



团 体 标 准

T/ZBH 028.1—2024

光伏玻璃釉料 第 1 部分：背板玻璃增反射釉料

Photovoltaic glass enamel—
Part 1: Enhanced reflection glass enamel for rear cover glass

2024-08-07 发布

2024-10-01 实施

中国建筑玻璃与工业玻璃协会 发 布
中 国 标 准 出 版 社 出 版

前 言

本文件按照 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》的规定起草。

本文件是 T/ZBH 028《光伏玻璃釉料》的第1部分。T/ZBH 028 已经发布了以下部分：

——第1部分：背板玻璃增反射釉料。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由中国建筑玻璃与工业玻璃协会标准化技术委员会提出并归口。

本文件起草单位：江苏拜富科技股份有限公司、福莱特玻璃集团股份有限公司、广西新福兴硅科技有限公司、国华金泰(山东)新材料科技有限公司、上海纳科秀新材料有限公司。

本文件主要起草人：赵田贵、李会、冯鑫、刘溧、阮泽云、陈齐平、仝小飞、喻志刚、赵晓非、王本语、张鹤、刘耀文。

引 言

T/ZBH 028《光伏玻璃釉料》是光伏玻璃釉料产品标准,旨在通过明确技术要求、强化产品质量管理等手段,确保光伏玻璃釉料在生产及使用过程中,显著提升安全性,有效减轻对环境的负面影响,从而促进光伏釉料行业的多元化、可持续化和高质量发展。T/ZBH 028 拟由三个部分构成。

- 第 1 部分:背板玻璃增反射釉料。目的在于提出光伏玻璃釉料中背板玻璃增反射釉料的产品要求。
- 第 2 部分:背板玻璃黑色釉料。目的在于提出光伏玻璃釉料中背板玻璃黑色釉料的产品要求。
- 第 3 部分:背板玻璃彩色釉料。目的在于提出光伏玻璃釉料中背板玻璃彩色釉料的产品要求。

光伏玻璃釉料

第1部分：背板玻璃增反射釉料

1 范围

本文件规定了背板玻璃增反射釉料的要求、试验方法、检验规则以及标志、包装、运输和贮存等。
本文件适用于背板玻璃用增反射白色釉料。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 1725 色漆、清漆和塑料 不挥发物含量的测定

GB/T 2790 胶粘剂 180°剥离强度试验方法 挠性材料对刚性材料

GB/T 3186 色漆、清漆和色漆与清漆用原材料 取样

GB/T 9751.1 色漆和清漆 用旋转黏度计测定黏度 第1部分：以高剪切速率操作的锥板黏度计

GB/T 19077 粒度分析 激光衍射法

GB/T 20777 色漆和清漆 试样的检查和制备

GB/T 30983 光伏用玻璃光学性能测试方法

GB/T 31838.2 固体绝缘材料 介电和电阻特性 第2部分：电阻特性（DC方法）体积电阻和体积电阻率

JC/T 2167—2022 玻璃釉料

IEC 61215-2 地面用光伏组件（PV）设计鉴定和型式批准 第2部分：试验程序 [Terrestrial photovoltaic (PV) modules—Design qualification and type approval—Part 2: Test procedures]

IEC 62321（所有部分）电子技术产品中限用物质的测定（Determination of certain substances in electrotechnical products）

IEC TS 62804-1-1:2020 光伏（PV）模块 检测方法电位诱导衰减的试验方法 第1部分：晶体硅 [Photovoltaic (PV) modules—Test methods for the detection of potential-induced degradation—Part 1-1: Crystalline silicon—Delamination]

