



**本科生课程报告**

**科 目： 《计算机网络》 教 师： 陈自郁**

**姓 名： 姚凡 学 号： 20221879**

**专 业： 信息安全**

**上课时间： 2024 年 9月至 2024 年 12月**

**学生报告成绩：**

**阅卷评语：**

**教师 (签名)**

**论文阅读报告评定成绩表**

**A. 论文阅读报告成绩**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 文献阅读报告 | 该项目标准分值 | 项目完成情况（含报告情况） | | |
| 检查优良 | 检查合格 | 未通过检查 |
| 主题指定或  主题自拟 | 5 | 4.0-5.0 | 3.0-3.5 | 0 |

**B. 论文阅读报告质量评定标准**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 得分情况 | | |
| 优良 | 合格 | 未完成 |
| 参考标准 | 参考标准 | 参考标准 |
| 论文阅读报告 | （1）选题与授课内容相符  （2）计算机网络前沿话题  （3）内容综合性好且全面  （4）具有独立见解和观点  （5）参考文献专业性强且新，2篇英文、3篇中文文献  （6）报告格式规范，符合要求 | （1）选题与授课内容相符  （2）内容逻辑型较好  （3）专业性参考文献，2篇英文、3篇中文文献  （4）报告格式规范，符合要求 | （1）未提交  （2）内容拼凑无逻辑  （3）抄袭或被抄袭 |

标题：**5G技术向6G网络的发展前景与挑战**

目录

[1 引言 5](#_Toc19043)

[2 5G技术的优势与局限 5](#_Toc6372)

[2.1 5G技术核心 5](#_Toc15844)

[2.1.1 5G技术关键特性 5](#_Toc205)

[2.1.2 5G技术核心能力 6](#_Toc14341)

[2.2 5G技术的局限性 6](#_Toc4468)

[3 6G网络的发展前景 7](#_Toc19217)

[3.1 6G网络的定义与目标 7](#_Toc17130)

[3.2 6G的核心技术 8](#_Toc18944)

[3.2.1太赫兹通信 8](#_Toc4810)

[3.2.2智能超表面(RIS)技术 8](#_Toc24699)

[3.2.3人工智能（AI）和机器学习（ML） 8](#_Toc30889)

[3.2.4量子通信与区块链 9](#_Toc12)

[3.2.5卫星与地面网络融合 9](#_Toc16141)

[4 6G网络的潜在应用场景 9](#_Toc29627)

[4.1 超高清互动娱乐 9](#_Toc27919)

[4.2 智能交通与自动驾驶 9](#_Toc13736)

[4.3 工业4.0 9](#_Toc3602)

[4.4 医疗健康 10](#_Toc15971)

[4.5 太空通信 10](#_Toc20537)

[5 6G网络面临的挑战 10](#_Toc1037)

[5.1 技术挑战 10](#_Toc30591)

[5.2 标准化与协作 10](#_Toc20366)

[5.3 商业模式探索 11](#_Toc21151)

[5.4 安全与隐私风险 11](#_Toc96)

[6 结语与展望 11](#_Toc2096)

[参考文献 11](#_Toc23483)

# 1 引言

随着信息技术的飞速发展，移动通信网络从第一代（1G）经历了到第五代（5G）的快速迭代，每一代技术都对社会经济和人类生活产生了深远影响。5G作为当前通信领域的主流技术，其高带宽、低延迟和大连接的特性在工业互联网、车联网、智慧城市等领域得到了广泛应用。然而，随着用户需求的不断升级和新兴技术的涌现，5G网络的能力和架构逐渐暴露出一定的局限性，现有的5G网络已无法完全支持未来海量数据流量的服务、存储和处理，推动了人们对第六代（6G）网络的探索与研究。本文将从5G向6G网络发展的背景、核心技术、潜在应用场景以及面临的挑战等方面展开分析。

