

外军空-地和地-空通信装备的发展^{*}

谢 玲^{**}

(中国西南电子技术研究所,成都 610036)

摘 要:空-地和地-空通信在近距离空中支援(CAS)作战中发挥着关键作用,不仅可提高作战效率,而且可避免友军误伤。重点论述了黑钻先进技术公司和 Teleplan Globe 公司的模块化近距离空中支援系统以及世界主要公司的机载电台、士兵视频接收机的技术性能及应用,最后总结了应重点研究的空-地和地-空通信关键技术,如软件通信体系结构、先进宽带组网波形和士兵电台波形等。

关键词:数据通信;态势感知;近距离空中支援;机载电台;士兵视频接收机

中图分类号:TN924 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-893X(2013)12-1654-05

Review on Foreign Air-Ground and Ground-Air Communication Systems

XIE Ling

(Southwest China Institute of Electronic Technology, Chengdu 610036, China)

Abstract: Communication between air and ground plays a key role in CAS (Close Air Support) environment, and it can not only improve combat effectiveness of CAS, but also avoid fire power from partners. In this paper, the performance and applications of modular CAS systems developed by Black Diamond Advanced Technology and Teleplan Globe, current popular soldier video receiver and airborne radio are elaborated. Then some critical technologies need to be further investigated are summarized, such as software communication system structure, advanced networking waveform and soldier radio waveform, etc.

Key words: data communication; situational awareness; close air support; airborne radio; soldier video receiver

1 引 言

近距离空中支援(Close Air Support, CAS)是航空兵为支援地面、海上部队、两栖部队、特种部队作战,对接近己方的敌前沿和浅近纵深内直接影响己方当前行动而进行的空中火力突击^[1]。

虽然近距离空中支援在伊拉克战争中取得了前所未有的成功,但同时也暴露出很多问题,其中最突出的是空-地互通不够。为此,美军正在采取一切必要措施提高近距空中支援能力,数字辅助近距空中支援(DACAS)就是其中之一。将数字化设备引入到传感器和处理器,可以直接进行点对点的数据通信,大大降低信息传输的出错率,防止误伤的出现,同时,联合终端攻击控制员(JTAC)可将信息放

在网上,供所有网络成员共享目标位置报告和文本信息,已将飞机得到这些信息的时间从 15 ~ 20 min 降低到几分钟^[2]。本文从地面系统和机载系统两方面重点论述国外实现数字化空-地和地-空通信的主要做法以及先进通信装备的性能,并在此基础上总结了应重点研究的一些关键技术。

2 地面系统

实施近距空中支援行动时,一般己方部队已与敌方交战,这就需要空中火力同地面部队的机动和火力精确配合,一般是由地面或空中的终端攻击控制员正确控制近距支援攻击机来实现。

^{*} 收稿日期:2013-10-28;修回日期:2013-11-19 Received date:2013-10-28;Revised date:2013-11-19

^{**} 通讯作者:wangyangxie@126.com Corresponding author:wangyangxie@126.com

2.1 模块化近距离空中支援系统

近年来,数字化辅助近距离空中支援(DACAS)技术得到了长足的发展,其思想是为 JTAC、特殊操作员及其他人员提供一种访问和提取多源信息构建态势感知图像的方法,其关键是可以通过机器-机器通信立即与支援飞机共享信息,为人员决策提供支持。

最新型的黑钻先进技术公司(Black Diamond Advanced Technologies)的模块化战术系统(MTS)和 Teleplan Globe 公司的 FACNAV 就是这样的系统。

2.1.1 黑钻公司的模块化战术系统(MTS)

黑钻公司于 2013 年 2 月底推出了其下一代模块化战术系统(MTS),是一种穿戴式多任务单元,可在与中心夜视镜(NVG)兼容的显示器上控制关键任务设备。新型 MTS 的核心是战术任务控制器(TMC),采用双核处理器,三维图形的显示速度比其前身提高了 4 倍,同时取消了电池和设备冗余,减轻了操作员的工作负荷,它也与最初的黑钻 MTS 后向兼容,后者于 2010 年首次部署在阿富汗。

