

文章编号:1001-893X(2012)05-0644-05

战术应用终端体系结构设计与分析^{*}

吴 昊

(中国西南电子技术研究所,成都 610036)

摘 要:战术应用终端是战术应用系统的重要组成部分,其性能的优劣将直接影响整个系统的应用效果。针对高分辨率对地观测系统终端用户的战术应用需求,对战术应用终端总体技术进行了研究,总结了战术应用终端的研究现状与应用状况,对战术应用终端体系结构、功能组成和型谱进行了设计,分析了其中的关键技术,为构建高效、通用、一体化的战术应用终端提供了顶层指导。

关键词:对地观测系统;战术应用;终端;型谱;嵌入式终端

中图分类号:TN911;TN802 **文献标志码:**A doi:10.3969/j.issn.1001-893x.2012.05.008

Architecture Design and Analysis of Tactical Application Terminal

WU Hao

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

Abstract: Tactical application terminal is an important component part of tactical application system, and its performance will make direct impact on the application of the system. Aiming at the tactical application requirement of earth observation system terminal with high spatial resolution, general technologies of tactical application terminal are studied. Firstly, the research and application status is summarized. Then, the architecture, functional composition and type chart for tactical application terminal are designed. Finally, related key technologies are analysed. Consequently, top instruction is provided for constructing highly effective, general-purpose and integrative tactical application terminal.

Key words: earth observation system; tactical application; terminal; type chart; embedded terminal

1 引 言

终端是最终用户使用的关键基础设施,不同用户对于终端的需求具有一定的共性。但是,现有系统中的战术应用终端通常是由研发部门各自开发的,这样可能导致各功能模块重复开发,各模块不能复用,既没有充分利用已有的优势技术,又浪费研制经费和资源。战术应用系列终端应根据终端信息处理的性质和规模进行组合,要求各功能部件相对独立地构成模块,可灵活配置,组合完成不同功能,以适应不同的战术作战需求。为此,需要对战术作战应用需求、现有及未来应用终端进行深入地研究,借

鉴国内外先进的技术和成功的经验,提取其中具有共性的部分,按通用支撑平台的思想进行统一设计,搭建完整的战术应用系列终端体系结构框架,以指导终端的通用化、模块化、标准化、系列化研究和开发,保证终端开发过程中创建的各类软硬件构件符合一个明确的体系。

本文在总结战术应用终端相关研究与应用情况的基础上,从系统组成、功能组成以及标准规范等方面对战术应用终端体系结构进行了设计,给出了战术应用终端系列型谱设计,并分析了其中的关键技术。针对高分辨率对地观测系统终端用户的战术应用需求,根据地理空间信息终端服务机制与标准接

^{*} 收稿日期:2012-01-20;修回日期:2012-03-27

口,研究了战术应用终端的软体系结构,以指导核心、通用的嵌入式终端框架与软件的研制,构建标准化战术应用终端模块,支持软件的二次开发、硬件接口的功能定制及模块封装。

2 战术应用终端发展与应用状况

美军已建立起航天侦察、航空侦察、地面侦察和海上侦察的立体配置、手段齐全、具有较强实战能力的情报侦察系统,其战术应用终端的水平处于世界领先水平。典型的应用系统终端有以下 5 种。

2.1 21 世纪部队旅及旅以下作战指挥系统终端

21 世纪部队旅及旅以下作战指挥(Force XXI Battle Command-brigade and Below, FBCB2)系统是典型的指挥、控制、通信和情报一体化的系统,在阿富汗和伊拉克战争中已得到成功的应用。在伊拉克战争中,美陆军的战术通信系统——FBCB2 系统首次投入实战,为作战部队提供了敏锐的战场态势感知能力^[1]。FBCB2 终端(目前集成了蓝军跟踪能力的终端称为 FBCB2/BFT(Blue Force Tracking)终端^[2])由单兵、车辆或飞机携带使用。FBCB2 系统由嵌入式设备以及系统硬件、软件和数据库组成,综合使用万维网、全球定位系统(GPS)和 L 频段卫星通信等技术,使战区内的部队,从指挥官到普通士兵都能够及时分享战术信息。

