

# MLJ-300 密炼机微机智能控制系统 在 XM-270 密炼机上的应用

邹明清,罗洁红,傅建华,李俊

(广州珠江轮胎有限公司,广东 广州 510828)

**摘要:**通过应用华南理工大学的 MLJ-300 密炼机微机智能控制系统,达到了优化混炼工艺、预测混炼胶门尼粘度的目的。采用瞬时功率控制排胶可以大大缩小胶料门尼粘度的波动范围,提高混炼胶质量,提高生产效率,降低能耗 7%~8%。

**关键词:**门尼粘度;瞬时功率;密炼机;混炼;智能控制系统

**中图分类号:** TQ330.4<sup>+</sup>93; TQ330.6<sup>+</sup>3 **文献标识码:** B **文章编号:** 1006-8171(2002)01-0042-04

密炼机混炼在密闭的机器内完成,使用传统的控制系统和控制方法难以得到对整个过程的直观的认识和了解。目前多数厂家的胶料混炼工艺都是根据多年的实践经验和大量、反复的试验制定的,虽然所制定的混炼工艺较好,但未必是最佳的。

华南理工大学开发的 MLJ-300 密炼机微机智能控制系统应用了橡胶混炼理论和密炼机混炼胶流变理论,即混炼过程中投入大量填料前和各种配合剂混入胶料后至排胶前,加工物料的粘度与转子转矩成正比、与瞬时功率成正比。据此可将胶料整个混炼过程中的瞬时功率曲线及有关参数记录下来,用以优化混炼工艺、分析混炼胶性能和预测混炼胶的门尼粘度等。

为进一步提高我公司轮胎胶料的混炼质量,考察了在 XM-270 密炼机上应用 MLJ-300 密炼机微机智能控制系统前后的混炼情况。

## 1 以前状况

以前我公司密炼机所采用的上辅机控制系统,无论是进口的还是国产的,其控制方式均为时间控制、温度控制、能量控制以及这 3 种控制方式任意两种的组合或三者同时控制。由于国产热电

偶温度计品质不过关,显示温度与实测排胶温度经常相差甚远,故温度控制经常被迫取消,只能采用时间或能量控制。另外,采用传统控制方式只能监控各控制点的状况,不能记录整个混炼过程;而且其控制方式是全固定式的,受诸多因素的影响,如季节气温变化、各原材料批次间质量波动等;即使是采用全自动生产,胶料质量尤其是胶料的门尼粘度仍存在较大波动;还有,传统控制方式不能将炼胶过程及结果保存在计算机中,不利于质量管理。

## 2 应用情况

### 2.1 MLJ-300 密炼机微机智能控制系统的功能

(1)丰富的密炼机混炼信息显示。可显示瞬时功率和温度曲线、班组、操作员、生产时间、胶料品种、生产间隔时间、生胶质量、炭黑质量、油质量、主电机转速状况、手动自动状况、当前动作执行情况以及全自动生产时的故障情况。

(2)在线预测功能。每车胶混炼结束时,可预测该车胶料的密度、分散度和门尼粘度等。

(3)除了传统的时间、温度、能量控制外,还增加了瞬时功率控制,可实现门尼粘度控制排胶。

(4)控制中的多任务功能。在混炼监控的同时,可修改生产计划、控制参数和进行数据查询。

(5)控制过程的模糊设定。避免了传统控制由于等待回答信号导致控制系统死循环和混炼时

作者简介:邹明清(1966-),男,湖南临澧县人,广州珠江轮胎有限公司高级工程师,学士,主要从事轮胎配方设计和生产管理  
工作。

间过长的情况。

(6)控制对象全面开放。用户可根据胶料品种及实际生产情况任意定义混炼过程的控制对象、直流电机转速和压砵压力。可根据各配方中炭黑和油的用量不同而设定不同的加料时间,而传统控制系统则以最大用量炭黑和油的加入时间确定固定的加料时间。

