

现代工程画手册

卞 樽 缪临平 主 编
郑德民 周修宗 副主编

同济大学出版社

内 容 提 要

本手册内容为基础画法、机械制图和计算机绘图三大篇。基础画法篇主要内容有:平面图形,点、线、面、体的投影,曲线与曲面,表面交线,表面展开,轴测投影,透视投影和标高投影。该篇较全面地讲述了各种图形的基础画法,为计算机绘图的开发人员提供了广泛的理论基础。机械制图篇主要内容有:常用资料数据,制图国标的基本规定,图样画法,尺寸注法,尺寸公差与配合,形位公差、粗糙度,螺纹和螺纹连接件,标准件,机构简图,焊缝标准、零件图,装配图等。这些内容给设计者绘图时提供了方便,还可为软件开发者制作数据库准备了大量的数据。计算机绘图篇详细介绍了 AutoCAD 绘图软件的命令,系统变量和对话框菜单,工作站上使用的更高级的 Pro/Engineer 和 ME30CAD 软件,Master CAM 的 CAM 软件,使用者利用本手册能方便地查找到某项命令的功能和某种功能的命令。本篇还介绍了计算机绘图算法基础和高级语言中绘图语句,能给自编图形软件的读者提供进一步的基础资料。

本手册是工矿企业、乡镇企业等各专业设计人员、绘图人员、技术员、软件开发人员必备的工具书,也可供大、中专院校有关专业师生在课程设计和毕业设计时使用和参考。

责任编辑 张平官

封面设计 李志云

现 代 工 程 画 手 册

卞 樽 缪临平 主 编

郑德民 周修宗 副主编

同济大学出版社出版

(上海四平路 1239 号)

新华书店上海发行所发行

望亭发电厂印刷厂印刷

开本:787×1092 1/16 印张:76.75 字数:2300 千字

1997 年 1 月第 1 版 1997 年 1 月第 1 次印刷

印数:1—6000 定价:90.00 元

ISBN 7-5608-1524-3/TU·166

前 言

随着我国社会主义四个现代化建设的需要,工程画在国民经济的许多部门被广泛采用。它是工程设计、机械制造、施工安装、零件测绘以及工程维修等各项工作中极为重要的技术文件,也是工程技术人员交流技术思想的重要手段和工具。特别是计算机绘图在工作实践中越来越显示出它的优越性。并且已成为广大工程技术人员争相学习的课程,我们也正是在这种形势的促使下编写了这本《现代工程画手册》,以推动我国计算机绘图技术的发展。

由于商品化的 CAD 绘图软件总是通用性的,往往需要专业部门的二次开发才能使用,而二次开发就必然会碰到各种各样的图画法问题、作图数据问题和有关的国家标准。因此,本手册主要内容有:基础画法、机械制图和计算机绘图三大篇。

基础画法篇中较全面地讲述了各种图形的基础画法,编者不仅收集了各种几何作图方法而且还特别注意到这些画法的解析形式,其意图在于不仅为手工绘图的设计者,还为计算机绘图的开发人员提供了更为广泛的理论基础。

机械制图篇基本上都是介绍工程制图中的国家标准和规定,同时还较详细地列入了图样中常用规范和制图方法。既有文字性叙述,更有丰富的表格数据,这些内容能给设计绘图者提供方便;又能为软件开发制作数据库准备大量的数据。

计算机绘图篇中软件的叙述都是作者经过使用和研究后作出的。在编写的形式上,作者也是根据实际使用的经验,集中检索、分类说明。例如,某一绘图软件共有 200 余命令,按英文字母为顺序编排,逐条解释,这样适用于已知命令而后查阅该命令的功能时使用;但实际上常常有某种功能需求,要查找有没有这方面的命令,这时最好的能有按功能分类编排的方式,以便检索。鉴于此,编者试行了两种方式兼有的编排。

本手册使用的国家标准都是最近颁布的最新标准,软件资料基本上是最新的版本。全书图文并茂、层次清楚、查阅快捷。编者力求用最简洁的语言讲楚较复杂的作图过程,以便于 CAD 学习者(工作者)的建模需要。

