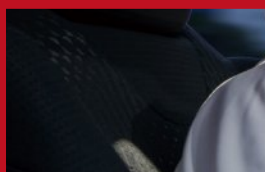


# 6G终端愿景白皮书

2024年02月



# 目录

<b>1、研究范围</b>	<b>4</b>
<b>2、缩略语、术语和定义</b>	<b>6</b>
2.1 缩略语	7
2.2 术语和定义	8
<b>3、背景与现状</b>	<b>9</b>
3.1 6G终端承载“万物智联”愿景	10
3.2 全球各个协会组织达成的6G愿景	11
3.3 数智新技术涌现	12
3.3.1 AI内生	13
3.3.2 6G卫星互通	13
3.3.3 产业数字化加速发展	13
<b>4、终端的变化与发展趋势</b>	<b>14</b>
4.1 终端在信息流转中参与的环节	15
4.2 不同代际下终端的变化与发展趋势	16
4.2.1 不同代际下的终端特征	16
4.2.2 2G-5G时代下终端的具体演变趋势	17
4.2.3 6G时代下终端演变趋势	18
4.2.4 终端的其他发展趋势	18
<b>5、6G终端面临的9大潜在典型业务场景</b>	<b>19</b>
<b>5.1 全息多感官娱乐场景</b>	<b>20</b>
5.1.1 场景描述	20
5.1.2 场景特征	22
5.1.3 场景涉及到的终端形态与能力需求	22
<b>5.2 个性化极致柔性购物场景</b>	<b>23</b>
5.2.1 场景描述	23
5.2.2 场景特征	24
5.2.3 场景涉及到的终端形态与能力需求	24
<b>5.3 智慧保姆家居场景</b>	<b>25</b>
5.3.1 场景描述	25
5.3.2 场景特征	26
5.3.3 场景涉及到的终端形态与能力需求	26
<b>5.4 沉浸式云办公场景</b>	<b>27</b>
5.4.1 场景描述	27
5.4.2 场景特征	28
5.4.3 场景涉及到的终端形态与能力需求	28

# 目录

5.5 无人自适应交通场景	29
5.5.1 场景描述	29
5.5.2 场景特征	30
5.5.3 场景涉及到的终端形态与能力需求	30
5.6 个性化虚拟学堂场景	31
5.6.1 场景描述	31
5.6.2 场景特征	32
5.6.3 场景涉及到的终端形态与能力需求	32
5.7 远程智慧医疗场景	33
5.7.1 场景描述	33
5.7.2 场景特征	34
5.7.3 场景涉及到的终端形态与能力需求	34
5.8 天地一体全域物流网络场景	35
5.8.1 场景描述	35
5.8.2 场景特征	36
5.8.3 场景涉及到的终端形态与能力需求	36
5.9 数字孪生城市场景	37
5.9.1 场景描述	37
5.9.2 场景特征	38
5.9.3 场景涉及到的终端形态与能力需求	38
<b>6、6G终端5大重点研究方向</b>	<b>39</b>
6.1 终端全能通信研究方向	40
6.2 终端内生智能研究方向	41
6.3 终端虚实全场景感知与多维感官信息呈现研究方向	41
6.4 终端基础材料、工艺研究方向	42
6.5 终端拓展协同研究方向	42
<b>7、总结与展望</b>	<b>43</b>
7.1 6G时代呼唤创新“6G终端”	44
7.2 初探6G终端的4大典型能力	44
<b>8、参考文献</b>	<b>45</b>

# 1. 研究范围





1.0

# 研究范围

面向 2030 年第六代移动通信（6G）产业，根据 ITU-R 达成的 6G 愿景与当前业界关于 6G 的研究成果、GSMA intelligence 的研究成果等，结合终端自身发展趋势与新兴技术探索 6G 时代下“6G 终端”的愿景。



## 2. 缩略语、术语和定义



## 2.0

# 缩略语、术语和定义

## 2.1 缩略语

3GPP	3rd Generation Partner Project
AI	Artificial Intelligence
AR	Augmented Reality
CDMA	Code Division Multiple Access
ChatGPT	Chat Generative Pre-trained Transformer
CPU	Central Processing Unit
GPU	Graphics Processing Unit
GTOPS	Giga Tera Operations Per Second
GSMA	Global System for Mobile Communications Association
HMD	Head-mounted Display
ICDT	Information, Communication, and Data Technology
IMT-2030	International MobileTelecommunications - 2030
ITU-R	International Telecommunication Union Radiocommunication Sector
LLM	Large Language Model
MTOPS	Million Tera Operations Per Second
MIMO	Multiple-Input Multiple-Output
MR	Mixed Reality
NPU	Neural Processing Unit

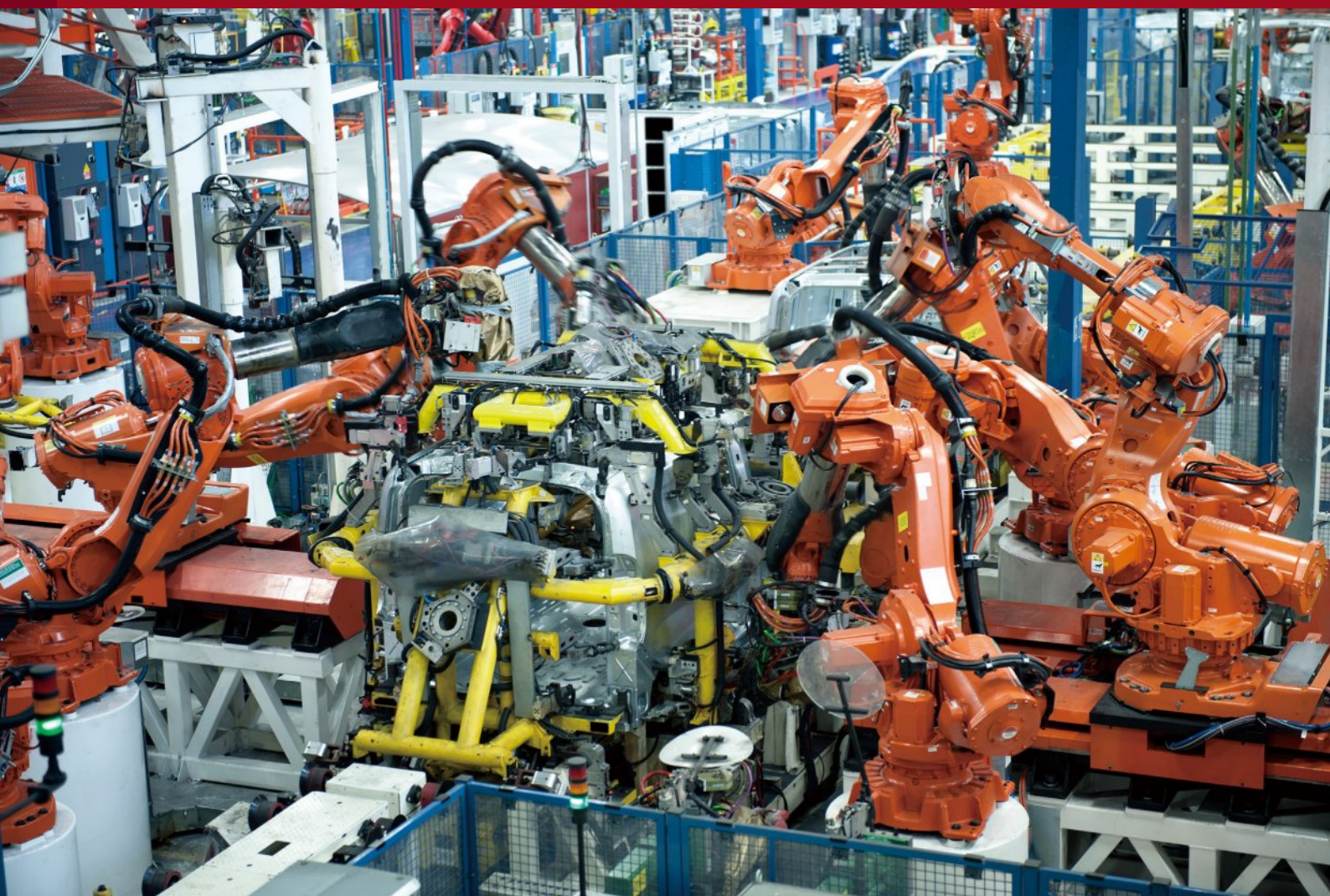
OAM	Orbital Angular Momentum
OEM	Original Equipment Manufacturer
OFDMA	Orthogonal Frequency Division Multiple Access
RIS	Reconfigurable Intelligent Surface
SDMA	Space Division Multiple Access
TDMA	Time Division Multiple Access
THz	Terahertz
VR	Virtual Reality
XR	Extended Reality

## 2.2 术语和定义

6G	6th Generation 第六代移动通信。
6G终端	6G时代下具备其典型特征的终端。
6G卫星互通	6G时代下通过卫星网络实现数据传输和通信互联。
AI内生	技术架构层面将人工智能作为核心组成部分，通过设计实现与AI的深度融合。
万物智联	通过高级信息技术，实现人、流程、数据和事物的高效结合，形成一个智能化、高度互联的网络系统。
泛在智能	将人工智能技术与各种设备、系统和服务相结合，实现智能化的无处不在。
通信感知一体化	将通信技术和感知技术相结合，实现信息传输和环境感知的融合。
通信AI一体化	将人工智能技术与通信技术相结合，以提高通信系统的性能和效率。
柔性硬件	基于柔性材料制成的电子器件和系统。
沉浸式XR	基于扩展现实技术创造的，能够深度沉浸并交互的虚拟环境。
全能通信	集成了多种通信方式和技术的系统，能够在不同的环境和需求下实现高效、可靠的信息传递。



### 3. 背景与现状



## 3.0

# 背景与现状

## 3.1 6G终端承载“万物智联”愿景

在 5G 时代，我们逐步迈向了万物互联的时代，6G 则有望将我们带入物理世界与虚拟世界相融合的万物智联时代。6G 不再仅仅是一种通信技术，而是一个庞大的分布式智能网络，融合了通信、感知、计算等多种能力，深度连接了物理、生物和数字世界，为人们带来真正意义上的“万物智联”。在 5G 的基础上，6G 将进一步拓展连接，不仅将人与人、物与物相连接，更将带来“智联”，将智能联接普及到每个人、每个家庭、每个企业，引领着全新的创新浪潮。这一愿景中，6G 的核心能力、全新应用场景、崭新需求、以及通信和网络体系结构的重大变革都将得到探讨和实践。它标志着一个光辉的未来，一个充满智能和连接的未来，6G 将推动人类社会进入全新的数字化时代。

