



湖南石油化工职业技术学院

Hunan Petrochemical Vocational Technology College

学生毕业设计成果

设计题目：

悟 2 无人机查违航拍方案

专业名称：

无人机应用技术

班级名称：

无人机 3171 班

学生名称：

邹希傲

指导老师：

李响

责任领导：

蒋丹

二零二零年三月

学生毕业设计成果说明书真实性承诺书

本人郑重承诺：我所递交的毕业设计材料，是本人在指导老师的指导下独立进行完成的；除文中已经注明引用的内容外，不存在有作品（产品）剽窃和抄袭他人成果的行为。对本设计的共同完成人所做出的贡献，在对应位置已以明确方式标明。若被查出有抄袭或剽窃行为，或由此所引起的法律责任，本人愿意承担一切后果。

学生（确认签字）：

邹希傲

签字日期：2019.11.1

指导教师关于学生毕业设计成果说明书真实性审核承诺书

本人郑重承诺：已对该生递交的毕业设计材料中所涉及的内容进行了仔细严格的审核，其成果是本人在的指导下独立进行完成的；对他人成果的引用和共同完成人所做出的贡献在对应位置已以明确方式标明。不存在有作品（产品）剽窃和抄袭他人成果的行为。若查出该生所递交的材料有学术不端的行为，或由此所引起的法律责任，本人愿意承担一切责任。

指导教师（确认签字）：

李

签字日期：2019.11.4

目 录

一、成果简介.....	1
(一) 行业背景.....	1
(二) 硬件部分介绍.....	1
二、设计思路.....	2
(一) 无人机航拍特点.....	2
(二) 无人机选择.....	2
(三) 了解遥控器.....	5
三、设计过程.....	7
(一) 查违航拍布点.....	7
(二) 航拍前准备.....	7
1、准备内容.....	7
2、航拍设置.....	8
(三) 定点悬停飞行.....	9
(四) 查违航拍成果图.....	10
(五) 软硬件介绍.....	11
1、硬件介绍.....	11
2、软件介绍.....	11
(六) 图片处理.....	13
四、成果特点.....	17
(一) 无人机的方面.....	17
1、低风险.....	17
2、效率高.....	17
(二) 查违取证的方面.....	18
1、图片的完整性.....	18
2、图片的时效性.....	18
五、收获体会.....	18
参考文献.....	20

悟 2 无人机查违航拍方案

一、成果简介

（一）行业背景

无人机产业发展是十分的迅速和猛烈的，无人机在航拍的方面同样是发展的十分迅猛的，现在可以运用无人机，通过无人机搭载云台相机来航拍，用立体式和无间隙的巡查，这就解决了上面执法队的难题了，不仅如此，无人机它可以对有违章的建筑无死角，还有全视野的拍摄，同样在城市里可以对比较高的楼顶还有比较危险的区域的违章建筑进行取证。

无人机航拍像战场中的侦察兵一样勘察周边环境是不是有违法建筑，也可以在详细的观察一些要被拆除项目的建筑结构和大致的面积等数据的同时，也可以观察测试到这些项目的周边比较具体地形特征啊、还有道路交通情况啊，可以了解这些项目周边是不是会具有影响拆除安全、拆除进度的因素，会方便执法人员快速制定完善的拆除方案。无人机航拍也可通过监控那些重点的区域来提升巡查的效率，可以利用无人机航拍对有违章建筑难管难控难度大、强度高的区域来进行适时监控，可以做到在第一时间发现出问题所在、在第一时间快速的明确责任、在第一时间来解决这个问题，很好的补齐城管执法工作只能靠队员“扫街”的短板，城管执法由被动变主动，进一步提高城市精细化管理水平。

（二）硬件部分介绍

在深圳这个寸土寸金的地方是存在这许许多多的违章建筑的这就使得这个项目具有很强的可行性，而巡查违章建筑这个事情是由政府管控的我们如果合作是有很大的可靠性和稳定性的，我们的无人机使用的是大疆这种大厂，悟 2 在航拍这个领域是比较领先的，无人机的可靠性十分的高，而且它搭载的相机也是十分高清也是非常适用于巡查违章建筑的行业的，而拍摄好的照片有 ptgui 还有 ps 这两个软件的合成与加工后这个图片只要有两张进行对比后，去除本就有的违章建筑，多出来的就是违章

建筑在上报执法队。

二、设计思路

（一）无人机航拍特点

无人机航拍影像具有高清晰、大比例尺、小面积、高现势性的优点。特别适合获取带状地区航拍影像(公路、铁路、河流、水库、海岸线等)。且无人驾驶飞机为航拍摄影提供了操作方便,易于转场的遥感平台。起飞降落受场地限制较小,在操场、公路或其它较开阔的地面均可起降,其稳定性、安全性好,转场等非常容易。

多用途、多功能的影像系统是获取遥感信息的重要手段。遥感航拍使用的摄影、摄像器材主要是经过改装的相机,拍摄黑白、彩色的负片及反转片。也可使用小型数字摄像机或视频无线传输技术进行彩色摄制。

小型轻便、低噪节能、高效机动、影像清晰、轻型化、小型化、智能化更是无人机航拍的突出特点。

无人机航拍摄影技术以低速无人驾驶飞机为空中遥感平台,用彩色、黑白、红外、摄像技术拍摄空中影像数据;并用计算机对图像信息加工处理。全系统在设计和最优化组合方面具有突出的特点,是集成了遥感、遥控、遥测技术与计算机技术的新型应用技术。

（二）无人机选择

一般民用的无人机一般对于飞行速度、升高限度和飞行航程等要求都不是很高,但是对于使用无人机的人员的操作培训和训练的综合成本有不低的要求,所以还是需要发展来形成成熟的产业链以供尽可能比较低廉的零件部件和所支持服务,从现在来看民用的无人机最大的市场是用于提供政府公共服务的,如警用、消防、气象等,占到总需求的大约70%,而我们认为未来无人机潜力最大的市场可能就在民用,新增市场需求可能出现在农业植保、货物速度、空中无线网络、数据获取等领域。

无人机的种类分为很多种,主要有固定翼无人机、无人直升机和多旋翼无人机三大平台。那么查违需要哪一种呢?

