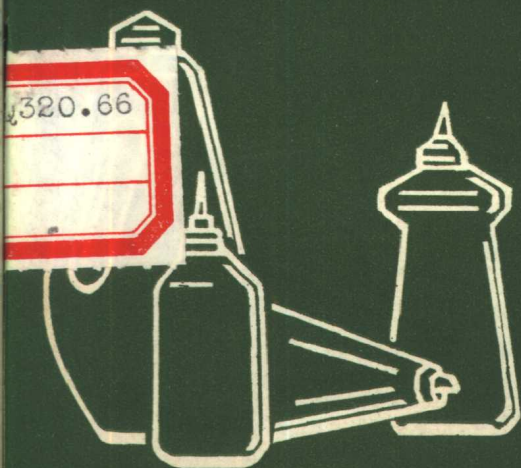


# 塑料吹塑成型

上海胜德塑料厂 陶国源



上海科学技术文献出版社

塑 料 吹 塑 成 型

上海胜德塑料厂

陶 国 源

\*

上海科学技术文献出版社出版

新华书店上海发行所发行

上海市印刷十二厂印刷

\*

开本 787×1092 1/16 印张 5.5 字数 142,000

1979年6月第1版 1979年6月第1次印刷

印数:1—16,400

书号: 15192·33 定价: 0.70 元

132

## 前 言

国外塑料吹塑成型(亦名中空成型)始于二十年代,原属于挤出成型范畴,由于其适合加工包装容器和中空制品,所用原料主要是聚乙烯、聚氯乙烯、聚丙烯、聚苯乙烯等量大价廉的通用塑料,因此它的发展速度极快,在塑料加工工业中的地位日趋重要,从七十年代开始,已由挤出成型中单独分离出来,和挤出、注射、压延并列为四大塑料加工方法。我国早在一九五六年就开始研究这一技术,经过二十年的努力,取得了一定的成绩。但和国外相比还有很大的差距,为了要在二十世纪末赶上和超过世界先进水平,最近收集了国外近十年来出版的有关塑料吹塑成型技术的部分期刊、图书、及专利资料,编译成本书,供国内从事这方面生产、科研、教育工作的同志们参考。

由于本人外文和技术水平较低,实践经验有限,加上时间仓促,缺点和错误在所难免。恳切希望广大读者阅后提出批评意见。

在编译本书过程中,曾得到李仁杰工程师的热情鼓励和悉心指导;初稿完成后,承全国轻工业塑料科技情报站吴肇晨、陆慰芝两同志对本书作了仔细审阅,提供许多补充资料和修正意见。在此一并表示衷心的感谢。

编 者

# 目 录

|                                                                                                                                                |      |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| [一] 概述 .....                                                                                                                                   | (1)  |
| [二] 吹塑成型原理及过程 .....                                                                                                                            | (5)  |
| 一、型坯的生产。二、型坯的吹塑。三、吹塑成型制品的冷却。四、吹塑成型时发生的问题及解决办法。                                                                                                 |      |
| [三] 吹塑成型工艺进展 .....                                                                                                                             | (23) |
| [四] 产品的性能及测试 .....                                                                                                                             | (37) |
| 一、尺寸精度。二、耐震性。三、劲度。四、熔接强度。五、外观。六、质量控制。                                                                                                          |      |
| [五] 吹塑成型制品的整饰 .....                                                                                                                            | (45) |
| 一、铰孔、去尾和切除边角料。二、表面处理。三、印刷和装饰。四、吹塑瓶和容器的灌装。                                                                                                      |      |
| [六] 吹塑成型设备及装置 .....                                                                                                                            | (51) |
| 一、挤出机。二、机头。三、型坯厚度控制装置。四、型坯切断装置。                                                                                                                |      |
| [七] 模具设计及制造 .....                                                                                                                              | (65) |
| 一、注射吹塑模具。二、注射吹塑型坯模用材料。三、注射型坯吹塑模用材料。                                                                                                            |      |
| 四、挤出吹塑模具。五、挤出吹塑模具材料。                                                                                                                           |      |
| [八] 吹塑成型用塑料 .....                                                                                                                              | (78) |
| 一、聚乙烯。二、聚丙烯。三、聚氯乙烯。四、聚苯乙烯。五、聚酰胺。六、离子聚合物。七、纤维素塑料。八、ABS。九、聚甲醛。十、聚碳酸酯。十一、聚4-甲基戊烯-1。十二、聚酚氧。十三、聚甲基丙烯酸甲酯。十四、乙烯、醋酸乙烯共聚物。十五、热塑性聚酯塑料。十六、其他塑料。十七、回料及其利用。 |      |

## 〔一〕 概 述

所谓吹塑成型，是一种生产塑料中空制品的方法，通常也称为中空成型。这种方法，不仅能够制造瓶、容器和玩具，而且可以成型油箱、贮槽和人体模型等。因此，尽管它的发展历史不长，但是现已成为塑料工业所熟悉的加工方法之一。

塑料的吹塑成型并不是一种全新的概念，其渊源可以追溯到古代玻璃瓶的吹制。炽热的玻璃熔融体做成适当的管子，在其顶端封住，然后用人的嘴巴吹气，制成玻璃的中空制品。这种方法，迄今仍然作为“手吹法”用来制造高级的玻璃制品。但是，关于有机高分子热塑性材料的吹塑成型，最早的记载是1851年美国Armstrong氏的专利以及1880年美国Carpenter氏的专利。后者是用赛璐珞吹塑人像，二张硝酸纤维塑料片夹在一付对合的模具内，用一个喷嘴把蒸汽通入二片之间，片材受热软化并吹胀成模穴的形状。由于蒸汽温度的影响和模具所施加的压力，使二张片材的边缘熔融结合成整个制品。合模压力维持至模具和制品冷却，并从过量的片材上切下制品。用这种方法生产的制品，主要局限于新奇小巧而价廉物美的产品，如儿童玩具等。此法的明显缺点是生产速度极慢，而且需要大量的手工操作。

在对比玻璃和热塑性塑料的吹塑成型时，注意下面这一事实是很重要的：在制造玻璃瓶时，由于玻璃的导热性高，有利于运用吹塑成型技术，即使不用模具和特定的锁模装置，也可以获得较高的生产率。但是，对于塑料来说，它的导热性低，就不能完全象玻璃那样吹塑成型，而必须采用密闭而且冷却的模具，这样，不仅能够确保制品的外形和尺寸一致，获得必要的字母和花纹，而

