

# 现代橡胶配方优化设计的 CAD 技术

高立君, 辛振祥

(青岛科技大学, 山东 青岛 266042)

所谓橡胶配方设计, 是根据产品的性能要求和工艺条件, 通过试验、优化、鉴定、合理地选用原材料, 确定各种原材料的用量配比关系。借助 CAD 技术, 可以根据橡胶制品设计需求自动安排试验方案、处理数据、预测和优选配方, 缩短新产品开发周期, 更好地满足不断变化的市场需求。

## 1 现代橡胶配方优化设计概念

生胶原材料和配合剂的种类繁多, 若按其功能、品种、等级、牌号等分类则可达数万种以上。橡胶配方设计的重点是如何保持制品的使用性能及加工性能的平衡, 包括试验设计、数学建模、配方优化及质量成本控制等内容。

### 1.1 试验设计是基础

试验设计是在试验域内最有效地选择试验点, 通过试验得到响应的观测值, 然后进行数据分析求得达到最优响应值的试验条件。所以理想的试验设计方案应当是以尽可能少的试验次数反映尽可能多的信息, 即试验点在试验空间中的分布要合理, 既有一定的均匀性, 又便于试验结果的分析与模型的建立。

### 1.2 数学模型是关键

实践证明, 在一定范围内, 制品性能与配方因子之间的关系可用完全二次多项式来表示, 这有力地推动了对配方过程的数学研究与模拟。

1.3 寻求制品性能、工艺可行性和经济效益的综合平衡是目的

由于用于配方优化的数学模型是从生产数据中得到的统计模型, 应选用适当的优化算法(如逐步回归、神经网络、遗传算法等), 方可获得整个试验范围内的最优配方。此外, 最优配方应具有稳

定性, 即实际生产中配方用量在偏离最佳用量后性能值不会有很大变化。

## 2 橡胶配方优化设计软件应具备的功能

从上世纪 80 年代起, 青岛科技大学在橡胶配方 CAD 技术领域内进行了大量的研究工作, 自行研制开发了“橡胶配方优化设计系统”等实用的配方 CAD 软件。

橡胶配方优化设计软件的开发需综合运用橡胶工艺学、运筹学、概率论和数理统计及计算机科学等理论, 并用大量橡胶配方设计进行实际验证, 方可用于橡胶制品的研究开发以及工艺参数优化等。作为橡胶配方优化设计软件, 一般应包含以下功能。

### 2.1 数据库管理

在橡胶配方优化设计软件中, 数据的种类既可分为试验数据和非试验数据, 又可分为当前数据和历史数据。为满足数据共享和实时性要求, 需要用数据库管理系统中的数据, 这些数据包括原材料、生产配方、试验配方、试验方案、试验数据等。见图 1, 下层界面的左侧是采用树形结构对配方进行分类管理, 右侧显示完整的配方, 包括材料名称、材料规格、代号以及用量等。上层为向系统中添加新配方的界面。上方为配方基本信息, 左下方为从原材料库中读取的原材料信息, 右下方为配方输入区域, 配方中的原材料可以从原材料库中直接调入, 实现数据共享, 提高了工作效率, 更是对传统配方管理方式的促进和变革。

