

专家论坛 SPECIAL REPORT

技术创新和节能是废橡胶利用产业当前主要任务

刘增元
(天津市橡胶工业研究所, 天津 300010)

中国橡胶综合利用产业历时 50 年的发展, 在产能和规模上都已列居世界首位。2004 年再生橡胶和胶粉分别达到 130 万 t 和 20 万 t, 预计 2005 年在产能上增长率将达到 12% 以上。粗略统计, 2005 年再生橡胶企业在建、扩建项目有 11 个, 硫化橡胶粉新建项目有 7 个。上述 18 个项目已完成基础建设, 已投入生产的项目占 60%。

再生橡胶代表性企业为 7 个年产能 2 万 t 以上规模性企业和 4 个年产能超过 3 万 t 的基础型企业。据分会截止 2005 年 10 月份统计, 2005 年结构调整产能变化较为突出的有 4 个企业, 它们是福建三明环科橡塑公司、南通回力橡胶公司、河北任丘京东橡胶公司和山东莱芜福泉橡胶有限公司, 生产规模和实际产量较 2004 年分别提高 100%、16.5%、17%、22%。特别是福建三明环科橡塑公司申请的国家级支持的高沙工厂项目, 在完成 2005 年一期工程投资建设后, 到 2006 年二期工程全部投产时, 生产能力将达到 5 万 t 级水平。

2005 年, 在 7 家硫化橡胶粉在建工厂中, 位于天津津南区和大港区的两家企业已进入工业化运作。特别是采用四川成都天利民公司技术的精细胶粉工厂, 产品已进入市场并已步入良性市场运作。

除了产业在产能规模总体水平的快速提高以外, 产业的另一发展特点表现在产品结构的调整上。2005 年, 丁基再生橡胶在经过 2004 年完善丁基橡胶内胎工艺, 调整合理组分基础上, 生产数量不断提高, 生产总量超过了 3.2 万 t, 胶囊丁基再生橡胶、过氧化物交联氯化丁基再生橡胶、也以稳定的工业质量标准进入内胎、中空密封、耐热工业制品和高档防水卷材市场。

三元乙丙硫黄硫化型再生橡胶生产技术研制

成功和由天津、山东合作开发的过氧化物硫化型三元乙丙和三元乙丙—氯丁复合共混组分再生技术的研制成功, 标志着行业在再生技术已由通用型、单一胶种向复合型再生的质的转化。近期在与日本橡胶工业界交流中, 日本橡胶工业专家认为中国对特种复合硫化橡胶的再生技术已解决了日本当年未解决的技术障碍, 超过日本的水平。

1 废橡胶利用产业将是今后资源产业队伍里重要成员

从目前自然资源采掘量数据分析, 我国作为 13 亿人口大国, 人均资源占有率较低。以生胶为例, 2004 年我国天然橡胶、合成橡胶合计生产量为 192 万 t, 实际人均橡胶占有量仅为 1.4769kg。据 2010 年“十一五”规划数据统计, 2004 年我国天然橡胶种植面积为 69.62 万公顷, 开割面积为 45.19 万公顷, 干胶产量为 57.33 万 t。同年, 天然橡胶进口量达到 128 万 t, 国内产量仅占消费量 1/3 左右。依据我国经济发展趋势, “十一五”期间, 天然橡胶需求将继续保持目前的增长态势, 随着需求量的增加国内天然橡胶自给率有逐年下降趋势, 供需矛盾日益突出。

我国合成橡胶固体胶生产装置能力达到 133 万 t, 位居世界第四, 产量位居第三, 消费量位居世界第一, 进口量位居世界第一, 是世界上合成橡胶(SR)最具发展活力的地区。

表 1 2005 年我国主要 SR 生产装置产能

胶种	能力/(万 t · a ⁻¹)	胶种	能力/(万 t · a ⁻¹)
SBR	49.5	NBR	4.1
BR	43.2	CR	5.3
IIR	3.0	SBS	26.0
EPR	2.0	合计	133.1

我国 SR 产量(含胶乳)从 1998 年的 61 万 t

上升至 2004 年的 137 万 t, 除少量出口外, SR 占有率约 57%左右, 占全国橡胶消费总量的 33%左右(2004 年消费量为 238 万 t), 但各胶种存在较大差异, 见表 2。

表 2 2004 年国产 SR 重要品种市场占有率

胶种	占有率/ %
SBR	75
BR	85
IIR	30
EPR	26
NBR	31
CR	50
全部 *SR 合计	57. 6

注: *含胶乳、SBS 及其它合成橡胶

表 3 我国 2004 年进口主要胶种总耗量(按表 2 计算)

