



# 塑料制品及其有毒添加剂 对健康的影响

作者/ 窦丽丽、无毒先锋



# CONTENT

## 目录

---

**摘要** **01**

---

**一、无处不在的塑料和塑料垃圾** **02**

---

**二、塑料的环境影响及应对措施** **03**

---

**三、塑料对健康的影响综述**

- 1、人们对塑料对健康影响的认知过程
  - 2、塑料对健康的直接影响
  - 3、塑料对健康的间接影响
  - 4、小结
- 

**四、常见塑料及其所含有的有害化学物质** **08**

- 1、塑料制品及其潜在风险
- 2、塑料制品中常见的有害化学品





## 五、塑料制品化学品安全的实证调查 ——以邻苯二甲酸酯为例

15

- 1、综述
- 2、检测结果
- 3、小结：塑料制品有毒物质检测结果暴露出来的问题

---

## 六、结论和建议

22

---

## 参考资料

23

# 摘要

塑料是一种常见材料，广泛应用于农业、电子电器、汽车制造、建筑、包装、家居、休闲与运动等领域。随着全球塑料产量和使用量逐年上涨，塑料垃圾成为最受关注的环境议题之一。需要强调的是，塑料及其制品生产、使用、废弃的全生命周期都对环境与人体健康产生了巨大的影响。但是，因为信息不对称等原因，目前我们对这些影响的评估依然不充分，对塑料在生产过程中添加有害化学物质的情况亦了解有限。

可以确定的是，塑料“生产—使用—废弃”的全生命周期，都在对人体健康产生直接或间接的影响。其中，塑料对人体健康的间接影响，是通过影响空气、水、土壤等环境因素而实现的，这部分通常被归入环境与健康议题。塑料对人体健康的直接影响，则主要是因为人类在使用塑料制品的过程中，接触到塑料中添加的有害化学物质而产生的。这方面影响在过去很长一段时

间内没有引起人们的重视，不过，随着对化学品研究的不断深入，人们对相关问题的关注度正在逐渐提升。

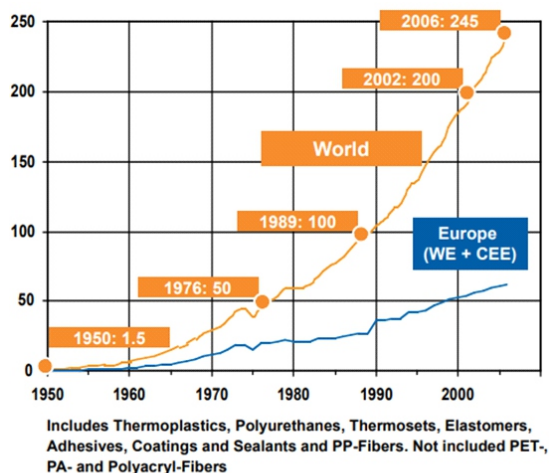
塑料及其制品在生产过程中添加了种类繁多的化学品，其中很多已被证明对人体健康有害。《巴塞尔公约和斯德哥尔摩公约区域中心活动报告附录：塑料和有毒添加剂，及其与循环经济的联系：巴塞尔与斯德哥尔摩公约可以发挥的作用》列出了五种需要优先考虑的有害化学物质，包括最为人们熟知的邻苯二甲酸酯和双酚A。

本报告综合阐述了塑料对环境以及人体健康的影响，并着重阐述了塑料对人体健康的直接影响：政府机构、环保组织以及个人的相关检测证明，我们日常生活中所接触到的塑料制品，很多都含有有害化学物质，超标率亦非常高，其中一些甚至超过国家标准几百倍。这些不合格塑料制品正在威胁着人类尤其是青少年、婴幼儿的健康，需要我们加以关注并采取应对措施。

## 一、无处不在的塑料和塑料垃圾

塑料是人工合成的有机聚合物，99%来自化石燃料。塑料已被广泛应用于工业、农业、建筑、包装以及人类生活的各个方面，可以说无处不在。

全球塑料产量已经从1950年的150万吨增长到了2015年的3.22亿吨<sup>1</sup>。如果缺少有效干预，预计未来20年全球塑料产量还将再翻一番，到2050年全球塑料产量将高达11.24亿吨<sup>2</sup>。



Source: PlasticEurope Market Research Group (PEMRG)

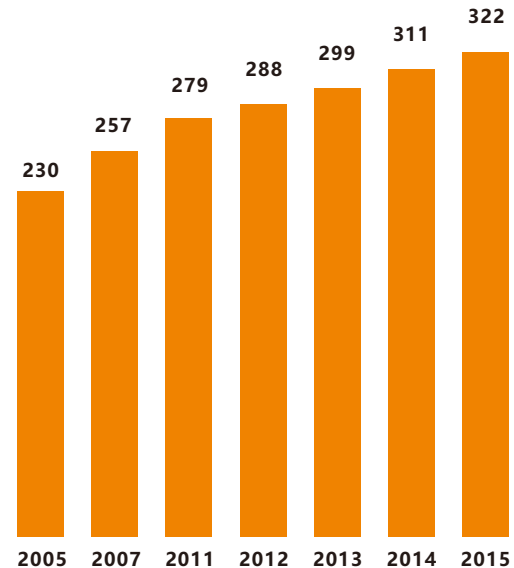
### 全球塑料产量1950—2006

来源：欧洲塑料制造商协会

The Compelling Facts About Plastics: An analysis of plastics production, demand and recovery for 2006 in Europe. Page 8.

到2015年底，人类共生产了83亿吨塑料，其中63亿吨彻底成为废弃物。这些废弃的塑料制品中，只有9%被回收，另有12%被焚烧处理，剩余79%的废弃塑料则深埋在垃圾填埋场或在自然环境中累积<sup>3</sup>。

一项最新研究显示：如不采取有效措施，2016年至2040年，全球将会产生13亿吨塑料垃圾。仅2040年一年，倾倒入海洋的塑料垃圾可能将达到2900万吨，相当于全球每米海岸线都有50公斤塑料垃圾。如果全世界联合起来立即采取有效措施，到2040年，塑料垃圾有可能会减少到7.1亿吨<sup>4</sup>。



全球塑料产量2005—2015

来源：欧洲塑料制造商协会 plastic-the-fact-2016 page 12

## 二、塑料的环境影响及应对措施

随着塑料工业的迅猛发展，相应的环境污染也开始显现。上世纪九十年代，我国开始关注“白色污染”问题。所谓“白色污染”，是指不可降解的塑料袋、塑料包装、快餐盒、农业废弃的塑料薄膜等塑料垃圾。在治理“白色污染”的过程中，人们逐渐意识到，我们在享受塑料带来的便利的同时，也在付出相应的环境代价。塑料的大量使用带来的是大量不可降解垃圾。由此开始，很多有识之士开始呼吁减少对一次性塑料制品的使用。

2020年1月16日，国家发展和改革委员会和生态环境部联合下发了《关于进一步加强塑料污染治理的意见》（以下简称“意见”），从禁止、限制部分塑料制品的生产、销售和使用，推广应用替代产品和模式，规范塑料废弃物回收利用和处置等角度出发来解决塑料垃圾的问题。同时，《意见》也指出：不规范生产、使用塑料制品和回收处置塑料废弃物，会造成能源资源浪费和环境污染，加大资源环境压力。积极应对塑料污染，事关人民群众健康，事关我国生态文明建设和高质量发展。《意见》要求各级各地政府部门推行生态环境保护综合执法，加强塑料废弃物回收、

利用、处置等环节的环境监管，依法查处违法排污等行为，持续推进废塑料加工利用行业整治；加大对塑料污染治理的宣传力度，引导公众减少使用一次性塑料制品，参与垃圾分类，抵制过度包装。《意见》还强调，塑料制品生产企业要严格执行有关法律法规，生产符合相关标准的塑料制品，不得违规添加对人体、环境有害的化学添加剂。

塑料垃圾是“塑料与环境”议题下最具代表性的一个问题，被公认为世界上最紧迫的环境问题之一。全球100多个国家和地区先后出台管制措施，联合国、二十国集团（G20）等组织陆续发出治理倡议。2018年欧盟通过新的禁塑令，拟禁止使用棉签棒、吸管、饮料搅拌棒、塑料气球杆等10种一次性塑料产品以及污染海洋的塑料渔具，限制使用塑料杯、外卖用的塑料盒及塑料饮料容器。

2019年5月，来自187个国家的代表在瑞士日内瓦通过了《巴塞尔公约》<sup>5</sup>修正案，就塑料废弃物全球跨境转移管理机制达成协议，开始将塑料垃圾纳入一个具有法律约束力的框架。2019年6月，在G20日本大阪峰会上，各国领导人一致同意以2050年为目标，将



新增海洋塑料垃圾减为零。

塑料垃圾对海洋环境的危害是近几年饱受关注的一个热点。2004年，英国普利茅斯大学(University of Plymouth)的海洋学家理查德·汤普森 (Richard Thompson) 提出了“塑料微粒 (微塑料)”概念，来定义那些大塑料破碎或特意制造的数以亿计的塑料碎片。世界各地的研究人员开始对这些塑料微粒如何进入生物器官进行研究。2015年，乔治亚大学 (University of Georgia) 的环境工程师珍娜·詹贝克 (Jenna Jambeck) 领导的一个研究小组估计，每年有480万吨至1270万吨塑料进入海洋，到2025年，这一数字可能会翻一番<sup>6</sup>。联合国的数据显示，每年有100万只海鸟和10万只海洋哺乳动物因塑料污染而丧生<sup>7</sup>。塑料将会被分解成微型碎片，然后被浮游生物摄

入，并最终影响到食物链和人类食物构成。2017年2月，联合国环境规划署启动了“清洁海洋”运动 (#CleanSeas)，目标是在2022年前消除塑料垃圾。2018年，世界海洋日的主题是“清洁我们的海洋”，行动重点是防止塑料污染，鼓励寻找解决方案，改善海洋的健康。

2020年8月18日，《自然通讯》杂志上发表的一项研究成果称，大西洋海面以下200米约有1200万吨至2100万吨微塑料。研究人员仅对大西洋中聚乙烯 (PE)、聚丙烯 (PP) 和聚苯乙烯 (PS) 三种最常见的塑料进行定量分析，结果显示整个大西洋中的塑料数量远远高于以前研究确定的数量，海洋塑料的污染程度还是被大大低估了<sup>8</sup>。

