

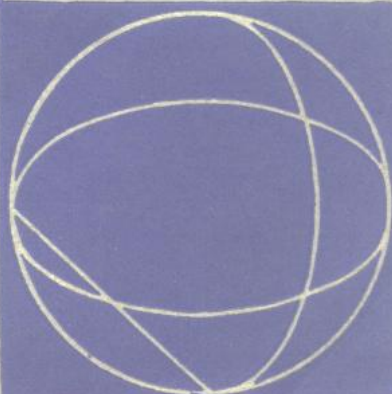
计算机制图法

——绘图机的使用方法

山口正雄 著



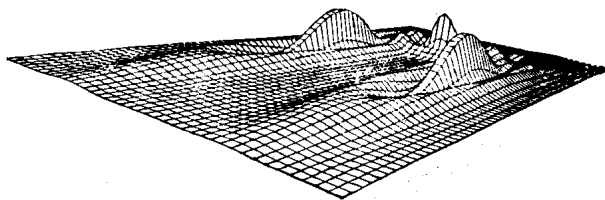
测绘出版社



计算机制图法

——绘图机的使用方法

〔日〕山口正雄 著
刘钦圣 王树杰 译
杨 翔 校



测绘出版社

内 容 简 介

本书是根据日本1975年出版的山口正雄著《コンピュータによる作図法——プロッタの使い方》一书译出的。

这是一本介绍计算机制图方法的基础读物。内容包括图形处理、绘图机的硬件、绘图机的软件、制图方法、系统制定的次序等。最后一章列举了应用计算机制图的几个实例，其中包括等高线的绘制。

本书适合高等院校有关专业的师生阅读，也可供从事自动制图的科技人员参考。

计 算 机 制 图 法 ——绘图机的使用方法 〔日〕山口正雄 著

*

测绘出版社出版
山西新华印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行·各地新华书店经售

*

开本850×1168 1/32·印张4 1/4·字数114千字

1979年9月北京第一版·1979年9月第一次印刷

印数1—19,000册·定价0.55元

统一书号：15039·新106

译 者 的 话

随着电子计算机应用的日益广泛,单纯使用打字机作为输出手段,已经无法满足新的要求。因为实际问题的模型大多是连续性的,而从计算机上所得结果却都是离散的,往往需要花费大量时间去从事离散数据的整理,其中一项很麻烦的工作就是绘图。所以,人们早就希望在输出离散数据的同时,能以图形的形式输出原来的连续模型。这就是近年来在计算机的外部设备中,增设一个重要的输出设备——绘图机的原因。

必须强调指出,绘图机从它诞生之日起,就不仅仅是一个输出工具,而且肩负着“设计工作自动化”的重要任务,从六十年代开始,又被应用于地图的自动绘制。因此,如何掌握和使用绘图机,就成为从事机助设计人员与制图技术人员的一个重要课题。

日本山口正雄所著《计算机制图法——绘图机的使用方法》一书,对当今世界上各种主要绘图机的硬件、绘图机的软件(以CALCOMP公司为代表)以及制图方法与程序,进行了比较系统的介绍,文字简明扼要,算式严密准确(所有子程序与例题都曾在计算机上试算过),是一本较好的介绍绘图机使用方法的基础读物。凡具有工科院校的数学基础,并学过FORTRAN语言的读者,阅读本书不会发生什么困难。利用本书第三、四章所介绍的子程序与数学处理方法,一般就能够在配有上述子程序的绘图机上进行各种图形的绘制。

本书中所介绍的管理方法,有些在我国是不尽适用,但仍有一定的参考价值。另外,本书对计算机制图中的某些重要的数学处理方法(例如曲线的光滑拟合)介绍得还很不够,读者可以结合自己的学习与工作需要,另找一些有关的文献来补充。

本书翻译工作中曾得到中国科学院地理研究所有关同志的大

力支持与帮助，谨表示衷心的感谢。由于我们水平有限，不妥和错误之处，敬希读者批评指正。

译 者 1978年4月

序 言

随着电子计算机的普及和发展,输出形式不只是用宽行打字机打印,而且还普遍应用绘图机和 CRT* 来输出图形。同时,用电子计算机处理图形的各种方法的研制和研究也活跃起来。图形输出,对于人们来说往往比用宽行打字机的输出醒目易看,今后将更加普及。

在图形输出设备中,比较简便的、哪种电子计算机都能使用的是绘图机。本书是为从事电子计算机的图形输出的人们写的,是以绘图机的使用方法为中心、将业务上所必需的最低限度的事项汇总成了手册。如需要进一步掌握精湛的技术,可参考制图学和数学等专门著作。

