

从废弃物到可持续设计：小麦秸秆 3D 打印材料的创新应用

● 张 峰



[摘要] 当下,由于我国小麦秸秆得不到有效的开发利用,导致了日益严重的环境问题。本项目通过研究现有小麦秸秆处理方法,并采用加压处理以及混合不同粘合剂的方法进行测试,将小麦秸秆转化为可用于 3D 打印和家具制造的新材料。这一过程不仅减少了对环境的影响,还为小麦秸秆的高效利用提供了新途径,也展示了小麦秸秆可持续设计的实践潜力。

[关键词] 可持续设计;3D 打印;材料创新

小麦秸秆是农业生产中的重要副产品,但其传统处理方式多为直接焚烧,既浪费了自然资源,又对环境造成了严重污染。随着可持续设计理念的发展,将废弃的小麦秸秆转化为可利用的材料就成为一种有价值的研究方向。通过多种加工技术,小麦秸秆能够被加工成 3D 打印材料,这些材料不仅环保、低成本,而且具有可再生性。这些特性使得小麦秸秆在多个领域的应用成为可能,包括家居用品、建筑材料、教育工具以及生物医药等。这种材料的开发不仅减少了秸秆废弃物,也为现代设计提供了更多的可能性。在可持续设计的框架下,利用小麦秸秆开发 3D 打印材料不仅有助于实现废弃小麦秸秆的高效利用,还能减少传统工业材料对环境的依赖。这种转变不仅推动了设计理念的创新,更对全球范围内的绿色经济发展产生了积极影响。

Q 研究方向

本研究以小麦秸秆为切入点,重点探索以下方向。(1) 可持续材料设计。分析小麦秸秆在低碳、环保材料中的潜在价值,探索其废弃小麦秸秆对未来材料创新的启发。(2) 3D 打印技术应用。研究小麦秸秆在 3D 打印材料中的适配性,为数字制造技术提供新的可持续材料解决方案。(3) 多功能性开发。结合材料加工工艺,探索小麦秸秆在家具设计及其他领域的多样化应用。

Q 研究说明

随着全球人口的不断增长,地球面临的负担日益加重,这使许多设计师在应对环境变化时提出新的设计理念,如可

持续设计和环境设计等理念,而这些理念通常通过改变材料的使用方式来实现。这使人们需要关注可持续性,并平衡其三大支柱:经济、环境和社会,同时需要重新思考生活中可以利用的资源,以及不当处理这些材料可能对地球造成的负面影响。小麦作为全球最重要的农作物之一,不仅可供食用,也被用来制作动物饲料,其副产品占全球食品供应的约 21%,这使小麦秸秆成为了一种重要的基础材料。

《激进物质:重思可持续未来的材料》一书提出了推动材料和设计过程边界的颠覆性方式,旨在超越传统的“可持续设计”概念,创造出对环境、社会和经济都能产生积极影响的全面设计、生产和消费系统,而这一进程中的材料创新将是实现可持续目标的关键因素。

Q 研究方法

项目通过重新设计和再利用天然的麦秸,改变人们对麦秸的态度和观念,这是因为麦秸现在常被随意搁置和处理,而如果提升麦秸的商业价值,就可以激励人们进行正常回收,减少燃烧和其他不正当处理的情况。考虑到麦秸易获得,价格低廉,产量大并且产品的原料甘蔗渣具有良好的耐热、抗压、高温不变、防水防油等特性,收集的麦秸可起到承压作用,并且是一种无毒、绿色环保的材料,符合可持续设计理念。因为产品的原材料均为天然植物,并且生产过程中不排放废气,从原材料选择到模压成型等各个环节,无废气废水或废渣产生,破碎后可直接再利用,所以这更加确定了小麦秸秆的绿色环保性质。

在麦秸的这些特性中分析发现,麦秸可以通过物理挤压

和变形制造成材料板，从而实现麦秸的简单化利用。因此，本研究提出的方法是：首先通过物理方法，如加热、浸泡、弯曲等，测试麦秸的特性，寻找制造家具或打印材料的最佳参数。其次通过不同方向、不同角度将麦秸固定成不同的形状，测试这些不同组别的抗压能力。再次剪裁麦秸板，测试在分组后个别麦秸片是否仍然具有可塑性，并保留其原有特性。最后记录测试过程中发现的特殊用途，探索其他实验途径和整合材料的可能性。麦秸板用于制作家具模型，剪裁后模拟 3D 打印过程如图 1 所示，继续制作模型并识别出其可能的使用方式。

