现代质量控制(管理)技术在橡胶行业中的应用

邢新华
(华南橡胶轮胎有限公司, 广东 番禺　511400)

摘要: 分析了质量控制(管理)技术广泛应用的原因, 简介了应用于橡胶行业的专业质量控制软件即 SPSS 6.0 版、SAS 6.2 版和 STAT 4.5 版, 并详细介绍了 STAT 的具体工作内容即过程(工序)能力分析、质量控制图和试验设计。以轮胎厂为例, 指出企业可应用统计工序控制(SPC)进行 SPC 变量控制数据分组、过程控制和过程能力、短期能力和长期能力的研究。

关键词: 质量控制技术; 统计技术应用; 计算机辅助质量管理
中图分类号: F406.3　　文献标识码: B　　文章编号: 1000-890X(2002)04-0243-07

众所周知, 产品质量在当今社会的发展与竞争中愈来愈重要, 为提高产品质量, 各种质量管理(控制、分析)技术(工具)也在不断地发展和深化。早期应用较为广泛的质量控制技术主要有统计工序控制(Statistical Process Control, 缩写为 SPC)和工序能力分析、试验设计和抽样技术。

自 20 世纪 70 年代, 尤其是推行 ISO 9000/QS 9000 标准以来, 无论其应用的深入程度和技术种类均有很大的发展。目前应用比较广泛的质量控制技术有 SPC 和工序能力分析、试验设计、抽样技术、质量功能开发(Quality Function Development, 缩写为 QFD)、失效模式及后果分析(Failure Mode and Effects Analysis, 缩写为 FMEA)、田口三次设计、产品可靠性研究、计量器具的重复性和再现性分析(Gage Repeatability and Reproducibility, 缩写为 GRR)和计量系统分析(Measurement System Analysis, 缩写为 MSA)。此外还出现了其它一些质量管理方法和技术, 如横向功能小组、5S 管理、因果分析、并行技术、基准分析(Benchmarking)、6σ、零缺陷(PPM)等。这些质量控制技术大部分均涉及到统计技术的应用, 在某种程度上, 质量管理活动基本上是一种数据统计分析的活动。专业质量工程师的一项重要素质就是应具备较深厚的数理统计知识。本文对当前主要的质量控制技术进行简单介绍并对其在橡胶(轮胎)行业中的应用方法进行探讨。

1　质量控制技术得到广泛应用的原因

(1)企业(组织)生存、质量竞争的需要。众所周知, 目前企业的竞争除产品的实物外, 其它要素如服务、价格、质保能力、创新能力和管理水平等都有不可忽视的作用。尤其是外向型和以原配市场(Original Equipment Market, 缩写为 OEM)为主的企业。

(2)计算机软硬件发展为其应用提供了可能性。目前大量的商业化专业软件的出现使人们采用电脑软件进行数据统计分析处理变得轻而易举, 应用统计技术也不再是一项高深复杂的工作。计算机辅助质量管理(CAQ)学科正在形成。

(3)经济全球化发展的要求。目前在世界各国广泛推行的 ISO 9000/QS 9000 质量体系认证和产品认证制度均推荐和强制企业采用质量控制和统计技术。

(4)"一切以数据说话"是人们一贯普遍崇尚的理念。东西方管理理念的一项重要区别是在人治和法治之间, 西方国家更重视法治, 即更相信科学。但东西方管理理念也在相互交融和借鉴, 如美国人发明的控制图技术在日本公司中应用就取

作者简介: 邢新华(1962-), 男, 湖北黄梅人, 华南橡胶轮胎有限公司高级工程师, 学士, 主要从事轮胎技术开发和质量管理工作。

得了极大的成功。甚至有人说，日本 20 世纪 70 年代的经济腾飞就是得利益于控制图技术。同样，日本人发明的田口三次设计也被西方国家大量采用[1]。

2 应用于橡胶企业的专业质量控制和统计分析计算机软件

质量控制技术在橡胶厂的应用领域见表 1。

目前国内外均有专业化的质量控制和统计分析计算机软件，现对美国三大著名的统计分析软件——SPSS 公司的 SPSS(Statistical Package for the Social Science)6.0 版、SAS 分析公司的 SAS(Statistical Analysis System)6.2 版和 StatSoft 公司的 STAT(Statistical for Window)4.5 版进行简要介绍(见表 2)。SAS 软件主界面见图 1。

