

“以实为本”的数字世界发展观

元宇宙可持续发展报告



【关于商汤】

作为行业领先的人工智能软件公司，商汤集团以“坚持原创，让 AI 引领人类进步”为使命，“以人工智能实现物理世界和数字世界的连接，促进社会生产力可持续发展，并为人们带来更好的虚实结合生活体验”为愿景，旨在持续引领人工智能前沿研究，持续打造更具拓展性更普惠的人工智能软件平台，推动经济、社会和人类的发展，并持续吸引及培养顶尖人才，共同塑造未来。



商汤拥有深厚的学术积累，并长期投入于原创技术研究，不断增强行业领先的全栈式人工智能能力，涵盖感知智能、决策智能、智能内容生成和智能内容增强等关键技术领域，同时包含 AI 芯片、AI 传感器及 AI 算力基础设施在内的关键能力。此外，商汤前瞻性打造新型人工智能基础设施——SenseCore 商汤 AI 大装置，打通算力、算法和平台，大幅降低人工智能生产要素价格，实现高效率、低成本、规模化的 AI 创新和落地，进而打通商业价值闭环，解决长尾应用问题，推动人工智能进入工业化发展阶段。

商汤业务涵盖智慧商业、智慧城市、智慧生活、智能汽车四大板块，相关产品与解决方案深受客户与合作伙伴好评。

商汤坚持“平衡发展”的伦理观，倡导“可持续发展、以人为本、技术可控”的伦理原则，实行严格的产品伦理风险审查机制，建设全面的 AI 伦理治理体系，并积极探索数据治理、算法治理相关的检测工具和技术手段，致力于将伦理原则嵌入到产品设计、开发、部署的全生命周期，发展负责任且可评估的人工智能。

目前，商汤集团（股票代码：0020.HK）已于香港交易所主板挂牌上市。商汤现已在香港、上海、北京、深圳、成都、杭州、南平、青岛、三亚、西安、台北、澳门、京都、东京、新加坡、利雅得、阿布扎比、迪拜、吉隆坡、首尔等地设立办公室。另外，商汤在泰国、印度尼西亚、菲律宾等国家均有业务。

目录

导语	4
一、元宇宙背景下的数字经济新前景	6
二、元宇宙时代的数字世界风险挑战	8
（一）数字孪生风险	9
（二）数字原生风险	10
（三）数实交互风险	11
三、可持续的数字世界发展观：以实为本	12
四、“以实为本”的数字世界发展实践	14
（一）满足现实需求	14
（二）遵循现实规则	16
（三）符合现实利益	17
结语	18

导语

当前,全球经济正面临着几十年来前所未有的增长压力。根据《世界经济形势与展望》,截至 2022 年年中,预计 2022 年全球经济仅增长 3.1%,低于 2022 年 1 月发布的 4.0%的增长预测。国际货币基金组织最新的《世界经济展望》预测,受家庭购买力下降和货币政策收紧的影响,美国经济增长今年将下降至 2.3%,而明年将进一步下降至 1%。中国今年的经济增长将达到 40 年来的最低水平 3.3%。

数字经济展现出的强大韧性和勃勃生机为全球经济复苏带来坚定信心。在疫情防控过程中,全球各地普遍加速了公共和私营部门活动的数字化,包括改善宽带连接、采用在线商业模式、推广在线支付和提高数字技能。中国信息通信研究院发布的报告显示,2021 年,47 个主要国家的数字经济规模为 38.1 万亿美元,占其国内生产总值的 45.0%,同比增长 15.6%。此外,数据显示,发展中国家的数字经济正以更快的速度增长,2021 年的增长率为 22.3%,而 2020 年的增长率为 3.1%。

