

# APPLICATION CASE

## 多材料4D打印应用案例

01

### 多材料折纸结构

结构参数: 25×25×0.6 mm<sup>3</sup>  
 结构特点: 硬质面板结合形状记忆高分子铰链, 通过热编程实现形状重构  
 应用领域: 4D打印、折展结构

### 硬性树脂 + 形状记忆高分子



02

### 多材料折纸结构

结构参数: 27×24×1.6 mm<sup>3</sup>  
 结构特点: 弹性体面板结合水凝胶层合铰链, 利用水凝胶失水实现三维折叠  
 应用领域: 4D打印

### 弹性体 + 水凝胶



03

### 多材料层合结构

结构参数: 25×25×2 mm<sup>3</sup>  
 结构特点: 普通水凝胶结合温敏水凝胶, 通过温敏水凝胶相变实现结构变形  
 应用领域: 4D打印、传感器

### 普通水凝胶 + 温敏水凝胶



04

### 焦耳加热电路

结构参数: 30×12×1.5 mm<sup>3</sup>  
 结构特点: 形状记忆高分子结合导电弹性体, 通电加热实现结构形状回复  
 应用领域: 智能折展结构

### 形状记忆高分子 + 导电弹性体



05

### 柔性电路

结构参数: 30×30×0.5 mm<sup>3</sup>  
 结构特点: 弹性体基底结合导电弹性体电路实现可穿戴柔性电子  
 应用领域: 柔性电子、传感器

### 弹性体 + 导电弹性体



## 相关论文 Related Papers

- Rong Wang, Chao Yuan, Jianxiang Cheng. et al., Direct 4D printing of ceramics driven by hydrogel dehydration. Nature Communications, 15, 758 (2024)
- Honggeng Li, Biao Zhang, Haitao Ye, et al., Reconfigurable 4D printing via mechanically robust covalent adaptable network shape memory polymer. Science Advances, 10, eadl4387(2024)
- Xiangnan He, Biao Zhang, Qingjiang Liu, et al., Highly conductive and stretchable nanostructured ionogels for 3D printing capacitive sensors with superior performance. Nature Communications, 15, 6431 (2024)
- Caicong Li, Jianxiang Cheng, Yunfeng He, et al., Polyelectrolyte elastomer-based ionotronic sensors with multi-mode sensing capabilities via multi-material 3D printing. Nature Communications, 14, 4853 (2023)
- Qi Ge, Zhe Chen, Jianxiang Cheng. et al., 3D printing of highly stretchable hydrogel with diverse UV curable polymers. Science Advances, 7, eaba4261(2021)
- Jianxiang Cheng, Rong Wang, Zechu Sun, et al., Centrifugal multimaterial 3D printing of multifunctional heterogeneous objects. Nature Communications, 13, 7931 (2022)
- Biao Zhang, Honggeng Li, Jianxiang Cheng, et al., Mechanically Robust and UV-Curable Shape-Memory Polymers for Digital Light Processing Based 4D Printing. Adv. Mater. , 33, 27, 2101298 (2021)
- Xiangnan He, Jianxiang Cheng, Zhenqing Li, et al., Multimaterial Three-Dimensional Printing of Ultraviolet-Curable Ionic Conductive Elastomers with Diverse Polymers for Multifunctional Flexible Electronics. ACS Appl. Mater. Interfaces, 15, 2, 3455-3466(2023)

重庆摩方精密科技股份有限公司

400-998-1966

www.bmftec.cn

bmf@bmftec.cn



关注公众号 了解更多

# 多材料4D打印 解决方案

microCube M150  
 microCube M125

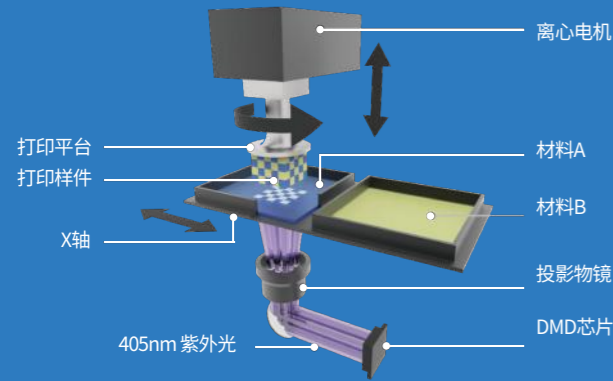


## INTRODUCTION

适用于形状记忆高分子、导电弹性体、弹性体、水凝胶和硬树脂等多材料部件制造的光固化多材料4D打印机

## 设备参数

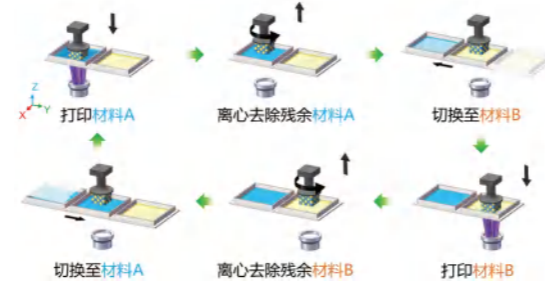
产品型号	M150/M150Pro	M125/M125Pro
光源	UV LED (405 nm)	UV LED (405 nm)
光学精度	25 μm	50/25 μm
同时打印材料数量	1-3种	1-3种
多材料打印形式	面内/层间多材料	面内/层间多材料
最高离心转速	10000 rpm	3000 rpm
打印平台直径	Φ43 mm / Φ56 mm	Φ43 mm
打印样品高度	30 mm	30 mm
系统外形尺寸	950mm(L)×650mm(W)×700mm(H)	450mm(L)×550mm(W)×550mm(H)
重量	100KG	50KG



