

在医学与现代化工程技术等多学科交叉融合的道路上，一批医疗专家正尝试以不同路径走到产业链前端，用人工智能等先进技术将应用场景延伸到全生命周期——

# 聚力精准诊疗，青岛竞逐医工融合赛道

□青岛日报/观海新闻记者 黄 飞

## 角色之变 从“使用者”到“定义者”

手术台上握着器械、诊室里面面对患者的医生，最清楚什么样的工具好用、什么样的材料安全、什么样的设备还能再改进。但在很长一段时间里，医生的角色仅仅是“使用者”——厂家生产什么，就用什么。“知道问题在哪儿”和“有能力解决问题”之间缺少通路，医生只能选择妥协。而医工融合，正在填平这道鸿沟。在青岛，率先尝试打通这条路的，是一群不愿再妥协的医生。北京大学人民医院青岛医院心外科专家邢泉生，就是其中的代表。

早在20余年前，金属封堵器刚刚引入中国，邢泉生就根据临床需要，创造性修复了其设计上的先天缺陷，从根本上避免了其严重的副作用，实现了心脏原创技术对发达国家的“反向输出”。

“房子盖好了，脚手架得拆掉。”2006年前后，邢泉生在全国学术大会上提出开发可吸收、可降解的心脏封堵器。然而这一构想在此后10余年始终停留在纸面。后来，他在医院独立建起实验室，按照临床思路出发，历经3年，团队终于成功合成了一种可吸收、高弹性、高韧性的新型高分子材料，同时解决了“全轮廓显影”这一国际难题，进而研发出全球首款“一体式全轮廓显影可降解PFO心脏封堵器”，在全国10余家核心医院同步启动多中心临床试验。

从对进口产品的结构革新到主导新材料“从0到1”的突破——邢泉生从临床痛点出发，反向主导研发方向，走通了一条从需求定义到技术实现的完整创新路径。这背后是深层的能力重构：当临床医生同时具备了材料认知、工程思维和产业视野，便可以成为“定义解决方案的人”。

同样的变革发生在眼科领域。2026年，山东第一医科大学附属眼科医院院长史伟云教授团队研发的“眼角膜供体替代产品关键技术体系及临床应用”项目，荣获国家技术发明二等奖。

史伟云团队的成功，根植于一条医工融合的清晰路径——

## 技术之变 从“提供工具”到“重构协作模式”

随着人工智能、基因和细胞诊疗、脑机接口等新技术集中爆发，医疗正在从经验主导向数据主导转型，从个体决策向智能驱动升级，“医”与“工”的协作方式被“重构”。

青岛大学医疗集团副院长、青岛大学附属医院胃肠外科主任卢云教授团队的实践，提供了一个观察这种“重构”的样本。

作为临床一线的外科专家，卢云最清楚胃肠外科手术中真正的“不确定”在哪里——术前评估精度不够，术中风险难以预判。传统的合作模式是，他把需求“提”给工程师，工程师回去“做”产品，做完交给医生“用”。但卢云发现，系统里的每一个风险特征，都不是他写份说明书交给工程师就能解决的——病灶边界怎么定义、淋巴结转移怎么判定，这些临床判断逻辑，工程师听不懂；而算法的数学表达，也不在医生的专业范围内。

幸而，随着时代进步，人工智能发挥了“重构器”的作用，赋能医工双方跨越原有的专业壁垒。在手术室里，在标注屏前，卢云和算法团队逐帧标注影像、反复讨论判断标准、迭代模型参数。医生从“需求提出者”变成“算法定义的参与者”，工程师从后台走到手术台旁，双方共同定义问题、迭代方案。

这种协作方式产出的成果远超预期。卢云团队联合海信医疗、中国海洋大学、北京航空航天大学经过多年跨学科攻关，突破了多模态医学影像融合与知识挖掘关键技术，可以在术前精准预测围手术期内的各种风险，而术中实时识别与风险预警系统能够自动识别血管、神经、输尿管等关键结构，一旦器械接近危险边界，系统即时预警。这意味着医生主刀时不只依赖经验判断，还会在屏幕上同步获得智能化风险提示，让隐藏在组织深处的风险被提前看见。该成果已获批国家二类医疗器械注册证，对一些并发症的预测精准度优于国外先进系统。

卢云团队的实践揭示，人工智能赋能医疗的本质，不是“给医生一个更好的工具”，而是把顶级专家的经验转化为可重复、可扩展的算法模型，让“最好的判断”成为系统的“标配”。在这个过程中，医生和工程师也不再是背对背的“提需求，做产品”，而是坐在同一间办公室里，共同定义问题、打磨方案。

类似的跨越很多。比如，基因和细胞诊疗的兴起，也在重构内科医生参与医工融合的模式，让他们很多停留在论文里的研究有了落地转化的可能。

与外科医生“看得见、摸得着”的器械创新不同，内科医生的创新往往从分子层面起步——发现一个靶点，就可能定义一种疾病的新分型；定义一种新分型，就可能重塑一类疾病的治疗逻辑。