“元宇宙”概念所描绘的“虚实融合”、“数实共生”的数字世界,为数字经济发展打开新的想象空间。据相关统计,截至 2021 年 11 月,“元宇宙”相关商标申请量超过 4400 条,成为 2021 年全球科技圈最火的概念。此外,根据彭博资讯的数据,到 2024 年,元宇宙市场规模预计将达到 8000 亿美元。麦肯锡预计,2030 年,元宇宙的市场规模将达到 4 万亿到 5 万亿美元。

目前,元宇宙相关的产业体系、商业模式、经济形态尚处于发展

早期，产业生态不稳定、不成熟的特征明显。在全球各方都在积极拥抱即将到来的“元宇宙时代”的同时，“中之人”困境、“NFT”投机炒作、“AIGC”版权争议、“虚拟化身”行为不轨等行业事件同样引起广泛关注。

总体看，行业应用场景目前主要集中于会议、娱乐、营销、教育培训、活动策划以及文旅等“轻应用”场景，元宇宙与实体经济的融合应用仍需经历较长的探索时期。未来，保障元宇宙的健康可持续发展，还需加强制度创新和机制建设。本报告将从“发展”的视角出发，探讨我们需要怎样的数字世界，以及我们应以何种立场治理正在快速演变中的数字世界。

一、元宇宙背景下的数字经济新前景

数字经济是继农业经济和工业经济之后，经济发展的新阶段、新形态。在农业经济和工业经济的基础之上，数字经济引入数据作为一种新的生产要素，并且提供全新的资源配置方式，能够有效减少信息流动的障碍，加快资源和要素的流动，提高供需匹配效率，提高资源利用率。从结构上看，数字经济主要包括数字产业化和产业数字化两个部分。其中，数字产业化是数字经济发展的先导力量，产业数字化是数字经济发展的核心动力。

过去几十年，数字经济的发展主要来源于数字技术产业的发展，尤其是与互联网技术的发展与普及息息相关。据国际电信联盟（ITU）的统计，截至 2021 年底，全球上网人口已经达到 49 亿，大约占全球人口的 63%。此外，全球互联互通所产生的海量数据和信息处理需求也进一步推动了大数据、云计算，以及人工智能等数字技术的快速发展和应用。在这一时期，ICT 产业对全球 GDP 的拉动作用持续提升，据 ITU 的数据，全球 ICT 产业增加值占 GDP 的比重从 1978 年的 1.5% 上升至 2006 年的 4.3%。其中，以电子商务为典型应用的互联网经济塑造了当前数字经济发展的基础。

当前，数字经济已经进入“下半场”，产业数字化成为数字经济发展的主要驱动力。2010 年以后，数字经济加速向传统行业渗透，持续由消费场景转向生产场景，从线上向线下延伸，催生 O2O、共享经济、平台经济等新模式、新业态。与此同时，传统行业数字化进程提速换挡，尤其是，随着物联网、工业互联网、工业 4.0、智能制造等

相关概念和技术的发展，传统行业与数字经济的融合发展进入历史性转折点。中国信息通信研究院发布的《中国数字经济发展报告（2022年）》显示，2021年，我国数字经济规模达到45.5万亿元，占GDP比重达到39.8%；其中，数字产业化规模达到8.35万亿元，产业数字化规模达到37.18万亿元。产业数字化对数字经济发展的驱动作用显著。

在一些传统行业中，数字技术正在深度重塑其研究、设计、开发、营销和管理流程，同时促进行业之间以及跨行业、部门和国界的合作。例如，在制造行业，传统人工质检往往存在人工成本高、质检效果不稳定、评判主观性强、数据汇总难等缺点。商汤科技与全球领先的发动机制造商合作，开发了一种基于人工智能的发动机缺陷自动检测解决方案。该解决方案不仅实现了跨越多个场景的准确、高效的质量检测，还帮助该合作伙伴升级其智能制造体系，为敏捷创新和AI质量检测在汽车行业的应用奠定了基础。

