

团体标准

T/FSS XXX-2024

佛山标准 绝缘粉末涂料性能要求

Foshan Standard Performance requirements for insulating powder coating

征求意见稿

2024 - XX - XX 发布

2024 - XX - XX 实施

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。

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。

本文件由佛山市佛山标准和卓越绩效管理促进会提出并归口。

本文件起草单位：

本文件主要起草人：

引 言

佛山标准是佛山市为推动制造业高质量发展，打造的系列先进标准。

佛山标准倡导“标准决定质量，只有高标准才有高质量”的理念，坚持“国内领先、国际先进”定位，聚焦佛山制造业重点产业优势产品，对标国内国际先进标准，围绕消费升级方向，提升标准和质量水平，增加优质产品供给，以高标准打造中国制造品质高地，满足人民日益增长的美好生活需要。

佛山标准 绝缘粉末涂料性能要求

1 范围

本文件规定了绝缘粉末涂料的技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输、贮存和质量承诺。

本文件适用于绝缘粉末涂料的配方设计与开发。

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 1732 漆膜耐冲击测定法
GB/T 1733 漆膜耐水性测定法
GB/T 1768 色漆和清漆 耐磨性的测定 旋转橡胶砂轮法
GB/T 1771 色漆和清漆 耐中性盐雾性能的测定
GB/T 2408-2021 塑料 燃烧性能的测定 水平法和垂直法
GB/T 5210 色漆和清漆 拉开法附着力试验
GB/T 6739 色漆和清漆 铅笔法测定漆膜硬度
GB/T 6742-2007 色漆和清漆 弯曲试验（圆柱轴）
GB/T 7124 胶粘剂 拉伸剪切强度的测定（刚性材料对刚性材料）
GB/T 9274-1988 色漆和清漆 耐液体介质的测定
GB/T 9286 色漆和清漆 划格试验
GB/T 9750 涂料产品包装标志
GB/T 13452.2 色漆和清漆 漆膜厚度的测定
GB/T 13491-1992 涂料产品包装通则
GB/T 31467.3 电动汽车用锂离子动力电池包和系统第3部分：安全性要求与测试方法
DIN 55660-2-2011 油漆和清漆. 润湿性 第二部分：通过测量接触角测定固体表面自由表面能

3 术语和定义

本文件没有需要界定的术语和定义。

4 技术要求

4.1 性能要求

绝缘粉末涂料涂层性能要求见表1。

表1 绝缘粉末涂料涂层性能要求

项目	指标
涂层厚度/ μm	110~250
表面能	≥ 30
绝缘电阻/ $\text{M}\Omega$	≥ 500
漏电流/ mA	≤ 1
附着力	0 级
与结构胶剪切强度/ MPa	≥ 9
与结构胶对拉强度/ MPa	≥ 9
耐磨性	涂层无磨穿，且通过绝缘耐压检测
耐冲击性	4 倍放大镜下，无脱落、裂纹等不良
弯曲	漆膜不脱落，无裂纹
硬度	$\geq \text{HB}$
耐水	涂层无开裂、脱落、起泡现象；擦干后仍能满足各项电性能和机械性能检测标准
耐酸	涂层无开裂、脱落、起泡现象，满足附着力、绝缘耐压要求
耐碱	涂层无开裂、脱落、起泡现象，满足附着力、绝缘耐压要求
耐温度冲击	循环后仍能满足各项电性能和机械性能检测标准
耐湿热循环	涂层无开裂、脱落、起泡、变色现象；满足绝缘耐压
耐盐雾	板面无起泡、不起皱、允许轻微变色、失光；仍能满足各项电性能和机械性能检测标准
耐高温	板面无起泡、不起皱、允许轻微变色、失光；仍能满足各项电性能和机械性能检测标准
耐老化	双 85 老化后，无气泡，不生锈、不开裂、允许轻微变色；仍能满足各项电性能和机械性能检测标准
有害物质	满足 RoHS 要求
阻燃等级	V0

