



面向 21 世纪 课 程 教 材
Textbook Series for 21st Century

图学基础教程

谭建荣 张树有 陆国栋 施岳定 编



高 等 教 育 出 版 社
HIGHER EDUCATION PRESS

面向 21 世纪 课程教材
Textbook Series for 21st Century

图学基础教程

谭建荣 张树有 陆国栋 施岳定 编



高等教育出版社
HIGHER EDUCATION PRESS

内容提要

本书是教育部“高等教育面向 21 世纪教学内容和课程体系改革计划”的研究成果,是面向 21 世纪课程教材。根据拓宽基础的指导思想,本教材构建了宽口径、厚基础的统一的图形表达、图形思维平台。在强调画法几何及工程制图的基础知识、基本概念、基本方法的同时,融进了计算机绘图、几何造型、科学研究与工程实际中常用图形处理技术、CAD 发展趋势等内容,将传统的工程制图与计算机绘图结合起来,教材内容具有一定的新颖性。

与本书配套的谭建荣、张树有、陆国栋、施岳定编的《图学基础教程习题集》由高等教育出版社同时出版,可供选用。

本书及配套的习题集由刘荣光教授、魏小鹏教授审阅,并经教育部高等学校工科制图课程教学指导委员会组织审稿会审阅通过。

本书可供大学本科各专业学生使用,也可供有关工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

图学基础教程/谭建荣等编. —北京:高等教育出版社,1999.10(2000 重印)

面向 21 世纪课程教材

ISBN 7-04-007408-7

I. 图… II. 谭… III. 工程制图 - 高等学校 - 教材 IV. TB23

中国版本图书馆 CIP 数据核字(1999)第 40117 号

图学基础教程

谭建荣 张树有 陆国栋 施岳定 编

出版发行 高等教育出版社

社 址 北京市东城区沙滩后街 55 号

邮政编码 100009

电 话 010-64054588

传 真 010-64014048

网 址 <http://www.hep.edu.cn>

经 销 新华书店北京发行所

排 版 高等教育出版社照排中心

印 刷 中国科学院印刷厂

开 本 850×1168 1/16

版 次 1999 年 10 月第 1 版

印 张 23.75

印 次 2000 年 5 月第 2 次印刷

字 数 590 000

定 价 20.60 元

凡购买高等教育出版社图书,如有缺页、倒页、脱页等质量问题,请在所购图书销售部门联系调换。

版权所有 侵权必究

前 言

自从 1996 年国家教委批准建设浙江大学国家工科基础课程工程制图教学基地以来,我们一直在考虑和酝酿新的工程制图课程体系。在充分认识工程制图课程体系改革必要性的基础上,从工程制图必须与人才培养模式相呼应、必须与计算机技术相联系的高度,规划了课程体系改革的总体方向,明确了思路。首先打通理工科各专业第一学期课程,将原有按专业类别的纵向分割,转变为不分专业的横向平台,把图形技术作为大学生公共知识平台的组成部分;然后第二学期在机械类、部分近机械类开设一门新课程,融设计、计算机、制图内容于一体,着重综合、提高和能力培养。在教育部工科制图课程教学指导委员会指导下,在浙江大学教务处的有力支持下,我们编写的《大学图学》讲义经浙江大学 97 级本科部分班级、98 级全校的试点,取得了较好的效果。

在建立新的工程制图课程体系时,我们着重处理了以下十个方面关系:

- (1) 图学公共平台与机类(部分近机类)制图综合提高的关系;
- (2) 画法几何与机械制图的关系;
- (3) 徒手绘图、仪器绘图与计算机绘图的关系;
- (4) 测绘、计算机绘图与标准、资料检索能力的关系;
- (5) 计算机绘图中交互绘图与编程绘图的关系;
- (6) 二维图形与三维图形的关系;
- (7) 工程图形与其它图形相关技术的关系;
- (8) 习题深度与广度的关系;
- (9) 本门课程与后继课程的关系;
- (10) 课堂教学与 CAI 的关系。

