



This PDF is provided by the International Telecommunication Union (ITU) Library & Archives Service from an officially produced electronic file.

Ce PDF a été élaboré par le Service de la bibliothèque et des archives de l'Union internationale des télécommunications (UIT) à partir d'une publication officielle sous forme électronique.

Este documento PDF lo facilita el Servicio de Biblioteca y Archivos de la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) a partir de un archivo electrónico producido oficialmente.

جرى إلكتروني ملف من مأخوذة وهي والمحفوظات، المكتبة قسم ، (ITU) للاتصالات الدولي الاتحاد من مقدمة PDF بنسق النسخة هذه رسمياً إعداده.

本PDF版本由国际电信联盟（ITU）图书馆和档案服务室提供。来源为正式出版的电子文件。

Настоящий файл в формате PDF предоставлен библиотечно-архивной службой Международного союза электросвязи (МСЭ) на основе официально созданного электронного файла.

国际电联 新闻月刊

itunews.itu.int

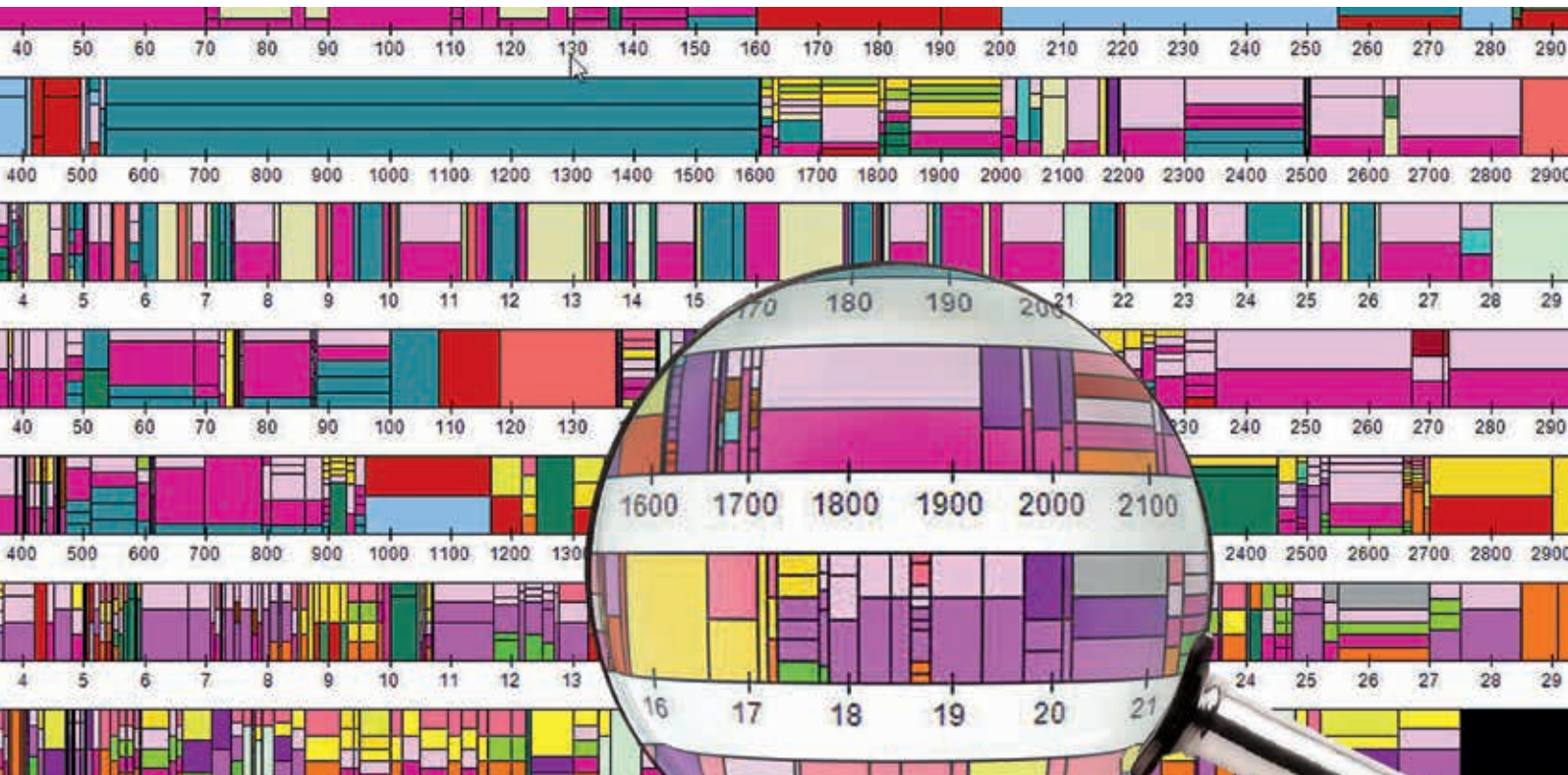
时间的未来

是废除闰秒还是保留？

全球卫星导航系统的
今天和明天



Spectrum Inventory for greater Spectrum Efficiency



Tomorrow's Communications Designed Today

System Solutions and Expertise for
Spectrum Management & Radio Monitoring
and Network Planning & Engineering.

■ 遵守世界时

国际电联引领国际合作

国际电联秘书长
哈玛德·图埃博士



计时对现代社会的运转至关重要，国际合作亦非常关键。协调世界时，大家更熟悉它的缩写名称UTC，是大多数国家计时的法律基础，也是大多数其他国家的实际时标。UTC是由国际电联无线电通信部门（ITU-R）定义的。

目前的标准 — 标题为“标准频率和时间信号发射”的ITU-R TF.460-6建议书建议使用闰秒，以保持协调世界时接近世界时1（UT1）— 与地球轴线旋转角度成比例的时间。1972年开始使用闰秒。

若干年后，一些主管部门对实施闰秒表示了担忧，并于2000年设立了有关UTC时标未来的研究课题。2003年以来，有一些提案要求对ITU-R TF.460-6建议书进行修订，以实现连续性时标。注意到需要对更改UTC定义的广泛影响做进一步研

究，并且有国际电联成员国和外部机构的更广泛参与，2012年世界无线电大会（WRC-12）呼吁进一步开展研究，推迟到WRC-15上再做决定。因此，2015年将再次审议闰秒问题。

WRC-12还提请相关国际组织注意有关协调世界时时标未来的第653号决议的内容。根据该指示，我与国际海事组织、国际民用航空组织、国际计量大会、时间频率咨询委员会、国际计量局（BIPM）、国际地球自转和参考系统服务、国际测地和地球物理联合会、国际无线电科学联盟、国际标准化组织、世界气象组织和国际天文学联合会进行了协商。

我很高兴地向大家报告上述协商带来的结果，那就是国际电信联盟与国际计量局于2013年9月19-20日在日内瓦共同组织了关于国际时标未来的讲习班。

WRC-12指出，不定时嵌入闰秒可能会对那些依赖准确计时的系统和应用程序造成破坏。一些涉及空间活动、全球卫星导航系统、计量、电信、网络同步和配电的组织要求有一个持续时标。然而，对于其他专业系统和本地日时，需要一个针对地球自转计算的时标。另外，参考时标的改变可能会产生操作方面的影响，并由此造成经济后果。ITU-R开展的研究考虑到了这些因素。

WRC-15将“考虑实现持续性参考时标的可行性，通过修改UTC或某些其他方法，采取适当行动并考虑到ITU-R的研究”。

与此同时，我鼓励成员国继续参与我们的研究工作并向ITU-R提交文稿。



Getty Images, ESA/J. Huart,
NASA, ROSCOSMOS和CNSA

ISSN 1020-4148
itunews.itu.int
每年10期
版权: ©国际电联2013年

责任编辑: Patricia Lusweti
美术编辑: Christine Vanoli
编辑助理: Angela Smith
发行助理: Albert Sebgarshad
平面排版: 黄杰

国际电联印刷和分发处于日内瓦印制。
可以全部或部分复制本出版物中的资
料,前提是需注明出处:《国际电联新
闻月刊》。

免责声明:本出版物中所表达的意见为
作者意见,与国际电联无关。本出版物
中所采用的名称和材料的表述(包括地
图)并不代表国际电联对于任何国家、
领土、城市或地区的法律地位、或其边
境或边界的划定的任何意见。对于任何
具体公司或某些产品而非其它类似公司
或产品的提及,并不表示国际电联赞同
或推荐这些公司或这些产品,而非其它
未提及的公司或产品。

编辑部/广告咨询
电话: +41 22 730 5234/6303
传真: +41 22 730 5935
电子邮件: itunews@itu.int

邮政地址:
International Telecommunication Union
(国际电信联盟)
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20 (Switzerland)

订阅:
电话: +41 22 730 6303
传真: +41 22 730 5935
电子邮件: itunews@itu.int

时间的未来

是废除闰秒还是保留?

1 刊首语

遵守世界时

国际电联秘书长
哈玛德·图埃博士



7 前言

当前时代 — 闰秒属于历史了吗?

国际电联无线电通信局主任弗朗索瓦·朗西



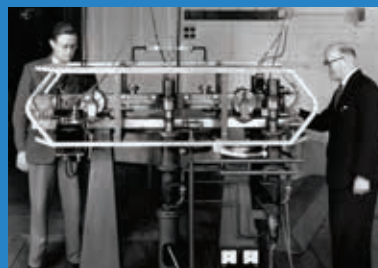
9 协调世界时的过去和未来

ITU-R第7A工作组主席Ronald Beard



13 时标与国际计量局

国际计量局(BIPM)时间司司长
Elisa Felicitas Arias



17 闰秒

国际地球自转和参考系统服务的作用

国际地球自转和参考系统服务执行理事会主席 Brian Luzum



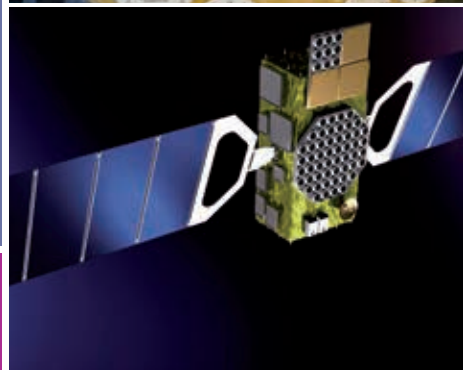
22 国际天文学联合会和协调世界时

蓝色天空的思考

日本国家信息通信技术所

国际天文学联合会第31时间委员会主席

Mizuhiko Hosokawa



25 地球科学和国际时标

在国际大地测量学和地球物理学协会的讨论情况

参加时间和频率咨询委员会的国际大地测量学和地球物理学协会代表

Claude Boucher



目录

28 名称意味着什么？

关于协调世界时的表述

美国科罗拉多州空间标准和创新中心资深科学家David Finkleman;
香港城市大学博士生Kara Warburton



33 全球卫星导航系统及其系统时间

国际计量局W. Lewandowski



36 太空漫游

时标和全球卫星导航系统

北京卫星导航中心Han Chunhao



40 伽利略系统和协调世界时闰秒

欧洲航天局/欧洲空间研究与技术中心伽利略系统工程经理Jörg Hahn



时间的未来

44 GLONASS和协调世界时

俄罗斯联邦Geyser-Telecom公司Igor V. Zheltonogov、D.Aronov和S. Sorokin



47 闰秒对数字时间服务的影响

互联网时间服务器

美国国家标准技术研究所时间和频率部

Judah Levine



51 英国对协调世界时的未来展望

英国国家物理实验室时间和频率组高级研究员

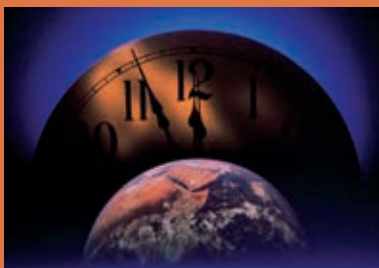
Peter Whibberley



55 闰秒的影响

日本的时间标记系统

日本时间行业论坛Koichi Shibata





Sydney



Seattle



Singapore/Hong Kong



Tokyo/Seoul



O TEMPORA! O MORES!

哦，时代！哦，习惯！

Cicero

前言

当前时代 — 闰秒属于历史了吗？

国际电联无线电通信局主任弗朗索瓦·朗西



全世界都在使用国际电联定义的国际时标 — 协调世界时（UTC），并通过无线电通信系统广为传播。关于“标准频率和时间信号传播”的ITU-R TF.460-6建议书通过引用被纳入《无线电规则》，提供了协调世界时的正式定义。

目前，UTC被用于多种用途，从一般公众制定时间表所需的分钟，到诸如全球卫星导航系统导航 — 例如全球定位系统（GPS）、GLONASS（俄罗斯卫星导航系统格洛纳斯）和包括欧洲伽利略和中国北斗在内的其它系统等最严格应用所需的同步纳秒。

在引入闰秒（1972年）的40年中，开发了各种各样使用协调世界时的系统，其中的一些系统 — 例如搜索与营救服务 — 对人类生命至关重要。因此，有人认为，应保留现有的协调世界时定义，以使

这些系统能一如既往继续运行。还有观点认为，如果不再使用闰秒，协调世界时时标将偏离地球旋转时间。这不但违背了整个社会关于时间的共识，还可能给包括天文学上使用的一些特定应用带来技术困难。

而另一方面，对于是否采用持续性参考时标、取消闰秒也存在争论。一种看法是，嵌入闰秒是非常昂贵的做法，并且会降低对时间依赖性很强的系统的可靠性。预先对设备进行测试以及对不可避免的误差进行修正，会导致人员和设备的巨大开支。此外，让世界上的所有钟表停止一秒以容纳一个闰秒嵌入，会带来模糊不清的空隙，令有秩序的进程，如精确的时间标记中断。闰秒嵌入的偶然性有可能在未来几年内给国际基础设施带来重大的技术问题。

国际电联无线电通信部门（ITU-R）正在就通过无线电通信系统传播实现持续性参考时标开展可行性研究。作为2015年世界无线电通信大会（WRC-15）筹备工作的一部分，国际电联与国际计量局（BIPM）于2013年9月19-20日在日内瓦组织了一次专题讲习班，向所有利益攸关方提供信息，提高了人们对关键议题和不同看法的了解和认识。

非常感谢本期《国际电联新闻月刊》特刊的作者与我们分享他们的专业知识和看法。他们的学识为计时科学提供了经典的资源和参考，亦将丰富正在进行的有关时间的未来以及是否取消闰秒的辩论。

