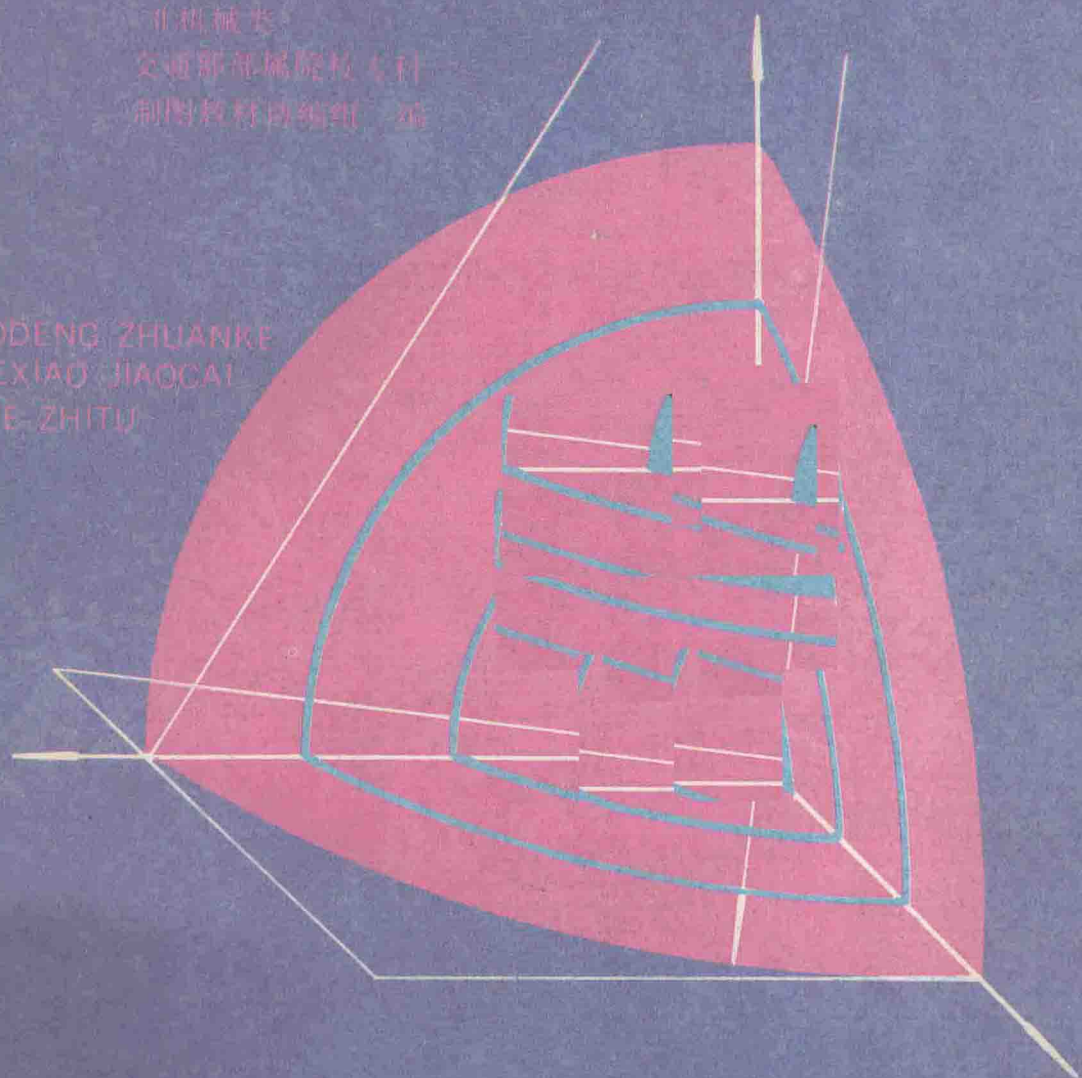


高等专科学校教材

机械制图

机械类
交通部所属院校工科
制图教材总编组 编

GAODENG ZHUANKE
XUEXIAO JIAOCAI
JIXIE ZHITU



人民交通出版社

高等学校教材

机械制图

Jixie Zhitu

(非机械类)

交通部部属院校专科制图教材协编组编

人民交通出版社

内 容 提 要

本书是根据最新国家标准,并参照高等工业学校《画法几何及工程制图》(非机械类)课程基本要求编写而成的。为适合专科特色和适应科学技术的发展,适当地加强了投影制图和计算机绘图。

全书包括制图基本知识,点、直线、平面的投影,直线与平面、平面与平面的相对位置,立体的视图和轴测图,立体表面的交线,组合体,机件的表达方法,机械图及机械制造常识概述,标准件和常用件,零件图,装配图,计算机绘图,附录等。

同时出版《机械制图习题集》(非机械类)与本书配套使用。

本书是大专院校教材,也可作为业余大学、职工大学非机械类及少学时各类专业的教科书,亦可供工程技术人员参考。

高等学校教材

机械制图

(非机械类)

