

浅谈 3D 打印技术在测绘领域中的应用

安家猛

深圳市中诚慧达科技有限公司 深圳 518052

摘要：3D 打印技术是一种近年来迅速发展的先进制造技术。它通过数控技术，将数字模型数据切片后逐层累加，由设备进行材料加热、喷射等等操作，最终实现三维实物对象的制作。在测绘领域，体积和形状非常复杂的地物往往难以用传统手工制作方法完成，而使用 3D 打印技术可以快速准确地制作出相应的地物模型。立体地图制作是 3D 打印技术在测绘领域最常见而且非常实用的一个应用方向，通过 3D 打印技术，可以将地图上各种地貌、建筑、道路等特征真实再现，对于城市规划、旅游推广等具有重要意义。

关键词：3D 打印技术；测绘；应用

引言：

3D 打印技术具有将数字三维模型转化为实体三维模型的能力，在模型制作方面实现了前所未有的快速精准性，与只依靠电子设备实现可视化的 3D 模型不同，3D 打印技术使实物模型具有真实的立体感，可以直观的展示底层数据并更好地应用于各行业。在军事领域，3D 打印技术已经被广泛应用，比如，通过打印出精确的模拟器材材料实现飞行模拟器等训练工具；利用 3D 打印技术生产替代器材，提高作战效率等。在服装行业中，3D 打印技术帮助设计人员更好地展示设计理念，同时在定制服装方面也拓展了新的想象空间。在教育领域，3D 打印技术也被广泛应用于模型制作，例如制作校园地图、建筑模型等，同时也为学生提供了更多展示创意和设计能力的平台。在测绘行业中，3D 打印技术为立体地图、地形可视化分析、GIS 测绘沙盘的制作提供了极大的便利，在 GIS 测绘沙盘方面，我们可以通过快捷、精准、实用的方式构建立体沙盘，从而提高地理数据展示、地形分析和应急决策能力。与此同时，文物修复也是 3D 打印技术在测绘领域的一个非常重要的应用方向。

一、3D 打印技术

3D 打印技术的确是一项高精度、高效率、灵活性强的制造技术，可以将数字模型完美地转化为实体模型，并且具有广泛的应用前景，除了在测绘领域，它还广泛的应用于航空、汽车、医疗、科学等不同领域。随着 3D 打印技术的不断发展，它将会在更多领域中得到广泛应用，并为人们创造出更多新奇的产品和服务，推动社会的进步和发展 [1]。3D 打印技术在建造模型时存在多方面误差，主要是因为数字建模的精度和三维扫描逆向工程中存在的测量误差，即使使用高质量的三维软件进行建模，也可能会出现一些不可避免的误差。其中最常见造型误差是指实体模型与理想模型之间的偏差，特别是通过三维扫描逆向工程将扫描数据转换成模型时，容易造成 STL 数据精度不足，只能实现一阶近似，从而导致模型精度下降。随着计算机软件处理水平的提高，这些误差可以被进一步减少，但是无法完全消除，因此，在设计和制造过程中需要考虑到这些误差因素，并采取相应的措施来最小化它们对生产过程的影响。

相比传统手工制作模型的工艺，3D 打印技术可以轻松制造手工无法制作的复杂的三维模型，并保证其精度。例如，在立体地图制作方面，传统的二维地图无法直观地反映地貌和地形变化，而 3D 打印技术可以根据真实地图数据打印出真实的山水景色，使得用户能够更加清晰地了解和认知地貌信息。在房屋模型制作方面，对于建筑师而言，3D 打印技术可以帮助其在初步设计阶段快速制作出具有高度还原度和逼真感的房屋模型，减少了制作所需的时间和费用，并使得问题和需求得到更好的展示和交流。在地形沙盘方面，通过 3D 打印技术可根据真实地形数据制作出真实比例的地形模型，帮助使用者更加准确直观地了解地貌信息，此外，3D 打印技术还可以用于教学应用中，提高学生对地理和测绘科学的理解和感知。教师可以使用 3D 打印技术制作出学科相关的立体模型，让学生在视觉和触觉上都能更加直观地认识这些抽象概念，同时，在紧急救援场景中，3D 打印技术也可以通过 3D 打印某特定地区的三维模型，使得救援工作人员在执行任务时能够清楚直观了解地形地貌环境。

二、3D 打印及其行业技术优势

1. 3D 打印的基本原理

3D 打印技术基于计算机辅助设计 (CAD) 模型, 通过逐层叠加成形的的方式制造真实物体, 它需要一台 3D 打印机、打印材料和一个数字 3D 模型, 然后将模型上传到打印机中进行切片处理, 生成一系列分层的工作路径, 打印机按照这些路径依次喷涂或堆积材料, 逐层叠加成为完整的三维对象 [2]。在打印过程中, 打印机根据需求选用不同的材料, 如塑料、金属等, 并先将其融化或软化成适宜的状态, 再把其沿着预设的路径精确地喷涂、聚合或切割成所需的形状, 整个过程可以比作在二维平面上一层层画图, 最后将这些图层叠加起来, 成为造物的整体。

