

天气图填绘分析系统讲义

解放军理工大学气象学院

二 00 四年二月

天气图填绘分析系统讲义

(内部资料, 列入移交)

张红雷 刘志华 张云生编

空军气象学院
一九九八年十一月

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 计算机绘图概述	(1)
1.2 计算机绘图的主要应用领域	(1)
1.3 计算机绘图与计算机辅助设计	(2)
1.4 计算机绘图系统	(2)
1.4.1 计算机绘图的构成	(2)
1.4.1.1 联机绘图系统和脱机绘图系统	(3)
1.4.1.2 被动式绘图系统与交互式绘图系统	(3)
1.4.2 笔式绘图机的插补原理	(5)
1.4.2.1 直线插补	(7)
1.4.2.2 圆弧插补	(9)
1.5 常用的图形输出设备	(13)
1.5.1 自动绘图机	(13)
1.5.1.1 滚动式绘图机	(14)
1.5.1.2 平台式绘图机	(15)
1.5.1.3 特殊类型的自动绘图机	(17)
1.5.1.4 自动绘图机的驱动方式	(18)
1.5.2 图形显示器	(19)
1.5.2.1 随机扫描动态刷新式图形显示器	(19)
1.5.2.2 随机扫描存储式图形显示器	(23)
1.5.2.3 随机扫描光栅扫描式图形显示器	(24)
1.5.3 图形打印机	(26)
1.5.3.1 针式打印机	(26)
1.5.3.2 彩色图形打印机	(26)
1.5.3.3 激光打印机	(27)
1.5.3.4 喷墨打印机	(27)
1.6 常用的图形输入设备	(27)
1.6.1 键盘	(27)
1.6.2 鼠标器	(28)
1.6.3 图形输入板	(28)
1.6.3.1 电容耦合式图形输入板	(28)
1.6.3.2 电磁感应式图形输入板	(28)
1.6.3.3 图形输入板的主要功能	(29)

1.7 绘图机的种类及主要技术指标	(29)
1.7.1 绘图机的种类	(29)
1.7.2 绘图机的主要技术指标	(30)
1.7.3 绘图笔和绘图纸的种类	(32)
1.7.3.1 绘图笔的种类	(32)
1.7.3.2 绘图纸的规格	(35)

第二章 HP DesignJet 350C 绘图仪的安装 (36)

2.1 HP DesignJet 350C 绘图仪的组成	(36)
2.1.1 HP DesignJet 350C 绘图仪的内部系统构成	(36)
2.1.2 HP DesignJet 350C 绘图仪的基本结构组成	(37)
2.2 HP DesignJet 350C 绘图仪的基本配置	(38)
2.2.1 HP DesignJet 350C 绘图仪的随机附件	(38)
2.2.2 HP DesignJet 350C 绘图仪的可选附件	(38)
2.3 HP DesignJet 350C 绘图仪的硬件安装	(38)
2.3.1 拆箱	(39)
2.3.2 检查	(41)
2.3.3 安装绘图仪支架组件(可选)	(41)
2.3.4 安装卷筒进纸机构(选件)	(44)
2.3.5 安装内存扩充模块(选件)	(46)
2.3.6 安装打印墨水匣	(47)
2.3.7 连接计算机	(50)
2.3.7.1 将绘图仪直接连接到计算机	(50)
2.3.7.2 将绘图仪直接连接到网络	(51)
2.3.7.3 电缆列表	(51)
2.3.7.4 接口规格	(52)
2.3.8 安装注意事项	(54)
2.4 HP DesignJet 350C 绘图仪的软件安装	(54)
2.4.1 安装条件	(55)
2.4.2 安装步骤	(55)
2.4.3 设定 Window 95 驱动程序	(56)

第三章 HP DesignJet 350C 绘图仪的操作 (57)

