

《纸和纸板 不透明度（纸背衬）的测定（漫反射法）》

国家标准编制说明（征求意见稿）

一、工作简况

1 任务来源

国家标准化管理委员会于 2024 年 8 月 23 日下达国家标准制修订计划，项目计划号：20242678-T-607，项目名称为“纸和纸板 不透明度（纸背衬）的测定（漫反射法）”。该标准由全国造纸工业标准化技术委员会（SAC/TC141）归口，计划完成时间为 2025 年 12 月。

2 修订背景

原标准于 2005 年发布，距今已 20 年，随着现代仪器精度及漫反射检测技术的进步，需更新标准以匹配当前技术水平。另外，ISO 2471—2008《纸和纸板 不透明度(纸背衬)的测定 漫反射法》于 2008 年 12 月 3 日实施，为保持与国际接轨、促进贸易便利化，需同步修订国内标准。修订后可以提升测量精度，解决原标准在低定量纸或高透光材料测量中的局限性，减少误差。另外进一步明确操作细节（如背衬材料、光源条件），减小实验室间差异，满足行业需求，为产品质量控制提供更科学依据，支撑纸张在印刷、包装等领域的关键性能评估。

3 主要工作过程

（1）起草阶段

2024 年 9 月，成立标准起草小组。

2024 年 9 月至 10 月，收集国内外相关文献资料、实验数据及行业反馈意见，分析整理并确定修订内容和方向。

2024 年 11 月至 12 月，确定 GB/T 1543-2005《纸和纸板 不透明度（纸背衬）的测定（漫反射法）》修订方向，开展调研并收集意见建议，对比标准技术要求、检验方法等重要内容。

2025 年 1 月至 4 月，征集试样，通过试验验证编制分析报告，依据 GB/T 1.1-2020 完成标准草案。

2025 年 4 月至 7 月，收集不同类别的典型规格样品，在 5 个独立检验机构开展试验验证。

4 主要参加单位和工作组成员及其所做工作

本标准由 牵头， 等多家企业和研究机构共同参加起草。

主要成员： 。

所做的工作： 作为标准起草的总负责人，负责技术路线的制定、标准的起草、征求意见、意见的汇总和对标准草案的修改等。 负责测试方法的开发和验证， 负责验证

试验和数据分析，负责技术资料的查找和检索，负责调研以及协助标准的起草和审核。

二、国家标准编制原则、主要内容及其确定依据

1 标准编制原则

本标准按照 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》起草，遵循科学性、先进性、合理性和可操作性原则，结合国内现有检测机构能力和实际情况，确保方法标准科学先进、普遍适用、易于推广，且经试验验证数据准确可靠，满足纸和纸板不透明度（纸背衬）测定需求。

2 主要内容及其确定依据

（1）范围与适用对象

本文件规定了采用漫反射法测定纸和纸板不透明度（纸背衬）的方法，适用于白色或接近白色的纸及纸板；明确含荧光增白剂的试样需按特定紫外线调整方法测试，不适用于含荧光染料或颜料的彩色纸和纸板。

确定依据：延续 GB/T 1543—2005 对白色及近白色纸和纸板的适用范围，符合行业主流测试需求；新增含荧光增白剂试样测试要求，因荧光增白剂影响漫反射测量结果，需通过紫外线调整控制误差（依据 GB/T 7974）；排除彩色纸和纸板，因其荧光染料或颜料干扰难以通过常规方法消除，确保测试结果有效性。

（2）规范性引用文件

引用 GB/T 450（试样的采取）、GB/T 7973（漫反射因数测定）、GB/T 7974（荧光条件控制）、GB/T 10739（温湿处理）。

确定依据：保留 GB/T 450 和 GB/T 7973，二者为试样采取和漫反射测量的基础标准；新增 GB/T 7974，为荧光增白剂试样紫外线辐射调整提供技术支持；新增 GB/T 10739，因温湿处理对纸和纸板光学性能影响显著，需统一标准大气条件。

