

本书含多媒体教学光盘



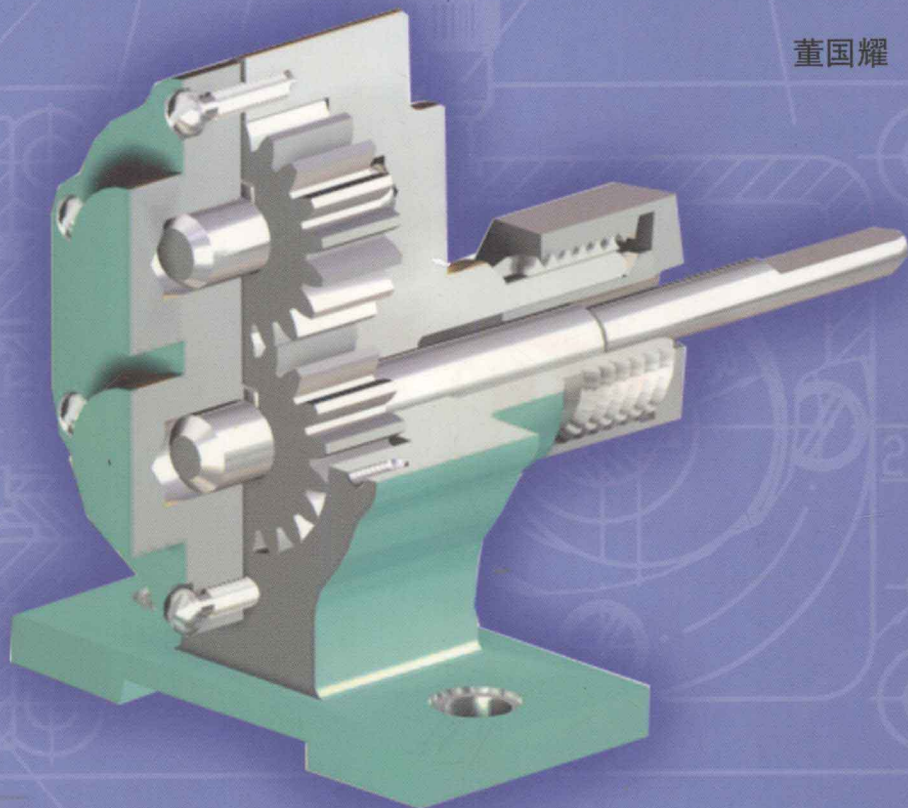
工程图学系列教材

画法几何与机械制图

■ 机械类 近机类 ■

冯开平 左宗义 主编

董国耀 主审



华南理工大学出版社

工程图学系列教材

画法几何与机械制图

机械类·近机类

主编：冯开平 左宗义
编委：莫春柳 李富平 唐西隆
凌 玲 谭夏梅 温俊文
周小坚 李 冰
主审：董国耀

JL
TH126
34

华南理工大学出版社

·广州·

内 容 简 介

本书是编者在多年致力于工程图学的教学改革的基础上编写的面向 21 世纪的现代《画法几何与机械制图》教材。内容包括:画法几何,投影制图的基本原理,轴测图,机械图样的表达,标准件、常用件、零件图和装配图的绘制和阅读有关的知识,融入了计算机绘图理论和运用,增加了形体设计单元和计算机三维造型设计绘图,加强零部件测绘和手工草图的绘制。配有分别为教师和学生学习和练习使用的多媒体光盘,用声音、图形、二维和三维动画、文本等媒体细致地模拟了所有作图过程以及教学、练习解答的全部内容。它将对具有丰富形体想像、构思、创造和设计能力的人才的培养具有重要的作用,对科学、严格、认真、细致、求实的作风的建立具有实际的效果。

本书的全部内容,采用了迄今(2001 年 5 月)为止的新国家标准。

本教材可单独使用或配合多媒体光盘使用,适用于大专院校机类和近机类制图课程 70~110 学时的课堂教学。也可作为电大、函授、成教或自学的教材。多媒体光盘适用于课堂教学或在计算机上复习或自学。学生版光盘配于书中,也可单独购买。教师版光盘的订购,请与作者联系。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何与机械制图/冯开平,左宗义主编. —广州:华南理工大学出版社,2001.9 (2003.8重印)
工程图学系列教材
ISBN 7-5623-1746-1

I. 画… II. ①冯…②左… III. ①画法几何—教材 ②机械制图—教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2001)第 046765 号

总发行:华南理工大学出版社(广州五山华南理工大学 17 号楼,邮编 510640)