## 三、塑料对健康的影响综述

### 1、人们对塑料对健康影响的认知过程

上世纪九十年代初，塑料袋开始普及，人们对塑料与健康的关注也随之开始。最初，因为塑料制品的质量不稳定，常用的超薄塑料袋有一股“塑料味儿”，一些对气味比较敏感的人认为，这种“味道”本身就意味着这种产品可能会对健康不利。

尽管随着塑料产业的兴起，行业技术的进步，塑料袋的气味问题解决了，但是，对“塑料与健康”问题的关注并没有停止，并且时常见诸报端、网络。人们对于“塑料与健康”议题的关注，经历了一个由浅入深的过程。早期只是从“气味”、“遇热变形”来推断塑料是否有害健康，到后来开始研究塑料在使用过程中是否会析出有毒有害物质。

长期以来，人们对“塑料与健康”问题的关注集

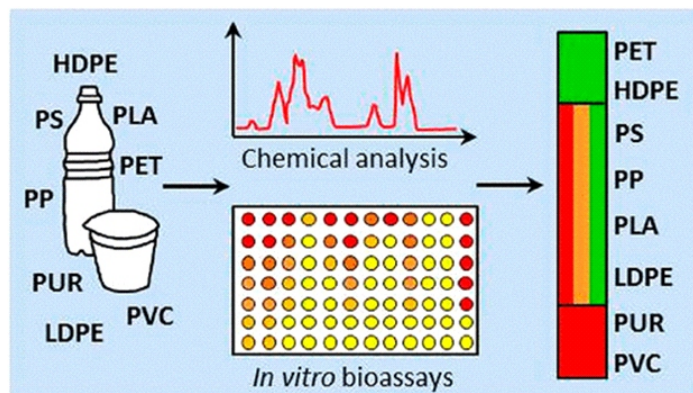
中在“入口”相关的塑料产品上，包括塑料水杯、餐具、食品包装等，并没有考虑塑料制品是否会通过皮肤接触、呼吸等途径影响人类的健康。但是，随着对化学品研究的不断深入，人们已经意识到，塑料对于健康影响的途径远比人类预想的要大得多。

多项研究已经表明，塑料在生命周期的每个阶段，都会对人类健康产生显著风险。在全球范围内，多数人会暴露于塑料生命周期的多个阶段。随着塑料产量和使用量的增加，人体塑料暴露也在增加。从井口到炼油厂，从工厂到商店，从商店货架到人体，从废弃物的管理到空气、水和土壤污染的持续影响，加总起来，足以引起人们对塑料与健康问题的重视：塑料在全球范围内威胁着人类健康。

## 2、塑料对健康的直接影响

塑料对健康的影响，可以分为两类：直接影响和间接影响。

直接影响，指的是人类在使用塑料制品的过程中，受到塑料颗粒本身及其所包含的有毒化学品的影响。比如常见的邻苯二甲酸酯、双酚A等。德国ISOE社会生态研究所开展的一项研究，分析了34种广泛使用的塑料制品中的化学成分，包括与食物接触的塑料包装，如可重复灌装的饮料瓶、软糖包装、酸奶杯、水果托盘等。这项分析涵盖八种主要的塑料材质类型：聚氯乙烯(PVC)、聚氨酯(PUR)、聚对苯二甲酸乙二酯 (PET)、聚苯乙烯(PS)、聚丙烯(PP)、高密度聚乙烯(HDPE)、低密度聚乙烯(LDPE)和聚乳酸(PLA)。



研究人员在大多数 (74%) 塑料提取物中均可检测到有毒化合物，并根据毒性对进入其成分的化学物质进行排序。

来源：《环境科学与技术》(Environmental Science and Technology)



### 研究结果显示：

1) 在74%的塑料产品中检测到有毒化学品，能触发至少一个与影响人体健康相关的端点。包括基线毒性(62%)、氧化应激(41%)、细胞毒性(32%)、雌激素性(12%)和抗雄激素性(27%)。日常流行的塑料消费品中含有干扰人体内分泌的化学物质，而目前与食物接触的塑料包装中使用的化学物质则可能对人体有毒。

2) 在34种塑料中发现了1400多种物质，但只鉴定出其中的260种。这意味着塑料中的大部分化学品仍然未知，我们尚无法对其安全性进行评估。

3) 已经鉴定出的260种化学物质包括单体、添加剂和非故意添加的物质——其中27个具有高体外毒性，包括众所周知的添加剂，如二苯甲酮 (BP)、2,6-二叔丁基对甲酚 (BHT) 或磷酸三乙酯 (TEP)，以及不太为人所知的异构体，如癸酸。

4) 在所研究的八种聚合物中，聚氯乙烯 (PVC) 和聚氨酯 (PU) 的毒性最高<sup>9</sup>。

由瑞士日内瓦国际环境法中心 (CIEL)、非营利组织 Earthworks、全球焚烧替代联盟 (GAIA)、健康婴幼儿与光明未来组织 (HBBF)、国际污染物消除网络 (IPEN)、上游组织 (Upstream)、#break free from plastic全球运动、摆脱塑缚行动和无毒先锋共同研究编写的《塑料与健康——塑料星球的隐藏成本》，也阐述了塑料制品在使用过程中的健康影响：塑料在制造过程中可能会使用包括引发剂、催化剂和溶剂在内的多种化学物质和添加剂。大多数这些添加剂不与聚合物基质结合，并且由于它们的分子量较小，容易从聚合物中渗入周围环境中，殃及空气、水、食物或身体组织。

随着塑料颗粒的持续降解，新的表层区域被暴露在外，其内部含有的添加剂也持续释放于环境和人体中。塑料、塑料单体和塑料加工剂中的各种化学添加剂具有已知的人体健康影响。例如邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP) 和双酚 A (BPA) 等几种增塑剂会引起生殖毒性。其他如氯乙烯 (VCM) 和丁二

烯 (BD) 是致癌物质。苯和苯酚可致突变，即它们可能会改变生物体的遗传物质，通常是脱氧核糖核酸 (DNA)，从而增大突变的频率。

大量研究表明，化学物质可以从包装迁移到食品和饮料中。一项学校膳食研究对食品在使用含有邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯 (DEHP) 和邻苯二甲酸二异壬酯 (DINP) 的材料包装前后的情况进行对比后发现：包装后，邻苯二甲酸酯 (PAEs) 平均浓度提高了100%以上。单体双酚A(BPA)从聚碳酸酯(PC)瓶中迁移到水中，其浓度随着热量增加而增大。环氧涂层罐的双酚A(BPA)迁移更令人担忧。美国疾病预防控制中心的国家健康和营养调查 (The National Health and Nutrition Examination Survey) 对2009—2010年人口化学暴露做了最全面的调查。它在美国92%的儿童（至少6周岁）和成年人尿液样本中发现了双酚A(BPA)，在几乎所有样本中检测到15种邻苯二甲酸酯中的10种，还检测出了全氟辛酸(PFOA)和高氯酸盐 (ClO<sub>4</sub><sup>-</sup>)；在51%的受试者体内发现了4-壬基酚<sup>10</sup>。

### 3、塑料对健康的间接影响

塑料对健康的间接影响，指的是塑料制品在生产、废弃、循环再生的过程中，排放的有毒有害物质污染了空气、水、土壤等，而人类接触到这些被污染了的环境，进而影响到健康。

《塑料与健康——塑料星球的隐藏成本》详细阐述了塑料在其供应链和生命周期的每个阶段对健康的影响，并揭示了每个阶段人类健康受到影响的众多暴露途径。

#### 塑料与健康：塑料星球的隐藏成本

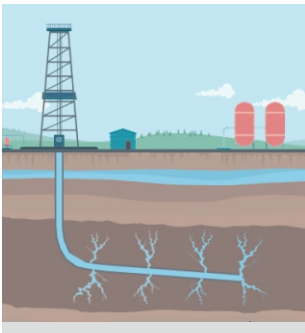


在塑料的全生命周期，人类通过摄入、吸入和皮肤直接接触方式暴露于多种有毒有害化学物质和微塑料。

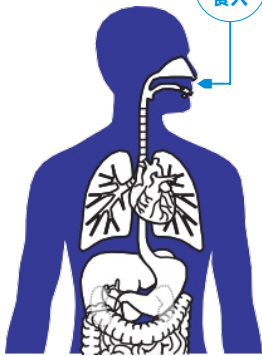


# 直接暴露

## 提取和运输



吸入  
食入



**排放物：**包括苯、挥发性有机化合物（VOCs），以及压裂液中的170多种有毒化学物质

**暴露方式：**吸入和摄入（空气和水）

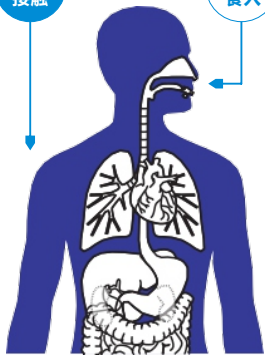
**健康影响：**影响免疫系统、感觉器官、肝脏和肾脏；影响包括癌症以及神经、生殖和发育毒性

## 精炼和制造



皮肤接触

吸入  
食入



**排放物：**包括苯、多环芳烃（PAHs）和苯乙烯

**暴露方式：**吸入、摄入、皮肤接触（空气、水和土壤）

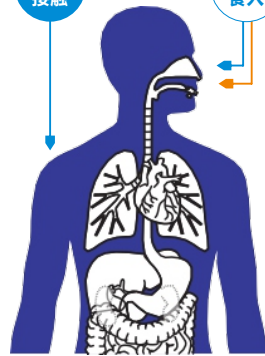
**健康影响：**影响可包括癌症、神经毒性、生殖毒性、出生体重偏低，以及对眼睛和皮肤的刺激

