

我国塑料废弃物回收和再循环及其标准化的现状

赵 平¹, 张鼎晟子², 刘力荣¹, 陈敏剑¹

(1. 中蓝晨光化工研究设计院有限公司, 四川 成都 610041; 2. 四川大学化学工程学院, 四川 成都 610065)

摘要: 介绍了我国塑料废弃物回收和再循环的基本情况以及相关法规和标准化体系, 并通过对比国外塑料废弃物回收和再循环的基本情况和标准化体系, 探讨了我国塑料废弃物回收和再循环目前存在的问题。

关键词: 塑料废弃物; 标准化; 回收; 再循环

中图分类号: TQ320

文献标识码: A

文章编号: 1005-5770 (2011) S2-0016-05

Actuality of Recovery and Recycling of Plastics Waste and Standardization of China

ZHAO Ping¹, ZHANG Ding-sheng-zi², LIU Li-rong¹, CHEN Min-jian¹

(1. China Bluestar Chengrand Chemical Co., Ltd., Chengdu 610041, China;

2. School of Chemical Engineering, Sichuan University, Chengdu 610065, China)

Abstract: This article described the overview of recovery and recycling of plastics waste, and the system of the legislative statute and standardization of China. Additionally discussed the problems of recovery and recycling of plastics waste in China by comparing them with oversea.

Keywords: Plastics Waste; Standardization; Recovery; Recycling

长期以来, 塑料以其密度小、易于加工及优良的气密性能等特点与金属、纸张和玻璃等一样, 在国民生的各个领域中成为基本的应用材料之一。塑料工业的飞速发展也为人们生活和生产提供了大量的方便, 但是随着塑料和塑料制品消费量的不断增加, 塑料废弃物也不断增多, 也伴生了“白色污染”等严重的城市污染现象。目前我国塑料废弃物主要为塑料薄膜、塑料丝及编织品、泡沫塑料、塑料包装箱及容器、日用塑料制品、塑料袋和农用地膜等。另外, 我国汽车用塑料年消费量已超过 40 万 t, 电子电器及家电配套用塑料年消费量也已超过 100 万 t, 这些产品在报废后也构成了塑料废弃物的一部分。仅以塑料包装为例, 2010 年的塑料包装产量达到 1 500 万 t 以上, 包装产生的塑料废弃物达到了 1 200 多万吨, 预计到 2013 年塑料包装产量可达到 2 000 多万吨, 其产生的塑料废弃物可高达 1 700 多万吨以上。目前, 我国塑料废弃物应用的市场价值在 1 000 亿元以上。近年来塑料原料涨价对该市场起到了极大的推动作用, 废弃塑料价格也大幅上涨, 其中较为纯净的聚乙烯、聚丙烯回收料价格最高的达到每吨 6 000 多元, 接近未涨前原料的价位。如此庞大的塑料废弃物若能利用 40% ~ 50% 都将是十分客观的, 正因为如此,

才有现代经济学家称塑料废弃物资源为“人类的第二矿藏”、“城市里的宝藏”。此外, 众所周知, 塑料原料是从天然石油中提炼出来的化工产品, 石油是现代工业的命脉, 是不可再生资源, 特别是在石油资源日益稀缺的今天。塑料废弃物只有相对分子质量降低到 2 000 以下, 才能被自然环境中的微生物所利用, 变成水和其他有机质, 而这一过程需要 200 年。如果将其填埋, 将会影响农作物吸收养分和水分, 导致减产。对其焚烧会释放出多种化学有毒气体, 对生态环境造成破坏, 同时对人也有很大危害。因此, 若将这些塑料废弃物加以回收再循环不论是从环境保护和可持续发展的角度, 还是从经济角度来说, 都是十分重要的。

1 我国塑料废弃物回收的现状

我国塑料废弃物利用潜力极大, 塑料废弃物回收正形成一个新兴产业。目前中国废弃塑料交易场所也越来越多, 遍布全国, 已经形成一批较大规模的废弃塑料回收交易市场集散地和加工聚集地。主要分布在广东、浙江、江苏、山东、河北、辽宁等塑料加工业发达省份。其中浙江台州、东阳、慈溪, 广东南海、东莞、汕头, 江苏连云港、徐州、兴化, 河北的文安、望都、霸州、雄县、玉田, 山东临沂、莱州、淄