美国NBS-4原子钟维护人Jim Gray。NBS-4是在工作台上放置的一个长圆柱型的物体。它是一个铯时钟，其中气态铯-133在其两端磁铁之间来回通过。在此过程中，铯-133原子在两个能量级之间振荡。标准秒便是基于对这些振荡的计数。这一精准的计时数据被发往巴黎，后者将负责对这一数据以及其他原子钟的数据进行平均，并生成全球性的协调世界时（UTC）。





协调世界时的过去和未来

ITU-R第7A工作组主席Ronald Beard

直到20世纪60年代中期，地球的自转仍是确定一天时长和定义时标的基础。由于地球的自转是不规则的，为了实现时标的统一，出现了基于地球自转的各种复杂的时标版本，这其中包括昙花一现的格林尼治平均恒星时。寻找统一时标的不懈努力最终导致了从地球自转时间向原子时标的转变。

1970年引入了国际原子时（TAI）作为连续时标的参考。它基于原子钟测量值，不受地球自转不规则性的影响，但是对于天体导航，需要确定地球自转角度的用户，需要获得不确定度小于1秒并与旋转时间相关的时标。这导致了1971年采用了现行的协调世界时（UTC）系统。UTC是一种阶梯原

子时标，由国际电联无线电通信部门（ITU-R）（其前身为国际无线电咨询委员会（CCIR））在ITU-R TF.460建议书中定义。

这些阶梯被称为闰秒，将其引入UTC的目的是为了协调统一原子参考时间TAI与旋转时间的差别。UTC和TAI之间的最大差限定为正或负0.9秒。

自然的变化历程

由一个日晷指示的或更为精确的由太阳高度确定的视太阳时是一种由太阳的实际每日运动定义的本地时间。但是因为地球自转轴的倾斜和地球轨道的椭圆形状，太阳连续经过固定轨道之间的时间差是不固定的。

平均太阳时和视太阳时之间的差称为时间等式，视中午和平均中午之间的差可累计高达16.5分钟。直到19世纪早期，航海者仍主要依靠视太阳时并辅以天文历书（给出周期时间内天体计算位置的表格）。但随着时钟精度的提高及其在海洋和铁路领域应用的不断普及，视太阳时逐渐被替代为平均太阳时。

平均太阳时是根据地球绕太阳的旋转而定义的天文时间的测量值，并考虑了地球围绕太阳的轨道运动因素。在提到格林尼治子午线时，它也被称为格林尼治时间（GMT），但它现在被称为世界时（UT），而在地球的极线移动之后，它被称为UT1。

平均太阳日传统上被称为假想的平均太阳连续两次经过一个给定子午线的时间间隔。历史上，秒这个时间单位定义为平均太阳日的 $1/86\,400$ 。历书时（ET）于1960年作为天文历书的一个独立变量替代了UT1。而随后它又于1984年被相对时标所替代，并促成出现了目前的地球时（TT），后者被用作以地球为中心的天文历书的时标。

超越天体导航

自20世纪80年代后期以来，电子导航和通信系统的发展已经大大超越了天体导航。为实现正常运行，这些全球系统之间需要一个连续的时间参考，因而，出现了若干用于内部使用的连续时标。

结果发现，这些内部连续时标也非常适用于精准授时中心之间的比较，同样也适合于精准时间的应用和精准时间的一般性发布。这些连续时间系统的使用非常简便，而相对来说，协调世界时时标用起来还要涉及闰秒等复杂工作。众所周

知的是，闰秒的应用会对分布在本地或全球范围内，使用精准时间的不同网络造成相当大的困难。

这些内部连续时标发出的专门系统时间当前正用于很多应用的参考信号，如全球卫星导航系统，以避免出现不连续UTC时标的使用。但不幸的是，这导致了“伪”时标的扩散，现在有必要审视UTC的当前定义是否恰当。

标准时间和频率信号

ITU-R有关“科学业务”的第7研究组设立了第7A工作组来处理“时间信号和频率标准发射”问题。ITU-R第7A工作组因此负责包括地面和卫星在内的标准时间和频率信号（STFS）业务。工作组的范围包括STFS业务的发布、接收和交换，并负责在全球范围内对包括卫星技术在内的业务进行协调。

ITU-R第7A工作组负责制定和维护与标准时间和频率信号活动有关的课题、ITU-R TF系列建议书以及报告、意见和手册，涵盖了包

位于捷克共和国布拉格的天文钟的历史要追溯至1410年。该钟显示3种不同的时间制式（包括中欧时间、古老的波希米亚时间和巴比伦时间）以及中世纪天文学家理解的太阳和围绕地球的星球的位置图。



Keystone/SPL/Victor de Shwanberg

括STFS生成、测量和数据处理在内的基础研究。有关ITU-R建议书对电信主管部门和业界很重要。它们对其他行业如无线电导航、电力生产、空间技术，以及科学和气象活动也有重要影响。它们涵盖以下专题：地面SFTD传输，包括高频、甚高频和超高频广播；电视广播；微波链路；同轴和光缆；太空SFTS传输，包括导航卫星；通信卫星；气象卫星；时间和频率技术，包括频率标准和时钟；测量系统；性能特征；时标；以及时间编码。

UTC的定义

ITU-R第7A工作组管理的一个重要标准是在ITU-R TF.460建议书中对UTC做出的定义。这赋予了国际电联 — 作为一个涉及时间和频率业务的发布和协调以及标准制定的国际组织 — 在UTC的定义、确定和维护方面发挥核心作用。

对UTC的定义绝不仅仅是一个简单的陈述。相反，它是将建议融入电信和导航领域各种不同标准和应用的全面过程。

虽然一开始并没有考虑将UTC用于民用时间，但它现在已被世界上绝大多数地区采用作为官方或法

定时间，并作为标准参考时间和时区的基础。

UTC的实际值是根据全世界约70个实验室中的420个原子钟的数据，在国际计量局（BIPM）计算出来的。UTC基于国际单位制（SI）秒，将世界各地授时中心的高精准主时钟作为数据源，用于计算UTC，这确保了在几百万年的时间内，计算得到的理想统一时间的偏差仅在1秒范围内。

UTC是唯一由授时中心和实验室维护的本地近似实现的时间，以UTC(k)形式表示，其中k表示授时中心或实验室代号。这些UTC(k)结果被用于向精准时间使用者和那

些需要知道当前时间或实时时间的用户发布时间信号。国际原子时是计算UTC的计量参考，并仅以频率方式提供参考。

UTC的未来

2000年10月，一项新的课题为启动有关对ITU-R TF.460-6建议书进行修订的工作提供了动力。为响应国际计量委员会（CIPM）时间和频率咨询委员会提出的问题，工作组设立了有关“UTC时标未来”的ITU-R第236/7号课题。

为此还设立了一个有关UTC未来的特别报告人组，目的是激发国际电联成员国和ITU-R部门成员的研究热情，并收集整理有关信息，以便为将来对相关建议书做出修订打下基础。特别报告人组的建立被视为很有必要的一个举措，因为对UTC时标做出的任何改变，或提出任何一种时标替代方案，都将对无线电通信、电信、卫星导航和计算机系统产生巨大的影响，甚至会影响全社会对时间的接收。

BIPM、国际地球自转和参考系统服务（IERS）、国际无线电科

学联合会（URSI）以及国际天文学联合会（IAU）的代表参加了特别报告人组以及ITU-R第7A工作组的活动。这些组织也设立了自己的工作组对这一课题进行研究。这些工作组的报告显示，在这些组织中，无论支持或者反对改变UTC定义方面都没有达成强烈的共识。

闰秒和每日时长

当前，通过在UTC中加入闰秒来实现其和UT1之间的偏差不超过0.9秒。换句话说，当前采用的闰秒制度是调整UTC来保持每天的时长，即天文测定的每日时长和86 400 SI秒之间的差别不超过0.9秒。

目前考虑的问题是能否对闰秒这个方法做出改变。这将使UTC成为一个连续的原子时标，并将逐渐偏离UT1（依赖于地球自转角度）。导致偏离的因素不仅仅是地球自转的不规则性，还因为SI秒定义的时长与若干分之一平太阳日定义秒的时长不完全对应。

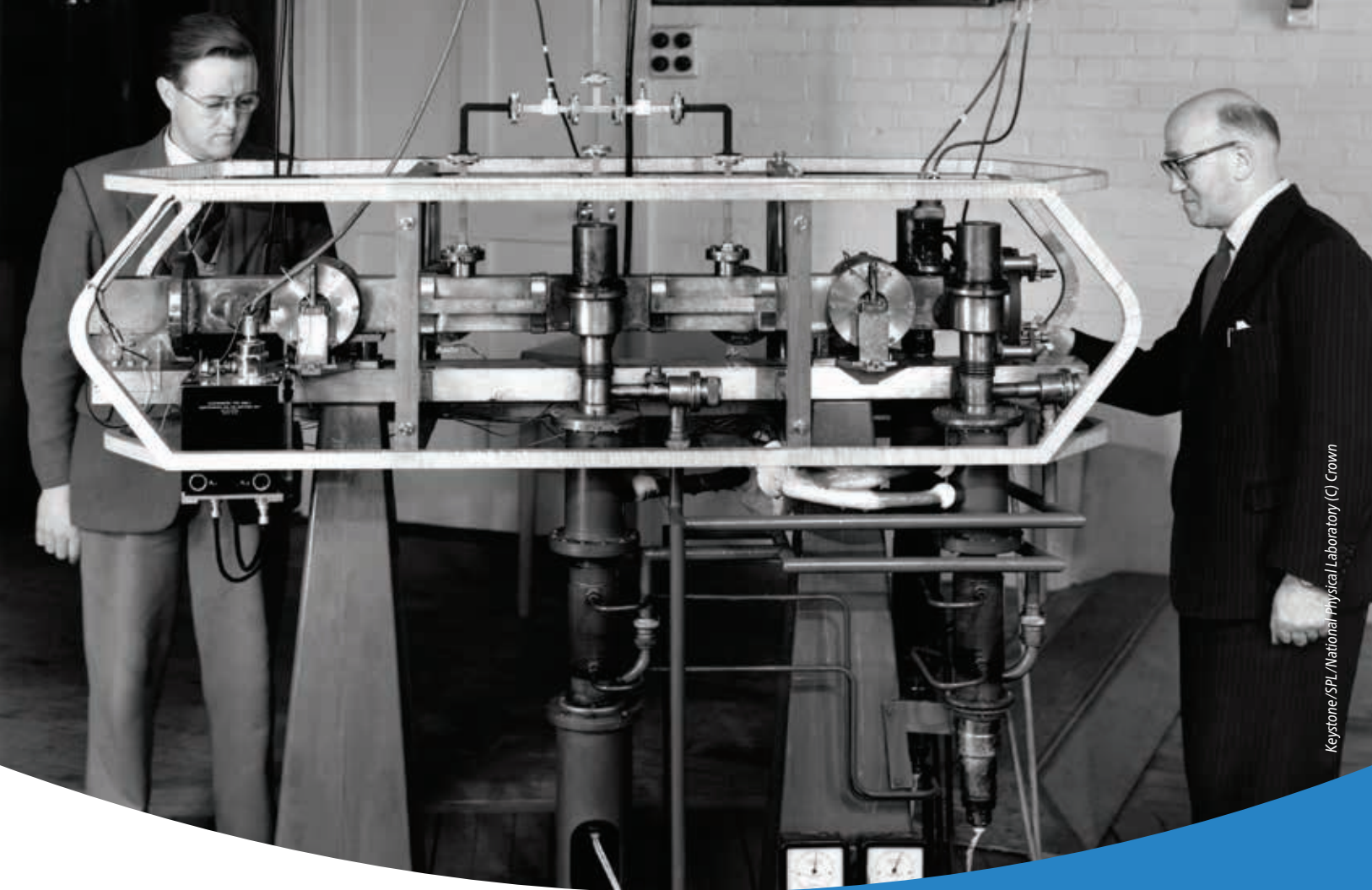
在过去50年里，平均而言UT1秒比SI秒长了 2×10^{-8} 秒，这导致今

天的TAI和UT1之间出现了35秒的差别。地球自转速率也预计将进一步逐渐变慢，因此在不远的未来每年都需要增加一个以上的闰秒。

WRC-15的筹备工作

过去几年，有关将UTC确定为连续原子时标的讨论和研究不断出现，最终导致将该问题提交至2012年召开的世界无线电通信大会（WRC）讨论。大会讨论了这一问题，但与会者认为在做决定之前还需要提供更多的信息。因此，WRC-12做出了第653号决议（WRC-12），该决议体现了与会者的共识，即将该问题提请其他各组织注意，并交由ITU-R第7A工作组负责开展研究，且WRC-15将把该问题作为一个议题进行讨论。

作为WRC-15筹备进程之一，2013年9月19-20日在国际电联总部开设了一个特别讲习班，向感兴趣的各方提供了有关信息，并在尽可能情况下推动更进一步的研究。



Keystone/SPL/National Physical Laboratory (C) Crown

■ 时标与国际计量局

国际计量局（BIPM）时间司司长
Elisa Felicitas Arias

国际原子能时间（TAI）和协调世界时（UTC）由国际计量局（BIPM）负责维护。TAI是UTC的基础。这两种时标具有同等的稳定性和精确度，但由于TAI是连续的，因此UTC要不断添加一个闰秒来保持其与地球自转的同步。国际地球自转和参考系统服务（IERS）组织负责决定和宣布在UTC中增加闰秒的具体时间。

铯原子钟。物理学家Jack Parry（左）和 Louis Essen（右）在调整其1955年研制的铯振荡器。在来回经过振荡器两个端面的磁铁时，气态铯-133在两个能量级别之间实现振荡。一个标准秒等于91.93亿个振荡。Essen 和Parry发明的振荡器促成了将原子秒代替天文秒作为一个时间标准。该图片拍摄于1956年的英国Teddington国家物理实验室。

时间是什么

第一个铯频率标准的研发是在1955年的英国国家物理实验室开展的，这标志着频率参考和时间维护的原子时代的开始。随后，各方很

快就认识到铯状态的转换能够充当频率的参考。

1967年，国际天文学联合会建议在20世纪60年代国际时间局维护的原子时标基础上实现时间的统一，随后国际无线电科学联合会于1969年而国际电联于1970年也都提出了这一建议，后者是通过其国际无线电咨询委员会（CCIR）也就是无线电通信部门（ITU-R）的前身提出的。最终，国际计量大会于1971年对此给予了官方认可，并引入了国际原子时间这一指定名称及其通用缩写TAI（这一缩写自1955年以来就一直被国际时间局用以表示原子时间）。