且借助冷却的模具，生产速率可大大提高。

在塑料吹塑成型的早期发展阶段，它的进展并不很快，特别在1939~1945年的第二次世界大战期间，吹塑成型较之其他塑料加工技术进步更慢。这主要涉及到二个原因，第一，作为吹塑成型的唯一塑料品种——纤维素塑料，当时实行定额分配，而且供应给瓶用的塑料质量较差；第二，成型制品主要和包装有关，而在战争时期，它被认为是一种奢侈品。此后，随着塑料工业中新的合成树脂尤其是低密度聚乙烯的大规模工业化生产，它的来源丰富、价格便宜、易于加工以及作为包装材料的适应性，给吹塑成型以巨大的促进作用，才使这一技术步上了蓬勃发展阶段。因此，尽管近代塑料吹塑成型的确立是在1930年左右，其工业化生产美国始于1940年，日本则比美国起步还晚10年，但是工业上的大规模发展是在50年代，也可以说塑料吹塑成型是与聚乙烯同时发展起来的。工业上大幅度增长的标志，可由从事塑料吹塑成型的公司数目来说明，在1940~1950的十年间，世界上只有为数不多的加工厂，而在目前，已增至几千家，仅在欧洲，吹塑成型厂就已超过一千家。

在发展聚乙烯吹塑成型技术之初，所碰到的困难是无法得到壁厚均匀一致的制品。这一情况，和当时制品的形状设计有很大的关系。此外，制品的颈部定径以及制品成型后的飞边整饰也存在技术问题。

随后，在制品设计以及型坯厚度控制二方面获得了进展。因此，有可能生产各种形状复杂的制品，产品市场迅速扩大。低密度聚乙烯瓶首先大量应用于家庭用液体洗涤剂的包装，这种包装容器较之玻璃、金属和其

他硬质包装容器的明显优点是柔软、可以挤压。但是, 包装容器需要有引人注目的商标及外观, 而聚乙烯塑料的表面惰性, 给各种装饰技术带来了困难。直到火焰处理、电晕放电处理等表面活化技术以及丝印、胶版印刷、烫金印刷等装饰方法相继发展, 使塑料容器能象其他容器一样, 从成型、装饰到灌装全部生产线联成一体化。因此包装产品的制造者, 有可能在它自己所属的工厂内安装吹塑成型设备, 把产品和包装容器的生产有机地结合起来, 大大节省了周转费用和生产成本。

继低密度聚乙烯之后, 高密度聚乙烯开始问世。这种材料立即在吹塑成型瓶和容器等包装方面获得了空前的发展, 为大量形状复杂和使用耐久的产品开拓了市场。主要原因在于它具有较大的刚性, 可以制造较薄的瓶和容器, 例如壁厚可降至 0.13 毫米, 因此能提供一种质轻而价廉的包装。另外, 它对水蒸汽的透过性较低, 加上高温加工时的热稳定性, 使加工者更乐于选用。自从它进入吹塑成型领域以来, 国外已大量用于盛装漂白液和洗涤剂, 并且还成功地用来盛装马达油。

包装工业开始由玻璃、金属转向塑料的重要原因, 除了塑料制品具有质轻价廉、运费低、不易破损之外, 还在于塑料可以制成各种形状和色泽的容器以及适应各种装饰和印刷技术。例如, 可采用一种能与占统治地位的包装印刷——胶印法相匹敌的高速丝印, 就可以使制品拥有非常形象化的装饰效果, 这在很大程度上刺激了超级市场产品销售量的增长。目前, 许多消费品从去垢剂、抛光剂到墨水、化妆品均已大量使用塑料吹塑成型包装。

然而, 必须注意到, 无论是低密度聚乙烯还是高密度聚乙烯, 对氧气、二氧化碳、有机溶剂和植物油, 都具有透过性。因此, 聚乙烯容器通常只限于包装那些不为它所透过的

物质, 但如属必需, 则可选用两种材料双层复合吹塑的包装容器。

顺便指出, 在包装工业中, 包装和容器二词往往容易混为一谈, 为此有必要作出定义。通常, 前者是指含有产品的包装, 用过以后就弃之不顾了, 例如去垢剂和化妆品的瓶。而后者是指一器具, 在其整个使用期内, 根据需要, 可以重新灌装产品的容器, 例如喷水壶、啤酒桶和贮液槽等。

由于新型吹塑成型设备及硬质聚氯乙烯配方技术的进步, 有可能在极高的生产速率下制造出重量极轻的瓶和容器。这种容器具有刚性、强韧性和比较低的透过性等特点, 加上其透明度可以与玻璃相媲美, 重量仅与相同容量玻璃瓶的 8%, 因此, 聚氯乙烯吹塑制品迅速地进入了水果汁、食用油、酒、香波、去垢剂和消毒剂等产品一次性消费包装的领域。

塑料水果汁包装瓶是在 1962 年问世的, 它是早期大量使用聚氯乙烯的代表, 这些瓶很快取得了成功。目前除了为英国零售商所采用外, 差不多在同时或更早一些时候, 法国 Lesilur 食用油制造厂决定用硬质聚氯乙烯瓶代替玻璃瓶, 这样可以减少运输、清洗、仓库等费用以及节省较多的劳动力。

鉴于聚氯乙烯瓶旨在尽可能直接代替现有的玻璃瓶, 它们目前和未来的应用领域是在食物和饮料包装方面, 这就产生了一个问题, 即聚氯乙烯塑料的毒性问题。食品管理制度各国不同, 情况较复杂。因此, 在某种程度上妨碍了聚氯乙烯瓶的推广应用。例如, 那些为塑料瓶提供透明性的稳定剂体系, 某些学者认为是有毒的, 而另一些学者认为无毒。另外, 聚氯乙烯的氧气透过性比较高, 它能导致包装物质的发酵和降低维生素含量。为了克服这一缺点, 需要采用较厚的瓶壁, 结果是重量增加, 在一定程度上, 又抵消了薄壁聚氯乙烯瓶所能提供的经济上的优越性。

目前, 法国在应用聚氯乙烯瓶方面占世

界重要地位。这些瓶类，大量用于包装食用油、酒类、矿泉水、醋等等。然而，聚氯乙烯瓶最决定性的应用领域是在啤酒包装方面。最近几年中，在西德、北欧、英国有大量发展，这些国家对聚氯乙烯瓶的需要量可能很容易超过目前法国的水平。当然，作为啤酒和软性饮料的包装瓶，需要注意二个問題：一是保持二氧化碳气体，二是要具有足够的爆破强度。

另一种热塑性通用塑料聚苯乙烯，目前已渗入到爽身粉和其他化妆品包装领域里，在这些用途方面，注射吹塑成型的瓶子要比金属包装容器具有许多实际的优点。这种瓶子起初在灌装爽身粉时碰到一些困难，但目前已获解决，并且，聚苯乙烯容器的灌装较传统的金属罐更快，而后者在完成包装之前，需要一系列复杂的操作。至于聚苯乙烯瓶的制造，与聚乙烯瓶相比，要求更严格些，因此，这种操作，已经成为少数注射成型技术加工者的专长。

