

面向服务的航天发射场信息化基础框架

唐立文¹, 宇文静波²

(1. 装备学院航天指挥系, 北京 101416; 2. 装备学院装备指挥系, 北京 101416)



摘要: 为提高航天发射场试验任务能力, 需研究航天发射场各类信息化应用之间的互联、互通问题。分析了“信息孤岛”产生的原因; 提出了面向服务的航天发射场信息化基础框架, 详细阐述了该框架的总体结构、功能体系、技术体系和应用模式构成; 设计了基于基础框架的数字发射场应用系统。信息化基础框架强调软件设计的重用性和系统的可扩展性, 支持各种服务的动态装配和松耦合集成, 可为发射场信息资源集成与共享、服务构件设计、快速便捷搭建信息系统提供组合式、“即插即用”式的架构支持。

关键词: 航天发射场; 基础框架; 服务; 面向服务的体系结构

中图分类号: TP391.9 文献标识码: A 文章编号: 1004-731X (2013) 07-1524-06

Service-oriented Information Basic Framework for Space Launching Site

TANG Li-wen¹, YUWEN Jing-bo²

(1. Department of Space Command, The Academy of Equipment, Beijing 101416, China;

2. Department of Equipment and Command, The Academy of Equipment, Beijing 101416, China)

Abstract: In order to enhance the test task ability of space launching site, the interconnection and interworking between all kinds of information applications needs to research. The reason about “information island” was analyzed, one information basic framework for space launching site was studied. Then four aspects of total structure, function system, technique system and application pattern about the framework were described in detail. Lastly, one service-oriented application system based on digital space launching site was designed and realized. The information framework emphasized the repetitiousness of software and the extensibility of system so as to support the dynamically assembled and loose coupling integration of all kinds of services. In this way, it can provide the combined, plug and play architecture in the integration and sharing on information resources, the design of service component, and the quick construction of information system.

Key words: space launch site; basic framework; service; service-oriented architecture (SOA)

引言

经过多年的努力, 航天发射场信息化从无到有, 逐步发展。目前, 已建成了覆盖发射场各个部站的综合信息网、试验专用网等多种网络, 开发和实施了大批的应用系统, 如试验信息资源管理系统、靶场测控系统跟踪与分析系统、数字化遥测设备仿真系统、靶场测试发射专业训练系统、气象要素概率客观预报系统、大地测量管理系统、试验装

备实力信息管理系统^[1,2]等等, 并在提高发射场试验和训练效率等方面发挥了很重要的作用。

但是, 随着信息化建设的深入发展, 现有信息系统的不足也逐渐显现出来。这些系统多数是根据当时发射场航天试验任务的需要而建, 在规划时, 受当时 IT 技术的约束和对软件理论的认知程度影响, 决策者并没有充分考虑如何统一软件基础平台以及系统之间的互连、互通等问题。导致各种信息化应用所使用的平台(Linux, Windows 等)不同, 采用的数据库管理系统(Oracle, Sybase, SQL Server 等)不同, 各种数据库所承载的数据也都由于构建方式、系统结构、数据类型、不同的表示形式和不同的检索方法等而



收稿日期: 2011-12-07 修回日期: 2012-03-08

作者简介: 唐立文(1976-), 男, 河北省滦县人, 博士, 讲师, 研究方向为空间信息处理、信息系统设计、航天 GIS; 宇文静波(1979-), 女, 山西省晋中人, 硕士, 讲师, 研究方向为装备保障模拟。

<http://www.china-simulation.com>

• 1524 •

各具特色。由此使得航天发射场内部以及航天发射场之间成为一个多种应用系统、多种信息资源和多种软硬件环境集成的复杂系统, 导致了不同部门的业务系统之间不能互连、互通, 形成一个个“信息孤岛”, 这些对各部站平时的业务工作以及在执行航天任务时均存在较大影响。



