

密炼机橡胶混炼工艺智能控制的设想*

马铁军 张 海 贺德化 邵蓉鲁

(华南理工大学, 广州 510641)

摘要 论述了密炼机橡胶混炼工艺智能控制的重要性:自动控制只有智能化才能确保混炼工艺优良,产品质量合格;指出了智能控制的条件、内容和途径:采用瞬时功率控制法及其控制系统 MGKJ 可实现混炼胶质量自动在线检测和混炼工艺自动优化等单台密炼机混炼工艺的智能控制。

关键词 密炼机,橡胶混炼,智能控制,在线检测,工艺自动优化

目前我国密炼机橡胶混炼的自动控制已较普遍。就混炼自动控制来说,可用时间、温度、能量和它们的组合控制,可记录每批胶料混炼的实际执行值和规程给定值,基本上没有智能控制方面的功能。本项目根据我们近几年的研究,就密炼机橡胶混炼工艺智能控制是否需要、目前技术上能否实现及如何实现等谈一些设想。

1 混炼工艺智能控制的必要性

从目前国内密炼机混炼最好的自动控制情况看,人为因素基本排除,但物料的变化(采用时间、温度和能量控制时)、工艺条件的波动,都可使正常的工艺过程发生改变。如我们曾经在某厂优化的胎面胶一段混炼工艺,当加炭黑后压砵下压到位,功率即很快升起来(见图1)。这是一很好的混炼工艺。但是半年后(夏天)混炼就表现为曲线2的形状,负荷升不起来,打滑严重。当延长15 s后,压砵下压到位,负荷又很快升起来了。这说明了当时好的工艺规程,条件变了也会发生变化。又如在一时间能量组合控制规程的生产中,由于冷却水温度和压砵压力波动较大,结果使混炼胶质量产生了较大的波动,到

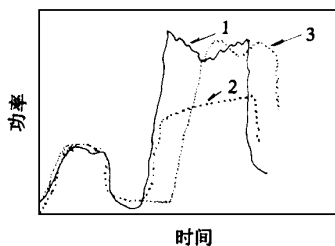


图1 胎面胶一段混炼部分功率曲线示意图

1—原优化工艺功率曲线;2—半年后的功率曲线;3—延长15 s后的功率曲线

快检后才发现问题的。

从上面举的两个例子中可以看到:(1)当时确定的工艺,过了一段时间,条件变了,就不一定是优良的了;(2)某些工艺条件变化,对混炼工艺和混炼胶质量可带来较大的干扰;(3)规程不保证产品一定都可合格。因此,在目前自动控制条件下,工艺是否优良、生产的混炼胶是否合格仍然是一个未知数。这也是实现了自动控制后,人们首先关心的问题。它的解决只能依靠控制的智能化。

2 实现智能控制的条件

实现智能控制在自动控制装备和技术、传感器的性能等方面都具备了很好的条件。主要问题在于,以前在采用时间、温度、能量以及它们的组合控制时,主要是依据经验,而没有正确的理论指导,没有建立起各工艺参

*国家自然科学基金资助项目。

作者简介 马铁军,男,31岁。工程师。1988年毕业于华南工学院(现华南理工大学)。从事橡胶工业自动控制研究。在《橡胶工业》等刊物上发表论文20余篇。

数间的数学模型,无法把混炼过程中的各种参数联系起来进行综合分析。但混炼工艺的大量试验工作已为此进行了多方面的准备工作。

自从我们^[1]证明了密炼机流变理论在混炼过程中大量填料添加前和各种物料混合均匀结束混炼前,物料塑性值与密炼机转子转矩或转子功率成正比是正确的以后,结合橡胶混炼过程理论,提出了瞬时功率控制法,它实质上是对物料塑性值的控制。在此基础上,给混炼过程功率曲线新的物理意义。上述内容基本上可将混炼过程中的各参数联系起来,为智能控制打下了工艺理论基础。

与此同时,我们开发的 MGKJ 型密炼机微机监控系统^[2]可将混炼过程中的时间、温度、能量及功率等参数采集显示在屏幕上,并可储存或打印出每批混炼胶的功率曲线、累积能量曲线、温度变化曲线及有关数值。它的开发成功为智能控制打下了必需的物质基础。

3 智能控制包含的内容

对一台密炼机来说,智能控制就是制定新配方混炼工艺规程,判断现有工艺规程是否最优,以及每批混炼胶是否合格等需要技术人员做的各种工作由计算机进行。

使用 MGKJ 型密炼机微机监控系统对混炼过程进行监控,一般可获得如图 2 所示的记录图。再应用上述理论,就可定性判断混炼效率如何,加入油料后吸收的快慢以及操作者是否遵守工艺规程等。如果上述定性的判断能通过微机定量地进行,就可以说某些功能智能化了。

