

## 油品、化工、塑料行业

## 常用色度、外观性能、气味指标

# 介绍及解决方案

产品随需求而生，我们随解决问题而成长。

—献给我们的客户。

上海韵鼎公司鼎力奉献

## 目录

一、	黄色指数、雾度、光泽、鱼眼、白度、b*值.....	3
二、	铂钴、赛波特、加德纳、1500、酸洗、熔融色度.....	9
三、	老化.....	13
四、	黑点、杂色、色粒、黑斑粒、异形粒、杂质.....	20
五、	塑料色差及外观.....	30
六、	气味和嗅味-类脑嗅觉评估系统.....	32

近些年来，中国上马很多炼油及炼化项目，产品涉及广，测量指标多，我们作为国内首屈一指的颜色及感官性能测试方法供应商，希望在本文能帮助我们尊贵的客人了解各种指标的关键点和描述，在检测这些指标时能选择合适的方法或标准，提升检测水准，最终提升公司产品质量，企业效益。

在本文的创作过程中，因时间关系，恐有不详或遗漏甚至可能有错误之处，请读者不吝指教，大家共同探讨。本文并非学术论文，很多语气比较口语化，像沟通，请读者谅解。

## 一、 黄色指数、雾度、光泽、鱼眼、白度、b\*值

### 1. **黄色指数：**

#### **常用标准：**

GB2409 黄色指数试验方法（等同 HGT3862-2006）、ASTM D6290、E308、E313、D1925、HGT 2503-1993 聚碳酸酯树脂

#### **关键点：**

E313 包含 D1925，2409/3862 同 1925，需要计算标准的三刺激值，涉及波长范围、精度、灵敏度，目前市场上通用的检测范围是 400-700nm，波长间隔 10nm，用全息光栅急速分光；6290 的规定是 50mm 测量孔居中，取三次及以上测量的平均值；

UV 对黄指的影响，仪器需要有此功能。标准中一般说明针对不含紫外的树脂粒子，但是我们发现，树脂料对 UV 敏感，光源中是否含 UV 对测试结果有影响；

光源的长寿命及稳定性，含 UV 并能长期稳定，需要第三方校正板校正 UV 比例；

仪器间一致性的解决，我们数百台仪器间的一致性积累了丰富经验。

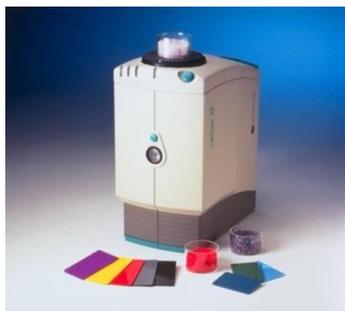
黄指目标是主波长在 570-580nm 的样品，当黄度指数出现负数时，建议使用白度指数或用其它颜色指标表示。

其它：为快速稳定测样，韵鼎公司研发快速制样器，已投入广泛使用。

#### **推荐仪器：**

①. 型号：美国 HunterLab LabScan XE。

②. 图片



③. 技术参数

- ◇ ★满足 HG/T 3862-2006, **ASTM D6290**, ASTM E308-2008 和 ASTM E 313-2005, ASTM D1925 等标准。
- ◇ 可以测量其它色度指数如: YI ASTM D1925, YI ASTM E 313, Hunter L、a、b, CIE L\*、a\*、b\*, CIELCH, XYZ, Yxy, R(d)ab, 分色差,  $\Delta E$ ,  $\Delta E^*$ ,  $\Delta E_{cmc}$ , FMC-2, MI.。
- ◇ ★光学结构:  $0^\circ / 45^\circ$  分光原理。
- ◇ 光学范围: 400-700nm
- ◇ ★测量孔径:  $0^\circ / 45^\circ$  带 50mm 孔板。
- ◇ 样品测试: 样品杯架, 样品杯 (>60mm 直径, 50mm 深), 校零杯, 样品杯光罩, 制样器等。
- ◇ ★标准要求: 白板带国际标准机构如 NIST 或同等级别的溯源证书。
- ◇ ★标准要求: 带绿板并配标准数据, 带红板和蓝板。
- ◇ ★标准要求: 带荧光校正板并配校验数据。
- ◇ ★光源要求: CIE 推荐的闪光氙灯。
- ◇ 12 块标准颜色板的逐年校正服务
- ◇ 重复性:  $\Delta E \leq 0.01$  (RMS 方法)。
- ◇ 数据工作站: 不低于以下配置: i7 酷睿双核/3.0GHz, 2G 内存, 500G 硬盘, DVD/RW 光驱, 19 寸液晶显示器, 带 RS232 串口。

2. **薄膜雾度光泽鱼眼:**

**常用标准:**

GB2410-80, ASTM D1003、ASTM D1746-09 塑料片材透光度的标注测量方法、ASTM D523、ASTM D2457、BS2782、GB6595

**关键点:**

- ①. 雾度测试光学原理通常相似，关键是标准雾度板的配置和计量。行业内绝大多数客户配置的是 1%-30%五块校正板，配 90%透光率板，并且板的赋值是标准的，可溯源追踪，这个有成本，但是是必须的；
- ②. 光泽的重要性在于薄膜整理箱，这在标准中都有规定，以及背板的影响。国标和 ASTM 标准都规定了薄膜测量时需要绷紧，使用整理箱，背景用黑洞式，不用黑玻璃或黑绒布；
- ③. 塑料光泽度的要求是 20-45-60 度，也有对 75° 的要求，但用户真正使用的不多；
- ④. 鱼眼的关键是标准板和计量证书。现在技术进步，鱼眼很少。常用投影仪可以解决需求。

☑ **推荐仪器：**

1) **雾度仪**

- ①. 型号：英国 Diffusion EEL 57D
- ②. 图片



③. 技术参数

- ◇ ★满足 ASTM D1003-2007, BS2784, GB/T 2410-2008 等标准。
- ◇ 用于测量热塑性树脂薄膜产品的雾度、透光率、透射浊度，浊度最小检测限为 0.1%。
- ◇ ★溯源：溯源到 NPL（英国国家物理实验室）。带原厂授权及原产地证明原件。配有 1-5-10-20-30%五块标准雾度板和 90%透光率板，需要每块标准板都有溯源。
- ◇ 仪器间一致性： 0.3 单位。
- ◇ 预热时间： 1 分钟。
- ◇ 零点漂移： 无。
- ◇ 总标度漂移： 预热之后五分钟内小于 0.1 单位。
- ◇ 操作温度： 5 to 50 °C。
- ◇ 储藏温度： -10 to 65 °C。
- ◇ 结构：积分球 0° /d 散射

- ◇ 光谱曲线符合 CIE 规定的光谱 C 曲线。
- ◇ 仪器的测量范围 T: 0~100%。
- ◇ ★配套国际标准灯源和照明观测环境。

## 2) 光泽度仪

- ①. 型号: 英国 Diffusion EEL 10
- ②. 图片



- ③. 技术参数
  - ◇ ★同一台仪器测量角度 20°、45° 和 60°
  - ◇ 显示精度 0.1 个单位。
  - ◇ 重复性: ±0.2GU。
  - ◇ ★样品制备: 按照 ASTM 和国标要求, 必须配套薄膜整理箱。
  - ◇ ★标准要求: 光泽头带证书。

## 3) 鱼眼仪

- ①. 型号: 美国 3Y 2770
- ②. 图片



- ③. 技术参数
  - ◇ 透镜: 单片 投影台面积: 285×285mm
  - ◇ 高低亮度转换开关: 有
  - ◇ 色散: 带有对白光的色散可调整的旋转
  - ◇ 其他特性: 内置热敏开关确保投影仪超过安全操作温度
  - ◇ 重量 (kg): 5.7

- ◇ 长度 (mm): 418 宽度 (mm): 317.5 高度 (mm): 419
- ◇ 鱼眼标准板: 0.2mm, 0.4mm, 0.8mm 各一个
- ◇ ★3Y 2770 投影仪 1 台
- ◇ 投影屏幕 1 块
- ◇ ★鱼眼标准板 2 块
- ◇ ★计量证书 1 套

