

团 体 标 准

T/QGCML XXXX—XXXX

高透明 3D 打印光敏树脂工艺技术规范

Technical specification for process of highly transparent 3D printing photosensitive
resin

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

全国城市工业品贸易中心联合会 发 布

目 次

前言 II

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 1

4 技术要求 1

5 试验方法 3

6 检验规则 6

7 标志、包装、运输及贮存 6

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。

本文件由全国城市工业品贸易中心联合会提出并归口。

本文件主要起草单位：中山大简科技有限公司。

本文件参与起草单位：中山迈想科技有限公司、深圳市旭利三维科技有限公司、东莞市科恒手板模型有限公司、广州市嵩达新材料科技有限公司、粤凯香商标准化技术服务（广东）有限公司、中山绿旺光电科技有限公司、广东明氏塑胶科技有限公司、上海联泰科技股份有限公司。

本文件主要起草人：欧阳丽伟、蔡勇、朱利勇、李楠、刘姗姗、尹文军、吴冬波、何艳华、明魏、马永洲。

本文件为首次发布。

高透明 3D 打印光敏树脂工艺技术规范

1 范围

本标准规定了高透明3D打印光敏树脂工艺技术规范术语定义、技术要求、试验方法、检验规则、标志、包装、运输及贮存。
本标准适用于高透明3D打印光敏树脂。

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 191 包装储运图示标志
- GB/T 1040.1 塑料 拉伸性能的测定 第1部分：总则
- GB/T 2411 塑料和硬橡胶 使用硬度计测定压痕硬度（邵氏硬度）
- GB/T 2794 胶黏剂黏度的测定 单圆筒旋转黏度计法
- GB/T 6678 化工产品采样总则
- GB/T 6680 液体化工产品采样通则
- GB/T 13354 液态胶粘剂密度的测定方法 重量杯法
- GB/T 22235 液体黏度的测定
- GB/T 24148.9 塑料 不饱和聚酯树脂（UP-R） 第9部分：总体积收缩率测定
- JIF 1070 定量包装商品净含量计量检验规则
- 国家质量监督检验检疫总局第 75号令《定量包装商品计量监督管理办法》

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

光敏树脂 Photosensitive resin

用于光固化快速成型的材料为液态光固化树脂，或称液态光敏树脂，主要由齐聚物、光引发剂、稀释剂组成。

3.2

高透明3D打印用光敏树脂 Photosensitive resin for high transparency 3D printing

采用多官能环氧树脂与包裹型纳米粒子结合，同时使用多元醇进行改性，使材料具备良好的耐温和透明度。

4 技术要求

4.1 感官要求

感官要求应符合表 1 规定。

表 1 感官要求

项目	要求
外容器	整体洁净，完整无破损
内装物	呈均匀液体状态
色泽	呈产品规定色泽

项目	要求
气味	呈产品特有气味，无刺激性气味
杂质	无肉眼可见杂质

4.2 质量要求

4.2.1 质量组成

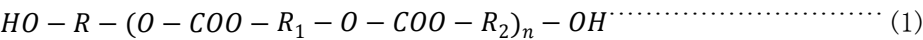
质量组成应符合表2要求。

表 2 质量要求

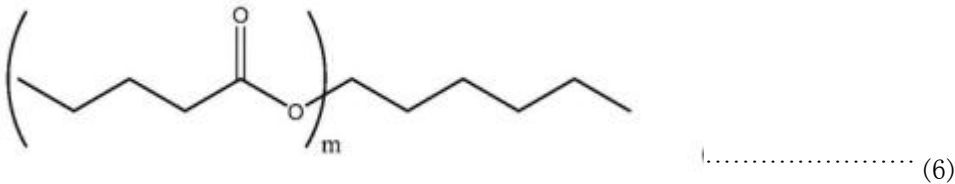
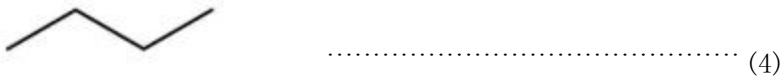
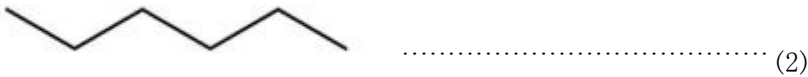
名称	组成（%）
丙烯酸酯低聚物	25%-50%
丙烯酸酯单体	15%-25%
特种蜡	10%-30%
自由基光引发剂	2%-4%
分散剂	0.2%-1%
流平剂	0.1%-0.5%
消泡剂	0.05-0.2%
色浆	0.1-0.5%

