

《快递包装重金属与特定物质限量》标准解读

刘芳卫^{1,2*}, 把宁^{1,2}, 贺婷婷³, 英琪^{1,2}

(1. 邮政科学研究规划院有限公司, 北京 100096; 2. 中国邮政集团有限公司邮政研究中心, 北京 100096; 3. 中国标准化研究院, 北京 100191)

摘要: **目的** 重点研究《快递包装重金属与特定物质限量》标准中有毒有害的环保指标的来源和检测方法, 并介绍制定这一标准的背景。**方法** 基于 SCQA (背景—问题—疑问—答案) 的逻辑思路, 梳理标准制定的过程, 总结快递包装涉及的材质类型, 按材质类型理清每种材质的环保限值指标, 并给出标准发布实施的思考建议。**结论** 作为首个邮政寄递业的国家强制性标准,《快递包装重金属与特定物质限量》标准规定了快递包装用纸类、塑料类和纺织纤维类包装产品中重金属与特定物质限量的底线要求和红线要求, 并描述了相应环保指标的试验方法, 明确了快递封装用品的绿色环保指标和限量值, 要求快递包装绿色无害化发展。

关键词: 绿色环保; 强制性标准; 快递包装; 标准解读

中图分类号: TB48 文献标志码: A 文章编号: 1001-3563(2024)09-0243-07

DOI: 10.19554/j.cnki.1001-3563.2024.09.031

Interpretation of "Limits of Heavy Metals and Other Specific Substances in Express Packaging"

LIU Fangwei^{1,2*}, BA Ning^{1,2}, HE Tingting³, YING Qi^{1,2}

(1. Postal Scientific Research and Planning Academy, Beijing 100096, China; 2. Postal Research Center of China Post, Beijing 100096, China; 3. China National Institute of Standardization, Beijing 100191, China)

ABSTRACT: The work aims to study the sources and detection methods of toxic and harmful environmental indicators in the standard of "Limits of Heavy Metals and Other Specific Substances in Express Packaging", and introduce the background of developing this standard. Based on the logic of SCQA (Situation, Complication, Question and Answer), the process of standard formulation was sorted out, the material types involved in express packaging were summarized, the material limit indicators were clarified according to each type, and the suggestions were provided for the implementation of standard release. As the first national mandatory standard for the postal delivery industry, the "Limits of Heavy Metals and Other Specific Substances in Express Packaging" stipulates the bottom line requirements and red line requirements for the limit of heavy metals and specific substances in paper, plastic and textile fiber packaging products for express packaging, describes the test methods of corresponding environmental protection indicators, defines the green and environmental protection indicators and limit values of express packaging products, and requires the green and harmless development of express packaging.

KEY WORDS: green and environmental protection; national mandatory standard; express packaging; interpretation of standard

收稿日期: 2023-12-15

基金项目: 国家重点研发计划 (2022YFF0608101)

*通信作者

目前,经济社会高速发展、生活便捷性大幅提升,电子商务的迅猛发展极大地助推了快递行业的繁荣发展^[1-5],与之相关的快递业务量迅速增长,快递包装物使用量急剧提升。已报道的数据显示,快递包装用量连续3年已超过千亿件,2023年邮政和寄递快递总量达到1 624.8亿件,年人均快件量达到85件。大部分快递包装物使用后不可回收,直接转变为包装废弃物,包装材料的消费水平和环境污染日益严重,造成大量的资源浪费和环境污染,对人类生活的水和大气等资源环境等带来多重挑战。

当下国际社会对绿色可持续发展理念尤为关注,可持续发展已成为全球重要议题,包装带来的环境污染引发国际社会关注。以塑料污染为例,世界上发达国家如美国、英国、德国等均对塑料的使用做出明确规定。2023年5—6月,来自169个会员国和非政府组织的1 700多名代表齐聚巴黎联合国教科文组织总部,探讨仅次于气候环境变化的全球性塑料污染议题,为制定被喻为全球“限塑令”的具有法律约束力的塑料污染国际文书做准备工作^[6]。欧洲多个国家宣布塑料新税,包括意大利、英国、西班牙等。意大利塑料包装税于2022年1月生效,该税收针对一次性塑料,例如聚乙烯制造的瓶子、袋子、食品容器,以及发泡聚苯乙烯包装。然而再生塑料和可堆肥生物降解塑料税将被免除。英国自2022年4月1日起,将对每年制造或进口到英国数量超过10 t、再生塑料使用比例不足30%的塑料包装征收每吨200英镑的塑料包装税^[7-8]。