具体的设想,智能控制应包含下列内容:

(1)能判明当前生产工艺规程是否最优,并指明最优工艺条件;(2)利用混炼参数判明混炼胶质量是否合格,塑性值、分散度等指标值是多少;(3)混炼胶质量的统计分析;(4)新配方混炼工艺规程制定的数据库和方法库等。

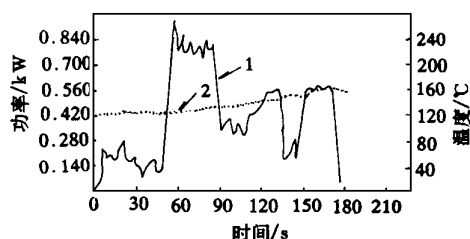


图2 MGKJ型密炼机微机监控系统记录图

1—功率曲线;2—温度曲线

4 实现智能控制的途径

根据我们近来的研究,就如何实现智能控制介绍两点:工艺自动优化和质量在线检测。

4.1 混炼工艺的自动优化

用微机判断目前混炼工艺规程是否最优,有几种方案。我们拟采用混炼工艺自动优化的方案,优化结果与规程条件不同,规程就不是最优(是相对的);还可具体判明差别有多大,差别在哪里等。

大家都知道,优化试验^[3]需首先确定优化指标,然后选择优化因素和水平,计算优化试验结果。过去要人来确定、选择、记录、分析计算等的都可用微机来完成,最好试验都不用做。现在自动优化工艺是要用来判明规程是否最优,工艺优化试验所需数据能从使用该规程进行日常生产过程中取得,不用专门进行试验的设想就可实现。我们使用 MGKJ 型密炼机微机监控系统,即可获得所需的各种数据。剩下就是要解决优化目标和因素、水平的划分等问题了。从混炼胶质量的统计分析,确定优化指标,如果质量合格率尚未达到要求,优化指标即可定为高质量;如已达到要求,即可以提高效率或者节约能量消耗为指标。然后根据相关分析和方差分析确定优化因素。根据对因素数据的统计分析,决定水平的划分,优化试验设计,最后进行结果分析。研究试验说明,上述方案设想是可行的。

4.2 混炼胶质量的在线检测

在线检测方法一般可分为两大类:一类是在生产线上附设一快速检测仪器;一类是获取生产线上某设备的一些加工参数的信息。目前国外是采用附设快速检测仪器的方法。我们采用另一类方法^[4],用 MGKJ 型密炼机微机监控系统获取每批胶料混炼过程中的有关参数并建立数学模型,对混炼胶的质量进行预测。根据前述基础理论采取的具体做法是在线检测给出 5 项指标,即塑性值、分散度、密度、质量综合指标和遵守规程指标 5

	t_3	θ_3	P_3	E_3	Y	E_{31}	E_{21}
t_3	1.000 0	- 0.205 9	- 0.119 2	- 0.073 4	★0.088 2	0.010 0	- 0.285 4
θ_3	- 0.205 9	1.000 0	- 0.127 7	0.7034	★0.147 9	- 0.155 3	0.677 6
P_3	- 0.119 2	- 0.127 7	1.000 0	- 0.388 3	★- 0.934 5	- 0.000 5	- 0.223 8
E_3	- 0.073 4	0.703 4	- 0.388 3	1.000 0	★0.372 9	- 0.092 0	0.835 0
Y	0.088 2	0.147 9	- 0.934 5	0.372 9	★1.000 0	- 0.082 5	0.181 0
E_{31}	0.010 0	- 0.155 3	- 0.000 5	- 0.092 2	★- 0.082 5	1.000 0	0.283 4
E_{21}	- 0.285 4	0.677 6	- 0.223 8	0.835 0	★0.181 0	0.283 4	1.000 0

从矩阵中可以看出,塑性值 Y 与排料点的瞬时功率 P_3 的相关系数接近 - 1 (- 0.9345),表示有负的近似线性关系。此外与总能量 E_3 的相关系数为 + 0.3729,也有一定的相关关系。进行回归分析获得该胶预测塑性值的数学模型为

$$Y = 0.788 - 0.72 P_3$$

对模型进行了有关检验,均获通过。本数学模型建立完成。

5 结语

近年来,我们根据这一设想进行了一系列的研究,证明这一设想所建立的技术方案

项。其中塑性值和分散度的预测是通过相关分析和回归分析找到具体的数学模型,每炼完一批,通过模型预测即可给出其塑性值。下面具体举一例说明:

