

指挥控制装备软件保障系统设计与实现

马飒飒¹, 夏明飞¹, 陈国顺¹, 石先国²

(1. 军械技术研究所 电子与无人机技术保障研究室, 石家庄 050000;

2. 北方自动控制技术研究所 软件研发部, 太原 030006)

摘要: 作为软件密集型装备, 指挥系统的软件保障需求明显; 简要介绍装备系统软件结构及主要功能, 对其在部队使用过程中出现的问题进行分析; 提出软件保障工具的主要功能及系统设计方案, 并对系统实现方法进行详细说明。应用表明: 指挥系统软件保障系统对提高部队软件保障能力具有重要意义。

关键词: 指挥系统; 软件密集型装备; 软件保障; 软件配置

Design and Implementation of Software Support System for Command Equipment

Ma Sasa¹, Xia Mingfei¹, Chen Guoshun¹, Shi Xianguo²

(1. Ordnance Technology Institute, Shijiazhuang 050000, China;

2. North Automatic Control Technology Institute, Taiyuan 030006, China)

Abstract: As a software-intensive equipment, the demand for software support of artillery combat command system is evident. The software structures and functions of command system are briefly introduced in this paper and the problem occurred in the using process in the army is analyzed. The main functions and system design on software support tools are proposed and the system implementation method is described in detail. The application shows that the software support system for command equipment has important significance for improving the military software support capability.

Keywords: artillery combat command system; software-intensive equipment; software support; software configuration

0 引言

近年来, 随着我军装备信息化建设进程的深化, 大量新型陆军信息化装备陆续装备部队, 如炮兵防空兵作战指挥系统、远火武器系统、东风十一导弹、无人机等。信息化装备的典型特点之一就是软件密集, 装备中软件所占比重越来越大, 实现的功能越来越多。软件一旦出现故障, 不仅造成相应硬件功能丧失, 甚至会导致整个武器系统丧失作战能力。

软件保障是指确保运行和配置的软件全面、连续地保障装备的作战任务进行的所有活动的总和^[1]。软件保障包括部署前软件保障和部署后软件保障, 其中部署后软件保障是软件保障的重点^[2]。近年来, 随着装备信息化水平的不断提升, 在陆军信息化装备的保障工作中, 软件保障成为装备保障的核心内容之一。

据统计, 典型武器系统软件系统生命周期费用的分配中, 软件保障费用约占软件全生命周期费用的 67%, 该比例呈现持续上升趋势^[3]。外军对装备中的软件保障问题非常重视, 美军从 20 世纪 80 年代已开始大规模研究军用软件保障问题。目前国内对软件保障问题的研究还刚刚开始。加强武器装备软件保障, 对解决装备可靠性较差、系统集成困难等诸多软件相关问题具有重要意义^[4]。

指挥系统属于典型软件密集型、信息化装备, 系统软件适用多炮种的指挥控制系统。软件作为指挥车的核心组成及支撑技术, 一旦存在软件缺陷并发生故障, 将导致整个装备作战能力的丧失。例如: 某型号炮兵指挥车在地面鉴定试验时, 出现过三次由于软件问题而引起的故障, 软件故障原因是在排除所有可能硬件故障之后才诊断出来的。指挥系统一般采用多层软件体系结构, 软件种类繁多、代码数量庞大、编程环境多样, 为软件检测、软件故障诊断及维护带来了极大的困难。从系统研发过程来看, 指挥系统软件的维修保障需求明显。

1 指挥系统软件结构及主要功能

按照指挥系统的实际应用环境和一体化系统综合集成的要求, 指挥系统装备软件采用开放式结构体系, 依托一体化平台, 研发指挥系统、系统管理、通信服务、常用计算、资料库管理等专用构件, 采用“即插即用”的插件形式实现, 可按需部署, 满足了一体化灵活组装的集成要求。其开放式结构体系包括:

1) 核心层, 软件系统的核心软件, 处于软件系统的最低层, 由最基本的操作系统环境和 Oracle 数据库等组成, 为软件系统的其它层以及应用软件构件提供基础的系统和数据服务。

