

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2016.05.15

# 机载设备检测和校准需求分析研究

郑媛月, 郑保, 王静波

(中航第一飞机设计研究院, 陕西 西安 710089)

**摘要:** 检测和校准是实现机载设备性能参数的量值准确一致、保证产品质量、提升保障效率的基础, 科学合理的需求分析则是高效开展检测和校准工作的前提。现阶段由于缺乏相应的需求分析标准和指导规范, 工程中存在着检测需求不齐全、参数定义不清晰、指标要求不合理等问题。本文论述了机载设备检测和校准需求分析的内涵与现状, 提出了一种合理的需求分析方法、工作流程以及实施建议, 可直接应用于工程实践。

**关键词:** 机载设备; 检测; 校准; 需求分析; 测试不确定度比

**中图分类号:** TB9

**文献标识码:** C

**文章编号:** 1674-5795(2016)05-0055-04

## Research on Testand Calibration Requirement Analysis of Airborne Equipment

ZHENG Yuanyue, ZHENG Bao, WANG Jingbo

(The First Aircraft Institute of AVIC, Xi'an 710089, China)

**Abstract:** Test and calibration is the basis for achieving accurate and consistent measurements of performance parameters of airborne equipment, ensuring product quality and improving the efficiency of equipment support. Scientific and reasonable requirement analysis is the prerequisite for efficient test and calibration. Due to the lack of standards and guidebooks, there are many problems in the practice, such as incomplete requirement, unclear parameter definition and unreasonable index requirements, etc. This paper discusses the connotation and present situation of test and calibration requirement analysis, puts forward a reasonable method, work flow and some suggestions, which can be directly applied to engineering practice.

**Key words:** airborne equipment; test; calibration; requirement analysis; test uncertainty ratio

## 0 引言

随着装备现代化建设的发展, 高技术装备的技术复杂程度越来越高, 检测和校准是保证装备质量、实现保证成建制、成系统是形成战斗力和保障力要求的基本手段。GJB 5109-2004《装备计量保障通用要求 检测和校准》明确要求, 承制方在装备研制阶段, 需开展装备的检测和校准需求分析, 编制相应的技术文件, 并与装备的随机文件一起提交<sup>[1]</sup>。但在执行过程中, 由于缺乏相应的分析标准和指导规范, 普遍存在着检测参数分析不全、参数定义不清晰、指标要求不合理等问题, 因此如何有效开展检测和校准需求分析, 科学合理地提出检测和校准技术要求, 是机载设备研制

中亟待解决的工程技术瓶颈之一。

## 1 检测和校准需求分析的内涵与现状

### 1.1 检测和校准需求分析的内涵

机载设备的检测和校准需求是指机载设备整个生命周期中需要检测的项目或参数, 需用检测设备以及检测设备的校准设备或校准系统。需求分析就是按照一定的方法和流程对检测需求进行分析梳理, 确定检测参数信息、检测设备信息和校准设备信息, 一般过程如图 1 所示。

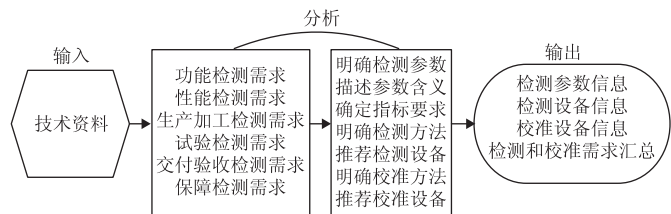


图 1 检测和校准需求分析一般过程

收稿日期: 2016-08-27

作者简介: 郑媛月(1966-), 女, 高级工程师, 工程硕士, 主要从事计量保障和计量性设计研究工作。

图1中输入的技术资料包括:机载设备技术协议书、产品规范、设计方案、设计图纸、工艺工程、检验规程、验收规范、试验任务书、试验规范、用户使用说明书、维护手册等技术文件。具体输入哪些技术资料,要根据机载设备所处的阶段和任务需求确定。

分析:根据输入的技术资料,梳理机载设备功能、性能、生产、检验、试验、保障等方面的检测需求,明确需要检测的项目或参数,检测参数的含义、来源、性质、技术指标、检测点的位置、检测依据、检测环境、检测设备以及检测设备的校准设备等内容。

