

中国自动化学会通讯

COMMUNICATIONS OF CAA

第 4 期

2022 年 04 月

第43卷 总第223期

主办：中国自动化学会

<http://www.caa.org.cn>

E-mail: caa@ia.ac.cn

京内资准字2020-L0052号

医疗机器人

HEART RATE

HEALTHCARE
TREATMENT
MEDICAL CARE
PREVENTION
DIAGNOSIS
DISCOVERY

BPM

72

穿刺诊疗手术机器人研究进展 / 段星光 P007

人工耳蜗精准植入机器人术像一体化手术路径规划 / 王鸣鹏 P013

手术机器人关键技术 / 宋国立 P016

智能康复机器人进展与趋势 / 程洪 黄瑞 P021

基于 SMA 智能复合结构的柔性外骨骼机器人的研究进展与思考 / 孟巧玲 P027



扫描二维码
关注官方微信



扫描二维码
关注官方微博



中国自动化学会通讯
Communications of CAA



主管单位 中国科学技术协会
主办单位 中国自动化学会
编辑出版 中国自动化学会办公室

主 编 | 郑南宁 CAA 理事长、中国工程院院士、
西安交通大学教授

副 主 编 | 王飞跃 CAA 监事长、中国科学院自动化
研究所研究员

杨孟飞 CAA 副理事长、中国科学院院士、
中国空间技术研究院研究员

陈俊龙 CAA 副理事长、欧洲科学院院士、
华南理工大学教授

编 委 | (按姓氏笔画排列)

丁进良 王 飞 王占山 王兆魁 王庆林

王 坛 邓 方 石红芳 付 俊 吕金虎

乔 非 尹 峰 刘成林 孙长生 孙长银

孙彦广 孙富春 阳春华 李乐飞 辛景民

张 楠 张 俊 陈积明 易建强 周 杰

赵千川 赵延龙 胡昌华 钟麦英 侯增广

姜 斌 祝 峰 高会军 黄 华 董海荣

韩建达 谢海江 解永春 戴琼海

刊名题字 | 宋 健

地 址 | 北京市海淀区中关村东路 95 号

邮 编 | 100190

电 话 | (010) 8254 4542

传 真 | (010) 6252 2248

E-mail: caa@ia.ac.cn

http: //www.caa.org.cn

印刷日期 | 2022 年 4 月 29 日

印 数 | 3000 册

发行对象 | 中国自动化学会会员及自动化领域科技工作者



关注官方微信



关注官方微博

本刊声明

◆ 为支持学术争鸣, 本刊会登载学术观点彼此相左的不同文章。来稿是否采用并不反映本刊在学术分歧或争论中的立场。每篇文章只反映作者自身的观点, 与本刊无涉。

主编的话



郑南军

当前，新一代人工智能成为新一轮科技革命的突破口和产业变革的核心驱动力，已从理论层面加快向结合各行业、各领域特征的具体应用场景延伸，各行各业智能化升级趋势显现。近年来，随着人们对健康生活的要求不断提高以及机器人、人工智能等技术的迅猛发展，医疗行业的发展备受关注，医疗机器人也获得了国内外的广泛关注。医疗机器人作为人工智能时代在医疗领域应用的深化，表现出深度学习、人际协作、自主操控的应用发展特征，涵盖诊断、治疗与康复等医疗环节，能够有效的帮助医生进行一系列的医疗诊断和辅助治疗，在有效的缓解医疗资源紧张的问题下推动医疗信息化的发展。

中国自动化学会始终肩负传播自动化、信息及智能科学领域新知识、提高全民科学素质的重要使命，积极推动自动化、信息与智能科学领域内科普传播协同化、侧重化、多样化发展。瞄准世界科技前沿和可持续发展目标，紧扣时代发展主题，积极响应中国科协关于开展“科创中国”品牌工作号召，促进我国智能机器人理论研究、技术创新和成果转化。2021年9月，中国自动化学会推出“医疗机器人技术”专题CAA云讲座。本期通讯专刊关注的主题是医疗机器人，为大家分享了在“医疗机器人技术”专题CAA云讲座中北京大学长聘教授段星光的《穿刺诊疗手术机器人研究进展》、南开大学王教授鸿鹏的《人工耳蜗精准植入机器人术像一体化手术路径规划》、中科院沈阳自动化研究所研究员宋国立的《手术机器人关键技术》和电子科技大学教授程洪、电子科技大学讲师黄瑞的《智能康复机器人进展与趋势》、上海理工大学副教授孟巧玲的《基于SMA智能复合结构的柔性外骨骼机器人的研究进展与思考》等5篇文章。

在此向贡献稿件的各位专家学者表示衷心的感谢！希望本刊专题能为读者了解医疗机器人相关领域的发展提供一定的借鉴。



P006



P038

领袖企业 / Leader Enterprise

- 004 自主生态，我“芯”飞腾
——专访飞腾信息技术有限公司总经理窦强

专题 / Column

- 007 穿刺诊疗手术机器人研究进展 / 段星光
- 013 人工耳蜗精准植入机器人术像一体化手术路径规划 / 王鸿鹏
- 016 手术机器人关键技术 / 宋国立
- 021 智能康复机器人进展与趋势 / 程洪 黄瑞
- 027 基于 SMA 智能复合结构的柔性外骨骼机器人的研究进展与思考 / 孟巧玲

会员成就 / Members achievement

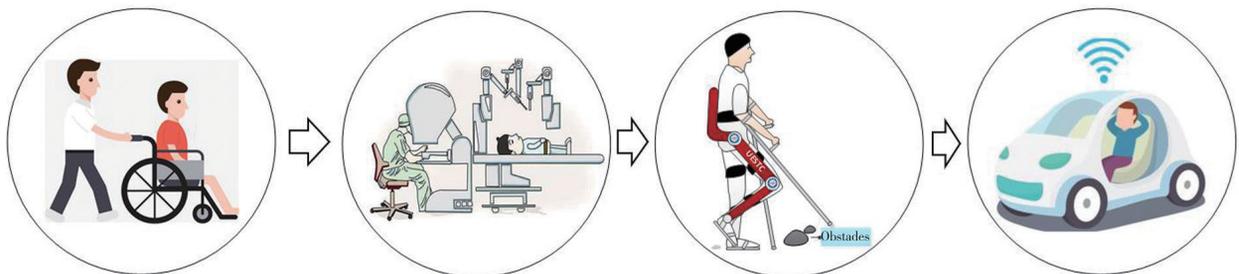
- 032 2021 “中国高被引学者”榜单中国自动化学会多名会员、理事入选
- 034 中国自动化学会会士岳东教授、会员孙立宁教授当选俄罗斯工程院外籍院士

观点 / Viewpoint

- 036 戚发轫：空间站即将全面建成，中国距离航天强国有多远？
- 039 孙彦广：关于钢铁制造流程智能化的认识

科普园地 / Science Park

- 041 哈佛医学院权威盘点：过去 10 年，医疗机器人最重磅突破有哪些？



Human-Machine System
(机械时代)

Human-in-the-loop
(信息时代)

Human-on-the-loop
(智能时代)

Human-out-of-the-loop
(无人时代)

P22



048 最强盘点：15 种医疗机器人，你了解几种？

学会动态 / Activities

054 中国自动化学会青年菁英论坛（长三角地区）成功举办

057 CAA 科普大讲堂活动上线



中国高被引学者

| Code | 学科领域 Subject Area | # of subjects | # of Researchers |
|------|-------------------------|---------------|------------------|
| 01 | 哲学 Philosophy | 1 | 9 |
| 02 | 经济学 Economics | 2 | 90 |
| 03 | 法学 Law | 3 | 27 |
| 04 | 教育学 Education | 3 | 39 |
| 05 | 文学 Literature | 2 | 29 |
| 07 | 理学 Science | 13 | 1,402 |
| 08 | 工学 Engineering | 37 | 2,121 |
| 09 | 农学 Agriculture | 9 | 200 |
| 10 | 医学 Medical Sciences | 9 | 556 |
| 12 | 管理学 Management Sciences | 5 | 228 |

Number of Researchers per Subject

P032

058 2022CAA “我和优博有个约会”系列活动成功举办

059 第 20 期中国自动化学会青年科学家论坛圆满召开

061 第一届中国智能健康与生物信息大会圆满举办

形势通报 / Voice

063 习近平在博鳌亚洲论坛 2022 年年会开幕式上的主旨演讲

065 关于加强科技伦理治理的意见

党建强会 / Party Building

069 关于推动党史学习教育常态化长效化的意见

073 深刻认识和把握党百年奋斗的初心使命

076 在自觉践行新思想中培养时代新人 / 刘旺洪



P052

为全面助力我国自动化、信息与智能科学技术发展，记录在中国自动化史上涌现的领袖企业和优秀人才，中国自动化学会特别打造“领袖企业”系列访谈栏目，描绘我国自动化企业的创新与发展、自动化人的匠心与坚守，为当代自动化领域企业的创新发展提供有益借鉴。

自主生态，我“芯”飞腾

——专访飞腾信息技术有限公司总经理窦强

本期学会专访的是飞腾信息技术有限公司总经理窦强。窦强，博士，研究员，飞腾信息技术有限公司总经理、首席科学家，主要从事高性能计算系统结构、微处理器设计方向和多路服务器的研究工作，是国内微处理器设计方向学术带头人之一。承担核高基国家科技重大专项项目、863计划重点项目、国家自然科学基金项目多项，曾荣获国家科技进步特等奖1项、国家科技进步一等奖2项、部委级一等奖多项。2010年入选教育部“新世纪优秀人才支持计划”，2015年荣获“求是奖”、国家百千万人才工程“有突出贡献中青年专家”，2019年入选《第四批国家“万人计划”》科技创新领军人才，2020年荣获国务院政府特殊津贴专家，2021年荣获国资委中央企业优秀党员、

2021年度“CCF王选奖”。

CAA：请简要介绍一下您和飞腾公司？

窦强：我是飞腾信息技术有限公司总经理窦强，很高兴在中国自动化学会60周年华诞这一特殊时刻交流分享飞腾的成长历程和发展理念。

飞腾公司是国内领先的自主核心芯片提供商，由中国电子信息产业集团、天津市滨海新区和天津先进技术研究院于2014年联合成立，目前飞腾公司的总部设在天津，在北京、长沙、成都和广州设有子公司。

飞腾公司致力于国产通用微处理器的设计研发和产业化推广，产品具有谱系全、性能优、中国架构的特点，性能达到国内领先、国际一流，从端到云提供核心算力，为数字经济构建坚实的“算

力底座”。

我们始终坚持“核心技术自主创新，产业生态开放联合”的发展理念，以“聚焦信息系统核心芯片，支撑国家信息安全和产业发展”为使命，努力成为世界一流芯片企业，用中国芯服务社会。

CAA：飞腾始终以解决国家信息安全问题为己任，努力突破核心关键核心技术，推动产品在千行万业落地应用，请简单谈下飞腾在自主创新和开放联合方面遇到的重大机遇和挑战，以及飞腾是如何应对的？有什么经验可以分享？

窦强：飞腾造芯，始于上世纪90年代末期，20多年来，飞腾人始终聚焦国家战略需求和重大工程，秉承“胸怀祖国、团结协

作、志在高峰、奋勇拼搏“的精神，从技术创新到工程化、产品化，突破一个又一个瓶颈，走上科技报国、产业报国的发展道路。特别是，近两年国家提出“新基建”和“数字中国”战略，飞腾迈进发展的快车道。

飞腾发展过程中，有两点体会，一是坚持为国造芯、自主创新。飞腾核心骨干长期在党的培养下成长，肩负科技自立自强使命，投身于国家重大工程，攀登科技高峰，助力产业发展，努力把创新主动权、发展主动权掌握在自己手中。家国情怀和必胜信念，已成为企业文化价值观的核心内容，不断传承发展。

二是坚持开放联合，共享共赢。总书记指出，“自主创新是开放环境下的创新，绝不能关起门来搞，而是要聚四海之气，借八方之力。”飞腾坚持走“国际兼容、国家主导、企业主体、产业开放”发展道路，与软硬件生态伙伴携手前进，壮大自主生态，实现产业共赢。QY：

截至今年9月底，飞腾的生态伙伴数量已经超过3300家，支撑了2000多款飞腾平台设备上市，适配的软件和外设5800余种，兼容200万级移动APP应用，提供全场景、系统级解决方案，助力千行万业核心技术路线自主可信、系统架构上云用数赋智“双升级”。



中国自动化学会领袖企业系列访谈



飞腾信息技术有限公司

窦强

窦强，博士，研究员，飞腾信息技术有限公司总经理，主要从事高性能计算系统结构、微处理器设计方向和多路服务器的研究工作，是国内微处理器设计方向学术带头人之一。承担核高基国家科技重大专项项目、863计划重点项目、国家自然科学基金项目多项，曾荣获国家科技进步特等奖1项、国家科技进步一等奖2项、部委级一等奖多项。2010年入选教育部“新世纪优秀人才支持计划”，2015年获“求是奖”，2016年入选国家百千万人才工程，2019年入选《第四批国家“万人计划”》科技创新领军人才，2020年荣获天津市“最美科技工作者”，2021年荣获国资委中央企业优秀党员、2021年度“CCF王选奖”。

记录领袖企业发展，喜迎学会六十华诞

CAA：我们看到飞腾的愿景是“成为世界一流的芯片企业，用中国芯服务社会”，为了实现这一愿景，飞腾做出了哪些相关的成果和贡献？

窦强：经过20多年的努力，飞腾公司及核心产品、团队已经荣获众多荣誉奖项，例如国家科学技术进步一等奖、中国电子信息博览会金奖、中国青年五四奖

章集体。FT-2000+/64处理器是国际ARM体系首款64核通用CPU，也填补了国产高端通用CPU领域的空白。

在政府信息化、能源、金融、电信、交通、教育、医疗、智能制造等涉及国家信息安全和国计民生的关键领域，飞腾的产品都获得了落地应用，努力用一颗颗“中国芯”服务社会。

2020年，飞腾公司的产品研发和市场业务高速增长。全年芯片交付150万片，同比增长6.5倍；营收达到13亿元，同比增长5倍以上。今年上半年的营收比去年同期翻番。

CAA：目前，“自主可控”正在为我国产业不断发展带来新的动力和活力，希望未来飞腾能够和学会有进一步深入的交流和合作，您对于未来和学会的合作方向和形式有哪些意见和建议，以期更好地发挥双方的优势？

窦强：中国自动化学会是钱老亲自创办，具有悠久历史的国家级社会团体，拥有一批顶尖的专家学者和科研成果。信息时代，CPU是数字世界的基石和基因，中美博弈加速了国家关键行业自主可控的进程，飞腾已经与中国自动化学会发电自动化专业委员会已经进行了全面深入合作交流。

计算无处不在！飞腾期待能与自动化学会各个专委会在产学研协同创新、创新成果联合推广、信创人才联合培养等方面加强合作，共同做大做强信创产业生态，推动中国标准、中国架构、中国体系、中国力量走向世界！

飞腾信息技术有限公司简介

飞腾信息技术有限公司是国内领先的自主核心芯片提供商，致力于飞腾系列国产高性能、低功耗通用计算微处理器的设计研发和产业化推广，以“聚焦信息系统核心芯片，支撑国家信息安全和产业发展”为使命，努力成为世界一流的芯片企业，用中国芯服务社会。作为国内领先的自主核心芯片提供商，飞腾在不断提升CPU产品性能的同时，一直坚持“核心技术自主创新，产业生态开放联合”的理

念，通过生态圈建设、软硬件适配、软硬件兼容认证等举措积极完善生态。自公司成立以来，飞腾公司及核心产品、团队已荣获2020年中国IC设计成就奖之五大中国潜力IC设计公司、国家科学技术进步一等奖、“中国芯”优秀市场表现产品奖、中国电子信息博览会金奖、政府信息化产品技术创新奖、电子政务安全优秀解决方案奖、“中国青年五四奖章集体”等众多荣誉奖项。



穿刺诊疗手术机器人研究进展

文 / 北京理工大学 段星光

导读：2021年9月12日，北京理工大学教授段星光做客“CAA云讲座”——“医疗机器人技术”专题在线论坛，为大家带来了一场题为“穿刺诊疗手术机器人研究进展”的精彩报告，200余人在线观看了讲座直播并参与探讨。报告主要介绍了穿刺诊疗手术机器人的研究背景，对穿刺机器人所涉及的术区信息感知、柔性针穿刺及运动规划、手术导航及交互控制等关键技术进行了讨论与分析，并指出了穿刺诊疗手术机器人今后的发展趋势与面临的挑战。

1. 背景介绍

穿刺诊疗实际上是针对一个器官或组织进行靶向目标进行导航定位一种治疗手段。根据国家癌症中心发布的数据显示，每年癌症发病人数、死亡人数都很高，因此提升我国癌症诊断及治疗水平可不容缓。穿刺诊疗针对不同的部位其需要解决的问题相对来说是一致的，目前常用的治疗手段是基于体外图像引导的微创穿刺手术，如穿刺活检、消融等，该方法具有创伤小、疼痛轻、恢复快等优点，也是恶性肿瘤诊断与治疗的重要手段之一。但该方法存在徒手穿刺精度低、不可视、遭受辐射时间长、易引发并发症等问题，手术效果严重依赖医生的经验。因此希望借助机器人技术解决穿刺诊疗中的痛点问题。

通过调研了解到已商用的穿刺机器人主要分为神经外科穿刺机器人、胸腔镜穿刺机器人和骨科穿刺机器人等，其中神经外科穿刺机器人如美国的Renaissance、法国的Rose以及国内的Remebot；胸腔镜穿刺机器人如以色列的XACT、印度的Perfint；骨科机器人如国内的天玑等。国内外相关的研究机构也很多，如针对柔顺安全操作研究的纽伦堡大学、针对实时透视穿刺研究的冈山大学、针对主从操作穿刺研究的北京理工大学以及针对自主穿刺研究的MIT、哈佛大学等。

从穿刺诊疗的理论与技术研究的角度可以分为以下几个方面：1) 刺针-组织交互机理；2) 穿刺路径规划，提高复杂交互环境下轨迹规划的精度；3) 主从力反

馈遥操作控制技术；4) 术中安全交互控制，如基于视觉的安全控制何基于全状态反馈的被动安全控制，完善主从操作穿刺安全保障机制等。穿刺针力感知方面也是我们需要考虑的问题，目前研究比较多的有穿刺针末端力感知和穿刺针形状感知，但是集成难度高、适应性较差，在临床中尚未应用。而术中四维重建技术能实现实时扫描重建、基于门控装置重建等，但存在是实时性差、门控信息与组织运动关联机理不明等问题。

2. 机器人系统研究进展

按照机器人固定位置的不同，可以将胸腹腔经皮穿刺机器人分为地面固定式、床体固定式、身体固定式三种类型，具体对比见表1。

表 1 胸腹腔经皮穿刺机器人研究进展

| 时间 | 机器人名称 | 作者 | 研究机构 | 模式 | 系统特征 | 研究进展 |
|-----------|------------------------------|----------------------------------|------------------|------|---|---|
| 2010 | 肝肿瘤穿刺机器人 | 段星光等 ^[2, 4] | 北京理工大学 | F 自动 | 共 7 自由度, 其中包含 2 自由度进针机构 | 动物实验, 定位精度优于 0.5mm |
| 2011 | 超声引导的穿刺机器人 | 孙银山 ^[20] | 哈尔滨工业大学 | F 手动 | 基于超声图像引导, 医生拖动末端完成穿刺 | 体模实验, 总体误差在 5mm 内, 针尖位移精度在 1mm 内 |
| 2011 | — | Tita 等 ^[19] | 德国纽伦堡大学 | F 自主 | 采用 C 臂 CT 装置和 DLR III 柔性机械臂 | 体模实验, 定位精度为 0.23mm ± 0.1mm |
| 2013 | — | Zhou 等 ^[21] | 美国纽约州立大学 | F 自主 | 建立了基于呼吸的穿刺路径自主规划系统 | 体模实验, 0.4s 内完成针放置, 定位精度为 0.5mm ± 0.1mm |
| 2014 | MAXIO | 印度 Perfint 公司 | | F 手动 | 可监测呼吸运动, 可实现自动定位, CT/MR 兼容 | 2014 年获 FDA 认证, 完成大量穿刺活检临床手术, 目前已进行了 4 轮融资, 累计融资额为 3270 万美元 |
| 2018 | Zerobot | Hiraki 等 ^[17] | 日本冈山大学 | F 主从 | CT 引导下主从实时操作, 采用 XYZ 直角坐标系机械臂 | 动物实验与人体实验, 总体误差在 1.6mm 左右 |
| 2018 | — | Won 等 ^[23] | 韩国蔚山医学院 | F 主从 | 光学定位导航、五轴串联机械臂 | 体模实验, 总体误差 2mm 左右, 定位误差 0.2mm~0.5mm |
| 2019 | TrueHealth | Zhou 等 ^[22] | 真健康(北京市)医疗科技有限公司 | P 手动 | 高精度快速术中 3 维重建及穿刺路径规划 | 动物实验, 正进入人体实验, 其效率、精度、安全性方面得到验证 |
| 2003~2005 | AcuBot | Stoianovici 等 ^[2, 5] | 美国约翰·霍普金斯大学 | T 自动 | CT/ 超声引导, 末端 RCM 结构 | 2005 年获 FDA 认证, 综合定位精度 2.54mm, 其提出的 RCM 机构常应用于手术机器人中 |
| 2005 | Innomedic | 德国 INNOMOTION 公司 ^[27] | | T 自动 | 末端 RCM 结构, 线性气缸驱动进给机构 | 2005 年获 CE 认证, 总体误差 1mm 左右, 目前已经退出市场 |
| 2011~2014 | B-Rob I B-Rob II ISYS1 | Martinez 等 ^[25] | 瑞士苏黎世大学 | T 主从 | 末端非金属, 4 个方向平移运动实现末端旋转 | 2011 年获 CE 认证, 2014 年获 FDA 认证, 精度 1.8mm ± 1.1mm, 目前该公司正在研发并临床实验新一代可用于骨科手术的床旁固定机器人 |
| 2005~2008 | CT-bot | Maurin 等 ^[30] | 法国特拉斯堡大学 | P 主从 | 超声电机驱动, CT 引导, 末端 20N 穿刺力, SDOF, 质量 3kg | 体模实验, 末端穿刺针误差 5mm |
| 2008 | Robopsy | Walsh 等 ^[31] | 美国麻省理工学院 | P 自动 | 2 个圆弧导轨完成姿态调整, 橡胶滚轮完成穿刺 | 体模实验, 最大穿刺力为 20N, 滚轮穿刺速度为 20mm/s |
| 2016 | — | Hata 等 ^[32] | 美国哈佛大学医学院 | P 自动 | 针对冷冻消融手术, 2 个环形平台旋转完成姿态调整 | 体模实验, 80mm 处精度优于 0.3mm |

续表

| 时间 | 机器人名称 | 作者 | 研究机构 | 模式 | 系统特征 | 研究进展 |
|------|-------|---|-------------|------|---|--|
| 2016 | LPR | Hungr 等 ^[3, 3] | 法国 IMC-IMAG | P 主从 | CT/MR 兼容, 质量仅为 1kg, 基于 PVC 材料与空气空腔的配准标定 | CT 体模实验中精度为 1.3mm ± 0.8mm |
| 2018 | — | Patel 等 ^[3, 4] | 美国约翰·霍普金斯大学 | P 自动 | 4 自由度并联结构, CT/MR 兼容 | 体模实验, 平移误差约 1mm |
| 2021 | — | Musa 等 ^[35] | 美国阿肯色大学 | P 自动 | 柔性气动进针装置 | 动物实验, 定位误差 1.14mm ± 0.30mm, 定向误差 0.990° ± 0.360° |
| 2019 | ANT-X | NDR Medical Technology ^[36-37] | | P 手动 | CT 透视下完成穿刺针姿态调整 | 完成 20 余例人体临床穿刺手术, 完成 A 轮融资, 筹集约 580 万美元 |
| 2019 | XACT | XACT Robotics ^[38-40] | | P 主从 | 实时导航闭环进针控制, 自动补偿呼吸运动, 柔性带进针机构 | 获 CE 认证, 2019 年获 FDA 认证, 完成 4 轮融资, 筹集约 5500 万美元 |

注: 地面固定式 (F), 床体固定式 (T), 身体固定式 (P)

地面固定式穿刺机器人是将穿刺针固定在 CT 床的地面上, 其安装无需改成 CT 床等现有手术设备, 如 KUKA LWR III、Perfint、Zerobot 等机器人, 采用光学、电磁等第三方导航设备关联机器人与图像、患者之间的空间坐标, 具有工作空间大、定位精度高、稳定性好等优点。

床体固定式穿刺机器人是将穿刺针固定在 CT 床上, 与患者一同进行 CT 扫描, 如 Acubot、Innomedic、DEMCON、iSYS MicroMate 等机器人, 这样机器人和 CT 床采用同一坐标系, 易于实现空间配准, 且占用空间少, 机器人导航与控制会相对容易些。

而身体固定式穿刺机器人是把整个的机器人小型化后绑定在患者的身上, 与患者一同进行 CT 扫描, 获取相对位姿, 如 Robopsy、ANT-X、XACT、Icube Lab 等机器人, 该类机器人随患者呼吸运动而运动, 对患者运动造成的误差有被动补偿作用, 且机器人系统体积小、成本低, 但工作空间相对有限。

3. 核心技术

3.1 术区信息感知技术

医生手动完成穿刺需要综合考虑患者的呼吸、医学图像、穿刺力感等术区信息, 因此术区多源信息感知技术是当前制约穿刺

机器人发展的重要因素之一。

1) 呼吸运动信息感知

呼吸运动对胸腔穿刺时机、精度、到位率等都有较大影响。目前呼吸运动信息采集的方法主要有基于透视影像点、阻抗式传感器、体表光学标记点、电磁传感器、呼吸潮气量等, 最后通过信号处理及对基线漂移进行补偿, 实现呼吸运动信息的感知。

2) 图像融合动态可视化技术及四维重建

运动器官一直处于动态变化中, 为了能在术中准确得到其自由呼吸状态下的可视化图像, 可以采用图像融合动态可视化技术及四维重建方法, 但目前手各种

现实因素的影响,该方法还有待于进一步的完善。

3) 穿刺针力感知

要完成图像引导下的自主或主从穿刺控制,必须要获取穿刺力与穿刺针形状的信息。部分学者考虑用较为精准的力传感器检测穿刺力,如日本早稻田大学通过一根引导管将穿刺力传递到力传感器,从而实现穿刺力的检测;阿尔伯特大学基于末端力传感器计算斜尖穿刺针路径等。但上述方法在穿刺深度较深时力传感器测到的是针管与针尖的耦合受力,难以建立有效的穿刺受力评价方法。

近年来,随着光纤传感器技术的研究,许多研究人员开展了基于光纤传感器测量穿刺力的研究。如伍斯特大学研制的光纤力传感器,代尔夫特理工大学基于FBG测量末端穿刺力,阿姆斯特丹自由大学提出的3种光纤力传感器方案,但目前用于末端穿刺力检测的光纤传感器方案,尚难以兼顾核磁兼容、小体积、温度灵敏度、力分辨率、机械强度、稳定性等多种条件,但在未来医疗领域具有巨大的研究与应用潜力。

4) 穿刺针形状感知

当光纤受到机械拉伸或压缩时,反射光波长也会发生相应的变化,因此通过检测反射波长的变化可计算光纤栅区的弯曲半径,进而计算穿刺针空间曲率。如北

京理工大学研制的基于FBG光栅的穿刺针、哈佛大学研制的穿刺针针体偏移检测装置、特温特大学研制的检测斜尖柔性穿刺针形状的装置。

基于术中医学图像检测穿刺针形状,需要较大的样本数据,且重建速度有待提升,磁跟踪定位的核磁兼容性有待进一步测试,虽然FBG可兼容MR与CT环境,且具有敏感度高、响应快速、生物兼容性好等特点,但将相同的光栅排布应用于不同的针头形状、针体粗细、穿刺部位的情况时,重建精度会存在不同,因此将FBG集成于不同类型的穿刺针中可能需要不同的加工工艺。另外,如何基于FBG同时实现穿刺针的力感知与形状感知也是需要攻关的技术难点之一。

3.2 柔性针穿刺及路径规划技术

胸腹腔软组织穿刺手术中,穿刺针因为受到针与组织之间的交互作用力,常常会发生形变,进而影响到穿刺精度、手术效果。因此,对穿刺针-组织交互作用机理进行研究,建立有效的穿刺模型对保障穿刺安全具有重要意义。

1) 针-组织交互建模

较为准确的穿刺交互建模,是实现有效的路径规划、精准开环穿刺控制的基础,也可为基于穿刺针形状感知的闭环控制与双

边主从控制提供准确的交互模型,进而提高穿刺精度。如今随着术中穿刺针形状、力感知、术中动态三维成像等技术的发展,针-组织交互建模或可迎来新的突破。

2) 柔性针设计及其控制策略

灵活可控的柔性穿刺针可有效避开肋骨、血管、神经等组织,相比传统的刚性穿刺针具有巨大的优势。为实现柔性穿刺针的精确可控,目前主要有2种研究方向:1)被动式柔性穿刺针,即基于挠曲机理,改变穿刺针的针尖形状与直径,通过控制转速、进针速度、针尖方向,利用针-组织交互作用被动完成柔性针控制,如以色列理工大学对柔性穿刺针的控制、哥伦比亚大学移动柔性针末端实现轨迹控制、约翰·霍普金斯大学柔性针自行车模型及斜尖穿刺轨迹控制;2)主动式柔性穿刺针,即改进穿刺针结构,主动完成穿刺针的柔性控制,如范德堡大学研制的预弯套管柔性穿刺针、哈佛大学研制预弯套管针、斯坦福大学研制肌腱驱动穿刺针针体弯曲、斯坦福大学研制记忆合金丝驱动针、特温特大学研制肌腱驱动穿刺针针体旋转、帝国理工学院研制的可编程柔性针。

相比于被动式柔性穿刺针受环境影响较大、可控性较差的问题,主动式柔性穿刺针具有明显

的优势，其更高的灵活度可保证穿刺针避开障碍，精准到达穿刺靶点，但其同时也具有安全性难以保证，尺寸较大，与其他介入式设备集成困难等问题。

3) 新型驱动方式

传统的驱动主要是基于电液驱动，如何把它运用到机器人上，如何寻求更新的驱动方式与所采用的机构是密切相关。如前列腺穿刺机器人气动马达、步进式气动抓取和释放进针装置、滚珠丝杠穿刺机器人结构、气动进针装置、绳驱动远程穿刺机器人、电动马达驱动穿刺机器人等，小型化、高精度的新型驱动方式将更有利于满足临床的需求。