2021年，“元宇宙”概念的爆火为数字经济的下半场带来了新的想象空间。元宇宙作为信息革命的新发展阶段，承载着人类对虚拟世界和物理世界实现“互操作”的无限遐想。它旨在通过在现实世界中的人、物、场的数字化的基础上，结合人工智能、5G、XR、区块链等关键技术，搭建一个虚实融合、数实共生的数字世界。总体来看，元宇宙的目的在于通过人工智能、5G、XR等各类数字技术的融合应用，实现“人、物、场”在数字和现实世界的映射、交互、融合。元宇宙的根本价值并不在于数字世界本身的进步，而在于通过数字世界

与现实世界的实时交互、融合共生，推动现实世界的可持续发展。

今天，“元宇宙”已经成为全球各方争相入局的科技前沿。2021年8月，英伟达宣布推出全球首个为元宇宙建立提供基础的模拟和协作平台；同年10月，Facebook宣布更名为Meta，彰显发力元宇宙的决心。除此之外，各行各业均在探索与元宇宙相结合的新产品、新业态，“商业元宇宙”、“工业元宇宙”、“城市元宇宙”等相关概念层出不穷。据麦肯锡发布的数据，2022年全球对元宇宙兴趣有增无减，上半年已有超过1200亿美元投资于元宇宙赛道，是去年570亿美元投资额的两倍多。

在我国，推动虚拟现实与实体经济融合发展已经成为数字经济创新发展的战略抓手。2022年11月，工业和信息化部等五部门联合发布《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划（2022—2026年）》明确提出，到2026年，三维化、虚实融合沉浸影音关键技术重点突破，新一代适人化虚拟现实终端产品不断丰富，产业生态进一步完善，虚拟现实在经济社会重要行业领域实现规模化应用。截至目前，全国已有26个省、市、区颁发了元宇宙相关的专项政策。此外，武汉、合肥等地也将元宇宙相关计划写入政府工作报告。

二、元宇宙时代的数字世界风险挑战

一般认为，元宇宙的发展将经历从数字孪生到数实共生的演进过程。具体而言，元宇宙的搭建始于数字孪生，主要实现对于现实世界的动态复刻；而后，在人工智能生成内容（AIGC）等技术的支撑下，

元宇宙将逐渐超越真实场景，拓展时空体验，达到数字原生阶段；最终虚拟和现实场景将相互交融，物理与数字世界和谐统一，进入数实共生阶段。可以预见，数字孪生的人、物、场，数字原生的人、物、场，以及物理实体与数字孪生和数字原生间的交互将会是构成未来数字世界的基本元素。

因此，从风险要素角度考虑，未来数字世界的治理挑战可以以“人、物、场”为风险主体，按照风险来源划分为三种基本类型，即：数字孪生风险、数字原生风险和数实交互风险。



图 1：数字世界风险分析框架

（一）数字孪生风险

数字孪生的核心是通过数据和模型的集成融合，在数字空间实现对物理世界的动态复刻。这就意味着，通过元宇宙，能够掌握维度更多、时效更新、体量更大的有关现实世界人、物、场的数据信息。目前，数字孪生在工业制造、城市管理、金融服务、线下消费、文博旅

游等领域都有比较广泛的应用。

在“人”的数字化方面，人们通过虚拟化身，使用特殊设备，如虚拟现实头盔或类似设备，进入元宇宙，实现沉浸式体验。这一过程将会产生大量个人数据，包括生物识别数据和用户情绪和生理反应的数据等敏感个人数据。而这些信息也可能使犯罪分子能够更有效地冒充和窃取特定对象的身份，进而实施欺诈等不法行为。

在“物”的数字化方面，通过对物理设施、文化产品等实体物品的 1:1 还原，生产基于实物扫码的高精度数字资产，能够做到实时掌握设施设备运行状态、实现历史文物等静态物品的动态展示和交互，但也会为网络攻击、产权信息窃取等不法行为带来可乘之机。

