

典型无人作战平台指挥控制总体技术研究

杨宏斌¹，王健²，王世军¹，王力¹

(1. 北方导航控制技术股份有限公司，北京 100176；2. 中国科学院自动化研究所，北京 100190)

摘要：本文研究的地面无人作战平台指挥控制技术是指无人作战平台执行任务时，在没有人员现场直接参与下，通过计算机及通信的链接，实施远程指挥控制技术的研究，即通过对执行武装侦察作战任务剖面的系统梳理，结合车电系统技术的发展，针对无人作战平台所执行典型任务的指挥和控制。侦察作战人员通过良好的人机交互平台和专用的无线通信设备，智能化远程操控无人作战平台及相应的多侦察探测装置，实施武装侦察、获取情报、传输情报，进行多数据源信息融合、处理情报和决策。

关键词：地面无人作战平台；车电系统；人机交互；智能化操纵；信息融合；处理情报

0 引言

地面无人平台将是未来信息化装备的重要组成基础，随着各种高新技术在武器装备中的发展和应用，士兵在战场上的生存条件越来越差，为了保护士兵生命、提高部队作战效能及完成各种复杂条件下的作战任务，无人作战系统及各类无人平台也将被大量使用。无人平台技术是以智能控制为基础，集中了当今科学技术许多尖端技术，因此随着各类单项技术难题的解决，无人作战系统的智能水平将进一步提高，地面无人平台的应用进程将会以超出人们想象的速度发展。从目前的发展看，无人平台技术的应用将首先在航空、航天、兵器、船舶等领域得到发展，其技术门类很宽泛；而地面无人作战平台是最具有代表性的新概念武器装备之一，它通过地面环境感知系统实时接收来自多种探测传感器的目标特征描述以及精密定位系统给出的位置、姿态、运动参数等数据，并将这些数据传输给计算机处理系统，进行分析处理，经过有效融合、决策与规划，向推进系统、搭载的武器装备输出控制指令，做出相应的动作，并根据反馈的信息修正自己的行为。

由于地面无人平台指挥控制技术分为多平台总体技术和单平台总体技术两大类，本文重点以单平台总体控制指挥技术研究为出发点，通过对以往多个装备实际工程研制内容的梳理，结合了我军信息化建设的总体要求，参考了国内外相关条令及相应装备的使用方法，以作战形式、任务剖面、使用需求等的牵引，深入分析研究了地面无人作战装备在未来数字化部队作战的使用模式、流程及任务剖面，为今后的工程化研制提供理论基础。不仅在指标体系和实际功能要求方面提出较为系统的模型，而且从任务使命出发，将战斗人员、车辆、任务设备、系统控制计算机、通信、导航等任务单元，有机地融合为一

提高装备作战效能和装备的五性，使无人平台在工程实现和系统更新升级方面具有独特优势。

本文通过对典型地面无人作战平台指挥控制研究，可以看出，有与传统指挥控制相似之处，但也有很大区别。不同之处在于，传统的火炮火控和指挥控制系统，均是在有人现场进行指挥操控，如前观侦察车将目标信息和数据传给指挥车，也可直接发给火炮火控系统，由作战人员操控作战武器，对目标实施打击。而无人平台指挥控制系统控制的对象是无人作战平台或军用机器人，为了最大限度保证作战人员的安全，其装备的智能化水平和无人化要求很高，这将使我们根据现有无人作战平台智能化水平，设计形成对无人作战平台系统指挥、控制，信息自动化处理，快速动态响应和决策的系统，更好的提高快速反应能力和作战指挥效能。

1 国内外发展概述

军用机器人分为自主式和遥控式两大类，目前各国都在研究这两大类各种用途的军用机器人，目前由于受一些关键技术限制，国内，也有半自主的叫法，主要指人在回路中的辅助决策。在国外，地面无人平台基于系统的基础理论研究，提出了切实可行的长远规划，并有具体的技术成熟时间表，如2000年开始装