参加本手册编写的人员有上海交通大学:周修宗(第 1,2,4,7,8 章)、陆鑫隆(第 5 章),同济大学:缪临平(第 9,10,11,12,17,18,19 章)、郑德民(第 13,14,15,16 章),上海交通大学:卞搏(第 6,23,24 章)、丁怡(第 20,21 章)、王东泉(第 22 章)、金烨(第 25 章)、孙祖和(第 26 章)、应思红(第 27 章)。

本手册由卞搏、缪临平任主编,郑德民、周修宗任副主编。承蒙许淑慧、范秀明在编写过程中的帮助,在此致谢。

限于编者的水平,书中可能存在一些缺点,甚至错误,热诚地欢迎广大读者提出批评和建议。

编者

1995 年 10 月

目 录

基础画法篇

1 平面图形画法	(3)
1.1 直线画法	(3)
1.2 直线与圆弧切接	(13)
1.3 圆弧图形	(17)
1.4 非圆曲线	(21)
2 点、直线、平面、基本几何体画法	(45)
2.1 多面正投影法	(45)
2.2 点、直线、平面的相对位置及方程	(59)
2.3 量度问题	(66)
2.4 倾斜表面上圆的画法	(76)
2.5 基本几何体的投影	(79)
3 空间曲线与曲面画法	(83)
3.1 空间曲线概述	(83)
3.2 螺旋线	(89)
3.3 曲面概述	(99)
3.4 单曲面(可展曲面)	(105)
3.5 扭曲面	(111)
3.6 曲线面	(115)
3.7 螺旋面	(121)
3.8 曲面中的作图问题	(125)
3.9 曲面的仿射变换与透视变换	(132)
4 表面交线画法	(135)
4.1 常见的曲面交线及其投影性质	(135)
4.2 求交线的基本方法	(145)
4.3 求交线的其他方法	(153)
4.4 交线的简化画法	(158)
4.5 过渡线与渐灭线画法	(166)
5 表面展开图	(170)
5.1 基本钣金构件的表面展开	(170)
5.2 管道表面展开	(183)
5.3 变换接头表面展开	(202)
5.4 螺旋面展开	(212)
5.5 钣金件展开的工艺处理	(213)
6 轴测投影图	(216)
6.1 轴测投影的基本画法	(216)

6.2 轴测图规定画法	(235)
6.3 轴测图作图示例	(242)
7 透视投影图	(249)
7.1 透视图的术语与分类	(249)
7.2 透视图的基本作图方法	(251)
7.3 平面立体的透视	(256)
7.4 曲面立体的透视	(261)
7.5 透视图的选择	(269)
8 标高投影图	(273)
8.1 点与直线的标高投影	(273)
8.2 平面与平面立体的标高投影	(275)
8.3 曲线与曲面的标高投影	(278)

机械制图篇

9 常用资料和常用数据	(285)
9.1 常用字母及符号	(285)
9.2 法定计量单位	(289)
9.3 常用几何图形及力学基本公式	(307)
9.4 运动学、动力学基本公式	(323)
9.5 一般标准及规范	(325)
10 机械制图基本规定	(343)
10.1 图纸幅面和格式	(343)
10.2 比例	(347)
10.3 字体	(348)
10.4 图线	(360)
10.5 剖面符号	(364)
11 图样画法	(367)
11.1 视图	(367)
11.2 剖视	(369)
11.3 剖面	(378)
11.4 局部放大图和简化画法	(381)
11.5 表达方法在四类典型零件中的综合应用	(389)
11.6 常见的不合理或错误画法	(394)
12 尺寸注法	(403)
12.1 尺寸标注的基本规定	(403)
12.2 常见零件结构要素的尺寸注法	(416)
12.3 标注零件尺寸时需注意的问题	(425)
13 公差与配合	(434)
13.1 基本概念	(434)
13.2 公差与配合在图样中的标注	(439)

