

T

团 体 标 准

T/CI 211-2023

复杂（灾害）场景下的 5G+航空医疗 救援方案

5G+aviation medical rescue plan in complex (disaster)

scenarios

前 言

本文件按 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由深圳大学总医院提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：深圳大学总医院、天津大学、中国移动通信集团广东有限公司深圳分公司、重庆大学、广东医通软件有限公司、深圳迈瑞生物医疗电子股份有限公司、深圳市东部通用航空有限公司、汕头大学医学院第二附属医院、科创引领（北京）国际科技中心。

本文件主要起草人：韩伟、姬忠良、候世科、樊豪军、范斌、黄丹妮、王骏超、李媛婷、陈长根、李翔、李琴、李壮、邓傲、杨乐、黄铿、卢加发、赵芳萱。

本文件为首次发布。

复杂（灾害）场景下的 5G+航空医疗救援方案

1 范围

本文件规范了《复杂（灾害）场景下的 5G+航空医疗救援方案》的质控标准，包括医学术语与标准术语及内部标识符的应用等。

本文件适用于医疗机构及研究机构等救援组织的设计、研发和管理，医务人员、其他相关领域可参考使用。

2 规范性应用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB/T 35295-2017 信息技术 大数据 术语

GB/T 39725-2020 信息安全技术 健康医疗数据安全指南

WS/T 451-2014 院前医疗急救指挥信息系统基本功能规范

WS 387-2012 临床常用急救操作技术

3 术语和定义

3.1

质量控制

为达到规范或规定对数据质量要求而采取的作业技术和措施。

3.2

内涵质控

数据集特征数据元的内涵质控至少包括完整性、准确性、合理性、规范性、唯一性和更新及时性原则中的一种或多种。

3.3

医学俗语

群众所创造的医学相关俗语，并在群众口语中流传，具有口语性和通俗性的语言单位，是通俗并广泛流行的定型的语句，简练而形象化。反映人民生活经验和愿望。

3.4

别称

与常用名称同为官方正式名称的其他名称。

3.5

标准医学术语

术语来源公认等级：指南-行业共识-专家共识-文献

3.6

标识符

本标准中的标识符是指由字母、小数点和数字组成的字符序列,用于标识唯一的数据元。

4 范围

复杂（灾害）场景通俗地讲就是除日常场景下医疗救援，像地震、台风、海啸等特种灾害事故的应急医疗救援。在 5G+航空医疗救援方案中，可能涵盖的日常场景范围包括但不限于可预见的情况。

- ① 地震、海啸、台风等自然灾害导致基础设施：供电设施（如电塔、电线杆、电力变电站）、通信设施（如电线杆、通信基站）造成损害和地面交通设施（如高速路、桥梁、隧道等），导致停电、网络中断和道路中断。
- ② 交通事故、群体灾难事件等发生在极端天气，并导致基础设施受损：例如，暴雪、冰冻等极端天气条件可能会对电力线和通信线路造成损害，导致停电和网络中断。
- ③ 战争、恐怖袭击等事件，造成人员伤亡外，电力线和通信线路造成损害，导致停电和网络中断。
- ④ 非常规地点的救援，登山、徒步旅行或其他户外活动中，无电源及网络信号的救援。

5 缩略语

5G:5th Generation Mobile Communication Technology, 第五代移动通信技术

CPE: Customer Premise(s) Equipment, 客户端设备

6 质控标准范围

6.1 5G 临时专网建设

如果灾害发生后的灾区出现三断（断电、断网、断路）复杂环境，启动基于 5G 应急通信车+系留式无人机平台快速组建的 5G 应急通信网络，提供灾区一定范围内高可靠、低时延的通讯传输方案。陆面急救车采用大范围覆盖的 2.6 GHz 采用切片技术逻辑隔离带宽，保障急救车出诊的视频、数据回传；低空域 4.9 GHz 独立专网覆盖，减少与陆面 2.6 GHz 干扰，为救援直升机搭建起飞/降落、持续飞行两种不同覆盖场景。实现利用 5G 技术将院内急诊，与院外急救车、医疗救援直升机形成无缝衔接的整体，实现“上车/机即入院”及院前院内诊疗一体化，为病人争取更大生机。5G 技术的高速、低延迟特点，使得监控画面清晰且实时性强，有助于救援中心对现场情况进行精确评估，还可支持救援人员与现场的语音、视频

