中国指挥与控制学会
CHINESE INSTITUTE OF COMMAND AND CONTROL

中国指挥控制大会
CHINESE CONFERENCE ON COMMAND AND CONTROL

第四届
中国指挥控制大会
论文集

DISIJIE ZHONGGUO ZHIHUI KONGZHI DAHUI
LUNWENJI

中国指挥与控制学会 编

中国工信出版集团
電子工業出版社
PUBLISHING HOUSE OF ELECTRONICS INDUSTRY
http://www.phei.com.cn

第四届中国指挥控制大会论文集

中国指挥与控制学会　编

電子工業出版社
Publishing House of Electronics Industry
北京·BEIJING

图书在版编目（CIP）数据

第四届中国指挥控制大会论文集/中国指挥与控制学会编. —北京：电子工业出版社，2016.7
ISBN 978-7-121-29051-0

Ⅰ. ①第… Ⅱ. ①中… Ⅲ. ①指挥控制系统－文集 Ⅳ. ①E072-53

中国版本图书馆 CIP 数据核字（2016）第 131895 号

责任编辑：徐蔷薇　特约编辑：马晓云　史　涛
印　　刷：三河市鑫金马印装有限公司
装　　订：三河市鑫金马印装有限公司
出版发行：电子工业出版社
　　北京市海淀区万寿路 173 信箱　邮编　100036
开　　本：880×1 230　1/16　印张：42.25　字数：1623 千字
版　　次：2016 年 7 月第 1 版
印　　次：2016 年 7 月第 1 次印刷
定　　价：298.00 元

凡所购买电子工业出版社图书有缺损问题，请向购买书店调换。若书店售缺，请与本社发行部联系，联系及邮购电话：（010）88254888，88258888。

质量投诉请发邮件至 zlts@phei.com.cn，盗版侵权举报请发邮件至 dbqq@phei.com.cn。

本书咨询联系方式：xuqw@phei.com.cn。

前　言

为深入贯彻习近平总书记关于科技创新和军民融合的系列重要讲话精神，应对新军事革命的严峻挑战，把科技创新和军民融合的理念贯穿到经济发展和国防建设全过程，进一步提升指挥与控制科学技术成果的推广应用水平，由中国科学技术协会指导，军队、武警、军工集团等单位支持，中国指挥与控制学会主办的“第四届中国指挥控制大会”于 2016 年 7 月 4 日至 6 日在北京国家会议中心隆重召开。

中国指挥控制大会是国内指挥控制业界每年一次的盛会，是集学术交流、展览展示、竞赛奖励于一体的综合性品牌活动。本届大会以“指挥控制聚焦军事变革、创新创业助力军民融合”为主题，军民融合特征明显，时代特征突出，学科交叉、融合性强。大会各项活动围绕军改后的军队信息化建设和指挥控制系统的发展，围绕指挥与控制体系、技术、理论与方法开展学术交流，是学会展示形象、提高影响力、确立学术地位、发挥服务功能的最直接体现。

为展示指挥控制领域科技工作者在国家安全、国防与信息化装备建设、应急救援、公共管理、交通控制等领域最新的研究进展或成果，早在 2015 年 11 月就启动论文征集工作，至截稿日期，本届大会共收到论文 170 篇，经论文评审委员会审核，从中选用 139 篇论文，汇集成《第四届中国指挥控制大会论文集》出版发行。

值此论文集出版之际，对所有关心与支持中国指挥控制大会的单位、领导、专家和学者表示衷心的感谢，同时祝愿指挥控制事业的明天更加辉煌。

中国指挥与控制学会理事长

戴浩

2016 年 7 月

目　录

有人/无人协同近距空中支援作战体系研究

赵露露，王志刚，李亚锋
（中国电子科技集团公司第二十研究所电子信息网络实验室，陕西西安 710068）

摘 要：传统近距空中支援作战模式难以满足强对抗战场条件下近距空中支援作战需求。本文介绍了外军近距空中支援技术与装备发展情况，构建了新型有人/无人协同近距空中支援作战体系架构，给出了作战流程和关键技术，为缩短近距空中支援任务杀伤链、减少附带损害提供了有力支撑。

关键词：近距空中支援；有人/无人协同；数据链；人机集成

A Study on CAS Architecture Based on Teaming of Manned/Unmanned Vehicles

ZHAO Lu-lu, WANG Zhi-gang, LI Ya-feng
(Laboratory of Electronic Information Network, CETC No. 20 Research Institute, Xian Shaanxi 710068, China)

Abstract: Traditional close air support (CAS) combat pattern has been proved not suitable to meet the time and accuracy demand in highly contestable environment. This article analyses the CAS technologies and equipments used in the foreign countries. Then, a new CAS architecture based on teaming of manned/unmanned vehicles(MUMT) is introduced. Finally the operational process and key technologies are summarized and analyzed, which can be used to shorten the kill chain and decrease the collateral damage.

Key words: CAS; Manned/unmanned teaming; Data link; Human machine integration

0 引言

近距空中支援[1]是由固定翼飞机或旋转翼飞机凌空打击与友军距离较近的敌方目标的作战行动，作战过程需要支援飞机与地面友军进行密切的火力和位置协调。现有近距空中支援模式存在较多不足，导致了打击效率偏低、时间敏感目标易丢失以及容易误伤等诸多问题。减少人员伤亡，提高近距空中支援任务效能必须有人/无人平台协同使用，缩短杀伤链时间，减少地面引导员发起请求到空中平台摧毁目标的时间。

1 发展背景

有人/无人互操作能力提升[2]、无人平台自主性水平增强、地-空与空-地战术通信能力提高是有人/无人协同执行近距空中支援任务的先决条件。

1.1 有人/无人互操作能力不断提升

互操作性是实现有人平台与无人平台之间信息互通、态势共享、协同控制的基础支撑。北约发布的STANAG 4586标准对无人机的互操作级别进行了5级定义[3]，如表1所示。近距空中支援任务中，地面引导员对空中平台互操作能力的提高可大幅降低杀伤链时间，减少误伤。