4) 穿刺路径规划

在穿刺针对软组织的靶向穿刺过程中，经常会受到组织内生理结构（如骨骼、重要血管、神经等）的阻碍，因此需要寻找更为复杂的曲线路径以避开障碍。穿刺路径规划就是为了寻找最优的可控穿刺轨迹，类似于逆运动学的概念。目前主要的路径规划方法包括逆运动学反解法、人工势场法、数值法，而逆运动学求解的方法最为直接，但是无法准确避开组织环境中的障碍物，而人工势场法与数值法，虽然在理论上可以实现较好的避障与精准穿刺，但是针对胸腹腔有呼吸运动的影响的情况下，算法的实时更新能力还有

待提高。

3.3 手术导航及交互控制技术

1) 术中实时导航技术

定位导航目前已经历了由接触式定位到非接触式定位的演变，其中非接触式定位主要包括：超声定位、电磁定位、光学定位跟踪。其中光学定位导航技术因其精度高、可靠性好的特点已成为目前的主流导航方式。

2) 术中实时动态导航及呼吸跟踪控制

针对生理运动会导致胸腹腔手术导航系统发生偏差的问题，针对医学影像引导下的间歇性入针呼吸跟踪控制问题，早稻田大学 Tsumura 等提出了一种能减少针偏离的间歇入针控制方法，该方法可以在病人不停止呼吸的情况下精准置针；针对光学导航仪实现呼吸跟踪控制，华南理工大学及艾目易公司提出了基于光学导航仪的呼吸跟踪系统；基于超声图像及磁导航仪实现呼吸跟踪控制，特文特大学 Jason 等通过超声图像识别技术实时获取穿刺针针尖位置，并根据穿刺力反馈实现闭环呼吸跟踪控制。

3) 主从交互控制

机器人主手控制需要考虑两个因素：重力和透明性。目前进行重力补偿主要有基于最小偏差值的被动重力补偿和基于偏差值修正的主动重力补偿，前者能降

低电机负担，提升负载能力，降低系统惯量，提高动态性能；后者可采用的方法有模型计算加精密标定、工作空间网格化、高维插值等方法。基于最小偏差的弹簧刚度优化和基于偏差值修正的余项补偿能完美补偿设备干扰，实现主手透明性，从而减轻医生手部的负担、减缓疲劳，同时补偿重力因素，提高力反馈精度。如冈山大学设计的 zerobot 机器人基于 CT 透视的实时主从遥控实现主从交互控制穿刺，韦斯特大学 Atashzar 等基于力感知的实时主从遥控实现主从交互控制完成模拟实验。

4) 安全柔顺交互控制

术中安全交互控制一方面需要保证穿刺进针过程的安全，另一方面旨在实现医生、患者、机器人、医疗器械等之间的安全交互。

为实现关节力及碰撞力的精准检测，需要精准辨识系统动力学参数。如都灵理工大学的 Indri 等通过将加速度项引入 LuGre 摩擦模型，提出了机械臂动态静态摩擦参数辨识方法，有效提高了机械臂摩擦参数辨识的精准性；此外针对动力学参数一致性问题，罗马大学的 Gaz 等通过半定规划保证了辨识参数的物理可行性，同时，机器人应该有针对性地对碰撞事件做出反应，对不同类型的碰撞作出不同的响应策略。

4. 挑战及未来展望

为了进一步提升手术机器人的性能，更好地应用于临床，仍面临着许多挑战：

1) 更高的安全性：

a) 生理运动检测方面：生理运动会导致一些软组织移位和变形，从而降低穿刺的准确性、然而，目前还缺乏一种准确有效的呼吸信息感知方法。

b) 穿刺力 / 形状感知方面：通过对针的形状和穿刺力的感知，可以判断穿刺针是否到达预定位

置、但该技术尚不成熟，且尚未应用于临床。

c) 动态轨迹规划方面：基于透视图像的实时动态轨迹规划降低手术风险，但透视图像增加了对患者的辐射。

d) 柔性穿刺方面：柔性穿刺针可以有效避开重要血管和神经，保证手术安全，但柔性穿刺针的准确性和安全性还需要进一步验证。

2) 更低的价格和更好的兼容性：

a) 小型化方面：微型穿刺机

器人成本较低，但穿刺精度难以保证。

d) CT/MR 兼容设计方面：为了使机器人具有 CT/MR 兼容性、气动、绳索、超声电机等驱动方式的机器人成为当前的研究热点。

未来希望在穿刺机器人方向，向着更高的安全性、更低的价格、更多的术式、更好的兼容性、更好的交互性方面进行发展。○

* 本文根据作者在 CAA 云讲座上所作报告速记整理而成。

作者简介



段星光，1966 年生人，北京理工大学长聘教授，博士生导师，智能机器人与系统教育部重点实验室副主任，智能机器人高精尖中心、医工融合研究院 PI；科技部智能机器人重点研发计划总体专家组专家；科技部重大

科学仪器专项指南编制专家；泰山产业领军人才；国家重点研发计划数字诊疗专项项目首席；人工智能与教育机器人委员会副理事长；全国自动化系统与集成标委会委员机器人专业委员会委员 (SAC/TC591)；IEEE/ASME 会员；中国自动化学会机器人专委会委员；中华医学会数字医学分会高级会员；中国医学装备协会智能装备技术分会常务委员；中国生物医学工程学会医用机器人分会常务委员；中国医学装备协会智能装备技术分会常务委员；中国医药卫生文化协会医工融合分会会员；山东省机器人产业创

新联盟技术委员会副主任。

长期从事医疗机器人的系统设计、机器人感知与交互、导航定位与规划、人机协同智能控制等方面的研究工作。先后承担国家自然科学基金重点基金和面上项目多项；承担国家 863 计划多项，科技部重点研发计划数字诊疗专项项目负责人；承担北京自然科学基金、北京海淀联合基金、北京科技计划项目等；发表学术论文 80 余篇，专利 42 余项，出版译著《医疗机器人》，获机械工业科技进步二等奖 1 项、市级科技进步一等奖 1 项，国防科学技术奖三等奖 1 项目。

人工耳蜗精准植入机器人术像一体化手术路径规划

文 / 南开大学 王鸿鹏

导读：2021年9月7日，南开大学王鸿鹏教授做客“CAA云讲座”——“医疗机器人技术”专题在线论坛，为大家带来了一场题为“人工耳蜗精准植入机器人术像一体化手术路径规划”的精彩报告，300余人在线观看了讲座直播并参与探讨。报告主要介绍了针对人工耳蜗植入手术机器人钻制入路的以从切口至圆窗的DCA（耳蜗直达路径）最短、植入过程损伤最小为目标的多约束多目标术前规划优化算法，并通过虚拟手术平台进行了模拟实验。

作者简介



王鸿鹏博士，南开大学人工智能学院副教授，博士生导师，2000年获南开大学物理学专业学士学位，2000—2004年间工作于工信部中国信息产业研究院中国软件评测中心，2009

年获南开大学控制科学与工程专业博士学位。2007—2008、2016—2017年间在美国Texas A & M University计算机系以公派访问学者、博士后身份进行学术交流，现任计算机与控制工程国家级虚拟仿真实验教学中心常务副主任、南开大学虚拟仿真实验教学中心副主任、人工智能学院实验教学中心主任。研究方向包括人工智能与机器人技术、虚拟现实与智能仿真技术、智能医学与虚拟手术技术等。主持了国家重点研发计划、国家自然科学基金、省部级科技重大专项等多项科研项目。

1 研究背景

目前我国听力残疾人数有2800万，重度听障患者超过300万，人工耳蜗是目前国际公认的能使重度耳聋患者重建听觉的最有效装置，但我国每年只能实施1万例左右人工耳蜗植入手术，与需求差距很大。目前面临的困难有：手术空间狭小，视野受限，使得操作难度大，技术要求高；手术创伤大、风险高，缺乏有效的监测；手术效果一致性差，需要依赖医生经验，同质性差。

2 研究内容

项目目标：面向人工耳蜗植入手术的通道钻制、电极植入与监测全功能，研制专科型人工耳蜗植入手术机器人。构建术像——

体化手术机器人系统，研制精细植入机构，建立手术规划导航系统，安全监测系统，并开展医学实验验证及系统评价。

技术挑战 1- 微创下植入通道的精准钻制问题

耳蜗位于颞骨结构深部，毗邻重要神经结构，操作受限；面神经隐窝入路骨性通路平均宽度为 2.54mm（通道孔径约 1.3mm）；对通道钻制精度要求高，传统的注册、配准及导航方式难以满足精度要求。因此需要在最小创伤下安全建立植入通道。

技术挑战 2- 柔性电极精细而稳定的植入问题

耳蜗是螺旋形骨管结构，绕蜗轴卷曲两周半；柔性电极是硅胶包裹的金属阵列，直径 0.3—1.2mm；电极植入对速度、力度及操作稳定性要求很高，达到人手操作极限；容易造成毛细胞损伤，残余听力损伤概率高达 30—55%；

技术挑战 3- 手术过程的状态监测问题

面神经损伤通过面神经电生理监测实现，难以实现对植入时电极尖端位置的实时追踪，缺乏有效监测与反馈，术中残余毛细胞损伤状态难以监测。

创新点：提出了基于 CT 影像 3 维重建的多目标多约束规划算法，实现耳蜗直达路径

CI 手术的核心就是将电极植入耳蜗，国内外学

者曾选择过的植入手术入路包括外耳道入路、鼓室入路、面神经隐窝入路、颅中窝入路等，但目前最常采用的还是面神经隐窝入路，如图 1 所示。

以从切口至圆窗的 DCA 耳蜗最短直达路径、植入过程损伤最小为目标，将多模态信息融合重建的三维手术视图为作业空间，基于智能算法进行组织分割与标注以提供矢量化功能分区与边界信息，遵循机器人人工耳蜗植入手术入路设计规则，采用多要素综合约束人工势场法进行植入通道规划。

基于 Slicer 和 VTK 进行耳蜗及面神经的标注，进行模型重建和路径计算。

坐标系建立：以两下眼眶骨中点为空间直角坐标系原点，其水平连线为 x 轴，竖直向上为 y 轴，

首先在 xOz 平面坐标系上定义耳蜗圆窗位置 $P_2(x_2, z_2)$ ，面神经位置 $P_1(x_1, z_1)$ ，定义耳蜗下半转拟合圆为

$$C_1 : (x-a)^2 + (z-b)^2 = r^2 \tag{1}$$

过耳蜗圆窗 $P_1(x_1, z_1)$ 做耳蜗下半转拟合圆外切线为

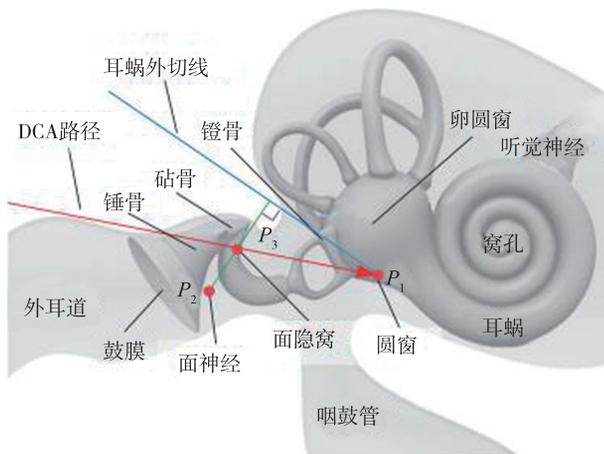
$$(x_1 - a)(x - a) + (z_1 - b)(z - b) = r^2 \Rightarrow l_1 : a_1x + b_1z + c_1 = 0 \tag{2}$$

过面神经位置 $P_2(x_2, z_2)$ 做 l_1 的垂线，可以得到 l_1 的斜率为

$$k_1 = \frac{-a_1}{b_1} \tag{3}$$

直线 l_1 与 l_2 垂直， $k_1 \times k_2 = -1$ ，因此可以得到 l_2 的斜率为

$$k_2 = \frac{b_1}{a_1} \tag{4}$$



经面神经隐窝入路的人工耳蜗植入术

由 l_2 的斜率 k_2 和面神经位置 $P_2(x_2, z_2)$ 可以得到

l_2 的直线方程为

$$\begin{cases} z - z_2 = k_2(x - x_2) \Rightarrow a_2x + b_2z + c_2 = 0 \\ a_2 = -b_1, b_2 = a_1, c_2 = b_1x_2 - a_1z_2 \end{cases} \quad (5)$$

l_1 与 l_2 交于一点, 定义该点为垂足 $P_3(x_3, z_3)$,

则可以得到

$$\begin{cases} a_1x_3 + b_1z_3 + c_1 = 0 \\ a_2x_3 + b_2z_3 + c_2 = 0 \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_3 = \frac{b_1^2x_2 - a_1b_1z_2 - a_1c_1}{a_1^2 + b_1^2} \\ z_3 = \frac{a_1^2z_2 - a_1b_1x_2 - b_1c_1}{a_1^2 + b_1^2} \end{cases} \quad (6)$$

求得垂线 l_1 在面神经位置 $P_3(x_3, z_3)$ 和垂足

$P_3(x_3, z_3)$ 的中点 $P_4(x_4, z_4)$

$$P_4(x_4, z_4) \Rightarrow \begin{cases} x_4 = \frac{x_2 + x_3}{2} \\ z_4 = \frac{z_2 + z_3}{2} \end{cases} \Rightarrow \begin{cases} x_4 = \frac{(a_1^2 + 2b_1^2)x_2 - a_1b_1z_2 - a_1c_1}{2(a_1^2 + b_1^2)} \\ z_4 = \frac{(2a_1^2 + b_1^2)z_2 - a_1b_1x_2 - b_1c_1}{2(a_1^2 + b_1^2)} \end{cases} \quad (7)$$

过耳蜗圆窗位置 $P_1(x_1, z_1)$ 和中点 $P_4(x_4, z_4)$ 做一条路径为 l_3 :

$$l_3: \begin{cases} \frac{z - z_1}{z_4 - z_1} = \frac{x - x_1}{x_4 - x_1} \Rightarrow \\ a_3x + b_3z + c_3 = 0 \\ a_3 = z_1 - z_4, b_3 = x_4 - x_1, \\ c_3 = (z_4 - z_1)x_1 - (x_4 - x_1)z_1 \end{cases} \quad (8)$$

l_3 即可以表示一个 CT 断层上的理想手术路径。○

* 本文根据作者在 CAA 云讲座上所作报告速记整理而成。

参考文献:

- [1] 王鸿鹏, 申林, 赵辉, 范崇山, 黎正鑫, 郑凡君, 张晨, 韩建达. 人工耳蜗精准植入机器人术像一体化手术路径规划 [J]. 机器人, 2021, 43 (4): 443-452.
- [2] Panara Kush et al. Robotics for Cochlear Implantation Surgery: Challenges and Opportunities [J]. Otology & Neurotology, 2021.
- [3] 赵辉, 郑凡君, 任巍, 徐聪, 张晨, 于洪健, 杜志江. 人工耳蜗植入手术机器人研究之我见 [J]. 中华耳科学杂志, 2020, 18 (04): 637-642.
- [4] 吴皓, 贾欢. 耳科手术机器人的研发现状及挑战 [J]. 中华耳鼻咽喉头颈外科杂志, 2018, 53 (11): 801-805.
- [5] Gerber N, Bell B, Gavaghan K, et al. Surgical planning tool for robotically assisted hearing aid implantation [J]. Int J Comput Assist Radiol Surg, 2014, 9 (1): 11-20.
- [6] Kratchman LB, Blachon GS, Withrow TJ, et al. Design of a bone-attached parallel robot for percutaneous cochlear implantation [J]. IEEE Trans Biomed Eng, 2011, 58 (10): 2904-10.

手术机器人关键技术

文 / 中科院沈阳自动化研究所 宋国立

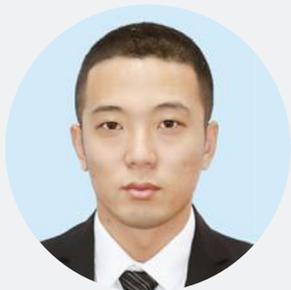
导读：2021年9月9日，中科院沈阳自动化研究所宋国立研究员做客“CAA云讲座”——“医疗机器人技术”专题在线论坛，为大家带来了一场题为“手术机器人关键技术”的精彩报告，200余人在线观看了讲座直播并参与探讨。报告主要介绍了手术机器人的关键技术及相关应用。

1 研究现状

习近平9月11日下午在京主持召开科学家座谈会上并发表了重要讲话，指出：坚持面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命

健康。目前，成为一个合格的手术医生需要花费很大的时间和精力，手术机器人是解决人民生命健康问题的重要手段。如何精准、快速、准确完成诊疗过程，研制低成本、国产化高端手术机器人及导航是趋势

作者简介



宋国立，研究员，工学博士，中国科学院创新青年促进

会会员，辽宁省微创手术机器人重点实验室副主任。1986年生，2009年毕业于中国矿业大学（北京）测控技术与仪器专业，获得学士学位，2016年毕业于中国科学院大学模式识别与智能系统专业，获得博士学位，2016年至今一直在沈阳自动化研究所工作。发表SCI论文10余篇，主持国家自然科学基金/面上基金，重点研发计划4项国家级课题，参与国家/主持省部级课题10余项。

2 研究内容

以临床问题为突破，从以下3个方面进行全方位辅助医生完成诊疗：智能诊断、图像配准和直观可视。

2.1 智能诊断

研究背景：目前脑瘤分布广泛，发病及死亡率高，每十万人有4.63人发病，3.24人死亡，生存期随脑瘤级别增加而减少。可见，神经外科发病率高，早期诊断意义重大，而通过活检手术可以进行精准地诊断。针对智能诊断提出了以下3个创新点：

创新点1：

提出基于人工逻辑的诊断方法，完成了利用KSVM和AdaBound-SE-DenseNet实现了神经外科脑胶质瘤诊断及分级，准确率在98%以上；针对复杂的胶质瘤精准分级，引入人工逻辑，

将脑瘤分为5类，准确率达93%，结合T1-C和T2-W序列，测试准确率超经典卷积神经网络，完成医生人工无法完成的工作，节约标定成本；针对肿瘤分割，提出了基于MLAPSPNet的脑瘤粗分割，结合多级PPMs融合多尺度上下文信息特征和Attention gate注意力机制，分割dice达到0.885，提出基于GCAUNet的脑瘤精细分割，采用一种多尺度通路还原更多细节信息，结合GCAM模块，关注关键通道采用BRATS 2017及2018数据集，分割dice超过0.90。

创新点2：提出滤波算法的人工智能网络

目的是提升算法效率、精度，创新点是将经典控制理论方法引入神经网络，最后使得精度有提升、训练收敛速度快、数据需求低。

创新点3：提出多尺度通路还原的分割网络

颅内肿瘤能以任意的形状、大小和灰度分布出现在大脑的任何位置，因此颅内肿瘤计算机辅助分割是一项具有挑战性的任务。临床上，脑膜瘤和胶质瘤分别是最常见的良性和恶性颅内肿瘤，脑膜瘤结构较胶质瘤简单，一般在T2-W脑MRI影像上表现为等信号或高信号，边界清晰，形状规则且具有异质性。胶质瘤结构较复杂，一般在T2-W影像上表现为均匀或不均匀性高信号，边界不清，形状多变，且常伴有瘤周水肿。此外，胶质瘤可以进一步划分为多个子区域，即坏死核心，水肿带和增强肿瘤，对于胶质瘤的进一步分割具有重大的临床意义。

提出细节恢复（Detail Recovering）通路直接从输入图像

中提取肿瘤细节信息，并在解码层将细节特征组、高级语义特征组合低级视觉特征组进行拼接以还原胶质瘤的边界和形状等细节信息。提出一种由粗到精的组通道注意力模块（Group Channel Attention Module, GCAM）模块，并将其置于解码部分的拼接层之后使网络自动关注关键特征组和特征通道。为提升网络对不同尺寸胶质瘤的感知能力，提出了一种多尺度输入（Multi-scale Input, MI）通路并引入了残差膨胀金字塔池化（Residual Atrous Spatial Pyramid Pooling, Res-ASPP）模块。为有效缓解类别不均衡问题，采用迭代阈值法去除图像背景并结合加权交叉熵（Weighted Cross Entropy, WCE）和泛化dice损失（Generalised Dice Loss, GDL）作为损失函数。

2.2 图像配准

研究背景：手术导航系统建立术中病人解剖结构与病人术中和术前医学影像间的关系，并跟踪手术器械，以虚拟探针的形式将器械的位置实时更新显示在病人术前影像中，外科医生可以直观确认手术器械在病人体内的位置及其周围组织结构信息，辅助其精确、安全、快速地完成手术。在手术导航系统中，术前获取反映人体组织结构信息的高分辨率图像，术中采集成像快的低分辨

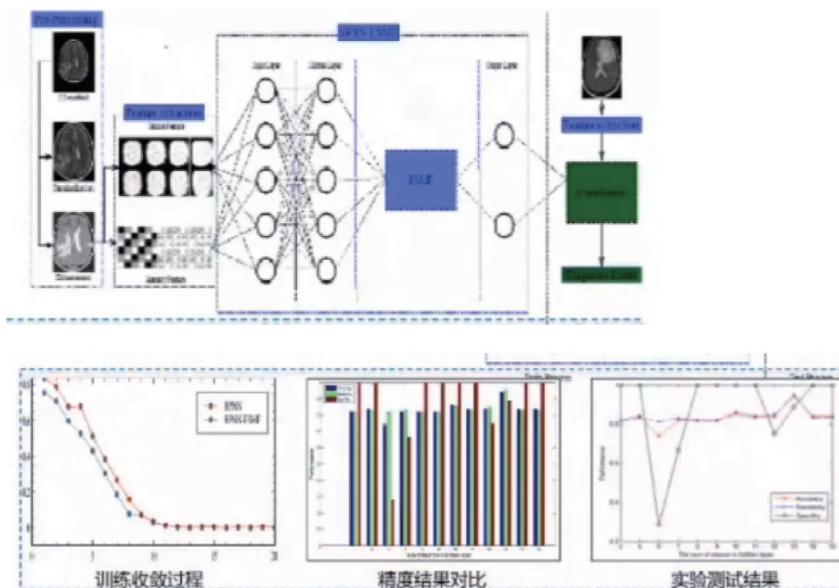


图1 提出滤波算法的人工智能网络

率图像，然后将术中图像和术前图像映射至同一坐标系中，医生便可直观地观察到手术器械周围的组织结构。

图像配准目标：建立术前图像和术中图像坐标系对应关系、将术前规划的进钉路径实时叠加到术中图像中、用于比较实际路径与规划的偏差，指导医生完成相关操作

科学问题与技术难点：维数不同、模态不同、采集角度不同、复杂背景，特征点散乱，特征向量混杂

创新点 1：提出主方向傅里叶变换算子 2D/3D 分级配准方法

目前的 2D/3D 医学图像配准

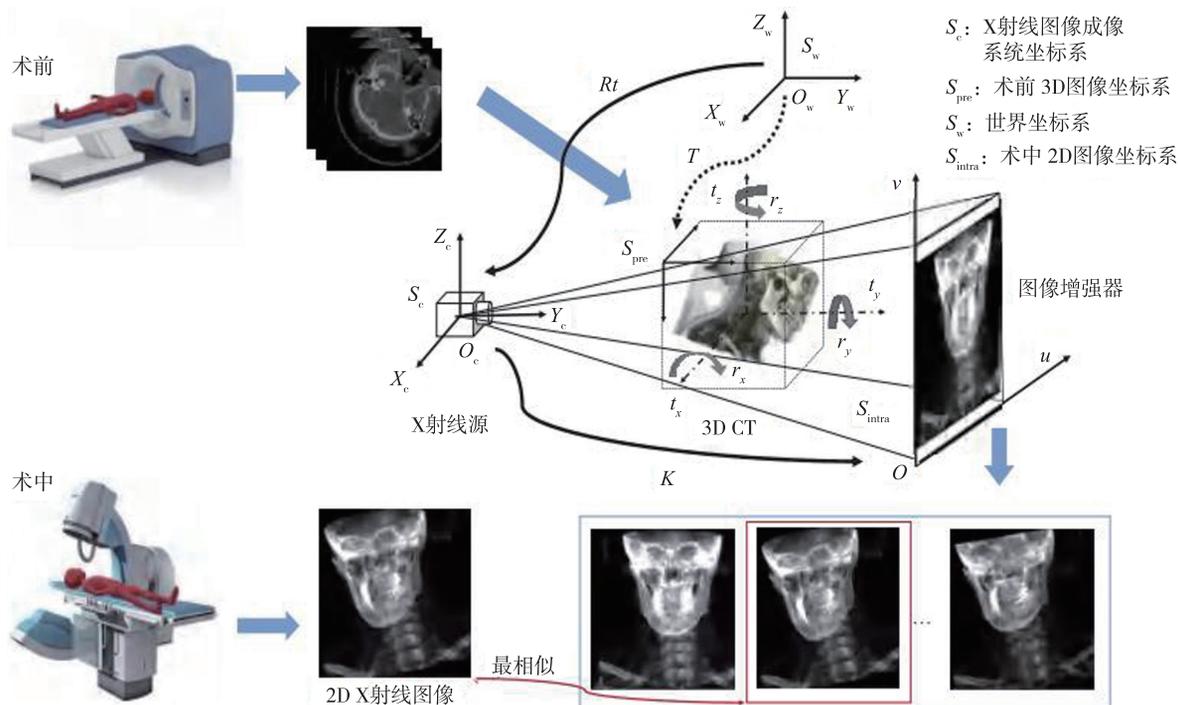
方法的配准精度和效率存在矛盾，配准捕获范围小。为解决这些问题，提出平面旋转平移不变性算子——主方向傅里叶变换算子。然后，提出基于主方向傅里叶变换算子的模板匹配初始化方法，可避免接近真值的初值需求，并显著扩大了捕获范围。最后，提出基于主方向傅里叶变换算子的分级配准框架，将配准搜索空间从 $O(n^6)$ 降到 $O(n^2)$ ，在保证配准精度的情况下大幅提高配准效率。在配准实验中，该方法的配准精度为 $0.68\text{ mm} \pm 0.28\text{ mm}$ ，配准时间为 $16.87\text{ s} \pm 3.77\text{ s}$ ，捕获范围大于 100 mm 。因此，所提出的基于主方向傅里叶变换算子的分

级配准方法可以满足 2D/3D 图像配准在相关临床应用中精度、效率及捕获范围的需求。

创新点 2：基于重叠区域的点云的 3D/3D 配准方法

由于医学影像的特殊性，传统的图像配准方法应用在医学图像上效果一般不佳并且存在大量的参数需要设置和调试。所以提出了一种基于使用医学图像的全自动 Super4PCS 算法，该算法解决了术前术中影像分辨率不一致情况下的配准，同时采用了自适应的方法，无需医生进行参数的设置和调试。

目前由于微创手术的大量开展，医学配准存在术前和术中重



黑色实线箭头是术前已校正的。R_t 为 S_w 和 S_c 之间的刚性变换，K 为投影变换。T 是待求的 S_w 和 S_c 之间的变换，它由 6 个参数 r_x, r_y, r_z, t_x, t_y, t_z 定义，不同的 T 可生成不同的 DRR，如图蓝色框所示。

图 2 2D/3D 图像配准的原理图及几何设置

叠区域较小的情况。现有的配准方法在这种情况下配准效果不佳，所以提出 DASATOR 低重叠区域点云配准算法，该算法能解决术中术前点云重叠区域较小情况下的配准问题，并且精度高于已有传统方法。通过在不同低重叠率的点云公开数据集上进行测试发现其精度高于传统 Super4PCS 和 SAC-ICP 方法。

2.3 直观可视

研究背景：根据我国中长期科学和技术发展规划纲要（2006—2020），“数字化医疗技术、个性化医疗工程技术及设备”已被确定为重点领域及优先主题，并且《2013—2018 年中国数字医疗行业市场深度分析及发展趋势研究报告》数据显示：全球数字化医疗设备每年销售额为 650 亿美元，年增幅约 10%，而中国市场为 600 亿人民币，年增幅高达约 20%，连续几年的增长速度都位居全球榜首。计算机辅助手术领域包括：虚拟手术仿真培训系统、手术规划系统、手术导航系

统、个性化定位导航模板智能设计与制造系统等，而其中的术前规划与术中导航技术，作为计算机辅助手术的重要组成部分，能够帮助医生进行手术方案的设计、模拟和优化，并通过实时的导航，将其在实际手术过程中精准的实施。2017 年全国手术量前 50 所医院的手术总台数为 400 万台，其中使用手术导航的比例为 40%。由此可见手术导航关键技术的发展显得尤为必要。

缺少直观可视化手段：手术器械与患者的相对位置关系完全依靠医生经验、亟待一种三维直观手段术中实时显示手术器械、CT 进行自动的椎骨三维重建的计算时间过长，无法满足临床手术要求。

科学问题与技术难点：低分辨率、地清晰度图像重建及表面提取问题、增强现实显示设备高精度标定问题。

创新点 1：椭圆多层边缘拟合矫正模型多传感器高精度标定

利用多级边缘拟合更好的提取边缘点，利用投影解析模型拟合投影椭圆，校正模型提高标定精度。算法面对噪声干扰鲁棒性强，精度比传统方法提升 74%。能够好的处理手术环境复杂的光照环境。

创新点 2：平行四边形集员滤波

由于动态障碍物轨迹预测需要对障碍物可能出现区域进行界定，同时对机械臂轨迹位形真值进行实时检测，因此拟采用保留

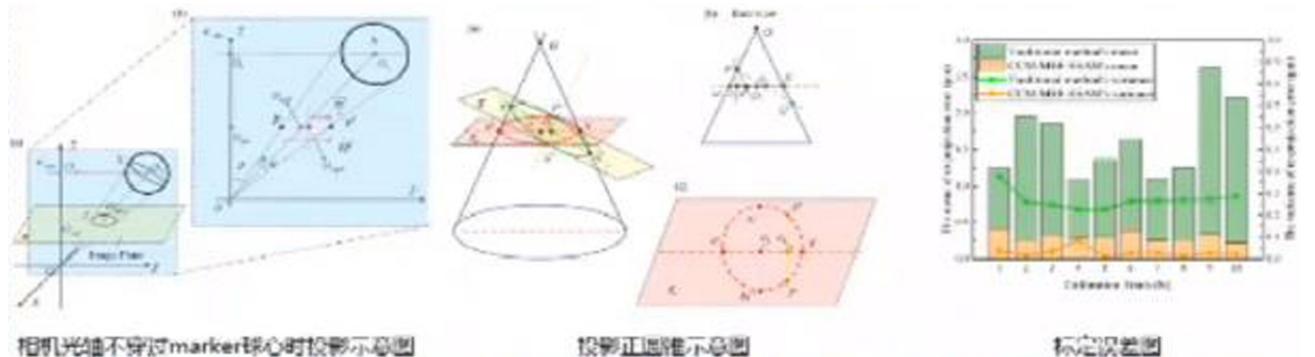
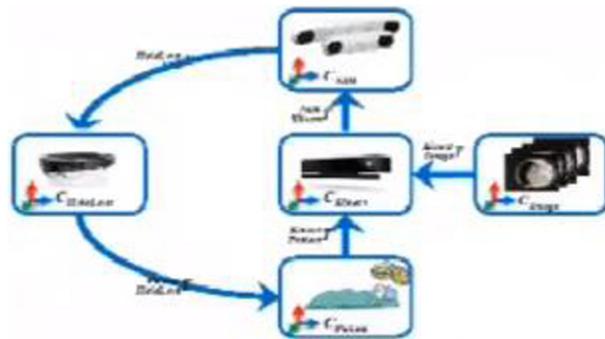


