

国外废旧橡胶回收利用技术

钱伯章

(上海擎督信息科技有限公司金秋能源石化工作室, 上海 200127)

摘要: 综述了国外废旧橡胶利用技术的新进展, 重点介绍了美国轮胎利用的行业水平以及处理方法、管理体系、回收利用政策等。

关键词: 废旧橡胶; 回收利用; 轮胎翻新; 技术进展

中图分类号: TH145.41; TQ33

文献标识码: A

文章编号: 0253-4320(2008)12-0084-04

Recovery technology of waste rubber in foreign countries

QIAN Bo-zhang

(Shanghai Kingdom Information Technology Co., Golden-Autumn Scientific Propagation Co., Shanghai 200127, China)

Abstract: The research progress in recovery technology for waste rubber in foreign countries is summarized, the industry level, the processing method, the management system and the policy of recovery for tires in America are mainly introduced.

Key words: waste rubber; recovery; tire retreading; technical advance

废旧橡胶循环利用和综合利用水平是一个国家经济发展的重要标志之一, 其综合利用有热能利用、原形利用、再生利用等多种方式。废旧轮胎不是“垃圾”, 而是可以进行循环再利用的资源。有数据表明, 全球经济发展中有 40% 的资源需求来自再生资源。利用高科技手段处理废弃物并再次制成产品, 废弃物就变成了资源; 反之随意销毁或抛弃废弃物, 既污染环境又浪费资源。美国废旧橡胶的利用除了轮胎翻修外, 主要是制造胶粉应用于建筑材料和燃烧热利用。

1 美国废旧橡胶利用状况

1.1 美国的轮胎翻新行业

美国是世界上轮胎翻新最发达的国家, 其产量一直居全球之首。早在 1990 年, 美国翻新轮胎产量就高达 3 300 万条, 为当年新胎产量 (2.3 亿条) 的 14.3%, 占世界翻新轮胎总量的 40.0% 以上。全美国只有 40 家轮胎生产厂, 而轮胎翻新厂却有 1 500 家之多。近年来, 由于轮胎翻新生产成本上升, 尤其是轿车轮胎翻新的经济性下降, 美国的轮胎翻新量大幅度减少, 轿车轮胎基本上不再翻新, 但载重轮胎的翻新量增长幅度较大。目前, 美国载重轮胎的翻新率为 80%。尽管如此, 美国目前仍是当今世界轮胎翻新第一大国。

翻新轮胎规格主要为载重轮胎和工程轮胎。美国轮胎翻新企业的主要经营模式是与当地的运输公司等签订长期合同, 以“来旧翻新”收取加工费的方式解决胎源问题。翻新胎的质量和行驶里程与新胎相当, 1 条轮胎最多能翻新 7 次, 平均为 2~3 次。美国的轮胎翻新装备、技术和管理都很先进, 且质量管理相当严格。

美国轮胎翻修公司除了翻新轮胎之外, 还为客户翻新轮胎辋 (毂), 使客户得到一个全新的轮胎。我国轮胎翻新行业目前还没有这项业务, 值得借鉴。

美国政府在旧轮胎翻新方面的立法不多, 也几乎没有优惠政策。轮胎翻新企业主要靠上乘的质量和较新胎便宜很多的价格来赢得和推动轮胎翻新市场的发展。政府的主要工作则是制订相关标准 (包括轮胎磨损极限和翻新轮胎质量标准等)、优先采购轮胎翻新、教育消费者科学使用轮胎等。

1.2 美国废轮胎处理方法和管理体系

美国是世界上汽车保有量最多的国家, 废轮胎的产生量也居世界第一。美国废轮胎年产生量约 3 亿条, 此外还有历年尚未处理的废轮胎。历史上, 美国发生过几次大的废轮胎火灾事件和废轮胎污染引起的流行性疾病, 给美国的环境与人民健康造成了很大的危害。所以, 美国政府的立法主要针对废轮胎的回收、运输、处理和再利用, 并以立法的形式推

