

中国自动化学会通讯

COMMUNICATIONS OF CAA

第 **5** 期

2025年05月

第46卷 总第260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

中国自动化学会 第十二次会员代表大会



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名誉理事长、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 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 常务理事、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 5 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

近年来，中国自动化学会在中国科协的悉心指导下，在全体同仁的积极付出下，在广大会员的主动参与下，始终立足国家发展战略，切实履行为科技工作者服务、为创新驱动发展服务、为提升全民科学素质服务、为党和政府科学决策服务的职责定位，团结带领广大自动化、信息与智能科技领域的科技工作者，戮力同心，奋勇前进，在组织凝聚力、学术引领力、战略支撑力、文化传播力、国际影响力等方面取得了突出的成绩！

党的二十届三中全会《决定》强调，要“健全科技社团管理制度”。中国科协也提出，全国学会到 2035 年成为具有全球影响力的学术思想策源中心和科技人才会聚平台的宏伟目标。在这个承上启下、继往开来的关键时刻，中国自动化学会召开第十二次会员代表大会。大会选举产生了新一届理事会和监事会，围绕学会未来发展展开系统研究，全面部署重点工作任务，为学会的长远建设注入了全新活力与智慧。

本刊专题聚焦中国自动化学会第十二次会员代表大会，重点分享了学会第十一届理事会工作报告，全面展示了学会在党建引领、会员服务、学科发展、学术交流、公共服务、人才培养、科学普及、国际合作等方面的工作，对未来学会的发展提出了建议。相信中国自动化学会在新一届理事会的带领下，定能为中国自动化事业的腾飞谱写更加辉煌的篇章！

期待广大学会会员及自动化、信息与智能科技领域的科技工作者持续关注学会动态，支持和参与学会活动，共同开创自动化事业的美好未来！



专题 / Column

- 004 在中国自动化学会第十二次会员代表大会上的讲话 / 罗晖
- 006 在中国自动化学会第十二次会员代表大会上的讲话 / 郑南宁
- 007 在中国自动化学会第十二次会员代表大会上的讲话 / 袁东
- 008 在中国自动化学会第十二次会员代表大会上的讲话 / 范银宏
- 009 新质驱动新时代学会创新发展 奋力推进中国自动化自立自强——中国自动化学会第十一届理事会工作报告 / 郑南宁
- 013 在中国自动化学会第十二次会员代表大会上的讲话 / 杨孟飞

科学与艺术 / Science & Art

- 015 我的家乡 / 熊范纶

观点 / Viewpoint

- 019 郭雷院士：发展仿生智能 开辟 AI 新方向新赛道
- 022 王飞跃：加快构建自主学刊体系和评估制度

学术前沿 / Academic Frontier

- 024 性能函数引导的无人机集群深度强化学习控制方法 / 王耀南 华和安 张辉 钟杭 樊叶心 梁鸿涛 常浩 方勇纯
- 036 DeepSeek 呼唤 DeepThink：重视 AI 治理与社会范式变革 / 王飞跃





学会动态 / Activities

- 038 薪火相传，扬帆起航——中国自动化学会第十二次会员代表大会圆满召开
- 042 向新而行·以质致远——2025 国家新质生产力与智能产业发展会议在京圆满落幕
- 046 2024 年度中国自动化学会科学技术奖励颁奖仪式在北京举行
- 048 2025 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛在京开幕
- 049 中国自动化学会代表团访问马来西亚
- 050 CAA 科普百人团—科技教育乡村行·甘肃永靖县公益活动成功举办，点燃乡村科技教育热情
- 051 中国自动化学会组织召开“自主可控智能发电控制系统”科技成果鉴定会

形势通报 / Voice

- 052 2025 年全国科学道德和学风建设宣讲教育工作要点
- 054 关于印发国家智能制造标准体系建设指南（2024 版）的通知

党建强会 / Party Building

- 067 加强对新时代中国青年的价值引领 / 廉思
- 070 习近平：激励新时代青年在中国式现代化建设中挺膺担当 / 习近平



在中国自动化学会第十二次会员代表大会上的讲话

文 / 中国科协党组成员兼国际合作部（港澳台办公室）部长（主任） 罗晖



尊敬的各位院士，各位专家，各位代表，同志们：

大家下午好！中国自动化学会隆重召开第十二次会员代表大会，我谨代表中国科协向大会的举办表示热烈的祝贺，向与会代表及自动化领域广大科技工作者致以崇高的敬意，向学会秘书处、支撑单位、中国科学院自动化研究所，向各有关单位和社会各界长期以来对中国自动化学会的发展给予关心支持的表示衷心感谢。

中国自动化学会在郑南宁理事长的领导下，在学会党建、人才培养、学术交流、科普服务、创新发展等各方面都取得丰硕成果。学会着力打造中国自动化大会、国家工业软件大会等品牌学术活动，培育《自动化学报》等一批具有国际影响力的学术期刊。以中国自动化学会科技奖、中国科协青年人才托举工程、全国青少年劳动技能与设计大赛，构建“老中青”三代人才梯队的支持平

台，创设科普百人团、科技教育乡村行等系列品牌活动。

中国自动化学会的工作得到学科领域广大科技工作者的广泛认可和充分肯定，也因卓有成效的成就荣获全国科学系统先进集体、全国先进社会组织等多项荣誉，展现新时代科技社团的使命担当。

当前，我国科技发展正在进入强国建设的新阶段，广大科技工作者使命光荣，责任重大，习近平总书记强调，要以科技创新开辟发展新领域新赛道、塑造发展新动能新优势，为广大科技工作者提出明确的要求，也为科技社团的工作方向做出明确指引。希望中国自动化学会认真学习领会习近平总书记的重要指示和讲话精神，认真贯彻落实中央关于科技强国建设的重大决策部署，把握时代机遇，顺势而为，乘势而上，团结引领自动化引领的广大科技工作者，谱写中国特色世界一流学会的崭新篇章。

借此机会我提几点希望：一

是加强学会党的建设是中央交给中国科协的重要政治任务，也是对广大全国学会提出的重要政治要求，希望中国自动化学会把党的建设摆在突出重要位置，健全党委政治把关，以社会决策、监事会监督、秘书处执行、分支结构协同的学会治理体系，确保中央的决策部署在工作中得到全面执行。要引导科技工作者坚定创新自信、制度自信，大力弘扬科学家精神，传扬优良学风道德，筑牢爱国奋斗的政治基础。

二是坚持自立自强，服务科技强国建设。希望中国自动化学会锚定2035年建成科技强国的战略目标，聚焦自动化领域关键核心技术，关注产业发展以及前沿科技问题，着力打造特色鲜明的学术品牌，积极建设世界一流学术期刊。推动科技评价、改革，引导广大科技人员潜心研究，协

同攻关。通过不懈努力，着力打破科技封锁，实现自动化领域的高水平自立自强。

三是坚持深化改革，建设一流科技社团。党的二十届三中全会明确健全科技社团管理制度的改革任务，希望中国自动化学会着力改革创新，不断推进工作体制机制创新。要坚持以会员为中心，大力吸纳优秀人才和产学研各类机构，持续完善青年科技人才的发现、选拔、培养、举荐等机制。广泛联系服务自动化领域的科技工作者，特别是基层科技工作者。要坚持问题导向，以自我革命的精神推动学会治理结构、运行机制的不断完善，健全理事会的意识规则和监事会的监督机制，推进秘书处的专业化建设，提高现代化科技社团的管理水平和能力。

四是坚持开放创新，增进国际合作交流。中国自动化学会坚

持面向世界、面向未来，以全球视野谋划和推动对外交流合作，建立广泛的国际创新合作网络，加强与国际同行在研究开发、人才培养、规则制定、标准研制等方面的务实合作，更加积极主动地在国际科技治理体系中发挥重要作用。合力打造国际学术交流品牌，强化趋势引领，面向全球提出中国方案、中国标准、中国智慧，以中国的贡献增进国际科技界的开放信任合作。

各位代表，同志们，站在新的起点，中国科协将一如既往的支持中国自动化学会创新发展，更好团结带领广大科技工作者听党话、跟党走，更加紧密的团结在以习近平总书记为核心的党中央周围，不忘初心，牢记使命，创新争先，续写辉煌，为推动中国自动化领域的科技创新，加快建设科技强国做出新的更大贡献！○



第8届无人飞行器自主控制学术会议即将在太原召开

为促进国内无人飞行器自主控制领域学术交流，2025年6月20-21日在山西太原举办“第8届无人飞行器自主控制学术会议”。此会议由中国自动化学会无人飞行器自主控制专业委员会、中国航空学会制导、导航与控制分会共同主办。飞行器一体化控制全国重点实验室、虚拟现实技术与系统全国重点实验室、大数据分析并行计算山西省重点实验室、《制导、导航与控制（英文）》编辑部共同协办。太原科技大学、太原工业学院、太原学院承办。详情请查看：<https://mp.weixin.qq.com/s/6tzO6ep1-cTEAUDtIIzuJg>

在中国自动化学会第十二次会员代表大会上的讲话

文 / 中国自动化学会第十一届理事会理事长 郑南宁



尊敬的各位嘉宾，各位代表，各位领导，亲爱的同仁们：

大家下午好！今天我们相聚在这里，隆重举行中国自动化学会第十二次会员代表大会，在此请允许我对长期以来指导学会工作的中国科协，以及支持学会发展的中国科学院自动化研究所表示衷心的感谢！同时，也向社会各界关心支持自动化学会的朋友们，为中国自动化学会发展作出贡献的广大会员们，表示诚挚的谢意！

近年来，在党中央关于科技强国国家战略指导下，在中国科协的领导下，在中国科学院自动化研究所的支持下，在第十一届理事会全体同仁们的努力下，中国自动化学会团结带领广大会员，迈上了新的台阶，凝聚了新的力量，作出了新的贡献。这些成绩的背后，凝聚着广大会员的主动参与和集体智慧的结晶。

迈向一个新的时代，不仅是我们的发展机遇，也是我们的责任。今天，我站在换届大会这样

隆重的讲台上，心中百感交集。转眼间我已经担任中国自动化学会理事长十余年，这十余年历程让我内心充满着感恩，而这种感恩是来自于对广大会员付出的一种感谢之心。今天，在中国自动化学会薪火相传的时刻，我不禁想起老一辈科学家创办中国自动化学会的初衷，便是要为中华民族的伟大复兴贡献力量，这不仅是时代赋予我们的责任，也是时代给予我们的机遇。我相信，中国自动化学会在新的理事会的领导下，一定会走向更加辉煌的明天！

在这里，我也再次感谢长期以来对中国自动化学会给予指导和支持的中国科协，感谢为此而付出心血的广大会员们。尽管今后我将卸下理事长这一神圣的职责，但我依然会以普通会员的身份，一如既往地关心、支持学会发展，愿意为学会的明天继续尽绵薄之力。

最后，祝愿中国自动化学会的未来更加辉煌。○

在中国自动化学会第十二次会员代表大会上的讲话

文 / 中国科学院自动化研究所党委书记、副所长 袁东



尊敬的各位代表，各位嘉宾：

大家下午好！

五月繁花似锦，绿意葱茏，在这如诗如画的美好时节，我们满怀热忱与期待，共同迎来中国自动化学会第十二次会员大会开幕，我谨代表中国科学院自动化研究所向大会的胜利召开致以最热烈的祝贺！

当前，全球正处于新一轮科技革命和产业变革的关键时期，以人工智能、大数据、物联网、区块链等为代表的新一代技术与自动化技术更深度融合，催生出新质生产力，为经济社会发展带来了全新的变革和无限的可能。在这充满机遇与挑战的时代，中国自动化学会肩负着更加重大的

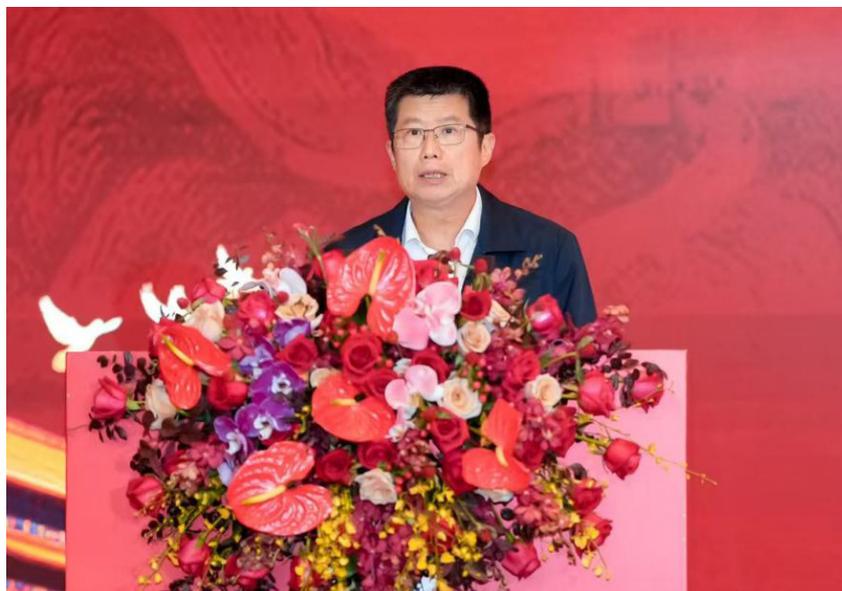
历史使命和担当。

今天，大会将选举产生新一届领导机构和领导集体，这不仅是学会发展历程中薪火相传，继往开来的关键节点，更是学会锚定新坐标，开启高质量发展的重要里程碑。作为支撑单位，中国科学院自动化研究所将一如既往地支持学会各项工作，我们坚信，在新一届领导班子的带领下，学会将聚焦国家战略需求，紧扣科技前沿，充分发挥自身优势，团结和带领广大自动化科技工作者开拓创新，锐意进取，不断开创中国自动化学会工作的新局面，为中国自动化科技和产业的进步与发展作出更大的贡献。

最后，预祝中国自动化学会第十二次会员代表大会取得圆满成功，祝愿学会在未来的发展中蒸蒸日上，再创辉煌，谢谢大家！

在中国自动化学会第十二次会员代表大会上的讲话

文 / 江苏省科协秘书长 范银宏



尊敬的各位院士，各位理事长，各位专家，同志们：

大家下午好！

在此，我谨代表江苏省科学技术协会，对中国自动化学会第十二次会员代表大会的顺利召开表示热烈的祝贺！向莅临会议的各位院士、专家和同仁，以及长期以来致力于自动化领域科技创新、人才培养和产业发展的中国自动化学会全体会员致以崇高的敬意！

中国自动化学会自 1961 年成立以来，始终以钱学森等老一辈

科学家为标杆，在服务国家战略，推动学科发展、凝聚创新力量等方面深耕不辍，打造一系列具有国际影响力的活动，为我国自动化科技自立自强和产业科技转型升级做出卓越的贡献。江苏作为科教大省，基于学会签署战略合作协议，智能制造、工业互联网等领域，开展科技产业，科技服务团在江苏开展产学研服务，联合我省苏州、宿迁等地，镇江智能制造创新研究所，采用专家跟点加站点支撑模式，为 100 余家企业提供

智改数转服务，帮助企业解决生产难题，让我们真切地感受到学会对地方发展的强劲赋能。

习近平总书记对江苏科技创新寄予厚望，在推动科技创新融合上打头阵，当前江苏聚焦制造强省建设，加快推动数字经济、高端装备、新能源、生物医药等战略新兴产业提质增效，而自动化、人工智能等技术作为产业升级的核心驱动力，与智改数转、绿色制造等重点任务高度契合，发展空间广阔，潜力巨大。

相信中国自动化学会在新一届理事会的领导下，聚焦区域社会高质量发展所需，不断深化“十五五”工作职能，为产业发展注入更强的动力。江苏省科协将持续深化与中国自动化学会的战略合作，充分发挥桥梁纽带作用，搭建更多“政产学研用”对接平台，为学会在苏开展学术交流、成果转化、科学普及等工作提供全方位服务，共同为实现高水平科技自立自强贡献更多力量！

最后，预祝本次大会圆满成功，祝中国自动化学会事业兴旺，谢谢大家。○

新质驱动新时代学会创新发展 奋力推进中国自动化自立自强 ——中国自动化学会第十一届理事会工作报告

文 / 中国自动化学会第十一届理事会理事长 郑南宁



各位代表：

大家下午好！

今天，我们怀着激动和喜悦的心情在这里隆重集会，召开中国自动化学会第十二次会员代表大会！首先，我代表中国自动化学会，向莅临此次大会的来宾表示热烈的欢迎！向关心、支持学会工作的各界同仁、自动化及相关领域广大科技工作者表示衷心的感谢！

本次大会是全面贯彻落实党的二十大精神，以习近平新时代

中国特色社会主义思想为指导，高举旗帜，团结奋进，求真务实，守正创新，着力为新时代自动化高质量发展贡献力量的一次盛会。

现在，我受中国自动化学会第十一届理事会的委托，向大会报告第十一届理事会期间学会主要工作情况，并对今后工作提出建议，请各位代表审议。

中国自动化学会第十一届理事会在科协的指导下，在支撑单位中国科学院自动化研究所的支持下，在全国广大自动化工

作者的共同努力下，在组织凝聚力、学术影响力、社会公信力、国际影响力等方面取得了突出成绩，2021年荣获民政部“全国先进学会组织”，连续两年获评世界一流科技社团评价“五星级社团”，以优异成绩连续两次入选中国科协特色一流学会项目等荣誉。

一、十一届理事会期间学会主要工作

（一）立根铸魂，以党建促会建，全面推进学会发展。

1. 夯实党建之基，筑牢党建强会主阵地。

学会构建以“理事会党委—办事机构党支部—分支机构党的工作小组”为一体的三级学会党组织体系；建立学会理事长、知名科学家讲党课常态化机制；开展系列专项政治学习活动。

连续十一年承接中国科协党建强会计划，切实开展“科技乡村振兴”、“智航助教”品牌系列活动，不断壮大CAA党员先锋队，足迹遍布云南、贵州等全国50余个地区，累计资助31所学校、建

立30个智慧教育实验室、1所爱心图书馆，助力乡村振兴。学会作为唯一一家全国性社会组织，入选中国社会组织扶贫50佳案例。

2. 坚持价值引领，弘扬科学家精神。

根据《CAA学术道德规范(试行)》，定期组织科学道德与伦理宣教活动；持续推进“口述历史”系列访谈，深度采访20余位与学会建设和学科发展息息相关的老一辈科学家；学会向中国科协推荐的“北京控制工程研究所空间智能控制暨航天精神教育基地”和“航空工业自控所西迁精神纪念馆”成功入选首批“科学家精神教育基地”。

3. 重磅发布自动化人精神。

2024年11月，学会重磅发布“自动化人精神”，以“胸怀祖国、自立自强、协同创新、追求卓越”为核心，深刻诠释了自动化人精神的丰富内涵，不仅象征着自动化领域精神的传承，更预示着未来发展的新篇章。

4. 深化学会治理结构与治理机制改革。

自上而下分工合作、权责明确，创新理事会五级例会制度；规范分支机构动态管理，推进学会办事机构实体化建设，增强服务能力。

连续7年荣获党建强会项目“优秀组织奖”，2018年荣获全国学会“星级党组织”称号(八星

级)，并在建党百年之际被中国科协评为“2018-2020年度中国科协党建工作先进学会”。

(二) 以人为本，打造有温度的科技工作者之家

1. 成立CAA会员中心，拓展会员服务平台。

2025年1月，学会正式成立CAA会员中心，以进一步凝聚会员力量、服务会员需求，拓宽会员服务覆盖广度与深度，打造三维立体、有效高质、服务赋能的会员服务平台。

2. 以品牌凝聚人才，构筑学术交流高地。

打造中国自动化大会、国家工业软件大会等10余个品牌学术会议，形成层次清晰的学术交流矩阵。

3. 以服务温暖人心，实施会员精准服务。

迭代升级会员服务系统，推进信息公开，定期发布学会周报、月度要闻通报、学会年报，设立会员服务月，每年定期开展10余次专属会员活动。

面向女性会员，设立“科技女孩”项目；面向杰出会员，开展钱学森讲座、CAA会士面对面等品牌活动；面向青年会员，打造青年菁英系列论坛、我和优博有个约会等活动；面向广大会员，推出线上CAA云讲座、CAA圆桌派等系列活动；面向学生会员，在全国15所高校成立学生分会，

开展高校辩论赛、CAA青帆计划等学生活动；面向产业会员，组织CAA企·话沙龙等系列活动，为会员提供有温度的服务。

4. 以核心价值观引领人才，强化人才培养力度。

建立包括“CAA科技奖励、CAA人才培养、CAA人才举荐”三位一体的人才工作路线图。2015年获得直推国家科技奖励资格，10个项目荣获国家科技奖；依托中国科协、北京科协“青年人才托举工程”以及中国科协青年人才托举工程博士生专项计划，累计支持92位青年人才、21名优秀博士生茁壮成长。

5. 打造数字化平台，开创智慧学会新局面。

以“会员库”为核心，建设会员服务系统、学术交流系统、期刊采编系统、奖励与评价系统、组织管理系统和科研动态系统。建设CAA数字图书馆、CAA一站式研究生招生平台、CAA云学院，持续深化官网、微信、微博等平台的广度与深度，不断扩大宣传直播平台，成功入选中国科协“智慧科协2.0”首批试点建设单位，连续多次在中国科协网络平台宣传评价中位列第二。

(三) 砥砺深耕，坚守学术本源，引领学科高质量发展

1. 搭建开放交流平台，构建三位一体学术会议体系。

每年约召开千余场学术活动，

受众人数近五千万人次，交流论文上万余篇，覆盖自动化、信息与智能科技领域的基础研究、技术开发、产业应用和教育等各个方面。

2. 支撑引领原始创新，加快一流期刊品牌建设。

学会紧跟学科发展趋势，大力培育 10 种精品学术期刊，打造一流科技期刊集群。对标世界一流科技期刊，学会开辟国际合作新模式，于 2014 年与 IEEE 合作共创“IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica”，经过十年发展 JAS 影响因子突破 15，在自动化与控制系统领域中位列全球第一，成为自动化与控制领域唯一的中国主办 Q1 区 SCI 期刊；基于丰富的办刊经验，学会于 2023 年创办高起点科技新刊《国际智能控制与系统学报（英文）》，强势扩大学会一流科技期刊队伍建设。

此外，学会不断推进论文导向改革，编制发布高质量科技期刊分级目录，连续七年参与中国科协优秀科技论文遴选计划，引导更多高水平成果在国内期刊发表。

3. 深耕学科发展，积极组织撰写领域学科发展研究。

连续四年开展“控制科学与工程学科发展研究”，编制《中国控制科学与工程学科史》《自动化学科发展路线图》和《智能控制：

方法与应用》《中国自动化产业发展报告》《中国自动化技术发展报告》，开展人工智能领域创新资源图谱绘制、教育大模型技术路线图研究工作，发挥学科战略引领作用，预判学科发展趋势，推动自动化学科快速发展。

（四）精准布局，发挥智库优势，服务科技经济融合发展

面向不同产业特点，定向组建产业科技服务团，汇聚 300 余位专家学者，组织专家走访 50 个城市，成立 23 家学会服务站、2 个院士工作站，形成 50 余项技术开发合作项目，为企业提质增效。

面向国家重大产业需求，围绕产业发展特点，学会通过聚专家、聚成果、聚项目，切实开展企业专家面对面、成立以企业为核心的联合体组织，形成以“学会-地方科协-企业-服务站”四级合作模式的长效发展机制，产业集群和重点企业提供定制化组合式服务。

结合地方产业特点，分别创办国家机器人发展论坛、国家智能制造论坛等十余个品牌学术会议，推动自动化学科与新一代人工智能交叉融合以及机器人在制造业中的落地应用。

连续六年参加中国科协重大科学问题和工程技术难题的推荐工作，共推荐 20 余项。完成近 300 个项目技术成果鉴定；开展团

体标准制定，制定《CAA 标准化工作管理办法》，成立 CAA 标准化工作委员会，开展近 30 项团体标准研制，协助 8 项标准申请与立项。

组建工业控制安全、智慧教育、智能制造等五支决策咨询专家团队，为学科发展、产业规划等提出专业意见，编制《制造过程智能化系统等领域前瞻分析和技术预见研究报告》等 20 余项决策咨询报告；广泛开展人才培训和评价，成立职业教育工作委员会，开展数字人才技术技能培养和数字技术工程技术人员工程能力评价试点。

（五）肩负使命，合力打造“科普之翼”

1. 搭建多主体参与、多样化传播的共建共享平台。

组建以科研院所、媒体及企业为主体的科普工作委员会；“自动化与人工智能”科普百人团及 9 个科学传播团队；中国自动化学会科技志愿服务总队和 61 家科普教育基地，推荐龙芯自主创新生态基地和镇江智能制造创新研究院入选中国科协 2021-2025 年度第一批全国科普教育基地，织密科普工作网络。

重磅推出 CAA 科普大讲堂、CAA 智能趣微课等科普讲座，创办中国自动化与人工智能科普大会暨创新人才贯通式培养研讨会，广泛传播领域知识。

2. 构建培养青少年科技人才的开放高地。

组织开展全国青少年劳动技能与智能设计大赛、RoboCup Junior 青少年机器人世界杯中国赛、中国机器人大赛等系列赛事，其中，全国青少年劳动技能与智能设计大赛入选教育部《2022—2025 学年面向中小学生的全国性竞赛活动名单》。

3. 坚守初心，积极打通“自动化”最后一公里。

近年来，凭借富有成效的工作，学会微博进驻科普中国潜力榜，荣获科普新媒体传播飞跃奖，在中国科协系统各季度科学传播中稳居前列，连续多年荣获中国科协“全国学会科普工作优秀单位”称号，2023 年荣获科技志愿服务优秀组织单位。

（六）开放合作，提升学会国际影响力

学会着力构建对外开放新格局，以全球视野谋划和推动学会改革创新，不断提升学会开放合作能力。

1. 搭建国际学术交流平台。

学会成功承办 IFAC 第 14 届世界大会、第 23 届世界人工智能国际联合大会、国际智能车大会等 20 余个大型在华国际学术会议。多次派代表团参加国际自动控制

联合会世界大会，其中 2022 年 IFAC 世界大会上与美国自动控制委员会联合主办欢迎晚宴，对进一步促进自动控制学科的发展起到了积极推动作用。

2. 提升参与全球科技治理能力。

学会参与筹建智能科学与技术协会（AIST）和智能产业促进协会（AAII）；与国际自动控制联合会（IFAC）、电气电子工程师学会（IEEE）以及国际模式识别学会（IAPR）等建立互惠合作网络。推荐百余位学会会员当选国际学术组织 Fellow，担任国际学术组织重要领导职务，有力提升了我国自动化的国际影响力和话语权。

3. 加强国际组织交流互访。

学会代表团出访马来西亚、匈牙利等国家，与联合国、国际系统工程协会、营运工程师学会等国际组织开展多层次、宽领域交流合作，响应“一带一路”建设，宣传当代中国价值，传播人类命运共同体理念，营造良好外部环境。

4. 积极扩展对外宣传平台。

积极承接中国科协《开放合作示范专项》，逐步完善海外会员入会制度，吸纳近 200 位港澳台和外籍会员；以英文网站、英

文微信公众号为重要抓手，提升学会风采的可视度与信息量，树立起我国自动化科技界的良好形象。

二、对新一届理事会工作的意见和建议

站在新的历史起点，第十二届理事会将以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，坚持以人民为中心，发挥集智聚力的作用，团结带领广大科技工作者，瞄准世界科技前沿，坚持“四个面向”，戮力同心，奋勇前进，开创学会事业新局面、新气象，担负起新时代赋予的新使命！

面向学会未来发展，学会将进一步加强党的建设，强化政治引领；夯实信息化基础，打造数字学会；坚持会员为本，优化服务供给；创新交流机制，引领学术发展；构建智力方阵，支撑科学决策；创新科普业态，厚植人才雨林；推动产学研融合，助力创新驱动；深化国际合作，参与科技治理；完善治理体系，提升治理效能。

最后，再次感谢各位代表近年来对中国自动化学会的工作给予大力支持！

谢谢各位代表！○

在中国自动化学会第十二次会员代表大会上的讲话

文 / 中国自动化学会第十二届理事会理事长 杨孟飞



尊敬的各位代表、同志们：

按照大会程序，中国自动化学会顺利完成换届工作，选举产生了新一届理事会、监事会，并推选我担任第十二届理事会理事长。在此，我谨代表第十二届理事会，对大家的支持和信任表示衷心的感谢！

厚积薄发，行稳致远。在历任理事长的带领下，在中国科协、中国科学院自动化研究所、地方科协、兄弟学会的长期关心支持下，中国自动化学会不断发展壮大。近年来，在郑南宁理事长的坚强领导

下，在理事会和全体会员的共同努力下，学会围绕党和国家工作大局，履职尽责、开拓创新，各项工作取得了显著成效，为今后发展奠定了坚实基础。在此，我谨代表第十二届理事会，对全体同仁的辛勤付出表示由衷的感谢，向郑南宁理事长和第十一届理事会全体成员致以崇高的敬意！