在国家高度重视绿色可持续发展的背景下,快递包装带来的环境污染需要尽快遏制,关于快递包装环保的法律法规亟需制定来指引行业绿色发展。2020年7月,市场监管总局、发展改革委、邮政局等八部门联合印发《关于加强快递绿色包装标准化工作的指导意见》(国市监标技〔2020〕126号),该意见提出“严格按照强制性国家标准制修订有关规定,围绕快递包装材料无害化,制定强制性国家标准”。2020年12月,国家标准化管理委员会下达《快递包装重金属与特定物质限量》标准制定计划。随后标准进入项目组建和正式开展研究阶段。

《快递包装重金属与特定物质限量》强制性标准的制定,旨在用国家法律的形式,规定快递包装物中绿色环保指标和限量值,降低或减少快递包装物中有毒有害物质限值指标,从而减轻快递包装物中有毒有害物质对环境造成的污染,从而提升快递包装物本身的环境友好性,实现快递包装产品的绿色转型升级。

1 标准制定的思路框架

本标准聚焦于快递包装业的绿色环保指标的限

值要求。标准研究思路首先确定标准中包含哪些产品?产品的绿色环保指标有哪些?以及针对产品绿色环保指标如何设置合适的限值指标,使用什么样的检测方法?思路如图1所示。

基于上述逻辑,标准梳理了快递包装物的种类,将快递包装按照材质类型划分为纸类、塑料类和纺织纤维类,覆盖所有的快递包装产品,包括封套、包装箱、包装袋、编织袋、胶带、电子运单和纺织纤维集装袋等。标准按照产品材质特点,理清各个材质品类的环保指标,综合现阶段国内外已有标准、法律、法规中的限值指标和实验室检测数据结果分布情况,确定最终检测项目的环保指标,并征求生产单位、使用单位和业务相关单位的意见,进行修改完善后确定最终的环保指标和指标限值。标准结合已有快递包装产品的测试方法使用情况,制定符合行业发展和实际需求的环保项目的检测方法。



图1 标准思路框架

Fig.1 Idea framework of standard

2 标准重点内容

2.1 标准范围

快递包装指在快件寄递过程中,为满足保护内件物品安全、方便储存运输等要求而使用的封装用品、填充物和辅助物的总称^[9]。目前,我国快递包装产品主要包括纸类、塑料类和纺织纤维类3类。其中,纸类、塑料类快递包装使用较多,二者在国内包装行业各细分领域占比约75%^[10],纺织纤维类较少。标准规定的范围为适用于纸类、塑料类、纺织纤维类产品的快递包装和邮件包装,不适用于直接接触食品的快递包装。

2.2 环保指标和限值情况

根据快递包装的材质,将包装产品划分为纸类包装、塑料类包装和纺织纤维类包装。不同包装产品,原材料材质不同,生产工艺不同,涉及的环保指标不一,限值情况不同。标准根据包装材质,设置不同的环保限值指标(见表1)。

2.2.1 纸类快递包装

纸类快递包装产品包括封套、包装箱、电子运

单和纸质的辅助物、填充物等,设置重金属、溶剂残留、可吸附有机卤素和双酚 A 特定物质四大类环保指标,其中重金属包括铅、镉、汞、铬 4 种,双酚 A 只适用于快递电子运单产品。由于纸类快递包装不直接接触食品,所以本标准暂不考虑迁移物和微生物指标。

