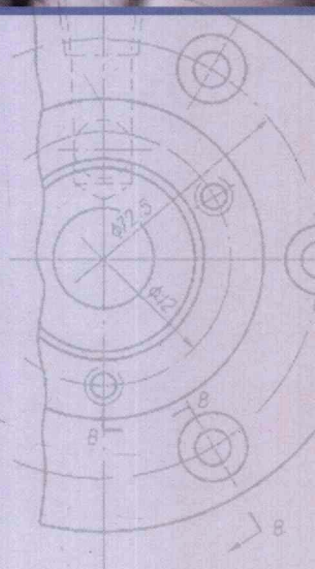
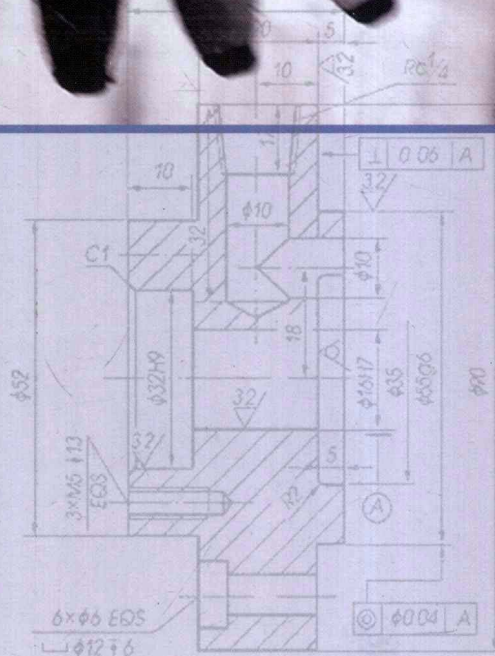


工程制图基础

主编 朱玺宝 张文信



兵器工业出版社

工程制图基础

主 编 朱玺宝 张文信

副主编 高 燕 张丹峰 许平勇

兵器工业出版社

内 容 简 介

本书是以总参军训部批准印发的《基础课教学基本要求》为基准,结合军队的特点而编写的。适合于工科院校 40~60 学时的相关专业使用。

本书共分 10 章,主要内容为制图基本知识及技能、正投影基础、立体的投影、轴测图、组合体视图、机件表达方法、标准件及常用件、零件图、装配图、计算机绘图等。

本书既可作为在校学员的教材使用,又可作为工程技术人员的参考资料。

图书在版编目(CIP)数据

工程制图基础/朱玺宝,张文信主编. —北京:兵器工业出版社, 2005. 4

ISBN 7-80172-359-7

I. 工... II. ①朱... ②张... III. 工程制图
IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2005)第 007205 号

出版发行:兵器工业出版社

发行电话:010-68962596, 68962591

邮 编:100089

社 址:北京市海淀区车道沟 10 号

经 销:各地新华书店

印 刷:北京瑞达方舟印务有限公司

版 次:2005 年 4 月第 1 版第 1 次印刷

印 数:1-3680

责任编辑:王 强

封面设计:仇雨婷

责任校对:全 静

责任印制:王京华

开 本:787×1092 1/16

印 张:14.5

字 数:359 千字

定 价:25.00 元

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)

《工程制图基础》编写委员会

主 任 王维江 王洪东

副主任 朱玺宝 张文信 高 燕 程丁龙 张丹峰

委 员 李晓峰 许平勇 潘玉龙 卫国爱 曹鹏举

沈传平 董 永 孙福娟 朱育林 李建霞

向予军 周艳华 丛文静 崔红霞 史 佩

策 划 王 强

前 言

随着高等教育的改革,工程制图也面临教学内容、教学体系及教学手段的改革,从全军十几所高校制图课的调查中可发现,制图课的教学学时在大幅度下降,大多数非机类工程制图的教学时数已缩减至40学时左右,在如此短的时间内要讲授一门学生难以掌握的工程制图,如果按原来的教学体系、教学内容和教学手段是很难完成的。因此,对工程制图的教学改革必须从内容、体系及教学手段上进行改革。

编写一本40~60学时的工程制图教材是军队各院校的迫切需要。本书是以总参军训部批准印发的《基础课教学基本要求》为基准,结合军队的特点而编写的。本书以培养学员的徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图实践能力为重点,注重三者的有机融合,删减画法几何中部分图解的内容,加强图示能力的培养。

