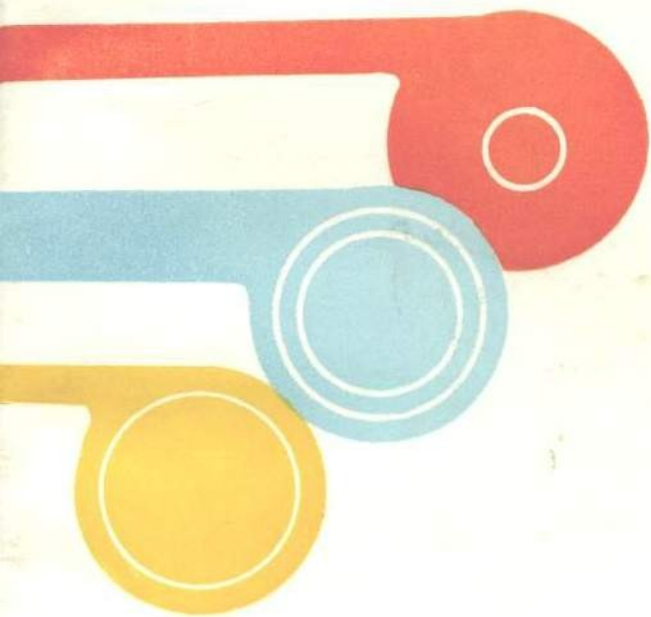


吹塑薄膜

于丁编



中国轻工业出版社

吹 塑 薄 膜

于 丁 编

轻工业出版社

(京)新登字034号

内 容 提 要

本书介绍了吹塑薄膜的基本原理、成型设备及工艺、生产中出现的异常现象及处理，以及一些典型吹塑薄膜实例和新近发展的薄膜的成型工艺。另外，还介绍了薄膜性能的测试及其应用。

本书通俗易懂、图文并茂，可供从事吹塑薄膜生产的工人、技术人员阅读参考。

吹 塑 薄 膜

于 丁 编

中国轻工业出版社出版
(北京东长安街6号)
三河宏达印刷厂印刷
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：8¹/₂插页：1 字数：174千字

1987年5月 第1版第1印刷

1993年5月 第1版第3印刷

印数：8001—11000 定价：8.50元

ISBN 7-5019-0737-4/TS·0476

序 言

在薄膜生产领域中，吹塑薄膜因其工艺成熟、应用面广，薄膜规格易于变换而占有重要地位。为了普及塑料加工知识，介绍吹塑薄膜成型技术，特编写此书供从事吹塑薄膜的工人和技术人员参考。

本书重点介绍吹塑薄膜的生产设备及其成型工艺。主要内容包括吹塑薄膜成型基本原理，成型设备和辅助装置的设计、选择与使用，典型吹塑薄膜品种的原材料选择和生产工艺，薄膜材料的测试方法以及吹塑薄膜工艺与设备的最新进展。

本书在编写过程中承蒙徐定宇、谢筱萍二位同志提出宝贵意见，刘开荣同志为本书精心描图，特此一并致谢。

本书在编写过程中注意理论与生产实践相结合，在文字表达上力求简明扼要，深入浅出。由于作者水平有限，加之收集资料不全，错误不当之处，敬请读者指教！

于 丁

1985年5月于四川

目 录

第一章 概述	(1)
第一节 吹塑法在薄膜生产中的地位.....	(1)
第二节 吹塑薄膜成型方法概要.....	(3)
一、平挤上吹法.....	(3)
二、平挤平吹法.....	(4)
三、平挤下吹法.....	(5)
第三节 吹塑薄膜的发展趋势.....	(6)
一、生产设备.....	(6)
二、成型工艺和薄膜品种.....	(7)
第二章 吹塑薄膜成型基本原理	(10)
第一节 塑料的三种物理状态.....	(10)
第二节 塑料在挤出过程中的流动理论.....	(13)
一、固体输送.....	(14)
二、熔融过程.....	(15)
三、熔体输送.....	(19)
第三章 生产设备及装置	(25)
第一节 挤出机.....	(25)
一、螺杆.....	(27)
二、机筒.....	(44)
三、加料装置.....	(51)
四、传动部分.....	(56)
五、加热冷却系统.....	(57)
第二节 机头和口模.....	(63)
一、芯棒式机头.....	(66)

