

● [英] E G · 费希尔 著 ● 张兆贵 译 ●



塑料挤出

轻工业出版社



塑料挤出

[英] E. G. 费希尔 著
张兆贵 译
肖鹤祥 尹自鱼 校

轻工业出版社

Extrusion of Plastics
E. G. Fisher
Third edition published in 1976
by Newnes-Butterworths published
for The Plastics and Rubber Institute

塑料挤出
〔英〕E.G. 费尔希 著
张兆贵 译
肖鹤祥 尹自鱼 校

•
轻工业出版社出版
(北京广安门南滨河路25号)
轻工业出版社印刷厂印刷
新华书店北京发行所发行
各地新华书店经售

•
350×1168毫米 1/32 印张, 11²⁴/8。 字数: 293千字
1989年12月 第一版第一次印刷
印数: 1—3,500 定价: 7.85元
ISBN7—5019—0273—9/TS·0176

内 容 提 要

本书译自 E. G. Fisher 博士著的《Extrusion of Plastics》第三版。

本书系统地论述了有关塑料挤出各方面的内容，介绍了单螺杆、多螺杆挤出机的设计原理、结构特征及用途，螺杆挤出机各主要构件的特性、设计原则，计算机控制的原理及方法，以及各类挤出工艺过程、各种挤出原材料及其在挤出过程中的注意事项。

本书注重理论和实际的结合，深入浅出地将原理和工艺、设备和工艺融合在一起，可供从事塑料加工的科研、教学、技术人员参考。

译者序

E.G. Fisher 博士是国际知名的塑料加工专家。著有《实用塑料注射成型》(«Practic Injection Moulding of Plastics»)、《塑料吹塑成型》(«Blow Moulding of Plastics»)及《塑料挤出》等专著。《塑料挤出》前后共出三版,它及时反映了近三十年来各个时期塑料挤出在理论和实践方面的成就,是理论和实际结合得较好的著作。

《塑料挤出》系统地论述了塑料挤出各个方面的内容。全书共十一章。一、二两章阐述塑料挤出的历史、发展趋势及基本原理;第三章论述了现代单螺杆挤出机的设计原理及数学推导,并略述了流变学基本知识;四、五两章介绍了多螺杆挤出机和各种特殊用途挤出机的设计理论、原则及其结构特征;第六章分别阐述了螺杆挤出机各主要构件的特性及设计原则,简略说明了计算机控制挤出机工艺参数的原理和方法;第七章分述了各类挤出材料及挤出时的注意事项;第八章详细阐述了挤出模头的设计理论和原则,介绍了各种挤出模头的特征,对各种挤出定径或定型装置也作了介绍;第九章介绍了各类挤出工艺的全过程;第十章分别对建立在挤出基础上的注射、吹塑及热成型等作了介绍;第十一章简略介绍了热固性塑料的挤出成型。

著者从事塑料加工四十多年,积累了丰富的经验。本书是著者有关塑料挤出方面的实践和研究成果的总结,可算是这一领域中的经典著作。它也是塑料成型加工著作和论文中被引用最多的参考书之一。本书深入浅出地将理论原理和工艺过程、设备和工艺有机地融合在一起加以叙述,略去了许多数学推导,易于读者接受。

本书可供从事塑料加工工艺和设备工作的工程技术人员，大学塑料加工专业的师生，以及从事高分子化工的技术人员及大学师生参考。

译稿经肖鹤祥、尹自鱼审校，译者在此致以衷心的感谢。译文不当和错误之处，期待读者的批评指正。

译者

1986年于上海同济大学

第一版序

挤出法，作为成型塑料材料的一种方法，自19世纪初已有使用。虽然在19世纪中期或后期，挤出法已是橡胶和电缆工业成熟的加工方法，但直到新型合成聚合物的发展，人们才开始认识到挤出法的巨大潜力。塑料工业的迅速发展和新型聚合物材料的生产，大大促进了这些材料加工方法的发展和完善。挤出，由于它的连续特性⁽¹⁾，是这类加工方法中最重要的一种。