4.2.2 透明 SLA 光敏树脂

采用聚碳酸酯二元醇作为改性增韧剂，其结构式如下：



式中：
——n=1-7；
——R=R1 或 R2；
——其中 R1，R2 的结构式选自以下其中一种：



式中：
——m=1-5；
——聚碳酸酯二元醇的用量为树脂总重量的 3~15%；
——聚碳酸酯二元醇选自：

- a) 聚碳酸酯二元醇 BH-100，其中 R1, R2 结构分别见化学式(1)和(3)， $n \approx 3$;
- b) 聚碳酸酯二元醇 PH-50，其中 R1, R2 结构分别见化学式(1)和(2)， $n \approx 1$ ，和;
- c) 聚碳酸酯二元醇 UHC-50-200，其中 R1, R2 结构式分别见化学式(1)和(5)，其中 $m=2$ ， $n \approx 4$;
- d) 聚碳酸酯二元醇 UM-90(1/1)，其中 R1, R2 的结构分别见化学式(1)和(4)， $n \approx 3$ ，中的一种。

4.2.3 透明 SLA 光敏树脂组合物

透明SLA光敏树脂组合物应符合表3。

表 3 透明 SLA 光敏树脂组合物

名称	占比	组成
阳离子光固化组分	45%~70%	选自缩水甘油醚类环氧树脂、缩水甘油酯类环氧树脂、脂环族环氧树脂和乙烯基醚类单体中的一种或几种。
自由基光固化组分	20%~40%	由丙烯酸酯单体及其预聚物组成。
阳离子光引发剂	2%~10%	选自液态六氟锑酸盐和50%二苯基-(4-苯基硫)苯基六氟锑酸盐的碳酸丙烯酯溶液的一种或两种。
自由基引发剂	1%~8%	选自1-羟基-环己基-苯基酮, 2-羟基-2-甲基-1-苯基-1-丙酮, 二苯基(2,4,6-三甲基苯甲酰基)氧化磷中的一种或几种。
改性增韧剂	3%~15%	聚碳酸酯二元醇

4.3 拉伸强度要求

应在40Mpa 以上。

4.4 垂直分辨率要求

垂直分辨率 $\leq 0.0005\text{mm}$ 。

4.5 透明度

透明度应大于90.8%。

4.6 耐高温

对温度的耐受性比较高，在1.82MPa压力下，打印出来的样件在49℃高温下才会开始发生变形。

4.7 粘度

在常温25℃情况下，粘度为300cps以下。

4.8 净含量

应符合国家质量监督检验检疫总局第 75号令《定量包装商品计量监督管理办法》的规定。

5 试验方法

5.1 感官

手感检测产品外容器，取适量样品置于透明玻璃器皿中，在自然光线下目测和鼻嗅。

5.2 负荷变形温度测试

5.2.1 环境条件

- a) 传热介质:硅油
- b) 升温速率:120℃/h
- c) 负荷:0.46MPa
- d) 跨距:100mm
- e) 实验室环境条件: (23+2)℃，(50+5)%RH。

5.2.2 检验结果

负荷变形温度检验结果应不小于56.4℃。

5.3 击穿电压、电气强度

5.3.1 环境条件

- a) 预处理条件: $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, $(50 \pm 5)\% \text{RH}$, 48h;
- b) 测试温度: $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$;
- c) 绝缘介质: 10# 变压器油;
- d) 不等直径电极:
 - 1) 下电极直径: 75mm;
 - 2) 上电极直径: 25mm;
- e) 施加电压频率: 50Hz;
- f) 升压速率: 500 V/s。

5.3.2 检验结果

击穿电压应能承受34.49kV的电压, 电气强度应能承受18.15Kv/mm。

5.4 弯曲测试

5.4.1 环境条件

- a) 试样: 127mmx12.62mmx3.86mm;
- b) 测试速度: 1.8mm/min;
- c) 跨距: 64mm;
- d) 实验室环境条件: $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, $(50 \pm 5)\% \text{RH}$ 。

5.4.2 测试结果

弯曲强度应不小于83.1MPa, 弯曲模量应不小于2390MPa。

注: 弯曲强度为超出了5%的应变范围取得的最大强度值。

5.5 悬臂梁缺口冲击强度

5.5.1 环境条件

- a) 试样宽度: 3.13mm (缺口制备: 机械加工);
- b) 摆锤能量: 2.75J;
- c) 冲击速度: 3.46 m/s;
- d) 实验室环境条件: $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$ $(50 \pm 5)\% \text{RH}$

5.5.2 实验结果

悬臂梁缺口冲击强度应不小于42 J/m。

5.6 拉伸测试

5.6.1 环境条件

- e) 试样厚度: 3.10mm;
- f) 测试速度: 5 mm/min;
- g) 标距: 50mm;
- h) 夹头间距: 115mm;
- i) 实验室环境条件: $23 \pm 2^\circ\text{C}$, $50 \pm 5\% \text{RH}$ 。