从功能上讲,FBCB2 支持对战术级部队的作战指挥任务,主要提供以下能力:第一,为指挥员、参谋和士兵提供态势感知;第二,共享战场空间公共图像;第三,图表显示,同时显示敌军和友军部队的位置;第四,目标识别;第五,综合后勤支持;第六,与主平台的通信/电子接口。

作为集卫星导航、通信、遥感于一体的天、空、地综合应用系统,FBCB2 已成为卫星导航定位、卫星通信等应用领域的典型范例。但在实战中还是暴露出以下问题:

(1)FBCB2 需通过高级梯队的通信系统才能与全球指挥控制系统(Global Command and Control System, GCCS)交换数据,而这些通信系统中有的还有局限性,致使 FBCB2 与 GCCS 的连接有一定的难度。

(2)在伊拉克,大部分美陆军和联军装备的 FBCB2 使用的是 L 频段的卫星链路,该链路采用的是商用加密技术,而非国家安全局的标准加密技术,这就限制了该系统不能传输一些保密度较高的指挥

控制信息。

(3)卫星的带宽有限,其通信信道比原来给 FBCB2 设计的视距电台窄,在超载的情况下,传输速度慢,会影响数据的及时刷新。

2.2 快速战术影像终端系统

在 2003 年第二次伊拉克战争中,美国在其航母舰队的舰船上安装了称之为快速战术影像(Fast Tactical Image, FTI)终端的情报保障装备。在这种装备的支持下,美国从海上发射了数以千计的巡航导弹,采用卫星精密制导技术,实现了对敌设施目标的准确打击。同类打击作战的准备时间从过去的大约两天缩短为 2 h。另外,美军在许多飞机上也开始装载这种 FTI 地理空间情报保障装备。它以成像侦察卫星所获取的高几何分辨率的战区影像地图为主要基础地理信息资源,作战武器系统凭借该装备,可以准确地把握约 1 650 000 km² 大小的伊拉克战区的军事地理状况。FTI 的作战应用,首次开辟了以地理信息资源形式直接利用影像资源支持作战部队和武器系统实施军事打击作战的先河^[3]。

影像终端系统以战场环境影像信息为主体信息。作为装备到武器平台上的信息终端,其主要的作战使命有 3 个:其一,把握所在战场环境中自身的状况;其二,把握军事作战所关心的对象目标在战场环境中的状况;其三,支持面向打击对象作战的辅助分析与决策。其作战技术职能是:

(1)获取武器平台的导航定位信息,注入影像信息终端,借助战场环境影像信息准确描述武器平台所处的位置与动态状况;

(2)通过无线通信网络系统,获取或受理打击作战引导情报或命令信息,注入影像信息终端;借助战场环境影像信息,及时把握打击对象目标所处的位置、动态状况及作战意图;

(3)装填武器系统打击作战模型,利用战场环境地理影像信息进行作战决策分析,生成武器打击作战装订引导数据;

(4)借助于受理的打击对象目标毁伤情报进行打击效果评估。

按照上述作战使命与职能规划的战场作战部队或武器系统的影像信息终端,其基本组成可由无线通信网络终端、GPS 定位终端、武器装订数据接口及主计算机组成。

2.3 “鹰视”系统

“鹰视”(Eagle Vision)系统是美空军的侦察卫星

应用系统,用于接收高分辨率的商用卫星图像。系统有 I~V 共 5 个型号,可接收“斯波特”(SPOT)、“陆地卫星”(Landsat)、“雷达卫星”(Radarsat)和“地球观测”(Orbview)等商用高分辨率成像卫星的图像。系统都包含两个单元:1 个数据捕获单元(DAS),由天线和把图像接收处理为标准格式的方舱组成;1 个运输舱装载的数据集成单元(DIS),把标准格式图像处理成为可供作战指挥官进行任务规划、预演和情报搜集的有用信息。“鹰视”系统的主集成商是 EADS 集团公司。

