

doi: 10.7690/bgzd.2014.08.008

海上测控任务指挥显示优化策略及应用

王华, 刘冰, 薛倡新, 刘焕敏

(中国卫星海上测控部技术部, 江苏 江阴 214431)

摘要: 针对现阶段海上测控任务指挥显示系统存在的不足, 提出一种集数据、图形和状态结构显示为一体的智能化显示策略。首先设计了指挥显示优化策; 其次详细阐述一种基于状态控件的策略实现方法, 并举例设计和开发几种典型的状态控件, 将状态码控件应用于具体的数据显示, 最后通过实例对优化策略的实现进行详细的演示和验证。验证结果表明: 该方法能形象直观地表现全局性关键信息, 加强对航天器遥外测信息异常状态的实时分析及预警显示等控制, 为同类系统建设奠定技术基础。

关键词: 指挥显示; 优化策略; 状态控件; 实时数据驱动; 预警显示

中图分类号: TJ03 **文献标志码:** A

Strategy and Application of Command and Display Optimization in Maritime Tracking and Controlling Mission

Wang Hua, Liu Bing, Xue Changxin, Liu Huanmin

(Technology Department, Satellite Maritime Tracking & Control Department of China, Jiangyin 214431, China)

Abstract: For the shortage of commanding display system in the maritime tracking and control tasks now, the article presents a set of data, graphics and state structure display strategy for the integration of intelligence. Firstly this article is designed to optimize the command display policy; secondly elaborate strategy to achieve a method based on the state of the control, and the design and development of several typical example of state control, the status code controls applied to specific data, and finally through the optimization of examples conduct a detailed implementation strategy presentation and validation. Validation results show that the method can show to visualize critical information globally, strengthen the real-time analysis of the abnormal state of spacecraft telemetry information and warning display control, lay the technical foundation for the construction of similar systems.

Keywords: command and display; optimization strategy; state control; real-time data driving; pre-alarm displaying

0 引言

导弹、航天器飞行试验, 是一项十分庞大而又复杂的实时测控任务。先进的指挥显示系统可及时了解目标飞行状况、参试设备状态和工作进展情况, 保证指挥决策的高实时性和高可靠性。现阶段海上测控任务的指挥显示系统, 由于职责和承担任务的不同, 其指挥显示的侧重点不尽相同, 实时的指挥显示信息仍以数据表格、文字和态势图为主, 显示方法传统、单一, 不够形象直观; 数据显示智能化程度不足, 对测控任务中出现的异常和隐形故障无法迅速判断和解决, 因此研究指挥显示的优化策略, 提高指挥显示的质量和水平, 向指挥控制人员和总体专业技术人员, 提供形象、直观、可靠以及智能的飞行试验信息, 全面掌握试验任务的综合信息。

1 指挥显示优化策略设计

以往的指挥显示方法主要以数据、表格、文字和态势图的形式对航天器遥外测信息进行实时的解析和显示。为了有效提高指挥显示的质量, 笔者提

出了优化显示策略, 可以形象直观地表现全局性关键信息, 加强对航天器遥外测信息异常状态的实时分析及预警显示等监控, 是集数据、图形和状态结构显示为一体的智能化显示, 如图 1 所示。

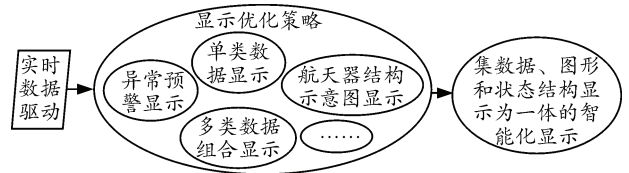


图 1 显示优化策略示意图

由于单类信息的显示已经比较成熟, 笔者不再讨论。下面按照飞行时序和飞行阶段, 主要研究了以下 3 个方面。

1.1 组合显示策略

组合显示策略是指突破以往航天器测控信息单类数据监视显示的方法, 将相关联的 2 类或者多类测控信息进行优化组合显示的策略。重点表现全局性的总体信息和对关键阶段的信息监控, 以更形象、直观和丰富的方法进行测控信息的指挥显示。

