

文章编号: 1001 - 893X(2011)06 - 0025 - 05

数据链网络测试系统设计*

刘 邈

(中国西南电子技术研究所, 成都 610036)

摘要:设计了一种数据链网络测试系统。采用集中分布式的系统架构,利用网关接入技术、数据库技术,以及标准的基准系统,有效地支持了数据链平台以多种方式开展测试评估及训练演练。系统能够提供灵活的组织应用方式、多样化的测试手段,以及较为详尽的测试结果,为建立数据链系统级测试环境提供了思路。

关键词:战术数据链;网络测试系统;网关设备

中图分类号: TN923; TP393 **文献标识码:** A **doi:** 10.3969/j.issn.1001-893x.2011.06.006

Design of a Data Link Network Testbed

LIU Miao

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

Abstract: A data link network testbed is designed which has a centralized and distributed architecture. It supports data link platforms with different tests, evaluations and trainings effectively, by adopting the technology of gateway, data base, and standard data link system. The system provides several different applications, diverse test instruments and detailed test outcomes, which offers a solution to build the system level test environment for data link system.

Key words: tactical data link; network testbed; gateway set

1 引言

数据链系统是一种用于实现战术信息交换的集指挥、控制、通信和情报感知为一体的大型军用综合电子信息系统,其利用通信媒体构建一定体系结构的数据链网络,将两个或多个指挥控制和武器系统,或多个武器系统连接在一起,通过传输机器可读的战术数字信息,实现作战平台间战术信息的高效交互^[1]。数据链系统在现代战争中的应用越来越广泛,所起的作用也越来越重要。在数据链系统的研发、集成和使用过程中,对数据链系统进行各个层级的测试,对于验证系统技术体制、测试系统性能、检验系统状态和开展日常训练都很重要。

外军在数据链系统发展过程中非常重视测试训

练系统的研发和建设,其中较为典型的有美国格鲁曼公司开发的战术数据链集成训练系统(TIGER)、美军建立的数据链联合测试评估中心(SPAWAR CENTER),以及英国国防部发展的链路互操作网络测试系统(LION)等。外军的数据链测试训练系统经过近 20 年的发展,在设计和应用上已日趋合理成熟,大都能为各类数据链平台提供灵活多样的接入方式,开展各个层级的测试检验,产生较为理想的应用激励数据,并能够对测试数据进行分析对系统功能性能进行评估。

目前,数据链系统发展较快,各种数据链装备都陆续投入应用,但迄今为止国内还没有建立能够为众多数据链平台的测试训练提供灵活多样化支持的数据链测试训练系统。本文以战术数据链为背景提

* 收稿日期:2011-03-01;修回日期:2011-05-19

出了一种数据链网络测试系统的设计,为建立数据链系统级测试训练环境、开展数据链平台系统各个层级的测试训练提供可选择的方案。

2 系统功能应用

数据链网络测试系统可产生包括传感器信息和平台信息在内的应用想定数据作为测试训练的激励信息,能提供多种真实数据链端机及典型战术数据系统的适配接口,可通过网关设备接入地面通信网,并能对所记录的数据信息进行综合分析处理,其主要应用方式有:

(1)支持处于研发阶段的数据链系统开展试验室试验,对传输波形、组网协议、消息格式,以及互操作性应用进行测试,从而评估验证在研系统的技术体制;

(2)支持装备和改进的数据链系统进行技术体制符合性验证及系统功能性能测试,从而测试装备和改进升级系统的技术体制符合性及功能性能;

(3)支持对远端的实际数据链无线网络进行实时监测,从而实现训练演练等应用进行实时监测记录;

(4)支持广域范围内分散部署的数据链平台开展测试和训练,从而有效促进数据链平台装备开展标准化的测试训练。

3 系统设计

3.1 系统特点

数据链网络测试系统是一种能够以经济、便捷、灵活多样的方式,支持平台数据链系统开展测试评估及训练演练的综合化测试训练支持系统。系统针对各类平台数据链系统结构组成多样、应用特点各异、地域分布广泛、测试训练需求多变等特点,采用集中分布式的系统架构,利用网关接入技术、数据库技术,并通过建立严格遵循标准的基准激励系统,为众多数据链平台提供灵活多样的测试训练支持,能较好地满足平台数据链系统的测试训练需求。