在“场”的数字化方面，通过对工厂、园区、城市、自然环境等物理空间的三维数字重建，能够实现对园区、建筑、楼层，乃至房间等多层级的可视化呈现，形成对特定物理环境的全局感知。但这也意味着可能存在的大量地理空间和经济活动等敏感信息的暴露。

（二）数字原生风险

数字原生是通过人工智能等技术手段生成现实中不存在直接映射关系的数字内容。其核心是基于深度学习算法的学习、推理能力，利用人工智能所生产的数字内容（AI Generated Content, AIGC）。随着 AIGC 的快速发展，数字内容生产将逐步实现低代码、零代码、自动化，将大幅降低创作门槛及使用成本，用户生成内容将成为元宇宙内容生态的重要组成部分。

在数字原生的“人”方面，目前，行业内已经能够利用 AIGC 快速生成从二次元、卡通、拟真人到 3D 超写实等不同风格的虚拟形象，并且在虚拟偶像、品牌代言人、数字员工等方面取得广泛应用。但随着“虚拟偶像塌房”、“AI 艺术剽窃”等行业争议的发生，知识产权保护、负能量虚拟偶像等问题也成为数字世界健康可持续发展要面对的现实挑战。

在数字原生的“物”方面，目前，围绕虚拟地块和 NFT 数字藏品的元宇宙创新项目活跃，土地“所有者”在虚拟空间中进行各种建设，包括设计和“建设”虚拟“社区”聚会场、NFT 画廊，甚至还可以设计互动游戏。其中，不少收藏家将 NFT 视为一种有暴利可图的投资，增加了因投机和炒作而产生的不确定性因素。

在数字原生的“场”方面，随着元宇宙相关技术和产业生态的成熟，人们可以根据自身的需求和偏好构建不真实存在的虚拟场景，或者不良商家刻意构建诱导性的虚拟场景，容易形成元宇宙版的“信息茧房”，使人对虚拟场景产生精神依赖。

（三）数实交互风险

数字交互的实现要基于专门的硬件和生物接口以及软件技术、服务和数据相互连接。其中，增强现实(AR)和虚拟现实(VR)等 XR 技术是目前实现数实交互的核心方法，这些技术通过多种方式复刻、超越物理感知，进而实现真实感、临场感和沉浸感。

在“人”的数实交互方面，近年来，随着 XR 技术在游戏行业的

发展和应用，“虚拟性侵”的事件时有发生，并引发伦理和法律层面的广泛讨论。虽然相关事件发生在数字世界，但在交互技术的加持下，当事人对受到侵犯的感知愈发真实，如何确保人们在数字世界中获得良好的交互体验也将是业界需要关注的重要命题。

在“物”的数实交互方面，目前，数据集成、多模型构建、高实时交互等技术正在加速走向工业制造、产业链协同等经济活动的不同领域，远程运维、可视化生产等应用场景日益成熟，在交互过程中可能存在被不法分子篡改、盗取或恶意干扰的风险。

在“场”的数实交互方面，目前，基于数字孪生和智能感知等相关技术对城市时空信息进行实时汇集和分析成为新一代智慧城市建设的重要方向。然而，数字孪生城市具备数据量广、接入点多、集中度高、敏感性强等特点，而且与城市的安全生产和运行紧密关联，一旦被入侵、干扰，不仅会造成城市瘫痪，还会带来隐私安全、经济安全等重大风险。

三、可持续的数字世界发展观：以实为本

当前，数字经济发展进入“下半场”，“以虚强实”既是数字经济可持续发展的内在要求，也是我国推进实现中国式现代化的战略要求。二十大报告提出，坚持把发展经济的着力点放在实体经济上，推进新型工业化，加快建设制造强国、质量强国、航天强国、交通强国、网络强国、数字中国。同时，国务院向第十三届全国人民代表大会提交的《关于数字经济发展情况的报告》提出，到 2025 年，数字经济迈