表1 无人机互操作级别

互操作级别	定义
1	间接接收和发送无人机传感器产品信息
2	第1级能力+直接接收无人机传感器产品信息
3	第2级能力+控制和监视无人机载荷
4	第3级能力+控制和监视无人机，较少涉及无人机的发射与回收
5	第4级能力+控制和监视无人机的发射与回收

美国空军软件使能控制计划（Software Enabled Control，SEC）实现了有人战斗机F-15E对无人机的控制，驾驶员可采用语音指令控制无人机[4]。

美国陆军将“阿帕奇”攻击直升机有人/无人协同视为未来作战力量建设的关键能力[5]。机载有人/无人系统技术（Airborne Manned/Unmanned Systems Technology，AMUST）项目聚焦指挥控制飞机、直升机和无人机之间的互联互通互操作，基于战术通用数据链（Tactical Common Data Link，TCDL）实现数据直接接收、载荷

作者简介：赵露露（1987—），男（汉），陕西渭南人，工程师，硕士研究生，主要研究领域为数据链互联互通技术。
王志刚（1988—），男（汉），河南周口人，工程师，硕士研究生，主要研究领域为数据链系统总体技术。
李亚锋（1988—），男（汉），陕西凤翔人，工程师，硕士研究生，主要研究领域为数据链系统总体技术。E-mail：zhaolou2006@163.com。

直接控制以及飞行控制等有人/无人机协同互操作技术。猎人远距杀手编队（Hunter Standoff Killer Team，HSKT）计划中 AH-64D 对“猎人”无人机的互操作级别达到了 4 级。

1.2　无人平台自主性水平不断提高

无人机大量参与近距空中支援任务，在利比亚战争中，美军无人机开火强度创下历史记录，占空袭行动比重的 36.5%。无人平台的自主性水平依照感知/态势侦察、分析/协同、决策制定及执行能力的不同划分为多个等级，最低等级为远程遥控，最高等级为完全自主。通过提升态势感知能力和自动化程度、加装对抗设备、携带并使用武器（包括空战武器和小型空地武器）、增加多机协同控制飞控算法、采用开放式系统架构标准以快速、低成本的插入新传感器和新能力、发展合适的战术、技术和操作程序等手段，可有效提升无人平台执行近距空中支援任务的能力。

1.3　近空支援信息系统不断发展

态势感知数据链（SADL）是美军用于支持近距空中支援等地空协同作战任务的专用、保密、抗干扰数据链，作战飞机可以利用它与增强型位置报告系统（EPLRS）互通，实现作战飞机间、空地和地空态势和目标信息的近实时共享。

改进型数据调制解调器（IDM）[6]为美军及其盟军武器系统、传感器和战术数据链提供数字传输网络，是实现空地协同的关键装备，在陆海空三军装备中都有应用。IDM 与大多数美军现役电台兼容，可增强飞机与地面之间数字信息共享能力，在飞机之间进行关键数据空空传输，实现数据格式和链路协议的转换。IDM 支持可变报文格式（VMF）、美国空军应用程序发展数字协议（AFAPD）等多种通信协议和链路标准，能够近实时地分发态势、目标和战术数据，为近距空中支援、压制敌防空火力等多种任务提供支持。

美国 DARPA 的持久近距空中支援（Persistent Close Air Support，PCAS）项目，通过使地面部队、联合终端攻击指挥官（JTAC）和航空武器平台机组乘员实现实时共享态势和武器系统数据的能力，使近距空中支援的空中武器平台从响应到攻击时间缩短至 6 分钟以内[7]。2015 年 4～6 月，PCAS 项目的原型系统配装 A-10 攻击机在真实作战环境下开展了演示验证试验，达到预期性能指标。PCAS 项目还将围绕美陆军察打一体无人机和攻击直升机开展类似演示验证，力求把信息化、网络化、自主化的实时空地协同能力全面融入近距空中支援作战系统。

2　有人/无人协同近距空中支援作战体系架构

2.1　作战概念

有人/无人协同近距空中支援作战体系通过地面单元与空中平台、机载传感器和武器系统的互联互通，人机高效交互和机器间信息自动化处理，有人/无人平台综合应用，格式化消息、文本、语音、图像和视频信息协同交互，提高了信息交互效率、态势共享水平和武器控制能力，形成了跨军兵种的近距空中支援联合作战能力。

图 1 所示为有人/无人协同近距空中支援作战概念图。参与近距空中支援作战任务的空中平台包括固定翼飞机、旋转翼飞机和无人机，空中平台之间通过数据链进行态势共享、信息交互和战斗协同。地面引导员对敌方的部队集结地、指挥机构、炮兵阵地、装甲车队等目标进行目标指示，通过地-空数据链引导和控制空中平台完成对目标的精确打击与毁伤评估。

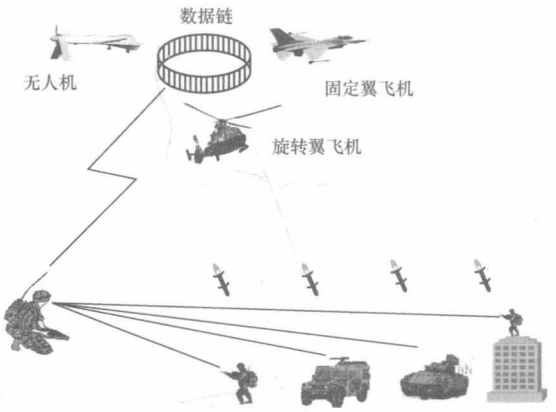

图 1　有人/无人协同近距空中支援作战概念

2.2　功能需求

有人/无人协同近距空中支援作战涉及地面引导员、空中平台、指挥所之间的紧密协调，需要具备情报处理分析、态势分发共享、传感器管控和武器协同控制功能，如图 2 所示。

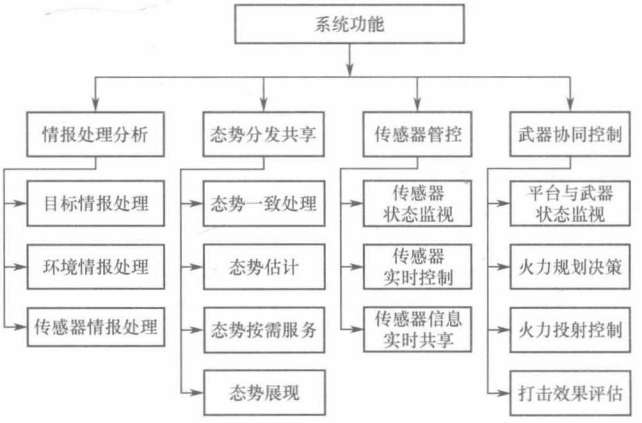

图 2　有人/无人协同近距空中支援系统功能需求

2.2.1 情报处理分析

（1）目标情报处理。目标情报由无人机进行战前侦察时获取，或者由地面引导员通过激光测距仪、夜视仪等观测手段获取，经地面引导员综合分析判断后，通过地面通信链路或者卫星通信链路上报指挥所。

