食物包装对公众健康的影响

每天，你的生活都会与食品包装产生许多近距离的邂逅：早饭时，来点纸盒装的谷物和一罐功能饮料。午饭时，尝点罐装金枪鱼，喝一瓶塑料瓶装水。下午茶时，来一袋由铝箔内衬塑料袋装的薯片和一盘收缩薄膜包装的水果。在你将晚餐的烤鸡和冷冻西兰花装盘时，你已享用了数种不同食物包装材料带来的便利，并将它们丢弃。“包装好的食物十分便捷。能够将美食拿了就走的确是美事一桩，”位于纽约的城市公园基金会（City Parks Foundation）教育主管Claudia DeMegret表示。“你试着谨慎负责——买新鲜的食物并将包装拿去回收。但是，你还是会忍不住想了解所有这些包装对我们给孩子

吃的食物会产生什么样的影响...有多少包装最终会在垃圾填埋场处理。”

食品包装的功能远非装盛某一产品这么简单。它使得食物安全、新鲜，它指导我们如何安全地储存和准备食物，其条形码方便我们购买，它提供营养信息，并在运输、配送和储藏时起到保护产品的作用。另一方面，包装也将垃圾箱和垃圾填埋场填满，留存的时间远比它们所包装的食物更长。它消耗自然资源，还会将化学物质迁移到我们的食物中，对健康产生未知影响。我们与包装的关系——可以说是错综复杂的。

回顾历史

有几千年的岁月，人类将食物储存到他们在自然中发现的容器——风干的葫芦、贝壳、空心木桩、树叶以及篮子和陶器中。到公元前一世纪，中国人开始用处理过的树皮和其它纸张的雏形包裹食物。几个世纪后，在1809年的法奥战争（Franco-Austrian War）中，拿破仑首次使用了大批量生产的罐头食品作为队伍的粮草。几十年后，塑料问世，但是直到进入20世纪，塑料的用途才开始扩大到军事以外。

从这些起源开始，食物包装的艺术和科学历经了漫长的发展之路。今天，产品通常用几层包装包裹，保护它们能安全地从生产商处送到消费者的橱柜和冰箱中。食品包装能够减少细菌污染，增加食品的安全性。有建议提出，增加使用新鲜产品的包装可以预防食源性疾病的首要病因，沙门氏菌（*Salmonella spp*）的污染。

“我们感谢食品包装，因为它为我们繁忙的生活方式提供了便利，但是我们往往忘记了它的主要益处：卫生，”行业机构食品包装协会（Foodservice Packaging Institute）主席Lynn Dyer指出。“这就是在100多年前发明了一次性产品的原因——为了阻断传染性疾病的蔓延。”

除了预防细菌污染，食品包装还延长了产品的保质期，使得食品的销售范围更广、食品浪费更少。食品浪费在美国是一个很突出的问题。美国环境保护署(EPA)估计，2010年有3400万吨的食品被丢弃，几乎占美国大都市固体废弃物总量的14%。（具有讽刺意味的是，我们为了减少食品浪费使用更多的包装，但却导致了另外一个浪费问题：2010年，由家庭丢弃的包装约占城市固体废弃物的三分之一。）

在美国，所有的食品接触的物质(food-contact substances，FCSs)被定义为“作为用于生产、打包、包装、运输或装盛食品材料的一个组成部分，且对这些食品不产生任何技术影响”，这是由美国食品药品管理局（FDA）制定的监管条例。不同的包装材料有不同的优点。玻璃能够很好的保存食物风味且不易发生化学反应。纸张和纸板经济划算，容易在上面印刷。它们的重量都很轻，减少了运输货物所需的燃料。钢和铝的优点是具有可塑性、抗渗性，便于回收。铝还可以与纸张或塑料薄膜压制在一起，产生更多功能种类的包装材料。塑料已经为包装行业带来了一场彻底的革命，因为其可塑性极强，可不受限制地制成任何形状，而且重量轻、费用低廉、便于密封、持久耐用。

包装带来的潜在化学暴露

众所周知，包装中的化学成分可以迁移到食品中，但是发生迁移的量有多少以及可能对健康产生怎样的潜在影响却吸引了研究者和监管者越来越多的注意力。然而，至今很少有研究探究过这些暴露对人体所产生的不良健康影响。