当前，学会的发展正处于关键时期。作为新一届理事会理事长，我深感责任重大、使命光荣。我将认真履行理事长职责，在中国科协的领导下，在中国科学院

自动化研究所的大力支持下，团结带领全体理事和广大会员，在习近平新时代中国特色社会主义思想的指引下，认真学习党的二十大精神，以增强服务能力、创新服务模式、提升服务水平为主线，加快形成会员的温暖之家、创新之源、发展之翼，全力打造成为学术卓越、服务优质、保障有力的中国特色一流科技社团。

面对新形势，肩负新使命，本届理事会将着力做好以下四个方面工作。

第一，夯实组织凝聚力，筑牢学会发展根基。深入学习贯彻习近平总书记关于群团工作的重要论述，夯实三级党组织体系建设，严格执行“三重一大”决策制度，推动党建工作融入学会治理体系。打造一体化数字平台，实现“智慧学会”建设，推动学会办事机构职业化改革，提高学会自主、自治、自律能力。拓展会员中心，进一步凝聚会员力量、服务会员需求，拓宽会员服务覆盖广度与深度，加强对科技领军人才、青年科技骨干等吸纳力度，

提高单位会员中“双一流”高校、重点科研机构、领军企业的覆盖比例，建设有温度的“自动化科技工作者之家”。

第二，提升学术引领力，打造高端智库平台。围绕国内外控制科学与工程学科前沿进展，积极开展创新性学术研究。构建学术交流融通创新机制，形成多元、多级、多样的学术活动集群，打造高端学术活动品牌，夯实中国自动化大会等学术活动的主流引领作用。加快培育以《自动化学报》中英文版为代表的10种精品学术期刊，建立国际化、高水平期刊矩阵，打造自主期刊数字化平台。不断提升CAA科技奖励和评价类工作影响力，持续拓宽人才举荐渠道，做优自动化创新人才成长的教育、培养与服务环境，建立闭环反哺新态势。

第三，增强社会公信力，践

行科技为民使命。充分发挥学会智库优势，依托学会决策咨询团、产业科技服务团，主动服务党和政府科学决策，因时因势因能推动需求和供给的有效对接，助力科技经济融合服务做深做实。着力开展科技成果评价，加大高质量团标供给，助力战略性新兴产业关键核心技术攻关。构建科普融合发展新业态，打造多样化、系列化、内容丰富、吸引力强的科普活动品牌，形成全方位、多层次的科普工作格局。

第四，扩大国际影响力，构建开放合作生态。积极与国际同行“交朋友、结对子”，加强与国际自动控制联合会（IFAC）、电气电子工程师学会（IEEE）以及国际模式识别学会（IAPR）等国际组织互惠合作，依照有关规定适当发展港澳台会员和外籍会员。持续推荐中国科学家任职国际学

术组织重要岗位，不断增强我国在全球科技治理体系中的话语权。积极组织承接国际学术会议，争创国际学术会议品牌，提升学会国际知名度和影响力。

各位代表、同志们！

齐心合德，众行致远！2025年是充满希望与挑战的一年，也是中国自动化学会凝心聚力、乘势而上的重要转折点。我们深知，学会的发展离不开广大会员的支持与参与。我们坚信，在中国科协的领导下，在新一届理事会的带领下，在全体会员的共同努力下，一定能推动中国自动化学会迈上新台阶，再创工作新辉煌。让我们携手共进，以创新为笔，以团结为墨，共同描绘中国自动化学会更加美好的未来，在新时代的浪潮中绽放无限生机与活力。

谢谢大家！

通

知

开启报名！第四届智能决策论坛即将召开！

会议时间：2025.06.14-15

会议地址：江苏南京南京国际会议大酒店

主办单位：中国自动化学会；中国科学院自动化研究所

承办单位：复杂系统认知与决策国家级重点实验室；中科南京人工智能创新研究院；南京大学人工智能学院；中山大学计算机学院；天津大学智能与计算学部；北京航空航天大学数学信息与行为教育部重点实验室；中国科学院科技战略咨询研究院

会议导读：为促进智能决策技术的交流与发展，中国科学院自动化研究所联合中国自动化学会将于2025年6月14日-15日在江苏南京举办“第四届智能决策论坛”。本届论坛设主旨报告、专题分论坛两个环节，汇聚复杂系统、智能决策、博弈智能等领域的专家学者，聚焦大模型、群体智能、具身智能、强化学习等前沿学术领域，共话决策智能的未来发展之路。

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。

我的故乡

文 / 熊范纶

近些年来西来有了很大的变化。古镇原来的“街上”味道大大淡化，不仅三圩、四圩、六圩、七圩垠和十七、十八圩等与西来似乎浑然一体，甚至包括了土桥、墩义一些集镇，“西来镇”范围大大扩大了。原来环街的河流多数已被填平，改建为街道马路，原来的街道西沿河边，以及马路边，现在盖了许多新的住宅。在古镇老街的东北方向修建了一个很大的公园，名叫植物园，成为人们休闲、锻炼身体的场所。除了恢复四圩弄原有的城隍庙外，又在植物园的前面（西边）翻建了西来寺，成为附近方圆几十里的人们朝拜香火之处。后来又建立了农耕博物馆、文化广场等，还成了省级4A级乡村旅游点，每年举办桃花节、某某节，中央电视台

几次报道了这个古镇的长寿之乡与独具特色的饮食文化。

东边的公路，目前已经建成四车道的一级还是二级公路，定名“江平路”（江都—平潮），贯通南通至靖江，向南连接江阴大桥去江南，向西一直到江都、扬州。这条公路在西来界河上与如皋搭接的桥梁，起名“西来桥”。桥的那边，近年来又竖立起一座新的集镇，好像就叫“西来桥”。有名的宁通公路从这里经过。在江平路的两边与界河的两岸，这些年出现了一大批中小型企业，甚是喜人。八十年代县领导曾邀我回去考察的三江电机厂已在靖城发展成为大型企业集团，互感器厂在靖江市也成为著名民营企业听说还上了市。我的不少弟弟堂弟侄甥及亲友乡邻，在西来和

靖城创办了许多新兴产业，这些已经不能与昔日的社办企业相提并论，同日而语了。

改革开放前后，这一带人们不断涌向县城，几乎大部分青年人现都居住在靖城而城市化了。多年前我曾说过，靖江和许多县市似乎很像希腊的雅典、墨西哥的墨西哥城等，全国的大部分人口集中到了城市，而广大的农村却人口稀少了。靖江这些年的变化，也正是中国东中部地区城市发展的一个缩影。因此，虽然西来老街的路面已很平整，也比早年宽阔很多，但两旁许多低矮的房屋，已无人居住，不少人家残垣破壁，甚至倒塌。有时举头凝望，显得十分冷清，人气不旺，心里很不是滋味。

西来，我的故乡

我常常思考，古镇西来，有没有自己独有的地缘文化和精神底蕴？如果有，那“西来文化”是什么？

西来文化应该是由许多元素，经过长期的凝聚积淀，发展而形成的。这些元素有长江文化，有南北文化与东西文化的交汇。

靖江立县 500 年，西来是早些还是晚些出现？她应该是农耕时代与近代工商业发展融合的产物，长江边的农工商与沪苏锡常的快速发展进程互相推动的结果；独特的地缘文化，北方文化与长江文化的结合，加上北方语系与吴语系文化与习俗的交融，甚至于华夏文化与世界文化的碰撞，所形成的一朵奇葩。

西来的许多家庭，与上海江南有着千丝万缕的联系，不少又是外来移民落脚不太久，开始从

肩挑步贩，许多家沧海桑田甚至大起大落，跌宕起伏，但斗转星移，伴随着江南近代工商业的兴起，与现代高科技的迅猛发展，机遇多，适应快，变化迅速。

西来人，头脑灵活，接受新生事物较快，敢想敢干，穷则思变，敢于创新。

西来人，肯吃苦耐劳，艰苦奋斗，百折不挠有韧劲，比较务实。

西来人，有着比较质朴淳厚的民风，整个街面几百户，几乎家家都较熟悉，相互来往随便串门，彬彬有礼，和谐相处。

商家与商家，同行不冤家；老板与伙计、老板与账房先生（或称相公）、以及商家与客户之间，以礼相待。

西来人，从政要当清官，从商要做儒商，从教要做良师，科研要搞发明创造。

这让我想起一件事，大约

1960 年，留学苏联的姚亮（家住四圩弄）知道我在中国科技大学学习自动化，马上从哈尔科夫买了一部大厚本的俄文版论文集寄给我，至今我还保存在书架上。

一方水土养育一方人。近百年来，从西来庵及其周围乡村走出了一大批能人志士，有革命烈士部队军官，有各级政府官员，有企业家工程师，有教授专家科学家，有作家教育家书法家，等等，为国家和社会的经济文化建设、科技发展，作出了可喜的成绩和出色的贡献。西来小学、四圩小学以及西来中学（很可惜西来中学后来被合并）为地方与国家培养了大批有用人才，有的还走出国门活跃于世界的舞台。

我也是这个浩荡队伍中的一份子，曾经有人问我：“你的家乡对你的事业和人生，有着什么影响？”

总结人生轨迹的关键点，我



似乎有一个受教育的”三级跳”：从初中到高中、高中到大学、国内到国外留学。这个三级跳，让我大跨步地打开知识与科学的大门。而我这三级跳的起点与助跑，正是我的家庭、我的小学和我的故乡。

我事业上似乎还有一个“三次转身”，大学里学习自动化，工作几年后转向计算机技术；国家派出国又学习陌生的智能技术；回国后又完全“另辟蹊径”，第一个吃螃蟹开创了智能农业。这三次专业技术上的大跨度转身，让我毕生付出了巨大的代价，其起步则是高中时的发明农业机械，即大学报考自动化志愿的缘由；而发明农业机械的念头，是来自于从小在西来家乡参加繁重农活产生的萌动。

还曾有人问我：“你那些国外学习回来的同伴们，他们现在都坐在明亮的实验室里做研究，可你为什么却偏偏要到艰苦落后的农村去，多艰苦；你们学理工的一般是不愿意占农的边，可是你却为什么将高科技去和农业结合？”我当即回答了六点，前面四点的重点就是“我来自一个农村小集镇，从小参加过田间劳动，了解农村和农民；第二点1964年参加过农村”四清“，住在村里最穷困的农民家，床下就是一头猪，一年自觉的劳动锻炼，与农民同吃同住同劳动（三同），体会

到农业丰收对农民带来的那种喜悦；第三点是高中时我就发明农业机械，还得到江苏省农业厅的赞扬（信还保存着），它是我小时在家参加车水、割麦、搅稻等繁重劳动而萌生的创意；第四点是离美回国前邻居老太太带我参观了美国的几十个农庄，对我非常大的触动，很感慨地说出“美国的农庄太先进了，中国的农村太落后了；美国的农民太舒服了，中国的农民太辛苦了”。

1985年，当我的第一个研究成果鉴定时，有专家说：将人工智能应用于农业，我们怎么没有想到？熊先生他不仅想到了，而且还搞出来，并且干得这么好。

这也是后来人们发问的：智能农业，为什么不是搞农业技术的人，也不是从城市里或非常偏僻的农村出身的学者提出来，而偏偏由学理工科搞高技术的人，从长江下游一个小集镇里走出来的人开启了这个方向。而且这个犹如鸿沟般的新兴交叉学科，没有巨大的勇气，没有顽强的毅力，是根本无法实现和进行下去的。我告诉他们这其中偶然因素，也有必然因素，甚至还有更深层次的因素，其中就有西来文化深深的烙印使然！

国际自动控制联合会，简称IFAC，是世界自动控制界最高学术组织，1957年当时担任中国自动化学会理事长的钱学森代表中

国，和欧美等几十个国家发起成立的。2005年7月在布拉格举行的自动控制世界大会上，首次颁发IFAC Fellow奖与称号，是奖励世界上自动控制领域作出杰出成就的科学家的最高荣誉。我很荣幸成为第一个中国科学家也是首位华人获此殊荣。当人们看到大会屏幕上显示的获奖者有CN（中国China的标志）时，我走上颁奖台，作为中国人强烈的自豪感油然而生。当与其他二十多位国际泰斗大师级的获奖人同坐Fellow席位时，真像坐上了直升电梯，看到了自己数十年为之努力的重大价值和意义，更感到自己这个来自西来农村集镇小人物的无上荣光！也在世界舞台为我国学者争了光，吐了气。

接着又被推举为IFAC技术局这一重要机构的成员和中国代表，并担任生物生态系统协调委员会主席，管辖农业、生物、环境、生态等控制系统四个技术委员会，引领国际上该新兴学科方向的发展步伐。

回想八十年代初在美国学习时，对我这个年过四旬的人来说，攻读国际刚刚兴起的最新技术要多么的艰苦，加上速成的外语能力与异国生活遇到了那么多的困难，最后向祖国也是向我的父母与故乡，交出了满意的答卷。

回国后，如何从零开始，如何坚持不懈、锲而不舍、不计功

利地发展这个新兴研究方向，以及不断推动实际应用的历程，应该说“西来人精神”在我身上发挥了重要作用。

故乡，时常牵挂在我心中，在故乡经历的许多往事，经常萦绕于我的脑海，街面上许多熟悉的长辈乡亲的身影，时而浮现在我的面前，从小耳濡目染的浓浓家乡气息依然伴随在我的身边。

我关心着故乡的成长发展，也教育后代不忘老家这个根。前年我专门安排儿孙寻根问祖，不仅到西来老家，还让他们沿着我

曾经学习过的小学、初中、高中、大学的足迹，了解祖辈曾经经历的艰苦历程，对他们可谓是一次“励志行”。

故乡，这个我们祖先代代繁衍相传的根基，是我们的后人永远不能遗忘的，代代都要常回来看看，到靖江的西来镇“认祖归宗”。当然，我们更加期待着故乡西来，能够充分利用优良的自然地理环境，以及实业、文化、人文等特色资源，未来能有一个大发展，大变样。

我已八旬耄耋之年，原本希望让子孙们对故乡有一个概括性

的了解，十年前写了一点我当年的经历与见闻，着重于我青少年时代的概况，近期又作了调研，作了大幅度的补充，依然感到不足。尤其许多长辈、同辈以及同学发小，不少在关键时刻给了我宝贵帮助和支援，不能一一列举，在此一并表示感谢！

作为游子，总希望能给老家人留下一点什么，就谨以此文，奉献给故乡。○

（2010年9月初稿于美国硅谷，2011年2月第一次修改于珠海，2020年春节后第二次修改于合肥）

作者简介



熊范纶，我国智能农业的开创者与奠基人，国际自动控制联合会 Fellow，首位中国科学家荣获世界自动控制界最高奖 IFAC Fellow 奖。国际农业

人工智能（AIA）最早发起者之一。曾任 IFAC 技术局成员、生物与生态控制系统协调委员会主席等。中科院合肥智能所研究员、首席科学家、中国科大与智能所博士生导师、中国科技大学教授、南京大学及同济大学兼职教授。中国自动化学会会士、智慧农业专委会荣誉主任。

率先在我国开展农业智能工程的研究，首创我国第一个农业专家系统，主持农业智能系统及其技术体系等研究，取得国内首创、国际先进水平和国际领先地位的研究成果，获

国家科技进步奖二等奖两项、三等奖一项和省部级一二等奖多项，主持的基础研究成果列为国家自然科学基金委二十周年重大成果，发表论文 200 多篇、专著 2 部，开拓引领了农业智能工程学科在我国的发展。首批享受国务院特殊津贴，被授予国家级有突出贡献专家、有突出贡献留学回国人员、全国优秀科技工作者等称号。并获 863 计划突出贡献奖、国家科技攻关重大成果奖、世界信息峰会奖、农业工程终身成就奖等。

郭雷院士：发展仿生智能 开辟 AI 新方向新赛道

近几年来，以大数据大模型为代表的类脑智能，以及依托于人形机器人的具身智能，在我国迅猛发展，引发政产学研各界乃至社会大众的强烈关注。前者以几个月前横空出世的 DeepSeek 最为典型，后者则以各种机器人足球赛、马拉松乃至机器人格斗赛等最为吸睛。

对此，中国科学院院士、北京航空航天大学教授郭雷在接受《经济参考报》记者采访时表示，我国实施创新驱动发展战略成效显著，实现了从“跟跑”到“并跑”的转变，有的领域开始“出现领跑”势头，比如 AI（人工智能）。

“其中，开辟‘仿生智能’新赛道，是我国 AI 发展的新方向。”郭雷强调说，“要想在更多领域实现领跑，必须逐步树立科技自信、创新自信、青年自信，走出一条具有中国特色的创新之路。”

以下为访谈实录。

记者：近几年来，我国人形机器人、类脑智能等的发展令人瞩目，甚至出现了整体加速突破的迹象。比如，宇树科技机器人

春晚惊艳亮相，机器人足球赛、马拉松等吸睛无数，DeepSeek 横空出世则在全球引发关注……您如何看待上述现象？

郭雷：这说明，我国实施创新驱动发展战略成效显著，AI 科技的进步则是具体例证之一。科技创新、科学普及是创新驱动发展的两翼。一方面，我们的科技创新，在世界科技舞台上已实现从“跟跑”到“并跑”的转变，有的领域开始“领跑”，这非常令人欣喜。更让人高兴的是，我国的科技创新经过多年“厚积”、连续“薄发”，不断蓄势，已从原来的点式、局部、跟随式创新为主，逐步转向系统、整体、原创性的创新，因此近几年有了“爆发式”突破之感。另一方面，科学普及深入人心，为科技创新营造了良好的氛围。这些机器人比赛，既在应用层面展示了科技创新的成果，又提升了大众对我国科技发展的信心。

需要强调的是，就 AI 技术而言，应更好与硬核科技有机结合、赋能实体经济，使其在经济社会高质量发展、因地制宜发展新质生产力中发挥更大作用。

记者：说到 AI 赋能实体经济，我们看到，类脑智能正在深刻改变人类生产模式，而人形机器人则开始走进日常生活。以前存在于科幻作品中的 AI，离“人”越来越近了。

郭雷：AI 无论内在的思维方式、还是外在的载体形状，首先从“模仿”人开始，是合乎逻辑的，人对自己的思维方式最了解，方便入手研究；也是合乎人性的，家庭使用者在情感上也更愿意接受人形的机器人产品。所以，类脑智能、具身智能率先产品化、产业化，就可以理解了。

同时我们更应看到，AI 的应用场景，不仅仅是人的生活场景。比如现在应用越来越广泛的无人机，在使用中需要采集、分析各种信息，在高速运动中及时做出各种反应动作，这些时候仅仅模仿“人”的各种能力，就远远不够了。除了“人”工智能之外，还需要发展“鱼”工智能、“鸟”工智能等等，也就是“仿生智能”。

记者：“鱼”工智能、“鸟”工智能的表述很有意思。仿生智能

和人工智能是什么关系？有何异同点？

郭雷：大致而言，仿生智能是AI的延伸与发展，可为AI开辟新赛道、加快赋能新质生产力进程。仿生智能就是将人工智能、生物技术与航空航天、先进制造领域重大需求相结合、从而产生“链式变革”、“全链条创新”的一个重要途径。

具体来讲，比如在水下作业场景，当水流、水压、地形等突然发生变化时，鱼类做出的判断、反应、动作等，肯定比人、专业游泳运动员优秀得多；又比如高空飞行时，具有复眼系统的候鸟、昆虫，虽智力比人类低等得多，但它们对前方高速飞行而来的物体所作出判断反应的速度、合理性，更是令不会飞行的人类望尘莫及。

师法自然。其实，人类科学向动物的学习借鉴，是一门既古老又年轻的科学。当下，从信息领域、从导航感知领域模仿昆虫和候鸟的复眼，模仿鸟的肌肉和翅膀的飞行动作，开发仿生智能产品，就是上面提到的“鸟”工智能。

整体来看，仿生智能与现有的“类脑智能”体系具有显著的不同，既涉及信息、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、执行和系统设计的核心关键技术，再到软件、器件、芯片和硬件系统进化设计及其环境、目标和对手博弈交互。其成果是软硬一体、内外兼修的，可以在航空航天、先进制造领域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。

仿生智能是一种生物启发的系统性思维，能够克服“碎片化”局部智能技术的局限性。

因此，应在当前AI创新成功经验的基础上，大力发展仿生智能，使AI更好地赋能实体经济、助力培育新质生产力，从而更好地实现经济社会高质量发展。

记者：您提到仿生智能将产生“链式变革”，会有哪些表现？如何更好地服务实体经济？

郭雷：仿生智能技术是一门“硬科技”，有助于突破传统生产力的瓶颈，成为推动新质生产力发展的核心引擎，在空天无人系统、高端制造、国防安全、工业互联网、国防安全、绿色能源、医疗健康、智慧农业等领域产生“链式变革”，形成颠覆性创新优势，实现高质量发展。

创新性理论和技术都需要接受实践检验，最终都要服务于“四个面向”，即面向世界科技前沿、面向经济主战场、面向国家重大需求、面向人民生命健康。

我们认为，当前迫切需要开辟“仿生智能”科研“新赛道”，将新型人工智能技术赋能空间无人系统，包括无人飞行器、潜航器等领域，实现“换道超车”，使人工智能技术创新与新兴产业创新深度融合，形成具有国际竞争力的商业航天与低空经济产业创新生态。

要实现上述目标，就要在航空航天领域大力建立健全的商业运行机制、容错的创新生态，在低空经济建立完善临空域管理、安全规范等法律法规。当然，这些都不是一两句话能说清楚、短期内能解决的问题，需要在全面深入调研的基础上精准施策，绵绵用力、久久为功。

记者：目前有一种观点称，“AI的尽头是算力，算力的尽头是能源”。对此，您怎么看？

郭雷：毋庸置疑，AI大模型运行、算力实现所消耗的能量量级，远超出实体经济制造领域的水平。从这一角度来看，这句话没有问题——AI运行离不开巨量能源的供应支撑，AI技术的发展更离不开能源技术的突破。

同时也要看到，目前“类脑智能”更多地依靠堆砌算力，也就是“硬算”来实现，事实上相当大一部分工作是可以借助“巧算”，就可以用低算力、低成本、低能耗来达到同样的效果。简单

来说，拿昨天的数据和今天的数据对比一下异常，就可以实现升级迭代，没有必要全部数据再重算一遍。

其实，真正的人脑思维活动“硬算”方面肯定比不上AI，但在“巧算”方面优越太多——人吃两三个馒头，一天脑力活动的能量就够了，但这个工作量如用AI去“硬算”，可能消耗的能源不低于一个县城运转一天所需的电力。

DeepSeek 的横空出世，在世界上产生了很大震动。这项创新成果，是中国青年科技工作者的骄傲。其中最重要的创新之一，就是通过“巧算”，仅以十几分之一的能源消耗和成本，实现了国外同等主流AI的算力水平。

记者：您认为，未来要在更多领域实现“领跑”，还需要做什么？

郭雷：从世界范围来看，很多创新存在碎片化问题，越搞越专，甚至停留于分子层面，难以形成一个系统，从而难以真正发挥作用。未来我们要实现的是真正的、原创性、系统性的创新，而不是局部创新。

要实现从局部创新到全局创新，再到全球创新，就要求我们要更高的、全局性的站位。要想在更多领域实现领跑，必须逐步树立科技自信、创新自信、青年自信，走出一条具有中国特色的创新之路。

我们认为，要加快推进教育、科技、人才“三位一体”协同发展，要准确把握前沿理论赋能硬科技的方向，加大基础研究

领域“新、硬、实科技”的支持力度，使创新性基础理论和关键技术尽快在实际中验证、服务实体经济。要鼓励可望与新兴科技有机融合的基础理论研究，避免被资本、流量等牵着鼻子走，避免在某些热点方向一哄而上、重复投资，减少各类扎堆式、跟风式、快餐式科研。而从评价上来说，建议以第三方考核的硬件实物指标水平衡量硬科技水平，以硬科技创新程度、新质生产力发展程度作为科研成果重要评判标准。

总之，我们要树立“敢为人先”而不是“循规蹈矩”的创新意识和理念，培育和规范更加完善的、涵盖“政产学研金介用”的全社会、全链条创新生态。○

来源：《经济参考报》

作者简介



郭雷，中国科学院院士现任北京航空航天大学自动化学院教授，空间智能自主控制系统研究中心主任，“飞行器控制一体化技术”国防科技重点实验室副主任，科技部“飞行器先进导航与控制系统技术”重点领域创新团队负责人，中国自动化学会导航制导与控制专业委员会主任。

长期从事抗干扰控制理论与应用领域的研究。建立了多

源干扰系统复合精细控制等理论方法，突破了多项飞行器自主导航与控制系统关键技术。出版学术专著6部，发表SCI/EI论文420余篇，授权发明专利120余项。曾获国家自然科学基金二等奖、国家技术发明二等奖、省部级技术发明一等奖、教育部自然科学一等奖、教育部技术发明一等奖（均排名1）和全国创新争先奖等科技奖励。

王飞跃：加快构建自主学刊体系和评估制度

近来，海外某著名学刊发文评议中国科研机构自主创建的学术期刊分区分级体系，并对新近的评析结果提出疑问，引起广泛关注。文中一些观点与海外相关议论无视甚至曲解现实，广大学者与相关政策制定者需要审慎甄别，深入思考。

其一，曲解事实，错置因果。例如，文中把近年来华工作学者的离华比例增高归咎于中国的学刊评估，实属误判。这些人离开中国的原因，大多是个别西方国家一些针对性政策的后果，与期刊评估分区分类的关联甚微。实际上，中国现行的学术评估，包括学刊分级的实践和文化，对一些海外学者极具吸引力。美国科研人员所受压力日渐增大，而国内目前清理“假人才”“虚回归”的力度持续增强，这恰恰凸显了中国学术环境的吸引力。

海外发文作者既未关注国内学者诉求、推动毕业与晋升制度改革，反而将海外政治因素导致的学者离华现象错误归咎于学刊评估，实属错置因果、不合逻辑。

其二，无视源头，失之偏颇。将科研评价体系的问题简单归咎

于中国一个科研机构的学刊分区体系，并有意无意地将其社会影响上升为国家“官方政策”的影响，而忽视国际学术大环境的根本性驱动作用——特别是西方商业机构主导的评价工具带来日益加剧的负面效应，失之偏颇。诸如SCI（科学引文索引）影响因子等指标，具有一定参考价值，但对它的过度依赖，已经严重危害目前的国际科研生态。更有甚者，没有学术背景的商业公司雇员在中国的学术机构频频开设讲座，指导如何用SCI开展科研，甚至还充当起“治理”国际学刊的国际学术“警察”，实质是维护其暴利“学术商品”的“垄断权威性”之举。中国学术界是这类学术评价指标的重灾区，不但引发过度不健康不可持续的“内卷”，而且还催生出“论文工厂”“引用车间”“保录服务”等造假产业链。这些半公开的黑色产业，很可能导致贪污滥用科研经费、炮制虚假成果。更为严重的是，此类现象可能侵蚀科研人员的学术操守，甚至出现话题奇葩的论文，造成恶劣的社会影响。

此外，把学刊的影响因子等

同于其论文学术价值与作者学术水平的不科学风气，实则根植于西方“高被引学者”等商业性产品的风行，这不应归咎于中国学刊分区分级体系的建设实践。

我们必须自主改革，坚持创立自己的学刊体系和相应的评价机制，诸如中国科学院文献情报中心建立的分区分级评价体系实践，绝不可因实践中可能出现的某些争议甚至错误而中途放弃。我们应做的，是对其进行监督，促其不断改进优化，并鼓励支持多元化的自主评价体系的创立与发展，确保中国的学术生态自主健康可持续发展。否则，我们可能在本来就缺乏透明度的海外商业机构指挥棒的引导下，花费巨大的科研经费将自己的成果放进其数据库中，再花更大的经费把自己的成果拿出来用。就算这样的经济考量可以不计，更不容忽视的是，当前的国际局势警示我们，也许未来某一天，我们花再多钱，也没办法把自己花钱放进去的成果取出来了。

其三，加剧冲突，甩锅中国。当前国际形势下，世界上各领域的科技工作者必须加强团结和

深化人类科学共同体的意识，警惕商业资本通过“影响因子”或“高被引”等学术评价商品化暴利工具侵蚀科研生态。制定学术政策的机构必须尽快变革，摆脱对这些“学术商品”的不当依赖，打击由此衍生的学术投机行为和黑色产业链。

当前有些国家政客将其国内产业发展困局与社会矛盾甩锅中国，认为是中国的经济发展造成他们大批“生锈带”和失业人员。实际上，中国的发展让全世界受

益，这些国家面临的发展困局症结均在于其内部治理问题。今天，学术界也面临类似的境况。中国的科研大发展让世界科技共同体受益，不但提升了中国的科技力量和产业水平，更让许多外国期刊出版组织和相关的学术信息公司依托中国市场获得巨额利润，有些杂志的收入甚至超过5亿美元/年。然而，一些海外企业和组织在中国除了维护其垄断和权威之外，难言任何实质性推动中国学术出版和科研文化向健康、可