在 6G 赋能的数字化时代里，个人将拥有更多定制化的数字服务使得社交沟通更加便捷，家庭将通过智能化的家居系统提高生活品质，产业将通过数智化技术实现增效拓能。各行各业将逐渐摆脱传统的限制，通过数字化手段创造出全新的商业模式和机会。然而，要实现这一切，并迈入更高级别的数字化社会，6G 终端将发挥关键作用。数字化的广泛应用和全球数字化战略的制定为 6G 终端的新能力提出了迫切的需求，6G 终端将成为数字化时代的引擎，满足不断增长的数字化需求，推动人类社会迈向更加智能、高度互联的未来。

## 3.2 全球各个协会组织达成的6G愿景

ITU-R WP 5D完成了IMT-2030 (6G) 建议书草案，并在2023年6月22日第44届会议上一致通过，ITU-R就IMT-2030 (6G) 的愿景达成全球共识，这是6G发展过程中的一个重要里程碑，也开启了新一轮的6G研究。ITU-R达成了6大愿景：沉浸式通信，超大规模连接，超高可靠低时延通信，泛在连接，通信感知一体化，通信AI一体化，

适用于所有场景的四大设计原则：可持续性，连接未连接的用户，泛在智能，安全/弹性。泛在连接，通信感知一体化，通信AI一体化为IMT-2030新增的3个新场景，沉浸式通信，超大规模连接，超高可靠低时延是在IMT-2020愿景的基础上进行的拓展。

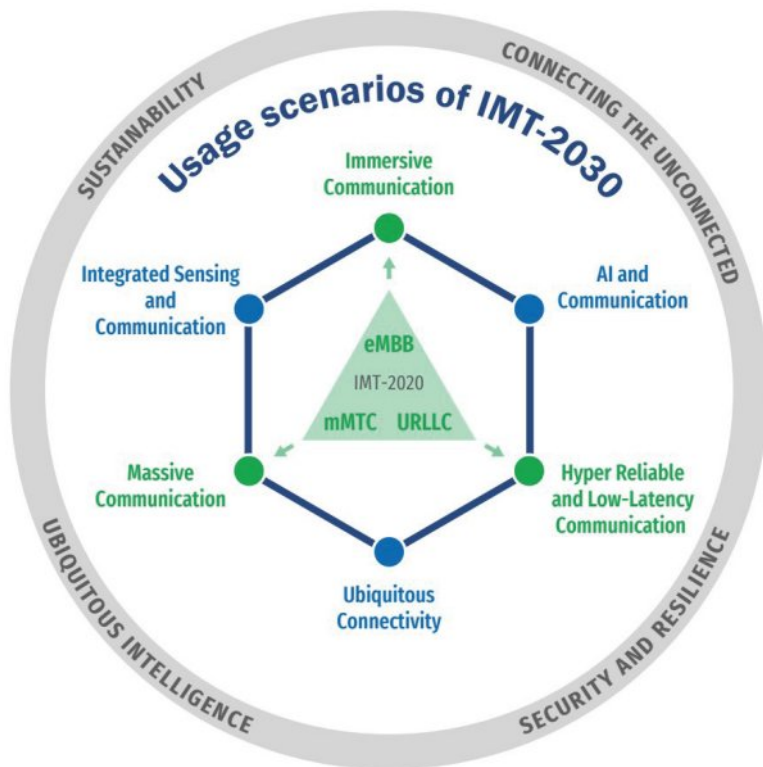


图3-1 ITU-R 6大愿景与4大原则

此外，全球多个标准化组织、协会、产业链伙伴已经公开了多项关于6G的研究成果与愿景，如表3-1所示。

表3-1全球多个组织/单位的6G研究成果

组织/单位	发布的研究成果
ITU-R	→ 《Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond》 → 《Future technology trends of terrestrial International Mobile Telecommunications systems towards 2030 and beyond》等
GSMA	→ 《The green generation: bridging 5G and 6G》 → 《Setting the Stage for 6G》等
IMT2030	→ 《6G典型场景和关键能力白皮书》 → 《6G分布式网络技术的应用场景及需求研究报告》等
6GANA	→ 《6G网络原生AI技术需求白皮书》 → 《6GANA-Network-AI-White-Paper》等
Hexa-X	→ 《Hexa-X architecture for B5G/6G networks – final release》 → 《Final 6G architectural enablers and technological solutions》等
6GIA	→ 《What societal values will 6G address》等
Next G Alliance	→ 《6G: The Next Frontier of Innovation and Investment》 → 《Beyond Speed: Promoting Social and Economic Opportunities through 6G and Beyond》等
NGMN	→ 《6G DRIVERS AND VISION》 → 《6G REQUIREMENTS AND DESIGN CONSIDERATIONS》等
全球6G技术大会	→ 《ICDT融合的6G网络3.0》 → 《可持续发展的低碳智简6G：愿景与技术趋势》等

### 3.3 数智新技术涌现

6G终端的发展也受益于数智技术的涌现，以人工智能、卫星互通、产业数字化、柔性硬件技术为代表的数智技术将为6G终端带来更丰富的功能，同时也将改变用户体验和应用程序的范围。



### 3.3.1 AI内生

近些年人工智能不断高速发展，已经渗透到社会、工作、生活、生产的方方面面。人工智能算法从单个模型、小模型、轻量模型逐渐发展到以 ChatGPT 为代表的多模型、大模型、重模型的应用，思考不远的将来人工智能将会进一步影响人类生活的

方方面面，ITU-R 已经将 AI 纳入 6G 并作为 6 大愿景之一，GSMA 也于 2023 年发布《AI Mobile Device Requirements Specification》对 AI 在终端侧的应用进行了深入研究与探索，包括：AI 模型在端侧的训练与更新，各种 AI 技术在终端上的应

用与体验，其中引入的新概念 AI agent 作为用户的智慧助手将提供系列帮助用户的高级功能。由此可见，AI 技术也将成为未来 6G 终端不可或缺的关键能力之一。

### 3.3.2 6G卫星互通

近些年来，卫星通信技术取得了显著的进展，使其与 6G 终端的融合成为可能。卫星互联已经被视为 6G 技术发展的六大愿景之一，这表明卫星技术将与 6G 终端的未来发展密切相关。卫星互联技术的整合将为 6G 终端带来许多潜在优势。首先，它将极大地拓展终端设备的通信

覆盖范围，不再受限于地面基站的范围。这将意味着即使在偏远地区或是没有传统基础设施的地方，6G 终端仍能保持连接，为用户提供无缝通信体验。其次，卫星通信将加速 6G 终端的全球互联。用户可以在全球范围内访问高速数据传输和通信，不再受制于地域。这将对全球

通信、应急响应和跨国业务产生深远的影响。此外，卫星互联还将提供卫星导航和位置服务，使 6G 终端在导航、定位和增强现实应用方面具备更高的精度和可用性。这将拓宽 6G 终端在各个领域的应用范围，包括交通、农业、应急服务等。

### 3.3.3 产业数字化加速发展

产业界的数字化转型加速发展，数字化发展已经成为全球共识，全球超过 170+ 个国家发布了数字化战略。伴随着数字化发展，正在给个人、家庭、企业、行业，甚至城市和国家带来变化。GSMA 一直关注并追踪产业的数字化趋势，早在 2019 年就洞察到产业界的数字化转型趋势，发起了数字领导者计划 (Digital Leaders Programme, DLP) 以促进移动行业与更广泛生态系统合作创新为目的。其中工业数字化发展迅速，未来工业将向着柔性、智能、定制化和服务化的方向发展。基于此，生产关系将被重构、社会组织形式将被重组、商业模式

也将被不断创新。不仅工业数字化，未来的世界将会演变为数字化的世界。

在产业数字化转型的大背景下，6G 将作为数字化的重要基础设施，与数字化的产业 / 行业深度交叉融合。当前业界讨论较多的是数字化 for 网络与网络 for 数字化。终端最贴近用户，从用户与终端的角度出发，在数字化加速发展的情况下，需要考虑数字化 for 终端与终端 for 数字化。

综上所述，在数字化社会飞速跃迁、数智化技术迅猛发展的背景下，6G 终端将与 AI

内生、卫星互联、柔性硬件等科技实现交叉融合，并深刻改变人类的社会、生产、工作与生活，将带领人类步入数字化、智慧化的世界，实现数字世界与物理世界的无缝融合。



## 4. 终端的变化与发展趋势



## 4.0

# 终端的变化与发展趋势

## 4.1 终端在信息流转中参与的环节

信息流转时刻都在人类社会的生产、工作、生活中发生，而终端在信息流转中发挥着至关重要的作用，终端一方面是多种信息的重要载体和信息产生的源头，另一方面终端参与并支撑多个信息流转环节。如下图4-1所示，终端参与的多个信息流转环节包括：信息产生、输入、存储、处理、传输、呈现等环节。

- 信息产生环节：使用终端拨打视频电话，视频电话将会产生大量的语音信息与视频信息等；
- 信息输入环节：使用终端的键盘输入文字；使用终端的话筒进行语音输入等信息；
- 信息存储环节：终端将获得的图像、视频、音频等信息保存在终端存储单元；
- 信息处理环节：终端对将要传输的图像、视频等进行调制、编码、解码、解调等信号处理；
- 信息传输环节：终端传输图片、视频需要与网络侧进行上下行数据传输；
- 信息呈现环节：终端屏幕展示接收到的照片、视频；使用终端的听筒播放声音等。