不同种类的包装材料产生不同的潜在化学暴露。以玻璃为例，一般说来，FDA认定玻璃做的食物容器是安全的。但是，一些玻璃瓶和玻璃罐可能含有铅。德国海德堡大学(University of Heidelberg)环境地球化学研究所（Institute of Environmental Geochemistry）的研究人员对来自28个国家的125种品牌的饮用水进行了评估，评估显示用玻璃瓶装盛的水含铅含量比聚对苯二甲酸乙二酯（PET）塑料瓶瓶装的水高出26~57倍。铅含量的增高似乎是玻璃容器渗出的结果，尽管铅的水平仅为< 1~761 ng/L，即使检测到的铅最高值仍大大低于饮用水规定的最高限值（欧盟和加拿大为10 μg/L，美国为15 μg/L）。

有的研究已经发现食物的化学污染不仅来自玻璃本身，而且还来自玻璃罐上金属盖的密封材料。丹麦一组人员的研究中发现，一些用聚氯乙烯（PVC）垫片密封的玻璃罐中的食物含有浓度超出欧洲食品安全局(European Food Safety Authority)可接受范围的邻苯二甲酸二辛酯（DEHP）和其它邻苯二甲酸盐。这些研究并没有评估暴露带来的潜在健康影响，但是已有其它一些研究发现邻苯二甲酸盐与人体内分泌紊乱有关。

人们对纸质食品包装对环境卫生方面所带来的关注集中体现在再生纸品的使用上。回收前纸制品上的油墨会残留在这些材料上，可能使消费者暴露于邻苯二甲酸盐以及其它疑似的内分泌干扰物，包括苯甲酮类物质和矿物油。一项由德国团队开展的研究显示，用有涂布纸内衬的再生纸板盒包装的婴儿食品受到了邻苯二甲酸二异丁酯和邻苯二甲酸二丁酯的污染，少数样本含有邻苯二甲酸二异丁酯的浓度超过了欧盟对食品污染物的限值。作者们指出，铝涂布纸制作的内衬比涂布纸制作的内衬能更有效地阻止邻苯二甲酸盐从再生纸板包装上迁移。

一些纸盒的内衬本身也曾出现过问题。2010年，凯洛格公司（Kellogg Company）因为甲基萘水平超标召回了2800万盒早餐谷物，这些甲基萘从盒子内衬的涂布纸中渗出。虽然摄入这种化合物的潜在后果尚不明了，但至少有5名消费者报告在食用受污染的

谷物后得病。

也许目前关于食品包装最热门的争论就是在金属罐内层中使用的含有双酚A（BPA）的环氧基树脂的材料，BPA还用于坚硬、透明的聚碳酸酯塑料。2008年，国家毒理学计划（NTP）发布了一份对BPA毒性证据的评论，表达了“一些关注”。以记录在案的一般美国民众的暴露水平，该化合物可能会对胎儿、婴儿和儿童的大脑与前列腺产生不良影响。自然资源保护委员会（Natural Resources Defense Council）已经提请FDA禁止BPA在食品包装中的使用，但是2012年3月30日FDA颁布了一份临时裁决，驳回了这项请求，要求等待进一步研究。目前，FDA允许BPA用于食品接触。

在德克萨斯州对包装食品中的BPA进行的一项研究中，研究人员测评了105份新鲜、用塑料包装的食品以及罐装食品，他们发现60%的样本（包括一些新鲜食品）含有可测水平的BPA。研究人员计算了定期食用一些（为本次研究用的）样品食物的成年人与儿童所摄入的BPA量，得出的估值在欧盟食品安全科学委员会（European Commission Scientific Committee on Food Safety）制订的参考剂量（10 μg/kg/day）与EPA制订的标准（50 μg/kg/day）之间。虽然食用任何一种食物的剂量估值相对较低，但是作者们和其它研究人员均指出BPA的摄入有多个来源，而且越来越多的证据显示BPA以及其它内分泌干扰物，比如它们模仿的激素，即使在小剂量下也可能导致意料不到的影响，尽管对人体产生影响的程度仍在调查中。