针对军队专业技术人员重在使用和维修的特点,本书的内容重点放到读图上,强化空间思维,注重构思训练。

由于本书适合少学时使用,考虑到有些院校在工程制图教学中不安排计算机绘图方面的内容,因此我们把计算机绘图内容单独安排在一章内,便于取舍。

为了配合有关章节内容,附录中摘引了部分国家标准,以培养学生树立严格遵守国家标准的思想;并学会运用工具书,掌握查阅标准手册的能力,使其在工程技术中得到熟练使用。

与本书配套的有《工程制图基础习题集》。

本书的一、二、八章由空军雷达学院李晓峰、高燕、许平勇、潘玉龙、卫国爱、曹鹏举、沈传平编写,五、七章由海军航空工程学院青岛分院张丹峰、孙福娟编写,三、四章由空军第一航空学院张文信、朱育林、李建霞、向予军编写,绪论、六、九、十、附录由海军航空工程学院朱玺宝、周艳华、丛文静、董永、崔红霞、史佩编写。

由于编者水平有限,书中缺点和错误在所难免,敬请读者批评指正。

编 者

2005年4月5日

目 录

绪论	1
第一章 制图的基本知识和基本技能	3
第一节 制图的基本规定	3
第二节 绘图工具和仪器的使用	12
第三节 几何作图	15
第四节 平面图形的线段分析及画图步骤	20
第二章 投影和三视图	27
第一节 投影及投影法	27
第二节 三视图的形成及投影规律	28
第三节 点的投影	30
第四节 直线的投影	32
第五节 平面的投影	40
第六节 直线与平面、平面与平面的相对位置	46
第三章 立体的投影	52
第一节 平面立体的投影	52
第二节 曲面立体的投影	55
第三节 平面与立体表面的交线	62
第四节 两回转体表面的交线	70
第四章 轴测图	74
第一节 轴测图的基本知识	74
第二节 正等轴测图的画法	76
第三节 斜二轴测图的画法	81
第五章 组合体	84
第一节 画组合体的视图	84
第二节 读组合体的视图	89
第三节 组合体的尺寸标注	95
第六章 机件常用的表达方法	100
第一节 视图	100
第二节 剖视图	104
第三节 断面图	114
第四节 其他表达方法	116
第五节 综合应用举例	118
第七章 标准件和常用件	121

第一节 螺纹及螺纹连接件	121
第二节 螺纹紧固件的规定画法和标注	125
第三节 齿轮	131
第四节 键和销	135
第五节 滚动轴承和弹簧	136
第八章 零件图	140
第一节 零件图的内容	140
第二节 零件图的视图选择和尺寸标注	141
第三节 零件图的技术要求	146
第四节 零件上的常见工艺结构	158
第五节 读零件图	161
第九章 装配图	164
第一节 装配图的内容和表达方法	164
第二节 装配图的尺寸标注及零件序号、明细表	166
第三节 常见装配结构的合理性	168
第四节 画装配图的方法及步骤	170
第五节 读装配图及由装配图拆画零件图	172
第十章 计算机绘图	177
第一节 计算机绘图概述	177
第二节 AutoCAD 2000 绘图基础	178
第三节 基本图形的绘制	183
第四节 基本编辑命令	188
第五节 绘图步骤	194
附录	196
一、螺纹	196
二、常用的标准件	202
三、极限与配合	216
参考文献	224

绪 论

一、本课程的性质和任务

工程图样是表达和交流技术思想的重要工具,是工程技术部门的一项重要技术文件,按规定的方法表达出机器和建筑物的形状、大小、材料和技术要求。在现代工业中,设计、制造、安装各种机械、电机、电器、仪表以及采矿、冶金、化工等各方面的设备,都离不开工程图样;在使用这些机器、设备和仪表时,也常常要通过阅读工程图样来了解他们的结构和性能。因此,每个工程技术人员都必须能够绘制和阅读工程图样。

