

基于 5G 专网的智能院前急救研究 with 实现

李英忠

(中国电信股份有限公司北京分公司 北京 100010)

[摘要] **目的/意义** 随着健康中国建设工作不断推进,院前急救领域信息化建设也在持续加强。研究 5G 与院前急救场景深度结合,有助于提升院前急救信息化水平,以及院前、院间、院内业务协同效率。**方法/过程** 分析院前急救业务痛点,按照网络层、平台层、应用层 3 层架构阐述基于 5G 专网的智能院前急救方案,提出 5G 智能急救专网实现方法、基于 5G 智能急救车的急救平台改造实现方法、5G 智能院前急救场景应用模式等。**结果/结论** 基于 5G 实时传输医疗设备信息、高清音视频画面,在急救人员、急救车、应急指挥中心、医院之间构建 5G 智能院前急救专用网络,相较传统模式可改善患者就医体验,提高就医效率,优化服务流程。

[关键词] 5G; 院前急救; 智慧医疗

[中图分类号] R-058 **[文献标识码]** A **[DOI]** 10.3969/j.issn.1673-6036.2023.08.014

Study and Implementation of Intelligent Prehospital Emergency Care Based on 5G Private Network

Li Yingzhong

Beijing Branch of China Telecom Co. Ltd., Beijing 100010, China

[Abstract] **Purpose/Significance** With the continuous promotion of the construction of healthy China, the informatization construction in the field of prehospital emergency care is also continuously strengthened. Through the in-depth combination of 5G and prehospital emergency care scenarios, the informatization level of prehospital emergency care is improved, and the efficiency of inter-hospital business collaboration is improved. **Method/Process** By analyzing the pain points of prehospital emergency care, the intelligent prehospital emergency care plan based on 5G private network is elaborated according to the three-layer architecture of network layer, platform layer and application layer, and the implementation method of 5G intelligent emergency private network, the reconstruction and implementation method of the emergency platform based on 5G intelligent ambulance, and the application mode of 5G intelligent prehospital emergency care scene are proposed. **Result/Conclusion** Based on 5G, real-time transmission of medical equipment monitoring information, high-definition audio and video images, a 5G intelligent prehospital emergency special network between emergency personnel, emergency ambulances, emergency command centers, and hospitals is built, which can improve patients' medical experience, improve medical efficiency, and optimize service processes compared with the traditional mode.

[Keywords] 5G; prehospital emergency care; smart medical care

1 引言

[修回日期] 2023-03-14

[作者简介] 李英忠, 中级工程师, 发表论文 2 篇。

第 5 代移动通信技术 (5th generation mobile

communication technology, 5G) 商用以来,在产业界多方共同努力下,发展成效显著,技术产业融合创新能力不断提升。“5G+智慧医疗”打破传统医疗禁锢,随着医疗信息化程度不断加深,其涵盖范围和规模持续扩大,不断向人性化、专业化方向发展,受到高度重视^[1]，“5G+院前急救”被认为是“新基建”概念的重要组成部分。对此亟须加强院前医疗急救网络与院内急诊有效衔接,构建急救体系、加强急救培训、鼓励院前急救信息化等。针对现有院前急救体系的不足,如何有效利用新兴信息化技术,完善突发公共卫生事件应急救援体系建设成为业界关注的重要议题。然而,在我国卫生行业公益性机构信息化过程中,医疗救治信息系统是突发公共卫生事件应急体系建设最薄弱的环节^[2]。尤其在院前急救各单位之间、院前与院内救治体系的信息互联互通和共享应用方面。避免各单位在突发公共卫生事件安全救援中出现“各自为战”的情况,实现不同医疗部门之间信息共享、高效协同合作^[3],对院前急救顺利开展意义重大。

此外,国内不同年龄段人群对急救知识与技能掌握情况参差不齐,院前急救知识与技能普及率低,无法满足公众随时随地开展紧急救治的需求^[4]。而大多数发达国家拥有较好的公众医疗急救知识普及体系,如美国开设“第一目击者认证考试”提高公众应对突发紧急事件的救护反应能力,通过红十字会定期开展急救知识与技能普及活动^[5];部分发达国家还免费组织开展急救知识培训课程,并要求特定职业群体与特定人群必须掌握急救知识。