通讯，便于现场指导和协同。

6.2 5G 机载设备准备

首先，需要配备支持 5G 网络的设备，如高清摄像头、生命体征监测仪等，以及具备 5G 网络传输功能的通讯设备，如 5G-CPE、5G 天线、便携电源等。

应用场景

① 灾害预警。通过直升机上安装的高清摄像头，可以对救援现场进行全方位、高清晰度的实时监测，并结合气象数据进行实时预警和应对措施。

② 远程诊断。利用直升机上的生命体征监测仪和高清摄像头，医疗专家可以通过 5G 网络实时远程监测患者的生命体征和情况，为救援现场提供精准、及时的医疗诊断和指导。

③ 通讯协调。5G 网络可以提供高速率、低时延、大连接的通讯支持，可以实现救援现场与医院、专家、指挥中心等之间的高效、稳定的信息传输和协调。

④ 无人机搜救。结合 5G 技术和直升机搭载的无人机，可以在山区、水域等人迹罕至的地方进行高效、准确的搜救工作。

6.3 5G 信号中断等应急处理

6.3.1 备用通信手段

在没有 5G 信号覆盖的情况下，医疗团队和救援人员具备备用通信手段，如卫星通信、无线电通信或其他无线通信技术，以保持联系。

采用便携式卫星站，在救援现场架设与卫星的通信并连接便携式 5G 基站，则救援现场可以释放出 5G 网络信号，为救援设备提供 5G 网络接入。

6.3.2 离线数据存储

医疗数据的离线存储解决方案是至关重要的。在没有网络连接时，可以存储和传输重要的医疗数据，以便医疗人员能够在后续的网络连接中访问和分析数据。

6.3.3 北斗或 GPS 的飞行定位

在没有 5G 信号的情况下，切换 4G 网络接入的方式确保飞行器配备的北斗或全球定位系统（GPS）设备位置信息实时上传。北斗及 GPS 具有本地存储的方式，缓存位置信息，待信号重连后，可以缓存位置推送指挥中心，实现飞行位置信息的更新。

6.3.4 预案和紧急处理程序

航空医疗救援团队拥有详细的训练和紧急处理程序，以处理无法通信或无法导航的情况。这些程序应包括如何处理紧急医疗情况，如何向地面救援团队发出紧急信号以获得支援等。

6.3.5 地面支援团队

在没有 5G 信号的情况下，地面支援团队仍然可以提供协助和指导。确保航空医疗救援团队能够与地面支援团队保持联系，并在需要时接收指导。

6.3.6 备用电源和设备

确保飞行器和医疗设备具备备用电源，以处理电力故障情况。

6.4 灾害的现场处置

通过空中飞机+地面救护车进行救援队的投送，医疗救援人员进入灾区后，在救灾部门救生人员支持帮助下，首先搜寻、集中伤员，然后检伤分类，先重后轻，现场抢救，及时转送。通过 5G 设备与后方医院进行实时连线监护，后方医院能获得前方最新的资料，指导灾难时抢救工作。救援队全面负责灾害的救治，队伍到达现场后立即展开分组，搭建帐篷临时医院，安全员进行灾害中心区探查，医疗救援随后进入中心区进行急救。

6.4.1 检伤分类

面对大量伤员，必须对伤员的轻重缓急按照国际统一的标准进行检伤分类：分别用黄、红、绿、黑四种颜色，对轻、重、危重伤病员和死亡人员做出标志。以便后续救治辨认或采取相应的措施。以保证危害伤员及有抢救价值的伤员优先得到抢救，一般伤员得到及时治疗。

6.4.2 紧急处理伤员

重点工作是分出危及生命需要紧急处理的伤员，如需要采取 CPR、抗休克和紧急手术的伤员；其次是安排清创术和其他手术次序，随后是分出需要留治的轻伤员。必须全面考虑伤员损伤的程度和需要治疗的轻重缓急，确定其主要伤害，分送到各有关救援部门处理。

