

世界水资源大会
国家水网智能建设与应用论坛

人工智能技术应用 与社会创新机制

乔红

中国科学院院士

多模态人工智能系统全国重点实验室主任

世界机器人合作组织理事长

报告目录

一、多模态人工智能系统全国重点实验室战略任务

二、人工智能技术的发展历史与应用现状

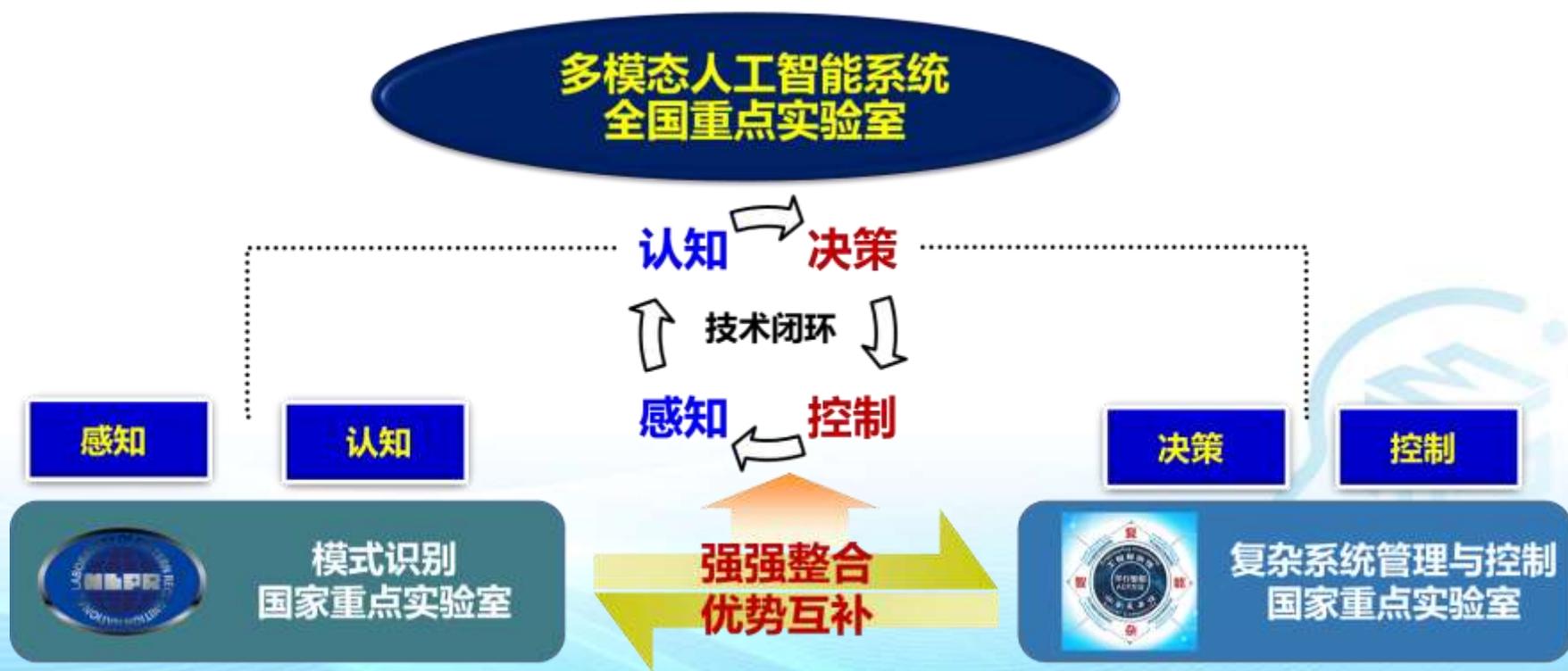
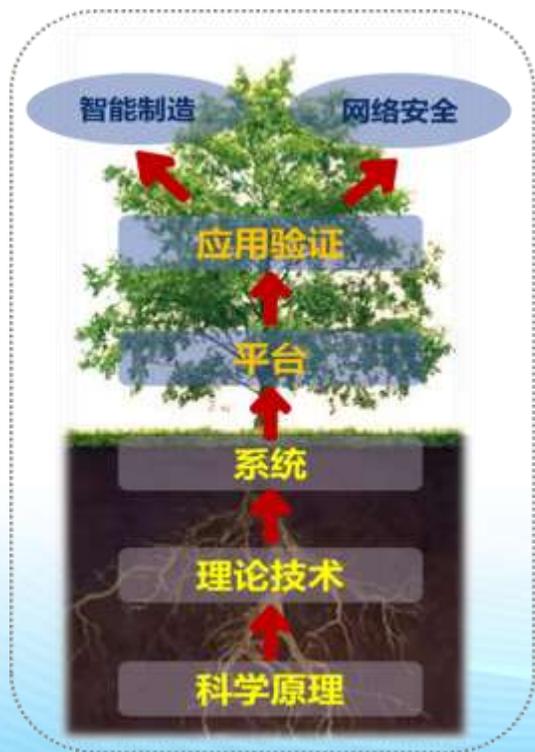
三、“政府-企业-科研机构”融合创新机制

四、以国家智慧水网建设为例探讨创新机制

一、多模态人工智能系统全国重点实验室战略任务

1.1 国重定位

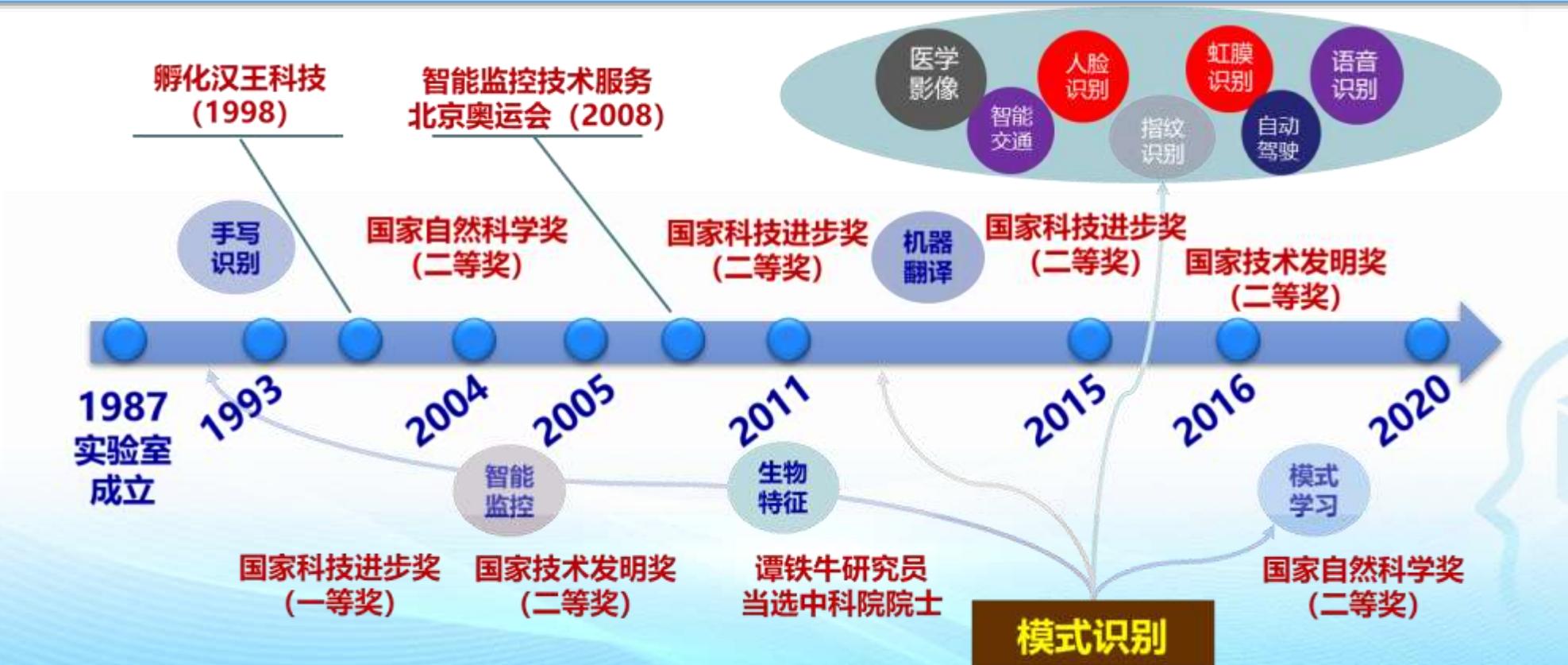
围绕多模态智能系统，自动化所整合原有两个国重，打造“科学原理-理论-技术-系统-平台”完整创新链条、形成“感知-认知-决策-控制”技术闭环，成为首批获批的五个AI领域国重之一