(7)可即时选择和查询打印曲线以及打印配方。

(8)同步通讯功能。

## 2.2 应用前后胶料品质

### (1)门尼粘度

应用前,对几种胶料的母炼胶进行了门尼粘度的抽查,以了解采用传统控制方法全自动生产的混炼胶门尼粘度[ML(1+4)100]的波动情况,具体结果见表 1。

从表 1 可看出,采用传统的控制方法,即使是全自动生产,胶料的门尼粘度波动范围也很大。

表 1 采用传统控制方法时混炼胶的门尼粘度

项 目	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2
检测数量	14	34	14	29	9	38	12
门尼粘度实测值范围	76.4~106.6	89.6~112.3	51.2~68.8	72.3~92.1	61.9~86.1	55.9~72.3	53.6~68.9
极值之差	30.2	22.7	17.6	19.8	24.2	16.4	15.3
平均值	89.3	95.4	61.3	82.2	71.8	64.9	61.1

应用 MLJ-300 密炼机微机智能控制系统实现自动控制后,按传统的控制方法检测了 A1 和 B1 胶料的门尼粘度和瞬时功率,结果见表 2。

表 2 应用 MLJ-300 系统按传统控制方法生产的胶料的门尼粘度和瞬时功率

项 目	A1	B1
检测数量	80	100
门尼粘度		
测定结果	83.4~94.2	57.3~68.5
极值之差	10.8	11.2
平均值	88.3	64.6
瞬时功率/kW		
测定结果	0.427~0.501	0.359~0.423
极值之差	0.074	0.064
平均值	0.466	0.395

由表 2 可以看出,应用该控制系统、按传统控制方法生产的胶料门尼粘度波动范围比原控制系统明显缩小,由原来的 15~30 左右缩小到 10.8~11.2,说明该系统即使采用传统控制方法也有利于减小混炼胶的门尼粘度波动。这可能与该控制系统完全开放压砵升降时间、炭黑和油的投入时间以及控制了每车胶的生产间隔时间有关。

根据门尼粘度的检测结果制定了 A1 和 B1 胶料的混炼工艺,并采用瞬时功率(门尼粘度)控制排胶,混炼工艺如表 3 和 4 所示。混炼胶门尼粘度预测值和快检结果见表 5。

表 3 A1 胶料混炼工艺规程

工艺步骤	到位信号	时间/s	瞬时功率/kW	控制逻辑
压压砵	—	30.0	—	与
升压砵	压砵到位	—	—	与
投炭黑	—	10.0	—	与
压压砵	—	40.0	—	与
升压砵	—	1.0	—	与
投油	—	8.0	—	与
压压砵	—	30.0	—	与
升压砵	压砵到位	5.0	—	与
压压砵	—	20.0	—	与
升压砵	—	25.0	0.45	或
开卸料门	卸料门开到位	3.0	—	与
关卸料门	卸料门关到位	—	—	与

表 4 B1 胶料混炼工艺规程

工艺步骤	到位信号	时间/s	瞬时功率/kW	控制逻辑
压压砵	—	35.0	—	与
升压砵	压砵到位	—	—	与
投炭黑	—	10.0	—	与
压压砵	—	45.0	—	与
升压砵	—	1.0	—	与
投油	—	6.0	—	与
压压砵	—	25.0	—	与
升压砵	压砵到位	8.0	—	与
压压砵	—	20.0	—	与
升压砵	—	25.0	0.38	或
开卸料门	卸料门开到位	3.0	—	与
关卸料门	卸料门关到位	—	—	与