本书**努力**从实践和理论出发，简要阐述塑料挤出各个方面的内容，并且详细地论述了比较重要的特性。本书供大学生使用，但并未详尽叙述挤出过程的情况。

在汇编本书时，作者查阅了许多发表的论文：特别是W.L.Gore和他在Du Pont公司的同事的论文。著者向这些论文和其他出版物的著者们致以谢意。还要向允许引用关于管子挤出工艺的Tenaplas塑料有限公司，向编写第八章给予帮助及允许发表图42的英国树脂有限公司和该公司的D.N.Davies先生致以谢意。

E.G.Fisher

第二版序

本书第一版问世于挤出技术和挤出材料处于方兴未艾之际。并且，自出版以来，在较短时间内，整个塑料工业取得了许多重大进展，各种用途的螺杆式挤出工艺比通常的连续挤出工艺的使用大为增加。

因此，第二版作了许多变动。按需要，本版已全部进行了重写，增加了几个新的章节，在许多情况下更详细地论述了主题，特别用一章专门阐述热固性塑料*加工技术，尽管通常不把它们看作挤出操作，但螺杆式挤出法确是构成这类加工技术的主要部分。另一新的章节是论述非传统挤出设备或方法，‘挤出模头’也分章论述，从而使这一主题阐述得更为详细。

与第一版的目的相同，著者是要以他所衷心希望的易懂的形式来阐述范围广泛的挤出技术，借以裨益于从事塑料工业的各类人员。

著者向许多提供过帮助的个人和团体再一次表示谢意，没有他们的相助，第二版便不能完成。尤其感谢 E.D.Chard 先生核校参考文献，审阅原稿；Colin Whietfield 先生给予可贵的批评指正并查找资料来源；A. Kennaway 先生审校第三章，以及他的几位秘书，特别是 Anne Weekes 从一批零散的手稿中，整理出原稿。著者要向许多欣然同意提供它们最新设备的细节和照片的设备制造厂和其他一些公司，表示谢意。

E.G.Fisher

* 原书误为热塑性塑料——译者注。

第三版序

本书第一版与第二版之间所经过的这段时间，是新型挤出法的实验开发、新型树脂的生产以及全面深入地了解和认识挤出法的一个非常活跃的时期。从那时起直到写本书第三版，这些年来似乎是一个巩固期，以前建立的一些原理和方法得到进一步的发展和充分利用。

此后，挤出机的规格和产量，象运行的挤出生产线数量一样大大增加。挤出成型不再是一种有点神秘新奇的事物，倒成为一种在正常工业生产规模范围内，总能指望对产品的产量和质量得到预期结果的塑料加工的标准方法。前些年，还起着重要作用的“工艺”（art）因素，已变得不甚重要了，事实上，挤出已成为一种“科学”（science）。

在此期间，计算机用于螺杆和模头的设计已成为可能，并且也可用计算机自动调节生产参数。这段时间，由于电子学和固体器件的迅猛发展，加强了对挤出系统的控制，对其性能和可靠性的全面完善也有所推进。

与这些很重要的科学发展并行，发明家和革新者们——挤出工业中非常重要的原动力——也继续他们的研究，产生了许多新的设想和有意义的装置，其中有些已大量商品化，而另一些则已被废弃。限于篇幅，在一卷书中全面地论述所有这些新发明是不可能的，并且本专著也不打算这样做。

因此，在《塑料挤出》第三版中，著者决定不重写任何章节或增添新的章节，因为这些基本原理，正如最初阐述的那样，仍然相同，但对一些新的发展和新的发明，著者认为值得收入的，加以筛选和进行增补。