### 3. **白度**

#### **常用标准:**

GB2913 塑料白度试验方法, 适用于粉末状的白色或近白色树脂料或板状塑料。

ASTM D6290

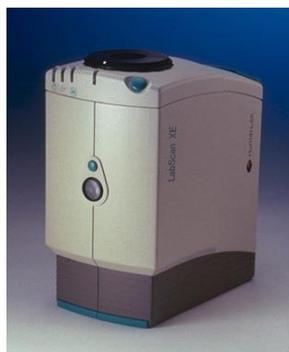
GB/T15595, PVC 树脂热稳定性试验方法白度法

#### **关键点:**

- ①. 2913 规定仪器  $45^\circ / 0^\circ$  结构, 光源带荧光功能
- ②. 蓝光峰值 457nm 白度
- ③. 适用于荧光增白塑料, 就是说仪器要有自由去除荧光的功能
- ④. 半透明板 5 块, 垫 85 白度白板, 测量白度
- ⑤. 15595 规定仪器  $d/0^\circ$  或其它 CIE 规定光学结构, 并以  $d/0^\circ$  仪器为仲裁法仪器, 测量 457 白度。
- ⑥. 6290 规定孔径是 50mm
- ⑦. 如果样品是粉末样品, 100 目筛选, 相当于 150 微米

#### **推荐仪器:**

- ①. 型号  
美国 HunterLab LabScan XE/UV。
- ②. 图片



- ③. 技术参数

- ◇ ★满足 GB2913 标准。
- ◇ ★标准要求：带荧光校正板并配校验数据。
- ◇ ★测量荧光白度、包含和去除荧光效果的白度
- ◇ ★光学结构：0° /45° 分光原理。
- ◇ 光学范围：400–700nm
- ◇ ★测量孔径：0° /45° 带 45–52mm 孔板。
- ◇ 样品测试：样品杯架，样品杯 (>60mm 直径，50mm 深)，校零杯，样品杯光罩，制样器等。
- ◇ ★标准要求：白板带国际标准机构如 NIST 或同等级别的溯源证书。
- ◇ ★标准要求：带红绿蓝板并配标准数据。
- ◇ ★光源要求：CIE 推荐的闪光氙灯。
- ◇ 重复性： $\Delta E \leq 0.01$  (RMS 方法)。
- ◇ 数据工作站：不低于以下配置：i7 酷睿双核/3.0GHz ，2G 内存，500G 硬盘，DVD/RW 光驱，19 寸液晶显示器，带 RS232 串口。

#### 4. **b\*值：**

##### **常用标准：**

SHT 1612.10 b 值 PTA

##### **关键点：**

- ①. UV 对 PTA 的影响，仪器需要有此功能。标准中一般说明针对不含紫外的树脂粒子，但是我们发现，树脂料对 UV 敏感，光源中是否含 UV 对测试结果有影响；

##### **推荐仪器：**

- ①. 型号：美国 HunterLab LabScan XE。
- ②. 图片



- ③. 技术参数

- ◇ ★满足 HG/T 3862-2006, ASTM D6290, ASTM E308-2008 和 ASTM E 313-2005, ASTM D1925 等标准。
- ◇ 可以测量其它色度指数如: YI ASTM D1925, YI ASTM E 313, Hunter L、a、b, CIE L\*、a\*、b\*, CIELCH, XYZ, Yxy, R(d)ab, 分色差,  $\Delta E$ ,  $\Delta E^*$ ,  $\Delta E_{cmc}$ , FMC-2, MI.。
- ◇ ★光学结构:  $0^\circ / 45^\circ$  分光原理。
- ◇ 光学范围: 400-700nm
- ◇ ★测量孔径:  $0^\circ / 45^\circ$  带 50mm、30mm、17mm、10mm、5mm 孔板。可配 11mm 孔板。
- ◇ 样品测试: 样品杯架, 样品杯 (>60mm 直径, 50mm 深), 校零杯, 样品杯光罩, 制样器等。或者, 样品测试孔是配备玻璃孔板, 防止粉尘进入仪器镜头。
- ◇ ★标准要求: 白板带国际标准机构如 NIST 或同等级别的溯源证书。
- ◇ ★标准要求: 带绿板并配标准数据, 带红板和蓝板。
- ◇ ★标准要求: 带荧光校正板并配校验数据。
- ◇ ★光源要求: CIE 推荐的闪光氙灯。
- ◇ 12 块标准颜色板的逐年校正服务
- ◇ 重复性:  $\Delta E \leq 0.01$  (RMS 方法)。
- ◇ 数据工作站: 不低于以下配置: i7 酷睿双核/3.0GHz, 2G 内存, 500G 硬盘, DVD/RW 光驱, 19 寸液晶显示器, 带 RS232 串口。

## 二、 铂钴、赛波特、加德纳、1500、酸洗、熔融色度

测量各类有机溶液或油品的铂钴指数、赛波特指数、1500 色度、加德纳指数、酸洗色度等等指标。涉及标准主要有两类, 人眼观察法(目视法)和仪器法, 前者存在误差较大, 后者稳定, 但仪器间有很大差异, 需要了解差异并筛选适合自己的仪器。

### 1. 常用标准:

- 1) 铂钴: 目视法 ASTM D1209, GB3143, 仪器法 ASTM D5386, GB/T 6324.6-2014
- 2) 赛波特: 目视法 SH/T 0168、GB/T 6540、GBT3555, 仪器法 ASTM D156、1500、6045 等
- 3) 加德纳: GBT22295、ASTM D1544、6166
- 4) 酸洗: ASTM D848、GB2012
- 5) ASTM 颜色

### **标准特点描述：**

目视法重复性不好，不同目视者之间差异大，仪器法和三刺激值有明确关系，三刺激值法是颜色应用的基础。

### **铂钴，0-500 色号**

ASTM 5386 是铂钴目视法和仪器法关联的标准，描述如何选择正确仪器，要求是按照 CIE（国际照明协会）标准可见光范围，将全球 19 个最标准的化工实验室调制的标准铂钴溶液用 YI 表示出来，并和人眼观测效果的平均值进行线性比较，取得液体黄指和标准溶液的对应关系二维图表曲线，从而在未知黄度的时候，快速得到对应的铂钴值。铂钴是 Pt-Co，在有些领域又叫黑增指数（Hazen）或 APHA 指数。

$YI=(1.28X-1.06Z)/Y$ ，其中 YI 是黄指，XYZ 是样品的三刺激值，是整个可见光波段下每个单波长下光源能量、透射率、标准观察者的积分值，通俗点说，是整个可见光谱下计算出来的红黄蓝的面积值，面积是否准确，受仪器各种参数影响。通常滤光片技术是中下等客户的选择，但光栅技术是对数值要求高的用户所选，关键不是价格的因素，是准确性的原因。

市场上简单型的仪器测量铂钴是不准确的，不符合 ASTM 5386 的要求。

### **赛波特，-16-30**

ASTM D6045-02，三刺激值法测量石油产品颜色，描述了仪器法测量赛波特的要求，标准中提及当样品色深于赛波特值时，用 ASTM color，这点要求同 GB6540，范围 0.5-8。

三刺激值法有两类仪器，高端的分光法（光栅分光，范围包括 380-780nm，波长间隔 5nm 或 10nm）和低端的滤光片法（必须要测量 XYZ 三刺激值有 C 光源和 2 度观察者，能测量 ASTM 颜色和赛波特颜色，见 6.），33mm 测量 ASTM 色度，100mm 测量赛波特（50mm 光程已被验证也可以，因为 6045 是 02 年修订）。

关联方法同铂钴有相似之处，就是标准物多人平均测试和仪器法三刺激值之间的对应。标准中强调了计算方法和偏差。 $S = \alpha + \beta / (\log \Delta E^*_{ab} - \tau)$ ，而仪器要提供  $\alpha$ 、 $\beta$ 、 $\tau$  系数的可修订功能。