表5 胶料门尼粘度检测和预测结果

序号	A1			B1		
	快检检测	自动预测	差值	快检检测	自动预测	差值
1	84.1	85.9	1.8	65.0	67.1	2.1
2	85.0	84.9	-0.1	67.4	66.6	-0.8
3	87.8	85.1	-2.7	64.5	65.6	1.1
4	86.8	85.7	-1.1	67.1	68.4	1.3
5	86.6	88.7	2.1	66.6	67.7	1.1
6	87.9	88.1	0.2	63.5	65.0	1.5
7	89.4	90.1	0.7	64.3	65.4	1.1
8	85.9	84.1	-1.8	66.2	67.5	1.3
9	91.3	90.6	-0.7	67.6	68.2	0.6
10	91.1	90.4	-0.7	68.7	68.4	-0.3
11	88.2	86.6	-1.6	67.0	68.0	1.0
12	86.5	84.9	-1.6	65.1	65.0	-0.1
13	88.7	88.9	0.2	64.5	65.4	0.9
14	89.2	90.4	1.2	66.6	66.9	0.3
15	88.1	87.1	-1.0	67.1	66.6	-0.5
16	86.7	86.2	-0.5	66.9	67.9	1.0
17	86.3	86.8	0.5	65.9	66.9	1.0
18	87.1	88.2	1.1	67.6	67.1	-0.5
19	86.9	85.3	-1.6	66.6	68.3	1.7
平均值	87.6	87.3	-0.3	66.2	66.9	0.7
波动范围	84.1~91.3	84.1~90.6		63.5~68.7	65.0~68.4	
极值之差	7.2	6.5		5.2	3.4	

由表5可以看出,采用瞬时功率(门尼粘度)控制排胶后,胶料的门尼粘度波动范围明显缩小,A1胶料门尼粘度快检结果极值之差由10.8缩小到7.2(预测值为6.5),B1胶料门尼粘度快检结果极值之差由11.2缩小到5.2(预测值为3.4),预测值与快检检测值最大相差2.7。

为了检验实测值本身的误差和避免每批混炼胶各部位粘度的不均匀性对结果的影响,在A1和B1同一车胶料不同部位各取了20个试样检测其门尼粘度,结果见表6。

由表6可看出,每车胶料的20个试样实测值之差的极大值都在6个门尼值以下,也就是说胶料本身门尼粘度的波动为-3~+3,而预测值与实测平均值的差值均不到1个门尼值。考虑到实测值本身的误差和每批混炼胶粘度的不均匀性,应该说该系统的预测精度是比较好的,也就是说用该微机智能控制系统的胶料粘度预测数学模型来预测该密炼机混炼胶粘度是成功的。

## (2) 胶料快检合格率

A1、B1和E1这3种胶料应用该系统并采用瞬时功率控制排胶前后其胶料快检合格率分别

表6 同一车胶料门尼粘度快检检测结果

序号	A1	B1
	(预测值为88.7)	(预测值为66.6)
1	86.1	65.2
2	86.6	64.6
3	86.6	67.4
4	86.3	65.9
5	88.9	64.9
6	87.3	64.1
7	86.5	63.8
8	86.3	63.4
9	85.8	66.9
10	91.3	63.7
11	88.9	65.7
12	89.8	68.4
13	91.7	68.1
14	88.1	65.7
15	91.2	65.4
16	88.7	65.4
17	90.6	66.1
18	90.4	67.1
19	85.8	67.9
20	88.1	65.2
平均值	88.3	65.7
与预测值之差	0.4	0.9
极值之差	5.9	5.0

为 : A1 88.00 % 和 92.26 % ; B1 96.60 % 和 96.80 % ; E1 94.64 % 和 95.70 % 。

应用该系统并采用瞬时功率控制排胶后 , 胶料快检合格率均有不同程度地提高 , A1 胶料提高最显著 , 达到 4.26 % 。

### (3) 胶料物理性能

考察了 A1 , B1 和 E1 这 3 种胶料应用 MLJ-300 系统并采用瞬时功率控制排胶前后混炼胶胶料的物理性能检验情况 , 结果见表 7 。

从表 7 可看出 , 应用该系统并采用瞬时功率控制排胶 , 胶料的各项物理性能均有不同程度的提高 , 如拉伸强度和撕裂强度 , 性能的波动范围也有所缩小 , 尤其是撕裂强度和扯断伸长率。