特别是在化妆品领域里，聚苯乙烯包装超过金属罐的主要优点还在于它可以为生产各种形状和装饰效果的瓶子以提供较大的范围。例如，仅英国一家制造者，就生产了三十种不同类型的爽身粉包装瓶，还不包括同一类型的各种规格瓶子在内。包装的色泽、光洁度、装饰等诸如此类的最终外观与高价的包装物相协调，它既不损坏也不锈蚀洗涤槽、玻璃架以及其他精致的盥洗室装置，这是聚苯乙烯包装的另一些优点。

通常，所以选用聚苯乙烯制造吹塑包装，主要由于它与聚乙烯相比，透明度和光洁度较高，香味的透过性也得到改善。然而，在英国和其他西欧一些国家，由注射吹塑成型的用后即弃的薄壁酸乳酪包装罐，也有很大的市场。在此情况下，当然是使用白色不透明的高冲击聚苯乙烯。据说1967年英国消耗了二亿只酸乳酪罐，而在同一时期的法国消耗量达二十亿只，虽然并非都是聚苯乙烯的，但

其数量还是值得注意的。

还有其他一些热塑性塑料进入吹塑成型包装市场，尽管其数量在目前仍然不大，不过它们进一步扩大了应用的范围，因此值得在这里简单提一下。

某些新的发展是：聚丙烯的注射吹塑成型喷雾香水瓶；聚酚氧的洗眼瓶；聚4-甲基戊烯-1的实验用瓶以及醋酸丁酸纤维的防晒油包装瓶等。

在工业方面，用大型的聚乙烯吹塑成型容器包装各种液体或粉状的化工产品作成批运输，也有巨大的发展前途。因为吹塑成型的模具费用要比注射成型为低，另一方面，塑料容器与玻璃容器相比，它有重量轻、耐化学性高、易于堆垛和抗冲击强度高等特点。

吹塑成型的轻量薄壁衬里是另一种用于化工和饮料的运输包装，这种低价的衬里可以放在普通的纸质或木质桶内，制成一种极轻而便宜的各种液体包装运输袋。这种衬里是柔软的，用后可以相互折叠起来，节省占地面积。另一种类型的吹塑成型薄壁衬里是以铁桶作模具，在桶内直接吹塑成型。

最近，随着大型吹塑成型设备的进步和高分子量聚乙烯的开发，容量超过20立升(5.3加仑)的所谓大型吹塑容器在诸如民用制品、工业容器、汽车和建筑部件等方面的用途日益增加。主要使用聚乙烯而不用聚氯乙烯和ABS。几年前，英国生产的378立升(100加仑)农药喷雾槽被认为是大的了，但目前已在生产620立升(180加仑)的啤酒贮槽。而西德Kautex werke厂在1971年生产的吹塑成型机，还只能加工容量为2000立升(528加仑)的容器，到1976年，据报道，另一家Battenfeld厂生产的吹塑成型机，已能加工容量高达5000立升(1320加仑)的容器。

大型容器在工业方面的应用，还包括油箱、洗衣机贮水槽、加热系统导管、高位水箱等，其主要用料是聚乙烯。不过，最近已开始研究用尼龙制造油箱。在民用领域里，吹塑

成型的贮水槽、垃圾箱、花园用具如水壶、水箱等同样很盛行。一种冷水蓄水箱，先是整体吹塑成型的，然后把它切割成二只分开的蓄水箱。此外，工业、农业以及民用的喷雾压力容器，现阶段是用比较贵的塑料如 ABS 吹塑成型的，固然成本有所增加，但从防蚀、轻量等技术观点来看，仍是合理的。

吹塑成型制品还有许多其他方面的应用，虽然它们并不属于容器和包装这一范围，但还是值得引起注意的。

中空的游戏，采用吹塑成型加工是最合适的。事实上，有许多玩具是无法用其他加工方法来经济地生产的。使用吹塑成型，可以整体着色和形成十分复杂和细致的图案，而当用注射成型时，就要涉及到成本问题。

照明用的灯罩也可以用吹塑成型。选用聚乙烯为原料价格比较便宜，但并不透明；而用聚碳酸酯制造，价格即使贵一些，但漂亮而且耐用。通常，吹塑成型的灯罩是比较实用的，

但所用灯泡的支光要符合规定，否则，聚乙烯的灯罩如超过规定的話将会发生变形或降解。

近来，人体以及各种动物的模型也越来越广泛地采用吹塑成型制造，尤其是陈列在橱窗内的半身人体模型，无疑是最为合适的。

海洋捕鱼用的渔网浮子，原来也是用高密度聚乙烯或 ABS 吹塑成型的，由于壁厚不易均匀，耐压强度不高，因此目前已改用注射成型二个半球后再用旋转焊接。不过和渔网浮子作用相似的抽水马桶水箱浮球，迄今还是用吹塑成型制造的。

吹塑成型另一种使人感兴趣的用途（它也说明这一加工方法的多变性）是吹塑成型的瓶架，可以用作可口可乐或汽水等软性饮料的周转箱。

表 1 为美国和西欧十七国四种塑料应用于吹塑成型的数量情况，从中可以看出各国历年来的用量增长的比例。

表 1. 美、西欧十七国四种塑料应用于吹塑成型的数量情况

| 品<br>种 | 国<br>别<br>份 | 美 国<br>消 耗 量 (千 吨) |         |         |         |         | 欧洲十七国(注)<br>消耗量 (千吨) |         |         |
|--------|-------------|--------------------|---------|---------|---------|---------|----------------------|---------|---------|
|        |             | 1967年              | 1968年   | 1974年   | 1975年   | 1976年   | 1974年                | 1975年   | 1976年   |
| 高压聚乙烯  | 总消耗量        | 1160               | 1340    | 2729    | 2148    | 2625    | 3100                 | 2570    | 3050    |
|        | 吹塑成型用量      | 22.3               | 22.3    | 24      | 16      | 23      | 75                   | 80      | 90      |
|        | 所占百分率       | (1.9%)             | (1.7%)  | (0.9%)  | (0.75%) | (0.9%)  | (2.4%)               | (3.1%)  | (2.95%) |
| 低压聚乙烯  | 总消耗量        | 460                | 550     | 1217    | 1048    | 1417    | 1000                 | 940     | 1075    |
|        | 吹塑成型用量      | 206                | 236     | 425     | 393     | 473     | 450                  | 425     | 495     |
|        | 所占百分率       | (44.8%)            | (43.0%) | (34.9%) | (37.5%) | (33.4%) | (45%)                | (45.2%) | (46%)   |
| 聚氯乙烯   | 总消耗量        | 925                | 1075    | 2141    | 1700    | 2130    | 3220                 | 2750    | 3175    |
|        | 吹塑成型用量      | 10                 | 13      | 26      | 25      | 36      | 210                  | 200     | 235     |
|        | 所占百分率       | (1.1%)             | (1.2%)  | (1.2%)  | (1.4%)  | (1.7%)  | (6.5%)               | (7.3%)  | (7.4%)  |
| 聚丙烯    | 总消耗量        | 243                | 286     | 1001    | 861     | 1178    | —                    | —       | —       |
|        | 吹塑成型用量      | 4.5                | 3.6     | 16      | 13      | 16      | —                    | —       | —       |
|        | 所占百分率       | (1.6%)             | (1.5%)  | (1.6%)  | (1.5%)  | (1.35%) | —                    | —       | —       |