面向服务的体系架构(Service-Oriented Architecture, SOA)是一种软件设计架构和方法, 它从服务集成的角度设计应用软件, 解决了软件重用、组件化、构件化问题。SOA 注重对已存在的应用系统进行集成, 它不需要对原有应用做出大的改动, 只需将其共有部分提取出来封装成服务, 使服务能够“构建一次, 多次使用”, 这使得它成为弥合发射场各部站业务发展需求与发射场软件支持能力之间鸿沟的最佳途径。采用SOA, 可实现简化发射场应用, 快速应对发射场业务挑战的目标。同时又可根据标准, 规范新的应用系统开发过程, 使得发射场各部站内部以及部站之间都能够基于相同的服务框架实现信息共享与交互。

为此, 论文基于SOA思想, 构建面向服务的、坚实可靠、开放性好、高可用性和灵活的航天发射场信息化基础框架, 从总体结构、功能体系、技术体系、应用模式几个方面详细阐述了基础框架的设计思路, 并设计、实现了基于该基础框架的数字发射场应用系统。

1 航天发射场信息化应用分析

我国航天事业的快速发展和信息技术的不断应用, 使得航天发射场信息化建设规模日益扩大, 给航天发射场带来了一系列令人惊喜的重大变化。与此同时, 其“弊端”也迅速展露出来, 一个重要的问题就是不同的系统、不同的应用、不同的技术平台, 将发射场陷在信息难以全面流动的“信息孤岛”之间。使各种应用和系统之间无法实现信息资源集成与共享, 无法真正做到信息资源的充分利用。主要表现在如下几个方面:

(1) 思想认识不足。“重新建轻整合、重硬件轻软件、重网络轻数据、重管理轻服务”的认识误区使信息资源的开发和共享得不到重视。

(2) 信息缺乏有效共享。由于信息化技术发展的快速性和阶段性, 加上总体规划时追求“实用快上”的目标, 很难统一考虑数据标准或信息共享问题, 引进孤立的应用程序, 导致“信息孤岛”的不断产生。

(3) 信息资源数据的共享性差。每个部门的系统都有相应的数据环境, 而由于自身需求量身定制的数据库系统的数据结构、标准不一致。数据转换复杂, 增加了数据共享的难度, 冗余数据无法同步更新。

(4) 缺乏有效集成、软件复用困难。发射场信息系统

之间的相互孤立, 扩展性和伸缩性较差, 导致基于不同平台的模块很难集成, 各种应用和资源缺乏有效的组织和管理。而且, 各种系统主要以紧耦合方式组合业务逻辑, 从而导致了重复设计和资源的浪费。



(5) 在管理方面。机关各业务部门安装的由上级统一配发的各类业务信息系统之间相互孤立, 用户之间缺乏统一的接口, 使各个应用系统之间缺乏统一界面, 缺乏统一的访问资源和应用接口, 甚至互不兼容。

(6) 办公网络建设方面。统一规划不足和重复建设等问题较多, 不能有效发挥网络作用, 不能有效整合信息资源。

(7) 异构平台环境。操作系统有基于 Unix 的, 也有基于 Windows 的, 系统架构和开发平台有 C/S 结构基于 Delphi, VB 等开发的, 也有 B/S 结构基于 .NET, JAVA 开发。因此, 其异构环境也增加了集成的难度和成本。

综上, “信息孤岛”的出现是随着采用各种相互独立的网络系统和应用系统, 在部分提高效率的同时, 这些系统的相互独立性也为整体管理设置了障碍, 它们缺乏统一的界面, 没有相互连接的信息渠道, 数据通常都被封存在不同数据库、主机或文件服务器上, 数据之间缺乏应有的关联性。当信息系统及应用越来越复杂, 并感到“信息孤岛”是发射场信息化发展的重要阻碍时, 又重新考虑改造现存数据环境, 进行信息资源的规划和挖掘, 造成系统投资的极大浪费。由此造成了各自为政、自成一体、不联不通、没有有效整合的多个“信息孤岛”。

