

密炼机混炼过程功率曲线的作用^{*}

张海 马铁军 钟荣

(华南理工大学, 广州 510641)

摘要 密炼机橡胶混炼过程功率曲线, 在根据密炼机混炼流变理论赋予其新的物理意义后, 其主要作用有: 根据功率曲线图形可判明该混炼是否符合规程的要求, 并可发现某些异常现象; 根据曲线图形可判明工艺的好坏, 并可提供改进的途径; 运用曲线图形研究混炼工艺, 更直接、更快速、更准确; 可预测混炼胶的粘度和分散度。

关键词 密炼机, 混炼过程, 功率曲线

前文^[1]指出了密炼机混炼过程功率曲线所赋予的新的物理意义, 本文主要讨论密炼机混炼过程功率曲线的作用, 包括记录每车混炼胶的混炼过程情况, 有着某种标志或“指纹”作用, 可加强全面质量管理; 初步判明混炼工艺的优缺点并可提供改进途径, 有助于混炼工艺研究; 可预测每车混炼胶的质量等。

1 在加强全面质量管理方面的作用

密炼机混炼过程功率曲线是使用华南理工大学的 MGKJ 密炼机混炼微机监控系统记录的, 如图 1 所示。从图 1 可见, 混炼开始投入生胶、中料等, 压砵下压 30 s, 提起压砵投炭黑, 然后下压 45 s, 提起压砵投入油料, 压砵下压, 在 135 s 时空翻(压砵提起后下压), 175 s 排料。

全面质量管理要求生产过程处于可控状

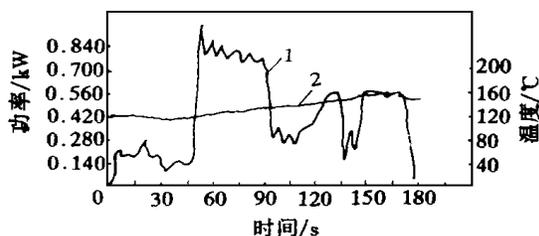


图 1 母炼胶混炼过程功率曲线

1—功率曲线; 2—温度曲线。

排胶温度 158 °C, 累积能量 25.48 kW·h, 预测塑性值 450, 分散度 5.5, 密度 1.1 Mg·m⁻³

态, 通过微机监控系统记录的混炼过程功率曲线图(图 1)可清楚地知道整个混炼的进行情况是否符合工艺规程, 有否异常, 每班生产结束时微机监控系统还会打出一张生产情况简表, 其中有混炼胶代号、批数、每车胶是自动炼胶还是手动炼胶、总能耗、总时间、排胶温度、开始温度、质量预测值和两车混炼间的间隔时间等。管理人员随时可调看混炼情况, 一段时间后可转入软盘存档。例如, 工厂在应用时有一次就发现投入炭黑后功率曲线比正常偏低, 经检查是误将一种软质炭黑当作一种硬质炭黑投入, 及时得到了纠正。又有一次发现在投入油料后, 功率曲线不像正常时要打滑较长时间才升起, 而是很快升起, 经检查该车投油量只相当于正常的 1/3, 故才有此现象, 发现后得到了及时纠正。

由此可见, 有了它可使管理者和生产者都心中有数, 资料可长久保存。

2 在混炼工艺研究中的作用

(1) 根据功率曲线的变化可判断混炼工艺的优劣

从图 1 可看出: ①密炼机的生产状态正常, 压砵的升降、卸料门的开关和投料等都在规定时间内; ②投炭黑后压砵下压, 功率曲线很快升起, 说明此时胶料处于最佳粘度状态; ③投油料后, 功率曲线打滑时间较长, 从投油料开始差不多用了 40 s 功率才升起。与一般混炼相比, 这已是较好的了, 但还可以更快升起(减少打滑), 此时温度已达 130 °C, 应属不低了, 从整个功率曲线看, 加油料时间可稍提前点, 但这又可能对

