



“时间”是什么？当我们说“一寸光阴一寸金”时，我们到底在说什么？“守时”如何成为了一种天经地义的美德？现代时间的发明，原本只是牛顿和莱布尼茨那场关于微积分的著名论战的副产品，却深刻地改变了世界。社会科学文献出版社新近引进出版的《莱布尼茨、牛顿与发明时间》一书，将两位学者的双重传记融入了关于时间的本质探讨中。本期“阅读”邀请该书译者独家撰稿，和我们的读者一起，追忆现代时间的发明。

——编者

工业时代的核心技术是蒸汽机？不，是钟表

盛世同

从前慢,时间是春华秋实、斗转星移

提到“时间”，我们的脑海里有时会浮现出一轮上升的红日、一条奔腾的河流，几根转动的指针，伴随着嘀嗒的响声。但是仔细想来，上述形象是相互矛盾的——有些是线性的，有些则是循环的。所以，时间至少是两种观念的混合物，它们都来源于对自然的观察。

仰望星空，时间具有周期性。地球、太阳和月亮的互动产生了昼夜、四季和月相的现象，它们在数十亿年间与生物的演化相伴，在后者体内注入了天然的节拍。俯察世间，时间又具有流逝性。生老病死、覆水难收等现象反映出某种秩序，仿佛万物的变化遵循着特定的方向。于是，在语言形成——也就是《人类简史》所说的“认知革命”的过程中，“日”“月”“年”这些单位，以及“先后”“早晚”或者“过去、现在、未来”这些知觉从生理层面进入意识层面，构成了人类最原始、最纯粹的时间观念。

进入农业社会以来，为了满足农耕、军事和祭祀活动的需要，人们试图把不同的时间单位统一起来。但是，天体的运动不是均匀的，其运行周期也过于单调。因此，人类的时间系统与其说是对自然节律的模仿，不如说是以数学为基础的自我完善，例如在月和日之间插入星期，用十二进制统一年和月、日和时，用六十进制创造出刻及（晚近的）分、秒等较小的时间单位。

当古人开始思考“时间”的本质的时候，它已经被人造系统的数学属性包装起来。古希腊哲学家强调时间

的周期性。毕达哥拉斯学派认为时间就是恒星天球，柏拉图将时间视为天球的永恒转动，亚里士多德则认为“时间是运动的量度”。犹太教及后来的基督教则基于从创世到末日的历史观，主张有始有终的线性时间。

到了中世纪后期，欧洲社会逐渐形成了线性为主、循环为辅的时间观念。人们在南墙上画出刻度盘，制成太阳钟（日晷）；在高塔上悬挂报时钟，用来通知祈祷、会议和集市；为了计算更加精确的时间，可以使用焚香、刻漏（水钟）或沙漏（沙钟）；夜深人静的时候，还有守夜人巡街打更。

据历史记载，北宋宰相苏颂主持兴建了全世界最早的天文钟“水运仪象台”，它已经使用了擒纵装置。直到三百多年后，欧洲才出现装有擒纵器、以重力为动力的机械钟。它的优势是可以不依靠外力而持续运行，但是每天的误差高达十几分钟。

1583年，伽利略发现了摆的等时性——摆长与摆的周期的平方成正比。利用该原理，惠更斯于1657年制作了摆钟，又于1675年发明了摆轮游丝。前者使机械钟的误差减少至每天一分钟以内，后者则为便携式钟表的诞生铺平了道路。随着计时变得精确，生活中的时间单位从刻精确到分，然后到秒；由于计时工具的种类和规格更加灵活多样，时间也走进千家万户，变得如影随形。就这样，在两位近代伟大人物——牛顿和莱布尼茨所生活的时代，一场变革的大幕徐徐拉开了。

没有钟表,不足以谈“时间就是金钱”

17世纪后期，对世界奥秘的探索仍局限于一个由大多担任公职或教职的博学之士所组成的小圈子。几十年内，这个群体在伦敦、巴黎和柏林建立了科学院和天文台，发行了第一份科学期刊，开始了最早的同行评审活动，简言之——推动了现代自然科学的诞生。

在此过程中，钟表扮演了不容忽视的角色。

其一，钟表推动科学成为独立的观念体系。随着新式钟表的诞生，时间彻底独立于自然现象，成为可被准确计量的重要物理参数“t”，这强化了对世界的客观性及其数学本质的信念。牛顿将他的代表作命名为《自然哲学的数学原理》。“如果这些计时器没有被预先发明，牛顿在17世纪末创立普遍的运动和引力理论就是不可想象的。”

