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: 10.12419/26010101
View this article at: https://doi.org/10.12419/26010101

·展 望·

飞行眼科医院——迈向国内普惠与国际共赢的实践路径

林浩添[1]，梁凌毅[1]，张锦绣[2]，张海峰[3]，王 明[3]

(1. 中山大学中山眼科中心, 眼病防治全国重点实验室, 广州 510060；2. 中山大学航空航天学院, 深圳 518107；
3. 中国飞龙通用航空有限公司, 郑州 450041)

[摘　要]　本文创新性地提出以国产大飞机为依托，构建“空天地海一体化眼健康服务体系”的构想，以飞行眼科医院作为核心枢纽，探索实现国内普惠与国际共赢的双重发展路径，为全球公共卫生贡献中国智慧。飞行眼科医院以 C909 国产飞机为载体，集成专科检查设备、超净手术室及生命支持系统于一体，可开展复杂眼科手术。借助卫星通信、5G 技术与 ChatZOC 眼科大模型，与地面 5G 巡诊车、“慧眼移动医院”、海上手术舱及基层筛查单元实时互联，构建灵活高效的全流程智慧眼健康服务网络。国内普惠路径规划有 4 个递进阶段：技术验证与首航示范，再拓展网络探索可持续模式，接着体系融合下沉基层能力，最终实现优质眼科资源全国动态全覆盖并固化基层技术。国际路径则从精准资源投送出发，逐步开展技术转移与联合共建，实现能力托举与自我迭代，最终主导标准制定、参与全球治理，输出“中国标准”，助力“一带一路”共建国家及全球防盲治盲事业。飞行眼科医院是破解国内医疗资源失衡的“破局之钥”，更是践行“健康中国”战略、参与人类卫生健康共同体建设的国家名片，展现了以科技创新驱动公共卫生公平与全球共赢的中国智慧与担当。

[关键词]　飞行眼科医院；空天地海一体化；眼健康；公共卫生；全球眼健康治理

[中图分类号]　R197.1，R779.6　　**[文献标志码]**　A

引用本文: 林浩添, 梁凌毅, 张锦绣, 张海峰, 王明. 飞行眼科医院——迈向国内普惠与国际共赢的实践路径[J]. 眼科学报, 2026, 41(1): 1-6. DOI: 10.12419/26010101.

收稿日期(Received): 2026-01-01; **修订日期(Revised):** 2026-01-10; **接收日期(Accepted):** 2026-01-22

通信作者(Corresponding author): 林浩添，Email：linht5@mail.sysu.edu.cn

作者贡献声明: 1) 构思设计：林浩添，张海峰；2) 行政支持：梁凌毅，张海峰；3) 提供研究材料：张锦绣；4) 数据收集与汇总：梁凌毅；5) 数据分析与解读：梁凌毅；6) 稿件撰写：林浩添，梁凌毅，张海峰；7) 稿件最终修订与同意：所有作者

Contributions: Conception and design: LIN Haotian, ZHANG Haifeng; Administrative support: LIANG Lingyi; Provision of study materials: ZHANG Jinxiu; Collection and assembly of data: LIANG Lingyi; Data analysis and interpretation; LIANG Lingyi; Manuscript writing: LIN Haotian, LIANG Lingyi, ZHANG Haifeng; Final approval of manuscript: All authors

电子全文

Flying Eye Hospital: domestic equity and international win-win cooperation in eye healthcare

LIN Haotian[1], LIANG Lingyi[1], ZHANG Jinxiu[2], ZHANG Haifeng[3], WANG Ming[3]

(1. State Key Laboratory of Ophthalmology, Zhongshan Ophthalmic Center, Sun Yat-sen University, Guangzhou 510060, China; 2. School of Aeronautics and Astronautics, Sun Yat-sen University, Shenzhen 518107, China; 3. China Flying-Dragon General Aviation Co., Ltd. , Zhengzhou 450041, China)