交通部所属院校专科制图教材协编组编

人民交通出版社出版

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经销

人民交通出版社印刷厂印

开本: 787×1092 $\frac{1}{16}$ 印张: 18.25 字数: 413千

1989年12月 第1版

1989年12月 第1版 第1次印刷

印数: 0001—4200册 定价: 3.60元

前 言

为了满足大专院校非机械类及少学时各类专业机械制图教学的需要,我们参照高等工业学校《画法几何及工程制图》(非机械类)课程教学基本要求,结合专科院校的教学实际编写了本书。

本书在精选内容方面,考虑到专科的特色,适当地精简和合并有关画法几何的内容,充实和加强投影制图及零件图的内容,从而增强实践性和应用性,着重培养学生绘图和读图的实际技能以及分析问题和解决问题的能力。为了反映现代科学技术的新成就,本书适当增加了计算机绘图的篇幅,以体现学科内容的更新和发展,并编入有关机械制造常识,以拓宽知识面。

本书在编排上,考虑到学科的系统性和完整性,结构比较紧凑,叙述由浅入深,言简意明,图文并茂,便于读者自学。

本书采用了1985年7月1日施行的《机械制图》国家标准和1982年以后发布施行的螺纹、紧固件、常用件等最新国家标准。书后列有附录,供读者练习查阅有关标准手册时使用。

配合本书的使用,同时出版《机械制图习题集》(非机械类),以帮助读者掌握本课程的基本内容,培养和提高绘图和读图能力。

本书适用于大专院校、职业大学、业余大学非机械类各专业(80~110学时)使用。少学时的管理类、电子类及应用理科类专业(50~70学时),对本书稍加删选即可使用。

本书由大连海运学院常学谦教授主审,武汉河运专科学校周爱娴副教授主编。参加编写的有武汉河运专科学校周爱娴(绪论、第七章及附表2~17)、夏兰菊(第一、六章);南京航务工程专科学校蒋美华(第二、三章)、蔡家藩(第四章)、邓文玄(第五章);青岛远洋船员学院杨秋英(第九、十章及附表1、18~24);集美航海专科学校黄国雄(第八、十二章及附表25~28);王珍琛(第十一章)。参加绘图、描图和誊写工作的有葛跃田、叶和平、黄建超、陈燕芬、周涛、张宗桥等同志。

本书在编写过程中,得到国家机械工业委员会标准化研究所汪恺、李维荣等同志的支持,并提供了宝贵意见,在此表示诚挚的谢意。

对本书的错误和不当之处,恳请读者批评指正。

编 者

目 录

绪 论	1
第一章 制图的基本知识	4
§1-1 国家标准《机械制图》的基本规定	4
§1-2 绘图工具仪器及其使用方法	15
§1-3 几何作图	18
§1-4 平面图形的分析及尺寸注法	23
第二章 点、直线、平面的投影	26
§2-1 投影的基本知识	26
§2-2 点的投影	27
§2-3 直线的投影	31
§2-4 平面的投影	39
第三章 直线与平面、平面与平面的相对位置	48
§3-1 直线与平面平行、两平面平行	48
§3-2 直线与平面相交、两平面相交	50
§3-3 直线与平面垂直、平面与平面垂直	54
§3-4 综合图解举例	56
第四章 立体的视图和轴测图	59
§4-1 平面立体	60
§4-2 回转体	62
§4-3 轴测图的基本画法	68
第五章 立体表面的交线	78
§5-1 平面与立体表面的交线	78
§5-2 两曲面立体相交	85
§5-3 交线的分析举例	90
第六章 组合体	93
§6-1 组合体的画图方法	93
§6-2 组合体的尺寸标注	98
§6-3 组合体的读图方法	101
§6-4 组合体轴测图的画法	107
第七章 机件的表达方法	114
§7-1 视图	114
§7-2 剖视图	116
§7-3 剖面图	126
§7-4 局部放大图及简化画法	129

§7-5 机件表达方法举例	133
第八章 机械图及机械制造常识概述	138
§8-1 设计的基本概念	138
§8-2 加工工艺常识及工艺结构	141
第九章 标准件和常用件	155
§9-1 螺纹及螺纹紧固件	155
§9-2 键联结、销联结	166
§9-3 滚动轴承	168
§9-4 齿轮	170
§9-5 弹簧	177
第十章 零件图	180
§10-1 零件的视图表达	180
§10-2 零件图的尺寸注法	187
§10-3 零件的加工精度及其标注	193
§10-4 看零件图	205
§10-5 零件测绘	211
第十一章 装配图	216
§11-1 装配图的特殊表达方法	216
§11-2 装配图的尺寸标注	220
§11-3 装配图的零件序号和明细栏	220
§11-4 装配结构的合理性	222
§11-5 由零件图画装配图	224
§11-6 读装配图	232
第十二章 计算机绘图	237
§12-1 计算机绘图概述	237
§12-2 X-Y绘图仪的工作原理	239
§12-3 X-Y绘图仪的绘图指令	240
§12-4 绘图子程序的设计	247
§12-5 X-Y绘图仪画机械图	250
§12-6 微机图形显示	257
§12-7 IBM-PC微型机有关说明	261
附 录	263
一、螺纹	263
二、螺纹紧固件	265
三、键	271
四、销	272
五、常用标准结构	274
六、公差与配合 (GB1801—79)	275
七、常用材料	283
八、热处理名词解释	285

