

汽车轮胎的灵活自动化生产 ——问题与展望

Yu. P. Bass 著 贺海留编译 涂学忠校

摘要 自动化是一个古老的理想,灵活自动化却是一个较新的、接近实现的话题。Bass 教授阐明了它必须能够响应来自于供应厂商、立法者、劳动力及市场变化的压力。

灵活自动化轮胎生产技术的发展,是世界轮胎工业目前最关注的发展方向之一。对于品种繁多且用户要求个性化倾向日益增长的轿车轮胎制造业来说,这个问题就特别重要。

对轮胎强度及几何均匀性的要求日益提高,需要每个轮胎部件的制造参数都非常精密,以至于只有通过成型及硫化生产过程的自动化才能实现。在此情况下,自动化意味着从人工操作到没有人参与操作,并在人监控下由机器执行操作的转换,达到操作者完全摆脱了各项操作的程度。对化工技术有关环境安全、低材料及能量消耗、工作条件的改善等方面的要求,也要求轮胎生产最大限度地实现机械化和自动化。

同时,现代轮胎工业在设计和制造方面必须有高度的灵活性才能满足用户要求。因此,轮胎灵活自动化生产的目标是要提供:

- (1) 缩短“指令-设计-生产”循环周期;
- (2) 稳定高质量产品;
- (3) 有效利用生产设备;
- (4) 生产的经济可靠性;
- (5) 减少库存;
- (6) 劳动力的素质朝高技能、有创造性的方向发生质的变化。

在轮胎工业内,一直采用通过在最大程度上实现各项技术操作的自动化和机械化,以及通过开发半成品和成品输送及贮存装置解决自动化问题的做法。

由于现今使用的大多数轮胎生产工艺及机械都可以通过这一种或那一种方法实现机械化和自动化,所以就有充足的理由采用上述做法。然而,如果我们考查一下轮胎生产的技术系统(图1),显然可以看出传统的轮胎生产包括相当多的连续和分段式的加工过程。分段式加工工艺有混炼、钢丝圈及胎圈的生产、轮胎成型、轮胎硫化以及质量检验。织物及钢丝帘线的挂胶工艺和橡胶部件的挤出被认为是连续的。分段式和连续工艺的结合需要大量的半成品中间贮存和存贮空间,以及为下一工序供应半成品的运输系统。

更为复杂的是由橡胶及橡胶-帘线复合材料制造的轮胎部件及半成品在存贮、运输及加工期间,可能会改变其几何参数、流变性及成型特性。

1 灵活生产的准则

由轮胎生产要求的灵活性所确定的如下准则也必须加以考虑。

- (1) 技术装备的灵活性——在预置范围内及根据众多不同的产品容易重新调整的装备;
- (2) 技术工艺的灵活性——考虑改变产品品种的能力;
- (3) 生产灵活性——迅速转产新品种的能力,包括用于生产工艺——灵活性和重新设计工作的技术准备(设计和技术);
- (4) 流程灵活性——改善流程以生产预