5 试验方法

5.1 涂层厚度

按 GB/T 13452.2 中规定的 12B 涡流测试仪检测方法执行。

5.2 表面能

按 DIN 55660-2-2011 规定的方法执行。

5.3 绝缘电阻

在自由状态下，对样品施加 1000V DC 电压，保持电压 5 s，测试涂层的电阻值，要求阻值 $\geq 500\text{ M}\Omega$ 。

5.4 漏电流

电压从零上升到规定电压时间<1 s，对样品施加 3800V DC 电压，连续提供测试电压 60 s；要求检测漏电流≤1 mA，不发生介质电气击穿或闪络现象。

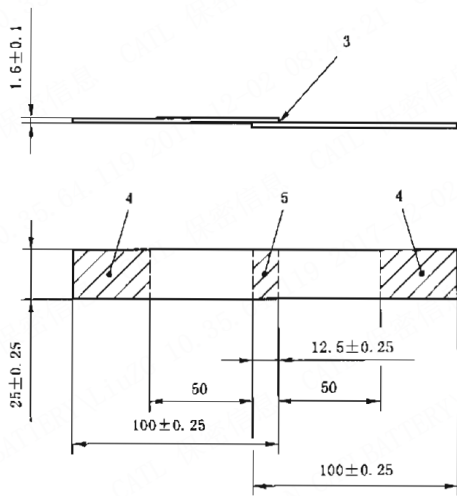
5.5 附着力

在铝片上喷涂绝缘涂料，完全干燥后参照 GB/T 9286 标准用百格刀在测试样本表面划 10×10 个 2 mm×2 mm 小网格；用毛刷将测试区的碎片刷干净；用 3M600 号的胶纸或等效效力的胶纸牢牢粘住被测试小网格，并用橡皮擦用力擦拭胶带；用手抓住胶带的一侧，在 60° 方向 0.5~1.0s 内迅速扯下胶纸，同一位置进行 2 次相同实验。

5.6 与结构胶剪切强度

在铝样条上喷涂绝缘涂层且固化完全，铝样条尺寸：25 mm(W)×100 mm (L)×1.6 mm(H)；参照 GB/T 7124 标准将样条涂层面通过结构胶粘接，粘接尺寸：25 mm(W)×12.5 mm (L)，胶层厚度为 0.2±0.05 mm，室温下固化 7 天后，通过夹具将样条固定在拉伸试验机上，以 4 mm/min 的速度实验并采集数据；

计算方法：剪切强度(MPa)=(力最大值/胶粘面积)。



标引序号说明：

- 3——胶粘剂；
- 4——夹持区域；
- 5——剪切区域。

图1 剪切样件制备示意图

5.7 与结构胶拉拔强度

材料级测试参考 GB/T 5210 标准。

产品级测试将组件切割成 35 mm×35 mm 的标准试片，使用结构胶将测试工装 1 和 2 粘结到侧板组件试样两侧，结构胶厚度为 0.2±0.05 mm，厚度控制可参考 GB/T 7124，及时擦拭边缘溢出的胶水，防止溢胶引起测量误差；其中测试工装 1 和 2 为相同的 T 字块，与测试样件接触的方形尺寸为 25 mm×12.5

mm，夹持部分厚度建议 4 mm，使用定位工装保证测试工装 1 和 2 夹持部分的两个面在同一个面上，两面组成的轮廓度 ≤ 0.05 mm；待胶水完全固化后，在拉力机上进行测试，参考图 2~3 所示。

测试条件：设置拉力机移动速度为 4 mm/min 进行测试，测试时环境温度为 $23\pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

