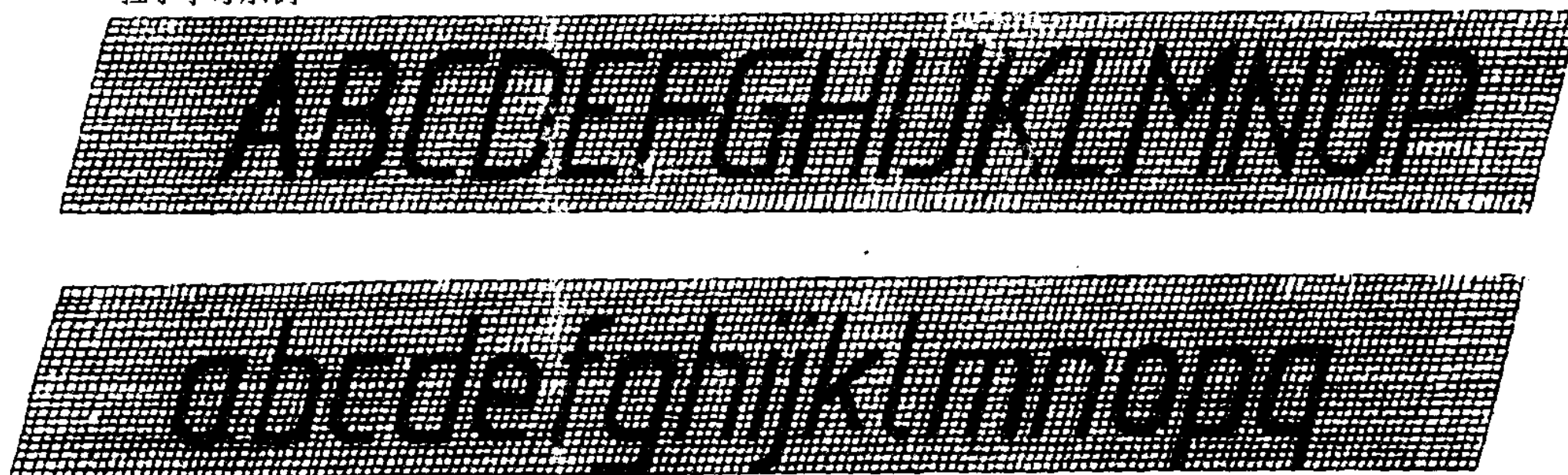
字体工整 笔画清楚 间隔均匀 排列整齐

横平竖直注意起落结构均匀填满方格

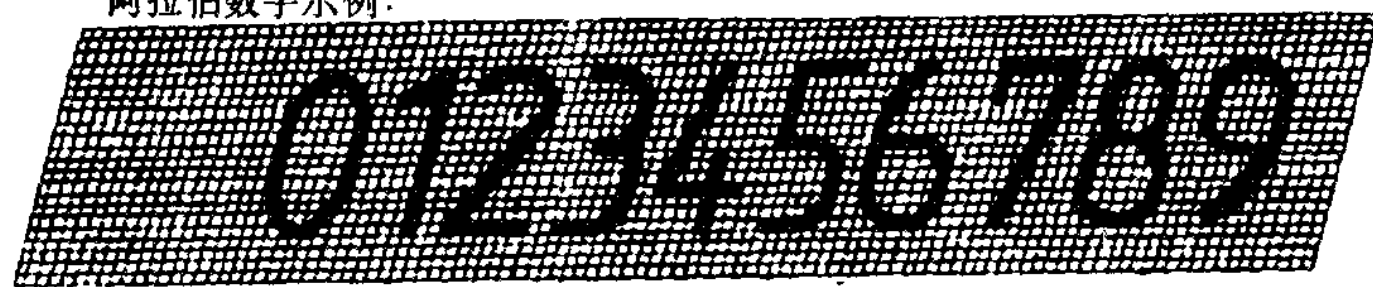
技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

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

拉丁字母示例：



阿拉伯数字示例：



罗马数字示例：

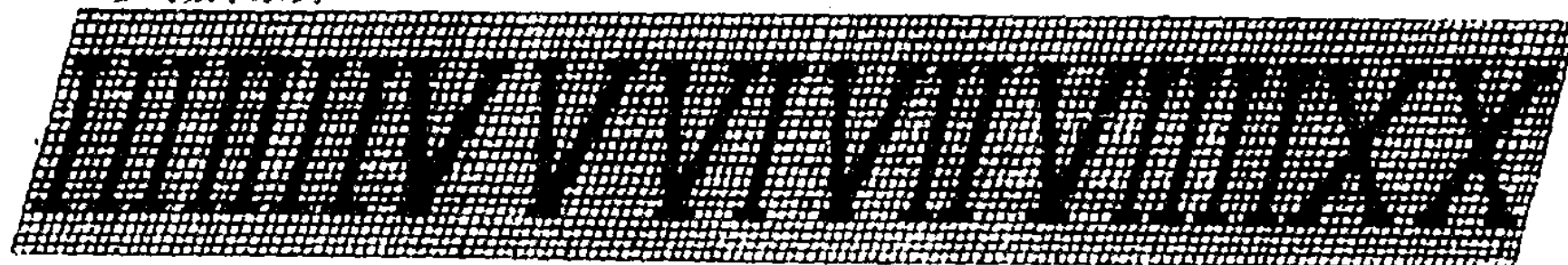
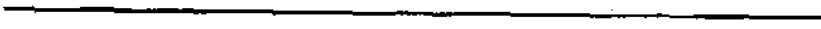
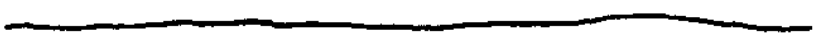
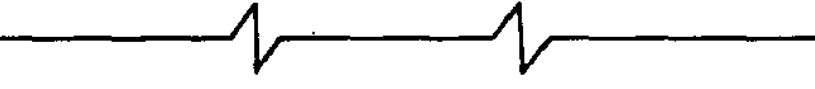
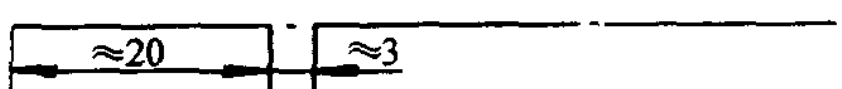
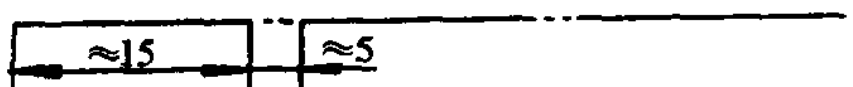


图 1-4 字体书写实例

四、图线 (GB4457.4—84)

绘制图样时，应采用表 1-3 所规定的图线。

表 1-3 图 线

图线名称	图 线 型 式	图线宽度	应用举例
粗实线		d	可见轮廓线, 可见过渡线
细实线		$d/2$	尺寸线及尺寸界线、剖面线、重合剖面的轮廓线、螺纹的牙底线及齿轮的齿根线、引出线、分界线及弯折线、辅助线等
波浪线		$d/2$	断裂处的边界线、视图和剖视的分界线
双折线		$d/2$	断裂处的边界线
虚 线		$d/2$	不可见轮廓线、不可见过渡线
细点画线		$d/2$	轴线、对称中心线、轨迹线、节圆及节线
粗点画线		d	有特殊要求的线或表面的表示线
双点画线		$d/2$	相邻辅助零件的轮廓线、极限位置的轮廓线、坯料的轮廓线、中断线等