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

增反射釉料 **enhanced reflection glass enamel**

由熔剂、高折射率粉体与改善印刷性能粉体等按一定比例配制而成的增反射粉体与调墨油按一定比例混合而成的一种均匀浆状或膏状材料。

4 要求

4.1 产品外观

增反射釉料颜色应均匀,无杂质。

4.2 固含量

增反射釉料固含量应 $\geq 75\%$ 。

4.3 黏度

增反射釉料黏度应 $\geq 40\,000\text{ mPa}\cdot\text{s}$ 。

4.4 粒径

增反射釉料的颗粒累计含量至 90% 时,其粒径应 $< 10\text{ }\mu\text{m}$ 。

4.5 色差

试样与参照标准样比较,色差 $\Delta E < 1.5$ 。

4.6 光伏反射比

使用分光测色仪测试法测试 380 nm~780 nm 波段的增反射镀膜玻璃,光伏反射比不小于 75%。

4.7 附着力

增反射镀膜玻璃釉层附着力等级 ≤ 1 。

4.8 体积电阻率

增反射镀膜玻璃釉层 $\rho_v \geq 1 \times 10^{11}\text{ }\Omega\cdot\text{m}$ 。

4.9 耐湿热性能

老化后增反射镀膜玻璃的釉层不应存在明显的分层、气泡、开裂、粉化及脱落,釉层光伏反射比衰减 $\leq 2\%$,釉层黄变指数 $\Delta YI \leq 3$,釉层与封装胶膜之间的剥离强度 $\geq 45\text{ N/cm}$ 。

4.10 耐热循环性能

老化后增反射镀膜玻璃的釉层不应存在明显的分层、气泡、开裂、粉化及脱落,釉层光伏反射比衰减 $\leq 2\%$,釉层黄变指数 $\Delta YI \leq 3$,釉层区域与封装胶膜之间的剥离强度 $\geq 45\text{ N/cm}$ 。

4.11 耐紫外辐射性能

老化后增反射镀膜玻璃的釉层不应存在明显的分层、气泡、开裂、粉化及脱落,釉层光伏反射比衰减 $\leq 2\%$,釉层黄变指数 $\Delta YI \leq 3$,釉层区域与封装胶膜之间的剥离强度 $\geq 45\text{ N/cm}$ 。

4.12 耐湿冻性能

老化后增反射镀膜玻璃的釉层不应存在明显的分层、气泡、开裂、粉化及脱落,釉层光伏反射比衰减 $\leq 2\%$,釉层黄变指数 $\Delta YI \leq 3$,釉层区域与封装胶膜之间的剥离强度 $\geq 45\text{ N/cm}$ 。

4.13 高压蒸煮(PCT)性能

老化后增反射镀膜玻璃的釉层不应存在明显的分层、气泡、开裂、粉化及脱落,釉层光伏反射比衰减 $\leq 2\%$,釉层黄变指数 $\Delta YI \leq 3$,釉层区域与封装胶膜之间的剥离强度 $\geq 45 \text{ N/cm}$ 。

4.14 抗PID色变性能

测试后釉层应无明显变色。

4.15 有害物质限量

有害物质限量应符合表 1 的规定。

表 1 有害物质限量

限制的有害物质	允许含量/(mg/kg)
镉(Cd)	<100
铅(Pb)	$<1\,000$
汞(Hg)	$<1\,000$
六价铬(Cr^{6+})	$<1\,000$
多溴联苯醚(PBDE)	$<1\,000$
多溴联苯(PBB)	$<1\,000$
邻苯二甲酸酯(DBP,BBP,DEHP,DIBP)	$<1\,000$

5 试验方法

5.1 产品外观

- 5.1.1 工具:不锈钢调墨刀、白纸、搅拌机。
- 5.1.2 制样方法:打开釉料原装桶,充分搅拌 10 min,搅拌速率为 500 r/min。
- 5.1.3 测试方法:将搅拌均匀后的釉料,用不锈钢调墨刀从中抽取 $5 \text{ g} \pm 0.2 \text{ g}$ 待检玻璃釉料,涂抹在白纸上,在自然光线下 500 mm 处观察是否均匀,有无杂质。

5.2 固含量

- 5.2.1 工具:不锈钢调墨刀、白纸、搅拌机。
- 5.2.2 制样方法:打开釉料原装桶,充分搅拌 10 min,搅拌速率 500 r/min。
- 5.2.3 测试方法:烘箱温度设为 $150\text{ }^{\circ}\text{C}$,加热至恒重,两次称量质量差异在万分之三以下,天平分度值为 0.001 g,原墨均匀样品质量 $2 \text{ g} \pm 0.2 \text{ g}$,按照 GB/T 1725 计算方式计算。