本教材是在原有讲义的基础上编写成的,供高等院校本科各专业学生使用。本教材具有以下特色:

(1) 基础知识与学科发展相结合

根据拓宽基础的指导思想,本教材构建了宽口径、厚基础的统一的图形表达、图形思维平台。在强调画法几何和工程制图的基础知识、基本概念、基本方法的同时,融进了计算机绘图、构形造型、科学研究与工程实际中常用图形计算机处理技术、CAD 发展趋势等内容,将传统的工程制图与计算机绘图及 CAD 结合起来,教材内容具有一定的新颖性。

(2) 形象思维与创造性思维相融合

本教材在注重形象思维的基础上,突出了图学知识的工程应用特点,加强学生想象构型和设计能力的训练,使其创造性思维的能力得到更具实效的培养。

(3) 三种绘图能力综合培养

本教材着重手工草图、仪器绘图和计算机绘图三种绘图能力的综合培养,并将三种绘图方法贯穿于整个教材,有利于培养学生综合的图形处理能力与动手能力。

(4) 与系列教材相配套

本教材作为工程制图教学基地系列教材之一,起到了入门的作用,与系列教材相配套,有利于实现从单门课程优化到多门课程的整体优化。

(5) 教材体系与人才培养模式相呼应

从新时代对人才需求来看,图形作为交流、表达的直观工具,不仅工科类学生需要掌握,而且理科类、管理类和其它类的学生也需要掌握。因此,在大学本、专科各专业中,开设具有公共性质的图学课程,与新时期知识、素质、能力综合培养的人才培养模式相呼应。本教材基于这一出发点,将内容定位于一般的工程图形处理技术和最基本的设计方法,教材体系具有开创性。

本书由谭建荣、张树有、陆国栋、施岳定编写,谭建荣、张树有任主编。承蒙刘荣光教授、魏小鹏教授仔细审阅,提出了许多具体的修改意见,教育部工科制图课程教学指导委员会各位委员也提出了许多有益的建议,我们在此表示衷心的感谢!

全书吸收了浙江大学工程及计算机图形学研究所和全国同行老师多年来成功的经验;浙江大学工程及计算机图形学研究所周广仁教授、卓守鹏教授等对教材体系和实施方案的形成做出了贡献;晏群、莫灿林、徐雷、赵越、郑上海和马艳聪等帮助做了部分描图和文字录入修改工作。在此我们一并表示感谢!

由于水平所限,加之时间紧迫,体系与内容不当之处在所难免,敬请各位读者批评指正。

编 者

1999年春于求是园

目 录

第 1 章 绪论	1
1.1 工程图的发展历史与作用	1
1.2 本课程的主要内容与要求	2
1.3 本课程的任务	4
第 2 章 仪器作图与徒手作图	5
2.1 制图基础知识与工具	5
2.2 尺寸标注基本规则	16
2.3 几何作图	21
2.4 平面图形构型设计	25
2.5 绘图技能	29
第 3 章 计算机绘图	33
3.1 概述	33
3.2 交互绘图屏幕菜单与输入法	33
3.3 AutoCAD 绘图操作流程	36
3.4 计算机绘图举例	39
3.5 二维交互参数化绘图的基本概念	47
第 4 章 投影基础	49
4.1 投影体系的建立	49
4.2 点的投影	51
4.3 直线的投影	55
4.4 平面的投影	64
4.5 直线与平面、平面与平面之间的相对位置	73
4.6 基本立体的投影	81
4.7 回转体表面的截交线和相贯线	90
第 5 章 组合体和机件的表达	104
5.1 组合体视图的画法	104
5.2 看组合体视图	109
5.3 组合体的尺寸标注	115
5.4 机件的常用表达方法	122
第 6 章 轴测图生成	140
6.1 轴测图的基本知识	140
6.2 正等轴测投影	141
6.3 斜二等轴测投影	147
6.4 体的计算机生成	150
第 7 章 几何造型	159
7.1 几何造型简介	159
7.2 AutoCAD 实体造型	163