论文将研究航天发射场在异构平台、异构环境、异构数据库中实现信息资源集成与共享问题, 以确保发射场信息资源的互联、互通和互操作。

2 面向服务的信息化基础框架设计

航天发射场信息化是一个复杂的系统工程, 涉及方方面面, 因此, 利用信息化手段将各种信息资源整合, 搭建一个信息畅通、集成协同的基础框架, 是航天发射场信息化发展的一个必然趋势。本文研究的面向服务的航天发射场信息化基础框架, 是指实现了发射场信息化应用领域通用完备功能(除去某些特殊环境中的应用部分)的基础服务架构, 它是一个以“服务构件”方式来组合系统的必要功能、允许动态扩展、并可实例化的应用模型。其目的就是为了提高信息系统开发速度和开发质量。基础框架制定了统一的开发规范和“服务构件”运行机制, 大部分共同的处理功能交由基础框架来统一处理, 开发者只需关注信息系统的业务逻辑即可。

2.1 面向服务的体系架构(SOA)

面向服务的体系架构(SOA)最早由国际咨询机构

Gartner 公司在 1996 年提出^[3], 并将其描述为: “一种客户端/服务器的软件设计方法, 它由软件服务和软件服务使用者组成。SOA 与大多数通用的客户端/服务器模型的不同之处在于它着重强调软件组件的松散耦合, 并使用独立的标准接口”。而万维网联盟(World Wide Web Consortium, W3C)将其定义为“一种应用程序体系结构, 在这种体系结构中, 所有功能都定义为独立的服务, 这些服务带有定义明确的可调用接口, 可以按照定义好的顺序调用这些服务来组成业务流程。”SOA 的关键特性是粗粒度、松耦合, 其核心概念是“重用”和“互操作”。SOA 要求开发者从服务集成的角度来设计应用软件, 它将应用程序的不同功能组件定义为“服务”(Service), 通过“服务”之间的良好接口和契约(Contact)联系起来, 接口采用中立方式定义, 独立于实现“服务”的硬件平台、操作系统和编程语言。这样使得构建在各种系统中的服务以一种统一和通用的方式进行交互^[3-5]。

在 SOA 中, 可扩展标记语言 XML(eXtensible Markup Language)成为 SOA 的信息交换标准, 它规定了服务之间以及服务内部数据交换的格式和结构。XML 以文本的形式来描述信息, 可以越过不同平台的障碍进行正常的数据交换, 适用于各种平台环境的数据交换。同样, 由于其可扩展性、自我描述性、结构化语义以及平台无关性等特点, 可以充分满足分布式异构环境的需求, 成为信息资源传输和交换的主要载体。采用 XML 技术设计基础框架中的数据访问标准服务接口, 不仅可以提供关于数据本身的信息, 而且还可提供对数据的结构描述, 使得整合不同的数据源和数据目标变得非常容易, 更能实现异构信息资源的交互^[7]。

Web 服务是为满足应用程序之间的交互需要而发展起来的新技术^[4,6,8]。W3C 对 Web 服务的定义是: “单个的 Web 服务, 就是一个支持机器之间通过网络进行交互的软件系统。Web 服务使用机器可以处理的格式(特别是 WSDL)来描述自己的接口。其他系统则依据该接口描述, 使用 SAOP 报文格式与 Web 服务通信。”在 W3C 对 SOA 发布的规范中, 提出使用 Web 服务技术来实现 SOA。Web 服务通过一系列标准协议来描述服务、传递服务和与服务交互^[4]。Web 服务的基本技术均为基于 XML 的标准协议规范。