绘图机,一般是按计算机语言——FORTRAN 能处理的要求来设计的。所以本书是以读者已充分掌握 FORTRAN 知识为前提进行讲解的,并准备了例题。本书中的数学公式,由于要与 FORTRAN 相衔接的缘故,使用大写的英文字母来表示变量,以致有些数学公式是比较难看的,但是由于重点是考虑实用性,务请谅解。关于基本图形,作为例题都列入了框图和程序。由于程序不允许有一字一句的差错,所以用电子计算机(使用 HITAC 8500)进行了实际测试。FORTRAN 源程序清单用宽行打字机打印,字迹浓淡不一而难以看清,所以本书采用了最近开始普及的 COM(使用 CALCOMP 1675)所拍摄的清单。

为了实际作图形输出,绘图机当然是需要的,但是由于绘图机要根据来自电子计算机的绘图命令(使绘图机工作的绘图机固有命令,随绘图机的机种而异)绘图,所以技术上最麻烦的是,在

* 阴极射线管。——译者注

电子计算机中怎样作出要描绘的图形的绘图命令，即程序的编制。这种程序一般说是复杂的，往往由许多子程序组成，所以为了提高程序制定的效率，还介绍了常规的程序编制次序。

再者，由于笔者才疏学浅，一定有许多地方讲得不清楚，望读者批评指正，以便将来有机会时进行修订。

山口正雄

1974年12月

目 录

译者的话

序言

第一章 图形处理	(1)
1.1 图形处理	(1)
1.2 自动设计和图形处理	(3)
第二章 绘图机的硬件	(8)
2.1 绘图机	(8)
2.2 联机方式和脱机方式	(12)
2.3 绘图机的一些问题	(15)
2.4 图形 COM 系统	(18)
2.5 利用 COM 特长的应用例子	(21)
第三章 绘图机的软件	(23)
3.1 基本程序	(23)
[1] PLOTS 程序	(24)
[2] PLOT 程序	(25)
[3] SYMBOL 程序	(26)
[4] NUMBER 程序	(30)
[5] SCALE 程序	(32)
[6] AXIS 程序	(34)
[7] LINE 程序	(36)
[8] FACTOR 程序	(37)
[9] WHERE 程序	(39)
[10] NEWPEN 程序	(39)
3.2 函数程序	(40)
[1] 圆——CIRCLE 程序	(40)
[2] 椭圆——ELIPS 程序	(45)

〔3〕 长方形——RECT 程序	(49)
〔4〕 格子——GRID 程序	(52)
〔5〕 正多边形——POLY 程序	(55)
第四章 制图方法	(60)
4.1 基本思想	(60)
4.2 基本图形的处理	(61)
〔1〕 基本图形	(61)
线段 圆 长方形	(62)
〔2〕 图形的坐标变换	(64)
图形的平移 图形的旋转 图形的对称 图形的放 大、缩小	(65)
4.3 简单图形与困难图形	(67)
〔1〕 简单图形	(67)
〔2〕 困难图形	(68)
4.4 二维图形与三维图形的区别与问题	(68)
〔1〕 二维图形	(68)
二维形状的轮廓线 截面图的轮廓线	(68)
〔2〕 三维图形	(70)
三维图形的轮廓线 交线 不连续线 隐藏线的 消去	(70)
4.5 制图的顺序	(77)
〔1〕 图框	(77)
坐标轴的选取方法 不依图形的形状、位置而变 化的内容 对图形不太妨碍的内容 笔的动作最 省的顺序	(77)
〔2〕 图形的绘制	(79)
全部图形的均衡 图形的骨架、肉体	(79)
〔3〕 注释文字的制图	(81)
4.6 点列处理	(81)
〔1〕 点列的求法	(81)
测量的方法 从图面读取的方法 网格方法 补 偿方法	(81)

