

# 飞行试验实时监控管理系统软件设计与实现

山 寿, 常永亮, 霍朝晖, 聂瑶佳, 黄晓波

(中国飞行试验研究院, 西安 710089)

**摘要:** 飞行试验实时监控是飞机试飞的重要环节, 监控大厅是实施实时监控的重要场所; 为了提升飞行监控大厅实时监控效能, 我们自行研发管理软件, 通过软件相关技术实现了飞机相关实时监控资源管理、网络负载与局域网管理、安全机制、SD-LAN 技术研制与应用; 通过此软件也解决了传统纸质化管理方式约束力差以及监控人员对个人监控职责不清楚而无目标监控的问题, 另外由于监控人员经常来自国内不同的单位, 指挥员在监控过程中遇到问题很难及时落实到具体监控人员, 采用此软件后指挥员可以实时查询当前型号飞机各个专业监控人员的情况, 并及时与之沟通交流, 更好地完成试飞任务; 本系统通过一段时间运行, 各项技术指标达到预期目的, 实时监控管理、网络管控系统等并行运行稳定、清晰。

**关键词:** 实时监控系统; SD-LAN 技术; 数据库; 网络负载监控

## Design and Implementation of Flight Test Real-time Monitoring Management System Software

Shan Shou, Chang Yongliang, Huo Zhaohui, Nie Yaojia, Huang Xiaobo

(China flight test institute, Xi'an 710089, China)

**Abstract:** Flight test real-time monitoring is an important part of aircraft test, and the monitoring hall is an important place to implement real-time monitoring. In order to improve the real-time monitoring efficiency of the flight monitoring hall, we have developed a set of management software by ourselves. Through the software related technology, we have realized the development and application of aircraft related real-time monitoring resource management, network load and LAN management, security mechanism, sd-lan technology. The software also solves the problems of poor binding force of traditional paper-based management and unclear personal monitoring responsibilities of the monitoring personnel without target monitoring. In addition, because the monitoring personnel often come from different units in China, it is difficult for the commander to implement the specific monitoring personnel in time in case of problems in the monitoring process. After using this software, the commander can query the current model of aircraft in real time. Monitor the situation of each professional and communicate with them in time to better complete the flight test task. The system runs for a period of time, all technical indicators achieve the expected purpose, real-time monitoring management, network management and control system and other parallel operation is stable and clear.

**Keywords:** real time monitoring system; sd-lan technology; database; network load monitoring

## 0 引言

飞行试验实时监控是飞机试飞重要环节之一, 监控大厅是实施实时监控的重要场所。大厅由遥测前端、实时数据服务器端、数据显示客户端三大部分组成, 合理管控三部分协调工作, 才能高质量、高稳定性的完成飞行监控任务。

飞行试验实时监控管理系统软件实现对监控大厅局域网网络、联网设备、实时监控人员状况、数据接收客户端、型号画面的命名与路径的统一、一键客户端软件布控、对指定客户端密码与权限更改、杀毒控制、系统更新、当前单位与专业的统一、实时监控人员签到、岗位职责和实时监控手册管理与浏览、监控大厅各项管理制度提示、飞行

监控相关资料管理等多项功能。通过数据库将相关信息进行统一管理。并对各类与飞行相关信息积存, 便于管理人员、相关监控人员进行时间段式具体信息分析。

飞行试验实时监控管理系统软件能实时对监控大厅局域网网络、联网设备等实时状态进行管控, 确保实时大数据量在网络中稳定传输。

对参与每架次的监控人员管理也是有效保证顺利监控的先决条件之一。参与实时监控的指挥员、课题主管、安全监控主管、相关配套单位负责人等组成了完善的飞机试飞实时监控团队, 每次实时监控试飞地面指挥员对实际监控相关人员是否到位、是否准备就绪等情况并不是很了解, 致使有的监控架次有紧急处理情况咨询相关专业人员时, 相关专业人员没准备就绪或没到监控现场现象, 造成飞行科目完成不彻底等现象时有发生。

本监控管理系统软件采用 VC 加 SQL2015 数据库开发完成, 确保了相关信息的同步存储与事后分析。监控管理系统软件基于 C/S 结构, 确保对监控大厅每台服务器端、

