

doi: 10.7690/bgzd.2021.01.006

# 美国军事电子信息系统数据建设的发展及启示

秦世越<sup>1,2</sup>, 冯占林<sup>2</sup>

(1. 西安电子科技大学, 西安 710071; 2. 中国电子科技集团公司电子科学研究院, 北京 100041)

**摘要:**为解决我国网络信息系统数据建设等方面存在的诸多问题,提出一种网络信息系统数据建设的系统架构。研究美国军事电子信息系统数据建设过程,分析其思想及应用技术,并给出相应的技术建议。结果表明:该系统能形成数据的采集、存储、分析、挖掘及安全保障,确保人员在合适地点、合适时间获取合适信息。

**关键词:**军事电子信息系统;全球信息栅格;联合信息环境;数据集成与共享

中图分类号: E919 文献标志码: A

## Development and Enlightenment of Data Construction of Military Electronic Information System in United States

Qin Shiyue<sup>1,2</sup>, Feng Zhanlin<sup>2</sup>

(1. Xidian University, Xi'an 710071, China;

2. China Academy of Electronics &amp; Information Technology, Beijing 100041, China)

**Abstract:** In order to solve many problems in data construction of network information systems in China, a system architecture for data construction of network information systems is proposed. Study the data construction process of the US military electronic information system, analyze its ideas and application technologies, and give corresponding technical suggestions. The results show that the system can form data collection, storage, analysis, mining, and security to ensure that personnel can obtain the right information at the right place at the right time.

**Keywords:** military electronic information system; global information grid; joint information environment; data integration and sharing

### 0 引言

军事网络信息系统是基于统一的网络信息共享和信息服务环境构建的,将陆、海、空、天、电(网)5维战场空间融为一体,涵盖物理域、信息域、认知域和社会域的复杂巨系统,是联合作战任务规划和信息资源共享利用的核心支撑,同时也是集成指挥控制、情报侦察、预警探测等功能系统,以及后勤保障、装备管理等后勤系统的桥梁和纽带<sup>[1]</sup>。

军事网络信息系统的构建,对部队信息化建设和作战样式产生了深远影响。如何充分利用现有独立系统,构建统一完整的信息系统,通过对海量战场数据进行快速、高效的分析和处理,以确保合适的人员、在合适的地点、获取合适的信息是当务之急。战场数据的集成与共享,能够为作战人员获取信息优势以及战场主动权提供数据保障,是网络信息系统构建的基础。笔者借鉴美国军事电子信息系统建设发展过程,提出在网络信息体系作战环境下,数据建设方面的经验以及相关技术建议。

### 1 军事网络信息系统中的数据特征

在军事网络信息系统的建设过程中,信息系统不断朝着网络化、复杂化、巨型化和智能化的方向发展<sup>[2]</sup>:军事领域的的数据量增大、数据种类增多、分布日渐广泛,且由于职能和计算机等基础设施的不同,再加上大数据技术的不断应用,对于这些庞大而复杂的数据存储、集成、分析和共享的难度与挑战也与日俱增。主要体现在以下方面:

#### 1) 数据量大,更新速度快。

信息化作战中,不同传感器采集到的数据量大幅增加、动态增长,仅依靠现有技术,很难及时高效地分析和处理这些数据,对系统的存储能力也提出了更高要求。在数据格式方面,除传统的结构化数据外,新型数据结构也日益增多,如半结构化的HTML、XML数据,以及非结构化的图像、视频、音频数据等。这些数据拥有自己的特性和模式,传统的数据库以及存储模式已经无法适应新的需求。同时,战场态势的快速变化,导致采集到的数据具