〔2〕 点列的连结方法	(83)
直线连结法 进行圆弧逼近法 进行 n 次式逼近 法	(84)
〔3〕点列为格子状时	(86)
4.7 数式处理	(87)
〔1〕 直线与线段	(88)
平面上的直线 平面上的线段 三维空间中的线 段	(88)
〔2〕 圆与圆弧	(91)
圆 圆弧	(91)
〔3〕 长方形	(93)
第五章 系统制定的次序	(94)
5.1 基本思想	(94)
5.2 设计组的组织	(95)
5.3 编制程序	(97)
〔1〕 制定日程	(98)
〔2〕 系统设计	(99)
规划过程 系统设计书的制定 操作说明书的制定 制定检查表 编写测试数据和测试程序	(99)
〔3〕 程序设计	(102)
程序设计书的制定 绘制流程图 编码 局部测试 综合测试	(102)
5.4 程序完成后的工作	(104)
〔1〕 文件的重要性	(104)
〔2〕 日程管理	(104)
〔3〕 程序的维护和功能改正	(105)
第六章 应用例子	(106)
6.1 汉字、片假名、平假名	(106)
6.2 绘制网络图	(108)
6.3 流程图发生	(109)
6.4 绘制等高线图	(116)
6.5 安装管道图	(116)

第一章 图形处理

1.1 图形处理

近年来,图形处理已开始有了广泛应用,可以说是正在流行。所谓图形处理,含义是广泛的,不是只使用XY绘图机(以下简称绘图机)或显示器就能完成的。图形处理也常常被人们与CAD (Computer Aided Design*)混淆起来,但是按照Computer Aided Design的字义,CAD是使用计算机来进行设计。普通所进行的批量处理的科学计算,广义说来就是CAD,但也有人把使用计算机到绘制设计图整个过程称作CAD,而混为一谈。这是由于CAD和图形处理都被夸张了。但CAD和图形处理的广度是根本不同的。

图形处理,不只是科学计算,而且能实际应用到事务处理等广泛的领域中。由于CAD应用于设计领域中,所以可以认为它是图形处理的一部分。不过现在在这个领域的应用例子最多。

直到现在,我们使用数字计算机进行结构分析或者电路分析等设计计算,其结果几乎都是以数字、文字的罗列而输出,因此目前的现状是,设计者边看边绘特性曲线,作成图表之后,才能作出判断。

本来,人们希望获得用眼睛一看就能作出判断的模拟信息,但计算机没有这种能力,所以使用外部设备的绘图机等,运用图

* 计算机辅助设计。——译者注

形处理，以便变换成易懂的模拟信息。

现在绘图机的普及率，与计算机的普及台数相比还非常少，有待今后更加普及。但现在，绘图机已广泛地、有成效地应用在科学计算和事物计算的数据整理和图表化、简单设计图的自动绘制等方面。

早期的用途，是应用在设备工业安装管道方面，美国太阳石油公司很早就研制了这方面的软件，并开始出售。

接着，一般的用途是工程管理等方面的自动绘制 PERT* 网络图、绘制流程图，也就是由完成的程序追溯，自动地绘制出当时最正确的流程图等。还有绘制等高线和天气图，也是很早就进行的。最早是参考西德的技术而纷纷采用的。另外，使用于石油资源开发的地壳分析，应用在建筑工业的地震分析等，或使用于制作列车的行车时间表等，也是这方面的应用例子。

绘图机本来是外部设备之一，能不能象 TSS** 那样，在远距离使用呢？美国已利用电话线路实现了这一设想。最近，通过通讯卫星，远距离的遥绘也研制成功了。日本也已开始应用遥绘技术，预料这种技术今后将非常普及。因为用遥绘来绘制图表简单，而同样的图表如要使用打字机等来接收，并用其数据绘成图表，则相当花费时间，还要加上绘图的手工作业，往往会带来巨大的浪费。

现在，许多人亲手对各种各样的图形处理进行试验，才好容易了解了它的难度。正如谚语所说的“初生之犊不怕虎”，为掌握某种新技术而努力奋斗，到最近才渐渐感到这是很不容易的事情。

直到现在，绘图机多半使用于绘制设计图和图表，而在管理部门中并没有很好使用。在大多数企业、事务管理部门或经营部门中拥有计算机，即使引进绘图机，也只是放在计算机房内，而对身边的事务计算，却很少使用，往往只是使用于设计。

在事务计算领域中，绘图机的利用之所以不活跃，是因为用

* 程序评价和审查技术。——译者注

** 分时系统。——译者注

于事务计算的绘图软件还不完备。作为使绘图机工作的软件，大多数情况下只与 FORTRAN 建立连接，而能连接 COBOL*的还很少。因此在用户方面，就因不能连接 COBOL 而不知不觉地产生了成见。不过在 OS (Operating System**) 可靠的计算机中，稍许想点办法，就能够与 COBOL 充分连接。

