

《塑料 再生塑料色差的测定》

编制说明

（征求意见稿）

标准编制工作组二〇二五年二月

《塑料 再生塑料色差的测定》

编制说明（征求意见稿）

1. 工作简况

1.1 工作任务来源

根据国标委发〔2023〕63号《国家标准化管理委员会关于下达2023年第四批推荐性国家标准计划及相关标准外文版计划的通知》，《塑料 再生塑料色差的测定》国家标准制订项目编号为20232459-T-606，项目计划时间为2023年—2025年。本标准由中国石油和化学工业联合会提出，由全国塑料标准化技术委员会（SAC/TC15）归口管理。本标准主要起草单位为：中蓝晨光成都检测技术有限公司、彩谱科技(浙江)有限公司、东莞市惟思德科技发展有限公司、上海韵鼎国际贸易有限公司、浙江石油化工有限公司、阜阳市产品质量监督检验所等。

1.2 主要工作过程

1.2.1 工作分工

参与本文件起草的单位有：中蓝晨光成都检测技术有限公司、彩谱科技(浙江)有限公司、东莞市惟思德科技发展有限公司、上海韵鼎国际贸易有限公司、浙江石油化工有限公司、阜阳市产品质量监督检验所等。

1.2.2 第一次工作会议

全国塑料标准化技术委员会通用方法和产品分会(SAC/TC15/SC4)（以下简称塑标委SC4分会）于2023年10月18日开展《塑料 再生塑料色差的测定》国家标准工作讨论会议。本次会议参与单位共27家，参会人数37人，参会名单见附件1。会议由中蓝晨光成都检测技术有限公司曹金鹏针对《塑料 再生塑料色差的测定》草案及验证试验方案进行汇报，各相关单位进行讨论，形成纪要如下：

一、会上成立了标准工作小组。

工作组单位确定参与单位 13 家，具体参与单位和成员见附件 2。

包括中蓝晨光成都检测技术有限公司、吉林省质检院、佛山佛塑科技集团股份有限公司、鲁西化工集团股份有限公司、山东道恩高分子材料股份有限公司、中国石油辽阳石化公司研究院、中广核俊尔新材料有限公司、上海睿聚环保科技有限公司、上海韵鼎国际贸易有限公司、彩谱科技（浙江）有限公司、浙江石油化工有限公司、广东新虎威实业投资有限公司、北京华塑晨光科技有限责任公司、浙江新和成股份有限公司、金发科技股份有限公司。

二、会上针对《塑料 再生塑料色差的测定》国家标准草案及验证试验方案提出以下建议：

1. 进一步完善草案内容，包括样品（颗粒或片材）的规定以及测试方法的要求；

2. 针对不同厂家、不同光学结构的仪器进行验证试验。

1.2.3 验证试验

2024 年收集到验证试验的再生塑料样品，主要来源于阜阳产品质量监督检验所以及汨罗万容塑业有限公司，样品涵盖了不同颜色、颗粒形态及成分的再生塑料。

针对不同色差的样品、观察窗口的尺寸、仪器光学几何结构、试样堆叠高度等作为试验变量进行再生塑料色差测定的条件试验，系统研究再生塑料色差测定的关键影响因素，旨在建立标准化检测参数体系。

2024 年底~2025 年初完成仪器调研，包括仪器的波长范围以及波长间隔等参数情况。

2025 年初完成验证试验单位的征集，形成验证试验方案并分发样品，截止当前，各实验室仍在测试阶段，后续将开展数据统一处理。

2. 标准编制原则和主要内容的确定

2.1 国内外相关标准情况

塑料工业是国民经济重要支柱产业，随着我国塑料产业的快速发展和塑料制品的大量使用，塑料的回收再生循环利用是行业面临的重要问题，是塑料可持续发展的方式之一，同时也为解决“白色污染”等环保问题提供了有效途径。

目前，我国再生塑料领域尚无色差相关标准可依，废弃塑料制品颜色各异，因而造粒后的再生塑料颜色差异明显，杂色粒子时有发生，可能对制品外观乃至性能造成不利影响，因此判定其色差尤为重要。测定再生塑料的色差以表征颜色均匀性，初步评价再生塑料的品质。

