

在人类空间活动领域，时间系统是精确描述天体、卫星、巡视器运行位置及其相互关系的重要基准。日常生活中常见的“北京时间”“世界时”，对应国际民用时标——协调世界时（UTC），各地时间在此基础上进行时区换算。航班调度、通信、导航等各类活动，均以这套民用时间作为统一基准，完全能够满足地面应用需求。但月球及月球空间的人类活动把时间计量和应用的场景换了。随着新一轮月球探索快速推进，月球正成为建设常驻基地的首选太空目标。月面和绕月飞行的各国探测器要在月球附近记录事件、交换数据；未来的月面站与中继星还要彼此协同。如果默认沿用地球UTC作为唯一时间，麻烦会成串出现：月面理想原子钟的走速与地球不同，电磁波信号从地球到月球大约要飞一秒多，不同机构发布的轨道产品若时间约定不一致，数字就无法直接比对。因此，迫切需要一个精确、统一的月球时间标准，来确保通信、导航和协同作业的准确性。

何为月球表面标准时间

月球表面标准时间，是指在月球参考系中建立的一套统一时间计量和授时体系，包括时间基准定义、守时手段和分发服务。其核心目标是让月球表面的所有探测器、设备和人员活动共享同一把可靠的时间尺。

为何必须单独构建？在地月空间和月球表面进行通信和导航时，时间的准确性至关重要。由于月球和地球的引力、自转和公转等因素不同，导致月球上时间与地球上的时间存在差异。若月球上使用本地的时钟计时，地面继续用UTC，两边的时钟都在各自数秒计量时间，但却不是同一种秒，两种秒的时间长度不一样。

相对论给出了深层原因。在太阳系这种引力不太强、速度远小于光速的环境里，固有时相对坐标时的快慢，主要由引力和运动速度决定：引力越强，钟越慢；运动越快，钟也越慢。引力强弱与运动快慢都会改变钟速，比较相互设置在远距离的两台时钟，必须说明使用什么方法比对、相对哪套坐标时空体系比。地面的民用授时通常感觉不到这些差别。实验室比对时钟时，连高度差引起的改正都已纳入流程。全球导航卫星系统（GNSS）通过改正星载钟相对地面的



□ 平劲松

相对论效应即速率差，确保用户地面精密定位精度达到厘米水平。月球探测活动和任务受同一类效应约束，只是几何更远、链路更复杂。

另外，月球表面引力只有地球的约六分之一。计算表明，月球表面时间比地球表面时间每天快57.5微秒。这一看似微小的差异，足以让导航定位偏差达到十几公里，给探测活动带来风险和问题。因此，地球上的标准时间及其守时一授时规则在月球不再适用，一个统一、准确的月球时间标准对于推动月球开发和利用具有重要的现实意义。

2024年8月，国际天文学联合会（IAU）大会通过决议，建议构建月球天球参考系统（LCRS），指定月球坐标时（TCL）并确保其计量单位与国际单位制（SI）秒保持一致；同时指出需要一个实用且国际公认的月球参考时间尺度，并建议研究其与地球时间尺度的关系。

当前全球构建月球表面标准时间的进展

欧美等国在月球探测方面投入了大量资源，为改变时间基准不统一的混乱局面，率先在政策、技术和国际合作层面推动月球时间标准体系建设。美国：政策与法案双轮驱动。2024年4月3日，美国白宫科学技术政策办公室发布《支持国家地月科学技术战略的天体时间标准化政策》备忘录，指示美国航空航天局（NASA）在2026年底前制定“协调月球时”（LTC）通用时间标准，旨在与地球

UTC建立标准化关联，确保航天器间数据传输安全以及地月空间中卫星、基地、航天员间的通信同步。2025年4月29日，美国众议院科学、太空和技术委员会通过《天体时间标准化法案》，要求NASA制定协调和测量月球时间的方法。该法案对LTC提出四项硬性要求：一是可追溯，能够实现和地球UTC的相互转换；二是精确性，满足深空导航通信高精度需求；三是自主性，在地月通信中断条件下仍可独立运行；四是可扩展性，未来可迁移应用至火星等其他天体。相关工作由NASA牵头，联合国地理空间情报局共同推进。