图 3 椭圆多层边缘拟合矫正模型多传感器高精度标定

真值的集员滤波状态估计算法进行轨迹位形状态估计。

但传统的集员滤波外包络方法会引入大量冗余信息，降低状态估计的准确度，增加迭代收敛时间，因此无法实现实时高精度状态估计。因此，通过对传感器误差表示方式的研究，拟采用超平行包络方式取代椭球包络方法进行状态估计。同时，在 ESMF 算法的启发下，对超平行体非线性包络进行线性化处理，通过区间分析的几何特性对集合进行线性化重包络，进一步减小了集合

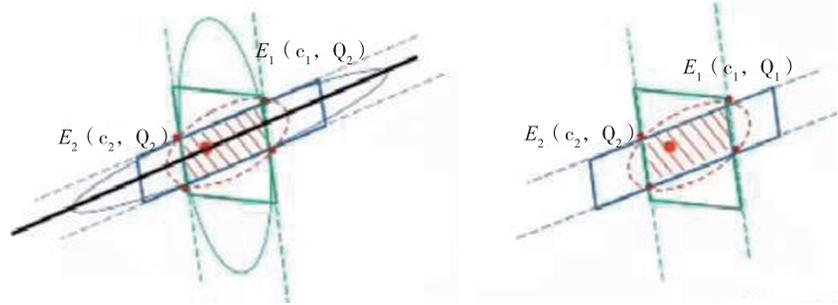


图4 平行四边形集员滤波

内的无效信息。

为提升算法的计算速度，实现实时状态估计，提出了一种新的超平行体表示方式，将超平行体闭式解替代几何包络表达方式。在算法层面，对迭代运算中的顶

点搜索超平行体交集求解方法和多边形优化方法进行改进，降低计算复杂度。○

* 本文根据作者在 CAA 云讲座上所作报告速记整理而成。

参考文献：

- [1] 杨克克, 罗阳, 赵忆文, 赵新刚, 宋国立. 基于主方向傅里叶变换算子的 2D/3D 分级配准 [J]. 机器人, 2021, 43 (3): 296-307.
- [2] Keke Yang, Yang Luo, Yiwen Zhao, Shun Su, Danyang Qu, Xingang Zhao, Guoli Song*. Physics in Medicine & Biology, Volume. 66 (6), 2021, pp: 065030.
- [3] Song, G., Su, S., Li, Y., Zhao, X., Du, H., Han, J., & Zhao, Y. (2021). A Closed-Loop Framework for the Inverse Kinematics of the 7 Degrees of Freedom Manipulator. Robotica, Volume 39 (4), 572-581.
- [4] Xie F, Huang Z, Shi Z, Wang T, Song G, Wang B, Liu Z. DUDA-Net: a double U-shaped dilated attention network for automatic infection area segmentation in COVID-19 lung CT images. Int J Comput Assist Radiol Surg. 2021 Sep; 16 (9): 1425-1434. doi: 10.1007/s11548-021-02418-w. Epub 2021
- [5] Guoli Song, Tian Shan, Min Bao, Yunhui Liu, Yiwen Zhao, Baoshi Chen, Automatic brain tumour diagnostic method based on a back propagation neural network and an extended set-membership filter, Computer Methods and Programs in Biomedicine, Volume 208, 2021, 106188.
- [6] Zheng Huang, Yiwen Zhao, Yunhui Liu, Guoli Song, GCAUNet: A group cross-channel attention residual UNet for slice based brain tumor segmentation, Biomedical Signal Processing and Control, Volume 70, 2021, 102958.
- [7] Zheng Huang, Yunhui Liu, Guoli Song, Yiwen Zhao, GammaNet: An intensity-invariance deep neural network for computer-aided brain tumor segmentation, Optik, Volume 243, 2021, 167441.
- [8] Danyang Qu, Zheng Huang, Yiwen Zhao, Guoli Song, Kui Yi, Xingang Zhao, Nonlinear state estimation by Extended Parallelotope Set-Membership Filter, ISA Transactions, 2021.

智能康复机器人进展与趋势

文 / 电子科技大学 程洪 黄瑞

导读：2021年9月6日，电子科技大学教授程洪做客“CAA云讲座”——“医疗机器人技术”专题在线论坛，为大家带来了一场题为“智能康复机器人进展与趋势”的精彩报告，200余人在线观看了讲座直播并参与探讨。报告主要介绍了智能康复机器人的进展和趋势，以广义人工智能为切入点，对人工智能到人机智能的发展进行了介绍，着重强调了人机智能和传统人工智能的区别；针对“智能康复”这一人机智能技术的典型应用场景，报告中给出了未来康复医疗发展的方向，并对智能康复领域的两类智能康复机器人进行了介绍，从技术和临床应用方面对这些智能康复机器人的进展和趋势进行了总结。

1 概述

康复机器人作为一种用于康复医疗领域的医用机器人，能够帮助患者进行运动或认知功能训练，一定程度上解决了人工康复训练中存在的易疲劳、多次训练存在差异性等问题，成为近年来医用机器人中的研究热点之一。

目前很多高校、研究所及医院都在谈这样一个医工交叉，成果转化是医工交叉的试金石，从需求到研发、研发到制造、制造到产品，其中涉及科研工作者将医学的问题和工程问题结合、临床的实验、企业设计与生产、医生实际操作、患者临床认同，是创新链、产业链、价值链和政策链四链融合的系统工程。但除了涉及医学和工学，伦理、法律法

规也是必须要考虑的问题。

目前医工交叉的典型案列，包括达芬奇的手术机器人、天智航的骨科手术机器人。创新交叉方向的研究也很多，如人工智能医疗健康、精准微创手术机器人，智能康养、生物材料与3D打印、医院自动化服务等。

2 广义人工智能

马文·明斯基定义人工智能：让机器做本需要人的智能才能够做到的事情的一门科学。但从医学医生和工科专家角度看人工智能或者看机器人是不一样的，人工智能的定义大致可以分为两类：一类是从行为和功能角度出发，定义人工智能机器的外在行为和能够实现的功能；另一类是将人工智能定义为新学科和新科学。

而广义人工智能应该从智能性、仿真性和社会性三个维度进行定义，智能性包括如何使机器人在开放的环境中实现稳健人工智能？如何使机器人在人-机共融的真实环境中自我学习？仿生性包括如何让机器人掌握精细运动技能的方法更通用且更简单？如何通过仿生设计确保人类和机器人交互过程中的效率、安全性和舒适性？社会性包括如何使机器人的交互、意识、情感和协作在与人类交互过程中自主进化？如何提高机器人与人类互动中衍生的行为规范和规则？

2017年国务院发布《新一代人工智能发展规划》，给出了中国人工智能2.0定义：基于重大变化的信息新环境，实现新目标的新一代的人工智能。同时从

3个方面指出了人工智能发展的趋势：1) 机器智能：从封闭人工智能到开放人机智能；2) 机构、感知、认知仿生学：从局部到融合；3) 人机共融社会：人机社会的伦理、法律和协作。并表明了新一代人工智能的5大研究方向：大数据智能、跨媒体智能、混合增强智能、群体智能、自主智能。

3 人机智能

人类智能具有创造性、复杂性和动态性特点，善于思考、推理、创新、创造新的知识以及联想等；而机器智能具有标准性、重复性和逻辑性特点，在复杂工作、计算能力和处理离散任务方面有突出优势。但是人机智能通

过有效集成人类感知、认知能力和机器的计算、储存能力，以期望实现“1+1>2”的混合增强智能。人机智能是一种基于混合智能的新型技术和系统。

人机智能系统是通过人类与机器交互及协同的混合智能在高动态环境中实现复杂任务，通过协同感知、协同认知和协同控制实现人类和机器优势互补、扬长避短，实现人类行为和智能的延伸和拓展。但同时也面临一些挑战：混合智能发展方面面临的可计算性不足、上下文关系弱、模型结构单一、人机协作不畅和决策评价难和实际应用场景重大需求方面的不确定性、脆弱性和开放性。人机智能技术包括：系统建模、多模态感知、协同认知、

协同控制和混合系统架构，发展现状及趋势见图1。

目前人机智能技术的应用领域很广泛，如康复医疗、管理决策、人机共架、智能制造、国防军事。

4 智能康复

康复机器人未来是一个巨大的这样一个市场。智能康复是利用先进的网络通信、人工智能等技术，实现康复评定、康复治疗过程的信息化、智能化。实现业务流程提前预防、精准检测、全程评估、有效治疗的良性闭环，以实现患者与医务人员、康复机构、医疗设备之间的互联互动，达到康复医疗数字、互联、可视和智能。

| 人机智能技术 | 系统建模 | 感知 | 认知 | 决策 & 控制 | 系统架构 |
|--------|--------|-----------------|--------------|---------------------|----------|
| 现状 | 人机分离模型 | 监督式、单模、静态感知方式 | 认知和学习分离 | 人机单向交互、人/机器独立决策和控制 | 软硬件分离架构 |
| 趋势 | 人机混合模型 | 弱监督的、多模态、动态感知方式 | 认知、学习和自适应于一体 | 基于物理和认知双向交互的混合决策和控制 | 软硬件一体化架构 |

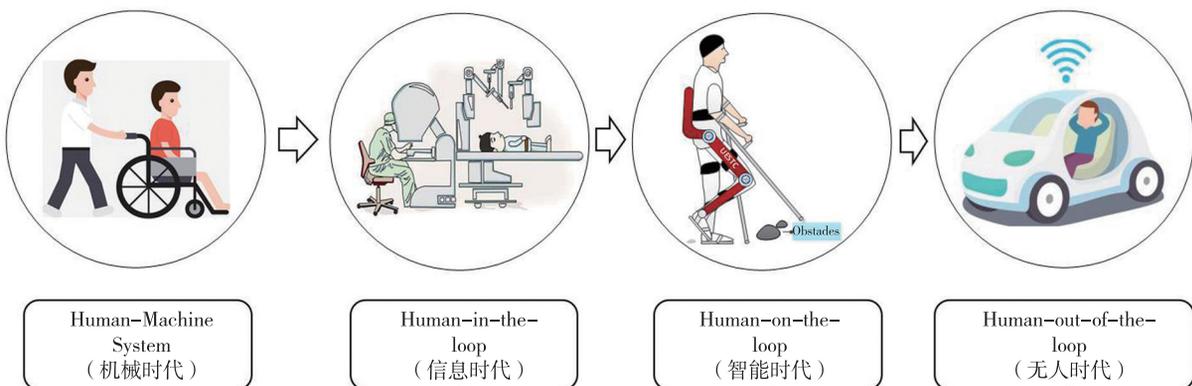


图1 人机智能技术的发展现状及趋势

根据人机智能的发展趋势，我们提出了人机运动认识和再学习康复理论，从运动功能障碍和认知功能障碍角度在人机的协同及运动和认知协同下实现重新、重造、重构和再学习（如图2所示）。

目前传统康复医学的现状是主要以康复治疗师人工为主：机器人代替部分工作、康复医疗还比较粗放，缺乏精准、临床康复与治疗的割裂。而智能康复具有以下优势：高效率，加速康复进程，缩短康复周期；精准化：精准治疗、精准评估；智能化：数

据智能和混合智能。但未来康复医学的发展方向是：1）一体化，以临床需求为导向，建设康复亚专科，分专业、分层级全面介入各学科康复服务，以团队形式为患者提供高质量的康复服务；2）信息化，将物联网技术实现康复医疗设备与云平台之间的互联互通，通过打造康复信息平台，利用云架构和机器学习技术，实现医生、治疗师、患者与康复器械之间的互动；3）智能化，智能康复设备可以与功能障碍患者实现自然的人机交互；4）个性化，康

复过程本质是个性化的服务，由于功能障碍人群在功能障碍程度、年龄、体型等方面的差异，对康复服务的需求千差万别，针对不同残疾人的康复设备个性化定制和服务将成为残疾人享有康复品质提升的关键品质提升的关键；5）家庭化，随着人们生活水平的不断提高和健康意识的不断增强，自我诊断、自我治疗、自我护理、自我保健越来越受到人们的关注家庭康复必将是康复终端便捷化、康复服务人性化、康复用户普及化为终极目标。

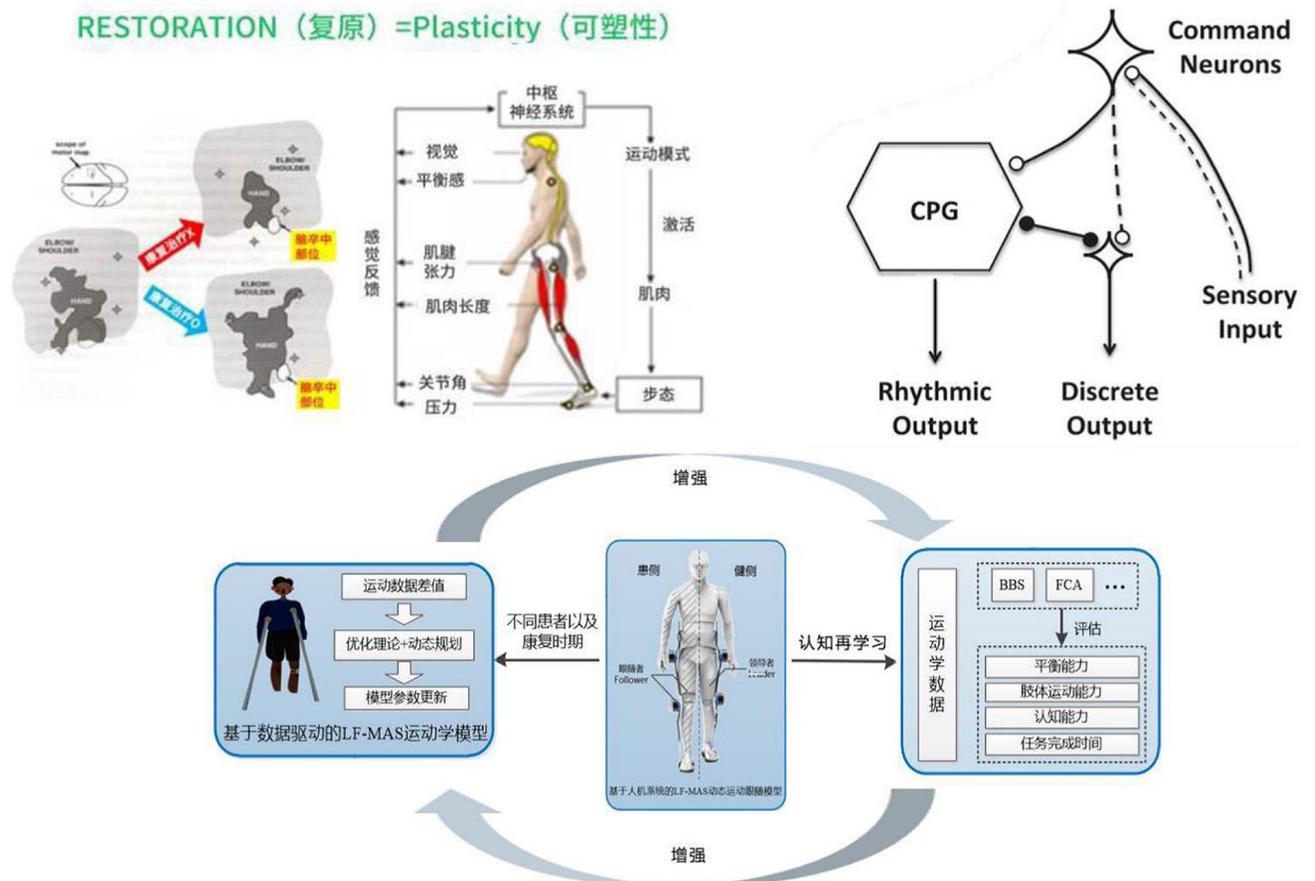


图2 人机运动认识和再学习康复理论

5 截瘫康复外骨骼机器人

国外多个高校和公司研发了自己的外骨骼系统。早期的外骨骼系统以悬挂固定式为主，患者无需自主保持平衡，对于没有足够的力量来保持平衡的患者是一种很好的训练方式，还可以配合减重机构实现减重步行训练。如瑞士的 Lokomat 康复训练机器人、美国 Ekso Bionics 公司研发的 Ekso 外骨骼系统、美国 Parker Hannifin 公司研发的外骨骼机器人 Indego、日本筑波大学研发的外骨骼机器人 HAL、韩国三星公司研发的 GEMS 系列外骨骼等。

国内下肢外骨骼系统的研发起步较晚，如广州一康公司的步态训练与评估系统 A3 和天津漫步者公司的下肢康复训练机器人、

中国科学院深圳先进技术研究院研发的下肢外骨骼系统采用多模控制策略、西安交通大学研究了基于 sEMG 的肌电感知与人机交互控制方法、电子科技大学搭建了用于截瘫患者康复训练和日常助行的康复训练机器人 AIDER^[1-3]，该机器人主要支持并带动下肢步行能力障碍的患者进行起立、坐下、自然步态行走等康复训练，从而改善神经重塑，促进骨骼、血液循环、神经、泌尿等八大系统的功能。

6 脑卒中康复机器人

脑卒中具有发病率、复发率、死亡率和致残率高的特点。脑卒中的功能障碍主要包括运动功能障碍、感觉功能障碍、认知障碍、情绪障碍、言语和语言障碍、心肺功

能障碍、吞咽障碍及排泄障碍等。脑卒中康复的最终目的是帮助患者恢复日常生活自理能力 (activity of daily living, ADL)，使患者回归家庭和社会。研究发现，康复的介入与不介入，能否早期介入，对于脑卒中患者的功能恢复至关重要。传统上康复训练大多采用人工辅助训练的方法，由治疗师帮助患者进行各种关节与肌肉的康复训练，治疗效果取决于治疗师的治疗经验，因此康复效果良莠不齐。康复训练机器人^[4-6]具有高精度、高重复性、不疲劳、康复过程可视化等优势，因此非常适于对脑卒中导致的偏瘫患者进行肢体康复训练，如表 1 所示。

运动与认知相结合的康复理论、康复方法以及基于再学习方法的康复训练机器人研究还处于

表 1 康复机器人在脑卒中患者康复训练中的部分临床应用案例

| 作者 | 研究内容 | 训练方式 | 评估方式 | 评估结果 |
|----------------------------|---------------|--|---|----------------------------------|
| 梁天佳等 ^[7] | 偏瘫患者上肢功能训练 | · 治疗组: 上肢康复机器人训练 · 对照组: 运动疗法和作业疗法 | · Brunnstorm 分期方法 · 简化 Fugl-Meyer 上肢运动功能评分法 · 改良 Barthel 指数 | 上肢康复机器人训练能够有效促进偏瘫患者上肢功能的恢复 |
| Masiero 等 ^[8] | 急性脑卒中患者上肢感觉训练 | · 治疗组: 上肢康复机器人训练 · 对照组: 常规疗法 | · 肱二头肌、三角肌等近端 · 上肢肌肉肌力 | 使用上肢机器人的对照组有明显改善 |
| 赵雅宁等 ^[9] | 偏瘫患者下肢功能康复训练 | · 治疗组: Lokomat 步行训练 · 对照组: 常规训练方法 | · Berg 平衡量表及单项评分 · 踝-后足评分量表 · 步态参数评估 | 治疗组在异常步态、前足活动、后足活动、步长、步宽、步速等改善较大 |
| Wastlake 等 ^[10] | 脑卒中患者步行训练 | · 治疗组: Lokomat 减重步行训练 · 对照组: 人工减重训练 | · 步行速度 · 6min 步行距离 · 患侧步长比例 | 治疗组在步行速度、步行距离和患侧步长比例上均得到较大改善 |

续表

| 作者 | 研究内容 | 训练方式 | 评估方式 | 评估结果 |
|-------------------------------------|--------------|--|--------------------------------------|-----------------------|
| Bianca Chinembiri 等 ^[11] | 脑卒中患者上肢功能训练 | · 治疗组: Fourier M2 上肢功能训练 · 对照组: 常规训练 | · Fug-Meyer 量表 · Bobath 指数 | 治疗组的量表得分均高于对照组 |
| Aprile 等 ^[12] | 脑卒中患者的认知功能训练 | · 治疗组: Motore 康复机器人训练 · 对照组: 常规训练 | · 注意力 · 执行力 · 视觉空间能力 · 计算能力 | 治疗组的患者认知能力相对于对照组有明显改善 |
| 赵德福等 ^[13] | 脑卒中患者的认知功能训练 | · 治疗组: 重复经颅磁联合上肢机器人虚拟情景训练 · 对照组: 常规训练方法 | · 蒙特利尔认知评估量表 · 改良 Barthel 指数 | 治疗组评分结果均高于对照组 |

初期阶段, 目前没有一个统一的理论支撑, 医学上对于相关理论的研究也处于发展过程中。因此, 在康复机器人及其临床应用的未来工作中, 应该进一步深入研究运动认知再学习理论体系, 以现

有的康复机器人系统为切入点, 研究运动认知缠绕的人机互增强康复技术和基于多模交互的运动认知康复训练方法, 形成人机系统运动认知双任务疗法, 加强康复机器人在患者康复过程中的

训练评估一体化设计, 最终可以实现同时改善患者运动和认知功能的目的。○

* 本文根据作者在 CAA 云讲座上所作报告速记整理而成。

作者简介



程洪, 电子科技大学教授、博导, 国家级人才计划入选者, 教育部新世纪优秀人才计划, 中国康复医学会智能康复专委会主任委员。现为电子科技大学自动化工程学院副院长, 教育部人机智能技术与系统工程研究中心主任, 电子科技大学机器人研究中心主任, 电子科技大学人工智能研究院副院长。主要从事人工智能与机器人相关研究工作, 近五年主持国家重点研发计划、国家自然科学基金联合重点项目等国家级项目 6 项, 授权发明专利 100 余项, 16 项已转化并实现产业应用。



黄瑞, 电子科技大学讲师。曾获中国指挥与控制学会优秀博士论文奖, 吴文俊人工智能科技进步一等奖。主要研究方向为外骨骼机器人, 发表学术论文 42 篇, 其中以第一 / 通信作者发表论文 25 篇。主持国家自然科学基金青年基金、四川省科技创新重点研发项目、博士面上基金等项目 4 项, 作为研究骨干参与国家重点研发计划项目、国家自然科学基金联合重点项目、面上项目等项目 6 项。

参考文献:

- [1] R Huang, H Cheng, J Qiu, et al. Learning physical human - robot interaction with coupled cooperative primitives for a lower exoskeleton [J]. IEEE Transactions on Automation Science and Engineering, 2019, 16 (4): 1566-1574.
- [2] R Huang, H Cheng, H Guo, et al. Hierarchical learning control with physical human-exoskeleton interaction [J]. Information Sciences, 2018, 432: 584-595.
- [3] R Huang, Z Peng, H Cheng, et al. Learning-based walking assistance control strategy for a lower limb exoskeleton with hemiplegia patients [C]. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). 2018: 2280-2285.
- [4] Z Peng, H Cheng, R Huang, et al. Adaptive event-triggered motion tracking control strategy for a lower limb rehabilitation exoskeleton [C]. IEEE International Conference on Decision and Control (CDC), 2021.
- [5] C Zou, R Huang, Z Peng, et al. Synergetic gait prediction for stroke rehabilitation with varying walking speeds [C]. IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems (IROS). 2021.
- [6] C Zou, R Huang, H Cheng, et al. Adaptive gait planning for walking assistance lower limb exoskeletons in slope scenarios [C]. International Conference on Robotics and Automation (ICRA). 2019: 5083-5089.
- [7] 梁天佳, 吴小平, 莫明玉. 上肢康复机器人训练对偏瘫患者上肢功能恢复的影响 [J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27 (3): 254-256.
- [8] SMasiero, A Celia, G Rosati, et al. Robotic-assisted rehabilitation of the upper limb after acute stroke [J]. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2007, 88 (2): 142-149.
- [9] 赵雅宁, 郝正玮, 李建民, 等. 下肢康复训练机器人对缺血性脑卒中偏瘫患者平衡及步行功能的影响 [J]. 中国康复医学杂志, 2012, 27 (11): 1015-1020.
- [10] K Westlake, C Patten. Pilot study of Lokomat versus manualassisted treadmill training for locomotor recovery post-stroke [J]. Journal of NeuroEngineering and Rehabilitation, 2009, 6 (1): 1-11.
- [11] C Bianca, M Zhang, K Shang, et al. The Fourier M2 robotic machine combined with occupational therapy on post-stroke upper limb function and independence-related quality of life: A randomized clinical trial [J]. Topics in Stroke Rehabilitation, 2021, 28 (1): 1-18.
- [12] 赵德福, 景俊, 方琪, 等. 重复经颅磁刺激结合上肢机器人虚拟情景训练对脑卒中患者认知功能的研究 [J]. 中国康复, 2020, 35 (6): 295-298.
- [13] Aprile I, Guardati G, Cipollini V, et al. Robotic rehabilitation: An opportunity to improve cognitive functions in subjects with stroke: An explorative study [J]. Frontiers in Neurology, 2020. DOI: 10.3389/fneur.2020.588285.

基于 SMA 智能复合结构的柔性外骨骼机器人的研究进展与思考

文 / 上海理工大学 孟巧玲

导读：2021年9月8日，上海理工大学孟巧玲副教授做客“CAA云讲座——医疗机器人技术”专题在线论坛，为大家带来了一场题为“基于SMA智能复合结构的柔性外骨骼机器人的研究进展与思考”的精彩报告，300余人在线观看了讲座直播并参与探讨。报告主要介绍了形状记忆合金（SMA）智能软复合关节仿生驱动机理与柔性外骨骼的设计方法。

1 研究现状

外骨骼机器人是康复机器人

领域的一大分支，外骨骼机器人是近年来人机高度一体化技术的重要组成部分，主要用于对老年

人群及运动功能障碍患者进行康复与辅助；对于战场士兵等健康人群，可化为运动助力型工具。外骨骼机器人的研究与发展对改善人员健康、加强医疗保障以及提升特殊领域作业人员的作业能力及效率具有重要的意义。

作者简介



孟巧玲，上海理工大学智能康复工程学院副教授，神经康复机器人实验室主任兼智能假肢矫形器实验室主任，中国康复医学会康复工程与产业促进专委会康复机器人联盟执行秘书长。

承担包括国家重点研发计划课题、子课题和国家自然科学基金项目等在内的多项省部级以上科研课题，在柔性外骨骼机器人研发、智能假肢、智能轮椅等领域取得了多项成绩，在国内外期刊和会议上发表论文60余篇，申请发明专利50余项，获得授权20余项，并作为参与人获得中国康复医学会科学技术一等奖（提名国家奖）、国家教育部技术发明二等奖、上海市科技进步二等奖等。目前的主要研究方向包括智能外骨骼（矫形器）、智能假肢、智能轮椅、康复机器人等。

上肢外骨骼按照其结构可分为刚性上肢外骨骼和柔性上肢外骨骼。刚性上肢外骨骼的研究较早，部分研究成果可以很好地帮助患者进行康复训练，如瑞士Hocoma公司研制的Armeo系列外骨骼、美国Myomo公司研制的MyoPro外骨骼、广州一康研制的外骨骼机械手等，如图1所示。现有的刚性上肢外骨骼有一个共同点，即都是由大量的刚性结构组成，虽然具有很好的鲁棒性、运动准确性，但由于其刚性结构特点无法适应不同上肢的尺



图1 刚性上肢外骨骼机器人

寸及生理状态,且整体重量较大、结构复杂,因此降低了外骨骼的仿生性、穿戴舒适性和便捷性。与刚性上肢外骨骼相比,柔性上肢外骨骼较柔顺、轻质、便携,具有更好的人机相容与穿戴舒适性,借助仿生人体肌肉进行助力,助力效能更自然。

现有的柔性上肢外骨骼机器人按照驱动方式可分为线/绳驱动、气压驱动、液压驱动、弹性元件驱动、智能材料驱动以及混合驱动6种类型。线驱动是柔性外骨骼轻质和便携化的常用手段,2017年南洋理工大学设计了一种绳驱柔性上肢外骨骼,利用绳索牵引完成肘关节屈伸运动,绳索的线轴由直流电机驱动,如图2所示。2021年比萨圣安娜大学提出了一种线驱动的柔性外骨骼服,可以实现腕部屈伸助力,通过柔性材料与绳索驱动将远程电机的力传递到手腕上,最高可获得3 N.m的辅助扭矩。线驱动柔性上肢外骨骼是把上肢骨骼作为执行机构,电机通过线传动机构直接传递力和运动,具有轻质、便携、

穿戴柔顺性好等优点,且能降低肢体末端的运动惯量。然而人体肌肉骨骼系统是一个有机整体,当作用在人体末端的锚点受力时,肌肉由于自身的弹性会吸收一部分动能再传递给刚度较强的骨骼产生运动和力,这不但会导致人机相容性差,还降低了传递效率。气压驱动和液压驱动的上肢外骨骼机器人在机械外骨骼手和腕肘关节方面的研究较多,利用流质媒介(气体、液体)通过气泵/液压泵将力传递给执行机构——腔体,通过执行机构的机械性能形成力和运动输出。哈佛大学研制了一种用于生活辅助和家庭康复的液压驱动的柔性手套,可以在流体压力的作用下带动手部进行运动。2018年燕山大学的姚建涛团队研发了一种柔性可穿戴腕部动力手套,由4根人工气动肌肉协同配合,实现腕关节的屈曲/伸展、内收/外展运动,将康复训练与生活辅助集于一体,轻量化柔顺的外骨骼结构提高了其便携性及舒适性。虽然气压驱动和液压驱动的执行机构设计解决

了传统刚性上肢外骨骼结构复杂笨重、无法顺应人体运动的问题,但是额外的驱动力源和执行机构的机械特性也带来了驱动力/重量比低和可控性差的难题,使得这类机器人在生活辅助应用上也遇到了瓶颈。弹性元件驱动的上肢外骨骼机器人是一种利用材料的弹性变形实现仿生运动的轻质、便携外骨骼机器人,其集成了线驱动外骨骼和气/液驱动外骨骼的优点,从结构上解决了人体运动一致性与驱动力/重量比的问题,但是由于材料性能的局限,无法应用在大关节的力矩输出上。2018年九州大学提出了一种2自由度的腕部柔性外骨骼,通过弹性元件的变形完成腕关节的弯曲/伸展和内收/外展运动,该外骨骼的穿戴部件质量仅为288g,但其输出力较小且运动控制精度较低。

