



高职高专
机电工程类
规划教材

机械制图

(非机械类专业)

金大鹰 主编



机械工业出版社
China Machine Press



高职高专机电工程类规划教材

机 械 制 图

(非机械类专业)

金大鹰 主编



机 械 工 业 出 版 社

本书是依据教育部制定的《高职高专工程制图课程教学基本要求(非机械类专业)》编写的,采用了最新《技术制图》与《机械制图》国家标准。根据高职高专的教育特点,贯彻了“以强化应用、培养画图和看图技能为教学重点”的原则。书中插图清晰、醒目、秀美。全书共十章,内容包括:制图的基本知识和基本技能、投影的基本知识、立体及其表面交线、组合体、机件的表达方法、常用件与标准件、零件图、装配图、房屋建筑图和计算机绘图等。

本书可作为高等职业技术学院、高等工程专科学校以及成人高等院校非机械类各专业的通用教材,也可供其他相近专业使用或参考。与本书配套使用的《机械制图习题集》同时由机械工业出版社出版。

图书在版编目(CIP)数据

机械制图/金大鹰主编. —北京:机械工业出版社,
2002.5

高职高专机电工程类规划教材. 非机械类专业

ISBN 7-111-10086-7

I. 机… II. 金… III. 机械制图-高等学校:技
术学校-教材 IV. TH126

中国版本图书馆 CIP 数据核字(2002)第 017697 号

机械工业出版社(北京市百万庄大街 22 号 邮政编码 100037)

责任编辑:杨民强 版式设计:霍永明 责任校对:刘志文

封面设计:姚毅 责任印制:付方敏

北京铭成印刷有限公司印刷·新华书店北京发行所发行

2002 年 6 月第 1 版·第 1 次印刷

787mm × 1092mm $1/16$ ·18 印张·443 千字

0 001—5 000 册

定价:25.00 元

凡购本书,如有缺页、倒页、脱页,由本社发行部调换
本社购书热线电话(010)68993821、68326677-2527
封面防伪标均为盗版

高职高专机电工程类规划教材

编 委 会 名 单

主 任	杨开乔				
副主任	谢存禧	高文龙			
委 员	杨开乔	谢存禧	高文龙	蔡 敏	邵 明
	司徒忠	何友义	曾文光	蔡吕荣	卢 勇
	龚洵禹	林晓新	吴 勇	程中元	戚长政
	刘晓顺	赵小平	卢晓春	姚嘉五	吴念香
	郑建辉				
秘 书	邵 明	吴念香	郑建辉		

前言

本书是根据教育部制定的《高职高专工程制图课程教学基本要求(非机械类专业)》和机械工业机电工程类专业高等职业技术教材建设、编写会议的基本精神,在吸纳高职高专院校制图教学改革经验的基础上编写而成的。

在本书编写过程中,充分考虑到高职教育的特殊性,贯彻了“以强化应用、培养技能为教学重点”的原则。本书的特点有以下几个方面:

1. 采用最新制图国家标准。这是体现教材先进性的一个方面。编者密切注视《技术制图》与《机械制图》国家标准的变动情况,凡在脱稿前搜集到的新标准,均在书中予以贯彻。

2. 突出画图、看图能力的培养。这是编写本书的主线。为此,我们将知识在宏观上构建起框架,从微观上穿针引线,将其编织成网,以形成严密的体系。自投影作图起,即以“必需、够用”的基础理论为指导,以左右逢源的轴测图为媒介,以“空间”、“平面”相互转化为依托,将“画图、看图揉在一起”,以使学生在教学伊始即走上正确的学习之路。进而以符合逻辑的递进层次,以适时引入的有效方法,以形式多变、富有启发性的贴切习题相配合,力求使学生把握住开启画图、看图之门的两把钥匙,以对其能力的培养真正起到强化的作用。

3. 插图精美、醒目。图是制图书的精华。为此,我们不惜耗时费力,精心描绘、润饰,刻意使图形准确、秀美,以使读者观之醒目、提神,提高学习效果。

4. 在与本书配套的习题集中开辟了“章首寄语”和“做题前必读”等内容(3万余字)。这是本书的一个特色,也是编者40余年教学经验的结晶。我们将这些内容分别融于与本书密切配合的各章习题集之中,分别开设了“整合知识”、“调理思路”、“释疑解惑”、“指破迷津”、“学法指南”等栏目。主要内容有:本章知识介绍,内容体系剖析,重要内容梳理,疑难问题解答,关键图例展示,作图思路引导,以及以往师生教与学的经验传授和教训告诫,等等。相信,我们悉心策划的这些栏目,必将成为广大读者的良师益友。

