

基于智慧血站建设的“空地一体”应急供血服务模式研究

——周容容 张 胜 刘永梅 温李花 张 健

【摘 要】 针对传统地面救护车送血时效性难题,深圳市宝安区中心血站融合多旋翼无人机、RFID、GPS、GIS 等技术,建立了“空地一体”智慧应急供血服务模式,保障了急救供血的及时性,开创了“平战结合”的应急供血新思路,丰富了智慧血站建设内涵。

【关键词】 应急供血;无人机;血液质量;智慧血站

中图分类号:R197.6;R331.1

文献标识码:B

Research on the "Air—Ground Integrated" Emergency Blood Supply Service Model Based on the Construction of a Smart Blood Station/
ZHOU Rongrong, ZHANG Sheng, LIU Yongmei, et al. //Chinese Health Quality Management, 2025, 32(4): 85—87, 91

Abstract In response to the timeliness challenges of traditional ground ambulance blood delivery, the Baoan Blood Center of Shenzhen has integrated multi-rotor unmanned aerial vehicle, RFID, GPS, GIS, and other technologies to establish an "Air—Ground Integrated" smart emergency blood supply service model. This model ensures the timely delivery of emergency blood, pioneers a new approach to emergency blood supply that combines peacetime and wartime preparedness, and enriches the connotation of smart blood station construction.

Key words Emergency Blood Supply; Unmanned Aerial Vehicle; Blood Quality; Smart Blood Station

First-author's address Baoan Blood Center of Shenzhen, Shenzhen, Guangdong, 518101, China

深圳市宝安区中心血站负责深圳市宝安区及光明区 27 所医疗机构的血液供应任务。目前,临床用血运输基本采用公路运输^[1](地面救护车或血液运输专用车运输)。因宝安区地理形态狭长,南北跨度较大,如位于光明区的中山大学附属第七医院距离血站 40 km,救护车取血来回至少 2 h 以上。在城市交通拥堵日益加剧,尤其在突发事件或临床紧急用血情况下,传统血液运输方式的时效性难以得到保障,应急用血面临严峻挑战^[2]。为提高临床用血的应急供给能力,同时响应宝安区人民政府对低空经济产业的发展要求^[3],血站尝试建立“空地一体”智慧应急供血服务模式,增加了多旋翼无人机空中送血通道,弥补了地面救护车送血时效性

的不足,提高了临床应急用血保障能力,建立了“平战结合”的应急供血服务模式。

1 研究背景

2022 年 1 月,国家发展改革委、商务部《关于深圳建设中国特色社会主义先行示范区放宽市场准入若干特别措施的意见》(发改体改〔2022〕135 号)指出,支持深圳市在宝安区建设海陆空全空间无人系统管理平台,进行无人驾驶航空器的飞行管理试点。2022 年 4 月,《深圳市低空经济发展工作重点任务事项清单》明确提出,在医疗救援和短途运输等场景中扩展通用航空的应用。在国家、深圳市大力发展低空

经济产业的政策推动下,宝安区人民政府与深圳市顺丰(丰翼)科技有限公司开展战略合作,大力推广低空经济无人机产业,尝试将无人机送血作为推动低空经济产业的试点,为“空地一体”智慧应急供血服务模式的建立提供借鉴。

近年来,多旋翼无人机技术得到了快速发展,已广泛应用于消防^[4]、海防^[5]及医疗^[6]等领域。2021 年 3 月,浙江省血液中心首次开通多旋翼无人机送血航线并试飞行^[7]。2022 年 1 月,罗湖人民医院集团成功利用多旋翼无人机运送医疗检测样本,实现了 13.5 km 13 min 快速响应,显示了多旋翼无人机在医疗紧急响应中的高效能和实用性^[8]。深圳市作为无人机技术发展

