

中国自动化学会通讯

COMMUNICATIONS OF CAA

第 3 期

2025 年 03 月

第46卷 总第258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

致敬女科技工作者

50

基于射频计算的无源物联网技术研究 / 郭秀珍 P004

复杂约束下欠驱动机器人及气动肌肉机器人分析、控制及应用 / 杨桐 P010



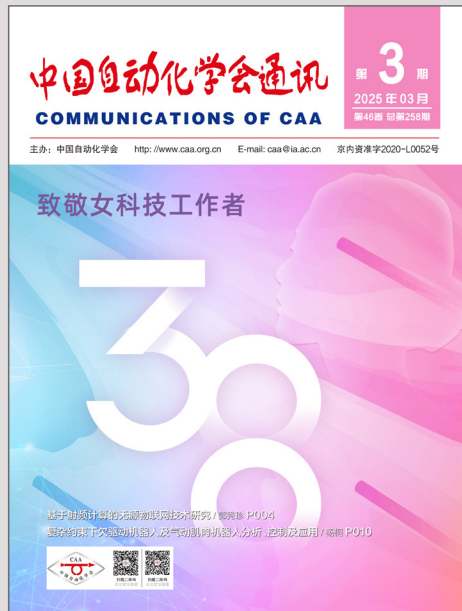
扫描二维码
关注官方微信



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 | 2025 年 3 月 31 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



郑南军

自古以来，女性以其独特的细腻与坚韧，在社会的各个领域扮演着不可替代的角色。在科技领域，女性科技工作者更是凭借非凡才华和不懈努力，成为推动科技进步的重要力量。她们或深耕基础研究，探索科学奥秘；或投身应用开发，解决实际问题；或引领创新潮流，助推产业升级。每一次突破，都是她们在科技创新之路上镌刻的闪耀勋章。

中国自动化学会始终将女性科技工作者的成长与发展视为重要使命，全力构建多元包容的女性科技人才培育体系。学会创新开展特色服务，将来自五湖四海的女性科技工作者紧紧凝聚在一起；成立女科技工作者工作委员会，搭建多元化学术交流平台；策划并推出女性科技工作者发展计划，全方位助力女性人才快速成长；联合各方力量，发起“科技女孩”项目，面向中学及高校在校女生，举办一系列精彩纷呈的活动和特色课程，激发她们对科技的热爱，为培育未来女性科技人才厚植土壤。

本期专刊特别推出“致敬女科技工作者”专题，重点介绍浙江大学研究员郭秀珍的“基于射频计算的无源物联网技术研究”和南开大学讲师杨桐的“复杂约束下欠驱动机器人及气动肌肉机器人分析、控制及应用”两篇文章。

在此向贡献稿件的各位专家学者表示衷心感谢。《中国自动化学会通讯》编辑部向所有女科技工作者致以崇高敬意！



专题 / Column

- 004 基于射频计算的无源物联网技术研究 / 郭秀珍
010 复杂约束下欠驱动机器人及气动肌肉机器人分析、控制及应用 / 杨桐

科学与艺术 / Science & Art

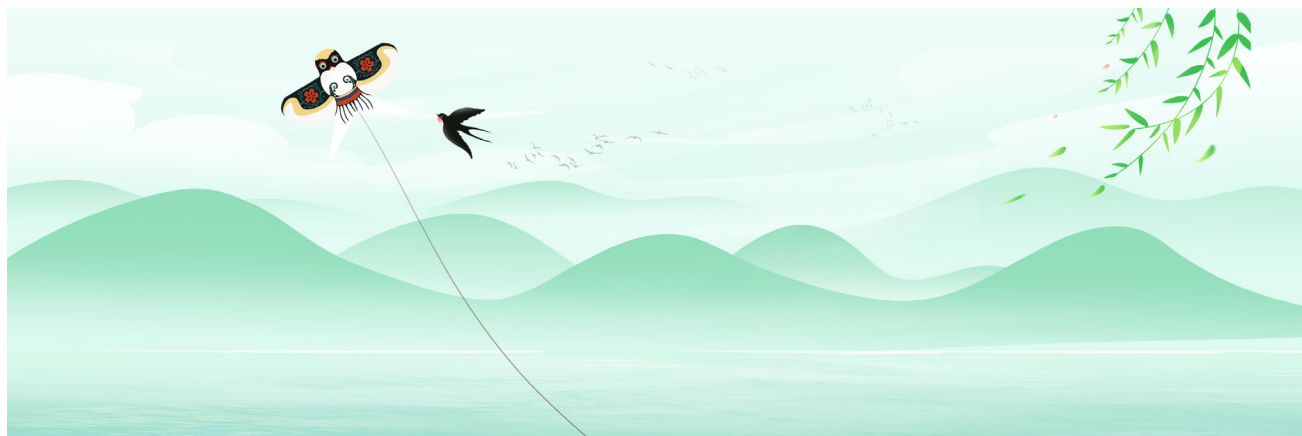
- 017 同春风一起飞翔 / 孙富春

观点 / Viewpoint

- 018 于海斌院士：2025 具身智能与智能机器人技术演进、挑战与未来趋势研判
021 高文院士：抢抓人工智能发展的历史性机遇——深刻领会习近平总书记关于人工智能的重要论述

两会声音 / Voice from Two Sessions

- 026 中国自动化学会会士、监事钱锋院士：以“两聚焦一加强”打造“工业大脑”
027 中国自动化学会会士、常务理事谭铁牛院士：增强高水平研究型大学科技支撑力
028 中国自动化学会会士、理事郭雷院士：加快“仿生智能技术”赋能新质生产力进程
030 中国自动化学会会士高文院士：发挥好人工智能的“头雁”效应
031 中国自动化学会会员乔红院士：机器人系统要重点提升“五性”
032 中国自动化学会会员高新波教授：AI 领域后发者亦可定义技术框架



- 033 中国自动化学会会员汪小帆教授：人工智能可创造新型就业空间
- 034 中国自动化学会会员朱松纯教授：培养 AI 人才，没那么简单

科普园地 / Science Park

- 035 认知物理学基础：认知自然和人类自身的基石 / 李德毅
- 040 模型预测控制：智能系统的“策略大师” / 张一鸣

学会动态 / Activities

- 043 中国自动化学会十一届三十二次理事长、四十九次秘书长、一届二十三次监事长工作会议在京召开
- 044 中国自动化学会在宁夏开展“人工智能产业创新链与产业链融合发展的对策研究”专题调研活动
- 045 2025 年第 2 期 CAA “企·话”沙龙——激辩 AI 大模型 + 新一代发电技术，探寻发电自动化未来之路成功举办
- 053 中国自动化学会非遗盘扣制作活动圆满落幕
- 054 智汇绿意，“植”得未来——中国自动化学会秘书处组织开展植树活动



P043

形势通报 / Voice

- 055 政府工作报告——2025 年 3 月 5 日在第十四届全国人民代表大会第三次会议上
- 068 中国科协 2025 年工作要点

党建强会 / Party Building

- 073 2025 年中央和国家机关党的建设主要工作
- 076 中国自动化学会一届二十二次党委工作会议召开
- 077 “追寻红色足迹 砥砺初心使命”——中国自动化学会办事机构党支部走进阳台山革命教育基地开展主题党日活动



P044



P053

基于射频计算的无源物联网技术研究

文 / 浙江大学 郭秀珍

导读：2025年3月7日，浙江大学郭秀珍做客“CAA云讲座——女科技工作者专题讲座周”活动，为大家带来一场题为“基于射频计算的无源物联网技术研究”的精彩报告。在万物互联的时代，物联网技术有限的感知能力和过高的开销制约了其向更广阔空间部署和应用。为了应对上述挑战，尝试从计算的角度思考物联网发展的动态和趋势，探索以射频资源为中心的面向物联网的新型计算理论与关键技术。本报告将分享在无源感知网络方向取得的研究成果，讨论“射频计算”的研究空间和方向。

一、无源物联网与面临的困境

无源物联网是当前物联网研究的一个热点领域。无源物联网指的是其节点自身不配备或不主要依赖内部电源供电，而是通过从环境中获取能量，以支持计算、感知、通信和组网等功能。

目前，无源感知网络主要包括两大类。一类是常见的射频识别（RFID）技术，例如食堂饭卡、公交车上的NFC支付系统以及ETC自动通行系统等，均采用了RFID技术进行身份识别和数据交互。另一类是环境反向散射技术（Backscatter），该技术依托环境中已有的载波作为传输媒介，实现数据通信。常见的环境反向散射技术包括基于Wi-Fi、LoRa和蓝牙等无线信号的通信方式，通过对现有信号进行调制和反射，

实现数据传输。

近年来，由于无源反射标签具备极低的能耗和硬件成本，逐渐成为传统有源无线电的一种替代方案，并能够为诸多物联网应用提供稳定的连接服务。这些应用场景涵盖了工业生产、环境监测、健康管理以及农业田间作业等多个领域。

在无源反向散射网络的研究中，相关工作主要可以分为两大类

1. 横坐标。基于高频信号的无源反向散射系统，以Wi-Fi或毫米波技术作为激励源。这类系统的特点是吞吐量极高，能够达到兆比特（Mbps）甚至千兆比特每秒（Gbps）的水平。然而，由于Wi-Fi和毫米波信号在传播过程中衰减较快，这类系统的覆盖范围非常有限，通常仅能支持十

几米甚至几米的通信距离。例如，Wi-Fi信号的有效覆盖范围通常仅限于单个房间，并且穿墙能力较弱。

2. 纵坐标。基于低频信号的远距离无源反向散射系统，典型代表为LoRa Backscatter。该技术利用LoRa信号作为载波，能够支持远距离通信，覆盖范围可达数百米甚至公里级别。然而，这种系统的吞吐量相对较低，通常仅能达到几千比特每秒（Kbps）的水平，无法满足高数据量的传输需求，例如图片、音频或视频的传输难以实现。

综上所述，当前的无源感知网络，即Backscatter系统，呈现出两个极端的发展趋势：要么追求高吞吐量但受限于短距离，要么实现远距离通信但数据传输速率极低。这种通信速率与覆盖

范围的矛盾类似于“鱼与熊掌不可兼得”，成为当前无源反向散射技术研究中的核心挑战之一。

一般而言，环境反向散射系统主要由两个核心部分组成，即标签（Tag）和阅读器（Reader）。这两个部分相辅相成，共同构成完整的通信体系。其基本工作原理较为直观：网关首先发送无线信号作为载波源，标签自身并不会主动产生射频信号，而是利用 Wi-Fi 等现有载波作为激励源，并在该载波信号上进行调制和反射，以此来传输自身的数据。

相较于传统的有源无线电通信系统，反向散射系统的一个显著优势在于能耗的极大降低。这是因为传统无线电系统的射频发射部分通常需要消耗大量的电能，而反向散射系统则通过将这一高能耗的射频信号产生任务转移至网关，使得标签本身的能耗能够降低数个数量级，从而实现超低功耗通信。这一特性使得环境反向散射技术成为物联网应用中极具潜力的低功耗通信方案。

然而，在无源感知网络（即 Backscatter 系统）的发展过程中，始终存在一个关键瓶颈，即下行链路的解码能力缺失。这一问题主要体现在从网关（Gateway）到标签（Tag）的下行通信过程中，由于标签本身不具备独立的信号解码能力，使得下行信

息的传输与解析受到严重限制，进而导致系统的有效通信距离大幅缩短。

二、无源感知网络的校园实验

为了分析这一问题，我们在校园内进行了一组实验。实验中，我们在两个固定点分别放置了一个 LoRa 发射端（TX）和一个 LoRa 接收端（RX），并将二者的距离设定为 100 米不变。同时，我们引入了一个 LoRa 标签（Tag），并控制其相对于 TX 的位置进行调整，以观察其对 Backscatter 通信性能的影响。

在实验初始阶段，我们将 LoRa 标签放置在距离 LoRa TX 非常近的位置，此时反向散射信号的误码率极低，几乎接近于零，表明通信质量良好。然而，随着标签逐渐远离 TX，我们观察到误码率迅速上升，最终达到 50% 甚至更高的水平，导致数据无法正常传输。此时，反向散射系统已无法有效进行数据通信。

更为关键的是，在这种情况下，标签本身并不具备解调能力，因而无法判断自身的数据是否成功被接收，也无法获知是否存在数据丢失。由于缺乏反馈机制，标签只能采用盲目重传（Blind Retransmission）的方式，即在未获得确认的情况下多次重复发送相同数据，以提高成功传输的概率。尽管这一方法在一定程度

上可以提升数据的可达性，但其弊端同样显而易见：

增加了标签端的功耗。虽然反向散射系统的能耗极低，但无效的重传仍会造成不必要的能源消耗。

浪费了频谱资源。在物联网场景中，频谱资源往往十分有限，过量的重复传输可能会导致信道拥塞，影响整体网络的通信效率。

因此，为了克服这一问题，我们亟需建立一条下行链路（Downlink），即从 LoRa RX 端（接收端）向 Tag 端传输反馈信息的链路。

通过引入反馈信号，LoRa 接收端可以向标签（Tag）提供关键信息，包括是否发生数据丢失、何时发生丢包、丢失了多少数据包、是否需要重传以及重传的次數等。这使得标签能够根据下行链路的反馈信息动态调整传输策略，从而提高通信的可靠性和能效。因此，在无源感知网络中，下行链路的解码能力是决定系统性能的一个核心指标。

然而，在无源感知标签上实现对 LoRa 信号的解码极具挑战性，主要难点在于极低的能量预算。从传统 LoRa 接收机的信号解码流程来看，完整的解码过程通常包括下变频（将射频信号转换为基带信号）、ADC 采样、快速傅里叶变换（FFT）等一系列计算操作，这些步骤的能耗较高，

大约需要 40 毫瓦的功率。而无源标签通常依赖于太阳能充电模块，其可用功率预算通常仅在 1 毫瓦左右，远远无法支持标准 LoRa 接收机的解码需求。因此，传统的 LoRa 解码方案并不适用于无源感知标签。

为了解决这一问题，我们的研究目标是设计一种超低功耗的解码器，使其能够适用于 LoRa 反向散射通信系统。在此背景下，我们提出并实现了一种新的系统，“Saiyan”（超级赛亚人），这是目前首个支持远距离、低功耗 LoRa 解码的系统。该解码器的能耗仅为 370 微瓦，远低于传统 LoRa 接收机所需的功率，同时，其解调距离可达 180 米，大幅提升了无源感知网络的通信范围。值得一提的是，我们设计的无源标签体积小，仅硬币大小，具备较强的实用性与可部署性。

三、超低功耗的解码器的研究设计

接下来，我将介绍 Saiyan 系统的具体实现方法。该系统的核心基于一个重要的观察，即 LoRa 信号的频率特性。LoRa 信号的一个关键特征是其频率随时间呈线性变化，这种信号称为 Chirp 信号。如图所示，LoRa 的正弦波并非具有固定频率，而是随着时间推移，频率逐渐增加或减少，形成独特的线性调频（Chirp）

模式。

在这一观察的基础上，我们引入了微分操作来转换 LoRa 信号的调制方式。具体而言，对 Chirp 信号进行微分运算后，其幅度将与频率呈正比关系。换句话说，随着频率的增加，信号幅度也会同步增大。由此可见，调频信号经过微分变换后，可以被转换为调幅信号。

对于两个不同的 LoRa 符号而言，由于它们的初始频率不同，因此在传输过程中会在不同的时刻达到最高频率点。经过微分操作后，这些信号在不同的时间点达到幅度最大值。基于这一特性，我们可以通过跟踪信号幅度最高点的位置来解码 LoRa 的 Chirp 符号，从而实现低功耗的信号解析。

接下来的关键问题是：如何设计一个微分电路，以实现从调频信号（FM）到调幅信号（AM）的转换？一种直观且物理可行的方案是利用 RLC 微分电路，即通过电阻（R）、电感（L）和电容（C）元件的组合来实现微分运算。

然而，在实际设计中，我们面临一个关键挑战：LoRa 信号的带宽极窄。LoRa 支持的带宽通常仅有 125 kHz、250 kHz 和 500 kHz 三种，即使是最大带宽，也仅为 500 kHz。这种窄带特性对 RLC 电路的品质因数（Quality

Factor, Q）提出了极高的要求，只有当品质因数足够高时，RLC 电路才能精准地匹配 LoRa 的窄带信号并完成有效的微分转换。

经过计算，我们发现满足这样要求的 RLC 电路，它需要的电容是 5.2 乘以 10 的负 14 次方 PF，P 是十的负 12 次方。这一数值极为微小，5.2 乘以 10 的负 14 次方，再乘以 10 的负 12 次方 F。现在我们市面上能够找到的电容最小值，包括像磁片电容、电解电容等等的这样一些常见的电容，都远远高于这样的一个阈值。

所以，我们利用 RLC 电路来实现极窄带宽的微分操作，几乎是一件不可能完成的事情。

讲到这里，我们到底应该如何去实现微分操作呢？在这一问题上，我们的思考是，在无源感知网络中，计算能耗优先于精度和性能，即低功耗是系统设计的核心目标。因此，我们在 Saiyan 系统中提出了一种数字与模拟混合计算方法，通过模拟器件对数字运算的按需替代，在降低能耗开销的同时完成 LoRa 信号的解调与解码。

具体来说，我们找到了一种无源模拟器件，以替代传统 RLC 电路进行信号处理，即表面声波滤波器（Surface Acoustic Wave Filter, SAW Filter），亦称声表波滤波器。SAW 滤波器是一种无源器件，不依赖外部供电

即可工作，我们利用其幅频响应特性来实现 LoRa 信号的转换。

当 LoRa 信号进入 SAW 滤波器后，首先经过输入叉指换能器（Interdigital Transducer, IDT），该组件将电信号转换为声信号，使信号在压电材料表面传播。压电材料是 SAW 滤波器的核心部分，具备选频特性，能够对不同频率的信号产生不同的幅度响应。例如，当信号的频率从 433.5 MHz 变换至 434 MHz 时，其幅度会发生约 25 dB 的显著变化。这种幅度差异足以用于区分不同频率的 LoRa 信号。

最后，信号经过输出差值换能器，将声信号重新转换为电信号，并输出至后续电路进行处理。这样我们就可以看到调频的 LoRa，Chirp 符号就可以转换成调频且调符的 Chirp 符号。

四、Vanilla Saiyan 系统设计

前文介绍了单个 Chirp 符号经过 SAW 滤波器（SAW Filter）处理后的转换结果。接下来，我们将讨论如何对整个 LoRa 数据包进行解码。通常而言，一个完整的 LoRa 数据包主要包括前导码（Preamble）、同步码字（Sync Word）和载荷（Payload）三个部分。

其中，Preamble 由 10 个完全相同的上行 Chirp（Up-Chirp）组成，而同步码字由 2.25 个下行

Chirp（Down-Chirp）组成。当这一完整的 LoRa 数据包通过表面声波滤波器（SAW Filter）处理后，SAW 滤波器的输出信号会转换为同时具有调频（FM）和调幅（AM）特性的信号。此时，幅度最高点对应的时间位置，即为信号频率最大点对应的位置，这一特性使得我们可以通过包络检波器直接提取信号幅度信息。

那我们该如何去解码基带信号，并且追踪幅度最高点的位置？标准的方法就是利用 ADC 模数转换器对模拟信号进行采样和量化，为了减小能耗，我们用电压比较器和计数器来代替了 ADC。

在解码过程中，我们首先使用电压比较器（Comparator）对输入信号的电压进行比较。输入信号的电压与设定的阈值进行对比，当电压高于阈值时，输出为高电平（1），否则输出为低电平（0）。通过这种方式，输入的模拟信号被转换为数字信号，形成方波信号。随后，计数器（Counter）对不同的逻辑电平进行采样，并根据高电平出现的位置进行数据解析。这一过程使得系统能够高效地从 LoRa 信号中提取必要的信息，并完成数据解码。

通过这种方法，Saiyan 系统能够以极低的功耗完成 LoRa 数据包的解码，为无源感知网络提供了一种高效、低能耗的解决方案。我们将这一基础版本命名

为“Vanilla Saiyan”。之所以称之为 Vanilla，是因为在英语中，“Vanilla”代表基础且通用的版本，例如香草口味的冰淇淋（Vanilla Ice Cream）被认为是最常见、最基础的口味。因此，Vanilla Saiyan 代表该系统的最基本、最通用的版本，构成了后续优化和扩展的基础。

五、Super Saiyan 系统设计

Vanilla Saiyan 版本的系统虽然具备极低的功耗，但其解调灵敏度仍然受限，主要受到以下两个因素的影响：

第一，表面声波滤波器（SAW Filter）的转换过程会导致信号能量的损失。在信号传输过程中，SAW 滤波器需要完成两次信号转换：从电信号转换为声信号，再从声信号转换回电信号。每次转换都会造成约 3 dB 的能量损失，两次转换累计带来约 6 dB 的能量衰减，从而削弱信号的强度，影响系统的接收性能。

第二，包络检波器（Envelope Detector）的非线性特性会引入额外的噪声干扰。

针对这一问题，我们的下一步工作是设计更高阶版本的 Saiyan 系统，以提升 LoRa 信号的解调灵敏度。我们将这一改进版本命名为 Super Saiyan（超级赛亚人）。

为了提高解调的灵敏度，我

们首先分析包络检波器 (Envelope Detector) 的噪声来源。包络检波器是一种非线性的平方律 (Square Law) 器件, 其输出信号与输入信号的平方成正比, 即其输出可表示为 K 倍的输入信号平方。这一特性意味着, 在信号下变频至基带的过程中, 不仅仅是有用信号 (即 ST) 会被下变频, 噪声同样也会被下变频到基带, 从而导致系统的信噪比 (SNR) 下降, 影响解调灵敏度。

为了解决这一问题, 我们提出了一种循环平移机制 (Cyclic Frequency Shifting), 该机制能够有效增强信号强度, 同时减少噪声干扰, 提高信噪比。

第一步, 对输入信号进行混频处理。经混频后, 会在原信号频率左右两侧 F 加减 ΔF 的位置产生两个边带信号。

第二步, 使信号经过包络检波器, 在这一过程中, 边带信号会被移频至基带附近。

第三步, 引入具有选频特性的 IF 中频放大器。该中频放大器能够放大所需信号, 同时抑制不需要的信号。

之后, 再次进行平移操作, 将原来的目标信号转移至基带, 即对原来的零频和 ΔF 再次进行交换。

最后, 让信号经过一个低通滤波器, 便可得到期望的目标信号。以上即为循环平移机制操作

的完整步骤。

从实际效果来看, Super Saiyan 的设计可带来约 11DB 的信噪比提升, 这一效果十分显著。在原频谱图中, 有效信号难以清晰分辨, 而经过循环平移机制处理后, 频谱图变得清晰可辨。

以上内容即为整个名为“赛亚人”系统的设计与实现核心思想。该系统的最终电路涵盖阻抗匹配 SAW filter、包络检波器、比较器、计数器以及 MCU, 凭借此电路, 能够以最低的功耗实现对 LoRa 的解调和解码。在此基础上, 进一步开发出 Super Saiyan (超级赛亚人), 通过运用循环平移电路优化包络检波器的性能, 进而提高解调的灵敏度。

在系统实现环节, 将 Saiyan 系统构建于一块双层的 PCB 电路板上, 使其作为低功耗外设。Saiyan 能够直接接入现有的 LoRa 反向散射标签及反向散射系统, 例如 Polar 和 Aloma 等系统。如此一来, Saiyan 可直接替换原有的数据包检测模块进行使用。

在实验评估过程中, 首先对 Saiyan 的解调距离进行考察。经研究发现, Saiyan 的解调距离会随着扩频因子和带宽的增加而增大, 这一现象具有明显的内在逻辑。随着扩频因子 SF 不断增大, LoRa 信号的抗噪声能力逐渐增强, 其自身的传输距离也会

随之越来越远。当带宽逐渐增大时, 经过转换后, SAW filter 的信号幅度差异会不断加大, 这使得对 LoRa 信号的解码变得愈发容易, Saiyan 的解调距离最远可达 180 米。

接着, 对 Saiyan 的功耗和成本进行分析。由于表面声波滤波器 (SAW filter) 和包络检波器 (Envelope detector) 属于无源器件, 在这种情况下, 整个 Tag 的功耗约为 370 微瓦, 成本约为二十七美元。经 Asic 仿真以及后续集成电路设计的优化, Saiyan 的成本和功耗有望进一步降低。

六、RF transformer 的研究设计

以上便是向各位老师和同学介绍的 Saiyan 赛亚人超低功耗 LoRa 解码器的相关工作内容。基于此项工作, 引发了如下思考。

在无源感知网络领域, 以 Saiyan 解码器的设计为例, 与传统计算场景不同, 此时最为关注的并非计算的精度和性能, 而是计算过程中的能耗。因此, 在进行相关设计时, 可选用能够匹配计算目标的无源模拟器件, 以此实现对有源数字电路的有效替代。这正是 Saiyan 解码器工作所带来的重要启发。

此前 Saiyan 的工作重点聚焦于无源感知网络中下行链路的解调问题, 即从网关到标签这一传

输方向的信号解调处理。而在研究的第二个阶段,关注点转向了无源反向散射网络的上行链路调制问题。所谓上行链路,是指从标签到网关的传输方向,主要探究在该方向上能够反射和调制出何种信号。

当前,多数反向散射标签采用定制化设计,不同标签所使用的硬件电路各不相同,相互之间并不兼容。例如,前文介绍的LoRa反向散射标签,仅能反射LoRa信号,无法反射Wifi信号;而Wifi反向散射标签也仅能反射Wifi信号,不能反射LoRa信号。这种定制化设计使得整个系统的自适应能力极为薄弱,缺乏可扩展性。

在物联网应用日益多元化的背景下,一种通用的Backscatter标签设计方法成为迫切需求。这种通用标签设计方法的优势在于,无需对硬件进行修改,同一硬件便可同时支持多种不同无线信号的反射,从而有效解决现有标签的局限性,更好地满足物联网复杂多样的应用场景需求。

例如,当给定一个正弦载波时,若标签能够反射出包括Wifi、LoRa、ZigBee、蓝牙、5G等多种不同的无线信号,那么就能够实现一种统一且可编程的标签。

接下来介绍的名为RF transformer的工作,其重点解决的就是相关技术问题。RF trans-

former的设计灵感主要源自欧拉公式,该公式蕴含着“大道至简”的理念。以一个复数信号为例,可用实部信号和虚部信号来表示它,如 $(S_T = I_T + jQ_T)$,这便是欧拉公式所揭示的原理。

若要改变信号的幅度或对信号进行调整,依据欧拉公式,只需改变其实部和虚部即可。例如,若要改变 S_T ,分别调试其实部信号 I_T 和虚部信号 Q_T 的幅度便能实现。

从本质上讲,想要反射出任意调制的信号,关键在于对射频信号的 I 路和 Q 路进行调制。然而,在同时对 I 路和 Q 路进行调制的情况下,还要保持低功耗特性,这两者很难兼顾,如同鱼和熊掌难以兼得。

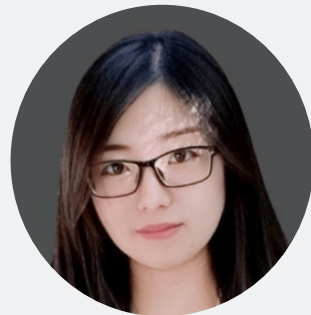
为解决这一难题,提出了负载阻抗调制的方法,通过引入名为“射频功分器Splitter”的无源器件来降低功耗。具体过程为,入射信号经阻抗匹配网络电路后,所有信号被接收。接着,通过微带功分器Splitter将信号一分为二,分成两路。其中一路经过延迟线产生Delay,使信号多延迟一段时间,从而与另一路形成90度的相位差。如此,这两路信号便构成正交的 I 路和 Q 路。

为实现对 I 路和 Q 路信号的调制,分别连接两个晶体管。经研究发现,这两个晶体管的阻抗会随偏置电压不断变化。因此,

通过控制 I 路和 Q 路晶体管的偏置电压,就能够改变反射信号的幅度和相位,进而生成任意的调制信号。○

本文根据讲座速记整理而成

报告人简介



郭秀珍,浙江大学控制科学与工程学院百人计划研究员,博士生导师;主要研究方向为物联网、无源通信、智能感知。在NSDI、MobiCom、TON等国际会议和期刊上发表论文50余篇,获无线网络与移动计算顶级会议ACM MobiCom'24唯一最佳论文奖、IEEE HPCC最佳论文奖、IEEE MSN最佳学生论文奖等。入选中国科协青年人才托举工程、清华大学水木学者计划,获2021年度ACM中国优秀博士论文奖,中国计算机学会自然科学二等奖;担任CAA工业物联网专委会委员、CCF物联网专委会执行委员。

复杂约束下欠驱动机器人及气动肌肉机器人分析、控制及应用

文 / 南开大学 杨桐

导读：2025年3月7日，南开大学胡杨桐做客“CAA云讲座——女科技工作者专题讲座周”活动，为大家带来一场题为“复杂约束下欠驱动机器人及气动肌肉机器人分析、控制及应用”的精彩报告。欠驱动系统应用广泛，在海陆空领域均发挥着重要作用。由于控制输入数量少于待控自由度，以“少”控“多”的欠驱动系统在实际工程领域展现出诸多优势，全驱动系统的驱动器发生故障时，也会退化为欠驱动系统。然而，欠驱动系统往往呈现出复杂的非线性动态特性与强耦合关系。基于此，通过分析欠驱动系统在实际作业过程中面临的各类约束条件，分别从可驱动与非驱动变量的精准定位、运动约束、最优控制等方面进行控制器设计，以提升系统的暂态性能与安全性，确保误差信号收敛于零的同时，降低系统能耗。与此同时，本文还将上述设计思路与分析方法进一步改进，推广至更为复杂的机械系统，如气动肌肉机器人，完成稳定性分析与实验测试。

一、欠驱动系统的应用与挑战

欠驱动系统广泛应用于工业生产、物流运输和勘探侦查，涵盖海陆空多个领域。例如，海上运输和水面舰艇用于水下资源开发、投放和打捞，陆地上的起重机、欠驱动机械臂及柔性机械手适用于大型材料搬运和货物抓取，而空中的飞行器和无人机则用于野外探测和军事任务。此类系统具备能耗低、灵活性强和可达空间广的优势，但其控制面临较大挑战。

欠驱动系统通常表现出复杂的非线性特性，状态变量之间存在强耦合关系，导致控制信号难以

以独立施加。此外，由于环境和结构限制，部分系统难以获取完整的传感反馈信息，而驱动器的饱和、死区及故障等因素进一步增加了系统的不确定性。在实际应用中，为确保安全性和稳定性，需对可驱动与非驱动变量的输出及速度施加范围约束。例如，在风力影响下，起重机的负载可能产生较大摆动，若无适当约束，易引发安全事故。因此，如何保证非驱动变量的暂态性能，同时优化系统能耗，是欠驱动系统控制的关键问题。

