

项目方案书

项目名称： 微型无人机低空摄影测量

项目单位：

编制单位：

编 制 人：

编制日期： 年 月 日

审批负责人：

审批日期： 年 月 日

微型无人机低空摄影测量系统

项目方案

一、项目简述

随着我国整体信息科学和相关应用的快速发展，我国各行业对空间数据的需求也急剧增长。但目前，对于空间数据，特别是高分辨率空间数据的获取渠道仍然局限于外界采购，例如国外遥感卫星影像、大飞机航拍等，造成了数据重复采集，资金耗费等结果，同时上述空间数据供给在时效性和灵活性也远不能满足实际需求。为了更有效、更自主、更廉价地进行高分辨率空间数据采集，经过调查研究，计划实施此《微型无人机低空摄影测量系统》项目。

微型无人机低空摄影测量作为一项空间数据获取的重要手段，具有轻小、续航时间长、影像实时传输、高危地区探测、成本低、高分辨率、机动灵活等优点，是卫星遥感与有人机航空遥感的有力补充，在国外已得到广泛应用。而随着我国信息化建设和科学技术的不断进步，无人机低空摄影平台的研究在无人机总体工业设计、飞行控制系统、组合导航系统、中继数据链路系统、传感器技术、图像获取及传输系统、发射回收等诸多技术领域都有了长足的进步，达到了实际应用水平。

本项目以中科院遥感所成熟机型——Quickeye（快眼）系列无人机为飞行平台，利用高分辨CCD相机系统获取遥感影像，利用空中和地面控制系统

实现影像的自动拍摄和获取，同时实现航迹的规划和监控、信息数据的压缩和自动传输、影像预处理等功能。本系列机型机种多样、工业设计先进、累计飞行超过80000公里，成功实施项目40余项，经过实际项目检验，可满足不同项目需求。后附该机型2009年4月至今完成的无人机航空摄影测量项目。

二、项目目标及任务

2.1 项目目标：

配置、掌握新一代小型化、高可靠性、通用性强的低成本无人机飞行控制系统，为无人机航拍摄影、应急、气象等行业应用提供可靠平台，并能够自主、成功利用无人机进行低空航拍摄影，精度范围达到 0.1—0.5m，满足 1: 500、1: 1000、1: 2000 等成图要求，并能够满足应急需求、定时定点监测需求及其他无人机优势体现需求。