6.4.3 早期救治原则

呼吸道梗阻和窒息、心脏骤停，是灾害最多见危及生命的急症。早期处理原则是：保护颈椎、清除伤员呼吸道异物、血块、粘痰和呕吐物，保持呼吸通畅，口咽管通气，必要时气管插管。心跳、呼吸骤停伤员，评估现场环境及资源，及时进行 CPR，要尽早气管插管及呼吸机辅助呼吸。

6.4.4 救治创伤性休克伤员

(1) 对创伤性休克伤员采取平卧位或头略低位，保持呼吸道通畅；有创伤、出血应立即采取止血等处理。建立静脉输液通道，快速补充血容量（明显失血者应立即输血）。如内脏出血要剖腹探查止血；待血压平稳和全身状态好转时，优先后送。

(2) 出血是造成创伤性休克的主要原因，现场早期可根据不同情况采取加压、填塞或上止血带等法止血。上止血带后要做出明显标记，记录上止血带时间，如无敷料，可选用干净的毛巾、手绢将伤口扎紧。伤口的创面要紧早包扎，以免再污染；重伤肢体要加强固定，

以减少继发性损伤和止痛，并与合理的搬运。凡是骨折、关节损伤、大面积软组织损伤者均应予以临时固定。凡开放性骨折，断骨外露者，不能在现场随便整复或将断骨复位，以防止造成严重的感染。在现场只需作局部包扎固定，然后运送。固定器材可以是制式，也可就地取材，如树枝、手杖、雨伞、木棍等。找不到固定物时，大腿骨折的固定，也可用健肢作为固定，如左大腿骨折时用右大腿做固定。

(3) 完全性饥饿病人被困时间长，精神紧张，体力大量消耗、代谢紊乱、血压下降。可给与静脉输液、保温、吸氧和适当的热饮内服，在严密观察下后送。

(4) 对挤压伤员，应尽快解除压迫，伤肢不应抬高，避免活动，对能行走的伤员应限制活动，不应热敷、按摩伤肢，以防加重肢体缺氧。肢体禁用加压包扎或止血带。病人口渴者，可给予碱性饮料，及时运送。

6.5 传输医疗数据

在现场救治过程中，医疗团队会利用携带的便携式医疗设备监测伤者的生命体征，如心电图、血压、血氧、呼吸等。通过 5G 技术，这些数据可以实时传输至救援中心和接诊医院。实时传输的医疗数据有助于远程的医护人员提供更准确的诊断和治疗建议，同时也为后续转运和救治提供重要参考。

6.6 航空器返回和患者转运

灾害发生后，伤员多，伤情复杂，就地医治有很多难以克服的困难，急需通过不同运输手段，将伤员分散到外地进行转运治疗。因此，有必要成立转运小组，全面负责伤员的转运，

分级别进行转运：1、紧急重要患者：需要紧急救命、保留肢体、颅脑损伤、评估病情有恶化趋势立即转运。2、紧急优先患者：病情可控，医疗条件不足，仍需尽快转送，12—24 小时内尽快转运。3、非紧急患者：常规 72 小时内转运。转运中，通过 5G 设备与后方医院进行实时连线监护，后方能获得前方最新的资料，指导转运工作，同时为接收伤员做好充分的准备。要严密观察病情，安全护送到目的地。

在现场救治完成后，医疗团队会将患者安置在机内，并确保其生命体征稳定。在返回过程中，医疗团队会继续对患者进行空中救治，如维持气道、输液、药物治疗等。持续监测患者的生命体征、视频等，并通过 5G 技术实时传输至应急中心和接诊医院。这有助于医院提前了解患者状况，为进一步救治做好准备。

7 救援总结与反馈

7.1 救援总结

救援结束后，直升机航空医学救援团队、医院医疗团队以及救援调度中心将召开总结会议，对本次救援行动进行详细回顾。会议内容可能包括：救援行动的整体进展和结果，救援团队和医疗团队的协同情况，5G 技术在救援过程中的应用效果，现场救治、空中救治及医院治疗的效果评估，患者康复状况及后续治疗计划。

