 DOI: https://doi.org/10.12349/iser.v7i4.10054

Research on the Role of Satellite Communication in Bridging the Digital Divide in Remote Areas

Panlong Chang[1] Yuanting Yang[2] Shuoyun Chu[1]

1. Armed Police Officer Training School, Hangzhou, Zhejiang, 311402, Chian
2. Longgui School, Baiyun District, Guangzhou, Guangdong, 510445, China

Abstract

The digital divide in remote areas is formed by the lack of infrastructure, weak economic support, and imbalance of educational resources. It severely restricts the equalization of public services and regional coordinated development. Satellite communication, with its core technical advantages such as wide-area coverage, resistance to geographical limitations, and flexible deployment, has become a key support for breaking through communication bottlenecks in remote areas and connecting the "last mile" of digital services. This paper systematically analyzes the current situation and practical predicaments of the digital divide, deeply explains the technical characteristics and application feasibility of satellite communication technology, focuses on four dimensions: network construction, demand alignment, facility operation and maintenance, and literacy improvement, and details the technical implementation paths and strategies, providing a technical solution with both academic value and practical guidance for the digital transformation of remote areas.

Keywords

Satellite communication; Remote areas; Digital divide; Technology application

卫星通信在偏远地区数字鸿沟弥合中的作用研究

常攀龙[1] 杨元停[2] 褚姝韫[1]

1. 武警士官学校，中国 · 浙江 杭州 311402
2. 广州市白云区龙归学校，中国 · 广州 广东 510445

摘 要

偏远地区数字鸿沟由基础设施缺位、经济支撑薄弱与教育资源失衡交织而成，严重制约公共服务均等化与区域协调发展。卫星通信凭借广域覆盖、抗地理限制、部署灵活等核心技术优势，成为突破偏远地区通信瓶颈、打通数字服务 "最后一公里" 的关键支撑。本文系统剖析数字鸿沟现状与现实困境，深入阐释卫星通信技术特性与应用可行性，聚焦网络构建、需求对接、设施运维及素养提升四大维度，细化技术落地路径与实施策略，为偏远地区数字化转型提供兼具学术价值与实践指导的技术方案。

关键词

卫星通信；偏远地区；数字鸿沟；技术应用

1 引言

数字经济时代，数字鸿沟已成为制约偏远地区发展的核心桎梏，基础设施滞后、资源配置不均等问题加剧了区域发展失衡。卫星通信作为天基通信核心技术，其技术迭代与应用创新为偏远地区跨越数字鸿沟提供了全新路径。深入挖掘卫星通信技术潜力，探索贴合偏远地区实际的落地模式，对推动数字普惠、促进区域协调发展具有重要现实意义与学术价值。

【作者简介】常攀龙（1990—），男，中国河南许昌人，本科，从事卫星通信研究。

2 偏远地区数字鸿沟现状剖析

2.1 基础设施匮乏困境

偏远地区多为山地高原荒漠等复杂地貌，地形崎岖导致传统通信基础设施建设面临极高施工难度与成本压力。光纤铺设需跨越复杂地形，工程周期冗长且后期维护成本高昂，多数区域难以实现光纤网络覆盖[1]。基站建设受限于地理条件与电力供应，信号覆盖盲区广泛，现有通信设施传输速率低、稳定性差，难以满足居民日常信息交互与高质量网络使用需求。信息获取渠道狭窄使得偏远地区与外界发展脱节，进一步固化了区域发展差距。

2.2 经济发展水平制约

偏远地区产业结构单一，经济增长动力不足，居民收

入水平普遍偏低，对高资费通信服务的承受能力有限，部分家庭甚至无力承担基础通信费用。通信企业以市场效益为导向，在偏远地区建设通信网络面临投资规模大、回报周期长、收益率低等现实问题，导致其缺乏主动投入的积极性。这种通信基础设施建设滞后与居民消费能力不足的恶性循环，持续拉大与发达地区的数字差距，形成难以突破的发展困境。

2.3 教育资源分布不均

优质教育资源向城市集中的格局长期存在，偏远地区学校信息化教学设施配置不足，缺乏先进的网络教学平台与数字化教学工具。教师队伍信息化教学能力培养滞后，难以有效运用数字技术开展教学创新，学生无法通过网络获取优质教育资源，难以参与线上同步课堂、远程研学等活动 [2]。数字素养培育缺乏有效载体，不仅影响当下学习效果，更限制了青少年未来适应数字社会的能力，形成代际传递的数字鸿沟，进一步加剧区域发展不平衡。