随着新型智能材料的发展,形状记忆合金在柔性上肢外骨骼中的应用越来越多。2019年韩国机械与材料研究所研发了一种基于新型SMA弹簧仿生织物的柔性外骨骼服,该织物具有柔顺、轻质等优点,可以产生很大的收缩力,SMA弹簧采用串/并联的连接方式可产生67%的收缩应变。韩国科学技术院提出了一种基于SMA的腕关节柔性外骨骼,驱动元件是SMA弹簧,具有高收缩应变能力,在优化弹簧参数后设计



图2 柔性上肢外骨骼机器人

了仿生肌肉的致动器，该外骨骼的穿戴部件质量为 151g，腕部屈曲的最大扭矩为 1.32N.m。SMA 是一种具有形状记忆效应的智能材料，可以在一定条件下改变自身形状和机械性能。而且 SMA 还具有轻质便携、驱动简单、响应迅速以及功率比高特点，是潜在的仿生肌肉材料，可产生较大的收缩力，提高外骨骼穿戴的舒适性和便携性，拟合关节运动轴心的变化，展现更好的人机交互效果。

综上所述，针对现有的柔性上肢外骨骼驱动方式存在的问题，提出 3 点设计要求：1) 仿生性：在结构上实现弯曲运动能顺从人体关节，穿戴舒适；2) 安全性、可控性；3) 轻质、便携性。

2 研究内容

创新点 1：一种集驱动、传感与执行于一体的新型 SMA 柔性仿生驱动器设计

随着新型智能材料的发展，其中 SMA 在柔性上肢外骨骼中的应用越来越多。SMA 具有轻质便携、驱动简单、响应迅速以及功率比高等特点，是潜在的仿生肌肉材料，可得到较大的收缩力、提高外骨骼穿戴的舒适性和便携

性、拟合关节运动轴心的变化、展现更好的人机交互效果。创新提出了一种集驱动、传感与执行于一体的新型 SMA 柔性仿生驱动器，该驱动器采用 SMA 软复合结构设计，第一层 SMA 弹簧——驱动元件，第二层是弹性元件——储能元件，第三层是柔性弯曲传感器——传感元件，层与层之间采用弹性带连接，如图 3 所示。这种软复合结构设计使 SMA 弹簧的轴向收缩运动变成弯曲运动，相比于轴向收缩产生的应力集中，弯曲运动能顺从人体关节、仿生性好。

创新点 2：基于 SMA 软复合结构的柔性腕关节外骨骼设计

基于 SMA 驱动模块的腕部柔性外骨骼如图 4 所示。该外骨骼采用模块化设计，包括 3 个 SMA 驱动模块以及手部和腕部矫形器，该外骨骼的穿戴部件仅重 119g，可实现掌屈、背屈和尺偏 3 种运动。对 SMA 弹簧进行通电加热，其内部晶体结构因温度升高会发生重组进而产生相变，低

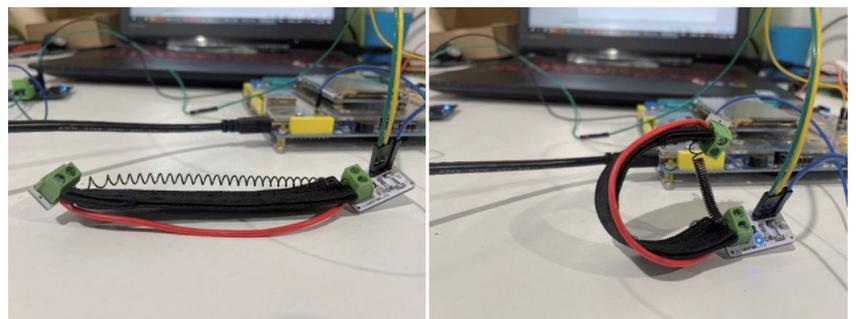


图3 新型 SMA 柔性仿生驱动器



图4 基于 SMA 仿生驱动模块的腕部柔性外骨骼设计

温时为马氏体相，高温时为奥氏体相，同时产生收缩力和收缩位移。对单个 SMA 弹簧提供 2V 电压即可产生收缩，通过 SMA 仿生驱动模块将力传递到矫形器上带动人手运动，并且驱动模块形变储存的能量在 SMA 冷却后释放使手恢复到初始位置。

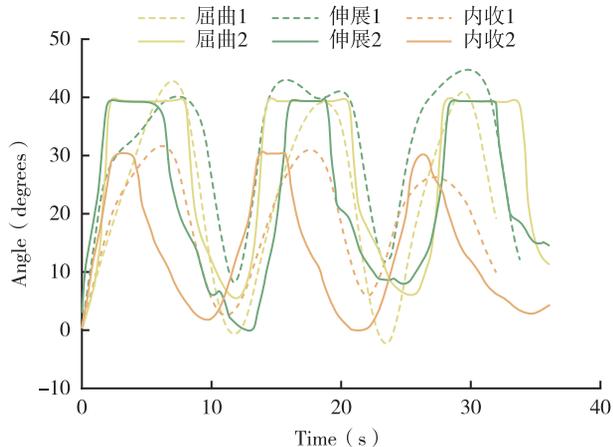
首先，研究 SMA 弹簧的最

大可回复拉伸长度与相变温度特性，建立 SMA 驱动模块的 SMA 弹簧与锰钢片的混合模型。然后，根据人体腕关节运动范围和所需拉力，对该混合模型进行参数优化。最后，提出了一种弹性元件势能、风冷和高低电流切换混合的 SMA 弹簧冷却方法，设计了基于运动角度和相变温度反馈的控

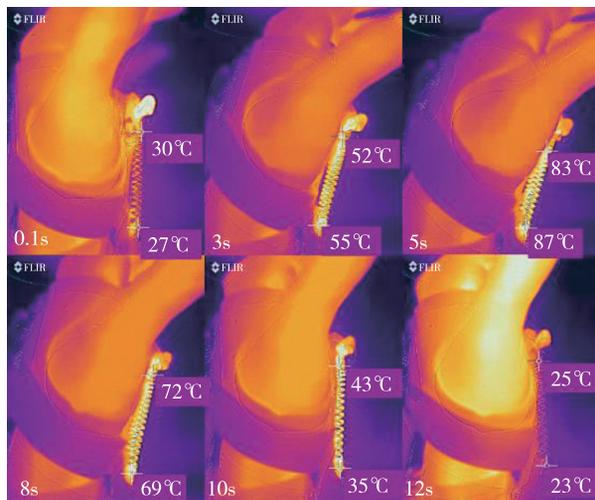
制方法。为了验证腕部柔性外骨骼的实际使用效果，进行穿戴训练和测温实验，如图 5 所示。实验结果表明，该外骨骼的仿生性和柔顺性符合人体腕关节运动，其轻质、便携性可提高日常生活活动辅助效果。

创新点 3：基于 SMA 驱动的柔性腕关节外骨骼的人机耦合建模

首先对 SMA 驱动器建立了 SMA 弹簧与锰钢片的混合模型，在此基础上建立人机耦合模型，根据人体生物力学参数计算腕部运动所需拉力与关节运动角度的关系。SMA 驱动器产生的能量一部分转化为腕部运动的动能，一部分转化为锰钢片变形的势能，结合混合模型和人机耦合模型，并对 SMA 驱动的参数进行优化。



(a) 腕关节运动角度



(b) 腕关节外骨骼测温实验

图5 实验测试

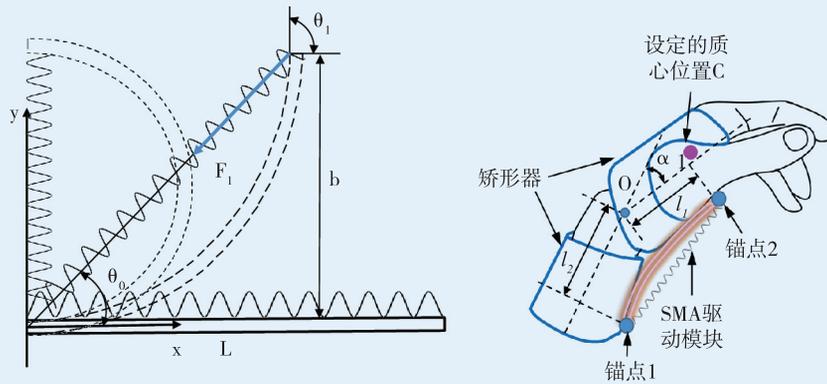


图6 基于SMA驱动的柔性腕关节外骨骼的人机耦合建模

创新点4：水浴加热SMA的柔性外骨骼设计

提出一种基于水浴加热SMA的柔性外骨骼的初步设计，如图7所示。手部痉挛患者在穿戴该外骨骼后，将手和腕浸入水浴中，

手指和腕部伸展，并结合水疗和热疗的特点缓解痉挛。

未来研究方向：构型设计与综合、驱动及控制（如恒温控制、快速冷却控制、人机融合智能控制）、人机交互系统（传感与执行

机构集成、人-机-环境一体化系统）。

* 本文根据作者在CAA云讲座上所作报告速记整理而成。

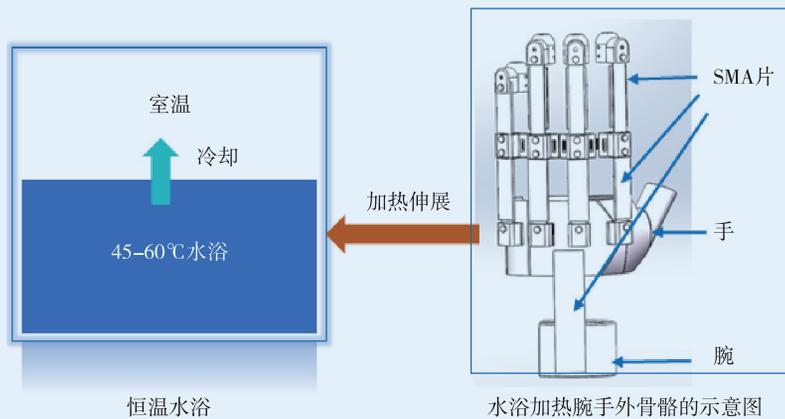


图7 基于水浴加热SMA的柔性外骨骼示意图

参考文献：

[1] 谢巧莲, 孟巧玲, 曾庆鑫, 戴玥, 吴志宇, 陈立宇, 喻洪流. 基于SMA驱动模块的腕部柔性外骨骼设计[J]. 机器人, 2021, 43(4): 406-413.

2021 “中国高被引学者”榜单中国自动化学会多名会员、理事入选

2022年4月14日，爱思唯尔（Elsevier）重磅发布2021“中国高被引学者”（Highly Cited Chinese Researchers）榜单。此榜单以全球权威的引文与索引数据库Scopus作为中国学者科研成果的统计来源，采用上海软科教育信息咨询有限公司开发的方法，分析中国学者的科研成果表现。自2015年首发，至2021

年已是第八次发布，并受到国内外众多媒体和学者的高度关注。

2021“中国高被引学者”上榜共计4701人，来自523所高校、企业及科研机构，覆盖了教育部10个学科领域、84个一级学科。

热烈祝贺中国自动化学会多名会员入选2021“中国高被引学者”（Highly Cited Chinese Researchers）榜单！

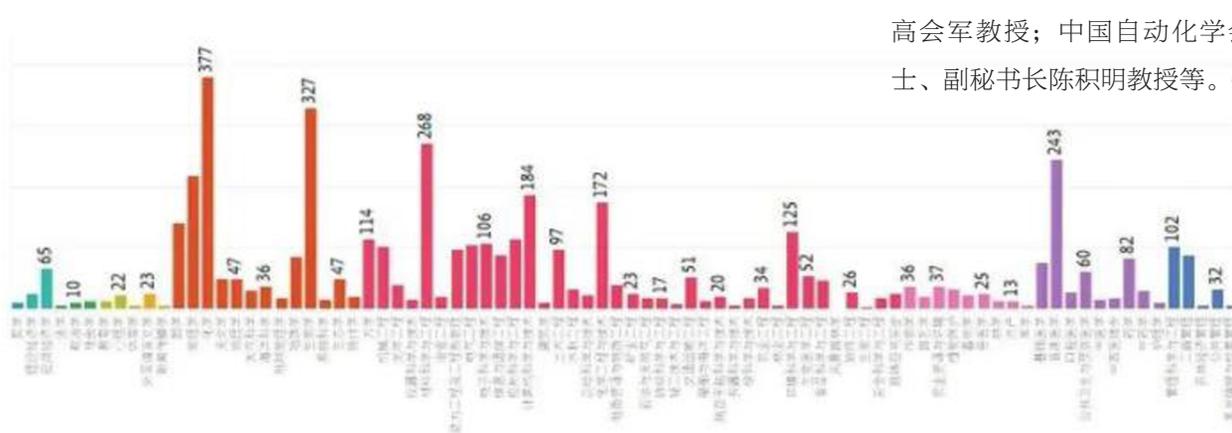
中国自动化学会共计35位理事、会士，230名会员入选中国高被引学者榜单。其中包括中国自动化学会会士、监事长王飞跃教授；中国自动化学会会士、副理事长周东华教授；中国自动化学会会士、副理事长张纪峰教授；中国自动化学会会士、副秘书长高会军教授；中国自动化学会会士、副秘书长陈积明教授等。

中国自动化学会共计35位理事、会士，230名会员入选中国高被引学者榜单。其中包括中国自动化学会会士、监事长王飞跃教授；中国自动化学会会士、副理事长周东华教授；中国自动化学会会士、副理事长张纪峰教授；中国自动化学会会士、副秘书长高会军教授；中国自动化学会会士、副秘书长陈积明教授等。



中国高被引学者

| Overview | | | | |
|----------|------|---------------------|---------------|------------------|
| Code | 学科领域 | Subject Area | # of subjects | # of Researchers |
| 01 | 哲学 | Philosophy | 1 | 9 |
| 02 | 经济学 | Economics | 2 | 90 |
| 03 | 法学 | Law | 3 | 27 |
| 04 | 教育学 | Education | 3 | 39 |
| 05 | 文学 | Literature | 2 | 29 |
| 07 | 理学 | Science | 13 | 1,402 |
| 08 | 工学 | Engineering | 37 | 2,121 |
| 09 | 农学 | Agriculture | 9 | 200 |
| 10 | 医学 | Medical Sciences | 9 | 556 |
| 12 | 管理学 | Management Sciences | 5 | 228 |



Powered by Scopus | Elsevier Research Analytics and Data Services

CAA 35 位会士、理事入选 2021 “中国高被引学者”榜单

| 姓名 | 学校 | 学科 | 学会任职 |
|-----|------------|----------|--------------|
| 陈虹 | 同济大学 | 控制科学与工程 | 会士、理事 |
| 陈积明 | 浙江大学 | 控制科学与工程 | 会士、理事、副秘书长 |
| 陈宗海 | 中国科学技术大学 | 控制科学与工程 | 理事 |
| 董宏丽 | 东北石油大学 | 控制科学与工程 | 理事 |
| 方勇纯 | 南开大学 | 控制科学与工程 | 理事 |
| 高会军 | 哈尔滨工业大学 | 控制科学与工程 | 会士、常务理事、副秘书长 |
| 郭雷 | 北京航空航天大学 | 控制科学与工程 | 会士、理事 |
| 贺威 | 北京科技大学 | 控制科学与工程 | 理事 |
| 侯忠生 | 青岛大学 | 控制科学与工程 | 理事 |
| 华长春 | 燕山大学 | 控制科学与工程 | 理事 |
| 姜斌 | 南京航空航天大学 | 控制科学与工程 | 会士、理事 |
| 李力 | 清华大学 | 控制科学与工程 | 会士 |
| 李世华 | 东南大学 | 控制科学与工程 | 理事 |
| 刘成林 | 中国科学院 | 控制科学与工程 | 会士、理事 |
| 刘德荣 | 广东工业大学 | 控制科学与工程 | 会士、常务理事 |
| 鲁仁全 | 广东工业大学 | 控制科学与工程 | 会士、监事 |
| 吕金虎 | 北京航空航天大学 | 控制科学与工程 | 会士、常务理事 |
| 梅生伟 | 清华大学 | 电气工程 | 会士 |
| 沈波 | 东华大学 | 控制科学与工程 | 理事 |
| 宋永端 | 重庆大学 | 控制科学与工程 | 会士、常务理事 |
| 苏晓杰 | 重庆大学 | 控制科学与工程 | 理事 |
| 唐立新 | 东北大学 | 控制科学与工程 | 理事 |
| 王成山 | 天津大学 | 电气工程 | 理事 |
| 王飞跃 | 中国科学院 | 控制科学与工程 | 会士、理事长 |
| 王宏 | 东北大学 | 控制科学与工程 | 理事 |
| 魏庆来 | 中国科学院 | 控制科学与工程 | 理事 |
| 吴敏 | 中国地质大学(武汉) | 控制科学与工程 | 理事 |
| 徐胜元 | 南京理工大学 | 控制科学与工程 | 理事 |
| 杨光红 | 东北大学 | 控制科学与工程 | 会士、理事 |
| 岳东 | 南京邮电大学 | 信息与通信工程 | 会士 |
| 张化光 | 东北大学 | 控制科学与工程 | 会士、常务理事 |
| 张纪峰 | 中国科学院 | 系统科学 | 会士、常务理事、副理事长 |
| 周东华 | 山东科技大学 | 控制科学与工程 | 会士、常务理事、副理事长 |
| 祝峰 | 电子科技大学 | 计算机科学与技术 | 理事 |
| 曾志刚 | 华中科技大学 | 控制科学与工程 | 常务理事 |

学会秘书处 供稿

中国自动化学会会士岳东教授、会员孙立宁教授 当选俄罗斯工程院外籍院士

在4月20日的俄罗斯工程院(RAE)院士年会上,岳东、孙立宁、吴建平华人专家当选俄罗斯工程院外籍院士。

热烈祝贺中国自动化学会会士岳东教授、中国自动化学会会员孙立宁教授收到俄罗斯工程院(Russian Academy of Engineering, RAE) B.V.Gusev院长发来的贺信,祝贺他们当选成为俄罗斯工程院外籍院士!

2020年12月,俄罗斯工程院中国中心在北京成立。新当选的院士由俄罗斯工程院中国中心于2021年统一推荐。俄罗斯工程院按照程序进行评选。据了解,这是历年华人专家当选俄罗斯工程院院士最多的一次。俄罗斯工程院院长古谢夫在贺信中表示,希望当选院士为中俄两国的持续发展开展创造性和富有成效的科学和技术合作。

俄罗斯工程院成立于1990年,是俄罗斯三大跨行业科学机构之一,其创始单位有俄罗斯科学院、俄罗斯科工部、国防部、航天航空署等部门,首任院长是俄罗斯著名科学家、诺贝尔奖得主、俄罗斯科学院院士普罗霍夫。○

来源:俄罗斯工程院中国中心

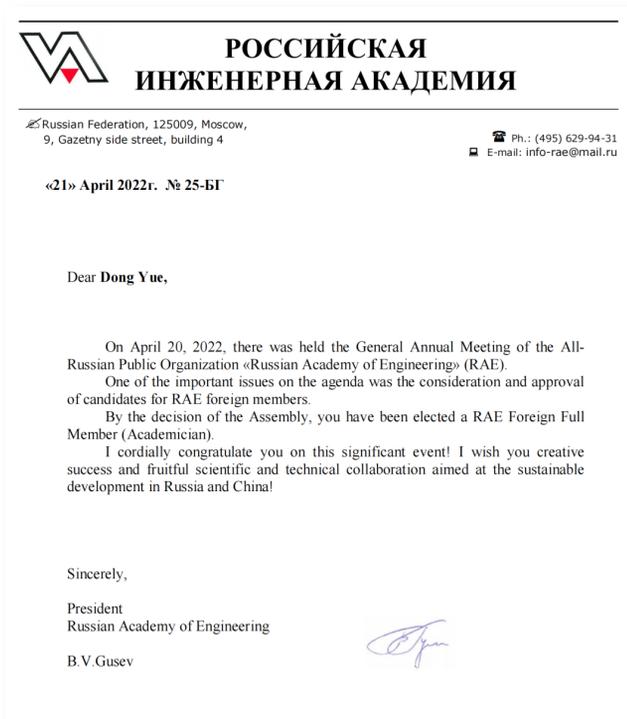


图1 岳东教授收到俄罗斯工程院发来的贺信

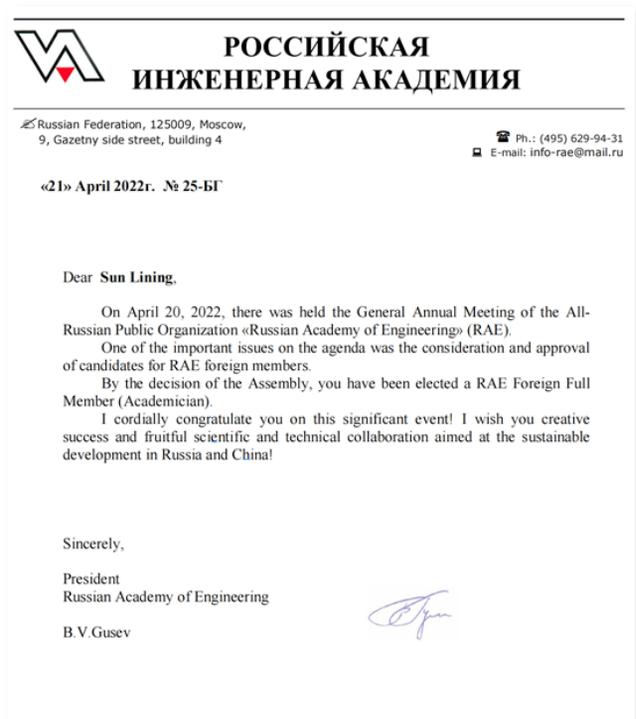


图2 孙立宁教授收到俄罗斯工程院发来的贺信

岳东简介



岳东，中国自动化学会会士，南京邮电大学先进技术研究院、自动化学院、人工智能学院院长，教育部长江学者特聘教授，国务院特殊津贴获得者，IEEE PES（中国区）智能电

网与新技术委员会（筹）主席，IEEE IES 网络控制系统及应用专委会主席，江苏省主动配电网大数据分析与控制工程实验室主任，国家自然科学基金会评专家，中国科协智能制造年度十大科技进展会评专家。入选 2018 全球高被引学者，2014-2019 年 Elsevier 中国高被引学者。担任国际刊物 IEEE TII、IEEE IEM、IEEE TSMCA、IEEE TNNL（2016-2018）、JFI 和 IJSS 客座主编、副主编，控制理论与应用和信息与控制刊物编委，中国科协智能制造学会联

合体专家组成员，IFAC TC6.3 Power and Energy Systems 委员会委员，中国人工智能学会常务理事和副秘书长，吴文俊奖评奖委员会委员，中国自动化学会能源互联网专委会副主任，中国仪器仪表学会嵌入式仪表及系统技术分会副理事长。主持了国家重点研发计划项目课题、863 项目课题、国家自然科学基金重点面上项目及省部级项目近 20 项。主要研究方向：网络化控制、智能电网优化协调控制、物联网与网络安全。

孙立宁简介



孙立宁，中国自动化学会电气自动化专业委员会委员，哈尔滨工业大学先进机器人技术与系统国家重点实验室副主任，苏州

大学机电工程学院院长。国家杰出青年基金、何梁何利基金科学与技术创新奖、全国创新争先奖获得者，现任苏州大学机电工程学院院长、江苏省先进机器人技术重点实验室主任、哈工大机器人技术与系统国家重点实验副主任，同时担任苏州市机器人产业协会会长。

长期从事微纳机器人前沿研究，主持 973、863、国家自然科学基金、国防基金等项目 20 余项，在机器人机构、驱动与控

制、作业机理与方法、系统集成等方面取得重要成果，并在神光 III 等重大工程及微纳制造、生命科学及国防等领域得到成功应用。

获国家技术发明 / 科技进步二等奖 2 项、省部级奖励 8 项，发表论文 300 余篇，发明专利 80 项，出版专著 5 部。组建了一支具国际竞争力的机器人团队，为机器人相关学科的创建与发展做出了卓越贡献。

戚发轫：空间站即将全面建成，中国距离航天强国有多远？

从1970年中国发射第一颗人造地球卫星“东方红一号”，到2003年中国第一艘载人飞船“神舟五号”顺利升空，再到“天问一号”探测器的火星探测之旅，直至神舟十三号载人飞船顺利返回，我国航天事业从无到有，用自力更生的不懈努力，逐步掌握了进入太空的能力，成为了世界公认的航天大国。

到底是什么让我们对航天事业如此孜孜以求？浩瀚的太空，究竟能给我们提供什么？中国距离航天强国还有多远？

如何利用太空资源？

航天科技的发展离不开国家强有力的投入，仅载人航天工程一项，从1992年立项到“神舟十号”任务完成，国家就拨付了390亿元资金。

或许有人会问，这样的巨额投入，是否值得？

其实，除了国家安全的战略需要外，航天技术早已经渗透到我们的方方面面，电视、通信、导航，航天带来的生活改变，已经无处不在；资源普查、气象

数据、保障应急救援等，更是与航天技术密不可分。

据不完全统计，目前有2000余项航天技术成果应用于多个领域，1100余种新材料的研发得益于航天科技，航天技术直接带动了材料、电子、机械、化工等多方面技术的发展。

那么，航天科技究竟是怎么“落地”的？它又将为我们的经济生活带来哪些深远的变革？

首先，中国具备了进入太空的能力。

1970年4月24日，我国成功发射了第一颗人造地球卫星——“东方红一号”。

卫星运行轨道，距地球最近点439公里，最远点2384公里，轨道平面和地球赤道平面的夹角68.5度，绕地球一周114分钟，卫星重173公斤。

“东方红一号”的发射成功，使我国成为世界上第五个独立自主研制和发射人造地球卫星的国家，标志着我国在宇航技术研究方面取得了历史性的重大突破。

其次，我们具备了利用太空的能力。

运载火箭把航天器送到轨道上就完成任务了，不进入轨道。如何利用天上的资源，要靠航天器。

航天器范围很大，具体的分类及作用主要包括以下3个方面：

1. 各种应用卫星服务社会与经济

中国当年没有通信卫星的时候，中央电视台的节目不能覆盖全国，要靠微波中继，每隔50公里有一个中继站。

从一个站发到另一个站，收到了以后再强化继续发50公里，就这样为全国输送信号，非常困难，质量也很不好，所以通信卫星太重要了。

1975年，中国下决心要搞通信卫星。

经过9年会战，1984年4月8日，在西昌卫星发射中心由长征三号火箭发射了“东方红二号”试验卫星，4月16日成功定点于东经125度赤道上空，这是中国第一颗地球静止轨道通信卫星，可以进行全天候通信，中国开始了使用自己的通信卫星的历史。

1997年5月12日，“东方红

三号”卫星由中国运载火箭技术研究院研制的长征三号甲运载火箭发射升空，这是中国第一代采用三轴稳定技术的地球同步卫星。

之后，“东方红”系列逐渐发展成了大型卫星平台。目前不仅中国在用，白俄罗斯、老挝、巴基斯坦都用中国的通信卫星，变成一个很大的产业。

现在我们有了中继卫星，2011年7月11日和2012年7月25日，我国成功发射“天链一号”02星和“天链一号”03星，实现了“天链一号”三星全球组网，标志着我国第一代数据中继卫星系统正式建成，开创了我国天基测控和数据传输的新纪元。

我国载人航天测控通信覆盖率从不足20%，提高至98%以上。

地球的空间是开放的，天上的卫星，不管是中国的还是外国的，每天都在获取信息。这对社会经济发展、国家安全都是不可少的。

尤其是我们气象卫星台风预报很准，从这一点来看，带来了很大的社会和经济效益。

2. 载人航天将实验室搬到太空

1986年863计划的出台，当中就有一项中国载人航天下一步怎么办。

经过论证，得出3条结论：第一，得赶快办，否则来不及了；第二，中国人要上天，只能用飞

船，不能用航天飞机；第三，要搞飞船得做充分的准备。

人上天再回来不是目的，要建立一个空间站，让科学家在这个平台上，作一些研究，为老百姓服务。

根据这三个结论，确立了中国人载人航天工程的三步走战略：

第一步是载人飞船阶段，就是能把人送上天，在天上运行一段再回到地面上来。

第二步是空间实验室阶段。这个阶段需要解决四大关键问题：人能出舱；交会对接；补加；再生式生命保障。空间实验室阶段这四个关键问题，到目前为止全部解决了。

第三步是建立中国的空间站，2022年，中国载人航天空间站工程进入空间站建造阶段，将完成“问天”实验舱、“梦天”实验舱、“神舟”载人飞船和“天舟”货运飞船等6项重大任务，全面建成空间站。

3. 深空探测帮我们了解宇宙

深空探测我们从月球起步。月球起步也是分三步：

第一步是绕，“嫦娥一号”绕月成功，最后撞击到月球表面预定地点，第一步圆满完成了。

第二步是落，“神舟三号”把“玉兔”这个月球车带到月球上去了，科学家拿到了在月球上直接测试的一些数据。我们更了不起的事情就是把“嫦娥四号”送到

了月球的背面，这个影响也是非常大的。

第三步是取，2020年12月1日，“嫦娥五号”探测器成功着陆月球，2020年12月17日，“嫦娥五号”返回舱安全着陆，带回了近2公斤的月球样品，首次实现了中国地外天体采样返回。月球样品主要为月壤，即覆盖在月球表面的“土壤”。

“嫦娥五号”月球取土的意义非凡，通过对月球土壤的研究，专家可以了解到月球的地质演化历史，还能寻求新能源。

在深空探测方面，我们对地球的卫星——月球搞清楚了，现在要到行星上去了。

应该说在以上三方面都取得了很大的成绩。

距离航天强国有多远？

我国航天领域不断创造出一个又一个惊人奇迹。

载人航天、北斗导航、嫦娥探月、天问探火，一次次历史性飞跃，不断刷新着航天的新高度。

我国提出：力争到2030年，推动我国达到国际一流水平的航天技术指标从30%提高到60%，跻身世界航天强国行列。到2045年，全面建成世界航天强国。

不可回避的一个事实是，当前我国与世界航天强国相比，在航天基础理论研究、先进材料与先进工艺、试验设施与试验方法、

空间科学与空间应用等方面，还存在差距，一些高性能材料、元器件，还不能自主制造，只能依赖进口，这些成为奔向航天强国的障碍。

中国是一个航天大国，要成为一个航天强国，差距在什么地方？

成为航天强国，要在三大领域同步均匀地发展：

第一个领域是航天技术。造卫星、造火箭、发射卫星、发射飞船，在这个领域我们应该说成

绩很大，比一些强国差距不是很大了。

第二个领域是空间科学，我们要探索浩瀚的宇宙，把整个太阳系里头这些行星、小行星、卫星搞清楚。我们刚刚到了火星，和国外比我们还有差距。

第三个领域是航天应用。发展航天事业的社会效益是毋庸置疑的，对科学研究的带动作用也是很大的，国防安全更是少不了航天领域的贡献，但是要带来经济效益，还是要形成产业。航天