查违的场地，一般都在城市中进行，偶尔也会在农村中进行。查违需要在目标上空悬停，才能实施拍照。

多旋翼无人机，多旋翼无人机飞行器在的操控性方面，多旋翼无人机飞行器的操控是相对于其他两种最简单的。多旋翼无人机飞行器不需要像固定翼无人机飞行器一样需要跑道，多旋翼无人机可以垂直起降，它在起飞后可以在空中实现悬停。多旋翼无人机的操控原理是比较简单的，操控器也就是遥控器的四个遥感操作可以对应多旋翼无人机飞行器的前后、左右、上下和偏航方向的运动。在多旋翼无人机自动驾驶仪方面，多旋翼的自驾仪控制方法也是相对于其他两种来说简单，控制器参数调节也是比较简单的。总而言之，学习固定翼无人机和无人直升机的飞行是不简单的事情。固定翼无人机的飞行场地要求开阔，而无人直升机飞行过程中会产生通道间耦合，自驾仪控制器设计困难，控制器调节也很困难。

在多旋翼无人机可靠性方面，多旋翼无人机也是表现最为出色的。要是仅仅考虑机械的可靠性，多旋翼无人机没有活动部件，它的可靠性基本上可以取决于无刷电机的可靠性，所以可靠性较高。相比较来说，固定翼无人机和无人直升机都有活动的机械连接部件，它们在飞行过程中会产生磨损，导致可靠性下降。而且多旋翼无人机能够悬停而且它的飞行范围受控，是相对固定翼无人机来说更安全的。

在多旋翼无人机勤务性方面，多旋翼无人机的勤务性也是相对于其他两种来说最高的。因为它的结构简单，要是其中有电机、电子调速器、电池、桨和机架损坏，是很容易替换。而固定翼无人机和无人直升机的零件就比较多了，安装上也需要比较多的技巧，相对来说比较麻烦。

在这里我们使用的是大疆的悟 2(图 1),为什么呢?首先我们查违是需要一定的高度悬停的，是需要有一定的稳定度的，这样拍出来的照片才容易合成，而且它配备了全新的云台接口，可以适配多种型号的有着三轴稳定的云台相机。它还有着当时领先这个无人机行业比较先进的飞控系统、下视视觉及前视视觉

系统的避障和红外感知系统，可以在室内或者是室外稳定的悬停和稳定的飞行。并且配备了有着高感知障碍物功能还有指点飞行、智能跟随等等，在当时比较



图 1

ZENMUSE X5S



图 2

ZENMUSE X7



图 3

先进飞行功能。有着很高的安全系数，双电池系统最长飞行时间可实现 25 分钟飞行，有着较长的飞行时间。我们使用镜头主要是 X5S(图 2)，少部分的 X7(图 3)。这保证了图片的质量。

(三) 了解遥控器

认识你的遥控器，图4为大疆的主流遥控器左边按键为开机关机键，开机关机



图 4



图 5



图 6



图 7

都是短按一下长按一下，右边的按键有两个功能，一直长按是一键返航，则拨片是起落架收起放下的功能，图5是遥控器的背面，也有两个按键左边的是把云台归中的按键，是然云台回到机身正前方，并使云台的俯仰角度变成零度。右边的按键是使云台相机对焦的按键。图6是左手边的带红点的按键是录像按键，按下就录像，左滚轮是调节云台俯仰角度的，向左是增加，向右是减小，俯仰角最高是+30度，最低是-90度，还有一个是三段式开关，最左是atti模式也就是姿态模式，中间是运动模式，有着较快的飞行速度，有着较高飞行器感度值，最右是gps模式，图7是右手，左边的按键是照相的按键，右边的按键是急停按键，右手的波轮是需要按下以后才能调节的是调节感光度，快门速度，光圈大小的。

(四) 飞行安全须知

要在安全，合理的环境中飞行，飞行时需远离人群，首先是要保证周围的人离飞行器的距离，起飞前需检查飞行器，如图 9 先检查检查桨叶有没有裂口，检查设备及



图 9

电量情况，起飞前还需要观察树木，电缆和建筑物等，保持视线范围内飞行，在开阔的环境中飞行，确保 GPS 信号良好，要遵守当地法律法规，不要在出意外时乱打杆，不要贴近水面飞行，不要在恶劣天气下飞行，不能私自改装飞行器，最好不要超过安全飞行高度。

起飞前必须要等返航点刷新再起飞，(即 gps 卫星数量达 8 个以上,距离-D 数值更新)，手机 gps 也要打开，看卫星定点是否有偏差。飞行中要养成习惯观看地图，姿态球，gps 卫星数，高度，距离，遥控信号等信息。

跨越高楼飞行，并需要低空拍摄，记得提前设置足够的返航高度。大范围运镜飞行要注意提前观察大环境，以规划航线，规避高楼树木等建筑物。

飞行中需要时刻关注无人机电池电量，及飞行距离，以预留充足的电量来返航。每块电池体质都不等，不能单纯看循环数，以判断电池好坏。飞行中要时刻关注电池电压，尤其是电池电量低时(低于 40%电量)，动力输出会弱很多,电压低于 3.4v 时操控无人机打杆动作要轻柔避免暴力操控。降低电机转速，如边飞行边下降，可以降低电池动力输出。