每套“鹰视”系统配有折叠式天线,可通过 C-17、C-130 等运输机在短时间内运送到全球任何地方。“鹰视”地面站直接用于战术层次,接收星上处理信息后,进行卫星图像融合,将分辨率低、大幅宽的商业遥感卫星图像与高分辨率、窄视场的军用侦察卫星图像融合成一种图像信息。在“伊拉克自由”行动中,“鹰视”系统被部署到阿联酋支持美军作战。

2.4 全源信息分析系统

全源信息分析系统(All Source Analysis System, ASAS)是计算机、视频显示终端和保密无线电设备的混合系统,并通过汇集来自信号情报、电子支援情报、人工和图像情报等多个信息源和传感器(包括战术、战略和作战情报源)的数据,鉴定和相关这些数据,向指挥决策人员提供近实时的战场态势图,从而实现情报功能的自动化。它属于一个地面、移动式、自动化的战术情报处理与分发系统,是军和师级战术作战中心的一部分。ASAS 各级单元为战区级到营级的指挥员提供无缝支持。在军以上梯队方面,它经过裁剪各种情报数据以满足战区特定需求;在军和师方面,它的工作始于分析和控制单元(ACE),提供可供下级使用的整理过的情报报告和产品;在机动旅和营,全源分析系统终端可帮助更好地执行地面战斗。ASAS 战术上具有可部署能力,能接收战略和战术情报传感器和信息源的数据并进行关联,通过威胁综合产生地面作战态势分析,使指战员能及时、准确及全面地了解敌军部署、作战能力、薄弱环节及可能会采取的各种军事行动^[4]。

2.5 公共地面站系统

公共地面站(Common Ground Station, CGS)系统是在小型地面站模块(LGSM)的基础上改进增强后得到的系统。LGSM 主要功能是完成目标的定位以及速度轨迹的估计和预测。CGS 在这个基础上加入

了很多新的功能模块,变成了一个移动的目标战场管理、侦察系统,它能接收、应用、存储、分发 E-8 “联合星”、信号情报、无线电广播情报以及从其他战术、战区和国家级情报系统分发来的图像数据^[4]。

从以上典型终端系统可以看出,在美军情报终端发展中呈现有以下发展趋势。

(1)符合美军信息化建设发展特点,对终端进行标准化、模块化、通用化的顶层设计。美国军队尤其重视各兵种协同作战能力,强调各军兵种之间信息的交互,目的是最终形成一体化的综合电子信息系统(C4ISR)。

(2)充分利用商用和民用计算机技术。采用加固型民用工作站和计算机以及民用软件是军队各级系统的发展趋势。在美军实战系统中,结构上按军用计算机要求制造的仍占主导地位,但民用加固型计算机也开始在局部得到应用。

(3)系统发展重视继承性和可靠性。在符合大系统总体设计要求的前提下,重视终端设备的模块化设计和可靠性,以及终端发展的继承性。

(4)从战略应用扩展到战术作战情报支援。美国冷战时期情报系统的设计思想主要是满足国家战略层次上的军事需求,其战术应用能力较弱。美军在历次作战应用过程中取得了许多经验和教训,其中最重要的一点就是要向战术应用扩展^[5]。美国经过多年的改进已使终端系统的战术应用能力得到了一定的改善。

3 战术应用终端体系结构

3.1 战术应用终端体系结构

战术应用系列终端是一类标准的、能够进行按需选配的信息处理设备,设备的组成包括软硬两方面,其中软件又分为支撑软件、应用软件。软件和硬件都按照通用化、模块化、标准化等原则进行分解和设计,构成硬件构件库和软件构件库,采用构件化的集成方法,统一对硬件构件和软件构件进行集成,通过柔性组合和灵活的组装形成终端系列。

战术应用终端具有以下功能:终端信息访问、终端数据存储、终端数据管理、终端信息更新、多源情报接入、情报分析与态势综合、战场空间分析、定位定时导航、指挥控制与任务规划、态势标绘以及综合显示等。战术应用终端体系结构如图 1 所示。



图 1 战术应用终端体系结构图

Fig.1 Tactical application terminal architecture

在战术应用终端的顶层设计中,首先应制定战术应用终端标准和技术规范,逐步规范和统一各级各类战术应用终端的信息交换格式、硬件平台的选型及构件规范、软件设计和操作界面的风格等,实现各级战术应用终端的互通、互操作。