论文在研究过程中, 将主要采用 XML 和 Web 服务等作为后面应用系统设计的关键技术。

2.2 信息化基础框架的总体结构

信息化基础框架的总体结构包括实现基础、服务功能以及应用对象, 如图 1 所示。

(1) 实现基础: 由集成模式、运行模式、组织模式以及

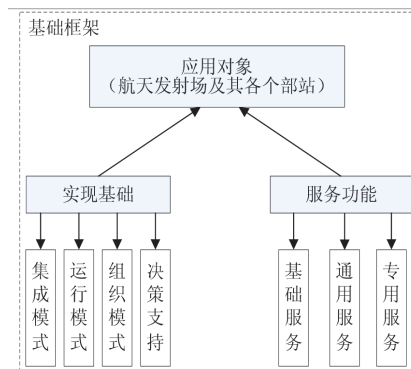


图1 基础框架总体结构

决策支持等组成。其中集成模式为基础框架多功能服务构件的集成运行提供了通用的服务驱动、服务调度、信息流通、安全传输等集成支持机制; 运行模式能够指导基础框架提供的各种应用服务的构建, 保证使用者的实际业务流程的顺利运作; 组织模式能够适应由于实际试验、训练、作战等情况变化所带来的使用基础框架应用服务的动态变化; 决策机制针对执行航天任务过程中基础框架所提供的用于辅助指挥人员进行决策的依据和参考。

(2) 服务功能: 由各种基础服务、通用服务和专用服务等来支持。其实现目标是为航天发射场参加试验、训练等任务的各个部站提供独立的、集成的应用服务。

(3) 应用对象: 使用平台服务的用户对象包括参与试验、训练和未来作战任务的航天发射场、各个部站以及作战部队等, 不同的用户面对不同的基础框架服务功能。

2.3 基础框架的功能体系

信息化基础框架的功能体系为整个基础框架运行提供必须的通信机制, 利用面向服务的架构将应用和资源转换成标准的服务或“服务构件”, 形成平台共享。功能体系可以总结为基本支持功能、基本服务功能以及基本管理功能, 如图 2 所示。

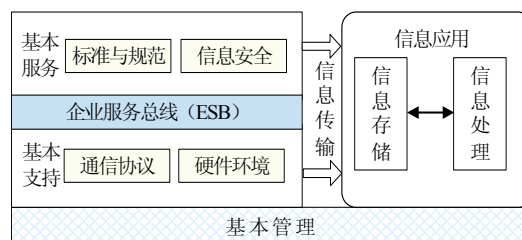


图2 基础框架功能体系

(1) 基本支持功能: 主要有基本的通信支持、硬件环境支持等, 通信支持提供给整个基础框架一个分布式的、跨

平台的、安全的、可靠的通信环境,使得各类服务和应用能很好的交互;硬件环境为基础框架运行以及基于基础框架设计的各类应用提供可信赖的硬件环境。

(2) 基本服务功能: 按照航天发射场信息化的构成,基本服务功能提供诸如信息化标准规范、技术规范与标准、信息安全等服务,使得基础框架能够适应航天发射场信息化建设的要求,以便利用基础框架开发实际应用时,可以和其它应用互通有无,实现资源共享。

(3) 基本管理功能: 基础框架使用统一的管理界面,提供监控、统计、操作权限、日志管理、管理界面、服务目录管理、服务权限管理、数据服务管理、相关参数配置等服务和功能。

2.4 基础框架的技术体系

信息化基础框架的技术体系描述的是基础框架支持下的用于描述信息系统开发、信息资源利用等的相关技术理论、技术手段、技术过程和技术措施,是利用基础框架开发发射场信息系统的关键环节。它为基础框架的基础平台运行提供必要的技术支持,为核心应用服务提供有效的技术参考,是发射场项目规划、建设运行、评估的管理规范,是确保系统互联互通的技术基础。主要包括基本支持技术和基本应用技术。

(1) 基本支持技术: 包括标准化技术、通信技术、服务构件设计技术、应用集成技术、中间件技术、企业服务总线技术、信息安全技术等,是用于支撑基础框架正常运转的基础性技术。

(2) 基本应用技术: 包括辅助决策技术、试验仿真技术、数据采集与分析技术、可视化技术、界面集成技术、轨道设计技术、应急发射技术、设施设备规划技术、信息(装备与部队)管理技术等。这些技术都是目前受到关注比较大的技术群。

2.5 基础框架的应用模式

信息化基础框架,提供了可在发射场应用程序之间共享的可复用公共结构,开发者可把其融入到他们各自的应用程序中并加以扩展,以满足特定的需要。即开发者可以在一个通用功能已经实现的基础上开始具体的发射场系统开发,基础框架提供了所有应用期望的默认行为的集合,具体的应用通过建立新的“服务构件”(按照框架提供的标准开发)或组装已有“服务构件”来支持应用中专用的行为。