2.2 项目任务：

- 无人机飞行平台及操控系统购置
- 航拍摄像系统购置
- 无人机护养及操控人员培训
- 无人机航拍数据后期加工

三、项目实施的技术方案

本项目研制的微型无人机低空摄影测量系统主要由无人机飞行平台、高分辨率数码传感器、定位与自动驾驶系统及影像处理系统等四个部分组成，

同时配合无人机的运输及操控的便利性还包括相应的地面运输及测控设备。

下面是微型无人机低空摄影测量的平台框图和运营系统结构图：



主要技术特点包括：

1) 机动快速的响应能力

低空飞行，空域申请便利，降低了对天气条件的要求。飞行系统升空准备时间短、操作简单、运输便利。车载系统可迅速到达监测区附近设站，可进行云下飞行。

2) 高分辨率图像和高精度定位数据获取能力

系统可获取超高分辨率数字影像和定位数据，并可针对特殊监测目标搭载全色波段、单波段、多波段等传感器，并可进行多角度摄影。系统具备数

据快速处理、应用分析以及与其他数据源的快速融合处理功能。

3) 多种任务设备的应用拓展能力

系统为多种小型遥感传感器提供了良好的搭载平台，如探地雷达、热成像仪、气象传感器、合成孔径雷达等，易于拓展监测功能，以满足多种快速监测所需。

4) 低廉的运营成本，便利的系统维护

系统的置建费用较低，运营成本、维护成本和操作手的成本远远低于载人机系统。

3.1 无人机飞行平台—— Quickeye（快眼）系列无人机



Quickeye（快眼）-II 型后推式无人机



Quickeye（快眼）-II型拉进式无人机



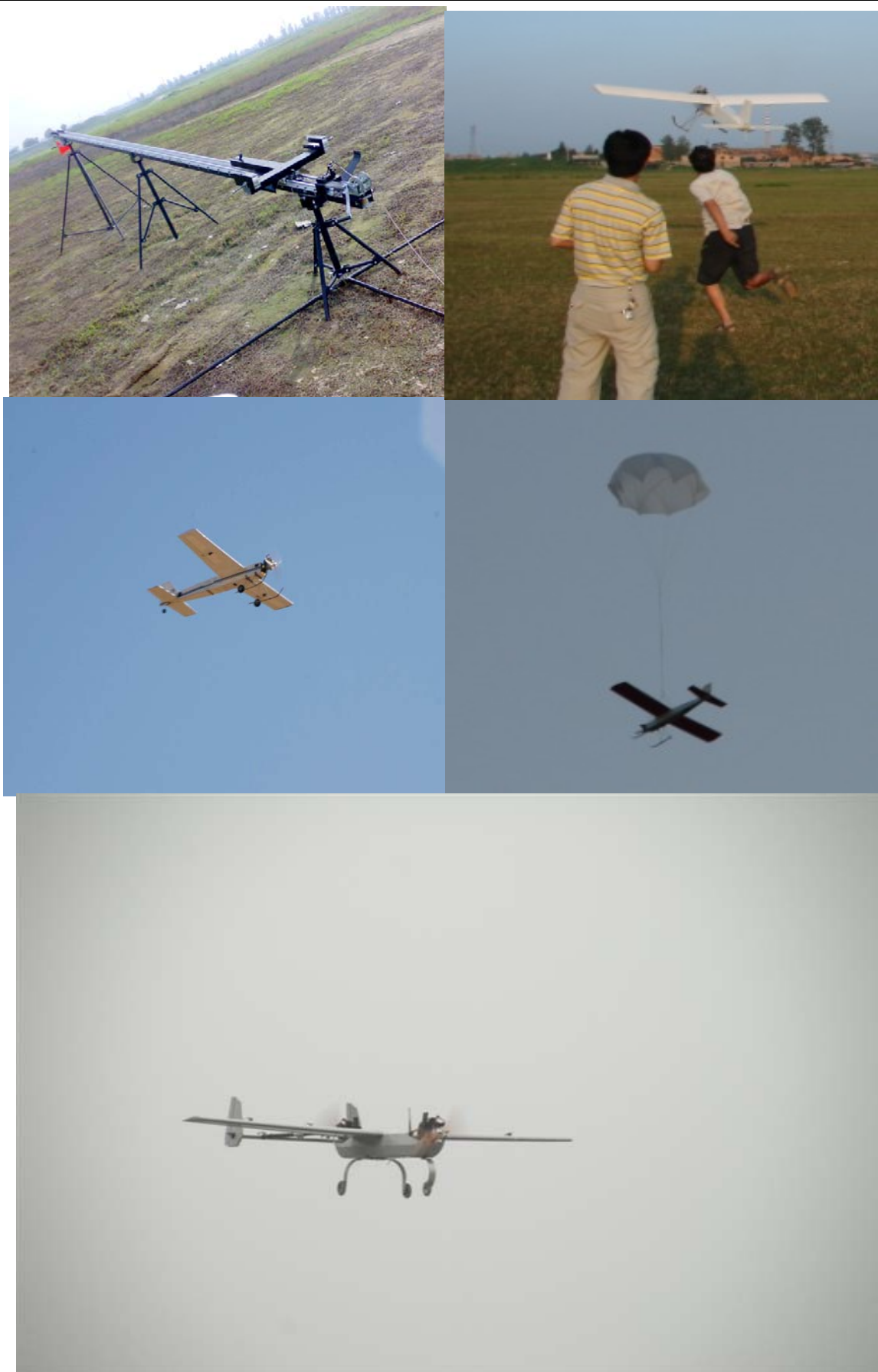
Quickeye（快眼）-III型前拉式无人机

（起降容易，机仓容量大，3-4 小时续航能力，优越的航拍摄影飞行平台）



Quickeye（快眼）-IV型前拉、后推式无人机实体

（双引擎、四舵面安全备份，两套系统自动切换；超强负载；可用率、安全性极强）



Quickeye（快眼）系列无人机作业实况考察图片



图：无人机培训照片

Quickeye（快眼）系列无人机主要硬件参数：

项目	参数		
	快眼-Ⅱ	快眼-Ⅲ	快眼-Ⅳ
气动外形	前拉式/后推式	拉进式	前拉后推式
机长	1.8m	2.3m	2.6m
翼展	2.6m	3m	3m
机翼面积	0.9 平方米	1.0 平方米	1.1 平方米
机高	500mm	490mm（0 度停机角时）	480mm
载荷仓容积	0.6 平方分米	18 升	7.8 升
空重	10 公斤	6kg	8kg
适用相机	EOS 5D 以上	EOS 5D 以上	EOS 450D 以下
最大燃油储量	2.2 升	9 升	8.4 升
最大起飞重量	14kg	28kg	38kg
最大任务载荷	2.5kg	8kg	12kg

Quickeye（快眼）系列无人机主要作业参数：

项目	参数		
	快眼-II	快眼-III	快眼-IV