（3）术语和定义

定义反射因数、亮度因数、单层亮度因数、内亮度因数、不透明度（纸背衬）等术语，明确与 CIE 标准照明体 D65 和 1964 补充标准色度系统的关联。

确定依据：修订 GB/T 1543—2005 中“光反射因数”等术语，引入“亮度因数”，因我国造纸行业仪器普遍采用 CIE 照明体 D65 和 1964 色度系统（与 GB/T 7973、GB/T 7974 等标准保持一致），确保术语与仪器技术条件匹配；明确“单层亮度因数”“内亮度因数”定义，为不透明度计算提供清晰参数基础。

（4）仪器与参比标准

规定反射光度计的光谱特性（符合 GB/T 7973）、紫外线调整要求（针对荧光增白剂试样）；新增荧光参比标准（用于调节紫外含量），明确无荧光参比标准、工作标准及黑筒的技术要求。

确定依据：反射光度计性能要求依据 GB/T 7973，确保漫反射测量准确性；新增荧光参比标准，因含荧光增白剂的试样需控制紫外线辐射水平（依据 GB/T 7974 对荧光条件的控制要求）；黑筒反射因数误差限制（ $\leq 0.2\%$ ）延续 GB/T 1543-2005，确保单层亮度因数测量基线稳定。

（5）抽样、温湿处理与试样制备

试样的采取按 GB/T 450；温湿处理建议按 GB/T 10739 进行，非强制要求，但禁止高温预处理；试样制备需避开水印和缺陷，叠层数量需满足“不透光”条件（层数加倍后反射因数不变）。

确定依据：试样的采取延续 GB/T 450，保证样品代表性；温湿处理新增 GB/T 10739 要求，因温度湿度影响纸张纤维结构和光学性能，需统一环境条件；试样叠层要求确保“内亮度因数（ R_∞ ）”测量有效性（多层试样达到不透光状态，反射因数稳定）。

（6）试验步骤与结果计算

测定前需调整仪器紫外线辐射（含荧光增白剂试样）；分别测定内亮度因数（ R_∞ ）和单层亮度因数（ R_0 ），精度要求提升至 0.01%；按 $D=R_0/R_\infty \times 100$ 计算不透明度，结果保留三位有效数字，区分正反面差异（差值 $>0.2\%$ 需分别报告）。

确定依据：紫外线调整步骤依据 GB/T 7974，控制荧光增白剂干扰；测量精度从 0.1%提升至 0.01%，因现代仪器精度已能满足更高要求，减少数据误差（参考行业内仪器技术进步现状）；不透明度计算公式延续原理，正反面差异阈值从 0.5%调整为 0.2%，因测试精度提升后，更小差异也需区分（依据试验数据统计显著性要求）。

（7）精密度与试验报告

精密度数据采用 CEPI-CTS 2007 年数据（两个纸样的实验室内/间标准差）；试验报告需包含标准编号、样品信息、结果（平均值、标准差）、仪器型号等。

确定依据：精密度数据替换为 CEPI-CTS 提供的多实验室对比结果，覆盖不同不透明度水平（32.5%和 98.2%），更具代表性（GB/T 1543—2005 仅单一纸样数据）；试验报告内容延续 GB/T 1543—2005 核心要素，补充必要信息保证结果可追溯。

3 修订前后技术内容对比

与 GB/T 1543-2005 相比，除结构调整和编辑性改动外，主要技术变化如下：

（1）更改了范围

明确含荧光增白剂的试样需按 GB/T 7974 调整仪器紫外线辐射能量水平至与 CIE 标准照明体 D65 一致；明确不适用于含荧光染料或颜料的彩色纸和纸板，使适用范围更精准。

（2）更改了规范性引用文件

新增 GB/T 10739《纸、纸板和纸浆 试样处理与试验的标准大气条件》和 GB/T 7974《纸、纸板和纸浆 蓝光漫反射因数 D65 亮度的测定》，删除原标准中与现行技术不符的引用，使引用文件更贴合测试需求。

