地学无人机系统与无人机对地观测系统工程研究

王春振[1,2], 金 鑫[1], 徐勤学[1], 赵华荣[1], 范玉洁[1]　(1. 桂林理工大学环境科学与工程学院水文与水资源工程系,广西桂林 541004;2. 桂林理工大学漓江流域生态与环境研究中心,广西桂林 541004)

摘要　在系统阐述地学无人机系统、无人机对地观测系统等概念的基础上,以国产神龙260型地学无人机系统为例,论述了无人机系统的控制、无人机对地观测系统工程的方法论基础,总结了无人机对地观测系统工程图,可为从事无人机对地遥感工作的人员提供一定的技术支撑和理论支持。

关键词　无人机;地学无人机系统;无人机对地观测系统
中图分类号　S127　　**文献标识码**　A　　**文章编号**　0517 - 6611(2014)10 - 03089 - 03

On the Geo-UAVS and the Systems Engineering of UAV Landform Observation

WANG Chun-zhen et al　(Department of Hydrology and Water Resources, College of Environmental Science and Engineering, Guilin University of Technology, Guilin, Guangxi 541004)

Abstract　Based on the concepts of geographic unmanned aerial vehicle, UAV earth observation systems, the control methods of Geo - UAVS and the system engineering theory basis of UAVEOS were discussed, and the systems drawings of UAV landform observation process was summarized, with the domestic Shenlong 260 UAV systems as an example. This paper provided theoretical basis and technology supports of UAVS to the staff who engaged in the UAV remote sensing to the earth.

Key words　UAV; Geo - UAVS; UAVEOS

1　无人机、地学无人机系统、无人机对地观测系统

无人驾驶且具备一定自主飞行能力的遥控飞机简称“无人机”(Unmanned Aerial Vehicle, UAV)。它是被无线遥控设备和程序控制装置直接控制的非载人飞机。常见的无人机按照外观可分为直升型无人机、固定翼型无人机和无人飞艇3大类。

地面人员通过无线设备对无人机进行遥控、定位、跟踪与遥测。若无人机上搭载地理、地质、地貌数据的有效采集/存储设备,或配以数据无线传输、地面显示、存储设备,则构成“应用于地学观测领域的无人机观测系统”,简称“地学无人机系统”(Geo-UAVS)。

广义的无人机对地观测系统(UAV Earth Observation Systems,UAVEOS)是指涵盖天(气候、气象等)、地(地理、地质、地貌)、人(飞手、云台手、机械师等)、机(无人机、计算机、控制仪器等)在内的复杂巨系统。狭义的无人机对地观测系统仅指包括人员组织管理、地学无人机系统、数据处理与成果发布3个子系统及相应的软件、硬件、固件和人员在内,能够独立完成至少一次对地观测任务的复杂系统,见图1。

2　国产神龙260型地学无人机系统

该研究讨论的地学无人机系统主要由国产神龙260型电动直升飞机(SL260 UAV)、电池动力组、遥控设备、飞控装置、两轴云台、高清摄像机、无线传输装置和地面显示设备8个部分构成。其中,神龙260电动直升型无人机的规格和性能参数见表1。无人机系统的各部分主要功能见表2。

3　地学无人机系统的控制

地学无人机系统的控制包括飞行控制、云台控制和摄像

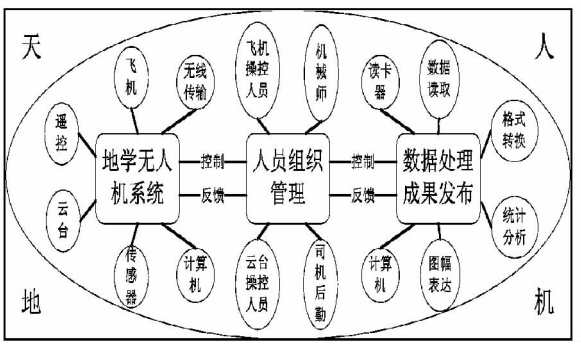

图1　无人机对地观测系统结构示意

控制3个部分,则地学无人机控制系统包括飞行控制子系统、云台控制子系统和摄像控制子系统3个子系统。该研究仅讨论飞行控制子系统及其控制过程。

根据气压、负重等实际情况调整直升型无人机的螺旋桨桨距,当发动机功率(通常称为油门比率)和螺旋桨转速达到并超过一定的阈值以后,直升型无人机便可起飞或完成自主飞行。上述3个指标在平面直角坐标系中构成了直升型无人机的飞行空间,见图2、3中的灰色区域。