备魔爪 (Talon), 2004年改进型的剑 (Swords), 均在战争中广泛使用。在国内, 还没有形成国家认可的长远研究规划, 还没有进行深入的基础理论研究。与西方国家相比, 我国在一些单项技术上, 取得了一定的成果。但在地面军用机器人、地面无人平台研究方面, 无论是研究规模、深度、系统性, 还是投资强度、技术总体水平, 都存在着明显差距:

美国和西方其它国家已完成了多种不同技术层次和使用性能的平台研制, 在单体地面平台研究积累了较多经验的基础上, 美国率先开始了地面无人平台集群的研究, 我们在这个方面的研究还基本处于起步阶段。

在相关智能车总体性能方面落后于西方发达国家, 美国研制的智能车, 已经完成了沿高速公路从东到西, 横穿美国大陆的自主式行驶的演示试验, 我国还处于在确定的试验场内进行演示阶段。

另外在成果应用水平上也存在较大的差距。美国、德国、英国和以色列等国家研制的地面无人平台, 在上世纪八十年代末已经开始装备陆军和海军陆战队, 而且随着技术的发展, 地面无人平台种类已经比较齐全。我国在这方面的成果应用尚处于起步阶段。

在无人平台研究领域我国虽然还存在一定的差距, 但近年来已经受到国家各个层面的重视, 而且机器人技术作为一个学科还不成熟, 很多的理论和关键技术尚未突破, 国内各科研院所和高校也积极的开展了相应的研究工作。我们单位近年来通过和院校合作的方式在无人平台工程化方面已取得了一定的研究成果, 这为无人平台装备部队方面奠定了一定的基础。

指挥控制系统是随着现代信息技术、微电子技术、计算机技术的发展不断扩展、升级的过程, 美国从二十世纪五十年代的C²系统到1997年财政年度国防报告中提出了C⁴ISR用了不到50年, 它使战场信息资源在整个作战范围内实现最佳配置, 最终实现指挥、控制、通信、情报、侦察、电子战和火力支持及后勤保障等功能一体化, 是集指挥和武器系统一体化的战术级综合军事信息系统。本文将重点研究无人作战平台指挥控制技术在构建无人平台装备中所关注的重点内容。

2 总体结构及其关键技术研究

地面无人作战平台的一个重要特点就是“无人”, 其总体技术是通过平台无人化总体设计、平台全系统智能管理、平台智能控制体系结构设计和多模态人机交互接口的研究, 使无人平台不仅能够安全地替代有人平台实现常规的作战任务, 而且能够延伸、扩充甚至倍增有人平台的作战性能, 从而成为地面武器装备序列中的核心部分。

2.1 无人化总体设计技术

平台无人化总体设计技术包括三个方面的内容。首先是充分利用无人平台内“无人”的优势, 借鉴有人平台的总体设计特点和突破有人平台的总体设计模式, 对有人平台的动力、传动、行动以及其它分系统的结构跨越式地优化布局使无人平台具有更小的体积、更大的承载能力、更高的恶劣环境承受能力和更小的被敌方探测几率。其次是从总体上考虑平台底盘如何满足无人化的基本需求, 例如平台底盘必须具备全面的计算机测量控制接口, 平台底盘上的所有分系统都能够由计算机系统来调度、管理、监控, 平台的行驶操纵控制方式应该尽可能的简便等。第三是从提升平台的智能化、自主化出发, 考虑如何配置平台的安全冗余设计、平台的人工智能系统以及平台与指挥控制中心之间的协作, 克服平台无人的劣势, 使其延伸、扩展甚至倍增有人平台的威力。

