

## 专论综述

## 先进橡胶加工工艺与设备的经济性

白好胜

(化工部桂林橡胶工业设计研究院 541004)

采用先进的生产工艺与设备,可以节省能源和原材料,减轻操作人员劳动强度和环境污染,也是提高产品质量和经济效益的必要手段。多年来,先进的橡胶加工工艺与设备层出不穷,各有关出版物陆续报道了这方面的经济性,给生产经营者很有价值的参考。为便于读者了解这方面的情况,本文就此作一综合概述。

## 1 炼胶工艺与设备

弗朗西斯·肖公司介绍了一种串联炼胶法。该炼胶工艺采用的是包括一台带有压砵的密炼机和一台处于下方位不带压砵的密炼机构成的一套联合装置。母炼胶是在有压砵的密炼机中制备,然后不经存放直接送到无压砵的密炼机内加以冷却和终炼,终炼完的胶料卸到开炼机或下片挤出机进行通常方法的操作。据介绍,在一条新的混炼生产线中加入串联混炼系统,大约需要增加15%的基本建设投资,但是增加该系统后无需再对胶料进行二段混炼,加工能力可提高50%以上<sup>[1]</sup>。

销钉混炼室密炼机,其结构启发于销钉机筒冷喂料挤出机。销钉混炼室密炼机与普通密炼机相比,生产效率提高25%—45%,单位能耗降低15%—30%,胶料分散度等级提高1—3级,混炼胶质量提高,且经济效益也很可观<sup>[2]</sup>。

GK系列及F系列密炼机是大家所熟悉的密炼机型,与普通密炼机相比,具有明显的经济效益。以转速为 $40/20\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的GK270密炼机为例,密炼室容积为245L,转子为4棱结构,主电机功率为1000kW,压砵

压力为0.46MPa。塑炼时,加料170kg,塑炼胶消耗的能量为 $0.1509\text{—}0.1747\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{kg}^{-1}$ ;混炼时,混炼胶消耗的能量为 $0.1173\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。而转速为 $20\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 的老式XM-250密炼机,转子为4棱结构,压砵压力不足0.2MPa,混炼胶消耗的能量高达 $0.25\text{—}0.35\text{kW} \cdot \text{h} \cdot \text{kg}^{-1}$ 。由此可见,每炼1t混炼胶,老式密炼机至少多耗100度电<sup>[3]</sup>。

XTMY-90啮合型转子密炼机,转子呈圆筒状,本体上有一条大的螺旋凸棱(也称主棱)和两个小凸棱(也称副棱),两个转子以等速相向转动。旋转时一个转子的凸棱依次啮入另一个转子的棱间(即转子凹处),由于转子凸棱外直径和凸棱根部(转子圆柱形本体)直径不同,因而在旋转时形成不同的圆周速度,产生速比和速度梯度,在压砵压力的作用下,对通过转子的胶料产生剪切捏炼作用,由于螺旋凸棱作用,转子旋转时,胶料环绕密炼室作递向循环运动。

该密炼机在与剪切型密炼机同样的容积和速度下,可提高产量30%。它特别适用于橡塑共混、胶料与短纤维填充物的混炼及热敏感橡胶的塑炼与混炼<sup>[4]</sup>。

西班牙魁克斯公司制造的GUIX-50U密炼机与同规格的其它类型密炼机相比,具有主要零部件寿命长,密封性能好,自动化程度高,混炼胶质量稳定可靠,生产效率高,节省能源,不污染环境,检修量小及报警功能强等优点。

## 2 挤出机

挤出机目前大致有热喂料挤出机、冷喂料挤出机、销钉机筒冷喂料挤出机、紧凑型冷

喂料挤出机及销钉传递式挤出机等类型。近十几年来,橡胶机械行业的专家们加强了对挤出机的研究与开发,使之不断发展、创新。

冷喂料挤出机的特点是胶料不需热炼,而是将室温下的胶条直接喂入挤出机。冷喂料挤出机的螺杆长径比比较大,螺纹沟槽较浅。其驱动电机功率为同规格热喂料挤出机的 2—3 倍,但由于它不需要配备热炼机,因而单位能耗比热喂料挤出机还是降低了。采用冷喂料挤出机,不仅挤出的制品质量好,而且劳动生产率可提高 1—1.5 倍,投资减少 1/3—1/2<sup>[5]</sup>。

