

编号:

哈尔滨工业大学

大一年度项目立项报告

项目名称: 基于航拍技术的校园数字沙盘模型系统建构

项目负责人: 邓旭航 学号: 1190500317

联系电话: 电子邮箱:

专业集群: 智慧人居环境与智能交通 辅导员: 程郡

指导教师: 董宇 职称: 副教授

联系电话: 电子邮箱:

院系及专业: 建筑学院建筑学专业

哈尔滨工业大学基础学部制表
填表日期: 2019 年 10 月 21 日

一、项目团队成员

姓名	性别	所在专业集群	学号	联系电话	本人签字
邓旭航	男	智慧人居环境与智能交通	1190500317		
周子贻	男	智慧人居环境与智能交通	1190500315		
常晓阳	男	智慧人居环境与智能交通	1190500314		
叶柯	男	智慧人居环境与智能交通	1190500306		

二、指导教师意见

签 名：_____	
年 月 日	

三、项目专家组意见

批准经费：_____元	组长签名：_____（学部盖章）
年 月 日	

四、立项报告

（一）立项背景

1.1 立项背景：

国外以及国内相关技术背景：在国外，无人机倾斜摄影技术的应用已有较长时间，且国外公司（如 Acute3D）已开发了大量相关数据建模软件（如 Smart3Dcapture、ContextCaptuer Master）来对无人机所得数据进行自动处理，以快速得到 3D 模型。在面世的时间远短于其他测绘技术的情况下，该类技术在国外应用已取得了较大成效；在相关行业的调查与测绘中用来进行倾斜摄影技术取得数据的无人机具有机动、灵活、快速经济的优点，它颠覆了以往正摄影像只能从垂直角度拍摄的局限，通过在同一飞行平台上搭载多台传感器，同时从一个垂直、四个倾斜等五个不同的角度采集影像^[1]，且可以设置自动航线来减轻测绘人员负担，通过多航次摄影来减小数据误差。该自动化程度较高的测绘方法在矿产，林业，建筑物保护以及地形检测方面已被大量使用。而在国内，该技术于 2010 年被引进后便活跃于国内多个领域，在林业保护，矿业勘测，古建筑保护，城市规划，旅游区开发，考古研究等领域获得了许多成果。

行业：目前，测绘行业主要有七种测绘建模方法。除基于倾斜摄影技术的建模技术外有以下六种测绘建模技术：①基于 CAD 的建模技术；② 激光扫描建模技术；③基于摄影测量的城市三维建模技术；④移动测量技术；⑤照片建模技术；⑥三维组件式自动建模技术。这些技术在无人机倾斜摄影技术出现前虽为主流测绘建模方法，但是都在某些方面存在不足，且在测绘过程中需要通过以上多个技术相互结合来得到较精确数据^[2]。而在无人机倾斜摄影技术中，我们可以单纯凭借无人机倾斜摄影来进行较精确的测量，通过对大量照片的有效计算，使数据极接近准确值，在测量灵活化，自动化（自动化程度极高，几乎只有前期路线规划与后期部分照片筛选与简化需要人工操作），轻便化的同时保证数据的相对精确（在其正常飞行海拔下精度极高）^[3]。而另一方面，对于传统人工测量方法而言，无人机倾斜摄影技术在地形方面更为通用。在高海拔处或陡峭山地使用无人机倾斜摄影技术不仅能降低工作人员的工作难度，也在某种程度上保障其人身安全。当然，无人机倾斜摄影也存在许多不足，如前期投入较大（但相对人工测绘其成本仍是较低的，且价值随着使用周期的增加而增大）、拍摄过程存在死角（可通过增加航次来进行补全）^[1]。同时，其工作过程对天气状况的依赖程度较高，因此其工作只能在特定季节与气候下进行（如较难在东北地区的冬季进行测绘工作）。但其优势仍远大于其劣势，在综合考量下的表现较传统测绘方法而言更为优异，因此在各测绘项目中被广泛利用，成为了测绘领域的热门新兴技术。

