

# 综合试验信息与数据管理分析浅论

## Analysis of Comprehensive Test Information and Data Management

方焕辉 李翔宇 张志瑶 陈缙萦 赵月

Huanhui Fang Xiangyu Li Zhiyao Zhang Tiying Chen Yue Zhao

北京航天自动控制研究所 中国·北京 100854

Beijing Institute of Aerospace Automatic Control, Beijing, 100854, China

**摘要:** 新一代航天项目研制、批产呈现出高度集成化、海量测试数据、测试流程异常复杂等新的特点。目前控制系统测试的各类试验信息与数据管理方法存在大量信息采用原始的纸质记录方式、单点信息孤岛难以打通、试验测试信息的数据格式、处理软件多样等问题,对综合试验信息与数据的管理进行优化势在必行。论文通过建立业务模型、精益化流程再造,单点模块的深度信息化,建立基于业务流程的数据信息链,通过强化试验把控、深入数据分析等措施对综合试验过程进行全方位的能力提升,完成信息与数据管理的转型升级,提升试验过程质量和生产力水平。

**Abstract:** The development and batch production of the new generation of aerospace projects present new features such as high integration, massive test data, and extremely complex test process. At present, there are many problems in the various test information and data management methods of control system testing, such as a large amount of information using the original paper recording method, the difficulty of getting through the isolated island of single point information, the diversity of data format and processing software of test information, etc. It is imperative to optimize the management of comprehensive test information and data. The paper establishes a business model, lean process reengineering, deep informatization of single-point modules, establishes a data information chain based on business processes, improves the comprehensive test process in all aspects by strengthening test control, in-depth data analysis and other measures, completes the transformation and upgrading of information and data management, and improves the quality and productivity level of the test process.

**关键词:** 航天型号; 控制系统; 综合试验; 信息与数据管理

**Keywords:** aerospace type; control system; comprehensive test; information and data management

**DOI:** 10.12346/etr.v4i11.7331

## 1 引言

信息与数据是人工智能发展的“三驾马车”之一,是数字航天宝贵的资源和财富、是智能生产线建设的基石。2015年以来,中国先后出台了《中国制造2025》《促进大数据发展行动纲要》等战略规划和政策,明确提出促进先进信息技术与工业实体的融合,正式拉开了中国工业经济向数字经济转型的序幕。随着科研生产能力的提升,建设数字航天、推动航天数字化产品、数字化研制、数字化管理和数字化产业的协调发展。综合试验过程产生大量信息和数据,对其管理、分析、利用是一大难题。为此转变传统试验信息和数据

管理模式,采用新的管理工具、分析方法提升信息数据管理效率和质量,具有重要意义。

## 2 发展情况

洛克希德·马丁公司致力于推动传统的以报告和文档为中心的工程管理模式向以数据模型为中心的工程管理模式转变,近年进一步深化提出了“数字织锦”计划,将复杂的装备系统设计、制造、运营和保障等全面地交织起来,构建覆盖企业全业务领域,数据高度集成,各学科建模和仿真高度紧密耦合的新一代数字化设计制造体系。波音公司向基于

【作者简介】方焕辉(1981-),男,中国黑龙江北安人,硕士,高级工程师,从事控制系统研究。

数据模型的工程数字化转型,为供应链、生产链、顾客整个工程和研发系统建立数字生命周期,利用数字孪生技术对其进行全域感知和运行监测。西门子公司建立了业务层、执行层和控制层三层数据信息管理体系。其中,业务层定义了企业管理所需的相关业务活动,各种资源,制定生产计划,确定库存水平和确保物料按时传送到正确的地点进行生产。

中国企业依据试验业务流,分为定义管理、调度管理、设备运维、物料管理和质量管理等模块,将人、机、料、法、环、测各项资源通过基于业务流程的数据链条高效地整合起来。构建了一个快速反应、有弹性、精细化的生产制造环境,能在统一平台上集成诸如生产调度、产品跟踪、质量控制、故障分析、网络报表等功能,通过基于业务流程的数据链管理来实施完整的闭环生产<sup>[1]</sup>。

