

# 基于云计算的靶场测试装备可用性服务架构研究

余学锋, 文海, 张开维, 赵增兴

(中国人民解放军 63870 部队, 陕西 华阴 714200)

**摘要:** 对靶场测试装备质量及综合保障情况的评估是测试装备使用阶段的一项重要任务, 其中可用度(可用性)是最能反映其运行状态的参量之一, 它是表征测试性、可靠性、维修性、保障性、安全性和环境适应性的综合; 基于云计算技术, 运用知识管理方法, 给出了靶场测试装备可用性服务架构总体思路; 对基于云计算分析技术的测试装备状态监测、可用性预测仿真驱动、预防性维修辅助决策的可用性服务支撑架构进行了描述; 目的在于使测试装备可用性得到有效的监测、预测和控制, 使靶场测试装备可用性达到最大化。

**关键词:** 云计算; 可用性; 服务架构; 靶场测试装备

## Research of Range Test Equipment Service Architectures for Availability Based on Cloud Calculating Analysis Technology

Yu Xuefeng, Wen Hai, Zhang Kaiwei, Zhao Zengxing

(Unit 63870, PLA, Huayin 714200, China)

**Abstract:** Range test equipment quality and integrated support effect estimate is important mission for equipment use phase, the availability is one of the parameters that best reflects the operational state. It is a synthesis of testability, reliability, maintainability, supportability, security and environmental adaptability. In this paper an overall thinking of range test equipment service architectures for availability based on cloud calculating and knowledge management method is presented. And service architectures for availability is described based on cloud calculating analysis technology for equipment status monitoring, simulation-driven availability prediction, preventive maintenance supporting operational decision-making. The main goal in this paper is realization of equipment availability predictive analytics services, enable range test equipment availability bring about maximize likelihood.

**Keywords:** cloud calculating; availability; service architectures; range test equipment

## 0 引言

在鉴定试验靶场转型建设过程中, 一个很重要的方面就是靶场测试装备保障模式的转变。在靶场进行鉴定试验中, 除了试验管理及试验方法之外, 测试装备的保障性能, 或者说测试装备在使用阶段的可用性也是关键因素之一。目前靶场测试装备在可用性保障方面存在 3 个问题, 一是由于测试装备的专业属性、型号系列特殊带来的保障资源分散, 不成体系, 各自为战问题比较突出。二是测试装备保障知识管理应用不够充分, 分专业保障、等级修理不完善, 使得保障设施设备、保障手段等没有实现集约配置要求。三是现行的测试装备保障系统主要采用静态的、专用式的信息管理模式, 全域服务性保障不充分<sup>[1]</sup>。因此有必要采用云计算技术, 通过知识管理方法实现靶场测试装备的可用性服务保障, 由传统的平台式保障向以全域信息化为基础的体系化保障发展, 构建基于云计算分析服务中心的可用性保障服务系统。

为此, 本文从鉴定试验对测试装备的可用性需求与技术出发, 提出了基于云计算的测试装备可用性服务架构,

给出了服务架构适用的条件, 并对服务架构的核心模块进行了分析, 设计了服务架构工作的流程, 并分析了构建服务框架所面临的挑战。通过对靶场测试装备可用性服务架构设计与研究, 旨在促进靶场测试装备战备完好性及保障资源优化配置。

## 1 总体思路与分析

### 1.1 基本思路

测试装备是靶场完成鉴定试验的重要组成部分, 特别是在任务期间, 测试装备保障水平高低直接影响靶场鉴定试验效能的发挥。测试装备可用性定义为: 测试装备在任一时刻需要和开始执行任务时, 处于可工作或可使用状态的程度。由于可用性是表征可靠性、维修性和保障性的综合, 最能反映测试装备运行质量及综合保障情况, 因此, 随着靶场测试装备信息化程度的提高以及测试装备保障知识管理技术的发展, 靶场测试装备保障可用性服务需求也随之增大。针对测试装备可用性服务保障这方面的需求, 提出基于云计算的靶场测试装备可用性服务架构。其基本思路为: 基于云计算技术, 应用知识管理方法, 实现无论测试装备处于何处, 其可用性和测试装备性能都能得到专业的服务与支持。与以往只能给予测试装备物理上的维修不同, 这种基于云计算的测试装备可用性服务更加具有