（2）环境情报处理。地面引导员在上报目标情报的同时，会将目标区域的环境情报（地形、天气、风速、能见度、湿度等）上报至指挥所和空中平台。

（3）传感器器情报处理。传感器器情报主要由空中平台通过机载传感器（红外、激光、图像、雷达等）协同探测获取。

2.2.2 态势分发共享

（1）态势一致处理。地面引导员观测获取的目标信息与机载传感器获取的目标信息需要经过融合处理，生成统一战术图像，才能为作战决策提供一致的战场态势。

（2）态势估计。态势一致性处理后，与环境情报、目标状态情报结合，可对作战的态势做出一定合理的估计。

（3）态势按需服务。充分发挥空地分布式情报处理的优势，按需分发态势信息，增加信息传递的时效性，提高地面引导员的决策效率。

（4）态势展现。对获取的态势信息，能够高速、实时的展现在引导员的手持终端和空中平台的显控平台上，做到发现即显示的高速数字化显示。

2.2.3 传感器管控

（1）传感器状态监视。空中平台机载传感器状态信息可实时传输到地面引导员的手持终端，方便地面引导员选择合理的传感器使用方案。

（2）传感器实时控制。引导员可对空中平台传感器的任务进行实时分配与控制，指定其对特定的目标探测和侦察。

（3）传感器信息实时共享。传感器获取的情报信息将以数字化的形式，高效、实时地共享给地面引导员、指挥所和机组成员。

2.2.4 武器协同控制

（1）平台与武器状态监视。地面引导员可实时查看空中平台的平台与武器状态信息，作为火力规划决策的依据。平台状态信息包括平台类型、位置、航向、航速、油量、载荷状态等，武器状态信息包括武器弹药类型、数量、射程、杀伤范围、打击精度等。

（2）火力规划决策。火力规划决策算法结合地面引导员目标指示信息、机载传感器探测信息、平台与武器状态信息和战场态势信息等参数，通过智能推荐算法给出不同的打击方案，供地面引导员、机组人员进行方案比对和最终方案的确定。

（3）火力投射控制。地面引导员可通过手持终端与机组人员协同完成对机载武器投射控制。打击过程中，地面引导员可不断对武器运行轨迹进行修正，确保准确、有效地打击目标。

（4）打击效果评估。对目标实施打击后，空中平台的传感器和引导员的观测设备可同时对打击后的目标状态进行观测，评估打击效果，确定是否需要启动二次打击。

2.3 系统组成

有人/无人协同近距空中支援作战系统主要由两大部分组成，空中部分和地面部分，如图 3 所示。空中部分由固定翼飞机、旋转翼飞机、无人机通过数据链构成战术通信网络，多个空中平台之间通过信息交互与态势共享，实现协同探测、协同攻击和协同防御。空中部分由人机集成、智能辅助决策和一致态势理解三大功能模块组成。一致态势理解模块实现多架有人/无人机之间战场态势的统一形成。智能辅助决策模块完成对空中平台的平台控制和载荷控制，智能推荐打击方案。人机集成模块实现驾驶员、地面引导员与机器之间的友好高效交互。

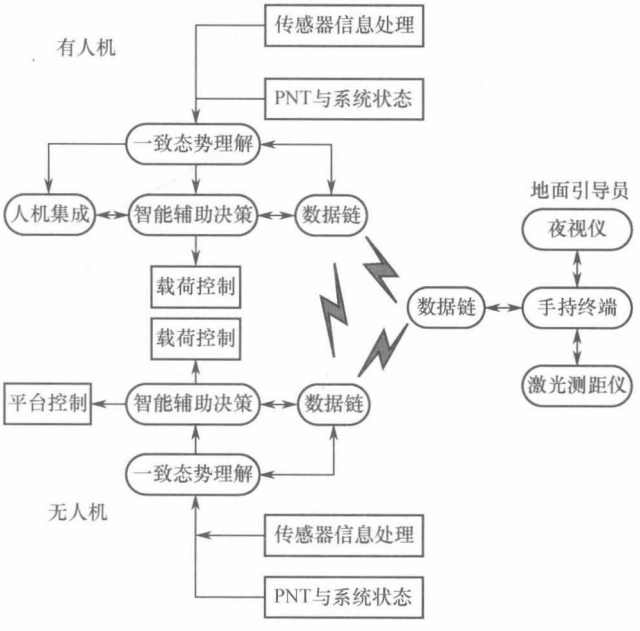

图 3 有人/无人协同近距空中支援系统组成

地面部分由手持终端、夜视仪、激光测距仪和数据链设备组成，地面引导员操作手持终端，将夜视仪和激光测距仪等设备获取的目标指示信息通过地-空数据链传送到空中平台，进行目标指示与指挥引导。

数据链贯通传感器、武器和指控单元，为网内单元提供网内识别、导航定位、目标监视、平台与系统状态、战斗协同、指挥控制、信息管理和任务管理等功能，实现地面引导员、空中平台和指挥所之间实时信息保障。