5. 计算机绘图部分,选用了我国自主知识产权的电子图板绘图软件系统。这是为了突出职业教育特色,也有利于与国家实行的就业准入制度相配套。

本书适用于高等职业技术学院、高等工程专科学校以及成人高等院校非机械类各专业的制图教学,也可供其他相近专业和工程技术人员使用或参考。

参加本书编写工作的有:金大鹰(一、二、七、八章)、杜庆斌(三、六、九章)、刘宇(四、五、十章)。由金大鹰任主编。

限于我们的水平,书中难免存在缺点,恳请读者批评指正。

编者

2001年12月于鞍山

目 录

前言			
绪论	1		
第一章 制图的基本知识和基本技能	3		
第一节 国家标准《技术制图》与《机械制图》的一般规定	3		
第二节 绘图工具、仪器及其使用	14		
第三节 几何作图	17		
第四节 平面图形的画法	25		
第五节 徒手画图的方法	27		
第二章 投影的基本知识	30		
第一节 投影法的基本概念	30		
第二节 三面视图	31		
第三节 点的投影	35		
第四节 直线的投影	39		
第五节 平面的投影	45		
第三章 立体及其表面交线	52		
第一节 立体的三视图	52		
第二节 立体的轴测图	58		
第三节 平面与立体相交	64		
第四节 两回转体相交	74		
第四章 组合体	81		
第一节 组合体的形体分析	81		
第二节 组合体视图及轴测图的画法	84		
第三节 组合体的尺寸标注	88		
第四节 看组合体视图的方法	93		
第五章 机件的表达方法	102		
第一节 视图	102		
第二节 剖视图	106		
第三节 断面图	118		
第四节 其他表达方法	121		
第五节 机件的表达方法小结与综合应用举例	127		
第六节 第三角画法简介	129		
第六章 标准件与常用件	133		
第一节 螺纹	133		
第二节 螺纹连接件	140		
第三节 圆柱齿轮	146		
第四节 键联结、销连接	152		
第五节 滚动轴承	155		
第六节 弹簧	158		
第七章 零件图	162		
第一节 概述	162		
第二节 零件的视图选择和典型零件的视图表达	163		
第三节 零件图的尺寸标注	168		
第四节 零件图上技术要求的注写	173		
第五节 零件上常见的工艺结构	187		
第六节 零件测绘	190		
第七节 看零件图	194		
第八章 装配图	197		
第一节 装配图的作用与内容	197		
第二节 装配图的规定画法和特殊画法	199		
第三节 装配图的尺寸标注、技术要求、零件编号及明细栏	202		
第四节 装配体测绘	204		
第五节 装配图的画法	206		
第六节 装配结构简介	209		
第七节 看装配图和由装配图拆画零件图	211		
第九章 房屋建筑图	217		
第一节 概述	217		
第二节 建筑平面图	219		
第三节 建筑立面图	222		
第四节 建筑剖面图	224		
第五节 阅读建筑施工图	228		
第十章 计算机绘图	230		
第一节 用户界面与文件操作	230		
第二节 辅助绘图	233		

第三节	图形绘制	238
第四节	图形显示控制及绘图输出	243
第五节	图形编辑	245
第六节	工程标注	249
第七节	图库	254

第八节	绘制工程图	257
附录		261
一、螺纹		261
二、常用的标准件		264
三、极限与配合		276

绪 论

根据投影原理、标准或有关规定,表示工程对象,并有必要的技术说明的图,称为图样。

本书所研究的图样主要是机械图样。用它来准确地表达机件(机器或零、部件)的形状和尺寸以及制造和检验该机件时所需要的技术要求。

人类在近代生产活动中,无论是机器的设计、制造、维修或是船舶、桥梁等工程的设计与施工,都必须依赖图样才能进行。图样已成为人们表达设计意图和交流技术思想的工具。因此说,图样是工程技术界的语言,它既是人类语言的补充,也是人类的智慧和语言在更高发展阶段上的具体体现。

