

机械制图



(修订版)

朱仁芝 俞巧云 胡红专

中国科学技术大学出版社

机 械 制 图

(修 订 版)

朱仁芝 俞巧云 胡红专

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/朱仁芝等编. —合肥:中国科学技术大学出版社,1999.9
ISBN 7-312-01132-2

I. 机… II. 朱… III. 机械制图 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (1999) 第 37460 号

中国科学技术大学出版社出版发行

(安徽省合肥市金寨路 96 号,230026)

中国科学技术大学印刷厂印刷

全国新华书店经销

开本:787×1092/16 印张:20.5 字数:510 千

1997 年 9 月第 1 版 1999 年 9 月修订版 2003 年 9 月第 3 次印刷

印数:10001—13000 册

ISBN7-312-01132-2/TH·6 定价:22 元

内 容 简 介

本书根据高等工业学校《画法几何及机械制图课程教学基本要求》和 1988 年~1998 年颁布的最新国家标准编写而成。

全书共分 11 章:制图的基本知识、点线面的投影、基本形体及组合体视图、轴测图、机件常用的表达方法、标准件及常用零件、零件图、装配图、表面展开、第三角投影法与国外机械图样简介、计算机绘图。

为便于复习和自学,每章后面附有思考练习题,另外编有《机械制图习题集》供配套使用。

本书适合于高等院校 60~100 学时的非机类、近机类的制图课教学使用,亦可供大专、成人教育等各类学校教学使用。教学中可按不同专业和学时对内容作适当取舍。

前 言

本书是在第一版的基础上,结合两年来的教学实践和新颁布的《技术制图》国家标准修订而成。

本书保持了第一版的几个特色:

1. 采用了 1988 年~1998 年颁布的最新《技术制图》国家标准。
 2. 增加了《第三角投影法与国外机械图样介绍》一章,以适应日益发展的国际技术交流和国际贸易的需要。
 3. 计算机绘图一章里,除了讲述基本的知识以外,还增加了 AutoCAD 的介绍。
 4. 每章后面附有思考练习题,便于学生复习和自测。
- 与本书配套使用的有《机械制图习题集》。

本书适合于高等院校及各类专科学校 60~100 学时,非机类及近机类专业的制图教学使用。

该书由朱仁芝担任主编。参加编写人员有朱仁芝(绪论,1、2、3、10 章)、俞巧云(5、6、9 章)、胡红专(4、7、8、11 章),全书的插图均由合肥工业大学李关关老师描绘。

该书在编写过程中得到了学校、教务处、九系、教研室各级领导的关心与支持,教研室全体教师参加了编写大纲的讨论,在此一并致谢!

由于我们水平有限,本书的缺点和错误在所难免,诚恳广大读者批评指正。

编 者

1999 年 3 月

目 录

0 绪论	(1)
1 制图的基本知识与技能	(3)
1.1 《机械制图》与《技术制图》国家标准	(3)
1.1.1 概述	(3)
1.1.2 基本规定	(3)
1.2 绘图方法	(17)
1.2.1 仪器绘图	(17)
1.2.2 徒手绘图	(19)
1.3 几何作图	(20)
1.3.1 正多边形	(20)
1.3.2 斜度和锥度	(21)
1.3.3 圆弧连接	(21)
1.3.4 椭圆	(22)
1.4 平面图形的画法	(22)
1.4.1 平面图形中的尺寸分析	(22)
1.4.2 平面图形的线段分析	(23)
1.4.3 画平面图形的方法与步骤	(23)
思考练习题	(24)
2 点、直线、平面的投影	(27)
2.1 投影法的基本概念	(27)
2.1.1 投影法	(27)
2.1.2 投影法的分类	(27)
2.2 点	(28)
2.2.1 点在三面体系中的投影	(28)
2.2.2 两点的相对位置	(30)
2.2.3 特殊位置点的投影	(30)
2.3 直线	(31)
2.3.1 直线投影的画法	(31)
2.3.2 直线对投影面的相对位置	(32)
2.3.3 直线上的点	(34)
2.3.4 两直线的相对位置	(35)
2.4 平面	(38)
2.4.1 平面的表示法及其投影	(38)
2.4.2 平面对投影面的相对位置	(39)
2.4.3 平面上的直线和点	(41)
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	(43)