一、多模态人工智能系统全国重点实验室战略任务

1.2 两个享有盛誉的国重：模式识别国重

模式识别国家重点实验室以**模式识别和智能感知**为主要方向，35年来**原创性**成果不断涌现。代表性研究成果有全新人类脑图谱、多模态生物特征识别、高性能语音语言处理、多模态内容理解等，**为学科发展与国家军事安全、公共安全、网络安全等领域的重大应用需求做出了突出贡献。**

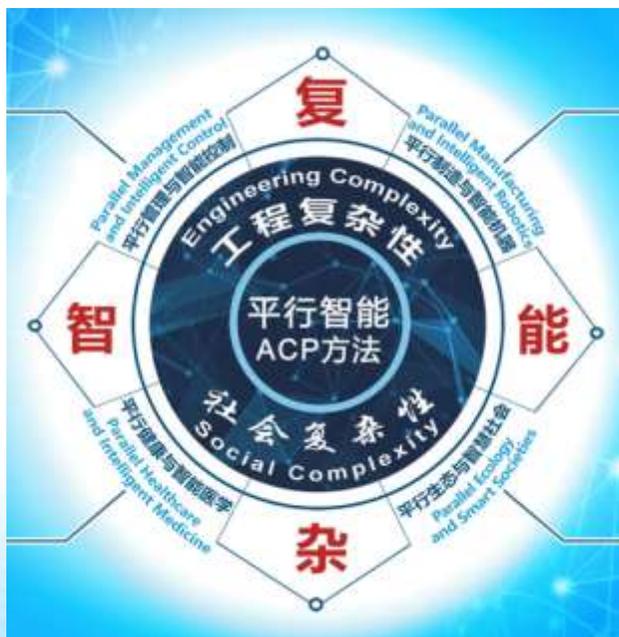


一、多模态人工智能系统全国重点实验室战略任务



1.2 两个享有盛誉的国重：复杂系统管理与控制国重

复杂系统管理与控制国家重点实验室以**复杂性与智能化科学问题的新理论、新方法、新技术**为发展目标，30多年来成果丰硕。代表性工作包括基于社会计算的国家大数据解析、生物启发机器人的决策与控制等，**为学科发展与国家网络安全、国防、智能制造等领域重大应用需求作出了突出贡献。**



“复杂系统控制
实验室”成立

1991年

整合为“中科院复杂系统
与智能科学重点实验室”

2002年

乔红研究员
当选科学院院士

2021年

国家科技进步奖
(一等奖)

国家自然科学奖
(二等奖) 2007、2008
国家技术发明奖
(二等奖) 2012

1993年

国家科学技术奖
(二等奖) 2004、2005
2011年
国家自然科学奖
(二等奖) 2014、2017

成立“人工智能
实验室”

获批“复杂系统智能控制与管理
国家重点实验室”

一、多模态人工智能系统全国重点实验室战略任务



1.3 国重人员概况

- 带领多模态人工智能系统全国重点实验室（**首批标杆国重，全国唯一**人工智能与机器人研究机构），面向国家重大需求，开展人工智能和机器人前沿理论、关键技术和产业应用研究；
- 全国重点实验室整体人员**1000**余人，包含**中国科学院院士3**人，**高端科技人员300**余人；
- 团队拥有**高端科技人员100**余人，包含**中国科学院院士1**人，研究员5名，副研究员36人；

多模态人工智能系统全国重点实验室团队负责人会议



多模态人工智能系统全国重点实验室2023年度第一次全体会议



一、多模态人工智能系统全国重点实验室战略任务



1.3 国重人员概况



戴汝为



谭铁牛



乔红

- 聚焦多模态智能系统

- 引领国际多模态信息智能研究

- 最早在国内开展模式识别和复杂系统研究

实验室拥有**国际一流的建制化**人工智能研究团队，中科院院士**3**人、包括“万人计划”入选者、国家杰出青年基金获得者、科技部中青年科技领军人才等国家级人才**65**人次；IEEE Fellow **15**人。

973项目首席科学家：**5**人

国家重大科技专项专家：**4**人

IEEE Fellow：**15**人

QR计划：**2**人

BR计划：**26**人

国家百千万人才工程入选者：**11**人

科技部中青年科技领军人才：**8**人

国家优秀青年基金获得者：**14**人

科学院关键技术人才：**8**人

基金委创新群体：**5**个

国内外重要学术期刊任职：**152**人次

国内外重要学术组织任职：**87**人次

35岁以下科研人员占全体比例超过55%

博士研究生占全体比例超过45%

一、多模态人工智能系统全国重点实验室战略任务



1.4 发展目标

打造新时代人工智能的国家战略科技力量

- 围绕国家战略需求中**动态开放**的普遍挑战
- 攻关**多模态智能系统**这一重要堡垒
- 形成“科学原理-理论-技术-系统-平台” **创新链条**
- 形成“感知-认知-决策-控制” **技术闭环**
- 成为人工智能领域的国际前沿**引领机构**
- 在智能制造和网络安全等**重要领域**实现验证和支撑



一、多模态人工智能系统全国重点实验室战略任务



1.4 发展目标：阶段性目标

五年目标

- 多模态认知模型推理能效比提升10-100倍
- 硬件受限条件下，智能系统操作准确率提升30%
- 建立大规模社会计算引擎，决策综合效率提高30-50%

对标 OpenAI

前沿创新水平
国际前五

十年目标

- 构建具有类人多模态认知能力的智能模型与系统
- 形成高性能辅助作业关键元器件
- 建成社会系统决策推演理论与技术体系

多模态智能系统
掌握领域话语权

前沿创新水平
国际前三

十五年目标

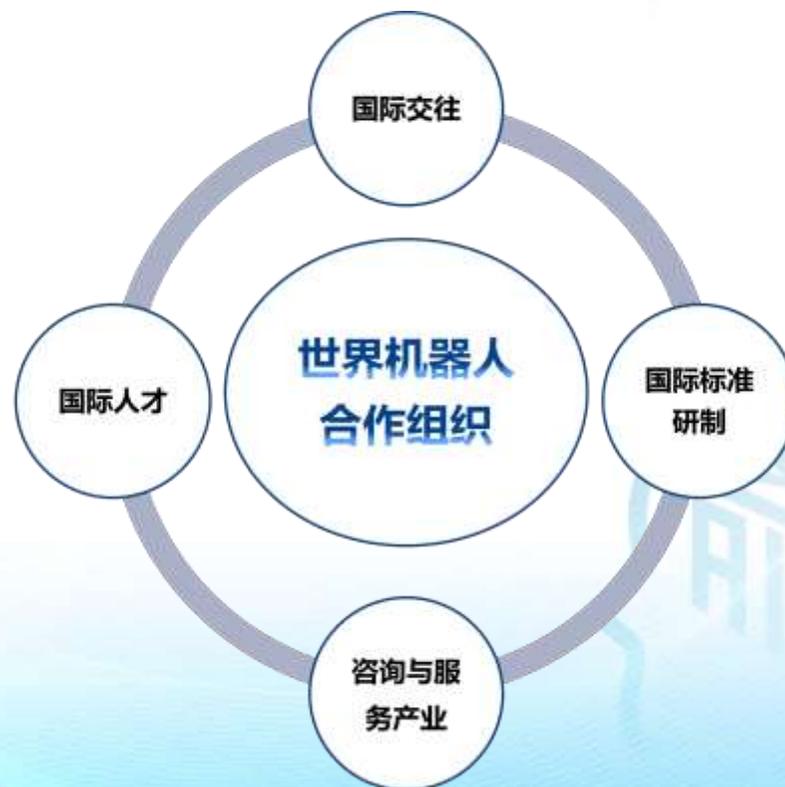
- 引领人工智能领域前沿
- 形成国际领先创新集群高地5-8个
- 对国家重要领域应用产生重要影响

