

坦克

电子综合化

陈正捷 陈志昊 张浅秋 编著



兵器工业出版社

内容介绍

本书是以坦克电子综合化为核心进行系统的阐述和分析，详细描述了国外坦克电子综合化的历史、现状与未来发展趋势，认真论述了坦克电子综合化系统的整体概念、基本原理与关键技术，重点归纳了国外在坦克电子综合化领域发展迅速的多路复用总线技术，详细介绍了与车内数据通信有关的涉及到芯片级的技术细节，特别是介绍了1553B总线和MIC总线技术及其实践方法。本书还总结了坦克电子综合化的发展规律与特性，讨论了在构建坦克电子综合化系统中所需要解决的软件系统设计框架等难点，指出了我国在发展坦克电子综合化系统中应注意的问题，对发展坦克电子综合化系统进行了前瞻性的研究和展望。本书填补了我国在坦克电子综合化领域内的著述空白，对于装甲装备发展研究管理人员与相关领域内科研人员具有较高的参考价值，适用于作为坦克电子综合化领域内的专业基础课程教材。

责任编辑/周宜今
封面设计/底晓娟

ISBN 7-80172-647-2



9 787801 726476 >

ISBN 7-80172-647-2

定价：38.00元

坦克电子综合化

陈正捷 陈志昊 张浅秋 编著

兵器工业出版社

PDG

内 容 简 介

本书是以坦克电子综合化为核心进行系统的阐述和分析,详细描述了国外坦克电子综合化的历史、现状与未来发展趋势,认真论述了坦克电子综合化系统的整体概念、基本原理与关键技术,重点归纳了国外在坦克电子综合化领域发展迅速的多路复用总线技术,详细介绍了与车内数据通信有关的涉及到芯片级的技术细节,特别是介绍了 1553B 总线和 MIC 总线技术及其实践方法。本书还总结了坦克电子综合化的发展规律与特性,讨论了在构建坦克电子综合化系统所需要解决的软件系统设计框架等难点,指出了我国在发展坦克电子综合化系统中应注意的问题,对发展坦克电子综合化系统进行了前瞻性的研究和展望。本书填补了我国在坦克电子综合化领域内的著述空白,对于装甲装备发展研究管理人员与相关领域内科研人员具有较高的参考价值,适用于作为坦克电子综合化领域内的专业基础课程教材。

图书在版编目 (CIP) 数据

坦克电子综合化/陈正捷, 陈志昊, 张浅秋编著. —北京: 兵器工业出版社, 2006. 6

ISBN 7-80172-647-2

I. 坦... II. ①陈... ②陈... ③张... III. 坦克—电子系统 IV. TJ811

中国版本图书馆 CIP 数据核字 (2006) 第 026229 号

出版发行: 兵器工业出版社

发行电话: 010-68962596, 68962591

邮 编: 100089

社 址: 北京市海淀区车道沟 10 号

经 销: 各地新华书店

印 刷: 北京银祥福利印刷厂

版 次: 2006 年 6 月第 1 版第 1 次印刷

印 数: 1-1050

责任编辑: 周宜今

封面设计: 底晓娟

责任校对: 郭 芳

责任印制: 赵春云

开 本: 787×1092 1/16

印 张: 14

字 数: 357 千字

定 价: 38.00 元

(版权所有 翻印必究 印装有误 负责调换)

序

《坦克电子综合化》就要付印，作者送我书稿，嘱我写几句话作为序言。虽然因事务繁忙，时间很紧，但我还是坚持抽出时间对全书进行了认真的阅读，读完之后有以下感受。

诚如书中所说，从国际的角度看，坦克电子综合化发展了几十年，从国内的角度来看，其发展也经历了近15年的历程。在这样的过程中，我们看到了各种技术上的沉浮起落，种种理论概念的冲突，以及硬件软件上飞跃性的变化。