2 现行院前急救问题分析

2.1 网络层

2.1.1 现状痛点 院前急救业务数据安全性要求高,目前缺少安全可信的急救网络通道,院前急救应用开展受限^[6],存在院前信息孤岛;普遍缺乏高清视频和语音通信手段,院前急救工作仅为简单处理和患者转运;急救车跟车医护人员专科经验不足,专家通常无法实时准确获知病情。

2.1.2 解决思路 借助新型移动通信专用网络大带宽、低时延、广连接的特性,实现医院内外大量医疗设备联网和院内外信息互联互通;实时传输急救车医疗设备的检测数据、高清视频信息、语音信息等;提供安全可靠的医疗数据传输通道,保障业务实时、可靠、安全。

2.2 平台层

2.2.1 现状痛点 缺少院前急救业务承载智慧化应用的云网融合能力平台;应用子系统各自独立,通常缺乏应用协同和数据统一管理基础平台,存储算力等资源灵活度较低。

2.2.2 解决思路 打造智慧医疗业务系统云平台,消除各种不同系统间的壁垒和重复环节,降低医院运营成本的同时提高运营和监管效率^[7],承载院前急救业务及差异化网络需求。

2.3 应用层

2.3.1 现状痛点 人口老龄化和突发公共事件频发使急救需求增加;院前急救培训普及率不高,公众急救意识弱;优质医疗资源整体供给不足,资源配置不均^[8];各机构数据口径不一致,急救质控工作难以开展^[9]。

2.3.2 解决思路 建立区域智能急救一体化管理平台^[10],实现“上车即入院”,乃至“呼救即入院”远景目标。提高工作效率,优化管理机制^[11],实现优质医疗资源下沉及急救均质化。

3 基于 5G 专网的智能院前急救方案分析

3.1 5G 院前急救方案架构

基于 5G 实时传输医疗设备监测信息、车辆实时定位信息、车内外视频画面。在急救人员、急救车、应急指挥中心、医院之间构建 5G 应急救援专用网络^[12],在急救车接到患者的第一时间帮助院内医生提前介入医疗急救服务,增进患者及家属安全感,改善患者就医体验,提高效率、优化服务流程,从而提升医院核心竞争力^[13],逐步实现“上车即入院”^[14],提升急危重症患者救治成功率。

基于 5G 定制专网技术，通过在专属医疗边缘云（mobile edge computing，MEC）上部署急救信息平台，实现院外、院间、院内数据互联互通及业务协同。全面支持虚拟机等多类型智慧医疗应用的部署加载。通过对边缘用户面功能（user plane

function，UPF），实现移动数据本地分流卸载至 5G 医疗边缘云，有效降低传输时延、提升计算效率，赋能智慧医疗^[15]；采用 5G 客户前置设备（5G customer premise equipment，5G CPE），5G 院前急救方案架构，见图 1。



图 1 5G 院前急救方案架构

3.2 网络层：5G 智能急救专网实现方法

3.2.1 总体解决方案 （1）针对网络层院前急救业务缺乏安全专用网络支撑问题。首先，在接入网、承载网、核心网等不同网络域，为 5G 专网提供逻辑或物理的网络资源隔离，按需为医院提供灵活的专属隔离网络，实现网络资源隔离。其次，5G 网络切片能够按需提供灵活、隔离的服务^[16]，为 5G 智能急救专网提供业务隔离防护，确保医院网络域边缘应用安全。同时，通过 5G 院前急救专网可规划急救车最优路线^[17]。（2）针对网络层院前急

救业务缺乏高清实时等大带宽、低时延通信手段问题。通过 5G 院前急救专网提供发现患者、转运患者、到院诊疗全流程的双向超高清视频信号^[18]、医疗数据实时超远程传输，使远程急救现场与远端医院指挥中心及移动会诊中心实时互联互通，见图 2。（3）针对网络层院前急救跟车医护人员与院内专家缺乏互联互通机制、无法高效协同的问题。现场医生可通过 5G 专网实时获取患者电子病历，医院指挥中心专家可以观察患者表情、肤色、瞳孔等高清细节，便于远程查体和提供急救指导^[19]。

