

高等学校适用教材

画法几何及机械制图

(机械类专业适用)

主编 敖泌云 曾子愚

机械工业出版社

高等学校适用教材

画法几何及机械制图

(机械类专业适用)

主 编 敖泌云 曾子愚

副主编 芮卫成 曹学云 朱泽平 林 茂

主 审 陈玉钟 曹维江 王兴翼

机械工业出版社

(京)新登字054号

本书根据1987年国家教委批准的高等工业学校机械类(120~150学时)
《画法几何及机械制图课程基本要求》编写。

全书共十七章及附录,内容包括:制图的基本知识与技能,点、直线、
平面的投影,直线与平面、平面与平面的相对位置、投影变换,曲线与曲
面、立体的投影,立体的表面交线,组合体,零件常用的表达方法、轴测
图,螺纹及联接件,齿轮,滚动轴承和弹簧,零件图,装配图,立体表面展
开,计算机绘图。

本书可作为高等工业学校机类和近机类各专业的《画法几何及机械制
图》课程教材,也可供自学,函授、夜大等成人高教使用。

为教学需要,另有习题集同时出版与本书配套使用。

高等学校适用教材
画法几何及机械制图
(机械类专业适用)
主编 敖泌云 曾子愚

*

责任编辑:孙祥根
封面设计:郭景云

*

机械工业出版社出版(北京阜成门外百万庄南街一号)
(北京市书刊出版业营业许可证出字第117号)
北京昌平环球印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行·新华书店经售

*

开本787×1092 1/16·印张 20.5·字数 509 千字
1993年7月北京第1版·1993年7月北京第1次印刷
印数 0 001—6 000·定价:11.90元

*

ISBN 7-111-03810-X/TH·464

前 言

本教材是根据1987年国家教委批准的高等工业学校机械类(120~150学时)《画法几何及机械制图课程教学基本要求》,并总结近几年来本学科在教学改革方面的主要成果,在1990年王兴球等主编的《画法几何及机械制图》教材的基础上,由大连轻工业学院、上海工程技术大学、西北轻工业学院、无锡轻工业学院、山东轻工业学院、齐齐哈尔轻工业学院、北京轻工业学院、天津轻工业学院、贵州冶金工业学校等联合编写而成。

本书编写过程中,注意到以下几方面特点:进一步保持画法几何部分的系统性,这有利于学生空间想象能力的培养;循序渐进的理论体系,便于全面系统的理解点、线、面投影的基本原理。组合体部分把制图和读图结合起来,并补充了空间构思的内容,适当加强读图分析。关于画法几何在生产中的应用,不单设章节,有机地穿插在画法几何部分的综合题解中。

