

应用理论

XHM-140 /20 型密炼机中胶料混炼工艺分析*

张 海 贺德化 李钦民 马铁军 赵良知

(华南理工大学 510641)

摘要 应用密炼机中胶料混炼和流变理论,采用 MGKJ 密炼机微机监控系统对混炼过程进行监测。对混炼过程功率曲线和有关参数进行统计分析,建议在整个混炼过程中控制好三点:加填料的 a 点,结束混炼的 e 点和扫粉的 d 点。建议在现有设备和新建设备上采用先进的 MGKJ 密炼机微机监控系统。

关键词 密炼机,混炼过程,功率曲线,瞬时功率控制

密炼机中胶料的混炼工艺是橡胶厂十分关注的课题,它不仅对后序加工工序有影响,而且影响着产品的最终质量。为进一步完善混炼工艺,对混炼过程进行科学分析,作者根据密炼机中胶料混炼理论和流变学分析^[1,2],采用 MGKJ 密炼机微机监控系统^[3,4]对某工厂密炼机中混炼胶的第一段混炼过程进行监测,对所录取的 100 批胶料的生产数据(见图 1)进行统计分析,评估混炼工艺状态,测定第一段混炼胶的塑性值。

1 数据收集

试验数据是在 XHM-140/20 型密炼机正常生产时,胎面胶料两段混炼的第一段混炼过程中收集的,现场采用时间控制方法。混炼工艺规程规定总的混炼时间为 (8 ± 1) min。收集到的数据(见图 1)有加填料、油料前的开机时间 t_a ,排料时间(即总时间) t ,混炼时间 t_m ($t_m = t - t_a$),加填料、油料前的瞬时功率 P_a ,排料点瞬时功率 P_e ,加填料、油料后的峰值瞬时功率 P_c ,加填料、油料前消耗的能量 E_a ,消耗总能量 E 和混炼消耗能量 E_m ($E_m = E - E_a$)等。并对第一段混炼胶塑性值进行测定。

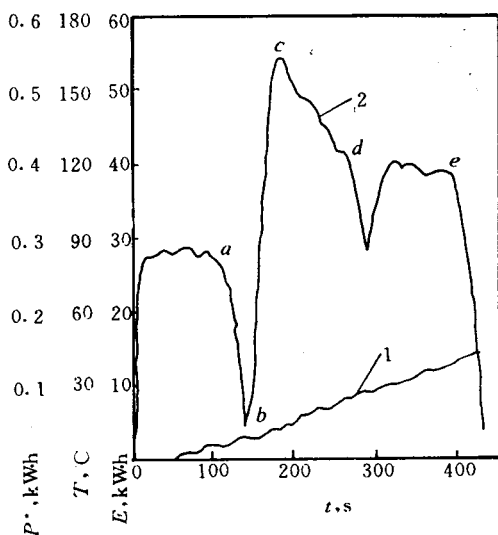


图 1 MGKJ 密炼机微机监控系统
对混炼过程记录图

a —加填料点; b —功率最低点; c —功率最高点;
 d —扫粉点; e —混炼结束点; 1 —累积能量
曲线; 2 —瞬时功率曲线

* 一为 10s 积分(下同);下列各图注均同此

2 结果分析

2.1 总体分析

从有关资料看出:在采用人工操作时间控制的条件下,排料时间 t 的平均值接近规

* 国家自然科学基金资助项目。

程规定 $(8\pm 1)\text{min}$ 下限的占 70%，且每批胶料间的波动较小(个别除外)，从而可证明操作者是希望在满足基本要求的条件下，尽量节省时间。从表 1 可以看出，胶料塑性值 Y_1 的平均值虽在要求 (0.20 ± 0.03) 范围内，但接近下限，而且在不合格的胶料中，绝大多数的 Y_1 是偏小的。加填料、油料前的开机时间和能量消耗波动很大，时间最长的为 170s，最短的为 80s，能量消耗最多的为 $5.46\text{kW}\cdot\text{h}$ ，最少的为 $0.403\text{kW}\cdot\text{h}$ (数据略)，从而造成胶料塑性值波动加大，使得很多批次胶料的混炼结果与最佳状态相差甚远。