塑料的颜色差异有几种表征的方式，包括黄色指数、白度以及 ΔE 。黄色指数常用于衡量样品老化时黄变的程度，白度可以衡量样品接近理想白色的程度，两指标适用于接近白色或浅色的样品，而不适用于其他颜色。 ΔE 能够全面反映颜色在三维色彩空间中的综合偏移，适用于白色或者彩色塑料色差的评价。国际照明委员会 (CIE) 为解决颜色量化问题，于 1976 年推出 CIE $L^*a^*b^*$ (CIELAB) 色彩空间的色差公式 ΔE_{ab}^* ，目前仍广泛应用于各工业领域。1984 年英国染色协会的颜色委员会 CMC 提出了色差公式 ΔE_{CMC} ，广泛应用于纺织领域。1994 年 CIE 引入明度、彩度和色相权重系数对色差公式进行了修正得到 ΔE_{94}^* 。2001 年 CIE 对色差公式进一步改进推出了 ΔE_{00} ，成为工业领域最精确的色差公式，2014 年 ISO 与 CIE 联合发布了 ΔE_{00} 色差公式的国际标准 ISO CIE 11664-6，并于 2022 年更新至最新版本，成为色差测量最权威的通用标准。

目前国际上暂无针对再生塑料色差 ΔE 测定的标准，只有通用标准，如 ISO CIE 11664-6-2022《比色法 第 6 部分：CIEDE2000 色差公式》和 CIE 15《比色法》等，只规定了色差的原理及仪器设备等。对于塑料黄色指数和白度，国际标准有 ISO 17223《塑料 黄色指数及其变化值的测定》、ASTM E313《黄色指数和白度的测定》，不一定适用于再生塑料多种颜色的情况。

国内暂无再生塑料色差 ΔE 测定的标准，产品标准 GB/T 14190-2017《纤维级聚酯 (PET) 切片试验方法》规定了 PET 测定颜色坐标 L, a, b 的方法，无色差的计算公式。对于塑料黄色指数和白度的测定，国标有 GB/T 39822-2021《塑料 黄色指数及其变化值的测定》，修改采用 ISO 17223，GB/T 2913-1982《塑料白度试验方法》只对白度的颜色指标，且年代久远，技术上较为落后。

表 1 再生塑料方法标准

序号	标准号	标准名称	主要内容
1	ISO CIE 11664-6-2022	比色法 第 6 部 分: CIEDE2000 色 差公式	<p>本文件规定了根据 CIEDE2000 公式计算色差的方法。</p> <p>本文件适用于基于 ISO/CIE 11664-4 标准计算的 CIELAB L*、a*、b*坐标输入值。它可用于规定两种颜色刺激之间的色差，这些颜色刺激应属于反射或透射物体。这包括用于模拟反射或透射物体的显示器，前提是代表颜色刺激的三刺激值已进行适当归一化处理。</p> <p>本文件不适用于以下情况：</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. 被视为属于自发光源（如主动发光体）的颜色刺激； 2. 被视为特别反射此类光源光线的区域颜色刺激。
2	CIE 15-2018	比色法	<p>本出版物提供了国际照明委员会（CIE）关于色度学的建议，具体内容包括：</p> <ul style="list-style-type: none"> - 标准色度观察者与标准光源的使用； - 反射率参考标准； - 照明与观察条件； - 三刺激值、色度坐标、色彩空间坐标及色彩信息的计算； - 其他色度学实践与公式（包括色貌模型）； - 高级色度学的进一步细节（新增内容），例如基于锥体细胞基础的三刺激函数及相关研究进展（附其他 CIE 出版物的参考文献）； - 新型 LED 光源的引入。
3	ISO 17223: 2014	塑料 黄色指数及 其变化值的测定	<p>本标准规定了测定透明或不透明塑料的黄色指数及其变化值的方法。</p> <p>本标准适用于塑料材料黄色指数及其变化值的测定。</p> <p>注 1：试样的形状包括模塑的板或圆盘、薄膜、薄片、粉末和颗粒。不适用于含荧光剂的塑料。</p> <p>注 2：黄色指数变化值常用于评价环境对颜色稳定性的影响，如高温、紫外线照射等。</p>