总体而言，欠驱动系统的研究目标是以较少的控制输入实现更多变量的精确控制，从而提升系统

的稳定性、控制精度和能效。这也是本研究长期关注的核心问题。

二、欠驱动系统的相关工作

目前，国内外学者已对欠驱动系统开展了广泛研究，并取得一定成果。例如，在欠驱动起重机领域，输入整形、轨迹规划等抗摆控制方法通过优化输入指令，有效减少负载摆动。此外，滑模控制、自适应控制等方法已陆续应用于桥式起重机、船用起重机等设备，同时，倒立摆、多关节欠驱动机械臂等非稳态系统的控制问题也受到了关注。

在陆地系统之外，海上船舶、水面舰艇、空中直升机、无

人机等均涉及位置与姿态的同步控制问题,该领域的研究已得到广泛关注。针对一类欠驱动系统,R·Ortega 教授课题组于2002年提出了一种无源控制方法,有效解决了欠驱动系统的镇定控制问题。此外,借鉴全驱系统的控制理论,诸如自适应控制、智能控制、滑模控制等方法已逐步融入欠驱动系统的闭环控制框架。

三、欠驱动系统的设计方法与理论分析研究

受到现有研究的启发,本研究针对一类欠驱动系统,在控制精度、暂态性能、效率及安全性等方面开展深入研究。

首先,针对多输入欠驱动系统的可驱动与非驱动变量的精准定位问题,研究并优化控制方法,并进一步解决受控变量约束问题,以提升系统的暂态性能和安全性。在此基础上,研究最优控制策略,在确保精准控制的前提下,优化系统能耗。此外,还提炼并研究了非线性系统中更复杂的输入、输出约束及硬件约束问题,改进控制器设计与稳定性分析方法,并推广至更复杂的机械系统。

实验室搭建了多种欠驱动机械平台,以便进行实验验证。其中包括各类起重机系统,其台车和吊臂由独立电机驱动,但负载摆动无法直接控制,而是通过台车、吊臂与负载之间的耦合关系进行间接控

制,这种结构特性极大地增加了控制难度。实验平台涵盖了从第一代桥式起重机到深研院定制的塔式起重机和桅杆式起重机的多种系统。实验表明,在未加控制的情况下,塔式起重机在移动过程中负载摆动明显,而加装控制系统后,可有效减少摆动幅度。桅杆式起重机在大幅度摆动时容易受到外界扰动,影响系统安全性。

为提升实验精度,课题组开发了一套无线传感模块,可实时测量多级摆动角度。

我将介绍本研究方向中几种控制器设计方法以及相关理论分析方法,并在所构建的平台上进行了实验测试,以验证其有效性。以下是本次报告的整体内容框架。

首先,针对欠驱动系统的参数、结构未知及驱动性死区问题,提出一种自适应滑模控制方法,以保证可驱动变量与非驱动变量的准确定位。

在此基础上,进一步研究暂态性能,将可驱动与非驱动变量的输出约束扩展至全状态约束控制问题,并提出两种分析方法对系统进行稳定性分析。

随后,为提升系统的轨迹跟踪性能并降低能耗,研究了驱动器饱和约束下的最优跟踪控制方法,以优化系统运行效率。

最后,将上述方法推广至复杂机械系统,针对输入非线性问题,如驱动器控制、输入迟滞、反馈信

息不准确、噪声干扰、信号失真及误差约束,提出两种智能控制方法,以增强系统稳定性与适应能力。

以下将针对此前提到的几种方法进行详细的介绍。

首先,针对欠驱动系统,提出了一种自适应滑模控制方法。该方法将可驱动变量与非驱动变量设计到同一联合滑模面中,并利用模糊机构逼近系统的全局特性,以在线处理系统模型的不确定性及驱动器死区问题。在此基础上,对滑模面趋于零的系统进行了收敛性分析。首先,采用传统方法证明滑模面收敛至零;其次,在滑模面收敛后,进一步证明可驱动变量与非驱动变量间接收敛。这一分析方法是本研究的创新之处。该方法在吊车平台上进行了实验验证,结果表明,其在控制过程中能够实现更平顺的运动,并在复杂的摆动消除方面表现出优越的性能。

此外,在复杂操作环境下,保证欠驱动系统在有效空间内平稳运行及避障,需要同时限制所有待控状态的运动范围。然而,一般的障碍函数主要处理可驱动变量的超调,而未考虑非驱动变量的暂态性能。针对这一问题,提出了一种自适应输出反馈控制方法。该方法引入一个包含所有状态时变约束的辅助量 F ,并将其整合到控制器中,以增强可驱动变量与非驱动变量之间的耦合关系,使其在给定的时间范围内受约

束。同时，通过构造伪速度信号代替速度反馈，仅利用输出信号避免了对速度信号的直接测量或对输出信号的微分运算。

本控制方法在桅杆式吊车上进行了实验验证。结果表明，该方法能够有效约束吊杆和负载的运动范围。对比实验显示，传统方法在吊杆平衡点附近可能出现超调，导致负载摆幅较大，且消摆时间较长，而所提出的方法能够更精准地控制负载运动。当进一步收紧约束范围时，实验结果表明，所提方法能够使吊杆在俯仰和旋转两个方向上进行及时调整，并通过缓慢降低速度满足更严格的约束，而对比方法在应对外界新指令时表现欠佳。

除了输出约束问题，还进一步考虑了可驱动与非驱动变量的速度约束问题。设计了一种辅助函数，将可驱动变量与非驱动变量的速度约束项直接引入控制器，并通过李雅普诺夫函数的构造将输出约束融入其中。在李雅普诺夫分析过程中，通过适当处理消除约束项，使所有信号，包括输出信号及速度信号，均满足预设的约束条件，从而提升系统的安全性和快速制动能力。

该方法在塔式吊车上进行了实验测试，结果表明，所提方法能够确保悬臂、台车及负载的运动范围和速度范围始终保持在设定范围内，并有效抑制负载的残

余摆动。对比方法则存在较明显的定位误差，负载摆幅较大，且悬臂速度及负载摆动速度均超出给定约束，残余摆动持续时间较长。实验进一步验证了所提控制方法在复杂机械系统中的有效性。

在确保系统满足跟踪精度的前提下，进一步提出了一种面向驱动器饱和约束的欠驱动系统最优控制方法，并在此基础上优化了系统能耗。该方法在性能指标函数中同时引入可驱动变量与非驱动变量的跟踪误差、速度误差以及控制能耗，以构建更为全面的优化目标。

在控制策略设计中，采用三类神经网络以实现在线估计与优化：评价网络用于逼近性能指标函数，控制网络用于逼近最优控制项，RBF神经网络用于补偿未知动态。三个网络协同工作，对系统进行实时优化，并额外引入鲁棒项，以处理神经网络估计误差与逼近误差所带来的不确定性。在李雅普诺夫稳定性分析中证明，该方法能够保证速度误差与跟踪误差均渐近收敛至零。

该控制方法在塔式起重机上进行了实验验证。在相同的初始位置条件下，跟踪多项式轨迹的实验结果表明，所提方法在运行过程中表现更加稳定，负载摆动幅度更小，消摆时间更短。

此外，对比实验表明，所提方法的控制输入幅值始终保持在设定的饱和约束范围内，而对比方法

计算出的控制命令已超出饱和约束，导致跟踪性能下降。由于控制信号超出饱和范围，实际执行时电机需保持恒定幅值输出，这对系统的跟踪精度造成严重影响。

在理论应用方面，除了前述几种控制方法，团队目前在深圳研究院搭建了一套工业起重机平台及智能仓储管理系统。该系统由一楼的近地操作系统和四楼的远程监控系统组成，以实现起重机的远程操控和智能化管理。

近地操作系统采用西门子PLC、变频器及交流异步电机等工业设备，按比例模拟实际港口使用的大型台式起重机，并配备自动化夹钳和电磁吸附吊具，可通过不同方式实现货物搬运。该系统具备高精度控制能力，能够在复杂环境下执行精准作业。

四楼的远程监控系统由四块显示屏组成，可实时展示一楼各个角度的作业情况，构建完整的远程操控体系，实现对钢卷、钢板等物资的自动化搬运，提高作业效率与安全性。

此外，团队正将研究成果拓展至航天器及智能起重机的制造领域，以推动相关技术的产业化应用，为高端制造和智能物流提供技术支持。

四、气动肌肉机器人分析、控制及应用

在博士期间，研究主要围绕

欠驱动系统展开。进入博士后阶段后,研究对象逐步扩展至气动人工肌肉系统,这是一种非线性更强的柔性驱动元件。气动肌肉在充气时会收缩,产生驱动负载运动或辅助人体运动的收缩力,而在气压降低时,肌肉恢复至原长,施加力减小。因此,气动肌肉仅能产生单向收缩力,在舒张时仅能恢复至原始位置。

因此气动肌肉在充气初期可能存在死区,需要达到一定气量后才能开始收缩,并伴随单向约束、迟滞效应和蠕变现象。尽管气动肌肉系统属于全驱系统,但材料特性带来的挑战使其在应用中更具复杂性。

采用主动肌与从动机的结构设计,将气动肌肉与弹簧分别用于主动肌和从动肌。基于这一概念,设计并实现了第一代气动机械臂。该系统的主动肌由气动肌肉组成,从动肌则采用弹簧结构。随后,研究团队对平台进行了改进,提出了一种拮抗式气动肌肉驱动平台,气泵用于产生气体,并通过比例阀调节进气量。比例阀接收控制指令后,将适量的气体输送至气动肌肉,以实现其收缩和弯曲控制。系统采用固高板卡进行控制信号传输,并通过气量调节拓展了肌肉控制范围,使其从长度控制扩展至角度控制。

针对气动肌肉设计了一些不同的控制器,当时设计的时候针对

于拉格朗日系统进行设计的,但是我们的气动肌肉平台上进行了实验。比如像这里第一个方法是考虑了输入非线性、状态估计的连续自适应控制问题,可以对驱动器进行补偿,处理我们的死区和失效故障,以及天理故障带来的一系列问题,并且提出了增益可变的自适应更新率,不仅可以处理逼近误差,还能避免我们产生大增益的鲁棒项,使肌肉在平衡点附近迅速抖动。

在信号传输过程中,时延和时滞问题往往影响系统的稳定性和控制精度。为此,本研究设计了一种不依赖于任何参数的状态观测器,能够在线还原不可测的状态。同时,利用非线性辅助项对系统中的时延问题进行有效处理。针对系统内部存在的未知迟滞参数及非线性动态,进一步设计了相应的估计项,以实现在线补偿,从而提升系统的鲁棒性和控制精度。

为了降低系统与驱动设备之间的通信成本,本研究结合基础反馈控制器,提出了一种事件触发机制。该机制通过设定误差或输入阈值,仅在达到预定条件时施加控制动作,从而有效减少每个采样周期内的信号传输和计算负担,使控制系统更符合实际硬件的应用需求。

研究采用气动肌肉执行器对所提出的方法进行了验证,并使用泛型轨迹作为跟踪目标。实验结果表明,对比方法在运动过程中存在明显的误差项,并呈现一

定的往复运动趋势,而所提方法能够精确跟踪气动肌肉的动态特性,显著降低跟踪误差,

研究还进一步探讨了气动肌肉安装于人体手臂,并作为外骨骼设备用于康复训练的可能性。针对该应用场景,研究成果已在《IEEE Transactions on Automation Science and Engineering》(TASE)期刊上发表,提出了一种基于自适应迭代学习的误差约束控制方法。与现有方法相比,该方法能够有效应对高速非线性、迟滞效应及动态不确定性问题,而无需依赖精确的数学模型或已知的动态边界。在传统方法中,控制器通常需要预先设定误差范围或噪声界限,限制了其实用性,而本研究的方法克服了这一局限性,使其更适用于实际复杂环境下的控制任务。

本轮研究设计了一种能够持续更新的学习算法,该算法具备在线学习能力,并能够适应气动肌肉在周期性和非周期性运行过程中所带来的不确定性。通过该算法的优化调整,可有效平衡跟踪精度与输入饱和问题,从而提升系统的整体控制性能。

在控制设计中,引入了一个受约束的饱和项,以确保系统输入始终保持在预设范围内。该机制的主要优势在于,它能够实现系统的平滑启动,避免输入信号突变导致的控制冲击。在定位控制任务中,

初始位置与目标位置之间往往存在较大的偏差,若不加以约束,系统可能会因突兀的大幅度输入而产生剧烈的动态变化,影响稳定性。因此,该饱和项的引入能够有效抑制过大的初始输入,使系统响应更加平稳,并在逐步调整的过程中实现高精度跟踪。

此外,本研究采用李雅普诺夫方法对所设计的控制策略进行了严格的稳定性分析,并证明了系统的所有状态变量均可收敛至零。同时,该方法能够使系统误差始终处于预设的约束范围内。

在后续研究中,我们逐步搭建了一系列基于拮抗式气动肌肉的平台,以模拟上臂、前臂及手腕的运动机理。其中,第一代平台主要用于模型测试,以验证整体结构的可行性。该平台的设计重点在于基础框架的搭建和功能性评估,为后续优化奠定了基础。

五、第二代气动肌肉机器人系统设计

我们进一步改进了第一代平台,形成了更为完善的第二代平台。相较于一代设计,二代平台在多个方面进行了优化与提升。在材料选择方面,我们采用了具有更优机械性能的钢材,以提高结构刚性和耐用性。在执行机构方面,从原先使用的自制气动肌肉升级为由专业厂家生产的气动肌肉,从而提高执行器的性能稳定性和一致

性。此外,为了增强系统的感知能力,我们在新平台上增设了传感模块,以便实时监测系统状态。

在第二代平台的生产过程中,我们进一步优化了控制与测量系统,结合比例阀与惯性测量单元(IMU),实现了对手部自由度角度的精确测量。通过这一改进,我们能够更加准确地评估六块拮抗式气动肌肉的控制效果。

基于该平台,本研究提出了一种针对三维空间内拮抗式气动肌肉的控制方法,并围绕该内容撰写了一篇论文。该研究提出了一种基于加速度的神经自适应同步控制与避障运动控制方法,该方法能够确保同步误差和障碍物误差收敛至一定范围内,并利用加速梯度算法更新神经网络权重,从而加快误差的收敛速度。此外,该方法通过实时感知动态障碍物的位置,动态调整输入信号,实现手臂末端的避障功能。同时,该控制策略对关节角度与角速度施加约束,确保整个系统在安全范围内运行。

实验部分对比了不同控制方法的效果。从实验结果可以看出,左侧采用对比方法的系统在误差上升时振动较为剧烈,尤其在30秒时,手臂会产生较大幅度的往复摆动,影响控制稳定性。中间的实验结果显示,手臂在目标点附近振荡较大,稳定性不足,甚至可能进入绝对约束区间。而所提出的方法在引入同步误差控制后,整体表

现更加稳定,并且通过避障控制进一步优化了系统的运动轨迹。

图中展示了孙老师及其他同学制造的气动肌肉机器人。包括单肌肉气动机器人和双臂气动肌肉机器人。单肌肉机器人主要用于阻抗控制与异位控制实验,而双臂机器人能够完成更复杂的运动任务,例如顶点控制和沿正弦参考轨迹的周期性运动,均已实现稳定运行。

在双臂拮抗式气动肌肉机械臂的改进过程中,我们进一步优化了结构设计,将一侧弹簧替换为两块气动肌肉,以实现更丰富的自由度控制。例如,在双臂系统中,一侧肌肉收缩时,另一侧肌肉伸展,形成互补关系,从而实现复杂的多自由度运动模式。未来,我们计划在双臂系统的基础上增加机械手部件,以构建更加完整的仿生小臂与手部运动系统。

六、消防机器人项目

目前,室内灭火与消防救援仍然面临诸多挑战,包括数智化程度低、灭火及救援效率低下等问题。针对这些痛点,我们依托国家重点研发计划,围绕消防灭火机器人展开研究,重点探索复杂环境下的最优轨迹运动、自主任务分配等关键技术,以提升系统运行效率,并从单机智能扩展至多机智能控制。这一研究方向极具挑战性,相较于以往的单机运动控制研究,当前的多机协同涉及轨迹优化、

自主任务分配、编队控制等多项复杂算法，涵盖编程与实际应用的多个方面。目前，该项目计划于6月份进入实验场地进行调试。

在本项目中，主要承担以下研究任务：

1. 室内火场态势感知、预测及灭火状态重构

研究如何实时分析火源点位置、烟气浓度、障碍物分布等关键因素，并基于精准预测的结果，为消防人员提供可视化信息支持，提高灭火与救援的效率和安全性。

2. 消防灭火机器人自主作业的最优时间调度

以完成灭火任务所需的最短时间为优化目标，分析多种智能调度策略，以实现作业任务的高效执行。

在机器人硬件定制方面，我们自主搭建了一款双履带式消防机器人底盘，并围绕其开发了多个核心功能：

1. 机器人任务导向型的智能编组与自主任务编配。

2. 多机器人自主智能协同作业。

合理的任务划分至关重要，其中涉及优先级管理、适应度评估等关键问题。具体而言，机器人任务的分配需充分考虑个体性能，例如对于带载能力较强的机器人，可赋予其多火源点的灭火任务，而带载能力较弱的机器人则可专门负责单个火源点的扑灭。这种基于任务分配的优化策略，有助于提升系统整体性能，使机

器人群体协同工作效率达到最优。

此外，在复杂火场环境中，多机器人协同作业是关键研究方向之一。特别是在需要清障、破拆等作业时，多台机器人需自主协同配合，以确保消防通道的畅通和救援工作的高效推进。在相对开阔的室内火场，单机灭火模式可发挥较高效能，但当消防员或被困人员分散在火场各处，且中央区域存在较大火势时，传统的单机模式难以应对。因此，我们需引入多机器人区域覆盖算法，以优化各个机器人的运动速度和方向，使其能够均匀覆盖火场区域，并快速完成灭火任务。

目前，本研究团队在该领域已开展了一定的探索，但仍处于初步阶段。多机器人智能算法的研究涉及多个复杂问题，包括能耗优化、时间调度、避障策略等。国内外已有众多专家在这些方向上取得了重要成果，而本团队也正在持续学习和探索，以推动消防机器人在智能化、多机协作方向上的进一步发展。

我正在开发一款软件，并已申请软件著作权。目前展示的是软件的开发界面。除此之外，我还设计了地图分割算法，并直接向消防队获取了大型商场、地下车库、化工空间等场景的地图进行建模。例如，在室内环境中，包括三室一厅、标准厂房等结构，我们都进行了建模。这些工作是多机器人运动研究的前期基础，首先需要确保模型的

准确性，为后续研究提供支持。

在多机器人协同规划方面，我们对传统的DWA（动态窗口法）算法进行了改进，以优化机器人在U型墙体或紧密排布的障碍物环境中的运动情况。面对这些障碍物，传统方法可能会导致机器人在U型死角内受困，而我们的方法能够实现快速脱困。例如，当机器人进入U型区域并发现路径受阻时，它能够迅速调整方向，以最优路径回撤，而不是在死角中长时间停留或盲目尝试穿越不可行区域。

在一般情况下，许多算法在U型结构内部检测到目标点后，可能会误认为可以直接通过墙体到达，但实际行进时却因障碍物阻挡而无法前进。我们的方法能够引导机器人正确拐弯，在最优速度下回撤，而不会因速度过快导致刹车失效，或因错误判断导致机器人撞上墙体边角。

此外，消防机器人在运动过程中不能简单地被看作一个“点”，其体积、转弯半径、最大速度以及在线的运载能力都是影响实际运动的重要因素。如果忽略这些因素，可能会导致机器人在复杂环境中发生运动失败或碰撞。因此，在我们的研究中，这些约束条件都被纳入考虑范围，以确保机器人能够在满足运动约束的前提下完成灭火任务。

左上面是目前搭建的底盘和硬件平台，拍下来是刚刚能上简单的

算法。右边的是多机器人的运动，像左边机器人调度与分配，调度不同的机器人，我让甲机器人到门前，我让乙机器人到窗户前。对于甲乙丙机器人有自己的目标点，我如何规划路径，让机器能耗达到最优。

右边是对火焰点进行覆盖，左下方是根据湖南消防总队的训练场地扫出来的地图，右面进行了搭建。设计了很多最优路径、规划、避障的算法，后面可以放到 ROS 里面做仿真设计，以及在实际平台上面进行实际的测试。

七、团队研究成果介绍

以上是我个人目前的研究内容，后面介绍我们实验室在孙老师和吴老师的带领下取得了一些成果。

孙老师的博士生目前正在研究仿生软体机器人。团队从最基础的软体结构设计入手，进行建模，并自主浇筑软体抓手，从底层架构出发，研究其运动机理。研究内容包括分析仿鳄鱼腿的节律与步态，并在此基础上优化控制器设计。实验表明，采用四驱驱动器可实现前进运动，而六驱驱动器则可实现灵活的转向控制。该研究成果已在高交会上展示，并受到央视报道，验证了该机器人能够在陆地行走及水域爬行的能力。

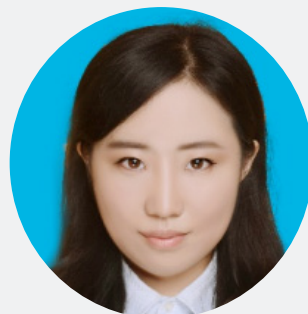
除此之外，团队还开展了多个仿生机器人项目，包括水陆两栖机器人、行波驱动仿生机器人、自重构机器人、仿鳐鱼机器人以

及变结构机器人。其中，变结构机器人具备较强的环境适应能力，能够在狭小区域内灵活穿梭，或在复杂地形中执行跨域作业。例如，该机器人可以在梯形结构环境下完成特定任务，并采用统一的控制框架与通用结构设计，提升适用性和稳定性。团队还开发了一种自重构机器人，其特殊设计允许其在避障轨迹跟踪过程中拆分成多个独立单元，以便穿越狭窄区域；在较为空旷的环境下，则可以合并为整体，以提高运动效率。此外，团队针对该机器人进行了最优运动控制与自触发机制的研究，所有算法均已在自主开发的平台上进行实验验证。

目前，学院已建成智能科学与技术、自动化两个国家级一流本科专业，并依托教育部工程研究中心、天津市智能机器人技术重点实验室、中国新一代人工智能发展战略研究院等高水平研究机构，持续推动学科发展。近年来，在学校的大力支持下，学院汇聚了一批高水平学者，包括长江学者、国家杰青、万人领军人才等，同时积极开展国际学术合作。依托“111 引智基地”，学院已与日本、美国等国的学者建立了紧密的交流与合作关系。如果对我们的研究方向感兴趣，欢迎与我联系，加入我们的学院和团队，共同探索智能机器人技术的前沿研究。○

本文根据讲座速记整理而成

报告人简介



杨桐以一作发表 / 录用 SCI/EI 论文近 30 篇，其中 22 篇为 IEEE Trans. 与 IEEE/CAA JAS, 8 篇入选 ESI 热点 / 高引，被引 >1500 次，H-index 为 17；科学出版社出版专著（排名 2）；授权 / 受理专利 6 件及软著 1 项；入选斯坦福大学全球前 2% 顶尖科学家。主持国家 / 省部级项目 3 项，入选中国科协青年人才托举工程，获国家级 / 省部级奖励 / 荣誉 30 余项，包括天津市自然科学二等奖（排名 2）、天津市科技进步二等奖（排名 3）、中国自动化学会研究生论文工程 - 博士论文一等学位论文、天津市青年科技工作者协会优秀青年科技工作者、天津市知识产权创新创业发明与设计大赛一等奖、天津机器人科技创新奖、南开大学优博论文等；积极参加国内外会议，获 IEEE RCAR 最佳控制论文奖等优秀 / 最佳 / 杰出论文奖 7 项，“全国高校黄大年式教师团队”成员。

在浩瀚无垠的人类文明宇宙中，科学与艺术犹如璀璨星辰，共同编织着人类智慧的壮丽画卷。科学，以严谨的逻辑和无尽的探索精神，不断拓展着我们对自然界的认知边界；艺术，以丰富的情感和无限的创意，滋养着我们的精神世界，赋予生活以色彩和灵魂。2025年《中国自动化学会通讯》正式推出全新的栏目——“科学与艺术”。我们将以中国自动化学会会员创作的诗歌、散文为媒介，带领广大读者在优美的文字中领略科学的严谨与艺术的灵动，感受人类智慧的无限可能。

同春风一起飞翔

文 / 清华大学 孙富春

明媚晨阳，普照大地苍茫
轻脆鸟鸣，唤醒丛林绿妆
首夕同日，昭示猪年吉祥
习习春风，挚送家国飞翔

同春风一起飞翔
让万物感受融融暖阳
裁蓝天白云
染青山碧水
润新草嫩芽
扮柳翠桃红
滋养多彩世界飘溢芬芳

同春风一起飞翔
让内心感受谦谦涵养
爱原山碧水
念滴水之恩
馈绵薄之献

砺实干英才
修炼绚丽人生书写辉煌

同春风一起飞翔
让生命感受铮铮刚强
追崇高梦想
唯奋斗远航
握未来时光
去谱写华章
砥砺前行追越远方

啊！朋友
让我们同春风一起飞翔
初心不可忘
有梦须担当
使短暂的生命之火
绽放出新时代的光芒 ○

作者简介



孙富春，清华大学计算机科学与技术系教授，博士生导师，IEEE/CAAI/CAA Fellow，国家杰出青年基金获得者；兼任清华大学校学术委员会委员，计算机科学与技术系长聘教授委员会副主任，清华大学人工智能研究院智能机器人中心主任。兼任担任国家重点研发计划机器人总体专家组成员，中国人工智能学会副理事长，中国自动化学会常务理事，中国认知科学学会常务理事。兼任国际刊物《Cognitive Computation and Systems》、《AI and Autonomous Systems》主编，《CAAI Artificial Intelligence》执行主编，国际刊物《IEEE Trans. on Fuzzy Systems》副主编，刊物《Robots and Autonomous Systems》和《International Journal of Social Robots》编委。

于海斌院士：2025 具身智能与智能机器人技术演进、挑战与未来趋势研判

具身智能与智能机器人的发展态势如何？2025 年人工智能在工业制造领域的应用将迎来怎样的重大突破？据市场调研机构 MarketsandMarkets 预测，全球垂类 AI 应用市场规模将在 2030 年突破 471 亿美元，其中工业制造作为关键领域，正在加速向智能化生产与全流程自动化方向迭代，同时具身智能与智能机器人技术正在与传统工业制造领域深度融合。2025 年将是具身智能从实验室迈向工厂的关键转折点，而人形机器人作为高阶形态，则有望在工业领域率先实现商用突破，重塑全球制造业竞争格局。

近日，中国工程院院士、博士生导师，中国自动化学会副理事长，中国科学院沈阳自动化研究所研究员，机器人与智能系统国家重点实验室主任于海斌，在沈阳市高新技术企业协会主办的“创新聚沈·向阳而行”大会上围绕具身智能与智能机器人展开深度分享。

人工智能的历史脉络与具身智能的诞生

人工智能（AI）自 1956 年

达特茅斯会议正式提出以来，经历了数次技术浪潮与寒冬。于海斌院士指出，AI 的发展可分为四个阶段：

符号逻辑推理阶段（1950s—1980s）：以知识表达和专家系统为核心，但受限于知识获取的困难，最终因实用性不足进入第一次寒冬。

神经网络连接阶段（1980s—2000s）：辛顿（Geoffrey Hinton）等人提出反向传播算法，推动神经网络发展，但受限于算力和数据，应用场景有限。

深度学习阶段（2010s 至今）：以卷积神经网络（CNN）和斯坦福大学李飞飞团队构建的 ImageNet 数据库为标志，AI 在图像识别等领域实现突破，识别率从 60% 提升至超越人类水平。

具身智能（Embodied AI）阶段（2020s 起）：AI 从纯数据驱动转向与物理世界交互，强调智能体通过身体、环境与任务的协同实现认知与行为进化。

图灵早在计算机理论初期即提出两种智能路径——“离身智能”（如 ChatGPT 依赖纯数据推

理）与“具身智能”（需与物理设备结合）。然而，具身智能因技术复杂度长期滞后，直到机器人学、神经科学和心理学的交叉融合为其提供了新思路。

具身智能的核心内涵与科学依据

环境交互与智能发育的必然性：于海斌院士例举了一项科学实验，来印证环境交互与智能发育呈现正相关性，该实验反馈了智能的成长依赖与环境的动态互动作用。

来自麻省理工学院两位研究人员，把两只小猫放进了一个圆桶内，两只小猫都在圆筒内部绕圈运动。第一只小猫是白己走的；第二只小猫则被放在与柱体中心轴相连的小盒子里。两只小猫看到的東西完全相同。结果显示只有靠自己身体运动的小猫发育出了正常的视力。这进一步印证了“心灵手巧”的逆向逻辑——肢体动作的灵活性（如操作工具）会反向促进认知能力的提升。

具身智能三位一体的智能框架：具身智能强调“大脑—身体—环境”三位一体。其中大脑负责

高层决策与意图理解（如大语言模型），身体通过传感器与执行器实现物理交互（如机械臂、仿生关节），环境提供动态反馈与训练场景（如仿真平台、真实物理空间）。三者协同构成闭环，使智能体能够通过试错学习适应复杂任务。

从“感知智能”到“行动智能”的跨越：传统 AI 擅长静态感知（如图像识别），但缺乏对物理世界的动态响应能力。波士顿动力（Boston Dynamics）的 Atlas 机器人通过深度学习与强化学习结合，实现了翻越障碍、适应地形变化等复杂动作，标志着具身智能在运动控制领域的突破。

围绕具身智能四大热点的思考与技术挑战：

数字人：中国通用人工智能研究院开发的“数字人通通”模拟人类从婴儿期开始的成长过程，通过与虚拟环境的交互（如听觉、触觉反馈）实现认知进化。这一尝试为研究人类智能发育提供了新范式，但也引发伦理争议——若机器人通过环境交互自主进化，人类是否可能失去控制？

机械臂与大语言模型的融合：谷歌 RT-X 平台将大语言模型（LLM）与机器人操作结合，使机械臂能够理解自然语言指令（如“整理房间”），并自主分解任务步骤（识别杂物、分类归置）。这一

技术已在叠衣服、精细装配等场景中展现潜力，但其泛化能力仍受限于物理规则与数据多样性。

人形机器人的争议与前景：马斯克力推的 Optimus 人形机器人引发两极评价。支持者认为人形是通用化的终极形态，可适配人类环境（如楼梯、工具），而质疑者指出其成本高昂、技术冗余（如多关节驱动难题）。

于海斌院士认为，人形机器人的核心价值在于“本体硬件”与“智能算法”的协同突破。例如，开源算法（如波士顿动力的运动控制模型）大幅降低了本体研发门槛，而黄仁勋（英伟达 CEO）布局的具身智能训练平台，或将推动行业标准化。