此前，慢阻肺的治疗长期依赖医生的经验和指南。青岛市立医院副院长韩伟教授带领团队针对特定基因位点多态性与慢阻肺发病风险的关联性开展研究。他们发现不同基因型的患者对同一药物的反应差异显著。如果能从基因层面对患者重新分型，治疗就变得“精准”。恰好，青岛在基因和细胞诊疗领域的产业布局和政策支持，正在为这种“从分子层面出



■邢泉生（右前）带领团队从临床出发开展医工融合实践。

“临床问题—实验室攻关—技术转化”三环联动。而史伟云作为角膜移植手术量全国第一的临床专家，同时担任省部共建国家重点实验室培育基地的负责人，并深度参与产品转化——这种“跨界”让他成为连通三个环节的核心桥梁。

技术转化是终点也是检验。目前，6个相关产品获国家三类植入器械注册证，覆盖1500余家医院，经济效益达10亿元。史伟云团队的成功证明，“懂临床、懂科研、懂产业”的复合能力贯穿始终，医工融合便能从“偶然”走向“必然”。

邢泉生与史伟云，一位从心脏出发研究高新材料，一位从眼睛出发构建产品矩阵。路径不同，底色相同：都是以临床需求为原点，以医生主导为引擎。当医生成为创新链前端的“定义者”，医工融合便从“医生配合工程”转向了“工程服务临床”。



■卢云（右二）带领团队应用术中实时识别与风险预警系统。



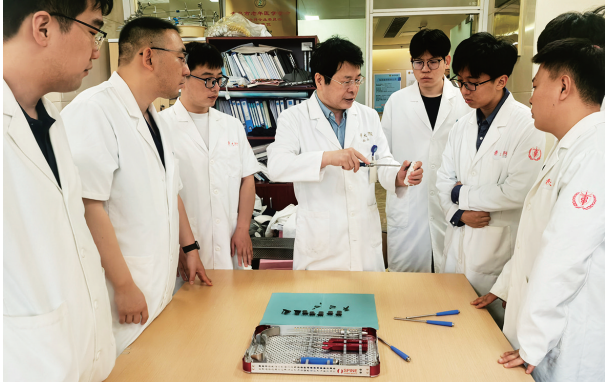
■韩伟（右）和同事运用医工融合技术为患者治疗。本版摄影 黄 飞

发”的医疗专家提供产业土壤。韩伟团队的发现，就在这片产业土壤中诞生了真实的诊断产品——慢阻肺分子分型试剂盒。

再如，作为国家重点培育的六大未来产业之一，脑机接口正在成为青岛医工融合的新赛道。今年，康复大学青岛中心医院开设全省首个脑机接口门诊；青岛市立医院开展非侵入式脑机接口康复训练和闭环脑起搏器手术；青大附院设立脑机接口与神经调控多学科门诊及研究型病房。这些探索的共同点在于：不是等技术完全成熟再引入临床，而是让医生在应用探索阶段就深度参与，脑机接口工程技术专家团队与神经外科医疗团队深度融合，参与门诊、住院乃至未来的手术全链条，把临床需求作为技术落地的导航仪，让技术迭代的方向始终对准患者的真实需要。

从AI手术导航到基因靶点发现，再到脑机接口临床探索，当医生的临床判断与工程师的算法模型在医疗场景中反复碰撞和校准，曾经只能停留在论文和构想中的临床创新，便有了更多转化惠民的可能。

## 场景之变 从“医院”到“全生命周期”



■西永明（左四）为团队成员讲解医工融合新产品。

当下，医工融合的舞台正在悄然扩大，医生的目光也从手术台向外延展——向前，是筛查和预防；向后，是康复和健康管理。视野的开阔，带来了场景的丰富，而推动这一变化的，是两个方向的合力：一个是“健康中国”战略推动医疗服务从“以治病为中心”向“以健康为中心”转型；另一个是工程技术的发展，让过去只能在医院完成的事，有了向社区和家庭延伸的可能。

青大附院骨科医院副院长西永明教授，正是在这种视野下完成角色升级的代表。他把医生“解决问题”的能力，前置到“发现问题”的阶段，后延到“巩固疗效”的过程，构建起覆盖“筛查—诊断—术前规划—术中操作—术后康复—远程随访”的全链条智能诊疗系统。

在“骨科手术禁区”寰枢椎领域，他原创设计个性化“利器”，创造了可复制、可推广的标准化术式，并把这种硬核的创新思维延伸到筛查端和康复端。在筛查端，西永明带领团队与青岛大学计算机学院合作，研发脊柱侧凸智能诊疗系统，把十几分钟的人工测量压缩到几秒，提高了脊柱侧凸的筛查效率和准确性。在康复端，西永明带领团队联合上海交通大学与青岛本地医疗科技公司组建团队，将3D打印支具植入智能传感器，实现佩戴压力的远程监测与治疗远程指导。