最适用于质量管理和控制的计算机软件是 STAT。STAT 应用非常方便，其模块化设计和良好的人机界面，令使用者倍感轻松。在质量控制方面，利用 STAT 可完成以下工作：

(1)各种质量的数据输入、编辑和生成；

(2)抽样计划的设计、生成和分析；

(3)过程能力计算和分析；

(4)计量器具的重复性、再现性研究分析；

(5)试验设计、分析和结果处理(包括田口三次设计)；

表 1 质量控制技术在橡胶厂的应用领域

类别	应用领域	优点
SPC	过程能力分析；查找和排除异常原因	有利于质量和经济性方面的平衡
FMEA *	产品开发；过程开发和失效分析；故障查找	将故障消除在设计阶段
DOE **	配方设计；过程参数优化；质量改进；问题查找	—
QFD	产品开发	以顾客为取向，节约开发成本和检验成本
GRR	进行 SPC 的基础工作；试验和检测设备(仪器)测定中不确定度的确定	—
抽样技术	检验的取样	节约检验成本

注：*分设计和工艺 2 种；**试验设计。

(6)产品的失效分析。

STAT 所涉及的数理统计方面的统计分析有(见图 2 和 3)：

(1)方差分析(ANOVA/MANOVA)：包括多因素、协方差和重复测量方差分析；

(2)基本统计(Basic Statistics)：包括属性统计、相关矩阵等；

(3)典型分析(Canonical Analysis)；

(4)聚类分析(Cluster Analysis)；

(5)判别分析(Discriminant Function Analysis)；

图 1 SAS 软件主界面

表 2　软件的特点和应用领域

软件	特点	应用领域
SPSS	程序大, 功能强	社科和医学等
	用途广泛	市场分析
	使用较复杂	
SAS	程序较大	质量控制等
	使用较复杂	
STAT	程序小巧、实用	质量管理/控制的首选
	界面友好	试验设计和数据处理

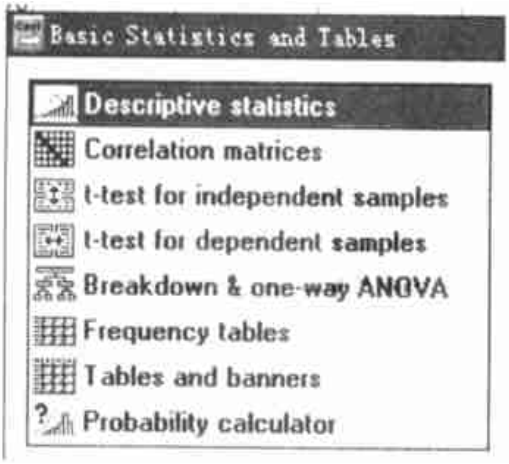


图 2　基本统计模块的功能屏幕

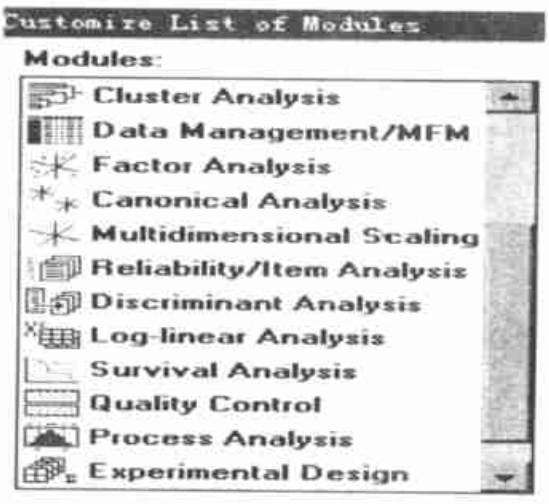


图 3　统计模块主屏幕

(6)试验设计(Experimental Design);

(7)因子分析(Factor Analysis);

(8)线性回归(Linear Regression);

(9)对数直线分析(Log-Linear Analysis);

(10)多维/缩放变换(Multidimensional Scaling);

(11)非线性估计/回归(Nonlinear Estimation);

(12)非参数检验(Nonparametrics);

(13)过程能力分析(Process Capability Analysis);

(14)质量控制图(Quality Control Chart);

(15)可靠性分析(Reliability & Item Analysis);

(16)生存分析(Survival Analysis);