智能驾驶与低空经济：尽管全无人驾驶面临地面环境的极端复杂性（如突发行行人、不规则道路），但网联汽车的辅助驾驶（如车道保持、自动泊车）和低空经济（无人机物流、巡检）已成为更可行的商业化方向。

技术路径：肢体、小脑与大脑的协同进化

在机器人技术路径未来发展趋势探讨方面，于海斌院士表示未来人形机器人肢体部分有很大的提升空间，如基于高能量密度的仿生驱动肢体。仿照人类心脏的高效供能机制，研发微型液压驱动与仿生肌肉，如德国费斯托

的气动机械臂就是一个很好的参考方向，该机械臂核心优势在于其高精度控制与仿生设计的融合，拥有 12 个自由度，动作柔性且稳定，部分型号搭载 AI 技术实现自我学习优化，电磁阀寿命超 3000 万次，具备良好的性能和耐用性。

此外，生物融合也是未来机器人发展趋势。未来，我们可以通过培养生物细胞构建具有感知与驱动能力的“类器官”产品，尽管其生存环境要求苛刻，但为软体机器人提供了新思路。

小脑主要作用在于提升人形机器人的运动协调能力，运动控制依赖海量物理数据，而真实环境训练成本过高。目前国内已经有相对成熟的平台进行机器人的模拟训练，如国家地方共建人形机器人创新中心开发的，异构人形机器人训练场通过“虚拟-现实”迁移学习（Sim2Real），使机器人能在低成本场景中预训练动作（如行走、跳跃），再迁移至真实环境微调。

大脑提供决策模型与机器人的认知能力，目前多模态感知技术是主要方案，该方案融合视觉、触觉、力觉传感器，提升环境理解的全面性。在具体案例方面，北京大学电子学院程翔教授团队提出的“机器联觉”系统，通过智能融合通信与多模态感知信息，有效提升了机器人在复杂环境中的感知、决策与通信能力。

此外，于海斌院士也提到了如何解决大模型“灾难性遗忘”问题，实现机器人的终身学习方式。爱丁堡大学提出的增量强化学习框架是一个很好的解决“灾难性遗忘”的解决方案。它能够在保持已有知识的基础上，通过逐步增量式地更新策略，快速适应新环境或新任务，从而显著提升机器人在动态变化环境中的学习效率和性能表现，无需从头开始重新训练整个模型。

未来十年技术趋势研判与产业启示：

于海斌院士预测，未来十年，具身智能的算法与训练平台将快速发展，而硬件（如高精度传感器、仿生关节）受限于材料与工艺，进步速度相对缓慢。企业需优先布局软件生态（如仿真平台、数据链），而非盲目投入硬件研发。

此外具身智能缺乏统一理论体系（如认知科学的世界模型），但场景驱动的工程化应用（如仓储机器人、医疗外骨骼）将率先落地。国家需推动跨机构协作，

解决数据确权与模型共享难题。

在通用终端的终极形态方面，于海斌院士认为人形机器人未必是唯一答案，具身智能可能通过“一脑多机”模式赋能多样化设备（如工业机床、家用电器）。例如，同一 AI 核心可同时调度无人机群与地面机器人，实现任务协同。

在伦理与安全方面，于海斌院士认为，若具身智能体通过环境交互自主进化，可能超出人类预设的边界。行业需提前建立伦理规范（如行为约束算法、人机权责界定），避免技术失控风险。

结语与未来：

具身智能正在让 AI 从“虚拟大脑”向“物理实体”迭代，在技术演化的道路上，需要更加关注技术创新的有效性与产业化的可落地性。正如于海斌院士所言：“蓝海的意义在于未知，而未知需要勇气与智慧并存。”对产业从业者而言，打破学科壁垒、深化理论突破，聚焦场景刚需、参与生态共建或将成为抢占先机的关键。○

来源：机器人大讲堂

作者简介



于海斌，中国科学院沈阳分院院长、博士生导师，机器人学国家重点实验室主任。兼任中国自动化学会副理事长、全国工业过程测量控制和自动化标准化技术委员会主任委员，国际自动化学会会士。长期从事工业自动化与控制系统的研究，研发了高实时高可靠工业控制网络与复杂工业控制系统，牵头制定了工业无线网络国际标准 WIA-PA 和 WIA-FA。曾获得全国优秀科技工作者、中国青年科技奖、中国青年科技创新杰出奖，国家科技进步二等奖、国家技术发明二等奖、何梁何利科学与技术进步奖等。

高文院士：抢抓人工智能发展的历史性机遇 ——深刻领会习近平总书记关于人工智能的重要论述

党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央高度重视我国新一代人工智能发展。习近平总书记深刻把握世界科技发展大势，深刻洞察人工智能的战略意义，指出：“人工智能是引领这一轮科技革命和产业变革的战略性技术，具有溢出带动性很强的‘头雁’效应”“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”。人工智能具备典型通用技术特征，是培育和发展新质生产力的重要引擎。当前和今后一个时期是以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业的关键时期。我们要深刻领会习近平总书记关于人工智能的重要论述，加快落实一系列相关重大决策部署，与时代同频共振，抢抓人工智能发展的历史性机遇，实现高水平科技自立自强，推动经济社会高质量发展。

人工智能引领新一轮科技革命和产业变革

当前，人工智能已成为国际竞争的新焦点和经济发展的新引

擎，正在对经济发展、社会进步、国际政治经济格局等方面产生重大而深远的影响。抢抓人工智能发展机遇，加快发展新一代人工智能是我们赢得全球科技竞争主动权的重要战略抓手，是推动我国科技跨越发展、产业优化升级、生产力整体跃升的重要战略资源。

发展人工智能是筑牢强国根基的必然要求。在全球竞争日益激烈的今天，科技实力是衡量国家综合国力的核心要素。人工智能作为新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量，是大国竞争的战略制高点。谁能在人工智能领域抢占先机、赢得主动，谁就能在国际舞台上掌握更多话语权，为国家长治久安、人民幸福安康奠定坚实基础。大力发展人工智能，是实现高水平科技自立自强、建设科技强国的重要举措，是提升国家核心竞争力、在全球科技竞争中脱颖而出的战略抉择。

发展人工智能是推动高质量发展的新引擎。人工智能与实体经济深度融合，正催生大量新产业、新业态、新模式。人工智能赋能传统产业转型升级，让“中

国制造”迈向“中国智造”，使制造业在生产效率、产品质量、创新能力等方面实现质的飞跃。人工智能促进新兴产业蓬勃发展，如智能机器人、无人驾驶、智能家居等，创造出大量新的经济增长点和就业岗位，为经济增长注入源源不断的新动能。以人工智能为重要引擎的数字经济，正成为推动全球经济复苏和可持续发展的重要力量，为我国在新时代新征程上实现经济社会高质量发展开辟了广阔空间。

发展人工智能是增进人民福祉的有力抓手。人工智能深入到医疗、教育、交通、养老等社会生活的方方面面，为解决民生难题提供了创新方案。在医疗领域，人工智能辅助诊断系统能够快速准确地识别疾病，助力医生作出更科学的治疗决策，提高医疗服务的可及性和质量，让更多患者受益；在教育领域，个性化学习平台借助人工智能技术，因材施教，满足不同学生的学习需求，促进教育公平，培养出更多适应时代发展的创新型人才；在交通领域，智能交通系统优化交通流

量，缓解拥堵，提升出行效率，让人们的出行更加便捷、安全。人工智能的广泛应用，正不断提升人民群众的生活品质和幸福感，让发展成果更多更公平惠及全体人民。

发展人工智能是开启智能时代的新动能。人工智能的发展不仅是技术的突破，更是人类认识和改造世界能力的飞跃。它拓展了人类的认知边界，让我们对自然、社会和自身有了更深刻的理解；它推动人类文明从工业文明向智能文明加速演进，为解决诸如气候变化、资源短缺、疾病防控等全球性问题提供了新的思路和方法。抢抓人工智能发展机遇，能够为人类文明的延续和发展注入强大动力，引领全人类向着更加美好的未来奋勇前行。

新一代人工智能正在全球范围蓬勃兴起

当前，人工智能技术发展已从科学家推动转为研发应用推动。2018年以来，以ChatGPT、Sora、DeepSeek等为代表的预训练大模型持续取得突破，推动人工智能从感知向认知、从分析判断式向生成式、从专用向通用转变，进入快速发展的新阶段。在基础理论突破、信息环境支撑、经济社会需求拉动的共同作用下，人工智能技术和应用迅猛发展，呈现出加速突破、应用驱动的新

趋势，已成为新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量。

人工智能技术创新不断突破。自然语言处理、计算机视觉、机器学习等领域不断涌现新成果。以大模型为代表的人工智能技术首先在自然语言处理领域取得重大突破，拉开了通用人工智能的序幕，引发了新一轮人工智能发展浪潮。大模型的性能和效率不断提升，预训练成本不断下降，推动人工智能技术进入新的发展阶段，也激发了人工智能赋能产业转型的巨大潜力。以DeepSeek为代表的开源大模型正逐渐渗透到诸多行业，引发新一代人工智能技术发展新浪潮。同时，多模态融合技术逐渐兴起，将文本、图像、音频等多种数据模态进行融合处理。人工智能技术逐渐将物理世界与数字世界相结合，智能体和具身智能等新范式快速发展，进一步拓展了人工智能的应用场景和能力边界。

人工智能产业规模持续增长。近年来，全球人工智能产业规模呈现爆发式增长态势，在技术创新与商业应用驱动下，行业进入高速发展期。在市场需求方面，各行业对通过智能化升级降本增效的渴望极为强烈，无论是智能汽车领域的辅助驾驶、金融领域的智能风控，还是医疗行业的辅助诊断等，人工智能都展现出了巨大的应用价值，促使相关投入

不断增加。在投融资方面，大模型领域拉动全球人工智能投融资金额上扬。在全球融资紧缩的背景下，受益于大模型发展和企业融资带动，人工智能领域融资持续上升。大模型技术突破、算力基础设施升级与多场景渗透成为主要驱动力。在产业应用方面，工业质检、城市治理、医疗影像等垂直领域智能化渗透率稳步提高，生成式人工智能更催生数字内容生产、智能客服等千亿级新市场。随着脑机接口、具身智能等前沿技术突破形成合力，人工智能技术应用将成为影响全球经济格局的重要引擎。

人工智能国际合作与竞争并存。一方面，国际学术交流、科研合作日益频繁，共同推动人工智能技术的发展和应用。例如，一些全球性的人工智能学术会议和科研合作项目，汇聚了世界各地的专家学者和科研人员。另一方面，各国为了在人工智能领域占据领先地位，纷纷出台相关政策，加大资金投入，争夺人才和技术资源。例如，美国通过一系列政策举措，加强人工智能研发和应用，巩固其在该领域的领先地位；欧盟发布相关战略，致力于提升欧洲在人工智能领域的竞争力。

目前，全球人工智能发展正处于由弱人工智能向强人工智能过渡的阶段，人工智能已然成为

主导国家战略竞争力的重要支撑和推动科技革命的重要力量。未来，“人工智能 + 高速移动互联”将成为人类社会生活的基本场景。着眼更长远的未来，强人工智能赋能新质生产力发展，将带来颠覆性、全局性影响，谁率先实现突破，谁就掌握未来发展的主导权。

深入把握人工智能发展趋势

习近平总书记指出：“谁能把握大数据、人工智能等新经济发展机遇，谁就把准了时代脉搏。”经过多年的持续研发布局，我国人工智能科技创新体系逐渐完善，新型数字基础设施不断布局，智能经济和智能社会发展不断深入。这些成绩的取得为推动互联网、大数据、人工智能和实体经济深度融合，加快制造业、农业、服务业数字化、网络化、智能化奠定了坚实基础。在政策支持、数据资源和应用场景上，我国人工智能产业发展优势明显，但在理论创新、算力资源、人才发展等方面仍面临较大挑战。目前我国人工智能整体发展已进入全球第一梯队，人工智能应用前景大有可为。

人工智能与新一代网络通信技术融合创新是培育新质生产力的关键路径。人工智能的创新应用赋予新一代网络通信技术“智慧大脑”，能够实现网络的智能优

化与高效管理，极大提升网络通信的稳定性和可靠性，智能化和个性化用户服务还能提升用户体验。新一代网络通信技术则为人工智能发展提供超高速率、超低时延和超大容量的数据传输支撑，加速了远程医疗、智能驾驶、无人机编组等产业的创新发展。因此，人工智能与新一代网络通信技术的深度融合有助于催生新兴应用场景和商业模式，助推新质生产力发展，引领经济社会迈向智能化的美好未来。

先进人工智能算力是经济社会高质量发展的重要基石。在数字经济时代，算力作为人工智能发展的三大核心要素之一，是人工智能模型训练推理以及进行复杂计算的基础支撑，是解锁数据要素价值的钥匙，其作用贯穿人工智能技术突破、智能化产业升级与社会治理的全链条。作为资源型要素，先进算力的获取需要依靠新型算力基础设施。随着国家“东数西算”工程启动，我国算力资源形成八大国家算力枢纽节点、十大数据中心集群的核心布局。除此之外，各地算力建设如火如荼，国产算力渗透率逐步提高。未来先进的人工智能算力将越来越成为赢得全球科技竞争主动权的关键支撑和重要基石。

大模型在可预见的未来仍是通用人工智能发展的主要方向。近年来，大模型作为新一代人工

智能发展范式，逐渐成为推动人工智能技术创新的主要力量。众多科研机构、科技企业纷纷投身大模型研发赛道，不断探索创新的模型架构、训练算法与优化策略，呈现“百模竞争”的火热局面。随着技术快速迭代，大模型在模型架构稀疏化、并行框架自研等方面取得一系列突破，有效提升了模型训练效率与性能表现，降低了训练和运营成本，同时也降低了企业应用门槛，加速了大模型向更高效、更智能、更便捷方向发展。未来，文字、图像、音频、视频等多元数据处理需求不断涌现，大语言模型以及多模态大模型技术将不断创新，完成更复杂的任务，推动各行业智能化升级，在通用人工智能发展进程中发挥愈发关键的作用。

人工智能开源共享是加速技术创新并助推产业升级的强力推手。DeepSeek 大模型在全球火爆的原因除了其优化算法架构大幅降低训练成本外，还在于它打破了人工智能大模型发展的传统范式，对模型进行开源，为开发者提供了广泛的二次开发可能性，推动了人工智能应用大众化。长远来看，人工智能的开源开放能够真正打破技术和行业间的重重壁垒，激发开发者的创新活力。大量应用接入开源大模型能够降低应用门槛，拓展业务需求边界，实现降本增效，从而创造更

多发展机遇。同时，为传统企业注入新的生机，催生更多高新技术企业。此外，人工智能开源共享能够提高技术透明度与可解释性，有利于推动技术标准化，形成公平健康可持续的人工智能发展生态。

全面推进我国人工智能高质量发展

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，将对全球经济社会发展和人类文明进步产生深远影响。”我们要深刻领会习近平总书记关于人工智能的重要论述，以加快发展新一代人工智能为重要战略抓手，推动我国科技跨越发展、产业优化升级、生产力整体跃升，赢得全球科技竞争主动权。

加强关键技术攻关与重大创新平台建设。发挥新型举国体制优势，协同国家战略科技力量，在大模型、计算机视觉、人机协同、自主无人系统等方面，主攻关键核心技术，以问题为导向，全面增强人工智能科技创新能力，加快建立新一代人工智能关键共性技术体系，确保人工智能关键核心技术牢牢掌握在自己手里。在面向行业应用的人工智能软硬件协同开发等短板技术上抓紧布局，强化人工智能芯片、算法等关键领域的国产替代，探索可重

构、存算一体、超规格高算力智能芯片等新型架构芯片，建设自主可控的新一代人工智能重大创新平台，夯实人工智能基础软硬件生态底层基础。

加快构建全国一体化算力网。在人工智能和数字经济蓬勃发展的当下，算力已成为与电力、水利同等重要的关键生产力。应加快推动智算中心等算力基础设施建设，逐步提高算力设施国产化率。深入实施“东数西算”工程，强化网络通信支撑，加快构建全国一体化算力网，推动云、网、算等资源融为一体，实现全国大型算力的协同调度和高效计算，形成支撑数字经济发展的统一算力大市场，为人工智能技术创新和产业智能化转型提供普惠算力。

构建人工智能开源开放创新体系。从政策扶持、资金投入、环境营造等多维度发力，吸引各方力量积极投身人工智能开源开放创新体系建设，为人工智能发展创造新机遇。一方面，以开源大模型为重要抓手，加大对开源大模型研发的政策支持，吸引全球开发者共同参与，让人工智能创新成果得以广泛传播和高效转化。另一方面，积极搭建国家级新一代人工智能开放创新平台，提升技术创新研发实力和基础软硬件开放共享服务能力，鼓励各类通用软件和技术开源开放，促进产学研用深度融合，共同推

动人工智能技术的全球创新发展。

以需求为牵引服务经济社会发展。人工智能作为一项渗透性极强的颠覆性技术，对实体经济及社会生活的方方面面都具有极其重要的意义，是建设现代化经济体系、实现高质量发展的重要支撑。应强化企业科技创新主体地位，以需求为牵引，坚持创新驱动，发挥龙头企业的引领作用，构建一个包括从基础研究到应用推广的全链式人工智能创新生态系统，助推千行百业智能化高端化转型。开展“人工智能+”行动，拓展人工智能在移动通信、智能驾驶、辅助医疗、低空经济、智慧城市等的落地应用，构建完备的人工智能上下游产业链，形成活跃创新、包容多元、健康完善的产业生态。

强化多层次高水平国际交流合作。积极参与全球人工智能领域的标准制定，推动国内标准与国际标准的对接，提高我国人工智能产业的国际标准化水平。加强国际人才交流与合作，可通过参与或举办人工智能国际大赛，提升技术人员专业技能，提高我国人工智能技术的国际影响力和竞争力。引导企业走出去，加强与国际顶尖人工智能企业和机构的合作，建立平等互惠的产业国际合作联盟，高质量推进人工智能领域的全方位、多层次、高水平对外开放与交流合作。

构建人工智能科技伦理治理体系。坚持“以人为本、智能向善”的人工智能发展原则。针对数据安全、算法歧视、隐私保护、知识产权等问题，加强对人工智能发展的安全伦理风险研判，确保人工智能发展安全可控。建立并完善符合我国人工智能发展需求的敏捷治理体系，保持政策灵活性，留足制度发展空间，以保障技术的长远健康发展。开展风

险防范技术研究，以技术监管技术。针对大模型基础原理、风险控制策略等方面开展深入研究，促进人工智能技术造福于人类。积极参与和引领人工智能全球治理进程，同各方一道共同推动全球人工智能健康、安全、公平、有序发展。

机不可失，时不再来。人工智能是新一轮科技革命和产业变革的重要驱动力量，在这一关键

的历史机遇面前，我们必须以时不我待的紧迫感、舍我其谁的责任感、功成有我的使命感，勇立潮头、锐意进取，坚定不移地推动人工智能创新发展，为实现中华民族伟大复兴的中国梦、推动构建人类命运共同体贡献智慧和力量。○

来源：人民日报

作者简介



高文，北京大学博雅讲座教授。1982年于哈科大获得学士学位，1985年于哈工大获得硕士学位，1988年和1991年分别获得哈工大计算机应用博士学位和东京大学电子工程博士学位。1991至1995年就职于哈尔滨工业大学，1996至2005年就职于中国科学院计算技术研究所，2006年至今就职于北京大学。IEEE Fellow、ACM Fellow、中国工程院院

士。他的研究领域为多媒体和计算机视觉，包括视频编码、视频分析、多媒体检索、人脸识别、多模态接口和虚拟现实。他最常被引用的工作是基于模型的视频编码与基于特征的对象表达。他先后出版著作七本，发表280余篇期刊论文、700余篇国际会议论文。先后多次获得国家科技进步奖、国家技术发明奖、国家自然科学基金等学术奖励。

中国自动化学会会士、监事钱锋院士： 以“两聚焦一加强”打造“工业大脑”



3月4日,《联合时报》刊登题为“为经济社会高质量可持续发展贡献智慧”的文章。全国政协常委,九三学社中央常委、上海市委主委,上海市政协副主席,中国工程院院士,中国自动化学会会士、监事,国家智能制造专家委员会副主任钱锋紧扣时代命题,发挥专业特长,聚焦全国和区域经济社会高质量发展议题精准建言,发表“以‘两聚焦一加强’打造‘工业大脑’”的观点。

扎实推进人工智能赋能新型工业化,以人工智能构建服务制造业全生命周期智能调控、全要素创新性智能配置、全产业链供应链智能协同的工业制造具身智能系统

(即“工业大脑”),是培育和发展新质生产力的重要引擎。目前,我国“工业大脑”建设存在关键核心技术有待突破、人工智能赋能制造业支撑和动力不足、机制创新和人才培养有待加强等问题。

对此,钱锋从“两聚焦一加强”为切入点提出建议。

“聚焦产业需求突破关键核心技术,夯实‘工业大脑’高质量科技供给。”钱锋提出,应加快工业软件、工业操作系统等核心技术攻关,推动工业元宇宙、区块链、隐私计算等技术集成创新,健全首台(套)、首批次、首版次应用政策;推动人工智能通用技术与工业机理、知识、场景结合,加快攻关半定制化FPGA芯片、高兼容性编译器、训练和推理框架等工业智能关键核心技术;加快打造重点行业“工业数据空间”,促进工业数据流通共享。以工业元宇宙、人工智能和物联网等技术实现工业数据实时获取,打造高质量工业语料库。

“聚焦重点产业转型升级,构建人工智能赋能的智慧‘工业大脑’。”钱锋表示,要加快打造制造业通专融合的垂直领域大模型,

运用DeepSeek等人工智能颠覆性创新赋能上下游企业,引导人工智能创新成果向工业领域快速转化;以设备大规模更新改造为契机,加快构建贯穿设备、产线、车间、工厂、企业、行业等不同层级,敏捷适应内外部环境变化、具有具身智能的“工业子脑”;发挥我国制造业门类齐备的优势,强化技术赋能、供应链赋能、平台赋能、生态赋能,拓展智能制造深度广度。

“加强政策机制保障,以‘工业大脑’支撑科技创新与产业创新深度融合。”钱锋提出建议,设立“工业大脑”技术创新与应用重大专项,推动制造业“链主”企业联合人工智能和制造领域国家级实验室、国家技术创新中心、高校院所等共建创新联合体;推动“工业大脑”技术框架、算法模型、组件工具等开源,打造应用生态;引导高校设立人工智能和制造专业交叉学科,加强面向工业智能的复合型人才培养,打造工业智能创新孵化、应用测试、技术验证等公共服务平台。○

来源:联合时报

中国自动化学会会士、常务理事谭铁牛院士： 增强高水平研究型大学科技支撑力



3月5日,《光明日报》刊登题为“增强高水平研究型大学科技支撑力——访中国科学院院士、南京大学党委书记谭铁牛委员”的文章,对全国政协常委、中国科学院院士、中国自动化学会会士/常务理事、南京大学党委书记谭铁牛进行了两会期间的专访报道。

党的二十届三中全会提出,教育、科技、人才是中国式现代化的基础性、战略性支撑。

全国政协常委、中国科学院院士、南京大学党委书记谭铁牛委员对此深有感触。“着力增强高水平研究型大学的科技支撑力,是以高水平科技自立自强引

领高质量发展的必然要求。”他表示,高水平研究型大学必须担负起基础研究主力军、重大科技突破策源地和重大应用成果孵化器的重要使命,为高水平科技自立自强和中国式现代化建设提供有力支撑。

增强基础研究原创能力,是提升科技支撑力的起始点。谭铁牛委员表示,高水平研究型大学要发挥多学科的综合优势,聚焦国家重大需求,瞄准国际学科前沿,深耕基础研究,为技术创新提供理论基础和智力支持。近年来,南京大学全力推进“国家基础研究创新提升工程”“学科突破先导项目”,持续加强对基础学科的精准支持,加快推进原子极限微制造实验设施等大科学装置和“羲和二号”等重大工程重大研究计划建设。2024年,南京大学科研人员是世界上首次观察到具有引力子特征的准粒子,开辟了凝聚态物质中研究量子引力物理的新道路。“我们将进一步发扬学校基础研究见长的优势,为科技创新提供更多更好的源头活水。”谭铁牛委员说。

强化关键技术攻坚能力,是

提升科技支撑力的着力点。谭铁牛委员表示,高水平研究型大学要勇挑重担,在突破“卡脖子”关键核心技术上发挥国家战略科技力量的应有作用。南京大学坚持面向国家重大战略需求,组织化推进跨学科团队瞄准关键核心技术,积极承担国家重大科研项目。谭铁牛委员介绍,南京大学充分发挥自身优势,通过苏州校区建设,着力发展壮大“新工科”,持续强化关键核心技术攻关能力,在全钒钛矿叠层太阳电池、工业废水治理技术与装备等领域不断取得技术突破。

提高科技成果转化能力,是提升科技支撑力的落脚点。谭铁牛委员表示,应持续深化校企校地合作,以科技创新和产业创新深度融合加速科研成果转移转化,助力培育新质生产力,更好服务国家和区域发展战略。“南京大学锚定国家与地方产业发展需要,着力将南大‘创新变量’转化为国家和区域‘发展增量’。”谭铁牛委员介绍,“我们持续深化与地方政府共建,通过‘深挖潜力、外扩合作、资本赋能’等举措,构建‘中心+节点’的互动

建设模式，全面融入全国高校区域技术转移转化中心（江苏）建设。同时，我们积极推进与中国科学院等国家战略科技力量的合作，汇聚科技创新、产业创新的

更大合力。”

谭铁牛委员表示：“我们将不断强化基础研究、关键技术攻关和成果转移转化，持续增强学校的科技支撑力，服务高水平科技

自立自强，为以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业作出新的更大贡献。”

来源：光明日报

中国自动化学会会士、理事郭雷院士： 加快“仿生智能技术”赋能新质生产力进程

今年全国两会，全国人大代表、中国科学院院士、中国自动化学会会士/理事、北京航空航天大学教授郭雷带来了关于加快“仿生智能技术”赋能新质生产力进程的建议。

“新质生产力涉及三个关键词‘新、硬、实’，新就是创新驱动、硬是要产生硬核科技，实就是要

服务实体经济，进一步产生商业航天、低空经济等新产业。”郭雷表示，目前以大数据、大模型为目标的类脑智能已经发挥了重要作用。但是目前一个首要问题是如何使智能科学与技术更好地赋能于实体经济，进一步摆脱科技泡沫，使其在国家安全和社会发展各领域发挥更大作用，为发展新质生产力贡献更大力量。

郭雷介绍，卫星、火箭、无人机等我们熟知的无人飞行器具有强约束、高动态、跨空域等特点，面临极强的干扰和不确定性。目前，空天无人系统缺乏智能化、自主化能力，需要突破“确定模式、理想环境、预设任务”的局限性，能够适应危险、特殊、恶劣、灾变、对抗等极端环境、抵御干扰、制胜天敌。它们不一定需要强大的计算智能，而是需要强大的行

为智能和运动智能。面向空天领域的仿生智能研究，将轻量化的学习、预测和进化算法赋能于飞行器的传感器、执行器和系统行为，实现“脑聪、目明、手巧、身健”的目标，让我们的飞行器能像鸟一样乘风而行、御风而行。

郭雷表示，仿生智能为人工智能技术开辟了新赛道、新领域，可以实现跨学科融合和全链条创新，可望催生前沿科学发现、引领原始科技创新，克服现有的类脑智能局限性，避免被泡沫科技引入歧途，为国家安全和社会发展各领域的实体经济发挥更大作用。仿生智能涉及信息、智能、材料、结构等跨学科融合，又涉及基础理论、关键技术和工程应用全链条创新。

仿生智能将物理、信息和生物的基础理论，到传感、执行和



系统设计的关键核心技术，再到软件、器件、芯片和硬件系统进化设计及其与环境、目标和对手博弈交互。其成果是软硬一体、内外兼修，可在极端环境下实现各类无人系统、器件和装备的运动智能、对抗智能和博弈智能。

为此，亟须加大力度支持从仿脑、类脑智能到仿生、类生智能的研究，突破依赖于数据、算力的计算智能应用瓶颈，尽快跨越到依赖于无人系统实体、环境和博弈的系统智能和行为智能。郭雷提出如下具体建议：

一是加快推动设立“仿生智能”科技重大专项或重点研发计划，开展有组织科技攻关，引领国际仿生智能科技前沿发展；

二是围绕国家需求开展智能“新硬件”全链条创新研究计划，使轻量化智能算法赋能与无人系统相关的感知、通信、操纵、执行等核心器部件、芯片及新型无人系统进化设计，服务于各类相关经济实体；

三是在优势高校设立相关计划，通过信息、生物、材料、结构等多学科交叉和产学研合作培

养“仿生智能技术”领域合格创新人才。

仿生智能技术可以开辟“新赛道”，也可以产生“硬科技”。“仿生智能要让人工智能克服类脑智能局限性，把智能算法和公式写进我们航空航天、先进制造领域的各类硬件和芯片里。该领域的实施将为我国无人系统技术走向智能化起到决定性作用，满足我国在国家安全和社会发展领域的紧迫需求。”郭雷进一步说道。○

来源：中国制造



关于开展 2025 年度中国自动化学会会士候选人提名工作的通知

为表彰对自动化、信息与智能科技领域的发展做出卓越贡献或为 CAA 服务做出突出贡献的 CAA 会员，根据《中国自动化学会会士实施细则》的规定，学会现开展 2025 年度 CAA 会士候选人提名工作。详情请查看：<https://www.caa.org.cn/article/192/5286.html>

一、CAA 会士候选人、提名人的资格

1. 会士申请采用提名制，会士候选人应由 1 名学会会士提名产生。候选人必须具有连续 2 年以上 CAA 高级会员资格。此外，会士候选人应获得 5 位本领域内专家的推荐意见，5 位推荐专家中同一单位的不超过两人。
2. 参与推荐的专家必须为中国自动化学会会士或教授级以上职称，且必须具有连续 2 年以上 CAA 高级会员资格。
3. CAA 专职工作人员和现任会士评选委员会成员不得提名和推荐会士候选人。
4. 鼓励产业界技术带头人或企业负责人申报学会会士。

二、提名要求

每位提名人每年提名的会士候选人不得超过 2 人。

三、时间安排

2025 年中国自动化学会会士提名工作采用网上系统填报，系统开放时间将在学会官方网站和官方微信进行公布，请及时关注。

提名截止日期：2025 年 09 月 01 日

中国自动化学会会士高文院士： 发挥好人工智能的“头雁”效应

3月5日，人民日报两会特刊发表全国人大代表、中国工程院院士、中国自动化学会会士、鹏城实验室主任高文署名文章“发挥好人工智能的‘头雁’效应”。

习近平总书记指出：“人工智能是引领新一轮科技革命和产业变革的战略性技术，具有溢出带动性很强的‘头雁’效应。”人工智能具备典型通用技术特征，对于推动高质量发展具有重要意义，不仅可以提高生产效率，而且能够拓展生产可能性边界、创

