

doi: 10.7690/bgzdh.2018.10.003

## 战斗车辆乘员站综合集成设计

曹宏炳, 贾严冬

(陆军北京军事代表局驻北京地区军事代表室, 北京 100854)

**摘要:** 为解决传统战斗车辆乘员站设计存在的问题, 基于“以乘员为中心的设计”思想, 采用开放式系统体系结构, 提出乘员站综合集成设计方案。分析战车乘员在数字化战场环境中面临的问题、乘员站的功能需求、乘员站的配置模式、乘员站的人机接口、乘员站的系统集成体系结构以及乘员站设计面临的挑战。结果表明: 该设计是有效、可行的, 能解决目前战车乘员站存在的问题, 提高陆军装备可持续发展水平。

**关键词:** 战斗车辆; 以乘员为中心设计; 乘员站; 综合集成设计; 开放式系统体系结构

**中图分类号:** TJ81 **文献标志码:** A

## Integrated Design of Combat Vehicle Crew Station

Cao Hongbing, Jia Yandong

(Military Representative Office in Beijing District, Military Representative Bureau of Army in Beijing, Beijing 100854, China)

**Abstract:** In order to solve the problems existing in the design of crew station for traditional combat vehicles, an integrated design scheme of crew station is put forward based on the idea of “crew-centered design (CCD)” and the open system architecture (OSA). This paper also analyzes the problems faced by combat vehicle crews in digital battlefield environment, function demand of crew station, configuration mode of crew station, soldier-machine interface (SMI) of crew station and the challenges for crew station design. The results show that the design is effective and feasible, and can solve the problems existing in the combat vehicle crew station and improve the sustainable development level of army equipment.

**Keywords:** combat vehicle; crew-centered design; crew station; integrated design; open system architecture

### 0 引言

随着战斗车辆使命任务的不断拓展, 其功能与系统体系结构日趋复杂。乘员站作为现代战斗车辆核心的分系统之一, 既是乘员与战车人机交互的主要接口, 又是战斗车辆体系结构的集成中心, 已成战斗车辆作战效能发挥的关键。目前我军地面作战系统中的各类平台, 不同型号产品的乘员站设计和配置无统一的技术标准, 乘员站开发设计的技术平台差别较大, 跨作战体系通用性和标准化程度不高, 具体表现为: 1) 乘员站操控台按键、指示灯表、仪表盘和显示屏功能单一、数量多, 缺乏综合集成设计; 2) 乘员不能通观战场全局、战场感知能力不强; 3) 车辆驾驶和武器站控制自动化程度低, 人机交互智能化水平不高, 人在环路中的主动性发挥不足, 车内协同以及战术单元协同作战能力弱; 4) 战车投入战斗准备时间长、作战节奏慢, 不能满足快速和高强度作战的要求。针对传统战斗车辆乘员站设计存在的问题, 在战斗车辆满足环境适用性条件下, 如何从实战的角度分析战斗车辆乘员的作战需求, 统筹乘员站的功能配置, 采用综合集成的技术路线,

对乘员站进行一体化设计, 提高乘员的持续作战能力, 解决乘员站跨平台的通用性和陆军装备持续发展问题, 是新一代陆军装备体系中战斗车辆研制面临的挑战。随着现代信息技术的广泛应用, 以人机工程为基础, 在乘员站设计中综合集成机器视觉 (machine vision, MV)、人工智能 AI、辅助决策、综合防护、战斗自动识别 (combat ID)、数字化网络以及辅助驾驶等技术, 以解决战车乘员站存在的问题。

### 1 以乘员为中心的装备设计思想

#### 1.1 以乘员为中心装备设计的内涵<sup>[1-4]</sup>

现代作战体系具有人—机—战术—技术一体化临机协同体系对抗, 乘员在系统体系中、装备在系统体系中、战术嵌入在体系技术中的特点; 现代装备体系作战运用具有较强的体系“生态性”和体系“社会组织性”的特点; 乘员是体系对抗中和战场空间中最核心和最活跃的要害, 由于作战过程中所有战斗行动的执行依靠乘员去完成, 需要充分地发挥乘员在战场上的统治性作用和指战员在战场上的主观能动性, 突出人在环路中智慧流作用, 做到人