收稿日期: 2019-11-09; 修回日期: 2019-12-05。

基金项目: 国防基础科研资助项目(JCKY20162058006)。

作者简介: 山 寿(1987-), 男, 陕西人, 研究生, 工程师, 副主任, 主要从事飞行实时监控与事后数据处理方向的研究。

监控客户端的统一管理。

通过飞行试验实时监控管理系统软件对实时飞行监控情况、现场准备情况等的有效管理，确保飞机试飞的安全性，也极大的提升了实时监控期间的空、地及时沟通。并对整个监控大厅设备、网络状态、监控系统进行智能化管理，达到最优监控目的。

### 1 系统设计

#### 1.1 系统硬件架构

飞行试验实时监控管理系统是一个综合性的对飞机试飞实时监控、监控人员、网络状态和其他相关信息管理的系统，通过服务器端、客户端软件自定义接口有序地进行互通信，组成系统化、集成化、标准化的软件系统。该系统通过不同层面面向飞行指挥人员、飞行实时监控人员、监控大厅管理人员，为他们提供试飞监控有序管理和试飞相关资料在线查询功能，使飞行实时监控、网络管理、相关信息管理更加标准化，硬件主要有遥测前端、控制服务器、数据库服务器、客户端集群几部分组成。遥测前端主要接收天线遥测数据，控制服务器对整个大厅设备、网络、资料等的管控，数据库服务器对各类相关信息及资料存储与管理，客户端集群是监控相关人员实时监控飞行状态的设备。客户端集群与各服务器、各服务器各有一套网络连接，确保了数据接收、分发、监控的网络互不干扰。

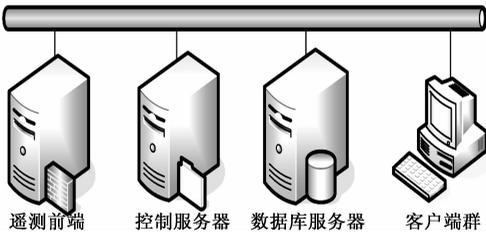


图 1 系统硬件架构

#### 1.2 服务器端软件设计

系统软件基于 C/S 模式，网络连线各局域网设备，服务器端、客户端，服务器端包括控制服务器、数据库服务器两部分，系统软件各功能模块分别实现，再通过自定义接口协议将服务器端与客户端各模块通过指令统一协调运行，达到对监控大厅各设备与软件功能的协调运行目的。

飞行试验实时监控管理系统通过各模块对实时监控系统及局域网进行管理，服务器端同客户端通过网络进行指令交互，客户端按服务器端指令完成相应功能，服务器端是整个系统软件的核心。如图 2 列出主要功能模块。

主要功能如下：

- 1) 飞机相关实时监控资源管理：对飞机相关软件及设计相关资料进行统一管理；
- 2) 监控人员管理：只有通过注册的监控人员，才可以实时监控指定给自己的飞机，监控其他飞机需要管理人员授权即可。
- 3) 监控客户端软件管理：与客户的进行网络通信，接收需要监控软件显示的参数名、参数值等，并对多个飞行