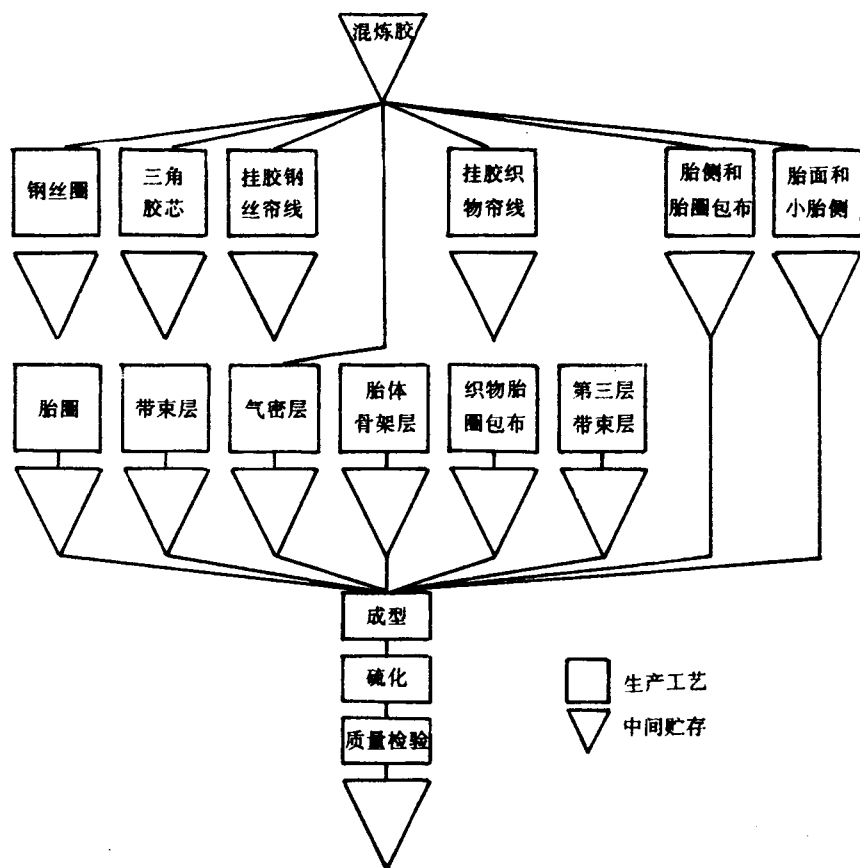


图1 轿车子午线轮胎生产基本工艺布局示意图

定范围产品的能力；

(5) 批量灵活性——根据产品批量大小进行调整的能力；

(6) 扩产灵活性——由其结构和装备灵活性的积木式特点决定的发展及扩大产量的能力；

(7) 工艺灵活性——改变生产技术的能力；

(8) 生产及使用灵活性——通用特性。

传统技术工艺下的所有这些因素阻碍了轿车轮胎的计算机控制自动化生产的发展。

灵活自动化轮胎生产的概念是根据与机械制造业开发类似生产系统有关的经验，特别是开发使用包括弹性体在内的复合材料生产复杂复合材料制品多种技术的经验而来的。

根据下列基本原则，可发展这些设备：

(1) 灵活、积木式的、容易重新调整的生产线。该生产线具有分离的，主要是分段式的生产产品状态，且具有最佳组成及设备布置，确保该设备组合式的有效运行。

(2) 应用连续生产工艺，以最少的中间运输及贮存制造部件及成品所需的原始复合材料。

(3) 应用一体化的多级自动化计算机控制系统。

(4) 通过从产品中除去有害成分及有害技术，密封有害排放物并对之进行有效处理，解决环境问题。

(5) 通过产品非传统的热处理方法的应用，提高能量效率。

2 新技术和新工艺

灵活自动化生产需要在一些机械制造业

中得到普遍应用但对于现代轮胎工业却很陌生的新技术工艺及装备。考虑到轮胎设计、橡胶和橡胶-帘线复合材料的流变性以及成型性能的特殊性,在开发轮胎自动化生产概念的发展过程中,考虑了如下方面:

- (1)使用流动粉末材料在混炼过程达到组分混合和分散均匀的原始混炼胶的连续生产;
- (2)各个轮胎部件在成型之前的初步处理,以保护其成型特性及几何参数;
- (3)织物与钢丝帘线的连续处理、连续挂

胶以及轮胎胶料-帘线部件的连续生产;

- (4)胎圈和钢丝圈的复合生产;

- (5)在全自动成型工艺下,成型前轮胎部件最大程度的集中;

