

天智航 (688277.SH)

中国骨科手术导航机器人领军企业

骨科手术机器人产业化先行者。天智航自主研发的骨科手术导航定位机器人是首家获得CFDA核发的第三类医疗器械注册证的“骨科机器人导航定位系统”，同时也是科技部《创新医疗器械产品目录(2018)》中治疗设备及器械类唯一的“国际原创”产品；目前天智航骨科手术导航定位机器人已研发至第三代“天玑”并进入市场化推广阶段，销售规模快速增长；“天玑”已应用于北京积水潭医院、中国人民解放军总医院等74家全国知名医疗机构。

骨科机器人带动骨科手术革命。相比传统骨科手术，骨科机器人在术中可以辅助医生进行术前规划和术中引导及施术，推动骨科手术微创化、标准化、智能化，降低手术费用的同时也减少了医生在术中所受辐射量，同时使远程骨科手术成为可能；骨科手术机器人在临床使用方面，脊柱、髋关节、膝关节等手术已有丰富术式，同时手术量也有快速提升，以“天玑”为例，其可完成脊柱、骨盆、四肢骨折等多种手术，适用于创伤和脊柱微创术式，已覆盖骨科45%以上的手术适应症。对于目前全球庞大的骨科手术量，以及中国仍在快速增长的骨科器械市场，骨科机器人手术替代空间巨大。

天智航先发优势明显。全球范围内部分创新型企业已开发出商业化使用的骨科手术机器人，鉴于骨科机器人对于骨科手术的颠覆性革新，跨国骨科巨头纷纷通过收购的方式获得骨科机器人技术及产品，如史赛克收购MAKO(2013年，16.5亿美元)、美敦力收购Mazor(2018年，16.4亿美元)、捷迈邦美收购MEDTECH(2016年，1.32亿美元)等，搭配自产骨科耗材，不断开拓骨科新术式和新产品。天智航作为国内首家商业化骨科机器人企业，产品已形成梯队，并与国内临床骨科学术团队形成紧密合作关系，天智航作为“国家机器人标准化总体组”成员单位，参与编制了骨科机器人手术临床指南和诊疗规范，并参与制定相关国家标准。

加强研发+全球化拓展，打造骨科机器人独角兽企业。天智航始终坚持大比例研发投入，未来包括“天玑”2.0、关节机器人等新一代创新型产品将逐步补充公司骨科机器人产品管线；与强生展开合作，共同推动骨科工具和耗材与“天玑”骨科机器人进行协同使用的商业化研究和临床研究，同时推进“天玑”的CE和FDA注册拓展全球市场，打造全球领先的骨科机器人企业。

盈利预测与估值：我们预计公司20-22年营业收入为3.02、3.95、5.17亿元，同比增长31.4%、31.1%、30.8%，对应PS为164x、125x、96x，天智航作为国内首家商业化骨科机器人生产企业，骨科机器人手术替代空间广阔，伴随骨科机器人临床渗透率的提升和产品先发优势的不断体现，未来成长空间较大，首次覆盖，给予“买入”评级。

风险提示：骨科机器人销售不及预期；市场竞争加剧风险；新产品开发不及预期；测算可能与实际存在误差。

财务指标	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E
营业收入(百万元)	127	230	302	395	517
增长率 yoy (%)	72.9	81.2	31.4	31.1	30.8
归母净利润(百万元)	-1	-31	-64	-4	43
增长率 yoy (%)	-104.0	3516.7	105.2	-93.0	-1068.1
EPS 最新摊薄(元/股)	-0.00	-0.07	-0.15	-0.01	0.10
净资产收益率(%)	-0.7	-5.7	-13.3	-0.9	8.4
P/E(倍)	-48635.4	-1344.8	-655.4	-9327.2	963.4
P/B(倍)	75.6	71.1	79.8	80.5	74.3

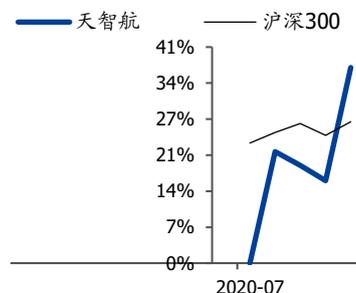
资料来源：贝格数据，国盛证券研究所

买入(首次)

股票信息

行业	医疗器械
最新收盘价	118.00
总市值(百万元)	49,376.23
总股本(百万股)	418.44
其中自由流通股(%)	8.36
30日日均成交量(百万股)	2.58

股价走势



作者

分析师 张金洋

执业证书编号: S0680519010001

邮箱: zhangjy@gszq.com

分析师 邓云龙

执业证书编号: S0680519100002

邮箱: dengyunlong@gszq.com



财务报表和主要财务比率

资产负债表 (百万元)						利润表 (百万元)					
会计年度	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E	会计年度	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E
流动资产	548	528	523	564	702	营业收入	127	230	302	395	517
现金	282	153	90	119	155	营业成本	30	35	40	57	81
应收票据及应收账款	44	46	103	71	165	营业税金及附加	2	3	4	5	6
其他应收款	7	8	12	14	20	营业费用	40	86	115	99	103
预付账款	5	13	11	20	21	管理费用	53	98	127	99	78
存货	28	32	30	63	65	研发费用	41	77	100	132	172
其他流动资产	181	276	276	276	276	财务费用	-1	0	3	9	16
非流动资产	115	186	208	275	339	资产减值损失	-24	0	0	0	0
长期投资	0	20	40	60	80	其他收益	50	24	0	0	0
固定资产	21	20	24	49	83	公允价值变动收益	0	0	0	0	0
无形资产	2	3	2	1	1	投资净收益	5	7	0	0	0
其他非流动资产	92	143	142	164	176	资产处置收益	0	0	0	0	0
资产总计	663	714	731	839	1041	营业利润	-8	-39	-87	-4	62
流动负债	94	96	142	255	409	营业外收入	0	0	1	0	0
短期借款	0	0	51	97	250	营业外支出	0	3	2	2	2
应付票据及应付账款	12	4	14	12	25	利润总额	-8	-43	-88	-6	60
其他流动负债	83	92	77	146	135	所得税	-4	-9	-18	-1	12
非流动负债	8	21	21	21	21	净利润	-4	-34	-70	-5	48
长期借款	0	0	0	0	0	少数股东损益	-3	-3	-7	0	4
其他非流动负债	8	21	21	21	21	归属母公司净利润	-1	-31	-64	-4	43
负债合计	102	117	163	276	430	EBITDA	-10	-32	-81	10	90
少数股东权益	10	11	4	4	8	EPS (元/股)	-0.00	-0.07	-0.15	-0.01	0.10
股本	188	377	418	418	418						
资本公积	401	264	264	264	264						
留存收益	-39	-69	-139	-144	-96						
归属母公司股东权益	551	585	564	559	602						
负债和股东权益	663	714	731	839	1041						

现金流量表 (百万元)					
会计年度	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E
经营活动现金流	13	21	-121	73	-13
净利润	-4	-34	-70	-5	48
折旧摊销	6	15	9	14	24
财务费用	-1	0	3	9	16
投资损失	-5	-7	0	0	0
营运资金变动	-3	2	-63	55	-100
其他经营现金流	20	44	0	0	0
投资活动现金流	-218	-147	-31	-82	-88
资本支出	27	20	2	47	44
长期投资	-196	-135	-20	-20	-20
其他投资现金流	-386	-262	-49	-54	-64
筹资活动现金流	9	-2	38	-9	-16
短期借款	0	0	0	0	0
长期借款	0	0	0	0	0
普通股增加	30	188	42	0	0
资本公积增加	365	-138	0	0	0
其他筹资现金流	-386	-53	-3	-9	-16
现金净增加额	-196	-129	-113	-17	-116

主要财务比率					
会计年度	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E
成长能力					
营业收入 (%)	72.9	81.2	31.4	31.1	30.8
营业利润 (%)	-164.0	-387.8	-119.8	94.8	1469.6
归属母公司净利润 (%)	-104.0	3516.7	105.2	-93.0	-1068.1
获利能力					
毛利率 (%)	76.1	84.9	86.7	85.6	84.4
净利率 (%)	-0.7	-13.5	-21.1	-1.1	8.4
ROE (%)	-0.7	-5.7	-13.3	-0.9	8.4
ROIC (%)	-1.4	-6.3	-12.3	-0.6	6.4
偿债能力					
资产负债率 (%)	15.4	16.4	22.3	32.9	41.3
净负债比率 (%)	-49.1	-23.7	-5.3	-2.0	18.7
流动比率	5.8	5.5	3.7	2.2	1.7
速动比率	3.5	5.0	3.4	1.9	1.5
营运能力					
总资产周转率	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
应收账款周转率	3.9	5.1	4.1	4.5	4.4
应付账款周转率	3.4	4.4	4.4	4.4	4.4
每股指标 (元)					
每股收益 (最新摊薄)	-0.00	-0.07	-0.15	-0.01	0.10
每股经营现金流 (最新摊薄)	0.03	0.05	-0.29	0.17	-0.03
每股净资产 (最新摊薄)	1.32	1.40	1.25	1.24	1.34
估值比率					
P/E	-48635.4	-1344.8	-655.4	-9327.2	963.4
P/B	75.6	71.1	79.8	80.5	74.3
EV/EBITDA	-3955.4	-1282.6	-512.1	4352.2	461.5

资料来源: 贝格数据, 国盛证券研究所

内容目录

一、天智航：中国骨科手术导航机器人领军企业	5
1.1 天智航：骨科手术机器人产业化先行者	5
1.2 研发型企业：管理层技术出身，注重研发投入和产业布局	6
1.3 员工激励到位	8
1.4 骨科手术机器人带动天智航业绩快速增长	9
二、骨科机器人带动骨科手术革命	11
2.1 全球手术机器人行业处于快速增长期	11
2.2 骨科市场快速增长，机器人手术替代空间广阔	15
2.3 骨科巨头纷纷布局手术机器人，市场迎来快速发展期	19
三、天智航：骨科机器人业务进入爆发期	23
3.1 “天玑”优势明显，带动骨科手术革命	23
3.2 国内骨科机器人市场迎来快速发展期	30
3.3 加强研发+全球化拓展，打造骨科机器人独角兽企业	33
四、盈利预测与估值	35
4.1 关键假设	35
4.2 盈利预测与估值	36
五、风险提示	37

图表目录

图表 1: 天智航发展历程	5
图表 2: 天智航发展阶段	5
图表 3: 天智航股权结构	6
图表 4: 天智航核心技术人员	7
图表 5: 天智航始终保持大比例研发投入	8
图表 6: 天智航员工中研发人员占比首位	8
图表 7: 天智航广泛布局骨科机器人上下游	8
图表 8: 董监高及核心管理人员间接持股情况	9
图表 9: 股权激励业绩考核目标	9
图表 10: 天智航 2015-2019 营业收入及增速	10
图表 11: 天智航 2015-2019 归母净利润及增速	10
图表 12: 天智航 2016-2019 年收入组成	10
图表 13: 2019 年天智航各项收入占比	10
图表 14: 天智航不同销售模式销售收入	11
图表 15: 天智航不同销售模式骨科机器人销售量	11
图表 16: 天智航 2016-2019 年主营业务毛利润及毛利率	11
图表 17: 天智航 2016-2019 年各项费用率	11
图表 18: 全球代表性手术机器人	12
图表 19: 医疗机器人自动化程度目前还处于辅助阶段	12
图表 20: 全球手术机器人市场规模及预测	13
图表 21: 全球不同地区手术机器人市场规模及预测	13
图表 22: 第 4 代达芬奇手术机器人 da Vinci XI	13
图表 23: 达芬奇手术机器人操作	13
图表 24: 达芬奇手术机器人全球保有量	14

图表 25: 达芬奇机器人全球手术量.....	14
图表 26: 达芬奇手术机器人发展历程.....	14
图表 27: 直觉外科公司收入及净利润.....	14
图表 28: 骨科机器人组成部件.....	15
图表 29: 2014-2024 年全球骨科植入医疗器械行业市场规模.....	16
图表 30: 全球主要国家(地区)骨科植入医疗器械市场规模占比.....	16
图表 31: 2018 年全球骨科医疗器械细分市场分布.....	16
图表 32: 中国骨科医疗器械市场规模.....	17
图表 33: 中国骨科植入医疗器械市场主要类别市场份额.....	17
图表 34: 中国创伤类植入医疗器械整体市场规模.....	17
图表 35: 中国脊柱类植入医疗器械整体市场规模.....	18
图表 36: 中国关节类植入医疗器械整体市场规模.....	18
图表 37: 国内骨科手术量保持快速增长.....	18
图表 38: "天玑"骨科手术导航机器人可承担的骨科术式.....	19
图表 39: 国内外部分骨科机器人公司.....	20
图表 40: 全球商业化骨科机器人产品.....	21
图表 41: 法国亚眠大学运用 ROSA Spine 行经椎间孔腰椎椎间融合术.....	22
图表 42: 日本首家 MAKO 机器人客户神户 Kaisei 医院执行关节置换术.....	22
图表 43: Mazor 骨科手术机器人植入量及手术量.....	22
图表 44: Mazor X 机器人全球销售量.....	22
图表 45: Mazor Robotics 营业收入及净利润情况.....	23
图表 46: 骨科器械巨头纷纷布局骨科手术机器人业务.....	23
图表 47: 天智航骨科手术机器人演变历程.....	24
图表 48: 国内已获批骨科手术机器人技术指标对比.....	25
图表 49: 天玑骨科手术机器人.....	25
图表 50: "天玑"骨科手术机器人工作原理.....	26
图表 51: "天玑"辅助微创腰椎内固定术手术.....	26
图表 52: "天玑"手术规划系统软件界面.....	26
图表 53: "天玑"在骨科手术中所起作用.....	27
图表 54: 针对骨盆骨折修复手术的传统术式与机器人术式的比较.....	27
图表 55: 两种术式例均住院总费用与住院天数分析.....	28
图表 56: 两种术式例均住院费用结构分析(元).....	28
图表 57: 针对股骨颈骨折的机器人术式可达到教科书标准.....	29
图表 58: "天玑"完成世界首例机器人辅助上颈椎手术.....	29
图表 59: 传统术式下的骨科医生成长曲线.....	29
图表 60: "天玑"完成全球首例骨科机器人多中心 5G 手术.....	30
图表 61: X 射线透视下脊柱微创手术不同术式的年手术限值.....	30
图表 62: 国家骨科手术机器人应用中心信息管理系统.....	31
图表 63: 骨科三种典型术式综合治疗费用(含住院费、手术费、药品等)比较.....	32
图表 64: 天智航各类别医院手术开展例数及占比.....	32
图表 65: 天智航各省份手术开展例数及占比.....	32
图表 66: 天智航骨科机器人开展手术情况(医院及设备数量).....	33
图表 67: 天智航骨科机器人开展手术情况(使用频率).....	33
图表 68: 天智航骨科机器人开展手术情况(已注册手术).....	33
图表 69: 天智航 IPO 募投项目(万元).....	34
图表 70: 天智航在研项目.....	34
图表 71: 天智航收入拆分.....	36

图表 72: 可比公司估值 (可比公司参照 wind 一致预期, 截至 2020.7.13) 37

一、天智航: 中国骨科手术导航机器人领军企业

1.1 天智航: 骨科手术机器人产业化先行者

天智航专注于骨科手术机器人的研发、生产和临床应用: 天智航自主研发的骨科手术导航定位机器人是首家获得 CFDA 核发的第三类医疗器械注册证的“骨科机器人导航定位系统”, 是全球第五家取得医疗器械机器人注册许可的企业。目前, 公司的骨科手术导航定位机器人已研发至第三代(“天玑”)并进入市场化推广阶段, 销售规模快速增长; “天玑”已应用于北京积水潭医院、中国人民解放军总医院等 74 家全国知名医疗机构, 累计开展临床应用超过 5000 例; 天智航下一代骨科手术导航机器人产品“天玑 2.0”已处于注册审评阶段, 在研项目还包括关节置换机器人、沉浸式体验人机交互等前沿技术。

