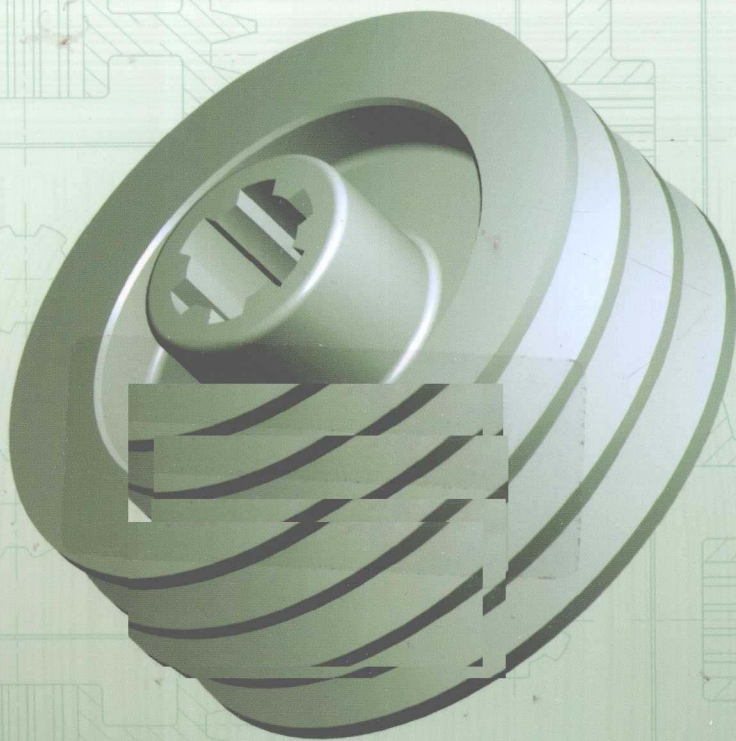


画法几何及工程制图

主 编 周宗团 姚慧君

副主编 曲双为 左 贺

主 审 陈翔鹤



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

画法几何及工程制图

主 编 周宗团 姚慧君

副主编 曲双为 左 贺

主 审 陈翔鹤

常州大学图书馆
藏书章



西安交通大学出版社
XI'AN JIAOTONG UNIVERSITY PRESS

·西安·

内容简介

本书共有十三章。上篇(画法几何及制图基础)内容包括:制图基本知识和技能,点、线、面的投影,基本体的三视图,立体表面的交线,组合体的视图,轴测图,机件的表达方法。中篇(机械制图)内容包括:标准件和常用件,零件图及装配图。下篇(计算机绘图基础)内容包括:AUTOCAD 的基本知识,用 AUTOCAD 绘制二维图形及三维建模的基本方法。

本书可作为高等工科院校各专业机械制图课程(50~100 学时)的教材,也可供其它专业师生和工程技术人员参考。

图书在版编目(CIP)数据

画法几何及工程制图/周宗团等主编. —西安:西安交通大学出版社,2010.8
ISBN 978-7-5605-3606-4

I. ①画… II. ①周… III. ①画法几何-高等学校-教材②工程制图-高等学校-教材 IV. ①TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2010)第 105355 号

书 名 画法几何及工程制图
主 编 周宗团 姚慧君
责任编辑 叶 涛 邹 林

出版发行 西安交通大学出版社
(西安市兴庆南路 10 号 邮政编码 710049)

网 址 <http://www.xjupress.com>
电 话 (029)82668357 82667874(发行中心)
(029)82668315 82669096(总编办)

传 真 (029)82668280
印 刷 西安新视点印务有限责任公司

开 本 787mm×1092mm 1/16 印张 19 字数 454 千字
版次印次 2010 年 8 月第 1 版 2010 年 8 月第 1 次印刷
书 号 ISBN 978-7-5605-3606-4/TH·89
定 价 29.80 元

读者购书、书店添货、如发现印装质量问题,请与本社发行中心联系、调换。

订购热线:(029)82665248 (029)82665249

投稿热线:(029)82664954

读者信箱:jdgy@yahoo.cn

版权所有 侵权必究

前 言

本书是根据教育部教学指导委员会关于本课程最新教学指导要求,以及本课程近年来的发展方向(即:打破专业界限,提高学生的基本素质、工程意识及创新能力,建立公共基础平台课程),并且在结合兄弟院校的教学经验的基础上,结合编者多年来本课程教学改革实践和教学经验编写而成。

