

轮胎制造中的自动化状况概论

Sumner A. J. M. 著 白洁译 马晓兵校

本文评述了近几年轮胎制造中呈现出的自动化倾向。

在讨论这个题目之前,我想给自动化下个定义。字典中将其定义为:使用的机器用人很少或无需用人控制。在这篇文章里,我所说的自动化,是指减少轮胎生产过程中的参与人员。

轮胎生产自动化是涉及许多方面、内容很广的题目。我将简要地谈论一下历史背景,揭示阻碍和推进自动化的因素,并且列出一些自动化带来的设备和工厂的变化。最后,讨论一下自动化的发展前景。这只能作为一个概念,由于篇幅所限,不得不删去许多有趣的部分。

1 自动化的必要性

轮胎生产自动化于70年代开始便作为一个课题进行讨论。在此之前,由于橡胶操作过程难以实现自动化,因此大部分过程是由手工完成的。

70年代的石油危机导致了原材料价格上涨和汽车工业衰退。生产管理部门必须寻找出路,以降低成本,保持竞争力。

在过去10年中越来越多的另一个影响因素是提高质量的要求。制造子午线轮胎需要不断地提高均一性。机器可以在一天24h中准确地以同一种方式进行一个操作,无需“饮茶”或“吃饭”。因此橡胶生产过程自动化也提高了稳定性和均一性。

2 自动化的推进因素

2.1 通用的轮胎结构

轮胎生产者最终认定子午线结构是各种

类型和规格轮胎的最佳形式,在可以预见的将来,这种情况不会发生改变。设备制造商需要这种长期稳定的生产条件,以进行必要的改进。

2.2 微电子技术

很幸运,自动化的需要恰好与微电子技术的迅猛发展相符合。程序逻辑控制器、计算机和连续称量、记录、标记就是一些例子。实体照像机和监控器也变得便宜和容易买到了。

2.3 配料

自动化要求自由流动的原料,这样才能准确称量和分散。在原料形态方面,特别是在橡胶助剂上已取得了很大进展。唯一存在问题的是生胶,它们仍以难以操作的胶包形式供给,在谈到混炼时,对此进行简要讨论。

通过使用特殊(SPC)技术,原料的多变性得以改进,可获得自动化生产线要求的稳质胶料和配合剂。

这些因素显示了对轮胎工业中普及自动化工厂的强大推动作用。但是存在着另外一些因素,它们阻碍这些有利因素发挥作用,人们将尽量限制其对现有工厂的影响。

3 阻碍自动化的因素

3.1 众多的规格

几年前,似乎汽车工业中仅有有限数量的特种轮胎规格的状况是合情合理的。而现在扩展到不同的扁平率、轮辋直径和速度级。除去这些还有一种主要盛行于欧洲的做法,就是那些汽车制造商们的每一种新车都对轮胎有特殊的加工要求,轮胎生产厂则调整每一种轮胎的结构以获得认同。因此,同一种规

格、样式和扁平率的轮胎,一个轮胎制造商就有大众(VW)特型和福特特型等等,每一种特型轮胎又都有不同的结构和配方。当这些轮胎中的一种被刺穿或用坏,则另一种具有不同结构和加工特性并符合规格的轮胎将取代它。

日本人在这方面带了头,他们通过采用Kanban系统以满足汽车制造商的要求。这个系统是最新设计的,通过为每一种规格轮胎进行小规模生产来减少生产成本。他们开发了快速更换口型和模型的技术。

但是,小规模生产为自动化带来许多问题。自动化机构在连续运作、制造完全相同的产品时,才能发挥最高效用。自动完成小规模生产的部件和规格变换是相当困难的。

3.2 保密性

生产厂对生产过程保密导致每个公司对他们自己的生产过程进行改进,很少使用设备供应商制造的通用设备。即使对于最大的轮胎生产厂家,就目前而言这种做法也太昂贵了。我们开始看到,为轮胎生产过程的所有工序提供非常复杂的自动化设备的公司多了起来。

3.3 资金

众所周知,轮胎工业除了几个很短的时期,一直处于生产过剩的状况。这常常将轮胎工业置于这样一种状况:原配轮胎价格低,导致投资的回收量很少。没有足够的回收资金,就拖延了自动化的未来投资和改进。