5.3 黏度

按 GB/T 9751.1 中旋转法测量。

5.4 粒径

按 GB/T 19077 规定的方法进行测量。

5.5 色差

按 JC/T 2167—2022 规定的方法进行测量。

5.6 光伏反射比

5.6.1 试样

在同一工艺条件下制造的尺寸为 300 mm × 300 mm 的增反射镀层玻璃为样品,样品中间至少 250 mm × 250 mm 区域镀釉,共 3 块。

5.6.2 仪器要求、试验步骤及计算

按 GB/T 30983 规定的测试步骤,在镀釉区域进行 380 nm~780 nm 波段光伏反射比测量。

5.7 附着力

5.7.1 试样

以制品为试样,数量 3 块。

5.7.2 试验步骤

用刀口宽 10 mm~12 mm 的百格刀在测试样本表面划 10×10(100 个)的正方形小网格,以 1.0 mm~1.2 mm 为间隔,每一条划线应深及釉层的底层;用 P-99 胶带或等效力的胶纸牢牢粘住被测试的小网格,并用橡皮擦用力擦拭胶带以加大胶带与被测区域的接触面积及力度;用手抓住胶带一端,在垂直方向(90°)迅速扯下胶纸,用毛刷清扫切口,并用放大镜观察切口处釉层情况。

5.7.3 评价标准

ISO 等级:0=ASTM 等级:5B(切口边缘完全光滑,格子边缘没有任何剥落)。

ISO 等级:1=ASTM 等级:4B(在切口的相交处有小片剥落,划格区内实际破损面积占比≤5%)。

ISO 等级:2=ASTM 等级:3B(切口的边缘和/或相交处有被剥落,其面积占比为 5%~15%)。

ISO 等级:3=ASTM 等级:2B(沿切口边缘有部分剥落、整片剥落或部分格子被整片剥落,剥落的面积占比为 15%~35%)。

ISO 等级:4=ASTM 等级:1B(切口边缘有大片剥落、一些方格部分或全部剥落,其剥落面积占比为 35%~65%)。

ISO 等级:5=ASTM 等级:0B(在划线的边缘及交叉点处有成片的膜层脱落,且脱落总面积占比大于 65%)。

5.8 体积电阻率

5.8.1 工具:10 cm×10 mm 白玻(厚度 2 mm),刮刀,孔径为 83 μm 的网版,马弗炉、电阻率仪。

5.8.2 制样方法:将釉料调制黏度为 8 000 mPa·s~10 000 mPa·s,印刷湿膜厚度 22 μm±2 μm,烧结温度 700 °C,烧结时间 100 s。

5.8.3 测试方法:按 GB/T 31838.2 进行试验。

5.9 耐湿热性能

5.9.1 试样制备

5.9.1.1 以增反射镀层玻璃制品或与制品相同原料、相同工艺条件下制造的尺寸为 $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 样品为试样,样品中间 $250\text{ mm} \times 250\text{ mm}$ 区域镀釉,数量为 3 片。

5.9.1.2 另取尺寸为 $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 的增反射镀层玻璃(样品中间 $250\text{ mm} \times 250\text{ mm}$ 区域镀釉)一块,未层压乙烯-醋酸乙烯共聚物(简称 EVA)两块,背板一块,按照玻璃/EVA 胶膜(两块)/柔性背板的顺序依次叠好,玻璃朝下放入层压机内,按产品要求的固化温度和时间进行固化交联,层压固化后的样品内 EVA 胶膜应无气泡。每种规格玻璃各制备 3 个层压件试样。

5.9.2 试验步骤

5.9.2.1 试验前先对玻璃样品进行光伏反射比和黄度指数 YI 的测试。

5.9.2.2 将处于室温下没有经过任何预处理的玻璃样品和层压件样品均放于试验箱中。

5.9.2.3 试验条件为:试验温度 $(85 \pm 2)^{\circ}\text{C}$,相对湿度 $(85 \pm 5)\%$,试验时间 1 000 h。

