

大型工业塑料件吹塑技术

邱建成 编著



机械工业出版社

前 言

近 20 年来大型工业塑料件吹塑技术在国内发展迅速，并已在许多地方形成规模化的生产经营。200L 塑料桶、1000L IBC 包装桶、吹塑型塑料托盘、汽车扰流板、汽车塑料燃油箱、大型塑料汽车配件、塑料浮箱、塑料浮体、户内外全塑桌椅、吹塑门等产品的大规模生产，带动了大型工业塑料件吹塑技术的进步和发展，同时也促进了多种大型中空成型机的研制与技术进步。

由于大型工业塑料件多以高强度的 HMWHDPE 以及工程塑料为原料，采用中空吹塑技术成型，因此具有很好的整体性、高的强度和刚度、优良的耐候性能、较长的使用寿命，以及优良的性能价格比，在市场上获得了较好的反响。今后，随着大型工业塑料件吹塑技术进一步的深入研究与发展，以及石油化工、铁路运输、化工行业、食品工业、医药产业、物流行业、汽车工业等许多行业的迅速发展，大型工业塑料件吹塑产品将会有着更为广阔的市场和更大的需求。

目前，国内从事大型工业塑料件吹塑加工的厂家还不是很多，各厂家之间在技术上的联系和交流也不多，而且在技术上能适用于大型工业吹塑件的专门著作比较少，因而限制了大型工业塑料件吹塑技术的进一步发展与应用。

作者在一家大型工业塑料件吹塑企业从事生产管理、设备管理、产品质量管理、产品研发、设备改造、技术革新等技术工作 20 多年，积累了许多大型工业塑料件吹塑成型的理论知识与实践经验，希望通过本书将目前大型工业塑料件吹塑加工中使用较多的设备和技术联成一体，并结合当前的技术发展，为从事大型工业塑料件吹塑加工企业的新厂建设、辅机配套、生产管理、产品开发、设备维护及保养、设备操作等的管理人员和技术人员，提供一些实用技术及参考资料。

本书涉及的知识面较宽，叙述时力求通俗易懂、实用，尽量介绍当前工厂常用的设备和技术。其中，有些是作者历年积累的经验数据及参数，还有一些是作者近年研究的一些应用技术及技巧，既可以供同行的工程技术人员和工厂管理人员参考，对学习塑料加工、中空吹塑技术的大中专学生也有参考作用。

在本书的编写过程中，得到了秦川未来塑料机械有限公司、华王集团华丰重型机械厂、张家港同大机械公司、香港雅琪开平机械公司、中山凤记机械有限公司等诸多厂家的管理者和有关工程技术人员的大力支持和帮助，并参考了相关著作，在此谨对上述企业的有关人员以及参考文献中相关著作的各位作者表示衷心的感谢。

由于作者理论水平及实践经验有限，从事写作的经验不多，以及受企业所处地域的限制，书中难免会有错误和不当之处，敬请读者批评指正。

邱建成于重庆

目 录

前言

第 1 章 概述	1
1.1 大型工业塑料件的应用现状与前景	2
1.2 常用大型吹塑成型设备	6
1.2.1 基本结构	6
1.2.2 分类及工作过程	7
1.2.3 大型中空成型机的主要国内厂家产品的技术参数	10
1.2.4 国产大型中空成型机技术状况的现状与分析	17
1.2.5 国内在用的国外 IPB-2000C 超大型中空成型机	18
1.3 辅助设备	20
1.3.1 原料干混设备	20
1.3.2 自动上料设备	21
1.3.3 原料干燥设备	23
1.3.4 空气压缩系统	25
1.3.5 模具的冷却设备与除湿	29
1.3.6 边废料粉碎设备	31
1.3.7 产品定型及后加工设备	33
1.3.8 其他辅助设备	33
1.3.9 设备与模具的冷却水处理	33
1.3.10 国产辅助设备的现状与特点	37
1.4 吹塑模具	37
1.5 中空吹塑制品的常用材料	39
1.5.1 HMWHDPE 塑料	39
1.5.2 HDPE 塑料	41
1.5.3 PP 塑料	42
1.5.4 ABS 塑料	45
第 2 章 大型工业塑料件的吹塑成型	50