13.3 基准制、公差及配合的选择	(440)
14 形状和位置公差	(461)
14.1 形状和位置公差代号及其注法(GB1182—80)	(461)
14.2 形状和位置公差的定义和示例说明(GB1183—80)	(479)
14.3 形位公差等级的选用(GB1184—80)	(490)
15 表面粗糙度	(502)
15.1 表面粗糙度的主要术语(GB3505—83)	(502)
15.2 表面粗糙度代(符)号及其注法(GB131—83)	(503)
15.3 表面粗糙度参数及其数值(GB1031—83)	(509)
16 螺纹及螺纹紧固件	(517)
16.1 螺纹的种类、特点和应用	(517)
16.2 螺纹的规定画法(GB4459.1—84)	(518)
16.3 螺纹的规定标注	(521)
16.4 螺纹紧固件及其连接的画法	(525)
16.5 螺纹连接的标准元件和挡圈	(531)
16.6 附表	(549)
17 齿轮、轴承、弹簧、键及销的画法	(574)
17.1 齿轮画法(GB4459.2—84)	(574)
17.2 滚动轴承画法(GB4458.1—84)	(581)
17.3 常用滚动轴承尺寸	(586)
17.4 弹簧画法(GB4459.4—84)	(600)
17.5 键和花键画法	(606)
17.6 销连接	(613)
18 机构运动简图	(620)
19 焊接与铆接	(640)
19.1 焊接	(640)
19.2 铆接	(659)
20 零件图	(667)
20.1 零件图的内容	(667)
20.2 零件表达方案和选择	(667)
20.3 零件结构的工艺性	(669)
21 装配图	(684)
21.1 装配图的内容	(684)
21.2 装配图的表达方法	(684)
21.3 装配图视图的选择	(687)
21.4 装配图的尺寸、明细表、零件编号和技术条件	(688)
21.5 零部件结构的装配工艺性	(690)

计算机绘图篇

22 计算机绘图算法基础	(699)
---------------------------	-------

22.1 总述	(699)
22.2 几何变换和投影变换	(699)
22.3 三维观察系和观察变换	(704)
22.4 裁剪	(710)
22.5 光栅图形基本算法	(715)
22.6 三维几何造型	(721)
22.7 消除隐线和隐面的方法	(729)
22.8 明暗处理	(736)
23 高级语言中的图形功能	(742)
23.1 BASIC 语言中的图形语句和函数	(742)
23.2 C 语言中的图形库函数	(746)
23.3 FORTRAN 5.0 语言中的图形库函数	(757)
24 Auto CAD 软件	(765)
24.1 Auto CAD 12.0 基本命令和系统变量一览表	(765)
24.2 Auto CAD 12.0 基本命令分类说明	(775)
24.3 Auto CAD 12.0 系统变量分类说明	(858)
24.4 Auto CAD 12.0 下拉式菜单和对话框	(878)
24.5 Auto CAD 12.0 的扩展功能介绍	(945)
24.6 Auto CAD 12.0 软件安装和启动	(974)
25 ME 30 软件	(990)
25.1 使用概述	(990)
25.2 ME30 命令一览表	(993)
25.3 菜单及功能解释	(1006)
25.4 键入命令的功能解释	(1071)
25.5 宏语言(MACRO LANGUAGE)	(1075)
26 Master CAM 软件	(1083)
26.1 总述	(1083)
26.2 菜单命令	(1087)
26.3 应用实例	(1103)
27 Pro/ENGINEER 软件	(1128)
27.1 总述	(1128)
27.2 主菜单	(1131)
27.3 三维零件设计	(1136)
27.4 装配设计	(1163)
27.5 工程图(Drawing)	(1167)
27.6 模具设计	(1186)
27.7 辅助加工	(1194)
27.8 菜单名索引	(1218)

基础画法篇

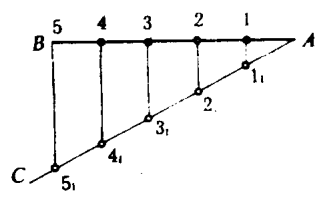
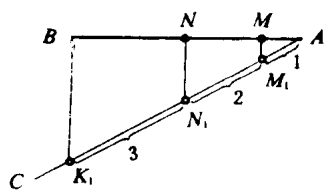
1 平面图形画法

1.1 直线画法

1.1.1 直线的等分

表 1-1

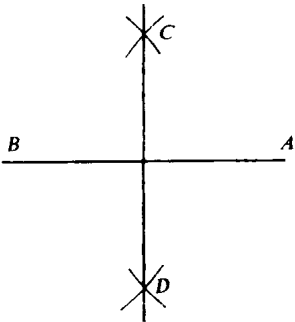
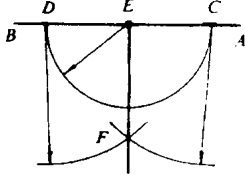
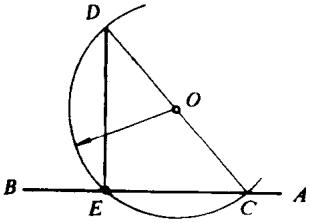
直线的等分