收稿日期: 2018-11-14; 修回日期: 2018-12-13。

作者简介: 余学锋(1963-), 男, 江苏南京人, 硕士, 高级工程师, 主要从事兵器试验与测试装备测试方向的研究。

“广谱性”, 强调性能保障, 其服务保障系统包括保证测试装备完成任务能力的各种硬件、软件和技术。

可用性服务保障架构通过整合测试装备使用单位有关测试装备可用性保障需求和测试装备保障知识, 充分利用云计算分析和大数据资源, 把较为复杂的可用性保障(预测、预防性维修等)交由更为专业的保障服务中心机构去完成, 将最恰当的测试装备可用性知识传递给测试装备使用人员, 并辅助进行可用性保障最优决策。测试装备使用人员则着力解决测试装备日常维护及可用性信息的收集与传送, 实现在最需要的时间得到最需要的保障手段。

## 1.2 云计算及知识管理

在测试装备可用性服务架构设计中, 特别考虑采用知识管理方法, 将分布在靶场内外各个区域有关测试装备可用性的无序和离散的经验信息统一管理起来, 实现可用性知识的交流和分享。对于可用性服务保障而言就是为挖掘、培育和提高可用性保障能力, 通过对与可用性有关的保障知识进行识别、创造、积累和应用的过程, 实现可用性服务保障知识共享、知识创新和知识增值。也可以说可用性服务保障模式是面对不断增加的靶场测试装备可用性保障需求, 针对保障的适应性及保障能力等方面的一种迎合性措施<sup>[2]</sup>。

在测试装备可用性服务架构中, 云计算分析的作用就是利用信息网路连接的测试装备信息系统平台所构成的可动态伸缩调整的虚拟化资源, 实现对测试装备保障数据的分布式计算。通过将大量测试装备和保障信息平台连接成信息网络集群, 以及相关既定规则协同运作来为测试装备可用性提供各种技术服务, 分享各种计算网络资源<sup>[8]</sup>。

测试装备可用性服务架构中的云计算分析服务中心的核心, 是利用云计算技术的分布式处理、并行计算和网格计算等功能, 进而实现对测试装备可用性预测、维修等相关的软硬件资源的虚拟化、相关数据的存储和管理。这里的关键技术主要包括虚拟机技术、数据存储技术、数据管理技术、分布式编程与计算技术、虚拟资源的管理和调度技术、业务接口技术、安全防护技术等<sup>[4]</sup>。

## 2 测试装备可用性服务架构设计

### 2.1 测试装备可用性服务架构

根据上述测试装备可用性服务架构设计思路, 可以看出, 靶场测试装备可用性服务架构研究中需要重点解决的问题是: 如何实现架构中组分系统的综合集成和互操作, 让其表现为一个有机的整体; 如何确保架构内各部分的性能一致地满足不断变化的能力需求<sup>[5]</sup>。因此其设计原则为: 服务架构主要围绕以数据为中心思想进行设计, 以开发集成体系结构为目标, 强调模块和信息之间通过体系结构数据要素进行联系和集成。基于云计算的测试装备可用性服务架构描述如图 1 所示。

从图 1 中可以看出, 基于云计算的测试装备可用性服务框架主要有 6 大模块组成, 其中:

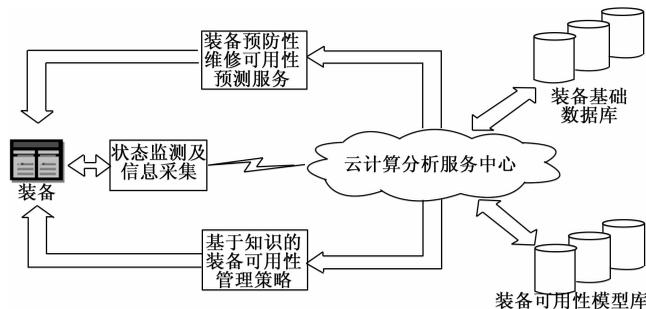


图 1 基于云计算的测试装备可用性服务架构

入式传感器以及使用人员操作信息向云计算分析服务中心传送数据, 接受来自中心的监测控制执行指令, 将状态数据与期望值相比较, 可根据限定阈值判定测试装备当前状态<sup>[6]</sup>。