最大空速	140 公里/小时	150 公里/小时	135 公里/小时
最大飞行高度	海拔 3500 米	海拔 6500 米	海拔 5000 米
最大海平面爬升速率	5 米/秒	满载时 5 米/秒	满载时 5.5 米/秒
航程	150 公里	400 公里	250 公里
燃油消耗率	22 毫升/分钟	2.2 升/小时	4.5 升/小时
发动机巡航转速	5800-6000 转/分钟	5800-6000 转/分钟	6000-6500 转/分钟
发动机最高转速	7000 转/分钟	7200 转/分钟	7200 转/分钟
巡航空速	97 公里/小时	120 公里/小时	110 公里/小时
最大过载	3.5G	4.4G	5G
航时	1.8 小时	3-4 小时	2-3 小时
标准作业航程	110 公里	250 公里	180 公里
巡航抗风能力	13 米/秒	15 米/秒	17 米/秒
起降抗风能力	5 级	5 级	5 级
控制半径	100 公里	200 公里	200 公里

3.2 飞行控制系统

本项目采用中国科学院遥感应用研究所自主研发的微型无人机控制系统——Quickeye（快眼）型无人机飞控系统。该系统包含：机载飞控、地面站、通讯设备。可以控制各种布局的无人驾驶飞机，使用简单方便，控制精度高，GPS导航自动飞行功能强，并且有各种任务接口，方便用户使用各种任务设备。起飞后即可立即关闭遥控器进入自动导航方式，在地面站上可以随意设置飞行路线和航点，支持飞行中实时修改飞行航点和更改飞行目标点。单一地面站控制多架飞机的能力和自动起降的功能也正在开发中。

作为无人机的飞行控制核心设备，系统的主要任务是利用 GPS 等导航定

位信号，并采集加速度计、陀螺等飞行器平台的动态信息，通过 INS/GPS 组合导航算法解算无人机在飞行中的俯仰、横滚、偏航、位置、速度、高度、空速等信息，以及接收处理地面发射的测控信息，用体积小巧的嵌入式中央处理器形成以机载控制计算机为核心的电子导航设备，对无人机进行数字化控制，根据所选轨道来设计舵面偏转规律，控制无人机按照预定的航迹飞行，使其具有自主智能超视距飞行的能力。

1)、自稳能力：

在各种气象条件及外界不可预测影响下，智能测算无人机的各项指标参数，自动控制无人机的飞行姿态的稳定，确保无人机正常飞行；

2)、自航能力：

在保持无人机飞行稳定的前提下，采用各种导航手段，控制无人机按照预先设定的航迹飞行，执行相应航线任务；

3)、状态监控与测控接口：

作为整个无人机系统的控制核心，飞行控制计算机系统实时监控无人机各模块状态，并通过高速接口与地面站实时进行指令和数据的交换。

Quickeye（快眼）型无人机飞控系统采用了最先进的FutabaPCM1024系列遥控，操作比一般的无人机控制系统更加灵活灵活，飞行姿态控制更加方便。控制系统的舵机是中科院遥感所自主研发的，达到了50Hz更新率，13 位舵机分辨率，使项目微型无人机能够获取更高精度的数据。主要特性如下：