持续性发展之举。相反，它们花大力气同一些学术机构尤其是基金组织取得联系，堂而皇之地扩大自身影响。事实上，它们压根不会在其母国或其他西方国家这么做。

我们必须加快构建自主可控的学刊体系和评估制度，坚定支持并持续完善具有中国特色的学术治理方案，维护并推动国际学术共同体的健康可持续发展。○

来源：环球时报

作者简介



王飞跃教授，1990年获美国伦塞利尔理工学院（RPI）计算机与系统工程博士学位。1990年起在美国亚利桑那大学先后任副教授、副教授和教授，机器人与自动化实验室主任，复杂系统高等研究中心主任。曾任中国科学院自动化研究所

副所长，现为中国科学院自动化研究所复杂系统管理与控制国家重点实验室主任。

王教授是智能控制、智能机器人、无人驾驶、智能交通等领域早期开拓者之一。自上世纪80年代起，师从机器人和人工智能领域开拓者G. N. Saridis和R. F. McNaughton教授，开展智能控制、机器人、人工智能和复杂系统的研究与应用工作，提出并建立了智能系统的协调结构和理论、语言动力学理论、代理控制方法、复杂系统的ACP方法等。现已完成“Advanced Studies of Flexible Robotic Manipulators: Modeling, Design,

Control and Application”、“Autonomous Rock Excavation: Intelligent Control Techniques and Experimentation”、“Advanced Motion Control and Sensing for Intelligent Vehicles”、“Advances in Computational Intelligence: Theory and Applications”、《社会计算》、《智能汽车》、《智能轮胎》、《区块链理论与方法》等十多本学术专著，皆为相关领域的首部学术著作。自二十一世纪初，发起并开拓了社会计算、社会制造、平行智能、平行控制、平行管理、平行艺术、知识自动化等新的研究领域。

性能函数引导的无人机集群深度强化学习控制方法

文 / 王耀南 华和安 张辉 钟杭 樊叶心 梁鸿涛 常浩 方勇纯

随着机器人与人工智能技术的发展, 无人机 (Unmanned aerial vehicle, UAV) 以其低速飞行、机动性强、灵活性高等优势得到广泛应用。无人机集群的可扩展性高, 可执行大规模复杂任务, 相关研究受到学术界和产业界的广泛关注。为安全高效精准地完成既定任务, 集群控制算法至关重要。然而, 考虑到无人机的非线性特性、开环不稳定和欠驱动特性, 设计有效的集群控制算法极具挑战。尤其是无人机集群的任务复杂多变, 经常面临动态场景、复杂干扰等极端情况。因此, 设计智能高效的集群控制策略, 保证无人机间的高效协作, 具有重大的理论和实践意义。为此, 国内外研究人员已经提出许多标志性的控制方法, 包括基于行为的集群控制、虚拟结构法、领航-跟随法、人工势场法、一致性方法等, 实现了有效的无人机集群控制, 其中的领航-跟随法以其出色的集群控制精度、策略扩展性等优势得到广泛研究。

为实现精准的领航-跟随集群控制, 研究人员提出许多可行的模型驱动控制策略, 其核心思想是充分利用无人机集群系统的动力学模型, 在此基础上设计领航-跟随控制方法, 并对设计的闭环系统进行稳定性分析。例如, 文献 [14] 提出一种分布式领航-跟随控制算法, 并基于 Lyapunov 理论证明了闭环系统的渐近稳定性。文献考虑无人机集群模型中的非线性特性、参数扰动、通讯延迟、外部干扰等因素, 设计位置与姿态控制器, 实现无人机集群的鲁棒编队。进而, 文献针对无人机集群中的时变通讯延迟, 设计分布式编队控制协议, 证明了编队误差将在有限时间内收敛。此外, 为进一步约束集群控制误差, 文献通过

构造编队误差边界, 提出一种预设性能的自适应编队控制方法, 通过设计障碍 Lyapunov 函数, 将集群系统状态始终约束在预定范围内。尽管上述模型驱动的集群控制方法已实现无人机的编队控制, 但是面向实际应用, 仍有许多关键问题亟待解决。首先, 尽管利用无人机集群系统的动力学模型, 可以设计闭环系统稳定的集群编队控制方法, 但是集群控制中的一些关键指标仍没有得到保证, 特别是集群的控制误差可能超出安全范围, 引发事故。其次, 基于障碍函数的控制方法能够将集群误差抑制在给定范围内, 但是在逼近约束边界时其控制输出面临饱和风险, 存在控制失效、闭环系统崩溃等安全隐患。

随着人工智能技术的发展, 学习驱动的机器人技术研究受到越来越多研究人员的关注。不同于模型驱动的集群控制方法, 深度学习驱动的控制设计利用海量数据训练得到的控制策略, 具有很强的适应性和灵活性。其中, 深度强化学习通过与环境的试错交互, 利用最大化奖励函数寻找最优控制策略, 已经成功应用于多种机器人控制。例如, 文献提出一种旋翼无人机深度强化学习控制方法, 通过设计学习网络, 以无人机状态作为输入, 直接控制无人机驱动器, 实现高效控制。文献将注意力机制引入深度强化学习, 解决多智能体高效合作问题。利用好奇心机制, 文献提出一种好奇心驱动的深度强化学习控制方法, 实现无人机机动飞行。此外, 通过引入积分补偿输入, 文献设计深度强化学习无人机控制方法, 提高稳态控制精度。文献采用深度强化学习与领航-跟随框架相结合的设计方法, 提出一种编队控制方法, 实现无人机集群高

效编队。为进一步提高无人机学习控制的可靠性，通过引入模型的先验信息设计的深度强化学习控制策略能兼顾学习效率与控制精度。例如，文献设计的混合深度强化学习控制方法，将基于模型的设计与学习策略线性组合，以减少复杂的不确定因素对无人机的影响。此外，文献提出一种模型预测控制与深度强化学习相结合的控制方法，利用学习策略补偿未建模动态。尽管上述学习驱动的无人机控制方法实现了无人机的飞行控制，但是仍有许多关键问题亟待解决。一方面，深度强化学习通过与环境的试错交互，学习到收敛的控制策略。但是，无人机集群的复杂非线性动力学，加之执行任务时面临的动态场景、复杂干扰等极端情况，深度强化学习策略难以同时应对上述挑战，往往无法探索到安全且可靠的集群控制策略。另一方面，几乎所有的深度强化学习算法都没有考虑集群控制中的误差约束等关键指标，在训练过程中没有充分利用无人机集群系统的动力学模型先验信息，导致得到的学习控制策略没有安全保障，极端环境中极易失效。

针对上述问题，本文提出性能函数引导的深度强化学习无人机集群控制方法。具体而言，通过构造无人机集群编队误差边界，设计性能函数将系统状态约束在预定边界内。然后，设计双 critic 架构的深度强化学习网络架构，并引入性能函数的示范经验，通过同时评价学习策略的随机探索动作与性能函数的示范输出，实现对探索动作的精准判断。在此基础上，使用显著优于示范经验的探索动作更新策略，有效提高无人机编队控制精度与鲁棒性。最后，通过集群飞行实验验证了所提方法的有效性。本文的主要贡献总结如下：

1) 针对无人机集群系统，提出一种性能函数引导的深度强化学习控制方法，提高集群系统的飞行控制精度与鲁棒性；

2) 使用性能函数的示范经验，引导深度强化学习策略探索更好的控制策略，对训练过程中的探索动作实现准确评价；

3) 实验结果表明所提的性能函数引导的深度强化学习控制方法能够实现准确的动作评价、高效的策略更新和精准的集群控制。

本文接下来的内容如下：在第 1 节中介绍无人机动力学模型，并且介绍领航 - 跟随编队控制框架；在第 2 节中设计性能函数驱动的编队控制引导策略，提出性能函数引导的控制算法，并在此基础上针对提出的引导深度强化学习策略，设计训练 - 评估算法；在第 3 节中设计集群飞行的仿真实验，验证方法的可行性和有效性；最后，在第 4 节中总结本文内容。

1 问题提出

1.1 无人机动力学模型

本文考虑由 n 个无人机组成的集群系统，其中第 i 个无人机的动力学模型表示如下：

$$\begin{cases} \dot{p}_i = v_i \\ m_i \dot{v}_i + m_i g e_3 = f_i R_i e_3 \\ \dot{R}_i = R_i \hat{\Omega}_i \\ \Pi_i \dot{\Omega}_i + \Omega_i \times \Pi_i \Omega_i = \tau_i \end{cases} \quad (1)$$

其中， $p_i = [x_i \ y_i \ z_i]^T \in \mathbf{R}^3$ ， $v_i = [v_{ix} \ v_{iy} \ v_{iz}]^T \in \mathbf{R}^3$ 分别表示无人机 i 在惯性系中的位置与速度； m_i 表示无人机 i 的质量； $g \in \mathbf{R}$ ， $e_3 = [0 \ 0 \ 1]^T \in \mathbf{R}^3$ 分别为重力加速度常数和竖直向上方向单位向量； $\Pi_i \in \mathbf{R}^{3 \times 3}$ 表示无人机 i 的转动惯量； $R_i \in \mathbf{R}^{3 \times 3}$ ， $\Omega_i \in \mathbf{R}^3$ 表示无人机 i 从连体系到惯性系的旋转矩阵以及其在连体系中的旋转角速度； $f_i \in \mathbf{R}$ 表示无人机 i 的升力； $\tau_i \in \mathbf{R}^3$ 表示无人机 i 的转动力矩；“ \wedge ”表示 $\mathbf{R}^3 \rightarrow \text{SO}(3)$ 映射，将向量变换为反对称矩阵。

1.2 无人机领航 - 跟随编队控制

无人机集群中的领航 - 跟随编队控制问题是控制 n 个无人机系统保持一定的队形并同时跟踪给定飞行轨迹。领航 - 跟随编队中只有领航无人机能够获得飞行轨迹信息，并且每个无人机只从其直接领航无人机节点获得信息。换言之，领航 - 跟随编队的通讯拓扑

结构为有向生成树，如图 1 所示。具体而言，首先，引入虚拟领航无人机 U_0 ，并根据任务设计其参考轨迹 $p_0 = [x_0, y_0, z_0]^T \in \mathbf{R}^3$ 。虚拟领航无人机 U_0 与无人机 U_1 组成一对领航 - 跟随编队， U_1 从 U_0 处接收参考轨迹。接下来，任意无人机节点 U_i 将仅从其直接领航无人机 U_{i-1} 处获得状态向量信息。此时，虚拟领航无人机确定整个集群系统的运动轨迹，其余 n 个无人机跟踪其给定的领航者，形成 n 对领航 - 跟随结构。

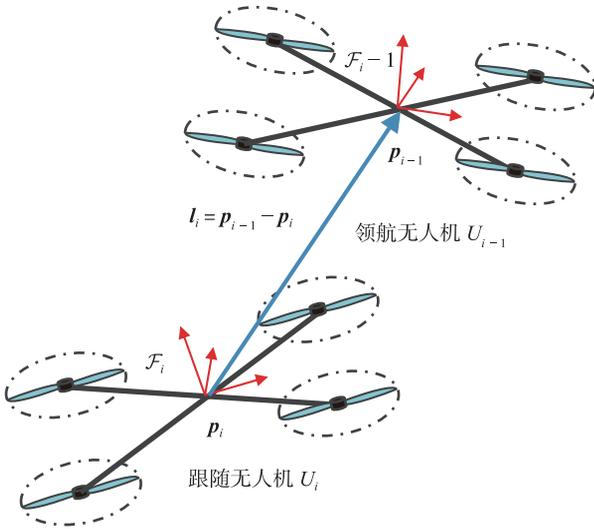


图 1 无人机领航 - 跟随编队模型示意图

在此基础上，将编队问题转换成局部轨迹跟踪问题，如图 1 所示。图 1 中， \mathcal{F}_i 表示第 i 个无人机的连体系。无人机 U_i 从领航无人机 U_{i-1} 处获得其状态向量信息，计算当前编队方位信息 $l_i = p_{i-1} - p_i$ ，考虑

期望编队方位为 $l_{di} = [\Delta x_{di} \ \Delta y_{di} \ \Delta z_{di}]^T \in \mathbf{R}^3$ ，相对误差 $e_{pi} = l_{di} - l_i = [e_{pix} \ e_{piy} \ e_{piz}]^T \in \mathbf{R}^3$ 定义为

$$\begin{cases} e_{pix} = x_i - x_{i-1} + \Delta x_{di} \\ e_{piy} = y_i - y_{i-1} + \Delta y_{di} \\ e_{piz} = z_i - z_{i-1} + \Delta z_{di} \end{cases} \quad (2)$$

接下来，定义 $p_{di} = [x_{i-1} - \Delta x_{di} \ y_{i-1} - \Delta y_{di} \ z_{i-1} - \Delta z_{di}]^T \in \mathbf{R}^3$ ，则 $e_{pi} = p_i - p_{di}$ 。针对第 i 个无人机，构造 x, y, z 方向上的飞行误差约束如下：

$$-\beta_{ij} < e_{pij} < \beta_{ij}, i = 0, \dots, n, j = x, y, z \quad (3)$$

其中， $-\beta_{ij} > 0$ 表示误差约束，用以限制无人机 i 在 x, y, z 方向上的编队飞行误差。进而，提出本文的集群控制目标如下：设计集群中每个无人机的反馈控制律 f_i 和 τ_i ，使得

$$\lim_{t \rightarrow \infty} e_{pi} = 0 \quad (4)$$

且无人机集群始终满足约束式 (3)。

2 深度强化学习集群控制方法

本节提出一种性能函数引导的深度强化学习集群控制方法，如图 2 所示。首先，基于无人机系统 (1) 的分层特性，分别构造内环与外环子系统。进而，针对集群控制目标 (3) 和 (4)，设计性能函数驱动的集群控制引导策略。其中，通过引入辅助变量与虚拟控制输入，利用性能函数将集群控制误差约束在给定范围内 (式 (3))。在此基础上，提出性能函数引导

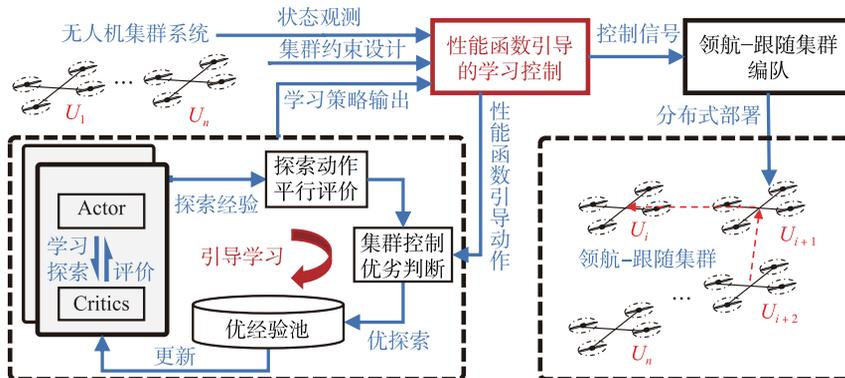


图 2 性能函数引导的深度强化学习集群控制框架

的深度强化学习控制方法，解决复杂工况下性能函数极易失效的难题。

2.1 性能函数驱动的集群控制引导策略设计

本节将无人机集群的控制问题转化为领航-跟随框架下的跟踪问题，并提出基于模型的控制方法，首先，针对无人机 i 外环位置与内环姿态子系统，引入辅助变量描述飞行的位姿与姿态误差；其次，考虑到无人机的欠驱动特性与变量间耦合关系，设计虚拟控制变量 $F_i \in \mathbf{R}^3$ 与耦合变量 $d_i \in \mathbf{R}^3$ 将系统转化为级联结构；在上述基础上，计算得到无人机 i 的开环动力学方程；最后，基于飞行误差约束与系统开环动力学方程，设计性能函数驱动的领航-跟随控制方法，利用性能函数进行反馈调节，实现集群控制。

首先，针对无人机 i ，构造外环位置子系统辅助变量 $\zeta_i = [\zeta_{ix} \ \zeta_{iy} \ \zeta_{iz}]^T \in \mathbf{R}^3$ 与内环姿态子系统中的辅助变量 $\eta_i = [\eta_{ix} \ \eta_{iy} \ \eta_{iz}]^T \in \mathbf{R}^3$ 如下：

$$\zeta_i = m_i e_{vi} + K_{pi} e_{pi} \quad (5)$$

$$\eta_i = e_{\Omega_i} + k_{Ri} e_{Ri} \quad (6)$$

其中， $K_{pi} = \text{diag}\{K_{pix}, K_{piy}, K_{piz}\} \in \mathbf{R}^{3 \times 3}$ 为正定的增益矩阵， $k_{Ri} \in \mathbf{R}$ 表示正的增益参数。 $e_{vi} = \dot{e}_{pi} \in \mathbf{R}^3$ 、 $e_{\Omega_i} = \Omega_i - R_i^T R_{di} \Omega_{di}$ 、 $e_{Ri} = \frac{1}{2}(R_{di}^T R_i - R_i^T R_{di})^\vee$ 分别为第 i 个无人机的速度误差、角速度误差与姿态误差，其中， R_{di} 表示第 i 个无人机的期望姿态，其值可根据任务构造，期望的角速度可相应地表示为 $\Omega_{di} = (R_{di}^{-1} \dot{R}_{di})^\vee$ ，符号“ \vee ”表示 $\text{SO}(3) \rightarrow \mathbf{R}^3$ 反变换，将反对称矩阵转化为相应的向量。

其次，由于旋翼无人机的欠驱动特性，外环位置子系统输入 f_i 和内环姿态子系统状态 R_i 相互耦合，难以直接设计飞行控制算法。为此，引入虚拟控制输入变量 $F_i \in \mathbf{R}^3$ 与耦合变量 $d_i \in \mathbf{R}^3$ ，将系统转换为级联结构。具体而言，第 i 个旋翼无人机系统的输入为 $f_i R_i e_3$ 等效表示为

$$f_i R_i e_3 = F_i + d_i \quad (7)$$

其中，虚拟输入 F_i 的表达式为

$$F_i = \frac{f_i R_{di} e_3}{e_3^T R_{di}^T R_i e_3} \quad (8)$$

值得一提的是，式(8)揭示了虚拟控制输入 F_i 和输入推力 f_i 之间的关系，其值可以任意设计。 d_i 表示无人机外环位置子系统和内环姿态子系统之间的耦合变量，可表示为 $d_i = \frac{1}{e_3^T R_{di}^T R_i e_3} [f_i (e_3^T R_{di}^T \times R_i e_3) R_i e_3 - f_i R_{di} e_3]$ 。在此基础上，内环姿态子系统中的期望姿态表示为 $R_{di} = [b_{2di} \times b_{3di} \ b_{2di} \ b_{3di}]$ ，其中， $\|\cdot\|$ 表示 $\text{mod}(\cdot)$ 模运算， b_{2di} 的值由式 $b_{2di} = b_{3di} \times b_{1di} / \|b_{3di} \times b_{1di}\|$ 计算，且 b_{1di} 不与 b_{3di} 平行。然后，根据虚拟控制输入的值，计算得到 $b_{3di} = F_i / \|F_i\|$ ，其中 $\|F_i\| \neq 0$ 。

在此基础上，根据系统的动力学模型(1)，无人机 i 期望的角速度可表示为 $\Omega_{di} = (R_{di}^{-1} \dot{R}_{di})^\vee$ 。进而，基于无人机 i 动力学模型(1)、虚拟控制输入(7)，得到如下开环动力学方程：

$$\dot{\zeta}_i = -m_i g e_3 - m_i \ddot{p}_{di} + K_{pi} e_{vi} + F_i + d_i \quad (9)$$

$$\Pi_i \dot{\eta}_i = \tau_i + \tau_{fi} \quad (10)$$

其中， τ_{fi} 表示内环姿态子系统的前馈项， $\tau_{fi} = -\Omega_i \times \Pi_i \Omega_i + \Pi_i (\dot{\Omega}_i R_i^T R_{di} \Omega_{di} - R_i^T R_{di} \dot{\Omega}_{di}) + k_{\eta i} \Pi_i (\text{tr}[R_i^T \times R_{di}] I - R_i^T R_{di}) e_{\Omega_i} / 2$ 。

最后，根据飞行误差约束(3)以及系统的开环动力学方程(9)和(10)，设计性能函数驱动的领航跟随控制方法如下

$$F_i = m_i g e_3 + m_i \ddot{p}_{di} - K_{pi} e_{vi} - K_{\zeta_i} \zeta_i - \Lambda_i e_{pi} \quad (11)$$

$$\tau_i = -k_{\eta i} \eta_i - k_i e_{Ri} - \tau_{fi} \quad (12)$$

其中， $K_{\zeta_i} \in \mathbf{R}^{3 \times 3}$ 表示正定增益矩阵； $k_{\eta i}, k_i \in \mathbf{R}^+$ 为正的增益参数。定义 $\Lambda_i = \text{diag}\{\varphi_{ix}, \varphi_{iy}, \varphi_{iz}\} \in \mathbf{R}^{3 \times 3}$ 为性能函数，其值如下：

$$\varphi_{ij} = \frac{k_{\varphi ij} \beta_{ij}^2}{(\beta_{ij}^2 - e_{pij}^2)^2}, \quad i=0, \dots, n, j=x, y, z \quad (13)$$

其中, φ_{ij} 表示第 i 个无人机在 j 轴上的性能函数, $k_{\varphi ij}$ 表示正的控制参数。定义 $\boldsymbol{\varphi}_i = [\varphi_{ix} \ \varphi_{iy} \ \varphi_{iz}]^T \in \mathbf{R}^3$ 为性能函数的向量形式。接下来, 将性能函数驱动的控制式 (11) 和 (12) 代入系统的开环动力学方程, 得到闭环系统如下:

$$\dot{\boldsymbol{\zeta}}_i = -K_{\zeta i} \boldsymbol{\zeta}_i - \Lambda_i \mathbf{e}_{pi} + \mathbf{d}_i \quad (14)$$

$$\Pi_i \dot{\boldsymbol{\eta}}_i = -k_{\eta i} \boldsymbol{\eta}_i - k_i \mathbf{e}_{Ri} \quad (15)$$

本文通过引入辅助函数和虚拟控制输入, 将无人机 i 的动力学模型转换为级联架构。进而, 设计性能函数并提出模型驱动的集群控制方法 (式 (11) 和式 (12))。通过对集群误差的实时观测, 利用性能函数动态地调整控制作用, 成功将误差约束在预设范围内, 如图 2 所示。具体而言, 每当集群飞行误差趋近于预设边界时, 性能函数将随之变化, 通过主动的反馈调节, 将系统状态拉回预设范围内。

2.2 引导深度强化学习策略设计

尽管所提算法 (式 (11) 和式 (12)) 能够驱动无人机集群中每个领航-跟随编队完成精准飞行任务, 并且能将其编队误差约束在给定区间 (式 (3))。然而, 性能函数的约束项可能引起系统输入饱和。特别是, 在无人机执行任务过程中, 将不可避免地出现外界干扰、自身模型漂变等意外情况, 此时所提控制算法 (式 (11) 和式 (12)) 可能失效。一方面, 所提性能函数能有效约束飞行误差的必要条件是系统输入可任意设计。实际上, 由于无人机的物理约束, 系统的实际控制输入存在上界 $F_{i, \max}$, 在不确定干扰因素的作用下, 误差 \mathbf{e}_{pij} 可能接近性能函数边界 β_{ij} , 性能函数 Λ_i 将如图 2 所示快速增大, 由式 (11) 可知控制输入 \mathbf{F}_i 也将快速增大, 极易造成驱动器饱和, 进而导致系统误差越过性能函数边界、控制失效等严重后果。另一方面, 所提性能函数仅能约束误差边界 β_{ij} 内的状

态。在不确定干扰因素作用下系统误差一旦越过边界, 性能函数 Λ_i 将立即失效, 闭环系统发散, 将不可避免地导致安全事故。为此, 本文构建性能函数驱动的集群控制引导策略框架 (如图 3 所示), 充分利用性能函数的优点, 同时解决系统存在的控制失效问题。

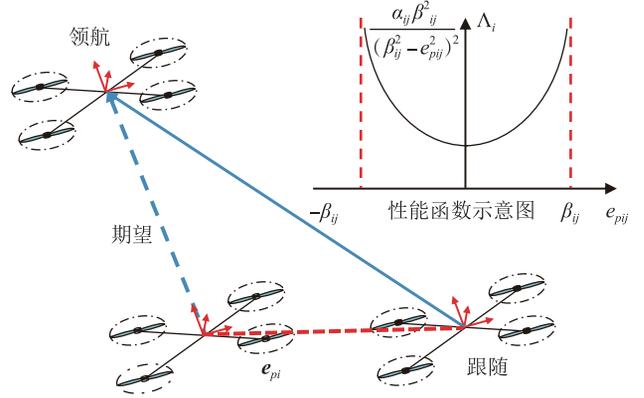


图 3 性能函数驱动的集群控制引导策略框架

本文通过充分利用性能函数的示范经验与强化学习的随机探索, 提出性能函数引导的深度强化学习控制框架。具体而言, 采用演员-评论家 (actor-critic) 框架构建深度强化学习控制策略, 其中, 系统的状态变量 $\mathbf{s}_i = [\mathbf{e}_{pi}^T, \mathbf{e}_{vi}^T]^T \in \mathbf{R}^6$ 为强化学习策略输入, $\mathbf{a}_i = \Lambda_i$ 为策略输出, 其中使用随机探索策略实现迭代寻优, 探索策略满足 $N(0, \sigma_1)$ 分布。接下来, 针对高精度编队控制任务目标, 设计策略的奖励函数为 $r_i = -\|\mathbf{e}_{pi}\|^2$, 该奖励函数能够寻找到最小化编队误差的控制策略, 实现高精度集群飞行的控制目标。值得一提的是, 大多数发表的深度强化学习方法更新都采用随机探索策略, 根据 critic 的在线评估对随机探索到的状态动作映射, 寻找高回报策略。但是, 这些方法难以直接应用于无人机集群控制。首先, 大多数已发表深度强化学习方法仅适用于低维空间系统, 如倒立摆系统多数为单自由度或双自由度。相比之下, 无人机有 6 个自由度, 其控制难度呈指数上升。其次, 现有深度强化学习控制方法没有充分利用系统的先验知识, 特别是无人机系统中复杂的状态耦合使得传统

的随机探索方法难以获得可靠结果。为此，本文提出的性能函数引导的深度强化学习旨在保证高效的策略更新。具体而言，采用性能函数驱动的编队控制（式（11））辅助深度强化学习进行高效的探索，保存优秀的探索经验用于策略更新。这样一来，性能函数将驱动深度强化学习算法不断探索更好的策略，最终得到优于基准性能函数的控制策略，即

$$Q_k = V_k(s_t, a_t) - V_k(s_t, \varphi_t), k=1,2 \quad (16)$$

在此基础上，计算双 critic 中的保守估计： $Q = \min\{Q_1, Q_2\}$ ，保存 $Q > 0$ 的探索经验用于策略更新。首先，引入性能函数基准示范经验 φ_t ，其中 $\varphi_{ij} = k_{\varphi ij} \beta_{ij}^2 / (\beta_{ij}^2 - e_{\varphi ij}^2)^2$ ， $j = x, y, z$ 。其次，设计双 critic 评价策略，即通过两个独立的 critic 评价，使用其中的保守估计评价 actor 策略。具体而言，首先计算第 k 个评论家的评价值 $V_k(s_t, a_t)$ 和 $V_k(s_t, \varphi_t)$ ，其中 $V_k(s_t, a_t)$ 表示对探索动作 a_t 的评价值， $V_k(s_t, \varphi_t)$ 是 φ_t 性能函数输出的评价。通过同时评价探索动作与性能函数策略，可以有效分辨当前探索到策略的优劣。

所提算法的训练如算法 1 所示。首先，由 α_1 ， α_2 和 α_3 分别参数化 actor 网络 π ，critic 网络 V_1 和 V_2 。在每个回合的训练开始前将初始化系统状态。在训练中，智能体的状态为 s_t ，智能体根据策略 π 选择执行动作 a_t ，之后从环境获得奖励 r_t ，并进入下一个状态 s_{next} 。具体而言，在每一步的迭代中，智能体将同时评价探索动作与性能函数策略，利用式（16）评估每次探索的质量并给探索经验分级。若是 $Q > 0$ ，则认为当前探索策略优于基准策略；若是 $Q \leq 0$ ，则认为当前探索策略较差。在评价中使用两个独立的 critic 决策中的保守值，进一步保证对优秀探索动作的准确判断。通过这种方式，可以筛选显著优秀的学习经验，用以更新策略，进而保证高效可靠的策略迭代。此外，在策略部署阶段，采用性能函数的基线动作评价策略动作的优劣，通过 Q 值的分布来评估所提方法的泛化能力。