# 2 5G技术的优势与局限

## 2.1 5G技术核心

2.1.1 5G技术关键特性

‌[5G技术](https://www.baidu.com/s?wd=5G%E6%8A%80%E6%9C%AF&tn=15007414_23_dg&usm=4&ie=utf-8&rsv_pq=b497f6f902140df7&oq=5g%E6%8A%80%E6%9C%AF%E4%BB%8B%E7%BB%8D&rsv_t=2e57d3om7A6zYKTjv2S0/ctPE/3O99v47bZ3+r1vEjoVtPC3nDjj+BBRWhwfHOpASHFkvQI&rsv_dl=re_dqa_generate&sa=re_dqa_generate" \t "https://www.baidu.com/_self)**（第五代移动通信技术）是一种具有高速率、低时延和大连接特点的新一代宽带移动通信技术。**5G技术的关键性能指标包括用户体验速率、峰值速率、时延和连接能力等。‌5G网络具备以下关键特性：

**（1）超高速率**：5G网络的用户体验速率可达1Gbps，峰值速率可达20Gbps，是4G网络的10倍以上。

**（2）低延迟**：5G网络的端到端延迟可以低至1毫秒，为实时通信和交互提供了技术基础。

**（3）大规模连接**：5G支持每平方公里百万级设备的连接，满足了物联网设备爆发式增长的需求。

**（4）网络切片**：5G通过虚拟化技术实现了按需分配网络资源的能力，满足不同场景的服务质量要求。5G在智能制造、自动驾驶、远程医疗等领域也有着广泛应用。

2.1.2 5G技术核心能力

5G 有三项核心能力：eMBB（增强移动宽带）、mMTC（海量大连 接）、uRLLC（高可靠低时延）。

（1）eMBB（增强移动宽带）：是指在现有移动宽带业务场景的基础上， 对于用户体验等性能的进一步提升，主要还是追求人与人之间、人与 物之间的极致通信体验，简单说就是上网速度比以前快了十多倍。

（2）mMTC（海量大连接）：是指大量相邻设备同时享受顺畅的通信连 接，每平方公里最大连接数将是 4G 的 10 倍，可支持 100 万个连接 同时在线，简单说就是未来可以连接、控制更多的设备。

（3）uRLLC（高可靠低时延）：为用户提供毫秒级的时延可靠性保证。 譬如对于自动驾驶中的车辆而言，车辆周边的路况信息以及车辆前方 突发情况的信息，为了立即得到相应的处理，这就需要极小的时延和 高度可靠的网络来保障，简单说就是通信安全可靠，回传反应更迅速。

## 2.2 5G技术的局限性

从 1G 到 3G 技术以“人对人”沟通为主，4G 以“人对信息”处 理为主，而 5G 将会实现“人对万物” 以及“万物对万物” 的连接。尽管5G网络带来了革命性的提升，但随着技术和应用场景的深入，其局限性也逐渐显现：

**（1）有限的应用场景**：尽管5G被广泛认为可以支持自动驾驶、远程医疗、工业4.0等创新场景，但现实应用中的需求和[技术成熟度](https://zhida.zhihu.com/search?content_id=247897037&content_type=Article&match_order=1&q=%E6%8A%80%E6%9C%AF%E6%88%90%E7%86%9F%E5%BA%A6&zhida_source=entity" \t "https://zhuanlan.zhihu.com/p/_blank)还存在诸多限制：

（2）自动驾驶：尽管5G低延迟特性适用于自动驾驶，但目前自动驾驶的技术成熟度远未达到大规模商业化应用的水平。AI决策系统和[传感器技术](https://zhida.zhihu.com/search?content_id=247897037&content_type=Article&match_order=1&q=%E4%BC%A0%E6%84%9F%E5%99%A8%E6%8A%80%E6%9C%AF&zhida_source=entity" \t "https://zhuanlan.zhihu.com/p/_blank)的局限，以及法律法规的不确定性，阻碍了5G在该领域的应用落地。

（3）远程医疗：5G的低延迟能够支持远程手术等应用，但在实际的医疗场景中，网络安全性和信号稳定性依然是关键问题。绝大多数医疗机构仍然倾向于使用有线网络来保障手术的精确性和安全性，特别是在涉及高风险的治疗中。。

