

doi: 10.11823/j.issn.1674-5795.2015.04.01

智能制造时代的计量——云计量

张泽光, 李少壮, 李伟

(中航工业北京长城计量测试技术研究所, 北京 100095)

摘 要: 从分析计量工作的现状与发展趋势出发, 结合《中国制造 2025》的发展需求, 对计量工作的数字化和智能化与智能制造的融合进行了分析; 提出了计量的网络化溯源与远程计量及智能化的计量管理与控制的构想, 分析说明了其实现的可能性, 即云计量的发展与应用前景。

关键词: 云计量; 计量服务; 计量与制造的融合; 数字化; 智能化; 大数据; 网络化溯源; 远程计量

中图分类号: TB9

文献标识码: A

文章编号: 1674-5795(2015)04-0001-05

Cloud Measurement: Measurement of Intelligent Manufacturing Time

ZHANG Zeguang, LI Shaozhuang, LI Wei

(Changcheng Institute of Metrology & Measurement, Beijing 100095, China)

Abstract: Based on the analysis on the current situation and development of metrological work, we combine the future development requirements according to “China Manufacture 2025”, and analyze the integration of digitalization and intelligence into intelligent manufacturing. Measurement traceability via internet, remote measurement and intelligent measurement management/control are brought forward respectively. At same time, the possibility and feasibility has been illustrated, i. e., the future development and application of cloud measurement.

Key words: cloud measurement; service on metrology industry; integration of measurement and manufacture; digitization; intelligence; big data; traceability via network; remote measurement

0 引言

计量是实现单位统一、量值准确可靠的活动^[1]。为了确保测量过程中量值单位的统一和数据准确可靠, 围绕着量值开展的技术研究、应用支持、市场服务、监督管理等活动, 统称为计量工作。计量工作是为制造业、国防建设、科学试验、国内外贸易以及人民的健康、安全提供计量保证, 维护国家和人民利益的一系列业务活动。目前, 计量是一种保障性劳动服务, 既有公益性, 亦有商业性。

计量学是关于测量及其应用的科学^[1], 计量技术是重要的工业基础技术, 计量工作是支撑工业发展升级的重要基础工作。伴随着现代工业技术的发展进步, 加快推进计量技术与信息物理网络应用技术的结合, 使计量工作实现自动化、规范化, 进而实现数字化、智能化, 并融入产品制造流程, 已经成为计量工作者

不可回避的重大任务。在产品制造活动已经逐步实现了数字化、自动化、网络化的背景下, “云计量”为计量工作全面融入工业制造过程提供了可行的途径。

1 我国计量工作的现状与发展趋势

1.1 计量工作的现状

我国的计量服务活动以行政管理为主导, 兼顾市场需求, 形成了以建立计量标准器具、传递量值为核心内容, 依托计量实验室开展计量工作和市场服务的业务模式。“建立起来、传递下去”为核心的计量工作, 以计量检定、校准、测试等多种服务形式, 为满足传统模式的工业生产、经济贸易等社会活动发挥了重要的支撑作用, 保证了社会经济活动和科学技术发展中量值的准确和统一。随着企业生产技术和生产组织方式的进步, 当前可供国内企业选择的计量服务资源已经表现出了一定的局限性——虽然有相当数量的校准实验室作为补充, 可为市场提供计量服务, 但服务模式基本都是依托计量技术机构实验室的计量标准、人员、环境进行, 需要客户将所需计量的器具送到相关计量技术机构检定/校准, 计量技术机构的人员只能对

收稿日期: 2015-07-23; 修回日期: 2015-08-10

作者简介: 张泽光(1962-), 男, 高级工程师, 主要从事力学计量及测试技术研究; 李少壮(1967-), 男, 高级工程师, 主要从事计量管理及测试技术研究。

少量不宜搬运、易损坏、易失准的计量器具在企业现场或在线提供测试/校准服务。这种模式不仅有赖于大量社会资源予以支撑,更因其效率低、人为影响大,使得提升服务质量的努力往往事倍功半。

伴随着工业制造技术的发展,以数字化设计、制造技术的应用为标志,生产流程的动态重组与产品全生命周期保障已经成为支撑新一代产品发展的主要的模式,要求计量工作能够更紧密地与生产过程相衔接,融入生产流程、融入过程控制。传统的以“建立起来、传递下去”为核心的计量工作亟待做出与之相适应的转变。

1.2 计量工作的发展变化

随着现代制造技术的发展逐步进入智能制造时代,计量工作中的各种检定/校准、检测活动也呈现出以下几种新变化:

1.2.1 计量与制造的深度融合

智能制造模式的生产活动需要检定/校准、测试、检测等计量活动与制造过程深度融合,计量将从保障计量器具等检测手段的准确向保证制造过程参数测量的准确可靠拓展。针对不易拆卸的计量器具的在线(原位)计量和专用测试设备的现场计量,其量值评价过程与生产过程控制密切相关,计量服务活动将更加全面的融入生产制造流程中。独立的、游离于生产流程之外的、依托实验室环境的标准量值评价活动将被智能制造所抛弃。

1.2.2 量值的数字化和测量的模型化

随着传感技术的发展,产品(包括计量器具)的输出量值将越来越多的由模拟量输出转变为数字量输出;同时,为适应产品自身的智能化发展趋势和产品生产自动化水平的不断提高,产品和测量手段的模型化也在不断发展完善。数字化的测量手段不仅减少了人为主观因素带来的制造和测量偏差,而且大大提高了制造和测量工作的效率,为智能制造提供了技术支撑。

目前,国际单位制中的七个基本量已有六个实现了向自然基准过渡,只有质量还是依赖人工实物基准。国际计量界正在携手对质量参数的基准进行相关研究,未来也将实现质量参数的溯源向自然基准过渡。在工程实践活动中,计量器具的量值溯源可望将不再按照传统送检方式实施,而是直接在“云平台”中获取相应准确度的量值。

1.2.3 计量与国民经济的深度融合

计量已成为国民经济中科学量度的代名词,如:计量经济学等。以其科学性为基础,计量的理念已深

入到国民经济的各个领域,并得到了社会公众的广泛认同,它将成为支撑国民经济的重要基础技术,如:市场监管、科学实验、工业生产等。计量以其技术服务保障活动的准确性、一致性、溯源性和科学性已经成为公正第三方的代名词,它是产品品质的保障,它是技术进步的基础,它是科学正确性的裁判。在互联网+时代,计量必将更深地融入到国民经济的各个方面,多维度地与经济社会发生交集,促进经济社会的繁荣和发展。

2 计量转型升级的必然性

《中国制造2025》已经提出要加快推动新一代信息技术与制造技术的融合发展,着力发展智能装备和智能产品,推进生产过程智能化,培育新型生产方式,全面提升企业研发、生产、管理和服务的智能化水平。推动智能装备和产品研发、系统集成创新与产业化,促进工业互联网、云计算、大数据在企业研发设计、生产制造、经营管理、销售服务等全流程和全产业链的综合集成应用^[2]。研发具有深度感知、智慧决策、自动执行功能的智能制造装备。突破新型传感器、智能测量仪表、工业控制系统、伺服电机及驱动器和减速器等智能核心装置,加快人机智能交互技术和装备在生产过程中的应用,仿真优化、数字化控制、状态信息实时监测和自适应控制,实现智能管控^[2]。要加强智能检测监管体系建设,提高智能化水平。欲达成上述目标,面向新的生产方式,计量必须积极主动地全面融入到智能制造的流程当中去。要通过创新计量服务模式来改进计量工作的效率,适应新技术发展条件下产品生产、经济贸易、科学研究活动对计量的新需求。

2.1 数字化、智能化的推动

《中国制造2025》已经为人们描绘出这样的前景:企业的生产活动,特别是制造业的生产活动,由数字化到智能化,通过推进制造过程智能化,深化互联网在制造领域的应用,到2025年,国内的制造业重点领域将全面实现智能化。目前的产品制造过程中,计量检测环节依然是独立于数字化流程之外,这已经成为制约生产效率的瓶颈。只有对计量服务的模式和技术手段实现创新,才能适应数字化生产的需要。可以预期的是未来智能制造必然对计量工作会提出更高的要求,依照现有计量服务模式的量值传递工作必将成为历史。

2.2 计量技术机构企业化运营的要求

现阶段,计量技术机构的企业化运营已成为适应公共服务与市场经济一体化发展的必然要求。在向企

业化运营方式转型过程中, 计量服务的产业化运作不仅需要人们思想观念的转变, 还需要物质条件的支撑, 需要运作平台的建设与技术手段的配套。创新发展计量服务模式, 不仅是计量技术服务企业发展的需要, 也是这场工业革命的内在要求。国家质检总局明确要求: 计量工作要从保证计量标准器具准确延伸到保证过程参量准确, 积极参与到国民经济建设中去。因此, 创新工作模式和业务运营模式的转型升级势在必行, 要从根本上提升计量工作效率、适应市场变化, 要积极主动地适应工业技术转型升级、适应即将到来的智能制造技术的革命性变化的需求。