由于图样已成为在社会生产中人们传递技术信息和思想的媒介与工具,因此,凡是从事工程技术工作的人员,都必须具有画图的能力和看图的本领。机械制图就是研究机械图样的绘制(画图)和识读(看图)规律与方法的一门学科。

一、本课程的主要任务和要求

1. 掌握用正投影法图示空间物体的基本理论和方法。
2. 掌握正确地使用绘图仪器和徒手画图的方法;了解计算机绘图的方法,并具有绘制较简单图形的能力。
3. 能根据国家标准的规定,运用所学的基本理论、基本知识和基本技能,绘制和看懂比较简单的零件图和装配图。
4. 培养和发展学生的空间想象能力。
5. 培养学生具有耐心细致的工作作风和严肃认真的工作态度。

二、学习本课程的注意事项

1. 培养学生具有画图和看图能力,是学习本课程的主要任务。因此,学习本课程时应在牢固掌握投影原理的基础上,注重把物体绘成图样以及由图样想象物体空间形状的一系列循序渐进的练习,以便不断发展自己的空间想象能力和提高图形与尺寸的表达能力。
2. 本课程的实践性很强。在学习过程中,应正确掌握绘图仪器和工具的使用方法,不断提高绘图技巧;作业中应很好地运用形体分析等方法解决看图和画图中的问题。只有通过大量的作图实践,才能不断提高看图与画图的能力。
3. 本课程的各种训练是通过一系列练习和作业来实现的。每次作业前,必须仔细阅读作业指导书,做到动手前心中有数,以便提高完成练习和作业的速度和质量。

三、我国工程图学发展史简介

任何一门学科的产生和发展,都是和生产的发展密切相关的。工程图学同其他学科一样,也是劳动人民长期生产经验的积累、总结和提高的结果。在这方面,我国人民很早就取得了杰出的成就。

远在二千多年以前,我国即已有了工程图样。从战国时的艺文类聚卷《三十二引说苑》,到汉书卷《二十五郊祀志》以及晋书卷《三十六列传》的历史记载中都可以证明这一点。

历史遗留下来的一些真迹,也充分显示了我国劳动人民在很早以前就能绘制相当完善的工程图样。宋代李诫(明仲)所著的《营造法式》一书,就是我国最早的一部关于建筑标准和图样的辉煌巨著。此书共有 36 卷,其中有 6 卷是图样。此书著成于宋元符三年(即公元 1100 年),刊印于宋崇宁二年(即公元 1103 年),是世界上最早的一部完善的建筑工程书籍。书中图样十分清晰地表明了相当复杂的建筑结构。图 1 和图 2 是从该书中转载过来的两幅图,图 1 采用了正投影法绘制,图 2 则采用了轴测投影法绘制。这足以表明,远在 900 多年以前,我国的工程制图已达到很高的水平。但由于长期处于封建统治之下,此后我国的工程图学处于停滞不前的状态,制图标准极为混乱。