^{*} 国家自然科学基金资助项目。

作者简介 张海, 男, 64 岁。教授。1960 年毕业于华南工学院(现华南理工大学)橡胶专业。从事教育工作近 40 年。发表论文 40 余篇。

分散度有不利影响。较好的方法可将空翻时间提前 15 s, 这样功率曲线将较快升起。在保持混炼胶粘度不变的情况下, 可比原混炼时间提前 10 s 结束混炼。这两种方法同时使用可能更好。如果母炼胶粘度可以比原来的控制大一点, 混炼时间还可缩短 10 s 左右。终炼胶粘度仍可控制在原要求范围内, 而分散度将比原来提高半级到一级, 达到 6 级以上。

再举一例^[2], 如图 2 所示, 在 A 点投入生胶、中料和部分炭黑后压砵下压到位, 混炼进行到 B 点提起压砵投入其余部分炭黑, 到 C 点压砵又下压混炼, 到 D 点提起压砵空翻(压砵提起后又下压), 在 E 点压砵下压混炼, 到 F 点浮起压砵加入软化剂, 在 G 点压砵下压混炼, 到 H 点结束混炼排料, 整个混炼时间为 220 s。从整个混炼过程看, 到 C 点差不多用了 80 s, 只是投完了生胶、中料和炭黑, 因而混炼效率很低。从 C 点混炼到 F 点有近 60 s 时间, 在强混炼的 D 点空翻到 E 点, 又有近 15 s 左右的时间混炼效率很低。从投入软化剂到排料用了 60 s, 前段有较轻的打滑, 后段胶温较高, 料较软, 对分散度不利。经分析试验后将混炼工艺改为在 a 点投入生胶、中料和全部炭黑, 在 b 点压砵下压, 功率迅速升起, 直到 c 点在强混炼条件下有 50 s 时间, 这对炭黑附聚体在胶料中的分散度是十分有利的, 然后在 c 点投入软化剂, 在 e 点空翻, 在 g 点结束混炼排料, 总时间为 170 s, 比原混炼工艺少了 50 s, 混炼胶粘度相近, 这点从曲线 1 的 H 点和曲线 2 的 g 点瞬时功率值都在 0.45 kW 左右也可看出。而分散度比原工艺要好。从功率曲线 2 来看, 混炼工艺已有较大改进。如想进一步缩短时间, 省掉空翻也是可以的, 因为炭黑混炼后提压砵加入软化剂也有空翻的作用。

从上面的分析来看, 功率曲线新的物理意

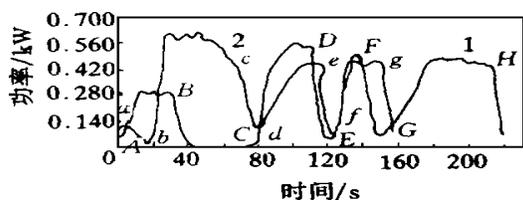


图 2 第 1 段混炼过程功率曲线
1—原混炼工艺; 2—改进后的混炼工艺

义的作用是很大的, 它可以让人们通过功率曲

线的变化了解混炼过程中物料的状态, 知道混炼工艺的好坏, 并指明可能改进的途径。从橡胶的密炼机混炼流变理论来说, 对每一次功率曲线分析判断的应用, 也是对理论的检验和丰富。

(2) 在改进混炼工艺优化研究中的作用

过去要进行混炼工艺研究, 一般要根据存在的问题, 制定实验方案, 如果对存在的问题有不同的看法, 或者对产生问题的原因认识不同, 制定混炼工艺的实验方案就困难了, 因为没有明确的理论指导, 这种现象是经常可以看到的, 又加上混炼胶检验的误差(如分散性)较大, 最后只有用硫化胶的性能好坏来判断哪种工艺较好, 由于检验环节较多, 本身还有一定误差, 就很难得出明确的结论。

用 MGKJ 密炼机橡胶混炼微机监控系统可实时记录每车胶混炼过程的功率曲线, 根据密炼机橡胶流变理论赋予功率曲线新的物理意义后, 对密炼机混炼工艺的优化研究可以按如下步骤进行: ①根据功率曲线研究分析现有混炼工艺的优缺点, 提出可供改进的实验方案; ②在实验室或车间进行实验, 记录混炼过程功率曲线和有关数据, 检查混炼胶质量; ③分析研究实验结果, 首先分析与预期结果的异同, 如不同, 或不完全相同, 再研究制定新一批的实验方案; ④进行新一轮实验, 收集有关资料; ⑤进行分析研究, 根据实际情况一般可确定相对较优的混炼工艺。⑥将相对较优的混炼工艺进行小批量的试生产, 记录收集各种资料, 进行混炼胶和硫化胶的各种性能检测; ⑦如⑥点实验取得预期结果, 再进行大批量的试生产和进行有关性能检测, 考察大批量条件下的工艺和胶料质量的稳定性。如达到要求可转入试生产; ⑧试生产一段时间后, 再研究新工艺是否可投入生产。上述步骤可根据问题大小、改进多少适当取舍。如改进很小, 则可大大简化实验。相对原来一般的混炼工艺优化工作, 资料收集更齐全、情况更清楚, 意见比较容易统一, 而工作量可大大减少。