锂离子动力电池保养:低电或者满电存放都对电池不利。最佳存放电压为(3.8v~3.9v 即电量为 60%存放)。低温(低于 15° C)，和长时间满电存放锂离子活动

都会降低，动力输出变弱，不利于电池寿命。因此，当天没飞完的电池，下次应尽快循环使用。避免一直满电存放。

- ①无人机外挂定位器记得定时检查电量以及补充电量。
- ②严格按照当地的限飞区域经当地空管部门批准进行飞行操作。
- ③无人机发生意外故障时，飞手应优先确保人员安全。

三、设计过程

(一) 查违航拍布点

查违航拍布点首先是需要当地土地管理局告诉我们他们需要查违的地区，然后我



图 8

们会均匀分布点的位置，还有他们需要观察的重点区域，如图 8 所示，我们拍完图上传之后是有专门查违的部门的。增加点或者减少点的数量是由执法队来决定的。

(二) 航拍前准备

1、准备内容

出发前检查好所需的航拍飞行的工具:无人机，内存卡，数据线，遥控器，充足的电池。长途任务应连接 app 解锁电机测试无人机是否正常。

了解当地法律法规，选择停车地点。用大疆软件 DJIGO4 上可以看是否有禁飞区与可从其他网上资源挑选飞行地点。事先计划好，第一确保要在安全，合理的环境中飞行，飞行时需远离人群，首先是要保证周围的人离飞行器的距离，起飞前需检查

飞行器。确保每次航程都有足够的电量。起飞前还需要观察树木，电缆和建筑物等，保持视线范围内飞行，在开阔的环境中飞行，确保 GPS 信号良好。

2、航拍设置

相比一次又一次地按照 DJI G04 设置相机参数，参考说明书来，进行有目的性的调参，即确保熟悉 DJI G04 的各种参数设置：



照片比例要选择 4:3，为什么不是 16:9，是因为 4:3 在 ptgui 中需要裁剪的区域相当于 16:9 有更少一些。

照片格式选择 JPEG+RAM 是因为方便 ps 操作

(1) 低感光度指 ISO 100 以下的软片(胶片)，中感光度指 ISO 200~800，高感光光度为 ISO 800 以上。用无人机云台相机时，ISO 的数字越大的话就表示对光线也就会越敏感，在我们选用了一定的光圈和一定的快门速度的时候我们来对比 ISO 值时，我们会发现 ISO 值越高画面亮度也会越亮，反过来则会越低，但是高感光度会给我们带来高噪点，噪点主要是因为电子图像传感器在接收光线并转换成电信号输出的过程中所产生的一个个细微的颗粒，而这些过程中所产生的一个个细微的颗粒是被拍摄的物体上没有的，通常是因为电子干扰产生。

(2) 快门速度表示相机快门打开时间快慢的参数，是控制无人机最必不可少的重要参数之一，它能发挥不少创意。改变快门速度能捕捉瞬间移动，控制光线。在调整快门速度时，需要考虑两个问题。一是飞机在空中受到气流影响，相机不可避免地会发生抖动，风越大，相机抖动得就越厉害。但是 dji 悟 2 云台可以有效的避免这个

相机抖动的问题，二是避免过曝。在光线强烈的情况下使用 f8 的固定光圈，一定要调低快门速度，否则照片容易过曝。

(3) 白平衡。反映相机对色彩还原能力的指标叫白平衡。如果拍摄的是 RAW 照片，白平衡可以通过后期修图调整。但如果想要拍摄 JPEG 格式的照片，最好事先熟悉一下相机备选的各种模板，以便拍摄不同内容。

(4) 包围曝光。包围曝光是大疆悟这个系列比较出色的特性之一，事实证明它能极大地帮助人们拍出惊艳的作品还能修正曝光不足。包围曝光是指在同一时间进行不同程度的曝光，从中选出最好的一张，避免自己的努力毁在曝光上。甚至可以在后期制作中把这些照片叠加在一起，制作出高动态范围 HDR 的照片，把高光 和阴影部分展现得淋漓尽致。

(5) 九宫格构图。九宫格构图法是摄影中久负盛名的黄金法则，也是每个摄影师入门的第一课。九宫格构图法把画面用横竖两条直线分成九等分。要想照片看起来自然有趣，最好把景物放在九宫格的交叉点上，或沿看直线构图。

(三) 定点悬停飞行

在飞手到达指定地点后，下车拿飞行器，先检查飞行器的电池电量是否能够完成本次飞行所需，在观察附近的人群，树木，电缆，建筑物。首先将飞行器放置地面等待飞行器自检，等待 gps 信号，等手机报出返航点已刷新时就可以起飞了，将飞行器

