

军用车载电子装备 集成设计概论

主 编 万 谦
副主编 蔡 骏 张政伟 郭 磊



JUNYONG CHEZAI DIANZI ZHUANGBEI
JICHENG SHEJI GAILUN



国防工业出版社
National Defense Industry Press

军用车载电子装备集成 设计概论

主 编	万 谦				
副 主 编	蔡 骏	张政伟	郭 磊		
参加编写	杨晓军	严循如	陈 忠	丁 斌	
	王旭东	刘 顺	叶 舒	陈 珞	
	商 琦	李 锦	阚剑平	戚宝运	
	周 徽	常俊杰	于捷杰	蔡海兴	
	马 驰				

国防工业出版社

· 北京 ·

内 容 简 介

本书论述了军用车载电子装备集成的相关理论、方法及技术,主要包括:绪论;集成设计要求及基础理论;集成架构设计;功能集成设计,包括承载平台、信息处理系统、网络通信系统、视音频系统、定位导航与识别、环境保障系统、运维系统、结构与布局等;质量保障设计,包括电磁兼容性、“六性”、行驶稳定性、人一机一环工程、接地和避雷、工艺、标准化等;集成试验验证;军用车载电子装备集成发展展望。

图书在版编目(CIP)数据

军用车载电子装备集成设计概论 / 万谦主编. —北京:
国防工业出版社, 2015. 11
ISBN 978 - 7 - 118 - 10539 - 1

I. ①军… II. ①万… III. ①军用车辆—电子
装备—设计 IV. ①TJ81

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2015) 第 260925 号

※

国防工业出版社出版发行

(北京市海淀区紫竹院南路 23 号 邮政编码 100044)

北京嘉恒彩色印刷有限责任公司

新华书店经售

*

开本 710×1000 1/16 印张 17 字数 312 千字

2015 年 11 月第 1 版第 1 次印刷 印数 1—2000 册 定价 89.00 元

(本书如有印装错误, 我社负责调换)

国防书店: (010) 88540777

发行邮购: (010) 88540776

发行传真: (010) 88540755

发行业务: (010) 88540717

前 言

以信息系统为核心的网络信息体系对抗是未来信息化战争的主要形式，武器装备信息化建设则是提升部队基于信息系统体系作战能力的重要抓手。军用车载电子装备作为信息系统的一种重要承载形式，已成为武器装备信息化建设的重要内容。军用车载电子装备集成是指基于复杂大系统、有限元分析、计算机仿真、服务化架构等基础理论，采用多总线互连、可重组模块化承载结构、结构化线缆敷设等主要集成框架，以电磁兼容性、“六性”及人一机一环等质量保障要求为约束，通过开展承载平台、信息处理系统、网络通信系统、视音频系统、供配电系统等功能集成，进而构建车载式军用电子装备的系统集成工作。

本书以军用车载电子装备集成为主题，介绍军用车载电子装备集成的基本概念、基础理论、系统集成架构、功能集成设计、质量保障设计、试验与验证等内容。本书通过给出体系化的设计方法和设计实例，希望能够使读者熟悉军用车载电子装备集成的主要内涵和工作内容，并初步掌握军用车载电子装备的集成设计方法。

本书由万谦、蔡骏、张政伟、郭磊、杨晓军、严循如、陈忠、丁斌、王旭东、刘顺、叶舒、陈璐、商琦、李锦、阚剑平、戚宝运、周徽、常俊杰、于捷杰、蔡海兴、马驰等编著，万谦、张政伟、郭磊负责全书的组织、规划和统稿。第1章由陈忠编写，第2章由李锦编写，第3章由张政伟编写，第4章由郭磊、商琦、陈璐、丁斌、刘顺、周徽、王旭东、叶舒、阚剑平、马驰编写，第5章由严循如、丁斌、陈忠、郭磊、王旭东、刘顺、周徽、常俊杰、戚宝运编写，第6章由蔡海兴、郭磊、王旭东、丁斌、刘顺编写，第7章由蔡海兴编写。

本书编写工作得到了中国电科第二十八研究所领导及国防工业出版社的大力支持。翟曙光研究员对编写工作给予了大力支持。许自力研究员给予了大量帮助。总参谋部第六十一研究所谈学超研究员，为本书提供了大量的资料及指导性意见。同时，徐灵均、冒亚安、陈璐、王敏、罗明新、范理、陈鹏等同志也为本书编写做出了贡献。在此一并表示衷心的感谢。