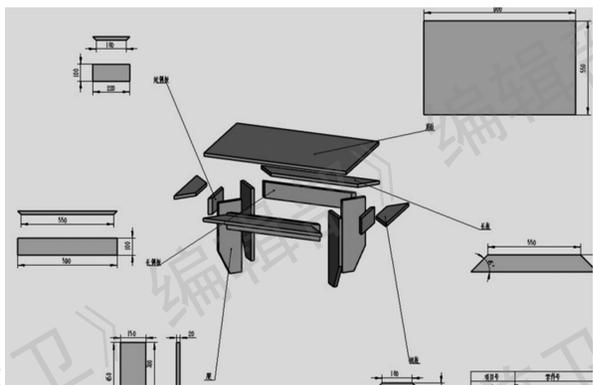


图 1 运用 3D 打印技术裁剪麦秸板家具模型

Q 案例研究

小麦秸秆材料在 3D 打印技术的应用中，不仅实现了材料的循环利用，还为艺术设计提供了全新的表现形式。通过将 3D 打印技术与网印工艺结合，可以在麦秸材料表面制作出精美的图案，赋予其更多功能性和美学价值。这种创新方法已在多个领域展现出显著的优势。

通过 3D 打印技术，设计师能够在麦秸材料上灵活定制复杂的纹理或图案，例如在家具面板、室内装饰板上印刷自然风格的纹样。这些图案不仅提升了产品的装饰性，还可以根据应用场景加入功能性设计，如指示标识、信息标签或触感增强区域，使材料在实用性上更具竞争力。

在麦秸材料的表面印刷图案，可以通过网印工艺实现高精度的细节呈现。这种技术优势在以下方面尤为突出：第一，在装饰艺术方面，打印出的图案可以为家居装饰、文创产品以及其他产品增加视觉吸引力，满足消费者对个性化设计的需求。第二，在教育用途方面，网印技术可以帮助打印出直观的示意图或教学信息，能够让材料更加直观和易用。

结合 3D 打印与网印技术，不仅拓展了麦秸材料的应用范围，还体现了艺术设计与环保材料的深度融合。这种创新使麦秸从废弃物转化为高价值设计材料，为家居、装饰和教育等领域注入了更多的创造力。同时，这一技术还降低

了生产成本，减少了对传统木材资源的依赖，助力绿色经济发展，可以更好地应用于商业方向。

还有一些团队采用小麦秸秆材料制作拼插式教学教具，通过 3D 打印生成形状复杂但结构轻便的模块。这些模块可反复组装，既增加了教学的趣味性，也展示了材料的弹性和耐用性。与传统塑料教具相比，小麦秸秆材料降低了成本，同时减少了对环境的影响，也就可以进行大规模的教育方面的应用，这种应用不仅展现了小麦秸秆材料在教育设计中的功能性，还能通过推广环保材料发挥实际应用效果。

综上所述，3D 打印与网印工艺在麦秸材料上的应用，为现代设计提供了新的灵感来源，既优化了材料性能发挥材料的特性，也提升了产品的艺术和功能价值，发挥了可持续设计的创新潜力。

Q 实践工作过程

（一）编织小麦秸秆板

先将收集的小麦秸秆进行分组，通过旋转、扭曲和重新排列秸秆的位置，重构其整体结构，形成具有可折叠、可重复使用和可变形特性的麦秸板。这种特性为麦秸板的应用提供了更多的可能性，例如用作垃圾桶、储物袋或坐垫等简单家具。因为麦秸板在堆叠时具有一定弹性，所以这可以为坐垫等产品提供舒适的使用体验，而作为储物袋或垃圾桶，其刚性和弹性结合的特性使容量变化直观可见，具有视觉和实用双重效果。然而，麦秸板相比传统木材或金属材料强度较低，在重压下容易破裂或变形，因此不适合作为高负荷家具的主要材料。在实验中还发现尽管小麦秸秆板适合简单的切割和激光加工，但其纤维结构不足以支撑 3D 打印过程中所需的高温、高压和精确形状，所以目前不建议直接用于 3D 打印。

（二）面团状小麦秸秆

还可以通过另一种更直观的方法来转化小麦秸秆：首先将收集的小麦秸秆在阳光下或通风良好的地方晒干直到完全干燥，使用墙壁破碎机将小麦秸秆粉碎并加入部分粘合剂，彻底混合两者。加水，将其混制成面团特点的材料，最后用不同的粘合剂测试材料的特性。然后选择使用三种比较常见的粘合剂——玉米淀粉、马铃薯淀粉和水进行初步实验，玉米淀粉和马铃薯淀粉是常见的原料，可以很容易与小麦秸秆混合，混合后形成光滑、柔软的面团结构。水也可以作为粘合剂，虽然它可能没有其他粘合剂提供的强度和稳定性，通过加入粘合剂，或者等待水分蒸发，可以得到一种既有面团柔软性又有小麦秸秆刚性的面团状材料。