在机械制图中,凡涉及国家标准的有关内容,全部采用最新标准,并另设附录,便于查表。

在零件图和装配图中,为尽量扩大使用面,除轻工生产的实际零、部件外,也吸收通用机械方面的典型零、部件。

尺寸标注历来是薄弱环节,本书采取了分段讲解,各有侧重,难点分散,细水长流的原则,以便于学生掌握和应用。

为了教学需要,另有与本教材配套的习题集同时出版。

参加本书编写的有吕东燕、汤永伯、叶碧云、周洪军、魏莉、郭志强、赵胜祥、徐滕岗、何培伟、徐眉举、张志勤、陈长发、周明贵、贺炜、王茂全。

本书在编写过程中得到各院校教材部门的大力支持,也得到大连轻工学院刘仁杰、王喜治等老师的鼎力相助,在此表示深深谢意。

由于作者水平有限,时间仓促,书中会有许多缺点和不当之处,热情欢迎批评指正。

编 者

1992.12.31

目 录

前言	(1)
绪论	(1)
第一章 制图的基本知识	(3)
第一节 国家标准《机械制图》的基本规定	(3)
第二节 绘图工具和仪器的使用方法	(11)
第三节 几何作图	(13)
第四节 平面图形的尺寸注法及线段分析	(18)
第五节 绘图的方法与步骤	(20)
第二章 投影法的基本概念	(22)
第一节 投影法及其分类	(22)
第二节 工程中常用的几种投影图	(23)
第三章 点、直线、平面的投影	(25)
第一节 点的投影	(25)
第二节 直线的投影	(28)
第三节 平面的投影	(38)
第四章 直线与平面、平面与平面的相对位置	(45)
第一节 直线与平面平行、两平面相互平行	(45)
第二节 直线与平面相交、平面与平面相交	(48)
第三节 直线与平面垂直、两平面相互垂直	(53)
第五章 投影变换	(57)
第一节 换面法	(58)
第二节 旋转法——绕投影面垂直轴旋转	(66)
第三节 旋转法——绕投影面平行轴旋转	(70)
第六章 曲线与曲面	(72)
第一节 曲线概述	(72)
第二节 曲面概述	(74)
第三节 螺旋线和螺旋面	(76)
第四节 曲面的切平面	(79)
第七章 基本几何体及其组合	(82)
第一节 平面立体	(82)
第二节 曲面立体	(84)
第八章 截交线与相贯线	(91)
第一节 平面与立体相交的截交线	(91)
第二节 直线与立体相交	(101)
第三节 两立体相交的相贯线	(103)

第九章 组合体	(112)
第一节 三视图的形成及其投影特性	(112)
第二节 组合体的组合形式	(113)
第三节 画组合体视图	(115)
第四节 组合体的尺寸注法	(117)
第五节 读组合体视图	(124)
第六节 组合体的构形	(131)
第十章 机件常用的表达方法	(133)
第一节 视图	(133)
第二节 剖视	(137)
第三节 剖面	(147)
第四节 局部放大图和简化画法	(148)
第五节 表达方法小结及综合应用	(153)
第六节 第三角投影法简介	(156)
第十一章 轴测投影图	(158)
第一节 轴测投影的基本知识	(158)
第二节 正等轴测图的画法	(161)
第三节 正二等轴测图的画法	(169)
第四节 正面斜二等轴测图的画法	(172)
第五节 画轴测图的几个问题	(174)
第十二章 零件的联接与联接件	(177)
第一节 螺纹	(177)
第二节 螺纹紧固件及联接画法	(184)
第三节 键联接和销联接	(189)
第十三章 齿轮、滚动轴承和弹簧	(195)
第一节 齿轮	(195)
第二节 滚动轴承	(207)
第三节 弹簧	(209)
第十四章 零件图	(212)
第一节 零件图的作用和内容	(212)
第二节 零件的视图表达	(213)
第三节 零件图的常见工艺结构	(218)
第四节 零件图的尺寸标注	(223)
第五节 表面粗糙度、镀涂和热处理代(符)号及其标注	(231)
第六节 公差与配合和形位公差的概念及其标注	(237)
第七节 根据零件画徒手图及零件的测绘	(248)
第八节 读零件图	(251)
第十五章 装配图	(254)
第一节 概述	(254)

第二节	装配图的表达方法.....	(254)
第三节	装配图中的尺寸标注和技术要求.....	(257)
第四节	装配图的零、部件序号,明细表和标题栏.....	(258)
第五节	装配图的常见工艺结构.....	(259)
第六节	部件测绘和装配图的画法.....	(262)
第七节	读装配图和拆画零件图.....	(265)
第十六章	立体表面的展开.....	(271)
第一节	概述.....	(271)
第二节	可展面的表面展开.....	(272)
第三节	不可展曲面的近似展开.....	(277)
第十七章	计算机绘图.....	(280)
第一节	概述.....	(280)
第二节	计算机绘图系统.....	(280)
第三节	微型计算机图形显示及绘图基本指令.....	(283)
第四节	微机绘图软件.....	(289)
附录		(293)
一、	螺纹.....	(293)
二、	常用的标准件.....	(295)
三、	滚动轴承.....	(309)
四、	零件常见工艺结构.....	(311)
五、	公差与配合.....	(313)
六、	常用的热处理和表面处理名词解释.....	(320)
七、	常用的金属材料.....	(321)

