废橡胶的回收利用

程时捷
（湖北省石油化学工业厅　430071）

1　废橡胶的产生量

现在全世界每年的生胶消耗量约 1500 万 t，生产的橡胶制品约 3100 万 t，其中约 50%是轮胎。据统计，全世界的轮胎废弃量每年约为 900 万 t，另外，有 170 万 t 的轮胎橡胶在路面上磨耗掉。在美国，橡胶制品的生产量每年为 500 万 t，其中轮胎每年为 300 万 t，这些轮胎在 2—3 年内几乎全部报废，1992 年报废量为 2.5 亿条。另外，工厂每年约产生废橡胶（边角余料及废品）45 万 t。前联邦德国 1989 年废橡胶产生量为 75.8 万 t，其中废轮胎 45.5 万 t。在日本，废橡胶的产生量每年约为 140 万 t，其中 50%是废轮胎，1992 年废轮胎产生量为 9200 万条，合 84 万 t；废胶管胶带及其它工业杂品占废胶量的 16.8%，其余是废胶鞋、胶布和电线等。其它国家废轮胎产生量：前苏联每年约 150 万 t，加拿大 22 万 t，意大利 15 万 t，英国 40 万 t。

我国 1993 年生胶消耗量为 110 万 t，橡胶制品产量约为 220 万 t，废橡胶产生量约为 88 万 t。根据我国多年的生胶消耗量、橡胶制品产量、废橡胶产生量及其回收量统计，可以得出以下规律：橡胶制品产量约为生胶消耗量的 2 倍，废橡胶的产生量约为橡胶制品产量的 40%，废橡胶的回收量一般为废橡胶产生量的 40%。

2　废橡胶回收利用的意义

（1）保护环境

日益增加的废橡胶已经成为一个全球性的问题。废橡胶造成的环境污染是严重的。整条的废轮胎堆积在一起变成了蚊虫滋生的理想场所，这些蚊虫传播如脑炎、疟疾等传染病；堆积的废轮胎一旦引起火灾也很难扑灭，因此，回收利用废橡胶对于保护环境具有重要意义。

（2）节约能源

橡胶工业的原材料很大程度上依赖于石油，特别是在 NR 资源少、大量使用 SR 以及合成纤维的国家，70%以上的原材料是以石油为基础原材料制造的。另外，废橡胶本身就是一种高价值的燃料，其生热量一般为 31400kJ・kg^{-1}，在产业废弃物中是生热量较高的物质，与煤的生热量差不多。全世界废轮胎为 900 万 t・$年^{-1}$，就等于损失理论值为 3×10^{14}kJ 的热量。所以，在目前能源日趋紧张的形势下，利用废橡胶具有重要意义。

（3）用作橡胶原材料

废橡胶通过粉碎和物理化学处理制得的再生橡胶和胶粉是橡胶工业的原材料，可以部分代替橡胶用于制造橡胶制品。在胶料中掺用再生橡胶还能大大改善混炼、挤出、压延、硫化等工艺性能。

3　废橡胶回收利用方法分类

根据世界上多数工业发达国家废橡胶利用的情况，以废轮胎为主的回收利用可分为两大类：

（1）原形及改制利用。轮胎翻修，用作渔礁、护舷、救生圈、牧场栅栏、水上保护用材、树木保护用材、体育游戏用材、轨道缓冲用材、道路铺垫、鞋底、马具等。

（2）物理化学加工利用。制作再生橡胶、胶粉、橡胶沥青，利用其燃烧热和热分解等。

4 废橡胶回收利用的发展概况及趋势

(1)再生橡胶

19 世纪开发了将硫化橡胶变为有用材料的技术。最早提出废硫化橡胶再生方法的是 Alexander Parkes。1846 年他将废硫化橡胶放在漂白粉溶液中煮沸,加压达到成为一体的状态,然后用碱溶液洗净而制得再生橡胶。1858 年发明了用蒸汽加热对 NR 制品进行脱硫的橡胶再生方法。此后,各种废橡胶再生的方法相继发明,其中油法、水油法、挤出法、高压蒸汽法、动态高温蒸汽法、密炼机法等成为世界上主要的再生橡胶制造方法。

在橡胶制品中掺用再生橡胶,有利于 SR 的加工。随着 SR 用量的增加,再生橡胶的用量将呈上升趋势。

50 年代和 60 年代,再生橡胶产量达到了历史最高水平。70 年代前后,在工业发达国家,再生橡胶开始走下坡路,但在发展中国家,特别是橡胶资源缺乏的国家,再生橡胶正处于稳步发展阶段。1994 年我国生产再生橡胶 30 多万 t。

随着新的废橡胶脱硫方法的开发,有可能制得物美价廉的再生橡胶,这将是再生橡胶工业发展的转折点。已开发成功的微波脱硫法就是一项突破性的橡胶再生技术。该方法是干态脱硫,没有污染,而且质量较好。

(2)胶粉

废橡胶冷冻粉碎工艺的开发,为废橡胶的利用开辟了广阔的前景。美国、德国、英国、澳大利亚、日本、瑞典等国相继建立了废橡胶冷冻粉碎工厂。冷冻粉碎可以产生各种细度的胶粉,最细可达 300 目。它不仅可以掺入胶料代替部分生胶,而且能与沥青很好地混合,广泛用于公路建设和房屋建筑。另外,胶粉还可以用于改性塑料、改良土壤,精细胶粉还能用于涂料、油漆和粘合剂的制造。我国的废橡胶是有偿使用的,而且冷冻粉碎工艺的致冷剂液氮价格昂贵,所以,在中国使用液氮冷冻粉碎废橡胶是困难的。据报道,我国最近已开发成功涡轮空气致冷粉碎废橡胶新工艺。

(3)热分解利用

1969 年美国矿山局研究成功了废橡胶热分解回收油、煤气等技术。此后,这项技术在其它国家也开发成功。

热分解利用一般要经过粉碎、热分解、油回收、气体处理、二次公害的防止等工序,设备费、操作费昂贵。另外,目前回收的炭黑质量与原炭黑不同,只能用于一般的橡胶制品。因此,热分解利用尚难以形成大面积推广。今后若能提高回收品的质量或扩大其用途,将有利于废橡胶热分解利用的发展。

(4)燃烧热利用

70 年代日本将大量废轮胎燃烧作为热源应用于各个方面,例如将废轮胎与煤混合燃烧生产水泥等。由于这种利用方式无二次公害,不影响水泥质量,而且不需要热分解方式那样多的设备,所以可以充分利用水泥厂的原有设备。另外,水泥厂分布广,有利于废橡胶的就地回收利用。根据英国的一份橡胶咨询报告,由焚烧轮胎获得的能量是解决大量废橡胶的最有希望的方法。

燃烧废轮胎获得蒸汽或电能已经在很多国家开发成功。这类利用方法能否得到广泛推广,取决于两个方面,一是燃烧装置的建设费用能否降低,二是废橡胶价格是否便宜。

除非有政府资助或在封闭经济中,几乎所有其它再利用方法都存在问题,如废橡胶粉碎工艺大量耗能,冷冻粉碎成本更高,因此胶粉用于低价值的一般制品未必是经济的。

近 5—10 年来,废橡胶的回收利用率有所提高,其中美国提高了 9%,1992 年总计利用约 6800 万条废轮胎,利用率为 27%。前联邦德国提高了 20%—30%,1989 年废轮胎利用量为 45.5 万 t,利用率为 60%。日本提高了 12%,1992 年废轮胎利用率为 92%(77.6 万 t)。我国的废橡胶利用率约为 50%。

收稿日期 1995-10-30