

上册

(修订本)

画法几何及机械制图

西北工业大学制图教研室 编
陕西科学技术出版社

画法几何及机械制图

(1986 年修订本)

上册

西北工业大学制图教研室 编

陕西科学技术出版社

画法几何及机械制图

(1986年修订本)

上册

西北工业大学制图教研室 编

陕西科学技术出版社出版

(西安北大街131号)

陕西省新华书店发行 青山彩印厂印刷

787×1092毫米 16开本 18印张 400字数

1980年8月第一版 1987年3月第三版第5次印刷

印数: 64,001—71,500

统一书号: 15202·22 定价: 3.10元

原版前言

本教材的修订本，曾作为我国高等工科院校机械类通用教材之一，于1964年由人民教育出版社出版。这次，我们参照1977年《机械制图》教材会议上提出的大纲，对本书又进行了全面修订。修订过程中，仍坚持“少而精”的原则，并保持原书阐述基本理论较为完整、透彻的特点，同时根据本学科的发展和生产实践的需要，又充实了部分内容。此外，还考虑到以下几个方面：

一、画法几何和机械制图在目前条件下仍为本课程的主要内容。因而，在修订时既保持各自的系统性，又注意到它们的内在联系和相互结合。

二、力求把基本内容同生产实践与教学实践结合起来。书中所用的大量图例，多选自一般机械制造厂的现有产品，其结构和复杂程度均以满足教学要求和方便教学为主，尽量做到典型、全面，好教、好学。

三、书中适当增写了部分新内容，如图解计算、计算机绘图等。另外为了教学方便，将国家标准中的部分表格列于附录，以便查阅。

四、在文字上力求精炼、通顺，便于学生自学。图例尽量做到清晰、准确，并适当配以轴测图，帮助学生建立空间概念。

本书的基本内容是按150学时(课内)进行修订的。此外，编入了少量选学内容。

参加本书修订的同志有：李承先、石美岭、屈培基、杨平安、黎竞天、查瑞芳、胡庆贤、叶文礼。贾本立同志参加了全书的修改工作。张步成、尹士悦、李怀原、王瑜等同志参加了本书的描图工作。

由于编者水平有限，书中难免出现漏、误之处，希望读者批评指正。

编 者

1980年3月

第二版前言

本书是根据1980年教育部审定的高等工业学校机械类《画法几何及工程制图》教学大纲，在1980年版本的基础上进行修订的。

在修订过程中，充分研究了1980年全国“画法几何及机械制图教学经验交流会”的有关资料，广泛吸收了国内、外多种教材的优点，同时征求了部分兄弟院校和使用单位的意见。根据“打好基础，精选内容，逐步更新，利于教学”的原则，努力做到修订本符合大纲要求，突出表达方法，适当结合生产，文字简洁流畅。

这次修订重点变更了以下几个方面：

1. 为了便于教师根据教学安排进行选材，将“机械制图的基本知识”和“投影的基本知识”分编为第一、二两章。为使学生正确使用绘图工具和仪器，提高绘图技能，在第一章机械制图的基本知识中增加了有关的内容。此外，立体部分也作为一章(第九章)单独编写。

2. 采用已正式颁布的最新国家标准，对全书有关内容和图例均按新标准要求予以更新。

3. 加强了各章节中阐述问题的逻辑性和全书的系统性，充实和调整了一些章节的内容，如：第七章投影变换、第八章曲线曲面、第十三章组合体、第十四章轴测投影、第十八章零件图中的技术要求、第十九章连接件的表示法、第廿一章装配图等。在投影基础部分还特别注意了与立体几何紧密联系，便于学生理解。

4. 为使教材简明扼要、说理清晰、适于自学，本次修订时对全书文字、图例均进行了全面的修改和加工。

此外，这次还编写了与本书各章节配合使用的《画法几何及机械制图习题集》(上、下册)。

参加本次修订工作的有：李承先、郝命麒、刘荣光、石美岭、贾本立、屈培基、查瑞芳、张光慎、周维廉等同志。全书由李承先、郝命麒同志审校定稿。

参加本书描图工作的有：李俊凤、王瑜、张步成等同志。

编 者

1982年12月

第三版序

本教材经国家教育委员会理工农医教材办公室批准，正式列入全国高校教材征订目录，由陕西科学技术出版社出版，向全国公开统配发行。可供有关高校、职大、电大、函大选用。

这次修订，主要是在上次修订的基础上，根据全国教育体制改革的精神，本着教材在传授知识的同时注重学生智能的培养，以及加强基础、拓宽知识面、增加适应性等总的设想下进行的。