二、十字形机头	(69)
三、螺旋机头	(69)
四、旋转机头	(72)
五、多分支流道机头	(73)
六、复合吹塑机头	(73)
第三节 辅助设备	(77)
一、冷却装置	(77)
二、人字架	(86)
三、牵引辊	(88)
四、折叠装置	(89)
五、卷取装置	(94)
第四章 吹塑薄膜成型工艺	(99)
第一节 成型条件的选择	(99)
一、挤出机规格和螺杆形式	(99)
二、吹胀比与牵引比	(101)
三、机头类型及口模尺寸	(102)
四、加工温度的设定	(104)
第二节 操作过程	(105)
一、开车	(105)
二、管坯的挤出和牵引	(106)
三、膜管的吹胀和冷却	(106)
四、薄膜的测厚及卷取	(107)
第三节 加工条件对薄膜性能的影响	(107)
一、加工温度	(107)
二、吹胀比及其吹胀方式	(108)
三、冷却方式及冷固线高度	(110)
四、牵引速度	(113)

五、综合加工条件·····	(115)
第四节 异常现象及其处理·····	(115)
第五章 典型吹塑薄膜实例·····	(118)
第一节 聚氯乙烯薄膜·····	(118)
一、原材料选择·····	(118)
二、配方设计·····	(123)
三、工艺控制·····	(125)
四、异常现象及其处理·····	(131)
第二节 聚乙烯薄膜·····	(132)
一、原材料选择·····	(133)
二、成型设备及工艺的选择·····	(137)
三、生产设备及装置·····	(142)
第三节 聚丙烯薄膜·····	(155)
一、原材料选择·····	(156)
二、生产流程及设备·····	(158)
三、工艺控制·····	(160)
四、成型条件对薄膜质量的影响·····	(162)
五、异常现象及其处理·····	(164)
第六章 特种吹塑薄膜·····	(168)
第一节 聚烯烃泡沫吹塑薄膜·····	(168)
一、生产设备·····	(169)
二、原材料选择·····	(169)
三、发泡剂的加入方法·····	(171)
四、工艺控制·····	(171)
五、异常现象及其处理·····	(175)
第二节 共挤出复合吹塑薄膜·····	(176)
一、复合方式的比较·····	(176)

二、膜层间的粘附	(177)
三、增强粘附力的方法	(178)
四、翘曲倾向及克服措施	(180)
五、聚烯烃双层吹塑薄膜举例	(182)
第三节 交叉定向吹塑复合薄膜	(184)
一、生产过程	(185)
二、设备及装置	(186)
三、应用实例	(188)
第四节 热收缩吹塑薄膜	(190)
一、树脂的选择	(191)
二、生产工艺控制	(191)
第七章 塑料薄膜的测试	(197)
第一节 物理性能	(197)
一、透气性	(197)
二、透湿性	(200)
三、透水性	(204)
四、粘闭性	(205)
五、润湿张力	(207)
第二节 力学性能	(210)
一、拉伸强度、断裂伸长率及弹性模量	(210)
二、撕裂强度	(212)
三、冲击强度	(214)
四、耐折强度	(218)
第三节 光学性能	(219)
一、光泽度	(219)
二、透明度	(220)
第四节 热性能	(222)

一、耐寒性	(222)
二、耐热性	(223)
第五节 电性能	(224)
一、体积电阻系数	(224)
二、介电常数和介质损耗角正切	(227)
三、击穿强度	(230)
第八章 吹塑薄膜的应用	(234)
第一节 包装	(234)
一、薄膜的包装适应性	(234)
二、薄膜的商品保护性	(235)
三、包装类型与方法	(240)
第二节 农用薄膜	(243)
第三节 其它用途	(244)
主要参考文献	(246)
附录 塑料薄膜性能指标单位换算表	(247)

第一章 概 述

第一节 吹塑法在薄膜 生产中的地位

塑料薄膜是指厚度在0.005~0.250mm、长而成卷的软质片状聚合物材料。工业上大体有四种生产方法，即压延法、挤出法、拉伸法和流延法。通常，一个薄膜品种，只取一种方法。有时为了改进薄膜质量和降低成本，也同时采用两种或更多的生产方法。