7.2 优点与不足分析

通过对救援行动的总结，各部门可以发现本次救援过程中的优点与不足。优点可能包括快速响应、高效协同、准确诊断等；不足可能包括信息传递延迟、现场救治措施不足、资源调度不当等。对优点与不足的认识，有助于提升未来救援行动的效率和质量。

7.3 提出改进措施

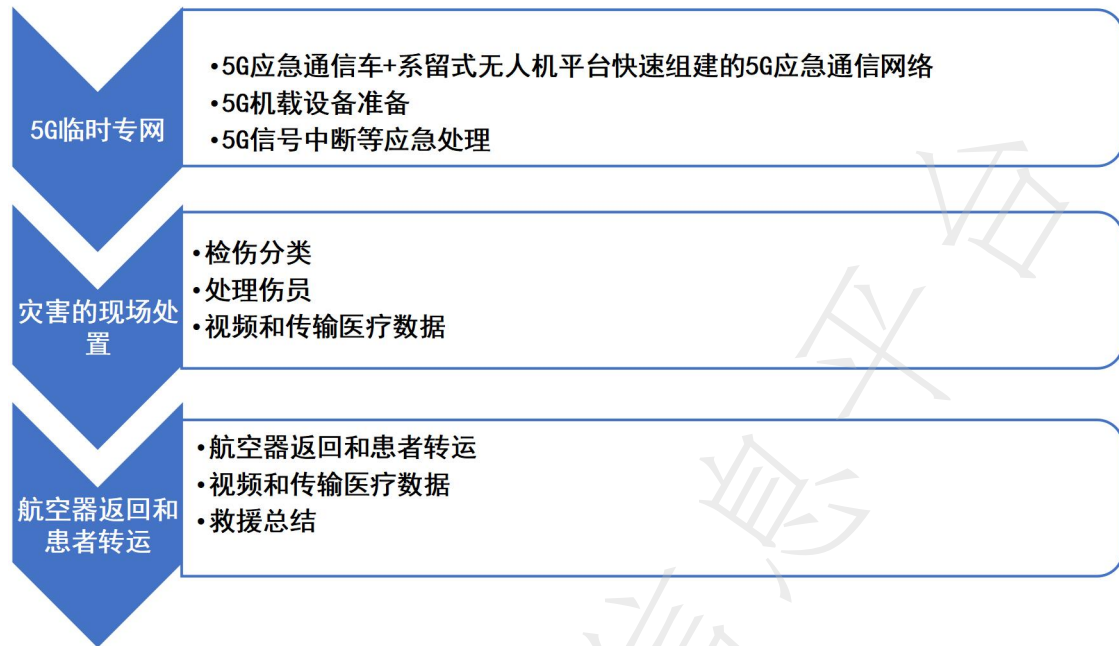
根据总结和分析，各部门可以提出具体的改进措施，以优化救援流程、提高救援效率和救治成功率。这些改进措施可能包括：加强救援团队和医疗团队之间的协同培训，提升 5G 技术在救援过程中的应用能力，完善现场救治、空中救治及医院治疗的技术和设备，优化救援调度中心的资源配置和指挥能力。

7.4 持续优化救援方案

(1) 通过对救援总结与反馈的认真对待和执行，各部门可以不断优化救援方案，提高救援行动的效率。同时，通过持续学习和改进，有助于提升直升机航空医学救援团队在应对各类紧急事件中的专业能力和救治水平。

(2) 通过 5G 技术赋能的直升机航空灾害救援方案，实现了紧急救援的快速响应和高效协同。全程实时监控和数据传输确保了患者得到最佳救治，提高了救治成功率。总结与反馈环节促使各部门持续优化救援方案，提升救援质量。这一流程展现了现代科技在紧急医疗救援领域的巨大潜力，为救死扶伤提供了有力支持。

8 流程图



9 具体指标

9.1 信号强度

衡量在不同条件下,包括 5G 覆盖和非 5G 覆盖区域,通信设备接收 5G 信号的强度, ≥ -100 dB 为可接入网络强度。

9.2 数据传输速度

在 5G 覆盖区域和非 5G 覆盖区域内,测量医疗数据的实时传输速度,以确定 5G 的高速性能。5G 上行速率 ≥ 2 Mbps 为视频传输可用带宽速率; ≥ 500 Kbps 为 5G 除颤仪等医疗设备传输可用带宽速率; ≥ 30 Kbps 为定位导航可用的传输带宽速率。