修订中，我们进一步精选了教材内容，既注意了传统内容的继承性，又考虑了新的技术理论知识的发展；在处理基础与实际应用的关系上，我们除保持、提高教材内容的系统性、逻辑性外，更加注重了典型性；为了便于自学，对于重点、难点以及有关衔接部分，从选材、阐述、题例上都作了较为周密地安排；全书完全采用了近年来国家新颁布的标准，如《机械制图》、《表面粗糙度》、《公差配合》等。

这次修订，主要的变动有：

1. 在每章开始和最后，都分别增加了“本章提要”和“本章小结”。以便增强学生的学习目的性和条理性，激励学生主动地猎取知识。并提示、汇总了必要的学习方法、注意点和章节间的有机连系，以融会贯通全书内容。

2. 按照新的国家标准，全部更新了内容和图例。

3. 对于个别术语、定义，重新作了确切的阐述和说明。

4. 对部分章节的内容，适当作了调整。有的重新进行了编写和增补。

5. 统一了全书的编写方式和格式。

6. 为了利于教学，各章节内容考虑了在具体讲授上的安排。

与本教材配套使用的《画次几何及机械制图习题集》，在这次修订中也作了较大的增删，使之与教材更加紧密配合。

参加本版修订的人员有(按姓氏笔划为序)：王民族、史祖龄、吴眉、张光慎、屈培基、周维廉、胡庆贤、查瑞芳、桑秀芝，全书经王民族同志统稿。张步成、李俊凤参加了描图工作。

由于我们水平所限，书中难免存在某些缺点和错误，恳切希望读者批评指正。

编 者

1986年3月

目 录

绪论	(1)
第一章 机械制图的基本知识	
本章提要	(2)
§ 1-1 国家标准《机械制图》的部分规定	(2)
§ 1-2 绘图工具及仪器的使用	(17)
§ 1-3 几何作图	(22)
§ 1-4 平面图形的绘制	(26)
本章小结	(30)
第二章 投影的基本知识	
本章提要	(33)
§ 2-1 投影方法概述	(33)
§ 2-2 平行投影的基本性质	(34)
§ 2-3 正投影图和轴测投影图	(36)
本章小结	(37)
第三章 点的投影	
本章提要	(38)
§ 3-1 概述	(38)
§ 3-2 点在两投影面体系中的投影	(39)
§ 3-3 点在三投影面体系中的投影	(41)
本章小结	(47)
第四章 直线的投影	
本章提要	(50)
§ 4-1 概 述	(50)
§ 4-2 直线对投影面的相对位置及其投影特性	(50)
§ 4-3 点与直线的相对位置	(55)
§ 4-4 直线的迹点	(56)
§ 4-5 两直线的相对位置及其投影特性	(58)
§ 4-6 一边平行于投影面的直角投影——直角投影原理	(62)
本章小结	(63)
第五章 平面的投影	
本章提要	(67)
§ 5-1 概 述	(67)
§ 5-2 平面对投影面的相对位置及其投影特性	(70)
§ 5-3 平面上的直线和点	(75)

§ 5-4	平面上的特殊位置直线	(79)
§ 5-5	平面上圆的投影	(82)
本章小结		(83)
第六章 直线与平面以及两平面的相对位置		
本章提要		(86)
§ 6-1	概述	(86)
§ 6-2	平行关系	(86)
§ 6-3	相交关系	(89)
§ 6-4	垂直关系	(95)
§ 6-5	点、线、面综合题的解法	(99)
本章小结		(103)
第七章 投影变换		
本章提要		(105)
§ 7-1	概述	(105)
§ 7-2	换面法	(106)
§ 7-3	旋转法	(116)
本章小结		(125)
第八章 曲线、曲面		
本章提要		(126)
§ 8-1	概述	(126)
§ 8-2	曲线	(126)
§ 8-3	曲面	(134)
本章小结		(143)
第九章 立体的表示法		
本章提要		(144)
§ 9-1	概述	(144)
§ 9-2	平面立体	(144)
§ 9-3	回转体	(147)
本章小结		(155)
第十章 平面、直线与立体相交		
本章提要		(158)
§ 10-1	概述	(158)
§ 10-2	平面与平面立体相交	(159)
§ 10-3	平面与回转体相交	(162)
§ 10-4	平面与组合回转体相交	(168)
§ 10-5	直线与立体相交	(170)
本章小结		(173)
第十一章 立体与立体相交		
本章提要		(177)

