

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2022.06.15

对新时期军工计量能力创新发展的思考

赵彬¹, 潘超²

(1. 中国航空研究院, 北京 100029; 2. 航空工业北京长城计量测试技术研究所, 北京 100095)

摘要: 通过对目前军工计量能力现状的分析研判, 针对军工计量在特色计量能力、前沿探索能力和数字化基础能力方面的不足, 结合新时期军工计量面临的新形势和新要求, 对军工计量能力的创新发展方向进行思考。提出了加强前沿技术研究能力、夯实军工特色计量能力、发展数字化基础能力相关发展建议, 为军工计量能力的下一步发展路径提供参考。

关键词: 军工计量; 计量能力; 创新发展; 科技创新

中图分类号: TB942

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2022)06-0108-05

Thoughts on the innovative development of military metrology in the new era

ZHAO Bin¹, PAN Chao²

(1. Chinese Aeronautical Establishment, Beijing 100029, China;

2. Changcheng Institute of Metrology & Measurement, Beijing 100095, China)

Abstract: Through the analysis, research and judgment of the current status of military measurement capability, considering the deficiencies of the characteristic measurement capability, frontier exploration capability and digital basic capability of military measurement, combined with the new situation and new requirements faced by military measurement in the new era, this paper discusses the innovative development direction of military measurement capability. It puts forward relevant development suggestions on strengthening the research capability of frontier technology, consolidating the measurement capability with military characteristics, and developing the digital basic capability, which can provide reference for the next development path of military measurement capability.

Key words: military measurement; metrological capacity; innovation-driven development; technological innovation

0 引言

科技要发展, 计量须先行。计量是一门基础性科学技术, 也是国家核心竞争力的重要标志。作为国防科技工业技术基础的军工计量是国防科技自主创新发展的支撑力量, 在武器装备研制、国防科技工业建设和国民经济发展过程中发挥了重要作用^[1-3]。进入新时期, 党和国家对科技创新发展和军工计量能力建设提出了更高要求。党的二十大报告提出, “坚持科技是第一生产力,

创新是第一动力, 深入实施创新驱动发展战略, 不断塑造发展新动能新优势。巩固提高一体化国家战略体系和能力, 优化国防科技工业体系和布局, 加强国防科技工业能力建设。”随着武器装备正向研制、高质量发展需求的不断提出, 军工计量能力发展的不足日益显现。本文对军工计量如何立足现有能力, 在现有基础上进一步加强创新发展, 以更好地提高军工计量保障能力、持续促进国防科技工业进步, 展开了思考并提出几点建议。

收稿日期: 2022-09-29; 修回日期: 2022-11-02

基金项目: 航空创新基金项目(ZC02201010)

引用格式: 赵彬, 潘超. 对新时期军工计量能力创新发展的思考[J]. 计测技术, 2022, 42(6): 108-112.

Citation: ZHAO B, PAN C. Thoughts on the innovative development of military metrology in the new era[J]. Metrology and measurement technology, 2022, 42(6): 108-112.



1 军工计量的能力现状

军工计量起源于20世纪50年代,面向国防建设,也面向国民经济建设,经过七十年艰苦卓越的发展,建立了系统完善、水平先进、开放共享的军工计量体系。截止到“十三五”末,军工计量形成了以计量与校准实验室为基础,一级计量技术机构为核心,二、三级计量技术机构为补充平台的技术机构体系^[4],覆盖了几何量、热学、力学、电磁学、无线电电子学、时间频率、声学、光学、化学、电离辐射十大专业,在核、航天、航空、兵器、船舶、军工电子等行业^[5]中均有所涉及。七十年时间里,军工计量为武器装备的发展,为国防科技工业和国防现代化建设作出了基础性和保障性贡献。军工计量已形成具有典型军工特色的计量能力现状,但同时也存在一些能力的不足。

1) 军工特色计量能力及量值传递体系逐步完善,但复杂环境下多参数校准能力仍然不足

军工特色计量能力及量值传递体系是“十五”到“十三五”军工计量建设的重点方向,突出国防军工特色,针对武器装备研制过程中出现的极值量、动态量、部分复杂环境下的综合参数校准等,军工计量通过自主创新建立了一批国防计量标准和相关测量设备设施,突破了多项关键技术,建立了一批国防特需的标准装置,为国防科技工业发展奠定了坚实基础^[6]。与此同时,实验室、现场、在线和综合校准能力不断提高,军工计量量值传递体系得到逐步完善。