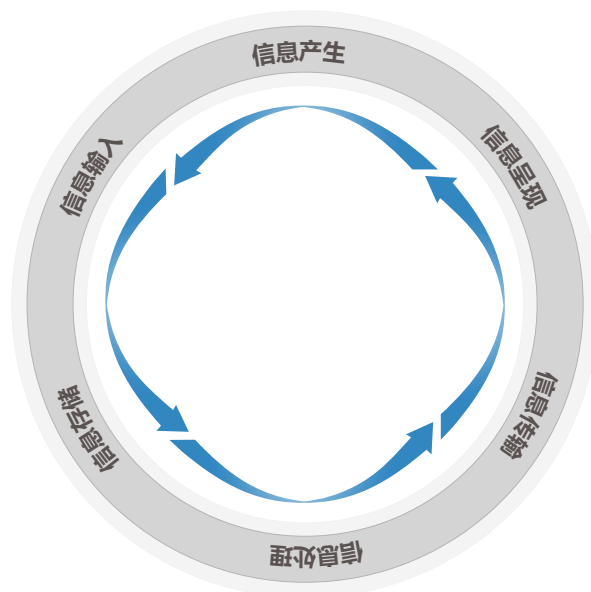


图4-1：终端参与的信息流转环节

## 4.2 不同代际下终端的变化与发展趋势

### 4.2.1 不同代际下的终端特征

从2G-5G不同时代下的终端演变趋势中可以观察到，终端在不断地推动整个信息流转环节的效率提升：

**2G时代：**Motorola、NOKIA以其良好的性能、产品质量、设备便携性，销量多次在全球市场领先，成为功能机时代的典型代表。2G终端所具备的典型功能，如语音通话功能和短信收发功能，被用户不限空间，不限时间使用。在信息流程环节中，2G终端的便携性与移动性解放了固定电话场所和固定时间的限制，信息的产生摆脱了空间与时间的限制，信息随用户无处不在，无时无刻不在产生、输入、传输、处理、呈现，2G终端推动了整个信息流转环节高效的运转，极大方便了用户随时随地的沟通与交流，整个产业界也进入了移动时代。

**3G时代：**作为4G之前的过渡时代，智能手机已经开始出现，典型功能是支持多种功能的APP安装，虽然3G时代下多数典型的APP集中于社交、轻应用、图片传输、浏览网页等，但是3G终端已经为新时代打开了一扇窗。其中自带塞班系统的NOKIA智

能手机因为顺畅的用户体验和操作的简易性，成为智能手机的主要代表。3G终端支持多种APP的安装，在信息产生环节生成了大量需要处理的信息。但是，3G终端没有较大的高清屏幕，不能对信息进行充分地呈现，另外，3G网络不能支持突发高速率的信息传输，使得信息传输环节受到限制，整个信息流转环节没有高效打通。3G时代下智能手机虽然时间短暂，但是终端已经产生了大量需要处理的信息也推动产业界快速进入下个时代。

**4G时代：**在4G时代iPhone作为4G终端的典型代表，单iPhone6系列的销量高达2亿多台，另外SAMSUNG手机销量也多次在全球市场领先，给用户带来革命性的体验，基本支持各种功能APP的安装与运行，不再局限于3G时代下种类不多的APP，4G终端可以对各种APP的信息进行高效及时地处理，使得APP给用户带来满意的功能与体验。用户对各类APP的频繁使用产生了海量的信息，4G终端可以很好的对所述海量信息进行处理、存储、传输，同时在高清大屏幕上充分地呈现，高效地支撑了信息流转的全部环节并在各个环节中发挥推动作

用。整个信息流转环节的效率提升到新的阶段，深刻影响并改变了用户工作、生活的方方面面，产业界也随之进入了移动互联网时代。

**5G时代：**以三星、华为、荣耀、OPPO、VIVO、小米等终端公司为代表推出了多款折叠机型：内折叠机、外折叠机、大折叠机、小折叠机，共同推动折叠机成为高端机型的重要代表。可大可小的折叠屏幕在信息呈现环节极大地提升了信息呈现能力，同时兼顾了终端的便携性，有望成为未来终端的主流形态。在信息输入环节：5G终端支持通用自然语言模型进一步提升了人机交互的便利性与信息交互的准确性与智能性，在信息输入环节提升了效率，另外手机可以与周边设备，如手表、电脑、平板、电视、音箱等进行高效地协同，形成了独特的信息生态系统，在信息的产生、输入、处理、呈现等环节形成了局部高效的信息流转。5G时代下5G终端依然在不断推动整个信息流转环节的效率提升。



图4-2 不同时代下终端的整体特征

## 4.2.2 2G-5G时代下终端的具体演变趋势

随着通信时代的演进，终端在信息流转中发挥的作用越来越重要。不同时代下的终端演变趋势如下表4-1所示：

表4-1 2G-5G时代下的终端演变趋势

信息流转	代际	2G	3G	4G	5G
信息产生	用户业务	→ 短信 → 通话	→ 社交 → 网站	→ 多媒体 → 手游	→ 在线高清直播 → 智慧业务
信息输入	多媒体输入	无摄像头	低分辨率摄像头	→ 高清、长焦、 广角摄像头	→ 3D摄像头 → 摄像头阵列 → 超光谱摄像头
	人机交互方式	键盘	触摸屏	多点操作触摸屏	→ 自然语音 → 大语音模型
信息存储	存储大小	N/A	~MB	~GB	~TB
	存储内容	→ 通信录 → 短信息	→ 照片 → 视频 → 音频	→ 高清多媒体信息 → APP → APP数据	→ 海量高清多媒体信息 → 用户历史数据 → 周边设备数据 → AI模型
信息处理	处理器	CPU	CPU	CPU,GPU	CPU,GPU,NPU
	算力	N/A	~MTOPS	~GTOPS	~TTOPS
信息传输	信息形式	语音	→ 图片 → 流媒体	→ 视频 → 富媒体	2D高清视频
	峰值速率	xKbps级别	xMbps级别	xxxMbps级别	xxGbps级别
	典型技术	TDMA	CDMA	→ OFDMA → MIMO	→ OFDMA+SDMA → Massive MIMO → 灵活频谱 → 新型载波
信息呈现	视觉信息呈现	单色屏幕	彩色屏幕、 分辨率低	曲面屏、高清2K	折叠屏、4K高清
	听觉信息呈现	音频	数字音频	高清音频	3D音频
	触觉/嗅觉/味觉	N/A	N/A	转子马达	线性马达



### 4.2.3 6G时代下终端演变趋势

根据终端在不同时代下推动信息流转的高效率提升并支撑新的技术趋势，初探 6G 时代下终端的演变趋势：

终端产生信息越来越多，越来越快，终端作为信息产生的源头，在终端侧第一时间产生海量的信息。6G 终端在信息产生环节：支持 3D 音频（空间音频）、3D 视频（空间视频）、智慧助手、数字世界业务信息。

终端获取用户输入更加高效。通过多样、智能的人机交互方式在第一时间获得信息输入。6G 终端在信息输入环节：信息输入传感器将支持触觉、嗅觉、味觉等信息的输入与采集；人机交互方式将支持全息的交互输入方式，甚至脑机输入方式。

终端的本地存储更大，可以对获得的信息进行第一时间（本地）存储。6G 终端在信息存储环节：支持一千倍的提升达到 PB 的量级，存储的信息不仅包含物理世界的信息还将包含数字世界的信息。

终端的处理能力越来越强，可以对信息进行第一时间处理。6G 终端在信息处理环节：将从图像数据、语音数据拓展到支持 3D 数据、虚拟数据的处理，对应的将采用更高效的新型处理器，终端自身的算力也将从 ~TTOPS 提升到 ~PTOPS 的量级。

终端传输速率更高，时延更低，可对海量信息进行第一时间传输（发送与接收）。6G 终端在信息传输环节：将支持 3D 多媒

体信息的传输，支持的峰值速率也将有一千倍的提升达到 Tbps 级别，典型的通信技术也将支持 AI 通信、通信感知融合、空地通信等。

终端呈现能力更加丰富，可对复杂的多维度信息进行第一时间的呈现。6G 终端在信息呈现环节：突破现有 2D 信息的呈现，将支持 3D 视频、全息影像与 3D 音频的呈现，进一步支持触觉、嗅觉、味觉等多维度信息的呈现。

### 4.2.4 终端的其他发展趋势

#### 4.2.4.1 终端安全、隐私保护趋势

ITU-R 定义的 6 大愿景都涉及对数据的采集、使用、传输。人工智能、数字化大数据、区块链与 6G 的深度融合也使得数据的安全与隐私面临更加多样化和智能化的攻击方式，为实现信息的高效、安全、合规的动态流转，需考虑设计对应的安全与隐私保护机制。

面向万物智联的将来，海量的设备，海量的连接和无处不在的智慧功能，无论是针对单个终端设备的信息流转环节的保护，还是针对多个协同终端、跨设备之间的信息流转环节的保护，安全与隐私将涉及用户的方方面面，需要全产业链伙伴将安全、隐私保护作为自己的责任与义务，为用户

打造可以提供内生安全、隐私保护的产品与服务。

#### 4.2.4.2 终端高能效发展趋势

2023 年 6 月 16 日欧盟发布针对手机和平板的生态设计法规和能效标签法规将于 2025 年正式实施。全球众多国家规划设定了本国的双碳目标，而实现双碳目标对新技术的创新提出了新的挑战，与此同时，每年淘汰大量的旧终端也在造成数量惊人的电子垃圾。在 6G 时代下，海量连接的

设备不间断的工作将带来巨大的能量消耗，终端的低碳环保，高能效方向将作为重要关注点。

无论是信息呈现环节中的屏幕显示低功耗研究，信息处理环节中的专用数据处理器的低功耗研究，还是信息传输环节中的高

速率传输与低功耗传输，信息流转的每个环节都需要深入研究并提高能效，实现信息流转的高效运行与低功耗开销，促进社会、生产、生活可持续发展。



## 5. 6G终端面临的 9大潜在典型业务场景



## 5.0

# 6G终端面临的 9大潜在典型业务场景

## 5.1 全息多感官娱乐场景

### 5.1.1 场景描述

6G 技术将支持人类对物理世界进行更深刻的理解与感知，帮助人类构建虚拟世界与虚实融合世界，从而扩展人类的活动空间。同时支持大量智能体互联，从而延伸人类的体能和智能水平。结合 6G 技术，沉浸式娱乐扩展了活动空间，延伸了体能智能的边界，体现“人 - 机 - 物 - 境”的完美协作。用户可同时享受来自物理世界与虚拟世界两者协同融合、灵活切换带来的沉浸式娱乐体验。6G 沉浸式娱乐场景下，将利用人的感官和认知，包括沉浸式 XR、全息通信及五感交互等技术，提供一系列高逼真度体验的业务，为用户营造身临其境的感受。

全息技术可以立体重现包括人体、设备、建筑、自然景观等在内的任意物体。全息通信基于裸眼或借助头显设备（HMD），

将被摄对象的全息信息流通过网络传输至指定地点，再利用全息投影或成像技术立体重现被摄对象，并实现和被摄对象间的通话、操控等实时交互性操作，使人们不受时间、空间的限制，打通虚拟场景与真实场景的界限，使用户享受身临其境般的极致沉浸感体验。到 6G 时代，将会实现全息三维显示，只靠裸眼就可以 360 度全视角看到 3D 呈现效果，并且从不同角度观看都会展示出不同的信息，带给用户身临其境的视觉体验。此外，全息通信通过用户与全息 3D 对象之间的实时互动，实现在用户观看全息内容的同时，操控被呈现的对象，实现高沉浸感的人机互动。