(17)时间序列和预测(Time Series and Forecasting)。

其中用于质量管理和质量控制的主要有方差分析、基本统计、过程能力分析、质量控制图、试验设计和可靠性分析。现对过程能力分析、质量控制图和试验设计进行简要介绍。

(1)过程(工序)能力分析

在此功能模块中, 主要包括过程能力分析计算、GRR 和抽样计划 3 项功能(见图 4~6)。

(2)质量控制图

在此功能模块中, 包括有以下几部分(见下图 7 和 8):

①计量型控制图——单值移动极差图(X-R)、平均值极差图(X-R)、平均值标准差图(X-S);

②计数型控制图——C-U 图、Np-P 图;

③回归图;

④帕累托图;

⑤累积控制图和单值移动极差图(X-R)。

(3)试验设计

在此功能模块中, 包括: 两水平因子设计[2 * *(k-p) Fractional Factorial Designs at 2 Levels]、中心点复合设计(Central Composite Designs)、拉丁方格设计(Latin Squares Designs)和田口三次设计(Taguchi Robust Design Experiments)(见图 9)。

3　现代质量控制(管理)技术在橡胶行业中的应用

以轮胎厂为例, 各配套主机厂均有质量保证体系方面的要求, 除 ISO 9000 标准体系外, 还有一些主机厂如大众、通用等公司还需按照 QS 9000/VDA 6.0 等要求进行潜在供应商评审(PSA)和各种质量审核。自80年代以来, 随着计

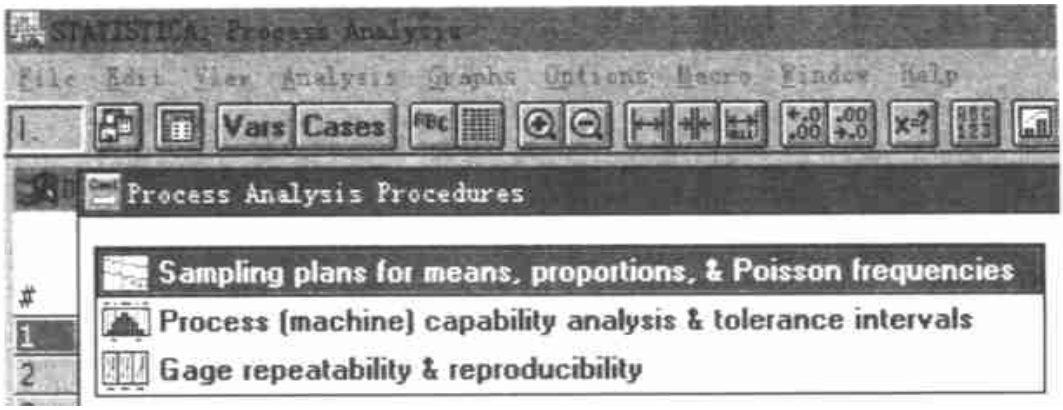
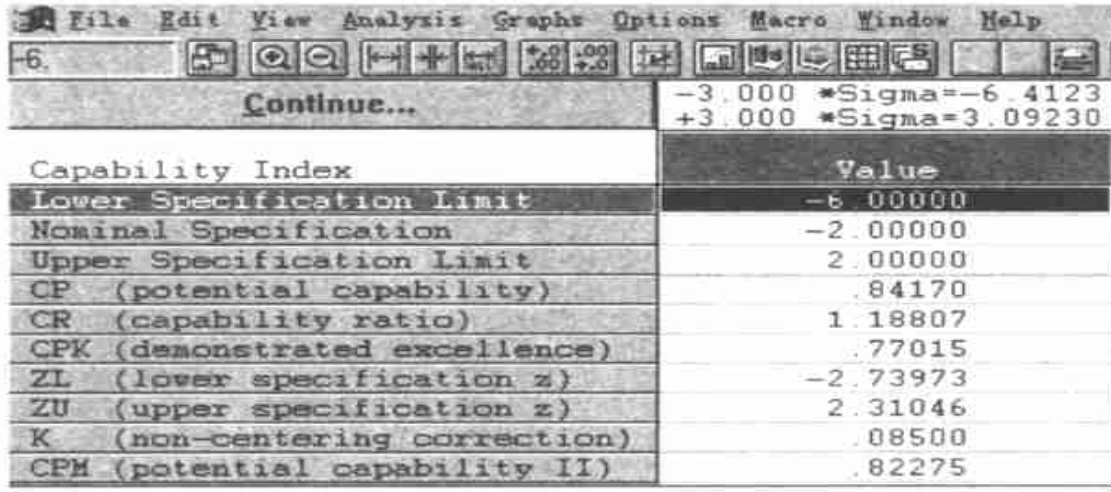