本课程研究绘制和阅读工程图样的原理和方法,培养学生的形象思维能力,是一门既有系统理论又有较强实践性的技术基础课。为了适应生产上对计算机辅助设计日益增长以及今后学习的需要,亦应对计算机成图技术有所了解。本课程包括画法几何、制图基础、工程图及计算机绘图基础等部分。画法几何部分学习用正投影法表达空间几何形体和图解简单空间几何问题的基本原理和方法。制图基础部分训练用仪器和徒手绘图的操作能力,培养绘制和阅读投影图的基本能力,学习标注尺寸的基本方法,这一部分是本课程的重点。工程图部分培养绘制和阅读常见机器或部件的零件图和装配图的基本能力,并以培养读图能力为重点。计算机绘图基础部分应使学生初步了解计算机绘图的基本知识,学习简单图形的计算机绘制方法。

本课程的主要任务是:

1. 学习正投影法的基本原理及其应用;
2. 培养绘制和阅读机械图样的基本能力;
3. 培养利用图解法解决简单空间几何问题的能力;
4. 培养对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力;
5. 培养计算机绘图的初步能力。

此外,在教学过程中还必须有意识地培养自学能力、分析问题和解决问题的能力,以及认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

二、本课程的学习方法

应该坚持理论联系实际学风。要认真学习投影原理,在理解基本概念的基础上,由浅入深地学习一系列的绘图和读图实践,不断的由物画图,由图想物,分析和想像空间形体与图纸上图形之间的对应关系,逐步提高对三维形状与相关位置的空间逻辑思维能力和形象思维能力,掌握正投影的基本作图方法及其应用。

做习题和作业时,应在掌握有关基本概念的基础上,按照正确的方法和步骤作图,养成正确使用绘图工具和仪器的习惯,熟悉制图的基准规格和基本知识,遵守《机械制图》国家标准的有关规定,并学习查阅和使用有关手册和国家标准,通过作业培养绘图和读图能力。制图作业应该做到:投影正确,视图选择与配置恰当,图线分明,尺寸齐全,字体

工整，图面整洁。

由于图样在生产建设中起着很重要的作用，绘图和读图的差错，都会带来损失，所以在做习题和作业时，应培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

三、我国工程制图的发展概况

我国是世界文明古国之一，在工程制图方面积累了很多经验。留下了丰富的历史遗产。从四千多年前殷商时代留下的陶器、骨板和铜器上的花纹就可看出，我们的祖先在当时就已有简单的绘图能力，掌握了画法几何图形的技能。早在三千多年前的春秋时代，在技术著作《周礼考工记》中已述及了使用规矩、绳墨、悬垂等绘图和施工的工具。在两千多年前的教学名著《周髀算经》中，就已讲述用边长为 3、4、5 定直角三角形的绘图方法，以及固定直角三角形的弦，直角顶点的轨迹便是圆的绘图原理，汉代刘歆（约公元前 30 年）求出了近似圆周率为 3.1416。在我国历代遗留下来的许多著作中也有很多工程图样，如宋代李诫的《营造法式》（公元 1100 年成书，公元 1103 年刊行），共 36 卷，其中建造房屋的图样达 6 卷之多，对建筑制图的规格、营造技术、工料估算等阐述详尽，有很高的水平；具有各种器械图样的著作也很多，如宋代苏颂的《新仪象法要》、元代王桢的《农书》、明代宋应星的《天工开物》和徐光启的《农政全书》、清代程大位的《算法统筹》等。

虽然我国历代在工程制图技术领域里曾有过很多成就，但由于长期处于封建制度下，工农业生产发展迟缓，制图技术的发展也受到阻碍。中华人民共和国成立后，随着工农业生产的发展，使工程制图科学技术领域里的理论图学、应用图学、计算机图学、制图技术、制图标准、图学教育等各个方面，都得到了相应的发展。尤其是在制图标准方面，结束了旧中国遗留下来的混乱局面，于 1956 年由原第一机械工业部发布了第一个部级标准《机械制图》，1959 年由国家科学技术委员会发布了第一个国家标准《机械制图》，随后，又颁布了国家标准《建筑制图》，使全国主要的工程图标准得到了统一。为了进一步适应工农业生产和科学技术的发展，分别于 1970、1974、1984 年修订了国家标准《机械制图》。同样，在房屋建筑制图的各个方面的国家标准也陆续制定和修订，在其他的工程技术领域里，有些部门也逐步制定了有关制图方面的标准。这些制图标准仍将随着工农业生产和科学技术的发展而不断修订或制定，而且还按照需要与可能制定各个部门的技术图样共同适用的统一的国家标准《技术制图》。