把视线投向更远处，西永明作为青岛大学空间应用与技术研究院院长，积极探索空间站真实微重力环境下废用性骨质疏松的力学-生物学耦合机制，为长期卧床患者寻找防护靶点。他还主动对接青岛本地太赫兹技术企业，尝试将无辐射安检级成像转化为校园脊柱侧凸快速筛查工具。

从筛查到手术再到康复，西永明的每一步延伸，都指向对患者全生命周期的深层守护。在这里，医工融合将此前一个个“割裂”的项目串成一条完整的创新发展链路。

而韩伟团队的探索，从基层出发，从筛查起步，目标同样是全生命周期的健康管理。

慢阻肺是我国最常见的慢性呼吸系统疾病之一，每年因该病死亡超过91万人。但公众知晓率不足10%，大量患者错失最佳干预时机。面对这一现状，韩伟的破局之法是通过医工融合研发高智能、低门槛的筛查和健康管理设备，让其尽可能覆盖基层医疗机构、覆盖患者家庭。2023年，韩伟团队联合企业研发成本可控、操作简易的智能肺功能仪，搭建起覆盖全市基层的慢阻肺智能管理平台，完成覆盖全市240万人的筛查。今年，她带领团队再次与企业携手，打造居家可穿戴智能设备——项目仍在研发阶段，已获2026年国家科技部重大专项1752万元经费支持。

西永明和韩伟，一个从手术台向外拓展，一个从基层扎根生长，路径不同，指向相同：当“治病”不再是终点，“健康管理”成为目标，医工融合的应用场景便从医院延伸到了社区、家庭、校园。这种延伸不只是简单的“范围扩大”，而是价值的根本升级——从解决“一个人的一个问题”，到支撑“一群人的全生命周期健康”。

## 生态之变 从“单兵作战”到“协同创新”

当医生在医工融合中成为主角，新的短板也随之暴露。

邢泉生为给心脏封堵器找精密模具，从佛山找到苏州，最后在莱西一家做圆珠笔的企业找到了初步解决方案；韩伟想与本地企业合作，却查不到“相关资源名录”；西永明的10余个合作团队，几乎全靠个人交际网络“碰”出来。

医工融合从临床出发，但不能完全由医生主导，配套体系必须跟上。专家们呼吁三个层面的支撑——

培养“翻译官”是当务之急。“医”与“工”各有各的语言体系，西永明提出“信使型”人才的概念，由既懂临床医学又熟悉工程逻辑的复合型人才，在医生和工程师之间高效传递信息、搭建桥梁。此前在青岛举行的山东省医工融合成果转化技术经纪人培训，正是这一方向的探索。

建立“培养皿”是关键之举。更多的医疗机构要成为医工融合的孵化载体。青岛市市立医院率先探索，通过科研门诊帮助医生从临床需求中提炼项目雏形，通过转化中心为通过审核的项目对接企业资源。“要让好想法在医院率先‘生根发芽’。”韩伟说。

生态“产业链”是共同追求。让医工融合从个案走向常态，需要一个能让医生“把想法变成样品”的概念验证平台和一个能“把样品变成产品”的中试基地。“从0到1”的创新应在医院和医生中发生，“从1到100”的规模化应在创新企业中完成。连接两端的，是一套能够理解医生语言、响应医生需要、保护医生创新的生态系统。

对于专家们的需求，青岛已有行动。2025年以来，青岛积极响应国家药监局启动的“春雨行动”和山东省构建的“临床创意源头供给—医工融合技术攻关—央地联动培育赋能—部门协同推广应用”的创新生态，向上已推荐21个医疗器械转化项目，其中青岛肿瘤医院自研的全球首个钉道伤口特种敷料，列入国家药监局重点推荐项目。

从邢泉生的材料突围到史伟云的产品矩阵，从卢云的AI重构到西永明的全链条集成，再到韩伟的慢病连通——在青岛医工融合的场景下，一群医生从产业链的末端走到了前台，临床从产业链的终点变成了起点，在人工智能等新技术的赋能下，一条贯穿全生命周期、惠及全年龄人群的医工融合之路正在徐徐向前延伸。

青岛医工融合之变

传统方式

创新探索

医生角色

“使用者”  
“医生配合工程”

“定义者”  
“工程服务临床”

技术赋能

“提供工具”  
医生把需求“提”给工程师，工程师回去“做”产品，做完交给医生“用”

“重构协作模式”  
把顶级专家的经验转化为可重复、可扩展的算法模型，让“最好的判断”成为系统的“标配”

应用场景

医院  
解决“一个人的一个问题”

延伸到社区、家庭、校园  
支撑“一群人的全生命周期健康”

生态系统

“单兵作战”  
完全由医生主导

“协同创新”  
配套体系跟上，提供“翻译官”、“培养皿”、生态“产业链”三个层面的支撑