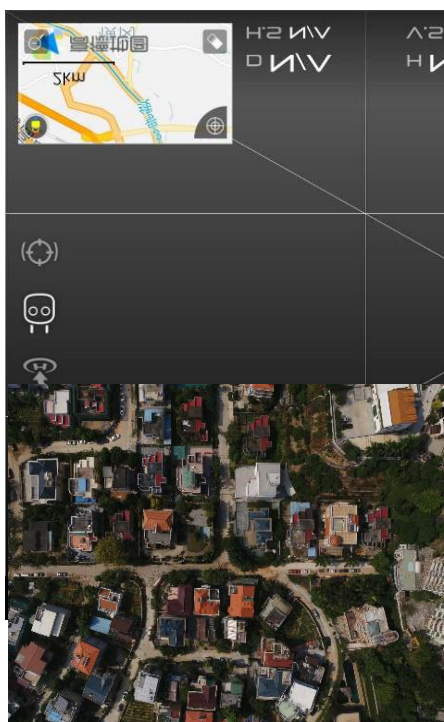


图 11



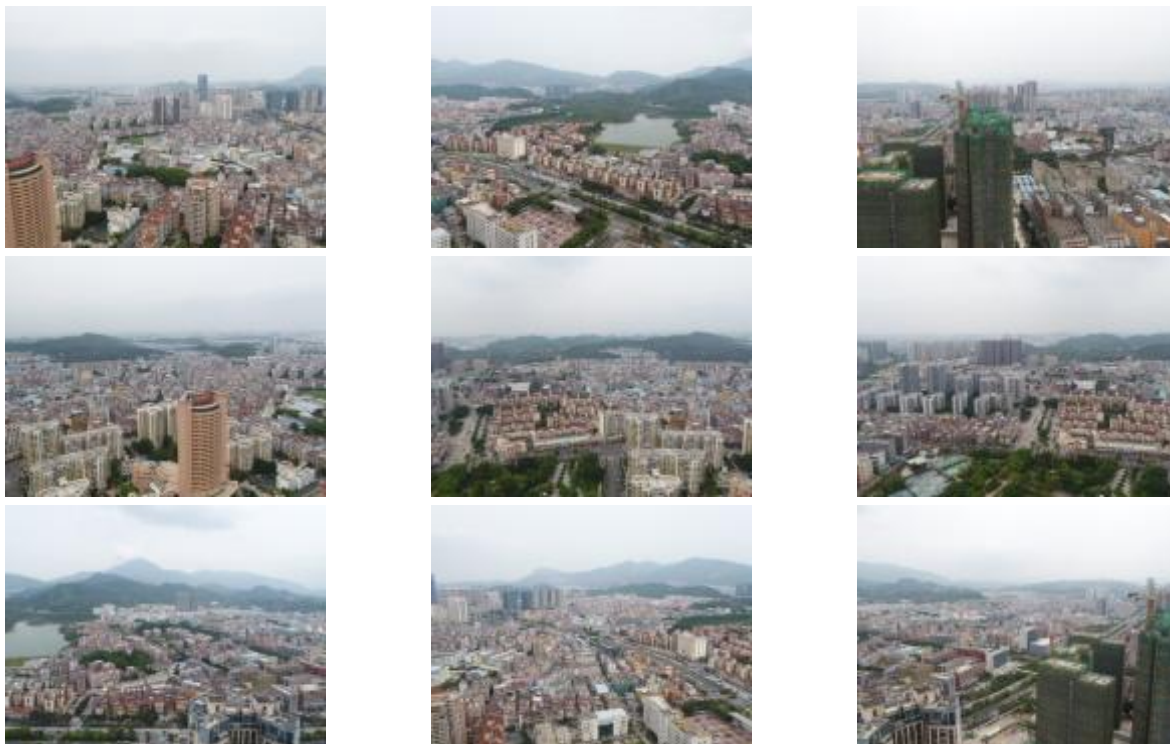
图 10

图 12

云台相机俯仰角度推至-90度得到的是图11，在确认到达指定悬停点，悬停高度时，首先飞行器云台相机俯仰角度推至-45度然后进行对焦确保每一张图片都清晰，然后将飞行器云台相机俯仰角度推至-8度开始第一圈的拍摄图片，图12讲解拍照流程手法，第一张图只要是在飞行器云台相机俯仰角度-8度时就可以了然后拍下第一张图，第二张图需要将图12所示的图片中将（图中的2）对准第一张图的（图中的1）即可，第一圈只要将最后一张图与第一张图重复，那么第一圈就拍摄完成了，然后将飞行器云台相机俯仰角度推至-50度开始第二圈的拍摄跟上面手法是一样的需要将图12所示的图片中将（图中的4）对准第一张图的（图中的3）即可，那么第二圈就拍摄完成了，最后飞行器云台相机俯仰角度推至-90度拍摄两张图就完成了对一个悬停点的拍摄了

（四）查违航拍成果图

由于内容保密只能给与缩略图共24张





(五) 软硬件介绍

1、硬件介绍

硬件主要对 CPU 和 GPU 要求比较高，最少都要 i5 以上的 CPU 和带 2G 的独立显卡，还需要一个大的硬盘。

2、软件介绍

所谓的数码影像编辑就是是指利用计算机对视频信号进行加工处理输出。随着时代的进步，我们的生活水平不断的提高，人们开始拥有了属于自己的数码影像设备，



图 13



图 14

人们自己开始进行数码影像制作已经变成了现实，用来图片编辑软件的发展现在也是日新月异了跟以往大不一样了，目前编辑软件市场上 Adobe 公司 Photoshop(图 13) 和荷兰的 (JN) Joost Nieuwenhuijse 先生的公司 New House 为德国 (HD) Helmut Dersch 先生的全景拼接工具 PanoramaTools 制做的一个用户界面软件 PTGUI(图 14)。

Photoshop 我们简称为 PS, PS 是 Adobe 公司旗下比较出名的用来图像处理软件之一。我相信大多数人们对于 ps 的了解仅仅是一个比较好还可以的图像编辑软件吧，但是并不晓得它有好些个应用的方面，实际上 PS 的应用领域是很广泛的，在图像、图形、文字、视频、出版等各方面都有涉及。

使用 PTGui 我们可以较快和方便地制作出 360X180 度的"完整球型全景图片"(Full spherical panorama)，其实这个软件的工作流程是非常的简便操作的：第一是导入一组你自己拍摄的原始底片；第二就需要运行自动对齐控制点方便后面的操作了；第三就开始生成图片并保存全景图片文件了。