算法 1. 性能函数引导的集群控制训练算法

- 1 随机初始化网络 π, V_1, V_2 的参数 α_k ，并以相同参数初始化目标网络 $\alpha'_k \leftarrow \alpha_k, k=1,2,3$
- 2 初始化经验池 \mathcal{B}_1 和 \mathcal{B}_2
- 3 **for** $m \leq M_{\max}$ **do**
- 4 初始化无人机 i 的状态
- 5 观测其初始状态 s_t
- 6 **for** $n \leq N_{\max}$ **do**
- 7 根据当前状态计算性能函数输出 φ_t
- 8 随机探索当前学习策略输出 a_t
- 9 输出学习控制信号 a_t ，观测状态 s_{next}
- 10 计算当前动作奖励 r_t
- 11 保存当前的交互数据到 \mathcal{B}_1
- 12 同时评价当前动作与引导动作的 Q 值
- 13 **if** $Q > 0$ **then**
- 14 保存交互数据到 \mathcal{B}_2
- 15 **end if**
- 16 **if** 经验池 \mathcal{B}_2 已满 **then**
- 17 公采样 \mathcal{B}_2 中的数据更新
- 18 **else**
- 19 采样 \mathcal{B}_1 中的数据更新
- 20 **end if**
- 21 **end for**
- 22 **end for**

为高效地利用交互经验，本文采用经验回放技术减少训练数据之间的相关性，同时构造双经验池 \mathcal{B}_1 和 \mathcal{B}_2 ，分别存储所有的交互经验和显著优于基准策略的高价值的经验。具体而言，经验池大小固定，数据遵从先入先出原则，当有新的数据填充后，末尾的数据将被淘汰。由于策略采用随机初始化在训练开始时只有少量的高价值的经验，策略将从 \mathcal{B}_1 中采样，使用尽可能多的经验快速习得大致的策略参数。经过一段时间的训练后，策略将积累足够多的高价值的经验，将仅使用高价值的经验进行更新网络，实现显著优于基准策略高效学习。此外，本文采用目标网络技术以增

加学习过程的稳定性。特别地，由于 critic 的同步更新，其输出的评价结果极易发散，使得策略难以收敛。因此，通过引入同结构目标网络 π' 、 V' 和 V'_2 ，通过软更新 $\alpha'_i = (1-\varepsilon)\alpha'_i + \varepsilon\alpha_i$ ， $i=1,2,3$ 提高训练的稳定性，其中 $\varepsilon \in \mathbf{R}$ 表示正参数。

与此同时，由于采用两个独立的 critic 网络，进一步使用它们中的保守估计更新 critic 目标： $y_i = r_i + \gamma \min_{j=1,2} V'_j(s_{i+1}, \pi'(s_{i+1}) + \epsilon_1)$ ，其中， i 表示数据序列下标， γ 表示训练折扣因子，并引入随机噪 $\epsilon_1 \sim N(0, \sigma_2)$ ， σ_2 为探索与平滑系数，平滑 actor 策略输出结果，提高 critic 评价精度。此外，文中采用延迟策略更新技术，即 critic 更新 $d \in \mathbf{R}$ 次后，更新一次目标网络和 actor 策略，以减少时间差分误差。在此基础上，无人机 i 的策略参数更新如下： $\alpha_1(t+1) = \alpha_1(t) + \lambda_{\alpha_1} \nabla_{\alpha_1} J(\pi)$ ， $\alpha_2(t+1) = \alpha_2(t) + \lambda_{\alpha_2} \nabla_{\alpha_2} Loss_1$ ， $\alpha_3(t+1) = \alpha_3(t) + \lambda_{\alpha_3} \nabla_{\alpha_3} Loss_2$ ，其中 $J(\pi) = E[R_1 | \pi]$ ， R_1 表示折扣奖励函数，为目标函数， $\lambda_{\alpha_1}, \lambda_{\alpha_2}, \lambda_{\alpha_3} \in \mathbf{R}$ 表示正的学习率。 $Loss_j = \frac{1}{N_m} \sum_{i=1}^{N_m} [y_i - V_j(s_i, \mathbf{a}_i)]^2$ ， $j=1,2$ 为双 critic 的损失函数， $N_m \in \mathbf{R}$ 代表每次从缓冲区采样的数据量大小。

2.3 引导策略协同探索分析

本节从理论与实际结合的角度进行性能分析，说明所提性能函数引导学习方法的有效性。与纯模型驱动的控制方法不同，深度强化学习通过试错交互来探索最优策略，通常无法获得严格的稳定性，本文的主要贡献是设计性能函数与深度强化学习算法协同的控制策略。集群控制系统的协同探索与稳定性分析如下。首先，分析性能函数驱动的集群控制引导策略的有效性。其次，在引导策略的基础上进行引导式学习，通过双 critic 框架筛选出高价值的探索经验，从而实现高效的学习策略更新。最后通过引导策略有效的协同与合作，保证整个系统的稳定性。

为此，首先分析性能函数驱动的集群控制引导策略的稳定性，提出如下定理。

定理 1. 针对无人机集群系统 (1)，当给定初始状态满足 $-\beta_{ij} < e_{pij}(0) < \beta_{ij}$ ， $i=0, \dots, n, j=x, y, z$ ，在引导策略 (11) 和 (12) 的作用下，集群系统状态收敛到平衡点 $\lim_{t \rightarrow \infty} \mathbf{e}_{pi} = \mathbf{0}$ ，且始终满足飞行约束 (3)。

证明. 定义 Lyapunov 候选函数为

$$V_i = V_{pi} + V_{oi} \quad (17)$$

其中， V_{pi} 与 V_{oi} 分别表示外环位置子系统和内环姿态子系统的 Lyapunov 候选函数，即

$$V_{pi} = \frac{m_i}{2} \sum_{j=x,y,z} \frac{k_{\varphi ij} e_{pij}^2}{\beta_{ij}^2 - e_{pij}^2} + \frac{1}{2} \|\boldsymbol{\xi}_i\|^2 \quad (18)$$

$$V_{oi} = \frac{1}{2} \boldsymbol{\eta}_i^T \Pi_i \boldsymbol{\eta}_i + k_i \Psi_i \quad (19)$$

其中， $\Psi_i = \frac{1}{2} \text{tr}[I - R_{di}^T R_i]$ 表示定义在 $SO(3)$ 流型上的误差函数，其值始终满足 $\|\mathbf{e}_{Ri}\|^2 / 2 \leq \Psi_i \leq k_{\varphi i} \|\mathbf{e}_{Ri}\|^2$ ，且 $k_{\varphi i} \in \mathbf{R}$ 为正的参数，可求得其导数为 $\dot{\Psi}_i = \mathbf{e}_{Ri} \mathbf{e}_{\Omega i}$ 。所提 Lyapunov 候选函数 (17) 为非负函数，其值满足

$$0 \leq V_i \leq \lambda_{\max} \left(\sum_{j=x,y,z} \frac{e_{pij}^2}{\beta_{ij}^2 - e_{pij}^2} + \|\boldsymbol{\xi}_i\|^2 \right) \quad (20)$$

其中， $\lambda_{\max} = \max\{m_i k_{\varphi ij} / 2, 1/2, \Pi_i / 2, k_i k_{\varphi i}\}$ 表示其中系数的最大值， $\boldsymbol{\xi}_i = [\|\boldsymbol{\zeta}_i\| \|\boldsymbol{\eta}_i\| \|\mathbf{e}_{Ri}\|]^T \in \mathbf{R}^3$ 为辅助变量。由于全驱内环子系统指数收敛，可将耦合变量 $d_i \approx 0$ ，进而对 Lyapunov 候选函数求导，可得

$$\begin{aligned} \dot{V}_i = & - \sum_{j=x,y,z} \frac{k_{\varphi ij} K_{pij} \beta_{ij}^2 e_{pij}^2}{(\beta_{ij}^2 - e_{pij}^2)^2} - K_{\zeta i} \boldsymbol{\zeta}_i^T \boldsymbol{\zeta}_i - \\ & k_m \boldsymbol{\eta}_i^T \boldsymbol{\eta}_i - k_i k_{Ri} \mathbf{e}_{Ri}^T \mathbf{e}_{Ri} \end{aligned} \quad (21)$$

考虑到在飞行误差约束内，满足 $\beta_{ij}^2 / (\beta_{ij}^2 - e_{pij}^2) \geq 1$ ，其值可进一步缩放为

$$\dot{V}_i \leq -\lambda_{\min} \left(\sum_{j=x,y,z} \frac{e_{pij}^2}{\beta_{ij}^2 - e_{pij}^2} + \|\boldsymbol{\xi}_i\|^2 \right) \quad (22)$$

其中， $\lambda_{\min} = \min\{k_{\varphi ij} K_{pij}, K_{\zeta i}, k_{\eta i}, k_i k_{Ri}\}$ 表示其中系数的最小值。进而，将式 (20) 代入式 (22) 可得

$\dot{V}_i \leq -KV_i$, 其中, $K = \lambda_{\min} / \lambda_{\max} \in \mathbf{R}$ 为正的参数。至此, 系统指数收敛得证。进而, 可推导得出集群系统中无人机 i 的飞行误差始终满足

$$-\mu\beta_{ij} \leq e_{pij} \leq \mu\beta_{ij}, \quad j = x, y, z \quad (23)$$

其中, $\mu = \frac{\sqrt{2V_i(0)}}{\sqrt{2V_i(0) + m_i k_{\phi ij}}} < 1$ 为正的参数。

在引导策略收敛的基础上, 通过设计双 critic 架构, 实现对探索动作优劣的准确判断。并且使用优于引导策略的探索经验更新网络, 解决由随机探索策略和复杂动力学模型等导致的探索失败问题。通过引导学习, 性能函数辅助深度强化学习探索更好的策略, 从而保证了高效的学习和可靠的泛化能力。

3 实验与结果分析

本节将设计集群飞行实验, 验证所提方法的有效性。首先, 搭建仿真训练环境, 部署训练算法 1, 在经过训练后, 将所得到的深度强化学习策略应用于无人机集群控制。具体而言, 本节进行了 3 组实验测试。1) 在实验 1 中设计直线路径与领航-跟随编队队形, 采用所提策略控制无人机集群完成编队飞行任务, 验证所提策略的有效性。2) 在实验 2 中设计更复杂的圆形轨迹, 并同时改变集群内的领航-跟随编队拓扑结

构, 测试所提策略的泛化能力。3) 实验 3 引入 x, y, z 三轴速度分量均为 0.5 m/s 的风干扰, 同时保持目标轨迹、编队拓扑等条件与实验 2 一致, 验证所提策略的鲁棒性。

3.1 策略训练

本文基于 Ubuntu20.04 系统开发无人机集群训练环境, 如图 4 所示。具体而言, 基于机器人操作系统 (Robot operation system, ROS) 设计无人机集群通讯框架, 其中的无人机模型使用 RotorS 网无人机仿真库中的 Firefly 六旋翼无人机和 Pelican 四旋翼无人机。使用 PyTorch 搭建深度强化学习网络, 并在 Gazebo 软件中进行动力学交互训练。完成训练后, 将得到的控制策略直接应用于无人机集群控制测试。本文的训练参数如表 1 所示。

3.2 实验 1

为充分测试所提方法的有效性, 采用 Firefly 与 Pelican 两种类型的旋翼无人机组成异构无人机集群。在实验 1 中, 采用 1 架 Firefly 六旋翼无人机 U_1 和 4 架 Pelican 四旋翼无人机 $U_{2, 3, 4, 5}$ 组成领航-跟随编队, 其拓扑结构如图 5 (a) 所示。设计虚拟领航者的飞行路径为 $x_0 = y_0 = 1.273 \text{ 2s m}$; $z_0 = (0.636 \text{ 6s} + 2) \text{ m}$, 其中, $s \in (0, 2\pi)$ 为路径坐标, 在此基础上,

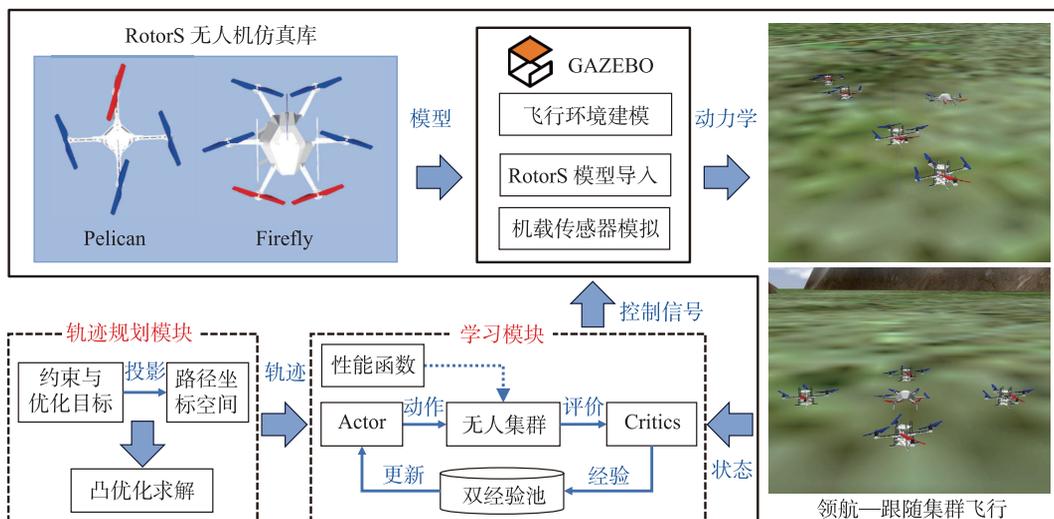


图 4 无人机集群控制策略训练与测试框架

采用时间最优轨迹规划算法计算实时轨迹，将期望的实时轨迹输入所提控制算法，驱动无人机集群完成飞

表 1 训练参数

参数	值
无人机质量 m_i	$m_1 = 1.6 \text{ kg}, m_2 = m_3 = m_4 = m_5 = 1.0 \text{ kg}$
无人机转动惯量 I_i	$\text{diag}\{0.01 \ 0.01 \ 0.01\} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$
重力加速度	9.8 m/s^2
学习率 $\lambda_{\alpha_{1,2,3}}$	$1, 2, 2 \times 10^{-4}$
训练回合数 M_{\max}	100
训练步数 N_{\max}	500
经验池大小 $\mathcal{B}_{1,2}$	10 000, 10 000
采样数据量 N_m	128
训练折扣因子 γ	0.95
探索与平滑系数 $\sigma_{1,2}$	0.1, 0.05
控制策略交互频率	100 Hz
引导策略参数 $k_{\varphi_{ij}}; \beta_{ij}$	0.2, 0.3
辅助增益矩阵 K_{pi}	$\text{diag}\{4 \ 4 \ 4\}$
辅助增益矩阵 K_{Ri}	$\text{diag}\{1.5 \ 1.5 \ 1.5\}$
外环控制参数 K_G	$\text{diag}\{2 \ 2 \ 2\}$
内环控制参数 k_{η_i}	$\text{diag}\{1.5 \ 1.5 \ 1.5\}$
内环控制参数 k_i	$\text{diag}\{2 \ 2 \ 2\}$

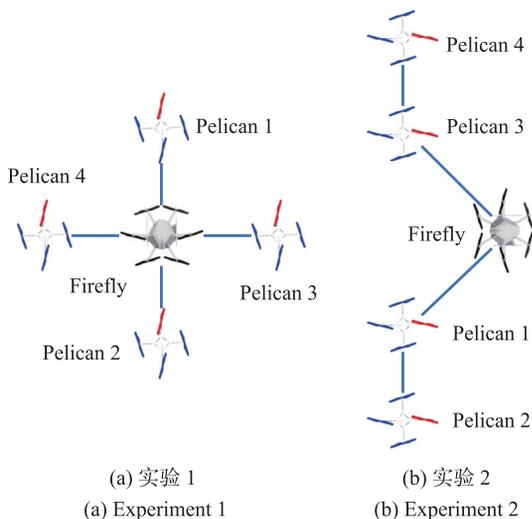


图 5 无人机集群拓扑结构

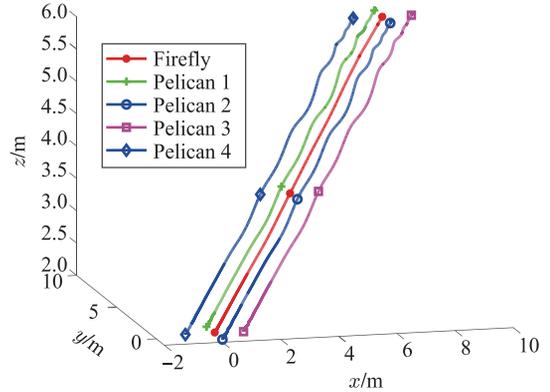


图 6 无人机集群的编队飞行轨迹

行任务。实验结果如图 6 所示，从图 6 中可以看出，所提学习策略可以高效地控制集群无人机系统完成编队飞行任务。具体而言，从图 7 (b) 中可以发现，无人机集群中的 5 架异构无人机的飞行误差都被约束在式 (3) 中，集群飞行误差远远小于预设的 0.3 m 约束。此外，从图 7 (a) 中可以看出，无人机集群中每

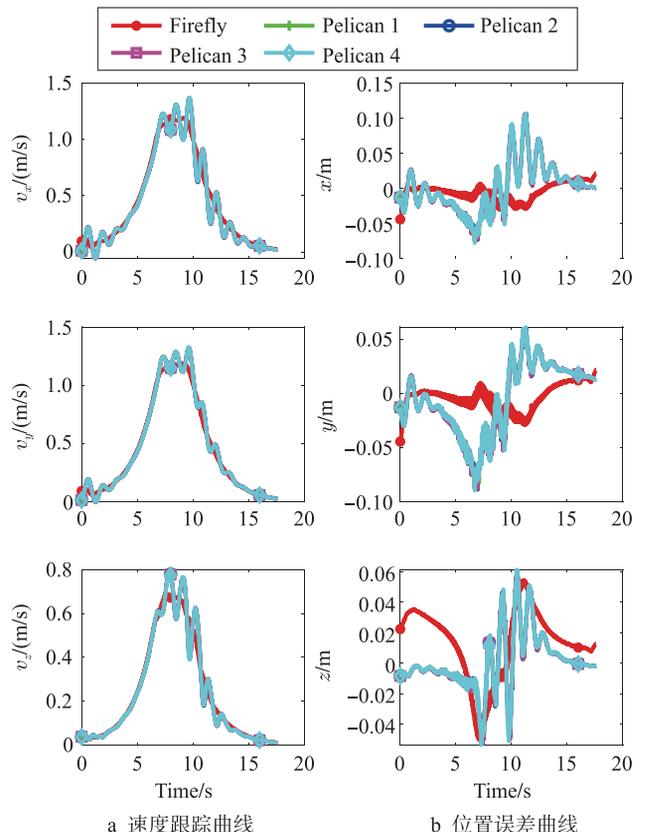


图 7 无人机集群的飞行速度与误差曲线

个无人机都能准确地跟踪期望速度,完成编队飞行任务。值得一提的是,编队飞行的速度存在部分抖震现象,这是由于无人机中未建模动力学因素的影响,特别是集群飞行速度较大时,跟随子节点的无人机难以复刻所有的领航节点动作,导致速度抖震。为此,提出策略引导的深度强化学习无人机集群控制方法,有效抑制无人机集群的飞行误差,实现精准集群控制。

3.3 实验 2

为进一步验证所提方法的有效性,在实验 1 的基础上,进一步采用直径为 10 m 的圆形期望路径: $x_0 = -5\sin(s) \text{ m}$, $y_0 = (-5\cos(s) + 5) \text{ m}$; $z_0 = (-\cos(s) + 3) \text{ m}$, 其中, $s \in (0, 2\pi)$ 为路径坐标,其编队拓扑连接图如图 5 (b) 所示。使用所提方法控制无人机集群完成上述圆形轨迹飞行任务,并同时保持编队队形。实验结果如图 8~11 所示。从图 8 和图 9 可见,所提方法能够有效地控制无人机集群沿给定轨迹飞行,在 x, y, z 三个方向都能以期望队形完成复杂曲线飞行。此外,通过分析飞行过程中的集群误差图 8,可以看出所有无人机在 x, y, z 三个方向的飞行误差都得到有效抑制,其值远小于预设误差约束。

为充分说明所提引导策略的有效性,本文记录了实验 1 和实验 2 在集群飞行过程中每个无人机控制策略中两个 critic 的比较输出,即 Q_1, Q_2 , 分别如图

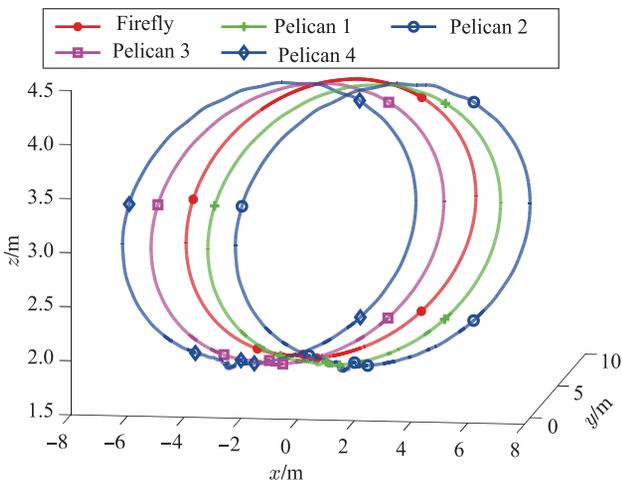


图 8 无人机集群的飞行轨迹曲线

11(a) 和图 11(b) 所示。可见,在集群飞行任务中,始终满足 $Q = \min\{Q_1, Q_2\} > 0$, 表明所提的深度强化

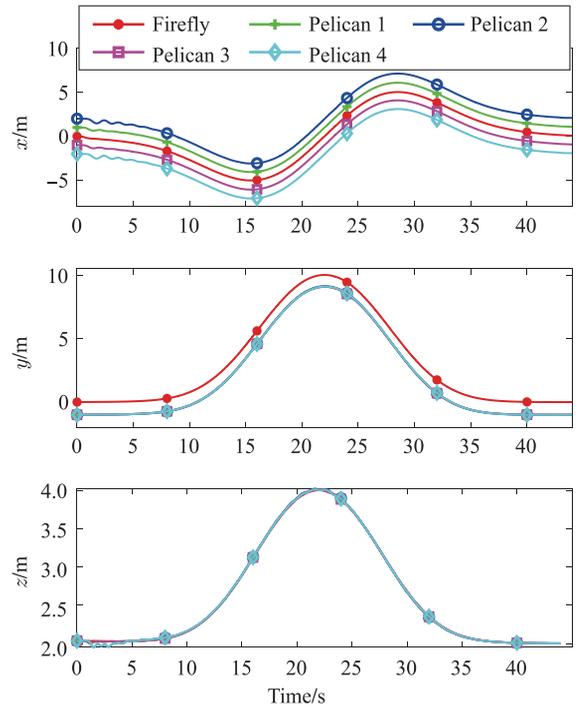


图 9 无人机集群在 x, y, z 三个方向的飞行曲线

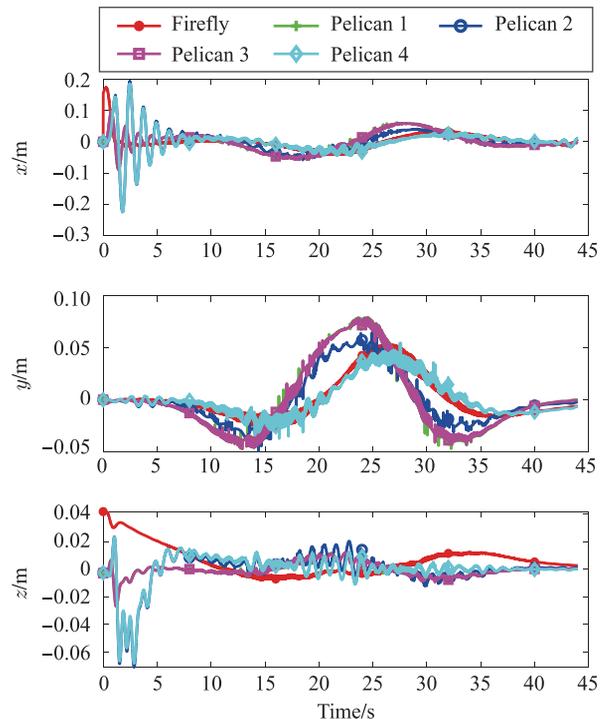
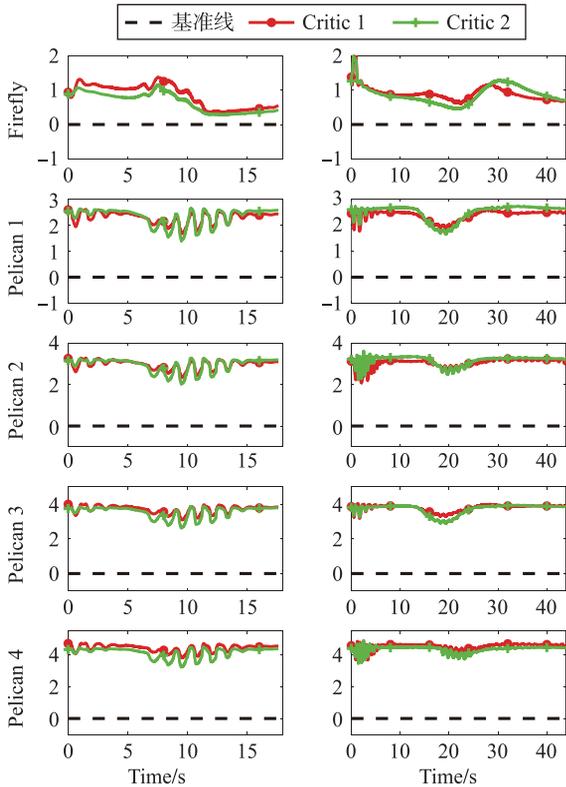


图 10 无人机集群在 x, y, z 三个方向的飞行误差



(a) 实验1评价曲线 (b) 实验2评价曲线

图 11 深度强化学习策略与引导策略在双 critic 框架中的评价曲线

学习策略输出动作评分优于引导策略，能够有效地控制无人机集群完成飞行任务。

3.4 实验 3

为进一步验证所提方法的鲁棒性，分别在 x , y , z 方向上加入风力大小为 0.5 m/s 的恒风干扰，其他实验条件均与实验 2 相同。实验结果如图 12 所示，所提方法虽然在有风干扰下轨迹会产生细微波动，但仍能够有效地控制无人机集群沿给定轨迹飞行，并在 x , y , z 三个方向都能以期望队形完成复杂曲线飞行。此外通过分析集群误差图 13 (a) 和图 13 (b)，以及评价曲线图 13 (c) 和图 13 (d) 可得，在飞行过程中无人机集群的位置误差与速度误差均得到了有效抑制，且从评价曲线可以看出 $Q = \min \{ Q_1, Q_2 \} > 0$ ，表明本文所提深度强化学习算法有很好的鲁棒性，能够有效地完成无人机集群的飞行控制任务。

综上所述，本文将深度强化学习方法和性能函数

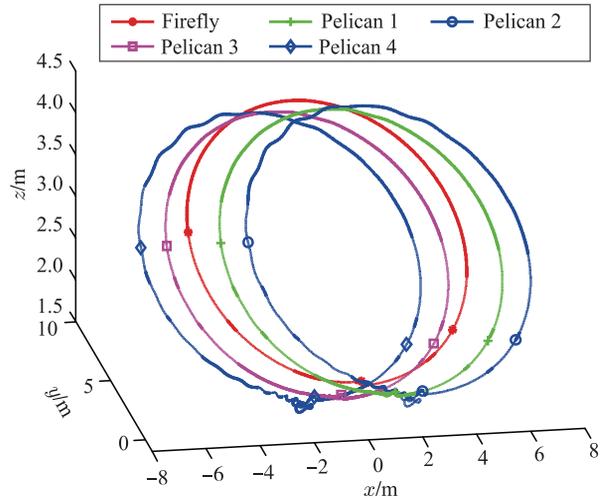
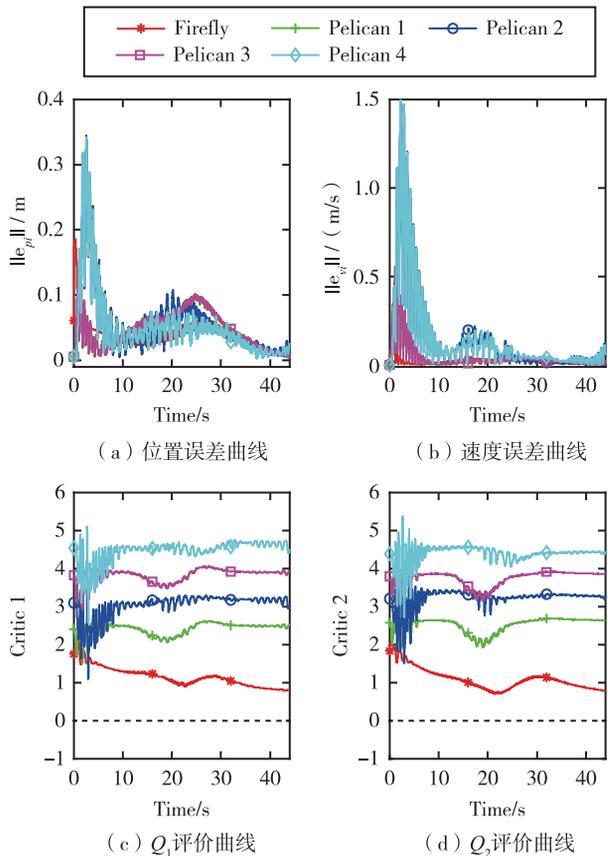


