

《食品接触材料及制品中 14 种光引发剂化合物迁移量的测定》编制说明

一、任务来源

根据广东省质量检验协会委托，广州质量检验研究院承担了《食品接触材料及制品中 14 种光引发剂化合物迁移量的测定》团体标准的牵头起草工作，计划完成时间为 2026 年 7 月。

二、标准制订的意义

光引发剂 (Photoinitiator)，又称光固化剂 (Photocuring Agent) 或光敏剂 (Photosensitizer)，是一类能在可见光区 (400~800 nm) 或紫外光区 (250~420 nm) 吸收一定波长的能量，产生自由基、阳离子等，从而引发单体聚合交联固化的化合物。是光固化材料的关键组分，对光固化材料的光固化速度起决定性作用。通常具有以下性质：1.化学活性高，激发态的光引发剂能够与其他分子发生反应，产生自由基或离子，并引发化学反；2.光敏性，能够吸收特定波长的光，通过光激发得到高能态或激发态；3.可控性，光引发剂的活性可以通过改变光源的强度和波长进行调控。光引发剂在多个领域都有广泛应用，包括光刻、光固化、光聚合、光降解、光催化等。在光固化体系中，UV 胶、UV 涂料、UV 油墨等在接受或吸收外界能量后，光引发剂会分解为自由基或阳离子，进而引发聚合反应。此外，光引发剂还应用于光刻胶及配套化学品、电子产品、医药医疗及家装建材等多个领域。相比于发达国家，我国光固化技术的开发起步较晚，在进入 21 世纪后，光固化产业发展迅速，规模呈现稳步增长的趋势，种类繁多。我国目前关于光引发剂化合物在食品包装材料及制品中迁移量的检测标准有 GB 31604.57-2023 《食品安全国家标准 食品接触材料及制品 二苯甲酮类物质迁移量的测定》、SN/T 4268-2015 《食品接触材料 高分子材料食品模拟物中 2,4-二羟基二苯甲酮的测定 高效液相色谱法》、SN/T 4269-2015 《食品接触材料 高分子材料食品模拟物中 2-羟基-4-甲氧基二苯甲酮的测定 高效液相色谱法》、SN/T 3388-2012 《食品接触材料 高分子材料 食品模拟液中二苯甲酮和 4-甲基二苯甲酮的测定 高效液相色谱法》，对于本标准涉及的 14 种光引发剂还未有迁移量检测的国家标准和行业标准。

光引发剂作为食品包装(尤其是纸包装)表面油墨的成分，可能会迁移进入食物，人体摄入后，能引起皮肤红肿、瘙痒，部分具有一定的生殖和遗传毒性，长期摄入会对人体的健康造成一定的损害，因此亟需建立一种科学有效的迁移量测定方法，从而帮助企业更好地把控产品质量，保障消费者的健康安全。

三、主要起草过程

自标准立项后，广州质量检验研究院成立了标准起草工作小组，明确了工作指导思想和工作原则，确定了起草组成员和任务分工。

标准起草工作小组开展了以下工作：

(1) 调研了我国现行有光引发剂 2959 等 14 种光引发剂化合物特定迁移量的检测方法标准以及科技文献资料，确定技术路线。

(2) 标准起草工作小组经多次讨论、标准内容修改，在充分调研和分析总结的基础上，按照相关要求起草了标准草案。

四、标准制定的原则和依据

本标准是按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第 1 部分：标准化文件的结构和起草规则》和 GB/T 20001.4-2015《标准编写规则 第 4 部分：试验方法标准》的要求编写的。