收稿日期: 2018-06-22; 修回日期: 2018-07-05

作者简介: 曹宏炳(1967—), 男, 山西人, 工学博士, 高级工程师, 从事战斗车辆计算技术、装备检验与试验技术研究。

与武器装备的完美结合,发挥武器装备的最大效能。因此在新一代陆军装备研制中,树立以“乘员为中心”的装备设计思想,应用可用性工程和人机工程,从平台性能、数字化战场以及可靠性、可用性、维修性、测试性和健康使用状态监控等通用质量特性的视角,充分综合乘员的因素,将乘员放置于装备、武器系统、装备体系设计的焦点上,重视战斗车辆的生态系统环境,为乘员提供良好的人机接口(soldier-machine interface, SMI),使其满足在数字化战场环境以及网络中心作战的要求。

以“乘员为中心”的装备设计思想,就是打破传统以环境适应性为动因的装备设计思维,通过乘员站与战斗车辆的系统体系结构进行交互,完成战斗车辆传感、机动、C<sup>3</sup>I、火力、防护和保障等能力的释放。“战车就是我的家”是以“乘员为中心”装备设计思想的具体体现,关注指战员在战备转换、机动投送、战场部署、作战运用、战场保障、自救与抢救、战场生存等军事行动中的需求;战车除了承载作战任务载荷外,需要对乘员作战时携行的背囊、个人给养、车边帐篷、枪支以及战车伪装网等物资的装载和固定进行一体化设计;关注战车内部的生态系统设计,提供良好的人机接口,可完善战车热管理设计,提高乘员的持续作战能力和战场生存能力。

### 1.2 战车乘员在战场面临的复杂性分析

现代战斗车辆的功能与结构复杂性、车辆与武器系统控制的复杂性、战场环境的复杂性以及作战战术协同的复杂性,对战斗车辆乘员提出了新的需求。现代战车的乘员面临着复杂多变的战场环境,诸如机动过程自然环境中障碍物的克服、地面威胁的防护和压制、空中威胁的规避、作战目标的敏捷和精确打击、车内之间的协同、战术单元内的协同、战场持续的保障等问题。图 1 中分析了现代战斗车辆上的乘员所面临的挑战。

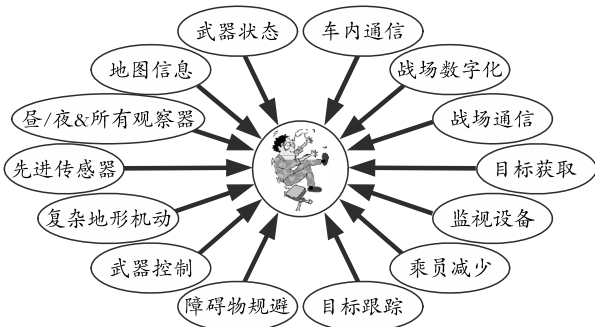


图 1 战斗车辆乘员所面临的挑战

### 1.3 以体系结构融合战车作战能力

由于战车乘员面临复杂的战场环境,在战车乘员配置人数普遍减少的情况下,使得战车单个乘员战斗任务大幅增加,对乘员的指挥控制能力提出了更高的要求;同时如何有效提高战斗车辆的作战效能、减少作战准备时间、加快作战节奏、降低战场损失、增加持续作战时间是现代战车乘员站设计面临的共同问题。基于上述问题,笔者提出了以车辆体系结构融合战车作战能力的设计模型,战车乘员通过人机接口操控战车体系结构,由战车体系结构支撑战车的作战能力,如图 2 所示。