发行部电话:020-87113487 87111048(传真)

E-mail:scut202@scut.edu.cn

<http://www2.scut.edu.cn/press>

责任编辑:王魁葵

印刷者:中山市新华印刷厂有限公司印装

开本:787×1092 1/16 印张:23.5 字数:569 千

版次:2003 年 8 月第 1 版第 4 次印刷

印数:13 001~18 000 册

定价:53.00 元 (配光盘 1 张)

33.00 元 (不配光盘)

版权所有 盗版必究

前言

本书作者多年来致力于工程图学的教学改革,力图寻求一种适应现代化的需求的面向 21 世纪的教学模式,并在近年的教学中,探索和实践这种模式。本书正是为配合这种需求而编写的。

本书将机械类、近机类《画法几何与机械制图》定位于培养学生工程素质,反映整个工程设计的进步和技术的演变,体现现代高科技对绘图的重大影响,将现代的方法与内容逐渐溶入传统,编制出一本老师和学生都易于接受和理解的现代教材。配有分别供教师和学生教学及练习使用的多媒体光盘,多媒体光盘与教材的章节划分相配合,用声音、图形、二维和三维动画、文本等媒体细致地模拟了所有作图过程以及教学、练习解答的全部内容,使教和学都变得容易。

本书取材符合教育部《高等学校画法几何与工程制图课程教学基本要求》,内容包括画法几何,投影制图的基本原理,轴测图,机械图样的表达,标准件、常用件、零件图、装配图的绘制和阅读等有关的知识,融入了计算机绘图的理论 and 运用,增加了形体设计单元和计算机三维造型设计绘图,加强零部件测绘和手工草图的绘制。它将对具有丰富形体想像、构思、创造和设计能力的人才的培养具有重要的作用,并对科学、严格、认真、细致、求实的作风的建立具有实际的效果。章节的划分符合教学单元的设置,精心设计的习题集保证了恰当的练习和足够的训练。分别为教师和学生设计的习题光盘既减轻了教师批改作业负担又保证了学生的练习效果。

本书的全部内容,采用了迄今(2001 年 5 月)为止的新国家标准。

本教材可单独使用或配合多媒体光盘使用,适用于大专院校机械类和近机类制图课程 70~110 学时的课堂教学。也可作为电大、函授、成教或自学的教材。多媒体光盘适用于课堂教学或在计算机上复习或自学。

本书由冯开平编写第 4 章,第 9 章 1~3 节,第 12 章的第 8~11 节;左宗义编写第 2 章的第 1~2 节,第 8 章,第 12 章的第 1~7 节;莫春柳编写第 7 章;李富平编写第 3 章;唐西隆编写第 10 章和第 9 章的第 4 节;凌玲编写第 1 章;谭夏梅和李冰编写第 6 章;温俊文编写第 11 章和第 1 章的第 3 节;周小坚编写第 5 章。

衷心感谢董国耀教授作为全书的主审,为本书提供了许多宝贵的建议。感谢其他关心和帮助本书出版的人员。

由于编写的时间仓促,本书难免存在缺点和错漏,欢迎读者指正。

编者

2001 年 7 月 10 日

光盘安装指南

本书所配光盘为《画法几何与机械制图》多媒体 CAI 教程与《画法几何与机械制图习题解答》学生版,与《画法几何与机械制图》教材和习题集配套使用。习题解答由教材主目录进入。

软硬件环境:支持系统:PWIN95 以上,586/120 以上微机,声音卡,真彩卡,鼠标。

安装:在第一次使用时打开盘中 acai-new,运行 setup.exe,然后,按 Full-Install all files。按“是”(y)建立起动图标,安装完毕按“确定”。可见起动图标,可把这个图标拖到 Windows 的桌面上。以后每次使用,只需将光盘插入,双击起动图标即可。在使用过程中,不能将光盘从驱动器中取出来。