## 消费者使用



皮肤接触

吸入  
食入



**排放物：**包括重金属、持久性有机污染物（POPs）、致癌物质、内分泌干扰物（EDCs）和微塑料

**暴露方式：**吸入、摄入和皮肤接触

**健康影响：**影响肾脏、心血管、胃肠、神经、生殖和呼吸系统；影响包括癌症、糖尿病和发育毒性

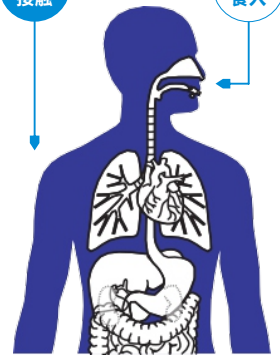
## 废弃物管理



有毒循环

皮肤接触

吸入  
食入



**排放物：**有毒回收包括重金属、二噁英和呋喃、多环芳烃、有毒回收（即回收物被有毒有害化学品污染）

**暴露方式：**摄入和吸入（空气、灰、废渣）

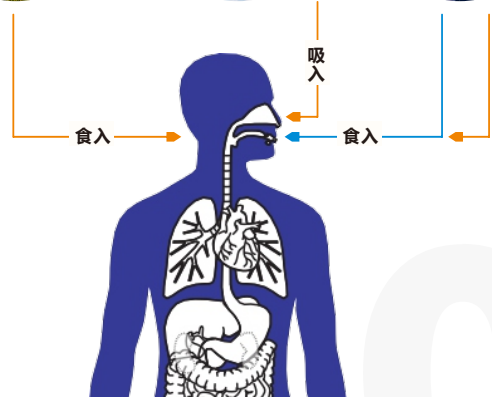
**健康影响：**影响包括癌症、神经损伤，以及对免疫、生殖、神经和内分泌系统的损害

## 环境暴露

**排放物：**（如轮胎灰尘和纺织纤维）和有毒有害添加剂：包括持久性有机污染物、内分泌干扰物、致癌物质和重金属

**暴露方式：**吸入和摄入（空气、水和食物链）

**健康影响：**影响心血管、肾脏、胃肠、神经、生殖和呼吸系统；影响包括癌症、糖尿病，以及神经、生殖和发育毒性



图例 ————> 微塑料      ————> 化学物质

图片来源：© CIEL/NonprofitDesign.com

## （一）开采、提取和运输

塑料主要来自化石燃料。2016年世界经济论坛(World Economic Forum)的一份报告预测,到2050年,全球20%的石油开采将用于制造塑料<sup>11</sup>。研究表明,石油和天然气开发活动在生产、加工、运输和储存阶段会造成空气污染和水污染。生活在油气开发设施附近的社区居民所受的健康影响取决于暴露途径(吸入、食入、皮肤和眼睛接触、噪音对耳朵的影响)、暴露持续时间、剂量、化学物质混合情况,以及相关薄弱因素,比如年龄、此前的健康状况和环境暴露史。研究表明,在油气高产地区,儿童、婴儿和孕妇等弱势群体面临的健康风险尤其高。

空气污染还会影响距离石油和天然气设施更远的社区居民的健康状况。石油和天然气生产每年排放超过900万吨甲烷和其他污染物,如挥发性有机化合物。暴露在阳光下的挥发性有机化合物与氮氧化物混合会产生臭氧或地面烟雾污染,对人体健康有害。

---

## （三）废弃物管理

所有塑料废弃物管理技术(包括焚烧、水泥窑协同处置、气化和热解)都会导致有毒重金属(如铅、汞和镉)、持久性有机污染物(如二噁英、呋喃)、多环芳烃、挥发性有机化合物和其他持久性有机污染物进入空气、水和土壤。所有这类技术都会导致工人和周边社区直接或间接暴露于有毒有害物质。暴露方式包括:吸入受污染的空气,直接接触受污染的土壤或水,摄入在受这些物质污染的环境中生长的食物。来自大气排放物、飞灰和废渣的有毒有害污染物能够传播很远的距离,并沉积在土壤和水中,然后在动植物的组织中积累,最终进入人体。

## （二）精炼和制造

在把化石燃料生产转化为塑料树脂和添加剂的过程中,一系列致癌物质和其他剧毒物质会被释放到空气中。例如忧思科学家联盟(UCS)的一份报告回顾了美国德克萨斯州休斯敦曼彻斯特社区每天出现的最有害空气污染物。接受检查的6种污染物中,有4种与塑料生产有关,它们是1,3-丁二烯、苯、苯乙烯和甲苯。许多此类化学物质以及通过塑料生产释放的其他化学物质,对人类健康构成特别严重的威胁。相关文献表明,人类如果暴露于这些物质,其受到的影响包括神经系统受损、生殖/发育问题、癌症、白血病,以及诸如新生儿出生体重偏低等遗传影响。该行业工人和炼油设施附近的社区承受的风险最大,会面临长期慢性或急性暴露,特别是在排放未受控制或紧急突发事件期间。

---

## （四）环境中的塑料

塑料一旦以大型塑料或微塑料的形式进入环境,就会导致污染,并通过农业土壤、陆生食物链、水生食物链和水源供应在食物链中积累。环境中的这些塑料可以轻易地释放出有毒添加剂,或吸附环境中的有毒有害物质,使它们能够再次被生物吸收,最终直接或间接进入人体。随着塑料颗粒的降解,新的表层区域被暴露在外,使得其内部含有的添加剂持续释放于环境和人体中。通过摄入或吸入方式直接进入人体的微塑料可能带来多种健康影响,其中包括炎症、基因毒性、氧化应激、细胞凋亡和坏疽,而它们又和多种负面健康结果有关,包括癌症、心血管疾病、炎症性肠病、糖尿病、类风湿性关节炎、慢性炎症、自身免疫疾病、神经退行性疾病和中风<sup>12</sup>。

## 4、小结

上文所述“塑料对健康的间接影响”，通常会被归入大的环保议题，人们对这一部分的关注，通常伴随着对企业环境表现、安全生产等问题的关注。这一部分问题的解决，也需要通过制定针对企业的更严格的环保政策、排放标准、产品质量标准来实现。这一部分不是本报告关注的重点。

本报告重点关注“塑料对健康的直接影响”，这是与所有人的日常生活密切相关的。人们对塑料的健康影响知之甚少，大部分人在购买、使用塑料制品时非常随意，以至于在不知情的情况下受到塑料中所含有毒有害物质的影响。本报告希望能够给公众敲响警钟。

# 四、常见塑料及其所含有的有害化学物质

## 1、塑料制品及其潜在风险

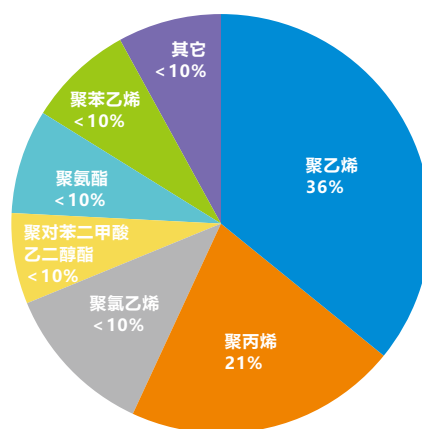
在全球范围内，塑料包装占塑料使用总量的26%<sup>13</sup>。在欧洲，包装占塑料使用总量的38%<sup>14</sup>。包装是塑料最常见的用途。如前文所述，食品接触包装中含有的化学物质会向食物和饮料中迁移，这也被认为是人类暴露于塑料相关污染物的主要来源<sup>15</sup>，但大多数人没有意识到这一点。

除了包装物，儿童玩具是儿童暴露于塑料相关污染物的重要来源。妈妈们对于孩子入口的东西会格外谨慎，比如在选购奶瓶时会选择“不含双酚A”的产品，或者选择玻璃奶瓶，但是对于玩具的选择则随意的多。可实际上，玩具对于儿童尤其是幼童而言也是“入口”的东西，啃咬玩具是一种非常普遍的现象。他们甚至还会啃咬勺子、碗盘、儿童餐桌等。而儿童玩具中通常含有内分泌干扰素（EDCs）。

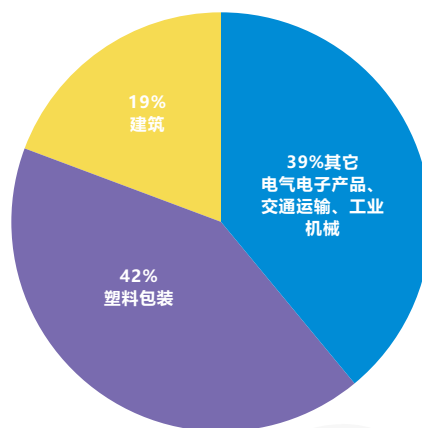
食品接触塑料包装、儿童制品已经被《巴塞尔公约和斯德哥尔摩公约区域中心活动报告附录：塑料和有毒添加剂，及其与循环经济的联系——巴塞尔与斯德哥尔摩公约可以发挥的作用》<sup>16</sup>列入应优先控制物品的名单，此外，电器、电子设备及有关废物，纺织品、室内装潢及家具，建筑材料也被列入该报告名单。

## 常见塑料树脂及其使用情况

1950-2015年，树脂和纤维总产量达73亿吨



非纤维塑料树脂的使用情况



来源：RolandGeyer, JennaR.Jambeck and Kara Lavender, Law, Products, Use, and fate of all plastics ever made.