2.1 吹塑成型的工艺过程	51
2.2 吹塑工艺参数	51
2.2.1 温度	52
2.2.2 挤出机的螺杆转速	54
2.2.3 型坯壁厚控制系统	55
2.2.4 吹气压力与型坯吹胀	57
2.2.5 液压系统的压力调节与流量分配	61
2.3 其他装置	62
2.4 定型与后加工	64
2.4.1 定型	64
2.4.2 后加工	64
2.5 大块废品塑料的锯切处理	68
2.6 大块塑料边料的冷却	68
第3章 大型中空成型机的使用与特点	70
3.1 挤出机	70
3.1.1 挤出机的分类	70
3.1.2 大型中空成型机配置挤出机的特点	71
3.1.3 挤出机的快速换孔板装置	75
3.1.4 挤出机的传动与驱动装置	77
3.1.5 大型中空成型机中挤出机的使用	78
3.2 大型储料机头	83
3.2.1 大型储料机头的特点	83
3.2.2 大型储料机头的新技术	85
3.2.3 储料机头的设计	86
3.2.4 大型储料机头的使用	88
3.3 合模机构	90
3.3.1 合模机构的特点	90
3.3.2 合模机构的使用	92
3.4 型坯壁厚控制系统	93
3.4.1 型坯壁厚控制系统的特点	93
3.4.2 型坯壁厚控制原理	96
3.4.3 液压伺服系统	98
3.4.4 型坯壁厚控制系统的使用	100

3.5 电气自动控制系统	104
3.5.1 电气自动控制系统的工作原理与特点	104
3.5.2 电气自动控制系统的使用	110
3.6 液压与气动系统	115
3.6.1 液压系统的特点	115
3.6.2 液压系统的使用	118
3.6.3 气动系统的特点	120
3.6.4 气动系统的使用	122
3.7 大型中空成型机生产与设备的日常管理	123
第4章 大型中空成型机的综合节能技术	125
4.1 产品轻量化设计	125
4.2 设备高效化设计	126
4.3 模具高效化设计	127
4.4 产品配方的优化	129
4.5 工艺最优化控制	130
4.6 大型卧式中空成型机简介	133
第5章 大型中空成型机的维护与保养	137
5.1 挤出机的维护与保养	138
5.1.1 基本要求	138
5.1.2 螺杆、机筒及推力轴承的拆卸与安装	141
5.1.3 进口直流电动机冷却风机的改进	143
5.1.4 直流电动机的安装、使用、维护与保养	144
5.1.5 变频器的维护与保养	147
5.1.6 直流电动机调速器(驱动器)的维护与保养	149
5.2 大型中空成型机塑料机头的维护与保养	151
5.2.1 加热系统的维护、保养与换件维修	151
5.2.2 伺服液压缸、压料液压缸的维护、保养与修理	154
5.2.3 储料机头芯模、口模的更换	156
5.2.4 高质量表面吹塑制品的芯模、口模更换工作要点	157
5.3 合模机构的维护与保养	159
5.3.1 两板直压式合模机构的结构特点	159
5.3.2 两板直压式合模机构的维护与保养	162
5.3.3 三板四拉杆合模机构的维护与保养	163

5.3.4 两板销锁式合模机构的维护保养特点	165
5.4 液压伺服系统的维护、保养与故障排除	168
5.5 电气自动控制系统的维护与保养	173
5.5.1 基本要求	173
5.5.2 可编程序控制器(PLC)的维护与保养	175
5.6 主液压系统的维护与保养	180
5.6.1 液压油的选用与使用条件的优化	180
5.6.2 常用液压零部件的维护保养	185
5.7 气动系统的维护与保养	194
5.8 大型吹塑模具的维护与保养	199
5.8.1 常规维护与保养措施	199
5.8.2 维护和保养吹塑模具的注意事项	199
第6章 大型工业吹塑件的模具	201
6.1 模具结构	202
6.2 材料选用	203
6.3 排气设计	205
6.4 冷却设计	209
6.4.1 外冷却	210
6.4.2 内冷却	214
6.4.3 后冷却	215
6.5 局部增厚设计	216
6.6 高表面质量产品的模具设计要点	217
6.7 组装型大型吹塑模具	218
6.8 典型制品模具实例	219
6.9 模具 CAD/CAM 综合技术联用简单介绍	221
第7章 典型大型工业吹塑件	224
7.1 结构特点	224
7.2 典型产品的成型工艺与特点	225
7.2.1 200L 双 L 环塑料桶	225
7.2.2 吹塑型塑料托盘	228
7.2.3 汽车扰流板	231
7.2.4 汽车塑料燃油箱	233