2.5.1	平行关系	(43)
2.5.2	相交关系	(45)
2.6	换面法	(48)
2.6.1	换面法的原理	(48)
2.6.2	换面法的具体方法	(49)
2.6.3	换面法的应用实例	(50)
	思考练习题	(52)
3	基本形体及组合体视图	(55)
3.1	投影图与视图	(55)
3.1.1	体的投影	(55)
3.1.2	三面投影与三视图	(56)
3.2	基本形体的三视图	(57)
3.2.1	平面立体	(57)
3.2.2	回转体	(61)
3.3	平面与回转体表面相交	(65)
3.3.1	平面与圆柱面相交	(66)
3.3.2	平面与圆锥相交	(68)
3.3.3	平面与球相交	(69)
3.3.4	平面与组合回转体相交	(70)
3.4	两回转体表面相交	(71)
3.4.1	相贯线的性质	(71)
3.4.2	求相贯线的方法	(72)
3.4.3	相贯线的变化趋势	(76)
3.4.4	相贯线的特殊情况	(77)
3.4.5	相贯线的简化画法	(77)
3.4.6	过渡线	(78)
3.5	组合体	(78)
3.5.1	组合体的组合形式	(78)
3.5.2	组合体视图的画法	(81)
3.5.3	组合体的尺寸注法	(83)
3.5.4	看组合体视图	(86)
	思考练习题	(92)
4	轴测图	(96)
4.1	概述	(96)
4.1.1	轴测投影图的形成	(96)
4.1.2	轴向变形系数与轴间角	(97)
4.1.3	轴测投影的分类	(97)
4.2	正等轴测投影图	(98)
4.2.1	正等轴测投影图的轴向变形系数与轴间角	(98)

4.2.2	平面立体的正等轴测图的画法	(98)
4.2.3	曲面立体的正等轴测图的画法	(99)
4.2.4	组合体的正等轴测图的画法	(102)
4.3	斜二等轴测投影图	(105)
4.3.1	斜二等轴测投影图的轴向变形系数与轴间角	(105)
4.3.2	斜二等轴测图的画法	(105)
	思考练习题	(107)
5	机件常用的表达方法	(108)
5.1	视图	(108)
5.1.1	基本视图	(108)
5.1.2	斜视图	(110)
5.1.3	局部视图	(110)
5.1.4	旋转视图	(112)
5.2	剖视图	(112)
5.2.1	剖视图的基本概念	(112)
5.2.2	剖视图图样画法介绍	(116)
5.3	剖面图	(126)
5.3.1	基本概念	(126)
5.3.2	剖面种类及其表达	(126)
5.4	关于剖面符号、图样画法的一些规定	(129)
5.4.1	剖面符号的画法	(129)
5.4.2	局部放大图	(129)
5.4.3	简化画法与其它规定画法	(130)
5.5	综合应用举例	(132)
	思考练习题	(136)
6	标准件与常用零件	(139)
6.1	螺纹与螺纹连接件	(139)
6.1.1	螺纹的形成与组成要素	(139)
6.1.2	螺纹的规定画法	(141)
6.1.3	常用螺纹的标注方法	(143)
6.1.4	螺纹连接件的画法及标注	(147)
6.2	键与销	(153)
6.2.1	键与键连接	(153)
6.2.2	销与销连接	(155)
6.3	齿轮	(157)
6.3.1	标准直齿圆柱齿轮	(158)
6.3.2	直齿圆锥齿轮简介	(162)
6.3.3	蜗轮、蜗杆简介	(164)
6.4	滚动轴承	(165)