2.2 系统智能管理技术

替代有人平台内车载人员管理维护以及安全监测功能的系统智能管理系统将是地面无人作战平台的大脑, 是无人平台的最高控制中枢。无论是处于哪一种智能自主等级的无人平台, 全系统智能管理系统都将是直接与平台的指挥中心直接交互, 并直接对平台各分系统进行管理调度的核心。无人平台装备接收指挥控制中心下达的任务后, 全系统智能管理系统根据作战任务的不同, 不仅负责管理维护平台底盘内各分系统之间调度、协调, 而且负责上层智能分系统之间以及底层与上层之间的协调, 负责实时监测平台各分系统的性能变化和工作状态, 负责在不同的任务环境中为相应不同系统分配所需的资源(如计算资源、动力资

源等), 负责在某一分系统出现故障后的平台功能重组和平台核心分系统出现不可恢复性故障后的安全自毁等功能。

2.3 智能控制系统体系结构

对于无人平台来说, 在感知—规划—决策—执行这一控制周期中的信息处理方式和信息流程是不同的。针对国际国内无人平台控制体系理论研究历史中经历的水平式、垂直式、混合式等不同体系结构的优缺点, 按照工程化实用化的原则, 研究设计制定普遍适用的无人平台控制系统体系结构, 设定可动态自适应的平台内从最底层的执行测量层到最高层的智能管理层之间的信息流程、信息交互界面、信息交互协议, 该控制系统体系结构的设计将遵循开放式的设计原则。开放式指的是操作人员可以在任意一层控制平台的动作, 如从最高层可以直接给平台下达任务, 从最低层则可直接控制平台操纵控制机构机械动作。

2.4 多模态人机交互技术

地面无人作战系统中的人与平台之间的交互是总体技术研究领域中的一项核心内容。其主要包括两个方面, 一方面使人必须能够从平台的任务、通过的路径、行驶的轨迹、甚至行驶机构的执行动作等从上至下各个层次来参与平台的管理和控制; 另一个方面, 则是平台必须以视频、音频、数字、图像、动画等多种方式的组合向系统回路中的人提供其自身各分系统的详细状态信息、性能参数信息以及感知、探测到的周边环境信息和目标信息。可见人与平台的交互涉及到多种方式的交互, 交互介质也多种多样, 因而研究、设计、开发多模态的平台人机交互系统也就成为无人平台总体技术研究中一项重要内容。

3 地面无人作战平台设计的内容

地面无人作战平台系统主要是由地面无人作战车和侦察指挥车构成。

地面无人作战车主要由智能承载平台、车电系统、侦察系统、遥控武器站系统、远程遥控系统和情报处理系统等组成。智能承载平台可通过对底盘车身进行相应的防护设计, 提高自身的防护性和前沿侦察的安全性, 同时对其操控性能进行改进, 使其具备一定的智能化操控能力, 并且配备相应的侦察任务设备(如雷达、光电侦察设备、遥控武器站等)和情报处理等系统组成有机整体, 可实现多手段高精度侦察和情报处理的统一, 为侦察任务的完成提供基础的保障。车电系统是地面无人作战平台中一个重要的组成部分, 其设计主要由总线以及无人平台搭载的任务设备等组成; 车电系统总线是由CAN总线和以太网组成, 用于完成无人平台的数据传送; 车电系统总线为地面无人平台的各设备提供互联互通功能, 并可减少电缆数量, 且方便系统进行功能性扩充, 能够将系统内不同设备的不同类型数据通过总线进行传递, 实现信息分发与交换功能。

侦察指挥车可执行高效的侦察指挥和强大的情报处理能力, 保证系统作战使用效能和情报侦察的高效获取, 并且可与侦察情报网络保持实时通讯, 根据上级下达的侦察作战任务指令, 制定侦察方案, 组织进行侦察计划编制和执行, 依托战术互联网, 可在车际间进行有效地情报共享和侦察协同。同时, 侦察指挥车可将获取的情报产品向上级侦察指挥机构上报、友邻通报, 单兵下车可依托专用的传输链路传输视频情报信息至侦察指挥车。