绪 论

一、本课程的地位、性质和任务

《画法几何及机械制图》是一门研究绘制和阅读机械图样，解决空间几何问题的理论与方法的课程。

在现代化生产中，无论设计和制造机床、轻工机械、化工设备还是仪表工具都离不开机械图样，在使用、维修、安装和检验中也要以图样为依据。因此，图样就成为工业生产中一种重要的技术资料 and 进行技术交流不可缺少的工具，被喻为“工程界的语言”。由于机械图样与生产实践密切相关，所以本课程是一门既有系统理论，又有较强实践性的技术基础课，是机械类和近机类专业的一门主干课程。

学习本课程的主要目的是培养学生的绘图、读图和空间想象能力。

主要任务是：

- (1) 掌握正投影法的基本理论及其应用。
- (2) 培养绘制和阅读机械图样的能力。
- (3) 培养空间几何问题的图解能力。
- (4) 培养空间想象能力和空间分析能力。
- (5) 培养计算机绘图的初步能力。
- (6) 培养认真负责的工作态度和严谨细致的工作作风。

此外，在教学过程中还必须有意地培养自学能力，分析问题，解决问题的能力、创造能力和审美能力。

二、本课程的基本要求

学完本课程后，应达到如下要求：

- (1) 熟练掌握用正投影法表达空间几何形体和图解几何问题的基本理论和方法。了解轴测投影的基本概念并掌握正等测和斜二测轴测图的画法。
- (2) 能正确使用绘图工具和仪器并初步掌握徒手画草图的技能。
- (3) 能正确绘制和阅读中等复杂程度的零件图和装配图。所绘图样应做到：投影正确，视图选择与配置恰当，尺寸完整清晰，字体工整，作图准确，图面整洁，符合《机械制图》国家标准的规定。
- (4) 对计算机绘图有初步的认识。

三、本课程的学习方法

(1) 《画法几何》理论性、系统性比较强，在学习这部分内容时必须和初等几何（特别是立体几何）的知识密切联系起来，同时更要注意空间几何关系的分析和空间问题与平面图样间的对应关系。这样“从空间到平面，再由平面回到空间”的反复思维的过程才是最有效的学习方法。理论通过实践才能掌握。课后应及时复习，搞清每个基本概念和作图方法，然后完成一定数量的作业。画法几何的整个内容都不需要死记和背诵，它的理论主要通过解题实践才能深入理解和掌握，以达到灵活运用之目的。

(2) 《机械制图》的内容是以画法几何理论为依据的,同时与生产实际联系密切。因此在学习时既要善于应用画法几何理论指导绘图和读图,又要紧密联系实际。绘图和读图能力的培养主要通过完成一系列的作业才能达到。要多画多想,注意画、读结合,图、物结合,以不断培养空间想象能力和空间构形能力。

图样是用来指导生产的技术文件,在绘图和读图中切忌粗心大意,草率从事,必须做到严肃认真,一丝不苟。必须严格遵守《机械制图国家标准》的规定。

不断改进学习方法,准确地使用有关资料和图表,提高独立工作能力和自学能力。

本课程只能为学生的绘图和读图打下一定的基础,在后继课程、生产实习、课程设计和毕业设计中还要继续培养和提高。

第一章 制图的基本知识

第一节 国家标准《机械制图》的基本规定

图样是现代工业生产中重要技术文件之一。为了便于生产和技术交流，必须对图样的内容，如表达方法、尺寸标注以及图纸幅面、格式等作出统一的规定。

我国于1959年发布了国家标准《机械制图》，对图样作了统一的技术规定。为适应科学技术的发展和国际技术交流的需要，于1970年、1974年和1984年进行了三次修订。

国家标准简称国标，其代号为“GB”。本节仅摘录国家标准《机械制图》中的部分内容：如图幅、比例、字体、图线、尺寸注法等，其余有关内容将在以后各章节中分别叙述。

一、图纸幅面及格式 (GB 4457.1—84)