序号	标准号	标准名称	主要内容
4	ASTM E313-20	黄色指数和白度的测定	<p>1.1 本实践规范提供与视觉评价相关联的数值化指标，用于量化在日光条件下、由具有正常色觉的观察者评估的白色或近白色（或无色）物体颜色试样的黄色指数或白度。白色纺织品、涂料和塑料等材料均可通过本规范计算的黄色指数或白度指数进行表征。</p> <p>1.2 若需对物体颜色进行完整分析（基于特定观察者和特定光源条件），需使用三个参数。然而，对于近白色试样，采用单一数值的黄色指数或白度标尺通常更为实用。本规范为此类标尺提供了推荐计算公式，并讨论其推导依据、适用范围及局限性。</p>
5	GB/T 14190-2017	纤维级聚酯(PET)切片试验方法	5.5 中规定了 PET 色度的试验方法，PET 切片使用干燥粉碎或干燥后，使用自动色差仪测试试样色度，结果以 HunterLab 色系的 L、a、b 表示。
6	GB/T 39822-2021	塑料 黄色指数及其变化值的测定	修改采用 ISO 17223，技术等同于 ISO 17223
7	GB/T 2913-1982	塑料白度试验方法	<p>本标准适用于测定不透明的、白色或近白色粉末状树脂和板状塑料。</p> <p>本标准同样适用于测定不透明的荧光增白塑料。在不同类型仪器上测得的结果可能不相同。</p>

2.2 标准编制原则

以我国再生塑料色差测试方法的技术现状和需求为基础，制定再生塑料色差测试的国家标准。在编写方面符合 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》、GB/T 1.2-2020《标准化工作导则 第2部分：以 ISO/IEC 标准化文件为基础的标准化文件起草规则》、GB/T 20000《标准化工作指南》和 GB/T 20001《标准编写规则》及其他相关标准的要求，并与我国有关的法律、法规和相关标准保持协调一致。标准制定工作组对塑料柔色差方法相关标准进行了调研分析，确定了该标准的可行性，召开起草单位工作会议，讨论工作方案、完成文本。

2.3 主要内容的确定

2.3.1 色差公式的确定

CIE LAB 色差公式

采用 CIE 15:2004《色度学》和 ISO/CIE 11664 系列标准，引用 CIE 1976 Lab* 色差公式。作为国际通用的基础色差评价方法，具有广泛认可度；数学计算简单，便于快速表征颜色均匀性。

CIEDE2000 色差公式

依据 ISO/CIE 11664-6:2022（公式见 9.3），引入亮度、色度、色调权重因子修正，改进非均匀性问题。国际最新权威标准，解决了 CIELAB 在工业色差评估中的局限性；对颜色感知差异的模拟更接近人眼视觉，尤其适用于复杂颜色差异的再生塑料。

2.3.2 仪器的规定

根据 CIE 15，若获得高精度的颜色刺激值，波长范围为 380nm~780nm，波长间隔为 ≤ 5 nm，但目前众多仪器厂商波长范围为 400~700nm，波长间隔 10nm，为满足更多仪器厂商，规定波长范围为至少 400~700nm，波长间隔 ≤ 10 nm，

2.3.3 测试步骤的确定

参考 GB/T 39822-2021 塑料黄色指数的测定中颗粒或粉末的测试方法，可获得样品的三刺激值，计算色差。结合再生塑料颗粒本身颗粒大小均一性差等问题，对于样品的形状尺寸等进行了限制。

参考产品标准 GB/T 14190-2017 纤维级聚酯（PET）切片试验方法中的 L、a、b 的测试，对试样的前处理的进行了约定。

3. 主要试验的分析及技术经济论证

3.1 试验验证的分析及试验报告

3.1.1 条件试验

见附件 1 试验数据分析。结论为：

大窗口尺寸（ ≥ 1 英寸）和满杯（50mm 高度）的测试条件能显著减少误差，保证测试结果稳定性。

不同仪器结构会对色差结果产生影响，需在测试中明确标注设备参数。优化后的方法适用于多种再生塑料，能有效表征颗粒颜色均匀性，满足行业需求。

3.1.2 验证试验

已组织6家实验室对8种样品开展验证试验。目前试验仍在进行中，数据尚未收集齐全。

3.2 技术经济论证和预期的经济效果

本标准作为塑料行业试验方法标准，统一规范了再生塑料材料色差测试步骤，提高实验效率，保证测试结果的准确性、稳定性，为相关企业、客户等提供了科学有效的性能测试方法的同时，对透明塑料材料在相关领域的应用具有一定的指导和规范作用，促进塑料行业健康规范的发展，同时带来一定的经济效益。