欧洲：国际合作与技术验证并进。欧洲空间局早在2022年11月便召集全球航天机构和学术组织代表，讨论如何定义月球时间。2024年，欧洲空间局启动“Moon Light”计划，旨在建立月球导航和通信基础设施。目前已完成了适用于月球环境的通信设备和导航算法的关键技术研发与验证，并通过模拟月球的重力场和轨道环境优化了导航精度。同时，欧洲空间局与美国、日本等国家合作开展了月球轨道测试，验证了计划的实际可行性。此外，欧洲积极推进利用地球GNSS星座为月面提供定位、导航与授时（PNT）服务。2025年3月，通过“蓝色幽灵”着陆器在月球轨道部署接收设备，成功接收到了地球GNSS信号，验证了技术可行性。美国、欧洲和日本联手，利用地球探测器发射的微弱卫星导航信号计算月球位置，探索一种“实用主义”的快速实现路径。在合作中，各方还共同研

发了精度更高的月球导航传感器，建立了统一的数据标准和共享机制，并制定了一系列相关规范和标准。

构建过程中面临的挑战

尽管进展显著，但构建月球标准时间体系仍面临多重现实挑战。

一是缺乏统一的月球地理坐标参照系统。目前月球尚未建立类似地球的统一、一致的全球大地测量观测系统（GGOS），也缺乏类似地球大地水准面的参考基准。美国国家地理空间情报局正在推进“月球参考系统（LRS）”建设，但尚需时日。缺乏准确的地理坐标，会导致时间测量缺乏精确参照，难以准确建立与地球时间的关联，影响可追溯性要求的实现。国际社会正利用2000年以来的探月数据构建上述参考体系，并希望在未来5年内得到应用和检验。

二是月球自身物理环境带来的不确定性。月球形状不规则、质量分布不均匀，导致近月轨道航天器易受月球引力扰动空间变化的影响，例如鹊桥二号中继星采用环月大椭圆冻结轨道，就是因为月球外形结构不规则，靠近月球飞行的航天器轨道易产生偏差。这种偏差会传导至时间测量设备，影响守时精度，对系统的精确性和自主性构成威胁。

三是多机构协调困难。美国方面涉及NASA、国家地理空间情报局等多个机构，各自目标和利益存在差异；欧洲同样面临跨国协作的复杂议题。如何协调各方围绕同一目标推进

时间体系建设，是一项复杂且具有挑战性的任务。

四是技术难题有待突破。满足精确性、自主性和可扩展性要求，需要开发高精度的月面原子钟并确保其在月球环境下稳定运行，设计能在与地球失联时自主守时的系统，并突破弱信号条件下的授时恢复能力。

未来展望与中国作为

在理论层面，国际学者已提出地球与月球时间的换算方法，指出受月球绕地球椭圆轨道及地球绕太阳椭圆轨道影响，月球表面观测者的均匀时间段内，天体经过天顶的角速度并不均匀，即时间均匀则空间不均匀；反之，在月面上等经度角间隔的均匀时区上，空间均匀则时间不均匀。这一理论为深入理解月球时间特点提供了新视角。在技术创新方面，月面和月球空间的用户能利用至少4颗卫星的信号组合来精确定位和获取时间信息。中国科学家提出的月面导航方案与此类似，并且提出了近月空间星座建设路线，分三个阶段逐步实现对全月的导航。

当前，国际上关于月球标准时间的定义存在三种主流思路：一是直接将地球时间体系复制到月球和月球空间，在月球上设立一个中心守时基准，让月面设备不断接收地球UTC授时信号并校准本地时钟去“对齐”地球时间；二是“局域原时、全域坐标时”模式，即在月球表面复刻一个类似地球大地水准面的“集中守时中心”，在这个水准面上此消彼长平衡到

的尊严。

四是坚持全球共治。智能技术无国界，但智能治理有立场、有边界。在人工智能安全、数据主权、算力公平、AI军控等全球性挑战面前，单边主义和技术封锁无法解决“公地悲剧”，唯有开放合作才能行稳致远。中国作为负责任大国，应主动将智能向善理念融入全球AI治理体系，推动建立普遍参与、平等协商的全球智能治理新机制。积极参与大模型安全、具身智能标准、AI for Science规范等前沿领域的国际标准制定，依托《全球数据安全倡议》《全球人工智能治理倡议》等中国方案，倡导“以人为本、智能向善、安全可控、公平普惠”的全球AI治理原则。加快建设国际调解院、世界数据组织、世界人工智能合作组织等多边平台，反对AI霸权与算力封锁，推动智能基础设施共建共享与技术成果惠及更多全球南方国家，让智能技术成为构建人类命运共同体的积极力量。