广东工业大学工程与计算机图学教研室另外编制了《画法几何与机械制图》多媒体 CAI 教程与习题解答教师版,有更详尽的表达和细致的讲解。

技术热线:020-37627091,87082925,13802510627

联系人:左宗义,冯开平

网址:web.gdut.edu.cn/~draw/main.htm

目 录

绪论	(1)
第1章 制图基本知识	(4)
§ 1-1 国家标准的基本规定	(4)
§ 1-2 手工绘图工具及其使用方法	(16)
§ 1-3 几何图形的画法	(18)
§ 1-4 绘图的方法和步骤	(23)
第2章 点、直线和平面的投影	(26)
§ 2-1 点、直线和平面的投影基础	(26)
§ 2-2 直线和平面的相对位置	(44)
§ 2-3 投影变换	(57)
第3章 立体的投影	(66)
§ 3-1 立体及立体表面上的点和线	(66)
§ 3-2 平面与平面立体表面相交	(79)
§ 3-3 平面与回转体表面相交	(81)
§ 3-4 两回转体表面相交	(92)
第4章 组合体的视图及其尺寸标注	(101)
§ 4-1 三视图的形成及其特性	(101)
§ 4-2 形体分析与线面分析	(101)
§ 4-3 画组合体的视图	(103)
§ 4-4 看组合体的视图	(106)
§ 4-5 组合体的尺寸标注	(113)
§ 4-6 组合体的构形设计方法	(121)
第5章 轴测图	(125)
§ 5-1 轴测图的基本知识	(125)
§ 5-2 正等轴测图	(127)
§ 5-3 斜二轴测图	(132)
§ 5-4 轴测剖视图	(136)
第6章 机件的常用表达方法	(140)
§ 6-1 视图	(140)
§ 6-2 剖视图	(144)
§ 6-3 断面图	(152)
§ 6-4 规定画法及简化画法	(154)
§ 6-5 综合举例	(159)
§ 6-6 第三角画法简介	(161)

第7章 标准件与常用件	(163)
§ 7-1 螺纹的规定画法和标注	(163)
§ 7-2 常用螺纹紧固件的规定标注及其装配画法	(170)
§ 7-3 齿轮	(174)
§ 7-4 键和销	(182)
§ 7-5 弹簧	(184)
§ 7-6 滚动轴承	(187)
第8章 零件图	(191)
§ 8-1 零件图的内容	(192)
§ 8-2 零件的视图选择和分类	(194)
§ 8-3 零件图上的技术要求	(200)
§ 8-4 零件图的工艺结构	(215)
§ 8-5 读零件图	(218)
§ 8-6 零件测绘	(221)
第9章 装配图	(227)
§ 9-1 装配图的内容	(227)
§ 9-2 装配图的视图表达方法	(227)
§ 9-3 装配图的尺寸标注	(230)
§ 9-4 装配图的零件序号和明细栏	(230)
§ 9-5 装配结构的合理性	(231)
§ 9-6 部件测绘与装配图的画法	(234)
§ 9-7 看装配图和由装配图拆画零件图	(242)
第10章 展开图	(256)
§ 10-1 基本知识	(256)
§ 10-2 平面立体表面的展开	(257)
§ 10-3 可展曲面的展开	(259)
§ 10-4 不可展曲面的近似展开	(263)
§ 10-5 变形接头的展开	(266)
§ 10-6 钣金件展开的工艺处理	(267)
第11章 焊接图	(269)
§ 11-1 焊接的基本知识	(269)
§ 11-2 焊缝符号及其标注方法	(269)
§ 11-3 常见接头和焊缝的标注示例	(271)
§ 11-4 焊接图画法	(271)
第12章 计算机绘图	(274)
§ 12-1 AutoCAD 2000 系统简介及其基本设置	(274)
§ 12-2 设置样板图	(278)
§ 12-3 文件命令和绘图命令	(284)
§ 12-4 编辑类命令	(291)

§ 12-5 尺寸标注	(299)
§ 12-6 显示命令	(305)
§ 12-7 块操作和特殊功能	(308)
§ 12-8 实体造型及编辑	(312)
§ 12-9 用户坐标	(319)
§ 12-10 图纸空间与模型空间	(322)
§ 12-11 综合举例	(329)
附录	(334)
参考文献	(366)

绪 论

一、工程绘图的历史和现状

有史以来,人类就试图用图形来表达和交流思想,从远古的洞穴岩石上的石刻可以看出在没有语言文字以前,图形就是一种有效的交流工具。

考古发现,早在公元前 2600 年即距今 4600 年就出现了可以称为工程图样的图,那是刻在古尔迪亚泥板上的一张神庙的地图。直到 1500 年文艺复兴时期,才出现将平面图和其他多面图画在同一画面上的设计图。300 年之后,法国测量师古斯塔夫·蒙日才将各种表达方法总结归纳写出《画法几何》一书。画法几何在工业革命中起到重大作用。它使工程设计有了统一的表达方法,这样就便于技术交流和批量生产。我国在 2000 年前就有了正投影法表达的图样,1977 年在河北省平山县出土的公元前 323 ~ 公元前 309 年的战国中山王墓,发现在青铜板上用金银线条和文字制成的建筑平面图,这也是世界上罕见的最早的工程图样。该图用 1:500 正投影绘制并标注有尺寸。中国古代传统的工程制图技术,与造纸术一起于唐代同一时期(公元 751 年后)传到西方。公元 1100 年的雕版印刷书《营造法式》中有各种方法画出的约 570 幅图,是当时的一部关于建筑制图的国家标准、施工规范和培训教材。

