

从“标准时间”的科学本源探讨 其在国家发展中的相关问题

肖伟刚

中国科学院重大科技任务局,北京 100864

摘 要 本文从普及科学知识入手,着重介绍了“时间”概念的特征要素,从“标准时间”起源和定义谈起,全面阐述了国家标准时间的来源和确定,结合国际现状解析了相关政府管理、法律规章、技术体系、科学教育和安全战略等的正确认识,在基于正确认知相关概念、定义、约定及关联关系的基础上,分析并纠正我国当前存在的语言运用误区,探讨了总体发展思路。

关键词 时间;国家标准时间;时频基准

1 引 言

“时间”是人类认识和描述世界的一个基本物理量,与人类生存发展密切相关,但与其他物理量有着本质上的不同,其量值一直处于变化之中。时间运用上首先体现为“国家标准时间”,这是应用层面的“约定”,并非物理学上的定义。我们需要深刻理解其内涵特征,完善法规,做好科教、传播和技术发展的有机协调,维护大国战略和促进科技自强。

2 “时间”的来源和“国家标准时间”的确定

2.1 “时间”的来源

“四方上下曰宇,古往今来为宙”,早在春秋战国时期的尸佼就在《尸子》对宇宙进行了定义,“宇”代表上下四方,即我们处的空间,“宙”代表古往今来,就是时间。宇宙就是时空,就是我们身处的大自然,时空不可分割。

(1) 来龙去脉。科学家已经公认宇宙形成于约 138 亿年前的大爆炸,时空由此

形成,从大爆炸开始,各种粒子接续产生、碰撞、组合、变化,历经约 10 亿年形成星系,星系间距离逐步拉大,慢慢形成了当今的宇宙。地球人类在生产生活中需要标记事件发生的先后顺序,需要共识性约定,那就是:商定一个起点,再选一个周期现象用来累计,这就是时间。地球人类为了统一认识,必须使用同一个约定。目前全球统一采用公元纪年(传说的耶稣誕生日,来源于意大利的西元纪年法)。现代社会,人们更关注时间计量基本单位(秒)的处理。

(2) 属性特征。时间有三个特征:① 表征事物变化次序的一维坐标;② 得到公认;③ 能被测量。时间具有独一无二的特征,即摸不着见不到但客观存在,按黑格尔的绝对精神存在观,宇宙纷杂万物本身就证明了时间存在,因为一直有“前进”的变化,即只沿着单一方向,这是由自然状态下物理学基本定律之一熵增加原理(一个封闭的物理系统,熵永远是增加的)所决定的^[1]。

(3) 核心要素。时间定义包括“时即时刻(起始点对准)”和“间即间隔(单位计量)”两个核心要素。前者对应时空相位协调,后者对应周期现象,运用中需要测量和标记。

2.2 国际标准时间的产生

从认知范围看,定义和标准高于测量活动本身。过去,人类整体认知模糊,光照条件的周期现象是主导性的,以观测太阳为基础的时间测量随着技术的进步而持续发展着。将一天进行更细地的划分是人类对时间测量的一大进步,在公元前 700 年,巴比伦人就已经做到了天时秒的(24/60/60)三级分割,这种计时方式后来被全世界使用并一直沿用至今。人类一直在寻找能够测量时间的各种自然周期现象,从单摆(机械钟表)、压电效应(石英钟)到原子能级辐射(原子钟),1967 年第十三届世界度量衡会议决定采用原子时的秒长定义,本次大会还确定了选取 1958 年 1 月 1 日世界时的 0 时为原子时的时刻起点。国际权度局(Bureau International des Poids et Mesures, BIPM)一直在综合协调,在纳秒级实现统一。国际统一的标准时间是协调世界时(UTC),根据全世界的近五百台原子钟相互比对的数据计算(国际权度局负责),再与基于地球自转测量获得的天文时间(UT,也称世界时)取得协调。UTC 的秒长需要综合全世界守时实验室原子钟数据产生原子时秒长,时刻上要向世界时靠拢,目前是按照不超过 0.9 秒偏差的闰秒机制处理。世界时采用的周期现象是日(地球自转一圈),就是人眼看到日升天亮的间隔,一日被分割 86400 分,就得到了世界时基本单位秒的定义。可见,UT 是天文学上考虑地球自转并感受太阳周期升落现象后统一起始点后的计时。零时区定在英国格林尼治天文台本初子午线的点位,其他经线时区的用户加上时区差后就可以使用。世界时需要持续观测修正,测量好