本书在编写过程中力求突出以下特点:

1. 在保证本课程基本要求的基础上,力求教材内容简明扼要,突出画图、读图及计算机绘图的实用性技术培养;

2. 本教材分上、中、下三篇。对于机类(近机类)各专业可深入学习本教材内容,对于非机类专业在学习制图基础和计算机绘图内容之后,可根据学时和专业要求,介绍性的学习机械制图内容;

3. 内容布局上,以点、线、面的投影为基础,按基本几何体、轴测图、截切体与相贯体、组合体、零件图、装配图的顺序,由浅入深,由此及彼地分析立体的投影规律,符合人的认识规律,有利于培养读者科学的思维方法;

4. 组合体部分按三类基本体的构形方法及投影特征(特征视图和类型视图),来分析组合体的构形问题,使读者易于掌握画图、读图及尺寸标注的基本规律;

5. 充分利用对比方法。增加立体图,将平面图形与其对比,有利于读者建立平面图形与空间立体的对应关系,培养其空间想像能力;

6. 在零件图部分,突出从四类典型零件的结构特征、表达方法和尺寸标注的特点来分析零件,即可避免重复,节约学时,又能学以致用,便于掌握;采用零件测绘和部件测绘一条线的教学内容,突出对学生的徒手绘图技能培养;

7. 在计算机绘图部分,突出实用,以图例来讲解绘图命令,突出用计算机绘制组合体、零件图和装配图的技能培养,并精炼了三维建模的创建方法。

全书采用最新国家标准。与本书配套的有多媒体教学光盘(电子挂图)及电子教案,供教师组织教学及学生自学。

本书由西安工程大学周宗团、姚慧君任主编,曲双为、左贺任副主编。周宗团编写绪论、第1章、第7章、第8章、第11章、第12章、第13章及附录,姚慧君编写第2章、第3章、第4章、第5章、第6章,曲双为编写第9章,左贺编写第10章。

本书由周宗团统稿,陈翔鹤教授审稿。在编写和审阅过程中,陈翔鹤教授对文稿提出了许多宝贵的意见,在此谨致谢意。西安工程大学机电学院、教务处、教材科及制图教研室的全体教师也给予不少帮助和支持,在此一并表示衷心地感谢。

由于编者水平有限,教材中难免有疏漏和不足之处,敬请读者不吝批评指正。

编 者

2010年5月19日

绪 论

1. 本课程的性质及研究对象

本课程是工科院校学生一门必修的技术基础课,它主要研究绘制和阅读工程图样的原理和方法,其主要内容有:画法几何、制图基础、机械图和计算机绘图。画法几何是研究如何用正投影的方法来图示和图解空间几何问题的一门学科;制图基础和机械图是研究如何用正投影原理绘制和阅读符合国家标准工程图样;计算机绘图主要是研究如何用计算机来精确高效地输入、输出图形,以及实现图形的信息化管理。

应用画法几何的基本理论和方法,把工程实物用图形表达出来,成为工程图样。这种工程图样能够准确地表示物体的几何量度。在产品设计过程中,图样是表达设计者思想的综合性信息载体,也是制造、检验、调试产品应严格遵守的技术文件。因此,工程图样是工程技术人员进行技术交流的一种特殊的工程语言。

随着计算机技术的飞速发展,以计算机图形学为基础的计算机辅助设计(CAD)技术的兴起与发展,标志着工程设计领域已进入了一个全新的数字化、标准化和网络化的发展阶段。因此,计算机绘图已成为当代工程技术人员必须具备的基本能力。

2. 本课程的目的及意义

工程图样在工程技术中具有重要作用,要求从事工程建设的每个工程技术人员,都必须具备绘制和阅读工程图样的基本能力。因此,高等工科院校的各专业教学计划中,设置了这门必修的技术基础课,同时把计算机绘图也列为必修内容,为学生的绘图和读图能力打下理论与实践基础,并为后继课程的学习和进行规划、设计施工、科研工作提供图示及图解的必需能力。

在本课程教学过程中,教师应有意识的培养学生的自学能力、分析问题和解决问题的能力以及严谨认真、尊重科学的工作态度。

学生通过该课程的学习,应达到以下要求:

- (1) 掌握用正投影原理的作图方法;
- (2) 具有一定的空间想象能力、空间构形能力及分析能力;
- (3) 掌握绘制和阅读工程图样的基本能力;
- (4) 掌握徒手绘图、尺规绘图和计算机绘图的基本技能
- (5) 达到工程技术人员应具有的基本素质,如严谨负责的工作态度,认真细致的工作作风等。