著者向对本书的修订和增补给予协助的许多助手致以谢意。
特别感谢许多设备制造厂，他们提供了著者要求的关于各厂的最新发展信息和一些照片。

E. G. Fisher

目 录

第一章 绪论	(1)
1.1 历史和概况.....	(1)
1.2 热塑性塑料挤出工业的成长和发展.....	(9)
参考文献.....	(13)
第二章 挤出基本原理	(15)
2.1 概述.....	(15)
2.2 柱塞式挤出.....	(16)
2.3 湿法挤出.....	(17)
2.4 挤出泵和喷丝板挤出.....	(19)
2.5 干法挤出.....	(20)
2.6 螺杆式挤出.....	(20)
2.7 挤出过程.....	(28)
2.8 术语.....	(29)
参考文献.....	(37)
第三章 现代单螺杆挤出机	(39)
3.1 概述.....	(39)
3.2 螺杆设计及基本计算.....	(43)
3.3 螺杆设计随材料和模头特征的变化.....	(63)
3.4 螺杆类型.....	(72)
3.5 所需热量和功率.....	(74)
3.6 滞留时间.....	(78)
3.7 波动或脉动.....	(79)
3.8 绝热挤出.....	(80)
3.9 两级螺杆.....	(86)

3.10	压力控制	(89)
3.11	间歇式挤出	(92)
	参考文献	(92)
第四章	多螺杆挤出机	(99)
4.1	概况和历史	(99)
4.2	理论研究	(103)
4.3	现代多螺杆挤出机	(107)
4.4	多螺杆和单螺杆挤出机特性比较	(115)
	参考文献	(118)
第五章	特殊用途或非传统设计的挤出机	(120)
5.1	引言	(120)
5.2	挤出大断面制品的挤出机	(121)
5.3	立式挤出机	(124)
5.4	配料和混炼挤出机	(130)
5.5	非传统设计挤出机	(143)
	参考文献	(150)
第六章	螺杆挤出机的结构特征	(152)
6.1	引言	(152)
6.2	螺杆	(152)
6.3	机筒	(154)
6.4	加热及热量控制	(161)
6.5	冷却	(167)
6.6	料斗设计	(171)
6.7	止推轴承的特征	(174)
6.8	齿轮减速装置和驱动电机	(178)
6.9	机座	(181)
6.10	挤出过程的计算机控制	(182)
6.11	超声波控制	(183)
	参考文献	(184)

第七章 挤出材料	.....	(185)
7.1 概述	.....	(185)
7.2 挤出混合物料	.....	(186)
7.3 各种热塑性塑料挤出时的注意事项	.....	(190)
参考文献	.....	(205)
第八章 挤出模头	.....	(208)
8.1 概述	.....	(208)
8.2 模头设计理论的几个方面	.....	(208)
8.3 实际模头设计	.....	(217)
8.4 典型的挤出模头	.....	(227)
8.5 挤出定径装置或定型装置	.....	(251)
参考文献	.....	(263)
第九章 挤出全过程	.....	(267)
9.1 概述	.....	(267)
9.2 线缆包覆	.....	(267)
9.3 片材和平膜	.....	(274)
9.4 管膜	.....	(286)
9.5 挤出涂布	.....	(295)
9.6 软管和硬管	.....	(298)
9.7 异型材的牵引	.....	(309)
9.8 单丝挤出生产线	.....	(310)
9.9 片材和薄膜的共挤出加工	.....	(314)
9.10 发泡挤出制品	.....	(316)
参考文献	.....	(318)
第十章 其他重要的塑料成型方法	.....	(322)
10.1 概述	.....	(322)
10.2 注射成型	.....	(322)
10.3 吹塑成型	.....	(328)
10.4 连续热成型	.....	(333)

10.5	用于挤出和注射成型的原料制备	(335)
10.6	边角料的再生	(341)
	参考文献	(345)
第十一章	热固性塑料的挤出	(347)
11.1	历史和概况	(347)
11.2	热固性塑料挤出成型的基本原理	(348)
11.3	与热塑性塑料挤出相比较热固性塑料挤出的 不同点和难点	(352)
11.4	增强塑料的挤出	(354)
11.5	结论	(357)
	参考文献	(357)
附 录	本书所用符号	(359)

