

涡轮牵引双轴取向拉伸装置的挤出管材机头设计

陈亮¹, 张友新², 汪品洋², 吴有才²

(1. 明阳智慧能源集团股份有限公司, 广东 中山 528437;

2. 广东技塑新材料股份有限公司, 广东 东莞 523527)

摘要: 介绍一种利用涡轮牵引双轴取向拉伸装置的挤出管材机头设计。随着对塑料管材使用要求的不断提高, 塑料管材的应用领域不断拓宽, 各国对塑料管材的性能也提出了更高的要求, 特别是 PVC-O 管材在线生产时, 取向拉伸装置的位置与精准加热对管坯温度的控制, 是双向拉伸管材自增强的关键技术。这不仅使取向拉伸工艺温度的稳定成为可能, 主要也是为了避免在线生产时, 由于管坯与取向拉伸装置产生偏移, 造成管材壁厚不均和偏心现象。为此, 设计了一种利用涡轮牵引双轴取向拉伸装置的挤出管材机头。结果表明: 通过在线牵引取向拉伸装置的不同位置与管坯在理想加热温度状态下进行平稳拉伸和精准定位后, 保证了管坯整体膨胀后成型管材的均匀性, 提高了管材的抗爆破强度和韧性。

关键词: 涡轮; 牵引; 双轴取向拉伸; 位置; 移动

中图分类号: TQ330.41

文献标识码: B

文章编号: 1009-797X(2026)03-0070-11

DOI: 10.13520/j.cnki.rpte.2026.03.015

随着塑料管材的需求量大幅提高, 管材的应用领域不断拓宽, 各国对塑料管材的性能也提出了更高的要求。如何节省材料又提高管材的各方面性能, 是塑料管材研究的一个重要方向。双向拉伸自增强技术是近年来发展的一种新的塑料管材生产技术。为实现双向拉伸塑料管的生产, 常用扩张法。经过二次加热处理, 使管坯温度达到扩张温度, 然后在牵引机的牵引力作用下通过一个与挤出机机头相连的扩张型芯模, 使管坯进行扩张。由于高分子材料的拉伸取向是在玻璃化温度与熔融温度之间进行的, 如果低于玻璃化温度, 分子链处于冻结状态, 在这个温度条件下进行拉伸, 只会造成材料受强迫拉伸而破坏; 如果高于熔融温度, 分子链能自由运动, 受拉伸的分子链不能实现取向作用。只有在玻璃化温度与熔融温度之间, 取向拉伸温度的控制才尤为重要, 这直接影响管材质量 [1]。最好在材料软化点附近, 才能实现和保持最有效的分子取向。为了精准保持管坯温度均匀, 这不仅是取向工艺成型技术的关键, 也是避免出现壁厚不均和偏心现象的关键。因此, 管坯拉伸时的加工温度控制一定要均匀分布。这样管坯才能沿着双向拉伸装置实现管材的双轴拉伸, 提高管材的整体性能。为此, 设计了一种用涡轮牵引双轴取向拉伸装置的挤出管材机头结构。

1 挤出管材机头的成型工艺分析

双轴取向拉伸成型工艺的制造方法, 一般是在挤出管材机头内部放置一根长长的钢丝绳, 其一端固定在挤出机头芯棒中心, 另一端固定在双轴取向拉伸装置扩张头中心上。这种技术多为二步法, 先把挤出的管坯冷却到常温, 再加热到拉伸温度。但是这种方法在实际生产过程中, 拉伸加热稳定性存在一定的技术问题。即管坯成型经冷却定型后, 通过第一牵引机牵引进入加热装置进行二次加热, 加热至高弹态后, 通过扩张模具对管坯进行双向拉伸。由于连续成型管材的二次加热装置在生产线安装后的位置一般是固定不动的, 取向拉伸装置的位置在生产前调整后也是固定不动的, 在线生产时取向拉伸装置不能前后移动, 管坯的加热均匀性受到局限, 无法精准地对管坯进行均匀加热, 只能用加热器来调节温度以适应管坯的受热程度。这样工艺调节复杂, 管坯不能及时受热均匀, 影响取向拉伸的稳定性, 使管坯在取向拉伸难以控制。这既是取向工艺成型技术的关键, 也是避免出现壁厚不均和偏心现象的关键。这种挤出管材机头, 由于没有设置可使取向拉伸装置前后移动的结构, 受热的管