其二，钟表提供了科学实验的核心装备。新式钟表的精度大为提高，使进行更加复杂的物理实验成为可能。钟表是一切精密机械的鼻祖，它的制造技术和经验适用于众多科学仪器，正是后者决定了未来科研发展的方向。

其三，钟表建立了学术界、手工业和政府的新型合作关系。以汤皮恩为代表的钟表匠是天然的高级技师，他们帮助惠更斯、胡克、莱布尼茨等学者把点子变成实物——用今天的话说，就是科研成果转化。为了解决“经度难题”，英国政府设立专门委员会并重金悬赏航海钟表——这可谓是最早的科技政策之一。在这两个案例中，我们可以看到各部门协同参与的创新体系的雏形。

不难理解，钟表是近代科学革命的一把钥匙。但同样重要的是，钟表时间提供了强大的组织能力，改变了人与时间的关系，最终催生出生有序、高效、统一的现代社会。

“从我们的时间文化来看，17世纪可谓设置了全新的标准。”怀表和座钟的出现不仅改变了日常生活，也冲击着原有的社会结构，打破了君主和教会对抗时间制度的垄断，随着私人钟表的普及，时间成为公共品，推动了个体意识的觉醒。

钟表使得时间可以被随身携带。而以新式时间为参照物，所有社会活动，无论是经济、宗教、军事还是交通，无论是宫廷仪式还是私人约会，突然都变得可预期、可规划、可协调，使百万人口的大都市也能够像钟表机械那样运转有序。在克劳利工厂，数学时间开始扮演组织者和控制者，成为机器化大生产的前提。因此，刘易斯·芒福德在20世纪总结道：“当今工业时代的核心技术是钟表，而不是蒸汽机。”

新式时间将效率置于前所未有的重要地位——效率（也就是速度）本身就是由测度时间定义的。时间如影随形，则效率无处不在；时间愈发精确，则效率更加珍贵。当效率成为市场竞争的决定性因素和技术装置的基本参数，时间也被赋予价值——马克思指出，商品价值决定于社会必要劳动时间。“时间就是金钱”的观念，成为资本主义精神的座右铭，并随着西方的扩张被传播到世界市场的各个角落。

不断扩大的市场要求统一的时间。于是，地方时间被官方认定的标准时间取代，首先是城市，然后是国家，最后是全球——在铁路和电报问世之后：1847年，英国主要铁路公司决定统一火车时刻表，以格林尼治时间取代地方时间；1880年和1884年，格林尼治时间又先后被英国政府和国际社会确定为国际标准时间和世界标准时间。古人云“天涯共此时”，全球化时代的原子钟和互联网果真做到了这一点。

可是，当数学的社会时间统一了



▲建于1410年的布拉格天文钟



▲《莱布尼茨、牛顿与发明时间》
托马斯·德·帕多瓦 著
盛世同 译
社会科学文献出版社出版



▲北宋宰相苏颂主持兴建了全世界最早的天文钟“水运仪象台”

世界，它也切断了人与自然的联系。如今，当城市居民说起时间，指的往往不是日出日落、春华秋实、斗转星移这般美妙的景象，而是一张冰冷的刻度盘或者几个干枯的数字。

对于使个体行为与集体时间相协调，并把“守时”作为天经地义的美德，我们或许早就习以为常。但是，每当我们为了完成一项紧急任务而通宵达旦，或是在上班人流中匆匆行走的时候，或许能够体会到：时间成了个人生活的指挥棒，让整个社会围绕它运转。它取代了传统权威，却建立了自己的暴政：没有钟表，个人无法生活，社会立刻瘫痪。人类试图通过置闰、均时差和夏令时成为时间的主人，实际上却成了时间的奴隶。

“一寸光阴一寸金”。尽管效率越来越高，分工越来越细，时间却始终稀缺资源。甚至，人们在相互竞争之外，还要与时间竞争，甚至为了工作而牺牲睡眠。在越收越紧的时间

之网里，“人们对过去充满了悔恨，对未来充满了恐惧，试图拼命地抓住现在，”甚至需要刻意打发富余的时间。就在这种忙忙碌碌、熙熙攘攘之中，世人陷入一种集体焦虑，一边抱怨“时间都去哪儿了”，一边绝望地怀念着过去：“从前的日色变得慢，车、马、邮件都慢……”