一些受到关注的化学物，如邻苯二甲酸盐，已经逐步停止用于食品包装材料。举例来说，美国塑料委员会(American Plastics Council)已声明“邻苯二甲酸盐既不用于塑料饮料瓶，也不用于塑料食品包装材料、食物容器或在美国出售的任何类型的食品塑料包装。”

© John Lund/Getty Images

海洋中的包装物

任何未经回收利用或未妥善处置的食品包装最终都可能变为垃圾。自1986年海洋保护协会（Ocean Conservancy）的志愿者参与每年一次、为期一天的国际海岸清理运动（International Coastal Cleanups）以来，他们从全世界各国的海滩上捡拾了数以千万吨的食品包装物。其它碎片则飘入海洋，最可能的归宿就是大太平洋垃圾带（Great Pacific Garbage Patch），其它则成为融汇洋流形成的垃圾带的一份子。2012年5月9日发表的一项研究估计，大太平洋垃圾带中的塑料污染自1972年以来增长了两个数量级。

虽然这些垃圾带能够容纳大量的垃圾碎片，但是它们的主要成分是极微小的塑料及其它材料的风化颗粒，形成“垃圾汤”，很难量化并清理。艾尔加利塔海洋研究基金会（Algalita Marine Research Foundation）的创始人、记录北太平洋中央环流（North Pacific Central Gyre）废弃物污染的先驱之一Charles J. Moore表示，这种垃圾汤可能会自动进入食物链的上层，因为它会与鱼类进食的浮游生物混合在一起。尽管有证据表明这些微小的塑料颗粒可能会吸附在海水中发现的相对数量较大的持久性有机污染物上，但是我们还不清楚摄入这些颗粒是否会导致食物链的任何一个环节产生不良健康反应，那么将它们释放到海洋生物中的影响也就不为人知了。

我们采取了哪些行动应对环境影响?

为了应对包装对环境的影响，我们所采取的行动包括从源头减少、重复使用及回收的举措。

减少：可通过“减重”或少些使用原料生产相同的包装来达到减少材料的目的。10年中玻璃容器几乎已经减少了50%的重量，在上世纪70年代与本世纪初之间，两升装的软饮料PET瓶减轻了25%，铝罐减轻了26%，钢罐头和塑料杂物袋减轻了40%。另一种减重的方式是使用由塑料与其它材料合成的一层薄膜制做的小袋子。瑞典包装开发商爱克林公司（Ecolean）生产出一种重量仅为16克、但容量达1升的袋子，重量几乎只占一升装PET瓶的一半。

重复使用：可重复使用与可再充装的容器是各公司推行材料减少措施的另一方式。虽然可再充装的牛奶瓶在美国已风光不现，但是它们仍在英国一些当地出产牛奶的地区使用。在德国，大约半数的软饮料、矿泉水以及大多数的啤酒使用可再充装的瓶子销售。

回收：回收再生受到饮料容器法（也称为“瓶子法案”）的鼓励，产品附加了5~10美分的押金，在退瓶时退回。目前，美国只有10个州——加利福尼亚、康涅狄格、夏威夷、爱荷华、缅因、马萨诸塞、密歇根、纽约、俄勒冈和佛蒙特有这种法律（未退回的押金，每年可达几百万美元，将归属州和/或瓶装公与及分销商）。非营利性机构容器回收研究所（Container Recycling Institute）透露，未制订瓶子法案的州饮料容器的回收率约为24%，而制定瓶子法案的州回收率则达到60%左右。

玻璃能够无止境地回收，只产生极少的质量或纯度损失。回收玻璃的需求量超过了供应量，实际上，2010年只

美国化学委员会（American Chemistry Council）塑料部副主席Steve Russell表示，在美国除了肉类和保鲜膜以外，只有极少数的PVC用于食品接触，而且即使使用，邻苯二甲酸盐已被己二酸二(2-乙基己）酯等替代的增塑剂取代。已发现己二酸脂可能会渗入食物中，其影响仍在实验室的动物实验中，对人类的影响——如果有的话——尚未明了。