胶种	进口/(万 t ° a ⁻¹)	国内总耗量/(万 t ° a ⁻¹)
SBR	16. 5	66
BR	7. 7	50. 8
IIR	7	10
EPR	5. 69	7. 69
NBR	9. 12	13. 22
CR	5. 3	10. 6
合计	51. 31	51. 31

随着子午线轮胎发展, SR 在轮胎总耗胶量中所占比例将由 2002 年 21. 2%上升到 2010 年的 48%和 2015 年的 61. 9%。

- 今后, 几个胶种发展的特点如下:
1. 目前我国轿车轮胎已基本子午化, 合成橡胶使用比例较高, 随着轿车产量的提高和拥有量的增加, 丁苯橡胶(SBR)用量将进一步增加。

2. 随着子午化率的快速提高(现在为 53%), 将会大幅降低载重轮胎中普通顺丁橡胶(BR)的用量, 而对稀土聚丁二烯橡胶、卤化丁基橡胶和丁基橡胶需求量将会增加。

3. 国内特种橡胶的发展要适应汽车工业、电子电器等工业橡胶配件的发展要求, 现有的 NR、SBR、CR、NBR 等传统产品将会被更高性能的氢化丁腈氯醇、丙烯酸酯橡胶和氟橡胶所取代。因此, 合成橡胶工业今后发展的胶种将以 SBR、卤化丁基橡胶、乙丙橡胶、氯丁橡胶及丁腈橡胶为主。
- 无论是天然橡胶(NR)还是合成橡胶(SR)都受到地理、气候、石油资源及多种因素的制约。在未来 5~10 年, 中国橡胶的增长率将保持较高的增长速度。
- 生胶作为一次资源, 在市场资源不足的态势

下必将引发对二次资源的挖掘和利用, 才能保持高速增长条件下的市场稳定。废橡胶综合利用作为二次资源将在市场发展补充生胶资源的失衡。

高速发展的橡胶工业必将会在橡胶制品使用后产生更多的“固体废弃物”, 从循环经济理论观点来看, 这恰恰是重要的资源利用、和谐环境和生态平衡的过程。废橡胶综合利用产业在资源循环利用领域中必将得到快速发展。

2 废橡胶利用的资源

2.1 正在利用的资源

近 5 年, 废橡胶利用产业虽对硫化橡胶产品有了一定的拓展, 但仍以使用后的斜交轮胎为主。子午线轮胎的应用由于受到钢丝橡胶分解机械的局限, 利用率仍不能达到较高的比例, 载重子午线轮胎、轻载子午线轮胎和轿车子午线轮胎的利用率目前仅为 30%, 而工程轮胎则由于采用硫载体低温长时间交联体系, 使得脱硫困难, 目前利用率几乎为 0。

近几年, 随着经济全球化的发展, 国内轮胎在持续保持较快增长的态势下, 已经进入超车道。目前, 虽然对轮胎高速增长的“冷”和“热”之辩还在持续, 但整个产业仍然处在投资增长期。最具代表性的是山东临沂年产 600 万套轻载子午线轮胎和建于天津的韩国锦湖年产 1000 万套的项目, 正处于投资建设中。要考察今后几年废橡胶利用中轮胎的产生量, 就应清楚 2003~2005 年轮胎生产的情况。

表 3 2003、2004 年轮胎产量及 2005 预测 万条

	2003 年	2004 年	2005 年	同比/ %
轮胎总量	18785	23926	26862~27222	12. 27
子午线轮胎	7581	10400	12660~13020	21. 73~25. 19
载重子午线轮胎	1117	1800	2340~2700	30~50
轻载子午线轮胎	2155	2580	3096	20
轿车子午线轮胎	4309	6020	7224	20
斜交轮胎	11204	13526	14202	5

注: 1. 轮胎总量为石油协会的统计数, 内有部分摩托车轮胎, 因此数据偏大。2. 子午线轮胎数据来自石化协会, 轮胎分会以及有关单位的汇总数, 仅供参考。

从表 3 可以看出, 子午线轮胎产量已占轮胎总产量的 53%, 而斜交轮胎仅占 47%(除去工程轮胎、园艺轮胎、航空轮胎及其它特种轮胎的 2%)。按 2005 年废橡胶综合利用总体情况看, 新

斜交轮胎的增长率将保持在 5% 左右, 与近两年再生橡胶 11%~13% 的增长率相比, 2006 年废斜交轮胎对再生橡胶产业的供应市场将出现更大的缺口, 届时斜交轮胎价格的进一步上涨则是不可避免的。