5.6.2 试验结果

- a) 应符合 GB/T 1040.1 的规定。

- a) 拉伸模量应不小于 3200MPa;
- b) 拉伸强度应不小于 62.4MPa;
- c) 断裂伸长率应不小于 6.8%。

5.7 密度检验

5.7.1 环境条件

- a) 温度: $(23 \pm 1)^\circ\text{C}$;
- b) 比重杯: 37ml。

5.7.2 检验结果

应按 GB/T 13354 的规定执行。测试结果应不小于 $1.149\text{g}/\text{cm}^3$ 。

5.8 介电常数、耗损因数

5.8.1 环境条件

- a) 预处理条件: $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, $(50 \pm 5)\%\text{RH}$, 40 小时;
- b) 测试方法: 接触电极法;
- c) 测试电极直径: $\Phi 5\text{ mm}$;
- d) 测试频率: 1MHz;
- e) 实验室环境条件: $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, $(50 \pm 5)\%\text{RH}$ 。

5.8.2 试验结果

介电常数应不小于 $5.002 \varepsilon_r$, 耗损因数应不小于 0.0327 D。

5.9 粘度

5.9.1 环境条件

- a) 测试温度: $23 \pm 2^\circ\text{C}$;
- b) 转子: 2#;
- c) 转速: 30rpm。

5.9.2 试验结果

应符合 GB/T 22235 的规定。粘度应为 300cps 以下。。

5.10 透明度测试

取 $15 \pm 0.2\text{g}$ 液体树脂倒入 PP 塑料杯中, 静置至无泡后放入紫外后固化箱辐照 20min, 取出倒置放入再辐照 20min, 与标准 1cm 厚 PMMA 板进行透明度对比, 其中标准 PMMA 板透明度设定为 5。

5.11 邵氏硬度

5.11.1 环境条件

- a) 试样厚度: 5.96mm;
- b) 实验室环境条件: $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, $(50 \pm 5)\%\text{RH}$ 。

5.11.2 试验结果

邵氏强度应符合 GB/T 2411 的规定。

5.12 体积收缩率

按 GB/T 24148.9 的规定执行。

5.13 吸水率

5.13.1 环境条件

- a) 试样直径:50.7mm;
- b) 试样厚度:3.1mm;
- c) 干燥条件:(50±3)℃, 24h;
- d) 浸泡条件:(23±1)℃, 24h;
- e) 实验室环境条件:(23±2)℃, (50±5)%RH。

5.13.2 试验结果

吸水率应不小于0.54%。

5.14 净含量

按 JIF 1070 的规定执行。

6 检验规则

6.1 检验分类

检验分为出厂检验、型式检验、抽样检验。

6.2 出厂检验

6.2.1 出厂检验应按照本标准第四章、第五章要求进行验收。

6.2.2 产品应由质量检验部门进行出厂检验, 检验合格并附有合格证方可出厂。

6.3 型式检验

当发生下列情况之一时, 应进行型式检验:

- f) 正常生产每半年一次;
- g) 上级质量监督部门提出要求时。
- h) 当原料来源发生变化或主要设备更换, 可能影响产品质量时;
- i) 停产3个月以上恢复生产时;
- j) 出厂检验的结果与上次型式检验有较大差异时;
- k) 国家监督机构提出要求时。

6.4 抽样检验

6.4.1 以一釜为一批, 每批不大于3吨。

6.5 取样采用 GB/T 6678 和 GB/T 6680 中的规定方法, 可在公司包装桶或生产线采样, 每批产品采样量不少于 0.5Kg, 装于清洁干燥的棕色瓶中, 注明产品名称、批号、取样日期。

6.6 判定规则

6.6.1 若某项检验结果不符合本标准时, 应重新自该批产品中双倍的包装件中取样对不合格项目进行复验, 仍不合格则判该批产品不合格。

6.6.2 当供需双方对产品质量发生异议时, 由双方协商解决, 或请法定质量监督检验部门进行仲裁。

7 标志、包装、运输及贮存

7.1 标志

7.1.1 标志应符合 GB/T 191 的规定。应有以下标志:

- a) 每批产品应有产品合格证;
- b) 应有清晰, 牢固的标志;
- c) 标明产品名称;
- d) 产品标准代号和顺序号;

e) 批号、净含量、生产日期、生产厂名、厂址等。

7.1.2 包装桶上标有以下标志：

- a) 防雨防潮防冻；
- b) 避光防晒。

7.2 包装

产品按照客户需求情况分别采用塑料桶、镀锌桶包装。

7.3 运输

产品在运输过程中应注意防高温、轻搬轻放。

7.4 贮存

本产品请置于避光，阴凉干燥处，储存温度应该在5~35℃，保持包装完整，本产品自生产日期起保质期为六个月，超过保质期后建议在使用前进行性能评估。光敏树脂需严格保护，打开包装后，建议在使用前进行适当搅拌并尽快使用完毕。