2) 系统框架层, 系统框架层的模块建立在核心层上, 提供应用软件所需要的基础服务, 同时还提供了共用软件构件和专业软件构件的集成环境。

3) 构件层, 建立在系统框架层提供的构件集成环境和各种基础服务之上, 每个构件分别完成一种应用功能。

收稿日期: 2015-07-12; 修回日期: 2015-09-11。

基金项目: 通保科研项目(装通 2012 第【87】号)。

作者简介: 马飒飒(1971-), 女, 河北深县人, 博士, 硕士生导师, 高级工程师, 主要从事电子装备技术保障方向的研究。

指挥系统软件结合部队使用需求,使用当前最先进的成熟技术进行优化设计,集指挥控制、作战保障、情报处理、系统监控、模拟训练等功能于一体,同时具有数据库管理、系统日志、数据备份、通信组网等功能。

2 指挥系统软件保障需求分析

软件保障的主要目的在于:

- 1) 制定出与软件操作性、响应性目标相适应的保障性要求;
- 2) 使保障性要求有效地影响软件的设计;
- 3) 以最低的费用保持武器系统软件的操作性、响应性和持续可用性。

软件保障的最终目标是以合理的寿命周期费用保持武器系统软件的操作性和响应性。

指挥系统属于软件密集型装备,指挥系统软件的保障工作难度大,对部队使用人员的技术知识储备要求高。装备操作使用过程中出现软件问题后,部队基层使用人员难以解决,严重影响了部队的训练使用效率,迟滞了部队的信息化建设工作。此外,由于软件不同于硬件,任何一个小小的误操作,轻则可能引起指挥系统软件运行异常,重则可能导致整个情报信息处理系统的崩溃。

多年来跟踪国内外指挥系统装备作战运用数据及训练数据显示,软件方面的故障约占装备相关故障的 90% 左右,属于软件本身设计方面的问题占软件故障的 8% 左右,大部分软件故障都是属于软件操作使用方面的问题。软件保障需求在信息化装备系统保障需求中所占比重越来越大^[5]。

根据(装备在日常操作训练和作战演习使用过程中)装备软件运行时发现的软件问题主要有以下几类:

1) 长期运行指挥终端后,系统运行速度明显下降,特别是图文、视频文件操作时现象尤其明显,严重影响了装备软件的响应速度;

2) 装备单位可能配发了不同版本的构件,使用人员在指挥终端上安装了这些不同版本的构件,而这些构件可能本身就不能兼容或者底层的互联互通接口已经改变,导致在使用系统时出现软件不能运行、运行结果异常或者无法进行互连互通的情况;

3) 由于软件本身的设计问题,部队在使用时会出现问题,部队使用人员对故障现象的特征描述不清晰,导致设计人员无法理解并及时修正程序,或者有些软件故障出现之后的复现概率很小,为程序员及时进行错误修订带来困难;

4) 由于操作人员的一时错误操作,导致误删了一些重要文件,可能导致操作系统启动异常或者指挥软件启动异常,需要将系统恢复到误操作以前的状态。

5) 其他方面问题:如没有进行正确的参数配置、网络连接配置、底层传输服务状态异常、Oracle 数据库异常或者发现问题后没有详细的问题解决措施等。

有效解决上述问题,研制适合于指挥系统特点的软件保障工具迫在眉睫。对指挥系统软件架构、工作原理、功能特点和部队在实际使用过程中发现的问题等综合分析,需从几个方面来对指挥系统的软件进行保障:研发专用软件保障系统工具、配备系统使用维护手册、定期组织软件保障培训等工作。

3 指挥系统软件保障系统设计

针对指挥系统软件特点,开发软件保障工具,建立软件保障系统,促进部队软件保障能力的形成。以某型炮兵指挥车系统软件为研究对象,进行该装备的软件保障功能设计(如图 1)及系统实现。

3.1 系统功能设计

1) 运行环境扫描:

扫描当前计算机安装的操作系统 Win2000、Oracle 数据库、Office 文字处理软件等是否符合软件运行环境;

扫描计算机的硬盘、内存的容量和剩余量;

扫描计算机磁盘上的垃圾文件、指挥系统临时文件清理等,若发现时自动清除;