作者简介: 陈亮 (1992-), 男, 汉族, 硕士研究生, 工程师, 主要从事机械结构仿真性能的分析 and 优化以及新材料的研究工作。

坯无法在最佳的取向拉伸位置上均匀加热，难以保证管坯整体扩张的均匀性，使得拉伸后的管材存在壁厚不均匀、管体容易变形等问题，导致取向拉伸成形后的管材性能下降，严重影响管材的使用强度。同时，生产时若温度控制不当，管坯在较低温度下拉伸，物料通过取向拉伸装置时牵引阻力增大，生产不稳定，甚至造成停机。此时需要调整钢丝绳的长短，重新开机生产。影响了生产效率，造成了废品，增大了成型管材成本。为此，针对取向拉伸装置在在线生产中出现的受热不均匀、成型的管材强度低等问题，设计了一种利用涡轮牵引双轴取向拉伸装置的挤出管材机头，使取向拉伸装置在在线生产过程中可灵活调整位置，进行前后移动。其结构特点在于：挤出管材机头内部的分流锥和中空芯棒之间设有与涡轮连接的输出轴，输出轴的一端通过螺纹固定连接钢丝绳，钢丝绳的另一端连接取向拉伸装置，取向拉伸装置通过蜗轮的手柄，输出轴缠绕钢丝绳，牵引取向拉伸装置前后移动。通过在线调整取向拉伸装置的位置，使管坯保持在理想的加热温度状态下加热，保证了管坯整体扩张的均匀性。同时，整个挤出管材机头结构设计简单，不用停机调换取向拉伸装置的位置，减少了废品，节省了时间和人力成本。另外，传统塑料管材挤出机头一般使用实体芯棒和分流锥结构，结构比较笨重，拆装费时费力^[2]，加热和冷却时间相对较长。为了节省加热能源和拆装操作时间、减轻机头整体的重量，节约材料成本。

2 挤出管材机头的整体结构

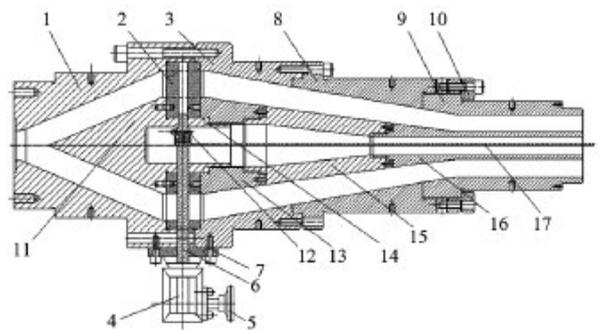
一种利用涡轮牵引双轴取向拉伸装置的挤出管材机头整体结构，如图1所示，主要部件包括机头连接体1、分流器支架2、机头体3、涡轮4、涡轮手柄5、模口9及压环套10其中，机头连接体、机头体、模口及压环套的内部设有腔体，腔体内设有分流锥11、螺栓12、钢丝绳17、输出轴6、中空芯棒连接套13、中空芯棒过渡套15和中空芯棒16等部件，形成了料流通道。机头连接体与机头体通过螺栓固定，机头体的另一端与过渡套8通过螺栓固定，过渡套8的另一端与口模端部的压环套通过螺纹固定，构成内部腔体。腔体内分流锥的一端设有圆台14，圆台上卡入分流器支架设有的分流筋上的通孔，有涡轮的输出轴插入机头连接体和分流器支架分流筋上的通孔，然后将钢丝绳通过螺栓固定钢丝绳。分流锥与中空芯棒连接套通

过螺纹将分流器支架固定压紧。其特点在于：分流锥和中空芯棒连接套之间设有涡轮连接的输出轴的一端设有螺栓固定连接钢丝绳，钢丝绳的另一端连接着取向拉伸装置，取向拉伸装置通过涡轮的涡轮手柄转动使输出轴将钢丝绳缠绕牵引取向拉伸装置前后移动，所述涡轮固定板7上设有连接通孔，通过涡轮固定板设有的通孔与机头连接体和机头体设有的螺纹孔将涡轮连接固定。

