

# 智能化树脂处理装置在3D打印技术中的设计与应用

夏安有 张毅 贾培 宋鑫昊  
西京学院机械工程学院 陕西西安 710123

**摘要:** 本文研究了智能化树脂处理装置在3D打印技术中的设计与应用,特别是针对光固化3D打印中树脂材料处理的挑战,提出了创新设计方案。装置集成了自动搅拌、精确出料及防尘保护等功能,提高了打印效率与材料纯净度。通过科研实验室、工业制造及教育培训等多场景应用分析,验证了其有效性及经济效益。本文为未来3D打印树脂处理自动化技术的发展提供了参考。

**关键词:** 3D打印技术;树脂处理装置;自动化搅拌;多材料储存;防尘设计

## 一、引言

### (一) 研究背景与意义

#### 1. 3D打印技术的发展趋势

近年来,3D打印技术作为先进制造技术的重要分支,其发展速度迅猛,应用领域不断拓展。随着材料科学、计算机科学、机械工程等多学科的交叉融合,3D打印技术不仅在原型设计、产品开发阶段发挥着重要作用,还逐渐渗透到医疗、航空航天、汽车制造、建筑等多个行业<sup>[1]</sup>。特别是随着高精度、高效率、多材料打印技术的不断突破,3D打印技术正逐步从实验室走向生产线,成为推动制造业转型升级的关键力量。

#### 2. 光固化3D打印技术简介

光固化3D打印技术,作为3D打印技术的一种重要类型,以其高精度、高分辨率和快速成型能力而受到广泛关注。光固化3D打印技术原理技术通过紫外光或激光照射光敏树脂材料,使其逐层固化,从而构建出三维实体模型。

#### 3. 树脂材料处理面临的挑战

尽管光固化3D打印技术在多个领域取得了显著进展,但在树脂材料处理方面仍面临诸多挑战。在具体应用中,大多光固化3D打印树脂均呈层式放置会存在诸多问题。首先,树脂材料在未打印时容易混入飞絮、小虫等杂物,影响打印质量。其次,树脂材料在长时间静置后会出现沉淀现象,导致材料不均匀,影响打印精度和成品质量。此外,传统的手动更换树脂材料和搅拌方式不仅增加了操作复杂性和劳动强度,还难以保证材料更换的及时性和搅拌的均匀性,且在抽取更换时易导致上一层树脂槽底部的杂物落入下一层。

### (二) 国内外研究现状

#### 1. 现有树脂处理方法的综述

随着3D打印技术的日益成熟,树脂材料处理方法也经历了从传统的手工操作向自动化、智能化方向的转变<sup>[2-3]</sup>。目前,常见的树脂处理方法主要包括手动搅拌、机械搅拌、以及部分自动化的搅拌系统。手动搅拌方式简单但效率低下,且难以保证搅拌的均匀性;机械搅拌虽然提高了搅拌效率,但仍需人工介入,难以实现完全自动化。近年来,一些先进的树脂处理系统开始引入自动化控制技术,通过程序控制搅拌速度、时间和方向,提高了搅拌的精确性和效率<sup>[4]</sup>。然而,这些系统往往功能单一,难以同时满足多材料储存、自动切换和防尘保护等多元化需求<sup>[5, 6]</sup>。

#### 2. 现有技术的不足

尽管自动化技术在3D打印中的应用取得了显著进展,但在树脂材料处理方面仍存在一些不足。首先,现有的自动化搅拌系统大多功能单一,难以同时满足多材料储存、自动切换和防尘防护等多元化需求。其次,部分系统在材料切换过程中存在效率较低、操作复杂等问题,影响了打印的整体效率。此外,防尘防护措施不足也容易导致树脂材料污染,影响打印质量。

### (三) 装置研究创新点

针对上述不足,本研究设计的智能化树脂处理装置在多个方面展现出显著的创新性。首先,装置通过集成多材料储存功能,实现了三种不同类型树脂的同时储存与快速切换,极大地提高了3D打印作业的灵活性和效率。其次,独特的自动搅拌机制通过转盘旋转带动搅拌杆运动,有效解决了树脂静置沉淀的问题,确保了树