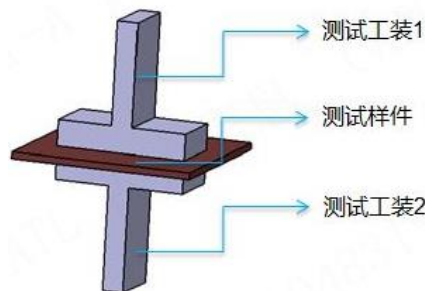


图2 样品制作方法

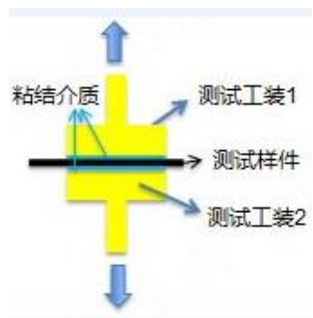


图3 拉拔强度测试

5.8 耐磨性

参照 GB/T 1768，将直径为 100 mm 的铝圆环（中心开有直径为 6.35 mm 孔）表面涂覆绝缘涂料，固化完成后，将涂层样板固定于转台上，将橡胶砂轮 CS17 安装到各自的凸缘架上，放置调整好吸尘嘴位置，将计数器设定为零，打开吸尘装置后启动转台（以 60 ± 2 r/min 的转速旋转），运行 3000 转之后停止，测试磨损区域绝缘耐压。

5.9 耐冲击性

采用侧板相同材质，尺寸为 $150\text{ mm}\times 75\text{ mm}\times \text{产品厚度 mm}$ ，试样的表面处理、喷涂工艺与成品喷涂工艺一致；测试参考 GB/T 1732，将 $1000\text{ g}\pm 1\text{ g}$ 重锤从 50 cm 的高度自由下落冲击涂漆试样（使试样受力为 5J），试板受冲击部分距边缘不少于 15 mm，每个冲击点的边缘相距不得少于 15 mm，冲头冲入凹槽的深度为 $2\text{ mm}\pm 0.1\text{ mm}$ ；要求凹坑周边涂层无裂纹，皱纹及剥落等现象，用粘胶带覆盖在冲击后涂层上，要求涂层无粘落，且冲击凹坑周围绝缘耐压测试通过。

5.10 弯曲

参照 GB/T 6742-2007, 将绝缘涂料涂覆在厚度不大于 1 mm 的铝板上, 固化完成后, 将涂漆试样在不同直径的轴棒上弯曲: 满足 20 mm 直径轴棒弯曲试验, 目视检查试验后的涂层表面, 应无裂纹或脱落现象。

5.11 硬度

参照 GB/T 6739, 将铅笔在 750 g 的负载下以 45° 角向下压在漆膜表面上, 并以 0.5 mm/s~1 mm/s 的速度推动试板朝着离开操作者的方向至少 7 mm 的距离, 逐渐增加铅笔的硬度直到漆膜表面出现塑性变形(漆膜表面永久的压痕)或内聚破坏(漆膜表面存在可见的擦伤或刮破), 平行测试两次, 测试结束后, 擦拭漆膜表面, 观察表面情况。

5.12 耐水性

参照 GB/T 1733, 将涂层样片的边缘使用 1:1 的石蜡和松香混合物封边, 封边宽度 2 mm~3 mm, 将水槽中加入蒸馏水或去离子水, 控制水温在 23 ± 2 °C, 将三块样品放入其中, 并使每块试板长度的 2/3 浸泡在水中, 测试 168 h 后, 擦干检测, 要求涂层无开裂、脱落、起泡现象; 擦干后仍能满足附着力、绝缘耐压和粘结强度性能要求。采样数量至少为 5 PCS。

5.13 耐酸性

参照 GB/T 9274-1988, 将涂层样品分别置于 5% HCl 静置两小时, 检测涂层表面, 要求涂层无开裂、脱落、起泡等现象, 擦干后仍能满足附着力、绝缘耐压性能要求。

5.14 耐碱性

参照 GB/T 9274-1988, 将涂层样品分别置于 5% NaOH 静置两小时, 检测涂层表面, 要求涂层无开裂、脱落、起泡等现象, 擦干后仍能满足附着力、绝缘耐压性能要求。