收稿日期: 2014-02-10; 修回日期: 2014-03-20

作者简介: 王华(1977—), 女, 河南人, 硕士, 高级工程师, 从事方向指挥显示、软件系统架构及数据库应用研究。

举例如下:

策略 1: 火箭飞行总体情况显示。

显示要素: 火箭飞行时序三维视图+飞行时间+理论特征点信息+实测特征点信息+实时飞行状态标志;

策略 2: 测控站跟踪信息显示(体现全局的各测站搭接跟踪情况)。

显示要素: 飞行时间+跟踪测站+理论跟踪弧段(外测)+实测外测曲线(仰角、径向速度和径向距离);

策略 3: 火箭调姿状态显示。

显示要素: 火箭调姿过程三维视图+飞行时间+理论姿态信息+实测姿态信息+实时飞行状态标志。

1.2 异常预警显示策略

异常状态的实时分析和预警显示, 重点对遥外测信息的监控, 体现箭上、船(星)上测控数据的状态, 是数值显示为主的智能化显示手段。笔者研究的异常数据分析判断的模型包括以下几种:

1) 域值判定方法^[1], 是一种常见的异常判断方法, 很多常见的设备, 通常都有固定的正常值范围, 通过对正常值的判断, 进行初步异常分析。在航天测控任务中, 通过航天器遥外测数据给定的正常值范围, 进行该参数的状态判断和显示; 该方法适用于数值显示的遥外测数据。

2) 基于规则判断方法, 在航天器的遥外测参数中, 有部分参数以文字的方式显示更直观, 采用基于规则判断的方法, 通过 IF...Then...语句将数值转换成文字, 通过文字直接告警显示, 此该方法适用于状态显示的遥外测数据。

3) 趋势分析判断方法, 又叫比较分析法或者水平分析法, 总体上分 4 大类, 即纵向分析法、横向分析法、标准分析法和综合分析法^[2-3]。它是通过对航天器遥外测数据进行分析比较, 尤其是将 1 个时期的遥外测数据和另一个或几个时期的遥外测数据相比较, 以判断航天器的各部件运行状况和演变趋势变化等情况。在指挥显示系统中, 运用趋势分析判断方法通过判断航天器的遥外测参数, 对潜在的、渐变的故障提前做出分析和鉴别, 重点分析监控发射段火箭轨迹, 在轨段航天器卫星参数的变化规律、部件的性能变化趋势, 如果发现有不正常的变化趋势, 则可以针对该异常部件涉及的全部遥测参数进一步做出详细的全面分析监控, 确认该部件是否出现了性能的先期衰落^[4]。

在指挥显示中, 具体应用策略如下:

策略 1: 火箭遥测信息实时状态分析和预警显示, 该显示能自动判断火箭遥测工程参数的状态, 根据总体文件预设置该参数的正常值范围, 实时进行该参数的状态判断和预警显示。

策略 2: 航天器遥测信息实时状态分析和预警显示, 该显示根据图形化的控件, 预设置该参数的正常值范围, 实时接收数据自动进行状态判断和预警显示。

1.3 平面结构示意图显示策略

实时遥测数据驱动的平面结构图的图形化显示, 是对航天器运行状态, 内部构造的分系统和部件状态的形象直观的状态监控方法和手段。可形象直观地反映航天器状态, 可迅速、直观地进行状态判断、问题查找和故障定位。

航天器内部结构原理图可以根据需要进行概化或者细化, 比如单个子系统原理结构图可以概化, 概化显示重点部件状态; 反之关注单个部件可以将细化原理结构图, 体现部件细节状态。

2 策略实现

2.1 实现方法

笔者提出的显示优化策略, 其实现方法有多种, 但为了提高软件的可复用性和可扩展性, 通过比较分析, 采用多媒体技术和图形化状态码控件的方式进行实现。其实现过程为:

1) 根据航天器内部构造特点, 开发相应的控件进行状态显示, 比如温度、压力和开关控件等;

2) 利用多媒体技术, 绘制立体的航天器内部构造图或者形象直观的示意图;