## 主要塑料树脂类型及其在包装领域的应用



水瓶和软饮料瓶、沙拉碗、饼干托盘、沙拉酱罐、花生酱罐



奶瓶、冷冻袋、浸泡桶、褶皱购物袋、冰淇淋容器、果汁瓶、洗发水瓶、化学试剂瓶和洗涤剂瓶



化妆品容器、商用保鲜膜



挤压瓶、保鲜膜、收缩膜、垃圾袋



微波炉碟子、冰淇淋筒、薯片袋、蘸料盒



光盘盒、饮水机杯子、塑料餐具、仿真水晶玻璃器皿、摄像机



泡沫聚苯乙烯热饮杯、汉堡包盒、泡沫塑料制肉盘、易碎物品保护包装



饮水水桶、柔性膜、婴儿奶瓶、多材料包装

## 塑料的常见有毒有害化学添加剂

有毒化学添加剂	含有此类添加剂的产品	健康影响
丙烯腈	饮水杯、亚克力地毯和其它纺织品、塑料家具、3D打印、汽车零件和电器。	致癌物质
双酚A	聚碳酸酯塑料、塑料餐具、牙科填料和眼镜镜片。双酚A还用于制造环氧树脂，后者被用作玻璃容器盖子和铝罐衬里的涂层。双酚A也被用于涂覆某些热敏纸。	双酚A是一种内分泌干扰物。乳腺癌、前列腺癌、子宫内膜异位症、心脏病、肥胖症、糖尿病、免疫系统改变以及生殖影响都与双酚A对内分泌系统正常功能的干扰有关。在幼儿当中，出生前后双酚A暴露与大脑发育和行为的变化有关。
镉	用作塑料中的着色剂和稳定剂。	肺癌、子宫内膜、膀胱癌和乳腺癌与镉有关。镉还会损害人体的心血管、肾脏、胃肠道、神经系统、生殖系统和呼吸系统。
阻燃剂	塑料家居用品（泡沫、家具衬垫、窗帘和百叶窗）和电子产品（台式电脑、笔记本电脑、手机、电视和家用电器）。	一些阻燃剂是内分泌干扰物。相关研究还将阻燃剂与甲状腺破坏、对生育能力和免疫系统功能的影响，以及婴儿出生前后大脑和神经系统的发育损害联系起来。根据《斯德哥尔摩公约》，几种阻燃剂被禁止生产或使用，因为它们对人类健康和环境构成无法遏制的威胁。
铅	铅被用作塑料稳定剂，已出现在塑料珠宝 <sup>①</sup> 、乙烯基雨具 <sup>②</sup> 、午餐盒 <sup>③</sup> 和乙烯基百叶窗中。	在儿童中，铅会导致出生前后的生长减缓、智商下降，以及注意力缺陷和行为问题增加。在成人中，铅暴露与肾功能下降，以及高血压、神经紊乱和记忆问题的风险增加有关 <sup>④</sup> 。铅暴露没有安全水平。
全氟/多氟烷基化合物	用于雨具、家具衬垫和地毯的塑料织物上的防油脂和防污剂，并作为炊具上的塑料涂层。	全氟辛酸和全氟辛烷磺酸与人类疾病有关，包括妊娠并发症、低出生体重、睾丸癌、肾癌以及甲状腺问题。《斯德哥尔摩公约》持久性有机污染物审查委员会建议不要使用全氟辛酸和全氟辛烷磺酸的任何氟化替代品，这是“由于它们具有持久性和流动性，并可能对环境、人类健康和社会经济产生负面影响。”

① 环境健康中心，铅水平较高的珠宝品牌，<https://www.ceh.org/campaigns/legal-action/previous-work/fashion-accessories/lead-in-jewelry/jewelry-brands-with-high-levels-of-lead>.

② 环境健康中心，儿童雨具中的铅，<https://www.ceh.org/campaigns/legal-action/previous-work/childrens-products/lead-in-childrens-raingear>.

③ 环境健康中心，午餐盒中的铅，<https://www.ceh.org/campaigns/legal-action/previous-work/childrens-products/lead-in-lunchboxes>.

④ 美国国家环境健康科学研究所，铅（2018年10月12日），<https://www.niehs.nih.gov/health/topics/agents/lead/index.cfm>.

有毒化学添加剂	含有此类添加剂的产品	健康影响
邻苯二甲酸酯	增塑剂，用于使塑料柔软和柔韧。	邻苯二甲酸酯是内分泌干扰物。它们会伤害生殖和神经系统，尤其是对于胎儿和婴儿。阴茎的变形以及学习和行为问题都与邻苯二甲酸酯暴露有关 <sup>⑤</sup> 。研究还表明，家中邻苯二甲酸酯含量越高，家中儿童患哮喘或其它呼吸系统疾病的可能性就越大。 <sup>⑥</sup>
苯乙烯 (又名“乙烯基苯”)	聚苯乙烯塑料和发泡聚苯乙烯。	致癌物质
氯乙烯	聚氯乙烯： 塑料家具、地毯背衬、包装或墙面覆盖物。	肝癌
短链氯化石蜡	塑料消费品、儿童用品。	短链氯化石蜡对肾脏、肝脏和甲状腺有不良影响，会干扰内分泌功能，并被认为是人类致癌物质 <sup>⑦</sup> 。

⑤ 更安全食品加工和包装联盟，食品中无处不在的化学品，<http://www.kleanupkraft.org/#info>。

⑥ 美国健康、环境与司法中心，聚氯乙烯，危害我国儿童和学校师生健康的毒塑料，[http://www.chej.org/pvcfactsheets/The\\_Poison\\_Plastic.html](http://www.chej.org/pvcfactsheets/The_Poison_Plastic.html)。

⑦ UNEP/POPS/POPRC.11/10/Add.2 Risk profile on short-chained chlorinated paraffins Nov. 2015

## 2、塑料制品中常见的有害化学品

《塑料和有毒添加剂，及其与循环经济的联系：巴塞尔与斯德哥尔摩公约可以发挥的作用》报告还列出了塑料生产中使用的最令人担忧的化学物质，它们对人类健康的影响是已知的，应该优先减少使用。这些化学品包括：阻燃剂、全氟化物、邻苯二甲酸酯/盐、双酚A、壬基苯酚。

### 2.1 阻燃剂

阻燃剂是塑料和其他聚合物制品中用于降低可燃性和防止火灾蔓延的一类添加剂。它们被用于电子设备、绝缘泡沫等消费品中。塑料中使用的主要阻燃剂包括以锑(Sb)作为增效剂的溴化阻燃剂(BFRs)(如多溴二苯醚，PBDEs；十溴二苯乙烷，DBDPE)、四溴双酚A (TBBPA)、磷阻燃剂磷酸三(2-chloroethyl)等。

多溴二苯醚(PBDES)是一类环境中广泛存在的全球性有机污染物，具有环境持久性、远距离传输、生物可累积性，对生物和人体具有毒害效应。

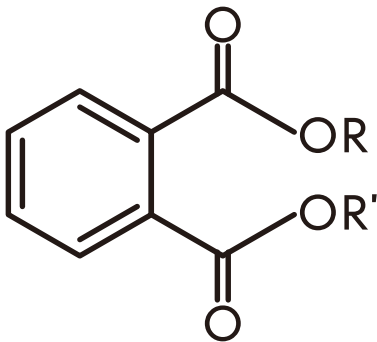


## 2.2 全氟和多氟化合物 (PFAS)

PFAS是一大类含氟有机化合物的统称，多被用作涂料的表面活性剂，可用于覆盖与酸或碱接触的表面。其中全氟辛烷磺酸 (PFOS) 和全氟辛酸 (PFOA) 是环境中存在的最典型的两种全氟化合物，也是多种PFAS在环境中转化的最终产物。

众多研究表明，PFAS是无处不在的全球性污染物，人类的血液、尿液和母乳中都已检测到PFAS。鉴于其潜在的毒性和持久性，PFAS可能对人类的健康造成不利的影​​响。对于一般人群，PFAS暴露的主要方式是食物摄入，包括：饮用受污染的水，摄取受PFAS污染的食物，食用含有PFAS的材料包装的食品，通过接触经PFAS表面处理的日用品后摄入（主要是婴幼儿）<sup>17</sup>。

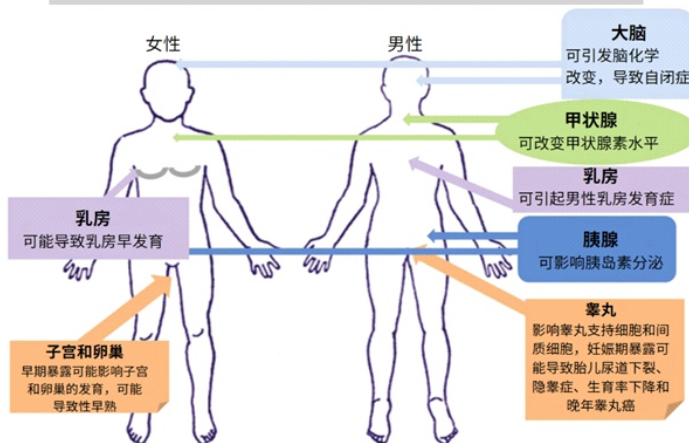
## 2.3 邻苯二甲酸酯(PAEs)



图：邻苯二甲酸酯化学结构图

邻苯二甲酸酯(PAEs)是一类有机化合物的总称，是常见的增塑剂，也是受到关注最多的增塑剂。常用的六种邻苯二甲酸酯有：邻苯二甲酸(2-乙基己基)酯 (DEHP)、邻苯二甲酸二正丁酯 (DBP)、邻苯二甲酸丁基苄酯 (BBP)、邻苯二甲酸二异壬酯 (DINP)、邻苯二甲酸二异癸酯 (DIDP) 及邻苯二甲酸二正辛酯 (DNOP)。

### 邻苯二甲酸酯在男性和女性体内的靶器官



来源：Epithelial Mesenchymal Transition: A Special Focus on Phthalates and Bisphenol A

翻译：无德无译

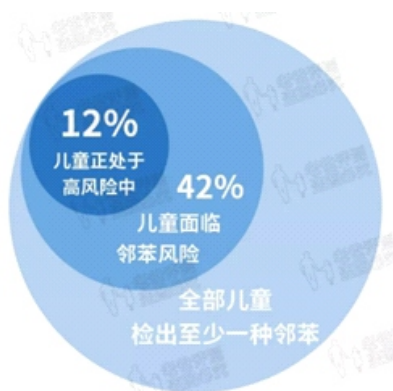
PAEs可作用于细胞的染色体，使染色体的数目或结构发生变化，从而使一些组织、细胞的生长失控，产生肿瘤。如发生在生殖细胞，则可造成流产、畸胎或遗传性疾病。PAEs在体内、体外实验以及动物模型中均表现出明显的抗雄激素作用，对婴幼儿内分泌和生殖系统的发育产生影响。PAEs的雌激素效应可能与生物体的生殖系统发育异常、生殖功能障碍、生殖系统及内分泌系统肿瘤以及神经系统发育和功能损伤有关<sup>18</sup>。

邻苯二甲酸酯在人体内的靶器官 来源：环境病理学和肿瘤学期刊<sup>19</sup>

邻苯二甲酸酯与塑料的结合是物理结合，不是化学结合，所以极易释放到环境中。随着时间的流逝，可从产品中浸出，并扩散到空气、水、食物、土壤和其他介质中，尤其是在温度升高的情况下。一旦进入环境，邻苯二甲酸酯就会与灰尘颗粒结合，可以在空气中长距离迁移。人类会因为呼吸空气、进食以及皮肤接触摄入邻苯二甲酸酯，进而影响身体健康。