但在那时，TAI要想成为世界时间还有一个障碍，那就是还要为那些需要基于地球自转不规则速率确定的时标的用户提供天文时间（称为UT1）。保留两种不同时标的同时不可避免地会造成混乱，各方对此也曾经讨论过。最终，UTC获得了国际电联CCIR的定义，并于1975年获得国际计量大会对其使用的支持。UTC的定义很适合于20世纪70年代早期出现的应用和技术，因此这一唯一的时间发布参考代表了所有用户的最佳折中方案。

即使有反对意见，但原子时间的使用范围不断扩大。实际上，从未直接发布过TAI时间参考；相反，它提供的是一个频率参考，当然这对于测量时间长度来说没有实用价值。它没有物理的时钟表征，因此也不是用时间信号来发布的。UTC是从TAI计算出来的时间参考。UTC和TAI都是在后期计算出来的，并有10至40天的滞后。对于一些具体应用来说需要实时的UTC信号，包括天文导航、大地测量学、望远镜设置、空间导航和卫星跟踪。在BIPM内对UTC的生成做出贡献的实验室负责实时提供UTC数据，以UTC(k)表示，其中k表示对应的实验室。这些实验室提供了用于实际应用的UTC的实时接入，并通过多种形式对UTC进行发布。

时间将展现一切

自1972年以来，UTC已经偏离TAI若干秒，并在必要时通过增加一个闰秒来维持UT1和UTC之间的差别不超过0.9秒。这一机制工作情况良好。根据四十多年的经验，增加闰秒的程序已经更为优化和安全。但是，随着更复杂设备和业

务的出现，这些程序变得越来越复杂，并在出现日期变更情况时会引入不确定性。这导致了与TAI并行但偏离诸多秒的连续时标（用于特定应用）的出现。这些替代的时标在广播后对于时间的统一产生了很大影响。基于通信领域出现的巨大进展，可以预想会出现实时提供UT1的其他方式，因此各方也正在对UTC的未来进行讨论。

UTC在时间同步方面有很多应用，并可提供从公众级别的分钟到最高级别的纳秒级应用的不同精度级别。全球卫星导航系统是一个典型情况。美国全球定位系统（GPS）的内部系统时间称为GPS时间，它与美国海军天文台（USNO）维护的UTC紧密同步。GPS发布一个偏离UTC最小的值，这个值可以轻松应付一秒至若干纳秒精准级别的要求。未来的欧洲卫星定位伽利略系统以及即将出现的中国北斗系统将提供同样的功能。俄罗斯GLONASS系统遵循闰秒制UTC，将GLONASS时间与俄联邦UTC同步。

为科学提供可靠时间

TAI是实现动力学使用的时标的基础，可用于模拟天体和自然天体运动建模、太阳系探索应用、理论测试、大地测量学、地球物理学以及环境研究等。在所有这些应用中，相对论效应非常重要。根据不同的需要，可以建立不同的算法。

对于UTC这类的国际性参考参数，要求具有超乎寻常的可靠性和长期频率稳定性。UTC因此依赖于最大可能的不同类型的原子钟数量，目前大约有420台，分布在全球70多个研究机构，并通过网络互连，在远端站点之间进行精准时间的比较。国际时标UTC和提供数据的实验室的本地近似UTC(k)之间的差别将每个月发布在名为BIPM通函T的官方文件中。

国际合作

定义、维护和实现时标参考是一系列国际组织之间持续不断协调的结果。《米制公约》是1875年签署的外交条约，并据此创建了这一BIPM政府间组织，其最高权力机构为国际计量大会。截至2013年2月6日，BIPM拥有55个成员国，37个准成员国和经济体。BIPM开展世界计量工作，特别是不断提高测量精度、范围和多样化测量标准，并实现国家测量标准之间的相互等效。国际计量大会负责通过有关单位的定义特别是对秒的定义的决议；它已经采用了TAI并对UTC给予了支持。



Keystone/SPL / Alexander Tsiras

国际计量局（BIPM）时间司前任负责人 Bernard Guinot。Guinot先生被尊称为时间之父，他通过原子钟为维持精准时间做出了两大贡献。



BIPM在与当地研究机构展开国际合作的基础上，负责提供UTC以及UTC的计算；它为本地机构实现UTC提供了计量可追溯功能。

国际电联负责通过有关基于UTC来发布时间和频率信号的建议书；ITU-R TF.460-6建议书描述了UCT与UT1在0.9秒级别上的同步过程。

国际地球自转和参考系统服务（IERS）组织负责监控地球的自转，并确定和宣布在UTC中采用闰秒的日期。IERS生成并公布UT1-UTC的预测值；允许以超出对UTC大体接近的更高精度的接入。最终，70多个负责本地UTC(k)的机构向国内和区域应用发布时间信号，其范围包括从民用级别的时间维护

到用于空间和科学活动的精准时间同步。

如果国际电联成员国通过一个连续参考时标，则IERS将在确保UT1-UTC预测值的提供方面发挥重要作用，且国际电联将为这些数值的全球发布提供具体的建议。BIPM将继续负责参考时标的维护，为实现协调的国际时标做出贡献。

液晶时钟显示午夜前在24小时的时间系统中插入闰秒。最近的闰秒于2012年6月30日加入。



Keystone/SPL/Lawrence Lawry

闰秒

国际地球自转和参考系统服务的作用

国际地球自转和参考系统服务执行理事会主席Brian Luzum

时间

国际地球自转和参考系统服务（IERS）在决定确定何时要插入闰秒和宣布插入日期方面具有重要作用。为了理解这一作用，重要的是要了解时间的某些属性。

有两种不同的“时间”在当今世界上是相关的：第一，统一的时间，现在是基于原子钟；第二，基于变化的地球自转时间。统一时间和地球自转时间之间的区别在20世纪30年代随着时钟技术的改进才显现出来。

协调世界时（UTC）目前是全球日常使用时间的标准。此外，它在通信、计算机网络的同步和通过全球卫星导航系统（GNSS）的导航，例如全球定位系统（GPS）等各种应用中起着重要的作用。由于目前的原子钟的精度，UTC可



Keystone/SPL/Martin Riedl

在加拿大北极地区正在使用的基于全球定位系统（GPS）的手持式接收器。24颗GPS卫星在环绕地球的精确轨道上运行。每颗卫星发射的无线电信号可通过该接收器检测到。3个信号能够实现计算经度和纬度。第4个信号能够实现高度计算。时间数据的传输能够实现本地时间的计算

精确到几纳秒（十亿分之一秒）的程度。

历史和现在

从历史上看，计时基于地球自转。天体（例如太阳）的重复性经过为标记时间推移提供了一种方便的方法。基于在天体参考系统观测地球自转角度的时间在现代计时中仍然发挥作用。

今天，地球自转角度的测量是通过与时间数量成线性关系的UT1来提供的。UT1采用全球射电望远镜网络进行观测。地球自转数据以UT1-UTC数量的形式提供给用户。

由于潮汐、天气变化、海洋和其他地球物理的影响，地球自转速度充满变数。因此，只有通过定期监测地球自转才能可靠地提供这一信息。地球的自转速度通过安装在地球表面上的固定装置和观察空间对象进行测量。甚长基线干涉测量法使用射电望远镜观察远处被称为类星体的射电源，可以使测量UT1的精度达到几十微秒（百万分之一秒）。

闰秒

闰秒是在1972年引入的，以试图确保时钟时间和地球自转之间的同步。根据有关标准频率和时间信号发射的ITU-R TF.460 -6建议书：

“一次正闰秒或负闰秒应发生于UTC月份的最后一秒，但第一选择应是12月末和6月末，第二选择是3月末和9月末。”

“正闰秒始于23时59分60秒，结束于下个月第一天的0时0分0秒。在负闰秒情况下，23时59分58秒后一秒为下个月第一天的0时0分0秒。”

因为IERS负责监测和预测UT1-UTC数量，它为确定何时需要插入闰秒，以使UTC保持在国际电联规定的UT1的0.9秒以内做出重要贡献。认识到这一点，ITU-R TF.460-6建议书规定IERS应该决定并至少提前8周公布闰秒的实施。

自闰秒开始实施以来，已有过25次闰秒。通过实施ITU-R TF.460-6建议书的规定，闰秒UTC和UT1之间差值的绝对值从未超过0.9秒。在效果上，闰秒使用户能够用UT1去近似UTC达到大约



1秒的精度。在20世纪70年代，这种近似水平可以被认为是只有轻微的精度损失，现在这种差异更为突出，因为以今天的技术，实时估计UT1和UTC之间的差异精度可以提高4个数量级以上。

IERS产品

IERS除了在确定何时插入闰秒和发布闰秒相关信息方面的重要作用外，还提供算法，使用户能够在他们的操作中使用地球定向参数。

这些算法由专家开发，并在大地测量学和地球物理学应用中严格测试，以确保其质量。算法和相关的软件通过IERS网站公约免费提供。

受国际天文学联合会（IAU）和国际大地测量学和地球物理学协会（IUGG）委托，IERS帮助协调所有地球定向环节的定期测量，包括地球的可变自转。IERS每天将这些地球定向观测整合4次，为实时地球定向参数的用户提供高质量的预测。所有这些数据集通过各种计算机传输协议向国际社会免费提供。

即将到来的闰秒通过IERS公告C（通常在1月和7月发布）来发布，并宣布是否有必要在未来6个月内插入闰秒。这个时间安排符合国际电联“提前8周”的要求。

IERS为国际社会提供了：国际天体参考系统及其实现，国际天体参考框架，国际地面参考系统及其实现，国际地面参考框架；用于在国际天体参考框架和国际地面参考框架之间进行转换的地球定向参数，用于生成和使用参考框架和地球定向参数的标准、型号和常量；



©ystone/SPL/Ian Hooton

更改时区和时差的影响

研究和理解参考框架与地球方向之间差异的地球物理数据。

研发中的产品

认识到技术的快速变化，为满足用户新的需求，IERS计划开发新的产品，并向更为现代的数据文件格式转移，以提高其数据的可用性。此外，IERS将研究建立实时

地球方向参数传输协议的可能性。该产品将向目前选择用UTC来近似UT1的用户直接提供UT1。其优势是在保持用户目前享受的相同的简单实现的同时，将数据精确性提高了4个数量级以上，而且没有增加用户的成本。

IERS的承诺

IERS创建于1987年，1988年1月1日开始运作。它延续了20世纪早

期建立的国际时间局的工作。IERS对国际天文学联合会和国际大地测量学和地球物理学协会负责。

IERS已为国际科学界服务了25年。最近，IERS将自身定位为更全面满足用户需求，无论协调世界时的当前定义是否保留或对其进行重新定义以消除闰秒。无论哪种方式，国际电联可以依靠IERS为其用户提供所需的数据和软件支持。IERS已做好准备以最便捷的方式来满足未来用户的任何需求。

两小时的时间内地球自转时的12张照片。每张照片旋转30度。



国际天文学联合会和协调世界时

蓝色天空的思考

日本国家信息通信技术所，国际天文学联合会第31时间委员会主席
Mizuhiko Hosokawa,

国际天文学联合会（IAU）是一个与国际时间量度有很深关系的

本文的准备工作得到了IAU重新定义UTC工作组成员的大力协助。

天文学领域的研究机构。实际上，基础天文学最重要的主题之一是参考帧和时间尺度的建立。现在保持协调世界时（UTC）是为了使UTC与测量地球自转角度的被称为UT1之间的差异总小于0.9秒。

为确定对应UTC的UT1值，必须测量国际天球参考系和国际地面参考系之间的角度。为此，要使用射电望远镜通过甚长基线干涉的方法来测量实现国际天球参考框架的类星体无线电信号，该望远镜的

位置在国际地面参考框架中可以很好地确定。目前，UT1-UTC值的监测任务是由国际天文学联合会和国际地面测量学和地球物理学会（IUGG）共同成立的国际地球自转和参考系业务（IERS）的职责之一。IERS负责决定通过其公告C宣布闰秒调整的时间。

在天文学界，对插入闰秒有着截然不同的观点。一个是学术性的，一个是实用性的。

从学术性角度来看，参考框架和时间尺度的连续性是重要的。因此认为UTC与地球自转角度相关的天文时间（UT1）之间的联系是相关的。

从实用性角度来看，许多天文观测台使用UTC作为其观测的基准时间。为了使用光学和射电望远镜来跟踪天体，必须精确了解地球在太空中的自转角度。用UTC来近似UT1可方便地实现这一用途，如果要以这种方式对UTC重新定义的话会使其与UT1的差异超过1秒，一些软件可能必须修改。因此，一些天文学家认为可能需要重新定义UTC。

有关重新定义UTC的讨论在国际电联无线电通信部门（ITU-R）正在继续。IAU从一个深度参与参考框架和时间尺度的科学组织的角度，就UTC的未来向国际电联提出了意见和考虑。

2000年至2006年国际天文学联合会的讨论

关于UTC的未来和闰秒的讨论开始于特别报告人组，它由ITU-R第7研究组（科学业务）下面的第7A工作组（时间信号和频率标准发射）于2000年创立。该特别报告人组针对第7研究组的关于“未来的UTC时间尺度”的第236/7号课题进行了全面的研究。该小组要求IAU和其他国际组织提供其对此问题的意见和建议。

作为对此要求的响应，IAU就可能重新定义UTC的问题进行了广泛的研究和讨论。IAU为此成立了一个工作组。根据其职责范围，该工作组要讨论是否需要闰秒，按照预先确定的时间间隔及插入闰秒的可能性，以及对UTC-UT1容限的考虑。

经过6年的活动，工作组的最終报告于2006年完成。由于从不同的观点来看存在各种优缺点，工作组未能就支持或拒绝改变UTC定义达成共识。然而，对一个实际要求达成了共识，即在对定义进行任何更改之前应留有足够的时间。IAU给ITU-R的来函中仍然表示IAU并没有受到2005年12月31日插入第2个闰秒产生的任何问题的不利影响，尽管插入闰秒的准备需要投入大量的人员时间和精力。