2.4 作战流程

有人/无人协同近空支援作战组织实施流程如图 4 所示，分为任务规划、任务启动和任务实施三个阶段。

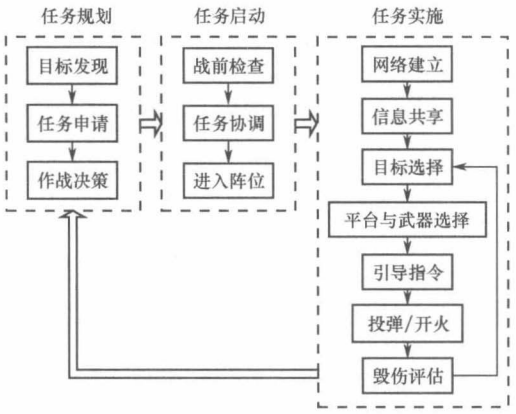

图 4　有人/无人协同近距空中支援作战流程

任务规划阶段从发现敌方目标并呼叫火力支援开始，到指挥所协调打击飞机并向参与任务各兵力下达相应作战命令结束，主要完成近距空中支援任务的申请与受理工作。

任务启动阶段，主要进行执行任务所必需的信息、装备、指挥网络及通信链路等的检查，并协调任务内容和通信规划，随后各参与兵力机动部署至相应作战阵位。

任务实施阶段从打击飞机进入阵位与地面引导员成功组网开始，飞机在地面引导员目标指示下对目标进行摧毁，这一阶段是近距空中支援作战的核心。

2.5　应用举例

图 5 所示为以武装直升机/侦察无人机协同执行近距空中支援任务为例分析有人/无人协同近距空中支援作战应用过程[8]，分为九个步骤。

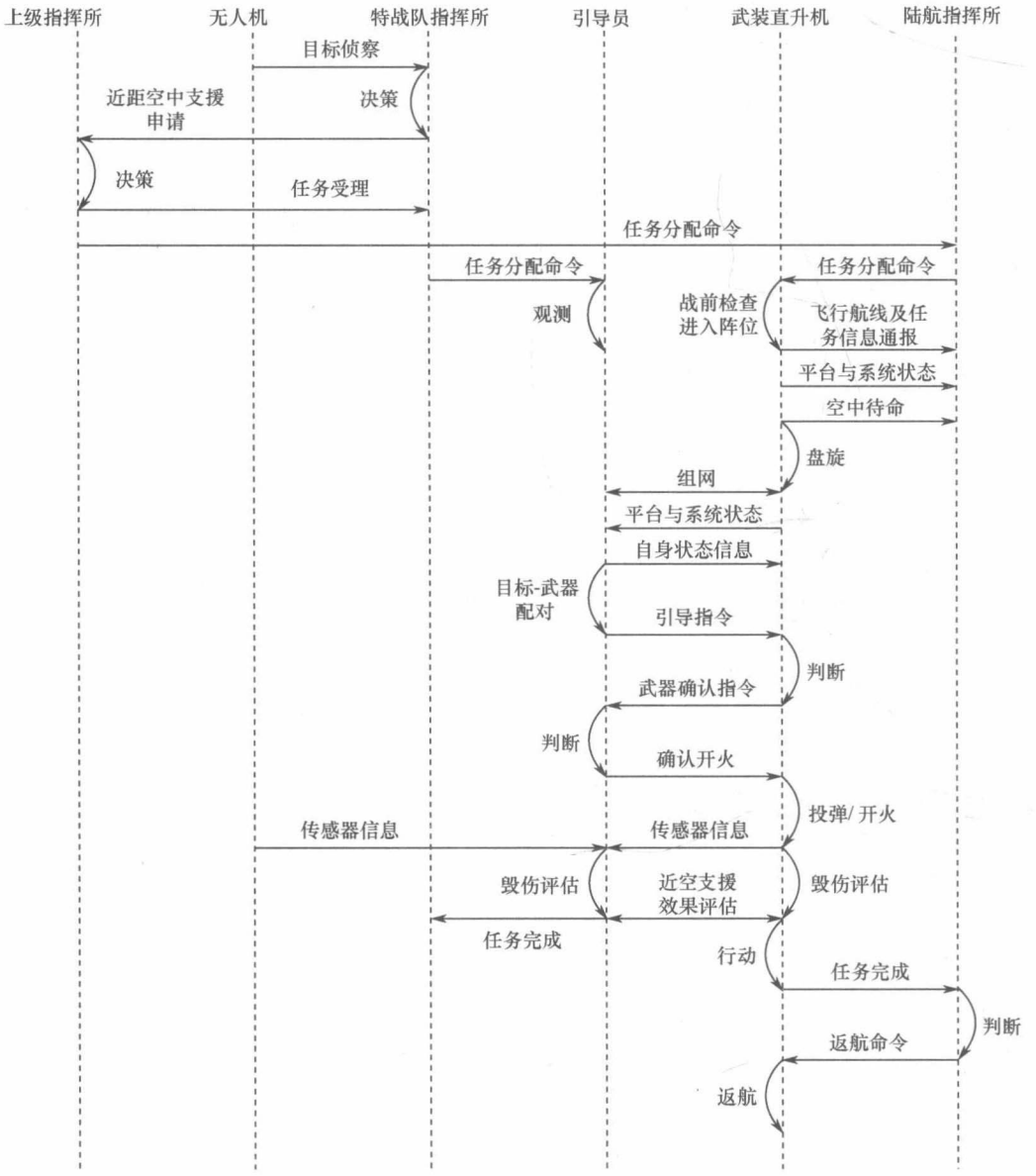

图 5　近距空中支援作战应用举例

（1）目标发现。我方侦察无人机或特战队员侦察到敌方目标活动情况，向指挥所报告。指挥所向上级指挥所申请近距空中支援任务。

（2）任务启动。上级指挥所协调近距空中支援参

战兵力与任务信息，进行战备检查，下发网络规划与通信规划，引导有人/无人机编队进入作战阵位。

（3）网络建立。各单元进入作战阵位后，武装直升机与无人机、地面引导员与空中飞机平台之间建立数据链网络。

（4）信息共享。飞机编队向地面引导员发送自身平台与系统状态信息、传感器信息和武器状态信息，地面引导员通过手持终端向飞机编队发送自身状态信息与目标指示信息。

（5）目标选择。地面引导员在智能武器推荐算法辅助下选择将要打击的目标，可对多个目标进行目标指示与打击。

（6）平台与武器选择。在有多架飞机可用的情况下，对杀伤效果及附带损害进行评估，地面引导员选择最合适的飞机及相应的打击武器。

（7）发送引导指令。地面引导员向飞机发送引导指令并指引飞机以合适角度飞向目标进行攻击。

（8）投弹/开火。武装直升机使用指定的武器对目标进行摧毁，打击的弹药包括机炮、火箭弹、炸弹、空对地导弹等。

（9）毁伤评估。侦察无人机抵近目标，对打击效果进行侦察，通过数据链向武装直升机机组人员和地面引导员发送打击效果信息（图像、视频等）。地面引导员和机组人员共同完成打击效果评估，确定是否需要对目标进行再次打击。如果需要执行再次打击，地面引导员根据战场情况和作战飞机状态引导进行再次打击。