图 12 无人机集群的飞行轨迹曲线

结合，提出性能函数引导的深度强化学习控制方法，保证学习策略优于引导控制策略，有效提高了无人机编队控制精度。



(a) 位置误差曲线 (b) 速度误差曲线 (c) Q_1 评价曲线 (d) Q_2 评价曲线

图 13 无人机集群的误差与评价曲线

4 结束语

针对无人机集群控制问题，本文提出一种性能函数引导的深度强化学习控制方法，形成的模型-数据混合驱动的控制策略，保证了高性能集群控制。首先，在领航-跟随集群框架基础上，设计性能函数驱动的集群控制方

法，将集群误差约束在预期范围内。在此基础上，设计性能函数引导的深度强化学习控制策略，利用性能函数的示范经验，辅助训练学习网络，解决性能函数在复杂工况下极易失效的安全隐患，同时极大提升了学习策略的训练效率与可靠性。将无人机系统的先验模型与深度强化学习策略结

合，设计性能函数驱动的学习控制策略，充分利用非线性控制与深度强化学习的优势，增强无人机集群的鲁棒性，提高飞行精度。最后，将所提出的算法部署在ROS 无人机集群平台上，实验结果验证了性能函数驱动的深度强化学习算法的有效性。○

来源:《自动化学报》

作者简介



王耀南 中国工程院院士，湖南大学电气与信息工程学院教授。主要研究方向为机器人学，智能控制和图像处理。



樊叶心 湖南大学机器人学院博士后。主要研究方向为机器人感知与控制，深度强化学习及运动规划。



华和安 湖南大学机器人学院助理教授。主要研究方向为空中机器人的智能规划、控制与集群。



梁鸿涛 湖南大学电气与信息工程学院博士研究生。主要研究方向为空中机器人集群运动控制与路径规划。



张辉 湖南大学机器人学院教授。主要研究方向为机器视觉，图像处理和机器人控制。本文通信作者。



常浩 湖南大学电气与信息工程学院博士研究生。主要研究方向为空中机器人的视觉感知与路径规划。



钟杭 湖南大学机器人学院副教授。主要研究方向为机器人控制，视觉伺服和路径规划。



方勇纯 南开大学机器人与信息自动化研究所教授。主要研究方向为非线性控制，机器人视觉伺服控制，欠驱动系统控制和基于原子力显微镜的纳米系统。

DeepSeek 呼唤 DeepThink: 重视 AI 治理与社会范式变革

文 / 王飞跃

0 引言

2025 年开局，我们惊喜地迎来了国产人工智能大语言模型（large language models, LLMs）Deep - Seek 引发的世界性智能科学与技术的热潮。毫无疑问，这是当今社会，特别是开源路线的一个伟大成就。但客观而言，尽管是一项使世人振奋的巨大成果，但从创新角度，DeepSeek 的科技价值小于其商业价值，商业价值又小于其经济价值，依次还小于其社会和政治价值。无论如何，在当下的国际政治局势之下，DeepSeek 的成功为国际化和人类的和平向善之合作意愿注入了新的力量和信心。DeepSeek 不但打破了 OpenAI 的神话，还使其承认“ClosedAI”路线之错误，为开源技术和开源社区提供了强力支撑，在世界范围，特别是欧美日地区，造福了一大批无力于大算力和复杂算法拼杀的中小企业。然而，未来的 LLMs 依然还要大幅度地降低成本和复杂性，同时大幅度地提高性能和准确性，不可以再以“幻觉（hallucination）”之词掩饰其本质上的“无能”或“愚蠢

（stupidity）”。而且，人们还应为“知识蒸馏（knowledge distillation）”正名，因为这实际是人类学校教育和师生传承的一种技术变形、文学上“比兴”的结果，正当且合理。我们必须不断地“知识蒸馏”，从 Pretraining、Post-distilling 到 Fine-tuning，不停地蒸，直到蒸除一切“幻觉”。

1 DeepSeek 的警示

对笔者而言，DeepSeek 最大的启示是在 AI 的研发过程中，必须强调 DeSci（即分布式去中心化的自主科学研究）的重要作用。人们习惯熟习的 CeSci，它是集中式中心化的组织计划科学研究。但如图 1 所示，AI 的研究必须根植于多样化的土壤（D 阶段），在此基础上涌现出各种各样的有用科技（E 阶段），最后向社会对科技的目标收敛（C 阶段）。

从 D 阶段到 E 阶段，应以

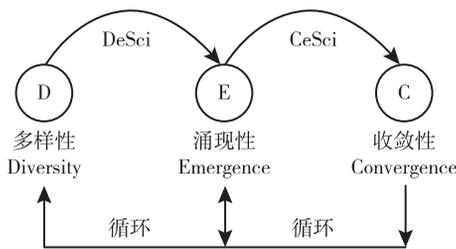


图 1 DeSci 和 CeSci 与人工智能技术研发的 DEC 阶段

DeSci 为主，体现科学本质，而从 E 阶段到 C 阶段，应以 CeSci 为主，体现社会意志。英国的 AlphaGo，美国的 ChatGPT，现在中国的 DeepSeek，都是 DeSci 的产物，几乎与 CeSci 无关，这值得人们深思并有所行动。

2 DeepSeek 呼唤 DeepThink

笔者近期在中国社会科学院哲学研究所就 AI 与伦理及治理问题进行过讨论，如图 2 所示。我们还曾在上期的“评论智能”文章《新 AI 与智能科技前沿：从 PAI++ 到新产业生态》中指出，AI 正从“老 AI”“旧 AI”，向“新 AI”发展，形成“老、旧、新”3 种 AI 平行之势，其必将带来深刻的社会变革。而 DeepSeek 的出现，必将加剧这一变革，人们必须深刻思考如此情势之下可能带来的社会冲击并计划应对策略。

首先，人们大可不必扩散 AI 使人类失业甚至 AI 奴役人类等言论。工业时代不断发展，其日益有效的机器，不仅没有让人类失业，反而为人类提供了比农业社会更多、更好、更合适的工作，这就是历史性的证明。在即将到来的智

业时代, AI 越发达, 就越需要更多的人工, 而且让过去不是工作的事情也变成可能获得合理报酬的职业, 如快递工作等。

人们首先应该担心的是会用 AI 的人将取代不会用 AI 的人, 其实还是人类取代人类的问题, 不是 AI 取代人类的问题。其次, 人们更应该担心的是, 由于 AI Agents 的出现, 社会上的富裕阶层从技术上无须像过去一样依靠不富裕阶层, 一时甚至较长时间内可能产生各种需求与供应失衡, 并产生社会矛盾、引发社会动乱的因素增加且更复杂。因此, 人们必须加快对人工智能治理 (AI governance, AIG) 技术的研究和实验工作。

Pascal 的“新赌注”认为 AI 不可解释, 但可治理, 且必须治理。但应该如何治理? 不少 AI 狂热者认为“AI Agents”是比原子弹还厉害的新发明, 他们想过人们是如何看待并治理原子弹的吗? 其实, 大家不妨回顾人们对待常规武器的态度。农业社会时, 猎枪等武器可随意持有, 而工业社会之后, 多数文明或发达国家禁止或严格管制枪支。尽管 AI Agents 现在还不如原子弹的威力, 但毫无疑问, 其效用将比一般武器的作用更大。人们可轻易地通过 AI Agents 组建个人的无人团队, 甚至可以做到规模很大的部队。利用组织化的 AI Agents 之“新 AI”, 甚至已经可以从事许多新型且后果难以估

量的经济、社会和军事活动, 因此 AIG 应尽快提上日程。目前各国展开的 AIG 措施, 特别是欧洲的有关行动, 方向正确, 但离 AIG 的真正效用依然差得太远。

笔者认为, AIG 必须从源头和教育开始, 但不可局限于传统的立法与政治手段, 必须以新的技术手段为支撑, 比如区块链、智能合约、DAOs/TAOs 等新的 AI 方法与体系。具体而言, 就是针对未来成熟的 AI Agents, 即数字人和机器人, 从“出生”到“上岗”进入社会, 必须给予严密且科学的支持、教育和管控。

比如, AIG 之下的 AI Agents 生成必须通过规范的数字学校、场景检测、数字社会之 DAO, 它们分别是今日之对抗生成、Pre-training、Post-distilling 和 Fine-tuning 的升级和系统化。AI Agents 在数字学校生成, 并由各种场景工程进行测试, 达到一定水平才可以进入 DAO 的组织之中, 成为社会注册的可管、可控、可操作之数字人。

而 AIG 之下的 AI Agents 上岗服务于社会, 必须通过更加规范且长期的平行学校、场景考核、平行社会之 TAO, 它们分别是今日学校、考核机制、社会管理的智能化升级和数智平行化的结果。换言之, 未来的数字人将经过与人类相同的教育, 其价值观将与人类对齐, 其服务方式也面向人类的需求。人们将利用区块链、智能合约和 DAO, 使数字人“TRUE”, 即可



图2 王飞跃主编在中国社会科学院哲学研究所讨论 AI 与伦理及治理

信 (trustable)、可靠 (reliable)、可用 (useful)、以正确的方式做正确的事 (effective/efficient)。

AIG 是一项长期的过程, 我们必须付出长期的努力并持续关注, 欢迎各位作者向《智能科学与技术学报》就相关问题投稿, 共同推进相关研究, 造福人类命运共同体。○

来源:《智能科学与技术学报》

作者简介



王飞跃, 男, 博士, 中国科学院自动化研究所复杂系统管理与控制国家重点实验室主任, 澳门科技大学特聘教授, 主要研究方向为平行系统的方法与应用、社会计算、平行智能、知识自动化。

薪火相传，扬帆起航——中国自动化学会第十二次会员代表大会圆满召开

2025年5月24日，中国自动化学会第十二次会员代表大会在北京隆重召开。中国科协党组成员兼国际合作部（港澳台办公室）部长（主任）罗晖，中国工程院院士、中国自动化学会第九届理事会理事长孙优贤，中国工程院院士、中国自动化学会第九届理事会副理事长王天然，中国科学院自动化研究所党委书记、副所长袁东，中国自动化学会第十一届理事会正副理事长、第一届监事会监事，地方科协、兄弟学会代表以及来自全国各地的会员代表近300人出席。

开幕式由杨孟飞院士主持。中国科协党组成员兼国际合作部（港澳台办公室）部长（主任）罗晖、学会第十一届理事会理事长郑南宁院士，中国科学院自动化研究所党委书记、副所长袁东，江苏省科协秘书长范银宏，中国指挥与控制学会秘书长刘玉超分别致辞。

中国科协党组成员兼国际合作部（港澳台办公室）部长（主任）罗晖在致辞中指出，中国自动化学会在党建工作、人才培养、学术交流、科普服务、创新发展等各方面都取得了丰硕成果，荣获全国科协系统先进集体、全国先进社会

组织等多项荣誉，展现了新时代科技社团的使命担当。希望中国自动化学会进一步加强党的建设，筑牢爱国奋斗政治基础；坚持自立自强，服务科技强国建设；坚持深化改革，建设一流科技社团；坚持开放创新，增进国际合作交流。

学会第十一届理事会理事长郑南宁院士在致辞中表示，中国自动化学会在党中央关于科技强国战略的指导下，在中国科协的领导下，在中国科学院自动化研究所的支持下，在第十一届理事会全体同仁们的努力下，团结带领广大会员，迈上了新台阶，凝聚了新力量，作出了新贡献。在这薪火相传的时刻，想起老一辈科学家创办中国自动化学会的初衷，就是要为中华民族伟大复兴贡献力量，这不仅是时代赋予的责任，也是时代给予的机遇。相

信学会在新一届理事会的领导下，一定会走向更加辉煌的明天。

中国科学院自动化研究所党委书记、副所长袁东在致辞中对学会在十一届理事会领导下取得的成绩给予了高度肯定。他表示，中国科学院自动化研究所作为支撑单位，会一如既往地支持学会各项工作。希望学会在新一届领导班子的带领下，能够聚焦国家战略需求，紧扣科技前沿，团结带领广大科技工作者，开拓创新，锐意进取，为中国自动化科技和产业的进步与发展作出新的更大贡献。

江苏省科协秘书长范银宏在致辞中对中国自动化学会促进江苏省智能制造、工业互联网等领域的发展表示衷心的感谢。他强调，2020年学会与江苏省科协签订战略合作协议，组建“科创中国”科技服务团在江苏开展各类产学研服



图1 杨孟飞院士主持开幕式



图2 中国科协党组成员兼国际合作部（港澳台办公室）部长（主任）罗晖致辞



图3 学会第十一届理事会理事长郑南宁院士致辞



图4 中国科学院自动化研究所党委书记、副所长袁东致辞

务，帮助企业解决生产难题。他表示，江苏省科协将持续深化与学会的战略合作，共同为实现高水平科技自立自强贡献更多力量。

中国指挥与控制学会秘书长刘玉超代表兄弟学会对中国自动化学会第十二次会员代表大会的召开表示热烈祝贺。他表示，两家学会同根同源，是钱学森院士在自然科学技术和国防工业应用两个方向的创新与实践，中

国指挥与控制学会在发展过程中也得到中国自动化学会多方面的支持和帮助。未来，希望两家学会能共同向科学技术广度和深度进军，迎接不确定性机遇与挑战。

学会第十一届理事会理事长郑南宁作《中国自动化学会第十一届理事会工作报告》。他表示此次大会是全面贯彻落实党的二十大精神，以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，高举旗帜，团结

奋进，求真务实，守正创新，着力为新时代自动化高质量发展贡献力量的一次盛会。郑南宁理事长在报告中回顾了学会第十一届理事会在智慧党建、会员服务、学术引领、公共服务、科学普及和国际交流等方面取得的成果和突破。学会第十一届理事会副理事长张剑武、第一届监事会监事彭勤科、第十一届理事会副理事长王成红分别作《中国自动化学会第十一届理事会财务报告》《中国自动化学会第一届监事会工作报告》《中国自动化学会章程修订说明》。

大会审议表决通过了《中国自动化学会第十一届理事会工作报告》《中国自动化学会第十一届理事会财务报告》《中国自动化学会第一届监事会工作报告》《中国



图5 江苏省科协秘书长范银宏致辞



图6 中国指挥与控制学会秘书长刘玉超致辞



图7 郑南宁院士作《中国自动化学会第十一届理事会工作报告》



图8 张剑武教授作《中国自动化学会第十一届理事会财务报告》



图9 彭勤科教授作《中国自动化学会第一届监事会工作报告》



图10 王成红研究员作《中国自动化学会章程修订说明》

自动化学会章程》《中国自动化学会第十二届理事会选举条例》《中国自动化学会第二届监事会选举条例》，以无记名方式投票选举产生 180 位第十二届理事会理事和 7 位第二届监事会监事。

学会第十二届一次理事会审议表决通过了《中国自动化学会第十二届常务理事选举条例》，以无记名方式投票选举产生 59 位第十二届理事会常务理事，选举杨孟飞同志为学会第十二届理事会理事长，陈虹、高会军、侯增广、孙彦广、辛景民、阳春华、袁利、张承慧、赵延龙、周杰 10 位同志为学会第十二届理事会副理事长，王飞跃同志为学会第二届监事会监事长，陈积明同志和孙长银同志为学会第二届监事会副监事长，一致同意聘任张楠同志为第十二届理事会秘书长。

大会同期召开了学会第十二届一次常务理事会议，一致同意邓方、董海荣、何潇、李实、秦家虎、石红芳、孙宏滨、孙长生、王大轶、王坛（专职）10 位同志任学会第十二届理事会副秘书长。

大会同期召开了学会第十二届常务理事会议第一次党员大会，选举杨孟飞同志担任第十二届理事会功能型党委党委书记，王飞跃同志担任纪检委员，高会军、侯增广、阳春华、张承慧、张楠 5 位同志为党委委员。

大会同期召开了学会第十二

届一次正副理事长、一次正副秘书长、第二届一次监事长工作会议，审议讨论了学会第十二届正副理事长分管工作和 2025 年下半年工作计划。

大会期间，隆重举行了名誉理事长、特聘顾问、荣誉理事、荣誉监事授予仪式。授予郑南宁同志为名誉理事长，郑南宁、桂卫华、何友、谭铁牛、王巍、钱锋、陈杰、戴琼海、唐立新、王耀南、蒋昌俊、乔红、郭雷、李少远、张纪峰、周东华 16 位同志为特聘顾问，常天庆、陈剑、陈

宗海等 33 位同志为荣誉理事，鲁仁全、罗均、彭勤科 3 位同志为荣誉监事。

大会同期启动了郑南宁人工智能（AI）教育基金，该基金设“AI 攀登计划”“AI 探索计划”，每年评选一次，旨在奖励人工智能领域杰出学生，激发创新活力，为国家人工智能发展与社会进步注入新动能。

学会第十二届理事会理事长杨孟飞在总结讲话中表示，学会的发展迎来了前所未有的良好机遇，新的时代、新的形势、新的



图 11 名誉理事长授予仪式



图 12 特聘顾问授予仪式



图 13 荣誉理事授予仪式



图 14 荣誉监事授予仪式



图 15 郑南宁人工智能（AI）教育基金启动仪式



图 16 学会第十二届理事会理事长杨孟飞讲话

任务，对学会今后的发展提出了更高要求。对于未来的学会发展，杨孟飞理事长围绕世界一流学会建设从四个方向提出了要求：夯实组织凝聚力，筑牢学会发展根基；提升学术引领力，打造高端

智库平台；增强社会公信力，践行科技为民使命；扩大国际影响力，构建开放合作生态。

中国自动化学会第十二次会员代表大会在各方的支持下，在全体会员代表的共同努力下，顺

利完成了各项预定任务，取得了圆满成功和丰硕成果。站在新的起点，中国自动化学会必将以更加昂扬的姿态，迈向高水平科技自立自强的新征程！

学会秘书处 供稿

中国自动化学会第二十届理事会领导机构

理事长

副理事长：(按姓氏拼音排序)



杨孟飞



陈红



高会军



侯增广



孙彦广



辛景民



阳春华



袁利



张承慧



越延龙



周杰

监事长

副监事长：(按姓氏拼音排序)

监事：(按姓氏拼音排序)



王飞跃



陈积明



孙长银



乔非



孙富春



于海斌



张剑武

秘书长

副秘书长：(按姓氏拼音排序)



张楠



邓方



董海荣



何潇



李实



秦家虎



石红芳



孙宏滨



孙长生



王大轶



王坛(专职)

向新而行·以质致远——2025 国家新质生产力与智能产业发展会议在京圆满落幕

2025 年 5 月 25 日，由中国自动化学会主办，中国自动化学会模式识别与机器智能专业委员会、中国自动化学会脑机接口与脑机系统专业委员会、中国自动化学会智能健康与生物信息专业委员会、中国自动化学会具身智能专业委员会、中国自动化学会车辆控制与智能化专业委员会、中国自动化学会综合智能交通专业委员会、中国自动化学会自主指令系统技术与应用专业委员会（筹）协办，中信银行北京分支支

持的 2025 国家新质生产力与智能产业发展会议在北京新云南皇冠假日酒店举办。本次会议以“向新而行·以质致远”为主题，邀请了 8 位院士及百余位长江杰青、高校和科研院所的校长、院长等学术精英与会，500 余名来自学术界和产业界的领域专家、学者、学生等参会。

中国自动化学会会士、理事长，中国空间技术研究院研究员杨孟飞；中国自动化学会会士、名誉理事长，西安交通大学教授

郑南宁；中国自动化学会会士、特聘顾问，浙江大学教授孙优贤；中国自动化学会会士、特聘顾问，中国科学院沈阳自动化所研究员王天然；中国自动化学会会士、特聘顾问，中南大学教授桂卫华；中国自动化学会会士、特聘顾问，华东理工大学教授钱锋；中国自动化学会会士、哈尔滨工业大学教授段广仁；中国自动化学会会士、监事，中国科学院沈阳自动化研究所研究员于海斌；北京市科学技术协会党组成员、副主席



图 1 大会现场



图 2 侯增广副理事长主持

宋伟琦等现场出席开幕式。大会开幕式由中国自动化学会会士、副理事长，中国科学院自动化研究所研究员侯增广主持，杨孟飞理事长、宋伟琦副主席分别致辞。

杨孟飞理事长在欢迎辞中指出，习近平总书记高度重视发展新质生产力，多次强调发展新质生产力是推动高质量发展的内在动力和重要着力点，提出因地制宜发展新质生产力，培育壮大新兴产业、布局未来产业。本次大会立足国家战略需求的时代坐标，紧扣全球科技变革脉搏，聚焦新质生产力与智能产业发展的前沿命题，搭建起学术研讨与产业前瞻交融的高端平台。希望与会专家能够以此为契机，深化交流合作、整合优势资源、凝聚创新合力，共同书写新质生产力与智能产业发展的新篇章。



图3 杨孟飞理事长致辞

宋伟琦副主席在致辞中表示，北京市科协作为市委市政府联系科技工作者的桥梁和纽带，是推动科学技术事业发展的重要力量。近年来，北京市科协围绕国际科技创新中心建设重点领域，与全国学会、高校院所、所属学会和基层组织等各类组织一同，着力

形成一批高水平、有特色的学术交流互动，吸引了全国学会资源落地北京，服务北京高质量发展。未来，北京市科协将紧密围绕国家政策导向，特别是对新质生产力与智能产业发展的战略部署，继续发挥组织人才优势，以更加开放的姿态和务实的举措，形成良好的产业生态和创新氛围。

大会报告环节分别由中国自动化学会会士、副理事长，中南大学教授阳春华；中国自动化学会会士、副理事长，哈尔滨工业大学教授高会军；中国自动化学会会士、副理事长，同济大学教授陈虹主持。

中国自动化学会会士、特聘顾问，华东理工大学钱锋教授为大家带来了题为“工业具身智能技术与系统：构建工业大脑，发展新质生产力”的报告。钱锋教授指出，人工智能作为新一轮科技革命和产



图4 宋伟琦副主席致辞



图5 阳春华副理事长主持



图6 高会军副理事长主持



图7 陈虹副理事长主持



图8 钱锋教授作报告



图9 陈俊龙教授作报告

业变革的核心力量，是发展新质生产力的重要引擎，是加快制造强国建设的重要支撑。抢抓人工智能加速工业应用的重大战略机遇，加快推进人工智能和制造业深度融合发展，构建集制造业全生命周期生产要素为一体，供需快速感知、制造精准调控、要素高效配置的工业具身智能系统（即：“工业大脑”），实现产业链供应链价值链协同优化、生产要素创新性配置、制造过程实时精准调控、安全环保运维智慧管控、新材料新产品智能设计，确保制造过程资源能源高效利用、生产绿色化低碳化、产品高值化高端化，以及产业价值链最大化，是推动传统制造业深度转型升级的重要举措，将为新一代智能制造和数字化转型提供高质量科技供给，为发展新质生产力提供关键驱动力，为新型工业化注入新动能。

中国自动化学会会士、常务理事，华南理工大学陈俊龙教授作了题为“大小模型协同创新技术与应用”的报告。陈俊龙教授表示随着大模型技术的发展，国内外大量的研究机构都开始进行大模型参数量竞赛与算力竞赛，这引发了学术界对当前人工智能发展道路的批判性思考。一方面，大模型研究与应用仍高度依赖以国外为主的高性能计算生态，对于大模型技术的自主安全难以把控；另一方面，当前大部分的工业智能化场景对于大模型性能的利用与付出的计算成本不成正比，反而需要更高效、更轻量的模型。针对这一发展问题，陈俊龙教授结合当前的大模型与小模型的研究现状，重点分析了未来人工智能的大小模型混合发展对未来产业的影响。

中国自动化学会会士、副理

事长，山东大学张承慧教授带来题为“大容量新能源系统控制发展与‘算-智-电’融合展望”的报告。张承慧教授总结了国内外新能源系统控制的发展历程，尤其是中国在新能源大规模应用过程中形成的标志性控制理论与技术成果，为新能源大规模应用提供了关键理论借鉴和工程示范；提出了算力-智力-电力深度融合新范式——元能源系统（Meta-Energy），具体阐述了该系统面临的建模与仿真、智能优化与控制等关键科学问题，以推动电力系统升级换代和数字化转型。

大会大会期间，隆重举行了2024年度中国自动化学会科学技术奖励颁奖仪式，重磅颁发了中国自动化、信息与智能科技领域最高水平的综合奖项。主要包括，中国自动化学会科技进步奖、中国自



图10 张承慧教授作报告

攻坚赛道深入研讨，探索智能产业发展的无限可能。

朝元时代、卓翼智能、北斗低空、集思鸣智、度量科技、微灵医疗、PNDbotics、鼎昂智能等多家企业聚焦创新成果和未来产业布局，展示了多旋翼无人机、人形机器人、四足机器人、动作捕捉系统、全植入式脑机接口临床研究系统、大脑生理与认知功能辅助评估系统等亮眼产品。

本次大会是中国自动化学会积极响应总书记关于“加快发展

新质生产力”的重要讲话精神的一次有力实践，也是中国自动化学会为庆祝第九届全国科技工作者日创设的北京主场活动。本次大会的成功举办，不仅为学术界与产业界搭建了高效的交流合作平台，更为推动新质生产力与智能产业的深度融合注入了新的活力。未来，中国自动化学会将继续发挥桥梁纽带作用，凝聚各方智慧力量，为建设科技强国、实现高质量发展贡献更大力量。○

学会秘书处 供稿

动化学会自然科学奖、中国自动化学会技术发明奖、中国自动化学会科技成就奖、中国自动化学会青年科技奖以及中国自动化学会第十届青年人才托举工程项目。本次颁奖仪式共对 123 项科技成果、5 个创新团队、2 位杰出人才和 34 位青年人才予以隆重表彰。

此外，本次大会还设置“数智赋能低空经济：技术创新与生态发展平行会议”“具身智能平行会议”“脑机接口技术突破与未来企业新生态平行会议”“人工智能前沿研讨会”“智能系统前沿平行会议”“自主指令技术探索与产业融合发展平行会议”“智能赋能新型工业化平行会议”“自动驾驶与汽车智能平行会议”8 场平行会议，近 60 位专家学者作平行会议专题报告，围绕具身智能、脑机接口、AI 大模型、自动驾驶等未来产业



图11 平行会议

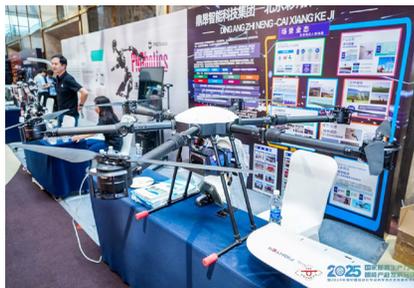


图12 展商

2024 年度中国自动化学会科学技术奖励颁奖仪式在北京举行

在第九个全国科技工作者日来临之际，为大力弘扬科学家精神，激发创新创造活力，2025年5月25日，2024年度中国自动化学会科学技术奖励颁奖仪式在北京举行。

中国自动化学会会士、理事长，中国空间技术研究院研究员杨孟飞；中国自动化学会会士、名誉理事长，西安交通大学教授郑南宁；中国自动化学会会士、特聘顾问，浙江大学教授孙优贤；中国自动化学会会士、特聘顾问，中国科学院沈阳自动化所研究员王天然；中国自动化学会会士、特聘顾问，中南大学教授桂

卫华；中国自动化学会会士、特聘顾问，华东理工大学教授钱锋；中国自动化学会会士、哈尔滨工业大学教授段广仁；中国自动化学会会士、监事，中国科学院沈阳自动化研究所研究员于海斌等出席会议，共同见证中国自动化及人工智能领域至高荣誉的最终归属。

党的二十届三中全会提出，统筹推进教育科技人才体制机制一体改革，彰显了教育、科技、人才对发展新质生产力、实现中国式现代化的重要支撑作用。为引领自动化领域科技创新，发现和培育科技人才队伍，推动自动

化不断向深度和广度进军，本届颁奖仪式颁发了2024年度中国自动化学会科学技术奖获奖项目，包括中国自动化学会科技进步奖、中国自动化学会自然科学奖、中国自动化学会技术发明奖、中国自动化学会科技成就奖、中国自动化学会青年科技奖，以及中国自动化学会第十届青年人才托举工程项目，对123项科技成果、5个创新团队、2位杰出人才和34位青年人才予以隆重表彰。

中国自动化学会科技进步奖旨在表彰在我国自动化领域的技术研究、技术开发、技术创新、推广应用先进科学技术成果、促



图1 中国自动化学会会士、理事长，中国空间技术研究院研究员杨孟飞和中国自动化学会会士、名誉理事长，西安交通大学教授郑南宁共同为科技进步奖特等奖获奖项目代表颁奖



图2 中国自动化学会会士、特聘顾问，浙江大学教授孙优贤和中国自动化学会会士、特聘顾问，中南大学教授桂卫华共同为自然科学奖一等奖获奖项目代表颁奖

进高新技术产业化，以及完成重大科学技术工程、计划等过程中作出创造性贡献的科技工作者和单位。2024年度共评选出中国自动化学会科技进步奖特等奖3项、科技进步奖一等奖9项、科技进步奖二等奖28项、科技进步奖三等奖22项。