绪 论

“机械制图”是研究运用投影法绘制和阅读机械工程图样的学科。

在工程技术中，为了正确地表示机器、设备、仪器等的形状、大小、材料、质量要求等内容，通常需要按一定的投影方法和技术规定将它们表示在图纸上，这称之为图样。设计人员通过图样表达自己的设计思想，制造人员根据图样加工制作，管理人员根据图样对产品进行检验，使用人员根据图样对产品进行合理使用和维修。因此，工程图样是“工程界的语言”，是设计、制造、管理、使用机械设备的一项主要技术文件，是发展和交流科学技术的重要工具。图0-1是一个齿轮拨叉的零件工作图，图0-2是该零件的直观图，而图0-3是美国某公司绘制的齿轮拨叉零件工作图。从图0-1与图0-3可以看出，工程图样不但是本国技术交

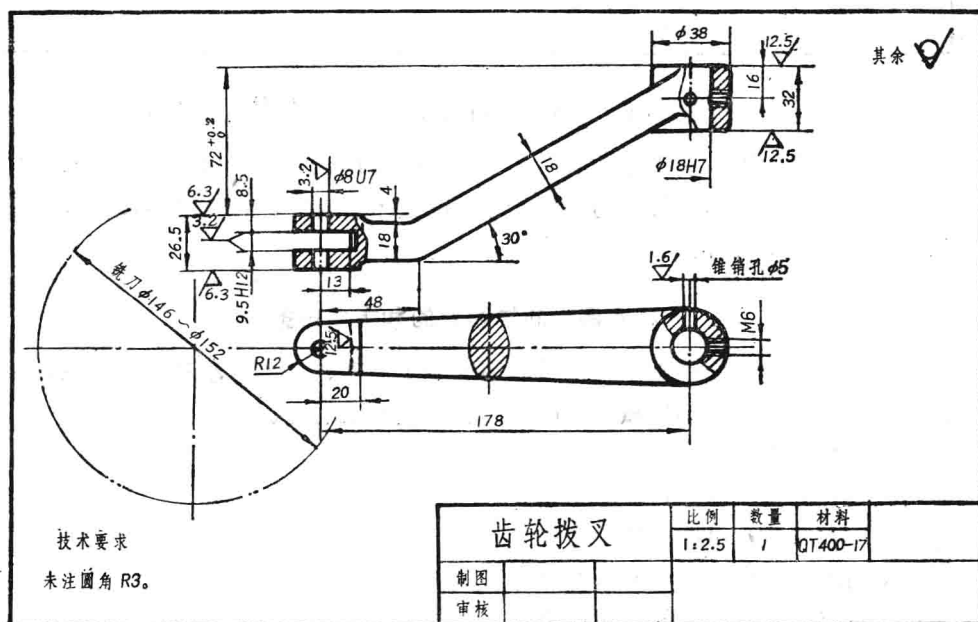


图0-1 齿轮拨叉零件工作图（中国）

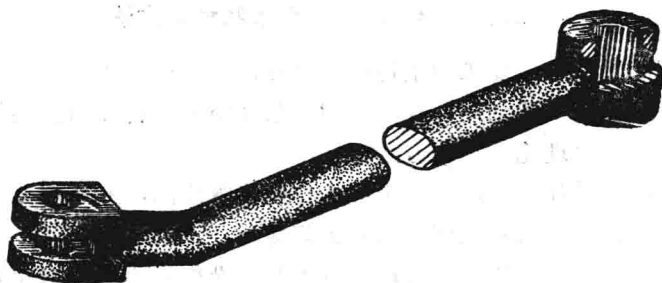


图0-2 齿轮拨叉直观图

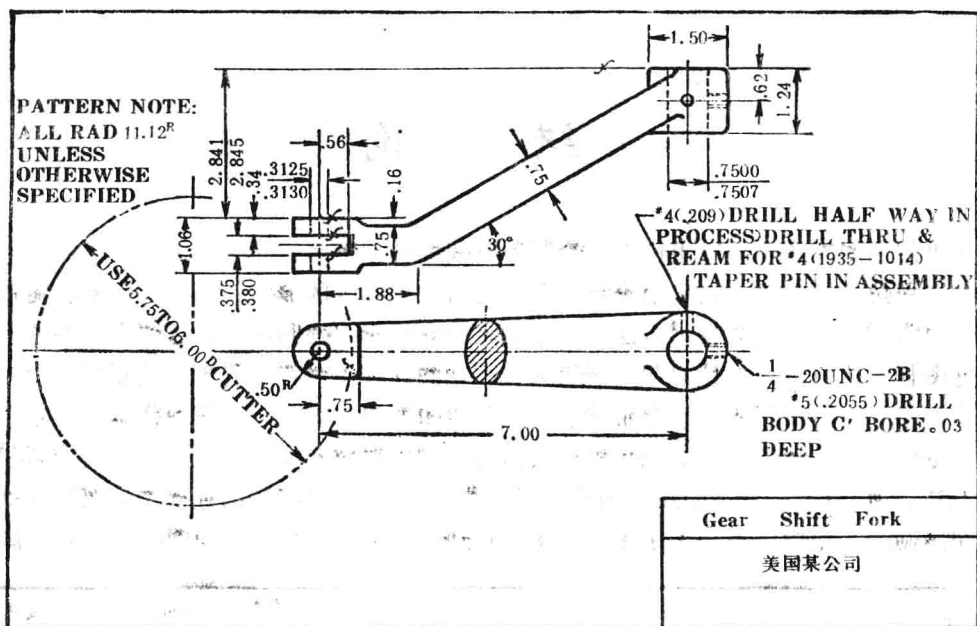


图0-3 齿轮拨叉零件工作图 (美国)

流的重要工具，而且是国际技术交流的重要工具。随着国际标准化组织制定的国际标准在世界各国的推广应用，工程图样将成为“世界通用的技术语言”，在促进各国间的科学技术和交流和发展方面起着重要的作用。

一、本课程的学习目的和主要任务

学习本课程的主要目的在于掌握机械制图的基本原理、基本方法和基本知识，并着重培养绘制机械图样的能力、识读机械图样的能力和空间想象能力。

本课程的主要任务是：

1. 学习正投影的基本原理；
2. 培养绘制和阅读机械图样的能力；
3. 培养空间想象和空间分析的基本能力；
4. 学习图解空间几何问题的初步能力；
5. 对计算机绘图有初步的认识。

二、本课程的学习要求和学习方法

在学习本课程的过程中，要求学生运用初等几何的基础知识，学习和掌握正投影的基本理论，通过画图和读图的实践活动，提高空间想象和空间分析能力。具体要求如下：