直升型无人机在飞行空间中完成升降、前后、悬停、转向等常规飞行动作及滚翻、侧逆等特殊飞行动作,但在对地观测过程中主要应用悬停和保持一定高度的水平飞行这两项基本动作。

按照控制论的基本原理和控制过程的共性[1],地学无人机系统的飞行控制可定义为根据对地观测的目的,通过改变飞行器的物理条件或调整固件参数,使地学无人机系统沿着飞行空间(可能性空间)内确定的方向发展。由于无人机在飞行空间内存在着多种发展的可能性,通过一定的经验或技术手段在这些可能性中进行确定性选择的过程就是无人机飞行的控制过程。

基金项目　桂林理工大学科研启动项目;广西环境污染控制理论与技术重点实验室研究基金项目。
作者简介　王春振(1980 -),男,河北保定人,副教授,博士后,从事无人机技术在地貌学及水资源遥感中的应用研究。
收稿日期　2014-01-31

表 1 神龙 260 型无人机的规格和常见性能参数

项目	空机机身				主旋翼		尾旋翼		载荷飞行			
	长	宽	高	质量	直径	转速	直径	转速	直径	转速	速度	载荷
单位	m	m	m	kg	mm	n/min	mm	n/min	min	m	m/s	kg
数值	1.56	0.23	0.6	6.4	1770	1300	265	260	15	100	0~10	3.5

表 2 神龙 260 型地学无人机系统各部分的主要功能

系统部件	产品描述及主要功能
SL260 飞机	神龙 260 型电动直升飞机;无人机系统的飞行装置,观测设备的运载平台
电池动力组	SCORPION 电动机、电调、10000mAh 锂聚合物电池;无人机系统的动力设备及动力源
飞机遥控设备	日本 Futata10c 遥控器、R6014HS 接收机;直升飞机的主要控制设备
飞控装置	DJI-ACE-One;无人机辅助驾驶装置,用于飞行增稳和辅助悬停
云台遥控设备	日本 Futaba6c 遥控器、R617FS 接收机。云台的主要控制设备
两轴云台	SL260 专用套装云台;高清摄像机的安放平台,可左/右和俯/仰旋转
高清摄像机	SonyA1C 高清录像机;用于地面影像的采集、记录和存储
无线传输装置	KENII 无线收发器;将摄像机在空中获取的地面影像发送至地面接收机
地面显示设备	TFT LCD TV DA701;即时显示摄像机获取的地面影像,为调整无人机的飞行姿态和云台角度提供参考