作者简介: 赵平, 女, 1981 年生, 工程师, 主要从事国家标准制修订工作。

博、东营,河南安阳、长葛、漯河,安徽五河等地的废弃塑料回收、加工、经营市场规模越来越大,年交易额大都在几亿到十几亿元,呈蓬勃发展之势。全国各大中心城市周边如北京、上海、天津、重庆、广州、武汉、南京、合肥、西安、太原、昆明、成都、沈阳、新疆等地也有大量类似加工地和交易场所。从事废弃塑料回收利用及加工的企业及人员越来越多,主要是个体企业和农民,企业规模也以小型为主。因此,我国废弃塑料的回收处理方式是以人工从垃圾或其他渠道回收,集中后再进行分类、加工处理的模式为主。

中国塑料工业相关部门对塑料废弃物的回收利用一直十分重视。早在1975年7月原轻工业部曾在上海主持召开“全国废旧塑料回收利用经验交流会”,会议指出废旧塑料回收利用不是权宜之计,而是一个长远的艰巨工作。在国家政策鼓励下,我国企业的回收技术和塑料废弃物的利用也得到了发展,企业也积极研发或引进先进技术运用到塑料的回收利用中。例如,国内一些企业从欧洲和美国引进最先进的全套全自动高性能生产设备,把稻糠、稻草、秸秆、果壳粉、木材边角料等天然纤维与再生塑料复合成新型的环保建材——塑木,木塑材料可替代原生木材。奥运会“鸟巢”和京津高铁都应用了废塑料通过材料改性技术而成复合高性能聚合物新型材料。目前,我国大连、成都、北京、上海等地分别由日本、德国引进多套(台)熔融法再生加工利用废塑料的装置,主要用于生产建材、再生塑料制品、土木材料、涂料、塑料填充剂等。

另外,各大科研机构也在研究开发新的塑料再生技术,如:1)在化工单体的研究上,南开大学对聚乙烯和聚丙烯废塑料进行催化裂解和芳构化,取得了很好的效果。反应后液体收率达55%,主要为甲苯和二甲苯。2)黑龙江东府塑料实业有限公司研制开发的粉煤灰和废塑料合成的树脂基复合井盖、水篦,刚柔并济,是较好的铸铁产品代用品。3)中科院广州化学所研制的废塑料制水泥减水剂是以废塑料为原料,经化学预处理后,加进有机溶剂及填料,可制备出高效水泥减水剂。虽然国内政策在大力鼓励塑料废弃物的回收再利用,国内企业也在积极的引进国外先进设备和技术,但是,总体来说,塑料废弃物回收后产品的用途偏向于低端市场,高端市场的产品极少。

2 我国塑料废弃物相关法规和标准化体系

近年来,我国也越来越重视塑料废弃物的回收和再利用,出台了一系列相关法规。我国借鉴发达国家

经验,防治固体废弃物污染,早在1989年就颁布了《中华人民共和国固体废物污染环境防治法》和《国务院关于环境保护若干问题的决定》。在1996年,参考国外先进法规或指令,制定了GB/T 16716—1996《包装废弃物的处理与利用通则》,但是由于缺乏细则,该通则无法贯彻实施。此外,1996年还制定了GB/T 16288—1996《塑料包装制品回收标志》,该标准等效采用德国标准DIN6120—1992《包装材料和包装物的回收利用标志:塑料包装材料和包装物的附加标号》。在此之前,并无与塑料直接相关或专门针对塑料废弃物的标准或相关规定。

2007年9月30日国家环境保护总局发布了国家环境保护标准《废塑料回收及再生利用污染控制技术规范(试行)》。该规范对废塑料回收、贮存、运输、预处理、再生利用过程以及废塑料再生利用制品提出了环境保护技术要求和污染控制标准。该规范对废旧塑料回收、加工处理与再生利用过程中存在的各种环境污染问题进行控制,规范生产和消费行为,在促进废旧塑料资源化利用的同时,最大限度地降低回收利用过程对环境的危害,从而达到资源循环和环境保护“双赢”的目的。我国还陆续出台了《中华人民共和国循环经济促进法》、《废弃电器电子产品回收处理管理条例》、《报废汽车回收拆解企业技术规范》,废旧物资回收的增值税政策及其他相关配套政策措施的制定和调整,将资源循环产业的发展逐步纳入法制化的轨道,将对我国再生塑料产业的发展起到深远的意义和影响。但是对于回收塑料质量要求和回收过程并无细节规定。