1. 掌握正投影的基本理论和作图方法；
2. 正确使用绘图工具和仪器，按照正确的作图步骤绘图，并掌握徒手画图的基本技能；
3. 严格遵守国家标准《机械制图》和有关规定；
4. 掌握测绘零件的一般方法和正确地绘制中等复杂程度的零件图和装配图。并力求做到投影正确，视图选择得当，尺寸标注完整、清晰，文字书写工整；

5.掌握识读机械图样的方法,并能正确地阅读中等复杂程度的零件图和装配图;

6.加强自学,培养自学能力,在学习和实践中,培养严肃认真和耐心细致的工作作风。

根据本课程的特点,建议初学者在学习方法上注意加强观察、记忆、实践和想象。即平时注意观察各种各样物体的形状结构,并思考如何运用正投影法加以表达;注意增强形象记忆能力的培养,可以采用默画的方法绘图;不断地进行绘图实践,掌握各种表达方法;多看图,多想象,经过由空间到平面,又由平面到空间的不断对照和联想,便能培养绘图能力、看图能力和空间想象能力。并激发创造性思维,为学好后继课程打下扎实的基础。

三、工程图学发展简介

生产活动是创造工程图学的主要动力。劳动人民为了解决生产和生活中的各种问题,如建造房屋,制造生产工具,丈量土地以及观测气象等而创造和发展了工程图学。

我国是历史悠久的国家。远在公元前两千多年就广泛应用“规”和“矩”等测量工具。在春秋时代的经典著作《周礼考工记》中就有关于绘图工具和仪器的记载。

中国最早的史书《尚书·洛诰》中记载西周初(公元前1095年),周公在洛阳营造东都时,曾遣使臣将新都图样献给成王。

战国时期(公元前323年至309年间)就有用青铜镶金银线条和文字制成的建筑平面图,这是世界罕见的早期工程图样(1977年冬在河北省平山县中山王墓出土)。

宋代李诫所著《营造法式》(公元前1100年),不仅有轴测图,而且还有许多采用正投影法绘制的图样。还有宋代苏颂所著的《新仪象法要》,书中的插图如图0-4所示,其清晰精美的程度足以说明,当时工程图样发展到了相当高的水平。