7.3 基本体的真实感图形	179
7.4 工业产品的外形设计	184
第 8 章 工程图的绘制与阅读	192
8.1 概述	192
8.2 常用件和标准件	192
8.3 零件图	214
8.4 装配图	234
第 9 章 其它图形表达方法	248
9.1 图表	248
9.2 计算机曲线的拟合	254
9.3 透视图	259
9.4 标高图	264
第 10 章 计算机辅助设计制图基础	271
10.1 图样表达在工程设计中的地位	271
10.2 工程设计方法学与计算机辅助设计	272
10.3 计算机绘图及图形处理	281
10.4 计算机绘图及 CAD 的发展趋势	286
附录 A AutoCAD 的基本命令	288
附录 B 明细表、标题栏、常用件、公差等有关数据	321
附录 C ZDDS 基本功能与参数化绘图	354
参考文献	373

第1章 绪 论

1.1 工程图的发展历史与作用

1. 工程图的发展历史

自从劳动开创人类文明史以来,图形一直是人们认识自然,表达、交流思想的主要形式之一。从象形文字的产生到埃及人丈量尼罗河两岸的土地,从航天飞机的问世到火星探测器对火星形貌的探测,始终与图形有着密切联系。图形的重要性可以说是别的任何表达方式所不能替代的。

欧几里德几何学的成功,揭开了人类认识自然的序幕,柏拉图的行星图是人类通过图形进行思维、表达的典范。在人类文明史上占有重要地位的牛顿力学,其本质是几何力学,正是借助几何表达和分解的方法,牛顿创立了完美的经典力学宏伟大厦,为近代科学的发展奠定了坚实的基础。蒸汽机的发明及其应用,开始了近代工业革命,而蒸汽机制造的关键技术是汽缸的加工,加工汽缸需要车床。无论是汽缸的加工还是机床的制造,都需要工程图纸作为产品信息的载体。到20世纪初,美国由于采用互换性技术,使得汽车制造中心由欧洲转移到美国,汽车工业的生产效率大大提高,由于成批生产,汽车的价格大大下降,汽车进入了每一个家庭,使整个美国社会成为“轮子社会”,而“轮子”是依靠图纸生产出来的。

在图形学的历史长河中,具有五千年文明史的中国也有辉煌的一页。“没有规矩,不成方圆”,反映了古代中国人民已对尺规作图的规律具有深刻的理解和认识。春秋时代的技术著作《周礼考工记》中已记载了规矩、绳墨、悬垂等绘图测量工具的运用情况。古代数学名著《周髀算经》中,对直角三角形三条边的内在性质已有较深刻的认识。到了宋代,建筑制图已经相当规范,如著名的《营造法式》。

在近代工业革命的进程中,随着生产的社会化,1795年法国科学家蒙日系统地提出了以投影几何为主线的画法几何学,把工程图的表达与绘制高度规范化、唯一化,从而使得画法几何学成为工程图的“语法”,工程图成为工程界的“语言”。

在画法几何学的普及过程中,前苏联学者切特维鲁新和弗罗洛夫等人的工作产生了很大的影响,对于加强学生的逻辑思维训练、培养学生的空间想象能力起了很好的作用。我国工程图学学者、华中理工大学赵学田教授简洁通俗地总结了三视图的投影规律为“长对正、高平齐、宽相等”,从而使得画法几何和工程制图知识易学、易懂。