表 7 应用 MLJ-300 系统并采用瞬时功率控制排胶前后胶料物理性能对比

性 能	A1		B1		E1	
	应用前	应用后	应用前	应用后	应用前	应用后
300 %定伸应力/ MPa						
平均值	9.7	9.9	8.7	8.7	6.1	6.4
波动范围	8.5 ~ 11.7	8.8 ~ 10.8	7.7 ~ 9.8	8.0 ~ 9.3	5.6 ~ 6.5	5.8 ~ 5.8
拉伸强度/ MPa						
平均值	18.8	19.1	18.1	18.8	19.8	20.3
波动范围	18.2 ~ 19.8	18.1 ~ 19.9	16.9 ~ 19.9	17.2 ~ 20.1	19.1 ~ 21.2	19.2 ~ 21.7
扯断伸长率/ %						
平均值	500	497	487	502	615	590
波动范围	452 ~ 548	460 ~ 536	448 ~ 528	472 ~ 532	552640	564 ~ 616
撕裂强度/ (kN · m <sup>-1</sup> )						
平均值	128.7	129	87	93	88.3	95.3
波动范围	121 ~ 137	128 ~ 131	79 ~ 93	91 ~ 97	82 ~ 92	89 ~ 103

注 : 应用前时间为 6 ~ 8 月 , 应用后时间为 9 ~ 11 月 。

## 3 结 论

(1) 应用 MLJ-300 系统 , 可监控胶料混炼的整个工艺过程 , 记录胶料混炼瞬时功率曲线 , 利用瞬时功率曲线优化胶料的混炼工艺 , 预测胶料的门尼粘度值 。

(2) 应用 MLJ-300 系统并采用瞬时功率 ( 门尼粘度 ) 控制排胶 , 胶料的门尼粘度波动范围大大缩小 。

(3) 应用 MLJ-300 系统并采用瞬时功率 ( 门

### (4) 生产效率及能耗

应用 MLJ-300 密炼机微机智能控制系统后 , 由于其控制对象完全开放 , 用户可根据配方的不同设定不同的控制对象 , 从而达到提高生产效率、节约能源、降低能耗的目的 , 如传统的控制方法是按所有胶料中最大炭黑用量、最大油用量来设定加炭黑和油的时间 , 而采用该系统则可以根据每个胶料炭黑和油用量的不同来设定不同的加料时间。另外 , 该系统对每车胶料之间的间隔时间也进行了控制 , 使每车胶的间隔时间由原来的 30 s 左右缩短到 15 s 左右 , 结果明显减少了空翻时间。按照目前的控制方法和混炼工艺 , 可使生产效率提高 7 % ~ 8 % 。

尼粘度)控制排胶 , 混炼胶快检合格率提高 。

(4) 应用 MLJ-300 系统并采用瞬时功率 ( 门尼粘度 ) 控制排胶 , 胶料的物理性能有所提高 , 且性能波动范围明显缩小 。

(5) 应用 MLJ-300 系统后 , 由于其控制对象完全开放 , 用户可根据配方的不同设定不同的控制对象 , 从而达到提高生产效率、节约能源、降低能耗的目的。按照目前的控制方法和混炼工艺 , 可使生产效率提高 7 % ~ 8 % 。

第 11 届全国轮胎技术研讨会论文 ( 三等奖 )

**启事** 本刊编辑部尚有部分《第十届全国轮胎技术研讨会论文集》、《第十一届全国轮胎技术研讨会论文集》和《第一届全国橡胶工业用织物和骨架材料技术研讨会论文集》出售 , 每本定价分别为 200.00 , 200.00 和 100.00 元 , 有需要者请与编辑部张川联系 , 电话 : (010) 68156717 。