图 **4** 过程能力分析模块主界面



Capability Index	Value
Lower Specification Limit	−6.00000
Nominal Specification	−2.00000
Upper Specification Limit	2.00000
CP (potential capability)	.84170
CR (capability ratio)	1.18807
CPK (demonstrated excellence)	.77015
ZL (lower specification z)	−2.73973
ZU (upper specification z)	2.31046
K (non-centering correction)	.08500
CPM (potential capability II)	.82275

图 **5** 过程能力分析计算结果

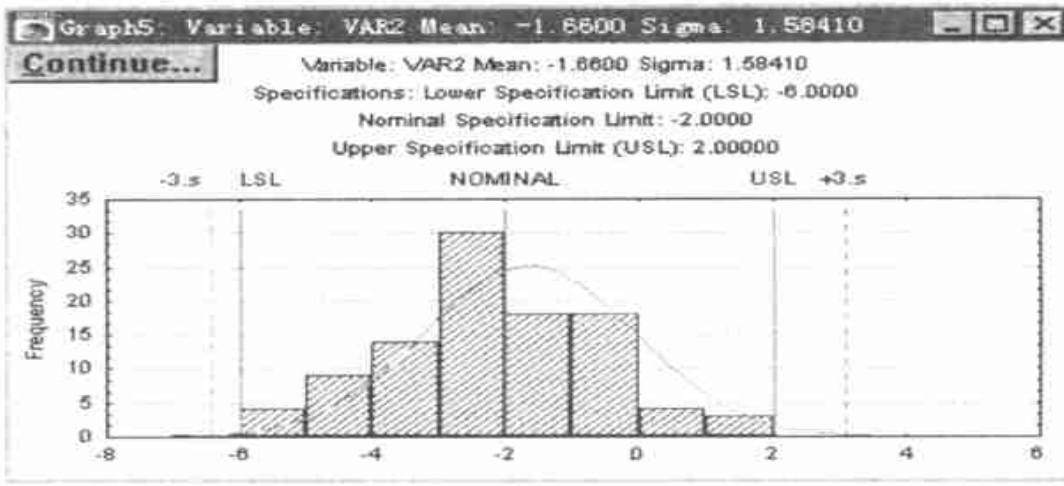