MTS 采用开放式体系结构,可支持通过多个网络和波形进行通信,包括可变消息格式(VMF)、高性能波形(HPW)和先进组网宽带波形(ANW2)。可与多种电台工作,包括哈里斯公司的 AN/PRC-152 和 AN/PRC-117F/G 以及泰雷兹公司的多频段小分队内/队间电台(MBITR),还有新出现的网状电台技术,如持久系统公司的波中继,这是一种移动 ad hoc 组网方案。

除了战术任务控制器外,MTS 的主要单元还包括通用战术显示器(UTD)、输入/输出中心(hub)、肩戴式 GPS 模块以及电缆和电缆管理系统^[3]。

2.1.2 Teleplan Globe 公司的 FACNAV

Teleplan Globe 公司的 FACNAV 是一种数字辅助近距离空中支援(DACAS)和特种作战部队(SOF)套件,是与挪威武装部队联合研制的,于 2007 年首次部署,可高效地在触摸设备和其他计算机上运行。其设计重点强调便于使用,可以满足地面部队不断变化的需求,可与地面和机载装备实现完美的传感器和武器综合,有助于减小第三方附带损伤,并避免误伤。

当前,Teleplan Globe 公司继续为 JTAC、空军前线指挥官(FAC)和前线观察员(FO)升级 FACNAV 的软件应用程序。由于可与激光测距器/导航传感器、电台和数据链连接,因此可支持目标数据收集并分发给机载平台、蓝军跟踪(BFT)系统等,且很容易综合到其他战斗管理或 C4I 系统中。

FACNAV 的主要功能包括:

(1)GIS:绘图、导航、地形分析、距离和区域测量;

(2)态势感知图像:自己的位置、目标、初始点、航迹记录、路线、航路点和战术图形;

(3)GPS:跟踪和数据交换;

(4)导航:自动跟随(移动和旋转地图)和路线/航路点导航,GPS 航迹日志;

(5)战术电台(HF、VHF 和 UHF):哈里斯(包括 Falcon II SA)、基于 IP 的载波和通用邮件支持;

(6)数据交换:人工或自动,根据滤波器和门限值(如距离和时间);

(7)信令传输:通过 VMF 和 16 号数据链进行先进的数字 CAS 综合。

已经在包括 A-10、F-16、F/A-18、AC-130、F-35 模拟器和无人机等在内的众多飞机上进行了测试^[3]。

2.1.3 Stauder 技术公司的“打击链”(StrikeLink)系统

Stauder 技术公司研制的具备空-地和地-空功能的“打击链”系统是美国海军陆战队目标定位、指示和交接系统(TLDHS)的核心,海军陆战队已接收了第一套数字目标交接安卓应用程序,将智能电话技术引入空-地综合领域,战斗人员首次采用智能电话完成 DACAS 和火力请求(CFF)任务。

根据海军陆战队的另一项合同,该公司正在与黑钻先进技术公司合作,将“打击链”(StrikeLink)软件综合到 MTS 中,得到新型体积更小、重量更轻的辅助 TLDHS 设备(SLATE)。用 MTS 寄宿“打击链”(StrikeLink),体积、重量和功耗大大降低,徒步 TLDHS 操作员就可以在运动中有效地使用。

“打击链”可与 AV-8B“鹞”(HARRIER)、F-16、F-18“大黄蜂”/“超级大黄蜂”和 A-10 以及海军、炮兵、迫击炮控制进行数字化通信,可支持 AN/PRC-117、AN/PRC-119、AN/PRC-152 电台、EPLRS/EPLRS MicroLite 和 SADL 数据链和图像接收机,包括 ROVER 系列、L-3 公司的 SIR 和 Video Scout、Coastal Defence 公司的 MVR-IV、L、C、S 和其他 Ku 频段及 NTISR 接收机等^[3]。

