中山大学 中山眼科中心 ZHONGSHAN OPHTHALMIC CENTER, SUN YAT-SEN UNIVERSITY

全文收录于 Lighthouse Scholar

眼科学报

官网：journal.gzzoc.org.cn



doi: 10.12419/26011901
View this article at: https://doi.org/10.12419/26011901

• 标准探讨 •

飞行眼科医院医疗服务标准

陈惠珍[1]，王田甫[1]，张海峰[2]，王 明[2]，曹 晋[2]，杨杨帆[1]

(1. 中山大学中山眼科中心，眼病防治全国重点实验室，广东省眼科视觉科学重点实验室，广州 510060；
2. 中国飞龙通用航空有限公司，郑州 450041)

文章亮点

1. 关键发现

• 本文基于中国首例机上眼科手术实践，提出飞行眼科医院“空中医疗平台-地面支撑体系”的协同运行框架，明确飞行眼科医院、地面基地医院及属地筛查等关键参与方的角色、职责与协作流程；构建覆盖术前评估与准备、机上手术执行、术后交接与随访管理的全流程标准化临床路径；并确立了涵盖医疗质量同质化控制、飞行医院平台安全、数据互联与安全、患者安全与舒适度保障等多维度的质量与安全管理体系。

2. 已知与发现

• 既往经验表明移动医疗可提升优质资源可及性，但在航空平台实施手术服务将面临参与方多、责任边界不清、空地交接断点多、质控难以同标同质等问题，目前尚缺乏可复制的临床路径与管理规范；本研究通过明确机构各参与方的角色分工及空-地协作机制，构建覆盖术前-术中-术后的标准化临床路径，实施医疗操作全程监控，加强平台安全管理，信息数据互联互通等，可实现医疗质量同质化控制，为飞行眼科医院运行提供有力支撑。

3. 意义与改变

• 本文为飞行眼科医院开展常态化运行、规模化推广的手术服务提供可落地、可复制的操作规程，有助于降低跨机构、跨场景医疗服务的安全风险；该服务模式可缓解区域眼科资源发展不均衡，提升优质医疗服务可及性，为我国乃至全球的移动医疗发展提供参考。

[摘　要]　本文旨在系统构建一套标准化操作框架，以指导基于国产航空平台的飞行眼科医院安全、规范且高效地开展医疗服务。此倡议源于中国首例在国产飞机上成功实施眼科手术的实践，标志着在解决眼科医疗资源区域分布不均问题上取得重大创新突破。标准文件首先明确定义了飞行眼科医院、地面基地医院、5G 智能眼科巡诊车等关键参与主体的角色与职责。核心内容在于系统构建了覆盖术前、术中、术后的全流程标准化临床路径，并详细阐述了飞行医院与地面系统之间的协同运营机制，以确保医疗质量的同质化。标准设立了全面的质量控制与安全管理体系，涵盖医疗技术操作、航空器平台安全、

收稿日期(Received): 2026-01-09; **修订日期(Revised):** 2026-01-19; **接收日期(Accepted):** 2026-01-27

通信作者(Corresponding author): 杨扬帆，Email：yangyangfan@gzzoc.com

作者贡献声明: 1) 构思设计：杨扬帆，陈惠珍，王田甫；2) 行政支持：杨扬帆；3) 提供研究材料：张海峰，王明；4) 数据收集与汇总：王明，曹晋；5) 数据分析与解读：陈惠珍；6) 稿件撰写：陈惠珍，王田甫；7) 稿件最终修订与同意：所有作者

Contributions: Conception and design: YANG Yangfan, CHEN Huizhen, WANG Tianfu; Administrative support: YANG Yangfan; Provision of study materials: ZHANG Haifeng, WANG Ming; Collection and assembly of data:WANG Ming, CAO Jin; Data analysis and interpretation: CHEN Huizhen; Manuscript writing: CHEN Huizhen, WANG Tianfu; Final approval of manuscript: All authors