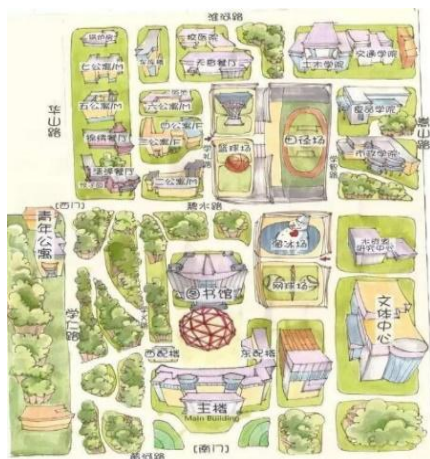


图1 二校区校园平面图

来源于网络



图2 一校区校园平面图

来源于网络

校园内：目前学校暂时没有 360 度可旋转的三维图像，以上两张平面图在校园内应用较广，其对哈工大各个建筑物的相对位置都有大致描述，但是其描述只限于二维平面或只能呈现一个角度的三维图像，对于建筑物的高度（如一校区留学生公寓）与建筑物的外观特征、建筑物外观花纹^[4]，相互遮挡关系无具体体现，不能通过这些图像来较深入地了解哈工大的校园景象。而如果建立一个可旋转的三维电子模型，我们可以将其发布于网络，使外界群众了解到哈工大的校园景象，或与 VR 技术相结合，使人们在世界上的任何一个地方都可漫步于哈工大的校园，感受哈工大校园的历史气息^[5]。

1.2 研究现状

由于用无人机倾斜摄影获取 3D 模型的方法速度快、精度高、成本低、便利性强，国内外有许多学者在这一领域开展一系列研究与应用工作。（如表 1）

表 1 国内外学者发布的研究论文

	时间	研究人员	论文名	主要内容
国外研究	2014 年	Chris C , Bill M S , Aaron S	Evaluation of UAV Photogrammetric Accuracy for Mapping and Earthworks Computations ^[6]	量化无人机测量的精度，并将其测量结果和常规 GNSS 测量结果进行比较,发现这种新的测量方法和传统 DNSS 测量方法的结果相差不多。
	2017 年	Juan Antonio Pérez, Gil Rito Gonçalves , María Cristina Charro	On the positional accuracy and maximum allowable scale of UAV-derived photogrammetric products for archaeological site documentation ^[7]	使用 Badajoz 省 Almendralejo 的 Huerta Montero 的巨石墓穴为蓝本，对无人机倾斜摄影的定位精度和最大允许比例尺进行研究，结果表明自动化无人机测绘所得到的产品适合国际制图标准

表 1（续表） 国内外学者发布的研究论文

		时间	研究人员	论文名	主要内容
国外	应用	2016 年	Vollgger S A , Cruden A R	Mapping folds and fractures in basement and cover rocks using UAV photogrammetry, Cape Liptrap and Cape Paterson, Victoria, Australia ^[9]	利用无人机对澳大利亚维多利亚州立普特勒普角和帕特森角绘制基底和覆盖岩石的褶皱。
		2016 年	Fraser, Robert, Olthof, Ian, Lantz, Trevor C, 等	UAV Photogrammetry for Mapping Vegetation in the Low-Arctic ^[8]	利用无人机监测加拿大北部永久冻土景观。
国内	研究	2018 年	王春敏	关于旋翼无人机倾斜摄影测量在管道测绘中的运用分析 ^[10]	无人机倾斜测绘方法绘制的地形图在平面和高程上均可以满足 1：500 地形图的精度要求。
		2017 年	薛立勇, 王浩	关于旋翼无人机倾斜摄影测量在管道测绘中的运用分析 ^[11]	旋翼无人机倾斜摄影测量技术是一种较为先进的技术, 在测绘勘察等工作当中, 能够发挥出十分良好的效果, 确保管道定线钻穿越、隧道穿越选址选线的准确性, 降低线路改线的几率。
	应用	2011 年	黄裕婕, 沈毅, 李宗禹, 邵社刚, 秦晓春	基于无人机的公路滑坡预警应急系统的设计 ^[12]	讨论在中国如何建立基于无人机的公路滑坡预警应急系统
		2017 年	徐维江	无人机倾斜摄影测量在建筑规划竣工测绘中的应用 ^[13]	文中施工项目组借助无人机发现沉降数据发生了突变, 及时通报项目领导, 启动了紧急措施加固基底并支撑初期支护, 保障了项目的正常进行。
		2019 年	刘永吉, 任伟, 孙喜彬	基于倾斜摄影测量技术的曲面建筑立面图测绘方法 ^[14]	采用五镜头六旋翼红鹏无人机对吉林建筑大学北区所有建筑单体进行了航测。