输出:检测参数信息、检测设备信息、校准设备信息以及检测和校准需求信息汇总。

## 1.2 国内外现状

2010年5月12日,美国国防部颁发了由三军计量校准要求计划工作组制定的美军最顶层计量标准 MIL-STD-1839D《国防部校准和测量要求标准实践》<sup>[2]</sup>,提出“为确保系统和设备运转时的一致性和准确性,所有系统、子系统和设备的校准及测量必须具有溯源性”。该标准是在 MIL-STD-1839 的基础上,根据技术及管理的发展,依次翻新制定的, MIL-STD-1839B 于 1995 年 8 月 20 日颁布, MIL-STD-1839C 于 2000 年 11 月 27 日颁布,虽然因条件限制,未能查阅到工业部门的执行情况,但由此可见,美军早已有此方面的要求。

在我国以往的装备研制中,也有类似的工作,但由于没有明确的标准要求,工作内容只是局部的、部分的、不完整的,未能形成系统;反映在机载设备研制和使用过程中,则是遇到问题,没有预案,被动应对,常常被问题牵着鼻子走。随着 GJB 5109-2004 的发布和实施,相关要求已逐渐被列入型号研制总要求中,不仅受到军方的高度重视,也引起了型号设计、制造、试验、试飞等参研单位的广泛重视,但目前在执行过程中,仍存在许多问题,主要表现在以下几个方面:一是检测参数不齐全;二是检测参数定义不清晰;三是环境要求不明确;四是技术指标不合理;五是检测需求与检测设备、检测设备与校准设备之间缺乏对应关系等等。由此可见,开展机载设备检测和校准需求分析技术研究是一项箭在弦上、不得不发的工作。

## 2 检测和校准需求分析的划分

机载设备的检测和校准需求可划分为研制阶段的检测和校准需求以及使用阶段的检测和校准需求。研制阶段的检测和校准需求是指从 C 型件研制开始直至定型鉴定为止,机载设备在整个设计、生产、检验、

试验、定型鉴定等过程中的检测和校准需求;使用阶段的检测和校准需求是指机载设备交装后,装备在 A 检、C 检、D 检以及维修过程中的检测和校准需求。依据需求划分,需求分析也分为研制阶段的需求分析与使用阶段的需求分析,两者既有相同之处,又有不同之处,如表 1 所示。

表 1 两者的相同点与不同点

相同与不同点	分类		
	研制阶段	使用阶段	
相同点	参数定义相同	对同一参数的定义、技术指标要求相同。	
	分析要素相同	检测参数需求、检测设备需求和校准设备需求包含的技术要素相同。	
不同点	分析依据不同	依据技术协议书、产品规范、设计方案、图纸、工艺规程、检验规程、试验任务书、试验规范等技术资料。	依据用户使用说明书、用户维护手册等技术资料。
	包含内容不同	设计、生产、检验、试验、性能鉴定等方面的需求。	A 检、C 检、D 检以及维护保障等方面的需求。
	适用对象不同	承研单位	用户
	用途不同	1 用于研制过程中检测和校准的实施,控制产品质量。 2 为研保条件建设奠定基础。	用于装备定检和维护,保障装备始终处于良好技术状态。

显而易见,研制阶段的检测和校准需求分析与使用阶段的检测和校准需求分析,是两项不同的工作,绝不可相互混淆,交缠不清。

所有机载设备在研制过程中都需要有检测和校准需求,但在使用过程中则未必检测。如飞机上的静压受感器,通过感受飞机飞行时安装部位的静压压力,向大气数据计算机提供静压压力信号,在研制过程中需要检测受感器的线性度、灵敏度、重复性、迟滞、重量等参数,但交装后则不需要检测,发生故障或到寿后直接更换。有些设备在研制过程中不需检测的参数,在装备使用一定时间后需要检测,如起落架舱门等结构件的变形和裂纹等。

研制阶段的检测和校准需求分析主要用于研制过程的检测和校准的实施,控制产品的研制质量。如果在机载设备研制初期开展此项工作,并与已具备的检测和校准能力进行对比,寻找差距,还可以为研保条

件建设奠定基础。使用阶段的检测和校准需求分析主要用于装备定检和维护保障, 为用户提供检测和校准依据; 同时也可基于检测和校准需求分析, 对机载设备的保障设备进行优化, 进一步减少欠保障和过保障现象, 实现保障资源配备的最优化, 提高保障效率。