3.1 HP DesignJet 350C 绘图仪的自检操作	(57)
3.2 HP DesignJet 350C 绘图仪的介质设定和安装	(59)
3.2.1 介质尺寸和类型	(59)
3.2.2 介质的使用建议	(59)

3.2.3	介质的设定	(61)
3.2.4	单张介质的安装操作	(62)
3.2.4.1	单张介质的安装	(63)
3.2.4.2	手动校准单张介质	(65)
3.2.5	卷筒介质的安装操作	(66)
3.2.5.1	卷筒介质馈入绘图仪	(66)
3.2.5.2	更换卷筒介质	(70)
3.2.6	介质的卸下操作	(72)
3.2.6.1	图件干燥时间	(72)
3.2.6.2	单张介质的卸下	(73)
3.2.6.3	卷筒介质的卸下	(73)
3.3	HP Designjet 350C 绘图仪的操作面板	(74)
3.3.1	按键说明	(75)
3.3.2	面板指示灯说明	(76)
3.4	HP DesignJet 350C 绘图仪的操作注意事项	(85)
第四章 绘图仪维护和常见故障排除		(87)
4.1	绘图仪设定	(87)
4.1.1	绘图仪默认设定	(87)
4.1.2	绘图仪重新设定	(88)
4.1.3	常见项目设定说明	(89)
4.1.3.1	改变串行接口设定	(89)
4.1.3.2	为不常用的应用程序改变绘图语言设定	(89)
4.1.3.3	改变 I/O 超时设定	(89)
4.1.3.4	用更多内存使绘图仪升级	(89)
4.1.3.5	用网络接口使绘图仪升级	(90)
4.1.4	图件外观控制	(90)
4.1.4.1	控制图件外观的方法	(90)
4.1.4.2	页面尺寸	(91)
4.1.4.3	旋转图件	(93)
4.1.4.4	镜像绘制	(95)
4.1.4.5	改变重叠线条处理	(96)
4.1.4.6	改变绘图仪的逻辑画笔特性	(96)
4.1.4.7	用单色打印彩色图件	(97)
4.1.4.8	选择恰当的打印质量	(97)
4.2	绘图仪维护	(98)
4.2.1	专用内部图件	(98)
4.2.1.1	专用内部图件的作用和打印方法	(98)

4.2.1.2	使用黑色墨水匣校准页	(99)
4.2.1.3	使用彩色墨水匣校准页	(100)
4.2.2	更换墨水匣	(102)
4.2.2.1	何时更换墨水匣	(102)
4.2.2.2	使用原装的 HP 产品	(103)
4.2.2.3	更换墨水匣之前	(103)
4.2.2.4	更换一个或多个墨水匣	(104)
4.2.2.5	清洁墨水匣的喷嘴(冲洗)	(106)
4.2.2.6	清洁绘图仪	(107)
4.3	常见故障排除	(107)
4.3.1	找出问题的来源	(107)
4.3.2	解决介质处理问题	(107)
4.3.2.1	绘图仪不接收介质	(107)
4.3.2.2	绘图仪不断退出介质	(107)
4.3.3	清除介质卡塞	(108)
4.3.4	解决通信问题	(109)
4.3.4.1	通信问题的一些症状	(109)
4.3.4.2	该检查的项目	(110)
4.3.5	解决图件位置或内容问题	(110)
4.3.5.1	绘出结果是完全空白	(110)
4.3.5.2	绘出结果只含一部分图件	(110)
4.3.5.3	图件被截切一部分	(110)
4.3.5.4	整个图件被绘制在正确绘图区的四分之一范围内	(110)
4.3.5.5	在同一张介质上图件重叠	(111)
4.3.5.6	绘出的图件变形或难以辨认	(111)
4.3.5.7	绘图仪未按要求绘图	(111)
4.3.5.8	画笔设定值不起作用	(111)
4.3.6	解决打印质量问题	(111)
4.3.6.1	实心区出现白色条纹或线条中出现间隔	(111)
4.3.6.2	垂直或水平线条参差不齐	(112)
4.3.6.3	线条稍许弯曲	(112)
4.3.6.4	出现彩色“阴影”	(112)
4.3.6.5	墨水匣根本不打印	(112)
4.3.6.6	线条模糊	(113)
4.3.6.7	出现污损区	(113)
4.3.6.8	填充区中出现其他明显的条纹	(113)
4.3.6.9	取下的图件被墨水涂污	(113)
4.3.6.10	图件的一部分打印质量较差	(113)
4.3.7	其他问题的解决	(113)