**（4）覆盖范围的限制**：5G的高频段信号穿透力较弱，导致覆盖范围有限，尤其在复杂地形和室内场景中表现不足。

**（5）运维成本高**：5G基站的信号覆盖范围较小，特别是高频段下，导致需要更多的基站部署，这大幅增加了基础设施建设和维护成本。据一些[行业报告](https://zhida.zhihu.com/search?content_id=247897037&content_type=Article&match_order=1&q=%E8%A1%8C%E4%B8%9A%E6%8A%A5%E5%91%8A&zhida_source=entity" \t "https://zhuanlan.zhihu.com/p/_blank)显示，5G基站的建设成本是4G基站的两到三倍。而随着基站密度的增加，运维成本将持续上升。

（6）能源消耗高：：5G基站的能耗远高于4G基站。根据相关数据显示，5G基站的耗电量通常比4G高出30%～50%，这对运营商的长期运维提出了更高的能效需求。

虽然[5G技术](https://zhida.zhihu.com/search?content_id=247897037&content_type=Article&match_order=3&q=5G%E6%8A%80%E6%9C%AF&zhida_source=entity" \t "https://zhuanlan.zhihu.com/p/_blank)有明显的性能优势，但其普及速度远未达到预期。主要原因之一是用户需求增长缓慢：普通用户的需求并不迫切：对于大多数普通消费者而言，4G网络已经能够满足日常需求。5G虽然在速度和延迟上有提升，但并没有带来革命性的新应用，无法激发消费者升级网络的欲望；企业市场的谨慎投资：尽管5G在工业、医疗等领域有潜力，但企业对5G的投资普遍比较谨慎，主要原因是这些领域的技术和商业模式还不够成熟。此外，全球经济的不确定性也让企业在5G基础设施上的投入变得更加保守。

# 3 6G网络的发展前景

6G，即第六代移动通信标准，也被称为第六代移动通信技术，作为未来十年全球最重要的综合性数字信息基础设施之一，将引领产业数字化、网络化、智能化、绿色化发展，促进数字经济和实体经济深度融合，为全球经济发展带来新机遇。针对6G技术的发展愿景与架构设计，IMT-2030（6G）推进组提出了“数字孪生，万物智联”的愿景，这一愿景与国际电信联盟的整体愿景高度契合。

## 3.1 6G网络的定义与目标

与5G相比，6G在应用场景上提出了更高要求，包括更高的运动速度、峰值速率、区域流量、极低时延、高可靠确定性、高精度定位以及通感融合、大连接和星地互联等多个维度。6G网络是第五代移动通信技术的演进和超越，其目标是构建一个智能化、全连接的社会。6G的关键指标包括：

（1）峰值速率达到1Tbps，是5G的100倍。

（2）端到端延迟降低至亚毫秒级。

（3）设备连接密度提升至每平方公里亿级设备。

（4）能效提高10倍以上，实现绿色低碳通信。

## 3.2 6G的核心技术

为了实现上述目标，6G需要引入和发展多项颠覆性技术，包括但不限于以下几个方面。

**3.2.1太赫兹通信**

太赫兹 (Terahertz, THz) 波是指频率处于0.1-10THz范围之内的电磁波，太赫兹波在波谱中介于红外光与微波频段间，高频波段与红外光波段相重合，而低频波段与微波毫米波频段相重合，正是由于这种独一无二的频谱位置，太赫兹波具有许多独特的性质。6G通信的一个关键目标和积极研究领域是实现 100 Gbps 至 1 Tbps 的数据吞吐量。这种极端的数据吞吐量可能最终会成为 6G关键性能指标（KPI）。 NTN是6G通信非常重要的组成部分，而太赫兹频段特别适合卫星通信。