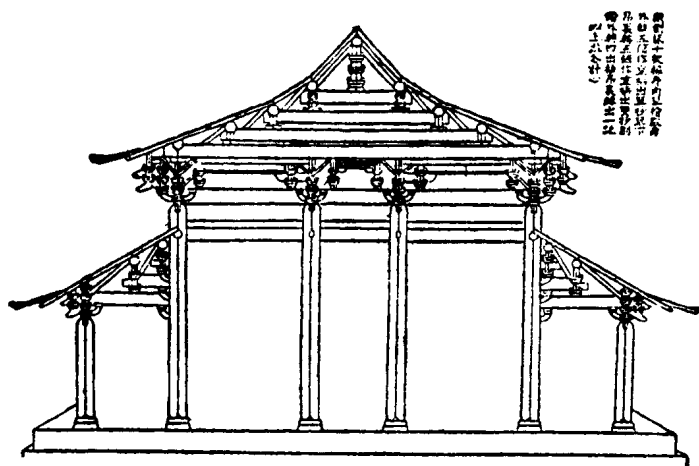


图 1 《营造法式》图样之一

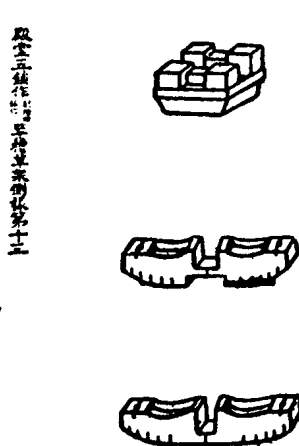


图 2 《营造法式》图样之二

中华人民共和国成立后,特别是实行改革开放政策以来,我国的经济建设步入了飞速发展的新阶段。不但陆续颁布了制图新标准,而且参加了国际标准化组织 ISO/TC10。尤为自豪的是,ISO/TC10 即将发布的国际标准《技术制图 简化表示法》是依据我国提供的蓝本起草的,这充分表明我国的制图标准已达到国际标准的水平,这对我国的社会主义现代化建设必将起到积极的推进作用。

目前,计算机绘图已广泛应用于我国的制图领域,在机械、航空、冶金、造船、建筑、化工、电子等各行各业的工程设计中,已大量应用计算机绘制各种生产图样,如零件图、装配图、展开图、轴测图、透视图、地形图、管路图、房屋建筑图、电子工程图,等等。

我国现已加入世界贸易组织,我们相信,随着经济的迅猛发展,必将使我国的制图技术向更高的水平跃进。

第一章 制图的基本知识和基本技能

第一节 国家标准《技术制图》与《机械制图》的一般规定

图样是工程界的共同语言，为了便于指导生产、技术管理和同国外进行技术交流，国家技术监督局发布了国家标准《技术制图》与《机械制图》，它对图样的内容、格式和表达方法等都作了统一规定，绘图时必须严格遵守。本节将摘要介绍该标准中的图纸幅面、比例、字体、图线和尺寸标注等。其他内容将在以后有关章节中叙述。

一、图纸幅面及格式(GB/T 14689—1993)[⊖]

1. 图纸幅面尺寸

绘制技术图样时，应优先选用表 1-1 中规定的基本幅面。

表 1-1 图纸的基本幅面尺寸 (mm)

