

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2015.05.16

美军标 MIL-STD-1839D 国防部校准 和计量要求校准实践

董锁利, 吕文琪

(中航工业第一飞机设计研究院, 陕西 西安 710089)

摘要: 通过对 MIL-STD-1839 组成内容、结构和功能的分析, 获得了美军以装备计量保障为目标、兼顾计量管理与技术的标准规范的设计思想, 及以军事计量手段为基础、以装备研制为主导实现装备计量保障的途径和方式, 为我国国防装备开展计量性设计理论及规范研究提供参考。

关键词: 装备; 计量; 计量保障; 标准规范

中图分类号: TB9

文献标识码: C

文章编号: 1674-5795(2015)05-0067-04

Analysis and Research for Measurement Function of Military Equipment Based on the MIL-STD-1839D

DONG Suoli, LYU Wenqi

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

Abstract: By analyzing the content, structure and function of the MIL-STD-1839, we get the design thought of the metrology standard considering both the management and technology as the goal of the measurement support of the military equipment, and get the way and means of the measurement support dominated by equipment design based on military metrology. It can provide reference for the theory and standard research of the measurement capacity design of our defense equipment.

Key words: equipment; measurement; measurement support; standard

0 引言

美国国防部于上个世纪中期, 出版了由三军计量校准要求计划组制定的第一部计量法规《DEPARTMENT OF DEFENSE STANDARD PRACTICE CALIBRATION AND MEASUREMENT REQUIREMENTS》, 国内翻译为《国防部校准和计量要求标准实践》, 编号 MIL-STD-1839。这是一份以装备计量为主体的标准规范, 用于规范武器装备从采购、研制、交付、使用维护全生命周期的计量校准工作, 确保装备的系统及设备运转时的一致性和准确性, 确保所有的系统、子系统和设备参数的校准及测量必须具有溯源性^[1]。基于这一积极意义, 我国于2004年参照此标准, 编写并颁布了 GJB 5109-2004《装备计量保障通用要求 检测和校准》, 用于为保障装备性能参数的准确一致并具有测量溯源性而实施有效的计量保障^[2]。

收稿日期: 2015-06-08

作者简介: 董锁利(1963-), 男, 高级工程师, 主要从事计量技术研究工作。

1 MIL-STD-1839 简介

1.1 历史沿革

MIL-STD-1839 是美国国防部一项具有悠久历史的关于装备计量校准的标准规范, 在1986年颁布 MIL-STD-1839 首版后, 随后的推行应用过程中进行了多次完善更新, 分别出版了1988年的 MIL-STD-1839A、1995年的 MIL-STD-1839B、2000年的 MIL-STD-1839C 及其首版解释手册 MIL-HDBK-1839A, 现行最新版本是2010年颁布的 MIL-STD-1839D 版。

以下论述以最新版 MIL-STD-1839D 为基础, 并简称 1839。

1.2 内容结构

1839 全文共分为范围、相关文献、定义、总要求、要求细则和注释6个部分, 本文把这6个部分按照功能分为核心和辅助2个大类进行论述。

1.2.1 核心构成

1839 的核心部分由范围、定义、总要求和要求细则4部分构成, 在范围一节里明确了目的和应用两大焦点问题。1839 目标直指装备, 把构成装备的系统、

子系统和设备参数作为对装备开展计量校准的对象, 并确保装备的测试、测量和诊断设备、测量所用传感器以及计量标准设备能够溯源到国家标准或国防标准为目标, 建立装备参数量值的溯源关系。在定义一节中, 1839 把对装备计量活动所关联的概念进行了规范化的描述, 包括设备层面的计量标准、计量校准对象, 技术层面的溯源性、误差的描述, 以及管理层面的计量状态和计量校准周期等概念。在总要求中给出了对贯彻本标准起核心作用的设计单位的功能及需要遵循的设计原则, 并在要求细则中给出了各个工作节点的操作规范。

1.2.2 辅助内容

1839 的辅助内容包括相关文献和注释两部分, 是对标准核心内容的补充。相关文献列出了按照本标准开展装备计量所涉及的相关文件, 这些文件并不是制定 1839 的依据之一。注释一节对本标准的应用作了辅助性说明, 提示装备管理机构在装备采购时可以直接将本标准作为引用文件, 本标准所产生的数据也必须体现在采购合同中。