2.3 公共服务发展的需求

计量服务具有公益服务性, 必须满足社会对公共服务的要求, 必须通过便捷的交互平台为社会提供服务窗口或渠道。任何企业在经济社会中的生存发展都不可回避自身经济活动的资源获取问题。有形具象的业务工作平台也是获得资源的必要保证和开展经济活动的基础条件。面对专业技术服务市场的快速增长和地域融合等变化, 特别是全社会对技术服务的信息化、网络化的需求, 传统的依托实验室这类物理平台开展服务的计量工作模式必将要发生改变。

2.4 产品质量保证的需求

计量工作是产品设计、试验制造和使用全寿命过程的重要保障。在工业生产过程中, 设计、制造、试验全过程都涉及计量工作, 从设计或工艺过程中技术指标的可计量性描述, 到生产、试验过程中检验、验收所提供的测量、试验数据, 所有相关量值都需要科学溯源, 以确保量值的准确、可靠、统一。随着社会发展, 各行业都需要高效率运作, 以快捷的方式获取测量器具的准确量值, 并能够有效管控其测量数据的可靠, 但目前被动送检的计量服务运营模式显然无法满足这一需求。

3 “云计量”平台

作为经济社会的一种服务行业, 计量服务在坚持公益性的同时, 必须面对市场需求、适应社会经济发展的变革, 创新专业技术服务的新模式。“云计量”就是一种全新的量值保证服务模式, 它是基于对物理信息网络技术的发展应用预期和计量科学技术的发展预期, 面向未来的智能制造时代提出的, 是关于计量工作与服务方式的一个构想。

3.1 “云计量”是一种全新的服务模式

由于信息物理网络技术的发展速度远超出我们的

想象, 我们只能基于今天对互联网络应用的认知, 来对“云计量”的“云平台”的基本应用服务模式做出基本的构想。即基于互联网络建立最终用户的客户终端, 充分利用信息技术和物流管理手段实现^[2]计量服务与用户现场的对接; 将客户需要进行检定/校准的计量仪器纳入和建立相应数据库, 通过网络提出申请, 调度分类, 确定需要送到实验室检定/校准的, 可以提供专业的物流服务; 需要实施现场服务的, 组织调派专业技术人员就近提供现场服务; 参与“云平台”的中心实验室、分实验室或加盟实验室, 在“云平台”上既是服务的供应商, 也是用户之一; 而市场最终用户, 作为“云平台”上需求信息的提供者, 也是广泛意义上的“供应商”。“云平台”还可以通过远程在线的专家系统为计量专业技术人员提供实时的技术服务需求和技术服务方案支持, 并支持计量服务结果数据通过信息网络传回“云平台”。

同时我们将看到, “云平台”将在智能时代引领未来计量的方向, 即通过“云平台”的不同数据链的定义, 规范不同参量和准确度的数据流作为标准量值, 链接并存储于“云平台”; 而附在制造过程中的各种传感器则可直接从“云平台”获得溯源信息, 对参量进行实时校准或修正, 从而方便快捷准确地保证产品的质量。

实现上述构想, 将使得计量工作真正走进智能时代, 这样的计量我们称之为完整意义的“云计量”。如: “时间”参量目前已经基本上实现了“云计量”。但目前“云计量”尚处于概念初创阶段, 我们称为“云计量”的工作模式将具有如下三大特点:

1) 网络化溯源与远程校准

计量检定/校准工作是确定由计量标准器具提供的量值与被测器具相应示值之间的关系来确保被测器具量值的准确程度。计量标准的量值通过标准化定义的数据格式在云端与保持基本量定义的数字化参量实时链接, 基本量直接溯源到自然基准, 各导出量溯源于基本量, 建立标准化定义的云计量标准; 同时建立标准化定义的各种用户端, 应用计量标准群和不同准确度或不确定度的计量标准检定或校准的模型数据库置于云端。被测器具的检测数据通过网络定义在云端进行比较, 以确定被测器具所得量值的准确性, 实现网络化的溯源。保证终端用户实时校准, 并能实时监控和管理, 从而达到测量器具的远程校准。

2) 基于模型化及计量性设计的实时校准

随着产品的智能化水平的提高, 产品模型化更加清晰, 产品自适应能力不断加强。计量工作也将随着

数字化水平的提高,应对产品的各种变化,需要各种自动化检测的传感器和系统校准软件,定义不同的标准数据格式及接收和发送数据链,使终端用户实时接收云端计量标准数据流,对符合计量性设计的产品进行实时校准、动态控制,使计量从保证计量标准器具延伸至保证参量,从而实时保证产品技术指标,这将成为未来计量服务的主流。由此带来的计量性设计、标准传感器开发及产品自适应设计、系统定义各种数据流等将成为产业发展的新趋势,而这也必将成为未来工业 4.0 时代的支撑技术和公共资源。