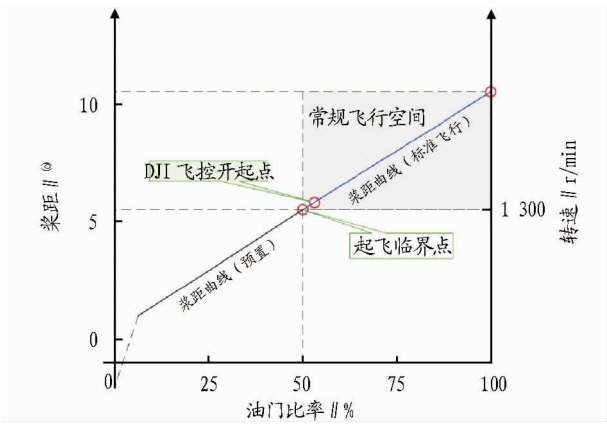

图 2 悬停飞控模式

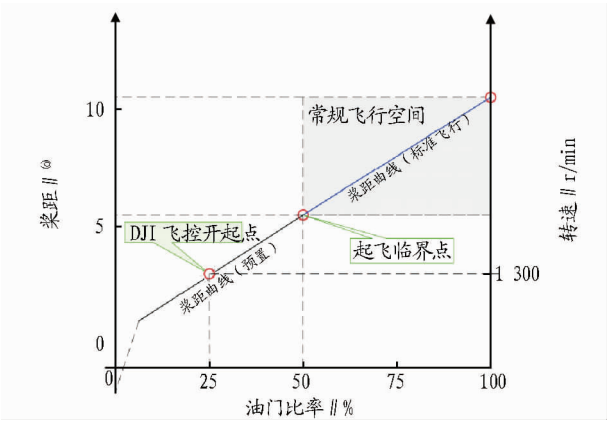

图 3 增稳飞控模式

飞行控制人员的大脑、眼睛、手指与地学无人机系统中的遥控装置组成了一阶负反馈回路[2],该系统通过神经信号、无线电信号和电子信号对无人机系统进行飞行控制。飞控人员的大脑根据观察到的无人机飞行姿态结合地学无人机系统对地观测任务和客观环境对飞行姿态进行判断并发出调控指令,调控指令通过遥控器发射的无线电信号传入接收机,经接收机调整成电子信号后实现对无人机的飞行控制。

当前,飞控装置即辅助驾驶系统已可帮助飞控人员完成直升型无人机的悬停和失控保护等。经实践证明,飞控装置在无人机起飞后开启(图 2),可辅助悬停;在无人机起飞前开启(图 3),可对飞行增稳起到一定的作用。

4 无人机对地观测系统工程

4.1 无人机对地观测的 WSR 方法论 应用无人机进行对地观测,需要在当时气象、当地地形、当前飞控人员状态及机械性能等诸多复杂因子的制约下,增加有效起落,减少飞行事故,完成地貌信息的采集与存储。这需要管理者在懂“物理”、明“事理”、通“人理”[3]的基础上,组织与协调无人机地貌观测。

4.1.1 “物理”。本意指客观物质世界的存在、运动机理与规律。在此主要指管理者应充分熟悉无人机在不同环境下的机械性能,预测其可能发挥出的最大效能和预估一旦失控后的结果。技术人员应熟练掌握各种仪器的操作方法,熟知硬件的物理性能、软件的使用方法和固件的参数调整。

4.1.2 “事理”。本意指实际运行过程中对事物的统筹方法与管理措施。在此主要指管理者要在明确无人机地貌观测的目的、拟获取的信息、拟采用的技术手段、工作强度和工作量等等的基础上,采用合理的工作方案,系统组织与协调相关人员完成地貌信息的采集与数据交付。

4.1.3 “人理”。本意指实际工作能力与服务对象要求之间的博弈均衡和人员协调机制。在此主要指管理者要明确地貌数据最终采用者的观测意图,将服务对象的观测意图融入技术方案设计和飞控人员配置,协调数据采集实际效果与服务对象原定观测目标之间的差异。

4.2 无人机对地观测系统工程图 无人机对地观测是指应用无人机搭载地理、地貌、地质学专业数据采集/存储设备或通用设备,在无人机手控飞行或自主飞行(含悬停)的基础上,获取被观测单元的相关信息,并生成最终观测产品的全过程。它至少包括前期准备、无人机实地放飞、数据采集与处理、最终产品展示或提交 4 个步骤。