本书可供从事军用车载电子装备集成相关项目论证、建设、使用的领导人员、研究人员、工程技术人员、部队使用人员参考，也可供科研院所、大专院校和有关专业感兴趣的人员阅览。

由于编者水平和时间有限，加之装备信息化的理论、技术和工程实践还在不断发展，书中难免有不妥之处，敬请广大读者批评指正。

编 者
2015.8

目 录

第1章 绪论	1
1.1 军用车载电子装备概述	1
1.1.1 军用车载电子装备内涵	1
1.1.2 军用车载电子装备特征	2
1.1.3 军用车载电子装备应用	3
1.2 军用车载电子装备集成概述	4
1.2.1 军用车载电子装备集成的概念及内容	4
1.2.2 军用车载电子装备集成与指挥信息系统的关系	5
1.2.3 军用车载电子装备集成发展	5
1.3 本书的结构安排及对读者的建议	6
参考文献	7
第2章 集成设计要求及基础理论	8
2.1 军用车载电子装备集成设计使用要求	8
2.1.1 信息基础支持能力	8
2.1.2 作战信息支持能力	9
2.2 军用车载电子装备集成设计原则	10
2.3 军用车载电子装备集成基础理论	12
2.3.1 复杂大系统理论	12
2.3.2 有限元分析理论	12
2.3.3 计算机仿真实验	12
参考文献	13
第3章 集成架构设计	14
3.1 装备集成体系	14
3.1.1 承载平台	15
3.1.2 公用系统	15
3.1.3 任务系统	15
3.2 上装集成框架	16
3.2.1 多总线互连架构体系	16
3.2.2 可重组模块化承载结构体系	17

3.2.3	结构化线缆敷设体系	19
3.3	集成互连接口体系	19
3.3.1	接口体系类型	19
3.3.2	接口标准协议	20
3.3.3	接口定制协议	22
3.4	功能集成分类	22
3.4.1	承载平台	23
3.4.2	信息处理系统	23
3.4.3	网络通信系统	23
3.4.4	视音频系统	23
3.4.5	定位导航与识别系统	23
3.4.6	环境保障系统	23
3.4.7	运维管理系统	23
	参考文献	23
第4章	功能集成设计	24
4.1	承载平台设计	24
4.1.1	概述	24
4.1.2	组成及序列	24
4.1.3	集成设计要求	31
4.1.4	设计方法	31
4.1.5	设计实例	34
4.2	信息处理系统设计	37
4.2.1	概述	37
4.2.2	系统结构及设备序列	37
4.2.3	集成设计要求	39
4.2.4	设计方法	40
4.2.5	设计实例	41
4.3	网络通信系统设计	42
4.3.1	概述	42
4.3.2	系统结构及设备序列	43
4.3.3	集成设计要求	48
4.3.4	设计方法	48
4.3.5	设计实例	51
4.4	视音频系统设计	52
4.4.1	概述	52

4.4.2	系统结构及设备序列	53
4.4.3	集成设计要求	56
4.4.4	设计方法	56
4.4.5	设计实例	58
4.5	定位导航与识别系统设计	60
4.5.1	概述	60
4.5.2	定位导航系统设计	60
4.5.3	敌我识别系统设计	63
4.6	环境保障系统设计	66
4.6.1	概述	66
4.6.2	供配电设计	67
4.6.3	环境控制设计	74
4.6.4	天线倒伏设计	80
4.7	运维系统设计	81
4.7.1	概述	81
4.7.2	功能组成	82
4.7.3	集成设计要求	82
4.7.4	设计方法	83
4.7.5	设计实例	83
4.8	结构与布局设计	85
4.8.1	概述	85
4.8.2	集成设计要求	86
4.8.3	设计原则	87
4.8.4	设计方法	88
4.8.5	布局设计实例	98
4.8.6	随车附件及行囊放置设计	105
	参考文献	105
第5章	质量保障设计	107
5.1	电磁兼容设计	107
5.1.1	概述	107
5.1.2	集成设计要求	107
5.1.3	设计原则	108
5.1.4	设计方法	110
5.1.5	典型设计实例	113
5.2	“六性”设计	116