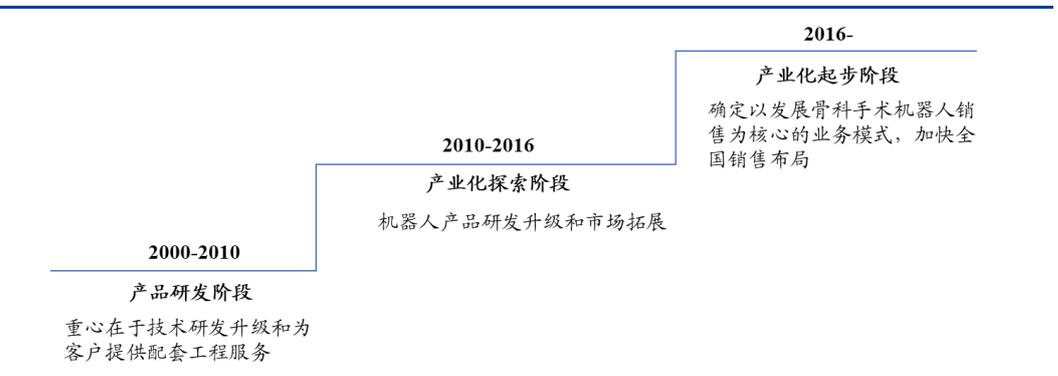
图表 1: 天智航发展历程

时间	事件
2002 年	科技部项目支持下启动骨科手术导航机器人研发试验; 天智航借助骨科双平面定位技术推进机器人产业化
2004 年	天智航首例骨科机器人辅助手术; 科技部 863 计划项目滚动支持
2005 年	北京天智航技术有限公司成立, 致力于骨科手术机器人技术产业化
2006 年	首例骨科机器人远程手术(北京-延安)
2010 年	完成股份制改造; 第一代骨科机器人导航定位系统获首个国产医疗器械 CFDA 注册许可证
2011 年	获国家十二五科技支撑计划项目支持
2012 年	第二代骨科机器人导航定位系统获得医疗器械产品注册许可证
2015 年	世界首例机器人辅助胸腰段脊柱微创手术及复杂上颈椎畸形手术
2016 年	第三代“天玑®”骨科手术机器人获 CFDA 医疗器械注册许可证; 承担“十三五”国家科技支撑计划项目
2017 年	工信部卫健委批复创建骨科手术机器人应用中心
2019 年	天智航与强生医疗签署商业及研发合作

资料来源: 公司官网, 招股说明书, 国盛证券研究所

天智航自成立之初发展至今可以分为三个阶段: 天智航设立之初天智航专注于技术研发, 提高产品临床使用价值, 形成能够产业化的升级产品; 2012-2014 年, 公司处于骨科手术导航定位机器人产业化探索阶段, 第二代产品 GD-2000 和 GD-S 相继完成 CFDA 认证并上市销售, 在产品市场拓展方面逐步积累经验; 2016 年至今, 第三代成熟产品“天玑®”骨科手术导航定位机器人完成注册, 上市销售并快速放量。

图表 2: 天智航发展阶段

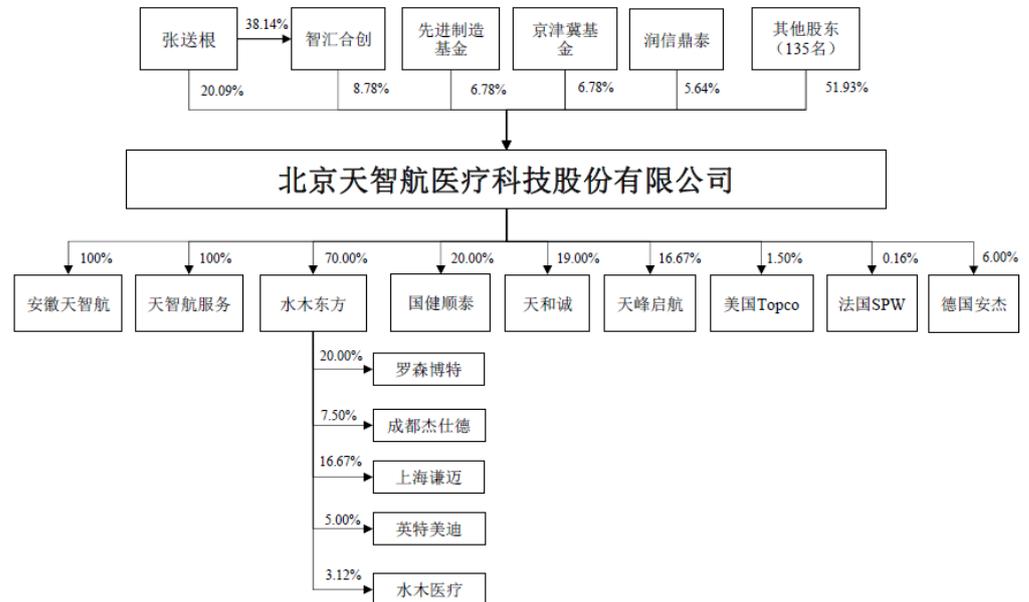


资料来源: 公司官网、国盛证券研究所

1.2 研发型企业：管理层技术出身，注重研发投入和产业布局

董事长张送根先生为公司控股股东、实际控制人并直接持有天智航 20.09%股份，张送根及其一致行动人智汇合创（员工持股平台）合计持有 28.87%股份，其他股东包括先进制造基金、京津冀基金、润信鼎泰等。

图表 3: 天智航股权结构



资料来源：招股说明书，国盛证券研究所

管理层拥有深厚技术背景：包括董事长张送根及总经理徐进在内的高管团队均拥有丰富的研发经验，核心技术团队拥有机器人系统设计、临床试验、软件及算法、机械工程、质量控制等多学科交叉行业背景，助力公司骨科机器人的快速研发上市。

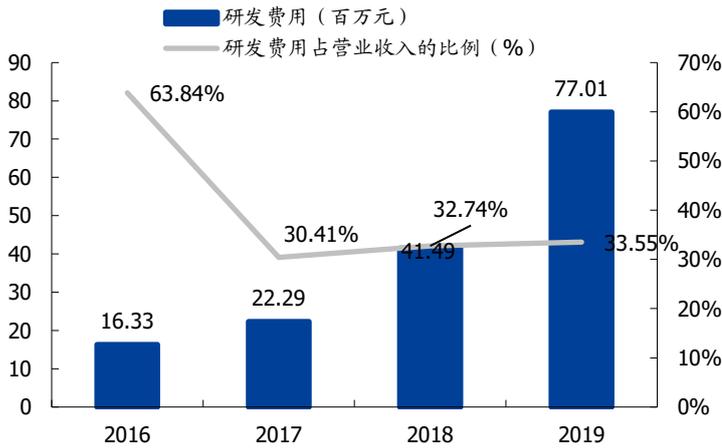
图表 4: 天智航核心技术人员

姓名	职位	简介
张送根	董事长	毕业于俄罗斯科学院无线电技术与电子学研究所，博士研究生学历，具有教授级高级工程师职称。现任天智航董事长，作为主要负责人的项目“基于影像导航和机器人技术的智能骨科手术体系研究及临床应用”和“通用型骨科导航手术机器人系统关键技术研发与临床应用”荣获多个奖项。现担任中国医学装备协会理事、中国生物医学工程学会医用机器人工程与临床应用分会副主任委员、中关村医疗器械产业技术联盟理事长、医疗机器人国家地方联合工程研究中心主任等职务。
徐进	董事、总经理	毕业于清华大学，博士研究生学历。历任天智航研发中心总监、副总经理、总经理。在医学图像导航、自动控制等领域拥有丰富的开发经验。曾研发磁共振兼容的实时术中导航系统，CT图像引导微创治疗系统等，应用于中国人民解放军总医院、哈佛大学 BWH 医院；参与多项骨科机器人项目的研发。
张维军	监事会主席	毕业于北京航空航天大学，硕士研究生学历，高级工程师职称。现任天智航监事会主席，参与第一代和第二代骨科手术机器人产品研制，主要负责系统设计和临床试验工作。2013年开始参与“天玑”骨科手术导航定位机器人开发项目，带领技术研发团队，攻克多项技术难关。
赵永强	技术研究部经理	毕业于上海交通大学，博士研究生学历。现任天智航技术研究部经理。主要负责研究跨平台的机器人手术软件系统和图像处理算法，将骨科手术机器人使用领域拓展至神经外科手术和关节外科手术领域。
刘铁昌	硬件开发部经理	毕业于大连理工大学，硕士研究生学历。曾任摩托罗拉中国技术有限公司高级工程师、机械部经理；北京通用电气华伦医疗设备有限公司机械部经理；现任天智航硬件开发部经理。在机械工程领域具有深厚的经验背景，专注于机电设计、机械工程开发，参与新型机器人项目开发，在硬件设计、提高产品易用性具有突出贡献。
陈义坤	质量总监	毕业于南京大学，硕士研究生学历。曾任强生苏州医疗器材有限公司质量经理，辛迪思（苏州）医疗器械有限公司高级质量经理，强生 DePuySynthes 北美质量副总监，强生苏州医疗器材有限公司质量总监；现任天智航质量总监。
李寅岩	资深工程师	毕业于北京科技大学。现任天智航资深工程师。具有丰富的软件设计经验，参与公司在研项目的核心应用软件开发，在新产品的软件开发上具有突出贡献。

资料来源：招股说明书，国盛证券研究所

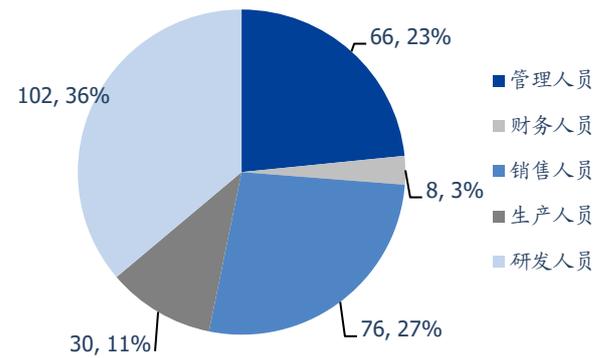
持续大比例研发投入带来产品和技术快速升级：骨科手术导航定位机器人作为公司的核心产品，天智航长期以来保持大比例战略性研发投入并已开发出三代产品。2017-2019年研发投入分别为 2,229、4,149、7,701 万元，占营业收入的比例均超过 30%，持续的研发投入确保了技术领先性和产品的不断升级迭代。

图表 5: 天智航始终保持大比例研发投入



资料来源: Wind, 国盛证券研究所

图表 6: 天智航员工中研发人员占比首位



资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

向骨科手术机器人上下游进行产业布局: 天智航依托公司在骨科手术机器人领域的先发优势, 为了向骨科机器人上下游进行渗透, 进行了数起骨科手术机器人相关产业投资。通过股权投资跟踪医疗机器人新技术、拓展医疗机器人应用领域、完善骨科手术机器人上下游产业链, 主要涉足脊柱医用耗材、移动 CT、机械臂和静脉配药机器人等领域。

图表 7: 天智航广泛布局骨科机器人上下游

公司	天智航出资比例	主营业务及其与公司主营业务的关系
安徽天智航医疗科技有限公司	100%	从事医用耗材生产业务, 为公司主要产品提供配套耗材
北京天智航医疗技术服务有限公司	100%	从事医疗器械销售和技术服务业务, 为公司主要产品提供配套服务。
北京水木东方医用机器人技术创新中心有限公司	70.00%	从事机器人领域技术培育和研发, 有助于公司探索最新的技术路径和研发方向。
安徽国健顺泰医疗服务有限公司	20.00%	正在筹建骨科医院, 提供配套服务。
天和诚	19.00%	医疗设备及其耗材经销
天峰启航	16.67%	医疗板块投资
法国 SPW	0.16%	医用耗材生产研发销售
美国 Topco	1.50%	持股平台
德国安杰	6.00%	医疗机器人核心部件生产

资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

1.3 员工激励到位

员工持股平台: 智汇合创、智汇德创均为天智航员工持股平台

- 2014年5月公司设立员工持股平台智汇合创, 首次激励范围是届时在职的公司中层以上管理人员、核心员工及对公司发展做出重要贡献的外部合作伙伴;
- 2019年4月公司设立员工持股平台智汇德创, 激励范围包括总经理、副总经理、子公司总经理、销售总监、部门经理、骨干员工等

图表 8: 董监高及核心管理人员间接持股情况

姓名	职务	智汇合创 出资比例	智汇德创 出资比例	合计间接持有 公司股份比例
张送根	董事长	38.14%	-	3.35%
徐进	董事、总经理	2.70%	5.46%	0.37%
王彬彬	董事、副总经理	15.50%	-	1.36%
邢玉柱	董事、董事会秘书、财务总监	18.66%	-	1.64%
张维军	监事会主席	4.87%	-	0.43%
成德圣	副总经理	-	4.78%	0.12%
赵永强	核心技术人员	-	4.13%	0.10%
李寅岩	核心技术人员	-	2.39%	0.06%
刘铁昌	核心技术人员	-	0.65%	0.02%

资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

股权激励:公司于2019年4月20日共向110名激励对象授予1,882万份股票期权激励,包括公司董事、高级管理人员、核心技术人、核心业务人员及其他骨干人员,行权价格为5元/股,业绩考核目标为2019-2021年公司营业收入不低于2.1、2.8、3.5亿元,同比增长33.3%、25% (2020-2022年股份支付费用分别为2,918、1,360、300万元)。

图表 9: 股权激励业绩考核目标

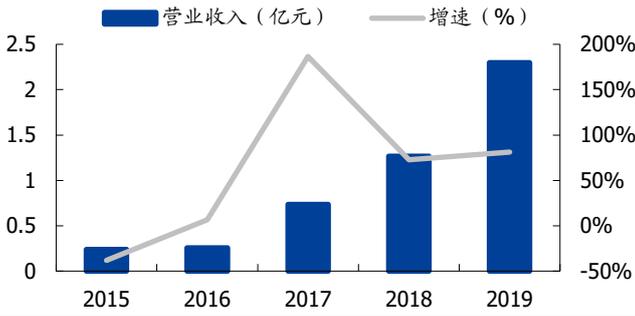
行权期	业绩考核目标
第一个行权期	2019年营业收入不低于2.1亿元
第二个行权期	2020年营业收入不低于2.8亿元
第三个行权期	2021年营业收入不低于3.5亿元

资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

1.4 骨科手术机器人带动天智航业绩快速增长

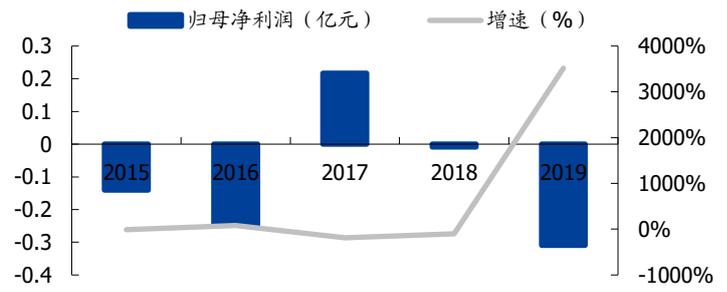
专注骨科手术机器人领域, 业绩快速增长:自2016年底天玑骨科机器人获批上市后,公司营收快速增长,2019年公司营业收入2.29亿元,同比增长81.16%,2017-2019年公司营业收入年均复合增长率为46.31%;归母净利润-0.31亿元,净利润受股权激励费用以及研发投入等影响波动幅度较大。