2.2 士兵视频接收机

以前,空军前线指挥官(FAC)只能通过语音指挥有人机或无人机进行打击。近 10 年来,数字辅助技术取得了重大进展,尤其是全景视频(FMV)的共享有助于克服空中和地面态势感知之间的误解,使联合战术终端攻击控制员和飞行员均能准确识别同一个攻击目标。

2.2.1 罗克韦尔柯林斯公司的“打击鹰”(STRIKE-HAWK)战术视频下行链路接收机

罗克韦尔·柯林斯公司的“打击鹰”(STRIKE-

HAWK) 数字视频下行链路接收机是一种典型的士兵视频接收机, 可以为地面移动战术用户提供全动模拟或数字视频, 进一步增强其态势感知能力, 并及时发出告警。不含电池的接收机重量为 1 kg, 体积为 165 mm×40 mm×70 mm, 这种多频段模拟接收机可选数字功能, 其工作频段覆盖主导战场行动的下行链路频段: 即 L 频段的 1.7 ~ 1.85 GHz, S 频段的 2.2 ~ 2.5 GHz 和 C 频段的 4.4 ~ 5.8 GHz, 步进都是 1 MHz。可选择从 UHF 扩展到 Ku 频段, 用户可利用小型穿戴式天线在行进中接收图像。

支持的波形包括模拟 FM (16 MHz) (L、S 和 C 频段)、TACT 455k (455 kb/s) (仅 C 频段)、TACT 466k (466 kb/s) (L、S 和 C 频段)、TACT 1.6 (1.6 Mb/s) (L、S 和 C 频段)、TACT 3.2 (3.2 Mb/s) (L、S 和 C 频段)、TACT 6.4 (6.4 Mb/s) (L、S 和 C 频段)、VNW 0.05 ~ 5.0 Mb/s (L、S 和 C 频段)。

2.2.2 L-3 西部通信公司的士兵 ISR 接收机(SIR)

L-3 西部通信公司的士兵 ISR 接收机(SIR) 是市场上体积最小、功能最强的战术 ISR 接收机, 是基于 IP 的多频段、保密、数字/模拟接收机, 其设计便于与现有士兵系统、显示器、计算机和电源集成。

2.2.3 哈里斯公司的 RF-7800T-HH 态势感知视频接收机(SAVR)

哈里斯公司的 RF-7800T-HH 态势感知视频接收机(SAVR) 是一种为徒步士兵设计的手持设备, 而其通用性也足以满足车辆和战术作战中心(TOC) 的使用要求, 可以通过软件升级就可满足新的数字数据链(DDL) 和加密标准的要求。该模拟和数字系统可以接收战场上 95% 以上有人/无人侦察和打击装备下传的信息, 包括“大鸭”、“影子”和“捕食者”无人机以及 C-130。

除了作为地面战斗人员独立使用的手持视频接收机外, 还与哈里斯公司的多频段电台, 如 AN/PRC-152A 和 AN/PRC-117G 兼容, 还可以将流体视频加注到战术 MANET, 供网络上的其他成员访问。

2.2.4 艾尔比特公司的 ViDi 和 mViDi 系统

为满足作战需求, 艾尔比特系统地面和 C4I 分部研制了 ViDi 和 mViDi 战术流视频处理器, 前者可安装在装甲车上, 后者为便携型。

ViDi 和 mViDi 可通过各种窄带和宽带网络将实时流视频发送给所有梯队, 将有效视频情报从每个视频源发送给战场上的每一个士兵(包括有人机和无人机)。

ViDi 采用最先进的视频压缩技术 H-264, 可以在 IP 宽带无线信道上同时传输 2 个视频流, 更重要的是, 它也支持通过窄带战斗网电台(CNR) 系统传

输视频流。该系统可以处理由模拟 PAL 或 NTSC 输入数据编码的视频流, 速率为 9.6 kb/s ~ 2 Mb/s, 时延小, 满足半双工和全双工视频传输要求, 两者都符合 Mil-Std 810E 和 Mil-Std 461E。车载型也符合 Mil-Std 1275, 可在最苛刻的环境中工作。