1. 绘制图样时，优先采用表1-1中规定的幅面尺寸，必要时可以沿长边加长。具体加长度量见GB 4457.1—84中的规定。

表1-1 图纸幅面尺寸 (mm)

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

2. 无论图样是否装订，均应用粗实线画出图框线，需要装订的图样，其图框格式如图1-1a、b所示，周边尺寸按表1-1中规定。一般采用A4幅面竖装或A3幅面横装。不需要装订的图样，其格式如图1-1c、d，周边尺寸 e 见表1-1。

3. 标题栏一般配置在图样的右下角紧靠图框线。标题栏中的文字方向为看图方向，标题栏的格式建议采用图1-2所示，外框是粗实线。文字除图名、校名用10号字，其余皆用5号字。

二、比例 (GB 4457.2—84)

1. 图样上的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。

2. 绘制图样时，一般采用表1-2中规定的比例。

表1-2 比例

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	1:1.5×10 ⁿ	1:2×10 ⁿ	
	1:2.5×10 ⁿ	1:5×10 ⁿ			
放大的比例	2:1	2.5:1	4:1	5:1	(10×n):1

注： n 为正整数。

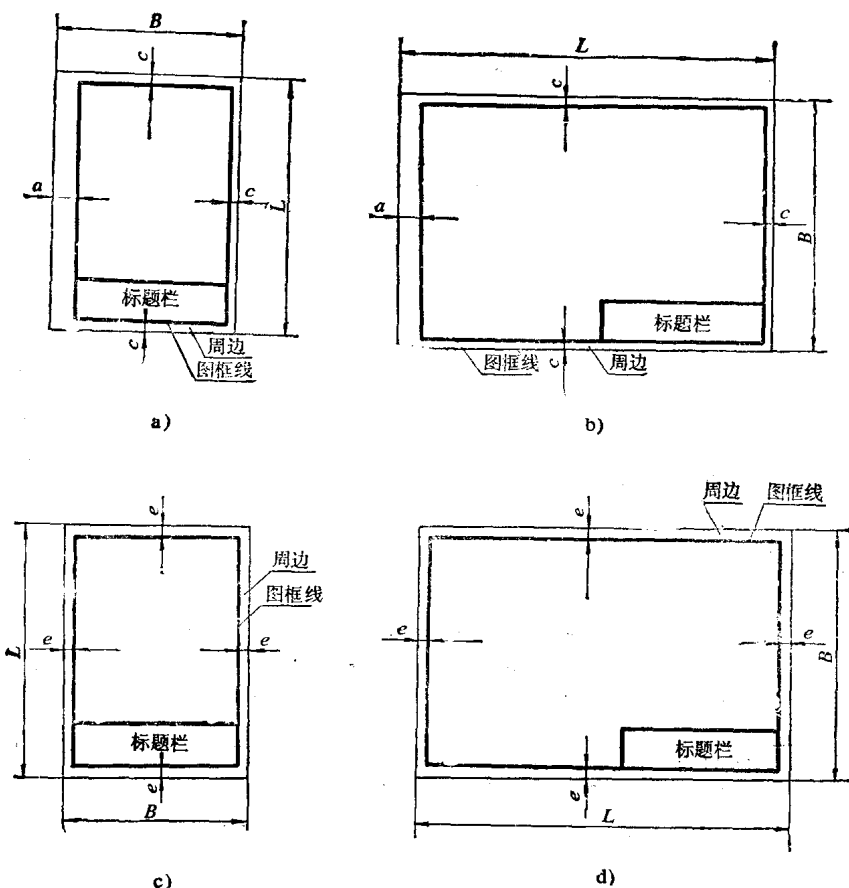


图1-1 图纸幅面及格式

4 × 8 = 32		(图名)		比例	15	15	15	8
				材料	图号		8	
制图				日期	(校名)			
审核				日期				
15		25		120				
		60						