收稿日期: 2020-09-12; 修回日期: 2020-10-09

作者简介: 秦世越(1994—),女,江苏人,硕士,从事电子信息技术方面的系统理论、技术研发、软件设计研究。E-mail: syqin1107@163.com。

有很强的时效性，传统的以小时、天为单位的数据更新，已经逐渐转变为以分钟，甚至以秒为单位，数据的时效性更短，数据变化更为迅速。

## 2) 数据壁垒高，难以数据集成。

在信息化的初始阶段，各部门针对具体业务需求，独立构建信息系统，设计时并未考虑各部门间的信息共享以及对整体数据进行分析的需求，形成了“信息孤岛”，而且出于对自身利益或安全的考虑，可能会独享情报，不愿意进行信息共享。这些已有的信息系统在各自领域发挥着极其重要的作用，完全重建一个新系统代价太大，也过于浪费；因此，亟需针对现有系统特点，进行分布式异构数据库的集成工作。

## 3) 数据库漏洞多，存在安全隐患。

数据量的增长，对数据库及信息系统的安全性也提出了更大挑战，攻击行为隐藏在海量数据中难

以侦测，核心数据的泄露将对整个战局产生致命性影响。同时对内部人员的权限衡定、行为检测也显得尤为重要。

面对这些问题，借鉴美国在军事电子信息系统发展建设过程中数据建设方面的先进思想和成功经验，无疑具有重要意义。

## 2 美国军事电子信息系统数据建设发展情况

以美国为代表的部分国家，在军事网络信息系统的建设发展过程中始终保持龙头地位，具有技术的先进性。从 20 世纪 50 年代至今，美国不断进行军事电子信息系统建设，为各军兵种的信息共享提供支撑。美军在数据建设的政策、目标、指导思想不断变化，从最初的独立系统到联合系统，再到网络系统以及如今的复杂系统 (SoS)。其发展历程如图 1 所示。

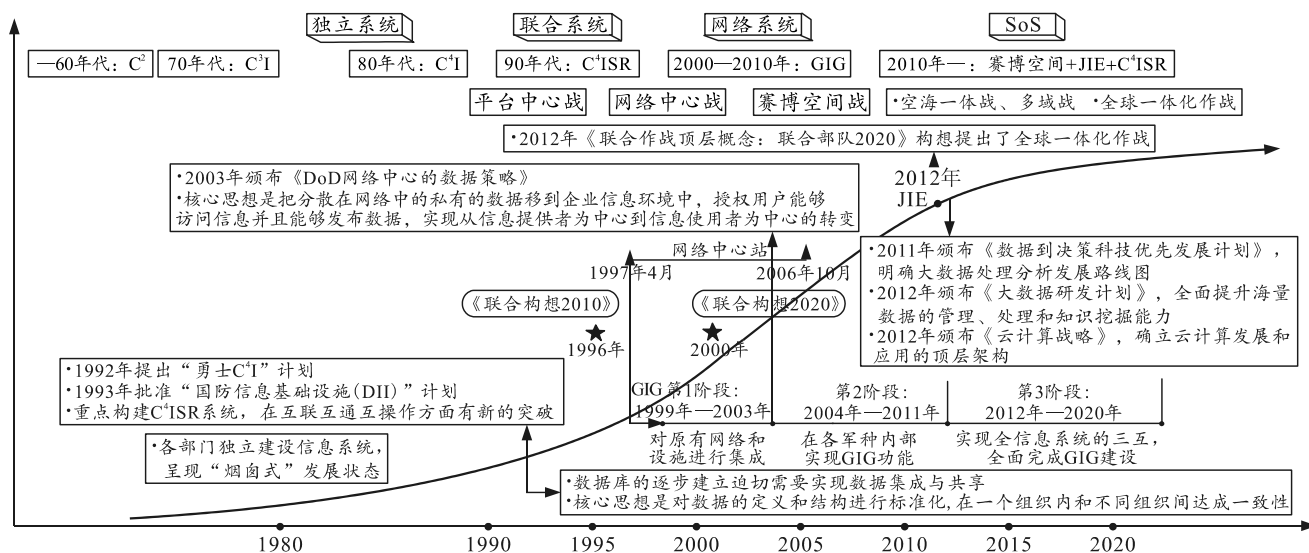


图 1 美国军事电子信息系统的发展历程

### 2.1 独立系统阶段

20 世纪 50 至 80 年代末，美军在各军兵种建立独立的指挥、控制、通信、计算机和情报系统 (command, control, communication, computer and intelligence systems, C<sup>4</sup>I)。这些大量单一使命的信息系统，由于设计和开发人员不同，各系统间结构互异，且由于此时数据库技术尚属于初步发展时期，技术不完善，数据通常与系统绑定，数据间很少涉及集成与共享，各系统“烟囱式”建立和发展，不能互通，不具备互操作性；各军兵种的信息识别系统互不兼容；信息传输不及时、不协调<sup>[3]</sup>。

