

基于信息化系统的运载火箭测试流程管理分析

杜伟 张婷婷 杨远成

(首都航天机械有限公司)

摘要：现有运载火箭测试流程中，有大量的状态检查需要通过状态检查确认表格进行统一管理，表格化的管理方式也存在相应的缺陷。因此，基于系统平台架构理念，采用系统工程理论和方法，在全局上对信息化系统的组成、技术体制、数据资源、网络结构、管理体制等进行综合设计，提出测试管理的措施及建议，形成指导性、规范性和操作性强的信息管理方案。

关键词：信息化系统；运载火箭；测试流程

前言

结合各型运载火箭的特点、不同测试流程的特点及不同发射场的工作特点，对测试流程进行精细化再造，并梳理为电子版表格。通过流程梳理分解，搭建出更加规范、清晰的运载火箭信息化测试流程(含状态检查确认表格及测试数据记录表格)。航天测试流程有其独有的工作特点:多系统多岗位协同作业、工作项目串并行交替开展、工作场地前后端同步进行、工作协调关系错综复杂、时间跨度相对较长，并要求所有系统、岗位协调一致，操作、测试、检查等各项工作一丝不苟，确保万无一失、稳妥可靠，不允许由低层次错误引人发射失利的风险，从而确保发射成功。因此，以信息化形式指导测试过程的每一个具体环节，对流程进行分解细化，关注流程中的每一个工作项目的细节，对每一步操作都有明确细致的要求，各岗位只要“按章办事”即可确保“第一次就把事情做对”，解决各岗位试验测试流程中存在的流程冗长多余、要求模糊、测试数据价值没有得到有效挖掘等突出问题。

运载火箭信息化测试流程管理系统提升航天测试过程的质量管控水平，实现流程的精细化应用，可面向不同的参试人员，解决不同岗位人员在测试工作中的不同需求，让所有岗位人员在其中找到自己“所需的流程”，使管控层、协调层、执行层3个层级人员各司其职;解决流程中项目的逻辑问题，明确各工作项目之间的串并行关系;解决流程的落地实施问题，确保流程能实际指导现场工作，具有可操作性、实施性。

1. 具体操作步骤

结合型号测试流程信息化功能需求，采用交互式电子手册(IETM)技术研制基于信息化的运载火箭测试管理系统。系统将测试流程数据通过网页手段发布在内网上，设计人员可以通过内网直接访问网页进入到系统中，根据自己的测试岗位来获取对应权限范围，使用系统提供的查询、下载等功能获得测试流程信息。以C-PAD为载体，最终实现一个集资料、数据、信息知识为一体的综合应用信息系统，该系统通过对使用人员的身份确认及对现场技术资料的工程化管理，实现测试过程的电子化、标准化和无纸化。根据操作终端、服务器端和数据管理端功能需求，基于信息化的运载火箭测试管理系统设计如图 1.1 所示。

2.1 硬件架构

(1)服务器端

服务器端负责测试中所有的数据存储和管理，测试中任务的编辑、上传、下载在服务器端可以修改，主要包括测试任务、设备信息、测试记录数据、故障库、技术文件等信息。

(2)操作终端

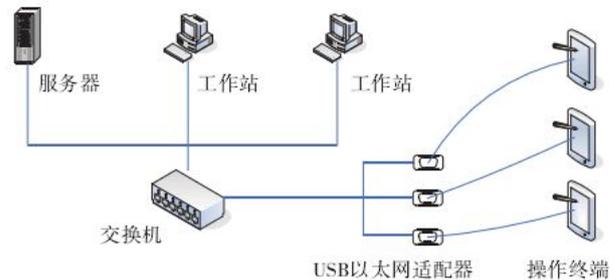


图 1.1 基于信息化的运载火箭测试管理系统架构

本系统操作终端选用为PAD，由测试人员持有，测试人员使用账号登陆，系统将根据账号所分配权限自动进入任务。系统设置管理员权限，实现对测试文件离线更改操作。测试管理终端软件支持无网络运行，在数据下载与上传时连接网络，测试操作界面基于标准测试记录表单，保证测试数据记录的效率与准确性。

系统从功能设计上分工明确，覆盖对测试任务的安排、测试流程的开发、测试任务的发布、测试过程的执行、测试数据的采集和数据的上传存储整个测试流程的管理。

2.2 软件架构

(1)用户功能

用户功能的意义是为系统用户提供一个功能全面的访问、查询、下载数据的人机交互界面。

(2)浏览功能

浏览页面是用户登入到系统之后的首页面，为方便用户查找相关表格、快速使用查询、比对等功能，浏览页面提供2种表格浏览方式。

(3)目录索引浏览

使用目录树一进入用户所在型号任务的岗位，浏览相关表格，并进行加入比对、加入下载、预览等操作。当用户点击不同的任务岗位时，主页面分不同的标签页显示当前的任务岗位，方便用户进行操作。在各个确认表栏目内，提供预览、加入下