产业真正挣钱的是地面应用。商业航天、太空经济对中国来讲应该是一个比较新的领域，要想很好地发挥这方面的作用，完全靠国家、靠国有企业是完不成这个任务的，需要民营企业参加，要进入市场里，变成一个大的产业，这样才能够产生很大的经济效益。

我们航天人都应该有一个强国梦，为中国早日成为科技强国贡献航天力量。○

来源：学习时报

戚发轫简介



戚发轫，空间技术专家，神舟号飞船总设计师。辽宁省复县人。1957年毕业于北京航空学院飞机系，分配到中国运载火箭技术研究院工作。1976年调入中国空间技术研究院从事卫星和飞船的研制，曾任研究院副院长、院长，同时担任过多个卫星型号和飞船的总设计师。现任中

国空间技术研究院技术顾问，兼任北京航空航天大学宇航学院院长，博士生导师，国际空间研究委员会中国委员会副主席。国际宇航科学院院士，第九、十届全国政治协商会议委员会委员。

在主持东方红一号（中国第一颗人造卫星）研制工作时，提出完整的地面实验方案，为保证发射成功做出贡献。在主持东方红二号通信卫星研制工作时，提出并建立了卫星可靠性设计规范，为提高卫星可靠性做出了有益的工作。在主持“东方红三号”第二代通信广播卫星时采用公用平台和模块化设计原则和多项新技术，不仅使中国通信卫星上了一个新台阶，并为后续卫星研制提

供一个技术成熟的公用平台。在主持“神舟”号飞船时制定了具有中国特色、符合中国实际情况的总体方案，“神舟”五号飞船完成了中国首次载人飞行。作为总设计师在解决卫星和飞船研制过程中的重大工程技术问题上发挥了指导和决策作用，做出了系统的、创造性的成就和贡献。曾获国家科技进步特等奖二次、一等奖、三等奖各一次，航空航天部劳动模范，全国“五一”劳动奖章获得者，国家级有突出贡献中青年专家，享受政府特殊津贴。2000年获中国工程科技奖，2003年度何梁何利基金科学与进步奖中的技术科学奖。2001年当选为中国工程院院士。

孙彦广：关于钢铁制造流程智能化的认识

钢铁业制造流程智能化是基于信息物理深度融合，通过横向工序贯通、纵向管控协同，实现全流程动态有序、协同连续运行和多目标整体优化。近年来，我们在殷瑞钰院士冶金流程学指导下，开展了跨工序动态调度、能源生产协同优化、全流程质量管控等钢铁制造流程智能化技术的研究和应用工作，在提高生产效率、降低能源成本、稳定产品质量等方面为企业带来了效益。结合我们的学习和实践，谈谈对钢铁制造流程智能化的初步认识。

1 钢铁业制造流程智能化的意义

我国钢铁业进入高质量发展新阶段，提出了规模化定制、提升产品品质、节能减排降碳等需求，跨工序全流程视角的智能化十分必要。

(1) 钢铁生产由高温状态紧密关联的炼铁、炼钢、轧钢多工序组成，目前流程连续化程度不高，规模化定制生产模式实施难度大，需要制造流程智能化，实现一体化计划调度，跨工序动态

协同，全流程有序运行。

(2) 钢铁生产、能源耦合紧密，二次能源占比高，节能降碳压力大，需要制造流程智能优化，实现物质流、能量流协同，能量实时平衡、高效转化。

(3) 钢材生产相变—形变复杂，成分—结构—性能强关联，上道工序质量影响下道产品质量，需要制造流程智能化，实现各工序质量一贯制管控，全流程质量追溯优化，提高产品实物质量。

2 实施钢铁制造流程智能化的体会

(1) 重视钢铁制造物理流程的优化。物质流网络优化、能量流网络优化是流程智能集成优化的基础。物质流网络优化包括工序之间界面优化和全流程物流网络优化等，能量流网络优化包括余热余能高效转化路径、能源管网缓冲能力优化、减少能流网络损耗等。在钢铁制造物理流程优化基础上开展智能化可取得事半功倍的效果。

(2) 重视管控流程的梳理和闭环。智能化是全局优化，不仅关注单一业务水平提升，更要加

强两个或两个以上的业务部门或功能活动之间的管理协同、集成与优化，实现销产转化、生产计划、动态调度和过程控制纵向协同，质量PDCA全面管理，能源生产、使用、转化、缓冲闭环优化。

(3) 重视机理知识、调控规则的数字化应用。机理知识的理解和应用可以透过看视随机变化的数据表象，领会、挖掘钢铁流程内在的因果关联和机理特征，提高预测模型的精度和自适应性；调控规则的理解和应用，有助于确定逻辑一致性的多目标优化协同变量，可大大缩小决策控制问题的优化求解空间，得到有明确物理指导意义的决策控制指令。

(4) 重视人机融合、迭代优化。流程集成优化充满了复杂性、不确定性，不是一两个智能化优化算法能够解决。智能化不是取代人，而是突出了人的中心地位，人类智慧的潜能将得以极大释放。通过将人的作用或认知模型引入到系统中，人和机器之间能够相互理解，形成“人在回路”的混合增强智能，人机深度融合将使人的智慧与机器的智能相互启发

性地增长，迭代优化。

(5) 重视信息技术的正确认识和合理选择。工业互联、大数据和人工智能技术等信息技术的快速发展，为智能化提供了各种信息处理手段，但这些技术不是万能的，人工智能自身60年风风雨雨的发展历程说明了这一点。我赞同宝武集团杜斌首席的“机理 > 小数据 > 大数据”的观点，需要理性认识其局限和优势，针对不同业务的感知、认知、决策和控制不同环节，合理选择或组合，服务于解决不同应用场景的难点技术问题。

(6) 重视流程智能化 KPI 导向和效益实现。实施流程智能化，需要确定针对不同的应用场景，制定合理的 KPI 指标，比如

计划调度的流程连续化程度、质量管控的过程控制能力、能源优化的供需平衡度等，依此为导向，确定跨工序协同的决策控制变量，提出针对性的智能化方案，有助于提升企业精益管控能力，取得实实在在的效益。

目前，钢铁制造流程智能化的研究，国内与国外处于同一起跑线上，在国际上也没有成功的案例可循，以上观点不一定正确，欢迎大家批评指正。我们希望在智能化技术层面，通过行业跨专业深度融合和联合持续攻关，形成具有中国特色的钢铁制造流程智能化技术，留下中国人的技术痕迹。○

来源：中国冶金报社

孙彦广简介



孙彦广，正高级工程师，中国自动化学会副秘书长，中国钢研科技集团冶金自动化研究设计院副院长，中国钢研集团副总工程师。主要从事冶金过程智能控制、冶金流程智能集成优化的研究开发工作。享受国家级政府津贴专家，“新世纪百千万人才工程”国家级人选。

CAA 高校志愿者队伍招募

中国自动化学会成立于 1961 年，是发展我国自动化、信息与智能科技事业的重要社会力量。为不断推动中国自动化科学和事业的发展壮大，成为连接政府、产业、学术、科研、会员的重要纽带，致力于成为国内外有影响力的现代社会团体组织，现开放征集 CAA 高校志愿者团队。

CAA 高校志愿者工作内容：宣传推广学术活动、沟通联络学生会员、投身参与科普活动、服务协调会议现场、翻译整理相关资料。

招募要求：1. 自动化 / 信息及智能科学相关专业，中文 / 英文 / 管理类 / 新闻传播类等相关专业

业在校本科生、研究生；2. 有较强的服务意识和责任心，工作积极主动、细心踏实、认真负责，有良好的组织协调和沟通表达能力；3. 熟练使用 Office、PS、PR 等办公软件（优先）。

志愿服务的时间：根据中国自动化学会的工作规划和活动计划灵活安排；部分志愿活动线上完成，灵活自由。

报名方式：请将个人简历发送至学会邮箱：caa@ia.ac.cn；简历请注明姓名，性别，学校，专业，特长等。

邮件主题：CAA 志愿者 + 姓名 + 学校。

随着人工智能的快速发展、技术的突破及应用领域的逐渐广泛化，医疗行业的发展备受关注。医疗机器人作为人工智能时代在医疗领域应用的深化，能够有效的帮助医生进行一系列的医疗诊断和辅助治疗，在有效的缓解医疗资源紧张的问题下推动医疗信息化的发展。本期“科普园地”将带大家盘点过去十年中医疗机器人的重磅突破，并了解认识 15 种医疗机器人。

哈佛医学院权威盘点： 过去 10 年，医疗机器人最重磅突破有哪些？

机器人学是一门具有前瞻性的学科，旨在帮助人类克服一些重大挑战。然而，在医疗机器人领域，清楚地了解研究界最近取得的成就，以及这些工作在临床需求和商业化方面的地位，对于规划未来发展路径十分重要。

近日，哈佛医学院通过一篇综述文章分析了过去十年医疗机器人领域的八个关键研究主题，通过搜索标准确定了十年中被引用最多的论文，目的是为读者提供一种便捷的方式，可以快速认知过去十年来，科学家在医疗机器人领域取得的一些最激动人心的进展，该综述文章已发表在《科学机器人》(*Science Robotics*) 期刊上。

早在 30 多年前，第一批机器人学家就开始探索使用机器人进行外科手术。20 年前，第一批商业机器人系统安装在医院。在过

去十年内，医疗机器人发展势头强劲，目前世界各地的大型医院都安装了机器人手术系统，并进行了数百万次手术。

随着医疗系统对手术机器人的接受程度越来越明显，机器人学研究者越来越关注下一代医疗机器人的形态，注意力不限于外

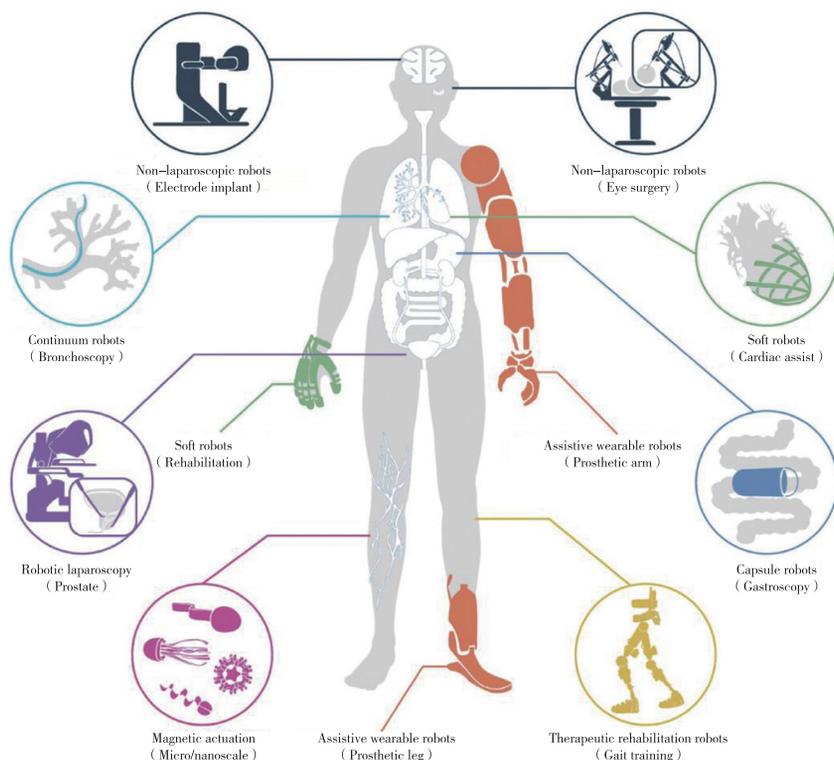


图 1 10 年中 8 个热门话题的临床应用示例

科机器人，也包括执行身体康复的机器人、用于患者与非现场医护人员互动的临场感机器人、药房自动化、用于诊所消毒的机器人等等。

医疗机器人最初是为了让外科医生能够远程操作或提高对患者的精确性而开发的，但科研人员通常会将目光投向更远的未来，超越商业开发活动，评估过去十年的研究活动，有助于瞥见未来几十年医学机器人将走向何方。

过去十年的热门科研话题

研究人员通过搜索 2010—2020 年期间《科学》杂志上被引用最多的医疗机器人论文，确定了八个热门研究主题，包括机器人腹腔镜、用于微创手术的非腹腔镜机器人、辅助穿戴式机器人、治疗康复机器人、胶囊机器人、磁驱动、软体机器人和连续体机器人等。

数据显示，工程和医学期刊上关于医疗机器人的出版物数量呈指数级增长，从 1990 年的 6 篇增至 2020 年的 3500 多篇。医学期刊论文主要是关于腹腔镜机器人的出版物（占总数的 60% 至 70%），伴随着达芬奇外科手术机器人系统的成功，2020 年发表的相关论文超过 1300 篇。

腹腔镜手术相关的工程论文在 2019 年也达到了 126 篇的高峰，工程论文主要是治疗康复和辅助

Table. 1. Hot topics of the decade.

| Hot topic | Seminal references |
|--|--------------------|
| 1. Robotic laparoscopy | (7–18) |
| 2. Nonlaparoscopic robots for minimally invasive surgery | (19–24) |
| 3. Assistive wearable robots | (25–33) |
| 4. Therapeutic rehabilitation robots | (34–41) |
| 5. Capsule robots | (42–48) |
| 6. Magnetic actuation | (49–52) |
| 7. Soft robotics | (53–61) |
| 8. Continuum robotics | (62–69) |

图 2 热门研究主题



图 3 达芬奇机器人手术系统

可穿戴机器人，过去十年内，《医疗机器人》期刊 80% 的论文都与这两个主题有关。然而，值得注意的是，这些主题的医学论文数量不到工程论文数量的 25%。这可能是因为医学期刊论文经常报道临床试验的结果，这比工程研究的成本和时间都要高。

此外，磁驱动技术是日趋成熟的，可以观察到工程和医学论文呈指数增长，这一主题的持续发展一定程度上取决于微型机器人的临床应用能否得到发展。软机器人学论文的图表显示，该主题仍处于开发周期的早期。

连续体机器人技术是不寻常

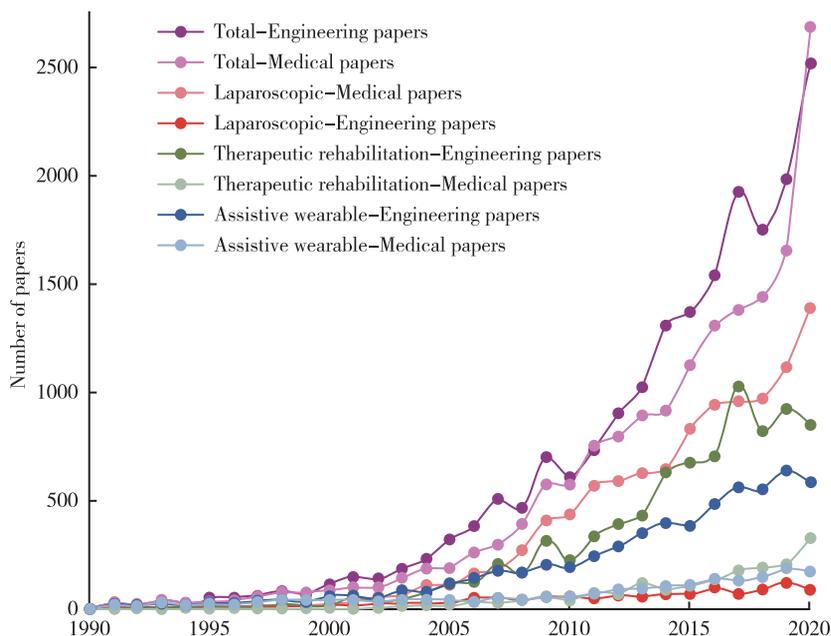


图4 1990年至2020年, 医疗机器人技术论文发表在工程和医学期刊论文上的增长趋势

的, 因为手动驱动连续体式医疗器械早在1990年就存在了。近几十年来, 新的连续体机器人体系结构得到了发展, 使这些设备成为机器人的关键进展不是机械设计, 而是数学建模, 关于这一主题的医学论文起步缓慢, 但新的临床系统开发会让相关论文不断增多。

胶囊机器人是最不成熟的, 但却是最专业的热门话题技术。这项技术可能正处于拐点。如果这些机器人的能力能够被证明足以取代目前的临床方法, 那么对这个主题的兴趣将加速, 有证据表明, 磁驱动下的软胶囊机器人就是这种情况, 这种方法有可能在消化道内进行无创诊断和治疗。

各路医疗机器人的发展概况

1. 机器人腹腔镜

腹腔镜机器人技术可能是医疗机器人技术中最成熟、商业上最成功的子领域。在过去十年中, 在三个方面取得了进展: 临床、商业和学术, 越来越多的研究是在临床上进行的, 例如, 关于根治性前列腺切除术、膀胱癌根治性膀胱切除术、直肠癌切除术和子宫切除术的研究。

在商业上, 过去十年见证了达芬奇机器人的不断进化发展, 该系统能够在机械臂上安装内窥镜和腹腔镜器械、半自动手臂和患者推车定位, 以及改进器械耦合, 使用增长迅速, 根据其年度报告, 2019年完成了120多万个

手术程序。与此同时, 在过去十年中, 达芬奇机器人的开发商直觉手术(ISRG)公司在机器人腹腔镜手术中占据垄断地位开始失效, 导致几家大型医疗设备公司启动了开发自己的机器人的计划, 目前正在引进市场。

十年来, 学术研究在两个方面取得了进展。第一个是使用腹腔镜机器人作为开发增强能力的平台, 这方面的主要子主题包括: 研究用开放式平台机器人的引入、外科自动化发展的初步努力, 以及将力传感集成到腹腔镜工具的持续工作。第二个研究方向是考虑新的机器人结构, 可以减少手术的侵入性。

具体而言, 这个领域包含很多细分研究, 例如:

1) 开放平台, 研究小组开发自己的腹腔镜机器人系统是一项巨大而重复的任务, 认识到这一需求, 两个小组为研究社区引入了开源机器人平台, 一个是Raven II, 这是一个非临床机器人手术研究平台; 此外是一个控制包, 即达芬奇研究工具包或dVRK。

2) 手术自动化, 腹腔镜机器人系统用于执行广泛的标准手术任务, 它们还固有地提供仪器运动的高质量视频和丰富数据集, 研究重点已转向可能使用自动化辅助补充遥控机器人手术的用

例，安全有效地自动化手术任务的潜在好处包括提高精确度、融合非视觉或触觉传感器信息、遵守精确的术前计划、改善重复性应力损伤和对外科医生的其他生理危害。

3) 导航、术中成像和可视化，术前计算机断层扫描或磁共振图像用于生成在计算机控制下执行的手术计划，而临床医生提供一般监督。随着该领域开始关注软组织手术，预先编程的动作让位给临床医生指导的远程手术控制。使用术中或术前数据的图像引导在所有类型的机器人手术中变得越来越重要，这些技术能够评估组织灌注和组织表面下解剖细节的可视化，最大限度地降低损伤神经和血管等潜在重要结构的风险。

4) 接触力传感与控制，手动和腹腔镜器械都会将外科医生的手从被操纵的组织上移开，从而扭曲或完全抑制力量和触觉。触觉传感将允许在机器人手术期间在操纵器处再现组织触诊。此类传感的技术障碍包括腹腔镜器械的小尺寸（直径5至10mm）、可重复使用器械中灭菌措施的热和腐蚀性、一次性使用器械的成本以及传感点和工具组织接触点或区域之间施加的力学。

5) 单端口腹腔镜机器人，与标准的开放式手术相比，腹腔镜手术减少了侵袭性，但一个典型

的手动或机器人手术需要对单个器械和可视化内窥镜进行三个或四个切口。将多个仪器控件、驱动器和内窥镜可视化功能组合到一个接入端口需要增加机械复杂性和密度。值得注意的创新单端口原型包括。

6) 分离式手术机器人，经典的腹腔镜手术模式是通过一个孔/套管针在腹壁的一个枢轴点插入一个细长的器械，这种几何结构从根本上限制了外科医生完成手术任务所需的运动。打破这一限制的研究面临着以下挑战：在身体内部实现所有驱动和传感，提供合适的电源和通信，设计独立部署的机器人在手术现场的安全部署和检索。

腹腔镜机器人技术最重要的进步是对患者最直接的好处，包括更好地治疗肿瘤，减少对健康组织的切除，检测和减少罕见的手术错误，减少手术过程中的创伤和感染风险等。

2. 非腹腔镜手术 - 特定机器人

受达芬奇腹腔镜手术机器人的成功启发，过去十年中，外科医生和工程师也在探索非腹腔镜手术的新机器人解决方案。重点领域包括腔内和自然孔口干预以及显微外科机器人。

关于腔内和自然孔口手术，在过去十年中探索的外科机器人的新兴应用中，研究人员注意到

腔内和内窥镜机器人的工作，其目的是通过消除皮肤切口进入内部解剖结构的需要，并通过提供允许沿着弯曲解剖通道更深入进入的解决方案，进一步降低发病率。最近还推出了新的商业系统，重点是用于自然孔口微创活检的可引导导管。

此外，显微外科手术方面，视网膜显微手术带来了独特的挑战，超过了现有手动手术系统的能力。研究人员已经采取了三种方法来应对这些挑战：(i) 具有震颤过滤功能的手持式机器人，(ii) 手持式（合作）机器人，以及(iii) 具有远程运动中心的远程操作机器人，具有主动震颤消除功能的手持式机器人已被改进用于视网膜手术。

研究人员相信，使用体内传感来提高外科医生的绩效，能够将术中感知与自适应辅助行为结合，将使外科医生能够实现快速临床部署，并改善感知和性能。

3. 辅助可穿戴机器人

辅助可穿戴机器人技术专注于可穿戴机器人设备的设计和控制，旨在提高肌肉骨骼或神经肌肉损伤患者的移动性或功能性。该领域的贡献领域包括为上肢和下肢截肢患者开发机器人肢体（也称为动力假肢），以及为神经肌肉损伤患者（如脊髓损伤、中风、多发性硬化患者）开发外骨骼（也称为动力矫形器）。

在过去的十年里，相关研究被引入到了人工膝关节和踝关节中。由于受电设备具有意志力，因此需要新的控制方法来确保人与设备之间的协调，实现这一点的方法包括分段无源阻抗控制和相位变量控制，建立了由数据简化和分类方法组成的模式识别结构，能够基于运动模式实时推断给定的运动活动。

除了外骨骼外，在这十年中还引入了软“外骨骼服”的概念，相对于使用刚性连杆的外骨骼，软外骨骼服使用低模量材料（通常与肌腱驱动一起）来传输运动辅助，而无需沿非驱动自由度施加次级运动约束。据推测，该领域将在未来十年内建立实用方法，帮助行动不便的个人。

4. 治疗康复机器人

康复机器人旨在为神经损伤（最常见的是中风和脊髓损伤）后的肢体提供重复运动治疗，从而恢复个体的能力。这些机器人装置能够以诱导或促进神经可塑性的方式执行伸展、抓取、行走和脚踝运动，从而恢复运动范围和运动协调性。

一些康复机器人采用外骨骼的形式，适合腿、手臂或手，而另一些是末端效应器型机器人，通过手柄或脚平台与人体接触。康复的机器人既可以作为提供治疗的手段，也可以作为评估的工具，提供传统临床评估所衡量的

运动能力进展的精细视图。

自20世纪90年代早期引入康复机器人手段以来，在其设计、制造、控制和临床方面取得了很多重要进展。在2010—2020年期间，康复机器人研究主要集中在四个领域。

第一种是新颖的装置设计，越来越多地采用外骨骼形式，重点放在上肢的远端关节上，并结合了用于驱动和结构的顺应性和软材料；第二是开发新的控制算法，以调节人与机器人之间的交互，从而最大限度地吸引人的参与；第三是创建意图检测方法，以推断和支持患者所需的运动，而不是规定或预先编程的轨迹；第四是扩大使用机器人设备对神经恢复进行客观和定量评估，而不仅仅是治疗的实施。

在过去十年中，研究人员越来越关注手部和手腕康复机器人的设计，因为自我喂食、梳理和护理的能力需要手部功能和灵巧度的恢复。此外，康复机器人的控制方法也取得了令人印象深刻的进步，主要是那些促进机器人和患者之间合作的方法。研究人员还开发了新的方法来检测患者的运动意图，使用表面肌电图来测量肌肉本身的电活动，或使用脑电图（EEG）从头皮表面记录的电位变化来推断意图。

尽管已经证明这类机器人设备能够有效地为中风和脊髓损伤

后的上下肢提供治疗，但与传统治疗相比，迄今为止，功能的临床结果指标改善并不明显。未来的研究工作越来越集中于更好地理解神经可塑性的机制，包括如何可靠地诱导和利用神经可塑性以最大限度地提高治疗效果，这些努力越来越依赖于神经科学的进步，包括记录神经元活动的新技术。

5. 胶囊机器人

在新千年伊始，科研界推出了无线胶囊内镜，作为检查胃肠道的一种微创方法。通过吞下“药丸”在肠道深处采集图像的可能性彻底改变了胃肠内窥镜领域，并引发了一个全新的研究领域：医用胶囊机器人。

但研究界意识到了一个重大挑战，对这种方法的热情迅速下降：使用现有技术，将复杂机制（包括充足的电源）集成到“药丸大小”的设备（通常为24毫米长、11毫米直径）是一种不切实际的解决方案。为了解决这一限制，探索了磁驱动的替代方法。磁耦合的使用绕过了复杂机制的需要，降低了电源需求，从而降低了设备的总体尺寸和复杂性。

医用胶囊机器人现在是标准介入内镜的临床可行替代品。虽然提供了一个优雅的机械解决方案，但该领域的研究人员面临着开发可靠控制策略的挑战——由于磁场的高度非线性特性，这是一

项复杂的任务。

后来通过将磁驱动与软机器人技术相结合，成功地在药丸大小的机器人中展示了有效的介入能力。一个由外部磁场操作的智能、兼容的设备显示了主动移动到感兴趣的位置并递送药物或收集组织活检的可行性。

实现这一点的关键因素是引入了实时定位技术，了解胶囊的位置和方向（即姿势）对于规划所需运动的磁力和扭矩应用至关重要，临床上可行的定位实例主要基于磁定位。随着下一个十年的开始，当与多模式成像（例如，多光谱、自体荧光和微超声）和微/纳米机器人技术相结合时，胶囊机器人的智能磁控制可能提供前所未有的诊断和治疗能力。

6. 医学磁驱动

使用磁场提取意外嵌入眼睛内的铁屑的证据至少可以追溯到17世纪，也可以追溯到工业革命时期。在20世纪50年代，第一次研究在导管尖端安装磁铁来引导导管。

在过去的十年中，磁驱动领域的一个重要突破是多自由度电磁导航系统建模。这项工作概括了任意数量的几何排列的电磁学的物理和数学，以在给定的磁性体上施加磁力和转矩。

此外，受鞭毛细菌螺旋运动和精子等鞭毛真核生物行波运动的启发，第一批磁导微机器人出

现在2010年之前。螺旋结构尤其适合于磁驱动，因为旋转场产生的转矩与流体阻力转矩成比例。在过去的十年中，稳健的制造技术和有效的模型已经被开发出来，为开发能够执行有用的医疗任务的微型机器人创造了机会。

如果放宽对磁性材料选择的限制，使磁性颗粒被纳入柔性聚合物结构中，那么可以创建毫米级机器人设计，展示出了许多新的和令人兴奋的运动策略。目前磁驱动的趋势表明，磁端导管和内窥镜的研究也正在回归其根源，人们越来越感兴趣的原因是，人们有望以更小的规模生产出比复杂的拉线或电机设备更经济的可操作医疗设备。

这些磁场和磁场梯度可以无害地穿透整个人体，下一个十年将看到使用这项技术实现更有效的医疗治疗，从而迅速加速商业努力。

7. 医学软机器人

基于软概念、内在柔顺结构和智能材料的机器人技术从一开始就与仿生学和生物灵感学紧密结合。另一方面，人们对具有柔顺身体的仿生机器人越来越感兴趣，这推动了智能材料的研究，这些材料可用于制造软机器人，或为软机器人提供传感和驱动能力，从宏观到纳米尺度。

考虑到过去十年中被引用最多的论文（不包括材料论文和调

查论文），可以确定与医学相关的两种工作类型：一种包括用于康复或人体增强的可穿戴软机器人；第二类包括用于介入和外科手术的机器人或用于介入和外科手术的组件。关于手术和干预领域，可以确定三个平行的子主题：(i) 用于手术或干预的软设备，其中整个传统设备被软机器人设计所取代，包括宏观和微观规模；(ii) 软、仿生或兼容组件，可作为独立设备工作，或可集成到更传统的系统中；(iii) 先进模拟器的软组件和系统，用于训练和研究机器人和生物人工器官之间的特定生理功能。

有一个最近的研究方向，不容易归入任何类别，软机器人用于体内辅助或治疗设备，软机器人技术也在培育软材料和新型制造技术的研究，这可以在生物医学应用中开辟意想不到的途径。

8. 医学用连续体机器人

连续体机器人通过弯曲变形而不是通过离散关节改变形状，它们可以通过自然孔口进入身体，在体腔中导航，并在通过固体组织时绕过关键结构。与传统设计相比，连续体机器人的弯曲顺应性也提高了其安全性。

这种技术的一种变体，称为多骨架设计，用既能施加拉力又能施加压缩力的杆代替钢筋束。在2010—2020年期间，连续体机器人的研究集中在四个领域：

(i) 将外部接触和负载纳入机器人建模和控制中;(ii) 开发控制机器人刚度的方法;(iii) 创建“软”连续体机器人,以及(iv)为特定临床应用设计连续体机器人。

一个重要的研究方向是将外部荷载纳入运动学模型,并从运动输入变量(例如,钢筋束张力)推断外部荷载,或提出了一种无模型方法,其中在任务执行期间估计接触约束运动学模型。过去十年的重要工作也已经发展了机械设计方法,用于增强和控制连续机器人的刚度,对于固有刚度足够的情况,已经开发了控制算法,可以修改运动学输入,以实现所需的叶尖刚度。

部分连续体机器人通常由柔顺的聚合物材料制成,最早的一些例子是气动或液压驱动的,随

着软机器人技术在过去十年中的爆炸性增长,这些驱动方法和使用更符合要求的材料现在正在探索用于医疗应用。

尽管早期验证实验本质上是学术性的,很少关注最终的医疗应用,但在过去十年中,人们越来越重视创建原型系统,这些技术示范项目可以直接导致商业化努力。同样重要的是,特定于程序的原型有助于识别关键知识缺口,从而刺激未来的基础研究。

