

基于 1stOpt 软件的胎面三复合挤出生产线挤出温度预测模型

楼 洪, 吴 斌

(杭州朝阳橡胶有限公司, 浙江 杭州 310018)

摘要: 利用全局优化算法建立胎面三复合挤出生产线挤出温度预测模型, 并与采用最小二乘法建立的预测模型进行比较。结果表明, 全局优化算法具有更强的寻优能力, 可避免其他算法需要设定适当初始值的问题, 为软测量技术提供了一种高效实用的新方法。

关键词: 轮胎; 胎面; 复合挤出; 温度预测; 全局优化

中图分类号: TQ330.4⁺4; TQ330.6⁺4 **文献标志码:** B **文章编号:** 1006-8171(2014)01-0053-03

胎面三复合挤出机是轮胎制造中的常用设备, 具有挤出压力大、部件粘性高、挤出尺寸稳定等优点。由于设备包含 3 台挤出机, 系统构造较为复杂, 在实际使用中会出现挤出压力与挤出温度失调问题, 而挤出温度是保证胎面质量最重要的因素, 因此准确测量挤出温度对提升胎面质量具有重要意义^[1-2]。

目前测量胎面挤出温度的方法主要有人工测量、仪器测量和基于统计建模的软测量 3 种^[3]。人工测量受测量者主观因素影响, 测量结果容易出现偏差, 并且存在测量速度慢和反馈不及时等问题。仪器测量主要依靠安装在挤出机上的温度传感器在线检测显示胎面胶料温度, 由于挤出温度受挤出机和外界环境共同影响, 并且胎面胶料在接取装置上不断前移, 给在线检测带来一定难度。而基于统计建模的软测量技术具有动态响应迅速和易于在线检测等特点, 被广泛应用于化工生产领域中。

文献[4]正是通过软测量技术, 建立了基于最小二乘法的挤出温度预测模型, 实现了对挤出温度的准确测量。但是, 在模拟过程中, 由于所用参数较多, 要得到结果需要进行冗长的迭代计算, 并且算法需要设定适当的初始值, 若设定不当, 则结果难以收敛。而采用 1stOpt 软件中独特的全局

优化算法, 可以克服迭代过程中必须给出合适初始值的难题, 可以快速找出最优解。本工作通过分析挤出机的温度影响因素, 利用 1stOpt 软件成功建立了挤出机温度预测模型, 并实现对挤出温度的准确测量。

1 胎面三复合挤出机基本原理

胎面三复合挤出生产线由 3 台挤出机按照一定的结构组合而成, 虽然各挤出机型号不同, 但工作原理大致相同, 挤出机挤出过程如图 1 所示。

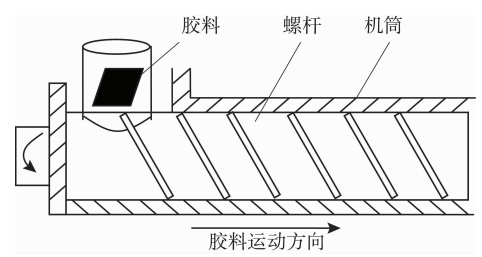


图 1 挤出过程示意

胶料在挤出机内的工作过程大致可分为加料、塑化和挤出 3 个阶段。具体工作原理为: 胶料从加料口进入挤出机后, 经过螺杆与机筒壁的间隙, 受螺杆挟带的推挤作用不断向前运动, 由于机器刚开始运行时, 胶料无法完全填满螺槽, 因此会被搓成胶团滚动前进。然后在螺杆的压缩、剪切和搅拌作用下, 胶料被进一步混炼和塑化, 温度逐渐升高, 产生塑性变形, 充满螺槽, 并呈现粘性流动状态, 当胶料到达机头口型处时, 将被紧密压