5.9.2.4 试验完成后取出样片,先后用去离子水和无水乙醇清洁试样,并放置于 $(110 \pm 10)^{\circ}\text{C}$ 干燥箱中干燥 30 min,冷却至室温。

5.9.3 试验结果

试验结束后对所有样品进行外观检查,观察釉层有无分层、起泡、开裂、粉化及脱落,测试老化后玻璃样品的光伏反射比和黄度指数 YI,层压件样品按照 GB/T 2790 中方法得到剥离强度结果计算光伏反射比衰减以及黄变指数 ΔYI (老化后黄度指数 YI 与老化前黄度指数 YI 的差值),结果取平均值。

5.10 耐热循环性能

5.10.1 试样制备

5.10.1.1 以增反射镀层玻璃制品或与制品相同原料、相同工艺条件下制造的尺寸为 $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 样品为试样,样品中间 $250\text{ mm} \times 250\text{ mm}$ 区域镀釉,数量为 3 片。

5.10.1.2 另取尺寸为 $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 的增反射镀层玻璃(样品中间 $250\text{ mm} \times 250\text{ mm}$ 区域镀釉)一块,未层压乙烯-醋酸乙烯共聚物(简称 EVA)两块,背板一块,按照玻璃/EVA 胶膜(两块)/柔性背板的顺序依次叠好,玻璃朝下放入层压机内,按产品要求的固化温度和时间进行固化交联,层压固化后的样品内 EVA 胶膜应无气泡。每种规格玻璃各制备 3 个层压件试样。

5.10.2 试验步骤

5.10.2.1 试验前先对玻璃样品进行光伏反射比和黄度指数 YI 的测试。

5.10.2.2 将玻璃样品和层压件样品均放于试验箱中,按照 IEC 61215-2 耐热循环试验的步骤进行试验,循环次数为 200 次。

5.10.2.3 试验完成后取出样片,先后用去离子水和无水乙醇清洁试样,并放置于 $(110 \pm 10)^{\circ}\text{C}$ 干燥箱中干燥 30 min,冷却至室温。

5.10.3 试验结果

试验结束后对所有样品进行外观检查,观察釉层有无分层、起泡、开裂、粉化及脱落,测试老化后玻璃样品的光伏反射比和黄度指数 YI,层压件样品按照 GB/T 2790 中方法得到剥离强度结果计算光伏反射

比衰减以及黄变指数 ΔYI (老化后黄度指数 YI 与老化前黄度指数 YI 的差值), 结果取平均值。

5.11 耐紫外辐射性能

5.11.1 试样制备

5.11.1.1 以增反射镀层玻璃制品或与制品相同原料、相同工艺条件下制造的尺寸为 $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 样品为试样, 样品中间 $250\text{ mm} \times 250\text{ mm}$ 区域镀釉, 数量为 3 片。

5.11.1.2 另取尺寸为 $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 的增反射镀层玻璃(样品中间 $250\text{ mm} \times 250\text{ mm}$ 区域镀釉)一块, 未层压乙烯-醋酸乙烯共聚物两块, 背板一块, 按照玻璃/EVA 胶膜(两块)/柔性背板的顺序依次叠好, 玻璃朝下放入层压机内, 按产品要求的固化温度和时间进行固化交联, 层压固化后的样品内 EVA 胶膜应无气泡。每种规格玻璃各制备 3 个层压件试样。

5.11.2 试验步骤

5.11.2.1 试验前先对玻璃样品进行光伏反射比和黄度指数 YI 的测试。

5.11.2.2 将玻璃样品和层压件样品均放于试验箱中, 按照 IEC 61215-2 耐紫外试验的步骤进行试验, 玻璃样品镀釉面朝向光源, 层压件玻璃面朝向光源。

5.11.2.3 试验完成后取出样片, 先后用去离子水和无水乙醇清洁试样, 并放置于 $(110 \pm 10)^\circ\text{C}$ 干燥箱中干燥 30 min, 冷却至室温。

