

塑料管材连续双向拉伸技术*

高雪芹 申开智

(四川大学高分子材料科学与工程系, 成都 610065)

摘要 介绍六种塑料管材连续双向拉伸技术, 包括压缩空气成型、口模拉伸成型、风冷却成型、模头胀拉成型、高压水成型和真空/压空成型, 并对其成型方法、加工装置及用各种成型方法所制备的管材性能作了简单介绍。用连续双向拉伸技术生产的塑料管材周向性能和轴向性能都有所提高, 而且运用该技术还能够提高生产率、节约原材料、降低成本。

关键词 塑料管材 连续双向拉伸 成型 设备

目前, 在塑料制品工业中, 塑料管材因其在建筑、医疗卫生、农业灌溉和城市下水道中的广泛应用, 需求量在逐年增长。迄今为止, PVC、PE 管材是最主要的管材品种, 虽然在树脂、配方和挤出设备方面已做了一系列改进, 但是数十年来生产方法基本没有改变。随着塑料管材需求量的增加, 人们也在不断地致力于改进生产技术和方法以使塑料管材具有更高的性能。

拉伸取向技术已被广泛应用于许多塑料制品, 如双向拉伸薄膜、吹塑瓶和吹塑薄膜等, 这些制品的性能都得到了实质性改进。将双向拉伸技术应用于塑料管材加工, 可以使塑料管材周向和轴向性能都有所提高, 所以, 此技术具有很高的实用价值。有些厂家由于技术、设备等原因仍然采用间歇式双向拉

伸方法, 存在着速度低、成本高等缺陷, 因此连续双向拉伸技术的推广和应用势在必行。笔者简要介绍几种连续双向拉伸管材生产技术。

1 压缩空气成型

该方法的制管装置如图 1 所示^[1], 从挤出机挤出的厚壁管在伸出机外的定径模头内由压缩空气进行调整定径, 经冷却水槽冷却后由 1 号牵引机牵引送到加热槽中。在加热槽出口端扩管后再经冷却槽进行冷却, 然后由 2 号牵引机牵引送出。扩管所需的压缩空气经模头内的芯轴中心孔送入, 管端加以封堵, 以保持管内空气压力恒定不变。加热槽为双层套筒结构, 由加入了热载体乙二醇的外筒和穿入了聚乙烯管的内筒组成, 加热槽的温度及其长度随管子的尺寸和挤出速度而变化。

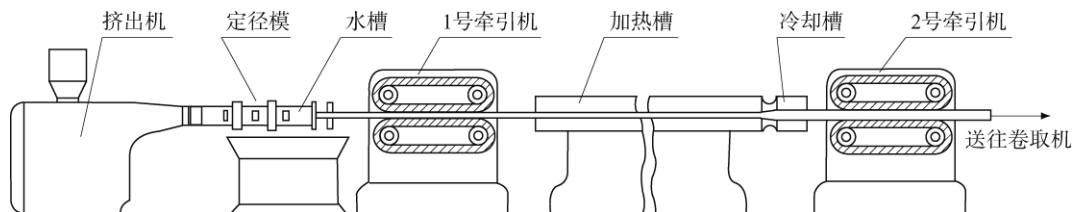


图 1 压缩空气法连续制管装置

这种方法最先是由德国的 Hoechst 公司和 A Reifen Hauser 共同研究用于生产双轴取向 HDPE 管材的^[2]。HDPE 拉伸强化温度上限为熔点, 约 127 ~ 131℃, 高于该温度进行拉伸, 不能强化。温度下限主要取决于拉伸方法。对于用压缩空气扩管的方法, 为使管子拉伸均匀、扩管程度充分、分子定向和管子强化满足要求, 必须在熔点以下大约 10℃ 的温度下进行拉伸。研究表明, 拉伸后的 HDPE 管许用疲劳应力可以提高 2 倍左右。该方法不足之处在于只能安全生产薄壁双轴取向管。