9.3 紧急救援响应时间

记录从接收紧急呼叫到医疗团队到达事故现场的时间,以评估救援效率。

9.4 离线数据存储和恢复时间

测量数据离线存储和从离线状态恢复的时间,以确保即使在无 5G 信号的情况下也能够快速存取数据。

9.5 备用通信成功率

测试备用通信设备(如卫星通信或 VHF/UHF 无线电)的成功连接网络发送数据包。以发送数据包的丢包率 $\leq 5\%$ 为可用网络连接。

10 验证案例

10.1 案例介绍

深圳大学总医院同深圳东部通航有限公司于2019年3月签订了航空医疗救援协议。2019年至2022年共同举办了4次航空医疗救援演练，其中2022年8月22日航空演练首次采用5G专网接入，实现航空救援过程中远程视频会诊，生命体征数据回传、北斗高精度定位救援轨迹，首次在航空救援过程启用国产转运ECMO直升机转运。2019年11月至2023年3月共7次特色航空医疗救援实战。

案例一

深圳驴友登梧桐山不慎坠落7米深悬崖，航空医疗救援来助力

时间：2022年11月21日 中午

事件：深圳梧桐山盐田河有一驴友登山不慎坠落7米深悬崖，怀疑有脊柱及胸部等受伤，请求直升机救援，直升机于海拔483米山涧处发现被救人员，由于地形复杂，巨石成堆，直升机悬停，绞车吊运医护人员及患者，途中医疗PAD通过视频连接深大总院急诊科管理大屏，与医院候诊医生实时视频沟通指导治疗，并通过5G网络将机上的生命体征监护仪信息同步医院大屏，图像清晰，视频输出流畅、稳定。病人安全转运至深圳大学总医院。

意义：高难度、高风险、山地搜救、直升机助力医疗救援深。

链接：<https://baijiahao.baidu.com/s?id=1750391025131414765&wfr=spider&for=pc>

案例二

多方联动，跨越山海，生命时速，成功空中救援

时间：2023年3月12日下午3时

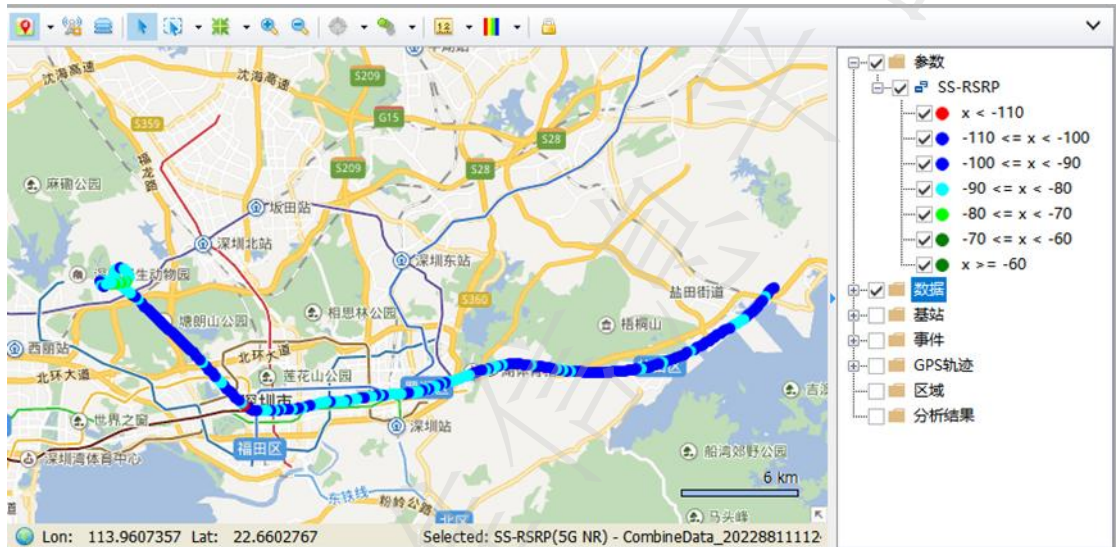
事件：深圳市大鹏新区某海崖发生的一起驴友徒步坠崖事故，同时由于近海风大不适宜通过悬吊方式救援该患者，所以直升机机长觉得降落在临近事发地的海滩进行救援。患者被初步诊断为重型开放性颅脑损伤，全身多处骨折，牙脱位，下唇贯通性裂伤，创伤性湿肺等，直升机救援队在接到患者后，途中医疗PAD通过视频连接深大总院急诊科管理大屏，与医院候诊医生实时视频沟通指导治疗，并通过5G网络将机上的生命体征监护信息同步医院大屏，图像清晰，视频输出流畅、稳定，将患者送至深圳大学总医院急科，医院多学科团队为患者进行了快速诊治后转入重症医学科进行就诊，患者生命体征平稳