5.2.1	可靠性	116
5.2.2	维修性	137
5.2.3	测试性	148
5.2.4	保障性	157
5.2.5	安全性	165
5.2.6	环境适应性	173
5.2.7	“六性”之间的相互关系	185
5.3	行驶稳定性设计	187
5.3.1	基本概念和要求	187
5.3.2	集成设计要求	187
5.3.3	设计方法	188
5.3.4	设计实例	191
5.4	人-机-环工程设计	195
5.4.1	基本概念和要求	195
5.4.2	集成设计要求	196
5.4.3	设计原则	196
5.4.4	设计内容及方法	197
5.4.5	典型设计实例	197
5.5	接地和避雷设计	201
5.5.1	概述	201
5.5.2	集成设计要求	202
5.5.3	设计原则	202
5.5.4	设计内容及方法	203
5.5.5	典型设计实例	205
5.6	工艺设计	206
5.6.1	工艺设计的基本内容及一般流程	206
5.6.2	军用车载电子装备的制造工艺特点	206
5.6.3	军用车载电子装备主要工艺设计	208
5.6.4	军用车载电子装备特殊工艺过程	225
5.7	标准化设计	225
5.7.1	概述	225
5.7.2	集成设计要求	226
5.7.3	设计内容及方法	226
5.7.4	设计流程	227
	参考文献	228

第6章 集成试验验证	229
6.1 典型试验验证内容	229
6.1.1 方案论证阶段	229
6.1.2 初样研制阶段	230
6.1.3 正样研制阶段	230
6.1.4 厂(所)级鉴定阶段	230
6.1.5 出厂(所)检验阶段	230
6.1.6 定型试验阶段	231
6.2 典型试验验证方法	231
6.2.1 电磁兼容性	231
6.2.2 六性	235
6.2.3 行驶稳定性	255
6.2.4 接地和避雷	257
参考文献	259
第7章 军用车载电子装备集成发展展望	260
7.1 发展趋势	260
7.2 技术前瞻	260
7.3 装备革新	261
7.3.1 集成效率方面	261
7.3.2 开设部署方面	261
7.3.3 通信组网方面	261
7.3.4 人机交互方面	261
7.3.5 战场生存能力	262
7.3.6 环境感知方面	262
7.3.7 系统运维方面	262
参考文献	262

第1章 绪 论

军用车载电子装备作为作战指挥信息系统的重要组成部分,是提升信息系统体系作战能力和战场生存能力的关键。军用车载电子装备集成是构建车载式机动指挥所系统,进而形成信息系统体系作战能力的基础。本章首先对军用车载电子装备的概念、分类以及特征进行了梳理,对军用车载电子装备集成的概念、内容以及与指挥信息系统的关系进行了论述,对指挥信息系统和军用车载电子装备集成的发展现状进行了总结,最后介绍了本书的结构安排及对读者的建议。

1.1 军用车载电子装备概述

1.1.1 军用车载电子装备内涵

军用车载电子装备是指应用于军事领域,以信息技术为主要特征,构成车载指挥信息系统的各类功能系统装备的统称。军用车载电子装备的发展依赖于信息技术的飞速进步以及军事斗争准备的需要,其涵盖的内容在不同时期不尽相同。

1. 与信息技术发展紧密相关

军用车载电子装备首先是一种信息产品,军用、民用信息技术的发展,回答了“电子装备是否适合上车、在车上应用到什么程度”等问题。最典型的例子是计算机技术的发展。20世纪90年代,随着计算机技术的发展,其体积、功耗等参数得到优化,能够适用于车载。后续随着计算机进一步向微型化、轻量化、卡片式、超低功耗、高可靠等方向发展,计算机技术逐步扩展到武器平台、专用设备、嵌入式平台等设备/平台上,得到了深度应用,变得“无处不在、无所不能”。再例如通信系统中的基站,由于技术的发展,传统固定式基站经过小型化、低功耗设计,具备了车载使用的能力。随着信息技术的不断发展,越来越多的设备将具备上车集成的能力。另外上装设备的供电、体积、集成方式等不断优化,车载可用性不断增强,对设计者来说,设备选型范围更大、约束更小、设计灵活性更大。

2. 与国家综合实力深度一体

军用车载电子装备集成是一个系统工程,由多种因素决定,包括生产力、

人力、财力等。国家综合实力的发展，回答了“电子装备是否能上车、哪种性能的装备上车”等问题。国家的生产力及工业发展水平，决定了电子装备的综合性能，包括集成化、自主化、可靠性等。往往只有高科技信息化人才才能用好先进的电子装备，以保持装备的时效性，因此国家的人才储备，决定了新型电子装备能否上车。新型、性能更优越的装备，其价格往往更高，因此国家的财力决定了这些装备能否上车。一般情况下，需要根据国防支出、军工市场现状、军事需求等多个约束条件，决定上装集成设备的类型及性能。

