

# 手术机器人的前世今生

手术机器人作为高端智能医疗设备的代表之一，正在不断改变传统的手术概念。目前，我国手术机器人虽处于早期发展阶段，但因其具有精准化、微创化、简单化、低风险等优势，已被越来越多的人接受和认可，外科手术已经进入了智能化发展时代。

齐鲁晚报·齐鲁壹点记者 陈晓丽  
通讯员 张瑞雪 张静

## “达芬奇”专攻软组织 “天玑”专攻硬组织

手术机器人是代替医生做手术吗？其实，手术机器人并不是具备深度学习等功能的人形机器，而是指一套人工智能手术操作系统，用于辅助医生更好地完成手术。

1985年，美国洛杉矶医院的医生使用工业机器人辅助定位，完成了一例神经外科脑部活检手术，成为世界外科手术史上第一例机器人辅助手术。

随着腹腔镜技术的兴起，自动最优定位内窥镜系统“伊索”于1997年在美国研制成功，并于1998年升级成为完整的手术器械机器人系统“宙斯”。第二年，达芬奇手术机器人由美国直觉外科公司研制成功，并不断升级换代，代表着当今手术机器人的最高水平。

达芬奇手术机器人属于软组织手术机器人，主要用于人体软组织的手术，例如胃肠系统、泌尿系统、心脏、妇科等，研制成功后很快得到了广泛应用。有统计数据显示，截至2020年3月，全球达芬奇手术机器人安装量已经超过5600台，累积参与手术超过720万台。

2020年4月，山东大学第二医院胃肠外科丁印鲁在第四代达芬奇手术机器人辅助下，成功为一位胃大弯侧间质瘤患者进行了手术，宣告达芬奇手术机器人正式开始了在山东大学第二医院的“执业生涯”。

随着智能化医疗设备的发展，2016年，由北京积水潭医院、北京航空航天大学、北京天智航医疗科技三方联合研发、专攻人体硬组织的天玑骨科手术机器人正式上市，标志着我国骨科手术进入了智能化和精准化时代。这也是目前世界上唯一能够开展脊柱全节段、骨盆及四肢骨科手术的骨科机器人系统。

随之，山东大学第二医院开始申报国家骨科机器人应用中心项目，并顺利通过答辩创建了山东省骨科手术机器人应用中心。2018年10月，天玑第三代骨科手术机器人落地该院。

天玑手术机器人很快在山东大学第二医院脊柱外科、创伤骨科、手外科/足踝外科、关节外科/运动医学科及小儿外科五个科室辅助开展手术，均取得了满意的临床效果。

## 达芬奇突破人手极限 完成全角度精准操作

自山东大学第二医院引进达芬奇手术机器人以来，已在胃肠外科、泌尿外科、妇科、结直肠肛门外科、胸外科等多学科开展机器人手术。仅胃肠外科，达芬奇手术机器人已经辅助完成手术超过100台。

山东大学第二医院胃肠外科副主任医师纪志鹏介绍，达芬奇手术机器人由医生操控台、床



达芬奇手术机器人正在辅助医生做手术。

旁机械臂系统、视频处理系统三部分组成。主刀医生坐在手术室无菌区之外的操控台，通过双手操作两个主控制器、双脚控制脚踏板来控制机械臂和内窥镜，达到机械臂尖端与外科医生的双手同步进行操作。

和前几代达芬奇手术机器人相比，第四代达芬奇机器人不仅在机械臂上新增了两个活动关节，能突破人手极限，实现全角度灵活精准操作，在狭小的空间内完成人手无法处理的细节操作，包括夹紧、切割、止血、缝合、打结等。

尤其对于在人体盆腔这种狭小空间进行的手术，例如前列腺癌根治术、低位直肠癌根治术等，优势尤其凸显。在北欧国家，目前超过一半的前列腺癌根治术由手术机器人完成。而在美国，这一比例更是达到了95%，美国AUA泌尿外科学会在前列腺癌诊疗指南中已经将机器人手术列为前列腺癌手术治疗的金标准。

“达芬奇相当于升级版的腹腔镜系统”，纪志鹏介绍，传统腹腔镜存在一些短板，比如手术视野为二维图像，不够逼真；由于手术器械所限，部分精细操作无法完成；医生手部的震颤通过套管和器械被放大等。

达芬奇手术机器人克服了传统腔镜的固有缺点，实现了放大10-15倍的裸眼3D高清手术视野，还可以自动过滤人手的震颤，让医生的操作更稳定，使腔镜下精细的血管、肠道吻合，肿瘤根治手术中的淋巴彻底清扫等成为现实，具有创伤小、出血少、并发症少、恢复快等特点。