这个软件是可以自动读取你拍摄底片的镜头参数，还可以自动的识别图片中重叠区域的像素特征来保证不会有重复的地方，然后这个软件会以"控制点"的形式来进行自动缝合图片，并且会进行优化还有融合。在这个软件的全景图片编辑器中有着许多丰富的功能，也支持多种视图的映射方式以供用户，用户也就是我们也可以自己手动的添加或者删除你不需要的控制点，从而这可以提高拼接的精度和质量。这个软件还支持许多格式的图像和文件输入，输出是可以选取作为高动态范围的图像，软件拼接

后的图像会保证明暗度均一没有太大的偏差，还有基本上没有比较明显的拼接痕迹这就是我们为什么用这款软件了，而且软件还提供 Windows 系统和 MAC 版本也就是苹果



系统。

图 15 ps 初始界面

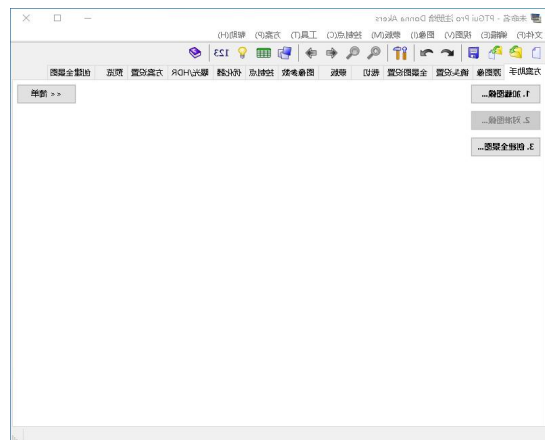


图 16 PTGUI 使用界面

(六) 图片处理

本次使用 PTGUI 进行简单的图片处理介绍

1. 将飞行器中的内存卡取出，内存卡里的内容复制在电脑中然后打开 ptgui, 先点击工具然后再点击批量构造器如图 15。

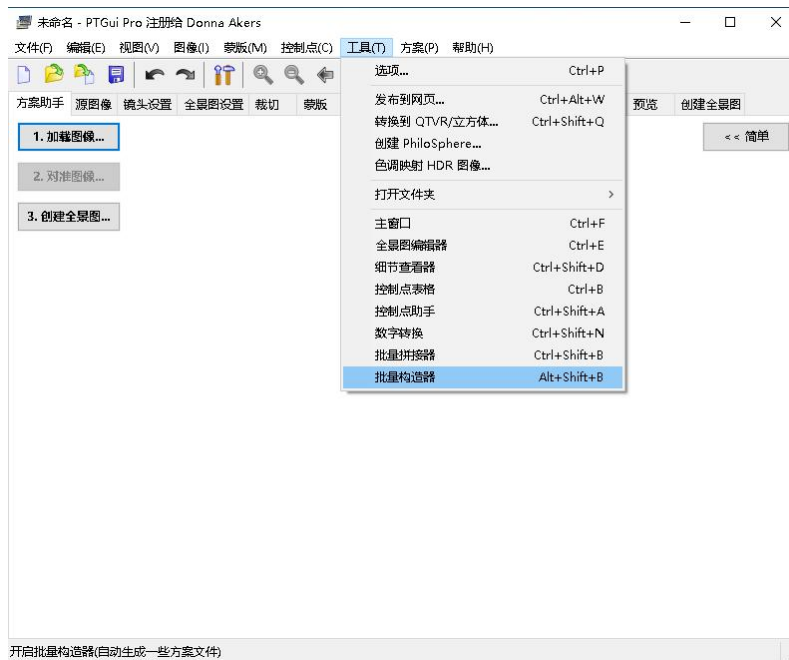


图 15

2. 点击生成新的方案

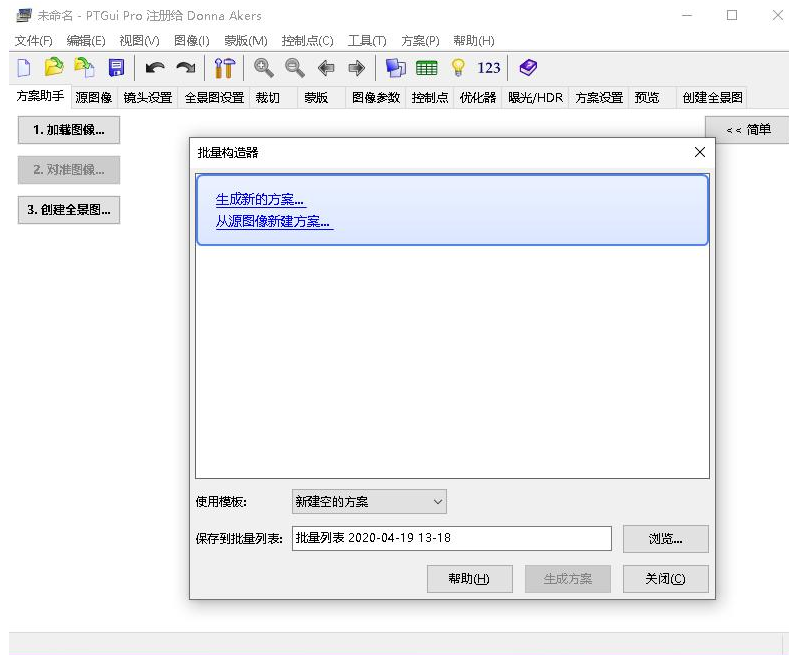


图 16 截图

3. 选择文件夹。 注意红色圈圈里的不要点击。

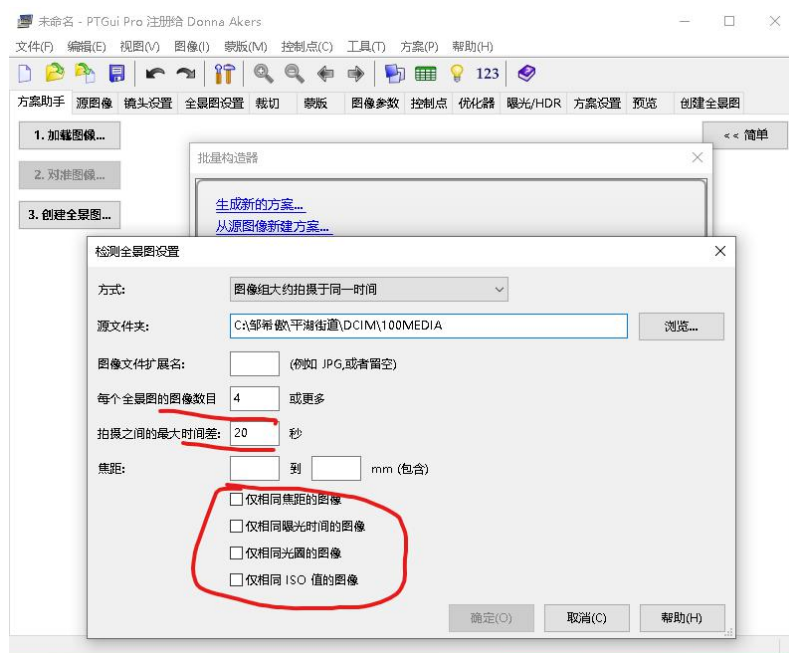


图 17 截图

4. 图片经过 ptgui 的合成后得到的图片（其中之一）

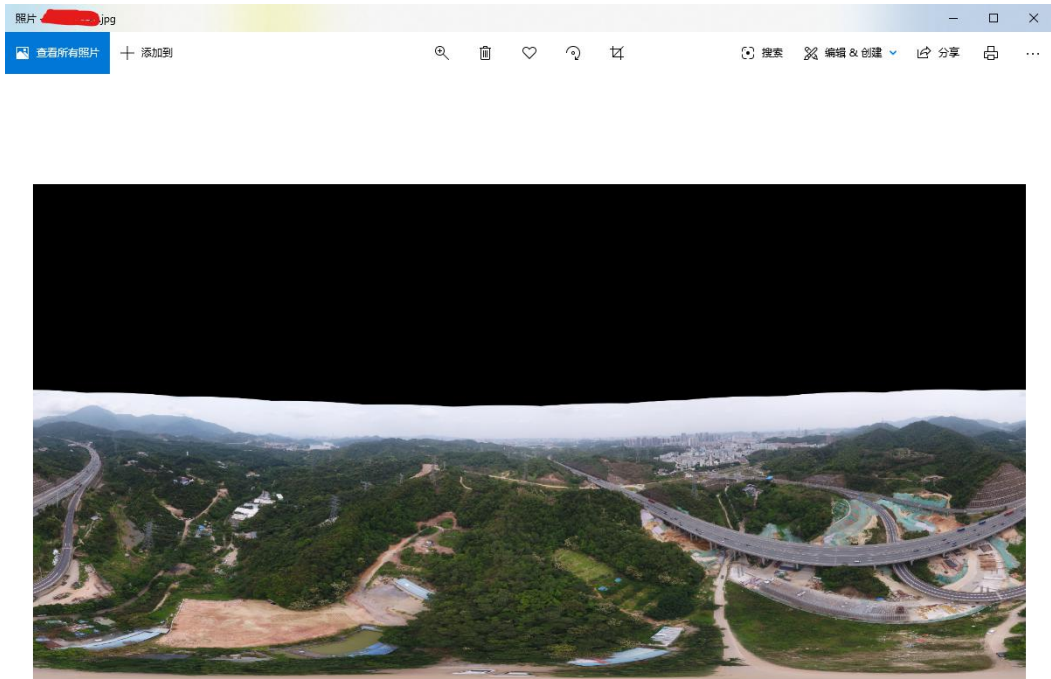