这是仪器差异的地方。另外，色度可以反应产品的品质，但不是最关键的指标，通常测量准确会对快速判断有很好的指导作用。

关键点：

- ① 长范围，CIE 国际照明协会规定范围是 360-780nm，人眼可见范围是 400-700nm；
- ② 测量时间，1 秒-30 秒；
- ③ 检测器是光栅分光还是滤光片技术；
- ④ 测量值准不准，如何检定？是否和国际标准对应？
- ⑤ LED 防爆光源

⑥ 是否可以为客户的需求改进？

#### **ASTM 色度, 1500 色度, 0.5-8**

上文介绍赛波特时,提及此指标。准确来说,应该是叫 ASTM 色度,用 ASTM D1500 的测试方法,国标 6540 中规定各种润滑油、煤油、柴油、石油蜡等石油产品的颜色,统称为石油产品颜色。范围是 0.5-8。

需要特别说明的是,石蜡产品常温状态是固态不透明,在测量时需要加热到高于蜡熔点 11-17 摄氏度,所以通常用赛波特表示石蜡,更准确的应该用 1500 色度来描述,如果深于 8,需要 15:85 稀释,具体方法此处不表。此次最关键的是熔融过程不容易,加热好以后非常容易凝固挂壁,需要在比色皿中加热并快速测量。这样对仪器的样品测试仓和测试时间都有高要求。

#### **加德纳色度, 1-18**

在 ASTM D1544 中说到,加德纳色度 Gardner 是一个直观的指标,用于描述干油、亮光漆、脂肪酸、聚合脂肪酸、树脂溶液等的色度,这些产品特点是在原始状态下通常是中度饱和的,颜色是黄偏绿或黄偏红,然后在加工过程中渐渐变得清澈。1-18 的等级是从亮到暗的过程,用 Yxy 色度空间表示的,(这就又是仪器测量的范畴,需要描述仪器测量 Yxy 时关键的几点因素,下文再表)色度从饱和黄中带绿光逐渐变成带红光。通常要结合 L、a、b 色度仪使用。

1997 年,ASTM D01.34 提供了加德纳数据和仪器法的关联方法,方法描述在 6166 中有体现,基于 E313 黄度标准。Gardner 指数分两个部分计算,整数和小数,整数部分计算参考样品 x 值在 1544 中直观标准和 CIE 色度方法的位置来决定,小数方法类似。仪器是否稳定,决定了指标的准确性与否。

GB22295 描述的是树脂溶液用加德纳色度测量的方法,和 ASTM 1544 及 6166 有很好的对应。C5 树脂溶液需要,环氧树脂溶液也需要测量加德纳指数。

#### **酸洗色度**

标准: ASTM D848、GB2012

一般用于对苯、甲苯、二甲苯、精制石脑油和类似工业芳烃的烃类酸洗比色的测定。使用方法是将芳烃和硫酸混合后剧烈摇匀,将酸层的颜色与由氯化钴和氯化铁制备的标准比色液的颜色进行比较。

难点在于各种溶液的浓度、配比都在实际应用中发生了偏差,而且芳烃有毒,各种物质都有毒,使用起来很小心才可以,再小心配出来的酸层容易还是要通过人眼比对,结果还是有可能被标准比色液和人眼误导。

这里韵鼎公司的贡献是将 GB2012 方法内置到仪器中,用户只需配好酸层,即可直接得到 0-5 的等级值,快速安全可靠重复性高。

### **熔融液体色度：**

常见标准：ASTM D1686

1686 是 150°C 以下眼睛对比铂钴的标准，2004 年稿，现在很多双酚 A、顺酐等等样品都提出了仪器法的要求，很多熔点高于这个温度，在最新的 ASTM 熔融色度标准修订中，温度已经到达 300°C，方法是又快又准又安全，因为标准还没有出来，有兴趣可以单聊。

关键点：熔融温度  $\pm 1^\circ\text{C}$  内快速（1 秒）测量色度

### **推荐仪器：**

**多功能全自动色度仪，有多款不同精度和功能的可选。比如只测量液体色度的仪器。**

- ①. 型号：美国 HunterLab UltraScan PRO。
- ②. 图片



### ③. ★仪器功能：

- ✓ 所有油品、液体样品的铂钴指数、赛波特指数、Gardner 指数、（430nm、455nm、480nm、510nm）吸光度、1500 色度、酸洗比色、熔融色度等；
- ✓ 固体透明样品如薄膜和样条的黄色指数、透光率、色差值、雾度值等；
- ✓ 不透明样品的颜色或黄度值。

### ④. 技术参数

- 01) . 满足 ASTM E308-2008, ASTM D1209, ASTM D5386, CIE No. 15, ISO7724/1, ASTM E1164, DIN5033 Teil7 , JIS78722 CONDITION C 等标准。
- 02) . ★可以测量其它色度指数如：Hunter L、a、b, CIE L\*、a\*、b\*, CIE LCH, XYZ, Yxy, R(d)ab, 分色差,  $\Delta E$ ,  $\Delta E^*$ ,  $\Delta E_{cmc}$ , FMC-2, MI. WI ASTM D1925, WI ASTM E 313, WI CIE, Z%, 457nm 明度, 主波长, 刺激纯度, Ganz 色差, Ganz Tint, CIE Tint and ASTM E313 Tint、YI ASTM D1925, YI ASTM E 313, 铂钴指数, Gardner 指数, Saybolt 指数, 1500 色度, 酸洗比色, 熔融色度等。可以测量 430nm、455nm、480nm、510nm 吸光度；
- 03) . 光学结构：分光原理,  $d/8^\circ$  反射,  $0^\circ/d$  透射测量；

- 04) . 测量样品：透明或不透明、半透明片材、薄膜；颗粒，粉末，溶液。
- 05) . ★标准要求：白板带国际标准机构如 NPL 或同等级别的溯源证书。
- 06) . ★标准要求：带绿板并配标准数据，带红板及蓝板。
- 07) . ★标准要求：带荧光校正板并配校验数据。
- 08) . ★光源要求：CIE 推荐的闪光氙灯。
- 09) . 重复性： $\Delta E \leq 0.01$  (RMS 方法)。
- 10) . 精度要求：波长间隔 $\leq 5\text{nm}$ ，可以检测 455nm 吸光度。
- 11) . ★带钕镨滤色片用来检测至少 430nm、570nm 和 820nm 处波长漂移。
- 12) . ★波长范围符合 CIE 国际照明协会和 ASTM E308 规定的可见光范围 360–780nm 宽，并且达 350–1050nm。
- 13) . ★可测量小于 1ml 的粉末或透明溶液样品。
- 14) . 数据工作站：不低于以下配置：i7 酷睿双核/3.0GHz , 2G 内存, 500G 硬盘, DVD/RW 光驱, 19 寸液晶显示器, 带 RS232 串口, 可以接实验室 LIMS 系统。

### 三、 老化

#### 常用标准

GBT16422、ISO4892

#### 关键点：

下游客户老化是必做的试验，塑料原料的耐老化性能已经影响到下游客户。

#### 塑料产品老化现象是必然的

由于光照、空气、温度和湿度的共同作用，太阳光中的紫外波段会破坏各种高分子材料的化学键，导致材料稳定性变异、性能衰减、外观变色、强度下降、功能失效的现象，给产品质量、使用安全和企业形象带来影响，造成甚至难以估量不可挽回的损失。

塑料的应用领域对产品的老化性能要求非常高，通常家电类产品是直接和消费者接触的，老化性能好坏可以很快就在用户现场被察觉，进而影响家电厂家的品牌形象。而汽车、建材类对材料老化后的安全性能和外观更加关注。比如：强度变化、开裂、抗冲击/拉伸性衰减、变色褪色等等。