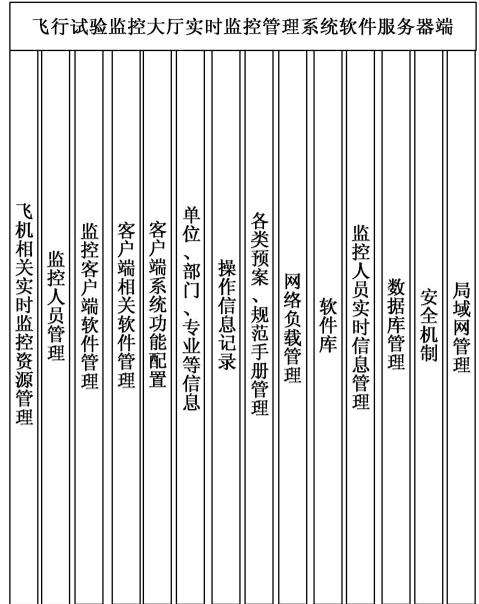


图 2 服务器端主要功能模块

实时数据源进行并行式人为请求接收。

- 4) 客户端相关软件管理：主要管理各飞机的实时监控软件，型号画面的统一管理，指定客户端实时监控软件的更新功能的实现。
  - 5) 客户端系统功能配置：对指定客户端密码与权限更改、杀毒控制、系统更新等的控制。
  - 6) 单位、部门、专业等信息：统一了当前单位、部门、专业等信息，便于分类管理。
  - 7) 各类预案、规范手册管理：岗位职责、实时监控手册、应急处理预案、各类实时监控相关规范手册，监控大厅各项管理制度提示。
  - 8) 操作信息记录：在线注册用户的相关操作信息记录，便于事后查询。
  - 9) 网络负载管理：对整个局域网网络负载实时检测、提示、优化。
  - 10) 软件库：主要是监控相关第三方软件。
  - 11) 监控人员实时信息管理：实时监控人员在整个监控时间段内相关操作信息，涵括了监控人员签到。
  - 12) 数据库管理：各功能操作、提示信息通过 SQL2015 数据库进行统一管理。
  - 13) 安全机制：对用户进行分权限管理，确保监控互不干扰性。对飞行相关资料进行分密级分专业管理，最大限度解决相关资料保密要求。
  - 14) 局域网管理：通过 SD-LAN 技术控制局域网单台电脑的数据流量，设置网络输入输出规则。查看在网电脑软件配置、硬件配置、软件安装信息、注册表信息、进程及后台服务信息、定时或立即关机。
- #### 1.3 客户端软件设计
- 飞行试验实时监控管理系统客户端全部基于 Windows 系统平台，客户端软件通过 SQL2015 客户端与 SQL2015 服

务器端交互数据库自定义表信息、数据实现各项功能, 如图 3 所示。

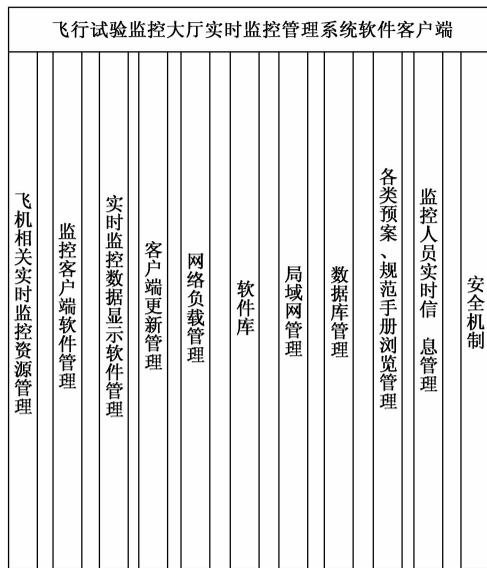


图 3 客户端主要功能模块

数据表。7 张数据库表如图 4:

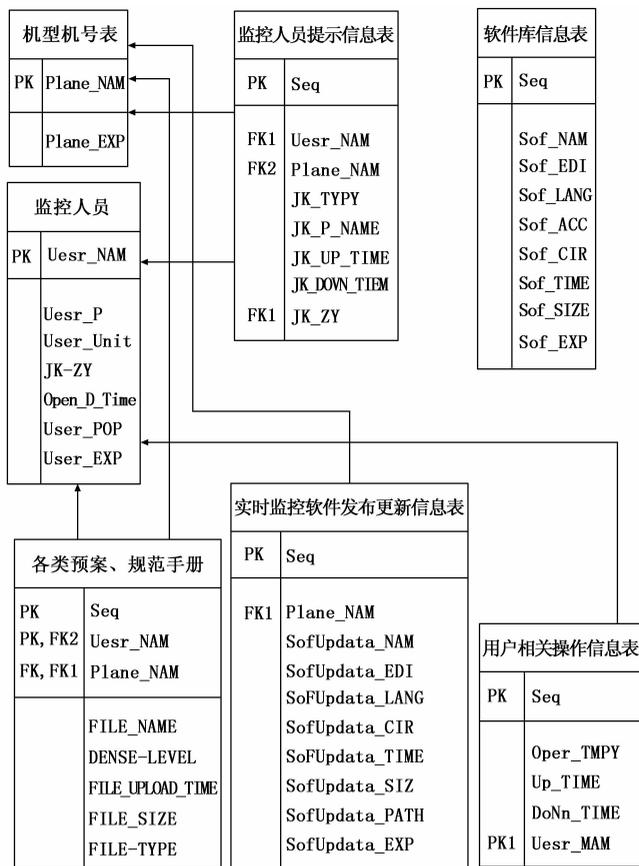


图 4 监控管理系统数据表结构图

主要功能如下:

- 1) 飞机相关实时监控资源管理: 与服务器端“飞机相关实时监控资源管理”功能对应, 在客户端只有在线浏览功能。
- 2) 实时监控数据显示软件管理: 主要实现在客户端实时显示飞行参数值、飞行航迹显示、实时视频播放等软件的管理。对应服务器端的“监控客户端软件管理”功能。
- 3) 客户端更新管理: 对客户端软件、各机型实时监控软件的在线更新管理, 包括服务器端软件在客户端本地存放路径的选择、命名等功能。对应服务器端“客户端相关软件管理”。
- 4) 网络负载管理: 同服务器端“网络负载管理”一起对整个局域网负载检测、优化等管理。
- 5) 软件库: 显示服务器端“软件库”中第三方应用软件, 可在客户端本地下载应用。
- 6) 局域网管理: 同服务器端“局域网管理”一起实现整个局域网管理功能。
- 7) 数据库管理: SQL2015 数据库客户端相关功能。
- 8) 各类预案、规范手册浏览管理: 对应服务器端各类预案、规范手册可在客户端浏览, 没有下载权限。
- 9) 监控人员实时信息管理: 相应权限的监控指挥人员可对某型号在线监控人员进行浏览查询。
- 10) 安全机制: 同服务器端“安全机制”一起对用户进行分类管理, 确保监控互不干扰性。

### 1.4 数据库表设计

数据库各表的设计主要满足目前需要、有利后续增减的原则设计。优化表结构提高数据安全性和降低数据冗余, 对数据一致性和可维护性、完整性控制、并发控制也进行了严格控制。飞行试验实时监控管理系统数据库创建 7 张

- 1) 机型机号表: 存储试飞飞机相关信息;
- 2) 监控人员表: 存储实时监控人员的信息;
- 3) 监控人员提示信息表: 实时在线监控人员信息;
- 4) 软件库信息表: 第三方软件或飞行控件等信息;
- 5) 实时监控软件发布与更新信息表: 监控软件发布与更新相关信息;
- 6) 用户相关操作信息表: 所有注册人员的相关操作信息;
- 7) 各类预案、规范手册表: 将各类预案、规范手册等相关资料存入数据库, 便于在任意客户端查阅。

## 2 系统实现

### 2.1 服务器端

飞行试验实时监控管理系统服务器端通过 SQL Server2015 对各类表信息进行统一管理, 数据传输与各指令信息通过组播、TCP/IP、FTP 进行交互, 组播进行实时飞行数据传输, TCP/IP 进行各指令控制信息交互, FTP 进行飞行相关资料、软件等信息下载或互传。如图 5 为系统软件所用网络协议组成。

控制服务器是整个系统的核心, 控制指令的发出与接收、数据库的管理、各类信息的管理等都由控制服务器端服务器软件实现。

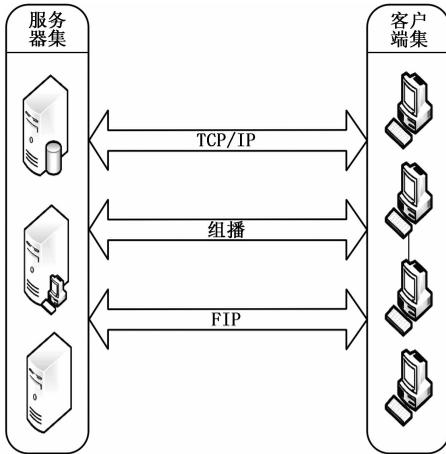


图 5 服务器端与客户端网络通信协议图

服务器端主要实现了 14 个主要功能，通过本地加网络实现，各类信息数据的存入、备份等在本地数据库实现，网络负载管理、局域网管理通过本地加客户端共同实现。

## 2.2 客户端与服务器端交互

客户端与服务器端的指令控制交互，为了达到最优网络应用，在服务器端与客户端网络通信方面尽量不用实时通信模式，客户端或服务器端有请求指令再启动相应通信模式，服务器端或客户端按指令协议完成相应的操作。