ViDi 也可以将视频流与来自 C/A 码 GPS 传感器和磁性传感器的数据进行融合, 将传感器的视频覆盖范围映射到数字地图上, 使态势感知最佳, 进一步加快“传感器-射手”的决策过程。

3 机载电台

美军认为, 近距空中支援是对地面部队作战火力的有效加强和补充, 是空中力量对地面作战支援的重要形式之一。机载通信系统要满足空-空和空-地通信的需求, 最大限度地与其他飞机和地面部队保持联系。

3.1 AN/ARC-210 第 5 代 RT-1939 机载电台

罗克韦尔·柯林斯公司于 2012 年 6 月宣布, 已经将最初作为联合战术无线电系统项目一部分而研制的士兵电台波形(SRW) 综合到其 AN/ARC-210 第 5 代 RT-1939 机载电台中。该设备为一种组网的 VHF/UHF 软件定义战术电台, 是可以以 JTRS 联合项目执行办公室(现已解散) 规定的所有 4 个数据率在电子战和战斗通信模式运行 SRW 的第一个系统^[3-4], 具有下列关键特性:

- (1) 可在外场通过内存加载器/认证软件(MLVS) 进行软件再编程;
- (2) 可取代 RT-1794(C)/RT-1824(C)/RT-1851(C)/RT-1851A(C), 并可支持所有 ARC-210 传统波形/功能;
- (3) 支持的结构包括后勤、训练、测试设备、基于 PC 的加载器和控制器;
- (4) 嵌入式软件可编程加密;
- (5) 多波形软件体系结构;
- (6) 模块互连, 可进一步扩展和升级;
- (7) 与各种大功率放大器、低噪声放大器、调谐滤波器和干扰对消系统互操作;
- (8) 与 ICAO 附件 10 和 ED-23B 兼容, 包括 FM 抗扰性。

3.2 SIDEHAT 附件

ITT Exellis 公司则采取了另一种完全不同的方法, 给广泛使用的单信道地空无线电系统(SINC-GARS) 附加称为 SIDEHAT 的附件, 使其在第二个信道寄宿 SRW 而使现有无线系统具备士兵组网能力,

士兵可以实时交换关键话音和数据(包括视频和位置信息),提供更精确的战场图像,避免误伤。其主要特性如下:

- (1) 符合性:设计符合 SCA 2.2.2 ;
- (2) 话音:战斗网电台 (CNR);
- (3) 自动位置报告 GPS: 外部 SAASM,通过 RT-1523;
- (4) 人-机界面:本地功能开关和 RT-1523 键盘/显示器;
- (5) 监控:通过 RT-1523 键盘/显示器;
- (6) 配置:车载和徒步士兵携带;
- (7) 网络可扩展性:提供全部 SRW 可扩展性;
- (8) 网络管理器:JTRS 企业网络管理器 (JNEM);
- (9) 安全性:嵌入式 AARIS-457;
- (10) 保密等级:秘密及以下。

3.3 哈里斯公司的机载多信道电台 (HAMR)

哈里斯公司的机载多信道电台 (HAMR) 则是另一种方法的代表,它是该公司 FALCON III AN/PRC-152 必不可少的单元,是功能最强的双信道宽频段电台,可在战术边缘向战斗人员发送话音、高速 IP 数据和全动视频 (FMV),利用战术 VHF 和 UHF 网络提供关键的空-空和空-地通信。其体积、重量和功率 (SWaP) 特性与传统单信道窄带电台相同,可与世界上部署的传统 VHF/UHF 无线系统互操作。该电台寄宿的支持这些功能的波形包括先进组网宽带波形 (ANW2) 和 SRW,也采用 2 个基于 PRC-152A 的小型保密数据链 (SSDL) 系统来提供安全、保密通信^[3,5]。