基础框架支持下的应用模式,就是研究如何利用框架提供的功能,建立面向试验任务的各种信息化应用。这里最关键的是开展模块化设计,制定服务契约标准、进行服

务提取等。如图3所示。

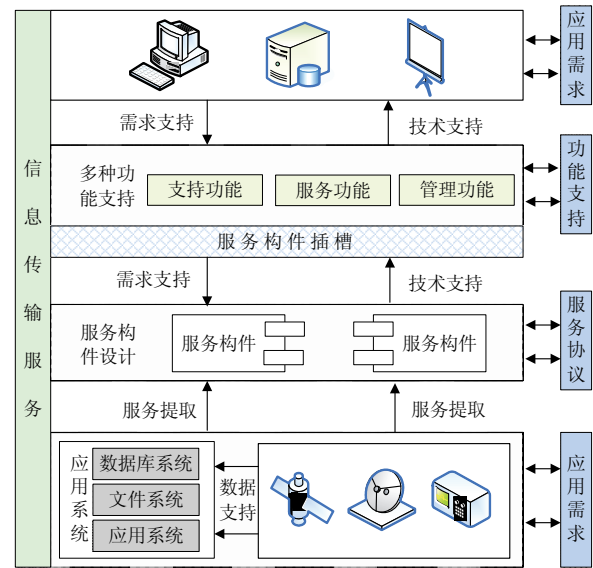


图3 信息化基础框架的应用模式

从图3可以看出,航天发射场信息系统建设主要是由服务提取、服务构件设计、多功能支持三个部分构成的。用户可以针对不同情况,利用基础框架“即插即用”的应用模式,开发各自的应用系统。

3 基于基础框架的数字发射场应用系统设计

基于航天发射场信息化基础框架开发信息系统的步骤是:根据应用需求,提取系统相关功能并划分相应的“服务构件”构成;然后按照基础框架制定的相关规约、技术标准来开发;再把经过严格测试的各种“服务构件”架构其上,形成具体的系统。系统通过数据通信服务构件、数据存取服务构件等实现各个“服务构件”之间的衔接、融合和交互,各“服务构件”利用基础框架的即插即用功能,灵活地添加、删除和更新,保证它们之间稳定高效运行。系统升级、维护时,只需对指定的“服务构件”进行在线或离线更新,而其他的保持不变,系统仍能正常运行。

3.1 应用系统总体设计

为了更好地提高发射场试验、训练水平,提升发射场发射试验能力,发射场科研、训练、试验任务、装备管理、部队管理等各个方面的工作都需借助数字化发射场建立适合自身需要的应用系统。为此,本文研究采用信息化基础框架,设计面向服务的数字发射场应用系统,建立集部队布防管理、设施设备管理和试验任务综合应用等于一体的数字发射场环境。其功能包括数字发射场、部队布防