我很早就关注坦克电子综合化这一领域的研究，但是迄今为止，尚未在国内见到能够全面记录其发展过程、系统论述这一领域技术的专著，一直引以为该领域的一种缺憾。

今天，坦克电子综合化这一概念已经成为现实，并已经应用到我们所研制的新型号的坦克装甲车辆上来。我想，应该有这么一本书做一个系统性的阶段性的总结。

因此，当《坦克电子综合化》的书稿摆在我面前时，我的第一个感觉就是，终于有人做了这样的工作；我也相信今后会有更多的人在拿到这本书时能够产生与我同样的感想，会有更多的人在这一领域做更加深入、系统的分析与阐述，做更多这方面的研究。

坦克电子综合化，既涉及战斗车辆的本体基础技术，又涉及电子、通信、网络、光学等许多高新技术的前沿，既包含基本的理论知识，又包含非常实用的实践经验和理念，在时间跨度上既要追赶国外的先进技术，又不能脱离我们自身的实际情况……要全面把握它的面貌实非易事。

《坦克电子综合化》一书恰恰是在上述方面做了极大的努力，下了很大的功夫来做到各方面的融合与贯通。从国外到国内，从理论到实践，从基础到尖端，从分系统到总体，已经做到了能够让读者通过阅读来了解坦克电子综合化领域的过去、现在和未来，能够了解其基本的理论、方法、技术。同时，在阅读的过程中，也能深刻地感到作者在收集和整理资料方面花费的巨大精力，以及在进行全书篇章结构安排中的独运匠心。在形成综合概念和总体思路上，更能看出作者具备扎实的理论基础和较丰富的实践经验。《坦克电子综合化》一书对于提高坦克装甲车辆数字化、信息化能力与水平，具有较好的指导作用和参考价值。

尽管书中的某些观点在该领域内还存在不同的见解，但是我想，这也正是这本书存在的意义和价值，因为它能启发思路、引起思考、产生争论，能够树立起一块指向未来的指路牌，能够在总结的基础上确定坦克电子综合化的发展方向。

非常高兴作者的努力和成就，也衷心地感谢作者对我的信任，感谢他们委托我做这本书的序言。我真诚地祝愿这本书能够顺利出版发行，从而能激励更多的专家和学者参与到这一领域的讨论和著述中来。

王哲荣

2006年2月13日

— i —

前 言

自 20 世纪下半叶以来,以信息技术为核心的包含(微)电子、通信、光学、新材料等高技术群迅猛崛起并在军事领域的各个方面各个层次得到应用,引发了整个军事技术领域前所未有的深刻变革。坦克作为陆军的主要武器装备,同样面临这样的发展趋势,面对着来自世界范围内的压力和挑战。当各种各样的功能被附加到坦克上来的时候,由坦克自身局限性所引发的矛盾必然激化,成了坦克总体综合性能继续提高的障碍!车辆电子学的出现,为解决这样的矛盾带来了希望,而车辆电子学的兴起直接促成了坦克电子综合化概念和思路的出现以及相关的众多实际技术的开发与应用。

从现在向回看,我们感到仿佛在很短的时间内就完成了坦克电子综合系统设计思路的变化。但是,当我们把记忆追溯到 15 年前的时候,电子综合化这一概念在国内还仅仅停留在航空领域中,还仅仅停留在书本上,还仅仅见诸内部的研究报告中。

坦克电子综合化的概念在 20 世纪 80 年代中期,就开始在国内显露萌芽。但是,由于局限于当时的系统水平,尤其是人们的认识水平,因此直到 90 年代初期,坦克电子综合化才被广泛地重视。所幸的是,坦克电子综合化曾作为“八五”预研规划的补充项目得以启动,才发展至今今天的规模和成绩。

从那时起到今天,在这个将近又是一个十年的时间中,通过大量的在实际工作中的摸索和研究,我们从内心深刻地体会到我们在坦克设计领域上的差距,这种差距覆盖了从理论到实践、从概念到方法、从系统到部件的方方面面,使我们更加深刻地感到肩头担子的沉重,更加清醒地意识到历史所赋予我们的任务与责任。

坦克电子综合化的发展过程具有非常严密的逻辑性和时序性,这种逻辑性和时序性不是以个别人的意志为转移的,有其自身的客观发展规律。通过对坦克电子综合化的学习,我们感到不仅仅是在学习一种专业知识,而是在学习一种凝结了无数人殚精竭虑思考出的思路,一种蕴涵了世界上各种先进科技成果的精华,一种能够在更高层次上把握事物总体与发展趋势的能力。学习坦克电子综合化,我们感到受益匪浅。