动废轮胎回收利用市场的发展。

目前,美国废轮胎的工业化处理方法主要有3种:传统填埋法(大多要求切块后填埋)、热能利用法(水泥窑炉、工业锅炉、发电锅炉等)、生产橡胶粉。美国没有工业化废轮胎热裂解企业和再生胶企业。随着环境与资源约束的日益严重,美国的大多数州已经严格禁止将废轮胎填埋处理,对政府以前批准设立的填埋场也正在以市场化的方式逐步关闭。

在美国,联邦政府议会主要负责制定环境保护的原则性政策法规;联邦政府环保局负责监督执行,对再生资源(固体废弃物)的回收利用进行管理。各州议会根据联邦政府有关法律和本州的实际情况,制定具体可操作的详细政策法规,各州环保局负责环保政策法规的贯彻执行和管理、协调,提出五年计划和经费预算,以及制订废弃物排放和回收处理的标准并加以监督。依据有关法律和规定,在美国,废轮胎的运输、储存、处理和再利用实行许可证制度,美国政府采取优惠政策鼓励建设回收利用项目,以实现废弃物减少的目标。美国政府以多种手段和方式,包括租用警察署的直升飞机实施监察,对具体污染源进行治理,监督检查整个回收、运输和处理全过程等,对废轮胎的回收利用实施有效的监管,保证环保政策的贯彻落实。

1.3 美国废轮胎回收利用政策与立法

联邦政府固体废物综合利用研究所(American solid waste comprehensive research institute)和加利福尼亚州环保局(The California Environmental Protection A-

gency)制定了《废轮胎回收利用五年强制计划》。美国在废轮胎回收处理再利用方面的政策与立法主要包括以下几个方面:

(1)严格的行业准入制度。废轮胎的运输(10条以上)、堆放(500条以上)、处理(无论何种方法)均实行政府审批制度和许可证制度,具体操作由州环保局审批。这样就将废轮胎的产生量、流向和再利用方式纳入了政府的统计资料库,有利于政府执法部门动态监控各个环节,以及对社会环境与资源效果进行定期评估,为他们每2年的政策调整提供了决策依据。

(2)专项基金收费和补偿制度。按照“谁污染谁处理”的原则,由消费者承担相应的社会经济责任。加利福尼亚州自1992年开始建立废轮胎回收处理专项基金,基金来源是从新轮胎销售商销售新轮胎环节征收回收处理费(轮胎翻新的销售不再收取回收处理费)。轮胎销售商在新轮胎销售时将加利福尼亚州政府规定的废轮胎回收处理费加入零售价格中,再转入加利福尼亚州政府专用基金账号。加利福尼亚州政府规定的收费标准从最初的每条新轮胎销售收取0.25美元,增加到了2005年起的1.75美元。这些费用用以专项执法以及资助废轮胎清运、处理和胶粉下游市场的开发。政府采用差别化补贴的方法来实现产业的结构调整。例如,资金补贴对象仅限制在废轮胎胶粉企业,以及胶粉下游产品的市场开发,对于热能利用和填埋的处理方法则不予补贴。收取废轮胎回收处理费是美国各州在推进

(上接第83页)