6.4.1	滚动轴承的结构及其规定画法	(165)
6.4.2	滚动轴承的代号	(165)
6.5	弹簧	(167)
	思考练习题	(172)
7	零件图	(173)
7.1	概述	(173)
7.1.1	零件图的作用	(173)
7.1.2	零件图的内容	(173)
7.2	零件的表达分析	(173)
7.2.1	概述	(173)
7.2.2	轴套类零件表达分析	(174)
7.2.3	盘盖类零件表达分析	(176)
7.2.4	叉架类零件表达分析	(177)
7.2.5	箱体类零件表达分析	(179)
7.3	零件图的尺寸标注	(180)
7.3.1	尺寸标注的基本要求与方法	(180)
7.3.2	轴套类零件尺寸标注	(183)
7.3.3	盘盖类零件尺寸标注	(183)
7.3.4	叉架类零件尺寸标注	(183)
7.3.5	箱体类零件尺寸标注	(184)
7.4	零件图上的技术要求	(184)
7.4.1	基本内容	(184)
7.4.2	表面粗糙度(GB/T 131—93)	(185)
7.4.3	尺寸公差与配合	(190)
7.4.4	形状与位置公差(GB/T 1182—1996)	(194)
7.5	零件的制造工艺及常见的工艺结构简介	(197)
7.5.1	工艺举例	(197)
7.5.2	典型零件结构的工艺性	(198)
7.6	看零件图	(200)
7.6.1	看零件图的要求	(200)
7.6.2	看零件图的方法与步骤	(200)
7.7	零件测绘	(202)
7.7.1	测绘的意义	(202)
7.7.2	零件测绘的步骤	(202)
7.7.3	零件尺寸的测量工具与测量方法	(204)
	思考练习题	(206)
8	装配图	(208)
8.1	概述	(208)
8.1.1	装配图的作用	(208)

8.1.2	装配图的基本内容	(209)
8.2	装配图上常用的表达方法	(209)
8.2.1	装配图上的规定画法	(209)
8.2.2	装配图上的特殊表达方法	(209)
8.3	装配图的尺寸标注与技术要求	(211)
8.3.1	尺寸标注	(211)
8.3.2	技术要求	(212)
8.4	装配图中零、部件序号、明细栏与标题栏	(212)
8.4.1	零、部件序号(GB4458.2—84)	(212)
8.4.2	明细栏(GB10609.2—89)	(213)
8.4.3	标题栏	(213)
8.5	装配图的画法	(214)
8.5.1	阅读部件装配示意图、分析部件工作原理及其装配关系	(214)
8.5.2	机器(部件)视图表达方案的选择	(215)
8.5.3	画部件装配图的步骤	(216)
8.6	装配结构工艺性简介	(219)
8.7	看装配图及由装配图拆画零件图	(222)
8.7.1	看装配图的方法与步骤	(222)
8.7.2	看装配图示例	(223)
8.7.3	由装配图拆画零件图	(227)
	思考练习题	(228)
9	表面展开及其它	(230)
9.1	立体表面的展开	(230)
9.1.1	平面立体的表面展开	(230)
9.1.2	可展曲面立体的表面展开	(233)
9.1.3	不可展曲面立体的近似展开	(238)
9.2	金属板制品的工艺(简介)	(241)
9.2.1	板厚的处理	(242)
9.2.2	接口处理	(242)
	思考练习题	(243)
10	第三角投影法与国外机械图样简介	(245)
10.1	概述	(245)
10.2	第一角投影法与第三角投影法	(245)
10.3	GB 与 ISO	(250)
10.4	美国机械图样简介	(252)
10.5	日本机械图样简介	(257)
	思考练习题	(260)
11	计算机绘图	(263)
11.1	概论	(263)