较为先进的城市之一,拥有完整的产业链和技术支撑。无人机技术的日益成熟,为探索和推动常态化无人机送血提供了技术支撑。

2 “空地一体”智慧应急供血服务模式

2.1 流程梳理

无人机送血的血液管理过程涉及医院输血科下订单、订单评审、血液出库、血液装箱、血液运输、无人机飞行监测、医院输血科血液接收入库等环节,同时明确了关键环节及控制点,见图 1。

2.2 主要内容

“空地一体”智慧应急供血服务模式主要涵盖血液紧急出库管理、无人机血液装载管理、无人机运输、血液交付用血单位 4 大部分共计 10 个小项内容,见图 2。

2.3 无人机飞行和管理

无人机飞行和维护具有较强的专业性,而血站工作人员尚不具备相关技能,故由企业人员全权负责相关工作,包括无人机送血方案设计、飞行航线申请、无人机机场和飞行控制中心建设、无人机飞行控制及日常维护等。无人机起降场地建设要求一块 10 m×10 m 平整硬质场地,附近高点处(一般为楼顶)各架设一个无人机信号通信基站(确保无人机超视距飞行下的及时通信)、一块视觉布(引导无人机识别降落)。无人机飞行控制中心包括操作室、设备储备室。操作室配备装载无人机飞行管理系统的电脑,一名机长负责无人机任务规划、空域协调、飞行报备、应急处置等统筹协调任务,常驻一名地勤人员负责无人机装载、电池更换、无人机维护

和安全警戒等任务。设备储备室用于无人机存放、电池充电、电池更换,同时配备消防、起降场监控系统,符合消防规定。无人机在起飞前进行全面系统检测,确保通信、导航和动力系统无误。无人机飞行中,通过 GPS 和导航工具确保航线准确性,并实时监控气象条件和飞行环境,具备自主避障能力,确保血液安全。

2.4 血液运输过程管理

血站负责血液运输全过程管理,包括医院输血科订单评审、血液出库、无人机送血订单发起及确认、血液装箱、血液入库确认等。深圳穿越科技有限公司负责采供血业务信息系统的升级和改造,血液运输信息模块新增无人机配送模式,确

保血液运输和交接等全过程形成闭环,实现全过程可追溯。无人机送血的血液交接和飞行装载由丰翼公司人员负责,但必须通过血液运输知识培训并考核上岗。经过 6 个月的工作准备及飞行空载、飞行模拟试验,2023 年 3 月 16 日,血站至深圳市中西医结合医院和中山大学附属第七医院的首批两条航线正式开通,并首飞成功(图 3)。

2.5 血液运输过程质量与安全监测

不同血液成分对冷链温度具有不同要求,血液运输冷链温度是保证血液质量的关键。因此,血液运输过程的冷链控制需符合 WS 400—2023《血液运输标准》要求。该项目采用带 RFID 标签的专用无