3. 本课程的学习方法

本课程是一门实践性较强的课程,要想掌握课程的基本内容、知识和技能,针对本课程的特点有一套良好的学习方法。这门课程的核心问题是从空间形体到平面图纸,再从平面图纸到空间形体(包括空间想象的形体)之间的转换,前者是画图过程,后者是看图(用图)过程,要在画图和看图的交错循环过程中,自觉地培养和发展空间想象力。所以,学习本课程时,要注意以下几个问题:

- (1) 从几何形体模型入手,根据模型画出投影图,再根据投影图想象出模型的空间情况,经

过一段时间的练习,就能习惯于不用模型,也能在空间形体的投影图上进行作业,根据二维图形很快想出三维形状。

(2)要掌握正确的分析问题和解决问题的方法。一般属于几何范畴的课程都有这样一个特点:听课明白,做题难。为了解决这个问题,学习时,一定要把空间最基本的几何元素之间的各种关系、相对位置弄清楚,比如,平行、垂直、相交等等,然后,完成一系列由浅入深,由简到繁的题目。每作一道题都要经过以下几个步骤:①空间分析,在弄清题意的基础上,分析题目所给的条件,综合分析所求的几何元素与已知的几何元素之间的从属关系和相对位置;②拟定空间解题步骤,每一个解题步骤都对应画法几何里边的某一个基本作图方法;③将空间的解题步骤落实到投影作图上,一步一步地来完成,最后求出正确的答案。切忌一拿到题目不经分析就盲目动手作题。

(3)学习计算机绘图时,在掌握基本绘图命令、编辑命令和辅助绘图工具等基本操作的基础上,一定要多上机画图练习。

(4)在学习中培养耐心细致的工作作风。图纸是施工的依据,图纸上的字和线都应按规定写好、画好,要有严肃、认真、负责的态度才能学好这门课。

4. 本课程的发展简述

我国是历史文化悠久的国家,在绘图技术方面有着辉煌的成就。根据史料可知,早在春秋战国时代的著作《周礼考工记》中,已有关于制图工具如规、矩、绳、墨等的记载,其中规就是圆规,矩是直角尺,绳是木工画法的墨绳;在汉代《周髀算经》里已有“勾三股四弦五”正确绘制直角的方法;宋代李诫(字仲明)所著《营造法式》(1103年刊行),是我国历史上较早的一部建筑技术经典著作,书中印有大量的建筑图样,与用近代投影法所作图样比较,基本相似。尔后,明、宋应星编《天工开物》(1637年)以及其他技术书籍,也有大量图样的记载。

国际上,自从法国科学家加斯帕·蒙日(Gaspard Monge, 1746~1818年)于1795年发表了多面正投影法的著作《画法几何》以后,画法几何形成了一门独立的学科,为工程制图奠定了图示和图解的理论基础。

随着科学技术的不断发展,我国在20世纪50年代,开始建立制图国家标准。随着改革开放,国际间技术和经济交流的需要,制图标准仍在不断增加内容或修订,如最近国家质量技术监督局发表的《技术制图标准》(GB/T17451、17452、17453-1998),可使技术图样用视图表示规则与国际上一致。

当今时代计算机、绘图机的相继问世,以及相关软件技术的发展,计算机绘图的应用使得现代绘图技术水平达到了一个前所未有的高度。经典的画法几何及工程制图也具有了新的内涵,工程制图进入了一个崭新的时代,并且正在迅猛发展,成为计算机应用科学的一个重要分支。目前它已成为科学研究、教学、生产和管理部门的一种有力工具,被广泛应用在工程设计等方面。

计算机绘图是适应现代化建设的新技术,也是本门课程发展的一个重要方向。因此,本书将计算机绘图的内容放到工程制图里边,要求学生掌握一种绘图软件,绘制工程图样,为掌握现代化绘图技术和学习计算机辅助设计打下坚实的基础。