明末《武备志》中的龙尾战车图,不仅有外形图,还有零件图。这都说明我国工程图学发展有着悠久的历史 and 较高的水平。

西方国家在绘制工程图样方面也有悠久的历史。特别是随着欧洲工业革命的兴起,法国数学家加斯帕拉·蒙日于1795年公开出版了世界第一部《画法几何学》,总结和发展了几千年来人类对工程图学的研究成果,为工程图学奠定了系统的理论基础。

我国解放以来,随着工业、农业、科学技术和国防事业的发展,工程图学在理论和实践方面有了较大的发展。1959年制订的国家标准《机械制图》,经过1974年及1984年两次修订,已较完善,它既反映出我国的科技发展水平,又靠近国际标准,便于国际间的技术交流。同时,由于广大图学工作者和其他科学技术工作者的不懈研究和探讨,在图学理论和图学技术方面,也取得了一些研究成果。尤其是现代计算机科学的发展和普及,推动了制图技术的自动化。目前,在航空、造船、建筑以及机械等领域中,正逐步推广计算机自动绘图技术。随着计算机自动绘图技术的运用,必将促进图学理论和图学技术的新发展。

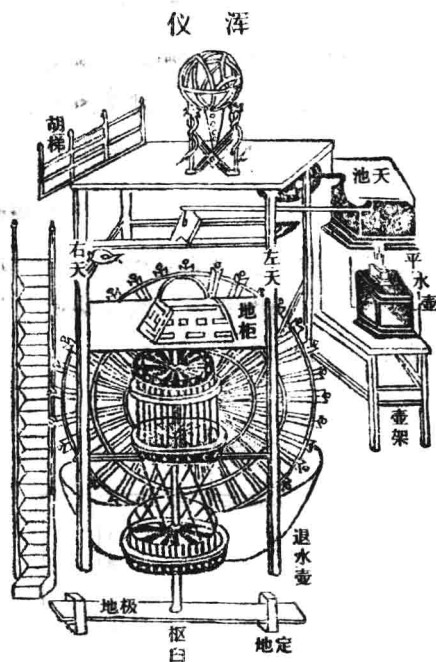


图0-4 浑仪——《新仪象法要》中的插图

第一章 制图的基本知识

图样是工业生产中最基本的技术文件。它一般是用专门的绘图工具、仪器，按照国家标准《机械制图》的有关规定绘制而成的。在学习机械制图时，必须首先学习并严格遵守机械制图国家标准的有关规定。

本章主要介绍国家标准《机械制图》的基本规定；绘图工具、仪器的使用方法及常用的几何作图。

§1-1 国家标准《机械制图》的基本规定

为了适应生产需要和便于技术交流，对图样的格式和表示方法，必须有统一的规定。本节主要介绍国家标准《机械制图》中有关图纸幅面及格式、比例、字体、图线、剖面符号、尺寸注法等六个标准，其余标准将在以后章节陆续介绍。

一、图纸幅面及格式(GB4457.1—84)*

绘制图样时，优先采用表1-1中规定的幅面尺寸。

需要装订的图样，其图框格式如图1-1所示，尺寸按表1-1中的规定。一般采用A4幅面竖装或A3幅面横装。

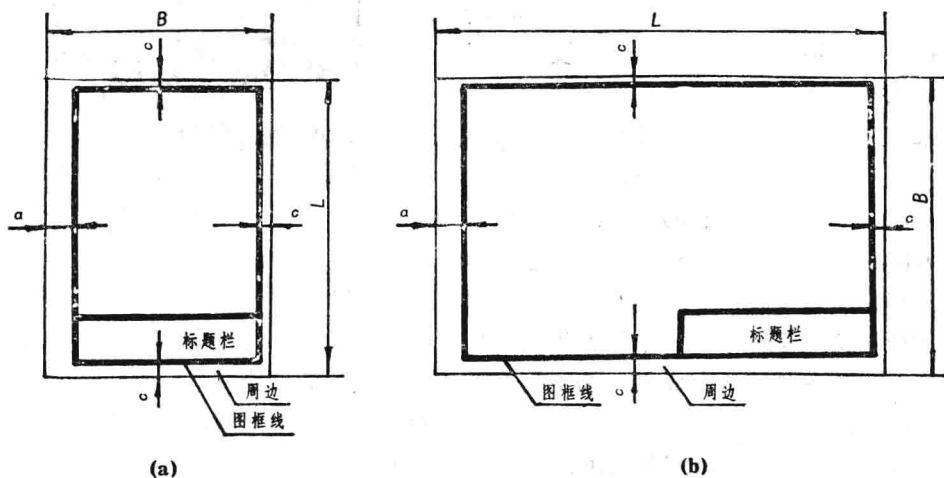


图1-1 图框格式 (一)

不留装订边的图样，其图框格式如图1-2所示，尺寸按表1-1中的规定。

图框线用粗实线绘制。

* GB4457.1-84是国家标准《机械制图》中“图纸幅面及格式”的代号，其中GB是汉语拼音GUOJIA BIAOZHUN (国家标准)的缩写，“4457.1”是标准的编号，“84”表示1984年批准的。