多方协同推动智能向善

政府强化制度供给，形成智能向善的价值导向。政府是智能治理“定规则、守底线、促公平”的设计者、主导者和管理者。要健全人工智能伦理治理的法规政策体系，推动治理重心从“事后处置”向“事前预防”和“全生命周期管理”转变，加快制定和完善覆盖大模型安全、具身智能、智能体自主行为、算法推荐、生物智能等领域的法律法规与伦理规范，推动伦理审查、风险分级、模型备案、责任认定等制度落地。把向善理念融入科技管理全流程，在国家AI战略、项目立项、大模型评测、机构评估中，增加伦理合规与社会效益的考核权重。加强关键领域的敏捷监管与动态防控，针对算法歧视、深度伪造、智能武器化、就业冲击等问题，建立“沙盒监管”和动态调整机制，在底线的前提下为智能创新留出试错空间。企业是实践责任主体，推动智能

一个常量上，让月球标准时间与这个面上的原时保持相同速率，所有钟走速一致，月面用户统一时间用起来非常方便；三是去中心化守时，由分布在月面各地和绕月轨道的多个守时装置通过相互比对、协商校准、自我修正，形成并维持一个统一的标准时间和空间参考。三种方案各有优劣，最终可能取长补短、融合演进。

根据美国白宫指示，NASA预计在2026年底前制定协调月球时间的国际标准。国际计量局也在积极协调国际组织之间的交流对话和研讨，希望年底发布一个相关的决议。目前已按时完成，为全球月球探索提供统一时间基准，促进国际合作，并为未来月球基地建设和长期运营奠定基础。由于系统要求具备可扩展性，未来还可能推广至火星等其他天体，推动人类太空探索范围不断扩大。

中国作为月球探测的重要力量，在这一基础服务领域应有积极作为。事实上，2021年中国科协将“地球以外有统一的时间规则吗？”列为年度重大科学问题。我国专家已提出建设性构想：将地外时间系统建立在太阳系质心坐标系上，以国际单位SI秒为基础，用铯原子钟测量原时，用脉冲星统一坐标时，用相对时间观替代绝对时间观，有望引领时间规则的新变革。近年来，我国计量机构、卫星导航和航天机构、中国科学院天文系统等相关领域专家积极参与了国际月球标准时间体系研讨，并尝试推进预研究准备工作。

面向未来，我国应抓住机遇，深度结合北斗导航卫星星座与探月工程实现的成熟技术能力，快速实现北斗导航卫星和地面模拟器时频体系对月球和月面的初步授时能力，追赶国际进展；进一步发挥我国在空间原子钟时间与频率技术领域的优势，在月面合适区域设置基准计时用原子钟，开展自主守时和比时实验，争取为全球月球标准时间体系贡献中国方案。唯有主动参与规则制定，方能在新一轮太空治理格局中占据应有位置，为人类月球探索事业提供有力支撑。

（作者系中国科学院国家天文台研究员）



如何理解「智能向善」

□ 魏楚

当前，以人工智能为代表的新一轮科技革命和产业变革加速突破，深刻影响世界发展格局。从生成式大模型到具身智能，从人工智能赋能科学研究（AI for Science）到智能体（Agent）生态，人工智能正深度嵌入人类生产生活。未来，随着通用人工智能（AGI）、脑机接口、人机协作等领域持续拓展，人类社会将加速迈向智能时代。与此同时，智能技术的爆发式增长也带来前所未有的深层挑战。习近平总书记强调，“促进全球人工智能朝着向上向善、造福人类的方向发展”。这为智能技术服务中国式现代化建设、服务人与社会全面发展提供了根本遵循。站在智能经济加速成型、智能社会加速到来的时代窗口，亟须深入把握智能向善的深刻内涵、基本要求和实践路径，为智能技术健康发展确立价值坐标。

智能向善的内涵

从理论维度看，智能向善反映了新质生产力和新型生产关系的辩证统一。人工智能具有突破技术前沿、推动生产力跃迁的属性，其发展方向则受制于生产关系和价值规范。按照马克思主义政治经济学理论，生产力决定生产关系。当智能技术推动的生产力发展超越既有制度框架的边界、突破伦理规范的承载阈值时，便会通过“创造性破坏”打破和重构原有生产关系。不同于以往任何一次技术革命，智能技术的“自主性”和“涌现性”使其对生产关系的冲击具有更强的不可预测性。通过制度创新、伦理建构、分配调节等生产关系层面的主动调整，智能向善实现智能技术发展的源动力与价值规范的深度适配，将无序的“创造性破坏”转化为有序的“建设性重构”，确保智能演进始终锚定人类文明进步的轨道。

