



为什么纸成为即时发泡的首
选环保替代方案

Ranpak®

Deliver a Better World™



目录

- 3 引言
- 4 安全性
- 5 仓储和搬运
- 6 可回收性
- 7 环境
- 8 为什么选择纸质包装
- 9 行业案例研究:空气动力电子学
- 10 行业案例研究:汽车前大灯和涡轮泵
- 11 选择Ranpak释放纸张潜能的三大理由
- 12 将纸质材料融入仓库环境的四个步骤

引言

全球包装行业正站在一个转折点上:传统塑料材料因环境、健康与监管的重重挑战,其主导地位正被全面动摇。长期以来,塑料包装因其耐用性和多功能性而备受青睐,但如今因可回收性有限、对环境的长期影响,以及邻苯二甲酸酯和双酚等化学添加剂可能带来的毒性,正面临越来越多的审查。相比之下,纸质包装凭借更高的回收率、更低的毒性风险,以及日益提升的消费者与监管认可,正成为更具可持续性的替代方案。美国环境保护署数据显示¹,近年来纸和纸板箱的回收率高达68%以上,而塑料包装的回收率却普遍不足10%,两者差距悬殊。由于纸质包装通常避免了塑料生产与降解过程中产生的有害物质,因而被视为更安全、更环保的替代方案。本文分析了塑料包装与纸质包装的现状,重点比较其可回收性、毒性及整体安全性,并深入探讨了推动行业日益转向纤维基解决方案的关键因素。

塑料包装材料的成本通常约为每吨1,200美元,而到2025年,再生塑料的价格将根据质量从每吨350美元至1,800美元不等²。相比之下,纸质包装材料更具成本优势—标准纸板平均每吨约700美元,而模塑纤维浆的价格更低至每吨50-150美元。回收纸原料(如OCC)的交易价格通常在每吨42-117美元之间³。除了材料成本更低之外,纸质包装还因较少的监管费用以及消费者日益增长的偏好而受益。总体来看,在当前的包装市场中,纸质包装在成本效益和环保性能方面均优于塑料包装。



1) 纸和纸板:材料特定数据。美国环境保护署。2018.

2) 市场区域2的信息。纽约(美国东北部/加拿大海洋三省)。RecyclingMarkets.net。2025年7月7日。

3) 纤维价格保持稳定,塑料价格喜忧参半。资源回收新闻。2025年4月15日

安全性

作为一次性包装材料,发泡的首要问题在于,它必须依赖化学反应才能形成可用状态。这意味着,在包装环境中使用该解决方案,需要将其储存在可手动激活的一次性预分装包装中,或者将反应所需的化学品存放在现场的独立容器中,按需混合使用。

当二异氰酸酯与多元醇混合时,就会发生化学反应,使泡沫膨胀。研究表明,接触这些化合物可引发不同程度的健康问题。其成分A与B本身即具有危险性,而当两者结合发生化学反应后,所产生的气态产物同样对人体构成威胁。如果混合不当,挥发性气体可能会持续释放很长时间,从而导致持续吸入风险。

二异氰酸酯的毒性包括其潜在的致癌特性以及对皮肤和呼吸道致敏的严重风险。接触这些物质后,人类可能面临慢性哮喘和过敏的风险—即在首次接触后,即使在极低浓度下再次暴露,也可能引发严重的过敏反应。¹这些风险使二异氰酸酯被列为1类危险化学品。其他1类产品还包括石棉—这种材料曾广泛用于隔热材料,但现已明确其为间皮瘤的致病物。成分B同样属于2类物质,即关于呼吸道和皮肤致敏作用的高严重性物质。

如果无法按需混合,装有A和B化学品的塑料包装仍可能面临损坏或高温暴露的风险,从而导致包装内化学品的不稳定性。包装袋所用的塑料本身可能含有邻苯二甲酸酯,而这种化学物质也与潜在健康风险相关。² ■