(2) 预防性维修及可用性预测服务模块: 该模块接受来自云计算分析服务中心的数据。其主要作用是: 指示被监测测试装备的劣化状况, 给出预防性维修指令以及故障(缺陷)发生概率。其依据是状态趋势、工作状况与负荷, 以及历史维修数据<sup>[7]</sup>。

(3) 测试装备可用性管理策略模块: 该模块同样接受来自云计算分析服务中心的数据, 根据测试装备任务剖面给出测试装备可用性管理策略。结合测试装备状态评估模块和故障/剩余寿命预测模块的数据, 对测试装备进行可用性管理给出定性与定量分析结果, 按照给定的目标(费用、可用度或风险)给出最佳的可用性管理时机<sup>[8]</sup>。

(4) 云计算分析服务中心就是测试装备状态信息集中管理的资源池, 包括计算资源、存储资源、通信资源和软件资源等。通过网络平台获取测试装备状态数据进行分析处理, 调用测试装备数据库及测试装备可用性模型数据库底层支撑系统, 从而解算出可用性服务信息。分析服务中心由表示层和数据层构成, 其中数据层包含了测试装备可用性的数据元素实体、实体的属性及相互之间的联系。通过云计算分析服务, 将测试装备状态信息计算和存储资源从各类测试装备保障平台中迁出, 并迁入到云中。它提供了一种在虚拟环境中应用程序的开发方法, 通过虚拟化将各类远端测试装备平台的资源进行切割, 实现资源的随需分配和自动增长<sup>[9]</sup>。

(5) 测试装备基础数据库模块包含了测试装备基本性能参数、役龄信息、电子化资料及其测试装备可用性管理工具。分为测试装备可用性保障专业知识、测试装备技术指标资料、作业规范、可用性保障案例、保障学习经验数据、测试装备作业信息等。

(6) 测试装备可用性模型库模块包含了可用性仿真工具、通用预测算法、可用性预测仿真驱动等组件。而建立可用性仿真的目的在于, 根据获取的测试装备运行期间状态信息, 对给定的任务和使用环境下测试装备可用性进行仿真, 来评估各种实际影响因素条件下测试装备的稳态可用度, 并利用可用度的仿真结果进行影响因素的分析, 以

支持测试装备鉴定试验运用过程中的可用性决策<sup>[10]</sup>。

## 2.2 可用性服务架构运行模式

在图 1 架构下, 基于云计算的测试装备可用性服务运行模式为:

(1) 测试装备状态信息及可用性数据获取。测试装备状态信息及可用性数据获取是在固有的信息数据基础上对新数据的进一步收集、整理、加工, 完成测试装备状态信息及可用性数据的“数据清洗”。包括对信息源的辨识、抽取、转化和新信息的评价等过程。测试装备状态信息及可用性数据获取是测试装备可用性服务活动的基础, 只有获得了大量高质量的测试装备信息, 才能够解决可用性保障过程中遇到的各种问题。

(2) 测试装备状态信息及可用性数据云计算分析。获取大量测试装备状态信息及可用性数据后, 如何对这些数据进行有效分析管理, 是云计算分析活动的基础性环节和重要工作。通过分析及仿真, 建立计算机和测试装备共同需求的、共同认可的测试装备状态信息及可用性数据的知识化结构, 以及可用性分析策略。运用云计算分析语言对测试装备可用性进行实例化, 从而清晰地表达出测试装备状态信息及可用性数据的语义内涵和语义关系, 实现各类保障人员对测试装备可用性数据统一的理解和认识。

(3) 测试装备可用性服务运用。可用性服务运用主要表现在对测试装备可用性预测及管理服务的应答、推送、重用和保护等方面。测试装备可用性服务应答是将分析结果的知识化语义内涵和语义关系, 通过可用性预测需求的语义约束扩展, 来实现准确、快速、全面地为保障人员提供服务。测试装备可用性服务的一个主要运行模式就是推送, 针对不同测试装备、不同保障人员的不同可用性预测、管理需求, 确定分析结果的推送内容和推送对象, 主动的将分析结果通过信息网络进行定点发送。实现在恰当的时间将恰当的测试装备可用性预测结果主动传递给最需要的保障人员, 从而实现以状态监测、主动服务的方式为测试装备保障人员提供帮助。