据报道,工业发达国家,如日本、美国、英国、德国和意大利等生产的挤出机有 95% 是冷喂料(包括销钉机筒冷喂料挤出机)的<sup>[6]</sup>。

冷喂料排气挤出机能够排除胶料中的气体,降低胶料的多孔性和膨胀性,提高半成品的密实性,但其产量较低,仅约为同规格热喂料挤出机或冷喂料挤出机的 50%。

销钉机筒冷喂料挤出机在目前挤出机市场占主导地位,其产量占目前挤出机总产量的 70% 以上。它具有挤出量大,排胶温度低,能量消耗少,单位挤出量成本低等特点。据报道,销钉机筒冷喂料挤出机的产量比普通冷喂料挤出机高 30%—70%,排胶温度低 10℃ 左右,能耗减少 20%—25%。以 Φ90 销钉机筒冷喂料挤出机为例,其每台年节约水、电折合人民币可达 13 万元(按 1991 年计),仅此两项,一年内收回投资还有盈余。

使用一台国产 Φ90 销钉机筒冷喂料挤出机和传统的热喂料挤出机相比较,其节能效果尤为突出:每台机器动力消耗节电 80kW,年节电 40 万 kW·h;节水约 40t·h<sup>-1</sup>;年节水 6 万 t;厂房占地面积约为原工艺设备的 1/3;操作人员减少 2 人;设备投资约节省 50%<sup>[7]</sup>。

据德国贝尔斯托夫公司资料介绍,以销钉机筒冷喂料挤出机作为压延机的供料设备,可节省能源 40% 以上,减少占地面积

75%。

各种挤出机的数据比较见表 1—3。

表 1 各种挤出机的经济性比较<sup>[8]</sup>

| 项目   | 销钉机筒<br>冷喂料 | 普通冷<br>喂料 | 热喂料  |
|------|-------------|-----------|------|
| 占地面积 | 1.00        | 1.20      | 3.00 |
| 消耗功率 | 1.00        | 1.58      | 2.75 |
| 劳动力  | 1.00        | 1.00      | 2.00 |
| 生产成本 | 1.00        | 1.50      | 3.00 |

表 2 各种挤出机产量对比<sup>[9]</sup>

| 螺杆直径,mm | 螺杆转速<br>r·min <sup>-1</sup> | 最大产量,kg·h <sup>-1</sup> |      |       |
|---------|-----------------------------|-------------------------|------|-------|
|         |                             | 热喂料                     | 冷喂料  | 冷喂料排气 |
| 60      | 95                          | 186                     | 150  | 91    |
| 90      | 70                          | 408                     | 499  | 240   |
| 120     | 59                          | 866                     | 816  | 449   |
| 150     | 51                          | 1356                    | 1397 | 698   |
| 250     | 42                          | 2095                    | 2295 | 1247  |

表 3 销钉挤出机和开炼机用作  
压延机供料的对比<sup>[3]</sup>

| 项目                     | 4 台 Φ660×2130<br>开炼机 | 2 台 Φ200 销钉<br>挤出机 |
|------------------------|----------------------|--------------------|
| 耗电量,kW                 | 800                  | 500                |
| 耗水量,t·h <sup>-1</sup>  | 40                   | 24                 |
| 总投资,万元                 | 220                  | 155                |
| 占地面积,m <sup>2</sup>    | 216                  | 100                |
| 操作人员,人·班 <sup>-1</sup> | 3                    | 1                  |
| 供胶温差,℃                 | >5                   | ±1.5               |

瑞士 Schiesser 公司研制了一种紧凑型冷喂料挤出机(Compact Cold Feed Extruder),它主要用于轮胎工业。这种挤出机螺杆长径比与热喂料挤出机类同,为 6 : 1。由于螺杆较短,从而减少了胶料生热和胶料早期硫化的可能性,挤出胶料不仅均匀,而且避免了挤出断面尺寸波动。这种挤出机可使用 Φ90—250mm 的各种螺杆,加料口装有恒力矩喂料器,可接受条状或颗粒状冷胶料,生产能力达 4200kg·h<sup>-1</sup>。口型设计适当时,