图线的宽度分粗细两种。粗线的宽度 d 应按图的大小和复杂程度, 在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择, 细线的宽度约为 $d/2$ 。图线宽度的推荐系列为: 0.25 、 0.35 、 0.5 、 0.7 、 1 、 1.4 、 2mm 。在本课程的制图作业中 d 一般以采用 0.7mm 为宜。图 1-5 所示为图线的应用。

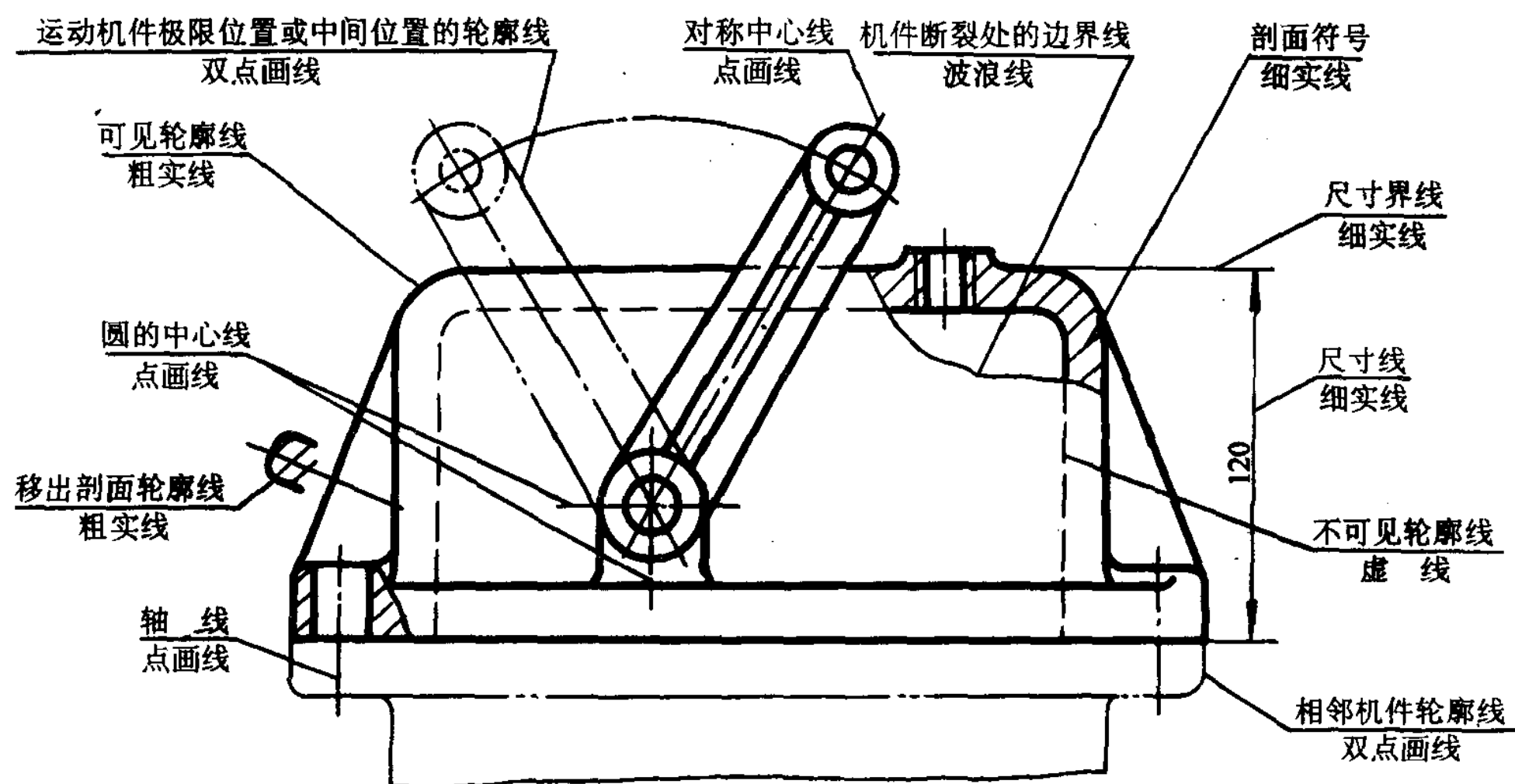


图 1-5 图线应用举例

画图时应当注意 (如图 1-6 所示):

(1) 同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点画线及双点画线的画的长度和间隔应各自大致相等。

(2) 点画线和双点画线的首末两端应是画而不是点，且应超出轮廓线 2~5mm。当它们相交时，应是画相交。

(3) 当虚线处于粗实线的延长线上时，在虚实线的连接处，虚线应留出间隔。

(4) 较小图形上绘制点画线、双点画线有困难时，可用细实线代替点画线、双点画线。

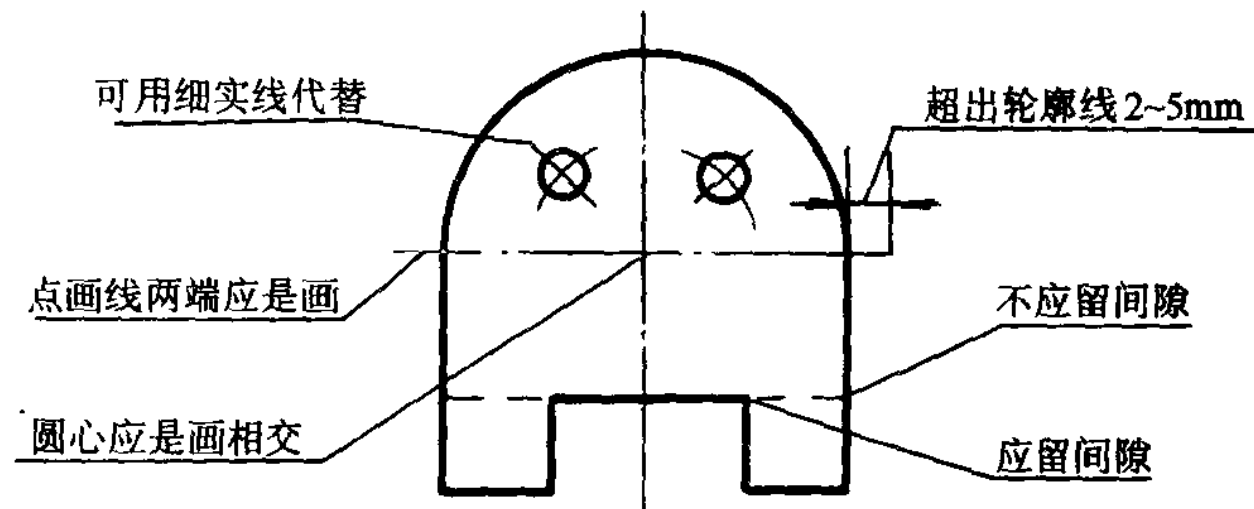


图 1-6 图线画法举例

五、尺寸注法 (GB/T16675.2—1996、GB4458.4—84)

(一) 基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注尺寸的数值为依据，与图形的大小和绘图的准确度无关。

(2) 机械图样中（包括技术要求和其它说明）的尺寸，以毫米（mm）为单位时，不需标注其计量单位的代号或名称，如采用其它单位时，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) 机件的每一尺寸，一般只标注一次，并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(二) 尺寸组成