3.4 快速变化的电子技术

尽管微电子技术对轮胎生产自动化有巨大帮助,但它也有消极的一面,就是电子技术的快速变化。一直不可能建立一种标准的电子设备,因为几乎在它安装的同时,就被更小、更好的另一种模式取代了。这使得生产管理者总是在等待更新、更好的模式而一再推迟购买决定。

3.5 人为因素

很难避免自动化对人的影响。首先,自动

化设备无需操作者,只需要一些熟练的技术人员。其次,自动化程度不断提高,机台操作工人就越加分离。工人进入工厂,要8h一直在一台机器上自己工作,这样,工人就承受着日益增加的压抑感。这将导致很高的旷工率和补缺工人数。其解决办法是重新安排工厂布局,使其他工人在持续操作工人的视野范围内。

4 当前的自动化状况

起初,在80年代中期的繁荣时间,人们对于推广新的生产过程和全自动化工厂有很大热情。但是,由于资金缺少和规格增多,因此现实阻碍了发展。

当前的状况是上述各因素综合作用的结果。

一些生产厂已领会了自动化的概念,另一些则在劳动力更加廉价的地区建厂。但是,目前这些地区的劳动力也变得昂贵起来,所以他们只能安装新型自动化设备以保持竞争力。

下面分两种情况进行考虑:全部或部分自动化工厂。

4.1 全自动化工厂

原材料从一端送入,轮胎就在托盘上从另一端输出。整个过程无需手工操作的全自动化轮胎车间一直是轮胎行业管理人员的梦想。据我所知,现在还没有全自动化车间。80年代中期,当一些大的轮胎制造厂家有资金时,建立了一些试验车间,出现了许多有关自动化轮胎车间和设备的专利。

这些车间可使用单独的部件系统,这样,必要的部件便可当时、当地生产。这样的系统可避免使用大型的挤出机和压延机,省去贮存和冷却,排除轮胎成型前的部件污染。实际上这种系统使得车间更为简洁。同时,由于省去了税金、加热费和照明费,因此可以制造出更便宜的轮胎。对于管理者这是一个有吸引力的长远的解决办法。

但是,我认为这些试验工厂比所预期的要难于启动和运行,而且灵活性很小。它们也很难并入现有工厂。要改进它们的灵活性就得进行大量投资。但是随着设计的更为精巧和专用性更强,轮胎的规格在不断地发生变化。在今后的较长时期内,出现大量全自动化车间恐怕不太可能。

4.2 部分自动化车间

近几年来发展是不断改进现有设备或启用由现代化技术装备的车间。

这只能成为一个远景。全世界有300多家轮胎厂,其中50%是由大轮胎生产厂家拥有的。在这300多家轮胎厂中仅有一小部分是在80年代建立的,其数目只相当于上个世纪所建厂数。一些大轮胎公司同时更新它们的工厂,以期从不同工厂得到相同的产品。但大部分只是在它们有能力时进行更新。

4.2.1 混炼系统

混炼和配合系统是得到最大重视和发展的部分。这是由于好的胶料和精确的配合剂称量可减少后续工序中出现的问题。

用于轮胎生产的原材料都是由经过审查的供应商应用特殊方案进行检测,以省去轮胎生产厂的再次检测。自动化生产要求物料不发粘、可自由流动,以便精确称量和分散。原材料,特别是橡胶助剂的形态已经有了很大改进。

炭黑和油是自动称量和注射的,其它比较困难或用量少的原料以预先称好的小袋供给。

我已经提到,聚合物的胶包称量仍是一个问题。一些工厂增设了破碎机,将胶包破碎成小颗粒,然后就可以自动称量和分散了,同时也有减小胶包的趋势。一些工厂使用空吸装置提起或移动胶包,而另一些靠近生产地点的工厂,则使用由聚合物供应商提供的JIT(按需要及时供应)袋,胶包由托盘推向输送选捡系统给密炼机喂料。有人还对设计适于机器装卸的金属板条箱感兴趣,它可以回

收,有利于环保。

一些人会认为密炼机通过使用某种定时装置控制排料算是早已自动化了。但是近几年来,又产生了一些减少人员的好办法,如:

- 松散材料和小药的自动称量;
- 可变速驱动电机,以优化混炼周期;
- 采用电视摄像系统;
- 托盘自动装、卸货。

压片挤出机取代了压片机,从而又省略了一步劳动力密集型操作。这些挤出机配备了1台或2台挤出供胶机,可给管状口型挤出机或辊筒口型挤出机供料。这就可制成连续的胶片以供贮存,并可用于胶料例行检验的自动选样系统。另外还可给挤出机安装一个造粒机头。

至今母炼胶或终炼胶大部分仍以片状供给。粒状料适应于第1阶段自动化或为数很少的全自动化系统。粒状料从一个贮存区被吹送到另一个贮存区。它们最适用于少量胶料的远距离输送。

应用动模流变仪、自动拉力机以及密度和硬度测试,胶料检验很快就实现自动化。计算机可自动地颁发合格证或不合格证,并可从自动化仓库提取原料。

目前除聚合物称量外,密炼系统的其它所有操作都自动进行,由计算机提供投料、下片以及混炼工序的管理系统。这些管理系统可显示密炼机的实时状态,如功率、能耗、温度和转速。这些信息还被输入产品控制计算机,需要时,可在硬盘上找到。

为实现密炼机恒定产出,已提出一些系统方案以适应不同的密炼机状况和组分性质。其中一个方案是根据一个周期初始时所需的功率来调整密炼周期。另一个能减少人员的方案是串联混炼。

胶料贮存宜于采用自动化过程。在配有计算机的仓库中,使用了一些自动装置修正系统,该系统与材料发放前的测试要求进行联锁。

4.2.2 部件准备

最近几年中轮胎工业的发展目标是制造重量更轻、强度更大、滚动阻力更小、疲劳性能更优越的轮胎。这些轮胎使用最少的原料、所需的硫化时间最短,而且要求部件的公差一致且较低。

大部分进展集中在优化现有方法,而不是寻找新办法从根本上解决制造问题。

(1) 压延

纤维织物的加工要求有3个步骤:浸胶、拉伸和压延。这些可合并为一步操作,从而省去特种原料卸下后的重新启动和各工序间的贮存。

现代的压延机辊筒按Z型排列,并且单独驱动,以容许轴交叉和辊筒弯曲,进而得到几乎完全平整的胶帘布。胶帘布厚度由横向移动的 β 射线仪连续监控,反馈给辊筒弯曲和轴交叉装置。

现代化压延机由销钉式冷喂料挤出机供料,并进一步由电视摄像机和计算机系统连续控制以监测整个系统。销钉式冷喂料挤出机能保证产量,并且比传统的开炼机生产线要求更少的空间、动力和人力。

(2) 挤出

实际上现代所有的挤出机都是冷喂料的,并常常是机筒带有销钉。

由大制造商提供的挤出机配备有程序逻辑控制、过程显示、目标数据管理和报告产量装置。测得的数据不断与挤出机速度、线速度、部件长度、重量、挤出压力及温度等的最佳数据进行分析比较,对不好的情况进行分析并特别指出。

在单辊筒机头挤出机中,辊筒为一个口型,平板为另一个口型,这就减少了摩擦,引起的膨胀较小而保证更高的精确度。但是口型可能被异物堵塞,形成接痕。为了避免雇佣工人来监视接痕的出现,应在挤出机内安装连续的或可自动更换的过滤网。

避免接痕,得到最精确挤出物的最好方

法,是使用辊筒挤出机,用这些挤出机给它前方的型辊压延机喂料。

从数台挤出机或压延机上出来的部件能够在它们离开口型之后进行复合,这时它们仍处于热和发粘状态。唯一的问题是不同高聚物的收缩特性。其精度和粘合性不如从同一口型一起挤出的部件,因为它累加了各处的公差而且接触压力要低得多。

Y型复合挤出机相当普遍,尤其适用于胎侧胶和胎面胶。最新的进展是使用复合挤出机,它们的轴线指向同一个方向,给一个复合的挤出机机头和预贴合机供料。有时3台挤出机复合起来,为胎面中心、侧部(小胎侧)和基部胶提供3种不同的胶料。