3) 大数据与系统化

“云计量”主要涉及系统性计量设计、远程校准以及大数据应用三个方面。借助于“云平台”来系统构建计量校准管理与服务体系,利用网络将“云平台”与各终端用户有机结合,使区域内终端互通有无、取长补短实现资源均衡配置,对大数据进行有效管理,对产品进行实时系统校准。如:美国 F22 飞机就实现了中心计算机与各系统计算机的有机配合,系统构建了核心关键参数的系统校准管理系统,可以在完成第一次打击返程中进行全机系统校准。如果将这种大数据和系统化管理理念用到“云计量”管理平台中,实现对产品的系统校准和智能控制。这样“云平台”的价值就会凸显出来,成为我们日常生活的一部分,不仅可以节约大量资源,而且可以提高产品质量和效率。

总之,“云计量”是基于互联网络云计算技术的一种计量技术应用服务模式。即通过互联网应用服务与计量工作的紧密结合,将计量工作相关的各个环节,集成在同一信息物理平台上,并依托该平台实现与市场的对接融合。通过信息物理网络技术,使得与计量工作相关的投融资、设计开发、生产加工、宣传推广、服务渠道等资源紧紧的联系在一起,整合投资方、研究机构、生产企业、宣传媒体、营销商以及物流企业,建立一个多主体共赢互利的计量行业虚拟生态圈。

同时,“云计量”还是一种计量科学研究、装备研制、技术服务的发展模式。通过信息物理网络的建设,和计量服务数字化的过程,利用大数据进行系统构建,以适应模型化和自适应智能化产品计量服务,使得制造业量值溯源实现网络化、实时化。计量管理活动相关的查询、使用、管理、监控和交付模式等各类信息更加系统方便快捷。

按照上述“云计量”服务模式,首先为计量技术的发展提供协作平台和公共资源,最终达到为智能产品提供随时随地校准服务。使单纯的计量校准工作发展

成为以计量科学为支撑的融入产品设计、生产和使用全过程的综合技术服务。

3.2 “云计量”的应用

目前与“云计量”相类似的数据服务理念在各行各业已经初露端倪。如:德国力士乐公司已经广泛应用的基于手机等移动平台的 APP(客户端应用程序),即可通过云平台的支持,以访问 WEB 页面的方式来查询、获取现场应用所需的应用数据或专家在线服务,开放核心应用的软件下载界面,工作人员可以利用 ipad 通过无线网络操作机器。在这个过程中,不仅可以获得目标传感器/仪表的状态参数等,还可以进行其他操作,甚至可以支持编程处理等的二次开发应用^[3]。

另一个可供借鉴的例子是:德国赛多利斯公司对在异地分公司制造天平的质量控制,已经实现了用网络进行实时监控。在其生产过程中所用的每个零部件,装配时下道工序即对上道工序进行检验,相关信息实时回传总部。每台成品的性能检验及环境试验的每个项目数据,均有规范的程序和判别依据。总部建有大数据库,将每台天平从零部件到产品最终用户的每个环节均建立档案,使得产品全寿命周期的信息得以完整的收集、保存并进行挖掘使用,以支持为市场提供更好的服务。

以上事例表明,借助移动互联网、大数据、云计算,在数字化的工业技术发展创新为新的工业产品的试验和生产提供了很好的管理思路 and 理念,而“云计量”正是计量工作顺应技术发展潮流、适应未来社会发展需求的最佳发展模式。

“云计量”为计量服务的发展指明了方向。“云平台”是实现计量服务模式创新的载体,也是实现将传统的计量工作向智能制造时代的计量转型的基础,系统架构“云平台”并有序实施将会极大推进中国制造,未来我国将建立一批“云平台”支持各种行业的公共服务。其中计量云平台将会是《中国制造 2025》的有力支撑,推动软件与服务、设计与制造、技术与标准的开放共享。

“云计量”是基于云计算的一种计量服务模式。通过“云平台”的建立和开放运营服务,可以根据计量的科学性引领客户和计量器具制造商,不断补充完善公共平台的计量测量方法、量值的传递渠道、计量标准量值定义等各种信息,对个性化服务做出及时响应。通过网络数据平台形成计量服务的产业链,引领各种资源聚集“云平台”,产生聚集效应;也可以有效地解决客户的特殊需求,帮助企业实现计量器具的自觉管

