

# 真没想到,热收缩膜 离我们这么近

小溪

美国能源部科学办公室出版的《Accelerators for America's Future》中有这样一段描述:感恩节能吃上新鲜肥嫩的烤火鸡,别忘了感恩粒子加速器,因为几十年来美国食品加工商一直使用经粒子加速器辐照交联处理后的塑料薄膜——热收缩膜来包装火鸡。

热收缩膜?听起来陌生,却已深深渗透到我们的生活之中。

## 一、塑料膜

先了解一下比较熟悉的塑料膜。

塑料的主要成分是树脂。天然树脂是树木的一种分泌物(即树枝被锯断后切口处的那层黄色胶状体)。合成树脂则是人工合成的一种高分子量聚合物,由许多相同的、简单的结构单元通过共价键重复连接而成(类似珍珠项链那样串在一起)。

合成树脂比天然树脂密度小、强度高、耐腐蚀性好。以合成树脂为主要成分,再加上些增塑剂、填充剂、润滑剂或着色剂等辅助材料,即可生产出有一定特性的可塑材料——称为“塑料”。

追溯历史,首次成功研制出塑料的是美籍比利时人、化学家列奥·贝克兰(Leo Baekeland),时间是

在20世纪初。贝克兰注册了相关专利,并开设了批量生产塑料的工厂,有些资料称他为“塑料之父”。

塑料制成的薄膜广泛应用于食品、医药用品等物品的包装,给人们的生活带来了很大便利。但塑料制品有不少弱点,例如耐温性能差、容易破裂或被撕裂等,科学家们一直在设法提高塑料的性能。

## 二、热收缩膜

随着科技的发展,20世纪50年代初期,英国科学家亚瑟·查里斯贝(Arthur Charlesby)的相关研究取得了突破。他发现聚乙烯(塑料的一种)经辐照交联技术处理后可变成一种具有特殊“记忆效应”的热收缩材料。查里斯贝发表了一系列关于辐射交联技术研究的论文,他的开拓性工作大大推动了辐射聚合物领域交联技术的研究与发展。

什么是辐照交联技术?即塑料在某些辐照条件下,其分子结构由原先的线型链状结构转化为网状的三维结构,从而引起了塑料的物理及化学性能改变——这就是辐照交联反应。

这种热收缩材料被加热到一定温度时变得膨胀且很有弹性,将它拉伸成薄膜,随之再将温度降至室温,它却仍能保持膨胀时的状态。如果用它来

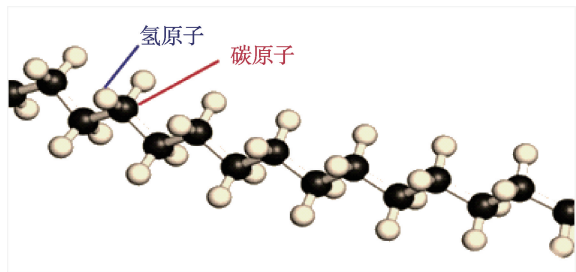


图1 聚合物分子结构示意图(图片来自网络)

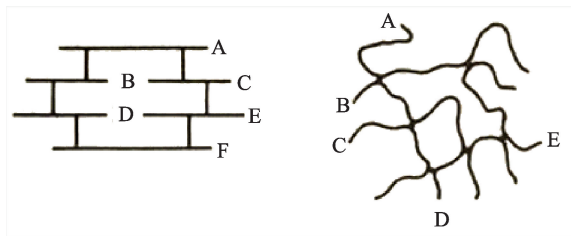


图2 线型分子交联(左)与网状结构(右)示意图(图片来自网络)

包裹某些东西,例如,包上一只肥嫩的火鸡,只要对薄膜再次加热,奇迹就出现了:薄膜显现了“记忆效应”,自动收缩至它未膨胀时的状态,肥嫩的火鸡就被薄膜紧贴着严严实实地密封起来了。这种经辐照交联处理的塑料薄膜被称为热收缩膜。

### 三、辐照处理

塑料的交联反应可通过化学方法(如加入交联剂)或物理方法(如辐照)来实现。用物理方法进行辐照交联反应可用某种放射源、光源或静电加速器、大功率电子直线加速器产生的射线(X射线、 $\gamma$ 射线、中子束、粒子束等)对塑料进行辐照,效率最高的就是大功率的辐射装置——粒子加速器。