人工智能
国际顶级研究机构
强力支撑行业生态

国际交流---世界机器人合作组织

乔红研究员担任世界机器人合作组织首任理事长，为我国机器人领域发声

- **由国务院批准**（科协主管、民政部业务登记），负责组织包括**世界机器人大会**等国际重要学术交流活动；
- **首任理事会由20余位全球知名科研单位、企业、机构的核心负责人组成，覆盖全球30多个国家和地区；**



报告目录

一、多模态人工智能系统全国重点实验室战略任务

二、人工智能技术的发展历史与应用现状

三、“政府-企业-科研机构”融合创新机制

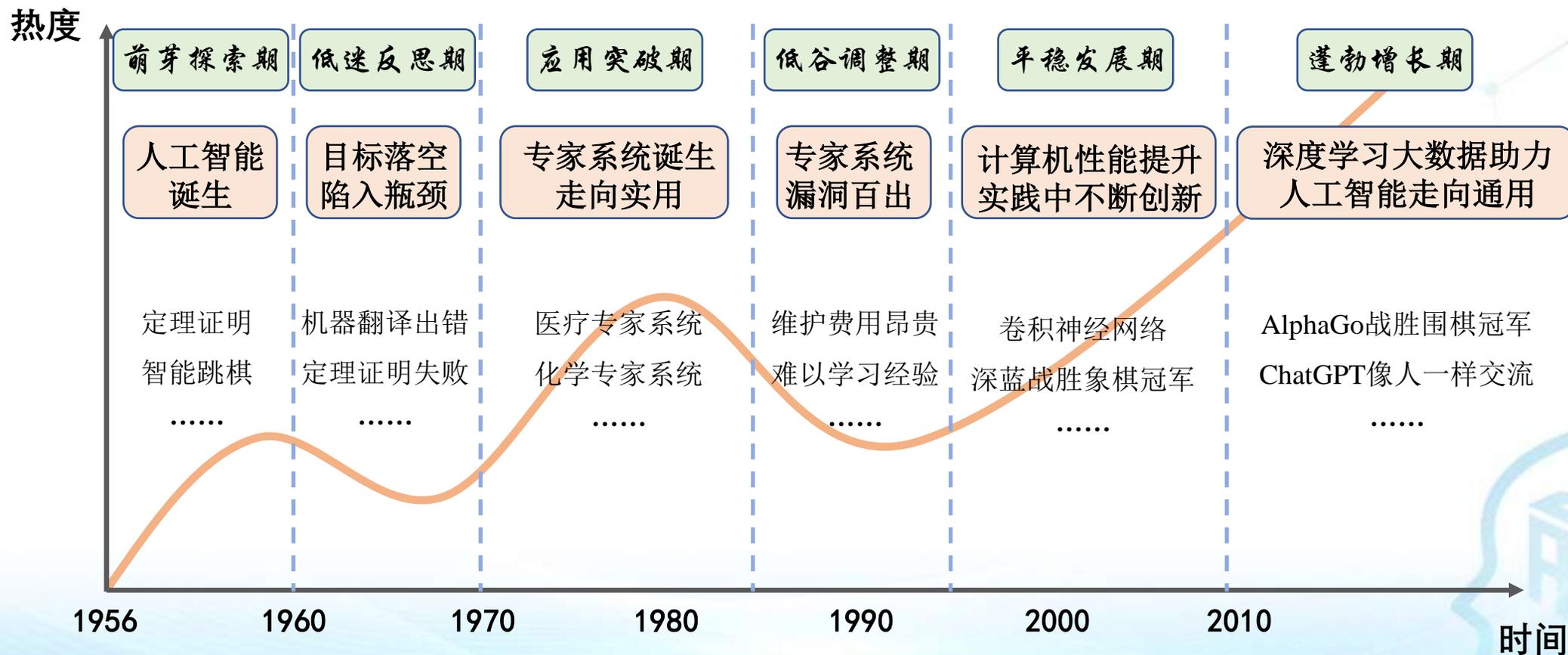
四、以国家智慧水网建设为例探讨创新机制

二、人工智能技术的发展历史与应用现状



2.1 人工智能的诞生与发展

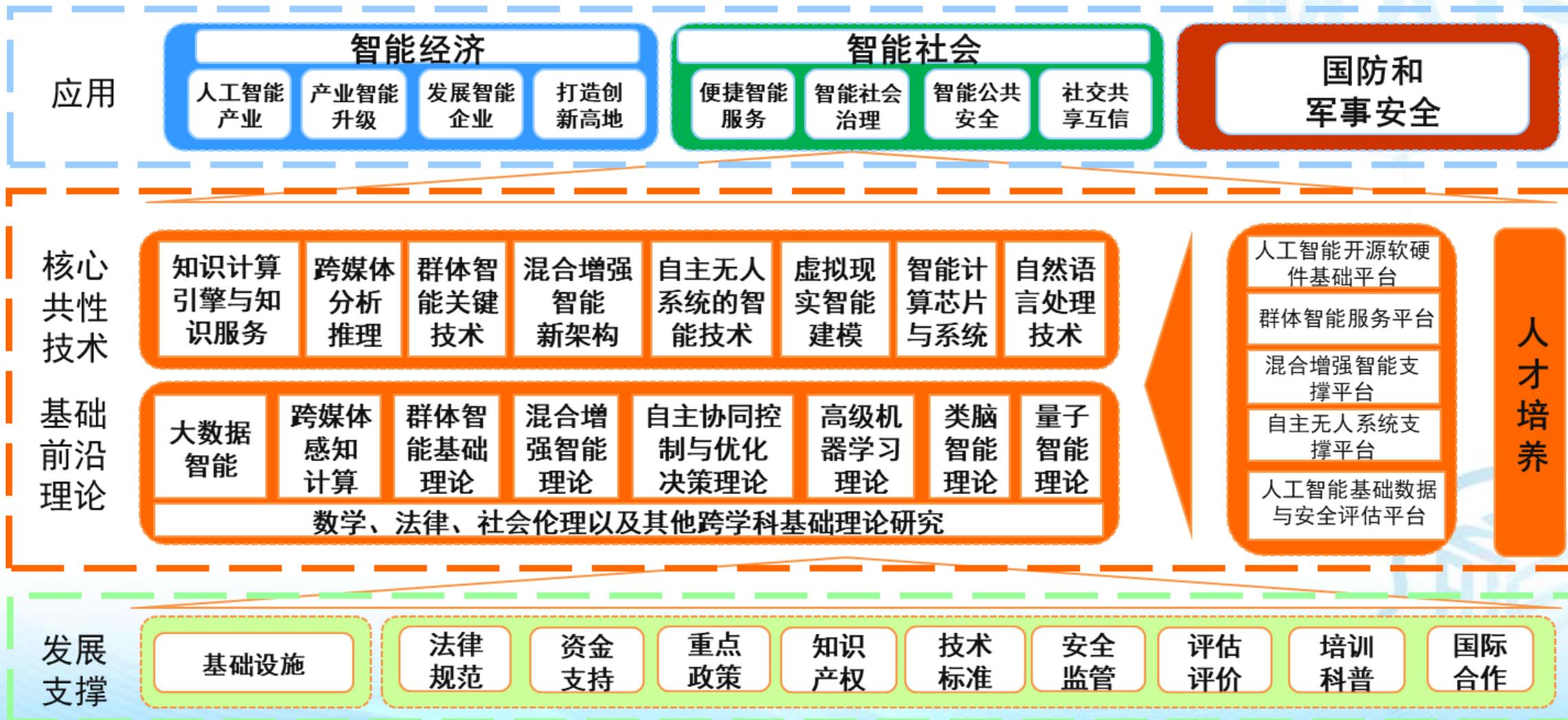
起起伏伏的发展道路



二、人工智能技术的发展历史与应用现状



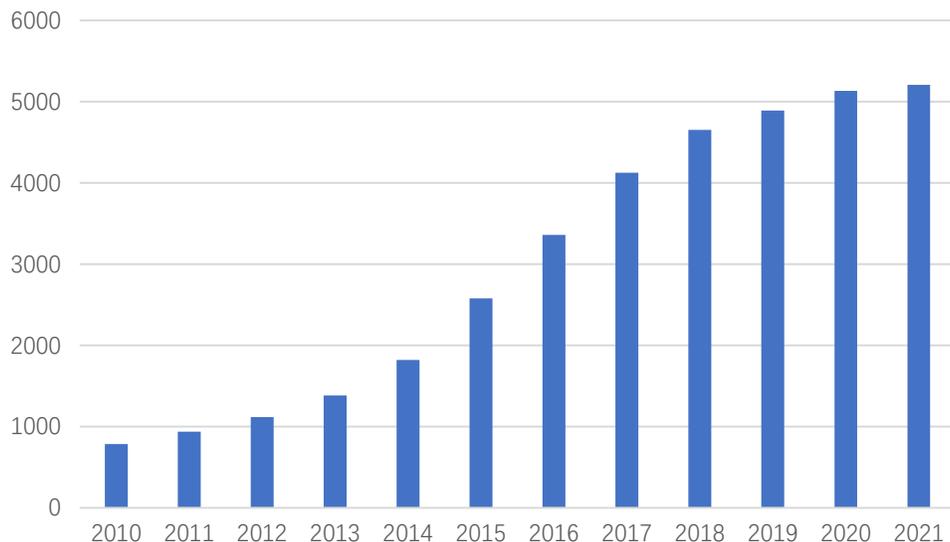
2.2 人工智能核心技术持续突破



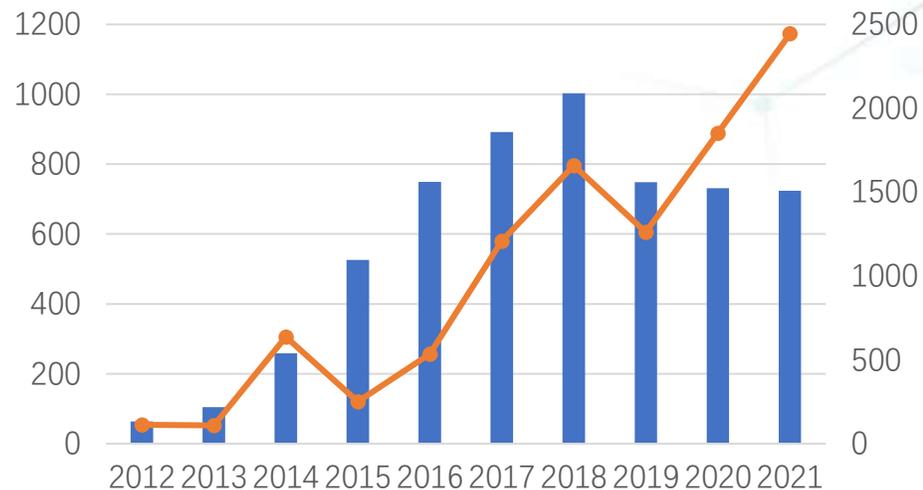
二、人工智能技术的发展历史与应用现状