3 国外塑料废弃物回收的现状

目前,由于环保意识领先以及在塑料废弃物回收和再循环方面的技术领先,欧洲多国、美国和日本等西方发达国家在塑料废弃物再循环利用及其成果遥遥领先于我国。

瑞士是欧洲最早回收利用塑料制品的国家。自塑料制品产业化以来,回收利用这一再生资源就成了当地备受关注的议题。瑞士联邦政府也相应采取了一系列措施。以废弃塑料瓶为例,全国设有15 000多个回收中心,回收比率已超过80%,远远超过欧盟设立的50%的标准和其他欧洲国家较普遍的20%~40%的回收比率。另外,全国设有5个大型塑料回收、分拣、加工中心,其中在沃州新建的加工中心每小时可处理塑料瓶15万个,能把各种颜色的塑料分类加工成新的塑料材料。在整个欧洲大陆,以瑞士的塑瓶回收最为成功,回收率已达8成以上,归因于该

国的废塑瓶处理加工水平领先于其他国家。据统计,瑞士平均每个国民,每年送往塑料瓶收集中心塑瓶达到 100 个。瑞士政府明确规定,塑瓶生产商的塑瓶回收率须达到 75% 或以上,才允许进行大量生产。为支持收集、分类和加工再生,每个塑料瓶加征 4 生丁附加税(人民币 0.24 元)以资助一家非牟利塑料瓶回收再生机构之营运。

全球最大塑料消耗国——美国塑料业协会(APC)统计显示,自上世纪 90 年来起美国回收再生工业已翻了两番,目前在美国已建立了 6800 多个废旧塑料回收网点积极处理废弃物并提高再生利用的价值,已有超过 1 700 家企业从事废弃塑料回收再生加工。在美国中西部回收再生工厂最多(593 家);南部则设有 415 家;回收量最大的为 PET 及 HDPE 包装。全国有 74 个“消费后”塑料再生公司,主要从事塑料瓶回收加工;其中 20 家主要回收 PET 瓶;58 家针对 HDPE 瓶;4 家公司能回收再生两种塑瓶。全国塑料回收再生业共雇用了约 53 000 名员工。美国最近对再生塑料应用于食品包装的健康和安全问题提出特别关注。美国的食物及药物管理局(FDA)也一直推行塑料再生利用。

日本也是塑料消耗大国,年产量超过 1 100 万 t,每年制造出约 900 万 t 的塑料垃圾。同时,日本是亚洲塑料废弃物回收利用工作做得比较好的国家之一。日本塑料废弃物的收集、分类、处理、利用都已系列化、工业化。日本国内垃圾都被分门别类,放进透明袋,在指定日由回收公司到指定地点取回处理,送到工厂;而塑瓶将被加工成衣架、垃圾箱等日常用品,相当实用。但是由于日本国土面积相对较小,居民居住密度高,塑料废弃物的填埋比较困难,人均产生的废弃物量较大,主要采用焚烧方式处理。日本容器及包装回收协会数字显示,日本每年的 360 000 t 塑料瓶中,其中 34.5% 得以回收再生,远远超过美国的 22.3% 和欧洲的 22.0%。该协会预计,未来几年回收再生比率可增至接近 50%。近期,多家日本饮料加工商和塑料瓶生产商组成塑料瓶循环利用促进协会,决定停止生产影响循环利用的彩色瓶,实施后设一年的过渡期。

4 国内外相关法规和标准化情况

在塑料产业高速发展之时,欧、美、日等国早已意识到塑料在提升人们生活的同时,其废弃物对环境亦构成威胁,因此在塑料废弃物的立法和标准化发展上也较为完善。

瑞士对可再生资源的回收利用,成功经验是多方

面的。除了遵循循环经济国际通用的 4R (Reduce——减量、Recover——再生、Reuse——再利用、Recycle——再循环)原则外,瑞士政府还通过立法鼓励全民回收利用可再生资源。瑞士联邦政府先后制定了一系列法律法规来规范发展循环经济的具体工作,其中包括《提前收取玻璃饮料包装处理费的规定》、《电池处理费用标准》、《对电子电器产品进行回收的规定》、《特殊垃圾回收与运输规定》、《水资源保护法》、《环保法》、《水体资源免受污染和空气保洁法》等多部法律法规。

德国早在 1991 年相关法规规定对不可避免的一次性塑料包装废弃物必须进行再利用或再循环,并强制性要求各企业承担回收责任,要求所有商店向顾客收取罐装和瓶装饮料的包装回收押金,在顾客交回包装时将押金返还给顾客。

此外,欧洲塑料协会下的欧洲塑料回收者组织设立了标准与认证、塑料包装、膜、功能塑料(负责电子、电器和机动车用塑料)、PVC 与建筑用塑料、篓与托盘等工作组,分别处理塑料回收的相关事宜。