为这些系统设计的预成型机和挤出机机头非常复杂,挤出物也难于调整。

这两种系统的共同目的是将轮胎成型工序中各部件的贴合数减至最小。

4.2.3 轮胎成型系统

轮胎成型机自动化方面进展最慢。制造子午线轮胎的两种传统设备是一次法成型机或二次法成型机和流水线成型机组。

人们已不再倾向在子午线轮胎生产线的成型和定型两个阶段中使用独立的机器,因为各步骤之间胎圈的多次松弛导致均匀性较差。最新的一次法成型机,根据轮胎结构配备1个或2个一次成型鼓以平衡二次传递环产量,这些设备的贴合公差之和不超过1mm。其中装配、贴合和部件对中使用了具有计算机控制的装置或设备。唯一真正由人操作的步骤是胎面接合,这对得到好的均匀性至关重要。规格更换(包括胎圈直径更换)在不到20min内即可完成,其间机械上的计算机内部存贮的关于不同规格的各种数据信息自动地进行大量调整。

另一种可选择的轮胎成型手段是流水线式成型。许多欧洲制造商采用这种方式。它采用常规的部件准备方式,但是各部件是复合的,需从非常大的供料架中传递到机器的

各部分。这种机器有一个成型鼓,在各工位间连续移动,获取部件的预复合件。这种机器可进行一次成型或二次成型;如果进行的是一次成型,就要考虑它更换规格的灵活性。该机器应该是只要部件供料充分就可以连续运转。这种机器需要供给连续的、精确的部件,并且要密切地注意行进情况,才能很好地运转。由于这类机器最适用于长期生产同一规格的轮胎,因此随着对灵活性要求的提高,它变得越来越不受欢迎。

4.2.4 轮胎硫化

在轮胎硫化的自动化方面,几乎没有根本性进展。外胎硫化机很早已具备了自动硫化、装模和启模功能。机械手将生胎从贮存处送至装模臂上,从而使整个过程自动进行。

同时,通过一些设备的变动,提高效率,减少操作人员:

(1)高纯氮/蒸汽代替热水系统。

(2)计算机管理系统连上管理计算机,就可给出附有SPC图表的完整数据和报告体系,SPC图表显示出主要的变化。

(3)对轮胎进行最佳化控制,缩短硫化时间。

(4)使用高精度和模型磨损少的外胎液压硫化机。

(5)使用改进了的密闭环形通风系统已成为可能,这不仅可以将工人与热的、污染了的空气分离开,而且能保证不向外胎硫化机吹过剩的冷空气,这便减少了冷却地点和延长硫化时间的需要。

(6)轮胎自动检测系统,可进行除X射线检测外的一切测试。

5 自动化的前景

剩下的唯一问题是轮胎的设计和生产是否会发生很大变化。这是一个有待讨论的问题。总的来讲,轮胎会变得越来越复杂。胎体将较薄、强度较大,重量较轻,并具有更平衡的驾驶性能。这就要求供应商不断提高原材料性能、纯度和均匀性。

一个新的制造方法,如注射成型聚氨酯轮胎,将需要进一步改进现有原材料和生产工艺,或者开发目前还未发明的能够满足里程试验要求的新型材料。很可能最终找到新材料,但是当已有的轮胎设计发生变化,使轮胎变得更轻巧、强度更大、进一步为专用汽车配套时,这个目标将越来越高。

要改变轮胎的钢丝子午线结构也许还得许多年以后。

人们将继续降低成本,以获得经济效益。其中显著的部分是劳动力。80年代,在劳动力廉价的地区建立轮胎厂的做法已经过时了。劳动力价格持续上涨,而且在发展中国家更为明显。

解决的办法是建立更多的自动化工厂,它所需要的熟练技术人员在发达国家容易找到。目前已经出现了利用具有视觉的机器人和模糊逻辑原理解决短期运行和众多规格问题的新一代设备。

唯一的问题是费用。实现工厂由工人辅助自动化向全自动化的转变花费很大,目前还没有足够的资金。

将来,等到建立更多的现代化工厂,关闭了老厂,轮胎工业自动化就要慢慢地进行了。

译自德国“Kautschuk Gummi Kunststoffe”,
45[4],330—331(1992)

征 订 启 事

本刊编辑部尚有1987—1989,1991—1994年《橡胶工业》余刊(其中1988年缺第8期,1990年缺第9期,1991年缺第2,12期,1992年缺第2期)供应,每本订价4.00元,全年订价48.00元。如有补订过期刊物者,请与本刊编辑部张川女士联系。款到发刊,余刊不多,欲订从速。

《橡胶工业》编辑部