图 **6** 过程能力分析图形化的控制图

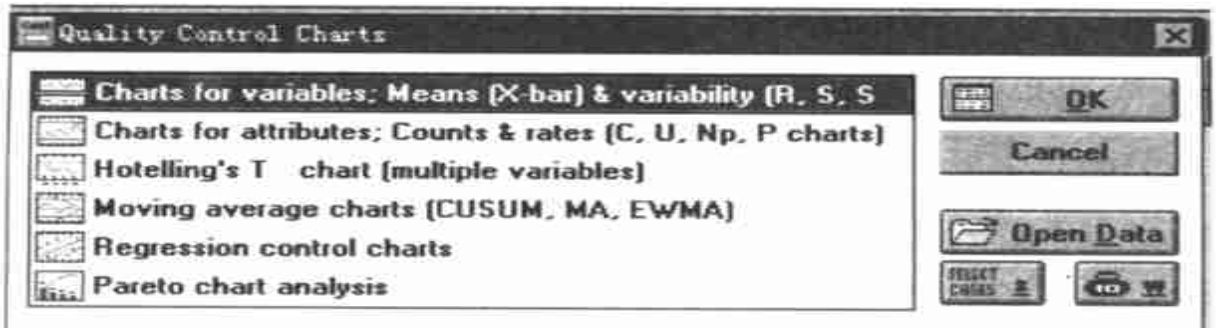


图 **7**　控制图模块

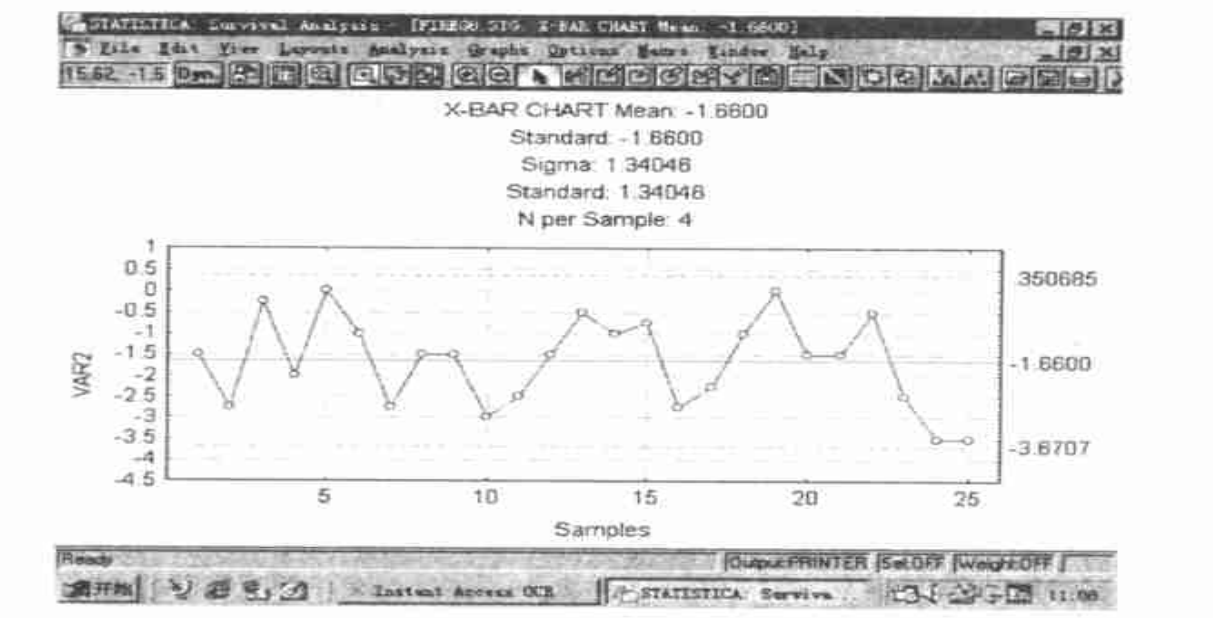


图 **8**　**STAT** 输出的平均值控制图示例

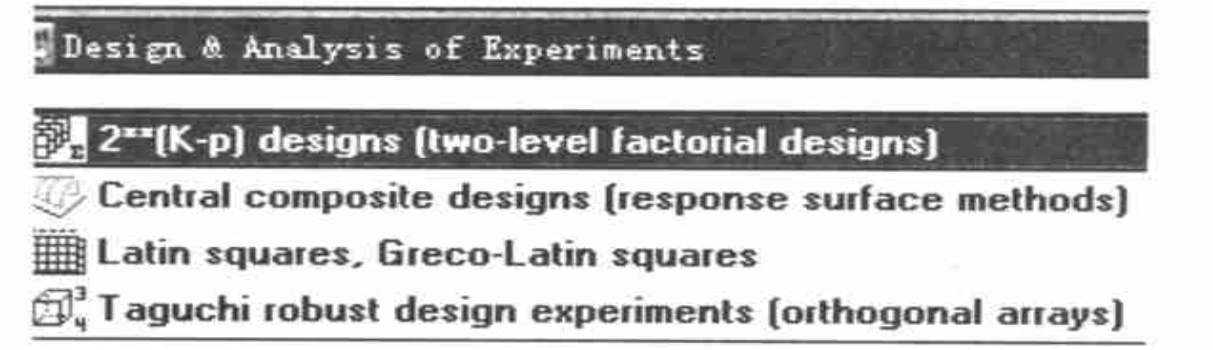


图 **9**　试验设计模块的电脑主屏幕

算机技术和自控水平的提高，我国很多厂引进的先进的生产和检测设备(如压延机、挤出机等)本身亦具有质量特性参数的采集和统计处理功能。在所引进的技术软件中，在质量控制与质量保证方面也包含有某些质量控制技术，如抽样技术、SPC 技术等。如何更好地使用和发挥这些质量控制技术，提高和稳定产品质量和质量保证水平是我们必须面对的问题。以 SPC 为例，对实际应用中如何使用 SPC 进行简要介绍。SPC 的应用包括过程(工序)能力调查和控制图技术，有关书籍