3.4 Rafael 公司的 RAVNET-300 机载话音和数据无线组网系统

Rafael 公司的 RAVNET-300 是一种先进的多模、多功能、抗干扰 UHF/VHF 模拟/数字通信系统,可与老系统后向兼容,可完成空-空和空-地瞬时高质量、大容量数据通信,具有 ad hoc 组网和自动中继功能,可提供较高的数据率和话音质量,同时可以克服地形遮挡,大大改善与低空飞机的通信。有了 RAVNET-300 机载话音和数据无线组网系统,Rafael 公司在机载和地面终端采用相同的收发信机,既可以加强通用性,也可以增强空-地和地-空的连通性。

3.5 R&S 公司的 M3AR 收发信机

R&S 公司的 M3AR 收发信机可以支持无线数据传输,其速率在不同波形可达 16 kb/s。北约在 UHF 频段采用 HAVE QUICK I/II 和 SATURN 跳频

方法,还可选择性地与加密系统相结合。根据需求,可将北约的这些方法综合到 R&S 公司的 M3AR 收发信机中,保证全球互操作性。

R&S 公司的 SECOS 可在整个 UHF 频段范围内工作,多达 128 个参与者可通过 TDMA 网络交换信息,支持话音和数据,具有嵌入式加密,可选择与 HAVE QUICK I/II 并行安装。R&S 公司的 MR6000A 有 11 号数据链接口,可加入符合 STAN-AG 5511 和 MIL-STD-188-203-1A 要求的 UHF 频段战术数据链。

3.6 美国陆军的机载组网电台

美国陆军也在研制两种软件可编程电台,小型机载组网电台 (SANR) 和小型机载 16 号数据链终端 (SALT),目的是将其机载设备与地面部队链接起来,都可以通过无线、保密网络向地面部队发送数据、话音和视频图像。其中小型机载组网电台 (SANR) 是 AMF 双信道小型机载 (SA) 电台的后续电台,将集成到“阿帕奇”、“黑鹰”、“支努干”和“基奥瓦勇士”直升机,以及“灰鹰”无人机,取代现有的 ARC-201D SINGCARS 电台。而小型机载 16 号数据链终端 (SALT) 则是专为“阿帕奇”研制的,将采用现有 16 号数据链波形以及新的士兵电台波形 (SRW)。

SANR 将采用 SRW、宽带组网波形 (WNW) 和 SINGCARS 3 种波形,其目标是同时运行其中的两个,士兵就可以与其他平台及其旅战斗分队交换更多的信息。

SANR 和 SALT 是双信道电台,满足美国国家安全局 1 型加密认证要求。两种电台都可以在不依赖卫星网络或固定基础设施的情况下,通过地域和机载通信连接战术边缘,不仅大大增强了地面部队的态势感知能力,而且增强了为地面部队提供支援的空中飞机的态势感知能力^[3-5]。

4 空-地和地-空通信技术发展

美军在近几年的战争中,虽然近距空中支援为地面部队的所有行动提供了关键支援,但仍面临众多挑战。美军正在进行的“持久近距空中支援”项目关注的正是“加快空地协同的进程,并确保更为准确的目标信息传递”,进一步突显了通信的重要性。

4.1 采用软件通信体系结构开发软件电台

美国当前的软件定义电台 (SDR) 都是基于软件通信体系结构 (SCA) 规范开发的,它为软件电台的实现提供了一套标准的、开放的结构规范,为软件电

台波形的动态部署和重构,以及波形组件的模块化设计、移植和复用提供了详细的规范^[6-8]。

4.2 采用下一代组网波形

在未来网络化环境中,军事行动会产生大量信息,如己方和敌军的位置数据、地理数据、静止和视频图像,只有采用可以支持高数据率传输的组网波形才能更好地为近距空中支援任务提供保障。当前和下一代电台都通过各种方式采用宽带组网波形(WNW)和士兵电台波形(SRW)。

宽带组网波形(WNW)是由波音公司牵头,作为 JTRS 中最重要的一个波形研发计划,定位为美陆军未来连、营级战术骨干网的承载波形,采用自适应的网络架构用于优化网络路由性能与稳定性。

