

橡胶螺旋啮合冷喂料挤出机研究进展与应用前景

郑晓斐, 闵鹏峰, 崔 静, 吕柏源

(青岛科技大学 机电工程学院, 山东 青岛 266061)

摘要:介绍螺旋啮合喂料技术在橡胶冷喂料挤出机中的应用研究进展。螺旋啮合喂料装置具有正位移强制喂料和不抱轴、不漏胶的优点,可广泛应用于高精度橡胶制品的挤出成型以及改造传统旁压辊结构的橡胶挤出机,并能适应环保和循环经济的要求,用于废橡胶、废塑料、废机油作为原材料连续挤出生产环保板材,也可用于橡胶帘布下脚料作为原材料连续挤出生产用途广泛的短纤维补强橡胶等。

关键词:橡胶;冷喂料挤出机;螺旋啮合;废橡胶挤出;废塑料挤出;短纤维补强橡胶挤出

中图分类号:TQ330.4⁺4 **文献标志码:**B **文章编号:**1000-890X(2012)09-0571-05

自1970年以来,先后开展了“橡胶冷喂料挤出机实验台的研究”^[1]、“冷喂料挤出机螺杆构型的研究”^[2]、“冷喂料挤出机热水循环温控装置的研究”^[3-5]、“挤出机温度分析影响挤出过程的研究”^[6]、“强化冷喂料挤出机生产能力的研究”^[7]、“建立挤出过程数学模型一种新方法的研究”^[7]以及“橡胶冷喂料挤出机喂料方法影响挤出过程的研究”^[8]等近20个课题研究,从不同角度对挤出技术和设备进行了研究并结合实践进行了推广。在这些研究中,发现“螺旋啮合喂料方法”有潜在的优良特性和开发前景,课题组将“螺旋啮合喂料方法”嫁接到“橡胶冷喂料挤出机”,研究和开发了橡胶螺旋啮合冷喂料挤出机。本文就橡胶螺旋啮合冷喂料挤出机研究进展与应用前景做简单介绍。

1 研究进展

橡胶螺旋啮合冷喂料挤出机的研究,从20世纪60年代开始构思,直到20世纪90年代开始实验室试验,随后进入工业中试研究和工业化研究。

1.1 课题的提出

无论是橡胶热喂料挤出机还是冷喂料挤出机普遍存在两大问题:一是挤出机喂料口容易形成堆积胶,既影响挤出过程的稳定性和质量的均匀性,也影响挤出效率;二是采用现行旁压辊虽能在

一定程度上起到强化挤出过程的稳定性作用,但旁压辊喂料技术是压,将喂进的胶料压进喂料段螺槽,在这个过程中,胶料在压的作用下,胶料很容易跑入旁压辊的左右轴承以及从旁压辊与刮胶刀之间的间隙漏出,容易导致事故和加大维护保养工作量和难度,直接影响挤出机无故障工作日。以上问题已成为橡胶挤出机发展的瓶颈。

1.2 实验室试验

本试验在 $\phi 65$ 橡胶冷喂料挤出机实验台(如图1所示)完成。该实验台由传动装置、塑化挤出段机筒、可更换喂料装置的喂料段机筒、螺杆、机头、检测装置和恒温控制系统组成。对自由喂料、旁压辊喂料和螺旋啮合喂料3种方法进行了比较,试验结果出乎预料。

(1)显著提高生产效率。随着螺杆转速的提高,生产效率从旁压辊喂料的8%提高到螺旋啮合喂料的21%。



图1 $\phi 65$ 橡胶冷喂料挤出机实验台

作者简介:郑晓斐(1985—),男,山东潍坊人,青岛科技大学在读硕士研究生,主要从事高分子材料加工机械的研究。

(2)显著提高挤出过程稳定性。螺旋啮合喂料时在螺杆低速和高速转动时压力波动为零,旁压辊喂料的压力波动则分别为 0.2 和 0.5 MPa,自由喂料时的压力波动分别为 0.83 和 1.18 MPa。

(3)螺旋啮合喂料时未发现喂料口产生堆积胶,旁压辊喂料发现有较多堆积胶,自由喂料则出现严重堆积胶。

通过喂料方法比较试验,说明螺旋啮合喂料方法能显著消除挤出过程产生堆积胶问题,同时能显著提高生产能力和提高挤出过程的稳定性。

1.3 中试

于 2000、2002 和 2003 年分别在一步法胶囊注射硫化机^[9]、一步法注射实心轮胎硫化机^[10-11]和一步法注射油田螺杆钻具橡胶定子生产线^[12]上应用了螺旋啮合喂料装置。