3.2 系统总体设计

3.2.1 系统组成

数据链网络测试系统包括数据库服务器、想定模拟器、战术数据系统模拟器、网络规划设备、数据链控制及接口适配设备、网关设备、数据综合分析处

理设备、以及数据链端机及天线系统 8 个部分,其组成架构如图 1 所示。

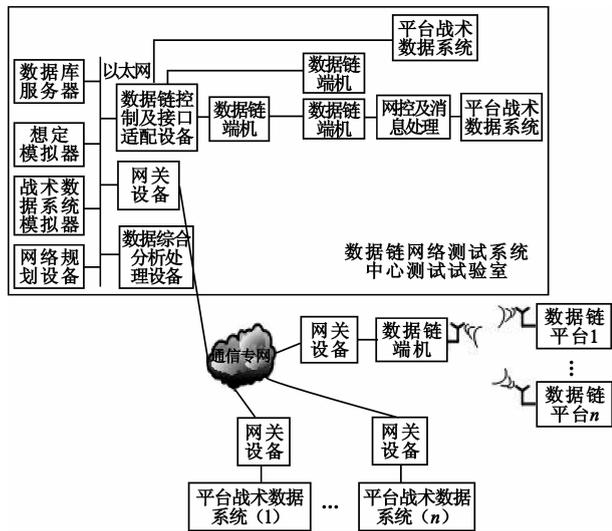


图1 数据链网络测试系统架构

Fig.1 Architecture of the data link network testbed

(1)数据库服务器

为数据链网络测试系统的各个设备提供其所需要的各类数据信息服务。

(2)想定模拟器

在测试环境中替代真实的传感器信息源模拟产生各类传感器信息,模拟产生平台自身位置状态信息,并使想定按照设置动态自动运行,从而模拟真实环境中的态势信息。

(3)战术数据系统模拟器

模拟典型指控、武器平台的战术数据系统,产生各类战术数据链的应用数据,并按照要求生成格式化数据信息。同时,能够对所接收的各类数据信息进行处理和相应的显示,为测试人员提供友好的操作使用界面。

(4)网络规划设备

根据测试或训练支持的需要,对数据链网络进行规划,确定参与成员网络拓扑、信息交互转发关系,并生成网络成员的初始化参数信息。

(5)数据链控制及接口适配设备

实现数据链网络的组网协议和网络控制功能,并提供真实数据链端机接入数据链网络测试系统所需的适配接口,以及真实战术数据系统接入数据链网络测试系统所需的适配接口。

(6)网关设备

实现数据链信息在数据链网络与地面通信专网

之间的交换,以及利用地面通信专网模拟数据链网络的组网传输特性,实现数据链应用信息在虚拟数据链网络中的交互,同时支持通过地面通信专网接收发送网络成员初始化信息。

(7)数据综合分析处理设备

对数据链网络中交互的信息进行提取、测量、统计、分析等处理,满足数据链网络各层级的测试需要。

(8)数据链端机及天线系统

采用真实战术数据链端机,支持各类战术数据链数据信息的传输,并为数据链网络测试系统接入实际数据链无线网络提供手段。

3.2.2 系统工作原理

数据链网络测试系统通过建立一套符合标准的激励系统作为与受试系统进行组网通信的基准系统,作为基准系统标准符合性是其显著特点,包括:物理层传输波形的标准符合性;数据链路层接入控制组网协议的标准符合性;表示层数据信息格式的标准符合性,以及应用层数据信息处理的标准符合性。系统在严格遵循标准的前提下,中心测试实验室主要实现想定激励数据生成、平台模拟、网络初始化参数生成、数据分析处理等功能,网关设备和数据链端机及天线系统主要实现对远端数据链平台及平台战术数据系统的接入。系统的信息流程如图 2 所示。

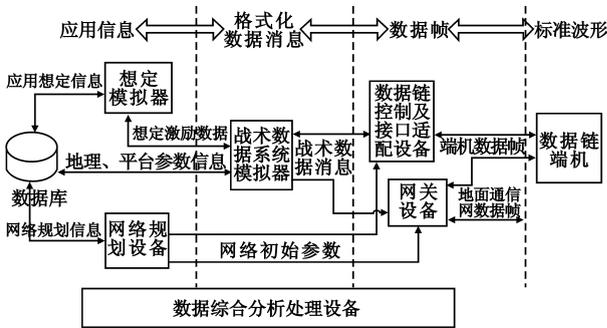


图 2 数据链网络测试系统信息流程
Fig.2 Information flow of the data link network testbed

- (1)想定模拟器、战术数据系统模拟器通过调用数据库服务,获取所需的战术应用激励信息;
- (2)网络规划设备通过调用数据库服务,获取网络规划信息并生成网络初始参数进行分发;
- (3)通过战术数据系统模拟器产生符合标准的格式化数据消息;
- (4)在数据链控制及接口适配设备、网关设备的控制下实现数据信息按照组网控制协议进行交互;
- (5)通过数据链端机、数据链控制及接口适配设

备和网关设备实现对被测数据链系统在多个层级上的接入,实现与被测数据链系统间的信息交互;