日本为推进循环型社会而制定的法制体系已比较完善。日本于 1997 年制定了容器包装回收法规,要求消费者将废物分类,而各省各市将之分日回收,再由回收企业进行回收再生以向政府领取营运资金。在 2000 年,又建立了《容器与包装物再生利用法》,2001 年的《家电再生利用法》和《食品废物再生法》,2002 年的《建设废物再生法》,2005 年实施的《报废汽车再生法》。日本也对塑料包装的回收利用作出了严格的规定:PET 瓶生产商和使用 PET 瓶的饮料生产商都要承担相应的回收费用;消费者也必须对垃圾实行分类且按时回收,乱扔垃圾会被罚款甚至判刑。法规甚至对 PET 瓶的瓶身、瓶盖、商标、颜色等都做出了详细的规定,生产商必须按要求生产,以便于回收。同时也分别对家电、汽车等工业塑料回收制定了相关法规,每年使约 60 万 t 家电塑料垃圾,几百万吨汽车垃圾和大约 3 万部手机变废为宝。

5 废弃塑料再循环的主要途径

物理机械式回收废弃塑料是国际上通行的做法,也是资源循环利用的最佳选择,其基本回收工序为:废弃塑料→预处理→鉴别→分类→除杂清洗→粉碎→造粒→循环利用。

使用后塑料必须与非塑性材料分离,更可取、更合理的是在再加工、用于二次使用之前将塑料分成单一品种的类型。除非塑料成分被清楚地标明其类型,否则需要考虑专业技术的鉴别。表 1 所列技术适合于

塑料分离。

废弃塑料的化学循环回收。有些塑料的回收由于物理法有其缺陷, 从经济角度上讲不合算, 需要化学

回收才更有价值、更科学。几乎所有塑料在高温高压条件下都能被裂解小分子物质, 这种方法就是原料回

表 1 塑料分离技术

方法	原理	效果评价
沉于水中分离	重力分离	只能有效地分离 2~3 种塑料, 较低的分选效果, 易受填充物的干扰。
漂浮	在水介质中产生空气泡沫的选择性填充物	添加必要的试剂, 低效, 有添加剂和填充物的干扰。
使用有选择性的抑浮剂的塑料漂浮分离	PVC、PC、POM、PPE 这四种塑料使用一般的湿润剂象木质素磺酸盐、鞣酸、OT 湿润剂、皂角甙可以从它们的混合物中分离	纯度在 87%~90%
电子式分离	运用电荷在电场重的作用使 PVC 和 PE 从电线和电缆分离	纯度超过 90%、会受到表面涂层和污染的影响。
MIR 光谱 (中红外)	11 种塑料的区分: PE、PP、PVC、ABS、PC、PA、PBT、PPE、EPDM 反射光谱为 2.5~50 μm , 振荡群激发	对预备的大量样品有较好的塑料识别技术, 非自动, 需要较多时间 (≥ 20 秒/分析)。
NIR 光谱 (近红外)	分离 PET、PVC、PP、PE、PS, 反射光谱为 800~2 500 μm 、正弦波, 复合波振荡激励	对塑料包装是好的识别方法, 易受填充剂 (炭黑)、表面涂层、样品几何形状的影响, 不能识别黑色。对聚合物和添加剂同样
UV-VIS 光谱	反射波 200~400 μm , 谐波和电子波	对聚合物识别低, 添加剂 (染料) 对它有强的干扰, 低自动化。
激光光电扫描器	分离 PET、PVC、PP、PE、PS。激光等离子体原子发射光谱/热脉冲感应红外温度记录法	自动对聚合物和杂原子混合物识别, 识别水平低。
X 射线荧光	用 x-射线波谱作感光方法测定元素	低聚合物、低自动化的元素识别, 只在分离 PVC 和 PET 时有效。
光学扫描	通常用感光法, 用光电二极管或电荷耦极设备器件显示	根据透明性和颜色有助于塑料分类, 但不能做聚合物化学识别。
质谱测定法	热解产品的质谱测定法检测	高时间耗费 (≥ 1 min) 低分离效果, 难于自动化。

收的过程, 属化学回收。但化学回收过程比物理回收耗费更多的能量, 过程控制要复杂的多, 产生的气体、液体、固体残留物需要处理得好, 才不会对环境产生污染。

废弃塑料的能量回收。一般地, 塑料含有高的能量价值, 当与其他废物混混合在一起时, 塑料帮助湿的或植物废物焚烧。通过过去 10 年的研究和实践, 结论性地表明废弃塑料能够安全有效地焚烧。高温燃烧始终能从燃料中得到大量的能量回收, 并且使有毒有机化合物完全分解。