- 集成 4Hz 更新率 GPS，可扩展北斗、GLONASS 组合导航；
- 集成数字式空速、气压传感器，0.1mba 高精度，高度测量可扩展无线电高度计；
- 集成低成本低重量 IMU，通过带 GPS 修正的 Kalman 滤波计算最贴近真实情况的飞机姿态，动态精度 $\pm 2^\circ$ ，消除瞬时加速度、陀螺漂移对姿态计算的影响；
- 使用跳频遥控信道传输遥控指令，跳频 902~930MHz，摒弃普通无线遥控器，相当于扩展了跳频抗干扰遥控增程器，遥控控制距离增强到电台的控制距离(地对空 10~50km 以上)，抗干扰性极强抗干扰性极强，在电磁环境复杂地区仍然能安全可靠的手动遥控无人机；
- 定位系统可扩展差分 GPS，实现精准航线控制与自动滑降；
- 可外接高精度惯性导航组件，各类 AHRS、垂直陀螺，并可外接涡喷发动机电子控制单元（ECU）；
- 可控制机载伺服云台转动，CCD 变焦，算法可控制云台锁定地面固定目标；
- 定时、定距相机拍照控制，并在机上保存拍照时的飞机遥测参数；
- 提供半自主控制，操作员仅仅进行摇杆的左右操作，在定高状态下自动控制无人机飞行；
- 实时修改、上传航线，实时调整飞行控制参数；
- 飞行操控手的所有操作动作均有数字记录，可回放分析操控过程；

- 实时显示 3 轴加速度值、3 轴陀螺值等 IMU 传感器信息；
- 7—20V 宽电压输入，12 位 A/D 采集电压监控；
- 多种 PID 组合控制算法，256~1024 个任务航路点，12 个制式航线，航段速度、高度、半径和任务可单独设置；
- “傻瓜式”操作，多种飞行控制方式：全自主弹射起飞、全自主手掷起飞、全自主巡航飞行、全自主“一键式”回收、点哪飞哪、就地盘旋；完全夜航功能；
- 用户可设置的安全保护功能：电压监控、发动机转速监控，发动机灭车、意外安全保护；
- 支持实验室模拟飞行功能，足不出户预先判断飞行效果；
- 9 通道舵机输出，支持定时、定距控制拍照任务舵机动作，支持开伞、切伞、开舱、抛撒等舵机动作；
- 支持完全副翼转弯、压坡度横滚转弯，支持常规、V 尾、H 尾、三角翼等各种布局；
- 搭载在系留平台高空悬浮 7 天考核，经过军品装备验收程序严格考核，高低温、振动、冲击、电磁兼容等各项指标符合国军标。