如表1-1所示，压延法专门生产软质聚氯乙烯薄膜；拉伸法主要生产聚酯（涤纶）和聚丙烯薄膜；流延法多用以成型醋酸纤维素和聚碳酸酯薄膜；挤出法几乎可以生产所有热塑性塑料薄膜。

在挤出法中，按照模具形状和薄膜冷却方式的不同，又有吹塑法薄膜和挤塑法薄膜之分。挤塑法又叫T形模法，是因中央进料式的槽形模具与挤出机流道成T字形连接而得名。挤塑法口模为水平窄缝式，窄缝间隙与长度分别决定薄膜厚度与宽度。

吹塑法类似于吹泡泡。首先将树脂加入挤出机，使其熔融，通过环状型孔制成一个端部封闭的薄壁管坯，再通入压缩空气，使之吹胀到所需的厚度与宽度。因此，吹塑薄膜也称为管状薄膜。吹塑法主要用于生产软质聚氯乙烯、聚乙烯

表 1-1

常用塑料薄膜的生产方法

薄膜种类	压延法	挤出法		拉伸法	流延法
		吹塑法	挤塑法		
软质聚氯乙烯	○	○	○	△	△
聚乙烯		○	○	△	△
聚丙烯		○	○	○	
聚苯乙烯	△	△	○	○	△
聚酯		△	○	○	-
聚碳酸酯		○	○	○	○
尼龙		△	○	○	
醋酸纤维素	△	○	△	△	○

○：现行方法；△：可用；×：不可用

和聚丙烯等薄膜。

吹塑法与挤塑法相比，具有以下优点：

(1) 设备装置简单，占地面积小，投资少。

(2) 操作工艺易于控制，同一模具可以生产多种规格的薄膜。

(3) 薄膜经吹胀和牵引后，受到一定延伸，使纵横双向强度同时得到提高，从而消除了机械性能的方向性。

(4) 便于生产宽幅薄膜。采用直径2000mm的模具可生产折径8m的薄膜。而挤塑法所生产的最大薄膜宽度不超过4m

(5) 吹塑薄膜不需要切边，因此废料少，成本低。

(6) 由于吹塑薄膜为圆筒状，在制作包装袋时只需焊接底部。另外，因宽幅薄膜无焊缝，用于农业生产深受欢

迎。

吹塑薄膜的缺点是：厚度均匀性差，产量低。目前，国内生产速度大都在10m/min以下。但是，由于吹塑法具有上述一系列优点，所以，应用范围广。吹塑薄膜在整个薄膜生产中占有很重要的地位。

第二节 吹塑薄膜成型方法概要

从挤出机挤出的熔融树脂，经过环形机头缝隙成型为薄壁管坯，然后由人工把管坯端部封闭，牵引管坯，从芯模孔道吹入压缩空气，使管坯一面膨胀，一面变薄，直到所要求的直径为止。与此同时，膜管经风环冷却定型，由人字形夹板逐渐压叠成宽度等于膜管周长一半的双层薄膜，再进行卷取。

根据膜管牵引方向的不同，吹塑薄膜的生产方法一般可分为平挤上吹、平挤平吹和平挤下吹三种。此外，还有采用立式挤出机的竖挤上吹法和竖挤下吹法。其中以平挤上吹法应用最为广泛。

一、平挤上吹法

如图1-1所示，在平挤上吹法中，整个膜管联接在上部已冷的坚韧段上，所以摆动小，牵引稳定，能得到多种厚度规格的宽幅薄膜。同时挤出吹塑生产线占地面积小，但要求厂房高。其次，由于膜管周围的热空气流向上，冷空气流向下，对膜管冷却不利，所以生产速度低，而且厚度公差不易控制。