XR 指的是所有由计算机技术和可穿戴设备产生的真实与虚拟相结合的环境和人机

互动，结合了 VR、AR 和 MR 等技术概念，沉浸式 XR 是 XR 更深入发展的形式，被称为是未来交互的终极形态。它通过对视觉、听觉、触觉、嗅觉等感官信息的完全模拟和实时交互，实现用户体验扩展与人机互动。沉浸式 XR 业务将提供包括超高分辨率、高帧率、宽色域、高位深高动态范围、宽视场角等更高的业务特性以及更自然的交互方式。而 6G 终端将利用新的业务特性给用户创造身临其境、感同身受的逼真体验。

6G 沉浸式业务覆盖了包括媒体直播、沉浸式在线游戏等各式各样的娱乐场景，例如在游戏场景，用户可通过手机启动游戏，戴上无线头盔，手套，手表，具有多种触觉传感器的游戏装备，房间内部署 3D 环绕音箱；多个用户之间进行游戏；用户视角可以看到上下、左右、前后 360 度的高清画面，听到并辨别来自不同方向的声音。根据游戏场景的变化，游戏装备的传感器传递一系列触觉信息（震动、重量、打击等）来渲染游戏同伴的心情。用户还可通

过游戏装备，手势，语音等方式对游戏进行操控。或者用户通过智能手机，选择感兴趣的比赛，如足球、篮球、赛车或者极限运动，然后创建或加入一个多人比赛房间。进入虚拟世界中的运动场地。用户可以根据实际身体姿态来调整比赛中虚拟角色动作，感受真实的运动体验，高品质的音频和视觉效果将使用户沉浸在激烈的比赛中。手表内置的传感器可以精确捕捉用户的生理指标，并实时呈现给比赛用户。



图5-1 全息多感官娱乐场景

## 5.1.2 场景特征

- 高速的信息传输：上传与下载
- 极强的信息处理能力，对数据渲染等
- 低时延保证体验，不眩晕，并与设备之间的配合
- 多类型的设备协同
- 多类型设备之间需要高精度的感知定位
- 终端设备的便携性
- 终端设备集成多种传感器
- 终端设备小范围的移动性
- AI识别用户的动作、姿态、声音、表情等
- 超高精度的媒体处理

## 5.1.3 场景涉及到的终端形态与能力需求

能力要求来自ITU-R IMT中9个增强能力（峰值数据速率、用户体验数据速率、频谱效率、区域流量容量、连接密度、移动性、时延、可靠性、安全&弹性）、6个新增能力（覆盖、定位、感知相关、AI相关、可持续性和互操作性）。

注：N表示不相关；M表示中度相关，当前5G可以满足；H表示高度相关，需要6G才能满足。

能力需求	手机	XR头盔	全息设备	网络接入点	手表	游戏装备	手套
峰值数据速率	M	H	H	H	M	M	M
用户体验数据速率	M	H	H	H	M	M	M
频谱效率	M	H	M	H	M	M	M
区域流量容量	M	H	M	H	M	M	M
连接密度	M	M	M	H	M	M	M
移动性	H	M	M	M	M	M	M
低时延	M	H	H	H	H	H	H
高可靠	M	M	M	M	M	M	M
安全&弹性	H	M	M	M	M	M	M



能力需求	手机	XR头盔	全息设备	网络接入点	手表	游戏装备	手套
覆盖	M	M	M	H	M	M	M
感知相关能力	H	M	M	N	M	H	H
AI相关能力	H	M	M	N	M	M	M
持续性	H	H	H	H	H	H	H
可互操作性	H	H	H	H	H	H	H
定位	H	N	N	N	H	N	N

## 5.2 个性化极致柔性购物场景

### 5.2.1 场景描述

在6G购物场景中，消费者需求更加智能、有趣和个性化的购物体验。而极致柔性购物场景将是未来购物体验的一次巨大飞跃，融合了6G通信、人工智能和虚拟现实技术，为消费者提供了无与伦比的个性化购物体验。

在这一场景中，购物者可以通过自己的6G智能设备（如XR头盔、XR眼镜等）进入虚拟购物世界，他们将身临其境地探索各种虚拟商店和购物中心。智慧购物助手终端，基于消费者的喜好、购物历史、身体测量数据和时尚趋势等多方面因素的深度分析，为消费者推荐精准的商品和服务。消费者可以试穿各种服装，搭配不同的饰件，体验不同的化妆品，并在虚拟世界中看到自己的样子。

一旦购物者确定购买，智慧助手将协助他们选择支付方式，提供购物车和订单跟踪功能。

订单信息会实时传送给柔性工厂，工厂将采

用高度智能化的生产流程，按照消费者在虚拟购物世界中选好的尺寸和款式进行个性化定制生产。工厂生产好商品后，通过绿色能源无人机直接配送到消费者手中。



图5-2 个性化极致柔性购物场景



## 5.2.2 场景特征

- 高速的信息传输：上传与下载
- 极强的信息处理能力，对数据渲染等
- 低时延保证体验，不眩晕，并与设备之间的配合
- 终端设备集成多种传感器
- 云连接和数据分析
- AI交互
- 通信广域覆盖

## 5.2.3 场景涉及到的终端形态与能力需求

能力需求	XR头盔	全息设备	无人机	XR眼镜	智慧购物助手终端
峰值数据速率	H	H	M	H	M
用户体验数据速率	H	H	M	H	M
频谱效率	H	M	M	H	M
区域流量容量	H	M	M	H	M
连接密度	M	M	M	M	M
移动性	M	M	M	M	M
低时延	H	H	M	H	H
高可靠	M	M	M	M	M
安全&弹性	M	M	M	M	M
覆盖	M	M	H	M	M
感知相关能力	M	M	M	M	M
AI相关能力	M	M	M	M	H
持续性	H	H	H	H	H
可互操作性	H	H	H	H	H
定位	N	N	H	N	N

## 5.3 智慧保姆家居场景

### 5.3.1 场景描述

在 6G 家居场景中，用户需要更加智能、便捷和贴心的服务体验。6G 通信、人工智能、物联网等重要技术的融合，打造了充满科技创新的智慧保姆家居场景。智慧保姆机器人拥有高度智能化的感知与思考能力，能够自主感知家庭环境，理解家庭成员的需求，与家庭中的各种设备智能互联，可以根据用户需求提供多样化服务。

智慧保姆配备的高精度传感器和高灵敏度机械手，能够完成日常家务，如清洁、烹饪、洗涤等。用户可以通过手机与智慧保姆通话并安排任务，比如，“小智你好，我有点饿，今晚七点回到家。地板拖干净，空调温度调到 25 摄氏度”。用户回到家，即可吃上香喷喷的热饭和美味的菜肴，享受着舒适优雅家居环境。

在娱乐和社交方面，智慧保姆可以帮助家庭成员规划活动、购票、预订餐厅，并与家庭成员进行互动。此外，智慧保姆配备了体征监测器，可以实时监测家庭成员体征数据，如心率、血压、体温和血糖水平等，如监测到用户生命体征异常，可以呼叫紧急救援服务。



图5-3 智慧保姆家居场景

### 5.3.2 场景特征

- 超高速率和低延迟
- 极强的信息处理能力，数据处理实时性
- 大规模物联网连接
- 多类型设备之间需要高精度的感知定位
- AI交互
- 多模态通信
- 通信信号全球覆盖

### 5.3.3 场景涉及到的终端形态与能力需求

能力需求	智慧保姆机器人	体征监测器	手机	智能电饭锅	智能空调
峰值数据速率	M	M	M	M	M
用户体验数据速率	M	M	M	M	M
频谱效率	M	M	M	M	M
区域流量容量	M	M	M	M	M
连接密度	M	M	M	M	M
移动性	M	M	H	M	M
低时延	H	H	M	M	M
高可靠	H	M	M	M	M
安全&弹性	H	M	M	M	M
覆盖	M	M	H	M	M
感知相关能力	H	N	H	M	M
AI相关能力	H	N	H	M	M
持续性	H	H	H	H	H
可互操作性	H	H	H	M	M
定位	H	N	H	M	M

## 5.4 沉浸式云办公场景

### 5.4.1 场景描述

在 6G 远程办公场景中，用户需要更加沉浸式、实时和便捷的办公体验。6G 时代，终端设备将具备更强大的计算和连接能力，支持高清晰度虚拟会议、增强现实工作界面和远程协同工作。

在沉浸式云办公场景中，用户无需到办公室上班打卡，在手机上选择偏好的办公场景，戴上 XR 设备，即可在虚拟世界中与同事互动、共享文档，仿佛在同一办公室内工作一样。团队成员从全球各地参与会议讨论、

共享屏幕及编辑文档，远程工作更具社交性和互动性。用户在虚拟世界中选择打印已设计好的立体模型，物理世界的智能 3D 打印机即可实时打印出三维模型。

用户在高铁、飞机、轮船或者偏远地区也能进行沉浸式办公，无需担心连接中断或数据丢失。全球网络覆盖和高速数据传输服务，将有效提升用户商务旅行体验。



图5-4 沉浸式云办公

## 5.4.2 场景特征

- 高速的信息传输：上传和下载
- 极强的信息处理能力，对数据渲染等
- 低时延保证体验，不眩晕，并与设备之间的配合
- 多类型的设备协同
- 高精度感知定位
- 终端设备的便携性
- 设备多网络支持
- 通信信号广域覆盖
- AI交互
- 3D打印

## 5.4.3 场景涉及到的终端形态与能力需求

能力需求	手机	智能3D打印机	XR设备	网络接入点	全息设备
峰值数据速率	M	M	H	H	H
用户体验数据速率	M	M	H	H	H
频谱效率	M	M	H	H	M
区域流量容量	M	M	H	H	M
连接密度	M	M	M	H	M
移动性	H	M	M	M	M
低时延	M	H	H	H	H
高可靠	M	M	M	M	M
安全&弹性	H	M	M	M	M
覆盖	M	M	M	H	M
感知相关能力	H	N	M	N	M
AI相关能力	H	N	H	N	M
持续性	H	H	H	H	H
可互操作性	H	H	H	H	H
定位	H	N	N	N	N