事务计算时，对现场的承担者说来，用宽行打字机打出的数字的罗列是必要的。但对管理人员来说，需要的只是清楚明了的宏观数据，这就出现了绘图机活跃的余地，因为必须为每一个管理人员提供合适的计算机输出形式。在这个领域中也应用的话，绘图机必将飞跃地发展，新的应用也会层出不穷。

举一极其简单的例子，在经营管理月报表上，用宽行打字机打出每一种商品的当月销售额和本月上个月的比较表时，如果仅仅根据数字来判断哪种商品销售额最多或最少的话，那么商品名称越多，便越困难，因为这就等于要对每一种商品的销售额进行全面比较一样。即使用键盘将当月销售额进行分类，对当月来说是可以的，但在绘制与上一个月的比较表时，就必须绘出其它输出图表，因而缺乏一览性。这时，经常采用的方法是，利用这些数值绘制成图表来表示。如果采用这种方法，那么用直方图表、折线图表，就容易掌握那种关系的大小，因此是很方便的方法。

1.2 自动设计和图形处理

有代表性的机械和建筑结构物的设计、制造过程，如图1.1所示。

开始，由顾客交给说明书，厂家根据说明书进行最优设计，提出估算书，接受订货，到实际制造、交货。这里必须注意，经过一次设计就得到所谓最优设计，实际上是几乎不可能的。也就

* 面向商业的通用语言。——译者注

** 操作系统——译者注。

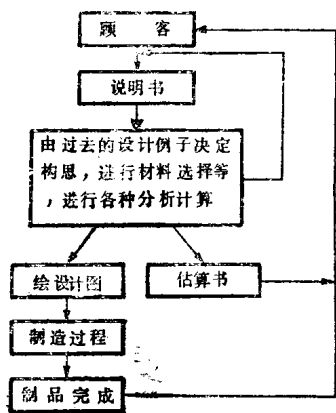


图1.1 设计制造过程

是说, 必须重新计算好几次, 每次都要绘设计图, 又要进行材料统计。这样反复好几次, 就要浪费高级技术人员的宝贵时间, 而用于它的费用, 必然地影响到整个成品的价格。这样, 所谓最优设计的工作, 实际上统统是反复地进行同样的事情, 所以使用计算机来处理就常常是合算的。如果用计算机处理, 那么从第一次设计计算 (期望进行最优设计)

的结果进行判断, 并加入改正数据, 再重复进行第二次、第三次计算就行了。而且, 作为其结果而得到的图, 即设计图, 就可以在现场充分使用。

使用计算机来设计计算 (当然应该包含图形处理, 否则就没有意义) 的优点, 归纳如下:

- (1) 缩短设计所需要的时间;
- (2) 便于设计的修改;
- (3) 减少不良设计 (包括设计图);
- (4) 由于自动绘图, 设计图可以在现场完成;
- (5) 可以进行材料统计, 材料的定货、交货管理可以使用计算机;
- (6) 可以掌握制造成本;
- (7) 可以应用于工程管理;
- (8) 可以用于制造过程的劳动管理;
- (9) 可以腾出力量研制新产品;
- (10) 有利于接受订货。

说到图形处理, 往往给人这样的印象: 它只是作为计算机的输出进行绘图而已。但是对搞图形处理的前后阶段, 还有不少有价值的事情可做, 对于这一点既不太了解, 也不去进行研究。前

面叙述了所谓最优设计的结果，下面还要更具体地考虑其做法和效果。图1.1表示最优设计的流程，如把它应用到更多的方面，就如图1.2所示。以下就以**机械设计为例**，进行说明。

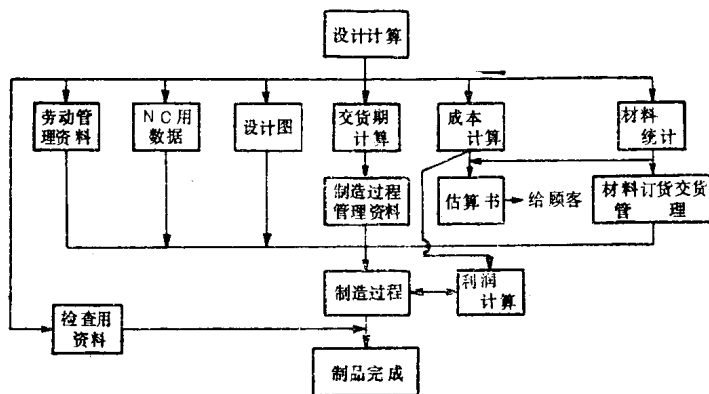


图1.2 总系统

要把大量零件全部编写成为可以使用的程序，就有数据库的容量和存取时间的问题。而一般的方法则是对最低限度的零件进行尽可能及时的程序设计。由于在制造部门，要管理种类多、数量少的零件是很困难的，如对零件的种类加以限制（设置标准零件），则在零件的管理以及采购等方面将产生许多优点。标准零件，必须在系统设计阶段由各个部门协商确定，而一旦确定下来，就必须遵守。标准零件如果确定，那么在程序上只要写入标准零件就行了。因此，数据库的容量和存取时间的问题也就不大了。