计算机的广泛应用大大促进了图形学的发展,计算机图形学的兴起开创了图形学应用和发展的新纪元。以计算机图形学为基础的计算机辅助设计(CAD)技术,推动了几乎所有领域的设计革命,CAD技术的发展和水平已成为衡量一个国家科技现代化和工业现代化水平的重要标志之一。CAD技术从根本上改变了过去的手工绘图、发图、凭图纸组织整个生产过程的技术管理方式,将它变为图形工作站上交互设计、用数据文件发送产品定义、在统一的数字化产品模型下进行产品的设计打样、分析计算、工艺计划、工艺装备设计、数控加工、质量控制、编印产品维护手册、组织备件订货供应等等。其标志性的进展就是波音777飞机的设计和制造,在设计和制

造领域里产生了一场革命。这场革命有三个特征产生了深远的影响。第一个特征是数字化(Digital Definition),全部数字化定义,实现了计算机辅助设计(CAD)/计算机辅助工艺规程(CAPP)/计算机辅助制造(CAM)等一系列过程的集成,实现了无纸生产,实现了数字化预装配(Digital Pre-assembly);第二个特征是标准化,波音公司与其合作生产发动机等公司的信息交换是在产品交换标准(STEP)下实现的;第三个特征是网络化,通过网络交换信息。

值得一提的有两点:一是计算机的广泛应用,并不意味着可以取代人的作用;二是 CAD/CAPP/CAM 一体化,实现无纸生产,或无图纸生产,并不等于无图生产。计算机的广泛应用, CAD/CAPP/CAM 一体化,技术人员可以用更多的时间进行创造性的设计,而创造性的设计离不开运用图形工具进行表达、构思。所以,随着 CAD 和无纸生产的发展,图形的作用不仅不会削弱,反而显得更加重要。

2. 图形的作用

概括起来说,图形在人类社会中的作用有:

1) 在产品信息表达和工程中,工程图作为构思、设计与制造中产品信息的定义、表达和传递的主要媒介,对于推动人类文明的进步,促进生产、技术的发展,起了重要的作用。不仅对于机械产品,而且对于建筑、土木工程,图形的作用也是至关重要的。

2) 在科学研究中,图形可用来直观地表示实验数据所蕴含的规律,对于人们把握事物的内在联系,掌握问题的总体变化趋势,具有独特的作用。

3) 在表达、交流信息和培养、形成形象思维中,图形的形象性、直观性、准确性和简洁性使得人们可以通过图形来认识未知,探索真理。

1.2 本课程的主要内容与要求

本课程的主要内容包括:绘图基础、投影基础、组合体的表达、机件的表达、其它图形的表达、轴测图的生成、工程图的绘制与阅读、计算机辅助设计制图基础等内容。其中绘图基础、投影基础、组合体的表达、机件的表达、工程图的绘制与阅读等内容是学习的重点。

1. 绘图基础

- (1) 仪器作图;
- (2) 徒手作图;
- (3) 计算机绘图。

该部分内容见教材第2章、第3章、附录A、附录C,主要介绍三种绘图的基本方法与技能,着重培养学生三种绘图能力。

2. 投影基础

- (1) 投影体系的建立;
- (2) 点、线、面的投影与相互位置关系;
- (3) 基本立体的投影;
- (4) 回转体表面的截交线和相贯线。

该部分内容见教材第4章。按点、线、面、体的投影顺序由浅入深、由易到难编排。该部分内容联系紧密,也是后续内容学习的基础,必须熟练掌握。

3. 组合体的表达

- (1) 组合体视图的画法;
- (2) 组合体视图的看法;
- (3) 组合体的尺寸标注。

该部分内容在第5章前半部分中介绍。要求给定组合体能画出该组合体的三视图(三维到二维);根据三视图能想象组合体形状(二维到三维);根据组合体的三视图进行尺寸标注。

4. 机件的表达

- (1) 机件的外部结构表达;
- (2) 机件的内部结构表达;
- (3) 机件的其它表达方法。

该部分内容在第5章后半部分中介绍。要求掌握机件外部结构的各种表达方法;内部结构的各种表达方法,如剖视图、断面图等;其它表达方法如局部放大图、简化画法等。要求能根据机件的形状选用合适的表达手段。