本标准的重复性和再现性按 GB 31604.59-2023《食品安全国家标准 食品接触材料及制品 化学分析方法验证通则》进行确定。

五、标准的主要技术内容

本标准适用于塑料、涂层类、油墨、黏合剂食品接触材料及制品的光引发剂 2959、光引发剂 907、光引发剂 369、光引发剂 379、光引发剂 127、4-(二甲氨基)苯甲酸乙酯、光引发剂 307、光引发剂 TPO-L、光引发剂 150、4,4'-双(二甲氨基)二苯甲酮、光引发剂 TPO、4,4'-双(二乙氨基)二苯甲酮、光引发剂 819、光引发剂 EHA 在水、4% (体积分数) 乙酸、10% (体积分数) 乙醇、20% (体积分数) 乙醇、50% (体积分数) 乙醇和橄榄油食品模拟物，以及化学替代溶剂 95% (体积分数) 乙醇和异辛烷中迁移量的测定。

食品接触材料及制品进行迁移试验后，水、4% 乙酸 (体积分数)、10% (体积分数) 乙醇、20% (体积分数) 乙醇、50% (体积分数) 乙醇食品模拟物及化学替代溶剂 95% (体积分数) 乙醇浸泡液经甲醇稀释两倍过滤后直接进样；化学替代溶剂异辛烷浸泡液氮吹至近干后用甲醇复溶过滤进样；橄榄油浸泡液经正己烷分散，用酸化甲醇乙腈涡旋萃取离心分层后，取上层清液过滤进样。采用液相色谱-串联质谱法检测，外标法定量。对于化学替代溶剂异辛烷，光引发剂 2959、光引发剂 127、光引发剂 TPO、光引发剂 TPO-L、光引发剂 150 的检出限均为 2.0 $\mu\text{g/L}$ ，定量限均为 4.0 $\mu\text{g/L}$ ，其余光引发剂检出限均为 0.2 $\mu\text{g/L}$ ，定量限均为 0.4 $\mu\text{g/L}$ ；对于橄榄油模拟物，光引发剂 2959、光引发剂 127、光引发剂 TPO、光引发剂 TPO-L、光引发剂 150 的检出限均为 4.0 $\mu\text{g/kg}$ ，定量限均为 8.0 $\mu\text{g/kg}$ ，其余光引发剂检出限均为 0.4 $\mu\text{g/kg}$ ，定量限均为 0.8 $\mu\text{g/kg}$ ；对于其他食品模拟物和化学替代溶剂 95% 乙醇试液，光引发剂 2959、光引发剂 127、光引发剂 TPO、光引发剂 TPO-L、光引发剂 150 的检出限均为 4.0 $\mu\text{g/L}$ ，定量限均为 8.0 $\mu\text{g/L}$ ，其余光引发剂检出限均为 0.4 $\mu\text{g/L}$ ，定量限均为 0.8 $\mu\text{g/L}$ 。14 种光引发剂化合物在相应的范围内线性关系均大于 0.995，回收率为 78.7~119.0%，精密度 (RSD) 为 0.25~16.2%。

四家实验室间的方法验证结果指标均符合 GB 31604.59-2023《食品安全国家标准 食品接触材料及制品 化学分析方法验证通则》的要求。

六、国内外相关法规标准情况

（一）我国相关标准情况

根据 GB 4806.1-2016《食品安全国家标准 食品接触材料及制品通用安全要求》，食品接触材料及制品生产企业应对产品中的非有意添加物质进行控制，对于未经批准的物质，其迁移到食品中的量应不超过 0.01 mg/kg。目前我国尚未有关于食品接触材料及制品中光引发剂 2959 等 14 种光引发剂化合物迁移量的检测标准。

（二）国际相关法规、标准情况

瑞士油墨法规 Lists of permitted substances for the manufacture of packaginginks, subject to the requirements set out therein 对以下光引发剂迁移量进行了限制，光引发剂 2959、379、127、150、TPO 的 SML 均为 0.05 mg/kg, 光引发剂 819 为 3.3 mg/kg, 光引发剂 EHA 为 2.4 mg/kg, 光引发剂 369 为 0.15 mg/kg, 光引发剂 907、TPO-L、4-(二甲氨基)苯甲酸乙酯和 4,4'-双(二乙氨基)二苯酮均为 0.01 mg/kg。

七、其他需要说明的事项

无。