邻苯二甲酸酯暴露对我国少年儿童的健康威胁更为显著。2019年5月，《中华流行病学杂志》发布了一篇研究报告，该项研究对安徽省马鞍山市3743名3-6岁儿童进行了调查，通过检测尿中5种邻苯二甲酸酯（DEHP, DMP, DEP, DBP, BBP）的代谢物，对学龄前儿童邻苯二甲酸酯暴露的累积风险进行了评估。研究结果显示，我国儿童的邻苯二甲酸酯累积暴露的健康风险较高，且较大月龄的男童的风险更高<sup>20</sup>。另有一项上海市女童血清中两种邻苯二甲酸酯（DBP和DEHP）与性早熟关系的研究认为，性早熟女童受DBP污染的程度均比正常儿童严重得多，而且DBP对子宫、卵巢的体积有影响<sup>21</sup>。

2018年8月至2019年10月，“老爸评测”开展了“儿童邻苯摄入量”调查，共收到526名儿童（≤18岁）的553份邻苯二甲酸酯检测报告。数据分析结果显示：在受调查的526名儿童中，有221名儿童（42%）正在面临邻苯二甲酸酯摄入风险，63名儿童（12%）正处于邻苯二甲酸酯摄入高风险状态。

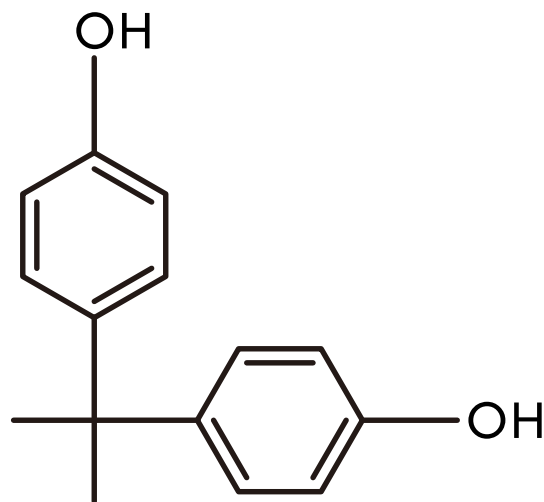


平均每10位儿童里面，就有4位正面临邻苯风险，其中1位儿童甚至可能影响身体健康。  
(图源：微信公众号老爸评测)

2019年12月11日，据欧盟食品安全局(EFSA)消息，应欧盟委员会要求，欧盟食品接触材料、酶和加工助剂专家小组更新了对六种邻苯二甲酸酯DBP、BBP、DEHP、DINP和DIDP的风险评估。最终更新后的评估保留了已建立的每日耐受摄入量，DBP、BBP、DEHP和DINP的每日耐受摄入量为50μg/kg，DIDP的每日耐受摄入量为150μg/kg<sup>23</sup>。

## 2.4 双酚A

双酚A（BPA）是一种合成化合物，用于生产聚碳酸酯（PC）和环氧树脂等。含双酚A的塑料通常用于食品容器、婴儿奶瓶和其他物品中。含双酚A的环氧树脂被涂在罐头食品容器的内衬上，以防止金属腐蚀和断裂<sup>24</sup>。



图：双酚A化学结构图

双酚A被认为是一类具有雌激素样活性的环境激素。由于双酚A与雌性激素的形状类似，它可以与雌激素受体结合，并影响身体新陈代谢的过程，如生长、细胞修复、胎儿发育、能量水平和生殖。此外，双酚A还可能与其他激素受体相互作用，比如甲状腺激素受体，从而改变它们的功能<sup>25</sup>。有研究显示，体内有高含量双酚A的人患高血压的风险要高27-135%<sup>26</sup>。

2019年10月30日，由澳大利亚和法国研究人员进行一项研究发现，暴露于双酚A可增加2型糖尿病的患病风险。同时，对于双酚S（一种常见的双酚A替代品，称为BPS）也发现了相同的结果。该项研究在9年内追踪调查了755人，并在项目的第0、3、6、9年时，测试参与者的双酚A水平和2型糖尿病发病率。研究人员发现，空腹尿液中双酚A水平较高的人患2型糖尿病的风险是低水平人群的两倍，并且在调整了体重、饮食和身体活动之后，这种联系仍然存在。根据研究，双酚A似乎通过与肝中的激素受体结合，影响了胰岛素调节血糖的方式，干扰了人体对血糖水平的控制，导致胰岛素抵抗<sup>27</sup>。

### 双酚S(BPS)广泛存在于日常生活用品。



### 新型塑料添加剂双酚S增加了脂质代谢相关疾病的患病风险。

来源：中国海洋大学海洋生命学院生态毒理实验室2017级生态学博士研究生王惟薇于“海洋环境变化与海参增殖政策”的跨学科研讨会，汇报关于“新型塑料添加剂双酚S增加了脂质代谢相关疾病的患病风险”的研究

从2011年3月1日开始，欧盟开始全面禁止销售含双酚A的奶瓶。中国也在2011年5月发布了《关于禁止双酚A用于婴幼儿奶瓶的公告》，规定自2011年6月1日起，禁止生产聚碳酸酯婴幼儿奶瓶和其他含双酚A的婴幼儿奶瓶。自2011年9月1日起，禁止进口和销售聚碳酸酯婴幼儿奶瓶和其他含双酚A的婴幼儿奶瓶，由生产企业或进口商负责召回<sup>28</sup>。

常见的双酚A（BPA）替代物如双酚B（BPB）、双酚F（BPF）和双酚S（BPS），也可能对环境和健康造成威胁。有关BPS的动物研究表明，BPS可以导致子宫生长的改变、男性和女性性激素浓度的变化、生殖功能的中断，包括卵子生产和精子数量的变化<sup>29</sup>。BPF也具有类似双酚A的效果。



## 2.5 壬基苯酚

壬基苯酚（亦称壬基酚，NP）是一种广泛使用的表面活性剂和抗氧化剂壬基酚聚氧乙烯醚(NPE)降解的中间产物。体内、外试验证明NP具有雌激素样活性<sup>30</sup>。NP难溶于水，易溶于有机溶剂，具有高度脂溶性，难于降解，具有生物积累性。

NP进入人体的主要途径为通过食物经消化道摄入：随工业废水和生活污水排放入河流及海洋的NP，通过水或水生动物食物链传递进入人体内；食用被聚苯乙烯塑料包装袋污染的食品经口腔进入人体。NP也可通过皮肤渗入机体血液。研究表明，儿童在玩耍塑料玩具时，玩具中存在的NP的溶出量随汗液和唾液用量、浸渍时间的增加而增加<sup>31</sup>。

NP进入人体或动物体内后，主要通过模拟或改变体内性激素水平，干扰内分泌系统的正常功能，表现出生殖毒性等。NP这类内分泌干扰物可能与睾丸癌、前列腺癌及男性生殖系统发育异常、生殖障碍有密切关系。同时，NP还被认为具有一定的免疫毒性、神经毒性<sup>32</sup>。

# 五、塑料制品化学品的实证调查

## ——以邻苯二甲酸酯为例

### 1、综述

塑料生产量、使用量和消费量的持续增加，引起了人们对塑料对人类健康和环境潜在影响的担忧，这种担忧在过去二十年日益频繁和严重。<sup>33</sup>一些针对塑料添加剂的管控政策也纷纷出台。

欧盟玩具安全新指令（2009/48/EC）要求DBP、DEHP和BBP三类增塑剂作为成分或预加工产品中的组分，其重量百分比不得超过0.1%；DINP、DIDP和DNOP不得超过0.1%。2017年，美国消费品安全委员会（CPSC）发布《限制儿童玩具和儿童护理产品中邻苯二甲酸酯的最终法规（16 CFR 1307 法令）》，增加4种永久性禁止在儿童玩具和儿童护理产品中使用的邻苯二甲酸酯类化学物质（DIBP、DPENP、DCHP和DHEXP），将DINP的临时限值更改为“永久性限制DINP在儿童玩具和儿童护理产品中的使用”。

美国华盛顿州生态管理部（DOE）发布了儿童产品安全法案（CSPA）中邻苯二甲酸酯的限制含量的执行指南，儿童产品如服装、鞋类、化妆品中邻苯二甲酸酯的限值进一步加严。缅因州环境保护局（DEP）发布公告，提议将特定儿童产品中4种邻苯二甲酸酯（DEHP、DBP、BBP和DEP）增加为优先化学品（PCs），如果在特定儿童产品中蓄意添加了上述4种邻苯二甲酸酯（1种至4种）中的任意一种且浓度超过实际限量（PQL），则生产商和经销商应向DEP披露具体信息。

中国国家质检总局、国家标准委也发布了GB6675.1-2014《玩具安全第1部分：基本规范》，其中规定所有可入口产品中DBP、BBP和DEHP的总含量≤0.1%。DNOP、DINP、DIDP三种增塑剂总含量≤0.1%。

表 2 限定增塑剂类别和限量要求

范围	限定增塑剂类别及对应 CAS		限量/%
所有产品包括可放入口中的产品	邻苯二甲酸二丁酯(DBP)	CAS 84-74-2	三种增塑剂总含量≤0.1
	邻苯二甲酸丁苄酯(BBP)	CAS 85-68-7	
	邻苯二甲酸二(2-乙基)己酯(DEHP)	CAS 117-81-7	
可放入口中的产品	邻苯二甲酸二正辛酯(DNOP)	CAS 117-84-0	三种增塑剂总含量≤0.1
	邻苯二甲酸二异壬酯(DINP)	CAS 68515-48-0	
		CAS 28553-12-0	
	邻苯二甲酸二异癸酯(DIDP)	CAS 26761-40-0	
CAS 68515-49-1			

注：对于单一样品的单一材料的取样量不足 10 mg 时予以豁免。

《GB 6675.1-2014 玩具安全 第1部分：基本规范》关于增塑剂的限量要求

此外，一些针对食品包装、纺织品、电子电器等产品的管控政策也已经发布。

比如，欧盟“食品接触塑料材料和制品法规”(10/2011/EU, Plastic materials and articles intended to come into contact with food)中规定了DEHP、DBP、DINP、DIDP、BBP的限量。限量要求为BBP、DEHP、DINP、DIDP含量≤0.1%，DBP含量≤0.05%，同时也给出了相关物质的特定迁移限量和迁移总量限量。