挤出胎面厚度误差在0.1—0.2mm之间。为提高质量,普通冷喂料挤出机往往采取加深螺纹槽、加大螺杆长度或加大螺杆直径等措施,但是这些措施会引起胶料温度和粘度不均匀,特别是温度不好控制,然而紧凑型冷喂料挤出机则完全可以避免上述缺陷。例如, $\Phi 200\text{mm}$ 普通冷喂料挤出机的产量为 $1000\text{—}1500\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ , $\Phi 200\text{mm}$ 紧凑型冷喂料挤出机的产量为 $2000\text{—}2800\text{kg}\cdot\text{h}^{-1}$ ,可见后者的产量较前者几乎翻了一番。据报道,紧凑型冷喂料挤出机的用途很广,可用于胎面挤出等一系列加工过程。

德国贝尔斯托夫公司开发了一种新型销钉传递式挤出机,这种挤出机与约15年前投放市场的销钉挤出机相比有重要改进,具体表现在下面几个方面。

(1)在排胶温度相同或者降低的情况下,生产能力提高20%—50%(有时甚至提高100%);

(2)可以加工销钉机筒冷喂料挤出机难以加工的高粘度NR;

(3)由于机筒缩短,挤出机中的胶料减少,因此能量消耗可减少20%;

(4)加工过程中滞留在机器中的胶料较少;

(5)机器启动和达到稳定挤出的时间缩短<sup>[10]</sup>。

### 3 轮胎硫化

近十几年来,在轮胎硫化方面加强了以机代罐的更新工作,但由于种种原因,一些轮胎厂这方面工作进展缓慢,致使轮胎质量不稳定,成本提高。

与硫化罐相比,硫化机硫化轮胎具有许多优越性和较高的经济效益。

(1)硫化的轮胎质量好。由于硫化机自动化程度高,工序衔接紧凑,硫化机硫化的轮胎质量好。实际里程试验结果表明,硫化机硫化的尼龙胎体轮胎的行驶里程较硫化罐硫化的

轮胎提高15%左右。一台1400轮胎定型硫化机一年可生产8层级9.00—20尼龙轮胎12000条,由于行驶里程可提高15%,相当于多增产1800条轮胎,经济效益是相当可观的。

(2)节省能源。硫化机为热模硫化,可节约大量能源。据测定,一台1170硫化机比硫化罐可节约蒸汽30%—40%;硫化一条9.00—20轮胎所需外压蒸汽量:硫化机为25kg,硫化罐为45kg,加之过热水所需蒸汽量,硫化机硫化一条轮胎需35kg蒸汽,而硫化罐则需57kg。经热平衡核算,硫化机的热效率可达到25%—30%,而硫化罐最高只达17%。

(3)节约生胶。硫化罐使用厚而重的水胎,硫化机使用薄而轻的胶囊,据有关资料介绍,使用胶囊比使用水胎可减少用胶30%—45%。

(4)劳动生产率高。硫化机生产工序少,用人少,按一人看管5台硫化机计,其劳动生产率是硫化罐的3倍。

(5)模具损耗低。硫化罐生产轮胎,模具损坏较块,一副新模具平均使用3个月就要大修,而硫化机生产轮胎,模具固定在机器上,减少了模具装卸次数,使用寿命大大提高,可节省大量的模具费用<sup>[11]</sup>。

轮胎的惰性气体硫化,主要是指以蒸汽/惰性气体(主要是氮气)混合气体作为硫化介质对轮胎进行硫化的工艺方法。它是在硫化开始时通入194—197℃,1.4MPa的饱和蒸汽对轮胎进行加热,然后将2.1—2.8MPa的氮气输入硫化胶囊内提高内压,并利用初期送入的蒸汽保持温度进行硫化<sup>[12]</sup>。