使用 MD5 算法扫描计算机上安装的指控系统、系统管理和通信服务等构件的完整性、正确性,若不正确时自动或手动进行修复,扫描相应的配置文件的正确性;

扫描指挥软件运行时依赖的后台服务(含 Oracle 数据库的两个关键服务和一体化平台服务)存在否、启动正常否;

附加扫描客户端与服务器的网络连接和数据库连接状况。

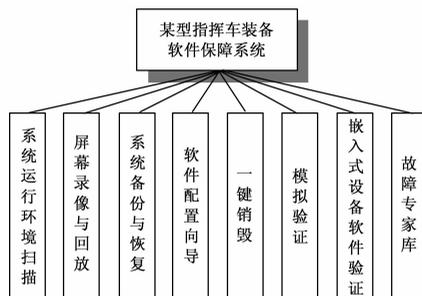


图 1 软件保障系统功能组成

2) 屏幕录像与回放:

完成对指挥终端的屏幕操作的录像功能,生成录像文件可以回放,该功能可用于操作培训教学,还可以监控平时容易出现问题的地方,便于软件的故障定位和分析。

3) 系统备份和恢复:

完成对装备数据的备份,完成对操作系统的备份;当操作系统出现重大异常时,能快速地完成操作系统的一键恢复;

当指挥系统软件出现重大异常时,能快速地完成指挥系统所有构件的快速安装和缺省配置。

4) 软件配置向导:

提供需要进行配置处理的向导式管理,引导操作人员进行所有配置管理。

5) 一键销毁:

完成对所有软件构件和所有数据库文件的一键自毁;特殊情况下,按下某个功能键或者功能组合键,完成指挥系统文件的快速卸载或者将数据库中的重要数据擦出或者写入随机数据;时间允许的情况下,可对计算机系统进行一键销毁。

6) 模拟验证:

指挥系统构件安装完毕后,可自动模拟产生一些上报报文(比如自由报文、C 时刻、通报目标、索取报文等)发送到指

挥系统, 指挥系统构件收到模拟的报文后, 按规定报文格式对报文进行解析、显示和入库, 指挥终端发送一些报文到保障软件, 保障软件接收、解析和还原显示, 从而验证指挥控制软件互联互通功能。

7) 嵌入式设备软件验证:

对嵌入式设备(信息机、火炮终端机)内的执行程序进行读取, 与标准执行程序进行比对, 当程序不一致时则提示用户使用读写器完成最新程序写入。

8) 故障专家库:

提供完整的故障专家库, 当系统出现问题后, 可以快速地查找到相应问题的解决办法。

3.2 系统实现

1) 信息自动搜集和备案技术:

该系统将指挥系统各指挥站软件根据各席位、各模块的不同配置, 利用综合集成技术, 将大量的模块资源进行整合, 并按照通用模块信息和专用配置信息的方法进行存储, 既节省存储空间, 又便于信息的比较和检查。

2) 软件自动检测恢复技术:

该系统依托计算机硬件资源, 利用 MD5 算法对指挥系统应用文件的完整性和正确性进行检查; 采用递归扫描和网络扫描技术, 实现了对装备指挥软件的自动检查和软件故障快速定位。

3) 配置文件检查技术:

该系统根据指挥系统一体化软件配置复杂的特点, 采用 DIFF 算法对配置文件的正确性进行检查, 使用户能够直观的观察配置文件的参数设置; 采用向导式交互界面, 自动运行配置软件, 引导用户进行系统配置管理, 解决了装备软件系统配置过程复杂繁琐的问题。

4) 定时扫描屏幕监控回放技术:

系统的屏幕录像功能模块采用定时扫描指挥终端屏幕的方式, 记录该屏幕运行界面并重现指挥终端屏幕所做操作, 可对软件运行过程中的故障现象进行回放, 辅助实现装备软件故障定位并分析故障机理。针对录像文件过大的问题, 系统采用支持 H. 264、DIVX 等主流压缩方式的 WisMencoder 压缩软件对录像文件进行压缩存储; 播放时只需安装 Windows Media Player 解码器, 即可直接采用 Windows 自带的 Windows Media Player 播放器进行播放, 播放前无需对压缩的录像文件进行再次解码。