## 5.5 无人自适应交通场景

### 5.5.1 场景描述

在6G智慧交通中，用户需要更加智能、舒适和安全的驾驶体验。而智慧互联、实时感知、超低时延等6G技术将为用户的智能、舒适和安全出行提供重要保障，这包括完全自动化的无人驾驶车辆，智能交通管理系统以及智慧城市基础设施的深度融合。车辆能够实现高度自主的驾驶，实时感知和适应复杂的道路条件，无需人工干预。

在无人自适应交通场景中，用户通过手机远程启动汽车，汽车自动开到指定地点。

用户乘坐自动驾驶汽车时，自动驾驶汽车利用传感器实时感知周围环境，并在数字地图上进行高精度定位。车辆配备智能终端导航系统，能自主规划最佳路线，根据交通状况和道路条件做出智能决策，自动驾驶车辆行驶至路口时无需停车，只需适当调整速度，就能实现互相避让，在各种极端环境下，也能安全行驶。用户可以在显示屏上查看实时的导航信息、路况和到达时间。车辆与车辆、车辆与基础设施（如智慧交通灯、环境监测终端等）之间

的高速通信使得自动驾驶汽车更加安全可靠。

车载终端考虑到用户的出行偏好和时间表，为用户提供个性化的出行建议，显著改善出行体验。此外，车载终端提供高质量互联网连接，用户可在旅途中享受实时媒体流和游戏娱乐服务，提升了旅行的舒适度。

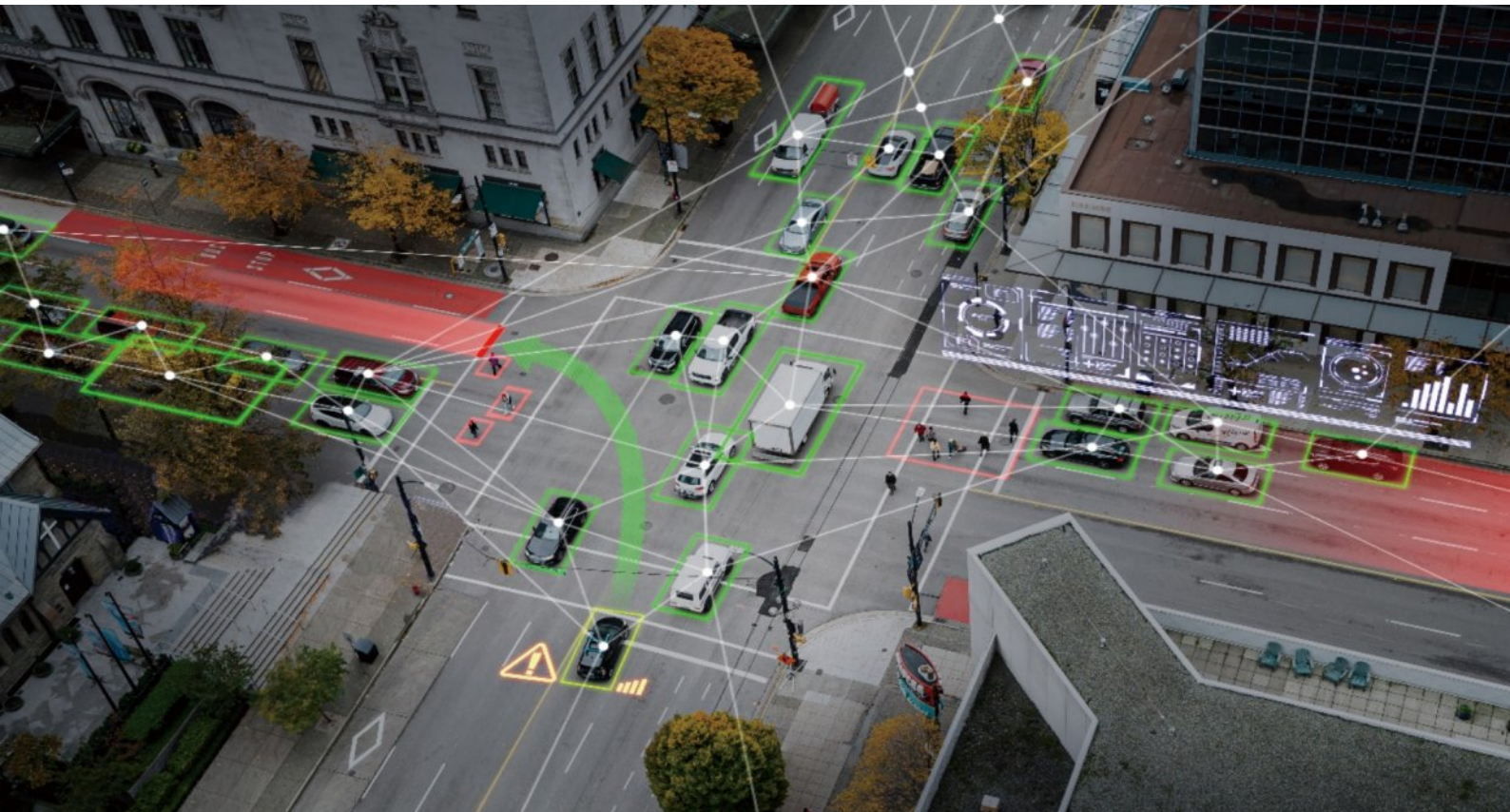


图5-5 无人自适应交通场景

## 5.5.2 场景特征

- 超高速率和低延迟
- 极强的信息处理能力，数据处理实时性
- 终端设备支持边缘计算
- 终端设备海量连接
- 支持云连接
- 终端设备智能感知与高精度定位
- 终端设备具备AI交互能力
- 终端设备支持多模态协议互通
- 通信信号全球覆盖

## 5.5.3 场景涉及到的终端形态与能力需求

能力需求	手机	完全自动驾驶汽车	智慧交通灯	车载终端	环境监测终端
峰值数据速率	M	H	M	M	M
用户体验数据速率	M	H	M	M	M
频谱效率	M	H	M	M	M
区域流量容量	M	H	M	M	M
连接密度	M	H	H	M	H
移动性	H	H	N	H	N
低时延	M	H	H	M	H
高可靠	M	H	M	M	M
安全&弹性	H	H	M	M	H
覆盖	M	H	H	M	H
感知相关能力	H	H	H	N	H
AI相关能力	H	H	M	M	N
持续性	H	H	H	H	H
可互操作性	H	H	H	M	M
定位	H	H	N	H	N

## 5.6 个性化虚拟学堂场景

### 5.6.1 场景描述

在未来 6G 教育场景，学生要求更加生动有趣和个性化的学习方式。而扩展现实、全息通信、感官互联等技术可以为学生创造个性化的虚拟学习环境，使学习变得更加生动有趣。在 6G 个性化虚拟学堂场景，学生可以根据偏好选择体验历史、科学实验或世界地理等不同学科。

学生通过智能手机选择教学场景，佩戴 XR 头盔、手表，可在任何时间、地点访问虚拟教室。虚拟教室提供了丰富的虚拟教学资源，包括虚拟实验室、三维模型、教学

材料和虚拟现实场景。这些资源使学生可以更好地理解和掌握课程内容。

虚拟教室中，学生可享受高质量的视觉和听觉体验。学生可以选择自己的座位，与来自世界各地的其他学生和教师进行互动，可以进行语音和文字聊天，提问问题；可以在虚拟黑板上观看教师的演示，查看 3D 模型和虚拟实验，仿佛身临其境。



图5-6 个性化虚拟学堂场景

## 5.6.2 场景特征

- 高速的信息传输：上传和下载
- 极强的信息处理能力，对数据渲染等
- 低时延保证体验，不眩晕，并与设备之间的配合
- 多类型的设备协同
- 高精度感知定位
- 终端设备的便携性
- 设备多网络支持
- AI交互
- 云连接和数据分析

## 5.6.3 场景涉及到的终端形态与能力需求

能力需求	手机	平板	手表	XR头盔	网络接入点	3D环绕音箱
峰值数据速率	M	M	M	H	H	M
用户体验数据速率	M	M	M	H	H	M
频谱效率	M	M	M	H	H	M
区域流量容量	M	M	M	H	H	M
连接密度	M	M	M	M	H	M
移动性	H	H	M	M	M	N
低时延	M	M	H	H	H	M
高可靠	M	M	M	M	M	M
安全&弹性	H	M	M	M	M	N
覆盖	H	H	M	M	H	M
感知相关能力	H	M	M	M	N	N
AI相关能力	H	H	M	M	N	N
持续性	H	H	H	H	H	H
可互操作性	H	M	M	H	H	M
定位	H	M	M	N	N	N



## 5.7 远程智慧医疗场景

### 5.7.1 场景描述

在 6G 医疗场景，患者需要更高效率、质量和可及性的智慧医疗服务和体验，而 6G 通信、智慧机器臂、扩展现实等关键技术，为远程智慧医疗提供了重要支撑。

在未来的远程智慧医疗场景，患者不用去医院挂号，即可享受到高质量的医疗服务，医疗专业人员通过医疗终端设备对患者进行远程会诊。医疗终端设备支持高清晰度的医疗图像传输、生命体征监测和医疗数据分析，以帮助医生进行远程诊断和治疗决策。

患者在接受手术治疗时，医生穿戴 XR 头盔，即可进入手术室的虚拟环境，可以在 XR 界面中看到患者的身体内部结构，同时还能与手术团队进行实时通信。医生通过手势和语音指令，可以操控机器臂执行手术操作，如切割、缝合和器官移植。机器臂设备会根据医生的指示执行手术操作，医生可以通过 XR 界面监控手术过程，对机器臂操作进行及时调整和纠正。同时，生物医疗传感器还提供实时生命体征指标监测，以便医生在手术过程中更好地跟踪患者体征状态。