3 关键技术

构建有人/无人协同近距空中支援体系离不开互操作能力、协同控制能力、辅助决策能力、态势感知能力的发展，涉及的关键技术主要有开放式系统架构技术、多平台协同控制技术、任务级自主决策技术、复杂环境态势理解技术和高效人机交互技术等。

3.1 开放式系统架构技术

采用开放式系统架构方法，开发无缝安装、即装即用，并能快速完成可升级、可互换的模块和平台，使得系统软硬件模块集成整合更容易、更快速，便于在各种有人/无人平台上进行无缝集成。

3.2 多平台协同控制技术

多架有人/无人平台执行任务时协同探测、协同打击，需要在高度非结构化、不确定性的环境中，无须或最少人工干预，以集中/分布的方式选择和协调多个平台之间的行为来完成任务。

3.3 任务级自主决策技术

当前无人机执行任务过程中遇到问题需要地面控制站来进行控制，无人机与操作人员之间交互、协调程度要比有人机复杂，地面引导员对无人机的控制需要与操作员进行交互，通信链路易被干扰。要想无人机在战场前沿强对抗环境下与其他作战平台协同作战，需要无人机具备高度自主化水平。

3.4 复杂环境态势理解技术

近距空中支援任务涉及地面与空中多种传感器协同使用，各种传感器的数据类型、精度、周期不同，节点间网络时延不一致，而精确指挥控制与火力支援要求地空之间具备统一的态势。因此，需要开展多模态传感器协同信息处理研究，对毫米波雷达、微波雷达、激光雷达、红外传感器、图像传感器等多模态传感器采集的环境与目标信息进行实时分析处理，实现时间与空间上的互补，对冗余信息基于规则进行融合处理，增强对基于视频图像处理的运动目标检测跟踪能力，优化视频图像序列高效处理算法，形成复杂环境态势感知与识别能力，使地空共享统一态势。

3.5 高效人机交互技术

近距空中支援任务多处于战场前沿，敌情复杂，地面引导员处境危险，不仅要处理指挥所的指挥控制命令，还要对有人/无人平台的传感器、武器进行控制，对目标情况进行实时分析判断，生理和心理压力大。因此，需要构建一套简洁高效的任务指令集与交互控制方式，加大信息自动化处理程度，减少语音协调，降低地面引导员操作负担，提高操作便捷性与准确性。

4 结束语

“非接触、零伤亡”是现代战争追求的目标，战场上节约时间就是保护士兵生命。除了采用无人平台取代大量过去由有人平台执行的任务外，通过提高近距空中支援任务信息交互效率，深化有人/无人平台的互操作水平，可有效缩短地面引导员发起请求到摧毁目标的响应时间，提升近距空中支援作战效能。

参 考 文 献

[1] 齐泽强，李旭光，路明磊. 浅谈美军近距离空中支援[J]. 飞航导弹，2010(8)：56-59.

[2] 王焱. 有人/无人机协同作战[J]. 电讯技术，2013，53(9)：1253-1258.

[3] NATO Standardization Agency. STANAG 4586 (Edition 3): Standard Interfaces of UAV Control System (UCS) for NATO UAV Interoperability[S]. 2012.

[4] Valent M. , Schouwenaas T. , Kuwata Y. , et al. Implementation of a Manned Vehicle-UAV Mission System[C]. Guidance, Navigation, and Control Conference. Rhode Island: American Institute of Aeronautics and Astronautics(AIAA)，2004:16-19.

[5] 王子熙. 美军有人直升机与无人机的协同作战[J]. 飞航导弹，2014(7)：61-66.

[6] 韩兵，陈宇. 美军陆航地面支援装备项目升级计划[J]. 航空维修与工程，2015(4)：30-33.

[7] 刘红军. DARPA 持久近空支援系统成功完成首次测试[J]. 电讯技术动态，2015(5)：43-44.

[8] 耿腊元，毛玉泉，丁笑亮，等. 基于 VMF 的近距空中支援应用研究[J]. 舰船电子工程，2009，29(7)：9-12.

指挥信息系统保底存在问题与对策

韩彬霞[1]，康　琦[1]，陈　倡[2]，李一峰[3]，李业军[1]
（1.西安通信学院，陕西西安　710106；2.61413部队，湖北襄阳　441057；3.71881部队，山东烟台　256801）

摘　要：本文针对指挥信息系统保底手段存在的困难和问题，提出了“保体系、体系保”的思路和保底“保路由”的新方式；建立了“损管”的概念，提出了“损管”能力决定保底能力，引入了“路权”、“车权”以及“服务权”机制；对系统损毁进行定点、定类、定度等全方位量化评估，提高了保底的精确度。

关键词：指挥信息系统；保底；损管能力

Existing Problems and Countermeasures of Command Information System Minimum Guarantee

HAN Bin-xia[1], KANG Qi[1], CHEN Chang[2], LI Yi-feng[3], LI Ye-jun[1]
(1.Xi'an Communications Institute, Xi'an　710106; 2.Troops 61413, Xiangyang Hubei　441057;
3.Troops　71881, Yantai Shandong　256801)

Abstract: Aiming at the difficulties and problems of the existing means of command information system guarantee, an idea of "guarantee system, system guarantee" and a new way of "guarantee route" were put forward. Besides, concept of "damage control " was established. Minimum guarantee ability is decided by damage control ability. Mechanisms of "way right", "vehicle right" and "service right" were introduced. A comprehensive quantitative system damage assessment was carried out from fixed point, fixed class and fixed degree. As a result, minimum guarantee accuracy was enhanced.