注：欧洲十七国为(奥、比、丹、芬、法、希、爱、意、荷、挪、葡、西、瑞典、瑞士、土、英、西德)

## 〔二〕 吹塑成型原理及过程

吹塑成型的基本原理是将热塑性塑料制成管状或片状的熔融型坯,把它夹在模具内,用空气充入型坯之中,吹胀成与模穴形状相同的制品。它通常由四个步骤组成:第一,制造型坯;第二,模具围绕型坯定位并夹住型坯;第三,如果制品是容器,则制品的颈部成型或定径;第四,引入空气或其他介质,将型坯吹胀成模穴的形状,同时制品在模具内冷却。

除了上列操作步骤之外,还有从机头上切断型坯以及从模具内顶出制品等。要完成每一个操作步骤有许多方法,而且完成整个吹塑成型过程的排列可能性也极大,如表2所示。由于这一或那一加工方法的细节变化如此之多,所以要把设备明确地分类是不可能的。另外,吹塑成型和其他成型技术如注射成型、真空成型之间的明确区分,在某些情况下也变得困难起来。

### 一、型坯的生产

型坯这一术语,在塑料工业中是一个新的名词,系从玻璃工业引入塑料工业的。它是指由挤出机或注射机获得一定尺寸、一定长度、通常是预先成型管状形式的熔融塑料。它在吹塑成型时,相当于玻璃吹塑工业中起锭料作用的玻璃粘性块团。在塑料吹塑成型时,也曾试图使用一个熔融的粘性块团而不是管状的型坯,但是,热塑性塑料的熔融特性完全不同于玻璃,结果这些努力自然归于失败了。

吹塑成型目前基本上分为两大类:挤出吹塑成型和注射吹塑成型,两者主要不同点在于型坯的制备方法。挤出吹塑法较为常用,种类较多,而且发展很快。然而注射吹塑法

表2. 吹塑成型方法及其种类

| 方 法                     | 种 类                                                                                  |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. 注射吹塑法                | ① 单模—单一型坯<br>② 水平移动系统<br>③ 旋转移动系统                                                    |
| 2. 挤出吹塑法                |                                                                                      |
| ① 间断挤出                  | ① 单一模具<br>② 多个模具移至型坯处                                                                |
| ② 连续挤出<br>转换出料          | ① 两个模具—单一型坯<br>② 几个模具—几个型坯                                                           |
| 型坯递送                    | ① 水平递送<br>② 垂直递送                                                                     |
| 使用贮料缸<br>使用螺杆柱塞<br>移动模具 | ① 垂直移动<br>② 水平移动<br>③ 倾斜移动<br>④ 交替移动<br>⑤ 转台水平分度<br>⑥ 转台垂直分度<br>⑦ 转台水平旋转<br>⑧ 转台垂直旋转 |
| 3. 特殊吹塑法                |                                                                                      |
| ① 片状型坯连续挤出吹塑            | ① 注射拉伸吹塑<br>② 挤出拉伸吹塑                                                                 |
| ② 冷型坯法(二步法)<br>连续挤出吹塑   | ① 共挤出吹塑: a. 连续挤出吹塑 b. 间断挤出吹塑 c. 连续间断挤出吹塑                                             |
| ③ 浸轴吹塑成型                |                                                                                      |
| ④ 拉伸吹塑成型                |                                                                                      |
| ⑤ 多层吹塑成型                | ② 多段注射吹塑: a. 连续二层型坯吹塑 b. 第一型坯作嵌件的方法 c. 中空容器内将另一型坯吹塑成型的方法                             |
| ⑥ 无缝制品吹塑成型              |                                                                                      |
| ⑦ 薄壁中空制品吹塑成型            |                                                                                      |
| ⑧ 预室法吹塑成型               |                                                                                      |
| ⑨ 低发泡塑料吹塑成型             |                                                                                      |
| ⑩ 动态塑性压缩吹塑成型            |                                                                                      |

因另具特点,最近也日趋盛行,并有各种专用设备。二种方法的情况比较如表3所示。

表3. 挤出吹塑法和注射吹塑法情况比较

| 项 目    | 挤出吹塑法 | 注射吹塑法  |
|--------|-------|--------|
| 全部设备费用 | 较 低   | 较 高    |
| 型坯机头费用 | 较 低   | 较 高    |
| 模具费用   | 大致相等  |        |
| 生产率    | 较 高   | 较 低    |
| 整饰要求   | 相当多   | 很少或不需要 |
| 边角料    | 少 许   | 极 少    |
| 质量     | 均很优良  |        |
| 可得产品   | 小、中、大 | 小至中    |
| 壁厚控制   | 困 难   | 容 易    |
| 瓶颈整饰公差 | 不 好   | 优 良    |

### (一) 型坯的注射成型

在吹塑成型的早期发展阶段是用这种方法生产型坯的。毫无疑问,它和玻璃瓶生产通常应用的方法多少有些关系。作为注射成型技术的补充方法,曾在五十年代后期有所盛行,但由于各种原因(主要是市场要求和塑料供应)这种方法被搁置了起来而致力于发展型坯的挤出成型。

少数厂仍在使用注射吹塑法,主要局限于采用吸引人的热塑性塑料生产高级化妆品包装瓶。另外,在最近若干年内,一些厂对注射法制备型坯重又发生了兴趣,原因在于注射吹塑法具有在生产敞口的瓶和罐时能够提供良好的表观、壁厚和颈部尺寸控制较好、不需要修剪、在边角部分强度较大等优点。但即使如此,这种设备的制造和使用也不太多,这在很大程度上是由于注射吹塑法与挤出吹塑法相比,需要比较复杂的操作技术所致。

注射吹塑成型目前大致上有二种型式。一种是利用注射机注射出管状(管端是开放式的)型坯,用分合模夹持封闭管末的开放端,然后吹塑成型;另一种是联合使用注射模具和吹塑模具,先用注射机在注射模内进行注射成型,制成有底的型坯,然后再将这软化

的型坯移至吹塑模,进行吹起成型。在实际操作中,后一方法要比前一方法先进;故一般采用后一加工方法。

注射吹塑成型需要两套模具,一套用于注射型坯,另一套用于型坯的吹塑。成型的第一阶段,首先在注射型坯内(由一根型坯芯轴和二半模具组成)制造适宜尺寸、重量和形状的熔融型坯。瓶颈的螺纹部分也同时完成。成型的型坯芯轴是中空的,并且在其远端有一个阀门,当在闭合位置时,防止熔融塑料进入芯轴的中央。型坯一经成型,还在塑性状态,模具开启,进入成型的第二阶段,即把芯轴连同型坯迅速送到吹塑模中。吹塑模具的内部形状是与制品形状相一致的,当它在闭合位置,夹住吹塑芯轴,因此型坯位于模穴的中心。然后压缩空气通入吹气芯轴,打开阀门,还在熔融状态的型坯吹胀至模穴的形状。塑料在与模穴的冷却表面接触时凝固,模具打开,制品取出。图1为吹塑芯轴的结构特征。