另外，由于此法使用直角式机头，增加了料流的阻力，

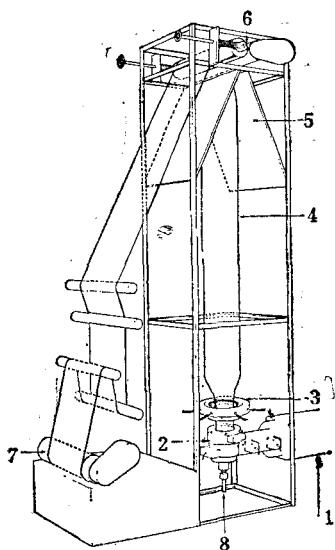


图 1-1 平挤上吹法生产工艺

1—挤出机 2—机头 3—风环 4—膜管
5—人字板 6—牵引辊 7—卷取辊 8—压
缩空气

特别是在机头拐角处，容易使塑料停滞造成分解，影响薄膜质量，同时增加拆机头次数。

平挤上吹法主要用于聚氯乙烯和聚乙烯薄膜的生产。

二、平挤平吹法

平挤平吹（图1-2）法采用水平式机头，料流阻力小，机头和辅机结构简单，安装和操作都很方便。但因为热空气的上升，使膜管上下两方冷却不均，加上膜

管因自重而下垂，所以薄膜厚度不易均匀，尤其是膜管直径较大时，厚度公差更大。此法一般适于生产折径 300mm 以下的薄膜。另外，平吹法占地面积也大。

同平挤上吹法一样，平挤平吹法多用于聚乙烯或聚氯乙烯薄膜的生产。

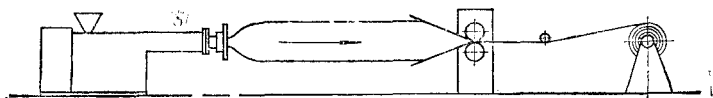


图 1-2 平挤平吹生产工艺

三、平挤下吹法

平挤下吹（图1-3）法使用直角式机头，但薄膜竖直向下牵引。由于膜管牵引方向与热气流运动方向相反，有利于膜管冷却。而且膜管靠自重下垂而进入牵引辊，故引膜方便。但由于整个膜管联接在未冷却定型的塑性段上，当生产厚膜或牵引速度较快时，有可能将膜管拉断。因此要严格控制物料的熔融粘度。另外，由于挤出机安装位置较高，操作和维修都不方便，而且设备安装费用增加。

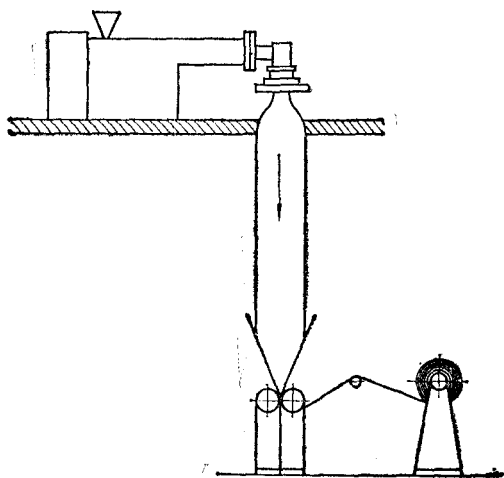


图 1-3 平挤下吹法生产工艺

平挤下吹法适用于那些熔融粘度较低或者需要急剧冷却的塑料，如尼龙和聚丙烯等薄膜。

在我国，生产农用、重包装聚乙烯薄膜均为平挤上吹

法：食品、轻工等小包装用聚乙烯薄膜大都为平挤平吹法；聚丙烯和尼龙-1010薄膜一律采用平挤下吹法。

第三节 吹塑薄膜的发展趋势

采用吹塑法可以生产多种薄膜。近十几年来，塑料薄膜用量与日俱增。目前，吹塑薄膜已成为薄膜工业中产量最大、应用最广的一个品种。

一、生产设备

目前吹塑薄膜设备主要是朝大型、高速、自动化和连续化方向发展。同时注意改进螺杆结构，提高冷却效率。

作为吹塑薄膜主要设备的挤出机，其螺杆直径已发展到250mm，驱动功率600kW，口模直径2550mm。采用这种大型装置可生产厚度0.05~0.20mm 折径8~10m的薄膜，生产能力约1t/h。这种超宽幅吹塑薄膜主要用于农业、土木、特殊包装和气象研究。

