



遥测系统非电量测量设备的故障分析及排除方法

孙 靖 王 东 杨晓明

(首都航天机械公司, 北京 100076)



摘要: 遥测系统是运载火箭测试及飞行过程中的数据测量部分。其工作正常与否, 可直接影响测试数据的判别结果。遥测系统参数主要由电量类参数与非电量类参数组成。本文主要介绍了非电量测量设备的故障显现形式、故障分析、排除步骤、常用方法及注意事项等。供出厂测试人员参考。

关键词: 遥测系统; 非电量测量; 故障排除

Malfunction Analysis and Counter-measures of Non-electrical Quantity Measurement Equipment in Telemetry System

Sun Jing Wang Dong Yang Xiaoming

(Capital Aerospace Machinery Company, Beijing 100076)

Abstract: Telemetry system is a part of launch vehicle which is used for data measuring during the testing and flight moment. The working state would affect the discrimination result of measured data directly. The parameters of telemetry system consists of non-electrical quantity parameter and electrical quantity parameter. This paper introduces the forms, the analysis, the counter-measures and the points to attention of malfunction in non-electrical quantity measurement system, which can be consulted in delivery testing.

Key words: telemetry system; non-electrical quantity measurement; counter-measures

1 引言

遥测系统是运载火箭测试及飞行过程中的数据测量部分, 主要由箭上设备、检测设备、测控设备部分组成。该系统具有装箭产品繁多、系统构成复杂等特点。遥测系统箭上设备由非电量测量设备、电量测量设备、传输设备、供配电设备、箭上电缆网等组成。完成非电量信号的敏感、变换及电量信号的变换, 并对变换后的信号进行采样、编码、调制和传输。

其中, 非电量测量设备包括敏感过载、振动、噪声、冲击、压力、温度、流量、转速、液位等非电量信号的传感器及相应配套的变换器, 最终输出电信号。因非电量测量设备种类多、数量多等多种因素, 一旦出现故障分析与排除工作较为困难, 通过多年的

实际工作经验, 总结出比较有效的方法, 希望能够为出厂测试中此类问题的排除提供有益参考。

2 非电量测量

2.1 工作原理

按照遥测系统通常的分类方法, 将参数物理量的类型分为电量类参数和非电量类参数两大类, 其中非电量类参数包括: 压力、温度、角度、过载、转速、振动、冲击、噪声、流量等。其主要工作原理为, 遥测系统箭上设备通过各类传感器、变换器将所需测量的各种物理量转换成符合一定规范要求的电信号, 该电信号幅度大小的变化, 反映了对应物理量的变化, 两者间一般都呈线性关系; 然后经采集、编码、调制

后通过无线电波发往地面站，地面站经接收解调、数据处理后还原成相对应的物理量。

2.2 系统特点

非电量测量设备使用的测量仪器主要为各类传感器、变换器，由于数量多且分布部位广、仪器精密小巧、信号导线细长，很多仪器和电缆均进行了各种防护，并且安装部位不易操作等，这些特点均导致了故障概率高和故障排除困难。

3 故障的显现形式

非电量类参数测量由遥测系统独立进行，因此出厂测试过程中，遥测系统产品接收、分系统测试阶段即可对非电量测量设备工作状况进行检查，其故障的显现形式如下。

a. 外观检查：通过产品接收时对其外观检查，可以发现外观损伤、插头插接错误或插接不到位、导线断损等故障（进行各种防护的部分除外）。

b. 导通绝缘检查：通过导通绝缘检查可以判定出配电系统、仪器信号地与外壳绝缘值是否满足技术要求。

c. 遥测起始电平、全帧数据：遥测系统打印的起始电平、全帧数据，可直观反映出非电量测量设备的工作状况，通过数据判读可以发现工作故障。由于起始电平、全帧数据只是一帧采集的数据，判别时应充分考虑误码因素。

d. 热敏记录：热敏记录在遥测系统中作为遥测数据的实时和事后数据记录，各系统所关注的缓变参数均被编入热敏记录中，热敏曲线反映了参数分层值随时间连续变化的趋势。其中部分参数为非电量类参数。

4 故障的分析

4.1 故障现场处理

测试过程中出现故障时，应在确保无技安隐患的情况下，保持原有测试状态，采集故障信息，便于开展故障分析工作。故障信息的采集应全面、准确，尽可能地采取各种有效记录手段。

4.2 故障分析

综合故障现象、数据，按照从简单至复杂思路进行分析，逐一建立假设故障点并予以验证。根据遥测系统工作原理，并结合实际工作经验，总结出以下故障

分析步骤。

4.2.1 确认测试状态的正确性

测试中发现故障时应首先对测试状态的正确性进行确认，测试状态包括：状态更换是否符合技术文件要求、测量仪器（含导线）外观是否存在损伤、插头插接正确性、地面设备使用正确性等。特别是对于初始状态测试正常而测试过程中发生故障的情况。

4.2.2 确认故障单点/多点模式

根据故障现象、数据，结合系统工作原理图，分析确认故障为单点或多点模式。对存在多点故障的模式，应考虑公共接口部分故障，例如换流器电源模块、多信号汇总输入输出插接件等。