中试验证了螺旋啮合喂料方法显著提高了生产能力和挤出稳定性的结论,同时也证明其不漏胶和不抱轴的优点,为工业化应用奠定了基础。

1.4 工业化

中试试验证明螺旋啮合喂料的优点和可靠性后,进入工业化应用阶段。到目前为止,已设计和制造了多台螺旋啮合冷喂料挤出机,并改造多台传统冷喂料挤出机为螺旋啮合冷喂料挤出机。已经过近一年的考核证明该设备基本满足工艺生产要求和设计的要求。使用单位通过使用对设计和制造提出以下要求。

(1)螺旋辊的传动齿轮副应改为外部注射润滑剂结构。

(2)调整侧隙的调整螺母要求能够锁紧。

(3)调整螺杆螺棱与螺旋辊螺棱相位时应有一个明显的标记。

(4)喂料口衬套的切口需改成向里倾斜结构。

(5)相同规格挤出机的螺旋啮合喂料装置应设计和制造成可互换结构。

2 应用前景

自 1880 年挤出机问世以来,从事挤出机研究的技术工作者主要精力都放在了螺杆的构型上,无疑对挤出机的发展做出了极大的贡献,可是在喂料方法上却没有给予足够的重视,因此,喂料方

法没有像螺杆构型那样不断取得突破进展,导致喂料性能远远落后于挤出机的塑化性能,成为挤出机发展的瓶颈。尤其在挤出机挤出稳定性和挤出效率方面存在的不足以及旁压辊的漏料和抱轴问题长期未得到解决。螺旋啮合喂料技术将极大地促进挤出技术的进步和发展,螺旋啮合冷喂料挤出机将会在以下几方面得到广泛的应用。

2.1 高精度橡胶制品

由于传统冷喂料挤出机使用旁压辊喂料,喂料量容易产生波动,导致机头压力的波动和挤出过程不稳定性,最终影响挤出橡胶半成品单位长度的质量,使半成品的厚薄尺寸精度和半成品的膨胀率不均匀、不稳定,进而影响橡胶制品的精度。目前,有些橡胶企业采用在挤出机头安装齿轮泵的挤出技术,但昂贵的初始投资和自洁性方面带来的困难难以克服。因此,螺旋啮合喂料技术会在要求高精度橡胶制品中得以应用,如高等级半钢子午线轮胎胎面、内胎和一些精度要求高的橡胶制品。

2.2 粒料与粉料橡塑并用制品

传统的旁压辊喂料技术靠摩擦原理对胶片或胶条实现喂料,对于橡胶和塑料的粒料或粉料,其与喂料段的机筒/螺杆/旁压辊系统的摩擦因数低,难以吃料;另一方面吃料过程相当不稳定,导致生产效率低和挤出质量不稳定。螺旋啮合喂料技术是通过位移原理实现喂料的,与系统的摩擦因数相关不大,因此,可应用在粒料与粉料橡塑并用的制品中。图 2 所示为可造粒或可挤出粒料与粉料橡塑并用制品的螺旋啮合冷喂料挤出机。图 3(a)所示为废橡胶(粒径 0.18 mm)、废塑料(粒)和废机油的废橡塑混合的原材料;图 3(b)所示为采用螺旋啮合喂料设备进行废橡塑材料并用反应挤出的环保板材试样。这种方法可直接利用“三废”材料连续生产环保板材,无硫化工序可大大节省能源,同时还利用了“三废”材料,是一种典型的循环经济的技术,有着广泛的应用前景。

2.3 橡胶帘布下脚料生产短纤维补强橡胶

目前半钢子午线轮胎像雨后春笋般涌现,所需的橡胶帘布数量迅速增大,因而橡胶帘布的下脚料也迅速增加,有的厂家数量甚至达到每天 5 t,不仅浪费了橡胶和帘布的原材料,而且难以处

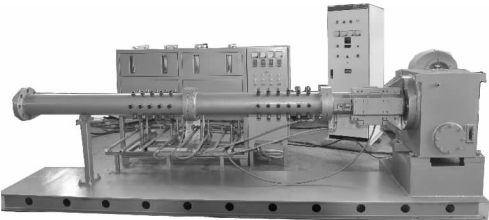
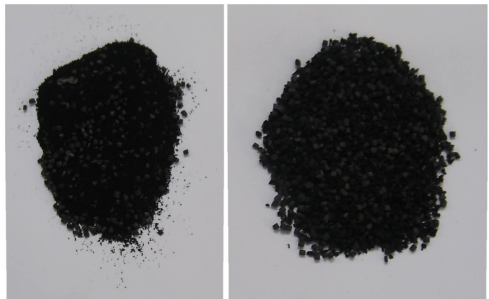