电子全文

数据互联互通及患者安全等多个维度。本文前瞻性地规划了通过实时手术示教与实地手术带教进行基层医护人员能力建设的“教学赋能”模式，以及国际跨境医疗合作的标准化流程，以期通过技术创新与流程标准化，提升优质医疗资源可及性与基层服务能力，并最终实现可持续眼健康服务的系统性方案，为我国乃至全球的移动医疗发展提供参考。

[关键词] 飞行眼科医院；空天地海一体化；医疗服务标准

[中图分类号] R779.6，R197.6，V271.3+92 **[文献标志码]** A

引用本文: 陈惠珍, 王田甫, 张海峰, 王明, 曹晋, 杨杨帆. 飞行眼科医院医疗服务标准[J]. 眼科学报, 2026, 41(1): 7-13. DOI: 10.12419/26011901.

Medical service guidelines for Flying Eye Hospital

CHEN Huizhen[1], WANG Tianfu[1], ZHANG Haifeng[2], WANG Ming[2], CAO Jin[2], YANG Yangfan[1]

(1. State Key Laboratory of Ophthalmology, Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510060, China; 2. China Flying-Dragon General Aviation Co., Ltd. , Zhengzhou 450041, China)

Abstract This paper proposes a standardized framework for the operation of a Flying Eye Hospital based on a domestically produced aircraft. This initiative, prompted by China's first successful ophthalmic surgery performed aboard an indigenous plane, addresses regional disparities in eyecare resources by mobilizing specialized medical services. The standard defines the roles of key components—the airborne hospital, ground base hospital, and mobile 5G clinics—and establishes integrated clinical pathways from preoperative to postoperative stages. It details coordination protocols between air and ground teams to ensure uniform quality, supported by a comprehensive safety and quality management system covering medical procedures, aircraft operations, and data security. Furthermore, it introduces a model for training local medical staff *via* live surgery broadcasts and hands-on instruction and outlines standardized procedures for international cooperation. This framework demonstrates a systematic approach for improving healthcare accessibility and building sustainable capacity through innovative service delivery, offering significant insights for mobile health initiatives globally.

Keywords Flying Eye Hospital; Air-Space-Land-Sea; healthcare standard

Cite this article as: CHEN Huizhen, WANG Tianfu, ZHANG Haifeng, WANG Ming, CAO Jin, YANG Yangfan. Medical service guidelines for Flying Eye Hospital[J]. Yan Ke Xue Bao, 2026, 41(1): 7-13. DOI: 10.12419/26011901.

2025 年 12 月 10 日，中山大学中山眼科中心医疗队成功在国产 C909 医疗改装飞机上实施了首例眼科手术，这是中国现代医疗史上首例在国产航空器上成功实施的眼科手术。2025 年 12 月 18 日该医疗实施了首例飞机白内障复明手术，标志着我国首家完全自主研制、具备常态化诊疗能力的飞行眼科医院正式迈入临床应用新阶段，也意味着我国超距离投送眼科医疗救护服务和开展高质量巡回医疗服务的能力迈入了新的阶段。飞行眼科医院将为改善我国眼科医疗服务能力区域不平衡，推动眼科移动医疗事业提供强大的助力。

为了指导飞行眼科医院医疗服务更规范、安全、有效地开展，中山大学中山眼科中心、中国商用飞机有限责任公司、中国飞龙通用航空有限责任公司和眼科飞行医院志愿医院联盟于 2025 年 12 月组织全国眼科、航空医学、航空器制造和航

空器运营专家共同制订了《飞行眼科医院医疗服务标准建议》，旨在为开展飞行眼科医疗服务的单位提供科学的指导和参考。

1　飞机医疗服务术语及定义

飞行眼科医疗服务是指在医疗专机内开展医疗服务的多方合作巡回医疗服务模式，根据以下梳理的医疗服务临床路径，对飞行眼科医疗服务的主要参与方，规范性定义了以下术语。

1.1　飞行眼科医院

飞行眼科医院营运方，配备飞行眼科医院医护人员和医疗主管，提供优质眼科移动医疗服务和教学，也是眼科飞行医院志愿医院联盟成员。飞行眼科医院装备有适配飞机内运行的眼科手术设备和裂隙灯、眼压测量机器、光相干断层扫描仪、激光广域眼底照相等眼科检查设备，以完成对患者的检查、手术治疗和眼科诊疗教学，另外标准配置心电监护及自动体外除颤器 (automated external defibrillator, AED) 等急诊急救装备。

