

doi:10.3969/j.issn.1001-893x.2017.01.018

引用格式:党琦,苟茹君,吴涛,等.航天测控设备状态配置和管理方法[J].电讯技术,2017,57(1):106-110.[DANG Qi,GOU Rujun,WU Tao,et al. State configuration and management methods for aerospace TT&C equipment[J].Telecommunication Engineering,2017,57(1):106-110.]

航天测控设备状态配置和管理方法*

党琦**1,2,苟茹君1,3,吴涛1,2,董广然1

(1. 西安卫星测控中心,西安 710043;2. 航天器在轨故障诊断与维修重点实验室,西安 710043;
3. 宇航动力学国家重点实验室,西安 710043)

摘要:针对我国航天测控网设备状态配置和管理方法现状,分析了测控设备任务准备和历史任务恢复节点的现实需要,提出了航天测控设备历史状态宏迁移、设备参数共享以及设备状态集中管理 3 种方法。通过分析比较,给出了设备状态集中管理和可扩展标记语言(XML)格式设备状态共享方法相结合的实现途径。该方法能够实现设备参数的快速设置和检查以及不同设备之间状态的共享,有利于提高整个测控网的自动化程度和运行效率。

关键词:航天测控网;测控设备;状态管理;任务参数宏;数据库迁移

中图分类号:TN80;V55 **文献标志码:**A **文章编号:**1001-893X(2017)01-0106-05

State Configuration and Management Methods
for Aerospace TT&C Equipment

DANG Qi^{1,2},GOU Rujun^{1,3},WU Tao^{1,2},DONG Guangran¹

(1. Xi'an Satellite Control Center,Xi'an 710043,China;
2. Key Laboratory for Fault Diagnosis & Maintenance of Spacecraft in Orbit,Xi'an 710043,China
3. State Key Laboratory of Astronautic Dynamics,Xi'an 710043,China)

Abstract:According to status quo of state configuration and management for China's aerospace Tracking, Telemetry, and Command(TT&C) network,requirements of TT&C equipment for mission preparation nodes and historical mission recovery nodes are analyzed,and three methods are presented including aerospace TT&C equipment history state migration,equipment parameters sharing and equipment state centralized management. Through analysis of these methods,the implementation approach is discussed which combines equipment state centralized management with Extensible Markup Language(XML) format equipment parameter sharing method. This method can quickly set up and check the equipment parameters,and also share parameters between different equipment,thus improving the automation and operational efficiency of the whole TT&C network.

Key words:aerospace TT&C network;TT&C equipment;state management;mission parameters macro;database migration

1 引言

在过去 50 多年的时间内,我国航天测控系统经历了从无到有、从弱到强的发展历程,逐步形成了符合我国国情的航天测控系统^[1]。随着测控任务日趋密集以及测控设备数量日益增加,测控网内的各

类航天测控设备初步具备自动化运行能力^[2-4]和远程集中监控能力^[5]。

大多数航天测控设备采用客户机/服务器监控体系,通过系统监控网络,实现对设备的控制和管理^[4]。对航天器测控任务参数的建立通过任务参

* 收稿日期:2016-05-30;修回日期:2016-08-16 Received date:2016-05-30;Revised date:2016-08-16

** 通信作者:dangqifuping@163.com Corresponding author:dangqifuping@163.com

• 106 •

数宏设置命令进行设置,由监控服务器统一入库管理,这种方式在很大程度上解决了单机任务状态的快速建立与切换,但参数宏的建立和验证过程比较复杂,对岗位人员要求比较高^[6]。