图1-2 标题栏格式

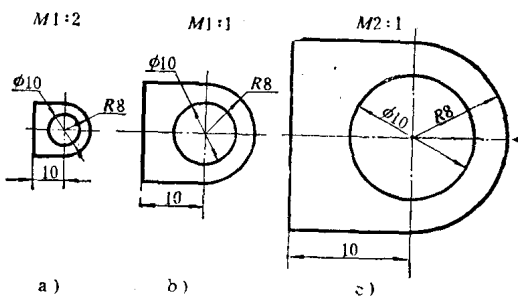


图1-3 机件用不同比例画出的图形

3. 绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例，并在标题栏中填写，例如 1:1。当某个视图需要采用不同的比例时，必须另行标注。

4. 为了能从图样上得到实物大小的真实感，应尽量采用 1:1 的比例。当机件不宜用 1:1 画时，可用放大或缩小的比例画出，不论缩小或放大，在标注尺寸时必须标注机件的实际尺寸。图 1-3 表示一机件用不同比例画出的图形。

二、字体 (GB 4457.3—84)

1. 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，并采用国家正式公布推行的简化汉字。

2. 字体的号数，即字体的高度（单位为 mm），分为 20、14、10、7、5、3.5、2.5 七

种。字体的宽度约等于字体高度的三分之二。

3. 斜体数字及字母的字头向右倾斜，与水平线约成 75° ，数字与字母的笔划粗细约为字高的十分之一。