### 3 试验数据现状分析

近年来随着型号任务的激增,研制、试验周期的大幅缩短,很多传统的数据管理手段已经逐渐不能适应我们快速发展的需求,暴露出很多短板。

#### 3.1 大量信息采用原始的纸质记录方式

工艺文件目前均为纸质文件,工作现场查询和指导操作不方便,文件的更新和迭代也不很及时。质量跟踪卡、各种检查表单、履历书也均为纸质文件,文件页数多,不方便装订,容易散页,容易丢失,且存在填写不及时的情况,不能对试验过程实时有效控制。同时归档相对困难,信息的可追溯性差。产品设备的交接、流转也均为纸质记录,依靠人员手动汇总统计各型号产品齐套和流转情况,再转化为电子文档,信息离散、效率低下。

#### 3.2 单点信息孤岛难以打通

针对控制系统测试环节来说计划任务、工艺文件、过程记录、产品齐套、检验记录、质量问题信息、任务执行情况均为单点孤岛信息,依靠工作日报、周报、试验报告等形式来进行数据和信息的整合和传递,在测试过程中不能将这些信息以数据链形式高效便捷的连通,不能第一时间将各种数据反馈各相关方,不能将人、机、料、法、环各项资源有效整合、自动排程、动态调配。

#### 3.3 试验测试信息的数据格式、处理软件多样

通过对各型号试验数据的基本情况进行调研和统计,各型号的数据种类、数据格式、单套测试数据量、数据检索、判读、分析软件,主要有以下特点:

①新研型号数据量激增,单套集成测试上百 Gb 的数据量,型号服务器存储压力巨大,经常面临着数据存不下、数据找不到、数据格式多等问题。

②数据处理软件各型号不统一,根据战略、战术、运载各领域主要有 Orange、Matlab、Excel、灵云等软件,数据下载、解析、查询、判读的工具方式也千差万别,不利于数据资源的有效整合、统一管理形成合力,不利于推动自动判读和数

据的深度分析应用。

总的来说数据的管理“多、散、乱、弱、断”,利用率低下,没有为设计改进和经营决策提供更加便捷有效的支撑<sup>[2]</sup>。

## 4 试验数据管理方法

### 4.1 试验数据管理框架

航天控制系统综合试验过程涉及大量试验信息和数据,包含测试、计划排产、质量管控等各方面,论文首先梳理试验信息和数据管控中存在的问题与不足,针对目前试验信息与数据管理的短板问题,采用建立业务模型、精益化流程再造,单点模块的深度信息化,建立基于业务流程的数据信息链,强化试验把控、深入数据分析等措施对综合试验过程进行全方位的能力提升,完成信息与数据管理的转型升级,提升试验过程质量和生产力水平。

### 4.2 试验数据定义

航天型号控制系统集成测试过程中的信息与数据包括人员、物资、场地、环境、工艺管理、计划排产、过程质量控制、试验测试信息等整个批量生产过程全要素的数据和信息。

①人流信息:一般包含测试人员、工艺人员、检验人员、数据判读人员、设计师、军代表等人员的基本信息;

②物资信息:物资一般包含产品、设备、工装三大类,物资信息为产品的交接、入库、存储,设备的计量、流转、使用率,工装的维护、管理等信息和数据;

③场地信息:包含测试场地面积、供配电情况、接地情况、安全责任人等信息;

④环境信息:包含试验室和库房温度、湿度等基本信息;

⑤工艺管理信息:一般包含型号工艺路线、工艺规程和临时工艺文件等的签署、流转和使用,以及工艺版本的管理等信息;

⑥计划排产信息:一般包含型号任务甘特图、试验日志等计划执行情况信息;

⑦过程质量控制信息:一般包含质量跟踪卡、检验记录、多媒体记录、履历书、质量快报、举一反三情况等信息;

⑧试验测试信息:一般包含试验结果、判读结论等数据信息。

我们将这些基于航天控制系统测试业务流程的信息和数据统称为集成测试的全要素数据,这是一个较为广义的数据概念。这些数据一般可以分为结构化、非结构化和半结构化三类。

### 4.3 数据系统建设过程

需要以业务流程来驱动信息化建设,用业务流程将数据孤岛串联起来,构建贯穿产品入库、检验、测试、评审、交付等集成测试批生产全流程的结构化、分布式信息数据链,实现人员、工装、物资、场地、试验数据等生产要素的信息化管理,具体可分为四个阶段。