5.15 耐温度冲击

将涂层样件置于 (-40 ± 2) °C ~ (85 ± 2) °C 的交变温度环境中, 两种极端温度的转换时间在 5 min 以内, 测试对象在每个极端温度环境中保持 10 min, 循环 1000 次, 要求涂层表面无起泡、脱落或其他明显变化, 颜色允许有轻微变化, 仍能满足绝缘耐压性能要求。另外, 按 192 次、480 次、672 次、864 次、1000 次循环取样测试剪切强度和对拉强度。剪切强度按 5.6 和 5.7 试验方法, 每次采样数量至少为 5PCS。

5.16 耐湿热循环

参照 GB/T 31467.3, 如图 4 所示湿度和温度为一个循环, 其中最高温度为 55°C, 循环 6 次。静置 2h, 目视检查试验后的样件表面, 应无起泡、脱落、开裂或其他明显变化, 颜色允许有轻微变化; 擦干后, 仍能满足绝缘耐压性能要求。

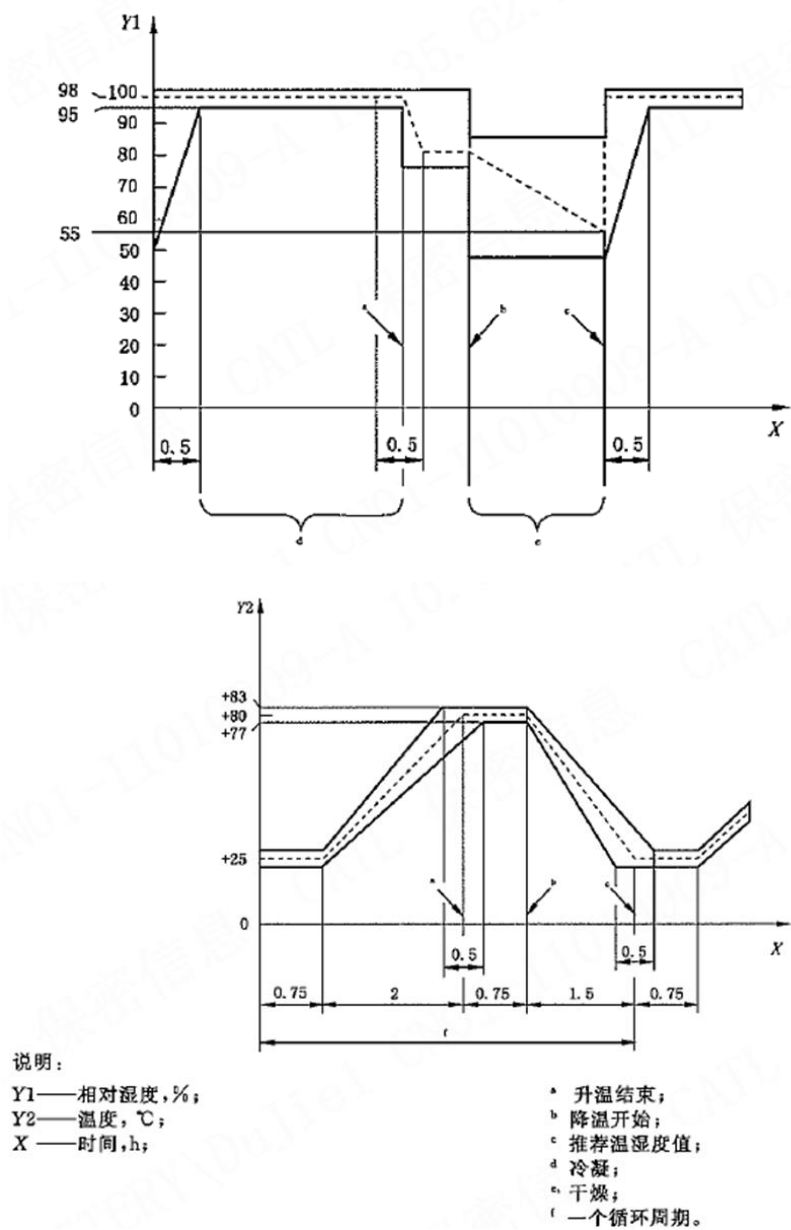


图4 温湿度循环

5.17 耐盐雾

参照 GB/T 1771, 中性盐雾测试 168 h, 板面无起泡、不起皱、允许轻微变色、失光, 擦干后, 仍能满足绝缘耐压和粘结强度性能要求。绝缘耐压按 5.3 试验方法, 剪切强度按 5.6 和 5.7 试验方法。采样数量至少为 5PCS。