随着粘合剂的逐步加入，小麦秸秆材料的特性发生了变化，从最初的硬度逐渐变软，且开始具有弹性。可以进行个性化定制的设计，通过选择不同的粘合剂剂量来控制材料的

特性，以适应打印所需的材料。这也可以控制打印材料的重量，如果需要更坚固、更硬的材料，可以增加粘合剂和小麦秸秆的比例，并减少水的比例。

(三) 小麦纸

将小麦秸秆转化为打印或是设计的基础材料。方法如下：通过加热、蒸煮处理使小麦秸秆变软，使其可以弯曲，然后继续在高温下熨烫小麦秸秆，使其平整，然后去除曲面和不平整的部分。使用胶水将小麦秸秆的展开表面粘合在一起，形成新的平整小麦秸秆板。继续叠加或压缩它，可以赋予小麦秸秆板材中密度纤维板的特性，当其韧性达到一定水平时，可以将其切割成3D打印材料(如图2所示)，利用小麦秸秆纸的转化，运用3D打印裁成花鸟山水等图案，既弘扬传统文化，也可以将成本控制最低，当然这种图案制作的方法也可用于家具制作，可以同时保留小麦秸秆本身的纹理。



图2 3D打印下小麦秸秆的转换利用

(四) 实验成果

实验通过对小麦秸秆材料的物理性能和加工适配性的测试，验证了其在产品设计和3D打印材料创新领域的潜力。实验结果表明，经过高温蒸煮和机械压制的小麦秸秆复合材料在强度、韧性和环保性能上达到了预期标准，能够替代传统木材和塑料材料。基于这些特性，小麦秸秆材料可广泛应用于3D打印产品的造型设计中，其纤维结构不仅提升了打印过程中的支撑性能，还允许复杂结构和形态的实现，为创意设计提供更多可能性。并且在家具设计的应用转化上，小麦秸秆材料表现出较高的抗压强度和耐用性，能够满足桌椅、柜体等家居产品的性能需求。同时，其天然的可塑性与低甲醛排放特性，使其适合打造环保主题的家具设计，而通过优化材料的纹理和色彩处理，还可以提升产品的视觉和触觉体验，满足高端定制化设计需求。

未来，随着3D打印技术和可持续设计理念的深度融合，小麦秸秆材料可进一步应用于模块化家具和可降解包装设计等领域。利用其独特的生态属性，设计师可以在产品研发阶段融入环保与功能性兼备的创新思维，推动材料创新与设计创新协同发展，从而实现生态材料的广泛商业化应用。

Q 结束语

本研究验证了小麦秸秆在3D打印材料中的潜力，但在实际应用中仍有许多值得探索的方向，例如：优化秸秆材料的加工工艺，提高其强度和适配性；扩展其在模块化设计与生物降解材料中的应用；融合智能制造技术，提升生态材料的数字化制造水平等方面。

在设计过程中，根据小麦秸秆的特性，可将它与中密度纤维板(MDF)联系在一起，压缩成板材，用来制造不同的产品、家具。但即便如此，在实际应用中，仍存在很多限制因素。如果能将小麦秸秆做成类PLA的结构，就可以直接用这种材料进行3D打印，根据实验，这是可行的，因为小麦秸秆含有有机物质和纤维素，只要能提取这些有机物并加以融合，可以做成类似PLA的物质。如果从原始状态开始利用，就不必担心它可能对环境产生的影响，因为它最终会降解，真正符合设计行业可持续发展的要求。

参考文献

- [1]李世鑫.麦秸-再生木刨花复合板的制备及性能研究[D].北京:北京林业大学,2022.
- [2]李岩,龙昱,郝潞岑,等.3D打印纤维增强复合材料力学性能研究进展[J].力学季刊,2022,43(04):731-750.
- [3]王超,陈继飞,冯韬,等.3D打印技术发展及其耗材应用进展[J].中国铸造装备与技术,2021,56(06):38-44.
- [4]杨智杰.3D打印制备纤维素功能复合材料及其性能[D].成都:西南交通大学,2021.
- [5]李武昌.农作物秸秆综合利用的现状与对策研究[J].农机使用与维修,2016(07):90-92.
- [6]张莉莉.推进秸秆综合利用助力大气污染防治攻坚[J].环境与发展,2020,32(12):52-53,56.

作者简介:

张峰(2001—),男,汉族,山东泰安人,硕士,华南理工大学继续教育学院,研究方向:可持续设计、包容性设计。