

中国自动化学会通讯

COMMUNICATIONS OF CAA

第 11 期

2023 年 11 月

第44卷 总第242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



第二十五届中国科协年会

The 25th Annual Meeting of the China Association for Science and Technology

通用人工智能产业创新发展论坛



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



关注官方微信



关注官方微博

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 | 2023 年 11 月 30 日

发行对象 | 中国自动化学会会员及自动化领域科技工作者

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



郑南宁

自去年下半年以来，以 ChatGPT 为代表的生成式人工智能技术不断演进，引发全球高度关注，标志着人工智能发展进入更加智能、更加通用的新阶段，具有广阔的创新空间和市场潜力，这也意味着人工智能将成为新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量，对人们的生产生活产生重大影响。当前，我国正逐步建立起涵盖理论方法和软硬件技术的体系化研发能力，一批具有行业影响力的预训练大模型蓬勃发展，形成了紧跟世界前沿的技术群。今年 4 月 28 日召开的中共中央政治局会议指出，要重视通用人工智能发展、营造创新生态，重视防范风险。因此，有必要对通用人工智能的创新发展进行深入探讨，推动通用人工智能赋能实体经济，促进经济社会高质量发展。

2023 年 10 月 20—21 日，以“智能涌现 生成未来”为主题的第二十五届中国科协年会通用人工智能产业创新发展论坛在安徽省合肥市成功召开。本次论坛由中国科学技术协会、安徽省人民政府主办，中国自动化学会承办，中国电子学会、中国颗粒学会、中国指挥与控制学会、安徽省人工智能产业推进组工作专班办公室（省科技厅）协办，论坛得到了中国科学技术大学、安徽大学、合肥工业大学、安徽省自动化学会的共同支持。论坛通过线上、线下相结合的形式召开，来自相关部门的领导、各高校、科研院所、企业等共计 200 余人现场参会，13 万余人次线上观看。

本期专刊聚焦“第二十五届中国科协年会通用人工智能产业创新发展论坛”，为大家分享了中国自动化学会理事长郑南宁院士的论坛开幕式致辞。重点介绍了欧洲科学院院士、中国自动化学会副理事长、华南理工大学教授陈俊龙的“人工智能的发展趋势与 AIGC 应用的探讨”，中国科学院自动化研究所紫东太初大模型研究中心常务副主任、武汉人工智能研究院院长王金桥的“视觉大模型的实践与思考”，复旦大学研究员程远的“复旦大学 CFFF 科研智算平台助力科研创新”以及科大讯飞股份有限公司副总裁、研究院院长刘聪的“拥抱通用人工智能新时代”的专题报告。

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带来关于通用人工智能相关领域的探讨和思考。



专题 / Column

- 004 中国自动化学会理事长郑南宁院士：我们追求人工智能的发展，是要机器像人类一样思维和行动
- 005 人工智能的发展趋势与 AIGC 应用的探讨 / 陈俊龙
- 010 视觉大模型的实践与思考 / 王金桥
- 015 复旦大学 CFFF 科研智算平台助力科研创新 / 程远
- 020 拥抱通用人工智能新时代 / 刘聪

观点 / Viewpoint

- 025 张军院士：全面提高人才自主培养质量
- 027 倪光南院士：以全球视野谋划开源人才培养

科普园地 / Science Park

- 030 社会尺度挑战下的控制：2030 路线图（九） / Anuradha M. Annaswamy、Karl H. Johansson、George J. Pappas
- 040 社会尺度挑战下的控制：2030 路线图（十） / Anuradha M. Annaswamy、Karl H. Johansson、George J. Pappas

学会动态 / Activities

- 049 2023 中国自动化大会圆满落幕
- 056 中国自动化学会会士荣誉称号授予仪式在重庆隆重举行
- 059 智能制造与创新论坛在深圳成功召开





P064

- 061 第十三届中国智能车未来挑战赛在江苏常熟成功举办
- 063 中国自动化学会十一届六次理事会、十一届十一次常务理事会、一届六次监事会暨十一届二十六次理事长、四十二次秘书长、一届十七次监事长工作会议在重庆召开

- 064 中国自动化学会西安交通大学学生分会成立大会成功召开
- 066 中国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会成立大会成功召开
- 068 2023年第三届中国人工智能与机器人教育峰会暨智能系统前沿论坛在西南大学隆重召开



P063

党建强会 / Party Building

- 070 在实践基础上不断推进党的理论创新
- 074 中国式现代化关键在科技现代化

形势通报 / Voice

- 076 国家碳达峰试点建设方案



P066



P068

中国自动化学会理事长郑南宁院士：我们追求人工智能的发展，是要机器像人类一样思维和行动



当前人工智能正在发生着深刻变化，它的发展正触动着人类系统的每一个角落，自动驾驶从实验室走向真实场景，生成式 AI 为我们创造出一幅幅令人惊艳的画面，语言大模型为我们解决了无数复杂问题。在这样的发展驱使下，人工智能下一步的机遇和挑战在哪里？那就是我们今天讨论的主题——通用人工智能。

中国工程院院士、中国自动

化学会理事长、西安交通大学教授郑南宁致辞

人工智能从 1956 年发展以来已经走过了 77 年的历程，当人工智能作为独立的学科时，很难想象它以后会为我们带来什么样的变化。通用人工智能和当前的人工智能究竟有什么样的区别？大模型就能够使我们走向人工智能吗？回答不会简单，因为机器和人类相比较而言，其计算方式并

不能取代人类的思维。

我们追求人工智能的发展，是要机器像人类一样思维和行动，那就意味着不仅能求解复杂问题，更重要的是能在一个复杂、动态、不确定的环境和物理世界中进行交互。目前来说，我们还有很长的路要走。

ChatGPT 在技术上把人工智能领入了一个新阶段，带来的不仅是技术进步，更重要的是人才需求。一项技术能够为人类带来颠覆性的变化，需要有一流的科学家、一批卓越的工程师和充足的经费。我们应当对学者、企业和政府有足够的耐心，唯有这样，中国的人工智能才会走向世界引领地位。○

中国工程院院士、中国自动化学会理事长、西安交通大学教授郑南宁在第二十五届中国科协年会通用人工智能产业创新发展论坛上的致辞节选

人工智能的发展趋势与 AIGC 应用的探讨

文 / 华南理工大学 陈俊龙

导读：2023年10月20—21日，以“智能涌现 生成未来”为主题的第二十五届中国科协年会通用人工智能产业创新发展论坛在安徽省合肥市成功召开。欧洲科学院院士、中国自动化学会副理事长、华南理工大学教授陈俊龙受邀出席并作题为“人工智能的发展趋势与 AIGC 应用的探讨”的主题报告。报告聚焦工业智能与智能系统前沿，探讨了人工智能赋能制造业的关键科学问题和重点推进内容，指出人工智能作为制造业数字化转型的新生产工具，正催生 AI for Engineering 这一工程研发新范式。同时进一步探讨了工业智能的内涵，并提出了工业智能前沿研究的重点内容和总体目标，即：从信息感知本质、信息理解深度和系统行为决策出发，开展跨时空感知与统一表征、多模态信息可解释泛化认知和人机共融决策与动态博弈的基础理论与关键技术研究，实现制造过程高端化、绿色化、智能化运行。

以下为报告全文。

自2009年以来，国家在物联网、云计算、大数据和人工智能领域取得了显著进展。这些进展得益于算力、数据和算法模型的不断支持，以及深度学习技术的兴起。此外，在2008年和2009年间，软件和硬件领域也经历了重大的发展，促成了近期通用人工智能的兴起。

一、算力

最近，国家在通用人工智能（AIGC）领域的发展受益于算法、算力和数据的显著提升。为了提供企业强有力的算力资源，政府在2022年统筹启动了东数西算工程。这个工程概念类似于早期的

南水北调和西电东送工程，旨在建立8个关键枢纽点，分布于长三角、珠三角、宁夏、贵州、内蒙等地，这些枢纽点也配置了数据中心的重要角色。目前东数西算工程正在进行大规模建设。这些举措不仅在土建工程、软件工程和信息技术等领域对国家产业链的发展产生了积极作用，而且为能源利用和双碳减排工程贡献了一份力量，并满足了中小企业对大规模数据资源的需求。合肥市也在呼应该计划在组建算力上扮演着非常重要角色。

英伟达公司今年5月宣布了“Hopper”计划，旨在分析当前的GPU技术。该计划旨在

推动GPU技术的发展，以满足不断增长的计算需求，尤其是在人工智能和科学计算领域。计划的一部分包括推出基于新架构的GPU产品，以提供更高的性能和效能。这将有助于满足日益增长的计算要求，帮助研究人员、科学家和工程师在各个领域开展创新性的工作。该计划启动时，国内尚未受到美国的限制，但它给我们带来了一系列未来发展的思考。回顾早期CPU技术，特别是在大型语言模型的训练方面，以ChatGPT为例，实现这一目标需要巨大的计算资源。然而，借助GPU计算中心资源，成本约为40万美元，能源消耗也仅相当于传

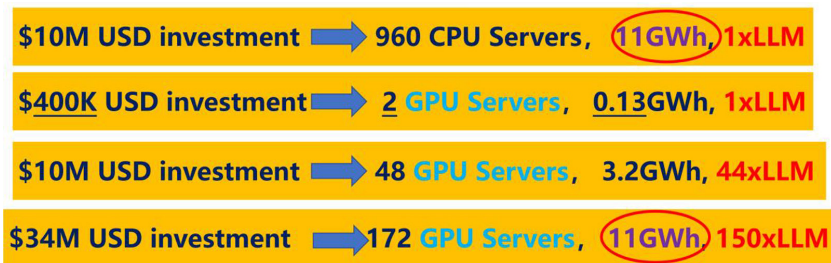


图1 CPU/GPU 资源对比



图2 CPU、GPU、TPU 方案

统 CPU 的约 1/8。若投入 1000 万美元，我们能够实现 4 倍 LLM (Large Language Model) 大语言模型的规模。进一步考虑到能源消耗，我们甚至可以实现高达 150 倍 LLM 的容量，如图 1 所示。

这引发了深刻思考，若我们拥有足够的计算能力和资源，大型语言模型规模有可能增加到 150 倍。随着算力和数据更深度的协同作用，未来通用人工智能预计会变得更加智能，这意味着通用人工智能将在各行各业中发挥作用，为各种问题提供解决方案。

目前国内正在积极研究除了 GPU 之外的其他算力支持大型语言模型方案，其中包括 MPU (混合处理器单元)，NPU (神

经元处理单元)，和 TPU (张量处理单元)，如图 2 所示。最近，研究人员开始探讨如何利用量子计算来克服 DPU (深度处理单元) 所面临的局限，这引起了广泛的讨论。谷歌很早之前就在进行 TPU 和 MPU 的研究，而现在，

阿里巴巴、寒武纪等公司也在积极研究这些新的计算架构，这些努力有望突破目前 GPU 所面临的限制。

二、数据

数据在大型语言模型中起着关键作用，一个大型语言模型的性能和智能程度与训练数据的质量密切相关。因此，数据的重要性不可忽视。国家在 2021 年底便开始建立数据聚集和管理系统，不仅着重管理整个数据生命周期，包括数据来源、存储、处理、交换和传输，并且实施数据分析等级的分类处理，以确保数据在未来如何进行去标识化和去敏感化处理，如图 3 所示。这一举措强调了数据的关键性，以确保数据在各个方面的安全和有效管理。

同时，国家在各个省市纷纷设立数据交易所，如在广东和深圳同时建立了数据交易所，这些交易所是由省市共同支持和发展

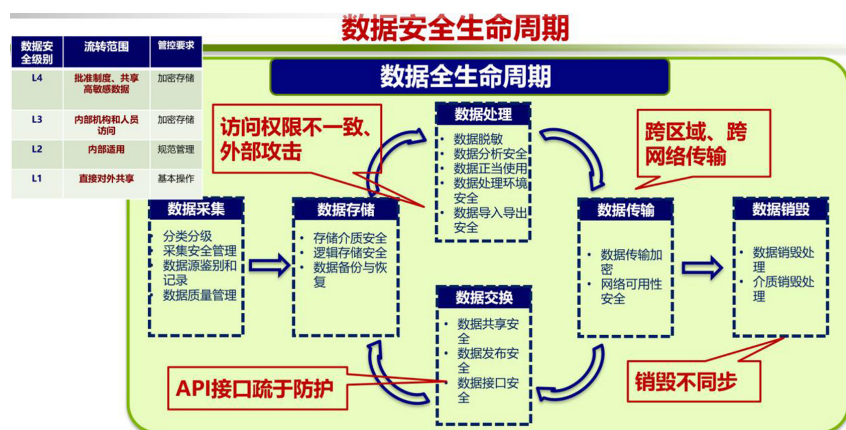


图3 数据安全生命周期

的。未来，各行各业的数据可以像煤气、水电一样进行交易。这意味着在模型训练时，不再局限于使用公共数据，而可以利用交易的数据进行模型训练，这是国家在数据领域取得的重要突破，将为人工智能的发展提供更多的数据资源和可能性。

三、模型与算法

大型模型的概念首次出现在2015年和2016年，由于生成式模型尚未崭露头角，所以当时还没有引起广泛的关注。当时OpenAI组成的GPT-3在当时尚未加入Chat功能，当时也没有类似文心一言、通义千问，讯飞的星火等大模型。从今年开始这些模型开始逐渐涌现，如图4所示。大型模型的主要特点之一是其拥有千亿级参数的规模，同时希望能够通过标注的小样本来进行模型训练。

最近，网络上已经发布了大约80个具有超过10亿参数的模型，然而，目前只有11个模型通过了国家的认证。这表明不同

机构对于这些大型模型的价值评估各有不同。总体而言，中美两国的大型模型已经占据了全球的80%份额，这引发了国内各行各业都希望构建自己的大型模型的热情。然而，通用大型模型的构建相对困难，因为它需要庞大的计算资源支持。因此，国内正在进行所谓的“百模大战”，旨在建立各个领域的小型专用大型模型，以满足不同行业的需求。这凸显了大型模型在国内的广泛应用和重要性。

当前最主要的问题国内大型模型的计算能力仍然高度依赖国外的生态系统，包括依赖微软、英伟达等公司的产品以及算子库。尽管国内拥有华为的昇腾系统算子库，但仍然需要与用户合作开发。这个问题涉及的领域非常广泛，最主要的挑战是如何改变国内显卡的生态系统。国外的生态系统已经形成了全球性的格局，而要改变国内生产的显卡的生态系统相对更具挑战性。国内拥有两三家显卡生产商，如曙光、寒武纪等，但由于缺乏与生

态系统的深入了解，难以推广和普及。未来，这些企业需要积极探索如何构建生态系统，以改变国际局势并打破依赖国外生态系统的现状。

在构建大型模型时，需要考虑两个关键要素。首先，数据的规模对于模型构建速度至关重要，大型数据集需要更多的时间来建立模型，所以快速构建准确有效用的模型至关重要。其次，也应考虑在模型构建后如何快速应用增量数据进行更新。这方面的挑战在于涉及大量数据，因此更新过程可能相对复杂。目前，我们正在探索边缘端的实时模型更新方法，使得在模型训练完成后，客户端可以实现随时更新，而不必将模型返回到原始大型模型进行批量更新。宽度学习在这一领域发挥了重要作用，尤其是对于实时增量数据的更新。

在算力和模型都达到要求满足时，算力冷却便成为了一个难题。现在，算力冷却系统采用了多种方法，包括风冷系统、液冷系统以及浸没冷却。在浸没冷却方面，我们建立了一个模型，以调整化学成分，将冷却效率最大化。这种方法可以使PUE值降至1.07，低于国家规定的水平，并且此种冷却形态需要更少的空间。相比于传统的大型计算机柜，这种方法在效率和空间利用方面都有显著的优势。



图4 国内外语言大模型

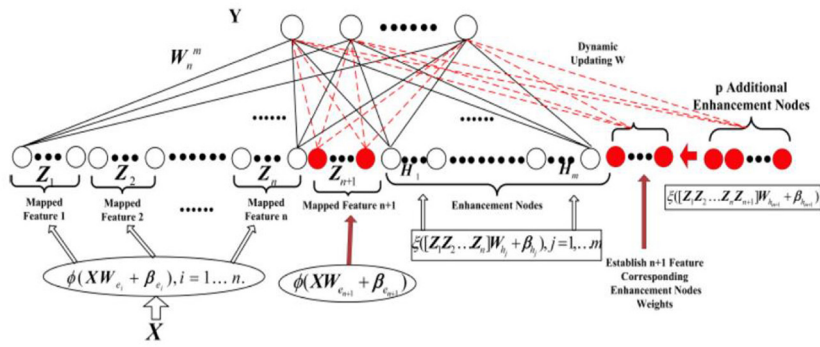


图5 宽度学习系统

在 AIGC 方面，来谈谈数字人及人机交互的应用。目前，为解决人体大健康领域的问题，我们获批的教育部的健康智能和数字平行工程中心正在探讨在数字世界与真实的物理世界里人机交互的问题。目前已经初步开发了数字人，使其能够进行对话并相互了解，数字人之间也可以互相交互，而且数字人可以在现实空间与真实人进行互动。我们的团队正在致力于情感识别及在数字世界与物理世界人体健康监控及交互的研究。

生成式人工智能对公司生态的影响最大的是互联网公司。现在，如果公司能够熟练使用生成式人工智能来编写代码和开发嵌入式应用，未来的公司将变得更小而更精致。这将带来更多的盈利机会，使员工有机会成为创业者或老板。他们可以迅速将生成式人工智能整合到公司中，以实现更高效的嵌入式应用。目前，国内在生成式人工智能方面仍有很大的发展空间，各种小型科学家和企业都有机会嵌入到人工智能平台应用中，未来的创新和发展会涌现更多机会。

从产业价值角度来看，生成式人工智能可以迅速分为上游、中游和下游三个方向。上游产业涉及基础建设，下游产业则涉及应用，而中游产业在各个行业中起到枢纽作用。初创公司在这一

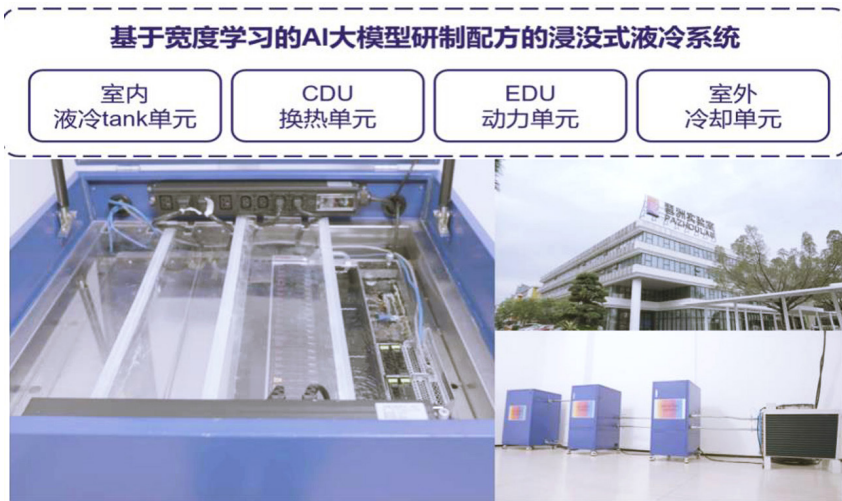


图6 基于浸没式液冷技术的高性能算力解决方案

四、AIGC 对公司生态的影响

近期人工智能研究公司 OpenAI 推出的聊天机器人模型 CHAT-GPT 不断出圈，继 2019 年向 OpenAI 注资 10 亿美元之后，微软与 OpenAI 的合作进入第三阶段。据 Semafor 引知情人士报道，微软以 290 亿美元估值，向 OpenAI 投资 100 亿美元，一切均指向人工智能模型的新范式“生成式 AI 模型 (Generative Model)”。决策式 AI 模型 (Dis-

criminant Model) 是根据已有数据进行分析、判断、预测，典型应用为内容的智能推荐 (短视频)、自动驾驶等；而生成式 AI 更强调学习归纳后进行演绎创造，生成全新的内容，本质是对生产力的大幅度提升和创造，已催生了营销、设计、建筑和内容领域的创造性工作，并开始生命科学、医疗、制造、材料科学、媒体、娱乐、汽车、航空航天进行初步应用，为各个领域带来巨大的生产力提升。

领域属于中小型，但未来可能成为龙头企业，这将产生巨大的产业价值。在实际生产应用中，还没有大规模采用生成式人工智能的情况，主要是因为大部分应用仍然依赖传统的专用小型大模型，这些模型使用相对较小的计算资源进行训练。未来，生成式人工智能将在各个领域得到更广泛的应用，这取决于我们拥有的算力和数据基础。

ChatGPT 是 AIGC 目前最典型及最有名气的平台产品。此类的平台它具有正面和负面两面的影响。一方面它扩大了知识的传播途径，提供了便捷的信息获取方式，个性化的服务，以及自动化客户支持，同时还有创新应用的潜力。另一方面，其具有不准确信息和偏见传播的风险，可能对隐私构成威胁，引发失业风险，以及可能被滥用。解决这些问题需要审查数据来

源、开发偏见识别和修正技术，强化隐私法规，以及进行社会伦理和道德教育。总而言之，ChatGPT 和 AIGC 类似技术在未来将继续发挥重要作用，但需谨慎管理，以最大程度地提升积极影响，降低其潜在负面的影响。○

(本文根据作者在第二十五届中国科协年会通用人工智能产业创新发展论坛上所作报告速记整理而成)

作者简介



陈俊龙，博士，国家特聘专家，华南理工大学计算机学院院长、讲座教授，陈教授是中国自动化学会副理事长、教育部健康智能与数字平行工程中心主任、广东省计算智能与网络空间信息重点实验室主任、广东省人工智

能产业协会联席会长、琶洲实验室副主任。他是 IEEE Fellow、AAAS Fellow、IAPR Fellow、欧洲科学院院士 (Academia Europaea)、欧洲科学与艺术学院院士 (European Academy of Sciences and Arts)、中国自动化学会 (CAA)、中国人工智能学会 (CAAI)、及香港工程师学会 (HKIE) Fellow。陈教授曾任 IEEE Trans. on Cybernetics (2020—2021)，及 IEEE Trans. on Systems, Man, and Cybernetics: Systems (2014—2019) 两个顶级 SCI 期刊主编，曾任该学会国际总主席 (2012—

2013)，也是国内期刊 CAAI Trans on AI,《中国科学》，和《自动化学报》的编委。2018 年陈教授获得了 IEEE 系统科学控制论的最高学术维纳奖 (Norbert Wiener Award)，获 2021 IEEE Joseph Wohl 终身成就奖，及我国人工智能学会吴文俊人工智能杰出贡献奖。陈教授科研方向主要在智能系统与控制，计算智能，混合智能，数据科学方向。他是 2018—2022 连续 5 年 Clarivate Analytics 的全球高被引科学家 (2018 在计算机，2018—2022 年在工程及计算机双学科)。

视觉大模型的实践与思考

文 / 中国科学院自动化研究所 王金桥

导读：2023年10月20—21日，以“智能涌现 生成未来”为主题的第二十五届中国科协年会通用人工智能产业创新发展论坛在安徽省合肥市成功召开。中国科学院自动化研究所紫东太初大模型研究中心常务副主任、武汉人工智能研究院院长王金桥受邀出席并作题为“视觉大模型的实践与思考”的主题报告。报告指出，随着自监督学习的预训练模型爆发式发展，以ChatGPT为代表的语言预训练大模型取得了显著进步，但视觉的多任务统一模型仍存在许多问题亟待解决。报告基于多任务统一学习的视觉自监督预训练大模型学习机制和训练方法，探索了自回归和重建损失的联合优化方法；提出面向通用物体分割的FastSAM的加速方法。

以下为报告全文。

ChatGPT 推出以来，大语言模型技术的发展取得突破性发展。然而，人工智能应用的广泛落地一直面临着视觉通用性的关键挑战。过去十年，人工智能广泛应用的通用性难题长期存在。以前，我们侧重于处理大数据、构建小模型、解决小任务，但这些模型的能力有限，主要的缺点在于依赖于大量标注数据、泛化能力差，难以适应不同场景。尽管目前技术上已经取得了一些突破，但人工智能落地应用仍然未能实现商业闭环。视觉与语言不同，实现通用的视觉能力尤为具有挑战性，涉及到二维、三维、时间等多个维度的处理，需要解决复杂的设计、算力、语言与视觉之间的

对齐等问题。

一、视觉领域面临的挑战

人类的感知过程中，大约70%的信息是来自视觉。与语言不同，视觉信息是非结构化的，所以训练视觉模型面临着更大挑战。如何实现视觉信息与语言单

词的对齐、如何激发多模态的涌现能力，都是亟待解决的复杂问题，如图1所示。视觉信息涵盖多个维度，包括对象的外观、形状、颜色、质地，以及与对象相关的场景和光照信息。此外，不同应用场景，如人脸识别、车辆识别等，需要构建不同的小模型，

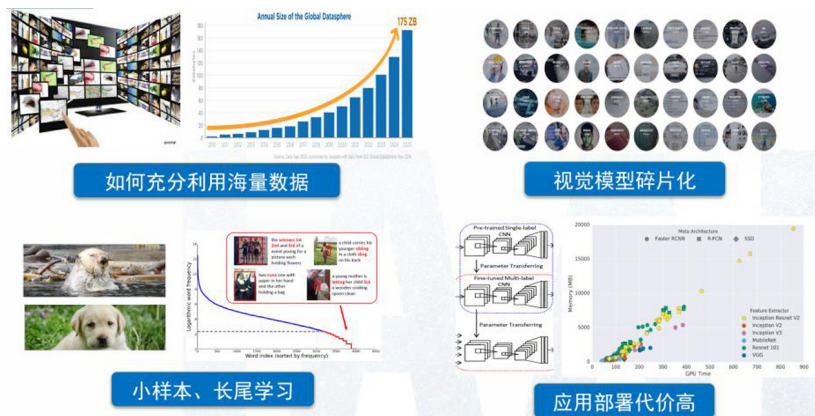


图1 视觉领域计算方法面临的挑战

导致应用的碎片化。视觉问题还涉及长尾问题，与语言相比，视觉模型的部署成本相对较高。

二、视觉大模型研究现状

在视觉领域，自监督学习的应用一直备受关注，尤其是通过预测下一个单词实现海量学习。国内外学者进行了广泛的研究，

包括比对学习、自回归预测和掩码预测等方法，如图 2 所示。然而，视觉自监督学习仍面临多个挑战。由于视觉信息的多维性，需要考虑全局信息，同时也需要强调局部信息。不同的视觉任务涉及不同类型的信息，如检测、分割、分类和回归等，这增加了通用模型设计的复杂性。通用性

和专用性之间可能存在一定矛盾，既要关注特定任务的识别，又要涵盖全面的视觉知识来训练视觉模型。多任务学习和通用模型设计是当前研究的重点，尽管现有模型的能力仍然有限，特别是在处理未知类别和自动标记方面存在挑战。因此，解决这些问题需要更多的研究和技术创新，以实现

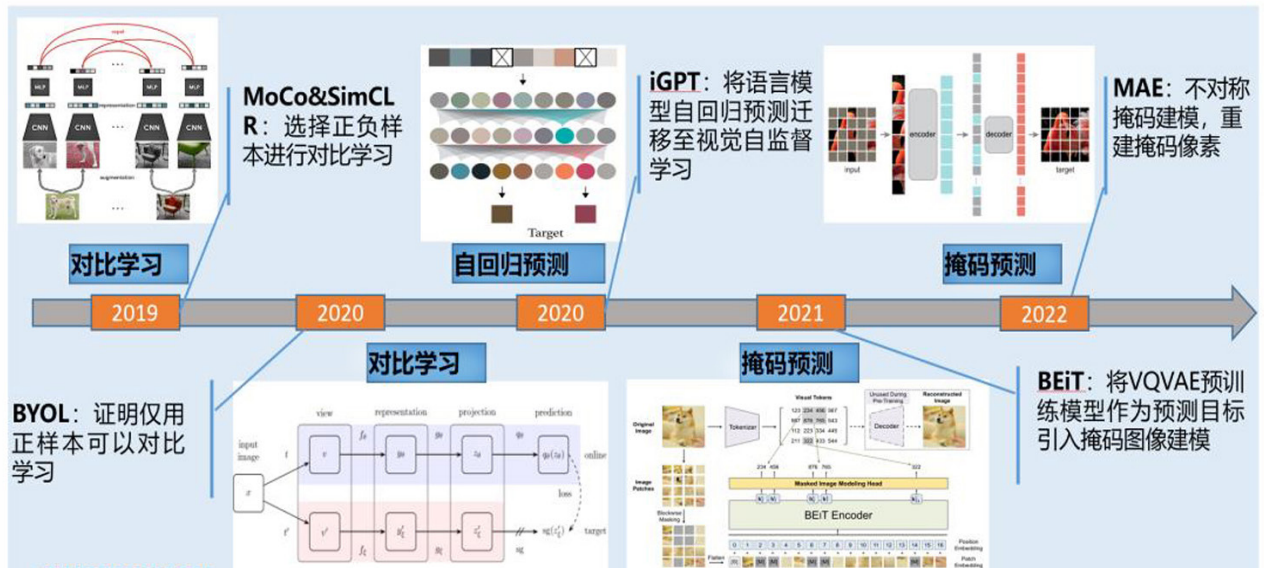


图 2 视觉自监督学习



图 3 视觉推理与生成

更通用和高性能的视觉学习。

2021年,随着一系列视觉推理模型的涌现,如ViLD、M-DETR等,视觉自监督学习迎来迅速发展。与语言领域的大模型相比,视觉大模型在模型规模、训练数据、多任务学习和智能涌现方面仍有较大差距。因此,国内外的研究机构和公司,如META、Google、华为、商汤等都在持续改进图文融合模型。在图文对话中,仅使用图像对话往往信息量不够,而图文交错结合的回答能提供更精准的信息和更丰富的体验。此外,将文本模态与视频和声音相结合也会提供不同的感知和理解。因此,通用的纯视觉模型仍需进一步的发展和完善。

