

塑料成型 加工与计算机

日本ビニル工業会 编
茅皖珍 等译



中国轻工业出版社

塑料成型加工与计算机

日本ビニール工業会 编

茅晓珍 陈慧玲

梁海天 黄仰新 译

杨惠娣

中国轻工业出版社

内 容 提 要

本文译自日文版《プラスチック成型加工とコンピュータ》。全书共9章，第1章塑料成型工业中计算机的应用，第2章压延设备的自动化，第3章挤出成型中的工艺控制，第4章注射成型机的计算机控制，第5章吹塑薄膜生产中薄膜厚度控制，第6章塑料的色彩管理，第7章横移型机械手控制系统，第8章依据 Moldflow 的模具设计，第9章计算机基本知识。书中全面介绍了计算机在塑料加工中的应用，可供从事塑料加工和计算机软硬件制作的工程技术人员阅读。

プラスチック成形加工とコンピュータ

日本ビニル工業会 編

(株)工業調査会、1982

塑料成型加工与计算机

日本ビニル工業会 編

茅醇珍 陈曾珍 廖嘉天

黄仰新 杨惠梯 译

中国轻工业出版社出版

(北京东长安街6号)

河北三河县艺苑印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行

各地新华书店经售

787×1092毫米¹/₃₂印张：6.25插页：1 字数：131千字

1992年8月 第1版第1次印刷

印数：3000 定价：12.00元

ISBN 7—5019—1364—1/TQ·062

前 言

渡过70年代末、80年代初第二次石油危机带给塑料工业的衰退后,近八九年来,塑料工业一直发展较快.计算机在塑料工业中的应用也不断扩大和深入。本书译自日本工业调查会出版的《プラスチック成形加工とコンピュータ》,书中总结了近年来计算机在塑料加工,如挤出成型、注射成型、压延成型等主要工艺过程中的各种应用,也介绍了色彩管理、各种机械手和模具设计等方面的应用。有关这样全面地介绍计算机在塑料加工中应用内容的图书在国内还是第一本,希望读者能从中获得一些有用的知识。

本书译出后,因出版经费问题未能及时发排,幸得广西塑料研究所的大力支持,终于能以合作出版的形式出版而与广大读者见面。在此,对广西塑料研究所表示深深的感谢。

本书第1章由茅皖珍、陈慧玲译,第2章、第3章由茅皖珍译、第4章由梁海天译,第5章、第6章由黄仰新译,第7章由黄仰新、杨惠娣译,第8章、第9章由杨惠娣译。全书由杨惠娣统稿。因原书照片图不易翻印清晰,也考虑到图书成本,删去了书中的54幅照片,在此向读者致歉。

因内容涉及领域较多,错误之处,敬请读者指正。

序

近年来，广泛采用加工容易且生产率高的塑料，特别是聚氯乙烯热塑性弹性体。同时，为满足稳定、均一、高质量的要求，对热塑性弹性体的加工装置使用了计算机，这又进一步扩大了它们的用途。

但是，重要的是使用计算机的制品加工者要很好地理解计算机的作用、原理，并会自如地应用计算机于制品制造。计算机使用管理上的难点较多，所以，有不少地方常不易充分理解。

日本聚氯乙烯工业会的技术委员会，在其每10年的成立纪念日，作为纪念活动之一，都要出版一本有关聚氯乙烯加工的参考书。去年是该会成立30周年，借此机会，邀请了塑料加工厂和加工机械厂的专家，就加工中各领域的计算机使用管理，尽可能浅显地编写出来，以供参考。又由于工业调查会的吉本社长的支持，使本书得以出版。

本书是面向塑料加工技术人员的参考书，内容也是以前出版的图书中所没有的。在本书出版之际，谨向下述执笔者表示深深的谢意，并忠心希望读者能灵活地应用本书中的知识到实际工作中去。