图 2 螺旋啮合冷喂料挤出机



(a)废橡胶粉、废塑料粒和废机油混合物



(b)环保板材试样

图 3 废橡胶等材料和采用螺旋啮合喂料挤出的环保板材料,需使用大量人力剥离橡胶和帘布。当采用如图 4 所示采用螺旋啮合喂料的短纤维补强橡胶连续挤出生产设备时,可直接将如图 5(a)所示带状或造粒橡胶帘布下脚料喂入螺旋啮合喂料装置,并通过专门设计的机筒/螺杆系统,实现连续挤出生产如图 5(b)所示的短纤维补强橡胶半制品。这种短纤维补强橡胶半制品有广泛的用途,可用于生产轮胎垫带和用作生产实心轮胎的骨架层等,不但利用了废品,而且能获得优良性能的新材料。

2.4 改造传统冷喂料挤出机旁压辊装置

由于传统旁压辊喂料装置是靠压进行喂料的,胶料在螺杆与旁压辊的挤压下,势必造成喂入的胶料往旁压辊两端面和刮胶刀方向挤压,胶料很容易压挤到两端的轴承和刮胶刀外,因此漏胶现象已成了行业一大难题。根据调查,不少挤出机使用单位不得不采用以下方法:①控制挤出机的喂料量,采用拉紧胶条或胶片的供料方法和装置,以便降低喂料量,进而减小胶料在旁压辊系统的漏料;②在喂料装置中直接设置溢流胶料窗口,

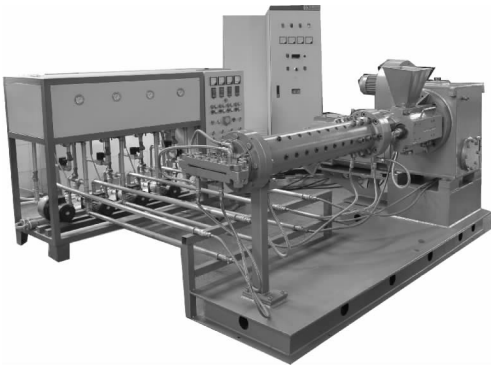


图 4 短纤维补强橡胶连续挤出生产设备



(a)橡胶帘布下脚料



(b)短纤维补强橡胶半制品

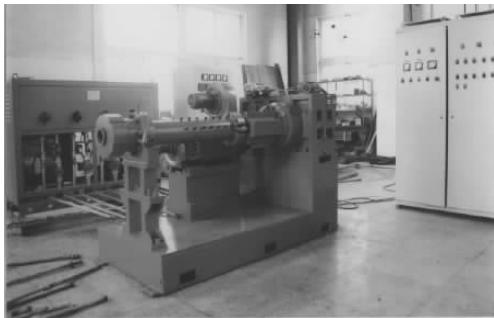
图 5 帘布下脚料和短纤维补强橡胶半制品

引导挤压出来的胶料从溢流窗口排出,以免被挤入两端轴承;③直接拆除旁压辊的传动齿轮,使旁压辊处在非转动状态,成为自由喂料方法使用;④采用饥饿喂料的方法,将喂料的胶料下成很小的胶条或胶片,使实际喂料量低于正常的喂料量,以便让喂入的胶料迅速进入螺杆/机筒系统,没有多余的胶料被挤压到两端轴承和刮胶刀以外。为解决上述问题,采用螺旋啮合喂料装置改造传统旁压辊喂料装置将会得以应用和推广。图 6 所示

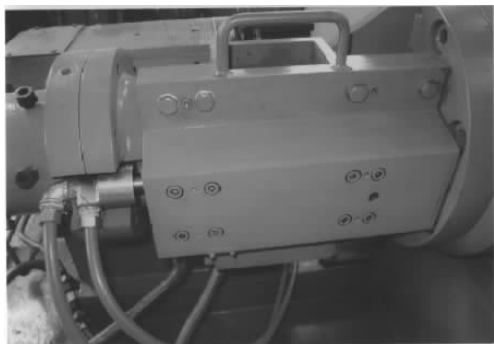
为 $\phi 90$ 传统冷喂料挤出机和改造后的螺旋啮合冷喂料挤出机。改造传统冷喂料挤出机在保留原挤出机的传动系统和控制系统前提下,可选择3种方案:①只改造喂料段机筒和旁压辊,保留塑化段机筒和螺杆;②改造喂料段机筒和旁压辊以及螺杆,保留塑化段机筒;③改造整套机筒/螺杆系统。图7所示为 $\phi 90$ 冷喂料挤出机改造后的螺旋啮合喂料装置结构。

