

勇闯手术机器人“无人区”，他们挑战“世界难题”

■本报记者 田瑞颖

“做，就要做别人没做过的东西。”2017 年，北京航空航天大学副教授王豫创办了骨科手术机器人公司——北京罗森博特科技有限公司(以下简称罗森博特)，并向“世界难题”——骨盆骨折复位机器人发起了挑战。

2020 年初，研发即将步入临床试验时，公司账面已不足 20 万元，员工工资告急。王豫告诉自己：“就是借钱，也得熬过去，熬过去就是黎明。”

两个月后，罗森博特获得了 1500 万元的 Pre-A 轮融资。2023 年，世界首台针对复杂骨盆骨折微创化、智能化、自动化的骨盆骨折复位手术机器人在罗森博特正式诞生，填补了该领域的国际空白。如今，该机器人已在全国 22 个省份的 30 多家医院应用，完成 460 多例相关手术，手术微创率达到 100%，其治疗水平远超专家徒手复位。

截至目前，罗森博特已完成 6 轮融资，获得数亿元投资。在王豫看来，价值落地的根基是研发团队与北京积水潭医院长达 20 年的医工深度融合。

“要做别人没做过的东西”

2022 年 5 月，北京积水潭医院创伤骨科的手术室里，迎来一位特殊的病人——92 岁老人因不慎摔伤，骨盆骨折。

由于患者伴随多种内科疾病，传统的切开复位可能导致严重后果。当地医生建议其卧床休养，保守治疗。但每次轻微活动，巨大的疼痛都会袭来，老人甚至产生了轻生念头。

走投无路之下，老人找到了国内顶尖的创伤骨科手术专家、北京积水潭医院副院长吴新宝。手术当天，在骨盆骨折复位手术机器人的辅助下，老人的骨盆顺利完成复位。术后第二天早上，疼痛感消失。一个月后，老人就能在助步器的辅助下独立行走。

骨盆骨折是骨科治疗中最严重、致死率最高的创伤之一。如果说四肢骨折像“筷子断了”，骨盆骨折则如同“碗碎了”。吴新宝解释说，传统的骨盆复位手术，通常要采取切开的方法，在布满血管神经的骨盆部位暴露出骨折位置，并通过徒手操作复位骨折，最后使用钢板固定骨盆。这种方式创伤大、愈合慢，还容易引起并发症，甚至危及患者生命。

要突破医生徒手手术极限，就得开发出微创化、智能化、自动化的骨折复位手术机器人。这是医生们的期盼，也是世界性难题。虽然美国、日本、德国等发达国家都开展了大量研发工作，但从未真正诞生被临床应用的骨盆复位机器人。

2003 年，还在读博的王豫开始参与我国第一代骨科手术机器人的研发工作。2009 年博士毕业后，他留在北京航空航天大学继续骨科手术机器人的研发。2015 年，他前往有“手术机器人



受访者供图

之父”之称的美国约翰斯·霍普金斯大学教授罗塞尔·泰勒的实验室做访问学者。在这座全球排名第一的手术机器人实验室，他意识到：“在这个领域，我们与他们的差距并不大。”

“别人没做出来，不代表我们做不出来，我们就要做别人没做过的东西。”为此，王豫在与吴新宝交流了这一想法后，两人一拍即合，决定挑战骨盆骨折复位机器人研发难题。

王豫坦言，对于能否成功，大家当时心里并没有底，“但我们都认为这是一件非常值得做的事，就算没走通，对后来者也是一种借鉴”。

2021 年，他们终于研发出智能化骨科手术机器人，成功助力实现了从骨折闭合复位到微创固定全手术流程的智能化操作。该机器人的闭合复位成功率接近 100%，优良率大于 95%，且无任何并发症发生。

国际专家们一致认为，骨盆骨折通过复位使骨折端的移位达到 10 毫米以内即为优良，而罗森博特手术机器人的术后骨折端最大移位仅为 3.41 毫米，做到了“精准”“微创”“智能化”，是医生的超级助手。

2023 年 12 月，智能化骨科手术机器人获得国家药品监督管理局第三类医疗器械注册证，成为全球首个能够完成复杂骨折微创复位操作的手术机器人产品。2025 年，罗森博特荣获全球骨科技术创新奖，并在第八届中关村国际前沿科技大赛中获得总冠军。“这是我国手术机器人在真正意义上实现了国际领跑。”王豫说。