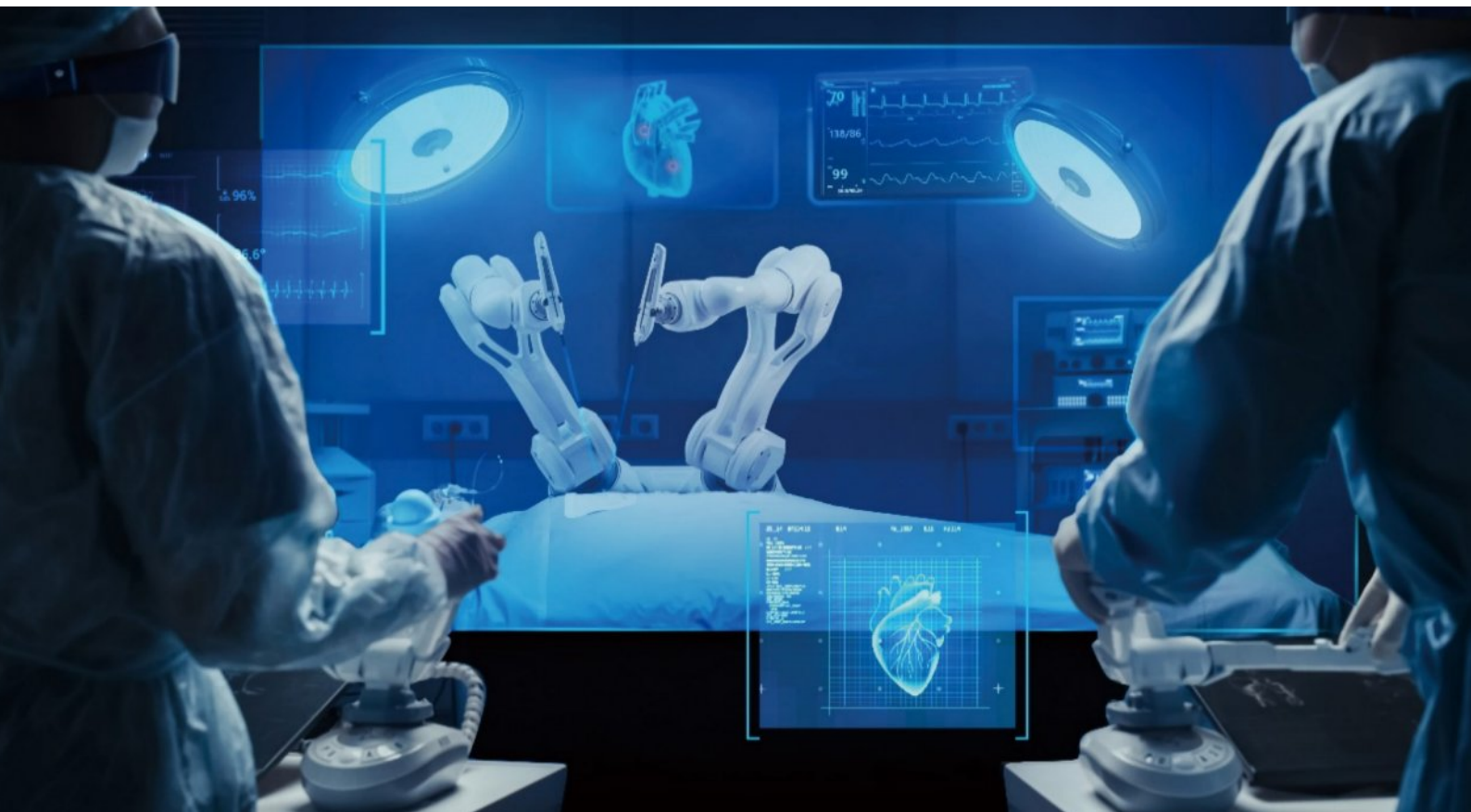


图5-7 远程智慧医疗场景

## 5.7.2 场景特征

- 大带宽，超高可靠性，低时延通信
- 极强的信息处理能力，对数据渲染等
- 终端设备支持云连接
- 终端设备集成多种传感器
- 超高可靠机械臂
- 医疗AI和机器学习
- 不同终端设备多模态协议互通
- 高灵敏度体征监测
- 多类型设备之间需要高精度的感知定位

## 5.7.3 场景涉及到的终端形态与能力需求

能力需求	生物医疗传感器	医疗机器臂	智能健康监测器	医疗XR头盔	医疗终端
峰值数据速率	M	H	M	H	M
用户体验数据速率	M	H	M	H	M
频谱效率	M	H	M	H	M
区域流量容量	M	H	M	H	M
连接密度	H	H	M	M	M
移动性	M	M	M	M	M
低时延	H	H	H	H	H
高可靠	M	H	M	M	M
安全&弹性	M	M	M	M	M
覆盖	M	H	M	M	M
感知相关能力	N	N	N	M	H
AI相关能力	N	N	N	M	H
持续性	H	H	H	H	H
可互操作性	H	H	H	H	H
定位	N	N	N	N	N

## 5.8 天地一体全域物流网络场景

### 5.8.1 场景描述

在 6G 物流场景中，用户要求货运时间更短、成本更低、运输状态更加可视化的全域物流。在天地一体的全域物流网络场景中，海陆空各种通信和数据传输技术将协同工作，通过整合海洋、陆地和空中运输，物流将变得更加智能、高效和可追踪。

海上物流将受益于卫星通信和水下通信技术。无人货船可以自主航行，跨越大洋，通过高速卫星通信实时报告位置、天气状况和货物状态。潜水器及水下传感器可以执行海底探索或监测海洋环境任务，确保货物安全。

无人货车可以智能规划路线，通过绿色能源（风能、太阳能等）提供动力，在偏远地区甚至无人区，执行货物运送任务。

高空无人机用于货物运输，以及监测道路交通状况。这些高空无人机可以实时传输数据，协助地面运输车辆的调度和导航。高轨道卫星系统提供全球性的通信覆盖，确保货物的实时跟踪。无论货物在世界的哪个地方，都可以通过卫星网络进行通信和监控。



图5-8 天地一体全域物流网络场景

## 5.8.2 场景特征

- 高速、低时延通信
- 大带宽支持
- 通信全球覆盖
- 云连接支持
- 通信可靠性和稳定性
- 设备多模态协议互通
- 设备高精度定位
- 绿色能源

## 5.8.3 场景涉及到的终端形态与能力需求

能力需求	水下传感器	高轨卫星	无人机	无人货运轮船	无人物流运输车
峰值数据速率	M	H	M	M	M
用户体验数据速率	M	H	M	M	M
频谱效率	M	H	M	M	M
区域流量容量	M	H	M	M	M
连接密度	M	H	M	M	M
移动性	M	M	M	M	M
低时延	H	H	H	H	H
高可靠	M	M	M	M	M
安全&弹性	M	M	M	M	M
覆盖	M	M	H	H	H
感知相关能力	N	M	M	M	M
AI相关能力	N	M	M	M	M
持续性	H	H	H	H	H
可互操作性	M	H	H	H	H
定位	M	M	H	H	H



## 5.9 数字孪生城市场景

### 5.9.1 场景描述

在 6G 未来城市场景，用户需要高度数字化、智能化和便捷的城市生活方式。而海量连接、通信感知、扩展现实等关键技术，为数字孪生城市的出现提供了可能。数字孪生城市需要在数字世界里模拟和复制真实城市的各个方面，物理世界中的实体将在数字世界中得到数字化的镜像，人与人、人与物、物与物可以凭借在数字世界中的映射实现智能交互。

用户通过智能手机，选择数字孪生城市应用，穿戴 XR 头盔与手表，连接网络接入点，进入数字孪生城市。

数字孪生城市系统通过分析用户的兴趣和偏好，向他们推荐个性化的活动和场所。用户可以查看虚拟标签，了解每个地点的详细信息，并选择他们感兴趣的目的地。用户可以与孪生城市中的对象进行互动，参与虚拟现实活动，如狂欢 party、演唱会、城市观光等。

用户还可以在数字孪生城市中使用数字支付来购买商品，订单信息会实时同步到物理世界工厂，商品会由无人机运送上门到家。



图5-9 数字孪生城市场景

## 5.9.2 场景特征

- 高速、低时延通信
- 大带宽支持
- 超大规模连接
- 高区域流量密度
- 精准感知
- 数据隐私安全
- 通信可靠性和稳定性
- 终端设备高精度定位
- AI识别用户的动作、姿态、声音、表情等

## 5.9.3 场景涉及到的终端形态与能力需求

能力需求	手机	传感器	XR头盔	网络接入点	手表	无人机
峰值数据速率	M	M	H	H	M	M
用户体验数据速率	M	M	H	H	M	M
频谱效率	M	M	H	H	M	M
区域流量容量	M	M	H	H	M	M
连接密度	M	M	M	H	M	M
移动性	H	M	M	M	M	M
低时延	H	H	H	H	H	H
高可靠	H	M	M	M	M	M
安全&弹性	M	M	M	M	M	H
覆盖	M	M	M	H	M	H
感知相关能力	H	N	M	N	M	M
AI相关能力	H	N	M	N	M	M
持续性	H	H	H	H	H	H
可互操作性	H	M	H	H	M	H
定位	H	N	N	N	M	H

## 6. 6G终端 5大重点研究方向



## 6.0

# 6G终端 5大重点研究方向

6G时代下的终端既要支撑ITU-R中的6大愿景，还要支撑上文提到的9大潜在典型场景，同时应对新的产业和技术带来的变化和机遇，新的场景、变化、技术、用户需求，这些因素都给6G终端带来了众多挑战，也为6G终端的研究指明了方向。

## 6.1 终端全能通信研究方向

终端参与并支撑信息流转的多个环节，尤其在信息传输环节，终端需要及时完成海量信息发送与接收。6G时代下终端需要支持6G通信的增强能力：更高的速率、更大的带宽、更低的时延、更高速的移动、更高的可靠性、海量连接、空天地一体的通信能力。终端侧需要研究支持：终端侧超大规模MIMO传输技术、终端侧全双工通信技术、人机物全连接技术、无线与AI融合技术、通感算融合技术、空天地一体化融合与协同技术、无线语义通信技术、超低时延通信技术、超低功耗通信技术、弱信号增强通信技术、室内定位感知通信技术、实时在线低功耗通信感知技术、蜂窝通信与短距通信融合、跨层跨协议栈优化技术、终端到网络端到端协同与优化方案、端到端切片技术、新编码技术、新型多址技术、可重构智能表面(RIS)通信技术、

轨道角动量(OAM)技术、太赫兹(THz)通信技术、可见光通信技术 etc 前沿先进技术。

无论是6G终端同时支持上述通信能力，还是根据不同的应用场景灵活支持其中的通信能力，复杂多样的通信场景和用户需求都对终端的通信能力提出了巨大挑战，同时终端要保证自身的便携性与易用性，而终端自身能力与资源受限不能无限的支持各种能力，终端如何实现全能通信能力需要产业界、学术界共同研究探索。