3.1 主要技术特点及总体组成

地面无人作战平台作为一种战术机动侦察监视装备, 将主要装备我军数字化部队、侦察作战分队、作战编组或班组, 能快速机动地实施战场浅近纵深和敌后纵深机动侦察监视, 具有机动性能好、战场生存力强、侦察效能高、完成多种任务的特点, 可及时获取并上报准确和高效的情报信息, 是重要的战场侦察监视手段。其系统组成如图1所示。

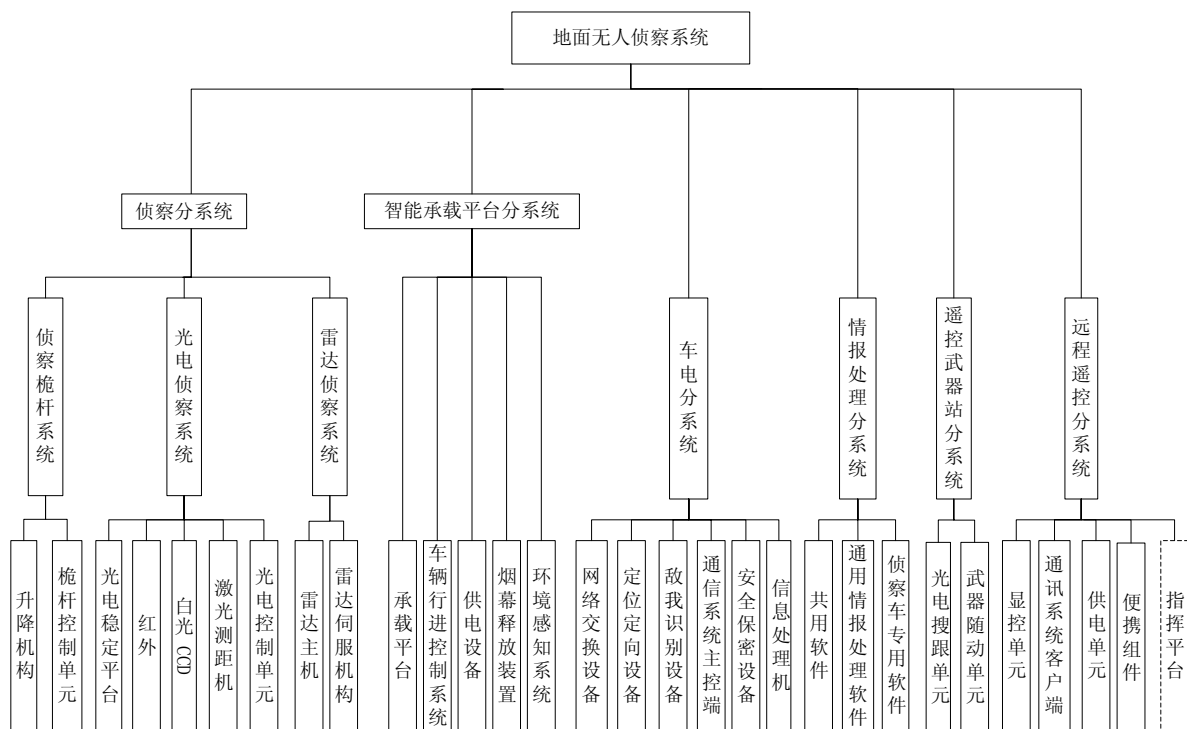


图 1 系统组成框图

3.2 系统主要功能

侦察监视能力 具备光电、雷达等多种探测手段，能够实施快速、隐蔽和机动的全天时、全天候、多频段和大范围的战场侦察监视，可有效获取战场敌目标、设施、部队部署等情报信息，具备远程侦察监视能力，对目标实施跟踪、发现、识别和精确定位。

远程遥控能力 能够进行远距离的遥控操作，同时将获取的侦察信息回传给指挥控制端。控制端可以适时地监视前方的信息，并下达侦察任务指令和控制信息。

情报处理能力 能够高效采集车载传感器获取的战场图像、视频和雷达等情报数据，并进行简单融合、整编和处理；根据通信保障能力，分类、分级别地进行情报的上报、通报和分发应用；有效指挥协调车际间的侦察监视活动，保障侦察行动的高效和协同。同时，可与上级、友邻等侦察指挥部门进行有效地侦察指挥协调。