2005 年废橡胶综合利用分会专家组在合肥会议上曾讨论过废斜交轮胎资源和今后轮胎再生橡胶生产形势。笔者认为, 在 2001~2005 年, 废橡胶利用产业对废斜交轮胎的实际利用率已达到满负荷比例, 废旧轮胎综合利用率超过了 65%。

2010 年传统的轮胎再生橡胶胶是 75 万 t, 新的合成的、无味的再生橡胶等 75 万 t, 硫化橡胶粉 75 万 t, 按照橡胶制品的结构特点, 废橡胶资源的需求总量约为 300~330 万 t。

按轮胎工业今后 5 年的发展规划, 2010 年, 轮胎工业的生胶耗胶量将达到 288 万 t, 其中子午胎生胶耗胶量约 164 万 t, 斜交轮胎约 98.2 万 t, 内胎垫带约 25.6 万 t。与 2005 年子午线轮胎生胶耗胶量 99.5 万 t 相比, 比例由 48.1% 增长到 2010 年 62.6%, 斜交轮胎 2005 年耗胶量 107.2 万 t, 比例由 51.9% 降至 2010 年 37.2%。因此, 在今后 5 年中, 对于废橡胶的主要资源——废轮胎, 应在综合利用方向和加工方式上完成由废斜交轮胎利用向废子午线轮胎的转变, 这是保证废橡胶综合利用产业与整个橡胶工业同步增长和发展的基本条件之一。

除废轮胎外, 目前废橡胶综合利用资源还有废力车胎、少量的自行车胎及占胶鞋工业 23% 的橡胶鞋和工业橡胶制品。

上述材料中较有价值的是力车胎。力车胎分会统计的全国 25 家重点企业, 2001~2004 年天然橡胶、合成橡胶和尼龙帘布的耗量见表 4。

表 4 天然橡胶、合成橡胶、尼龙帘布的耗量				
项目名称	2001 年	2002 年	2003 年	2004 年
天然橡胶耗量/t	49639.7	77676.8	69251.1	59487.6
合成样胶耗量/t	29049.7	61848.3	53604	47967.7
尼龙帘子布耗量/t	13383.7	17097	16366	16632

注: * 2004 年企业统计数为

从表 4 可以看出, 力车胎年耗胶量虽然在 2002 年达到最高的 13.8 万 t, 而后均稳定在 11~12 万 t, 尼龙帘布用量则稳定在 1.7 万 t。

力车胎实际废胶产生量约 20 万 t, 尼龙仍为

1.7 万 t。在再生胶生产中, 利用这种低价资源, 加之有效的粉碎筛分工艺, 按目前尼龙纤维每吨 3000 元计算, 尚有较高的技术附加值和经济效益。

力车胎预测 2010~2015 年生胶耗量将以 7%~9% 的速度增长, 届时对本产业将会提供更多的资源。

今后 5 年, 废橡胶综合利用产业的传统资源——布面鞋和胶面鞋将被橡塑并用、热塑性材料和聚氨酯类材料逐渐取代, 品种由新的塑胶材料所取代, 这是硫化橡胶粉应用的新课题。

废轮胎橡胶制品是废橡胶利用产业当前和今后发展中特别关注的领域。

据 2005 年有关统计, 废轮胎橡胶制品年生胶耗量为 26.57 万 t, 2010 年将达到 40.22 万 t。非轮胎橡胶制品的含胶率(橡胶烃含量)一般为 35%~40% 甚至更低, 使用过程多为挤压变形和蠕变, 破坏形式多为撕裂和穿刺, 因此制品使用后的重量减量很少。按 2005 年生胶耗量计算, 不考虑回收过程的困难和收集因素, 废橡胶胶产生量约 70 万 t, 到 2010 年约 100 余万 t。

表 5 非轮胎橡胶制品用橡胶材料需求量预测万 t					
胶种	2005	2010	胶种	2005	2010
NR	5.8	8.58	IIR	4.35	6.44
CR	2.7	3.93	FKM	0.5	0.74
SBR	3.55	5.53	MVQ	0.32	0.47
NBR	1.43	2.14	PUR	1.05	1.56
ACM	0.77	2.06	ECO	0.2	0.3
EPDM	5.9	8.7	合计	26.57	40.22

表 6 非轮胎橡胶制品用橡胶材料产能情况 万 t			
胶种	生产能力	产量	进口量
EPDM	2.0	2.0	3.4
NBR	2.9	—	5.5
CR	4.0	3.53	2.1
IIR	3.0	2.16	5.5
FKM	0.25	0.1	—
MVQ	4	—	—
ACM	0.1	—	2.0~3.0
ECO	0.2	0.1	—