地球自转是关键一环。观测太阳、恒星并结合大地基准坐标测定日长,为消除地球极点变化等各种因素对地球自转的影响,加修正后就有世界时的第一类改正(UT1)、世界时的第二类改正(UT2)的概念。对于空间活动,UT1 是必不可少的参量。

国际地球自转与参考系服务(International Earth Rotation and Reference System Service, IERS)组织负责和处理全世界合作台站的多种技术观测资料,获得 UT1 的时间序列。以月报和周报两种形式通过互联网向全球 UT1 用户进行播报。月报由 IERS 位于法国巴黎天文台的数据处理部门负责计算与发布。其中,月报的播报精度最高,每月发布前月数据的正确数值(所谓纸面时),可以满足各种理论研究的需求。周报由美国海军天文台(the United States Naval Observatory, USNO)负责解算与发布,通常每周发布一次,实时性较好。

国际上,关于标准时间及相关标准频率定义和发播的协调机构是国际电信联盟(ITU),193 个联合国成员国参与。我国对口 ITU 工作由工业和信息化部负责,其中关于标准时间信号发播的国内对口工作组组长单位是中国科学院国家授时中心。

2.3 我国国家标准时间的确定

国家作为政治性、民族性、区域性组织的存在,不仅产生了人为的本国国家标准时间的问题,也有地理范围涉及的信号覆盖性问题,毕竟地球是圆形的,全球只看一个“钟表”,存在技术实现问题。对于一个土地辽阔的大国来说,技术上,需要有无限接近国际标准时间的国家标准时间。UTC 并不是时间标准,只是约定的标准时间,其实际体现的是国家标准时间,哪个地方发出的时间频率信号是国家标准时间,是需要国家授权的,我国已经有明确的约定。

新中国成立后,中国天文界一直参与世界时测量、国际交流以及国内综合原子时构建和保持工作,在国际上具有一定的影响。1970 年,周恩来总理批准中国科学院保持和发播国家标准时间。起初由上海天文台基于天文观测和世界协调建立了我国独立的世界时基准,后来交由陕西天文台(国家授时中心的前身)负责,顺利实现了天文时向原子时的转移。20 世纪 70 年代建成的以原子时和协调世界时为基准的长短波授时系统,一直承担着我国标准时间频率信号的发播任务,经持续升级改造,组建了多种精度、天地一体化的立体授时网络体系。随着国内原子时频实验室及时频计量技术的发展,多家单位都研制了铯原子钟等多型守时型原子钟,经同行专家综合论证历史性、择优性、稳定性和权威性等诸多要素,1988 年 3 月国务院法制局专门召集中国科学院和国家计量标准局等单位专题召开关于时间频率工作协调会,确定中国科学院继续负责我国协调世界时 UTC 和国家的授时(时间服务)工作。

中国科学院建立了我国唯一的独立原子时系统,是国内唯一得到国家授权、能够不依赖国外数据而自主产生国家标准时间的单位。目前,中国科学院国家授时中心产生和保持的国家标准时间 UTC(NTSC)的综合性能在国际 80 多个守时实验室中稳居前三,在国际原子时计算中发挥着举足轻重的作用。迄今,国家授时中心已经建成了长波授时、短波授时、低频时码授时、电话授时等诸多的授时手段。北斗卫星导航系统、海军长河二号导航授时系统和交通部海岸电台等均溯源至 UTC(NTSC)。以上系统合力构成了较为完善的国家标准时间服务体系的核心部分,满足各个历史阶段国民经济和国防建设对国家标准时间的需求。中国科学院国家授时中心目前承担发改委“高精度地基授时系统”等国家重大科技基础设施建设,将进一步拓展和完善国家标准时间服务体系。另外,发布我国国家标准时间、标准频率信息的《时间频率公报》,由中国科学院主管,是拥有标准国际刊号(ISSN)的正式出版物,已有 42 年历史,被美国国会图书馆、美国陆军军事指挥学院、法国国防部、牛津大学等国际知名机构收录,具有一定的国际影响力。