2 口模拉伸成型

该方法是由英国 Leeds 大学 Ward 等人于 1979

年作为一种间歇式工艺开发成功的。为了克服间歇式工艺的缺陷, 英国曼彻斯特市的塑料加工制造商 Frances Shaw 于 1986 年开始研究设计连续化口模拉伸装置^[3], 1993 年, 连续口模拉伸装置在英国投入生产, 而近年来出现的双轴取向管连续口模拉伸装置则代表了该技术的最新成就。图 2 为双轴取向管连续口模拉伸装置示意图^[4]。均质聚合物管由挤出机挤出至定径和喷淋装置, 再由轻载牵引履带连续拉伸之后进入再热箱, 通过再加热将材料加热

* 国家自然科学基金资助项目 (29934070)

收稿日期: 2002-09-16

到口模拉伸所需的温度,然后,由重载牵引履带通过一个口模或一个芯棒被拉伸成双轴取向管。合理调节拉伸速度、拉伸力和温度可以扩大适用材料范围和加工范围,优化产品质量。现在,用于生产双轴取向管的聚合物材料已有 PE、PP、PVC 和 PET。与均质管坯相比,双轴取向管在轴向和周向都有更高的拉伸强度和模量,而且其冲击强度也比均质管坯高很多。

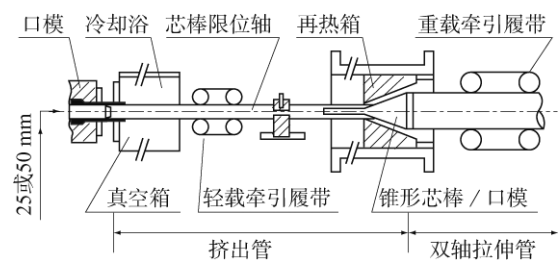
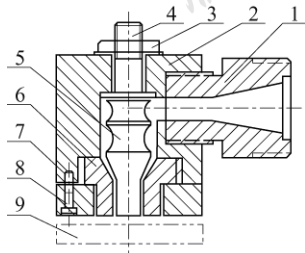


图2 双轴取向管连续口模拉伸装置示意图

3 风冷却成型

风冷却成型主要是对模具进行改造。图3为模具结构示意图^[5]。改造后的成型模具加大了压缩比;型坯出口模后,增加了吹胀比;在吹胀的同时并伴有一定程度的拉伸;用风环冷却控制管坯的管径大小,因为风环上装有微调装置以调节进风量的大小,可精确控制管材的直径;然后通过鼓风冷却定型。



1—机头体①; 2—机头体②; 3—压紧螺母; 4—堵头;
5—芯棒; 6—口模; 7—压盖; 8—螺钉; 9—风环

图3 模具结构示意图

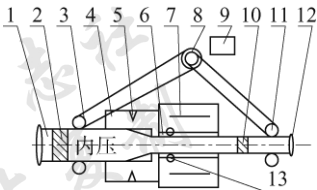
采用风冷却成型工艺生产耐压聚乙烯管材在湖北省公安县闸口橡塑厂首先获得了成功。由于风冷却是缓慢进行的,既消除了管材出口模后由于骤冷产生的内应力,也提高了产品的力学强度。采用这一工艺生产的管材的各项性能指标大大优于通过水冷却生产的管材。其检测结果见表1。

表1 水冷和风冷聚乙烯管材性能比较

项 目	水冷却管	风冷却管
拉伸强度 /MPa	7.8	13.7
断裂伸长率/%	80	280
液压爆破压力 /MPa	2	2.6

4 模头胀拉成型

该方法是由上海交通大学王克俭博士等人提出的,他们设计的拉伸装置如图4所示^[6],内压是靠两个堵头维持的,在加热的同时,必须用外压平衡内压,以防提前膨胀。当然,其中的密封是非常重要的,两个牵引辊由同轴不同径的动力轮带动,速度可以由电机控制。而两个辊子切向线速度差产生了轴向拉伸效果。这种装置是采用内压径向扩张、差速法轴向拉伸,实现了双轴取向。王克俭等人还对模头胀拉塑料管材取向成型过程中的双向拉伸模型和单向拉伸模型进行了分析^[7]。研究发现,不同区段的变形特点不同,拉伸力、颈缩行为、应变硬化对控制拉伸效果十分重要。



1—胀扩管; 2—第二堵头; 3—第二牵引辊; 4—扩管模头;
5—冷却装置; 6—密封平衡压力室; 7—加热装置;
8—调整带轮; 9—调速箱; 10—第一堵头;
11—第一牵引辊; 12—管坯; 13—惰性轮