3) 将控件和对应的图形结合起来, 利用实时数据进行状态监控。

2.2 状态控件设计

根据上述的数据显示规则和优化策略, 笔者设计了几个具有代表性的图形化控件进行演示验证。如图 2 所示, 分别包括了对应的属性和方法^[5-6]。

1) 温度控件和码表控件, 可实时数据驱动状态显示, 可设置量程、正常值和异常值范围, 具备异常告警机制。

2) 开关控件, 可预设置开关条件, 实时数据驱动其状态显示。

3) 状态标志控件, 根据设置条件和显示效果, 实时数据驱动状态显示。

4) 原码转换器控件, 可设置正常值和异常值范围, 实时数据驱动显示、无效码屏蔽及异常数据的颜色告警机制。

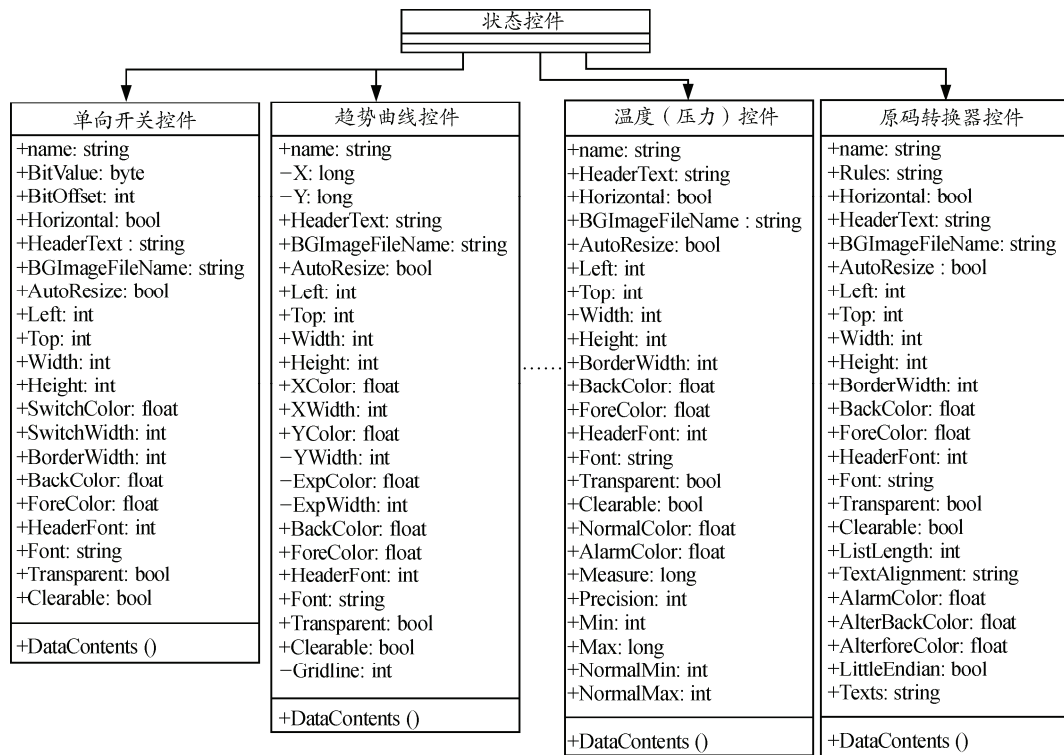


图 2 状态控件设计

5) 趋势分析控件, 在要求的一个或多个时间范围内, 实时数据驱动绘制对应的趋势图, 可实现已有数据与实时数据的对比分析。

3 验证方法

3.1 验证平台

如图 3 所示, 依托某型号任务平台, 进行开发和试验。

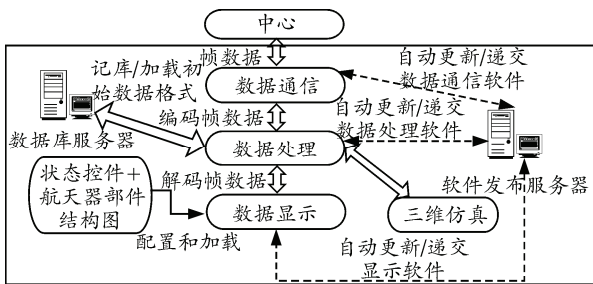


图 3 验证的软件平台

1) 在 C#.NET 下开发状态控件, 与型号任务软件接口一致;