图一：家电在光线+湿度+温度下自然老化现象



图二：塑料实验室光源暴露样图

☑ **老化的原因和老化标准解读：**

1. **温度+湿度+光照→老化**

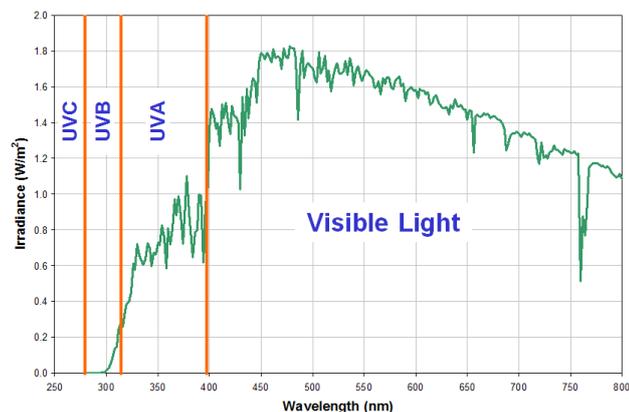
世界上开始研究老化现象并用老化试验箱来加速模拟自然老化始于 1950 年，国际上做了相当多的试验，制定了相关标准，有：

- ☑ ASTM G155 用于非金属材料暴露的氙灯测试设备
- ☑ ISO 4892-1 塑料—实验室光源暴露方法—第 1 部分：概述
- ☑ IEC 68-2-9 基本环境测试程序—第 2 部分：太阳辐照测试概述
- ☑ SAE J2527 可控辐照度氙灯设备汽车外饰件加速暴露方法
- ☑ SAE J2412 可控辐照度氙灯设备汽车内饰件加速暴露方法
- ☑ ISO 4892-2 塑料—实验室光源暴露方法—第 2 部分：氙灯光源
- ☑ GBT 16422.2 塑料—实验室光源暴露方法—第 2 部分：氙灯光源

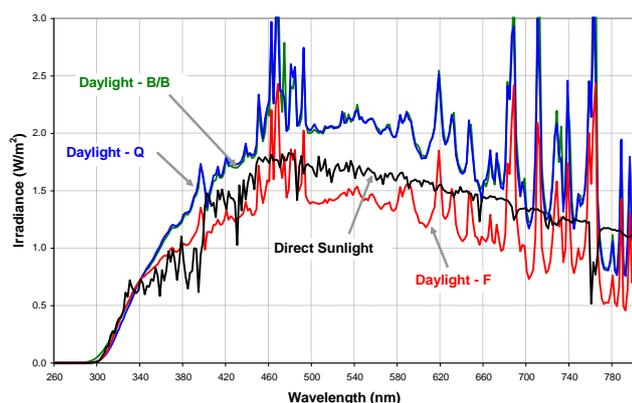
1) 光照对老化的影响

化学键	波长阈值
C-N	393nm
C-Cl	353nm
C-C	346nm
S-H	345nm
N-H	336nm

图三：常见的化学键-容易被老化的波长

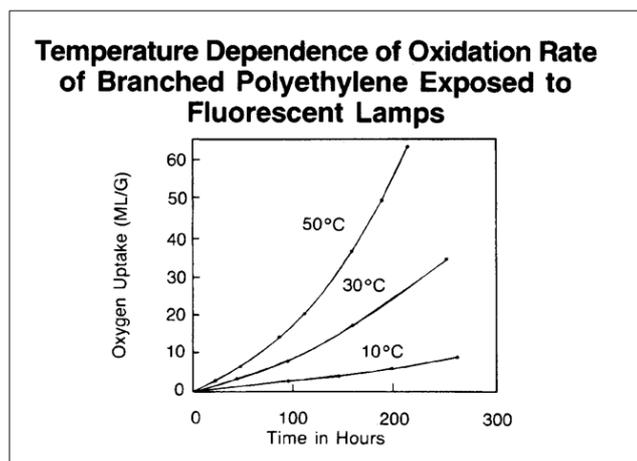


图四：UVA/UVB/UVC 在光谱中的位置，通常户外最多用到 UVB，氙灯用 UVA 的多



图五：黑色的是太阳光能谱，其它是模拟后的能谱，在 UVA 处非常相似

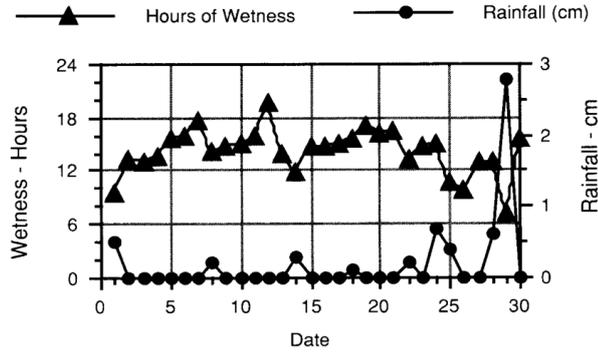
2) 温度对老化的影响



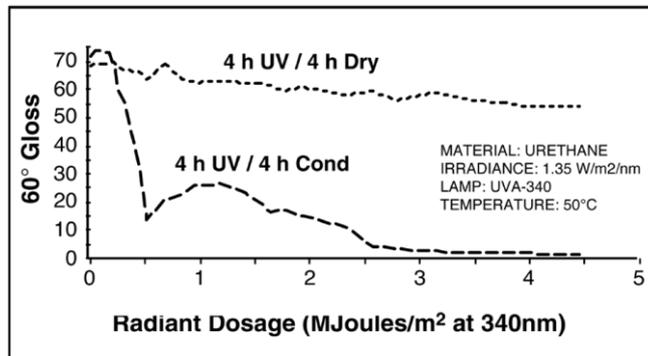
图六：不同温度对聚乙烯氧化速率的影响

3) 湿度对老化的影响

潮湿vs降雨- 迈阿密, 佛罗里达州



图七:迈阿密地区一个月中潮湿和降雨的时间分布



图八: 在光照冷凝条件下 vs 光照干燥条件下的老化效果对比

2. **塑料材料老化方法, GB/T 16422.2-2014 塑料**

实验室光源暴露试验方法 第2部分:氙弧灯

方法一: 使用日光滤光片的暴露方法 (黑板温度计)

方法 A: 使用日光滤光器的暴露 (人工气候老化)

循环序号	暴露周期	辐照度*		黑板温度 ℃	试验箱温度 ℃	相对湿度 %
		宽带 (300 nm ~ 400 nm) W/m²	窄带 (340 nm) W/(m² · nm)			
9	102 min 干燥	60 ± 2	0.51 ± 0.02	63 ± 3	38 ± 3	50 ± 10 <sup>b</sup>
	18 min 喷淋	60 ± 2	0.51 ± 0.02	—	—	—
10	102 min 干燥	60 ± 2	0.51 ± 0.02	63 ± 3	不控制	不控制
	18 min 喷淋	60 ± 2	0.51 ± 0.02	—	—	—
11	102 min 干燥	60 ± 2	0.51 ± 0.02	89 ± 3	65 ± 3	20 ± 10
	18 min 喷淋	60 ± 2	0.51 ± 0.02	—	—	—
12	102 min 干燥	60 ± 2	0.51 ± 0.02	89 ± 3	不控制	不控制
	18 min 喷淋	60 ± 2	0.51 ± 0.02	—	—	—

图九.GBT 16422.2 塑料 实验室光源暴露试验方法对辐照度点、温湿度做了详细规定

☑ **评估方法**

3.1 光学评估

1) 色差法:

HG/T3862-2006 塑料黄色指数试验方法，通过老化产品材料的颜色和黄度变化，量化评估材料的耐候性；

## 2) 光泽度法：

材料经加速老化处理前后，光泽度的变化评估材料的耐候性

## 3.2 力学评估

a) GBT 1040-2006 塑料拉伸性能的测定；

b) GB/T 1843-2008 塑料 悬臂梁冲击强度的测定

### **美国 Q-sun 氙灯老化箱的明显优势**

#### 1. 模拟光谱的标准性

Q-sun 氙弧灯可以最真实地再现全光谱太阳光，包括紫外线、可见光和红外线。符合国际标准光谱要求，模拟光谱的标准性尤为重要，关系到测试结果的可靠性。

#### 2. 辐照度校准溯源关系到测试结果的可靠性

Q-sun SOLAR EYE (太阳眼)光辐照度控制系统：Q-sun 试验箱的 SOLAR EYE®(太阳眼)辐照度控制系统可以不间断地监测和控制灯管输出功率，保证精确的光强辐照，可以最大程度地保证试验结果的重复性和再现性。

#### 3. 维护和标准化追溯

Q-sun 条件可调节校准，校准结果溯源至 NMI 美国国家计量院，满足国际主流测试标准，提供可重复的试验环境。

ASTM G155-05a 非金属材料氙灯暴露标准试验方法-校准的规定：为保障设备的标准性的准确性，设备必须进行定期校准以保障测试结果的重复性，校准结果须溯源至国家或国际标准。

ASTM G155-05a 非金属材料氙灯暴晒标准试验方法—设备校准的规定原文如下：

6.3 **Instrument Calibration**—To ensure standardization and accuracy, the instruments associated with the exposure apparatus (that is, timers, thermometers, wet bulb sensors, dry bulb sensors, humidity sensors, UV sensors, radiometers) **require periodic calibration to ensure repeatability of test results. Whenever possible, calibration should be traceable to national or international standards. Calibration schedule and procedure should be in accordance with manufacturer's instructions.**

翻译：仪器校准--为了保证标准和精度，仪器的装置（包括计时器、温度计、湿灯泡传感器、干灯泡传感器、湿度探头、紫外探头、辐照度计等）要求阶段性地校准以确保测试结果的重复性。无论可能何时，校准都必须可溯源到国际标准。校准步骤参照生

产商手册。

#### 4. 温度控制

- ☑ 精确的温度控制：Q-sun 试验箱都可以使用黑板温度计(非绝缘)或者黑标温度计(绝缘)来控制样品温度。还可以同时控制箱内空气温度；

#### ☑ **实验室加速老化推荐 Q-SUN Xe-3HBS 氙灯老化试验箱**

Q-SUN Xe-3-HBS 氙灯老化试验箱模拟控制光照条件，对温度和相对湿度做精确控制，带水喷淋和背喷功能，短时间内即可再现户外常规条件下几个月甚至几年的老化效果。Q-SUN Xe-3HBS 氙灯老化试验箱提供一个标准可校准可重复的试验环境，强度可调节设定，参数可校准，校准溯源至 NMI 美国国家计量院，国内上海实验室即可提供校准服务。



图十. Q-SUN 氙灯老化试验箱实物和测试图

#### ☑ **优势：**

- ☑ 符合标准规范和下游客户要求，下游家电和汽车客户对材料的耐候性要求越来越高，如美的集团、TCL、格力电器、志高、海尔、海信、金发、一汽、大众、通用、福特、比亚迪、上汽、长城等主流用户都建立了严格的品控体系。
- ☑ 风冷式设计，无须耗费大量纯水冷却灯管，寿命长，并且最大限度地降低了运行成本。控制温度和相对湿度，带水喷淋和背喷功能；
- ☑ 长效滤光器：滤光器可模拟产品的各种使用环境。不同于许多其他同类产品，正常使用情况下，Q-SUN 滤光器可以一直长期使用，无需更换；
- ☑ 通过纯水喷淋模拟户外潮湿造成的损害,这是所有 Q-SUN 型号的可选功能。可对喷水功能进行编程，选择使其在黑暗条件下或在光照条件下进行；
- ☑ Q-SUN 氙灯试验箱的安装、设置和操作都十分简便。专门设计的样品架使样品固定和

评估非常简单。所有型号的设备都是全自动的，可在无人监管的情况下全天 24 小时，每周 7 天地连续运行。测试过程中如遇问题，设备会智能提示报警；

**引入 Q-SUN 国际标准老化箱带来的价值**

1) 老化对产品的不利影响

- 老化影响产品的美观和功效；
- 老化影响产品的使用安全
- 自然老化时间比较长，条件不能控制；

2) 价值体现

- 美的集团、TCL、格力电器、志高、海尔、海信、金发、一汽、大众、通用、福特、比亚迪、上汽、长城等主流用户方法一致，老化结果一致；
- 优化了工艺，带来稳定的产品质量；
- 带来更多订单；
- 提升品牌价值。

**户外紫外加速耐候老化实验仪**

①. ★仪器功能：

聚丙烯或聚乙烯塑料原料制成的户外用品比如人工草坪、编织袋行业必须经过户外紫外老化实验来确定材料的稳定性和耐候性。仪器可模拟自然气候中的紫外光照、雨淋、冷凝、黑暗、热冲击等环境条件，通过重现这些条件，合并成一个循环，并可以自动执行完成循环次数。在此过程中，可对灯管辐照度、试验箱内温度、喷淋状态进行自动监控。可编程控制器，LCD 显示，各种参数直接设定且能连续显示。仪器符合 ISO4892-3，ASTM G151，154，D4329，SAE J2020，GM 9125P 等标准要求。

②. 技术参数

- 01) . 紫外温度：45℃~80℃；
- 02) . 冷凝湿度：40℃~60℃；
- 03) . 样品空间：大样品空间，可放置 48 块 75\*150mm 的标准样品；可选配 3D 样品架；
- 04) . 样品厚度：样品厚度不大于 10mm；
- 05) . 紫外波长：UVA-340 及 UVB-313；
- 06) . 模拟冷凝：冷凝时间可调；
- 07) . 外置的进水器，自动控制底盘水位，UV 状态无水可操作；
- 08) . 模拟喷淋：满足喷淋要求
- 09) . 试验时间：0~9999 可调；
- 10) . 辐照度：>1.55W/m<sup>2</sup> (340UVA )，>1.23W/m<sup>2</sup> (313UVB)；

- 11) . ★测试时间：可连续累计测试时间，不因断电等因素重新设置；
- 12) . ★辐照度校准：可在设定范围内的任意一点光强进行光辐照强度校准，无需更改正在执行的程序；对 UVA, UVB 灯管区别校准；
- 13) . ★校准过程：校准过程做到自动校正输入，避免人工输入产生误差；
- 14) . ★国内用户：可提供至少 20 家相同型号国内用户名单；
- 15) . ★实验状态数据可以通过网线传输。
- 16) . ★自动诊断，提示错误信息。自动定时停机
- 17) . ★安全保护装置：低水位保护；超温保护等
- 18) . ★灯管寿命：紫外灯管寿命可达 5000 小时以上。