3. 与国际军事斗争准备同步升级

军用车载电子装备是在对敌斗争、战争准备的过程中孕育的，带有浓重的军事色彩，是一种信息化武器。国际军事斗争准备的升级，回答了“需要哪些电子装备上车、形成什么能力”等问题。21 世纪初的几场局部战争表明，现代战场是数字化的战场，谁取得了信息的优势，谁就能把握战场的主动权。在敌方各类武器升级换代时，我方必须进行应对性升级，并主动地吸收新技术、新理念，在技术上先发制人，占据信息化的制高点。

1.1.2 军用车载电子装备特征

相对于民用设备和固定式指挥所装备，军用车载电子装备具有很多明显的特征。

1. 高机动

车载底盘等承载平台具备在平原、丘陵等多种复杂地形下的越野机动能力。上装设备能够支撑车载指挥信息系统在野战快速机动条件下实施不间断工作的能力和“动中通”指挥能力，能够快速展开、撤收和转移。

2. 轻量化

上装设备具有低功耗、低重量、高度集成化、轻量化（包括软、硬件）等特点，装备精干，易于集成，重组灵活、简便，接线简单实用，具有良好的人机界面，可快速开设、撤收，在特殊情况下可下车使用。

3. 安全保密

军用车载电子装备具有一种或多种安全保密手段，包括安全防护软件、保密模块等安全保密设备/软件，具备一键毁钥、数据存储加密、信源加密、信道加密、身份认证、访问控制等功能，确保信息不被破解、网络不被入侵、身份不被盗用。装备采用国产自主可控计算机系列软硬件平台，包括处理器、操作系统、数据库软件、交换机、路由器等，确保系统/设备无“后门”。

4. 综合防护

上装设备具有隐蔽通信的能力，在尽可能小的发射功率下实现对外通信，采用跳频、扩频等反电子侦察手段，必要时采取静默、瞬间通信、只收不发等

模式，降低在通信层面上被敌方电子侦察设备截获的概率，防止被敌方定位或者窃听信息。

上装设备具有抗强干扰能力，在敌方施放各类有源和无源干扰的情况下，仍能保持最低限度通信。

车辆密封性良好，具备烟雾、诱饵等主动防护手段，根据需要采用披挂钛合金、陶瓷、钢装甲等材料抵御硬打击，采取对整车进行气密性设计等有效措施抵御核生化打击。

5. “六性”要求

上装设备符合国军标中“六性”的相关要求，包括可靠性、维修性、测试性、保障性、安全性和环境适应性。上装设备技术状态固化、成熟，具备足够长的可靠工作时间，留有完备的测试接口，在出现故障时，能够在足够短的时间内检测与维修，使其恢复正常工作状态。上装设备环境适应性强，能够适应野战复杂环境，在平原、丘陵、高原山地等不同地形、温度、湿度、气压下正常工作，能够抗风、防雨、防雷、防火。

6. 抗毁顽存

上装设备之间具有松耦合的连接关系，在多个设备损坏的情况下系统仍然可用。车辆具备多种通信手段，具备随遇接入各种军事通信系统的能力。同时车辆具有设备备份与灾难恢复策略，从设备级、车辆级来说，均具有很强的抗毁顽存能力。

部分上装设备具备快速下车使用能力，能够在车下搭建全功能/最小功能指挥信息系统，实现系统高度可用性。

1.1.3 军用车载电子装备应用

军用车载电子装备应用模式主要有以下4种。

1. 构建一体化的作战指挥控制系统

军用车载电子装备既能够支撑树状、指挥阶梯长、跨度小的作战指挥体系，也能够支撑扁平化、网状的指挥体系，信息系统能根据作战任务的需要和采用的作战指挥体系，自主适应指挥关系和信息关系的调整。

2. 构建一体化的战场情报保障系统

军用车载电子装备支撑的一体化信息栅格网络作为各专业、部门情报收集系统的公用接入平台，对接入的各种情报数据进行统一的融合、综合处理、形成陆海空天电多维一体情报保障系统，利用按需服务能力，为各类用户提供情报信息服务。