图表 10: 天智航 2015-2019 营业收入及增速



资料来源: Wind, 国盛证券研究所

图表 11: 天智航 2015-2019 归母净利润及增速

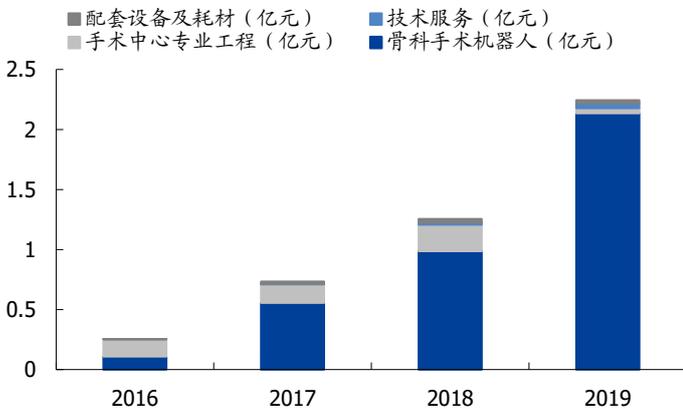


资料来源: Wind, 国盛证券研究所

骨科手术机器人业务贡献主要收入: 公司收入端由骨科机器人、配套设备及耗材、技术服务和手术中心专业工程构成, 其中骨科手术机器人为公司核心业务, 2017-2019 年分别实现收入 5542.22 万元、9872.42 万元、21353.93 万元, 占主营业务收入比例分别为 75.66%、78.76%、95.15%; 2018 年、2019 年骨科手术导航定位机器人收入同比增长分别为 78.13%和 116.30%。

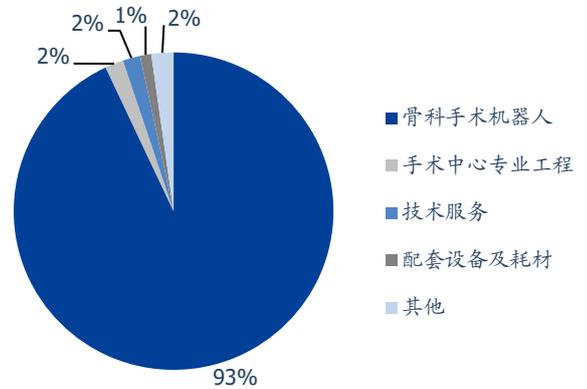
- **骨科手术机器人业务收入的快速增长主要得益于销量的快速增长:** 骨伤患者对精度更高、创伤更小、辐射伤害更少、恢复更快的骨科手术导航定位机器人辅助手术需求日益增加。公司第三代骨科手机器人“天玑®”技术先进, 临床精度指标处于行业领先水平, 且可以适用于创伤、脊柱和关节等多种骨科手术, 天智航在拓展市场和培育品牌方面持续发力, 天玑骨科手术机器人临床认可度日益提升并快速放量, 2017-2019 年分别实现销售 16、20、41 台。
- **手术中心专业工程占比逐渐下降:** 手术中心专业工程包括机器人手术室配套修缮改造等工程业务, 随着公司骨科手术导航定位机器人市场销售的快速发展, 手术中心专业工程业务逐步收缩。

图表 12: 天智航 2016-2019 年收入组成



资料来源: wind, 国盛证券研究所

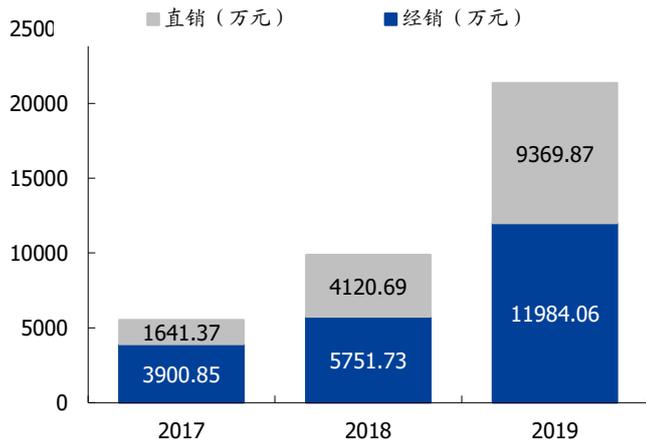
图表 13: 2019 年天智航各项收入占比



资料来源: wind, 国盛证券研究所

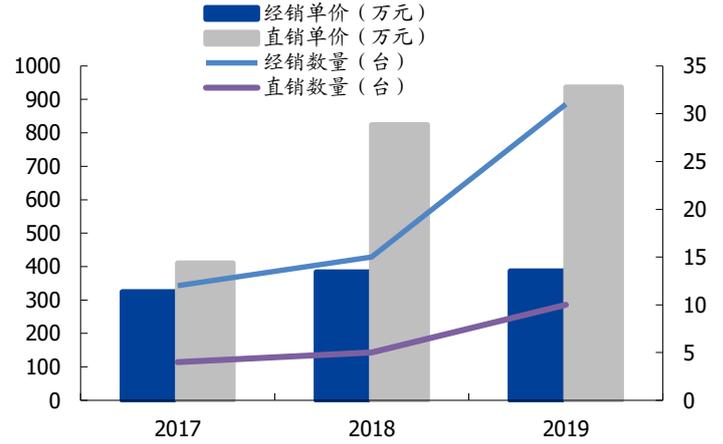
骨科机器人毛利率维持在较高水平, 研发费用占高: 天智航骨科手术导航定位机器人形成了“经销为主、直销为辅”的销售模式, 2017-2019 年公司主营业务骨科手术机器人产品毛利率分别为 87.65%、89.97%和 88.36%, 维持在较高水平, 体现公司产品的技术先进性、较好的产品竞争力和定价能力, 以及较强的成本控制能力。公司整体费用率保持较为稳定状态, 对于研发始终保持高投入, 近三年研发营收占比均超过 30%。

图表 14: 天智航不同销售模式销售收入



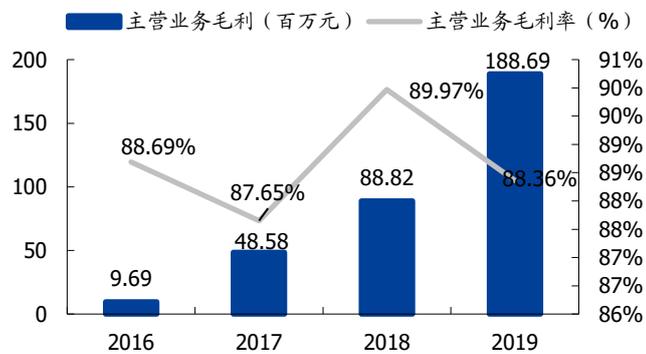
资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

图表 15: 天智航不同销售模式骨科机器人销售量



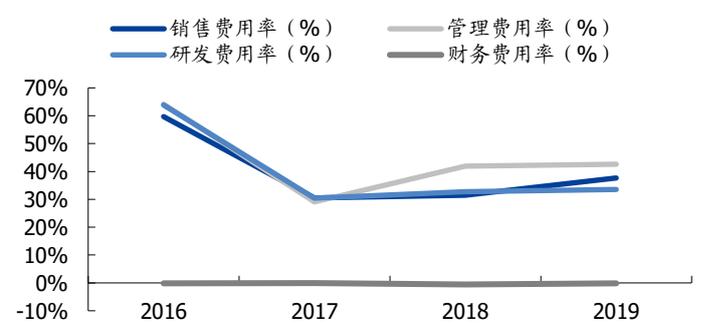
资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

图表 16: 天智航 2016-2019 年主营业务毛利润及毛利率



资料来源: Wind, 国盛证券研究所

图表 17: 天智航 2016-2019 年各项费用率



资料来源: Wind, 国盛证券研究所

二、骨科机器人带动骨科手术革命

2.1 全球手术机器人行业处于快速增长期

手术机器人: 手术机器人是集医学、机械学、生物力学及计算机科学等多学科于一体的医疗器械产品。完整的手术机器人系统是由计算机集成的手术系统与医疗机器人组成, 能从视觉、听觉和触觉上为医生进行手术操作提供支持, 有效提高手术诊断和评估、靶点定位、精密操作和手术训练的质量, 缩短患者康复周期。以临床医学应用角度分类。

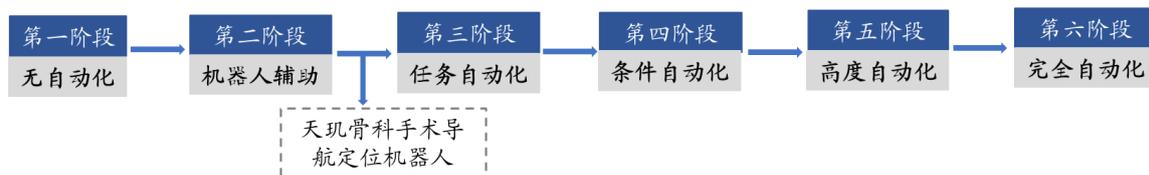
图表 18: 全球代表性手术机器人

分类	代表产品	公司名称	公司总部
腹腔镜手术机器人	da Vinci Robotic	Intuitive Surgical	美国
	Senhance	TransEnterix	美国
	Severance	Revo-I	韩国
骨科手术机器人	Mazor Renaissance	Medtronic	美国
	Mazor X	Medtronic	美国
	ROSA ONE Spine	Zimmer Biomet	美国
	ROSA Knee	Zimmer Biomet	美国
	MAKO	Stryker	美国
	TiRobot “天玑”	天智航	中国
	T Solution One	Think Surgical	美国
神经手术机器人	ROSA ONE Brain	Zimmer Biomet	美国
	Neuromate	Renishaw	英国
	睿米	柏惠维康	中国
	SinoRobot	华科精准医疗	中国
血管介入手术机器人	CorPath GRX	Corindus	美国
	Amigo	Catheter Precision	美国
	Sensei Robotics	Hansen Medical	美国
支气管手术机器人	Monarch	Auris Health	美国
	Ion	Intuitive Surgical	美国

资料来源: CNKI, 国盛证券研究所

医疗机器人自动化程度目前还处于辅助阶段: 现阶段, 医疗机器人尚无法全流程、全自动的实施手术, 手术过程中仍需要医生的介入。国际著名学术期刊《Science Robotics》对医疗机器人的自动化程度进行了定义, 分为 6 个阶段, 无自动化 (第一阶段)、机器人辅助 (第二阶段)、任务自动化 (第三阶段)、条件自动化 (第四阶段)、高度自动化 (第五阶段)、完全自动化 (第六阶段)。目前天玑骨科手术导航定位机器人处于机器人辅助 (第二阶段) 向任务自动化 (第三阶段) 的过渡时期, 与国外主流产品处于同一阶段。

图表 19: 医疗机器人自动化程度目前还处于辅助阶段

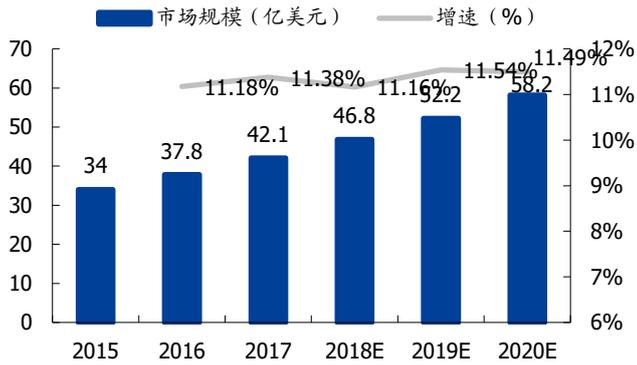


资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

全球手术机器人市场快速扩张:

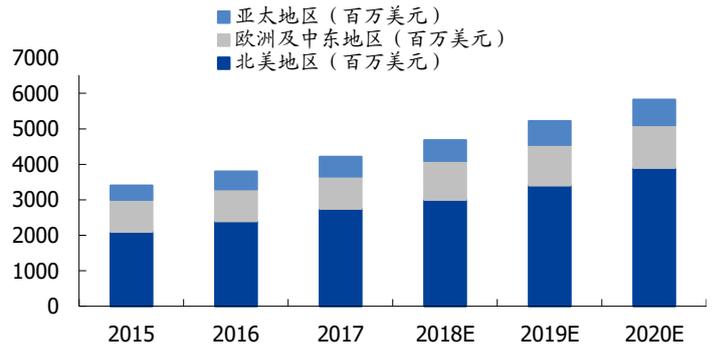
据普华永道咨询的数据, 2016 年全球手术机器人市场规模约在 3540 亿美元, 综合内外环境分析, 全球手术机器人市场估计将保持约为 11% 的复合增长率。预测到 2020 年, 全球手术机器人可实现超过 58 亿美元的市场规模, 其中美国和欧洲分别占据全球医疗机器人 63% 和 25% 的市场份额, 而亚太地区市场份额只有 12%, 但医疗机器人装机量和手术数量呈现了快速增长态势。

图表 20: 全球手术机器人市场规模及预测



资料来源: 普华永道, 国盛证券研究所

图表 21: 全球不同地区手术机器人市场规模及预测



资料来源: 普华永道, 国盛证券研究所

商业化手术机器人快速放量: 以达芬奇手术机器人为例

- **达芬奇手术机器人:** 正式的名称应为“内窥镜手术器械控制系统”, 由美国直觉外科 (Intuitive Surgical) 公司研发, 由主刀医师操作控制台、三维成像视频影像平台 (镜下图像可以放大 10 倍以上, 并配备荧光显微镜) 以及机械臂、摄像臂和手术器械组成的移动平台。与传统的腹腔镜手术相比, 达芬奇机器人为主刀医师提供高清晰、全方位立体式手术视野, 可以准确地进行组织定位和手术。

图表 22: 第 4 代达芬奇手术机器人 da Vinci XI



资料来源: 公司官网, 国盛证券研究所

图表 23: 达芬奇手术机器人操作



资料来源: CNKI, 国盛证券研究所

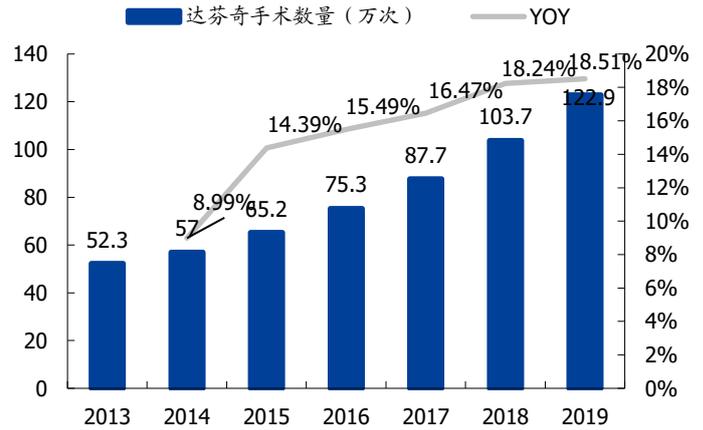
- **20 年间推出 4 代产品:** 1997 年第一代达芬奇机器人手术系统 (da Vinci) 研制成功, 并于 2000 年 7 月通过了美国 FDA 认证后应用于临床; 2006 年推出第 2 代产品 (da Vinci S), 机械手臂活动范围更大, 允许医师进行多图观察; 2009 年推出第 3 代产品 (da Vinci SI), 在上一代基础上增加了可供双人操控的双操控台、达芬奇手术模拟训练器、术中荧光显影技术、单孔手术设备、BK 腔内专用超声辅助技术等功能; 2014 年 Intuitive Surgical 公司发布了第 4 代产品 (da Vinci XI), 产品性能有了进一步提升, 并在 2017-2018 年推出了 da Vinci X、da Vinci SP 等第 4 代产品的分支产品; 截至 2019 年全球达芬奇机器人安装量已达 5582 台, 累计参与手术达到 720 万台。