- (6)取消过去传统上为确保各个轮胎部件及胎面半成品的成型及其它技术参数所需的加工工序、溶剂、表面活性剂及润滑剂等。

图2示出了考虑上述解决办法所开发的轮胎生产工艺。图2清楚地显示了此工艺所需的所有元部件生产过程,其中包括混炼胶、挤出胶坯、胎体及带来层橡胶-帘线部件、钢

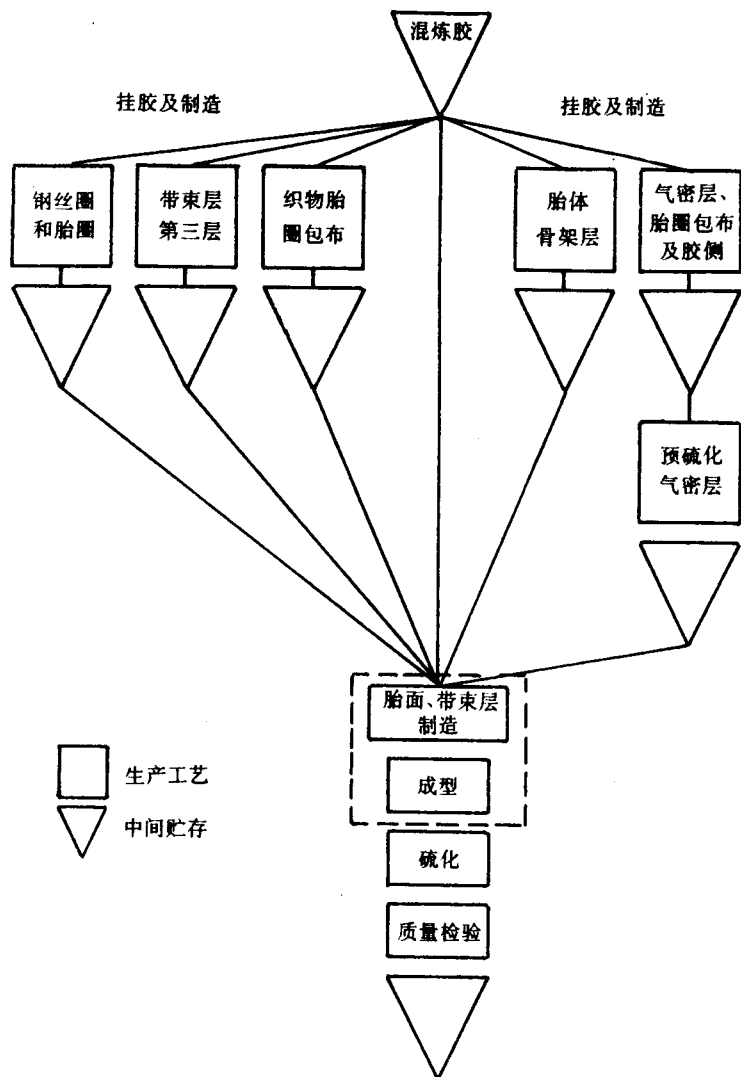


图2 采用非传统技术的通用橡胶子午线轿车轮胎的生产流程

丝圈及胎圈、成型及硫化工序。同时,为了连接这些工序,必须制定各工序、中间存贮及运输系统的连续工艺流程。这就确定了这一概念提出的生产装备的结构和布局:将货运量、原材料库存及原材料、元部件、半成品量减至最少,同时采用积木式原理布置工艺流程。积木式原理应用产量少的小机组,它能够提高设备的生产效率,迅速重新调整,从而增加了生产多品种产品的机会。

让我们考查一下某些形成轮胎自动化生产系统概念的观点和技术解决方案。最复杂的是有关用包括粉末橡胶的粉末配料进行混炼胶的连续生产。

与广泛应用的在连续密炼机里分几段用橡胶块制造混炼胶的工艺不同,这个方法是采用一段法生产以后将继续进行加工的混炼胶。如果使用粉末橡胶,炼胶在一台连续的双螺杆混炼机中进行,或用一台单螺杆挤出机直接挤出轮胎的橡胶部件。除技术和能量上的优越性之外,粉末技术的应用还提高了所得混炼胶的均匀性及其它质量指标。