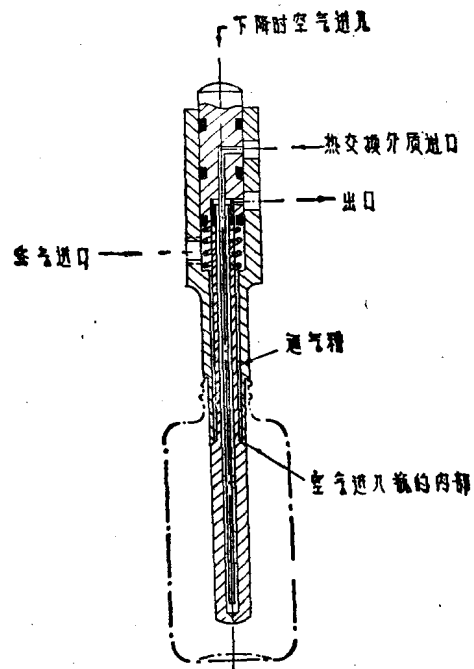


图1. 注射吹塑芯棒的结构

基于这一原理的许多方法已经发展起来,如图2所示。这些方法主要是为加快生产速度而设计的,包括:同一模具内有几个注射和吹塑模穴,吹塑芯轴可以滑动,并在每一成型周期内,从注射工位到吹塑工位水平往复移动;旋转吹塑芯轴,将注射成型型坯递送到吹塑模内;模具装置(通常是型坯模和吹塑模)交叉地出现在注射装置上。在后一方法中,吹塑芯轴留在一付模具内,并不遵循有关次序,而且,成型周期的安排和控制更为复杂。

型坯的注射成型有许多技术上的优点,最重要的一点是型坯的壁厚可由吹塑芯轴和

型坯模的预定形状精确地控制,因此,在吹塑成型之后,得以保证材料的均匀分布并避免在制品角隅部分的减薄作用。其次,这种方法能生产没有边角料的产品,因为型坯呈试管状,完全在吹塑模具内成型。而在大多数挤出吹塑成型方法中,是借模具夹持把制品的底部密封并形成溢边,这就不可避免地在成型之后需要修剪。从材料观点来看,注射成型可以选用多种塑料,而有些塑料是较难用挤出法成型型坯的。型坯注射吹塑的另一优点是它特别适合于生产小型的产品,同时其表面光洁度通常要比挤出吹塑法为好,但较大型的容器(如1824克)最近也能生产了。

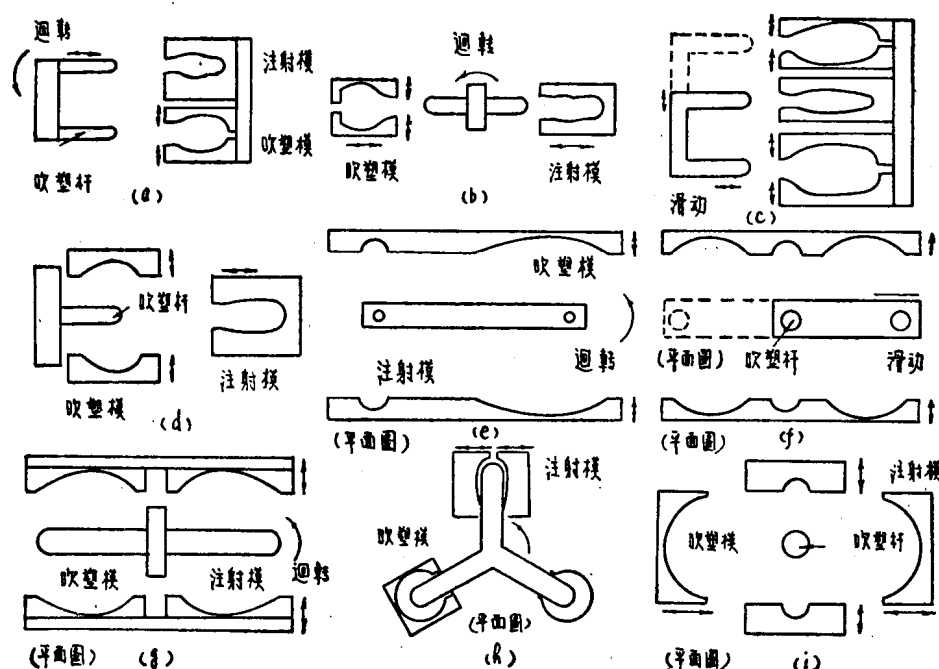


图2. 注射吹塑成型型坯传递的各种方法

但在另一方面,注射吹塑法还有许多缺点,如成型设备与挤出吹塑法相比,投资较大,生产速度较慢,因为较高的物料注射成型温度需要较长的冷却时间;每一制品需要二付模具,因而模具成本也比较高。

注射吹塑法还有一个缺点是由于在型坯注射和递送操作过程中的熔体温度下降,而

在制品中所引入的应变要比挤出吹塑成型制品为高,因而会增加聚烯烃塑料容器应力开裂的危险。

另外,注射吹塑成型的“吹胀比”较小,不宜加工带柄的容器,难以在同一台设备上同步进行注射和吹塑工艺,所有这些也是这一方法的局限性。

## (二) 注射型坯的吹塑成型装置

不管注射成型的型坯从注射模递送到吹塑模的方法是试验性的还是生产性的，实际上它们不会越出下列一些范畴。

## 1. Granbull Tool 法

继早期 Granbull Tool 公司使用手工操作将型坯从注射工位递送到吹塑工位获得成功之后,大约在一九五四年,又发明了一种由二个吹塑模和一个注射型坯模组成的滑动模具装置,而整套模具则装在注射成型机的模板之间;模具的传递则采用压缩空气驱动的移动机构,如图 3-A 所示。

首先围绕型坯芯轴注射成型型坯。芯轴位于注射模穴之内，并形成模穴的模芯。型坯模开启，型坯滑动架把第二个型坯芯轴传送到型坯注射模穴，同时把带有型坯的第一个芯轴传送入吹塑模内。模具闭合，这时一个新的型坯在注射，而原来一个已成型的型坯则吹塑成型至最后形状。在此方法中，每次开模，一个成型的制品从型坯芯轴上顶出，而滑动架移回到它原来的位置。显然，必须使用三