向全面扩展期，数字化创新引领发展能力大幅提升，智能化水平明显增强，数字技术与实体经济深度融合取得显著成效。此外，工信部等五部门联合发布的《虚拟现实与行业应用融合发展行动计划（2022—2026 年）》提到，到 2026 年，三维化、虚实融合沉浸影音关键技术重点突破，新一代适人化虚拟现实终端产品不断丰富，产业生态进一步完善，虚拟现实在经济社会重要行业领域实现规模化应用。

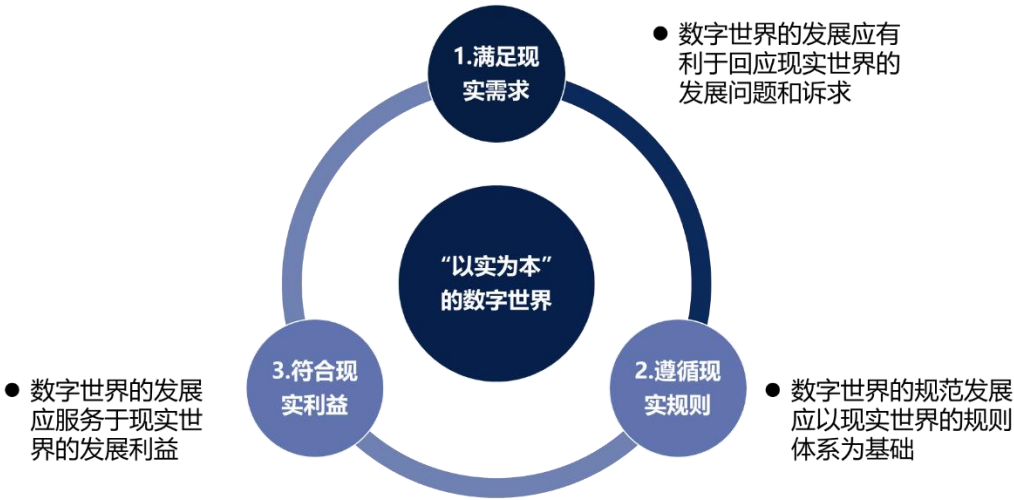


图 2：“以实为本”的数字世界发展观

因此，我们认为，数字世界的可持续发展应当遵循“以实为本”的发展观。具体来讲，就是数字世界的发展应以“满足现实需求”为根本定位、以“遵循现实规则”为基本原则、以“符合现实利益”为最终目标。

- “满足现实需求”就是指数字世界的发展应有利于回应现实世界的发展问题和诉求；而“现实需求”即包括国家安全、社会安全、生态安全、经济安全、信息安全、数据安全、隐私安全等安全需求，也包括生产需求、消费需求、社交需求、就业需求、文化需求、投资需求等发展需求。

- “遵循现实规则”就是指数字世界的规范发展应以现实世界的规则体系为基础；而“现实规则”既包括社会公德、科技伦理、国际规范、ESG 等“软规则”，也包括法律法规、公共政策、国际条约、贸易协定等“硬规则”。
- “符合现实利益”就是指数字世界的发展应服务于现实世界的发展利益；“现实利益”主要包括人类、经济、社会、环境的可持续发展利益。

四、“以实为本”的数字世界发展实践

（一）满足现实需求

面向现实世界的数据安全需求，商汤开发了敏感信息脱敏工具，能够面向活体检测、车牌检测、文字文档信息检测等广泛应用场景，提供高水平的数据脱敏技术，并且具备接口灵活，平台覆盖面广，支持实时脱敏等优势。数据脱敏模块对涉及个人信息的敏感数据提供数据脱敏服务。数据脱敏的范围包括但不限于生物特征数据，自动驾驶场景的敏感数据等。数据脱敏服务还可根据实际业务需求实现是否具备重标识的能力，在特定场景下可还原已去标识化的敏感数据。