### 3 检测和校准需求分析方法

#### 3.1 研制阶段的检测和校准需求分析方法

研制阶段的检测和校准需求分析可按 C 型件研制、C 型件系统试验、S 型件研制、S 型件系统试验、S 型件首飞前试验、定型鉴定等研制阶段分别展开, 各阶段的检测和校准需求可单独管控, 也可综合管控。以 C 型件研制为例, 可按设计、工艺(含工装工艺)、检验(含工装检验)、试验等内容逐项展开, 具体方法如下:

1) 设计人员依据机载设备技术协议书、产品规范 and 设计方案等技术文件, 分析梳理产品的功能检测需求、性能检测需求, 确定检测参数信息和检测设备信息;

2) 工艺人员(含工装工艺人员)依据产品图纸、工艺规程等技术文件, 分析梳理产品生产过程的检测需求, 确定检测参数信息和检测设备信息;

3) 检验人员(含工装检验人员)依据产品图纸、工艺规程、检验规程、验收规范等技术文件, 分析梳理产品检验(含工装检验)过程的检测需求, 确定检测参数信息和检测设备信息;

4) 试验人员依据试验任务书、试验规范等技术文件, 分析梳理产品试验的检测需求, 确定检测参数信息和检测设备信息;

5) 计量人员依据上述确定的检测设备信息, 确定校准设备信息。

其中检测设备和校准设备要以承研单位既有条件为基础, 条件不具备时可考虑实施研保条件建设; 校准也可以按相关要求委外实施。

上述看似独立的各项工作, 在实施过程中, 需要设计、工艺、检验、试验和计量人员的相互协调和配合, 是团队合作和集体智慧的结晶。

#### 3.2 使用阶段的检测和校准需求分析方法

使用阶段的检测和校准需求分析要以用户使用说明书、用户维修手册等技术资料为依据, 分析梳理装备在 A 检、C 检、D 检以及维修过程中需要的检测参数信息、检测设备信息和校准设备信息。

该项工作一般由设计人员完成。其中检测参数信息要与用户资料相一致, 推荐的检测设备和校准设备应当首选通用设备, 当无通用设备时, 可考虑研制专用检测设备或校准设备; 研制专用设备时, 应同步考虑其量值溯源方案, 并编制相应的校准规范; 提交专用设备时, 要同时提交校准规范。