1.2.3 结构关系

作为 1839 核心内容, 要求细则是标准的主体, 细则和总要求构成了密不可分的连带关系。范围和定义是标准的基础, 也是标准应用的前提条件, 相关文件涵盖了军事保障所必须的技术基础、标准设备和测试设备信息, 是完成本标准目标的支撑条件。注释仅仅是对本标准在采用过程中的一些操作给出引导性说明, 与其它章节没有关联作用。

2 规范内容分析

按照 1839 的编排顺序, 对各部分内容进行分析。

2.1 范围

范围规定了标准的服务对象, 体现了标准的可用性。在范围内标准适用, 是必须遵守的规章, 超出范围则标准就失去了本身的价值, 一般范围表现在目的和应用两方面。

2.1.1 目的

1839 的目的是“为确保系统和设备运转时的一致性和准确性, 所有的系统、子系统和设备参数的校准及测量必须具有溯源性”。本标准把所有武器装备抽象为系统或设备, 把计量的主体定位为构成装备的系统、子系统和设备的参数, 而且标准的目的是校准和测量具有溯源性。很明显美国把校准和测量、测试纳入到同一个管理范畴, 不但计量校准需要溯源, 测量同样不可避免。

2.1.2 适用范围

1839 的适用范围明确规定了其主体是“所有为确保运转正常而需要进行各种测量的系统、子系统和设备”。就目前装备的构成来看, 这是一个非常完整的广泛的界定, 任何大型装备都可以分解为系统、子系统和设备, 而小型的装备本身就是一个设备层面的实体, 可以说 1839 已经把所有的装备都纳入了计量保障的框架范围。

1839 把范围还扩充到了装备采购流程, 把标准的内容纳入到后勤保障分析系统, 并将本标准直接列为合同的附件与合同一起执行, 体现了本标准在装备采购、使用维护中的作用。

2.2 相关文献

1839 是一项针对装备计量活动的标准规范, 是为构建在军事计量基础之上的装备计量能力而制定的, 通过列举相关文献, 把本标准在制定过程中的参考文件和执行过程中的支撑文件限定在“国防部规范和标准”范围内, 比如国防部手册、各军兵种计量要求、校准设备配置、装备维修和校准说明等文件。这些文献记录的是全美军装备计量的技术体系和标准配置情况, 通过对这些文件的引用, 使本标准所规定的校准和测量要求及其实践活动, 建立在现有军事计量的基础上, 采用成熟技术提供物质和设备条件, 不但提高了标准的可操作性, 而且还能够达到降低更新保障策略的技术风险和装备保障费用的目的。

2.3 定义

为了使 1839 能够在—个广泛而庞大的军事系统中得到贯彻, 在定义一节对标准所涉及的校准与设备等概念进行了说明, 并折射出了以下信息:

1) 设备。1839 定义了保障设备、测试、测量和诊断设备及机内测试设备。其中保障设备被定义为对特定设备进行校准和维修保障的过程中使用的所有设备, 明确了维修设备的计量需求。测试、测量和诊断设备是用于判断装备潜在的故障或装备性能与技术文件的符合性^[3], 提供量值溯源功能的设备也被列入了保障设备行列。

2) 校准。在校准基本概念没有产生变化的前提下, 把每一个装备的“校准和测量要求总结”作为确保计量溯源性而必备的报告, 把校准对象、测量要求、校准设备列为报告主要内容, 为装备建立量值溯源与传递方案提供依据。

3) 设计单位。装备从设计、制造到交付使用涉及了多个行业、部门和单位, 但 1839 全文仅对设计单位提出定义, 把设计单位定义为“负责产品设计或改进

的”，是为了确保装备在研制过程中具备良好的可计量性。把对装备实施计量活动的关键环节确定为装备的设计单位，足见设计单位在装备计量保障活动中的重要性。

2.4 总要求

在 1839 的总要求一节里，把实现装备计量校准的责任主体限定在装备的设计单位，要求设计单位应当确保装备所涉及的系统、子系统和设备在整个寿命周期内。

1) 记录所有为确保系统和设备正常而精确地运行需要测量的参数；

2) 维持系统良好运行所需要的校准和测量活动都要在系统和子系统级别上完成，且应恰当地把这些工作综合到总的系统要求中去；

3) 所有的参数都应具有可达性和可测量性，用尽可能少的测量次数和时间完成校准与测量工作；

4) 所有系统和子系统的测量溯源性记录应存档。

1839 的总要求是一个非常理性化的要求，从严格意义上确定所有维持系统良好运行的参数的计量覆盖范围；但又不失灵活绕开数量庞大的设备层，把装备计量确立在系统和子系统级别上的完成形式；采用尽可能少的工作时间和次数，确保了校准过程的高效性。