1.3 研究意义

在社会建筑物与地形数字化建立模型趋势下的今天, 运用倾斜摄影技术构建实景三维模型将成为智慧城市的技术亮点。单纯的纸质平面图像与实物立体模型已无法具体体现哈工大的全貌以及满足学校对于建筑变迁的具体了解。为了满足这个需求并且提供数据以保留进行未来校园面积及建筑对比, 为学校保留珍贵的数据, 我们将在学校成立百年之际进行这个项

目，通过无人机倾斜摄影技术与三维场景技术这类突破传统手工建模方法的手段，从一个垂直、四个倾斜这 5 个角度同步曝光采集影像，获取真实地物信息，并采用后期处理软件构建实景三维模型，展现自 2015 年第一次测绘后校园的变化情况及目前哈工大一校区的 3D 全貌。此项目收集的详细具体的数据可以为校园日后的修缮、改造、规划等工作提供帮助，免去了实地测量的麻烦，使数据获得更加方便可靠；此次研究成果可以为 2020 年建校百年庆活动及招生计划提供校园数据支持，更好地组织活动；此项目也可以与 VR 技术相互支持，为校外关心哈工大发展的人民群众及有意于哈工大的奋斗学子展示哈工大的真实 3D 建模景象及不同季节的图景，并鼓励全国学子报考哈工大。

同时，在这个项目的完成过程中，项目成员可以学习到宝贵的实践知识，学习到相关软件的操作以及无人机的使用技巧，证实相关理论中的有关内容，并且在资料查找的过程中逐步提高自己的能力与知识水平。

(二) 项目研究内容及实施方案

2.1 研究内容

(1) 学习无人机航拍技术，3D 建模理论和技术

无人机航拍技术突破了传统航空影像只能从垂直角度拍摄的局限，快速、高效地获取丰富的数据信息，真实地反映地面的客观情况，满足人们对三维信息的需求，弥补了传统人工模型仿真度低的缺点。相对于传统正射投影方式，无人机航拍能获得更立体的地理、环境信息和更多的纹理信息，因此在地物解译、环境监测和应急响应等方面具有不可替代的价值。以倾斜影像为数据源，将倾斜影像空三加密技术、多视影像密集匹配技术和纹理映射技术有机结合，可以在少量人工干预的情况下利用软件快速、自动实现三维模型的构建，同时可以大幅度降低三维建模成本。^[15]

(2) 学习地图表达、建模技术，初步了解建筑和规划知识，学习地理信息的相关表达和生成

航拍测绘技术主要应用于应急指挥、国土安全、城市管理、建筑物管理、灾害评估、环保监控等方面。而企业和事业单位的该项技术则主要用于工程建筑测量、实景导航、三维建模、房地产行业等方面。而这些任务的完成都离不开地理信息、建模技术及建筑和规划等基本理论知识的支撑，同时校园数字沙盘模型系统的建立也是以这些基础知识为重要支柱。^[16]

(3) 综合利用测绘数据和相关软件技术，生成地图模型文件、可在便携设备上浏览的地图和制作纸质地图手册

利用无人机航拍对校区进行测绘，以及计算机建模软件建立数字三维模型，分析处理并进行减面优化处理后，得到哈尔滨工业大学的校区三维模型。

三维模型将包括：教学、生活建筑，田径场及各类运动场地，停车场，校区道路，绿化景观等的详细地理信息及景观信息，并可以用于统计校园暂未利用区域的相关情况。并且在冬季、春季分别测绘并建立校区模型，整理收集其地理信息，建立不同季节景观下的校园三