4. 用作指数、分数、极限偏差、注脚等的数字及字母，一般采用小一号字体。斜体数字及拉丁字母的示例如图1-4所示。

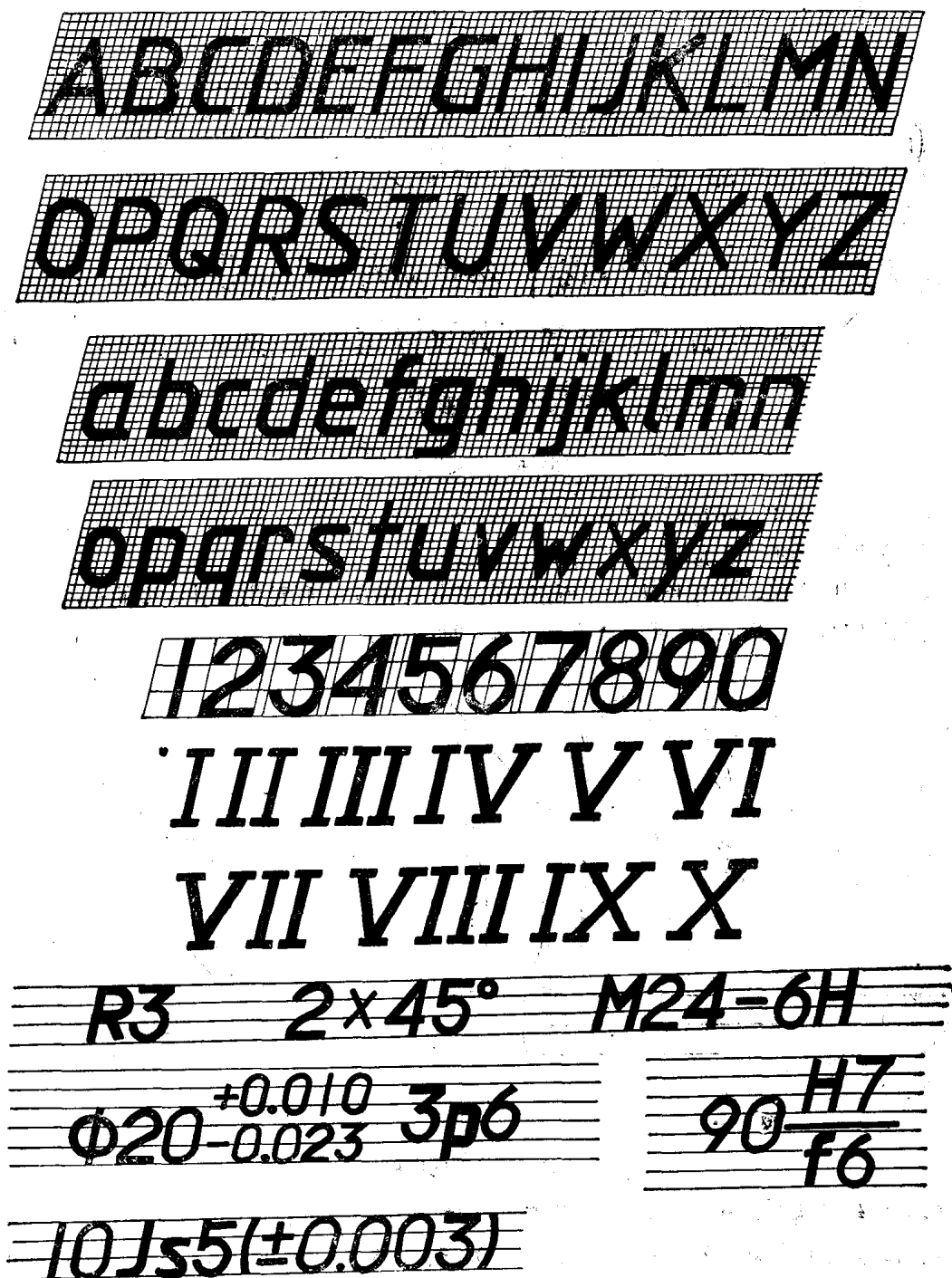


图1-4 数字字母写法

5. 书写长仿宋体时, 应注意保证字体的高、宽比例。用削尖的较硬铅笔, 书写时笔划不得重描。其要领是: 字形长方、笔划挺直、粗细一致、起落分明、结构匀称。长仿宋体的示例如图1-5所示。

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

装配时作斜度深沉最大小球厚直网纹均布水平镀抛光
研视图向旋转前后表面展开两端中心孔锥销键

技术要求对称不同轴垂线相交行径跳动弯曲形位移允许偏差内外左右
检验数值范围应符合于等级精热处理淬退回火渗碳硬有效总圈并紧其
余未注明按全部倒角

图1-5 仿宋体字型

四、图线 (GB 4457.4—84)

(一) 图线的型式及应用

1. 绘制图样时, 应采用表 1-3 所规定的图线。图 1-6 所示为各种线型的一部分应用情况。图中的字母 A、B... 表示线型种类, 字母后面数字 1、2... 是指线型的第几种用法。