§ 11-1 概述	(177)
§ 11-2 平面立体与曲面立体相交	(178)
§ 11-3 两曲面立体相交	(181)
§ 11-4 多个立体相交	(193)
本章小结	(196)
第十二章 立体表面展开	
本章提要	(200)
§ 12-1 概述	(200)
§ 12-2 平面立体表面展开	(201)
§ 12-3 可展曲面的展开	(204)
§ 12-4 不可展曲面的近似展开	(208)
§ 12-5 变形接头的展开	(213)
本章小结	(214)
第十三章 组合体	
本章提要	(216)
§ 13-1 概述	(216)
§ 13-2 组合体视图的画法	(218)
§ 13-3 读组合体视图的方法	(222)
§ 13-4 组合体视图中的尺寸注法	(230)
§ 13-5 第三角投影简介	(232)
本章小结	(235)
第十四章 轴测投影	
本章提要	(237)
§ 14-1 概 述	(237)
§ 14-2 正轴测投影	(238)
§ 14-3 斜轴测投影	(247)
§ 14-4 轴测图上的交线及剖切画法	(250)
§ 14-5 轴测图的直观性分析	(253)
本章小结	(256)
第十五章 视图、剖视与剖面	
本章提要	(259)
§ 15-1 视图	(259)
§ 15-2 剖视	(262)
§ 15-3 剖面	(271)
§ 15-4 综合应用举例	(273)
本章小结	(275)

绪 论

在现代化的工业生产中,各种机器、仪表或设备都是按照工程图样来进行生产的。图样以图形为主,包括尺寸、符号以及必要的文字说明,是设计与生产过程中的重要技术资料。在生产活动中,人们离不开图样,就如同在生活中离不开语言一样,它是交流设计思想、表达设计要求的一种重要工具。因而工程图样被公认为工程界的“语言”,是非常确切的。

本课程以学习工程界这一“语言”为主要目的,是一门研究用投影法绘制工程图样和解决空间几何问题的理论和方法的技术基础课。它的任务是研究平行投影(主要是正投影)的基本理论;培养绘制和阅读机械图样的能力;培养空间几何问题的图解能力;培养空间想象能力和空间分析能力;培养认真细致的工作作风。应该特别指出培养绘图与读图能力是高等工科院校进行基本工程技术训练的重要组成部分。工程技术人员必须具备这种能力,才能适应工作需要。

用正投影法表达空间几何元素,是绘制机械图样的基本方法,而正投影法又是画法几何研究的主要内容之一。显然,在学习本课程时,注意画法几何与机械制图的联系和结合,无疑是十分必要的。在学习方法上同样必须注意画法几何与机械制图两者的特点和有机联系,本课程的学习方法,择其要点概述如下:

一、本课程以图示、图解贯彻始终。在听课、复习、作题等环节中,应紧紧抓住“图形”这一特点,在看清、想通直至完全理解各种“图形”的含义上下功夫,这是学好本课程的最基本之点。

二、用平面图形表达空间几何关系是图示、图解法的特征。因此,在学习中既要重视几何关系的空间分析,又要重视正投影法中的一系列基本作图方法。

三、学习本课程要着重各种作图、画图方法的实践。作图与画图是一种基本技能,实践是掌握、提高技能的唯一途径。因此,学习中应充分把握实践机会。不可因其“小”而忽视;不可因其“难”而退却;也不可因其“繁”而厌倦。

四、在学习本课程中,应树立“严格遵守标准”的观念。工程图样既然是一种语言,就有不容违反的“语言规范”即《机械制图》国家标准和各有关规定,如对图形表达中的各种字体、线型、符号、标记等的规定,要自始至终给予重视并在学习实践中认真贯彻。