三、视觉大模型的探索和实践

中国科学院自动化研究所紫东太初大模型研究中心在视觉基础模型领域进行了大量探索,自2020年起,成立了国内第一个大型模型研究中心。紫东太初大模型致力于构建全站自主可控的大型模型,以确保数据安全和隐私;其次,在视觉模型领域,持续探索视觉自监督学习的新路径。引入可变形Transformer局部块结构,它具有自适应预测每个局部块的空间位置和能力的功能,如图4所示。这意味着模型可以根据目标场景的结构和语义信息,灵活地预测每个模块的大小,从而解决传统固定大小滑块在处理语义结构时的不完整性问题。这种可变形结构不仅有助于减少参数量,还能提高模型效率。

此外,紫东太初大模型在视觉自监督学习领域作出新的尝试,如将掩码的重建与比对学习相结合。在研究时不仅关注掩码的重建特性,还注重相似度和比对损失,通过构建动态的视觉掩码机制,显著提高了模型的收敛速度。这一模型相较于传统的比对学习,其收敛速度通常能提高2—8倍,而且在大约100轮训练后,即可达到主流效果的精度水平。

在图像重构过程中,不仅考虑单一目标或场景,还要深入挖掘目标与场景、目标与区域之间的有效关

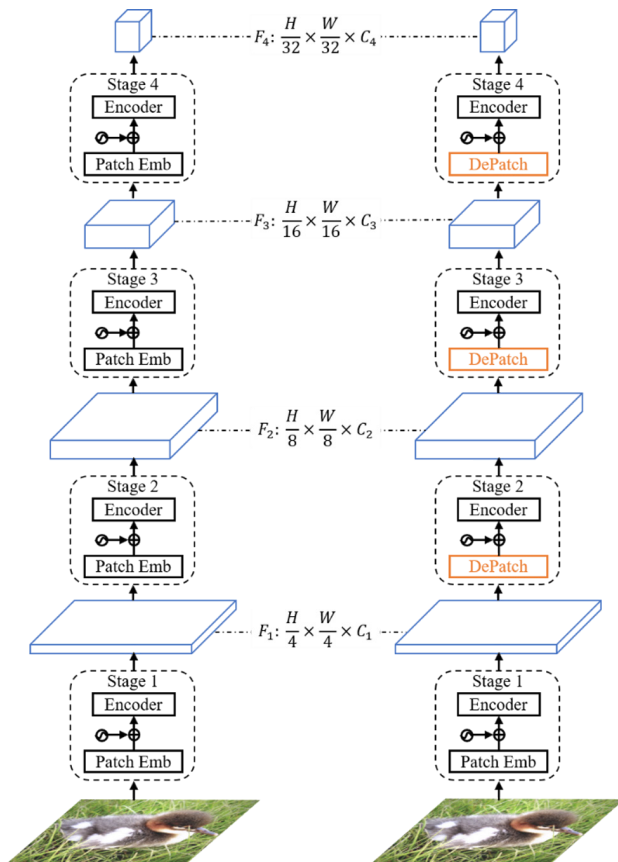


图4 可形变视觉Transformer模型

系。这使得多层次和多粒度的自监督学习能够实现,不再局限于单一目标的学习方式。该方法能在样本数量仅占总样本数1%—10%的情况下,超越传统的自监督方法,同时不受特定场景的限制,增强模型通用性和语义特性。

在视觉自监督学习领域,紫东太初大模型提出了一些方法来应对随机采样可能导致的不均匀性问题。无论是掩码重建还是自回归方法,随机采样常常难以确保全面采样和均匀分布。为了解决这一难题,紫东太初大模型引入了并行的掩码机制,以确保采样的数据相对均衡。另外,通过对损失函数进行优化,建立一致的预测损失,根据不同掩码特性提高预测准确性,如图5所示。这一优化将整个训练的效率提高了6.65倍,并在性能方面也取得了显著提升。通过以上创新方法,紫东太初大模型实现了视觉编码与自监督训练

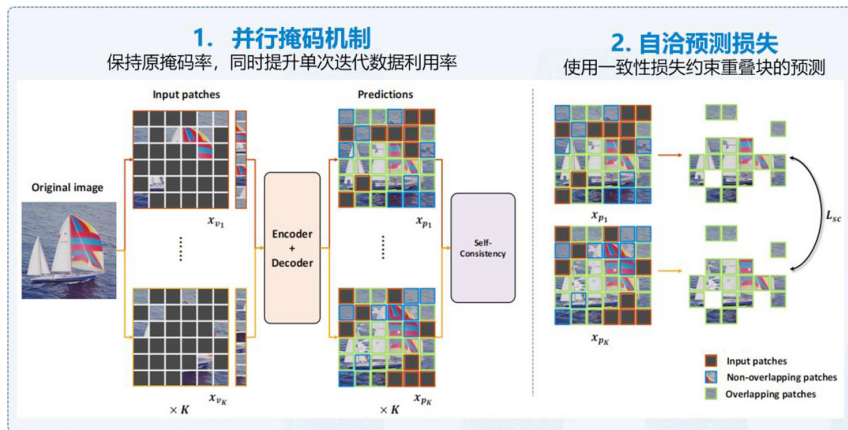


图5 高效掩码自洽模型

的对齐，并通过弱监督数据自适应地实现语言和数据对齐，为多模态学习带来了新的可能性。

紫东太初大模型已成功建立了多模态环境下的多任务统一对齐机制，通过构建多任务自回归预测结构，实现模型的一致性。该视觉多任务统一模型，通过图像和语言编码，能够以多边形形式统一表示各种任务，包括检测、分割和关键点等。基于视觉知识的统一大型模型不再需要在不同场景下使用不同模型，而是能够根据需求，输出所需任务的结果。此外，紫东太初大模型还引入了基于视觉多任务的微调机制，使模型能够根据指令输出所需结果，无需构建多个不同的模型，还可以通过反馈学习来进一步完善意图对齐和结果输出。

四、视觉大模型应用

首先，紫东太初大模型可以自动识别海报中的内容，其次，

可以进行知识进行推理。第三，可以进行工业场景自动定位目标应用。最后，模型还具备判断能力，能够识别图像中的对象，例如可以判断出“这不是一棵树，而是一个穿着外套的男人”。

大模型还可以深入理解这些图像中的情境和动作。在图7中，人们在进行拍照活动，其中一名女性持手机在拍照，另一张图中描述了一个人在挑选衣服，这些场景是与新零售相关的应用，大型模型能够根据每个场景的需求提供长尾问题的解决能力。上述示例展示了大模型视觉模型具备

的多种语义推理能力。

除了通用模型，我们还研发了专门针对特定应用的模型，其中一个显著的例子是 FastSAM，如图8所示，它是一个通用目标分割模型，性能比 SAM 高出 50 倍，在 Hugging Face 上 177 like，Github 已达 5.8k stars。另一个重要应用是工业异常检测，我们开发了通用工业检测模型，适应于工业领域碎片化数据和有限样本情况，能够有效检测任何文本描述的正常和异常情况，为工业环境带来广泛的应用前景。

这些应用覆盖了图像级别的少样本数据集，尤其在工业数据集方面，模型性能显著提升。在碎片化场景中，例如高铁的缺陷检测，视觉大模型的初始化可以使基础能力提高 10%，再加入一些样本后，精度可以提升 30%。在开放式场景中，例如道路缺陷检测，面对可能的各种障碍物，使用视觉大模型可提高巡检精度 10%，显著降低 30% 的误报率。



图6 图文理解 / 推理能力

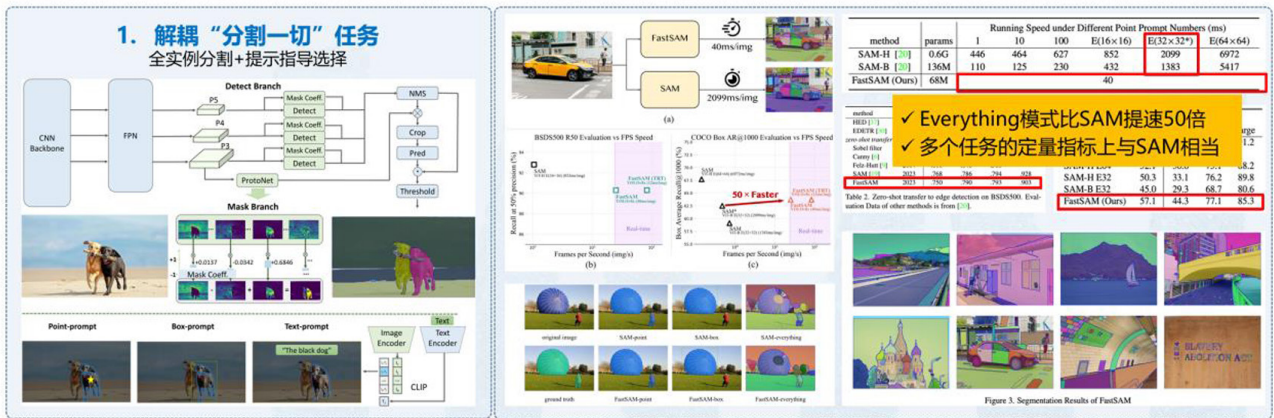


图7 通用物体快速分割大模型: FastSAM

在医疗器械管理方面，原本需要人工操作的工作，现在通过大型模型，手术器械的准备时间可以从一个小时缩短至半个小时，培训护工的时间也大大减少，工作效率提高了30倍，精度高达99%。使用一个模型可以实现智能化的管理，仅需2台服务器即可为10家医院的所有手术提供管理服务。

最后，交通违章违法检测也将受益于大模型的泛化能力。通过积累的违章数据，可以直接生成检测模型，其精度基本能够超过人工审核，目前已经在全国60多个省市县区部署。以上示例突显了视觉大模型在多个领域的广泛应用。

尽管视觉大模型在通用能力上具有明显优势，但由于结合了视觉和语言，推理成本相对较高。未来，还需构建更高效的模型以及提升多场景能力以优化推理过程。此外，基于目前OCR和分割方面呈现出的强大潜力，未来还

需继续专注于通过指令实现更精确的理解和生成。我们已经推出多模态照片说话平台，目前已对外开放，每个用户都可以生成更加精准的个性化视频内容。

最后，由于数据涉及敏感信息和语义信息，视觉大模型格外强调视觉数据的安全性和可控性。

语义信息和内涵必须与价值观和形态意识相一致，因此需更加关注数据的清洗和生成过程，以确保数据的安全性和可控性。

(本文根据作者在第二十五届中国科协年会通用人工智能产业创新发展论坛上所作报告速记整理而成)

作者简介



王金桥中国科学院自动化研究所紫东太初大模型研究中心常务副主任，研究员，博导，武汉人工智能研究院院长，中国科学院大学人工智能学院岗位教

授，多模态人工智能产业联盟秘书长，主要从事多模态大模型、视频分析与检索、大规模目标识别等方面的研究。共发表包括IEEE国际权威期刊和顶级会议论文300余篇，国际期刊50余篇，国际会议220余篇。完成国家标准提案3项，发明专利36项，10项国际视觉算法竞赛冠军，新时代中国经济创新人物，北京市科技进步一等奖，世界人工智能大会SAIL奖，吴文俊人工智能科技进步二等奖，中国发明创新银奖。

复旦大学 CFFF 科研智算平台助力科研创新

文 / 复旦大学 程远

导读：2023 年 10 月 20—21 日，以“智能涌现 生成未来”为主题的第二十五届中国科协年会通用人工智能产业创新发展论坛在安徽省合肥市成功召开。复旦大学程远研究员受邀出席并作题为“复旦大学 CFFF 科研智算平台助力科研创新”的主题报告。报告主要介绍了复旦大学 CFFF 科研智算平台具体情况，以及通过 CFFF 赋能交叉学科研究方面的典型案例。

以下为报告全文。

400 年前，伽利略发明了望远镜，这一技术的出现使人类得以窥见更遥远的宇宙，为后来的众多科学发现铺平了道路。每一次人类科学研究的巨大飞跃和重大进步都源于某一项技术的创新，这些技术创新不断为科学进展提供新的动力。今天，我们正生活在人工智能时代，人工智能被视为新时代的“望远镜”，让人类能够窥见更遥远的未来。

一、AI for Science

过去十年时间里，人工智能与数字化产业密不可分。在互联网相关领域，先进的 AI 技术和工程能力所构建的产业，显著改善了电商、社交、数字金融等产业的用户体验，创造了巨大的产业价值。在最近的三年中，人工智能开始在更基础的领域发挥作

用。例如，2019 年麻省理工学院发布了一项研究，应用 AI 合成药物，成功设计出 15 个有望成为药物的分子。利物浦大学也通过 AI 技术，发现了 4 种可用于传导锂的新型固态材料，有望提供更长的电池续航能力。这些研究进展表明，科学研究正在经历一场革命，借助人工智能技术，将数据和知识原理融合可以解决科学难题，有助于发现新的科学机理。

今年最新的文章深入探讨了人工智能技术在科学研究中的应用，重点关注了它在科学假设生成、实验效率提升、数据采集与分析等领域的深刻影响。这种深度赋能显著提高了科研工作的效率，为原创科学研究的发展提供了强大支持。通过 google 学术统计了生命科学、材料科学和能源科学三个主要领域近 3 年来 20 万

篇学术论文，其中有 34.5% 明确提到或明确说明在相关研究中应用了人工智能技术。以材料科学为例，最近三年内使用人工智能技术的工作占比增长了 300% 以上。这些数据明显表明，AI4S(人工智能支持科学)的发展已经成为科学研究的主要趋势。

在算力领域中，科研智算平台必须应对如今的大模型和大数据时代的挑战。与以往的建设方式相比，这些平台有着明显的不同。首要的挑战是算力资源不足，如图 1 所示，大模型如 GPT-4 需要数千上万块顶尖 GPU，而高校等机构通常难以提供如此庞大的算力资源。其次，数据管理是另一个挑战，它需要高效的数据存储和处理系统。算法的不断创新也是一大挑战，研究人员需要不断改进和优化算法以提高模型



图1 科研智算平台的制约

性能和效率。此外，安全和隐私问题也必须重视，尤其在处理大规模数据和敏感信息时。为解决这些挑战，有必要有针对性地构建计算平台，充分利用现有资源，并不断探索新方法和技术来支持科研工作。

另一方面，我们必须关注算力孤岛问题，它制约了算力的有效利用。传统的建设方式导致不同学校、院系，甚至不同研究小组分别购买和管理自己的计算资源，这可能导致一个学校内存在多个小型计算集群，它们之间的通讯效率通常无法满足大型模型研发所需的高速通讯要求，从而制约了大型模型研发的潜力。为适应 AI4S 的需求，模型研发必须在算力、算法和模型框架等多个方面进行协同优化和建设，传统的分散建设方式已不再适用。此外，根据调查，非计算机或人工智能科研领域的研究人员中，有 70% 认为使用人工智能工具存在一定的门槛，这也是需要克服的

挑战之一。

在上述背景下，复旦大学积极推动科研智能计算平台的建设。通过广泛调研全校已在使用人工智能或即将把人工智能应用于科研的各种团队，我们总结出了针对科研计算平台建设的三大关键思路。首先，要提高集群计算的加速，特别是在模型训练相关领域，不仅仅是增加硬件算力，还要在并行训练框架层面进行优化。其次，需要将 AI 和 HPC 计算融合，以满足不同科研计算需求，从 GPU 大规模计算到科学场景中使用的 CPU 计算，需要高效整合和资源分配。最后，我们将着手研发易于使用的 AI4S 工具，以满足科学家对于 AI 易用性的需求。这些举措将有助于构建更强大和智能的科研计算平台，以满足科学研究领域不断增长的需求。

复旦大学 6 月份上线的智算平台，是全国目前高校规模最大的智能计算平台，它将成为科技创新的关键引擎，为 AI FOR

SCIENCE 提供强大的算力资源，同时推动科研方式的变革。这一平台将为学校的本科生和研究生提供使用和优化的机会，以便他们在步入工业和产业界之前获得必要的培训，加速数字时代的进程，更好地满足国家对人工智能的重大战略需求。智算平台将在复旦大学的科研和教育领域提供强有力的支持，促进科技创新和培养高素质人才。在该平台上，每个科研团队可以具备与顶尖科技企业相媲美的科研资源，每一位科学家都能像人工智能专家一样便捷地使用 AI 工具，积极参与 AI FOR SCIENCE 的范式变革当中。

二、AI4S 智算平台特点

智算平台具备多个较为显著的特点。首先，它拥有庞大的集群规模，提供充足的算力资源。其次，平台建设了大规模分布式训练和高效的集合通信能力，降低了计算节点之间的通信开销，实现协同科研计算任务的低门槛使用，同时提高了底层计算能力和研发平台的效率。我们还正在建立统一协作系统，以实现 AI 和 HPC 的统一调度和弹性管理，包括底层算力的优化、数据加载的加速、集合通信的优化等工作。此外，该集群还具备一定的可扩展性，以满足未来可能出现的 AI FOR SCIENCE 计算需求，甚至

可扩展到 10 万台级别。在存储方面，采用分层分级的存储模式，为 AI 训练提供高达数百 G 每秒的数据吞吐效率，同时提供成本较低的解决方案，以满足 AI 和科研的经费有限情况下对存储的需求。这一平台的特点将为科研工作者提供强大的计算和存储支持，推动科学研究的创新。

平台的整体服务目标是确保为不同程度的 AI 技术使用者提供全面的 AI FOR SCIENCE 服务。无论用户拥有何种计算机背景，平台将为其提供最基本的算力和稳定的基础设施运维支持。对于需要 HPC 的用户，提供 AI FOR SCIENCE 的解决方案和工具。对于已经在进行交叉科研的用户，提供计算性能优化的服务。对于初级用户，提供更贴身的支持，包括工具的安装和定制。复旦大学智算平台的目标是确保不同的人工智能技术背景的用户都能够

熟练使用 AI 完成科研，从而推动科学研究的创新。

复旦大学智算平台另一个显著特点是，遵循国家“东数西算”的整体布局，将主要的 AI 算力和 HPC 算力部署在乌兰察布。这一举措带来了许多优势。首先，这种部署方式每年可节省 200 万度电力，减少碳排放量高达 1300 吨，有利于环保和可持续性发展。其次，由于光纤时延仅为 3 毫秒，具备高达 100G 的带宽，使得 PB 级别数据上云只需几天的时间完成。此外，在乌兰察布还设有一个公有云的接收点，这一设计将为科研提供更多支持。

为了解决科学家使用 AI 技术的高门槛问题，我们提供一系列解决方案，首先提供了通用 AI 模型、算法、领域专用工具、科学领域模板和一键式部署功能，以便使 AI 技术更易于应用，从而让科学家能够轻松上手，如图 2 所

示。其次，还为不同层次的用户，包括本科生、研究生，甚至更高水平的专家，设计了专门的 AI FOR SCIENCE 培训体系，通过全链条和多模式的培训来推动 AI FOR SCIENCE 范式的变革，以便更多人能够充分利用 AI 技术进行科研工作。

三、CFFF 平台应用

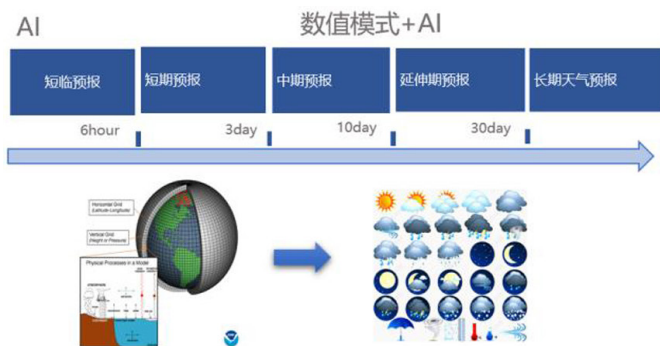
自 6 月底上线以来的三个多月中，已有众多科研团队的科研人员在 AI FOR SCIENCE 平台上进行研究，为支持 60 多个国家和地方的科研项目提供了强有力的支持。新能源是一个备受全球关注的领域，其装机容量在过去十年里迅速增长。然而，新能源领域的核心挑战之一是气象预测。通过人工智能技术，我们已经在气象和天气预报领域取得了显著进展，未来，这一技术有望将天气预报的时间范围延长到 10 天、15 天甚至 30 天，为新能源产业带来更大的价值，如图 3 所示。

在中期气象预测领域，复旦大学团队已经取得了令人瞩目的成就。我们开展了中期天气预报的大规模建模工作，涵盖了 2 米温度、累积降水等多个指标。在公开的数据上，首次超越了欧洲中期天气预报中心（ECMWF），成为了全球顶尖的预报中心，并且预测结果胜过了 ECMWF。利用人工智能模型来进行运算，通

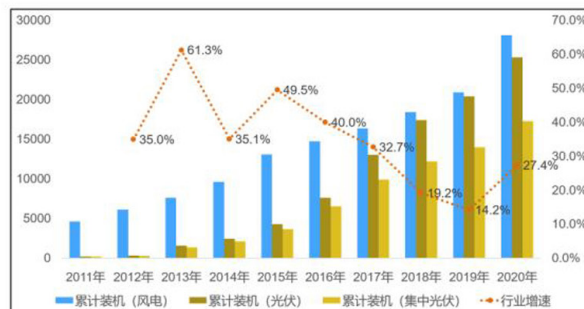
降低领域科学家使用 AI 技术工具进行科研的门槛



图 2 AI for Science 解决方案



天气分类



2011-2020年新能源装机量统计

图3 AI 助力天气预报与提升能源利用率

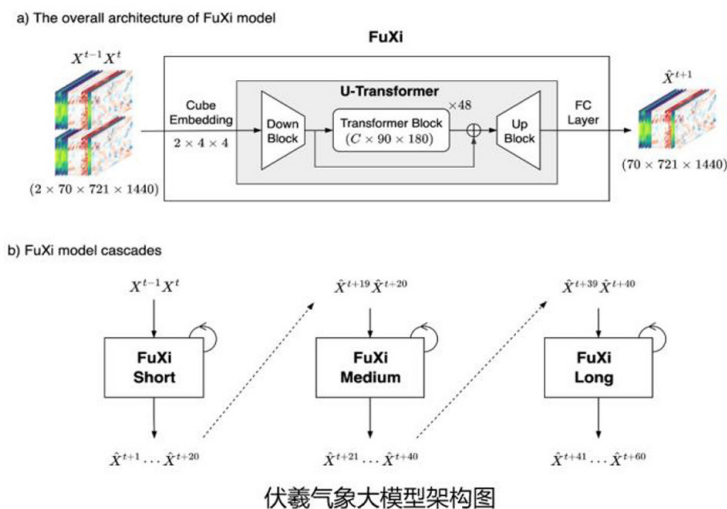
过几次推理就能够在3秒内完成这样的天气预测。不久前，我们发布了复旦大学的气象大模型，名为伏羲大气科学模型，如图4所示，仅用200多张计算显卡在一天内完成预测，首次实现了基于人工智能的15天天气预报，相较于ECMWF，速度提升了数个数量级，这为气象预测带来了巨大的突破。

尽管在大多数科研领域中数据不断增加，但很多数据采集依

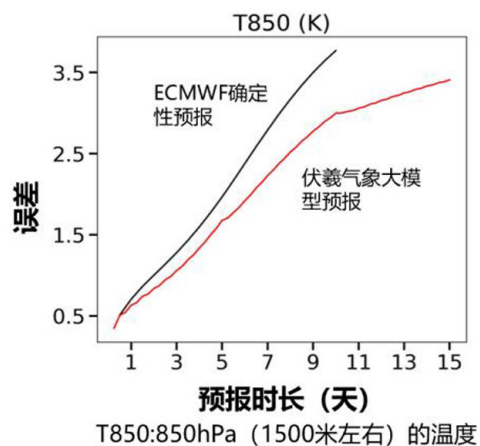
然非常昂贵。如果科学家能够将他们长期积累的领域知识融入到模型中，将对模型的性能有很大帮助。例如，将物理和化学知识结合起来，可以提高流体计算的准确性和效率，从而加速相关研究。是我们团队在数据和知识融合方面的工作。通过将观测到的数据与深度学习多尺度的物理流体建模相结合，能够大规模提高计算速度，加速效率超过1000倍。在应用方面，这种方法可以

用来更好地预测材料中微小裂缝的发展，对飞机安全等问题具有重要影响。此外，该方法对医学研究血管内堵塞也有很大的帮助。

药物代谢和药代动力学在药物研发中扮演着极为关键的角色。我们采取了一些方法，建立了大规模的分子数据库，包括了分子的物理属性，并通过人工智能大模型进行基于这些属性的预训练。通过大量的数据训练，复旦团队成功开发出了能够精准预测的模



伏羲气象大模型架构图



T850:850hPa (1500米左右) 的温度

图4 基于Transformer的中期天气预报

型。在实际的实验中，通常只能获得有限的人体对药物分子作用的数据，而依靠基于物理化学的预训练模型，能够帮助医学在药代动力学领域取得更好的研究成果。这种方法有望加速药物研发的进程，为药物治疗的发展带来更多希望。

从这些案例中可以看出人工智能赋能科学研究，同时科学研究也在推动人工智能的发展。例如，2020年基于热力学扩散模型的启发，人工智能领域出现了扩散模型，引发了AIGC的兴起，尤其是在视觉领域的发展。这些模型同样可以在科学研究领域应用，如分子生成等领域，基于高维电磁理论的模型可以用来生成科学数据。科学研究和人工智能已经形成了一种相互促进、相互赋能的良性循环，这将进一步推动科学和技术的发展。

目前CFFF平台已举办多次科学智能的比赛，并已经有超过1万支队伍参加了这些比赛，如图10所示。在这些比赛中，我们在符合隐私和安全的前提下共享了一些复旦大学的专有的高质量科学数据集，供大家一起探索科学智能领域的新方法。例如，在衰老领域，平台开放了衰老队列的数据，用于定义基于人体身体甲基化情况和人体生物关系的探索，以便研究人体的衰老过程以及与

衰老相关的疾病的发病机率。

ChatGPT等生成式模型为代表的算法已经在人工智能领域取得了巨大的成功，但同时，科学仪器的快速发展也导致了大量可观测数据的迅速积累。在基因组学领域，已经积累了数千PB的数据，而蛋白质结构等领域也有数十TP的数据。这包括大气科学、材料科学、医疗影像等各个领域的数据，都为科学智能领域提供了重要的数据支持。与此同时，人工智能芯片的发展也遵循摩尔定律，单卡和单芯片的算力不断提升。这意味着可以将算力整合在一起，以满足科学智能领域对算力的需求。因此，在科学智能领域，大

模型研发将是未来的趋势，并将继续推动科学技术的发展。

最后，AI FOR SCIENCE平台是一个开放的科研计算平台，我们的目标是通过赋能生命科学、化学、物理、数学等不同领域的科学研究，进一步推动原始创新的动力，同时也为产业合作伙伴提供支持，促进产业的创新和发展。我们期待着与各个领域的科学家和工程师一起合作，推动智能技术的发展，为未来的科研和产业做出更大的贡献。○

（本文根据作者在第二十五届中国科协年会通用人工智能产业创新发展论坛上所作报告速记整理而成）

作者简介



程远，研究员，博导，复旦大学人工智能创新与产业研究院，复旦大学CFFF平台执行主任。主要从事人工智能结合基础科学、计算机视觉、视频分

析、医学图像分析、机器学习等方向研究和应用。曾获得第74届联合国大会绿色可持续发展方案绿眼睛奖、中国图象图形学学会技术发明二等奖、蚂蚁集团数据智能奖、阿里巴巴集团橙点公益奖等。成果入选Gartner、中国保险报等机构年度优秀智能应用案例。发表国内外发论文20余篇，授权专利30余项。中国图象图形学学会人机交互委员会委员、中国图象图形学学会情感计算与理解专委会委员。