3 结合管材机头的整体结构的附图做进一步的介绍

3.1 一种利用涡轮牵引双轴取向拉伸装置的挤出管材机头

如图1所示，一种利用涡轮牵引双轴取向拉伸装置的挤出管材机头，主要包括机头体连接体、分流器支架、机头体、涡轮、涡轮手柄、模口及压环套，其中机头连接体、机头体、口模及压环套，还包括依次连接的分流锥、螺栓、钢丝绳、输出轴、中空芯棒连接套、中空芯棒过渡套和中空芯棒等部件组成。其挤出管材机头的主要部件特点在于：



1—机头体连接体；2—分流器支架；3—机头体；4—涡轮；
5—涡轮手柄；6—输出轴；7—涡轮固定板；8—过渡套；9—模口；
10—压环套；11—分流锥；12—螺栓；13—芯棒连接套；14—圆台；
15—中空芯棒过渡套；16—中空芯棒；17—钢丝绳

图1 涡轮牵引双轴取向拉伸装置的挤出管材机头整体结构示意图

3.2 涡轮装置结构

如图2和图3所示，涡轮装置结构主要有涡轮4、涡轮手柄5、输出轴6、涡轮固定板7、螺栓12、钢丝绳17部件组成。涡轮装置内部设有涡轮和输出轴，涡轮的一侧设有涡轮手柄，涡轮的正前方设有涡轮固定板，所述涡轮固定板上设有连接通孔，通过涡轮固定板设有的通孔与机头连接体和机头体设有的螺纹孔连接固定涡轮整体装置。涡轮手柄通过转动涡轮手柄

将涡轮带动输出轴上固定的钢丝绳缠绕牵引取向拉伸装置前后移动。当取向拉伸装置向前移动时，通过涡轮手柄转动使钢丝绳放松，在管坯与取向拉伸装置之间产生的摩擦力作用下，带动取向拉伸装置进行前移。当取向拉伸装置后移动时，通过蜗轮手柄转动方向与钢丝绳放松相反，使钢丝绳拉紧带动取向拉伸装置进行后移动。

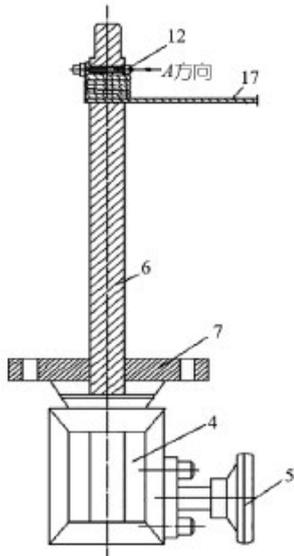


图2 涡轮装置结构示意图

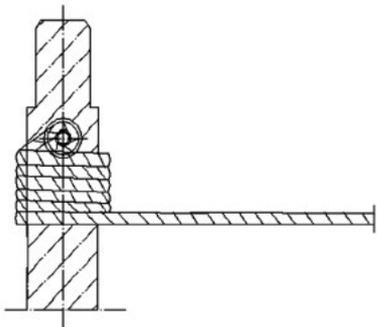


图3 为图2结构中A方向螺栓固定钢丝绳结构放大示意图

3.3 分流锥

分流锥的作用是将塑料熔体料层逐渐变薄，便于均匀受热，并产生剪切摩擦，使之进一步均匀塑化^[3]。传统的分流锥大多是实体结构，见图4，也有将分流器与支架设计为整体结构，如图5所示，但结构比较笨重，拆装费时费力，并且加热和冷却时间相对较长。为了节省加热能源和拆装操作时间、减轻分流锥的质量。同时，能够将缠绕增加的钢丝绳满足储放有足够的空间，将分流器设计为中空结构，如图6所示。分流锥圆台轴径中设有通孔，涡轮的输出轴穿过机头连

接体和分流器支架2中的分流筋设有的通孔。然后将钢丝绳通过螺栓固定。分流锥的圆台外径与分流锥支架设有的内孔套入分流锥的圆台外径上，然后通过螺纹将分流锥与中空芯棒连接套将分流器支架固定压紧。分流器11设计为中空结构，可有效将缠绕增加的钢丝绳储存到中空腔体内，使钢丝绳能够顺畅牵引取向拉伸装置平稳移动。