造新的生产空间。此外，人工智能在工业设计、生产管理、物流运输等领域中的应用，实现了工业生产和运维保障的智能化与自动化，推动产业向高端化、智能化、绿色化方向迈进。当前，人工智能已成为国际竞争的新焦点和经济发展的新引擎，呈现加速突破、应用驱动的新趋势。我国高度重视人工智能发展，在政策措施方面，出台《新一代人工智能发展规划》等文件，引导资源向人工智能领域集聚；各地也纷

纷出台配套政策，如北京发布“人工智能+”行动计划、广东发布人工智能赋能千行百业的若干措施等，推动人工智能产业发展。在技术创新方面，加大对基础研究和核心技术研发的投入，推动人工智能技术快速发展。在硬件支撑方面，启动国家“东数西算”工程，形成8个枢纽节点、10个数据中心集群的布局。在产业应用方面，推动人工智能广泛应用于不同领域、不同行业。经过持续努力，我

国人工智能科技创新体系逐渐完善，新型基础设施加快布局，人工智能整体发展已进入全球第一梯队。同时，人工智能和实体经济深度融合，为建设现代化产业体系奠定了坚实基础。今年以来，DeepSeek系列大模型优化了大模型训练架构，实现降本增效；在商业模式上采用开源策略、走生态共建模式，也为人工智能技术创新和产业应用提供更多可能性。展望未来，随着“人工智能+”行动的不断深入，全国一体化算力网逐步形成，我国人工智能发展前景广阔。大模型的开源策略对于降低创新门槛、加速技术应用落地具有关键性作用，将是推动经济社会数字化转型和创新发展的强大引擎。随着核心技术不断迭代、应用场景不断拓展，我国人工智能将与新一代网络通信技术进一步深度融合，逐步形成高效协同的新型工业互联网体系，赋能新型工业化，推动工业生产从单点智能向全局智能转变，助推我国经济社会高质量发展。我们应抢抓机遇，坚定不移推动新一代人工智能创新发展。○

来源：人民日报



中国自动化学会会员乔红院士： 机器人系统要重点提升“五性”

3月4日，全国政协十四届三次会议首场“委员通道”在人民大会堂举行，全国政协委员、中国科学院院士、中国自动化学会会员、多模态AI系统实验室主任乔红接受了记者采访。

乔红院士在接受媒体采访时表示，我国工业机器人和人形机器人技术发展已经取得重大进展，提升机器人系统的可靠性、稳定性、通用性、智能性和安全性，保证其能够在更重要的场合发挥作用，将成为该领域的下一步工作重点。

我国机器人技术已经得到飞跃式发展，与国际先进水平之间的距离显著缩短。近三年，我国工业机器人的装载量达到全球的

1/2以上。与此同时，人形机器人技术迅猛发展。由于人形机器人外形仿照真人设计，自由度非常多，可以直接使用人类的工具，因此很可能可以代替人类完成工业、农业、服务等领域的多种任务，也很可能在不久的将来影响我们的生产和生活方式。

人形机器人不仅是人工智能的重要表现形式和重要载体，也是通用实体人工智能系统的典型代表。乔红介绍，她所在的中国科学院自动化研究所构建了人形机器人大工厂这一核心技术底座，实现了类脑智能、神经科学、人工智能技术的充分融合，形成了人形机器人发展的核心技术壁垒，能够通过智能算法实现对硬件系

统不足的补偿。“这个大工厂，能够快速地产生产低成本和相对高性能的机器人系统，服务我国的工业和农业生产。”乔红表示。

为了确保前瞻性和研究的持续性，这个大工厂形成了12个软硬件一致的技术组，乔红亲切地称其为“12个葫芦娃”。近两年来，人形机器人大工厂孵化的Q系列人形机器人已经在工业、农业和服务等实验场景得到验证。

在接受采访时，乔红回答了当前产业界存在的疑问：机器人技术的下一步发展重点是什么？她表示，机器人系统将在更大的舞台、更重要的场合发挥作用，而要在这样的场合发挥作用，就不仅仅要考虑机器人系统能否实现批量生产，更要考虑机器人系统的可靠性、稳定性、通用性、智能性和安全性。与之相对应，如何把人工智能的通用性、泛化性，自动化的稳定性、可靠性，机器人的系统性，以及类脑智能、材料等前沿技术充分融合，也成为该领域的科技工作者和企业家共同的梦想和挑战。○

来源：央视网 中国电子报



中国自动化学会会员高新波教授： AI 领域后发者亦可定义技术框架

当前，我国各类 AI 大模型迅速迭代，引发云计算、AI 硬件基础设施等产业的新一轮增长。DeepSeek 更成为开年以来全球热门话题之一。全国政协委员、中国自动化学会会员、重庆邮电大学校长高新波在接受《人民邮电》记者的两会专访时提出：“技术创新不一定非要沿着西方国家的轨迹亦步亦趋，后发者亦可定义技术框架。当前我国在 AI 大模型领域具有优势，应从技术创新、产业生态、应用场景等方面形成全方位、多层次的发展格局。”

未来产业竞争将转向生态体系的完备性今年以来，AI 大模型

迅猛发展，DeepSeek 更是掀翻了 AI 前沿领域“美国引领 中国跟随”的刻板印象。作为 AI 领域的专家，高新波认为，当前我国在 AI 大模型领域具有政府大力支持、生态系统完善、市场需求广阔、技术积累与创新、人才储备丰富以及聚焦垂直市场等优势。“在创新的道路上，条条大路通罗马。”高新波介绍，DeepSeek 的成功告诉我们，面对外部的“卡脖子”，可以更加理性地寻求“聪明的”竞争策略和路线。“因此，每一个人、每一个企业都要有敢于创新的勇气和自信。”同时，高新波提出，产业发展不仅依赖技术创新，更需要建立技术扩散、价值分配、风险控制的系统化能力。这种“技术 - 商业 - 社会”三位一体的发展范式，为全球数字经济发展提供了中国方案。“未来产业竞争将转向生态体系的完备性，企业需在开放协作与技术主权之间寻求动态平衡。”如何继续推进我国 AI 相关产业高质量发展？高新波认为，需要从技术创新、产业生态、应用场景、人才培养和政策引导等多个方面入手，形成全方位、多层次的发展格局。

强化高校教学的前沿和实践导向作为邮电类院校的委员，高新波十分关注高校人才培养工作。当前，我国高新技术产业发展如火如荼，在 AI、芯片制造、量子计算、生物医药等前沿领域的人才需求也尤为迫切。“要系统性解决这一问题，需要从教育体系变革、产教深度融合和国际合作交流等多维度构建人才培养的生态链。”高新波认为，今天我们面临的高新技术具有高度的跨界融合性，这就要求高校教育体系必须适时进行变革。一方面要重构学科体系，打破学科壁垒，“具体来说，可以通过学部制使相近学科和学院聚类发展，通过学部内模块化课程设置，允许学生自主组合课程模块，培养复合型创新人才。”另一方面要加强科教融汇，强化前沿导向和实践导向，让学生从企业实际需求中找到“真问题”，使企业深度参与到人才培养的全过程。同时，通过国际合作与交流，可以培养具有国际视野和跨文化交流能力的高技术人才，使他们能够更好地适应国际市场需求。此外，记者了解到，高新波今年还准备了关于推动政府、



企业、社会组织协同支持高校就业工作的提案，提出设立专项资金支持高校开展校园招聘等工作，

加大财税政策对就业的支持力度，对吸纳毕业生就业的企业给予财政补贴和税收抵扣，以及将社会

组织纳入就业补贴政策适用范围等措施。○

来源：人民邮电报

中国自动化学会会员汪小帆教授： 人工智能可创造新型就业空间

今年全国两会，全国政协委员、上海市知联会副会长、中国自动化学会会员、上海应用技术大学校长汪小帆接受了中国新闻网的两会专访。当前人工智能发展非常火爆，尤其是大模型，从ChatGPT到Sora都引起了大家的关注。该如何面对新技术的出现？汪小帆给出了自己的态度：开放心态，理性对待。既要以开放的心态积极拥抱新技术，同时

又要趋利避害。

新一代人工智能在收获大量关注的同时，也让不少人担忧人工智能技术会导致大量失业，人被机器取代。对此，汪小帆表示，科技发展更多的作用是赋能，让人类更有效率、更有创意地工作，更有品质地生活。人工智能技术发展不仅推动了科研方式、人才培养的变革，也将赋能中小微企业，创造新型就业空间，中小微企业也会有广阔发展空间。譬如AI视频生成应用Pika只有4个全职成员，Sora核心团队共有13人，团队成员平均年龄28岁，今后很有可能出现一个公司只有几个人，却成为独角兽企业。汪小帆介绍，去年全国两会上，他提交了一个关于怎样让人工智能更好发展的提案，今年他则将目光投向如何让人工智能更好赋能中小企业和新兴就业。“技术发展给年轻人带来了挑战，也带来了

机遇。”汪小帆说，对年轻人而言，基础知识依然要学，就像大家不会因为有了计算器就不学加减乘除。没有一定的知识的储备，很难有真正的科技创新。但纯粹学习知识已经不够，还要注重能力培养，比如怎样更好地提出问题，更好地与人协同、与机器协同，这些能力在今后会越来越重要。“我们要思考的是如何在制定政策、法规等方面，为年轻人创业、就业提供更好的平台和制度保障。”作为来自教育界的全国政协委员，汪小帆自然关注高校教师，特别是青年教师，如何让“青椒”们强起来是他一直思考的问题。汪小帆注意到，今年春节假期，一篇题为《大人的烦恼》的小学生作文又受到不少关注。这篇作文前两年也是在相同的季节传播过。作者的爸爸是一位高校教师，每年这个时候，众多高校教师（其中大部分是青年教师）



都在为同一件事而“烦恼”：三月份要提交国家自然科学基金（简称“基金”）申请书。“作文的最后一句‘爸爸的烦恼是家的味道’更是触动了不少高校青年教师的心弦，申请基金也一直是‘青椒’们的主要焦虑之一。”汪小帆说，今年他将提交一份关于更好支持高校教师申请国家自然科学基金的提案，呼吁在不降低资助标准的前提下，让更多青年教师得到资助。近年来，基金申请数量年年以较大幅度上升，但总体资助率呈现逐年下降趋势，竞争越来越激烈。汪小帆坦言，作为基金申请的主体，高校教师们特别是广大“青椒”申请基金的压力和焦虑感也越来越大。比如去年的资助率跌到 16% 左右，意味着 6 个申请才有 1 个成功，这将会打击青年教师的科研积极性和获得感。他建议，要切实保障面上项目和青年基金的支持力度；优化基金项目的资助方式，同时积极争取国家对基金总额的更大力度支持，并建议其它部委积极设立相应领域的科研基金，拓展资助渠道。引导高校合理对待基金项目，优化教师评价标准，鼓励和支持教师分类发展，不把获得基金项目作为教师职称晋升和考核的必要条件。○

来源：人民邮电报

中国自动化学会会员朱松纯教授： 培养 AI 人才，没这么简单

人工智能在各领域的应用。成为全民热议的焦点。人工智能怎么去发展？未来的趋势是什么？培养人工智能人才难吗？孩子应该从什么时候开始学人工智能？在两会前夕，新华访谈对话全国政协委员、中国自动化学会会员、北京通用人工智能研究院院长朱松纯，他用发展的眼光回答了大家关心的话题。

朱松纯直言，过去一年人工智能飞速发展，资本涌入、人才扎堆、信息爆炸式交流……如今的人工智能赛道早已不是“单打独斗”，而千军万马齐头并进的背后，一个问题也正浮出水面——人才稀缺！“大学纷纷成立人工智能学院，但找不到院长”，朱松纯一语道破现状，通用人工智能涵盖方方面面，不只有大模型，人工智能是门“通才”学科，既要懂技术，又要懂人性。目前，北京大学、清华大学成立“通用人工智能实验班”，在教育部的支持下提出了“通用人工智能协同攻关合作体人才培

养计划”，为全国顶尖的 15 所高校培养能横跨技术、人文、社会的未来人才。人工智能时代，文科的价值是什么？未来最前沿的领域，一定是人工智能 + 人文社科的跨界碰撞。经济学、社会学、哲学……这些文科研究的“大问题”正是人工智能发展的关键，计算解决不了的问题是未来研究的方向，比如，如何用数学公式表达“仁义礼智信”？如何以中国之思想创世界之科技？“对于小孩最重要的问题在于‘立心’”。要让孩子了解自己，理解社会，找到人生价值，既会用数学解构问题，又能用文科思维赋予人工智能温度。“纯粹知识型的教育肯定会被减少”，未来需要的是创造性思维，如果一个问题可以被人工智能解决，那它就不再是科学前沿，真正的挑战是那些人类至今搞不懂的问题，所以，为机器立心的本质，是为人类扩宽发展的道路。○

来源：新华网

认知物理学基础：认知自然和人类自身的基石

文 / 清华大学 李德毅

摘要：物质、能量、结构和时间是人类认知和机器认知的最基本要素，是人类智能和人工智能共同的基石。信息不是物质，不是能量，是在结构、时间上形成的衍生物。位于四要素之上的是思维软构体和物质硬构体，其上分别对应基于想象与推理的数学和基于观察与实证的物理，而基于数学和物理之上的是认知物理学。认知物理学的使命是用物理学的理论和方法解释人类认知及其形成过程，人工智能浓缩重演人类智能，用机器来模仿、拓展人的认知。未来，要突破图灵机局限，发展难以计算的记忆智能和具身交互智能；用云模型、数据场、拓扑势、云变换等认知物理学理论和方法，形式化人类的不确定性认知，形成认知螺旋，实现认知的自成长；研发可交互、会学习、自成长的认知机器，开辟各智其智、智人之智、智智与共的人工智能新方向。

引言

霍金在《时间简史》的开篇讲了一个故事。罗素曾经在一次天文学的科普讲座上被一位老太太教训：“世界哪儿有那么复杂，就是一个放在乌龟背上的平板。”罗素反问：“那乌龟站在什么上面呢？”老太太答：“小伙子，你挺聪明，乌龟下面是更大的乌龟，乌龟叠乌龟啊！”

这个“乌龟塔”看似荒谬，却蕴含着深刻的哲学思辨，揭示了人类认知自然和认知自身的逻辑。人类认知的整个活动，就是解释和解决人类在生存和繁衍过程中所遇到的各种各样的现实问题。认知自成体系，包括认知客观存在的宇宙，还包括更为深远广阔的人类自

身主观的精神世界。和地球上其他物种相比，人类创造了灿烂的文化 and 文明，发明了千姿百态的认知工具和机器，将人类肉身的体能智能延伸到体外，工具和机器成为真实世界里的物理存在，成为人类文明的生态，而人工智能正在加速改变人类自身。人类曾经一步步从“觅食者”跃升为“种植者”、“生产者”和“建设者”，而今正在跃升为“创造者”。和其他高等物种相比，是认知成就了人类。

然而，认知机器不是生命，只是机械的、物理的、电子的装置，如何用物理学的理论和方法，解释机器的感知、思维、决策和行动？解释机器认知如何像人又不像人？认知物理学的朴素和温暖，就

在于其中不仅有人类认知之“道”，还指出一条实现人工智能之“路”。2000年以来，笔者在“不确定性人工智能”思想的基础上，力图用自然科学来探索人的主观认知的奥秘，用物理学的理论和方法解释人类认知及其形成过程，用机器来模仿、拓展人的认知。本文将从人类智能和人工智能诸要素的逻辑关系谈起，探寻人类认知自然和自身的基石，开辟各智其智、智人之智、智智与共的人工智能多元认知的新方向。

寻找基石

“乌龟叠乌龟”的说法，是想把人类认知自然和自身的演化，在逻辑上排个序。基于这一思路，

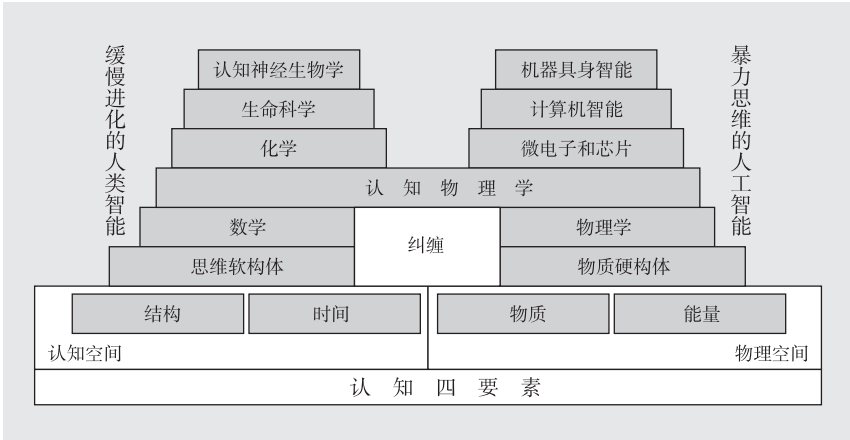


图1 认知要素叠层的示意图
来源：作者自制

笔者对人类智能和人工智能中诸要素的逻辑关系进行了认真梳理，得到如图1所示的结果。

无论是人类认知还是机器认知，最底层的“乌龟”都站在一块由物质、能量、结构和时间四要素构成的奠基石上。其中，物质和能量是物理层面的真实存在，结构和时间是认知层面的抽象思维，是人类认知物质、能量的存在和变化的状态参量。在人的精神世界里，用结构表达物质在空间的拓扑与形变，用时间表达物质的运动与变化，反映能量的传递与转换。

位于四要素之上的是思维软构体和物质硬构体，其中精神和物质相互纠缠。结构和时间寄生在物质和能量上的诸多硬构体，组成机器具身；而机器思维过程中的数字、符号、信息是大量的软构体，如同人在认知空间里表现出来的思想，它们寄生在硬构体或者已有的其他软构体之上，能自我引

导，即自举；能自我复用，即递归；能递推使用，即迭代；更能自我复制或者修改，构成想象。人类认知空间里的软构体是思维的要素，支撑形象思维、逻辑思维和直觉思维，体现人的丰富想象力和创造力，体现精神世界。

思维软构体和物质硬构体二者之上分别对应基于想象和推理的数学，以及基于观察和实证的物理，位于数学和物理之上的是认知物理学。认知物理学的使命是用物理学的理论和方法解释人类认知及其形成过程，用机器来模仿、拓展人的认知。自然选择的进化生动地描述了生命的复杂性是如何一步一步发展起来的。但它可以用物理学来解释吗？作为自然界的最高级物种，在适者生存的法则下，人类在迭代过程中，细胞、组织和器官经历了千万年的缓慢自然进化过程，于是有了以“碳基”为主体的人的认知，形成人类智能。认知的发展

推动人类智能的发展。位于认知物理学之上的，依次是化学、生命科学、认知神经生物学。其中，化学是生命科学的支撑，数学和物理又是化学的支撑。再来看另外一侧，对应的是机器认知的发展，位于认知物理学之上的依次是微电子和芯片、计算机智能、机器具身智能。一般来说，下层为上层设置了边界并提供理论支撑，上层为下层提供实现路径并提出新的使命。机器模拟人类的认知，像人又不像人。

和机器认知相比，人类认知的自然进化非常非常的缓慢。让我们认真地回顾一下人类认知的重要节点：100多万年人类走出非洲，25万年前人类以狩猎和采集为生，1万年前人类开始定居农耕，5000年前才有了语言文字、进入文明社会；公元前384年古希腊哲学的奠基人亚里士多德诞生，1643年现代物理学奠基人牛顿诞生，1687年牛顿发表《自然哲学的数学原理》，才隐隐约约地为人类后来认识和区分自然科学、哲学和数学奠定了基础，人类认知才开始走上科学的道路；200多年前纺纱机、蒸汽机等动力机器的发明，推动了工业革命的进程，人类进入“蒸汽时代”；1879年科学革命的先驱、理论物理学家爱因斯坦诞生，并于1915年提出广义相对论；1912年计算机科学和人工智能之父图灵诞生，图灵的一生极大地推动了计算机科学的形成和发

展。纵观历史长河，人类普遍使用电子计算机还不到百年，而今机器和人类的对话已经无处不在、无时不在。人工智能通过暴力浓缩重演人类思维，完成以“硅基”为主体的机器认知，还不到百年。把千万年的人类认知的自然进化过程浓缩到今天的机器里面，这是多么了不起、多么飞快的进步啊！

物理和数学之间的纠缠

认知物理学脚踩两只“乌龟”：数学和物理。二者的关系，不能简单地置于“谁是谁的基础”的逻辑下予以探讨。数学不属于物质科学，它排除物质的具体内容而运用抽象将之形式化，通过逻辑和符号进行数量、结构、变化和空间拓扑等方面的思维活动和表达。例如，负数、无理数、虚数乃至所有的数，都不是物理实在。物理学公理化和数字化曾经是一个时期大学问家普遍追求的目标。数学研究抽象的数形关系，是思维软构体，是发明，追求美；物理学寻找物理世界里的物质硬构体，是发现、是实证，追求真；它们相互纠缠，互相借鉴。智能时代基于想象和推理的数学，成为人类和机器思维最重要的基础，数学归属于自然科学板块还是认知科学板块，是可以商榷的。杨振宁教授认为数学和物理有点像“对生”的两片树叶，它们在多数部分是分离的，都沿着自身的脉络发展，但基础部分

却令人吃惊地纠缠着。以图灵和他的导师丘奇命名的丘奇－图灵论题（Church-Turing Thesis）具有深刻的哲学含义，其原本想为数学和物理学划出边界，可是这个边界是纠缠不清的，一直可以延伸到“心智与具身”（mind vs body）。数学家凭借自己在物质世界的感受及对其进行的抽象，不断提出数学猜想，不断被证明或者修正，由此数学便发展起来了。如哥德巴赫猜想、黎曼猜想、NP 完全问题等，数学撇开各种物理含义的量纲，在高度抽象的层面赋予不同事物相同的符号和规律，使得看似不相关的事物或现象，能够得到一定程度的统一和解释。可惜，数学对时间的贡献不如对结构的贡献大。受宇宙中物质、能量的启发，数学世界包含了诸多宇宙中不存在的东西，其依靠人脑认知抽象出的结构，成为“想象的现实”，如编码、数据、符号、文字、概念、信息、知识

等，这些软构体并不是真实的物理存在。思维软构体和物质硬构体也存在着纠缠。有的时候，解决一个数学问题可以推动解决一类物理问题；也有的时候，解决一个物理问题可以推动解决一类数学问题。

牛顿为经典物理找到了数学的精确性，但化学和生物学在彼时尚缺乏坚实的基础，需要研究不确定性，需要概率论和统计学，需要研究涌现或顿悟的机理。生命科学最近几年越来越兴盛，如结构生物学、认知神经生物学、基因编辑等。随着计算机的广泛使用，以及微电子技术和芯片、计算机智能和认知物理学的迅速发展，人们不停发出追问：究竟生命是机器，还是机器是生命？人的认知和机器的认知，如何相同又如何不同？这些正是认知物理学要研究的问题。认知物理学的使命是阐释和填补人类智能和人工智能之间的鸿沟（见图2）。

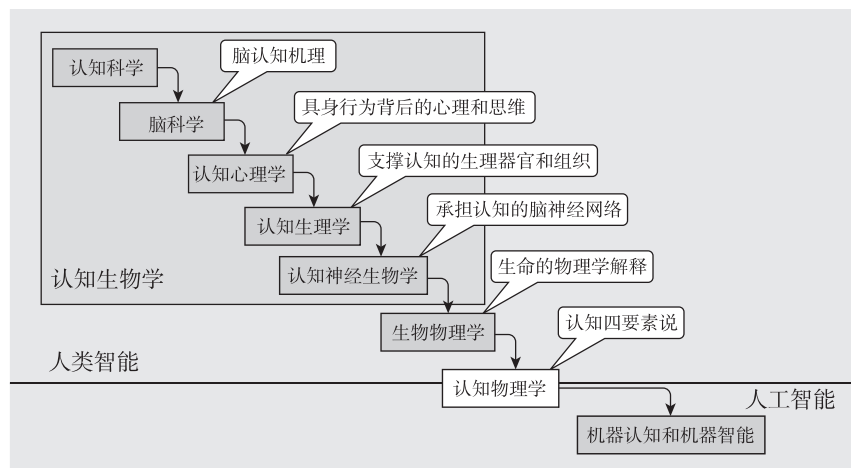


图2 认知物理学填补人类智能和人工智能之间的鸿沟

来源：作者自制

现在看来，除了物质和能量，结构和时间在认知自然和人类自身中也发挥着不可思议的作用。

客观的自然和主观的认知之间的纠缠

从远古开始，人类作为地球上的物种之一，面临的最大问题是生存和繁衍过程中的物质满足。沿着这一主线，人类不断强化自身在物质世界的获取能力和行为能力，不断征服与改造物质世界，以确保自身的生存与繁衍。现代科学的诞生，也发端于对物质世界的认知，进而发展为“物质性、能量性的科学、技术和工程”，作用于物质之上，以满足人类的物质需求，改变物质的存在状态或者性质。现代科学涵盖物理学、化学等基础学科，后来发展到有机化学、医学和生命科学，用以解释物理空间和宇宙中的自然规律，阐释人的生命历程，甚至试图制造出人工生命，其研究对象是实实在在的物质硬构体。

与这条主线相比，人的精神活动和智能活动只是人主观世界里的认知，是一个人的感觉、知觉和记忆的共同产物。我们可以把它看作独立的精神存在，即思维软构体。其实，通过主观认知说明物理世界的客观存在是很困难的，只能说明物质世界在人的大脑里留下了什么。与精神和认知活动直接相关的发明与发现，

如人类语言文字的出现，教育的诞生，神学、宗教、哲学、文学、艺术、音乐、美术的诞生，是惊天动地的；生命科学中遗传学的发展、DNA 双螺旋结构的发现以及基因编辑的成功，尤其是数学和存储程序的通用推动了可编程电子计算机的发明，更是石破天惊。可惜，天地宇宙不为人类所动，是自在的、不言的。

人类认知宇宙的过程是基于观察和实证的，通常我们只相信“实”，看到“在”；而在人脑中有许多基于想象和抽象的思维软构体，自己也会冒出“虚”和“软”。人类一切的思维活动都离不开抽象，认知源于感知过程中的抽象，并将其压缩成不同尺度的软构体。自然进化形成的具有抽象、联想和记忆能力的脑神经系统，是人类抽象出结构和时间的生物学基础。人类长期进化形成的感知器官和大脑皮层组织，特别是大量神经细胞的相互作用，是形成时间感知的思维器官。倘若没有包括视觉残留在内的各类不同长时的记忆，如瞬时记忆、工作记忆和长期记忆，我们就只能活在当下，就不会有物质运动和变化的时间概念。记忆为我们过去和现在的认知提供连续性。正如一句心理学名言所述，生活就是记忆。有记忆就会有遗忘，否则大脑就会不堪重负。图灵也有句名言：遗忘是人类智能

的显著表现。人类要用有限的记忆能力去认知无限的宇宙，于是抽象出结构和时间，从而有利于展开联想，形成想象力和创造力，这是人类在长期的自然进化、物竞天择、适者生存的发展中，为了实现生存和繁衍而“被动”形成的。宇宙中原本不存在离开物质和能量的孤立结构，也没有离开物质和能量的孤立时间。一个重要的例证就是 1967 年物理学界一致同意改用场论解释的原子结构来定义“秒”。一秒的间隔时间是铯 133 原子基态两个超精细能级之间跃迁所对应的电磁辐射 9192631770 周期的持续时间。从物理常数定义的量纲可以看出，是时间 T 定义了长度 L 和质量 M ，也是时间描述了熵增和负熵。有了时间的概念，物质和能量便可以映射为认知空间里不同时刻表现出的拓扑结构和关系。由此，在两虚两实交互的四要素中，结构体现在物质物体上，时间体现在能量或运动变化上。

信息不是物质，不是能量，信息是什么？

信息是在结构、时间上形成的衍生物，是思维软构体的指代，仅此而已。构成人类文字的最小元素是符号或笔划，数学中最基本的抽象是 0 和 1，代数中最基本的抽象是常量和变量，几何中最基本的抽象是点线面。在抽象的基础上，认知产生联想和交互，

从线性到非线性，从确定性到不确定性，从可逆可还原到不可逆不可还原，从简单到复杂。在人的认知空间里，倘若没有抽象和联想，就没有数字、符号和编码，数学、语言和文字，更不用说信息、知识和模型，方程、算法和程序。而符号、文字、模型、算法、程序都是软构体，是非物质的、非客观存在的，只是人的智能活动。例如，人能够识别纸上、墙上印刷的千差万别的图形“A”这些硬构体，并将其合并、归类、抽象成认知空间的软构体“A”。软构体并不存储于某个孤立的记忆单元里，而是体现在人脑神经元网络拓扑之中。各类抽象概念，如“山”“水”“树”“房子”“人”“宠物”等，都是思维软构体，根据不同的场合和任务可以变化性地指代物理世界的同一个或多个特定实体（如女孩、女性、大姐）；同一个硬构体也可以在不同的情境和环境下变化地被赋予认知空间里的各种各样的软构体，甚至可以是千差万别的软构体。人们常说的信息，只是软构体的冰山一角。人脑借助软构体思维、想象和创造，解释人的精神世界，解释人类的认知，也解释生命的价值，开辟了“结构性、时间性的科学、技术和工程”。

包括信息在内的思维软构体，不是构成物理世界的真实存在，不具有客观性或物质性。同时，结构

和时间也深深地、精细地寄生在物质性和能量性的科学、工程和技术之中，解释人类所处的物质世界，润物细无声地渗透到各种各样的人造物之中，成为物理空间越来越多的真实存在，如人造建筑、人造卫星、互联网、智能机器，乃至人工生命。为方便理解，我们来看下面这个关于音乐的例子。

人脑创造的乐谱是软构体，表达的是信息、情感、艺术和人文，是形而上的。同一首乐谱可以在不同硬构体（乐器）上表现出来，无论用小提琴、二胡、钢琴、架子鼓等哪种硬构体来演奏，表现的都是同一首乐谱。乐谱是形而上的、精神的、非物质的；而人们听到的音乐是物理世界客观存在的、缓急变幻的、或强或弱的、含有丰富频谱的声波信号，蕴含了物质、能量、结构和时间，是形而下的，体现美，也体现知行合一。交响乐呈现的壮丽景象，往往是“涌现”的外在表现。

结语

认知物理学提出物质、能量、结构和时间是人类和机器认知的最基本要素。地球依靠日月更替、四季轮回保持秩序，人类社会群体依靠结构和社会秩序保持运转，与生命一样，都赖负熵为生。同样，认知机器用能量产生时钟，时钟产生时序，支撑递归，维持机器负熵。时钟不停，与外界交互不息，则思