一个完整的尺寸，一般应由尺寸界线、尺寸线及其终端、尺寸数字三部分组成，其间的关系如图 1-7 所示。

1. 尺寸界线：尺寸界线用细实线绘制，并应由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出，也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作为尺寸界线。尺寸界线一般应与尺寸线垂直，并超出尺寸线 2mm 左右。

2. 尺寸线及其终端：尺寸线必须用细实线画出，不得用其它图线代替。标注线性尺寸时，尺寸线必须与所标注的线段平行。尺寸线终端有六种形式，常用的有以下三种形式：

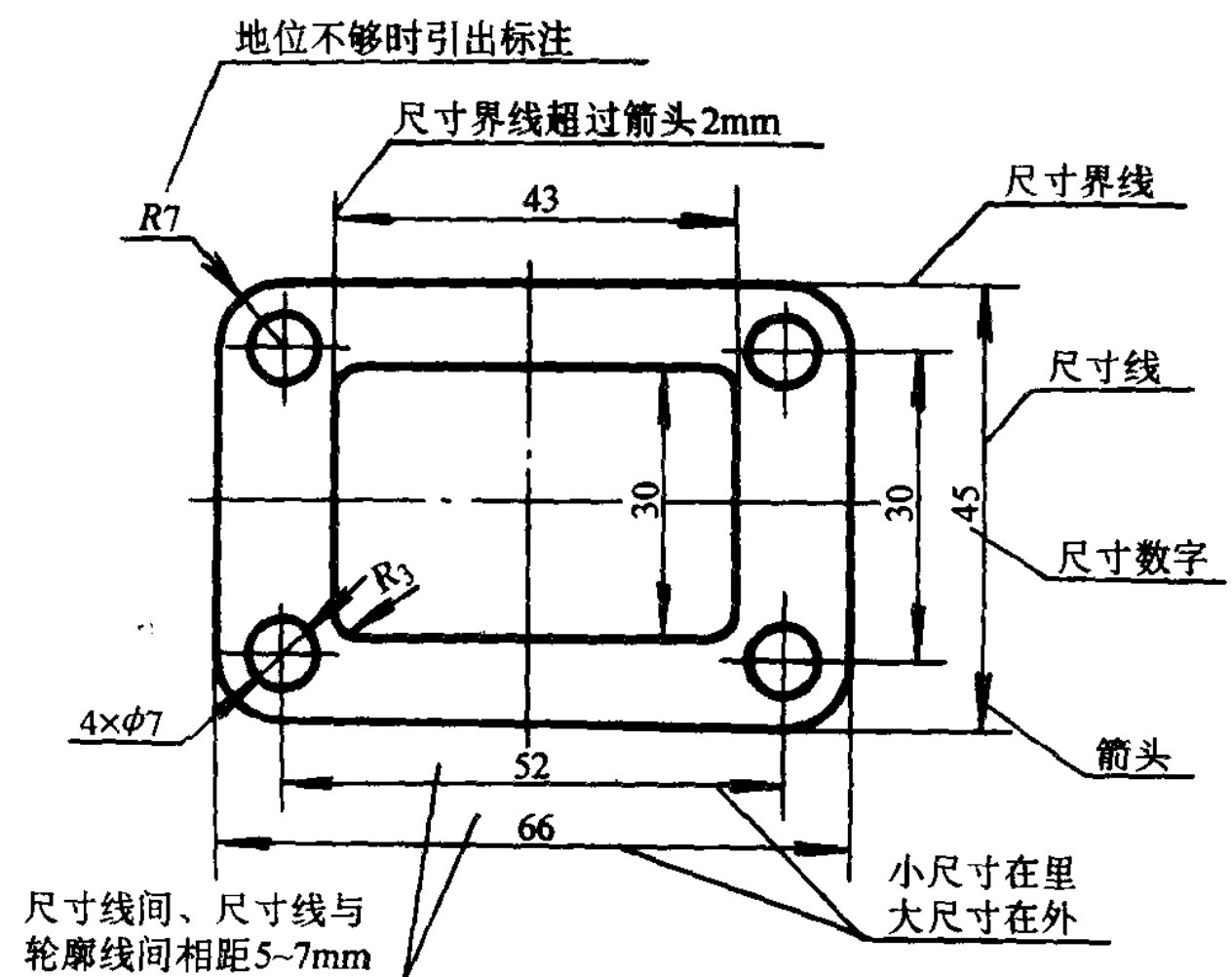
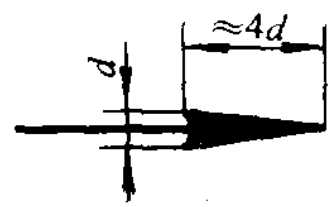


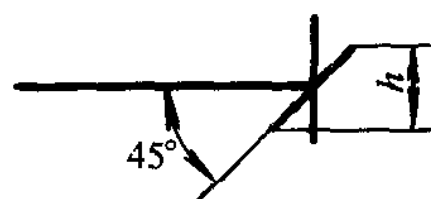
图 1-7 尺寸的组成及标注法示例

(1) 箭头：箭头的形式和大小如图 1-8a 所示，适用于各种类型的图样。在机械制图中主要采用这种形式。



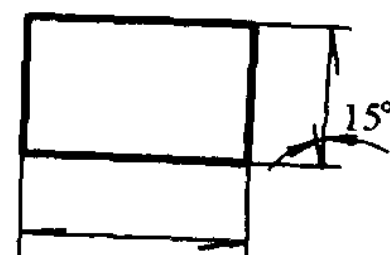
d 为粗实线的宽度

a)



h = 尺寸数字高度

b)



c)