图 18 截图

5. 打开 ps , 将图片拖进去

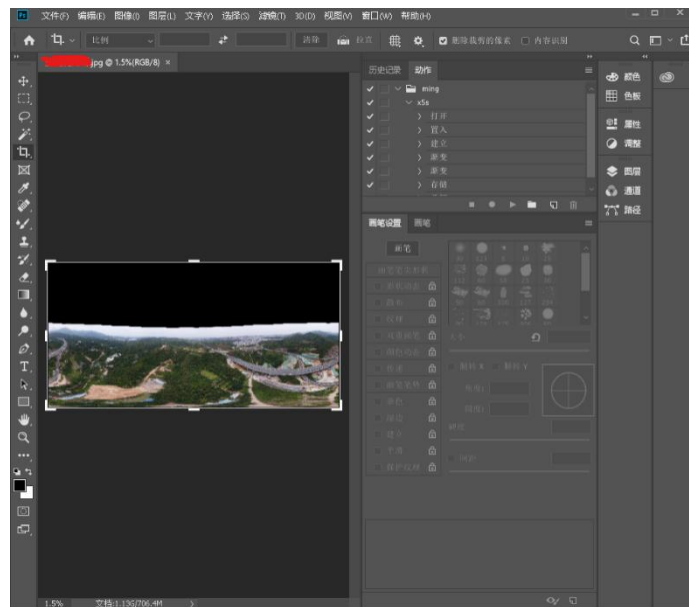


图 19 截图

6. 点击文件，自动，批处理。

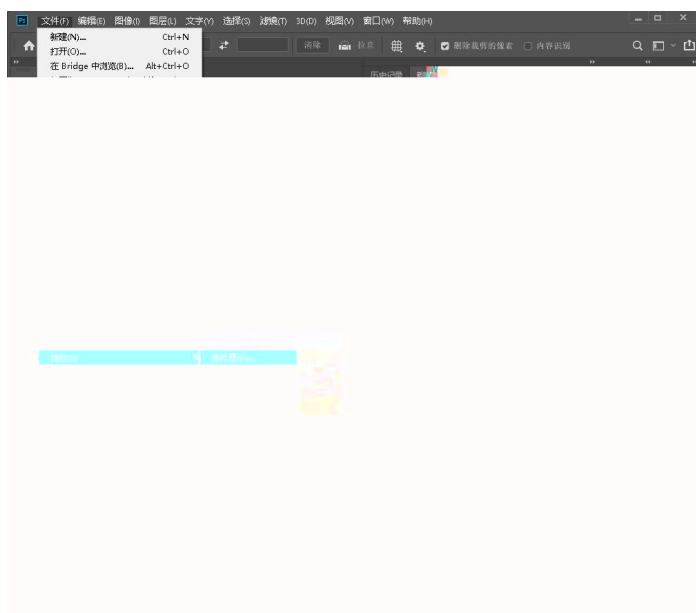


图 20 截图

7. 点击确定即可。

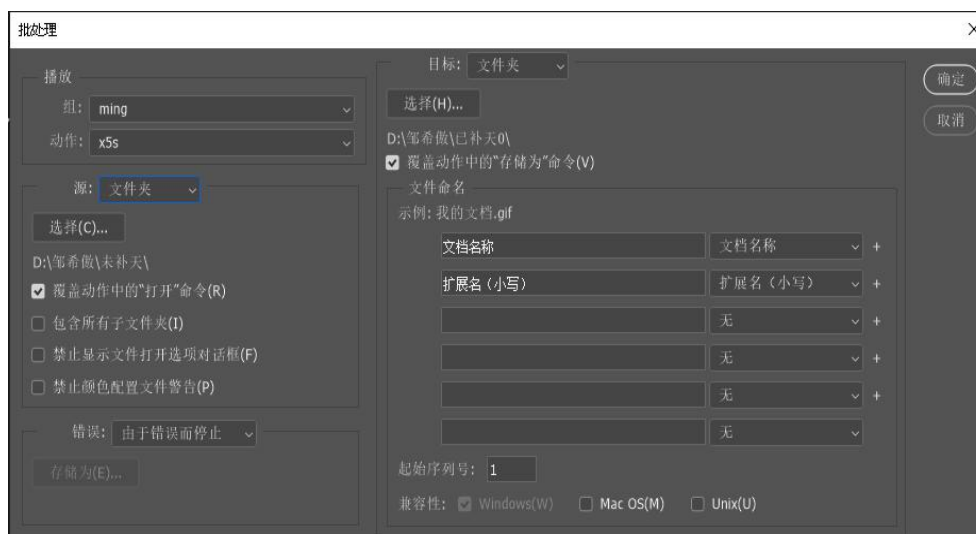


图 21 截图

8. 图片合成之前效果，完成

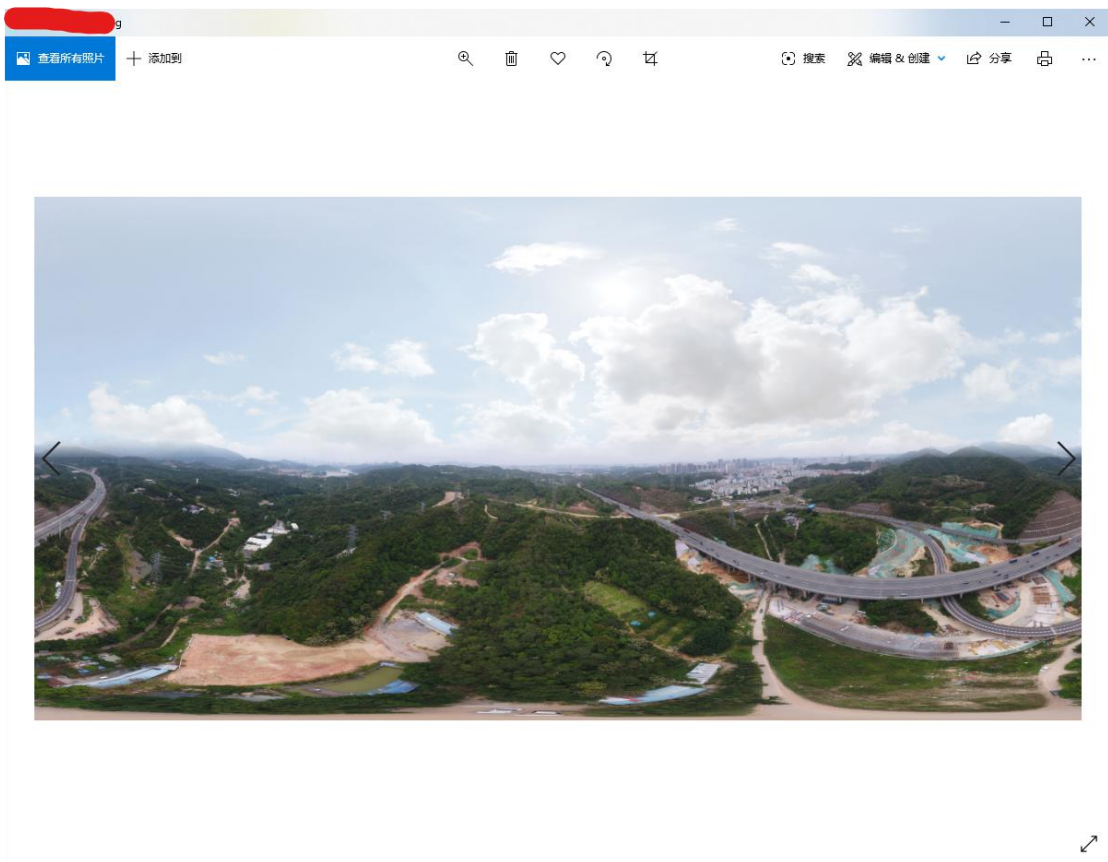


图 22 截图

四、成果特点

（一）无人机的方面

1、低风险

在查违方面无人机是一个比较好的选择，这是对比以前查违来说的。以前是人力徒步的，如果这一片地块中有存在违章建筑是需要执法队员们亲自去取证的，要是存在民事纠纷那就更难取证了，相信大家都在电视上看过钉子户，这会受到当地人的阻挠的，是有一定风险性的，而无人机就不一样的，没有特殊手段是不能阻拦无人机的。

2、效率高

如果说在一片范围内的楼顶存在数个违章建筑那么在以前是需要执法队员们一栋一栋的去取证的这是一个体力活来的老式居民楼中是没有存在电梯的是需要一层

一层爬楼梯的这就使得查违的效率低下，而无人机就不需要爬楼梯了，这节省许多时间，同样也节省执法队员的体力。

3、低成本

上面说到以前如果存在大范围的违章建筑那么查违是需要许多的人力资源的而现在只需要一个人、一台无人机还有一辆车。

(二) 查违取证方面

1、图片的完整性

巡查违章建筑的取证是比较重要的一方面，以前是大多数情况下都是在一定的高度下拍摄的而且当时多数情况都是用手机进行拍摄的，所以所取证的图片不具定一定的完整性的，而现在无人机可以在空中已多种角度拍摄，而且现在的无人机都搭载了高清摄像头。