面向现实存在的隐私安全需求，商汤建立了产品研发全流程的个人信息保护评估体系，严格按照国内外个人信息保护相关法律、标准和政策要求，建立一系列个人信息保护评估审核机制，所有产品上市前都需要通过个人信息保护评估，出海的产品需要通过海外数据安全和隐私保护审查。在评估过程中，对数据处理的全流程都明确了评估

的关键要点，确保商汤的产品和服务达到严格的隐私安全保护水平。

面向数据要素流通利用需求，商汤创新提出了数据沙箱，在通过沙箱包装后，结合隐私计算集群协同调度，实现数据可用不可见，在保证数据隐私安全的前期下实现数据价值转化，促进数据要素流程利用。目前数据沙箱可面向两个应用场景：一是多用户拥有不同场景分布的数据，提供联合训练方案，并且具有携带离线模型可以完成不泄露数据的反演；二是针对用户端拥有大量数据的场景，可使用数据加密训练方案，可以在保护隐私的前提下完成客户数据回流。

面向系统安全需求，商汤自研的模型体检工具能够面向活体识别、图像分类、目标检测等商业化应用，开展对抗安全检测、鲁棒安全检测、后门安全检测，不仅能够支持多种任务类型，还能够开箱即用，提供一键式测评反馈，目前已应用于商汤的大量商业化模型的检测。用户只需提供模型和评测数据就可以进行一键式评测。评测的内容有三类：一是模型在不同应用场景下的鲁棒性，鲁棒性评估分为颜色，天气，模糊，噪声，亮度和遮挡变化；二是模型在存在对抗攻击情况下的安全性，安全性评估分为数字世界攻击模拟场景，如黑盒场景、迁移场景，物理世界攻击模拟场景；三是模型被植入后门的风险性评估，后门评估是给出存在后门的可能性并还原潜在的后门触发器。鲁棒性训练模块用于提升模型在某些场景下的运行性能，以及在不损失精度的情况下强化模型的安全性。当前主要包括对抗训练和针对性的数据增强。鲁棒性训练模块是模型开发的代码插件，支持商汤科技目前的模型开发流程。模型体检模块的功能是针对算法模型应用安全的

标准化测试评估。AI 防火墙模块主要用于过滤可疑攻击样本，可以在不重新训练模型的情况下提升模型部署的安全性。当前 AI 防火墙可以有效抵御主流的黑盒攻击和物理攻击方式。AI 防火墙和部署的质量模型相结合，在提升安全的同时不引入格外的计算开销。

（二）遵循现实规则

针对数字内容的版权保护，商汤自研了鲁棒数字水印技术。数字水印模块采用深度网络编码的方式，对图像数据以不易察觉的方式进行加密，并且对图像压缩裁剪处理具有鲁棒性。解密时利用深度网络解码，可还原加密使用的密钥。相比于易于篡改的传统水印，数字水印更能更好保护图像的版权信息并方便溯源。该技术基于深度学习训练 CNN 模型，可传递的隐匿信息量大，并且能在有一定干扰及噪声的情况下还原水印内容。同时，采用过程加密模式，无密钥无法解水印，防止水印复制攻击。

针对内容创作合法合规，商汤基于自研工具能力，服务不同类型的数字内容审查需求，赋能创作版权审查、创作风格审查、特定信息内容审查等不同类型的数字内容审查需求，促进数字内容创作实现合法合规。

为贯彻落实国家《关于加强科技伦理治理的意见》、《新一代人工智能伦理规范》、《关于加强互联网信息服务算法综合治理的指导意见》等相关要求，商汤制定了《商汤集团伦理治理制度》、《商汤集团人工智能伦理与治理委员会管理章程》、《商汤集团产品个人信息及隐私数