第 4 种可资源化材料为乳胶。目前我国年消耗天然胶乳 10 万 t, 合成胶乳 1.5 万 t。虽然以安全套生产为主, 但由于乳胶制品中橡胶烃含量高达 80%~90%, 可利用价值不菲。

2.2 尚未利用的资源

目前, 废橡胶利用产业尚未利用的橡胶资源

是胶管和胶带两个相邻产业。

胶管目前耗胶量约 13 万 t, 胶带年耗胶量约 10 万 t。但由于骨架材料分离需要高能耗, 且橡胶组分含量偏低, 而未被列入废橡胶综合利用资源目录, 这有待进一步研究与开发。

3 当前行业关注的问题

废橡胶综合利用产业应首先解决的是产业定位。传统观点认为废橡胶综合利用就是简单利用, 基本上是高能耗、劳动密集、低产出、低效率, 甚至出现以环境为代价的资源浪费, 土法炼油就是典型范例之一。

目前废橡胶的工艺加工模式仍以再生橡胶生产为主, 硫化橡胶粉为辅。20 世纪 90 年代之前, 再生橡胶生产电耗基本为每吨 1100 ~ 1200kW。近 10 年来, 由于行业自主创新能力的提高, 单位生产电耗有了较大的降低, 吨电耗已降至 800 ~ 900kW, 仅电耗就降低 26%, 但仍存在着优劣不等、良莠不齐的不平稳现象。

2005 年, 中国石油工业协会提出了“橡胶工业循环经济年”的战略目标, 对废橡胶综合利用提出更高的要求, 行业又面临几个新的问题。

1. 作为再生橡胶主体再生软化剂的煤焦油, 由于出口量急剧增加(2005 年仅北京就出口日本 7.8 万 t, 全国约 16 万 t), 炭黑生产原料用油由乙烯焦油为主改为煤焦油为主, 炭黑产量提高又推动了对煤焦油市场的需求压力, 焦炭高温干馏所使用的原煤多由小型煤矿生产而煤矿安全治理又使小煤矿生产企业数量锐减, 三个因素使煤焦油价格上涨 100% ~ 110%。

2. 再生橡胶生产数量的高速增长, 带动了废斜交轮胎市场的供需资源不平衡, 导致废橡胶价格上涨, 已达到每吨 1360 元, 原料价格涨幅近 20%。

3. 再生橡胶与生胶价格的比例失衡, 由 2001 年的 3: 1 降至 2005 年的 6: 1, 再生橡胶价值出现市场贬值。

4. 电价上涨 3%。

上述原料资源、动力资源上涨和再生橡胶销售价格相对稳定导致了整个产业总体效益水平的下降。

5. 行业在新形势下工艺创新和知识产权观念

滞后。近两年, 废橡胶综合利用产业按照科学发展观完成了低能耗 $\Phi 450$ 粉碎机的设计及完善, 丁基橡胶的再生, 三元乙丙橡胶再生, 硫化橡胶粉的精细粉碎工装的原始设计工装, 脱硫工艺废汽的净化研究及设计等项目, 为行业发展进行了基础性铺垫。由于行业总体对自主开发知识产权滞留在相互协作学习阶段, 而缺乏一种对知识产权经济、商品价值的共识, 使行业发展水平出现了不平衡和差异, 较为典型的是特种合成再生橡胶生产技术等。

4 专家组对创新节能的几点设想和安排

废橡胶综合利用分会专家组, 按照中国橡胶工业协会技术经济委员会的要求, 于 2005 年实施本产业的科技发展计划, 并于 2005 年 10 月 18 日在安徽合肥召开首次废橡胶综合利用技术工作会议, 会议按要求完成三个议程。

1. 协助中国化工协会科技办公室对安徽蚌埠淮河助剂厂研制的 B450 再生活化剂进行了相当于国家部级技术鉴定会。

2. 研讨本行业当前形势、存在问题和技术政策等现状, 就当前亟待解决的课题和长远发展确定了由行业主要单位参加, 技术产权自主开发的 3 个研究课题。

3. 总结行业专业刊物两年工作及今后工作计划。在完成上述 3 项议程中, 技术工作会议的议题贯穿会议整个过程。参会的专家组成员及代表畅谈对行业发展的信心和期望。

目前, 从废橡胶整体资源的配置和橡胶工业发展趋势分析, 非橡胶综合利用产业结构调整, 今后的方向仍是两个。

1. 在再生胶利用上, 废橡胶综合利用应顺应资源结构的变化, 在稳定轮胎再生橡胶节能生产方式同时, 重点致力于废合成硫化橡胶再生工艺的研究和生产, 特别是丁基再生橡胶、三元乙丙再生橡胶、丁腈再生橡胶、氯丁再生橡胶 4 个胶种。专家组有能力按市场经济运作规则, 使这些安全节能、无二次污染的新产品新技术推进产业的工业化进程, 进而使产业和企业在产品结构调整中获取更大的经济效益和社会环境效益。