4.3.7.1	绘图仪不绘图	(113)
4.3.7.2	绘图仪的绘图速度太慢	(114)
第五章 天气图填绘软件		(115)
5.1	天气图填绘系统简介	(115)
5.1.1	系统的主要功能	(115)
5.1.2	系统的主要特点	(115)
5.1.3	系统包括的图号	(116)
5.1.4	天气图菜单	(116)
5.1.5	实况图菜单	(117)
5.1.6	云图显示菜单	(117)
5.1.7	云图动画菜单	(117)
5.1.8	传真图显示菜单	(118)
5.2	天气图填绘分析系统软件安装	(118)
5.2.1	在中文 Win95 下安装	(118)
5.2.2	在中文 Win32 下安装	(118)
5.2.3	目录结构	(121)
5.3	天气图填绘与分析	(122)
5.3.1	天气图系统设置	(122)
5.3.1.1	安排填图	(122)
5.3.1.2	输入所有图号	(123)
5.3.1.3	输入探空站	(123)
5.3.1.4	主绘图机设置	(124)
5.3.1.5	副绘图机设置	(124)
5.3.1.6	风向风速设置	(124)
5.3.1.7	填图要素设置	(124)
5.3.1.8	屏幕图面设置	(125)
5.3.1.9	输出图面设置	(126)
5.3.1.10	调报内容设置	(127)
5.3.1.11	非实时调报	(127)
5.3.1.12	报文库管理	(127)
5.3.1.13	主绘图机校图	(128)
5.3.1.14	副绘图机校图	(129)
5.3.2	天气图填绘和分析操作	(130)
5.3.2.1	高空图填绘和分析	(130)
5.3.2.2	地面图填绘和分析	(132)
5.3.2.3	热带图填绘和分析	(133)
5.3.2.4	半球填图	(134)

5.3.2.5	欧洲中心数值预报格点图的分析	(135)
5.3.2.6	温度对数压力图的分析	(136)
5.3.2.7	极端温度图的填写	(137)
5.3.2.8	降水量图的填写	(138)
5.3.3	天气图有关参数文件	(138)
5.3.3.1	图纸文件	(139)
5.3.3.2	城市文件	(139)
5.3.3.3	滚动杆文件	(139)
5.3.3.4	笔定义文件	(139)
5.3.3.5	底图颜色文件	(139)
5.3.3.6	天气图校图文件	(139)
5.3.3.7	格点报校图文件	(139)
5.3.3.8	探空校图文件	(140)
5.3.3.9	填图文件	(140)
5.3.3.10	地面分析控制文件	(140)
5.3.3.11	高空分析控制文件	(140)
5.3.3.12	高空等值线文件	(141)
5.3.3.13	系统口令文件	(141)
5.4	实况显示	(141)
5.4.1	实况显示操作	(141)
5.4.1.1	实况图	(141)
5.4.1.2	实况表	(142)
5.4.1.3	点绘军队探空	(143)
5.4.1.4	放大	(143)
5.4.1.5	系统设置	(143)
5.4.1.6	帮助	(148)
5.4.1.7	打印	(148)
5.4.1.8	系统退出	(148)
5.4.2	有关实况的参数	(148)
5.4.2.1	加密战号	(148)
5.4.2.2	实况图选站文件	(149)
5.4.2.3	实况表选站文件	(149)
5.5	云图显示	(149)
5.5.1	云图显示	(149)
5.5.2	云图动画	(149)
5.5.3	文件格式及有关参数的文件说明	(150)
5.6	传真图的显示	(150)

第一章 绪 论

1.1 计算机绘图概述

就工程界来说,工程图是表达设计思想、指导生产建设、进行技术交流的一种共同的“工程语言”。在我国,我们的祖先使用图来指导生产建设,可以追溯到公元前4世纪,距今已有2300多年的历史。但是,在这漫长的岁月里,绘图的方法和工具却变化不大,人们基本上还是一直使用简单的工具(比如直尺、三角板、圆规等)用手工操作操作绘图。这样不仅速度慢、精度低、出错率高,而且费用贵(因为人力是最宝贵的资源)。人所特有的创造精神被消耗在这种繁琐的、简单的重复劳动中,得不到充分的发挥。特别是到了近代,社会的生产规模,以及各种装备的复杂程度都大大提高了。这对工程图纸的要求(包括质量和数量两个方面)是更高了,手工绘图已经愈来愈难以满足这种需求。所以,人们一直希望能找到一种方法和工具,来代替手工绘图,而把人从繁重的绘图负担中解放出来。

自从发明了电子计算机和自动绘图机,人们终于梦想成真。计算机可以代替人进行设计计算工作;自动绘图机可以代替人的手工操作,完成绘图工作。这就是我们现在通俗理解的“计算机绘图”。

计算机绘图是随着计算机硬件技术和软件技术的发展而逐步发展并完善起来。今天,它几乎可以给所有的生产和科研领域提供高速度、高效率和高精度的图形设计及输出方法。它不仅可以绘制工程图,还可以模拟自然景物直至产生艺术图。计算机绘图已经在我们面前展现了一个广阔的应用领域和前景。进入90年代后,最明显的标志是,由过去单一的笔式绘图机发展到非笔式绘图机。

1.2 计算机绘图的主要应用领域

近30年来计算机绘图得到了高度的重视和广泛的应用。目前,其主要的应用领域有:

(1) 计算机辅助设计(CAD)和辅助制造(CAM)。这是一个计算机绘图最广泛、最活跃和发展最快的应用领域。它被用来进行建筑工程、机械结构和部件等的设计;机械设计中的受力分析、结构设计 with 比较,材料选择,直至绘出加工图纸,甚至工艺卡和数控加工纸带等;汽车、飞机、船舶的外形数学建模,曲线、曲面拟合与光顺,并绘出外形图;在电子工业中,大规模集成电路的设计,印刷电路板的设计,直至绘出图形。这些由于其精度极高,已非计算机绘图莫属。

(2) 动画与系统模拟。用计算机产生的动画,无论其艺术效果还是经济效果,都比传统手工绘制的动画好,速度快。并且可以把动画技术广泛应用于商业广告。利用它,还可以模拟各种反应过程,如核反应、化学反应以及汽车碰撞、地震破坏等过程的模拟及测试,使这些试验变得安全、迅速并降低费用。还可模拟各种运动过程,如人体的运动过程,用以科学地指导训练。在军事上,可以用于环境模拟、飞行模拟、战场模拟,以训练指挥员和战斗员。

(3) 绘制勘探、测量的图形。处理勘探和测量所得的数据,可以绘制出地理图、地形图和

矿藏分布图、气象图,在微观中的电场、电荷分布图等。

(4) 办公自动化。可以用来绘制数学的或经济的各类信息的二、三维图表。如统计用的直方图、扇形图、工作进程图,仓库及生产的各类统计管理图表等。这些图可以简明的方式提供形象化的数据和变化趋势,以增加对复杂现象的了解,并协助作出决策。

(5) 计算机辅助教学。由于计算机绘图技术能生产丰富的图形,可用于辅助教学,使教学过程变得形象、直观和生动,学生通过人机交互方式进行学习,有助于提高学生的学习兴趣和注意力,增强教学效果。

1.3 计算机绘图与计算机辅助设计

计算机辅助设计是一种技术,可用于很广泛的范围,例如机械、建筑、化工、轻工等。尽管各个行业的专业不同,其辅助设计所包含的内容有很大差别,但都离不开计算机绘图。

计算机绘图是计算机辅助设计的重要组成部分和核心内容。这一方面是因为各个领域内的设计工作,其最后的结果一般都须要以“图”的形式来表达;另一方面,计算机绘图中所包含的三维立体造型技术,是实现先进的计算机辅助设计技术的重要基础。许多设计工作进行时,首先必须构造立体模型,然后进行分析、计算和修改,最终定型输出图纸。在这整个过程中,都离不开图形技术,因为图能给设计人员一个直观的形象。

可以看到,在 CAD 领域内要解决的问题中有许多是属于计算机绘图方面的内容。一些早期的或初级的 CAD 应用也只是利用计算机绘图来绘制工程图纸,而没有更深入地涉及到对设计进行计算和分析,所以那些 CAD 教科书中所介绍的内容基本上都是计算机绘图的内容。随着 CAD 技术的不断发展, CAD 所包含的内容更加广泛深入,

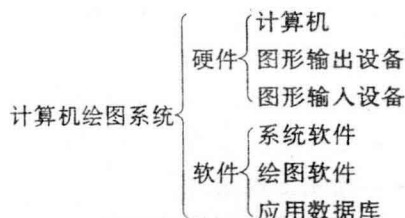


图 1-1 计算机绘图系统的构成

也就更加离不开计算机绘图,因为在整个设计过程中,无论是二维还是三维,需要处理的图形更多了,也更复杂了。因而可以说,只是由于计算机绘图技术的发展与应用才能使 CAD 工作的各个领域内得到广泛深入的开展。所以要掌握 CAD 技术,首先必须掌握计算机绘图技术。

科学技术的发展,最后终将要大量的工程技术人员从绘图板上解放出来,“甩掉图板”一定会成为现实。据对我国部分大中企业的调查,一些生产形势好的企业,在全部图纸工作量中,利用计算机绘图的图纸量已占 50%。当我们跨入 21 世纪的时候,这个形势将会是什么样的呢?结果是不言而喻的。现在在校的大专院校学生,他们将在 21 世纪走向工作岗位,在校期间,努力学习一点计算机绘图的知识和技术,确实是形势的要求。

1.4 计算机绘图系统

1.4.1 计算机绘图系统的构成

计算机绘图系统是由计算机、图形输入输出设备等硬件和软件组成的综合系统,如图 1.2

所示。它除了具有一般的数值计算能力外,还兼有接收图形信息的手段和生成、输出图形的能力。

根据应用需求和财力的不同,绘图系统的硬、件件配置情况也各不相同。至于绘图系统如何分类则没有统一的标准。一般说来,按计算机与绘图机之间的信息传递方式可分为联机绘图系统和脱机绘图系统;按硬、软件的配置情况又可分为被动式绘图系统和交互式绘图系统。