对这个问题采取一体化的解决办法,除了要开发专用于混炼胶生产的特殊装备及技术工艺外,还必须确保粉末橡胶的大规模生

产,解决与之相关的向顾客运送、贮存和设计等问题。

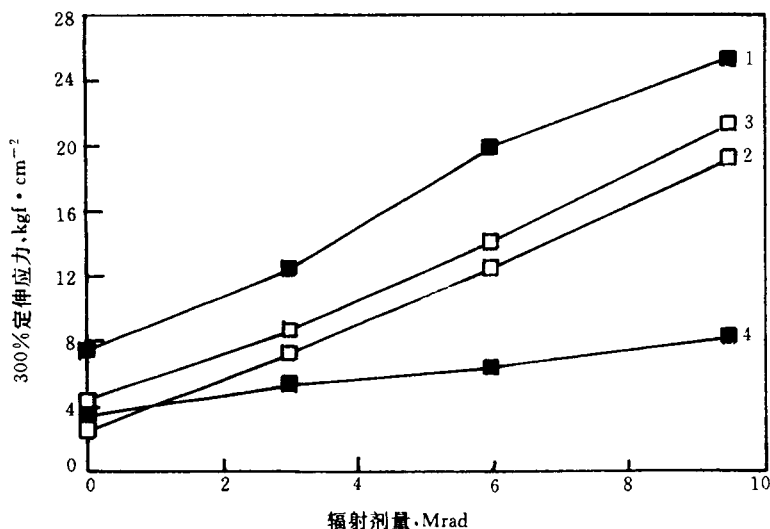
至于为保护轮胎部件成型特性及几何参数而进行的初步处理,最好是借助于电子加速器进行辐射处理。图3示出了辐射后气密层胶料粘合强度和粘度的提高。这样就可获得足够的水平来保证用于生产轮胎的辐射部件的有效应用。

通过对单丝帘线处理能成功地解决与连续织物及钢丝帘线轮胎部件有关的一体化问题。复杂的生产线可能包括用于胶坯加工、挂胶、裁断及接头的兼容性设备。至于钢丝帘线,这个问题不再存在。

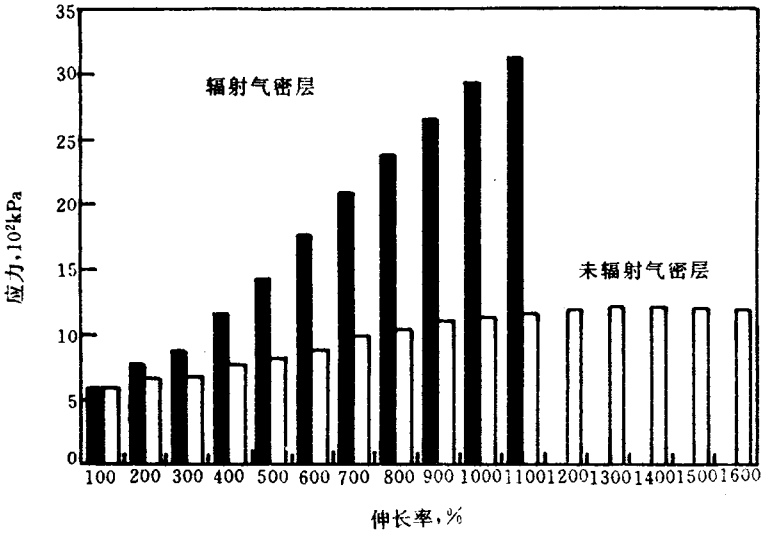
对于织物帘布轮胎部件的连续生产,则提出一条复杂的生产线,包括筒管支架,连同冷却鼓及蓄布器的帘线冷却小机组以及用于胎体和带束层挂胶帘布的裁断及搭接设备。