5.18 耐高温存储

130℃温箱内存储 720 h，存储温度每升高 10℃，测试时间可缩短一半，存储温度每降低 10℃，测试时间加长一倍。测试绝缘耐压和粘结强度，绝缘耐压按 5.3 试验方法，剪切强度按 5.6 和 5.7 试验方法。采样数量至少为 5PCS。

5.19 耐老化

将绝缘涂层样品置于 85℃，85%湿度条件下持续 1000 h，目视检查试验后的样件表面，应无起泡、脱落或其他明显变化，颜色允许有轻微变化；擦干后，仍能满足绝缘耐压性能要求。另外，按 192 h、480 h、672 h、864 h 和 1000 h 取样测试剪切强度和拉拔强度。剪切强度按 5.6 和 5.7 试验方法，每次采样数量至少为 5PCS。

5.20 有害物质

按 RoHS 相关规定执行。

5.21 阻燃等级

按 GB/T 2408-2021/UL 94 的规定执行。

6 检验规则

6.1 检验分类

产品检验分出厂检验和型式检验。

6.2 组批

每批应由相同工艺、品种、颜色、生产日期的产品组成。

6.3 出厂检验

6.3.1 产品必须经质检部门检查合格后方可出厂，出厂产品应附有合格证书。

6.3.2 出厂检验项目为外观质量、涂膜外观、色差、铅笔硬度、耐冲击性、弯曲试验、光泽、干附着力，每批随机抽取 1 kg 进行检验。

6.3.3 有任一检验结果不合格时，应重新抽样进行复检，复检合格则判定该批合格，如仍有不合格项，则判该批不合格。

6.4 型式检验

6.4.1 当遇到下列情况之一时应进行型式检验。

- a) 新产品投产或老产品转产时；
- b) 正常生产后材料、工艺上有较大改变，可能影响产品性能时；
- c) 连续生产的产品每年不少于一次，其中耐盐雾性、耐湿性、耐人工气候老化性检验可每 3 年不少于 1 次；
- d) 产品停产一年以上再恢复生产时。

6.4.2 型式试验项目为本文件第 4 章的全部项目，型式检验从出厂检验合格的产品中抽取 2 kg 进行检验。若有任一不合格项，则判该型式检验不合格。

7 标志、包装、运输、贮存

7.1 标志

包装标志应符合 GB/T 9750 的要求。

7.2 包装

应按 GB/T 13491-1992 中二级包装要求的规定进行包装。每批产品应附有产品质量证明书，其上注明以下内容：

- a) 产品名称；
- b) 颜色色号；
- c) 批号和生产日期；
- d) 执行标准编号。

7.3 运输

在运输时应防止雨淋、日光曝晒，应在 35 ℃ 以下的环境温度下运输，

7.4 贮存

7.4.1 贮存环境应保持通风、干燥，应防止日光直接照射粉末。贮存粉末的地点不允许与火种接近，并远离热源。

7.4.2 贮存距生产日期应不超过 12 个月。

8 质量承诺

8.1 在正常运输和贮存的情况下，若在产品保质期内出现产品质量问题，生产商应予以免费更换。

8.2 提供施工指导文件；必要时，指导施工。定期组织对完工后的工程进行走访调查，收集质量反馈信息，接受投诉并在 24 h 内作出响应。

8.3 建立工程档案，储存相关颜色等信息，保证客户修补需要。