7.2.5 大型塑料浮体	235
7.2.6 组装型大型工业吹塑件	238
第 8 章 大型工业吹塑件的原材料选用和配方技术	240
8.1 材料选用的原则与特点	240
8.2 HMWHDPE 的选用和配方	242
8.3 ABS 工程塑料的选用和配方	247
8.4 其他	247
参考文献	248

第 1 章 概 述

塑料现代中空吹塑技术是从 20 世纪 30 年代开始发展起来的。历经多个发展时期,20 世纪 70 年代进入工业塑料吹塑件的快速发展时期。工业塑料吹塑件在汽车配件、家用电器、商业与办公用品、医疗用品、运动与体育器械、设备与仪器仪表包装、工具箱包等许多行业中得到广泛的应用。工业塑料吹塑件的发展推动了塑料中空吹塑技术的发展和进步,并使自动控制的中空成型机得到了更多的研制与开发。吹塑制品和吹塑设备的飞速发展,也促进了各种塑料聚合物、塑料合金、塑料配方技术的研究与应用,使其得到了快速的进步和发展。

相对于中小型工业塑料吹塑件而言,大型工业塑料吹塑件的吹塑技术是近 20 多年发展起来的技术。大型工业塑料吹塑件比中小型工业塑料吹塑件的体积、尺寸更大,质量更大,所需要的设备、模具也更加庞大。要准确地对大型工业塑料吹塑件进行定义比较难,为了与中小型工业塑料吹塑件有所区别,在本书的讨论之中,我们通常把吹塑制品容积在 200L 以上、总长度(或宽度、高度)在 1000mm 以上的工业塑料件的吹塑产品称为大型工业塑料吹塑件,这种划分方法虽然并不十分科学,但在实际应用中会更加方便。因为有的所谓大型吹塑产品,它的制品单件质量并不很大,但体积却较大,制作时不需要大型的储料机头即可成型,但是需要大型的合模机构才能生产出产品,所以本书采用了这种以制品体积(或主要尺寸)来分类的方法。

近 20 年来,大型工业塑料吹塑件在石油化工、铁路运输、化工产品、汽车配件、货运物流、旅游、水产养殖等许多行业得到较为广泛的应用,尤其在近几年来得到了较快的发展。随着大型工业塑料吹塑件的产品种类和产量的增多,大型塑料中空成型机、塑料原料也得以迅速发展。它们相互促进、共同发展,使很多产品由想象

变成了现实。

大型工业塑料吹塑件的成型相对于其他大型容器及制品的成型方式而言具有较强的优势。与大型滚塑成型相比,大型吹塑成型具有成型速度快,塑料原料在吹塑加工过程中受到拉伸作用后比强度高,节约能源,吹塑制品的性价比更为优良,批量生产时制作成本低,适应性更为广泛等优点;与金属制品加工相比,大型吹塑成型具有能大批量生产,制作成本低,适应性更广等许多优势。

今后,随着各行各业的发展,大型工业塑料吹塑件将有着更为广大的市场空间和发展潜力。

1.1 大型工业塑料件的应用现状与前景

大型工业塑料吹塑件近 20 年来在许多方面已得到了应用,虽然品种不是很多,但是有些产品在市场的销量已经具备了较大的规模,比如:200L 塑料桶、吹塑型塑料托盘、汽车燃油箱、汽车扰流板、塑料浮体、汽车零部件及周转箱等产品均已具有了相当的生产规模。

1.200L 塑料桶和 1000L IBC 包装箱

(1) 200L 塑料桶 如图 1-1 所示,200L 塑料桶是全塑工业桶,是随着高分子材料的发展而在化工行业兴起的一种包装容器。它是用平均相对分子质量在 3×10^5 左右的高相对分子质量高密度聚乙烯(HMWHDPPE),经大型挤出吹塑中空成型机吹制而成。这种大规格塑料桶属于绿色环保高科技产品,综合性能优异,具有广阔的市场前景。