拥抱通用人工智能新时代

文 / 科大讯飞股份有限公司 刘聪

导读：2023年10月20—21日，以“智能涌现 生成未来”为主题的第二十五届中国科协年会通用人工智能产业创新发展论坛在安徽省合肥市成功召开。科大讯飞股份有限公司副总裁、研究院院长刘聪受邀出席并作题为“拥抱通用人工智能新时代”的主题报告。报告阐释了认知智能大模型技术阶跃对行业的变革式影响，剖析认知智能大模型技术原理，提炼其智能涌现的技术启示以及未来仍需继续攻克的难题。分享了科大讯飞通过星火认知大模型在各行各业落地应用的创新产品及价值体现，总结经验与方法论，为进一步加快通用人工智能产业发展建言献策。

以下为报告全文。

以 ChatGPT 为代表的大模型的出现给人工智能带来了重大变革，然而，需要明确的是，大语言模型本身并不等同于通用人工智能。在这个过程中，中国始终以 OpenAI 等国际领先公司为标杆，不断寻求技术的进步。然而，随着技术的不断发展，大模型应用于实际产业中也带来了一些新的挑战。

一、通用认知大模型的技术解读与分析

认知大模型的出现推动通用人工智能的技术发展迈出了重要一步，促使我们朝着通用人工智能的目标迈进，为未来科技的发展带来了新的希望。此外，从国家层面来看，国家高度关注通用人工智能领域，众多省市区相继出台了相关政

策，由此表明通用人工智能受到了广泛的关注和支持。

在大模型产业竞争中，企业除了技术发展之外，也十分注重产业实际应用，国际大模型产业竞争目前呈现“激烈迅猛”之势，如图 1 所示。OpenAI 从 GPT-3.5 到 GPT-4 的不断改进，并在多个领域的应用表现令人瞩目。

ChatGPT 建立在深度神经网络的大模型之上，实现了认知智能的重大技术突破。该系统能够通过交互式对话统一处理文本生成、语言理解、逻辑推理等各种任务，因此我们将其称为对话式人工智能系统。语言一直是人类认知发展的重要阶段，从发明语言开始，人类就通过学习文本、课本和多

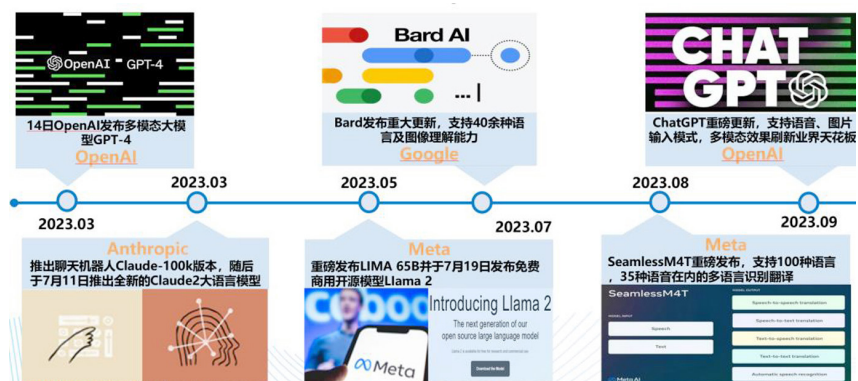


图 1 国际大模型激烈竞争

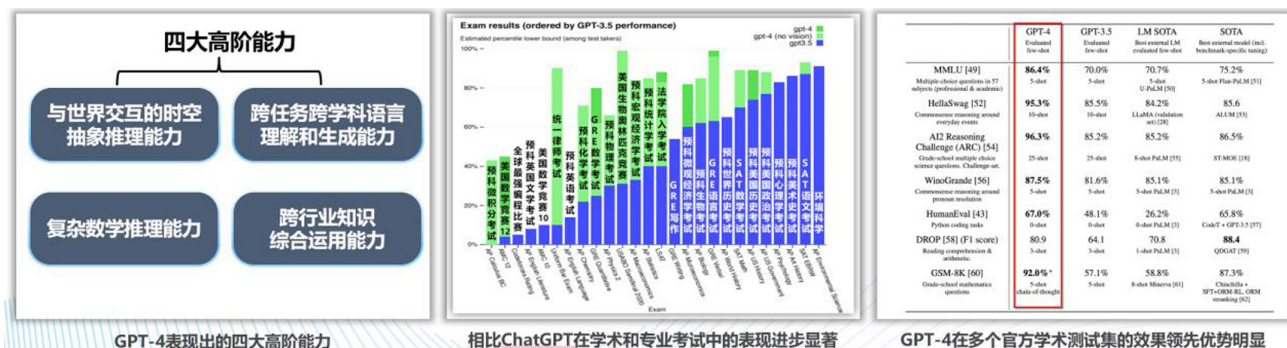


图2 GPT-4的高阶能力

媒体材料来获取各种领域的知识。大语言模型的终极目标是让机器也能够通过学习语言的方式掌握各种知识，通过训练庞大的参数模型，将机器的语言理解能力与人类的语言概念空间更加契合，实现更加类人的机器智能。

从 GPT-3.5 到 GPT-4，其语言理解能力得到了显著提升。GPT-4 进一步解决了 GPT-3.5 面临的长文本输入、多模态输入、外部实时知识运用等诸多挑战，在复杂认知任务（跨学科语言理解、跨行业知识运用）、复杂推理任务、多模态任务等方面继续进步，进一步抬高了智能涌现的上限，如图 2 所示。在此基础上，需要明确多模态和语言处理之间的关系。语言仍然是通用人工智能的核心，它代表了人工智能在感知和理解方面的高级阶段。无论涉及图像、视频、语音，无论是理解、感知还是生

成，都可以通过空间映射的方式与这一核心语言模型相结合，从而推动通用人工智能的综合发展。

OpenAI 从早期就开始涉足多模态领域，如图 3 所示。早期 DALL-E 的尝试在质量和效果上可能不够理想，但随后在 2022 年 9 月推出的 DALL-E 2 取得了显著进展。此外，GPT-4V 已逐步开放。这些通用大模型已经迈向了全能型，不再局限于特定领域，而是能够执行各种任务。它们能够生成艺术字体，解析论文框图，理解文中的各个步骤和架构，甚至能够解读各种符号，这种多模态任务在过去是难以想象的。

通用大模型是当前迈向通用人工智能最有希望的路径，但仍需攻克三大难题：一是大模型的知识幻想问题；二是大模型自进化和个性化问题；三是多模态及具身智能训练问题。总的来说，大型深度神

经网络模型如 GPT 系列已经实现了技术上的重大突破，为通用人工智能的实现铺设了可能的道路。这些模型的巨大成功表明，通过更高质量的数据和更大的模型，我们可以让机器执行人类智能可以完成的任务。此外，文字作为信息载体在数据量和传递信息方面具有巨大优势，但同时也展示了多模态数据可以推动感知智能发展，从而拓展了人工智能的应用潜力。这些发展为未来通用人工智能的实现提供了巨大的潜力和想象空间。

二、通用认知大模型的技术解读与分析

认知大模型的“智能涌现”将带来解决人类刚需的全新机遇。它将改变信息分发获取方式，使传统搜索和视频流等领域变得更加高效；它将进一步改变内容的生产模式，包括文本、图像和视频的生成；它



图3 OpenAI 多模态技术演进路线

将进一步推动全自然交互任务的完成，实现专家级的虚拟助手，颠覆传统手工的编程方式，成为科研工作的加速器。从技术和产业分析的角度来看，大模型在当今人工智能领域具有历史性的重要意义。

在过去的十多年中，科大讯飞在人工智能技术和各行业产业应用方面积累了丰富的经验。2022年12月15日，科大讯飞启动了大模型攻关计划，确定了1+N的策略。自2023年5月6日讯飞星火认知大模型正式发布以来，我们为大模型制定了明确的年内升级里程碑。2023年6月9日按计划，我们实现了开放式对

话突破，以及多轮对话能力与数学能力提升，并推出了星火 APP，获得了广泛关注。2023年8月15日是星火大版本的更新，包括代码能力的提升、多模态能力的更新和通用能力的不断提升，发展历程如图4所示。（注：10月24日，科大讯飞再次发布讯飞星火V3.0，宣布整体超越 ChatGPT）。

8月15日，讯飞星火 V2.0 中代码能力提升，并发布了应用产品 iFlyCode1.0，其功能将在许多实际场景中显著提高工作效率，特别是对于程序员。

同时，多模态能力也进行了展示，包含图像描述、图像问答、

识图创作、文图生成、虚拟人合成等方面。

图5展示了星火认知大模型在教育不同领域的应用。从虚拟人、学习机、教育办公到医疗、汽车、工业，大模型在各种场景中都发挥了重要作用，例如帮助学生批改中英文作文、提高教师备课效率、个性化制定病人康复计划、提供高效办公工具、支持汽车座舱产品的开发，在工业领域利用大模型的扩展能力和企业内部数据知识来实现构建企业知识大脑。

10月24日发布的星火认知大模型 V3.0 版本将从七个维度全面提升能力，实现中文超越、英文对标 ChatGPT。重磅发布医疗大模型，通过讯飞晓医 APP 为每个家庭提供健康助手；首次发布科技文献大模型，为每个科研工作者提供助力；全新发布 AI 答疑辅学和 AI 心理咨询，为每个孩子提供成长伙伴；进一步升级智能编程助手 iFlyCode2.0，与行业龙



图4 讯飞星火认知大模型升级的关键里程碑

图5 星火认知大模型助力教育

头共同发布 12 个行业大模型，提供生产力工具。

三、通用认知大模型的技术解读与分析

未来通用人工智能的发展将遵循三大趋势。首先，通用人工智能将朝着多模态和多语言的方向发展，实现更广泛的应用和更全面的理解。其次，可解释性和可信性将成为发展的重要关键，确保人工智能系统的决策和行为可以被理解和信任。最后，算法的可控性将变得至关重要，通用人工智能技术和产业必须建立在软硬件的全面自主可控基础之上，以确保数据和模型的安全性。这些方向将推动通用人工智能向更高层次的感知和语义理解迈进，实现更广泛和深入的应用。

文本生成的能力不断演进，现在不仅可以输入文本生成请求，还可以通过输入 Prompt 来增强模

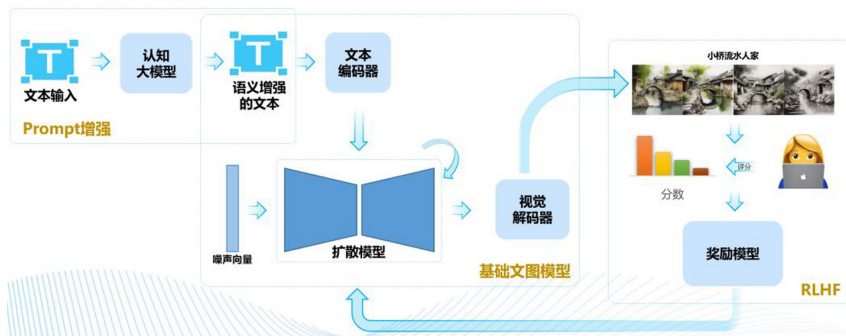


图 6 星火文图生成能力

型的性能，甚至采用类似于大模型中的人类反馈强化学习技术，如图 6 所示。星火大模型结合图像理解能力，并通过其他调节器的输入，也可以生成详细的内容描述。这种底层认知大模型的支持使得能够实现更深入的理解和更精确的描述。

在大模型的应用中，应对虚假信息传播问题至关重要，特别是随着模型尺寸的增加，这一挑战变得尤为紧迫。我们需要采用有针对性的策略，考虑多语言和信息数据的复杂性，以确保安全和可控性。此外，大型模型只是

整个复杂系统的一部分，因此需要明确何时调用插件或其他组件来生成指令，同时重新整理信息以生成目标答案，如图 7 所示。

随着大模型不断发展，算力成为不断增长的需求。除了硬件，还需要在并行优化、算子库等方面进行复杂的工作。在此领域，讯飞在过去与国内的合作伙伴，如华为、寒武纪、曙光合作，在提供更高效的硬件解决方案方面积累了丰富的经验。讯飞和华为联手在 8 月 15 日发布了星火一体机，如图 8 所示。（注：10 月

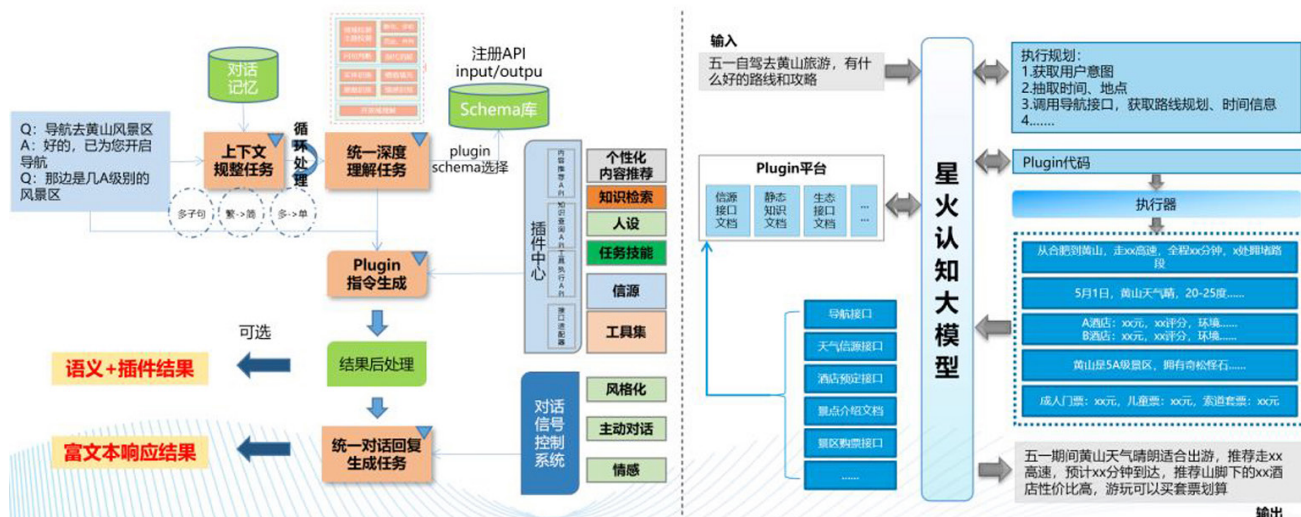


图 7 大模型与插件的交互使用

24日，讯飞联合昇腾生态共同发布“飞星一号”大模型算力平台，并启动对标GPT4的更大参数规模的星火大模型训练。）

OpenAI 一直处于领先地位，而自推出GPT-4以来，其语言能力已经达到了新的高度。长期来看，我们需要建立产业生态圈和科研生态圈，同时还要持续进行原始创新，并将这一理念与应用结合，研究2B（面向企业）和2C（面向消费者）市场，不仅要推出新产品，还要考虑是否能够改进传统解决方案，是否能够带来真正的价值。最终，强调实际效果至关重要，而不只是依赖宣传。

在人工智能时代，即使在某一领域处于领先地位，与其他公司相比，技术的细微差距也可能对某些场景的性能产生巨大影响。因此，需要进行系统性创新，这种创新包括语音、图像、自然语言理解等各种技术领域，以将每个技术推向巅峰，并将其整合创新。在大模型时代，那些深入场景的企业可能会取得更长远的发展。讯飞星火认知大模型采取了1+N+X的策略，如图9所示，其中1代表了通用底座能力的不断提升，N代表了相关的重点应用行业领域，而X则代表了与生态相关的细分行业和产品。相信未来的人工智能生态将涵盖多个领域，将围绕大模型形成全新的生态体系。

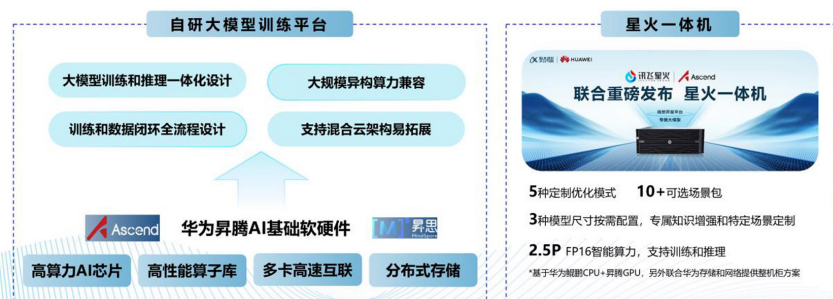


图8 私有化场景的星火一体机



图9 “1+N+X”大模型产业发展生态体系

未来，相信在国内众多科研人员的不努力下，中国通用人工智能的火种将继续燎原。

（本文根据作者在第二十五届中国科协年会通用人工智能产业创新发展论坛上所作报告速记整理而成）

作者简介



刘聪，科大讯飞副总裁、研究院院长，语音及语言信息处理国家工程研究中心副主任，中国科学技术大学兼职博导，国家级领军人才，中国人工智能学会会士。

主要从事语音语言和计算机视觉等技术研究，建立并领导1500余人的AI研发团队并取得多项创新性技术和应用成果，主导完成“讯飞星火认知大模型”，支撑公司在教育、办公等多场景产品落地应用。

主持科技创新2030-“新一代人工智能”重大项目等多项国家和省部级科研工作。曾获三次省部级科技进步奖一等奖、安徽青年五四奖章、MIT TR35 China“先锋者”、CCF杰出工程师等荣誉。

张军院士：全面提高人才自主培养质量

“培养什么人、怎样培养人、为谁培养人”是教育的根本问题。高等教育要在教育强国建设中发挥龙头作用，必须对标加快教育现代化、建设教育强国的迫切需求，聚焦“国之大者”，紧紧抓住全面提高人才自主培养质量这一中心任务，牵引带动教育、科技、人才一体发展、加快成势。

一、深刻认识“时”与“势” 勇担教育强国建设新使命

人才培养是大学的核心使命，其内涵、形态、方法、手段因时而进、因势而新。高校全面提高人才自主培养质量，必须立足“时”与“势”，深入分析当前的时代特点、形势特征，观大势、谋长远、布全局。

观大势，就是要胸怀“两个大局”，增强战略思维，科学分析中国和世界发展大势对人才培养提出的新机遇新挑战。以科技革命和产业变革突飞猛进为动力，世界呈现大发展、大调整、大转折、大变革态势，对我国加快推进人才自主培养提出了迫切要求。置身“两个大局”，科学研判我国发展面临的困难与挑战、阻力与

变数、任务与需求，是有的放矢推进人才自主培养的基本出发点。

谋长远，就是要着眼于以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴，精准定位人才培养的新使命新任务。当前，我国高等教育发展的时代责任，集中体现为提升人才自主培养对强国建设的支撑度和贡献力。基于此，高校如何挖掘人才培养新内涵、制定立德树人新方案、重塑教育教学新生态，以高水平教育推动建设世界重要人才中心和创新高地，是推进人才培养改革创新的关键立足点。

布全局，就是要坚持教育、科技、人才“三位一体”，探索开辟人才培养的新办法新路径。依托“三位一体”发展格局，聚焦人才培养中心环节，推动教育、科技、人才各方面资源融通重组、加乘借力，打造新的学习共同体、建构教育新生态，将是推动我国人才自主培养实现“变道超车”的重要契机。

二、准确把握“纲”与“目” 打造卓越人才培养新范式

高校人才培养的“纲”就是

为党育人、为国育才；“目”就是构建高水平人才培养体系的关键环节、要害工作，也是促进人才培养提质增效的主要发力点。准确把握“纲”与“目”，打造卓越人才培养新范式，应重点把握以下方面。

以强化思想引领为基准点。必须坚持党的教育方针，把牢人才培养的正确政治方向；坚持用习近平新时代中国特色社会主义思想铸魂育人，着力完善新时代背景下的立德树人落实机制；把思想政治教育摆在人才培养的首要位置，突出抓好世界观、人生观、价值观教育，为培养具有健全人格的、全面发展的人奠定坚实基础。

以深化“以教为先”为着力点。从高校人才培养现状来看，全员育人协同力不强、高层次人才投身本科教育教学不足、一流教育教学资源缺乏等问题依然不同程度存在，“以教为先、以教为上”的导向还需加强。这就要求我们必须提升对人才培养极端重要性的认识，树立崇尚教学、崇尚教师、崇尚教书育人的鲜明导向，着力构建“以一流培养一流、

以卓越引领卓越、以智慧启迪智慧、以生命影响生命”的教育教学文化生态。

以优化学科专业为支撑点。学科是人才培养的重要支撑。虽然近年来高校普遍加强宽口径、厚基础培养，但学科专业的壁垒依然存在，教育教学供给侧结构性改革进展缓慢，专业设置、课程结构等仍存在墨守成规现象。这就要求我们，要切实打破传统意义上把学科专业作为一种行政体系、一种资源配置体系的桎梏，强化学科专业一体化建设，将学科的资源集聚优势及时转化为专业教学优势、人才培养优势，为培养知识融通型拔尖创新人才提供更大可能。

以加强科教融合为突破点。大学学习不只是被动接受知识，更要通过科学研究发现知识。科研探求知识的过程也是高水平人才培养的重要过程，是促进教育教学质量提升的源头活水。这就要求我们进一步深化构建科教融合转化机制，通过对组织体制、运行机制、资源配置等方面的综合改革，打通堵点、痛点、断点，推动形成更深层次的科教融合，有效解决科研与教学“两张皮”问题。

三、辩证推进“破”与“立” 开创协同育人提质新局面

全面提高人才自主培养质量，

要进一步强化问题导向、系统观念，拉长长板、补齐短板、锻造新板，努力打造中国特色、世界水平的人才培养体系，抢占先机、引领发展。

筑牢责任之本，坚持和加强党的全面领导。构建中国特色、世界水平的人才培养体系，要把坚持和加强党的全面领导具体落实到人才培养工作各方面、全过程。要强化党的创新理论的科学指引，以贯穿其中的世界观和方法论为指导，深化对国际国内一流人才培养的规律性认识，拓宽认知视野、创新视野、国际视野。要着力增强基层党组织政治功能、组织功能，将抓好人才培养作为以高质量党建引领高质量发展的主题主线，以党组织坚强战斗堡垒作用带动培育“以教为先、崇尚育人”良好生态。

完善改革之策，着力激发人才培养整体效能。深化学校人才培养改革，要勇于摆脱思维惯性，打破路径依赖。注重加强前瞻性思考，超越学科界限、教学科研界限、学校界限，打破知识壁垒、制度壁垒、资源壁垒，强化拔尖创新人才培养先行先试。注重加强全局性谋划，全面加强优质教育教学资源体系化、全链条重塑，加快推动本硕博贯通培养改革，健全完善全过程教学激励约束和质量评估机制。注重加强整体性推进，坚持教育、科技、人才工

作一体谋划、一体推进，聚焦人才培养中心环节，一体强化思想引领、内容供给、队伍支持、政策保障、环境熏陶，筑牢人才培养坚强阵地。

夯实队伍之基，有效汇聚各方面育人合力。人才培养，人人有责，更需人人尽责。要坚持师德为先，面向各类育人队伍加强教育家精神、科学家精神宣传教育，引导带动教育工作者从“国之大者”战略高度自觉履行使命。要坚持教学为要，坚持一流教师上讲台、一流教师出教材，引导最优秀的教师主动投身人才培养；提升管理服务队伍工作质效，为教师心无旁骛投入教学、充满激情奉献教学创造条件。坚持发展为本，重点加大对青年教师先进教育理念、优质课程建设、教育教学方法、师生有效互动等方面的组织化培养力度，支持帮助青年教师顺利实现从初任教师到优秀教师的发展转变。

提升治理之效，大力营造一流教育环境。聚焦制约教育教学高质量发展的关键环节，不断优化管理、改进治理。强化智慧赋能，推进数字化、智慧化赋能教育教学，创新教育治理范式，为学生的个性化、高素质培养提供强大助力，使教育资源更好地服务人、发展人、成就人。涵育良好教育生态，强化红线意识、底线思维，统筹安全与发展，加强

对教师准入、教材建设、课堂教学等方面的督导把关，捍卫教书育人清朗空间。践行群众路线，弘扬党的光荣传统和优良作风，校领导经常性深入一线、深入师生，听取师生意见建议，为学生高质量成长、教师高水平发展营造良好环境。○

来源：光明日报

作者简介



张军，中国工程院院士。现任第二十届中央纪委委员，北京理工大学党委书记。长期致力于航空交通工程技术、系统研究与人才培养，在民航航路网运控、星基航路运行、民航飞行校验等方面做了基础性和开拓性工作。主持研制了我国民航首个新一代空中交通服务平台、首套星基航路运行监视装备和首套民航机载飞行校验平台，研究成果获得广泛应用。在国际上率先提出“空事卫星”（AeroSAT）概念并推动列入国家中长期科技发展规划，牵头推动北斗卫星导航系统进入国际民航组织标准体系。作为第一完成人获国家技术发明一等奖2项、国家科技进步一等奖1项，为中国民航空管跨越式发展做出突出贡献。

倪光南院士：以全球视野谋划开源人才培养

近二三十年，世界“主流CPU（中央处理器）”一直是X86和ARM两种架构。其中X86架构或称Intel架构，是1978年由英特尔（Intel）公司推出的，以产品方式推广；ARM架构是1990年由ARM公司推出的，以商业授权方式推广。与此相应，桌面和移动终端领域分别出现了微软的视窗（Windows）和谷歌的安卓（Android）两种操作系统。这样，在现代IT领域出现了“Wintel”（Windows + Intel）和“AA”（Android + ARM）两大主流生态。

这几年，开源RISC-V架构在世界范围内迅速崛起。业界普遍认为，开源RISC-V架构有望跻身未来“主流CPU”之列。

开源RISC-V架构是图灵奖获得者、美国加利福尼亚大学伯克利分校教授David Patterson团队于2010年发布的。RISC-V架构采用开源模式，具有设计精简、易于移植、模块化、可扩展、可定制等特点，十分适合新一代信息技术领域“需求定义软件，软件定义硬件”的“定制化”趋势，而中国在这方面具备超大规模市场优势，可以为RISC-V生态建设提供有力的支撑。

经验表明，一个芯片能否在市场上取得成功，关键取决于其生态。今后RISC-V能否跻身于世界“主流CPU”行列，关键也取决于其生态。这里，我们把RISC-V生态用“RV++”表示，可以描述为1+1+N，即一个架构、一套基础软件和N种应用场景。

具体来说，“RV”是“一个架构”，即RISC-V，代表开源指令集标准规范。它由“RISC-V开源基金会”主持的RISC-V开源社区支撑。该基金会在

2019年从美国迁到了瑞士。2019年，随着RV开源社区的发展壮大，它改名为“RISC-V国际协会”（RVI），成为推进RISC-V生态发展的核心力量。

“RV++”中的第一个“+”代表“一套基础软件”。上述的“Wintel”和“AA”生态中都只强调了操作系统，而今天计算机往往需要包括操作系统在内的一整套基础软件支撑，所以下面我们将“操作系统和基础软件”统称为“基础软件”。RISC-V基础软件往往不能照搬X86或ARM的基础软件，而需要重新按照RISC-V架构定制开发。这使中国软件工程师大有用武之地，也为中国在基础软件领域后来居上提供了新机遇。

“RV++”中的第二个“+”代表“N种应用场景”，尤其是与新一代信息技术相关的应用场景。从应用领域来看，前几年RISC-V一直在碎片化的物联网领域里大量应用。随着近两年RISC-V处理器性能的快速提升，目前RISC-V已经开始应用于人工智能、智能网联汽车、服务器等领域。

笔者认为，当前发展RISC-V生态的关键在于以下方面。

第一，聚焦RISC-V架构发展中国芯片产业。目前人们已普遍认识到，中国集成电路产业在芯片制造、封装测试等环节存在

短板，但芯片设计环节特别是主流CPU架构受制于人的问题，也应当予以强调。从产业链角度来看，CPU架构处于芯片产业的上游，除了直接影响芯片设计环节外，CPU架构及其引领的整个生态对IT业也有重大影响。当前，国产CPU发展出现多种架构并存的情况，这反映了近年来各界的努力，使我们在CPU架构方面取得了进展，但这还不能改变“主流CPU”被X86和ARM两种架构垄断的局面。为此，建议业界聚焦于开源RISC-V架构发展“主流CPU”，这样既有助于打破垄断局面，也可以满足国内国际双循环新发展格局的需要。

第二，大力发展RISC-V基础软件以推动RISC-V的生态繁荣。基础软件在整个信息技术体系中起着基础性、平台性、关键性的作用，是信息系统的核心，也是信息生态发展的基石。如上所述，一种CPU架构的生存和发展，在很大程度上依赖其生态系统，尤其是依赖于需要大投入和长研发周期的基础软件。基础软件介于CPU架构和各种应用软件之间，是生态系统的“黏合剂”“催化剂”和关键核心竞争力。从技术发展趋势看，2020年之后，RISC-V发展的优先级从体系结构驱动转换为软件驱动。现在，世界范围内RISC-V基础软件的竞争已经出现。这是一个