5.11.3 试验结果

试验结束后对所有样品进行外观检查, 观察釉层有无分层、起泡、开裂、粉化及脱落, 测试老化后玻璃样品的光伏反射比和黄度指数 YI , 层压件样品按照 GB/T 2790 中方法得到剥离强度结果计算光伏反射比衰减以及黄变指数 ΔYI (老化后黄度指数 YI 与老化前黄度指数 YI 的差值), 结果取平均值。

5.12 耐湿冻性能

5.12.1 试样制备

5.12.1.1 以增反射镀层玻璃制品或与制品相同原料、相同工艺条件下制造的尺寸为 $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 样品为试样, 样品中间 $250\text{ mm} \times 250\text{ mm}$ 区域镀釉, 数量为 3 片。

5.12.1.2 另取尺寸为 $300\text{ mm} \times 300\text{ mm}$ 的增反射镀层玻璃(样品中间 $250\text{ mm} \times 250\text{ mm}$ 区域镀釉)一块, 未层压乙烯-醋酸乙烯共聚物两块, 背板一块, 按照玻璃/EVA 胶膜(两块)/柔性背板的顺序依次叠好, 玻璃朝下放入层压机内, 按产品要求的固化温度和时间进行固化交联, 层压固化后的样品内 EVA 胶膜应无气泡。每种规格玻璃各制备 3 个层压件试样。

5.12.2 试验步骤

5.12.2.1 试验前先对玻璃样品进行光伏反射比和黄度指数 YI 的测试。

5.12.2.2 将玻璃样品和层压件样品均放于试验箱中, 按照 IEC 61215-2 耐湿冻试验的步骤进行试验, 循环次数为 10 次。

5.12.2.3 试验完成后取出样片, 先后用去离子水和无水乙醇清洁试样, 并放置于 $(110 \pm 10)^\circ\text{C}$ 干燥箱中干燥 30 min, 冷却至室温。

5.12.3 试验结果

试验结束后对所有样品进行外观检查, 观察釉层有无分层、起泡、开裂、粉化及脱落, 测试老化后玻璃

样品的光伏反射比和黄度指数 YI,层压件样品按照 GB/T 2790 中方法得到剥离强度结果计算,光伏反射比衰减以及黄变指数 ΔYI (老化后黄度指数 YI 与老化前黄度指数 YI 的差值),结果取平均值。

5.13 高压蒸煮(PCT)性能

5.13.1 试样制备

5.13.1.1 以增反射镀层玻璃制品或与制品相同原料、相同工艺条件下制造的尺寸为 300 mm×300 mm 样品为试样,样品中间 250 mm×250 mm 区域镀釉,数量为 3 片。

5.13.1.2 另取尺寸为 300 mm×300 mm 的增反射镀层玻璃(样品中间 250 mm×250 mm 区域镀釉)一块,未层压乙烯-醋酸乙烯共聚物两块,背板一块,按照玻璃/EVA 胶膜(两块)/柔性背板的顺序依次叠好,玻璃朝下放入层压机内,按产品要求的固化温度和时间进行固化交联,层压固化后的样品内 EVA 胶膜应无气泡。每种规格玻璃各制备 3 个层压件试样。

5.13.2 试验步骤

5.13.2.1 试验前先对玻璃样品进行光伏反射比和黄度指数 YI 的测试。

5.13.2.2 将玻璃样品和层压件样品均放于试验箱中,试验温度为 $121\text{ }^{\circ}\text{C}\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$,相对湿度为 99%~100%,试验时间 48 h。

5.13.2.3 试验完成后取出样片,先后用去离子水和无水乙醇清洁试样,并放置于 $(110\pm 10)^{\circ}\text{C}$ 干燥箱中干燥 30 min,冷却至室温。