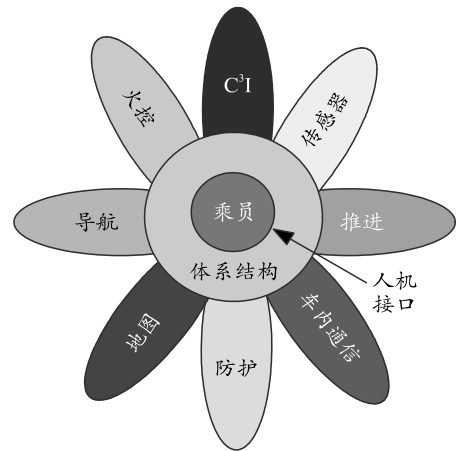


图 2 以乘员为中心对战车作战能力融合

## 2 多功能乘员站的设计

### 2.1 战斗车辆乘员站的功能分析

现代战斗车辆乘员站将突破传统的战斗车辆控制模式,对战车进行一体化的计算与控制,具备以下功能: 1) 全景显示(panoramic display, PD); 2) 车辆自主系统; 3) 战术信息显示; 4) 战场指挥自动化; 5) 头盔显示; 6) 辅助目标识别; 7) 先进线控驾驶; 8) 3 维音频; 9) 语音接口(包括告警、提示及建议系统); 10) 诊断/后勤; 11) 生态环境; 12) 辅助驾驶; 13) 远程查看; 14) 嵌入式训练; 15) 智能辅助决策。

### 2.2 3 乘员站配置模式

随着自动控制系统在战斗车辆的广泛应用,现代战斗车辆的乘员人数将由 4 人减少到 3 人。以新一代坦克为例,由于普遍应用了自动装弹机,取消了装填手,配置驾驶员、炮长和车长 3 乘员人员配置方案,协同完成作战任务,当自动装弹机降级使用时,车长可承担半自动装填。3 乘员站在战车的配置如图 3 所示。

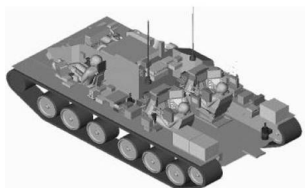


图 3 战车 3 乘员站配置布局

### 2.3 双乘员配置模式

随着战场信息共享、战场感知能力和战斗车辆自主控制水平的提高，通过控制功能与结构的高度集成设计，将车炮长功能合二为一，双乘员车辆控制模式在技术上得以实现。双乘员战斗车辆控制模式，有效地减小战场后勤保障的规模。双乘员站布局可采用串列方式或并列方式，如图 4 所示。战车采用双乘员配置方案时，由于乘员人数的减少，在战车的勤务保障中，如战场自救，对战场保障体系的依赖度增大，是必须兼顾解决的新问题。