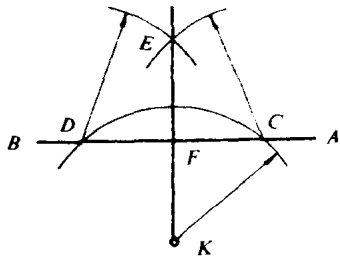
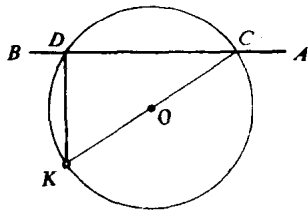
线段的任意等分(以五等分为例)	图 例	
	说 明	1. 已知线段 AB; 2. 作图: (1) 过点 A 作任意直线 AC, 在 AC 线上截取适当长, 使 $A1_1=1_12_1=2_13_1=3_14_1=4_15_1$; (2) 连 $B5_1$, 过 $1_1, 2_1, 3_1, 4_1$ 各点分别作直线平行于 $B5_1$, 交 AB 于 $1, 2, 3, 4$ 各点, 则此四点即将线段 AB 五等分
分割线段成定比	图 例	
	说 明	1. 已知线段 AB; 2. 作图: (1) 过 A 作任意直线 AC, 在 AC 线上截取: $AM_1 : M_1N_1 : N_1K_1 = 1 : 2 : 3$ (2) 连 K_1B, 过 M_1 及 N_1 作 $MM_1 \parallel NM_1 \parallel BK_1$, 则 $AM : AN : NB = 1 : 2 : 3$

1.1.2 作直线的垂线

表 1-2

作直线的垂线

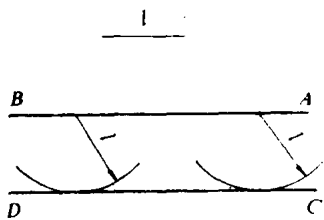
作直线的垂直平分线	图例	
	说明	1. 已知线段 AB; 2. 作图: (1) 以线段两端点 A, B 为圆心, 取 $AR > \frac{AB}{2}$ 为半径, 作两圆弧相交于 C 与 D; (2) 连接 C 与 D 即为所求的垂直平分线
过线上一点作已知直线的垂线	图例	
	说明	方法一 1. 已知直线 AB 及线上一点; 2. 作图: (1) 以 E 为圆心, 以适当长为半径作圆弧, 与直线 AB 交于 C, D; (2) 分别以 C, D 为圆心, 以大于 $\frac{CD}{2}$ 的长度为半径作圆弧, 两弧交于 F, 连 EF, 则 EF 垂直于 AB
	图例	
	说明	方法二 1. 已知直线 AB 及线上一点 E; 2. 作图: (1) 以线外适当位置的点 O 为圆心, 以 OE 为半径作圆弧, 与 AB 交于 C; (2) 连 CO 并延长与圆弧交于 D, 连 DE, 则 DE 垂直于 AB

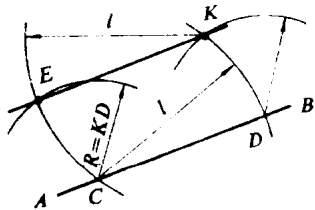
过直线外一点作已知直线的垂线	图例	
	说明	方法一 1. 已知直线和线外一点 K 2. 作图: (1) 以 K 为圆心, 以适当长为半径作圆弧, 与直线 AB 交于 C 和 D (2) 分别以 C、D 为圆心, 以大于 $\frac{CD}{2}$ 的长度为半径作圆弧, 两圆弧相交于点 E, 连 KE 与 AB 交于 F, 则 KE 垂直于 AB
	图例	
	说明	方法二 1. 已知直线 AB 及线外一点 K; 2. 作图: (1) 过点 K 任作一直线与已知直线 AB 交于 C; (2) 以 KC 的中点 O 为圆心, OC 为半径作圆与 AB 交于 D, 连 KD, 则 KD 垂直于 AB