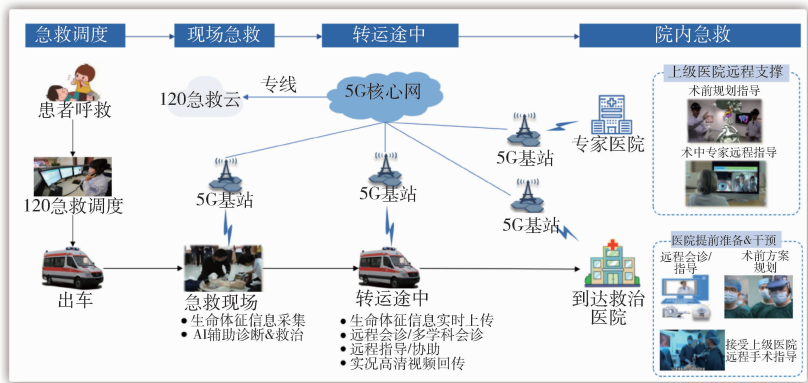


图 2 5G 院前急救业务流程

3.2.2 5G 端到端切片隔离保障技术应用 针对 5G 院前智能急救不同业务场景，进行网络切片定制，满足业务高安全性、高隔离性、高带宽保障等要求。定制切片包含核心网、承载网、无线网 3 个子网切片，结合业务需求分段部署软切片或硬切片。（1）无线网子网切片。无线网接入 5G 基站配置急救业务的专属切片，针对急救业务较集中的特殊场区基站，无线网通过资源块（resource block，RB）资源预留技术提供切片级的安全隔离和无线资源保障，同时结合差异化服务质量（quality of service，QoS）调度技术实现精细化保障。（2）核心网子网切片。采用 5G 定制网致远模式进行业务部署，即核心网使用省中心的共享网元承载业务。通过在核心网共享网元配置急救业务专属切片和定制数据网络名称，并配置固定带宽以实现业务隔离和资源保障。（3）固移融合专线。在核心网出口绑定互联网协议化无线接入网、光传送网专线，建立核心网至急救平台间的专属传输链路，实现 5G 终端至平台的安全、可靠传输。

3.2.3 5G 无线资源预留技术应用 “5G + 院前急救” 大多数场景接入的 5G 基站均为面向企业（to business，2B）、面向消费者（to customer，2C）共用基站，因此 2B 业务无线资源保障尤为重要。

RB 资源预留技术允许多个切片共用同一个小区的 RB 资源，并为不同切片组分配不同资源份额，基站调度器根据分配份额进行资源调度，保证一个切片组资源紧缺不会影响另外一个切片组业务质量，从而达到一定资源隔离度。RB 资源是 5G 空口侧最宝贵的资源，具体是指小区可用的上行和下行 RB 资源，通过网络切片资源管理控制网络切片所占用资源，保障 5G 院前急救对应网络切片的服务等级协议（service – level agreement，SLA）^[20]。

5G 院前场景主要涉及急救医院、居民区、商务楼宇和急救车途经的其他公共区域。对业务较集中的特殊场区，在场区服务基站上针对急救业务专属切片配置 RB 资源预留，以加强业务传输资源保障。针对开启 RB 资源预留配置前后的终端流量带宽进行测试对比，其中终端会话 5G 业务质量标识（5G QoS identifier，5QI）一致，按照最小 RB 资源比例 50%、最大 RB 资源比例 90% 进行设置，RB 预留为特定切片预留无线承载资源，在这个测试用例中，只为 5G 急救切片预留资源，并为 5G 急救上行提供保障，而非医疗业务的上行被压缩，所以测试结果符合预期，使用 RB 资源预留的业务在流量拥塞时传输带宽可以得到有效保障，见表 1。

表 1 5G 院前急救切片专线对比测试

终端	切片	5QI	启用 RB 预留前 （上行，Mbps）	启用 RB 预留后 （上行，Mbps）
5G CPE 1（5G 急救）	1 – 0841234	9	71	99
5G CPE 2（非医疗业务）	1 – 000000	9	74	61
5G CPE 3（非医疗业务）	1 – 000000	9	72	58

3.3 平台层：基于 5G 智能急救车的急救平台改造实现方法

鉴于平台侧院前急救车载硬件设备及平台系统亟待升级，通过改造 5G 急救车，融合 5G、云计算、物联网、传感器集群等技术设计，车内医疗人员可以通过手机、移动医疗推车、掌上电脑（personal digital assistant，PDA）调取患者电子病历^[21]。