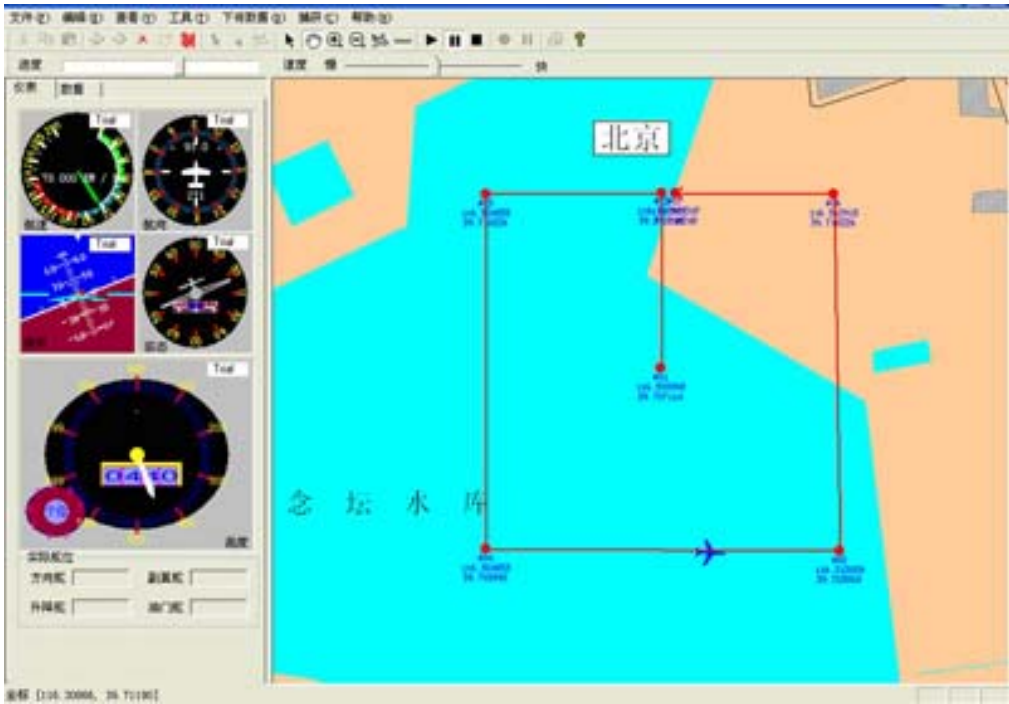
Quickeye（快眼）自动驾驶仪参数：

项目	参数
主供电电压	7—20V
主供电电流	≥200mA
可控最高空速	200m/s
可控最高地速	350m/s
可控飞行高度	20-5500m（海高）
导航支持方式	GPS，4HZ
姿态测量精度	± 2°，RMS
姿态控制精度	横滚 ± 3°、俯仰 ± 3°、旋偏 ± 6°
导航控制精度（偏航距）	± 5m，无差分，直飞段，重复精度
高度控制精度	± 5m，直飞段，重复精度
输出舵机控制通道	9 路
中央处理器主时钟频率	200MHz
舵机更新频率	50HZ
工作温度	-10℃~+55℃
储存温度	-20℃~+85℃

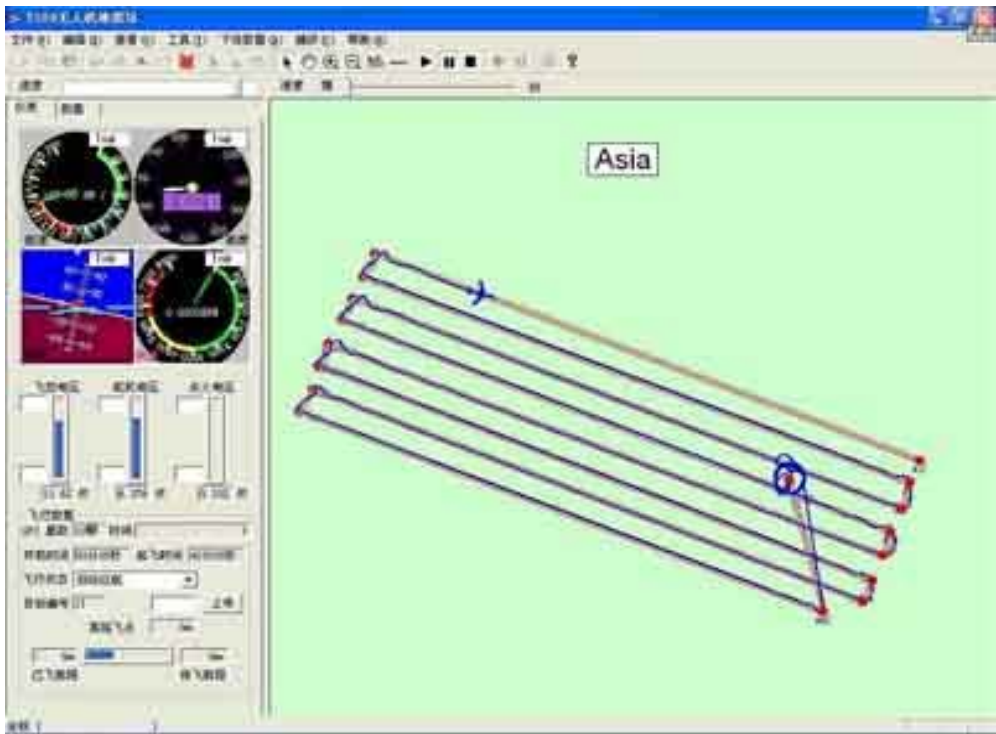
3.3 地面站系统

地面控制系统软件在无人机飞行前进行任务航路规划，在无人机飞行过程中显示飞行区域的电子地图、航迹、飞行参数、飞机的姿态航向参数。飞行中所有飞行参数和导航数据可实时下传并记录。操作者可通过航迹规划和路径调整进行各种任务的控制执行。地面控制系统的人机界面让操作者可方