改进的空间

虽然食品包装对卫生和便捷十分重要，但是这些研究指出，我们需对包装带来化学污染的程度和影响力有更好的了解。2007年对欧洲食品中包装污染物的一篇评论文章中，瑞士苏黎世州食品监管局（Official Food Control Authority of Canton of Zürich）的Koni Grob和同事们估计，从食品包装上迁移的污染物可能大大超过其它污染物，如杀虫剂和环境污染物。“就量来说，”他们写道，“从包装材料上迁移是最重要的来源：它超出其它大多数来源100~1000倍。”

作者们表明，这些量“衡量了污染的程度，而且并不是风险的指标，”他们进一步指出，“包装材料污染物迁移的法定限值较高：对某一

© Ryan McVay/Getty Images

有33%废弃的玻璃瓶和玻璃罐进行了回收再生处理。纸质食品包装是回收最少的材料之一，同年只有25%的纸箱、纸盒和纸袋得到了回收再生处理。钢罐头是回收率最高的金属食品包装材料，回收再生率达到67%，其次为铝罐头，回收再生率为50%。只有不到30%的PET以及高密度聚乙烯（HDPE）容器被回收利用。

美国化学委员会塑料事业部副主席Steve Russell表示，虽然理论上大多数食品塑料包装能够熔化制成新的产品，但是它们中的一些比另一些更容易收集和处理，收集和处理成本也更低，不同材质的塑料回收的需求也不相同。金属处理的塑料和层压板，如用于果汁袋的材料，由于使用了混合材料而很难进行回收。但是，总部设在新泽西州特伦顿市的回收企业泰拉回收公司（TerraCycle）却收集这些以及其它种类难以回收的废料并对它们进行“升级再造”——也就是说，用它们制造创新的家居和个人用品。

再生材料可能无法保持原材料相同的质量或纯度，为了使用这些再生材料，可能需要通过额外的工艺获得相同的质量或纯度。举例来说，Russell表示，塑料含有帮助它们分解的添加剂，如果回收后还残存任何的可降解添加剂，就可能不适合作为食品接触物质再生利用。因此，FDA必须对任何试图用于食品接触的再生材料进行预审。

然而，面对泛滥的废弃物，需要回收的量远比能减少的量更多。EPA固体废弃物及应急办公室助理主任Mathy Stanislaus指出，“对大量废弃包装的关注重点不应放在我们正在填满垃圾填满场，而应该是我们正在挥霍的材料。”例如，2006年美国约有3.31亿桶的石油和天然气用于制造塑料材料，占当年美国石油消耗总量的4.6%。“当我们无法找到更好的途径减少、重复利用或回收[包装]材料时，我们不得不使用新的材料，”Stanislaus说，“而这样做的结果会对人类健康和环境产生明显的负面影响。”

污染总迁移限量采取前所未有的处罚，并对具体成分进行限定...可能并不符合消费者的期望。”

要估计食品包装污染物的慢性摄入十分困难，因为我们对此知之甚少。目前更困难的是，估算这种摄入可能对公众健康带来的任何影响，或者将其潜在的负面影响对比其在减少食品变质和微生物污染这些已知的益处，从中作一个取舍。

无疑是需要开展更多的研究。“我们对杀虫剂进行了全面评估并对其用途进行严格的控制，但食品包装的迁移物质中只有一小部分得到过评估——不到1500种——大多数甚至还未被辨识，”Grob指出。“如果5万至10万种[从食品包装迁移到食品的]水平有时会超过毒理学关注的阈值，且如果100种食品中有一种会危害到我们的健康，这就可能造成严重的损害。”

编者按：包装材料和处理工艺的革新正在进行中，通过使用替代材料来解决有潜在毒性的化学物迁移到食品中这个问题。其它的革新则通过混入可生物降解的成分来解决大量食品包装垃圾的问题。《环境与健康展望》（EHP）将会在以后的文章对食品包装的革新进行探讨。

Luz Claudio，博士，西奈山医学院（Mount Sinai School of Medicine）预防医学副教授，她是该院国际卫生项目的主管。

译自*EHP* 120(6):A232−A237 (2012)
翻译：徐瑾真

★本文参考文献请浏览英文原文

原文链接

http://dx.doi.org/10.1289/ehp.120-a232