中国《食品安全国家标准 食品接触材料及制品用添加剂使用标准》(GB 9685-2016)中规定的可用于食品接触材料的邻苯二甲酸酯类塑化剂主要有6种，分别为：DEHP、DINP、DBP、DAP、邻苯二甲酸二烯丙酯与丙烯酸乙酯和甲基丙烯酸的共聚物、邻苯二甲酸二-C8~C10支链烷基酯(C9富集)。详细的使用原则、使用范围、最大使用量、迁移限量(特定迁移限量、特定迁移总量限量)、最大残留量见下表：

序号	中文名称	CAS 号	使用范围和最大使用量/%	SML/QM/(mg/kg)	SML(T)/(mg/kg)	SML(T) 分组编号	其他要求
1	邻苯二甲酸二(α-乙基己酯)(DEHP)	117-81-7	PVC: 5	1.5 (SML)	60	32	生产的材料或制品不得用于接触脂肪性食品、乙醇含量高20%的食品和婴幼儿食品
4	邻苯二甲酸二异壬酯(DINP)	28553-12-0	PVC: 43		9[以SML(T)组号26物质之和计]; 60[以SML(T)组号32物质之和计]	26: 32	
5	邻苯二甲酸二正丁酯(DBP)	84-74-2	PVC: 5	0.3 (SML)	60	32	
2	邻苯二甲酸二烯丙酯(DAP)	131-17-9	PVC: 按生产需要适量使用	ND (SML, DL=0.01mg/kg)			
3	邻苯二甲酸二烯丙酯与丙烯酸乙酯和甲基丙烯酸的共聚物	28411-49-6	ABS, AS, PA, PC, PE, PET, PP, PS, PVC, PVDC, UP: 按生产需要适量	ND (邻苯二甲酸二烯丙酯; SML, DL=0.01mg/kg)	6 (以丙烯酸计); 6 (以甲基丙烯酸计)	22; 23	
6	邻苯二甲酸二-C8-C10支链烷基酯(C9富集)	68515-48-0	PVC: 43		9[以SML(T)组号26物质之和计]; 60[以SML(T)组号32物质之和计]	26: 32	

全球范围内对塑料制品健康影响的关注空前提升，但是，人群对塑料制品所含有害添加剂的实际情况几乎一无所知。一些民间组织、独立检测机构或个人对市售塑料制品含有害添加剂的情况进行了检测，以期让人们真切地认识到塑料制品的健康影响与每个

人的生活密切相关，并进而采取措施，在选购产品时更加严格谨慎，并减少塑料产品的使用。政府有关部门对塑料制品产品质量进行抽检，并公布相关检测结果，其中也包含有害化学品的相关信息。

## 2、检测结果

### 2.1 儿童玩具

国际环保组织绿色和平于2011年4月在北京、上海、广州和中国香港四座城市随机购买了聚氯乙烯材质的玩具样品30份，包括幼儿玩具、幼儿戏水用具、幼儿泳圈、婴儿游泳池等，并送至独立的第三方实验室进行检测。结果发现，30份聚氯乙烯材质用品中有21份含有邻苯二甲酸酯，其中一只绿色玩具球的邻苯二甲酸酯含量甚至达到43.1%<sup>34</sup>。

2018年10月，无毒先锋在某知名电商平台网购一款销量已有10万+的小黄鸭玩具，并送至具有相应资质的第三方实验室检测。检测结果显示，该玩具增塑剂邻苯二甲酸酯含量的两项指标均超出国家标准限值。其中DEHP+DBP+BBP含量为15.41%，超出国

标限值 ( $\leq 0.1\%$ ) 153倍；DINP+DIDP+DNOP含量为0.29%，超出国际标准限值 ( $\leq 0.1\%$ ) 1.92倍。

2019年2月，10位家长在上述电商平台购买了9款塑胶小黄鸭和1款材质与小黄鸭一样的小粉猪玩具，其中销量最高的一款达2.7万件。这些玩具由无毒先锋送交具有相应资质的第三方实验室检测。检测结果显示，10款小黄鸭/小粉猪套装中，有7款增塑剂邻苯二甲酸酯的含量严重超过国家最大允许限值。DEHP+DBP+BBP超标290-417倍，DINP+DIDP+DNOP超标3-11倍，属于不合格产品。

## #10款小黄鸭7款增塑剂超标#

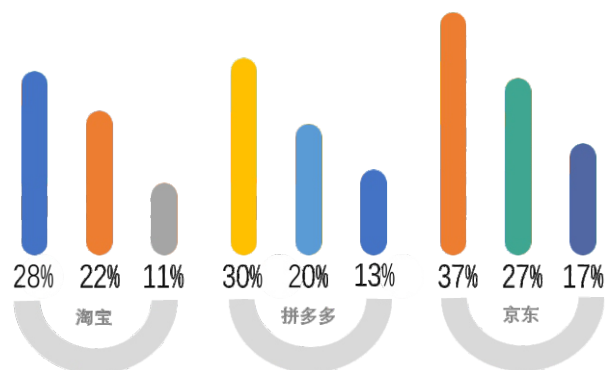


2019年3月 送检10款小黄鸭样品的增塑剂邻苯二甲酸酯超标倍数

2019年3月送检小黄鸭样品的增塑剂邻苯二甲酸酯超标倍数



2019年4月，无毒先锋在淘宝、拼多多、京东分别选购了4款小黄鸭塑胶玩具，共计12款。经具有相应资质的第三方实验室检测，结果显示：12款小黄鸭套装中有9款增塑剂邻苯二甲酸酯的含量严重超过国家最大允许限值。其中，DEHP+DBP+BBP超标是110-312倍，DINP+DIDP+DNOP超标0.02-130倍，属于不合格产品。这9款不合格产品中，来自淘宝、拼多多、京东三大电商平台的增塑剂超标产品各有3款，说明塑胶小黄鸭玩具的化学品安全问题较普遍存在，增塑剂超标情况非常常见而且程度严重，并不是个别电商平台的问题<sup>35</sup>。



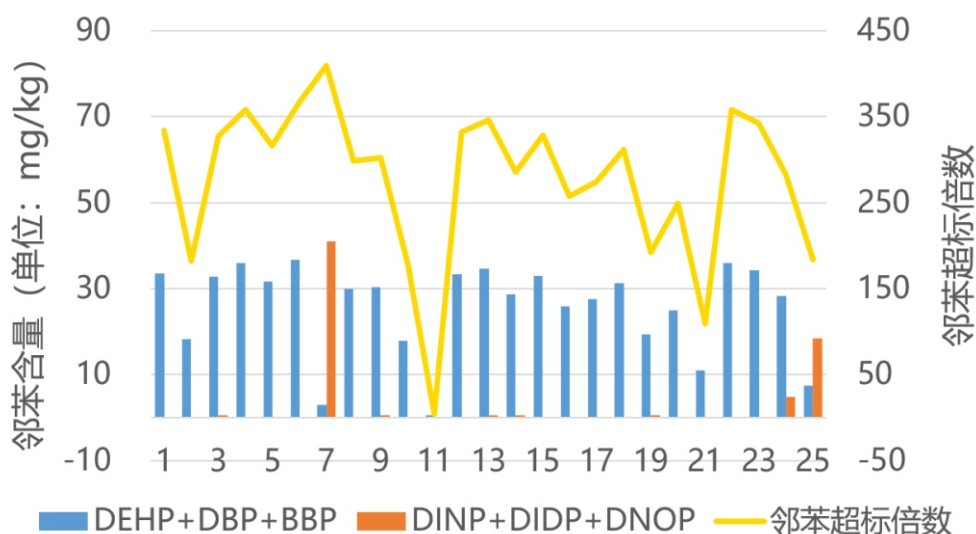
国家标准规定6种增塑剂含量限值 $\leq 0.1\%$

2019年4月送检小黄鸭样品的增塑剂邻苯二甲酸酯含量（单位：%）

2020年4月，无毒先锋针对塑胶玩具增塑剂问题开展了新一轮更大范围的调查，在线核验了334款产品的3C认证信息，实际购买了120款产品并查验了它们的3C认证真伪，又从中抽取了70款样品送至具有相应资质的第三方实验室检测其邻苯二甲酸酯增塑剂含量。检测结果显示，9家电商平台有7家检出小黄鸭玩具邻苯二甲酸酯超标，11家实体店也有4家发现问题，调查所采集的小黄鸭玩具样品的邻苯二甲酸酯增塑剂超标范围在4.81-409倍，超标程度甚至比

2019年的送检结果更高。

不过，此次检测的小黄鸭玩具样品的邻苯二甲酸酯增塑剂整体达标率较2019年有显著提升，达到了64%，其中三大平台合计达标率为60%，这说明问题得到了相当大的改善，但离有效管控还有一定的距离。塑胶玩具化学品安全依然是整个电商行业，乃至零售行业共同面临的挑战，消费者尤其是儿童通过塑胶玩具暴露于邻苯二甲酸酯的风险仍然令人担忧<sup>36</sup>。



2020年4月送检小黄鸭样品的增塑剂邻苯二甲酸酯含量（mg/kg）和超标倍数



## 2.2 学生用品

2020年4月15日，环保组织“无毒先锋”发布了《市售86款橡皮擦材质和有毒增塑剂含量调查》<sup>37</sup>。调查中所采集的橡皮擦样品来自淘宝、京东、拼多多三大电商平台，以及线下实体店，总数达86款，涉及33个知名文具品牌。调查人员先采用X射线荧光分析仪（XRF分析仪）对86款橡皮擦样品的材质进行分析，并将其中62款送至具有相应资质的第三方实验室检测6种邻苯二甲酸酯（邻苯6P）含量。送检的橡皮擦包含聚氯乙烯和非聚氯乙烯两种材质。

该项调查依据的是中国文教体育用品协会于2017年11月1日实施的团体标准《橡皮擦》（T/CSSGA 1002-2017）以及《学生用品的安全通

用要求》（GB21027-2020）中关于邻苯二甲酸酯限量规定。《橡皮擦》（T/CSSGA1002-2017）要求橡皮擦中邻苯二甲酸酯的含量应符合DEHP+DBP+BBP总含量 $\leq 0.1\%$ ，DINP+DIDP+DNOP总含量 $\leq 0.1\%$ 。《学生用品的安全通用要求》（GB 21027-2020）要求DEHP+DBP+BBP总含量 $\leq 1000\text{mg/kg}$ ，即 $\leq 0.1\%$ 。