1) 《美国工业医学杂志》:异氰酸酯与职业性哮喘——来自加利福尼亚州、马萨诸塞州、密歇根州和新泽西州(1993–2008年)的研究结果,2015年9月9日。

2) Sandee LaMotte, CNN,《研究发现:消费品中的合成化学物质与过早死亡有关》,2021年10月12日。

仓储与搬运

用于现场制备发泡剂的A类和B类化学品被分别存放在各种规格的容器中，从小型罐装到大型散装吨桶不等。处理化学品时，必须全程佩戴适当的个人防护装备。此外，空容器在处置前亦需经过特殊处理。若操作不当，不仅会直接引发危险的现场状况，还将导致罚款，以及因桶体来回运输而增加的物流费用和外部成本。若桶清洗不当，可能释放危险气体，甚至因过热或火花引发破裂或着火，1而3类危险化学品三丙二醇单甲醚则用作桶内液体清洁剂。

使用预先配制并自封装的A和B成分混合物的系统，旨在避免现场储存化学成分所带来的问题。然而，这些系统可能导致化学品接触风险，并且缺乏按需解决方案所具备的适应多种SKU的灵活性。由于不同运输体积需要匹配相应尺寸的泡沫包装，这给追求单一适应性按需方案带来了更高的物流复杂性。■

纸张仓储相对简单

纸张平放在托盘上运输和存储，并可根据需要加工成缓冲材料。无需将化学成分储存在单独容器中——纸张可存放在指定区域，并可按需将易搬运的包装或卷材运至包装工位。纸质包装机设备占地面积小，可以轻松装入包装单元。

1) Neeva-Gayle Candelori,《废弃喷涂聚氨酯桶的处置》，聚氨酯行业中心，2009年6月。

可回收性

发泡材料虽然宣称可回收,但即时发泡解决方案更可能最终被填埋或焚烧。

原因是什么?聚氨酯化合物的化学回收利用在经济上不可行,而且愿意接收和处理这些泡沫的回收设施也寥寥无几。塑料泡沫很少实现真正回收,通常会被碾碎成粉末,然后与原生材料混合,作为B组分(多元醇)的一部分,与A组分(二异氰酸酯)发生化学反应,从而形成消费者熟知的泡沫。

近年来,新型生物基聚氨酯发泡因其抗冲击性、防潮性和耐热性而受到广泛青睐,已成为包装领域运输易碎或易腐物品的理想选择。然而,尽管这些材料可能采用可再生原料(如大豆油或蓖麻油)制成,但在生命周期结束时面临的处理难题与石油基聚氨酯几乎相同。 ■

纸张回收:可行的替代方案

纸张的高回收性使其成为一次性使用的理想材料之一。消费者可以在路边轻松将纸张投入回收系统,且纸张最多可被回收利用7次。纸张不仅易于转化为有价值的再生产品,而且支持纸张回收的基础设施非常完善,其回收计划的参与率在所有材料中名列前茅。



环境

作为一种塑料,即时发泡解决方案具有在自然环境中持久耐用的特点。由于重量轻、体积大,这些材料在废物运输和垃圾填埋场中占用更多空间,因此运输和储存效率低下。一旦进入填埋场,它们会被压缩到膨胀体积的大约10%,随后保持惰性状态。通过焚烧泡沫废料(可能结合能源回收过程)可在填埋场实现体积减容。然而,焚烧发泡会产生有毒的氰化氢以及包括二氧化碳在内的其他环境有害气体。¹聚氨酯最适合用于那些对耐用性和使用寿命有较高要求的应用场景。然而,对于一次性包装来说,这些优势反而可能成为显著的缺陷。

一旦这些物质进入自然环境,其分解过程会产生微塑料。全球约有42%的塑料用于包装。²以塑料为基础的即时发泡解决方案通常为一次性使用,相较于纸张,更难通过路边回收体系进行回收。因此,这些发泡产品最终通常被送往垃圾填埋场,在那里它们可能需要数百年才能分解,甚至可能无法自然降解。