便的修改航路点、目标航向并监视飞行状态；



地面站软件界面示意图



视频显示
Video Displaying



地面控制站软件
Ground Control Station software



3.4 航拍摄像系统

系统为多种小型遥感传感器提供了良好的搭载平台，如探地雷达、热成像仪、气象传感器、合成孔径雷达等，易于拓展监测功能，以满足多种快速监测所需，可以根据需要更换搭载设备。此项目以搭载 Canon EOS 5D Mark II 相机为主，主要参数如下：

相机类型：Canon EOS 5D Mark II （36×24 mm）

像素：5616×3744 pixel

像元大小：6.41 um

X0=2792.2860 Y0=1863.0639 f0=3794.7582(像素)

K1=0.000000008010972863 K2=-0.000000000000000534

P1=0.000000146843225210 P2=0.000000042386011979

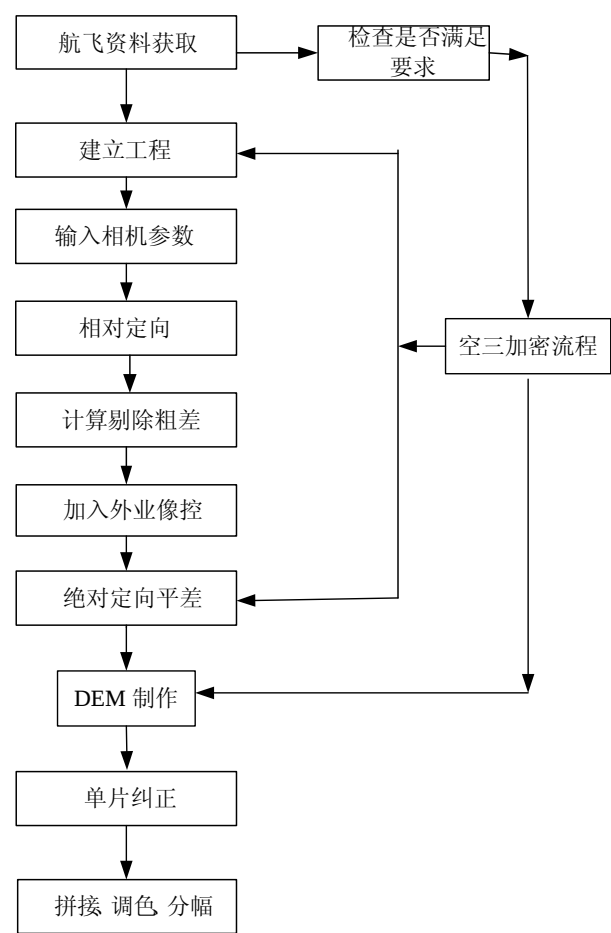
a=-0.000036388934 b=-0.000191509278

焦距	24	航高	相片 宽度	相片 高度	横向 分辨率	纵向 分辨率	有效 相片宽度	有效 相片宽度
底片宽	35.8	100	149	100	0.03	0.03	52	65
底片高	23.9	200	298	199	0.05	0.05	104	129
		300	448	299	0.08	0.08	157	194
底片横 向像素数	5616	400	597	398	0.11	0.11	209	259

底片纵向像素数	3744	500	746	498	0.13	0.13	261	324
		600	895	598	0.16	0.16	313	388
		700	1044	697	0.19	0.19	365	453
		800	1193	797	0.21	0.21	418	518
纵向重叠率	35%	900	1343	896	0.24	0.24	470	583
航线重叠率	65%	1000	1492	996	0.27	0.27	522	647
		1100	1641	1095	0.29	0.29	574	712
		1200	1790	1195	0.32	0.32	627	777
		1300	1939	1295	0.35	0.35	679	841
航线数	2	1400	2088	1394	0.37	0.37	731	906
每航线相片数	8	1500	2238	1494	0.40	0.40	783	971
		1600	2387	1593	0.42	0.43	835	1036
		1700	2536	1693	0.45	0.45	888	1100
		1800	2685	1793	0.48	0.48	940	1165
		1900	2834	1892	0.50	0.51	992	1230
		2000	2983	1992	0.53	0.53	1044	1295
		720	1074	717	0.19	0.19	376	466
		460	686	458	0.12	0.12	240	298
		750	1119	747	0.20	0.20	392	485

3.5 影像处理软件

本项目采用中国测绘科学院的 MAP-AT 软件完成无人机影像的拼校正及拼接，使用中国科学院遥感应用研究所研制的遥感影像处理软件 IRSA 进行影像的后期处理，生成相应的数字正射影像及遥感解译产品。