2.3 智能产业发展迅猛，支撑经济社会转型发展

2022年，我国人工智能核心产业规模达5080亿元，同比增长18%，企业数量超4200家



人工智能企业数量



人工智能创业公司融资情况



智能+制造



智能+安防



智能+医疗

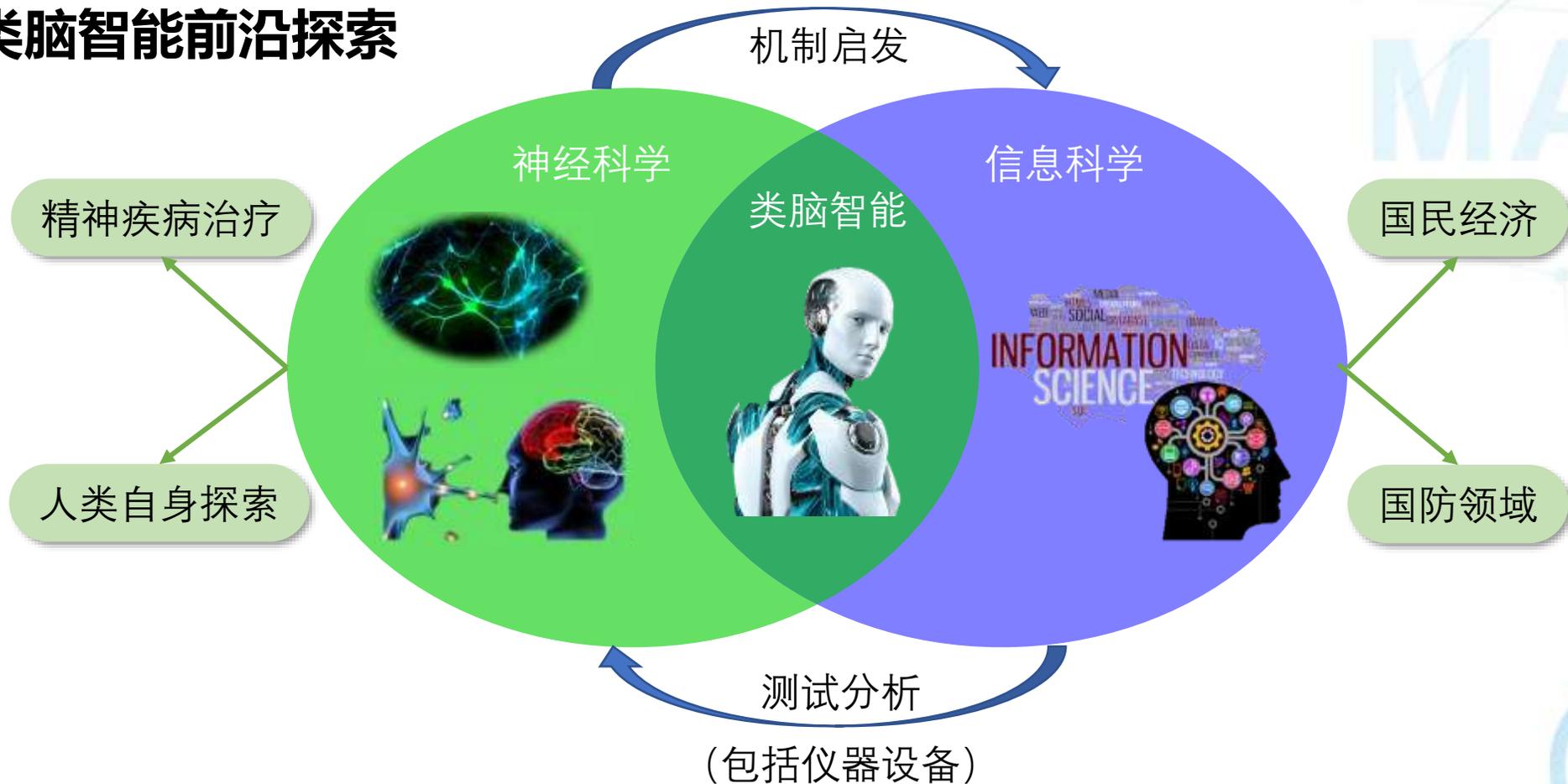


智能+交通

二、人工智能技术的发展历史与应用现状



2.4 类脑智能前沿探索



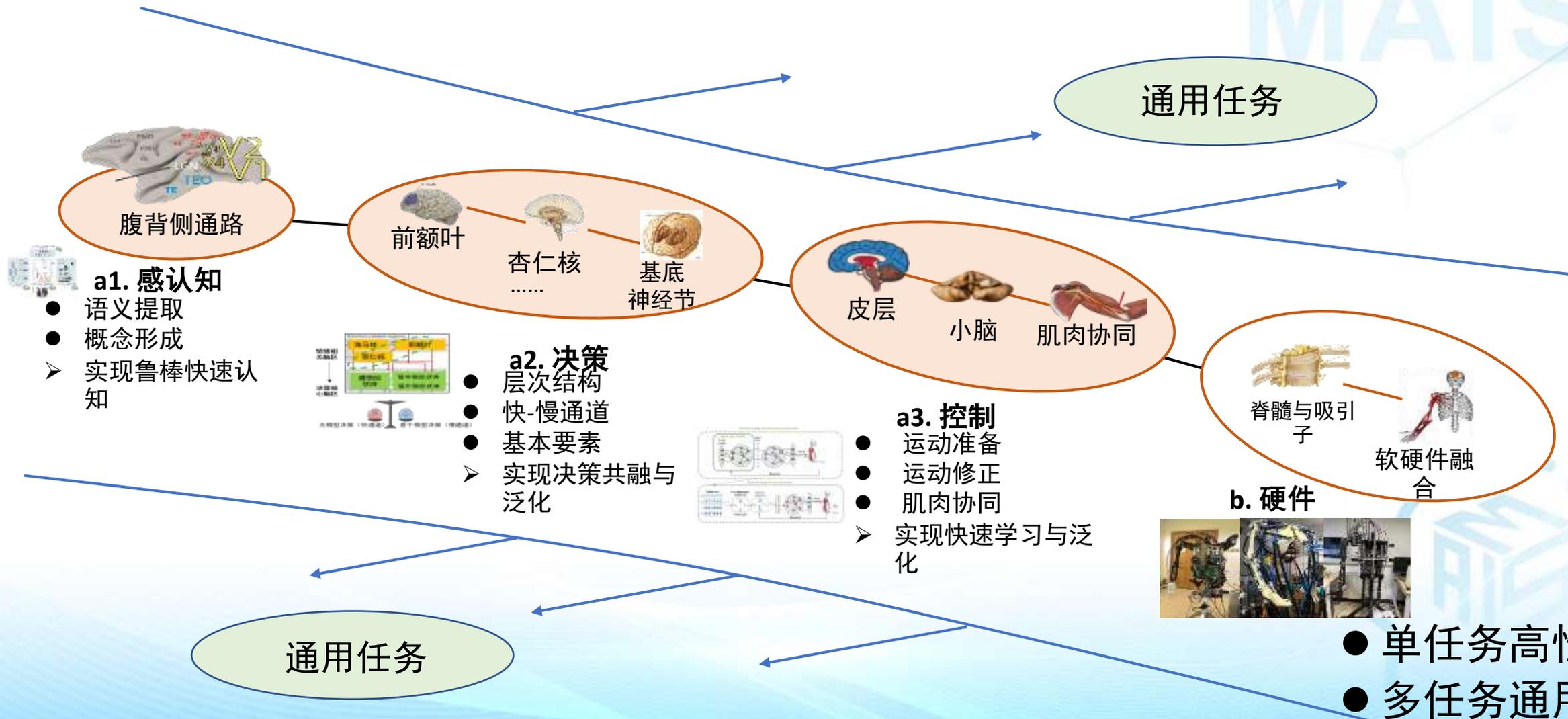
➤ 类脑智能研究基于神经科学的已有研究成果，实现对应关键性能的核心生物机理的分析、筛选和模拟，研究机理到性能的内生关系，通过软硬件系统验证该映射关系、系统实现的可能性和有效性，建立新型智能算法与机器人系统

二、人工智能技术的发展历史与应用现状



2.4 类脑智能前沿探索

为什么需要从内向外模拟人



二、人工智能技术的发展历史与应用现状

2.5 智能机器人

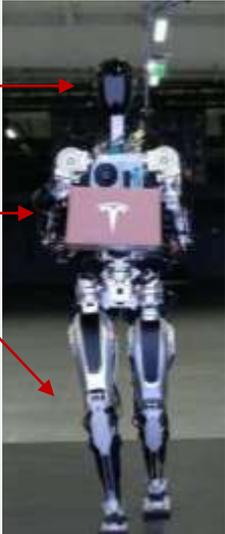
2.5.1 通用的人形机器人

头部智能驾驶:
内置FSD芯片,
共用**汽车AI系统**

四肢:
含**40个机电执行器**

双脚:
可感应反馈, 实现
平衡和敏捷动作

皮肤:
比人光滑, 由轻
质材料制成



身高**1.72m**
重量**73kg**

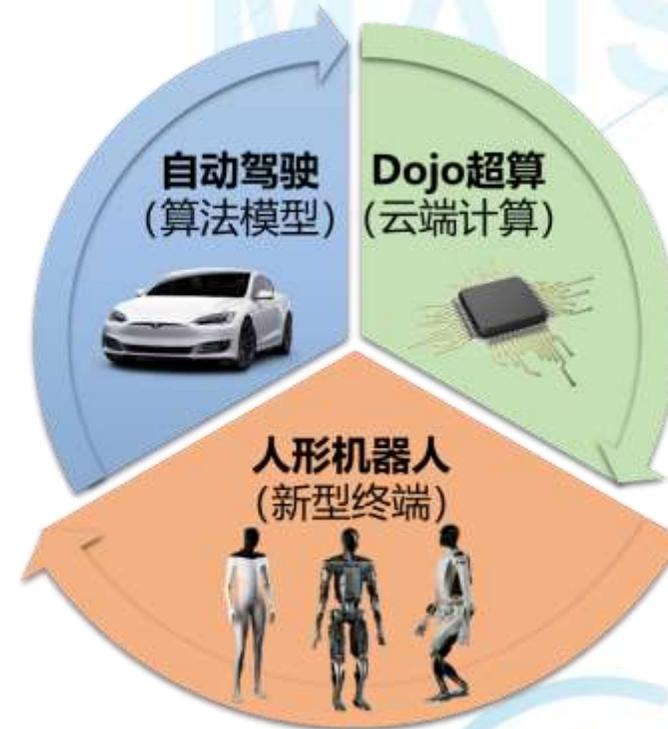
量产价格
约**2万**美元

最高速度
8公里/小时

负载
20kg (手臂
5kg)



适用场景: 智能制造、室内服务
能力: 面向搬运、操作和与人交互
场景的通用基本能力



特斯拉拟研发面向**通用**任务的**低成本**人形机器人, 于去年9月30日发布第一代机器人样机

二、人工智能技术的发展历史与应用现状



2.5 智能机器人

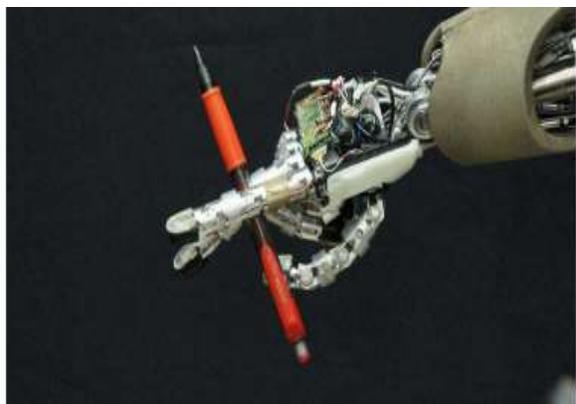
2.5.2 不同领域的机器人前沿技术 --- (a) 机器人仿人灵巧操作

- 灵活操作是未来机器人的主要方向，如何使机器人能像人一样操作是一个长期开放的问题

问题： 机器人擅长操作熟悉的物体，而在操作柔性材料和未知物体方面依然困难

难度： 在有限的可用空间集成所有必要的驱动器、传感器和机械结构

方案： (1) 对人手的模拟；(2) 工程化设计：微小物体操作机构设计、即插即用专用机构设计、多传感器集成（力、触觉）；(3) 人工智能算法的操作学习.....