3.3.1 5G 急救车载专用网关 5G 急救车载专用网关是车载信息化升级的关键设备，提供大内存，支持 4K/8K 高清视频流畅播放及软件运行与计算，统一接入急救车各类车载设备，具有 5G 无线通信数据传输与各种不同通信接口、数据格式车载设备之间数据传输的转换能力，实现院前与院内信息互通，打通院前信息孤岛，保障院前急救业务顺利开展。

3.3.2 5G 急救车与云端平台互通设备 (telematics Box, T-Box) T-Box 作为车辆与平台实现互通的设备,将采集到的车辆数据,如急救车位置信息、驾驶行为、使用状态信息等提供给指挥调度平台,以实现急救车的高效快速调度,并将急诊信息转发给急救车工作人员。

3.3.3 5G 急救车载信息终端 急救车载信息终端是急救动态调度专用设备,通过 T-Box 连接网络或独立连接网络,实时更新急救车当前位置信息,支持与急救中心联网通信,并连接城市的交通指挥中心和地图提供商的导航计算中心,适时开启急救绿色通道。

3.3.4 5G 边缘云智能急救平台 提供患者生命体征远程实时监测、实时急救质控、远程急救指导等功能,通过院前院内一体化设计,统一诊疗规范和流程,实现院前急救之间无缝对接,构建高效院前急救体系,打通急救、急诊和救治全流程。5G 边缘云智能急救平台包含 5G 急救车院前急救转运、5G 急救车实时监测、医院远程会诊、专科中心急救等多个子系统,每个系统在智能急救中提供不同功能。

3.4 应用层:5G 智能院前急救场景应用

3.4.1 胸痛中心智能急救 急性心肌梗死患者开通血管的理想时间是发病后 120 分钟内。如何在最短时间内开通患者梗死相关动脉,恢复有效的心肌再灌注是降低患者死亡率、改善预后的关键。胸痛中心急救延迟主要在于患者延迟、转运延迟和治疗延迟。利用 5G 网络,构建胸痛中心急救体系,通过多学科合作,打通患者-急救车-医院全流程通道,提供快速而准确的危险评估、诊断以及规范治疗,为急性胸痛患者赢得急救黄金时间,从而降低死亡率。

3.4.2 卒中中心智能急救 脑卒中俗称“中风”,患者需要在急救黄金时间内被送到具备溶栓、取栓救治能力的医院进行治疗。基于 5G、云计算等新一代通信技术,构建集车载电子计算机断层扫描 (computed tomography, CT)、卒中救治、卒中专病云数据库等多功能为一体的精准化

诊断体系,打造急性卒中患者病史采集、医学检验、CT 诊断、生命体征监测、静脉溶栓等一站式抢救模式,远程指导院前急救车内静脉溶栓等卒中关键救治技术实施,将卒中患者急救关键环节前移,有效缩短卒中患者从发病到获得有效救治的等待时间。

3.4.3 创伤中心智能急救 通常在发生车祸、意外等重大事故创伤后,急救车将患者先送到医院急诊科,由急诊医生进一步协调救治。但是此类患者往往存在多发伤等情况且伤情复杂甚至危及生命,亟待建立专业的统一管理模式。利用 5G 网络,创伤中心智能急救以患者为中心,以呼救为触发点,通过急救车联动系统,整合院前急救、创伤复苏单元、急诊外科、创伤中心病房等资源,将患者伤情提前传达给接诊医院急诊科,院内急诊接到院前预警后,启动相应级别院内预警,通知相关专科救治团队人员做好准备,患者到医院后即可开展救治,有效减少等待时间,提高创伤救治成功率。