纸质产品,使用纸浆作为生产原料,同时废纸再回收使用时,生产过程会进行碎浆、脱墨和漂白等工艺环节形成纸浆,回收再利用时不可避免地带入油墨、塑化剂和有机氯化物^[11-12],加上工艺过程使用次氯酸漂白,以及使用从而造成重金属、溶剂残留、塑化剂和可吸附有机卤素等化学残留物。如对纸制品中的上述环保指标不加干预,会放任纸制品环保指标超标行为,纸制品废弃后进入循环环境,将直接或间接影响人类身体健康。

2.2.2 塑料类快递包装

塑料类快递包装包括快递普通塑料薄膜类包装袋、气垫膜类包装袋、塑料编织布类包装袋等不可降解和降解塑料袋制品,塑料循环箱、循环封套,以及高密度聚乙烯的包装袋产品。塑料类产品规定铅、镉、汞、铬等 11 种重金属和特定元素、溶剂残留和邻苯二甲酸酯环保指标。

本标准涉及的塑料类快递包装不直接接触食品,也不涉及使用阻燃剂和涂料,因此不考虑多环芳烃、多溴联苯、多溴二苯醚等指标。由于本标准的范围不适用于直接接触食品的快递包装,所以塑料类快递包装不直接接触食品。阻燃剂一般加入到电器产品、发泡包装材料、可循环保温冷链包装箱、电缆护套、涂料、特种橡胶等橡塑制品中,形成产品后,可大大提高制品的阻燃级别。塑料包装废弃物需要焚烧和进行填埋,故传统塑料薄膜包装袋不涉及阻燃。塑料包装袋的印刷一般是凹版印刷(在铜板上雕刻,低于铜板的高度),使用的是油墨印刷,涉及涂料,不涉及喷涂,因此不考虑多环芳烃等指标。

塑料具有极强的可塑性、加工便利性以及化学稳定性,且制作使用成本低廉,因此成为食品包装或快递包装的首选材料^[13-15]。但塑料生产过程是由低分子单体聚合而成高分子聚合物,生产过程添加增塑剂/塑化剂等,促进产品成型,如聚氯乙烯(PVC)的热稳定性较差,压延成型加工温度(170℃以上)比分解温度(130℃)高,加工时常加入稳定剂抑制塑料热降解,稳定剂如铅盐稳定剂、有机锡稳定剂、金属皂盐稳定剂、稀土稳定剂等^[16-18];同时产品成型后,进行表面印刷过程时也会引入包含重金属的油墨染料进行着色印刷等。因此,塑料制品中有可能存在的铅、汞、镉、铬等重金属,塑化剂/增塑剂,以及生产过程的溶剂残留等环保项目,指标过量时会危害人体健康。

2.2.3 纺织纤维类快递包装

纺织纤维类快递包装包括铅、镉、汞、铬 4 种重金属。纺织纤维的重金属测试分为萃取和测试产品总量 2 种情况。由于纺织纤维类快递包装不长时间直接接触人体皮肤,也很少使用染料和涂料,所以不考虑可萃取重金属等指标,实际快递包装使用中测试的是重金属总量指标。

纺织纤维类快递包装产品中重金属含量来自于两大方面^[19-21],一为纺织纤维原料的种植和制造过程,污染的大气、工业废水中的重金属通过降雨等过程进入土壤环境,污染土壤,天然或动物纤维生长过程通过吸收、富集等吸收重金属;二为纺织纤维生产加工过程,通过染料或者自身加工过程使用的防水防油剂、辅助药剂等引入重金属元素。

2.3 限值指标

本标准相关指标的提出,重点参考了已有现行的美国欧盟相关法律法规、国内强制性和推荐性国家标准、行业标准。同时,以 2018—2021 年市场抽样的实际测试数据作为参考。针对每一个具体的环保指标,标准设置指标与实际测试数据情况进行了比对。

2.3.1 快递包装共同环保指标限值

本标准提出,纸类、塑料类和纺织纤维类快递包装中铅、汞、镉、铬 4 种重金属总量不得大于 100 mg/kg。主要参考以下几方面依据:

1) 美国《包装材料中有毒物质控制示范法规》(TPCH)和欧盟《包装和包装废弃物指令(94/62/EC)》针对包装中重金属铅、汞、镉、铬总量都提出了相同要求,即铅、汞、镉、铬总量 ≤ 100 mg/kg。

2) GB/T 16716—1996《包装与环境》是我国制定的第 1 套包装与环境领域的基础标准,共包含 6 个部分。其中,第 1 部分 GB/T 16716.1《包装与环境 第 1 部分:通则》规定了包装材料中铅、镉、汞和六价铬的总含量应不超过 100 mg/kg。

3) GB/T 16606.1—3《快递封装用品》系列国标和 YZ/T 0167《快件集装容器 第 2 部分:集装袋》均规定 4 种重金属总量不超过 100 mg/kg。上述标准均已发布实施,尤其是封装用品标准已发布实施 5 年,标准经过了实践验证。

已有实际测试数据显示,实测结果均在设置指标之下或者有较少占比的数据结果超出设置指标限值范围。以重金属铅和汞为例,实际测试情况与设置指标对比如图 2 所示,本标准纸类产品设置铅含量小于等于 50 mg/kg,检出限为 0.2 mg/kg,铅的测试结果均在设置值以内。本标准设置汞含量小于等于 0.5 mg/kg,检出限为 0.2 mg/kg,汞的测试结果中,150 多组测试数据中有 3 组结果超过设置指标。

表 1 包装产品类别、材质、危害和信息来源
Tab.1 Category, material, harm and information source of packaging products

序号	类别	具体材质	相关物质	相关物质 主要来源	人体及环境危害 (超出相应标准限值)	信息来源
1	纸类快递包装	牛卡纸、涂布白纸板、瓦楞纸板、蜂窝纸板、热敏纸等	重金属 溶剂残留 可吸附有机卤素 双酚 A	原材料和回收料；漂白污染；油墨（颜料）、胶黏剂的添加及污染 油墨、胶黏剂的添加及污染 原材料 热敏纸制造过程中最常用的显色剂元素	中枢神经系统损害；周围神经损害；血液学效应；皮肤过敏和溃疡；鼻腔炎症、坏死；肺癌、肾损害 上呼吸道刺激；眼刺激；皮肤腐蚀/刺激 致毒、致畸、致癌 生殖影响、内分泌损害（特别是对儿童）	GB 4806.8—2016《食品安全国家标准 食品接触用纸和纸板材料及制品》、GBZ 2.1—2019《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》
2	塑料类快递包装	非生物降解：PP、PE、PVC、EP 等；可降解：PLA、PBAT 等	重金属和特定元素 邻苯二甲酸酯（DBP、BBP、DEHP、DNOP、DINP、DIDP） 溶剂残留 氟	塑胶粒中助剂、催化剂、分散剂、顺滑剂、抗氧化剂、稳定剂、稀释等；生产过程交叉污染；印刷工序、交叉污染 原材料；助剂添加，增强拉伸性能会好；增塑剂、油墨、涂料及胶黏剂 油墨（颜料）、胶黏剂的添加及污染 原料中存在或生产过程残留	中枢神经系统损害；周围神经损害；血液学效应皮肤过敏和溃疡；鼻腔炎症、坏死；肺癌；肾损害 睾丸损害、眼刺激、上呼吸道刺激、皮肤刺激 上呼吸道刺激、眼刺激、麻醉作用皮肤黏膜刺激、眼刺激、中枢神经系统损害 损害消化系统和骨质	GB 28481—2012《塑料家具中有害物质质量》、GB 6675.1—2014《玩具安全 第 1 部分：基本规范》、GB 24613—2009《玩具用涂料中有害物质质量》、GBZ 2.1—2019《工作场所有害因素职业接触限值 第 1 部分：化学有害因素》
3	纺织纤维类快递包装	聚酯纤维、棉、麻等天然和化学纤维为原料制成的快递集装袋	重金属	染料、油墨的添加及污染	中枢神经系统损害；周围神经损害；血液学效应；皮肤过敏和溃疡；鼻腔炎症、坏死；肺癌；眼刺激	GB 18401—2010《国家纺织产品基本安全技术规范》、GB/Z 2.1—2019《工作场所有害因素职业接触限值第 1 部分：化学有害因素》