第一章 绪 论

1.1 历史和概况

虽然挤出可认为是起源于18世纪末,但是作为结构材料的生产方法,仅在最近30年内人们才开始充分认识到它的巨大潜力。从J.Bramah发明第一台挤出机开始〔1〕,在19世纪前半世纪内,挤出法似乎只用于铅管的生产。以某种形式的挤出法用于生产通心面、通心粉和其他食品,以及用于制砖和陶瓷工业,大概是一种非常古老的工艺,但是这类分支技术的历史却很不清楚。

在挤出作为一种制造方法的发展过程中,第一次有明确记载的时间是在1845年,当时R.Brooman申请了用挤出法生产和应用古塔波胶电线的专利。古塔波胶公司的H.Bewlgy随后改进了上述挤出机,并于1851年将它用于包覆敷设在Dover和Calais之间的第一根海底电缆的铜导线上〔2〕〔8〕。

在美国,首先采用挤出法生产绝缘电线的似乎是A.G.De Wolfe,他大约在1858年就开始了用挤出机生产绝缘电线的研究〔4〕,当时他受雇于美国康涅狄克州西摩的A.G.Day公司。

在以后的25年内,挤出法日见重要,并且用机械操纵的挤出机迅速代替了以往所用的手动型挤出机。此外,还生产了成千上万公里的绝缘电线和电缆,从而牢固地确立了挤出法用于电缆生产的地位。

电缆工业所用的挤出机,虽然今天已得到发展,但早期所用的挤出机,其操作不论是手动的、机械的或是液压的,全都是柱塞式的。在这种生产过程中,柱塞将热的古塔波胶压入到引入和通过铜导线的模头装置中,古塔波胶从模孔中挤出,这样它就包

覆在铜导线上形成绝缘层。柱塞式挤出机的明显缺点是操作不连续，并且为了重新装料或调换机筒每隔一定时间需要停车。因此，为了克服这些局限性，进行了大量工作，并且最终导致采用螺杆式挤出原理。

但不应因此就认为柱塞式挤出机已经废弃。这种机器至今仍广泛用于要求加工压力高或挤出材料不宜采用螺杆的工艺中。例如金属就是用柱塞式挤出机挤出的，而陶瓷、石墨、蜡、带耐熔涂药的电焊条以及其他许多产品也是用柱塞式挤出机挤出的。也不应忘记，许多现代的注射机仍然采用柱塞式挤出机构作为注射机的注射部件。1879年，Gray 取得第一个采用阿基米德螺杆的