理,而且可以借助通过网络化的管理服务,促进企业质量管理,实现计量器具的动态跟踪,及时解决企业对专用测试设备的需求,提供开发、研制及校准技术支持。

“云计量”将成为计量产业化关键环节。计量行业是一个已体系化、规范化、标准化的行业，大部分计量器具已经实现了数字化。与信息网络技术相结合，建立起相应知识库+智能流程管控的平台，将标准化、数字化的传感器应用到计量标准或测试计量器具上，并实现远程的、实时校准，使计量器具的测控与产品质量管理融为一体，已经具备产业化实施条件。

实现“云计量”需要一个渐进式的过程。“互联网+”技术发展与应用,已经为架构“云平台”提供了大量可借鉴的案例。通过对目前已较为成熟的基于互联网络应用技术发展的商业服务模式进行分析,我们可以着手搭建“云平台”。现阶段计量测试工作的特点是工作环境比较复杂,工作对象的需求多种多样,对计量标准器具需求是标准化的,但客户的校准需求是个性化的。搭建“云平台”需要一个渐进式的过程,只有在标准化的基础之上实现对用户检定/校准的个性化定制服务,获得规模化效应,在满足众多个性化需求的同时,与用户携手建立起共性基础服务平台,才能为用户提供更多的自主选择机会,并帮助用户完成在用计量器具的管理,实现计量器具受控状态的监控或评估,将计量器具的检定/校准,延伸到客户的管理服务。并逐步实现远程测量、远程校准、远程比对等全新智能技术手段的发展完善,全面提高和完善计量测试手段,确保计量测试服务活动的迅速、准确、可靠。

“云计量”将成为计量行政主管部门的决策管理的重要手段。为各计量部门提供全面、及时的有关规章制度、规程规范、技术交流和咨询等信息,可实现计量信息的资源共享,可为计量检定/校准的准确性和正

确性奠定基础,可实现行政管理的纵向沟通、各部门的横向联系。同时,可为政府主管部门与计量部门、计量部门与市场、技术与市场、用户与产品提供更直接、更快捷、更广阔的信息平台,交流空间和沟通渠道。

计量是一门科学，它是伴随着科学实验的发展而成长起来的，也必将伴随着技术进步而融入到产品的全生命周期中以更充分地发挥其基础支撑作用。聂荣臻元帅提出：“科技要发展，计量需先行”。计量一直以其科学性有力地支撑着国民经济和国防建设，计量的科学性理念早已融入了国民经济的各个领域。在实践《中国制造 2025》的过程中，计量工作者应明确计量创新发展的方向，为我国制造业整体水平的提升提供坚实的支撑、保障服务。“云计量”为计量工作的创新发展展现了美好的前景，伴随着现代科学技术的快速发展，新一代信息物理网络技术与工业技术的紧密结合正在强有力地推动着传统的制造业的数字化、网络化、智能化升级步伐。总而言之，计量将深入融合进产品设计、试验、制造和使用全生命周期中，并以快速、准确、科学的量值溯源服务，保证产品性能和质量可靠。

参考文献

- [1] 国家质量监督检验检疫总局. JJF1001-2011 通用计量术语及定义[S]. 北京: 中国质检出版社, 2012.
- [2] 中华人民共和国国务院. 中国制造 2025[M]. 北京: [出版者不详], 2015.
- [3] 宁家骏. “互联网+”行动计划的实施背景、内涵及主要内容[J]. 电子政务, 2015(6): 32.
- [4] 德国看第四次工业革命[EB/OL]. [2015-06-22]. http://www.eefocus.com/article/13-10/422921381587453.html?sort=1111_1119_1451_0.

新书《聚焦超级核能》锁定核辐射及其计量

本刊讯：2011年3月11日，日本大地震、海啸引发的核泄漏事件吸引了全世界对核安全的关注，人们不得不再次对核能的研发和利用进行全面的思考。为了让更多的读者了解核方面的知识和发展现状，了解核辐射的来源、特点、危害和防护，作者容超凡(国防科技工业电离辐射一级计量站原副站长)历时两年编著了《聚焦超级核能》一书，现已由北京出版社出版，全

国新华书店经销。此书是北京市科技协会组织编写的系列科普丛书“科学家在做什么”中的一个分册，全书共4章，其中第3章详细介绍了核辐射的准确测量问题，从核辐射测量什么、核辐射与物质的相互作用、测量所用设备、测量仪器的检定和校准、测量结果的准确表述等方面做了通俗易懂的讲解，阅读这本书，对于从事计量测试技术的科研人员定能有所收获。