目 录

前言
绪言

上篇 画法几何及制图基础

第 1 章 制图基本知识	(1)
1.1 GB/T《机械制图》和《技术制图》的基本规定	(1)
1.2 绘图工具及仪器的使用方法	(13)
1.3 几何作图	(15)
1.4 平面图形的画法及尺寸标注	(18)
第 2 章 点、直线、平面的投影	(23)
2.1 投影法的基本概念	(23)
2.2 点的投影	(24)
2.3 直线的投影	(29)
2.4 平面的投影	(38)
2.5 直线与平面、平面与平面的相对位置	(42)
2.6 变换投影面法	(51)
第 3 章 基本体的三视图	(57)
3.1 三视图的形成及其投影规律	(57)
3.2 平面立体的三视图	(58)
3.3 回转体的三视图	(60)
第 4 章 立体表面的交线	(66)
4.1 平面与立体相交	(66)
4.2 两回转体相贯	(79)
第 5 章 组合体的三视图	(87)
5.1 组合体的构形分析	(87)
5.2 组合体三视图的画法	(90)
5.3 看组合体视图的方法	(95)
5.4 组合体的尺寸标注	(100)

第 6 章 轴测图	(105)
6.1 轴测图的基本概念	(105)
6.2 正等轴测图的画法	(106)
6.3 斜二等轴测图的画法	(111)
6.4 轴测剖视图的画法	(112)

第 7 章 机件的表达方法	(114)
7.1 视图	(114)
7.2 剖视图	(117)
7.3 断面图	(124)
7.4 其它表达方法	(126)
7.5 综合运用举例	(128)
7.6 第三角投影简介	(130)

中篇 机械制图

第 8 章 标准件和常用件	(132)
8.1 螺纹及螺纹紧固件	(132)
8.2 键和销	(144)
8.3 齿轮	(147)
8.4 滚动轴承	(152)
8.5 弹簧	(153)

第 9 章 零件图	(158)
9.1 零件图的作用和内容	(158)
9.2 零件的视图选择及尺寸标注	(159)
9.3 零件图上的技术要求	(173)
9.4 零件的测绘	(188)
9.5 看零件图	(191)

第 10 章 装配图	(195)
10.1 装配图的作用和内容	(195)
10.2 装配图的表达方法及装配结构	(195)
10.3 装配图的尺寸标注和零、部件序号及明细表	(199)
10.4 部件的测绘及装配图画法	(200)
10.5 看装配图及拆画零件图	(205)

下篇 计算机绘图基础

第 11 章 AUTOCAD 的基本知识	(212)
11.1 启动和退出	(212)

11.2	AutoCAD 的工作界面	(213)
11.3	图形文件管理	(215)
11.4	绘图辅助工具	(218)
11.5	绘图的基本操作方法	(221)
11.6	数据的输入方法	(222)
第 12 章	平面图形的绘制	(224)
12.1	基本绘图命令	(224)
12.2	基本编辑命令	(227)
12.3	图层、颜色、线型和线宽的设置	(235)
12.4	特性编辑	(236)
12.5	文本标注	(236)
12.6	尺寸标准	(238)
12.7	图块、图库的创建	(244)
12.8	综合举例	(245)
第 13 章	创建三维实体和曲面	(250)
13.1	三维图形基础	(250)
13.2	曲面模型的绘制	(252)
13.3	实体模型的绘制	(254)
13.4	布尔运算绘制三维实体模型	(256)
13.5	创建三维组合实体综合举例	(256)
附录		(258)
1.	标准结构	(258)
2.	常用的标准件	(266)
3.	极限与配合	(280)
4.	常用的金属与非金属材料	(288)
参考文献		(291)

上篇 画法几何及制图基础

第 1 章 制图基本知识

1.1 GB/T《机械制图》和《技术制图》的基本规定

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,同时也是产品设计和制造过程中重要的技术文件。为了便于生产和交流,国家标准《技术制图》和《机械制图》对图样内容、格式及表达方法等都做了统一规定,工程技术人员在绘制工程图样时,必须严格遵守这些规定。掌握制图的基本知识是培养画图与看图能力的基础。

《技术制图》和《机械制图》国家标准用 GB 或 GB/T 表示(GB 为强制性国家标准,GB/T 为推荐性国家标准),通常统称为制图标准。我国颁布实施的有关制图的国家标准,是有关各行业必须共同遵守的基本规定,是绘图和读图的基本准则。学习制图课必须严格遵守国家标准,树立标准化的观念。

下面介绍制图标准中有关图纸幅面、比例、字体、尺寸标注等方面的基本规定。

1.1.1 图纸幅面及格式(GB/T14689—1993)