在这里,我们首先应该感谢那些具有智慧和远见的专家们,感谢那些具有决断力和水平的领导,感谢在其中花费了无数心血进行技术攻关的科研人员。正是他们的努力,才有今天我们在坦克电子综合化技术方面取得的各种成果,才有了一个实际的平台让我们可以进一步探讨装甲车辆的信息化、一体化、无人化等等概念,从而使我们的坦克设计思路与实际系统不至于在世界的大潮流之后落后得太多。

本书在撰写和出版过程中曾得到有关单位的关心和大力支持。本书所涉及的研究内容中,曾帮助我们在资料收集、概念讨论等方面提供宝贵素材和中肯建议的有中国兵器工业计算机应用技术研究所的柴玮岩、杨明、吴宝新、胡江、王小明、黄兴海、刘培志、郭永红、孟英谦;中国兵器工业集团第二〇一研究所的田忠舜、杨建华、凌征均;中国兵器装备电控

研究所的周学贤、千应庆；装甲装备技术研究所的张长泉；以及装甲兵工程学院的臧克茂、周启煌、张涛、宋小庆，在这里对上述领导与同志的大力支持和热心帮助一并表示衷心的感谢。

本书既可以作为参考资料，因为它内容充实、繁简有序；同时，又可以作为教材，因为它范围广阔、由浅入深，尤其是可以作为装甲车辆电子学研究领域硕士研究生必、选修课程的教材。我们相信，作为近 15 年来坦克电子综合化发展历程见证的这本书，肯定能够帮助读者获得更多的启发和思路。

限于编著人员的水平，书中纰漏必多，在某些具体和敏感内容，诸如总体设计、车载计算机、车际通信组网等方面，只给出概念性的阐述。如各位读者能于阅后给予批评指正，我们将不胜感激之至。

作 者

2006 年 2 月 25 日



目 录

第1章 坦克电子综合化的由来及现状	(1)
1.1 坦克的发展面临挑战	(1)
1.2 新兴的专业学科——“车辆电子学”帮助突破坦克发展面临的技术障碍	(2)
第2章 国外现装备的新型坦克电子综合化系统分析	(5)
2.1 国外坦克电子综合化发展现状	(5)
2.2 美国 M1A2 坦克电子综合化系统分析	(6)
2.2.1 美国 M1A2 坦克电子综合化系统框图	(6)
2.2.2 VOSA 车辆电子开放系统体系结构	(8)
2.2.3 M1A2 坦克的系统动力分配及电源、电气设备管理控制	(10)
2.3 法国“勒克莱尔”坦克电子综合化系统	(13)
2.3.1 法国“勒克莱尔”坦克概况	(13)
2.3.2 “勒克莱尔”坦克的综合车辆电子技术的特点	(14)
2.3.3 “勒克莱尔”坦克的综合车辆电子系统组成及框图	(16)
2.4 俄罗斯坦克电子系统分析	(18)
2.5 对国外坦克电子综合化特点的总结	(21)
第3章 坦克内部的数据传输	(22)
3.1 坦克内部数据传输概述	(22)
3.1.1 为什么提出坦克内部数据传输	(22)
3.1.2 坦克内部数据传输的范围	(23)
3.1.3 总线技术——实现车辆内部数据传输的基础	(23)
3.2 串行数据传输系统的基本概念	(24)
3.2.1 串行数据传输系统的一般结构	(24)
3.2.2 串行数据传输系统的语言：通信协议	(24)
3.3 高速串行总线的发展	(25)
3.4 MIL—STD—1553B 总线概述	(28)
3.4.1 MIL—STD—1553B 总线的由来与发展	(28)
3.4.2 1553B 总线的几个重要概念	(28)
3.4.3 MIL—STD—1553B 通信协议介绍	(31)
3.4.4 1553B 总线硬件特性	(39)
3.5 MIC 总线	(45)
3.5.1 MIC 总线概述	(45)