Abstract This article systematically proposes an innovative vision of constructing an integrated air-space-land-sea eye health service system with domestically developed large aircraft as the platform, positioning the Flying Eye Hospital as the core hub. It delves into two pathways, achieving equitable domestic access to eye health services within China and fostering international win-win cooperation, thereby contributing a Chinese solution to promote equity in ophthalmic public health. The Flying Eye Hospital, built on the C909 aircraft platform, is equipped with specialized ophthalmic examination equipment, operating rooms, and life support systems, which enable it to perform complex eye surgeries. Leveraging satellite communications, 5G technology, and the ChatZOC ophthalmic large language model, it achieves real-time interconnection with ground-based "5G Intelligent Ophthalmic Mobile Clinic", offshore surgical modules, and grassroots screening units. This forms a flexible, efficient, and full-cycle intelligent eye health service network. The domestic pathway for universalizing eye health services unfolds in four sequential stages. Initially, there is technology verification and pilot demonstration, followed by network expansion and exploration of sustainable models. Then comes system integration and capacity building at the grassroots level, ultimately achieving comprehensive and dynamic nationwide coverage of high-quality resources and solidifying local technical capabilities. The international pathway evolves from targeted resource allocation to technology transfer and collaborative co-building. This progression enables capacity enhancement and self-sustaining iteration, with the final goal of leading standard-setting, participating in global governance, exporting "China Standards," and contributing to blindness prevention and treatment initiatives in Belt and Road countries and across the globe. This shift moves from unidirectional aid to a partnership model that respects local agency and fosters co-creation, ultimately exporting adaptable "Chinese Standards" to support eye health initiatives and blindness prevention efforts in Belt and Road partner countries and worldwide. The Flying Eye Hospital serves not only as a groundbreaking tool for addressing domestic imbalances in medical resource distribution but also as a national emblem of implementing the "Healthy China" strategy and contributing to the construction of a global community of health for all. It exemplifies China's wisdom and commitment to driving public eye health equity and achieving global win-win outcomes through scientific and technological innovation.

Keywords Flying Eye Hospital; Air-Space-Land-Sea; eye care; public health; global eye health governance

Cite this article as: LIN Haotian, LIANG Lingyi, ZHANG Jinxiu, ZHANG Haifeng, WANG Ming. Flying Eye Hospital: domestic equity and international win-win cooperation in eye healthcare[J]. Yan Ke Xue Bao, 2026, 41(1): 1-6. DOI: 10.12419/26010101.

眼健康是全民健康的重要组成部分，不仅关乎亿万群众的生活福祉，更是衡量社会进步与国家综合实力的重要标志。我国拥有全球最大的眼科患者群体和最旺盛的眼健康保健需求，但"总量领先、结构失衡"现实性矛盾，正成为我国眼健康领域面临的严峻挑战。

我国眼科疾病负担沉重、种类复杂，盲与视觉损伤患者基数庞大，而主要致盲原因已从感染性眼病转变为白内障、高度近视、青光眼、糖尿病视网膜病变等与年龄、生活方式相关的慢性眼病。随着人口老龄化与人均寿命预期提升，人民对高质量眼保健需求持续攀升。然而，优质医疗资源总量不足，区域分布呈现“城市集中、基层薄弱”的特点，约 70% 的眼科专家、高端设备集中于经济发达地区，而高原、海岛等偏远区域仍面临“看病难、手术难”的困境。

推动医疗卫生机构技术、管理、人员逐级下沉帮扶，持续开展常态化巡回医疗，推进全民健康数智化建设，是实施医疗卫生强基工程、推动医疗公平的关键。

1　国家眼健康需求与“空天地海一体化眼健康服务体系”

近年来，中山眼科中心立足国家重大战略需求，创新提出“空天地海一体化眼健康服务体系”，致力于构建覆盖城乡、贯通陆海空的全域眼健康服务网络，推动优质医疗资源均衡可及，助力健康中国建设和全球眼健康共同体发展。

空——打造中国飞行眼科医院：以国产大飞机为载体，建设飞行眼科医院，满足诊治一体需求，配备常见眼科专科检查设备、生命支持系统及麻醉设备、超净手术室，具备开展常规及复杂眼科手术能力，实现“打包式援助”“一站式服务”。2023 年 11 月，中山眼科中心与南方航空联合启动“明眸善爱飞粤疆土”主题航班，初步探究飞行眼科医院建设运行之可能。中山眼科中心参与 C9“生命之翼”航空医疗联盟，并签署 C909 飞行眼科医院合作协议，确立了我国首个由本土团队自主研制、自主运行的飞行眼科医院工程体系。2025 年，中山大学中山眼科中心牵头成立“飞行眼科医院志愿医院联盟”和“飞行眼科医院技术设备研发应用联盟”，广泛汇聚全国公益医疗资源与高端医疗器械企业，构建产学研用协同创新体系。飞行眼科医院通过搭载的卫星通信和 5G 设备，与中山眼科中心本部的远程会诊中心、ChatZOC 眼科大模型、地面 5G 巡诊车/慧眼移动医院实时互联，将天基卫星通信、地面巡诊车医疗网络、海上 TBL 移动手术室场景以及基层筛查单元动态串联起来，形成一个灵活响应、全流程覆盖的智慧医疗生态系统，是“空天地海一体化眼健康服务体系”中最灵活、效率最高的环节。2025 年 12 月，中山眼科中心医疗队完成飞机医疗改装，并成功完成中国首例在国产飞机上实施的眼表手术和首例机上复明白内障手术。