个模穴,一个中间注射模穴,二边二个吹塑模穴。传动系统的往复运动能够满足使用上的要求。而且这一系统已由该公司成功地发展作为多模穴模具装置之用。

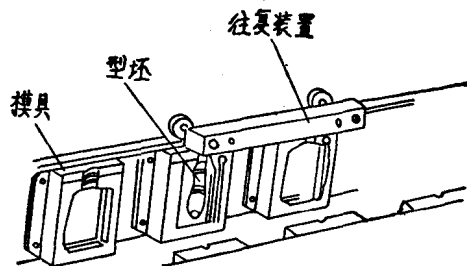


图 3A. 注射吹塑型坯自动模具组

这种系统的改型 (Amgelo Gussoni 专利) 是用三个型坯芯轴以一定间隔围绕一根转动轴在模具表面之间的一个平面上径向地排列, 模具设计成一个注射模穴和一个吹塑模穴与三个相互成  $120^\circ$  夹角排列的型坯芯轴中的二个紧密配合。第三根芯轴不被模具所关闭, 而作为一个注射工位。在此系统中, 径向安装的型坯芯轴能围绕转动轴分度, 因此, 每一芯轴可以依次对准注射工位、吹塑工位和顶出工位。如图 3-B 所示。

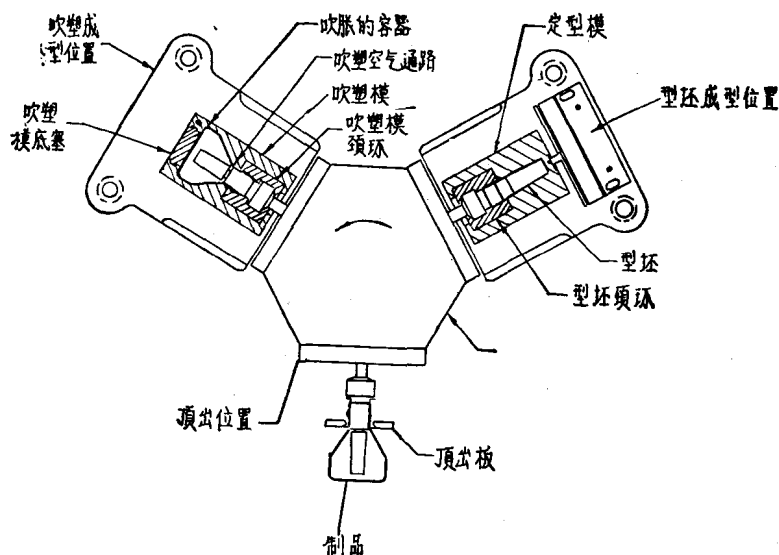


图 3B. 注射吹塑成型: 图中示出型坯模、吹塑模和顶出工位以及它们各部件的情况

## 2. 东芝法

此法是由日本东芝机械有限公司所开发。这种方法根据不同的原理，靠两个多模穴模具装置工作。每一模穴包含有一个型坯芯轴、一个瓶颈成型模和一个吹塑模。模具装在一个滑动托架的二边，因此，当在水平面上往复运动时，模具装置交替地对准注射装置。模具设计把型坯模的一部分形成注射喷嘴的一个部分，这个部分前移与瓶颈成型模紧密吻合，因此，当闭模时形成整个型坯模穴，见图4。注射后，含有喷嘴的型坯模后退，而让芯轴上的型坯与瓶颈成型模仍然留在原位，然后吹塑模穴围绕型坯闭合而最后吹塑成型。

## 3. Vom Hofe 法

另一种采用双工位的注射吹塑法是西德的 Vom Hofe 法见图5。型坯在一根芯轴上注射成型。然后型坯转向上吹塑工位而第二根芯轴进入注射工位。当第二根型坯在注射成型时，第一根型坯吹塑成型。模具然后重新开启，成品顶出，第二根型坯转向下吹塑工位，重复上述过程。成型周期主要由型坯冷却时间决定，因此芯轴的冷却效率是很重要的。