管理、设施设备管理、试验任务应用以及信息资源整合，图4是其总体结构设计。

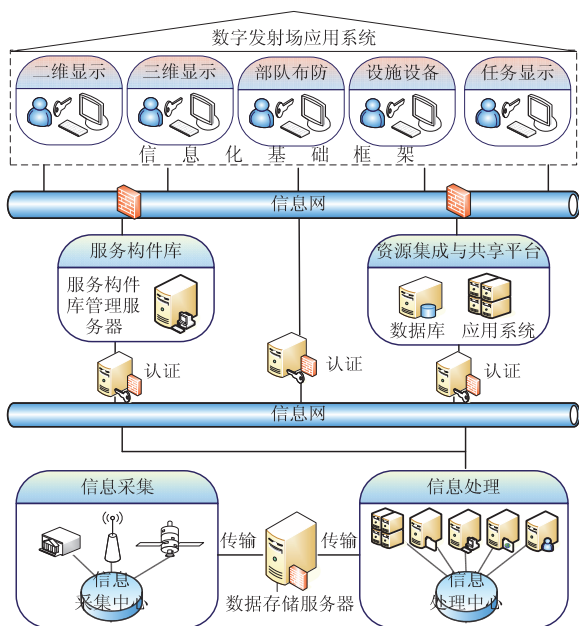


图4 数字发射场应用系统总体结构

3.2 应用系统服务功能划分

根据面向服务的思想，将应用系统功能从通用、共性和专用角度划分为不同的“服务构件”^[9]，主要包括：

(1) 通用服务构件：是整个数字发射场应用系统的基础，为航天发射场试验任务提供基础的地理信息及可视化基本场景。主要包括二维、三维地图的显示、标绘、地图上的位置测定、距离量算、表面积、坡度坡向、体积、最短路径计算等功能。如二维显示封装为sGis2DCom、三维场景封装为sScene3DCom；注释设计为sAnnotationCom、点标绘设计为sPointElementCom、线设计为sLineElementCom、面设计为sAreaElementCom；sEarthInfoCom提供基础的三维地理空间信息；sSceneManageCom用于场景中的资源管理等。

(2) 共性服务构件：计算分析服务构件，包括测控能力分析、设备遮挡分析以及逆光分析等；区域标记服务构件，利用不同颜色的多边形将关心区域突出显示；区域信息查询服务构件，采取标记特殊图形的方式进行，如在部站办公楼前标记旗帜等特殊模型(或图标)，查询时，实现信息显示方式与设施设备一致，支持文字、表格、图片等多种格式；区域信息计算分析服务构件，提供关联计算手段，如分析某部站的面积等；动态监测服务构件，实现各种动态监测参数在具体管网模型上动态采集与显示。

(3) 专用服务构件：实体模型服务构件，用于为三维场景加入卫星、导弹、地面站等各类实体，为三维场景中卫星、火箭、地面站等装备和设备的形象展示提供支持；空间效果服务构件，向场景中加入航天器轨道、传感器等试验任务要素，主要包括轨道绘制、简单传感器模型和通用传感器模型；测控设备跟踪情况服务构件，通过计算设备当前跟踪状态，跟踪角度与能力范围实现。

3.3 应用系统功能实现

根据总体设计以及信息化基础框架规范，设计实现了面向服务的数字发射场应用系统。表1是应用系统的“数据库信息获取服务构件”部分实现代码，图5、图6是应用系统的运行界面。

表1 “数据库信息获取服务构件”部分实现代码

```
using System.Data;
using System.Web;
using System.Collections;
using System.Web.Services;
using System.Web.Services.Protocols;
namespace DBInfo
{
    [WebService (Namespace = "http://tempuri.org/")]
    [WebServiceBinding (ConformsTo =
        WsiProfiles.BasicProfile1_1)]
    [ToolboxItem (false)]
    public class DBService: System.Web.Services.WebService
    {
        [WebMethod (Description = "Get DB")]
        public void GetDB (CDocument doc, string strfileName)
        {
            XmlDataDocument xmlDoc = new XmlDataDocument();
            xmlDoc.Load(strfileName);
            XmlNodeList nodeList =
                xmlDoc.SelectSingleNode(strRoot).ChildNodes;
            foreach (XmlNode xnf in nodeList)
            {
                XmlElement xe = (XmlElement)xnf;
                if (0 == xe.Name.CompareTo("SQL Server"))
                {
                    XmlNodeList coverlist = xe.ChildNodes;
                    foreach (XmlNode xnode in coverlist)
                    {
                        XmlElement = (XmlElement)xnode;
                        strSQLDB = xe1.Name;
                    }
                }
            }
        }
        public bool GetOracle (CDocument doc, string strName)
        {
            {
            }
            .....
        }
    }
}
```