脂材料的均匀性，减少了人工干预。此外，防尘网与便拆组件的结合设计，不仅有效防止了外界杂物进入树脂储槽，还简化了防尘网的清理过程，提升了设备的维护便捷性。

## 二、智能自动化树脂处理装置设计

### (一) 总体设计思路

智能自动化树脂处理装置主要由以下几个功能模块组成：

**出料机构模块：**该模块包括电机、转盘、储料槽、出料孔和搅拌杆等关键部件。电机驱动转盘旋转，实现不同储料槽之间的切换和树脂材料的出料；搅拌杆随转盘旋转，对树脂材料进行自动搅拌，确保材料的均匀性。

**防尘网与便拆组件模块：**防尘网用于阻挡飞絮、小虫等杂物进入储料槽，保持树脂材料的纯净度；便拆组件设计使得防尘网能够快速安装和拆卸，方便用户进行清理和维护。

**控制系统模块：**该模块负责整个装置的运行控制，包括电机的启停、转盘的旋转速度、搅拌杆的搅拌力度等参数的设定和调整。通过集成智能算法，实现树脂材料的自动选择和出料，提高操作的智能化水平。

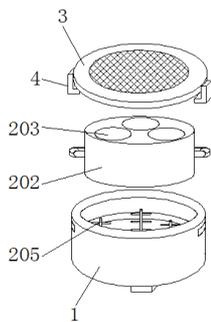


图1 智能自动化树脂处理装置爆炸立体结构示意图

图中：1、安装座；2、出料机构；202、转盘；203、储料槽；205、开口；3、防尘网；4、便拆组件。

通过上述功能模块的划分和协同工作，设计了如图1的智能自动化树脂处理装置，该装置能够实现树脂材料的自动搅拌、多材料储存切换及防尘防护等功能，显著提升3D打印过程的效率与材料质量。

### (二) 出料机构设计

#### 1. 电机与转盘结构描述

在智能自动化树脂处理装置的出料机构设计中，电机作为核心驱动部件，其选择至关重要。本设计采用了高精度、低噪音的直流伺服电机，电机的输出轴直接固定连接于转盘的轴心，确保动力传输的直接性和高效性。

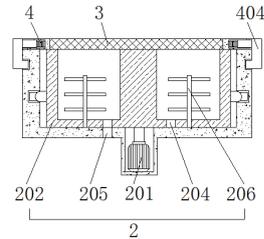


图2 智能自动化树脂处理装置结构剖视图

图中：2、出料机构；201、电机；202、转盘；203、储料槽；204、出料孔；205、开口；206、搅拌杆；3、防尘网；4、便拆组件；404、卡杆。

转盘采用优质不锈钢材料制成，具有耐腐蚀、易清洁的特性。如图2，转盘设计为圆柱体形，其内部结构经过精密加工，以确保储料槽和出料孔的精确布局。转盘底部设有加强筋，以提高其承载能力和结构稳定性。转盘通过两侧的滑轮在安装座内壁的圆形槽内滑动，这种设计不仅减少了转盘旋转时的摩擦阻力，还保证了旋转的平稳性和准确性。

#### 2. 储料槽与出料孔布局

为了满足多种树脂材料的分类储存需求，转盘上等距离环绕分布了三个储料槽。每个储料槽均设计为独立的密封空间，以防止不同树脂材料之间的交叉污染。储料槽的容积根据实际需求进行优化设计，以确保在打印过程中能够持续稳定地供料。

如图2，在储料槽的底部，均开设有一个出料孔，用于树脂材料的排出。出料孔的位置与电机的输出轴中心等距离环绕分布，确保在转盘旋转时，能够精确地将所需树脂材料的储料槽旋转至开口处，实现树脂材料的自动切换和出料。出料孔内部设有精密的阀门控制机构，以实现对外出料速度和流量的精确控制。

#### 3. 搅拌杆设计与工作原理

搅拌杆是实现树脂材料自动搅拌的关键部件。如图2的设计中，三个搅拌杆分别固定安装在安装座的顶部，其顶部延伸至对应的储料槽内部，并与储料槽内壁转动安装。搅拌杆采用轻质高强度的材料制成，以减少旋转时的惯性力，提高搅拌效率。

搅拌杆的设计充分考虑了树脂材料的特性和搅拌效果的需求。搅拌杆的形状和布局经过优化，以确保在转盘旋转时，能够充分搅动储料槽内的树脂材料，避免静置沉淀导致材料不均匀性。搅拌杆上设有多个搅拌叶片，这些叶片在旋转过程中产生强烈的剪切力和涡流效应，促进树脂材料的混合和均匀化。