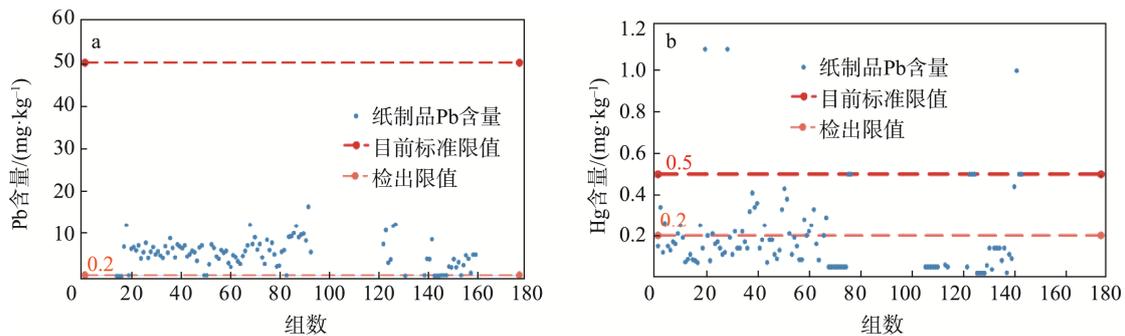


图 2 纸类包装铅 (a) 和汞 (b) 的实际测试含量情况与设置指标对比

Fig.2 Comparison between the actual test contents of lead (a) and mercury (b) in paper packaging and the set indicators.

2.3.2 纸类快递包装其他指标

除重金属铅、汞、镉、铬总量外,4种重金属分量、溶剂残留、双酚 A (只适用于快递电子运单)、可吸附有机卤素(AOX)的限量要求,参考了 GB/T 39084《绿色产品评价 快递封装用品》、GB/T 41833《快递电子运单》和 YZ/T 0166《邮件快件包装填充物技术要求》,同时参考了这些国家和行业标准,发布实施以来,相关技术指标得到了实践验证。此外,也参考了美国对于土壤中重金属分量要求和欧盟对于热敏纸中双酚 A 含量的限量要求。

2.3.3 塑料类快递包装其他指标

塑料类快递包装^[22]除铅、汞、镉、铬 4 种重金属总量限量要求外,分非生物降解和生物降解 2 类,分别提出重金属和特定元素分量、溶剂残留、邻苯二甲酸酯的限量要求。这些指标设定参考了 GB 6675.1《玩具安全 第 1 部分:基本规范》、GB/T 16606.3《快递封装用品 第 3 部分:包装袋》、YZ/T 0160.1《邮政业封装用胶带 第 1 部分:普通胶带》、YZ/T 0160.2《邮政业封装用胶带 第 2 部分:生物降解胶带》、YZ/T 0166《邮件快件包装填充物技术要求》等标准,也参考了欧盟 RoHS 和欧盟 BS EN 13432 相关指标要求。

2.3.4 纺织纤维类快递包装其他指标

纺织纤维类快递包装除铅、汞、镉、铬 4 种重金属总量限量要求外,还提出了 4 种重金属分量限量要求。这些指标的设定参考了 GB/T 39084《绿色产品评价 快递封装用品》和 GB/T 35611《绿色产品评价 纺织产品》相关要求。

对于多种材料组成的复合材料快递包装产品,生产企业应声明复合材料快递包装中每种材料的种类,且每种材料应分别符合纸类、塑料类和纺织纤维类快递包装的相关要求。

2.4 测试标准

样品需要取样和测试两大步骤,完成样品中指标含量值的确定。前处理取样应具有代表性,即所取测试的部分应能代表整个样品含量水平,比如封套、包装箱、包装袋、胶带和电子运单等产品取样应包含油墨印刷部分和胶黏剂黏合部分。测试过程包括塑化剂、重金属、溶剂残留、双酚 A 和 AOX (可吸附有机卤素)五大环保指标,测试参考标准均使用国家标准方法,且标准方法已在发布的相关产品标准中进行了试验应用验证,具备较好的基础。