300 年来,工程制图的理论——画法几何没有大的变化,仅在绘图工具方面有不断的改进。直到近 30 年来,随着计算机的硬软件技术和外部设备的研制成功和不断发展,导致了制图技术的重大变化,以至对画法几何的前景产生重大影响。计算机绘图(Computer Graphics)和 CAD 计算机辅助设计绘图(Computer Aided Design 或 Computer Aided Drafting)技术大大地改变了设计的方式。早期的 CAD 是用计算机绘图代替手工绘制的二维(平面)图形,用绘图机输出图纸。应用软件 AutoCAD 就是最普遍的例子。但近 10 年来三维设计迅猛发展,试图从设计开始就从真三维入手,直接产生三维实体,然后赋予各种属性(如材料、力学特性等),再赋予加工信息,直接到数控的车间加工。这样,用画法几何绘制的二维图形就变得不那么重要。这些软件有 Pro-Engineer、SolidWorks 等,AutoCAD 也经多次升级具有了丰富的真三维功能,但它还仅仅是绘图的基础工具软件,要经再次开发才能成为专业设计软件。

目前,国内较出名的自主产权的 CAD 软件有北京北航海尔软件有限公司的《CAXA 电子图板》,它拥有丰富的机械图库,包括大量的机械、电子标准图形、符号等,并具有三维实体造型功能。此外,华中理工大学的《开目 CAD》具有类似的功能。广东工业大学与莫斯科工业大学联合开发的全柔性化 CAD 软件《T-Flex CAD》是一个非常特别的 CAD 软件,它具有由二维图形自动生成真三维图形的功能和方便的二次开发功能,所有图素,包括图线、标注、汉字等都全参数化,即便是装配图都可通过改变设定参数或拖动鼠标去修改图形并保持原有的几何约束。它是一个非常优秀的设计制图软件。T-Flex CAD 还能方便地产生三维实体渲染图和动画,还可运用于仿真和场景浏览、建筑制图和建筑效果图等。所有国内自主产权的软件都具有符合中国国家标准的大量图库,因此,就应用于机械制图讲比国外的软件更方便使用,出图也更快。

在先进国家,三维设计软件已经进入广泛应用阶段。另一种更先进的设计制造技术——虚拟设计(Virtual Design)、虚拟制造(Virtual Manufacturing)也正在迅速发展。这种技术借助于计算机网络和图形技术、多媒体技术、各种传感技术和其他设计制造有关的技术,超越时间、空间的界限,将各种有关的信息迅速整理、传送,在虚拟的多维环境中实现交互设计制造,大大减少了各种不必要的浪费,降低设计和制造成本,缩短设计周期,提高了设计制造的速度和质量。

另一种不仅用于设计,也应用与各种感觉表现的技术——计算机虚拟真实(Virtual Reality)技术借助于多媒体技术和各种仿真传感技术将各种实体、场景活生生地表现出来,并使用户的各种感官感受到刺激,进行自由交互,在虚拟真实的场景中漫游或操作,可达到以假乱真的程度。这种技术也还处于探索和发展初期,但它的应用前景难以估量,集合计算机网络技术,它将根本改变人类的思维、生活和生产方式。

目前(2001年)我国发展比较快的地区,在工程设计制图中用计算机绘图代替手工绘图已比较普遍,不少设计单位已经全部实现计算机出图。但三维设计还刚刚开始,自主知识产权的软件也比较少,虚拟设计制造也刚刚开始研究。工程技术学生应该有志气赶超世界先进水平,立志攀高峰,领导潮流,为把我国建设成现代化强国做出贡献。

二、本课程的性质和内容

工程制图的性质和任务是基于我国的现状和发展的需要,考虑与国际高科技接轨而定位的,它将体现传统和高新技术的结合。由于本课程是一门技术基础课,在完成学科专业基础知识的教学的同时,重点在于对工程素质和综合素质的培养,塑造一代具有丰富空间想像能力和创新、创造能力的现代人才。