2.5 全钢和半钢复合胎面挤出机生产线

全钢和半钢复合胎面挤出机生产线最少需



(a)改造前传统冷喂料挤出机



(b)改造后螺旋啮合喂料挤出机

图6 $\phi 90$ 传统冷喂料挤出机和改造后的螺旋啮合冷喂料挤出机

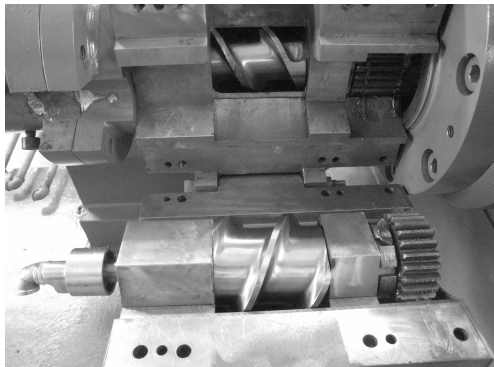


图7 $\phi 90$ 冷喂料挤出机改造后的螺旋啮合喂料装置

使用2台挤出机,多至4台挤出机,这些复合挤出机生产线连续生产且产量大,若其中1台产生故障就会导致停产。这些挤出机产生的故障主要来自喂料的旁压辊装置,若这些挤出机使用螺旋啮合喂料,将大大降低复合胎面挤出生产线的故障率,螺旋啮合喂料装置还可以提高约20%的生产能力,即5条生产线可以当作6条传统生产线使用。

3 结语

(1)橡胶螺旋啮合冷喂料挤出机经过近20年的研究,解决了挤出机喂料装置的漏料和抱轴问题以及挤出稳定性、生产效率和模块化问题。目前该技术已进入到生产和推广阶段。

(2)螺旋啮合喂料技术替代传统旁压辊喂料技术,实现了强制喂料和稳定挤出,为单螺杆挤出功能跨越到双螺杆挤出功能和橡胶挤出功能跨越到塑料挤出功能以及为挤出一般半成品功能跨越到特种橡胶(如短纤维补强橡胶)加工功能成为可能奠定了基础,因此有着广泛的应用前景。

参考文献:

- [1] 马占兴,吕柏源,李木松,等. 橡胶冷喂料螺杆挤出机的实验研究[J]. 青岛科技大学学报(自然科学版),1980(1):1-12.
- [2] 吕柏源. 橡胶冷喂料挤出机螺杆构型分析(一)[J]. 橡胶技术与装备,1986,12(3):12-24.
- [3] 吕柏源. 冷喂料挤出机温控装置(二)[J]. 橡胶技术与装备,1985,11(4):54-58.
- [4] 吕柏源,吕贤滨,国俊,等. 橡胶工业热水循环温控技术使用效果[J]. 橡胶工业,2010,57(1):60-62.
- [5] 吕柏源. 热水循环温控装置对橡胶加工过程的影响[J]. 橡胶工业,1995,42(9):545-547.
- [6] 吕柏源. 强化冷喂料挤出机生产能力的途径[J]. 橡胶技术与装备,1990,16(2):1-7.
- [7] 吕柏源,唐跃,李锋,等. 建立挤出过程教学模型一种新方法的探讨[J]. 橡胶技术与装备,1996,22(4):1-8.
- [8] 吕柏源,刘彦昌,刘彭振,等. 橡胶冷喂料挤出机喂料方法影响挤出过程的研究[J]. 橡胶技术与装备,1999,25(6):1-6.
- [9] 吕柏源. 橡胶旋转(一步法)注射成型技术研究的进展[J]. 橡塑技术与装备,2002,28(12):7-13.
- [10] 吕柏源,刘冲. 一步法注射成型技术制造轮胎新方法的探讨[J]. 轮胎工业,2009,29(4):203-206.
- [11] 郝为建,刘雪英,吕柏源. 基于3DS MAX的实心轮胎一步法注射成型硫化机组的动态模拟[J]. 橡塑技术与装备,2008,34(12):30-32.

[12] 郭华军, 吕柏源. 油田螺杆钻具橡胶定子注射硫化生产线传动装置联接板的结构改进和有限元分析[J]. 世界橡胶工业, 2010, 37(2): 16-21.