期望应用： 手内灵活操作；柔性可变形物体操作；与人的长时间协同操作

二、人工智能技术的发展历史与应用现状



2.5 智能机器人

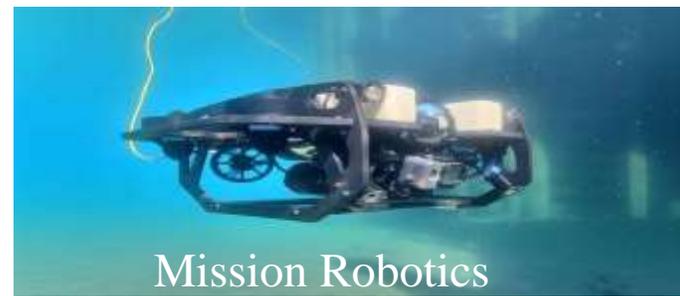
2.5.2 不同领域的机器人前沿技术 --- (b) 机器人操作系统 (ROS)

- ROS 1在机器人领域得到了广泛应用，但实际应用中通信机制、安全性和可靠性等提出了更高的要求

问题： ROS 1更适用于实验室阶段的机器人，缺乏对实时性、安全性和可靠性的考虑

难度： ROS系统需同时兼顾实时性、安全性、可靠性、跨平台、嵌入式以及多机器人控制等特性

方案： Open Source Robotics Foundation (OSRF) 发布了ROS 2，构建保证实时性和安全性的工具库和整体框架



海陆空应用： ROS2在海陆空不同领域的应用，充分说明软件重用、协作和可信平台等设计原则的重要性

二、人工智能技术的发展历史与应用现状



2.5 智能机器人

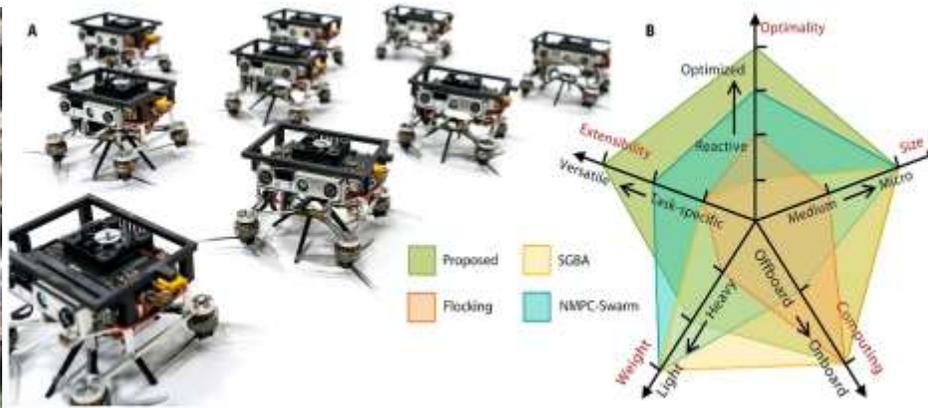
2.5.2 不同领域的机器人前沿技术 --- (c) 群体机器人现状和挑战

- 群体机器人是未来机器人领域发展的必然趋势，但在环境适应性等方面仍然面临挑战

问题：在实际应用中，由于通信资源有限，群体机器人之间的协作变得更加困难

难度：不确定性复杂动态环境适应；大规模群体机器人一致性行为设计

方案：“感知-行动-通信”反馈循环；信息共享自主学习架构设计；群体行为演化预测模型研究



应用：智慧农业；设施维护；边境巡逻

二、人工智能技术的发展历史与应用现状



2.5 智能机器人

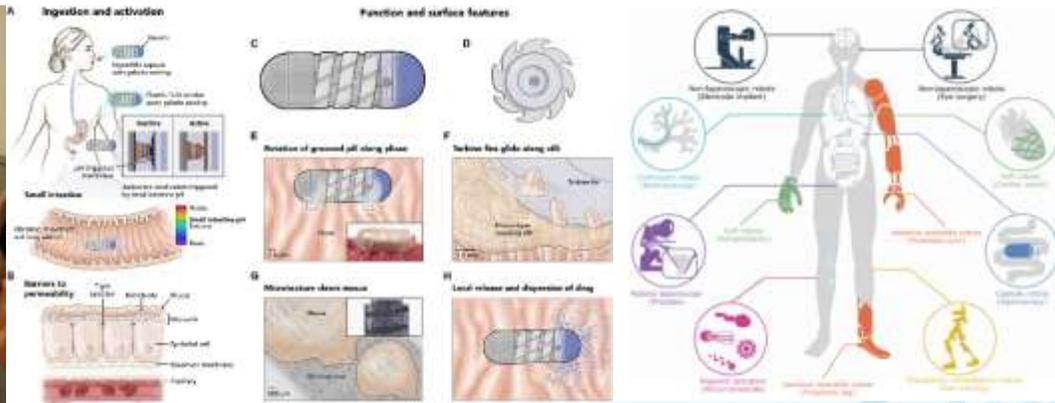
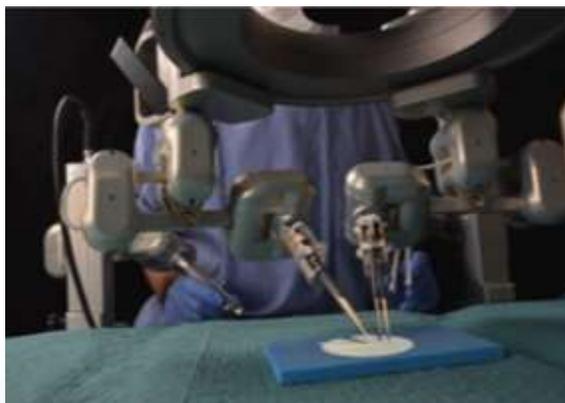
2.5.2 不同领域的机器人前沿技术 --- (d) 医疗机器人

- 医疗机器人在精准手术等医学领域中扮演着关键角色，但在系统自主性和可靠性等方面仍然存在着重大挑战

问题： 医疗机器人需要在复杂的人体环境中进行精确而稳定的操作

难度： 人体环境下的安全自主操作；防抖动精确操作；微型机器人体内控制

方案： 意图识别和自主决策控制智能算法；面向医疗机器人的遥操作技术；磁驱动和纳米技术结合的机器人系统



应用：微创手术；治疗康复；辅助穿戴

报告目录

一、多模态人工智能系统全国重点实验室战略任务

二、人工智能技术的发展历史与应用现状

三、“政府-企业-科研机构”融合创新机制

四、以国家智慧水网建设为例探讨创新机制

三、“政府-企业-科研机构”融合创新机制

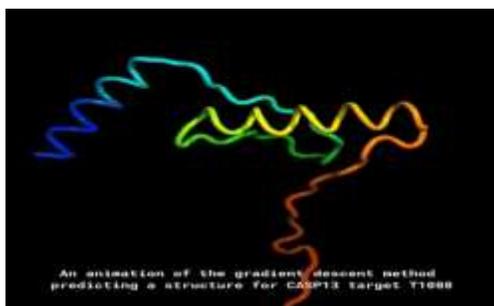


3.1 我国科技创新机制面临的挑战

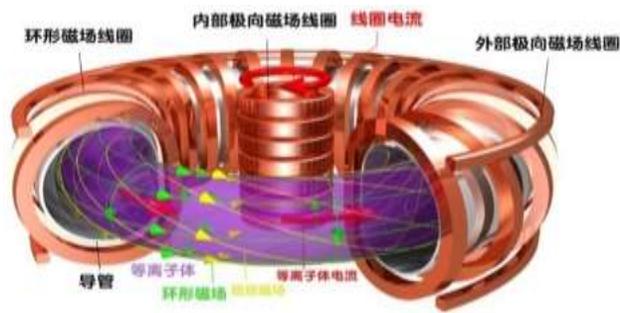


科研技术需深度融合，助力科研实力创新

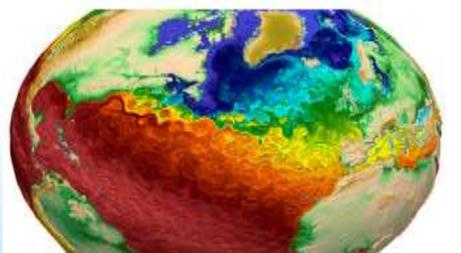
- ChatGPT、AlphaGo、AlphaFold和人形机器人等颠覆性原创技术均由美国率先提出和实现
- 美国的原始创新得益于高密集、高水平的技术队伍、顶级科研队伍及科学和技术的深度融合