维和认知不息。人的一生以 80 年计，大约是 25 亿秒的时间长度，人的思维周期通常是亚秒到毫秒级，而认知机器的思维周期可以是皮秒（10 秒 ~ 12 秒）级。倘若机器以飞秒计算，人以秒计算，1 飞秒与 1 秒的比例，接近于 1 秒和 3200 万年的比例。让机器去浓缩重演一个百岁人生的思维总量，只需不到几秒钟就可以完成，这就是机器的暴力思维。同时，机器还有注意力集中、不会疲劳的优势。未来，我们要突破图灵机的局限，发展难以计算的记忆智能和具身交互智能；用云模型、数据场、拓扑势、云变换等认知物理学理论和方法，来形式化人类的不确定性认知，通过抽象得到结构、联想引发类比、交互形成反馈，进而集符号主义、连接主义和行为主义之大成，形成认知螺旋，实现认知的自成长；研发可交互、会学习、自成长的认知机器，探究机器认知如何像人、又如何不像人，开辟各智其智、智人之智、智智与共的人工智能新方向。

回看本文开头“乌龟叠乌龟”的说法，物质、能量、结构和时间成为人类认知自然和自身共同的奠基石，成为人类智能和人工智能共同的奠基石。人工智能浓缩重演人类智能，同时也回答了“信息不是物质，不是能量，信息是什么”的根本问题。○

来源：学术前沿

模型预测控制：智能系统的“策略大师”

文 / 中国科学院大学 张一鸣

当自动驾驶汽车在车流中灵活变道时，当工业机器人精准完成复杂动作时，当风力发电机叶片随风向不断调整角度时——这些场景背后都隐藏着一个“智慧大脑”：模型预测控制（Model Predictive Control, MPC）。今天，让我们一起揭开这项“科技”的神秘面纱。

MPC 是一种应用于工业领域的控制算法，经过多年的发展，在各个领域均有应用。控制论自 20 世纪初诞生以来，经历了从开环控制到闭环控制，再到智能控

制的演一步步变。随着当下计算机技术的发展和计算能力的提升，控制论开始向更加复杂和精确的方向发展。MPC 正是在这样的背景下应运而生，它结合了控制理论和优化理论，通过预测未来的行为来优化当前的控制决策。

模型预测控制的原理主要分为三部分：预测建模、滚动优化和反馈校正。

预测建模是 MPC 的核心组成部分，它基于被控对象的动态特性建立数学模型，用于预测系统未来的输出行为。这个模型可

以是线性的、非线性的，也可以是时变的或非时变的，控制领域中常见的如状态空间方程、传递函数等都可作为预测模型，具体取决于被控对象的特性和本身的控制需求。通过预测模型，MPC 能够根据当前时刻的状态信息和未来一段时间系统的输入，预测未来一段时间内系统的输出响应。

滚动优化是 MPC 的另一大特点，它通过在线求解有限时域内的最优控制问题，实现对系统输入序列的实时优化。具体来说，MPC 会根据预测模型和当前时刻的状态信息，设定一个有限长度的预测时域和一个控制时域，并在控制时域内求解使性能指标（如跟踪误差、控制能量等）最小的最优控制序列。然而，与一次性离线优化不同，MPC 采用滚动优化的方式，即每步只实施当前时刻的最优控制量，到下一时刻再重新进行优化计算。这种滚动优化的策略使得 MPC 能够适应系统的不确定性和时变性，保持较高的控制性能。

反馈校正是 MPC 中不可或缺的环节，它通过对实际输出与预

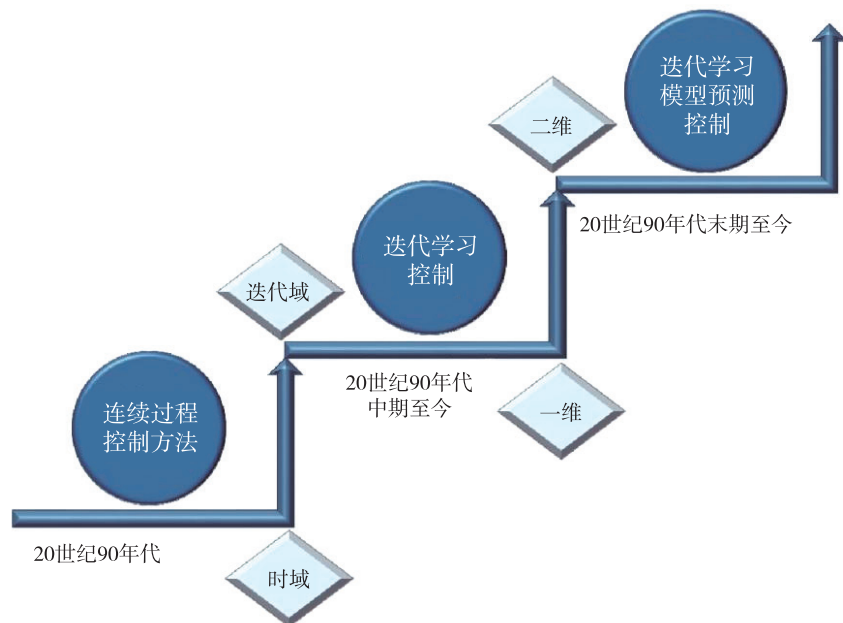


图 1 模型预测控制的发展

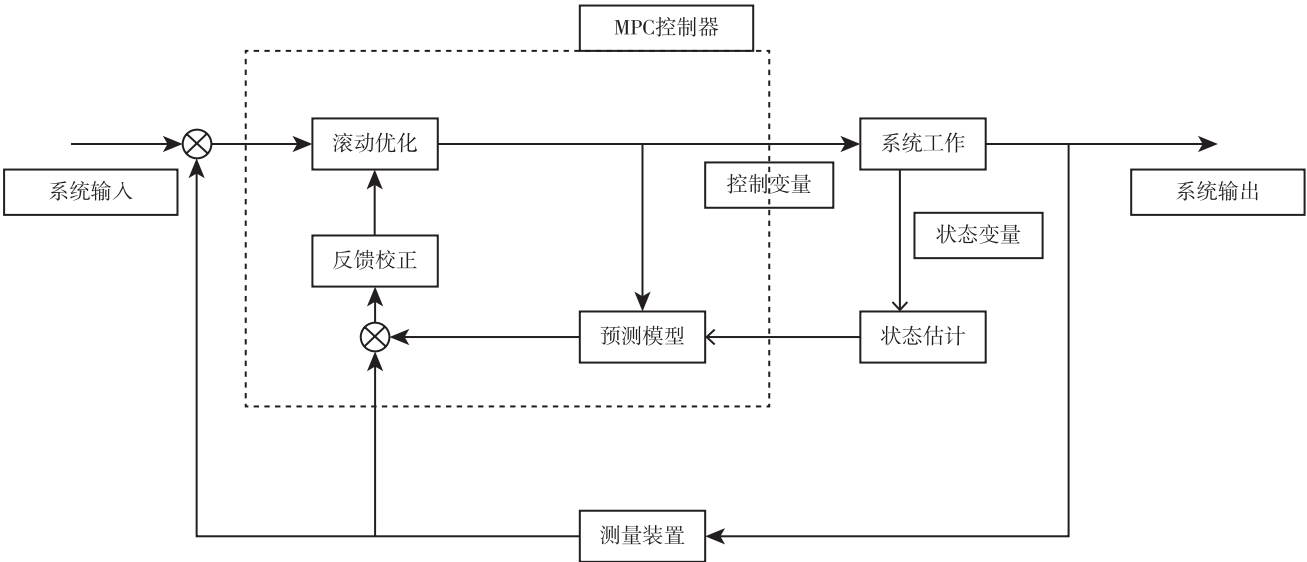


图2 模型预测控制原理框图

测输出之间的误差进行修正，提高控制系统的精度和鲁棒性。在实际应用中，由于模型失配、外部干扰、非线性系统等因素的影响，预测模型往往无法完全准确地描述系统的动态特性。因此，MPC 需要利用反馈信息对预测模型进行实时校正，构建闭环控制，以减小预测误差并提高控制精度。这种反馈校正机制使得 MPC 具有较强的抗干扰能力和适应性。

如图所示：MPC 控制器结合预测模型、目标状态空间表达式和约束条件进行最优化求解，得到当前时刻的时间序列控制；将该序列的第一个元素作为控制变量输入到被控系统中，被控系统执行接受到的控制指令，然后将当前时刻的状态量观测值输入给状态估计器；状态估计器将会对于那些没有办法直接观测的状态

量进行估计，同时将状态量输入到 MPC 控制器，再次进行最优求解，得到下一时刻被控平台所需的控制变量。

在工业过程控制领域，尤其是石油化工、制药、食品加工等行业中，MPC 被广泛应用于温度、压力、流量等关键工艺参数的控制。通过优化控制策略，MPC 能够提高产品质量、降低能耗并减少排放。

在自动化生产线上，MPC 可以实现对机器人、传送带等设备的精确控制，提高生产效率和产品质量。同时，MPC 还能处理生产过程中的突发情况，确保生产线的稳定运行。

在电力、热力等能源系统中，MPC 被用于优化能源分配和调度，提高能源利用效率并降低运营成本。通过预测能源需求和供应情

况，MPC 能够制定合理的能源管理策略。

MPC 的优势特点：1 强大的预测能力，MPC 通过建立数学模型来预测系统的未来行为，这使得它能够在控制当前动作的同时，考虑到未来可能出现的各种情况。这种预测能力使得 MPC 在处理复杂动态系统时具有显著的优势。2 灵活的优化策略，MPC 采用滚动优化的方式来确定控制动作，这意味着它可以根据实际情况不断调整优化目标和约束条件。这种灵活性使得 MPC 能够适应各种不同的应用场景和需求。3 良好的鲁棒性，由于 MPC 在优化过程中考虑了系统的不确定性和干扰因素，因此它具有较强的鲁棒性。即使面对外部环境的变化或系统内部的扰动，MPC 也能保持稳定的控制性能。4 易于集成与扩展，

MPC 算法通常以模块化的形式实现，这使得它易于与其他控制系统或软件平台进行集成。同时，MPC 还具有良好的可扩展性，可以根据实际需求增加新的功能或模块。

与传统的 PID 相比，MPC 在

预见性控制、约束管理和多目标优化方面有独特优势。

模型预测控制（MPC）作为一种先进的控制策略，在工业过程控制、自动化制造以及能源管理等领域展现出了巨大的潜力和优势。随着自动控制技术的不断

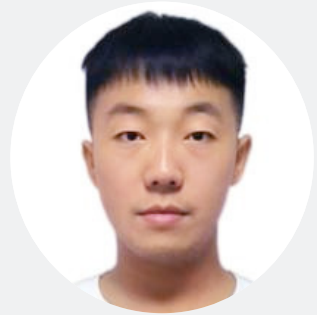
发展和应用的不断深入，MPC 将在更多领域得到广泛应用，并为推动工业自动化和智能化进程做出重要贡献。○

部分图片来源于网络，如有侵权，请联系删除

参考文献：

- [1] 李云鹏, 张立宪, 韩岳江, 等. 基于模型预测控制的子母式无人机编队飞行控制方法 [J]. 自动化学报, 2025, 51 (02): 312-326. DOI: 10.16383/j.aas.c240405.
- [2] 张硕, 吴雨洋, 汪洋, 等. 基于模型预测控制的无人车编队避障方法 [J]. 北京理工大学学报, 2025, 45 (01): 34-41. DOI: 10.15918/j.tbit1001-0645.2024.062.
- [3] 应泽华, 王立辉, 顾炜琪, 等. 基于改进模型预测控制的机器人自适应路径跟踪控制方法 [J]. 中国惯性技术学报, 2024, 32 (11): 1142-1150. DOI: 10.13695/j.cnki.12-1222/o3.2024.11.011.
- [4] C. Song, X. Zhang, Y. She, B. LI and Q. Zhang, "Trajectory Planning for UAV Swarm Tracking Moving Target Based on an Improved Model Predictive Control Fusion Algorithm," in IEEE Internet of Things Journal, doi: 10.1109/JIOT.2025.3541298.

作者简介



张一鸣, 男, 汉族, 中共党员, 中国科学院大学控制理论与控制工程专业硕士在读, 研究方向为多智能体强化学习 (MARL), 现为中国自动化学会学生会员、志愿者。



关于开展 2025 年 CAA 研究生论文工程推荐工作的通知

为贯彻落实国家创新驱动发展战略, 优化创新人才培养环境, 充分发挥学会在发现人才、举荐人才和培养人才方面的优势地位和独特作用, 推动自动化、信息与智能科技领域的技术进步与创新, 促进青年人才成长, 中国自动化学会依据《CAA 研究生论文工程 - 博士论文评选条例》和《CAA 研究生论文工程 - 硕士论文评选条例》, 开展 2025 年 CAA 研究生论文工程推荐工作。详情请查看: <https://www.caa.org.cn/article/192/5227.html>

中国自动化学会十一届三十二次理事长、四十九次秘书长、一届二十三次监事长工作会议在京召开



图1 线下参会代表

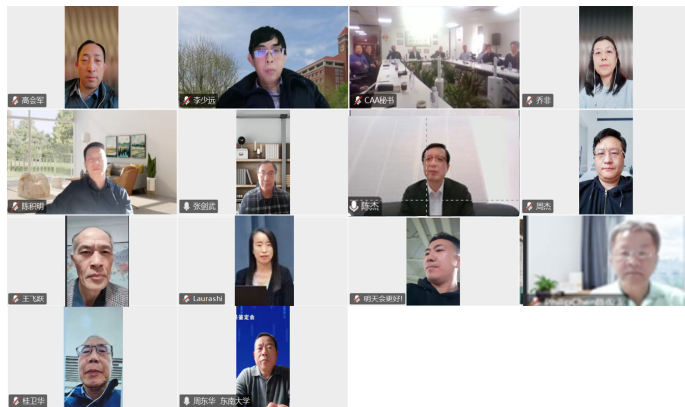


图2 线上参会代表

二月二，龙抬头，春回大地万物新。恰逢中国传统“春耕节”，中国自动化学会于2025年3月1日召开十一届三十二次理事长、四十九次秘书长、一届二十三次监事长工作会议。值此寓意“蓄力腾飞、开创新局”的传统吉日，学会领导班子齐聚一堂，系统总结2025年开年工作成效，科学部署全年重点任务，以“龙头”引领之势，擘画自动化、信息与智能科技领域高质量发展的新篇章。本次会议由中国自动化学会理事长郑南宁院士主持。

会上，秘书长张楠从党建强会、组织建设、奖励与人才培养、公共服务、宣传出版、科普传播、

学术活动、国际事务等多个维度，就学会2025年1-2月重点工作进行汇报，同时聚焦“学术引领、宣传出版、会员服务、科普传播、国际合作”等关键板块，梳理了学会全年工作计划。

在讨论环节中，与会代表围绕搭建高质量学术交流平台、提升参与全球科技治理能力等方面积极建言献策，为学会的未来发展提供了极具价值的参考和建议，助力学会在新一年能够更好地前行与发展。

郑南宁理事长在总结中指出，“创新、进取、协作”是驱动学会发展的核心动力。2025年要做好中国自动化学会的换届工作，按

照中国科协要求按时召开第十二次全国会员代表大会。进一步聚焦国家重大需求，强化战略科技力量，更加广泛团结领域科技工作者，有力推动自动化、信息与智能科技领域高水平自立自强。

龙衔春色启新岁，智领风云向未来。这场在传统节气中锚定未来坐标的工作会议，既传承中华文明的精神标识，更彰显中国自动化学会“与时代共舞”的文化自信。新的一年，中国自动化学会将以“龙头”姿态引领创新，让自动化技术如春风化雨般润泽千行百业，为自动化事业高质量发展贡献学会力量。○

学会秘书处 供稿

中国自动化学会在宁夏开展“人工智能产业链创新链与产业链融合发展的对策研究”专题调研活动

2025年3月10-11日，中国自动化学会组织开展宁夏人工智能产业链相关企业调研活动。中国自动化学会理事、西安交通大学教授曹建福，中国自动化学会青年托举工程入选者、吉林大学研究员高一星，中国自动化学会青年托举工程入选者、江南大学副教授杨杰龙等参加调研活动。

3月10日上午，中国自动化学会参加在宁夏银川召开的宁夏党政领导与院士专家座谈会调研启动会，会后中国自动化学会专家团队与宁夏科协、自治区科技厅、自治区工业和信息化厅一行

深入宁夏希望信息产业股份有限公司、共享智能装备股份有限公司、宁夏宝丰能源集团股份有限公司等人工智能产业典型应用企业，通过实地考察、座谈交流等方式，全面了解宁夏人工智能产业的科技创新现状、产业链布局、核心技术创新能力以及面临的瓶颈问题。

在宁夏希望信息产业股份有限公司，专家团队重点了解了算力网络枢纽建设、数据要素应用、该公司自主研发的在政务服务、教育、农业等领域实现了初步应用的“希言大模型”等基本情况。专

家团队对“希言大模型”的技术创新、应用前景以及如何进一步优化算法模型等方面提出了建议。

在共享智能装备股份有限公司，专家团队参观了高端装备关键零部件研发、生产及产业链的全过程，并对公司在智能制造、3D打印等领域的技术创新成果进行了了解调研。专家团队就如何加强产学研协同创新、推动科技成果转化等方面与公司进行了深入探讨。

在宁夏宝丰能源集团股份有限公司，专家团队重点了解了AI智能配煤管理系统在煤化工产业中的应用情况。该系统通过算法模型迭代优化，成功攻克了煤种选择和掺配比例优化难题，实现了煤炭资源的节约集约利用。专家团队对宝丰能源在绿色低碳发展方面的探索和实践，以及如何进一步加强人工智能技术在煤化工产业中的应用提出了相关建议。

通过此次调研活动，中国自动化学会专家团队对宁夏人工智能产业的发展现状有了更深入的了解，也为后续提出高质量的建议和科学决策依据奠定了坚实基础。○

学会秘书处 供稿



会议现场

2025 年第 2 期 CAA “企·话” 沙龙 ——激辩 AI 大模型 + 新一代发电技术，探寻发电 自动化未来之路成功举办

2025 年 3 月 1 日，2025 年第 2 期（总第 8 期）CAA “企·话” 沙龙，在中国自动化学会会员中心盛大启幕。本次活动由中国自动化学会主办、中国自动化学会发电自动化专业委员会承办，以“激辩 AI 大模型 + 新一代发电技术，探寻发电自动化未来之路”为主题，来自发电行业的 20 余位权威专家、企业精英汇聚一堂进行了热烈的讨论。在这个充满机遇与挑战的时代节点，发电领域正面临着前所未有的变革，此次沙龙活动为各方搭建了一个思想碰撞、智慧交融的交流平台，开

启了一场关于发电自动化未来走向的深度探讨之旅。

本次沙龙活动特别邀请了中国自动化学会副理事长、中国科学院自动化研究所研究员侯增广致辞。侯增广研究员在致辞中表示，当下全球能源革命浪潮汹涌，能源格局深刻变革，发电领域处于关键转折点，在国家“双碳”目标引领下向绿色、低碳、智能加速迈进。在此背景下，学会精心筹备本次活动，旨在打造开放创新交流平台，鼓励各方分享经验、探讨前沿技术。学会将一如既往的充分发挥平台桥梁纽带作

用，积极整合各方资源，为大家提供更加优质、高效、贴心的服务。期望与会者在活动中围绕前瞻性话题深入交流，以沙龙为新起点，携手为发电行业高质量发展与“双碳”目标实现贡献力量。

中国自动化学会发电自动化专委会主任委员金耀华在致辞中指出，在人工智能与新型能源成为社会热点话题的当下，二者如何融合是本次沙龙的关键议题。若新型能源与人工智能实现完美融合，将颠覆过往几十年的生产模式，“黑灯工厂”等设想也可能从梦想变为现实。举办此次沙龙，



图 1 中国自动化学会副理事长、中国科学院自动化研究所研究员侯增广



图 2 中国自动化学会发电自动化专委会主任委员金耀华



图3 中国自动化学会会员部主管吕志



图4 华润电力技术研究院有限公司邵壮博士

通过报告和研讨，旨在激发大家的智慧，促进观点碰撞，为解决这一热点问题提供助力，推动专业发展。

本次沙龙活动报告环节，由华润电力技术研究院有限公司副院长郭为民主持。

中国自动化学会会员部主管吕志从历史传承、责任与使命、党建引领、学术引领、产业牵引、责任驱动、开放引领等方面详细介绍了中国自动化学会专业资源优势、全方位的服务体系及平台搭建能力。

华润电力技术研究院有限公司邵壮博士作了关于“发电 AI 大模型技术应用与发展”的报告。他指出，AI 大模型发展迅猛，发电行业需重点关注。当前国内人工智能大模型厂商产品多样，技术栈涵盖基础、算法、应用层，大模型关键技术含五大类。尽管大模型在电力行业已有布局，但尚未深度切入核心业务。不过，

OpenAI 的 O1 模型及 DeepSeek 的 R1 推理模型带来转机。邵壮博士详细介绍了 DeepSeek 模型在架构优化、负载均衡、通讯及显存等方面的创新，以及其强化学习训练策略。目前众多头部企业已将 DeepSeek 接入现有平台，未来有望辐射发电核心业务。此外，华润电力在电站智能运行方面基于大模型开展了多项实践，如基于 RAG 和知识检索、DCS 画面分析、智能体平台 function 应用及端到端查询控制等案例。最后，邵壮梳理了电力行业 AI 大模型业务需求及关键技术，建议将 RAG 等 6 项技术作为重点发展方向，为行业发展提供了极具价值的参考。

华北电力大学新能源电力系统全国重点实验室牛玉广副主任作了关于“新一代煤电关键技术应用与发展”的报告。他强调煤炭在保障能源安全及支撑能源转型中具有关键作用，能源转型旨在实现可持续、低碳化，核心是开发新能源并建设新型电力系统。新型电力系统面临高比例新能源的随机性、波动性、间歇性以及高比例电力电子装备支撑能力减弱等问题，需通过提升系统灵活性与主动支撑来应对，火电灵活



图5 华北电力大学新能源电力系统全国重点实验室副主任牛玉广

性与调频能力提升至关重要。我国《新型电力系统行动方案》对新一代煤电作出明确部署，新一代煤电在清洁低碳、高效调节、快速变负荷、启停调峰等方面有新需求。当前，煤电灵活性指标如调节范围、速率、启停时间等正深入探讨，同时在辅机、锅炉、变通流、系统耦合储能等方面积极探索优化路径，以实现新一代煤电目标。此外，煤电还朝着低碳化、智能化发展，临近退役机组改造方案多样。值得一提的是，去年年底获批的煤炭专项，以支撑能源转型为目标，围绕煤炭发电，在共性基础问题与装备、灵活高效发电技术、多能耦合发电等方面开展研究，期待专家们贡献指标性、目标性建议。

杭州和利时自动化有限公司火电事业部朱珂副总经理作了关于“基于云化 DCS 系统的智能电厂解决方案”的报告，他指出，随着人工智能兴起，DCS 技术需

与时俱进。传统电力系统存在低效、成本高、响应差等问题，新型电网对发电、配电及用户负荷侧有更低损耗、更快响应、更好体验的要求。从 DCS 发展历程看，已从传统仪表控制走向虚拟化、智能化，当下对算力需求越发迫切。和利时基于此推出新一代云化 DCS 系统，该系统具备更强算力、更丰富感知数据能力、算法全生命周期管理及开放性等特点。其网络结构借助 AI 大模型实现人机交互，沉淀知识库，拓展泛在感知能力，升级为生产一区私有云平台，在保障稳定性、安全性基础上，集成高级算法，实现控制器虚拟化与智能 IO 组件应用，大幅降低成本、缩短项目周期。此外，该系统对标行业标准且拓展新功能，支持第三方算法封装与国产化兼容。在中煤新集利辛板二期项目中，应用该云化 DCS 系统，实现了锅炉数字孪生、电网虚拟化控制、智能监盘等新功

能，项目已投产且运行良好，为自动化厂商提供了有益参考，期待未来与电科院加强合作，深入推进智能工厂实践。

本次沙龙研讨环节由国家电投集团科数部副主任、中能融合智慧科技有限公司总经理华志刚主持。

浙江省白马湖实验室仿真与智能化实验室主任尹峰，深入剖析了煤电发展趋势与技术应用方向。借助 DeepSeek 分析，煤电在近期作为能源供应的核心保障，中期将转型为灵活调节电源，至 2060 年大概率成为备用电源。这一转变过程对机组自动化程度要求极高，启停调峰的重要性愈发凸显。他指出，启停调峰对燃煤机组安全性影响重大，涉及主设备应力监测、辅助设备及环保系统风险等问题。利用人工智能可整合信息、梳理运行方式，转化为闭环应用，包括实时监测参数、借助数字孪生与 AI 功能进行信息



图6 杭州和利时自动化有限公司火电事业部副总经理朱珂



图7 中能融合智慧科技有限公司总经理华志刚



图8 浙江省白马湖实验室仿真与智能化实验室主任尹峰



图9 电力规划设计总院副总工程师张晋宾

综合及模式识别，通过语义大模型关联设备数据，辅助运行决策。在运行方式上，AI辅助梳理信息、提取运行模式，对常规逻辑组态难以解决的复杂需求，借助DeepSeek，以云化控制器或软DCS替代额外操作，综合启停判断等信息。控制方面，持续迭代常规智能控制，在伏网系统尝试ICS运行场景，有望向主设备推广。总体目标是依托人工智能实现自驱控制、自学习规划与辅助决策，通过操作替代与辅助决策，借助虚拟测量和数字模拟弥补测量短板，集成传统信息获取方式，迈向自主运行。目前，相关团队正筹备结合项目开展实践探索。

电力规划设计总院副总工程师张晋宾表示，以新能源为主体的新型电力系统中，波动式可再生能源渗透率不同等级对电力系统灵活性要求各异。当渗透率较低时，电力系统自身供需协同可解决灵活性问题；渗透率较高时，

火电调灵活性最经济，但随着渗透率进一步升高，火电灵活性需综合考量，且储能技术虽灵活性高于燃煤，但目前存在经济性与安全性问题，长远看若经济性提升，煤电或将退出。当下，从欧美及我国能源布局看，煤电灵活性在现阶段至关重要。谈及燃煤机组的启停调峰，建议侧重启停，因其本质是灵活性问题，启停概念应分狭义（机组自身启停）和广义（考虑互补、混合式电站）。煤电需跳出固有局限，支撑系统灵活性，否则将面临负电价等问题。如今的启停与以往不同，是升级性启停，面临燃料、系统、设备及仪表控制系统等多方面约束，运维与标准

体系需改变。同时，需尽快制定符合国情的煤电灵活性指标体系，平衡发电方利益与国家需求。此外，工艺思路理念全面革新，从全程自动控制到排放电动化、测量精准化，状态感知系统成为必要，设计理念从侧重满负荷高效转变为关注疲劳等问题，关键设备状态准确判断仍是难点。

国家电投能源科学技术研究院自控与数智化中心主任、上海明华电力科技有限公司总经理姚峻表示，煤电启停调峰已成为备



图10 国家电投能源科学技术研究院自控与数智化中心主任姚峻

受关注的焦点话题，因为除煤电外，其他发电方式及早期低参数煤电机组均可实现启停调峰。当前复杂的高参数单元集的煤电启停调峰其实已经实现了，只是如果常态化运行是不经济的。对于单元机组的启停调峰，不应局限于热工自动化专业视角。可行的研究方向是提升炉侧低负荷（如15%~20%负荷段）运行的稳定性与可靠性，这需要热工自动化与机务专业协同合作，借助人工智能等新技术，配合诊断预警手段，提高自动化水平。如此一来，在启停时可降低燃料损失与碳排放。若从长远考虑，逐步降低负荷直至停机又是另一种模式。此外，煤电启停调峰是一种相对经济的电力调节模式，国家应出台政策给予支撑，以激发各方参与的动力与意愿，进一步推动煤电启停调峰的发展与应用。

杭州意能电力技术有限公司

技术专家、中国自动化学会副秘书长孙长生表示，当初刘吉臻院士成立发电自动化专业委员会时，就提出共同致力于测量传感器开发的想法。尽管大家认为有需求就能解决，但至今仍未找到提高测量水平、实现突破的方向，下一步应成为自主可控联合攻关目标。在煤电发展观点上，孙长生秘书长一直反对煤电马上衰减的说法。早在2016年，在相关企业组织的专业技术会议上，曾对当时煤电前景持悲观态度提出不同意见，如买小机组的做法不一定是正确的选择，煤电不会在这一代失去主导地位，还会迎来第二春。事实证明前年煤电确实迎来大发展。随着国家发展，电力需求大增，新能源受天气制约、核电难以迅速满足需求，火电仍将是基础电源，火电厂退市的国家计划会推迟实施。

国家能源集团科技环保有限

公司首席专家黄焕袍表示，在发电行业中，各领域迎来行业大模型发展契机。为契合新型电力系统运营对提高灵活性、调峰能力等要求，原有智能控制系统中的模型需进一步升级。当下，火电厂可在多个关键方面重点发力，例如实现全程自主运营，其中涵盖辅助决策、控制优化，借助大模型实现生产过程控制回路的自动参数优化；还有设备状态诊断与预测性维护领域，未来火电厂若转变为备用状态，依靠人工智能大模型，可在无人值班的情况下，有效开展设备诊断、状态检修、状态诊断分析以及预测性维护工作，确保机组随时能正常启动运行。

华润电力技术研究院有限公司副院长郭为民表示，在发电领域技术发展探讨中，思路相较于去年已发生变化。曾因成本过高被搁置的SFT微调，随着MOE

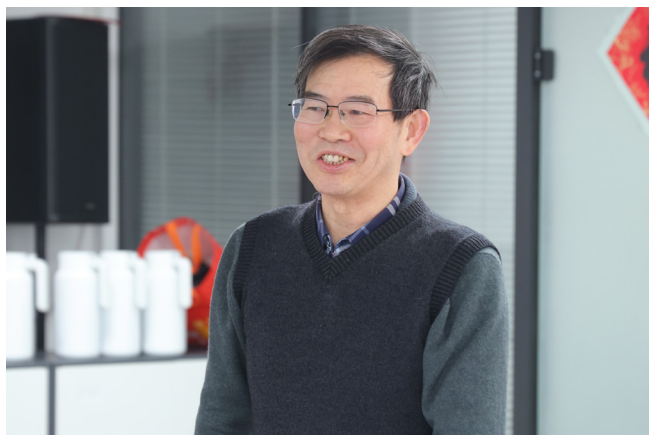


图 11 杭州意能电力技术有限公司技术专家、中国自动化学会副秘书长孙长生



图 12 国家能源集团科技环保有限公司首席专家黄焕袍



图 13 华润电力技术研究院有限公司副院长郭为民



图 14 中国华能集团新能源智慧运维中心主任林昇

架构推出成本降低而重新被重视。在大模型应用方面，利用运行规程生成运行方式调整指令，RAG 技术较为适用，但需以文档支撑进行强约束。大模型应用需适用于有容错度的场景，且其部署将愈广泛，不同规模模型适用于不同场景。对于中国自动化学会发电自动化专委会未来发展，建议分两步走。第一步，基于现有的 AGI 如 DeepSeek 大模型，提出应用指导意见，明确可做之事、做法、Agent 的关注点及核心技术排序（RAG、COT、SFT），并指出相应风险。在三区涉及检修维护时，建议统一部署并进行微调，融入管理、经营、决策理念，解决人力偏好对齐问题。第二步，发展偏专业化模型，如特斯拉 FSD 这类端到端专业化模型。以新能源领域为例，基于现有 DeepSeek 大模型有很大可能替换运行人员，长远来看，复杂控制系统也有望通过此类专业模