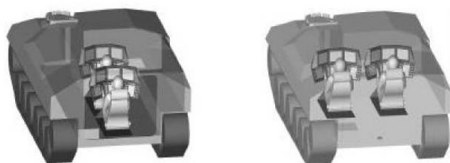


图 4 战车双乘员站配置布局

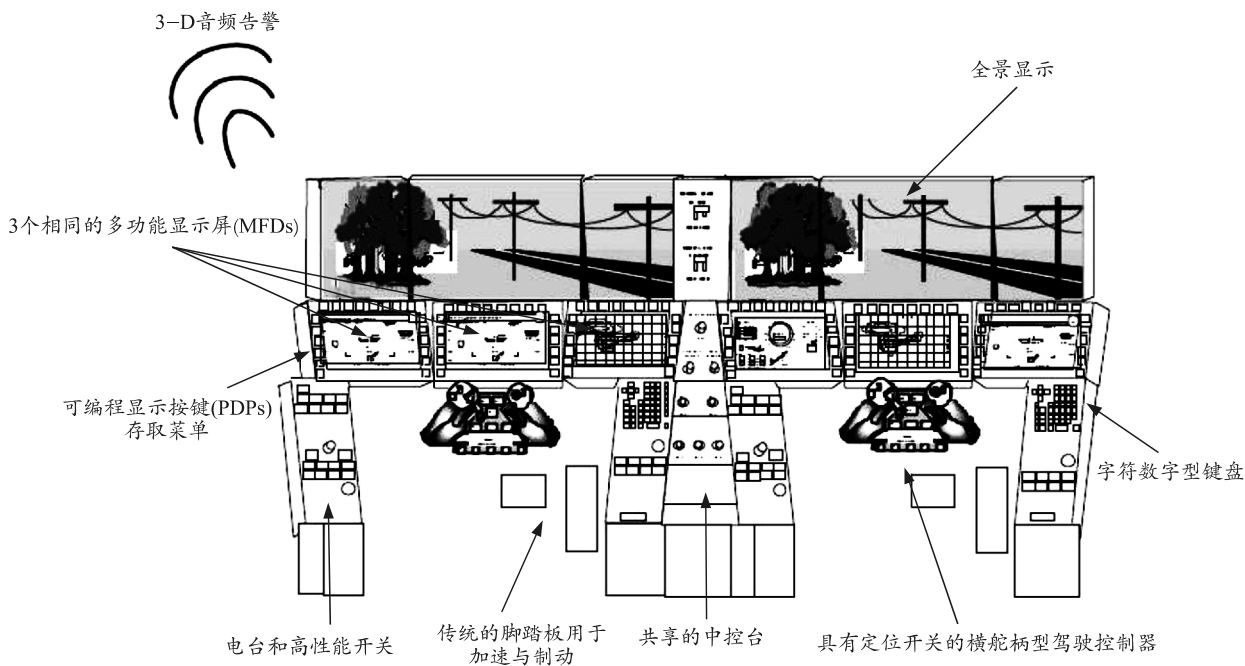


图 5 战车双乘员站人机接口

### 2.4 乘员站人机接口

乘员工作站有 3 块多功能显示屏，显示来自不同子系统的信息，如目标定位、驾驶、指挥与控制以及战术地图等。每块多功能显示屏周围装有可编程显示按键，实现一步功能菜单，用户可切换不同的信息源或者进入系统下级菜单，关键性信息显示在主视景区域内。乘员的的正上向方为 5 块全景显示屏，显示战车 360°全景图像。该全景图像经过对多路图像传感整合处理后，形成紧密无缝的间接视景，其优点可使乘员避免来自战场直射火力的威胁，同时为多个乘员提供公共的可视化作战环境，通观战场全局。乘员对战斗车辆的控制主要通过横舵柄型驾驶控制器，控制器上有各种与目标定位、跟踪和打击相关的功能性控制开关，中央控制台上布置的主要是各类电源控制开关等。告警提示建议系统 (warning, caution & advisory system, WCA) 为乘员提供了先进的人机接口，实时报告战斗车辆的状态、战场环境感知以及建议等信息。乘员站的人机接口如图 5 所示。

### 2.5 乘员站系统集成体系结构

#### 2.5.1 硬件体系结构<sup>[5]</sup>

新一代战斗车辆采用高度集成的中央控制模式，乘员站将承担整个战车的计算与控制功能，需

将通用计算、数值计算、图像处理、网络路由、数据存储以及能量保障模块等电子组件集成在高度密集的环境中。乘员站的硬件系统体系结构集成标准有 2 个技术标准，分别为：由 VME 国际贸易协会 (VMEbus international trade association, VITA) 制

订的 VITA 技术规范和由 PIC 工业计算机制造组织 (PCI industrial computer manufacture group, PICMG) 制订的 PICMG 技术规范。其中 VITA46(即 VPX)、VITA58、CompactPCI Express 以及 MTAC 等技术规范是电子组件综合集成的最新标准, 机箱背板支持高速串行通信, 电子模块支持热插拔、高开放性、高可靠性、高密度性和高可用性, 在物理形态结构与技术标准上提高了电子组件跨平台及跨作战体系的模块化与标准化水平, 也是战斗车辆维修保障体系由三级体系向二级维修体系实现转型的物质基础, 并在新一代战车乘员站上得到广泛应用。

### 2.5.2 软件体系结构<sup>[6]</sup>

乘员站的系统软件将采用开放式面向部件和面向服务软件体系结构, 遵循 STANAG4250、ISO/IEC7498-1 以及 SAE AS4893、ASAAC Def Stan 00-74、ASAAC Def Stan 00-78、IEEE1471-2000 以及 ARINC653 等标准, 广泛应用中间件, 以及嵌入式强实时操作系统, 将战斗车辆的机动、火力、防护、战场 C<sup>3</sup>I、作战任务管理、战场服务保障、嵌入式后勤、嵌入式技术保障以及嵌入模拟仿真训练等服务集成在一个计算环境下, 对战斗车辆进行一体化的计算与控制, 从根本上解决战斗车辆软件系统的可维修性、模块化、生存性、测试性、跨平台移植、兼容性、持续升级及经济成本等方面的问题。