图：数据加工处理流程

MAT-AT 软件主要功能：

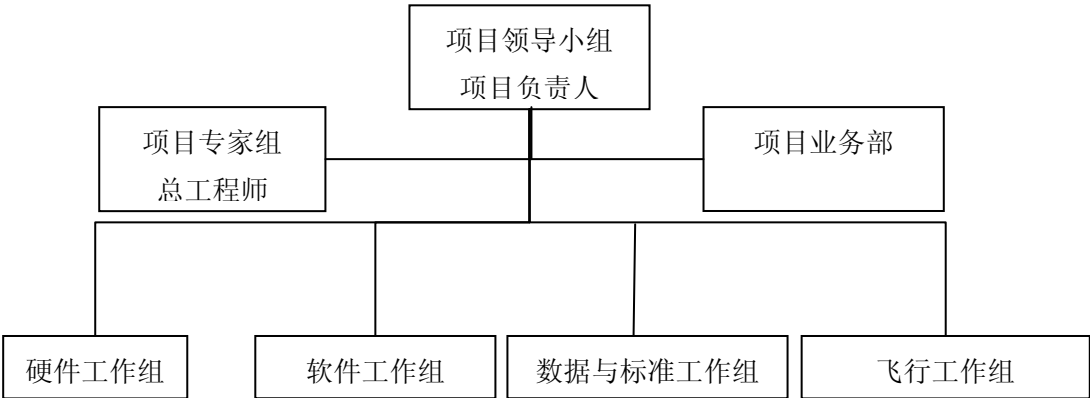
建立航带模型	建立拓扑关系网
自动内定向	计算内定向参数
修正影像的航偏角	提取定向点
建立平差网	检查模型内定向点
提取控制点	剔除粗差点
测区分块	空三平差
合并平差计算	生成 DEM
生成正射影像	

IRSA 软件主要功能：

图像复原	投影转换
几何精校正	图像镶嵌
图像分类	几何变换
图像增强	图像滤波
图像纹理分析	线状目标检测
线状目标检测后处理	图像数据压缩
变化检测	影像数据融合
地图符号编辑	专题图制作

四、 项目管理机构和人员安排

本项目由项目实施单位整体承建，中国科学院遥感应用研究所和北京国遥万维信息技术有限公司提供技术支撑。为保障本项目的顺利实施，拟组建低空无人机项目部，该项目部的组织结构如下：



项目实施管理组织构架图

项目部由项目单位领导直接领导，形成项目领导小组，负责组织提供建设所需的各种资源；审核批准项目的总体方案，工程实施计划；负责项目实施过程中的重大事件的决策；根据项目过程中的进度、质量、技术、资源、

风险等实行总体监控；协调涉及与项目建设有关的各方面工作关系。

由项目单位总工程师牵头形成项目专家组，为项目的实施提供技术、市场等方面的咨询；为项目实施协调各方面的社会资源；为项目领导组的决策提供建议。项目业务部负责建立进行项目组织实施，实际航拍作业以及市场拓展。

另外，中国科学院遥感应用研究所及北京国遥万维信息技术有限公司组建专案组，提供项目支持，人员详细情况见下表：

姓名	单位	职务职称	本项目中的任职
王晋年	中科院遥感所	副所长，研究员，高级工程师	项目管理
闫殿武	中科院遥感所	高级工程师，总经理	质量管理
阚博才	中科院遥感所 国遥万维公司	工程师，项目经理	项目主管
刘冯超	中科院遥感所 国遥万维公司	工程师	数据加工主管
牛彦陈	国遥万维	航拍部总监	无人机航拍主管
李泽春	国遥万维	航拍技术总管	无人机系统主管
任路坦	国遥万维	航拍部	航拍员
胡世伟	国遥万维	航拍部	航拍员

五、项目实施进度计划

项目计划无人机软硬件平台、无人机飞控手培训及数据加工培训统筹安排、并行开展，预计 2010 年 3——4 个月项目成功实施，开始作业飞行。

实施进度		第 1 月	第 2 月	第 3 月	第 4 月
项目考核	考核期				
签约合作					

平台系统购置					
飞控手培训					
数据加工培训					
系统试飞				★本月下旬	
项目成功运作					

六、 项目资金预算

编号	名目	预算	备注
1	无人机系统总成	20—40 万	以合同为准
2	操控人员培训 2 人	15—20 万	以合同为准
3	数据加工培训		待定
4	数据加工软件		待定
5	其他		