型训练实现无人化操作，大幅降低操作量。

中国华能集团新能源智慧运维中心主任林昇表示，任何大模型都有其应用边界与能力范围。大模型应与传统控制结合，慢思考的大模型用于决策，传统闭环 PID 用于执行，形成控制生态。大模型应用需优质行业数据支撑，然而新能源行业数据存在诸多难题，如编码缺失、数据标注困难、数据质量治理不足、数据封闭等。对于友好型新能源电站，涵盖电网友好与能源友好两方面。电网友好要求通过有效控制系统确保新能源稳定，解决极端天气下电力系统安全稳定性问题，目前新能源缺乏完善能管平台；

能源友好方面，部分新能源厂站在追求智慧化、无人化时走偏，应合理借鉴火电相关经验，提升工作效率。最后建议，新一代煤电要从设计、采购、施工、调试全流程管理智慧化问题，当前企业内部工程基建口与生产口割裂，管理措施未跟上，限制了智慧化及无人化厂站的推进。

大唐集团有限公司运营部副处长李国胜表示，在当前电力产业格局下，发电方在与电网协作时处于弱势。以大型能源基地建设



图 15 大唐集团有限公司运营部副处长李国胜

设为例,即便投入煤电辅助超 300 万千瓦新能源装机,发电方的灵活调节方案也常被电网否决,最终由电网统一调度。市场化机制与行政指令融合不畅,导致电网独自承压,却忽视发电方实际情况,不合理调度使发电机负荷大幅波动,引发漏水等故障,缩短设备寿命,增加发电成本与安全隐患。国家发布的 27 项重点要求未明确电网在多元电源协调中的职责,这既打击发电企业积极性,又阻碍电力行业可持续发展。未来需从国家层面重新审视优化政策,明确电网责任义务,平衡各方利益,推动电力行业协调、高效、安全运行。

华电电力科学研究院有限公司电力及控制研究中心主任李志军表示,友好型新能源电站涵盖环境与电网友好,电网友好对并网稳定性要求日增。因集团有多个大基地,其团队正研究构网型储能、风机、厂站技术。针对新

能源厂站电子器件引发的惯量问题,提出构建虚拟同步发电机设想。同时,将火电 30 万机组改造为调相机以解决电压频率与惯量问题也是重点研究方向,目前正探究阻尼特点,尝试用新型电机及改变电机结构来实现多方面支撑。此外,建议中国自动化学会进一步拓展研究范畴,愿与专家合作,借助 AI 大模型推动行业技术进步,助力学会及专委会标准建设。

华润电能源科学技术有限公司部长朱峰表示,新一代煤电和友好型电站是华能电力进行整体科研项目规划的重要课题。新一代煤电课题重点聚焦火电灵活性及深调快调,这是火电长期存在的难题,实现像燃机一样的调节面临诸多技术挑战,且并非单一专业能解决。在现有基础上,除常规控制外,混合型储能或对火电灵活性和与新能源的友好性发挥更大作用,需研究超级电容和

常规化混合型储能的最小配置以提升火电调频快速性,同时这与电网调度管理相关,有集团已做相关尝试,未来可探索混合型储能最大程度提升火电机组调节速度,深调还面临锅炉、化学等多方面技术挑战。友好型新能源电站方面,华能在网源上优势较强,去年完成大量新能源厂站调频改造,在此基础上考虑运用混合型储能提升新能源友好性。

国网浙江省电力有限公司电力科学研究院蔡钧宇表示,国网公司基于阿里和百度通用大模型,利用 3892 万张图像及 87 万份(多为规章制度、规程)文本微调生成光大电大模型,但效果有限,外网数据量大使得内网微调对性能提升不明显。在赋能电力核心业务场景时,该模型能力受限,更多提升情商而非智商,专业思维链嵌入是关键。嵌入思维链有微调(目前非按思维链方式,仅加通用文本)和 Prompt 模式



图 16 华电电力科学研究院有限公司电力及控制研究中心主任李志军



图 17 华润电能源科学技术有限公司部长朱峰



图 18 国网浙江省电力有限公司电力科学研究院蔡钧宇



图 19 中国自动化学会发电自动化专委会主任委员金耀华

(国网内主要推进方式)。去年六个网省公司牵头针对六个主要场景进行一年尝试,需进一步思考大语言模型在具体场景中的定位,如执行任务时意图识别、抽离关键词、汇总生成报告等,且在专业领域有时需嵌入思维链过程,但思维过程明确时用脚本执行更高效,会引发对大模型使用必要性的思考。当前应分析大模型底层原理及适用环境,从业务需求出发,借鉴气象、AlphaFold 蛋白结构分析等领域经验,创造

真正能解决行业问题的电力行业大模型,现有光明大模型、南网大瓦特模型在针对性上还有提升空间。

沙龙活动最后,中国自动化学会发电自动化专委会金耀华主任委员作总结发言。他指出,新一代发电技术核心是提升灵活性,煤电要追赶燃气联合发电机组灵活性,未来应着重从两个方面开展。一是提升灵活性、启停调峰时现有控制系统的可靠性;二是对设备状态感知提出更高要求并

新增设置。大模型深入发电领域是未来发展的趋势,专委会要研究其在发电领域实施的路径步骤,以及重点应用场景。友好型新能源厂站建设是新型电力系统建设的必然要求,目前已出现渗透率低等问题,需进一步解决自主控制问题,发挥自动化、信息化、大模型作用,将元网荷储放在统一平台,同时要保障厂站设备自身可靠,融入新型电力系统。○

学会秘书处 供稿



关于征集 2025 年中国自动化学会“科普百人团—科技教育乡村行”活动科普专家的通知

诚挚邀请广大自动化与人工智能领域的专家学者、中小学一线科技教育工作者积极参与“科普百人团—科技教育乡村行”活动,期望产出紧密结合主题的科普报告,深入浅出,易于理解;鼓励结合实际应用案例,展示自动化与人工智能技术的魅力;增设互动环节,提高参与积极性!详情请查看: <https://www.caa.org.cn/article/192/5263.html>

中国自动化学会非遗盘扣制作活动圆满落幕

在第 115 个国际劳动妇女节来临之际，一场别开生面的跨界文化盛宴于 2025 年 3 月 7 日在中国自动化学会会员中心盛大举行。中国自动化学会精心策划的“她力量·非遗传承”主题活动，成功地将智能算法这一前沿科技领域与拥有上千年历史的古典盘扣非遗技艺紧密相连，让女科技工作者们有机会近距离对话非遗匠心，共同开启了一场充满魅力与意义的文化传承之旅。

活动当天，来自自动化领域的女科技工作者们怀着对传统文化的敬仰与好奇，齐聚一堂。本次活动的核心环节——盘扣制作体验，在非遗盘扣制作技艺第四代

传人胡玲老师的专业指导下有条不紊地展开。

胡玲老师为大家详细讲解了盘扣的历史渊源、文化内涵以及制作工艺。盘扣，又称盘纽或纽襟，起源于结绳记事，作为我国古代基本女红之一，历经代代相传，至今已有上千年的历史。一件纯手工盘扣作品，需要结合盘、缝、包、缠等十多种复杂工艺才能制作完成，其背后蕴含着深厚的文化底蕴和匠人们的心血。

在制作过程中，大家纷纷拿起材料，认真地跟着学习每一个步骤。从最初的布料裁剪，到细致的盘结，再到最后的缝制固定，大家全神贯注，力求做到尽善尽

美。尽管一开始遇到了不少困难，如盘结不整齐、缝制不牢固等，但在老师耐心的指导和鼓励下，每个人都逐渐掌握了技巧，一个个精美的盘扣在大家手中诞生。

“这次活动真的让我受益匪浅”，一位参与活动的女工程师兴奋地说道，“平时我们都专注于智能算法等科技领域的研究，很少有机会接触到这么传统的非遗文化。通过这次亲身体验盘扣制作，我深刻感受到了传统文化的魅力和匠人们的匠心精神。这不仅是一次手工制作活动，更是一次心灵的洗礼。”

活动期间，现场氛围热烈而温馨，大家相互交流制作心得，



图1 活动现场



图2 合影留念

分享自己在过程中的感悟。大家纷纷表示，这样的跨界活动不仅丰富了自己的文化生活，也为自己的工作带来了新的灵感和启发。“当智能算法邂逅古典盘扣，看似毫不相干的两者，却在这次活动中碰撞出了奇妙的火花。这让我意识到，科技与文化并非相互孤立，而是可以相互融合、相互促进的。”一位资深研究员感慨地说。

此次“她力量·非遗传承”主题活动，不仅为科技领域的女性们提供了一个独特的庆祝节日的方式，更是在传承和弘扬中华优秀传统文化方面发挥了积极作用。通过让更多人了解和参与盘扣制作，中国自动化学会成功地将非遗文化的种子播撒在了女科技工作者们的心中，为非遗传承注入了新的活力。

未来，中国自动化学会将继续举办更多类似的跨界活动，促进科技与文化的深度融合，为推动社会的全面发展贡献力量。同时，也希望更多的人能够关注非遗文化，共同参与到传承和保护传统文化的行动中来，让这些珍贵的文化遗产在新时代焕发出新的光彩。○

学会秘书处 供稿

智汇绿意，“植”得未来 ——中国自动化学会秘书处组织开展植树活动

春回大地，万象更新，为积极响应国家“绿水青山就是金山银山”的生态发展理念，中国自动化学会秘书处于2025年3月13日在北京市阳台山植树区组织开展“智汇绿意，‘植’得未来”植树活动，学会秘书处20余人参加。

植树现场，大家个个干劲十足，挥锹铲土、培土围堰，踩土定植、提水浇灌……一派热火朝天的劳动景象。一棵棵小树苗“安家落户”，在明媚的春光中展现出盎然生机和活力。

活动结束后，大家纷纷表示，此次植树活动不仅亲身感受到了劳动的乐趣和植树造林的重要性，还

增强了环保意识和责任感，未来将继续关注和支持环保事业，用环保、绿色、低碳的生活方式为本增效和实现碳达峰、碳中和贡献个人力量。

此次植树活动的成功举办，不仅是中国自动化学会对国家生态文明建设号召的积极响应，展现学会的社会责任与担当，也是学会成员对绿色生态承诺的一次生动实践。

未来，中国自动化学会将继续秉承绿色发展理念，组织更多类似的环保活动，为推动生态文明建设贡献更多的智慧和力量。同时也期待更多的社会力量加入到环保事业中来，共同守护我们的美丽家园。○

学会秘书处 供稿



活动合影

政府工作报告——2025 年 3 月 5 日在第十四届全国人民代表大会第三次会议上

文 / 国务院总理 李强

各位代表：

现在，我代表国务院，向大会报告政府工作，请予审议，并请全国政协委员提出意见。

一、2024 年工作回顾

过去一年，我国发展历程很不平凡。党的二十届三中全会胜利召开，对进一步全面深化改革、推进中国式现代化作出部署。我们隆重庆祝中华人民共和国成立 75 周年，极大激发了全国各族人民的爱国热情和奋斗精神。一年来，面对外部压力加大、内部困难增多的复杂严峻形势，在以习近平同志为核心的党中央坚强领导下，全国各族人民砥砺奋进、攻坚克难，经济运行总体平稳、稳中有进，全年经济社会发展主要目标任务顺利完成，高质量发展扎实推进，新质生产力稳步发展，我国经济实力、科技实力、综合国力持续增强，中国式现代化迈出新的坚实步伐，更加坚定了我们在新时代新征程全面建设社会主义现代化国家的决心和信心。

“稳”的态势巩固延续。主要表现在，经济规模稳步扩大，国内生产总值达到 134.9 万亿元、增长 5%，增速居世界主要经济体前列，对全球经济增长的贡献率保持在 30% 左右。就业、物价总体平稳，城镇新增就业 1256 万人、城镇调查失业率平均为 5.1%，居民消费价格上涨 0.2%。国际收支基本平衡，对外贸易规模创历史新高，国际市场份额稳中有升，外汇储备超过 3.2 万亿美元。民生保障扎实稳固，居民人均可支配收入实际增长 5.1%，脱贫攻坚成果持续巩固拓展，义务教育、基本养老、基本医疗、社会救助等保障力度加大。重点领域风险化解有序有效，社会大局保持稳定。

“进”的步伐坚实有力。主要表现在，产业升级有新进展，粮食产量首次跃上 1.4 万亿斤新台阶、亩产提升 10.1 斤；高技术制造业、装备制造业增加值分别增长 8.9%、7.7%，新能源汽车年产量突破 1300 万辆；信息传输软件和信息技术服务业、租赁和商务服务业增加值分别增长 10.9%、

10.4%。创新能力有新提升，集成电路、人工智能、量子科技等领域取得新成果；“嫦娥六号”实现人类首次月球背面采样返回，“梦想”号大洋钻探船建成入列；技术合同成交额增长 11.2%。生态环境质量有新改善，地级及以上城市细颗粒物（PM_{2.5}）平均浓度下降 2.7%，优良天数比例上升至 87.2%，地表水优良水质断面比例提高到 90.4%；单位国内生产总值能耗降幅超过 3%；可再生能源新增装机 3.7 亿千瓦。改革开放有新突破，扎实有力落实党的二十届二中、三中全会改革部署，机构改革全面完成，构建全国统一大市场、渐进式延迟法定退休年龄等重大改革举措陆续推出；制造业领域外资准入限制措施全部取消，共建“一带一路”贸易投资合作不断扩容升级。

回顾过去一年，成绩来之不易。外部环境变化带来的不利影响持续加深，国内长期积累的一些深层次结构性矛盾集中显现，内需不振、预期偏弱等问题交织叠加，局部地区洪涝等自然灾害

频发，保持经济社会平稳运行的难度加大。面对多重困难挑战，我们加力实施存量政策，适时优化宏观调控，积极有效应对。特别是坚决贯彻落实9月26日中央政治局会议果断部署的一揽子增量政策，推动经济明显回升，社会信心有效提振，既促进了全年目标实现，也为今年发展奠定了良好基础。在这个过程中，我们深化了对经济工作的规律性认识，进一步认识到党中央集中统一领导是做好经济工作的根本保证，必须统筹好有效市场和有为政府、总供给和总需求、培育新动能和更新旧动能、做优增量和盘活存量、提升质量和做大总量的关系。实践再次表明，在以习近平同志为核心的党中央坚强领导下，全国上下聚力攻坚，我国发展没有闯不过的难关。

一年来，我们深入学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想，坚定维护以习近平同志为核心的党中央权威和集中统一领导，把党的领导贯穿政府工作各方面全过程，全面贯彻落党的二十届二中全会决策部署，主要做了以下工作。

一是因时因势加强和创新宏观调控，推动经济回升向好。去年一季度经济开局良好，但受国内外多方面因素影响，进入二季度以后主要指标连续走低，下行

压力加大。我们加强逆周期调节，聚焦突出问题针对性施策，紧抓存量和增量政策落实，推动需求较快回升，生产增长加快，市场预期明显改善，全年经济运行呈现前高、中低、后扬态势。有力实施财政货币政策，扩大支出规模，加强重点领域财力保障，两次下调存款准备金率和政策利率，社会融资成本进一步降低。围绕扩大有效需求，扎实推进“两重”建设，加力支持“两新”工作，设备购置投资增长15.7%，家电类商品零售额增长12.3%。推动房地产市场止跌回稳，下调住房贷款利率和首付比例，居民存量房贷利息年支出减少约1500亿元，降低交易环节税费水平，扎实推进保交房工作。积极稳定资本市场，加快完善基础性制度，创设互换便利、回购增持再贷款等工具，市场活跃度上升。一次性增加6万亿元地方专项债务限额置换存量隐性债务。稳妥推进地方中小金融机构改革化险。

二是坚定不移全面深化改革扩大开放，增强发展内生动力。清理废除妨碍全国统一市场的规定做法，制定实施公平竞争审查条例，出台规范地方招商引资的措施。深化国有企业改革，持续优化国有经济布局。提请全国人大常委会审议民营经济促进法草案，改善民营经济发展环境。积极拓展外贸新增长点，进出口结

构不断优化，外贸出口对经济增长贡献增大。全面实施跨境服务贸易负面清单。开展增值电信、生物技术、独资医院开放试点。加大单边开放力度，对所有同中国建交的最不发达国家产品全面给予零关税待遇。扩大单方面免签国家范围，过境免签境内停留时间延长至240小时，入境旅游持续升温。高质量共建“一带一路”成效显著，一批重大工程、民生项目稳步实施。

三是大力推动创新驱动发展，促进产业结构优化升级。推进科技强国建设，全面启动实施国家科技重大专项，加快完善重大科技基础设施体系，加强拔尖创新人才培养。稳定工业经济运行，推进制造业技术改造升级，制造业投资增长9.2%。新培育一批国家级先进制造业集群，商业航天、北斗应用、新型储能等新兴产业快速发展。制定修订环保、安全等强制性国家标准。加快数字中国建设，数字经济核心产业增加值占国内生产总值比重达到10%左右。

四是统筹城乡区域协调发展，优化经济布局。出台实施新型城镇化战略五年行动计划，扎实推进城市更新，常住人口城镇化率提高到67%。坚持不懈夯实农业基础，防灾减灾和综合生产能力稳步提高，乡村全面振兴取得新成效。出台一批区域发展政策，

实施一批区域重大项目，健全主体功能区制度政策，区域融合发展取得新进展。

五是积极发展社会事业，增进民生福祉。出台促进高质量充分就业的政策措施，强化对企业吸纳就业的支持，高校毕业生、脱贫人口、农民工等重点群体就业保持稳定。推进教育强国建设。提高义务教育阶段家庭经济困难学生生活补助标准。国家奖助学金提标扩面、助学贷款提额降息，惠及学生 3400 多万人次。巩固“双减”成果，持续优化基础教育生态。推进医疗机构检查检验结果互认，扩大基层慢性病、常见病用药种类。扎实做好重点传染病防治。扩大职工医保个人账户共济范围。提高城乡居民基础养老金和退休人员基本养老金。深化养老服务改革，制定促进银发经济发展的政策。强化残疾人权益保障。提高优抚补助标准。健全低保标准确定和调整机制，拓展救助对象范围。向困难群众发放一次性生活补助，惠及 1100 多万人。完善全国年节及纪念日放假办法。繁荣发展文化事业和文化产业，文化和旅游市场持续活跃。扎实筹办第九届亚洲冬季运动会，成功举办第十二届全国少数民族传统体育运动会，我国体育健儿在巴黎奥运会取得境外参赛最好成绩。

六是持续加强生态环境保护，

提升绿色低碳发展水平。强化生态环境综合治理，主要污染物排放量继续下降。深入实施重要生态系统保护和修复重大工程，荒漠化、沙化土地面积持续“双缩减”。生物多样性保护取得积极成效，大量珍稀濒危野生动植物种群稳步增长。推动重点行业节能降碳改造，推进新能源开发利用，非化石能源发电量占总发电量的比重接近 40%。启动全国温室气体自愿减排交易市场。全国碳排放权交易更趋活跃。

七是加强政府建设和治理创新，保持社会和谐稳定。贯彻落实党中央全面从严治党战略部署，严格落实中央八项规定精神，扎实开展党纪学习教育，大力整治形式主义、官僚主义，切实为基层减负，深入治理群众身边的不正之风，持续加强党风廉政建设和反腐败斗争。深入推进依法行政。提请全国人大常委会审议法律议案 19 件，制定修订行政法规 28 部。自觉依法接受监督。认真办理人大代表建议和政协委员提案。加强行政执法监督，规范涉企行政检查。推出两批“高效办成一件事”重点事项清单，推动线上线下服务能力整体提升。开展推动高质量发展综合督查。创新和完善社会治理。加强矛盾纠纷排查化解，推进信访工作法治化。强化应急管理和安全生产，开展燃气、电动自行车等安全隐

患全链条专项整治。有效防范应对洪涝、台风、地震等自然灾害。完善国家安全体系。严防极端案事件发生，依法严惩恶性犯罪，全力保障人民群众生命财产安全和社会稳定。

过去一年，中国特色大国外交开创新局面。习近平主席等党和国家领导人出访多国，出席上海合作组织峰会、金砖国家领导人会晤、亚太经合组织领导人非正式会议、二十国集团领导人峰会、东亚合作领导人系列会议等重大双边活动。成功举办中非合作论坛北京峰会、和平共处五项原则发表 70 周年纪念大会、中阿合作论坛部长级会议等重大主场外交活动。推动构建人类命运共同体，巩固拓展全球伙伴关系，坚持真正的多边主义，在应对全球性挑战和解决国际地区热点问题中发挥积极建设性作用。中国为促进世界和平与发展作出了重要贡献。

过去一年取得的成绩，根本在于习近平总书记领航掌舵，在于习近平新时代中国特色社会主义思想科学指引，是以习近平同志为核心的党中央坚强领导的结果，是全党全军全国各族人民团结奋斗的结果。我代表国务院，向全国各族人民，向各民主党派、各人民团体和各界人士，表示衷心感谢！向香港特别行政区同胞、澳门特别行政区同胞、台湾同胞

和海外侨胞，表示衷心感谢！向关心和支持中国现代化建设的各国政府、国际组织和各国朋友，表示衷心感谢！

在肯定成绩的同时，我们也清醒看到面临的问题和挑战。从国际看，世界百年变局加速演进，外部环境更趋复杂严峻，可能对我国贸易、科技等领域造成更大冲击。世界经济增长动能不足，单边主义、保护主义加剧，多边贸易体制受阻，关税壁垒增多，冲击全球产业链供应链稳定，对国际经济循环造成阻碍。地缘政治紧张因素依然较多，影响全球市场预期和投资信心，加剧国际市场波动风险。从国内看，经济回升向好基础还不稳固，有效需求不足，特别是消费不振。部分企业生产经营困难，账款拖欠问题仍较突出。群众就业增收面临压力。民生领域存在短板。一些地方基层财政困难。社会矛盾化解和风险防范工作还需要加强。政府效能和依法行政能力有待提升。一些工作协调配合不够，有的政策落地偏慢、效果不及预期。有的部门服务观念不强、办事效率不高。一些干部乱作为、不作为、不善为，一些领域和地方腐败问题依然多发。我们既要正视困难问题，更要坚定发展信心。我国具有显著的制度优势，有超大规模市场、完备产业体系、丰富人力人才资源等诸多优势条件，

有长远规划、科学调控、上下协同的有效治理机制，有需求升级、结构优化、动能转换的广阔增量空间，经济长期向好的基本趋势没有改变也不会改变，我国经济航船必将乘风破浪、行稳致远！

二、2025年经济社会发展总体要求 and 政策取向

今年是“十四五”规划收官之年。做好政府工作，要在以习近平同志为核心的党中央坚强领导下，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻落实党的二十大和二十届二中全会、三中全会精神，按照中央经济工作会议部署，坚持稳中求进工作总基调，完整准确全面贯彻新发展理念，加快构建新发展格局，扎实推动高质量发展，进一步全面深化改革，扩大高水平对外开放，建设现代化产业体系，更好统筹发展和安全，实施更加积极有为的宏观政策，扩大国内需求，推动科技创新和产业创新融合发展，稳住楼市股市，防范化解重点领域风险和外部冲击，稳定预期、激发活力，推动经济持续回升向好，不断提高人民生活水平，保持社会和谐稳定，高质量完成“十四五”规划目标任务，为实现“十五五”良好开局打牢基础。

今年发展主要预期目标是：国内生产总值增长5%左右；城镇调查失业率5.5%左右，城镇新增

就业1200万人以上；居民消费价格涨幅2%左右；居民收入增长和经济增长同步；国际收支保持基本平衡；粮食产量1.4万亿斤左右；单位国内生产总值能耗降低3%左右，生态环境质量持续改善。

提出上述预期目标，综合考虑了国内外形势和各方面因素，兼顾了需要与可能。经济增长预期目标为5%左右，既是稳就业、防风险、惠民生的需要，也有经济增长潜力和有利条件支撑，并与中长期发展目标相衔接，突出迎难而上、奋发有为的鲜明导向。城镇调查失业率5.5%左右，体现了在就业总量和结构性矛盾更加突出背景下，加大稳就业力度的要求。居民消费价格涨幅2%左右，目的在于通过各项政策和改革共同作用，改善供求关系，使价格总水平处在合理区间。实现这些目标很不容易，必须付出艰苦努力。

我们将坚持稳中求进、以进促稳，守正创新、先立后破，系统集成、协同配合，充实完善政策工具箱，根据形势变化动态调整政策，提高宏观调控的前瞻性、针对性、有效性。注重目标引领，把握政策取向，讲求时机力度，强化系统思维，提升宏观政策实施效能。

实施更加积极的财政政策。统筹安排收入、债券等各类财政资金，确保财政政策持续用力、

更加给力。今年赤字率拟按4%左右安排、比上年提高1个百分点，赤字规模5.66万亿元、比上年增加1.6万亿元。一般公共预算支出规模29.7万亿元、比上年增加1.2万亿元。拟发行超长期特别国债1.3万亿元、比上年增加3000亿元。拟发行特别国债5000亿元，支持国有大型商业银行补充资本。拟安排地方政府专项债券4.4万亿元、比上年增加5000亿元，重点用于投资建设、土地收储和收购存量商品房、消化地方政府拖欠企业账款等。今年合计新增政府债务总规模11.86万亿元、比上年增加2.9万亿元，财政支出强度明显加大。要加快各项资金下达拨付，尽快形成实际支出。持续优化支出结构，更加注重惠民生、促消费、增后劲，切实提高资金使用效益。中央财政加大对地方一般性转移支付力度，向困难地区和欠发达地区倾斜。严格落实分级保障责任，筑牢兜实基层“三保”底线。坚持政府过紧日子，推进财政科学管理，严肃财经纪律，严禁铺张浪费，腾出更多资金用于发展所需、民生所盼。

实施适度宽松的货币政策。发挥好货币政策工具的总量和结构双重功能，适时降准降息，保持流动性充裕，使社会融资规模、货币供应量增长同经济增长、价格总水平预期目标相匹配。优化和创新结构性货币政策工具，更

大力度促进楼市股市健康发展，加大对科技创新、绿色发展、提振消费以及民营、小微企业等的支持。进一步疏通货币政策传导渠道，完善利率形成和传导机制，落实无还本续贷政策，强化融资增信和风险分担等支持措施。推动社会综合融资成本下降，提升金融服务可获得性和便利度。保持人民币汇率在合理均衡水平上的基本稳定。拓展中央银行宏观审慎与金融稳定功能，创新金融工具，维护金融市场稳定。

强化宏观政策民生导向。坚持以人民为中心，经济政策的着力点更多转向惠民生、促消费，以消费提振畅通经济循环，以消费升级引领产业升级，在保障和改善民生中打造新的经济增长点。推动更多资金资源“投资于”、服务于民生，支持扩大就业、促进居民增收减负、加强消费激励，形成经济发展和民生改善的良性循环。

打好政策“组合拳”。加强财政、货币、就业、产业、区域、贸易、环保、监管等政策协同以及与改革开放举措的协调配合，增强政策合力。健全和用好宏观政策取向一致性评估工作机制，把经济政策和非经济性政策统一纳入一致性评估，统筹政策制定和执行全过程，提升政策目标、工具、时机、力度、节奏的匹配度。出台实施政策要能早则早、

宁早勿晚，与各种不确定性抢时间，看准了就一次性给足，提高政策实效。加强上下联动、横向协作，促进政策从“最初一公里”到“最后一公里”衔接畅通。注重倾听市场声音，协同推进政策实施和预期引导，塑造积极的社会预期。

完成好今年目标任务，必须深入贯彻习近平经济思想，紧抓高质量发展这个首要任务，坚持以质取胜和发挥规模效应相统一，实现质的有效提升和量的合理增长。坚定实施扩大内需战略，做大做强国内大循环，在扩大开放中拓展国际合作空间，实现国内国际双循环在更高水平上相互促进、良性互动。持续深化供给侧结构性改革，着力破解消费供给的结构性矛盾，更加注重以高质量供给引领需求、创造需求。坚持以进一步全面深化改革调动各方面积极性，激发全社会创新创造活力。

三、2025年政府工作任务

今年经济社会发展任务十分繁重。我们要突出重点、把握关键，着重抓好以下几个方面工作。

（一）大力提振消费、提高投资效益，全方位扩大国内需求。促进消费和投资更好结合，加快补上内需特别是消费短板，使内需成为拉动经济增长的主动力和稳定锚。

实施提振消费专项行动。制定提升消费能力、增加优质供给、改善消费环境专项措施，释放多样化、差异化消费潜力，推动消费提质升级。多渠道促进居民增收，推动中低收入群体增收减负，完善劳动者工资正常增长机制。安排超长期特别国债 3000 亿元支持消费品以旧换新。从放宽准入、减少限制、优化监管等方面入手，扩大健康、养老、助残、托幼、家政等多元化服务供给。创新和丰富消费场景，加快数字、绿色、智能等新型消费发展。落实和优化休假制度，释放文化、旅游、体育等消费潜力。完善免税店政策，推动扩大入境消费。深化国际消费中心城市建设，健全县域商业体系。完善全口径消费统计制度。强化消费者权益保护，营造安全放心消费环境。

积极扩大有效投资。紧扣国家发展战略和民生需求，发挥好各类政府投资工具作用，加强财政与金融配合，强化项目储备和要素保障，加快实施一批重点项目，推动“十四五”规划重大工程顺利收官。切实选准选好项目，管好用好资金，保障在建项目资金需求，坚决防止低效无效投资。今年中央预算内投资拟安排 7350 亿元。用好超长期特别国债，强化超长期贷款等配套融资，加强自上而下组织协调，更大力度支持“两重”建设。优化地方政府

专项债券管理机制，实施好投向领域负面清单管理、下放项目审核权限等措施。简化投资审批流程，建立健全跨部门跨区域重大项目协调推进机制。加大服务业投资力度。支持和鼓励民间投资发展，规范实施政府和社会资本合作新机制，引导更多民间资本参与重大基础设施、社会民生等领域建设，让民间资本有更大发展空间。

（二）因地制宜发展新质生产力，加快建设现代化产业体系。推动科技创新和产业创新融合发展，大力推进新型工业化，做大做强先进制造业，积极发展现代服务业，促进新动能积厚成势、传统动能焕新升级。