作者简介: 楼洪(1987—), 男, 浙江杭州人, 杭州朝阳橡胶有限公司助理工程师, 硕士, 主要从事设备技术与管理工作。

缩,挤出机以一定压力和温度利用机头和口型将胶料挤出,从而完成挤出过程^[5]。

挤出设备投入运行后,设备结构一般不会发生较大改动,生产配方可以在生产前确定,因此可将上述两个因素作为常量处理。而在实际生产过程中,挤出机的螺杆速度、机头压力和各区段温度对挤出温度的变化有显著影响,因此分析认为挤出温度主要受工艺参数影响,结合实际情况选取的工艺参数和对应符号如下:1#挤出温度(T_{11})、1#塑化1温度(T_{12})、1#螺杆温度(T_{13})、2#挤出温度(T_{21})、2#塑化1温度(T_{22})、2#塑化2温度(T_{23})、2#螺杆温度(T_{24})、3#挤出温度(T_{31})、3#塑化1温度(T_{32})、3#螺杆温度(T_{33})、机头上模温度(T_{40})、机头上中模温度(T_{41})、机头中模温度(T_{42})、机头下模温度(T_{43})、1#螺杆转速(V_1)、2#螺杆转速(V_2)、3#螺杆转速(V_3)、1#机头压力(P_1)、2#机头压力(P_2)、3#机头压力(P_3)、口型板高度(S)。

2 基于1stOpt的挤出温度预测模型

2.1 1stOpt软件简介

1stOpt(First Optimization)是七维高科有限公司开发的一套数学优化分析综合软件工具包,以其独特的全局优化算法被广泛应用于非线性回归、曲线拟合和参数估算等领域^[6]。1stOpt软件相比于其他软件最大优势是克服了使用迭代过程必须给出合适初始值的难题。此外,针对只有输入量和输出量的数据而不知模型公式时,该软件可以自动进行搜索,并按照结果排列出公式列表,寻找出数据匹配度最高的模型公式,1stOpt软件自动搜寻功能界面如图2所示。

2.2 建立挤出温度预测模型

以文献[4]提供的实验数据为例,选择的胎面三复合挤出生产线中三台挤出机的机筒直径分别为250,150和120 mm,采用三段强制收缩,冷却水箱总长约120 m,每台挤出机的螺杆转速、各功能段温度和机头温度均可以实现手动设置和调节,并可在线显示各参数的数值。采用1stOpt软件中使用最广泛的麦夸特法和通用全局优化算法建立挤出温度预测模型,优化算法和参数设定界面如图3所示。

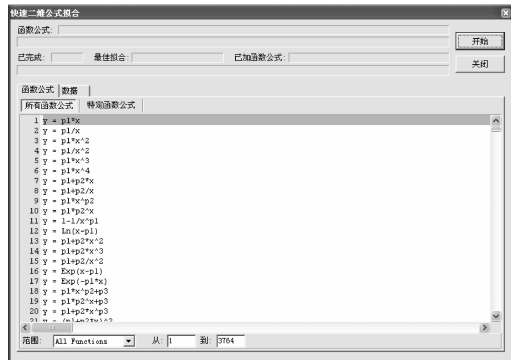


图2 1stOpt软件自动搜寻功能界面



图3 优化算法和参数设定界面

建立的预测模型如下式所示。

$$T = p_0 + p_1 \times T_{11} + p_2 \times T_{12} + p_3 \times T_{13} + p_4 \times T_{21} + p_5 \times T_{22} + p_6 \times T_{23} + p_7 \times T_{24} + p_8 \times T_{31} + p_9 \times T_{32} + p_{10} \times T_{33} + p_{11} \times T_{40} + p_{12} \times T_{41} + p_{13} \times T_{42} + p_{14} \times T_{43} + p_{15} \times V_1 + p_{16} \times V_2 + p_{17} \times V_3 + p_{18} \times P_1 + p_{19} \times P_2 + p_{20} \times P_3 + p_{21} \times S$$

模型中各参数如下:

p_0	25.787 776 686 262 2
p_1	5.495 134 228 546 06
p_2	-1.228 157 110 291 77
p_3	0.633 735 289 407 277
p_4	-0.407 576 613 408 677
p_5	-0.113 168 939 288 365
p_6	-1.343 631 042 802 89
p_7	-2.441 886 464 414 93
p_8	-3.724 966 583 455 69
p_9	0.147 990 059 662 68
p_{10}	3.516 947 839 471 28
p_{11}	3.597 975 725 619 64
p_{12}	1.103 145 725 177 3

p_{13}	-5.806 872 691 809 83
p_{14}	0.944 265 535 587 614
p_{15}	-0.298 282 371 099 401
p_{16}	0.071 839 257 330 642 9
p_{17}	3.558 674 474 465 88
p_{18}	-1.450 915 424 772 05
p_{19}	0.201 645 901 470 93
p_{20}	3.871 890 551 368 1
p_{21}	1.818 917 671 535 99