### (三) 防尘网与便拆组件设计

#### 1. 防尘网的作用与材料选择

防尘网在智能化树脂处理装置中扮演着至关重要的角色，其主要作用是防止外部环境中的飞絮、尘埃、小虫等杂物进入树脂材料容器中，从而保证树脂材料的纯净度和打印质量。为了实现这一目标，防尘网的设计需综合考虑过滤效率、耐用性、化学稳定性和易清洁性。

在本设计中，防尘网采用了高精度的不锈钢网眼材料，该材料不仅具有优异的过滤性能，能够有效阻挡微小颗粒物的进入，还具备优良的耐腐蚀性和机械强度，能够在恶劣的工作环境中长时间稳定运行。

#### 2. 便拆组件的结构设计

便拆组件的设计旨在实现防尘网的快速安装和拆卸，以方便用户进行定期清理和维护。该组件通过精巧的机械结构设计，实现了防尘网与安装座之间的牢固连接和便捷分离。

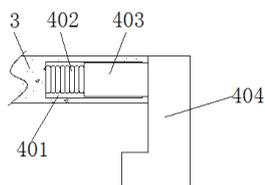


图3 便拆组件结构示意图

图中：4、便拆组件；401、容纳腔；402、弹簧；403、滑块；404、卡杆。

具体地如图3，便拆组件由容纳腔、弹簧、滑块和卡杆等部件组成。防尘网的左右两侧分别设置有容纳腔，这些容纳腔内部安装有弹簧和滑块。当防尘网被正确放置在安装座上时，滑块在弹簧的弹力作用下被推入容纳腔的深处，并通过固定连接与防尘网形成一体。此时，滑块另一侧的卡杆（呈L型结构）会自然弹出，与安装座两侧开设的卡槽相匹配，实现防尘网的稳固安装。

当用户需要拆卸防尘网进行清理时，只需轻轻按压卡杆，使其从卡槽中脱离，并同时向外拉动防尘网。整个拆卸过程简单快捷，无需使用任何工具，极大地提高了操作的便利性和效率。

### 三、经济效益分析

随着智能化树脂处理装置在3D打印技术中的不

断成熟和优化，其应用范围也日益广泛<sup>[7]</sup>。

在科研实验室中及工业制造领域，智能化树脂处理装置展现出了极高的应用价值。智能化树脂处理装置通过其多材料储存切换和自动搅拌功能，大大简化了操作流程，提高了实验效率，同时保证了树脂材料的纯净度和一致性，为科研人员提供了可靠的实验支持。此外，该装置在企业经过一段时间的试运行，其生产效率提高了约20%，同时产品不良率降低了15%，为企业带来了显著的经济效益。

### 结论

通过对智能化树脂处理装置设计应用，得出以下结论：首先，装置的材料切换效率显著提升，相比传统手动更换方式，时间成本降低了约50%，显著提高了生产效率。其次，自动搅拌机制对树脂材料的搅拌效果良好，搅拌后的树脂均匀度达到了预期标准，确保了打印质量的稳定性。最后，防尘网的设计有效阻止了外界杂物的进入，防尘效果经过多次测试均达到优良水平，保障了树脂材料的纯净度。该装置的应用具有显著的经济效益。

### 参考文献

- [1] 李文竹, 张勇, 李策. 3D打印技术的研究现状与发展趋势综述[J]. 数码世界, 2020, (05): 6.
- [2] 王强, 李明. 自动化技术在3D打印材料处理中的应用进展[J]. 自动化技术与应用, 2022, 41(7): 1-6.
- [3] 李华, 刘涛. 树脂材料在3D打印中的应用与性能优化[J]. 材料导报, 2018, 32(S1): 446-450.
- [4] 张敏, 李晓辉. 3D打印中树脂材料处理的自动化技术研究[J]. 制造业自动化, 2017, 39(9): 43-46.
- [5] 刘洋, 李伟. 智能树脂储存与搅拌系统的设计与实现[J]. 机电工程技术, 2021, 50(2): 38-41.
- [6] 王浩宇. 基于DLP技术的光固化3D打印设备的设计与实现[J]. 电子元器件与信息技术, 2024, 8(06): 207-210. DOI: 10.19772/j.cnki.2096-4455.2024.6.063.
- [7] 王广春. 3D打印技术及应用实例[M]. 机械工业出版社: 2016.11.206.