3 卫星通信技术优势及在偏远地区应用的可行性

3.1 卫星通信技术独特优势

卫星通信依托天基平台构建通信链路，核心优势体现在覆盖范围的全域性，单颗地球同步轨道卫星即可覆盖地球表面三分之一区域，能够无缝覆盖偏远地区无地面网络的盲区地带。其通信容量具备规模化支撑能力，可满足语音、数据、高清视频、物联网等多元业务传输需求，传输速率可达百兆级甚至千兆级，适配偏远地区多样化信息交互需求 [3]。相较于传统地面通信，卫星通信受地形地貌、气候条件等自然因素影响较小，信号稳定性强，在复杂地理环境中展现出不可替代的技术韧性。此外，卫星通信无需大规模地面基础设施铺垫，能够快速构建应急通信链路，为偏远地区提供高效便捷的通信保障，突破地面网络覆盖的物理瓶颈。

3.2 技术发展降低应用成本

卫星通信技术的持续革新推动全产业链成本优化，卫星制造采用轻量化、模块化设计理念，新型复合材料与集成电路技术的应用大幅降低卫星自重与制造成本。火箭回收技术的成熟与发射流程的优化，使单次发射成本较十年前下降超六成。地面终端设备向小型化、低成本方向发展，便携式卫星终端、一体化接收设备等产品不断涌现，大幅降低偏远地区用户的接入门槛。低轨卫星星座通过多星协同组网，实现低时延、高带宽传输，通信时延可控制在 50 毫秒以内，通信速率与服务质量显著提升 [4]。规模化部署进一步摊薄运营成本，使得卫星通信资费逐步趋向普惠，为偏远地区大规模应用奠定坚实的经济基础。

3.3 政策支持营造良好环境

国家高度重视数字乡村建设与偏远地区信息化发展，将卫星通信纳入偏远地区通信基础设施建设重点规划。相关部门出台一系列扶持政策，通过财政补贴、税收减免、专项基金支持等方式，鼓励卫星通信企业参与偏远地区通信网络建设。在重大战略规划中，明确提出加快推进偏远地区卫星通信覆盖，将其纳入数字中国建设考核指标 [5]。政企协同合作平台的搭建，为卫星通信技术在偏远地区的推广应用提供了坚实的政策保障与发展动力，激发了市场主体的参与积极性，形成政府引导、企业主导、社会参与的良性发展格局。

4 卫星通信在偏远地区数字鸿沟弥合中的具体应用策略

4.1 构建多元化卫星通信网络体系

高低轨卫星协同组网需充分发挥两类卫星技术特性形成功能互补，高轨卫星凭借广域覆盖与长期在轨运行优势，承担基础通信保障功能，提供语音通话、低速数据传输、应急通信等基础服务，满足偏远地区居民日常通信与简单信息交互需求。低轨卫星以低时延、高带宽的技术优势，支撑高清视频传输、物联网数据交互、在线教育直播、远程医疗会诊等高速业务，解决偏远地区对高质量网络的迫切需求。通过星间链路技术实现高低轨卫星数据无缝切换，基于业务类型与网络状态自动匹配最优通信路径，保障不同场景下的通信体验 [6]。星上处理与星间路由技术的应用，进一步提升了网络响应速度与数据传输效率，实现全域通信资源的动态调度与优化配置。

卫星与地面网络融合发展需构建天地一体化通信架构，在偏远地区现有地面网络覆盖区域，通过网络切片技术实现卫星通信与地面 4G/5G 网络资源整合，优化网络负载分配，提升网络整体容量与稳定性。在地面网络覆盖盲区，卫星通信自动接管通信服务，形成“地面为主、卫星补盲”的无缝覆盖模式。依托核心网升级改造，实现两类网络协议互通与资源调度协同，采用软件定义网络与网络功能虚拟化技术，构建统一的网络管理平台，实现对全域网络资源的集中管控与动态调整。用户终端无需手动切换即可在不同网络环境下持续接入互联网，保障通信连续性与稳定性，满足偏远地区移动场景下的通信需求。

4.2 精准对接偏远地区多样化需求

教育领域应用以卫星通信为纽带搭建优质资源共享通道，通过卫星链路将城市优质学校的课堂教学、教研活动实时传输至偏远地区学校，构建远程同步教学体系，使偏远地区学生同步享有优质师资与教学内容。搭建数字化教学资源库，整合学科课件、虚拟实验、名师讲座等资源，通过卫星通信实现资源下沉，支持偏远地区教师开展个性化教学与学生自主学习。针对教师信息化教学能力短板，开设线上专题培训课程，通过卫星网络开展教学研讨与技能实训，系统性提升教师数字教学应用能力。搭建虚拟教研室与跨区域教研平台，促进城乡教师深度交流合作，推动教学质量均衡提升。

医疗领域应用依托卫星通信构建远程医疗服务体系，搭建远程会诊平台，实现偏远地区医疗机构与城市三甲医院

的实时视频连接，支持病例共享、影像传输、远程诊断等核心功能，为偏远地区患者提供精准医疗指导。部署便携式卫星终端与医疗监测设备，将患者生命体征数据实时传输至上级医院，实现重症监护与应急救治指导，解决偏远地区医疗资源短缺、救治能力不足的难题。构建医疗知识培训平台，通过卫星通信向偏远地区医护人员推送医学前沿知识、诊疗规范与技能培训课程，持续提升基层医疗服务水平。建立应急医疗通信保障机制，在突发公共卫生事件中快速搭建临时通信链路，保障医疗指令传达与救援信息互通。