为验证挤出温度模型的准确性,将用来测试的 17 个样本数据全部代入建立好的模型中,并与文献[4]中利用最小二乘法建立的模型进行比较,所得结果如图 4 所示。

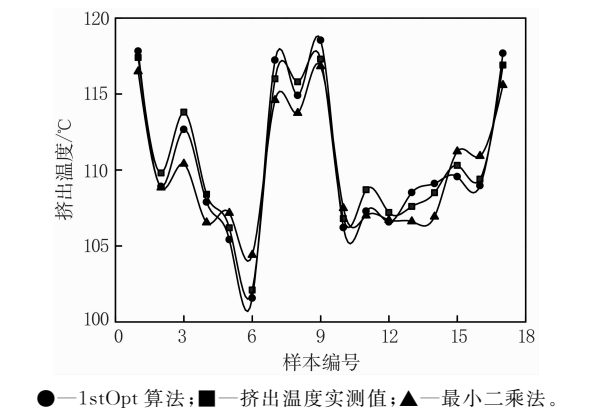


图 4 挤出温度预测值与实际值对比

由图 4 可知,通过 1stOpt 全局优化算法和最小二乘法建立的挤出温度预测模型均可实现对挤出温度的准确测量,分别对这两种方法进行误差计算,结果如表 1 所示。

表 1 误差计算结果

测试方法	最大误差	平均误差
1stOpt 全局优化算法	1.1	0.54
最小二乘法	2.3	1.9

由表 1 可知,由 1stOpt 全局优化算法建立的挤出温度预测模型精度高于最小二乘法,表明 1stOpt 全局优化算法具有较强的寻优能力,温度预测结果准确,能够满足工业生产要求。

3 结语

本文采用 1stOpt 全局优化算法建立了胎面三复合挤出生产线挤出温度预测模型,通过与最小二乘法建立的模型进行比较,结果表明 1stOpt 全局优化算法具有更强的寻优能力,并且避免了其他算法需要设定适当初始值的问题,为软测量技术提供了高效实用的新方法。

参考文献:

[1] 张华东,陈汝祥. 全钢子午线轮胎胎面复合挤出生产线[J]. 轮胎工业,2007,27(7):433-436.
[2] 韩宇. 橡胶挤出成型技术的最新进展[J]. 世界橡胶工业, 2007,34(6):41-44.
[3] 陈可娟,梁树炯. 销钉机筒挤出机塑化段传热温度模型研究 [J]. 轮胎工业,2007,27(7):430-433.
[4] 肖兴业. 胎面三复合挤出生产线挤出温度预测模型研究[D]. 广州:华南理工大学,2012.
[5] 于洋. 橡胶挤出机温度测控系统的研究[D]. 青岛: 青岛科技大学,2012.
[6] 于航. 基于数学拟合方法的燃机叶片故障诊断[D]. 哈尔滨: 哈尔滨工程大学,2012.

收稿日期:2013-08-01

Brisa 公司将在土耳其建立第 2 家轮胎厂

中图分类号:TQ336.1 文献标志码:D

美国《现代轮胎经销商》(www.moderntire-dealer.com)2013 年 11 月 20 日报道:

日本普利司通集团下属合资公司 Brisa Bridgestone Sabancı Lastik Sanayi Ticaret A. S. (简称 Brisa 公司)声称,将投资 3 亿美元在土耳其 Aksaray 省组织工业园区建立第 2 家乘用车轮胎厂。

Brisa 公司称,Aksaray 工厂将于 2018 年

年初建成投产,可年产 420 万条轿车和轻型商用车轮胎。

目前,Brisa 公司在土耳其的唯一一家轮胎厂位于 Izmit,生产轿车轮胎、轻型载重轮胎、载重轮胎、农业轮胎和工程机械轮胎,其年生产能力为 1 000 万条轮胎。

Brisa 公司组建于 1988 年,由日本普利司通公司和土耳其 Sabancı 控股合建,在土耳其约有 900 家经销商。

(肖大玲摘译 吴淑华校)