培育壮大新兴产业、未来产业。深入推进战略性新兴产业融合集群发展。开展新技术新产品新场景大规模应用示范行动，推动商业航天、低空经济、深海科技等新兴产业安全健康发展。建立未来产业投入增长机制，培育生物制造、量子科技、具身智能、6G 等未来产业。深化先进制造业和现代服务业融合发展试点，加快发展服务型制造。加强产业统筹布局和产能监测预警，促进产业有序发展和良性竞争。加快国家高新区创新发展。梯度培育创新型企业，促进专精特新中小企业发展壮大，支持独角兽企业、瞪羚企业发展，让更多企业在新

领域新赛道跑出加速度。

推动传统产业改造提升。加快制造业重点产业链高质量发展，强化产业基础再造和重大技术装备攻关。进一步扩范围、降门槛，深入实施制造业重大技术改造升级和大规模设备更新工程。加快制造业数字化转型，培育一批既懂行业又懂数字化的服务商，加大对中小企业数字化转型的支持。开展标准提升引领传统产业优化升级行动。深入推进制造业“增品种、提品质、创品牌”工作，加强全面质量管理，打造名品精品、经典产业。

激发数字经济创新活力。持续推进“人工智能+”行动，将数字技术与制造优势、市场优势更好结合起来，支持大模型广泛应用，大力发展智能网联新能源汽车、人工智能手机和电脑、智能机器人等新一代智能终端以及智能制造装备。扩大 5G 规模化应用，加快工业互联网创新发展，优化全国算力资源布局，打造具有国际竞争力的数字产业集群。加快完善数据基础制度，深化数据资源开发利用，促进和规范数据跨境流动。促进平台经济规范健康发展，更好发挥其在促创新、扩消费、稳就业等方面的积极作用。

（三）深入实施科教兴国战略，提升国家创新体系整体效能。坚持创新引领发展，一体推进教

育发展、科技创新、人才培养，筑牢中国式现代化的基础性、战略性支撑。

加快建设高质量教育体系。制定实施教育强国建设三年行动计划。全面实施新时代立德树人工程，推进大中小学思政课一体化改革创新。深入实施基础教育扩优提质工程，健全与人口变化相适应的资源统筹调配机制。加强义务教育学校标准化建设，推动义务教育优质均衡发展，扩大高中阶段教育学位供给，提升县域高中质量，逐步推行免费学前教育。办好特殊教育、继续教育、专门教育，引导规范民办教育发展。推进职普融通、产教融合，增强职业教育适应性。分类推进高校改革，扎实推进优质本科扩容，加快“双一流”建设，完善学科设置调整机制和人才培养模式。积极开展学校体育活动，普及心理健康教育，关爱师生身心健康。弘扬教育家精神，建设高素质专业化教师队伍，加强师德师风建设和教师待遇保障。要紧紧围绕国家需求和群众关切推进教育改革发展，加快从教育大国向教育强国迈进。

推进高水平科技自立自强。充分发挥新型举国体制优势，强化关键核心技术攻关和前沿性、颠覆性技术研发，加快组织实施和超前布局重大科技项目。优化国家战略科技力量布局，推进科

研院所改革，探索国家实验室新型科研组织模式，增强国际和区域科技创新中心辐射带动能力。推动科技支出向基础研究倾斜，完善竞争性支持和稳定支持相结合的投入机制，提高基础研究的组织化程度。发挥科技领军企业龙头作用，加强企业主导的产学研深度融合，从制度上保障企业参与国家科技创新决策、承担重大科技项目。完善中央财政科技经费分配和管理使用机制。健全科技成果转化支持政策和市场服务，推进职务科技成果赋权和资产单列管理改革，提升科技成果转化效能。加强知识产权保护和运用。加快概念验证、中试验证和行业共性技术平台建设。健全创投基金差异化监管制度，强化政策性金融支持，加快发展创业投资、壮大耐心资本。扩大科技开放合作。加强科学普及工作，提升公民科学素质。弘扬科学家精神，推动形成鼓励探索、宽容失败的创新环境。

全面提高人才队伍质量。发挥人才高地和人才平台的辐射作用，加快建设国家战略人才力量，加强拔尖创新人才、重点领域急需紧缺人才和高技能人才培养。大力支持、大胆使用青年科技人才。弘扬工匠精神，建设一流产业技术工人队伍。完善海外引进人才支持保障机制，优化外籍人才服务。深化人才管理和使用制

度改革，赋予用人单位更大自主权，推动产学研人才联合培养和交流。促进人才区域合理布局，加强东中西部人才协作，鼓励优秀人才在中西部地区建功立业。深化人才分类评价改革和科教界“帽子”治理，建立以创新能力、质量、实效、贡献为导向的人才评价体系，鼓励各类人才潜心钻研、厚积薄发。

（四）推动标志性改革举措加快落地，更好发挥经济体制改革牵引作用。扎实推进重点领域改革，着力破除制约发展的体制机制障碍，创造更加公平、更有活力的市场环境。

有效激发各类经营主体活力。坚持和落实“两个毫不动摇”。高质量完成国有企业改革深化提升行动，实施国有经济布局优化和结构调整指引，加快建立国有企业履行战略使命评价制度。扎扎实实落实促进民营经济发展的法律法规和政策措施，切实依法保护民营企业和民营企业合法权益，鼓励有条件的民营企业建立完善中国特色现代企业制度。大力推进清理拖欠企业账款工作，强化源头治理和失信惩戒，落实解决拖欠企业账款问题长效机制。深化政企常态化沟通交流，切实帮助企业解决实际困难和问题。多措并举精准支持个体工商户发展。开展规范涉企执法专项行动，集中整治乱收费、乱罚款、乱检

查、乱查封，坚决防止违规异地执法和趋利性执法。政府要寓管理于服务之中，用服务的暖心增强企业的信心。

纵深推进全国统一大市场建设。加快建立健全基础制度规则，破除地方保护和市场分割，打通市场准入退出、要素配置等方面制约经济循环的卡点堵点，综合整治“内卷式”竞争。实施全国统一大市场建设指引，修订出台新版市场准入负面清单，优化新业态新领域市场准入环境。制定重点领域公平竞争合规指引，改革完善招标投标体制机制。出台健全社会信用体系的政策，构建统一的信用修复制度。完善企业简易注销制度，逐步推广经营主体活动发生地统计。加快建设统一开放的交通运输市场，实施降低全社会物流成本专项行动。

深化财税金融体制改革。开展中央部门零基预算改革试点，支持地方深化零基预算改革，在支出标准、绩效评价等关键制度上积极创新。加快推进部分品目消费税征收环节后移并下划地方，增加地方自主财力。规范税收优惠政策。积极探索建立激励机制，促进地方在高质量发展中培育财源。严控财政供养人员规模。完善科技金融、绿色金融、普惠金融、养老金融、数字金融标准体系和基础制度。深化资本市场投融资综合改革，大力推动中长期

资金入市，加强战略性力量储备和稳市机制建设。改革优化股票发行上市和并购重组制度。加快多层次债券市场发展。

（五）扩大高水平对外开放，积极稳外贸稳外资。无论外部环境如何变化，始终坚持对外开放不动摇，稳步扩大制度型开放，有序扩大自主开放和单边开放，以开放促改革促发展。

稳定对外贸易发展。加大稳外贸政策力度，支持企业稳订单拓市场。优化融资、结算、外汇等金融服务，扩大出口信用保险承保规模和覆盖面，强化企业境外参展办展支持。促进跨境电商发展，完善跨境寄递物流体系，加强海外仓建设。拓展境外经贸合作区功能，发展中间品贸易，开拓多元化市场。支持内外贸一体化发展，加快解决标准认证、市场渠道等方面问题。推动服务贸易创新发展，提升传统优势服务竞争力，鼓励服务出口，扩大优质服务进口。培育绿色贸易、数字贸易等新增长点，支持有条件的地方发展新型离岸贸易，积极发展边境贸易。高质量办好进博会、广交会、服贸会、数贸会、消博会等重大展会。推进智慧海关建设与合作，提升通关便利化水平。

大力鼓励外商投资。推进服务业扩大开放综合试点示范，推动互联网、文化等领域有序开

放，扩大电信、医疗、教育等领域开放试点。鼓励外国投资者扩大再投资，支持参与产业链上下游配套协作。切实保障外资企业在要素获取、资质许可、标准制定、政府采购等方面的国民待遇。加强外资企业服务保障，加快标志性项目落地，持续打造“投资中国”品牌。推动自贸试验区提质增效和扩大改革任务授权，加紧推进海南自由贸易港核心政策落地，完善经开区开放发展政策，促进综合保税区转型升级。持续营造市场化、法治化、国际化一流营商环境，让外资企业更好发展。

推动高质量共建“一带一路”走深走实。统筹推进重大标志性工程和“小而美”民生项目建设，形成一批示范性合作成果。保障中欧班列稳定畅通运行，加快西部陆海新通道建设。引导对外投资健康安全有序发展，强化法律、金融、物流等海外综合服务，优化产业链供应链国际合作布局。

深化多双边和区域经济合作。持续扩大面向全球的高标准自由贸易区网络，推动签署中国－东盟自贸区3.0版升级协定，积极推动加入《数字经济伙伴关系协定》和《全面与进步跨太平洋伙伴关系协定》进程。坚定维护以世界贸易组织为核心的多边贸易体制，扩大同各国利益的汇合点，促进共同发展。

（六）有效防范化解重点领域风险，牢牢守住不发生系统性风险底线。更好统筹发展和安全，坚持在发展中逐步化解风险，努力实现高质量发展和高水平安全的良性互动。

持续用力推动房地产市场止跌回稳。因城施策调减限制性措施，加力实施城中村和危旧房改造，充分释放刚性和改善性住房需求潜力。优化城市空间结构和土地利用方式，合理控制新增房地产用地供应。盘活存量用地和商办用房，推进收购存量商品房，在收购主体、价格和用途方面给予城市政府更大自主权。拓宽保障性住房再贷款使用范围。发挥房地产融资协调机制作用，继续做好保交房工作，有效防范房企债务违约风险。有序搭建相关基础性制度，加快构建房地产发展新模式。适应人民群众高品质居住需要，完善标准规范，推动建设安全、舒适、绿色、智慧的好房子”。

稳妥化解地方政府债务风险。坚持在发展中化债、在化债中发展，完善和落实一揽子化债方案，优化考核和管控措施，动态调整债务高风险地区名单，支持打开新的投资空间。按照科学分类、精准置换的原则，做好地方政府隐性债务置换工作。完善政府债务管理制度，坚决遏制违规举债冲动。加快剥离地方融资平台政

府融资功能，推动市场化转型和债务风险化解。

积极防范金融领域风险。按照市场化、法治化原则，一体推进地方中小金融机构风险处置和转型发展，综合采取补充资本金、兼并重组、市场退出等方式分类化解风险。完善中小金融机构功能定位和治理机制，推动实现差异化、内涵式发展。健全金融监管体系，加强跨部门合作，强化央地监管协同，保持对非法金融活动的高压严打态势。充实存款保险基金、金融稳定保障基金等化险资源。完善应对外部风险冲击预案，有效维护金融安全稳定。

（七）着力抓好“三农”工作，深入推进乡村全面振兴。坚持农业农村优先发展，学习运用“千万工程”经验，完善强农惠农富农支持制度，千方百计推动农业增效益、农村增活力、农民增收入。

持续增强粮食等重要农产品稳产保供能力。稳定粮食播种面积，主攻单产和品质提升。巩固大豆扩种成果，开发挖掘油料扩产潜力。推动棉糖胶等稳产提质。扶持畜牧业、渔业稳定发展，支持发展现代设施农业，全方位开发食物资源。严守耕地红线，严格占补平衡管理。高质量推进高标准农田建设、管护、利用，加强农田水利设施和现代化灌区建设，推进退化耕地治理和撂荒地

复垦。深入实施种业振兴行动。加快先进适用农机装备研发应用和农业科技成果大面积推广。综合施策推动粮食等重要农产品价格保持在合理水平。启动中央统筹下的粮食产销区省际横向利益补偿，加大对产粮大县支持，保护种粮农民和粮食主产区积极性。各地区都要扛稳保障国家粮食安全责任，共同把饭碗端得更牢。

毫不松懈巩固拓展脱贫攻坚成果。提高监测帮扶效能，持续巩固提升“三保障”和饮水安全成果，确保不发生规模性返贫致贫。加强易地搬迁后续扶持，分类推进帮扶产业提质增效，加大就业帮扶力度，扩大以工代赈规模。深化东西部协作、定点帮扶、消费帮扶。健全脱贫攻坚国家投入形成资产的长效管理机制。统筹建立农村防止返贫致贫机制和低收入人口、欠发达地区分层分类帮扶制度，开展巩固拓展脱贫攻坚成果同乡村振兴有效衔接总体评估，完善过渡期后帮扶政策体系。

扎实推进农村改革发展。巩固和完善农村基本经营制度，有序推进第二轮土地承包到期后再延长30年试点，扩大整省试点范围。完善承包地经营权流转价格形成机制，提高农业社会化服务质效。支持发展新型农村集体经济。创新乡村振兴投融资机制。壮大乡村人才队伍。深化集体林

权、农垦、供销社、农业水价等改革。因地制宜推动兴业、强县、富民一体发展，做好“土特产”文章，发展林下经济，促进乡村特色产业延链增效、联农带农，拓宽农民增收渠道。加强文明乡风建设，丰富农民文化生活，推进农村移风易俗。持续改善农村基础设施、公共服务和人居环境，建设宜居宜业和美乡村。

（八）推进新型城镇化和区域协调发展，进一步优化发展空间格局。完善实施区域协调发展战略机制，坚持以人为本提高城镇化质量水平，构建优势互补的区域经济布局 and 国土空间体系。

深入实施新型城镇化战略行动。科学有序推进农业转移人口市民化，全面推进常住地提供基本公共服务，强化随迁子女义务教育保障，推动将符合条件的农业转移人口纳入住房保障体系，畅通参加社会保险渠道。加快补齐县城基础设施和公共服务短板，大力发展县域经济，提高城乡规划、建设、治理融合水平。发展现代化都市圈、优化空间格局，提升超大特大城市现代化治理水平，促进大中小城市和小城镇协调发展。持续推进城市更新和城镇老旧小区改造，统筹城市低效用地再开发，加快健全城市防洪排涝体系，加强燃气、给排水、热力、地下管廊等建设和协同管理。发展数字化、智能化基础设

施，完善无障碍适老化配套设施，提升社区综合服务功能，打造宜居、韧性、智慧城市。

加大区域战略实施力度。发挥区域协调发展战略、区域重大战略、主体功能区战略的叠加效应，积极培育新的增长极。深入实施西部大开发、东北全面振兴、中部地区加快崛起、东部地区加快推进现代化等战略。提升京津冀、长三角、粤港澳大湾区等经济发展优势区域的创新能力和辐射带动作用。深入推动长江经济带建设、黄河流域生态保护和高质量发展。支持经济大省挑大梁，在要素保障、科技创新、改革开放先行先试等方面制定支持政策。鼓励其他地区因地制宜、各展所长。高标准高质量推进雄安新区建设。推动成渝地区双城经济圈建设走深走实。深化东、中、西、东北地区产业协作，推动产业有序梯度转移。支持革命老区、民族地区加快发展，加强边疆地区建设，推进兴边富民、稳边固边。积极探索资源型地区转型发展新路径。大力发展海洋经济，建设全国海洋经济发展示范区。

（九）协同推进降碳减污扩绿增长，加快经济社会发展全面绿色转型。进一步深化生态文明体制改革，统筹产业结构调整、污染治理、生态保护、应对气候变化，推进生态优先、节约集约、绿色低碳发展。

加强污染防治和生态建设。持续深入推进蓝天、碧水、净土保卫战。制定固体废物综合治理行动计划，加强新污染物协同治理和环境风险管控。深入实施生态环境分区管控，统筹推进山水林田湖草沙一体化保护和系统治理，全面推进以国家公园为主体的自然保护地体系建设，推动“三北”工程标志性战役取得重要成果。实施生物多样性保护重大工程，坚定推进长江十年禁渔。健全生态保护补偿和生态产品价值实现机制。积极推进美丽中国先行区建设，不断满足人民群众对良好生态环境新期待。

加快发展绿色低碳经济。完善支持绿色低碳发展的政策和标准体系，营造绿色低碳产业健康发展生态。深入实施绿色低碳先进技术示范工程，培育绿色建筑、绿色能源、绿色交通等新增长点。完善资源总量管理和全面节约制度，加强重点用能单位节能节水管理，有力有效管控高耗能项目。加强废弃物循环利用，大力推广再生材料使用，促进循环经济发展。健全绿色消费激励机制，推动形成绿色低碳的生产方式和生活方式。

积极稳妥推进碳达峰碳中和。扎实开展国家碳达峰第二批试点，建立一批零碳园区、零碳工厂。加快构建碳排放双控制度体系，扩大全国碳排放权交易市场

行业覆盖范围。开展碳排放统计核算，建立产品碳足迹管理体系、碳标识认证制度，积极应对绿色贸易壁垒。加快建设“沙戈荒”新能源基地，发展海上风电，统筹就地消纳和外送通道建设。开展煤电低碳化改造试点示范。规划应对气候变化一揽子重大工程，积极参与和引领全球环境与气候治理。

（十）加大保障和改善民生力度，提升社会治理效能。加强普惠性、基础性、兜底性民生建设，稳步提高公共服务和社会保障水平，促进社会和谐稳定，不断增强人民群众获得感幸福感安全感。

更大力度稳定和扩大就业。就业是民生之本。要完善就业优先政策，加大各类资金资源统筹支持力度，促进充分就业、提高就业质量。实施重点领域、重点行业、城乡基层和中小微企业就业支持计划，用足用好稳岗返还、税费减免、就业补贴等政策。支持劳动密集型产业吸纳和稳定就业，统筹好新技术应用和岗位转换，创造新的就业机会。优化就业创业服务，拓宽高校毕业生等青年就业创业渠道，做好退役军人安置和就业服务，促进脱贫人口、农民工就业，强化大龄、残疾、较长时间失业等就业困难群体帮扶。加强灵活就业和新就业形态劳动者权益保障，推进扩大职业伤害保障试点。切实保障劳

动者工资发放，清理整治欠薪，坚决纠正各类就业歧视。开展大规模职业技能提升培训行动，增加制造业、服务业紧缺技能人才供给。加快构建技能导向的薪酬分配制度，提高技能人才待遇水平，让多劳者多得、技高者多得、创新者多得。

强化基本医疗卫生服务。实施健康优先发展战略，促进医疗、医保、医药协同发展和治理。深化以公益性为导向的公立医院改革，推进编制动态调整，建立以医疗服务为主导的收费机制，完善薪酬制度，优化绩效考核。改善病房和诊疗条件，以患者为中心持续改善医疗服务。促进优质医疗资源扩容下沉和区域均衡布局，实施医疗卫生强基工程。加强护理、儿科、病理、全科、老年医学专业队伍建设，完善精神卫生服务体系。优化药品和耗材集采政策，强化质量评估和监管，让人民群众用药更放心。健全药品价格形成机制，制定创新药目录，支持创新药和医疗器械发展。完善中医药传承创新发展机制，推动中医药事业和产业高质量发展。加强疾病预防控制体系建设，统筹做好重点传染病防控。居民医保和基本公共卫生服务经费人均财政补助标准分别再提高30元和5元。稳步推动基本医疗保险省级统筹，健全基本医疗保险筹资和待遇调整机制，深化医保支

付方式改革，促进分级诊疗。全面建立药品耗材追溯机制，严格医保基金监管，让每一分钱都用于增进人民健康福祉。

完善社会保障和服务政策。城乡居民基础养老金最低标准再提高20元，适当提高退休人员基本养老金。加快发展第三支柱养老保险，实施好个人养老金制度。积极应对人口老龄化，完善发展养老事业和养老产业政策机制，大力发展银发经济。加快发展智慧养老。推进社区支持的居家养老，强化失能老年人照护，加大对老年助餐服务、康复辅助器具购置和租赁支持力度，扩大普惠养老服务，推动农村养老服务发展。加快建立长期护理保险制度。制定促进生育政策，发放育儿补贴，大力发展托幼一体服务，增加普惠托育服务供给。稳妥实施渐进式延迟法定退休年龄改革。做好军人军属、退役军人和其他优抚对象优待抚恤工作。加强困境儿童、流动儿童和留守儿童关爱服务。做好重度残疾人托养照护服务，提升残疾预防和康复服务水平。加强低收入人口动态监测和常态化救助帮扶，完善分层分类社会救助体系，保障困难群众基本生活。

加强精神文明建设。完善培育和践行社会主义核心价值观制度机制，推进群众性精神文明创建和公民道德建设。发展哲学社

会科学、新闻出版、广播影视、文学艺术和档案等事业，加强智库建设。深化全民阅读活动。加强和改进未成年人思想道德建设。健全网络生态治理长效机制，发展积极健康的网络文化，推动新时代网络强国建设。完善公共文化服务体系，推动优质文化资源直达基层。健全文化产业体系和市场体系，加快发展新型文化业态，大力发展旅游业。推进文化遗产系统性保护，提升文物、非物质文化遗产保护利用和考古研究水平。扩大国际人文交流合作，全面提升国际传播效能。改革完善竞技体育管理体制和运行机制。办好第十五届全国运动会和第十二届世界运动会。积极发展冰雪运动和冰雪经济。推进群众身边的运动场地设施建设，广泛开展全民健身活动。加强青少年科学健身普及和健康干预，让年轻一代在运动中强意志、健身心。

维护国家安全和社会稳定。全面贯彻总体国家安全观，完善维护国家安全体制机制，推进国家安全体系和能力现代化。落实维护社会稳定责任制，加强公共安全治理，强化基层应急基础和力量。深入实施安全生产治本攻坚三年行动，做好重点行业领域安全生产风险排查整治，坚决遏制重特大事故发生。严格食品药品监管，抓好校园学生餐、平台外卖安全监管。加强气象服务。

做好洪涝、干旱、台风、森林草原火灾、地质灾害、地震等自然灾害防范应对。做好西藏定日县地震灾后恢复重建，提高重点地区房屋、基础设施抗震能力。健全城乡基层治理体系，加强乡镇街道服务管理力量，提高市域社会治理能力。全面深化事业单位改革。引导支持社会组织、人道救助、志愿服务、公益慈善等健康发展。发挥好行业协会商会行业自律作用。保障妇女、儿童、老年人、残疾人合法权益。坚持和发展新时代“枫桥经验”，推进基层综治中心规范化建设，持续推进信访工作法治化，进一步加强社会矛盾和风险隐患排查，把矛盾纠纷化解在基层、化解在萌芽状态。提升公共法律服务均衡性和可及性。健全社会心理服务体系和危机干预机制，培育自尊自信、理性平和、积极向上的社会心态。建设更高水平的平安中国，完善社会治安整体防控体系，依法严厉打击黑恶势力、电信网络诈骗等违法犯罪活动，保障人民群众安居乐业、社会安定有序。

今年将开展“十五五”规划编制工作。要深入分析“十五五”时期新的阶段性特征，科学确定发展目标，谋划好重大战略任务、重大政策举措、重大工程项目，更好发挥规划对经济社会发展的引领指导作用。

应对新挑战、完成新任务，

对政府工作提出新的更高要求。各级政府及其工作人员要深刻领悟“两个确立”的决定性意义，增强“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”，自觉在思想上政治上行动上同以习近平同志为核心的党中央保持高度一致。坚决扛起全面从严治党政治责任，深入贯彻中央八项规定精神，坚定不移推进政府党风廉政建设和反腐败斗争。全面提升政府履职能力，确保党中央决策部署不折不扣落实到位。

加强法治政府建设。严格依照宪法法律履职尽责，推进政府机构、职能、权限、程序、责任法定化。自觉接受同级人大及其常委会的监督，自觉接受人民政协的民主监督，自觉接受社会和舆论监督。加强审计监督。坚持科学、民主、依法决策，加强政府立法审查，强化重大决策、规范性文件合法性审查。深化政务公开。推进严格规范公正文明执法，落实行政裁量权基准制度，健全维护群众利益的制度机制。支持工会、共青团、妇联等群团组织更好发挥作用。政府工作人员要恪尽职守、廉洁奉公，厉行法治、依法办事，确保党和人民赋予的权力始终用来为人民谋幸福。

提升行政效能和水平。坚持求真务实，从实际出发解决问题。善于把党中央决策部署与自身实

际结合起来，谋划牵引性、撬动性强的工作抓手和载体，提高创造性贯彻落实能力。加快数字政府建设，健全“高效办成一件事”重点事项清单管理和常态化推进机制，完善覆盖全国的一体化在线政务服务平台。强化正向激励，完善考核评价体系，持续整治形式主义为基层减负，切实把面向基层的多头重复、指标细碎、方式繁琐的督查检查考核减下来，让广大干部把更多时间和精力用到干实事上。各级政府工作人员要坚持干字当头、脚踏实地，创造更多经得起历史和人民检验的发展业绩。

我们要以铸牢中华民族共同体意识为主线，推进中华民族共同体建设，坚持和完善民族区域自治制度，不断推进民族团结进步事业，加快民族地区现代化建设步伐。坚持党的宗教工作基本方针，系统推进我国宗教中国化，加强宗教事务治理法治化。完善侨务工作机制，维护海外侨胞和归侨侨眷合法权益，汇聚海内外中华儿女共创辉煌的强大力量。

过去一年，国防和军队建设取得新的重要进展。新的一年，我们要深入贯彻习近平强军思想，贯彻新时代军事战略方针，坚持党对人民军队的绝对领导，全面

深入贯彻军委主席负责制，持续深化政治整训，全力打好实现建军一百年奋斗目标攻坚战。深入推进练兵备战，加快发展新质战斗力，构建中国特色现代军事理论体系，坚定捍卫国家主权、安全、发展利益。抓好军队建设“十四五”规划收官，加紧实施国防发展重大工程，加快推进网络信息体系建设。协力推进跨军地改革，优化国防科技工业体系和布局，健全一体化国家战略体系和能力建设工作机制。加强国防教育、国防动员和后备力量建设。各级政府要大力支持国防和军队建设，完善双拥工作机制，巩固和发展坚如磐石的军政军民团结。

我们要全面准确、坚定不移贯彻“一国两制”、“港人治港”、“澳人治澳”、高度自治的方针，维护宪法和基本法确定的特别行政区宪制秩序，落实“爱国者治港”、“爱国者治澳”原则。支持香港、澳门发展经济、改善民生，深化国际交往合作，更好融入国家发展大局，保持香港、澳门长期繁荣稳定。

我们要坚持贯彻新时代党解决台湾问题的总体方略，坚持一个中国原则和“九二共识”，坚决反对“台独”分裂和外部势力干

涉，推动两岸关系和平发展。完善促进两岸经济文化交流合作制度和政策，深化两岸融合发展，增进两岸同胞福祉，坚定不移推进祖国统一大业，携手共创民族复兴伟业。

我们要坚持独立自主的和平外交政策，坚持走和平发展道路，坚定奉行互利共赢的开放战略，反对霸权主义和强权政治，反对一切形式的单边主义、保护主义，维护国际公平正义。中国愿同国际社会一道，倡导平等有序的世界多极化、普惠包容的经济全球化，推动落实全球发展倡议、全球安全倡议、全球文明倡议，积极参与全球治理体系改革和建设，推动构建人类命运共同体，共创世界和平发展的美好未来。

各位代表！信心凝聚力量，实干谱写华章。我们要更加紧密地团结在以习近平同志为核心的党中央周围，高举中国特色社会主义伟大旗帜，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，迎难而上、锐意进取，努力完成全年经济社会发展目标任务，确保“十四五”规划圆满收官，为以中国式现代化全面推进强国建设、民族复兴伟业不懈奋斗！○

来源：新华社

中国科协 2025 年工作要点

2025 年，中国科协将坚持以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，深入学习贯彻党的二十大和二十届二中、三中全会精神，启动实施《中国科协 2035 行动计划纲要》，坚持党的全面领导，强化思想政治引领，着力抓好主责主业，纵深推进改革破题，持续夯实基层基础，坚决维护政治安全，切实履行党和政府联系科技工作者的桥梁和纽带职责，充分发挥国家创新体系重要组成部分作用，团结引领广大科技工作者在以科技现代化支撑中国式现代化中作出新贡献。

一、强化思想政治引领，激发科技界使命担当

1. 健全思想政治工作体系。强化理论武装，系统学习习近平总书记关于科技创新和科技自立自强、关于群团工作和群团改革、关于科协工作等重要论述，及时跟进学习党的理论创新成果。积极探索构建有组织、成体系、点对点的思想政治工作机制，针对性开展成就宣传和形势政策教育，坚定广大科技工作者对党领导下新型举国体制的信心，筑牢高水

平科技自立自强的思想基础。发挥中国科协党校阵地作用，深入实施领航计划国情研修活动，推动全系统调训 1 万名以上各类战略科技人才。（牵头部门：宣传文化部）

2. 加强一体化宣传工作平台建设。广泛动员科技社团、地方科协 and 基层组织，加强宣传队伍建设，完善“中国科协之声”新媒体传播矩阵建设，构建适应全媒体的内容生产和传播机制。统筹中国科协重点工作、重大活动宣传，开展主题宣传，提升科技界优秀原创内容和专业权威观点的首发能力，大力营造团结奋进的主流舆论。紧密结合科技界关切和热点问题，推出一批立场鲜明、有深度亮度锐度的宣传产品。（牵头部门：宣传文化部）

3. 大力弘扬科学家精神和科学精神。构建科学家精神研究阐释、宣传教育、实践动员工作机制，培育创新文化和创新生态，抵制学术不端行为。深入实施老科学家学术成长资料采集工程，新增不少于 50 位老科学家学术成长资料，启动建设科学家精神和科学文化主题文库。继续提高中

国科学家博物馆影响力，发挥中国科学家精神教育基地示范引领作用，持续开展“科学家精神百场讲坛”，推动科学大师宣传工程提质扩面。开展以全国科技工作者日等为载体的科技界群众性主题实践活动。推动成立中国科技伦理学会。（牵头部门：宣传文化部）

4. 严格落实意识形态责任制。加强科技界思想动态调查分析，完成我国科技工作者思想政治状况报告。围绕重大节点、重点群体、重要问题开展专项调查，掌握科技人员急难愁盼情况，向中央及时准确报告《科技界情况》。建立意识形态工作联席会商机制，加强舆情监测，完善科技领域舆论引导和舆情应对协同机制。加强对各类网络平台、期刊出版物、会议活动、开放场馆等的隐患排查和日常监管。（牵头部门：宣传文化部）

二、优化科协组织体系，提升联系服务效能

5. 推动科技社团管理体制机制改革。开展全国学会综合改革试点工作，遴选一批改革意愿强、

代表性强的全国学会，探索推进管理体制和组织机制改革。编制全国科技社团优先发展学科领域清单。出台全国学会会员管理若干规定，加强日常主动监督。研究推进中国科协直属学会改革。加快出台全国学会对外交流制度规范。（牵头部门：科学技术创新部）