3. 构建一体化通信系统

军用车载电子装备通过网络互连技术构建地面通信网络，能够与升空平台

通信系统和机动卫星通信系统综合组网，构建覆盖作战地域的一体化通信网络，为各军兵种、业务部门提供统一的信息传输平台，实现通信与指挥控制、情报侦察、电子对抗等其他战场电子信息系统的有机融合和综合集成。

4. 构建一体化的武器控制系统

军用车载电子装备提供了作战指挥控制系统和武器平台铰链的有效手段，将作战指挥和武器平台紧密地联系在一起，实现对武器系统的快速控制，延伸指挥区域，扩大作战半径，解决传统指挥系统对武器平台人工控制的“瓶颈”，提高武器的作战效能。

1.2 军用车载电子装备集成概述

1.2.1 军用车载电子装备集成的概念及内容

军用车载电子装备集成是指在系统工程科学方法的指导下，根据用户需求，优选上装设备和技术体系，建立系统中的各子系统或分系统间信息互用和互控关联关系，实现有限资源的充分共享，构建整体功能性能更优更强、工作更加协调稳定高效、智能化程度更高的综合性系统的过程和方法。车载式机动指挥所系统包括硬件和软件两部分，其硬件是军用车载电子装备集成的产物。本书描述的军用车载电子装备集成属于硬件系统集成范畴。

军用车载电子装备集成的内容如下。

1. 总体设计

根据信息系统的要求，完成总体技术方案设计工作，包括系统组成、体系架构、技术体制、标准规范、功能系统划分、设备连接关系、接口要求和互操作要求等，提出质量、“六性”与标准化控制方案。

2. 分系统设计与集成

分系统根据总体设计的要求，完成其具体的设计输入、设计内容及方法、设计流程以及设计输出等相关核心内容的设计，开展具体的软硬件设计，以及分系统的实施、集成。

3. 质量保障

开展对各设备及整车电磁兼容、“六性”、行驶稳定性、人机环工程、接地与避雷、工艺、标准化等设计，完成军用条件下的设备集成质量保障。

4. 试验与验证

在装备集成的全过程中，开展功能、性能、电磁兼容性和“六性”等关键指标的试验，判断装备集成是否具备转入下一阶段的条件。在定型阶段，判断集成结果是否符合研制要求。

1.2.2 军用车载电子装备集成与指挥信息系统的关系

指挥信息系统是由指挥控制、侦察情报、武器协同、综合保障、信息基础设备等功能域系统组成的一体化信息系统，能够保障指挥员接受上级的直接指挥，有效地部署和使用作战力量。军用车载电子装备集成是一个复杂的工程实践，其生成的产品是整个指挥信息系统的子集。具体实施时，首要的任务是要搞清楚“为什么要做、对外什么关系、按什么原则做、做成什么样”等问题，而指挥信息系统回答了这个问题。深度梳理军用车载电子装备集成与指挥信息系统之间的关系，对于优化军用车载电子装备集成模式、提升车辆信息平台的支撑能力具有重要意义。

1. 指挥信息系统为军用车载电子装备集成提供能力输入

指挥信息系统按承载平台可分为固定式、车载、机载、舰载、列车载、携行等形式。作为其中一种指挥平台，车载式机动指挥所系统的定位、需求有所不同，相应地军用车载电子装备集成所要提供的平台支撑能力也不同。指挥信息系统为军用车载电子装备集成提供了系统级的能力输入要求，因此在军用车载电子装备集成设计时，首先要根据指挥信息系统的需求来完成自身需求的定位。

2. 指挥信息系统为军用车载电子装备集成提供体系架构

指挥信息系统的体系架构包括系统组成、体系结构、软件结构、硬件结构、技术体制等。作为指挥信息系统的重要组成部分，军用车载电子装备集成必须符合指挥信息系统的体系架构，这样才能完成系统级的功能集成、互连互通，与指挥信息系统的其他分系统融为一体。

3. 指挥信息系统为军用车载电子装备集成提供对外关系

指挥信息系统是一个高技术复合体，在系统顶层设计的指导下，各要素、单元（模块）之间相互融合、渗透。指挥信息系统为军用车载电子装备集成提供对外关系约束，包括硬件连接、网络互连、信息交换、软件互连等相互关系。