11.1.1	计算机绘图的发展概况	(263)
11.1.2	计算机绘图的应用	(263)
11.1.3	计算机绘图系统	(264)
11.2	微机绘图系统的软件与编程	(265)
11.2.1	绘图语言	(265)
11.2.2	编程实例	(266)
11.3	图形变换简介	(267)
11.3.1	平面图形变换	(267)
11.3.2	立体图形变换	(268)
11.3.3	编程实例	(271)
11.4	AutoCAD 简介	(273)
11.4.1	AutoCAD 的主要特点	(273)
11.4.2	AutoCAD 基本情况简介	(273)
11.4.3	AutoCAD 基本命令简介	(274)
11.4.4	AutoCAD 绘图实例	(278)
	思考练习题	(279)
附录		(280)
一、	螺纹	(280)
二、	常用的标准件	(285)
三、	公差与配合	(299)
四、	常用的金属材料与非金属材料	(305)
五、	常用的热处理和表面处理名词解释	(308)
六、	普通螺纹收尾、肩距、退刀槽、倒角尺寸	(309)
七、	简化表示法	(310)

0 绪 论

一、本课程的研究对象

现代工业生产中的机器、仪器、设备等从设计、制造到使用、维护和保养都离不开机械图样。设计者通过图样表达设计对象；制造者通过图样了解制造对象的设计和工艺要求；使用者通过图样了解使用对象的结构和性能，产品的国际贸易和技术交流也需要通过阅读图样和有关文件才能顺利进行。总而言之，图样是一种表达设计思想、指导生产和技术交流的重要技术文件，因此，“图样”被公认为“工程技术界语言”。

机械制图的研究对象包括以下两个方面：

1. 图示法——把三维物体的形状和大小准确地表示在二维平面(图纸)上的作图方法。
2. 图解法——在平面上用几何作图来解决空间几何问题(如度量、定位、轨迹等)的方法。

机械制图是一门研究图示法和图解法以及根据有关技术规定和知识绘制与阅读图样的技术科学。

二、本课程的性质和任务

本课程是一门既有系统理论性，又有较强实践性的技术基础课。内容包括正投影原理、制图基础、机械制图及计算机绘图，而制图基础则是本课程的核心。设置本课程的目的是培养学生绘制和阅读机械图样的基本能力。

本课程的主要任务是：

1. 讲授正投影法的基本理论和基本方法；
2. 培养学生的空间思维和分析能力；
3. 培养学生图解空间几何问题的能力；
4. 培养学生绘制和阅读机械图样的基本能力；
5. 讲授计算机绘图的基本知识和技能；
6. 掌握第三角画法，并了解国外机械图样与我国图样的主要差异。

三、本课程的学习方法

1. 坚持理论联系实际的原则，在掌握基本理论和基本概念的基础上，引导学生由浅入深，由易到难地通过一系列的绘图和读图的练习，逐步建立起空间图形概念。可以适当使用教学模型作为辅助的教学工具，但重点应放在帮助学生由点、线、面到体，在头脑里建立空间模型的抽象概念，只有这样，模型才是无限的、灵活的，才能更好地培养学生的空间想象力和思维能力。

2. 练习与作业是学生培养绘图和读图能力的重要手段。要求在掌握基本概念的基础上，

严格按照正确的作图方法,根据国标规定认真细致、一丝不苟地完成。绘制的图样要求做到:投影正确、表达恰当、尺寸完整、字体工整、图面整洁。

应该指出的是,通过本课程的学习,只是为学生打下绘图和读图能力的基础,要能绘出符合设计原则和生产要求的机械图样,还须通过后续课程的学习,以及在生产实习、课程设计和毕业设计中,不断地实践和运用,以期继续培养和提高这种能力。

1 制图的基本知识与技能

1.1 《机械制图》与《技术制图》国家标准

1.1.1 概述

机械图样是一个新产品从市场调研、方案确定、设计、制造、检验、安装、使用到维修中不可缺少的技术资料,是表达设计思想和指导生产的重要文件,是发展和交流技术思想的一种“工程技术界语言”。为了便于生产、管理和交流,我国曾于1959年颁布《机械制图》国家标准,简称国标,代号“GB”。为适应生产的发展和国际技术交流的日趋扩大,先后于1974年和1984年两次对国标作了修订。其它行业如建筑、电气等也都有本行业的国家标准。