当前值得我们特别重视的是：由于电子技术的飞速发展，数控技术扩展到各个领域，从本世纪中叶第一台数控绘图机诞生以来，工程制图就进入了以手工操作向半自动化或自动化迅速发展的变革时期。随着计算机绘图（CG）和计算机辅助设计（CAD）的发展，计算机辅助技术既能用计算机进行最优选择和计算，又能将计算机结果绘出图样。虽然我国在这方面起步比世界上的发达国家稍迟，然而从改革开放以来，计算机绘图和计算机辅助设计发展得相当迅速，正在迎头赶上，必将在工程界实现制图技术的自动化，以适应现代化建设的需要。

我们回顾在工程制图领域中古代的光辉业绩，以及新中国建立以来的成就，面对现状，瞻望未来，一定能激励自己努力学习，掌握绘图、阅读工程图样的基本原理和方法，并逐步实现制图技术自动化。

第一章 制图的基本知识和基本技能

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，同时也是指导生产的重要技术文件。掌握制图的基本知识和基本技能是培养画图与看图能力的基础。本章将简要介绍以下内容：国家制图标准的一些基本规定；制图工具和仪器的使用方法；某些几何图形的作图方法；平面图形的线段分析及作图步骤等。

第一节 制图的基本规定

本节参照最新的国家标准，将介绍其中《技术制图》中的有关规定，如图纸幅面和格式、比例、图线、字体及尺寸等。这些基本规定在制图时必须严格遵守。

一、图纸幅面和格式（GB/T 14689—1993）

（一）图纸幅面

绘制技术图样时，应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时，也允许采用加长幅面，其尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出的，见图 1-1。图中粗实线所示为基本幅面。

表 1-1 幅面及边框尺寸

幅面代号	A ₀	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297
a	25				
c	10			5	
e	20		10		

（二）图框格式

图框格式分为不留装订边(图 1-2)和留装订边(图 1-3)两种。但同一产品图样只能采用一种格式。无论哪种格式的图纸，其图框线均应采用粗实线绘制。装订时可采用 A4 幅面竖装或 A3、A2 幅面横装。

二、标题栏与明细表

每张图样上都必须画出标题栏。标题栏表达了零部件及其管理等多方面的信息，是机械图纸上不可缺少的一项内容。标题栏的格式和尺寸应按 GB/T 10609.1—1989 的规定，一般位于图纸的右下角(图 1-2、图 1-3)，并使标题栏的底边与下图框线重合，使其右边与右