工程图样是生产不断发展的产物,随着生产的发展,图样也必将不断更新和完善,以适应新的形势。五十年代后期出现了大型精密数控绘图机,从而在工程制图方面开辟了一个新的领域。本课程对于计算机绘图的介绍,目的是使学生对其有一初步认识,了解工程制图的发展趋势。数控绘图机的出现,是设计、绘图的一个飞跃,它标志着计算机对人的辅助作用,其范围日趋广泛。然而,工程技术人员在绘图机面前,并没有、也永远不会“相形见绌”。他们在绘图、读图以及图解方面所具有的丰富经验,是驾驭绘图机的重要条件。

第一章 机械制图的基本知识

本章提要

机械图样是工程技术界的语言，是表达设计思想、进行技术交流的重要工具，也是企业组织管理、制造产品必不可少的技术文件。学习机械制图，必须首先熟悉了解国家标准《机械制图》中的有关基本规定和绘图工具、仪器的使用，以及图形绘制的方法和技能。

本章主要介绍国家标准《机械制图》中的图纸幅面及格式、比例、字体、图线、剖面符号五个基本标准和尺寸注法标准中的部分内容。通过学习，对于标准中的各项规定要掌握，养成严格遵守的习惯；对于绘图工具、仪器要注意正确使用；对于平面图形的绘制，要学会分析线段的连接、作图的方法步骤。逐步养成严肃、认真、一丝不苟的工作作风，不断提高绘图的质量和速度。

§1-1 国家标准《机械制图》的部分规定

在各工业部门，为了科学地进行生产和管理，便于进行技术交流，都要熟悉图样的有关规定。关于图样的格式、内容，表达方法和尺寸注法等，各国均有相应的标准。我国的国家标准《机械制图》就是我国关于机械制图方面的统一规定，是一项主要的技术基础标准。工程技术人员必须把贯彻国家标准作为自己进行技术工作的基本准则。

一、图纸幅面及格式(GB 4457·1-84)

1. 图纸幅面尺寸

绘制图样时，优先采用表 1-1 所规定的幅面尺寸。

表1-1

单位：(毫米)

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			

必要时可以沿长边加长。对于 A0、A2、A4 幅面的加长量应按 A0 幅面长边的八分之一的倍数增加；对于 A1、A3 幅面的加长量应按 A0 幅面短边的四分之一的倍数增加；A0 及 A1 幅面也允许同时加长两边。

2. 图框格式

绘图时，图纸可以横放，也可以竖放。而且，无论图样是否装订，都必须用粗实线画出图框(图 1-1)，其尺寸可以从表 1-1 查得。图样装订时，一般采用 A4 幅面竖装或 A3 幅面横装的形式。