## 6.2 终端内生智能研究方向

终端参与并支撑信息流转的多个环节，尤其在信息处理的关键环节，终端需要及时完成各种信息的处理。以 AIGC 为代表的人工智能技术飞速发展，目前 LLM(大语音模型)、多模态模型等大多运行在服务器侧，由于终端更贴近用户并贴近数据的源头，AI 模型在终端侧运行可以更及时对信息进行处理提升信息流转的效率，同时可以保证数据不出终端，极大的保护用户的隐私，在服务器侧运行的模型将不断向终端本地迁移。终端侧需要研究支持：终端内生智

能的新型架构方案，终端内生智能的能力方案，终端高效处理能力及内生算力提升方案，内生支持 LLM 等大模型，及其在端侧的训练、推理技术，终端侧数据采集、使用的保护方案，端侧多种计算单位调度与共享技术，自适应的匹配终端能力的模型与算法方案，端侧模型的精准度提升技术，端侧模型长时间运行的低功耗技术，千人千面的端侧个性化模型研制与更新技术，端网智能协同机制与方案，终端群智协同方案等。

无论 6G 终端使用的 AI 模型运行在服务器侧，还是在终端侧进行训练 / 推理，或是终端与服务器协同训练 / 推理，这些场景都对终端自身的算力、算法、数据这三个维度提出新的要求，同时终端自身的能源、能力受限，在确保便携性，易用性，长续航的提前下，终端支持的内生智能能力还需要产业界共同研究探索。

## 6.3 终端虚实全场景感知与多维感官信息呈现研究方向

终端参与并支撑信息流转的多个环节，尤其在信息输入环节，终端是信息输入与感知的重要工具。未来物理世界与数字世界将无缝融合，6G 终端不光要对物理世界的信息进行输入与感知，还需要对虚拟世界的信息进行输入与感知。6G 终端需要突破现有的信息输入方式，终端侧需要研究支持：突破文字、语音的输入方式，支持视觉信息输入技术（对用户表情、手势、动作、情感、情绪信息的感知与输入），多维度感官信息（如触觉、嗅觉、味觉等信息）的感知与输入技术，多维度感官信息的语义信息感知与输入技术，多维度感官信息中的情绪，情感信息感知与输入技术，意图识别技术、通信与感知融合技术，高精度（精确的位置、速度、姿势、动作）感知技术，终端集成多种感知传感器的方案设计。

终端不仅对用户、用户关注的事件、周边

环境的变化进行感知，还需要对终端的自身信息进行感知，如感知终端自身的能力变化、资源变化、能量变化等。终端自身由于能力受限，还需要与其他终端一起协同感知。信息流转同样会无时无刻不发生在虚拟数字世界中，终端还需要对虚拟数字世界发生的信息产生、输入、传输、存储、处理等进行感知。6G 终端一方面要感知特定场景的局部信息，另一方面还需要感知全局场景的信息。面向物理世界与数字世界的无缝融合，6G 终端如何做到同时对物理世界、虚拟数字世界进行全场景信息的感知仍需要深入探究。

终端参与并支撑信息流转的多个环节，尤其在信息呈现的关键环节，终端是信息呈现的关键载体。人工智能、产业数字化的高速发展，多维度的、海量的数据将会爆发现，6G 终端需要大幅度提升需要呈现的信息量，还需要在视觉与听觉信息呈

现能力上进一步增强，达到并超越自然人所能感知的分辨率。终端侧需要研究支持：更大更高清屏幕显示技术、裸眼 3D 显示技术、全息显示技术、单人与多人眼球跟踪技术、匹配用户的自适应显示技术、针对不同用户的个性化 3D 显示技术、3D 内容的及时生成和渲染技术、3D 音频（空间音频）呈现技术、多麦克风阵列协同技术、3D 音频处理技术、3D 音频生成与渲染技术、多感官信息呈现技术、多感官高清高分辨率信息呈现技术等。

6G 终端对信息的呈现将从 2D 信息演进到 3D 信息（空间视频），同时支持呈现多维的感官信息，包括触觉信息、嗅觉信息、味觉信息等。多维感官信息的呈现还需要无缝的协同配合，将超清的、多维的感官信息通过一个或多个 6G 终端进行协同呈现，达到甚至超越自然人所能感知的分辨率，给用户带来沉浸式、如临其境的极致体验。

## 6.4 终端基础材料、工艺研究方向

6G 终端面临的典型场景需要一系列关键技术与设计方案的支撑，由于终端高度集成了多种多样的关键部件，每个关键部件的优化都将给用户带来重大的体验提升，基础材料、基础工艺和技术成熟度都是影响终端性能与用户体验的关键要素。终端侧需要研究支持：提升屏幕分辨率、亮度、能效比、柔韧性、耐用性的基础材料，研制

裸眼 3D 屏幕的基础材料显示技术，更轻薄、稳固、可靠的折叠屏转轴材料和工艺，针对终端中框研制更轻薄、更坚固的基础材料与工艺，提升天线增益的基础材料与工艺研究，大规模天线阵列小型化技术，终端内信号低损耗传输材料，新型电池材料研究（如石墨烯），硅碳负极电池技术，新型充电技术与材料研究（如被动充电、环境

充电），更高效的终端散热材料与制造工艺，更高效的导电材料和制造工艺。

终端基础材料与工艺的突破不仅需要 OEM 厂家在基础研究方面长期坚持投入，还需要联合学术界一同进行理论突破，与跨行业的产业伙伴一同研发合作才能形成技术突破。

## 6.5 终端拓展协同研究方向

基于前文提到多种 6G 场景与研究方向，面对多样的终端形态和人机物交互的复杂场景，6G 终端需要增加支持各种新型能力，但是由于自身在体积、能耗、便携性等方面的限制，终端不能进行无限制的增加各种新型能力。终端需要具备灵活的、可按需拓展与配置的能力，终端可以按需使用设备自身的能力，升级自身的能力，按需协同周边设备的能力进行拓展支持处理高负载任务。终端将突破传统单个终端固定的、封闭的生态，发展为一种灵活的、可协同的

终端架构。终端侧需要研究支持：设计区别于传统终端的新型软硬件架构，终端侧资源（如计算、通信、感知等资源）的虚拟化方案设计，突破终端通信、感知、计算资源融合技术的相关理论与机理，新型的开放拓展架构，终端资源和功能的按需组合、配置和隔离设计，可拓展的硬件接口方案设计，模块化设计，终端可软件升级方案设计，兼容性的标准化的硬件接口、软件接口、标准协议方案设计，多终端异构融合与协同技术，端侧与网、云、边、

其他端侧的高效协同技术、资源（存储、计算、通信等）共享方案设计，终端内部多个功能模块之间的高效协同技术。

在 6G 时代、后摩尔时代，创新的拓展协同终端架构，将支撑终端在硬件、体积、重量、功耗、成本受限条件下，提升终端能力，打造可应对复杂多样 6G 场景的超级终端。

## 7. 总结与展望



## 7.0

# 总结与展望

## 7.1 6G时代呼唤创新“6G终端”

终端一方面代表了用户的真实需求，另外一方面承载了最新的创新技术，“用户需求与技术创新”双轮驱动是产业界广为认可的终端发展驱动方式。2G到5G不同时代下的终端都在致力于满足用户的关键需求，同时承载新的创新技术给用户带来革命性的、极致的用户体验。尤其在4G时代下，“4G终端”带来了变革性的技术创新并随

着杀手级应用，极大地提升了用户体验，“4G终端”的普及与发展同时推动着网络的演进发展。6G时代下，终端与网络之间依然会互相促进与共同发展，6G网络的演进将会促进终端的发展与升级，终端与之伴随的杀手级应用将对6G网络提出新的需求并推动6G网络发展，正如3GPP与GSMA中定义的标准规范，终端与网络

之间需要进行标准化的协同。面向ITU-R描述的6大场景，各类新技术（AI融合通信，产业数字化，通感一体，空天地全覆盖等新技术）都将成为“6G终端”强大的驱动力，催生出具备独特6G时代特征的终端。

## 7.2 初探6G终端的4大典型能力

在6G、AI、产业数字化加速发展的时代背景下，信息量将会进一步爆炸增长，终端面临处理海量的信息，信息流转的效率不得不进行提升。终端在6G时代将继续支撑6G场景并承载新技术，6G终端将继续参与信息流转的多个环节并在每个信息流转环节发挥更大的作用，推动信息流转效率的进一步提升。根据6G终端的9大潜在典型场景、5大重点研究方向初探6G终端，具有区别于5G终端的典型特征，6G终端将具备4大典型能力：

→ 终端全能通信能力：更高的速率、更大的带宽、更低的时延、更高速的移动、更高的可靠性、海量连接、空天地一体

的通信、通信与AI融合、通信与感知融合等，支撑复杂多样的6G通信连接与传输能力；

→ 终端内生智能能力：端侧大模型运行、端侧强算力、端侧高效数据处理、端侧数据保护、端侧模型训练与更新、端侧多计算单元协同、端侧个性化模型训练与更新、端侧与服务器侧协同等，支撑终端侧自身与协同设备对算力、算法、数据等要素顺利实施的能力；