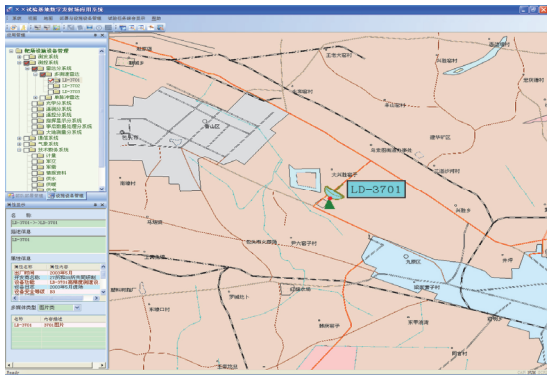


图5 数字发射场设备管理

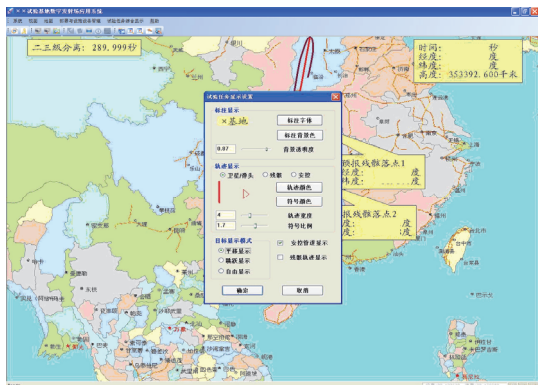


图6 数字发射场综合任务显示

基于信息化基础框架的数字发射场应用系统, 将部队布防、设施设备、试验任务信息与发射场地理信息有机融为一体, 直观形象、空间关联地开展部队布防管理、设施设备管理和试验任务综合应用。目前本系统已应用于某发射场设施设备管理、试验任务仿真分析以及实时任务指挥显示等, 并取得了一定的成效, 发挥了重要的作用。

4 结论

为推进发射场信息化建设, 满足航天发射场以及各个部站之间业务系统互联、互通的长远目标, 选择坚实、可

靠、开放性好、高可用性和灵活的系统框架是重中之重。本文采用面向服务的新型软件体系结构和软件技术, 强调软件设计的双重性和系统的可扩展性, 其目的是为提高发射场信息系统开发速度和开发质量。信息化基础框架将发射场的各种信息和应用转变成一个具有一定功能、可复用的服务构件, 在统一标准、统一服务、统一接口的基础上, 以“搭积木”的方式灵活构建出目前和未来所需的信息系统。基于该框架, 可实现航天任务信息的服务化构造, 为组式、即插即用”的信息化应用提供架构支持, 为信息化应用的开发、运行、管理、监控、维护等提供强有力的支撑, 对发射场的信息化发展具有广泛的实用价值。

参考文献:

- [1] 高家智. 航天发射场试验指挥信息系统建设探讨[J]. 导弹试验技术, 2003, (4): 16-18.
- [2] 江晓华, 杨仁伦, 党建涛, 等. 发射场气象网络化训练系统的设计与应用[J]. 西昌学院学报·自然科学版, 2006, 20(1): 89-92.
- [3] 伊尔(Erl T). SOA 概念、技术与设计[M]. 王满红, 陈荣华, 译. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [4] 贾丽, 张和明. 面向服务的分布式建模仿真框架研究[J]. 系统仿真学报, 2007, 19(20): 4680-4684. (JIA Li, ZHANG He-ming. Research on Service Oriented Distributed M&S Framework [J]. Journal of System Simulation (S1004-731X), 2007, 19(20): 4680-4684.)
- [5] 杨芙清, 梅宏, 黄罡, 等. 构件化软件设计与实现[M]. 北京: 清华大学出版社, 2008, 11.
- [6] 比伯斯坦(Bieberstein N), 博斯(Bose S). 面向服务架构(SOA)指南——业务价值、规划及企业路线图[M]. 张宁译. 北京: 人民邮电出版社, 2008, 2.
- [7] 艾米尔诺(Amiano M), 德克鲁兹(D'Cruz C). XML 案例解析教程[M]. 焦瑜净, 闫雷鸣, 译. 北京: 清华大学出版社, 2007, 11.
- [8] 胡海璐, 彭接文, 胡智宇. XML Web Services 高级编程范例[M]. 北京: 电子工业出版社, 2003, 2.
- [9] 唐立文, 岳铮. 基于 SOA 的航天发射场服务构件设计与应用[J]. 北京: 装备指挥技术学院学报, 2011, 22(5): 100-108.