终端标准体系结构是终端体系结构的重要组成部分,战术应用终端标准包括交换类标准、软件类规范、硬件类规范 and 数据处理类标准。通过制定、发布和贯彻实施战术应用终端标准,将对战术应用终端的研制和使用进行有效管理,保证所构成系统间能够实现互通和系统内部的无缝集成。

其中,交换类标准将保证数据共享的一致性和完整性,保证终端能够将数据转换为标准格式的数据以简化后续处理,利于实现系统间的互通。

软件类规范统一指导战术应用终端共性应用软件及支撑软件的开发研制,主要包括战术应用终端应用软件技术规范、战术应用终端支撑软件技术规范等,保证所开发的终端软件组件能够按需组装,统一终端的软件界面设计风格,满足对软件互操作的要求。

硬件类规范统一硬件平台及设备的开发设计或选型,主要包括战术应用终端硬件平台技术规范等,保证终端硬件满足标准化、系列化要求,能够快速集成。

处理类标准对各种信息处理的功能定义、处理方式、处理接口等进行规范,终端应执行由总体统一制定的标准。

3.2 战术应用系列终端型谱设计

通过对高分战术应用的需求分析,需要研制各级终端设备和嵌入式车载、机载、单兵终端通用模块,设备形态上具备终端化、小型化,既便于单兵作战携带,又同时遵循系统设计模块化、易配置、可扩展

展的原则,可应用于多种类型的武器平台,兼容多种类型、不同来源的数据。

根据战术作战应用需求,可将战术作战终端系列分为两大类、4 个系列。两大类是终端设备类(包括各级终端设备)和终端通用模块类(包括嵌入式车载、嵌入式机载、单兵终端通用模块),4 个系列是固定型终端、机动型终端、便携型终端和手持型终端。

在终端的 4 个系列中,固定型适用于地面固定战术作战应用平台,要求计算机的电磁辐射低;机动型适用于地下、舰载战术作战应用平台,要求抗搬运冲击性能强,快速组合能力强;便携型适用于车载、机载及小型移动性要求较高的战术作战应用处理平台,要求抗霉菌、盐雾和腐蚀能力强,电磁兼容性要求高;手持型适用于单兵用户,对环境的适应能力要求非常高。

战术应用终端型谱设计如图 2 所示。

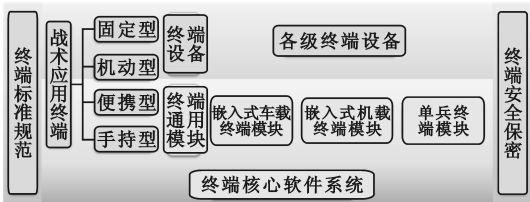


图 2 战术应用终端型谱设计

Fig.2 Tactical application terminal type chart design

4 战术应用终端关键技术

4.1 嵌入式终端及其小型化技术

分析信息化战场作战任务模式,可以发现单兵、车载、机载终端受使用场地、对象的限制,具有便携式的要求。因此,有必要研制嵌入式小型化终端,并开发一组标准化嵌入式终端硬件模块,从而支持不同的作战任务。嵌入式终端及其小型化技术可通过以下三方面来实现。

(1)战术应用嵌入式终端框架

通过研究信息终端应用的共性需求,对终端功能进行标准化、组件化划分,提出多层次的终端功能需求,形成层次化的功能定制模式;研究终端功能模块的总线架构,形成标准化的数据接口规范及支撑软件,支持终端软、硬件功能模块的即插即用;研究应急机动下的终端应用模式,提出机动型、小型化终端的基本功能、数据需求及装载方式,支持战术终端的应急机动部署;研究终端功能扩展方法,支持外部