### 2.2 试验设计和建模

为更好的揭示试验数据中隐含的规律, 减少配方研制过程中的人力物力的消耗, 使用尽量少

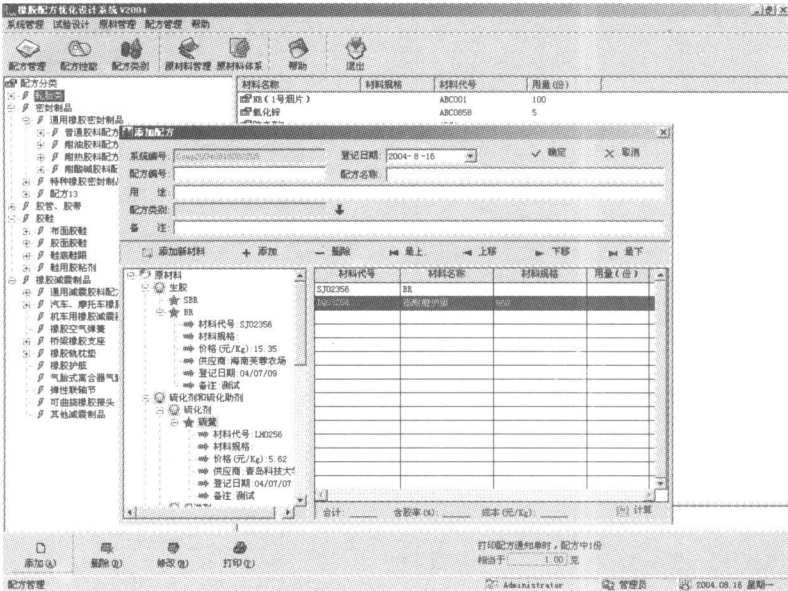


图 1 “橡胶配方优化设计系统”中原材料、配方管理界面

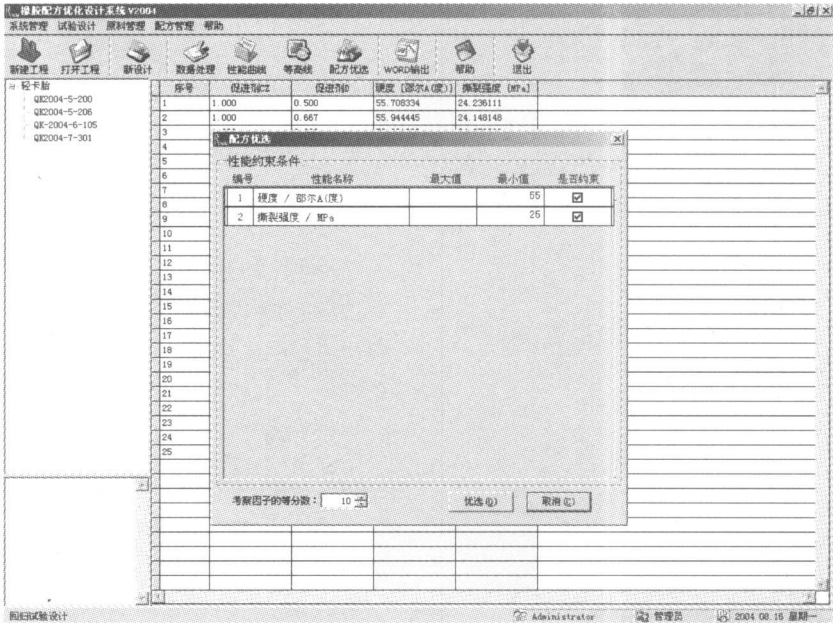


图 2 “橡胶配方优化设计系统”中配方优选界面

的试验代替全面试验,使数据具有更好的代表性。实践发现,均匀试验设计、正交试验设计、回归试验设计等数理统计方法于橡胶配方设计中均能起到很好的效果。

试验设计和建模是根据产品设计的需要,由配方工程师提出要求,系统自动选择最优的试验设计方法,给出试验方案。试验方案用“工程”进行管理,每个工程相当于一个分类,便于试验方案的检索和维护。系统根据用户给定的考察因素和范围自动选择试验点并生成试验方案

2.3 数据处理

数据处理是对试验中测得的各项性能数据按照建立的数学模型进行运算,对系统中数据(如试验方案等)进行存储、调入和维护,绘制性能曲线图及性能等高线图。

2.4 性能预测和配方优选

2.4.1 根据给定的用量配比预测试验结果

根据输入的原材料用量配比,系统给出预测的结果。原来设计出一个新的试验条件,只有实施后才能知道结果,现在让系统预测一下就知道

结果如何,不好的条件不用做试验,自认为较好的条件可实际做一下,这样就节省了时间和经费。

2.4.2 根据给定的性能约束条件,优选出满足要求的配方

性能指标通常是互相牵制的,某个考察因素的控制值一变,几个考察指标的值可能都会发生变化,故要求配方 CAD 软件能把各种考察指标综合考虑,优选出满足各种考察指标要求的原材料用量配比。见图 2,上层界面中可以输入试验配方对性能的要求,下层界面显示优选出的满足条件的配方。