3 预测混炼胶的质量

在采用华南理工大学的 MGKJ 密炼机橡胶微机监控系统时可以在每车胶混炼结束时给出

该车混炼胶的粘度和分散度等指标,在此不是指这方面的内容,而是指通过观察功率曲线的变化,可以预测混炼胶的质量。

(1) 预测混炼胶的粘度

在理论上密炼机流变理论证明密炼室物料粘度与密炼机转子转矩或功率成正比^[3]。在实验室或生产条件下,也多次得到排料点的瞬时功率与混炼胶粘度成正比的结果^[4,5],因此在观察功率曲线时,比较排料点功率与一般条件下的功率(此时混炼胶粘度为已知)就可大概知道该车混炼胶的粘度。温度对粘度有影响,但温度误差仅为3~5℃时其影响可以忽略。

(2) 预测混炼胶的分散度

①等变形量理论^[3]认为,某物料与另一相同物料在粒状填料分散上,如两物料受到相等的变形量,则两物料粒状填料的分散状态也相同。两物料粘度相同时,消耗的能量也相等。因此在观察功率曲线时,胶料与填料混炼的能量消耗如果与一般情况相近,那么它的分散度也应与其相近;②在①点的基础上还应观察投入填料压砣下压后,是否打滑,打滑的程度如何。如果打滑较严重,分散度可能下降1级以上^[6];③根据经验,胶料与填料混炼,在高功率条件下不打滑,经过比较上述的加工工艺,一般可达5级。根据以上3点的分析,可对混炼胶的分散度有一基本的估计。

4 结语

现在华南理工大学 MGKJ 密炼机混炼微机监控系统所绘的功率曲线,是直流或交流电动机的输出功率进入微机通过软件绘制而成。在实际应用时,交流电一定要注意是同相位,否则功率不准确;除此之外的影响因素是横坐标时间的尺度问题,一般快速密炼机在每毫米 1.5~2 s,而一般慢速密炼机在每毫米 6 s 左右。如时间尺度太大,很多可能观察到的现象看不清;反之,曲线变化平坦,混炼过程中物料的变化同样观察不到。

直接用功率记录仪记录功率曲线也有同样的问题。较早的纵坐标还是弧形的,更难观察。总之,功率曲线图形绘制得是否适当,对于它的作用发挥影响很大。

参考文献

- 1 张 海 鲍舟波,陈 薇. 混炼过程功率曲线新的物理意义. 橡胶工业, 1998, 45(12): 707~710
- 2 周友生,何桂德,霍柱辉,等. 应用 MGKJ 微机监控仪优化混炼工艺. 轮胎工业, 1997, 17(2): 108
- 3 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
- 4 张 海,贺德化,马铁军,等. 密炼机橡胶结束前瞬时功率与混炼胶粘度的关系. 轮胎工业, 1996, 16(4): 239
- 5 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
- 6 张 海,贺德化,马铁军,等. 提高混炼胶分散性的探讨. 橡胶工业, 1998, 45(4): 229

收稿日期 1998-12-23

Power Curve Function in Internal Mixing Process

Zhang Hai, Ma Tiejun and Zhong Rong

(South China University of Technology, Guangzhou 510641)

Abstract Being given the new physical meaning by the rheological theory of internal mixing, the power curve in rubber internal mixing can be used to: determine whether the mixing is in accordance with the technical requirements and find some abnormal phenomena; determine whether the process is reasonable and provide modification measures; study the mixing process more directly, faster and more accurately; and predict the viscosity and dispersity of mixed rubber.

Keywords internal mixer, mixing process, power curve