2. 3D 打印的技术优势

3D 打印技术具有诸多优势:

可以实现快速制造。相比传统加工方式, 3D 打印不需要模具、切削和其他复杂的工艺流程, 从设计到成品制造可以大大缩短时间, 提高生产效率。

提高生产效率。采用 3D 打印技术生产可减少垃圾和浪费, 并降低了原材料和能源的消耗。此外, 由于 3D 打印能够直接在数字模型上进行打印, 可以大幅度减少中间环节和人工干预, 降低了生产成本和制造过程中可能出现的错误。

实现个性化定制和小批量生产。3D 打印技术可以根据用户需求直接制造出所需要的产品, 为制造业带来了更高的灵活性和自适应性, 可以大大缩短从概念设计到市场上推出新产品的周期, 也可以满足客户的个性化需求。

制造复杂结构和精度较高的部件。传统的生产加工方式可能无法成功制造很复杂的零部件, 而 3D 打印技术可以通过逐层堆积和喷涂等方式实现复杂的部件特征, 同时, 3D 打印技术也能够做到制造精度较高的部件。

总之, 3D 打印技术是一种快速、灵活、便捷且高效的制造方式, 尤其在特定领域如医疗、航空航天、工程和艺术等方面, 更是发挥着巨大的作用。

三、3D 打印在测绘领域中的应用

1. 立体地图制作

立体地图制作与传统纸质地图相比, 有着更加生动、直观、丰富的特点。首先, 立体地图不仅展示了地形高度、交通网线路等基础信息, 而且能够非常准确地呈现建筑物、标志性景点、河流山脉等自然和人文景观, 让人们对整个地理环境和城市布局更加清晰具体。其次, 立体地图能够提供多个角度视角, 在不同方位、高度和位置上呈现目标区域的全貌, 从而使人们更好地了解周围环境和地形变化, 提高导航、旅游指引、教学演示等

方面的效率和质量 [3]。此外, 随着数字技术的飞速发展, 现代立体地图已经成为一个开放式平台, 其中包含着大量的数据和互动功能。例如 Google Earth 和百度地球, 用户可以通过浏览、搜索、添加和编辑数据来发掘更多关于地理信息的细节, 并分享到社区中, 实现信息共享和互动, 这样, 立体地图不仅为人们提供了一种新的感知城市、认识世界的方式, 而且也成为发现和创新的理想载体和平台。

立体地图不仅为人们提供了新的感知城市、认识世界的方式, 同时也为各种机构提供了实际的模拟环境模型。通过利用立体地图制作相关场景模型, 将建筑物、设施等要素进行再现, 并与实地数据精细结合, 能够帮助机构更准确地了解在复杂多变的情况下场景运行的机理和参数, 从而为方案的制定提供技术支持。例如, 利用立体地图模拟天气、塌方、洪水等自然灾害的情况, 可以深入掌握灾害发生后可能出现的影响和应对措施, 提高救援效率和预警等级; 在社区规划中, 可以利用立体地图来模拟建筑布局以及交通配套服务, 为后续建筑设计和城市规划提供重要参考。此外, 立体地图还可应用于建筑工程模拟、机器人导航、智慧城市平台等领域, 为科学高效的计划决策提供强有力的技术支撑。通过这些应用分析可以看出, 立体地图正成为一个重要的信息化工具, 有着广阔的应用前景和发展空间, 它将在促进城市管理 with 规划工作中发挥越来越重要的作用。

2. 房屋模型制作

房屋模型制作是 3D 打印一项非常重要的应用之一。利用 3D 打印技术可以快速、高效地制作建筑物的精细模型, 将纸质或电脑制图转化为实体模型, 使人们能够直观、真实地了解设计方案的空间结构、外观形态和内部布局, 从而提高建筑设计和施工的可视化程度, 降低后期修改和整改成本, 同时, 这些房屋模型可以被广泛应用于许多领域, 如市政管理、社区规划、教育研究等。在城市规划和环境建设中, 3D 打印能够帮助相关部门更准确地评估设计方案, 考虑各种因素 (如交通组织、供水、排水、环境卫生等), 优化不同功能区域的设置, 以达到优化整个城市空间的目标, 有效预防问题的出现。随着智慧城市建设的深入推进, 3D 打印技术也将增强对城市管理的作用, 例如利用 3D 打印技术打印街道、公园等小型建筑结构物件, 以此来进行可持续环保的游乐厅、花园拓展建设等等。此外, 在交通与安全管理中, 3D 打印技术也有着广泛的应用, 警方可以利用 3D 打印技术制作精细的交通事故现场模型, 掌握每个物体的相对空间位置, 进而了解过程的真实性质和影响因素, 从而为后期调查提供准确有力的证据。在建筑会议中, 设计师和