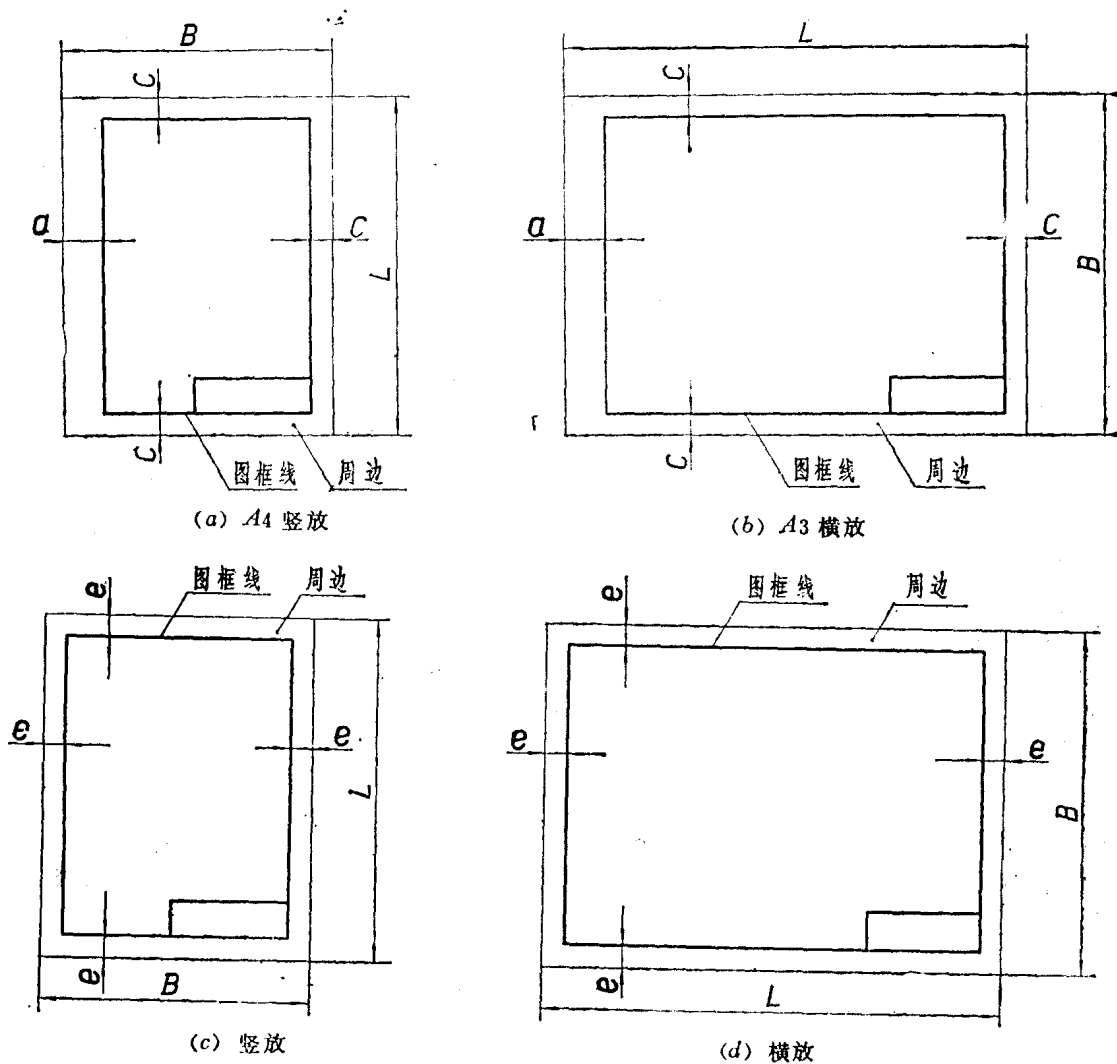


图 1-1 图框格式

3. 对中符号

为了复制或缩微摄影的方便,可采用对中符号。对中符号是从周边画入图框内约5毫米的一段粗实线,如图1-2所示。

4. 标题栏的方位

图框的右下角必须画出标题栏，标题栏中的文字方向为看图方向。在制图作业中，对于零件图，建议采用图 1-3 所示的格式；对于装配图，建议采用图 1-4 所示的格式。

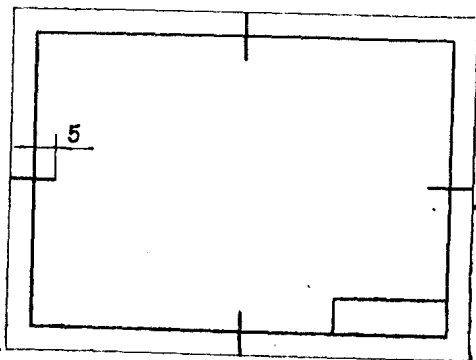


图 1-2 图纸幅面的对中符号

140							
制 图		(日期)	(名 称)	(图 号)			
校 核				比 例		数 量	
审 图			材 料	(校 名 及 班 号)			
10	25	10		10	15	10	15

3×7=21

图 1-3 标题栏

10	25	45	10	25	25	
序 号	代 号	名 称	数 量	材 料	附 注	
制 图		(日期)	(名 称)	(图 号)		
校 核				比 例		数 量
审 图			材 料	(校 名 及 班 号)		
10	25	10		10	15	10 15
140						