日本聚氯乙烯工业会技术委员长

工学博士

山田 桜

执笔者

第1章 大谷寛治〔住友電気工業(株)〕

- 第2章 上田 光、伊藤憲道〔石川島播磨重工業(株)〕
- 第3章 中条 进、菊池纪行〔池貝鉄工(株)〕
- 第4章 宮嶋昭司〔(株)新潟鉄工所〕
- 第5章 秦 範男〔(株)プラコー〕
- 第6章 佐野和雄〔大日精化工業(株)〕
- 第7章 山下正人〔(株)スター精機〕
- 第8章 佐久間新〔(株)電通国際情報サービス〕
- 第9章 山地克郎〔富士通(株)〕

目 录

第 1 章 塑料成型工业中计算机的应用	(1)
1.1 计算机应用的进展和经济性	(1)
1.2 计算机在设计计算方面的应用	(12)
1.2.1 螺杆设计	(12)
1.2.2 口模和成型机头的设计	(19)
1.2.3 操作条件的设计	(21)
1.3 计算机在成型机上的应用	(24)
1.3.1 计算机在注射成型机上的应用	(24)
1.3.2 计算机在挤出成型机上的应用	(28)
1.4 计算机在成型生产线上的应用 ³⁾	(31)
1.4.1 计算机在薄膜、片和管材挤出成型生产线上的应用	(32)
1.4.2 计算机在电线电缆挤出成型生产线上的应用	(37)
1.5 计算机在塑料成型中的其他应用	(52)
1.6 结束语——可靠性和技术进步	(53)
第 2 章 压延设备的自动化	(56)
2.1 压延设备的自动化	(56)
2.1.1 自动配料、混炼设备	(56)
2.1.2 压延机的自动厚度控制 (APC) 装置	(58)
2.1.3 其他自动化装置	(64)
2.2 压延自动化未来的课题	(65)
第 3 章 挤出成型中的工艺控制	(68)
3.1 挤出成型要求的控制系统	(68)
3.1.1 省力化、自动化	(69)

3.1.2	节能	(70)
3.1.3	提高稳定性	(71)
3.	2控制系统的组成	(71)
3.2.1	挤出成型机	(72)
3.2.2	自动控制装置	(73)
3.2.3	信号调节器	(73)
3.2.4	控制用电子计算机	(74)
3.3	控制功能	(74)
3.3.1	挤出成型条件的自动设定	(74)
3.3.2	程序控制	(75)
3.3.3	定值控制和监控功能	(75)
3.4	采用计算机控制的效果	(76)
第4章	注射成型机的计算机控制	(80)
4.1	注射成型机利用计算机的概况	(80)
4.2	计算机控制	(81)
4.2.1	顺序控制	(81)
4.2.2	过程控制	(85)
4.2.3	判断制品是否合格的控制	(92)
4.2.4	集中管理和集中监视控制	(97)
第5章	吹塑薄膜生产中薄膜厚度控制	(100)
5.1	微型计算机与吹塑薄膜生产装置	(100)
5.2	微型计算机控制的目的及概况	(102)
5.2.1	以质量管理为主要目的的控制系统	(102)
5.2.2	正式的微型计算机控制系统	(103)
5.3	微型计算机控制的未来的课题	(106)
5.3.1	薄膜测厚计的精度	(106)
5.3.2	控制响应和互相干涉	(106)
5.3.3	软件问题	(106)

第 6 章 塑料的色彩管理	(108)
6.1 色彩的表示方法	(109)
6.2 色彩管理所需要的硬件	(111)
6.2.1 分光光度计	(113)
6.2.2 色差计	(115)
6.2.3 电子计算机	(116)
6.3 色彩管理所需要的软件	(117)
6.3.1 分光反射率曲线的利用方法	(117)
6.3.2 各种色度体系	(119)
6.3.3 迈歇尔色度体系	(122)
6.3.4 色差公式	(125)
6.3.5 条件等色的表示方法	(128)
6.3.6 遮盖力的表示方法	(132)
6.3.7 雾度的表示方法	(132)
6.4 计算机调色	(133)
6.5 正确的目视评价方法	(137)
第 7 章 横移型机械手控制系统	(140)
7.1 利用微型计算机的目的	(140)
7.2 微型计算机的引进	(141)
7.2.1 专用顺序控制器的引进	(141)
7.2.2 机械手用专用顺序控制器系统概况	(142)
7.2.3 顺序器的硬件规格	(145)
7.2.4 机械手用软件开发系统	(145)
7.2.5 专用顺序器软件规格	(148)
7.3 采用表格程序设计方式的顺序器动作	(150)
7.3.1 顺序器动作	(150)
7.3.2 程序的表示方法与生成	(152)
7.4 小结	(153)