2、图片的时效性

现在无人机查违拍摄是每个星期都会去拍摄的具有一定的时效性。

五、收获体会

随着毕业日子的到来，毕业设计也接近了尾声。经过十几二十天也就是几周的时间来奋战我自己的毕业设计终于终于完成了。在还没有开始做毕业设计以前会觉得毕业设计不过只是对这大学几年来所学所拥有知识的单纯而单一总结，但是我通过开始做这次做毕业设计的时候发现了自己的看法有点太片面和简单了。这个毕业设计不仅是对我们自己前面所学习到知识的一种检验和把关，而且会是对自己能力的一种提高。

这一次的毕业设计能够实现飞行器在高空拍摄违章建筑。四轴飞行器目前最常见的用途还是用来航拍，但是它也有很其他功能，还有很多学者提出了它在其他领域的拓展，是一门很值得学习钻研的研究眼目。由于本人只是水平有限，设计的作品还存在着很多的不足，在此，本人真诚的接受各位老师的批评和执政。

选取这一个无人机查违航拍的这个课题来用作为我的毕业设计，这也许是我对自己的一个不小挑战，在这整个设计中会有相当多的知识点，这有很多知识我都不是

特别懂，从自己所学，还有去百度百科，去查阅资料或者是去求助老师，通过自己的不懈努力和老师的大力指导和支持，我终于兢兢业业的完成了这个毕业设计的作品。从整体上讲，这个主要还是需要怎么去学习飞行跟拍摄的技巧。

在完成本次毕业设计的过程过，我学会很很多，验证了许多学习过的理论知识，深深的感受到了学科知识的深度和广度，同时也是在实践中发现自己理论不足的过程。就我个人而言，选取一个不低于自己的目标难度的课题来对自己的锻炼会更大，能够在实践的过程中发现更多的对理论需要，锻炼自己寻找文献、阅读文献、活用文献的能力。