工程制图是研究绘制和阅读工程图样的原理和方法的一门学科,它是一门具有系统理论又有较强实践性的技术基础课,它包括画法几何、制图基础、机械制图和计算机制图等四个部分。

什么是图样?能够准确表达物体的形状、尺寸及技术要求的图形称为图样。工程图样是工业生产中的一种重要技术资料,是进行技术交流的不可缺少的工具,是工程界共同的技术语言,每个工程技术人员都必须能够阅读和绘制工程图样。

画法几何部分研究用投影法图示空间物体和图解空间几何问题的基本理论和方法。

制图基础部分介绍制图的基础知识和基本规定,培养制图的操作技能、用投影图表达物体的内外形状和大小的绘图能力以及根据投影图想像空间物体内外形状的读图能力。

机械制图部分培养绘制和阅读机械图样的基本能力和查阅有关的国家标准的能力。

计算机绘图部分介绍计算机绘图的基本知识,培养使用计算机绘制图样的基本能力。

这四部分的学习,为工程绘图打下坚实的基础,经过进一步的专业基础和专业知识的学习和实践,造就具有现代意识的工程技术人才。

三、本书的学习方法

本书配有多媒体教学光盘,光盘用一步一步的图解、三维模型、文本、动画、同步的声音讲解等生动细致地介绍了全部的教学内容。还有大量符合国家标准的图表、标准等供查阅。

本书可单独使用或配合光盘使用。

在想像力、表现力和形体设计方面,在学习了组合体之后,增加形体自由设计单元,发挥和训练学生形体想像、表达与设计绘制的能力。在学习了零件图之后,安排草图测绘单元,条件许可的情况下,将草图输入计算机成为正式图纸。

学习完本课程后,学生应达到下列要求:

- (1)掌握并应用正投影法的基本原理;
- (2)能用仪器绘制或阅读工程图样;
- (3)具有空间想像、构思和造型能力;
- (4)具有计算机绘制工程图样的能力;
- (5)建立认真、细致、严谨和科学的作风。

第 1 章 制图基本知识

机械图样是设计和制造机械过程中的重要技术资料,是“工程界技术交流的语言”。国家标准统一规定了有关机械方面的生产和设计部门必须共同遵守的制图基本法规。国家标准(简称国标)的代号是“GB”。本节仅介绍现行国家标准《技术制图》和《机械制图》中的部分内容。

§ 1-1 国家标准的基本规定

一、图纸幅面和格式(GB/T 14689—1993)

(一) 图纸幅面尺寸

绘制图样时应优先采用表 1-1 中规定的基本幅面。必要时可由基本幅面沿短边成整数倍加长,加长幅面尺寸可参阅图 1-1 或国标的有关规定。

表 1-1 图纸基本幅面尺寸及图框尺寸

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

(二) 格式

1. 图框

图样上都必须带有用粗实线绘制的图框,其格式分为不留装订边(图 1-2)和留装订边(图 1-3)两种。图框的尺寸按表 1-1 直接确定。

2. 标题栏(GB 10609.1—1989)

每张图样都必须配置标题栏,其位置在正常情况下按图 1-2 所示的方式配置,看标题栏的方向与绘图和读图的方向一致。标题栏的内容、格式与尺寸等都应符合国标的要求。详细的格式和说明可参考有关标准。在此推荐制图作业用的简化标题栏,其格式如图 1-4 所示。