③. 型号

美国 Q-Lab QUV/spray

④. 图片



## 四、 黑点、杂色、色粒、黑斑粒、异形粒、杂质

**标准**

SHT1541、ISO13322

**关键点：**

不透明颗粒、半透明、透明颗粒的处理方式不同；速度影响检测效率，但速度是否会影响精度和准确性；盲测 100 颗瑕疵样品，准确率和重复性的要求及判断；售后服务。

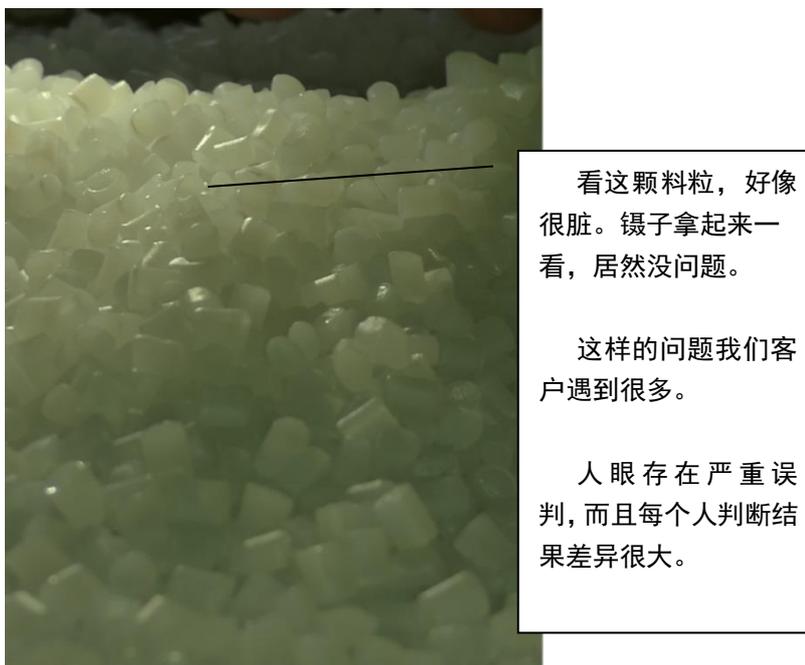
## 1、实验室法

粒子色选实验室法有人工色选法和粒子扫描设备法，以少量粒子试样的实验室分析数据预估实际生产情况。

### 1.1 人工色选法

试验方法：取少量粒子试样，人工肉眼识别挑出带缺陷粒子。

但是，人眼观察存在很大误差。



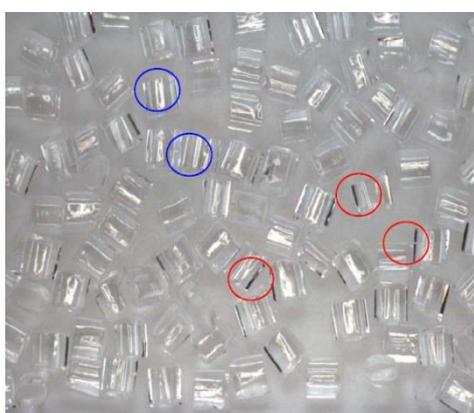
图一：半透明料



图二：白点是很难测量的杂质点



图三-1: 透明料 1 公斤在正常环境下



图三-2: 人眼看到的黑线不是杂质, 是光线引起的

### 以上图一至图四说明:

- ☑ 人眼一定会误判;
- ☑ 不同人之间误差很大, 重复性极差;
- ☑ 人眼不能看到 50 微米以下的杂质;
- ☑ 人眼不能解决白点的问题;
- ☑ 人眼完全不能处理透明料的杂质问题;
- ☑ 粒子内部的缺陷点根本无法识别。

### 1.2、粒子扫描设备法

取少量粒子试样, 通过简易的粒子扫描设备, 分析异色情况, 分析效果要比人工色选法准确, 目前市场上的主流方法是单面单镜头+震动带和双面双镜头+震动带。粒子在经过震动带时, 震动器无法保证粒子 360°翻滚, 所以在经过单镜头下方时, 背对镜头的粒子表面黑点杂色无法监控到; 而市场上最新技术的双镜头可以有效解决这一问题。



图四：震动带用于传送粒子，但不能保证粒子一定是 360° 翻滚

被检测到的样品有相片记录，并通过分布显示每个大小的黑点有多少个，什么颜色。对于指导生产有非常积极的作用。

优点是，准确，投资少。

### 1.3、在线法

市场上有以上提到的实验室仪器法做成的在线筛选法，单镜头，速度不够快，而且粒子堆积而过，准确率很低。

经过市场验证，日本服部的双镜头粒子在线挑选系统可以达到 4 吨/小时的处理量，精度和速度远远高于同行对手，是我们方案中重点推荐的在线法。

通常做法是将杂质粒子挑出系统放置在振动筛边上，大量的粒子进入挑选机的料仓斗，经过高速筛选，将杂质吹向废料仓，将合格优秀料引入生产线，进而打包或直接进入工厂主料仓。这种做法有效解决了工厂大料仓中各种等级的产品混杂而无法挑选的问题。



图五：在线工作示意图

在线法与实验室法相比，完全消除杂质粒子的后顾之忧，同时筛选出来的不合格粒子也可以进行判断分析，诊断工艺生产可能出现的问题。

在线法设备的前期投入要比实验室人工或设备法高，但是能够直接有效的提高产品质量，提升用户产品的竞争力，回报也是极大丰厚。目前市场上同质类产品很多，下游客户对产品质量的要求从“高”、“严格”变成了“更多、更广泛”，比如气味等级，比如外观品质。高质量的产品是赢得市场的必然趋势。

#### 仪器法介绍

##### 2.1、 实验室用最佳多功能 Calpas 介绍

CALPAS 主要由高分辨率的高速相机，长焦镜头，**全角度 AVIDOM 照明系统（全角度，专为透明和不透明粒子设计）**，三维振动进料系统以及可以用来分析杂质黑点异色和异形的软件构成（图五）。



图六. CALPAS-AVIDOM 杂质粒子异色异形扫描检测仪

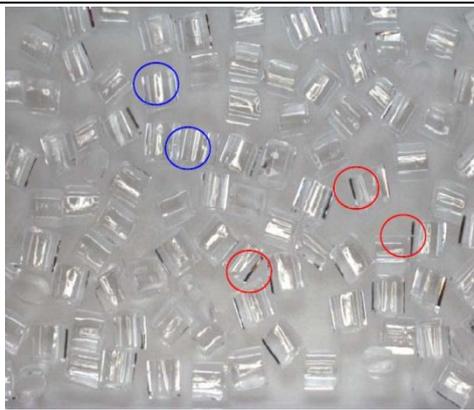
以下五点为 CALPAS 的主要特征：

- ☑ 替代人眼，最小杂质尺寸可以检测到 10 $\mu$ m（特殊应用，日本三菱指定型号）；
- ☑ 可以检测透明料的黑点、白点、各种杂质点、排除因为光源照明方式引起的黑线影响；
- ☑ 模块化，现在测量的是粒子杂色，以后想测量粉末、粒子异形等等，增加一个模块就可以，不用再买仪器！想增加料斗、改变光源，都不用再买仪器了！
- ☑ 可以检测和记录所有的杂质信息；
- ☑ 中文软件，商业电脑即可安装，自定义设置杂质的名称和颜色范围、尺寸大小，并统计分析，帮助客户找到原因。

### 实例分析，Calpas 帮助三菱解决高透明产品杂质测量

当我们检测高透明粒子（如 MMA，PMMA，PC 和 AS 等）时，由于光反射和折射的影响，会形成如下图的黑线，这些黑色线条不是样品本身的疵点，而是由于普通光照在透明粒料上形成的。人眼无法测量，尤其是像三菱这样的客户，他们甚至要求瑕疵点是 10 微米，而人眼最高水平也只有 50 微米。

为解决这个问题，目前市场上有两种方法。



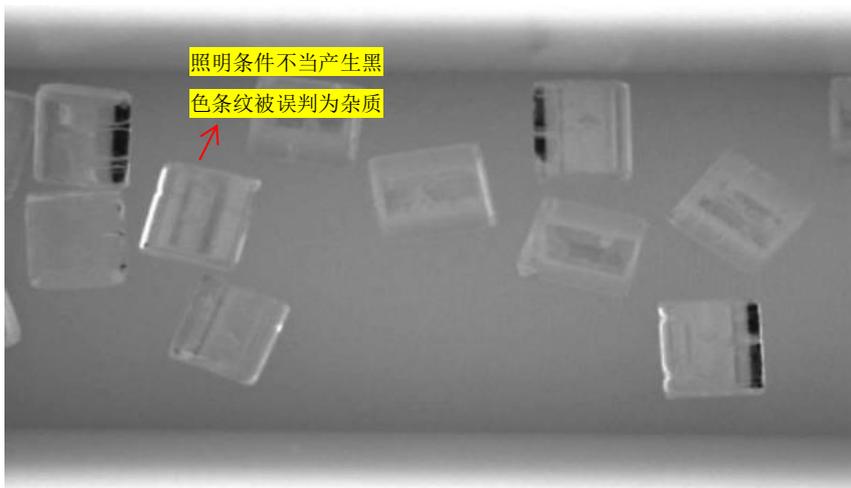
图三-2: 人眼看到的黑线不是杂质, 是光线引起的

**方法一:** 使用普通的 LED 照明 (环形照明或从几个方向照明)。

那会出现如图六的情况, 操作者根据样品和图片比对, 判断图示黑线是光线引起的, 就通过软件告诉系统, 这些线条或者一些黑点是正常的, 那系统在出具报告的时候, 会自动剔除类似的黑色线条或者黑点 (认为是正常样品)。