3 如何看待国家相关行政管理

时间很特殊,表面看,似乎熟悉而不知,日用而无感。但深入背后,标准时间的具体化是时间基准,时间基准主要处理的是时间频率信号。由于其与社会民生紧密相关,从国家行政管理角度看,国家层面以什么方式管理以及管理到什么层度,我国学术界近些年来有一些争议,科技工作者中也总存在一些似是而非的说法,加之“标准时间”对于广大民众而言,既熟悉又不知其背后科学真相,这会误导了公众。例如:我国的标准时间一直没有定义,管理混乱,亟须国家立法明确;世界上主要发达国家均专门立法管理国家标准时间;我国建立健全了国家时间量传溯源体系,等等说法均是用词不科学严谨,特别容易误导大众并影响国家决策。

3.1 国家标准时间与计量行政管理

计量概念有双层含义,学术本意是指用一个规定的标准已知量,如长度的单位米、重量的单位千克、电流的单位安培等,和同一类型的未知量相比较而加以测定;社会本意是指利用技术和法制手段实现单位统一和量值准确可靠的测量。一个国家的计量管理是为了推行市场经济和社会生活中的统一标准,为所使用的各种量值建立“一把尺子”,从而为建立公平公正秩序尽一份力。

有关科技报告中常见“时间计量”词语并不严谨,从而导入误区。“时间”在社会关联上包括测时、守时和授时等一切活动,但时间与其他基本物理量(如质量、长度)

不同,根据前文解析时间概念的特征,其是一个变化的物理量,两组成要素中的“秒”是计量单位,而“时刻”不是,“时刻”不属于计量管理范畴。周期(时间)与频率互为倒数,时间基准通过频率信号把握。《中华人民共和国计量法》(2018年10月第十三届全国人民代表大会常务委员会第六次会议做了第五次修正)规定了计量基准器具及相关计量检定标准的监督管理^[2]。《中华人民共和国国家计量基准目录》^[3]中产生秒长的时间频率基准装置包括两项:①第107项原子时标基准装置,指产生5 MHz、10 MHz和1 PPS的装置(PPS为pulse per second的简写,1 PPS=1 Hz);②第108项秒长基准装置,指产生9192631770 Hz频率的装置。这两个装置都只能产生秒长而产生不了“标准时间”,计量法约束的是“秒长”而不是“标准时间”,更不能涵盖国家标准时间的产生、保持、发播、传递、接收、使用和服务等诸多方面。在国家标准时间(时频基准)的产生、传递、使用等技术设备产品体系中,计量行政部门及附属研究机构可以针对“秒长”基准设备产品开展相关的测量、校准、监督等工作,也可以适当开展相关高科技研究。时间单位“秒”的计量测试能力并不等于标准时间产生能力,原子钟研发水平并不等于标准时间保持水平。所以,笼统地谈时间计量并不确切,更没有可操作的意义,正确的表达应是“时间基准的秒长计量”,但包括科技界专业人士在内的人们都习惯在表述上使用“时间计量”。常见到有关计量科技进展报告中谈到“建立健全了我国时间量值溯源体系”,属于语义不准确,应当是“建立健全了时间基准(秒长)量值溯源体系”。

与此相类似,如坐标系就不属于计量的范畴,只有坐标系的长度单位“米”属于计量的范畴。“计量技术”作为大概念可以针对一切可量化值的测量技术,如果无限制地延伸概念,所有的大到宇宙天文学测量、小到微生物学反应观测、高密度等离子体的诊断测量,都概莫能外。国际权度局也可翻译为“国际计量局”,其对时间频率所谓“计量”的UTC是事后采集加权平均后公布的,供校正用,不是物理上的数据。我们需要的是透过现象看本质,不能只看字面,要看内涵特征、业务性质和工作效率。时间频率信号一经发播就直达最终用户,其技术特征决定了时频发播机构一定是已经获得国家授权。可见,“计量”管理“时间”并不科学,有些科技报告中的定义特别容易被错误解读。

3.2 国家标准时间与政府立法

立法是政府行为,需要面向问题,关乎的是在国家治理中为了保护什么、限制什么、促进什么,一切法律都是为了规制权利(权利包括两类:代表公共的政府权利,即公权利和代表公民个体组织的权利,即私权利)而设的。一个好的政府只是负责提供公共产品,并担任维护社会公正的“裁判者”和安全的“守夜人”角色。标准时间是