2.4.1 重金属及特定物质含量的测试

纸类、塑料类和纺织纤维类快递包装重金属及特定物质试验方法:将样品经高压系统微波消解后,按照 GB/T 15337《原子吸收光谱分析法通则》或 GB/T 37837《四极杆电感耦合等离子体质谱方法通则》测

试,仲裁时按照 GB/T 15337 测试。这 2 个标准测试方法分别使用原子吸收光谱法(AAS)和电感耦合等离子体发射光谱-质谱法(ICP-MS),2个方法的前处理相同,所用测试仪器不同。其中前处理过程均是使用相关的硝酸等将样品进行微波消解为溶液,然后上机测试。

2.4.2 氟含量的测试

标准中规定了塑料类快递包装中氟的试验方法,经前处理后,用离子色谱测定仪进行氟含量测试。具体测试方法:将样品与石英砂放入燃烧舟里混合,盖上适量石英砂,在通水蒸气和氧气情况下高温炉 1 250 °C 中煅烧 15 min,氧气流速为 1.0 L/min,收集冷凝液,用离子色谱测定仪进行氟含量测试。该试验方法与正在制定的《生物基材料与降解塑料中总氟含量测定试验方法》国家标准保持一致。

2.4.3 溶剂残留总量和苯类溶剂残留含量的测试

纸类快递包装的溶剂残留总量和苯类溶剂残留按照 YC/T 207《烟用纸张中溶剂残留的测定 顶空气相色谱/质谱联用法》测试。标准规定了封套、包装箱和包装袋的取样面积,同时要求取样区域应包含主包装面,这样便于确认带印刷的主包装的实际样品的溶剂残留浓度。YC/T 207 标准中规定了溶剂残留的种类,主要包括 25 种溶剂残留,涉及苯类、醇类和酯类等,纸类的溶剂残留使用气相色谱-质谱-顶空进样方式完成。

塑料类快递包装溶剂残留总量和苯类按照 GB/T 10004—2008《包装用塑料复合膜、袋 干法复合、挤出复合》中 6.6.17 节测试,标准中明确了塑料包装的取样面积。GB/T 10004—2008 仅规定了溶剂残留的测试方法,但未规定溶剂残留的类型,溶剂残留的种类可参考 YC/T 207 或者实际使用过程涉及的溶剂残留类型。塑料类样品的溶剂残留使用气相色谱-顶空进样的方式完成,现有快递封装用品国标中包装袋也使用这一方法完成溶剂残留的测试。

2.4.4 塑化剂含量的测试

塑料制品中邻苯二甲酸酯类塑化剂的测试标准为 GB/T 22048《玩具及儿童用品中特定邻苯二甲酸酯增塑剂的测定》,本标准自 2008 年发布实施后,已使用 15 年时间,标准参数已经过系统全面的测试,新修订的 GB 22048—2022 已正式实施,标准规定了索氏提取器、溶剂萃取器和超声波萃取器等不同方式萃取塑化剂,可便于各个实验室根据自身仪器设备条件选择不同的前处理萃取装置,萃取后使用气相色谱-质谱仪完成测试。

2.4.5 双酚 A 含量的测试

快递电子运单中的双酚 A 含量按照 GB/T 34455—2017《纸、纸板和纸浆 2,2-二(4-羟基苯基)

丙烷(双酚A)的测定 液相色谱法》标准测试。据调研,双酚A有十多种相关的测试步骤方法,但电子运单用纸为热敏打印纸,为纸质品的一种,故测试标准使用纸、纸板和纸浆中双酚A的测试方法,即按照GB/T 34455—2017《纸、纸板和纸浆 2,2-二(4-羟基苯基)丙烷(双酚A)液相色谱法》标准进行测试。GB/T 34455现行版本为2017年,已发布实施6年,标准已经过系统全面的验证。