表 1 第一段混炼统计数据

项 目	平均值(A)	差值(B)	均方差(C)	C/A, %
t, s	445.0	150.0	25.8	5.8
t_a, s	113.3	90.0	21.0	18.6
$E, \text{kW}\cdot\text{h}$	14.3	6.3	1.3	9.3
$E_a, \text{kW}\cdot\text{h}$	2.67	5.06	1.36	50.7
$P_e, \text{kW}\cdot\text{h}$	0.378	0.159	0.047	12.4
$P_a, \text{kW}\cdot\text{h}$	0.216	0.295	0.106	48.9
Y_1	0.184	0.130	0.028	15.5

2.2 加填料、油料前的混炼状态

加填料、油料前胶料的粘度(塑性值)对填料、油料的混入速度和分散状态影响很大，为此针对加填料、油料前不同混炼状态下的混炼结果进行了分析。本批生产胶料为经过塑炼的烟片胶。就这批胶料的混炼过程记录图，可明显地分为两类：第 1 类如图 1，在这一阶段功率曲线升起；第 2 类如图 2，功率曲线未升起，生胶和中料投入后，压砵未下压，胶料在密炼室中打滑，起不到补充塑炼的作用。在加入填料、油料，压砵下压到位后，功率曲线迅速升起，时有超负荷的可能，需随时减压或者将压砵提起。图 2 中的功率曲线峰值比图 1 的高，但其下降速度比图 1 的慢，这样不仅能量消耗大，而且混炼时间长。

比较图 1 和 3，此阶段功率曲线均升起，

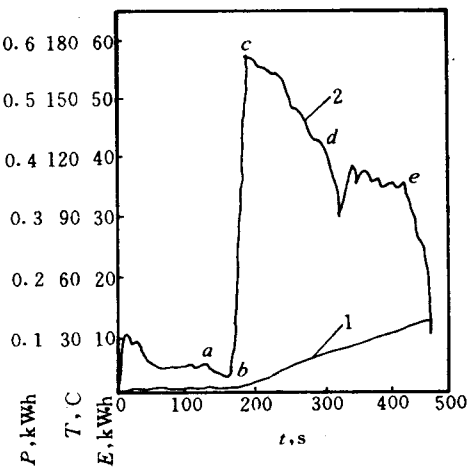


图 2 混炼过程记录图

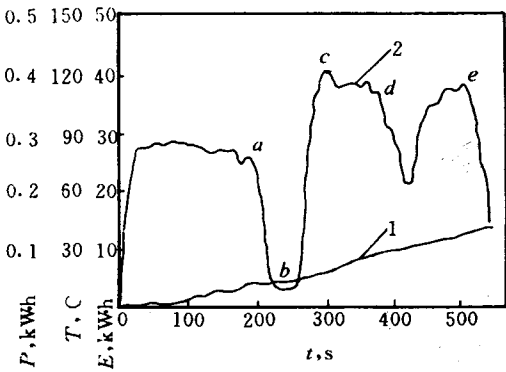


图 3 混炼过程记录图

而且随着时间的延长曲线还微微下降。图 1 中， $t_a=110\text{s}$ ， $P_a=0.265\text{kW}\cdot\text{h}$ ；图 3 中， $t_a=190\text{s}$ ， $P_a=0.254\text{kW}\cdot\text{h}$ 。从图 3 可以看出，由于 t_a 的延长，结果功率曲线峰值(c 点)不高，填料很快混入，分散的任务只能留给第 2 段混炼。这种情况不仅能量消耗大($15.16\text{kW}\cdot\text{h}$)，混炼时间长(520s)，而且质量不理想。