全塑工业桶可用于酸类、碱类、脂类等各种液态等具有腐蚀性的化工产品的包装,由于其具有优良的耐蚀性、高的强度、数倍于铁桶的周转次数及易回收性,因此备受国际海运界的重视。200L 塑料桶完全能满足《国际海上危险品货物运输规则》中有关危险品包装容器的要求,在危险物品运输中被越来越广泛地使用。因为这种塑料桶常被用来包装液态危险品,

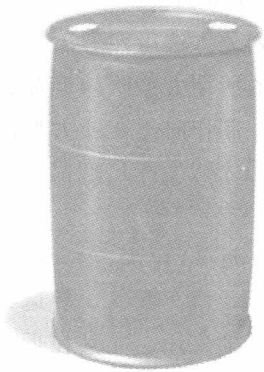


图 1-1 200L 塑料桶

所以也常称它为 200L 危包桶。

(2) 1000L IBC 包装桶 近年来, 一种新的产品——1000L IBC 包装桶(图 1-2)的用量在国内外快速增长, 已经成为大宗液体化工产品的重要的包装和运输容器。

目前, 国内已经有多家塑料制品厂家形成了 200L 塑料桶、1000L IBC 包装桶的规模化生产经营的能力。

2. 吹塑型塑料托盘

随着石油化工、铁路货运、化工、物流等行业的迅猛发展, 经久耐用的吹塑型塑料托盘在这些行业中得到了大量的应用。吹塑型塑料托盘(图 1-3)的生产工艺与 200L 塑料桶的生产工艺基本类似, 也是采用相对分子质量为 3×10^5 左右的 HMWHDPE 材料, 经大型挤出吹塑中空成型机吹制而成, 只不过是因产品尺寸比 200L 塑料桶大得多, 因此设备和模具也就更大。因为该产品是平板型多立柱、多条状筋的工业吹塑产品, 所以在成型工艺、产品设计、模具设计、产品后加工等方面均有其自身的特点。

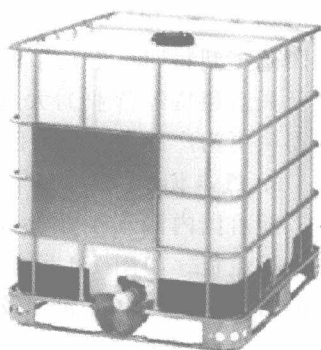


图 1-2 1000L IBC 包装桶

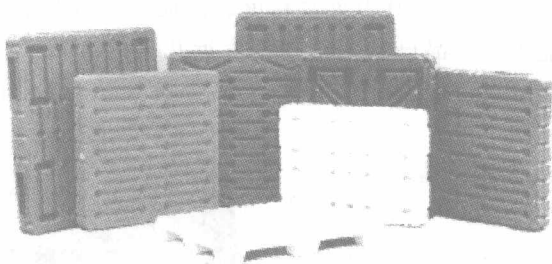


图 1-3 吹塑型塑料托盘

吹塑型塑料托盘在国内经过近 20 年的发展, 到目前为止, 已经初步形成年产 30 ~ 50 万块的生产能力, 主要应用于石油、铁路货运、化工、食品、制盐等行业, 国内主要生产厂家的年增长率

幅度均在 10% 以上。国内最早生产吹塑型塑料托盘的厂家——太极集团重庆塑料四厂近几年的年增长幅度在 30% ~ 40%。随着物流业以及托盘租赁经营的大规模发展，经久耐用的吹塑型塑料托盘必将得到更为广泛的应用与巨大的市场发展空间。

3. 汽车扰流板

随着国内汽车工业的发展，许多车型已经采用了汽车扰流板。汽车扰流板，如图 1-4 所示，对汽车高速运动过程中的稳定性有一定的帮助，同时也可起到较好的装饰作用，汽车扰流板一般都是采用 ABS 工程塑料经挤出吹塑成型，再采用表面喷涂的办法来制作的。少数生产厂家也曾采用高强度 PP 塑料生产汽车扰流板，但由于这种扰流板表面的漆膜粘附不牢而影响外观质量，故近几年已不再采用。