5. 立体图的生成

- (1) 轴测图的基本知识;
- (2) 正等轴测图、斜二等轴测图的画法;
- (3) 立体的计算机生成;
- (4) 基本体真实感图形的生成;
- (5) 工业产品的外形设计。

该部分内容在第6章、第7章中介绍。要求建立轴测投影的基本概念,掌握正等轴测图、斜二等轴测图的画法。了解立体的计算机生成、真实感绘制方法及工业产品的外形设计的基本要求。

6. 工程图的绘制与阅读

- (1) 常用件、标准件的规定画法;
- (2) 零件图的画法;
- (3) 有关技术要求;
- (4) 装配图的画法;
- (5) 装配图的阅读与拆画零件图。

该部分内容在第8章、附录B中介绍。掌握螺纹、常用螺纹紧固件及其连接的规定画法,掌握圆柱齿轮的啮合画法;了解零件图、装配图的作用与内容,注意零件图、装配图之间的关系,能正确绘制和阅读中等复杂程度的零件图、装配图。

7. 其它图形表达方法

- (1) 图表;
- (2) 曲线的拟合;
- (3) 透视图;
- (4) 标高图。

该部分内容在第9章中介绍。要求掌握用曲线或图形来表示数字资料的方法,了解曲线的拟合、透视图、标高图的基本概念与方法。

8. 计算机辅助设计制图基础

- (1) 工程设计方法与计算机辅助设计;
- (2) 计算机绘图与图形基本处理技术;
- (3) 计算机绘图及 CAD 的发展趋势。

该部分内容在第 10 章中介绍。了解计算机辅助设计基本知识、计算机绘图的三种模式、图形基本处理方法、计算机绘图及 CAD 的发展趋势。

1.3 本课程的任务

本课程的主要目的是培养学生能够自觉地运用各种绘图手段来构思、分析和表达工程问题的能力。这种能力是每个工程技术人员所必须具备的。

本课程的主要任务是:

- (1) 培养仪器绘图、徒手绘图、计算机绘图的三种绘图能力;
- (2) 掌握在二维平面上表达三维空间形体的方法与技能;
- (3) 培养空间逻辑思维能力、形象思维能力和多向思维能力;
- (4) 培养绘制和阅读工程图样的基本能力;
- (5) 培养自学能力、分析问题和解决问题的能力;
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

第2章 仪器作图与徒手作图

2.1 制图基础知识与工具

2.1.1 制图的标准

为了正确地绘制和阅读机械图样,必须熟悉和掌握有关标准和规定。《技术制图》国家标准是工程界重要的技术基础标准,是绘制和阅读机械图样的准则和依据。我国于1959年制订了国家标准《机械制图》,后来经过了几次修订。目前使用的是1998年修订的《技术制图》国家标准。

我国国家标准(简称国标)的代号为“GB”(“GB/T”为推荐性国标),字母后面的两组数字,分别表示标准顺序号和标准批准的年份,例如“GB/T 17451—1998 技术制图 图样画法 视图”即表示制图标准:图样画法的视图部分,顺序号为17451,批准发布年份为1998年。

本节就图纸幅面和格式、比例、字体、图线、剖面符号、尺寸注法等制图国标的有关规定作简要介绍,其它标准将在有关章节中叙述。

1. 图纸幅面和格式(GB/T 14689—93)