图框线重合，标题栏中的文字方向通常为看图方向，字体应符合 GB/T 14691—1993 的规定(责任签名除外)。

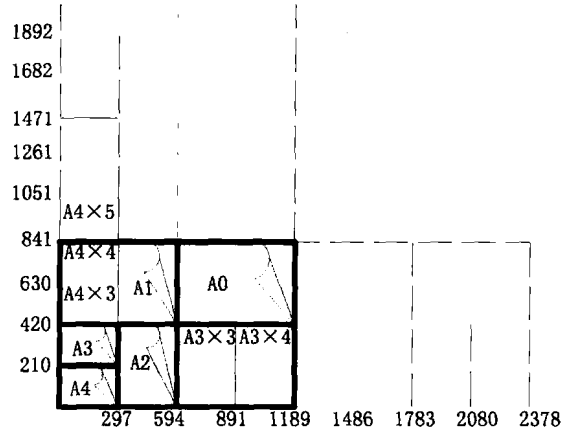


图 1-1 图纸幅面

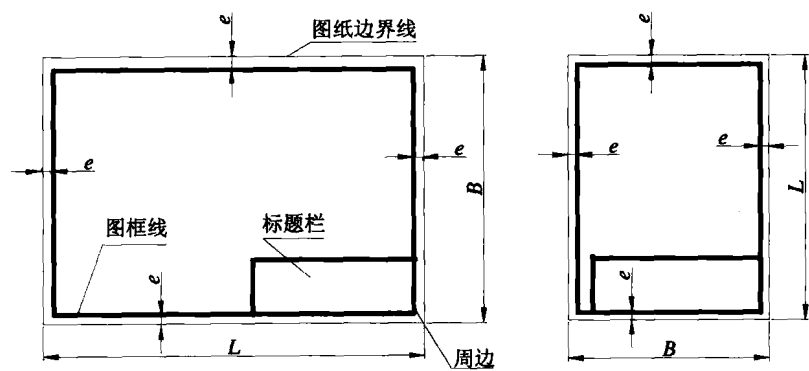


图 1-2 不留装订边的图框格式

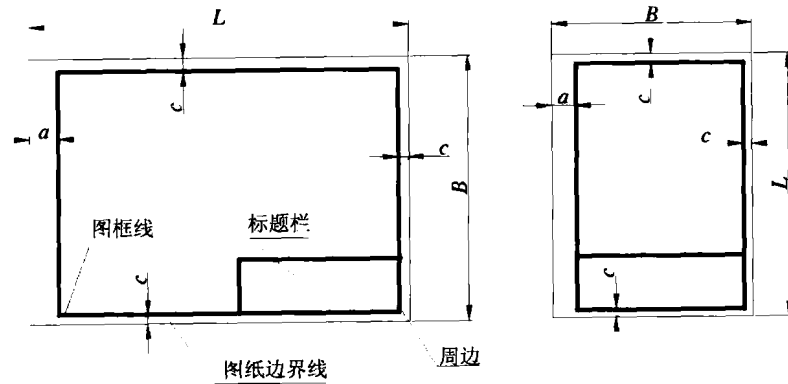


图 1-3 留有装订边的图框格式

各设计单位的标题栏格式可有不同变化，本书的学生作业的标题栏建议采用图 1-4 和图 1-5 的样式。

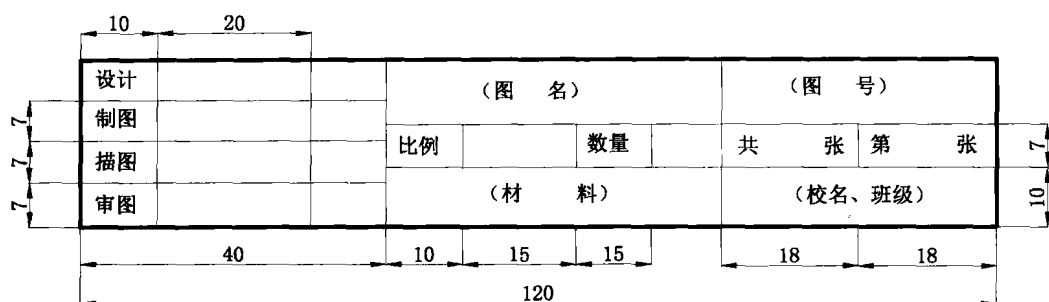


图 1-4 零件图标题栏格式

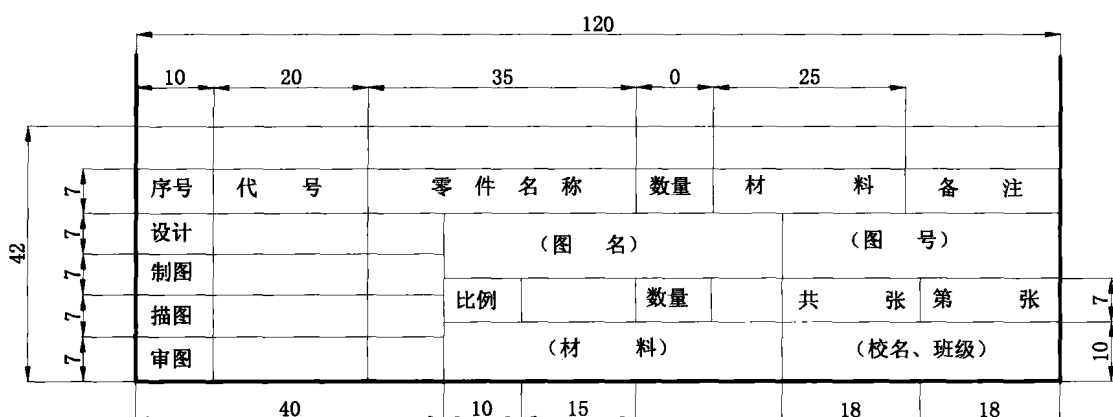


图 1-5 装配图标题栏格式

对于装配图，除了标题栏外，还必须具有明细栏。明细栏描述了组成装配体的各种零、部件的数量、材料等信息。明细栏配置在标题栏的上方，按照由下至上的顺序书写。

三、图线（GB/T 17450—1998）

在绘制图样时，应根据表达的需要，采用相应的线型。

（一）线的型式及应用（见表 1-2）

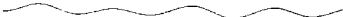
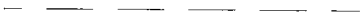
（二）图线的宽度