2.5 要求细则

按照校准与测量的工作流程，把总要求分解到各个可操作的设计阶段。

2.5.1 系统测量参数

测量参数是开展校准与测试的基础，1839 明确了该阶段的任务是由设计单位来完成的。设计单位应当评估为确保总要求提出的“系统设备正常、精确运行，且能够完成预定任务为目标而需要测量或测试的系统、子系统及设备参数”，除此以外的参数则不在计量校准范围。以此为依据，解决了大型装备检测参数数量庞大所造成的计量需求的评估问题，排除了量值溯源的阻碍因素。

2.5.2 机内测试及机内测试设备

机内测试是智能化测量技术在大型检测设备中的应用，机内测试并不体现在设备的性能之列，它仅仅是为了在设备工作的不同阶段通过对特定参数监视、诊断，报告设备的工作状态。1839 要求必须明确机内测试、机内测试设备或者需测量测试的设备上安装的内部测量仪器的参数，以及正在监视的参数范围、准确度，包括内嵌式参照物。对于不需要确定测试、测量方法的，应通过评估并记录，从章程上保证了对装备计量的全面性。

2.5.3 系统测试点

在参数确定以后，设计单位还需要确保这些参数的测量与校准是可以完成的，校准所需要的测试点或者测试接口应该在技术资料中得以体现，这就是现在探索推行的装备可计量性的渊源。1839 还要求为完成测量与校准所配置的接口应以能对系统或设备形成的干扰最小的方式可达，尽可能降低因为测量与校准可能给装备造成的影响。

2.5.4 测试、测量和诊断设备

对装备计量校准所用的测试、测量和诊断设备，1839 给出的原则是由设计单位推荐，并保证量值溯源关系的有效性。

1) 测试、测量和诊断设备的配置

1839 中的测试、测量和诊断设备是指通过对装备进行测试、测量、评估、检查或检验，验证装备当前工作状态与技术文件符合性的过程中使用的任何系统或设备，由于这些设备是提供量值溯源的载体，装备采购单位应当确保设计单位推荐的这些设备能够满足测量参数检测的需要。

2) 测试、测量和诊断设备的保障

对于测试、测量和诊断设备的量值溯源保障设备，应当由设计单位在各军兵种计量和校准计划范围内选择。如果各军兵种校准设备或标准不能满足要求，设计单位应当明确其推荐的校准设备及标准的计量保障性。

3) 测试、测量和诊断设备的量值传递关系

推荐的保障设备应该具有被保障设备测量参数更高的准确度，并按照 4:1 的原则确定传递关系。当达不到 4:1 时，由设计单位给出一个可行的量传值，当检测参数仅仅用于激励而不代表运行状态的性能时，可降至最小值 1:1。

4) ATE

在 1839 中，专门对 ATE 提出了更高的要求。对 ATE 的校准除了 ATE 自身的工作性能外还包含了 UUT 测试、ATE 自检以及 ATE 可能使用的内嵌式校准等功能，这是 ATE 设备自身重要性所导致的。

2.6 注释

注释部分再一次阐明 1839 的作用，是“为了确保系统和设备运转的一致性和准确度而提供的一种实现校准和测量溯源性的途径”，以及标准在引用过程中的注意事项。

3 装备的计量保障作用分析

3.1 管理层的主导作用

1) 源于顶层的管理模式

自上世纪80年代起,美国军方就把计量校准与测试、测量紧密的结合在一起,成立了由国防部直接领导的计量法规研究机构,并由该机构负责编制了一系列计量法规,国防部完成最终的颁布。这个模式奠定了计量法规的权威性,对计量法规的执行起到了强大的促进作用。为了增强法规执行的操作性,配套发布了标准对应的解释手册,目的是使设计单位详尽地理解本标准^[4],以此实现三军各层对标准理解的高度一致性。从法规的制定颁布到执行监督都是由最高管理机构来运作,对装备计量工作的开展起到了强大的推动作用,事实证明美军的计量保障对装备的使用起到了不可估量的支撑功能。