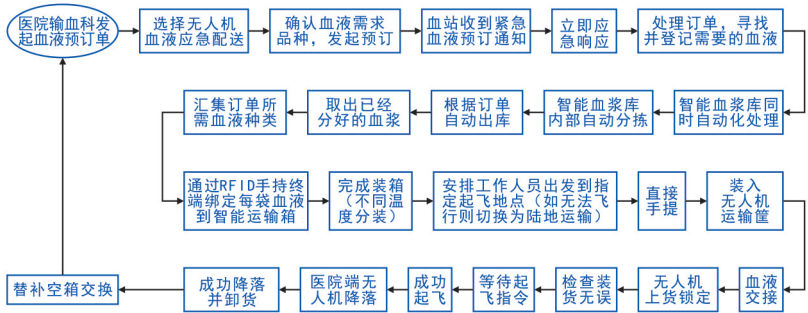


图 1 “空地一体”智慧应急供血服务模式全过程流程图

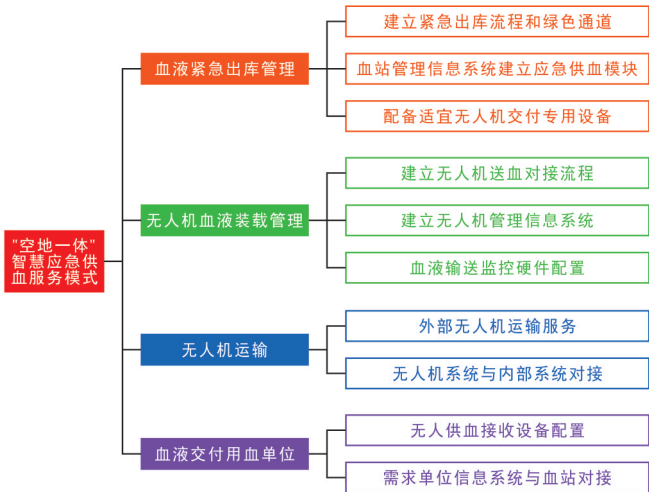


图 2 “空地一体”智慧应急供血服务模式建设架构图

人机血液运输箱,自带温度和湿度监测设备,每 30 秒自动采集一次数据,并通过 5G^[9-11]上传至无人机血液运输冷链监测平台。

血站利用 RFID、GPS、GIS 等数字技术与无人机飞行系统、血液入出库系统及血液运输冷链监测系统融合,建立无人机送血智慧监测平台(图 4),实现无人机送血服务全流程、多维度的实时监测和可视化,支持血液运输全过程的可追溯。

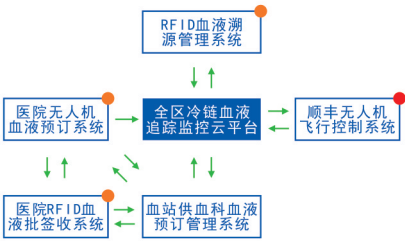


图 4 无人机送血智慧监测平台构架示意图

为了确保信息系统自身安全,血站建立专用 VPN 网络,采用数据加密技术,确保血液信息和个人隐私安全。严格的访问控制和多重身份验证机制,保证了只有授权人员才能访问相关信息。定期的安全审计和漏洞评估,有助于及时发现和修补潜在安全隐患。还配备了实时监控工具,能够迅速识别异常活动并触发报警机制。此外,建立了完善的数据备份与恢复方案,以确保在系统故障或数据丢失时能够快速恢复。

3 效益分析

“空地一体”智慧应急供血服务模式的实施,使紧急供血运输时间大幅度缩短。据统计,单程送血时间平均节约 25%~38%,双程送血时间平均节约 50%~70%,将紧急供血运输时间从原来的 2 h 缩短至不超过 50 min(表 1)。该模式突破了传统地面救护车或血液运输车送血时效性的限制,为患者救治赢得