虽然已有研究发现了一些可分解聚氨酯的有机方法,例如利用特定的真菌和细菌,但这些方法目前尚无法大规模处理现今使用的发泡塑料,从而实现可持续处置。■

纸制品的负责任采伐

纸张所用的原生纤维可以通过负责任的森林管理实现可持续采伐。这些森林的管理符合森林管理委员会(FSC)等组织制定的标准,FSC为贴标市场参与者提供认证规范与操作指引。消费者无需担忧,森林产品的采伐过程在保护生态环境的同时,也尊重当地社区。由此,土地得到保护,树木可以自然再生,森林得以维持健康状态,不受清伐、不可持续农业和工业进程的损害。

1) Aleksandra Kemona和Małgorzata Piotrowska,《聚氨酯的回收与处置:方法与展望》《聚合物》,2020年。

2) R. Geyer, J. R. Jambeck, K. Lavender Law,《人类迄今生产的所有塑料的生产、使用及其归宿》,《科学进展》第3卷第7期,2017年7月19日。

为什么选择纸质包装

纸质包装在环境、经济和消费者层面均具有显著优势,使其成为传统塑料包装的理想替代方案。从环境角度来看,纸张既可再生又可生物降解,有效降低了石油基塑料所带来的长期污染和微塑料问题。纸质包装在美国的回收率超过65%,在欧洲部分地区更高,因此在回收和循环利用方面表现优于塑料包装。该材料能够自然分解,不产生有害残留,对环境和人类健康更为友好。

从经济角度来看,纸质包装材料的成本优势日益凸显。与原生塑料相比,模塑纤维和再生纸板更具成本优势,而且与许多塑料不同,不受不断增加的生产者责任延伸(EPR)费用、税收或禁令的影响。随着全球塑料监管力度加大,纸制替代方案有助于品牌规避合规成本,避免声誉风险。

从品牌形象和消费者信任的角度来看,纸质包装与可持续性、质量和安全紧密相连。消费者越来越倾向于选择纸质产品,尤其是采用再生材料或获得可持续认证来源的产品。凭借出色的印刷性和触感,纸质包装能够增强货架展示效果,并提升顾客体验。

涂料和纤维技术的不断进步持续拓展了纸张的功能。纸质包装在可回收性、安全性、成本和公众认知之间实现平衡,为希望在今日快速变化的市场中兼顾环保目标与业绩盈利的企业带来显著优势。 ■

- ✓ 高效使用和处理
- ✓ 环境友善
- ✓ 易于回收
- ✓ 无毒
- ✓ 更实惠
- ✓ 可打印
- ✓ 有效的包装保护



行业案例研究： 空气动力电子学

Ranpak的包装工程师受托设计一套用于保护空气动力电子设备的包装系统。测试中, 包装从80厘米高度自由跌落, 这一高度对于重量不超过10公斤的包装产品而言是典型标准。

结果

PadPak跌落测试结果显示, 其受力为16.6 G, 而使用即时发泡时, 受力为39 G。PadPak纸质缓冲材料比塑料泡沫材料减少了58%的重力加速度。

采用等长PadPak缓冲垫的情况下, 相比于以往需要混合化学品的即时发泡包装工艺, 包装速度得到了提升。

最终, PadPak使用纸质填充取代了即时发泡, 更具成本效益, 使包装盒成本降低了57%。 ■

传统解决方案



PadPak解决方案



行业案例研究： 汽车前大灯和涡轮增压

在保护车头灯免受损坏方面，纸质缓冲材料的表现优于即时发泡材料。在此包装项目中，工程师们需处理多种产品，这些产品的重量和易碎性各不相同。

产品以底部朝下跌落，因为在所有与跌落相关的运输事故中，底部朝下的情况发生率高达70%。此外，对于包装产品而言，底部先落地的跌落具有最大的破坏性。纸张再次胜出，展现了其多功能性和韧性。