70年代末,随着科学技术的迅猛发展,在产品设计方面,人们用计算机逐步代替手工设计制图。在图样管理方面,缩微技术的发展使得图样保存和交流更加现代化。我国为跟踪国际先进标准,从1988年起开始制定和颁布了《技术制图》国家标准,其中已有一些标准代替了1984年颁布的《机械制图》国家标准,今后还将制定一些《技术制图》标准。

我国制定的《技术制图》标准有以下三个特点:

①等效采用国际标准,密切跟踪国际标准新动向,使国家标准具有先进性。

②打破了机械、土木、建筑、电气、造船等各行业间的界限,尽可能使基础部分达到统一。对不统一的部分均同时纳入标准,使各行业之间做到互相理解,便于交流和联系,因而技术制图标准具有较广泛的适应性和灵活性。

③技术制图的每个项目都是作为独立项目制定的,在制图系统中处于高一层次的位置。

这里须说明的是在对新产品、更新换代的产品、出口产品的设计时,应积极采用新颁布的《技术制图》标准,不要求对老产品的图样进行修改。

1.1.2 基本规定

1. 图纸幅面和格式(GB/T 14689—93)

1) 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,必要时可按国标规定加长幅面。

表 1.1 图幅的边框尺寸

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

A0~A4 号基本图幅的尺寸关系如图 1.1 所示, 沿某一号图幅的长边对裁即为下一号图幅。

2) 图框格式 在图纸上必须用粗实线画出图框, 其格式分为留装订边和不留装订边两种, 但同一产品图样只能采用一种格式。