IAU近期和正在进行的活动

IAU工作组在2006年提交了最终报告，并希望ITU-R及其相关机构能找到第236/7号课题的答案。然而，2012年无线电通信全会（RA-12）得出的结论是需要进行更多的研究，而且这个问题应在下届全会和2015年世界无线电通信大会（WRC-15）上讨论。

在RA-12的讨论中，有人指出，许多国际电联成员国还了解取消闰秒的建议。这是为什么



Keystone/SP/ Victor de Swanberg

空间和时间都统一在被称为时空的四维结构中。爱因斯坦狭义相对论和广义相对论的理论预言了这种统一。

RA-12决定在RA-15和WRC-15之前应充分研究所有的技术选项，并要求在国际电联成员和其他关注重新定义UTC的组织内进一步讨论的原因。

根据国际电联的要求，IAU在“基础天文学”部门下再成立了一个重新定义UTC的工作组。该工作组正在研究：

- 当前民用时标的要求；
- 满足未来民用时标需求的选择；
- 保留现有UTC或发布一个纯粹的原子时标；
- 连续时标对天文学家工作的影响；
- 是否应该采取一个新的向全球发布的连续时标，及其如何与TAI关联；
- 应由度量衡大会还是国际电联来决定参考时标？
- 发布UT1、UTC和/或新的连续时标的其它方式。

该工作组将其研究结果提交给国际电联，代表IAU对重新定义UTC的立场。这些研究结果将尽早提交，以在下一届2015年无线电通信全会之前提供给各个国家和群体讨论。同时，工作组中的最新讨论情况将提交给将于2013年9月19-20日由国际电联和国际度量衡局（BIPM）在日内瓦举办的国际时标研讨会。



地球科学和国际时标

在国际大地测量学和地球物理学协会的讨论情况

参加时间和频率咨询委员会的国际大地测量学和地球物理学协会代表

Claude Boucher

迄今为止的讨论

国际大地测量学和地球物理学协会 (IUGG) 同时作为用户和提供者关注国际时标，特别是协调世界时 (UTC)。一方面，IUGG 使用这些时标作为测量的时间标记和模

型中的时间变量。另一方面，由于空间大地测量学在时标的实现上起着关键作用，IUGG 是必要数据的提供者。

取消跳秒、重新定义 UTC 的可能性已在过去几年中得到了广

泛的讨论。该议题是 2012 年在法国塞夫勒举行的第 19 次时间和频率咨询委员会议程的主要项目之一，IUGG、国际天文学协会和国际电联等表达了其观点。IUGG 还收到了国际电联的正式请求，请该

协会表达其对该问题的意见，为征集IUGG群体各成员而成立的内部小组的讨论结果如下。

UTC作为国际地球科学的建议时标

地质学家和其他人都面临着多重时标——重心动力时间（TDB）、地面动力时间（TDT）、地心坐标时间（TCG）、地面时间（TT）、国际原子时间（TAI）、协调世界时间（UTC）、全球定位系统（GPS）时间及其他。这些时标的定义和物理实现各不相同，很难明确说明他们之间的相互关系。

IUGG认为，采用一个首选的国际时标作为基本参考非常重要。与普遍接受的国际地面参考系统一样，最可取的是参与的群体能够就国际时标达成一致。在现阶段，IUGG认为UTC是最好的选择，特别是因为各国通过国际电联已经批准的决定，如UTC与法定时间之间的联系。

重新定义UTC

IUGG内部有关重新定义UTC的讨论将取消跳秒作为前提。这意味着，UTC将是由国际原子时间（TAI）严格派生的均匀连续的时标，将取消UT1-UTC的限值。

如果按照既定方向进行重新定义，应该强调一些积极的方面。其中之一是UTC是连续均匀的。此外，UTC和GPS时间之间的差值几乎是恒定的。

但也有相反的论点。一个是，如果UTC被重新定义，就无法提供对UT1进行良好估计，虽然可以通过对UT1进行更好的直接估计来克服这个困难。另外，有些人将跳秒的发生视为相关组织之间进行沟通和行动协调的机会。IUGG必须考虑到这些方面，正式明确其立场。

对UT1的估计

现在估计UT1达到0.001秒的精度在技术上是可行的，这比用UTC估计要好一百倍。目前，国际地球自转和参考系统服务（IERS）提供UT1估计服务。IUGG建议，应支持

IERS并为其提供必要的资源，以保证其质量和连续性。

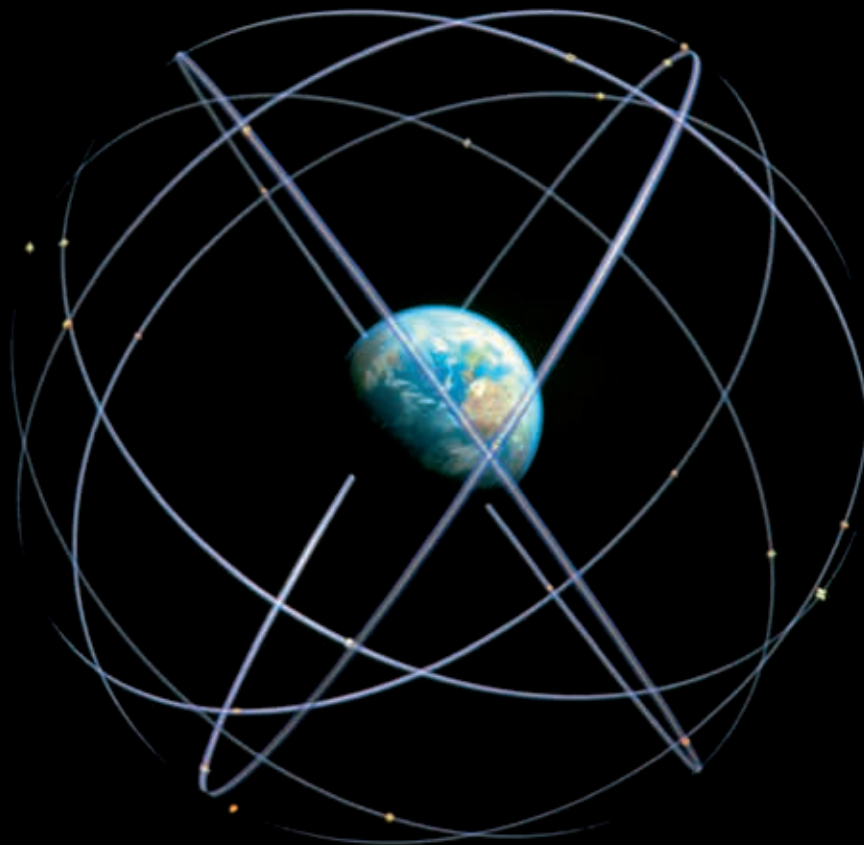
全球卫星导航系统在发布协调世界时间中的作用

全球卫星导航系统——如GPS、GLONASS以及即将推出的北斗和伽利略系统——在发布时标方面发挥了巨大作用。IUGG认为，支持全球卫星导航系统在时标方面所提供的服务非常重要。特别是，全球卫星导航系统提供实现毫微秒级的瞬时同步所需的测量和信息。此外，这些系统为根据UTC量度来估计时间传播必要信息。

因此，建议将全球卫星导航系统的使用作为确保全球采用UTC的重点之一。

地球科学的世界

IUGG是致力于地球科学（大地测量、地震、火山、地磁、大气科学、海洋学、水文等）各个领域科学研究的国际非政府组织。



Keystone/SPL/ESA/CE/EUROCONTROL

IUGG包括各种委员会，以及8个处理具体地球科学领域的协会：大地测量学领域的国际大地测量学协会；地震物理学和内部地球物理学领域的国际地震物理学和地球内部物理学协会；火山学和地球化学领域的国际火山学和地球内部化学协会；国际地磁学和天文学协会；国际气象学和大气科学协会；国际

水文科学协会；国际海洋物理科学协会；和致力于冰层研究的国际冰冻圈科学协会。

IUGG和国际天文学协会共同管理国际地球自转和参考系统服务（IERS），同时IUGG还管理着其他一些国际服务，如国际全球卫星导航系统（GNSS）服务。

全球定位系统（GPS）中使用的卫星导航轨道的艺术表现。该系统采用了24颗卫星组合。基于地面的小接收器通过测量来自卫星的信号到达时间来计算用户的位置

IUGG是时间频率咨询委员会的正式代表，该委员会是国际计量委员会（CIPM）的咨询委员会之一。

问题的背景

将协调世界时设想为：可以根据稳定物质中能级转换的频率量化的实际不变秒来调节一个时标，同时相对实际静止和特征明确的惯性参数而言，可以作为一种地球旋转测量时间。到目前为止，闰秒是国际电联无线电通信部门（ITU-R）460系列建议中确定的UTC最为人熟知的特性。人们十分清楚闰秒产生的原因和世界各地广播时对UTC更为精确的修正，适应闰秒插入的程序也较好地进行了编码。但是，许多不依赖与地球旋转同步时间的人们认为这种插入是多余的和破坏性的。那些认为它多余的人在最近召开的世界无线电通信大会（WRC-12）上呼吁ITU-R从UTC的定义中取消闰秒。为了使各成员国更深入地了解这个问题，这方面的决定被推迟了。WRC-15正在准备再次讨论这个问题。

术语问题描述

一些知名的术语管理部门研究和分析了有关修改UTC定义的建议。权威的裁决在WRC-12上发布，并正式提交国际电联研究组。从规范的术语角度看，如果指定此修改定义的术语没有改变，那么所提出的修改，特别是那些反对把UTC与地球旋转联系起来的建议将会造成一词多义。一词多义可造成混乱状态，因为在相同的环境下相同的术语用来表示完全不同的意义。就UTC而言，如果没有用新的术语来命名新的概念，则同样由UTC命名的时间概念就会产生两种不同的解释：(a) 与地球旋转同步的时间，以闰秒体现且目前普遍采用的更为精确的修正方法 (b) 与地球旋转毫无联系的时间。天文学、天文动力学、宗教和许多其他领域普遍采用预测分析的工作将变得混乱。无数的参考文件和目前一些权威性依据将变得模棱两可。对于不考虑地球旋转因素的观点，除了在技术方面缺乏令人信服的依据之外，仅仅是这种术语的不明确就会造成实际的、社会的和法律上的严重后果。我们认为，要采用一个对基本时间概念的新的技术解释，同时还必须考虑术语的严谨性。

术语学的作用

术语学是一个包括词典学、翻译、技术编写、知识模块和内容管理的语言学的分支。从原则上说，术语涉及对特殊的活动领域及其与描述这些活动领域的用语之间关系的理解。术语采用国际标准化组织（ISO）技术委员会37（TC37）及其核心术语专家所制定的标准化的和高度成熟的原则和方法。这些专家使得所有的工作更为有效，使术语含义明确和易懂，能够很好地应用于几乎所有的语言。

与所有的ISO标准和惯例一样，TC37标准具有同样的严谨度、共识度和国际认可度。除此以外，在ISO的279个技术委员会中，TC37是11个获得“横向委员会”特殊地位的技术委员会之一。横向委员会帮助其他技术委员会实现其各自领域的标准化。ISO认为：“如果你在相关研究领域面临困难，这些委员会的意见或参考其文件是非常有益的”。对于TC37，ISO进一步表示：

“术语在所有标准化工作中具有重要的作用，只有在所有人都理解所谈论的内容时，标准化才能发挥作用。首先，明确、一致和连贯的标准需要明确和一致的术语。为

了促进专家之间的交流，ISO/TC37 制订了开发术语的原则和方法。如果你在某个术语上遇到困难，需要对它适当地进行定义，TC37确定的规则可以帮助你”。

术语是以一种特定的语言（领域或研究范围）解释某一个概念的语言表述。相比普通语言而言，术语的一个重要特性是其单一含义关系（称为单义性），包括所指定的特殊概念，以及语言形式与描述该概念的文字内容（称为词汇化）之间关系的稳定性。单义性和词汇化是规范术语的根本和必须遵守的原则。

术语专家非常精确地将术语与一般性词汇区别开来。一个术语具有以下特点：

- 始终与同一概念相关。
- 始终在一个特定的研究领域内使用。
- 在这个研究领域内只有一个含义。

协调世界时这一术语和UTC满足所有这些要求，因此，它们的含义和使用必须遵循规范的术语要求。此外，考虑到精确时间测量非

常特殊的性质和所测量时间的广泛应用，这些表述在所有语言当中最具“术语性”。在这种特殊情况下，采用严谨的术语原则不容质疑。

管理术语的名称和使用的术语学原则是什么？除了应该被同样的语义特征及其定义认可之外，一个特殊的概念还应通过与命名它的表述保持稳定关系的方式得到认可。反之亦然，一种表述要得到认可，必须与将这种概念与其他概念区别开来的同一语义特征保持稳定的匹配关系。这种稳定性有时被称为“词汇化程度”，有时被称为“术语化程度”。缺乏这种稳定性会导致“认识上的模糊”，就如同一词多义和单义性一样。单一概念原则要求概念表述的稳定性，因为它们对于依赖绝对明确的极其专业的科学和技术领域是非常重要的。

为了引入一个新的概念和与地球旋转无关的时标而保留协调世界时和UTC的术语和缩写违背了这些原则，而且在术语上造成无可争辩的一词多义问题。正式提交给ITU-R的文件和论据对这个问题做权威性的分析。

术语问题实例

举一个实际术语问题的例子也许有助于说明将严谨的术语管理原则应用于如时间测量一样重要的概念的重要性。数据类型（有时写成datatype）已经应用于各个技术领域，甚至是具有不同意义的非常相关的领域。下面选择了我们所能看到的少量的不同定义：

1. 一系列具有这些值的特征并按照这些值操作的不同的值（ISO 11179-1 — 信息技术 — 元数据注册）。
2. 确定各类数据中的一种数据的分类，例如确定这种类型的可能值的实值、整数或布尔运算（维基百科，计算机科学）。
3. 单一数据点的分类（统计）。
4. 与数字数据有关的、表明数据格式或数据处理应用的结构元数据（M.I.T.出版社，数字图书馆）。
5. 规定在打印时打印应用发给打印机的数据格式的一个字符串（打印）。