载、加人比对等功能。

(4) 引导式浏览

点击快捷图标进入各个功能模块,快速进行查询、比对、统计等操作。在点击图标之后,系统会弹出选择框,引导用户进行搜索范围、比对表格选择、统计范围等信息的确认。

(5) 比对功能

目前,测试流程管理系统返回的表格文档内容主要有数值型和确认型 2 种类型。经过对文档的整理,需要进行测量并填写数值的项目在总表格中所占比重约为 10%,并且部分文档需要同时填写数值与确认。

数据比对功能可以提供不同的表格之间的属性比对,用户可以在查询功能页面或浏览页面点击表格后的加人比对按钮,将文档加人到比对列表中,或者通过文档比对功能引导页面逐项添加需要比对的文档,用户可以在比对功能引导页面上自主添加不同型号、任务、岗位的文档。无论用户是在搜索等页面点击的加人比对,还是在引导页面添加的比对文件,最终都会在比对功能页面上显示。

(6) 统计功能

用户可以点击页面上部的统计功能按钮进入统计功能页面,该页面会显示对型号、任务、系统、岗位的表格确认信息的统计,包括该测试人员参与的任务、各个任务下分别是什么岗位、在各个岗位已经完成了多少任务以及还有多少表格没有完成。

在测试流程中基本做到岗位人员上岗操作人手一个 PAD,提高了测试操作的正确性及测试质量管控的精细化程度,取得较好的应用反馈,为发射任务的顺利开展和圆满成功提供了有力保障。通过 C-Pad 电子化检查确认系统,建立了型号通用型测试信息化管理体系,利用交互式操作终端实现了操作与记录表格的电子化及信息化,从而规范了测试管理流程,提高了测试效率,降低了低层次质量问题发生的频率,为提升精细化管理水平发挥了一定的作用。

2.3 用户角色设定

该系统区分用户权限,对不同用户赋予不同职责及权限。

(1) 超级管理员

具备所有权限,其他人员的权限由超级管理员设置,可以参与所有型号的设计和管理工作。

(2) 管理员

具备本型号全部数据的查看权限,只能参与指定型号的设计工作,具有型号属性。

(3) 系统指挥

具备全部流程的查看权限及对本系统内部所有数据的修改权限,只能参与指定型号的设计工作,具有型号属性。

(4) 岗位人员

具备全部流程、部分岗位人员岗位作业书的查看权限,具

备本岗位所有数据的修改权限,只能参与指定型号的设计工作,具有型号属性。

3. 实施的效果分析

3.1 提高总体的抓总能力

该系统可深入到系统内部、岗位内部,明晰工作项目之间的底层逻辑关系,掌握每一个基本工作单元的操作和检查要点,并可迅速实现对历史数据的提取和分析。

3.2 提供经验知识库支撑

通过对基本工作单元、基本技术状态的细致梳理和精细化设计,该系统可实现经验知识的积累,促使隐性知识显性化、显性知识系统化、系统知识共享化,从而形成知识资产,达到快速培养新人、有效传递高密度发射任务中积累的发射场知识、经验的目的,促进航天人才快速成长,为航天发射连续成功提供知识库支撑和工具平台保障。

基于信息化系统的运载火箭测试流程管理系统利用交互式操作终端,实现操作与记录表格的电子化、信息化,规范了测试管理流程,提高了测试效率,建立了型号通用型测试信息化管理系统,达到了工作流程更加清晰、质量管控更加有力、测试操作更加精细的效果,确保一次就把事情做对,使得工作质量与资源利用效率更高。

参考文献:

- [1] 郝琦,边旭,李皓伟,续堃.基于信息化系统的运载火箭测试流程管理改进[J].航天工业管理,2022(04):55-57.
- [2] 廖梁兵,李军.航天外测安全系统快速测试发射控制系统设计[J].电子元器件与信息技术,2022,6(03):4-6.
- [3] 钟文安,张俊新,李智斌,朱良平,晏政.某大型运载火箭测试发射流程优化策略[J].导弹与航天运载技术,2021(05):85-88+116.
- [4] 王雨萌,孙兆牛,连盟,田建宇,陈振华.适应低温火箭发射的长征五号系列运载火箭测发控架构[J].导弹与航天运载技术,2021(03):26-30.
- [5] 郑国昆,苏娟,吴齐才,杨之江.基于 OPC 技术的运载火箭地面设备测控系统架构研究[J].计算机应用与软件,2020,37(11):18-21.
- [6] 李刚,金志超,韩峰.长三甲系列运载火箭测试发射控制技术[J].导弹与航天运载技术,2019(04):68-75.
- [7] 汪东军,罗亚锋.运载火箭一体化综合测控技术研究[J].计算机测量与控制,2019,27(06):31-35+49.
- [8] 于大海,袁杰,白亮,向军,丁景义.主机控制软件在测发控系统中的应用研究[J].计算机测量与控制,2019,27(04):102-105.