**3.2.2智能超表面(RIS)技术**

智能反射面通过调整无线信号传播路径，提高信号覆盖范围和能量效率，是6G网络的一项关键技术。高自由空间路径损耗和易阻塞是毫米波（mmWave）和亚太赫兹信号面临的挑战。RIS技术为克服这些困难提供了一种前景广阔的解决方案。RIS 是一种平面二维结构，由三层或更多层组成，顶层包含多个无源元件，用于反射和折射传入的信号。工程师可对这些元件进行实时编程，以控制相移。在密集的多用户环境或多蜂窝网络中，RIS 可以与源信号发生负作用，以减少干扰。这种灵活性使 RIS 技术有助于扩大信号范围并增强安全性。由 RIS 元件创建的天线阵列本质上是无源的，这使得 RIS 成为高密度、低能耗部署的可能解决方案。

**3.2.3人工智能（AI）和机器学习（ML）**

6G 的两项基础技术是人工智能（AI）和机器学习（ML）。2022年3月，3GPP完成了一项关于使用AI和 ML 的5G RAN架构的研究。该研究调查了三个主要用例：网络节能、负载平衡和移动性优化。网络节能侧重于通过流量卸载、覆盖修改和关闭非活动小区来实现整个 RAN 的节能。负载平衡研究如何应用人工智能将网络负载分配到多个小区、多个频率或多 RAT 部署，以实现更好的网络性能。移动性优化用例探讨了如何通过预测用户设备的移动性来帮助在各种移动性情况下保持网络性能。在 3GPP 之外，AI和ML正在协助硬件设计。ML 使工程师能够优化收发器、射频前端和天线系统。AI也在考虑以创新方式进行基带处理。除了辅助设计，AI还将帮助解决无线网络中的优化难题。

**3.2.4量子通信与区块链**

量子通信技术为6G提供更高的安全性，而区块链技术则增强了数据隐私保护和分布式管理能力。

**3.2.5卫星与地面网络融合**

6G将进一步融合地面网络与低轨卫星网络，提供全球无缝覆盖的通信服务。

# 4 6G网络的潜在应用场景

5G是实现人和人、人和物的发展；6G则是人人互联和人物互联的同时，有更多智能体的引入，“5G是万物互联，6G则是万物智联。”6G网络的广泛应用将推动社会各领域的深度数字化转型，其潜在应用场景包括：

## 4.1 超高清互动娱乐

6G能够支持8K及以上分辨率的流媒体传输，以及更为沉浸式的虚拟现实（VR）和增强现实（AR）体验。我们可以期待通过仿佛身临其境的、有触觉的体验来增进人与人的交流。例如，爱立信就预测会诞生“感官互联网”，即有可能以数字方式让人们感受到气味或味道。新一代移动网络联盟（NGMN）的一份报告称，全息远程呈现和立体视频（我们可以将其视为 3D 视频）也将成为一种使用场景。

## 4.2 智能交通与自动驾驶

NGMN 报告预计，6G网络将实现超高准确度的定位和跟踪。在6G支持下，车联网（V2X）将实现毫秒级的通信，支持自动驾驶车辆之间的高效协作，降低交通事故率。6G网络的高速传输和低时延特性将助力智能交通系统的发展。通过实时感知路况信息、优化交通流量，可以有效减少拥堵和事故，提高出行效率和安全性。

## 4.3 工业4.0

6G将推动工业物联网（IIoT）的进一步发展，支持高精度、高可靠性的生产线自动化和远程工业控制。

## 4.4 医疗健康

通过6G网络，远程手术和智能健康监测将得到普及，尤其在偏远地区将显著改善医疗资源分配。6G的高可靠性和低时延特性将满足远程手术等苛刻的医疗需求。医生可以实时、稳定地与患者进行沟通，极大地提高手术的成功率和安全性。

## 4.5 太空通信

6G与卫星通信的结合将使太空探索任务中的数据传输和指挥更加高效。6G作为支持空天地一体泛在连接的信息通信基础设施，被视为推动低空经济发展的基石。通过部署通感一体化网络，可以有效融合多维度感知数据，实现高效的低空信息网络，为监管部门提供便利、全面、智能的低空空域管理解决方案。