6 我国塑料废弃物回收目前存在的问题

综上所述, 由于我国塑料废弃物回收和再循环起步晚, 在回收和再循环上与发达国家还存在一定的差距。

从回收产品的用途来说, 我国还处于产品面向低端市场阶段, 主要用于生产建材、再生塑料制品、土木材料、涂料、塑料填充剂等。但是国外的回收产品已经步入高端阶段或用作食品接触阶段, ConAgra 食品公司宣布成为北美地区第一家使用消费后回收塑料于冷却肉类食品的公司, 并已经开始在其冷冻肉类食品中, 如 Healthy Choice[®], Banquet[®], Kid Cuisine[®]

和 Marie Callender's[®] 产品, 使用 30% 至 40% 的消费后回收塑料; 全球最大的手机制造商之一的摩托罗拉和索爱分别在 2009 年和 2010 年采用塑料瓶制造的手机产品; 就连欧共体中对塑料废弃物态度消极的英国, 也于 2010 年利用回收塑料建造了帆船, 并完成了历时 4 个月行程约 14 484 km 横跨太平洋的壮举。

从回收流程来说, 我国废弃塑料的回收处理方式是以人工从垃圾或其他渠道回收, 集中后再进行分类、加工处理的模式为主, 不仅回收效率低, 由于重复动作等人体工程学固有原因, 也不利于劳动者的身体健康。欧美先进国家由于劳动力昂贵和人力缺乏, 回收处理方式多采用自动化流程, 使得回收效率高出许多, 也很好的保护了劳动者的健康。

我国与欧美日先进国家还存在一个根本性的差距, 那就是法规和标准化体系上的差距。我国由于起步比较晚, 关于塑料废弃物的法规和标准化很少, 更不具有形成系统性, 而欧美日先进国家起步较早, 已经建立了比较完善的法规和标准化系统, 此外欧美日等发达国家, 各国政府在推行废弃塑料回收再生时, 软硬兼施。一方面通过立法明文规定企业、个人的行为, 另一方面则通过社会宣传活动, 提高公众对环保和回收利用的意识。例如利用大众传播媒体广泛宣传

循环经济、加强中小学校环保课程教育、利用“环保日”等活动为绿色革命造势。除此以外，多国亦采取了以下之软性方案，减少浪费，提高回收再生率。在这一点我国做的还远远不够，也正是由于我国与发达国家间的法规和标准化体系的差距，使得在对外贸易上不可避免的处于劣势。比如泉州某轻工有限公司出口意大利和美国的一批聚丙烯塑料砧板，因检查出含三氯苯氧氯酚而被意大利海关拒绝入境，并被美国、欧盟通报召回，所涉及货值逾 31 万美元。引起三氯苯氧氯酚带入产品的主要原因是企业在生产过程中，仍按常规把含有抗菌剂的抗菌塑料砧板回收料（一般控制在 5% 以内）与聚丙烯原料拌料后进行生产。但是对于国外出口到我国的回收料或塑料制品的情况又是怎样的呢？2009 年日本九州的一家公司向山东省青岛市出口 6 000 t 废旧塑料时违反《巴塞尔公约》，采取欺骗手段，将大量毫无利用价值的有毒废料输入我国，从而给当地环境带来了严重污染。这是继 1996 年 4 月美国假借出口混合废纸向中国倾倒

有害废料后的又一起严重的“洋垃圾”事件。

造成以上这些事件的根本原因正是由于我国缺乏塑料废弃物的相关法规和标准。建立了完善的法规和标准化体系，从国内市场来说，可以很好的控制塑料废弃物的回收处理过程，保护环境，控制塑料废弃物产品的质量，增加塑料废弃物的用途。从对外贸易来说，可以从根本上控制出口产品的质量，减少国内企业在对外贸易上不必要的损失，使得 MADE IN CHINA 成为品牌的象征，也防止国外不良企业对我国的经济侵害，保护我国企业的利益。因此，建立比较完善的法规和标准化体系意义重大，同时也是迫在眉睫的事情。

参 考 文 献

- [1] 金雅宁. 包装废物的产生特性及其回收体系研究 [D]. 北京: 北京化工大学, 2009.
- [2] 张玉霞. 国内外食品用塑料包装回收立法概况 [J]. 河北化工, 2010, 33 (11): 63-64.

(上接第 15 页)

- [1] ISO/TC61. ISO 5999: 2007 Flexible cellular polymeric materials—Polyurethane foam for load-bearing applications excluding carpet underlay—specification [S]. Switzerland;

ISO, 2007.

- [2] ASTM D 3574: 2008, Standard test methods for flexible cellular materials—slab, bonded, and molded urethane foams [S].