1) 图纸幅面尺寸

绘制图样时,应优先采用表2-1中规定的图纸基本幅面。表中幅面代号意义见图2-1、图2-2。

表 2-1 图纸基本幅面尺寸

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		

必要时,也允许选用所规定的加长幅面。这些幅面的尺寸由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

2) 图框格式

在图纸上,图框线必须用粗实线画出。图框的格式分不留装订边和留有装订边两种,分别如图2-1和图2-2所示,但同一产品的图样只能采用一种格式。

3) 标题栏

GB/T 10609.1—89 对标题栏的内容、格式与尺寸作了规定,见图2-3所示的格式。

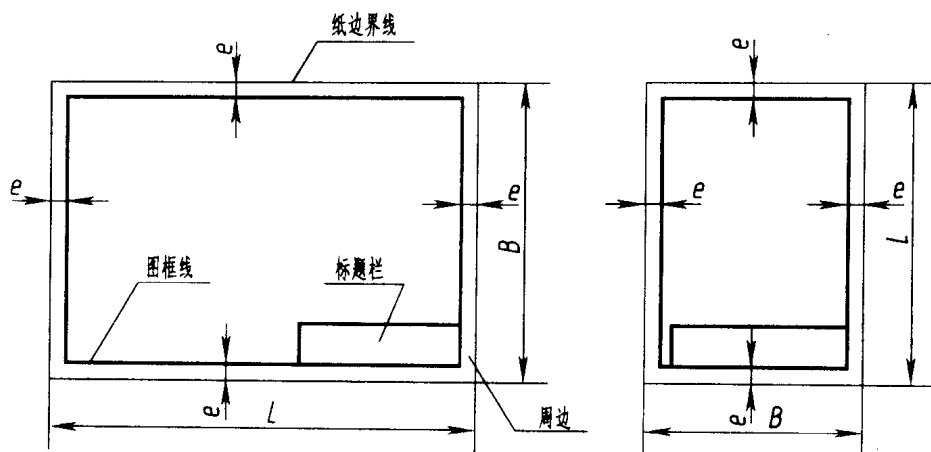


图 2-1 不留装订边的图框格式

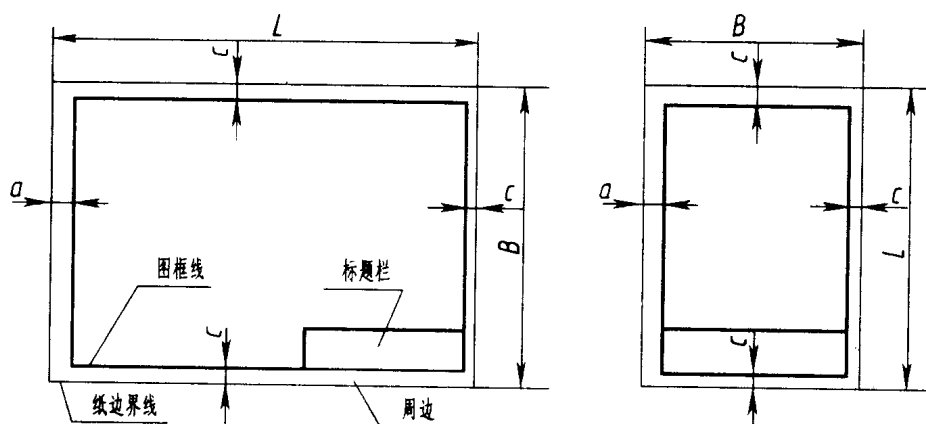


图 2-2 留有装订边的图框格式

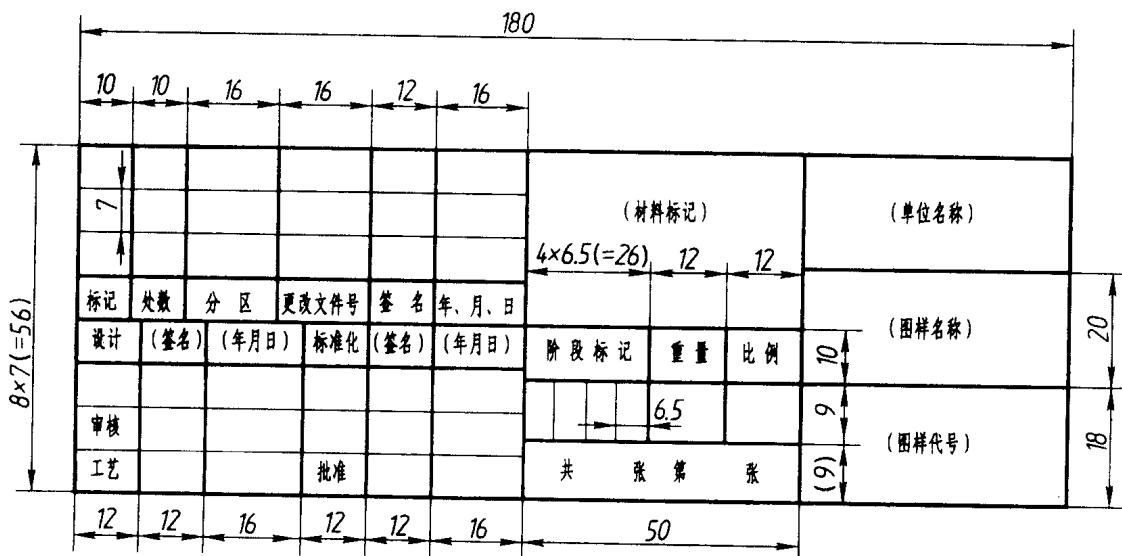


图 2-3 标题栏的尺寸与格式

2. 比例(GB/T 14690—93)

比例是图中图形与实物相应要素的线性尺寸之比。需要按比例绘制图样时,应由表 2-2 规定的系列中选取适当的比例。必要时,也允许选取表 2-2 中带括号的比例。

表 2-2 绘图比例

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

注: n 为正整数

比例符号应以“:”表示。比例的表示方法如 1:1, 2:1 等。

比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。必要时,可在视图名称的下方或右侧标注比例,如:

$$\frac{I}{2:1} \quad \frac{A}{1:100} \quad \frac{B-B}{2.5:1} \quad \text{平面图 } 1:10$$

3. 字体(GB/T 14691—93)

在图样中书写的字体必须做到: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, 20 mm 等八种。字体高度代表字体的号数。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。

汉字应写成长仿宋体,并应采用我国正式推行的简化字。汉字的高度不应小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$,数字和字母分为 A 型和 B 型。字体的笔划宽度用 d 表示。A 型字体的笔画宽度 $d = h/14$, B 型字体的笔画宽度 $d = h/10$ 。在同一图样上,只允许选用一种型式的字体。数字和字母可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