惰性气体硫化由于不需要过热水,减少了高温高压水在生产和输送过程中的热损失,使得轮胎厂可节省全部热能的10%—15%。

与蒸汽/热水硫化系统相比较,惰性气体硫化可使硫化周期缩短18%。若使用较高纯度的惰性气体,可使硫化胶囊的使用寿命提

高 25%—100%<sup>[13]</sup>。若对惰性气体进行回收再利用,还可节省 30%—40% 的惰性气体<sup>[14]</sup>。它与传统硫化方法相比,可节约能源成本 70%—80%<sup>[15]</sup>。

采用惰性气体硫化,可降低硫化机运行费用,减少维修工作量,缩短停机时间,改善操作条件,提高产品质量。

### 参考文献

- 1 任大卫译. 串联式炼胶法. 橡胶技术与装备, 1993; 19(4): 18—21
- 2 汪传生等. X(S)M-50D 销钉混炼室密炼机测试数据分析. 橡胶技术与装备, 1992; 18(1): 1—10
- 3 杨顺根. 橡胶工业节能新设备. 化工部橡胶机械科技情报网第十二届年会会议资料, 贵阳, 1991, 1—23
- 4 王元章. XMY-90 密炼机简介. 橡胶技术与装备, 1993; 19(1): 15—17
- 5 《橡胶工业手册》编写小组. 橡胶工业手册第九分册(上册). 修订版, 北京: 化学工业出版社, 1992: 166
- 6 任大卫. 橡胶挤出机的发展状况(上). 橡胶技术与装备, 1994; 20(3): 11—17
- 7 林振炎, 潘锦灿. 销钉机筒冷喂料挤出机的开发. 橡胶工业, 1992; 39(1): 21—25
- 8 杨顺根. 国内外橡胶工业制品机械发展概况. 橡胶技术与装备, 1988; 14(1): 1—11
- 9 《橡胶工业手册》编写小组. 橡胶工业手册第九分册(上册). 修订版, 北京: 化学工业出版社, 1992: 183
- 10 杨顺根. 国外主要橡胶机械发展概况(上). 橡胶技术与装备, 1994; 20(1): 9—15
- 11 《橡胶工业手册》编写小组. 橡胶工业手册第九分册(上册). 修订版, 北京: 化学工业出版社, 1992: 791
- 12 化工部轮胎设备技术交流小组. 中日轮胎制造设备技术交流资料(下). 橡胶工业设计, 1982; 2: 1—30
- 13 有松利雄. 橡胶制品的硫化方法. Int Cl<sup>3</sup>B29H5/01, 日本专利特开昭 57-74142, 1982
- 14 左东近一郎. 排出气体的回收与再利用的方法及装置. Int Cl<sup>3</sup>B29H5/01, 日本专利特开昭 57-70630, 1982
- 15 有松利雄. 橡胶制品的硫化方法. Int Cl<sup>3</sup>B29H5/01, 日本专利特开昭 57-74143, 1982

收稿日期 1995-12-18

### 相关行业

#### 我国公路发展简况

到 1995 年底,我国公路总里程已达到 114 万 km。5 年来,全国新增公路 11.2 万 km,为计划目标的 124%。高等级公路发展迅速,到 1995 年底,高速公路达 2141km。5 年净增高速公路 1619km,一、二级汽车专用公路 7300 多 km。5 年来新增县乡公路 7.9 万 km,实现了县县通公路的目标,通公路的乡镇、行政村分别达到 98% 和 80%。

“八五”期间,全国民用运输车辆由 1476 万辆增加到 3000 多万辆,5 年间翻了一番。其中汽车保有量由 551 万辆增加到 1100 多

万辆,营业性汽车增加了 75% 左右。专用车辆发展较快,车型结构由单一的普通车辆逐步向多档次、多规格的方向发展。

“八五”末,全国公路客运量已占各种运输方式总运量的 88%,旅客周转量占 50.5%,公路货运量占 76.6%,货物周转量占 13.6%。

“九五”期间,公路方面,重点建设“两纵两横三条线”,形成几条通过能力大、规模效益好的南北向、东西向的公路运输大通道。预计新增公路里程 11 万 km,其中高速公路 6500km,一、二级汽车专用公路 3500km。

(摘自《中国汽车报》,1996,3,22)