单丝无纺织物帘布的加工,也能使积木式结构最佳化,并获得下列优点:从帘布制造工艺中除去了出波纹工序,帘布挂胶及加工设备的利用效率更高;在挂胶帘布的横向上获得均匀的密度;在成型及硫化期间胎面定型过程中防止了纬线的偶然断裂。

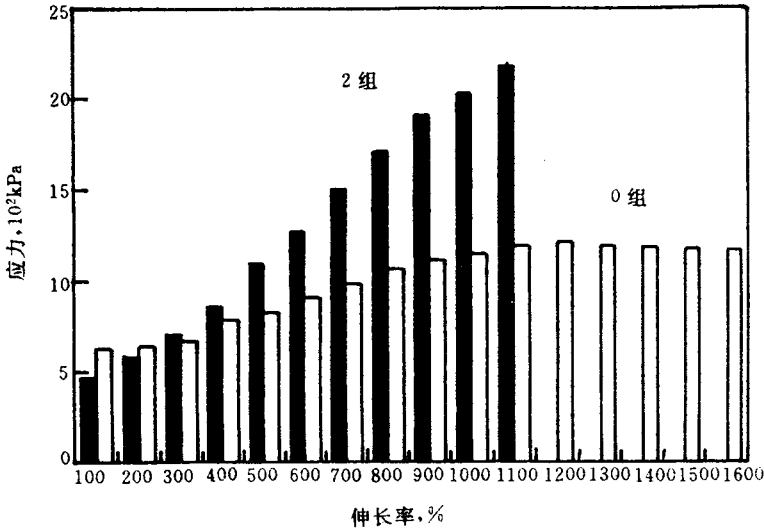
积木式结构的基本要素,是建立其数量



(a)辐射剂量对胶料强度的影响



(b)辐射对胶料粘度的影响



(c)辐射对胶料粘度的影响

图 3 胶料生胶强度对辐射剂量的依赖关系曲线

1—天然橡胶胎体;2—SKI-3-01(异戊橡胶)带束层;3—SKI-3(异戊橡胶)胎圈包布;
4—80/20 氯化丁基橡胶/天然橡胶气密层

由以前技术工艺的最佳产量及当时要生产轮胎的类型和规格的数量所决定的小机组。这一概念将用 4 套成型机组,每年生产 100 万—120 万套轿车轮胎。该成型机组有供给轮胎半成品及进行成型的全自动系统。

硫化是轮胎生产过程的最后一道工序,也是能量消耗最大的工序。而且,正是在这个工序,产品质量才定形。现在大多数机械制造

公司都生产能确保这些工序事实上已全自动化的硫化机。为了稳定轮胎质量,这个概念提出根据给定工艺参数自动调整硫化时间。为了提高硫化设备的生产率及能量利用率,这一概念考虑使用无胶囊硫化。

3 质量检验

产品质量检验是在研技术的优先目标。

为了进行这项工作,提议使用统一的、由几个步骤构成的产品质量技术保证系统。

第一步骤是所生产产品质量检验、几何参数及成型特性的计量准备。第二步骤包括对经受应用自动化工艺控制系统的各种加工过程中的原材料、半成品和成品的自动质量检验。第三个步骤是成品的快速质量检验,包括按型号分类、气密性和强度均匀性的评价,且建立质量变化与轮胎生产工艺之间的反馈。

配置生产工艺的主要方法包括将自动控

制的各个子系统并入以现代技术手段及计算机设备为基础的单一自动控制系统中。

这种一体化的自动控制系统结构包括:用于生产准备的自动系统;自动生产控制系统;存贮组件的自动高速控制;自动输送组件控制系统;技术控制系统;能量控制系统。

所述灵活性自动生产技术的开发,预期于 1995 年在俄罗斯的一个工厂中实现。

译自英国“Tire Technology International 1993”,P110—113