挤出机的高速化，不仅在于大幅度地增加薄膜产量，而且由于减少了温度和压力的波动性，可以有效地改善物料的塑化质量，提高出料的稳定性。如联邦德国阿尔平(Alpine)公司所设计的直径50mm的高速绝热挤出机，当螺杆转速为400r/min时，薄膜产量可达100kg/h，与同一螺杆直径的普通挤出机相比，产量提高三倍以上。

一些工业发达国家，吹塑薄膜生产大都形成了完整的自动生产线，采用电子计算机在一个闭合回路上同时控制挤出、吹塑和后处理等各个过程。另外，在工业包装薄膜特别是重包装薄膜方面，还出现了从吹塑到印刷、热合、裁剪一

条龙的生产线。

为了保持薄膜尺寸恒定，最近开发了一种新颖的控制系统，根据连续实测厚度和宽度，通过微型数据处理器，由控制定型装置和牵引速度自动地对影响尺寸的错误参数（如熔体产量、熔体温度，室温、冷却介质温度，薄膜厚度与宽度的比例）进行补偿。这一控制系统不只限于操作过程，即使在启动阶段甚至发生故障时，也相当灵敏。

在提高螺杆转速、加强送料效率以实现吹塑薄膜高速化的同时，许多国家积极致力于新型螺杆的研制，重点是通过加大螺槽深度、增加塑化元件与混炼元件，提高薄膜产率。

研究高效冷却体系，也是提高吹塑薄膜产量的重要措施。采用水冷却夹套法以及在膜泡内部设计热交换装置（简称内冷法），可使牵引速度达20m/min以上。内冷法兼有稳定泡型、提高厚薄均匀度的作用。所用冷却介质为水和空气。

二、成型工艺和薄膜品种

（一）复合吹塑薄膜

复合吹塑薄膜是由两种或两种以上的塑料经过同一机头共挤出所制成的双层或多层管状薄膜。复合薄膜可使各层材料取长补短，获得综合的优良性能。例如由尼龙和聚乙烯制成的复合薄膜，既有尼龙薄膜的高强度和良好的耐油性，又有聚乙烯薄膜突出的防潮性和化学稳定性。因此，可以更好地满足多种包装性能的要求。

（二）热收缩吹塑薄膜

热收缩吹塑薄膜主要以聚乙烯、聚氯乙烯以及偏二氯乙烯和氯乙烯共聚物为原料。利用突然冷却定型的方法，使吹胀时的拉伸定向状态被“冻结”。因此，当使用薄膜时，一加

热便会收缩。

(三) 泡沫吹塑薄膜

一般，利用普通吹塑薄膜设备，可以成功地生产泡沫薄膜。但是必须注意泡孔形成这一关键，既不能时间太早也不可太晚。泡沫薄膜品种以低密度聚乙烯和乙烯-醋酸乙烯共聚物为主。泡沫薄膜的最大特点是重量可减轻30~40%，具有平滑的珠光表面及较低的热传导性，适用于作唱片套以及眼镜、照相机镜头和装饰品的保护材料。

(四) 定向交叉吹塑复合薄膜

交向层压吹塑薄膜是对高分子定向技术的一个新的突破。它是在适宜的温度下，借助于特定的机械装置，使吹塑管膜沿挤出方向连续扭转而实现的一种螺旋形定向。在定向后的管膜内部喷以粘合剂，并靠几对夹辊加压使其层合在一起。这种生产工艺称为交叉定向技术。

目前交叉定向技术多用于生产聚烯烃重包装袋。这种包装材料质轻、价廉，抗撕裂性十分突出，因此，发展前景颇为诱人。

(五) 高密度聚乙烯吹塑薄膜

近几年来，极薄而强韧的高密度聚乙烯薄膜，发展极为迅速，用它制成的薄膜袋已大量用于超级市场。高密度聚乙烯吹塑薄膜的成型特征是靠长颈膜管突然膨胀并进行双向拉伸。这种薄膜具有良好的隔气、防潮、耐热和拟纸性，广泛用于手提袋食品包装和民用包装。

当前，我国在宽幅聚乙烯吹塑薄膜、聚烯烃复合薄膜、热收缩薄膜、聚乙烯泡沫薄膜和高密度聚乙烯吹塑薄膜方面，都有不同规模的生产。

(六) 线形低密度聚乙烯吹塑薄膜