网络负载管理是系统的核心功能之一，利用实时飞行网络包数据、控制指令集，建立覆盖整个监控大厅局域网通信链路、网络各设备、重要飞行相关信息服务等的全局监控大厅实时监控模型，按制订工作流程组织功能与操作，实时反映整个局域网的实时状态与性能。

服务器端、客户端、遥测前端服务器、在网其他设备共同组成整个局域网的网络链路，通过软件对网络负载、网络性能、网络时延等信息进行实时监控，各信息在实时监控控制服务器端软件实时显示，及时发现局域网出现的问题并精准定位网络故障点，可以人为排除故障或通过算法自动排除故障，最大限度减少网络不可用时间，提高网络实际应用效率。最大限度保证飞行关键时间段网络的流畅应用。以上功能均通过实时监控管理系统的 SD-LAN (Software Defined LAN) 技术实现，SD-LAN 即软件定义内网，是将 SDN 技术应用到局域网场景中所形成的一种服务，这种服务用于连接企业内部网络、数据中心、云服务。这种服务的典型特征是将网络控制能力通过软件方式“云化”，将网络管理智能化。

通过 SD-LAN 技术在飞行试验实时监控管理系统中的应用，确保对无关网络包的限制，保障网络通畅。采用 SD-LAN 技术，确保整个网络低时延，使整个网络应用更加透明，整个网络管控自动化、智能化。真正做到局域网管理可以秒级精准定位和分析网络链路故障，真正做到可以控制局域网单台电脑的上网带宽，设置网络出入规则，实时对私自入网设备的管控。查看在网电脑软件配置、硬件配置、软件安装信息、注册表信息、上网信息、定时或立

即关机等功能。

安全机制对监控某个型号飞行的各专业，进行分类分权限管理，确保监控互不干扰性。对飞行相关资料进行分级分专业管理，资料分三级，最高级只有相关主管、飞行指挥人员、型号总师可以查阅，一般人员只有查阅第三级资料权限，最大限度解决相关资料保密要求。

## 3 系统应用结果与分析

软件在我院监控大厅实地开发，各功能模块通过实际飞行数据验证，确保每个模块功能正常实现。SD-LAN 技术研制是本系统的难点之一，SD-LAN 是将 SDN 技术应用到局域网环境中所形成的一种服务，这种服务的主要特点是将网络控制能力通过软件方式实现，使网络应用有一定的可感知能力。通过 SD-LAN 技术的应用，可以随时增加网点对原有局域网无明显影响。系统软件在我院监控大厅实际应用期间，对多机型进行实时监控应用，监控指挥人员、型号总师、课题相关监控人员对整架次监控质量都有明显的提高，查询相关资料也更加快捷简便，通过对整个网络的管理，切实优化了整个局域网的性能，确保了实时监控的正常执行。表 1 是系统主要功能模块长时间运行结果统计。

表 1 主要模块运行状况

主要功能模块	功能是否正常
网络负载与局域网管理	正常
安全机制	正常
签到	正常
监控在线人员信息	正常
实时监控资源管理	正常
D-LAN 技术	正常
数据库	正常

## 4 结束语

飞行试验实时监控管理系统通过基于 C/S 架构的遥测前端、服务器端、客户端软件，实现对局域网的管理、网络负载均衡管理、实时监控人员在线状态管理、飞行资料安全管理机制、更新与版本发布管理、飞行资料安全管理机制、更新与版本发布管理、各类预案与规范手册浏览管理、监控客户端软件及相关软件的统一管理、实时监控数据显示软件等管理、飞行相关信息等通过数据库统一管理等功能。极大的提升了飞行实时监控系统的效能，使实时监控指挥员在开飞前了解现场相关专业人员的配备与准备情况，监控大厅管理人员可以实时了解干预网络运行、负载状况，实时查看整个网络设备运行状况。了解飞行资料和实时监控软件安控是否符合相关规定。

本系统通过一段时间运行，各项技术指标达到预期目的，各功能模块并行运行稳定，清晰。

下一步，将进一步完善此系统功能，升级 SD-LAN 功

(下转第 90 页)