## 4. Segmüller Tooling 法

西德的 Segmüller 法与 Vom Hofe 法不同，是一种多模穴注射吹塑成型方法，据说产量要比其他方法高 50%。图6为该法的成

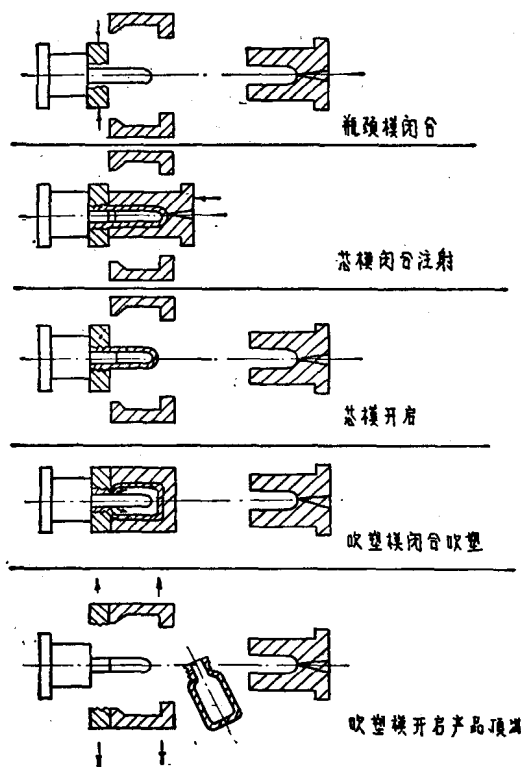


图4. 注射吹塑成型过程

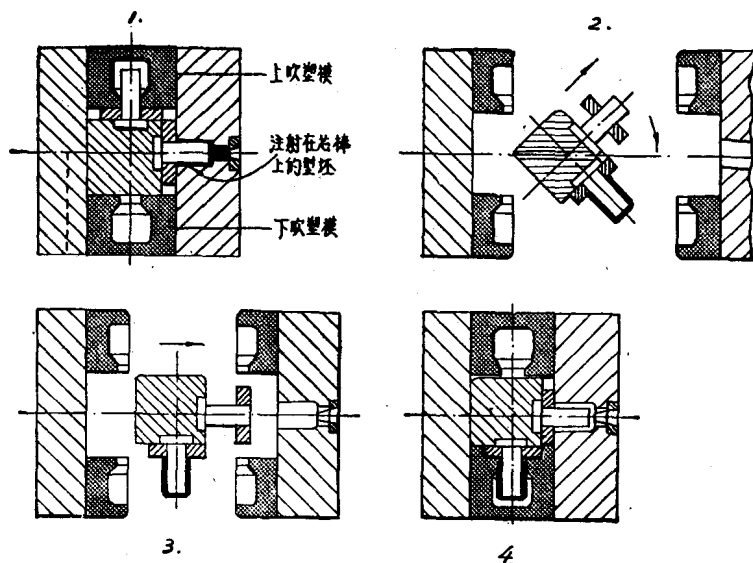


图5. Vom Hofe 法注射吹塑成型

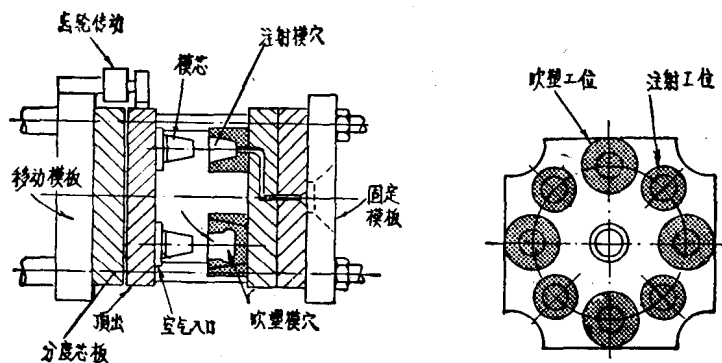


图 6. Segmüller Tooling 法注射吹塑成型

型模具系统。在一个圆周上，分度的芯轴模板与装在固定模板上的模穴模板面对面地配合。模穴有 4, 8 或 16 个。注射模穴围绕着具有吹塑模穴的模板而变换。芯轴模板由液压马达和齿轮传动装置分度。塑料采用热分流道系统交替地注射入注射模穴。制品在吹塑成型之后或者用顶出环顶出，在制品带有凹槽的情况下，或者用瓣合模脱模。后者是用机械或气动操作的。只要新容器的尺寸不超过一定范围，通过更换吹塑模穴，或者更换芯轴、注射模穴的办法就可以改变产品的形状。

### (三) 型坯的挤出成型

尽管注射成型法是最早用来生产型坯的方法，但是目前世界上大多数吹塑成型制品加工厂是使用各种形式的挤出成型法。挤出成型法基本上有两种：首先是间断挤出，其次是连续挤出。后一方法，还有各种变化，被大量地用来高速度地生产中小型尺寸的塑料包装瓶和容器。

#### 1. 型坯的间断挤出

用这种方法生产型坯，包括下列步骤：挤出型坯、停止挤出机螺杆的转动、型坯吹塑、冷却制品脱模。这种方法从技术观点看是不能令人满意的，因为每次周期中断，物料有引起降解的危险；从经济观点上看，由于没有充

分利用挤出机的总能力，也是不合理的。另外，一台螺杆挤出机这样间断地操作常常在每次起动阶段遭受严重的应变而需要经常的维修。

(1) plax 法 基于这一原理最著名的 plax 专利设备是由一个在水平面上旋转的圆形模具托架和一台装有转角机头的水平挤出机所组成。许多套二片的模具以相等的距离安装于托架的圆周上，并与平面相垂直。挤出机位于模具托架的径向，并且装在枢轴上，所以料筒和转角机头能在垂直方向上升和下降。在早期的设备上，挤出机是柱塞式的，具有适当的冲程来获得需求长度的型坯。挤出机头方向朝下，因此当托架分度定位时，机头与每一模具对准。机头模芯做成管状，以便供给空气，并能在机头轴向相对模套移动。在环口处的模芯和模套是这样动作的：当它们移动到一起时，物料是径向向内挤出，在型坯上形成一封闭端，而当移动分开时，则按通常一样挤出一根开口的管子。

在运转时，模具开启并位于机头之下，周期开始。由于模芯运动，一端封口的型坯挤入开启的模具中。在柱塞冲程之末，模具关闭，吹塑空气通过模芯引入，型坯在模穴中膨胀，而型坯仍与机头内的塑料相连。完成吹塑操作后，安装在枢轴上的挤出机升高机头，同时用刀具从机头上切断型坯，托架然后分度转动到下一个模具位置，并按挤出、吹塑、

和切断型坯的次序重复操作。模具旋转到制品脱模工位,则模具开启,制品顶出。此法的示意图见图7。

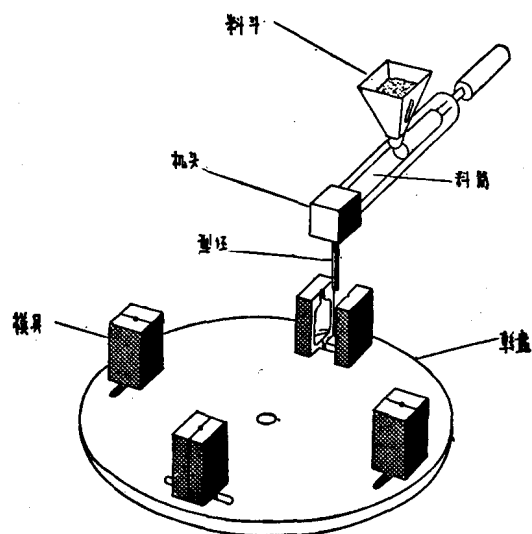


图7. 间断挤出分度模系统排列

(2) 往复式螺杆间断挤出法 使用往复式螺杆挤出装置,在所要求的间隙时间内生产型坯,实质上是上述 *plax* 法的一种进一步延伸。这种原理,原来是用于注射成型塑料制品的,现在也逐步被吹塑成型所采用。在往复式螺杆挤出装置中,旋转的螺杆被熔融的聚合物推向后方。当已聚集足够的物料时,螺杆就停止转动,起柱塞作用而向前注射,并在高速下挤压物料通过机头和口模形成型坯。

从结构观点看,这种方法能顺利地用来给多模穴系统供料。在机头下,模具的位置能够与螺杆的前移运动位置相一致,因此不需要型坯的递送机构。

挤出机也能立式操作。一方面由于螺杆的高切剪作用的结果降低了熔融体的粘度和增加了塑化作用,另一方面,克服了塑料通过转角机头挤出时所发生的困难,因此特别适应硬质聚氯乙烯和其他热敏性塑料型坯的挤出。事实上,在后面提到的冷管法(二步法)吹塑成型诞生以前,以立式挤出机吹塑

成型硬质聚氯乙烯塑料容器,曾经是主要的方法。

(3) 挤出机—贮料缸法 挤出机——贮料缸法间断地挤出大直径厚壁型坯是用来制造大型容器和包装桶的。是为了克服这类型坯挤出速度比较慢的问题而发展起来的一种方法。因为当型坯到达所需长度时,由于受自重的影响而在型坯上部接近机头部分,会发生减薄和缩径作用。