1. 图纸幅面

图纸的基本幅面有五种,分别用幅面代号 A0、A1、A2、A3、A4 表示,绘制技术图样时,应优先采用表 1-1 所规定的基本幅面,必要时,可以采用加长幅面,加长后的幅面尺寸是由基本幅面的短边成整数倍增加而形成,如图 1-1 所示,图中粗实线所示为基本幅面,虚线所示为加长幅面。

表 1-1 图纸幅面代号及图框尺寸 mm

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

2. 图框格式

图样上必须用粗实线画出图框,其格式分为不留装订边和留装订边两种,如图 1-2 和图

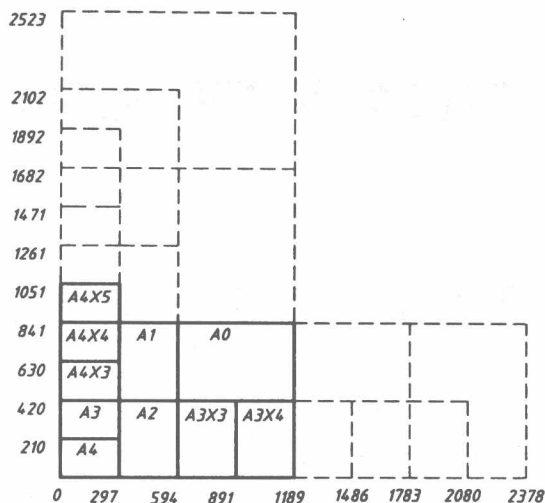


图 1-1 图纸的基本幅面及加长幅面

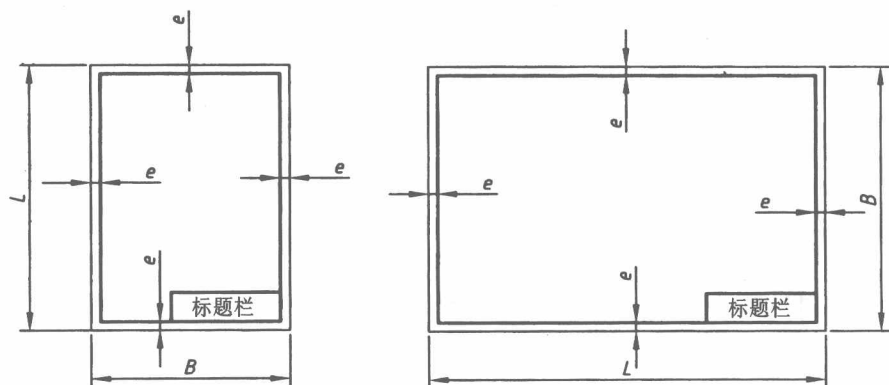


图 1-2 不留装订边图框格式

1-3 所示,图框尺寸见表 1-1,但同一产品的图样只能采用同一种格式。为了复印和缩摄影时定位方便,可采用对中符号,对中符号是从图框线周边画入图框内约 5 mm 的一段粗实线,如图 1-4(a)所示。

3. 标题栏

每张图样上均应画出标题栏,标题栏的位置一般应位于图纸的右下角,如图 1-2 和图 1-3 所示,看图的方向一般应与标题栏中文字的方向一致。当看图的方向与标题栏文字方向不一致时,应在图纸下边的对中符号处画出方向符号,如图 1-4(a)所示,方向符号是用细实线绘制的等边三角形,其大小和所处位置如图 1-4(b)所示。

标题栏的格式在国家标准(GB10609.1-1989)中已作了统一规定,如图 1-5 所示,在绘制图样时应遵守。为简便起见,学生制图作业建议采用图 1-6 所示的标题栏格式。