4. 军用车载电子装备集成为指挥信息系统形成体系能力提供支撑平台

军用车载电子装备集成在需求的基础上，选用相关的硬件设备，通过综合集成和适应性改造，最终形成车载式机动指挥所系统硬件部分，为指挥信息系统体系能力的形成提供支撑平台。

1.2.3 军用车载电子装备集成发展

随着指挥信息系统以及系统集成理论的发展，军用车载电子装备集成经历了以下几个特征的转变。

1. 由专用集成到通用集成

在车载信息技术发展初期，由于上装设备类型少、接口不统一等原因，军

用车载电子装备集成采用专用集成的方式，集成后的车辆只能执行单一的任务。而随着技术的发展，采用基于网络化、全 IP 等架构的装备集成方法，设计通用的车辆集成模式和平台，通过加装少量的专用设备，形成任务多样、架构相同的一系列指挥作业车辆。

2. 由设备直连到多总线互连

在军用车载电子装备集成初期，上装设备采用直连的方式进行集成，各设备之间紧耦合，车内、车际信息交换配置复杂，重组困难。而采用多总线架构进行设备的集成，具有松耦合的特征，不同类型的上装设备经相应的总线接入车载系统，总线之间采用网关/网桥/适配器实现互连，车内采用千兆高速交换手段，车际通过综合信息接入、车际互连复用总线等实现了高效、可靠的数据交换。

3. 由以平台为中心到以服务为中心

传统的军用车载电子装备集成主要为“平台 + 模块”架构和基于插件的集成模式，在重组时，相关应用软件、数据的获取和安装需手动操作。对于车内局域网环境，通信带宽较宽，采用基于“瘦客户端 + 胖服务器”的服务框架实现车内面向服务功能，通过服务化的配置与管理，支撑从网络下载系统客户端所需的数据。采用此架构，可以简化客户端的软件配置，方便用户的操作使用，也可以方便客户端的状态更新，便于升级维护。

1.3 本书的结构安排及对读者的建议

本书主要介绍军用车载电子装备集成的理论、方法和应用，结合理论发展和工程实践，着眼顶层设计，注重实际应用。本书共 7 章，各章节安排如下。

第 1 章为绪论，阐述军用车载电子装备的概念，分析其分类与特征，介绍军用车载电子装备集成的概念、内容，以及与指挥信息系统的关系，回顾指挥信息系统及军用车载电子装备集成的发展历程和现状。

第 2 章为集成设计要求及基础理论，介绍军用车载电子装备集成的作战和基础支持能力，梳理集成设计原则，总结常用的理论与方法。

第 3 章为集成架构设计，首先介绍集成架构设计，包括上装设备体系构成、集成体系以及设备互连接口体系。

第 4 章为功能集成设计，包括承载平台、信息处理系统、网络通信系统、视音频系统、定位导航与识别、环境保障、运维系统、结构与布局等，重点介绍各功能系统的设计原则、设计方法，并结合设计示例进行详细说明。

第 5 章为质量保障设计，从电磁兼容性、“六性”、行驶稳定性、人机环工程、工艺、标准化等方面讨论集成的质量保障设计问题。

第 6 章为集成试验验证，介绍典型试验、验证内容及方法。

第7章为军用车载电子装备集成发展展望，介绍未来军用车载电子装备集成的发展趋势、技术前瞻、装备革新等。

本书只涉及车辆硬件集成，关于软件集成，请参考“软件设计”“软件集成”等相关文献。需说明的是，由于篇幅所限，也囿于我们的水平，本书并没有包罗车辆硬件集成所有的内容，但本书尽可能选择比较典型、成熟的技术和方法。

参 考 文 献

- [1] 钱学森，于景元，戴汝为．一个科学新领域－开放的复杂巨系统及其方法论 [J]．自然杂志，1990，13（1）：3－10.
- [2] 万麟瑞，李绪蓉．系统集成方法学研究 [J]．计算机学报，1999，22（10）：1025－1031.
- [3] 胡晓峰．系统集成与系统综合集成 [J]．测控技术，1999，18（9）：11－13.
- [4] 张新征，郑华利，赵玉玲．陆军信息系统装备建设发展研究 [M]．北京：国防工业出版社，2012.
- [5] 宋跃进．指挥与控制战 [M]．北京：国防工业出版社，2012.
- [6] 郑合锋，陈四军．基于 SOA 的军事信息系统综合集成研究 [J]．火力与指挥控制，2010，1（1）：81－83.