Key words: Command information system ;Minimum guarantee ; Damage control

0　引言

我军信息化建设进入加速发展时期，军委准确把握信息化战争特点规律，提出：“要考虑到打起仗来指挥信息系统受损怎么办，要有替代办法和保底手段”[1]。规律和经验告诉我们，越是在通指手段种类日益丰富，装备技术水平不断提高，各级指挥员对信息化新装备新系统适应性、依赖性不断增强的关键时期，越是要做好激烈对抗条件下手段失效、功能损伤、网络瘫痪、系统崩溃的应急保底准备。

1　激烈对抗条件下通指手段保底存在的困难和问题

随着我军信息化建设的加速发展，通指手段种类空前丰富，性能日益先进、体系不断完善，为体系作战提供了强大的保障支撑。同时，由于对抗手段升级、自身弱点突出、作战需求提升以及缺乏实战检验等原因，给通指手段保底带来了新的困难和问题。

1.1　极端条件下缺乏检验，底在哪里难判断

网络、电磁对抗条件下的极端情况，非在实战中难以体验，由于目前还没有真正意义上的网络和电磁对抗实战案例，无可借鉴经验，造成探“底”难。一方面，对敌“矛”有多利没底。尤其是软杀伤、网络攻击武器等本身就缺乏硬指标衡量其性能和威力，难以评估其效果，此外，对敌“杀手锏”武器了解不够，对敌网络对抗战法不明底细[2]。另一方面对我“盾”有多坚没底。对系统损毁的最严重程度，保底手段、战法、措施的效果，通指系统的承损承毁能力等底数不清。

1.2　信息系统易攻难守，一旦损毁难恢复

一是被动防御易攻击。由于指挥信息系统手段保底在对抗中属于防守一方，因此处于相对被动的地位，加之敌攻击行动采取非接触方式或者在虚拟空间展开，隐蔽性强，在攻击方式、手段、时间和攻击点的选择上

作者简介：韩彬霞，女（汉），教授，主要研究领域为指挥信息系统。

拥有更多的余地，造成威胁难以预测、入侵难判断、受损难发现、攻击难防范。二是自身特点难防御。通指手段电磁特征明显，应用系统自身漏洞难免，关键技术受制于人，信息系统技术开放，加之系统结构体系庞大复杂，为敌提供了大量可攻击点，一点受损、波及其余，防不胜防。

1.3　新型威胁铺天盖地，保底措施难应对

传统保底战法多基于“躲、藏、隔”[3]，即针对干扰躲避保，针对精打隐藏保，针对网攻隔离保。然而随着新型攻击方式、手段层出不穷，传统保底措施难以奏效。

一是网络攻击无孔不入，防无从防。通指手段对抗的主要形式从火电对抗变为网电对抗，基本目标从实体摧毁变为体系瘫痪，主要手段从精打强扰变为软侵精扰，对抗模式由功率战、火力战向比特战、网络战发展，可以说通指手段面临前所未有、前所未尝、甚至是前所未闻的威胁。

二是电磁干扰智能自适，躲无可躲。以自适应为特征的“灵巧干扰”，可针对干扰对象调制方式、信号格式自主设计干扰样式，使无线电干扰从频率域向信息域、信号域发展，造成躲无可躲。特别是无线联接技术和无线植入技术、离线攻击技术、代码控制技术的快速发展，实现对敌通指手段远程控制已经成为网络对抗的高级形态和最新发展趋势。当前我军通指系统与武器平台铰链进一步加深，一旦系统为敌所侵入并利用，武器平台将敌友不分，后果不堪设想。

三是精确打击上天入地，藏无处可藏。伊拉克战争后，美军的重型钻地炸弹对一般加固混凝土的钻深已达 60m。X-37 空天飞机已经具备长期驻留太空和携带武器的能力。将太空和地下作为我军通指手段保底载体的战法面临巨大威胁。

1.4　保障需求不断提升，“最低限度”难满足

在保底目标向广度、深度不断延伸的同时，保底的“最低限度”标准也在迅速提升。一方面，刚性业务需求不断提升。体系作战条件下作战行动围绕“侦控打评”，指挥方式突出实时扁平，基础系统依赖“一网四链”，主要业务强调动态图像。这些变化使得原先的改善性业务需求成为最低限度需求，导致通指保障需求呈现“奢、苛、严、全”的新特点[4]。即对带宽、速率要求奢，对网络阻断要求苛，对系统稳定要求严（误码率、丢包率等），对保障组织要求全（主干、骨干、末端都要通）。另一方面，系统依赖需求日益增强。新型指控系统功能强大，使用方便，各级指挥员逐渐从好用、愿用到必用。由此带来对系统损毁容忍度的急剧下降，保底标准和底线随之“水涨船高”，即经不起“时延”、受不得“链断”、不习惯“受限”、难容忍“瘫痪”。

因此，激烈对抗条件下通指手段保底面临“五难”。即保片容易保面难，保通容易保快难，保线容易保链难，保硬容易保软难，保简容易保奢难。

2　激烈对抗条件下通指手段保底的策略与战法

激烈对抗条件下通指手段保底对抗性强，涉及因素复杂，其对策和措施必须以体系作战作为出发点和落脚点，紧紧围绕新型威胁可能对通指手段造成的危害和损伤，加强通指手段“建、战、管”全程保底。即从新一代指挥信息系统建设规划、通指手段保底对抗运用、通指系统损伤管理三个环节入手，切实提高极端条件下的保底能力。

2.1　发挥整体优势，强化全系统一体联动保底

以一体化指挥平台为代表的新一代通指手段大系统、大数据、大安全、大管理特征更加凸显。突出的特点是将分散的平台整合，零散的数据融合，共性的业务统管，具体表现在体系结构上突出通指一体、机固一体、三军一体、军民一体；作战运用上突出了战略、战役、战术一体，与其他信息化平台和武器平台链接更加紧密；业务分工上突出了横向贯通、纵向统管。相比传统手段，新系统在带来作战应用更加便利的同时，系统协调、运维管理、安全防护的难度更大，尤其是在激烈对抗的极端紧急条件下保底行动涉及通指手段、业务、力量众多，关联性强，更加难组织、难协调。因此，“大一统”条件下保底必须将统一协调与一体联动放在首要位置，充分发挥多业务融合、多手段互补、多力量联合的整体优势，实现系统性一体联动。具体就是“完善一个体系，打牢一个基础、打通一个瓶颈，建立一个链路”[5]。