用 MGKJ 型监控系统获得一批胎面胶混炼过程^[4]的排料点(总混炼)时间 t_3 、混炼胶温度 θ_3 、排料点瞬时功率 P_3 、总的能量消耗 E_3 、投填料点到排料点的能量消耗 E_{31} 、投填料点到投油料点的能量消耗 E_{21} ,与塑性值 Y 的相关分析如下:

是可行的。

参考文献

- 1 张 海,张生贵,蔡群英,等.密炼机橡胶混炼工艺的瞬时功率控制法.橡胶工业,1993,40(6):348
- 2 邹明清,蔡大杨,张 海,等.MGKJ 密炼机微机监控仪在 GK-270 型密炼机上的应用.轮胎工业,1996,16(1):45
- 3 贺德化,张 海,吴广潮,等.直接利用生产数据对橡胶混炼工艺参数进行优化的研究.橡胶工业,1997,44(2):59
- 4 张 海,贺德化,李 华,等.混炼胶质量在线检测技术的研究.橡胶工业,1997,44(3):160

收稿日期 1997-11-17

Intellectual Faculties-controlled Rubber Mixing Process

Ma Tiejun, Zhang Hai, He Dehua and Shao Ronglu

(South China University of Science and Technology 510641)

Abstract It is important for good mixing process and product quality to control the process by intellectual faculties. The instantaneous power control and the MGKJ control system are used to

realize the intellectual faculties-controlled rubber mixing process on single internal mixer including automatic measurement of mix quality on line and automatic optimization of mixing process.

Keywords internal mixer, rubber mixing, intellectual faculties-controlled, measurement on line, automatic process optimization

国外简讯 12 则

△为了提高生产效率和灵活性,大陆通用公司计划投资 1 亿美元为其在美国的两家轮胎厂购置先进的轮胎成型机。这种成型机是大陆与克虏伯联合开发的。

RPN, 1997, 11, 10, P2

△美国空军 C-5 运输机的 28 个轮全部采用翻新轮胎,每年可节约纳税人大量金钱,而不牺牲飞机的安全性或使用性能。

RPN, 1997, 11, 10, P4

△自 1997 年 10 月起, Hoechst 的子公司 Trevira 将其轮胎骨架用的高强力聚酯纱线价格提高 7%~10%,以维持微利,保证企业正常运作。

ERJ, 178[9], 2(1997)

△1996 年嘉通公司位列世界第 16 大轮胎公司,达到 2.86 亿美元,纯利润因此增长 65%,达到 4 200 万美元。

ERJ, 178[9], 2(1997)

△住友公司和固特异达成协议,共同分享各自在世界各地的轮胎试验场设施。但该协议不包括分享技术资源。

RW, 216[6], 12(1996)

△固特异计划于 1998 年投资 1 500 万美元购置设备以提高中型载重子午线轮胎和全钢轻型载重子午线轮胎的产量。

RPN, 1997, 11, 17, P3

△米其林北美公司未来 3~4 年内将投资 10 650 万美元扩大它在诺瓦斯科舍 3 家工厂的生产量。投资主要用于增添新设备和改造老设备以及增加生产工人。

RPN, 1997, 11, 17, P3

△锦湖与印度 Tidco 投资公司计划在印度泰米尔纳德邦投资 1.2 亿美元建一合资轮胎厂。该厂预计年产 260 万条轿车子午线轮胎, 40 万条轻型载重子午线轮胎。

RPN, 1997, 11, 10, P8

△梅赛德斯-奔驰公司指责固特异为其 A 级小型小客车提供的 GT2 轮胎设计不当,造成试车时翻车。两公司工程技术人员正讨论改进轮胎结构,以增加胎侧刚度,解决翻车问题。

RPN, 1997, 11, 10, P8

△米其林新型 MXV4 ZP 跑气保用轮胎现有 P195/60R15, P205/60R15 和 P225/60R16 3 个规格,未来几个月还将增加 3 个新规格,届时可满足过去 5 年生产的 50%以上轿车的需要。这种轮胎在零压下可以 88 km 的时速行驶 80 km。

RPN, 1997, 11, 24, P3

△固特异、大陆、米其林和倍耐力将联合对现有的轮胎检验、标识等法规加以重新审定,建立国际轮胎标准,以促进全球贸易,消除贸易障碍。

RPN, 1997, 11, 24, P6

△据 NR 生产国协会称,全球 NR 产量将由 1997 年的 649 万 t 增长到 1998 年的 672 万 t,而消费量将由 640 万 t 上升到 661 万 t。世界橡胶库存量继续增加,将由 1997 年的 195 万 t 增加到 205 万 t。

(本刊讯)