2.5 强大的报表处理能力

能够以图形、文档等多种形式输出系统中的各种数据,并允许用户进行部分定制。

2.6 与通用软件的接口

能够将系统中的数据报表自动转换为其它通用软件的格式,如 Microsoft Word、Excel 等,方便进一步编辑。

2.7 数据的备份和恢复

在计算机使用过程中,不可避免的会出现各种软、硬件故障,甚至造成数据丢失。所以,作为一个健壮的软件系统,应该具有强大的数据备份和恢复功能。配方设计者可以很方便的对系统中的数据进行备份,当出现问题时可以很容易的把备份的数据恢复到系统中。

2.8 用户管理

为增强数据的安全性,系统应能够为不同的用户设置不同的使用权限。如把技术主管设置为最高权限,可以查看系统中所有数据,配方工程师设置为一般权限,只能查看自己设计的试验方案等。

3 结语

现代橡胶配方设计理论的发展为配方 CAD 软件的设计提供了理论基础,计算机技术的发展使得应用 CAD 技术进行配方设计成为现实。ISO9000 认证体系的推广与实施,对橡胶工业的配方设计提出了许多严峻的问题,而其中的许多问题都与统计方法的应用有关。面向信息时代,橡胶工业应该建立现代橡胶配方优化设计概念,充分利用计算机辅助设计技术,最终实现配方设计的人工智能化与网络化。

## 飞利浦汽车轮胎气压监测系统芯片 解决方案

日前,皇家飞利浦电子集团推出了可直接测量车辆轮胎气压并识别轮胎的新型半导体解决方案。该方案结合了飞利浦在无线连接领域的技术专长和业界领先的汽车 RFID Passive Keyless Entry(PKE)技术,可以直接显示车辆轮胎气压是否正常,无需驾驶员定期手动检测轮胎气压,因而能够显著提高车辆安全性,给驾驶员带来极大的便利。

直接或非直接轮胎气压监测系统(TPMS)将在 10 年内成为车辆的标准配置,美国法律规定自 2004 年开始,所有车辆都要装配 TPMS。与非直接监测系统相比,直接监测即使在车辆停放时也可以得到信号,因而可以更精确地显示轮胎气压值。飞利浦的信号调节芯片 P2SC 提供轮胎模块和驾驶员界面间的连接,可以向驾驶员及早报告不正常的轮胎气压。P2SC 芯片解决方案的无线连接使用了飞利浦业界领先的 Passive Keyless Entry RFID 技术,经实地测试适用于车用。

飞利浦的 P2SC 芯片提供低频唤醒和高频回复功能,使系统可以“询问”每个轮胎当前的气压和位置,并将信息传递给驾驶员。每次打开点火开关时每个轮胎都会被自动“唤醒”,在开车前告诉驾驶员轮胎气压信息。在驾驶过程中,通过自适应唤醒模式可以随时向驾驶员显示轮胎气压变化。如果轮胎气压突然下降,无须再次被唤醒,轮胎会自动向驾驶员报告这一情况。驾驶员可以通过仪表板上的各种显示系统,以图标显示或虚拟车辆显示了解轮胎气压状况。

飞利浦 P2SC 解决了自转问题,即使轮胎在维修保养时调整了位置,它也可以通过低频唤醒自动识别正确的轮胎发射器,无须像其他轮胎气压监测装置那样,当轮胎位置调换或安装新轮胎后,还须重新编辑程序。该信号调节芯片直接装配在轮辋上,可在恶劣驾驶条件下使用,即使在 2000G 冲击和摄氏 175℃高温条件下也可正常工作。

目前,飞利浦公司可提供 P2SC 样品,将很快展开批量生产。

胡春林