1.2　地面基地医院

通常为手术所在地基层综合医院，眼科检查设备可能不全，手术能力不足以很好地完成眼科较高难度的Ⅲ级和Ⅳ级手术。地面基地医院与飞行眼科医院合作完成手术，工作人员包括管床住院医师，负责患者知情同意相关的沟通和病历书写，地面基地医院也可能派出手术一助/二助协助完成飞机手术并学习眼科手术操作；地面基地医院还需要为术前患者人群进行全身体检及必要的多学科会诊以排除手术禁忌证。

1.3　5G 智能眼科巡诊车

由飞行眼科医院或眼科飞行医院志愿医院联盟成员派出，负责前期在基层完成大范围患者人群的眼病筛查，并对其中有眼病干预需求的患者进行进一步的手术适应证相关检查，确认有手术适应证，无手术禁忌证。

1.4　飞机空勤人员

飞机飞行相关业务与航空公司合作运营，空勤人员由执行航空医疗救护服务任务的重要人员组成，包括机长、副驾驶、飞行机械员、随机机务、客舱乘务和安全员，具体空勤人员宜按任务需求进行配置。

1.5　机场工作人员

手术实际实施场地在机场内，因此在手术过程中产生的医疗责任等归属也要在法律层面厘清，并且据此在医疗服务链条中加入必要的环节。

2　标准化临床路径

2.1　术前评估与准备

2.1.1　空地联动线上预筛查

利用经认证的人工智能 (artificial intelligence, AI) 眼科检查、筛查工具，或者 5G 智能眼科巡诊车及其车载数字眼科医生，对意向或目标患者群体进行初步远程筛查，高效识别潜在符合手术适应证人群 (根据卫健委相关手册精神，为改善就医感受、提高医疗服务效率，建议可以在大规模眼病筛查前期进行筛查预约，提高筛查“预约诊疗率”，提升筛检效率)[1]，见补充图 S1。

2.1.2　术前检查

在地面基地医院或者使用 5G 智能眼科巡诊车完成全套标准化术前检查。检查项目、设备标准与质控要求由飞行眼科医院根据手术方式和麻醉方式统一制定，确保数据可靠性。

2.1.3　专家评估与方案确定

检查数据通过安全信息平台上传，由飞行眼科医院核心专家团队进行远程复核与评估，共同确定个性化手术方案，根据患者病情、患者个人意愿和飞行眼科医院手术排期等客观条件进行智慧化手术预约，旨在尽量缩短择期手术患者术前等待时间。

2.1.4　预入院手术谈话

由地面基地医院指派的管床医生，依据飞行眼科医院提供的标准化谈话提纲与知情同意书范本，与患者及家属进行面对面的术前谈话，规范完成手术相关知情同意书的签署。签署后的文书原件由基地医院归档，将其完整扫描件上传至飞行医院统一信息平台，供飞行医院团队最终审核确认。地面基地医院同时完成手术相关文书准备，联系飞行眼科医院完成手术顺序安排，确定患者手术时间。

2.2 手术标准化流程[2]

2.2.1 身份核查

患者于手术当日根据手术时间安排提前到达飞行眼科医院所在机场，进行身份复核，避免过早到达延长患者等待手术时间。

2.2.2 登机前准备

由飞行眼科医院医护团队主导，进行术前访视和术前准备工作。

2.2.3 机上手术执行

患者登机后，术者严格遵循相关手术流程，执行无菌操作、手术安全核对及基于航空器环境的特定操作规范。

2.2.4 术后观察与下机

手术完成后，患者在机上指定区域进行观察，生命体征平稳后，在医护人员陪同下有序下机，转运至地面基地医院。

2.3 术后管理与随访管理

2.3.1 基地医院短期留观

患者返回地面基地医院留观，医护人员进行术后健康宣教、监测术后即时反应、处理常见不适，待患者达到离院标准方可离院。

2.3.2 属地医院协作随访

与地面基地医院建立明确的患者交接与随访协作机制。制定统一的随访计划，由地面基地医院主导执行，飞行医院提供流程指导与必要的会诊。

2.3.3 长期眼健康管理

通过适配飞行眼科医院线上随访平台，提供远程咨询通道，实现患者长期眼健康数据的跟踪与管理。利用飞行眼科医院广覆盖的优势有效实现大范围、大规模的患者眼健康数据管理和统计。