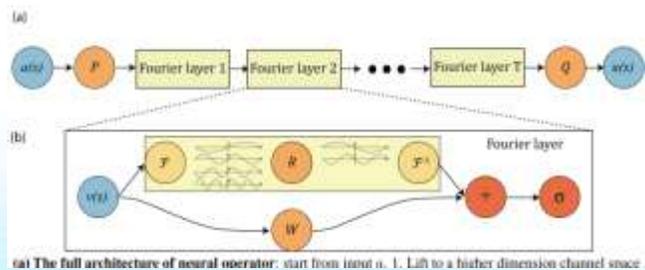
AI for Biology
蛋白质结构解析



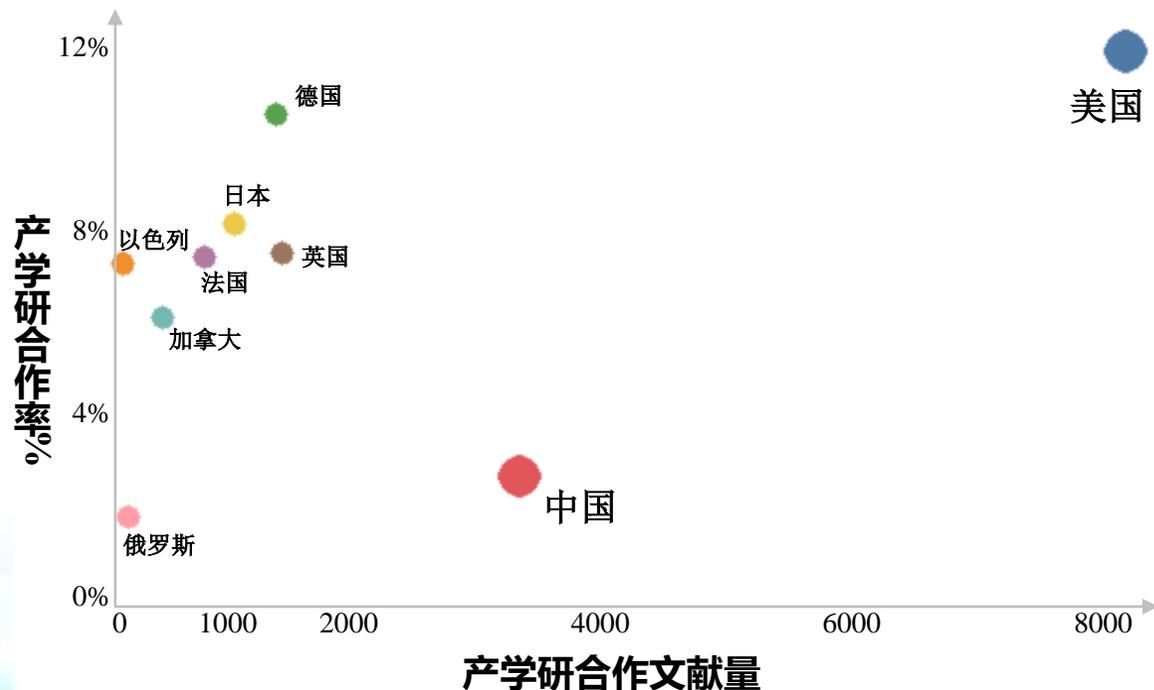
AI for Physics
核聚变装置的控制



AI for Earth System
大气、水流模拟仿真



AI for Math
神经网络求解微分方程



人工智能领域国际产学研合作情况

三、“政府-企业-科研机构”融合创新机制



3.2 “三位一体”的融合创新机制

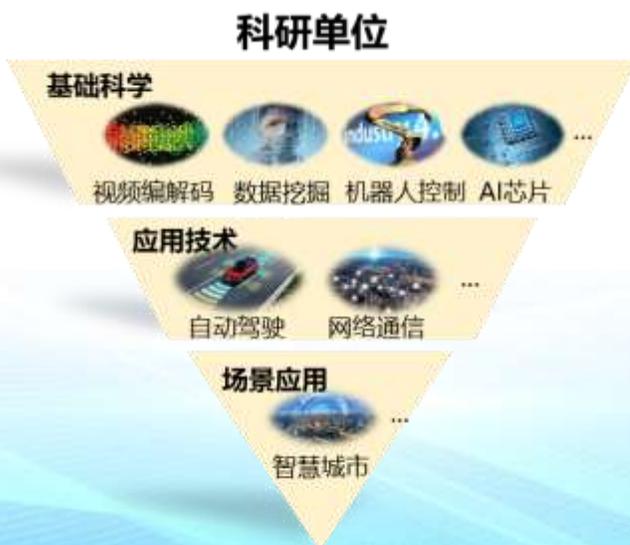
➤ 加快打通国家高水平科研-工程-产业队伍

满足国家需求前提下，将不同主体彼此贯通，形成科研和商业为一体的主体部门；保证资源的开源开放

▶ **第一，共融体系：**建立政府、科研单位和企业的共融体系，为国家重大需求服务

▶ **第二，科研队伍：**为科研建制化队伍在政府监督下进行有效成果转化创造有利条件，为国家服务

▶ **第三，企业主体：**借鉴顶级企业的管理模式；政府引导企业与科研单位深度合作，强化企业的创新主体作用



三、“政府-企业-科研机构”融合创新机制



3.2 “三位一体”的融合创新机制

通过实体经济场景驱动促进人工智能的市场化应用

以场景创新驱动人工智能发展

第一，以场景创新驱动人工智能发展：

围绕智慧水网、智能工厂、智慧农场等实体经济与社会民生场景，针对细分领域多、数据量小等问题，开展大模型的垂直领域应用研究

第二，强化国产人工智能技术主体地位：

在产业链的上下游，打造国产人工智能技术应用高地，实现高水平科技自立自强，为国产人工智能和机器人技术开放更多市场



报告目录

一、多模态人工智能系统全国重点实验室战略任务

二、人工智能技术的发展历史与应用现状

三、“政府-企业-科研机构”融合创新机制

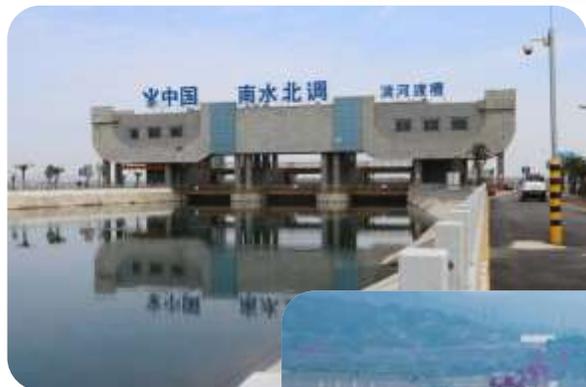
四、以国家智慧水网建设为例探讨创新机制

四、以国家智慧水网建设为例探讨创新机制

4.1 我国国家水网智慧建设的成就与挑战

水网建设
成绩斐然

- 我国已经建成了世界上**规模最大、范围最广、受益人口最多**的水利基础设施体系
- 拥有规划、设计、施工、建设与运行管理**南水北调、三峡等大型水利工程**的经验
- **数字化设计、智能化建造**逐步融入现代水利工程的规划设计、施工和运营管理中
.....