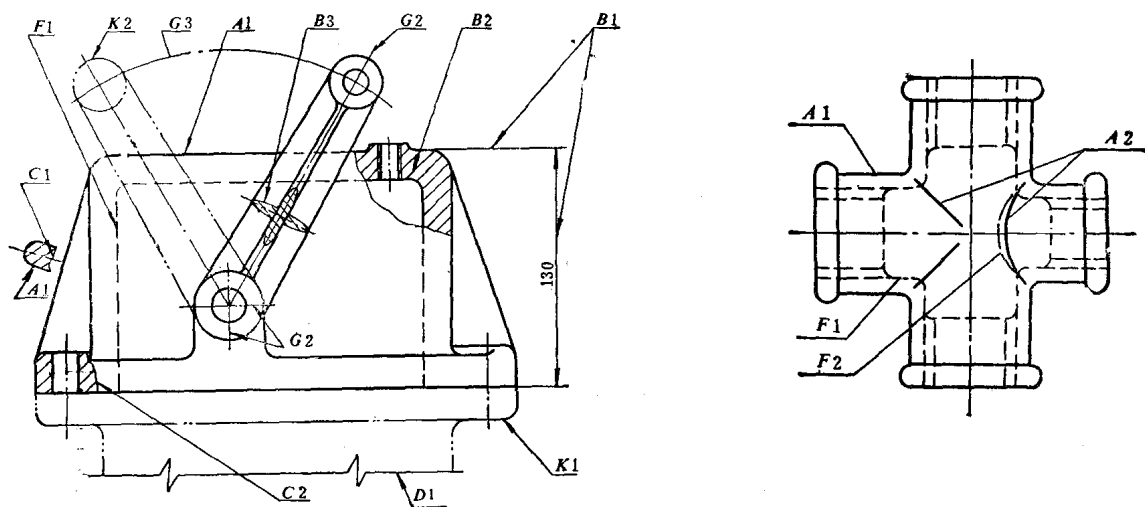


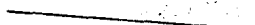
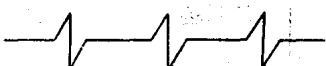
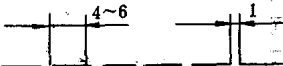
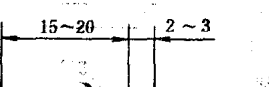
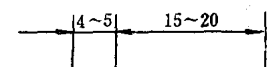
图1-6 线型的应用

2. 图线分为粗、细两种, 粗线的宽度 b 应按图样的大小和复杂程度在 0.5~2mm 之间选择。图线宽度的推荐系列为: 0.18、0.25、0.35、0.5、0.7、1、1.4、2mm。0.18mm 尽量避免采用。制图中一般选用 b 为 0.7mm 左右。

(二) 图线的画法

1. 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应各自大致相等。具体长短间隔建议按表1-3的规定画。

表1-3 图线的型式及应用

图线名称	图线型式	图线宽度	一般应用
粗实线		b	A1 可见轮廓线 A2 可见过渡线
细实线		约 $b/3$	B1 尺寸线及尺寸界线 B2 剖面线 B3 重合剖面的轮廓线 B4 螺纹牙底线 B5 引出线
波浪线		约 $b/3$ (徒手绘制)	C1 断裂处的边界线 C2 视图和剖视的分界线
双折线		约 $b/3$	D 断裂处的边界线
虚线		约 $b/3$	F1 不可见轮廓线 F2 不可见过渡线
细点划线		约 $b/3$	G1 轴线 G2 对称中心线 G3 轨迹线
粗点划线		b	J1 有特殊要求的线或表面的表示线
双点划线		约 $b/3$	K1 相邻辅助零件的轮廓线 K2 极限位置的轮廓线

2. 绘制圆的对称中心线时，圆心应为线段的交点。点划线和双点划线的首末两端应是线段而不是短划，并应超出圆周2~5mm。如图1-7所示。

3. 在较小的图形上绘制点划线或双点划线有困难时，可用细实线代替。

4. 虚线与虚线或粗实线相交时，应在线段处相交，不应在空隙处相交。当虚线处于粗实线的延长线上时，其连接处应留有空隙。如图1-8所示。

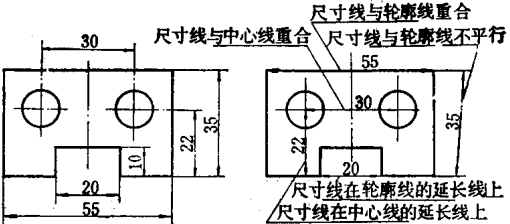
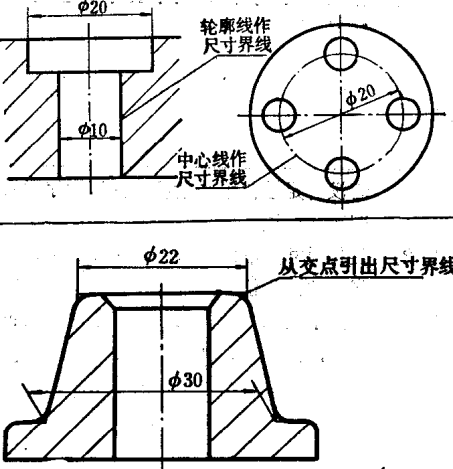
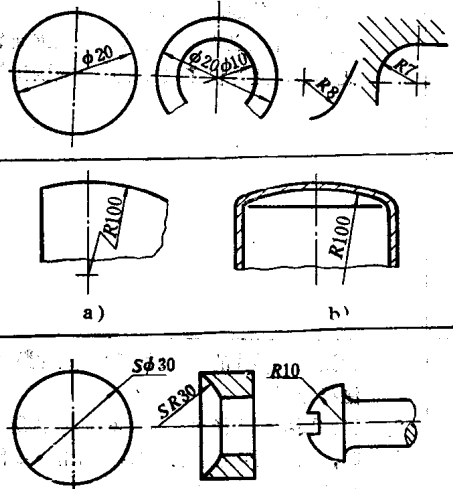
五、尺寸注法 (GB 4458.4—84)