正因如此，过去通过腔镜微创手术治疗的疾病，几乎都可以通过达芬奇四代手术机器人完成。同时，还可以解决一些传统胸腔镜、腹腔镜无法开展微创手术治疗的复杂病例，覆盖普外科(肝胆胰、胃肠)、泌尿外科、头颈外科、妇科等各个领域。截至2020年底，中国

达芬奇装机量已经突破200台。

## 天玑拥有“透视眼” 精准定位植入螺钉

如果按技术类型分类，达芬奇属于操作手术机器人，天玑骨科机器人则属于定位导航手术机器人。精准度是衡量定位导航手术机器人非常重要的技术指标，天玑骨科手术机器人手术精准度可达“亚毫米级”。

天玑骨科手术机器人由主控台车、光学跟踪系统和机械臂三部分构成。光学跟踪系统可以进行三维透视扫描，就好像一双“透视眼”，能洞察骨骼深处的结构。主控电脑系统利用其扫描传回的数据进行图像重建，医生借此完成手术路径规划，并智能传达到机械臂。

“脊柱手术和骨盆手术的微创内固定是天玑骨科手术机器人的主要优势。”山东大学第二医院脊柱外科主治医师赵杰告诉记者，手术路径规划完成后，机器人手臂可以精准定位至置钉部位，螺钉的深度、直径、进入骨骼的角度都能准确计算，动作精度可以达到0.8毫米，螺钉置入后，手术仅留下几毫米的伤口。

以高位颈椎骨折为例，高位颈椎因椎弓根骨道狭小，且骨道一侧有血管，另一侧有脊髓，置钉难度大，稍有偏差，就可能损伤血管和神经，造成严重的后果，手术风险非常高。

如果没有手术机器人辅助，手术主要依靠主刀医生自身经验及手感，螺钉置入不合适再退出来重新打进去，反复置钉容易损伤骨骼及周围组织，还有些部位甚至由于风险太高成为手术禁区。

现在有了天玑骨科手术机器人助力，就像用于“透视眼”一样，通过精确手术路径规划引导，可以在避免损伤血管及神经的风险下，精准一次置入椎弓根螺钉，而且仅是几毫米的切口。既减少了对组织的创伤，利于患者术后快速康复，又能达到

满意的内固定效果。

赵杰介绍，天玑骨科手术机器人适用于脊柱全节段(颈椎、胸椎、腰椎、骶椎)、骨盆骨折及四肢骨折手术。此外，还适用于关节手术、骨肿瘤手术的术中导航，真正实现了高风险手术安全化、开放手术微创化、常规手术精准化、复杂手术简单化。截至目前，山东大学第二医院已经借助天玑骨科手术机器人完成了300余台手术。

“未来，天玑手术机器人可以推动基层医院更好地开展各类骨科手术，让他们突破医生手术经验欠缺、操作精细度不足的限制。”赵杰认为，不

过初期仍然需要手术路径规划指导、装机费用支持等。据悉，目前天玑在全国装机量已经超过100台，辅助手术量突破万例。

## 应用5G通信 可以实现远程手术操作

除了达芬奇手术机器人和天玑骨科手术机器人，同属于定位导航的神经外科手术机器人也已经投入临床应用，通过对患者颅脑结构进行三维重建和分析，可准确定位靶点位置并辅助医生进行精准治疗。

手术机器人的应用开启了智能化医疗的新篇章，对主刀医生在手术过程中的定位和操作都有重大意义。不过，每项新技术的应用都需要大众逐渐认知并接受的过程，也需要技术不断完善升级的过程，手术机器人也不例外。

“目前手术机器人的术前准备时间需要半个小时左右，时间成本还比较高”，纪志鹏和赵杰一致表示，不过随着大家对手术机器人操作熟练度的提高，未来这一时间将显著缩短。

达芬奇手术机器人目前也存在一些固有缺陷，例如缺乏力反馈，机器臂对人体组织的触感无法传达到医生双手，医生在操作机械臂的时候，对手术刀下刀的深度、力度等判断存在一定的困难。

手术机器人的发展无法一蹴而就，在政策、资金等各方面因素的助力下，未来，手术机器人有着广阔的发展前景。例如，随着通信技术的发展，尤其是5G的应用，医生还可以通过手术机器人，为千里之外的患者进行远程手术，让更多患者受益。



天玑骨科手术机器人正在辅助医生做手术。