5) 一键销毁数据删除方式:

针对指挥系统使用的电介质硬盘, 该系统采用多次覆盖快速充填技术, 有效将关键数据抹除, 避免因采用直接删除、低级格式化等方式删除数据所带来的数据恢复风险和低效率, 能够真正有效地擦除数据。

3.3 系统实现

上述功能为该软件保障系统的全部功能集合, 不同保障级别(部队、军区、生产及大修厂), 可根据需要配置不同的保障模块, 并对某功能进行权限设置(见表 1); 保障软件的载体为高速智能 UPC, 插到计算机的 USB 接口并输入了正确的验证口令后, 相应级别的软件保障软件即可加载运行。

软件保障系统运行硬件环境为军用全加固一体机, 按照不

同保障级别, 一体机中配备相应的保障功能。该一体计算机是集主机和显示于一体, 包含触摸屏手写输入、传统的键盘鼠标输入等多种输入方式的军用全加固一体计算机。

一体计算机基本配置如下: CPU 及主频: Pentium M 1.8 MHz; 内存: DDR266 1 GB; 显卡: 集成, 分辨率 1024 × 768; 显示器: 12.1 寸宽温 LCD 显示屏。电子盘: IDE 方式 32 G 以上; 支持触摸屏手写输入; 1 个军用键盘接口; 1 个军用鼠标接口; 4 个军用 RS232 接口; 1 个军用 VGA 接口; 1 个军用 10 M/100 M 网络接口; 1 个军用 CAN 接口; 1 个军用 24 V 直流电输入接口; 2 个民用标准 USB 接口; 3 个民用标准音频接口; 同时为了完成对嵌入式设备中程序的读取, 还集成了一个嵌入式程序读写器。

表 1 软件保障系统功能分配表

用户	配备功能	运行时机
部队	系统运行环境扫描功能	指挥系统运行未使用时
	屏幕录像与回放功能	指挥系统运行时
	系统快速备份和恢复功能, 恢复后进行自动验证	指挥系统运行未使用时
	软件配置向导	指挥系统运行未使用时
	其他辅助功能	指挥系统运行与未运行均可
军区	系统运行环境扫描功能	指挥系统运行未使用时
	屏幕录像与回放功能	指挥系统运行时
	系统快速备份和恢复功能	指挥系统运行未使用时
	快速自毁和一键销毁功能	指挥系统运行未使用时
	软件配置向导	指挥系统运行未使用时
	模拟验证功能	指挥系统运行时
	嵌入式设备软件验证功能	指挥系统运行未使用时

4 结论

该指挥系统软件保障专用工具目前已随着新装备保障资源建设的展开, 配发集团军(师)炮兵、防空兵等多个型号指挥系统装备的部队保障机构, 并在装备保障任务中发挥了重要作用。

指挥系统配置专用的软件保障系统工具, 各级保障单位使用按需部署功能的软件保障系统, 进行装备系统软件的保障和维护工作, 能够较全面、准确和高效地完成整个系统的软件保障任务, 减轻了装备保障人员的工作量, 同时也提高了软件保障的质量和效率, 为部队正常训练及装备系统维护、联调联试、模拟训练提供保障。

参考文献:

- [1] 刘国栋, 吴进煌, 李启明. 武器系统软件保障性研究综述 [J]. 舰船电子工程, 2003, 24 (4): 29-32.
- [2] 刘彦斌, 朱小冬, 刘继民. 新型装备中的软件保障问题研究 [J]. 计算机工程, 2004, 29 (7): 92-93, 175.
- [3] 韩非. 面向 EUP 的军用软件保障机制研究 [J]. 指挥控制与仿真, 2007, 29 (1): 107-110.
- [4] 王宏, 刘彦斌, 李辉. 软件保障环境中的软件配置管理研究 [J]. 计算机应用与软件, 2005, 22 (8): 32-33, 88.
- [5] 冷晓艳, 刘宇, 段俊斌. 装备软件综合保障研究 [J]. 计算机测量与控制, 2013, 21 (10): 2750-2752.