图4 实验用内胀拉伸装置

5 高压水成型

该成型方法是由 B V Uponor 和 Vinidex Tube-makers 共同研究开发的连续生产双轴取向 PVC 管项目,曾在 1998 年召开的国际塑料管材会议上被提到过。在南澳大利亚的 Adelaide 设计并建立了一条原型生产线。该项目代号为 Cornet, 所以其生产线也被称之为 Cornet 生产线,图5为 Cornet 生产线扩张系统示意图^[8]。该生产线中的分布塞不仅可以控制用于扩张的高压热水,而且还可以控制用作挤出管内部调节的低压热水。扩张塞的外层材料是专用的,是一种具有低模量、高剪切强度的聚合物材料,用可控的液压膜对扩张塞进行润滑可以减小塞和管之间的摩擦力。管子被扩张后进入定径套,也是用液压膜来减少摩擦的。最后,扩张管进入喷淋冷却槽,扩张过程结束。扩张过程并非一开始就稳定,它是由精密调整装置控制的,该装置在最大程度上决定了进出扩张区的微分速度是恒定的,并与预先调整的轴向拉伸相一致。轴向拉伸是由牵引装置控制的,为了改变轴向拉伸产生的位置,有可能通过改变某些拉伸参数去改变沿生产线方向的力平衡。这就允许轴向拉伸发生在周向拉伸之前,因此减小

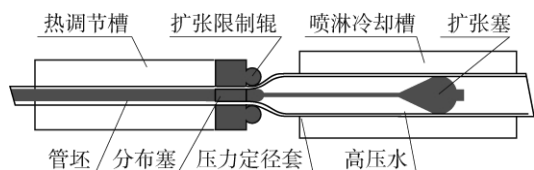
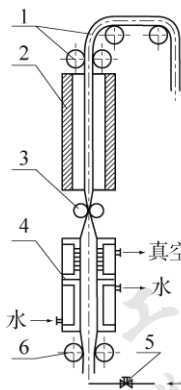


图5 Comet 生产线扩张系统示意图

了管材厚度和所需的扩张压力。另外, 通过改变拉伸比可以生产出壁厚不同的管, Comet 生产线可以在挤出机不停机的情况下从 12 级管转变到 16 级管。由该生产线生产的产品弹性模量、冲击强度、疲劳强度和断裂强度都得到了提高。

6 真空/压空成型

图 6 为真空/压空成型装置示意图^[9], 这是化工部上海化工研究院研制成功的热收缩管扩管设备。



1—进料装置; 2—加热炉; 3—密封装置;

4—扩张定径装置; 5—充气装置; 6—收料装置

图6 真空/压空成型装置示意图

热收缩管是国外 20 世纪 60 年代末发展起来的一种新型高分子制品, 它是利用高聚物的“弹性记忆”效应制造的。所谓“弹性记忆”效应, 就是指高聚物被加热到高弹态以后, 通过一定的外力作用使其扩张, 并在保持变形条件下冷却, 这种扩张状态就被保留下来, 当再加热到一定温度, 它又恢复到原来状态。这种产品具有绝缘、密封、防水、防油等性能, 可广泛应用于航空航天、电力电缆、电器设备以及产品包装等领域^[10]。

热收缩管的制造, 一般按以下几个步骤进行: 物料的混合或混炼、挤出、交联、加热和胀管、冷却、卷取。其中, 胀管过程是热收缩管制造工艺的关键^[11]。热收缩管的成型方法有连续成型和分段成型两种。连续成型法主要用于小口径热收缩管的生产, 该方法具有生产效率高, 自动化程度高, 浪费小等优点; 分段成型法主要用于中、大口径的热收缩管。目前, 分段成型方法主要有机械扩管法、双轴拉伸法和分段气扩法^[12]。连续成型方法主要有真空

扩张法、重力扩张法和连续气压吹胀法。重力扩张法是将具有一定质量的金属球放在被扩管内, 利用金属球的自重连续扩管。这种扩张法较简单, 但扩后管的轴向收缩率较大。真空扩张法是被扩管先在加热炉内被加热到一定温度, 然后进入扩张套; 在真空室内, 被扩管的内部为常压, 而外部为负压, 在内外压差的作用下发生扩张而被贴在真空室的内表面上; 然后进入冷却套内被冷却。其扩张特点是扩张和冷却分开, 只有当扩张后管离开扩张套进入冷却套以后才能被冷却, 所以被扩管的轴向收缩率不会太小。连续气压吹胀法是被扩管在加热炉内被加热到一定温度后, 通过扩张定径套的喉部进入扩张定径套, 在扩张定径套内被扩管内部通入压缩空气而被吹胀, 然后立即被冷却。