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 ，细线的宽度约为 $d/2$ 。所有线型的图线宽度应按照图样的复杂程度和尺寸大小在下列数系中选择：0.13mm，0.18mm，0.25mm，0.35mm，0.5mm，0.7mm，1mm，1.4mm，2mm。

（三）注意事项

1. 在同一图样中，同类图线的宽度应一致。
2. 虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等。图 1-6 为线型应用的示例。
3. 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段与线段的交点；点画线应超出圆的轮廓线外 2~5mm，且轮廓线外不能出现点画线中的点。当所绘制的圆的直径较小，画点画线有困难时，中心线可用细实线代替，见图 1-7。

表 1-2 图线的基本线型与应用

图线名称	图线型	一般应用
粗实线		可见棱边；可见轮廓线
细实线		尺寸线边与尺寸界线；指引线和基准线；剖面线；重合断面的轮廓线；螺纹的牙底线
细波浪线		断裂处边界线；视图与剖视图的分解线
细双折线		断裂处边界线；视图与剖视图的分解线
细虚线		不可见的棱边；不可见的轮廓线
细点画线		中心线；对称线；齿轮的节圆；定位圆；剖切平面线
粗点画线		限定范围的表示线，例如热处理；剖视图中的铸件分型线
细双点画线		相邻件的轮廓线；移动件的极限位置；成型前轮廓线；往复运动的轮廓线