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				

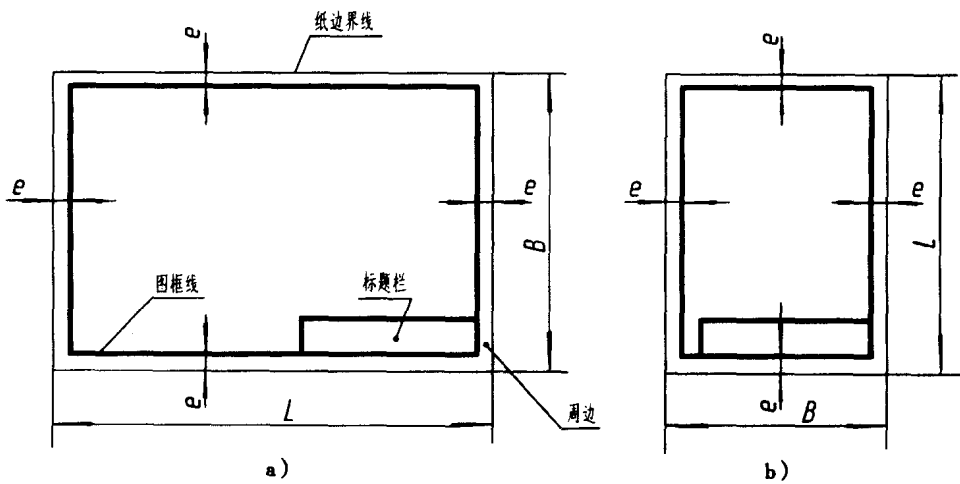


图 1-1 不留装订边的图框格式

[⊖] “GB/T” 是推荐性国家标准的代号，“14689”表示该标准的编号，“1993”表示该标准是 1993 年发布的。

必要时, 也允许选用加长幅面。但加长幅面的尺寸必须是由基本幅面的短边成整数倍增加后得出。

2. 图框格式

(1) 在图纸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, 但同一产品的图样只能采用一种格式。

(2) 不留装订边的图纸, 其图框格式如图 1-1 所示, 尺寸按表 1-1 的规定。

(3) 留有装订边的图纸, 其图框格式如图 1-2 所示, 尺寸按表 1-1 的规定。

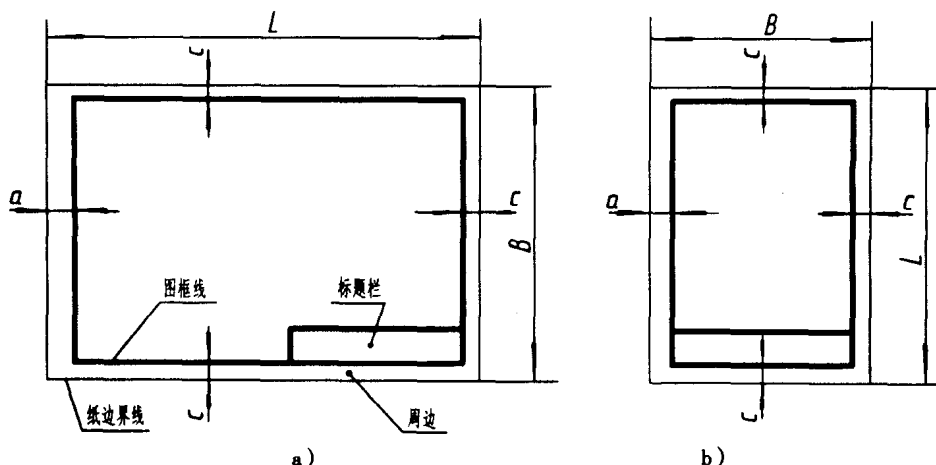


图 1-2 留有装订边的图框格式

3. 标题栏的方位

(1) 每张图纸都必须画出标题栏。标题栏的格式和尺寸应按 GB/T 10609.1—1989 的规定。在制图作业中建议采用图 1-3 的格式。标题栏的位置应位于图样的右下角, 如图 1-1、图 1-2 所示。

(2) 标题栏的长边置于水平方向并与图纸的长边平行时, 构成 X 型图纸, 如图 1-1a、图 1-2a 所示。若标题栏的长边与图纸的长边垂直时, 则构成 Y 型图纸, 如图 1-1b、图 1-2b 所示。

(3) 为了利用预先印制的图纸, 允许将 X 型图纸的短边置于水平位置使用, 如图 1-4 所示; 或将 Y 型图纸的长边置于水平位置使用, 如图 1-5 所示。

4. 附加符号

(1) 对中符号 为了使图样复制和缩微摄影时定位方便, 对基本幅面(含部分加长幅面)的各号图纸, 均应在图纸各边的中点处分别画出对中符号。

对中符号用粗实线绘制, 线宽不小于 0.5mm, 长度从纸边界开始至伸入图框内约 5mm, 如图 1-4、图 1-5 所示。

对中符号的位置误差应不大于 0.5mm。

当对中符号处在标题栏范围内时, 则伸入标题栏部分省略不画, 如图 1-5 所示。

(2) 方向符号 对于按本节 3 中(3)条规定, 使用预先印制的图纸时, 为了明确绘图与看图时图纸的方向, 应在图纸的下边对中符号处画出一个方向符号, 如图 1-4、图 1-5。

55			12	12	30	(11)	7 4 × 7 = (28)
(图名)			比例	数量	材 料	图号	
制图	(姓名)	(学号)	(校名、班级)				
审核							
12	23	20	(65)				
			120				

a) 零件图标题栏

						7
序号	名 称		数量	材 料		备 注
(图名)			比例		共 张	(图号)
			质量		第 张	
制图	(姓名)	(学号)	(校名、班级)			
审核						
12	23	20	12	12	18	(23)
			120			

b) 装配图标题栏

图 1-3 标题栏的格式

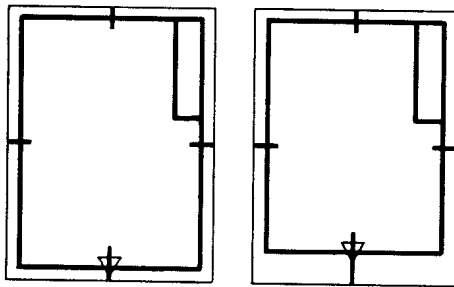


图 1-4 X 型图纸竖放

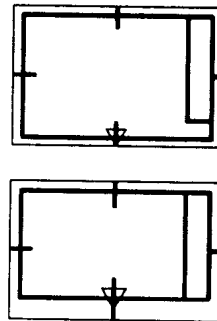


图 1-5 Y 型图纸横放

方向符号是用细实线绘制的等边三角形，其大小和所处的位置见图 1-6。

二、比例(GB/T 14690—1993)