图表 24: 达芬奇手术机器人全球保有量



资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

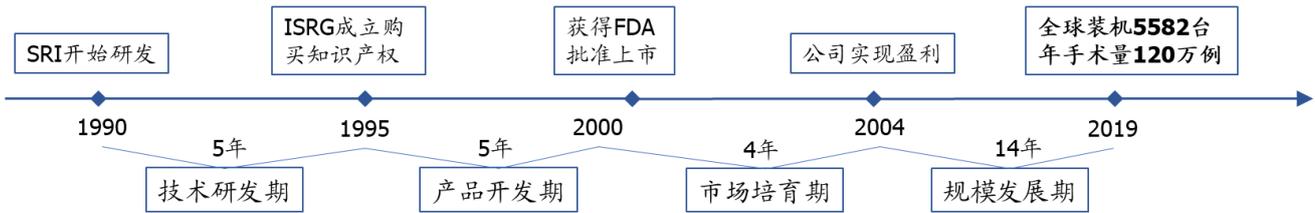
图表 25: 达芬奇机器人全球手术量



资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

- **达芬奇手术机器人带来临床术式革命:** 达芬奇手术系统最初主要用于泌尿外科手术, 例如前列腺切除手术, 现在越来越多的应用于心外科、妇科以及小儿外科等外科微创手术, 在美国, 使用达芬奇手术机器人进行前列腺癌根治术和子宫切除术的渗透率都超过 70%, 使用达芬奇机器人进行前列腺手术已成为一种“标准术”。

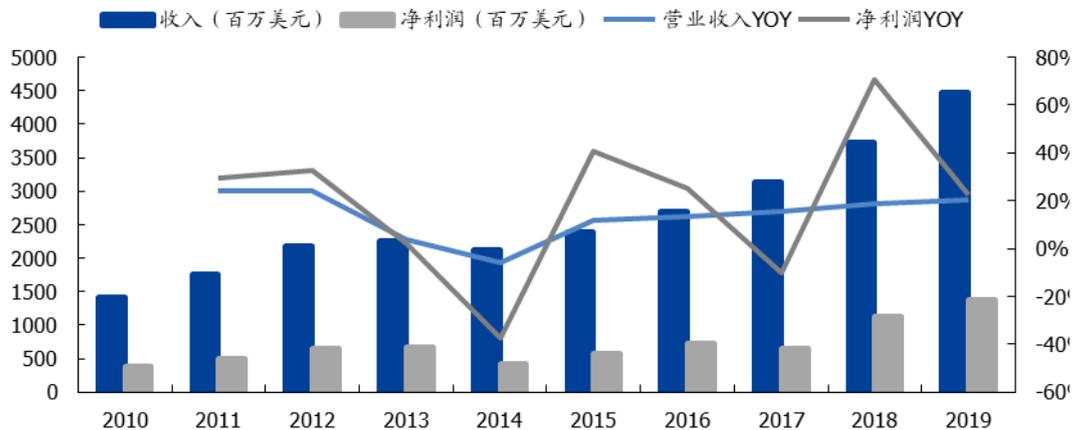
图表 26: 达芬奇手术机器人发展历程



资料来源: 公司官网, 国盛证券研究所

- **达芬奇手术机器人带来 Intuitive Surgical 的巨大成功:** 直觉外科公司 2019 年收入 44.79 亿美元 (同比增长 20.25%), 归母净利润 13.79 亿美元 (同比增长 22.29%), 毛利率和净利率分别达到 69.45%、30.79%; 直觉外科 2000 年于纳斯达克上市, 市值从 6 亿美元左右上涨至 672 亿美元 (截止 2020 年 7 月 12 日)。

图表 27: 直觉外科公司收入及净利润



资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

2.2 骨科市场快速增长，机器人手术替代空间广阔

骨科手术机器人：主要包括机械系统、影像系统、计算机系统三部分。规划导航定位机构一般是由测量仪器、传感器、定位仪等计算机软件构成；手术执行机构主要依靠机械系统相关运动单元；建模与规划阶段主要依靠影像系统完成图像的采集、处理与特征分析，确定手术实施策略。传统骨科手术方式易受到患者体位定位、手术器械控制精度及医生个人经验和疲劳程度等因素的影响，难以精准完成手术规划，骨科手术机器人辅助术者进行操作，手术的稳定性和精准性得到提升。

图表 28: 骨科机器人组成部件

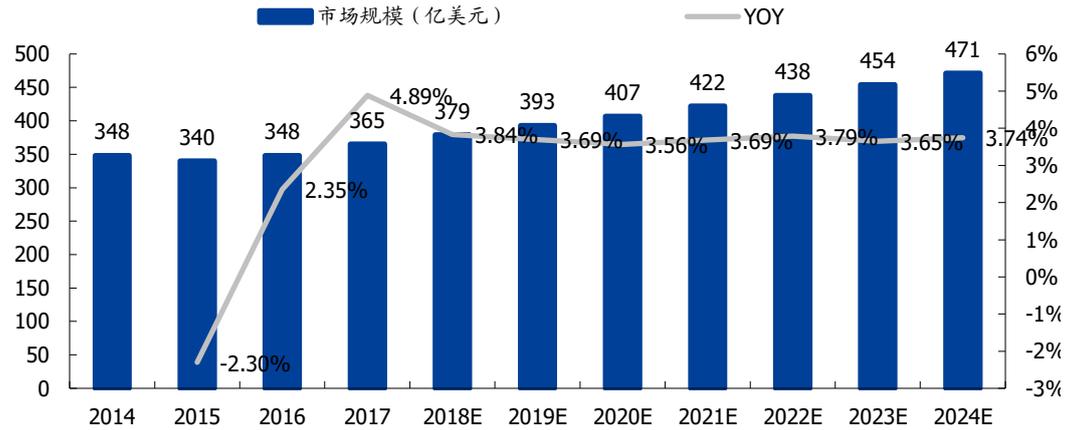
组成部分	设计要求	手术过程中担任角色
机械臂	精确性、灵活性：结构上需要保持运动精平稳，减少元件损害，延长使用寿命，提升机械臂末端反馈灵敏度使手术操作更加安全可靠	手术执行机构：机械系统相关运动单元组成
影像系统	影像系统，实时监控患者体位变化，增加手术精准度	建模与规划阶段：依靠影像系统完成图像采集、处理与特征分析，确定手术实施策略
计算机导航系统	计算机辅助导航技术是骨科手术机器人的核心，按照医学图像成像方法不同，主要分为 CT 导航、X 射线透视导航、无图像导航、超声技术导航、激光导航等	规划导航定位机构：由测量仪器、传感器、定位仪等计算机软件构成

资料来源：CNKI，国盛证券研究所

- **骨科关节机器人：**关节置换骨科机器人主要用于人工关节置换术 (TKA)、单髁人工膝关节置换术 (UKA) 和人工全髋关节置换术 (THA)，1991 年美国 Integrated Surgical Systems 公司推出了全球第一款专用骨科手术机器人产品 RoboDoc，并完成了全球第一例机器人辅助人工全髋关节置换手术试验；1997 年英国帝国理工学院开发了用于膝关节手术的 Acrobot 机器人系统；2008 年美国 Mako Surgical 公司研制出 RIO 机械臂，主要用于全膝关节或膝关节单髁置换手术。
- **骨科脊柱机器人：**脊柱微创骨科机器人脊柱是人体中复杂的运动系统，其解剖结构复杂且毗邻脊髓、椎动脉、静脉丛等重要神经或血管组织。传统脊柱外科手术因施术者视野的局限，加之患者个体差异和体位变化等不确定因素，导致手术创伤较大、精准度较低、并发症较多；微创脊柱外科手术非常依赖施术者技术和经验，而且存在操作疲劳和辐射难以避免。脊柱微创骨科机器人能明显缩短手术学习曲线，避免传统脊柱外科手术和微创脊柱外科手术的不足。以色列 Mazor Surgical Technologies 公司 2014 年开发了脊柱机器人 Spine Assist 并于 2011 年开发出其升级版 Renaissance 系统，Renaissance 采用了“Hover-T”技术可直接固定于患者脊柱，引导医生进行脊柱内固定手术；2014 年法国 Medtech 医疗公司推出了 ROSA Spine 产品，机械臂末端安装有力反馈系统，能够识别术中力学信号的异常，提高手术过程的安全性。该机器人术中导航基于 3D O-arm CBCT 实时引导，能够实现术中机器人实时呼吸追踪和补偿。

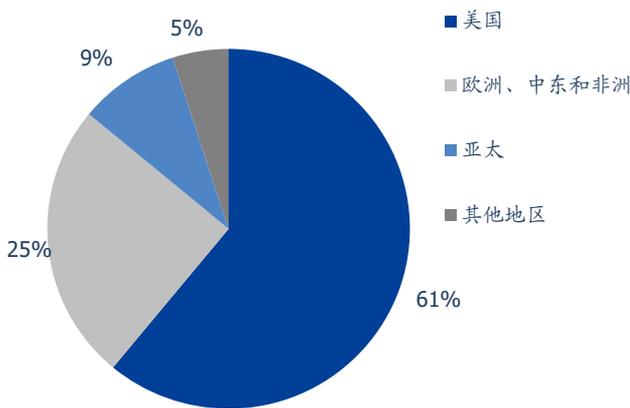
全球骨科器械保持稳定增长：在全球人口持续老化、不良的生活型态、意外性创伤以及新兴医疗技术发展等因素影响下，全球骨科医疗器械市场保持稳定增长，根据 Evaluate MedTec 数据显示，2017 年全球骨科植入器械市场规模为 365 亿元，同比增长约 4% 左右，预计 2017-2024 年间，全球骨科植入医疗器械的年复合增长率为 3.7%。根据标点信息数据，2018 年全球骨科医疗器械各细分领域中，关节类产品占比为 37%，脊柱类占比 18%，创伤类占比 14%；运动医学类占比 11%。北美是全球最大的骨科医疗器械市场，全球市场占比 53.4%，2018-2025 年年复合成长率约为 3.1%；欧洲市场规模次于北美，市场占比 22.3%，2018-2025 年复合成长率约为 1.8%；亚太地区成为全球成长最快的区域市场，2018-2025 年年复合成长率约为 4.8%，市场占比 20.5%。

图表 29: 2014-2024 年全球骨科植入医疗器械行业市场规模



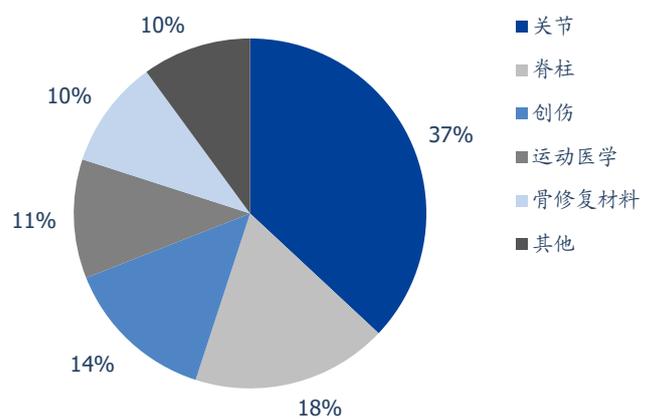
资料来源: Evaluate MedTec, 国盛证券研究所

图表 30: 全球主要国家 (地区) 骨科植入医疗器械市场规模占比



资料来源: Ortho World, 国盛证券研究所

图表 31: 2018 年全球骨科医疗器械细分市场分布

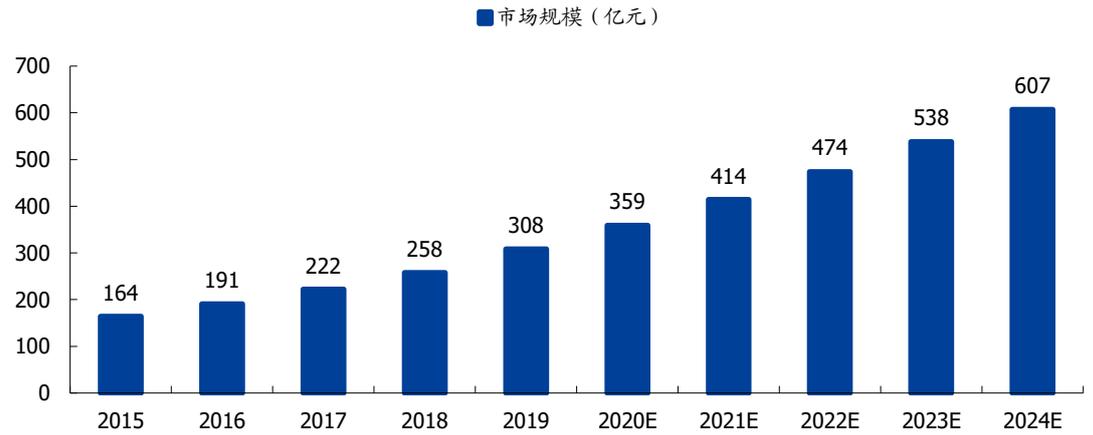


资料来源: Ortho World, 国盛证券研究所

中国骨科器械市场处于爆发期:

- 国内骨科器械市场仍处于起步状态, 骨科诊疗水平的提升和社会老龄化进程加速带来骨科器械需求的不断释放, 国内骨科植入医疗器械市场由 2015 年的 164 亿元增长至 2019 年的 308 亿元 (CAGR 17.03%)。

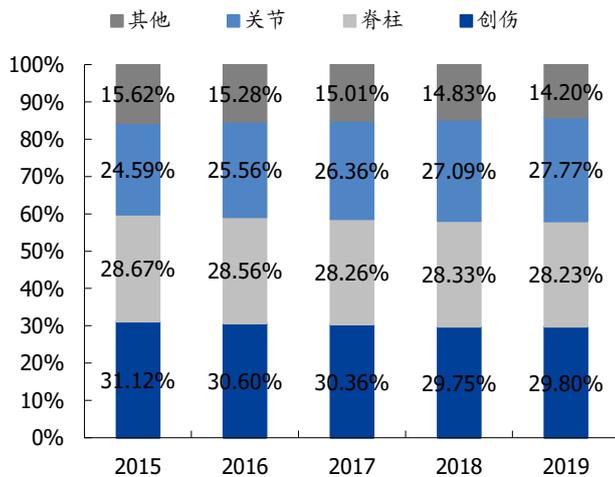
图表 32: 中国骨科医疗器械市场规模



资料来源: 米内网, 国盛证券研究所

- **创伤仍是最大市场, 脊柱和关节快速追赶:** 由于我国骨科诊疗及器械产品起步较晚, 细分市场最大类别依然为创伤类产品 (2015-2019年 CAGR 15.76%), 随着国内骨科市场的逐渐成熟, 脊柱类 (2015-2019年 CAGR 16.58%) 和关节类 (2015-2019年 CAGR 20.65%) 产品逐渐缩小与创伤类产品的差距。

图表 33: 中国骨科植入医疗器械市场主要类别市场份额



资料来源: 米内网, 国盛证券研究所

图表 34: 中国创伤类植入医疗器械整体市场规模



资料来源: 米内网, 国盛证券研究所

图表 35: 中国脊柱类植入医疗器械整体市场规模



资料来源: 米内网, 国盛证券研究所

图表 36: 中国关节类植入医疗器械整体市场规模



资料来源: 米内网, 国盛证券研究所

- **骨科手术量持续提升:** 随着骨科诊疗水平和手术渗透率的不断提升, 国内骨科手术量持续保持高速增长, 由 2012 年的 170 万例增加至 2016 年的 290 万例, CAGR 为 13.8%, 预计 2021 年将增加至 470 万例, 其中创伤类手术量预计将达到 300 万例。

图表 37: 国内骨科手术量保持快速增长



资料来源: Frost&Sullivan, 国盛证券研究所

骨科机器人手术替代空间巨大:

- 随着骨科机器人的不断升级, 可承担的术式也在不断扩展, 以“天玑”骨科手术导航机器人为例, 作为国际首台通用性骨科手术机器人, “天玑”可完成脊柱、骨盆、四肢骨折等多种手术, 适用于创伤和脊柱微创术式, 已覆盖骨科 45% 以上的手术适应症。对于目前庞大的骨科手术量, 骨科机器人手术替代空间巨大。