3 空地协同运营流程

3.1 前期协同事项指南

3.1.1 任务启动规划

基于区域眼病流行病学数据、地方政府或机构申请及飞行眼科医院战略规划，综合评估后确定服务地点与合作医院。

3.1.2 多方联动机制建立

与目标地区卫健委、地面基地医院建立联合工作组。明确各方在患者筛查、场地支持、应急响应、急危重症转运方面的职责与接口。

3.1.3 地面保障协调

提前完成飞行起降场地协调、地面电源及应急电力供应安排、医疗废物转运处置预案等航空与后勤保障工作。

3.2 手术执行阶段的空地协同流程

3.2.1 飞行医院抵达与启动

飞行医院搭载核心手术团队、设备及物资飞抵任务地点。飞机停靠于指定地面保障位置，在完成接驳电源、环境控制系统启动、手术舱达到洁净标准并完成设备最终调试后，医疗任务方与空勤代表共同确认启动手术。

3.2.2 核心手术执行

飞行医院团队在手术舱内完成预定的眼科手术。整个过程严格遵循统一的医疗技术规范与质量控制标准[3]。考虑飞机舱内特殊环境，建议飞机眼科手术团队在局部麻醉手术中仅由一名术者和一名一助组成，术者完成核心手术操作，一助兼顾手术辅助和器械管理，教学手术可多加一名手术学习者，全身麻醉手术多加一名麻醉医生。

3.2.3 术后交接

术后，飞行医院团队与地面基地医院团队进行规范交接，地面基地医院团队负责术后留观、并发症的初步处理及后续康复随访工作。

3.3 教学与赋能

3.3.1 平台化实时教学

依托 5G 通信系统，向地面基地医院实时播放机上高清手术过程，实现眼科手术的标准化、无边界直播示教。

3.3.2 互动化深度培训

在确保手术安全与质量的前提下，遴选符合条件的当地骨干医生进入飞行医院手术舱，在核心团队“手把手”指导下，以手术助理身份参与实际手术操作。通过直播观摩、术中实时讲解、术后复盘与实操参与等方式，对当地医务人员进行针对性的理论与技能指导。

3.3.3 体系化能力建设

旨在通过持续的技术示范与标准化培训，推动先进眼科诊疗技术与管理规范在基层的落地，助力当地医疗机构构建可持续的眼科服务能力，实现从“技术输血”到“自我造血”的根本性转变[4]。

3.4　国际医疗与跨境医疗协同流程

3.4.1　建立国际任务协同机制

成立由飞行眼科医院、外事部门、国际合作伙伴及保障单位组成的专项工作组，统筹负责任务审批、法律合规、跨境物流、人员签证、保险及应急协调，形成一体化的跨国运营支持体系。

3.4.2　规范跨境患者全流程管理

依据国际医疗伦理及目的地国家法规，制定清晰的标准化操作程序，涵盖患者的跨境筛选与评估、国际化的知情同意、诊疗数据的合规传输与交接，以及属地化或跨境的术后随访安排，确保医疗服务的连续性、安全性与法律合规性。

3.4.3　对接并执行国际标准

参考国际通行的医疗服务与管理标准，在患者安全、感染控制、隐私保护、质量管理等方面实现国际同质化。通过规范的国际化运营，提升中国飞行眼科医院的国际专业声誉、服务可信度与品牌示范效应。

4　质量与安全控制规范

4.1　医疗质量同质化控制

4.1.1　统一标准与执行

所有核心诊疗、护理操作，必须严格遵循由项目牵头单位制定并发布的统一技术操作规程、临床路径与质量评价标准。

4.1.2　过程监控与追溯

建立基于统一信息平台的全流程质量监控与追溯机制。确保从患者筛选、术前评估、术中操作到术后随访的每一个关键环节与决策均有记录、可核查、可分析，为持续质量改进提供数据支持。