挑战，也是一个机遇。参考X86和ARM的历史，X86生态成就了微软和红帽，ARM生态成就了苹果和谷歌。以此类推，RISC-V生态也将为未来的软件巨头提供新舞台。因此，我们需要以全球视野谋划并推动RISC-V基础软件发展，抢占信息技术变革的发展先机。

第三，拥抱开源，与世界协同创新。当前，开源作为一种发展模式、创新模式，已经成为推动当今世界信息技术、软件技术发展的强大动力。近年来，开源模式的成功正逐渐从软件领域延伸到硬件领域。

RISC-V是开源模式，采用的是宽松的BSD许可证（协议）。众所周知，BSD开源许可证是一个给予使用者很大自由的协议，有利于实现产业化。RISC-V发布至今，RVI会员增长率连续两年超过130%，已有3200多家会员单位得到世界芯片业的普遍认可。

现在中国已经是开源大国。2020年，在全球最大的开源社区GitHub的500万累计开发者中，中国开发者占比9.76%，位居世界第二。开源为我们融入全球科技创新网络、参与科技创新治理提供了一条有效途径，今后中国将逐渐从开源大国走向开源强国。

第四，充分发挥中国人才基数优势。近几年来，我们体会到

推进开源 RISC-V 架构、发展开源 RISC-V 基础软件、构建 RISC-V 生态，可以带动中国开源事业的发展，引导中国大学生成为开源世界的活跃成员和积极贡献者。

中国是全世界大学生毕业人数最多的国家，据统计，2022 年中国高等院校毕业生数量达到 1076 万人。中国正在成为全球高科技研发体系中的重要部分，中国庞大的人才队伍如果能与开源模式密切结合，就能使中国人才

数量优势得到充分的发挥。

据了解，中国目前已经有非常多高校开展了一些开源课程培训，但还远没有形成规模、形成制度。现在急需构建开源知识产权评价机制以及开源人才激励机制作为有效的、长期的支撑。为此，建议我国有关部门将开源教育纳入人才培养体系，以全球视野谋划开源人才培养，统筹规划，全面推进，建立完善的产学研用一体化开源人才培养体系，培养能为全球开源作出贡献的高质量的开

源人才。

我们要聚焦 RISC-V 发展中国芯片产业，通过大力发展 RISC-V 基础软件、建立开源人才培养体系，充分发挥中国超大规模市场与人才的优势，大力推进 RISC-V 生态建设。中国科技工作者要始终与世界同行协同创新，反对垄断、反对遏制，为推动全球芯片产业及其生态的发展和贡献中国智慧、中国力量。○

来源：中国科学报

作者简介



倪光南，计算机专家，中国工程院院士，中国科学院计算技术研究所研究员。

1961 年倪光南从南京工学院毕业后被分配到中国科学院计

算技术研究所工作；1964 年作为外部设备插件组长参与的 119 机研制项目获得全国科技大会奖；1968 年参与 717 机显示器研制；1981 年至 1983 年在加拿大国家研究院做访问研究员；1984 年初组织课题组研发出了汉字处理的第二项产品，即“LX - 80 联想式汉字图形微型机系统”；11 月应邀出任“中国科学院计算技术研究所新技术发展公司”总工程师；1989 年 11 月 14 日计算所公司改名为联想集团公司，倪光南担任公司董事兼总工，主持开

发了联想系列微机；1994 年被遴选为中国工程院首批院士；1999 年被联想集团解聘；2002 年至 2011 年担任第五、六届中国中文信息学会理事长；2011 年获得中国中文信息学会终身成就奖；2015 年获得中国计算机学会终身成就奖。倪光南一直从事计算机及其应用的研究与开发，参与研制中国自行设计的第一台电子管计算机（119 机），20 世纪六、七十年代开展汉字处理和字符识别研究，首创在汉字输入中应用联想功能。

社会尺度挑战下的控制：2030 路线图（九）

文 / Anuradha M. Annaswamy、Karl H. Johansson、George J. Pappas

翻译 / 华东理工大学 寇志诚

4.2.4 保证系统的安全

确保系统安全的支柱为我们提供了在系统上合成安全行为的手段。同样重要的是要理解相应的推论：在具有未知和黑盒元素（例如机器学习组件）的系统中，如何确保安全？关键在于将安全关键的方法外部应用，从而使系统能够在学习组件发生故障时具备鲁棒性。

黑盒元素的安全部署

即使在更一般的复杂自主堆栈的背景下，也自然导致了用于安全部署具有黑盒元素的系统的方法。在安全关键控制的背景下，图 4.4 展示了一个特定的例子：构建了一个利用 CBFs 的安全过滤器，该过滤器接收名义信号并调节其以确保安全行为。重要的是，名义的“控制器”可以是一个黑盒元素，因为除了其输出 (u_d) 外，不需要对该块的任何了解。也就是说，这个控制器可以是一个没有任何正确（安全）行为保证的机器学习组件。但通过应用安全过滤器，可以保证安全性。类似的思想可以通过在开发用于实现安全关键自主性的方法的整

个自主堆栈中应用来实现。例如，通过将方法与自适应控制相结合，这些思想可以在实时发生参数不确定性的情况下得以推广。这说明了安全关键框架的一个关键范式：即使在存在未知和潜在恶意的组件的情况下，也可以保证系统的安全性。

未知组件的测试和评估生成安全行为的能力也为我们提供了一种测试和评估（T&E）给定系统满足一组规范的能力的方法，这些规范从安全性（以前反馈不变性的形式）到一般时序逻辑规范（例如，到达 - 避免）都涵盖在内，即使在存在未知组件的情况下也是如此。验证已有着悠久的历史，其中通过伪造^[48]或可达性分析^[49]可以合成评估属性的测试。最近的结果侧重于特定于安全性的测试和评估。例如，控制

屏障函数可以用于编码信号时序逻辑规范^[18]。因此，它们可以用于监视这些规范的满足情况，并合成最大程度地强调系统在给定规范方面的能力的测试。

例如，可以通过利用 CBFs 构建一个最小最大游戏，该游戏诱导一个在控制器试图最大化安全性时仍然最小安全的测试^[50]（如图 4.6 所示）。将这种方法推广到一般情况指向一个关键的应用领域：将安全关键的方法应用于系统行为的监视器，以及生成验证安全的测试。

4.2.5 人在回路系统的安全

当人在回路中时，安全变得至关重要——这是一个生死攸关的问题。第 4.4 节进一步描述了人类在 CPHS 中所扮演的角色。人类与 CPS 的交互存在三个层次：生理层、自治系统和人群网络。在

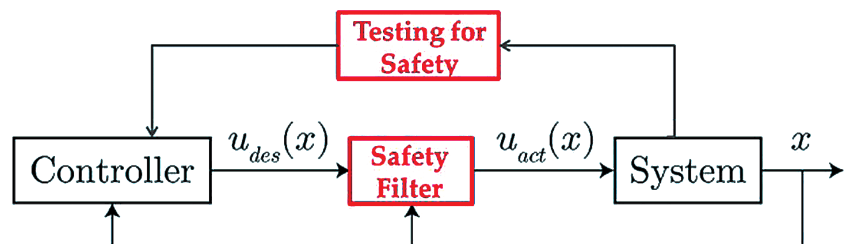


图 4.6 图中说明了通过安全控制器过滤的安全测试的生成。

这些层次中，安全性都是至关重要的，但其方式是不同的。例如，在生理层上，必须在人类与机器人系统直接接触的情况下考虑安全性（例如，机器人辅助设备）。因此，这种交互必须考虑到基础的安全关键控制器以及轨迹和规划层。人与自治系统交互提供了另一个例子，其中人类可能成为安全关键控制器中“期望”信号的基础，必须对其进行调节以确保安全；参见^[51]。最后，在人群层面上，安全性可以以整体的方式理解——例如，在大规模电力系统中，即使在异常负载下，系统仍在安全区域内运行，或者在大流行病背景下，安全关键控制可以为主动干预措施提供信息^[52]。

在各个层次上，人类对安全性的感知都至关重要，它构成了对基础系统及其行为的信任的基础。换句话说，即使实际上并不安全（例如，自动驾驶汽车上的激进制动），如果人类感知到不安全行为，也会导致不信任。因此，建立信任不仅仅局限于安全性的纯数学表示和形式化保证，而且还指向必须包括安全性的感知表示的概念。这导致了安全性的法律和政策方面的问题：到底需要哪些认证级别？过多的法规可能会延迟部署并增加成本，而过少的法规可能会损害公众的信任。

4.2.6 应用和公开挑战

安全关键方法的应用意义深

远。它可以是广泛部署（半）自治的主要技术瓶颈。公众必须相信系统在数量上是安全的，才能信任这些系统。对于长期以来以安全为中心的传统应用，如航空航天、汽车和机器人系统，情况更是如此。但随着与人类日常互动的自治机器人系统的崛起——从自动驾驶汽车到在各种工作环境中部署的机器人——安全的作用比以往任何时候都更加关键。特别是考虑到包含不完全可解释元素的情况，例如机器学习组件。新的安全方法可以扩展到无数的应用，包括电网、流行病学、交通系统、气候变化、太空探索和经济学——简而言之，涵盖了本路线图中描述的所有应用、社会驱动因素和技术趋势。

随着安全关键方法的广泛应用，出现了大量悬而未决的问题和挑战。在这里，我们简要概述了我们所涉及的每个关键主题中的开放问题：安全性概念：所提出的安全性概念主要集中在集合论概念上。将这些思想扩展到更一般的安全性考虑，包括信任（特别是涉及人类的情况），既带来了理论上的挑战，也带来了机遇。

安全临界控制：这些方法主要取决于通过计算安全临界量的状态对状态的估计，例如CBF的值和相应的不等式约束。当从学习模块（例如，神经网络处理图像和视频、提取特征和推断人

类意图）估计状态时，确定相应的错误及其对安全的影响至关重要。

安全关键自主性：随着基于ML的方法通过将自主堆栈中的现有层次结构捕获到抽象神经网络层中，转向端到端解决方案，越来越难以保证堆栈中间级别的安全性。当决策层、计划层和控制层被一个端到端的黑匣子神经网络所涵盖时，确保它们的安全保障将变得更加困难。

安全关键学习：为具有黑盒机器学习模型的系统保证安全性（或约束满足）是具有挑战性的。技术上的挑战涉及我们无法建立神经网络输出的预测模型的数学框架，以便对安全性和正确性提供保证。以上问题在“探索（鲁棒性）与利用（最优性）”权衡中尤为突出。

安全部署：对于利用机器学习组件的系统，训练和测试数据集之间的领域转移使得安全部署问题变得复杂，甚至使故障的统计或概率估计变得具有挑战性。与使用基于模型的方法确保安全部署相结合，量化这一问题提供了独特的机遇。

测试和评估：综合评估复杂系统的安全性的测试，特别是包含机器学习组件的黑盒模块的测试，这面临着与安全行为综合问题不同的挑战，例如理解环境模型和系统行为的组合的作用。相对于机器学习组件本身，对于具有机器学习组件的系统进行保证

可能更容易。

回路中人的安全：这导致了通过人与系统的接触扩展的安全性概念。此外，由于这些交互的动态未知，将机器学习与基于模型的方法融合在一起具有巨大的潜力。最后，我们可以量化更高级别的交互：表征意图、人类偏好和信任，并在分层架构中利用这些交互。

对年轻研究人员：

一个多世纪以来，了解稳定性一直是控制的主要目标。虽然系统的稳定性永远不会停止是一个重要的考虑因素，但现在有一个超越稳定性的独特机会。随着系统变得越来越复杂，必须对更广泛的属性进行认证。可以说，安全是下一个合乎逻辑的概括。还有一些特性结合并扩展了稳定性和安全性，可以为控制理论提供更广泛的使能能力。在所有这些情况下，硬件和物理世界可以指导下一代理论，并用于将这一理论付诸实践。

对于资助机构来说：

我们有一个重要的机会，通过从正式的角度来处理安全问题，从而建立安全科学。该领域可以受益于控制和 CPS 方法产生的数学保证。此外，它有可能为许多其他学科提供信息。例如，在机器学习中，数据驱动的方法可能会导致意外（因此不安全）的行为，而安全关键控制器可以确保

算法在现实世界中的安全部署。更普遍地说，有广泛的跨学科领域可以从正式的安全方法中受益，包括自主系统、辅助设备、合成生物学和太空探索。

4.3 节 韧性 CPS

本节作者：

Dan Work, Carlos Canudas de Wit, Bruno Sinopoli

为了提高移动、能源、水和其他重要基础设施的性能，新的复杂（信息物理系统）CPS 正逐渐被创建出来。设计这些系统的目的是使其对抗网络攻击、极端天气事件和其他不利事件具备韧性，这些系统将使基础设施能够迅速检测并从这些干扰中恢复过来。

摘要：网络攻击、气候变化和其他极端破坏对我们复杂的大规模物理基础设施，如水、能源和交通系统构成了重大威胁。这些事件的罕见性和可变性给长期正常运行的稳健设计带来了巨大的挑战。相比之下，有韧性的 CPS 设计可以使这些系统保证更好的性能，并通过实时重新配置在极端事件期间安全运行。当然，实现恢复能力需要新的方法来检测、识别、应对这些中断并从中恢复。这就使得在系统建模和分析、检测和识别、安全保护方法的设计以及重新配置和恢复方面，产生了新的研究问题与机会。

4.3.1 引言

从交通和能源到生态学和生物学等领域，人们越来越多地在复杂 CPS 的背景下讨论韧性一词。虽然韧性通常与控制系统的其他特性一起讨论，如鲁棒性、可靠性和安全性，但它代表了一个独特的属性。如果一个系统能够承受扰动而不需要自适应，那么它就是鲁棒的。一般来说，稳健的系统有着保守的设计，这会导致性能的损失。相比之下，具有韧性的系统会响应扰动而恢复，并迅速恢复运行（可能会在一定程度上降低功能）。韧性通常也意味着严重、复杂且对系统有着重大威胁的扰动。大规模网络攻击是一个值得注意的例子，协同物理攻击和极端天气事件也是如此。所有这些异常的综合风险，可能将系统推向危险的状态，因此这促使我们将韧性视为一个系统的关键特性。

随着系统拥有越来越大的规模，确保恢复能力的问题比以前要复杂得多。当今社会规模的基础设施（如交通、能源、水利）在空间上是处于分散状态的，它们由许多复杂的网络组件和子系统组成。为了使得感知、通信、计算和驱动的赋能技术能够广泛且具有高成本效益在社会规模上部署，有必要利用商品设备和共享资源。例如，能够使用现有 Wi-Fi 网络的智能建筑应用

程序的部署成本远低于需要专用通信网络的系统。但是，由于无法引入气隙，而且其稳健性和安全性往往不达标，共享现成技术的使用带来了重大风险属性。此外，广泛使用数据驱动的方法和技术（如机器学习）来取代分析和基于模型的设计工具，会带来与可靠性和安全特性验证相关的风险。最后，气候变化增加了发生需要应对和适应的灾难性事件的可能性。

这些趋势为设计能够推理相互依赖和脆弱性，并创建对多种干扰具有韧性的系统的工具提出了挑战。在大规模上测试鲁棒性和韧性的特性也是一项具有挑战性的任务。例如，目前针对大规模、开放的社会级系统的建模方法往往缺乏作为数字孪生的所需准确性。同时，在真实世界系统上进行测试往往是不可能的，因为无法将其停用以进行实验。这些和其他问题促使了对解锁真正智能和具有韧性的基础设施系统

的新方法的需求。

4.3.2 走向韧性

韧性（resilience）和鲁棒性（robustness）这两个术语经常被混用。如果一个系统能够承受扰动而无需实时适应，那么它被定义为具有鲁棒性。因此，设计鲁棒性需要考虑可能的重大干扰，这通常会导致保守的设计以牺牲性能。与此同时，鲁棒性的实施更容易，因为不需要部署工具和算法来提供情境感知和实时重配置。相反，一个具有韧性的系统能够对重要的扰动做出响应，甚至接近于危机模式，并能够实时评估和识别特定的干扰。因此，韧性设计可能比鲁棒性设计更少保守，但代价是增加了复杂性。干扰的类型可以多种多样且严重，例如网络攻击、自然灾害和其他未预料的结构变化。

此外，社会规模的基础设施系统通常在复杂的法律和监管环境中运行，这可能与社区和环境有关。由于潜在干扰的罕见性和

变异性，采用保守的设计方法可能是不可取的，因为在长时间没有干扰的运行期间，系统将不必要地以保守模式运行（从而降低性能）。我们认为，韧性的定义更具吸引力（尽管增加了设计和运行时的复杂性），因为它使系统在正常运行期间更高效。对于像交通和能源网络这样的大规模系统，这可能意味着降低成本和不利的环境影响。

韧性系统的特性涵盖了设计、检测、识别、响应和恢复，如图4.7所示。在每个步骤中，都存在新的控制方法可以实现大规模系统的韧性。我们可以设计系统以实现性能和安全性。我们可以通过利用对系统的了解来提高检测攻击和干扰的能力。我们可以识别和隔离恶意主体和故障组件。基于对干扰的识别，我们可以采取保守措施来保护安全。在恢复步骤中，我们可以部署响应来恢复功能。

| 设计 | 监测 | 识别 | 保证安全的反应 | 有针对性的反应 / 恢复 |
|-------------------------|-----------------------|-----------------------------|----------------------|----------------------------------|
| 系统设计 设计控制器和系统的性能和安全性 | 检测攻击 充分利用系统知识来识别攻击 | 隔离攻击 利用系统知识来隔离恶意 / 错误的组件 | 复原力 I 部署保守措施以保护安全 | 复原力 II 部署响应措施，以恢复性能和安全性（如果合适） |

图 4.7 复原力的各个阶段

4.3.3 干扰的特征

各种形式的干扰和其原因为多种多样，既有自然的也有人为的。一个关键的任务是对干扰进行分

类和归类，以便设计对干扰类别进行响应，而不是单一形式的应对措施。实现可扩展性将使得这些问题变得可控。这对于实现安

全攻击的韧性尤为重要。

衡量 / 量化韧性的方法

需要提高测量和量化韧性的能力。简单来说，如果我们能够

将功能投射到一个单一维度的指标上，我们就可以通过随时间积分来衡量损失，如图 4.8 所示。更可能的情况是，该指标将取决于特定的应用，并且可能为同一问题定义多个指标。

对于那些具备适当模型的系统，如敏感性分析可能是相关的，用来探索由于外部干扰导致的单个组件故障的后果。但随着系统中异构组件的数量增加，为确定韧性属性而进行故障组合的详尽探索会变得不切实际，即使是在规模适中的系统中也是如此。因此需要更好的方法来探索和量化大规模系统的韧性。其中，在韧性分析和设计中需要考虑的两个关键因素是成本和约束。

对于成本来说，很明显，如果拥有更多资源，就更容易使系统更具韧性，因为可以增加更多的冗余。比较不同策略将需要对

所使用和耗费资源进行某种形式的标准化。关于约束，韧性需要保证某些属性。安全性——在系统论的意义上定义为在状态空间的一个子集（称为安全集合）内保持所有相关状态的能力——尤为重要，特别是对于以人为中心的系统。

4.3.4 具有韧性的自动化决策

大规模基础设施系统的运营和管理为提高韧性提供了多个方向。许多当前的系统（从空中交通管制到水处理）在日常运营中严重依赖人员参与来监控和处理发生的干扰。然而，考虑到即将到来的系统复杂性的快速增加（例如垂直起降飞行器和无人机包裹递送），人员参与的管理将面临可扩展性的瓶颈。建模网络攻击、使用红队 / 蓝队方法、隐私权衡以及与计算机科学为中心的网络安全方法的整体联系都值得探索。

能够与人类决策者合作，自动检测和识别威胁，并能以可解释和可验证的方式推理响应方案的系统，为提高复杂基础设施系统的韧性提供了方向。

解决这些问题的潜在社会影响是巨大的。越来越明显的是，关键基础设施系统对攻击和干扰非常敏感，可能带来巨大的社会成本。同时，这些问题可能会落入已定义的研究学科之间的空缺，除非采取更全面的系统视角。例如，在控制工程和计算机安全研究社区之间存在很大的科学障碍，需要克服这一障碍以应对韧性问题。确实，许多基于加密和认证的网络安全解决方案对于建立特定的安全属性是必要的。

然而，这些解决方案中许多尚未适应具有实时约束、反馈或具有有限计算能力的遗留设备的大规模物理系统。此外，安全解决方案可能增加整个系统的复杂性，以至于使用现有工具无法进行安全验证。

相反，许多控制和安全工程师对当前的安全威胁形势和现有解决方案不熟悉。必须组建跨学科团队来克服这些障碍。

4.3.5 控制的机遇

有多个机遇可以推进 CPS 的韧性控制。

建模和分析

社会规模基础设施系统的复杂性和开放性，以及相对缺乏的

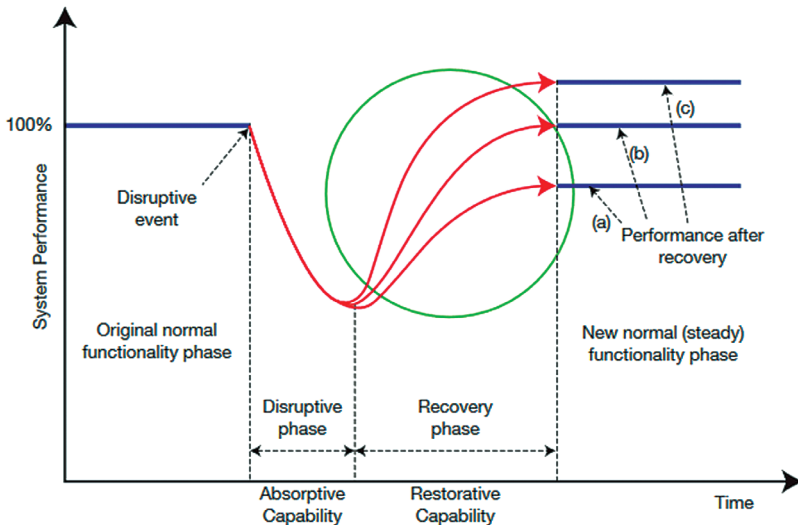


图 4.8 一个典型的韧性图表

感知基础设施，在发生干扰之前对这些系统的影响进行建模和评估带来了重大挑战。如今的计算资源使得可以模拟具有比过去更高保真度的系统，但底层系统模型中的不确定性来源依然存在。动态行为常常是近似的，参数没有完全确定，系统边界更具挑战性。数字孪生在定义明确的物理系统中取得了巨大的成功，但当人类交互导致系统行为根本不同时，实现数字孪生就更加困难。当个体或大型社群的响应影响系统的动态并引入不确定性时，创建有意义的数字孪生以进行可推广的实验是具有挑战性的。不同大规模基础设施系统之间的相互依赖揭示了建模和分析中的另一个有希望的机遇。基于系统理论的观点和相应的控制导向模型将在设计具有韧性的CPS方面证明其有用性。其中一个具体的机遇是数据驱动的建模、分析和控制（作为系统辨识和自适应控制的广义概括），它结合物理约束，并能够提供属性保证。

检测和识别

利用面向控制的故障检测和识别（FDI）的方法，并结合机器学习和安全技术，可能会出现几个机遇。在安全攻击的情况下，需要新的方法来应对可能能够逃避被动检测技术的智能攻击者。在过去的十年中，控制领域在这方面取得了巨大的进展，但在缺乏可靠

的系统模型时仍需进行大量工作。

安全保护方法

在CPS中，保持某些属性（通常与安全相关）在大部分或所有时间内是很重要的。尽管通过适当的决策设计可以在正常情况下实现这一点，但要设计出对检测到的异常情况进行保护的响应更具挑战性。可以使用新颖的方法（如受Lyapunov分析启发的屏障函数等）和验证技术来设计能够在异常系统状态下保持安全的算法。当这些方法无法利用可靠模型并必须采用数据驱动技术时，这一挑战变得更加困难。无论在任何时候都保持属性的重要性决定了随机方法和确定性方法的相关性。

重新配置和恢复

优化和系统架构的概念可以用于开发在检测、识别和隔离异常后重新配置系统的方法。经济分析可用于确定需要投入的资源量（这将决定恢复的时间长度和最终所需功能的水平）。

对年轻研究人员的建议：

在大规模复杂的CPS中，韧性是一种与健壮性不同的属性。韧性需要应对罕见但严重的干扰，如重大网络攻击和极端天气，以减轻后果。韧性系统不仅仅维持性能，还能识别、检测、隔离、响应并最终从这些干扰中恢复过来。增加韧性将降低成本并提高性能，但这将需要新的方法来实现复杂和关键系统的实时适应。

对于资助机构来说：

社会的关键基础设施系统变得越来越复杂，同时面临更严重的干扰。健壮的系统可以在轻微的事故中保持性能，而韧性系统能够实时评估特定的重大干扰并设计具体的响应。韧性设计在控制领域提出了许多未解决的问题。如果能够解决这些问题，关键系统可以在未来几十年内继续支持社会需求。

4.4 节 CPHS

本节作者：

Sandra Hirche, Aaron Ames, Tariq Samad, Angela Fontan, Françoise Lamnabhi-Lagarrigue

网络物理人类系统（CPHS）是一个新兴领域，在医疗保健、物流、生产和基础设施系统等领域有着不同的应用，在理解和设计控制系统与人类之间的交互方面面临着新的技术挑战。重要的研究问题涉及将人类的计算建模作为基于模型的控制的基础，以及创建安全、稳健、自适应和值得信赖的控制策略。

摘要

随着CPS的稳步发展，人类与技术系统之间的互动变得越来越复杂，人类与科技之间的传统界限也变得模糊。CPHS的新兴领域在设计控制系统和人类之间的交互方面面临着一系列新的技术挑战，以及更广泛的社会领域

问题。应用程序非常多样化；例如，人工胰腺、假肢、机器人辅助设备、人体增强技术、智能家居、自动驾驶汽车和智能基础设施。一个关键的研究挑战是表征人类模型以及它们在互动过程中如何适应。这将需要多学科的努力来推导用于预测和控制的计算人类模型。根据应用和交互水平，这可能需要在生理建模、认知行为建模和社区决策建模。人类的参与意味着系统预测的重大不确定性，也需要严格的安全要求。以人为中心的控制设计的主要挑战之一是开发安全、对不确定性具有鲁棒性、高效且能够学习和适应的方法。诚信、道德和责任也是至关重要的方面。

4.4.1 CPHS 的分类

CPHS 分布在许多高度多样化的应用领域，从生物医学工程到自主机器人到基础设施系统。因此，该领域具有高度的跨学科性，并导致了许多的分类选择。在这里，我们简要介绍了两种基于 i) 人类和 CPS 之间的相互作用和 ii) 人类在控制回路中的作用对 CPHS 进行分类的方法。每一种分类法都是基于某种简化，不同类别之间的边界是流动的。

基于人类和 CPS 之间相互作用的分类 CPS 和人类之间的相互作用可能发生在不同的水平：i) 生理信号相互作用水平，ii) 个体认知和行为水平，以及 iii) 总体水

平。互动类型也与人类行为和决策的建模框架密切相关，从微观（生理学，包括神经元和器官，以及认知 / 心理学）到宏观（相互关联的个人 / 社区 / 网络）的角度。

生理相互作用：在这里，CPS 在生物信号水平上与人类相互作用。也就是说，控制器利用来自人类的感测数据来做出决策。生物信号包括大脑、神经和肌肉中的生物电活动（例如，EEG 和 EMG）、脉搏、心率、皮肤电流反应、呼吸和生物化学成分，如血液中的胰岛素。

CPS 通常在细胞到器官的水平上增强人体，主要目标是实现人和机器之间的共生。生物医学应用推动了这一领域的研究，目的是提供负担得起的个性化疾病治疗（另见第 2.B 节）。重要应用包括 i) 自动给药，例如麻醉控制和人工胰腺，ii) 电子治疗的控制，例如脑深部刺激，iii) 可穿戴传感器和致动器，例如用于脊柱刺激，以及 iv) 智能机器人辅助设备，例如假肢、脑机接口和普通人体增强。在除了直接感测到的来自人类的生物信号之外，还通过设备实现交互的情况下，最后一类与更高级别的行为交互重叠。

认知（行为）互动：在这种情况下，人类被认为是一个决策者，通过行为以认知的方式与 CPS 互动。然后通过设备本身来传递交互信号，或者通过外部传

感器来测量交互信号，例如触觉、手势、语言或者甚至情绪表达。控制的主要目标是设计 CPS 行为，允许直观的交互，从而产生安全且适当执行的系统。关键应用包括 i) 制造和施工中的人机协作，ii) 机器人康复和辅助，iii) 自动驾驶和半自动驾驶车辆，iv) 复杂工程系统（如加工厂）的操作，以及 v) 智能家居和周围环境。