图表 38: “天玑”骨科手术导航机器人可承担的骨科术式

手术类型	手术名称	手术操作	具体功能
创伤骨科（骨盆、髌白骨折）内固定手术	耻骨联合空心钉内固定手术	骨折复位后进行的螺钉内固定	以机械臂辅助完成手术器械或植入物的定位
	骶髂关节空心钉内固定手术		
	前柱空心钉内固定手术		
	逆行前柱空心钉内固定手术		
	后柱空心钉内固定手术		
	逆行后柱空心钉内固定手术		
	髌白上(lc 2) 空心钉内固定手术		
	逆行髌白上(lc 2) 空心钉内固定手术		
	髌骨翼内空心钉固定手术		
创伤骨科（四肢骨折）内固定手术	股骨颈空心钉内固定手术	骨折复位后进行的螺钉内固定	以机械臂辅助完成手术器械或植入物的定位
	踝关节骨折螺钉内固定手术		
	跟骨及距骨骨折螺钉内固定手术		
	足踝多关节融合空心钉内固定手术		
	LISFRANC 骨折空心钉内固定手术		
脊柱手术	掌指骨骨折螺钉内固定手术	颈椎、胸椎、腰椎的临床手术操作主要处理骨折及退行性病变更需要进行的螺钉内固定及椎体成形，减压内固定等	以机械臂辅助完成手术器械或植入物的定位
	颈椎椎弓根螺钉内固定手术		
	颈椎侧块螺钉内固定手术		
	寰枢关节间螺钉内固定手术		
	齿状突骨折前路螺钉内固定手术		
	颈胸椎椎弓根螺钉内固定手术		
	胸椎椎弓根螺钉内固定手术		
	胸椎经皮椎弓根螺钉内固定手术		
	腰骶椎椎弓根螺钉内固定手术		
	腰椎关节突螺钉内固定手术		
	胸腰椎经皮椎弓根螺钉内固定手术		
	经小关节面螺钉内固定手术		
	脊柱肿瘤椎弓根螺钉内固定手术		
脊柱侧弯手术			

资料来源：招股说明书，国盛证券研究所

2.3 骨科巨头纷纷布局手术机器人，市场迎来快速发展期

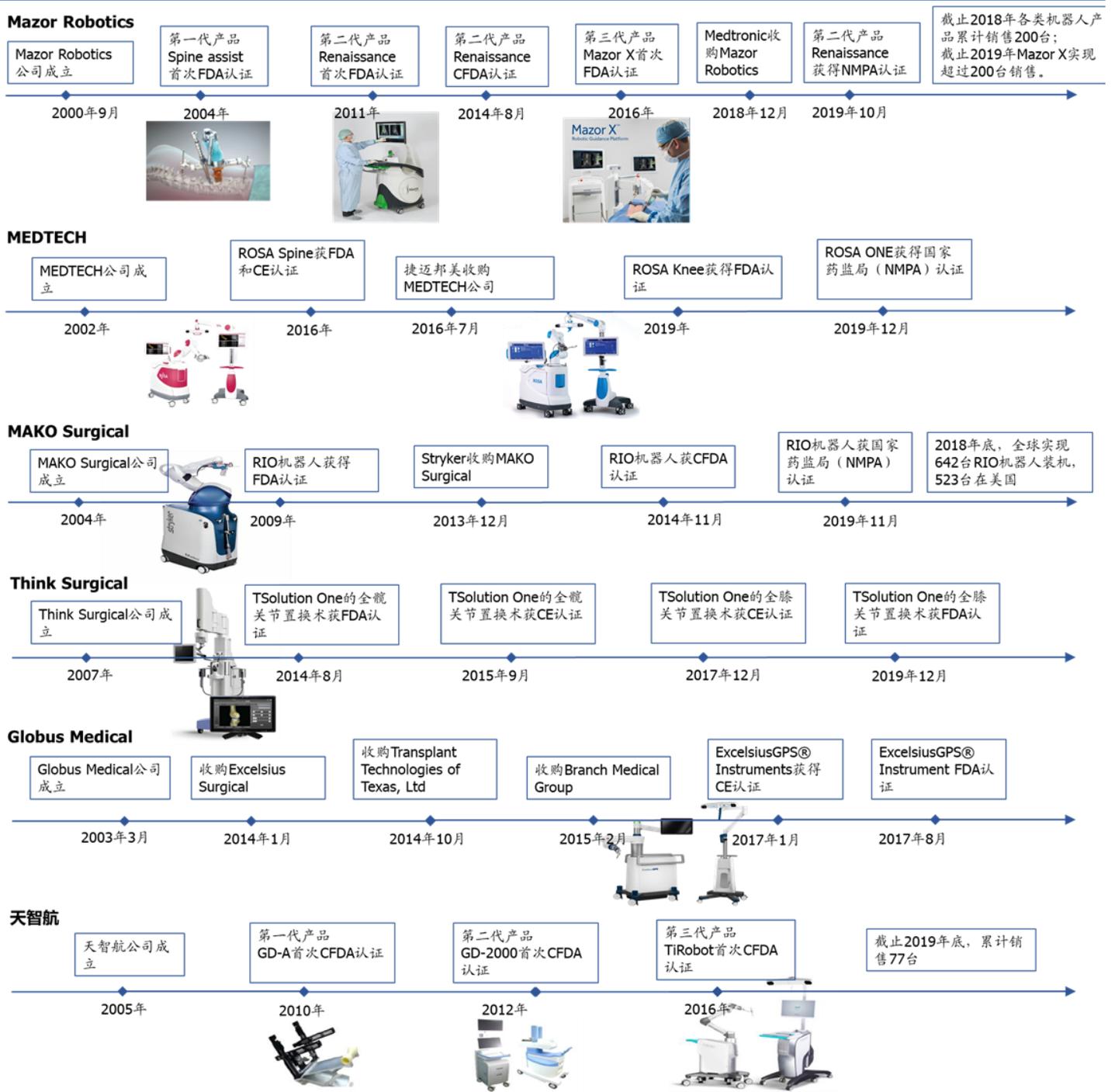
全球范围内部分创新型企业已开发出商业化使用的骨科手术机器人，比如以色列 Mazor Robotics、法国 MEDTECH、美国 MAKO、Think Surgical、Globus Medical 等，国内除天智航的骨科机器人已经商品化以外，也有部分企业在开发骨科机器人并处于研发后期。

图表 39: 国内外部分骨科机器人公司

企业名称	企业情况	产品情况
Mazor Robotics	2000年9月成立于以色列，以脊柱外科机器人为主，2018年12月被美敦力收购。	Renaissance: 通过FDA、CE认证，于2014年获得CFDA认证，于2019年10月获得NMPA认证 Mazor X: Renaissance的升级产品，于2016年获得FDA认证。截止2019年三季度末，Mazor X自2016年上市销售以来，累计实现销售约248台 ROSA ONE Spine: 脊柱微创手术机器人，2016年获得FDA和CE认证
MEDTECH	2002年成立的法国手术机器人系统制造商，2016年7月被捷迈邦美收购。	ROSA Knee: 2019年获得FDA认证，主要用于全膝关节置换手术 ROSA ONE: 2019年12月获得NMPA认证，应用于脑外科和脊柱外科手术；ROSA ONE的脑外科辅助手术功能继承于ROSA Brain，脊柱外科辅助手术功能继承于ROSA Spine
MAKO Surgical	2004年成立于美国，主要生产和销售关节置换机器人，于2013年12月被史赛克收购。	RIO (Robotic Arm Interactive Orthopedic System): 适应证包括膝关节和全髋关节置换手术；2017年获得FDA认证；2019年11月获得NMPA认证；截至2018年全球实现642台RIO装机，其中美国市场523台
Think Surgical	2007年成立于美国	T-Solution One: 2014、2015年全髋关节置换术分别获FDA、CE认证；2019年全膝关节置换术获FDA认证
Globus Medical	2003年成立于美国，2014年收购骨科机器人公司Excelsius Surgical	Excelsius GPS: 脊柱手术机器人，2017年获得CE和FDA认证
微创医疗	成立于2015年5月，推进医疗机器人相关研发项目	Skywalker (鸿鹄): 全膝关节手术机器人，2020年进入创新器械审查绿色通道
上海锋算	成立于2011年12月，数字医学软件技术和智能骨科手术机器人研发企业	ORTHBOT (欧博士) 脊柱手术机器人，目前处于临床试验阶段

资料来源: 公司官网, 招股说明书, 国盛证券研究所

图表 40: 全球商业化骨科机器人产品



资料来源: 公司官网, 招股说明书, 国盛证券研究所

骨科机器人已快速应用于临床: 骨科手术机器人在临床使用方面, 脊柱、髋关节、膝关节等手术已有丰富术式, 同时手术量也有快速提升, 在欧美国家手术快速放量的同时, 亚洲地区如日本、中国等地区也开始逐步进入骨科机器人时代。

图表 41: 法国亚眠大学运用 ROSA Spine 行经椎间孔腰椎椎间融合术



资料来源: Acta Neurochir, 国盛证券研究所

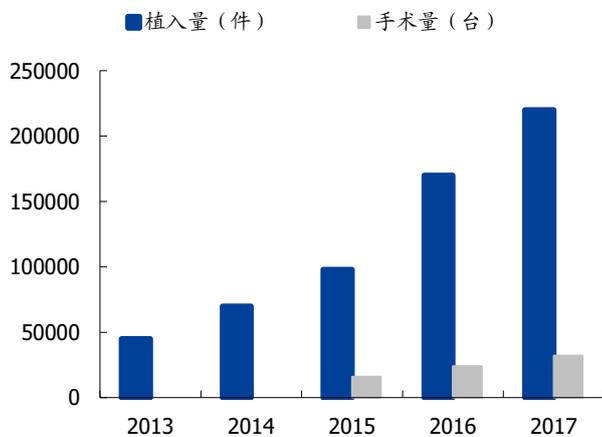
图表 42: 日本首家 MAKO 机器人客户神户 Kaisei 医院执行关节置换术



资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

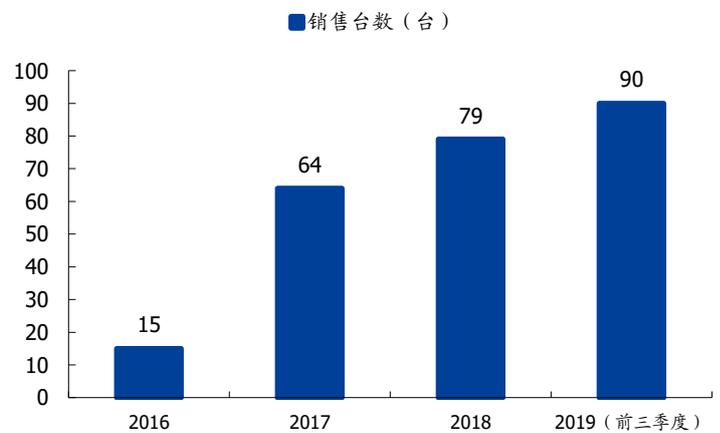
商业化骨科机器人带动产品和手术量快速提升: 以 Mazor Robotics 公司为例, 其先后开发出 SpineAssist、Renaissance 和 Mazor X 三代骨科手术机器人并先后获得 CE、FDA、NMPA 认证, 随着机器人产品的不断升级(硬件、软件)和临床医生认可度的不断提高, Mazor 骨科机器人无论是手术量还是销售量均保持快速增长; 2016 年美敦力与 Mazor 签署合作协议成为产品开发和商业化战略合作伙伴, 先后支付 7,200 万美元的里程碑付款并承担其 Mazor X 系统的全球独家销售。

图表 43: Mazor 骨科手术机器人植入量及手术量



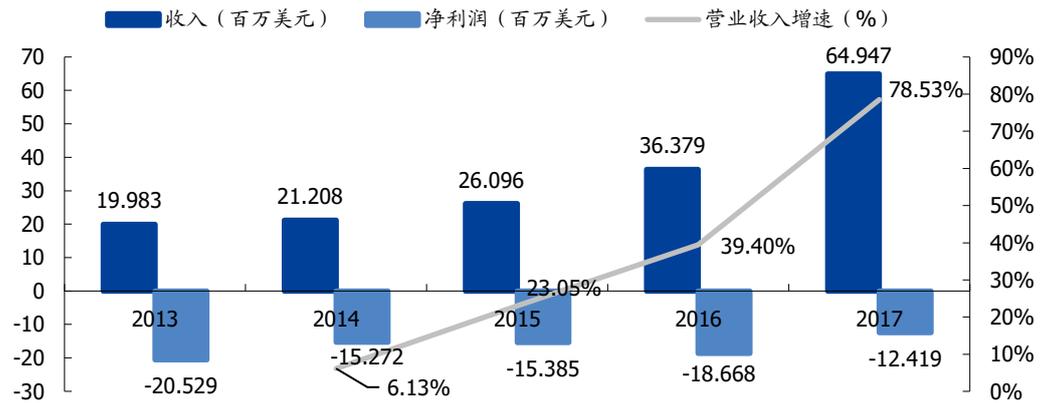
资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

图表 44: Mazor X 机器人全球销售量



资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

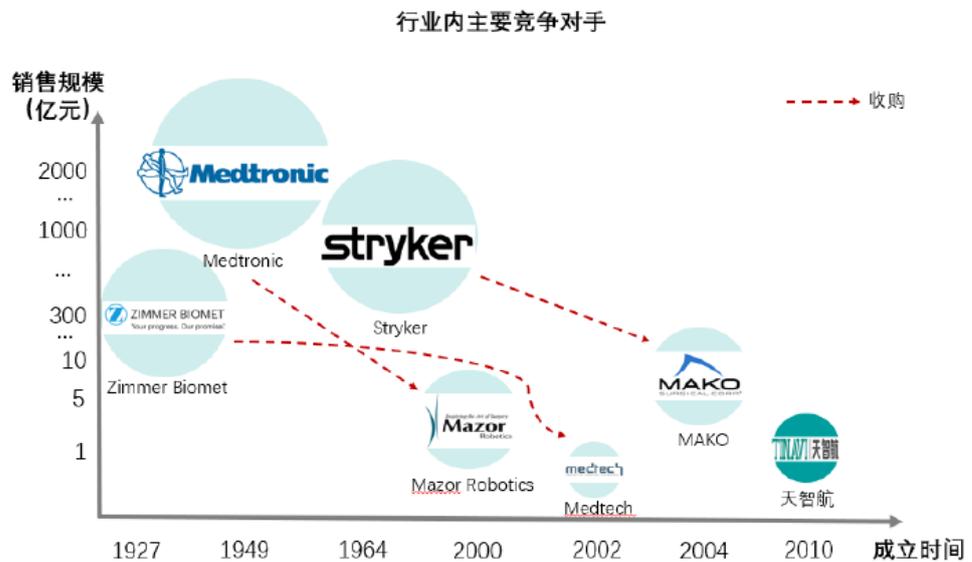
图表 45: Mazor Robotics 营业收入及净利润情况



资料来源: 公司公告, 国盛证券研究所

骨科领域巨头纷纷通过并购初创企业布局手术机器人: 鉴于骨科机器人对于骨科手术的颠覆性革新, 跨国骨科巨头纷纷通过收购的方式获得骨科机器人技术及产品, 如史赛克收购 MAKO (2013 年, 16.5 亿美元)、美敦力收购 Mazor (2018 年, 16.4 亿美元)、捷迈邦美收购 MEDTECH (2016 年, 1.32 亿美元) 等, 搭配自产骨科耗材, 不断开拓骨科新术式和新产品。