随着测控网自动化运行能力的提升,测控设备的任务参数配置环节越来越成为全网自动化运行的重要因素之一。

本文分析了测控设备任务参数配置和检查过程,对测控设备任务参数共享的集中管理方式进行了研究。

2 任务参数设置现状

典型测控设备任务参数配置和检查过程由人工完成,其流程参见图 1。

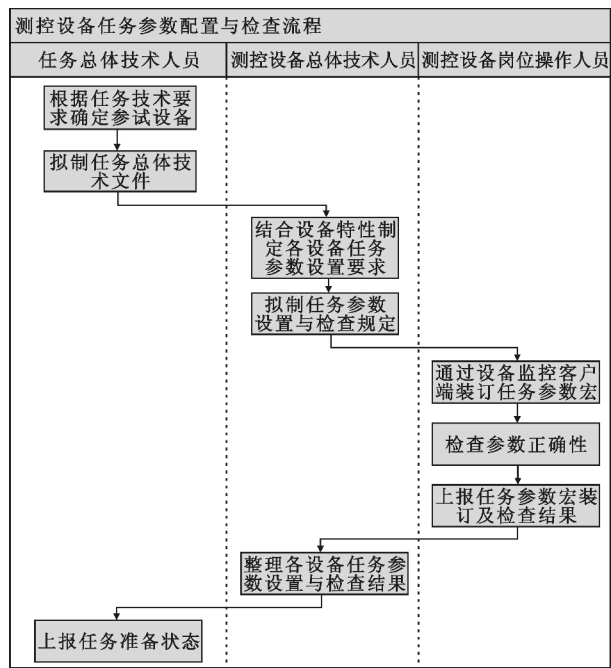


图 1 任务参数配置与检查流程

Fig. 1 Mission's parameter configuration and check flow

- (1)任务中心拟制任务总体文件,提出对设备的测控技术需求;
- (2)设备技术总体人员根据任务总体文件制定对应的测控设备技术参数文件;
- (3)设备岗位操作人员按照测控设备技术参数文件装订任务参数宏并逐级上报检查结果。
- 这种方式存在以下几方面的不足^[7]:
- (1)节点分散,易出错,人力资源浪费大;
- (2)新设备或设备监控系统改造后,历史任务的参数配置和检查工作量大,验证过程复杂;

(3)星地对接所确立的任务参数状态信息无法便捷地共享。

3 测控设备任务参数管理方式

大多数测控设备采用任务参数宏的方式管理与任务密切相关的参数配置信息,其原理是将任务相关的发射分系统、高功放分系统、天馈馈分系统、高频接收分系统、基带分系统、时频分系统、记录分系统等设备参数组成一组宏记录,在任务前或系统联试前由用户手动或设备自动运行流程调用,完成对各分系统的相关参数设置。测控设备任务参数宏设置原理如图 2 所示。

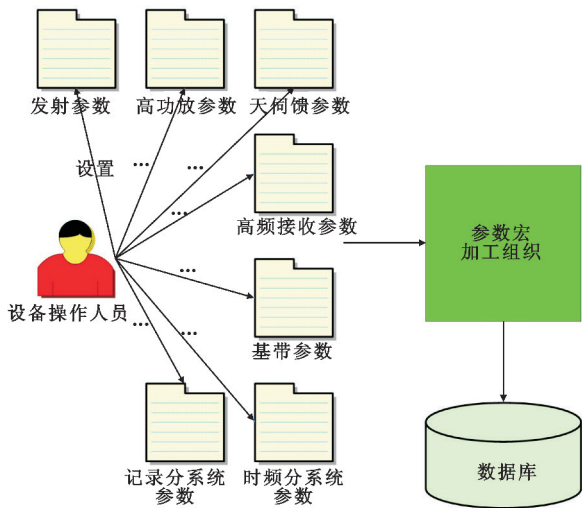


图 2 测控设备任务参数宏设置原理

Fig. 2 Principle of mission's parameters macro setting for TT&C equipment

设备对任务参数管理通过宏管理命令实现,包括增加、修改、删除、读取、控制等,任务参数宏通常存储在监控服务器的数据库中,设备之间没有共享手段。

4 任务参数的共享方法

从历次任务执行过程以及测控设备生命周期模型来看,任务参数设置主要分布在两个节点:一是任务准备阶段,即从任务星地对接到任务准备完成,这一阶段主要完成新任务参数的设置和验证;二是设备升级改造后或者老设备退役、替代设备就绪后,这个阶段要完成历史任务参数的迁移。有 3 种方法可实现上述需求。

4.1 历史任务参数迁移

测控设备到达设计寿命或因为技术升级进行设

备改造后,其替代设备的历史任务参数设置将是一个很大的现实工程,最直接的方法是对原有设备的任务参数宏数据库进行移植。

4.1.1 历史任务参数迁移需求分析

- (1)解析原设备跟踪任务的参数宏数据库,提取相关的参数;
- (2)将原设备参数宏复制、转换到目标设备的数据库;
- (3)配置增加新工作模式下的任务参数宏;
- (4)对参数宏进行正确性检查。

在进行数据库移植时,需要考虑设备不同测控体制以及不同工作模式。对参数宏的正确性检查,需要利用目标任务非长管圈次进行验证。

4.1.2 历史任务参数迁移设计

历史任务参数宏迁移系统设计为单进程多线程结构,实现对原设备监控数据库任务参数宏的解析和相关参数提取、参数宏结构的转换和入库功能。对于新增工作模式下的任务参数宏设置,通过监控界面人工进行装订,如图 3 所示。