“读懂”临床医生的需求

王豫认为，作为医工结合的研发人员，尤其

要“读懂”临床医生的需求。而“读懂”的背后，是漫长的磨合和浸润。

从读博士起，王豫就频繁往返北京航空航天大学 and 积水潭医院之间。为了弄懂晦涩的解剖结构和医学术语，他不仅钻研《坎贝尔骨科手术学》，还在实验室的桌上摆放了人体骨骼模型，不放过每个可以观摩的大体实验和骨折手术。

白天写代码，晚上去医院做试验，王豫乐此不疲。在研发骨盆骨折复位手术机器人这几年，只要有相关手术，他都会带着研发团队手术跟台，了解医生的每个手术步骤和

细微需求，再将其转化成机器人的各种功能。

吴新宝带领的医生团队，同样把研发这台骨盆骨折复位手术机器人当成了自己重要的事业。无论多忙，吴新宝都会每周找王豫深入交流一次。为了节省时间，他总是中午来，他们一边吃着盒饭，一边讨论。

要研发骨折复位手术机器人，就必须知道医生徒手复位需要多少力，而以往的文献并没有这方面的参考。“没人测，咱们就自己测。”那段时间，吴新宝做手术时都会带上研发团队做的传感器，为后续的开发积累大量宝贵的基础数据。

在遇到最难啃的骨头时，大家也曾怀疑是否还能做下去。

王豫回忆，有的患者体型较胖，肌肉韧带力很大，机器臂力量不够，在操作时总会“卡”住。如何处理力和灵活性的矛盾，成为困住他们的巨大难题。“如果解决不了，就证明机器人研发失败了。”王豫说。

那段时间，王豫常常在深夜辗转反侧思考，而吴新宝每次外出开会时都会留意展会上的产品，有次看到载人飞船的机械臂，都想能否应用在手术机器人上。

在一次次的碰撞中，他们终于有了灵感。传统的骨盆骨折复位手术，往往需要医生徒手固定患者，以灵活配合主刀医生。他们想，能否做一个弹性装置，可以在一个方向提供很大负载，同时能保持灵活性。

基于这个想法，他们很快解决了机器人力量和灵活性的关键矛盾。

2020 年 9 月，骨盆骨折复位手术机器人第一次在病人身上真正进行临床验证。王豫把电脑放在机械推车上，自己就坐在旁边的小板凳上。按下

电脑上的操作键后，大家都注视着机器人，空气都凝固了。随着机械臂缓缓向前移动，最后完美复位，吴新宝的一句“病人得救了”，引得全场欢呼。

“病人得救了”，这是两个团队心照不宣的成功“暗号”。20 年的合作，让他们成为对方领域的“半个专家”。

“痛并快乐着”

据美国 Medgadget 网站公布的数据，2020 年全球骨科手术机器人市场规模约为 3 亿美元，预计 2027 年将达到 35 亿美元。

随着手术机器人成为医疗器械领域最受资本关注的赛道之一，同行们的创新创业热情空前高涨。王豫却指出，目前竞争格局高度内卷，尤其是不断“打响”的价格战，隐藏着让蓝海变红海的危险。

对此，王豫呼吁行业不要陷入同质化竞争，“医疗机器人行业具有治病救人的属性，更不能简单去‘抄’，要做对临床有价值的创新，哪怕是基于临床需求的微小改变”。

2020 年至今，罗森博特先后得到了北京市机器人基金、医药健康基金、美敦力中国基金、高特佳投资、深创投、中关村科学城等多家知名投资机构的支持。“临床价值是支撑一个产品商业化长期成功的根本。”在王豫看来，这是罗森博特在资本寒冬里，仍能相对顺利获得投资人青睐的重要原因。

王豫并不担心产品被超越。站在骨盆骨折复位手术机器人的“肩膀”上，他们进行产品迭代，目前机器人已经升级到第二代，兼具长骨复位、创伤、脊柱手术定位功能，未来还将适用于更多的手术术式。

“每个细小的设计，都源于我们对手术室环境和医生需求的理解。”王豫说。对于小型导航定位机器人来说，在相同精度下，他们研发的机器人体积只有同类机器人的十分之一，还实现了电池供电，且无需线缆，便于临床医生使用。

科研出身的王豫，不仅对技术有着极致追求，也一直保持着实事求是的特点。这让他在面对投资人时从不夸大。他坦言，罗森博特成立早期，因为对投资不够了解，融资启动得有些晚，这也是公司在成立第三年面临资金困难的重要原因。对于解燃眉之急的 500 万元天使投资，他们使用得非常节省，足足支撑了 3 年多。