图 1-8 尺寸线的终端形式

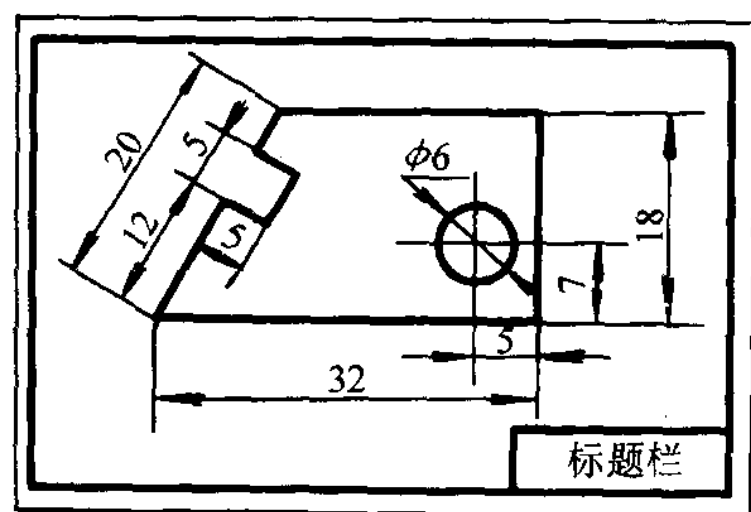
a) 箭头 b) 斜线 c) 单边箭头

(2) 斜线：斜线用细实线绘制，其方向和画法如图 1-8b 所示。采用这种形式时，尺寸线与尺寸界线必须相互垂直。

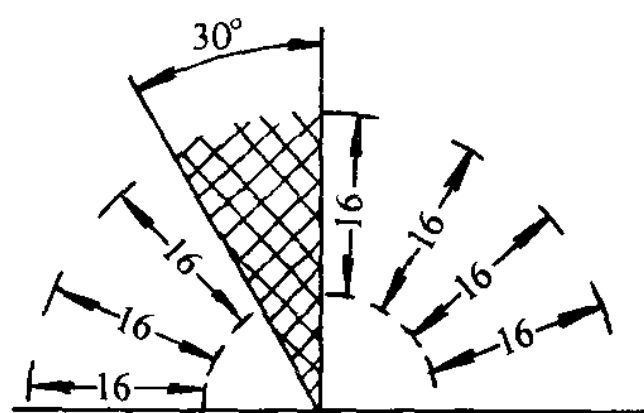
(3) 单边箭头：其方向和画法如图 1-8c 所示。

同一张图样中只能采用一种尺寸线终端形式。

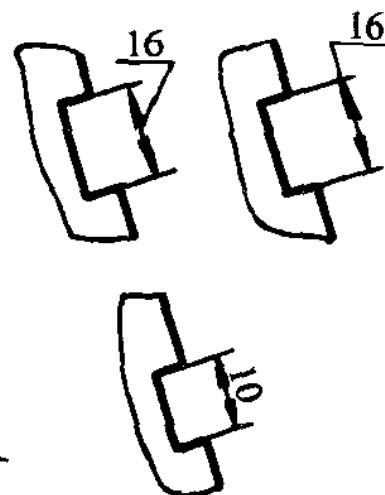
3. 尺寸数字：线性尺寸的数字一般应注写在尺寸线的上方，也允许注写在尺寸线的中断处，当位置不够时也可引出标注。如图 1-9 所示。



a)



b)



c)

图 1-9 注写尺寸数字的方向及规定

尺寸标注示例列于表 1-4 中。

表 1-4 标注尺寸的基本规定

项 目	说 明	图 例
直 径 和 半 径	1. 标注直径尺寸时，应在尺寸数字前加注符号“ ϕ ”，标注半径尺寸时，加注符号“ R ”。半径尺寸必须注在投影是圆弧处，且尺寸线应通过圆心	
	2. 半径过大，圆心不在图纸内时，可按图 a 的形式标注。若圆心位置不需注明，尺寸线可以中断，如图 b 所示	
	3. 标注球面的直径和半径时，应在“ ϕ ”或“ R ”前面加注符号“ S ”（图 a、b）。对于螺钉、铆钉的头部，轴及手柄的端部，允许省略符号“ S ”（图 c）	

(续)

项 目	说 明	图 例
狭 小 部 位	1. 当没有足够的位置画箭头或书写数字时, 可有一个布置在外面 2. 位置更小时, 箭头和数字可以都布置在外面	
角 度	1. 角度的尺寸数字一律写成水平方向 2. 角度的尺寸数字应写在尺寸线的中断处, 必要时允许写在外面, 或引出标注 3. 角度的尺寸界线必须沿径向引出, 尺寸线应画成圆弧, 圆心是该角的顶点	
弧 长 及 弦 长	1. 标注弧长及弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线(图 a、b)。当弧度较大时, 尺寸界线可以沿径向引出(图 c) 2. 标注弧长时, 应在尺寸数字上方加符号“~”(图 b、c)	
光 滑 过 渡 处	在光滑过渡处标注尺寸时, 必须用细实线将轮廓线延长, 从它们的交点处引出尺寸界线	
对 称 图 形	当对称机件的图形只画出一半或略大于一半时, 尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线, 此时仅在尺寸线的一端画出箭头	

第二节 绘图工具的使用

要保证绘图质量和加快绘图速度,就必须养成正确使用绘图工具的良好习惯。下面介绍几种常用的绘图工具及其使用方法。

一、图板、丁字尺、三角板的用法 (如图 1-10、图 1-11 所示)

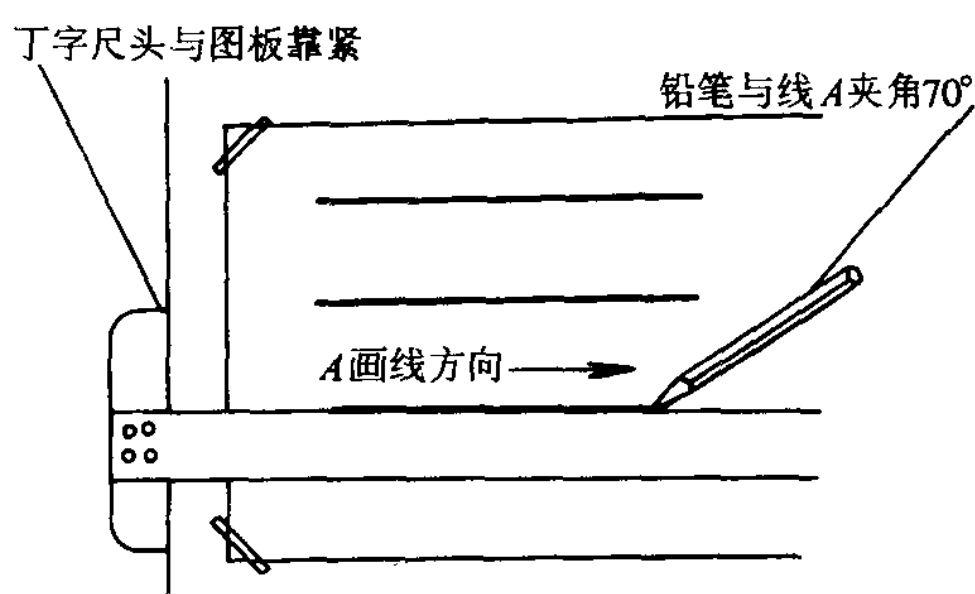


图 1-10 画水平线

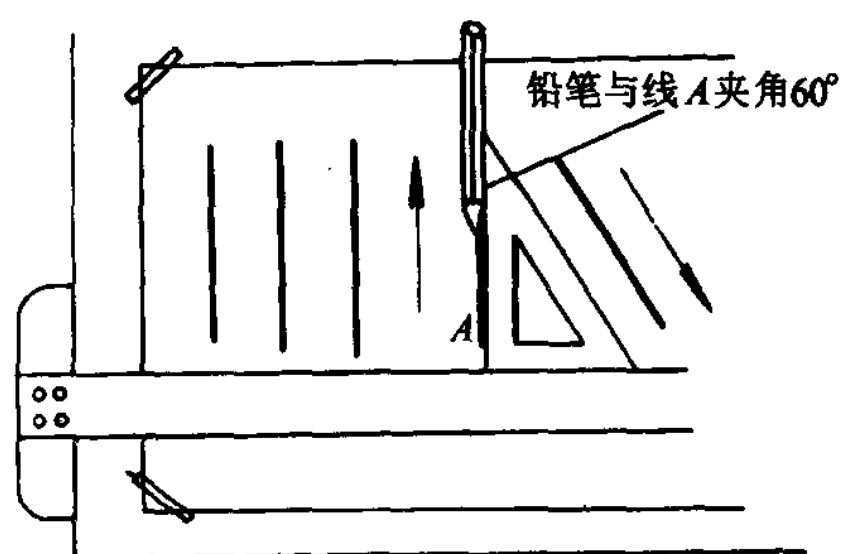


图 1-11 画垂直线和斜线

二、分规、比例尺的用法 (如图 1-12、图 1-13 所示)