士兵电台波形(SRW)由 ITT 公司研制,用于满足基于电池供电的背负式/手持式电台的应用需求,SRW 依靠宽带组网波形(WNW)提供骨干传输服务,定义了 3 种空中信号,最高传输速率达 2.8 Mb/s,并且采用了混合码分多址(CSMA)/时分多址(TDMA)的 MAC 机制。

4.3 采用可变消息格式进行数据传输

可变消息格式^[9]最早于 1978 年 3 月提出,由美陆军专用,为兼容陆军的需求,便于三军互通,逐渐发展为 Link-16 使用的重要消息格式之一,称为 K 系列消息。采用可变消息格式的报文传输,通过建立前哨兵和攻击机之间的直接链路,在近距空中支援中的优势是无可比拟的。

5 小 结

美军在近期的几场战争中,其地面部队的所有作战行动几乎都离不开近距空中支援。实战也表明,如何在信息化条件下有效地进行近距空中支援作战,无论是对地面部队还是空中飞行员来说,都是一个全新的课题。

数字辅助近距空中支援应运而生,而地-空和空-地通信装备的发展为数字辅助近距空中支援的实现打下了基础。随着通信技术向软件化、智能化方向发展,利用数字指令引导飞机,消除了使用语音可能产生的错误,不仅可以避免误伤,而且还可缩短传感器-射手的时间,提高打击效果,充分发挥空中力量对地面作战的支援作用。

参考文献:

[1] 韩军,重光,春晓. 如何实施近距空中支援[J]. 兵器知

识,2008(9):16-17.

HAN Jun, CHONG Guang, CHUN Xiao. How to implement close air support [J]. Ordnance Knowledge, 2008 (9):16-17. (in Chinese)

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

QI Ze-qiang, LI Xu-guang, LU Ming-lei. Review on US's close air support[J]. Winged Missiles Journal, 2010 (8):56-59. (in Chinese)

[3] Phillips M. Air-to-Ground and Ground-to-Air Communications-Digitally Aided Close Air Support[J]. Military Technology, 2013(6):66-69.

[4] Adams C. SDR Takes Flight [J]. Avionics Magazine, 2013(2):26-27.

[5] Tringham J. Making a connection[J]. Shephard Defence Helicopter, 2013,32(4):24-26.

[6] 徐永胜. 国外军用软件无线电的发展现状[J]. 电讯技术,2001,41(3):111-114.

XU Yong-sheng. Review of Foreign Military SDR Development [J]. Telecommunication Engineering, 2001, 41 (3):111-114. (in Chinese)

[7] 钟瑜,陈颖,卢建川. 新一代航空数据链端机的 SCA 架构设计[J]. 电讯技术,2012,52(4):447-451.

ZHONG Yu, CHEN Ying, LU Jian-chuan. Structure design of software communications architecture for new generation radio of aeronautic data link system[J]. Telecommunication Engineering, 2012, 52(4):447-451. (in Chinese)

[8] 邱永红. 无线通信波形描述方法研究[J]. 电讯技术, 2007, 47(5):19-23.

QIU Yong-hong. Research on Wireless Communication Waveform Description Method [J]. Telecommunication Engineering, 2007, 47(5):19-23. (in Chinese)

[9] 耿腊元,毛玉泉,王哲. 可变报文格式技术及性能分析[J]. 电讯技术,2009,49(11):94-97.

GENG La-yuan, MAO Yu-quan, WANG Zhe. Variable Message Format Technology and Performance Analysis [J]. Telecommunication Engineering, 2009, 49(11):94-97. (in Chinese)

作者简介:



谢玲(1981—),女,云南昆明人,分别于 2004 年和 2007 年获西南交通大学学士学位和硕士学位,现为工程师,主要研究方向为雷达信号处理、多媒体信号处理。

XIE Ling was born in Kunming, Yunnan Province, in 1981. She received the B. S. degree and the M. S. degree from Southwest Jiaotong University in 2004 and 2007, respectively. She is now an engineer. Her research interests include radar signal processing and multimedia signal processing.

Email:wangyangxie@126.com