1.1.3 作直线的平行线

表 1-3

作直线的平行线

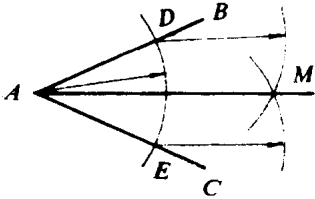
已知两直线间的距离	图例	

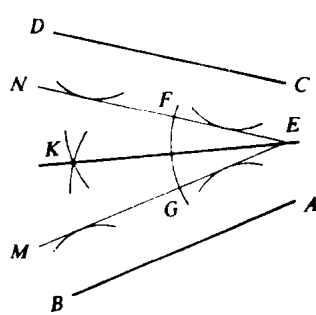
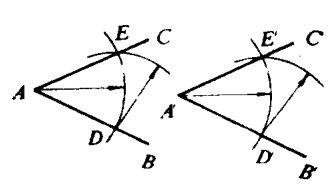
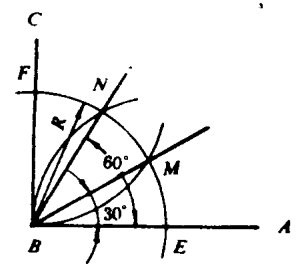
已知两直线间的距离	说明	1. 已知直线 AB 和两直线间的距离 l; 2. 作图: (1) 以 AB 线上任意两点为圆心, 以已知的距离 l 为半径分别作圆弧; (2) 作两圆弧的公切线 CD, CD 即为所求的平行线
已知直线及线外一点	图例	
	说明	1. 已知直线 AB 和线外一点 K; 2. 作图: (1) 以 K 为圆心, 以适当长 l 为半径作圆弧, 与 AB 交于 C; 再以 C 为圆心, l 为半径作圆弧, 与 AB 交于 D; (2) 以 C 为圆心, 以 KD 之长为半径作圆弧, 与过点 C 的圆弧交于 E, 连 KE 即为所求

1.1.4 角的作图

表 1-4

角的作图

角的二等分	图例	
	说明	情况一 1. 已知角 BAC; 2. 作图: (1) 以角顶 A 为圆心, 以适当长度为半径作圆弧, 与 AB, AC 交于 D 和 E; (2) 分别以点 D 和 E 为圆心, 以适当长度为半径分别作圆弧, 两弧交于 M, 连 AM 即将角 BAC 二等分

角 的 二 等 分	图 例	
	说 明	情况二 1. 已知角顶在较远处的两夹角边 AB 和 CD; 2. 作图: (1) 分别作 AB 和 CD 的平等线 EM 和 EN, 两线交于 E, 并使 EM 到 AB 的距离等于 EN 到 CD 的距离; (2) 以 E 为圆心, 以适当长为半径作圆弧, 分别交 EM 和 EN 于 G, F。再以 G, F 为圆心, 以适当长为半径分别作两圆弧, 两弧交于 K, 连 EK 即为所求
作 一 角 等 于 已 知 角	图 例	
	说 明	1. 已知角 BAC; 2. 作图: (1) 以角顶 A 为圆心, 以适当长 l 为半径作圆弧, 交 AB 边于 D, 交 AC 边于 E。在适当位置作直线 $A'B'$, 以 A' 为圆心, 以长 l 为半径作圆弧, 与 $A'B'$ 交于 D'; (2) 以 D' 为圆心, 以 DE 之长为半径作圆弧与第一个圆弧交于 E', 连 $A'E'$ 并延长至 C', 则角 $B'A'C'$ 即为所求
作 30° 及 60° 角	图 例	