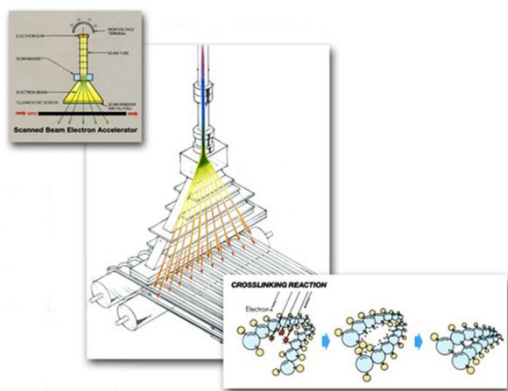


图3 电子加速器辐照处理塑料膜示意图(图片来自网络)

粒子加速器是一种利用电磁场加速带电粒子的高技术装置。塑料膜用来自粒子加速器的粒子束辐照处理后,因交联反应使材料中大分子的化学键连接形成网状结构,从而变得超级坚固并具有热收缩特性。食品加工商从塑料制造商那里大批购买这种热收缩膜用于包装各类食品,从而使新鲜的食物显得更加诱人。

### 四、用途广泛

如今,热收缩膜广泛应用于食品、医药品、消毒餐具、化妆品、文体用品、办公用品、工艺礼品、印刷品、机械零部件、电子电器产品、建筑材料等物品的

包装。对不规则形状物品的组合包装、超大型物品的包装,使用热收缩膜有更大的优势,既能满足商品的防潮防尘、防触摸偷换、透明展示等功能,又增加了商品外观上的吸引力。



图4 商品的热收缩膜组合包装(图片来自网络)



图5 大型物品的热收缩膜包装(图片来自网络)

热收缩膜仅是辐照交联技术众多的应用之一。各类塑料经交联反应后大大提高其耐环境应力开裂、耐热、耐油、耐燃、耐化学药品腐蚀、抗蠕变性和电性能等综合性能,并显著提高了耐热温度,拓宽了应用领域。经辐照交联处理的电线、电缆、各类管材、板材广泛应用于汽车、飞机、电子、建筑、大型工程等。而经辐照交联处理的聚乙烯泡沫塑料等则在绝缘、建筑、救生、隔热等方面具有特殊的优势。

热收缩膜包装与一般的真空包装是不同类别的技术:真空包装袋的塑料膜较厚,需经抽真空系统将包装袋内抽成低真空后封口,以便于运输和贮存。热收缩膜很薄,加热后会紧贴在包装物上防潮保鲜,被包装物品更直观、紧凑便于运输。

环顾四周,我们日常接触到的包装膜太多了,原来还傻傻以为都是塑料膜呢。在了解了热收缩

膜的特性与科技内涵后,才能发现它与一般塑料膜的不同。真没想到,热收缩膜离我们这么近,这项与粒子加速器相关的技术已深深渗透到每个人的生活之中!

(本文采自高能所微信公众号,略有修改)

### 参考文献

① Shrink wrap

<https://www.symmetrymagazine.org/article/october-2009/accelera->

[tor-application-shrink-wrap](#)

② Arthur Charlesby 1915-1996

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0969806X96900043?via%3Dihub>

③ Accelerators for America's Future

<https://www.energy.gov/science/office-science>

④ What Does a Particle Accelerator Have in Common with Your Thanksgiving Turkey?

<https://www.energy.gov/articles/photo-week-what-does-particle-accelerator-have-common-your-thanksgiving-turkey>



## 科苑快讯

### 甲虫的彩虹色也是一种伪装

当你想到伪装时,可能不会想到如同别致胸针的青绿色虫子。但是,研究人员报告说,这是金龟子叹为观止的完美伪装。

科学家们以前认为,蜻蜓和蝴蝶之类色彩斑斓的生物进化出迷人的生命色彩,是为了吸引配偶,或是为了警告捕食者不要吃它们,因为它们有毒。然而,100年前首次提出的一种反直觉理论却认为,这种彩虹色可能只是一种伪装。

为了找到答案,研究人员使用了近900只甲虫的翅膀标本,其中一些是天然的彩虹色,另一些是用普通颜色画的虫子。他们随后将其放在英国自然保护区的植物叶子上,这些叶子具有不同的绿色调和光泽度。

研究组在《当代生物学》(*Current Biology*)期刊上报告,鸟类在彩虹色翅膀标本中发现虫子的次数比用非彩虹色画的虫子少3倍。人类也面临同样的麻烦:



公园里的人发现彩虹色翅膀的次数比非彩虹色少6倍,而且树叶光泽度越高,寻找的任务就越艰巨。

研究人员说,这项研究首次证实了彩虹色可以作为一种伪装。这也能解释,为什么彩虹色进化成了很多动物生机勃勃的伪装色。

(高凌云编译自2020年1月23日 [www.sciencemag.org](http://www.sciencemag.org))