4. 采用国际标准和国外先进标准情况，与国际、国外同类标准水平对比情况

本文件未采用国际标准。标准水平经审查会讨论，一致认为达到国际一般。

5. 以国际标准为基础的起草情况，以及是否合规引用或者采用国际国外标准，并说明未采用的原因。

本文件未采用国际标准。

6. 与有关的现行法律、法规、政策及相关标准的协调性

本标准是试验方法的标准，与现行相关法律、法规、及相关标准无冲突。

7. 重大分歧意见的处理经过和依据

本标准制定过程未出现重大分歧意见。

8. 标准涉及专利的有关说明

本标准相关内容不涉及国内外专利和知识产权的问题。

9. 贯彻实施标准的措施和建议

建议本标准发布后开展宣贯、培训工作，帮助使用者全面准确理解标准内容。

建议标准实施日期：自标准发布之后6个月。

10. 其他应予以说明的事项

无。

附件

《塑料 再生塑料色差的测定》

验证试验报告

1、任务来源

根据国家标准《塑料 再生塑料色差的测定》工作计划，需对标准规定的条件进行验证试验。本次验证试验由标准牵头单位中蓝晨光成都检测技术有限公司组织。

2、样品

本次验证试验用样品信息见表1。

表1 验证试验用样品

序号	样品名称	样品颗粒状态	样品颜色	提供单位	备注
1	PE	薄圆片状	白	阜阳产品质量监督检验所	
2	PE	薄圆片状	黑	阜阳产品质量监督检验所	
3	PE	薄圆片状	绿	阜阳产品质量监督检验所	
4	PE	薄圆片状	蓝	阜阳产品质量监督检验所	
5	PE	薄圆片状	红	阜阳产品质量监督检验所	
6	PE 混合瓶盖	片状	主绿色	阜阳产品质量监督检验所	
7	PP	短圆柱状	二白	汨罗万容塑业有限公司	
8	PS	短圆柱状	钛白	汨罗万容塑业有限公司	

3、参与单位

本次验证试验参与单位见表2。

表2 验证试验参与单位

序号	单位名称	联系人	电话	邮箱
1	彩谱科技(浙江)有限公司	袁琨	13858065387	
2	东莞市惟思德科技发展有限公司	章文福	13751261778	
3	上海韵鼎国际贸易有限公司	万屹	13601942971	
4	浙江石油化工有限公司	邹卫红	17802090580	
5	阜阳市产品质量监督检验所	鲍克伟	15357609692	
6	中蓝晨光成都检测技术有限公司	曹金鹏	15010716579	

4、测试

本次验证试验样品共8组，涵盖3类聚合物材料及5种颜色。请参考《塑料 再生塑料 色差的测定》进行色差的测定。

4.1 状态调节

试验前，请将所有样品置于 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $50\%\pm 5\%$ 的环境中调节24h以上。在 $23\pm 2^{\circ}\text{C}$ 、 $50\%\pm 5\%$ 的环境内进行试验。

4.2 测试参数

光源和观察者：D65/10。

仪器光学几何结构符合CIE15的规定：

积分球的几何结构 $d_i:8, d_e:8, 8:d_i, 8:d_e$ 。

无积分球的几何结构 $45a:0, 0:45a, 45x:0, 0:45x$ 。

方法：反射法

4.3 测试

4.3.1进行测量之前，让仪器有足够的时间预热。

4.3.2校准仪器：把标准板放入比色皿中或把标准板放在与样品容器同样的材质和厚度的玻璃上。

4.3.3混匀的再生塑料颗粒倒入由透明玻璃或石英玻璃制成的圆筒形容器中作为参照样，摇动或轻轻敲击样品容器，并使用刮刀等平滑装置去除多余的样品。样品容器的高度推荐50mm。样品容器应用光罩覆盖，不能用背板覆盖（图1为一种合适的结构）。不应在容器上施加压力。之后从待测批次中以同样的方法测量至少5杯被测样的三刺激值。