天——卫星遥感赋能眼病防控：联合航天航空和环境等学科研究单位，探索利用遥感卫星数据探索环境因素 (如光照、绿化、空气质量) 与人群眼病发生的关系，为儿童近视防控、区域性眼病、眼病流行病预警提供科学依据，实现“天上看、地上防”。

地——慧眼移动医院走遍全国：自 2023 年启动“百城光明行”大型巡回医疗公益活动以来，以首创的“5G 智能眼科巡诊车”“慧眼移动医院”为载体，累计运营超 30 万公里，覆盖全国 30 个省级行政区 168 个城乡地区，累计服务超 28 万群众，筛查出眼病患者超 15 万人。两代智慧移动诊疗平台横跨城乡，让医疗服务不再囿于院墙之内，真正促进优质眼科医疗资源下沉。“百城光明行”的成功经验告诉我们，以科技创新驱动的眼健康服务模式正在发生深刻变革，人民眼健康服务正在发挥效能转化为新质生产力。

海——科考船上的移动手术舱：依托海洋科考平台，在远洋船舶上建立可拆卸式眼科手术舱，为海上作业人员、岛礁居民提供应急救治与复明手术，方便岛礁居民看病治病不离岛。

“空、天、地、海”四维协同，构成了一个立体响应、智慧联动的眼健康服务网络。这一立体化部署，不仅是技术的集成创新，更是医疗服务模式的深刻变革。飞行眼科医院，其价值远不止于一架飞机本身。它通过空天协同、地面联动和多场景覆盖，彻底改变了传统医疗服务的时空限制，构建了一个响应迅速、覆盖广泛、智慧高效的眼健康服务新范式，为实现从“以治病为中心”到“以人民健康为中心”的转变提供了关键的支撑路径。

2　飞行眼科医院国内普惠路径：从试点到常态化的四阶段蓝图

飞行眼科医院的国内普惠路径，是一项旨在将前沿技术创新转化为普惠性公共卫生产品的创新工程，是一套与国内通用航空系统深度融合，展现从技术验证到全面推广的眼健康系统性解决

方案，其核心目标是将优质眼科医疗资源动态、高效地输送至最需要的地区，最终实现“眼病治疗祖国疆域全覆盖”的宏大愿景。

2.1 第一阶段：技术验证与示范阶段

此阶段的核心目标是实现“从 0 到 1”的突破，完成核心装备的集成与地面试验。其标志性成果是成功在国产 C909 飞机上完成了首例眼表手术及全球首例白内障复明手术，攻克了机舱环境下的无菌操作、设备抗震、航空器运维、人员管理等一系列关键技术难题和政策，证明了在机舱内部进行高精度眼科手术的完全可行性，为项目的技术路线奠定了坚实基础。目前，项目计划在海南省或新疆维吾尔自治区等地进行首航，将向全社会展示飞行眼科医院服务偏远地区的巨大潜力。

2.2 第二阶段：网络拓展与模式探索阶段

此阶段旨在建立常态化的服务网络并探索可持续的运营模式。核心目标是形成“定期巡航、按需响应”的服务机制，并构建起“政府补贴+公益基金补充”的可持续运营路径雏形。将以新疆、西藏、青海、海南等边疆高原、边陲海岛地区为重点，规划开通固定的巡诊航线。关键创新在于联合“飞行眼科医院志愿医院联盟”成员，构建“地面筛查(5G 智能巡诊车、慧眼移动医院)+ 响应手术 (飞行眼科医院)+ 基层康复 (地方医院)”的标准化服务闭环，从而破解长期运营的成本难题。