和文章中均有详细介绍，在此仅介绍一些体会。

(1)应用 SPC 应注意的问题

①建立适合于实施的环境。除非管理者已准备好一个可靠的环境，否则任何统计方法都会失败，管理者必须提供资源，参与和支持改进措施。

②真正理解和掌握 SPC。在实际应用过程中往往因为没有真正理解和掌握而出现很多失误，或者使用效果很差，所有这些与没有真正掌握其技术很有关系。建议对 QS 9000 及其配套手册的SPC 卷进行认真钻研。这是一本很好的教材。从严格意义上讲，中国的 SPC 与美国的 SPC 存在较大的区别。

③工作程序化。采用的框图、表格形式越详细越好，因为大部分工作是操作工在工作现场完成的。

④专人负责。安排专职 SPC 或质量工程师专门负责此项工作。欧美一些大公司，如摩托罗拉、通用电气、联信等公司甚至设立专门部门来推行SPC 和 6σ[2]。

⑤注重实际工作。即将生效的 ISO 9000 标准 2000 版与 1994 版的一个主要区别是前者更重视其有效性和业绩。

⑥充分利用一些设备、仪器自带的(任选件)自动数据采样和处理系统进行数据采样和计算。如目前引进的纤维帘布压延机、钢丝压延机、硫化仪等设备和仪器均带有这种功能。

(2)应用 SPC 控制变量

一般情况下，变量的具体控制是根据该变量是否处于统计控制状态和对产品质量的影响程度来决定的。在此以轮胎厂为例，列举一些计量型数据的控制变量(供参考)：

①炼胶工序——各种胶料的门尼粘度、硫化特性；

②压延工序——纤维帘布的厚度、宽度、单位面积的挂胶质量；

③挤出工序——挤出半成品的宽度、长度、厚度；

④裁断工序——帘布宽度；

⑤成型工序——灯光、半成品尺寸；

⑥成品检验——断面分析、均匀性、动平衡等。

(3)数据分组的问题

数据分组问题是一个如何收集数据和如何对所收集的数据进行处理的问题。如果对 SPC 真正理解的话，这将是一个不难处理的问题。

(4)过程控制和过程能力问题

一个可接受的过程必须处于受统计控制状态且其固有变差(能力)必须小于规定的公差。每个过程根据其变差和是否受控进行分类，可分为受控可接受、受控不可接受、不受控可接受和不受控不可接受 4 类(以受控和不受控表示是否满足要求)。

理想的情况是受控可接受。受控不可接受是受控过程，但存在因普通原因造成的过大且必须减少的变差。不受控可接受需要识别变差的特殊原因并消除它。在有些情况下，顾客也许允许制造商运行一个不受控可接受过程。这些情况包括：①顾客对规范要求之内的变差不敏感；②对特殊原因采取措施从而使发生的成本均大于任何顾客得到的利益，可允许存在的特殊情况包括刀具磨损、季节变化等；③特殊原因已被查明，经记录后表明具有稳定性和可预见性。

通行的做法是一个过程被证明处于统计控制状态后，计算其过程能力。

(5)短期能力和长期能力研究

过程能力(指数)可分长期和短期两类。短期能力研究是以从一个操作循环中获得的测量为基础的。它用来验证由顾客提出的过程中生产的首批产品。有时短期能力也称机器能力，是用来验证一个新的或经过修改的过程的实际性能是否符合工程参数。

如果一个过程是稳定的且符合短期的要求，接着应进行长期能力研究，该研究需要对数据进行很长一段时间的收集和分析，同时这些数据应包括所有可预计到的变差原因，很多变差原因在短时间内不一定能观察到。长期能力研究的用途在于描述一个过程在很长时期内各种变差原因出现后，满足顾客要求的能力。

4 结语

SPC 是一门技术，对它的认识、掌握还在不断深化，因而也不是本文所能涵盖得了。其它如控

制图的判别、过度调整、选控控制图的应用等, 将在以后的文章中讨论。

参考文献:

[1] 朗志正. 质量管理技术与方法[M]. 北京: 中国标准出版社, 1998. 5-6.

[2] 朴惠淑. 一种有效的质量改进手段 ——"6σ"质量战略[J]. 中国质量, 1999(10): 13-15.