## 3 服务架构建设条件控制

### 3.1 可用性服务架构的运行机制

测试装备可用性服务框架设计的终极目标是测试装备的军民融合保障体系各项活动过程在一种高效机制下有效运行, 并形成测试装备联合保障能力。因此, 在建立测试装备可用性服务框架的过程中, 如何同步设计好集中控制机制、自主控制机制、军民融合机制以及遂行转换机制, 对测试装备可用性服务框架有效运行、功能实现至关重要, 也将是测试装备可用性服务框架设计配套的重点。

测试装备可用性服务框架运行机制, 是测试装备可用性服务框架运行机理应用于测试装备可用性服务框架保障实践的中介和桥梁, 是指在测试装备可用性服务框架基础上, 各子系统之间相互关系的规范, 以及各子系统之间发挥作用的过程、方式方法的总和。在环境条件和结构一定的情况下, 测试装备可用性服务框架各项活动的目的是形

成联合保障力, 而体系功能的最终实现需要测试装备可用性服务框架实践活动与客观需求相符合, 其关键取决于运行机制的选择、设计和运作是否合理。探索建立科学、合理的测试装备可用性服务框架运行机制, 对于满足信息化条件下逻辑靶场鉴定试验测试装备保障需求, 圆满完成各项测试装备保障任务, 加快测试装备保障能力生成模式转变, 具有重要的军事现实意义。

### 3.2 可用性服务架构的平台迁移策略

尽管基于云计算的测试装备可用性服务架构是测试装备保障未来的发展方向, 但考虑到目前许多在用测试装备保障平台、单元或实体已经建立, 固有的保障模式及管理体制正处于运行阶段。如何确保现有测试装备保障平台、单元或实体向新的测试装备可用性服务架构的分阶段平稳过渡, 便存在一个迁移策略选择问题。面临的挑战主要有: 一方面要保障现有测试装备保障平台的正常运行, 另一方面也要逐步适应基于云计算的测试装备可用性服务架构发展的需要。

为了应对这些挑战, 首先要逐步将各测试装备保障平台、单元或实体升级为云节点。在测试装备保障平台升级为云节点的过程中, 需要重点解决基础设施虚拟化的问题, 提升测试装备可用性服务的弹性可扩展性。其次要将各个云节点连接成测试装备之间内部的专属云, 各测试装备平台部署为高可用、可扩展的云节点后, 各个云节点连接构成一个多中心的专属云。最后要解决好测试装备可用性服务云技术分析专属云中, 各个区域测试装备保障平台与云计算数据中心之间数据传输瓶颈问题。

### 3.3 可用性服务实验与分析

对靶场外弹道测试装备, 包括光电经纬仪、坐标雷达、弹道相机、高速电视姿态测量等二十余台装备, 进行可用性服务实时性模拟测试。将这些装备的多维状态参数信息接入所搭建的 Hadoop 集群云服务平台上, 同时对现有的装备管理数据服务器进行虚拟化, 将装备所需的可用性服务功能运行在迁移的虚拟机上, 可用性评估与约束等云计算服务由第三方专业机构提供。所有接入装备同时进行状态数据传送更新, 观察可用性服务决策数据推送的时间, 重复 10 次实验, 平均运行时间不大于 6s, 可用性服务的实时性可以满足鉴定试验需要。

## 4 结束语

基于云计算的靶场测试装备可用性服务架构是完成鉴定试验靶场中测试装备保障体系顶层设计的必然要求, 是对信息化测试装备保障模式的发展阐述。通过引入云计算技术和大数据资源, 将保障要素、保障手段和保障服务有机融合。可跨地域、多维度、跨现实和多模式, 在靶场试验测试装备保障的区域空间, 实现对测试装备可用性和测试装备整体效能全面保障。

本文以测试装备可用性为关注点, 基于云计算技术研究测试装备可用性服务架构, 形成测试装备保障系统最优控

(下转第 76 页)