(6)数据综合分析处理设备利用多种可扩展的测试接口并通过调用数据库服务实现对数据信息在各个层级上的分析处理。

系统中的数据库采用 C/S 模式的三层逻辑结构,分别是客户应用层,业务逻辑层,以及关系数据库层。在该体系当中,业务逻辑层及关系数据库层布置在服务器上,而客户应用层布置于客户端,当客户端有数据服务请求时只需将请求发送至服务器端。具体结构如图 3 所示。

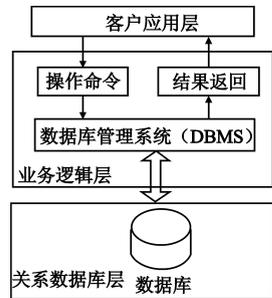


图 3 关系数据库在数据链网络测试系统中的结构
Fig.3 The structure of relational database in the testbed

客户应用层通过客户端工具实现对底层数据库的查询、修改等操作,提供数据层与业务逻辑层的接口,可调用 JDBC 驱动、ODBC 驱动等,并支持对数据库管理系统核心功能的调用。

业务逻辑层封装了接入服务的核心功能,数据库管理系统利用客户端发送的执行文档,接受客户端请求并响应用户请求,管理维护数据,并将处理后的结果和操作状态以响应文档的形式返回给用户。

关系数据库层通过建立关系数据库,提供包括作战应用想定信息、地理信息、平台初始化参数信息、数据链网络规划信息、数据链频率规划信息、网络成员状态信息、数据记录信息,以及系统设备工作状态信息等的数据库信息。

在数据链网络测试系统中,网关设备以及数据综合分析处理设备是支持其完成测试及训练的关键设备,下面给出上述设备的设计。

3.3 网关设备设计

网关作为两个不同的域或系统的中介,需解决位于不同域当中的通信对象在通信协议、应用数据和安全策略方面的差异^[2]。在数据链网络测试系统中,网关设备利用地面安全、保密通信网络,在广域

范围内传送数据链战术应用数据信息以及网络管理类参数信息,主要完成数据信息格式和通信协议的转换、相应数据映射关系维护、消息队列管理,以及网络管理等功能。网关设备的组成主要包括消息数

据预处理功能模块、路由及数据链链路选择功能模块、格式协议转换及消息队列管理功能模块、数据链网络参数加载及网络管理模块,其工作原理过程如图4所示。

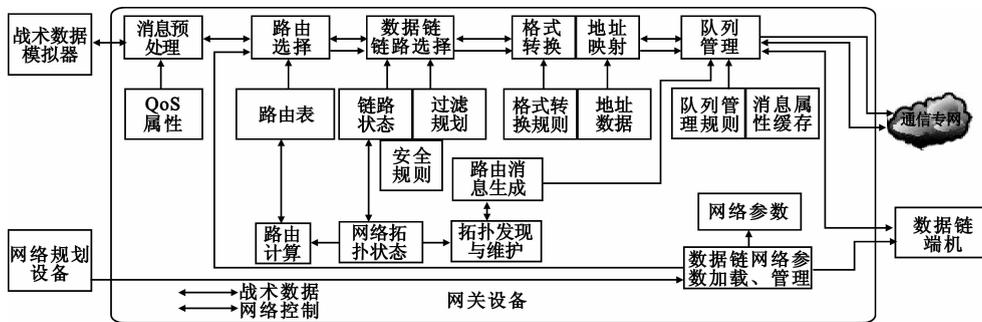


图4 网关设备工作原理
Fig.4 Operation principle of gateway set

网关设备的工作过程如下:

(1)对接收自本地战术数据系统的战术数据信息进行处理,主要是判断传输信息的类型,并根据消息QoS属性信息实现对需传输信息的优先级管理。与消息类型相关的QoS属性信息包括消息类型/子类型、消息优先级、消息生存期、路由及链路选择规则。

(2)对经过预处理的消息进行路由选择及数据链链路选择处理,主要是根据当前参试、参训平台的数据链网络组网情况和地面通信网的连通性情况,获取路由信息表,结合相关的链路状态、过滤规则以及安全规则,确定最终的信息路由并生成相应的路由消息,同时据此对参试、参训平台的网络拓扑进行维护。

(3)对确定了路由及数据链链路的消息进行格式转换、地址映射以及消息队列管理,主要是需完成数据帧的重新组包及分片,以符合地面通信网络信息传输格式和传输协议的要求。同时,完成需传输信息的目的地址映射,以及根据路由消息及数据链链路选择规则对消息队列进行管理。