国际化的公共产品,因为时间是开放性的资源,哪个用户不希望用到标准、准确、最具权威性的时间频率信号呢?时间基准本身是有标准可循的,定义明确,基准公认,国家标准时间基准频率信号广播于广泛的电磁空间,它超越了社会生活和市场经济活动中的一切繁文缛节,因为时间服务信号随电磁波直达使用者。国家标准时间在产生、保持和使用中究竟需要什么样的政府治理,立法规制到什么层次,如何具有可操作性,一直存有争议,是值得专业人士深入研究的问题。

能够提供较大权重原子时计算的基准钟组基本分布在传统发达国家,“秒”的计量管理一般都纳入了计量法,计量法之中涉及时间频率管理的内容条款都是说明了某些特定单位的职责安排而已,实质上是一种唯一授权和特许资质安排,而不是专门的国家标准时间管理立法。例如,美国海军天文台(USNO)授时权威性一直为世界认可,其保持和播发的标准时间得到了国家授权和维护。美、俄、德三个国家有计量管理立法,是确保测量统一的法律,通过深入解析其中关于标准时间的具体内容,可见这三个国家立法的事实:美国的标准时间由国家标准局和海军天文台协调产生,国家标准局不只是计量机构,海军天文台主要开展授时和天文时间测量研究;俄罗斯国家标准时间的管理协调单位是“国家授时和频率及地球公转参数测定站”^[4],不是俄罗斯国家计量科学中心^[5];德国的标准时间由德国联邦技术物理研究院产生,技术物理研究院虽然有计量职责但其不只是计量机构,还具有授时发播能力。在德国的《计量单位与时间确定法》中,非常清晰地将时间单位秒的产生和传递、标准时间的产生和传递作为独立的两项进行阐述,显然,德国已把标准时间和“秒”进行了清晰的划分。与中国一样,美、俄、法、德、英、加、日等国家,都是将标准时间产生和管理的职能放在拥有授时手段的单位。

国际上各国的情况都不相同,发达国家没有专门的所谓国家标准时间管理立法。为了提高标准时间服务信号的稳定性和完好性,有些发达国家做了很好的示范。美国的标准时间由海军天文台和国家标准局分别保持,已经在2015年实现互联互通,实时公布相互之间的偏差,用户只需要同步到任意一个即可。

当前我国标准时间的产生、保持和发播已经形成了一定的能力和体系,高精度高稳定性的守时原子钟等基本时频基准产品的研发,呈现了百花齐放、竞争促优的格局,发展出了多家时频技术实验室,整个计量测试技术领域发展迅速,这对于促进产业发展和技术进步是有益的。但是成为代表北京时间的守时钟组并播发时频基准信号的国家重大科技基础设施,是需要国务院和发改委认定并授权的,原子钟和基础器部件可以进行市场竞争研发,信号发播则不能随意,要符合标准,按照择优原则并考虑应用连续性、技术权威性和国际认可度。确切地说,物理层面,国家标准时间的确定和产生是需要专门的系统装置的,产生符合标准的时间基准秒长和播发频

率信号自然需要具备能力、标准、资格和授权,否则不会被允许建设。这样设施系统本身的存在和运行就已表明势必得到了国家许可,是国家的公益性事业性行为,不是自由市场行为,依然具有合法性。

因为信息化时代的时空基准不可分割,标准时间的技术体系涉及无线电管理、国家安全、国家重大科技基础设施管理和国际协调,从大国战略着眼,建议我国应将标准时间管理纳入国家综合导航定位授时(PNT)体系同步发展。2018年12月4日,美国总统签署《国家安全与弹性授时法案》,也谈到“建立一个替代GPS卫星的可靠授时系统对美国的国家安全和经济安全至关重要”。2020年,英国也通过了提高授时安全的“国家授时中心”的建设规划。结合发达国家的发展与我国的现状,需要统筹考虑国家时频信号的自主安全可靠战略及相关应用管理分工,并开展立法探讨。