5.13.3 试验结果

试验结束后对所有样品进行外观检查,观察釉层有无分层、起泡、开裂、粉化及脱落,测试老化后玻璃样品的光伏反射比和黄度指数 YI,层压件样品按照 GB/T 2790 中方法得到剥离强度结果计算光伏反射比衰减以及黄变指数 ΔYI (老化后黄度指数 YI 与老化前黄度指数 YI 的差值),结果取平均值。

5.14 抗PID变色性能

按 IEC TS 62804-1-1:2020 进行试验。

5.15 有害物质限量

按 IEC 62321(所有部分)规定方法进行测量。

6 检验规则

6.1 检验分类

产品检验按类型分为出厂检验和型式检验。

6.1.1 出厂检验

出厂检验项目为产品外观、固含量、黏度、粒径、色差、光伏反射比和附着力。若要增加其他检验项目,由供需双方商定。

6.1.2 型式检验

型式检验项目为第 5 章的全部技术要求。遇有下列情况之一,应进行型式检验:

a) 试制定型投产的新产品;

- b) 正常生产后原材料、配方、工艺有较大改变,可能影响产品性能时;
- c) 正常生产时,定期或积累一定产量后,周期性进行一次检验;
- d) 长期停产,重新恢复生产时;
- e) 合同有要求时。

6.2 检验组批和抽样

6.2.1 组批

产品按品种、规格、生产周期分别成批。

6.2.2 抽样

6.2.2.1 出厂检验时,企业可以根据生产状况制定合理的抽样方案抽取样品,但取样总量应不少于 100 g。

6.2.2.2 型式检验按 GB/T 3186 的要求,取待检产品的代表性样品,并按 GB/T 20777 的规定,检查和制备试验样品。

6.3 判定规则

判定规则如下:

- a) 进行产品外观,粒径检验时,若测定结果符合第 5 章规定要求的则该项目合格,否则判该项目不合格;
- b) 进行固含量、黏度、色差、光伏反射比、附着力、体积电阻率、耐湿热性能、耐热循环性能、耐紫外辐射性能、耐湿冻性能和高压蒸煮(PCT)性能(与上述条款相匹配)检验时,如果试样的各项指标全部符合要求,则该批产品合格;如有不合格项,可对不合格项进行一次复检,复检仍不合格的,则该项目不合格;
- c) 综合判定:对于各检验项中,有一项性能不合格则认为该批产品不合格。

7 标志、包装、运输和贮存

7.1 标志

产品包装上应注明:

- a) 注册商标;
- b) 产品名称;
- c) 产品编号;
- d) 净含量;
- e) 产品批号;
- f) 生产日期;
- g) 保质期;
- h) 质量检验合格证;
- i) 执行标准编号;
- j) 制造厂名、厂址。

7.2 包装

包装应使用能严密封口的塑料桶,具有一定的防潮、防震性能。

7.3 运输

运输中应注意防雨、防潮,不准许尖锐物撞击或重抛。

7.4 贮存

宜放在环境温度为 5℃~35℃,且清洁、通风、干燥、远离热源的仓库内。不应暴晒、雨淋。保持各个产品的标志完整、清晰。用托盘放置于货架上,避免重压,堆放层数不宜超过三层。保管和使用期限为从生产之日起 1 年。

参 考 文 献

- [1] GB/T 30984.1 太阳能用玻璃 第1部分:超白压花玻璃
-

中国建筑玻璃与工业玻璃协会
团体标准
光伏玻璃釉料
第1部分:背板玻璃增反射釉料
T/ZBH 028.1—2024

*

中国标准出版社出版发行
北京市朝阳区和平里西街甲2号(100029)
北京市西城区三里河北街16号(100045)
网址 www.spc.net.cn
总编室:(010)68533533 发行中心:(010)51780238
读者服务部:(010)68523946
中国标准出版社秦皇岛印刷厂印刷
各地新华书店经销

*

开本 880×1230 1/16 印张 1 字数 19 千字
2024 年 9 月第一版 2024 年 9 月第一次印刷

*

书号: 155066 • 5-8638 定价 31.00 元

如有印装差错 由本社发行中心调换
版权所有 侵权必究
举报电话:(010)68510107



T/ZBH 028.1—2024