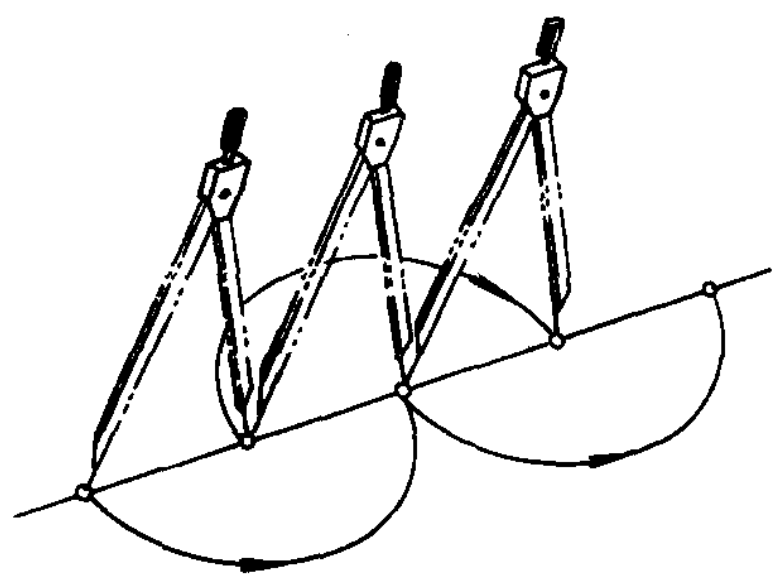


图 1-12 分规的用法
用分规连续截取等长线段

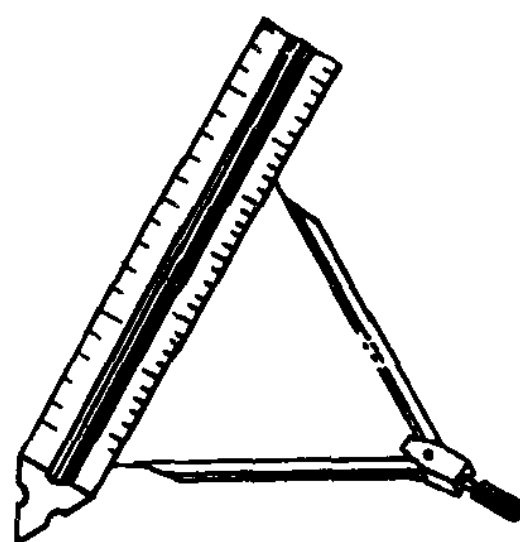


图 1-13 比例尺的用法
比例尺除用来直接在图上量取尺寸外,还可用分规从比例尺上量取尺寸

三、圆规的用法 (如图 1-14、图 1-15 所示)

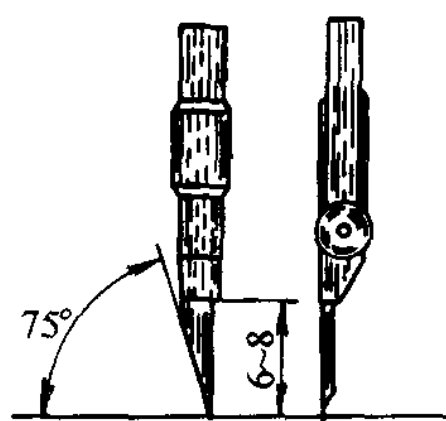
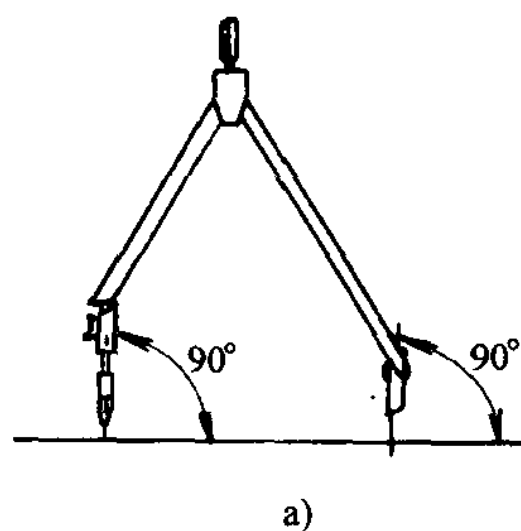
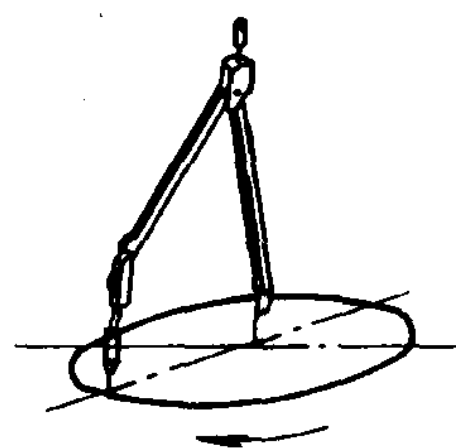


图 1-14 铅芯脚和针脚高低的调整



a)



b)

图 1-15 用圆规画圆的方法

a) 画圆时,针脚和铅芯脚都应垂直纸面

b) 画圆时,圆规应按顺时针方向旋转并稍向前倾斜

四、曲线板和铅笔的用法 (如图 1-16、图 1-17 所示)