图 1-4 汽车扰流板

目前，国内已有多家生产企业采用国产设备生产出符合汽车厂家技术要求的高精度的 ABS 汽车扰流板。例如，重庆金泰汽车零部件有限公司已具有年产 50 万件高精度、高质量的 ABS 汽车扰流板的设计和生产能力，产品已达 8 个规格，近几年的 ABS 汽车扰流板产销量在 30 万件以上。预计汽车扰流板将会随着汽车工业的发展而稳步发展。

4. 全塑汽车燃油箱

全塑汽车燃油箱，如图 1-5 所示，是随着国内汽车工业的发展而发展起来的。前些年，国内全塑汽车燃油箱的生产厂家一般采用从发达国家进口的设备和专用材料生产并与汽车厂家配套。近年来，随着国内中空成型机的



图 1-5 全塑汽车燃油箱

制造研发工作不断取得进展,使用国产大型多层中空成型机生产这类产品成为现实,但所需多种原料的国产化还有待于塑料原料生产技术的进一步推广应用。

5. 塑料浮体及其他水上用品

塑料浮体(图1-6)的生产和产品开发是近几年随着旅游业、水产品养殖业的发展而发展起来的,但规格较少,在市场上常见的是一种尺寸较小的塑料浮体(500mm×500mm×400mm)。目前,已有厂家在开发尺寸较大的产品,并有规格较大的产品问世。已经具有专利权的产品规格有:1800mm×900mm×300mm、1000mm×1000mm×380mm、500mm×500mm×400mm等。随着旅游业和水上运动的兴起,这类产品将会因有更广阔的市场而得到更好的发展。

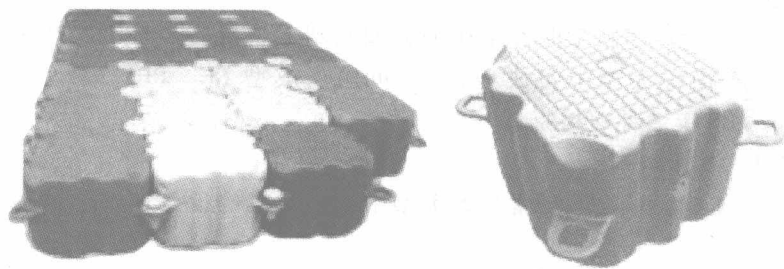


图1-6 塑料浮体

吹塑型的塑料水上用品,目前较为常见的有水上网箱养殖场使用的塑料浮箱(图1-7)、浮筒、浮球,以及少量水上运动用的滑板等产品。其他如较大规格的全塑可折叠小船等产品,虽然国内已有厂家可以生产,但是由于市场的原因,难以在近几年内形成较大的经营规模。

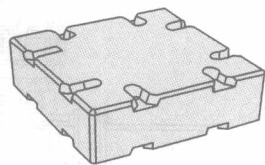


图1-7 塑料浮箱

6. 其他大型吹塑件

据调查,目前国内已有的大型中空吹塑设备中,最大的设备可一次吹塑成型容积2000L的全塑中空容器、长2m左右的全塑船,还

有多台设备可成型容积 1000L 左右的全塑中空容器。比如, 组装型的全塑吹塑床、大型户外组装型的吹塑桌、大型圆桌面板、全塑中空门、汽车零部件周转箱、大型双重壁工具箱、包装箱以及户外流动厕所等, 都已有较好的产品问世。今后, 随着各行各业的发展需要, 必将对全塑大型吹塑件提供更为广阔的市场需求。

1.2 常用大型吹塑成型设备

挤出吹塑中空成型是将塑料原料由料斗经挤出机加热挤出到机头, 经机头将熔融状态下的塑料型坯挤出后, 合模机构带动模具合模, 然后由气嘴或气针向塑料型坯内注入压缩空气, 使塑料型坯在热状态下迅速吹胀, 经过冷却得到与模具模腔形状相同的塑料中空制品。