2.3 第三阶段：体系融合与能力下沉阶段

此阶段致力于推动飞行眼科医院网络深度融入国家公共卫生体系，并实现技术能力向基层的固化沉淀。其深化重点，是完成从“输血式”援助到“造血式”赋能的关键转变，飞行眼科医院将在灾害救援、边境援助、战时卫生后勤支援等场景中发挥快速响应作用，使项目成为国家公共卫生应急能力的组成部分。更重要的是，通过培养“航空医疗眼科”交叉学科人才，并借助 5G 远程手术机器人、ChatZOC 眼科大模型等技术，强化远程医疗与人工智能辅助诊疗能力，将复杂眼病的诊疗规范和管理经验系统性地下沉至基层医院。

2.4 第四阶段：生态引领与共识建设

此阶段是蓝图的远景实现阶段，旨在实现从技术引领到产业生态引领的跨越。最终愿景，是使飞行眼科医院的服务完全常态化，成为国家眼健康服务网络的标准配置，并将其成熟的“中国标准”与“中国模式”作为可复制的公共卫生产品，向“一带一路”共建国家推广。届时，它将与固定医院、移动医院共同构成“空天地海”一体化的普惠性医疗体系，并带动国产高端医疗设备、航空制造等相关产业发展，形成良性循环的产业生态，成为中国参与全球卫生治理的一张亮眼名片。

这四阶段递进的蓝图，标志着我们正将构想转化为验证，将验证扩展为网络，将网络深化为体系，最终将体系升华为标准。这一推进路径，诠释了“健康中国”战略所蕴含的主动作为与创新引领精神，是中国眼科对人民乃至全球眼健康事业的坚定承诺。

3 国际共赢路径：从技术输出到参与全球眼健康治理

中国人民热爱和平、珍视生命，援外医疗就是生动的体现[1]。中山眼科中心始终致力于推动优质眼科医疗资源的全球流动。在“一带一路”倡议与人类卫生健康共同体理念的指引下，我们逐渐认识到，单一的技术输出已不足以应对全球眼健康挑战。实现从“技术输出”到“全球治理参与”的战略升级，是我们在新时代实现国际共赢的道路。飞行眼科医院的启用，标志着我国援外医疗模式的一次重要跃升。它将首次实现以“整建制、平台化”的形式，提供集筛查、诊断、手术治疗与培训于一体的全链条、高质量眼科服务，为构建援外医疗工作新格局提供了关键支撑。

3.1 第一阶段：优质眼科资源精准投送阶段

飞行眼科医院能够整建制快速输送我国成熟技术至眼科医疗资源匮乏的受援国，其特点是单向输出、快速见效、规模化程度高。中山眼科中心具有丰富的援外医疗经验，自 2013 年起，中心连续 12 年派遣志愿服务医疗队，远赴 14 个“一带一路”共建国家和地区开展援外活动，逐步建立起规模化、常态化援外医疗体系。飞行眼科医院的诞生，为高精尖眼科诊疗技术点对点输送提供宝贵经验。初期，飞行眼科医院将选择中亚、东南亚国家、西太平洋岛国等国家或地区作为首批受

援国，完成设备、药品输送及专业人员团队培养，在各地开展为期 1~2 周的集中服务，重点实施包括人工智能眼病筛查、白内障复明手术等基础手术治疗，并进行疑难眼病多学科会诊等，同步建立远程网络会诊通道以提供持续支持，解决受援国急需与眼健康相关的公共卫生问题。

3.2　第二阶段：技术转移联合能力共建阶段

其特点是合作理念从传统的“单向援助”转向了更尊重合作伙伴主体性的“共同创造”路径，其核心目标是让受援国医院拥有可持续的眼科服务能力。以眼科服务范式联合研发为例，团队与当地临床医生、卫生官员、政策制定者等共同深入调研目标地区的地理气候、电力条件、道路交通、文化习惯以及医疗模式等，了解眼健康需求，联合设计并迭代开发“适应当地”的设备和眼科服务流程。同时，通过“师徒式”带教、本土化教学基地建设、远程指导与定期驻点支持，系统性地培养当地医护人员。本土团队逐步从“被动接受者”转变为“共同创造者”和“区域解决方案提供者”。本阶段建设方案体现尊重与赋能，把技术话语权交还一部分给最了解当地需求的人，把持续发展的能力种子种在当地土壤里。