即使是在计算机科学领域，对这个术语的理解也不相同，这取决于计算语言，例如：

6. 一系列可能值，加上所有了解如何处理这些值的操作（Perl编程）。
7. 一系列描述具体信息的规则，包括允许的范围和操作以及信息存储方法（可视基本编程）。
8. 一个三元组包括：一系列称为值空间的不同的值、一系列称为词汇空间的词汇表达，以及一系列体现值空间、单一值或词汇项目（XML）的组合。

更为复杂的情况，在计算语言中，可能被视为一种数据类型变量的数据要素类型一词具有另外一个意思——语言描述或注解方案（ISO TC37）中使用的一个基本描述符。对于外行来说，数据分类和数据类型一词可能会被错误地理解为同义词。更让人糊涂的是，与以上(1)和(6)定义相对应的“一系列可能值”的概念同时也被描述为值域（ISO TC37、ISO TC29、ISO 11179）。

这个例子说明了在一个相对受限的主题范围或一组相关的主题范围内（计算、信息技术、数字图书馆、统计等等），多义词（一个用语具有多个意思）和单义词（不同的用语具有相同的意思）两种概念。由于这种术语上的不精确，人们发现，为了避免出现模棱两可的情况，相关的用语在几乎所用使用的文件中都进行了定义（或者更糟的是，这些用语根本就没有定义，用户只能去猜测它们的意思）。如上所述，这一状况造成不同的定义不断增加，也就是说，在某一个特定的环境之外，数据类型一词根本就没有可以辨别的意思。



Keystone/SPL/Al Photo

UTC中插入闰秒之后检查台式计算机性能

建议

ISO TC37向2012年无线电通信全会提交了一份旨在解决协调世界时术语的提案。根据ISO的通告，ISO TC37制订的标准在279个ISO技术委员会都是“规范的”（强制性的），实际上都适用于人类活动的所有科学和技术领域。这说明术语的严谨性对于在专门领域进行有效通信来说是至关重要，也证明了ISO为什么将TC37命名为横向委员会。以下引述的内容（稍加编辑）很好地总结了TC37的建议：

不应改变一个现有术语的意思（…），一个新的概念（意思）或概念的变化应该有一个新的名称。

TC37提出了令人信服的理由说明UTC不应表示一个新引入的时间概念。但同时也批准了一个2003年提交ITU-R的新名称建议，即国际时（TI），英文表述为International Time。按照这个建议中的解释，这一名称明确地表达了一个国际标准时间测量应有的意思，同时又与各种现有时间测量协议的名称不相冲突。此外，该名称与国际原子时（TAI）的名称相似，这是它的优势，因为两个名称代表的几乎是相同的概念。

总结

我们简要地描述了规范和严谨的术语学的概念、原则和标准。我们还进一步说明，在UTC早已明确概念的情况下，如果引入一个不考虑地球旋转的完全不同的新概念，该概念不能采用目前普遍使用的UTC名称。在明确TC37在术语问题上的权威性之后，我们介绍了ISO TC37提出的一个为新的概念确定一个新名称的建议，也就是国际时。作为本文的作者，我支持这一建议，同时也欢迎其他的建议。

卫星、火车和飞机指示与精确到几位小数的数字时间显示同步的情况。
为了精确地定位快速火车和飞机，全球卫星定位系统要求这种精确度



Keystone/SPL/Smetek

全球卫星导航系统及其系统时间

国际计量局W. Lewandowski

国际计量局（BIPM）负责计算称为协调世界时（UTC）的国际参考时标。它源于通过修正完整秒数产生的统一的和连续的称为国际原子时（TAI）的时标。UTC是协调世界时间时唯一的参考时标，也是很多国家法定时间的基础。

全球卫星导航系统（GNSS）依靠精确的时间对定位范围进行精确计算，这就需要系统之间始终保

持同步。为此，GNSS采用以下时钟组合构成的内部参考时标：GPS时间、GLONASS时间、伽利略系统时间（GST）和北斗系统时间。

这些系统时间是伪时标，应仅仅作为内部的GNSS技术参数，而不用于其他人类活动参考的时标。

系统时间通常会被转向一个外部固定的参考时标。例如，GPS时间通过其设在美国海军天文台的装置

使用UTC（USNO）1秒钟模数。但由于其使用闰秒产生的非连续性，UTC是一个阶梯式时标。特别是从生命安全业务角度考虑，一些全球卫星导航系统服务提供商倾向于采用其他连续性（非阶梯型）时标。这就给全球卫星导航系统的设计者造成了困难，因为在对其他连续时标秒数进行编号时无法理想地选择参考纪元。

混乱时期

图1描述了全球卫星导航系统服务提供商选择的不同方法以及这些系统与UTC之间的关系。

GPS时间是连续的但不能调整为闰秒。它的时间设定在1980年1月6日UTC 00:00点，以便获得与UTC的零秒差异。GPS时间比TAI晚19秒，而且由于UTC增加了闰秒，目前（2013年）比UTC要早16秒。

与GPS时间不同的是，GLONASS时间采用的是UTC秒，所以不是一个连续的时标。伽利略系统时间（GST）是连续的，它与GPS时间一样具有同样的最初纪元。在早期定义伽利略系统时，最初做出的决定是，GST应使用TAI作为参考。但考虑到TAI 不适用于一般性传播，伽利略系统的设计者认为，将伽利略的内部时标设定为TAI会产生混乱。最后的决定是把GST与GPS时间之间的秒差设定为零。

北斗系统时间是连续的，它的时间设定在2006年1月1日UTC 00:00点，以便获得UTC的零秒差。因此，北斗系统时间比TAI晚33秒，目前（2013年）比UTC要早2秒。

由于UTC是一个阶梯式时标，因此全球卫星导航系统的连续内部时标成为一些应用的任选时标。例如，国际GNSS国际业务（IGS）的一些产品使用GPS时间标签。

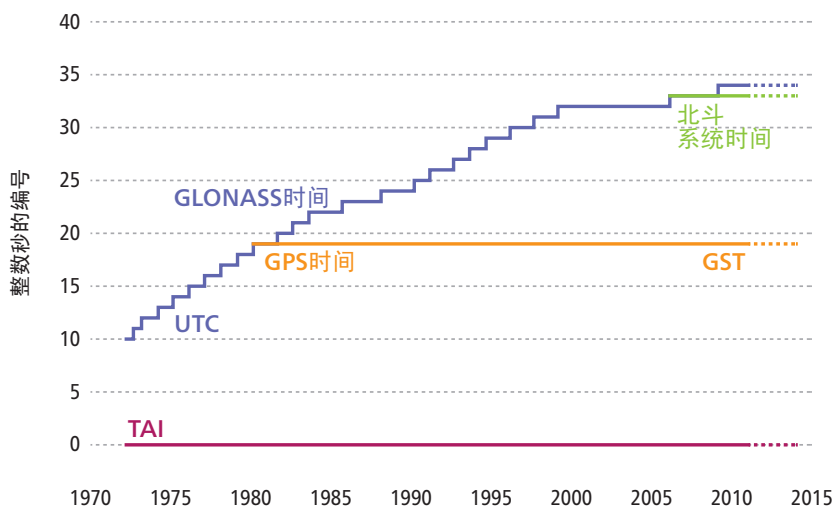
全球卫星导航系统的连续内部时标的使用给用户造成了混乱，因为不同时标的差异有几十秒之多。伽利略系统可以作为例子说明这种混乱。伽利略系统的有些部分使用GST标签，而其他部分则使用UTC

标签。最大的困难发生在交叉零点（子夜），这时候在16秒内该系统的各个部分指向两个不同的日子。这将造成重大的错误。

实际精度

尽管全球卫星导航系统的内部时标无需为了满足导航的需要而与国际标准UTC同步，但是国际协调对于简化这些系统的操作，以及实现

图1 — 不同时标之间的关系（一个整数秒中的差异）：
国际原子时（TAI）；协调世界时（UTC）；GPS时间；
伽利略系统时间（GST）；北斗系统时间以及GLONASS时间





系统之间的互通具有显而易见的好处。这一点在时间和频率咨询委员会的建议（S6-1999建议）和国际计量委员会的建议（CI-1999建议1）中均有体现。它同时也是全球卫星导航系统的任务之一。

今天，全球卫星导航系统目前代表获取精确UTC的最普遍的方式。GPS和GLONASS服务提供商将修正发送到内部系统时间，以分别获得美国海军天文台保存的UTC预测数据（UTC（USNO））和俄联邦的

国家时标（UTC（SU））。伽利略系统也将广播UTC的物理实现，其他系统也可能这样做。GPS目前广播了一个UTC（USNO）预测，它接受与实际UTC（USNO）的几个纳秒差，UTC（USNO）接受与实际UTC的几个纳秒差。这意味着GPS在全球广播的UTC预测具有几个纳秒的不确定性。目前GLONASS的预测具有几百纳秒的不确定性，但在不久的将来通过适当的校准可能改进这个精度。

到取消闰秒的时候了吗？

闰秒给现代基础设施，特别是给全球卫星导航系统造成诸多困难。此外，目前在没有闰秒的情况下天体水上导航可以运行，因此保留闰秒的理由就不再充分了。

国际电联无线电通信部门（ITU-R）正在考虑修订“协调世界时”的定义，同时也正在研究一个可能产生新的连续时标的建议。

钟面和地球代表在强引力场中和接近于光速的速率上的
时间旅行和时间改变

Keystone/SPL/Delev Van Ravenswaay

太空漫游

时标和全球卫星导航系统

北京卫星导航中心Han Chunhao

在围绕地球的巨大时空关系中，全球卫星导航系统实际上是一个精确计算时间的系统。

一个全球卫星导航系统通常包括3个部分：空间段（卫星群）；地面控制段（主站、上行链路站和监控站）；和用户段（用户接收器）。基本的观测是伪距，其定义是：光速乘以信号源与观察者之间被观测的信号运行时间（时钟的时差）。所有导航信息（例如卫星轨道、时钟补偿和电离层时延）都是通过这些时间观测点获取的。

卫星时钟

考虑到卫星轨迹中时空的巨大规模（空间规模为 1×10^5 km，时间为几天、几个月甚至几年）和精确性要求（精确率达到1米，甚至是1厘米或1毫米），必须按照相对论和量子论考虑全球卫星导航系统的数据处理问题。

从概念上说，全球卫星导航系统有两种不同的时标。它们是原时和协调时。实际上，任何两个事件之间观察的空间间隔和时间间隔取决于观察者。位于卫星和太空站的理想时钟或观察者给出的时间是原时。它们与观察者有关，或者说与时钟的时空境有关。这就是说，考虑到它的相对速度和在引力场的位置，不同的观察者有不同的时钟时间。

为了给所有观察者提供一个共同的时间参考，我们必须选择一个特别的观察者，并建立一个参考系统。一个参考系统包括一个3维空间参考帧和1个时间参考。前者决定事件的空间位置（有3个空间坐标），后者给出了事件的发生时间，称为协调时。

非回转地心参考系统用来描述地面卫星的轨道，它们是全球卫星导航系统中包括的卫星类别。

一名计时实验室工程师在一个显示07:59:60北京时间的时钟前面，旁边是另一个显示23:59:60协调世界时（UTC）的时钟，时间：2012年7月1日，地点：中国西安，中国科学院国家授时中心。星期六（2012年6月30日），世界原子钟上增加了一个额外秒（闰秒），经过调整后使其与地球放慢速度的自转保持同步。当天晚上，在进入子夜UTC之前，原子钟时间为23时59分60秒





Keystone/SPL/Mark Williamson

纽约新闻大厦大厅的标准时区钟

参考时间通常是地心协调时间或地面时间。地心协调时间和地面时间可以视为位于大地水准面的观察者的原时，但受到不同引力的限制。地心协调时间假定没有地球引力，或者观察者不受其影响。相比之下，地面时间假定观察者受到相当于大地水准面（地球引力和自转形成的海洋表面）或者平均海平面引力水平的引力影响。

报时

全球卫星导航系统的系统时间，例如GPS时间、GLONASS时间、伽利略时间和北斗时间，是地面时间的不同实现。应该注意的是，系统时间只适用于系统本身，其设计目的仅仅是为了系统操作的便利性。要使所有的系统采用同样的时间是不可能的。但是，为使系统实现时间服务功能，全球卫星导航系统在广播导航数据时必须给出相对协调世界时（UTC）的时间补偿（具有一定的预测不确定性）。在这方面，UTC是唯一的选择，因为它是全球民用时间的标准。

日出和日落

显然，在不规则时段将闰秒插入UTC是很麻烦的。特别是对于全球卫星导航系统的操作来说，闰秒对于计时和时间服务都不方便。其他技术领域（例如通信和交通）的专家们可能持有同样的观点。

但我们必须记住，UTC不仅用于科技，而且还用于社会各个方面。从概念上讲，简单地取消闰秒意味着UTC与太阳时没有联系。然而，日出和日落一直都是民用时间的自然基础。

但是，另外也需要注意的，按照19世纪末的定义，今天使用的“日”一词并不是真正的太阳日，而是平均太阳日。我们知道，时差（视太阳时与平均太阳时之差）可以达到16分钟。相比而言，国际原子时（TAI）与世界时（UT1，在空间导航中地球自转定义的天文时标）之间的时差为35秒。在过去40年中，UTC插入了25闰秒。这与作为民用时间不能接受没有闰秒的UTC的观点大相径庭，因为即使在今天，UTC与太阳时并不完全相同。

TAI与UT1之间的时差主要是由于相对平均太阳日的SI秒的偏移引起的。所有25闰秒都是正的，这就意味着相对于平均太阳秒，SI秒的补偿值约为 1.98×10^{-8} 。但是，如

果SI秒的定义可以修改的话，这种时差可以变得更小。

然而，无论UTC如何定义，在概念上它作为一种民用时间仍然与UT1有一定的关系。地球自转速度正在变化。或许未来一天的时长会改为86 401秒或更长。如果出现这种情况我们怎么办？这个理由很好地解释了为什么从概念上看UTC与UT1之间需要保持一定的协调关系。