施工技工结合使用 3D 打印技术制造出详细模型，以认真审视各种概念和可能的问题，并共享他们与此相关的疑问和想法，以保证建筑整体的质量。

3. 地形沙盘

地形沙盘，又称为三维立体沙盘或数字地形模型，是一种利用先进的 3D 打印技术、数学计算和计算机辅助设计制作出来的仿真地形模型，它是一个以特定比例缩小的三维地图，能够精确展示地貌特征、地形地貌、人文风景等自然与人文要素，地形沙盘被广泛应用于许多领域，如城市规划与建设、军事战略规划、水资源管理与控制、野外考察与实验等。在城市规划中，利用地形沙盘可以清晰展现城市基础设施及未来规划，帮助决策者更好地理解规划设计，并进行必要的调整和补充，提高规划质量和效率 [4]。在军事战略规划和军事模拟演练中，利用地形沙盘可以帮助指挥员深入研究战场地形条件和地形影响因素，从而制定出相应的作战方案和指令，提高战术效果。在水资源管理中，地形沙盘不仅可以描绘河流水位变化情况，更可以模拟暴雨洪水、野火和地震灾害等各种情境下的气象变化，为相关管理者提供科学、合理的方案。此外，地形沙盘还被广泛应用于地理研究和教育领域，在地理研究中，利用地形沙盘可以反映地质构造、地貌演化和自然生态环境等地理现象，进一步加深人们对地球、世界和宇宙的认识和理解。在教育领域，地形沙盘是一种全新的授课模式，能够帮助学生更深入具体地理实践，并促进他们的创意与思维缜

密度。

4. 教学应用

3D 打印可以为教学提供更加直观的模型和工具，以改善传统教学中抽象概念难以理解、想象力受限等问题。以下是 3D 打印在教学中提供的其他直观模型和工具：

传统的测量教育主要依靠教师讲解和 PPT 的结合，虽然能够传递一些基本概念和原理，但在教学任务中，相当一部分知识点都是关于测量仪器的结构、分类、使用等方面的内容，而这些知识点往往比较复杂，不太容易通过文字、图片或 2D 图示来准确地描述和展现，因此，加入 3D 打印技术可以更好地解决这个问题。通过制作 3D 打印模型，生动形象地展现出测量仪器的内部结构、外部形态和功能特点，学生们可以亲身触摸、拆解、组装这些 3D 打印模型，深入了解仪器的工作原理、测量方式以及操作流程等细节，这样不仅可以帮助学生更好地掌握相关知识，也会增强他们的实践操作能力和团队协作能力，有利于提高其应用能力和解决实际问题的能力。此外，通过 3D 打印技术可开发出交互式测量仪器操作模拟软件，学生能够在虚拟环境下进行真实场景的模拟测量实践，通过对测量的分析和整理，可以收集并记录下数据，更好地认识仪器操作与实际场景环境间的交互关系，这样的软件为学生提供了更具体、更直观的实践体验，提高了教学效果。3D 打印技术的应用在测量教育方面提供了更加生动、直观、具体的表达方式，能够帮助学生更好地掌握相关知识和技能，培养其解决问题的能力。

结束语

本文对 3D 打印技术在测绘领域的四个方面进行了应用分析：立体地图制作、房屋模型制作、地形沙盘及教学应用。通过建立各类立体模型并进行 3D 打印从理论应用到实践，为后续 3D 打印的研究提供了支持，3D 打印技术在测绘领域的应用将为测绘专业技术及产品创新带来新的发展。

参考文献

[1] 张悦,陶茜兰,黄楷森.3D 打印技术在心血管领域中的应用张悦~1,陶茜兰~1,黄楷森~2[J]. 心血管康复医学杂志,2022,31(06):739-742.
 [2] 吴强收. 3D 打印技术在航空航天领域中的应用[C]// 中国科协航空发动机产学研联合体,中国空天动力

联合会,中国航空学会,中国工程热物理学会,中国力学学会. 第五届空天动力联合会议暨中国航天第三专业信息网第 41 届技术交流会论文集(第四册). 第五届空天动力联合会议暨中国航天第三专业信息网第 41 届技术交流会论文集(第四册),2020:38-42.DOI:10.26914/c.cnkihy.

2020.042086.

[3] 沈晓伟.3D 打印技术在机械设计制造领域中的应用[J]. 中国新技术新产品,2020(11):20-21.DOI:10.13612/j.cnki.cntp.2020.11.010.

[4] 姚路,胡培鑫,刘武,吕启涛,聂子林,何正娣.3D 打印技术在牙科制造领域中的应用及未来[J]. 中国组织工程研究,2020,24(04):637-642.