重要的是,我们需要清楚当前存在的问题。笔者曾参加国家时频应用调研组,实地考察了金融、电信等几个重点企业,发现在应用方面,本地钟组以及时频码来源随意,涉及时频自主安全可控的法规严重滞后,一些重点领域仍以GPS导航授时为主,对外依存度大,存在重大的安全隐患。在2010年1月,我国采用GPS授时的通信基站,由于GPS升级,其授时功能受到影响,导致我国沿海多个省份的CDMA网络出现大量警告。可见,从政府立法角度看,需要针对的是“国家标准时间体系”中的“用时”部分,即亟须立法管理的不是国家标准时间,而是时频应用方面的信号采用来源、频率管理等自主安全法规,切勿在概念使用上小题大用。

4 国家标准时间的构建牵引着 国家前沿科技和安全发展

时间频率资源是国家重要战略资源,不仅广泛应用于导航定位、信息网络、空间飞行器测控、天文观测、大地测量等各个领域,还带动其他基本物理量定义、物理常数测量和物理定律检验精度的不断提高,在基础科学、工程技术和航天发射等领域发挥着越来越重要的作用。为维护科技自强,必须统筹协调好相关资源,在技术体系构建水准、基础科研与前沿科技研发能力、科学教育与科学传播方式、特殊领域专业应用能力等诸多方面有机协同,跟上发展的步伐。

我国当前的问题是,需求加大并走向高精度,而供给跟不上需要,体现为时频技术体系的核心基础技术落后,UT自主测量的精度不高,原子钟研发水平不高,“标准时间”相关通识教育和人才培养乏力,相关基础科研的投入、激励和评价与实际要求不协调。

4.1 时频技术体系直接支撑标准时间构建能力

时频体系包括守时、授时(国外称为时间服务)、用时(或定时)三部分,其任务是产生标准时间,并将标准时间播发给用户使用。时频体系与其他技术体系不同,时频体系可以直接将标准时间发播到用户——不需要分级传递。由于时间基准量值直接播发的特殊性,不同用户根据精度需求会选择合适的方式接收授时信号后直接同步。定时与时间同步技术紧密关联,随着基础科研、重大工程和空间技术等的发展,对时间同步的精度提出了越来越高的要求。如:高精度大地测量、毫米级超高精度导航定位、探索宇宙暗能量的洲际射电望远镜阵列(SKA)等大型科学设施都需要优于皮秒(10^{-12} s)精度的时间同步技术。

世界时在国家标准时间产生、深空探测、卫星导航、航天发射试验等领域有重要应用,鉴于其重要性,美国、俄罗斯、欧洲及日本等一直保持其独立的 UT1 测定工作。美国海军天文台在原子时自主守时和 UT1 测量方面发挥了国际引领和主导作用,在 TAI 产生中拥有最大权重。新中国成立后,上海天文台就一直紧密跟踪国际趋势,但由于种种原因,我国从 1990 年起中断了 UT1 自主测量工作,此后我国世界时发播的 UT1 参数则完全采用国际地球自转服务组织(IERS)和美国海军天文台(USNO)提供的数据。独立自主的时间频率体系关乎国家安全和核心利益,在某些航天任务需要的关键时刻,曾多次赶上互联网 UT1 数据服务平台紧急维护,存在工程风险隐忧。为满足用户急需,近期有关单位融合数字天顶筒、甚长基线干涉测量、GNSS(卫星导航系统)精密测量等多种手段构建了初步的世界时自主测量系统,实现了精度优于 100 微秒的世界时连续测量,快速建成了与 IERS 同功能的互联网世界时数据下载服务系统,解决了国内用户急需,但目前刚刚起步,系统相对脆弱,精度有待提高。

随着我国从航天大国向航天强国迈进,深空探测、空间交会等方面对 UT1 精度和实时性的需求不断增长,愈加迫切需要自主世界时测量数据。我国 UT1 自主测量能力构建方面缺乏国家层面的系统性,在高频率、长基线、多手段、高精度等方面亟待形成系统性、稳健性的产品输出能力,包括发展脉冲星时空基准相关的综合时间标准,尤其面对当前太空活动加剧形势,应在国家层面给予高度重视。