定位导航能力 具有卫星导航和自主式（惯性）导航相结合的组合导航能力，为目标侦察定位提供方位和位置基准，确保车辆能迅速确定本车位置、方位和姿态，并导引车辆按预置的路线，快速、准确抵达指定位置。

防护生存能力 可防轻武器、地雷等攻击，且战场受到敌方威胁时，具备一定的自卫防护手段；具备战场伪装能力，能够采取一定的伪装手段隐蔽机动到交战前沿。

机动能力 战场机动能力强，能够适应山地、丛林、沙漠和丘陵等多种地形条件下的快速机动，能够快速、隐蔽机动到达敌前沿进行侦察监视活动。

武装侦察能力 具备一定的远程遥控武装侦察能力，实现远程遥控车载武器装备对敌方目标进行远程攻击。

3.3 系统技术指标体系的确定

地面无人作战系统总体设计指标不仅包括通常的武器平台所构成的整体机动性、通过性、战斗全重、外形尺寸、侦察探测能力、典型工作方式、情报处理、通信保障、作战反应时间、环境适应性等，还需要针对无人化操控、系统自毁模式及相关主要分系统指标提出较为合理的指标体系，并对涉及定位导航精度、系统控制参数及相关侦察、传输、任务设备控制精度等多项技术指标进行系统分析计算，以保证整体技术指标系统合理，并能对各分系统、任务单元设计，指标确定起到积极作用。

3.4 典型侦察模式及流程

地面无人作战平台在进行侦察任务时的主要任务模式一般可采用驻车侦察或行进间侦察两种模式。侦察车在接收到侦察指挥车下达的命令后,侦察车可根据任务指令进行指定侦察地点或行进状态下通过车载侦察任务设备对侦察的目标进行捕获、识别和定位。

侦察指挥车受领侦察任务后,首先完成战前装备检查,拟制侦察计划和侦察保障方案,其他人员根据任务的性质、时间做好侦察准备。各系统自检,定位、定向系统进行校准,随后执行侦察任务,操作人员操控侦察车辆或通过拟定路线自主机动到侦察作战区域,部署至预定位置;根据任务需要,开启相关侦察任务设备对侦察目标进行搜索,定位及监视,将侦察到的目标情报数据进行分析、整理存档后,依托战术通信系统或专用情报传输设备进行情报的逐级或越级上报、通报。侦察任务完成后,下达撤收指令,通过操控或拟定路线完成侦察车辆的回收。

4 结束语

地面无人作战平台是未来无人化战场的基础装备,将从根本上改变未来陆战形态。因此,发展高度智能化的地面无人作战平台已经成为迫在眉睫的任务。然而,科学技术的发展总是循序渐进的,近期内还不可能看到全部由遥控式武装平台组成的大军投入实战,仍需要人们安坐在车内指挥。但眼下,应用这类武装平台执行军事要塞保护任务是可行的,而且将非常有效,真正棘手的是这类武装平台的机动性、安全遥控和交战成本方面的问题。

参考文献:

- [1] 仲崇惠,贾喜花.国外地面无人作战平台机器人发展概况综述.机器人技术与应用,综述:18-24
- [2] 王军良.军用无人平台的未来.国外坦克,2007年第11期
- [3] 孙柏林.无人平台在军事领域里的应用.自动化博览,二十周年纪念文集
- [4] 毛保全.遥控武器战[J]兵器知识,2005年5月
- [5] 王海彬,黄永生.国外地面军用机器人系统综述,汽车运用,2005年第11期
- [6] 余盈帆.美军机器人战车 兵器,2004年6月
- [7] 曹旭,许锦州.数字化战场指挥控制系统的发展.情报指挥控制系统与仿真技术,2005(5)
- [8] 陈晓东.警用机器人.科学出版社,2008年1月