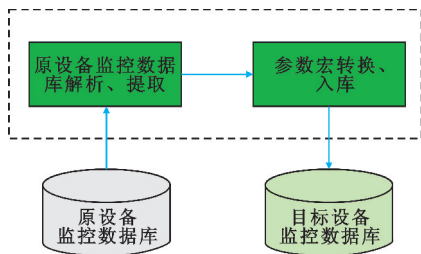


图 3 历史任务参数宏迁移设计

Fig.3 Design of historical mission's parameters macro migration

4.1.3 优缺点分析

通过移植参数宏配置数据库实现历史任务参数宏的继承和检查具有下列优点:

- (1)无需修改设备监控软件,只需开发一个从历史数据库到新数据库的转换工具;
- (2)节约了大量人力,提高了参数宏设置的正确性,为改造设备快速形成测控能力提供了技术支持。

这个方案的缺点也比较明显:

- (1)任务参数宏正确性验证的工作量比较大,需要利用非任务长管圈次通过人工方式验证;
- (2)只能实现平台相近的单套设备或少数几套设备的参数宏移植;
- (3)原设备监控数据库必须可用;
- (4)转换工具开发的工作量大,而且要求开发

人员熟练掌握原设备、目标设备的任务参数宏结构。

4.2 新任务参数共享

近年来,可扩展的标记语言(Extensible Markup Language,XML)的应用领域日渐广泛^[8],它允许开发者自由定义标签,并且可以将标签和内容有效分离,能够定义计算机和人都方便标识的数据类型^[9]。其侧重于数据如何存储和传输,因此逐渐演变成了一种跨平台的数据交换格式^[10-11]。因此,本文选用 XML 技术作为新任务参数传输和设置的基础。

4.2.1 新任务参数共享需求分析

在任务准备阶段,一般会选择典型测控设备进行星地接口测试,在该设备上建立任务状态,对接完成后,需要将对接设备的任务参数宏成果快速推广到其他参试设备。

新任务参数共享需要完成下列功能:

- (1)对接设备监控系统需要实现任务参数宏导出为 XML 文件功能;
- (2)目标设备监控系统需要实现 XML 格式任务参数宏的导入功能;
- (3)系统间实现文件传输功能。

4.2.2 新任务参数共享架构设计

如图 4 所示,要完成 4.2.1 的需求,需要在设备监控系统上增加 XML 格式任务参数导入/导出功能,从对接设备上导出任务参数宏 XML 文件,以文件传输协议(File Transfer Protocol,FTP)^[12]或文件交换协议(File Exchange Protocol,FEP)将文件传送到目标设备监控系统计算机上,由目标监控系统导入即可完成该任务的参数装订过程。

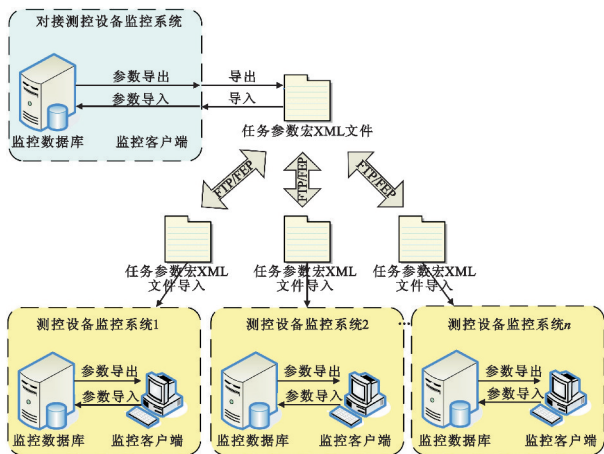


图 4 新任务参数共享架构示意图

Fig.4 Schematic diagram of new mission parameters shared architecture

4.2.3 优缺点分析

通过 XML 文件的方式共享, 可以实现异构设备之间的任务参数共享。其优点是: 能快速实现不同设备间的任务参数共享; 功能分布, 技术实现简单。缺点是: 需要实现设备标准化, 首先构造一个大而全的设备任务参数列表, 包含所有设备与任务相关的参数设置; 各新研设备需要开发任务参数宏导入/导出接口, 开发测试影响域比较大。