### 2.2 联合系统阶段

20 世纪 90 年代，针对在实战中暴露出的各军

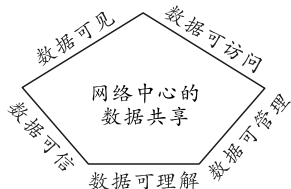
种 C<sup>4</sup>I 系统不能互联互通互操作等诸多问题，美军开始调整军事战略，在作战方式上强调联合作战，采取了“勇士 C<sup>4</sup>I”计划和“国防信息基础设施” (DII) 计划等多项措施，重点构建 C<sup>4</sup>ISR 系统。相比以往的电子信息系统，C<sup>4</sup>ISR 系统在一体化、综合化、互联互通互操作方面有了新的突破。

随着各系统数据库的逐步建立，美军积累了大量数据，迫切要实现不同系统间的数据集成与共享。在这一阶段实现信息共享的核心思想是对数据的定义和结构进行标准化，在一个组织内和不同组织间达成一致性<sup>[4]</sup>。但实践结果表明：在整个国防领域内实现数据的标准化异常困难，标准不规范、费效比高、部门间信任度低以及信息分级权限管理等诸多问题无法得到有效解决。

### 2.3 网络系统阶段

21 世纪初, 美国将“网络中心战”作为未来的主要作战样式, 并正式启动 GIG 计划, 即在 DII 计划的基础上建设新一代信息基础设施, 将提供遍布全球、安全可靠和灵活配置的宽带网络, 使分布在各处的传感器、武器平台、信息资源和作战人员等集成为陆海空天一体化的作战体系。建设 GIG 是美国国防部实现信息优势的主要目标之一, 同时也是实施网络中心战的基石。

美国国防部于 2003 年颁布的《网络中心的数据策略》, 为美军基于 GIG 的信息系统的数据管理提供了顶层指南。其核心思想是把分散在网络中私自拥有的数据移到企业信息环境中。在这个环境中, 授权用户能够访问任何信息并且能为企业范围的访问发布其数据, 实现从信息提供者为中心到信息使用者为中心的转变<sup>[5]</sup>。它着重强调了 4 点属性: 1) 如图 2 所示, 无论何时何地都要确保所有数据的可见、可信、可访问、可管理和可理解, 从而缩短决策周期; 2) 利用元数据标记所有数据, 使用户可以发现数据; 3) 将所有数据发布到共享空间, 使获得授权的用户可以访问; 4) 将国防领域点对点的互操作性提高到网络中心数据环境中多对多的数据交换。



GIG 的建设基本完成一个覆盖全球的广域网, 集成了互联网、电话、视频会议等网络功能, 可以为军事用户提供各种保密或非保密的语音、视频与数据传输服务<sup>[6]</sup>。随着信息技术的不断发展, GIG 已经成为一种规模庞大、结构复杂、壁垒严重的通信网络, 不能支持作战人员在合适的时间、地点, 在授权设备上安全地访问所需数据信息, 未完全发挥信息系统的技术优势, 且每年需要高昂的维护经费<sup>[7]</sup>。

### 2.4 复杂系统阶段

2010 年至今, 美国将军事电子信息系统的发展模式提升为信息企业 (IE), 后改为联合信息环境 (JIE), 并将联合信息环境视为一种核心作战能力对其进行集成、试验、演习、训练和运用。这是美军为推进信息基础设施现代化而提出的一个概念, 也