长仿宋体汉字示例:

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

技术制图机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织服装

3.5 号字

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阀坝棉麻化纤

A 型斜体拉丁字母示例:

A B C D E F G H I J K L M N O

P Q R S T U V W X Y Z

a b c d e f g h i j k l m n o p q

r s t u v w x y z

A 型斜体数字示例:

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9

I II III IV V VI VII VIII IX X

4. 图线(GB/T 17450—1998)

图线标准作为技术制图标准之一,于1998年发布,1999年7月1日实施。

图线基本线型见表2-3,共有15种,其中01是连续线,02~15为不连续线。

基本线型可能的变形如表2-4所示。

表 2-3 基本线型

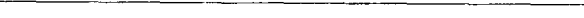
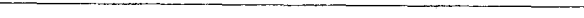
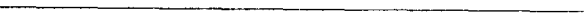
代码 No.	基本线型	名称
01		实线
02		虚线
03		间隔画线
04		点画线
05		双点画线
06		三点画线
07		点线
08		长画短画线
09		长画双短画线
10		画点线
11		双画单点线
12		画双点线
13		双画双点线
14		画三点线
15		双画三点线

表 2-4 基本线型的变形

基本线型的变形	名称
	规则波浪连续线
	规则螺旋连续线
	规则锯齿连续线
	波浪线(徒手连续线)

注：本表仅包括了No. 01基本线型的变形，No. 02~15可用同样的方法变形表示。

标准规定了九种图线宽度，所有线型的图线宽度(d 表示图线宽度)应按图样的类型和尺寸大小在下列数系中选择：0.13、0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2 mm。图线的宽度分粗线、中粗线、细线三种，粗线、中粗线、细线的宽度比率为4:2:1，在同一图样中，同类图线的宽度应一致。一般粗线和中粗线宜在0.5~2 mm之间选取，应尽量保证在图样中不出现宽度小于0.18 mm的图线。