中国自动化学会自然科学奖旨在表彰在我国自动化领域应用基础研究领域，阐明自然现象、特征、规律和方法，作出重大科学发现的研究集体和个人。2024年度共评选出中国自动化学会自然科学奖一等奖12项，自然科学奖二等奖24项，自然科学奖三等奖14项。

中国自动化学会技术发明奖旨在表彰在我国自动化领域运用智能、控制等科学技术知识作出产品、工艺、材料及其系统等重大技术发明的科技工作者。2024年度共评选出中国自动化学会技术发明奖一等奖3项，技术发明奖二等奖4项，技术发明奖三等奖4项。

中国自动化学会科技成就奖旨在奖励在自动化、信息与智能科学领域科学研究中有重大发现，取得重大进展，或在关键核心技术研发及创新中取得重大突破，在工程实践和科技成果转化中取得重大成果，或在科学普及事业中有重大贡献，显著推动学科发展和社会进步，取得重大经济或



图3 中国自动化学会会士、理事长，中国空间技术研究院研究员杨孟飞为中国自动化学会科技成就奖（个人）获奖者代表颁奖



图4 中国自动化学会会士、监事，中国科学院沈阳自动化研究所研究员于海斌为中国自动化学会科技成就奖（创新团队）获奖团队代表颁奖



图5 中国自动化学会会士、副理事长，中山大学教授阳春华和中国自动化学会会士、常务理事，华南理工大学教授陈俊龙共同为青年科技奖获奖者颁奖



图6 中国自动化学会会士、常务理事王成红和中国自动化学会会士、副理事长，中国科学院数学与系统科学研究院研究员赵延龙为中国自动化学会青年人才托举工程项目入选者颁奖

社会效益的个人和团队。2位个人和5个创新团队荣获2024年度中国自动化学会科技成就奖。

中国自动化学会青年科技奖旨在激励自动化相关领域的青年学者在科学、技术或社会服务等方面作出重要贡献和突出成就，推动社会进步，促进青年人才成长。共有18位青年人才荣获2024年度中国自动化学会青年科技奖。

自2015年以来，中国自动化学会严格按照中国科协相关要求，连续实施“青年人才托举工程”，并不断加大对青年人才的支持力

度，加强青年科技人才队伍建设，引导青托人才为新阶段自动化高质量发展贡献力量。共有16位青年人才入选中国自动化学会第十届青年人才托举工程项目。

奖章凝聚着科技工作者的心血智慧，时代呼唤着更富创造力的使命担当。中国自动化学会将不断推动完善奖励评价制度，弘扬传承科技创新精神，激发创新活力，积极响应党中央关于深化人才分类评价改革的工作部署，推动中国自动化学会科学技术奖成为社会力量奖励的特色品牌。○

学会秘书处 供稿

2025 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛在京开幕



竞赛现场

2025年5月2日上午10时，由中国自动化学会、RoboCup中国委员会和北京市怀柔区人民政府联合主办，中国自动化学会机器人竞赛与培训部、中国自动化学会机器人竞赛工作委员会及北京市怀柔区教育委员会共同承办的2025中国机器人大赛暨RoboCup机器人世界杯中国赛（RoboCup赛区）开幕式在北京雁栖湖国际会展中心盛大举行。

出席开幕式的嘉宾有：中国科学院院士、中国自动化学会特聘顾问、中国空间技术研究院研究员吴宏鑫，中国科学院院士、中国自动化学会副理事长、中国空间技术研究院研究员杨孟飞，中国科学院院士、中国自动化学会理事、北京航空航天大学教授郭雷，中国自动化学会副理事长、青岛科技大学副校长、上海交通大学

讲席教授李少远及其他学会领导、专家；北京市怀柔区人民政府副区长夏文佳，北京市怀柔区教育委员会主任徐志芳，北京市怀柔区人民政府国有资产监督管理委员会党委书记、主任卢振宇，北京市怀柔区教育委员会副主任乔玉波及区其他相关部门领导。最后，吴宏鑫院士宣布大赛开幕。

来自全国73所高校的233支队伍、264支中小学队伍近3000名机器人领域从业者、爱好者齐聚一堂，将在为期三天的赛事中展开激烈角逐，共同呈现中国机器人技术研发与创新人才培养的最新成果。

作为国内创办最早、影响力最广的机器人学科竞赛，本届大赛延续“以赛促研、产教融合”理念，设置大学组与青少年组双赛道。大学组涵盖RoboCup足球机器人、RoboCup救援组、家庭服务（RoboCup@Home）等4大项11小项，清华大学、浙江大学、上海交通大学、国防科技大学等高校团队聚焦自动控制、人机交互等前沿技术展开较量；青少年组则设置机器人舞蹈、创

意设计、趣味穿越等11大项36小项，突出趣味性与实践性。值得关注的是，本次赛事严格对接RoboCup国际标准，优胜队伍将代表中国参与全球总决赛。中国自动化学会副理事长李少远表示：“大赛不仅检验了我国机器人技术的研发水平，更为产教融合搭建了桥梁，推动人工智能技术向智能制造、应急救援等领域加速落地。”

作为赛事举办地，怀柔区副区长夏文佳在致辞中强调，怀柔区已建成37个重大科技设施平台。“大赛落户怀柔，是对区域科创实力的充分肯定。”他指出，怀柔正以“科学+城”融合发展模式，构建从基础研究到技术创新链，未来将深化与高校、企业的协同合作，打造国家级机器人技术研发高地。

中国机器人大赛历经26届发展，已从单一的技术比拼升级为融合教育、科研、产业的生态平台。随着怀柔科学城等创新载体的加持，中国机器人技术正以“赛事引擎”驱动，加速迈向“应用突围”的新阶段。○

CAA机器人竞赛工作委员会 供稿

中国自动化学会代表团访问马来西亚

为深入贯彻习近平总书记访问马来西亚期间达成的共识，推动构建高水平战略性中马命运共同体，中国自动化学会监事长王飞跃教授率团于2025年4月25日至30日访问马来西亚，深化两国在智能科技领域的产学研合作。

访问期间，代表团拜访了马来西亚相关政府机构、高等院校和社会团体，并与中国驻马来西亚大使馆科技参赞赵向东进行了深入交流。赵向东参赞表示，中马合作是全方位的，将积极支持中国自动化学会在智能科技领域与马来西亚各界开展交流与合作，推动两国在人工智能、智能制造等领域的协同创新，促进新质生产力的发展。王飞跃教授在访问中强调，中国自动化学会将在中国科学技术协会和中国驻马来西亚大使馆的指导下，积极推动中马在人工智能、智能制造等领域的科技合作，促进两国在新质生产力发展方面的协同创新。

此外，代表团还在当地举办了“Workshop on IST (Intelligent Science and Technology) for CiSEE (Circular in Situ Ecology and Economy) at Ma-

laysia”，与马来西亚科技界代表就智能科技领域的最新进展和合作机会进行了深入探讨。

此次访问是继2023年和2024年学会开展新加坡、马来西亚和印度尼西亚学术交流合作后

国际化工作的进一步拓展。中国自动化学会将一如既往地为广大会员拓宽国际合作之路，搭建平台，服务智能科技“走出去”，服务国家发展战略和科技外交。○

学会秘书处 供稿



图1 王飞跃监事长和中国驻马来西亚大使馆科技参赞赵向东深入交流



图2 中国自动化学会代表团参访中国驻马来西亚大使馆



图3 王飞跃监事长作学术报告



图4 中国自动化学会代表团参访马来西亚工程师学会



图5 中国自动化学会代表团参访马来西亚机械与工程行业联合会



图6 工作餐叙

CAA 科普百人团一科技教育乡村行·甘肃永靖县公益活动成功举办，点燃乡村科技教育热情

为进一步支持国家乡村振兴重点帮扶县，下沉优质科普资源，中国自动化学会联合中国科协农村专业技术服务中心共同开展2025年“CAA 科普百人团一科技教育乡村行”公益活动。CAA 普及工作委员会、CAA 智慧教育专业委员会、甘肃省科学技术协会、临夏州科学技术协会、永靖县科学技术协会、永靖县教育局共同承办“CAA 科普百人团一科技教育乡村行·甘肃永靖县”公益活动，5月13日，科学家引领科普百人团“线上+线下”开讲、走进永靖县黄河中学和永靖县三峡中学“讲好一堂人工智能启蒙课”，为青少年提供一个了解人工智能的平台，将科技送到孩子们的身边，提高青少年对人工智能的认识和兴趣。

活动当日，甘肃省科学技术协会科普部部长孙登军，临夏州科学技术协会党组书记、主席马俊峰，永靖县科学技术协会、永靖县教育局及永靖县黄河中学相关负责人等出席活动，永靖县委常委、副县长人选赵俊岩发表致辞，对各位领导和科普百人团的

到来表示热烈欢迎，并强调了科技教育对乡村学生成长的重要意义，鼓励同学们积极探索科技奥秘，激发创新思维。

活动中，科普中国专家、中国自动化学会普及工作委员会委员、西安理工大学副教授孙强和西安交通大学客座教授、西安交通大学附属小学创客工坊负责人向金分别带来了精彩的主题讲座。

孙强老师以“生成式人工智能的祛魅”为主题，为同学们深入剖析了生成式人工智能。他从生成式人工智能的当下发展状况讲起，通过列举 DeepSeek 等热门模型，分析其流行原因，让同学们对生成式人工智能有了初步认识。在介绍发展历程时，详细梳理了人工智能从萌芽期到如今大模型爆发式发展的各个阶段，使同学们清晰地了解到生成式人工智能在其中的演进脉络。同时，他还探讨了生成式人工智能在教育领域的应用及面临的风险，并对其未来发展趋势做出展望，引导同学们正确看待这一前沿技术，启发大家思考如何更好地利用它作为学习和生活服务。

向金老师则围绕“人类学习与人工智能”展开讲座。向老师先是介绍了人工智能的基本概念，随后深入探讨人类学习的本质、过程以及存在的误区，引导同学们反思自身学习方法。通过对比人类学习与机器学习，向老师帮助同学们理解两者的差异与联系。此外，向老师还结合 AI 时代背景，探讨了教育面临的挑战，如应培养什么样的人才、教授哪些内容以及如何教学等，并分享了未来职业规划相关信息，让同学们提前了解不同职业在 AI 时代的发展趋势，为未来做好准备。

两所学校的讲座现场气氛热烈，同学们认真聆听，积极参与互动问答环节。大家就自己感兴趣的问题与专家展开交流，表现出对科技知识的强烈渴望。此次



活动现场

活动采用线下讲座与线上直播相结合的方式，据统计，报告直播共吸引了超二十万人次在线观看学习。活动不仅为永靖县的师生们提供了接触前沿科技知识的宝贵机会，更在同学们心中种下了

科学梦想的种子。

“CAA 科普百人团—科技教育乡村行·甘肃永靖县”公益活动的成功举办，对提升乡村学生的科技素养、激发他们对科技的兴趣和热爱起到了积极的推动作用。未

来，中国自动化学会和中国科协农村专业技术服务中心将继续推进该活动，覆盖更多国家重点帮扶县，让科技之光点亮更多乡村课堂，为乡村教育振兴贡献力量。○

CAA 普及工作委员会 供稿

中国自动化学会组织召开“自主可控智能发电控制系统”科技成果鉴定会

2025年5月8日，由华北电力大学刘吉臻教授主持研发，国家能源投资集团有限责任公司、中国华能集团有限公司、中国华电集团有限公司、华北电力大学等单位共同完成的“自主可控智能发电控制系统”通过了由中国电机工程学会和中国自动化学会联合组织的成果鉴定。鉴定委员会认为：项目成果实现了智能发电控制技术的重大突破，整体技术处于国际领先水平。

电力工控系统是电力生产的“大脑”和“神经中枢”，属于关键信息基础设施，其核心器件和关键技术长期依赖进口，对国家能源安全形成重大威胁。

同时，新型电力系统的固有特性及其复杂的内外部条件对发电机组运行控制能力提出了更高要求，智能化技术的应用成为必然选择，但是，在智能化趋势下，

控制系统结构的复杂性和脆弱性增强，信息安全风险显著提升。

针对我国发电控制系统自主可控与智能化的重大需求，项目建立了智能发电控制体系架构与理论方法，突破了发电控制系统软硬件国产化替代及换代升级的技术瓶颈，研发成功自主可控智能发电控制系统成套装备及算法软件，实现了智能发电控制技术的产业化应用。

项目研发的智能发电控制系统

的软硬件全面国产化，在火电、水电、核电及能源大基地等领域大规模产业化推广300余台（套），出口至多个“一带一路”国家，国内近五年新建或改造火电机组应用占比近80%，产生了显著的经济、社会效益，引领了智能发电控制的创新与实践，形成了高端控制装备国产化研发、规模化应用的新范式，为国家能源安全提供了重要保障。○

学会秘书处 供稿



合影留念

2025 年全国科学道德和学风建设宣讲教育工作要点

2025 年，全国科学道德和学风建设宣讲教育领导小组将以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的二十大精神，深入落实二十届二中、三中全会决策部署，紧扣习近平总书记关于科技创新与学风建设的重要指示要求，弘扬科学家精神，拓展宣讲教育维度，深化科研诚信建设，强化科技伦理治理宣传教育，着力营造鼓励探索、宽容失败的创新环境，全面提升学术生态建设水平。

一、坚持守正创新，提升宣讲实效

1. 开展科学家精神百场讲坛。邀请一流科学家和卓越工程师走进校园、院所、企业、园区，讲好科技创新故事，推动科技工作者、青年学子等从成功经验中感悟科学家精神的力量，涵养优良学风。（中国科协牵头）

2. 系好学术生涯“第一粒扣子”宣讲。面向新入学大学生、研究生及新入职科研人员，开展系好学术生涯“第一粒扣子”专项宣讲，邀请专家解读科研诚信政策法

规，剖析典型案例，增强科研人员的诚信意识。（科技部牵头）

3. 深入开展国家自然科学基金学风建设行动计划，通过多种渠道、多种方式开展科学基金科研诚信与学风建设、伦理建设宣传教育活动。（自然科学基金委牵头）

4. 常态化宣讲中国共产党人精神谱系。指导高校常态化开展中国共产党人精神谱系宣讲，定期举办“功勋课堂”“科普大师课”等活动，将科学家精神融入课程教学与校园文化活动中。（教育部牵头）

5. 持续深化“院士进校园”。组织院士赴各地大中小学、科研院所，与师生、科技工作者面对面交流，激发青少年“科技报国”之志，充分发挥院士队伍引领学术风气和社会风尚的“头雁”作用。（中国科学院、中国工程院牵头）

6. 启动“科学家精神和科学家文化主题出版工程”。立足新时代科学家精神，编创推广主题图书及适应新媒体传播的视听产品，融合宣讲教育，加强精准推送，

培育新型科学文化生态，树牢勇攀科技高峰的信心勇气。（中国科协牵头）

二、强化科技伦理教育，完善科研诚信体系

7. 强化科研诚信和科技伦理全过程教育。将科研诚信和科技伦理教育融入育人各环节，贯穿科技人才培养全过程。强化科研诚信和科技伦理教育基础，科学设置科研诚信和科技伦理教育通识课程，注重案例教学，高标准编写适合中国国情的教材。（教育部牵头）

8. 加强科研人员科技伦理培养。大力宣传《科技伦理审查办法（试行）》，广泛开展培训教育，加强政策解读，提升科研人员科技伦理素养。（科技部牵头）

9. 推动成立中国科技伦理学会。认真落实《关于加强科技伦理治理的意见》，推动成立中国科技伦理学会，组织开展科技伦理治理热点问题研究，研究制定伦理规范，开展科技伦理宣讲教育，加强国际交流合作。（中国科协牵头）

10. 持续推动科技社团自律自净行动。深化科技社团改革，引导支持科技社团在各自领域积极开展科研活动行为规范制定、诚信教育引导、科研诚信理论研究工作，加大对违反科研诚信和学术不端的行为查处力度，营造风清气正的科研生态。（中国科协牵头）

11. 持续加强哲学社会科学领域宣讲教育。充分发挥哲学社会科学科研诚信建设联席会议的宏观指导与统筹协调作用，组织召开全国哲学社会科学道德和学风建设论坛等科研诚信会议，建立健全职责明确、高效协同的科研诚信管理体系。推进科研诚信失信行为数据库建设，汇编社科领域国内外科研诚信制度规范及相关文件、学术不端典型案例，定期公开发布。（中国社科院牵头）

三、发挥阵地作用，构建宣讲体系标准

12. 用好科学家精神教育基地。持续发挥中国科学家博物馆引领示范作用，举办科学家精神系列展览，加强科学家精神时代价值研究阐释，广泛组织科学家精神主题剧目演出，引导科研人

员践行科学家精神、科学精神。（中国科协牵头）

13. 强化互联网平台作用。推进“中国科研诚信网”建设，实时发布与科研诚信及学风建设相关的政策、制度、成功经验以及案例通报，打造清朗的科研环境。丰富拓展宣传途径，充分利用各成员单位的网络平台，包括中国科协之声、国家智慧教育公共服务平台、风启学林主题社区等，有效地扩大正面宣传的覆盖面和影响力。（各成员单位）

14. 构建中国科学家精神宣讲体系。完善《中国科学家精神宣讲团建设标准》，建好中国科学家精神宣讲团，加强对各地各类宣讲团的规范指导，常态化推动科学家精神进校园进院所进企业进园区，实现“全覆盖、制度化、重实效”。支持院士专家加入宣讲队伍，突出专家特长和经历，紧跟形势讲、立足专业讲、彰显特色讲，打造一支高素质、专业化宣讲专家队伍。在全社会大力弘扬“两弹一星”精神。（中国科协、国家国防科工局牵头）

四、加强组织保障

15. 加强领导统筹协调。高度

重视科学道德和学风建设宣讲教育工作，切实加强领导，明确任务，细化分工，扎实推进。各成员单位要整合现有资源，明确任务分工，细化目标责任，明确完成时间。中国科协要建立工作情况沟通制度，总结经验、发现问题并及时改进。

16. 发挥舆论引导作用。加强与中央媒体的合作，开设专栏和专题，利用微博、微信、手机客户端等新媒体平台，加大对科学道德和学风建设工作的正面引导力度。对于社会舆论广泛关注的科研诚信事件，应迅速公布调查处理结果。

主送：全国科学道德和学风建设宣讲教育领导小组各成员单位，各省、自治区、直辖市及副省级城市科技厅（委、局）、教育厅（教委）、科协，新疆生产建设兵团科技局、教育局、科协，中国科学院院属各单位，中国社科院院属各单位。

抄送：教育部部属各高等学校、部省合建各高等学校。○

来源：中国科协办公厅

关于印发国家智能制造标准体系建设指南（2024版）的通知

工信部联科〔2025〕60号

各省、自治区、直辖市及计划单列市、新疆生产建设兵团工业和信息化主管部门、市场监管局（厅、委），有关行业协会、标准化技术组织和专业机构：

为贯彻落实《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四

个五年规划和2035年远景目标纲要》《国家标准化发展纲要》《“十四五”智能制造发展规划》，加强智能制造标准化工作顶层设计，切实发挥标准对推动智能制造高质量发展的引领作用，我们组织编制了《国家智能制造标准

体系建设指南（2024版）》。现印发给你们，请结合实际，抓好贯彻落实。

工业和信息化部
国家标准化管理委员会
2025年3月7日

国家智能制造标准体系建设指南（2024版）

一、智能制造系统架构

智能制造是基于先进制造技术与新一代信息技术深度融合，贯穿于设计、生产、物流、销售、服务等产品全生命周期，具有自感知、自决策、自执行、自适应、自学习等功能，旨在提高制造业质量和创新能力、效率效益和柔性的先进生产方式。

智能制造系统架构从生命周期、系统层级和智能特征等3个维度对智能制造所涉及的要素、装备、活动内容等进行描述，主要用于明确智能制造的标准化对象和范围。智能制造系统架构如图1所示。

1. 生命周期

生命周期涵盖从产品原型研发到产品回收再制造的各个阶段，包括设计、生产、物流、销售、服

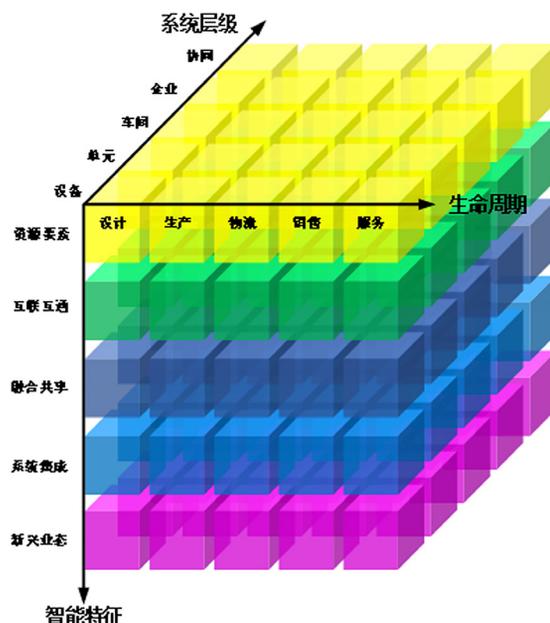


图1 智能制造系统架构

务等一系列相互联系的价值创造活动。生命周期的各项活动可进行迭代优化，具有可持续性发展等特点，不同行业的生命周期构成和时间顺序不尽相同。

(1) 设计是指根据企业的所有约束条件以及所选择的技术来对需求进行实现和优化的过程；

(2) 生产是指将物料进行加工、运送、装配、检验等活动创造产品的过程；

(3) 物流是指物品从供应地向接收地的实体流动过程；

(4) 销售是指产品或商品等从企业转移到客户手中的经营活动；

(5) 服务是指产品提供者与客户接触过程中所产生的一系列活动的过程及其结果。

2. 系统层级

系统层级是指与企业生产活动相关的组织结构的层级划分，包括设备层、单元层、车间层、企业层和协同层。

(1) 设备层是指企业利用传感器、仪器仪表、机器、装置等，实现实际物理流程并感知和操控物理流程的层级；

(2) 单元层是指用于企业内处理信息、实现监测和控制物理流程的层级；

(3) 车间层是实现面向工厂或车间的生产管理的层级；

(4) 企业层是实现面向企业经营管理的层级；

(5) 协同层是企业实现其内部和外部信息互联和共享，实现跨企业间业务协同的层级。

3. 智能特征

智能特征是指制造活动具有的自感知、自决策、自执行、自学习、自适应之类功能的表征，包括资源要素、互联互通、融合共享、系统集成和新兴业态等5层智能化要求。

(1) 资源要素是指企业从事生产时所需要使用的资源或工具及其数字化模型所在的层级；

(2) 互联互通是指通过有线或无线网络、通信协议与接口，实现资源要素之间的数据传递与参数语义交换的层级；

(3) 融合共享是指在互联互通的基础上，利用云计算、大数据等新一代信息技术，实现信息协同共享的层级；

(4) 系统集成是指企业实现智能制造过程中的装备、生产单元、生产线、数字化车间、智能工厂之间，以及智能制造系统之间的数据交换和功能互连的层级；

(5) 新兴业态是指基于物理空间不同层级资源要素和数字空间集成与融合的数据、模型及系统，建立的涵盖认知、诊断、预测及决策等功能，且支持虚实迭代优化的层级。

二、总体要求

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

大和二十届三中全会精神，认真落实中央经济工作会议和全国新型工业化推进大会部署要求，立足新发展阶段，全面贯彻新发展理念，服务新发展格局，深入贯彻落实《中华人民共和国国民经济和社会发展第十四个五年规划和2035年远景目标纲要》《国家标准发展纲要》《“十四五”智能制造发展规划》等部署要求，坚定不移实施制造强国、网络强国战略，强化标准支撑引领，统筹推进国内国际标准化工作，持续完善智能制造标准工作顶层设计，以高质量智能制造标准支撑现代化产业体系建设，加快发展新质生产力，助力新型工业化高质量发展，推动制造业高端化、智能化、绿色化转型升级。

统筹规划，前瞻引领。加强“国家+行业”智能制造标准体系顶层设计，统筹推进国家标准与行业标准、国内标准与国际标准的制定与实施。加快基础共性、关键技术、行业应用等重点标准制修订，发布一批前瞻性、引领性标准。

需求牵引，应用拓展。围绕现代化产业体系建设的标准化需求，聚焦产品全生命周期、生产全过程、供应链全环节，构建典型场景标准群。以标准应用项目和贯标行动为工作抓手，释放智能制造标准应用效能，固化技术创新成果。

立足国情，开放合作。结合我国智能制造发展现状，紧跟国际技术和产业发展趋势，系统规划布局战略性、先进性国际标准。深化国际交流合作，积极分享成熟中国标准化方案，共同制定智能制造国际标准，不断提升我国智能制造标准国际化水平。

到 2026 年，制修订 100 项以上国家标准、行业标准，构建适应新型工业化发展的智能制造标准体系。加快制定智能检测、

智能物流等智能装备标准，研发设计、生产制造等工业软件标准，智能设计、智能管理等智能工厂标准，供应链建设、供应链运营等智慧供应链标准，数字孪生装备、人工智能工业应用、工业数据流通等智能赋能技术标准，网络协同制造、产销一体化运营等智能制造新模式标准，工业无线网络、工业网络融合等工业网络标准，探索标准研制新方法，固化成功经验和创新成果，形成典

型场景系统解决方案标准，引导企业应用标准指导实践，构建企业智能制造标准体系，推动智能制造高质量发展。

三、建设思路

(一) 智能制造标准体系结构

智能制造标准体系结构包括 A 基础共性、B 关键技术、C 行业应用等 3 个部分，主要反映标准体系各部分的组成关系。智能制造标准体系结构图如图 2 所示。

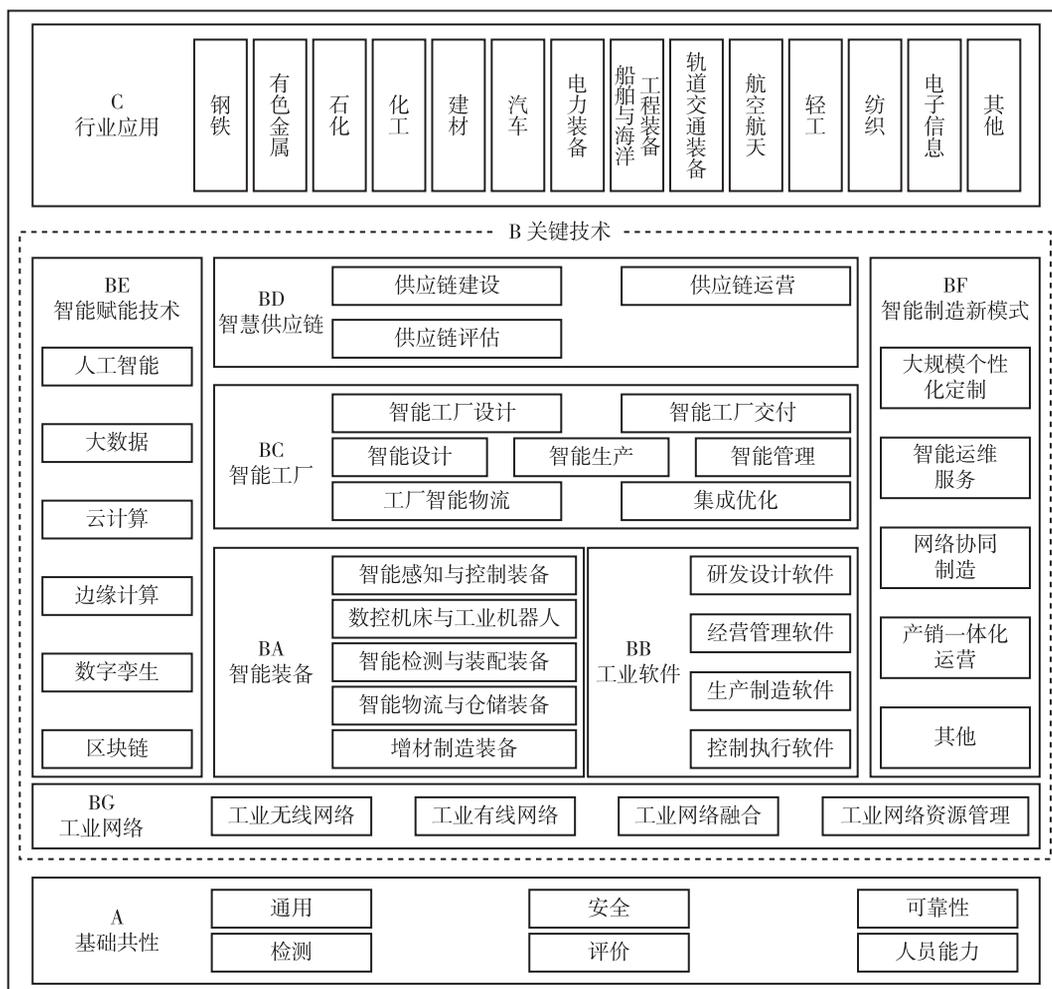


图 2 智能制造标准体系结构图

具体而言，A 基础共性标准包括通用、安全、可靠性、检测、评价、人员能力等 6 大类，位于智能制造标准体系结构图的最底层，主要用于统一智能制造相关概念，解决智能制造基础共性关键问题，是 B 关键技术标准和 C 行业应用标准的支撑。B 关键技术标准是智能制造系统架构智能特征维度在生命周期维度和系统层级维度所组成的制造平面的投影，主要解决企业智能制造推进过程中需要解决的关键技术问题，其中 BA 智能装备标准主要聚焦智能特征维度的资源要素，BB 工业软件标准主要聚焦智能特征维度的系统集成，BC 智能工厂标准主要聚焦智能特征维度的资源要素和系统集成，BD 智慧供应链标准对应智