从以上分析可见，工艺条件和填料、油料添加点(a 点)的确定对混炼过程状态的好坏具有决定性的作用。

2.3 扫粉时间(d 点)的选择

加入填料、油料后压砵下压，主要作用有二：一为填料混入胶料，填料集聚体破碎和分散；二为剪切力对胶料产生力化学作用，大分子链断裂，分子量变小，粘度下降。在功率曲线上，曲线从峰值处迅速下降转变为缓慢下

降,表明填料的混入已基本结束(即图4*处),此时为扫粉的最佳时间,既可将密炼机外的少量粉料扫入室内,又有可能使室中胶料有一较大翻转,这对整批胶料的均匀性是有好处的。若单独投入油料,则 d 点为最佳投入油料点。

从图1,2,4和5中可以看出,图1和2的扫粉点控制得好,图4和5的扫粉点均拖得太后,如图4的扫粉点提前130s,图5的提前40s就很好了。

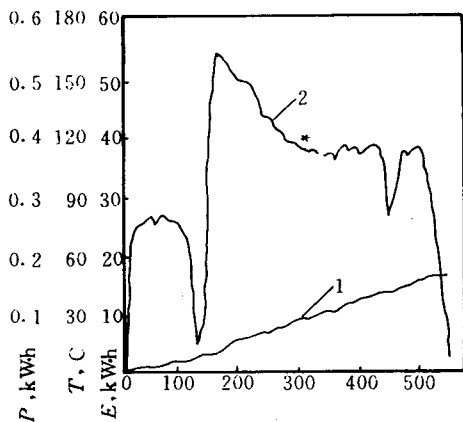


图4 混炼过程记录图

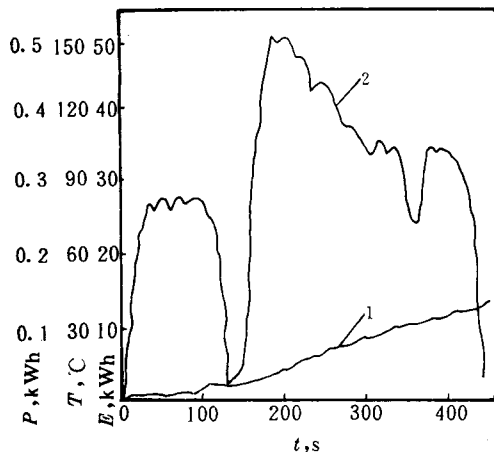


图5 混炼过程记录图

2.4 排料点(e点)的确定

排料点(e点)即混炼结束点。该点的确定应考虑各种配合剂是否混合均匀,胶料是否达到工艺加工和制品性能所要求的塑性

值。正常情况下,混炼完成混合均匀在前,达到所要求的可塑性在后。当转子转速为 $20\text{r} \cdot \text{min}^{-1}$ 时,扫粉后压砣下压,40—60s后排料较合适。若为时间控制,最终应满足总混炼时间的要求;若为能量控制,最终应达到某一能量消耗值;若为瞬时功率控制,最终应达到某一瞬时功率值。本批胶料混炼采取时间控制,混炼胶的主要质量指标——塑性值基本符合要求,这一点在第2.1节中已谈到。

进一步考察混炼胶塑性值 Y_1 与总混炼时间 t (图6)、总能量消耗 E (图7)和排料点瞬时功率 P_e (图8)的散点图可以看出, Y_1 与 t 和 E 无明显关系,却具有随 P_e 下降而上升的趋势。这样,本批那些塑性值偏低而不合格的胶料,只要混炼时间稍延长,待 P_e 下降一些再排料,就可满足要求。由此可见,采用瞬时功率控制比时间和能量控制好。根据流变学理论,密炼机功率与密炼室中物料粘度成正比,采用瞬时功率控制排料,便可在预知混炼胶粘度(塑性值)的情况下结束混炼,从而可保证塑性值是合格的。