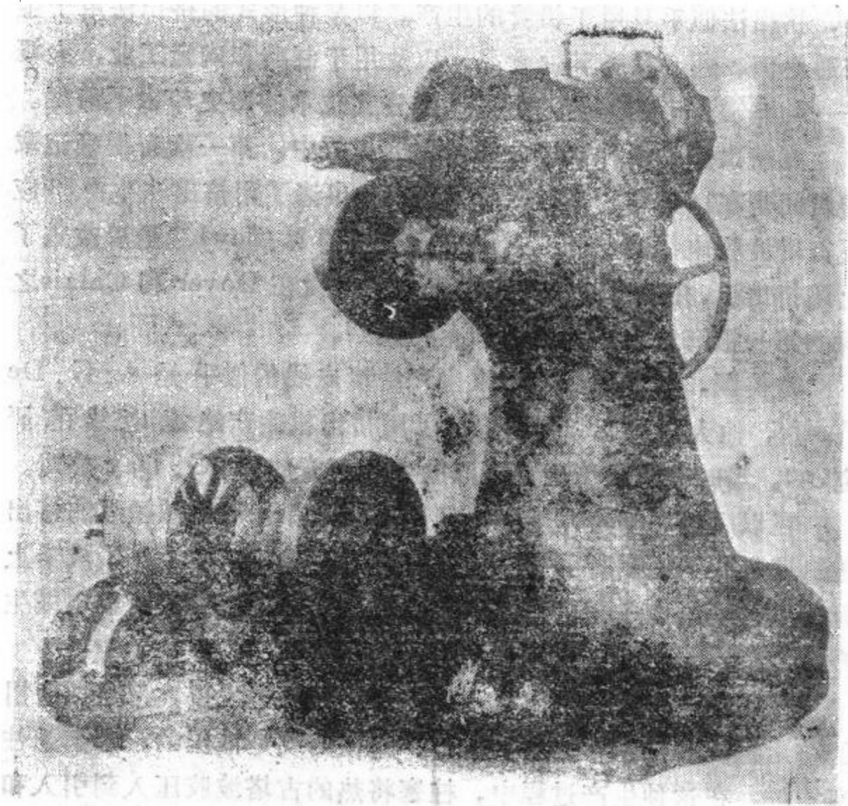


图1.1 一种早期的挤出机 (J. Royle 制造, 1880)

挤出机专利〔5〕，差不多在同一时期，美国的 Royle 也开发了一种螺杆挤出机（图1.1）。到1881年，英国的 Shaw 已生产和出售螺杆挤出机（图1.2）；大约3年以后，Iddon 公司设计了一种双辊装置，又过了2年同一制造商制成了一台配有直角机头的螺杆挤出机。在德国，同样著名的橡胶和塑料机械制造商 Paul Troester 到1892年已成功地生产了螺杆挤出机，到1912年时大约已生产和出售了500多台这种挤出机（图1.3）。在这以后不久，德国的 Phoenix 橡胶厂公布了挤出机的螺杆设计〔6〕。

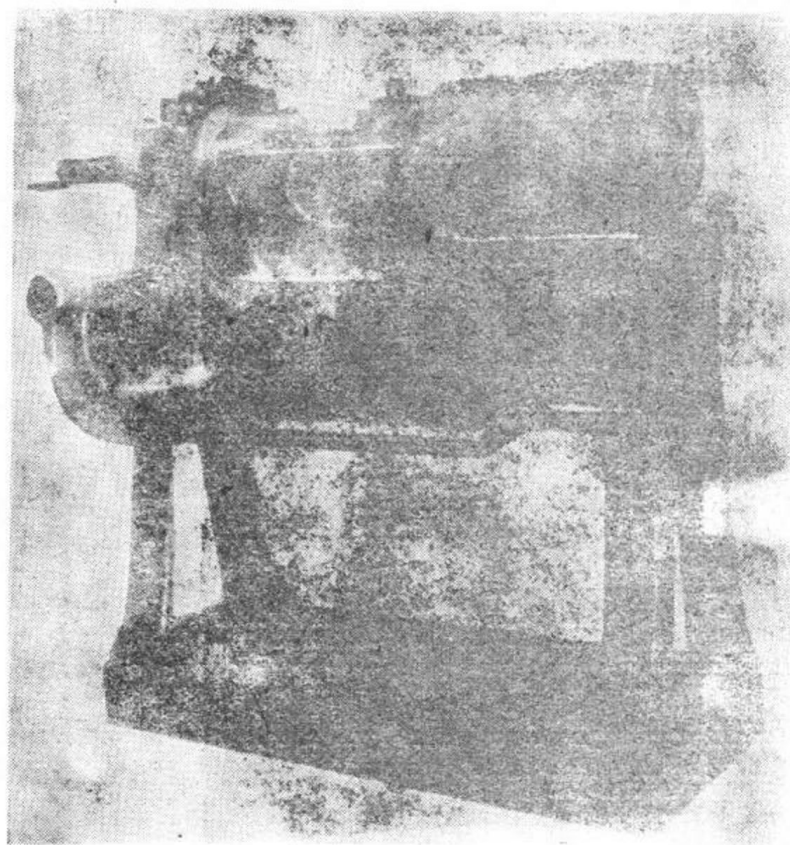


图1.2 一种早期挤出机（F. Shaw 制造，1881）