链接：事发深圳！驴友坠崖，多方联动直升机救援，为生命接力！_腾讯新闻
<https://new.qq.com/rain/a/20230315A0AB0K00> (qq.com)

10.2 5G 网络

全国首次采用4.9 GHz基站，调整常规俯角覆盖方式，采取仰角-30°地对空域覆盖。项目选取了起飞点（深大总院直升机场基站）、华强北区域（深圳市·华强电子世界）、莲

花山区域（深圳市·博物馆）三个区域各一个宏基站小区进行改造，如下图所示。为医疗救援直升机 300 米高空提供覆盖，经过 2 次飞行测试，在选址区域 300 米高空可以得到一均值 -90db -80db 的信号，医疗监护设备、视频均能回传，时延 48ms；飞行高度爬升至 400 米（莲花区域）空域则无法接收到 5G 信号



项目整体测试数据形成中期信号覆盖交付报告

10.3 5G 模块创新研发上市：

迈瑞 5G 插件式模块正式上市发布：互联网接入，即插即用。监护仪插入 5G 模块即可实现与中心监护系统通过互联网的连接，并向下兼容 4G 网络不再需要外置 4G/5G 路由器。即插即用，灵活便捷。



5G 模块监护仪

10.4 院外远程协助急救系统创新

以 5G 通信核心技术为基础，通过建立急救场景下的多生命体征采集与传输，将院外急危重症患者的信息在第一时间传输到医院急救专家组或 MDT，为院外急救人员提供诊疗方面

的技术指导,破解院外急救人员在急危重症患者救治经验不足、处置不及时难题,实现“上车/上机即入院的目标”,从而提高急危重症患者的诊治效率。

10.5 救援直升机采用定制频段的机载天线,对5G专网频段以外的信号有显著的消除干扰能力。

救援直升机的5G机载终端与低空5G专用基站连接,使用4.9GHz专网频段,5G专用基站采用大规模天线(Massive MIMO)、波束成形技术(Beamforming),减小下行干扰;并采用Numerology和BWP等新空口技术,并且地面和空域采用不同的BWP资源,从而减少空地间的干扰,提高救援直升机空中移动性管理能力。能够实现高度300米以内,水平距离5公里半径的5G信号覆盖和精确定位。能提升急救中心指挥能力和救援直升机救援速度,实现真正的院前急救区域协同。

10.6 DG-M20系留式无人机系统

最大飞行高度为200米,最大净载荷为15公斤,是专门为通信基站设备设计的一种系留无人机系统。在自然灾害或战时破坏下,通信基站无法正常提供通信接入服务,可采用中国移动与华为联合完成的“无人机5G高空基站应急通信”组网方案,将64R64T的AAU设备搭载在固定翼无人机上,光纤拉远可达10公里接入就近的BBU站点。2020年年初经验证,高空无人机基站飞行200米高空时覆盖能力超过6.5公里。团队通过无人机实现5G高空临时组网能满足深圳大学总医院所管辖的急诊救治范围内,急救车出诊或急救现场5G网络接入需求。DG-M20系留无人机系统搭载通信基站设备能够形成应急通信解决方案,创建临时的基站塔,可大大提升应急基站的通信覆盖范围,能够在通信中断的情况下快速恢复远距离的通信覆盖,可广泛应用于冰冻雨雪和地震洪水等应急恢复通信的场景及其他需要增强信号覆盖的大型活动中。