以上是设计计算以前的效果，下面谈谈设计计算后得到的具体效果。

人们进行设计时，一般的作法是一面参阅过去的设计资料以及其他许多资料，一面进行设计。由于有计算错误、看错资料等许多失误的原因，要得到完整的设计图，需要许多天。即使采用了新技术，要使新技术普及到所有的设计者也是不容易的，有一

部分人仍旧使用旧技术进行设计，而与此相应的经费损失是很大的。如果用计算机进行设计计算，那么信息既能不断更新，计算错误和看错资料的原始错误也可能接近于零。而且，在那个阶段，人们（设计者）所作的事情是包括产品的艺术价值、社会价值、创造性等在内的信息输入。也就是说，使人和计算机的特长都能发挥，相互利用各自的优点进行设计计算。

进行设计计算，就能自动地完成设计图，NC* 用数据、材料统计等数据，这也是一大优点。

第一次设计计算得到的设计图未必是最好的，所以必须反复几次，一面进行计算，一面在各次输出的设计图中挑选最好的。

设计图，有直接绘制在绘图机的纸面上的方法和输出在 COM (Computer Out put Micro filmer)** 缩微胶片上的方法等，不管何种方法，都可以得到在制造现场能够充分使用的设计图。而且得到的 NC 数据（NC 磁带）质量也是最好的，所以设计图的另一个意义，是能够对制造现场作指导。

进行设计计算时，如附带进行材料统计，就很易作出正确的估算（累计），对于材料的订货，也能以更正确的数字进行发送。现在，出于不使实际预算出现赤字的考虑，往往在编制估算阶段就加上了附加额。但是如果用计算机进行设计计算，那么这样的危险性就小了，只须考虑零件的损坏和其它的损失就行了。更重要的是，预先以损失率的形式给出其损失，就可以加进其损失进行材料统计，所以其效果越来越高。

其次，用计算机进行设计计算时得到的直接效果，应用特别广泛。

例如，由于能够自动绘制设计图，所以也可充分考虑到以后把系统扩大到制造过程中。也就是，只要确定了标准工时，那么就能够简单地掌握制造过程所需要的工时。并且，如果给出交货日期，就能求出必需的工时，而且可根据情况完成 PERT 等工

* 数字控制。(Numerical Control) ——译者注

** 计算机输出缩微胶片。——译者注

程管理资料。当然，如果有了工程管理资料，那就能够在必要的时间发送订货，所以就能尽量地控制半成品的成本。作到这一步，不仅零件的数量，而且直到订货安排的流程，就可以用计算机处理，而有关材料方面的工作，就仅仅限于交涉价格和交货管理了。

另一方面，按照考虑方法的不同，从这个系统输出用于产品检查的检查表是十分可能的，整个地看来，能够编制从设计一直到交货的连续系统。

由此可见，仅就图形处理来看，上述的各个过程中，充分地利用人和计算机的特长，得到了许多可以在各个方面使用的产品（从图形处理方面看是次要的，但却是重要的）。由此而产生的价值是非常大的，这是只有使用了计算机后才能得到的。

计算机自动进行设计计算时，决不是完全不需要设计人员。如前所述，设计计算的周期大幅度缩短了。从这个意义来说是减少了设计人员的绝对数量。由于周期缩短而多出来的时间就可以专心从事于新产品的研制等。这里要求设计人员的条件是，必须具有更高的创造性的思考。这是因为在其它企业，也在进行同样的思考，进行着更激烈的竞争。为了取胜，就要比现在更加要求走在其它公司前面，很快地制造出成本低、性能高的产品。这不仅对设计者，而且对经营部门，都要求缩短思考的周期。而对整个企业就要求行动敏捷。也就是，更强烈地要求经营部门将市场和竞争企业的情报立即反映给工程技术部门，制造部门要有效地利用制造设备，采购部门要在短期内提供更便宜的材料，人事部门要削减制图工人、事务员和录用更高级的技术人员以及进行培训等等。而对这一要求不适应的企业的前途肯定不会是光明的。