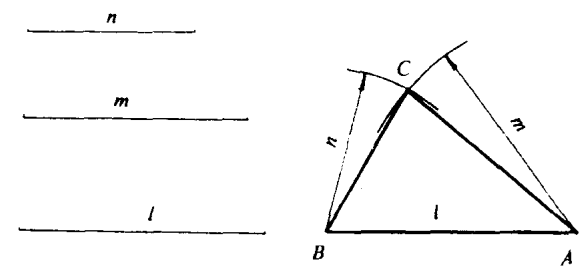
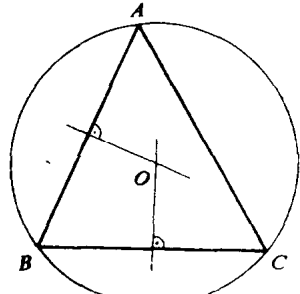
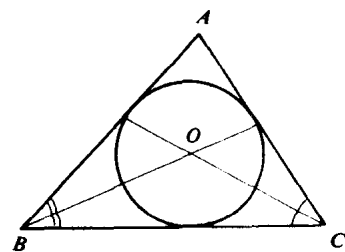
作 30° 及 60° 角	说 明	1. 已知直线 AB 2. 作图: (1)作直角 ABC ; (2)以顶点 B 为圆心,以适当长 R 为半径作圆弧 EF 与二直角边交于 E, F ; (3)分别以 E, F 为圆心,以 R 为半径作圆弧,与圆弧 EF 交于 N, M ,则 $\angle MBA=30^\circ, \angle NBA=60^\circ$
作 15° 、 45° 、 75° 角	图 例	
	说 明	1. 已知直角 BAC 2. 作图: (1)将直角 BAC 分为 $\angle DAF=30^\circ$ 和 $\angle FAE=60^\circ$; (2)等分 $\angle DAF$ 为 $\angle DAG=\angle GAF=15^\circ$, 则 $\angle GAE=75^\circ$ 。在圆弧 DE 上截取 $FH=DG$, 则 $\angle HAE=45^\circ$

1. 1. 5 三角形的作图

表 1-5

三角形的作图

已 知 边 长 作 正 三 角 形	图 例	
	说 明	1. 已知正三角形的边长 l ; 2. 作图: (1)作 $BC=l$; (2)以 BC 两端点 B 及 C 为圆心,以 l 为半径,分别作圆弧,两圆弧相交于 A ,连 AB, AC 得三角形 ABC 即为所求正三角形

已知三角形的边长作三角形	图 例	
作三角形的外接圆	图 例	
作三角形的内切圆	图 例	

1. 已知正三角形的边长 l, m, n ;
2. 作图:
- (1) 作 $AB = l$;
- (2) 以 AB 的端点 A 为圆心, 以 m 为半径作圆弧。以 AB 的另一端点 B 为圆心, 以 n 为半径作圆弧。两圆弧交于 C , 连 AC 及 BC , 则 $\triangle ABC$ 为所求

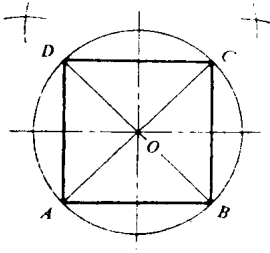
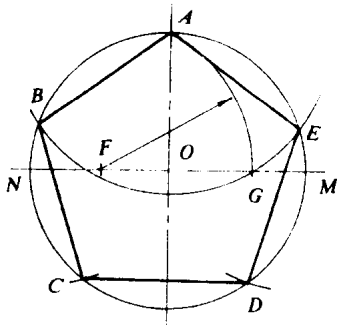
1. 已知任意三角形 ABC ;
2. 作图:
- (1) 分别作 $\triangle ABC$ 任意两条边的垂直平分线, 其交点为 O ;
- (2) 以 O 为圆心, 以 OA 为半径作圆即为所求

1. 已知任意三角形 ABC ;
2. 作图:
- (1) 分别作 $\triangle ABC$ 任意两个内角的角平分线, 得交点 O ;
- (2) 以 O 为圆心, 以点 O 到任一边的距离为半径作圆即为所求

1.1.6 正多边形的作图

表 1-6

正多边形的作图

作已知圆的内接正四边形	图例	
	说明	1. 已知圆 O ; 2. 作图: (1) 作四个象角的平分线与圆周交于 A, B, C, D 四点; (2) 连 A, B, C, D 四点所得四边形 $ABCD$ 为所求正四边形
作圆的内接正五边	图例	
	说明	1. 已知圆 O ; 2. 作图: (1) 在已知圆内取半径 ON 的中点 F ; (2) 在直径 MN 上取点 G 使 $FG=FA$; (3) 在圆上以 AG 的长度截取五次, 则可得正五边形 $ABCDE$
作圆的内接正六边形	图例	