我国大型水利水电工程建设能力世界领先

主要挑战:

- ▶ **大部分水利基础设施的智能化水平不足:**
约50%的中小河流、73%的小型水库、23%的中
型水库没有水文监测和安全监测设施;
- ▶ **信息共享、智能调度、精准控制能力不足:**
多源数据监测方式欠缺; 网络覆盖面窄, 数据
孤岛严重; 智能预测、预演、预判技术亟待改进;
- ▶ **关键设备仍依赖国外, 国产化替代任重道远:**
信息化和工控设备超90%为国外设备, 美国设
备占比超过80%, 面临技术信息安全不可控等风险;



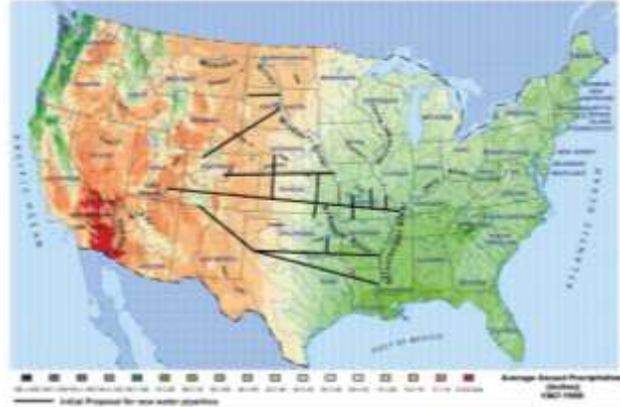
四、以国家智慧水网建设为例探讨创新机制



4.2 智慧水网建设的国际研究现状



国家智能水配置网 与区域水信息服务网



- 起始于2009年5月，包括四大方向：
 - (1) 基于**先进计量基础设施**建立水管理系统；
 - (2) 基于水资源管理设施和智能电网的优化能源使用方案；
 - (3) 水质和水量的**联合检测平台**；
 - (4) 水资源高效管理系统的构建。



澳大利亚

SEQ-维多利亚-宽湾 智能水网工程

- (1) 建立输水管网将供水区域与缺水区域连通；
- (2) 通过**区域综合管理**降低水资源短缺风险，实现多水源高效利用；
- (3) 为工业用水提供回用肥水，用于灌溉、跑马场农业、硬木种植场。



以色列

以色列国家水网工程建设

- (1) 建立集信息采集、传输、存储、处理、调度功能为一体的**水资源统一调度系统**，实现水资源灵敏、实时调配；
- (2) 以全国输水系统为主干，配套水资源调配系统和高效集约用水系统



欧盟

欧盟“智能水网”

- (1) 法国、西班牙、荷兰推出新型智能水表；
- (2) 德国埃尔丁联合通用电气建设水资源和能源**先进计量基础设施**；
- (3) 爱尔兰高威海湾使用**大型数据收集与分布式智能系统**管理水资源；

.....

四、以国家智慧水网建设为例探讨创新机制



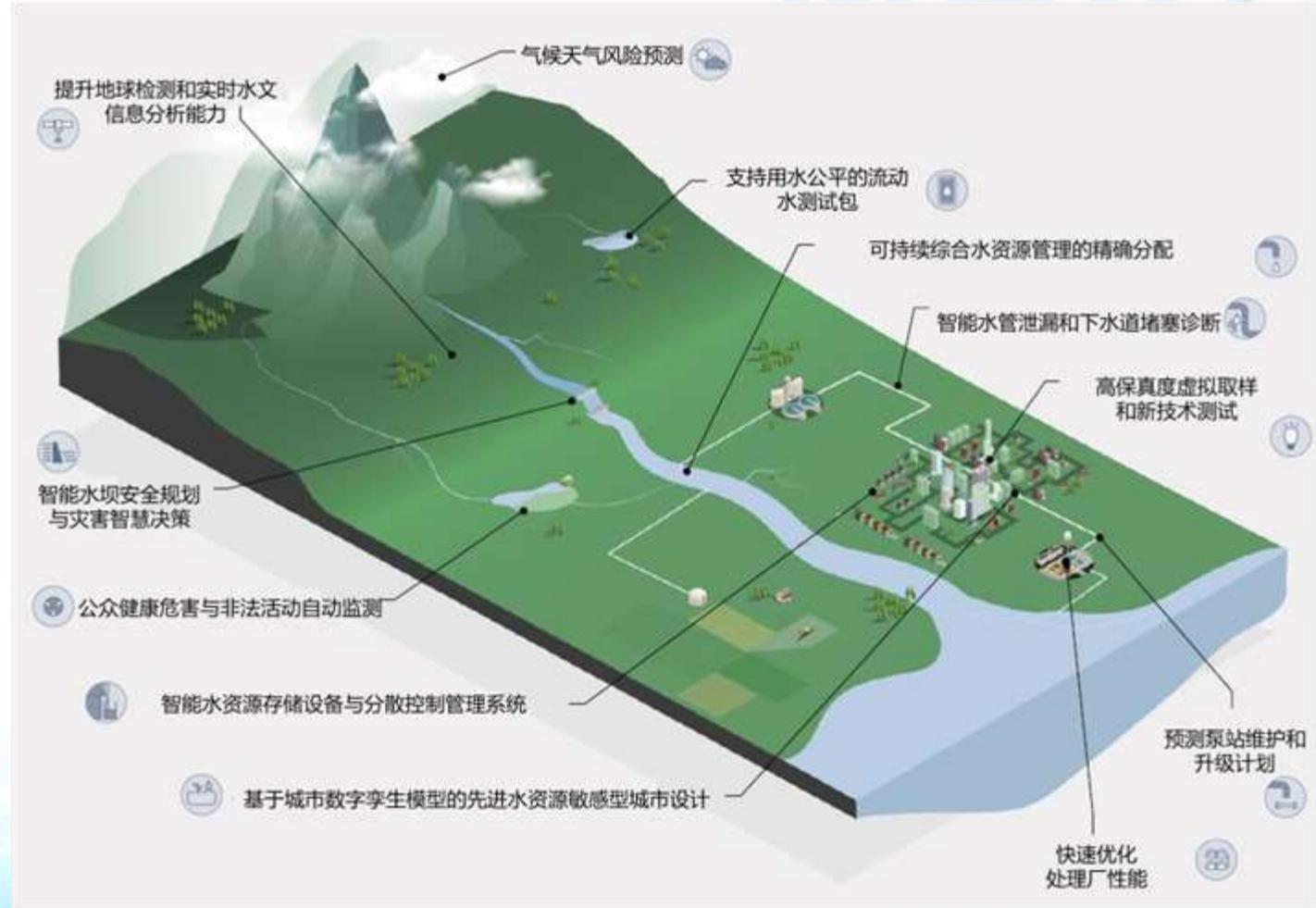
4.3 水网智慧化建设的优势与挑战

智慧水网带来的好处

- **加强水网全息状态感知：**通过卫星、无人机、水文等多源信息融合，实现水源、输水、配水、用水、排水的全息状态感知与可视化；
- **提升供水网络效率：**AI+物联网提高水处理设施运营效率，促进水敏感型城市建设；
- **改善用户体验：**通过AI智能规划减少农业和家庭用水浪费，促进可持续水系统建设

AI部署的障碍与风险

- **基础设施建设需持续支持：**在分布广泛、组成复杂的整个水系统中部署AI软硬件系统，需要国家持续支持；
- **专业型人才资源需求巨大：**同时具备人工智能和水行业专业知识的复合型人才需求巨大，跨区域合作亟需推进；
- **可信赖AI技术亟待突破：**需避免编程错误、算法偏见对供水系统造成的危害



信息和图片来源: [1] Richards C E, Tzachor A, Avin S, et al. Rewards, risks and responsible deployment of artificial intelligence in water systems[J]. Nature Water, 2023: 1-11.

四、以国家智慧水网建设为例探讨创新机制

4.4 通过场景开放促进国家水网智能化建设





MAIS

非常感谢！
敬请指正！