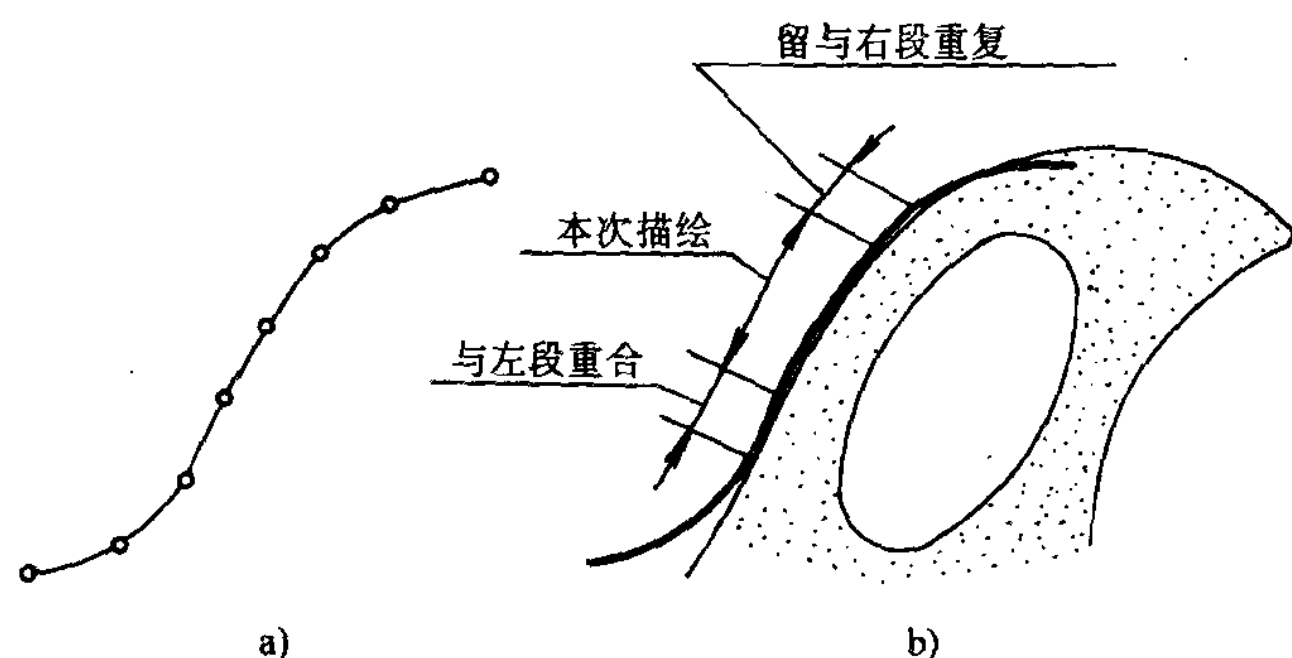


图 1-16 曲线板的用法

a) 用细线通过各点徒手连线 b) 分段描绘, 在两段间要有一小段重复, 以保证所连曲线光滑过渡

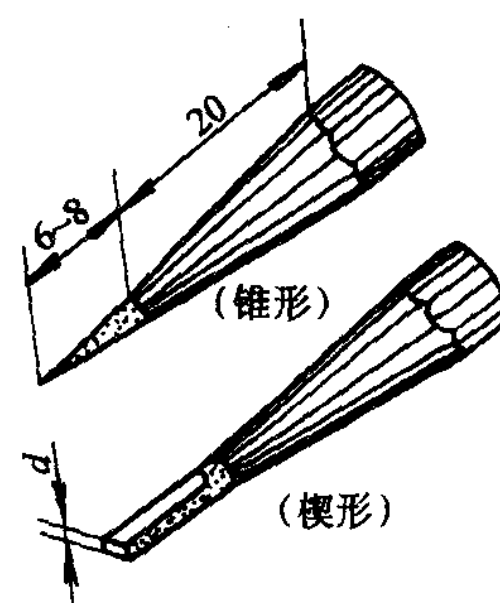


图 1-17 铅笔的用法

铅笔的铅芯削成锥形用来画底稿和写字, 削成楔形用来加深粗线

第三节 几何作图

一、正多边形

图 1-18、图 1-19 介绍了圆内接正五边形、正六边形的作法, 图 1-20 以正七边形为例介绍了圆内接正 n 边形的画法。

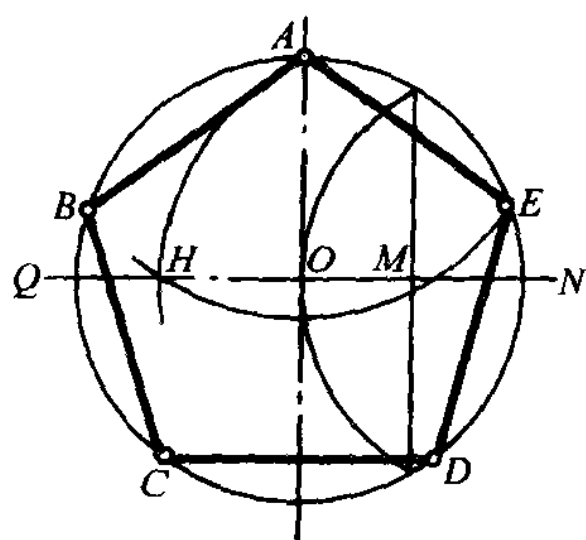


图 1-18 正五边形

作 ON 的中点 M , 以 M 为圆心, MA 为半径作弧, 交水平直径于 H , 以 AH 为边长, 即可作出圆内接正五边形

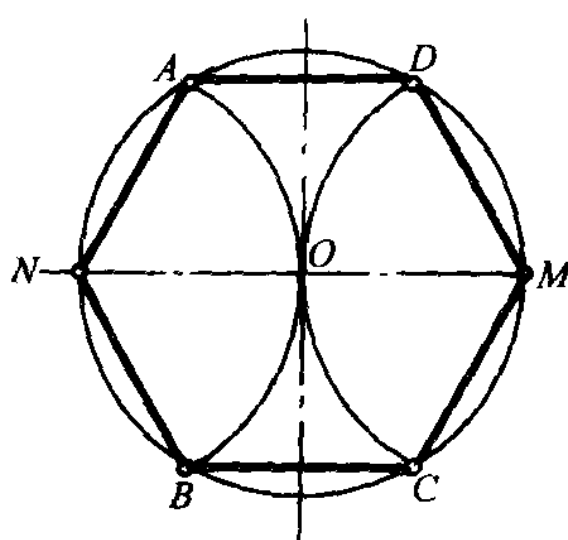


图 1-19 正六边形

以 N 、 M 为圆心, ON 为半径作弧交外接圆得 A 、 B 、 C 、 D 四点, 连 A 、 N 、 B 、 C 、 M 、 D 、 A 得正六边形

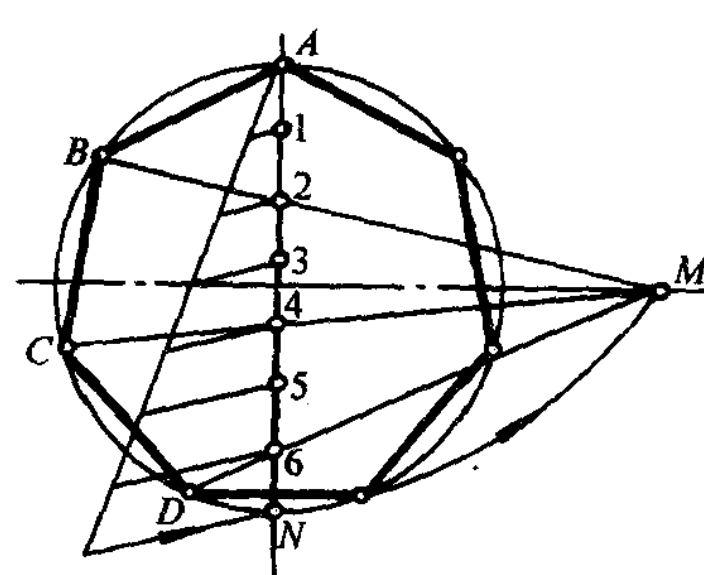


图 1-20 正 n 边形

n 等分铅垂直径 AN (图中 $n=7$), 以 A 为圆心, AN 为半径作弧, 交水平中心线于点 M , 延长连线 $M2$ 、 $M4$ 、 $M6$, 与圆周交得点 B 、 C 、 D , 再作出它们的对称点, 即可作出圆内接正 n 边形

二、斜度和锥度

斜度是指一直线 (或平面) 对另一直线 (或平面) 的倾斜程度, 斜度的大小即是它们夹角的正切值。

锥度是指正圆锥的底圆直径与圆锥高度之比。

斜度、锥度的大小用 $1:n$ 表示, 斜度和锥度则用符号标注。斜度、锥度符号的线宽为 $h/10$, h 为尺寸数字高度, 符号的方向应与图中所画的斜度、锥度方向一致。

