

# 航空专用测试设备校准问题的研究

赵航

(上海飞机设计研究院科技质量部,上海 200436)

Research on Calibration of Aviation Special Test and Measurement Equipment(T&ME)

Zhao hang

(Technology & Quality Management Department of SADRI, Shanghai 200232, China)

**摘要:**简要介绍了航空专用测试设备的概念,在计量、校准中遇到的问题以及解决问题的途径。

**关键词:**航空专用测试设备;校准;参数溯源

**【Abstract】** The concept of aviation special test and measurement equipment (T&ME), common problems encountered in their measurement and calibration, as well as approaches to deal with these problems are briefly described in this paper.

**【Key words】** Aviation Special Test and Measurement Equipment (T&ME); Calibration; Parameter Traceability

## 0 引言

在飞机地面系统综合试验中,诸如液压、飞控、航电等系统,其测试内容广泛、参数众多,涉及许多通用和非通用测试设备。如何保障这些设备的检定、校准工作顺利进行,这对于国家量值的准确传递、试验数据的准确可靠及飞机的安全性能等都起着至关重要的作用。随着测试设备的不断更新及试验内容的不断扩充,将会有更多的测试设备投入到飞机地面系统综合试验中去,其中,航空专用测试设备的校准问题就显得格外突出和重要。

## 1 航空专用测试设备的定义

根据《国防科技工业专用测试设备计量管理办法》(2002年6月1日起实行)的规定,国防科技工业专用测试设备是指为保证国防科技工业产品符合技术指标和性能要求,在科研、生产、服务过程中,用于质量控制、性能评定、产品验证而专门研制或配置的非通用测试设备。航空专用测试设备,顾名思义,是专用于航空科研、生产、服务过程中,用于质量控制、性能评定、产品验证而专门研制或配置的非通用测试设备。

## 2 飞机系统综合试验中专用测试设备使用的现状分析

在某型飞机地面系统综合试验中,液压、飞控、航电等系统均采用了众多航空专用测试设备,这些

设备具有参数多、范围大、量程宽、精度要求高等特点,其综合性、系统性和飞机行业的专业性特点都非常突出。许多测试设备既是测量系统,又是控制系统,有的甚至作为试验系统的一部分,起到连接件的作用。这些专用测试设备大多应用各种传感器(压力、流量、角度、力),并配备专用模块、通道,且大多为多通道、多量程,加之各种总线技术的应用,使得这些航空专用测试设备比以前的只具备单一测试功能的设备技术更为先进和复杂。

## 3 飞机系统综合试验中专用测试设备面临的校准问题及实例

通用测试设备,相对性能比较单一,技术指标也比较明确,可依据国家颁布的各种检定规程对其进行检定。专用测试设备则不同,很多专用测试设备涉及的计量参数众多,通常涉及几何量、力学、电学、无线电、热学、时间频率等众多专业。尤其是专用测试设备的系统化集成趋势越来越明显,以计算机系统为中心,配备各种测试软件,与系统的硬件组成了复杂的测试系统。这就给专用测试设备的校准带来很大的难题。如何确定参数、如何对这些参数进行量值的溯源,整体参数校准问题更是显得格外突出。

下面,以某型飞机系统综合试验中的“液压附件检测试验台”的校准问题为例进行说明。

按照试验部门提供的技术文件看,该液压附件检测试验台主要用于某型飞机液压附件性能的测试与评估,其用途主要有以下几个方面:

(1)实现对某型飞机液压系统主要附件的功能和性能检测;

(2)在某型飞机批生产过程中,能够对液压主要部件进行的性能指标测定、功能状态评估、故障原因分析等提供帮助,提高系统调试和排故效率;

(3)在试验过程中积累的大量检测数据可为后续型号的设计优化提供参考。

其中,被测元附件主要技术参数如下。

(1)EDP 主要参数:

额定压力  $P_{额} = 3\ 000\text{psi}$ ;

额定流量  $Q_{额} = 21\text{gpm}$ ;

额定转速  $n_{额} = 5\ 319\text{rpm}$ ;

最低转速  $n_{min} = 800\text{rpm}$ ;

最高转速  $n_{max} = 6\ 000\text{rpm}$ ;

转向:逆时针(面向 EDP 输入轴)。

(2)ACMP 主要参数:

额定压力  $P_{额} = 3\ 000\text{psi}$ ;

额定流量  $Q_{额} = 3.7\text{gpm}$ ;

额定转速  $n_{额} = 7\ 700\text{rpm}$ 。

(3)PTU 主要参数:

额定压力  $P_{额} = 3\ 000\text{psi}$ ;

额定流量  $Q_{额} = 7.9\text{gpm}$  (马达侧),  $Q_{额} = 5.3\text{gpm}$  (油泵侧)。

(4)刹车控制模块 DBCM 主要参数:

控制电流  $0\sim 30\text{mA}$ ;

工作压力  $3\ 000\text{psi}$ 。

该设备液压系统具有自循环清洗功能,且经自循环清洗后油液固体颗粒污染度不得超过 NAS1638 中的 6 级标准。

通过上述指标分析,该设备可测试参数包括油颗粒度、压力、流量、转速等,这些技术指标只是针对这套设备的被测试对象而言的。可是,作为一套独立的测试系统,该套设备的整体指标缺失,测量范围不明确,对参数的测量精度也不明确。也就是说,用这套设备进行上述指标测量时,设备自身的测试精度能达到什么级别?传感器、板卡、通道都存在误差,即设备本身存在着不确定度。这些不确定度相互影响,在测量指标时需要合成,不同的传感器、不同的板卡、不同的通道,组合起来产生的合成不确定

度是不同的。至于选用哪种型号的传感器、板卡、通道,是由设备承制方为对应设备测试精度而选配的。也就是说,选用了这些传感器、板卡、通道,组合起来的合成不确定度应该能够满足设备使用者(试验室)给出的测试设备(试验台)的总体技术指标(主要是测试精度)。如果这些要求和指标(试验台的总体指标)不明确,将会给设备今后的验收、校准等工作带来很多影响。以验收来说,怎么确定该试验台满足设计指标?测量精度能否满足?对于校准来说,专用测试设备需要编制单独的校准规范,试验台如果没有总体技术指标,没有测量精度,校准规范怎么编?选用什么标准器?用什么测试方法去测量这些指标?专用测试设备的参数不是单一的,各个分量之间往往互相影响,因此,总体性能指标的重要性就更加突出。

#### 4 解决问题的途径探索与设想

(1)在专用测试设备研制过程中,承制方和使用方(试验室)的配合比较紧密,对设备预期需要达到的功能、用途、被测对象等指标关注的比较多。但由于对计量、校准工作不够熟悉等原因,往往容易忽视设备本身作为一套测试系统的整体校准问题,这就需要计量技术人员更多地参与到项目中去。从开始即介入项目,加强与研制方尤其是试验方的工作沟通,深入现场,了解设备的实际用途和使用环境,明确需计量、校准的项目及技术指标,编写与之相配套的专用测试设备校准规范,采用最合适、便捷的校准方法,配备相应的校准设备,并选配合适的计量校准人员。

(2)多组织技术交流,尤其是在航空系统内组织包括飞机制造公司、航空公司的计量技术人员有针对性地针对航空专用测试设备的校准问题开展技术交流。

(3)邀请国内外航空、计量、测试专家介绍航空技术、综合测试、总线测试、虚拟仪器的最新发展成果,使基层计量技术人员了解、掌握这些技术发展的最新动态。

相信,经过上述途径,航空专用测试设备的校准问题能得到比较圆满的解决。