此后，罗森博特加快了对骨折手术机器人的研发，获得的融资次数和金额持续增加。在王豫看来，获得融资，归根结底是获得投资人的信任。

随着罗森博特市场不断扩大，王豫依然坚持每周给学生们的上课。王豫从不主动劝学生们创业。在他看来，有创业潜质的学生，不用劝也会主动创业。但对于这些学生，他建议尽快尝试，“越早开始，机会成本越低，试错成本也越低”。

总结自己创业的历程，王豫说：“痛并快乐着。”

资讯

“2025 银发科技伙伴计划”发布

本报讯(见习记者江庆龄)近日，上海市养老科技产业园正式开园。上海市科学技术委员会、上海市民政局、闵行区人民政府与腾讯科技(上海)有限公司签署战略合作协议，升级发布“2025 银发科技伙伴计划”(以下简称伙伴计划)。

伙伴计划负责人王楠介绍，该计划的核心目标是弥合技术与需求的鸿沟，破解老人最迫切的生活难题，让好技术更快派上用场，探索未来养老新可能，将前沿技术转化为“有温度”的解决方案。

伙伴计划可针对不同产品类型定制性能验证指标，并通过不少于 10 个真实的应用场景实测，持续观察评估，推动产品升级，筛出真正“懂老”的产品，让优秀方案有机会从上海走向全国。

“项目通过‘政府引导—一科研支撑—产业协同—资源助推—场景验证’的全链条联动，形成从技术研发到场景应用到再到服务优化的完整闭环，最终目标是让智能养老产品不仅‘能用’，更要‘好用、易用’。”王楠表示，伙伴计划还包含创新技术催化、生态资源协同、多元合作网络等在内的支持“大礼包”，从而加速产品落地。

据悉，伙伴计划在上海建立的首个银发科技应用评估与示范体系，正是为了解决“最后一公里”问题，让养老科技从炫酷的参数，变成老人真正用得上、喜欢用的实用帮手。伙伴计划将提供千万级专项资金，助力技术攻坚突破；百万级资金资助推动养老科技落地应用。同时，该计划还联合知名高校和科研院所等优势科研力量为前沿技术攻关提供“最强大脑”。目前，伙伴计划官网已正式上线，并开放线上申报。

全球首个利用稻米合成人血清白蛋白将在武汉量产

本报讯(记者李思辉 通讯员姜胜来)《中国科学报》从湖北省科技厅获悉，近日，武汉禾元生物科技股份有限公司(以下简称禾元生物)植物源重组人血清白蛋白产业化基地建设一期工程正在加紧建设。

禾元生物项目负责人介绍，7 月，设备将陆续进场、安装、调试，预计 8 月 30 日实现通水、通电、通气，力争 2026 年二季度建成投产。

“项目建成后，预计可实现年产 1200 万支重组人血清白蛋白注射液，对于保障人民群众健康需求与国防安全，具有重要的战略意义。”禾元生物董事长杨杨代表表示，该项目是重组人血清白蛋白注射液商业化的重要保障，在促进公司规模化的同时，有助于推动我国创新药产业发展，是生物医药产业发展新质生产力的典型。

经过多年不懈努力，禾元生物开发出全球首个利用稻米合成的人血清白蛋白，让“稻米造血”这一“天方夜谭”变为现实。目前，企业研发的治疗用 I 类生物制品新药——植物源重组人血清白蛋白注射液奥福民已进入审批最后阶段，有望在今年获批上市，申报的适应症为肝硬化低白蛋白血症。

“作为一种创新药物，重组人血清白蛋白具有来源稳定、生物安全性高、成本可控等潜在优势。”禾元生物首席医学官秦志杰说，从长远来看，一旦发生遭遇重大自然灾害等白蛋白需求急剧增加的特殊紧急情况，植物源重组人血清白蛋白对于保障白蛋白供应就显得至关重要。

第十期“硬科技冠军企业创业营”开营

本报讯(记者沈春蕾)日前，第十期“中科创星·硬科技冠军企业创业营”(以下简称冠军营)开营活动在南京市浦口区举行。来自全国各地的 68 位硬科技领域创业者相聚于此，以“拾光聚能、启启未来”为主题，开启为期一年的深度学习与产业赋能之旅。

记者从中科创星获悉，第十期冠军营学员均为企业创始人或核心决策者，博士学历占比 63%，硕士及以上学历者超八成。主力军为“75 后”“85 后”，40 岁以下占比 47%，最年轻学员仅 26 岁。第十期冠军营将在授课导师阵容、活动形式、产业资源对接等方面进行升级，邀请更多业内学者与实战型导师，组织学员深入更多龙头企业交流学习、提供产业资源链接与专家服务，帮助早期创业者系统提升商业认知，突破从科技到产业转化中的关键障碍。