1.4.1.1 联机绘图系统与脱机绘图系统

图 1-2 是一个简单的绘图流程图。

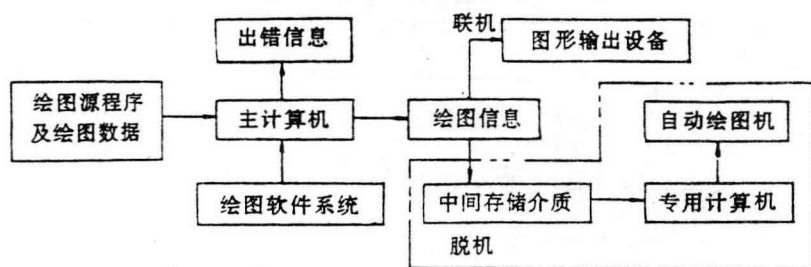


图 1-2 联机绘图与脱机绘图

1. 联机绘图系统

在联机绘图系统中,主计算机将处理好的绘图信息直接传送给绘图机输出图形,而不必通过其他中间存储介质(磁带、磁盘等)传递信息,因而比较直观,获得图形的周期短。但这种系统有着明显的缺点,特别是用自动绘图机输出图纸时,由于绘图机采用机械传动方式驱动画笔,其绘图速度远远低于计算机的运算速度,产生计算机对绘图机的等待,从而造成硬件资源的浪费。因此这种系统多用于微机系统中,在大型计算机绘图系统中,只有在配有分时操作系统,可同时控制多种外围设备时才是可取的。

2. 脱机绘图系统

在脱机绘图系统中,主计算机将处理好的图形信息以指定的形式存储在中间存储介质(纸带、磁带、软磁盘等)上。绘图时,再将中间存储介质上的信息输给自动绘图机的专用计算机,从而控制绘图机输出图形。因此脱机绘图系统避免了计算机对绘图机的等待,从而提高了主计算机的利用效率,同时还可以多台计算机共享一台绘图机,以及实现绘图的批处理。

1.4.1.2 被动式绘图系统与交互式绘图系统

1. 被动式绘图系统

所谓被动式绘图系统指的是在绘图过程中,人无法进行干预。即如果要对图形进行增加、删除、修改、缩放操作等,必须修改图形的输入信息(例如绘图源程序)重新生成图形。这是很不方便且效率很低的,难以在工程实际中推广使用。但这种系统对硬、软件的配置要求比较简单。在硬件方面只要有一台计算机,一台图形输出设备(例如绘图机)就可满足要求。在软件方面,只要有一个用户可以用高级语言调用的绘图软件包即可满足要求。因而成本较低。如果所绘图纸已经标准化、系列化(如一些标准件图),或绘制一些专用图纸(如统计图表等),只

显示出来。应用程序可根据用户输入的信息,相应地改变显示操作模式和状态。例如可以根据用户对菜单或命令的选择,调用有关控制过程以对用户的选择作出响应。

应用数据表是用数据形式对要显示的图形进行抽象。实际上就是用一些特定的数据表来描述要显示的图形。

一个较完善的交互式绘图系统应该具备下述功能:

(1) 计算功能

它由计算机实现。备有设计分析计算的程序库和有关图形几何坐标数据计算的程序库。

(2) 存储功能

在计算机内、外存储器中存储图形的数据信息以及这些信息之间的相互联系,并能根据用户的要求快速实现实时检索和修改。

(3) 输入功能

通过输入设备向计算机输入各种命令和图形数据。

(4) 输出功能

在 CAD 过程中或工作结束后,可输出计算结果,绘制图纸,以及信息的传递等(例如输出数控加工信息等)。

(5) 交互功能

进行人-机通讯,实现对图形生成的干预。

1.4.2 笔式绘图机的插补原理

由于受传动系统条件的限制,绘图笔只能在 $\pm X$ 、 $\pm Y$ 方向上以一定的步距为单位,单独一个方向或同时两个方向运动。所以,绘图笔有四个基本方向运动: $+X$ 、 $-X$ 、 $+Y$ 、 $-Y$ 四个组合方向运动: $(+X, +Y)$ 、 $(-X, +Y)$ 、 $(-X, -Y)$ 、 $(+X, -Y)$, 如图 1-5 所示。