3.3　第三阶段：能力托举和自我迭代阶段

援助渠道畅通、眼健康服务水平提升，将满足派生能力托举和自我迭代需求。飞行眼科医院为技术革新和迭代提供可迅速落地转化的能力提升路径。通过前两阶段的定点帮扶和能力建设，当地医院眼科医生能独立开展常见眼病诊疗和手术，具备设备日常维护能力，部分优秀本土团队开始服务周边地区，进入自主发展轨道。然而，在技术革新和能力提升的过程中会演化出新的现实困境和路径偏移，远程或网络路径因沟通、时效等问题无法满足要求。飞行眼科医院能够根据受援国现实情况，提供疑难眼病手术及带教、先进医疗设备输送、针对性纠偏培训等，帮助当地本土眼科队伍真正实现独立运转、持续进步、自我造血，让“带不走的队伍”成为现实。

3.4　第四阶段：标准制定和参与全球眼健康治理阶段

依托飞行眼科医院国内国际经验与中山眼科中心行业头部优势，积极主导和参与起草“飞行眼科医院医疗服务标准”“飞行眼科医院机载手术室管理要求与建设标准”“飞行眼科医院智慧医疗数据管理与安全标准”等国际国内标准与行业规范。此举旨在将我国在高端装备与医学领域的创新实践，转化为全球公认的技术规范与安全准则，将成熟的技术方案和实践经验推向国际舞台，从而在全球公共卫生和防盲治盲领域确立中国的话语权与影响力，为构建人类卫生健康共同体贡献中国标准。

4　挑战与对策

作为一项开创性工程，飞行眼科医院在迈向普惠与共赢的实践中，也必然面临一系列现实挑战。我们对此已进行前瞻性研判，并制定了系统的应对策略。

4.1　经费来源

挑战：初期投入及后期运维成本高昂，且项目的强公益属性对市场化收费构成根本限制。对策：为此，我们拟构建一个“多元互补、长短结合”的资金保障体系。短期内，积极申请国家援外专项资金与省级财政支持；中长期，寻求与世界卫生组织、国际防盲协会等国际组织的项目合作；同时，持续吸引具有社会责任感的大型企业与慈善基金会进行战略性捐赠与投入。

4.2　航线可达性

挑战：目标偏远地区往往面临机场基础设施不足、境外任务则涉及复杂的跨国航线审批与地缘政治风险。对策：我们的解决方案是“内外协同、空地下接”。在工具层面，选用 C909 等具备短距起降能力的机型；在机制层面，与民航等空域管理部门建立常态化协调机制；在方案层面，预先规划并整合地面接驳转运方案，确保医疗服务链的终端可达。

4.3　多重安全保障

挑战：项目必须同时满足极其严苛的航空安全与医疗安全双重标准，任何一方面的疏漏都将导致系统性风险。对策：我们确立了“双保障”的安全基本原则，并实施了一体化管理。一方面，与中国飞龙等顶尖航空伙伴深度合作，确保飞行

平台与改装方案完全符合航空适航法规；另一方面，建立严格的医疗操作规范、感染控制规程；最终，通过组建由航空工程师与医疗质量专家构成的联合安全委员会，对两大安全体系进行统一监管与应急决策。

5 结语

飞行眼科医院的梦想，从四十年前奥比斯飞机医院在广州播下的火种，到今天在国产大飞机平台上实现自主创新，标志着我国眼健康事业完成了从“仰望借鉴”到“自主创新”再到“并跑引领”的历史性跨越。它不仅是破解国内医疗资源不均的“破局之钥”，更是以中国智慧与中国方案，践行“人类卫生健康共同体”理念的“国家名片”。展望未来，随着国内、国际四阶段蓝图的稳步推进，飞行眼科医院必将作为“健康中国”战略的关键实践，为增进全民眼健康福祉、参与全球卫生治理，贡献出更为坚实、创新的中国力量。

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. 新华社. 习近平总书记给第 19 批援助中非共和国的中国医疗队队员回信[EB/OL]. (2023-02-10). https://www.gov.cn/xinwen/2023-02/10/content_5740962.htm.
Xinhua News Agency. Xi Jinping's reply letter to members of the 19th chinese medical team assisting the Central African Republic [EB/OL]. (2023-02-10). https://www.gov.cn/xinwen/2023-02/10/content_5740962.htm.

(**责任编委**: 宋云河、刘心瑀；**编辑**: 殷秋霞)