不留装订边的图纸图框格式如图 1.2a、b 所示, 留装订边的图纸图框格式如图 1.2c、d 所示, 图框尺寸均按表 1.1 规定。

3) 标题栏的方位 每一张图纸都必须画出标题栏, 标题栏的位置应置于图纸的右下角, 如图 1.2 a~d 所示。

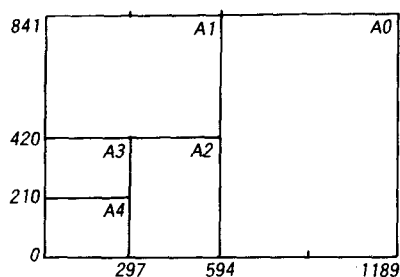


图 1.1 基本图幅的尺寸关系

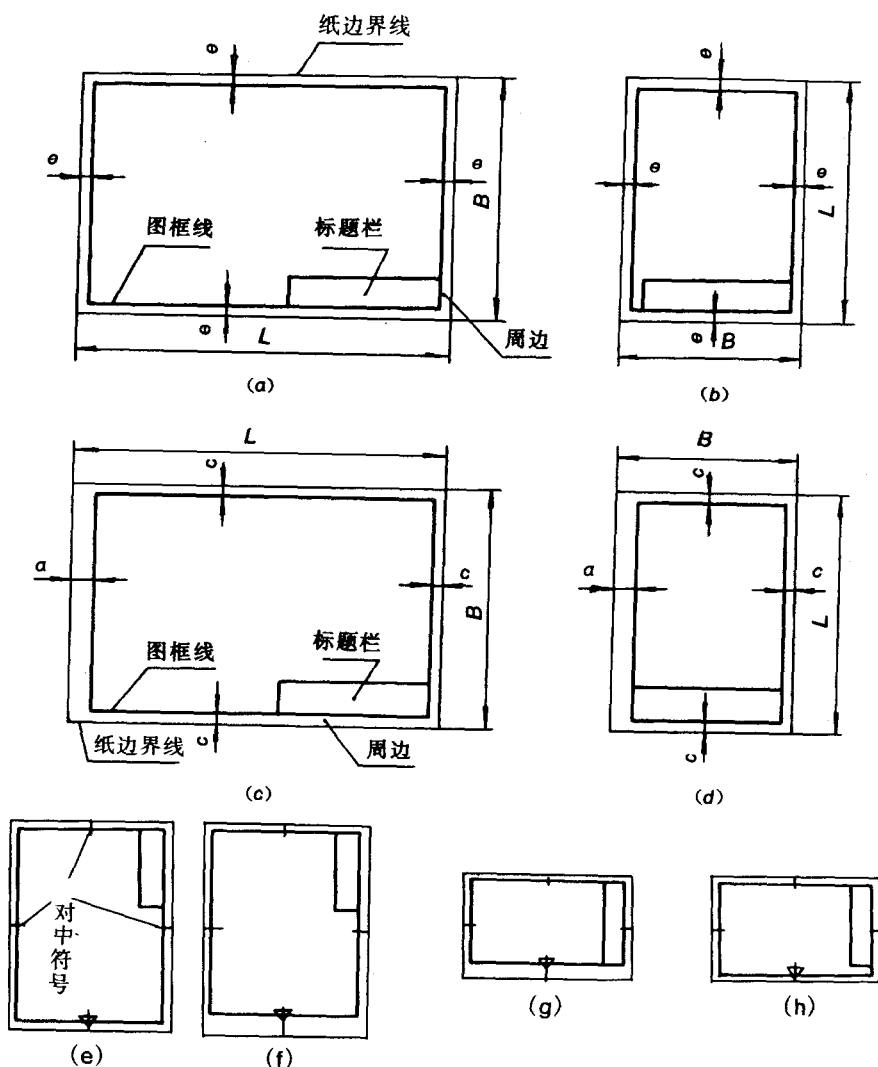


图 1.2 图框格式及标题栏位置

标题栏的长边置于水平方向与图纸长边平行时,构成 X 型图纸,如图 1.2 a、c,若标题栏的长边与图纸长边垂直,则构成 Y 型图纸,如图 1.2b、d。在此种情况下,看图的方向与看标题栏的方向一致。

若为了利用预先印制好的图纸,允许将 X 型的图纸的短边置于水平位置使用,如图 1.2e、f 所示,或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用,如图 1.2g、h 所示。此时为了明确绘图和看图方向,应在图纸的下方对中符号处画一个方向符号,方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小见图 1.3。

方向符号的指向即为绘图者或看图者的方向,标题栏中内容及书写仍按常规处理。

对中符号是为了满足图样缩微摄影和复制时的定位要求而规定的,对中符号用粗实线绘制、线宽不小于 0.5mm,长度以图纸的边界开始伸入图框内约 5mm 左右,如图 1.2e~h 所示。

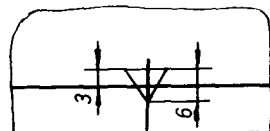


图 1.3 方向符号

2. 标题栏(GB 10609.1—89)