3.5.2	MIC 总线工作原理	(46)
3.5.3	MIC 总线典型芯片介绍	(52)
3.5.4	MIC 总线数据传输器	(62)
3.5.5	MIC 总线应用实例	(63)
3.6	CAN 总线	(68)
3.6.1	CAN 总线概述	(68)
3.6.2	CAN 总线通信协议	(70)
3.6.3	CAN 总线系统的构成	(74)
3.7	串行数据总线传输系统及其控制	(75)
3.7.1	串行数据总线传输系统控制的基本方式	(75)
3.7.2	串行数据传输总线信息传输控制方式	(76)
3.7.3	车内数据通信系统的拓扑结构	(77)
第4章	1553B 总线接口设计概述	(80)
4.1	1553B 总线的核心芯片 BUS-61559	(80)
4.1.1	总述	(80)
4.1.2	BUS-61559 芯片封装及管脚定义	(85)
4.1.3	BC 的操作	(88)
4.1.4	RT 的操作	(89)
4.1.5	MT 的操作	(94)
4.1.6	自检	(95)
4.2	核心芯片——BUS-61553	(95)
4.2.1	芯片概述	(95)
4.2.2	BC 操作	(102)
4.2.3	RT 操作	(104)
4.2.4	MT 操作	(107)
4.2.5	方式代码	(110)
4.3	十种数据传输格式在芯片内部的组织	(114)
4.3.1	BC→RT	(114)
4.3.2	RT→BC	(114)
4.3.3	$RT_A \rightarrow RT_B$	(115)
4.3.4	不带数据的方式指令 BC→RT	(115)
4.3.5	带数据的方式指令(发送) BC→RT	(115)
4.3.6	带数据的方式指令(接收) BC→RT	(115)
4.3.7	带数据的广播方式指令 BC→全部 RT	(116)
4.3.8	$RT \rightarrow RT_S$	(116)
4.3.9	带方式指令、不带数据的广播方式 (BC→全部 RT)	(116)
4.3.10	带方式指令、带数据的广播方式 (BC→全部 RT)	(116)
4.4	1553B 数据总线隔离变压器	(117)

4.5	1553B 总线接口设计实践	(118)
4.5.1	接口方案设计	(118)
4.5.2	接口卡设计细节阐述	(120)
4.5.3	程序设计	(126)
第5章	车载计算机及乘员终端	(132)
5.1	适用于车载计算机机内的高速并行数据总线及其选择	(132)
5.1.1	Multibus 总线	(132)
5.1.2	VME 总线	(133)
5.1.3	PC/104 总线	(135)
5.1.4	PCI 总线	(136)
5.1.5	Compact PCI 总线	(136)
5.1.6	机内总线的选择	(137)
5.2	车载计算机	(137)
5.2.1	车载计算机的概念介绍	(137)
5.2.2	国外车载计算机的模式	(138)
5.2.3	车载乘员终端计算机与控制计算机	(144)
5.2.4	车载计算机中的图像处理问题	(146)
5.3	平板显示技术概述	(148)
5.3.1	液晶显示器	(148)
5.3.2	等离子显示器	(150)
5.3.3	电致发光显示 (ELD)	(150)
5.3.4	场致发光显示器 (FED)	(151)
5.4	实时操作系统	(151)
5.4.1	实时操作系统概念综述	(152)
5.4.2	实时操作系统举例	(153)
5.4.3	在军事领域内得以成功应用的 VxWorks	(153)
5.4.4	新兴的极具希望和未来发展远景的嵌入式 Linux 操作系统	(155)
第6章	坦克电子综合化系统的“软”设计与系统仿真评估	(160)
6.1	坦克电子综合化中总线消息流程的分析与设计	(160)
6.1.1	消息流程的概念	(160)
6.1.2	工作任务的管理方法	(160)
6.1.3	时间分配管理方法	(160)
6.1.4	装甲车辆整车工作时的任务安排	(162)
6.2	坦克电子综合化系统软件设计	(167)
6.2.1	DY4 车载计算机系统软件结构图	(167)
6.2.2	系统软件设计总框图	(168)
6.2.3	终端软件结构设计框图	(168)