图纸幅面尺寸 (单位: mm)

表1-1

幅面代号	A0	A1	A2	A3	A4	A5
B×L	841×1189	594×841	420×594	297×420	210×297	148×210
a	25					
c	10			5		
e	20		10			

标题栏应按图1-1所示的方位配置,必要时也可按图1-3所示的方位配置。

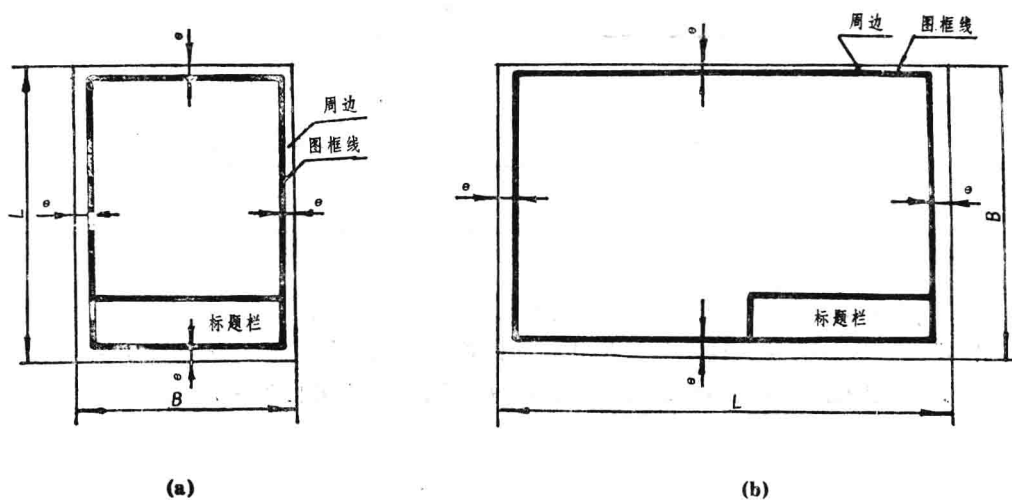


图1-2 图框格式 (二)

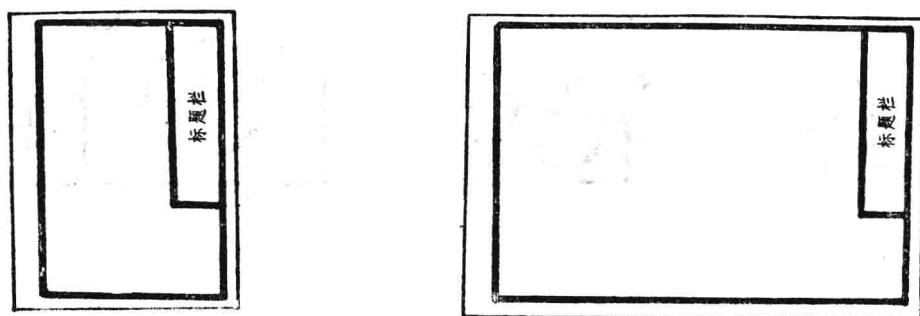


图1-3 标题栏的配置

4×8=32 B	(图名)			比例	数量	材料	(图号)
	制图	(姓名)	(日期)	(校名、班号)			
	审核						
	15	25	20	15	15		30
	140						

图1-4 标题栏的格式

标题栏的格式和尺寸，国家标准没有统一规定，学生做作业时建议采用图 1-4 所示的格式和尺寸。

标题栏中的文字方向为看图的方向。

二、比例(GB4457.2—84)

比例是指图样中机件要素的线性尺寸与实际机件相应要素的线性尺寸之比。

为了能从图样上得到机件大小的真实概念，应尽量采用1:1画图。但因各种机件大小悬殊，繁简不一，所以可根据实际需要选用表1-2中规定的缩小或放大的比例。

比 例

表1-2

与实物相同	1:1
缩小的比例	$1:1.5$ $1:2$ $1:2.5$ $1:3$ $1:4$ $1:5$ $1:10^n$ $1:1.5 \times 10^n$ $1:2 \times 10^n$ $1:2.5 \times 10^n$ $1:5 \times 10^n$
放大的比例	$2:1$ $2.5:1$ $4:1$ $5:1$ $(10 \times n):1$

注：n为正整数。

图1-5表示同一机件采用不同比例所画的图形。

绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏的比例一栏中填写，例如1:

1. 当某一视图需要采用不同的比例时，必须在图的上方另行标注。

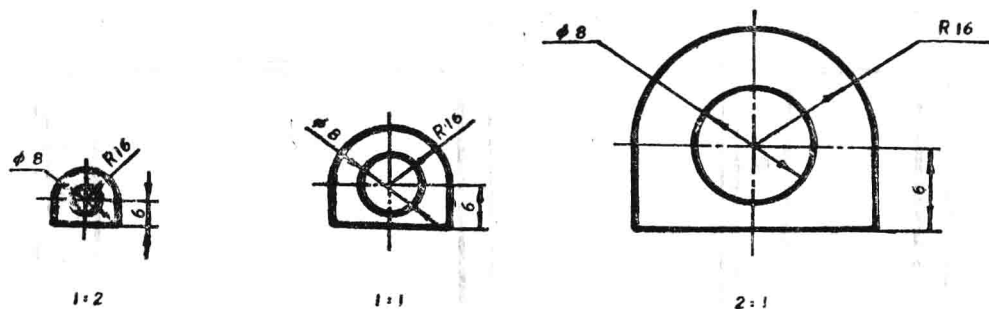


图1-5 用不同比例画出的图形

三、字体(GB4457.3—84)

图样中书写的字体必须做到：字体端正、笔划清楚、排列整齐、间隔均匀。

汉字应写成长仿宋体，并应采用国家正式公布推行的简化字。

长仿宋字的基本笔划是：点、挑、横、竖、撇、捺、折、勾等，见表1-3。

写长仿宋字的要领是：横平竖直，注意起落，结构匀称，填满方格。

字体的大小按其字高分为20、14、10、7、5、3.5、2.5七种，其字宽约等于字高的三分之二。

多数汉字由几个部分组成，下笔前要恰当分配各部分的位置，尽量做到左右均衡，字迹

汉字基本笔划示例

表1-3

名称	点	挑	横	竖	撇	捺	折	勾
笔划型式	上点 左点 右点 垂点 挑点	平挑 左挑 斜挑 向上挑	平横 左尖横 右尖横 右钩横	直竖 上尖竖 下尖竖	斜撇 竖撇 曲撇	斜捺 平捺 曲头捺 反捺	右折 左折 斜折 双折	竖勾 曲勾 包勾 折勾
例字	立 心	批 治	芷 疋	在 制	行 各	木 迷	安 同 山 及	刮 孔 防 气

清秀，排列匀称，端正大方，如图1-6所示。

图1-7为长仿宋字的示例。

数字和字母分直体和斜体两种，常用的是斜体。斜体字头向右倾斜，与水平成 75° 。图1-8为阿拉伯数字、拉丁字母及其组合书写示例。

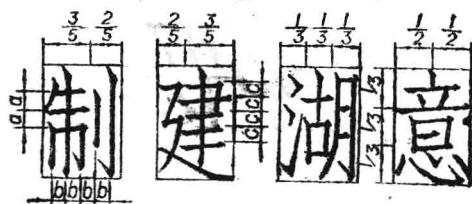


图1-6 结构匀称的汉字示例

10号

图样是工程界的技术语言

7号

字体端正 笔划清楚
排列整齐 间隔均匀

图1-7 长仿宋字书写示例

四、图线(GB4457.4—84)

各种图线的名称、型式、代号、宽度以及在图上的一般应用见表1-4和图1-9、图1-10。

图线的宽度分为粗细两种。粗线的宽度 b 应按图型的大小和复杂程度，在 $0.5 \sim 2\text{mm}$ 之间选择，细线的宽度约为 $b/3$ 。

图线宽度的推荐系列为： 0.25 、 0.35 、 0.5 、 0.7 、 1 、 1.4 、 2mm 。

同一图样中同类图线的宽度应基本一致。虚线、点划线及双点划线的线段长度和间隔大小应各自大致相等，其画法如图1-11(a)所示。在较小的图形上画点划线或双点划线有困难

$R3$ $2 \times 45^\circ$ $M24-6H$
 $\Phi 20 \begin{smallmatrix} +0.010 \\ 0.023 \end{smallmatrix}$ $\Phi 15 \begin{smallmatrix} 0 \\ 0.011 \end{smallmatrix}$
 78 ± 0.1 $10Js5(\pm 0.003)$
 $\Phi 65H7$ $10f6$ $3P6$ $3p6$
 $90 \frac{H7}{f6}$ $\Phi 9H7/c6$

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 Φ

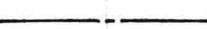
A B C D E F G H I J K L M N

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

图1-8 数字、字母及其组合书写示例

图线名称	图线型式及代号	图线宽度	一般应用
粗实线	 A	b	A1可见轮廓线 (图1-9)
细实线	 B	约b/3	B1尺寸线及尺寸界线 (图1-9) B2剖面线 (图1-9)
波浪线	 C	约b/3	C1断裂处的边界线 (图1-9) C2视图与剖视图的分界线 (图1-9)
双折线	 D	约b/3	D1断裂处的边界线 (图1-9)
虚线	 F	约b/3	F1不可见轮廓线 (图1-9)
细点划线	 G	约b/3	G1轴线 (图1-9) G2对称中心线 (图1-9)
粗点划线	 J	b	J1有特殊要求的线或表面的表示线 (图1-10)
双点划线	 K	约b/3	K1相邻辅助零件的轮廓线 (图1-9) K2极线位置的轮廓线 (图1-9)