2.4.6 AOX含量的测试

纸类快递包装 AOX(可吸附有机卤素)含量按照GB/T 34845—2017《生活用纸 可吸附有机卤素(AOX)的测定》测试。GB/T 34845标准自2017年发布,现已实施6年,标准已经过系统全面的验证。测试过程如下:先将试样进行前处理,处理完毕后进入卤素测定仪,燃烧产生卤化氢气体进入电解液中吸附,微库仑计对电解进行滴定测试,计算出试样中AOX含量。

3 结语

在我国,强制性标准具有法律效力。标准正式实施后,快递封装用品的准入门槛为强标,封装用品监督过程如出现不合格情况,将面临处罚。因此,行业应高度重视标准的实施应用和监督管理,要以强标为基础和依据,做好应用管理工作。

首先,标准管理机构需强化标准宣贯培训工作,确保行业了解强标的目的和意义,现行标准规范应与强标保持一致,在快递包装物的采购和使用中执行标准到位。标准发布后,市场监督管理总局已就该标准和相关标准召开新闻发布会,明确行业禁止使用有毒有害的快递包装产品。行业仍需加强这一标准的培训宣贯,确保使用过程知悉这一标准并执行到位。

其次,标准正式实施后,行业需要使用符合标准要求的包装产品,做好强标正式实施的准备工作,加强对自身生产或使用包装产品的监督管理。生产企业和应用企业的快递包装物需达到标准要求,尤其是对于使用企业,使用的产品相关环保指标和含量限值需要满足标准的要求,应加强自身产品使用过程的监督检查工作。

在国家要求绿色发展,快递包装行业绿色转型的背景下,《快递包装重金属与特定物质限量》国家强制性标准的发布实施对行业包装物绿色转型具有实质性、本质性意义。标准的发布实施,以强制性标准的形式,从源头规定快递包装所用封装产品的重金属与特定物质限量要求,直接在源头要求快递包装产品的无害化发展,这对提升快递包装产品的绿色环保水平和行业绿色高质量发展等具有重要意义。

参考文献:

- [1] WANG L, ELAHI E. A Review of Packaging Materials' Consumption Regulation and Pollution Control[J]. Sustainability, 2022, 14(23): 1-16.
- [2] MCMILLIN K W. Where is MAP Going? a Review and Future Potential of Modified Atmosphere Packaging for Meat[J]. Meat Science, 2008, 80(1): 43-65.
- [3] WANG F, HU Y. Research on Green Express Packaging Design under the Electronic Commerce[J]. Open Journal of Business & Management, 2016, 4: 621-628.
- [4] KUNGL G, HESS D J. Sustainability Transitions and Strategic Action Fields: A Literature Review and Discussion[J]. Environmental Innovation and Societal Transitions, 2021, 38: 22-33.
- [5] SUN Y F. Water Resources Pollution Control Scheme and Water Environment Protection Path[J]. Scientific and Technological Innovation, 2022(23): 47-50.
- [6] 江小舟. 全球“限塑令”要来了,对中国意味着什么[EB/OL]. (2023-06-14)[2024-04-22]. 南方周末. http://www.infzm.com/contents/250800?source=147&source_1=112.
- [7] 佚名. 欧洲多国批准塑料新税[J]. 中华纸业, 2022, 43(14): 53.
- [8] 佚名. 2022年4月起,英国将征收塑料包装税,纸质包装需求或将攀升[J]. 中华纸业, 2021, 42(2): 77-78.
- [9] 高昂, 岳从发, 许萌君, 等. 快递包装分类与代码: GB/T 42390—2023[S]. 北京: 中国标准出版社, 2023: 1-2.
- [10] 佚名. 包装行业细分市场占比及纸包装行业特点趋势[R]. 普华有策, 2021.
- [11] 阴春梅, 刘忠. 木聚糖酶的性质及其在纸浆漂白中的应用[J]. 杭州化工, 2007, 37(4): 38-40.