定义协调世界时的新方法

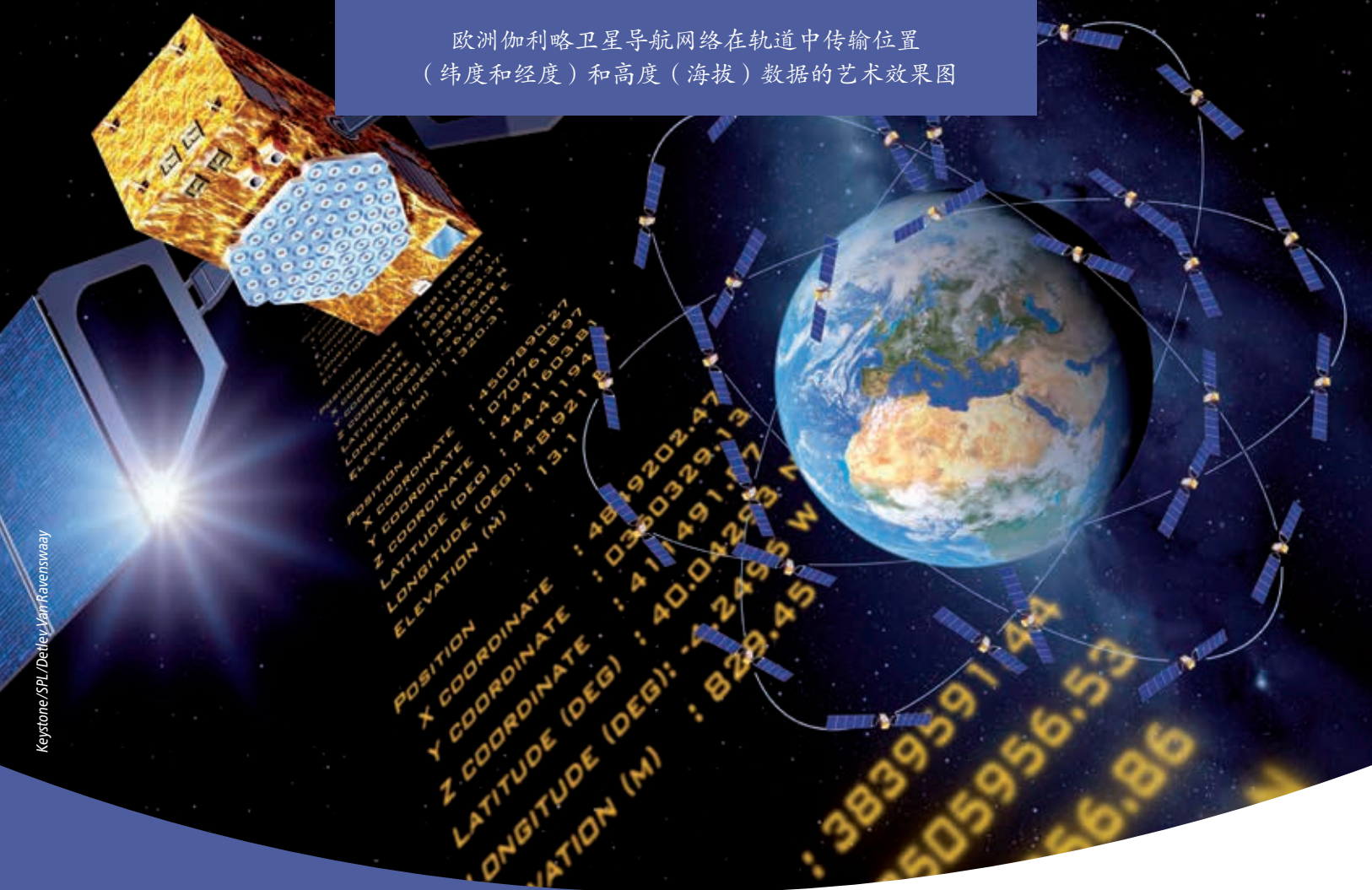
除了提供民用时间标准外，UT1的近似值（UTC与UT1的时差控制在0.9秒）。如果取消了闰秒，这种时差就不会有限制了。

有些人不支持闰秒，认为这需要修改软件。对地面系统来说，软件的修改即不复杂也不特别昂贵。但对于某些空间系统来说，可能并非如此。

重新定义协调世界时是一项具有重要意义的工作。停止闰秒可以方便大部分用户。但是，为了与UT1或太阳时保持一些概念上的联系，UTC和相关时区的名称不应改变。最好在UTC与UT1之间建立某种清晰明确的关系，例如要求它们之间的相差低于某些固定值（例如10分钟），或者相对频偏低于 1×10^{-7} （大约24小时内10毫秒）。

一种选择是在一个世纪末增加一个闰分。实际上，在可预见的未来，有多种方法可以在足够长的时期取消闰秒。

如果UTC重新定义后可以停止插入闰秒，那么全球卫星导航系统应该通过广播地球定向参数的方式进行补偿。的确，对用户来说，这可能是获取地球定向信息的最佳方法。这样的话，全球卫星导航系统不仅可以提供位置、导航和定时服务，还可以提供地球定向服务。



Keystone/SPL/Deley-VanRavenswaay

伽利略系统和 协调世界时闰秒

欧洲航天局/欧洲空间研究与技术中心伽利略系统工程经理Jörg Hahn

伽利略系统是欧洲自己的全球卫星导航系统，旨在提供由民用部门控制的高精度全球定位服务。它将与目前美国的全球定位系统（GPS）和俄罗斯联邦的GLONASS实现互操作。

2011年10月21日，用于在太空和地面验证伽利略概念的4颗实用

卫星中的前两颗发射升空。另外两颗卫星于2012年10月12日发射。此在轨验证阶段完成之后，将发射更多卫星，以便在2015年之前达到初步运营能力。

伽利略系统的运营初期阶段，将提供初级版的公开服务、搜索和救援服务以及公共管理服务。随着

多个卫星的建设，将不断有新服务得到测试并投放市场，直到系统达到全面运营能力。

设在欧洲的两个伽利略控制中心——一个位于意大利的Fucino，另一个位于德国的Oberpfaffenhofen，负责卫星的控制和导航管理。由伽利略感应站组

成的全球网络提供的数据将通过一个冗余通信网发送给伽利略控制中心。控制中心将利用这些感应站提供的数据计算出完整信息，并将所有卫星的时间信号与地面站时钟同步。控制中心与卫星之间的数据交换将通过上行链路站进行。

伽利略系统时间

卫星导航要求高度精确地测量信号行程时间。伽利略自身的内部参考时间系统称为“伽利略系统时间”（GST）。它被用于对地面段、卫星和接收器上的所有伽利略时钟进行同步。广播导航电文也亦以GST标注时间。

GST是一种采用协调世界时（UTC）的连续时标，模数为1秒。GST不受闰秒影响。伽利略授时服务提供商利用来自欧洲授时实验室的数据将GST与UTC链接。

伽利略系统时间如何生成

伽利略地面任务段在位于Fucino和Oberpfaffenhofen的两个热冗余运行的精确校时装置中，由高精度原子钟生成GST。每个精确校时装置都设有2个活性氢原子钟及4个高性能铯钟。

伽利略授时服务提供商与欧洲授时实验室合作，将GST转换为UTC对外发布，并对国际原子时（TAI）和UTC之间的差异及任何闰秒公告保持关注。

在轨验证期间，伽利略授时验证机构充当授时服务提供商的角色。该机构设在位于意大利都灵的国家气象研究所内，并得到德国、法国、英国

Keystone/SPL/José Antonio Peñas

欧洲伽利略卫星导航的艺术效果图。伽利略民用全球定位系统计划于2014年开始运营，将由在距地球23 000千米以上轨道运行的30颗卫星组成。其应用将包括汽车、列车和飞行器导航以及救援服务

和西班牙UTC实验室的支持。GST通过双向卫星时间和频率传递（TWSTFT）不断与UTC的国家实现，以及GPS共视服务进行比较。

关键的性能要求是GST和UTC之间的差异估计值必须达到优于28纳秒的精度（95%的时间内），且在一年的95%时间内必须少于50纳秒（模数为1秒）。一些早期性能结果显示，2013年2月至3月间，GST

和UTC之间的差异保持在几纳秒水平。

通过伽利略发布UTC

伽利略同时提供定位和授时功能。它根据ITU-R TF.460-6建议书发布UTC。因而伽利略导航电文包含GST到UTC的转换参数，包括闰秒总数、对相关日期引入任何新闰秒的公告，以及微小GST-UTC补

偿。GST到UTC的转换参数每天由伽利略机构计算和更新。

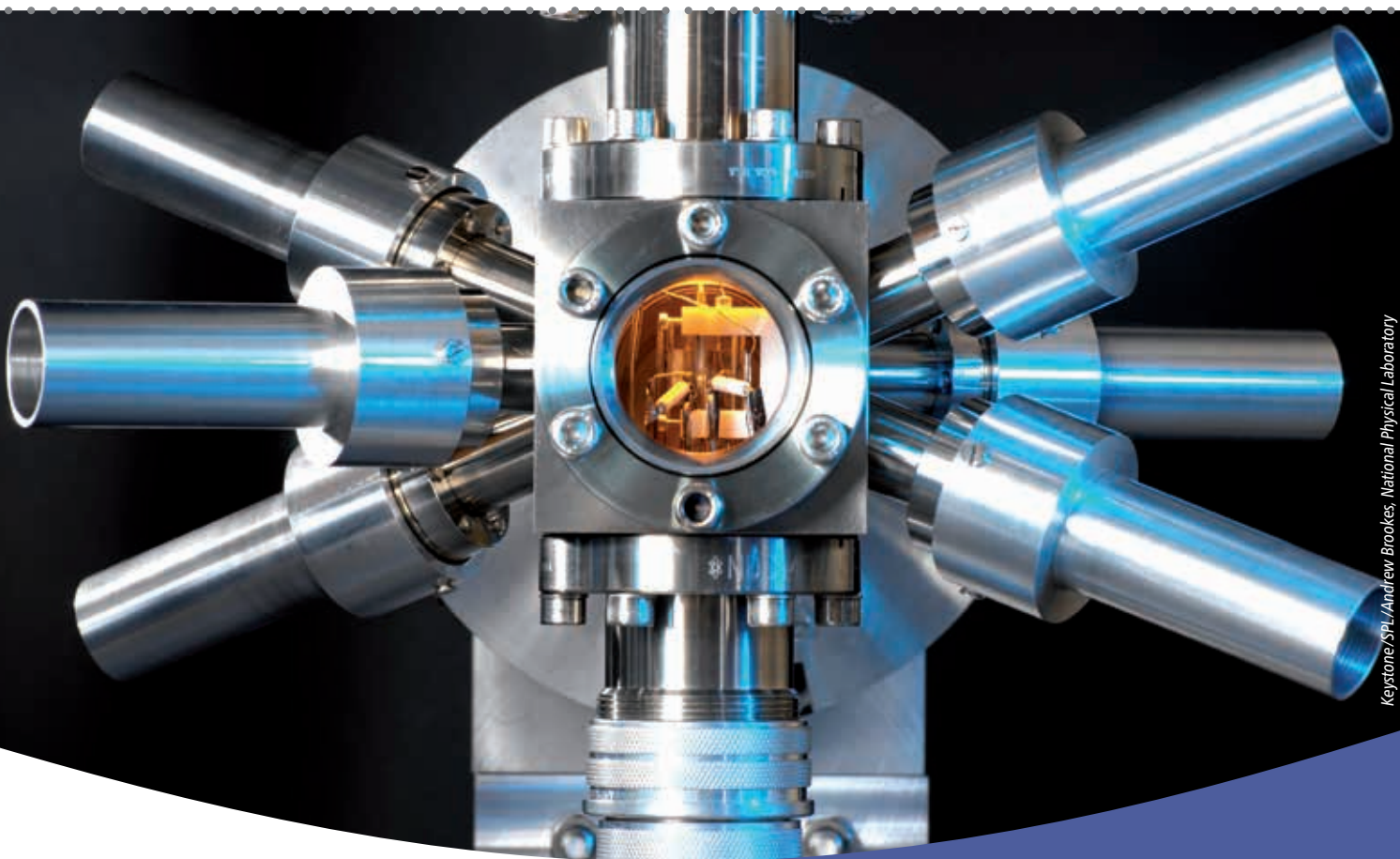
伽利略用户将能根据空间信号估计GST，并且借助转换参数获得UTC，以便为其应用标注时间。对于绝大多数导航和授时用户而言，用户位置必须采用地球固定坐标来表示，而相应的时间标注则用UTC来表示。一些专门应用，如天文领域应用可能要求获取世界时。



位于Fucino（意大利）
的伽利略控制中心



位于Oberpfaffenhofen
（德国）的伽利略控制中心



Keystone/SPL/Andrew Brookes, National Physical Laboratory

闰秒对伽利略的影响

伽利略机构与GST保持同步，GST也用于大多数伽利略数据的时间标记。然而，在要求使用国际格式时，伽利略仍采用UTC标记时间，例如GPS共视数据，或者TWSTFT数据的ITU格式。

大部分外部服务机构（如授时服务提供商、测地参考服务提供商以及返回链路服务提供商）为伽利略提供的数据均以UTC为标注时间。这些外部服务机构还采用UTC对其计算机网络进行同步。伽利略

运营商采用UTC作为运营规划和事件纪录的参考时间。

伽利略在设计上允许嵌入闰秒，其应用是自动化的。然而，新嵌入闰秒仍需采取多种人工方式，例如：对采用UTC转换协议的系统所有零件的默认配置进行更新；确认闰秒在系统所有零件上得到了应用，包括设备的各个组成部分与UTC同步；确认闰秒在运营商环境得到应用。

这些措施可能出现人为失误，进而威胁系统的可靠性。废除闰秒

铯原子光钟，拥有用于提供光频率基准的离子阱（图中）。据信铯原子光钟的精度比以往计时装置所达到的最好精度还要高3倍。光学钟能为全球卫星导航系统提供潜在优势

将简化系统运营并使之更加可靠。就系统运营而言，闰秒是不受欢迎的。然而，若不再使用闰秒，则需要采用伽利略相应界面。

不过，无论关于闰秒的结局如何，伽利略系统都将继续遵循相关国际标准及建议书。

GLONASS和协调世界时

俄罗斯联邦Geyser-Telecom公司

Igor V. Zheltonogov、D.Aronov和S. Sorokin

俄罗斯联邦全球卫星导航系统（GLONASS）旨在为世界各地及近地空间内数量无限的空中、海上和其他用户提供全天候三维定位、测速和授时服务。

GLONASS由3部分组成：卫星星座（空间段）；地面控制设施（地面段）；以及用户设备（用户段）。目前GLONASS星座由29颗卫星组成，其中4颗处于备用状态，1颗处于测试模式。最近一次发射是在2013年4月26日。