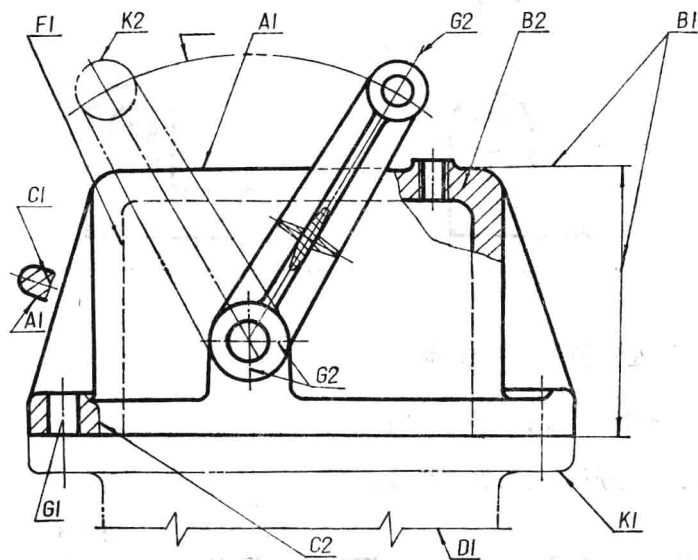


图1-9 图线的应用示例(一)

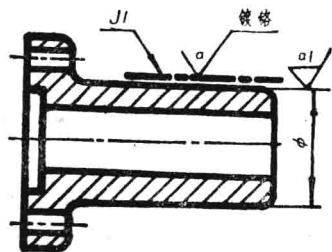


图1-10 图线的应用示例(二)

时,可用细实线代替,如图1-11(b)。

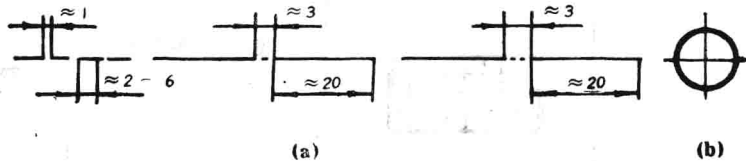


图1-11 虚线、点划线、双点划线的画法

图线交、接、切处的画法

表1-5

画 法 说 明	图 例	
	正 确	错 误
当虚线与虚线或与实线相交时，应以线段相交，不得留有间隙 当虚线延长改变成实线时，应留出空隙		
点划线两线段之间可画一很短线段，而不是画一个小圆点 点划线应以线段相交，且首末两端应是线段而不是点，点划线应超出图形 3~5mm，不能过长		
图线与图线应以切点相切。当虚线圆弧与虚线直线相切时，虚线圆弧应画到切点，而虚线直线应留有空隙		
虚线与实线相接，虚线接直线（即实线延长改变为虚线时）应留出空隙		

画图时，在线条相交、相接和相切处应按表1-5的正确画法。

五、剖面符号(GB4457.5—84)

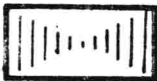
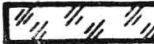
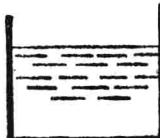
在剖视图和剖面图中，应采用表1-6中所规定的剖面符号。

剖 面 符 号

表1-6

金属材料（已有规定剖面符号者除外）		木质胶合板（不分层数）	
线圈绕组元件		基础周围的泥土	

续上表

转子、电枢、变压器和电抗器等 的叠钢片			混 凝 土	
非金属材料（已有规定剖面符号 者除外）			钢筋混凝土	
型砂、填砂、粉末冶金、砂轮、 陶瓷刀片、硬质合金刀片等			砖	
玻璃及供观察用的其他透明材 料			格网（筛网、过滤网等）	
木 材	纵 剖 面		液 体	
	横 剖 面			

注：①剖面符号仅表示材料的类别，材料的名称和代号必须另行注明。
 ②叠钢片的剖面线方向，应与束装中叠钢片的方向一致。
 ③液面用细实线绘制。
 ④金属材料的剖面符号为与水平线成45°的互相平行且间隔相等的细实线。

六、尺寸注法(GB4458.4—84)

图形仅表示物体的形状，其大小必须通过尺寸标注才能确定。这里仅介绍有关尺寸注法的基本规定。

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。

(2) 图样中（包括技术要求和其他说明）的尺寸以毫米为单位时，图上不需再标出计量单位的代号或名称。如果采用其他单位，则必须注明。

(3) 图样中所标注的尺寸，为该图样所示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

一个完整的尺寸是由以下三个要素组成。