此前，冠军营已成功举办 9 期，服务了 580 位硬科技创业者并组成科创创校友友会。在冠军营学习期间，学员企业新增融资轮次超过 230 次，学员间合作达 90 多次。此次之所以选择南京市浦口区作为第十期冠军营的开营地，是因为这里依托南京丰富科教资源，2024 年已集聚科技型中小企业超 1026 家，构建了总规模 565 亿元的基金矩阵和超 40 亿元的惠企金融产品，形成全链条创新生态。

开源还是闭源：初创 AI 企业怎么选

■本报记者 沈春蕾

“2025 年是人工智能(AI)应用落地的元年。”日前，零一万物首席执行官(CEO)、创新工场董事长李开复在公开场合表示，中国深度求索(DeepSeek)公司的成功充分证明闭源发展之路行不通，开源才是未来的发展方向。

如果说闭源像一套成品乐高，只能按说明书组装，那么开源则是一堆零散的积木，可以自由发挥创造新模型。

今年第 1 季度，美国人工智能公司 OpenAI 获得了有史以来最大一笔融资——400 亿美元。同时，OpenAI 宣布将在未来数月内发布首个具备推理能力的开源大语言模型。这也是该公司自 2019 年选择闭源以来的重大战略转变。

今年以来，DeepSeek 的出圈，带动了 AI 开源的发展速度和市场份额，但目前仍有不少闭源 AI 产品在市场上广受欢迎，如 OpenAI 公司开发的聊天机器人 ChatGPT、美国一家工作室开发的 AI 画图工具 MidJourney。

开源还是闭源，AI 创业者们到底该如何选择？

为什么要开源

“当前，技术的发展越发凸显‘开源’与‘开放’的重要性，特别是在 AI 领域，许多核心技术的突破都得益于全球开发者的紧密协作和共同构建。”在日前召开的第七届北京智源大会上，北京大学教授黄铁军如是说。

今年 1 月，随着 DeepSeek 的异军突起，美国芯片巨头英伟达(NVIDIA)股价暴跌约 17%。“一个来自中国杭州的小公司，发布的开源模型改变了全球。”这家来自中国的创业公司也引发了 Linux 基金会创始人兼执行董事吉姆·泽姆林的关注，他称 DeepSeek 是开源 AI 的奠基者。

当前，来自中国的 AI 公司正在引领开源的潮流。对此，吉姆·泽姆林并不意外。1991 年，他来到中国时就发现，开源在中国不是一个新概念，中国很多机构和组织已经为开源做好了准备，比如尝试探索替代微软 Windows 的开源技术。进入 21 世纪以来，中国的一些企业开始关注并投资支持开源，比如百度、阿里巴巴、腾讯、华为等。

随着 AI 的发展，开源软件备受关注。来自美国哈佛商学院的一项研究报告指出，开源软件的供给价值为 41.5 亿美元，而需求价值高达 8.8 万

亿美元，是供给价值的 2000 倍。

吉姆·泽姆林认为，这给全球反对开源的企业敲响了警钟，先前他们也许认为自己可以孤军奋战，但现实是有的公司破产了，有的公司被其他公司吞并了。

麦肯锡公司发布的《人工智能时代下的开源技术》报告显示，高达 75%的受访者预计，他们的组织将在未来几年内增加对开源 AI 技术的使用。

开源为什么如此重要？吉姆·泽姆林表示，因为开源有巨大的商业价值。他举了一个例子，如果现在的 AI 公司在开发软件时选择开源框架，以及市场上能公开获得的所有开源组件，可以节约 70%的开发成本。

“开源不仅针对软件，还可以形成一个良好的生态。”吉姆·泽姆林以市场上竞争激烈的谷歌、微软、阿里巴巴、腾讯等公司为例表示，这些公司需要推动更多的开发者加入其中，并开发出更好的软件，形成一个生态圈。

“在 AI 领域要继续拥抱开源的发展，因为开源可以推动并加速创新。”吉姆·泽姆林不仅注意到 DeepSeek，还关注到更多和 DeepSeek 相似的 AI 公司应运而生。“这些公司以 DeepSeek 为蓝本，加入了自己的创新因子，也加速了很多新型 AI 技术的问世。”

在吉姆·泽姆林看来，开源不仅可以让更多人接触并使用 AI 技术，还可以推动全球合作。

选择两条腿走路

北京智谱华章科技有限公司(以下简称智谱)CEO 张鹏告诉《中国科学报》：“这几年，我们一直在坚持闭源和开源两条腿走路。”