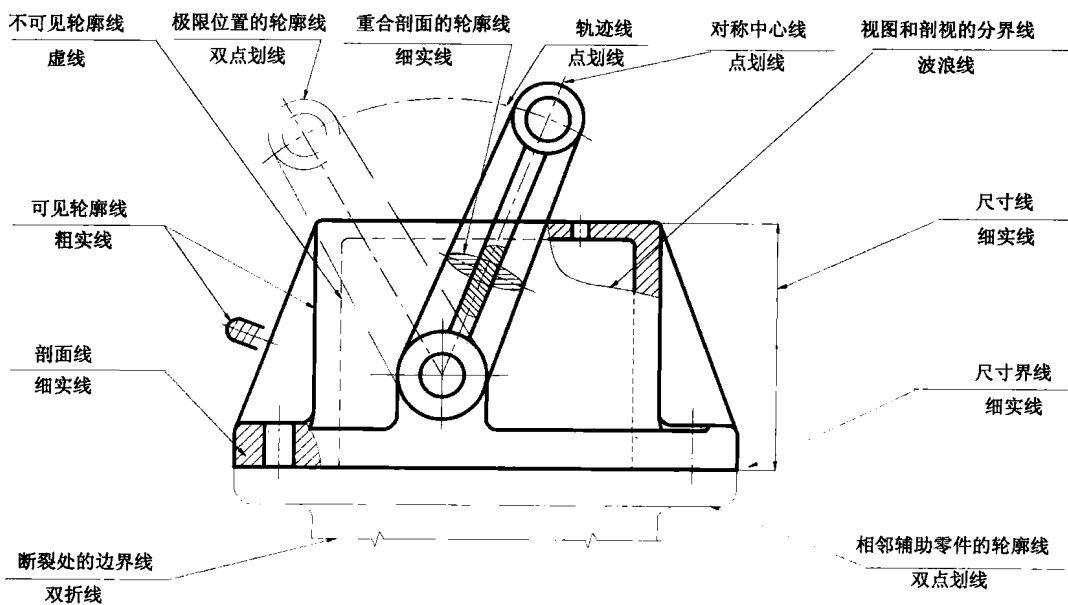


图 1-6 线型应用实例

4. 虚线、细点画线与其它图线相交时，都应交到线段处。当虚线处于粗实线的延长线上时，虚线与粗实线间应留有间隙如图 1-7a 所示，图 1-7b 为常见错误。

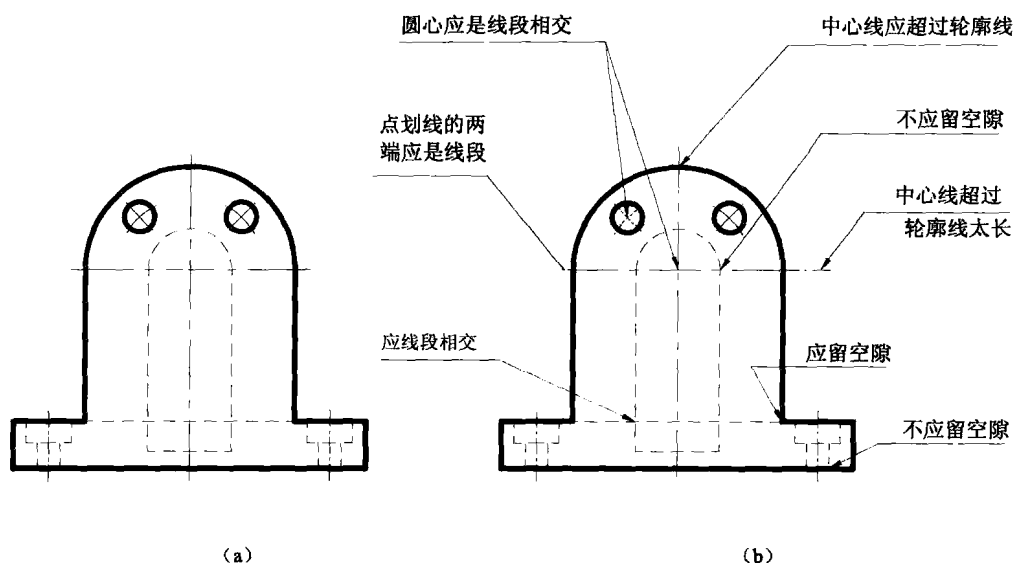


图 1-7 图线在相交、相切处的画法

四、绘图比例 (GB/T 14690—1993)

图样中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比称为比例。比例有三种类型:原值比例、放大比例与缩小比例。比值为 1 的比例，即 1:1，称为原值比例；比值大于 1 的比例，如 2:1 等，称为放大比例；比值小于 1 的比例，如 1:2 等，称为缩小比例。但是，不管用哪种比例绘制图形，图中的尺寸均应按照实物的实际大小进行标注。图 1-8 为用不同比例绘图的效果。

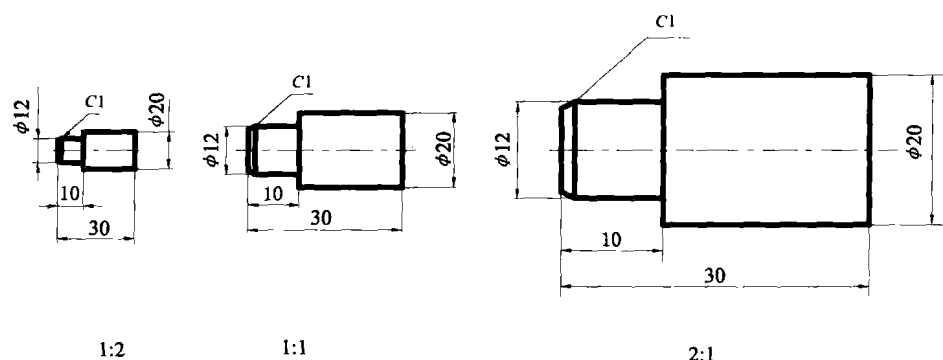


图 1-8 不同比例绘制的图形

国家标准规定了上述各种比例的比例系列。表 1-3 中是常用的部分比例系列。绘制图样时，一般可从中选择采用。

表 1-3 常用的比例

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

注：n 为整数。

在国家标准(GB/T 14690—1993)中，对比例还做了以下规定：

1. 通常，在表达清晰、布局合理的条件下，应尽可能选用原值比例，以便直观地了解机件的形貌。
2. 绘制同一机件的各个视图时，应尽量采用相同的比例，并将其标注在标题栏的比例栏内。
3. 当图样中的个别视图采用了与标题栏中不相同的比例时，可在该视图名称的下方或右侧标注比例。

五、字体(GB/T 14691—1993)

字体是技术图样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。

按照以上原则的要求，国家标准从以下几个方面作了一些具体规定。

1. 字高

字体的高度代表了字体的号数。字体高度(h)的公称尺寸(单位为 mm)系列有八种：1.8, 2.5, 3.5, 5, 7, 10, 14, 20。

当还需要书写更大的字时，其字体高度按照 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

2. 汉字

汉字应写成长仿宋体，并采用国家正式公布的简化字。汉字的高度不应小于 3.5，其字宽一般为字高的 $1/\sqrt{2}$ 。汉字的书写范例见图 1-9。

3. 字母与数字

字母与数字可写成直体与斜体两种形式。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75° 。其书写字体的范例如下。用于指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般采用小一号的字体。字母与数字的书写范例见图 1-9。