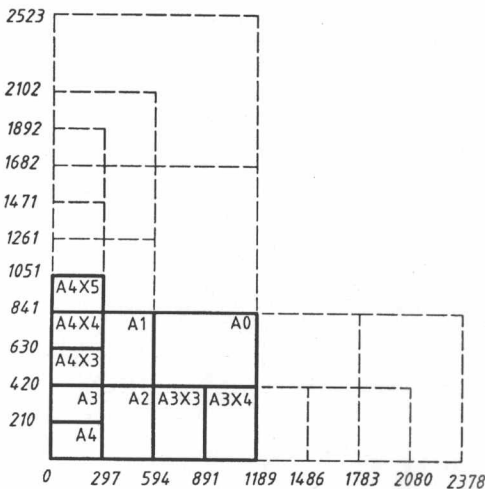


图 1-1 图纸基本幅面及加长幅面尺寸

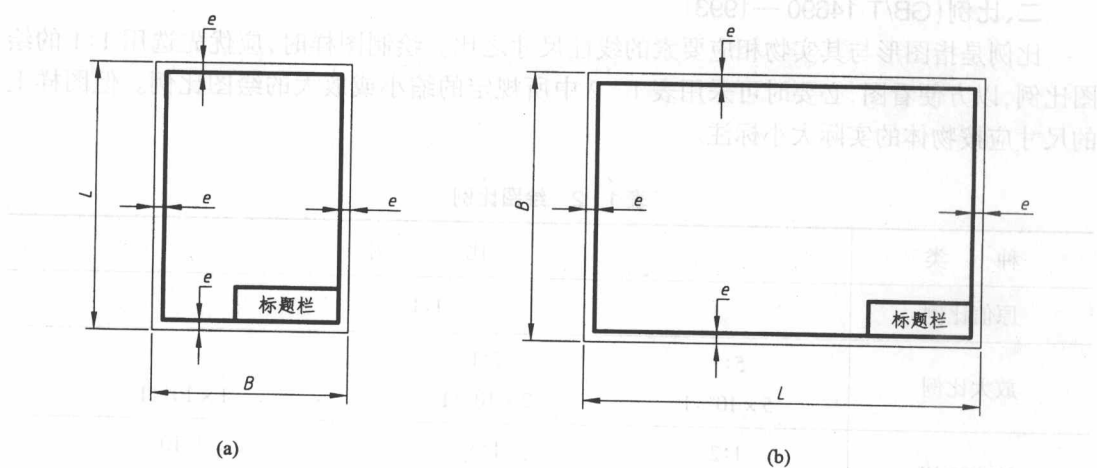


图 1-2 不留装订边的图框格式

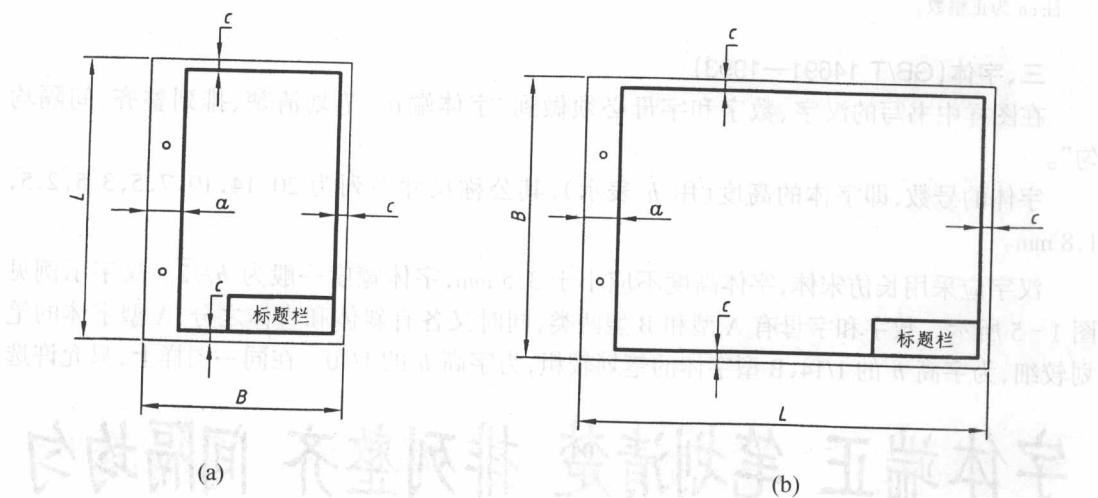


图 1-3 留有装订边的图框格式



图 1-4 制图作业的标题栏格式及尺寸

二、比例(GB/T 14690—1993)

比例是指图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。绘制图样时,应优先选用 1:1 的绘图比例,以方便看图,必要时可采用表 1-2 中所规定的缩小或放大的绘图比例。但图样上的尺寸应按物体的实际大小标注。

表 1-2 绘图比例

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。

三、字体(GB/T 14691—1993)

在图样中书写的汉字、数字和字母必须做到“字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀”。

字体的号数,即字体的高度(用 h 表示),其公称尺寸系列为 20, 14, 10, 7, 5, 3.5, 2.5, 1.8 mm。

汉字应采用长仿宋体,字体高度不应小于 3.5 mm,字体宽度一般为 $h/\sqrt{2}$ 。汉字示例见图 1-5 所示。数字和字母有 A 型和 B 型两类,同时又各有斜体和直体之分,A 型字体的笔划较细,为字高 h 的 1/14,B 型字体的笔划较粗,为字高 h 的 1/10。在同一图样上,只允许选