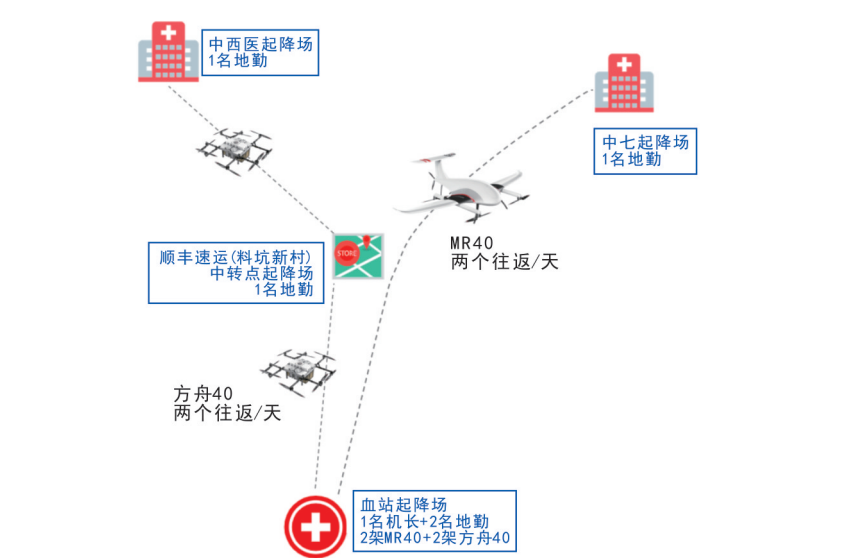


图 3 深圳市中西医结合医院和中山大学附属第七医院无人机送血示意图

表 1 无人机送血血液运输时长评估表

航路名称	运输方式	航程/km	最长航时/min	单趟运载能力/kg	飞行架次/架次	每天运输能力/kg
血站—中山七院	单机飞行	29	45	10	12	30
血站—中西医结合医院	单机飞行	27	46	10	4	10

了宝贵时间,提高了临床抢救用血保障能力,提升了急危重症患者的医疗救治成功率。

4 讨论

在大力发展低空经济产业的背景下,深圳市宝安区中心血站是全国第一家常态化开展多旋翼无人机送血的试点单位。无人机作为一种创新的应急响应运输工具,将之应用于供血服务,提高了公共卫生紧急事件的反应速度。当发生大规模事件或自然灾害时,地面交通可能受阻,无人机则可以快速越过障碍,将救命的血液安全送达需要的地点^[12-13]。这种“平战结合”供血模式的响应能力是传统应急服务所不及的。该模式突破了传统地面送血时效性难题,创新了应急供血模式,提升了应急能力,提高了临床抢救用血的及时性,为城市医疗应急救援、突发公共卫生事件处置、建立空

中血液救援网提供了解决方案。同时,该项目整合了政府卫生健康部门、血站、医院、企业等多方资源,融合了 RFID、5G、GPS、GIS 等多项数字技术,建立了无人机送血智慧监测平台,实现了无人机送血全过程的实时监测和可追溯,为智慧血站建设提供了新思路。

但该模式也存在一些局限。第一,现行无人机运载能力不足,航程较短^[14]。该项目采用深圳丰翼科技方舟 40 多旋翼无人机,运载 10 kg,航程 20 km,存在血液运载能力有限和航程受限的短板,需要进一步提升或改进。第二,无人机送血成本相对较高。根据血站实际飞行测算,每架次飞行成本约为 360 元~420 元^[15]。飞行成本高的主要原因是低空交通网络不健全,无人机产业尚未得到广泛应用。随着低空经济产业的不断普及,空中交通运输网络的不断完善,无人机机场站点

(下转第 91 页)

源。此外,工作专班不会过于注重组织程序,这使其能够根据血液库存、团体对接、临床需求、资源保障、任务时序进度完成情况等,及时调整采集策略,包括血液采集量、应急采集队伍应用与采集队伍出车人次、频率及工作时长等,从而灵活适应任务阶段性的变化。

综上,本次工作专班的设立实现了全站范围内人力资源的高效调配及复合型人才效能的充分释放,是组织形式的创新。专班的推进在满足中心质量管理体系要求的前提下,提升了采供血应急保障能力。未来,为满足血站高质量发展需求,

中心应持续健全复合型人才选拔、培训、考核、轮岗机制,搭建实操平台和实训基地,培养创新意识和管理能力齐备的血站复合型人才,同时建立激励机制,激励复合型人才持续学习和创新。此外,中心在评估总结工作专班成效的同时,还应重视现有应急保障体系的完善,思考如何将工作专班的运行机制、保障途径等临时性的应对策略转变为常态化的制度安排,持续加强采供血应急保障机制建设。

参考文献

[1] 苗 军,马宏伟,李建斌,等.应急

状态下血液联动保障策略[J]. 医药论坛杂志,2023,44(18):62—65.

[2] 刘佃雨,钟 涵,赵玉伟,等.突发事件下血液应急保障组织体系研究[J]. 中国卫生质量管理, 2023, 30(10):79—81,86.