全人群互动：这里的重点是网络化人群和 CPS 之间的大规模互动。总体目标是通过直接控制措施（政策和规则）或激励措施（另见第 2.C 节和第 2.D 节）促进基础设施系统的可靠、资源高效和可持续运行。重要应用包括 i) 交通管理，ii) 智能城市等电力和一般公共基础设施系统，iii) 共享经济，iv) 大型植物的管理，以及 v) 传染病的控制。见图 4.10c。

通过控制循环体系结构中的角色进行分类

[53] 中提出了一种替代分类法，其中经典的控制循环被视为体系结构模板，并在其一个或多个元素中分配人员。在第一类中，人类是“在植物中”，代表着这个过程的一部分。应用领域包括生物医学应用以及人类居住建筑中的温度控制。第二类将人类视为控制实体或其一部分。例如，车辆驾驶员、无人机和机器人的远程操作员，以及建筑管理系统和制造厂的操作员。第三类是人

机控制共生，人类同时扮演这两个角色。智能假肢就是一个例子。第四类涉及多人之间以及多智能体循环中多人与 CPS 之间的非平凡交互。例如空中交通管制和智能电网。

CPHS 的一般挑战

虽然这三种在建模、分析、控制目标 and 设计工具方面有显著差异，但它们有共同的核心挑战。例如，由于复杂性和对测量的访问往往有限，人类模型本质上是高度不确定的。尽管存在这种不确定性，但人类在系统中的作用意味着安全发挥着特别重要的作用。这带来了一个关键挑战：理解 CPHS 背景下的不确定性和安全性。这给控制系统界带来了基本的研究挑战和机遇：· 描述人类模型及其在交互过程中的适应方式 · 开发安全、高效、对不确定性具有鲁棒性的控制方法，并且可以学习和适应。在设计时还必须考虑伦理、责任和信任的考虑因素。

4.4.2 用于预测和控制的计算人类模型

在承认基于模型的控制设计的影响时，人类行为的建模成为一个重要方面。但是，推导面向控制的人类行为模型带来了重大挑战。在这里，我们在 CPHS 的背景下概述了其中的一些挑战。

泛化与特异性

所有模型，无论是在生理层面还是在认知行为层面，都表现

出高度的不确定性。在感知、理解长尾行为以及解释个体之间的变异性方面存在显著限制。

为了解决这种不确定性，循环学习提供了一个很有前途的研究方向（见第 4.1 节）。

然而，在许多应用中，严格的安全要求需要在建模和学习过程中谨慎地平衡鲁棒性和灵活性。为此，模型置信度的表达在保证安全的同时，在积极调节学习过程中发挥着重要作用。了解这些模型的哪些部分可以离线学习或基于先验知识，以及哪些部分需要在线调整，这一点很重要。

一般来说，经典建模方法和数据驱动建模方法的结合代表了在 CPHS 中实现更准确的人类行为建模的一条很有前途的途径。特别是，超越经典常微分方程的抽象建模成为一个有趣的研究领域（例如，在对称性等结构方面）。这样的结构能够实现泛化——它们可以在使用抽象先验学习的背景下用于数据，而数据可以导致结构的发现。另一个挑战是通过通常稀疏的训练数据来量化这些交互作用。这需要具有足够鲁棒性和泛化能力的样本高效建模方法。此外，我们需要考虑随着时间的推移的行为变化——通过适应和用户陈述的偏好（例如，基于偏好的学习），这些偏好必须与给定模型中的置信度进行比较。

理解这种相互作用并利用

正确的先验选择对控制社区来说是一个重要的挑战。该解决方案需要与人类科学和机器学习社区合作。

不同类型的互动激发了对不同层次的人类行为模型的需求，即从生理方面的模型到个体人类行为的模型再到群体行为的模型。

生理相互作用建模

复杂生理学的表示意味着从单个细胞到整个器官，这些模型的多尺度性质面临根本挑战（另见第 3.3 节）。作为生物医学领域的核心，面向控制的生理建模需要强有力的跨学科方法。

除了模型的复杂性之外，对可观测值的有限访问和在线测量的困难使模型识别更加复杂。降维和降阶建模技术的发展在促进控制设计方面变得重要。此外，还需要考虑生理时间延迟。有趣的是，生理模型尽管有其主要的共性，但对每个人来说都是个体的。例子包括基于对动态过程和神经网络结构作用的分析对大脑功能的理解（另见第 2.B 节），以及人工胰腺的胰岛素代谢^[61]

个体行为交互建模

这里的关键挑战是推导人类行为动力学和决策的计算模型，用于系统设计和控制器综合。这与其他方法不同，例如在心理学中，描述性模型占主导地位。在推导描述人类和 CPS 之间相互作用的计算模型时，没有第一原理

模型可供借鉴（就像纯 CPS 的情况一样）。此外，这些系统是高度非线性和非平稳的，例如，它们在本质上可能是周期性的。此外，人类本身就是适应自主性的决策主体，这种适应必须在行为互动中得到考虑。行为交互建模的应用很广泛：混合交通中自动驾驶汽车控制的驾驶员模型^[62, 63]，中风患者用于机器人康复的运动行为（另见第 3.D 节），共享移动点播服务动态定价中的乘客决策行为^[64]，以及智能家居中乘客行为的舒适性和能源效率模型^[65, 66, 67]。同样，从人类运动科学、认知心理学和行为经济学等领域衍生出的理论也很多。

例如，最优反馈控制已被确立为人类感觉运动策略的指导原则之一。研究工作集中在优化标准的识别（见^[68, 69, 70]）以及基于数据识别它们的技术^[71]。其他已建立的理论基于内部模型^[72, 73]和嵌套反馈回路的层次结构，从快速局部反射（本体感觉）到运动生成（中心模式生成器），再到全局长期目标设定。后者可以作为控制系统分层控制体系结构的模板（另见第 4.E 节）。

例如，在预期效用^[74, 75]和前景理论^[76, 77]方面，行为经济学的理论已经捕捉到了人类的高层决策。这些模型描述了人类如何在有风险的前景中进行选择。前者认为人是“理性”的决策者，

而后者则考虑到决策过程中的主观性和不确定性。其他相关模型包括认知心理学的有界理性^[78]和决策场理论^[79, 80]，以及社会心理学的计划行为理论^[81, 82]。

交互个体的群体范围交互

网络建模代表了在群体或群体层面上建模人类行为的主要建模框架。提出了网络动力学模型来解释和理解由单个个体的行为引起的集体涌现行为。相关应用包括贸易市场、生物网络和基础设施网络^[83]。

另一个值得注意的例子是社交网络上的意见动态和集体决策；也就是说，在互动的个人网络上，他们作为一个社区交换意见并做出决定。

个人之间的社会联系和互动通过一张图来捕捉；状态变量代表他们的观点，动态模型描述了观点随时间的交换和演变。在过去的五十年里，关于意见动力学的文献中提出了几个模型，例如 DeGroot 模型^[84]和 Friedkin-Johnson 模型^[85]（综述见^[86, 87, 88]）。

另一个例子涉及流行病传播的建模，其中局部疾病动力学模型与以图表表示的疾病传播网络相结合（见第 2.1 节）。^[89]对 CPHS 背景下的社会网络动力学进行了更全面的讨论（这引起了人们对社会扩散和创新过程中人类决策机制的关注），以及^[90]（强调了在线平台基础设施在内容传播

和信息传播方面的作用）。特别是在基础设施系统和共享经济的背景下，个人群体与算法和平台的互动发挥着关键作用。在智能城市、金融网络、电动交通和交通网络的框架内，研究了市场和激励的反应（及其对全球趋同特性的影响）。例子包括设计干预措施以减少金融传染^[91]，设计基于激励的运输需求管理政策^[92, 93, 94]，以及能源市场的需求响应^[95, 96]。

4.4.3 以人为中心的控制设计

CPHS 的以人为本的控制设计揭示了系统和控制社区面临的新挑战和机遇。

安全与信任许多 CPHS 应用领域具有高度的不确定性（其中许多领域具有高度的不确定性）是控制综合面临的巨大挑战之一。需要原理方法来在闭环控制系统对未建模的不确定性所需的鲁棒性和对个体动力学所需的自适应性之间取得正确的平衡。闭环内的在线学习方法有望达到所需的个性化水平，以提高用户的接受度和可用性。然而，当涉及到学习方法，特别是在线和主动学习的学习方法时，安全性、收敛性和性能保证仍然是一个很大程度上开放的研究挑战（见第 4.B 节）。在这里，基于证书的安全性和稳定性方法可以通过行为交互的学习模型在 CPHS 环境中发挥作用。除了安全性（通常定义为系统处

于安全操作区域)之外,信任在用户接受度方面也起着至关重要的作用。一个需要行为心理学投入的重要跨学科研究问题是:如何通过控制来加强和调节信任?架构所有三个交互类共同的一个控制设计挑战是底层模型的空间和时间多尺度性质。正如前面在行为交互建模的上下文中所提到的,这导致了分层和层次结构的概念。在每一层,都需要不同的控制方法。例如,在CPS中捕捉人类认知和规划的最高层,我们可以利用离散表示。因此,我们可以利用形式化方法、MDP、POMDP和形式化方法来实现给定的规范。在与行为的轨迹表示相对应的中间层,我们可以利用优化工具,包括基于优化的模型预测控制器(MPC)。最后,在编码实时反馈控制器的最底层,利用实时力相互作用的经典控制方法(例如,基于Lyapunov的控制器合成)可以用于线性和非线性系统。在所有情况下,在所有级别上,可以使用不同时间尺度上的人类模型,并表示不同类别的行为。这包括使用数据驱动的方法。

验证

另一个重要问题是:我们如何评估以人为中心的控制设计?缩小理论实例化和现实世界实现之间的差距以验证CPHS是一个巨大的挑战。

我们必须超越传统的验证和

验证(V&V)方法,因为循环中的人和由此产生的安全关键后果。由于人际关系的高度可变性,只对一名受试者进行实验是不够的。多个受试者需要进行测试,以获得具有统计学意义的实证结果。在实验的选择和顺序以及受试者的选择上需要特别小心。这表明了实验设计在CPHS的V&V中的重要性。具体而言,它揭示了T&E领域的重要机遇。它还意味着控制社区和社会科学之间的合作机会,共同目标是验证以人为中心的控制设计。

对交互的控制

CPHS的一个独特方面是人类和网络物理组件之间的交互。一个关键的挑战是理解闭环反馈在这种相互作用中的作用,尤其是当这些反馈回路采取不同的形式并在不同的时间尺度上发生时。这需要利用对架构的理解,如上所述,以及对相关反馈回路的相应影响。对于任何交互,在架构的任何层,传感和信号在反馈回路中的作用都必须量化:传感的确定程度如何,系统的基本属性能否被传感,这些信号在控制器中是如何利用的?根据手头的时间安排,这些问题的答案可能会有所不同。

至关重要的是,必须考虑到信号和由此产生的控制器可能通过与人类的交互而退化的各种方式,包括时间延迟和速率限制控

制。量化相互作用的信号也可以作为学习和数据驱动方法的基础,对于这些方法,上述问题具有进一步的意义。从不准确的信号中学习将导致不准确的学习量。最后,在利用交互信号的控制合成级别,量化目标和约束必须与交互类型和发生交互的体系结构层配对。这一领域的挑战是CPHS的核心:良好的控制器综合需要关于这些交互的良好信息。

道德、责任、可信度和用户接受度

超越与CPHS相关的传统应用程序,我们可以考虑制定控制系统,为政策级决策提供信息。例如,我们可以考虑代表不同政策的公共政策的伦理影响,作为对全人群CPHS的控制输入,并使用数据驱动模型来模拟这些政策的后果(有关这些问题的更深入研究,请参见第7章)。这些考虑提出了与隐私有关的问题;我们必须考虑人类数据的隐私,以及我们如何在这些隐私约束下学习(例如,结合联合学习的各个方面)。此外,在考虑CPHS对人类的影响时,确保公平和避免偏见至关重要,从而将所保证的范围扩大到传统指标之外。其他重要问题包括用户接受度、可解释性、透明度和可信度。最终,为了能够适应与人类紧密结合的新技术,必须以确保对所有组件都有信心的方式考虑交互的各个方面。○

社会尺度挑战下的控制：2030 路线图（十）

文 / Anuradha M. Annaswamy、Karl H. Johansson、George J. Pappas

翻译 / 华东理工大学 寇志诚

4.4.4 系统和控制的机会

如本节所示，在 CPHS 的背景下，有许多开发新控制方法的机会。在这里，我们简要总结了关键的观察结果和由此产生的悬而未决的问题。

建模：控制器开发的核心是用于综合这些控制器的模型。系统的人类组成部分中存在的确定性需要新的范式来理解这些系统的模型。这些可以通过在不同时间尺度上操作并利用不同建模技术的分层体系结构从层次的角度来理解。在所有层面上，都必须利用数据驱动的方法来正确地表示人类固有的不确定性。这些数据驱动的方法可以利用新型的传感、系统识别和机器学习。必须特别注意人类固有的非线性和非平稳行为、收集数据的困难以及隐私和道德考虑。在所有情况下，第一原理模型都可以与数据驱动方法相结合，以创建人类系统的完整图像，并为利用这些模型的控制器的合成奠定基础。

控制器综合：CPHS 模型为控制器的综合提供了基础。与模

型本身一样，这些控制器必须适应这些系统的分层性质。具体的控制方法将取决于层次结构的层次和该层次上发生的人类互动的性质。此外，由于 CPHS 的人体成分存在不确定性，必须将数据驱动模型纳入控制器综合，从离线模型识别和学习到在回路中使用实时传感。安全性在控制器综合问题中至关重要，可能需要从稳定性作为主要目标转变。CPHS 特有的其他考虑因素包括建立信任、保护隐私和解决道德冲突。合成控制器的验证需要 V&V 和 T&E 中的新范式，这些范式解释了 CPHS 以人为中心的性质，包括有限的数量、适应、使用足够数量的受试者以及相应的实验设计。

总之，CPHS 具有下一代控制系统常见的许多总体挑战，同时由于人类的核心作用，它带来了独特的风险和机遇。CPHS 有可能在个人和社会层面对生活质量产生明确和明显的影响。

对年轻研究人员和资助机构的建议：

重要的研究问题涉及开发适

应性、数据驱动的控制方法，这些方法可能是安全的，对不确定性具有鲁棒性，并符合可信度、直觉性和道德性。生物医学和认知科学的重要挑战包括推导适用于在线预测和控制的计算人体模型。人类技术和智能技术的安全无缝互动是一个重大机遇和艰巨挑战。CPHS 的概念认识到，未来 CPS 技术的最终社会成果将取决于对 CPS 与人类之间相互作用的更深入理解。

4.5 节 控制架构

本节作者：

Nikolai Matni, Na Li, John C. Doyle, Anders Rantzer, Marie Csete, Steven Low, Aaron D. Ames

社会规模控制系统由各种各样的元件组成，如传感器、致动器、计算机、通信设备、算法、软件和人机界面。控制体系结构描述了这些组件是如何连接的以及它们是如何交互的。本节的目标是促进控制作为一种控制体系结构的研究，并开发一个集成、统一的体系结构框架。

摘要

人们越来越意识到，体系结构决策在现实社会系统中部署控制技术方面发挥着重要作用。几乎所有具有中等复杂性的当代工程系统（如航空、处理器设计和自动驾驶汽车）都采用自上而下、分层和分层的方法进行建筑设计。然而，今天的社会规模系统（如电网、社交网络和政策）是进化的、自下而上的和特殊设计的结果，这可能导致不可预见的、神秘的，有时甚至是灾难性的失败。本节的目标是促进控制作为一种控制体系结构的研究，并开发一个集成、统一的体系结构框架。在本节中，我们指出了在控制作为一种控制体系结构的研究中显示出特别前景的方法，包括通过时间尺度分离的分层多速率控制器设计、层内驱动/传感/通信体系结构和控制器协同设计，以及将这些概念应用于重新设计电网以整合分布式可再生能源。

4.5.1 引言

从最广泛的意义上讲，架构一词只是描述事物的结构。我们在本节中的目标是在控制系统的背景下确定成功架构的设计原则，并量化这种控制架构在各种轴上的后果。为了使控制体系结构的概念易于理解，我们从一个由多速率控制驱动的分层控制体系结构示例开始。然后，我们将重点

从跨层架构设计转移到层内架构设计。最后，我们将讨论建立在一个关键的社会规模系统架构设计问题的背景下，以升级电网。我们认为，对建筑在复杂系统中的作用和设计进行定量研究，对于创建支持社会需求的可持续基础设施至关重要。分层、反馈和抽象方面的系统级思维对于理解社会规模的控制体系结构至关重要。需要新的工具来处理当前棘手的问题，而控制理论将是这一建筑理论发展的核心。虽然作为控制体系结构的体系结构和控制的集成、统一框架仍然是一个长期目标，但我们指出了一些有前景的方法和进步机会。

什么是控制体系结构，为什么我们应该关心？迄今为止讨论的所有社会系统都是由相互作用的元件的互连组成的，例如传感器、致动器、计算机、通信设备、人机界面、人类、算法和软件。控制体系结构描述了这些系统组件是如何连接的以及它们是如何交互的。人们越来越意识到，体系结构决策在将控制技术引入现实世界的社会系统中发挥着重要作用。虽然几乎所有当代中等复杂度的工程系统（如航空、处理器设计、自动驾驶汽车、电网）都采用自上而下的分层和分层方法进行架构设计，但当今许多社会规模的系统（如社交网络和公

共政策）都是进化、自下而上和自组织设计的结果，神秘的，有时甚至是灾难性的失败。此外，由于社会经济限制，这些系统的变化受到从初始设计中继承的限制，如下面关于电网升级的讨论所述。这个例子清楚地提醒我们设计原则对于控制体系结构的重要性。

4.5.2 分层体系结构

分层体系结构是复杂工程系统（如规划和反射、制导、导航、控制以及软件和硬件）中最常见和最普遍的设计模式，在将看似棘手的问题分解为理解良好的子问题方面至关重要。尽管它们普遍存在，但控制系统分层体系结构的定量理论仍然难以捉摸。相反，我们通常依靠系统设计者的直觉和经验来识别定义给定系统的控制体系结构的抽象和层。本小节将介绍开发此类理论所需克服的一些关键技术挑战。我们还将概述合理的下一步行动。我们从一个激励性的例子开始，为我们的讨论奠定基础。

作为多速率分层结构的模型预测控制考虑以下有限时域最优控制问题（OCP），其中 $x(t)$ 是系统状态， ζ 是已知的初始条件， $u(t)$ 控制输入， $w(t)$ 过程扰动， $C(x, u, t)$ 是在时间 t 对状态输入对 (x, u) 的（负）效用进行编码的瞬时成本， $C_T(x)$ 是终端成本。

$$\begin{aligned} & \text{minimize}_{x(t), u(t)} \int_0^T C(x(t), u(t), t) dt + C_T(X(T)) \\ & \text{subject to} \quad \dot{x}(t) = f(x(t), u(t)) + w(t), x(0) = \xi, \end{aligned}$$

求解 OCP (4.1) 的标准方法是通过非线性模型预测控制 (NMPC)。

典型的 NMPC 循环包括假设标称动力学, 每 τ 秒重复求解 OCP (4.1) $\dot{x}(t) = f(x(t), u(t))$, 初始条件 ξ 设置为当前系统状态, 应用计算的控制信号 $u(0: \tau)$, 然后重复。NMPC 环路引入的隐式反馈通过更新初始条件, 引入了对未建模扰动 $w(t)$ 的鲁棒性。虽然 OCP (4.1) 通常很难精确求解, 即使在标称动力学的假设下, 也存在很好的启发式方法来找到近似解。然而, 由于其计算复杂性, 这些启发式方法通常会导致更新时间 τ 对于具有快速动力学的应用程序 (如机器人、电力系统控制和航空) 来说大得令人无法接受。

解决这一困难的一种方法是认识到 OCP (4.1) 实际上同时完成了两项任务。首先, 观察到状态轨迹 $x(t)$ 被选择为最小化成本函数, 该成本函数编码实际效用的一些概念 (例如, 到目标的最优路径、网络中的吞吐量或使功率流最大化的效用), 即, OCP 的解决方案是规划最优状态轨迹。其次, 计算控制轨迹 $u(t)$ (或反馈策略 $u(x)$), 使得在受扰动的系统动力学的影响下实现期望的轨迹 $x(t)$ $\dot{x}(t) = f(x(t), u$

$(t)) + w(t)$ (即, OCP 的解决方案也是设计反馈控制器来跟踪最佳状态轨迹。这一观察结果表明, NMPC 问题自然分解为规划 (轨迹生成) 和跟踪 (反馈控制) 层。

1 实现这种分层体系结构的一种典型方法是抽象真实系统的非线性动力学, 并在规划层用简化的动力学代替它们。例如, 假设动力学 $\dot{x}(t) = f(x(t), u(t))$ 。然后, 一种合理的方法是将系统动力学近似为规划层的单个积分器, 从而导致我们观察到的规划问题 (4.2) 是线性的, 因此可以快速解决, 从而减少更新时间 τ 。此外给定参考轨迹 ($r(t), \dot{r}(t) = v(t)$), 现在可以使用非线性控制的标准工具来设计反馈控制器, 以确保 $x(t), r(t)$ 。例如, 形式为 $u(x(t)) = P(x(t) - r(t)) + D$ 的比例微分 (PD) 控制器 ($\dot{x}(t)$ 负极 $\dot{r}(t)$) 可以使用 Lyapunov 技术来设计, 以确保系统状态 $x(t)$ 到计算的参考轨迹 $r(t)$ 的期望收敛。至关重要的是, 这种反馈层控制器足够简单, 可以实时操作。

挑战与机遇

这个简单而又熟悉的例子说明了分层体系结构设计所固有的许多基本权衡。接下来, 我们将尝试对这些概念进行归纳和形式

化, 并强调对其进行定量研究的机会。我们首先强调分层方法的优点。

- 模块化: 通过在跟踪和规划层之间引入参考轨迹作为协议, 我们将控制器模块化为具有明确定义和可解释角色的层。这反过来又允许在不改变跟踪层的情况下对计划层进行调整, 反之亦然。这种模块化的概念是通过分层和协议定义的沙漏设计模式实现的 (见图 4.12), 在复杂的工程系统中无处不在, 远远超出了规划和控制, 扩展到了整个决策 / 控制 / 软件 / 硬件堆栈; 有关沙漏和蝴蝶结 (在本节后面定义) 的更广泛讨论, 请参见 [97, 第 15 章]。
- 可牵引性: 虽然原始 OCP (4.1) 很难解决, 但规划层问题 (4.2) 允许解析解, 并且反馈层 PD 控制器可以很容易地实时计算。同样, 将复杂的工程设计任务分解为模块化和可解释的层, 可以通过几乎独立的可处理子问题来解决全局问题。
- 多速率控制: 原始 OCP (4.1) 自然分解为两个控制速率: 一个较慢的速率, 更新参考轨迹 $r(t: t+\tau)$, 另一个较快的速率, 实际控制动作 $u(t)$ 更新。虽然这种时间尺度分离在 NMPC 方法中没有得到利用, 但在分层方法中得到了大量利用。更普遍地说, 时间尺度分离在整个系统架构设计中得到了广泛的利用。

当然，读者应该怀疑将上面提出的分层架构强加给控制器结构会带来什么损失，因为我们没有对我们的选择做出严格的解释。接下来我们将列出分层方法可能存在的一些缺点。

- 抽象和分层目前是一门艺术：在上面的例子中，我们做出了两个看似武断的设计决定：i) 我们决定应该有两层，一层用于规划（轨迹生成），另一层用于跟踪（反馈控制），以及 ii) 我们在规划问题中使用了单积分器线性动力学（4.2）。虽然经验表明，i) 这是上述例子的一个合适的分层架构，ii) 单积分器动力学对于生成由机械系统产生的动力学系统的轨迹是有用的，但不存在证明我们选择的严格理论。随着系统复杂性的增加，经验、直觉和巧妙的选择在系统架构设计中的作用变得更加突出。

- 不可行的参考轨迹：通过在轨迹生成问题（4.2）中引入简化动力学，我们无法再保证最终的参考轨迹 $r(t)$ 可以被真正的系统动力学跟踪 $\dot{x}(t) = f(x(t), u(t))$ 。这可能会对安全性和性能产生不利影响，此外还会带来致动器饱和的风险。更普遍地说，用于定义层和协议的抽象和简化可能会导致分层体系结构上的级联错误。

反过来，这可能会对性能、健壮性和安全性产生灾难性后果。

- 次优性能：通过解耦系统的轨迹生成和反馈控制组件的设计，我们限制了系统可以采取的控制行动的可行空间。这必然会导致性能下降。

然而，尽管存在这些潜在的重大缺陷，分层体系结构在复杂的工程系统中无处不在。这表明，优势和劣势之间的权衡有利于在绝大多数应用程序中使用分层。作为一个研究社区，我们的目标应该是理解为什么，并在这样做的过程中，开发一种系统的方法来设计这种分层架构。我们在下面概述了实现这一目标的一些研究机会。

- 分层作为动态系统的优化分解：^[98] 介绍了一种基于优化分解推导分层体系结构的原则性方法。作者的动机是网络通信网络的协议栈中的稳态资源分配，并认为与资源约束相关的拉格朗日乘子是在所产生的分层架构中进行协调的自然协议。虽然^[98]中的许多见解和方法可以应用于一般的优化问题（包括最优控制问题），但缺乏将分层作为动力系统的优化分解的综合理论。这为未来的研究提供了一个令人兴奋的机会。可能的前进道路包括明确利用时间尺度分离（例如，通过扰动理论形式化）来定义层，并识别^[98]中提出的资源约束/拉格朗日乘数分层定义的动力学系统模拟。

- 量化分层体系结构的性能限制：系统性能和模块化之间存在紧张关系。如何量化这种性能差距，更重要的是，如何确定这种差距很小的情况，是开发分层体系结构的定量理论时必须克服的一个关键挑战。此外，目前尚不清楚需要多少层才能达到预期目标。层太少可能导致棘手的子问题，而层太多可能导致过于保守和低效的控制体系结构。虽然很明显存在收益递减的原则，但目前尚不清楚如何有效地驾驭这一设计空间。一种可能的方法是利用离散优化的最新工具，利用这种收益递减特性（例如，子模块优化^[99]）来直接解决问题。

- 用于跨层通信和协同设计的更丰富的协议：在层之间使用刚性和固定的协议限制了可以为整个系统以及层的协同设计做出的保证。例如，假设在 OCP（4.1）中添加了状态约束 $x(t) \in X$ ，对于 x 某个集合编码安全性。如何确保在分层架构中满足该约束并不明显，因为规划问题（4.2）可能导致动态不可行的轨迹，并且所提出的 PD 控制器没有提供跟踪保证。这个简单的例子强调了计划和反馈控制层的共同设计的必要性。例如，如果 PD 控制器可以被证明保持在由规划器生成的所有可能的轨迹 $r(t)$ 的有界距离内，例如，通过控制 Lyapunov 函数或收缩度量，那

么在轨迹生成问题(4.2)中加入约束 $r(t) \in X$ 就足够了,其中 X 是适当收紧的约束集。虽然直观,但没有任何理论或算法框架可以自然地输出这种方法。然而,层之间的双向信息流以及层协同设计对于实现系统级的保证和优化至关重要。

4.5.3 层内控制体系结构

到目前为止,我们的讨论集中在定义分层体系结构的定量理论所固有的挑战上。现在,我们将注意力转向给定层中存在的架构设计挑战,特别关注反馈控制层。我们首先讨论了控制体系结构的协同设计问题,然后重点介绍了在分布式系统中系统定义协调协议的现有进展。

控制架构协同设计在反馈控制层中,控制架构自然被定义为用于实现给定控制策略的驱动、传感和通信网络。再一次,一个自然的权衡出现了:具有更多致动器、传感器和通信链路的控制器通常会优于具有稀疏架构的控制器。然而,这些硬件组件的部署、维护和供电成本可能很高。

因此,必须在体系结构密度和闭环性能之间取得平衡,这表明这个问题可以自然地作为一个共同设计问题,即寻求同时最小化控制和体系结构成本。

首先,我们简要介绍了用于共同设计控制策略的现有方法及部署这些策略所需的架构。然

后,我们概述了将这些概念扩展到控制系统所有层的挑战和机遇。

基本极限和控制体系结构:虽然 H_∞ 最优控制可能是鲁棒控制最著名的结果^[100],但这项工作最有影响力的结果之一是确定给定系统可实现控制的基本极限(例如,见^[101, 第6章])。特别地,这些结果将开环对象的不稳定极点和零点与闭环系统在任何可能的控制器下的(互补)灵敏度函数范数的下界联系起来。对闭环性能最不利的是接近不稳定的零点对消,这对应于不稳定模式的可控性/可观性的接近损失。当观察到这种情况时,一种自然的补救措施是改变系统的驱动和传感(例如,通过添加更多或移动现有组件),以移动不稳定的零点。尽管没有明确地描述为这样,但这对应于控制器/控制架构的共同设计周期。