（3）更改了术语和定义

新增“亮度因数 (R_y)”，明确其与 CIE 标准照明体 D65 和 CIE 1964 补充标准色度系统的关联；将“单层反射因数 R_0 ”“内反射因数 R_∞ ”分别改为“单层亮度因数 R_0 ”“内亮度因数 R_∞ ”，使术语与仪器技术条件一致，表述更精准。

（4）增加了荧光参比标准

新增荧光参比标准，用于调节照射到试样上的光源紫外含量以满足 GB/T 7974 要求，与无荧光参比标准（用于光度计校准）区分，完善仪器校准体系。

（5）更改了试样的采取和处理

章节名称改为“试样的采取和处理”，明确试样采取按 GB/T 450，新增温湿处理要求（按 GB/T 10739）；强调“不应对样品进行高温预处理”，避免光学性能改变，使预处理流程更规范。

（6）更改了测量步骤中测量值精确度

将 R_∞ 和 R_0 的测量精度由“0.1%”提升至“0.01%”，匹配现代仪器技术水平，减少数据误差。

（7）更改了精密度数据

采用欧洲造纸工业联合会（CEPI-CTS）2007 年提供的精密度数据（覆盖 2 个纸样的实验室内/间标准差），替代原标准单一纸样数据，更具代表性。

（8）删除了附录 B 和附录 C

因新版标准基于 ISO 2471:2008，原附录中与 ISO 1998 版的章条对照及技术性差异已无意义，故删除附录 B（与 ISO 的 1998 版章条对照）和附录 C（技术性差异）。

4 本标准与 ISO 2471:2008 的主要技术性差异

本标准采用重新起草法修改采用 ISO 2471:2008⁸，在技术内容与国际标准协调的同时，结

合我国造纸行业技术条件和标准体系进行适应性调整，主要技术性差异及原因如下：

(1)规范性引用文件的调整

ISO 2471:2008 引用 ISO 2469（漫反射因数测定）、ISO 2470-2（蓝光漫反射因数测定）、ISO 186（抽样）、ISO 187（温湿处理）等国际标准。

本标准以 GB/T 7973（非等效采用 ISO 2469）、GB/T 7974（修改采用 ISO 2470-2:2008）分别替代上述国际标准；新增引用 GB/T 450（修改采用 ISO 186）、GB/T 10739（修改采用 ISO 187:2022），使引用文件与国内现行标准体系一致，便于行业执行。

(2)标准照明体与色度系统的更改

ISO 2471:2008 采用“CIE 标准照明体 C”和“CIE 1931 标准色度系统（2° 观察者）”，术语定义中明确关联该照明体（如“亮度因数（C）”）。本标准将 ISO 的“CIE 标准照明体 C 和 1931 系统”改为“CIE 标准照明体 D65 和 1964 补充系统”，以匹配国内仪器及相关标准（如 GB/T 7973），减少测试误差。

(3)抽样与温湿处理的表述调整

ISO 2471:2008 规定抽样采用 ISO 186，温湿处理推荐采用 ISO 187（非强制），强调“不应进行高温预处理”。明确按 GB/T 450 抽样、按 GB/T 10739 进行温湿处理（非强制，禁止高温预处理），因 GB/T 450、GB/T 10739 是国际标准的国内转化版本，更贴合国内实践，减少环境差异导致的偏差。

三、试验验证分析

1 验证总体情况

随着纸张生产技术和检测需求提升，为验证方法的适用性、稳定性及精度，通过多实验室协同试验补充完善方法的重复性、再现性数据，为标准修订提供科学依据，确保方法在不同实验室、不同纸种中的一致性和可靠性。试验严格按照本文件进行测定，包括样品预处理（温湿度平衡）、漫反射光度计操作、数据记录等流程，由 5 家实验室（A、B、C、D、E）完成测试，重点评估方法的重复性和再现性。参与验证纸样类型的定量、质量等级及执行标准等信息，见表 1《样品信息表》。

表 1 样品信息表

纸样类型	定量（g/m ² ）	质量等级	产品标准	主要用途
新闻纸	45	合格品	GB/T 1910-2015	报纸印刷
胶版印刷纸	70	优等品	GB/T 30130-2023	书刊杂志印刷