一是加强设计规划，发挥手段互补，完善保底组织体系。利用各种通指手段性能各异、优势互补的特点，将不同技术体制、不同调制方式、不同传输媒质、部署在不同空间的通指手段新旧组合、空地搭配、机固结合，建立主用网、备用网和保底网，明确用途、时机和传递的信息，实现层次配置，梯次使用，尤其注重将信息化和传统通指手段同步并用，减少指挥信息系统对单一通指手段的依赖性。

二是利用民用资源，加强区域联保，打牢保底物质基础。即将民用通信网络资源纳入保底预案。在通指手段面临全面瘫痪时，将部分重要业务就地转移，利用作战区域内民用网络或者通信节点保通，如电力网、有线电视网、光纤和移动通信网等公用网以及铁路、公安、武警等专用通信网络；在手段对接、网络切换、信息处理、加密方式上要加强与民用通信系统的融合。

三是加快业务融合，实现无缝贯通，打通保底联

动瓶颈。由于通指手段保底涉及传输、承载、服务层诸多业务要素，且层次、性质、种类多样，必须步调一致，一体联动。加强战略战役层通指融合，发展针对不同手段的通指合一的嵌入式指挥系统，如代码指挥、数据链指挥等系统，实现保通即保底，变“三招保底”（保传输、保承载、保服务）为“一招保底”；打通固定和机动网系，专用网和公共网之间的互动互保屏障；加强各业务层间专业要素的纵向融合与协调联动。

四是依靠力量聚合，通电网火一体，建立保底行动链路。体系作战条件下，通指手段保底措施行动不应该是局部孤立和单纯防御行动。必须在一体化联合作战框架下统一实施，即与电子对抗、网络作战和火力打击等力量有机联动，实现软硬一体，攻防结合，建立“侦、攻、扰、打、保”行动链，变被动保底为主动保底。

2.2 调整重构系统，提高通指系统“损管”能力

激烈对抗条件下，系统遭到损毁之后的快速“响应”、“调整”、“重建”和“恢复”是保底的核心任务，由于此时系统管理的方法、内容、手段、要求大大超过一般性网络管理的任务、职能和能力。因此，我们将这种极端条件下广义上的网络管理称为“损管”。“损管”是指以网络管理为基础，针对通指系统大规模或者严重性损毁，采取的紧急管制保通措施。损管是通指系统保底的基础，其重要性随着信息系统复杂性剧增越显突出，必须引起高度重视。与网络管理相比，其强制性、应急性、全面性、彻底性更突出。从一定意义上讲，“损管”能力决定了保底能力，当前重点应该解决管什么、怎么管的问题[7]。

（1）面向“控损、调配、重建”明确管什么。“损管”的主要任务有三项。一是阻控次生损害，防止系统损伤蔓延和连锁反应。通过分散信息流，转移重要业务，阻断攻击源，掩护主干节点和骨干路由，避免遭受二次损伤。二是调整重构系统，通过变化网络拓扑结构，部分替代损毁节点，调整路由分配方案，原有任务分工更替，进行残存资源重配，指挥有生力量重组。三是重建架构模型，通过压缩控制信息的流速、流量和流向，降低业务等级标准和服务质量、简化处理过程，重塑信息流转和业务流程模型，提供有限信息服务。

其职能从面向常规网络运维转到面向极限信息保障；重点从一般业务管理转到通指力量、系统、信息流的应急调整；流程涵盖决策、指挥、组织、实施；内容涉及全业务、全要素、全系统、全过程。

（2）建立集约化损管模式解决怎么管。集约化损管模式的核心是高效，具体方法是“精管、智管、统管、强管”。一是精准调控。由于损毁条件下系统功能丧失，信道容量骤降，网络资源锐减带来作战需求与保障能力之间的矛盾将异常突出。因此必须精打细算，即精确评估损伤、精确计算需求、精确调控资源。从奢华粗放的大日子改过细颗粒度的小日子。根据残存信道资源、数据资源、网络资源现状，以及业务、用户、信息重要性进行带宽、端口、速率等资源的重新精准调控与动态分配，关键是要分级分类、做好取舍、重建秩序、实现动态。引入“路权”、“车权”以及“服务权”机制，对重要信息（功能、用户），一般信息（功能、用户），冗余信息（功能、用户）按照等级高低，优先次序，质量优劣提供先行、缓行、限行服务，确保“以最低限度资源提供最高效能保障”。二是智能建链。保底任务的急迫性、过程的复杂性和系统的多元性特点，要求损管必须精、准、快，即对多种威胁反应快，对损毁程度分析判断准，对资源调整计算调度精，依靠人工方式难以实现，因此，必须围绕网络“感控响评”建立保底应急链，提高通指网络感知、威胁判断、安全响应、重组恢复的智能化水平，加强通指网络遭攻击后的自适应、自组织、自调整与自恢复能力，实现受损即保通。三是融合统管。由于通指系统“损管”不仅仅是一种业务管理，更是一种作战指挥，只有高度集中统一，才能确保高效管理，必须统一领导，统一组织，统一行动，改变单网系、单系统、单业务的“小圈子”常规管理模式，将虚拟网络管理与现实装备管理相结合，将业务管理与组织指挥相结合。实现网络管理、数据管理、频谱管理、装备保障管理、安全防护一体化运作、融合式管理；建立机固一体、通指一体、全域一体的损管模式。四是强力管保。乱世用重典，极端条件下确保“损管”的基础是建立强制管理体系。必须像交通管制、无线电管制那样立法规、赋权利、明责任、定程序，极端情况特殊管，才能做到强力保底。

2.3 针对损伤等级，采取四种保底战法

2.3.1 界定损伤等级，建立保底流程

激烈对抗条件下通指系统保底主要针对敌破坏、干扰、打击造成的损毁而采取的措施，根据敌破坏的范围、力度、频次以及对系统的影响，从基础传输层和系统应用层两方面来看，主要有两类七种损毁情况。即信息网络传输性能严重下降、局部中断、方向性中断和全局性中断，以及指挥所要素受损、系统瘫痪和整体遭摧毁。据此，我们将通指系统综合毁伤情况分为四个等级，分别对应不同保底行动[8]。