6.2.4	总线通信软件设计框图	(169)
6.2.5	部件驱动程序框图	(169)
6.2.6	车载计算机系统软件设计总框图	(170)
6.2.7	坦克电子综合化系统软件构成总图	(170)
6.2.8	坦克电子综合化 1553B 通信软件设计基本流程图	(171)
6.3	坦克电子综合化系统仿真	(185)
6.3.1	建立坦克电子综合化仿真系统的必要性	(185)
6.3.2	坦克电子综合化系统仿真系统设计	(185)
6.4	坦克电子综合化系统性能评估	(187)
6.4.1	坦克电子综合化的总线网络特性需求	(187)
6.4.2	衡量总线性能的指标体系	(187)
第7章	坦克电子综合化系统设计	(190)
7.1	对世界范围内坦克电子综合化系统发展历史的回顾	(190)
7.1.1	坦克电子综合化系统发展史图	(190)
7.1.2	美国 M1A2 坦克电子综合化系统特点的回顾	(191)
7.2	国内外坦克电气电子分系统简介	(192)
7.2.1	火控系统简介	(192)
7.2.2	自动装弹系统简介	(193)
7.2.3	自动灭火和三防装置	(193)
7.2.4	车长镜稳瞄系统	(194)
7.2.5	发动机控制系统	(195)
7.2.6	传动控制系统	(195)
7.2.7	电源电气系统	(196)
7.2.8	定位、导航系统	(197)
7.2.9	通信控制系统	(197)
7.3	坦克电子综合化系统的未来发展趋势与需要讨论的问题	(198)
7.4	坦克电子综合化系统设计	(202)
7.4.1	坦克电子综合化系统设计的原则	(202)
7.4.2	坦克电子综合化系统设计的方法与阶段	(203)
7.4.3	坦克电子综合化系统设计的内容	(204)
7.4.4	坦克电子综合化系统的整体结构预想	(204)
7.5	坦克电子综合化系统设计的重要外延——车际通信指挥系统	(208)
结束语		(212)
参考文献		(213)
后记		(214)

第1章 坦克电子综合化的由来及现状

1.1 坦克的发展面临挑战

自坦克出现以来,不论在理论上还是在实践上,我们都是直接从三个方面去评估坦克的作战效能,即火力、机动与防护。但是,进入20世纪90年代后,随着装甲作战理论与战术的不断发展,坦克设计与制造技术的不断提高,各种反坦克武器种类的涌现和性能的飞速发展,传统的评估标准已经不能适应新形势的需要。综合各种因素,对于现代坦克的作战效能的评估,我们总结出以下四大方面:

快速机动能力;表现为发动机的动力和传行操的性能,提高这二项性能是靠采用计算机和电子化装置来实施控制,以及增添通信、方位地理位置感知等系统以保证其实现快速机动。

快速反应能力;表现在能及时发现打击目标,准确快速定位和瞄准目标,识别目标,对敌目标的情况了如指掌,必须依靠多种信息综合和传感技术实现。

精确打击能力;表现在火炮口径大小,弹药威力、火控命中目标的精度,这就要求坦克的火力控制系统必须提高瞄准、跟踪系统的控制精度。

自我生存能力;表现在对各种威胁的控制预警、超近程的反击,变被动的防护为主动的防护,而不是传统地依靠提高装甲厚度来增加防护力。

为了不断提高这些能力,大量新兴的电子技术、数字技术不断得到应用,从而导致坦克车内的电子电气设备急剧增多,组成的分系统随之大量增加,主要体现在以下几方面:

- 火力控制系统控制,包括火炮稳定控制、目标观察、识别、解算、弹药装填以及乘员的显示控制。

- 威胁预警与对抗系统控制,包括威胁告警及对抗措施设备控制、真假目标识别定位与控制、三防系统控制、烟幕装置控制。

- 动力传动,包括工况控制、故障诊断、检测和显示等。

- 通信指挥自动化,包括音频/通话器、音频/无线电台、车际间数字信息传递/无线电台、导航/定位。

- 车辆状况自检与报告,包括弹药油料储备、诊断、测试(自动、机内和故障隔离测试)。

- 车内电源的管理、控制和分配。

- 定位与导航。

这些新附加的电子电气分系统对坦克作为未来作战平台来说都十分重要,另外,随着技术的不断发展和进步,还会有更多的新系统要安装到坦克上来,但是恶劣的战场环境又要求

坦克的体积尽可能的小，因此，突出的矛盾产生了——如果再采用传统的将功能与设备一对一堆积的设计方法来进行坦克电子系统甚至可以说坦克全系统的设计，必将带来诸如标准性和兼容性差、更新换代周期加长、车内电子电气线缆布线繁杂、电磁干扰问题严重、车内空间更为拥挤、可靠性、可维修性低、乘员操作负担过重以致影响战技性能发挥等一系列重要的问题，特别是这种分散式结构很难实现与未来战场 C⁴（Computer, Command, Control, Communication）系统的接口，坦克的发展面临严重的技术挑战和障碍。

1.2 新兴的专业学科——“车辆电子学”

帮助突破坦克发展面临的技术障碍

发展坦克电子系统所遇到的这些难题，最终还是要由电子技术的发展来解决，这就是车辆电子学的分支：电子综合化技术，即在坦克苛刻的空间限制条件下，对密集性的坦克电子系统集成进行信息综合和功能综合的技术。

随着科学技术的发展，电子技术和计算机技术逐渐深入到各个军事领域上的应用，几乎所有的现代化武器系统（包括飞机、军舰、坦克、导弹）以及军队的作战指挥、军事情报采集、作战部队间通信等都越来越依赖电子系统和计算机系统的结合。尤其是航空技术在近几十年的发展中形成一门重要的学科——航空电子学，这一专门学科的形成标志着电子、计算机技术在航空领域中已经占据了重要的地位，也标志了航空技术在质上的飞跃和突破。正如航空界专家们所描述的那样：“近 20 年来飞机系统设计任务的重点有一个重要的转变——即从飞机机体的设计演变到飞机（内部）的电子设计上，因为经过多年的研究，飞机设计师们发现在对于加强推力，改善气动性能等方面挖掘潜力较为困难，而通过电子设计可以较快地达到更高性能”，如图 1-1 所示。

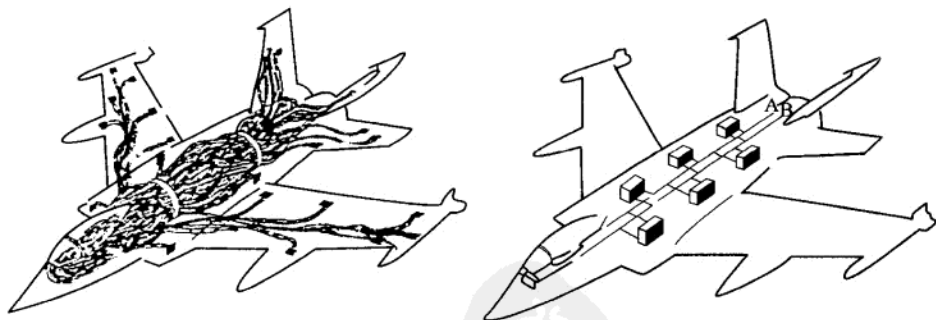


图 1-1 航空电子综合化的演变

同样的道理，在新材料、新能源、新动力出现之前，装甲车辆的火力、机动和防护性能在研究上已经面临着挖潜困难的问题，因此近几年来装甲坦克技术的发展，无论在国际上还是在国内，正在形成车辆电子学（Vetronics）这一新兴的专业学科来实现装甲车辆性能的倍增。

车辆电子学的形成分成四个阶段：

(1) 利用各种继电器、逻辑开关、电气设备(电机……)组成电气控制系统。

(2) 用各种电子器件、晶体管,可控硅形成电气的弱电控制逻辑单元。

(3) 用简单的微处理器、单片机设计各种控制系统。

(4) 复杂控制系统的出现以及计算机电子技术的大量应用,从而促进多路传输系统的形成。(电子综合化开始出现)