### 2.5.3 数据传输体系结构<sup>[7]</sup>

战斗车辆乘员站之间、乘员站与战斗车辆任务载荷电控单元之间通过先进的数据传输总线实现高速互连, 实现对战斗车辆中语音与数据通信信息、车辆自动化信息、能量管理信息、武器系统信息、传感器控制信息、战场光电传感器图像与雷达视频信息以及车辆状态信息等进行传输。乘员站的数据传输体系中除了继承传统的 1553B、MICbus、CAN/MilCAN 等总线外, 还将广泛应用新型民用领域汽车总线, 诸如 FlexRay、Byteflight 以及智能数据总线 IDB 等; 另外随着新型高速大容量、强实时数据传输总线的快速发展, 如光纤通道 Fibre Channel、10GbEXAUI(802.3ae)、Firewire/IEEE 1394、Advanced Switching、Serial RapidIO、Infiniband、SATA 以及 Serial Attached SCSI 等总线技术也将在乘员站数据传输网络体系得到应用; 乘员站的显控终端将采用 LVDS、DVI 以及 HDMI 等新型数字视频传输接口。

## 2.6 乘员站综合集成设计面临的挑战

现代战斗车辆的乘员站的设计将广泛应用人工智能、图像处理、模式识别等先进技术, 实现战车全景显示、间接视景车辆驾驶、头盔显示、语音识别、告警提示建议系统、线控驾驶、战场指挥自动化、3D 语音、辅助目标识别、远程查看、敌我识别、嵌入式训练等功能的综合集成; 乘员站的人机接口、乘员舱环境(包括热管理、温湿度、噪声与振动、空气质量、电磁辐射以及核生化集体防护等因素)以及智能代理也是乘员站的综合集成中需要同步考虑的问题; 另外乘员站集成涉及到高密度集成计算环境所需的通用电子模块、系统软件(包括自主可控的操作系统)以及高可靠数据传输网络等系统体系结构。上述 3 个方面均是新一代战斗车辆乘员站设计中面临的挑战。

## 3 结束语

新一代战斗车辆乘员站的综合设计, 将使乘员控制战斗车辆方式产生革命性的变化, 有效地减少交战准备时间, 提高作战频度、在机动中作战的能力、夜间作战的能力和战术单元的协同作战能力, 为乘员提供友好人机的接口, 减少了演习中对车辆的消耗。同时, 多功能乘员站由于采用了开放式的系统体系结构, 可以配置到陆军装备的平台域, 解决了跨平台的通用性、标准化和模块化设计问题, 降低了战斗车辆的寿命周期费用, 提高了陆军装备的可持续发展水平。

## 参考文献:

- [1] NIELSEN J. 可用性工程[M]. 刘正捷, 译. 北京: 机械工业出版社, 2004: 15-27.
- [2] 刘宁, 吴磊明, 韩平阳. 军事后勤装备“可用性工程”应用研究[J]. 军事交通学院学报, 2011, 13(8): 76-79.
- [3] 董建明, 傅利民, 饶培伦, 等. 人机交互: 以用户为中心的设计和评估[M]. 北京: 清华大学出版社, 2010: 9-19.
- [4] 曹宏炳. 战斗车辆计算平台体系结构研究[R]. 哈尔滨: 哈尔滨工业大学, 2009: 49-67.
- [5] 曹宏炳, 籍刚, 赵向东. 战斗车辆计算平台系统集成体系结构[C]. 烟台: 中国电子学会第十六届青年学术年会会议论文集, 2010: 601-607.
- [6] 曹宏炳. 战斗车辆计算平台软件体系结构[J]. 兵工自动化, 2017, 36(4): 1-5.
- [7] 曹宏炳, 程树康. 战斗车辆计算平台数据传输体系结构[J]. 兵工自动化, 2010, 29(9): 52-55, 63.