实际绘图时,特别是绘制复杂的曲线时,是将这八个方向上的运动进行适当的综合来完成的。如图 1-6 所示的直线段 AB(虚线),是理想的一条直线,但绘图笔实际由八个方向的运动综合绘成一条阶梯形的折线(粗实线)。显然,这段阶梯折线并不光滑,但这条阶梯形的折线是绘图笔在直线(虚线)的两侧运动绘制成的,它与直线间的距离小于步距。如果将绘图笔运动的步距减小,折线就向直线逼近。如果逼近的程度使人们肉眼已看不出一小段一小段折线,这

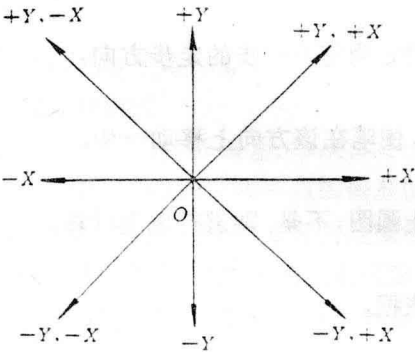


图 1-5 绘图笔运动方向

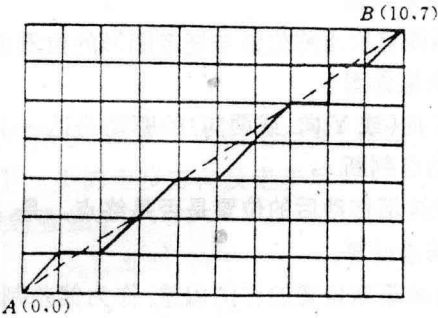


图 1-6 直线段 AB 的实际轨迹

条阶梯形的折线看起来就成为光滑的直线了。事实上,现在笔式绘图机的绘图笔的步距已经很小,最小步距只有 0.005mm ,而绘图笔的笔尖直径却在 0.1mm 以上,铅笔的最小直径也有 0.2mm ,笔的直径是步距的40倍。可见,阶梯形的折线段被笔径的线宽所掩盖,肉眼看起来,绘图笔所绘制的是一条光滑的线段。

绘图机根据所绘图形的的基本数据,如直线段的起点和终点坐标、曲线的起点和终点以及曲线半径、绘图方向等参数,经过大量运算,一边计算,一边根据计算结果向X方向和Y方向输出走步脉冲信号,驱动绘图笔运动。为了保证所画曲线与理论曲线之间的误差不超过允许的误差范围,需要按一定的规律插入足够的数据进行加密,加密的过程称为“插补”。在加密过程中所进行的脉冲分配运算则称为插补运算。

插补运算包括直线、圆弧、抛物线、双曲线等。通常采用直线和圆弧插补即可满足比较复杂的图形精度要求。

现在,绘图机实现插补计算的方法有硬件法和软件法。硬件法就是采用一种具有插补运算功能的插补器。目前,由于绘图软件发展迅速,大部分插补运算是通过软件来实现的。

插补运算的方法很多,常用的有逐点比较法,数字积分法,正负法,微分分析法和脉冲分配法等,这里仅就逐点比较法的插补原理作简要介绍。

所谓逐点比较法,就是在绘图过程中,绘图机每走一步,就与规定的图形进行比较,然后决定下一步的走向,用步步逼近的方法画出规定的图形。

逐点比较法的执行过程如图1-7所示。

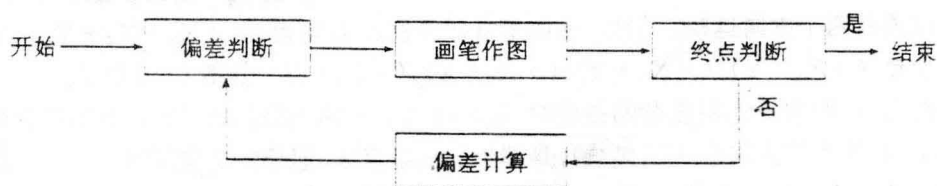


图1-7 逐点比较法的插补过程

其中:

1. 偏差判断

判断画笔的当前位置与规定图形的位置偏差,确定画笔下一步的走步方向。

2. 画笔作图

给X向(或Y向、或两向)的驱动马达一个脉冲,使笔在该方向上移动一步。

3. 始点判断

判断画笔移动后的位置是否是终点。是,则终止画图;不是,则进行偏差计算。

4. 偏差计算

计算画笔新位置的作图偏差,作为偏差判断的依据。

1.4.2.1 直线插补

为了便于计算,我们假定直线段的起点为坐标系的原点,对于起点不在原点的线段,可以将起点平移到原点。

当直线段位于四个不同的象限时,规定画笔的走向如图 1-8 所示。

1. 偏差计算与偏差判别

我们先以第一象限为例推导出偏差的计算公式,然后再扩展到其他象限中去。

(1) 偏差计算

如图 1-9 所示,设画笔的当前位置为 M ,要画的线段为 OA ,我们以 OA 和 OM 的斜率大小来计算偏差。

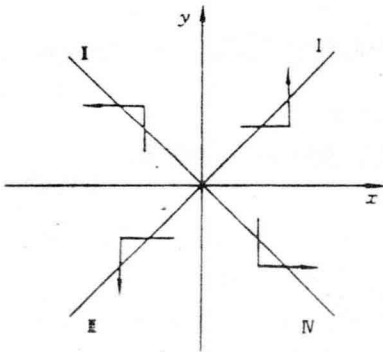


图 1-8 不同象限中的画笔走向

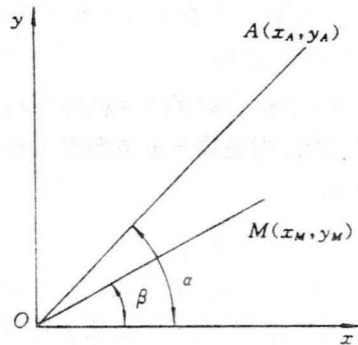


图 1-9 偏差计算

设 OA 、 OM 与 x 轴的夹角分别为 α 、 β , A 点与 M 点的坐标分别为 (x_A, y_A) 、 (x_M, y_M) , 则偏差值 $\delta = \tan\beta - \tan\alpha = \frac{y_M}{x_M} - \frac{y_A}{x_A} = \frac{x_A \cdot y_M - y_A \cdot x_M}{x_A \cdot x_M}$

当 $\delta < 0$ 时,表示画笔在 OA 线的下方,应向 $+y$ 方向走步;

当 $\delta \geq 0$ 时,表示画笔在 OA 线的上方或正好在 OA 线上,应向 $+x$ 方向走步。

由此看来,在决定画笔下一步的走向时,只需判别偏差 δ 的正负,而不必考虑 δ 的大小。当直线位于第一象限时, $x_A \cdot x_M$ 恒为正值,因此只需判别分子项的正负就可以了。故判别式为

$$F_M = x_A \cdot y_M - y_A \cdot x_M$$

(2) 简化判别式

用(1-4-1)式计算偏差,每次都要进行两次乘法运算和一次减法运算,计算工作量还是很大的。如果能设法利用前一点的偏差推算出下一步的走步方向及走步后的偏差,则偏差计算就可以大大简化。这种方法称为递推法,递推过程如下:

如图 1-10 所示,设画笔的当前位置为 $M_1(x_1, y_1)$,此时,由于 $\tan\beta < \tan\alpha$,所以 $F_1 = x_A \cdot y_1 - y_A \cdot x_1 < 0$,应向 $+y$ 方向走步。设走步后到达 $M_2(x_2, y_2)$ 点,即

$$\begin{cases} x_2 = x_1 \\ y_2 = y_1 + 1 \end{cases}$$

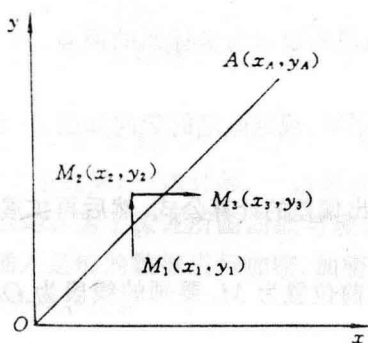


图 1-10 用递推法简化判别式

此处 $y_2 = y_1 + 1$ 表示沿 y 轴方向走一步。

M_2 处的偏差为:

$$F_2 = x_A \cdot y_2 - y_A \cdot x_2 = x_A \cdot y_1 + x_A - y_A \cdot x_1 = F_1 + x_A$$

若 $F_2 \geq 0$, 则应向 $+x$ 方向走一步。设走步后到达 $M_3(x_3, y_3)$ 点, 即

$$y_3 = y_2$$

M_3 处的偏差为:

$$F_3 = x_A \cdot y_3 - y_A \cdot x_3 = x_A \cdot y_2 - y_A \cdot x_2 - y_A = F_2 - y_A$$

这样依次递推下去, 可以得到简化判别式如下:

当 $F_i \geq 0$ 时, 应向 $+x$ 方向走一步, 走步后的偏差 $F_{i+1} = F_i - y_A$;