斜度和锥度的画法及标注如图 1-21、1-22 所示。

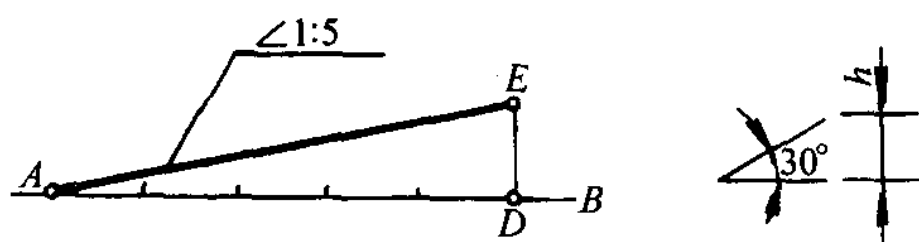


图 1-21 斜度作法示例及符号

由 A 在水平线 AB 上取五个单位长度，得 D，
由 D 作 AB 的垂线 DE，取 DE 为一个单位长
度，连 AE，即得斜度 1:5

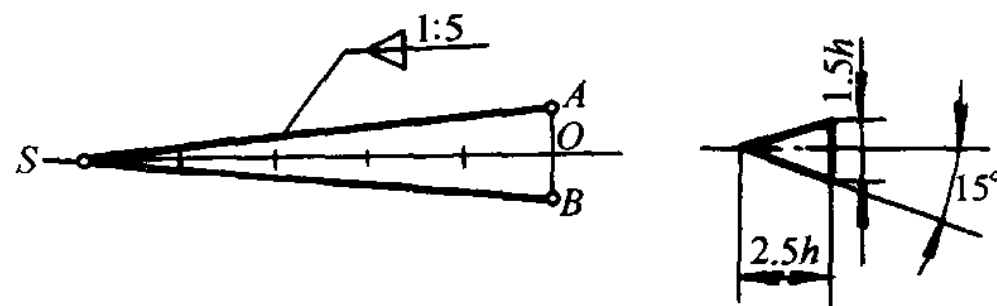


图 1-22 锥度作法示例及符号

由 S 在轴上取五个单位长度，得 O。由 O 作轴线的垂
线，分别向上、向下量取半个单位长度，得 A、B，连
SA、SB，即得锥度 1:5

三、圆弧连接

用已知半径的圆弧光滑连接（即相切）两已知的直线或圆弧，称为圆弧连接。圆弧连接有三种形式：用圆弧连接两已知直线；用圆弧连接两已知圆弧；用圆弧连接一已知直线和一圆弧。该已知半径的圆弧称为连接弧。

为了准确、光滑地连接，必须求出连接弧的圆心和切点。其方法、步骤如下：

（一）用半径为 R 的圆弧连接两直线 I、II（图 1-23 所示）

（1）作两直线分别平行已知直线 I、II，且距离各为 R ，这两直线的交点 O 即为连接弧的圆心。

（2）过 O 点分别向 I、II 两已知直线作垂线，其垂足 K_1 、 K_2 即为连接点（切点）。

（3）以 O 点为圆心， R 为半径作圆弧 K_1K_2 ，就把两直线光滑连接起来。

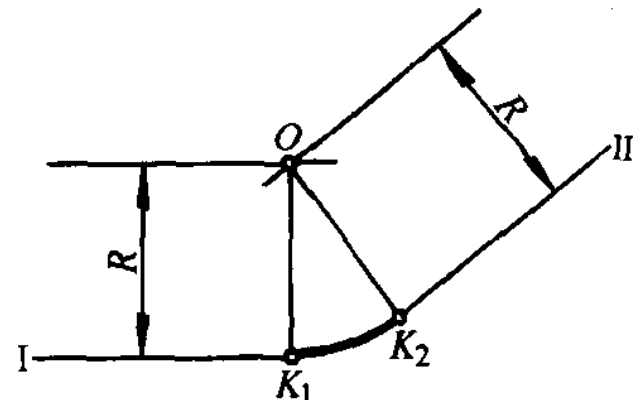


图 1-23 用圆弧连接两已知直线

（二）用半径为 R 的圆弧连接两已知圆弧（已知圆弧的圆心分别为 O_1 、 O_2 ，半径分别为 R_1 、 R_2 ）

这种连接形式有两种情况：

1. 连接弧与两已知圆弧外切（如图 1-24 所示）

（1）以 O_1 、 O_2 为圆心， $R_1 + R$ 、 $R_2 + R$ 为半径；分别作圆弧交于 O ，交点 O 即为连接弧的圆心。连接 OO_1 、 OO_2 与已知弧分别交于 K_1 、 K_2 ， K_1 、 K_2 即为连接点（切点）。

（2）以 O 点为圆心， R 为半径作圆弧 K_1K_2 ，就可把两已知弧光滑连接起来。

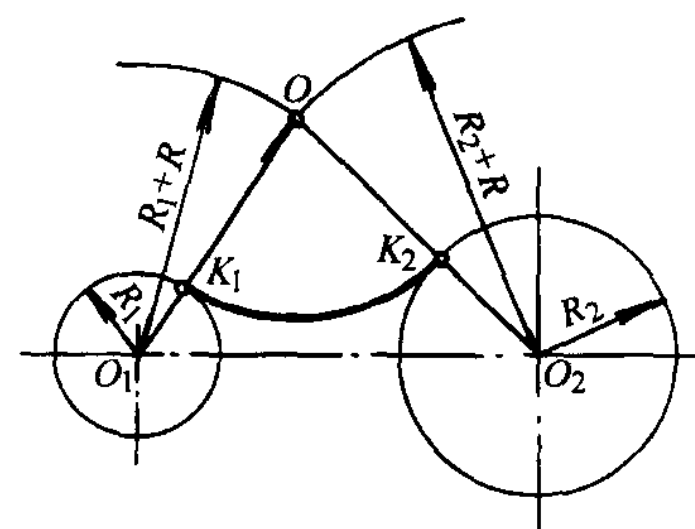


图 1-24 连接弧与两已知弧外切

2. 连接弧与两已知圆弧内切（如图 1-25 所示）

（1）以 O_1 、 O_2 为圆心， $|R - R_1|$ 、 $|R - R_2|$ 为半径，分别作圆弧交于 O ，交点 O 即为连接弧的圆心。

（2）连接 OO_1 、 OO_2 与已知弧分别交于 K_1 、 K_2 ， K_1 、 K_2 即为连接点（切点）。

（3）以 O 点为圆心， R 为半径作圆弧 K_1K_2 ，就可把两个已知弧光滑连接起来。

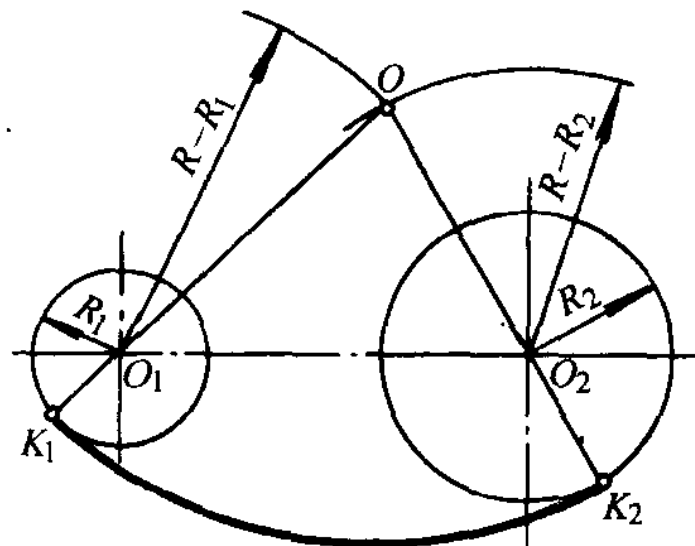


图 1-25 连接弧与两已知弧内切

(三) 用半径为 R 的圆弧连接一直线和圆弧 (如图 1-26 所示)