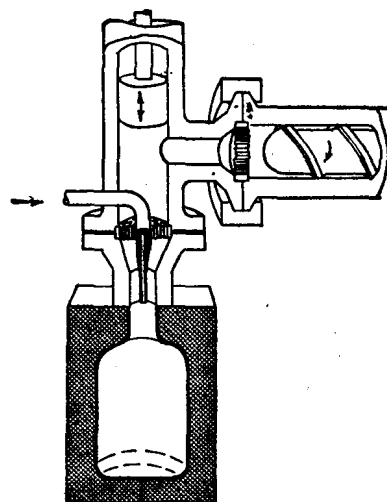


图8. 带贮料缸的机头

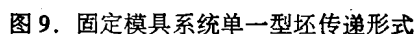
此法在原理上是用一台或二台挤出机连续地向贮料缸加料。从贮料缸中,由注射柱塞将贮存的塑料通过机头压出形成型坯,如图8所示。在此法中,由于把挤出操作从型坯成型机构中分离了出来,因此有可能在所要的短时间内,以足够快的速度生产重型型坯,而避免了靠近机头处的型坯减薄作用,和远离机头处的型坯冷却作用。

## 2. 型坯的连续挤出

型坯的连续挤出是吹塑成型设备制造商所大量使用的方法。因为它可以充分发挥挤出机的能力,并且假如型坯和模具传送机构设计得当的话,还能提供极高的生产速度。在原理上,一台连续运转的挤出机生产一根预定长度的型坯,被一移动的模具所接纳,并在机头处切断,送向吹塑和顶出工位;另外,

连续挤出的型坯可以是熔融状态和凝固状态的片状型坯或管状型坯，主要视加工的塑料以及制品的形状而定。

在挤出吹塑成型发展过程中，已经提供有好多种把型坯封入模具的途径。常用的两种基本方法是：①将挤出型坯递送至静止的模具，②将模具递送至机头口模处，实际上型坯是静止的。通常，早期的设备是基于型坯递送到模具这一原理的，但后来设备变得更加复杂，并且需要提高生产效率时，则更是普遍采用连续运转的挤出机，配合使用移动模具的原理。



型坯递送、模具固定系统是最简单的型式之一，它是由一付位于挤出机头下适当距

另一模具固定系统是一台挤出机供料给一个垂直的十字机头。十字机头与四根进料管和机头相接。在十字机头与进料管连接处有一分配阀，它把塑料分配给一个或几个机头。口模的芯轴伸出，稍低于模套的平面。通向芯轴的压缩空气经过一个阀门与压缩空气源相连接。一付吹塑模具位于每一机头之下，颈部向上。模具顶部末端有切边，当模具闭合时，与伸出的机头中心轴相互作用切断型坯。

这一方法的后期进展是上述的四根进料管由与挤出机轴相互垂直且方向正好相反的二根管子所代替。在歧管与中心十字机头连接处的分配阀,起到把塑料引入各管的作用。每一歧管装有一个或更多个机头,从机头中许多型坯垂直向下挤出,如图 10 所示。在此设备中,当阀门调节到塑料流入歧管时操作

次序开始。挤出机连续地工作，并在机器相应的一侧产生一组型坯，这些型坯降至开启模具的表面之间，达到要求长度时，时间开关控制模具闭合，阀门换向，将塑料引入歧管的另一侧。压缩空气通过延伸的口模芯轴引入吹胀型坯，当一组型坯冷却时，另一组型坯在机器的另一侧成型。模具开启后，成品脱模，在机器的另一边，成型重复进行。

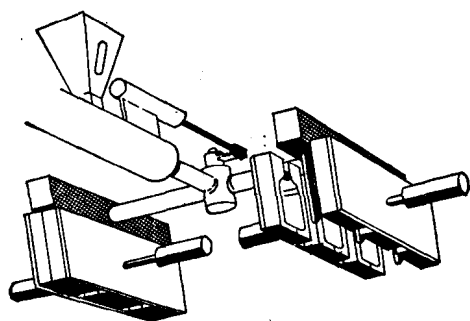


图 10. 固定多模系统形式之一

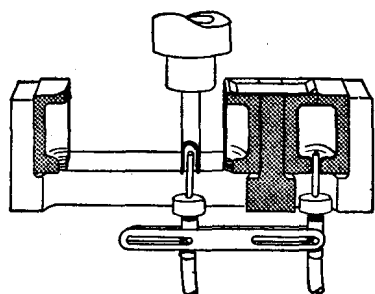


图 11. 垂直供料，固定模型坯传送系统

还有一种可以划归型坯递送、模具固定范畴的系统是从单一机头垂直挤出型坯加到位于机头两侧的二付模具内，见图 11。对称配置于机头之下的一个组合件，由二块固定的垂直平板和水平的导柱连结而成，在二块固定平板之间有一块能从一边滑向另一边的第三平板。模具的一半装在每一固定平板的内表面，相对应的另一半装在中央滑动平板的二面。在本装置中，在组合件二边的模具由中心滑动模板的运动而能交替地开关。模具安装成瓶颈向下，在模具闭合时，每一模穴之下有一中空一定径芯轴，从芯轴通入压缩

空气以吹胀型坯。这种芯轴是装在水平滑动件上的，能使它们在有关的模具二半间侧向移动，而它们的移动是由一无效运动联动装置所控制。中心模板的顶部装有一特殊设计的双边切割刀，当模板从一边移向另一边时，切割刀口横向滑动，紧靠机头之下，起到切断和移送型坯的作用。

操作程序从机头挤出型坯开始。型坯下降后，置在定径芯轴之上。中心模板然后侧向朝型坯移动，在机头处把型坯切断，并把型坯递送到固定的半模中。定径芯轴是自动滑动的，也随型坯而侧向滑动。中心模板的移动，以及结合型坯和定径芯轴组合体的一起移动，直至移动的半模与固定的半模相接触并夹住型坯。然后空气通过定径芯轴进入而吹胀型坯。在此操作过程中，继续挤出，当型坯又到达所需长度时，中心模板移向另一边。则第一付模具开启、制品脱模，而切断、递送、夹住、吹胀、冷却等操作则在另一边发生。挤出速率是按机器的成型和冷却速度来调节的。

另一种基于单一机头和二付模具的类似方法，是使用一个在平面上往复运动的夹具，把机头下的型坯切断并横向传送到一个开启的模具内，参看图 12。在此系统内，当模具

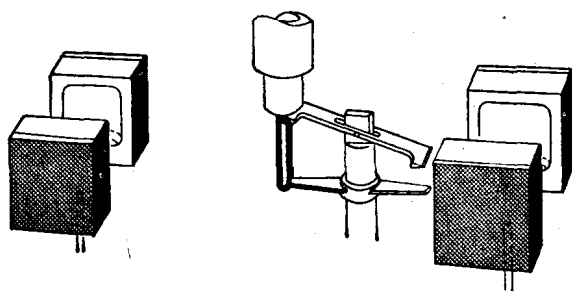


图 12. 垂直挤出系统，水平往复移置型坯装置

闭合时，一定径芯轴伸入切断型坯的底部，并按通常的方式进行吹塑。模具经闭合并夹住型坯，则夹具和刀片移回到机头之下，这样切断下一个型坯并传送到机器另一边的开启模具中去，重复定径和吹气操作，而第一付模具