吹塑大型塑料工业件常用的大型吹塑成型设备是挤出吹塑中空成型机(简称大型中空成型机), 可用于成型 PE、PP、PVC、PC、PA、ABS 等多种塑料原料。

1.2.1 基本结构

图 1-8 所示是一种常见的大型中空成型机的设备简图。这种大

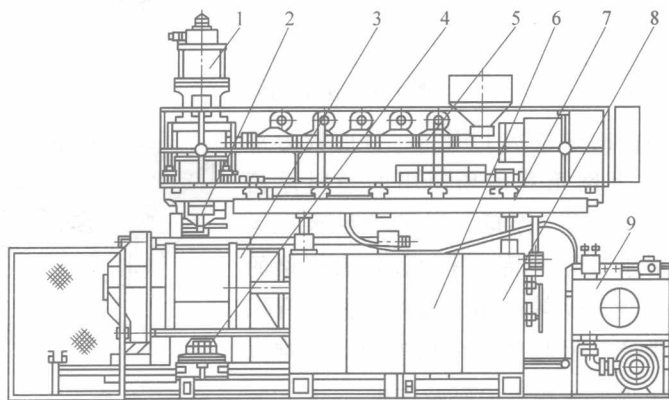


图 1-8 大型中空成型机简图

- 1—储料机头 2—机械手 3—合模机构 4—下吹装置
5—挤出机 6—电控箱 7—机架 8—气动系统 9—液压系统

型中空成型机主要由挤出机 5、机架 7、储料机头 1、合模机构 3、机械手 2、液压系统 9、下吹装置 4、电控箱 6 和气动系统 8 等组成。多数机型还设置有液压伺服系统,以实现塑料型坯挤出时的壁厚控制。这种大型中空成型机的挤出机 5 和储料机头 1 安装在可以上下升降的机架 7 上,合模机构 3 可以横向移出,以方便模具的安装与更换,机械手 2 用于取出制品,以减轻操作人员的劳动强度。

设备中,液压系统主要给储料机头挤出型坯的液压缸、合模机构的液压缸、下吹装置的液压缸等液压动作提供液压动力;电控箱主要实现设备的动作程序、温度控制、液压泵和电动机等的控制;储料机头主要储存从挤出机挤出的塑料熔体并形成优质的塑料型坯,多数储料机头采用了轴向壁厚控制系统,部分机型不但采用了轴向壁厚控制系统,还同时采用了径向壁厚控制系统,可以对塑料型坯进行精确控制;挤出机则是对塑料进行熔融加工并将其挤出到储料机头。设备的结构紧凑、选配装置较多,适合成型 50~250L 的大中型中空吹塑制品。

这种大型中空成型机的合模机构可采用三板两拉杆或三板四拉杆的结构(目前多数机型采用三板两拉杆结构,例如张家港同大机械有限公司和张家港华丰机械有限公司制造的大型中空成型机基本上都是这种结构形式)。这种结构形式与几年前采用的四板直压式或是两板直压式合模机构相比,能耗较低。

1.2.2 分类及工作过程

根据产品、塑料原料和挤出塑料型坯成型方法的不同,挤出吹塑中空成型可分为多层中空成型和单层中空成型(包括共挤出吹塑)。因此,目前常用的挤出吹塑中空成型机主要有单层挤出吹塑中空成型机和多层挤出吹塑中空成型机两种类型。它们均有连续挤出和间歇挤出两种方式。此外,根据工位的数量,大型中空成型机还有单工位、双工位之分。下面分别举例说明。