科研探索与商业化应用有待更进一步

工程杂志的出版物涵盖了医疗应用新机器人技术的创造和新型医疗机器人的设计,医学杂志的出版物通过评估人类患者中现

有的机器人设计完成了研究过程。

尽管该领域还不能指出临床试验表明机器人手术为患者提供了更好的手术结果,或与非机器人手术相比降低了手术成本,但已经证明了许多患者的益处,这些措施包括缩短住院时间、加快康复、减少再手术和减少输血。

对于外科医生来说,医疗机器人提供了更好的人体工程学,与直接手控程序相比,机器人可以减少颈部和背部疼痛以及手部和手腕麻木,减少身体和精神压力,机器人技术也可以显著减少外科医生和患者的辐射暴露,这些因素一定程度上提高了外科医生的从业质量,并有可能延长他们的职业生涯。

为了推动这一进程,将未来的工程研究工作引导到最有希望

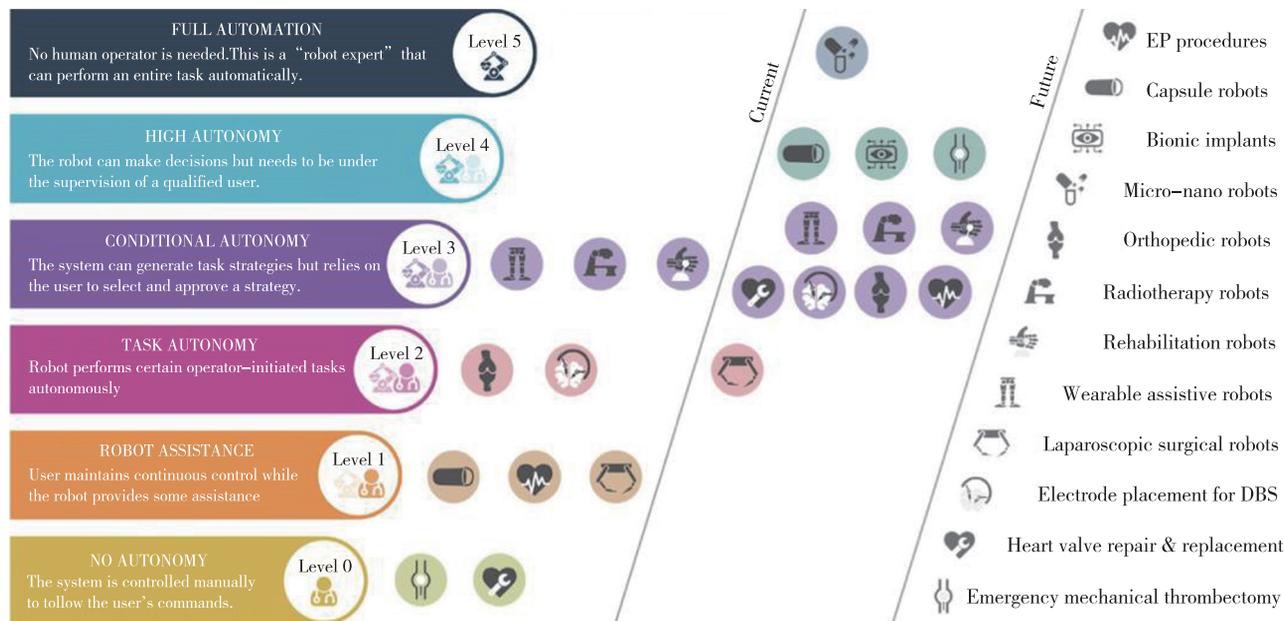


图5 增加医疗机器人的特定应用趋势

的方向将是有益的，这就需要了解机器人及其基础技术如何在医学上增加价值。例如能量输送机器人（用于放射治疗的机器人）提供精度、可重复性和速度的组合，这是其他方法难以比拟的。类似地，与非机器人设备相比，电动假肢可以增加日常生活任务的数量和质量，从而直接改善患者的预后。同样，胶囊机器人最终可能会取代一些开放式肠道手术，提高难以到达身体部位的诊断可能性，减少现有腔内肠道手术的不适感。

在指导机器人技术研究以实现增值最大化的过程中，最重要的技术目标是那些能够基于当前技术实现的新型干预措施的目标。在未来十年中，软机器人技术很可能成为一项非常重要的使能

技术。

目前，材料界也正在开展许多最有希望的工作，这些工作涉及利用嵌入式传感器和驱动器创建薄聚合物层。尽管这项工作现在似乎离医疗应用还很远，但这些能力可能会对介入、康复和辅助机器人产生重大影响，传感、成像、驱动和能量存储方面的其他使能技术也可能作为消费电子产品的交叉点出现。

自1990年以来，在19000多篇关于医疗机器人技术的工程论文中，只有少数几篇可以被认为能够用于现有的商业医疗机器人。即使是具有高技术影响力的论文，其专利引用数量也不多，在某种程度上，这可能是由于技术开发与其商业应用之间可能出现的严重滞后，也许，一个同样

重要的因素是技术与医疗器械商业化现实之间的不匹配。

将机器人技术应用于临床所需，不仅仅是撰写被广泛引用的研究文章，而是必须确定真正的临床需要，必须开发相关技术来满足这些需求，考虑机器人如何为临床医生和患者增加价值的细节。

此外，也必须开发有吸引力的商业模式，以确保能够获得足够的投资，使技术通过复杂的路径，任何医疗设备都必须通过这些路径才能取得商业成功，这些潜在的机会意味着技术研究者需要离开他们的象牙塔，与临床医生、监管机构、投资者和商业界形成更为深入的合作。○

来源：学术头条

最强盘点：15种医疗机器人，你了解几种？

1. 达芬奇手术机器人

达芬奇手术机器人由直觉外科公司生产，是世界上最成功的手术机器人，也是最广泛使用的医疗机器人。直觉外科公司从

1996年推出第一代达芬奇机器人至今，已经发展到了第四代。

使用达芬奇手术机器人进行手术，一般只需几个直径2厘米内的小切口即可完成，精度极高，这意味着出血更少、愈合更快并

降低感染风险。在2015年，达芬奇手术机器人因在窄口瓶中为一颗葡萄缝合而成为网红。达芬奇手术机器人已经成为机器人辅助手术的标准。

批准的适用范围包括：泌尿

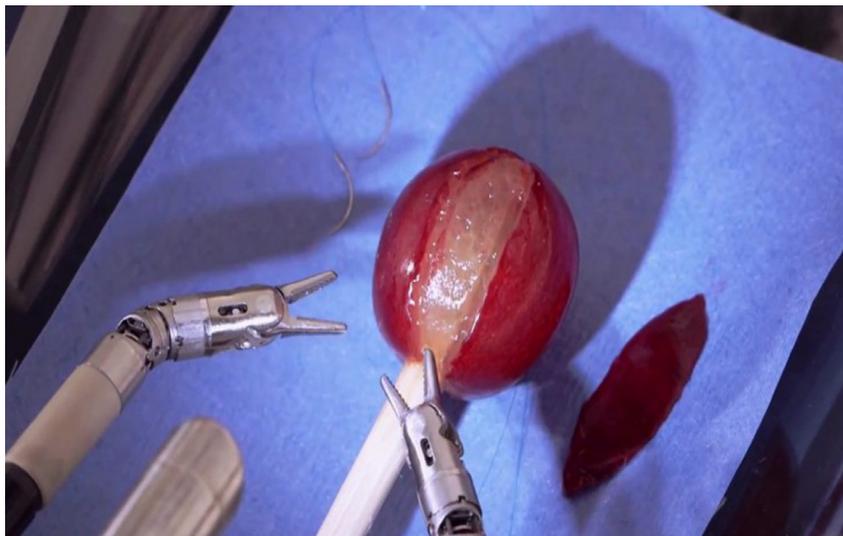


图1 达芬奇手术机器人

外科腹腔镜手术、普通外科腹腔镜手术、妇产科腹腔镜外科手术、胸外科胸腔镜手术、胸腔镜辅助心脏切开术，在心脏血管重建中可结合纵膈切开术进行冠状动脉吻合术等。

2. 假肢机器人

假肢领域在过去几年取得了非常大的进步，“我们能不能做一个合适的肢体替代品”已经不再是个问题，现在的问题是“我

们能不能做出比原有肢体更好的东西”。

在麻省理工学院生物机电实验室，研究人员创造了陀螺驱动的机器人肢体，能够在三维空间中跟踪自己的位置，并以每秒750次以上的速度调整关节。最重要的是，他们开发了仿生皮肤和与神经系统交互的神经植入系统，允许用户从假肢接收触觉反馈，并像对待正常肢体一样有意识地控制它。



图2 假肢机器人

3. 内窥镜机器人

内窥镜检查是一种将长线上的小型摄像头通过“自然开口”插入体内以寻找损伤、异物或疾病痕迹的过程。这种检查让人很不舒服，但这很可能已经成为过去。因为有企业已经开发出了细长、灵活的机器人，医生可以像开遥控车一样把这些机器人遥控到理想的确切位置。然后医生可以在避免手部颤抖的情况下握住那里，并部署各种工具，从活检到烧灼伤口。令人印象深刻的是“胶囊内窥镜”，患者只需吞下一个药丸大小的机器人，医生就可以收集数据和拍摄照片，用来诊断病情。



图3 内窥镜机器人

4. 外骨骼机器人

外骨骼机器人正在被用来帮助瘫痪的人重新行走，这简直就是一个奇迹。外骨骼机器人还可以用于矫正畸形，也可以通过为肌肉提供运动和愈合损伤方面的帮助，用于康复大脑或脊髓损伤。



图4 外骨骼机器人

大多数外骨骼机器人是通过用户输入和预设动作来工作的，但随着神经接口的进步，患者通过意念控制外骨骼机器人只是时间问题。

5. 靶向治疗微型机器人

靶向治疗微型机器人使用几乎用显微镜才能看到的极小的机械粒子将药物或其他疗法输送到人体内的特定目标部位。虽然出现得比较晚，但靶向治疗微型机器人是非常有前途的。这种机器人可用于将辐射直接传递到肿瘤，或将药物仅用在需要的器官上，这样可以减少药物的副作用。有趣的是，粒子该如何到达目标呢？有多种可能的方法，但最新的研究方向是如何通过磁场引导，让

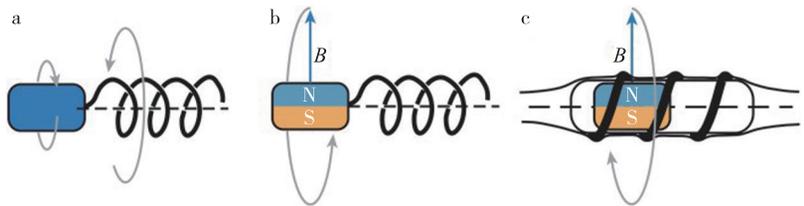


图5 靶向治疗微型机器人

带有微小螺旋尾巴的微型机器人向前旋转，穿过血管到达身体的特定部位。

6. 消毒机器人

医院并没有人们以为的那样干净。人们去医院接受治疗，反而可能会带着另一种疾病离开。由于会使用大量抗生素，医院可能成为一些顽固的耐抗生素的细菌的温床，所以医院房间的清洁非常重要！消毒机器人可以自动移动到病房，然后用高能紫外线照射空房间几分钟，直到没有微生物存活。



图6 消毒机器人



图7 陪护机器人



图8 远程医疗机器人

7. 陪护机器人

世界上有数以百万计的老年人、体弱者或智障人士长期孤独，缺乏激励。这些患者也往往需要护理人员的定期检查，这对于护理人员短缺的地区是一个问题。陪护机器人同时解决了这两个问题，真正让很多人的生活变得更美好。如果患者摔倒了，陪护机器人还可以呼叫救护车。以BUDDY为例，虽然刚进入市场，但它可以根据主人情感的变化与主人进行互动，从而获得了2018年最佳创新奖。

8. 远程医疗机器人

远程医疗机器人已经在医学领域起到了关键作用，它可以把顶尖医生和专业知识带到服务欠缺的社区和偏远地区。某地区的医生可以通过远程机器人，与另外一个地区的患者和医生交谈，实时分享他们的知识和诊断咨询，而成本和精力只是亲自前往那里的一小部分。

9. 护士机器人

护士是任何医疗环境的生命线。但他们也过度劳累，而且时间长期短缺，更不用说许多地方护士短缺了。这就是护士机器人的用武之地。护士机器人可以填写电子文件、测量生命体征、监测患者的状况。一些新的护士机器人已经瞄准了护士们遇到的其他琐碎的工作，比如在各个房间来回移动推车和病床，甚至抽血！护士机器人可以节省护士的时间，这样护士们就可以有更多的时间地照顾病人了。

10. 配药机器人

日常生活中，自动售货机已经很常见了。在医院里，通常病人拿着医生开的打印出来的药方去取药，然后有专人在药房里为病人取药。其实，不妨把药房想象成自动售货机，并不需要专人在里面，有机器人配药就可以了。

加州大学旧金山分校的一个概念药房已经无差错地运行了近五年，而且很多医院已经批准使用。在上海的第七人民医院，也



图9 护士机器人

已经有配药机器人了，而且一台配药机器人可以胜任2个人的工作。

11. 人工智能诊断机器人

诊断可能是机器人在医学方面最能发挥能量的地方。通过数千个样本的机器学习，科学家可以训练人工智能，使其比人类更好地执行任务。人工智能在诊断中的运用意义深远。例如 FDNA 系统使用面部识别软件，能以惊人的准确度，筛查 8000 多种疾病和罕见遗传疾病。又比如，纽约大学团队创建的人工智能，能够通过扫描数千份医疗文件，查明是否有患糖尿病、心力衰竭或中风风险的患者。未来，机器人可能是诊断的第一站。

12. 辅助活检机器人

这是一个非常酷且可能挽救生命的进步，由一个名为 MURAB (MRI 和超声机器人辅助活检) 的项目领导。

这是一种用于早期癌症诊断的微创技术，其中机器人操纵的换能器通过新型 MRI/ 超声组合技术引导到活检部位。然后它会扫描目标以获得它的整体数据，之后外科医生可以从创建的 3D 图像中挑选他们想要进行活检的确切位置。最后机器人就像进来时一样退出，给病人留下的只是一张剪纸。



图 10 配药机器人

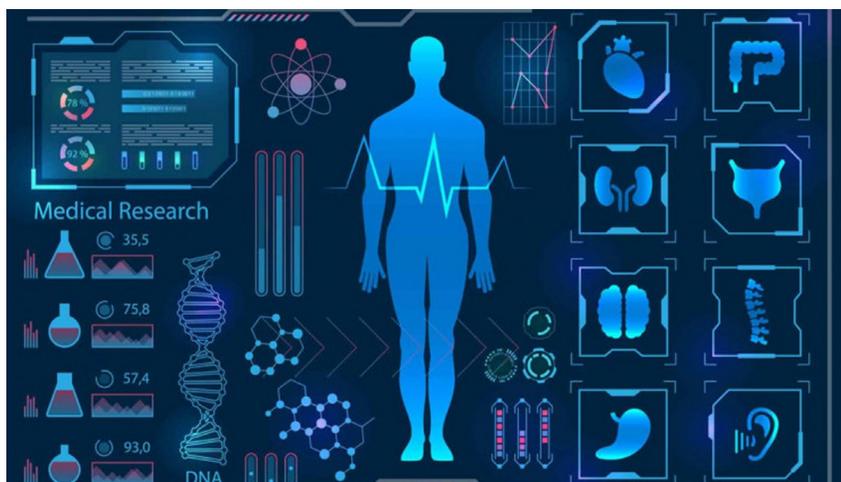


图 11 人工智能诊断机器人



图 12 辅助活检机器人

13. 人工智能流行病学机器人

人工智能非常擅长从数据中看到模式并做出预测，这能很好地解释为什么流行病学是人工智能系统想要攻克的下一个目标。人们看到 AI 机器人已经被用于抗击新冠疫情。这些算法分析来自当地的疾病爆发数据，并将这些数据与所有可用的医学数据库进行交叉参考，以预测爆发的时间和地点，以及如何防止其传播。尽管该领域出现了许多产品，但其中最酷的是 AIME 系统，马来西亚在 2020 年部署了该系统以应对登革热的爆发，准确预测率接近 85%，挽救了数千人的生命，并可能挽救数百万美元。

14. 抗菌纳米机器人

抗菌纳米机器人是由涂有血小板和红细胞的金纳米线制成的微型机器，可以直接在患者的血液中清除细菌感染。抗菌纳米机器人通过模仿细菌及其毒素的目



图 13 人工智能流行病学机器人

标来做到这一点，然后当细菌靠近时将它们诱捕到纳米线网中。它们甚至可以通过靶向超声引导穿过患者的身体，以加快清除过程并治疗局部感染。

最重要的是，因为它们利用细菌的自然反应将它们从系统中清除，纳米机器人有可能被用来代替广谱抗生素，这可能对我们对抗抗生素耐药性疾病的上升产生巨大影响。

15. 临床培训机器人

临床培训机器人类似于飞行员培训用的飞机模拟器。下图是名为 HAL 的儿科培训机器人，他能模拟面部表情，流下眼泪；他的瞳孔可以放大，他的眼睛可以追踪运动；他还可以出汗。他的气道可以插管，他可以模拟心、肺和肠鸣声，产生脉搏等。HAL 可以用来培训手指点刺取血或进行静脉注射等。○

来源：MedicalRobotics 研习社



图 14 抗菌纳米机器人



图 15 临床培训机器人

中国自动化学会青年菁英论坛（长三角地区）成功举办

为庆祝中国共产党建党 100 周年及中国自动化学会六十华诞，中国自动化学会面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康，把握大势、抢占先机，设立中国自动化学会青年菁英系列活动（CAA Youth e-Summit，简称 CAA YeS）。

由中国自动化学会主办，浙江大学工业控制研究所、工业控制技术国家重点实验室承办的中国自动化学会青年菁英论坛（长三角地区）于 2022 年 3 月 31 日线上召开，并取得圆满成功。

中国工程院院士孙优贤担任论坛名誉主席，浙江大学柴利

教授、中国自动化学会会士、中国自动化学会副秘书长陈积明教授担任论坛主席，浙江大学特聘副研究员赵成成担任论坛组织主席，浙江大学百人计划研究员孙铭阳担任论坛联系人。本次论坛有幸邀请到由来自不同地区的 10 位优秀青年专家学者做专题报告。

第一位报告人为来自南京理工大学的向嵘嵘教授，报告题目为“Event-triggered Consensus Tracking Control of Stochastic Switched Multi-agent Systems”。向教授介绍了一种结合随机理论和 Lyapunov 泛函方法解决一类高阶随机非线性多智能体系统的事件触发共识跟踪问

题的方法，提出了一种新的协议设计框架以及一种新的自适应共识跟踪协议。

第二位报告人为来自东南大学的虞文武教授，报告题目为“多智能体强化学习”。虞教授先简单回顾了人工智能中网络群体智能的意义和概念，介绍网络科学、分布式架构和强化学习的相关理论。接着介绍分布式强化学习的相关理论和研究现状。然后着重介绍其核心方法及其在无人系统、智能电网、智能交通、大数据等的应用。最后，指出基于分布式强化学习所面临的新挑战，并在此基础上探索一些新的思考。

第三位报告人为来自华东理



图1 南京理工大学向嵘嵘教授报告



图2 东南大学虞文武教授报告



图3 华东理工大学严怀成教授报告



图4 东北大学杨涛教授报告

工大学的严怀成教授，报告题目为“非线性网络化系统事件触发控制”。严教授首先介绍了网络控制系统和事件触发控制的基本概念和最新研究进展。然后分别介绍基于有限信息传输的网络化的马尔科夫跳变系统、多智能体系统和采样系统事件触发控制和滤波的最新研究结果，同时给出其稳定性分析和智能控制器设计方法。最后介绍实例的验证并展示相关实际应用成果。

第四位报告人为来自东北大学的杨涛教授，报告题目为“分布式优化及其在智能电网的应用”。杨教授首先回顾和总结现有

的分布式优化算法；接下来，针对智能电网中分布式能源的最优协同控制问题，杨教授提出两种分布式协同优化算法，并严格理论证明了算法的收敛性，同时在典型的IEEE-39节点系统中进行了验证。

第五位报告人为来自江南大学的栾小丽教授，报告题目为“变分数阶复杂网络的渐近混合投影滞后同步”。栾教授围绕变分数阶复杂网络系统中各节点的同步问题，设计滑模控制器，实现各节点间的渐近混合投影滞后同步。

第六位报告人为来自倍福中

国的黄之震工程师，报告题目为“Cybersecurity 网络安全在工业控制领域应用与实践”。黄之震工程师作为PLC厂商方面首先对于近两年出台的有关的网络安全有关法律法规作了简单介绍，然后介绍了厂商在合规化、认证测试过程中遇到的一些挑战以及实践，最后对于工业控制领域未来对网络安全的法规、合规化进行了展望。

第七位报告人为来自阿里巴巴集团的张梦源工程师，报告题目为“MindOpt 优化求解器——从业务模型到最优决策”。张梦源工程师从业务模型出发介绍



图5 江南大学栾小丽教授报告



图6 倍福中国黄之震工程师报告



图7 阿里巴巴集团张梦源工程师报告



图8 清华大学贾庆山教授报告

MindOpt 求解器在最优决策中的角色作用，及其在电力调度优化等典型场景中的应用。

第八位报告人为来自清华大学的贾庆山教授，报告题目为“面向信息物理融合能源系统的事件驱动的学习与优化方法”。贾教授针对信息物理融合能源系统优化面临的维数灾、多尺度、不确定性等共性挑战，详细介绍了事件驱动的学习与优化方法，围绕典型应用案例分析展示新一代人工智能技术在信息物理融合能源系统运行优化中的重大应用潜力。

第九位报告人为来自上海交

通大学的杨博教授，报告题目为“综合能源系统鲁棒调度与优化运行”。杨教授首先介绍日前调度阶段，如何刻画多种不确定性对决策的影响，提出相应的鲁棒调度方法，协调多能源多尺度互补利用，匹配供需。进而在日内调度阶段，介绍几种源储荷在线调度方法进一步降低净负荷波动，提高稳定性与最优性。最后介绍实施案例及应用效果。

第十位报告人为来自北京理工大学的孙健教授，报告题目为“网络化系统分析与控制”。孙教授对于针对网络化系统的稳定性分析、控制器设计、信息安全等

问题的最新研究做了深入浅出的介绍。

本次中国自动化学会青年菁英论坛邀请各大高校、企业的专家学者结合自身的科研经历对信息物理系控制与安全等方向进行了不同角度的探讨与分析，引发与会人员深刻思考，使得参会人员受益匪浅。此外，论坛邀请参会人员在线下对于感兴趣的问题进一步交流沟通，促进信息物理系统领域理论创新与产业落地的深度融合发展。○

学会秘书处 供稿



图9 上海交通大学杨博教授报告



图10 北京理工大学孙健教授报告

CAA 科普大讲堂活动上线

CAA 科普大讲堂活动是中国自动化学会特面向学生会、广大科技工作者及社会公众推出科普活动，每期活动邀请 1 位或数位学会会士进行专题报告，充分利用全媒体矩阵，开展自动化、信息化，人工智能与机器学习等领域的科技知识普及，增强社会大众对科技创新知识的了解，激发对科学的热情和兴趣，弘扬科学精神，提升科学素养，积极打造学会学术、科普比翼齐飞新格局。

4 月 9 日，第一期“CAA 科普大讲堂”邀请到中国自动化学会会士、副理事长，上海交通大学李少远教授作题为“信息技术与人类社会发展”的报告。李教授结合从古至今人们在生产生活中对自动控制系统装置到理论的实际需求，依托工业革命历史、控制理论与技术发展、工程应用三条主线，深入浅出讲解了自动化理论与技术的发展过程，从物理自动化、信息自动化到知识自



图 1 中国自动化学会会士、副理事长，上海交通大学李少远教授报告

动化；控制理论从经典控制理论发展到现代控制理论，控制结构从集中控制到分散控制的发展过程；工程应用也从以绿色生产、碳中和为目标的工业领域（工业生产、军事、航空航天、医疗、交通）扩展到数字经济、电商等新型智能产业领域。重点讨论了随着物联网、大数据、云计算等新一代信息技术的发展，自动化理论与技术作为人工智能的核心技术，不断与其他技术相互融合发展，推动新产业革命呈现出自主能力、协调、重组及扩充、自主学习与维护、人机共存等特征，推动产业进步，助力生产力提升，旨在指出自动化理论与技术将成为推动下一代工业发展的战略指导力量。

本次活动由 CAA 普及工作委员会秘书长，中国科学院自动化研究所高级工程师宫晓燕博士主持。通过腾讯会议、CAA 会议小程序、CAA 官方视频号、bilibili 官方账号、学会微博官方账号及科技工作者之家全程直播，近万人次在线观看了直播。

4 月 10 日，第二期活动邀请到福建工程学院交通运输学院院长、博导陈德旺教授作题为“传奇的人工智能大师——模糊理论之父



图 2 福建工程学院交通运输学院院长、博导陈德旺教授报告

Lotfi Zadeh 院士”的报告。陈教授在报告中指出，面对社会应用对人工智能理论及技术可解释性、鲁棒性的实际需求，天生可解释性强的模糊理论是得力工具。陈教授结合自己在伯克利大学的访问期间与 Lotfi Zadeh 大师共同学习经历及我国历史上伟大的思想家和教育家孔子举一反三教育智慧，从科学与人文的角度，以 Lotfi Zadeh 院士的传奇人生为主线，通俗易懂地为大家讲解了模糊理论的产生、发展及现实应用意义。重点讨论了基于模糊理论发展可解释人工智能理论与技术的优点与局限，并指出将模糊理论与深度学习、宽度学习、人机混合智能及数据结构参数优化等四个方向相结合发展可解释性人工智能技术的重要机遇，鼓励大家继承 Lotfi Zadeh 院士遗志，加强模糊理论研究应用，开创可解释人工智能新局面。近 1.4 万人次在线观看直播。

学会秘书处 供稿

2022CAA “我和优博有个约会”系列活动成功举办

“我和优博有个约会”系列活动是中国自动化学会为自动化领域优秀青年学者特别打造的学术交流和成果展示平台，旨在开拓青年学者学术视野，激发学术热情，培养科学思维，加强自动化领域青年科技人才的交流合作，为青年科技人才的蓬勃发展奠定基础，有效促进自动化、信息与智能科学领域的交叉研究，进一步促进中国自动化事业发展。

3月26日，中国自动化学会第二期“我和优博有个约会”邀请到2021中国自动化学会优秀博士学位论文奖获得者，现任浙江大学特聘研究员的董山玲进行科研经验交流与分享。董山玲研究员首先介绍了自己博士期间的基于隐 Markov 模型的模糊控制与滤波研究工作：针对网络环境下普遍存在的系统结构或参数发生突然变化、外部噪声干扰、网络资源受限、数据丢失等现象及精确的数学模型难以建立的情况，使用 T-S 模糊方法对一般

非线性系统进行模型建模，开展基于隐 Markov 模型的模糊控制与滤波的研究，有助于提高系统的控制精确性、稳定性和鲁棒性等性能，具有重要的理论意义和应用前景。随后，结合个人科研经历，从科研入门、论文撰写、意见回复等方面进行了交流与分享。活动通过钉钉直播、CAA 会议小程序、CAA 官方视频号、bilibili 官方账号、学会微博官方账号及科技工作者之家全程直播，观看量近万人次。

4月1日，第三期“我和优博有个约会”邀请到2021中国自动化学会优秀博士学位论文奖获得者，现任东南大学副研究员的刘剑带来题为“浅谈科研生活中的四心”的报告。刘剑副研究员在报告中首先简要介绍了本人在博士期间和博士后期间的研究工作，从自主无人系统协同控制相关的理论研究，到无人车、水下 / 水面机器人平台的搭建，再到理论算法在实际平台上的应用验证。随

后刘剑副研究员又结合自身学习工作期间的一些经历和感受，浅谈科研生活中的四心：即好奇心、是非（严谨）心、自信心、进取心。共计 11000 人次观看直播。

4月13日，第四期活动邀请到2020中国自动化学会优秀博士学位论文奖获得者，现任中南大学谢世文副教授题为“科学研究与工程项目的融合我的博士科研感悟”的报告。谢世文副教授以锌湿法冶炼沉铁过程为对象，根据自己博士期间的科研工作，讲述了科学研究与工程项目如何进行融合。在分享过程中，谢世文副教授以解决实际工程项目的问题为导向，分别从复杂工业过程机理建模、软测量、优化和控制等方面，结合实际过程的特性和共性问题，提炼科学问题，并进行了理论与技术研究和应用验证，探讨了缩小工程项目与科研理论鸿沟的方法。近 1.3 万人次在线观看本期直播。○

学会秘书处 供稿



图1 浙江大学董山玲特聘研究员报告



图2 东南大学刘剑副研究员报告



图3 中南大学谢世文副教授报告

第 20 期中国自动化学会青年科学家论坛圆满召开

2022年4月9日，第20期CAA青年科学家论坛在线上圆满召开。本次论坛由中国自动化学会和中国图象图形学学会联合主办，中国自动化学会青年工作委员会、湖南省自动化学会、湖南大学机器人视觉感知与控制技术国家工程研究中心、湖南大学电气与信息工程学院和机器人学院承办。中国工程院院士、湖南大学机器人视觉感知与控制技术国家工程研究中心主任王耀南教授和中国自动化学会青年工作委员会主任、北京科技大学贺威教授担任本次论坛主席，湖南大学缪志强副教授担任论坛组织主席。本次论坛共邀请了来自全国不同地区的13位优秀专家学者分享最新研究成果，线上会议/直播平台总参会人数达到近万人次。

论坛主席王耀南院士和贺威教授分别致开幕词，对本次论坛进行了隆重介绍，并对各位与会的专家学者、老师和同学表示热烈欢迎。同时希望本次论坛能够促进机器人与自动化等领域的学术交流与合作。随后，北京大学查红彬教授、安徽大学孙长银副校长、西北工业大学大学黄攀峰

教授、中国科学技术大学李智军教授、中国科学院深圳先进技术研究院欧勇盛研究员、电子科技大学程洪教授、东北大学杨涛教授、华东理工大学唐漾教授、同济大学张皓教授、哈尔滨工业大学（深圳）徐文福教授、清华大学鲁继文副教授、大连理工大学王东教授、重庆大学苏晓杰教授13位知名学者依次作了精彩的学术报告。