但如果其它待检样品中有一些粒子的黑线不是光线引起的, 而是自身的真实黑点, 将也会被当成正常的样品, 所以这种方法会造成漏判或者误判。

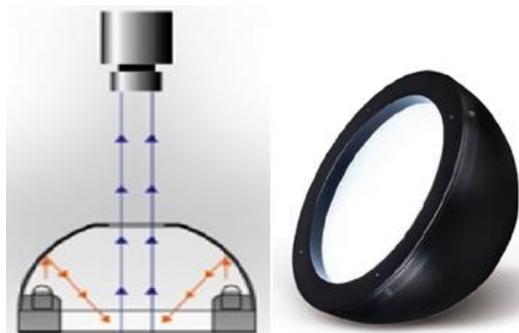
**三菱公司不同意这种方法。**



图七.透明粒料边缘的黑色阴影

**方法二:** 从根本上去除光照的影响。

CALPAS-AVIDOM 就是使用这样的技术, 仪器使用专利的 AVIDOM 照明系统 (图七, 全方位圆顶照明), 配合震动进料系统, 完全消除了由于照明而导致的“黑线现象”, 实现了对透明粒子的检测 (图八)。Calpas 的 LED 照明强度可以从 0—255 进行调节。

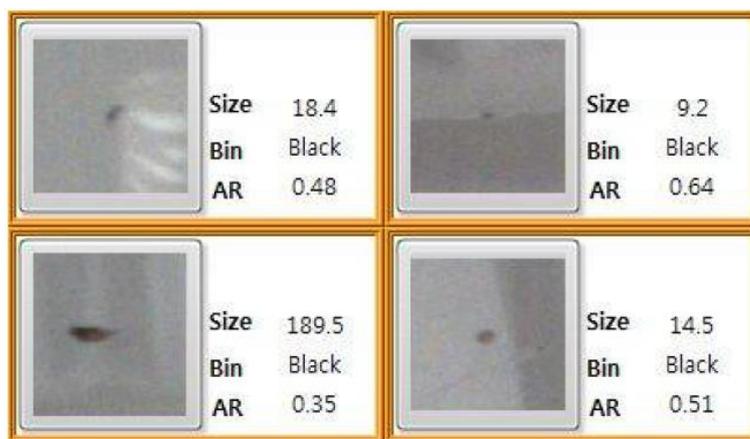


图八.AVIDOM 圆顶照明系统



图九. 消除了透明料反射和折射的影响

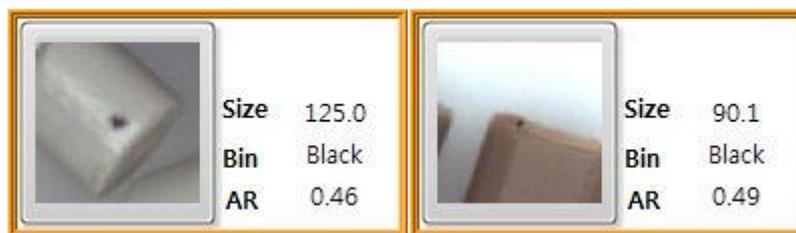
三菱公司选择“方法二”作为其 PMMA 和 PC 产品的专用检测仪器，用于检测 10 微米的杂质。



图十. 透明粒料上 10 $\mu$ m 杂质

Avidom 同样适用于不透明样品的检测（图十一）



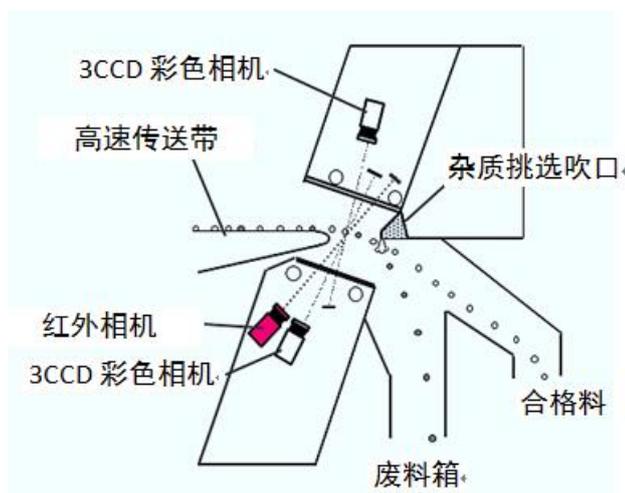


图十一. 不透明粒子

不透明的粒料对光的吸收较大，如果用普通圆环照明技术，在两颗粒料之间也容易形成阴影，检测黑点时会被仪器误判，而采用 360°的 AVIDOM 圆顶照明系统，能让光线均匀的照射到不透明粒料的表面，保证图像品质，精确检测出真正的杂质。

## 2.2、 日本服部 UDB 在线杂质粒子挑出系统介绍

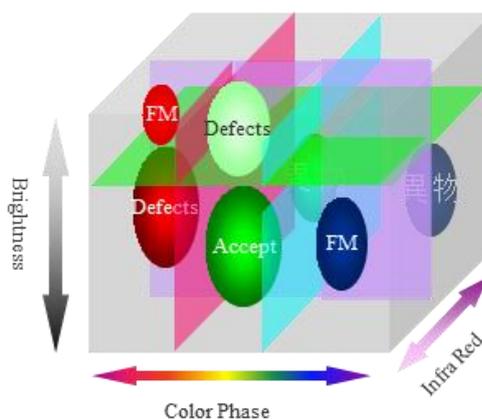
### 2.2.1、高速粒料输送，配置 3CCD 全彩色工业照相机和红外照相机



图十二：在线系统示意图

- a) 履带式高速输送物料到检查区，最大处理量可达到 4 吨/小时；
- b) 全彩色 3CCD 工业相机检测到有不同颜色的杂色粒子和外带杂质,能够识别的最小杂质尺寸为 0.2 毫米；
- c) 红外摄像机可以探测到与试样颜色相近的外来物质；
- d) 紧密的 5 毫米间距喷嘴设置，能够极大覆盖筛选区域，筛选成功率可达到 98%以上，更精准的将产品中的杂质筛选出去。

### 2.2.2、全色光谱分析



图十三：全光谱+红外扫描覆盖可见及不可见杂质

- a) 全彩色 CCD 相机检测红色、蓝色和绿色，高速处理器分析亮度和色相。具有不同亮度和色相杂色粒子可被筛除；
- b) 外带杂质材料的颜色和产品一样，有红外摄像机也能检测和筛除。

### 2.2.3、人性化全触、友好操作界面



图十四：设定界面非常简单

- a) 通过人工提供可接受的产品和不可接受的杂质产品，筛除程序自动生成；
- b) 操作软件内置 99 个可编辑程序，满足不同类型产品的筛选要求。

#### 2.2.4、维护简单和可选磁铁配置



图十五：内部构造

- a) 一触式输送带清扫，使维护和清洗变得非常容易；
- b) 可选择的 10000Gaus 磁铁棒，可以设置在振动喂给器下面，筛选金属物。

#### 结论

- 1、人眼法不准确，高端厂家会逐渐淘汰；
- 2、实验室方法投资低，主要目的是用于指导生产，提升质量；
- 3、在线色选方法直接挑出优等品，提升产品价值；
- 4、一个问题：经过筛选的产品，每吨会带来多少价格提升呢？