所有送检的62款橡皮擦样品中，有21款检出邻苯二甲酸酯，检出率为34%；有18款邻苯二甲酸酯超出团体标准《橡皮擦》（T/CSSGA 1002-2017）和《学生用品的安全通用要求》（GB 21027-2020）的限值规定，超标率为29%，超标范围是112—913倍，平均超标361倍。



检测结果说明橡皮擦产品有毒增塑剂问题确实严重，对使用者，尤其是青少年儿童可构成较高的健康风险。所有有邻苯二甲酸酯检出或超标的橡皮擦样品全部是聚氯乙烯材质，说明购买聚氯乙烯橡皮擦相对于非聚氯乙烯橡皮擦有更高的有毒增塑剂暴露风险。

对于塑料包书皮的检测也发现，邻苯二甲酸酯超标的现象非常普遍。

2015年，杭州“老爸评测”创始人、国际化学品法规专家魏文锋，因怀疑女儿所用塑料包书皮是“三无”产品，自费将7个书皮样品送到国家级安全检测中心检测。结果显示，7个样品全部含有邻苯二甲酸酯，其中3个样品还检出了多环芳烃<sup>38</sup>。

2016年2月16日，上海市质监局抽检室内生产、销售和网店销售的30批次塑料包书膜及书套产品，其中25批次邻苯二甲酸酯项目不符合判定要求，存在安全风险<sup>39</sup>。“不符合判定要求”，是参照GB 6675.1-2014《玩具安全第1部分：基本规范》中5.3.7条款中邻苯二甲酸酯类增塑剂、德国ZEK 01.4-08号文件：多环芳烃指令等得出的结论。因为我国尚未制定塑料

包书膜和书套这类产品的国家标准。也因为没有标准，所以抽检结果对受检产品不具备强制性。上海市质监局也只能向消费者发布风险警示，让大家谨慎使用<sup>40</sup>。

2016年2月18日，江苏省质监局发布的对塑料包书皮产品的风险监测结果显示，120批次塑料包书皮样品中，有31批次样品邻苯二甲酸酯不符合要求，占比25.8%<sup>41</sup>。

### 2.3 食品包装

2019年中秋节前夕，环保组织“无毒先锋”在淘宝、京东、拼多多、线下店铺、华美月饼购买5款月饼托送检第三方检测机构，材质包括聚氯乙烯、聚丙烯和聚苯乙烯。送检指标为“4种邻苯二甲酸酯的特定迁移总含量（DEHP/DBP/DINP/DAP）”。

第三方检测机构出具的检测报告显示，淘宝和京东销售的月饼托中检出增塑剂DEHP，其迁移量分别为84.7mg/kg、18.4mg/kg。拼多多、线下店铺及华美月饼的月饼托中则未检出4种邻苯二甲酸酯。

2019年，深圳市消委会对30款包书皮进行测评抽检，其中5款样品被检出邻苯二甲酸酯超标，最高超标110倍的一款在某主流电商平台是哪上月销过千<sup>42</sup>。

除了塑料书皮和橡皮擦，学生用品中的跳绳、塑料文具盒、塑料书包、塑料笔袋都可能含有邻苯二甲酸酯，这些物质的违规超标添加会危害学生的肝脏和肾脏，还会带来少儿性早熟危害。

检测结果证实，聚氯乙烯材质的月饼托检出增塑剂风险更高。

根据国家强制性标准《食品接触材料及制品用添加剂使用标准》（GB 9685-2016）中所规定的，4种增塑剂邻苯二甲酸酯（DEHP/DBP/DINP/DAP）不得用于生产接触脂肪性食品、乙醇含量高于20%的食品和婴幼儿食品的食品接触材料。而月饼属于油脂类食物，即根据国家标准规定，月饼托等食品接触材料不得检出增塑剂邻苯二甲酸酯<sup>43</sup>。

样品照片	样品来源	材质	邻苯二甲酸酯的迁移量（mg/kg）			
			DEHP	DBP	DINP	DAP
	淘宝	PVC	84.7	ND	ND	ND
	京东	PVC	18.4	ND	ND	ND
	拼多多	PVC	ND	ND	ND	ND
	淘宝	PS	ND	ND	ND	ND
	京东	PP	ND	ND	ND	ND

## 月饼里也可能有内分泌干扰物！

2019年9月送检月饼托样品的增塑剂邻苯二甲酸酯迁移量（mg/kg）



## 2.4 其他产品

2020年6月23日，深圳市消委发布对市场上销售的15款拖鞋的邻苯二甲酸酯类比较测试结果：一款在京东购买的回力拖鞋超标195倍；一款在天猫购买的快鹿拖鞋超标达290倍；一双在淘宝购买的集美拖鞋超标313倍<sup>44</sup>。

2020年5月31日，国家市场监督管理总局公布了童鞋监督抽查结果，经过对4个省（市）90家企业的90批次产品检测，发现15批次童鞋不合格，不合格发现率

达到16.7%。邻苯二甲酸酯和重金属总量超标成为两个突出的质量问题。总共15批次不合格产品中，邻苯二甲酸酯超标占60%，重金属总量超标占33%。个别产品还出现邻苯二甲酸酯和重金属总量同时超标的现象。温州市质量技术监督检测院的工程师透露，这些邻苯二甲酸酯超标的产品中，超出标准要求十几倍、几十倍的不在少数，个别童鞋邻苯二甲酸酯超标200倍<sup>45</sup>。

## 3、小结：塑料制品有毒物质检测结果暴露出来的问题

### （一）邻苯二甲酸酯超标是普遍现象。

市场上销售的塑料制品增塑剂检出及超标情况都非常普遍，尤其是婴幼儿、儿童、青少年用品，包括玩具、学习用品和日用品，都存在邻苯二甲酸酯超标的情况。“毒塑料”在我们的生活中可以说是无处不在，但是这些问题尚未引起公众足够的重视和警觉。

### （二）有关法律法规没有得到严格执行

目前，我国对于邻苯二甲酸酯等化学品还没有整体上的管控目标，相关标准分散在各个行业标准内，且没有得到有效执行。

根据国家《强制性产品认证管理规定》，获得3C（“强制性产品认证制度”，China Compulsory Certification, CCC）认证是塑胶类玩具合规销售的必要条件，也是相关产品通过增塑剂检测合格的一种间接证据。但无毒先锋的调研却发现，在电商平台公开的3C认证信息并不一定真实有效，即便验证了3C信息的有效性，获得3C认证的产品，也依然存在增塑剂等超标的情况。这充分说明我国的3C认证存在疏漏之处，相关的规定并没有得到严格执行。

### （三）公众的知情权没有得到保障，企业以及电商平台在信息公开方面仍有欠缺。

在上述关于橡皮擦的调查中，无论是产品本身还是电商平台，橡皮擦样品的材质和化学品使用信息的有效公开率不足三成，说明整体而言，消费者对橡皮擦产品的质量安全知情权未获保障。某些产品标识模糊，甚至标榜自己为“环保材料”，但实际可能是聚氯乙烯制成，消费者难以分辨。

2020年4—5月，无毒先锋对淘宝、拼多多、京东三大电商平台小黄鸭玩具的3C认证情况进行调研时发现，三平台综合排序靠前的300款小黄鸭玩具中，3C认证信息网页公开率总体仅有50%，而且无论是网页公示的，还是产品实物包含的3C认证信息，其真实性、有效性和合规性都存在较严重的问题。

## 六、结论和建议

### 1、结论

(一) 目前已有的研究显示，塑料的全生命周期都对环境、人体健康产生了巨大的影响。

(二) 由于塑料及其制品生产过程的不透明，关于塑料及其制品的化学品添加情况，人们所知甚少。目前人们所掌握的信息并不足以支撑对塑料及其制品的安全性及健康影响进行全面的评估。

(三) 目前最受关注的塑料及其制品中添加的有害化学品包括阻燃剂、全氟和多氟化合物、邻苯二甲酸酯、双酚A和壬基苯酚，这几种有害化学品都会对人体健康产生不良影响。其中，邻苯二甲酸酯和双酚A受到的关注最多。

(四) 世界上很多国家都针对邻苯二甲酸酯和双酚A制定了管控政策。我国也制定了相应的行业标准。

(五) 对塑料及其制品中的有害化学品的管控力度依然不够。在我国，相应的行业标准并没有得到有效执行，邻苯二甲酸酯超标的塑料制品依然在市场上大行其道。

(六) 环保组织、个人和政府机构针对市售塑料制品的检测证明，我们日常生活中所使用的、几乎关系到每一个家庭的塑料制品，有害化学物质检出率非常高，有害化学物质超标率也非常高，超标程度非常严重，有些产品甚至超标几百倍。而公众对此一无所知，知情权完全没有得到保障。

(七) 对有害化学品危害性的宣传普及力度还远远不够，人们对于有害化学品的健康危害知之甚少，大多数人没有在选择商品时将有害化学品作为考量因素之一。

### 2、建议

(一) 对于公众而言，降低、避免塑料制品健康危害最好的办法，是尽量减少塑料制品的使用。在拥有其他替代选择的情况下，不用塑料制品。

(二) 建议政府在制定相关政策和行业标准时，采用更严格的标准，严控塑料制品中有害化学品的添加。

(三) 建议政府部门加强对现有政策和标准的执行和市场监管，对塑料制品生产企业实施强制性清洁生产

审核，严格监管其执行有关法律法规，生产符合相关标准的塑料制品，不得违规添加对人体、环境有害的化学添加剂，禁止不合格产品流入市场。

(四) 建议政府制定更严格的信息公开政策，要求企业采取便于公众知晓的方式公布相关信息，包括使用有毒有害原料的名称、数量、用途，排放有毒有害物质的名称、浓度和数量等。