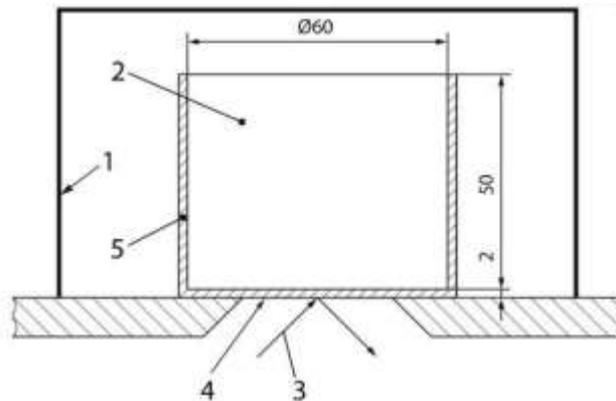


图1 样品反射测量方法

4.4 结果表示与数据记录

每组试样报告三刺激值，CIE LAB色差或CIEDE2000色差，结果保留到0.01。

5、报告

各单位完成验证试验，填写原始记录表（附件2），并将以上原件通过邮件发送至组织单位。为便于数据录入，请各单位以电子版形式发送原始记录（**非扫描件**）。

6、联系方式

组织单位：中蓝晨光成都检测技术有限公司

联系人：曹金鹏

电话：15010716579

邮箱：15010716579@163.com

地址：四川省成都市新津区兴化4路1号

7、验证试验

7.1 试验条件验证

1 不同样品的色差分析

1.1 原生料的色差

结构：0:45x，窗口尺寸：1.75，光源/观察者：D65/10°。

dE2000	PMMA	PA	PP
平均值	0.402	0.238	0.198
标准偏差	0.111	0.102	0.045

对于质量合格的原生塑料，可认为色差是相当小的，各原生塑料色差平均值均小于 0.5，标准偏差小于 0.2。其中 PMMA 色差较大，可能因为本身透明性高，光线穿过颗粒是多次反射、散射等造成检测的光信号波动较大。

1.2 再生塑料的色差

A) 无色差的样品

dE2000	PP/PE	PS	PA	PS2
平均值	0.304	0.462	0.212	0.246
标准偏差	0.140	0.115	0.189	0.106

对于肉眼观察无色差的再生塑料，色差平均值均小于 0.5，标准偏差小于 0.2，类似于原生塑料。

B) 小色差的样品

dE2000	PP	ABS	PS3
平均值	0.584	0.524	0.320
标准偏差	0.297	0.275	0.179

对于肉眼观测小色差的样品，色差平均值已经超过 0.5，标准偏差超过 0.2，符合预期。

C) 大色差的样品

dE2000	ABS
平均值	1.298
标准差	1.044

对于肉眼观察观察色差较大的样品，色差平均值超过 1，标准差超过 1，符合预期。

2、不同窗口对色差的影响

dE* 2000	1.75 寸	1 寸	0.5 寸	0.25 寸
平均值	0.198	0.130	0.448	1.060
标准偏差	0.045	0.071	0.225	0.457

随窗口尺寸减小，色差的平均值有增大趋势，色差的标准偏差（波动性）逐渐增大，测试结果的不稳定性越强。由于窗口尺寸越小，色差受样品局部形貌影

响更大，较大的窗口尺寸使得样品形貌均匀性增加。窗口尺寸大于 1 寸时，色差标准偏差在合理的范围内。

3、不同仪器结构对色差的影响

dE* 2000	0:45x	di:8	de:8
平均值	0.130	0.214	0.192
标准偏差	0.071	0.110	0.065

对比不同的仪器结构，45 度平面构造和两种积分球构造在色差的大小和均匀性上均有所差别，因此进行色差测试需注明设备的构造，结果才具备可比性。

4、不同样品高度对色差的影响

dE* 2000	满杯	半杯	1/4 杯
平均值	0.730	0.740	2.323
标准差	0.200	0.282	0.540

由于塑料颗粒存在缝隙，或塑料本身是透明的原因，反射法进行色差的测定时，测试光源可能透过缝隙或样品本身，增加试样高度可避免该问题。试样满杯时的高度为 50mm，研究发现，试样在半杯以上时就可保证色差不再改变。因此 50mm 的比色皿足以满足测试要求。

5、组内和组间的比较

dE*		PET 破	PET 破	PET 破	PET 颗	PET 颗	HDPE	HDPE
2000		碎片 1#	碎片 2#	碎片 3#	粒 1#	粒 2#	再生颗	再生颗
	PP 颗粒						粒 2#	粒 1#
组内	0.020	0.020	0.115	0.120	0.075	0.450	0.075	0.020
组间	0.113	0.265	1.208	0.378	0.213	0.655	0.215	0.060

若以某一样品旋转 120 度进行测试作为组内的色差，测量多杯试样作为组间色差，可发现组内色差均小于组间色差，符合预期。在表征其真实色差时，可利用组间色差减去组内色差来表示。

7.2 验证试验

试验数据尚未收集齐全。