4.2 多学科融合的基础研究为时频技术提供了持续不竭的发展源泉

标准时间的把控能力反映了一个国家的科技水平,支撑国家标准时间背后的学科领域十分广博,由于原子时的发展,表面看都归纳于计量测试技术,这样会忽略其

战略性、前沿性、基础性,同时也对国家整体安全战略不利。现代时间测量主要是指秒以下时间间隔的测量,目前实验室能够测量的精度在飞秒(10^{-15} s)量级。由于主要是电子频率(时间频率信号)信号的测量和处理,时频技术飞速发展,主要就是研发各类原子钟。人类探索更深层次的自然规律时,往往需要通过原子钟实现更高精度的时间测量,如里德堡常数的测量、精细结构常数 α 的稳定性测量、广义相对论检验、引力波探测等,其精度都取决于时间频率的测量精度,需要进一步提高时间测量的精度。

原子钟广泛应用于各行各业,涉及国计民生各个部门,保障着经济社会运行和国家安全,如卫星导航系统的核心设备就是不同类型的原子钟。守住标准时间,一般是依靠高准确度的钟驾驭高稳定度的钟,即以铯原子钟联合氢原子钟形成钟组,计时准确度达到了 $10^{-13} \sim 10^{-14}$ 。随着原子分子物理和量子技术的发展,“光梳”技术推动着时频新技术革命,多种光钟不确定度和稳定度进入 10^{-18} 量级,未来 10 年内,秒长或用光频重新定义,光钟驾驭微波钟守时成为时间计量国际前沿课题,铯原子光钟驾驭氢钟(日本 NICT)做到了 0.79 ns/150 天,镱原子光钟驾驭氢钟(美国 NIST)做到了 0.2ns/160 天。目前测量精度最高,将来有望作为基准的原子钟是实验室型冷原子光频原子钟,简称光钟。国际权威科学期刊《自然》在其 2 月 17 日出版的期刊上登载了两篇有关实验室型冷原子光晶格铯光钟研究的文章。其中,美国威斯康星大学麦迪逊分校研究人员通过对同环境下两群原子跃迁频率差异的超高精度测量,证明了目前提高光钟精度的主要限制因素是探测激光的性能;科罗拉多大学研究人员利用光钟实现了在毫米级尺度测量广义相对论预言的引力红移。该研究结果为进一步提升原子钟精度,以及利用原子钟开展基础研究提供了有效方法。

4.3 加强专业人才培养,提高公众对标准时间的理解

从科学传播与科学教育角度看,标准时间多学科融合的特点,给标准时间的管理、人才培养和科学传播带来了一定难度。在管理方面,军地各相关部门应立足各自职能,着眼时频体系建设实际,建立责权明晰、运行顺畅、协调高效的建设机制,组成时间频率咨询专家组,该专家组应紧跟时频领域国际前沿,形成时频领域专题研讨长效机制,给出咨询意见。标准时间的应用,在不同行业不同领域会有特殊的专业化需求,例如,天文和航天界需要高精度高持续性获得含有地球自转参数的标准时间信息,需要实时掌握含有时刻信息的标准时间,而电力金融通信则需要精确的原子时标准时间就可以。人才培养方面,时间频率已经从天文学科过度到了多学科交叉的综合学科,目前高校无时间频率人才培养专业,需要特别加强人才培养与时频保障能力建设,在普通物理教材和面向大众的通识教育业务中,目前尚缺乏相关

“标准时间”的科普知识,使得作为基本物理量的特殊性,广大科技工作者并不知悉。另外,还需要加强对涉及传播和使用标准时间相关专业人员进行培训,提高在岗人员的适应能力和专业化水平,建立时频人才的联合培养机制,加强军地人才交流,共同培育人才队伍。在科学传播方面,标准时间的科技内涵和社会内涵丰富,用户从普通大众到工程技术人员和科学研究人员差异大,这是时间科学传播的最大难题,很多人只知有标准时间,但不知道标准时间。笔者在国家时频应用调研组对用户单位考察的时候,发现很多高精度标准时间的用户对标准时间的理解很不全面,甚至将标准时间等同于接收机的输入,这反映了在标准时间科学传播方面的不足。因此,建议加大时间科学传播方面的投入,提高公众和用户对标准时间的理解。