7.5	控制效果及评价	(154)
第8章	依据Moldflow的模具设计	(156)
8.1	何谓Moldflow	(156)
8.2	系统的概念	(156)
8.3	Moldflow的实际应用	(156)
8.4	解析的4要素	(160)
8.4.1	模具流径的模型化	(160)
8.4.2	树脂材料特性的取法	(161)
8.4.3	输入成型条件	(164)
8.4.4	据程序输出项目的充模方式的把握和成型条件的 最佳化	(164)
8.5	模具设计解析	(166)
第9章	计算机基本知识	(171)
9.1	今天的计算机	(171)
9.2	计算机和二进制	(172)
9.3	硬件	(174)
9.3.1	中央处理装置	(174)
9.3.2	主存储装置	(176)
9.3.3	存储量的单位	(176)
9.3.4	通道装置	(177)
9.3.5	输入输出装置(input/output device)	(177)
9.3.6	直接存取存储装置(DASD, direct access storage device)	(178)
9.3.7	磁带装置(magnetic tape)	(179)
9.4	软件	(179)
9.4.1	计算机程序	(180)
9.5	计算机和通讯	(181)

9.5.1	通讯的速度	(181)
9.5.2	通讯线路和计算机的连接法	(182)
9.6	处理的形态	(182)
9.6.1	成批(batch)处理	(184)
9.6.2	联机实时系统	(184)

第 1 章 塑料成型工业中计算机的应用

1.1 计算机应用的进展和经济性

许多事例证明，对某一科学技术领域作重要探索和开发时，不仅对于直接有关的领域，而且对于其他工业领域和社会都会带来很大的变化和进步，而且这些领域的技术将会相互促进，取长补短，不断地向前发展。

核反应的发现、高分子物质的合成、晶体管、集成电路、计算机等电子技术的开发等是典型的例子。

新技术应用到某些领域常会因突破障碍而出现重大的发展。在那些领域，无该新技术就不存在该科学和工业了。例如人造卫星、月球登陆船、宇宙飞船等中计算机的作用就是属于这种情况。

由于采用新技术，可以极大地提高产品的精度和效率，节省人力和组织合理化生产。例如应用计算机于高度复杂的技术计算和庞大的事务计算就是这种例子。

除了这些采用了新技术就能立即获得全面成效的领域，扩大新技术应用范围的速度与经济效益有着密切关系，所以，必须慎重地进行经济综合研究。特别是该应用对象在使用老的手段就能完成得相当好的时候，这种倾向就越明显。但是，往往也有这样的情况，虽然在经济效益比较时，处于经济不平衡状态，但是新技术却仍处于显著的发展普及状态。为了促进新技术发展普及要考虑许多因素，主要有以下几点：

- ① 要求提高产品质量、精度；
- ② 旧的作业方法需要高技能的操作者，且又缺少熟练的

操作者，人工费高而且离职率增加等社会背景的变动；

③ 在构成新技术的硬件方面进行新的开发，制造技术和生产工艺等的进步，成本显著地下降，从经济上变得能够与原有的技术进行抗争的所谓环境的变化。

特别就计算机的应用而言，可以说由于上述第③项因素或是硬件的开发和大量生产技术的进步，促进了它的普及应用。1945年开发了世界上第一台电子计算机，它使用了18800只电子管。1949年完成了程序存储方式的计算机。1958年后进入了晶体管计算机时代。自1965年以来，随着半导体技术的进步，计算机从晶体管进入了集成电路（IC）的时代。集成电路后来又发展成大规模集成电路（LSI）、超大规模集成电路（超LSI）。最近确立了265kbit（千比特）超大规模集成电路的大量生产系统。