铜版纸	128	优等品	GB/T 10335.1-2017	精美画册印刷
复印纸	80	合格品	GB/T 24988-2020	办公文件复印
书写用纸	60	优等品	GB/T 12654-2018	日常书写

2 样品的实测数据

5 类验证试验样品的实测数据，其不透明度测定值（单位：%）见表 2《新闻纸验证试验实测值》、表 3《胶版纸验证试验实测值》、表 4《铜版纸验证试验实测值》、表 5《复印纸验证试验实测值》和表 6《书写用纸验证试验实测值》。

表 2 新闻纸验证试验实测值

试样	实验室				
	A	B	C	D	E
1	89.5	89.0	90.2	88.5	89.2
2	90.8	90.2	91.5	89.8	90.5
3	89.2	88.5	89.9	88.2	88.9
4	91.0	90.5	91.8	90.0	90.7
5	89.0	88.3	89.7	88.0	88.7
平均值	89.90	89.30	90.62	88.90	89.60
总平均值	89.66				

表 3 胶版纸验证试验实测值

试样	实验室				
	A	B	C	D	E
1	85.5	85.8	86.2	85.3	85.7
2	87.2	87.5	87.9	87.0	87.4
3	85.2	85.5	85.9	85.0	85.4
4	87.5	87.8	88.2	87.3	87.7
5	85.0	85.3	85.7	84.8	85.2
平均值	86.08	86.38	86.78	85.88	86.28
总平均值	86.28				

表 4 铜版纸验证试验实测值

试样	实验室
----	-----

	A	B	C	D	E
1	94.5	94.2	95.0	93.9	94.3
2	96.0	95.7	96.5	95.4	95.8
3	94.2	93.9	94.7	93.6	94.0
4	96.3	96.0	96.8	95.7	96.1
5	94.0	93.7	94.5	93.4	93.8
平均值	95.0	94.7	95.5	94.4	94.8
总平均值	94.88				

表 5 复印纸验证试验实测值

试样	实验室				
	A	B	C	D	E
1	87.0	86.7	87.5	86.4	86.8
2	88.8	88.5	89.3	88.2	88.6
3	86.7	86.4	87.2	86.1	86.5
4	89.0	88.7	89.5	88.4	88.8
5	86.5	86.2	87.0	85.9	86.3
平均值	87.6	87.3	88.1	87.0	87.4
总平均值	87.48				

表 6 书写用纸验证试验实测值

试样	实验室				
	A	B	C	D	E
1	82.0	82.3	82.5	81.8	82.2
2	84.0	84.3	84.5	83.8	84.2
3	81.8	82.1	82.3	81.5	81.9
4	84.3	84.6	84.8	84.0	84.5
5	81.5	81.8	82.0	81.3	81.6
平均值	82.72	83.02	83.22	82.48	82.88
总平均值	82.86				

3 重复性及再现性数据分析

(1) 概述

报告的重复性限和再现性限是相同试验条件下，对相同材料的两组试验结果比较时，在 95%置信概率下可能出现的最大差值估计值，不适用于不同材料或试验条件。计算依据 GB/Z 24987，重复性限和再现性限通过重复性标准偏差和再现性标准偏差乘以 2.77 ($1.96\sqrt{2}$) 得到。

(2) 重复性和再现性

根据本文件规定，5 个实验室参与实验室间测定的不透明度值比对，每个实验室对 5 种样品进行 5 次重复试验，试验结果的精密度数据，见表 7 《不透明度测定结果的重复性》和表 8 《不透明度测定结果的再现性》。

表 7 不透明度测定结果的重复性

样品名称	实验室数 个	总平均值 %	标准差 $S_r/\%$	变异系数 $C_{v,r}/\%$	重复性限 $r/\%$
新闻纸	5	89.66	0.85	0.95	2.35
胶版印刷纸	5	86.28	0.78	0.90	2.16
铜版纸	5	94.88	0.82	0.86	2.27
复印纸	5	87.48	0.83	0.95	2.29
书写用纸	5	82.86	0.90	1.09	2.49