4.2　飞行医院平台安全管理

4.2.1　地面作业安全规范

制定并执行《飞行医院 (地面作业状态) 安全运行手册》，规范飞机作为地面医疗场所期间的设备固定、环境控制、人员动线、感染防控及应急疏散。

4.2.2　医疗设备应急保障

制定并定期演练《飞行中医疗设备应急操作手册》，明确在设备故障、电力中断等突发情况下的备用方案及快速支援机制。

4.2.3　患者应急救治预案

制定并熟悉掌握《患者空中病情变化应急预案》，预案须全面涵盖可能发生的眼科急症及全身性意外事件 (如心脑血管意外、过敏反应等) 的即时识别、紧急处理、生命支持流程，并明确与地面协作医院的快速转运衔接方案。

4.3　信息互联互通与数据安全

4.3.1　统一信息平台

建设并应用飞行眼科医院信息管理平台，实现患者筛查、诊疗、手术、随访全周期数据的集中化、结构化管理。

4.3.2　信息安全共享

在严格遵循数据安全法与隐私保护要求的前提下，实现飞行眼科医院与各合作医院间授权医疗数据的实时、安全、标准化交互，支撑协同诊疗与质量监控。

4.4　患者安全与舒适度保障

4.4.1　环境适应性管理

系统调查航空舱空间环境对患者生理与心理的潜在影响，将其纳入术前评估与健康宣教内容。

4.4.2　全流程优质服务

将高端航空服务理念融入医疗全过程，制定并推行医护人员标准化服务礼仪、沟通规范与人文关怀指南，提升患者安全感与信任度。

4.4.3　特殊人群关怀措施

针对老年、儿童、视障、焦虑等特殊患者，制定个性化的沟通、引导、陪护及心理支持方案。

5　空中服务和飞行医疗服务衔接

5.1　工作衔接点管理规范/关键接口管理规范

5.1.1　航前联合准备会

执行医疗任务前，必须召开由机长、乘务长、医疗负责人共同参与的航前协同会。会议需明确：当日医疗流程与时间节点、机组对医疗活动的支持需求 (如特定时段需保持绝对平稳)、医疗团队对手术舱环境的要求 (如温度、湿度、灯光) 以及紧急情况下的沟通途径与初步分工。

5.1.2　飞行中的状态沟通

建立常态化的内部系统沟通机制。医疗负责

人与乘务长保持定时沟通，通报医疗进程 (如“手术开始” “术中平稳” “患者复苏中”)；机组则需提前向医疗团队通报任何可能影响医疗操作的计划动作 (如预计颠簸、供电切换、地面服务车辆接近)。

5.1.3 登机与离机组织衔接

患者上下飞机时，由乘务组负责舱门操作、舷梯安全及客舱通道秩序；医疗团队负责患者的医疗照护与移动安全。双方人员需在场协同，确保交接顺畅。

5.2 应急情况下的联合处置

5.2.1 医疗紧急情况

当发生需启动《患者空中病情变化应急预案》时，医疗团队负责人立即通过内话系统通报机长与乘务长，声明“医疗紧急情况”。机组首要职责是确保飞行安全，并为医疗处置创造最佳条件 (如调整航线、优先落地)；乘务组在医疗团队指挥下，协助提供设备、维持秩序等非医疗辅助工作。

5.2.2 航空紧急情况

当发生涉及航空器安全的紧急情况时，机长通过广播发布指令。医疗团队应立即暂停可中断的诊疗操作，固定医疗设备与患者，并服从机组统一指挥。待航空紧急情况解除后，由机长通知医疗团队是否及何时可恢复医疗活动。