3 小结与建议

3.1 小结

(1)操作人员主观上有尽量节省时间的想法。70%批次的胶料总混炼时间在7—

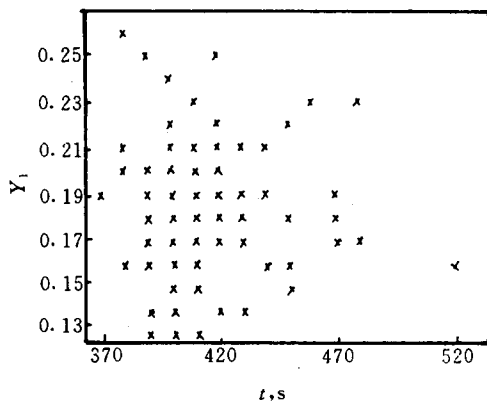


图6 总时间 t 与一段混炼胶 Y_1 的散点图

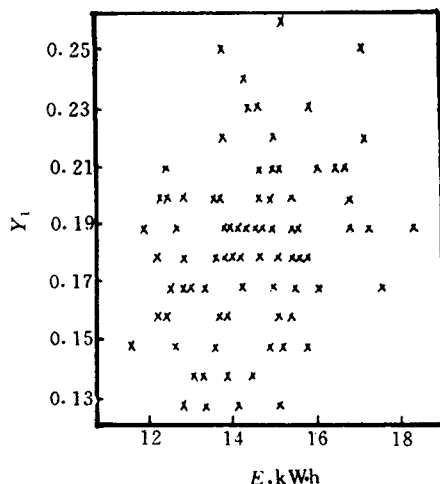


图7 总能量 E 与一段混炼胶塑性值 Y_1 的散点图

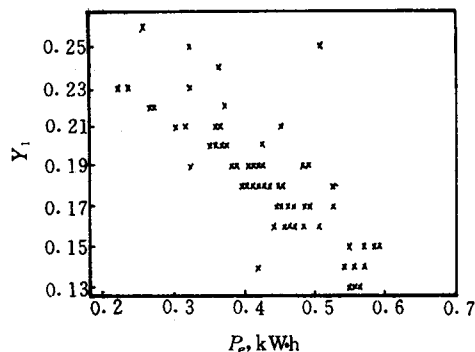


图8 排料点瞬时功率 P_e 与一段混炼胶塑性值 Y_1 的散点图

7.5min, 并有近 10% 批次的混炼时间不到 7min (规程规定的下限), 但也有超过 9min 的, 这并非是操作者所希望的。

(2) 如图 2 所示, 加填料前密炼机不起负

荷的批次占 20% 以上, 加填料和压力后负荷急剧升高, 混入较慢, 结果使其中一半以上的批次塑性值不合格。另外, 加填料加压力点和扫粉时间的前后波动对混炼的影响, 大都为操作者所不知或无法判断。

(3) 根据对混炼过程功率曲线的分析, 图 1 所示的混炼过程应属较佳的一个, 与其相近的混炼过程约占 20%。如与表 1 中的平均值比, 每批混炼时间还可缩短 25s, 而总的能量消耗约需增加 $0.5 \text{ kW} \cdot \text{h}$ 。这是由于塑性值 Y_1 总结果偏小 [与要求 (0.20 ± 0.03) 比], 而要减少塑性值偏小的不合格批次, 就必须增加能量消耗。

3.2 建议

(1) 从整个混炼工艺看, 炼好一批胶应掌握好三点, 即 a 点、 e 点和 d 点。

(2) 从以上分析看, 要提高现有技术水平应从两方面考虑。第一, 利用现有设备方面: ①采用 MGKJ 密炼机微机控制系统, 加强科学的质量管理, 使操作者充分掌握生产情况; ②采用密炼机混炼理论优化工艺, 提高效率, 节能节时; ③采用瞬时功率控制法, 保证胶料高质量。第二, 发展新设备方面: ①采用先进的密炼机和自动控制系统; ②实现混炼的智能化控制, 这样可以自动控制生产, 排除由操作者因素带来的干扰。

参考文献

- 1 张 海等. 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