大规模控制器/架构协同设计:虽然上述手动设计架构的方法对于具有少量致动器和传感器的单个系统来说是容易处理的,但对于社会规模的分布式控制系统(如电网)来说,这项任务变得难以处理。一般的控制器/控制体系结构协同设计问题可以非正式地提出为以下多准则优化问题,即受动力学和通信约束的最小化(控制成本) $+\lambda$ (体系结构成本)。(4.3)解决问题(4.3)的挑战在于,最小化架构成本本质上是一

个离散优化问题,因为只能部署整数个致动器、传感器和通信链路。相比之下,控制策略设计本质上是一个连续优化问题。为了克服这一挑战,已经制定了两种互补的方法:

稀疏诱导优化:通过认识到稀疏控制架构可以与定义反馈控制器的映射中的特定稀疏模式相关联,离散架构成本可以被适当的稀疏促进凸惩罚所取代^[102, 103]。例如,考虑静态线性状态反馈策略 $u=Kx$: 如果矩阵 K 的第一行 K' 等于零,那么这意味着与 u 相关的第一个致动器 u_1 可以消除。因此,添加到共同设计问题(4.3)的自然惩罚将是促进逐行稀疏性的群范数惩罚。通过使用基于原子范数^[104]的惩罚,这一想法可以推广到致动器、传感器和通信网络的协同设计。

· 离散优化:另一项工作认识到,某些自然控制目标,例如可控性 Gramian 的函数,是子模的,因此,可以有效地解决这些目标上的致动器布置问题,达到可证明的近似比。例如,参见^[105]及其参考文献。

分层内的水平分解第4.E.2小节提出使用优化问题的垂直分解作为分层体系结构原理理论的途径。在这里,我们强调了一个互补的水平分解可以应用于设计一个层内的分布式体系结构和协议。^[98]中这种水平分解的一个

典型例子是传输控制协议 (TCP) 拥塞控制, 它可以被建模为网络效用最大化问题的分布式解决方案, 在 $Rx \leq c$ 的情况下最大化 $\sum_s U_s(x_s)$ (4.4)。

问题 (4.4) 为每个源 s 分配效用函数 $U_s(x_s)$, 该效用函数对其速率 x_s 的效用进行编码, 然后组合的网络效用在经由路由矩阵 R 和链路容量向量 c 编码的资源约束的约束下被最大化。研究表明, 现有 TCP 算法的各种风格 (如 TCP Reno 和 Vegas) 可以使用该框架进行逆向工程, 并被解释为分布式原对偶算法解决问题的实际近似 (4.4)。然后, 这些见解被用于正向工程新的 TCP 变体 (如 TCP FAST), 这些变体在某些方面显著优于现有算法设置。这些方法的理论基础是使用资源约束 $Rx \leq c$ 的对偶分解, 其中拉格朗日乘子再次作为所产生的分布式优化算法中跨代理的层内协调协议。

挑战和机遇虽然层内架构设计的某些方面有有效的解决方案 (例如, 在反馈层放置致动器和传感器), 但其他挑战仍未解决。在这里, 我们强调了一些可能的挑战和取得进展的机会。

- 分布式控制问题的水平分解: 网络效用最大化问题 (4.4) 是一个静态优化问题, 旨在实现最优的静态和稳态速率分配。相反, 这个问题的动态版本会惩罚瞬态

和控制工作。

分布式控制中的现有结果通常不采用这种方法, 并且协调协议通常是先验强加的。在这样的环境中是否有适当的优化分解技术, 它自然会产生什么协调协议? 一条前进的道路可能是将算子理论观点应用于由此产生的优化问题, 这将导致拉格朗日乘子参数化为动力系统, 例如参跨时空尺度的控制: 本节中的许多问题都是由大规模分布式系统引起的。在这种情况下, 我们通常不仅有时间尺度分离, 而且有空间尺度分离 (例如, 在通信网络中, 这些尺度可以大致识别为家庭网络、局域网、区域网络和国家网络)。如何以系统的方式在层内和层间利用时空时间尺度中的局部性? 一种可能的方法是将由系统级综合框架^[107]实现的局部分布式控制扩展到更通用的设置。

- 学习型系统的基本限制: 如第 4.A 节所述, 学习型和数据驱动型组件将无处不在。是否可以开发一种学习型控制的基本极限理论, 类似于上文从鲁棒控制的角度描述的理论, 为学习型控制架构的共同设计提供信息? 这种风格的有希望的初步结果是存在的, 其中信息论下限与鲁棒控制的概念相结合, 提出了一条可能的前进道路, 例如参见^[108, 109, 110]及其参考文献。

4.5.4 社会规模示例: 未来电网

本小节旨在为电网升级背景下的先前概念、挑战和机遇奠定基础。

时间尺度分离操作大规模网络 (如电网) 的复杂性的主要来源是普遍存在的随机和时变不确定性。处理这些不确定性通常需要跨越多个时间尺度的控制机制。例如, 当需求或供应波动时, 频率控制将电力系统的频率保持在其标称值附近。频率控制传统上在发电侧实现, 并且由三种机制组成。初级频率控制在长达数十秒的时间范围内运行, 并使用调速器根据本地频率偏差在设定点附近调整发电机的机械功率输入。这种实现方式被称为下垂控制, 并且是完全分散的。

主控制可以重新平衡功率并稳定频率, 但其本身不能恢复标称频率。二次频率控制在分钟左右的时间范围内运行, 并以集中的方式调整控制区域中调速器的设定点, 以将频率驱动回其标称值, 并将区域间功率流驱动回其预定值。经济调度以几分钟或更长的时间进行, 并安排在线发电机的输出水平和区域间的电力流, 以最大限度地降低总体调度成本。关于电力系统广域控制背景下这三种机制的更详细介绍, 请参见^[111]。

这三种控制机制可以解释为

分层体系结构的三个组成部分，其中跨层的划分自然由时间尺度分离来定义。此外，由于传统负载变化缓慢且更具可预测性，这种时间尺度分离非常有效，其中更快时间尺度的机制以类似于我们在第 4.E.2 小节中提出的规划 / 跟踪架构和图 4.5 中提出的自主堆栈的方式，跟踪由较慢时间尺度的机构调度的设定点。见^[106]。

然而，随着不确定性的增加，这种体系结构的经济效率越来越低，突出了模块化、健壮性和效率之间的内在权衡。最近，有人试图修改这些机制，以允许以更快的时间尺度操作的较低层控制机制从较慢的时间尺度共享一些目标，例如，用于二次频率控制以获得最佳功率调度。虽然这些层间更丰富的协议有助于提高系统效率，但由于打破了层间干净的模块化，它们也提出了潜在的脆弱性问题。这突出了在分层体系结构中对性能 / 鲁棒性权衡进行表征的必要性，以及在层之间设计更丰富协议的原则性方法的必要性。

空间尺度架构未来的网格在空间覆盖方面可能与传统网格相似，但其决策和控制架构将包含更多数量级的传感器和致动器。传统上，美国 90% 以上的电力由不到 2 万台大型发电机发电，并通过高压输电系统和高低压配电系统输送给数亿用户。少数大型发电机通过输电网络连接，其中

大部分控制都是从容量规划到发电承诺和调度再到频率调节——所有这些因素都决定了整个网络的动态性和效率。配电馈线本身可能是一个为小城市供电的网络，在这种控制架构中被简单地视为单个网络节点。控制模式是调整少量的大型发电节点，以满足网络上的需求。

这种模式在未来将被颠覆：煤炭和天然气厂等大型发电机将被风能和太阳能发电场等可再生能源所取代。其他分布式能源 (DER) 也将越来越多样化，如智能建筑、电动汽车、HVAC、电池和逆变器，尤其是在配电馈线中。新的控制体系结构需要协调更活跃的端点，而不是少量的大型端点，这加剧了可扩展性的挑战。此外，这些 DER 将在供应、需求、电压和频率方面引入大的、频繁的和随机的波动，需要实时闭环控制。分布式发电也将颠覆传统的保护架构，即假设从发电机到最终用户的电力单向流动。为了应对这些挑战，一方面，开发了分布式算法，其中每个活动端点可以根据本地测量和与邻居的本地通信做出自己的决定。另一方面，已经提出了像虚拟发电厂这样的概念，其中在规划和调度阶段聚集一个区域（例如，配电馈线上）的 DER 的灵活性，然后在运行期间将目标集体行为分解为单个 DER。这一即将到来的

体系结构转变强调了对控制体系结构共同设计的原则性方法的需求（即，应在哪里安装致动器、传感器和通信网络），以及协调协议设计。具体地说，我们认为未来的电网将需要一个分层的架构，其中每一层都收集并向上下各层传达汇总其内部状态的聚合信息。在一个层内，分布式解决方案中，每个实体通过本地信息交换与邻居进行协调，从而做出本地控制决策。

我们将需要分布式算法，这些算法通过控制架构（在层内和跨层）实现稳定、鲁棒和高效的全局行为，从而促进这些算法的可进化性。

工程、经济学和政策之间的相互作用：社会规模系统的另一个复杂性是物理和人类的共存。这些系统中的组件属于异构的权威机构，他们可以采取战略行动以实现利润最大化，而不是盲目遵循算法协议。另一个相关的问题是，协调策略可能需要从所有者那里获取私人信息，例如，与网络设备一样。这些担忧需要设计市场、政策和协议，以激励单个实体采取与全球系统目标一致的行动，并保护用户的私人信息。为了确保总体系统的成功协调，工程体系结构和经济 / 政策结构应在受遗留系统施加的经济和社会约束的情况下进行整合和联合设计。

这个复杂的多标准设计问题必然需要不同领域的专家之间的合作（围绕建筑使用不同的语言），包括通信、计算机网络、电力工程、建筑、经济学、社会科学、工业和城市规划者等。这种学科在单一系统内的融合再次凸显了对统一、通用和严格的建筑理论的需求，该理论可以作为跨领域的通用语言。我们希望，一个定义明确的控制体系结构理论将通过定义合适的接口（层内）和协议（跨层）来处理这项艰巨的任务，这些接口和协议允许以模块化但协同的方式集成各自的专业领域。

4.5.5 控制体系结构理论的路线图

我们在本节结束时总结了上述讨论中出现的一些共性和主题，并为有兴趣揭开控制体系结构设计艺术神秘面纱的雄心勃勃的控制研究人员提供了一个合理的路线图。

架构设计是一个多标准优化问题：本节的一个共同主题是，在（共同）设计控制架构时，需要平衡各种标准。例如，架构协同设计问题（4.3）的成本函数是向量值成本（控制成本，架构成本）的标量化。在这种情况下，由于两个设计轴是明确的，主要的挑战是克服问题的混合连续/离散性质。虽然设计分层体系结构可以定义类似的向量值成本，但

我们面临的额外挑战是，一些指标本质上是定性的。例如，尚不清楚如何将数字成本分配给体系结构的可处理性或模块性。然而，能够量化和导航这个设计空间的 Pareto 表面是分层控制架构设计理论的核心。

从静态到动态控制体系结构：将体系结构设计视为一个多准则优化问题，使我们能够将 Pareto 曲面上的一点与特定体系结构相关联，反之亦然。

传统的建筑设计试图在帕累托表面上找到最适合手头任务的所谓“最佳点”，然后构建相应的建筑。这种对单一体系结构的关注是必要的，因为系统体系结构设计是一项离线任务，通常在硬件中实现。

然而，随着硬件/软件抽象和虚拟化的当代进步，许多体系结构组件可以仅在软件中实现（例如，用作感知图的神经网络），也可以根据需要增加/减少硬件组件（例如，数据中心中的计算资源）。这为开发动态控制体系结构理论开辟了令人兴奋的可能性，其中我们根据环境和控制任务特性沿着帕累托曲面最佳移动。

反向和正向工程控制体系结构：体系结构设计的问题渗透到本文档中，并在第 4.A、4.B 和 4.4 节中突出显示。在（正向工程）控制体系结构的一般理论方面取得的任何进展都将对这些应用领

域产生直接影响。

也许不太明显的是逆向工程现有分层架构的理论发展机会，如（合成）生物学（见第 3.C 节）和神经科学（见第 2.2 节）。互联网架构的逆向工程实现了重大的算法和技术突破^[98]，在其他领域获得类似见解的潜力是进一步进行控制体系结构系统研究的令人兴奋的动机。

用于控制架构设计的软件工具：用于系统架构设计的现有建模语言，例如 SysML^[113]，为操作本节中介绍的概念提供了一个很有前途的蓝图。是否可以开发此类软件包的控制体系结构版本，以适应在动态环境中发展的动态系统？更广泛地说，建筑学：虽然本节重点讨论了控制理论界最熟悉的控制建筑学设计方面，但重要的是要认识到，建筑学是一个超负荷的、在各种工程学科和科学领域广泛使用的术语；例如参见^[114、115、117、118]。尽管如此，所有这些都出现了共同的主题，包括分层和协议。

我们没有涉及但至关重要的其他概念包括物理基底水平、层内和层间传输量的接口，以及无源和有源系统组件之间的区别。我们请感兴趣的读者参考^[112]和^[97, 第 15 章]，对其中许多概念进行方便的讨论。

对年轻研究人员的建议：

人们越来越意识到，建筑决

策在现实世界社会系统中实施控制技术方面发挥着至关重要的作用。几乎所有具有中等复杂性的当代工程系统（如航空、处理器设计和自动驾驶汽车）都采用自上而下、分层和分层的方法进行建筑设计。然而，今天的社会规模系统（如电网、社交网络和政策）是进化的、自下而上的和特殊设计的结果，这可能会导致不可预见的、神秘的，有时甚至是灾难性的失败。在本节中，我们

指出了在控制作为一种控制体系结构的研究中显示出特别前景的方法，包括通过时间尺度分离的分层多速率控制器设计、层内驱动 / 传感 / 通信体系结构和控制器协同设计，以及将这些概念应用于重新设计电网以整合分布式可再生能源。

对于资助机构：

对建筑在复杂系统中的作用和设计进行定量研究，对于创建支持社会需求的可持续基础设施

至关重要。为了在社会层面上理解控制体系结构，我们需要在分层、反馈和抽象方面进行系统级思考。控制理论将是这一体系结构理论发展的核心，需要新的工具来解决目前棘手的问题。虽然集成、统一的体系结构框架仍然是一个长期的愿景，但优化、控制、机器人和系统工程的最新发展表明，在这一具有挑战性的研究领域，早期有望成为中间目标。○



热烈祝贺中国自动化学会副理事长于海斌院长、理事郭雷教授，多名会员当选两院院士！

中国工程院、中国科学院 2023 年院士增选名单正式揭晓，中国自动化学会副理事长于海斌院长、理事郭雷教授，多名会员当选两院院士！

中国自动化学会 3 名会员当选中国工程院院士，他们分别是：

于海斌（中国自动化学会会士、副理事长，中国科学院沈阳分院院长）

郑庆华（中国自动化学会会员，同济大学教授）

陈学东（中国自动化学会会员，华中科技大学教授）

中国自动化学会 2 名会员当选中国科学院院士，他们分别是：

郭雷（中国自动化学会会士、理事，北京航空航天大学教授）

尤肖虎（中国自动化学会会士，东南大学教授）

2023 中国自动化大会圆满落幕



图1 大会现场

群贤毕至，齐聚山城。2023年11月17—19日，由中国自动化学会、重庆市科学技术协会主办，重庆邮电大学承办的2023中国自动化大会在重庆悦来国际会议中心盛大开幕。本届大会以“自主可控强实体 新质生产创未来”为主题，邀请了10余位院士和300余位长江杰青、高校和科研院所的校长、院长等学术精英与会，3000余名来自学术界和产业界的本领域专家、学者、学生等参会，2467万人次在线观看了直播。大会共设7场大会主旨报告、1场高峰对话和38个专题

论坛，涵盖智能网联新能源汽车、先进制造与工业互联网、智能机器人、智慧教育、智慧能源、脑机智能等多个前沿热点领域，250余位专家学者作专题报告。本届大会共接收会议论文1500余篇，10余家行业知名厂商赞助支持。

大会总主席，中国工程院院士，中国自动化学会会士、理事长，西安交通大学教授郑南宁；中国工程院院士，中国自动化学会会士、特聘顾问，中国科学院沈阳自动化所研究员王天然；中国工程院院士，合肥工业大学教授杨善林；中国工程院院士，中

国自动化学会会士、副理事长，中南大学教授桂卫华；中国工程院院士，中国自动化学会会士、监事，华东理工大学教授钱锋；中国工程院院士，中国自动化学会会士、副理事长陈杰；中国科学院院士，中国自动化学会会士、副理事长，中国空间技术研究院研究员杨孟飞；中国工程院院士，中国自动化学会会士、常务理事，湖南大学教授王耀南；中国科学院院士，中国自动化学会会士、常务理事，哈尔滨工业大学/南方科技大学教授段广仁；中国自动化学会监事长、中国科学院自动化研究所研究员王飞跃；中国自动化学会会士、副理事长，中国科学院沈阳分院院长于海斌；中国自动化学会会士、副理事长王成红；中国自动化学会会士、副理事长，山东科技大学副校长周东华；中国自动化学会会士、副理事长，上海交通大学教授，青岛科技大学副校长李少远；中国自动化学会会士、副理事长、中国科学院自动化研究所研究员侯增广；中国自动化学会副理事长、中国科学院数学与系统科学研究院研究员张纪峰；重庆市科协党



图2 杨孟飞院士主持



图3 郑南宁院士致辞

组书记、副主席李雷霆；重庆邮电大学党委书记李林；重庆邮电大学党委副书记、校长高新波；重庆市科协党组成员、副主席戈帆；重庆邮电大学副校长王国胤等现场出席会议。大会开幕式由杨孟飞院士主持。中国工程院院士，中国自动化学会会士、理事长，西安交通大学教授郑南宁，重庆邮电大学党委书记李林，重庆市科协党组书记、副主席李雷霆分别致辞。

郑南宁院士指出，中国自动化学会已经走过了62年的光辉历程，见证了中国自动化学科的发展壮大，见证了我国自动化领域从跟随到并行，再到引领的嬗变历程。自动化学科作为现代科学技术的重要分支，犹如一棵枝繁叶茂的参天大树，孕育了许多新兴学科，为我国的科技进步和产业升级换代做出了不可磨灭的贡献。当前自动化技术不断突破传统边界，拓宽应用领域，渗透到

人类活动各个领域。尤其是本世纪初以来，人工智能技术的飞速发展，为自动化技术带来了全新的机遇和挑战。站在新一轮科技革命和产业变革的起点上，自动化领域充满着无限可能，智能制造、智能交通、智能医疗和知识自动化等应用领域，将是自动化技术发挥巨大作用的舞台，我们要紧抓机遇，不断加强自主创新能力，推动自动化技术与人工智能的深度融合，努力开创我国自动化学科的新局面。

李林书记表示，重庆邮电大学是国家布点设立并重点建设的邮电高校之一，是工业和信息化部与重庆市共建的一所特色鲜明、优势突出，在信息通

信领域具有重要影响的高水平大学。长期以来，学校在服务国家重大战略、行业进步和区域经济社会发展中，开拓创新，锐意进取，体现了自己的社会责任与担当，被誉为“中国数字通信的发祥地”。重庆邮电大学将以本次大会为契机，加强与各兄弟高校、企业以及科研机构之间的交流合作，加强与各位专家、学者的交流互鉴，携手推进自动化和信息与智能科技领域的人才培养、科研平台建设、科技成果转化等方

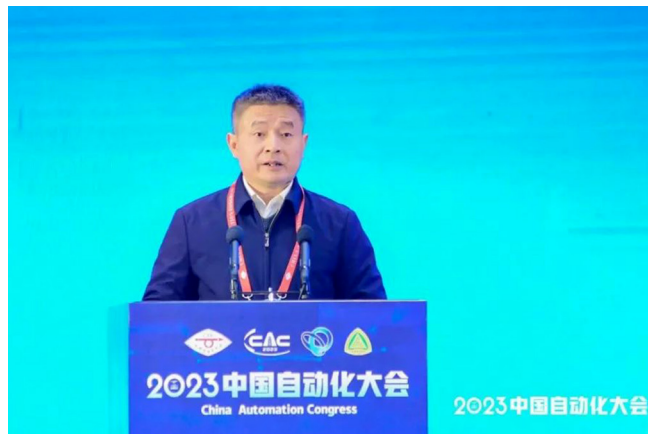


图4 李林书记致辞



图5 李雷霆书记致辞



图6 新书发布仪式

面的创新发展，为推动学术进步、科技发展、产业繁荣，实现高水平科技自立自强贡献智慧和力量。

李雷霆书记指出，重庆作为中西部地区唯一的直辖市，在国家区域发展和对外开放格局中具有独特而重要的作用。重庆的科技创新和产业发展，迫切需要自动化、智能化、数字化的有力支撑。希望能够以本次大会为契机，进一步深化与中国自动化学会的合作，为广大科技工作者搭建干事创业的舞台，共同服务地方经济产业发展，推动创新链、产业链、人才链有效贯通起来，真正让自动化赋能千行百业、赋能未来世界。

开幕式期间，还隆重举行了《人工智能本科专业知识体系与课程设置》新书发布仪式。该书由郑南宁院士领衔编著、西安交通大学人工智能学院组织编写，主要基于西安交通大学多年来在人工智能学科发展和人才培养实践中的经验总结，为各类学校人工

智能专业构建宽口径、学科交叉课程体系提供参考和引导示范，同时也为本科相关课程体系建设和专业学习提供指引。

在大会报告环节中，中国工程院院士、中国自动化学会会士、监事、华东理工大学教授钱锋为大家带来了题为“人工智能赋能制造业数字化转型”的报告。钱院士首先简介了我国制造业发展的现状与挑战，指出我国制造业总体仍处于中低端，建设制造强国面临的挑战十分严峻，迫切需要推进工业元宇宙、工业智能大模型等工业智能与智能系统前沿研究赋能制造业数字化转型和高质量发展。接着分析了工业智能面临的挑战，凝练了工业智能与智能系统前沿研究拟解决的关键科学问题，即：跨时空感知与统一表征，多模态信息可解释泛化认知，人机共融决策与动态博弈。报告阐述了制造业数字化转型的内涵，即将产业链供应链价值链 /

资源能源利用 / 生产制造过程与工业互联网、人工智能等现代信息技术深度融合，以高值化高端化、数字化智能化、绿色化低碳化为目标，创新物质转化 / 加工制造过程中物质流、能量流、价值流的自主智能协同调控技术，实现生产、管理、营销模式的变革。提出了制造业数字化转型的目标和具体路径，即：通过生产链供应链价值链协同智能决策、制造过程实时自主智能调控、安全环保运维智慧管控等，实现制造过程资源能源高效利用、生产绿色低碳、产品高值高端和价值链最大。最后以国内某大型炼化企业为例，介绍了人工智能、大数据等现代信息技术与石化制造深度融合、助力企业数字化转型的成功案例。

中国工程院院士、合肥工业大学教授杨善林作了题为“AIGC的科学基础与应用展望”的报告。他指出，深度学习问世以来，人工智能的发展突飞猛进，逐步



图7 钱锋院士作报告



图8 杨善林院士作报告



图9 郑南宁院士作报告

从纯粹的学术研究向大规模应用迈进。特别是2022年，文本生成、图像生成、三维模型生成等一系列应用级人工智能内容生成（AIGC）算法问世，标志着人工智能初步具备了数字化内容生产的能力，并正在突破逻辑推理、常识认知等诸多门槛，逐步迈向通用人工智能。报告在回顾人工智能发展历程、总结当前进展的基础上，着眼于剖析人工智能的科学基础，从认知科学、决策科学等对其发展的关键作用着手，深入探讨人工智能是如何从生物学领域的启发向计算科学领域的实现迈进的。随后讨论AIGC技术在自动驾驶、日常生活及军事领域的革命性应用，展望了AIGC技术在新时代的发展模式。

中国工程院院士，中国自动化学会会士、理事长，西安交通大学教授郑南宁带来了题为“机器行为与具身智能”的报告。郑院士指出，当前智能机器已经越

来越多地渗透到人类社会的各个方面，人与智能机器的交互、混合是未来社会的发展形态。大多数人工智能算法在与人类共存的复杂混合系统中发挥着重要作用，如何分析和刻画这些系统中人-机交互的属性和行为特征，包括合作、竞争和协调，都是至关重要的问题。而且，一些智能算法的黑箱特征，使我们很难从可解释的层面去信任AI，这就需要从智能机器“输入-输出”的行为生成的关联去寻找什么样的AI更容易获得人类的信赖。对智能机器行为生成的研究不仅可以提高人类对智能机器的监督和控制能力，并有助于我们构建真实世界的因果模型。具身智能是一种机器自主感知环境、学习、理解和行动的能力，它强调智能程度与其结构存在很强相关性，即“身体”不是等待加载“算法”的机器，而是“身体”本身应该参与“算法”的进化。对当前人工智能

而言，解决某些对人类来说属于智力挑战的问题可能是相对简单的，但对看似简单的与真实物理世界交互的行为能力依然很差。特别是人类使用较少的数据，就可以在广泛的问题上表现出智能行为，这种智能行为往往是建立在世界模型的基础上，通过与环境的互动来学习和适应，使智能体在感知、行动和环境交互过程中形成的一种自组织学习机制。

中国工程院院士、中国自动化学会会士、常务理事、湖南大学教授王耀南作了题为“高端制造集群机器人协同控制技术与发展趋势”的报告。报告指出航空航天、海洋舰船、轨道交通等领域的重大装备是国防安全和国民经济发展的战略保障，其制造水平代表了我国制造业的核心竞争力。为应对重大装备制造面临的结构复杂、规模大、任务多、精度高等挑战，集群机器人协同作业是未来智能制造新模式。为此需突破集群机器人的



图 10 王耀南院士作报告



图 11 重庆邮电大学教授高新波作报告

通信计算、精准感知、动态规划与协同控制关键技术，解决集群机器人高效传算一体化协同机制、大范围精密测量与分布式特征识别、感知-认知-决策-控制协同作业机制等科学问题，实现高效高品质制造。

重庆邮电大学党委副书记、校长，重庆市科学技术协会副主席高新波作了题为“图像跨域重建理论与方法”的报告。报告以人脸图像-照片合成和图像超分辨率重建为例介绍图像跨域重建的概念、理论与方法。介绍了跨域图像重建

产生的背景、意义和社会需求，重点讲述了图像跨域重建的研究现状以及所在团队在此方向上的最新研究进展和在其他领域的推广应用。

欧洲科学院院士、中国自动化学会会士、副秘书长、哈尔滨工业大学教授高会军为大家带来了题为“面向类器官再生的显微操作智能系统”的报告。报告指出，类器官是在体外培育的、保有组织器官结构与功能的细胞团，在生物医学领域具有广泛应用，是国际前沿热点方向。报告介绍了面向类器官再生的显微操作智能控制方

法、系统及应用。针对类器官再生机理复杂、生长轨迹控制难、细胞操控精度低等难点问题，基于智能控制与显微操作技术，研究类器官再生模型构建、类器官生长智能控制、类器官细胞显微操作等理论与方法，建立面向类器官再生的显微操作智能系统，推动类器官在药物研发、个性化诊疗等生物医药领域的重要应用。

中国自动化学会理事、北京空间飞行器总体设计部科技委主任、研究员王大轶作了题为“基于系统能力量化的自主运行技



图 12 高会军院士作报告



图 13 王大轶研究员作报告



图 14 高峰对话

术——可诊断性、可重构性和可观测性”的报告。王研究员认为，深空探测任务对空间飞行器自主运行技术提出了迫切需求，自主导航与自主诊断重构是其中的两大关键核心，也是实现自主运行的前提和保障。他针对资源严重受限的深空无人飞行器，以观测、诊断和重构能力的量化评价为理论创新突破口，提出基于可观测性理论的自主导航方法和基于可诊断性与可重构性理论的自主诊断重构方法，成功应用于我国探月工程和首次火星探测等任务，为空间飞行器实现安全可靠自主运行作出重要贡献。

本届大会特别设置了 AI for Engineering 高峰对话环节，由中国自动化学会会士、副理事长，上海交通大学讲席教授，青岛科技大学副校长李少远主持。中国

工程院院士，中国自动化学会会士、特聘顾问，中国科学院沈阳自动化研究所研究员王天然；中国工程院院士，中国自动化学会会士、副理事长，中南大学教授桂卫华；中国工程院院士，中国自动化学会会士、监事，华东理工大学教授钱锋；中国自动化学会会士、副理事长，中国科学院沈阳分院院长于海斌；中国自动化学会会士、副理事长、华南理工大学教授陈俊龙；中国自动化学会会士、中控科技集团 / 宁波工业互联网研究院研究员褚健等六位专家围绕“大模型时代如何赋能制造业数字化转型”、“如何培养工业智能方面的人才，健全科技 - 人才 - 创新体系”和“AI for Engineering（人工智能驱动的工程应用）带给自动化学科的机遇与挑战”三个话题进行了深