声明

在本作品的准备过程中，作者使用了 ChatGPT 来改善语言。使用此工具后，作者根据需要对内容进行了审查和编辑，并对出版物的内容承担全部责任。

利益冲突 所有作者均声明不存在利益冲突。

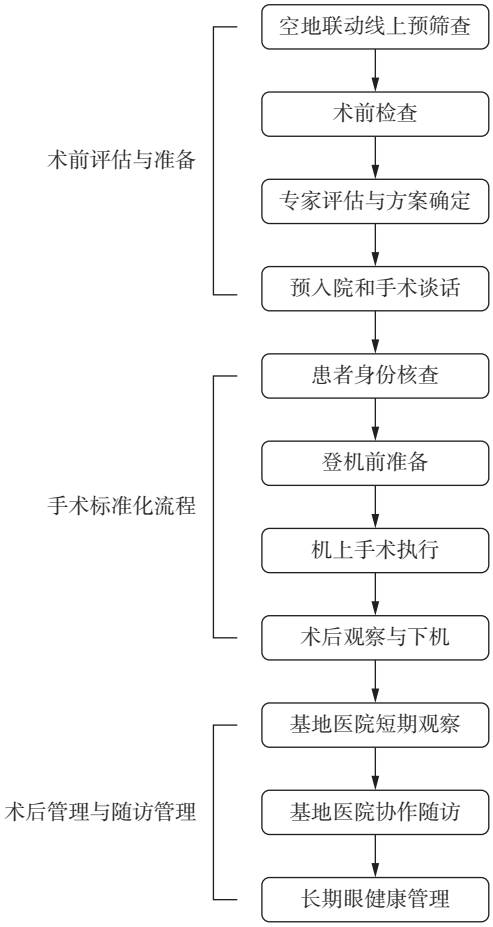
开放获取声明

本文适用于知识共享许可协议 (Creative Commons)，允许第三方用户按照署名 (BY)-非商业性使用 (NC)-禁止演绎 (ND)(CC BY-NC-ND) 的方式共享，即允许第三方对本刊发表的文章进行复制、发行、展览、表演、放映、广播或通过信息网络向公众传播，但在这些过程中必须保留作者署名、仅限于非商业性目的、不得进行演绎创作。

参考文献

1. 国家卫生健康委，国家中医药局. 改善就医感受提升患者体验评估操作手册 (2023 版).[A/OL]. (2023-08-18) [2026-01-10]. https://www.nhc.gov.cn/yzygj/c100068/202311/9ca9d943a8994715a4a241f4a1b4f390/files/1732873317690_51749.pdf.
National Health Commission of the People's Republic of China, National Administration of Traditional Chinese Medicine. Assessment Manual for Improving Healthcare Access and Enhancing Patient Experience (2023 Edition)[A/OL]. (2023-08-18) [2026-01-10]. https://www.nhc.gov.cn/yzygj/c100068/202311/9ca9d943a8994715a4a241f4a1b4f390/files/1732873317690_51749.pdf.
2. 杨励. 医院工作流程管理图集[M]. 北京. 科学技术文献出版社, 2018.
Yang L. Atlas of Hospital Workflow Management [M]. Beijing: Science and Technology Literature Press, 2018.
3. 中国民用航空局. 通用航空医疗救护服务指南[A/OL]. (2025-11-04)[2026-01-10). https://std.samr.gov.cn/hb/search/stdHBDetailed?id=45A37A2ABD4860DEE06397BE0A0A4C55.
Civil Aviation Administration of China (CAAC). Guidelines for General Aviation Air Medical Rescue Services [A/OL]. (2025-11-04)[2026-01-10). https://std.samr.gov.cn/hb/search/stdHBDetailed?id=45A37A2ABD4860DEE06397BE0A0A4C55.
4. 国家卫生计生委. 关于推进和规范医师多点执业的若干意见[A/OL]. (2014-11-05)[2026-01-10]. https://www.gov.cn/zhengce/2016-05/22/content_5075661.htm.
National Health and Family Planning Commission of the People's Republic of China. Several Opinions on Promoting and Regulating Physicians' Multi-site Practice[A/OL]. (2014-11-05)[2026-01-10]. https://www.gov.cn/zhengce/2016-05/22/content_5075661.htm.

(**责任编委**: 宋云河、刘心瑀；**编辑**: 殷秋霞)



补充图 S1　手术工作流程图

Supplementary Figure S1　Surgical workflow