2) 科学规范化的主导作用

1839从装备的采购开始就导入了计量保障的概念,采购部门把关计量需求,通过列入合同等手段明确装备的计量功能,把设计单位的职责细化到要求中,对于具有较高智能化技术的BIT及ATE设备,给出了更为详细的满足计量校准功能的设计要求。构建的以设计为装备计量保障核心的实现装备可计量的工作流程,和以军事计量基础条件为设计输入的计量环境,使得设计单位能够提交更符合使用要求的计量方案,体现了科学化的工程思想,达到了现代武器装备在最低保障费用下高效率的综合保障水平。

3.2 军事计量的基础支撑

美军建立了国防部调控、各军种具体组织实施的军事计量管理体系和完整的、分层次的计量技术体系。以空军计量体系为例,顶层是主标准器实验室,具有空军最高准确度的计量能力;次一级的精密测量设备实验室建立在各主要基地内,负责对外场测试、测量与诊断设备的计量校准;最底层的是测试、测量与诊断设备分队,负责对精密测量设备的测试、修理与鉴定工作。1839把现有军事计量作为装备计量能力设计的输入条件,奠定了新研装备的计量功能是建立在当前军事计量条件下的物质基础。即把一系列已经配置的计量标准设备作为新研装备计量方案的首选,最大限度地保证了新装备的计量保障与计量现状的结合程度,在确保计量能力的前提下,降低计量保障的投入。

3.3 设计为核心的技术能力

1839把设计单位定义为装备实现计量的关键部门,并推行设计了主导装备计量手段建立的理念。围绕设计单位,从把装备的计量需求列入采购计划,到把国防部规范及标准、各计量要求表、计量标准设备表一并列入到装备计量的设计输入,用服务于设计的工作

思路为装备计量创造条件,标准用一半以上的篇幅描述了对装备计量的设计要求,显示了设计单位在装备计量能力建设过程中的重要性。另外,从1839近两个版本的更新点可以看出,都是涉及技术进步方面的内容,突出了装备技术提升而广泛采用的BIT和ATE技术设备的校准要求。在最新版中还对测量参数与测量设备的量传关系给出了量化要求,补足了技术指标向参数溯源的依据,同时把校准延伸到了UUT,确保UUT满足互换性对技术性能的要求。

3.4 持续不断的完善能力

1839自1986年首发以后,以服务装备保障为宗旨,在近30年的历程中完成了4次更新换代,在不断成熟的基础上紧随了测试、测量技术的发展,确保了标准在长期使用过程中的有效性。通过吸收设计反馈建议,完善标准内容,提高标准的合理性、操作性;通过技术淘汰与吸纳,使计量手段始终与测量技术同步发展,提高了标准的先进性;通过制度化的接受用户意见,提高了标准的适用性,使本标准能够在装备保障过程中发挥应有的作用。

4 结束语

美国是当今世界上装备独一无二的先进国家,这不仅仅体现在技术领域,在保障策略上也具有很高的借鉴性。随着测试技术在装备上的应用范围越来越广,测试指标不断提高,催生了旺盛的计量需求,美国以近一个世纪的装备保障历史为底蕴,构建了一套完整的系统化的装备保障体系,把计量作为一个不可或缺的技术保障手段,用规范化的形式,从采购到设计交付使用维护,形成了一个标准的流程,对于我们缩小装备保障的差距,提高装备保障水平,具有积极的意义。

参考文献

- [1] MIL-STD-1839D DEPARTMENT OF DEFENSE STANDARD PRACTICE CALIBRATION AND MEASUREMENT REQUIREMENTS[S]. 2010.
- [2] 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]. 北京:总装备部军标发行部:2004.
- [3] 中国人民解放军总装备部. GJB 2547A-2002 装备测试性工作通用要求[S]. 北京:总装备部军标发行部,2002.
- [4] MIL-HDBK-1839A DEPARTMENT OF DEFENSE STANDARD PRACTICE CALIBRATION AND MEASUREMENT REQUIREMENTS HANDBOOK[S]. 2000.