目前,军工特色计量能力已初具规模,针对各专业各参数的校准都能在实验室环境中得到精准的计量和标定,但复杂环境下多参数综合校准能力不足。如何建立大型综合参数校准装置,并把实验室计量和现场计量相关联,这些问题在过去并没有很好地解决。提升复杂环境和多参数的计量校准能力成为今后科研人员亟待研究的重点。

2) 前沿探索能力已初具规模,但未来仍有广阔研究空间

计量是一门涉及到测量和应用的基础性科学技术,计量前沿技术的发展不断推动其他技术的进步,与此同时,具有颠覆性的前沿技术也在逐

步改变计量的方法和手段。多年来,科研人员不断追踪计量前沿技术发展,对纳米、飞秒激光、太赫兹、量子等技术在计量领域中的应用和发展开展机理研究,突破核心关键技术,建立相关校准装置,并进行成果转化,为后续新技术在计量领域的拓展应用奠定了坚实基础。

以量子技术为代表,量子测量涵盖电磁场、加速度、角速度、重力应力、时间频率等物理量,广泛应用于国防科技及其他领域,各个国家高度重视量子技术的发展并加大研究开发力度。目前国内量子测量产业目前仍处于初级阶段,部分研究成果与国际领先水平还有1~2个数量级的差距。在国防科技领域,中国电子、航天科技、航天科工、中国船舶等集团公司下属的研究机构正逐步在各自优势领域开展量子测量方面的研究,开展原理样机向工程化产品的转化,为量子技术未来发展打下坚实基础^[7]。

目前武器装备的计量还是以实验室实物计量为主,随着科学技术的快速演进及国内科研机构的大力攻关,基于量子效应的量子基准将逐步取代传统实物基准,一旦可以实现量子等无实物传递和溯源,或者实现量子设备的实时计量,将对装备计量的原理和方式产生根本性变革^[8],未来校准模型量子化、校准系统小型化与芯片化等方面仍亟待探索。

3) 数字化技术对型号研制和军民融合做了大量支撑,但协同研制、敏捷研发能力不足

数字化技术作为平台技术,为军工计量的型号研制任务和军民融合发展做了有力支撑。在型号研制中,各单位通过建立信息化计量校准系统和模型数据库,贯穿从设计-研制-生产-试验的全流程,为型号全生命周期量传、溯源工作打下了一定基础;在军民融合方面,数字化软件作为计量技术应用及成果转化落地的主要手段之一,拓宽了军工计量技术机构的民用服务市场,突出了军工计量既保障武器装备研制,又促进国民经济发展的宗旨。

但目前数字化技术在计量行业的应用还不够深入,数字化能力在装备的协同研制、敏捷研发、市场服务上仍需加大建设。在型号研制方面,计量数字化模型还处于起步阶段,未与设计、试验、

制造环节深度融合,同时各单位计量数字化模型设计存在标准不够统一、协同不够等问题;在军民融合方面,各单位计量校准平台之间比较封闭,互不相通,严重制约了校准效率,行业的数字化转型已成为目前计量军民市场产业链关注重点。面向新时期,要建立要素共享、数据贯通、产品定制、管理智能的计量能力新体系,为装备快速研制和军民融合提供支撑。充分利用先进互联网平台技术,打通型号研制全流程及计量全体军、民市场产业链路,实现全产业链、全生命周期、全业务流程贯通,是计量技术长远发展的重点方向之一。

2 新时期面临的新形势和新要求

当前,全球新一轮科技革命和产业革命蓄势待发,二十大报告提出了要“加快构建新发展格局,着力推动高质量发展”。制造业高质量发展离不开科技创新,而科技创新又离不开完善的基础性制度体系和高水平平台的支撑保障。军工计量作为国防科技技术基础的重要组成部分和国防战略科技力量,理应发挥“领头雁”、“试金石”的作用。新时期军工计量面临着挑战和机遇并存的局面。

1) 高新武器装备发展对军工计量技术水平提出更高要求

近年来世界军事变革加速推进,我国武器装备正在由跟踪研仿向自主研发的正向设计转变,军工计量作为国防科技工业重要的技术基础平台,也在经历深刻变革。随着高新武器装备升级换代,其研制生产过程对新型计量器具的量程和精度要求不断提高,例如航空发动机涉及的高温、高压、振动、冲击等多参数耦合问题,目前实验室单一参数校准环境难以满足其校准需求;同时随着太空、深海、临近空间、复杂电磁、极限高温振动等作战环境的日益复杂,给装备战技指标的准确计量评价带来新的挑战。实验室和现场环境的多参数综合校准、新领域战技指标评价为军工计量下一步发展带来新的难题。