GLONASS时间

目前，GLONASS系统根据国际标准（ITU-R TF.460-6建议书）实施采用闰秒的时标。

根据国际地球旋转和参考系统服务（IERS）公告，GLONASS时标在协调世界时（UTC）嵌入闰秒的同时进行定期调整。

GLONASS用户可通过相关公告牌、通知等方式，预先（提前至少3个月）获得关于这些计划中闰秒调整的通知。GLONASS卫星导航电文本身并不包含任何关于UTC闰秒调整的数据。

通常，此类调整（ ± 1 秒）每年（或每1.5年）进行1次，在12月31日至1月1日（或3月31日至4月1日，或6月30日至7月1日，或9月30日至10月1日）午夜00时00分00秒由所有UTC用户进行。

由于定期闰秒调整，GLONASS时间和俄罗斯联邦所保持的俄罗斯国家标准时间UTC（SU）时标之间不存在整秒误差。然而，这两种时标之间始终存在3小时时差。

GLONASS关于变更时标的观点

2012年世界无线电通信大会（WRC-12）做出决定，WRC-15应当在第1.14议项中考虑重新定义协调世界时（UTC）。

在该议项下，根据第653号决议（WRC-12），ITU-R正在就实现一个可供无线电通信系统普遍使用的持续性参考时标的可行性开展必要的研究。ITU-R还在研究与可能实施持续性时标相关的问题（包括技术和操作因素）。基于这些研



究，大会请WRC-15“考虑到ITU-R的研究，审议通过修改UTC或某些其他方法实现一个持续性参考时标的可行性，并采取适当行动”（着重号为笔者所加）。

俄罗斯运营GLONASS系统和按照国际标准实施采用闰秒的时标已有30年时间，在此期间，为了嵌入闰秒，已对大量现有硬件和软件进行了改造。

在很多情况下，例如对于空间接收器而言，此类设备无法在其运行寿命期间进行更新。必须注意到，航天器的确保运行寿命大于10年，而GLONASS系统必须保持其现

有闰秒的时标，以保证其硬件持续运行。

导航接收器广泛应用于生命保障和营救工作，COSPAS-SARSAT国际卫星搜救系统即为其中之一。《无线电规则》对此类应用给予了特殊关注，其第4.10款指出：“各成员国认识到，无线电导航的安全方面及其它安全业务需要采取特别措施，确保其免受有害干扰；因此，在指配和使用频率时，应考虑到此因素。”这清楚地表明，WRC的决议不应当对用于保护和营救生命的系统造成不利后果。

如果通过的决议要求在不久的将来过渡到一个持续时标，且该决议必须在GLONASS系统中执行，不得保留现有时标（采用了闰秒），则大量现有设备和相应的系统将会提供错误的导航信息，甚至完全无法运行。在某些情况下（例如在航空、航海和卫星系统中），这可能导致灾难性后果。为避免此种灾难性后果，现有的使用有闰秒时标的导航接收器将必须更新或更换，以适应持续时标。很多情况下，还需要更新所有经认可的技术资料，并对系统和设备（例如航天器和发射



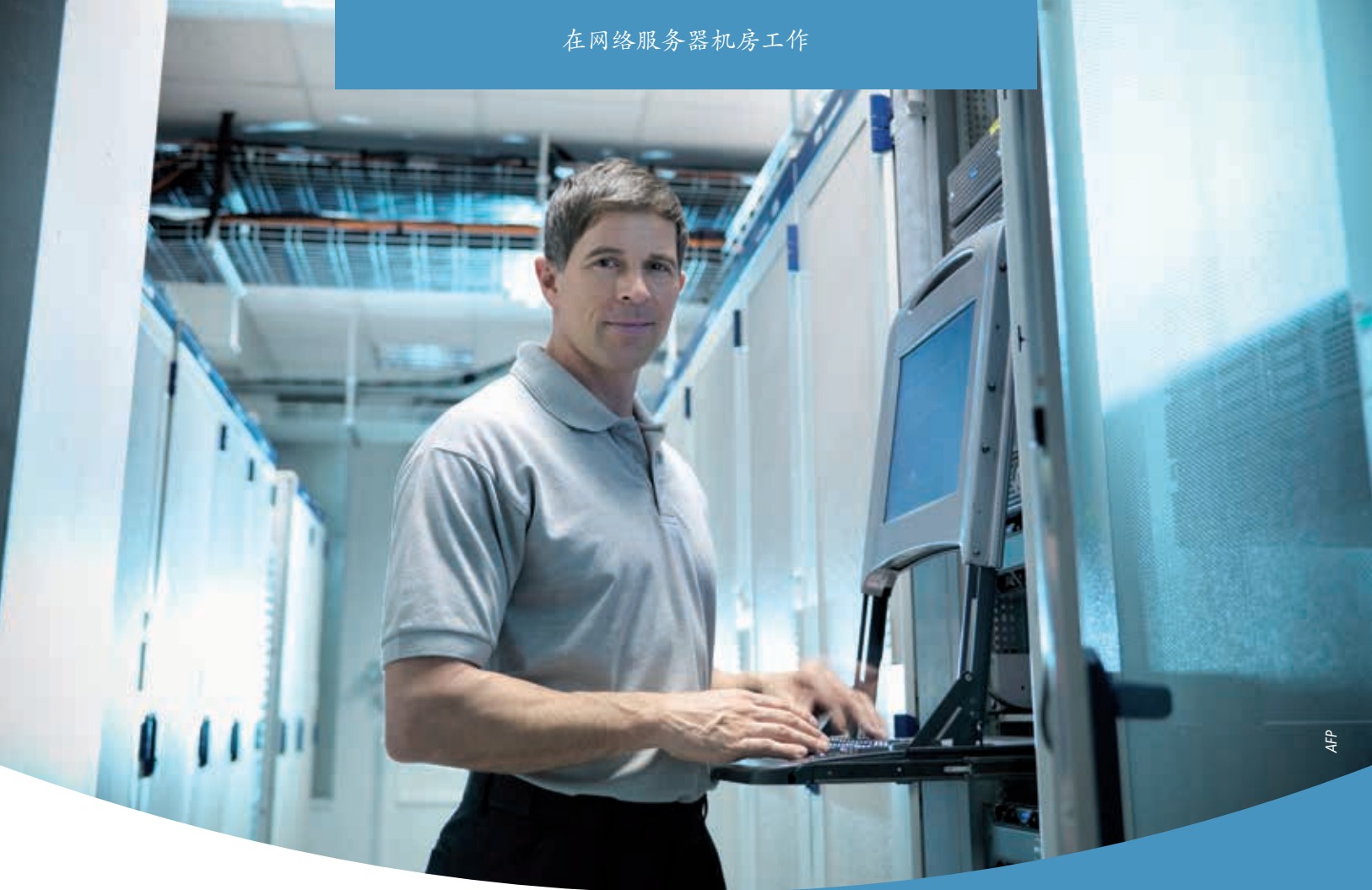
载具）进行一轮全面的重新测试和重新认证。

鉴于GLONASS系统导航应用在航空、航天和航海业务中的使用规模，如果现有的采用闰秒的时标无法保持，将给GLONASS系统带来极大的困难。

关于GLONASS的意见是：WRC-15应当考虑能够确保后向兼容的解决方案，使现有设备能继续正常运行，无需更新和更换。一种可能的解决方案是保持现有的UTC时标（采用闰秒）不变，并同时采用持续时标。这一决定将允许采用现行的UTC时标的系统继续运行，

不必作任何改动或产生相关费用。这样也能避免进行调整以适应持续时标所引起的各种问题。

在保持现行的UTC时标的同时，同时采用新的持续时标，使任何特定系统都可以应用更加合适的时标。



AFP

■ 闰秒对数字时间服务的影响

互联网时间服务器

美国国家标准技术研究所时间和频率部

Judah Levine

美国国家标准和技术研究所（NIST）运行着45个设置在美国的互联网时间服务器。这些服务器包括纽约和芝加哥主要股票和大众商品交易所使用的计算设备。时间服务器用来同步“协调世界时”（UTC），在NIST实现同步。

时间格式

NIST世界服务器响应三种不同时间格式：网络时间协议（NTP），日时格式（DAYTIME）和时间格式（TIME）。

NIST还运行另外两个时间服务器，向在NIST注册的用户只提供认证日NTP格式时间信息。在响应中增加一个散列值实现认证。普通信息与一个密钥组合形成散列值，每个用户的密钥不同。这种算法确保信息来源NIST时间服务器并且在传输中无法被修改。国外和国内商业以及金融机构使用这项服务。

自基准时间（1970.0.）以来，在内部，NIST服务器的时间数字一直用UTC的秒数和几分之一秒表示。

自通信基准时间（1900.0.）以来，NTP和TIME格式信息的时间数字一直以UTC的秒数（和NTP的几分之一秒表示）表示。DAYTIME格式以字符串hh:mm:ss代表时间，以秒的分数作为独立参数。

用户选择

全部时间服务器大约每秒收到75000个请求（每天约65亿个）。在这些请求中，大约85%的时间是NTP格式，余下15%的请求，几乎DAYTIME和TIME格式各占一半。

NTP信息交换包括网络延时测量，而且比DAYTIME或TIME格式更准确，不过目前这三种格式仍然在被广泛使用。

我们鼓励用户从TIME格式转换成更准确的NTP格式的工作只取得了有限的成功。

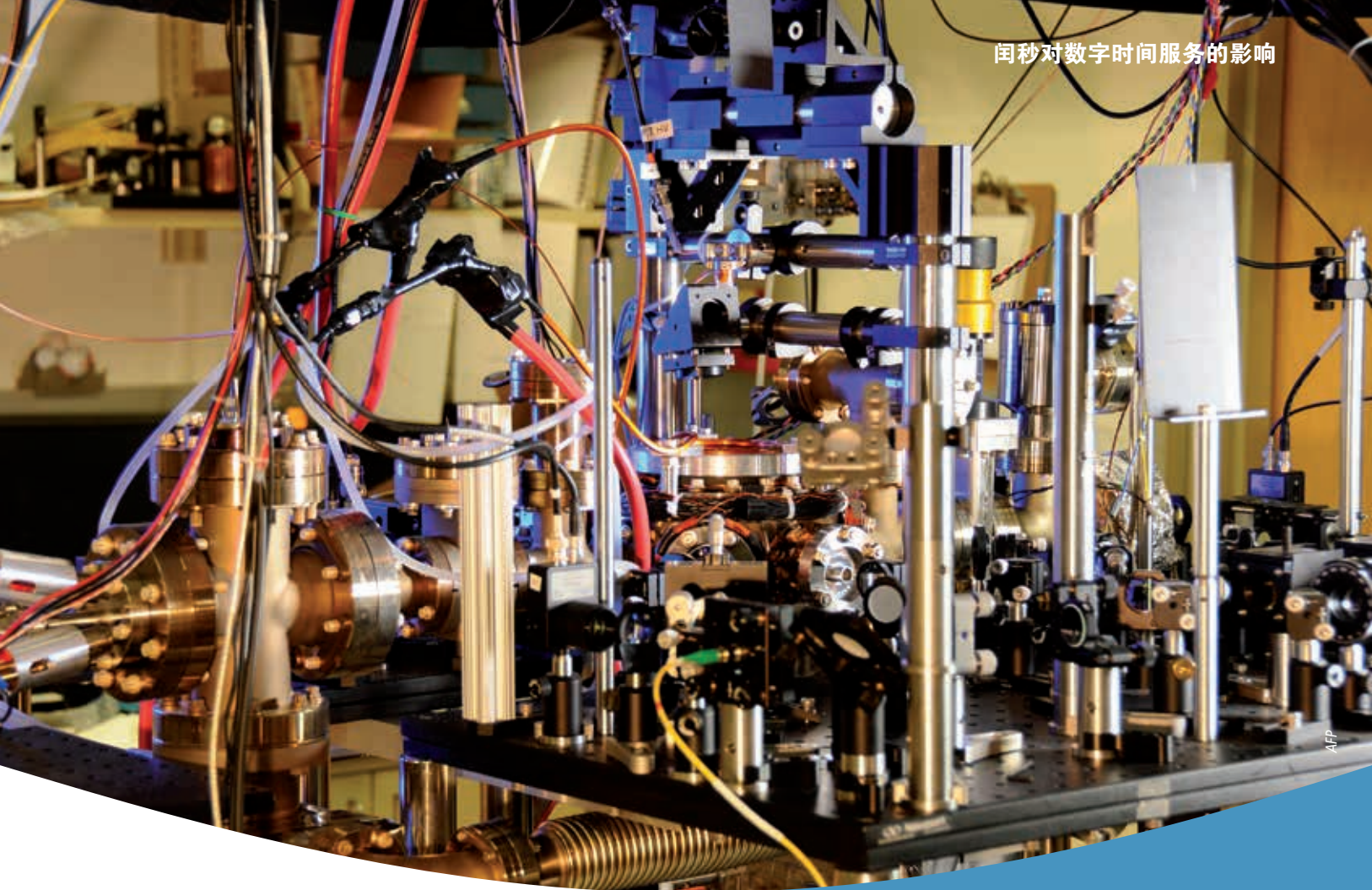
“闰秒”故障

内部系统时间，以及NTP和时间信息都使用二进制格式，在闰秒发生时无法显示准确时间。因此，重复一次23:59:59这一秒所对应的二进制值代表一个正闰秒。

闰秒发生时的二进制时间值序列相当于“协调世界时”值的23:59:58，23:59:59（第一次），23:59:59（第二次），然后才是第二天的00:00:00。内部系统软件可以区别两个相同的23:59:59时间值，但是在给用户传输信息的NTP或TIME消息格式中却没有这样的规定。在23:59:59的协调世界时对应的两个整秒间隔之间，NIST时间服务器会接收大约150 000个请求，因此这是不容忽视的问题。

23:59:59对应的一整秒时间响应的模糊将产生若干重要影响。首先是事件的时间排序模糊。例如，23:59:59.1的时间标识可以发生在23:59:59.5时间标识之前和之后。类似的模糊就发生在跨越闰秒的时间间隔中。在高频交易和数据采集中，这些短暂时间间隔发挥着重要的作用。