这里分流器设计时有3个主要尺寸：扩张角 α 、分流锥长度 L 及分流器顶部圆角 R ，

(1) 分流器扩张角 α 的选取与塑料黏度有关。黏度较低，熔体流动阻力较小， α 通常取 $30^\circ\sim 60^\circ$ ；黏度较高的，熔体流动阻力大， α 通常取 $30^\circ\sim 45^\circ$ ^[4]。

(2) 分流锥长度 L 按下式计算：

$$L=(0.6-1.5)D_0$$

式中：

L —分流锥长度 mm；

D_0 —过滤板出口处直径 mm。

(3) 分流器顶部圆角 R 一般取 $0.5\sim 2.0$ mm^[4]。

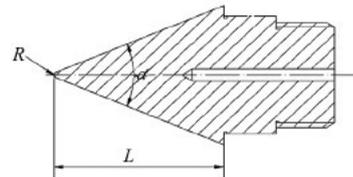


图4 分流锥实体结构图

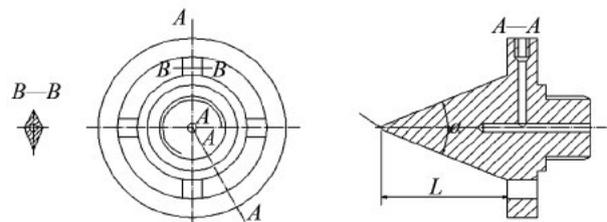


图5 分流器与支架设计为整体结构图

3.4 分流器支架

如图7所示，分流器支架设有内孔，分流器支架设有内孔套入分流锥圆台外径上，分流器支架2设有4~8分流筋，分流器支架轴径中心上设有的通孔与分流筋上设有的通孔贯通，由于分流锥前端设有圆台，圆台的前端设有外螺纹，分流锥支架通过设有的外螺纹与芯棒连接套将分流器支架固定压紧，然后，将涡轮的输出轴穿过机头连接体和分流器支架设有的通孔，通过涡轮固定板设有的通孔与机头连接体和机头体设有的螺纹孔将涡轮固定。

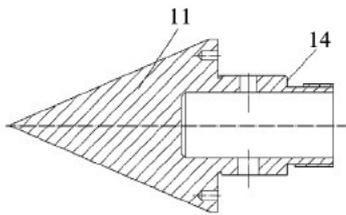


图6 分流锥结构示意图

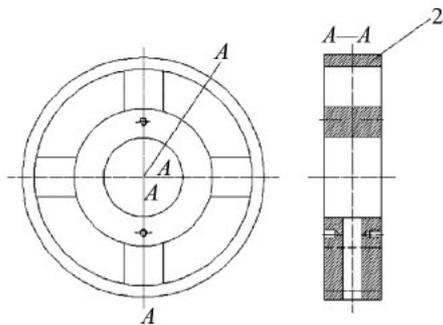


图7 分流器支架结构示意图

4 机头的成型原理

涡轮牵引双轴取向拉伸装置的挤出管材机头的成型原理，先是把挤出的管坯冷却到常温后再加热到拉伸温度。即管坯通过第一牵引机牵引进入加热装置进行二次加热时，将管坯加热至高弹态后，并通过可移动取向拉伸装置在线生产将管坯实现双向拉伸^[5]。具体成型是在挤出管材机头内部设置的分流锥和中空芯棒之间设有涡轮连接的输出轴，输出轴的一端设有螺纹固定连接的钢丝绳，钢丝绳的另一端连接着取向拉伸装置，取向拉伸装置通过涡轮的手柄转动使输出轴将钢丝绳缠绕牵引的取向拉伸装置前后移动，使管坯