时至今日，虽然钟表的计时功能逐渐被手机取代，我们的时间经验依然深受钟表的影响。由于启蒙运动和进化论的胜利，我们或许会把时间描述成螺旋发展的——兼具进步和循环两种特征。但是，钟表时间与太阳、流水和钟声一样，只是时间的具象。想要解决本文开头提到的时间实在性问题，我们必须追根溯源，寻找那个独立于物质、运动和观察者的时间本身。300年前，就在那场时间革命的进程之中，牛顿和莱布尼茨就曾为此展开过一场影响深远的论战，书写了哲学史和科学史上的一个重要篇章。

时间到底为何物？ 一场从牛顿到爱因斯坦都参与的辩论

牛顿和莱布尼茨之间的恩怨纠葛早已是老生常谈。英伦和欧陆的学者们一度围绕谁首先发明了微积分而分裂为两个阵营，详情在此不论。关于时间的论战是这场争执的副产品，具体而言，是英国王太子妃卡罗琳试图调解纠纷的意外收获，并且它也不是在两位主角之间，而是由莱布尼茨与牛顿的代理人萨缪尔·克拉克展开的。

牛顿继承了盎格鲁-撒克逊的经验主义传统。在他看来，获取真知的唯一方法是对现象进行数学描述。为了构建经典力学体系，牛顿沿着老师艾萨克·巴罗的思路，将均匀、线性的数学时间（类似一条数轴）作为计算物体运动、速度和加速度的前提。在《原理》开头，牛顿区分了相对的、表观的、通常的时间与绝对的、真实的时间。“绝对时间”与“绝对空间”都具有不受任何事物影响的实在性，它们“共同构成了一种让所有事件发生于其中的容器”。他把时间称为“神的感知”，并试图用水桶实验证明“绝对空间”的存在，以间接推断出“绝对时间”。

相反，莱布尼茨作为欧陆理性主义的代表，认为如果时间和空间是绝对和永恒的，那就违背了充足理由原则，也有损于上帝的尊严。莱布尼茨试图用唯心主义超越机械论，拒绝将时间与具体物质相关联。他继承和发展了奥古斯丁、贝克莱和笛卡尔的主张，认为时间与空间只不过是人们从运动轨迹中产生的想象，是“与外物关联并能对我们的知觉所察觉的纯粹理性的观念”。“绝对空间”或“绝对时间”无法被观察和证明，存在的只有我们在物体及其变化状态之间建立的、用以描述它们的关系，比如“先”“后”与“同时”。他总结道：“空间是共时存在物的秩序，时间是非共时存在物的秩序。”

双方各写了五封信，你来我往，互设圈套来抨击对方。不久，莱布尼茨在贫病交加中辞世，通信戛然而止，这场辩论也没有得出任何结论。但是，随着经典力学在此后两个世纪内被奉为真

理，具有实在性的绝对空间和绝对时间获得了普遍接受。相反，莱布尼茨的时空理论既无法量化，也没有形成体系，很快就被遗忘了。

直到19世纪末，人类全面突破自身经验的维度，哲学和科学界才重新发现关系主义的价值。柏格森拒绝了时间的实体化和空间化，取消了过去、现在和未来的樊篱，将时间统一到绵延。在科学领域，恩斯特·马赫率先批判了水桶试验，否定了相对于绝对空间的绝对运动的存在。接着，爱因斯坦基于光速不变原理提出了狭义相对论，将时间和空间统一为“四维时空”即引力场。1915年，他在广义相对论中进一步指出，运动的的同时性是相对的，每个观察者都能测得特殊的“原时”。不存在绝对的参考系，“空间和时间只是我们进行思考的方式”。现代物理学的另一块基石——量子力学则认为，时间和空间在普朗克尺度下都是非连续的，甚至不存在于基础理论之中。

虽然世人在日常生活中仍无法摆脱对绝对时间的执念，但越来越多的证据表明关系主义更接近时间的本质。当然，莱布尼茨尽管认识到绝对时空观的局限性，他为关系主义提出的论据仍与当今的认识相去甚远。“量子引力”理论的代表人物、意大利物理学家卡洛·罗韦利在《时间的秩序》一书中总结道，时间不具有统一性、方向性、独立性和确定性。根据热力学第二定律，它或许是熵增加的轨迹，又或许是作为特殊状态的生命对记忆和预期过程的感知。然而，罗韦利的思考毕竟还是猜想。只要大统一理论尚未建立，物理世界的终极图景没有展开，关于时间的讨论就不会结束——也许永远不会结束。

在此之前，我们至少能够回顾一下自己的时间经验、时间工具和时间观念，分辨自然时间、数学时间和时间本身，思考如何更好地规划生活，让自己成为时间的主人。如此，置身于躁动的时间之网，我们就能少一点无措和迷茫，多一分自信和坚强。