1. 连续式双工位大型中空成型机

图 1-9 所示为多层连续式大型双工位中空成型机。

如图 1-9 所示,设备的两台合模机构可以在水平位置向多层机

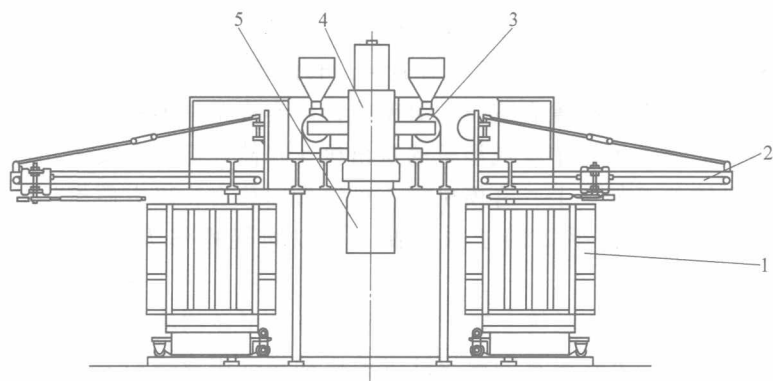


图 1-9 多层连续式大型双工位中空成型机简图

1—合模机构及模具 2—机械手 3—挤出机 4—多层机头 5—塑料型坯

头 4 的下方移进、移出。其工作过程是：挤出机 3 向多层机头 4 连续挤出塑料型坯（塑料型坯的厚薄可以自动控制）→1 号工位的合模机构在塑料型坯挤出时向多层机头 4 的下方移动→当塑料型坯挤出到位后，合模机构带动模具合模并吹气定型制品→1 号工位的合模机构向外移出并继续冷却定型→2 号工位的合模机构向多层机头 4 的下方移动，此时塑料型坯将要挤出到位→型坯挤出到位后，2 号工位合模机构即带动模具合模并吹气定型制品→2 号工位的合模机构向外移出继续冷却定型制品。在 2 号工位合模机构合模移出这段动作期间，1 号工位合模机构开模并取出吹塑制品后向塑料机头下方移动，开始进入下一个工作循环。如此循环往复，可以较快地完成吹塑制品的成型。

连续挤出吹塑中空成型过程中挤出机连续工作，由中空成型机的塑料机头连续地挤成型坯。它可以有单个或多个合模机构带动各自的模具成型产品。这种方式适合于产量高、批量大的产品。由于近年来在设备技术上的突破，随着大型单工位、多工位中空成型机的研制，以及塑料材料性能的提高，这种方式已不再是只能生产小型的塑料中空产品了，而是可以成型如汽车燃油箱、汽车扰流板、汽车保险杠等大型工业塑料件吹塑产品。

2. 间歇式单工位大型中空成型机

图 1-10 所示是间歇式单工位大型中空成型机。

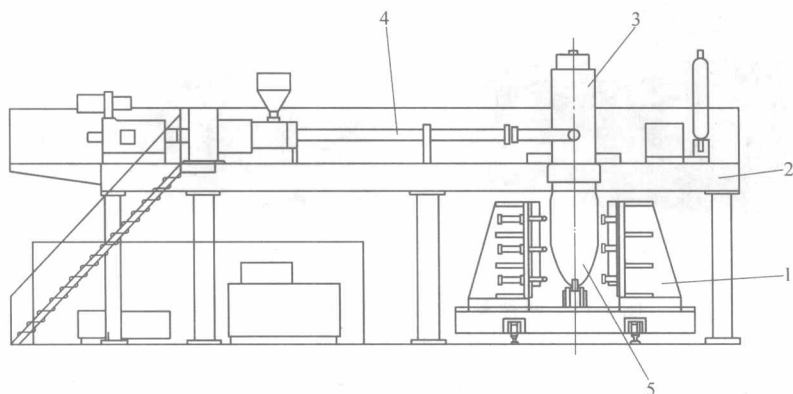


图 1-10 间歇式单工位大型中空成型机简图

1—合模机构及模具 2—机架 3—储料机头 4—挤出机 5—塑料型坯

这种间歇式单工位大型中空成型机设备的主要工作过程是：挤出机 4 向储料机头 3 挤出塑料并间歇地形成型坯→塑料型坯压出后合模机构带动模具合模并吹胀成型，这时挤出机仍在工作，挤出的塑料储存在储料机头中，以备下一循环使用→合模机构带动模具打开，产品由机械手从模具中间取出后，紧接着再进入下一个工作循环。

这种方式主要用于较大型的中空塑料制品成型，如塑料桶、塑料托盘、汽车扰流板、汽车保险杠、塑料浮体、户内外塑料桌椅等许多大型吹塑产品。

3. 多工位储料式大型中空成型机

随着大型工业塑料件吹塑技术的发展，多工位储料式大型中空成型机已经研制出来。这种多工位的设备不仅可以成型两种完全相同的产品，而且由于其液压伺服控制系统可以实现对两种不同型坯曲线的可靠控制，所以可以实现一个品种、两种规格的制品生产。图 1-11 所示是两种由国内中空成型机制造厂家近年生产的多工位大中型中空成型机。

图 1-11a 所示为一种可以成型 250 ~ 1000L 塑料吹塑容器以及其他工业吹塑件的大型中空成型机。它具有两台合模机构，配置在机