是实现美军 2020 年联合部队全球一体化作战的重要举措<sup>[8-9]</sup>。

该计划将对美国国防部信息技术网络和系统建设、运行、防御形式进行重新调整、重新架构, 以适应全球一体化联合作战的要求, 同时解决美军信息共享的障碍, 为各军种及国防部的合作伙伴提供更好的信息渠道<sup>[10-11]</sup>。

联合信息环境选用了一种中心化的体系架构: 体系作战中心为各军兵种提供接入点, 体系数据中心则通过相关的体系服务与安全架构, 建立国防信息 IP 网络传输并提供互联网的接入点。通过实施数据中心整合, 一方面能缩减维护成本、提升使用效益; 另一方面能缩小整个体系的受攻击面, 保障数据安全。

整合的数据中心主要分为 4 个层级: 1) 核心数据中心, 运行于美国本土及各大战区总部, 能够在统一安全架构下提供标准化的承载和存储服务; 2) 设施处理节点, 主要设置于独立性的国防部设施和局部区域, 提供核心数据中心所不能提供的本地化服务; 3) 特种用途处理节点, 主要用于保障核心数据中心和设施处理节点无法提供的特种用途的相关功能, 这是因为基础设施和设备的差异性造成; 4) 战术处理节点, 是指能进行优化调整的节点。通过数据中心整合, 能够使数据虚拟化、标准化、减少冗余, 同时大幅节约经费。目前, 数据中心整合工作已取得明显进展, 即将关闭近 50% 的国防部数据中心。数据处理架构如图 3 所示。

联合信息环境建设标志着美军信息基础设施建设模式从部门间相互协同转变为真正的一体化, 有利于实现各部门、各军种信息网络、设施和资源的全面优化整合, 更好地为联合作战提供支撑。利用统一安全架构、数据中心整合和云服务等, 整合了各种情报信息, 形成统一、虚拟化的情报资源池, 实现统一调配和集中运行维护, 提高了情报信息的维护、管理和使用效率。同时对海量战场情报进行快速融合、处理、分析, 提高了决策效率, 并在同一网络环境下提供信息共享和处理服务, 以及时、准确地为用户提供所需信息。

## 3 美国军事电子信息系统数据建设启示

纵观美国军事电子信息系统数据建设的发展情况, 可以获得以下经验:

1) 数据及其组织应用是未来作战发展的重要方向。在网络信息系统数据及其应用的建设过程中,

应当借鉴国外的先进经验和教训，把握信息技术转型带来的机遇，重视发挥数据的驱动和引领作用，

做好顶层规划，在技术层面通过标准规范管理，充分发挥后发优势。

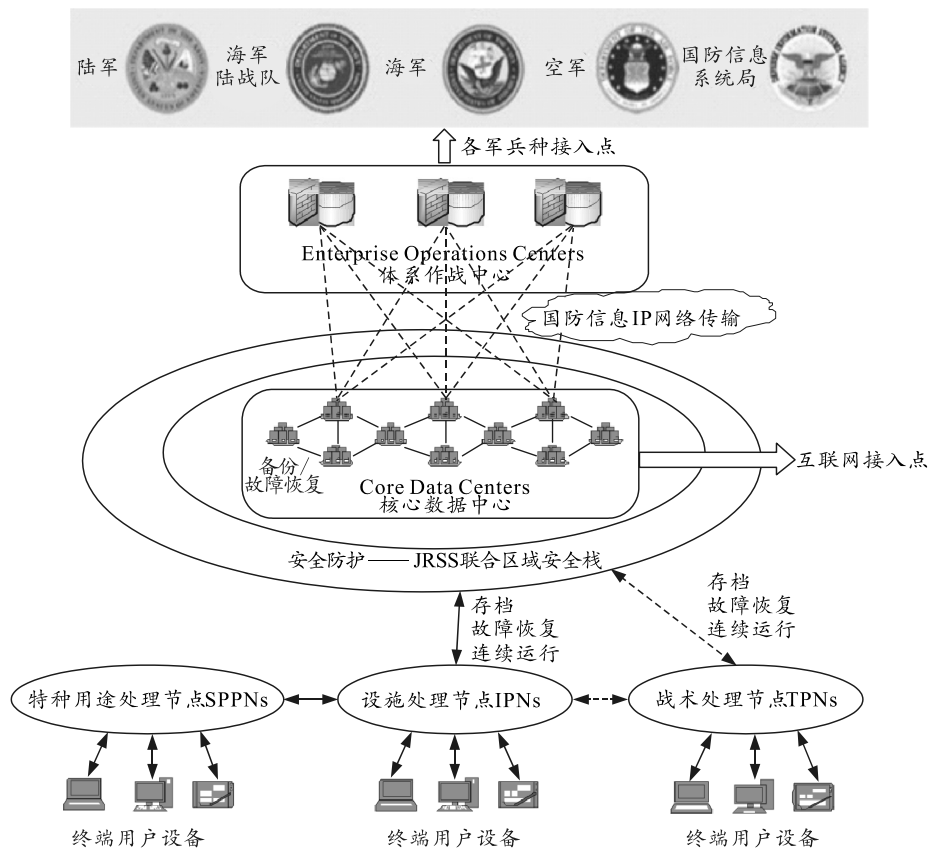


图 3 联合信息环境数据处理架构

2) 结合先进技术手段，探索技术应用方式。借鉴国外在技术、标准、治理方面的经验，在网络信息系统的建设中，注重发展安全架构、数据整合、核心服务、登录管理、云计算、物联网和大数据等技术，提高系统数据的联合管理、共享分发等能力，建立功能强大、可信、可互操作的网络信息系统，提高体系作战能力。

3) 形成数据体系优势，重视数据安全保障。需要站在数据战略全局高度，按照内外联合、开放共享的基本思路，构建覆盖全面、数据类型完整、数据规模适度的数据体系。在数据体系的建设过程中，要将安全性放在重要位置，从总体架构设计、功能模块分解、技术标准制定、研制开发和系统评估的全过程中实现安全防护设计内在化，促进网络信息系统建设和安全防护体系的协调发展，提高网络信息系统的安全可信能力。

## 4 对网络信息系统建设的思考

### 4.1 系统架构

在大数据环境下，笔者采用顶层设计的思路，

综合考虑数据的应用环境和需求，结合面向服务架构、网格和语义网络等技术，提出一种网络信息系统的系统集成架构。

1) 数据采集层：系统集成架构的最底层，由各传感器获取数据。这些数据资源存储在各自的系统中，在物理上是分布的，在结构上是异构的，呈现跨系统、异构、多领域和多语种的特征。

2) 数据存储层：获取的数据根据结构、领域、数据量存储于关系型或非关系型数据库中，对单个数据源的数据进行管理和封装，利用多源异构数据库访问引擎屏蔽底层数据平台异构，对元数据进行维护管理。

3) 数据处理层：大数据时代获取到的数据，数据量大、质量不高，需要根据制定的数据标准对其进行数据清洗、数据整理、数据融合、数据分析和数据备份。

4) 数据服务层：利用数据服务总线，为数据的发布、管理、访问和共享提供统一的服务平台，数据服务主要包括数据检索、元数据注册、资源目录、数据安全、用户管理和系统管理等。其中：数据检

索提供各类数据资源的查询接口；元数据注册提供元数据的注册和管理；资源目录提供各类数据资源的目录化管理和标注；数据安全保障数据在采集、存储、管理、共享全周期中免受干扰、破坏、盗窃；用户管理提供用户的增、删、改和访问控制权限管理；系统管理为各类服务的运行状态提供监控。

5) 用户交互层：该层提供用户与数据集成系统的交互接口，在统一的数据管理平台提供管理界面，对外屏蔽底层服务。用户可根据需求，通过平台存入数据、获取取得权限的数据、查看数据视图。