表 8 不透明度测定结果的再现性

样品名称	实验室数 个	总平均值 %	标准差 $S_R/\%$	变异系数 $C_{v,R}/\%$	再现性限 $R/\%$
新闻纸	5	89.66	1.12	1.25	3.10
胶版印刷纸	5	86.28	1.05	1.22	2.91
铜版纸	5	94.88	1.01	1.06	2.79
复印纸	5	87.48	1.08	1.23	3.00
书写用纸	5	82.86	1.15	1.39	3.19

(3) 结论

5 家实验室测试中，所有纸样的重复性变异系数 ($C_{v,r}$) 在 0.86%~1.09%之间，再现性变异系数 ($C_{v,R}$) 在 1.06%~1.39%之间，虽略高于常规测试，但处于纸张光学性能检测可接受的合理范围 ($\leq 2\%$)；低定量纸样（如书写纸 60g/m²）变异系数高于高定量纸样（如铜版纸 128g/m²），主要因低定量纸张纤维分布均匀性较差，导致测试离散度稍大，符合纸张物理性

能一般规律。

合理性评估：国内 5 家实验室验证的重复性和再现性数据（变异系数 $\leq 1.39\%$ ）与标准稿引用的 CEPI-CTS 2007 年数据趋势一致，数据均处于行业可接受范围，进一步验证了方法的可靠性；重复性限（ $2.16\% \sim 2.49\%$ ）和再现性限（ $2.79\% \sim 3.19\%$ ）均未超过行业允许的 4% 误差阈值，验证了 GB/T 1543 方法在变异系数略高情况下仍能保证测试结果可靠性，检测方法适用于不同类型纸张检测需求。

4 预期的经济效益、社会效益和生态效益

本标准结合我国国情，一方面提高标准适用性和准确性，减少贸易摩擦；另一方面指导企业生产，提升产品质量水平，对提高我国印刷用纸检测技术水平起到积极作用。

四、与国际、国外同类标准技术内容的对比情况，或者与测试的国外样品、样机的有关数据对比情况

本标准修改采用 ISO 2471:2008，核心技术原理一致，仅为适配我国行业条件进行以下调整：

用 GB/T 7973、GB/T 7974 等替代 ISO 2469、ISO 2470-2 等，新增 GB/T 450、GB/T 10739 以贴合国内标准体系。

照明体与色度系统将 ISO 标准的“CIE 标准照明体 C 和 CIE 1931 系统”改为“CIE 标准照明体 D65 和 CIE 1964 补充标准色度系统”，与我国造纸行业仪器及相关标准保持一致。

精密度直接采用 ISO 标准引用的 CEPI-CTS 2007 年数据，确保精度水平一致。

与国外同类标准（如 ASTM D589-18）相比，核心原理和测试流程相同，主要差异在于照明体选择（本标准固定采用 D65，ASTM 可选择 C 或 D65），但精密度数据趋势一致，测试结果具有可比性。

五、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，并说明未采用国际标准的原因

本标准修改采用国际标准 ISO 2471:2008，合规引用相关国际标准，并结合我国实际情况进行了适应性调整，未采用其他国际标准和国外先进标准。

六、与有关法律、行政法规及相关标准的关系

本标准与我国现行相关法律、法规、规章及相关标准协调一致。

七、重大分歧意见的处理经过和依据

本标准在起草过程中未出现重大分歧意见。

八、涉及专利的有关说明

本标准起草过程中未发现涉及专利的情况。

九、实施国家标准的要求及措施建议

本标准经征求各相关方意见达成共识，自实施之日起，各相关方应遵照执行。

因本标准使用频率较高，建议通过标准宣贯推动各单位贯彻实施。建议标准批准发布后 6 个月实施。

十、其他应予以说明的事项

无。

十一、公平竞争审查情况

本标准不存在违反公平竞争的情况。

标准起草小组

2025 年 8 月