陈昱研究员曾将现代地图集设计过程归纳成系统工程树[4]。受这一系统思想的启发,上述无人机地貌观测过程可被凝练成如 4 所示系统工程图。

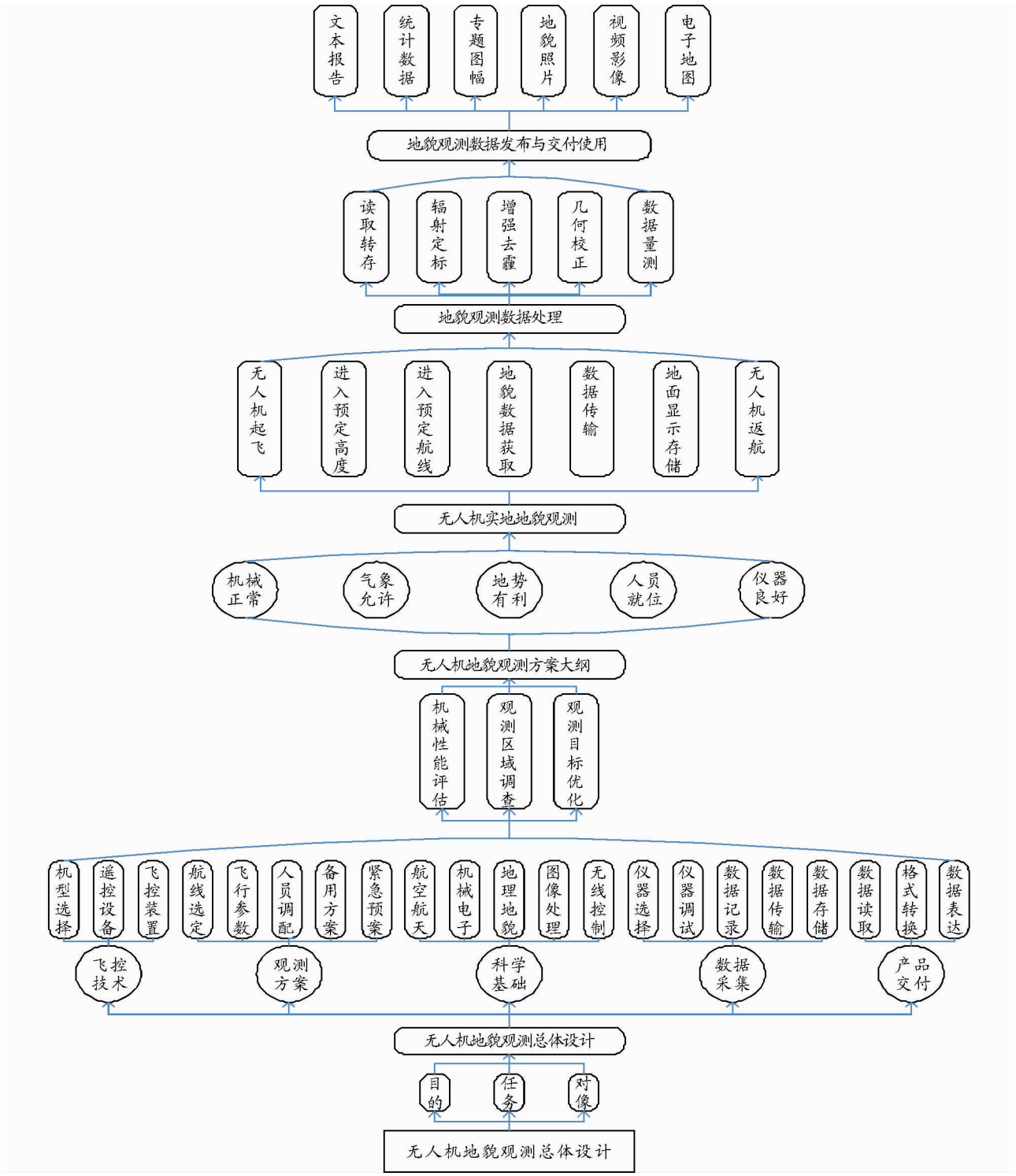

图 4　无人机对地观测系统工程图

5　总结

该研究在提出地学无人机系统、无人机对地观测系统等基本概念的基础上，以国产神龙 260 型地学无人机系统为例，论述了这一系统的组成及控制基础。同时，系统归纳了无人机对地观测过程的“物理—事理—人理”方法论和系统工程树，可为从事无人机对地观测工作的人员提供一定的技术支撑和理论支持。

参考文献

[1] 金观涛，华国凡. 控制论与科学方法论[M]. 北京:新星出版社，2005.
[2] 福雷斯特. 系统原理[M]. 王洪斌,译. 北京:清华大学出版社，1984.
[3] 顾基发，唐锡晋. 物理—事理—人理系统方法论:理论与应用[M]. 上海:上海科技教育出版社，2006.
[4] 陈昱. 现代地图集设计与研究[M]. 北京:科学出版社，2005.