

中国自动化学会通讯

COMMUNICATIONS OF CAA

第 2 期

2024 年 02 月

第45卷 总第245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

2023

国家工业软件大会

NATIONAL INDUSTRIAL SOFTWARE CONGRESS



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 | 2024 年 2 月 29 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。



郑南宁

国家工业软件大会是由中国自动化学会联合工业控制技术全国重点实验室、人机混合增强智能全国重点实验室、流程工业综合自动化全国重点实验室等 24 家国家级和省部级重点实验室、工程研究中心和知名自动化科技公司创办的国内工业软件领域综合性学术会议。

2023 年 10 月 27-29 日，由中国自动化学会主办的 2023 国家工业软件大会在浙江湖州举行，这是在习近平总书记就推进新型工业化作出重要指示、全国新型工业化推进大会召开后适时举办的一次工业软件领域的高规格产学研用盛会。大会以“工业软件·智造未来”为主题，汇聚了 25 位国内外院士，1500 余位代表与会，共同探讨工业软件领域前沿理论和技术创新应用问题，共同谋划我国工业软件未来发展之道。

本期专刊聚焦“2023 国家工业软件大会”，为大家分享了中国自动化学会理事长郑南宁院士的大会开幕式致辞。重点介绍了中国自动化学会会士、常务理事，广东工业大学智能检测与制造物联教育部重点实验室主任谢胜利的“面向层析测量的信号处理新理论、新算法及系统处理软件”，浙江工业大学教授、信息工程学院院长张文安的“面向离散制造运动控制系统的工业软件设计与实现”，上海市东方学者特聘教授、浙江清华长三角研究院智能制造工业软件研究中心主任逯代兴的“高效电驱仿真云平台工业软件”，清华大学高级工程师、国家 CIMS 工程中心工程部主任赵骥的“工业互联网时代的工业软件——工业互联数据链”，全国重点实验室主任、浙江省特级专家、浙江大学研究员金建祥的“新一代光热发电控制软件及其系统”，利时科技集团有限公司中央研究院副院长兼杭和公司副总裁黄劲松的“和利时 HiaPlant 智能化平台赋能流程行业数字化转型”，浙江大学教授刘玉生的“基于模型的系统工程软件研发与应用”，上海科致电气自动化股份有限公司总经理钟瑾的“工业软件 MOM 的破局之路浅见”以及教育部工程研究中心主任、杭州百子尖科技股份有限公司董事长葛铭的“流程工业模拟仿真软件的现状和展望”9 篇专题文章。

在此向贡献稿件的各位专家学者表示衷心的感谢！希望本刊专题能为读者带来关于工业软件相关领域新的探讨与思考。



专题 / Column

- 004 中国自动化学会理事长郑南宁院士：软件不再是单一的工具，而是一个个强大的平台，支撑着整个工业生态
- 005 面向层析测量的信号处理新理论、新算法及系统处理软件 / 谢胜利
- 010 面向离散制造运动控制系统的工业软件设计与实现 / 张文安
- 015 高效电驱仿真云平台工业软件 / 逯代兴
- 022 工业互联网时代的工业软件——工业互联数据链 / 赵骥
- 027 新一代光热发电控制软件及其系统 / 金建祥
- 034 和利时 HiaPlant 智能化平台赋能流程行业数字化转型 / 黄劲松

- 040 基于模型的系统工程软件研发与应用 / 刘玉生
- 044 工业软件 MOM 的破局之路浅见 / 钟瑾
- 049 流程工业模拟仿真软件的现状和展望 / 葛铭

观点 / Viewpoint

- 054 蒋昌俊院士：发挥大数据“大”价值，亟需算力质量齐升
- 055 朱松纯：科研条件越来越好，为何颠覆性科学发现却越来越少？

学会动态 / Activities

- 058 中国自动化学会 2023 年度十大新闻揭晓
- 065 CAA2023 年度会员发展先锋个人、会员发展先锋分支机构、最美志愿者发布
- 071 以赛促教，携手未来，智能技术与教育共舞