执行正（负）闰秒的另一种方法是，给系统时钟申请一个负（或正）频偏，从而在某个时间间隔摊还这额外的一秒。虽然这种方式保证了系统时间的单调性，但是在摊还间隔期，这种系统传输的时间信息不正确，且与通过变量从其他来源获取的协调世界时不同。同样道理，摊还期测量的时间间隔也不正确。此摊还间隔期末指定任何标准。这将造成以不同方法执行这种方式，从而导致在不同摊还时间间隔中的时间值彼此不同。我的看法是，这种方式造成的问题比它解决的问题还多；NIST服务器不使用这种方式，而且也不是标准NTP分配的部分www.ntp.org。



如今这些影响比引入闰秒系统的1972年更加显著。首先，基于计算机的自动化金融交易不受传统交易日的限制，午夜前后发生的闰秒与发生在中午可以产生几乎相同的影响。其次，在亚洲和澳洲的大多数地区，根据UTC规定的闰秒事件会在工作日发生，而且与1972年相比，这些地区有着更加巨大的经济活动。在美国西部的加利福尼亚州和其他各州面临着同样的问题。

NTP和DAYTIME格式可以预告即将到来的闰秒。遗憾的是，许多普通操作系统无法解析这个提示。TIME格式不能提供预告。在所有这些情况中，客户系统中的时钟

在闰秒发生后立即会有一秒钟的时间错误。这个时间错误将一直持续到客户系统向服务器申请时间为止。不同系统的这种“轮询间隔”有所不同；短则64秒，长则几个小时。轮询间隔不与任何具体协调世界时关联，因此闰秒之后系统整体也许出现彼此不一致的时钟——即使所有的系统有相同的标称轮询间隔。

在最好的情况下，当客户系统发现这个1秒钟错误时，它只需适当地将时钟向前或向后调整一秒钟的时间值。然而，执行数字伺服回路控制系统时钟的客户系统一般会对一个大的时间调整做出更复杂的

美国国家标准技术研究所（NIST）超稳锲晶格原子钟。在恒温炉（左侧的大金属圆柱体）中生成锲原子，并被传送至真空容器（照片中央），利用激光操作和探测。据说锲原子钟比其他任何原子钟走时都准确

响应，而且在达到正确时间之前，时间错误会振荡。在某些情况下，伺服回路可能由于系统的设计无法处理大于128毫秒的时间错误而崩溃。在其他执行过程中，系统将一秒的时间错误当作网络故障，并试图再次访问时间。这个过程显然不会收敛。在一些执行过程中，这些问题十分严重，操作者须在闰秒之

Time is money

Shutterstock

前关闭系统，然后在闰秒时间点之后重新启动系统。

时间就是金钱

时间排序的问题、因果律和闰秒附近的时间间隔模糊不容易修正，因为它们都发生在用于时间标记的二进制表示法和正闰秒事件出现的基础相互作用中。在闰秒修正期间，当服务器传输时间是23:59:59时，NIST运行的时间服务器会接收大约150 000次请求，而

越来越多依赖于毫秒级计时的金融交易无疑会受到影响。

与闰秒预告和用户应对方法相关的问题原则上都不是问题的根本。放弃没有闰秒预告的TIME协议以及确保使用NTP或DAYTIME协议的应用能够解析已经存在的闰秒提示并适当加以执行，可以解决这些问题。

然而，尽管我们经过多年努力，但是很多用户并没采纳这些建议。我们知道，这是因为NTP闰秒提示也被用来表示服务器非同步，

而且我们有大量的用户不认识非同步信息，还是使用了时间标记，于是就投诉接收了错误的时间。我们停止支持TIME协议的再三努力遭到用户团体的广泛抵制。

总之，我认为，保持世界时（UT1）（一种根据地球旋转定义和在天文导航中使用的天文时标）与协调世界时（UTC）的差异小于一秒，不需要像我在本文中讨论的那样困难，我主张在未来终止闰秒。



英国对协调世界时的未来展望

英国国家物理实验室时间和频率组高级研究员
Peter Whibberley

40多年来，现行的协调世界时UTC偶尔会根据通常所说的闰秒调整1秒，以便与根据地球旋转确定的时间保持高度一致。在过去的14年中，各种国际委员会，特别是在国际电联无线电通信部（ITU-R）第7A工作组，关于是否应终止闰秒调整的争论就从未停止过。尽管经过漫长的讨论，但一直没能达成共识，而且在2012年世界无线电通信大会（WRC-12）上做出决定的尝试也只好改成再作进一步研究。

在这篇文章中，Whibberley先生总结了英国始终维持闰秒协调世界时（UTC）现行定义令人满意这一立场的原因，以及由闰秒造成的各种困难不足以做出打破民用计时和地球时之间紧密关系的选择。文章中所有的评论和陈述是Whibberley先生对讨论的解释，未必是他本人或英国政府的观点。

民用计时

UTC的重要性在于，它在全世界的大多数国家形成了民用计时的基础。这是一种折中方案，它从全球计时研究所大量原子钟中的平均值中获得稳定性，同时又实现了这些闰秒调整维持的平均太阳时。本次讨论的核心在于，无法就继续维持民用计时和地球时之间的紧密关系的必要性达成一致。

对于支持或者是反对终止闰秒的争论，英国政府做过数次的审议。每次得出的结论是，现行执行闰秒的UTC定义令人满意，而且事实证明，由闰秒造成的所谓困难还不足以做出打破民用计时和地球时之间紧密联系的决定。

英国关于协调世界时的未来的讨论

2004年，ITU-R第7A工作组首次提出了终止在UTC中插入闰秒的提议。

为了使决策有据可循，肩负重大责任的英国政府部门征询了对精准计时感兴趣的官方团体和机构。这些单位都报告称，没发现闰

秒引发的重大问题，同时一些科研机构报告称，强烈支持在它们的机构之间保留闰秒。征询意见结果连同ITU-R第7A工作组收集的证据都提交给了当时的科技部长，他决定英国应该对改变提议持反对态度。他认为，报告称UTC中使用闰秒所造成的问题不足以证明对所谓的民用计时做出根本性的改变就是正确的。

英国政府持续密切监督ITU-R内部关于闰秒的未来的讨论。后来，分别在2008年和2011年，又向负责科学事务的政府部长（两次不是同一个人）呈递了双方提出的最新辩论记录和证据。而这两次终止UTC中闰秒的主张都没能让部长信服，还是决定继续执行前任的政策。

如果认为英国政府固执己见是为了保留格林尼治时间（GMT）这个名称，那就错了，因为英国经常不准确地用GMT表示标准时间，而不是正确的名称UTC。如果终止闰秒并允许UTC与地球时不同，那么必须修改英国法律，明确指出使用UTC而非GMT。这个变化需要立法，但执行并不困难，而且由

它产生的任何不利宣传很可能是短期的。英国政府支持将英国移到与中欧国家一样的时区，冬季比UTC早一个小时，夏季早两个小时，这说明英国政府对GMT可能的损失漠不关心。对于英国民用计时而言，GMT的名称导致的损失不是该讨论的重要因素。

英国政府特别担心终止闰秒后，民众缺乏对民用计时与天文时分离的认识。人们对于时间与地球旋转紧密相关的观念很普遍，而且尚不清楚公众对终止这种关联的反对程度。提出这样的改变可能被视为技术专家们试图强制实施一种不必要且不受欢迎的改变，因此研究公众对提议态度非常合乎需要。

终止闰秒的技术讨论

尽管支持政府决策的详细审议并未公开，但是我们可以这样认为，英国政府之所以反对终止闰秒，主要因为它对ITU-R第7A工作组收集闰秒造成问题证据的评估，还不足以证明对所谓的民用计时做出根本性的改变就是正确的。

毫无疑问，当闰秒调整被用于UTC时，设计闰秒和一些系统的程序会产生费用，而且在处理程序上存在困难。每次英国政府审议获得的证据时，结论都是所报告的影响相对较小，而且在许多情况下，改善处理闰秒的程序并提高减少人为错误的自动化程度，可以减少或消除影响。还值得关注的是，终止闰秒本身将造成从未充分评估过的困难。

第二个关于终止闰秒的讨论是，UTC中间秒的存在导致可选择非阶梯时标的不良激增，如全球定位系统（GPS）时间。英国政府深信，这种增长不会造成严重问题。这些额外时标只在它们各自系统内部使用，以UTC为基础，并在普通用户能使用之前提供转换成UTC的时间输出。

如果保留闰秒，随着时间的推移，它们将发生更加频繁。然而，两个闰秒发生的时间间隔降至一个月可能还需要一千多年的时间，而且英国政府做出决定之前，有大量时间对长期的影响做进一步调查。

没有闰秒的“协调世界时”新名称

讨论最热烈的一个问题是关于闰秒调整终止后“协调世界时”名称的保留问题。

对于新的名称也存在诸多争议。没有闰秒的UTC将是纯粹的原子时标，实际上与现行的国际原子时（TAI）一致，从根本上不同于维持在天文时1秒内的时标。在过去80年里，“世界时”这个名称一



直特指平均太阳时，改变名称将避免终止这种关联后所产生的混乱和模糊。

世界标准时目前已深植于世界各国的法规之中，尝试更改名称可能不合法，在英国，如果停止执行闰秒，就要修改与民用计时相关的法律，与名称的选择无关，因此在英国相关争论没有什么分量。

终止闰秒的替代选择

ITU-R第7A工作组内部争论的升级导致两种选择方案的两极分化：取消闰秒，从而将UTC改成一种非阶梯时标；或在目前的形式下保留UTC。在不同时期还提出了一些其他建议，目前讨论的扩大可以让这些替代方案获得更全面的考虑。

一组提议是，保留UTC中某种形式的阶梯，但是改变其大小、频

率或者计划减少其影响。建议包括启用闰小时和闰分钟，或者累积一百年的闰秒。所有这些构想将实现维持UTC和天文时关联的目标。然而，所有这些构想都存在着相当的不利因素，因为全世界需要精准时间的设备和软件必须进行升级或更换，相关费用和工作量将相当大。更大且更少频率的阶梯也许会造成更大的破坏并产生更严重的后果，而在英国，人们普遍认为，事实证明不可能执行任何UTC中大于1秒的阶梯。

其他的建议方案包括修改现行的系统。例如，与UTC同步的非阶梯时标广播无法在不能处理闰秒阶梯的应用中使用，如果能研发区别两种时标的足够稳健的方法，也许可行。处理闰秒协议的改进和给予计时系统开发者更清楚的引导也将有所助益。英国政府渴望看到进行过更彻底评估的替代方法。

急什么？

UTC现行闰秒调整计划一直使用了40年，执行了25次闰秒，因此在处理闰秒中积累了相当多的实际经验。因为现行插入闰秒的程序仍然可以实现许多年，所以没有必要匆忙修改现在的系统。现在执行的任何错误改变都可能是难以挽回的。

英国政府对终止闰秒的讨论进行了3次高级审议，每次得出的结论都是，没有必要非得改变现有系统。实行闰秒的UTC仍与地球时密切相关，在英国，人们普遍认为它是一种重要和不可或缺的民用时标。对UTC做任何改变之前，要在世界范围内获得必要水平的支持，因此进一步研究和更广泛的讨论是必不可少的。



AFP

■ 闰秒的影响

日本的时间标记系统

日本时间行业论坛

Koichi Shibata

时间的完整性是现代世界的重要组成部分。可以毫不夸张地说，时钟维持着社会的运行。

个人电脑或移动电话等计算机系统支持着信息网络，并形成我们日常生活的基本结构。所有这些系统都在按照其内置的时钟同步运行。

近年来，日益先进的网络技术以惊人的速度推动着信息的传播，同时因为便捷，信息的数字存储也越来越普遍。

然而，与纸质文件不同，数字信息可以非常轻易地拷贝和修改，使得区别原始文件和经篡改的副本困难重重。

作为对策，科研工作者利用时间通用且不可逆转的优势，研发出一种在数字文件中嵌入一个可追踪时间标记的系统，使准确识别原始文件并区分拷贝文件成为可能。毋庸置疑，这个时间标记必须由可靠的第3方签署。

在日本，这样的系统已经标准化。此标准于2005年为日本时间行业资格认证计划设定，后来被许多日本行业采纳。时间标记保证数字文件的完整性，在网络中广泛用于安全共享和存储信息。

背景为地球和时钟的霓虹灯网格

日本资格认证计划涉及两个机构的创建，被授权为系统和操作框架执行区别服务。这些机构分别为负责分配时间标记的时间标记管理局，以及检验时间标记精准度和跟踪能力的时间评估管理局。

利用时间标记，知识产权、病历卡、电子签名、许可证和检验记录等文件可以以电子方式安全地存储。这种方式极为方便，因为不需要纸质文件就可以实现案件防控、拒绝措施和问责。因而，时间标记正在成为我们社会一种有价值的工具。

令人遗憾的是，日本的时间标记系统过去出现过3次故障中断。

每一次的“罢工”都是因调整包含一个闰秒的“协调世界时”所致。

根据日本时间行业资格认证计划，一个时间标记必须精准地位于它存储时间的一秒钟之内。这个必要条件被闰秒所扰乱，从而强迫系统拒绝时间标记的分配。

时间标记管理局和时间评估管理局使用许多同步服务器和原子钟执行其精准的时间监控服务。对于像闰秒这样不定时、瞬间发生的事件，运营商必须调整每个时钟。错误是不可接受的，因为这可能导致输出一个不准确的时间标记。

过去3次闰秒调整中，其中的两次发生在元旦（日本时间），因

此没有造成大的麻烦。第3次，也是最近的一次，闰秒发生在2012年6月30日，幸运的是，日本那天是星期日，造成的损害极小。然而，操作者必须在每次闰秒调整发生前中止几个小时的服务，从而确保恢复服务时整个系统的同步。

在日本，在上午9点针对闰秒做系统调整，正好是公司开始营业的时间。因为越来越多的公司已经开始使用时间标记系统，大规模中断可能对正常工作日造成的损害可能会是灾难性的。

了解世界各地 电信动态

无论是拨打电话、使用手机、发电子邮件、看电视还是上网，您都会受益于国际电联为连通世界而开展的工作。



欲刊登广告，请联系：
International
Telecommunication Union
(国际电信联盟)
ITU News «国际电联新闻月刊»
Place des Nations
CH-1211 Geneva 20
Switzerland
电话：+41 22 730 5234
电子邮件：itunews@itu.int
itunews.itu.int

在本刊登载广告，接轨全球市场

致力于连通世界





Join us in

2013



to continue
the conversation
that matters