保持在理想的加热温度状态下加热，保证管坯整体膨胀的均匀性而实现双向拉伸成型管材。

5 结语

(1) 利用涡轮牵引，实现了取向拉伸装置在线移动，保证了管坯在理想的加热温度状态下，使管坯整体膨胀均匀，提高管材的抗爆破强度和韧性。

(2) 通过涡轮在线牵引，不会造成停机，不会因为调整钢丝绳长度，而影响生产效率和废品，降低了成型管材成本。

(3) 通过分流锥设计的中空结构，可有效将缠绕增加的钢丝绳储存到空腔体内，使钢丝绳能够顺畅牵引取向拉伸装置平稳移动。

(4) 将中空芯棒连接套、中空芯棒过渡套和中空芯棒结构设为中空结构，可减轻机头整体的重量，节约材料成本，同时可提高加热和冷却时间，节约了加热能源。

参考文献：

- [1] 张友新,冯金茂,周庆国,等. PE 管材用双轴取向拉伸装置[J]. 橡塑技术与装备, 2023(3):33-34.
- [2] 张原文. 一种新式挤管机头的设计[J]. 模具工业, 1989(4): 39-40
- [3] 成都科技大学合编, 塑料成型模具[M]. 北京, 轻工业出版社, 1990(4):326-327
- [4] 叶蕊, 王加龙·威亚光, 等. 实用塑料加工技术[M]. 北京: 金盾出版社, 2000:121-122
- [5] 张友新, 冯金茂. 带混合器支架的塑料管材挤出机头设计[J]. 模具工业, 2021(10):53-54

Design of extrusion die for tubular material with turbine-driven biaxial orientation stretching device

Chen Liang¹, Zhang Youxin², Wang Pinyang², Wu Youcai²

(1. Mingyang Smart Energy Group Co. LTD., Tianjin 528437, China;
2. Guangdong Jisu New Material Co. LTD., Dongguan 523527, Guangdong, China)

Abstract: This article introduces a design of an extrusion pipe head utilizing a turbine-traction biaxial orientation stretching device. As the requirements for the use of plastic pipes continue to rise, the application fields of plastic pipes are continuously expanding, and countries are imposing higher standards on the performance of plastic pipes. Especially during the online production of PVC-O pipes, the positioning of the orientation stretching device and precise heating control of the billet temperature are key technologies for the self-reinforcement of biaxially oriented pipes. This not only makes it possible to maintain a stable

temperature during the orientation stretching process but also prevent uneven wall thickness and eccentricity of the pipes due to misalignment between the billet and the orientation stretching device during online production. Therefore, a design of an extrusion pipe head using a worm-wheel traction biaxial orientation stretching device has been developed. The results show that by pulling the orientation stretching device at different positions online, the billet can achieve smooth stretching and precise positioning under ideal heating conditions, ensuring the uniformity of the molded pipe after overall expansion and improving the burst resistance and toughness of the pipe.

Key words: turbine; traction; biaxial orientation stretching; position; move

(R-03)



柬埔寨轮胎，正批量涌入国际市场

Cambodian tires are flooding into the international market in large quantities

根据柬埔寨商务部最新报告，2025年柬埔寨汽车轮胎出口额约达13.8亿美元，较2024年的8.74亿美元同比增长57.86%，呈现强劲增长态势。

这说明柬埔寨的轮胎，正在以前所未有的速度，批量涌入国际市场并获得认可。

这亮眼的出口成绩单背后，是一个关键的内循环：本地橡胶消费的爆炸式增长。

2025年，柬埔寨国内橡胶乳胶消费量飙升了146%，突破12万t。而与此同时，橡胶原料的出口量却下降了。

这一增一减，清晰地指向一个事实：原料正在自家门口被飞速消化。这一切的核心驱动力，就是本土轮胎工厂的建成与投产。

目前，柬埔寨境内已有8家轮胎制造厂，其中5家已经开足马力生产，其余3家尚在建设中。

这些工厂将以往主要用于出口的橡胶原料，就地转化为高附加值的轮胎产品。

对于全球轮胎产业格局来说，柬埔寨的崛起是一个值得关注的信号。

它不再仅仅是橡胶原料的供应地，而是凭借劳动力、区位和政策优势，迅速升级为重要的轮胎制造与出口基地。

这种“从胶园到轮胎”的完整产业链闭环，让柬埔寨的橡胶农获得了更稳定的收益，也为其工业化和出口多元化注入了强劲动力。

可以预见，随着另外3家在建工厂未来投产，柬埔寨的轮胎产能和出口额将进一步攀升。

摘编自“轮胎观察网”

(R-03)