第一位报告人来自北京大学的查红彬教授，报告题目为“动态视觉与SLAM：在线学习的途径”。查教授的报告围绕基于在线学习的SLAM问题，介绍其团队近来的一些想法和尝试，主要内容包括：面向自监督视觉里程计的序列对抗学习方法；具有在线自适应能力的自监督SLAM学习。

第二位报告人来自安徽大学的孙长银副校长，报告题目为“基于高效探索的多智能体迁移强化学习”。报告中，孙教授介绍了团队关于强化学习和迁移学习的最新研究成果，并指出高效的探索是多智能体强化学习策略优化和性能提升的前提，直接影响系统从环境中获取关于目标任务的

数据质量，从而决定了各智能体深度神经网络的拟合效果。

第三位报告人来自西北工业大学的黄攀峰教授，报告题目为“天地协同遥操作技术进展及展望”。报告中，黄教授首先简单介绍了太空中空间攻防、轨道垃圾清除、在轨维修等研究现状。接着，黄教授介绍了天地协同遥操作的科学问题、关键技术、研究进展以及人机混合智能等技术在天地遥操作方面的应用前景。

第四位报告人来自中国科学技术大学的李智军教授，报告题目为“面向感觉与运动功能重建与增强的穿戴机器人与生机电系统”。报告中，李教授首先介绍了可穿戴机器人的研究现状。接着介绍针对可穿戴机器人的控制理论与方法所取得的重要突破和所得到的重要科学发现：操作主体多源生理信号的感知与融合、人机技能传递机理与变刚度控制以及人在环中的人机强耦合控制优化。

第五位报告人来自中国科学院深圳先进技术研究院的欧勇盛研究员，报告题目为“面向人在回路的智能装配方法研究”。报告

中，欧研究员及其团队聚焦机器人装配操作，对“人在回路”情形下的机器人理论和实践问题开展了深入探索，开发机器人多模感知、知识推理、精准柔顺控制等方法，搭建了针对复杂装配操作的智能机器人验证系统。

第六位报告人来自电子科技大学的程洪教授，报告题目为“人机智能系统及应用”。报告中，程教授首先介绍了国内外人机智能的研究和发展现状。接着介绍了一种典型的人机增强学习的交互式学习控制算法，通过增强学习算法对控制器参数以及人机交互模型进行在线学习和更新。提出的交互式学习控制算法在下肢助力外骨骼机器人进行了验证，解决了不同穿戴者以及不同运动状态下的模型参数不匹配的问题。最后，报告介绍了电子科技大学机器人研究中心完全自主开发的紧耦合物理人机系统—可穿戴助力外骨骼机器人 AIDER 系统的关键技术研究及其应用。

第七位报告人来自东北大学的杨涛教授，报告题目为“分布式优化及其在智能电网的应用”。杨教授首先回顾和总结现有的分布式优化算法；接下来，针对智能电网中分布式能源的最优协同控制问题，杨教授提出两种分布式协同优化算法，并严格理论证明了算法的收敛性，同时在典型的 IEEE-39 节点系统中进行了

验证。

第八位报告人来自华东理工大学的唐漾教授，报告题目为“智能无人系统感知与决策”。唐教授首先回顾团队在自主智能系统中的感知和决策方面的最新进展。接下来，报告介绍了在动态环境中通过深度学习进行的无监督深度估计的结果，并展示其研究结果适应不同的极端条件。最后，唐教授介绍了关于复杂环境感知的研究进展，以及在无人机飞行和避碰决策中的研究成果。

第九位报告人来自同济大学的张皓教授，报告题目为“数据驱动的多智能体博弈优化与决策”。张教授首先回顾和总结现有的多智能体优化决策算法；接下来，以博弈论为研究背景，介绍如何通过博弈论的基本框架来实现基于数据的多智能体决策。

第十位报告人来自哈尔滨工业大学的徐文福教授，报告题目为“绳驱柔性机械臂关键技术及其应用”。徐教授围绕绳驱柔性机械臂的驱动原理、创新设计、规划与控制等核心问题，重点介绍了绳驱柔性臂机械设计、多重空间运动学、臂型—末端同步轨迹规划方法、整臂力感知及力柔顺控制方法等关键技术，进而介绍了课题组在航天型号、国家专项及重大技术转化方面的研究工作和应用案例，并对未来的研究方向进行展望。

第十一位报告人来自清华大学的鲁继文副教授，报告题目为“无监督视觉表示学习”。鲁教授介绍了清华大学智能视觉实验室在无监督视觉表示学习方面所开展的一些工作，主要包括基于量化的无监督表示学习和基于对比的无监督表示学习两类方法与技术，以及它们在人脸与物体识别、图像与视频检索、目标检测与分割、场景分析与理解等视觉任务中的应用。

第十二位报告人来自大连理工大学的王东教授，报告题目为“果蔬采摘机械手与多机器人调度算法设计”。王教授首先介绍人口老龄化背景下，社会对农业机械人的迫切需求。接着简单介绍甜椒和番茄两种果蔬的抓手的设计，包括果蔬识别、机械臂运动规划和抓手执行，再给出搬运机器人的调度算法设计，以及采收后的果蔬从田间运到指定地点的设计效果。

第十三位报告人来自重庆大学的苏晓杰教授，报告题目为“模块化可重构机器人技术及分布式集群控制”。苏教授首先介绍了可重构机器人技术及分布式集群控制发展现状。接下来，重点分析了模块化可重构机器人鲁棒性、适应性和形成规模等关键要素，聚焦构型架构设计、内在/外部状态感知、分布式集群控制以及组织单元协同探测等相关前沿方法。



第 20 期 CAA 青年科学家论坛线上圆满召开

本次中国自动化学会青年科学家论坛邀请各大高校专家学者

结合自身的科研经历对机器人与自动化领域进行了不同角度的交

流与探讨，涵盖了自主感知与学习、智能决策与控制、分布式协同与优化等领域前沿理论，以及在工业、航空航天、医疗、农业等领域的应用，体现了理论创新和实际应用的紧密结合。本次论坛为从事机器人与自动化研究的青年才俊提供了前沿交流平台，促进了相关领域的学术交流与合作，进一步提升中国自动化学会在高校学者特别是青年科学家中的影响力。○

学会秘书处 供稿

第一届中国智能健康与生物信息大会圆满举办

2022年3月26—27日，第一届中国智能健康与生物信息大会成功举办，全国各地的专家、学者相聚云端，共话信息智能与健康、生物医学交叉融合的学术前沿与产业发展。中科院软件所研究员、中国科学院院士林惠民，中国自动化学会会士、西安交通大学教授、中国科学院院士徐宗本应邀作大会报告，两百余位注册人员在线参加了8场大会与特

邀报告、6大专题论坛以及数基生命圆桌论坛。本次大会由中国自动化学会主办，CAA智能健康与生物信息专业委员会、福州数据技术研究院承办，专委会主任委员、清华大学教授、国际计算生物学会会士张学工担任大会主席。

开幕式上，大会主席张学工与福建医科大学副校长叶为民先后致辞。随后，林惠民院士作题为“计算与智能”的大会报告，报告

首先从历史的视角深入浅出的介绍了“计算”这一重要科学概念，随后从通用计算机讲到“软件”，并指出在现有通用计算机的框架下自动编程的软件难以实现，接下来重点分享了他对“智能”的看法，特别是计算、计算机与智能的关系，以及智能对“社会”带来的影响，最后他强调应该教会学生“什么是计算”而不是只教“怎么做计算”。



3月27日上午，徐宗本院士专门为本次大会准备了“互联网医院：医疗康养服务的新模式与AI技术”大会报告，报告首先从互联网医院讲起，他指出智慧医疗是国家战略，普惠医疗与精准医疗是这一战略最重要的两个目标，随后他详细介绍了互联网医院的基本概念与特点，提出互联网医院是以“智慧互联+协同诊疗”为核心的医疗体系，在“健康中国”大背景下，互联网医院将为“居家养老”这一更符合中国国情的健康服务模式提供全新的解决方案，最后他分享了近6年来自己团队在CT检查这个具体方向的研究与产业化成果。

中国科学院计算技术研究所研究员刘志勇作“生物大分子三维重构及其计算挑战”报告，福建医科大学副校长叶为民作“大型队列研究在精准医学中的作用”

报告，哈尔滨医科大学教授李霞作“单细胞组学大数据与精准医学”报告，福建省肿瘤医院党委书记刘景丰作“肝病大数据平台创新体系建设”报告，同济大学教授黄德双作“基于深度神经网络的生物结合序列分析前沿进展”报告，太原理工大学教授李海芳作“精神分裂症EEG脑网络可控性和同步牵制策略研究”主题报告。

原卫生部统计信息中心副主任、中国医院杂志社社长王才有，福建省妇幼保健院、儿童医院党委书记曹华，医渡科技集团联合创始人、开心生活科技CEO徐济铭，上海国际创投股权投资基金管理有限公司总经理张曙东以及张学工作为特邀嘉宾，共同参加“数基生命技术与医疗数字化转型”圆桌论坛，清华大学自动化系副研究员、清华-福州数据

技术研究院院长助理闫海荣担任主持人。几位嘉宾分别从国家宏观层面、数基生命核心技术角度、医院管理和临床服务角度、企业研发及产业投资与发展视角，展开全方位、多角度的对话，来自医院、学术界、产业界的不同观点相互碰撞，金句频出，让参会人员受益匪浅。

六大专题论坛邀请了本领域20余位专家学者做特邀报告，并从投稿论文中遴选出10余场高水平口头报告。专题论坛主题分别是“时空生物信息处理”、“机器学习与脑机智能”、“生物医学大数据与人工智能①”、“计算基因组学与计算分子生物学”、“生物医学大数据与人工智能②”、“合成与系统生物信息处理”。

中国智能健康与生物信息大会是中国自动化学会智能健康与生物信息专业委员会发起的旗舰会议，除福州数据技术研究院外，清华大学自动化系、福建医科大学公共卫生学院和医学技术与工程学院也联合参与承办。本届大会围绕智能健康与生物信息科学技术的创新研究和应用、相关领域产业发展和战略研究等议题进行研讨，为我国信息智能与健康、生物医学领域的广大专家学者开启了一个高水平交流平台。○

CAA 智能健康与生物信息专委会 供稿

习近平在博鳌亚洲论坛 2022 年年会开幕式上的主旨演讲

携手迎接挑战，合作开创未来

尊敬的各位国家元首、政府首脑，
尊敬的各位国际组织负责人，
尊敬的各位博鳌亚洲论坛理事，
各位来宾，
女士们，先生们，朋友们：

很高兴同各位新老朋友再次在“云端”相聚，共同出席博鳌亚洲论坛 2022 年年会。首先，我谨代表中国政府和中国人民，并以我个人的名义，对出席年会的嘉宾，表示诚挚的欢迎！对年会的召开，表示热烈的祝贺！

当下，世界之变、时代之变、历史之变正以前所未有的方式展开，给人类提出了必须严肃对待的挑战。人类还未走出世纪疫情阴霾，又面临新的传统安全风险；全球经济复苏仍脆弱乏力，又叠加发展鸿沟加剧的矛盾；气候变化等治理赤字尚未填补，数字治理等新课题又摆在我们面前。在这样的背景下，论坛年会以“疫情与世界：共促全球发展，构建共同未来”为主题，具有重要意义。

“安危不贰其志，险易不革其心。”人类历史告诉我们，越是困难时刻，越要坚定信心。矛盾并不可怕，正是矛盾推动着人类社会进步。任何艰难曲折都不能阻挡历史前进的车轮。面对重重挑战，我们决不能丧失信心、犹疑退缩，而是要坚定信心、激流勇进。

女士们、先生们、朋友们！

冲出迷雾走向光明，最强大的力量是同心合力，最有效的方法是和衷共济。过去两年多来，国际社会为应对新冠肺炎疫情挑战、推动世界经济复苏发展作出了艰苦努力。困难和挑战进一步告诉我们，人类是休戚与共的命运共同体，各国要顺应和平、发展、合作、共赢的时代潮流，向着构建人类命运共同体的正确方向，携手迎接挑战、合作开创未来。

——我们要共同守护人类生命健康。人民生命安全和身体健康是人类发展进步的前提。人类彻底战胜新冠肺炎疫情还需付出艰苦努力。各国要相互支持，加

强防疫措施协调，完善全球公共卫生治理，形成应对疫情的强大国际合力。要坚持疫苗作为全球公共产品的属性，确保疫苗在发展中国家的可及性和可负担性。中国已经向 120 多个国家和国际组织提供超过 21 亿剂疫苗。无论是对外提供疫苗还是海外生产疫苗，中国都言必信、行必果。中国将继续向非洲、东盟分别援助 6 亿剂、1.5 亿剂疫苗，为弥合“免疫鸿沟”作出积极努力。

——我们要共同促进经济复苏。新冠肺炎疫情对过去 10 年全球减贫成果造成重大冲击，复苏不均衡加剧全球不平等，南北鸿沟持续扩大。我们要坚持建设开放型世界经济，把握经济全球化发展大势，加强宏观政策协调，运用科技增强动能，维护全球产业链供应链稳定，防止一些国家政策调整产生严重负面外溢效应，促进全球平衡、协调、包容发展。要坚持以人民为中心，把促进发展、保障民生置于突出位置，实施政策、采取措施、开展行动都

要把是否有利于民生福祉放在第一位。要关注发展中国家紧迫需求，围绕减贫、粮食安全、发展筹资、工业化等重点领域推进务实合作，着力解决发展不平衡不充分问题。去年，我提出了全球发展倡议，得到联合国等国际组织和近百个国家响应和支持。我们正在同国际社会一道，稳步推进倡议落地落实。

——我们要共同维护世界和平安宁。“治国常富，而乱国常贫。”安全是发展的前提，人类是不可分割的安全共同体。事实再次证明，冷战思维只会破坏全球和平框架，霸权主义和强权政治只会危害世界和平，集团对抗只会加剧21世纪安全挑战。为了促进世界安危与共，中方愿在此提出全球安全倡议：我们要坚持共同、综合、合作、可持续的安全观，共同维护世界和平和安全；坚持尊重各国主权、领土完整，不干涉别国内政，尊重各国人民自主选择的发展道路和社会制度；坚持遵守联合国宪章宗旨和原则，摒弃冷战思维，反对单边主义，不搞集团政治和阵营对抗；坚持重视各国合理安全关切，秉持安全不可分割原则，构建均衡、有效、可持续的安全架构，反对把本国安全建立在他国不安全的基础之上；坚持通过对话协商以和平方式解决国家间的分歧和争端，支持一切有利于和平解决危机的

努力，不能搞双重标准，反对滥用单边制裁和“长臂管辖”；坚持统筹维护传统领域和非传统领域安全，共同应对地区争端和恐怖主义、气候变化、网络安全、生物安全等全球性问题。

——我们要共同应对全球治理挑战。世界各国乘坐在同一条命运与共的大船上，要穿越惊涛骇浪、驶向光明未来，必须同舟共济，企图把谁扔下大海都是不可接受的。国际社会发展到今天已经成为一部复杂精巧、有机一体的机器，拆掉一个零部件就会使整个机器运转面临严重困难，被拆的人会受损，拆的人也会受损。当今世界，任何单边主义、极端利己主义都是根本行不通的，任何脱钩、断供、极限施压的行径都是根本行不通的，任何搞“小圈子”、以意识形态划线挑动对立对抗也都是根本行不通的。我们要践行共商共建共享的全球治理观，弘扬全人类共同价值，倡导不同文明交流互鉴。要坚持真正的多边主义，坚定维护以联合国为核心的国际体系和以国际法为基础的国际秩序。大国尤其要作出表率，带头讲平等、讲合作、讲诚信、讲法治，展现大国的样子。

女士们、先生们、朋友们！

亚洲人民历经热战冷战，饱经沧桑忧患，深知和平弥足珍贵，发展来之不易。过去几十年，亚

洲地区总体保持稳定，经济持续快速增长，成就了“亚洲奇迹”。亚洲好世界才能更好。我们要继续把亚洲发展好、建设好，展现亚洲的韧性、智慧、力量，打造世界的和平稳定锚、增长动力源、合作新高地。

第一，坚定维护亚洲和平。地区和平稳定不是天上掉下来的，也不是哪个国家的施舍，而是地区国家共同努力的成果。今天，亚洲首倡的和平共处五项原则和“万隆精神”更加具有现实意义。我们要秉持相互尊重、平等互利、和平共处等原则，奉行睦邻友好政策，把命运牢牢掌握在自己手中。

第二，积极推动亚洲合作。亚洲国家谚语说，“遇山一起爬，遇沟一起跨”、“甘蔗同穴生，香茅成丛长”。共赢合作是亚洲发展的必由之路。《区域全面经济伙伴关系协定》正式生效，中老铁路建成通车，有效提升了地区硬联通、软联通水平。我们要以此为契机，推动亚洲形成更加开放的大市场，促进亚洲共赢合作迈出新步伐。

第三，共同促进亚洲团结。用对话合作取代零和博弈，用开放包容取代封闭排他，用交流互鉴取代唯我独尊，这是亚洲应有的襟怀和气度。我们要巩固东盟在地区架构中的中心地位，维护兼顾各方诉求、包容各方利益的区域秩序。国家无论大小强弱，

无论域内域外，都应该为亚洲添彩而不添乱，都要共走和平发展大道，共谋合作共赢大计，共创团结进步的亚洲大家庭。

女士们、先生们、朋友们！

两个多月前，中国向世界奉献了简约、安全、精彩的北京冬奥会、冬残奥会，为各国人民带来了温暖和希望。下半年，我们将召开中国共产党第二十次全国代表大会，擘画中国未来发展蓝图。

中国经济韧性强、潜力足、回旋余地广、长期向好的基本面不会改变，将为世界经济企稳复苏提供强大动能，为各国提供更广阔的市场机会。中国将全面贯

彻新发展理念，加快构建新发展格局，着力推动高质量发展。不论世界发生什么样的变化，中国改革开放的信心和意志都不会动摇。中国将扩大高水平对外开放，深入实施外资准入负面清单，扩大鼓励外商投资范围，优化外资促进服务，增设服务业扩大开放综合试点。中国将扎实推进自由贸易试验区、海南自由贸易港建设，对接国际高标准经贸规则，推动制度型开放。中国将全面实施《区域全面经济伙伴关系协定》，推动同更多国家和地区商签高标准自由贸易协定，积极推进加入《全面与进步跨太平洋伙伴关系协定》和《数字经济伙伴关

系协定》。中国将坚持高标准、可持续、惠民生的目标，积极推进高质量共建“一带一路”。中国将始终不渝坚持走和平发展道路，始终做世界和平的建设者、全球发展的贡献者、国际秩序的维护者。

女士们、先生们、朋友们！

中国古人说，日日行，不怕千万里；常常做，不怕千万事。只要我们携手同心、行而不辍，就一定能汇聚起合作共赢的伟力，战胜前进道路上的各种挑战，迎来人类更加光明美好的未来。

谢谢大家。○

来源：新华网

关于加强科技伦理治理的意见

科技伦理是开展科学研究、技术开发等科技活动需要遵循的价值理念和行为规范，是促进科技事业健康发展的重要保障。当前，我国科技创新快速发展，面临的科技伦理挑战日益增多，但科技伦理治理仍存在体制机制不健全、制度不完善、领域发展不

均衡等问题，已难以适应科技创新发展的现实需要。为进一步完善科技伦理体系，提升科技伦理治理能力，有效防控科技伦理风险，不断推动科技向善、造福人类，实现高水平科技自立自强，现就加强科技伦理治理提出如下意见。

一、总体要求

（一）指导思想。以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入贯彻党的十九大和十九届历次全会精神，坚持和加强党中央对科技工作的集中统一领导，加快构建中国特色科技伦理体系，

健全多方参与、协同共治的科技伦理治理体制机制，坚持促进创新与防范风险相统一、制度规范与自我约束相结合，强化底线思维和风险意识，建立完善符合我国国情、与国际接轨的科技伦理制度，塑造科技向善的文化理念和保障机制，努力实现科技创新高质量发展与高水平安全良性互动，促进我国科技事业健康发展，为增进人类福祉、推动构建人类命运共同体提供有力科技支撑。

（二）治理要求

——伦理先行。加强源头治理，注重预防，将科技伦理要求贯穿科学研究、技术开发等科技活动全过程，促进科技活动与科技伦理协调发展、良性互动，实现负责任的创新。

——依法依规。坚持依法依规开展科技伦理治理工作，加快推进科技伦理治理法律制度建设。

——敏捷治理。加强科技伦理风险预警与跟踪研判，及时动态调整治理方式和伦理规范，快速、灵活应对科技创新带来的伦理挑战。

——立足国情。立足我国科技发展的历史阶段及社会文化特点，遵循科技创新规律，建立健全符合我国国情的科技伦理体系。

——开放合作。坚持开放发展理念，加强对外交流，建立多方协同合作机制，凝聚共识，形成合力。积极推进全球科技伦理

治理，贡献中国智慧和方案。

二、明确科技伦理原则

（一）增进人类福祉。科技活动应坚持以人民为中心的发展思想，有利于促进经济发展、社会进步、民生改善和生态环境保护，不断增强人民获得感、幸福感、安全感，促进人类社会和平发展和可持续发展。

（二）尊重生命权利。科技活动应最大限度避免对人的生命安全、身体健康、精神和心理健康造成伤害或潜在威胁，尊重人格尊严和个人隐私，保障科技活动参与者的知情权和选择权。使用实验动物应符合“减少、替代、优化”等要求。

（三）坚持公平公正。科技活动应尊重宗教信仰、文化传统等方面的差异，公平、公正、包容地对待不同社会群体，防止歧视和偏见。

（四）合理控制风险。科技活动应客观评估和审慎对待不确定性和技术应用的风险，力求规避、防范可能引发的风险，防止科技成果误用、滥用，避免危及社会安全、公共安全、生物安全和生态安全。

（五）保持公开透明。科技活动应鼓励利益相关方和社会公众合理参与，建立涉及重大、敏感伦理问题的科技活动披露机制。公布科技活动相关信息时应提高

透明度，做到客观真实。

三、健全科技伦理治理体制

（一）完善政府科技伦理管理体制。国家科技伦理委员会负责指导和统筹协调推进全国科技伦理治理体系建设工作。科技部承担国家科技伦理委员会秘书处日常工作，国家科技伦理委员会各成员单位按照职责分工负责科技伦理规范制定、审查监管、宣传教育等相关工作。各地方、相关行业主管部门按照职责权限和隶属关系具体负责本地方、本系统科技伦理治理工作。

（二）压实创新主体科技伦理管理主体责任。高等学校、科研机构、医疗卫生机构、企业等单位要履行科技伦理管理主体责任，建立常态化工作机制，加强科技伦理日常管理，主动研判、及时化解本单位科技活动中存在的伦理风险；根据实际情况设立本单位的科技伦理（审查）委员会，并为其独立开展工作提供必要条件。从事生命科学、医学、人工智能等科技活动的单位，研究内容涉及科技伦理敏感领域的，应设立科技伦理（审查）委员会。

（三）发挥科技类社会团体的作用。推动设立中国科技伦理学会，健全科技伦理治理社会组织体系，强化学术研究支撑。相关学会、协会、研究会等科技类社会团体要组织动员科技人员主动

参与科技伦理治理，促进行业自律，加强与高等学校、科研机构、医疗卫生机构、企业等的合作，开展科技伦理知识宣传普及，提高社会公众科技伦理意识。

（四）引导科技人员自觉遵守科技伦理要求。科技人员要主动学习科技伦理知识，增强科技伦理意识，自觉践行科技伦理原则，坚守科技伦理底线，发现违背科技伦理要求的行为，要主动报告、坚决抵制。科技项目（课题）负责人要严格按照科技伦理审查批准的范围开展研究，加强对团队成员和项目（课题）研究实施全过程的伦理管理，发布、传播和应用涉及科技伦理敏感问题的研究成果应当遵守有关规定、严谨审慎。

四、加强科技伦理治理制度保障

（一）制定完善科技伦理规范和标准。制定生命科学、医学、人工智能等重点领域的科技伦理规范、指南等，完善科技伦理相关标准，明确科技伦理要求，引导科技机构和科技人员合规开展科技活动。

（二）建立科技伦理审查和监管制度。明晰科技伦理审查和监管职责，完善科技伦理审查、风险处置、违规处理等规则流程。建立健全科技伦理（审查）委员会的设立标准、运行机制、登记

制度、监管制度等，探索科技伦理（审查）委员会认证机制。

（三）提高科技伦理治理法治化水平。推动在科技创新的基础性立法中对科技伦理监管、违规查处等治理工作作出明确规定，在其他相关立法中落实科技伦理要求。“十四五”期间，重点加强生命科学、医学、人工智能等领域的科技伦理立法研究，及时推动将重要的科技伦理规范上升为国家法律法规。对法律已有明确规定的，要坚持严格执法、违法必究。

（四）加强科技伦理理论研究。支持相关机构、智库、社会团体、科技人员等开展科技伦理理论探索，加强对科技创新中伦理问题的前瞻研究，积极推动、参与国际科技伦理重大议题研讨和规则制定。

五、强化科技伦理审查和监管

（一）严格科技伦理审查。开展科技活动应进行科技伦理风险评估或审查。涉及人、实验动物的科技活动，应当按规定由本单位科技伦理（审查）委员会审查批准，不具备设立科技伦理（审查）委员会条件的单位，应委托其他单位科技伦理（审查）委员会开展审查。科技伦理（审查）委员会要坚持科学、独立、公正、透明原则，开展对科技活动的科

技伦理审查、监督与指导，切实把好科技伦理关。探索建立专业性、区域性科技伦理审查中心。逐步建立科技伦理审查结果互认机制。

建立健全突发公共卫生事件等紧急状态下的科技伦理应急审查机制，完善应急审查的程序、规则等，做到快速响应。

（二）加强科技伦理监管。各地方、相关行业主管部门要细化完善本地方、本系统科技伦理监管框架和制度规范，加强对各单位科技伦理（审查）委员会和科技伦理高风险科技活动的监督管理，建立科技伦理高风险科技活动伦理审查结果专家复核机制，组织开展对重大科技伦理案件的调查处理，并利用典型案例加强警示教育。从事科技活动的单位要建立健全科技活动全流程科技伦理监管机制和审查质量控制、监督评价机制，加强对科技伦理高风险科技活动的动态跟踪、风险评估和伦理事件应急处置。国家科技伦理委员会研究制定科技伦理高风险科技活动清单。开展科技伦理高风险科技活动应按规定进行登记。

财政资金设立的科技计划（专项、基金等）应加强科技伦理监管，监管全面覆盖指南编制、审批立项、过程管理、结题验收、监督评估等各个环节。

加强对国际合作研究活动的科技伦理审查和监管。国际合作研究活动应符合合作各方所在国家的科技伦理管理要求，并通过合作各方所在国家的科技伦理审查。对存在科技伦理高风险的国际合作研究活动，由地方和相关行业主管部门组织专家对科技伦理审查结果开展复核。

（三）监测预警科技伦理风险。相关部门要推动高等学校、科研机构、医疗卫生机构、社会团体、企业等完善科技伦理风险监测预警机制，跟踪新兴科技发展前沿动态，对科技创新可能带来的规则冲突、社会风险、伦理挑战加强研判、提出对策。

（四）严肃查处科技伦理违法违规行。高等学校、科研机构、医疗卫生机构、企业等是科技伦理违规行为单位内部调查处理的第一责任主体，应制定完善本单位调查处理相关规定，及时主动调查科技伦理违规行为，对情节严重的依法依规严肃追责问责；对单位及其负责人涉嫌科技伦理违规行为的，由上级主管部门调查处理。各地方、相关行业主管部门按照职责权限和隶属关系，加强对本地方、本系统科技伦理违规行为调查处理的指导和监督。

任何单位、组织和个人开展科技活动不得危害社会安全、公

共安全、生物安全和生态安全，不得侵害人的生命安全、身心健康、人格尊严，不得侵犯科技活动参与者的知情权和选择权，不得资助违背科技伦理要求的科技活动。相关行业主管部门、资助机构或责任人所在单位要区分不同情况，依法依规对科技伦理违规行为责任人给予责令改正，停止相关科技活动，追回资助资金，撤销获得的奖励、荣誉，取消相关从业资格，禁止一定期限内承担或参与财政性资金支持的科技活动等处理。科技伦理违规行为责任人属于公职人员的依法依规给予处分，属于党员的依规依纪给予党纪处分；涉嫌犯罪的依法予以惩处。

六、深入开展科技伦理教育和宣传

（一）重视科技伦理教育。将科技伦理教育作为相关专业学科本专科生、研究生教育的重要内容，鼓励高等学校开设科技伦理教育相关课程，教育青年学生树立正确的科技伦理意识，遵守科技伦理要求。完善科技伦理人才培养机制，加快培养高素质、专业化的科技伦理人才队伍。

（二）推动科技伦理培训机制化。将科技伦理培训纳入科技人员入职培训、承担科研任务、学术交流研讨等活动，引导科技人

员自觉遵守科技伦理要求，开展负责任的研究与创新。行业主管部门、各地方和相关单位应定期对科技伦理（审查）委员会成员开展培训，增强其履职能力，提升科技伦理审查质量和效率。

（三）抓好科技伦理宣传。开展面向社会公众的科技伦理宣传，推动公众提升科技伦理意识，理性对待科技伦理问题。鼓励科技人员就科技创新中的伦理问题与公众交流。对存在公众认知差异、可能带来科技伦理挑战的科技活动，相关单位及科技人员等应加强科学普及，引导公众科学对待。新闻媒体应自觉提高科技伦理素养，科学、客观、准确地报道科技伦理问题，同时要避免把科技伦理问题泛化。鼓励各类学会、协会、研究会等搭建科技伦理宣传交流平台，传播科技伦理知识。

各地区各有关部门要高度重视科技伦理治理，细化落实党中央、国务院关于健全科技伦理体系，加强科技伦理治理的各项部署，完善组织领导机制，明确分工，加强协作，扎实推进实施，有效防范科技伦理风险。相关行业主管部门和各地方要定期向国家科技伦理委员会报告履行科技伦理监管职责工作情况并接受监督。○

来源：人民日报

关于推动党史学习教育常态化长效化的意见

在全党开展党史学习教育，是以习近平同志为核心的党中央立足百年党史新起点、着眼开创事业发展新局面作出的一项重大战略决策。这次学习教育认真贯彻学史明理、学史增信、学史崇德、学史力行的要求，取得重要政治成果、理论成果、实践成果、制度成果，广大党员、干部受到一次全面深刻的政治教育、思想淬炼、精神洗礼，全党历史自觉、历史自信大大增强，党的创造力、凝聚力、战斗力大大提升，达到了学党史、悟思想、办实事、开新局的目的。为进一步推动全党深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想 and 党的十九届六中全会精神，巩固拓展党史学习教育成果，更好用党的百年奋斗重大成就和历史经验增长智慧、增进团结、增加信心、增强斗志，更加坚定地牢记初心使命、开创发展新局，在新的赶考之路上考出好成绩，现就推动党史学习教育常态化长效化，提出如下意见。