第 11 届全国轮胎技术研讨会论文

废旧橡胶的回收利用

中图分类号: X783.3　　文献标识码: D

当前全世界每年产生废旧轮胎 3 500 万 t, 但其回收率不足 5%。我国是一个橡胶制品大国, 2000 年汽车轮胎的产量达到 7 828 万条, 每年约有 250 万 t 废旧轮胎产生, 由于其难以回收处理而形成了严重的黑色污染和火灾隐患。

再生胶的生产既实现了废旧橡胶的回收再利用, 又缓解了 NR 匮乏的局面, 但随着 SR 的大量开发和应用, 再生胶的应用开始萎缩。20 世纪 80 年代末, 欧美主要工业国家开始停止通用型再生胶的生产, 逐步转为将废旧橡胶直接加工成可以直接利用的不同细度的胶粉。美国、德国、瑞典、荷兰、日本、澳大利亚和加拿大等国家相继建立了一批胶粉公司, 胶粉的生产能力已大大超过再生胶。目前, 美国的再生胶产量与胶粉产量之比为 41∶59; 日本为 35∶65; 而我国 2000 年再生胶产量近 40 万 t, 胶粉产量仅为 5 万 t, 其比例远远低于工业发达国家。因此, 我国的再生胶工业应该逐步向胶粉工业转型。

预计在未来 10 年中, 再生胶的市场需求量将从 2001 年的 37 万 t 下降为 2010 年的 30 万 t, 而胶粉的市场需求量将从 2001 年的 6 万 t 增加到 2010 年的 30 万 t, 甚至更多。

我国橡胶工业所需主要胶料 NR, SR 与再生胶和胶粉的比例大致为 35/45/20, 由此推测, 2005 年全国橡胶消耗量约为 245 万 t, 则需再生胶和胶粉 49 万 t; 2010 年全国橡胶消耗量约为 295 万 t, 则需再生胶和胶粉 59 万 t。预计到 2005 年, 我国轮胎产量将达到 1.25 亿条, 其中子午线轮胎为 5 600 万条, 如果子午线轮胎所用胶料中掺入 5%的精细胶粉, 则年需胶粉在 10 万 t 左右; 胶鞋产量为 13 亿双, 需再生胶和胶粉 8 万 t 左右; 自行车轮胎为 2.2 亿条、摩托车轮胎为 4 500 万条, 需精细再生胶、IIR 再生胶和精细胶粉 7 万 t 左右。目前, 我国每年出口到日本、巴基斯坦、泰国和韩国等国家的再生胶达 1 万 t 左右。

1970 年开发出冷冻粉碎工艺技术后某些国家建立起了胶粉工业生产线, 我国胶粉生产则始于 20 世纪 80 年代后期, 发展至今逐步建立了不同生产方法的生产企业。但到目前为止, 我国胶粉虽已在国际市场上占有一定的位置, 已有国内企业在美国、加拿大和澳大利亚等投资建设胶粉厂, 但总的来说, 该产业仍发展缓慢, 规模小, 经济效益低下, 因此必须提高胶粉的生产效率, 降低生产成本, 同时寻找和开拓新的胶粉利用市场。如 2001 年 5 月, 天津美力胶粉实业公司引进德国英泰克公司具有世界一流水平的第 5 代 RC400-05 型再生精细胶粉制造技术和成套设备, 采用－196 ℃超低温冷冻粉碎工艺, 将废旧轮胎在密封条件下经过精细研磨加工成细度为 200 目、精度为 99.9%的精细胶粉, 重新成为橡胶工业的高级原料。由于在该生产胶粉过程中采用了高新技术手段, 故无产生污水、废气和粉尘等二次污染问题。目前, 该公司每年可处理废旧轮胎 4 万 t, 并可得到副产品钢丝 1.12 万 t 和废纤维 0.18 万 t, 产品年销售总收入达 1.8 亿元, 具有明显的经济和社会效益。

北京中创新技术研究中心利用废旧橡胶生产彩色弹性地砖技术获得成功。该技术以废旧轮胎以及橡胶厂的边角料和废品等为原料, 生产出具有适合人行走或运动时所需的最佳摩擦因数和吸收冲击能力的地砖, 成本低廉, 铺设方便, 可广泛用于广场、公园、微机房及其它各种器械运动场地和公共场所。其优点是无毒、无污染、防滑、防霉、耐磨抗老化、减震、抗静电、不反光、耐水防火、耐候性好及寿命长, 所铺设的运动场地比硬质运动场地弹性好, 有利于减轻剧烈运动时地面对脊柱、膝盖和肌腱的反弹冲击力。

(76140 部队企业管理局　白　木　周　洁供稿)