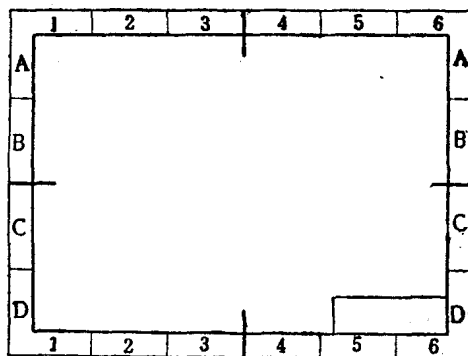
7
7

3×7=21

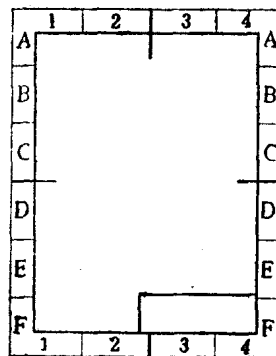
图 1-4 标题栏及明细表

5. 图幅分区

图幅分区编号后, 便于查找视图内详细结构、标注内容及修改处等, 图幅分区如图 1-5 所示。



(a) 横放



(b) 竖放

图 1-5 图幅分区

图幅分区的数目, 按图样的复杂程度来确定, 但应是偶数。分区线为细实线, 每一分区长度应在 25~150 毫米之间选取。

在分区内,按标题栏的长边方向从左到右用直体阿拉伯数字依次编号,按标题栏的短边方向从上到下用大写直体拉丁字母依次编号。编号顺序应从图纸的左上角开始,并在对应的边上重编一次。分区代号用数字和字母表示,阿拉伯数字在左,拉丁字母在右,如3B、5C。

二、比例(GB 4457·2-84)

(1) 绘制图样时所采用的比例,为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,应尽可能按机件的实际大小画出,以方便看图。如果机件太大或太小,一般采用表1-2中所规定的缩小或放大的比例画图。

(3) 绘制同一机件的各个视图应采用相同的比例,并在标题栏的比例一栏中填写,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) 当图形中孔的直径或薄片的厚度等于或小于2毫米,以及斜度和锥度较小时,可以不按比例而夸大画出。

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
	1:1.5×10 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

三、字体(GB 4457·3-84)

(1) 图样中书写的汉字、数字、字母的字体必须做到: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字。

(2) 字体的号数,即字体的高度(单位为毫米),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。数字及字母的笔划宽度为字体高度的十分之一。

(3) 斜体字字头向右倾斜,与水平线约成75°角。

(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。

(5) 字体示例

1) 汉字——长仿宋体

10号

字体端正 笔划清楚 排列整齐 间隔均匀

7号

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

5号

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

2) 拉丁字母
大写斜体

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

小写斜体

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

3) 阿拉伯数字、罗马数字
阿拉伯数字斜体

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

罗马字斜体

I II III IV V VI
VII VIII IX X

4) 字体的应用示例

$R3$ $2 \times 45^\circ$ $M24-6H$

$\Phi 20^{+0.010}_{-0.023}$ $\Phi 15^0_{-0.011}$

78 ± 0.1 $10J55(\pm 0.003)$

$\Phi 65H7$ $10f6$ $3P6$ $3p6$

$90 \frac{H7}{f6}$ $\Phi 9H7/c6$

$\frac{6.3}{1.6} \nabla$ $\frac{6.3}{\perp} \nabla$ $\frac{3.2}{\text{铣}} \nabla$

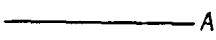
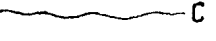
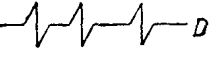
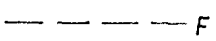
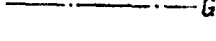
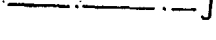
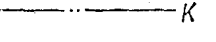
$\frac{II}{5:1}$ $\frac{A \text{ 向旋转}}{2:1}$

四、图线(GB 4457·4-84)

1. 图线型式及应用

绘制图样时,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1-3。各种图线在图形上的应用,如图1-6所示。

表 1-3

序 号	名 称	图线型式及代号	图线宽度	一 般 应 用
1	粗实线	 A	b	A1 可见轮廓线(图 1-6, a) A2 可见过渡线(图 1-6, b)
2	细实线	 B	约 b/3	B1 尺寸界线及尺寸线(图 1-6, a) B2 剖面线(图 1-6, a) B3 重合剖面轮廓线(图 1-6, a)
3	波浪线	 C	约 b/3	C1 断裂处的边界线(图 1-6, a) C2 视图与剖视的分界线(图 1-6, a)
4	双折线	 D	约 b/3	D1 断裂处的边界线(图 1-6, a)
5	虚 线	 F	约 b/3	F1 不可见轮廓线(图 1-6, a) F2 不可见过渡线(图 1-6, b)
6	细点划线	 G	约 b/3	G1 轴线(图 1-3, b) G2 对称中心线(图 1-6, a) G3 轨迹线(图 1-6, a)
7	粗点划线	 J	b	J1 有特殊要求的线或表面的表示线 (图 1-6, c)
8	双点划线	 K	约 b/3	K1 相邻辅助零件的轮廓线(图 1-6, a) K2 极限位置的轮廓线(图 1-6, a)