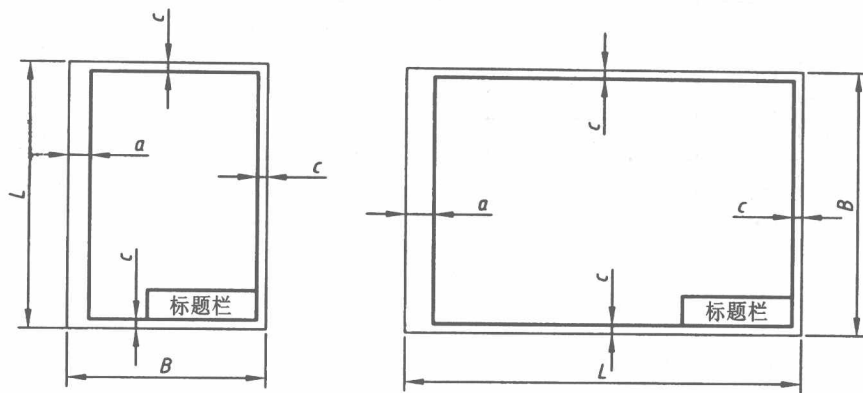


图 1-3 留装订边图框格式

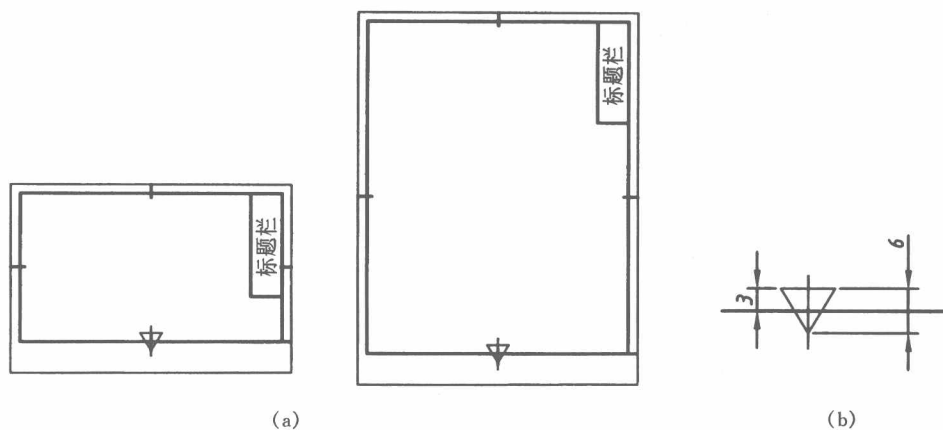


图 1-4 对中符号和方向符号

56(7×8)	10 10 16 16 12 16						(材料标记)			(单位名称)
	标记	处数	分区	更改文件号	签名	年月日	4×6.5	12	12	(图样名称)
	设计	签名	(年月日)	标准化	签名	(年月日)	阶段标记	重量	比例	
	制图									(图样代号)
	审核									
	工艺			批准			共	张第	张	
	12	12	16	12	12	16	50			
							180			

图 1-5 国家标准规定的标题栏格式

32 8 8 8	(图名)			比例	
				材料	
	制图	(签名)	(日期)	(学校、专业、班级)	
	审核	(签名)	(日期)		
	15	40	25	140	

图 1-6 学校使用的标题栏格式

1.1.2 比例(GB/T14690—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,应从表 1-2 规定的系列中选取适当的比例,优先选择第一系列,必要时选取第二系列。为了能从图样上得到实物的真实大小,画图时应尽量采用 1:1 的比例,当物体不宜采用 1:1 的比例绘制时,也可用缩小或放大比例画图。但不论是采用放大比例或缩小比例画图,图样上所注尺寸必须是物体的真实尺寸。比例一般应填写在标题栏中的比例栏里,必要时可在视图名称的下方或右侧标注比例。如:

$$\frac{I}{2:1}, \quad \frac{A}{1:100}, \quad \frac{B-B}{1:200}, \quad \text{平面图 } 1:100$$

表 1-2 比例

种类	第一系列			第二系列				
原值比例 (比值为 1)	1:1							
放大比例 (比值大于 1)	2:1	5:1		2.5:1	4:1			
	$1 \times 10^n : 1$	$2 \times 10^n : 1$	$5 \times 10^n : 1$	$2.5 \times 10^n : 1$	$4 \times 10^n : 1$			
缩小比例 (比值小于 1)	1:2	1:5	1:10	1:1.5	1:2.5	1:3	1:4	1:5
	$1:2 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$	$1:1 \times 10^n$	$1:1.5 \times 10^n$	$1:2.5 \times 10^n$	$1:3 \times 10^n$	$1:4 \times 10^n$	$1:5 \times 10^n$

注: n 为整数

1.1.3 字体(GB/T14691—1993)

国家标准对工程图样中使用的汉字、数字及字母的字体、大小和结构都作了统一规定。

1. 字体的基本要求

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。

字体高度一般用 h 表示,其公称尺寸系列为:1.8、2.5、3.5、5、7、10、14、20 mm。如需要书写更大的字,其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 比率递增。字体高度代表字体的号数。