2) 科学技术发展带动计量技术不断自主创新

随着科学技术的飞速发展,计量技术也在自身创新发展中不断前进,量子、微纳米、动态校

准等新技术给计量带来了颠覆性影响,将不断探寻新的校准方法,扩展计量校准极限,突破测量精度极限等。新技术的发展将对计量技术带来一系列深刻变革,甚至改变计量传递体系。

近十年国内互联网平台技术飞速发展,云计算、大数据、人工智能等新一代信息技术得到充分应用和发展,可以为各计量单位信息化存在的问题提供解决思路;也可以为计量行业未来的数字化发展提供借鉴,从而带动全产业链协同创新。

3) 军民融合等重大发展战略对军工计量发展提出更高要求

军工计量作为典型的既服务于国防建设又服务于国民经济建设的技术基础平台,是军民融合的典型示范领域,也是衡量军民融合发展水平的重要标志^[9-10]。中央提出的加快制造业高质量发展、军民融合等战略,对军工计量发展提出更高要求,既要全面支撑国防军队建设,也要深度服务经济社会发展。军工计量要加快计量科技成果的转化、推广与应用,协同全产业链进步,同时进一步扩大服务范围,支撑装备建设,促进国民经济发展。

3 思考和建议

进入新时期,立足战略使命、聚焦装备建设,兼顾技术发展,基于自身能力基础,军工计量能力创新发展方向有以下思考和建议:

1) 加强前沿技术研究能力,坚持创新驱动发展

随着大国竞争中高新武器装备的快速演进,军工计量要把前沿技术研究作为创新发展的第一动力,主要可从以下两方面着手:一是要瞄准装备需求,关注其研制过程中可能应用的颠覆性技术,例如在实战复杂环境中涉及的量子适时校准技术,在智能制造涉及的微纳尺度测量技术,在雷达领域涉及的太赫兹测量及校准技术等;二是要对标国际先进,持续跟踪国际计量前沿技术热点,开展前瞻性、创新性研究,与国际先进技术单位加强合作。新时期对前沿技术加大投入和研究力度,加快建设以量子技术为代表的前沿技术

应用研究能力,加强技术原理、设计分析、试验验证、应用推广等能力建设,突破关键技术,研制原理颠覆性的计量标准装置,并积极开展成果转化,孕育具备核心竞争力的高端测试仪器仪表,持续增强军工计量的原始性创新,形成军工计量的核心能力。

2) 夯实军工特色计量能力,提升综合保障能力

下一代武器装备研制对计量提出量值极限拓展、复杂环境校准、多参数综合校准等要求,在目前实验室计量能力上要继续补足量值传递体系短板,完善实验室计量标准和量值传递体系。要继续加强军工特色计量技术基础平台建设,重点建设装备研制和生产过程中涉及的技术基础、技术验证、技术转化等能力,实现计量的全过程、全方位服务。

现代数字化和智能化生产制造技术中应用了越来越多的新型技术,给传统计量方法涉及的参数、精度等带来了很大冲击,继续提高、完善建设国防计量标准,完善实验室计量技术体系,确保量值能够精准溯源;加强多参数校准所需的设计分析、应用验证能力建设;针对实验室计量仍和现场计量脱节的问题,加快大型综合计量校准设备研发所需的设计与应用能力建设,并进行试验系统的综合、动态、现场计量校准技术研究,夯实武器装备的全生命周期溯源能力。

3) 发展数字化基础能力,为型号研制和军民融合发展做好支撑

军工计量作为创新发展的基础动力、转型升级的技术基础,其开放化、融合化发展极其重要。新时期军工计量要进一步加大服务范围,拓宽为国防建设和国民经济服务的广度和深度,建立开放性的军工计量体系,拓宽其在军民融合应用的广度,其中数字化信息技术大有作为。同时,随着高新武器装备研制周期越来越快,计量作为基础支撑技术,应加快计量行业的数字化转型,提升武器装备研制效率,保障装备研制和制造的各个环节。加强数字化基础设施建设,优化现有网络结构,逐步形成基于云平台的组件化基础设施能力;开展计量数字化模型开发能力建设,支撑国防科技工业数字化转型和军工深度融合发展。

利用先进的互联网平台技术赋能计量行业,

建立军工计量大数据中心,将计量模型、数据贯穿武器装备涉及的设计、制造、部件试验、总体试验等过程,探索基于数字孪生的计量模型与计量校准系统相互映射,提升武器装备研制和生产效率。其中,模型和数据是数字化发展的关键要素,结合计量的基础性背景,要加快计量基础数据的积累和分析。