→ 终端虚实全场景感知与多维感官信息呈现能力：3D视觉（空间视频）、3D听觉（空间音频）、触觉信息、嗅觉信息、

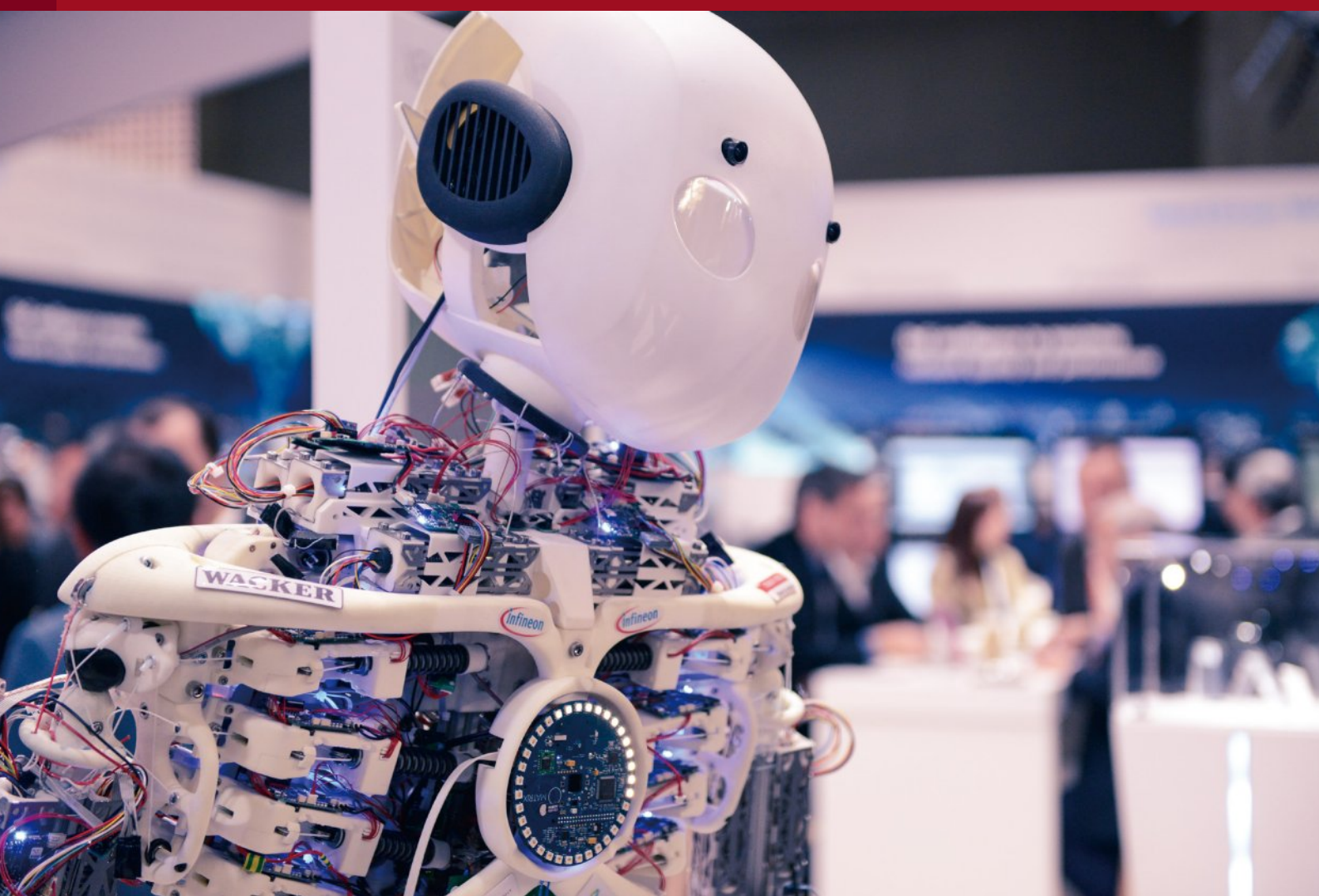
味觉信息等多感官高分辨率信息感知与呈现能力，及同时对物理世界、虚拟数字世界进行全场景信息的感知能力；

→ 终端拓展协同能力：灵活配置终端自身资源、支持终端按需拓展、支持与网侧、云侧、边侧、各种形态终端进行协同的终端架构能力；

面向未来，6G终端在具备上述4大典型能力后，终端将连通物理世界与数字世界，创造属于每个用户的智慧世界。



## 8. 参考文献



## 8.0

# 参考文献

- [01] 《Framework and overall objectives of the future development of IMT for 2030 and beyond》
- [02] 《Future technology trends of terrestrial International Mobile Telecommunications systems towards 2030 and beyond》
- [03] 《6G 典型场景和关键能力》
- [04] 《6G 网络架构愿景与关键技术展望》
- [05] 《6G 总体愿景与潜在关键技术》
- [06] 《6G 沉浸式多媒体业务需求及关键技术》
- [07] 《6G 分布式网络技术的应用场景及需求》
- [08] 《6G 区块链场景和需求研究》
- [09] 《6G 无线网络架构和功能技术》
- [10] 《OAM 传输技术》
- [11] 《超大规模 MIMO 技术》（第二版）
- [12] 《6G 网络安全愿景》
- [13] 《面向 6G 的信道测量与建模研究》
- [14] 《面向 6G 网络的智能内生体系架构研究》
- [15] 《太赫兹通信技术》（第二版）
- [16] 《通信感知一体化》（第二版）
- [17] 《无线 AI 技术》（第二版）
- [18] 《先进调制编码技术》
- [19] 《新型双工专题组技术报告》
- [20] 《智能超表面任务组研究报告》（第二版）
- [21] 《智能全息无线电技术研究报告》
- [22] 《6G 前沿关键技术研究报告》
- [23] 《超大规模天线技术研究报告》
- [24] 《6G 网络 AI 概念术语白皮书》
- [25] 《6G 网络原生 AI 技术需求白皮书》
- [26] 《6G 网络内生 AI 网络架构十问》
- [27] 《6G 数据服务概念与需求白皮书》
- [28] 《B5G6G 网络智能数据采析》
- [29] 《6G 知识定义的编排与管控白皮书》
- [30] 《6GANA-Network-AI-White-Paper》
- [31] 《6GNetGPT 倡议书》
- [32] 《Proposal of 6GNetGPT》
- [33] 《Hexa-X architecture for B5G 6G networks – final release》
- [34] 《Enabling radio technologies and roadmap towards 6G》
- [35] 《Final 6G architectural enablers and technological solutions》
- [36] 《What societal values will 6G address?》
- [37] 《Green G: The Path Toward Sustainable 6G》
- [38] 《6G: The Next Frontier of Innovation and Investment》
- [39] 《6G Spectrum Considerations》
- [40] 《Beyond Speed: Promoting Social and Economic Opportunities through 6G and Beyond》
- [41] 《6G Technologies for Wide Area Cloud Evolution》
- [42] 《Network-Enabled Robotic and Autonomous Systems》
- [43] 《6G Roadmap for Vertical Industries》
- [44] 《AI-Native Wireless Networks》
- [45] 《6G Sustainability KPI Assessment Introduction and Gap Analysis》
- [46] 《Sustainable 6G Connectivity A Powerful Means of Doing Good》
- [47] 《Multi-Sensory Extended Reality (XR) in 6G》
- [48] 《Terminology for Frequency Ranges》
- [49] 《Digital World Experiences》
- [50] 《Cost-Efficient Solutions》
- [51] 《Trust, Security, and Resilience for 6G Systems》
- [52] 《6G Distributed Cloud and Communications Systems》
- [53] 《6G Technologies》
- [54] 《6G Applications and Use Cases》
- [55] 《Roadmap to 6G》
- [56] 《6G Use Cases and Analysis》
- [57] 《6G DRIVERS AND VISION》
- [58] 《6G REQUIREMENTS AND DESIGN CONSIDERATIONS》
- [59] 《中国移动 6G 网络架构技术白皮书》
- [60] 《6G 物联网未来应用场景及能力白皮书》
- [61] 《6G 全息通信业务发展趋势白皮书》
- [62] 《6G 至简无线接入网白皮书》
- [63] 《6G 服务化 RAN 白皮书》
- [64] 《基于数字孪生网络的 6G 无线网络自治白皮书》
- [65] 《6G 无线内生 AI 架构与技术白皮书》
- [66] 《6G 物理层 AI 关键技术白皮书》
- [67] 《6G 信息超材料技术白皮书》
- [68] 《6G 可见光通信技术白皮书》

- [69] 《6G 需求与设计考虑》
- [70] 《中国联通 6G 业务白皮书》
- [71] 《中国联通 6G 白皮书》
- [72] 《中国联通 6G 网络机制架构白皮书》
- [73] 《中国联通 6G 通感智算一体化无线网络白皮书》
- [74] 《6G 可重构智能表面白皮书》
- [75] 《6G 全双工技术白皮书》
- [76] 《6G 无线智能网络白皮书》
- [77] 《6G 通信感知一体化技术白皮书》
- [78] 《反向散射通信技术白皮书》
- [79] 《6G 智能频谱共享白皮书》
- [80] 《6G 愿景与技术白皮书》
- [81] 《6G 网络架构展望白皮书》
- [82] 《6G Common Requirements》
- [83] 《Beyond 5G/6G》
- [84] 《智能世界 2030 报告》
- [85] 《通信网络 2030 产业报告》
- [86] 《计算 2030 产业报告》
- [87] 《数字能源 2030 产业报告》
- [88] 《智能汽车解决方案 2030 产业报告》
- [89] 《6G : 无线通信新征程白皮书》
- [90] 《5G Advanced: Evolution towards 6G》
- [91] 《6G spectrum - enabling the future mobile life beyond 2030》
- [92] 《6G – Connecting a cyber-physical world》
- [93] 《无线网络数字孪生即服务技术白皮书》
- [94] 《Vision market drivers and research directions on the path to 6G》
- [95] 《The future of AI is hybrid Part 1 Unlocking the generative AI future with on device and hybrid AI》
- [96] 《The future of AI is hybrid Part 2 Qualcomm is uniquely positioned to scale hybrid AI》
- [97] 《Why and what you need to know about 6G in 2022》
- [98] 《A novel approach to radio protocols design for 6G》
- [99] 《Simplifying spectrum migration from 5G to 6G》
- [100] 《6G orchestration – a scalable application driven network optimizing approach》
- [101] 《Technology innovations for 6G system architecture》
- [102] 《Extreme communications in 6G: Vision and challenges for 'in-X' subnetworks》
- [103] 《Extreme massive MIMO for macro cell capacity boost in 5G-Advanced and 6G》
- [104] 《Security and trust in the 6G era》
- [105] 《Joint Design of Communication and Sensing for Beyond 5G and 6G Systems》
- [106] 《Toward a 6G AI-Native Air Interface》
- [107] 《The Next Hyper-Connected Experience for All》
- [108] 《6G Spectrum: Expanding the Frontier》
- [109] 《ICDT 融合的 6G 网络 3.0》
- [110] 《可持续发展的低碳智简 6G : 愿景与技术趋势》
- [111] 《下一代协议栈 5.0》
- [112] 《通感一体化系统架构与关键技术》
- [113] 《面向典型行业的云网边缘智能协同与剪裁》
- [114] 《面向 6G 时代前沿技术初探 : 量子信息技术 2023》

# 附录A 贡献单位

Company	Name
GSMA	刘鸿
荣耀终端有限公司	庞高昆, 钟海静, 李成方
中国联通	叶晓煜, 程新洲, 王鑫, 徐乐西
中国移动	杨本植, 杨晓伟, 董帷野
中国电信	张诺亚, 赵静, 张笛
Du UAE	Fathi Abdeldayem
Telstra	Steve Vodicka
Inmarsat	Thomas Picard