度探讨，分享真知灼见，场上场下互动频繁，现场气氛活跃热烈。

此外本届大会热点话题精彩纷呈，“模式识别与智能感知”、“网联智能系统与大模型”、“无人系统智能导航与控制”、“可持续制造调度与智能运维”、“智能机器人与自主智能”、“动态系统机器学习及应用”等 38 个专题论坛也陆续在大会期间举行，250 余名专家学者分享领域最新学术进展，共话产业新未来。

本次大会还特设“智向未来”自动化与人工智能创新成果展，东土科技、中科深谷等 20 余企业聚焦创新成果和未来集群布局，展出了国产自主可控的 Intewell 鸿道操作系统、软件定义控制智能控制器、四足机器人、双足机器人等“亮眼”新品，特色展区“青少年优秀科普作品”，展示了



图 15 侯增广研究员主持



图 16 桂卫华院士致辞



图 17 魏旻教授作总结

近 20 名中小学生的科普成果，为中国未来自动化及人工智能创新发展蓄积后备力量。

闭幕式由中国自动化学会会士、副理事长，中国科学院自动化研究所研究员侯增广主持，中国工程院院士、中国自动化学会副理事长、中南大学教授桂卫华致辞，对大会各项成果的进行了充分肯定和对未来提出了殷切期望。重庆邮电大学自动化学院副院长魏旻教授作 2023 中国自动化大会总结，从筹备情况、现场盛况、精彩瞬间、论文接收情况等角度回顾了本场学术盛宴。

大会同期进行了“CAC 杯”交接仪式，2023 中国自动化大会组委会代表——重庆邮电大学党委副书记、校长高新波，将沉甸甸的“CAC 杯”郑重转交给 2024 中国自动化大会组委会代表——青岛科技大学副校长李少远。2024 中国自动化大会将于 2024 年 11 月在岛城青岛召开，续写自动化大会新篇章。

余音尤绕梁，未来更可期。CAC2023 虽已落幕，日新月异的自动化技术正以前所未有的融合创新、前沿突破迸发出全新活力，在新一轮科技革命和产业变革中迅猛发展，赋能千行百业、赋能未来世界。

中国自动化大会是中国自动化学会主办的大型综合性学术会议。自 2009 年创办以来，历经十余载，现已经成为我国自动控制、

仪器仪表、航空航天、人工智能、网络安全、智能制造等领域最具影响力的学术盛会之一。大会充分彰显了自动化科技对全球进入智能时代的重要作用；并以前瞻视角和超前思维推进多领域交叉汇聚，建立各方向有机联动、相互促进的良性循环关系；有效贯通学科链、创新链与产业链，推动自动化领域创新全方位融入国家发展需求。○

大会组委会 供稿



图 18 “CAC 杯”交接仪式

中国自动化学会会士荣誉称号授予仪式在重庆隆重举行

中国自动化学会会士是学会会员在学会的最高学术荣誉，旨在表彰对自动化、信息与智能科学技术发展做出卓越贡献或为学会服务做出突出贡献的学会会员。2023年11月18日，中国自动化学会隆重举行了2022年/2023年中国自动化学会会士荣誉称号授予仪式，中国工程院院士，中国自动化学会会士、理事长，西安交通大学教授郑南宁；中国工程院院士，中国工程院院士，中国自动化学会会士、特聘顾问，中国科学院沈阳自动化所研究员王天然；中国工程院院士，中国自动化学会会



士、副理事长，中南大学教授桂卫华和中国科学院院士，中国自动化学会会士、副理事长，中国

空间技术研究院研究员杨孟飞共同为获奖者颁发奖牌，共有23位卓越的科技工作者获此荣誉。○



2022 年 13 位卓越科技工作者



Alessandro Astolfi
Imperial College London 教授



陈启军
中国自动化学会理事
同济大学教授



褚健
中控科技集团 / 宁波工业互联网
研究院研究员



邓飞其
华南理工大学教授



杜文莉
中国自动化学会常务理事
华东理工大学教授



段海滨
北京航空航天大学教授



付俊
中国自动化学会副秘书长
东北大学教授



韩清龙
澳大利亚斯威本科技大学教授



解永春
中国自动化学会理事
北京控制工程研究所研究员



孙彦广
中国自动化学会副秘书长
冶金自动化研究设计院有限公司正高级工程师



吴立刚
哈尔滨工业大学教授



熊蓉
中国自动化学会理事
浙江大学教授



张焕水
山东科技大学教授

2023 年 10 位卓越科技工作者



蔡自兴
中南大学教授



胡 军
北京控制工程研究所研究员



华长春
中国自动化学会理事
燕山大学教授



黄 彪
加拿大阿尔伯特大学教授



李世华
中国自动化学会理事
东南大学教授



李相俊
中国电力科学研究院有限公司
储能与电工新技术研究所
教授级高级工程师



熊 刚
中国科学院自动化研究所研究员



俞 立
浙江工业大学教授



喻俊志
北京大学教授



赵春晖
浙江大学教授

学会秘书处 供稿

智能制造与创新发展论坛在深圳成功召开

2023年11月25日，智能制造与创新发展论坛在深圳市宝安区成功召开。智能制造与创新发展论坛是第五届世界科技与发展论坛平行论坛之一，由中国科学技术协会、中国科学院、广东省人民政府、深圳市人民政府主办，中国自动化学会、宝安区人民政府承办，以“强制造，智未来”为主题，采用“3个主旨报告+2个产业报告+1个圆桌论坛+1场考察调研”的形式举行。论坛广邀海内外院士专家、行业领袖，政产学研共聚一堂，为加快构建智能制造发展生态，深入推进制造业数字化转型、智能化升级，促进全球经济高质量发展贡献智造力量。

深圳市人民政府副秘书长黄强代表深圳市人民政府对论坛的召开表示祝贺。他表示，智能制造是新一代信息技术与先进制造技术的深度融合，是制造强国和网络强国建设的“连接点”，是科技革命和产业变革的“新引擎”，是制造业转型升级的“加速器”。深圳作为制造业大都市，未来，将以建设全球领先的重要的先进制造业中心为统领，以制造业数字

化转型为主攻方向，为深圳制造业高质量发展提供强有力支撑。

中共深圳市宝安区常委、统战部部长卫树强代表宝安区政府致辞，他介绍到，宝安是制造业大区，拥有得天独厚的地理优势和产业发展基础，有国家高新技术企业7061家，连续6年全国区县第一，国家专精特新“小巨人”企业210家，上市公司75家，市值超万亿元人民币。今天的论坛演讲主题中，包括了工业智能、模式识别和图像处理、自动化控制等方向，重点聚焦了利用人工智能及数字化推动传统产业、赋能中小型制造业企

业、塑造智能制造行业新生态，这些前沿观点和顶层认知对正处于制造业转型升级关键阶段的宝安区来说犹如久旱中的甘霖，必将有助于宝安区相关产业的高质量发展。

中国自动化学会秘书长张楠代表中国自动化学会向论坛的召开表示热烈的祝贺，并表示，如何发挥科技创新的重要作用，推动制造业的高质量发展，关乎中国从“制造大国”迈向“制造强国”的目标是否顺利实现。在当前时间节点下，我们探讨智能制造的创新发展，契合形势需要且意义重大。



图1 论坛现场



图2 圆桌论坛

聚焦智能制造高端化、绿色化、智能化，中国工程院院士、中国自动化学会副理事长、中南大学教授桂卫华，香港中文大学（深圳）联易融计算机视觉与人工智能联合实验室主任张大鹏，吉隆坡建设大学常务副校长、东盟智慧产业联盟（AI）主席陈志辉在主旨报告环节，分别围绕工业智能感知与系统、先进生物特征识别研究、智能制造产业展望等相关主题作分享，前瞻智能制造未来发展。

随后的产业报告环节，菲尼克斯高级副总裁彭晓伟，科大讯飞股份有限公司副总裁刘聪两位特邀行业领袖围绕数智化解决方案赋能制造业转型、通用人工智能的技术进展和典型应用等相关

主题进行案例分享，共享智能制造智慧方案。

论坛期间还安排了一场智能制造创新发展圆桌论坛，深圳自动化学会理事长、深圳市天圳自动化技术有限公司总经理杨俊、中国科学院深圳先进技术研究院研究员吴新宇、镇江智能制造创新研究院院长吴冈、合肥中科深谷科技发展有限公司首席技术官李孝文、深圳市乾行达科技有限公司董事长兼创新研究院院长罗昌杰、深圳市金百泽电子科技股份有限公司董事长武守坤等与会专家紧扣“智能制造助推中小企业转型升级发展”“数字化如何构建智能制造行业新生态”和“智能制造面临的机遇与挑战”三个议题进行深入交流，探讨了智能

制造产业发展趋势，提供了多方资源深度合作的新方向，帮助企业解决创新发展过程中遇到的实际问题，不断提升发展韧劲和核心竞争力。

本次论坛线上线下同步进行，面向全球网络直播，来自相关部门的领导，各高校、科研院所、企业代表等共计 300 余人现场参会。值得一提的是，论坛举办期间，镇江智能制造创新研究院院长吴冈、深圳自动化学会秘书长贺艳萍等专家学者还就深圳市地方企业智能制造发展情况及转型升级遇到的卡脖子问题进行了考察调研，为后续进一步推动深圳市产业科技融合发展奠定了良好基础。○

学会秘书处 供稿

第十三届中国智能车未来挑战赛在江苏常熟成功举办

为落实科教兴国和创新驱动发展战略，不断塑造人工智能发展新动能、新优势，第十三届“中国智能车未来挑战赛”于2023年11月24日至25日在江苏省常熟市举行。本届比赛由国家自然科学基金委员会信息科学部、中国自动化学会主办，常熟市人民政府承办，中国（常熟）智能车综合技术研发与测试中心协办。

国家自然科学基金委员会在2008年设立了“视听觉信息的认知计算”重大研究计划，作为重大研究计划研究成果的集成创新与验证平台，2009年创办了中国智能车未来挑战赛。旨在通过真实环境中的比赛，来交流和验证我国视听觉认知信息处理及无人驾驶的研究进展和最新成果，推动人工智能基础研究与物理可实现系统的有机结合，产出满足国家重大需求并具有原创性的科技成果。本届比赛设置“真实交通环境挑战赛”和“复杂交通环境通信与感知的离线算法挑战赛”等2大内容。

真实交通环境挑战赛面向无人驾驶出行服务，重点解决“最

后一公里”难题。通过增加地上、地下环境中“任意指定”上下客接驳点等赛题内容，提升和验证无人驾驶技术在“最后一公里”时提供给乘客出行服务的无缝衔接体验性，解决地下停车场复杂环境自主行驶的难题，以及在光照环境复杂、视野受限、交通参

与者无序性较高的环境中，考察无人车应对道路封闭、施工引导等复杂交通状况的能力。同时，面向复杂多样化的未来交通环境，考察无人车驾驶汽车在人们居住小区自主安全行驶的能力，比赛区域内将引入小型物流机器人、自动清扫机器人、机器狗等自动



图1 开幕式现场



图2 比赛现场



图3 比赛现场

化机器人，检验无人车在这些新形态“交通参与者”存在的人机混合共存的新型交通环境中，自主感知和智能决策的能力，推动“人、机混合”、“机、机混合”等复杂道路交通条件下无人驾驶技术的研发。

复杂交通环境通信与感知的离线算法挑战赛是本届比赛的新增内容。网联自动驾驶具有场景复杂，难以进行大规模系统测试

困难，有必要利用仿真平台灵活开展多种场景条件下的网联智能方案研究与测试。针对智能网联自动驾驶场景愈发复杂的问题，离线算法挑战赛突破传统简单场景的局限，设置十字路口、山区公路复杂场景以及晴天、雨天、雪天多种气候条件，以极低的成本与极高的灵活性实现各种复杂自动驾驶场景的仿真，为全场景、全天候无人驾驶技术的落地提供

有力的支持，助力智能网联所需的“聪明的车”、“智慧的路”和“强大的云”融合实现，促进车路协同与无人驾驶的发展，推动无人驾驶与信息通信产业的深度融合及网联智慧交通的落地应用，推动车路协同无人驾驶技术和自动驾驶产业的发展。

本届比赛的“真实交通环境挑战赛”共有来自高校、企业、科研院所的20支车队报名参赛，其中包括不少新的年轻的智能车研发团队、与汽车制造厂商合作的团队和企业车队，“复杂交通环境通信与感知算法挑战赛”共有21个团队报名参赛。

在2023年中国智能车未来挑战赛“真实交通环境挑战赛”比赛中，来自西安交通大学先锋号获得一等奖；来自上海交通大学CyberRock与空军预警学院云崮队获得二等奖；来自西安交通大学发现号、北京化工大学氦客智能和苏州市职业大学苏州职途获得三等奖。

作为全球历史最悠久的无人驾驶赛事，十余年来“中国智能车未来挑战赛”培养和输送了大量智能车领域专家和人才，实现中国无人车领域多项“从0到1”的突破，引领和推动了我国无人驾驶跨越式发展。○

大赛组委会 供稿



图4 颁奖仪式

中国自动化学会十一届六次理事会、十一届十一次常务理事会、一届六次监事会暨十一届二十六次理事长、四十二次秘书长、一届十七次监事长工作会议在重庆召开



图1 参会代表合影

中国自动化学会十一届六次理事会、十一届十一次常务理事会、一届六次监事会暨十一届二十六次理事长、四十二次秘书长、一届十七次监事长工作会议于2023年11月17日在重庆召开，会议由中国自动化学会理事长郑南宁院士主持。

郑南宁理事长首先向在百忙中前来参会的各位代表表示热烈的欢迎，同时指出在全体理事会成员的共同努力下，中国自动化学会开展了一系列富有成效的工作，为推动我国自动化技术高质量发展发挥了积极作用。

学会秘书长张楠首先从组织管理、会员服务、人才培养、公共服务、科普传播、学术活动等

方面就2023年度重点工作进行汇报，各副秘书长就组织管理、学术、会议会展、政府智库、奖励、出版宣传、财务、会员与学生、工业科技、社会服务、外事、科普等分管事务进行了补充汇报。

会上，重庆邮电大学自动化学院副院长魏旻教授从办会选址、



图2 郑南宁理事长发言

交通、征稿、大会报告、专题论坛情况等方面汇报了2023中国自动化大会会议进展情况。随后，中国自动化学会副理事长、青岛科技大学副校长李少远介绍了2024中国自动化大会的选址、会议主题等筹备情况。

在审议环节，中国自动化学会网联智能专业委员会、智慧城市工作委员会、建筑机器人专业委员会、智慧教育专业委员会等18个分支机构分别就创建、成立及换届情况进行汇报，各与会代表通过投票形式表决。

最后，郑南宁理事长作总结发言，指出国家希望在于青年，学会应面向自动化领域的新生力量，特别是优秀的研究生群体提供更多展示交流的平台，把中国自动化品牌影响扎根于青年学生中，形成一个更好地推动中国自动化事业发展的局面。同时，学会应在原有的定位和使命基础上，进一步强化“以国家重大需求为导向 以社会经济发展为指引”目标宗旨，加快推进国家战略科技力量建设。○

学会秘书处 供稿

中国自动化学会西安交通大学学生分会 成立大会成功召开

青年人才是最富活力、最具创造性的群体。习近平总书记指出“要进一步加强科学教育、工程教育，加强拔尖创新人才自主培养，为解决我国关键核心技术攻关提供人才支撑”。在全力打造青年人才集聚“强磁场”的战略布局下，强化“科教兴国、人才强国”的国策方针，中国自动化学会积极响应国家号召，将学会培育青年人才的责任工作拓宽下沉，在全国高校试点成立学生分会。在中国自动化学会的支持下，西安交通大学入选首批学生分会高校。

11月5日上午，“中国自动化学会西安交通大学学生分会成立大会暨领军人才学术报告会”在西安

交通大学创新港涵英楼5-1E107会议厅顺利召开。本次会议由中国自动化学会主办，西安交通大学承办。中国工程院院士、中国自动化学会理事长、西安交通大学人工智能与机器人研究所所长郑南宁教授，中国科学院院士、陕西省自动化学会理事长、西安交通大学电子与信息学部主任管晓宏教授，西安交通大学党委常委、副校长席光教授，研究生院常务副院长吴宏春教授，校团委书记、学工部副部长李利波，教务处副处长兰剑教授，中国自动化学会秘书长张楠、副秘书长王坛等出席本次会议。出席会议的还有西安交通大学人工智能学院和自动化科学与工程学院党政领

导、教师和学生代表。会议由中国自动化学会副秘书长、西安交通大学人工智能学院执行院长辛景民教授，西安交通大学自动化科学与工程学院院长杨清宇教授主持。

郑南宁院士致开幕辞，他回顾了中国自动化学会与西安交通大学的历史渊源，指出中国人工智能的发展是从自动化这棵参天大树上生长出来的，“智能”两字第一次出现在中国的学科分类中是在自动化学科，并从西安交大自动化学科发展历史的角度，强调了学生分会成立的重要意义，鼓励交大学子弘扬西迁精神，积极参与学术与科研活动，为中国自动化领域作出更大的贡献。管



图1 成立大会合影留念

晓宏院士在致辞中阐述了自动化学科在中国科技发展中的重要地位，讲述了自动化学科在机器人和控制论等各个领域的学科交叉和实践情况，表示将全力支持学生分会的建设和发展，并对学生分会提出了殷切的期望。席光副校长在致辞中充分认可西安交大自动化专业取得的成绩，强调了建立中国自动化学会学生分会的必要性，明确表示探索杰出人才的培养方式应由传统的教授培养延伸到学生群体的培养，并期望学生分会为西安交大和自动化学科建设作出更大的贡献。最后，张楠秘书长代表中国自动化学会致辞并宣读《关于同意中国自动化学会西安交通大学学生分会召开成立大会的批复》。

在学生分会选举阶段，人工智能学院杨勐副教授宣读了中国自动化学会西安交通大学学生分会执行委员会候选人简介。秉承公平、公正、公开的原则，任志刚教授组织学生代表投票选举学生分会执行委员会成员，并统计选举结果。李利波书记代表学校宣读了中国自动化学会西安交通大学学生分会第一届指导委员会和执行委员会名单，并热烈祝贺当选的老师和同学们。

张楠秘书长代表中国自动化学会为西安交通大学学生分会授牌、授旗和颁发聘书。吴宏春常务副院长、兰剑副处长代表学校接收授牌和授旗，并一起为当选的老师和同学们颁发聘书。中国自动化学会西安交通大学学生分会

第一届执行委员会主席冯骅飙同学代表执委会进行就职宣誓，并宣读未来工作计划。他表示学生分会将在中国自动化学会和西安交通大学的共同指导下，积极利用学会平台资源，举办一系列特色学术活动，稳步推进学生会员发展工作，并加强学生分会自身建设。

至此，中国自动化学会西安交通大学学生分会正式成立。未来，学生分会将在中国自动化学会和西安交通大学的共同支持下，积极开展学术交流、分享科研工作，营造良好的科研氛围，激发同学们的科研灵感，以系统性、总体性、前瞻性视野，坚持“四个面向”、践行“西迁精神”，为我国自动化学科青年人才培养作出贡献。○

表 1 中国自动化学会西安交通大学学生分会指导委员会名单

| 任职 | 姓名 | 单位 | 职称 / 职务 |
|----|-----|------------------|-----------|
| 顾问 | 任志刚 | 西安交通大学自动化科学与工程学院 | 教授、党总支副书记 |
| 顾问 | 杨 勐 | 西安交通大学人工智能学院 | 副教授、院长助理 |
| 顾问 | 张枋仁 | 西安交通大学人工智能学院 | 行政文员 |

表 2 中国自动化学会西安交通大学学生分会第一届执行委员会名单

| 职务 | 姓名 | 单位 | 年级 |
|------|-----|------------------|-----------|
| 主席 | 冯骅飙 | 西安交通大学人工智能学院 | 2022 级硕士生 |
| 候任主席 | 郗乐琰 | 西安交通大学自动化科学与工程学院 | 2021 级本科生 |
| 执行委员 | 孔凡杰 | 西安交通大学人工智能学院 | 2023 级博士生 |
| 执行委员 | 杜文豪 | 西安交通大学自动化科学与工程学院 | 2021 级博士生 |
| 执行委员 | 张斐烨 | 西安交通大学自动化科学与工程学院 | 2021 级博士生 |
| 执行委员 | 刘奥洋 | 西安交通大学人工智能学院 | 2022 级硕士生 |

学会秘书处 供稿

中国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会成立大会成功召开

青年科技人才是我国科技事业发展的中坚力量。习近平总书记在中央人才工作会议上指出“要造就规模宏大的青年科技人才队伍，支持青年人才挑大梁、当主角”。在全力打造青年人才集聚“强磁场”的战略布局下，强化“科教兴国、人才强国”的国策方针，中国自动化学会积极响应国家号召，将学会培育青年人才的责任工作拓宽下沉，在全国高校试点成立学生分会。在中国自动化学会的支持下，哈尔滨工程大学入选首批学生分会高校。

2023年11月14日上午，中

国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会成立大会暨智能科学与工程学院第100期“智创”学术论坛在哈尔滨工程大学启航活动中心（四楼学术报告厅）顺利召开。本次会议由中国自动化学会主办，哈尔滨工程大学承办。欧洲科学院院士、中国自动化学会副理事长、华南理工大学教授陈俊龙，中国自动化学会秘书长张楠，副秘书长王坛，哈尔滨工程大学校长助理、智能科学与工程学院院长赵玉新，哈尔滨工程大学智能科学与工程学院党委书记兰海，哈尔滨工程大学未来技术学院常

务副院长张勇刚，哈尔滨工程大学科学技术协会副秘书长丁学忠，哈尔滨工程大学研究生院副院长张福军，哈尔滨工程大学智能科学与工程学院党委副书记徐宝贵，副院长田雪怡，哈尔滨工程大学船舶工程学院教授黄海，哈尔滨工程大学信息安全研究中心常务主任杨武出席本次会议。出席会议的还有哈尔滨工程大学各学院教师和学生会员代表。大会由哈尔滨工程大学智能科学与工程学院副院长黄玉龙教授主持。

会议伊始，中国自动化学会副理事长陈俊龙致开幕辞，强调中



图1 会议现场

国自动化学会成立学生分会的初衷，鼓励学会会员积极投身自动化领域的研究与应用，期待中国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会在推动自动化学科发展、助力科技事业等方面取得卓越的进步。中国自动化学会秘书长张楠宣读《关于同意中国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会召开成立大会的批复》。哈尔滨工程大学校长助理、智能科学与工程学院院长赵玉新致辞，介绍了哈尔滨工程大学要依托学科特色优势，聚焦前沿和关键领域，持续拓展自动化领域的科研工作，明确学生分会成立的意义，并对中国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会的发展寄予厚望。

在学生分会选举阶段，哈尔滨工程大学智能科学与工程学院院长

助理曾德鹏宣读了中国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会执行委员会候选人简介。秉承公平、公正、公开的原则，陶宏硕老师组织学生代表投票选举学生分会执行委员会成员，并统计选举结果。徐宝贵副书记代表学校宣读了中国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会第一届指导委员会和执行委员会名单，并热烈祝贺当选的老师和同学们。

随后，中国自动化学会副理事长陈俊龙向哈尔滨工程大学校长助理、智能科学与工程学院院长赵玉新授予会牌、会旗，并为中国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会第一届指导委员会与执行委员会成员颁发聘书。中国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会第一届执行委员会主席徐辰龙同学代表执委会

进行就职宣誓，并宣读未来工作计划。候任主席李睿兵致闭幕辞，对与会的领导表示了崇高的敬意和衷心感谢，并表示努力推动学生分会的发展，为分会会员提供学习、交流、展示自我才华的平台。至此，此次大会圆满闭幕，中国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会正式成立。

中国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会是全国首批成立的高校学生分会，总会寄予厚望。未来，中国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会将在中国自动化学会和哈尔滨工程大学的支持下，积极开展学术交流，注重交叉学科研究，推动科研成果转化，为自动化及相关专业的学生们提供更多的实践和发展平台。○

表 1 中国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会指导委员会名单

| 任职 | 姓名 | 单位 | 职称 / 职务 |
|----------|-----|---------|---------|
| 主任 | 赵玉新 | 哈尔滨工程大学 | 教授 |
| 副主任、行政顾问 | 张勇刚 | 哈尔滨工程大学 | 教授 |
| 副主任、学术顾问 | 黄玉龙 | 哈尔滨工程大学 | 教授 |
| 执行顾问 | 曾德鹏 | 哈尔滨工程大学 | 副教授 |
| 执行顾问 | 任伟杰 | 哈尔滨工程大学 | 副教授 |

表 2 中国自动化学会哈尔滨工程大学学生分会第一届执行委员会名单

| 任职 | 姓名 | 单位 | 年级 |
|------|-----|---------|--------------|
| 当任主席 | 徐辰龙 | 哈尔滨工程大学 | 硕士研究生 2022 级 |
| 候任主席 | 李睿兵 | 哈尔滨工程大学 | 博士研究生 2020 级 |
| 执委 | 姚思博 | 哈尔滨工程大学 | 博士研究生 2022 级 |
| 执委 | 高鹏宇 | 哈尔滨工程大学 | 硕士研究生 2021 级 |
| 执委 | 王尊恒 | 哈尔滨工程大学 | 硕士研究生 2021 级 |

学会秘书处 供稿

2023 年第三届中国人工智能与机器人教育峰会暨智能系统前沿论坛在西南大学隆重召开

习近平总书记指出：“人工智能是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量”，强调“加快发展新一代人工智能是事关我国能否抓住新一轮科技革命和产业变革机遇的战略问题”。国家“十四五”规划明确提出，强化国家战略科技力量，人工智能被列入前沿领域首位。人工智能正深刻地改变着人们的生产和生活方式。

2023 年第三届中国人工智能与机器人教育峰会暨智能系统前沿论坛于 11 月 16 日—11 月 18 日在西南大学隆重召开。会议由国家自然科学基金委信息科学部指导，中国自动化学会和西南大学主办，中国自动化学会人工智能与机器人教育专委会和西南大学人工智能学院承办。原西南师范大学校长、中国人工智能学会首批会士邱玉辉，西南大学党

委副书记、纪委书记夏玉峰，中国自动化学会副理事长王成红，中国自动化学会人工智能与机器人教育专委会主任、安徽大学副校长孙长银，广东工业大学副校长鲁仁全等出席会议。来自全国 50 余所高校的知名专家、青年学者和同学共计 200 余人参加会议。开幕式由大会主席、西南大学人工智能学院院长段书凯主持。

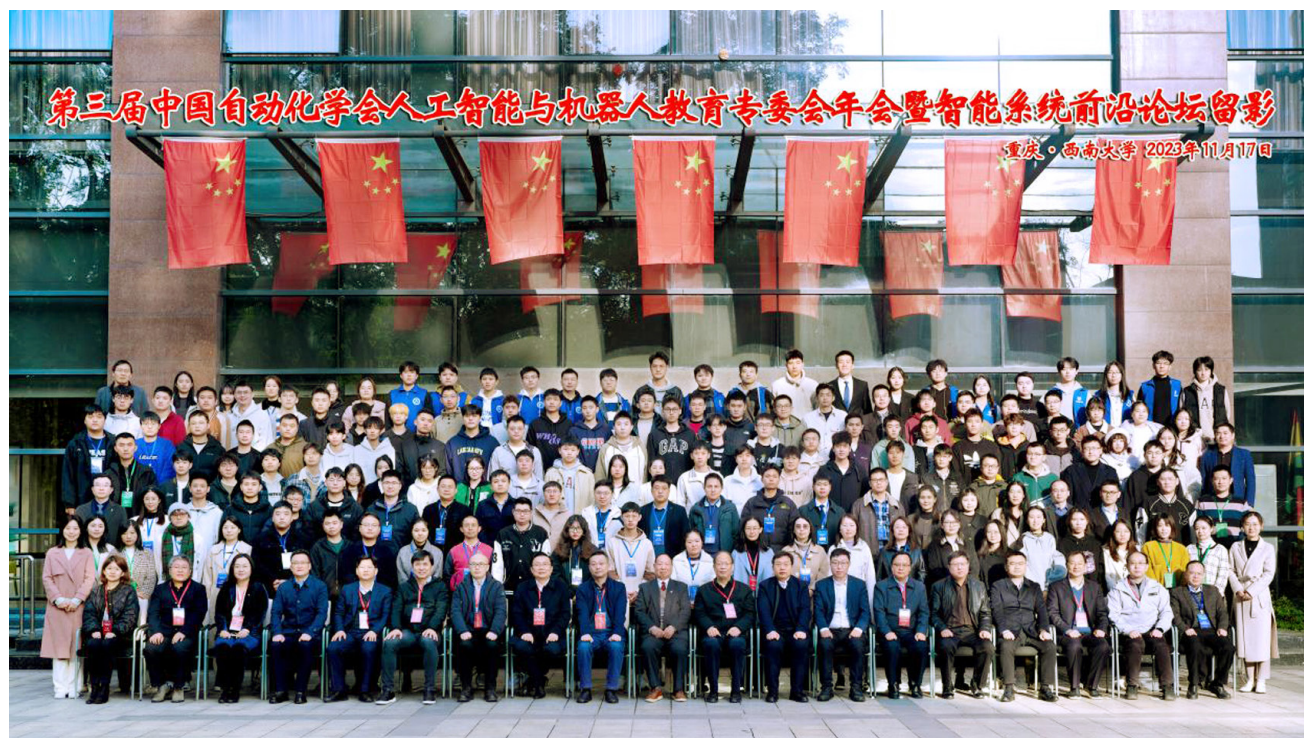


图 1 合影留念

开幕式上,西南大学党委副书记、纪委书记夏玉峰致欢迎辞,代表学校对参会的领导、专家表示热烈欢迎。夏玉峰简要介绍了学校的概况、人工智能领域学科优势及科学研究的发展情况。他表示,西南大学愿和全国人工智能与机器人教育的各高校及专家学者们一道,充分发挥学科优势,服务国家和地方重大战略需求,助推人工智能与机器人教育等领域关键核心技术攻关,为实现高水平科技自立自强贡献西大智慧和西大力量。