智谱的创始团队来自清华大学。不同于完全市场化的团队，他们很早就意识到 AI 大模型本质上是技术驱动的。张鹏解释道：“这个技术驱动过程本身还处于快速上升期，所以我们不可能早期就将技术创新这件事搁到一边，单纯去追求产业的落地和发展，我们会在发展到一定阶段时将 AI 技术开源。”

智谱的团队希望开源可以让其他开发人员在大模型上做进一步研究，推动技术发展和进步，促进开源社区的繁荣。

至于为什么要坚持闭源，张鹏从商业角度进

行了分析，一家公司要生存下去就得想着如何挣钱，想办法把技术的商业价值发挥出来。

如何发挥商业价值呢？张鹏认为，对开源来说，重要的任务是技术创新和突破，但在面对客户提出的需求时，开源的技术力量不一定能够精准匹配，这就需要将创新的技术转换成满足商业客户需求的产品和应用，而这就要选择闭源。

不过他也指出，这中间还有一个生存空间，尤其是商业化早期，技术发展快速但不够稳定，就需要两条腿走路。

在历史上，同时选择闭源和开源的公司还有很多。比如，微软曾在发展早期坚定地选择闭源，用户使用其 Windows 操作系统及配套的 Office 软件等需要付费，而这丝毫没有影响其在个人计算机(PC)市场的地位。2010 年后，微软逐渐开源了部分代码，在开源领域的投入与影响力与日俱增。今年年初，OpenAI 的 CEO 山姆·奥特曼在一场媒体活动上说：“我个人认为，我们的闭源策略站在了历史错误的一边，需要想出一个不同的开源策略。”

在 2019 年之前，山姆·奥特曼曾是开源的坚定支持者。他说：“开源是打破垄断的利器，可以让更多开发者站在巨人的肩膀上创新。”当初，山姆·奥特曼与另一位创始人埃隆·马斯克共同签署 OpenAI 宪章时，也明确表示会开源、取名 OpenAI 更是期望全球社区共同参与 AI 的安全治理。

随着 GPT-3 商业化取得成功，OpenAI 开始将技术严密保护起来，并采用收费模式。这一转变也引发了一场争议，埃隆·马斯克还提议将公司名称改成“ClosedAI”。DeepSeek 等开源 AI 的出现，也让山姆·奥特曼意识到闭源策略的问题。

相辅相成 和谐共荣

如今，开源已然成为 AI 技术发展的趋势，但开源和闭源孰好孰坏，业界仍有争论。

“以 AI 大模型为例，开源的数据评测 Benchmark(基准测试)有点类似于上学使用的练习册，如果在学习中没有做练习，往往找不到答题方向，但是中高考往往会出新题型，这些新



AI 制图

题型应该闭源，等考完再作为真题发布出去。”智源研究院智能评测组负责人杨熙以这样的比喻解释开源和闭源的必要性。

他认为，不管是开源模型还是闭源模型，都存在安全和合规范围内的风险性。“开源有助于我们理解模型本身的机理，进行风险把控的研究，促进开展更多探索性的基础工作；而要推进技术应用，推动大模型走进千家万户，这可能是闭源要做的产品化和商业化工作。开源和闭源这两件事情不冲突，而是相辅相成、和谐共荣。”

“目前 AI 市场上，还是闭源 AI 占主导地位，市场份额接近 60%~70%。”云启资本合伙人陈昱告诉《中国科学报》，一些全球知名的头部 AI 企业仍以闭源为主，但开源 AI 企业正在快速崛起，它们通过开源模型抢占开发者生态。

陈昱分析，开源模型推理成本以及品牌杠杆作用都比闭源模型更有优势，开源 AI 的市场份额将在未来市场中加速扩大。

作为投资人，陈昱从 2015 年左右开始关注开源。这些年来他一直在参与开源生态建设，并投了多个开源 AI 项目，其投资的一些闭源 AI 公司后来也选择了开源。

他认为，对于 AI 初创企业来说，开源可以降低用户获取门槛，但这并非是非绝对标准，更重要的是产品和技术是否真正有创新和应用价值，开源商业化和社区生态也是需要长期关注和权衡的要点。

谈及 AI 初创企业该如何选择开源和闭源，陈昱指出，生态型平台和成本敏感型企业适合开源，可以通过开源吸引更多使用者并降本增效，使 AI 技术在低毛利场景落地；医疗、国防等领域对于隐私风险和合规安全要求高，相关 AI 企业更适合选择闭源。