能特征维度互联互通、融合共享和系统集成，BE 智能赋能技术标准对应智能特征维度的资源要素、互联互通、融合共享、系统集成和新兴业态，BF 智能制造新模式标准对应智能特征维度的新兴业态，BG 工业网络标准对应智能特征维度的互联互通和融合共享。C 行业应用标准位于智能制造标准体系结构图的最顶层，面向行业具体需求，对 A 基础共性标准和 B 关键技术标准进行细化和落地，指导各行业推进智能制造。

(二) 智能制造标准体系框架

智能制造标准体系框架图包含了智能制造标准体系的基本组成单元，具体包括 A 基础共性、B 关键技术、C 行业应用等 3 个部分，如图 3 所示。

四、建设内容

(一) 基础共性标准

主要包括通用、安全、可靠性、检测、评价、人员能力等 6 个部分，如图 4 所示。主要用于统一智能制造相关概念，解决智能制造基础共性关键问题。

1. 通用标准

主要包括术语定义、参考模型、场景等 3 个部分。术语定义标准主要包括用于统一智能制造相关概念的术语、词汇、符号、代号等标准。参考模型标准主要包括用于帮助各方认识和理解智能制造标准化的对象、边界、各部分的层级关系和内在联系的参考模型、系统架构等标准。场景标准主要包括智能制造典型场景

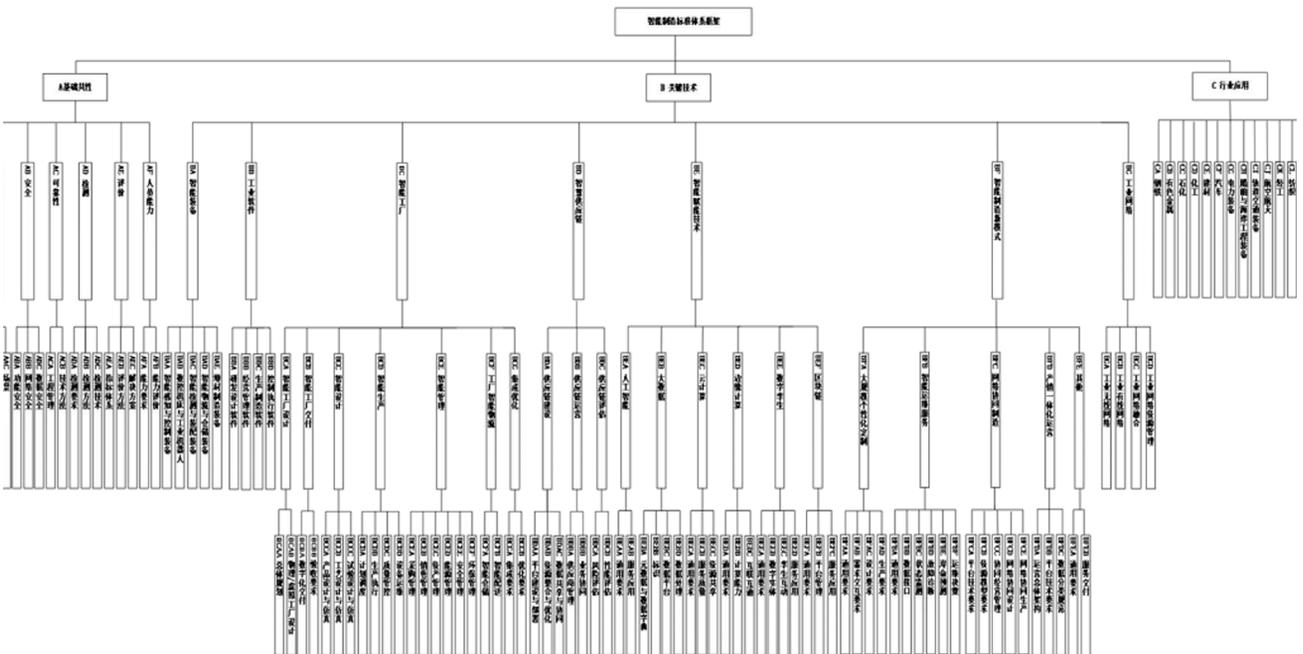


图3 智能制造标准体系框架图

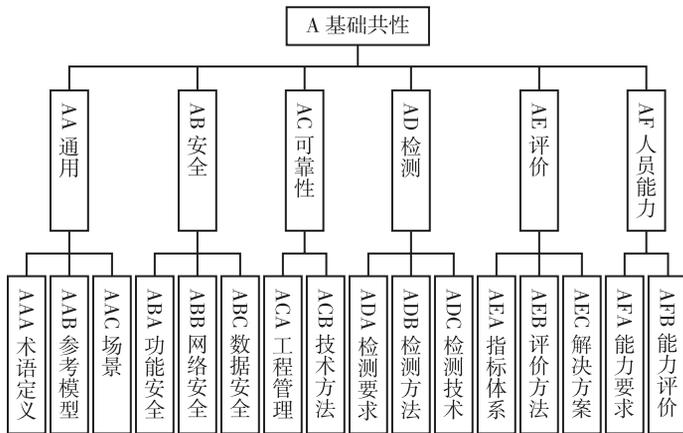


图4 基础性标准子体系

建设的参考指引标准。

2. 安全标准

主要包括功能安全、网络安全、数据安全等3个部分。功能安全标准主要包括智能制造中功能安全系统的设计、实施、测试等标准。网络安全标准指以确保智能制造中相关终端设备、控制系统、工业互联网平台、边缘计算、工业数据等可用性、机密性、完整性为目标的标准，重点包括企业网络安全分类分级管理、安全管理、安全成熟度评估和密码应用等标准。数据安全标准主要包括工业数据质量管理、加密、脱敏及风险评估等标准。

3. 可靠性标准

主要包括工程管理、技术方法等2个部分。工程管理标准主要包括智能制造系统可靠性要求、可靠性管理、综合保障管理、寿命周期成本管理等标准。技术方法标准主要包括可靠性仿真、可靠性设计、可靠性试验、可靠性分析、可靠性评价等标准。

4. 检测标准

主要包括检测要求、检测方法、检测技术等3个部分。检测要求标准主要包括不同类型智能装备和系统的互操作性、互联互通、系统能效等测试要求标准。检测方法标准主要包括不同类型的智能装备和系统的试验内容、过程、分析、环境适应性和参数校准等标准。检测技术标准主要包括面向智能制造检测技术的判断性检测、信息性检测等标准。

下一步建设重点

通用标准。推动场景建设参考指引等标准研制。
评价标准。推动精益制造、趋零库存等能力提升方法，场景化解决方案通用要求等标准研制。
人员能力标准。推动智能制造评估师要求、从业人员能力要求等标准研制。

5. 评价标准

主要包括指标体系、评价方法、解决方案等3个部分。指标体系标准主要包括制造企业实施智能

制造的绩效评价指标、供应商提供的智能制造服务能力水平等标准。评价方法标准主要包括成熟度模型、评价过程、结果判定等标准。解决方案标准主要包括基于评价结果企业智能制造能力提升方法、场景化解决方案通用要求等标准。

6. 人员能力标准

主要包括智能制造人员能力要求、能力评价等2个部分。能力要求标准主要包括从业人员知识储备、技术能力和实践经验等要求标准。能力评价标准主要包括不同职业从业人员评价、评估师评价等标准。

(二) 关键技术标准

主要包括智能装备、工业软件、智能工厂、智慧供应链、智能赋能技术、智能制造新模式、工业网络等7个部分。

1. 智能装备标准

主要包括智能感知与控制装备、数控机床与工业机器人、智能检测与装配装备、智能物流与仓储装备、增材制造装备等5个部分，如图5所示。主要规定智

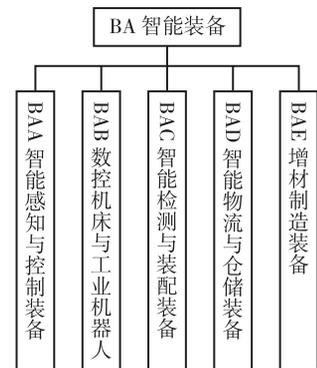


图5 智能装备标准子体系

能装备的信息模型、数据字典、通信协议、数据接口、功能和性能测试等要求。

(1) 智能感知与控制装备标准

主要包括智能传感器、仪器仪表等装备的数据感知、操作控制、人机交互等通用技术标准；信息模型、时钟同步、互联互通、协议一致性等接口与通信标准。

(2) 数控机床与工业机器人标准

主要包括数控机床和工业机器人的运动控制、安全要求、运行维护、性能测试等通用技术标准；信息模型、数据接口、通信协议等接口与通信标准。

(3) 智能检测与装配装备标准

主要包括智能检测与装配装备的组成要素、参数配置、功能和性能要求等通用技术标准；数据接口、适配要求、集成规范等接口与通信标准。

(4) 智能物流与仓储装备标准

主要包括智能仓储、输送、分拣与拣选、装卸搬运、包装等装备的标识解析、业务协同等通用技术标准；数据接口、通信协议等接口与通信标准。

(5) 增材制造装备标准

主要包括增材制造装备的工艺知识库、模型数据质量、测试方法、检测指标、检测性能评估等通用技术标准；数据格式、数据接口等接口与通信标准。

下一步建设重点
智能感知与控制装备标准。 推动智能传感器、仪器仪表等装备的多源异构数据采集规范、智能化要求、管理壳、多CPU 关联协调等标准研制。
数控机床与工业机器人标准。 推动工业人形机器人、仿生灵巧手等通用技术要求标准研制，推动高档数控机床的信息模型、集成实施规范等标准研制。
智能检测与装配装备标准。 推动智能检测装备的互联互通通用要求、智能装配装备的数据格式和接口等标准研制。
智能物流与仓储装备标准。 推动智能物流与仓储装备的标识规范、与其他生产设备、制造系统的集成实施等标准研制。
增材制造装备标准。 推动增材制造装备的工艺知识库建设指南、三维工艺模型数据质量要求等标准研制。

2. 工业软件标准

主要包括研发设计软件、经营管理软件、生产制造软件、控制执行软件等 4 个部分，如图 6 所示。主要规定工业软件在数字化车间、智能工厂及企业运营过程中的集成规范和应用指南等内容。

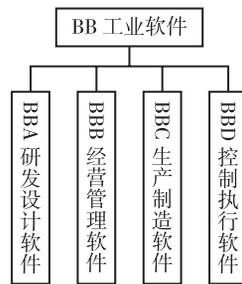


图 6 工业软件标准子体系

(1) 研发设计软件标准

主要包括计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助工程 (CAE)、计算机辅助工艺规划 (CAPP)、计算机辅助制造 (CAM)、电子

设计自动化 (EDA)、产品数据管理 (PDM) 及基于大数据、人工智能等赋能技术的研发设计软件应用指南和集成实施标准。

(2) 经营管理软件标准

主要包括企业资源计划 (ERP)、供应链管理 (SCM)、客户关系管理 (CRM)、人力资源管理 (HRM)、质量管理体系 (QMS)、资产绩效管理系统 (APM)、项目管理 (PM) 软件等经营管理软件应用指南和集成实施标准。

(3) 生产制造软件标准

主要包括制造执行系统 (MES)、高级计划排程系统 (APS)、工厂物料运输管理系统 (TMS)、能源管理系统 (EMS)、故障预测与健康管理软件 (PHM)、运维综合保障管理 (MRO) 等生产制造软件应用指南和集成实施标准。

(4) 控制执行软件标准

主要包括工业操作系统、工

下一步建设重点
研发设计软件标准。 推动计算机辅助设计 (CAD)、计算机辅助制造 (CAM)、产品数据管理 (PDM) 等软件的数据格式和接口规范标准研制。
经营管理软件标准。 推动企业资源计划 (ERP)、供应链管理 (SCM)、客户关系管理 (CRM) 等软件与其他软件集成实施类标准研制。
生产制造软件标准。 推动制造执行系统 (MES)、高级计划排程系统 (APS)、工厂物料运输管理系统 (TMS) 等软件与其他软件集成实施类标准研制。
控制执行软件标准。 推动工业操作系统等软件的系统架构、数据接口等标准研制。

业控制软件、组态编程软件等控制执行软件的应用指南和集成实施标准。

3. 智能工厂标准

主要包括智能工厂设计、智能工厂交付、智能设计、智能生产、智能管理、工厂智能物流、集成优化等7个部分，如图7所示。主要规定智能工厂设计与交付，智能工厂运营时的设计、生产、管理、物流、系统集成等内容。

(1) 智能工厂设计标准

主要包括智能工厂/数字化车间的设计要求、设计模型、设计验证、设计文件编制以及协同设计等总体规划标准；物理工厂数据采集、工厂布局，虚拟工厂参考架构、工艺流程及布局模型、生产过程模型和组织模型、生产设备全信息建模、仿真分析，实现物

理工厂与虚拟工厂之间的信息交互等物理/虚拟工厂设计标准。

(2) 智能工厂交付标准

主要包括设计、实施阶段数字化交付通用要求、交付信息模型、交付数据采集要求、交付系统要求、交付系统集成要求、交付实施指南、基于交付模型的运行维护实施指南等数字化交付标准；智能工厂项目不同阶段竣工验收要求标准。

(3) 智能设计标准

主要包括基于数据和知识驱动的参数化模块化设计、基于模型的系统工程(MBSE)设计、多CAD协同设计、基于多业务协同的动态优化设计与仿真等产品设计与仿真标准；基于制造资源数字化模型(MBD)工艺设计、柔性设计、质量要求以及验收要求等工艺设计与仿真标准；试验

方法、试验数据与流程管理等试验设计与仿真标准。

(4) 智能生产标准

主要包括计划建模与仿真、多级计划协同、可视化智能云排产、云边协同优化调度等计划调度标准；全流程多工序协同优化、生产工艺决策、生产过程管控与优化、异常管理及防呆防错机制等生产执行标准；智能在线质量监测、预警和优化控制、质量档案及质量追溯等质量管控标准；设备运行状态监控与优化、故障诊断与设备健康评估等设备运维标准。

(5) 智能管理标准

主要包括原材料、辅料等质量检验分析、采购订单智能分析等采购管理标准；销售预测、全渠道营销管理、销售行为管理、客户服务管理等销售管理标准；设备管理、知识管理等资产管理标准；可视化能源监控、能效评估等能源管理标准；风险点实时监控、应急管理、危化品管理等安全管理标准；环保实时监控、预测预警等环保管理标准。

(6) 工厂智能物流标准

主要包括工厂内物料与货物状态标识与信息跟踪、作业分派与设备管控及协同调度、收货拣货配货、仓储信息管理等智能仓储标准；波次管理、分拣任务动态调度、分货拣货配货、配送路径规划与管理、货物信息全流程收集管理等智能配送标准。

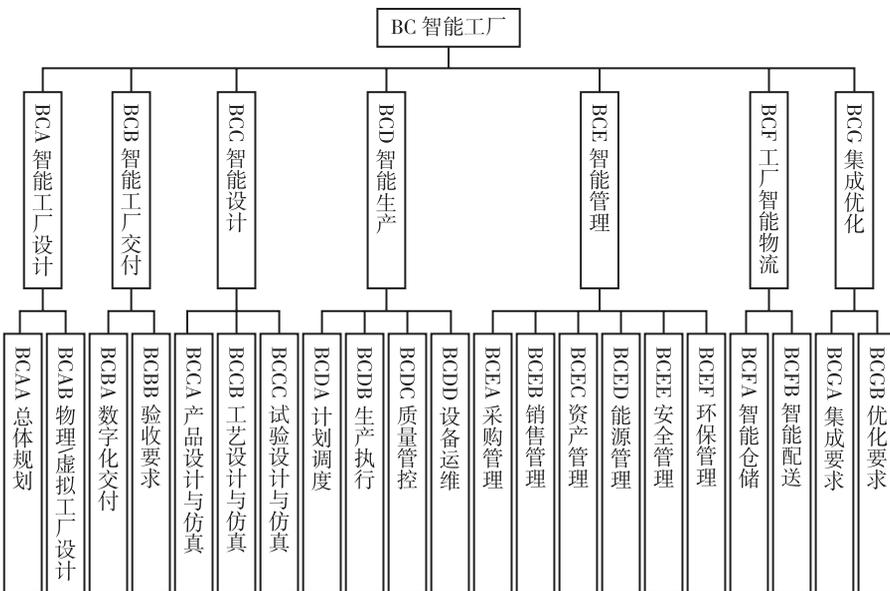


图7 智能工厂标准子体系

(7) 集成优化标准

主要包括满足工厂内业务活动需求的装备 / 产线 / 车间各层级软硬件集成、企业业务能力集成互操作、系统解决方案集成服务等集成要求标准；数据 / 知识 / 模型驱动的全生命周期业务优化、决策与控制集成优化、用户需求与产品设计 / 生产制造闭环动态优化等优化要求标准。

下一步建设重点
<p>智能设计标准。推动基于数据和知识驱动的产品参数化模块化设计、基于制造资源数字化模型的工艺设计等标准研制。</p> <p>智能生产标准。推动多级计划协同调度、全流程多工序协同优化的生产执行、在线质量监测管理、基于知识的设备健康评估等标准研制。</p> <p>智能管理标准。推动数字化精益管理、全渠道营销管理、可视化能源健康管理、安全管理和环境管理等标准研制。</p> <p>工厂智能物流标准。推动工厂内物料与货物状态标识与跟踪、物流配送路径规划与管理、货物信息全流程管理等标准研制。</p> <p>集成优化标准。推动企业内业务集成互操作、数据 / 知识 / 模型驱动的全生命周期业务优化、基于人工智能的生产计划排产等标准研制。</p>

4. 智慧供应链标准

主要包括供应链建设、供应链运营、供应链评估等 3 个部分，如图 8 所示。主要规范供应链建设管理，实现供应链上下游高效协同，提升供应链韧性。

(1) 供应链建设标准

主要包括供应链控制塔及平台的平台架构与设计、接口与集成、维护与升级等平台建设及部署

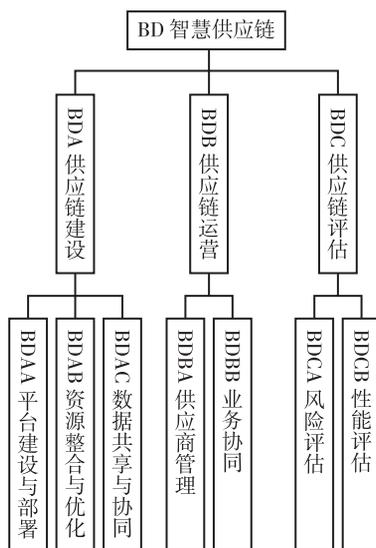


图 8 智慧供应链标准子体系

标准，人力、财务、信息、流程等资源整合与优化标准，供应链上下游之间的数据共享、保护、整合、协作等数据共享与协同标准。

(2) 供应链运营标准

主要包括供应商准入、合作、绩效评价、废止等供应商管理标准；上下游相关主体间、主体内部业务活动等业务协同标准。

(3) 供应链评估标准

主要包括供应链风险识别与评估、风险预警与防范控制等风险评估标准；供应链韧性指标体系、测试与评估方法等性能评估标准。

下一步建设重点
<p>供应链建设标准。推动供应链控制塔技术规范、平台架构与设计、数据共享技术要求、数据协同处理等标准研制。</p> <p>供应链运营标准。推动供应链供应商分级分类、供应商服务能力评价、供应链上下游业务协同标准研制。</p> <p>供应链评估标准。推动供应链风险识别与评估、风险预警与防范控制、供应链韧性指标体系等标准研制。</p>

5. 智能赋能技术标准

主要包括人工智能、大数据、云计算、边缘计算、数字孪生和区块链等 6 个部分，如图 9 所示。主要用于指导新技术向制造业领域融合应用，提升制造业智能化水平。

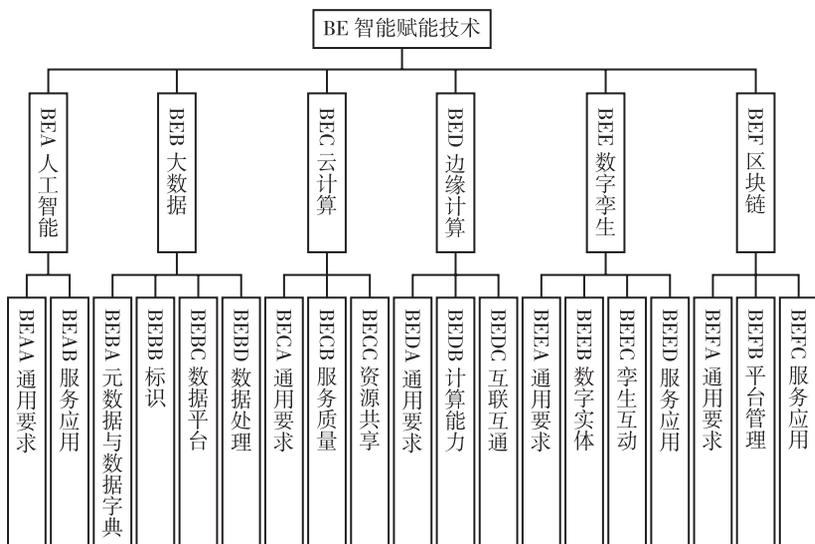


图 9 智能赋能技术标准子体系

(1) 人工智能标准

主要包括面向工业领域的大模型、机器学习、知识图谱的参考架构、系统要求、性能要求、测试方法、数据训练及生成内容评价等通用要求标准；面向工业领域重点行业及典型场景的模型、算法、知识及系统的集成、部署、应用、管理和运维等服务应用标准。

(2) 大数据标准

主要包括面向工业领域数据的分类分级、命名规则、描述与表达、确权规则等元数据与数据字典标准；智能制造领域各类对象的标识规则、解析规范、异构标识互操作等标识标准；平台建设的要求、运维和检测评估等数据平台标准；数据采集、分析、可视化、访问、管理等数据处理标准。

(3) 云计算标准

主要包括工业云参考架构、工业云操作系统等通用要求标准；面向工业云服务的服务协议、能力要求、计量指标、效果评价等服务质量标准；面向数据管理、知识库接入、资源配置等资源共享标准。

(4) 边缘计算标准

主要包括应用于工业领域的边缘计算架构、边缘数据、测试与评价等通用要求标准；边缘计算节点、边缘计算平台、边缘操作系统等计算能力标准；边缘计算接口、边云协同等互联互通

标准。

(5) 数字孪生标准

主要包括工业领域数字孪生参考架构、功能和信息安全等通用要求标准，数字实体构建与运行管理、数据分类与表达、数据存储与处理等数字实体标准，测量感知、反馈控制等孪生互动标准，面向行业及典型场景的预测仿真、优化控制、可视化交互等服务应用标准。

(6) 区块链标准

主要包括工业领域区块链参考架构、标识体系、目录寻址、系统要求等通用要求标准；基于区块链的工业互联网平台架构、工业数据存证等平台管理标准，面向行业及典型场景的供应链管理、生产溯源、质量可信管理等服务应用标准。

下一步建设重点
<p>人工智能标准。推动工业领域大模型预训练、微调、推理、集成、部署等环节技术要求，大模型性能测试与评估要求，生成内容评价与管理要求等工业大模型标准研制。</p> <p>大数据标准。推动智能制造过程中产品全生命周期的数据描述与表达、权限分配、分类分级等元数据与数据字典标准研制；工业数据分析、可视化、访问、资源管理等数据处理标准研制。</p> <p>边缘计算标准。推动边缘计算测试与评价、数据管理要求、应用指南等标准研制。</p> <p>数字孪生标准。推动性能评估及符合性测试等通用要求标准研制；面向行业及典型场景的优化控制、可视化交互等服务应用标准研制。</p>

6. 智能制造新模式标准

主要包括大规模个性化定制、智能运维服务、网络协同制造、产销一体化运营及其他等5个部分，如图10所示。主要用于实现产品与服务的融合、分散化制造资源的有机整合和各自核心竞争力

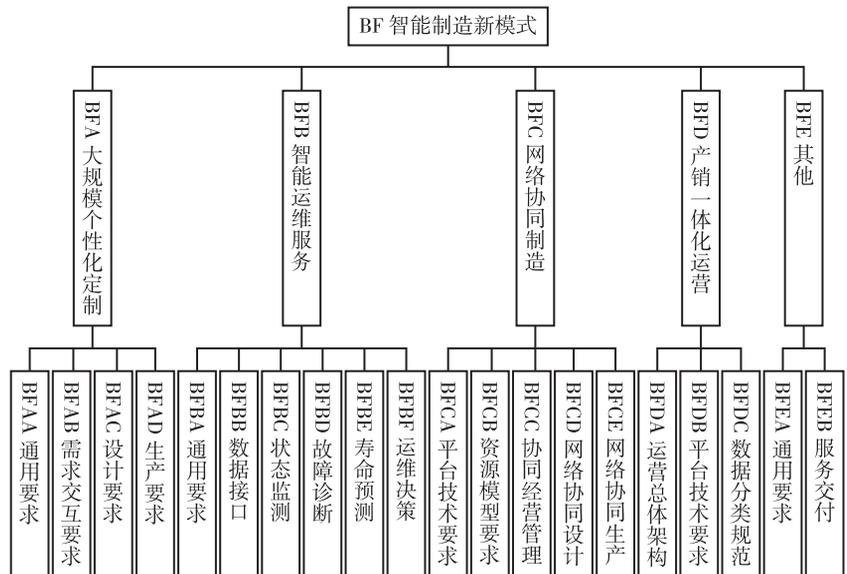


图10 智能制造新模式标准子体系

的高度协同，解决了综合利用企业内部和外部的各类资源，提供各类规范、可靠的新兴模式问题。

大规模个性化定制标准主要包括通用要求、需求交互要求、设计要求、生产要求等标准；智能运维服务标准主要包括通用要求、数据接口、状态监测、故障诊断、寿命预测、运维决策等标准；网络协同制造标准主要包括平台技术要求、资源模型要求、协同经营管理、网络协同设计、网络协同生产等标准；产销一体化运营主要包括运营总体架构、平台技术要求、数据分类规范等标准；其他主要包括上述四类以外的智能制造新模式的通用要求和服务交付等标准。

下一步建设重点
智能运维服务标准。 推动状态检测、寿命预测、运维决策等标准研制。
网络协同制造标准。 推动平台技术要求、网络协同生产等标准研制。
产销一体化运营标准。 推动运营总体架构、平台技术要求等标准研制。

7. 工业网络标准

主要包括工业无线网络、工业有线网络、工业网络融合和工业网络资源管理等 4 个部分，如图 11 所示。主要用于满足智能制造环境中低时延、高可靠等网络需求，实现工业网络架构下不同层级和异构网络之间的组网，规范网络地址、服务质量、无线电频率等资源使用技术要求及网络

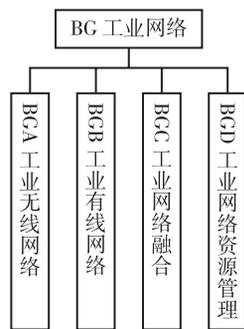


图 11 工业网络标准子体系

运行管理，涉及无线电频率使用的，还应当符合相关频率使用规划和有关政策规定，以及无线电发射设备射频技术指标等要求。

工业无线网络标准主要包括无线局域网 (WLAN)、无线可寻址远程传感器高速通道 (WirelessHART)、用于工厂自动化 / 过程自动化的工业无线网络 (WIA-FA/PA)、窄带物联网 (NB-IoT)、5G 应用、北斗应用等标准。工业有线网络标准主要包括现场总线、工业以太网、工业无源光纤网络 (xPON)、工业综合布线、单对线以太网等标准。工业网络融合标准主要包括确定性网络 (DetNet)、时间敏感网络 (TSN)、信息技术 / 运营技术 (IT/OT) 融合、异构网络间互通、IPv6+、高可靠组网等标准。工业网络资源管理标准主要包括网络地址管

理、网络频谱管理、网络智能运维等标准。

下一步建设重点
工业无线网络标准。 推动 5G 应用、北斗应用等标准研制。
工业网络融合标准。 推动 IT/OT 融合、异构网络间互通等标准研制。
工业网络资源管理标准。 推动网络智能运维标准研制。

(三) 行业应用标准

主要包括钢铁、有色金属、石化、化工、建材、汽车、电力装备、船舶与海洋工程装备、轨道交通装备、航空航天、轻工、纺织、电子信息及其他等 14 个部分，如图 12 所示。发挥国家标准体系指导作用，结合行业特色，聚焦行业近 3 年亟待解决的问题，分析国家基础共性、关键技术标准适用性，在选取适用基础共性、关键技术等国家标准基础上，确保行业标准与国家标准的协调配套，提出细分行业拟制定标准的重点研制方向，加快推动细分行业智能制造标准体系建设。