当 $F_i < 0$ 时, 应向 $+y$ 方向走一步, 走步后的偏差 $F_{i+1} = F_i + x_A$ 。

设起始时 $F_1 = 0$, 即假设画笔在直线段的起点。

偏差 F_i 的推算, 只用到了线段的终点坐标 (x_A, y_A) , 而与中间点的坐标值无关, 并且只需进行一次加法(或减法)运算, 这就大大简化了计算, 减少了计算工作量。

(3) 其他象限的偏差判别式

如图 1-11 所示, 当直线在第二象限时, 偏差的计算公式为:

$$F_M = x_A \cdot y_M - y_A \cdot x_M$$

若 $F_M \geq 0$, 应向 $+y$ 方向走步; 若 $F_M < 0$, 应向 $-x$ 方向走步。

如图 1-12 所示, 设画笔的当前位置在 $M_1(x_1, y_1)$ 点。

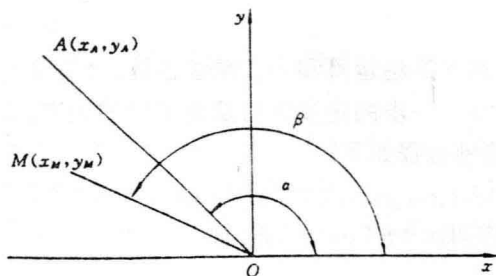


图 1-11 第二象限时的偏差计算

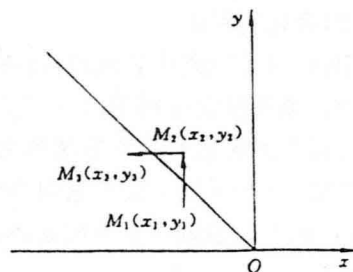


图 1-12

由于 $\text{tg}\beta < \text{tg}\alpha$, 所以

$$F_1 = x_A \cdot y_1 - y_A \cdot x_1 > 0$$

应向 $+y$ 方向走一步。设走步后到达 $M_2(x_2, y_2)$ 点, 即

$$\begin{cases} x_2 = x_1 \\ y_2 = y_1 + 1 \end{cases}$$

M_2 处的偏差为:

$$F_2 = x_A \cdot y_2 - y_A \cdot x_2 = x_A \cdot y_2 + x_A - y_A \cdot x_1 = F_1 + x_A$$

由于在第二象限, $x_A < 0$, 故上式可写成

$$F_2 = F_1 - |x_A|$$

由于 $\text{tg}\beta < \text{tg}\alpha$, 故

$$F_2 < 0$$

应沿 $-x$ 方向走一步。设走步后到达 $M_3(x_3, y_3)$ 点, 即

$$\begin{cases} x_3 = x_2 - 1 \\ y_3 = y_2 \end{cases}$$

M_3 处的偏差为:

$$F_3 = x_A \cdot y_3 - y_A \cdot x_3 = x_A \cdot y_2 - y_A \cdot x_2 + y_A = F_2 + y_A$$

如此递推下去, 可以得到偏差判别式如下:

当 $F_i \geq 0$ 时, 向 $+y$ 方向走一步, 走步后的偏差为 $F_{i+1} = F_i - |x_A|$;

当 $F_i < 0$ 时, 向 $-x$ 方向走一步, 走步后的偏差为 $F_{i+1} = F_i + |y_A|$ 。

第三、四象限的偏差判别式及走笔规律的推导过程与上述相似, 这里不再详述。再将各象限的偏差判别式及走步方向归纳为表 1-1。

表 1-1 逐点比较法直线插补偏差判别及走步方向。

象 限	$F_i \geq 0$		$F_i < 0$	
	走向	偏差判别式	走向	偏差判别式
I	$+x$	$F_{i+1} = F_i - y_A $	$+y$	$F_{i+1} = F_i + x_A $
II	$-x$		$-y$	
III	$+y$	$F_{i+1} = F_i - x_A $	$-x$	$F_{i+1} = F_i + y_A $
IV	$-y$		$+x$	

2. 终点判断

设绘图机的步长为 S , 直线在 x, y 方向上的增量分别为 $\Delta x, \Delta y$, 则绘图笔从直线段的起点走到终点, 在 x, y 方向分别走 $\frac{\Delta x}{S}, \frac{\Delta y}{S}$ 步。我们取画笔在 x, y 方向应走的总步数作为长度控制数存入计算器内, 绘图笔每走一步, 则计数器减 1, 直到计数器内的值为零时停止绘图, 这时绘图笔按规定走完了应走的步数而到达直线段的终点。

1.4.2.2 圆弧插补

用逐点比较法插补圆弧时, 绘图笔每走一步, 就要将绘图笔所在位置到圆心的距离与圆弧