中国自动化学会副理事长王成红表示,人工智能作为引领未来的战略性技术和推动产业变革的核心驱动力,已成为全球战略必争的科技制高点,必须抓住机遇在理论、技术与应用方面取得突破。

中国自动化学会人工智能与机器人教育专业委员会主任、安徽大学副校长孙长银向承办单位西南大学表示衷心的感谢,并高度肯定了组委会的各项工作。

本次论坛邀请到了华中科技大学集成电路学院院长繆向水教授、南京大学/甬江实验室功能材料与器件异构集成研究中心主任万青教授、复旦大学集成芯片与系统全国重点实验室副主任刘琦教授、清华大学电子工程系系主任汪玉教授、西北工业大学自动化学院院长韩军伟教授、北京邮



图2 中国自动化学会人工智能与机器人教育专业委员会年度工作会议

电大学发展规划处处长马占宇教授、广东工业大学副校长鲁仁全教授、中国科学技术大学大数据学院执行院长兼信息与智能学部副部长陈恩红教授、中国自动化学会共融机器人专委会主任、西安交通大学人工智能学院兰旭光教授、浙江大学“百人计划”研究员郑乾教授、类脑计算与智能芯片重庆市重点实验室主任、西南大学人工智能学院王丽丹教授等11位专家围绕智能器件与类脑芯片、智能系统与机器人以及智慧教育等方面做主旨报告,共享创新成果,共话智能驱动。本次会议成果将进一步推动人工智能与机器人研究与教育深度融合,深化人们对教育科学基础研究的认识。

西南大学人工智能学院院长段书凯教授表示,本次大会着力于深入探讨人工智能和机器人教育领域的新发展和新挑战,推动该领域的创新应用,加速人工智能与机器人工程在教育领域的融

合与发展,进一步培养和提升人工智能与机器人领域的人才素质和创新实践能力。同时,本次论坛还展示了最新的科研成果和技术应用,为参会者提供一个交流和学习的平台。

此外,会议期间还进行了中国自动化学会人工智能与机器人教育专业委员会的年度工作会议,由董璐秘书长主持。董璐秘书长回顾了专委会本年的工作情况并介绍了下一年度工作计划,会议进行了新增委员的选举工作,经过与会委员们的投票表决,孙长银主任宣布并祝贺了新人选的25位新任委员。会议初步议定下一届大会2024年由南京信息工程大学与上海理工大学联合承办。至此,第三届中国自动化学会人工智能与机器人教育专委会年会暨智能系统前沿论坛圆满结束! ○

CAA 人工智能与机器人教育
专委会 供稿

在实践基础上不断推进党的理论创新

党的二十大指出，不断谱写马克思主义中国化时代化新篇章，是当代中国共产党人的庄严历史责任。为了深化对党的理论创新的规律性认识，二十届中央政治局围绕开辟马克思主义中国化时代化新境界进行了第六次集体学习。习近平总书记发表重要讲话，进一步明确了理论创新的方位、方向、方法，为在新时代新征程上取得更为丰硕的理论创新成果提供了科学指引。

在实践基础上不断推进党的理论创新是党的百年奋斗积累的宝贵历史经验

思想就是力量。一个民族要走在时代前列，就一刻不能没有理论思维，一刻不能没有思想指引。马克思主义为人类社会发展进步指明了方向，是我们认识世界、把握规律、追求真理、改造世界的强大思想武器。近代以后，为了争取民族独立、人民解放和实现国家富强、人民幸福，中国人民奋起反抗，仁人志士奔走呐喊，各种救国方案轮番出台。但是，由于缺乏先进理论的指导，旧式的农民战争、不触动封建根

基的自强运动和改良主义、资产阶级革命派领导的革命和西方资本主义的其他种种方案都试过了，都没能解决中国的前途和命运问题。十月革命一声炮响，为中国送来了马克思列宁主义，给苦苦探寻救亡图存出路的中国人民指明了前进方向、提供了全新选择，中国先进分子从中看到了解决中国问题的出路。从此，马克思主义的命运同中国共产党的命运、中国人民的命运、中华民族的命运紧紧连在一起。

马克思主义是我们立党立国的根本指导思想，是党的灵魂和旗帜。习近平总书记强调，“马克思主义就是我们党和人民事业不断发展的参天大树之根本，就是我们党和人民不断奋进的万里长河之泉源。背离或放弃马克思主义，我们党就会失去灵魂、迷失方向。在坚持以马克思主义为指导这一根本问题上，我们必须坚定不移，任何时候任何情况下都不能动摇。”同时，在革命、建设、改革的长期实践中，我们党也深刻认识到，马克思主义理论不是教条，而是行动指南，必须随着实践的变化而发展。马克思

主义能不能在实践中发挥作用，关键在于能否把马克思主义基本原理同中国实际和时代特征结合起来。100多年来，我们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，在推进马克思主义中国化时代化的历史进程中，取得了毛泽东思想、邓小平理论、“三个代表”重要思想、科学发展观、习近平新时代中国特色社会主义思想等重大理论成果，不断开辟马克思主义中国化时代化新境界，为党和人民事业提供了既一脉相承又与时俱进的科学理论指导，使中国这个古老的东方大国创造了人类历史上前所未有的发展奇迹。马克思主义深刻改变了中国，中国也极大丰富了马克思主义。今天，马克思主义的科学性和真理性在中国得到了充分检验，马克思主义的人民性和实践性在中国得到了充分贯彻，马克思主义的开放性和时代性在中国得到了充分彰显。

中国共产党为什么能，中国特色社会主义为什么好，归根到底是马克思主义行，是中国化时代化的马克思主义行。这是历史

的结论。党之所以能够领导人民在一次次求索、一次次挫折、一次次开拓中完成中国其他各种政治力量不可能完成的艰巨任务，根本在于坚持解放思想、实事求是、与时俱进、求真务实，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，坚持实践是检验真理的唯一标准，坚持一切从实际出发，及时科学解答时代新课题，不断推进马克思主义中国化时代化。

紧紧围绕及时科学解答时代新课题继续推进理论创新

“一切划时代的体系的真正的内容都是由于产生这些体系的那个时期的需要而形成起来的。”理论要成为观察时代、把握时代、引领时代的有力思想武器，必须反映时代的声音，必须不断总结实践经验，将其凝结成时代的思想精华。在实践基础上不断推进党的理论创新，只能坚持在实践中发现真理、发展真理，用实践来实现真理、检验真理，别无他途。

早在革命战争年代，毛泽东同志就在《反对本本主义》中深刻指出，共产党的正确而不动摇的斗争策略，决不是少数人坐在房子里能够产生的，它是要在群众的斗争过程中才能产生的，这就是说要在实际经验中才能产

生。对于那些认为“只要遵守既定办法就无往而不胜”的错误想法，毛泽东同志提出了尖锐的批评，认为这“完全不是共产党人从斗争中创造新局面的思想路线，完全是一种保守路线。这种保守路线如不根本丢掉，将会给革命造成很大损失，也会害了这些同志自己”。正是由于对“马克思主义不是教义而是科学方法”的深刻洞察，毛泽东同志在延安的窑洞里写就了《矛盾论》《实践论》《论持久战》《新民主主义论》等光辉著作，也奠定了毛泽东思想的根基。延安革命旧址见证了我们党在延安时期领导中国革命、探索马克思主义中国化时代化的光辉历程，成为“一本永远读不完的书”。随着社会主义改造的完成，毛泽东同志及时指出：“现在，我们已经进入社会主义时代，出现了一系列的新问题，如果单有《实践论》《矛盾论》，不适应新的需要，写出新的著作，形成新的理论，也是不行的。”我们党结合新的实际丰富和发展毛泽东思想，提出关于社会主义建设的一系列重要思想，比如社会主义社会是一个很长的历史阶段，严格区分和正确处理敌我矛盾和人民内部矛盾等。这些独创性理论成果至今仍有重要指导意义。

历史启示我们，与时代同步，与人民共命运，关注和回答时代和实践提出的重大课题，是

马克思主义永葆生机活力的奥妙所在。党的十八大以来，我们党全面审视国际国内新的形势，从理论和实践结合上系统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，创立了习近平新时代中国特色社会主义思想，为推动党和国家事业取得历史性成就、发生历史性变革提供了科学理论指导。新时代提出新课题，新课题催生新理论，新理论引领新实践。在这一实践和理论的互动逻辑中，我们党开辟了理论和实践发展新境界。

实践没有止境，理论创新也没有止境。马克思主义是开放的与时俱进的理论体系，它并没有终结真理，而是开辟了通向真理的道路。党的二十大明确，从现在起，中国共产党的中心任务就是团结带领全国各族人民全面建成社会主义现代化强国、实现第二个百年奋斗目标，以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴。全面建设社会主义现代化国家，是一项伟大而艰巨的事业。当前，世界百年未有之大变局加速演进，我国改革发展稳定、内政外交国防、治党治国治军等各个领域都

面临着系列躲不开、绕不过的新的重大课题。在“两个大局”加速演进并深度互动的时代背景下，我国发展面临新的战略机遇、新的战略任务、新的战略阶段、新的战略要求、新的战略环境，我们面对的亟待回答的理论和实践课题也比过去更多、更复杂。要使党和人民事业不停顿，首先理论上不能停顿。在快速变化的世界和中国面前，如果墨守成规、思想僵化，没有理论创新的勇气，不仅党和国家事业无法继续前进，马克思主义也会失去生命力、说服力。因此，习近平总书记反复强调，今天，我们推进马克思主义中国化时代化的任务不是轻了，而是更重了。

更要看到，理论的飞跃不是体现在词句的标新立异上，也不是体现在逻辑的自洽自证上，归根到底要体现在回答实践问题、引领实践发展上。这就要求我们牢固树立大历史观，以更宽广的视野、更长远的眼光把握世界历史的发展脉络和正确走向，认清我国社会发展、人类社会发展的逻辑大趋势，把握中国式现代化的历史沿革和实践要求，在新一轮科技革命、全球经济发展大格局和我国发展的阶段性特征中深化对推动高质量发展、构建新发展格局的规律性认识，在世界马克思主义政党命运比较和我们党长期执政面临的现实考验中深

化对党的自我革命战略思想的规律性认识，全面系统地提出解决现实问题的科学理念、有效对策，让当代中国马克思主义、21世纪马克思主义展现出更为强大、更有说服力的真理力量。

始终坚持“两个结合”“六个必须坚持”等推进党的理论创新的科学方法

马克思指出：“理论只要说服人，就能掌握群众；而理论只要彻底，就能说服人。所谓彻底，就是抓住事物的根本。”党的二十大报告深刻阐明了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的基本内涵和实践意义，系统阐述了习近平新时代中国特色社会主义思想的世界观、方法论和贯穿其中的立场观点方法，为继续推进党的理论创新提供了根本遵循。

“两个结合”是我们取得成功的最大法宝。习近平总书记指出：“我们的社会主义为什么不一样？为什么能够生机勃勃、充满活力？关键就在于中国特色。中国特色的关键就在于‘两个结合’。”同中国具体实际相结合，就必须坚持解放思想、实事求是、与时俱进、求真务实，一切从实际出发，着眼解决新时代改革开放和社会主义现代化建设的实际问题，不断回答中国之问、世界之

问、人民之问、时代之问，作出符合中国实际和时代要求的正确回答，得出符合客观规律的科学认识，形成与时俱进的理论成果，更好指导中国实践；同中华优秀传统文化相结合，就必须坚定历史自信、文化自信，坚持古为今用、推陈出新，把马克思主义思想精髓同中华优秀传统文化精华贯通起来、同人民群众日用而不觉的共同价值观念融通起来，不断赋予科学理论鲜明的中国特色，不断夯实马克思主义中国化时代化的历史基础和群众基础，让马克思主义在中国牢牢扎根。其中，“第一个结合”是我们党一直强调的，现在又明确提出“第二个结合”，这表明我们党对中国道路、理论、制度的认识达到了新高度，表明我们党的历史自信、文化自信达到了新高度。习近平总书记把“第二个结合”称之为“又一次的思想解放”，让我们能够在更广阔的文化空间中，充分运用中华优秀传统文化的宝贵资源，探索面向未来的理论和制度创新。在二十届中央政治局第六次集体学习上，习近平总书记进一步指出，马克思主义中国化时代化这个重大命题本身就决定，我们决不能抛弃马克思主义这个魂脉，决不能抛弃中华优秀传统文化这个根脉。坚守好这个魂和根，是理论创新的基础和前提。强调要用马克思主义激活中华优秀传

统文化中富有生命力的优秀因子并赋予新的时代内涵，将中华民族的伟大精神和丰富智慧更深层次地注入马克思主义，聚变为新的理论优势，不断攀登新的思想高峰。

科学的世界观和方法论是我们研究问题、解决问题的“总钥匙”，也是我们推进党的理论创新的根本保证。党的二十大指出，继续推进实践基础上的理论创新，首先要把握好习近平新时代中国特色社会主义思想的世界观和方法论，坚持好、运用好贯穿其中的立场观点方法，提出必须坚持人民至上、必须坚持自信自立、必须坚持守正创新、必须坚持问题导向、必须坚持系统观念、必须坚持胸怀天下。这“六个必须坚持”，也是习近平新时代中国特色社会主义思想的立场观点方法的重要体现。只有准确把握包括“六个必须坚持”在内的习近平新时代中国特色社会主义思想的立场观点方法，才能把思想方法搞对头，认识问题才站得高，分析问题才看得深。

牢牢把握理论创新的内在要求、重要途径和不竭源泉

推进理论的体系化、学理化，是理论创新的内在要求和重要途径。习近平新时代中国特色社会主义思想的发展是一个不断丰富拓展并不断体系化、学理化的过程，并以其时代性的理论贡献、严密性的科学体系、标识性的理论观点，把马克思主义中国化时代化大大向前推进了一步，标注了中国共产党理论创新的崭新高度。新时代新征程继续推进实践基础上的理论创新，关键就要全面学习领会这一重要思想的科学体系、核心要义、实践要求，做到整体把握、融会贯通，做到知其言更知其义、知其然更知其所以然。要加强对习近平新时代中国特色社会主义思想的研究阐释工作，在体系化、学理化上下功夫，不断拓展研究阐释的深度和广度，把党的创新理论研究深、阐释透，用通俗易懂的语言将其中的道理学理哲理讲得令人信服，切实把鲜活的思想讲鲜活，把彻

底的理论讲彻底，有力推动党的创新理论深入人心。

人民的创造性实践是马克思主义理论创新的不竭源泉。马克思主义不是书斋里的学问，而是为了改变人民历史命运而创立的，是在人民求解放的实践中形成的，也是在人民求解放的实践中丰富和发展的。马克思主义中国化时代化成果，都是党和人民实践经验和集体智慧的结晶。在实践基础上不断推进党的理论创新，必须注重从人民群众的创造中汲取理论创新智慧。这就要尊重人民群众的主体地位和首创精神，紧密联系亿万群众的创造性实践，拜人民为师、向人民学习，放下架子、扑下身子，接地气、通下情，深入开展调查研究，解剖麻雀，发现典型，真正把群众面临的问题发现出来，把群众的意见反映上来，把群众创造的经验总结出来，作出新概括、获得新认识，形成为人民所喜爱、所认同、所拥有的理论，使之成为指导人民认识世界和改造世界的强大思想武器。○

来源：理论中国网

中国式现代化关键在科技现代化

科技立则民族立，科技强则国家强。习近平总书记指出：“中国式现代化关键在科技现代化。”科学技术现代化一直是我国推进现代化建设的重要内容。从世界现代化历程看，一些国家抓住科技革命的机遇，实现了经济实力、科技实力、国防实力迅速增强，综合国力快速提升，进入现代化国家行列。从我国现代化建设看，高质量发展是全面建设社会主义现代化国家的首要任务，加快实现高水平科技自立自强是推动高质量发展的必由之路。充分发挥科技创新的引领带动作用，实现从以要素驱动、投资规模驱动发展为主转向以创新驱动发展为主，有利于推动经济发展质量变革、效率变革、动力变革，显著增强我国经济质量优势。从国际环境看，当今世界百年未有之大变局加速演进，国际环境错综复杂，科技创新成为国际战略博弈的主要战场，围绕科技制高点的竞争空前激烈。加快科技现代化，有利于我们把关键核心技术掌握在自己手中，牢牢把握创新和发展的主动权，实现安全和发展的有机统一。党的二十大擘画了全面

建设社会主义现代化国家、以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴的宏伟蓝图，提出到2035年“实现高水平科技自立自强，进入创新型国家前列”。这为我们在中国式现代化道路上加强科技创新、推动科技现代化指明了方向。贯彻落实习近平总书记重要讲话和党的二十大精神，要深入实施创新驱动发展战略，加快实现高水平科技自立自强，为全面建成社会主义现代化强国夯实物质技术基础。

完善科技创新体制机制

习近平总书记指出：“要推进科技体制改革，形成支持全面创新的基础制度。”加强科技创新需要有力的体制机制保障。要完善党中央对科技工作统一领导的体制，健全新型举国体制，推动科技创新力量布局、要素配置、人才队伍体系化协同化，优化配置创新资源。深化科技体制改革，加快破除制约科技创新竞争力提升的深层次体制机制障碍，健全完善科技成果评价体系，更好发挥科技成果评价作用，促进科技与经济社会发展更加紧密结合。

改革重大科技项目立项和组织管理方式，实行“揭榜挂帅”等制度，让有真才实学的科技人员有用武之地。

坚持“四个面向”

习近平总书记指出：“加快实施创新驱动发展战略，必须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，加快实现高水平科技自立自强。”面向世界科技前沿，要加强基础研究，既要突出原创、鼓励自由探索，又要应用牵引、突破瓶颈，从经济社会发展 and 国家安全面临的实际问题中凝练科学问题，为创新发展提供基础理论支撑和技术源头供给。面向经济主战场，要围绕经济发展和民生改善中的迫切需求，加快以科技创新推动产业发展迈向中高端，实现产业链创新链深度融合。面向国家重大需求，要开展原创性引领性科技攻关，弄通“卡脖子”技术的基础理论和技术原理，加快实现高水平科技自立自强。面向人民生命健康，要聚焦人民关心的重大疾病防控、食品药品安全、人口老龄化等重大

民生问题，以科技创新为人民生命健康保驾护航。

统筹教育、科技、人才工作

习近平总书记指出：“教育、科技、人才是全面建设社会主义现代化国家的基础性、战略性支撑。”必须坚持科技是第一生产力、人才是第一资源、创新是第一动力，有力统筹教育、科技、人才工作。坚持以人民为中心发展教育，加快建设高质量教育体系，加强基础学科、新兴学科、交叉学科建设，加快建设中国特色、世界一流的大学和优势学科。优化国家科研机构、高水平

研究型大学、科技领军企业定位和布局，形成国家实验室体系，统筹推进国际科技创新中心、区域科技创新中心建设。坚持创新驱动实质是人才驱动，要着力造就拔尖创新人才，加快建设国家战略人才力量，激发各类人才创新活力，聚天下英才而用之，为科技创新和教育发展提供人才保障。

完善科技创新体系

习近平总书记指出：“提升国家创新体系整体效能。”完善科技创新体系，有利于形成推动科技创新的强大合力，提升国家创新

体系整体效能。要建立和完善以企业为主体、市场为导向、产学研深度融合的技术创新体系，支持中小企业和各类主体融通创新。强化国家战略科技力量，以国家战略需求为导向，集聚力量进行原创性引领性科技攻关。扩大国际科技交流合作，始终坚持以全球视野谋划和推动科技创新，更加主动融入国际创新网络。积极培育科技创新文化，大力弘扬科学家精神和专业精神，努力在全社会营造尊重科学、崇尚创新的浓厚氛围。○

来源：人民日报

通

知

关于征求《自主水下航行器导航控制关键技术及应用指南（征求意见稿）》团体标准意见的通知

由安徽大学、芜湖造船厂有限公司、合肥中科深谷科技发展有限公司、重庆川仪自动化股份有限公司、东南大学等单位起草的标准《自主水下航行器导航控制关键技术及应用指南》已完成征求意见稿，现向社会公开征求意见。

欢迎各单位及公众提出宝贵意见，并填写《标准征求意见稿》。

一、填写要求

请于2023年12月27日之前将《标准征求意见稿》以电子邮件方式反馈至该标准项目起草工作组办公室，感谢您的参与和支持。涉及修改重要技术指标时，应附上必要的技术数据。逾期未复函的按无异议处理。

二、项目联系方式

地址：安徽省合肥市经济技术开发区九龙路111号，

邮编：230601

联系人：曹翔

邮箱：xiangcao@ahu.edu.cn

详情请点击：<https://www.caa.org.cn/article/192/4289.html>

国家碳达峰试点建设方案

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，全面贯彻党的二十大精神，深入贯彻习近平经济思想和生态文明思想，完整、准确、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，按照国家碳达峰碳中和工作总体部署，在全国范围内选择 100 个具有典型代表性的城市和园区开展碳达峰试点建设，聚焦破解绿色低碳发展面临的瓶颈制约，激发地方主动性和创造性，通过推进试点任务、实施重点工程、创新政策机制，加快发展方式绿色转型，探索不同资源禀赋和发展基础的城市和园区碳达峰路径，为全国提供可操作、可复制、可推广的经验做法，助力实现碳达峰碳中和目标。

（二）工作原则

——坚持积极稳妥。聚焦碳达峰碳中和重点领域和关键环节，将探索有效做法、典型经验、政策机制以及不同地区碳达峰路径作为重点，尊重客观规律，科学把握节奏，不简单以达峰时间早晚或峰值高低来衡量工作成效。

——坚持因地制宜。充分考虑不同试点的区位特点、功能定位、资源禀赋和发展基础，因地制宜确定试点建设目标和任务，探索多元化绿色低碳转型路径。

——坚持改革创新。牢固树立绿水青山就是金山银山的理念，持续深化改革、开展制度创新、加强政策供给，不断完善有利于绿色低碳发展的政策机制。

——坚持安全降碳。统筹发展与安全，坚持先立后破，妥善防范和化解探索中可能出现的风险挑战，切实保障国家能源安全、产业链供应链安全、粮食安全和群众正常生产生活。

二、主要目标

到 2025 年，试点城市和园区碳达峰碳中和工作取得积极进展，试点范围内有利于绿色低碳发展的政策机制基本构建，一批可操作、可复制、可推广的创新举措和改革经验初步形成，不同资源禀赋、不同发展基础、不同产业结构的城市和园区碳达峰路径基本清晰，试点对全国碳达峰碳中和工作的示范引领作用逐步显现。

到 2030 年，试点城市和园区

经济社会发展全面绿色转型取得显著进展，重点任务、重大工程、重要改革如期完成，试点范围内有利于绿色低碳发展的政策机制全面建立，有关创新举措和改革经验对其他城市和园区带动作用明显，对全国实现碳达峰目标发挥重要支撑作用，为推进碳中和奠定良好实践基础。

三、建设内容

（一）确定试点任务。试点城市和园区要根据国家碳达峰行动总体部署，结合所在地区工作要求，系统梳理自身碳达峰碳中和工作基础与进展，深入分析绿色低碳转型面临的关键制约，围绕能源绿色低碳转型、产业优化升级、节能降碳增效以及工业、建筑、交通等领域清洁低碳转型，谋划部署试点建设任务。

（二）实施重点工程。试点城市和园区要结合试点目标，在能源基础设施、节能降碳改造、先进技术示范、环境基础设施、资源循环利用、生态保护修复等领域规划实施一批重点工程，形成对试点城市和园区碳达峰碳中和工作的有力支撑。要加强对配套工程建设的各类要素

保障，推动重点工程项目有序实施。

（三）强化科技创新。试点城市和园区要加强科技支撑引领，支持科研单位、高校、企业等围绕绿色低碳开展应用基础研究和关键技术研发。要创新绿色低碳技术推广应用机制，大力培育绿色低碳产业，支持和引导企业积极应用先进适用绿色低碳技术，努力形成新的产业竞争优势。要加强碳达峰碳中和专业人才培养、引进和使用，推动完善碳达峰碳中和学科体系。

（四）完善政策机制。试点城市要深入剖析当前绿色低碳发展存在的体制机制短板，加快建立和完善有利于绿色发展的财政、金融、投资、价格政策和标准体系，创新碳排放核算、评价、管理机制，推动城市能效与碳效整体提升。试点园区要加快建立以碳排放控制为导向的管理机制，着力提升园区绿色低碳循环发展水平。

（五）开展全民行动。试点城市和园区要着力加强对公众的生态文明科普教育，普及“双碳”基础知识。要大力推广绿色低碳生活理念，促进绿色消费，创新探索绿色出行、制止浪费、垃圾分类等方面体制机制。要引导企事业单位加强能源资源节约，提升绿色发展水平，切实增强各级干部推进绿色低碳发展的理论水平和业务能力。

四、组织实施

（一）确定试点名单。统筹

考虑各地区碳排放总量及增长趋势、经济社会发展情况等因素，首批在 15 个省区开展碳达峰试点建设（名额分配安排见附件 1）。试点城市建设主体原则上为地级及以上城市，试点园区建设主体为省级及以上园区。有关省区发展改革委要根据碳达峰碳中和工作实际、本地区城市和园区绿色低碳发展水平等情况，按照分配名额提出碳达峰试点城市和园区建议名单，报本地区人民政府同意后，于 2023 年 11 月 15 日前报国家发展改革委确认。国家发展改革委将根据首批试点推进情况，组织开展后续试点建设。

（二）编制实施方案。有关省区发展改革委要指导试点城市和园区按照《碳达峰试点实施方案编制指南》（附件 2）要求，结合自身实际科学编制试点实施方案，明确重点任务、改革举措、重大项目和工作进度安排，报国家发展改革委审核并按照审核意见进行修改完善，经本地区人民政府同意后，以试点所在省区省级发展改革委或所在城市人民政府名义印发，并抄报国家发展改革委。

（三）开展试点建设。各试点城市人民政府和试点园区管理机构要切实担负起主体责任，完善工作机制，明确各方职责，按照实施方案扎实开展建设。有关省区发展改革委要认真履行指导责任，督促试点城市和园区推进各项重点工作，及时协调解决试

点建设中遇到的困难和问题，加大政策和资金支持力度，确保工作取得实效。国家发展改革委将会同有关方面统筹现有资金渠道，对符合要求的试点建设项目予以支持。鼓励金融机构支持碳达峰试点城市和园区建设，综合运用绿色信贷、绿色债券、绿色基金等金融工具，按市场化方式加大对相关绿色低碳项目的支持力度。

（四）加强总结评估。有关省区发展改革委要组织试点城市和园区定期开展建设情况总结评估，系统梳理试点工作进展成效，深入分析试点建设中遇到的问题，及时将有关情况报送国家发展改革委。国家发展改革委将会同有关方面加强对试点工作指导和督促检查，组织行业专家和专业机构提供政策指导和技术帮扶，对试点成效突出的城市和园区予以通报表扬，对工作进度滞后、试点效果不彰的试点及所在地区进行督促并责令限期整改。

（五）做好经验推广。试点城市和园区要及时梳理总结有推广价值的经验模式、典型案例和成功做法，归纳后形成信息上报。有关省区发展改革委要将行之有效的经验做法在本地区率先推广，推动转化为地方法规、政策制度、标准规范等。国家发展改革委将组织开展多种形式的试点经验交流活动，宣传推广绿色低碳发展创新模式和典型经验。○

来源：国家发展改革委



中国自动化学会

中国自动化学会(Chinese Association of Automation, 缩写CAA)于1961年成立,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9万余人,团体会员单位300余个,专业委员会60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

- CAA科技进步奖 ·CAA自然科学奖 ·CAA技术发明奖 ·CAA自动化与人工智能创新团队成果奖
- CAA科技成就奖 ·CAA大学生激励计划 ·CAA论文卓越行动工程 ·CAA青年托举工程
- CAA教育教学成果卓越行动工程 ·CAA科学普及成果

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