图表 46: 骨科器械巨头纷纷布局骨科手术机器人业务



资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

三、天智航: 骨科机器人业务进入爆发期

3.1 “天玑”优势明显, 带动骨科手术革命

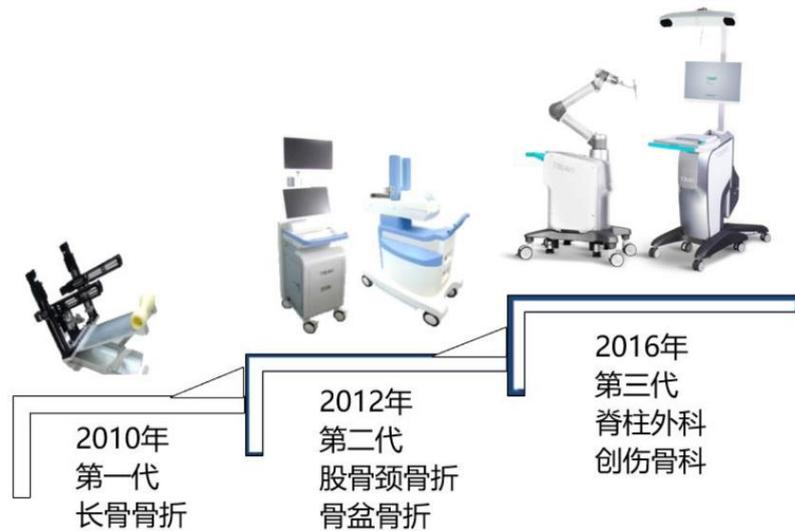
天智航骨科机器人发展历程:

➢ 国内骨科机器人起步较晚: 国内对骨科手术机器人的研究在整体上仍处于起步阶段,

包括北京积水潭医院、第三军医大学新桥医院、中国人民解放军总医院等医疗机构及北京航空航天大学、哈尔滨工业大学、中国科学院沈阳自动化研究所、上海交通大学等科研机构是国内主要的骨科机器人试验和研究机构。2002年在科技部项目支持下，北京积水潭医院以创伤骨科为切入点，启动了中国特色骨科手术机器人技术研究及临床试验工作。

- **历经三次迭代，“天玑”骨科机器人实现商业化：**2004年北京积水潭医院联合北京航空航天大学提出基于2-PPTC结构的骨科双平面定位技术，实现了术中的靶点精确定位。此后天智航联合北京积水潭医院和北京航空航天大学等单位研发设计的骨科机器人完成国内首例机器人辅助骨科手术，2006年完成国内首例远程遥规划手术。天智航骨科机器人第一代产品GD-A主要用于长骨骨折手术，第二代产品GD-2000和GD-S可以辅助医生完成股骨颈骨折、骨盆骨折的微创手术治疗；第三代“天玑”骨科手术导航定位机器人作为正式商业化产品，是基于影像实时导航与机器人技术的通用型骨科机器人（创伤+脊柱），临床手术精度提高至亚毫米级别，能够覆盖骨盆、髌白、四肢等部位的创伤手术及全节段脊柱外科手术，产品适应证覆盖率大幅提升的同时，也完成了对使用便捷性、定位功能和软件友好性的优化。
- **天智航打造骨科机器人国家队：**国家卫计委认定“天智航已研发出第三代骨科手术机器人产品，在高难骨科手术自动导航技术上成功实现从跟跑并跑迈向领跑”；天智航的骨科手术机器人产品是科技部《创新医疗器械产品目录（2018）》中治疗设备及器械类唯一的“国际原创”产品；在国际范围内，天智航参与编制了关于手术机器人性能与安全基本要求的国际标准；在国内天智航是“国家机器人标准化总体组”成员单位，参与编制了骨科机器人手术临床指南和诊疗规范，并参与制定了相关国家标准。

图表 47：天智航骨科手术机器人演变历程



资料来源：招股说明书，国盛证券研究所

“天玑”产品优势明显：

- **临床精度：**“天玑”骨科手术机器人突破了基于在线标定的机械臂与光学导航手眼协同的关键技术，在临床精度上可达到亚毫米级别（ $< 1\text{ mm}$ ），实现了骨科手术机器人辅助医生实现高难度的上颈椎手术的临床应用。
- **应用领域：**“天玑”目前应用于脊柱外科和创伤骨科领域，属于通用型骨科手术机器人，而Mazor Robotics公司的Renaissance、Mazor X和MEDTECH公司的ROSA Spine产品均应用于脊柱外科领域，MAKO Surgical公司的RIO应用于关节外科领域。
- **适用范围：**Renaissance、Mazor X和ROSA Spine的适用范围主要在胸椎、腰椎等部位；“天玑”有效解决了骨科复杂手术体位和入路难适配的临床难题，实现机器人在颈椎、骨盆、股骨颈、胸腰椎等部位的临床应用，实现了手术适用范围的多覆盖，即覆盖骨盆、髌白、四肢等部位的创伤手术及全节段脊柱外科手术。
- **医学影像与配准方式：**“天玑”实现了对X光、CT、CBCT的兼容，并通过图像配准

技术实现骨科手术的临床应用，可使用术中 3D、术中 2D 等多种影像模式，相较于海外企业所使用术前 3D 或术中 3D 图像方式更加灵活。

图表 48: 国内已获批骨科手术机器人技术指标对比

项目	天智航	Mazor Robotics	MEDTECH	MAKO Surgical	
	天玑	Renaissance	Mazor X	ROSA Spine	RIO
临床精度	< 1.0mm	< 1.0mm	未公开	< 1.0mm	—
应用领域	创伤骨科、脊柱外科	脊柱外科	脊柱外科	脊柱外科	关节外科
适用范围	脊柱、骨盆、股骨、颈等多部位	脊柱	脊柱	脊柱	髌、膝关节
医学影像与配准方式	术中 3D 配准或术中 2D 配准	术中 3D 和术中 2D 配准/ 术中 3D 配准		术中 3D 配准	术前 3D 和 术中手动配准

资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

图表 49: 天玑骨科手术机器人

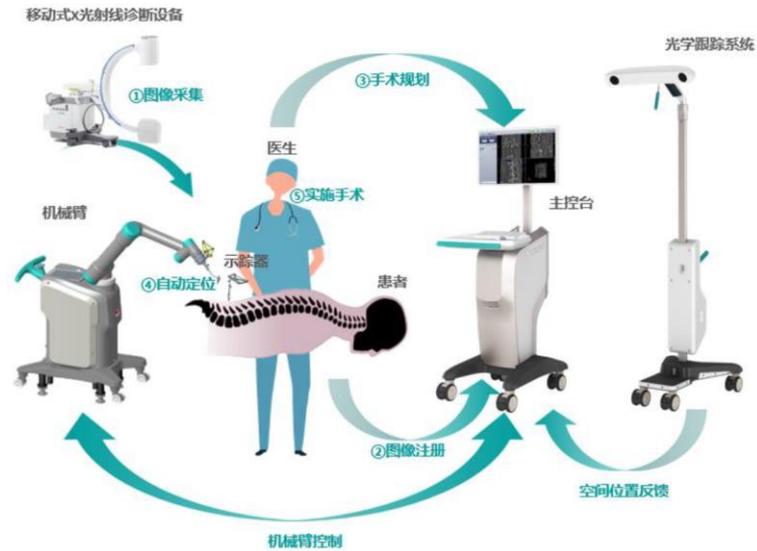


资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

“天玑”骨科手术导航机器人由主控台、机械臂、光学跟踪系统、导航定位工具包和手术计划与控制软件组成，操作流程如下：

- ①**图像采集**：医生借助移动式 X 光射线诊断设备，基于导航定位工具包中的手术定位标尺对患者进行图像采集。
- ②**图像注册**：图像经系统传送至主控台，系统软件针对配准特征完成自动识别，并在光学跟踪系统的帮助下，确立患者与机械臂的相对位置关系。
- ③**手术规划**：医生操作主控台，使用手术计划与控制软件，完成手术路径规划并在主控台模拟测试。
- ④**自动定位**：医生确认手术路径后，主控台按照指令控制机械臂移动，对手术部位实现精准定位。在手术过程中，主控台通过光学跟踪系统实时监控机械臂与患者示踪器的相对位置关系，实时控制机械臂完成呼吸追踪，有效补偿患者呼吸运动导致的手术定位精度波动，保证手术安全。
- ⑤**实施手术**：医生根据手术机器人的定位，对患者手术部位进行定位测试，借助导航定位工具，精准的完成手术操作，并在手术结束后对手术结果进行验证。

图表 50: “天玑”骨科手术机器人工作原理



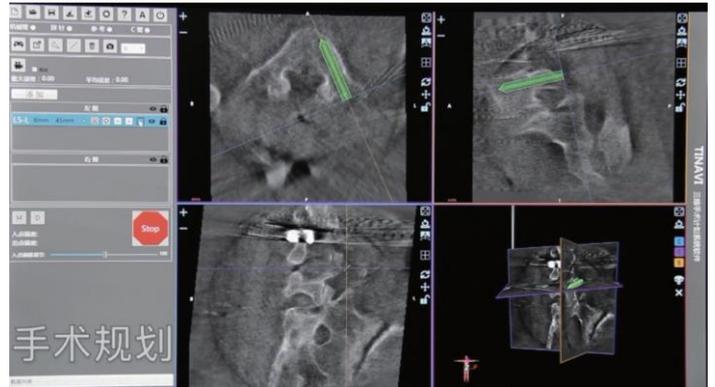
资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

图表 51: “天玑”辅助微创腰椎内固定手术



资料来源: 公司官网, 国盛证券研究所

图表 52: “天玑”手术规划系统软件界面



资料来源: 公司官网, 国盛证券研究所

术中承担定位功能，帮助术者规划手术方式

“天玑”骨科手术导航机器人在一台手术中承担的主要是导航定位的功能，螺钉等耗材的置入过程仍然由医生本人完成：

- **术前：**医生通过影像设备扫描患者损伤部位获取患者医学影像，图像经系统传送至主控台并完成识别后医生在机器人主控台进行内固定螺钉的方向、入点、深度等手术设计，完成整体手术规划，并实现机器人运动过程仿真；
- **术中：**在手术过程中，机械臂依据医生规划实现精确定位，辅助进行手术；光学跟踪系统进行实时位置监控，一旦出现定位误差，会引导机械臂自动跟踪调整。

图表 53: “天玑”在骨科手术中所起作用

手术阶段	传统骨科手术的具体环节	“天玑”所起到的作用	“天玑”作用效果
术前准备	①术前根据之前的检查结果确认手术术式，准备好手术所需的设备及器械		未参与该过程
	②患者麻醉，根据手术需要将患者在手术床上摆好体位，必要时进行固定		未参与该过程
	③消毒与铺巾等术前准备		未参与该过程
术中实施	④采用 C 形臂等术中 X 射线成像设备对患者手术部位进行透视，医生观察手术部位多个不同角度的透视图像，根据经验确定螺钉进入骨质的入点，在预计的入点位置周围进行表皮切口（微创手术）或者切开暴露	通过软件在机器人控制台实现可视化的手术入路的规划，并手术过程中，医生无需多次透视图像	天玑骨科机器人使医生在脑中构建的手术规划实现“可视化”效果，通过手术规划软件进行仿真和设计
	⑤医生把持电钻尝试置入螺钉导针，并在导针置入的过程中反复透视，观察图像结果及时调整入点与置入的角度和深度直到导针完全置入骨质内预期的位置上	“天玑”根据规划路径，机械臂把持引导器精准移动到预期的位置，并把持导针的方向和角度	改变操作模式，实现术式标准化操作流程
	⑥沿着导针拧入空心螺钉，并退出导针		未参与该过程
	⑦手工完成上棒等其他手术操作		未参与该过程
术后整理	⑧冲洗并缝合伤口，完成手术		未参与该过程

资料来源：招股说明书，国盛证券研究所

“天玑”的临床意义：推动骨科手术微创化、标准化、智能化

(1) 推进骨科常规手术微创化：

- **传统手术方法：**针对骨盆骨折修复手术，医生传统手术方法为“开放式钢板内固定手术”。传统术式前后联合切口大术中出血量大，手术时间长需要装入多块钉板类骨科耗材，一方面术后恢复难度大（出血量大、并发症较多、住院时间较长），同时也带来可观的医疗费用支出（耗材费用、住院费用）。
- **骨科手术机器人：**在骨科手术导航定位机器人辅助下，医生可以采用通道螺钉内固定术，精确的完成多根螺钉的置入操作，与开放式钢板内固定手术相比，手术使用螺钉取代接骨板，采用微创模式，切口小；手术时间和出血量大幅减少，患者软组织损伤小，康复周期缩短。临床试验数据显示天玑骨科手术导航定位机器人适用于辅助进行骨盆和髌臼骨折经皮螺钉内固定治疗，并具有置入准确性高、透视辐射小、安全有效等优点。对骨盆及髌臼等部位常规手术难以置钉的患者，以及一些因骨质疏松而不便进行多次进钉尝试的患者，通过骨科手术导航定位机器人协助操作可以取得更好的手术效果。

图表 54: 针对骨盆骨折修复手术的传统术式与机器人术式的比较



资料来源：招股说明书，国盛证券研究所

- (2) **减少住院其他成本，降低综合治疗费用：**以骨盆骨折手术为例，手术机器人应用于骨盆骨折手术，手术时间由常规术式的 2~4 h 缩短为 1~2 h，手术切口由常规术式

的平均10 cm下降为2 cm,术中出血量由常规术式的2000~5000 ml减少到20~50ml。由于机器人手术较常规术式具有手术切口小、创伤少、出血少、康复期大大缩短的显著优势,手术机器人治疗单纯性骨盆骨折较常规术式能有效降低患者住院费用,缩短病人住院日,减轻病人和医保支出负担。从各类别费用降低情况看,卫生材料降低绝对金额居各类费用首位,主要原因为常规术式需采用金属锁定接骨板系统及重建钛合金板2~3块等高价骨科耗材,而采用“天玑”手术机器人仅需中空螺钉2~4枚;另外机器人微创手术也极大减少了抗菌类、血液类、止血类等药物的使用,药品费用下降。

图表 55: 两种术式例均住院总费用与住院天数分析

项目	住院天数 (d)	总费用 (元)
“天玑”手术组	13.67	35690.43
常规手术组	30.86	63656.54
P 值	< 0.05	< 0.05

资料来源: CNKI, 国盛证券研究所

图表 56: 两种术式例均住院费用结构分析 (元)

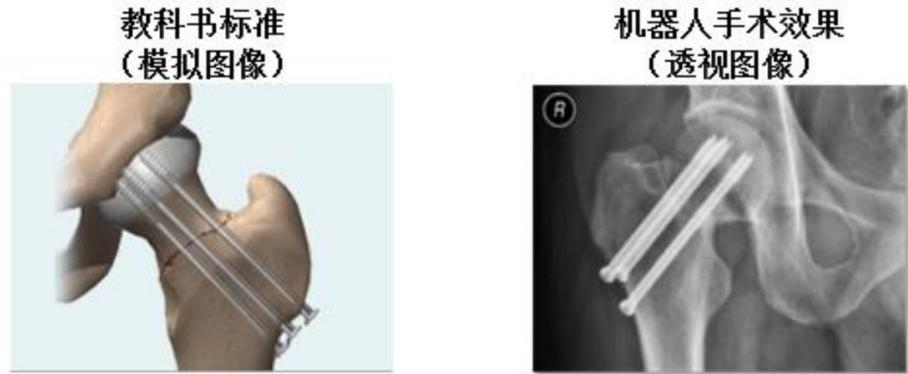
组别	总费用 (占比)	床位费 (占比)	治疗费用 (占比)	检查费用 (占比)	药品 (占比)	卫生材料和仪器费 (占比)	手术费 (占比)	其他费用 (占比)
“天玑”手术组	35690.43 (100%)	656.67 (1.84%)	2548.33 (7.14%)	4085.33 (11.45%)	4998.38 (14%)	18404.71 (51.57%)	4650.33 (13.03%)	346.67 (0.97%)
常规手术组	63656.54 (100%)	1580.00 (2.48%)	4832.71 (7.59%)	5901.07 (9.27%)	10674.14 (16.77%)	35694.88 (56.07%)	4367.14 (6.86%)	606.59 (0.95%)

资料来源: CNKI, 国盛证券研究所

(3) 实现复杂手术标准化:

- **传统手术方法:** 针对股骨颈骨折,一般采用螺钉内固定术,但在没有机器人辅助手术的情况下,手术效果不理想。手术要求3根螺钉之间相互保持平行,传统徒手手术十分依赖医生经验,并通过术中多次透视,对螺钉置入方向进行校正,手术实施后可能由于螺钉多次校正导致手术效果不佳。
- **骨科手术机器人:** 由机器人辅助手术实施后的平面透视图可知,空心螺钉的平行度、分散度均实现了模拟图像的要求。医生使用骨科手术机器人操作优于徒手操作,大幅提升了手术效果。针对股骨头发生的其他疾病,比如青春期最常见的髋关节异常(例如股骨头骨骺滑脱,如不及时治疗可能导致股骨头缺血性坏死、退行性关节炎等并发症。在骨科手术导航定位机器人的帮助下,医生可以在电脑系统一次规划多枚螺钉路径,并在机器人的引导下精准钻入导针,精度达到亚毫米级,不仅手术时间缩短,固定牢靠,而且减少了对病人的二次损伤以及术中辐射,大幅提高了手术效率和质量。

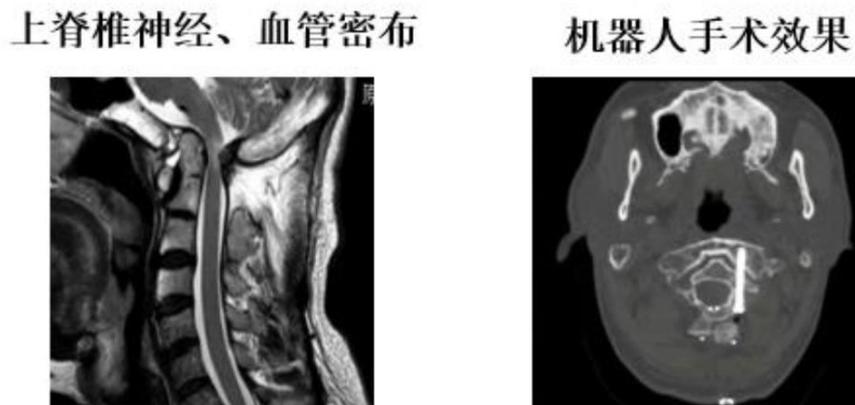
图表 57: 针对股骨颈骨折的机器人术式可达到教科书标准



资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

(4) 促进高难度手术智能化: 人类上颈椎接近大脑, 周围神经、血管密布。因而上颈椎手术也被称为骨科手术皇冠上的明珠, 其对定位精度要求极高。“天玑”骨可以将医生的手术规划转换为机器人精确定位, 降低对医生经验的依赖, 提高手术精度至亚毫米级, 帮助医生完成高难度手术。2015年8月在“天玑”骨科手术导航定位机器人辅助下, 北京积水潭医院成功实施了世界首例机器人辅助上颈椎手术, 螺钉精确置入, 定位精度小于1毫米, 此次手术突破了生命的禁区, 案例在国际权威骨科杂志《Spine》发表。

图表 58: “天玑”完成世界首例机器人辅助上颈椎手术



资料来源: 国盛证券研究所

(5) 解决传统骨科手术痛点:
实现骨科医生学习曲线短程化: 传统骨科手术医生的学习曲线长, 从获取医生资格证书到能够实施复杂手术, 需要多年从业经验, 导致骨科医生的黄金执业时间较短。骨科手术机器人可以将医生的手术规划转换为机器人稳定、精准的定位, 降低骨科手术对医生经验的依赖。各级医疗机构骨科医生经过短期培训即可学会对骨科手术导航定位机器人的使用, 提高了普通骨科医生的手术水平和精准度, 大大缩短了医生学习时间, 进而延长了骨科医生的黄金执业时间。骨科手术导航定位机器人的应用, 降低了医疗风险, 也让基层医院具备实施高难度手术的能力。

图表 59: 传统术式下的骨科医生成长曲线



资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

远程骨科手术：骨科机器人系统可实行专家共享，由专家指导手术，进行远程医疗，降低了医疗风险，也让基层医院具备实施高难度手术的能力。借助规划和操作相分离的遥规划技术，通过远程协作，骨科手术机器人的临床使用有助于国内骨科治疗水平的整体提升，推动分级诊疗并有助于实现医疗资源合理分配。2006年天智航突破远程规划、机器人操作、安全监控等技术，完成国内首例骨科机器人远程手术（北京-延安）；2019年天智航完成世界首例多中心（4地3台）骨科机器人远程手术（北京，克拉玛依，张家口，天津）；2019年工信部、卫健委共同成立“骨科机器人远程手术中心”，全国数十家医疗机构参与创建工作。

图表 60：“天玑”完成全球首例骨科机器人多中心 5G 手术



资料来源：公司官网，国盛证券研究所

降低术中辐射：传统的骨科手术实施过程和使用机器人智能辅助的骨科手术的过程都要用到 X 光射线实现图像定位，但是使用的次数和照射的剂量是不同的，骨科手术导航定位机器人大幅减少术中 X 射线使用次数，大幅降低医生与患者所受到的辐射损伤。根据 2016 年北京积水潭医院、中国人民解放军总医院、天津市天津医院出具的《TiRobot 外科手术机器人定位系统医疗器械临床试验报告》显示，通过比较 110 例手术的样本（其中在机器人引导操作 55 例，在医生传统方法下徒手操作 55 例），采用“天玑”手术平均 X 射线累计透视时间 7.41 秒，而传统徒手术式平均 X 射线累计透视时间 44.65 秒。

图表 61：X 射线透视下脊柱微创手术不同术式的年手术限值

术式	辐射剂量	允许手术量
椎体成形术	眼睛：0.328mGy/例	229 台
	手：1.661mGy/例	150 台
椎体后凸成形术	全身：0.248mSv/椎体	300 台
	眼睛：0.271mSv/椎体	
	手：1.744mSv/椎体	
经皮椎弓根螺钉置入	手：10.3mRem/钉	4854 钉
	眼睛：2.35mRem/钉	6396 钉
微创经椎间孔椎间融合	腰部（保护）：0.27mSv/例	194 台
	颈部（未保护）：0.32mSv/例	166 台
	手：0.76mSv/例	664 台

资料来源：CNKI，国盛证券研究所

3.2 国内骨科机器人市场迎来快速发展期

国家重视手术机器人发展:

- **国家“十二五”重点支持手术机器人产业化:**“十二五”期间，科技部进行了多项手术机器人研发项目立项。科技计划改革后，国家重点研发计划“数字诊疗装备研发”重点专项和“智能机器人”重点专项均对手术机器人技术攻关和应用示范进行了支持。通过持续的支持，手术机器人自主研发和产业化环境得到了很好地优化。我国各大高校如北京航空航天大学、天津大学、哈尔滨工业大学、清华大学、北京理工大学和复旦大学等在手术机器人关键技术和核心部件攻关方面进行了大量的探索并取得了优异的成果，本土企业如天智航、柏惠维康等企业在相关产品研发方面进行了大量攻关并取得了突破性进展。
- **建设国家级骨科手术机器人应用中心:**2017年11月国家工信部与卫健委发布《关于同意北京积水潭医院等21家牵头医院创建骨科手术机器人应用中心的通知》，支持骨科手术机器人在医疗机构开展创新应用示范，探索建立骨科手术机器人使用技术标准和临床应用规范。在应用中心的试剂推广过程中，天智航是唯一入选的生产企业；在国家骨科手术机器人应用中心技术指导委员会的指导下，由天智航和各医院共同组建的国家骨科手术机器人应用中心信息管理系统上线运行，该系统提供了骨科手术机器人实时装机和手术量数据，并提供案例录入、浏览、筛选功能，为骨科手术机器人案例交流提供共享平台。

图表 62: 国家骨科手术机器人应用中心信息管理系统

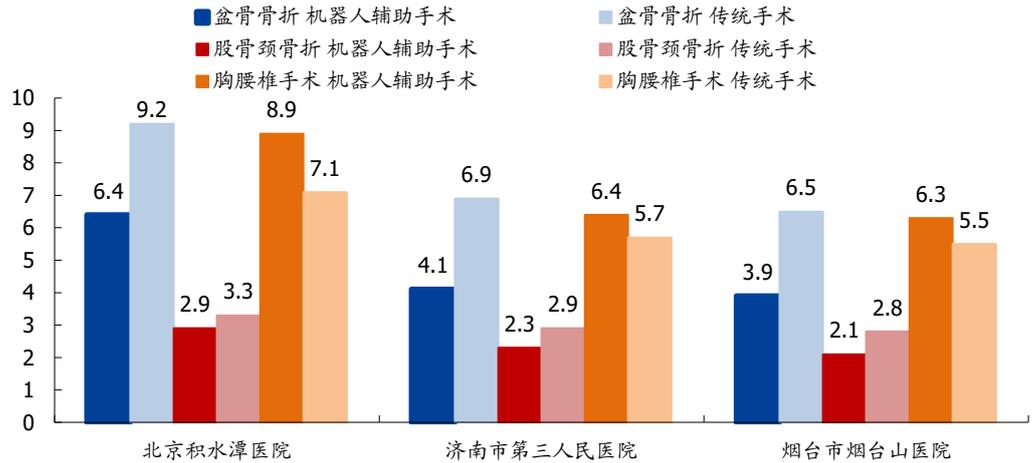
手术名称	手术种类	术者姓名	所属医院	所属城市	手术开始时间	患者姓名	住院号
股骨颈骨折内固定术	股骨颈骨折内固定术		烟台市烟台山医院	山东省-烟台	2019/06/24 15:43:00		835****
股骨颈骨折内固定术	股骨颈骨折内固定术		烟台市烟台山医院	山东省-烟台	2019/06/24 09:00:00		834****
左股骨颈骨折闭合复位内固定术	股骨颈骨折内固定术		佛山市中医院	广东省-佛山	2019/06/21 18:25:00		721****
胸腰椎骨折切开复位内固定术	内固定置入: 椎弓根螺...		江苏省人民医院	江苏省-南京	2019/06/21 13:00:00		104****
骨盆骨折螺钉内固定术	骨盆髓臼内固定术		烟台市烟台山医院	山东省-烟台	2019/06/21 09:40:00		832****
髌股韧带缝合植骨内固定术	内固定置入: 椎弓根螺...		江苏省人民医院	江苏省-南京	2019/06/20 09:43:00		104****
腰椎后路腰2椎体骨折	内固定置入: 椎弓根螺...		天津市第一中心医院	天津市-天津市	2019/06/20 09:00:00		525****
左股骨颈骨折闭合复位内固定术	股骨颈骨折内固定术		佛山市中医院	广东省-佛山	2019/06/19 12:10:00		721****
股骨颈骨折内固定术	股骨颈骨折内固定术		烟台市烟台山医院	山东省-烟台	2019/06/19 10:45:00		834****
骨盆骨折螺钉内固定术	骨盆髓臼内固定术		烟台市烟台山医院	山东省-烟台	2019/06/19 08:30:00		834****

资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

骨科机器人手术临床诊疗收费逐渐将顺:

- 目前，天智航的骨科手术导航定位机器人已经在北京、天津、吉林、安徽、河北、山东地区纳入临床收费目录，其他省市的收费目录也在快速推进纳入中；在手术机器人收费方面，各地医院根据具体情况进行收费定价，如北京积水潭医院根据手术复杂程度分档，收费在1.8万至4.5万元；济南市第三人民医院和烟台市烟台山医院机器人辅助手术收费，根据手术情况大体在0.7万元至1.5万元。
- 骨科手术机器人的收费项目作为新增医疗服务价格，尽管会降低整体医疗成本，但目前尚未纳入医保范围；未来如果骨科机器人术式纳入医保，有望带动临床使用的提升，进而带动骨科机器人市场规模的增长。

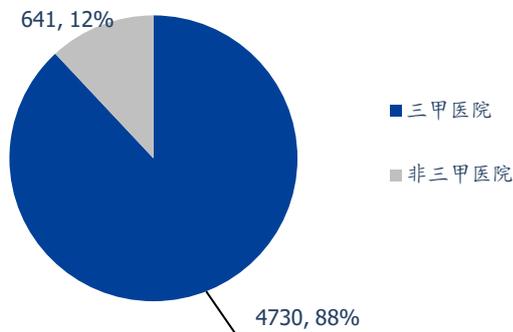
图表 63: 骨科三种典型术式综合治疗费用(含住院费、手术费、药品等)比较



资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

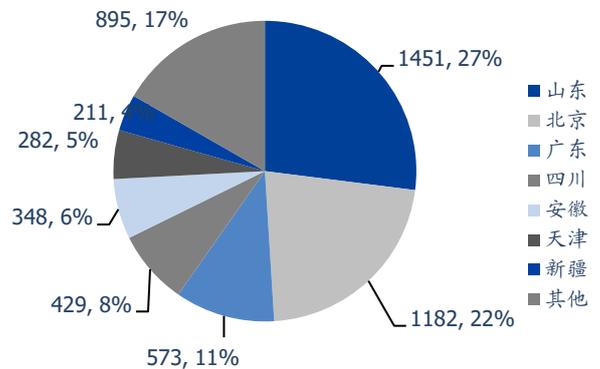
“天玑”全国手术量快速增长: 根据国家骨科手术机器人应用中心信息管理系统已录入的信息统计, 截止 2019 年末, 天智航的骨科机器人产品已累计实施 5,371 例手术(创伤骨科手术 2,568 例, 脊柱外科手术 2,803 例), 其中三甲医院实施 4370 例(占比 88%), 非三甲医院实施 642 例(占比 12%); 手术量前三的省市分别是山东省(累计开展 1451 例), 北京(累计开展 1182 例), 广东省(累计开展 573 例), 所涉及到的手术类型主要为创伤骨科空心螺钉内固定术和脊柱螺钉内固定术; 随着临床认可度的不断提升, 开展骨科机器人手术的医院数量和单机手术量均持续提升。

图表 64: 天智航各类别医院手术开展例数及占比



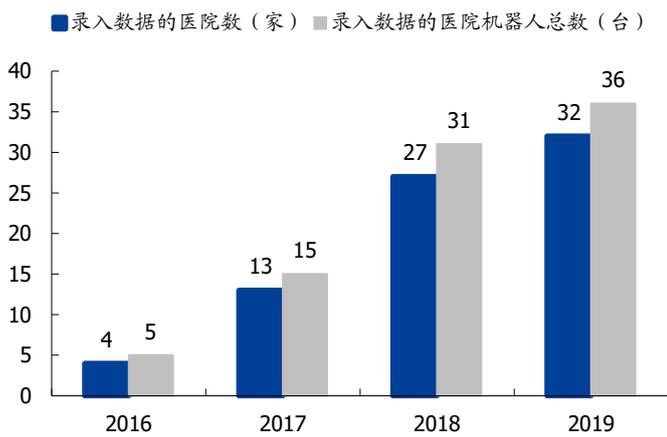
资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

图表 65: 天智航各省份手术开展例数及占比



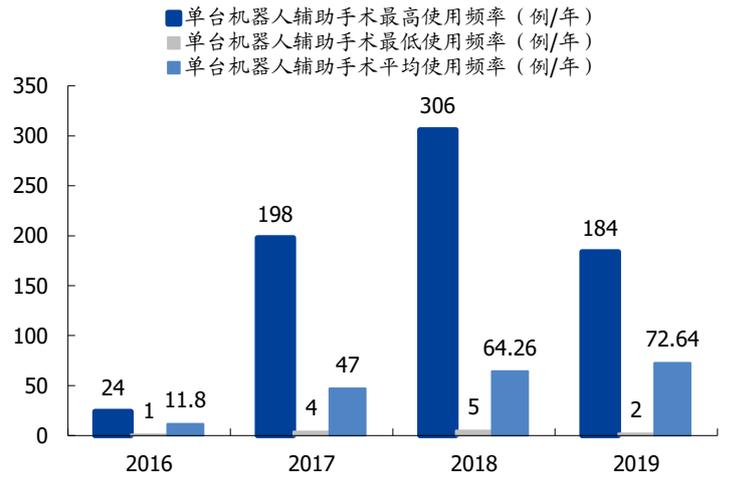
资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

图表 66: 天智航骨科机器人开展手术情况 (医院及设备数量)