# 参考资料

1. 欧洲塑料制造商协会, plastics-the facts 2006, plastics-the facts 2016. <https://www.plasticseurope.org/en/resources/market-data>
2. 世界经济论坛, The New Plastics Economy Rethinking the future of plastics, [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_New\\_Plastics\\_Economy.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf) page 14.
3. See Roland Geyer, Jenna R. Jambeck & Kara Lavender Law, Production, Use and Fate of All Plastics Ever Made, 3(7) Sci. Advances 1 (2017).
4. Winnie W. Y. Lau, Yonathan Shiran, Richard M. Bailey, Ed Cook, Martin R. Stuchtey, Julia Koskella, Costas A. Velis, Linda Godfrey, Julien Boucher, Margaret B. Murphy, Richard C. Thompson, Emilia Jankowska, Arturo Castillo Castillo, Toby D. Pilditch, Ben Dixon, Laura Koerselman, Edward Kosior, Enzo Favoino, Jutta Gutberlet, Sarah Baulch, Meera E. Atreya, David Fischer, Kevin K. He, Milan M. Petit, U. Rashid Sumaila, Emily Neil, Mark V. Bernhofen, Keith Lawrence, James E. Palardy, Evaluating scenarios toward zero plastic pollution, 23, Jul, 2020. Science. <https://science.sciencemag.org/content/early/2020/07/22/science.aba9475>
5. 《巴塞尔公约》, 全称《控制危险废物越境转移及其处置巴塞尔公约》
6. Plastic waste inputs from land into the ocean, science, 13 Feb 2015 <https://science.sciencemag.org/content/347/6223/768>
7. <https://news.un.org/zh/story/2018/06/1010561>
8. High concentrations of plastic hidden beneath the surface of the Atlantic Ocean, 18, August 2020. Nature communications. <https://www.nature.com/articles/s41467-020-17932-9>
9. Environmental Science and Technology. Benchmarking the in vitro toxicity and chemical composition of plastic consumer products. Lisa Zimmermann, Georg Dierkes, Thomas A. Ternes, Carolin Völker, Martin Wagner.
10. 《塑料与健康——塑料星球的隐藏成本》 <http://toxicsfree.org.cn/images/file/20190822143595269526.pdf>
11. 世界经济论坛, The New Plastics Economy Rethinking the future of plastics [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_The\\_New\\_Plastics\\_Economy.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_The_New_Plastics_Economy.pdf)
12. 《塑料与健康——塑料星球的隐藏成本》 <http://toxicsfree.org.cn/images/file/20190822143595269526.pdf>
13. Ellen MacArthur Foundation, 2017
14. Brussels: PlasticsEurope., 2009
15. See Koni Grob et al., Food Contamination with Organic Materials in Perspective: Packaging Materials as the Largest and Least Controlled Source? A View Focusing on the European Situation, 46(7) Critical Rev. in Food Sci. & Nutrition 529, 529-36 (2006), <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/16954061>; Galloway, supra note 9.
16. Report on the activities of the Basel and Stockholm conventions regional centres Addendum Plastic and toxic additives, and the circular economy: the role of the Basel and Stockholm Conventions
17. 无毒先锋, 《全氟和多氟化合物 (PFAS) ——需要被消除的持久性有机污染物》 <http://toxicsfree.org.cn/images/file/20190612045099449944.pdf>
18. 《邻苯二甲酸酯(塑化剂)的毒性及对人体健康的危害》王民生(江苏省疾病预防控制中心)《江苏预防医学》2011年7月第22卷第4期
19. Oral, Didem & Erkekoğlu, Pinar & Gumusel, Belma & Chao, Ming-Wei. (2016). Epithelial Mesenchymal Transition: A Special Focus on Phthalates and Bisphenol A. Journal of Environmental Pathology, Toxicology and Oncology. 35. 10.1615/JEnvironPatholToxicolOncol.2016014200.
20. 高慧, 黄银, 伍晓艳, 蔡秀秀, 韩艳, 朱鹏, 郝加虎, 陶芳标. 学龄前儿童邻苯二甲酸酯暴露的累积风险评估[J]. 中华流行病学杂志, 2019, (第5期).
21. 乔丽丽, 郑力行, 蔡德培, 等. 上海市女童血清中邻苯二甲酸二丁酯和邻苯二甲酸-2-乙基己酯水平与性早熟关系研究[J]. 卫生研究, 2007, 36(1): 93.
22. 微信公众号: 老爸评测. 魏老爸: 我们调查了 526 名儿童, 发现 42% 的孩子身陷“性早熟”风险不知. 2019-10-24.

23. Update of the risk assessment of di-butylphthalate (DBP), butyl-benzyl-phthalate (BBP), bis(2-ethylhexyl)phthalate (DEHP), di-isononylphthalate (DINP) and di-isodecylphthalate (DIDP) for use in food contact materials,

<https://efsa.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2019.5838>

24. 什么是双酚A? 为什么它对人体有害? <http://toxicsfree.org.cn/html/7358063457.html>

25. Diamanti-Kandarakis E et al. (2009, June). Endocrine-disrupting chemicals: an Endocrine Society scientific statement. *Endocr Rev*, 30(4):293-342.

26. Shankar A and Teppala S. (2012). Urinary bisphenol A and hypertension in a multiethnic sample of US adults. *J Environ Public Health*, 2012:481641. Bae S et al. (2012, September). Associations of bisphenol A exposure with heart rate variability and blood pressure. *Hypertension*, 60(3):786-93.

27. Fanny Rancière, Jérémie Botton, Rémy Slama, Marlène Z. Lacroix, Laurent Debrauwer, Marie Aline harles, Ronan Roussel, Beverley Balkau, Dianna J. Magliano, and the D.E.S.I.R. Study Group 2019 Exposure to Bisphenol A and Bisphenol S and Incident Type 2 Diabetes: A Case-Cohort Study in the French Cohort D.E.S.I.R. *Environmental Health Perspectives* 127:10 CID: 107013  
<https://doi.org/10.1289/EHP5159>

28. 《质检总局公告:6月起禁止生产聚碳酸酯婴幼儿奶瓶》, 2011年6月1日。 [http://www.gov.cn/gzdt/2011-06/01/content\\_187](http://www.gov.cn/gzdt/2011-06/01/content_187)

29. Naderia, Y.L. Wong, & Fatemeh, 2014

30. Xu J, Wang Y, Yu J, et al. Immune effects of nonylphenol on offspring of rats exposed during pregnancy[J]. *Hum Ecol Risk Assess*, 2010, 16(2): 444-452. doi: 10.1080/10807031003670485

31. 孙春云, 张克荣, 程小艳, 等. 模拟汗液和唾液对塑料玩具中7种环境雌激素的溶出实验[J]. *中国卫生检验杂志*, 2006, 16(1): 32-34.

32. 王基酚对机体的毒性影响及其机制. 俞捷、吴芹、张镖、许洁. *环境卫生学杂志*, 2013, 3(3): 268-272

33. See Center for International Environmental Law(CIEL), *FuelingPlastics:PlasticIndustry Awareness of the Ocean Plastics Problem* (2017), <https://www.ciel.org/wp-content/uploads/2017/09/Fueling-Plastics-PlasticIndustry-Awareness-of-the-Ocean-PlasticsProblem.pdf>.

34. 绿色和平——《玩具鸭之忧——对幼儿用品中环境激素类物质含量的调查》

35. 《电商平台塑胶玩具化学品安全调查——以小黄鸭3C认证及增塑剂问题为例》  
<http://toxicsfree.org.cn/images/file/20190612044883048304.pdf>

36. 电商平台塑胶玩具化学品安全调查 (II) ——以小黄鸭3C认证信息及增塑剂问题为例. 2020/8/26.  
<http://www.toxicsfree.org.cn/images/file/20200916215541704170.pdf>

37. 无毒先锋, 市售86款橡皮擦材质和有毒增塑剂含量调查, <http://toxicsfree.org.cn/images/file/20200417200853205320.pdf>

38. 张玮, 张秀娟: 你家孩子用的塑料包书皮安全吗? 南方日报. 2019年4月10日。 <http://finance.people.com.cn/n1/2019/0410/c1004-31021973.html>

39. 中国质量新闻网, 上海市质监局发布塑料包书膜及书套产品质量安全风险预警, [http://www.cqn.com.cn/ms/content/2016-02/15/content\\_2645434.htm](http://www.cqn.com.cn/ms/content/2016-02/15/content_2645434.htm)

40. 沪质监:抽查30批次包书皮有25批次含增塑剂, <http://sh.people.com.cn/n2/2016/0217/c134768-27749708.html>

41. 江苏质监局:抽样检测塑料包书皮40.8%不合格, <http://www.zgjssw.gov.cn/yaowen/201602/t2670410.shtml>

42. 深圳市消费者委员会, 2019年学生用包书皮比较试验, <http://www.sz315.org/html/show-57-8723.html>

43. 《中秋节虽然过去, 有毒月饼托却依然存在》无毒先锋, <http://toxicsfree.org.cn/html/640753574.html>

44. 深圳市消费者委员会 2020年塑料拖鞋比较试验报告, <http://www.sz315.org/html/show-57-9017.html>

45. 市场监管总局通报2019年童鞋等51种产品质量国家监督抽查情况, [http://www.cqn.com.cn/ms/content/2019-12/31/content\\_7977128.htm](http://www.cqn.com.cn/ms/content/2019-12/31/content_7977128.htm)



@无毒先锋

**无毒先锋 (toxicsfree.org.cn)** 是一家聚焦化学品安全与环境健康问题的环保公益组织，创建于2016年，注册实体为深圳市零废弃环保公益事业发展中心（简称深圳零废弃）。为实现“无毒中国”的愿景，它正围绕着两项战略行动开展日常工作，即通过独立检测和企业倡导，为公众日常消费品去毒，以及通过培育和发展民间合作网络，推动化学品管理议题主流化。



**摆脱塑缚**  
Plastic Free China

注册于2018年（广州摆脱塑缚环保咨询有限公司），是国内首个专注于推动解决塑料污染的民间机构，通过企业、公众与政策倡导，消除生活与环境中的塑料污染。



化学品安全民间合作网络

由多家社会组织共同发起的一个致力于推动化学品健全管理的协作平台，希望通过各利益相关方的共同努力，使得生态环境和人类健康，不再受到有害化学品和危险废弃物的严重威胁。可采取的行动措施有：能力建设、议题研讨、联合行动、政策倡导等。



本报告是“深圳市零废弃环保公益事业发展中心”实施的“化学品管理民间网络与能力建设”项目的一部分，是由联合国开发计划署负责管理的全球环境基金小额赠款计划支持的。

**作者：** 窦丽丽、无毒先锋  
**排版：** 莫存柱

**发布方：** 无毒先锋、摆脱塑缚、化学品安全民间合作网络

**发布日期：** 2020年9月

**❗ 版权声明：** 本报告的所有内容，包括文字、图片、图表均为原创。对未经许可擅自使用者，本机构保留追究其法律责任的权利。