4.2.3 复校故障参数数据处理的正确性

遥测参数数据处理需用处理公式及对应的数据库，由于每件传感器、变换器特性差异，因此每发火箭测试前均需要对照产品证明书完成对参数处理公式录入及数据库的建立工作。参数数据可能因数据库的错误而表现为故障信息，为此应首先复校故障参数数据处理的正确性。

4.2.4 排除信号误码

由于遥测系统数据经采集、变换、编码、调制发射，通过无线电波发往地面站接收，电磁环境较为复杂，容易受到干扰产生信号误码。因此，应对故障参数数据进行综合分析予以确认，排除信号误码因素。

4.2.5 确认故障参数测量仪器的供电电压是否正常

通过地面控制台测量数据或箭上各级换流器电源模块供电电压，确认该故障参数测量仪器的供电电压是否正常。

上述因素均排除后，可以初步定位仪器存在的故障，应按照故障参数信号的测量路径制定排查方案，逐一排查，直至确认故障点。根据系统特点和测试经验，传感器、变换器的单机故障发生概率较高，应考虑首先作为排查重点。

制定排查方案前，可以通过建立故障树的方法，梳理排查思路，确定检测参数及实现手段，为排查方案的制定打好基础。

5 排查方案

排查方案的制定是排查中非常重要的环节，合理、优化的方案将决定排查过程的准确性和高效性。

排查方案的内容以故障分析为基础，细化成具体操作步骤。制定时应注意以下几点。

a. 充分考虑变化状态后带来故障不复现的可能性

测试排查中会出现因状态变化导致故障现象不复现,给故障定位工作带来困难,因此尽可能少的改变状态,同时考虑采取有效的确认和监控手段。

b. 可操作性和产品安全性

排查方案中涉及操作时综合产品结构和系统仪器分布、防护等,充分考虑操作人员的可操作性,同时对产品的安全风险进行适当评估。

c. 选用测量仪器

排查中可能使用测量仪器进行检测,因系统工作原理使用测量仪器时应考虑对产品安全性的影响。通常首选万用表、数字电压表等,如需使用示波器、记录仪等仪器,应选用具有电池电源和隔离功能的型号,确保产品安全。

在排查方案中应明确技术状态、测量点及使用仪器,需观察、记录的现象和数据,便于过程中实施。排查方案制定后做好准备工作。

6 排查过程

排查过程是方案具体实施阶段,应严格按排查方案进行,认真检查技术状态,正确操作,准确观察现象并记录测量数值。出现新问题时应重新进行分析,如需要可重新制定排查方案。

根据故障具体情况注意以下几个方面的工作:

a. 第一状态的确认

排查过程中产品需进行状态更换时,应先对外观(含电缆、插接件等)进行认真确认,无异常后再进行插接件插拔,插拔后立即对插头、插座进行内部检查,确认正常后继续下一步操作。第一状态的确认还包括测量仪器、转接盒等使用前的确认。

b. 多余物的检查和控制措施

接插件首次拔开时注意对多余物的检查,如有条件可使用白布在下方接取确认等。对暂不插接的插头、插座应采取防护措施。

c. 操作人员及产品安全保证措施

操作人员操作时应针对实际情况,采取有效措施保证人员及产品安全,如测量仪器防护、转接盒固定等。

d. 故障定位后复查确认

故障定位后应复查排查过程中的状态、操作和测

量数据,确认其正确性,必要时可进一步进行相关验证工作。

7 常用排查方法

a. 外观查看法

通过对仪器的外观检查,直接发现测量仪器(含导线)外观损伤、插头插接错误。

b. 直接测量法

使用测量仪器测量导通绝缘、输入输出信号等,判定装箭仪器工作是否正常。

c. 模拟信号输入法

在仪器输入端通过模拟信号源加入模拟信号,对输出端的输出信号进行检测,判定其工作是否正常。

d. 互换法

将相同型号仪器的输出信号交换传输通道进行测试,判别仪器本身或传输通道环节是否存在故障。

e. 单元测试法

对仪器进行单元测试,判定仪器技术指标是否满足设计要求。

f. 备份挂测法

使用备份仪器挂接在产品上进行测试,判别仪器本身或传输通道环节是否存在故障。

需要注意的问题:

a. 选用方法时应结合故障的实际情况,并遵循简单到复杂、状态变化最少的原则;

b. 某些方法选用前应确认仪器供电工作正常,避免因该故障模式再次损坏仪器;

c. 串接转接盒时应考虑对测量结果的影响因素。

8 结束语

非电量测量设备的故障模式虽然较多,但是经过总结归纳可以发现其中很多分析、排查方法是相通的。为提高测试人员排除故障的能力,建议平时在以下几个方面多进行学习与总结。

a. 对系统、单机工作原理深入学习,吃透技术;

b. 故障分析时应综合相关信息,并注意彼此相联关系;

c. 每次排查后应进行认真总结,逐步提高故障分析和排除的能力;

d. 建立故障信息库,供以后排查时借鉴。