农业领域应用结合卫星通信与物联网技术赋能农业生产，构建农业物联网监测网络，通过部署各类传感器采集土壤墒情、作物长势、气象条件等数据，经卫星通信传输至云端数据平台，实现农业生产环境实时监测。基于大数据分析提供精准种植建议、病虫害预警与市场信息推送，助力农民科学决策、优化生产流程。搭建农产品产销对接数字化平台，通过卫星通信支撑农产品信息发布、在线洽谈与订单交易，拓宽销售渠道，提升农产品附加值。部署农业无人机遥感监测系统，结合卫星通信实现大范围农田监测与精准作业指导，推动传统农业向智慧农业转型，促进偏远地区农业经济提质增效。

4.3 加强卫星通信基础设施建设与维护

基础设施建设强化政企协同投入机制，政府统筹规划卫星通信基础设施布局，结合偏远地区人口分布、地理特征与发展需求，科学选址建设卫星地面站与中继节点，优化信号覆盖质量。采用分布式部署模式，在人口集中区域建设主地面站，在偏远分散区域设置小型中继站与信号增强器，形成多层次、广覆盖的地面接收网络。企业发挥技术与资金优势，推进卫星接收终端普及，针对偏远地区用户实际需求，提供低成本、易操作的终端设备与安装服务[7]。加强电力保障配套建设，通过光伏供电、储能设备等方式解决部分偏远地区电力供应不稳定问题，确保卫星通信设备持续稳定运行。采用模块化设计与标准化接口，提升设备兼容性与可扩展性，降低后期升级改造成本。

维护体系建设组建专业化技术服务团队，吸纳本地技术人才参与培训，打造兼具专业能力与地域适配性的维护队伍，负责卫星地面设备、终端的日常巡检、故障排查与技术支持。建立常态化维护机制，制定设备巡检流程与技术规范，定期开展设备性能检测与系统升级，及时处理信号衰减、设备故障等问题，保障通信服务连续性。构建应急响应机制，针对自然灾害、极端天气等突发情况，制定应急通信保障预案，配备应急通信车、便携式卫星终端等设备，确保紧急情况下通信畅通。利用远程运维技术，实现对卫星通信设备的远程监测与故障诊断，减少现场维护频次与成本，提升运维效率。建立设备故障数据库与运维知识库，通过大数据分析优化运维策略，提高故障预判与处置能力。

4.4 提升偏远地区居民数字素养与技能

数字素养培育构建分层分类培训体系，针对不同年龄段、职业群体的认知特点与需求差异，制定差异化培训内容。面向老年群体聚焦基础通信技能，包括智能手机操作、网络信息查询、线上便民服务使用等。面向青壮年群体强化数字应用能力，涵盖电子商务、在线办公、数字技能提升等内容。面向乡村干部、创业者重点培养数字化管理与创新应用能力，助力区域数字经济发展。培训方式采用线上线下结合，通过卫星网络开展远程培训，依托乡镇文化站、村部活动室开展集中实训，邀请技术专家与实操能手现场指导，提升培训覆盖面与实效性。开发适配卫星通信网络的轻量化培训平台，提供视频课程、在线测试、互动答疑等功能，支持居民自主学习。

5 结语

卫星通信以其独特技术优势，成为弥合偏远地区数字鸿沟的关键支撑力量。通过构建多元化网络体系、精准对接多元需求、强化基础设施运维及提升居民数字素养，卫星通信能够有效破解偏远地区通信难题，推动信息资源共享与均等化服务。然而，技术应用过程中仍需应对成本控制、技术适配、可持续运营等现实挑战，需持续优化技术方案、完善政策支持、强化政企协同。未来，随着低轨卫星星座规模化部署、终端设备轻量化发展及通信资费进一步降低，卫星通信在偏远地区的应用将更加广泛深入。持续深化技术创新与模式创新，不断提升卫星通信服务的可及性与普惠性，将为偏远地区数字化转型注入持久动力，助力实现区域协调发展与数字中国建设目标。

参考文献

[1] 王森洋,夏龙.数字鸿沟如何制约农民共同富裕——基于生计资本中介[J].当代经济,2025,42(07):38-48.

[2] 赵旭,唐子怡,陈祺睿,等.社会网络弥合水库农村移民数字鸿沟的机制研究[J].中国农村水利水电,2025,(10):223-230.

[3] 鲍凌云,宋颖,杨秀臻.乡村振兴背景下城乡数字鸿沟的审视与弥合[J].中南农业科技,2024,45(07):197-200.

[4] 易佳月.农村地区老年人数字鸿沟成因及弥合路径[J].农村经济与科技,2024,35(12):204-206.

[5] 王艺.欠发达地区农村数字鸿沟实证研究[J].南方农机,2023,54(15):123-125.