[3] 李 婷.任务驱动与专班推进:地方弹性治理的一种实践逻辑——基于 B 市四类工作专班的案例比较[J]. 公共行政评论,2023,16(6):26—45,196—197.

通信作者:
傅雪梅:成都市血液中心主任
E-mail: xuemeifucdb@163.com

收稿日期:2024-09-20

修回日期:2024-10-09

责任编辑:吴小红

(上接第 87 页)

的不断增多,无人机送血成本将会下降至合理水平。第三,空中血液运输缺乏相应卫生行业标准。传统的地面血液运输已有较为完善的卫生行业标准,如 WS 400—2023《血液运输标准》,但鉴于无人机运输的高空特点,运输压强及振动强度与传统地面运输不同,对血液质量的影响有待进一步研究,相应运输标准也需要进一步研究和制订。

参考文献

[1] 周 俊,张艳春.血液运输研究现状[J]. 中国输血杂志,2019,32(4):313—316.

[2] 贺生梅.西宁“1.13”路面塌陷事件后采供血应急保障工作的分析与思考[J]. 临床医药文献电子杂志,2020,7(16):172—173.

[3] 深圳市宝安区人民政府办公室.印发深圳市宝安区关于促进低空经济产业发展若干措施的通知:深宝府办〔2023〕9 号[EB/OL]. (2023-07-29)[2024-07-15]. https://www.baoan.gov.cn/zxbs/zsy/zcy/content/post_10787002.html.

[4] 黄 青,宋永洁.高层建筑消防灭火中发挥无人机作用的探讨及建议[J]. 湖南安全与防灾,2023(10):45—47.

[5] 刘 勇,吕志浩,刘 琦.浅谈我国海防建设之无人机战略侦察[J]. 信息系统工程,2016(3):105,108.

[6] 高 盛.无人机应急医疗救援的前景浅析[J]. 中国应急管理,2024(5):78—81.

[7] 冯 双.用无人机运输血液!从浙江省血液中心飞至浙二滨江院区仅需 5 分钟[EB/OL]. (2021-03-24)[2024-07-15]. https://zjnews.zjol.com.cn/zjnews/hznews/202103/t20210324_22290641.shtml.

[8] 陈杏花.深圳罗湖用无人机速递核酸标本,800 管标本 13 分钟送达[EB/OL]. (2022-01-10)[2024-07-15]. <https://m.mp.oeeee.com/a/BAAFRD000020220110642520.html>.

[9] 潘 登,吴康乐,张淑贤,等.基于 5G 技术的血液冷链监控系统应用探讨[J]. 中国医疗设备,2022,37(10):92—96,127.

[10] 陈委娜,李大玮,杜 滨,等.基于智慧城市的智慧血液冷链管理系统的构建与应用[J]. 中国卫生质量管理,2023,30(2):90—92.

[11] 李大玮,陈委娜,刘 鹏,等.

基于智慧城市概念模型的智慧血液网建设与应用[J]. 中国卫生质量管理,2023,30(1):80—83.

[12] 党盼玉,王文婷,王 媛,等.重大突发公共卫生事件下保障临床输血安全的思考与展望[J]. 现代检验医学杂志,2021,36(3):151—153.

[13] MOHD DAUD S, MOHD YU-SOF M, HEO CC, et al. Applications of drone in disaster management: a scoping review [J]. Sci Justice, 2022, 62(1):30—42.

[14] 吴利强,刘 丹,邓崧峰.基于无人机的应急物流路径优化研究[J]. 物流科技,2024,47(18):86—90,177.

[15] ZAILANI MA, AZMA RZ, ANIZAI I, et al. Drone versus ambulance for blood products transportation: an economic evaluation study[J]. BMC Health Serv Res, 2021, 21(1):1308.

通信作者:
张 健:深圳市宝安区中心血站质管科主任
E-mail:158118823@qq.com

收稿日期:2024-08-30

修回日期:2024-10-17

责任编辑:吴小红