3 结论

(1)通过对安全标准化规范及OHSAS 18001—2007标准的要素分析,明确两者具有整合的共性基础。

(2)将风险辨识与评价工作作为独立的阶段,提出整合体系的循环运行模式。

(3)按OHSAS 18001的要求编制体系文件,同时将安全标准化规范的具体要求纳入其中,解决导入过程易出现的体系要素重复运行问题,节约管理成本,提高运行效果。

(4)长短周期有机结合的持续改进模式有助于实现风险动态管理。

参考文献

- [1] 曲福年. 浅谈危险化学品从业单位安全标准化[J]. 安全、健康和环境, 2006, 6(1): 37-42.
- [2] 魏其涛, 杨用君. 危险化学品从业单位安全标准化管理探讨[J]. 广东化工, 2007, 34(5): 127-129.
- [3] 吴明波. 安全质量标准化工作: 安全管理的创新[J]. 劳动保护, 2007, 4: 92-93.
- [4] 马景涛. 开展安全标准化提高企业安全管理水平[J]. 安全、健康和环境, 2005, 5(11): 23-25.
- [5] 席淮清, 金靖, 韦博元. 探讨安全质量标准化与职业健康安全管理体系的整合[J]. 安全, 2007, 4: 35-38.
- [6] 曲福年. GB/T28001 HSEMS与《危险化学品从业单位安全标准化规范》要素的区别[J]. 中国石油和化工标准与质量, 2006(2): 47-49.
- [7] 刘宏, 程宇和. 改进环境和职业健康安全管理体系适应GB/T 24001—2004标准[J]. 中国安全科学学报, 2006, 16(8): 51-55.
- [8] Alena Labodova. Implementing integrated management systems using a risk analysis based approach[J]. Journal of Cleaner Production, 2004, 12: 571-580. ■

废轮胎回收利用方面普遍采取的方法,但各州制定的收费标准有所不同。在加利福尼亚州,废轮胎回收处理专项基金收入每年有 3 500 万~4 000 万美元,主要用于 5 个方面:①资助废轮胎胶粉企业开发市场、资助新产品研发与技术改造;②改善废轮胎野外堆放条件;③废旧轮胎运输人员及回收市场的研究和管理;④加强对废旧轮胎储存的立法工作;⑤清除、减少全州的废轮胎堆放。废轮胎回收处理专项基金纳入州财政预算,在上一个废轮胎回收利用五年计划(2002—2006 年)中,加利福尼亚州政府共安排专项资金 1.563 亿美元的财政预算支持上述项目。

(3)以法律方式强制实现资源配置,促进市场发展。法律规定,废轮胎不得与生活垃圾或其他废弃物一起运输和处理,否则将受到重罚。这样就迫使轮胎使用者将更换下来的废轮胎交给新轮胎销售商,销售商要付钱找有废轮胎运输许可证的运输商和处理商进行处理,销售商再从轮胎使用者那里把钱赚回来。销售商在这个过程中可能还要盈利,这样就形成了一个废轮胎回收、运输、处理的产业化运作的产业链和资金流,平衡了各方的经济利益。目前加利福尼亚州各废轮胎处理企业的收费标准大致是:胶粉生产企业轿车胎收取 39 美元/t,卡车胎收取 65 美元/t。

(4)政府强制性的废轮胎回收利用五年计划。美国是一个完全市场化的国家,但对于废轮胎回收利用这样涉及环境与资源的事情,政府还是采取了严格的强制性计划,以推动市场的发展。加利福尼亚州环保局发布最新的《2006/2007—2010/2011 年废轮胎回收利用计划》,该计划是根据加利福尼亚州议会通过的废轮胎回收处理各项法律所制定的可操作性计划,与上一个《废轮胎回收利用五年计划》相比,新计划要达到的环境与资源目标更明确、监管力度更大,同时更多地支持资源化程度高、二次污染少的橡胶粉处理方法、更多地支持胶粉下游市场开发。例如,加利福尼亚州环保局用专项基金与加利福尼亚州交通部(California Department of Transportation)联合成立了橡胶沥青(胶粉改性沥青)应用研究中心,并大力发展橡胶沥青在加利福尼亚州道路建设中的应用。

据美国《轮胎评论》2008 年 8 月报道,加拿大安大略省(Ontario)将在全省范围内推行一项轮胎回收计划,旨在赋予废旧轮胎第二次生命。据统计,该省居民每年至少扔掉 1 200 万条废旧轮胎,其中只有一半被回收利用,而其余部分被送到加拿大的其他

省份,作为水泥厂的燃料。根据该省拟定的轮胎回收计划,居民每购买一条新轮胎,要向轮胎零售店支付 2~5 美元的废旧轮胎处置费,由轮胎零售商作为环保处置费或以轮胎税的方式上缴省政府。废旧轮胎被送到指定的回收企业,再将其转化成汽车刹车踏板、挡泥板和地板垫等产品。据称,安大略省是加拿大目前唯一没有由政府制定轮胎回收计划的省份。