1. 术语

- (1) 比例 图中图形与其实物相应要素的线性尺寸之比。
- (2) 原值比例 比值为 1 的比例，即 1:1。
- (3) 放大比例 比值大于 1 的比例，如 2:1 等。
- (4) 缩小比例 比值小于 1 的比例，如 1:2 等。

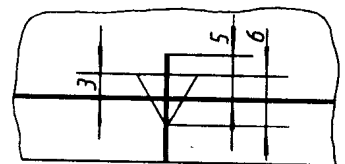


图 1-6 方向符号大小和位置

2. 比例系列

(1) 需要按比例绘制图样时，应由表 1-2 规定的系列中选取适当的比例。

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。

(2) 必要时，也允许选取表 1-3 中的比例。

表 1-3 比 例

种 类	比 例				
放大比例	4:1			2.5:1	
	$4 \times 10^n:1$			$2.5 \times 10^n:1$	
缩小比例	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。

为了从图样上直接反映出实物的大小，绘图时应尽量采用原值比例。因各种实物的大小与结构千差万别，绘图时，应根据实际需要选取放大比例或缩小比例。

3. 标注方法

(1) 比例符号应以“:”表示。比例的表示方法如 1:1、1:2、5:1 等。

(2) 比例一般应标注在标题栏中的比例栏内。

不论采用何种比例，图形中所标注的尺寸数值必须是实物的实际大小，与图形的比例无关，如图 1-7 所示。

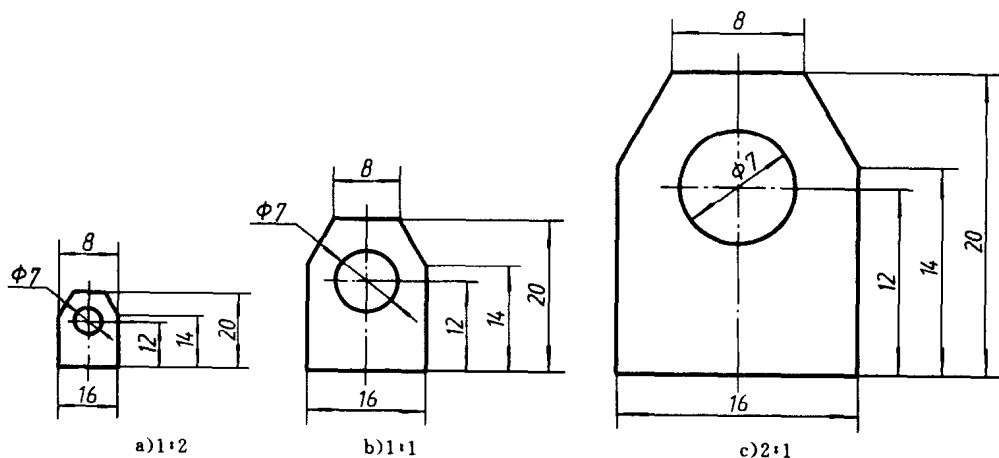


图 1-7 用不同比例画出的图形

三、字体(GB/T 14691—1993)

1. 基本要求

(1) 在图样中书写的汉字、数字和字母，都必须做到“字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐”。

(2) 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, 20mm。如需要书写更大的字，其字体高度应按 $\sqrt{2}$ 的比率递增。字体高度代表字体的号数。

(3) 汉字应写成长仿宋体字，并应采用国家正式公布的简化字。汉字的高度 h 不应小于 3.5mm，其字宽一般为 $h/\sqrt{2}$ 。

书写长仿宋体字的要领是：横平竖直、注意起落、结构匀称、填满方格。

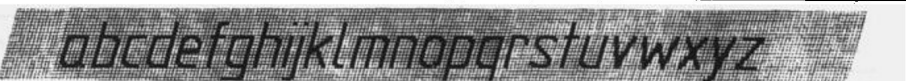
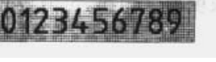
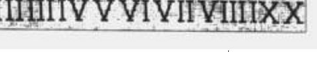
(4) 字母和数字分 A 型和 B 型。A 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/14，B 型字体的笔画宽度(d)为字高(h)的 1/10。在同一图样上，只允许选用一种型式的字体。