### 4 检测和校准需求分析工作流程

检测和校准需求分析工作流程如图 2 所示, 设计人员(或工艺、检验、试验人员)依据相关技术文件,

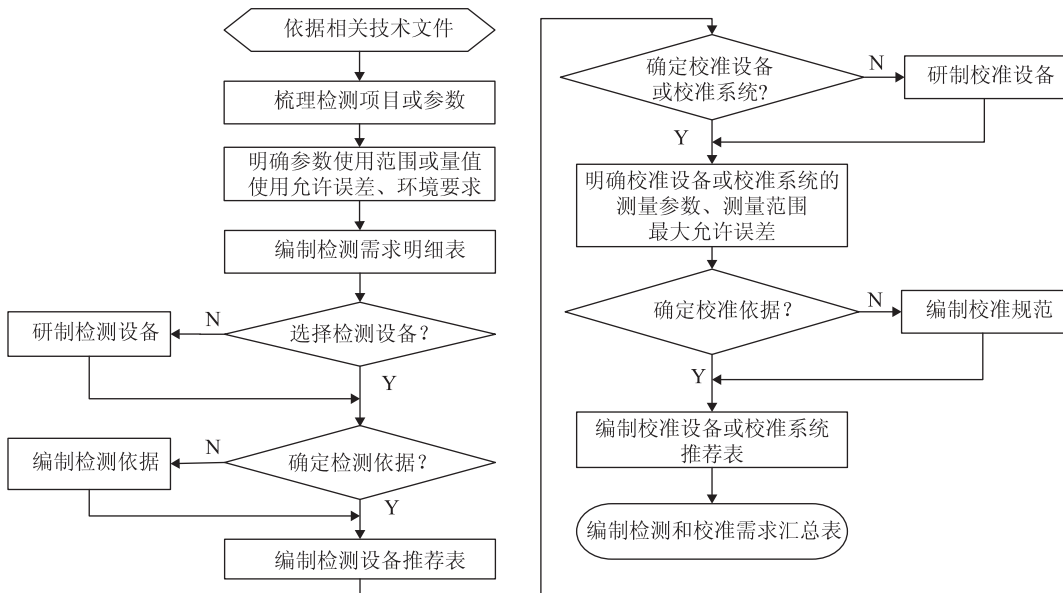


图 2 机载设备检测和校准需求分析工作流程



分析梳理需要检测的项目或参数,明确参数定义、技术指标、环境要求,编制检测需求信息表;依据确定的检测需求信息和测试不确定度比要求,分析选择检测设备,明确检测设备的技术指标,检测依据文件,编制检测设备信息表;依据确定的检测设备,按测试不确定度比和量值溯源要求,分析选择校准设备或校准系统,明确相应的技术指标、校准依据文件,编制校准设备或校准系统信息表,最终完成检测和校准需求汇总表。

一般情况下,被测参数与检测设备、检测设备与校准设备之间的测试不确定度比应满足4:1的要求;当测试不确定度比达不到规定要求时,要进行分析,说明其对检测或校准结果的影响。检测需求明细表、检测设备推荐表、校准设备或校准系统推荐表应满足对应关系,避免无需求的检测和校准,或者有需求,但因不具备条件而逃避开展工作的现象。

## 5 实施建议

针对工程实践中普遍存在的问题,提出几点建议:

### 1) 检测参数要齐全

检测参数遗漏会造成检测过程失控,甚至产品报废。特别是研制阶段,最易被忽略的参数是机载设备的安装定位尺寸。例如曾发生过某机载设备交付后,安装时由于定位尺寸错误而无法装配,导致了整件产品报废,不仅造成直接经济损失,还影响了装备的研制周期。

### 2) 检测参数定义要清晰

检测参数定义包含参数名称、含义、性质、检测点位置等内容。特别是参数的性质是静态参数还是瞬态参数,是数字量、模拟量、开关量、总线信号还是计算值、解算值,是正值还是负值等等,尽管GJB 5109-2004没有明确要求在检测需求信息表中填写此类信息,但在分析过程中一定要清晰、明确。

### 3) 检测参数的技术指标要合理

技术指标包含参数的范围或量值、使用允许误差,其中允许误差最易被忽视。不少分析者认为量值在某一范围内即可,无使用误差,更有甚者认为不允许误

差。然而勿容置疑,有测量就有误差。允许误差要求过低,达不到检测的目的;允许误差要求过高,无疑会增加检测和校准的成本,造成不必要的浪费。

### 4) 环境条件要明确

环境条件是指技术指标测量时所处的环境,一般包括自然环境、机械环境和电磁环境,不同环境条件下的检测结果都存在着差异,不可一概而论。例如在20℃的温度条件下检测合格的机载设备,到了-30℃的环境中可能就无法正常工作。

### 5) 检测设备和校准设备要适宜

对于确定的检测需求,要求全参数、全范围检测,不能因为某些参数不具备条件就不检测,某些测量范围达不到要求就缩小范围检测;确定的检测设备都必须要有相应的校准设备或校准系统,保证量值能够准确溯源。检测设备和校准设备满足相应的检测和校准要求即可,既要满足要求,但也无需要求过高。

## 6 结束语

检测和校准是机载设备生命周期中的重要环节,是保证机载设备准确、可靠、能用、好用的有效手段,科学合理地分析检测和校准需求,不仅可以为产品质量控制奠定基础,为用户保障提供支撑,而且可以提高检测和校准工作的前瞻性、主动性,减少盲目性和被动性,降低风险。该项工作的实施,对传统的产品设计思维和工作套路亦提出了挑战,要求科研人员在开展产品研制、生产、试验和保障等工作的同时,同步考虑计量保障要求,具有一定的复杂性,各方必须有效沟通和协调,协力完成,惟其如此,才能最终确保机载设备的研制质量,提升装备的战斗力和保障力。

## 参考文献

- [1] 中国人民解放军总装备部. GJB 5109-2004 装备计量保障通用要求 检测和校准[S]. 2004.
- [2] DEPARTMENT OF DEFENCE, UNITED STATES OF AMERICA. MIL-STD-1839D DEPARTMENT OF DEFENCE STANDARD PRACTICE CALIBRATION AND MEASUREMENT REQUIREMENTS[S]. 2010.