图 6 中的连续扩管装置既可采用真空扩张法, 又可采用气压吹胀法。对于充气装置, 气源经减压阀、稳压缸、微调稳压阀调节到所需压力进入系统。当用真空扩张法时, 则由真空泵使定径模内产生负压, 形成管内、外压差, 从而使管子扩张, 此时充气装置就不再需要了。密封装置的功能是起“气塞”作用, 是保证管子在定径模内扩张的构件, 它可较精确地调节。

虽然热收缩管与普通管材在材料形态和性能上有差别, 但对于普通管材的扩张可借鉴热收缩管的扩张方法。对普通管材进行双向拉伸时, 也可采用真空扩张法或气压吹胀法进行真空/压空成型。

7 结语

将连续双向拉伸技术应用于塑料管材生产中, 代表着管材生产技术的重要发展。用连续双向拉伸技术生产塑料管材, 生产效率高、节约原材料、降低成本, 并且生产出的管材具有较高的性能。所以, 这一技术将得到大力的推广和应用。

参考文献

- 1 周建业. 聚乙烯管双向拉伸技术. 轻工机械, 1991(1): 41
- 2 (英) G Fisher E. 塑料挤出. 张兆贵译. 北京: 中国轻工业出版社, 1989.
- 3 谭洪生, 益小苏, 邹湘坪. 聚合物口模拉伸工艺研究进展. 中国塑料, 1997, 11(1): 64
- 4 Taraiya A K, Ward I M. Biaxially oriented polymer tubes by die drawing. Plast Rubber Compos Process Appl, 1996, 25: 6
- 5 袁铁, 陈佑凡. 风冷却成型模具在聚乙烯管材生产中的应用. 塑料工业, 1991, 19(5): 57
- 6 王克俭, 吴大鸣, 龙文保, 等. 管材模头拉伸取向成型方法研究的进展. 中国塑料, 2000, 14(1): 76
- 7 王克俭, 赵永生, 吴大鸣. 模头“胀拉”塑料管材取向成型过程的

- 模型分析. 塑料工业, 2000, 28(3): 36
- 8 Chapman P G, Agren L. New technology for in line manufacturing of biaxially oriented poly(vinyl chloride) pipes. Plast Rubber Compos Process Appl, 1998, 27: 10
- 9 张时炜. 制造热收缩管用的扩管设备. 上海化工, 1991(4): 24
- 10 赵成刚. 热收缩管的连续扩张. 塑料工业, 1991, 19(5): 24
- 11 谢林生, 程源. 新型热收缩管胀管装置及橡塑管胀管变形分析. 橡胶工业, 1992(9): 558
- 12 徐绍宏, 吴大鸣, 龙文保, 等. 一种新型热收缩管扩管装置的研究. 北京化工大学学报, 1995(3): 37

CONTINUOUS BIAXIAL DRAWING TECHNOLOGY OF PLASTICS TUBES

Gao Xueqin, Shen Kaizhi

(Department of polymer Materials Science and Engineering of Sichuan University, Chengdu 610065, China)

ABSTRACT The continuous biaxial drawing technologies of six kinds of plastics tubes are introduced, including compressing air molding, die-drawing molding, wind cooling molding, die inside-pressurized molding, high pressure water molding and vacuum/compressing air molding. Their molding methods, process equipment and performance of tubes prepared with various molding methods are briefly introduced. This continuous biaxial drawing technology can improve the performance of the plastic pipes in both the axial and hoop directions, increase the productivity, save the raw materials and reduce the cost.