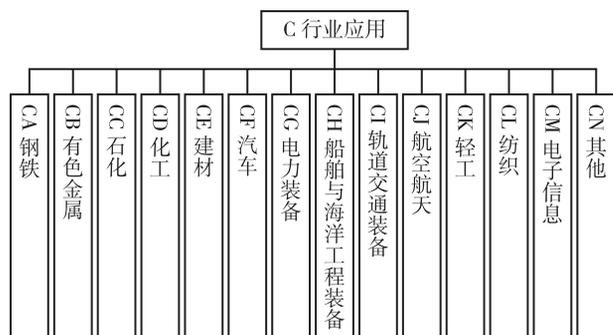


图 12 行业应用标准子体系

1. 钢铁

针对钢铁行业流程长、工序界面多、生产体系复杂、单/多基地管控模式多样等特点，围绕钢铁轧大工序边侧智能工厂、单基地及企业多基地协同管控等，制定质量、物流、能源环保、安全、设备等分层集成优化管控等规范或规程类标准；围绕上料、生产、下料等环节，制定铁钢轧各工序的生产过程智能化控制、辅助工序智能化、数字孪生及工序衔接等规范或规程类标准；围绕质量缺陷检测、性能检验及工序界面转运等场景，制定智能检测装备、工业机器人及无人运输装备等智能装备类规范/规程/指南类标准；围绕新一代信息技术应用，制定工业大数据平台、数据治理、检测方法、评价模型、网络安全等规范/规程/指南类标准；制定面向行业的智能工厂评价、能力评估等实施指南标准。

2. 有色金属

针对有色金属行业金属品种多、原料品质差异大、生产工艺复杂、安全要求高、物流调度频繁等特点，围绕有色金属行业采选领域的本质安全与资源集约、冶炼领域的清洁环保与节能降耗、加工领域的质量稳定与柔性生产等对数字化转型和智能化升级的实际需求，制定有色金属行业标识及数据编码规范标准；制定智能控制及智能设备设施技术要求

或规范标准；制定数字化平台应用相关的数据采集、数据治理、数据安全、大数据平台、工业网络、数字孪生、机理模型及数据模型规范标准；制定面向行业的智能工厂评价、能力评估等实施指南标准。

3. 石化

针对石化行业安全风险高、实控要求高、能源消耗大、环保要求高等特点，围绕智能工厂总体建设，制定智能工厂信息模型、参考架构等工厂设计规范标准；围绕新一代信息技术应用，制定人工智能、数字孪生等新技术应用规范或规程标准；围绕智能工厂核心业务，制定智能工厂运行、优化控制、安全环保、仓储物流、设备管理、现场人员定位等规范或规程标准；制定面向行业的智能工厂评价、能力评估等实施指南标准。

4. 化工

针对化工行业生产易燃易爆有毒有害、行业细分领域多、企业集中入园等特点，围绕基础化学原料、化工新材料、精细化学品等细分领域，制定优化控制、安全环保、质量管控、能源管理、仓储物流、设备管理等规范标准；围绕企业数字基础设施、数据流通应用，制定工程数字化交付、新型工业控制网络等技术应用规范标准；围绕产品定制、流程模拟、操作优化等产品研发及工艺

设计，制定产品知识图谱、物料属性数据等规程标准；围绕化工园区高质量发展，制定公用工程智慧监测管理、安全环保监测预警等管理规范标准；制定面向行业的智能工厂建设、智能工厂评价、能力评估等实施指南标准。

5. 建材

针对建材行业细分领域多、工艺差别明显等特点，围绕水泥、玻璃、陶瓷等领域，制定工艺仿真、优化控制、质量管控、能源管理、设备管理、仓储物流管理等规范标准；围绕石灰石矿山、砂石骨料等非金属矿领域，制定智能矿山、无人驾驶矿卡等规范标准；围绕无机纤维、混凝土及水泥制品、墙体材料、防水材料等领域，制定智能工厂通用技术规范标准；围绕新一代信息技术应用，制定基于人工智能的缺陷检测、基于工业云的供应链协同等指南标准；制定面向行业的智能工厂评价、能力评估等实施指南标准。

6. 汽车

针对汽车产业技术密集性强、零部件众多、产业链长、细分车型种类较多、生产工艺过程复杂等特点，围绕智能赋能技术在汽车设计研发、生产制造、物流供应链、营销、出行服务及评价等方面，突出汽车冲压、涂装、焊装、总装四大工艺特点，兼顾企业级和协同级内外智能制造应用

场景，制定基于数字孪生的汽车产品研发设计、试验验证、产线制造及集成等规范标准；制定面向工厂规划仿真、工厂协同设计、工程施工模拟、产线调试、工厂交付的生产制造相关的技术要求及应用指南标准；制定用于产品及工厂评价的成熟度诊断评估、智能工厂评价、供应链协同能力评估等实施指南标准。

7. 电力装备

针对电力装备行业产品种类多、个性化定制以及运维需求大等显著特点，围绕智能电网用户端及电动机等领域，制定智能工厂建设指南标准和系统集成规范；制定制造过程数字化仿真（加工过程、生产规划及布局、物流仿真）、资源数字化加工、数字化过程控制、数字化协同制造、设备远程运维、个性化定制、智能制造能力评估等实施指南标准。

8. 船舶与海洋工程装备

针对船舶制造智能化的内涵、描述和指标体系等不统一，智能制造装备集成应用不规范，协同管控精细化程度不高，数字化工厂建设目标不明确，新兴技术应用缓慢等问题，突破船舶行业智能制造关键共性技术，加强智能装备研发、船厂生产协同管控、数字化示范船厂建设以及5G等新兴技术在船舶制造中的集成创新应用，形成船舶制造能力评价模型、智能装备、智能工厂、供

应链协同和远程检验等技术规范标准。

9. 轨道交通装备

针对轨道交通装备行业多品种、小批量、新造与运维并重、个性化定制等特点，围绕焊接、打磨、装配调试、物流等典型业务场景智能工厂建设，制定智能装备检测认证、三维模型应用规范、工业机器人接口及工艺技术要求等关键技术标准；制定智能制造项目实施指南、高速动车组远程运维等应用标准。

10. 航空航天

针对航空航天行业多品种、小批量、基于模型的研制模式、设计制造多方协同等特点，围绕智能工厂、数字化车间建设或升级改造，制定基于模型的数字化设计、基于云的协同设计平台、适用于复杂工艺的生产线虚拟仿真和环境监测方面的规范标准；制定基于工业大数据的生产过程状态预知与优化应用规范标准。

11. 轻工

针对轻工行业细分领域多、工艺流程差别大、面向消费者需求差异大等特点，围绕食品加工机械、皮革机械、缝制机械、日用化工机械、造纸机械等轻工专用装备领域，制定轻工机械互联互通、远程运维、能效状态检测与校准等规范或指南类标准；围绕家电、家具、皮革、造纸、五金制品、塑料制品、照明、食品

等重点领域生产端，制定智能工厂设计与运维、智能生产管控、质量在线检测与追溯等技术标准；围绕家电、家具、钟表、照明电器等重点领域消费端，制定智能家居、智能感知与交互、大规模个性化定制和服务、智能产品运维服务等产品和技术标准。

12. 纺织

针对纺织行业总体离散型、局部流程型制造的特点，围绕纺纱、化纤、织造、非织造、印染、服装及家纺等领域，制定专用装备的互联互通、信息模型、远程运维技术要求等规范或指南标准；制定数字化车间或智能工厂建设过程中的数据、物流仓储、系统集成等规范或规程标准；制定大规模个性化定制等新模式应用规范或指南标准。

13. 电子信息

针对电子信息制造行业技术复杂性高、产品迭代快、多品种小批量特征明显、产品个性化和定制化需求增长快等特点，围绕电子元件及电子专用材料、电子器件、信息通信产品和系统、智能消费设备、锂电池等领域的生产和加工，制定专用智能装备和系统的信息模型、互联互通要求等标准规范；制定柔性生产线、数字化车间、智能工厂的建设指南、系统集成、智能生产管控、质量在线检测与追溯等标准；制定个性化定制、远程运维、供应

链协同等应用指南标准。

14. 其他

食品行业重点面向乳品饮料、酿酒、冷冻食品、罐藏食品等领域，制定智能工厂设计、酿造灌装、工艺决策、远程运维、标识解析等标准。农业机械、工程机械行业重点制定大规模个性化设计、智能运维服务监测等标准。印刷行业重点制定印刷柔性化工艺流程设计、系统间信息交互等标准。民爆行业重点制定关键工艺装备状态监控、运维要求等标准。光伏行业重点制定数据通信、信息安全、信息标识及智能工厂、智慧供应链等标准。

五、组织实施

加强统筹协调。在工业和信息化部、国家标准化管理委员会的指导下，充分发挥国家智能制造标准化协调推进组、专家咨询组和总体组的作用，加强智能制

造标准体系顶层规划与智能工厂培育、智能制造系统解决方案揭榜挂帅、智能制造标准应用试点等工作的协同，推动优秀实践成果的标准化沉淀。

加快标准研制。充分利用多部门协调、多标准化技术组织协作等机制，统筹产学研用各方力量，探索标准攻关新方法，鼓励企业积极参与，基于实践提出具有自主知识产权标准项目，加强关键技术和行业应用标准预研和试验验证能力，加快早期重点标准修订，减少标准交叉重复，提升标准有效供给。

加强标准应用。持续开展智能制造标准应用典型案例遴选，培育一批标准实践行业标杆，加大优秀成果的宣传推广力度，充分发挥地方主管部门和行业协会的贯标行动，加强标准的宣贯和培训，构建面向典型应用场景标准群，鼓励产业链上下游企业、

中小企业开展对标行动，提升企业标准应用能力。

实施动态更新。建立标准研制与应用反馈机制，挖掘智能制造技术和产业发展标准化需求，解决智能制造发展新问题，做好智能制造标准体系规划建设，适时修订《国家智能制造标准体系建设指南》，推动更多行业开展行业智能制造标准体系研究，鼓励企业开展智能制造标准体系建设，充分发挥智能制造标准体系支撑引领作用。

加强国际合作。定期举办智能制造标准化国际论坛，积极参与国际标准化组织（ISO）、国际电工技术委员会（IEC）、国际电信联盟（ITU）等组织的国际化活动，积极贡献中国方案。深化中德、中法、金砖、“一带一路”等多双边合作机制，加强智能制造领域的国际标准合作。○

来源：工业和信息化部科技司、装备工业一司



普通高校大学生机器人竞赛指数（2025版）发布

2025年5月23日，在长春高博会·第九届高校教师教学发展与创新人才培养论坛中，高校教师教学发展研究国家级虚拟教研室联合中国自动化学会、浙江大学机器人研究院、浙大城市学院高等教育数智评价研究中心发布第6轮“普通高校大学生机器人竞赛指数”（本科，2025版，以下简称“机器人竞赛指数”）。该指数由全国高校机器人竞赛研究专家工作组（以下简称“专家工作组”）组织研发。

自从2019年10月19日在第五届国际机器人西湖论坛上首次发布“全国高校机器人竞赛创新指数”，至今已发布第五轮。

详情请查看：<https://mp.weixin.qq.com/s/cRfJ4aSPUc4gsNBMBM1OWQ>

加强对新时代中国青年的价值引领

文 / 中央团校副校长，国家中长期青年发展规划专家委员 廉思

当今世界正经历百年未有之大变局，我国正以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴。在这一历史进程中，青年作为引风气之先的社会力量，价值追求和精神状态如何，很大程度影响着国家和民族的走向。2023年6月，习近平总书记在同团中央新一届领导班子集体谈话时指出，青年人“有理想、敢担当、能吃苦、肯奋斗”，中国青年才会有力量，党和国家事业发展才能充满希望。青年处在价值观形成和确立的时期，抓好这一时期的价值观养成十分重要。

党的十八大以来，以习近平同志为核心的党中央高度重视、亲切关怀青年一代，站在保持党和国家事业后继有人、红色江山永不变色的战略高度，全面加强党对青年的政治引领，引导广大青年树立正确的世界观、人生观、价值观，成为推动中国特色社会主义事业薪火相传、生生不息的重要力量。广大青年自觉将个人价值同党和国家前途命运紧密相连，理想信念愈加坚定，对实现中华民族伟大复兴充满信心，“请

党放心、强国有我”的铿锵誓言正汇聚为奋进新征程的青春力量。他们关心国家重大战略、积极投身国家重大任务，以实际行动承担社会责任、服务人民需要，在科技创新、乡村振兴、绿色发展、社会服务、卫国戍边等各领域各方面勇当排头兵和生力军，以实际行动践行新时代好青年标准。特别是新一轮科技革命和产业变革加速演进，广大青年积极参与关键核心技术攻关、科技成果转化和新兴业态培育，在技术变革、产业升级和商业模式重构中不断开辟新赛道、塑造新动能，“创二代”、“新工匠”、“新农人”等一大批青年创新创业典型不断涌现，成为推动高质量发展的关键变量和青春引擎。

同时也要看到，随着生活节奏日益加快和竞争愈发激烈，当代青年的价值观念也出现了一些新情况、新问题。比如，有的青年理想信念有所弱化、奋斗意志出现松懈，逐渐丧失了持续拼搏的精神状态，转而以“躺平”、“佛系”等消极心态进行心理防御和自我逃避；有的青年随波逐流、

盲目从众，虽有进取的意愿却没有奋斗的目标和努力的方向；还有的青年幻想不劳而获、一夜暴富，急功近利、虚荣浮躁。这些现象的产生，一方面折射出青年在人生起步阶段，面对学习、工作、生活方面的各种困难苦恼、预期受挫，难免会产生暂时的心理焦虑、思想困惑，这是青年成长阶段的客观局限；另一方面也反映出思想政治教育和价值引领工作必须与时俱进，当代青年遇到了很多过去从未遇到的问题，如何教育引导他们正确看待并解决这些问题是新时代思政工作面临的新挑战。同时，社会各界都应该持续加大对青年的关心关爱和支持力度，在青年成长成才的关键处、要紧时拉一把、帮一下，成为青年顶住压力、渡过难关的可靠支点，让青年人感受到关爱就在身边、关心就在眼前。

习近平总书记指出，新时代的中国青年，更加自信自强、富于思辨精神，同时也面临各种社会思潮的现实影响，不可避免会在理想和现实、主义和问题、利己和利他、小我和大我、民族和

世界等方面遇到思想困惑，更加需要深入细致的教育和引导。总书记的重要论述，为加强青年价值引领指明了前进方向、提供了科学指引。立足新时代新征程，必须深刻把握青年群体成长发展的时代背景和现实需求，增强政治责任感和使命感，切实推进青年价值观的塑造与引领。

坚持守正创新，提升思想政治教育穿透力和引领力。种树看树根，育人看三观。理想信念树正了，青年才能立得正、行得稳，健康成长。要通过更具亲和力、感染力、针对性和实效性的思想政治教育，帮助广大青年从内心深处厚植对马克思主义的信仰、对中国共产党的信赖、对中国特色社会主义的信心。一是推动宣传教育从“知识传授”向“系统建构”转变。加强习近平新时代中国特色社会主义思想的体系化、学理化阐释，引导广大青年努力掌握这一科学思想的世界观和方法论，提升他们运用贯穿其中的立场观点方法分析问题的能力，提高对党的基本理论、基本路线、基本方略的领悟力，真正实现从“知其然”到“知其所以然”的跃升，筑牢理想信念根基。二是用中华优秀传统文化滋养青年心灵。中华优秀传统文化蕴含着深厚的哲学智慧与道德理想，具有强大的历史穿透力和现实感召力。要深挖中华优秀传统文化在立德树

人方面的独特功能，推动其与思想政治教育有机融合，引导青年从中华优秀传统文化中汲取精神营养，涵养家国情怀，锤炼意志品质，增强做中国人的志气、骨气、底气。三是推动思想政治教育在内容与手段上的双重革新。坚持深入青年、贴近青年、理解青年，切实增强思政工作的时代感和现实感，着力克服空洞说教、概念堆砌、口号式表达等形式主义倾向，推动实现由“我讲你听”向“共鸣互动”的有效转化。充分运用大数据、人工智能等现代技术手段，构建多平台协同、多载体融合的融媒体传播体系，拓展思想政治教育的新阵地、新空间。用生动鲜活的现实案例、青年喜闻乐见的表达形式、具有情感温度的话语体系，讲好新时代中国故事，增强青年对主流价值的情感和理性认同。

校准奋斗价值坐标，引导青年通过奋斗实现人生价值。新时代是奋斗者的时代，奋斗精神是时代新人的重要标志。引导青年树立科学理性的奋斗观，是提升青年价值认同、激发奋进动能的关键环节。一是教育青年掌握辩证思维方法，深刻理解奋斗的本质和意义。深入阐释奋斗过程中“努力与结果”、“起点与终点”、“个体与集体”等关系的内在逻辑，增强青年的心理韧性和判断能力，帮助他们正确认识“努力

未必立即成功，但放弃必定失败”的现实逻辑，做到不因短期挫折而动摇信心，不因阶段性落差而否定奋斗本身。二是客观看待奋斗起点的多样性，引导青年坚定奋斗的信心。在中国式现代化新征程上，国家不断优化资源配置，完善公平竞争制度，为广大青年提供了更加广阔的人生舞台和流动通道。只要锚定方向，持之以恒，青年完全可以依靠自身奋斗在新时代创造精彩人生。三是强化青年将个体奋斗与国家发展紧密结合的责任意识。推进中国式现代化，依靠青年也成就青年。只有把个人追求融入党和人民的伟大事业，在实现中华民族伟大复兴进程中找准人生定位，才能获得源源不断的精神动力和价值归属。四是弘扬踏实肯干的奋斗姿态。奋斗不必轰轰烈烈，但要久久为功。要引导青年树立正确的成才观，坚定“职业无贵贱，劳动受尊重”、“三百六十行，行行出状元”的正确就业观，鼓励青年在平凡的岗位上履职尽责、追求卓越，在日复一日的努力中积累经验、绽放光彩。

营造有利于青年发展的社会环境，夯实价值观养成的现实基础。青年价值观的形成不仅有赖于思想引导和文化滋养，更根植于现实土壤。必须坚持系统施策、精准发力，聚焦制约青年发展的突出矛盾，加快出台一批青年可

及、可感、可得的普惠性政策举措，推动相关政策协同发力，切实优化青年发展环境，推动形成全社会共同关心青年、支持青年、服务青年的良好局面。在就业方面，拓展公平充分的就业机会，健全职业指导和技能培训体系，提升青年就业能力和职业适应力，促进高质量就业。在住房方面，健全多层次住房保障体系，发展长租房市场，优化住房供给结构，切实减轻青年居住负担。在婚恋方面，倡导文明、理性、健康的婚恋观、生育观、家庭观，积极培育新型婚育文化，抵制境内外错误思潮对适婚青年的不良影响，防范脱离社会责任与伦理约束的情感观念，坚决整治高额彩礼、婚嫁陋习等不良风气，减轻青年在婚恋方面的思想压力和经济负担。在创新创业方面，旗帜鲜明地支持青年探索实践、试错成长，健全青年创业支持政策体系，强化融资引导、创业孵化、风险兜底、容错免责等制度安排，释放青年干事创业活力。在社会氛围

方面，弘扬鼓励创新、宽容失败、尊重劳动的价值导向，避免以一时成败论英雄，加强青年网络舆论引导，坚决抵制污名化青年、嘲讽奋斗、贬低努力等错误言论。

发挥党团组织和群团阵地作用，构建全员参与的价值引领格局。青年价值观引领是一项系统工程，必须坚持党的全面领导，统筹各方力量，汇聚各界资源，形成党委统一领导、党政齐抓共管、社会广泛参与的工作格局。坚持党管青年原则，切实强化各级党委抓青年工作的政治责任，确保青年工作始终沿着正确政治方向推进。组织、宣传、教育等部门各司其职，协同配合，形成分工明确、运转高效、合力共为的工作态势，推动青年工作与中心大局深度融合、一体推进。充分发挥共青团促进青年健康成长的政治学校功能，把加强对广大团员和青年的政治引领摆在首位，努力培养德智体美劳全面发展的社会主义建设者和接班人。加强青年联合会、学生会等团组织

建设，创新组织机制、活动方式和服务手段，切实增强对各类青年群体的引领力、组织力和服务力，把广大青年更加紧密地团结凝聚在党的周围。健全学校、家庭、社会“三结合”育人机制，推动形成全过程、全场域的青年价值观培育体系。发挥课堂教学、校园文化的主阵地作用，着力构建具有时代特色的“大思政课”育人体系；重视家风建设，加强对青年的言传身教与情感陪伴，强化日常生活中的潜移默化引导；社会各类单位要积极为青年提供实践平台、成长机会和正向引导。牢牢把握意识形态主导权，推出更多思想精深、艺术精湛、制作精良的文艺精品。强化网络空间治理，督促互联网企业履行社会责任，加强内容审核与算法管理，构建主流价值导向鲜明、信息传播清朗有序的网络生态，共同营造有利于青年健康成长、全面发展的良好社会环境。○

来源：《求是》

习近平：激励新时代青年在中国式现代化建设中挺膺担当

文 / 习近平

党的十八大以来，全党全国各族人民团结一致、迎难而上、顽强拼搏，党和国家事业取得历史性成就、发生历史性变革，推动我国迈上了全面建设社会主义现代化国家新征程。党的青年工作也取得了重大成就、发生了深刻变革，党对共青团和青年工作的领导全面加强，团的立身之本和政治之魂更加牢固，共青团工作的方向任务更加明确，团组织的政治性、先进性、群众性更加鲜明，团干部的思想作风、工作作风、生活作风更加积极健康向上，在广大青年群体中的形象焕然一新。过去5年，共青团围绕构建新发展格局、推动高质量发展、打赢脱贫攻坚战、抗击新冠疫情等重大任务，组织广大团员和青年积极参与、勇挑重担、冲锋在前，展现了新时代中国青年的勇气和担当。党中央对共青团和广大青年充分信任、寄予厚望！关于今后一个时期共青团的工作，党的二十大作出了部署，我在不同场合也提出了不少要求。团中央和各级团组织要抓好落实，切实肩负起新时代新征程党赋予的

使命任务。下面，我强调几点。

第一，要牢牢把握新时代中国青年运动的主题。把党的中心任务作为中国青年运动和青年工作的主题和方向，这是100多年来中国青年运动和青年工作的一条基本经验。共青团作为党的助手和后备军，必须紧紧围绕党的二十大确定新时代新征程党的中心任务来开展工作，把住方向，奋发有为。当今世界百年未有之大变局加速演进，要实现强国建设、民族复兴宏

伟目标，需要全党全国各族人民包括广大青年团结一致、全力以赴，继续爬坡过坎、攻坚克难。共青团要把牢新时代青年工作的主题，最广泛地把青年团结起来、组织起来、动员起来，激励广大青年增强历史责任感和使命感，激发强国有我的青春激情，在强国建设、民族复兴伟业中勇当先锋队、突击队。

第二，要着力加强对广大青年的政治引领。青年人有理想、敢担当、能吃苦、肯奋斗，中国

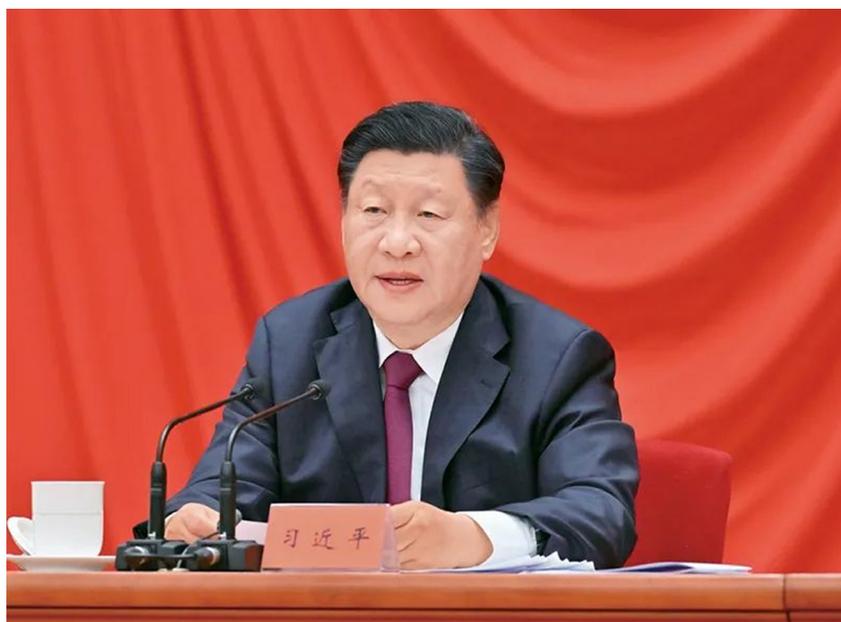


图1 2022年5月10日，庆祝中国共产主义青年团成立100周年大会在北京人民大会堂隆重举行。中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平在大会上发表重要讲话。新华社记者 岳月伟 / 摄

青年才会有力量，党和国家事业发展才能充满希望。种树看树根，育人看三观。理想信念树正了，青年才能立得正、行得稳，健康成长。要加强对广大青年的理想信念教育，引导广大青年树立共产主义远大理想，坚定中国特色社会主义共同理想，坚定听党话、跟党走的政治信念，在强国建设、民族复兴的历史潮流中确立正确的人生目标，为一生的奋斗奠定基石。

共青团是促进青年健康成长的政治学校，政治性是共青团的第一属性。要把加强对广大团员和青年的政治引领摆在首位，努力培养社会主义建设者和接班人，源源不断为党输送健康有活力的新鲜血液。要抓好面向广大团员和青年的主题教育，引导团员和青年认真学习领会新时代中国特色社会主义思想，努力掌握这一科学思想的世界观和方法论，善于运用贯穿其中的立场观点方法



图2 2024年6月18日至19日，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平在青海考察。这是18日下午，习近平在果洛西宁民族中学考察时，同师生们亲切交流。新华社记者 岳月伟 / 摄

分析问题，提高对党的基本理论、基本路线、基本方略的领悟力。

第三，要充分激发新时代青年在中国式现代化建设中挺膺担当。中国式现代化是强国建设、民族复兴的唯一正确道路，是一项前无古人的开创性事业。共青团要坚持围绕中心、服务大局，主动对接国家重大战略和重大任务，组织动员广大青年立足本职岗位，积极投身中国式现代化建设，在科技创新、乡村振兴、绿色发展、社会服务、卫国戍边等各领域各方面工作中争当排头兵和生力军，展现青春的朝气锐气。

第四，要全面加强共青团和团干部队伍建设。要顺应全面从严治党要求，坚持问题导向，敢于刀刃向内，纵深推进团的改革，全面从严治团治团，坚定不移走好中国特色社会主义群团发展道路，不断保持和增强政治性、先进性、群众性，不断提高团组织的引领力、组织力、服务力。要坚持夯实基层的鲜明导向，把组织的根基深扎最广大普通青年之中，突出服务青年的工作生命线，把各族各界青年紧紧团结在党的周围。要不断扩大团组织的覆盖面，及时在各种新领域、新组织、新群体中建立团的组织。要提升青年群众工作能

力，注重采用社会化、群众化的方式开展工作。要坚持上下联动，形成全团抓基层的整体合力，切实帮助基层解决难题，真正让基层强起来。

团干部的主要职责就是做青年工作。大家要立志做大事，不要立志做大官，做青年友、不做青年“官”，多为青年计、少为自己谋。要倍加珍惜为党做青年工作的宝贵机会，不断提升政治能力、理论素养、群众工作本领，心无旁骛干好本职工作，用实打实的业绩赢得党的信任、赢得社会尊重、赢得青年口碑。

各级党委（党组）要坚持党管青年工作原则，深入研究青年成长规律和特点，落实党建带团建制度机制，加强对共青团工作的领导和支持，定期听取团的汇报，经常研究解决团的工作中的重大问题，建立和完善在党的领导下各部门齐抓共管青年发展事业的工作格局，支持共青团创造性开展工作。各级领导干部要倾注热忱做青年朋友的知心人、青年群众的引路人。

党和国家事业的希望寄托在青年身上。在新时代新征程，希望共青团中央深入贯彻党中央要求，传承弘扬优良传统，坚持改革创新，更好把青年一代团结凝聚在党的周围，为推进强国建设、民族复兴伟业接续奋斗。○

来源：《求是》



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、哈尔滨工业大学

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、信息与智能科学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、哈尔滨工业大学承办，将于2025年10月10-12日在哈尔滨召开，旨在为全球自动化、信息与智能科学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：~~2025.06.04~~ 2025.07.01
 录用通知日期：2025.08.01
 论文终稿日期：2025.08.15

大会官网：<https://cac.caa.org.cn/>





中国自动化学会

中国自动化学会 (Chinese Association of Automation, 缩写CAA) 于1961年成立, 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、课题研究及决策支撑、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家系列讲座 · 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