七、 项目可行性综述

中科院遥感所国遥万维 Quickeye（快眼）-II 无人机系统技术成熟，稳定可靠，经过大量项目实际检验，满足项目单位对无人机系统应用要求；中科院遥感所国遥万维无人机操控队伍技术水平高超，操控经验丰富，培训模式正规，可保证项目单位无人机操控人员技能需求，有效规避风险；中科院遥感所国遥万维无人机数据后期处理流程规范，工艺先进，培训专家经验丰富，满足项目单位数据加工能力提升要求。另，项目进行后，中科院遥感所国遥万维承诺长期提供硬件支持和技术支持。综上条件，在保证项目可行的基础上，体现如下特点：

1. 设备保障：遥感所在该项目中所安排了自有的快眼无人机系统，该系统经过实践检验，成熟稳定。相机为佳能 EOS 5D，能提供很好的影像细节。

2. 人员安排：本项目中，中科院遥感所国遥万维安排的各环节主管均为遥感所部门负责人或技术业务骨干，综合考虑了项目单位实际需求、后勤保障和后期制作的难度，确保在出现困难时可以快速反应、灵活应对，确保按实施方案进度完成项目。

3. 平台优势：中科院遥感所国遥万维所自有无人机系统 26 架，执行全国范围内不同环境要求及不同项目要求的航拍任务，可全方位轮换培训，确保全面培训无人机操控人员。

6. 项目进度合理、高效。

八、 附件：Quickeye（快眼）无人机2009年4月-10月应用案例

	内容
1	云南昆明小哨机场 30 平方公里，1:5000 比例尺微型无人机测图
2	鄂尔多斯市 8.7 万平方公里，0.4m 分辨率微型无人机测图
3	贵州兴义环城 116 平方公里，1:2000 比例尺微型无人机测图
4	贵州晴隆至兴义 73.6 平方公里，1:2000 比例尺微型无人机测图
5	山东省滕州市 100 平方公里，1:1000 比例尺微型无人机测图
6	广东省佛山市 200 平方公里，1:5000 比例尺微型无人机测图
7	广东省佛山市 200 平方公里，1:5000 比例尺微型无人机测图
8	山西忻州 120 平方公里，1:10000 比例尺微型无人机测图
9	成都市彭州 17 平方公里，1:2000 比例尺微型无人机测图
10	甘肃庆阳市正宁县 60 平方公里，1:10000 比例尺微型无人机测图
11	大方、平塘、赫章 125 平方公里，1:5000 比例尺微型无人机测图
12	江苏溧阳市 301 平方公里，1:5000 比例尺微型无人机测图
13	云南昭通地区 215 平方公里，1:10000 比例尺微型无人机测图
14	四川省 8 个地级市 224 平方公里，1:5000 比例尺微型无人机测图
15	雾灵山保护区 400 平方公里，1:2000 比例尺微型无人机测图
16	河北怀来盆地 600 平方公里，1:2000 比例尺微型无人机测图
17	内蒙古呼伦贝尔 70 平方公里，1:2000 比例尺微型无人机测图
18	浙江杭州淳安县 54 平方公里，1:5000 比例尺微型无人机测图
19	云南景洪市 80 平方公里，1:2000 比例尺微型无人机测图

20	云南文山州 200 平方公里，1:2000 比例尺微型无人机测图
21	延吉市城区，0.5m 和 0.1 米微型无人机数据获取
22	河南省商丘市 350 平方公里，1:2000 比例尺微型无人机测图
23	广东省中山市 133 平方公里，1: 1000 比例尺微型无人机测图

国遥万维及培训中心详情请访问：

国遥万维：<http://www.ncg.ac.cn/>

培训中心：<http://www.supereye.ac.cn/>

阚博才

中国科学院遥感应用研究所

北京国遥万维信息技术有限公司

电话：010-51292188 转 8039

手机：15011229437 传真：010-59636920

地址：北京市朝阳区安立路 80 号马哥孖罗大厦 16 层（100101）