- YIN C M, LIU Z. The Properties of Xylanase and Its Application in Pulp Bleaching[J]. Hangzhou Chemical Industry, 2007, 37(4): 38-40.
- [12] 张颖, 孟棒棒, 黄慧, 等. 典型废纸加工利用过程中重金属去除特征研究[J]. 中国造纸, 2022, 41(3): 59-64.
- ZHANG Y, MENG B B, HUANG H, et al. Removal Characteristics of Heavy Metals in Typical Waste Paper Processing and Utilization[J]. China Pulp & Paper, 2022, 41(3): 59-64.
- [13] 潘沛玲. 食品塑料包装中重金属检测技术的应用现状[J]. 塑料助剂, 2023(1): 36-38.
- PAN P L. Application Status of Heavy Metal Detection Technology in Food Plastic Packaging[J]. Plastics Additives, 2023(1): 36-38.
- [14] 叶新友. “限塑令”背景下可降解塑料的研究进展[J]. 塑料助剂, 2022(1): 62-66.
- YE X Y. Research Progress of Degradable Plastics under the Background of "Plastic Restriction Order"[J]. Plastics Additives, 2022(1): 62-66.
- [15] 赵玉静. 限塑背景下可降解塑料产业发展现状和趋势[J]. 塑料助剂, 2022(6): 72-74.
- ZHAO Y J. Development Status and Trend of Degradable Plastics Industry under the Background of "Plastic Limit"[J]. Plastics Additives, 2022(6): 72-74.
- [16] 张焱. 适用于水性油墨高速印刷的环保 PVC 地砖塑料薄膜的研究[J]. 塑料助剂, 2023(1): 13-15.
- ZHANG Y. Research of Environment-Friendly PVC Floor Tile Plastic Films Suitable for Water-Based Ink High-Speed Printing[J]. Plastics Additives, 2023(1): 13-15.
- [17] 李莎莎, 李旭, 郭香君, 等. 导电聚合物功能油墨及其应用[J]. 印刷与数字媒体技术研究, 2023(3): 19-29.
- LI S S, LI X, GUO X J, et al. Functional Inks with Conductive Polymer and Their Applications[J]. Printing and Digital Media Technology Study, 2023(3): 19-29.
- [18] 王偲儒, 袁江平, 姚丹阳, 等. UV光固化油墨3D打印模型表面质量改善方法及效果研究[J]. 印刷与数字媒体技术研究, 2023(3): 92-102.
- WANG L R, YUAN J P, YAO D Y, et al. Research on the Improvement Method and Effect of Model Surface Quality for UV-Cured Ink 3D Printing[J]. Printing and Digital Media Technology Study, 2023(3): 92-102.
- [19] 傅科杰, 杨力生, 童鲁波, 等. 纺织品中残留重金属的来源因素分析[J]. 检验检疫科学, 2004, 14(4): 25-27.
- FU K J, YANG L S, TONG L B, et al. Analysis of Source Factors of Residual Heavy Metals in Textiles[J]. Quality Safety Inspection and Testing, 2004, 14(4): 25-27.
- [20] 张敏, 于丽, 孟祥勇, 等. 电感耦合等离子体质谱法测定纺织品中9种重金属含量[J]. 纺织检测与标准, 2023, 9(5): 5-8.
- ZHANG M, YU L, MENG X Y, et al. Determination of Nine Heavy Metals in Textiles by Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry[J]. Textile Testing and Standard, 2023, 9(5): 5-8.
- [21] 刘俊, 李海涛, 巴哈提古丽·马那提拜, 等. ICP-MS测定毛纤维废纺织原料中可萃取重金属[J]. 针织工业, 2023(9): 90-94.
- LIU J, LI H, B M, et al. Determination of Migratory Heavy Metals in Wool Fiber Waste Textile Material by ICP-MS[J]. Knitting Industries, 2023(9): 90-94.
- [22] MIAO W Q, MIAO G Y. Fully-Degradable Heat-Insulating Environment-Friendly Packaging Bag for Express Delivery: US, 20200115110[P]. 2020-04-16.