网络信息系统的数据集成架构如图 4 所示。

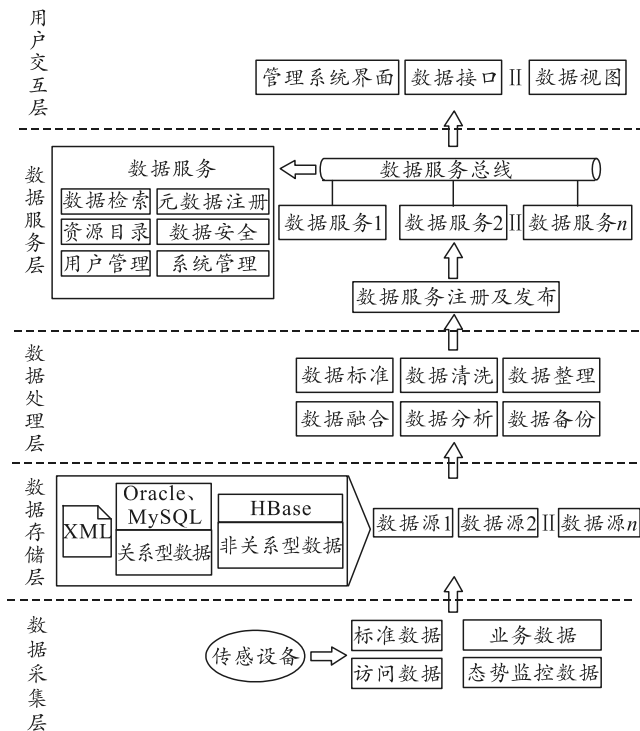


图 4 网络信息系统的数据集成架构

## 4.2 技术需求

网络信息系统实质上是一个实现信息收集、挖掘、计算、可视化、加密和分发的巨系统<sup>[12]</sup>，涉及的数据技术主要包含数据采集技术、数据库存储技术、数据分析技术以及数据安全技术等。

### 4.2.1 数据采集技术

建设并完善覆盖各业务领域的数据采集和综合管理系统，实现数据的一次采集、多次利用。针对标准数据、业务数据、访问数据和态势监控数据等，充分利用传感设备及其他测试设备进行数据采集。

### 4.2.2 数据存储技术

数据存储技术为数据融合分析提供基础。大数据时代的战场数据在原有结构化数据的基础上，逐

渐增加了半结构化、非结构化的数据，这种数据变化对原有数据存储方式提出了挑战。为满足战场数据量增大、数据种类增多的需求，应扩展列式存储数据库，并实现新型的分布式存储，即建立非关系型数据库，将数据保存在文件中，实现基于场景和内容的访问。

### 4.2.3 数据分析技术

数据分析技术分为数据挖掘技术、数据可视化技术、数据融合技术和数据管理技术等。

数据挖掘技术近些年在人工智能领域得到了广泛应用，随着部队信息系统的建设，数据获取种类繁多，数据量大，数据质量参差不齐，如何从这些数据中提取出有用数据十分重要，也为数据的融合分析奠定基础。

数据可视化技术利用图形手段，将数据直观地表现出来，为决策者决策提供更为直接的数据依据。将海量数据信息，通过复杂算法绘制成图像或者轨迹，并能根据数据变化而实时改变，对于数据分析具有重要意义。

数据融合技术可以解决单一类型数据的片面化，将网络信息系统涉及到的各种传感设备、武器平台及其他信息载体获取的数据进行过滤与综合，便于决策者及时通过各种信息做出准确决策。

数据管理技术通过对数据进行标准化建设，优化数据存储与管理过程，从而提高数据质量和使用效率。

值得注意的是：当前大部分数据分析技术都是针对结构化数据，对于半结构化数据和非结构化数据的处理能力非常有限。这将是网络信息系统数据分析技术发展的重点。

### 4.2.4 数据安全技术

在信息化作战环境中，战场数据在提升部队作战能力的同时，对于数据安全保障的需求也逐步增加。需要提升以下方面能力：

- 1) 异常检测能力：提升海量战场数据中的异常检测与鉴别能力，找到隐藏在海量数据中的攻击行为并予以处理；
- 2) 内部人员行动监管能力：进一步明确权限范围，监测内部人员的活动，提高监测速度和精度；
- 3) 信息加密能力：通过使用加密算法，将明文数据转化为密文数据，保障数据的安全传输、共享，增强数据安全性。