10.7 5G除颤监测仪

是为急救场景专门设计的便携式监测仪,可以解决急救最后100米现场病患体征信息采集,并通过现场5G信号进行回传。5G除颤监测仪是一个结合了5G技术的医疗创新。它是一款专为急救场景设计的便携式设备,能够迅速且准确地采集病患的体征信息,包括心律、血压、血氧饱和度等关键指标。这种设备的主要优势在于其能够在危急时刻快速、准确地获取病人的健康数据,使医务人员能够在最短的时间内做出最有效的治疗决定。该设备的设计目标是解决最后100米的急救难题,即在紧急情况下,如何在最短的时间内将患者的体征信息准确地传送到医护人员手中。5G除颤监测仪采用了先进的生物信号采集技术和5G无线传输技术,能够在几秒钟内将数据传输到医疗团队,从而为他们提供及时、准确的信息,以便

进行正确的医疗决策。此外，5G 除颤监测仪既可以在现场采集并传输数据，也可以通过 5G 网络实时接收远程医疗专家的诊断和治疗指导，使得紧急救援过程中，无论在哪里，医护人员都能够获取到最准确、最实时的专业指导。这极大地提高了紧急救援的效率和成功率，同时也大幅度提升了救援过程的安全性。5G 除颤监测仪的出现，正是 5G 技术在医疗领域应用的一个典型例子，展示了 5G 技术如何帮助我们解决实际问题，提升医疗服务的效率和质量。

10.8 成果





参考文献

- [1] McClure, Megan Reilly, et al. The role of public health in disaster preparedness and response[J]. Disaster Medicine and Public Health Preparedness, 2016, 10(1):6-13.
- [2] Stelfox, Heather, et al. Using drones for medical emergencies: Opportunities and challenges[J]. Frontiers in Public Health, 2021, 9:624719.
- [3] 李明, 王晓伟, 张涛. 医疗救援中 5G 网络的应用及应急处理[J]. 中国医疗设备, 2022, 37(3): 7-10.
- [4] 李明, 王晓伟, 张涛. 基于 5G 的应急通信网络建设方案[M]. 北京: 人民邮电出版社. 2022.
- [5] Larsson, Erik, Ingrid. Disaster healthcare and ICT systems-improving national resilience[J]. Journal of Health, Population and Nutrition, 2017, 35(3): 279-287.
- [6] 张涛, 陈宇, 王晓伟. 5G 信号中断对医疗救援的影响及应对策略[J]. 中国医疗设备, 2020, 35(11): 13-16.
- [7] 郑世超, 王晨, 张丽丽. 航空器出动与医疗团队上机的协调与应急处理[J]. 中国航空医学杂志, 2021, 31(3): 19-22.
- [8] 张涛, 陈宇, 王晓伟. 5G 技术在灾害救援中的应用及案例分析[M]. 北京: 电子工业出版社. 2020.
- [9] 钱卫忠, 管佳斌, 沈伟. 灾难事件中批量伤员院前检伤分类的探索[J]. 医药前沿, 2017(4). 2095-1752.
- [10] 冯平. “院前急救预案”在灾难事件中的作用——1.12 盐城招商场特大火灾院前急救回顾[J]. 中华急诊医学杂志, 2000, 9(5):336-337.
- [11] 李明, 赵丽, 张琳. 灾害现场医疗救援的现状与对策[J]. 中国急救医学, 2020, 40(7), 573-576.
- [12] 张琳, 李明超. 灾害现场医疗救援手册[M]. 北京: 人民卫生出版社. 2018.
- [13] Lu J, Wang X, Chen L, et al. Unmanned aerial vehicle-based intelligent triage system in mass-casualty incidents using 5G and artificial intelligence[J]. 世界急诊医学杂志(英文), 2023, 14(4):273-279.

[14] 卢加发, 钟宛静, 韩伟. 急诊医学医患共同决策中的博弈分析[J]. 医学与哲学, 2023, 44(2):21-2.

[15] 王晨, 郑世超, 张丽丽. 5G 技术在紧急救援组织与协调中的应用. 中国航空医学杂志, 2021, 31(3): 19-22.

全国团体标准信息平台