1) 标题栏的组成 标题栏一般由更改区、签字区、其它区、名称及代号区组成,见图 1.4a 和 b。可根据实际需要增加或减少。

2) 标题栏的格式及尺寸 标题栏各区的布置可采用图 1.4a

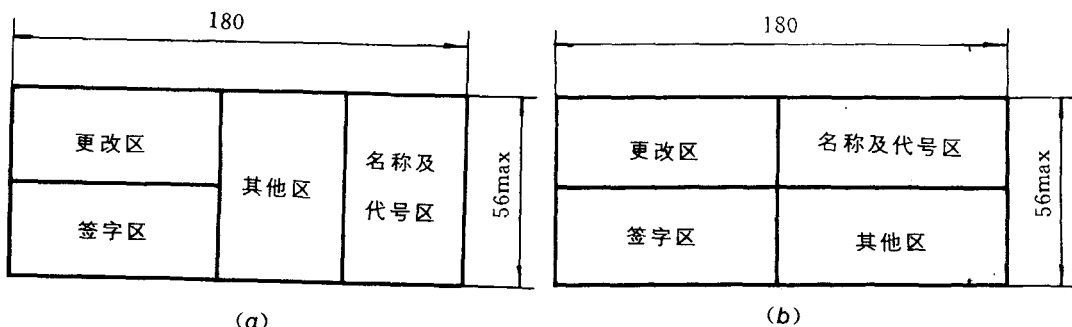


图 1.4 标题栏的组成及配置

或 b 的形式。当采用图 1.4a 形式配置时,名称及代号区中的图样代号应放在该区最下方,见图 1.5。

3. 比例(GB/T 14690—93)

1) 术语 比例,指图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。分为:

原值比例。比值为 1 的比例,即 1:1。

放大比例。比值大于 1 的比例,如 2:1 等。

缩小比例。比值小于 1 的比例,如 1:2 等。

图 1.6 为用不同比例绘制的图形。

2) 比例系列 当设计需要按比例绘制图形时,应优先从表 1.2 规定的系列中选取适当的比例,必要时可从 GB/T 14690—93 的其它系列中选取。

180											
10		10		16		16		12		16	
7											
										(材料标记)	
										(单位名称)	
										4×6.5(=26) 12 12	
标记		处数		分区		更改文件号		签名		年月日	
设计		(签名)		(年月日)		(标准化)		(签名)		(年月日)	
										阶段标记 重量 比例	
审核										10	
工艺						批准				9	
										(图样代号)	
										(9)	
12		12		16		12		12		16	
										50	

图 1.5 标题栏

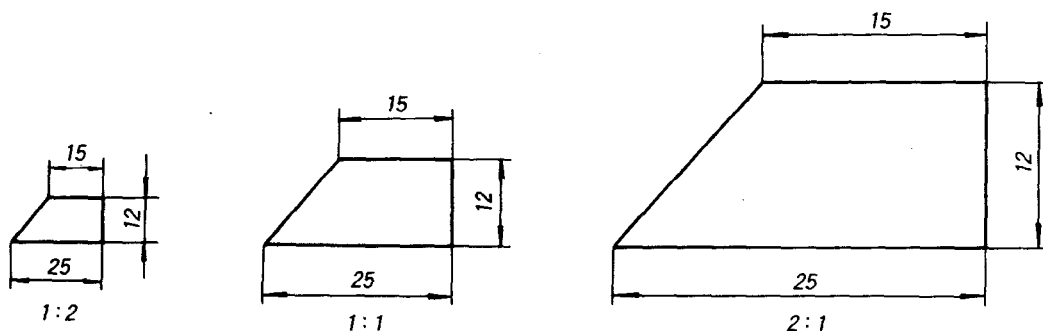


图 1.6 用不同比例绘制的图形

表 1.2 比例

种 类	比 例		
原值比例	1 : 1		
放大比例	5 : 1	2 : 1	
	$5 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$1 \times 10^n : 1$
缩小比例	1 : 2	1 : 5	1 : 10
	$1 : 2 \times 10^n$	$1 : 5 \times 10^n$	$1 : 1 \times 10^n$

注: n 为正整数

3) 标注方法 比例符号以“:”表示,如 1 : 1, 1 : 500, 20 : 1 等,比例一般应标注在标题栏的比例栏内,必要时可在视图名称下方或右侧标注比例,如: $\frac{I}{2:1}$ $\frac{A}{1:100}$ $\frac{B-B}{2.5:1}$ 。

在设计绘图时,选用哪一号图幅与比例,是由机件形状大小、结构复杂程度以及该图样的用途等多方面因素决定的,应尽可能选用基本图幅和 1 : 1 的比例,以便直观地了解实物的大小和形貌。绘制同一机件,各个视图应尽可能选用同一比例。