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

图 1-5 长仿宋体汉字示例



图 1-6 A 型阿拉伯数字和罗马数字字体示例

用一种型式的字体。A 型阿拉伯数字和罗马数字的字体如图 1-6 所示。A 型拉丁字母字体如图 1-7 所示。字体综合应用时,用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母,一般应采用小一号的字体,如图 1-8 所示。

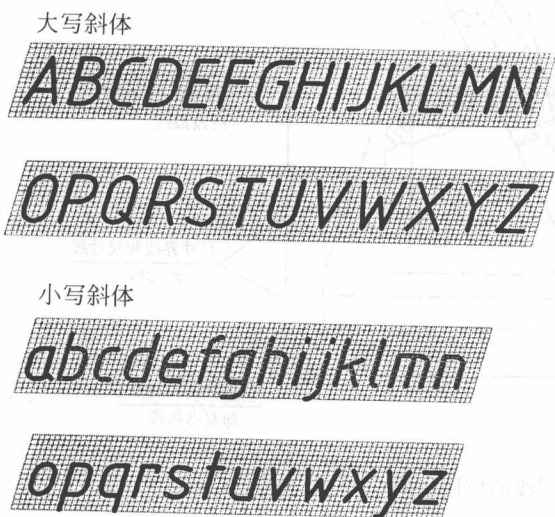


图 1-7 A 型拉丁字母字体示例

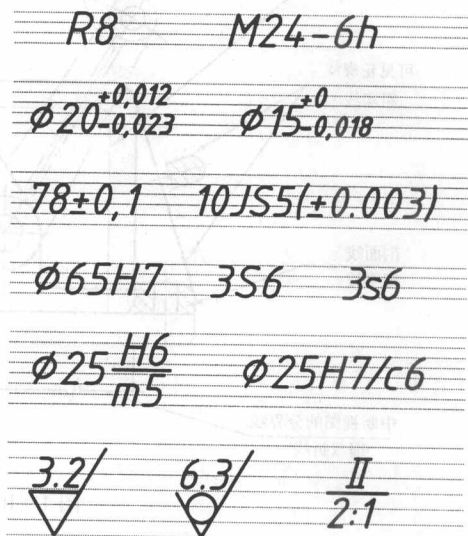


图 1-8 字体综合运用示例

四、图线(GB/T 17450—1998)

(一)图线型式及应用

绘制图样时,应采用表 1-3 中规定的图线。图线分为粗、细两种,粗线的宽度应按图样的大小和复杂程度在 0.5~2 mm 之间选取,细线的宽度为粗线的 1/2。所有线型的图线宽度 d 的推荐系列为:0.13,0.18,0.25,0.5,0.7,1,1.4,2 mm。为了保证图样的清晰度、易读性和便于缩微复制,应尽量避免采用宽度小于 0.18 mm 的图线。图 1-10 为常用图线的应用举例。

(二)图线画法

图线画法示例如图 1-11 所示,绘图时通常应遵守以下各点:

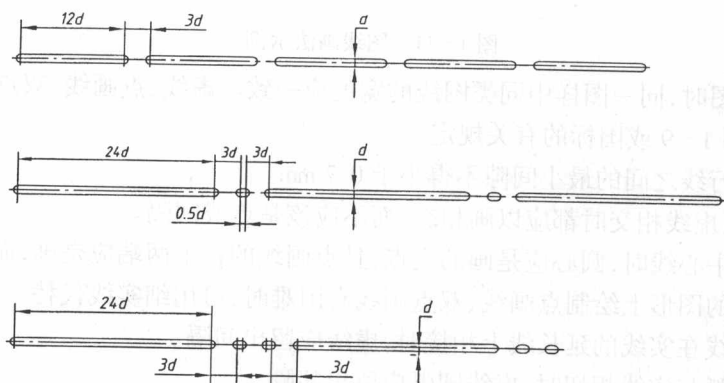


图 1-9 图线的构成

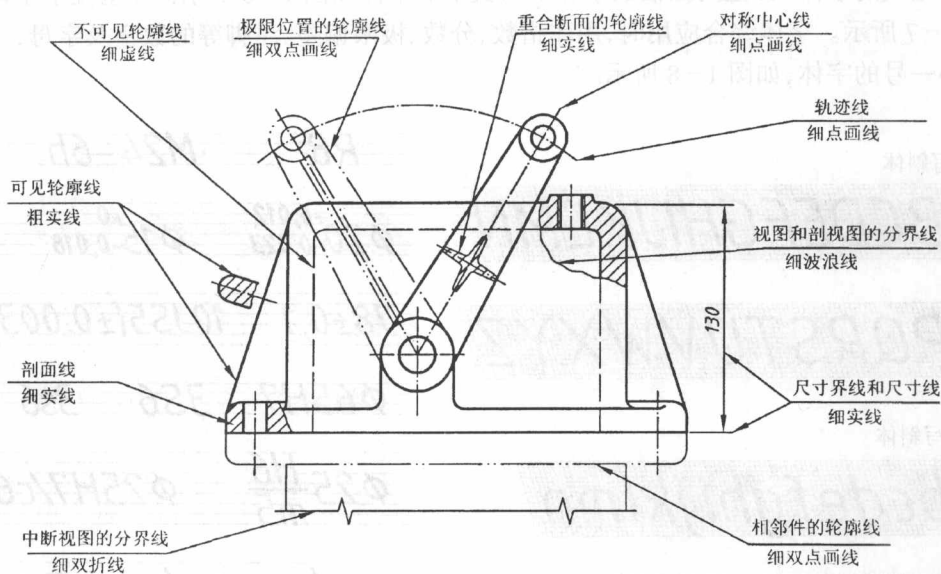


图 1-10 图线的应用示例

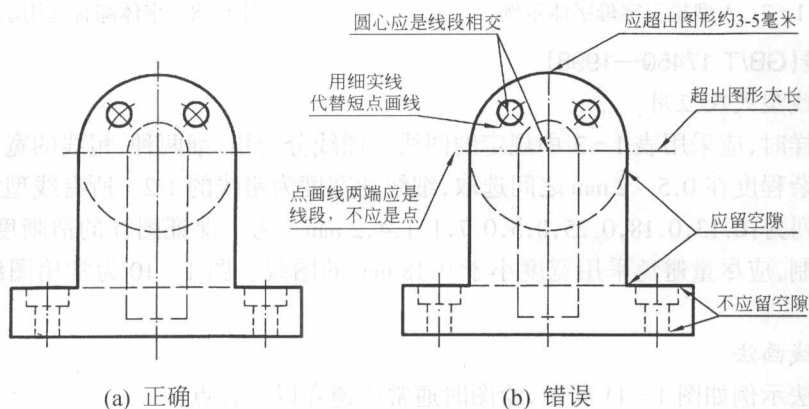


图 1-11 图线画法示例

(1) 手工绘图时, 同一图样中同类图线的宽度应一致。虚线、点画线、双点画线等各线素的长度宜符合图 1-9 或国标的有关规定。

(2) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。

(3) 点画线、虚线相交时都应以画相交, 而不应该是点或间隔。

(4) 绘制圆中心线时, 圆心应是画的交点, 且点画线的首末两端应是画, 而不应是点。

(5) 在较小的图形上绘制点画线、双点画线有困难时, 可用细实线代替。

(6) 虚线直线在实线的延长线上相接时, 虚线应留出间隔。

(7) 虚线圆弧与实线相切时, 虚线圆弧应留出间隔。

表 1-3 图线的规格及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		d	可见棱边;可见轮廓线
细实线		$d/2$	尺寸线与尺寸界线;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		$d/2$	部分或中断视图、断面图和剖视图的徒手绘制的界线
细双折线		$d/2$	部分或中断视图、断面图和剖视图的机器绘制的界线
细虚线		$d/2$	不可见棱边;不可见轮廓线
细点画线		$d/2$	中心线;对称线;齿轮的节圆;定位圆;剖切平面线
细双点画线		$d/2$	相邻件的轮廓线;移动件的限位线;剖切平面之前的零件结构状况;往复运动的轮廓

五、尺寸注法(GB 4458.4—1984, GB/T 16675.2—1996)

国标“尺寸注法”(GB 4458.4—1984)中规定了标注尺寸的规则、符号和方法。这些规定在绘制图样时必须严格遵守。

1. 基本规则和注法

表 1-4 列出了标注尺寸的基本规则和注法示例。

2. 标注尺寸的符号

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 1-5。其标注示例参见表 1-4 和表 1-6。

3. 简化标注(GB/T 16675.2—1996)

表 1-6 中列出了国标规定的一些常见的简化注法和其他标注形式。