KEYWORDS plastics tube, continuous biaxial drawing, molding, equipment

聚酰亚胺发展前景广阔

聚酰亚胺是一类含有酰胺基的新型工程塑料。由于聚酰亚胺分子中具有十分稳定的芳杂环结构,使其表现出其它高分子材料所无法比拟的耐热性和耐低温性,其热分解温度可达 600℃,而且可在 333℃下长期使用;在 -269℃下仍不会脆裂。聚酰亚胺的力学性能优良,均苯型聚酰亚胺薄膜的拉伸强度可达 170 MPa,联苯型可达 400 MPa,并且随温度升高变化很小。耐辐射性好,介电性能优异,化学性质稳定,抗蠕变能力强,摩擦性能优良。

目前聚酰亚胺已有 20 多个大品种,2001 年全球消费量约 2.5 万 t,生产厂家主要集中在美国、日本、西欧等发达国家和地区。随着航空航天、汽车,尤其是电子电气工业的快速发展,对电子元件小型化、轻量化、高功能化和高可靠性的要求,未来几年全球对聚酰亚胺的需求将以年均 10% 的速度增加,展示了良好的发展前景。

热塑性聚酰亚胺主要用于汽车发动机部件、油和气泵的盖、电子电气仪表用高温插座、连接器、印刷线路板等。

聚酰亚胺品种众多,主要有聚醚酰亚胺、聚酰胺-酰亚胺和双马来酰亚胺等。聚醚酰亚胺目前的开发趋势是引入对苯二胺结构或与其它工程塑料组成合金,提高其耐热性,或与聚碳酸酯、聚酰胺等工程塑料组成合金提高其力学性能;聚酰胺-酰亚胺是高强度的聚酰亚胺品种,目前发展趋势是增强改性,以及同其它塑料合金化;双马来酰亚胺是以马来酰亚胺为活性基的双官能团化合物,具有与典型热固性树脂相似的流动性和可模塑性,与环氧树脂的加工和成型基本相同,是目前国内研究的重点。为了提高聚酰亚胺的应用性能,聚酰亚胺改性与复合材料的开发与应用成为今后相当长时间内的研究与开发热点,如聚均苯酰亚胺用石墨或聚四氟乙烯填充后,可以明显降低摩擦系数,用于汽车止推垫圈、高温刹车片、挡风玻璃刮水器和飞机的发动机用轴承、轴衬和垫圈;聚酰亚胺添加玻璃纤维或碳纤维后,成为超高级

工程塑料,用于制备喷射发动机结构部件;含硅聚酰亚胺可以赋予材料良好的溶解性、透气性、抗冲击性、耐候性、粘合性。

我国聚酰亚胺在某些领域研究和应用已经达到世界先进水平,但与发达国家相比仍有较大差距,主要体现在:规模小,目前国内最大生产装置为 100 t/a,国外基本上是千吨级规模;质量差,性能不稳定,产品不同批次性能差距较大,影响应用;最为严重的是我国产品精细化程度不够,品种少,以聚均苯四甲酰亚胺薄膜等为主,应用领域也主要是薄膜和模塑料,而且多用于军工领域,民用较少。

由于聚酰亚胺工程塑料应用领域广泛,发展前景良好,尤其在国防建设中起到举足轻重的作用,因此加快我国聚酰亚胺的研究与应用是非常重要和必要的。

针对国内外发展现状,我国应该在开发好现有品种的同时,大力发展聚醚酰亚胺、聚联苯四甲酰亚胺、热塑性聚酰亚胺和双马来酰亚胺等用量较大的主要树脂产品,推进新型聚酰亚胺材料的产业化进程。尤其要加强应用研究,如改性与复合材料的应用技术与推广。

(中化)

塑料加工业在湖南乡镇兴起

湖南长沙暮云镇依托辖区内瑞典伊莱克斯和日本东洋电机两大跨国公司的技术和资金优势,通过招商引资多家塑料加工企业与之配套,仅 1 年时间便形成了与电冰箱、计算机、汽车、摩托车等配套的多门类塑料产品加工业。

20 世纪 90 年代末,伊莱克斯公司看好该地区的发展优势,在此合资开发并生产伊莱克斯新型电冰箱。但其生产电冰箱的塑料配套件全部从浙江、广东等沿海地区购进。当地政府看准这一契机,依托跨国公司的优势,发展湖南的塑料加工业。通过滚动开发,一期工程完成基建投资 5000 多万元,同时引进塑料加工企业 10 多家,其中为伊莱克斯提供塑料配件的就有 8 家,使伊莱克斯电冰箱生产就地实现了成龙配套。

(中化)