(1) 作直线 II 平行于已知直线 I, 且距离为 R , 再以 O_1 为圆心, $R_1 + R_2$ 为半径画弧与直线 II 交于 O , 交点 O 即为连接弧的圆心。

(2) 过 O 点向直线 I 作垂线得垂足 K_1 , 连 OO_1 交已知弧于 K_2 , K_1 、 K_2 即为连接点。

(3) 以 O 点为圆心, R 为半径作圆弧 K_1K_2 , 即完成连接。

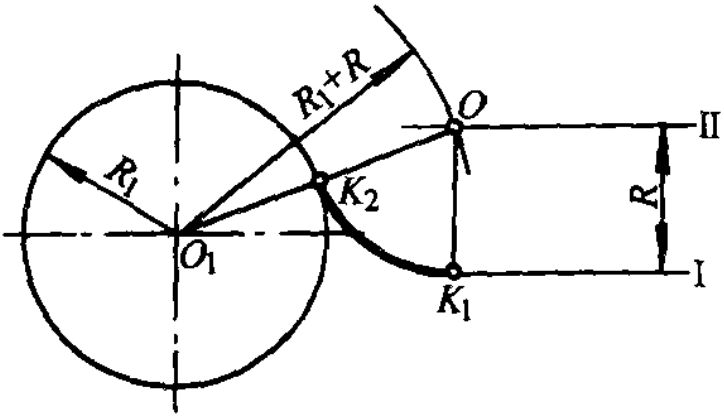


图 1-26 圆弧连接一直线与圆弧

四、椭圆的画法

已知长、短轴作椭圆, 常用的方法有同心圆法和四心圆法, 其作图步骤如图 1-27 所示。

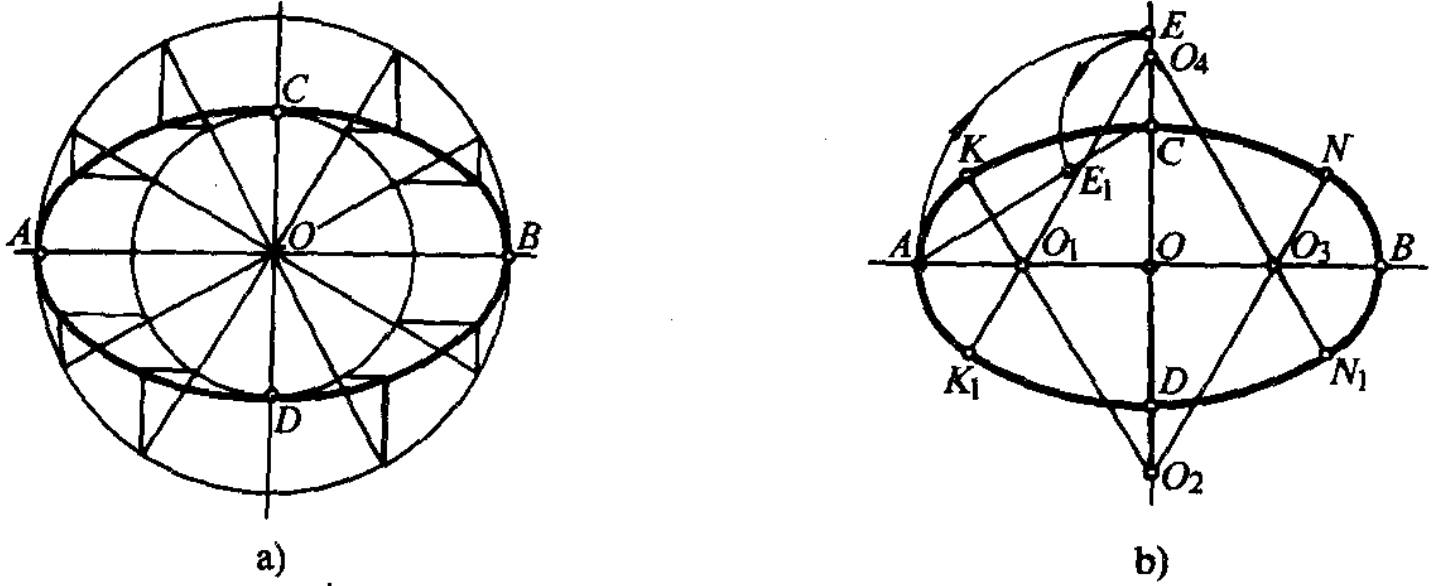


图 1-27 椭圆的画法

a) 用同心圆法作椭圆

以 O 为圆心, 长半轴 OA 和短半轴 OC 为半径作圆。由 O 作若干直线与两圆相交, 再由各交点分别作长、短轴的平行线, 即可相应的交得椭圆上的各点。最后, 用曲线板连成椭圆。

b) 用四心圆法作近似椭圆

连 A 和 C , 取 $CE_1 = OA - OC$ 。作 AE_1 的中垂线, 与两轴交于点 O_1 、 O_2 , 再取对称点 O_3 、 O_4 。分别以 O_1 、 O_2 、 O_3 、 O_4 为圆心, O_1A 、 O_2C 、 O_3B 、 O_4D 为半径作弧, 拼成近似椭圆, 切点为 K 、 N 、 N_1 、 K_1 。

第四节 平面图形分析及尺寸标注

一、平面图形的线段分析

平面图形由一个或多个由线段组成的封闭图框构成, 根据图形中所标注的尺寸和线段间的连接关系, 可将图形中的线段分为三类:

- (1) 已知线段: 根据图中的尺寸, 可以独立画出的圆弧或直线。
- (2) 中间线段: 除图形中标注的尺寸外, 还需根据一个连接关系才能画出的线段。
- (3) 连接线段: 需要依靠两个连接关系才能画出的线段。

如图 1-28 所示, 圆 $\phi 8\text{mm}$ 、圆弧 $R8\text{mm}$ 、直线 AB 都是已知线段, 圆弧 $R35\text{mm}$ 为中间线段, 圆弧 $R12\text{mm}$ 、

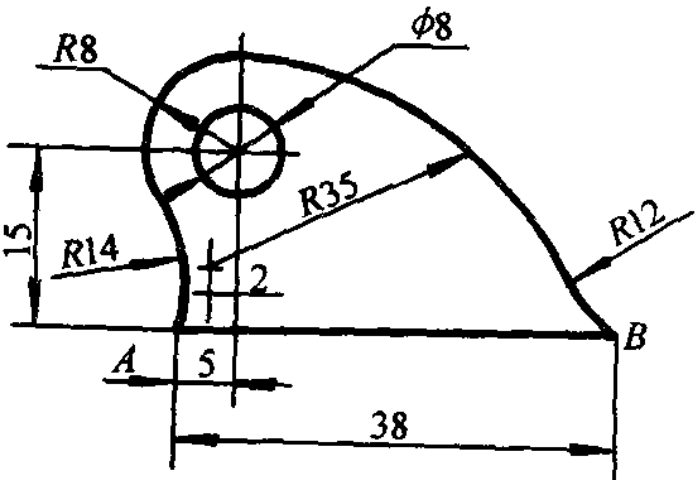


图 1-28 平面图形的线段分析