汉字应写成长仿宋体,并应采用中华人民共和国国务院正式公布推行的《汉字简化方案》

中规定的简化字,汉字的高度 h 应不小于 3.5 mm,其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度 d 为字高的 $1/14$;B 型字体的笔画宽度 d 为字高的 $1/10$ 。在同一张图样上,只允许选用一种型式的字体。

字母和数字可写成直体和斜体。斜体字字头向右倾斜,与水平基准线成 75° 。

2. 字体示例

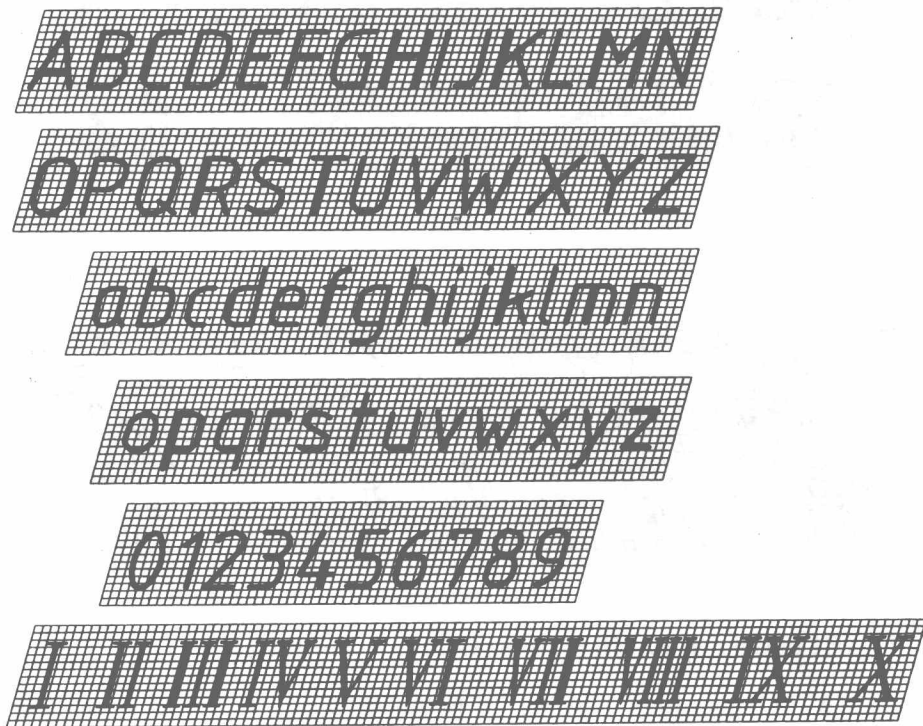
(1) 汉字示例

10 号 A 型长仿宋字:

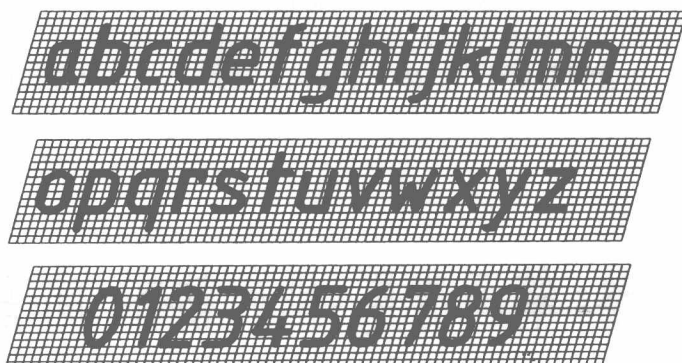
字体工整 笔画清楚 排列整齐 间隔均匀

(2) 拉丁字母、阿拉伯数字、罗马数字示例

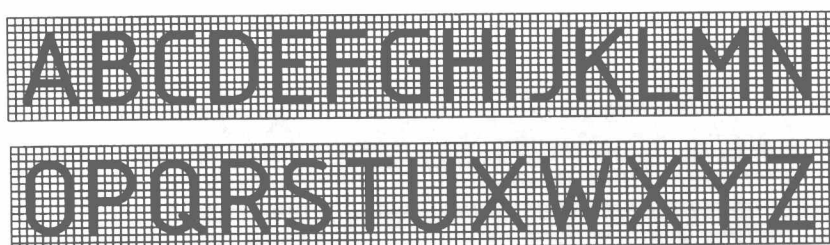
10 号 A 型斜体:



10 号 B 型斜体:

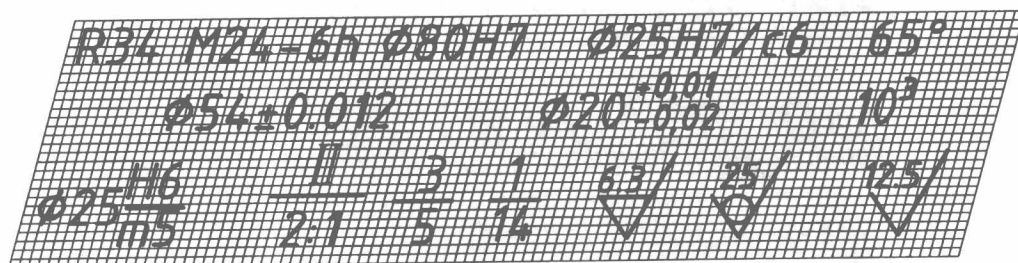


10 号 B 型直体:



(3) 字体的综合应用

字体综合应用实例:



1.1.4 图线(GB/T 17450—1998、GB4457.4—2002)

国家标准 GB/T17450—1998 中规定了 15 种基本线型及若干种基本线型的变形,需要时可查国家标准。在表 1-3 中,列出了机械图样中常用的 9 种图线(GB/T4457.4—2002)。

在机械图样中,图线宽度 d 分粗、细两种,其粗、细图线宽度之比为 2:1,按图样的大小和复杂程度,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。

各种图线的应用实例,如图 1-7 所示。

画图线时应注意的几点问题:

(1)在同一图样中,同类图线的宽度应一致;虚线、细点画线及双点画线的线段长度和间隔应各自均匀相等。

(2)两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7 mm。

(3)点画线或双点画线的首末两端应是线段而不是点。点画线(或双点画线)相交时,其交点应为线段相交,如图 1-8(b)所示。在较小图形上绘制细点画线或双点画线有困难时,可用细实线代替,如图 1-8(a)所示。

(4)点画线、虚线与其它图线相交时都应线段相交,不能交在空隙处,如图 1-8(b)所示中 B 处所画图线。

(5)当虚线处在粗实线的延长线上时,应先留空隙,再画虚线的短画线,如图 1-8(b)所示中 A 处所画图线。

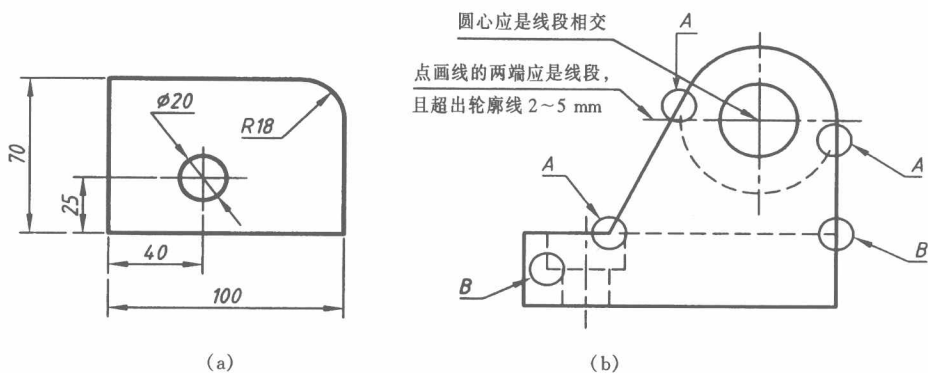


图 1-8 图线的画法

1.1.5 尺寸标注(GB/T4458.4—2003)

图样中的图形只能表达机件的形状,而机件的大小则由图样中标注的尺寸来确定。因此,标注尺寸是制图工作中一项极其重要的工作,必须认真细致、一丝不苟,以免给生产带来不必要的损失。标注尺寸时必须遵守国家标准规定来进行标注。

1. 基本规则

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

(2)图样中(包括技术要求和其它说明)的尺寸,以毫米为单位时,不需要标注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应为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。

2. 尺寸的组成

如图 1-9 所示,一个完整的尺寸应由尺寸界线、尺寸线(含尺寸线的终端)及尺寸数字等三部分组成。

(1)尺寸界线

尺寸界线应用细实线绘制,由图形的轮廓线、轴线或对称中心线延长画出,并应超出尺寸线的终端约 2 mm 左右;也可直接利用轮廓线、轴线、对称中心线作尺寸界线。尺寸界线一般