4 展望

从现阶段实践情况看,5G 赋能院前急救还处于探索实验阶段,随着生活水平不断提高,社会对急诊救治的要求越来越高。未来,在产业推进过程中,建议重点关注以下 3 方面工作。一是以医疗卫生与健康行业机构及专家为牵引者,引领跨行业融合创新,持续探索 5G、云计算、大数据、人工智能等技术与医疗卫生健康行业结合,以解决临床和急救行业痛点为核心,驱动创新发展。二是以产业链上下游参与者为推进者,加大投入共建 5G+ 医疗卫生健康的良性生态。医疗卫生健康产业上下游生态链、价值链复杂,需要各界共同发力,为院前急救网络、终端产品应用解决方案等各方面打下良好基础。三是构建 5G 医疗应用标准体系,尤其是在医疗健康行业,包括诊疗标准、医疗设备标准、急救流程标准等,增加 5G 和技术应用关联性。同时进一步强化 5G 产业基础,包括 5G 急救车医疗专用设备终端的芯片、

模组、通信协议、安全接口等方面,构建医疗健康领域 5G 产业技术集群。

5 结语

5G 技术与院前急救的结合将进一步促进院前急救数字化建设,推动医疗行业发展,提升远程医疗服务能力、优质医疗资源可及性和整体效率。同时,医疗机构、通信运营商、设备制造商、服务提供商等各方继续携手,打造合作共赢新生态,共同助力智能院前急救健康高质量发展。

参考文献

- 1 徐玲玲,徐婷婷.“互联网+”背景下智慧医疗应用现状研究[J].智能计算机与应用,2020,10(1):207-210.
- 2 郭程,俞晔,谢仁国,等.5G 智慧医疗院前急救模式探讨[J].中国卫生质量管理,2021,28(1):61-63.
- 3 黄柳.5G 医疗应用的“鼓与呼”[J].中国医院院长,2019,336(1):24-26.
- 4 陈瑞霖,张宁宁,姜俊,等.国内外院前急救发展现状及启示[J].中华灾害救援医学,2021,9(11):1347-1350.
- 5 GEE T H. Establishment of a communitywide EMS first - responder program [J]. Journal of health management, 2007, 52 (3): 206 - 210.
- 6 严敏怡,王燕.院前救护中加强院前急救护理管理的应用效果分析[J].国际医药卫生导报,2022,28(11):1539-1542.
- 7 周昀,李为民.5G 时代医疗服务模式变革趋势探讨[J].华西医学,2019,34(12):1331-1334.
- 8 张志锋,钱文雄,解炯,等.突发公共事件背景下国内外院前急救管理比较及启示[J].中华灾害救援医学,2022,10(6):323-329.
- 9 黄丽保,刘菁,洪建芳,等.智慧急救系统在院前急救护理质量控制中的应用[J].福建医药杂志,2021,43(4):177-178.
- 10 刘远聪,董康然,沈鉴,等.基于移动互联网技术的数字化院前急救管理平台研究与开发[J].中国数字医学,2016,11(8):79-81.
- 11 胥婷,崔文彬,于广军.我国智慧医院建设现状及发展路径[J].中国医院,2020,24(3):1-3.
- 12 罗自然,林洁尘,严静东.5G 技术在急诊急救场景的探索和实践[J].中国信息化,2021(8):29-31.
- 13 张晓丽,李超红,侯旭敏,等.基于改善患者就医体验的智慧医院建设实践[J].中国医院,2018,22(4):62-64.
- 14 陆显安.5G 应急救援系统 让患者“上车即入院”[J].上海信息化,2021(3):28-31.
- 15 陈丹,肖羽,胡翔,等.多接入边缘计算在医疗行业中的应用[J].信息技术与标准化,2021(4):10-14.
- 16 陈凯.基于云网融合的 5G 切片专网技术方案及应用[J].电信科学,2022,38(7):166-174.
- 17 张茂,李强,张旻海,等.积极拥抱 5G 时代,助力急诊学科发展[J].中华急诊医学杂志,2019(10):1179-1182.
- 18 林亚忠,许敏,陈加强,等.双向可视化视频在 120 院前急救系统中的应用[J].中国数字医学,2014,9(8):42-45.
- 19 孔祥溢,王靖,方仪.5G 网络技术在医疗领域的应用前景[J].医学信息学杂志,2019,40(4):21-24.
- 20 郑洁莹,张丽伟,邓超.5G RB 资源管理及 QoS 调度策略在方舱应用的验证与建议[J].移动通信,2022,46(8):99-105.
- 21 张梦馨,纪浩.基于 5G+ 的智慧急救医疗服务体系构建研究[J].医学信息学杂志,2022,43(5):61-66.

欢迎订阅 欢迎赐稿