建立基础设施健壮的业务协同云平台,打通产业链信息壁垒,实现军、民市场的全产业链、全生命周期、全业务流程贯通,建立计量行业高效、协同的一张网,更好地为武器装备研制和国民经济服务。

4 结束语

本文从军工特色计量能力及量值传递体系、前沿探索能力、数字化技术对军工计量型号研制任务和军民融合发展给予有力支撑三个方面,分析了军工特色计量能力的现状和不足,又进一步结合新时期面临的形势和要求,分析了军工计量能力创新发展的思考和建议。进入新时期,军工计量使命光荣,责任重大。随着国家主管部门的进一步投入和支持^[1],军工计量会在目前能力基础上进一步拓展和提升,会为武装装备科研生产提供更为有力的计量保障,为国防科技工业发展发挥更为坚实的作用,为经济社会发展作出更大的贡献。

参考文献

- [1] 加强计量军民融合发展 合力推动全国计量工作再创辉煌—田玉龙同志在全国计量工作会议上的讲话(摘编)[J]. 中国计量, 2019(3): 13-14.
Strengthen the military civilian integration and development of metrology, and promote the national metrology work to create a brilliant future - Comrade Tian Yulong's speech at the National Metrology Work Conference (excerpt) [J]. China metrology, 2019(3): 13-14. (in Chinese)
- [2] 马恒儒, 岳峰. 国防军工计量综述[J]. 中国计量, 2004(3): 14-16.
MA H R, YUE F. Review of defense industry metrology [J]. China metrology, 2004(3): 14-16. (in Chinese)
- [3] 夯实军工计量基础 支撑国防科技工业发展[J]. 国防科技工业, 2015(5): 12-17.
Consolidate the foundation of military measurement and

- support the development of national defense science, technology and industry[J]. Defense science & technology industry, 2015(5): 12-17. (in Chinese)
- [4] 李本正. 军工计量为国防科技工业发展提供保障[J]. 国防科技工业, 2009(1): 23-24.
- LI B Z. Military metrology provides guarantee for the development of national defense science, technology and industry[J]. Defence science & technology industry, 2009(1): 23-24. (in Chinese)
- [5] 李文斌. 关于加强国防军工计量技术机构管理的思考[J]. 计测技术, 2013(1): 41-43.
- LI W B. Thoughts on strengthening management of measurement techno-institutions of defence science and technology[J]. Metrology and measurement technology, 2013(1): 41-43. (in Chinese)
- [6] 国家国防科技工业局. 军工计量在国防现代化建设中的作用[J]. 中国计量, 2003(5): 22-23.
- State Administration of Science, Technology and Industry for National Defence, PRC. Role of military metrology in the modernization of national defense[J]. China metrology, 2003(5): 22-23. (in Chinese)
- [7] 张萌, 赖俊森. 量子测量技术进展及应用趋势分析[J]. 信息通信技术与政策, 2021, 47(9): 72-78.
- ZHANG M, LAI J S. Progress and application trend of quantum measurement technology[J]. Information and communications technology and policy, 2021, 47(9): 72-78. (in Chinese)
- [8] 梁志国, 李新良, 王宇, 等. 计量量子化变革对我国工业计量的影响[J]. 计测技术, 2020, 40(3): 1-6.
- LIANG Z G, LI X L, WANG Y, et al. Impact of revision of SI on China's industrial measurement[J]. Metrology and measurement technology, 2020, 40(3): 1-6. (in Chinese)
- [9] 许达哲. 走军民融合深度发展之路[J]. 国防科技工业, 2015(7): 12-14.
- XU D Z. Take the road of deep development of military civilian integration[J]. Defence science & technology industry, 2015(7): 12-14. (in Chinese)
- [10] 冯英强, 胡毅飞, 吴倩, 等. 国防军工计量军民深度融合发展探析[J]. 宇航计测技术, 2016, 36(5): 81-84.
- FENG Y Q, HU Y F, WU Q, et al. Analysis on the development of the deep integration of military and civilian in the measurement of national defense and military industry[J]. Journal of astronautic metrology and measurement, 2016, 36(5): 81-84. (in Chinese)
- [11] 赵志成. 军工固定资产投资对军工经济的促进作用[J]. 国防科技工业, 2016(6): 39-41.
- ZHAO Z C. Promotion effect of military fixed assets investment on military economy[J]. Defence science & technology industry, 2016(6): 39-41. (in Chinese)

(本文编辑:朱俊真)



第一作者: 赵彬(1989—), 男, 工程师, 硕士, 主要从事航空科技创新能力论证研究、国防科技工业能力论证研究, 先后参与十余项顶层制度研究、能力建设课题论证等项目。