(一) 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

(续)

项目	说 明	图 例
尺寸线	3. 尺寸线不能用其它图线代替, 也不得与其它图线重合或画在其延长线上。尺寸线两端的箭头应指到尺寸界线 4. 标注线性尺寸时, 尺寸线必须与所标注的线段平行。如有几条互相平行的尺寸线时, 应将大尺寸放在小尺寸的外面, 两尺寸之间的距离一般为6~8mm	 尺寸线正确标注示例: a) 正确 b) 错误 尺寸线应与轮廓线重合 尺寸线应与中心线重合 尺寸线应与轮廓线不平行 尺寸线在轮廓线的延长线上 尺寸线在中心线的延长线上
尺寸界线	1. 尺寸界线用细实线绘制, 由图形的轮廓线、轴线或对称中心线引出。也可利用轮廓线、轴线或对称中心线作尺寸界线 2. 尺寸界线一般应与尺寸线垂直, 并超出尺寸线约2~3mm, 必要时才允许倾斜 3. 在光滑过渡处标注尺寸时, 必须用细实线将轮廓线延长, 从它们的交点处引出尺寸界线	 轮廓线作尺寸界线 中心线作尺寸界线 从交点引出尺寸界线
直径与半径	1. 标注直径尺寸时, 应在尺寸数字前加注符号“ϕ”, 标注半径尺寸时, 加注符号“R”, 其尺寸线应通过圆心 2. 当圆弧的半径过大或在图纸范围内无法标出圆心位置时, 可按图 a 形式标注。若不需要标出其圆心位置时, 可按图 b 标注 3. 标注球面的直径或半径时, 应在“ϕ”或“R”前面再加符号“S”, 对于螺钉、铆钉的头部, 轴及手柄的端部, 允许省略符号“S”	 标注直径尺寸示例: a) b) Sϕ 30 R10

(续)

项目	说 明	图 例
角 度	- 角度的尺寸界线必须沿径向引出, 尺寸线应画成圆弧, 圆心是该角的顶点 - 角度的数字一律写成水平方向, 一般注写在尺寸线中段处, 必要时允许写在外面或引出标注	
弧 长 与 弦 长	- 弧长弦长的尺寸界线应平行于该弦的垂直平分线如图 a。当弧长较大时, 尺寸界线可沿径向引出如图 b - 标注弧长时, 应在尺寸数字的上方加符号“$\widehat{\quad}$”	
小 尺 寸 注 法	- 若没有足够位置画箭头或注写数字时可按右图形式标注 - 连接尺寸无法画箭头时, 可用圆点代替中间省去的两个箭头 - 标注小圆弧半径的尺寸线, 不论其是否画到圆心, 但方向必须通过圆心	
对 称 图 形	当对称机件的图形只画一半或略大于一半时, 尺寸线应略超过对称中心线或断裂处的边界线, 此时仅在尺寸线的一端画出箭头	
其 他	- 标注板状零件的厚度时, 可在尺寸数字前加注符号“δ” - 当需要指明半径尺寸是由其他尺寸所确定时, 应用尺寸线和符号“R”标出, 但不要注写尺寸数字	