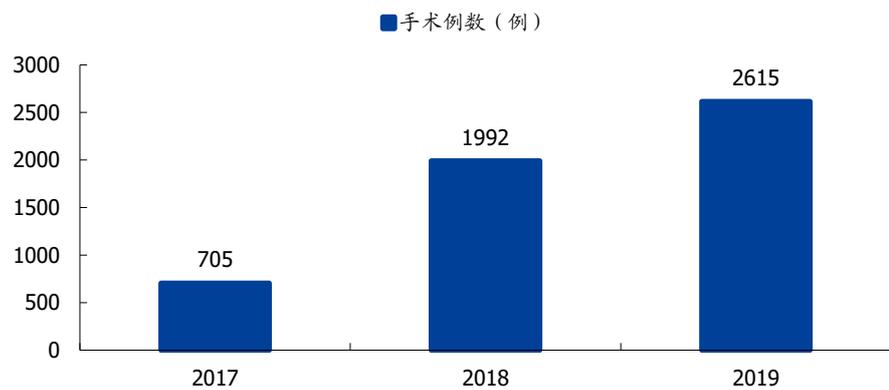
资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

图表 67: 天智航骨科机器人开展手术情况 (使用频率)



资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

图表 68: 天智航骨科机器人开展手术情况 (已注册手术)



资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

3.3 加强研发+全球化拓展, 打造骨科机器人独角兽企业

进一步布局骨科机器人全产业链: 天智航 IPO 募投项目投资于骨科手术机器人技术研发计划, 骨科手术机器人运营中心建设, 营销体系建设, 骨科手术机器人配套手术耗材、手术工具扩建, 国际化能力建设等项目。

- **促进骨科手术机器人系统在临床中的推广和普及:** 天智航启动了针对产品升级的研发计划, 在关键技术方面实现技术突破和产品升级, 将在关键技术、关键部件、临床适应证、手术平台搭建四个方面加强技术储备和研发。
- **形成系统化的销售和服务体系, 提升运营服务能力:** 随着“天玑”步入扩张销售阶段, 天智航将将在安徽省合肥市搭建骨科手术机器人运营中心, 形成辐射全国的运营中心, 为现有客户及潜在客户提供运营服务和临床培训、技术指导。
- **提升耗材生产能力:** 随着天智航骨科手术机器人装机数量的增加及临床手术量的提升, 骨科手术机器人配套专用工具、专用手术耗材的需求量也将快速增长, 提高耗材生产能力实现机器人配套产品的规模化销售。

图表 69: 天智航 IPO 募投项目 (万元)

序号	项目名称	投资总额	拟投入募集资金
1	骨科手术机器人技术研发计划	22500	20000
2	骨科手术机器人运营中心建设项目	15700	10000
3	营销体系建设	12500	8500
4	骨科手术机器人配套手术耗材、手术工具扩建项目	5200	5200
5	国际化能力建设	1500	1500
合计		57400	45200

资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

持续大比例研发投入带来产品和技术快速升级: 骨科手术机器人产品技术壁垒高, 既包括新产品研发, 也包括基础技术研究 (核心部件机械臂、光学跟踪相机、高精度协同控制算法、构型设计等)。天智航始终坚持大比例研发投入, 推动产品在骨科领域的进一步拓展; 未来包括“天玑” 2.0、关节机器人等新一代创新型产品将逐步补充公司骨科机器人产品管线。

图表 70: 天智航在研项目

序号	项目名称	研发内容及预计达到的成果
1	前沿技术研究	为保持技术领先性, 持续追踪并研究与医疗机器人相关的前沿技术, 目前包括多模态图像自动配准技术、手术安全控制链路等, 并推进上述技术在现有产品和未来产品中的试验, 实现上述技术在临床中成果落地转化; 完成骨科手术导航定位机器人核心部件的研发, 包括机械臂和光学跟踪相机等技术和产品国产化研发, 在骨科手术导航定位机器人中实现应用。
2	数字化手术室	整合手术室内的各种数字化设备, 使得医生能够实时调用与患者及手术相关的影音、图像及医疗数据, 满足手术示教及远程医疗的应用需求。
3	空心螺钉项目	利用公司在骨科临床技术等方面的储备, 研发骨科通用耗材空心螺钉, 以期在骨科手术导航定位机器人之外增加通用骨科耗材销售, 增加公司收入。
4	关节机器人	针对髋关节、膝关节置换手术开发关节置换机器人, 完成全髋关节置换机器人获得医疗器械产品注册证并上市销售, 进入关节置换市场; 全膝关节和单膝关节置换机器人完成核心部件研发。
5	配套手术耗材	骨科手术导航定位机器人配套专用手术耗材包含患者追踪器、探针跟踪器、固定器、套筒等部件, 研发骨科手术导航定位机器人配套使用的一次性耗材, 以期形成设备销售加持续性耗材供应的业务模式。
6	天玑 2.0 研发	基于天玑骨科手术导航定位机器人临床应用反馈, 完成天玑 2.0 骨科手术导航定位机器人的产品研制、检测和验证, 获得医疗器械产品注册证并上市销售。天玑 2.0 将在控制精度、软件交互界面、构型和系统布局等方面进行改善, 并提高医生使用过程中的易用性和便捷度。
7	创伤机器人	在“天玑”骨科手术导航定位机器人基础上, 开发专门用于创伤骨科领域的细分产品, 以期实现在基层医疗机构的覆盖推广, 助力分级诊疗, 优化各地医疗资源配置。
8	远程医疗云平台	应用云中心和通讯技术, 开发配合骨科手术导航定位机器人的通讯模块和控制系统, 搭建能够对不同层级医疗机构的骨科手术导航定位机器人远程手术临床应用方案的平台, 实现远程手术功能。
9	结构光扫描器及精准增强现实系统开发	该技术能够在视觉测距技术上实现高精度三维测量, 研发目标是实现结构光扫描技术研发, 搭建增强现实系统, 结合光学跟踪相机, 实现三维激光扫描测量解决方案。

资料来源: 招股说明书, 国盛证券研究所

与巨头合作拓展全球市场, 打造全球领先的骨科机器人企业:

- **国内市场：**2019年10月，强生（上海）医疗器材有限公司与天智航签署了商业和研发协议，强生将与天智航一起推动骨科工具和耗材与“天玑”骨科机器人进行协同使用的商业化研究和临床研究，从全流程角度更好地和医生开展典型手术的临床推广和教育。包括临床推广和教育。
- **海外市场：**天智航目前正在推进“天玑”机器人的CE和FDA注册，与强生的合作也将带来产品在海外注册、市场推广、销售渠道建设等多方面的进度加速，未来有望在创伤、脊柱、关节等多领域打造具有全球竞争力的骨科机器人产品。

四、盈利预测与估值

4.1 关键假设

1. **骨科手术机器人：**随着骨科手术机器人在临床应用认可度逐渐提高，销售量继续保持快速增长。
2. **技术服务、配套设备及耗材：**随着骨科机器人单机手术量的不断提高，技术服务、配套设备及耗材收入将保持快速增长。
3. **公司毛利率保持稳定：**骨科机器人直销及经销模式销售均保持快速增长，公司整体毛利率将保持稳定。

图表 71: 天智航收入拆分

	2016A	2017A	2018A	2019A	2020E	2021E	2022E
合计收入 (百万元)	25.58	73.29	126.72	229.56	301.63	395.31	517.23
YOY	6.67%	186.51%	72.90%	81.16%	31.39%	31.06%	30.84%
毛利率	46.72%	67.21%	76.12%	84.95%	86.73%	85.59%	84.43%
骨科手术机器人							
收入 (百万元)	10.92	55.42	98.72	213.54	283.50	366.30	468.92
YOY	1.02%	407.51%	78.13%	116.31%	32.76%	29.21%	28.02%
毛利率	88.69%	87.65%	89.97%	88.36%	87.44%	86.32%	85.17%
手术中心专业工程							
收入 (百万元)	14.20	15.58	21.93	4.26	0.00	0.00	0.00
YOY	13.15%	9.72%	40.76%	-80.57%	-100.00%	0.00%	0.00%
毛利率	13.46%	0.00%	24.98%	10.47%	10.00%	10.00%	10.00%
技术服务							
收入 (百万元)	0.14	0.19	1.53	4.05	8.10	16.20	32.40
YOY	-69.57%	35.71%	705.26%	164.71%	100.00%	100.00%	100.00%
毛利率	92.56%	54.49%	80.52%	79.10%	80.00%	80.00%	80.00%
配套设备及耗材							
收入 (百万元)	0.22	2.06	3.16	2.58	3.87	5.42	7.04
YOY		836.36%	53.40%	-18.35%	50.00%	40.00%	30.00%
毛利率	79.90%	47.23%	18.51%	68.26%	70.00%	70.00%	70.00%
其他业务							
收入 (百万元)	0.10	0.04	1.38	5.13	6.16	7.39	8.86
YOY		-60.00%	3350.00%	271.74%	20.00%	20.00%	20.00%
毛利率	46.56%	88.43%	24.87%	17.71%	73.00%	73.00%	73.00%

资料来源: Wind, 国盛证券研究所

4.2 盈利预测与估值

我们预计公司 20-22 年营业收入为 3.02、3.95、5.17 亿元, 同比增长 31.4%、31.1%、30.8%, 对应 PS 为 164x、125x、96x, 天智航作为国内首家商业化骨科机器人生产企业, 骨科机器人手术替代空间广阔, 伴随骨科机器人临床渗透率的提升和产品先发优势的不断体现, 未来成长空间较大, 首次覆盖, 给予“买入”评级。

估值方面, 我们预计公司 2020-2022 年营业收入同比增长 31.4%、31.1%、30.8%, 天智航作为国内骨科手术机器人的先行者, 将带动国内骨科术式革命, 同时带来手术机器人产品销售的快速增长。

- 骨科机器人带动骨科手术革命:** 相比传统骨科手术, 骨科机器人在术中可以辅助医生进行术前规划和术中引导及施术, 推动骨科手术微创化、标准化、智能化, 降低手术费用的同时也减少了医生在术中所受辐射量, 同时使远程骨科手术成为可能; 骨科手术机器人在临床使用方面, 脊柱、髋关节、膝关节等手术已有丰富术式, 同时手术量也有快速提升, 以天智航“天玑”为例, 其可完成脊柱、骨盆、四肢骨折等多种手术, 适用于创伤和脊柱微创术式, 已覆盖骨科 45% 以上的手术适应症。对于目前全球庞大的骨科手术量, 以及中国仍在快速增长的骨科器械市场, 骨科机器人手术替代空间巨大。

- ◆ **天智航先发优势明显，打开估值空间。**天智航作为国内首家商业化骨科机器人企业，产品已形成梯队，并与国内临床骨科学术团队形成紧密合作关系，天智航作为“国家机器人标准化总体组”成员单位，参与编制了骨科机器人手术临床指南和诊疗规范，并参与制定相关国家标准。天智航始终坚持大比例研发投入，未来包括“天玑”2.0、关节机器人等新一代创新型产品将逐步补充公司骨科机器人产品管线；与强生展开合作，共同推动骨科工具和耗材与“天玑”骨科机器人进行协同使用的商业化研究和临床研究，同时推进“天玑”的CE和FDA注册拓展全球市场，打造全球领先的骨科机器人企业。带来长期发展空间。

图表 72: 可比公司估值 (可比公司参照 wind 一致预期, 截至 2020.7.13)

股票代码	公司简称	总市值	每股收益 EPS (元)				市销率 PS (倍)			
			2019A	2020E	2021E	2022E	2019A	2020E	2021E	2022E
心脉医疗	688016.SH	240	2.31	2.61	3.48	4.63	72	54.6	40.8	30.7
三友医疗	688085.SH	179	0.64	0.58	0.87	1.24	50	43.8	31.6	22.8
南微医学	688029.SH	335	2.67	2.65	3.80	4.93	26	21.2	15.6	12.0
平均值							49.3	39.9	29.3	21.8
天智航	688277.SH	494	-0.08	-0.15	-0.01	0.10	215	163.5	125.0	95.5

资料来源: Wind, 国盛证券研究所

五、风险提示

骨科机器人销售不及预期: 天智航骨科机器人销售受到医院采购、临床使用教育、手术收费等多方面因素影响, 有销售量不及预期的风险。

市场竞争加剧风险: 跨国大型骨科器械企业的骨科机器人均已国内获批上市, 天智航面临多家骨科机器人企业共同竞争的市场格局。

新产品开发不及预期: 骨科机器人受注册准入、市场拓展、政策变化等多方面影响, 公司未来在“天玑”2.0、关节机器人等新产品的开发和推广上具有不确定性, 新产品开发推广有不及预期的风险。

测算可能与实际存在误差: 我们以公开数据测算公司品种未来贡献的收入情况, 测算结果可能与存在一定误差。

免责声明

国盛证券有限责任公司（以下简称“本公司”）具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告仅供本公司的客户使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。在任何情况下，本公司不对任何人因使用本报告中的任何内容所引致的任何损失负任何责任。

本报告的信息均来源于本公司认为可信的公开资料，但本公司及其研究人员对该等信息的准确性及完整性不作任何保证。本报告中的资料、意见及预测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，可能会随时调整。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。本公司不保证本报告所含信息及资料保持在最新状态，对本报告所含信息可在不发出通知的情形下做出修改，投资者应当自行关注相应的更新或修改。

本公司力求报告内容客观、公正，但本报告所载的资料、工具、意见、信息及推测只提供给客户作参考之用，不构成任何投资、法律、会计或税务的最终操作建议，本公司不就报告中的内容对最终操作建议做出任何担保。本报告中所指的投资及服务可能不适合个别客户，不构成客户私人咨询建议。投资者应当充分考虑自身特定状况，并完整理解和使用本报告内容，不应视本报告为做出投资决策的唯一因素。

投资者应注意，在法律许可的情况下，本公司及其本公司的关联机构可能会持有本报告中涉及的公司所发行的证券并进行交易，也可能为这些公司正在提供或争取提供投资银行、财务顾问和金融产品等各种金融服务。

本报告版权归“国盛证券有限责任公司”所有。未经事先本公司书面授权，任何机构或个人不得对本报告进行任何形式的发布、复制。任何机构或个人如引用、刊发本报告，需注明出处为“国盛证券研究所”，且不得对本报告进行有悖原意的删节或修改。

分析师声明

本报告署名分析师在此声明：我们具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格或相当的专业胜任能力，本报告所表述的任何观点均精准地反映了我们对标的证券和发行人的个人看法，结论不受任何第三方的授意或影响。我们所得报酬的任何部分无论是在过去、现在及将来均不会与本报告中的具体投资建议或观点有直接或间接联系。

投资评级说明

投资建议的评级标准		评级	说明
评级标准为报告发布日后的6个月内公司股价（或行业指数）相对同期基准指数的相对市场表现。其中A股市场以沪深300指数为基准；新三板市场以三板成指（针对协议转让标的）或三板做市指数（针对做市转让标的）为基准；香港市场以摩根士丹利中国指数为基准，美股市场以标普500指数或纳斯达克综合指数为基准。	股票评级	买入	相对同期基准指数涨幅在15%以上
		增持	相对同期基准指数涨幅在5%~15%之间
		持有	相对同期基准指数涨幅在-5%~+5%之间
		减持	相对同期基准指数跌幅在5%以上
	行业评级	增持	相对同期基准指数涨幅在10%以上
		中性	相对同期基准指数涨幅在-10%~+10%之间
		减持	相对同期基准指数跌幅在10%以上

国盛证券研究所

北京

地址：北京市西城区平安里西大街26号楼3层
 邮编：100032
 传真：010-57671718
 邮箱：gsresearch@gszq.com

南昌

地址：南昌市红谷滩新区凤凰中大道1115号北京银行大厦
 邮编：330038
 传真：0791-86281485
 邮箱：gsresearch@gszq.com

上海

地址：上海市浦明路868号保利One56 1号楼10层
 邮编：200120
 电话：021-38934111
 邮箱：gsresearch@gszq.com

深圳

地址：深圳市福田区福华三路100号鼎和大厦24楼
 邮编：518033
 邮箱：gsresearch@gszq.com