四级：指挥信息系统综合保障能力下降40%以上。此时应加强对通指网系工作性能的监测预警，做好对主、备用通指手段和战场信息网络进行紧急修复、接替的准备工作，确保人员、装备器材就位，做好启动通指手段保底预案的准备。

三级：指挥信息系统综合保障能力下降50%以上。此时通指手段保底应采取建立迂回路由、修复受损节点、恢复指控系统等方式，加强指挥信息系统的稳固性。

这一级属于加强性质的“软保底”。

二级：指挥信息系统综合保障能力下降 70%以上。此时通指手段保底采取重建并加强主要作战方向信息节点、压缩业务等方式，恢复受损毁链路和系统。

一级：通指系统综合保障能力下降 80%以上。此时必须调集军、地全部保底资源，按照预案，第一时间抢通重点链路、恢复重要方向业务，并对主要作战单元进行综合信息保障。

2.3.2　分清损伤类型，确定保底战法

由于通指系统手段繁多，构成复杂，关联性强，受攻击往往会造成连锁反应和复合损伤，危害种类和程度难以准确描述和归类，我们认为，鉴于其传输、承载、服务手段核心分别是各类信道、路由器和应用系统，相当于路、桥和车，因此我们将其受损情况分为两类：一类是受损可用（二级损伤），即“路毁、桥损、车堵”，可采取“拼座”、“限行”、“直通”、“搭桥”等方法“缓堵”保通。另一类是瘫痪不可用（一级损伤），即“路断、桥塌、车翻”，可采取“择路”、“绕行”、“改乘”等方法另谋出“路”，另辟蹊径。具体战法可归纳为“简”、“借、”“转”、“替”。

“简”即变“奢”为“简”，轻车简从，其核心是低效保通。即当系统受损严重，不足以支撑原有网络功能、业务类型、安全标准、服务质量时，通过减少开销、缩小规模、降低标准，最大限度地发挥残存系统的效能。主要方法有“关停压减”，通过系统瘦身、功能裁减、关闭端口、压缩规模，以及压带宽、限流量、降等级、去冗余等措施确保最低限度通。例如，整合现存资源，进行网络重构，将指挥所各分系统合并一体，开启绿色通道以及直通车服务，取消大容量指挥手段，如视频指挥，各种动态态势图像传输业务等。

“借”就是通过信息隐藏技术，利用民用、外国甚至敌方的通信设施来实施保底通信。由于这种借用具有很强的隐蔽性和难以干扰的优势，具有较好的保底效果。例如，使用国际通用无线电频率，采用民用甚至敌方卫星转发器寄生等方法“借道行车”。

“转”就是当特定通指手段在特定条件下失效时进行空间转移或者手段转移。例如，有线转无线，固定转机动，军用转民用，机动转海空，将固定通指装备变为机载、舰载和潜载，将卫星通信台站和无线设备转入地下。采取指挥所上天入地下海，实现动、藏结合保底。

“替”就是运用新型或者传统通指手段，部分或者全部替代损毁系统。例如，当一体化指挥平台完全瘫痪时，依靠嵌入式通指系统，即以手持终端和卫星等无线信道作为指控手段，或者数据链系统，建立指挥员网，以语音和代码方式，实现“端对端”指挥，或者采用人工方式替代。

保低流程图如图 1 所示。

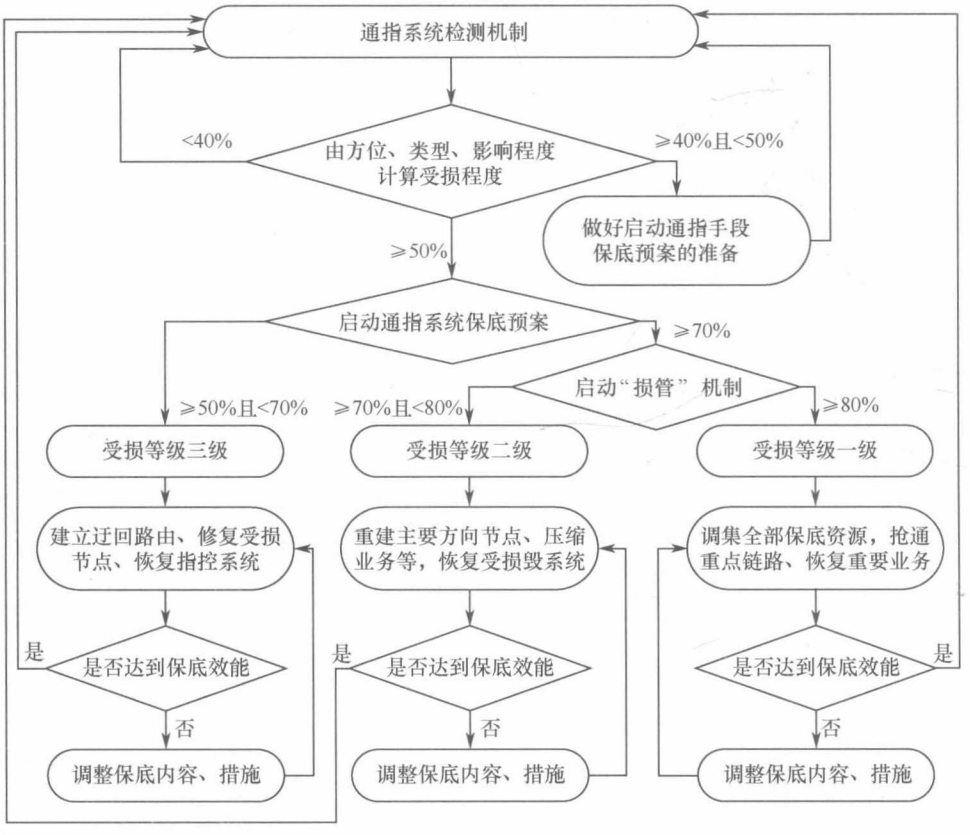

图 1　保底流程图