#### 4.3.1 建立业务模型、精益化流程再造

综合试验是我们的工作核心业务,以集成测试业务为例

梳理优化业务流程,建立特性工序和共性工序,并行部分共性工序,将脉动式生产方式的理念融入集成测试流程精益化中来,提升批产效率。

将整条业务流程工序化,每个工序的全部工作转换为若干张表单,将大量离散的、非结构化的集成测试过程数据结构化、半结构化。总结起来就是两点:业务流程化,工序表单化。

#### 4.3.2 单点模块的深度信息化

针对梳理出的业务流程,将其核心单点深度信息化,具体操作为:

①检验图像的自动记录,将检验信息有效地整合入数据库,检验信息与产品信息、批产发次自动关联、自动存储;试验结果数据以某型号为试点初步实现的统一的存储、管理和归档,并与多媒体记录、检验信息和配套信息动态关联,实时同步。

②工艺方面积极构建电子工艺规程和电子质量跟踪卡,尝试将工艺与过程记录整合,解决测试现场工艺文件查看不及时,操作记录不完善的问题。

总结起来就是:边用、边改、边优化,不断迭代,把单点做扎实。

#### 4.3.3 建立基于业务流程的数据信息链

依托高新楼封闭式管理项目,用业务流程将单点信息孤岛串联起来,尝试初步建立批产过程全要素数字化体系,实现现场人员、设备、产品、任务、环境、场地资源等各个方面的有机整合。

因此控制系统集成测试进行数据分析转型是大势所趋,全面掌握这些测试中产生的数据信息,充分利用这些信息分析挖掘,鉴定乃至预测装备性能指标是一个重要的发展方向。需要进行以下能力的提升:

- ①开展控制系统综合试验数据包络方法的优化;
- ②开展控制系统综合试验渐进性故障分析方法的优化;
- ③开展控制系统综合试验数据横向对比能力的提升。

根据控制系统的结构特点和功能的层次性,建立数据“健

康诊断”系统,针对控制系统数据量大、参数类型多、变化复杂的特点,系统级自主健康管理实现对产品质量的检测、诊断与评估。进一步依托健康诊断和智能维护系统,完成参数的获取、数理统计、数据包络、参数横向对比、自动生成判读报告等功能,提供核心数据的健康状态的建模推演能力,对初步诊断结论进行全局决策和统一调度。完成控制系统级的故障诊断和综合评估。实现产品健康状态监测、故障快速决策、制定预防性维护策略。为对型号的研制和批产的决策进行有效的支撑<sup>[3]</sup>。

## 5 结语

通过建立业务模型、精益化流程再造,单点模块的深度信息化,建立基于业务流程的数据信息链,强化试验把控、深入数据分析等措施,实现对试验信息与数据有效管理,解决传统试验信息与数据管理存在的记录方式不便,整理归档困难、信息数据保存分散,难追溯查询,没有充分分析利用等问题。建立适用于多品种、变批量的生产信息与数据分析管理系统。以生产数据驱动计划排产,优化各项资源动态配置,实时反馈库存量、生产进度、故障信息等关键生产信息要素,形成以数字化生产流程、数字化生产环境、数字化生产资源为基础的工业物联网,实现全过程信息流与业务流程的深度融合。依托综合试验数据分析管理中心对各型号的综合试验数据资源进行统一管理、分析、应用,通过对多维度数据的深度分析,实现对综合试验结果的监控与评估,对型号的研制和批产的决策进行有效的支撑。

## 参考文献

- [1] 熊焕.国外军工产品研发模式发展趋势浅析[J].航天工业管理,2013(3):27-28.
- [2] 张宝珍.国外军工试验与测试技术发展动向分析[J].计算机测量与控制,2009,17(1):1-4.
- [3] 李金兰,刘佳,张婵.美国四大军工企业导弹武器装备及技术发展动态分析[J].飞航导弹,2017(7):56-61.