从历史维度看，智能向善是人类社会统筹技术与价值追求的必然选择。第一次工业革命以机器生产替代手工劳动，摧毁了旧有的封建庄园经济，但在新生产关系形成过程中，

也出现了早期工厂制的劳动剥削等深刻矛盾。第二次工业革命推动电气化与大规模标准化生产，在创造空前物质财富的同时，也带来周期性经济危机、垄断资本扩张等新挑战。第三次工业革命以信息技术为核心，在推动全球化和数字化的同时，也暴露出数字鸿沟、平台垄断等问题。历史经验表明，人类社会并没有被技术浪潮裹挟着走向混乱。虽然每一次技术革命都会因新的社会关系调整而产生新矛盾，但都通过集体行动、法律完善、社会意识觉醒逐步建立起劳动保护制度、反垄断法、生态伦理、国际气候公约等一系列新规范，成功将强大的技术力量重新拉回增进人类福祉的正常轨道。当前，智能技术带来的诸多挑战，也同样需要从历史长河中汲取智慧，通过价值引领与规范引导，实现技术力量与人类文明的协同演进。

从时代维度看，智能向善是中国式现代化在智能时代的本质要求，也是全球智能治理提供的价值样板。中国式现代化是人口规模巨大、全体人民共同富裕的现代化。“向善”体现为坚守公平普惠原则，通过智能技术弥合而非扩大数字鸿沟，保障特殊群体、新就业形态劳动者的合法权益，确保智能红利“一个都不能少”。“向善”同时还要求智能技术的终极指向必须锚定人的全面发展、社会全面进步和人与自然和谐共生。智能向善与中国式现代化的价值追求深度耦合，为全球智能治理提供了具有实践意义的价值规范和典型范式。

智能向善的基本要求

一是坚持价值引领。智能技术的发展不是凭空产生的，其演进方向必然受社会制度和历史文化的共同塑造。推动智能向善，要以社会主义核心价值观为根本引领，使智能技术的研发、应用与治理同“富强、民主、文明、和谐”的国家价值目标同向，契合“自由、平等、公正、法治”的社会价值取向，符合“爱国、敬业、

诚信、友善”的公民价值准则。同时，要以中华优秀传统文化为深厚沃土，推动“道法自然”“天人合一”的生态观在智能技术与人机关系中的创新性发展，发挥“仁者爱人”的生命观在生物智能与人工智能融合中的伦理约束，实现“义利兼顾”“见利思义”的商业伦理在大模型商业化、算力经济中的价值平衡。

二是坚持以人为本。智能发展的检验标准在于是否促进人的全面发展，而非仅仅追求算力的增长或效率的提升。破除“唯算力论”“唯参数论”的错误技术观，将“惠民、利民、富民”作为智能技术发展的出发点和落脚点。努力弥合“智能鸿沟”，通过发展AI辅助教育、远程智能医疗、无障碍智能交互等，促进智能技术普惠共享，确保老年人、残障人士、偏远地区居民等群体不被智能浪潮边缘化。妥善应对智能技术对就业结构的影响，在大模型替代知识型岗位、具身智能替代体力型岗位的同时，积极培育“人机协作”新职业新工种，构建面向AI时代的终身学习与技能重塑体系，防范大规模结构性失业风险。着眼于共同富裕，通过智能技术提升全要素生产率，并完善税收、社保、转移支付等再分配机制，探索“机器人税”“数据红利分享”等新型分配制度，确保智能发展成果更多更公平惠及全体人民。

三是坚持伦理底线。坚决捍卫人的主体尊严，在大数据和生成式AI时代将个人信息保护、认知自由置于优先位置，推动“隐私设计”“数据最小化”“算法透明”原则落地。警惕并治理大模型在招聘、信贷、司法、教育等领域应用中可能隐含或放大的算法歧视，建立健全算法审计与伦理审查机制，提高模型可解释性。切实保障劳动者权益，引导平台企业优化智能调度算法规则，改善“算法管理”下新就业形态劳动者的工作环境与权益保障，推动构建人机协同时代的和谐劳动关系。在脑机接口、基因编辑、合成生物学等智能与生物融合领域，设立严格的伦理红线，维护人类生命