## 五、塑料色差及外观

### ☑ **常见工艺:**

原料树脂黄度值批次间不稳定，本身带杂质黑点，添加各种添加剂及色粉或色母后，重新造粒，通过很长时间（2 小时上下）在注塑机走一遍，打出色板，用客户指定的色差仪测试对比色板，如有色差，重新来一遍。这样的过程费时费力费钱。

还有一个问题，客户的色差仪不统一，各种品牌各种型号，还有购买的时间有先后，不可避免出现了严重的台间差问题。台间差就是同一块色板不同的仪器测量不同，这对用户来说也是很头痛的问题。

### ☑ **我们的塑料行业解决方案**

色粒和色板的相关性，我们已经找到了非常好的方法，对于深色、彩色、透明、大小粒等等不同的色粒，和色板之间的一致性问题已经解决，使用对色粒快检的方法，大大缩减了时间和费用成本。

仪器间的一致性通用得到了最佳解决，塑料打板测量用的都是积分球方法，在此基础上，使用我们独特的校正手段，用光谱值将两台仪器的一致性降到最低，通常可以达到0.1-0.3的差异，无论客户的仪器是什么品牌或者型号，购买时间有先后，都可以解决。实现了一机对应数台机器之间的一致性。

这两个创新是对塑料行业色差问题的巨大贡献。

☑ **推荐仪器**

**多功能全自动分光色差仪，有2款不同精度和功能的可选。**

- ①. 型号： UltraScan PRO 及 UltraScan VIS。
- ②. 图片



③. 技术参数

- 01). 满足 ASTM E308-2008, ASTM D1209, ASTM D5386, CIE No. 15, ISO7724/1, ASTM E1164, DIN5033 Teil7, JIS78722 CONDITION C 等标准。
- 02). ★可以测量各种颜色指数如: Hunter L、a、b, CIE L\*、a\*、b\*, CIE LCH, XYZ, Yxy, R(d)ab, 分色差,  $\Delta E$ ,  $\Delta E^*$ ,  $\Delta E_{cmc}$ , FMC-2, MI, WI ASTM D1925, WI ASTM E 313, WI CIE, Z%, 457nm 明度, 主波长, 刺激纯度, Ganz 色差, Ganz Tint, CIE Tint and ASTM E313 Tint、YI ASTM D1925, YI ASTM E 313, 铂钴指数, Gardner 指数, Saybolt 指数, 1500 色度, 酸洗比色, 熔融色度等。可以测量 430nm、455nm、480nm、510nm 吸光度；
- 03). 光学结构: 分光原理,  $d/8^\circ$  反射,  $0^\circ/d$  透射测量；
- 04). 测量样品: 透明或不透明、半透明片材、薄膜；颗粒, 粉末, 溶液。
- 05). ★标准要求: 白板带国际标准机构如 NPL 或同等级别的溯源证书。
- 06). ★标准要求: 带绿板并配标准数据, 带红板及蓝板。
- 07). ★标准要求: 带荧光校正板并配校验数据。
- 08). ★光源要求: CIE 推荐的闪光氙灯。
- 09). 重复性:  $\Delta E \leq 0.01$  (RMS 方法)。

- 10) . 精度要求：波长间隔 $\leq 5\text{nm}$ ，可以检测 455nm 吸光度。
- 11) . ★带钕镨滤色片用来检测至少 430nm、570nm 和 820nm 处波长漂移。
- 12) . ★波长范围符合 CIE 国际照明协会和 ASTM E308 规定的可见光范围 360-780nm 宽，并且达 350-1050nm。
- 13) . ★可测量小于 1ml 的粉末或透明溶液样品。
- 14) . 数据工作站：不低于以下配置：i7 酷睿双核/3.0GHz，2G 内存，500G 硬盘，DVD/RW 光驱，19 寸液晶显示器，带 RS232 串口，可以接实验室 LIMS 系统。

## 六、 气味和嗅味-类脑嗅觉评估系统

### **常见问题:**

由于工艺中各种变量，使得塑料气味问题日趋凸显，气味大家都能闻出来，但如何评级成为了难点，沟通出现了障碍，彼此之间无法达到共识，只能花费很长时间来解决或降价处理。

但最关键的是无法找到真正的原因并控制产品气味。

气味是人体的感觉，这种感觉和真实材料中的某种物质或某几种物质含量有关系，研究发现，这些关系不是二维关系，而是复杂的网状关系。物质的含量对人体鼻腔造成的刺激值相互影响，并反馈给大脑，做出判断。而主观的气味判断受到测试者常年的训练习惯影响，主观认为什么是可接受的臭、异味、香或者不可接受的范围，这些范围没有明确边界。

行业需要一种客观的分析方法，明确塑料产品中影响人体判断的物质并对大脑造成的判断对样品分级。

### **我们的塑料行业气味问题解决方案**

我们针对聚丙烯、聚甲醛、石蜡等产品，结合全球最先进的气味感官分析方法，从数百种气味传感器中筛选出适合几类产品的专用传感器，组成复杂矩阵，对实际气味和人体感官评估之间进行了大量数据分析，找到了等级和方法。

使用这样的塑料气味等级分析系统，满足客户对样品加热程度和时间的要求，快速得到样

品的气味等级,并在上下游客户之间极大减少了沟通的成本和贸易争端,对行业贡献巨大。

☑ **Pocas, Plastic Odour Classify Analysis System, 塑料气味等级分析系统**

原理及功能:

本成果是基于仿生原理研发的针对物质、环境的整体气味信息进行定性、定量检测的气味分析仪器。其创新之处在于能够对各种塑料物质或环境的整体气味进行类型区分,对气味强度进行量化表示。目前成功应用于聚丙烯、聚甲醛、石蜡等细分产品上。

关键技术描述:

**(1)基于动态顶空进样技术的嗅味进样系统**

采取动态顶空进样技术实现对样本嗅味特征信息采集,将样品盛放于特制容器中密闭,待气体饱和,通过内置气泵将顶空挥发气体吸入封装有传感器阵列的测试腔体进行检测。根据预设的气味等级,直接得出样品气味级别。

特征:

1. 进气端采取活性炭净化装置,气路部分均密闭状态,据此规避外界环境对实验的影响;
2. 进样系统参数(顶空体积、顶空生成时间和样本质量等)和测量参数(环境温度、湿度、气室平衡时间和测量时间等)数据响应特性可优化;
3. 传感器阵列以及采集信号预处理方法可优化,进而确保采集模块输出信号特征明显;
4. 具有很高的精确度和稳定性。

**(2)基于多传感器耦合响应的嗅味标准样本标定和标准等级数据库的构建**

由于样品挥发物质成分复杂,单一传感器响应只能反映一类物质或某一特定组分,采用交叉敏感同时具有选择特异性的传感器阵列,进行待测样品嗅味特征数据的采集,获得代表不同等级嗅味综合特征信息,建立待测样品等级嗅味信息指纹图谱,实现多传感器耦合响应下的多样本的标准化标定。

通过大量样本的标准化数据采集,建立待测样品嗅味指纹信息数据库,以便实现未知样本与指纹数据库的智能匹配。

**(3)基于人工智能鉴别方法的嗅味分析测试系统的软硬件技术开发**

采用模式识别技术，针对多传感器输出样品数据特征，通过数学分析优化识别方法以及系统参数，提供精准且庞大的数据库作为训练样本，优化训练方式与迭代次数，进而降低训练误差，实现未知样本特征数据与标准化指纹数据库的高精度智能匹配。

完成样品嗅味分析系统的软硬件开发和设计，整个测试系统可实现对样本嗅味进样、清洗等进行过程控制，同时具备强大的数据处理能力，可完成预处理、后期分析和结果显示，从而完成嗅味品级的高精度自动鉴评。

上海韵鼎国际贸易有限公司

[www.eutin.cn](http://www.eutin.cn)

[William@eutin.cn](mailto:William@eutin.cn)

021-61455225

13601942971