最重要是的使我感受到了世上无难事只怕有心人这个道理，做什么事情都要用心去去做要能够沉得下心，在能做到、做好，不能仅仅学习理论知识，用去在实践中检验它们，在生活中也会多去尝试无人机的飞行，并且加入自己的思想和元素，从而使自己能够有更大的进步。

在论文的编写过程和毕业设计的器材选取和设计制造都离不开机电工程学院的各位老师和同学们的悉心指导和无私帮助。衷心祝福各位师长平安健康，工作顺利。

感谢我的同窗好友们，大家虽然都有些小毛病，但是都互相包容，互帮互助，所以才有了我们温馨和睦的宿舍小家庭，大学这段时光给我留下了很多美好的回忆，祝你们前程似锦。

最后还要感谢我的家人，他们在这二十多年的时间里，一直是我坚强的后盾，给了我温馨的港湾，他们是我前进的最大动力，他们的幸福健康是我最大的心愿。

参考文献

- [1] 王欢. 论无人机航拍技术在后摄影时代的应用[J]. 传媒论坛, 2020, 3(04): 14-15.
- [2] 秦伟. Photoshop 照片处理实用技巧分析[J]. 通讯世界, 2020, 27(01): 197-198.
- [3] 叶萍萍, 罗宏. 基于 PTGui Pro、Pano2VR 的三维全景图制作方法与应用[J]. 城市勘测, 2012(04): 66-69.
- [4] 庄华. 用 PTGui 软件拼接现场全景图[J]. 警察技术, 2010(06): 71-72.
- [5] 王庆承. 基于 Photoshop 的选区编辑技巧与应用[J]. 电脑知识与技术, 2019, 15(31): 273-274+277.
- [6] 朱建华. 无人机在智能查违中的应用[J]. 太原学院学报(自然科学版), 2019, 37(04): 12-14.