4.3 任务参数集中管理

4.3.1 任务参数集中管理需求分析

要提高整个测控网的运行效率和自动化水平, 在任务参数配置环节需要解决下列两个问题: 一是由任务总体文件生成各设备的技术参数文件的过程; 二是各设备岗位人员根据设备技术参数文件配置并检查任务参数宏的过程^[6]。因此, 任务参数集中管理需要实现下列功能:

- (1) 实现从任务需求到测控设备任务参数的自动生成;
- (2) 实现测控设备任务参数到设备任务参数宏的自动生成和装订;
- (3) 实现测控设备任务参数宏正确性检查;
- (4) 实现测控设备任务参数宏集中统一管理。

4.3.2 任务参数集中管理架构设计

测控设备参数远程集中管理系统设计为 Web 方式, 主要包含远程集中管理、Web 服务和数据库服务三部分软件, 系统架构如图 5 所示。

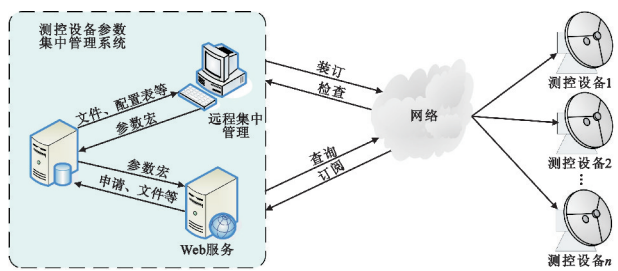


图 5 测控设备参数集中管理系统架构图
Fig. 5 Architecture of TT&C equipment's parameters centralized management system

远程集中管理主要完成参数宏的自动生成、自动装订和检查, 包括文件识别、任务参数管理、设备特性参数管理、参数宏管理以及通信处理等功能。WEB 服务程序为各类角色提供不同权限的用户接口, 包含参数宏查询和订阅接口以及任务文件、设备特有参数文件等文件的上传接口。数据库服务为系统提供底层数据服务, 封装对数据库的相关操作, 为远程集中管理软件和 WEB 服务程序提供统一的数

据服务。

4.3.3 优缺点分析

- 该方法具有下列优点:
- (1) 改变了节点分散的分布式配置管理方式, 可实现中心对全网设备任务参数的统一管理, 能完成任务参数宏主动下发、订阅/发布、自动更新和比对检查;
 - (2) 减少了测控设备任务参数配置过程中人工干预环节, 提高了整个系统的自动化程度;
 - (3) 减少了系统的维护和扩展成本;
 - (4) 能够实现任务参数的快速设置和检查, 能够实现不同设备之间参数宏配置的共享。

其缺点如下:

- (1) 任务参数集中管理系统对老设备的接口适配功能的开发、测试工作量比较大;
- (2) 需要以设备标准化为前提约束新设备的任务参数配置方法和相关接口。

5 实现途径优化

- 通过对 3 种方法的比较可知
- (1) 从长远看, 任务参数集中管理能够实现任务参数的快速设置和检查以及不同设备之间参数宏配置的共享, 有利于提高整个测控网的自动化程度和运行效率;
 - (2) 从现实看, 新任务参数共享不仅能实现新任务参数的快速装订, 而且能快速实现不同设备间的任务参数共享, 功能分布, 实现简单, 风险可控。

因此, 可以对实现途径进行如下优化:

- (1) 首先从参数共享入手, 实现各设备的 XML 格式任务参数的导入/导出功能;
- (2) 部署 FTP/FEP 文件传输功能, 实现数据文件的交互或结合设备标准化以及设备监控接口标准化, 设计基于 XML 的任务参数宏管理接口。

将图 5 中的“装订”以及“查询”响应接口设计为基于 XML 结构的接口, 就可以逐步将成熟设备纳入集中管理。

6 结束语

本文针对航天测控设备任务准备阶段、历史任务状态配置恢复阶段的两个现实需要以及人工完成测控设备任务参数配置和检查的现状, 提出了航天测控设备任务参数移植、新任务参数共享以及任务参数集中管理方法, 并对其优缺点进行了讨论, 给出

了优化的实现途径。

对于测控设备任务状态的配置和管理而言,实现中心集中管理和全系统自动化运行是终极目标,但是,在系统演化过程中,可以采用逐步逼近的方法,先易后难,逐步推进。本研究对测控设备任务参数配置和管理具有一定的指导意义。下一步工作将研究测控设备监控接口标准化及相关问题。

参考文献:

- [1] 于志坚. 我国航天测控系统的现状与发展[J]. 中国工程科学, 2006, 8(10): 42-46.
YU Zhijian. Status and development of space flight TT&C systems [J]. Engineering Science, 2006, 8(10): 42-46. (in Chinese)
- [2] 马玉凤, 卢栋, 张海奇. 航天测控站自动化运行技术研究[J]. 甘肃科技, 2014, 30(19): 43-46.
MA Yufeng, LU Dong, ZHANG Haiqi. Research on automatic operation technology of spaceflight TT&C systems [J]. Gansu Science and Technology, 2014, 30(19): 43-46. (in Chinese)
- [3] 刘军, 王轶, 马明, 等. 典型测控系统自动化运行的设计与实现[J]. 电讯技术, 2006, 46(5): 197-199.
LIU Jun, WANG Yi, MA Ming, et al. Automatically running a representative TT&C system design and realization [J]. Telecommunication Engineering, 2006, 46(5): 197-199. (in Chinese)
- [4] 高京龙. 航天测控站无人值守技术分析[J]. 无线电工程, 2011, 41(12): 38-40, 58.
GAO Jinglong. Analysis on unattended technology for space TT&C station [J]. Radio Engineering, 2011, 41(12): 38-40, 58. (in Chinese)
- [5] DANG Q, WU D X, BAI D M, et al. Web-based realization of integrated monitoring system to TT&C equipments [C]//Proceedings of the 27th Conference of Spacecraft TT&C Technology in China. Berlin: Springer - Verlag, 2015: 503-511. (in English)
- [6] 党琦, 李卫平, 白大明, 等. 用 MLA 理论构建航天测控设备集中监视系统[J]. 飞行器测控学报, 2015, 34(5): 459-468.
DANG Qi, LI Weiping, BAI Daming, et al. Construct a centralized monitoring system of TT&C equipment with MLA theory [J]. Journal of Spacecraft TT&C Technology, 2015, 34(5): 459-468. (in Chinese)

- [7] 吴涛, 党琦, 陈军超, 等. 测控设备任务参数远程集中管理研究与实现[J]. 宇航动力学学报, 2015, 12(4): 103-107.
WU Tao, DANG Qi, CHEN Junchao, et al. Research and implementation of integrated management of mission parameters for TT&C equipment [J]. Journal of Astrodynamics, 2015, 12(4): 103-107. (in Chinese)
- [8] 李刚. 疯狂 XML 讲义 [M]. 2 版. 北京: 电子工业出版社, 2011.
- [9] 钱小云, 叶勇, 徐俊. 船载卫星通信远程集中监控系统设计与实现[J]. 电讯技术, 2015, 55(2): 216-221.
QIAN Xiaoyun, YE Yong, XU Jun. Design and implementation of a remote centralized monitoring and control system for shipborne satellite communication [J]. Telecommunication Engineering, 2015, 55(2): 216-221. (in Chinese)
- [10] 陈广智, 李磊. 基于 XML 的流程信息可视化方法及其实现[J]. 计算机工程与设计, 2015, 34(4): 937-940.
CHEN Guangzhi, LI Lei. Method and implementation for visualizing XML-based flow information [J]. Computer Engineering and Design, 2015, 34(4): 937-940. (in Chinese)
- [11] 曾国林, 傅秀芬, 吕占德. 异构数据库集成中间件的设计与实现[J]. 计算机技术与发展, 2011, 21(3): 83-86.
ZENG Guolin, FU Xiufen, LYU Zhande. Design and realization for heterogeneous database integration middleware [J]. Computer Technology and Development, 2011, 21(3): 83-86. (in Chinese)
- [12] STEVENS W R. TCP/IP 协议详解卷 1: 协议 [M]. 范建华, 胥光辉, 张涛, 等, 译. 北京: 机械工业出版社, 2014.

作者简介:



党琦 (1972—), 男, 陕西富平人, 1994 年于西北大学获学士学位, 2006 年于西北工业大学获硕士学位, 现为高级工程师, 主要从事计算机网络、应用软件技术等方面的研究;
Email: dangqifuping@163.com

苟茹君 (1971—), 女, 陕西西安人, 高级工程师, 主要从事遥测信号处理及应用软件技术研究;

吴涛 (1986—), 男, 陕西长武人, 工程师, 主要从事测控网运行管理及计算机应用技术研究;

董广然 (1976—), 男, 河北唐海人, 工程师, 主要从事计算机应用软件技术研究。