建筑图样上，可以采用三种线宽，其比例关系是4:2:1；机械图样上采用两种线宽，其比例关系是2:1。机械图样上，常用的线型为：粗实线、细实线、[细]波浪线、[细]双折线、粗虚线、[细]虚线、粗点画线、[细]点画线、[细]双点画线，“[]”内表示一般缺省时所指的粗细线型。

手工绘图时,各线素的长度宜符合表2-5的规定,显然,使用CAD系统绘制图样易于满足这些规定。注意,04点画线、05双点画线、06三点画线的画为“长画”,只是为了符合原有习惯而作此定义,10画点线、12画双点线、14画三点线的画是“画”;其中的点是“点”,而不是原有意义的“短划”。

表2-5 图线的构成

线 素	线 型	长 度
点	04~07, 10~15	$\leq 0.5d$
短 间 隔	02, 04~15	$3d$
短 画	08, 09	$6d$
画	02, 03, 10~15	$12d$
长 画	04~06, 08, 09	$24d$
间 隔	03	$18d$

虚线、点画线、双点画线的线段长度和间隔应各自大致相等,一般在图样中要显得匀称协调,建议采用图2-4的图线规格。

绘制点画线和虚线时,还应遵守图2-5的画法要求,在较小的图形上绘制点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替。绘制点画线的要求是:以画为始尾,以画相交,超出图形轮廓2~5 mm。这一要求在计算机绘图中是否容易实现,请读者思考。

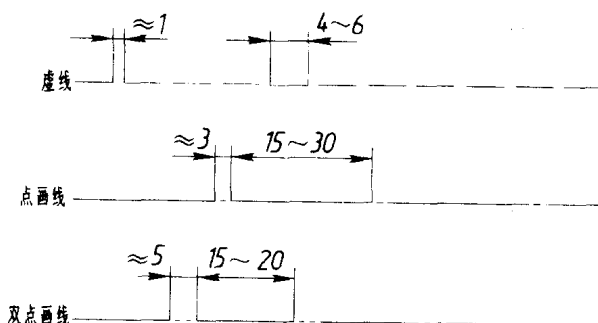


图2-4 图线规格

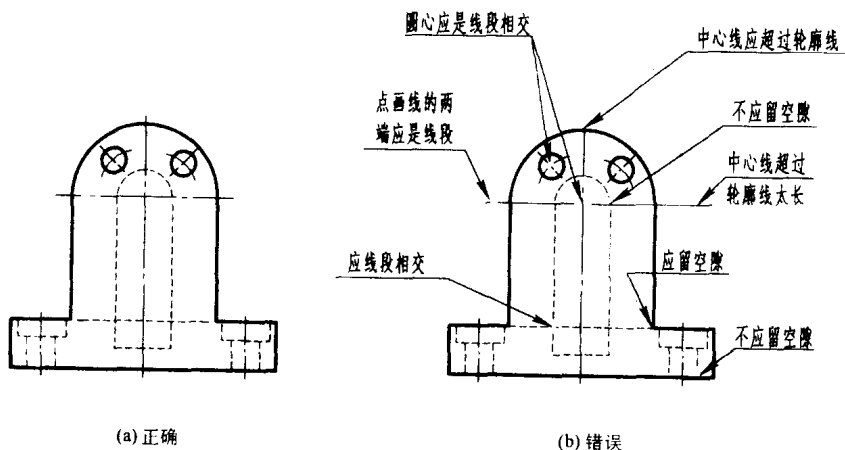


图2-5 画点画线和虚线应遵守的画法

图线一般应用示例如图2-6所示。

5. 剖面符号(GB 4457.5—84)

在剖视图和断面图中,应采用表2-6中所规定的剖面符号。