6. 分类分级推进一流学会建设。推动建立学会分类管理和分级支持体系，构建“评价—管理—支持”一体化动态机制。研究优化世界一流学会建设标准和内涵，编制一流学会建设评价报告，形成重点培育清单。统筹扶持资源，支持打造一批具有引领和示范效应的学会。加强全国学会风险防范和治理，形成重点监管清单。（牵头部门：科学技术创新部）

7. 抓实学会党建工作。继续提升功能性党组织效能，分类试点实体性党组织的组织形态和工作机制。修订学会党委职责清单，完善评价考核制度，建立责任追究机制。建强秘书处基层党组织，优化党建工作协作机制。完善发挥学会党组织核心职责的有效机制，推动学会党建与内部治理有效衔接、有机融合。按计划开展全国学会审计工作。（牵头部门：机关党委）

8. 加强基层组织建设与统筹。完善基层组织建设制度基础。推动“双一流”高校科协、央企和

国家级园区科协有效覆盖。编制高校科协工作职责任务清单，开展加强高校科协组织建设试点工作，聚焦高校学生成长成才构建高校院所科技工作者组织动员机制，实施大学生科技社团支持计划。探索建立企业科协联络组工作机制，开展科协资源系统导入基层组织工作试点，推动企业科协联合体（促进会）建设，大力开展新时代园区（企业）科协提能行动和科普科创活动。抓好新兴领域科协组织建设，推动科协组织在新兴领域实现组织覆盖和工作覆盖。落实统战工作责任制。（牵头部门：组织人事部）

三、完善人才工作格局，服务科技工作者成长成才

9. 健全人才托举服务。加大青年人才托举工程资源投入力度，扩大博士生专项计划覆盖面，试点实施工程师专项计划，建设多层次托举培养体系，积极吸纳社会资源支持。扎实推进大学生科技见习计划，探索提高大学生社会化能力机制。建立健全个人会员制度，精准开展服务。（牵头部门：组织人事部）

10. 推动人才举荐与评价改革。深化人才举荐和推选机制改革，建立组织跟踪考察机制，强化同行评议学术把关作用，常态化报送优秀科技人才。做好两院院士候选人推荐（提名）和国家

科学技术奖提名。优化高质量科技期刊分级目录，迭代科技期刊世界影响力指数，推动临床、中医药、科研仪器案例成果库提质扩容。完善工程师能力评价体系。（牵头部门：组织人事部）

11. 加强后备人才发现和培养。开展“中学生英才计划”实施效果评估，全面落地全国青少年科技创新大赛改革，完善拔尖创新人才发现和培养机制。支持中小学教师科学素质提升行动。组织“一带一路”青少年创客营等国际青少年交流活动。（牵头部门：科学技术普及部）

12. 强化海外及港澳台人才联系服务。深入实施“海智计划”，加强对海外科技人才和华裔新生代联系服务。办好中国海外人才创新创业大赛，组织海智青年科技志愿服务夏令营（冬令营）。落实中国科协与香港、澳门特区政府合作协议，强化对港澳台科技界的团结引领，增设港澳台联络专门委员会，举办国情研修、大学生暑期实习等活动，推动全国学会与港澳台科技界对接。支持全国学会发展外籍及港澳台会员。（牵头部门：国际合作部）

四、提升学术交流质效，持续推动创新策源

13. 扩围建设高水平科技期刊。实施卓越期刊计划二期项目，开展高起点新刊项目遴选，

支持科技期刊集群化发展，培育高水平办刊人才。启动中国科技期刊提能拓展计划，支持科协系统主管学会强化办刊能力。办好《科技导报》《Research》等科协旗舰期刊，建强中国科协科技期刊集群。启动学术科协（CAST-Scholar）平台建设，为科协所属期刊提供数字出版和数据基础服务，分类分步推动期刊入驻平台。（牵头部门：科学技术创新部）

14. 打造高质量学术交流平台。全面深化中国科协年会改革，举办百场左右高质量学术交流活动，征集出版千篇左右中国科协年会论文，遴选发布重大科技问题难题。发布《重要学术会议目录》，引导学会打造一批高水平示范学术品牌，支持学会举办青年科学家沙龙等小型高端研讨活动。（牵头部门：科学技术创新部）

五、促进科技经济融合，服务创新驱动发展

15. 提高“科创中国”资源桥接能力。面向6个左右省份组织实施“科创中国”地方行，按需组建一批“科创中国”科技服务团。推广博士创新站模式。完善产学研资源桥接数字平台，强化场景运营。加强技术经理人培育。组织研究技术路线图、学科领域科技人才地图、产业前沿报告。支持学会打造科技公共服务品牌，

开展科技成果评估评价，研制发布团体标准，探索团体标准国际化路径。（牵头部门：科学技术创新部）

16. 助力乡村振兴与区域协调发展。围绕160个国家乡村振兴重点帮扶县开展科技帮扶。做好定点帮扶，推动科技援疆援藏工作提质增效，开展一批文化润疆、科普援藏下沉基层活动。加强农村专业技术协会建设，推动科技小院规范化高质量发展。（牵头部门：科学技术普及部）

六、增强科普服务供给，筑牢强国建设群众根基

17. 完善科普组织动员机制。加强《中华人民共和国科学技术普及法》宣贯，引领各行业各部门出台相关政策和保障措施。研究编制《全民科学素质行动规划纲要实施方案（2026—2030年）》，推动公民科学素质指标进入“十五五”规划。深化纲要办成员单位、全国学会协同，加快建设高端前沿科技资源科普化生产联动机制。推进世界公众科学素质组织注册成立，办好2025世界公众科学素质促进大会。做好中国公众科学素质促进联合体工作。加强科学素质和科普服务高质量发展战略研究。健全科技志愿服务工作机制和支撑保障体系，壮大科技志愿者队伍，广泛开展服务，试点开展县级科技志愿者

协会建设。（牵头部门：科学技术普及部）

18. 开展重点科普活动。办好首个全国科普月，强化部委动员、体系动员和社会动员，集聚各类科普主体优质资源和品牌，联动打造系列“百千万”活动，形成全领域行动、全地域覆盖、全媒体传播、全民参与共享的科普月行动。办好中国科幻大会等品牌活动。组织银龄科普志愿行动。推动基层科普行动计划提质增效。（牵头部门：科学技术普及部）

19. 加强高端科普资源供给。面向党政领导干部组织中国科技馆会堂论坛，面向青年科技工作者组织国传中心学术发展讲堂。开展科普中国专家基层服务计划，联动地方科协开展高端前沿科普报告。加大力度支持前沿科普创作。聚焦重大热点和重要节点，策划推出优质科普内容。优化“科普中国”平台建设，优化高端科普资源配置和利用，持续完善科普人工智能大模型。常态化跟踪热点，提高应急科普能力。（牵头部门：科学技术普及部）

20. 提升科普阵地服务效能。强化中国科技馆旗舰功能，研发优质科普展览和科学教育资源。完善流动科技馆、科普大篷车服务机制，开展科技馆志愿服务队伍建设试点，强化现代科技馆体系联动共享。深入推进科技馆免费开放。完善全国科普教育基地

建设。推动高校科普阵地开放。推进雄安科普示范高地建设。推动科技资源和展示场所科普化,探索星火科普场馆模式。(牵头部门:科学技术普及部)

七、抢抓智库建设契机,支撑“十五五”战略谋划

21. 开展重大科技咨询。瞄准世界科技前沿和“无人区”创新领域,组织开展科技前瞻研判。围绕科技与产业、经济、社会交叉综合领域,组织开展面向“十五五”的大跨度综合战略研究。着眼创新生态、创新环境、科技伦理等优势特色方向,持续开展组织开展研究。组织开展面向地方、面向行业的科技与产业创新融合研究,联动部分省份举办院士专家座谈会。组织开展全球科技治理研究。(牵头部门:战略发展部)

22. 支持科技工作者有序政治参与。推动出台中国科协提案工作制度性文件,畅通基层科技工作者意见建议表达渠道。组织服务政协科协界开展2025年度重大选题调查研究,支持科协界别委员有序政治参与。高质量办理2025年人大代表建议和政协提案。(牵头部门:战略发展部)

23. 组织科技工作者发展状况研究。建立科技工作者发展状况研究框架,优化科技工作者发展状况指标体系,完善科技工作

者发展状况研究与调查工作体系,形成基期(2025年)研究报告。(牵头部门:战略发展部)

24. 建强科协科技智库。制定中国科协战略咨询研究管理制度。加强决策咨询专家团队建设,支持培育学科领军智库和区域创新智库,面向全国学会、地方科协开展智库业务培训。完善科技咨询选题机制,形成跨界组织和研究机制。强化成果凝练和传播,打造科技咨询成果品牌,编报《科技工作者建议》。加快“智汇中国”平台运营和品牌推广。增设中国科协联合国咨商专委会数量,进一步发挥咨商地位作用。(牵头部门:战略发展部)

八、拓展国际合作网络,主动服务对外开放

25. 加快推进我国境内设立国际科技组织工作。编制发布我国境内设立国际科技组织优先领域规划,推动建立部际联席协调机制,制定落实中央有关文件的工作方案,发起设立一批国际科技组织。吸引重要国际科技组织代表机构在华落户。加强国际科技组织办事机构实体化、秘书长专职化建设。支持在华国际科技组织发展会员、实施科学计划、开展国际标准研制、举办高端学术交流活动。(牵头部门:国际合作部)

26. 完善全球合作伙伴关系。

以元首外交为引领,巩固、拓展与重要国别科技组织战略合作,维护与重点国别对口科技组织的对话机制和渠道。以服务高质量共建“一带一路”为主线,完善科技人文交流布局,推动工程师国际互认。服务区域发展机制,围绕金砖、东盟、澜湄等重点区域开展双多边科技人文交流活动。配合重要外交节点,与非洲、拉美、西亚等重点国别开展科技人文交流活动,持续完善全球伙伴关系布局。做好国际科技界重要人士、青年科学家等重要群体工作,加强国际科技界民心相通和人脉积累,增进互信与合作。(牵头部门:国际合作部)

27. 深入参与全球科技治理。深化与联合国教科文组织合作机制,共同加强在科学素质、工程能力、开放科学和决策咨询等方面务实合作。举办世界科技与发展论坛、世界新能源汽车大会、世界青年科学家峰会、世界工程组织联合会全体大会等主场高端国际科技会议和重要国际交流活动,服务构建人类命运共同体。支持参与国际科技组织重要岗位竞选,加强国际组织任职人员和后备人才培养。(牵头部门:国际合作部)

28. 加强外事管理和国际传播。充分发挥国家科技传播中心、中国科技馆等作用,建强《中国科协通讯》、“科协之声”英文网

站等宣传载体，加强与国际对口友好组织的合作和信息交换，打造科协系统对外话语体系，推进国际科技传播能力建设。完善国际会议审批、因公临时出国（境）管理风险防控机制。扎实推进驻外非外交编制和驻外机构设置。（牵头部门：国际合作部）

九、全面加强党的领导，深化自身建设

29. 加强政治机关建设。深化政治要件闭环落实机制。提升科协党组理论中心组学习质量，保障“问题共学”制度落实。认真对照检查贯彻中央八项规定及其实施细则精神情况，持续纠治“四风”，严肃执纪问责。持续

深化中央巡视整改，统筹抓好党组巡视和内部审计。（牵头部门：机关党委）

30. 推动科协系统深化改革。深入研究中国科协深化改革方案，推动革新科技社团管理体制，创新科协组织方式和活动方式，健全科协代表、委员组织吸纳制度和履职规范。组织开展科技社团改革试点。制定中国科协直属机关深化改革方案，理顺职能体系、机构设置和力量配置，健全干部激励约束机制，完善科协干部到国际组织和全国学会任职制度规范，建立大规模长学时工作骨干基本培训体系。（牵头部门：战略发展部）

31. 建设网上科协。以赋能

两翼基层组织网上服务科技工作者为核心，支撑中国科协重大改革任务，实现核心业务场景全部在平台上运行。建好用好全球科技人才信息系统，推动重点领域科技人才数据库建设，优化升级人才库信息采集功能。打造中国科协数据驾驶舱，开发数据服务产品，切实服务广大科技工作者。健全网络安全防护体系，建设网络安全监管平台，夯实安全保障基础。（牵头部门：办公厅）

32. 筹备中国科协“十一大”。组织开展重大专题调研，适时启动章程修正案预研、工作报告初稿起草工作。制定代表委员等人事工作规则和工作方案。○

来源：中国科协办公厅



CAA“企·话”沙龙，诚邀您的参与！

四季轮回，佳期如许。CAA“企·话”沙龙系列活动已陪伴我们走过两载。从第一期在天坛祈年殿下，与各界精英共话高质量发展，到如今，“企·话”沙龙的足迹已遍布北京、沈阳、合肥、广西等多个城市。围绕未来网络、通用人工智能、未来产业、自主指令生态等前沿主题，活动汇聚政、产、学、研、金、服、用各方力量，共探行业未来，为高质量发展注入智慧与活力。为了进一步加强自动化领域企业间的交流与合作，2025年中国自动化学会面向各分支机构及团体会员单位征集CAA“企·话”沙龙系列活动承办单位。详情请查看：<https://www.caa.org.cn/article/192/5275.html>

2025 年中央和国家机关党的建设主要工作

2025 年是“十四五”规划收官之年。做好中央和国家机关党的建设，总体要求是：坚持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和二十届二中、三中全会精神，深入学习贯彻习近平总书记关于机关党建的重要讲话和重要指示精神，深刻领悟“两个确立”的决定性意义，增强“四个意识”、坚定“四个自信”、做到“两个维护”，以高质量党建促进高质量发展为主题，以深化机关党建制度改革为抓手，以落实机关党建主体责任为牵引，守正创新、狠抓落实，坚持“四个带头”，走好第一方阵，当好“三个表率”，建设模范机关，为推动中央和国家机关各项事业发展提供坚强保证。

一、深入学习贯彻党的二十届三中全会精神和习近平总书记“7·29”重要指示精神

1. 当好学习宣传贯彻党的二十届三中全会精神排头兵。把学习贯彻三中全会精神和习近平总书记“7·29”重要指示精神作为中央和国家机关一项重要政

治任务，以钉钉子精神抓好落实。健全担当作为激励和保护机制，落实“三个区分开来”，充分调动党员干部抓改革、促发展的积极性主动性创造性，干字当头、走在前列。把学习贯彻三中全会精神和习近平总书记重要指示精神、推动改革落实情况作为政治监督、机关党建专项督查、述职评议考核的重要内容，对被督查部门整改落实情况适时开展“回头看”。

2. 以高质量机关党建促进高质量发展。学深悟透习近平总书记“7·29”重要指示的核心要义和实践要求，结合部门实际抓好《深入学习贯彻习近平总书记重要指示精神 以高质量机关党建促进高质量发展、推动改革落实实施方案》落实。引导各级党组织和党员干部增强以高质量机关党建促进高质量发展的责任感，总结推广机关党建和业务工作深度融合的方法路径，发挥机关党建政治引领和坚强保障作用，以有力有效的机关党建推动中心工作完成和重点任务落实。

3. 健全常态化培训特别是基本培训机制。持续抓好三中全会精神学习教育、宣传阐释和集中

培训。加强干部教育培训工作，突出理论教育、党性教育和履职能力培训。举办机关党委常务副书记专题培训班。举办司局级干部专题研修班、处长任职培训班和党小组组长、党员教育培训示范班。组织开展机关司局级副职、机关党支部书记、所属局级事业单位党组织书记基本培训。常态化开展专兼职党务干部教育培训。

二、带头做到“两个维护”，始终同以习近平同志为核心的党中央保持高度一致

4. 深化政治机关建设。完善党中央重大决策部署和习近平总书记重要指示批示精神落实机制，推动改革部署落地见效。围绕当好排头兵建设模范机关，引导各级党组织和党员干部践行“讲政治、守纪律、负责任、有效率”的要求，制定深化模范机关建设的意见，召开深化模范机关建设推进会。深化理想信念教育、对党忠诚教育、政治机关意识教育，推动党员干部强化政治素养、政治担当、政治能力。

5. 严格落实意识形态工作责任制。压实主管主办责任，抓好

对部门所属出版物、网站、“两微一端”、讲座论坛等阵地的建设和管理。有针对性地做好思想政治工作，用好谈心谈话等方式，开展干部职工思想动态调研。做好改革舆论引导工作，营造进一步全面深化改革的良好氛围。

三、带头深化理论武装，坚持不懈用习近平新时代中国特色社会主义思想凝心铸魂

6. 健全落实党的创新理论武装机制。落实“第一议题”制度，健全以学铸魂、以学增智、以学正风、以学促干长效机制，加强学习型党组织建设、书香机关建设。深入学习贯彻习近平总书记关于本部门本领域的重要讲话和重要指示批示精神。举办中央和国家机关学习贯彻习近平新时代中国特色社会主义思想专题辅导讲座。征集理论学习中心组优秀调研报告和专家辅导报告。举办部级领导干部历史文化讲座，开展“强素质·作表率”读书活动。

7. 加强年轻干部教育引领。深入实施青年理论学习提升工程，组织实施“修好三门课 改革当先锋”中央和国家机关年轻干部教育引领三年行动计划，引导年轻干部修好理论学习、党性锻炼、基层实践三门课。选树中央和国家机关青年理论学习模范个人、青年理论学习模范小组。制定中央和国家机关青年理论学习

小组学习规则。持续开展“青年学习汇”。组织“全面深化改革 青年怎么看怎么办”讨论交流，举办“红色基因我传承”活动，开展“关键小事”调研攻关，深化“根在基层”调研实践、青年支教帮扶。

8. 加强机关党建理论研究。深化对习近平总书记关于党的建设的重要思想、关于党的自我革命的重要思想的研究宣传阐释。围绕走好践行“两个维护”第一方阵、深化党的建设制度改革、以高质量机关党建促进高质量发展等课题开展交流研讨和研究阐释，举办第三届全国机关党建理论研讨会。

四、带头夯实基层基础，持续增强基层党组织政治功能和组织功能

9. 深化“四强”党支部创建。围绕“争当改革排头兵”，巩固提升“四强”党支部建设质量，评定命名中央和国家机关“四强”党支部，开展多种形式经验交流活动。征集“改革抓落实”典型案例，总结推广支部工作法。推动跨部门、跨领域、跨支部开展“同话改革、共促发展”主题联学。聚焦难点问题和堵点淤点，组织改革攻坚调研。

10. 健全落实党员教育管理、作用发挥机制。严把党员“入口关”，注重从青年、知识分子特别

是高层次人才等群体中发展党员。完善党员全覆盖的作用发挥机制。健全落实党员激励关怀帮扶机制，选树中央和国家机关“四好”党员，开展先进事迹讲述。

11. 强化分类指导。分类别、分群体精准施策，建立健全行业相近、领域相关、业务相通部门工作交流机制。加强事业单位党建工作，召开中央和国家机关所属事业单位党建工作推进会。加强党员分类管理，抓紧抓实本部门外派党员教育管理监督。

五、带头正风肃纪反腐，深入推进党风廉政建设和反腐败斗争

12. 持续深化作风建设。组织学习习近平总书记关于加强党的作风建设的重要论述和中央八项规定及其实施细则精神。深入贯彻落实《整治形式主义为基层减负若干规定》，持续精简规范会议文件和各类创建示范、评比达标、节庆展会论坛活动，规范借调干部，科学统筹调研，常态化通报改革任务落实中形式主义典型案例。依纪依规严肃查处“四风”突出问题和隐形变异行为，健全不正之风和腐败问题同查同治机制。推动带头过紧日子成为党政机关常态，持续开展制止餐饮浪费行为抽查检查。

13. 发挥党的纪律教育约束、保障激励作用。巩固深化党纪学

学习教育成果，推进党纪学习教育常态化长效化，把纪律建设融入党员干部日常教育管理监督。加强“一把手”、年轻干部、新提拔干部、关键岗位干部等重点群体纪律学习培训，抓好新发展党员的纪律教育。以“严明党的政治纪律和政治规矩，走好第一方阵”为主题，召开中央和国家机关警示教育会。准确运用监督执纪“四种形态”，精准规范执纪。完善机关纪检工作体系，建立督促指导机关纪委执纪工作机制，精准处理信访举报问题线索，开展执纪审查工作专项检查和案件质量评查。加强诬告行为治理，旗帜鲜明为被诬告陷害者澄清正名、消除不良影响。

14. 一体推进不敢腐、不能腐、不想腐。一刻不停惩治腐败，紧盯权力集中、资金密集、资源富集领域和重点岗位，深入推进风腐同查同治。加强改革方案廉政风险把关，健全涵盖“硬权力”和“软权力”的监督制约机制。探索防治新型腐败和隐性腐败有效办法。持续加强新时代廉洁文化建设，推动形成廉荣贪耻、崇廉拒腐的氛围。

六、坚持党建带群建，全面推进机关精神文明建设和群众统战工作

15. 扎实开展群众工作和统战工作。开展工会、妇女组织、侨联

学习贯彻三中全会精神和习近平总书记重要指示精神系列培训。宣传新时代全面深化改革历史性成就，开展“建功新时代、岗位作贡献”主题活动，举办劳模先进事迹报告会。举办归侨侨眷“侨心永向党”、党外代表人士“同心筑梦”等活动。开展“你奋斗的样子最美”女干部职工先进典型宣传、“最美的家成就最好的我”家风故事分享等活动。关心关爱干部职工健康，做好干部职工特殊困难救助、残疾重病子女帮扶等工作。

16. 深化精神文明建设。深入学习贯彻习近平文化思想，持续开展党史、新中国史、改革开放史、社会主义发展史、中华民族发展史宣传教育。深化文明单位创建，发挥全国文明单位等典型示范作用，组织集中宣传展示。加强与地方、系统精神文明创建工作交流互动。

七、严格落实机关党建主体责任，推动形成齐抓共管的工作格局

17. 压实党组（党委）主体责任和书记第一责任人职责。抓好部门党组（党委）落实机关党建主体责任的意见落实，紧扣部门实际细化实化各主体责任清单，构建明责清晰、履责到位、督责有力、考责精准的责任体系。党组（党

委）书记切实履行第一责任人职责，支持、指导和督促领导班子其他成员、下级党组织书记履行抓党建工作责任，发现问题及时提醒纠正，督促整改落实。

18. 督促党组（党委）领导班子成员严格落实“一岗双责”。举办新任部门党组（党委）领导班子成员落实“一岗双责”培训班，强化领导班子成员责任意识、提升履责能力。领导班子成员加强对分管部门和单位党建工作督促检查，定期听取专题汇报，注重了解党建工作和队伍建设情况，及时发现和纠正苗头性、倾向性问题。定期向党组（党委）报告个人落实职责范围内党建工作责任情况。把落实“一岗双责”情况作为年度述职、民主生活会对照检查的重要内容，抓好检视整改。

19. 完善机关党建法规制度体系。落实《中央党内法规制定工作规划纲要（2023—2027年）》，健全科学完备、有效管用的机关党建工作制度。建立中央和国家机关工委与部门党组（党委）定期沟通和工作会商制度，完善走访新任部门党组（党委）书记机制。开展党内法规和规范性文件实施评估，增强党内法规制度权威性和执行力。○

来源：旗帜网

中国自动化学会一届二十二次党委工作会议召开

2025年3月1日，中国自动化学会以线上线下相结合的形式召开一届二十二次党委工作会议。会议由中国自动化学会党委书记、理事长郑南宁院士主持。

会上，学会秘书处汇报了换届工作进展情况，随后各位委员围绕学会换届工作、推荐 IFAC 2029-2032 主席候选人等议题进

行审议。委员们积极发言，对中国自动化学会的各项工作提出了宝贵的意见和建议。

党委书记郑南宁院士在总结发言中指出，中国自动化学会作为我国自动化、信息与智能科技领域的关键推动者，要勇于担起历史的责任和使命，致力于构建顶尖学术生态体系。尤其强调了2025年要

重点做好中国自动化学会的换届工作，按照中国科协要求按时召开第十二次全国会员代表大会，以换届为学会新的起点，戮力将学会打造成为具有全球影响力的学术高地，为我国实现高水平科技自立自强贡献磅礴力量。○

学会办事机构党支部 供稿



第二十七届中国科协年会 | “复杂系统自学习‘逆最优’理论与方法”专题 征稿通知

为着力打造中国科技界示范学术品牌，涵养学术生态，服务高水平科技自立自强，中国科协组织全国学会联合国家战略科技力量，围绕“培育新质生产力，服务高水平科技自立自强”主题，组织开展第二十七届中国科协年会系列学术活动。中国自动化学会将于2025年7月在北京承办“复杂系统自学习‘逆最优’理论与方法”专题论坛，汇聚全球顶尖专家学者，共探具复杂系统的智能学习与控制前沿科技与发展趋势，为我国智能控制发展提供智力支撑。《国际智能控制与系统学报（英文）》期刊围绕该主题组织专题，广泛征集前沿研究成果与学术论文。

征稿方向包括但不限于：复杂系统逆最优控制；逆强化学习理论与方法；复杂系统自学习优化与控制；模仿学习理论与方法；大模型推理技术；多智能体智能优化；群体演化智能方法；面向具身智能的逆最优理论与方法；逆最优控制在自动驾驶、机器人等领域的应用。

投稿截止日期：2025年4月30日

正式发表刊期：2025年2期

详情请查看：<https://mp.weixin.qq.com/s/0jVs-apcs7HDcosftYRnxQ>

“追寻红色足迹 砥砺初心使命”——中国自动化学会办事机构党支部走进阳台山革命教育基地开展主题党日活动

为深入学习贯彻党的二十届三中全会精神，传承红色基因、强化使命担当，2025年3月13日，中国自动化学会办事机构党支部组织全体党员和积极分子共20人，沿着蜿蜒山径，走进北京阳台山革命教育基地，实地参观学习，聆听那段“用生命传递情报”的隐秘历史，进一步筑牢理想信念根基。

阳台山是平西抗日根据地的重要历史见证地，抗日战争时期，这里曾涌现出无数军民团结抗战的感人事迹。活动中，党支部成员参观了阳台山革命纪念馆，通过200余件珍贵文物、历史照片和影像资料，深入了解了根据地军民在极端艰苦条件下坚持抗战的英勇历程。

此次主题党日活动通过沉浸式教育，实现了现实与历史的精神对话。中国自动化学会办事机构党支部将以此次活动为契机，持续深化党史学习教育，引导党员将红色基因转化为推动自动化领域创新发展的实际行动，为实现高水平科技自立自强贡献力量。○

学会办事机构党支部 供稿



合影留念



2025中国自动化大会

2025 China Automation Congress

以智赋能 掌控未来

主办单位：中国自动化学会 承办单位：哈尔滨工程大学

会议日期：2025年10月10-12日

中国自动化大会是由中国自动化学会主办的国内最高层次的自动化、信息与智能科技领域的大型综合性学术会议。2025 中国自动化大会由中国自动化学会主办、哈尔滨工程大学承办，将于 2025 年 10 月 10-12 日在哈尔滨召开，旨在为全球自动化、信息与智能科技领域的专家学者和产业界的同仁提供展示创新成果、展望未来发展的高端学术平台，加强不同学科领域的交叉融合，引领自动化、信息与智能科学与技术的发展。

2025 中国自动化大会

征文范围

本次大会设多个特色论坛，征文领域 30 多种。热忱欢迎全国各高等院校、科研院所和企事业单位中从事相关领域研究的科技工作者积极投稿，特别希望征集能反映各单位研究特色的学术论文或长摘要 (summary)。

论文投稿要求

1. 来稿未曾公开发表过，具备真实性和原创性。请勿涉及国家秘密。
2. 凡投稿论文被录用且未作特殊声明者，视为已同意授权出版。
3. 中英文论文篇幅均限制 4-6 页。

长摘要投稿要求

1. 长摘要需包括研究背景和意义、主要研究工作、实验或仿真、结论以上所有内容。
2. 长摘要论文将被收录进论文集，但不进 IEEEExplore、EI、CNKI 等检索，已发表的成果也可以投稿。
3. 长摘要长度不超过 4 页。
4. 长摘要论文注册费与普通论文相同。

征文方向 (包括但不限于)

a 基础研究

1. 复杂系统与非线性控制方法
2. 多智能体协同理论与技术
3. 无人自主与协同控制技术
4. 故障诊断与系统运行安全

5. 智能信息融合与处理

6. 模式识别与人工智能

7. 运筹与决策

8. 数据驱动建模与控制

9. 网络系统控制

b 前沿探索

10. 系统建模、分析与仿真

11. 自主控制、规划与决策

12. 脑机融合与混合智能技术

13. 图形图像与智能识别

14. 机电液一体化自动化控制

15. 具身智能机器人

16. 数据分析与大数据挖掘

17. 信息 - 物理 - 人系统

c 交叉融合

18. 自主无人系统

19. 新概念无人系统与平台

20. 人工智能及其在无人系统的应用

21. 人机交互技术

22. 自动化与控制教育

23. 医疗器械控制

24. 智慧城市建设

d 工程应用

25. 智能环境感知技术

26. 智能导航与定位技术

27. 智能通信与组网技术

28. 先进传感与仪器仪表

29. 精密仪器与测量技术

30. 嵌入式系统与计算机控制

31. 智能电力与电气技术

32. 工业自动化技术

33. 数字孪生技术及应用

34. 船舶与交通系统控制

35. 其它

会议程序

1. 主旨报告

2. 特邀报告

3. 平行会议

4. 博士生论坛

5. Workshop

更多精彩内容敬请期待

论文出版

大会将出版 CAC2025 论文集 (U 盘版)。2013 年以来的历届会议英文论文全部被 IEEEExplore 收录，并被 EI 检索。经过专家评审，本届大会部分优秀论文将被推荐到 IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica、Digital Communications and Networks、《自动化学报》、《智能科学与技术学报》和《哈尔滨工程大学学报》等国内外 SCI/EI 收录权威期刊发表。

时间节点

投稿开始时间：2025.02.01

征稿截止日期：2025.05.01

录用通知日期：2025.08.01

论文终稿日期：2025.08.15





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。学会现有个人会员近5万人, 团体会员单位200余个, 专业委员会67个, 工作委员会12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科技社团。

学会品牌学术活动

- 中国自动化大会 · 国家新质生产力与智能产业发展会议 · 中国认知计算与混合智能学术大会
- 中国自动化与人工智能教育大会 · 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
- 国家工业软件大会 · 中国控制会议 · 中国过程控制会议 · 青年学术年会 · 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 · 会士面对面系列讲座
- CAA 云讲座 · “我和优博有个约会”系列讲座 · CAA 科普大讲堂 · CAA“企·话”沙龙
- CAA 线上圆桌派 · CAA 青帆计划

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青年科技奖
- CAA科技成就奖 · CAA青年人才托举工程 · CAA研究生论文工程
- CAA教育教学成果工程

学会主办期刊

- 中国自动化学会通讯 · 自动化学报 · IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica
- 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
- The International Journal of Intelligent Control and Systems



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