计算机在塑料工业上的应用，除了有关生产计划、工程管理、生产总量、废品率等数据的收集和解析等的生产管理，螺杆、机头，混炼机的最佳设计，交联反应条件选择等的技术计算之外，现已开始尝试应用于成型机械和成型生产线的工艺监测和过程控制方面。

采用计算机的过程控制水平如下所述分成3级：

- ① 计算记录器；
- ② 计算机监控（SCC）；
- ③ 直接数字控制（DDC）。

为了对重要的过程变量进行管理，要在规定的周期内依次对过程变量进行扫描，过去，与预先设定的管理值作比较监测的扫描器，以及在此功能上增加收集过程状态数据的功能的数据记录器只能作简单的演算，而计算机式的记录器除了扫描、监测、记录之外，也能对过程制订必要的程序，利

用存储器，可以为各种计算和过程解析收集数据。人们把这称为计算记录器。在模拟控制系统中，由检出终端的传感器、调节器、操作终端组合成控制电路，而由于引入了计算机，以往模拟型调节器变换设定值的功能由计算机进行，同时也能进行数学模型的程序演算，提高了过程控制效率，这便是计算机监控。

一旦计算机使用的元件由晶体管改成集成电路，由于集成电路在技术上、经济上的进展，比例积分微分（PID）调节计的阿拉伯数字系统可通过计算机来实行，也就是说，把模拟型调节计换成计算机，而计算机的输出使直接操作终端动作，所谓直接数字控制逐渐被使用到过程控制上去了。

计算机控制水平的高低程度与成型机和成型成套设备的技术水平和经济性均有很大的关系。

PVC 单体制造过程中反应装置的最佳控制之类的化学装置的计算机过程控制在 1965 年左右已达到了相当高度的水平，但是，塑料和橡胶成型机的计算机过程控制很早就开始研究并已进入试制阶段，只因为对象是具有复杂特性的非牛顿流体，所以，普及的速度还不快。就成型机和成型流水线的过程控制的应用而言，在 1968 年芝加哥的 McCor-mick 地区举办的美国塑料工业学会（SPI）的全美塑料展览会上展出的 Fellows Gear Shaper 公司的计算机控制注射成型机可说是初期的产品，而正式扩大应用是相当迟缓的。例如，J. H. Jenney 在 1975 年 12 月的《Plastics Engineering》杂志上发表了你对 1973 年全美塑料展览会的印象一文中说：“1973 年全美塑料展览会上展示了计算机的应用，简直是百花齐放，可谓‘塑料工业计算机时代的黎明’。但是，如果把这称为黎明，日出也许是太迟了点吧？……这样的系统成本仍

然相当高,而且操作需要技术,这些是妨碍普及的原因……。”
这论述大体也能说明一部分情况。与此同时,1973年2月在《Plastics World》杂志上 Hold 和 Evans 也发表了议论,围绕计算机在塑料工业方面的应用展开了讨论。

Hold 的观点是:“如果成型的工艺条件是静态的话,生产就能稳定。但是,这种情况是少有的。普遍的情况是随着材料状态的变化,再生材料混合比例的分散性、温度变化等,设定条件常常要随之变化。为了自动地进行过程控制,采用以往的控制装置将会极其复杂,说不定还是采用计算机有效。例如现在微计算机功能充分地发挥了以往复杂的逻辑电路的作用,在经济性上也得到改善,并且能将成型机和其他辅助设备连接在一起进行控制。对于这种类型的控制仅采用存储容量是 8kbit~16kbit 的微计算机就行了。包括接口的这些微计算机的硬件价格可能是 12,000 美元左右。而且 1 台计算机至少能控制 4 台注射成型机。还有要改造注射成型机,也需要控制参数量,压力、温度、位置等的信号的传感器等可能要化费 2,500 美元左右。现在许多加工生产厂对计算机的应用还有疑问,今后在增设注射成型机时,如果不选购能直接与计算机连接的注射成型机的话,那么,在以后价格不断高涨期间,你将烦恼不休。现在,就是考虑应用计算机的时候。”