维模型，以便于后期的对比研究和规划建设。

利用得到的数据可以生成在手机等便携式设备上查看的简易版三维电子地图。我们还将使用三维电子模型生成包含校区地理信息的纸质版地图，并制成手册以供阅览。

2.2 实施方案

(1) 学习无人机航拍技术，并进行实际操作练习

(2) 学习地图、地理信息、测绘相关理论知识；学习使用 3D Studio Max 软件进行三维建模、Materialise Magics 软件进行减面处理；初步学习 AutoCAD、SketchUp、Photoshop 等建模、绘图软件的使用

(3) 在不同季节使用无人机进行航拍，并获得校区影像数据

(4) 将航拍数据导入计算机，利用 3D Studio Max 软件对接并进行合成处理，如果影像数据缺失则进行实地拍摄和测绘以补全影像数据，得到校区三维电子模型，丰富完善其他信息，建立相关信息库

(5) 学习相关知识，利用 Materialise Magics 软件对三维模型进行减面处理，并进行其他优化，得到可在便携式设备上使用的校区三维电子模型

(6) 利用模型制作彩色地图手册样品

（三）进度安排

表 2 进度安排表

序号	任务内容	开始时间	完成时间	时间长度
1	学习并练习使用无人机航拍；初步学习 Materialise Magics 、3D Studio Max、Photoshop、AutoCAD、SketchUp 等软件的使用，学习相关地理信息基础测绘理论	2019-11-01	2019-12-31	61 d
2	使用无人机进行冬季航拍测绘，实测补全缺失部分图像	2020-01-01	2020-01-10	10 d
3	将航拍测绘数据与软件进行对接，进行冬季模型的初步处理	2020-01-06	2020-02-29	55 d
4	使用无人机进行春季航拍测绘，实测补全缺失部分图像	2020-03-01	2020-03-10	10 d
5	将航拍测绘数据与软件进行对接，进行春季模型的初步处理	2020-03-11	2020-04-30	51 d
6	汇总数据，丰富完善模型信息，制作彩图及衍生产品样品，撰写结题报告，准备结题答辩	2020-05-01	2020-06-30	61 d

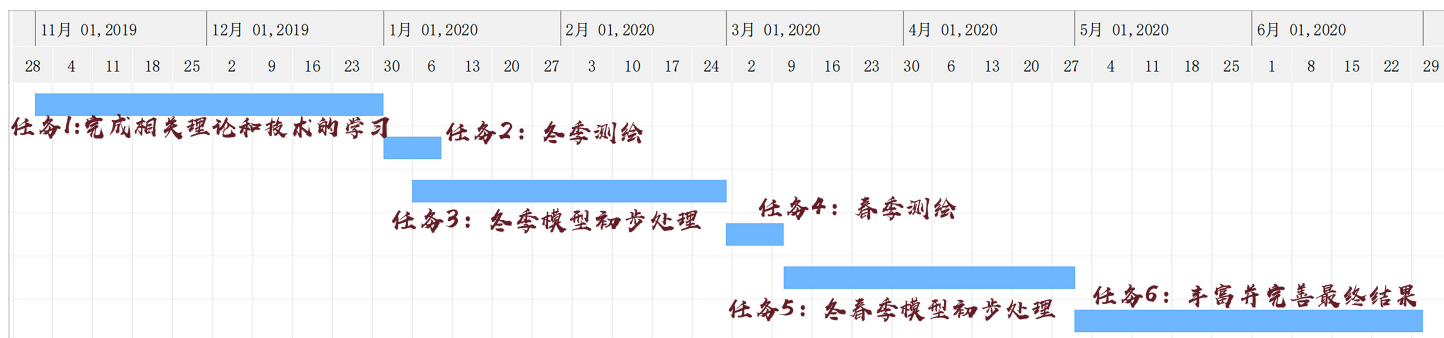


图 3 进度安排甘特图

（四）中期及结题预期目标

4.1 中期目标

- (1) 掌握无人机倾斜摄影的操作，能够使用建模软件和优化处理软件完成对航拍影像的处理并得到三维模型。
- (2) 完成对哈尔滨工业大学校区的冬季模型测绘、建立及后期优化处理，收集校园的冬季基础地理信息，得到冬季校园电子三维地图模型文件。
- (3) 制定春季和夏季执行计划。
- (4) 完成中期报告，完成结题答辩的准备工作。