驾驭好标准时间甚至探寻时间秘密,不仅需要原子分子物理学、光电子学和微电子学、量子物理和量子技术等高精密光电工程的发展,更需要现代天文观测技术的持续发展。按照相对论时空观,严格地说,宇宙中所有的存在都在“恒变”之中,不存在不变的时间基准,世界时的确定,就永远需要地球相对天球时空参考架中遥远天体的自转角来协调构建和检验,对遥远星空观测依旧是自始至终的基础工作。随着脉冲星等天文观测计时技术的发展,脉冲星加原子钟的综合原子时已经处于尝试阶段,标准时间也有回归天文计时的可能。当然,为适应当今基于计算机网络技术的信息时代发展,民用时间使用连续的时间尺度更为方便,2022年11月18日国际计量大会已做出决定“闰秒机制最多持续到2035年”,有关各方将组织研究,以在此之前确定以后如何调整(闰分或别的什么数值),即UTC将来可能会采用原子时,世界时和原子时之间的差异将被允许大于1s。时间相关的科学技术,永远在路上。

我国在过去很长一段时期对原子钟和世界时测量这类基础性、战略性科技资源的重视程度不足,认为这只是设施设备仪器类,忽略了其在卫星导航、深空探测以及经济社会和国防建设方面的战略意义。同时由于理论基础依靠借鉴,基础工艺器件发展缓慢,应用单位不多,评价导向上不易受重视,很难产生经济效益或科学价值,制约了这方面的发展。近年来,我国时频技术发展很快,国产磁选态和激光抽运铯原子钟正逐步替换曾高度依赖的进口铯钟。我国的星载铷原子钟、守时及工程应用小铯钟、导航及通信等接收机用芯片原子钟取得了长足的进步,在一定程度上满足了国家需求,但相关高品质产品产能跟不上,对特殊环境的适应性和长期运行可靠性存在不足。我国守时钟组的计时不确定度总体水平,与发达国家相比,依然存在低水平重复建设现象,高性能的光钟研制,距国际水平,尤其相较美国水平而言仍有一定的差距。面临自主可控需要和大国科技战略发展要求,国家需要在更高层面展开部署和支持,也应同时在人才培养模式、人才评价导向上加大改革力度和政策倾斜与扶持。

5 结 语

国家标准时间的科技内涵和社会内涵十分丰富,广大科技工作者和民众用户要“知其然,更知其所以然”,认清概念之间的本质关系和背后的深刻意涵,拨开云雾,以便合理决策和找准努力方向,更好地指导科研决策和生产活动。国家层面统筹论证时间频率应用的自主安全政策,尽快构建自主世界时测量技术体系,从基础研究、前沿技术、实验平台、材料器件、工艺试验、人才路径、科技政策等全方位推动各类先进的应用型原子钟研发,形成有机协同、有序发展的“国家标准时间”自主构建和持续提升能力,更好地服务于大国自主创新和战略安全。

鸣谢:本文在整理成文过程中,得到了国家授时中心李孝辉研究员的审核、校对,在此深表感谢!

参 考 文 献

- [1] 李孝辉,窦忠,赵晓辉. 北京时间:长短波授时系统[M]. 杭州:浙江教育出版社,2015: 8-10.
- [2] 全国人民代表大会常务委员会. 中华人民共和国计量法[Z]. 2018-10-26.
- [3] 市场监管总局. 中华人民共和国国家计量基准目录[R]. 市场监管总局公告(2021 年第 5 号). 2021 年 2 月 10 日,107,108.
- [4] 张鹏. 俄罗斯联邦保证计量统一法[J]. 标准化报道, 1994,15(4):51-54.
- [5] 徐淑霞,徐文见. 俄罗斯联邦计量法:确保测量统一的法律[J]. 中国计量,2019(12): 75-80.

From the Scientific Origin of “Standard Time” to Explore Its Related Issues in National Development

XIAO Weigang

Bureau of Major R&D Programs, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100864

Abstract In this article, starting from popularizing scientific knowledge, the characteristic elements of the concept of time are introduced emphatically. Comprehensive exposition of National Standard Time is given in terms of its generation and determination. In the light of international situation, based on the correct

understanding of the relevant concepts, definitions, conventions and their relationship, some correlated concepts involving national management regulations, technical system, science education and security strategy are discriminated. At the same time, analyzing and correcting the misunderstanding of the current language concept, overall development ideas are put forward.

Key words time; national standard time; time-frequency reference

作者简介

肖伟刚,男,黑龙江讷河人,高级工程师,光电工程硕士,研究方向为光电工程、卫星导航、时频系统、航空航天系统工程及相关国家科技规划。