结果

在所包装的各类产品中，PadPak提升了包装速度。

PadPak在减缓重力加速度方面优于现场发泡材料，在运输车头灯时，保护效果最多可提升44%。

总体而言，采用PadPak纸质缓冲材料可将包装盒成本降低73%。 ■



选择Ranpak释放纸张潜能的三大理由

借助Ranpak, 品牌比以往任何时候都更容易实现从一次性塑料包装向纸质包装的转型。随着全球各地不断出台优先支持可回收包装材料的相关法规, 用纸替代塑料的商业理由也愈发充分。

1

纸质包装几乎可以满足运输箱的所有需求。

纸质包装的作用远不止提供缓冲或填充材料。纸张可加工成按需膨胀的包装材料、可承重数百磅的卷材垫, 甚至制成衬垫, 其冷链性能可媲美发泡聚苯乙烯 (EPS) 发泡容器。



JWF Technologies通过与Ranpak合作, 将泡沫包装改为纸质包装, 从而降低了**50%**的成本。

Ranpak产品:

- FillPak® TTC 空隙填充系统
- PadPak® AJR (不适用于亚太地区)

2

不断变化的包装法规, 让高可回收性的纸张在经济上更具优势。

监管环境持续为可持续举措提供有力支持, 目前美国已有9个州颁布或提议实施生产者责任延伸 (EPR) 法规。这些法律在欧洲已实施多年, 但在美国直到最近才开始推广。



多家医药企业已与 Ranpak 合作, 转向使用**100%**可回收的包装。

Ranpak产品:

- PadPak® LC

3

包装自动化、计算机视觉和人工智能等新技术正在提高效率。

Ranpak不断发展的先进技术通过专注于包装及内部物流流程的自动化, 为纸质包装行业提供支持: 纸质包装可与模块化、可扩展且创新的自动化解决方案结合, 为其在仓储环节提供更多切入机会。这适用于新建或改建场地, 可在这些场地集成新的解决方案, 并随着需求增长进行扩展。



MedPets通过引入包装自动化和尺寸优化技术, 使人工包装工位数量减少了**80%**。

Ranpak产品:

- Cut' it!™ EVO

将纸质包装融入仓库环境的四个步骤

摒弃塑料发泡并采用纸质系统可以帮助企业提高其整体ESG绩效。通过去除废物流中的一次性塑料包装,企业能够减少最常见的塑料废弃物来源。

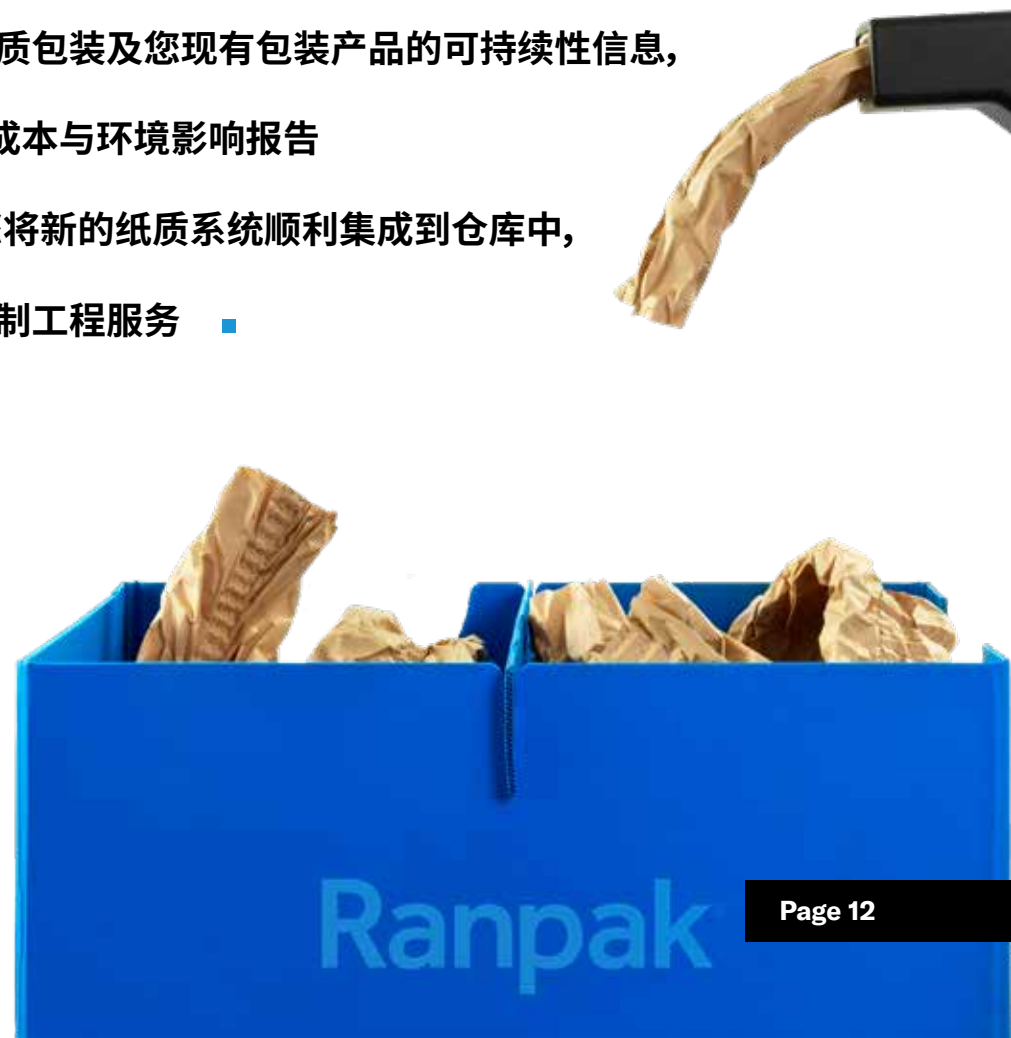
从塑料即使发泡包装系统切换到纸质包装系统非常简便,因为无需更改现有仓库基础设施即可采用纸质方案。

Ranpak使企业能够轻松地将化学发泡包装系统切换为纸质包装系统。

1. 联系Ranpak纸质包装专家
2. 试用潜在的纸质解决方案
3. 如需了解更多关于纸质包装及您现有包装产品的可持续性信息, 请向Ranpak索取总成本与环境影响报告
4. 安装:Ranpak支持您将新的纸质系统顺利集成到仓库中, 并可根据需求提供定制工程服务 ■

探索Ranpak提供的全系列纸质缓冲解决方案:

www.ranpak.com/cn/solutions/cushioning/



探索全新的 PadPak® Guardian 30

成立于1972年, Ranpak 的目标是打造首个在运输过程中保护产品的环保型解决方案。通过不断开发和优化材料、系统及整体解决方案理念, Ranpak 已在电子商务和工业供应链领域树立了创新领导者的声誉。

Ranpak 是一家全球性企业, 拥有约850名员工, 总部位于俄亥俄州康科德镇。

Ranpak 在纽约证券交易所上市, 股票代码为“PACK”。

在此了解更多关于 Ranpak 纸质保护包装的信息!

www.ranpak.com

Ranpak®
Deliver a Better World®

可持续性

包装材料可通过便捷的路边回收进入再生循环, 让您在发货时更加安心。

防护性能

Guardian 缓冲垫具备经过验证的防护性能。可通过不同的纸张品质和设备设置, 灵活定义缓冲垫的宽度和厚度。

性能

快速、高质量的缓冲垫输送, 适用于批量作业, 并可兼容顶部悬挂或工作台安装方式。

生产效率

紧凑型设计在不牺牲性能的前提下最大化工作空间利用率。轻松的操作和便捷的装纸方式可提升换卷过程中的操作舒适度, 并最大限度减少停机时间。高效的纸卷拼接可降低重新装载的频率。

相关行业

汽车
工业制造
家具及家居用品
电子产品
电子商务
第三方物流 (3PL)

适用于中高产量缓冲及阻挡固定 (Block & Brace) 应用的高性价比、多功能纸质缓冲解决方案。