(5) 字母和数字可写成斜体和直体。斜体字字头向右倾斜，与水平基准线成 75°。

2. 字体示例

汉字、数字和字母的示例见表 1-4。

表 1-4 字 体

字 体		示 例
长 仿 宋 体 汉 字	10 号	字体工整、笔画清楚、间隔均匀、排列整齐
	7 号	横平竖直 注意起落 结构均匀 填满方格
	5 号	技术制图石油化工机械电子汽车航空船舶土木建筑矿山井坑港口纺织焊接设备工艺
	3.5 号	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坝棉麻化纤
拉 丁 字 母	大写 斜体	
	小写 斜体	
阿 拉 伯 数 字	斜体	
	正体	
罗 马 数 字	斜体	
	正体	

(续)

字 体	示 例
字 体 的 应 用	$\phi 20_{-0.023}^{+0.010} \quad 7^{\circ+1^{\circ}}_{-2^{\circ}} \quad \frac{3}{5}$ $10JS5(\pm 0.003) \quad M24-6h$ $\phi 25 \frac{H6}{m5} \quad \frac{II}{2:1} \quad \frac{A}{5:1}$ $\frac{6.3}{\nabla} \quad R8 \quad 5\% \quad \nabla \frac{3.500}{}$

四、图线(GB/T 17450—1998、GB/T 4457.4—1984)

1. 线型及图线尺寸

国家标准《技术制图》中,规定了15种基本线型及若干种基本线型的变形。

所有线型的图线宽度(d),应按图样的类型和尺寸大小在下列公比为 $1:\sqrt{2}(\approx 1:1.4)$ 的数系中选择:

0.13mm, 0.18mm, 0.25mm, 0.35mm, 0.5mm, 0.7mm, 1mm, 1.4mm, 2mm。

粗线、中粗线和细线的宽度比率为4:2:1。在同一图样中,同类图线的宽度应一致。

在手工绘图时,线素(不连续线的独立部分,如点、长度不同的画和间隔)的长度宜符合表1-5的规定。

表 1-5 线素的长度

线 素	线 型 No	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	$18d$

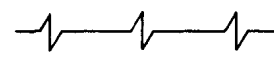
注:表中给出的长度,对于半圆形和直角端图线的线素都是有效的。半圆形线素的长度与技术笔(带有管端和黑水)从该线素的起点到终点的距离相一致,每一种线素的总长度是表1-5中长度加 d 的和。

基本线型和线素的计算公式在GB/T 14665—1993中有规定,这些公式也便于使用CAD系统绘制各种技术图样。

2. 图线的应用

在国家标准《机械制图》中,规定的常用的线型、宽度和一般应用见表1-6,应用示例如图1-8所示。

表 1-6 图 线

No	线 型		名 称	图线宽度	在图上的一般应用
01	实 线		粗实线	d	1) 可见轮廓线 2) 可见过渡线
			细实线	约 $d/2$	1) 尺寸线及尺寸界线 2) 剖面线 3) 重合断面的轮廓线 4) 螺纹的牙底线及齿轮的齿根线 5) 引出线 6) 分界线及范围线
			波浪线	约 $d/2$	1) 断裂处的边界线 2) 视图和剖视的分界线
			双折线	约 $d/2$	断裂处的边界线
02			虚线	约 $d/2$	1) 不可见轮廓线 2) 不可见过渡线
04			细点画线	约 $d/2$	1) 轴线 2) 对称线和中心线 3) 齿轮的节圆和节线
			粗点画线	d	有特殊要求的表面表示线
12			双点画线	约 $d/2$	1) 相邻辅助零件的轮廓线 2) 极限位置的轮廓线 3) 假想投影轮廓线 4) 中断线