这四个阶段是车辆电子学的形成过程,而目前我们正处在第3阶段向第4阶段的过渡中。众所周知,在我们传统的装甲坦克技术研究中,装甲坦克的电气电子性能往往易被忽视。现在人们为了提高车辆的总体性能,在如何利用电气技术、电子技术和计算机技术来改造车辆方面做了一系列的研究,从单一应用向系统应用发展,使车辆电子设计技术正从辅助的地位上升到主要的地位,也使针对于此的研究蓬勃展开。车辆电子学之重要组成部分——坦克电子综合化技术,是车辆内部的C³I系统或称作C⁴系统,它的形成将标志我国坦克系统设计在新技术领域中划时代的革命,正如国外专家已经提出的“新概念坦克就是电子+电力控制分配的系统集成”一样,坦克电子综合化是提高坦克综合作战能力的重要发展方向。

传统的坦克设计方法是采取堆积各种子系统的途径来提高系统的作战能力,而不是自顶向下,综合考虑。由于现代坦克作战更加强调协同性、快速反应性和作战集团性,因此,坦克内部各个子系统之间单纯面向任务而不考虑与全局的关系、坦克外部只考虑车辆自身的性能而不注重全部作战单位的效能已经逐渐成为非常突出的弱点和弊端,在子系统数量增加时就暴露出与车内有限的体积、空间和重量之间相冲突的缺点,主要体现在以下几方面:

- 集群作战效率低下。

- 空间和容积的极限成为功能扩展的障碍。

- 人一机效应出现严重问题,如控制按钮多,布局不合理,操作复杂而引起误动作,自动化程度低,反应速度慢等。

- 作战训练与后勤维护、保障任务重,周期长。

- 各子系统都有信息采集、处理、显示与控制功能,导致设计重复浪费,系统没有余度、可靠性差。

- 不便于新系统的添加,更新换代周期长。

坦克电子综合化可以改观过去坦克设计方法的面貌,依靠分配、使用和共享车内所有电子系统中的各种信息(亦为坦克电子综合化之定义)达到弱化矛盾、增强整体性的目的。因此,坦克电子综合化技术应该包含有五层含义:

- 通过信息的综合达到功能综合形成综合化系统。

- 对较低层次电子部件进行信息共享导致高层次性能的实现。

- 将各个子系统所分配的信息共享并加以使用。

- 采用较低的成本和较简单的探测器,通过综合各个探测器的数据从而提高系统的综合性能。

- 将系统中全部电子功能综合起来,使用通用模块以获得通用处理的能力,而降低系统的费用,相对劣势的子系统可以综合成优势的整体系统。

当车辆中的各子系统或武器的子系统,针对其任务和相关任务的硬件不能达到预想的要求时,电子综合化就体现出不可忽视的重要性,主要表现在提高坦克整体的系统性能、可靠

性，减少体积和重量，便于维护，便于更换系统及功能的扩展。通过定义信息格式和电气接口特性来贯彻多路传输实现综合的设计思路，采用相应的硬件和软件来完成功能的执行。这种方法更有利于分系统的功能设计与更新升级，同时在分系统功能设计的基础上，又促进了坦克电子综合化的实施。



第2章 国外现装备的新型坦克 电子综合化系统分析

2.1 国外坦克电子综合化发展现状

坦克电子综合化技术,是20世纪80年代末、90年代初西方国家大力发展的一项高新技术。美国从70年代中期开始进行坦克电子综合化系统的研究,在美国坦克机动车辆司令部(TACOM)主持下,制定了研制“电力管理、控制和分配系统先进技术设备”(ATEPS)大纲。其目的是用多路传输技术改进地面车辆的线路、控制和仪表显示,该项成果于1982年在M1坦克上进行了试验。80年代初又开始了全车电子设备结构模型的论证,与此同时,为了适应车辆电子综合技术发展的需要,创立了“车辆电子学”(VETRONICS)这一新学科。使得车辆电子综合化系统更加迅速地发展。1982年还是由TACOM领导,由研制和使用部门组成了车辆电子设备研制小组,制定了“车辆电子设备研制大纲”(VAD),FMC公司军械分公司(FMC Corp. Ordnance Div)、通用动力地面系统分公司(General Dynamics Land Systems)和德克萨斯仪器公司(Texas Instruments)等都参与了研制大纲的具体实施,经过几年的研究,在车辆电子设备纳入综合系统方面取得很大进展。