4.2 结题目标

- (1) 掌握无人机航拍技术，了解 3D 测绘理论及技术、地理信息的相关知识，能够综合利用测绘数据和相关软件技术，生成地图模型。
- (2) 完成对哈尔滨工业大学校区的冬季和春季模型测绘、建立及后期优化处理，收集校园的冬季和春季的基础地理信息，得到冬季和春季的校园电子三维地图模型文件。
- (3) 通过后期软件处理，完成模型减面及优化工作，得到可以在便携设备上浏览的地图和纸质地图手册。
- (4) 完成项目结题报告，完成结题答辩的准备工作。

（五）经费使用计划

表 3 经费使用计划

项目	用途	预算金额
TF 储存卡	用于无人机拍摄的高速大容量储存卡	300 元
交通费	往返一区，二区和三区的交通费用	200 元
手册、图纸、资料印刷费	用于印刷地图手册及各类资料的费用	300 元

（六）主要参考文献

- [1]王琳, 吴正鹏, 姜兴钰, et al. 无人机倾斜摄影技术在三维城市建模中的应用[J]. 测绘与空间地理信息, 2015, v. 38;No. 200(12):40-42.
- [2]曹晓元. 无人机倾斜摄影测量影像处理与三维建模的研究[J]. 江西建材, 2018(1).
- [3]马国超, 王立娟, 马松, et al. 基于激光扫描和无人机倾斜摄影的露天采场安全监测应用[J]. 中国安全生产科学技术, 2017(5).
- [4]冯茂平, 杨正银, 张秦罡. 基于小型多镜头航摄仪的无人机倾斜摄影技术在实景三维建模中的应用[J]. 测绘通报, 2017(S1):11-13.
- [5]何敏, 胡勇, 赵龙. 无人机倾斜摄影测量数据获取及处理探讨[J]. 测绘与空间地理信息, 2017(7).
- [6]Chris C , Bill M S , Aaron S . Evaluation of UAV Photogrammetric Accuracy for Mapping and Earthworks Computations[J]. GEOMATICA, 2014, 68(4):309-317.
- [7]Juan Antonio Pérez, Gil Rito Gonçalves, María Cristina Charro. On the positional accuracy and maximum allowable scale of UAV-derived photogrammetric products for archaeological site documentation[J]. Geocarto International, 2017(2):1-16.
- [8]Fraser, Robert, Olthof, Ian, Lantz, Trevor C,等. UAV Photogrammetry for Mapping Vegetation in the Low-Arctic[J]. Arctic Science:AS-2016-0008.
- [9]Vollgger S A , Cruden A R . Mapping folds and fractures in basement and cover rocks using UAV photogrammetry, Cape Liptrap and Cape Paterson, Victoria, Australia[J]. Journal of Structural Geology, 2016, 85:168-187.
- [10]王春敏. 无人机倾斜测量技术在大比例尺地形测绘中的应用研究[J]. 测绘, 2018, 41(2).
- [11]薛立勇, 王浩. 关于旋翼无人机倾斜摄影测量在管道测绘中的运用分析[J]. 中国战略新兴产业, 2017(12):52+54.
- [12]Huang Y , Yi S , Li Z , et al. Design of highway landslide warning and emergency response systems based on UAV[C]// Remote Sensing of the Environment: The 17th China Conference on Remote Sensing. International Society for Optics and Photonics, 2011.
- [13]徐维江. 无人机倾斜摄影测量在建筑规划竣工测绘中的应用[J]. 山西建筑, 2017(21):201-202.
- [14]刘永吉, 任伟, 孙喜彬. 基于倾斜摄影测量技术的曲面建筑立面图测绘方法[J]. 建筑技术, 2019(5):605-607.
- [15]王超群. 倾斜摄影测量技术应用及展望[J]. 内蒙古煤炭经济, No. 254(9):56+89.
- [16]张春敏, 丁亚杰, 徐庆. 基于倾斜摄影技术的城市三维快速建模方法研究[J]. 现代测绘, 2018, 41(06):36-38.