2. 借助硫化橡胶粉的应用规范, 在 2006 年胶粉应用数量达到翻番的目标。

2005 年建设部在国际论坛上宣称,近 10 年来,使用 SBS 防水卷材技术标准生产的防水卷材制品,实际上是由硫化橡胶粉完成对沥青的改性,这种人人皆知的不规范,是由于对新材料的技术标准制定的滞后所造成的,要给硫化橡胶粉正名,这将使每年的有 10 万 t 硫化橡胶粉应用的改性防水材料市场更规范,从而带动胶粉改性在建材领域更大的发展机遇和更大的市场空间。

另一个信息是,滞后 10 年的硫化橡胶粉改性路面沥青技术规范将由交通部公路所会同北京市交委制订《北京市橡胶粉改型道路沥青技术规范》。作为北京市地方标准,计划在 2006 年初,将在专业会议上进行宣贯,从而推动硫化橡胶粉在公路改性沥青领域的应用速度和数量需求。

在建材和道路改性沥青两个较大的市场包容下,硫化橡胶粉的生产将在 2006 年启动并拓展,专家组将按照既定的工作计划,协调与相邻产业专家合作,促进废橡胶综合利用的科学、规范发展。

当前,专家组工作计划将按照传统市场经济运作法则,就行业共同关注的三个项目进行立项研究。

1. 新型再生软化剂的研究。矿物焦油的有害性和对再生橡胶生产过程中产生的二次污染是产业共同希望解决的课题。但鉴于煤焦油的高芳烃含量和苯酚对硫化橡胶塑化反应的特殊作用,人们一直用它作为较高静力学性能的再生助剂,予以泛应用,同时给再生橡胶生产带来的污染也困扰着生产者和使用者。

2005 年合肥技术工作会议决定采用共同开发、有偿研究的原则,研制新型、卫生、环保型再生软化剂由专家组会同上海胶特助剂公司,在具备试验条件,交通便捷的工厂进行应用试验。

2005 年,建题立项,2006 年上半年完成对基

础材料的选择、材质定性、定量检测,2006 年 7 月份进行工业化试验,争取下半年后在制修订新的《再生橡胶》国家标准中实施有偿转让和工业化应用。

2. 开展节能型工装设计研究。目前,细碎机械已由装机 75kW 的 $\Phi 510 \times 560$ 粉碎机进步为装机 55kW 的 $\Phi 450$ 沟光粉碎机,这使再生橡胶粉碎用电耗下降近 30%。今后专家组将会同常州三橡、四川亚西、亚联、盛兴等专业机械制造有限公司,开展更新节能型粉碎机械和后加工设备。2005 年首先对精炼机进行设计改造,由常州三橡机械有限公司提供设备条件,并在南通回力公司进行能耗、结构程度等方面应用设计。

3. 节能胶粉生产线的设计。地大连三寰环保设备有限公司、嵊州绿环橡胶粉体有限公司、常州三橡机械有限公司、四川天利民橡胶股份有限公司、四川盛兴机器有限公司、宜兴市第三工程机械设备厂的基础上,顺应胶粉市场要求,开展对废轮胎(子午线轮胎)精细粉碎生产线的技术评价工作,选择更为节能和高效的工业化装置推广于行业内外。

目前,四川亚联公司已在四川省立项的,废轮胎精细胶粉生产线已进入设计制造尾期工程。专家组将会同亚联公司在生产线鉴定之际对其进行综合考评,时间计划在 2006 年 4 月份完成。

行业发展依赖于行业技术进步,而重点在于创新,包括工艺的创新、节能设备和工装的研究、新型助剂的开发,节能架构、行业素质的提高。

废橡胶综合利用产业是循环经济重点链节,也是废旧物资向二次资源较低的基础工程,相信行业一定会在可持续发展战略的支撑下,会产生更多的社会效益和经济效益。

RCD-II 型

橡 胶 炭 黑 分 散 度 测 定 仪

北京万汇一方科技发展有限公司 橡胶技术部

电话: 010-68049822 68040705

传真: 010-68016773

E-mail: info@rubberinfo.com.cn