英国在70年代后期提出了“车辆电子设备的系统解决办法”,随后由国防部皇家军械研究发展局(RAED)制定了“车辆电子学研究防务倡议”(VERDI)工程计划,并负责该计划的实施,计划的初步目标是1990年中期研制出一种主要用于侦察任务的静态论证系统,到1992年中期研制出适于车辆安装的动态系统,该系统在1992年VERDI演示车展会上亮相,使得英国的车辆电子设备取得了实质性进展,在新的“挑战者”II型坦克上采用了MIL—STD—1553B数据总线,实现了电子综合化设计。

法国“勒克莱尔”坦克可以说是坦克电子综合化系统应用的先驱,是比M1A2和“挑战者”II型更具彻底变革的“电子坦克”,是世界上第一种全数字化、可编程的、遍布数字数据总线的车辆电子学坦克,首次采用了“战场管理系统”,车内用数据总线将全车30余个8位、16位、32位微处理器连接在一起,其电子设备的造价超过坦克总造价的50%,从而使坦克的指挥和自动化水平提高了一大步。

德国计划在1994年完成对“豹”II的改装计划,其中一项重要内容就是进行电子技术的改造。

综上所述,在20世纪90年代,西方将坦克电子综合化技术用于装备的车辆有:美国的M1A2、法国的“勒克莱尔”和英国的“挑战者”II型主战坦克。国外主战坦克电子综合化技术系统的简要情况见表2-1。

表 2-1 国外主战坦克电子综合化技术系统一览表

项目 型号	多路传输 总线	总线网络	微处理器	战场管理 系统	导航仪	热像仪	挂接的子系统数
M1A2	1553B	双层	不详	有	有	有	15 个
“勒克莱尔”	GAMT101 (1553B)	单层	8~32 位	有	有	有	8 个 (含 30 个微处理器)
“挑战者” II	1553B	不详	不详	不详	有	有	不详

由此可见, 这些车辆的共同特点是:

(1) 坦克车辆内的各个子系统实现电子化、计算机化, 而且把现代一些高新技术用于各个子系统, 提高车辆的瞄准、射击、控制、定位识别和自动化的能力。

(2) 坦克车辆内利用 1553B 总线组成计算机网络, 使其车内信息资源共享, 通过无线通信达到车辆间的数据传输, 建立了战场管理系统, 为集群作战打下基础。

下面以美国 M1A2 主战坦克、法国勒克莱尔主战坦克和俄罗斯 T-84 型坦克为主来分析一下世界上先进的坦克电子综合化系统。

2.2 美国 M1A2 坦克电子综合化系统分析

2.2.1 美国 M1A2 坦克电子综合化系统框图

20 世纪 80 年代前后, 美国陆军坦克机动车辆司令部提出了电子综合化系统的概念, 其主要内容是解决坦克两大技术:

- (1) 坦克的车内车际数据信息传输系统——战场管理系统的基础。
- (2) 坦克内的电源电气设备管理系统——控制系统总线化基础。

目前, 美国在 M1 坦克的基础上进行了重大改进, 使其成为 M1A2 坦克, M1A2 坦克较全面地实施了这两项新技术, 在总体设计上具有先进性和代表性。

80 年代末期, 美国陆军在前面的基础上又提出了两个车辆电子设备计划, 即为 M1A2 研制车辆电子设备的计划和标准陆军车辆电子设备体系结构 (SAVA)。SAVA 计划的目标是为未来的车辆研制更加先进的标准化电子设备。前一计划已经取得了丰硕的成果, M1A2 坦克中 90% 的电子设备实现了数字化, 模拟电子设备仅占 10%, 如图 2-1、2-2 所示, 这些先进的电子设备部件主要包括:

- (1) 车长独立热像仪;
- (2) 车长综合显示器;
- (3) 炮塔电子控制单元;
- (4) 电台接口单元;
- (5) 驾驶员综合显示器;
- (6) 目标识别系统;
- (7) 导航定位系统;
- (8) 先进的火控系统;