六、尺寸标注(GB/T 4458.4—1984、GB/T 16675.2—1996)

图样中的图形主要用来表达机件的形状，而机件的真实大小则需通过尺寸来确定。尺寸的标注必须严格遵守国家标准中的规则。

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

技术制图机械电子飞机航空雷达国防建设

3.5号字

画法几何国家标准图线工具尺寸投影

大写斜体拉丁字母

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

小写斜体拉丁字母

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

斜体阿拉伯数字

0123456789

斜体罗马数字

IIIIIIIVVVVVIIIIIXX

大写直体拉丁字母

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

小写直体拉丁字母

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

图 1-9 汉字、字母及数字字体示例

1. 标注尺寸的基本规则

(1) 机件的真实大小应以图样上所注的尺寸数字为依据，与图形的大小及绘图的准确度无关。

(2) 图样中的尺寸，以 mm 为单位时，不需标注单位。如采用了其他单位，则必须注明相应单位的代号或名称，如 45° ，20cm。

(3) 图样中的尺寸应为该机件最后完工的尺寸，否则应另加说明。

(4) 机件的每一个尺寸，一般应只标注一次，且应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(5) 标注尺寸时，应尽可能使用符号和缩写词。常用的符号和缩写词见表 1-4。

(6) 若图样中的尺寸全部相同或某个尺寸和公差占多数时，可在图样空白处做总的说明，如“全部倒角 $C1$ ”、“其余圆角 $R4$ ”等。

(7) 同一要素的尺寸应尽可能集中标注，如多个相同孔的直径(图 1-10)。

(8) 尽可能避免在不可见的轮廓线(虚线)上标注尺寸。

2. 尺寸的组成与标注

尺寸一般由尺寸界线、尺寸线和尺寸数字组成，见图 1-10。

(1) 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，可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线，并超出尺寸线的终端 3mm 左右。

表 1-4 尺寸标注中的常用符号和缩写词

名 称	符号或缩写词
直径	ϕ
半径	R
球半径	SR
球直径	$S\phi$
厚度	t
正方形	$\square$
45° 倒角	C
深度	$\downarrow$
沉孔或锪平	$\sqcup$
埋头孔	∇
均布	EQS

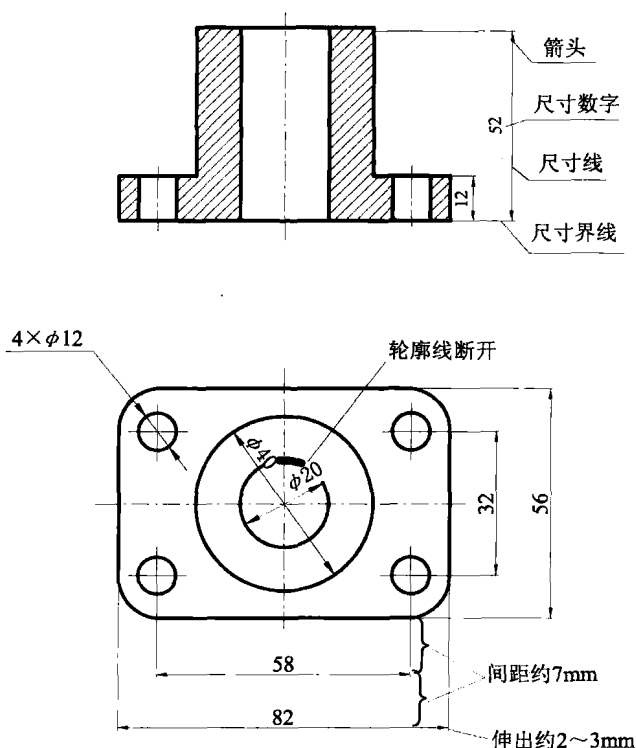


图 1-10 尺寸的组成

(2) 尺寸线用细实线绘制。一端或两端带有终端符号(一般用箭头作为终端符号)。尺寸线不能用其他图线代替，也不得与其他图线重合或画在其延长线上。标注线性尺寸时，