# 5 6G网络面临的挑战

尽管6G发展前景广阔，已经从理论与技术研究发展到面向产业的技术创新的全新阶段，但其在技术实现、标准制定和商业化过程中仍面临诸多挑战。

## 5.1 技术挑战

**1.硬件设计难题**：如太赫兹频段信号发射与接收设备的实现需要突破现有材料和制造技术的限制。

**2.网络架构复杂性**：6G将是异构网络的集合，其高动态性和多样化需求对网络架构提出了更高要求。

**3.能效优化问题**：尽管6G致力于实现绿色通信，但其庞大的数据处理需求可能带来巨大的能源消耗。

4.高频段的物理限制：6G虽然能够利用太赫兹波段提供更高的带宽，但这种高频信号的覆盖范围非常有限，类似于5G的毫米波，依赖于大量基站部署来实现有效覆盖。这可能会带来比5G更高的基础设施建设和维护成本。

5.技术复杂性和研发成本：6G引入了大量新技术，如全息通信、脑机接口、智能网络自适应等。这些技术的研发成本和复杂性远高于当前的5G技术，能否实现大规模应用仍存疑。

## 5.2 标准化与协作

6G的全球标准化需要各国政府、企业和学术机构的紧密合作，6G技术的研发需要全球范围内的合作与共识，以形成统一的国际标准。然而，技术专利和地缘政治因素可能导致标准制定过程的复杂化。

## 5.3 商业模式探索

6G的高研发成本和高投入使得如何实现商业化成为一大难题。6G技术的商业化进程需要投入大量的资金和资源，对产业链上下游的协同发展提出了更高要求新型服务和应用场景需要找到适合的商业模式来支撑网络部署。

## 5.4 安全与隐私风险

6G网络的全面数字化特性可能带来更大的网络攻击面，同时数据隐私保护在多样化场景中变得更加困难。潜在威胁包括信号干扰与阻断、供应链攻击、密码安全攻击等。因此，攻克核心加密技术对于6G组网来说至关重要。

# 6 结语与展望

6G网络的发展将开启通信技术的新纪元，为人类社会的智能化进程提供强有力的支撑。6G将进一步打破数字鸿沟，实现全域智联、感知泛在的移动网络。智能体是驱动6G发展的新动能，6G使能AI成为泛在普惠的社会级服务，为AI提供泛在连接和泛在算力，从而实现“网络无所不达，AI无所不及”。然而，6G的研究和实现需要技术、政策和商业的全面协调与配合。未来，随着相关技术的不断突破和完善，6G将不仅是一种通信手段，更将成为社会经济和人类文明发展的核心驱动力之一。

在迈向6G的道路上，全球科研力量应紧密合作，推动技术创新、制定开放标准、解决现实挑战，以共同迎接下一代网络技术的辉煌未来，智能体是驱动6G发展的新动能，6G使能AI成为泛在普惠的社会级服务，为AI提供泛在连接和泛在算力，从而实现“网络无所不达，AI无所不及”。

参考文献

1. 朱一鸣,林显浩,迟楠,等.面向5G/6G移动前传网络的关键技术[J/OL].光通信研究,1-14[2024-11-23].http://kns.cnki.net/kcms/detail/42.1266.tn.20240526.1017.002.html.
2. 夏旭.面向5G/6G卫星：NTN标准发展、关键技术与未来思考[J].广播电视网络,2024,31(05):60-65.DOI:10.16045/j.cnki.catvtec.2024.05.019.
3. 陈爱平.6G渐成全球科技创新焦点[N].经济参考报,2024-11-21(005).
4. Tripathi Suman Lata,Mahmud Mufti,Narmadha C. & Alexander S. Albert.(2024).Development of 6G Networks and Technology.doi:10.1002/9781394230686.
5. Muhammad Sajjad Akbar,Zawar Hussain,Muhammad Ikram,Quan Z. Sheng & Subhas Chandra Mukhopadhyay.(2025).On challenges of sixth-generation (6G) wireless networks: A comprehensive survey of requirements, applications, and security issues.Journal of Network and Computer Applications104040-104040.