据影响评估规定》、《商汤集团算法安全管理制度》、《商汤集团产品伦理风险评审指引》等相关制度。同时，为推动发展“负责任且可评估”的人工智能，商汤在内部开发了一系列覆盖数据治理、算法测评、模型体检、伦理审查的流程工具和技术平台，并创新性的提出了“伦理风险分级分类管理体系”，对产品设计、开发、部署、运营的全生命周期实施分阶段、分目标的伦理风险分级分类管理，确保所有产品符合伦理规范。

（三）符合现实利益

针对人类可持续发展，商汤科技开发了一套面向渐冻症患者看护的技术解决方案——AI 智能看护系统，针对行动不便、吞咽及呼吸困难的患者进行 24 小时无接触看护并实时监测病人生理指标。商汤科技同时开发了 AI 基础教育“停课不停学”解决方案，依托各省市教育资源云平台以线上视频点播或直播方式，面向有需求的学生和教师免费提供汤科技极响应教育部“停课不停教、不停学”号召。

针对经济可持续发展，体育业是受疫情影响最严重的行业之一。2022 年 5 月，商汤科技与日本当地的合作伙伴为日本一个著名的棒球场提供了 AI 和 MR 支持。通过提供 AR 平台，并在球场内整合有趣的 AR 效果，球场为观众提供了一套独特的互动，吸引了更多的观众，使后疫情时期的棒球比赛更生动，更有沉浸感。

针对社会可持续发展，疫情期间，商汤科技紧急响应需求，推出集“口罩无感通行+人体测温+验健康码+疫苗接种信息+核酸查询+电

子证照”的“六合一”便捷通行方案，助力场馆快速验证多方位疫情防控信息，并省去市民查找检测报告的复杂操作。

针对环境可持续发展，商汤联合上海某工业制造业头部企业联合研发光伏板异物、异常热斑等多种场景异常状态 AI 检测算法，实现光伏设备全天候无缝监测，推动光伏运维智能化，将 AI 技术赋能新能源产业全生命周期变为可能，推动从电力生产到电网运维等多链条的数字化转型和智能化升级，助力可持续发展的绿色能源。

结语

“元宇宙”的大幕才刚刚拉开，一个虚实融合的数字世界正在徐徐地展现在世人眼前。这其中既会有令人心潮澎湃的梦幻成真，也将有令人难以回避的困顿现实，唯有“以实为本”方可到达彼岸。

本报告是商汤首份《元宇宙可持续发展报告》。长期以来，商汤科技以“坚持原创，让 AI 引领人类进步”为使命，致力于将人工智能用于造福大众、增强行业能力和包容开放创新，推动人工智能技术及相关行业的可持续发展。我们希望能够通过报告的发布，分享对数字世界发展的思考与实践，并期待与各界共同探讨我们需要怎样的数字世界，以及我们应以何种立场治理正在快速演变中的数字世界，最终推动数字世界的健康可持续发展。

报告编委会

薛澜 清华大学人工智能国际治理研究院院长

季卫东 上海交通大学中国法与社会研究院院长

徐立 商汤科技联合创始人、董事长兼首席执行官

张望 商汤科技副总裁、人工智能伦理与治理委员会主席

杨帆 商汤科技联合创始人、副总裁

骆静 商汤科技副总裁、首席运营官

金俊 商汤科技首席营销官

张少霆 商汤科技副总裁、研究院副院长

林洁敏 商汤科技副总裁

作者



胡正坤

商汤科技

人工智能伦理与治理研究主任

huzhengkun@sensetime.com



田丰

商汤科技

智能产业研究院院长

tianfeng@sensetime.com

鸣谢

梅莹、闫欣桐、谢贝宁、官超、吴晶彧、成瑾、龚柳婷、徐柏琦、
耿文婕、梁鼎、吴一超、王义飞、姚程元、胡琨、何聪辉、辛昱辰

更多信息，敬请关注商汤科技：

官网 <https://www.sensetime.com/cn>

领英 <https://www.linkedin.com/company/sensetime-group-limited/>

微信公众号