据美国《橡胶世界》报道,由美国橡胶生产商协会(RMA)提交的一份调查报告证实,以废轮胎磨成的胶粉为填料混入橡胶中制备体育场和游乐场地面覆盖胶板,不会给人类带来任何不良影响或导致生态问题。该报告评估了废轮胎的多种回收利用方法,对现有的大量文献,包括来自废轮胎回收利用的倡导者和反对者双方的研究报告,做了认真的评述,对潜在的风险进行了全面评估。废轮胎胶粉用来制备体育场和游乐场橡胶地板,是废轮胎回收利用增长最快和用量最大的 2 种用途。RMA 称,在这 2 个应用领域,美国每年大约要消耗掉 1 300 万条废轮胎。

2 回收利用新技术进展

美国工程橡胶粉末制造商 Lehigh 技术公司回收的 PolyDyne 轮胎橡胶粉末可用于制造新型热塑性塑料和热固性塑料混配物,该类混配物可大量生产和制造其他产品。粒径范围为 44~105 μm 的橡胶小颗粒有很高的表面积,通过改进的聚合物颗粒的相互作用,它们可较容易地组合到聚合物合金中,或橡胶和塑料中。前 30 年,研究者在许多领域所做的努力都是在寻求在聚合物应用中重新使用轮胎碎片,应用包括橡胶改性沥青和由轮胎衍生燃料。虽然这些项目中的许多取得了不同程度的成功,但它们都受到轮胎橡胶碎片颗粒最终尺寸大小的限制。新的研究表明,将超细橡胶粉末组合到制造过程中,可进一步改进各种配伍技术,包括活性和非活性 2 种。研究表明,较小颗粒尺寸的橡胶粒子对物理性质起到很强的正面效应。业已发现,采用活性和非活性配伍剂可改进物理性质和性能特征,这将有利于发展塑料工业。另外,这些很小的橡胶粒子可再次应用于热固性橡胶中,而对性能很少有损失或无损失。技术领先的环境工程公司 Malcolm Pimie 公司对 PolyDyne 橡胶粉末所作的温室气体寿命循环分析指出,每 10 磅(1 磅 = 0.454 kg)回收利用的橡胶粉末应用于合成聚合物中,就相当于可防止 10 磅二氧化碳排入大气。同时,相当于减少 1 gal(1 gal = 3.785 L)原油消耗。

在回收技术方面,美国俄司佛斯特废轮胎回收公司开发出节能的高温热解技术,可以从废轮胎中回收更多的有价值材料。传统的高温热解法通常是在无氧条件下高温干馏废轻耗高。该公司的回收系统是在真空条件下加热废轮胎,降低了热解温度,排放物可满足更为苛刻的环保法规要求,可从每条废轮胎中回收 3.6 kg 碳黑、3.8 L 油、0.9 kg 钢丝和 6.85 m³ 的可燃性气体。

英国《新科学家》周刊报道,经过超热气体爆破处理的旧轮胎可以成为制造新轮胎的材料,这将解决世界上最大的废物处理难题之一。当前,世界各地的废旧轮胎循环使用的余地有限,这是因为轮胎所使用的橡胶经过了硬化处理,不会熔化,因而难以改造和再利用。英国斯旺西大学(Schwanch)的戴维·艾萨克和同事研究发现,把旧轮胎放进氧气离子室中进行爆破处理,可产生大量橡胶碎屑,将这些碎屑掺入未经硬化处理的新鲜橡胶中,就可以制造新轮胎。实验表明,经这种处理的旧轮胎橡胶和新鲜橡胶的拉伸强度等力学特性相似。

位于美国宾夕法尼亚州(PA)的全球资源公司(GRC)是从非常规资源提取石油的技术开发商,该公司于2007年5月中旬宣布,将在前USX公司位于Fairless Hills的生产地投资7000万美元建设轮胎回收利用工厂。该工厂约1年内建成,届时可处理废旧轮胎1.63 t/h。处理过程是在减压环境下采用微波技术使轮胎破解为其基础原材料。