3. 图线的画法

- (1) 两条平行线之间的最小间隙不得小于 0.7mm。
- (2) 点画线、双点画线的首末两端应是画，而不应是点。点画线应以长画相交(图 1-9)。
- (3) 点画线超出图形轮廓约 5mm(图 1-10)。较小的圆形中心线可用细实线代替，超出图形约 3mm(图 1-10)

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

尺寸是图样中的主要内容之一，是制造零件的直接依据，也是图样中指令性最强的部分。可见，标注尺寸是一项非常重要的工作，必须以认真负责的态度来对待。

关于尺寸标记的规则，标准中作了详细的规定，这里只介绍其中的一些基本内容。

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，与图形的大小及绘图的准确度无关。

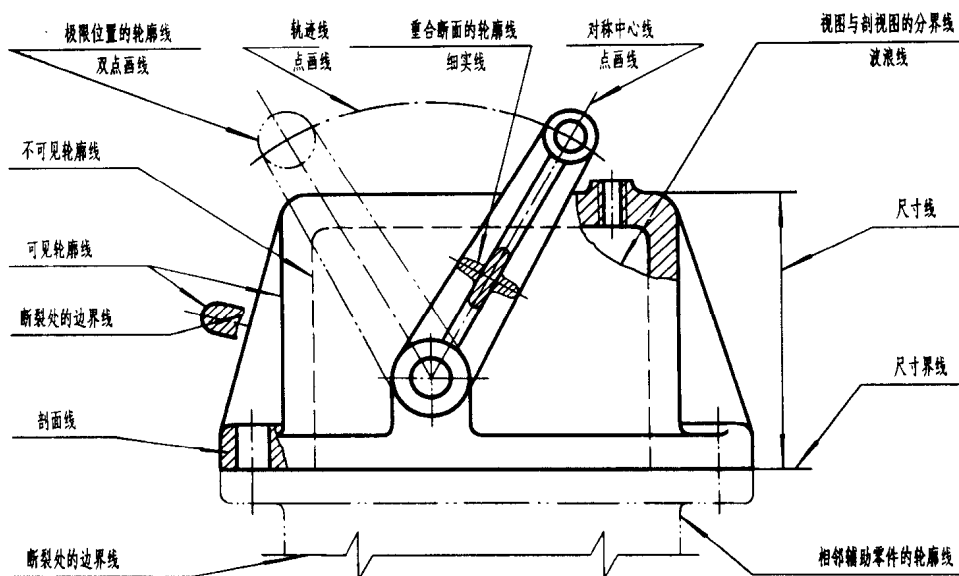


图 1-8 图线的应用示例

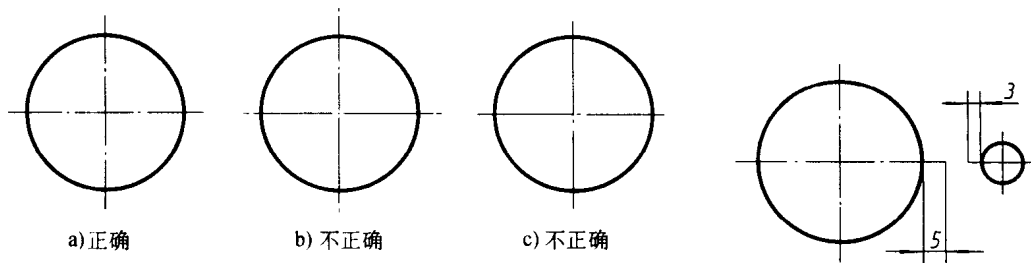


图 1-9 画点画线的正误例子

图 1-10 圆的中心线画法

(2) 图样中的尺寸以 mm (毫米) 为单位时, 不需标注计量单位的代号或名称, 如采用其他单位, 则必须注明相应的计量单位的代号或名称。

(3) 对机件的每一尺寸, 一般只标注一次, 并应标注在反映该结构最清晰的图形上。

(4) 标注尺寸时, 应尽可能使用符号或缩写词。常用的符号和缩写词见表 1-7。

表 1-7 常用的符号和缩写词

名 称	符号和缩写词	名 称	符号和缩写词
直径	Φ	45°倒角	C
半径	R	深度	∇
球直径	S Φ	沉孔或锪平	$\sqcup$
球半径	SR	埋头孔	$\sphericalangle$
厚度	t	均布	EQS
正方形	$\square$		