2) 将状态控件加载到监视显示系统的数据显示子系统中, 进行数据显示页面设计和数据配置;

3) 利用数据重演软件和某实战数据, 进行任务实战数据重演, 验证优化组合显示策略。

3.2 验证结果

文中的验证结果, 其数据均经过处理, 非任务实测数据。

1) 多类信息融合的总体或关键信息的组合显示使用验证。

① 火箭姿态图形化显示。

如图 4 所示, 该显示的优化体现在利用图形化的码表控件, 实时监控火箭姿态信息的状况, 并且利用趋势分析控件实时监控火箭姿态的态势, 及时发现异常, 辅助决策。

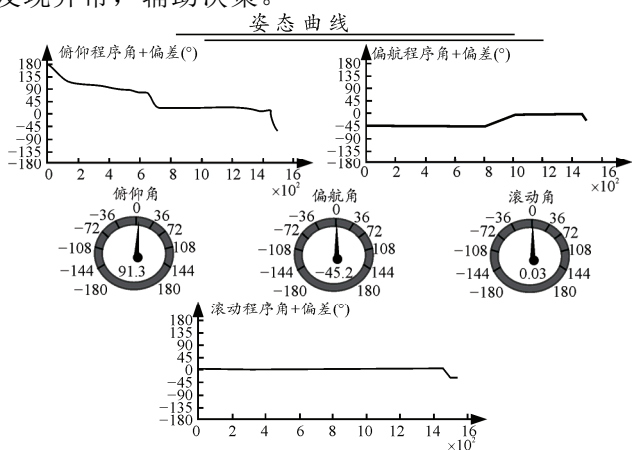


图 4 火箭姿态曲线

② 测量船测控任务搭接显示。

测站测控任务搭接显示, 可以全局性掌握各测站测控任务实施情况, 航天器发射测控任务, 三级二次后的测量船两船搭接任务较多, 这种组合显示便于在测控弧段内对测控情况综合比较分析, 有效改善了以往单站外测数据显示的单一性和综合分析效果差的情况, 如图 5 所示。

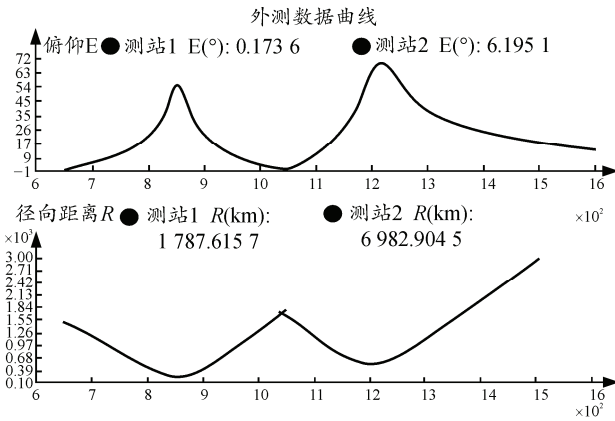


图 5 外测数据曲线

③ 航天器返回段显示。

航天器返回段非常重要，有很多关键动作，决定是否成功着陆。如图 6 所示。通过返回段的关键过程状态图和状态标识控件，实时监控各关键控制点和返回器状态是否准确和正常，有效提高指挥显示的内容和质量。

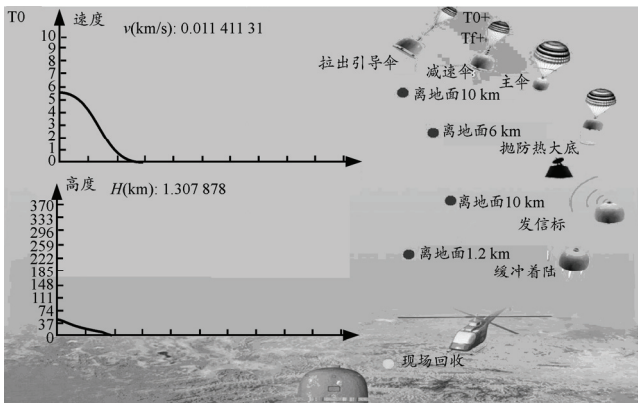


图 6 返回段跟踪显示

2) 异常状态的实时分析和预警显示验证。

如图 7 所示，这是箭遥工程参数的数据列表显示模型，根据总体文件设置参数正常值范围，接收实时数据遥测数据，通过域值方法，判断数据状态，如在实测值一栏中，异常值和正常值分别用不同颜色显示，序号 4 的实测值为无效值不显示，其显示由遥测数据实时动态刷新显示。