数据输入及二次开发;研制标准化的终端软、硬件动态装载规范,支持多层次、多类型的信息应用终端,支持应用示范。

(2) 组件式终端软件模块设计

包括嵌入式终端资源管理与任务优化;嵌入式终端信息显示与交互;嵌入式终端信息态势实时更新与定制;单兵终端通用软件研制;嵌入式车载、机载终端通用软件研制。

(3) 小型化高分辨率地理空间信息处理标准化嵌入式终端模块设计

嵌入式终端硬件结构可大致划分为 3 个模块:嵌入式主处理器及附属电路子系统、可重构图形图像协处理子系统和一体化多模收发子系统。

4.2 多格式信息数据的规范化

终端设备作为基础设施之一,需要适应各种应用环境和系统需求,包括面对多种来源的战场信息,这些战场信息在内容上多种多样,在传输格式上往往各不相同,要保证终端设备能够无缝地应用于战术应用,就需要对战场信息的传输格式进行规范化以便简化相互间的连接,提高通信效率。要达到此目的,需要对各种战场信息进行深入研究,制定情报传输格式标准,以此为依据对信息数据进行规范化,并指导终端设备的研制。

4.3 防信息泄露技术

战术应用系列终端是各应用部门进行战场信息收集、管理、交互处理、数据传递的工具,同时也是敌方侦察的一个重点对象,需要防止敌对方或第三方的情报机构对我方信息的侦察和防止我方情报的信息泄露,要采用一切可能的各种软硬件方法,比如硬件上采用降低设备的电磁辐射水平,防止敌方的电磁探测和复原装置对设备的侦察;在软件上采用信息隐藏技术或采用信息加密技术进行文字和图形的传输;或者采用假信息隐藏真身的办法,扰乱敌方的侦察等。

5 结束语

本文在空天信息共享与应用系统顶层框架下,从应用需求、体系结构、终端标准、型谱设计等方面展开了战术应用终端总体技术研究。下一步可加强

战术应用终端硬件实现方面的研究。战术应用终端总体技术的研究是建设军事应用服务平台的需要,通过构建标准化战术应用终端框架与软件,可以在二次开发工具支持下,与各部门业务工作重点相结合,不断叠加、积累各部门业务专题数据和应用信息,形成各具特色的部门战术应用终端。

参考文献:

- [1] 方秀花,姚瑞芳. FBCB2 系统的作战应用及未来发展[J]. 火力与指挥控制,2006, 31(3): 1-4.
FANG Xiu-hua, YAO Rui-fang. The FBCB2 System's Application in Combat and Development in the Future[J]. Fire Control and Command Control, 2006, 31(3): 1-4. (in Chinese)
- [2] 李琨. 美军新一代信息化装备——“蓝军跟踪系统”(FBCB2/BFT)发展综述[J]. 电讯技术,2006,46(3):8-14.
LI Kun. Survey on Development of the new-generation Informatization Equipment, FBCB2/BFT[J]. Telecommunication Engineering, 2006,46(3): 8-14. (in Chinese)
- [3] 马健,马惠元. 快速战术影像终端及其应用机制探讨[J]. 中国电子科学研究院学报,2006,1(3):284-290.
MA Jian, MA Hui-yuan. Study of Fast Tactical Image Terminal and Application Mechanism[J]. Journal of China Academy of Electronics and Information Technology, 2006, 1(3):284-290. (in Chinese)
- [4] 张泉江,匡纲要,陆军. 航天监测信息的战术应用[J]. 情报指挥控制系统与仿真技术,2003,179(5):11-19.
ZHANG Quan-jiang, KUANG Gang-yao, LU Jun. Tactical Application of Space Monitoring Information[J]. Intelligence Command Control and Simulation Techniques, 2003, 179(5): 11-19. (in Chinese)
- [5] 梁巍. 从美军对伊作战看军用卫星发展[J]. 国际太空, 2003(6): 6-10.
LIANG Wei. U.S. Military Operation in Iraq to See the Development of Military Satellites[J]. Space International, 2003 (6):6-10. (in Chinese)

作者简介:

吴昊(1976—),女,湖北省武汉人,2004年获博士学位,现为工程师,主要研究方向为高光谱图像地物分类、模式识别与数据挖掘。

WU Hao was born in Wuhan, Hubei Province, in 1976. She received the Ph. D. degree in 2004. She is now an engineer. Her research concerns hyperspectral image classification, pattern recognition and data mining.

Email: wu_h163@163.com