收稿日期: 2012-03-05

2012年下半年我国轮胎市场预期向好

中图分类号: TQ336.1 文献标志码: D

2012年上半年我国轮胎市场形势不佳, 销售收入增速大幅放缓, 利润大幅降低, 库存居高不下, 但业界预测下半年我国轮胎市场将迎来转机。

(1) 市场回暖产销两旺。下半年我国轮胎销售将随着轮胎行业运行环境的向好而逐渐转好:

① 轮胎主要原材料天然橡胶等价格大幅下降; ② 我国汽车实行以旧换新政策, 将提振车市, 刺激汽车消费, 从而带动轮胎销售回暖; ③ 美国对我国乘用车轮胎的3年特别关税将期满, 届时可能取消或降低特别关税, 这是我国乘用车轮胎发展的机遇; ④ 央行年内第2次下调金融机构人民币存贷款基准利率, 预示我国金融进入降息通道, 对轮胎这一资金密集型行业是一大利好。

传统运输旺季的到来将促进轮胎销售转旺, 但各种轮胎销售增长幅度有所不同。工程机械轮胎, 尤其是巨型工程机械轮胎的销售形势最好。采矿业发展带动了工程机械轮胎的需求增长, 而全球全钢巨型工程机械轮胎的生产能力较难在短期内剧增, 这将使我国全钢巨型工程机械轮胎的销售处于供不应求状态, 其销售收入可能翻番。乘用车轮胎销售的主要增长动力来自汽油价格走低及汽车以旧换新政策, 加之我国近年新上的半钢子午线轮胎项目逐渐形成产能, 我国乘用车轮胎的销售收入将有较大提升。全钢载重子午线轮胎原配胎市场很难增长, 但是替换胎市场由于运输旺季会有一定增长。

我国轮胎企业生产形势也将有所改观: ① 橡胶价格大幅下降, 提高了企业生产积极性; ② 市场需求增加, 驱动生产增长; ③ 轮胎企业尤其是国有轮胎企业, 要完成全年主要经济指标, 就必须在下半年弥补上半年的生产不足。

(2) 企业利润大幅增长。轮胎价格在第2季度已形成拐点, 下半年将逐渐走低。工程机械轮胎价格相对降幅较小, 乘用车胎次之, 载重轮胎降幅最大。

下半年我国轮胎行业经济效益向好, 企业利

润将大幅增长, 亏损企业将减少。预计盈利最好的时间在第3季度, 随后由于轮胎价格下降, 利润增长幅度将缩小。轮胎生产规模较大的企业盈利水平将更高。全钢巨型工程机械轮胎企业的盈利将最大。斜交轮胎企业由于销售不理想, 摆脱亏损仍艰难。

轮胎库存上半年呈现小幅下降趋势, 但仍维持较高水平。下半年轮胎库存仍会保持高位: ① 轮胎企业在橡胶价格较低时选择多生产压货; ② 乘用车轮胎企业对美国的特别关税预期选择储备。预计第3季度轮胎库存将维持高位, 第4季度后库存将逐渐减小。全钢巨型工程机械轮胎目前大多是一下线就出货, 库存几乎为零。全钢载重子午线轮胎由于产能过剩及生产企业各自为政, 目前库存量最大, 预计下半年库存维持高位。半钢子午线轮胎尽管销售向好, 但9月前库存难见下降迹象。

(3) 利息降低投资潮起。轮胎行业运行环境向好将增加轮胎投资信心, 利润增长及利息降低都有利于轮胎投资, 这可能带动我国轮胎行业又一轮投资小高潮。

我国全钢巨型工程机械轮胎行业最近已有数条生产线在装置采购中, 形成投资热点。半钢子午线轮胎投资也开始升温。相对来说, 全钢载重子午线轮胎由于已结构性过剩, 投资力度虽较上半年稍大, 但很难再旺。

(摘自《中国化工报》, 2012-07-09)

平带

中图分类号: TQ336.2 文献标志码: D

由阪东化学株式会社申请的专利(公开号 CN 102482036A, 公开日期 2012-05-30)“平带”, 涉及的平带包括粘合橡胶层、第一橡胶层和第二橡胶层。粘合橡胶层呈无端延伸的环状, 其中埋设芯体; 第一和第二橡胶层层叠在粘合橡胶层的两侧, 粘合橡胶层带宽方向上的弹性模量比大于第一和第二橡胶层。

(本刊编辑部 马 晓)