英国位于南威尔士 Neath 港、堪称世界最先进的轮胎循环利用工厂于2007年7月底投产。从事轮胎循环利用的 Tyregenics 公司在 Baglan 投资400万英镑的工厂,使用液氮使轮胎碎片冷冻至-80℃,使其破碎成碎屑。该项目与英国最大的轮胎循环利用商 Credential 环境公司、工业气体专家比欧西(BOC)公司、从事技术的 RTI Cryogenics 公司和从事表面处理的 FieldTurf Tarkett 公司合作进行,并接受威尔士欧洲财政局140万英镑的资助。这是北欧此类型的第一套装置。该工厂将每年使约2270 t 的废旧轮胎转化为橡胶成品、钢材和纤维,是一个可持续发展的项目。

巴西坎皮纳斯大学(Campinas)的科研人员利用纳米技术研制出一种可再利用橡胶。这种可再利用橡胶实际上是一种纳米合成物,由天然橡胶与膨润土按比例混合而成。不经过硫化的天然橡胶又软又黏,难以用来制造很多产品,但经过硫化成型后就不能再利用。新研制的橡胶不需要经过硫化,能够再

利用,而其硬度和强度与经过硫化的橡胶一样。用可再利用橡胶制造的第一批产品将是鞋底等日用品。据称,利用可再利用橡胶制造汽车轮胎还需要进行很多安全试验。如果试验成功,今后人们将有望解决废汽车轮胎污染环境的问题。

废旧橡胶热解的标准温度范围为249~949℃。在249~399℃下,轮胎碎片会分解成大量气体和油,而温度大于399℃时,油和固体炭的产生会降低气体产生的相对量。在这样较高的温度下,生成的气体和油含致癌的多环芳烃(PAH)。美国 Delta 能源公司开发了低温热解工艺,称之为 DEPolymerization,它有助于减少有害的 PAH 量,而同时可回收碳黑基固体,其质量可与直接制得的碳黑相比拟。Delta 能源公司收购美国专利(6833485,6835861)推出的第一条商业化 D-E 碳黑产品生产线,生产出的 Phoenix 碳黑可用作橡胶增强剂,另一用途可用于塑料和涂料着色。计算表明,该工艺的净能量回收价值大于从轮胎制燃料(TDF)的能量价值,高出数达1800 Btu/t 轮胎碎片。2005年,从轮胎制燃料(TDF)占有收购的轮胎碎片碎轮胎的52%,是该市场上最大的用户。Delta 能源公司专利的技术采用黏土催化剂和接近减压的条件,在低达66~454℃下操作。催化剂为柱状蒙脱石与铝和锰金属粉尘进行专有技术组合而成。橡胶在反应器中保持6.8~54.1 kPa 压力下放热分解。Delta 能源公司在美国北达科塔州建设的2套装置现可加工10 t/d 的轮胎碎片。该公司也将在东部和中西部几个生产基地建设装置,包括宾夕法尼亚州 Green 郡,一些地方和州政府均支持这一项目。

美国珀利弗洛(Polyflow)公司开发出一种新型废物处理技术,可以把废弃的橡胶和塑料制品转化成各种高聚物单体和溶剂。该公司称,与常用的焚烧法相比,新技术不仅消除了颗粒物对大气的污染,而且温室气体排放量减少了70%。该技术若得到全面推广,则可使美国对境外石油的依赖程度降低3.5%;若被全世界广泛采用,可大大缓解日益严重的环境污染。该公司是世界首家不以原油和天然气为原料生产工程聚合物的企业。

橡胶是我国的四大战略物资之一。我国天然橡胶产量极其有限,年供给量只有50万t左右,未来产量的增加也极其有限。因此,发展废旧橡胶循环利用产业,充分利用废旧橡胶资源,对于改变我国橡胶进口依存度过高的局面、保障产业安全具有战略意义。■