Evans 的理论是:“对于注射成型机说来,计算机只不过是过剩设备。所以这么说,不存在我们否定拒绝计算机的问题。Impco 公司采用了 Digital Equipment 公司的 PDP-8 型计算机,把价值 50,000 美元的计算机与价值 35,000 美元的注射成型机连接在一起作试验,掌握了许多最佳标准控制条件。Hunkar Labs 公司的 Hunkar 把计算机分成 3 大类。第一类,纯粹用作机械监视,就是说,用于监测油压系统的

压力、温度条件、螺杆射料杆的位置、型腔内压、注射量等。第二类，用于生产管理，就是说，为获得每班产品生产次数、停车时间、废品率、机械的生产分配、设定条件等而使用。第三类，如在超过机械设定条件的容许值时可进行修正的计算机，用于所谓过程计算机控制的成型机，也能称之为最佳控制的计算机。Impco 公司的实验已到了这一步。由于近来技术熟练的操作者逐渐减少了，因此将设计配有一系列控制系统的成型机，这种控制系统的控制效果要比有经验的操作者在作业中凭经验不断探索进行控制的效果更理想。这些模拟控制系统是处理压力、温度、流量、粘度等模拟信息的系统，而不是把模拟信息变换成数字，再通过数字计算机进行过剩控制的。计算机控制的主要特点是可作快速响应和修正。但是，实际上，最终仍需要人工修正排除机械或电气故障的情况还是很多。例如，加热器的断线、传动轴和泵的故障、密封处漏泄等情况。在上述情况下只要简单地尽快地更换零件以后便能恢复正常。如果在 80,000 美元的成型机上把 200 美元的加热器换成更高级的 1,000 美元的加热器的话，这便能获得半永久性的寿命。如果引入了 25,000 美元的计算机控制系统（计算机还不具有完全修正的能力）作为故障对策，则这仅是以‘计算机控制’的宣传文字开拓猎奇的市场而已。即使不使用计算机，只要预备了恰当的备品备件，便可完全解决计算机控制成型机的‘可使停车时间限制到最低程度’的问题。”

在 1973 年 3 月的《Modern Plastics International》杂志对当时还处于试验阶段的计算机控制与已高度发展的以往的模拟控制之间的竞争作了如下的分析：“今后的 5 年里塑料成型工业在质量方面的严格要求，将可能成为促进进步的主

要因素。预计将在不断进步的过程控制方面作最感兴趣的选择。就是说，在由计算机控制的标准注射成型机和以比计算机简单而价廉的旧的控制装置上作高度计测化的高级注射成型机之间选择哪一种的问题。具体地说也是对成型机投资或对控制装置投资的问题。现在微计算机不仅经济而且容易掌握。成型机制造商正逐步用微处理器来取代普通控制装置和过程监测控制装置。这类微处理器在欧美已正式使用，据说机械效率可从 80% 提高到 100% 左右。作为两个对立的例子可选择 Aachen IKV 的计算机控制的注射成型机和 Rolinx (英国) 公司不用计算机的高级控制装置。Rolinx 公司不采用计算机而是使用 Eurotherm 公司开发的完全反馈式控制系统。IKV 控制系统的基本作用是作监测和型腔压力控制。瑞士工业用控制器制造商 Landis & Gyr 公司和美国的 Hun-kar Labs 公司根据同样的概念对反馈控制作了尝试。IKV 的实用化投售市场的计算机程序是由两个部分所组成的。一个部分是代替以往控制盘报警作用的过程监测程序和油压系统的最佳程序，另一个部分是起动时的程序，是以作业者与注射成型机进行“问和答”对话的系统。计算机的应用的主要原因之一首先是经济性过不了关。IKV 推算这类计算机系统每年要化费 150,000 美元，为了充分利用这笔投资认为必须最少要用于控制 20 台注射成型机。IBM 为了控制注射压力，要开发以测定型腔内最大压力为基础的程序，它的最佳方式是用 SYSTEM 7 型计算机来控制 6 台成型机。IBM 的某一客户说，为了控制 8 台注射成型机的计算机租赁费是 17,000 美元，安装计算机的仪器安装费需要 4,000 美元，但是，IBM 公司说，这个客户能通过提高 20% 的机械效率，每年得益 100,000 美元。但是，也有不少成型加工厂商对为了