箭遥工程参数				
序号	参数名称	理论值	装订值	实测值
1	主发动机压力(MPa)	-1~+8	7.5	-0.1
2	分机喷嘴前压力(MPa)	0~±10	-9.98	-9.96
3	偏航输出电压(V)	0.1~0.4	0.36	-0.01
4	应答机锁定(V)	0~±10	-4.32	

图 7 箭遥工程参数显示

3) 平面结构图形实时驱动状态监控显示验证。

某型号发动机主要部件的结构示意图，如图 8 所示。其中包括压力状态控件、开关状态控件和状

态标志控件，压力状态控件具有异常状态的显示和预警功能；开关控件根据实测参数标识为闭合或者断开状态；状态标志控件示意各子发动机当前喷气或未喷气状态。

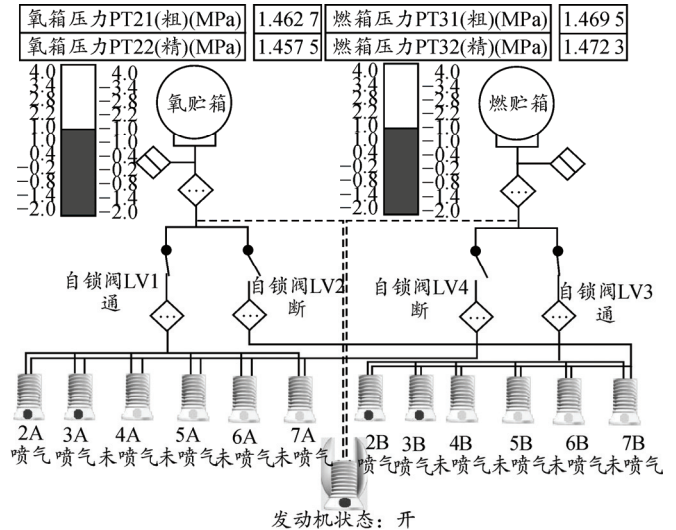


图 8 航天器某发动机状态监控

4 结束语

笔者提出的优化组合显示策略可以形象直观地表现全局性关键信息、加强对航天器遥测信息异常状态的实时分析及预警显示等监控，是集数据、图形和状态结构显示为一体的智能化显示，采用图形化状态控件是一种有效的实现方法，也为今后同类系统建设奠定了可靠的技术基础。多类信息融合的总或关键信息的组合显示，取决于信息的组合策略和显示方法；异常状态的实时分析和预警显示，其发展方向是研制专门的故障诊断专家系统；基于平面结构示意图的显示，是对飞行器运行中，内部构造的分系统和部件状态的形象直观的状态监控方法，其实现前提是必须有真实、准确的飞行器内部结构原理图和解算丰富的飞行器遥测数据。

参考文献：

[1] 徐福祥. 卫星工程[M]. 北京: 中国宇航出版社, 2002: 213-215.
 [2] 郭小红, 徐小辉, 赵树强, 等. 开展航天器故障诊断及趋势分析工作的建议[J]. 载人航天, 2007(2): 56-59.
 [3] 邢晓辰, 蔡远文, 程龙, 等. 基于故障树的目标航天器在轨故障定位[J]. 兵工自动化, 2013, 32(10): 71-75.
 [4] 王巍巍, 彭梅, 刘百麟, 等. 趋势分析法在卫星在轨管理中的应用[J]. 航天器环境工程, 2012, 29(4): 454-457.
 [5] Jeff Prosis. Microsoft. Net 程序设计技术内幕[M]. 北京: 清华大学出版社, 2004: 179-192.
 [6] Robert Martin. Agile Software Development-Principles, Patterns, and Practices[M]. 北京: 清华大学出版社, 2003: 36-43.