(4)对于网络参数信息,网关设备将进行如下处理:提取自身节点数据链网络参数信息,并按参数要求进行初始化;将其它节点的数据链网络参数信息发送至相关节点。同时,提供对数据链网络成员的基本监视管理,如:成员网络连通性、成员工作状态、成员工作模式等信息的监视与控制。

3.4 数据综合分析处理设备设计

数据综合分析处理设备通过多种可扩展的测试

接口,对被测数据链系统相应接口数据进行实时监测记录,支持对参试数据链系统进行技术体制符合性的详细测试。其提供的可扩展测试接口包括RS232接口、RS422接口、ARINC429总线接口、1553B总线接口和以太网接口,各接口功能模块均采用商用货架产品实现,包括MIC3620 RS232/422通信卡、CPCI-1553-M 1553B通信卡、WT-CPCI-429 ARINC429通信卡,以及能够对监测数据添加时间标识的专用以太网卡。同时,为了确保能够实时准确地监测记录数据而不出现丢包或时标错误的现象,数据综合分析处理设备使用两个CPU模块,并采用CPCI总线方式。其中,从CPU模块专门用于接收数据、对接收到的数据添加时间标识,完成所有测试接口的数据监测功能,并通过网口向主CPU模块发送监测到的数据;主CPU模块接收从CPU模块发送的数据,对数据进行显示、记录和解析。

数据综合分析处理设备利用数据库技术,将所记录的信息纳入关系数据库当中进行管理,以便对数据信息进行综合分析处理。因为采用通用化的关系数据库技术,有利于对大量数据进行有效地缩减和提取^[3],所以该方式非常适合对数据链系统测试、训练过程中产生的大量数据信息进行分析处理。数据记录分析处理的关系数据库按照数据链数据记录分析标准的要求建立,其主要关系逻辑结构包括消息类型表、数据域表、数据项表、消息记录表等。数据综合分析处理设备利用数据库管理系统操作数据库进行各类查询、修改操作,完成对数据信息的检索、统计、分析等处理功能,通过建立多个视图为操

作者提供各种不同的数据分析处理的可视化结果,其能够提供的数据分析处理能力包括:

- (1)对数据记录进行筛选、排序和数量统计;
- (2)对收、发数据记录进行比对,统计数据信息发送、接收的传输情况;
- (3)对指令信息与对应的应答信息的匹配情况进行统计;
- (4)对数据链系统的系统响应时间、接收处理时延,以及传输时延等性能指标进行统计;
- (5)对网络的数据流量、传输效率,以及链路质量进行统计评估;
- (6)对分析处理的结果重新进行保存。

4 结束语

数据链网络测试系统构建了一个系统级的综合化测试环境,能够有效地支持数据链平台以多种方式开展测试评估及训练演练,提供灵活的组织应用方式、多样化的测试手段,以及较为详尽的测试结果。系统有效地解决了目前国内战术数据链系统在系统层级缺乏测试训练手段和支持环境的问题,在实际项目中已有部分应用,并取得了很好的效果。此外,系统针对广域范围内多平台数据链系统共同开展组网测试训练的应用需求所提出的集中分布式设计方案,也能够为其它大型信息系统的集成联试试验提供较好的借鉴。

数据链网络测试系统未来的研究重点将侧重于

对系统应用层级的互操作性测试进行研究,其涉及到的互操作性规范标准研究、XML对多数据链互操作性测试的支持及其在网关设备中的应用,将是下一步工作中的研究重点。

参考文献:

- [1] 孙义明,杨丽萍. 信息化战争中的战术数据链[M]. 北京:北京邮电大学出版社,2005:6-8.
SUN Yi-ming, YANG Li-ping. Tactical data link in information war [M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press, 2005:6-8. (in Chinese)
- [2] 平添翼. 融合 IP 网和 SS7 网的一种新型短信息网关[J]. 知识经济,2010(5):120-122.
PING Tian-yi. A New Gateway Integrated in IP Net and SS7 Net for Short Message[J]. Knowledge Economics, 2010(5): 120-122. (in Chinese)
- [3] Kallgren D G, Cheng J P, Grant K E. Design and Implementation of the Link22/NILE Testbed[M]//1998 NRL Review. Washington:Naval Research Laboratory, 1998:45-53.

作者简介:

刘邈(1982—),男,四川成都人,2005年于南京理工大学获学士学位,现为助理工程师,主要从事通信系统设计与测试研究。

LIU Miao was born in Chengdu, Sichuan Province, in 1982. He received the B. S. degree from Nanjing University of Science & technology in 2005. He is now an assistant engineer. His research concerns the design and test of communication system.

Email: liumiao_nj@163.com

勘 误

本刊2011年第51卷第5期第6页公式(22)、(23)、(24)、(25)的编号应为“(21)、(22)、(23)、(24)”,特此更正。

《电讯技术》编辑部