离心式多材料4D打印示意图

## 技术原理 Technical Principles

采用离心式光固化多材料4D打印技术, 405nm波段UV LED光从下往上投影到功能材料液面使其固化成型, 通过打印平台高速离心去除残液, 来实现更快的多功能材料切换打印, 直至一体化成型得到高复杂度、高精度、多功能、多材料耦合结构产品



离心式多材料4D打印步骤

## FOUR MAJOR FUNCTIONAL FEATURES 四大功能特点

### 1 离心式多材料切换技术

实现高效材料切换和残液去除。离心转速可调, 最高达10000转/分钟, 60秒内即可完成多材料切换, 单次打印多材料切换最大次数高达2500次, 处于业内领先水平

### 3 支持各类高性能的4D打印功能材料

支持粘度在5~5000 cps范围内的硬树脂、弹性体、水凝胶、形状记忆高分子和导电弹性体等4D打印材料及其组合结构多材料4D打印, 满足不同应用领域材料选择

### 2 配套多材料切片软件

自主开发多材料模型切片软件, 支持多种材料在空间任意分布的多材料模型切片, 切片速度最高可达500张/分钟, 实现快速高效切片

### 4 多材料多功能耦合结构一体成型

一体成型高复杂度、高精度、多功能、多材料耦合结构, 支持同时打印3种材料, 实现层内/层间多材料切换, 且多材料层内过渡区尺寸<100微米

## TYPICAL APPLICATION 典型应用

### 柔性电子



(导电弹性体+弹性基底→柔性电子)

### 仿生结构



仿贝壳/龙虾钳结构

### 超材料微型机器人



(硬树脂+韧树脂→超材料移动微型机器人)

### 医学应用



水凝胶+硬树脂增强相→半月板 弹性体+硬树脂→心脏瓣膜 SMP+水凝胶→形状记忆心血管支架

## MATERIAL PARAMETERS 多材料参数

### 硬树脂

	拉伸强度	断裂应变	杨氏模量
RP1	40 MPa	5%	1600 MPa
RP2	25 MPa	16%	1000 MPa
RP3	32 MPa	10%	1300 MPa

### 弹性体

	拉伸强度	断裂应变	杨氏模量
EP1	8 MPa	150%	30 MPa
EP2	8.5 MPa	700%	9.0 MPa
EP3	0.49 MPa	300%	0.38 MPa
EP4	5.0 MPa	700%	0.5 MPa

### 水凝胶

	含水量	断裂应变	杨氏模量	LCST
HG1T	90%	—	—	40 °C
HG2	80%	800%	7 kPa	—

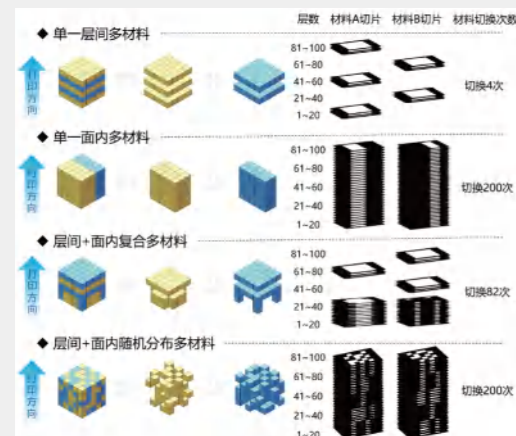
### 形状记忆高分子(SMP)

	拉伸强度	断裂应变	杨氏模量	T <sub>g</sub>	形状回复率
SP1 (25 °C)	16 MPa	250%	300 MPa	62 °C	99%
SP1 (87 °C)	0.3 MPa	400%	0.2 MPa		

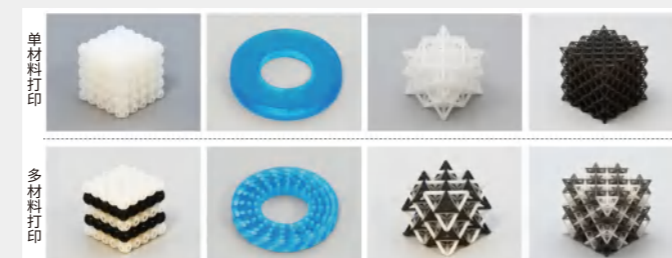
### 导电弹性体

	拉伸强度	断裂应变	杨氏模量	电导率
CE1	0.1 MPa	600%	300 kPa	8.0 x 10 <sup>-4</sup> S/m

### 多材料模型切片示意图



### 单材料与多材料打印样件对比



### 多种材料组合 探索全新可能

- 硬树脂 | 弹性体
- 水凝胶 | 温敏水凝胶
- 硬树脂 | SMP
- SMP | 导电弹性体
- 弹性体 | 导电弹性体
- 弹性体 | 水凝胶