一、着眼坚定历史自信，坚持不懈把党史作为必修课、常修课

深入学习习近平总书记关

于党的历史的重要论述，从中深刻领悟党百年奋斗的历史价值和学习教育的根本目的、基本要求、科学态度，进一步增强学党史用党史的思想自觉和行动自觉。以学习贯彻党的十九届六中全会精神为重点，持之以恒推进党史总结、学习、教育、宣传，进一步做到学史明理、学史增信、学史崇德、学史力行。原原本本学习党的第三个历史决议，学懂弄通党百年奋斗的光辉历程，学懂弄通党坚守初心使命的执着奋斗，学懂弄通党百年奋斗的历史意义和历史经验，学懂弄通以史为鉴、开创未来的重要要求，特别是深入领会党的十八大以来党和国家事业取得的历史性成就、发生的历史性变革，深入领会新时代原创性思想、变革性实践、突破性进展、标志性成果，不断深化对历史进程的认识、历史规律的把握、历史智慧的运用。坚持把党的历史经验作为正确判断形势、科学预见未来、把握历史主动的重要思想武器，作为想问题、作决策、办事情的重要遵循，作为判断重大政治是非的重要依据，作为加强

党性修养的重要指引。强化历史认知，推动正确党史观更深入、更广泛地树立起来，让正史成为全党全社会的共识，教育广大党员、干部和全体人民特别是广大青年从党的百年奋斗中看清楚过去我们为什么能够成功、弄明白未来我们怎样才能继续成功，更好把握党的历史发展的主题主线、主流本质，坚定历史自信、筑牢历史记忆，满怀信心地向前进。发挥党委（党组）理论学习中心组龙头作用，把党史学习作为常态化内容纳入其中，经常性地开展专题学习、专题研讨，推动领导班子、领导干部带头学党史、经常学党史。发挥干部教育培训机制作用，特别是结合年轻干部的成长经历和思想实际，进一步充实党史教育课程，丰富党史教育形式，提高党史教学质量。用好学校思政课这个渠道，推动党史更好地进教材、进课堂、进头脑，发挥好党史立德树人的重要作用。继续抓好党史、新中国史、改革开放史、社会主义发展史宣传教育，融入群众性文化活动和精神文明创建，用好新时代文明实践

中心、县级融媒体中心等平台，开展切合基层实际的学习教育活动，引导全社会更好知史爱党、知史爱国。把党史宣传融入重大主题宣传，持续推出导向正确、质量过硬、形式鲜活的党史题材作品，创新创作吸引力感染力强的融媒体产品。深化党史研究，加强党史学科建设，发挥专业研究机构、研究力量作用，不断推出高质量研究成果，为推动党史学习教育常态化长效化提供有力学理支撑。

二、着眼增强理论自觉，坚持不懈用习近平新时代中国特色社会主义思想武装头脑

深入贯彻学党史悟思想的基本要求，从马克思主义中国化的百年历程中深刻感悟思想伟力，充分认识中国共产党为什么能、中国特色社会主义为什么好，归根到底是因为马克思主义行；马克思主义之所以行，就在于党不断推进马克思主义中国化时代化并用以指导实践。坚持把学习习近平新时代中国特色社会主义思想作为重中之重，引导广大党员、干部更加深刻认识这一重要思想坚持把马克思主义基本原理同中国具体实际相结合、同中华优秀传统文化相结合，是当代中国马克思主义、二十一世纪马克思主义，是中华文化和中国精神的时代精华，实现了马克思主义

中国化新的飞跃；深刻认识这一重要思想科学回答了中国之问、世界之问、人民之问、时代之问；深刻感悟这一重要思想对实现中华民族伟大复兴的统领作用，对走好中国式现代化道路的引领作用，对建设长期执政的马克思主义政党的指引作用。坚持读原著学原文、悟原理知原义，坚持在学懂弄通做实上下功夫，坚持联系思想实际、工作实际，深入学习习近平总书记重要著作，跟进学习习近平总书记最新重要讲话精神，既注重从总体上系统把握，又分专题分领域深入领会，做到至信而深厚、融通而致用、执着而笃行。坚持解放思想、实事求是、守正创新，深入研究阐释关系党和国家事业发展全局的战略问题，不断回答深层次思想认识问题、重大现实问题、社会热点难点问题，形成更多有分量的研究成果，以扎实的理论研究支撑理论武装。加强对象化、分众化理论宣传，用好新媒体新平台，推出更多通俗易懂的理论读物，讲好新时代党的创新理论的学理哲理、道理情理。推动领导干部带头学、广大党员跟进学、全社会广泛学，不断提高全党马克思主义理论素养，提高广大干部群众思想觉悟，更好用党的创新理论把全党武装起来、把人民凝聚起来，把党中央决策部署的各项任务落实下去。

三、着眼提高政治能力，坚持不懈领悟“两个确立”决定性意义、坚定做到“两个维护”的高度自觉

把常态化长效化学习党史的过程作为增强政治意识、强化党性锻炼，不断提高政治判断力、政治领悟力、政治执行力的过程，引导广大党员、干部深刻认识旗帜鲜明讲政治是我们党作为马克思主义政党的根本要求，保证党的团结统一是党的生命；深刻认识党的十八大以来党和国家事业取得历史性成就、发生历史性变革，根本在于有习近平总书记作为党中央的核心、全党的核心掌舵领航，在于有习近平新时代中国特色社会主义思想科学指引。推动各级党组织不断提高党内政治生活质量，通过民主生活会、组织生活会、“三会一课”、主题党日、重温入党誓词、过“政治生日”等，引导广大党员、干部强化党的意识、党员意识，深刻认识坚持党的全面领导特别是党中央集中统一领导是我们的根本政治优势，进一步领悟“两个确立”的决定性意义，始终在政治立场、政治方向、政治原则、政治道路上同以习近平同志为核心的党中央保持高度一致。强化对党忠诚教育，把对党忠诚、做到“两个维护”体现在坚决贯彻党中央决策部署的行动上，体现在履

职尽责、做好本职工作的实效上，体现在党员、干部的日常言行上，自觉同党的理论和路线方针政策对标对表、及时校准偏差，党中央作出的战略决策必须坚决执行，确保不偏向、不变通、不走样。强化政治能力训练和政治实践历练，善于从政治上研判形势、分析问题，牢记“国之大者”，一切在大局下思考、一切在大局下行动，以干工作、办实事的实际行动提高贯彻党中央决策部署的本领和水平。

四、着眼强化宗旨意识，坚持不懈为群众办实事做好事

深入践行以人民为中心的发展思想，巩固“我为群众办实事”实践活动成果，走好新时代党的群众路线。发挥基层党组织战斗堡垒作用和党员先锋模范作用，用心用情用力解决群众的操心事、揪心事、烦心事，增强人民获得感、幸福感、安全感。在落实民生项目清单、做实政策措施的基础上，推动工作流程规范化、创新做法制度化、成熟经验机制化，完善解决民生问题的体制机制。省、市、县党政领导班子要立足实际，围绕巩固拓展脱贫攻坚成果、全面推进乡村振兴，围绕加强城乡公共服务、解决人民群众急难愁盼问题，围绕解决困难群体实际问题，制定年度民生实事计划并跟进抓好落实。县处级以

上党政领导班子成员要建立基层联系点，定期深入基层了解社情民意、解决实际困难。各级党组织要积极组织开展志愿服务，鼓励和引导党员、干部到工作地或居住地，满腔热忱地为群众办实事、解难事，在为民造福中让群众看到党员、干部作风的新改进、面貌的新变化。坚决反对形式主义、官僚主义，不开空头支票，不增加基层负担，防止“作秀”、“造盆景”，多做为民利民惠民的实绩。

五、着眼激发昂扬斗志，坚持不懈弘扬伟大建党精神

坚持把弘扬伟大建党精神作为推进党史学习教育常态化长效化的重要任务，作为培育党内政治文化的重要内容，作为践行社会主义核心价值观的重要抓手，融入党员、干部学习教育的日常，体现在干事创业的平常，做到见人见事见精神。加强革命传统教育，用好中国共产党历史展览馆这个精神殿堂，用好革命遗址遗迹、纪念馆、博物馆等红色资源，发挥革命英烈、时代楷模示范引领作用，以重大节日和纪念日为契机开展主题活动，引导广大党员、干部深刻领悟中国共产党人精神谱系的丰富内涵和时代意义，传承红色基因，赓续红色血脉。加强党的光荣传统和优良作风教育，完善作风建设长效机制，把

好传统带进新征程，将好作风弘扬在新时代。加强形势政策教育，利用专题培训、集中宣讲、媒体传播等多种形式，及时深入解读国际国内形势，解读党和政府的政策措施，引导广大党员、干部准确认识和把握我国社会主要矛盾和中心任务，把思想统一到党中央科学判断上来，增强继续前行的信心。加强斗争精神教育，注重从党的历史中汲取战胜风险挑战的智慧和力量，在新时代的伟大实践中不断锤炼斗争精神和斗争本领，激励广大党员、干部发扬历史主动精神，敢于直面矛盾问题和困难挑战，积极履职尽责、勇于担当作为，保持踔厉奋发、笃行不怠的坚定意志，为党和人民事业赤诚奉献。

六、着眼永葆初心使命，坚持不懈推进自我革命

把常态化长效化学习党史作为不断砥砺初心使命的重要途径，作为推进党的自我革命的重要要求，引导广大党员、干部深刻认识勇于自我革命是我们党区别于其他政党的显著标志，是我们党对如何跳出历史周期率的时代回答。全面贯彻新时代党的建设总要求，以党的政治建设为统领，全面推进党的政治建设、思想建设、组织建设、作风建设、纪律建设，把制度建设贯穿其中，深入推进反腐败斗争，不断增强党

自我净化、自我完善、自我革新、自我提高能力。用好党推进自我革命的宝贵经验，认真践行永葆马克思主义政党本色的实践要求，在为谁执政、为谁用权、为谁谋利这个根本问题上头脑要特别清醒、立场要特别坚定。经常性开展政治体检，自觉打扫思想政治灰尘，积极开展批评和自我批评，不断增强政治免疫力。各级领导班子和领导干部要经常对照党章党规，对照党中央决策部署，对照人民群众新期待，对照先进典型、身边榜样，查找自身在政治、思想、组织、作风、能力、廉洁等方面存在的差距和不足，深刻检视剖析，认真抓好整改落实。

督促党员领导干部严守党的政治纪律和政治规矩，严格执行廉洁自律准则、党内政治生活若干准则，严格落实中央八项规定及其实施细则精神，认真贯彻新时代党的组织路线，知敬畏、存戒惧、守底线，崇尚对党忠诚的大德、造福人民的公德、严于律己的品德，驰而不息抓作风改作风。

推动党史学习教育常态化长效化是建设马克思主义学习型政党的一项长期重要任务。各级党委（党组）要提高政治站位，落实主体责任，加强组织领导，完善制度机制，进一步巩固拓展党史学习教育成果。领导干部要学在前、作表率，带着对党的深厚

感情学党史，带着对事业的强烈责任感用党史，形成一级带一级、全党一起学的良好局面。积极探索适合不同行业、不同领域、不同群体深入学党史的方法途径，既要精准有效覆盖，又要生动鲜活开展，使学党史、知党史、用党史在全社会蔚然成风。要把推动党史学习教育常态化长效化同做好中心工作结合起来，把党史学习教育成效转化为干事创业的动力、举措和成效，满怀信心奋进新征程、建功新时代，以实际行动迎接党的二十大胜利召开，不断开创党和国家事业发展新局面。○

来源：人民日报

征
集
通
知

为深入贯彻落实国务院《新一代人工智能发展规划》、《全民科学素质行动规划纲要（2021—2035年）》及《中国科协关于新时代加强学会科普工作的意见》，传播自动化、信息及智能科学领域新知，搭建多主体参与、多样化传播的共建共享平台，打造以“科普专家+科普教育基地+科普作品+科普活动”四位一体的“科普之翼”，中国自动化学会现面向社会广泛征集自动化、信息及智能科学领域科普成果。

征集内容：科普图书、科普文章、科普视频。

征集时间：2022年6月30日截止

完整通知详见中国自动化学会官网：

<http://www.caa.org.cn/article/192/2677.html>。

深刻认识和把握党百年奋斗的初心使命

党的初心使命是党的性质宗旨、理想信念、奋斗目标的集中体现。党的十九届六中全会审议通过的《中共中央关于党的百年奋斗重大成就和历史经验的决议》指出，“中国共产党自一九二一年成立以来，始终把为中国人民谋幸福、为中华民族谋复兴作为自己的初心使命”。一百年来，党始终践行初心使命，团结带领全国各族人民绘就了人类发展史上的壮美画卷。在新的赶考之路上，党坚持初心如磐、使命在肩，牢记“党的宗旨”，胸怀“国之大者”，不为任何风险所惧、不为任何干扰所惑，必将赢得更加伟大的胜利和荣光。

从中国共产党是什么、要干什么这个根本问题深刻认识和把握党的初心使命

党的十八大以来，习近平总书记反复告诫全党，共产党人必须不忘初心、牢记使命、永远奋斗，不要忘了中国共产党是什么、要干什么这个根本问题。“是什么、要干什么”这个根本问题，体现着中国共产党的初心使命，蕴含着我们党的性质宗旨，彰显着我们党的高度清醒和历史自觉。

1840年鸦片战争以后，西方列强侵略中国，中华民族遭受了前所未有的劫难，国家蒙辱、人民蒙难、文明蒙尘。从那时起，实现中华民族伟大复兴，就成为中国人民和中华民族最伟大的梦想。中国共产党一经诞生，就把为中国人民谋幸福、为中华民族谋复兴作为自己的初心使命。党的一大确定党的名称为“中国共产党”，通过的第一个纲领明确规定：“承认无产阶级专政，直到阶级斗争结束，即直到消灭社会的阶级区分”，“党的根本政治目的是实行社会革命”等，从一开始就坚持以马克思主义为行动指南，旗帜鲜明地把社会主义和共产主义规定为自己的奋斗目标。苦难深重的中国人民开始掌握自己的命运，谋求民族独立、人民解放和国家富强、人民幸福的斗争就有了主心骨、领路人。在建党过程中，我们党形成了坚持真理、坚守理想，践行初心、担当使命，不怕牺牲、英勇斗争，对党忠诚、不负人民的伟大建党精神，不仅成为中国共产党人精神谱系的源头，也彰显着党的初心使命。

历史证明，中国共产党之所以能够在近代以后各种政治力量

反复较量中脱颖而出、赢得人民信任、取得重大成就，根本原因就在于党在坚持初心使命上矢志不渝、坚定如磐。

从立党立国、兴党强国的根本指导思想深刻认识和把握党的初心使命

马克思主义科学揭示了人类社会的发展规律，指明了人类寻求自身解放的道路，推进了人类文明进程，是我们立党立国、兴党强国的根本指导思想，是党的灵魂和旗帜。马克思主义为人类求解放的奋斗目标、为绝大多数人谋利益的价值信仰，是中国共产党人初心使命的理论基础。

我们党从诞生之日起就把马克思主义写在自己的光辉旗帜上。党之所以能够摆脱以往一切政治力量追求自身特殊利益的局限，一次次走出低谷，夺取一个个辉煌胜利，根本原因就在于始终把马克思主义这一科学理论作为自己的行动指南，并坚持在实践中不断丰富和发展马克思主义，不断坚持真理、修正错误。无论是处于顺境还是逆境，党从未动摇对马克思主义的信仰，从未动摇自己的初心使命。

不断推进马克思主义中国化时代化，为在不同历史条件下坚守和践行党的初心使命奠定了坚实的理论基础、激发了强大的理论生机与实践活力。在推进马克思主义中国化时代化进程中，中国共产党始终坚持解放思想和实事求是相统一、培元固本和守正创新相统一，创立了毛泽东思想、邓小平理论，形成了“三个代表”重要思想、科学发展观。党的十八大以来，以习近平同志为主要代表的中国共产党人，坚持把马克思主义基本原理同中国具体实际相结合、同中华优秀传统文化相结合，坚持毛泽东思想、邓小平理论、“三个代表”重要思想、科学发展观，深刻总结并充分运用党成立以来的历史经验，从新的实际出发，创立了习近平新时代中国特色社会主义思想。这一思想，以全新视野深化了对共产党执政规律、社会主义建设规律、人类社会发 展规律的认识，是当代中国马克思主义、二十一世纪马克思主义，是中华文化和中国精神的时代精华，实现了马克思主义中国化新的飞跃，是党员干部砥砺理想信念和初心使命的最好教材。

从走自己的路深刻认识和把握党的初心使命

方向决定道路，道路决定命运。一百年来，中国共产党团结带领中国人民进行的一切奋斗、一切

牺牲、一切创造，归结起来就是一个主题：实现中华民族伟大复兴。面对如何实现党的奋斗目标、如何履行党的初心使命的历史任务与时代课题，中国共产党坚持走自己的路，从我国国情出发，探索并形成符合中国实际的正确道路，创造了举世瞩目的伟大成就。

走自己的路，是党的全部理论和实践立足点，更是党百年奋斗得出的历史结论。一百年来，中国共产党团结带领中国人民，浴血奋战、百折不挠，创造了新民主主义革命的伟大成就，为实现中华民族伟大复兴创造了根本社会条件；自力更生、发愤图强，创造了社会主义革命和建设的伟大成就，为实现中华民族伟大复兴奠定了根本政治前提和制度基础；解放思想、锐意进取，创造了改革开放和社会主义现代化建设的伟大成就，为实现中华民族伟大复兴提供了充满新的活力的体制保证和快速发展的物质条件；自信自强、守正创新，创造了新时代中国特色社会主义的伟大成就，为实现中华民族伟大复兴提供了更为完善的制度保证、更为坚实的物质基础、更为主动的精神力量。中华民族迎来了从站起来、富起来到强起来的伟大飞跃，实现中华民族伟大复兴进入了不可逆转的历史进程。

百年奋斗，沧桑巨变。中国从四分五裂、一盘散沙到高度统一、民族团结，从积贫积弱、一穷

二白到全面小康、繁荣富强，从被动挨打、饱受欺凌到独立自主、坚定自信，仅用几十年时间就走完发达国家几百年走过的工业化历程，创造了经济快速发展和社会长期稳定两大奇迹。历史和现实深刻昭示，坚持党的全面领导是坚持和发展中国特色社会主义的必由之路，中国特色社会主义是实现中华民族伟大复兴的必由之路，团结奋斗是中国人民创造历史伟业的必由之路，贯彻新发展理念是新时代我国发展壮大的必由之路，全面从严治党是党永葆生机活力、走好新的赶考之路的必由之路。

从站稳人民立场深刻认识和把握党的初心使命

江山就是人民、人民就是江山。人民立场是中国共产党的根本政治立场，是马克思主义政党区别于其他政党的显著标志。中国共产党根基在人民、血脉在人民、力量在人民，为人民而生，因人民而兴，始终同人民想在一起、干在一起。一百年来，中国共产党站稳人民立场，牢记全心全意为人民服务的根本宗旨，以实现人民对美好生活的向往为奋斗目标，以坚定的理想信念坚守初心。

坚持人民至上。站稳人民立场，尊重人民的历史主体地位和首创精神，是马克思主义政党的根本立场，是党的初心使命的根本体现。中国共产党之所以能够

发展壮大，中国特色社会主义之所以能够不断前进，正是因为紧紧依靠人民。习近平总书记指出：时代是出卷人，我们是答卷人，人民是阅卷人。人民是我们党的工作的最高裁决者和最终评判者。

发展人民民主。人民民主是社会主义的生命，是中国共产党始终高举的光辉旗帜。一百年来，党团结带领人民建立人民当家作主的新中国，确立人民代表大会制度、中国共产党领导的多党合作和政治协商制度、民族区域自治制度、基层群众自治制度等，发展全过程人民民主，健全全面、广泛、有机衔接的人民当家作主制度体系，构建多样、畅通、有序的民主渠道，从各层次各领域扩大人民有序政治参与，保证人民依法实行民主选举、民主协商、民主决策、民主管理、民主监督，保障人民享有最广泛、最真实、最管用的社会主义民主。

代表人民根本利益。党干革命、搞建设、抓改革都是为人民谋利益。党领导人民打土豪、分田地，是为人民根本利益而斗争；领导人民开展抗日战争、赶走日本侵略者，是为人民根本利益而斗争；领导人民推翻蒋家王朝、建立新中国，是为人民根本利益而斗争；领导人民开展社会主义革命和建设、改变一穷二白的国家面貌，是为人民根本利益而斗争；领导人民实行改革开放、推

进社会主义现代化，是为人民根本利益而斗争。党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央团结带领人民实现了第一个百年奋斗目标，在中华大地上全面建成小康社会，历史性地解决了绝对贫困问题，同样是为人民根本利益而斗争。在向着全面建成社会主义现代化强国第二个百年奋斗目标进军的新征程上，党把人民根本利益摆在至高无上的地位，努力为人民创造更美好、更幸福的生活，不断推进全体人民共同富裕。

从走好新的赶考路深刻认识和把握党的初心使命

百年初心，历久弥坚。一百年来，党在斗争中求得生存、获得发展、赢得胜利，所付出的一切努力、进行的一切斗争、作出的一切牺牲，都是为了践行初心使命。党与时代同呼吸，与人民共命运，赢得了人民的衷心拥护，探索出一条长期执政条件下解决自身问题、跳出历史周期率的成功道路，向人民、向历史交出了一份优异的答卷。这是一代又一代中国共产党人用理想和信仰书写的，用鲜血和生命铸就的。

自知者英，自胜者雄。踏上新的赶考之路，党既面对长期执政考验、改革开放考验、市场经济考验、外部环境考验的长期性和复杂性，又面对精神懈怠危险、能力不足危险、脱离群众危险、消极腐败

危险的尖锐性和严峻性。当前，国际形势继续发生深刻复杂变化，百年变局和世纪疫情相互交织，经济全球化遭遇逆流，大国博弈日趋激烈，世界进入新的动荡变革期，国内改革发展稳定任务艰巨繁重。越是接近中华民族伟大复兴，越不会一帆风顺，越充满风险挑战乃至惊涛骇浪，越是要坚守初心使命。

不忘初心，方得始终。一个政党最难的就是历经沧桑而初心不改、饱经风霜而本色依旧。新时代新征程上，要牢记中国共产党是什么、要干什么这个根本问题，从党的百年奋斗中看清楚过去我们为什么能够成功、弄明白未来我们怎样才能继续成功，把握历史发展大势，坚定理想信念，牢记初心使命。要全面贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想，深刻领会“两个确立”的决定性意义，增强“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”，永远保持同人民群众的血肉联系，践行以人民为中心的发展思想，不断实现好、维护好、发展好最广大人民根本利益。要坚持自我革命，以伟大自我革命引领伟大社会革命，锚定既定奋斗目标，始终保持坚如磐石的战略定力，在防范化解重大风险挑战中砥砺初心使命，在不断推进中华民族伟大复兴中书写新的更加优异的时代篇章。○

来源：《求是》

在自觉践行新思想中培养时代新人

文 / 刘旺洪

党的十九届六中全会通过的《中共中央关于党的百年奋斗重大成就和历史经验的决议》(以下简称《决议》),全面总结了党的百年奋斗重大成就和历史经验,提出:“习近平新时代中国特色社会主义思想是当代中国马克思主义、二十一世纪马克思主义,是中华文化和中国精神的时代精华,实现了马克思主义中国化新的飞跃。”这一重大论断,对于我们深刻理解习近平新时代中国特色社会主义思想的核心要义、精神实质、丰富内涵、实践要求,进而以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导,全面贯彻《决议》精神,做好培养时代新人的工作有着重大意义。

把握时代特色教育引导青年,增强贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想的政治自觉

《决议》用“十个明确”系统概括了习近平新时代中国特色社会主义思想的核心内容,标明了习近平新时代中国特色社会主义思想在马克思主义发展史、中华文明发展史上的重要地位。

高校肩负着培养德智体美劳全面发展的社会主义事业建设者和接班人的重大任务,要做好当代中国马克思主义、二十一世纪马克思主义的宣传阐释,用理论武装学生,教育引导学生在帮助青年学生理解和把握新思想的时代特色上下功夫。聚焦中华民族伟大复兴的主题,用新思想凝聚青年,让青年了解中国共产党团结带领人民取得的历史性成就,把握中国共产党百年历史的主题主线、主流本质,了解新思想使党的面貌、国家的面貌、人民的面貌、军队的面貌焕然一新。立足管党治党、强党兴党的逻辑,用新思想引领青年,让青年了解百年的历史经验,只有坚持走自己的路,才能实现伟大梦想、进行伟大斗争、建设伟大工程、推进伟大事业。洞悉我们为什么能够成功、怎样才能继续成功的秘诀,用新思想塑造青年,让青年学生深刻领悟“两个确立”的决定性意义,增强“四个意识”,坚定“四个自信”,做到“两个维护”,自觉与党和人民走在一起。

把握理论特色教育引导青年,增强贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想的思想自觉

《决议》从中国共产党的历史、理论和现实发展的结合上总结了党百年奋斗的非凡历程,彰显了党的历史就是一部不断推进马克思主义中国化的历史,就是一部不断推进理论创新、进行理论创造的历史。

高校要高举马克思主义伟大旗帜不动摇,做好研究教学,帮助青年学生掌握马克思主义立场观点方法,推动习近平新时代中国特色社会主义思想入脑入心。要在帮助青年学生理解和把握新思想的理论特色上下功夫。聚焦新思想的科学性,让青年学生从马克思主义为什么行的高度理解把握中国共产党为什么能、中国特色社会主义为什么好。聚焦新思想的人民性,让青年学生坚信必须紧紧依靠人民创造历史,坚持全心全意为人民服务的根本宗旨,站稳人民立场,贯彻党的群众路线,践行以人民为中心的发展思想。聚焦新思想的开放性,

让青年学生坚持掌握马克思主义这一认识世界、把握规律、追求真理、改造世界的强大思想武器，并不断增强对祖国、中华民族和中华文化的自信和认同，始终继承和弘扬中华民族精神，让马克思主义在中国大地上展现出更强大、更有说服力的真理力量，从而教育引导青年学生有信仰、跟党走，培养堪当民族复兴重任的时代新人。

把握实践特色教育引导青年，增强贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想的行动自觉

习近平新时代中国特色社会主义思想深刻回答了新时代坚持

和发展什么样的中国特色社会主义、怎样坚持和发展中国特色社会主义，建设什么样的社会主义现代化强国、怎样建设社会主义现代化强国，建设什么样的长期执政的马克思主义政党、怎样建设长期执政的马克思主义政党等重大时代课题，为解决人类重大问题贡献了中国智慧、中国方案、中国力量。

立德树人工作要围绕中心、服务大局，在帮助青年学生理解和把握新思想的实践特色上下功夫。着眼用党史、新中国史、改革开放史、社会主义发展史组织师生、凝聚师生、服务师生，用鲜活实践铸魂育人，引导师生为

实现中华民族伟大复兴勇挑重担。抓牢舆论引导工作的主动权，在关键处、要害处下功夫。注重发现树立、宣传推广师生身边典型人物、典型事迹，内聚人心、外树形象，做到因势而谋、应势而动、顺势而为，不断提高舆论传播力、引导力、影响力、公信力。不断提高政治判断力、政治领悟力、政治执行力，大力弘扬中华优秀传统文化、革命文化、社会主义先进文化，充分发挥社会主义大学文化的凝聚力和号召力，为实现第二个百年奋斗目标培养源源不断的建设者和接班人。○

来源：光明日报

发 展 团 体 会 员 通 知

中国自动化学会 2022 年团体会员单位入会工作正式启动，热诚欢迎行业内企业、科研院所、高校加入学会团体会员，按照学会章程，参与学会活动，交流共享科技成果，共同推动自动化、信息与智能科学领域行业发展。

学会团体会员单位可享受以下会员服务：

1. 50 位个人会员免一年会费名额；
2. 三次 / 年免费学会官方媒体平台推介服务；
3. 在会刊及学会其他宣传媒介发布专利、项目成果信息；
4. 企业专访、学会官媒推介、期刊广告服务；
5. 学会提供的技术咨询、科技评价、团

体标准服务；

6. 产品展示、技术培训服务；
7. 奖项申报、人才推荐、宣传和推广服务；
8. 学会学术会议展位费优惠，部分学术会议免费参会名额；
9. 招聘信息发布服务；
10. 更多个性化团体会员服务内容……

加入中国自动化学会团体会员号单位请登陆会员系统完成申请，系统地址：<http://member.caa.org.cn>，更多信息请登陆学会官网：<http://www.caa.org.cn/>

联系人：周老师

联系电话：010-62522472

联系邮箱：caa@ia.ac.cn



中国自动化学会

中国自动化学会(Chinese Association of Automation, 缩写CAA)于1961年在天津成立,是我国最早成立的国家一级学术团体之一,是中国科学技术协会的组成部分,是发展我国自动化科技事业的重要社会力量。学会现有个人会员近8万人,团体会员200余个,专业委员会58个,工作委员会9个,30个省、自治区、直辖市设有地方学会组织,覆盖了我国自动化科学技术领域的各个层面。

中国自动化学会在改革中求发展,不断加强群众组织力、学术引领力、社会公信力和国际影响力。近年来,中国自动化学会重点从学术交流与应用推广、组织建设与会员服务、科技评估与人才评价、课题研究与决策支撑、科学普及与继续教育等方面开拓创新,推动中国自动化科学和事业的发展 and 壮大,成为连接政府、产业、学术、科研、会员的重要纽带,致力于成为国内外有影响力的现代社会团体组织。

学会品牌学术活动

- 中国自动化大会 · 中国认知计算与混合智能学术大会
- 国家智能车发展论坛 · 国家机器人发展论坛 · 国家智能制造论坛
- 青年菁英系列活动 · 智能自动化学科前沿讲习班 · 钱学森国际杰出科学奖系列讲座
- 中国控制会议 · 中国过程控制会议 · 青年学术年会

学会奖励奖项

- 钱学森奖 · 杨嘉墀科技奖 · CAA科学技术奖励 · CAA优秀博士学位论文奖
- 中国自动化与人工智能创新团队奖 · CAA高等教育教学成果奖 · CAA青年科学家奖
- 企业创新示范单位 · 杰出自动化工程师 · 小微企业示范单位 · 智慧系统创新解决方案示范单位

学会主办期刊

- 中国自动化学会通讯 · 自动化学报 · 自动化学报(英文版)
- 信息与控制 · 机器人 · 模式识别与人工智能 · 电气传动
- 自动化博览 · 计算技术与自动化



官方微信



官方微博

地址:北京市海淀区中关村东路95号自动化大厦

网址:<http://www.caa.org.cn/>

电话:010-62522472

传真:010-62522248

邮箱:caa@ia.ac.cn

邮编:100190