P058



P063

- 076 中国自动化学会组织召开中国科学院沈阳自动化研究所科技成果鉴定会
- 077 成都自动化研究会在西南交通大学电气工程学院召开八届七次常务理事会暨学术报告会

- 079 山东省自动化学会在济宁开展“协同创新 赋能智造”企业行 - 山东省涂料及相关行业生产企业“三化”改造建设方案推介会

党建强会 / Party Building

- 080 党史学习教育工作条例
- 083 坚持和完善人民代表大会制度 保障人民当家作主
- 089 激发共产党员崇高理想追求

形势通报 / Voice

- 090 关于推动未来产业创新发展的实施意见
- 095 关于进一步加强青年科技人才培养使用的具体举措



P073



P078



P079

中国自动化学会理事长郑南宁院士： 软件不再是单一的工具，而是一个个强大的平台， 支撑着整个工业生态



中国工程院院士、中国自动化学会理事长、西安交通大学教授郑南宁致辞

工业软件看似简单而又蕴含着无穷智慧的词汇，如今已经成为我们人类社会生产力和经济发展中不可或缺的重要组成部分。它如同工业世界的神经网络，连接着生产的每一个环节，控制着机器的每一个动作，优化着流程的每一个细节。从当初软件的穿孔卡片到如今的云平台，从简单

的代码编写到复杂的系统集成，工业软件的发展历程犹如一部波澜壮阔的历史画卷。

当前，我们正处在一个大变革、大调整的时期，新一轮的科技革命和产业变革，正在深刻地影响着全球的生产方式和产业形态。在这一过程中，工业软件发挥着举足轻重的作用，它通过

提供强大的数据处理能力和智能化解决方案，助力企业从传统制造向智能制造转变，推动产业链、供应链的优化升级。工业软件不再是单一的工具，而是一个个强大的平台，支撑着整个工业生态。

当前可以说“无智不软，无软不智”，人工智能和工业软件的结合给我们插上了创新的、飞翔的翅膀。面向未来，工业软件将继续发挥着独特的价值和作用，成为推动工业 4.0 和智能制造的重要力量。工业软件如同一座连接当下和未来的桥梁，帮助我们跨越技术和创新的鸿沟，迈向更好美好和高效的未来。○

*大会主席、中国工程院院士、中国自动化学会理事长、西安交通大学大学教授郑南宁在 2023 国家工业软件大会上的致辞节选

面向层析测量的信号处理新理论、新算法及系统处理软件

文 / 广东工业大学 谢胜利

导读：2023年10月28日，由中国自动化学会主办的2023国家工业软件大会在浙江湖州盛大开幕。大会以“工业软件·智造未来”为主题，汇聚了25位国内外院士，1500余位代表，共同探讨工业软件领域前沿理论和技术创新应用问题，共同谋划我国工业软件未来发展之道。

谢胜利教授受邀在2023国家工业软件大会中作题为“面向层析测量的信号处理新理论、新算法及系统处理软件”的专题报告。报告介绍了谢胜利教授团队在国家自然科学基金-重大科学仪器专项、国家自然科学基金-重点项目、广东省重大科技计划等多个项目连续资助下，持续十余年攻关，先后提出了“稀疏干涉频谱分离”、“欠定盲分离相位解混”、“差分相位自适应计算”等信息处理新方法，研制了具有自主知识产权的高精度全场形貌形变层析测量软硬一体化系统及配套软件，从根本上克服了上述瓶颈，并在航空航天、精密仪器、材料研发等领域取得了成功应用。

随着科学技术的不断发展，对各个领域的高精度检测提出了更新、更高的要求。为了应对这一挑战，国务院发布了2021年和2035年的计量发展规划。这项规划旨在加速构建国家现代先进的测量体系，同时加强计量基础研究，并支持先进制造和智能提升。

一、研究背景与研究思路

高精度检测在树脂复合材料重大装备方面至关重要，主要涵盖三个主要方面：第一，实现对树脂复合材料的高精度全场测量，确保其结构、尺寸、形状等符合质量标准和设计规范；第二，实

现多表面成像技术，以获取复杂构件多个表面的细节和结构信息，便于全面分析评估；第三，具备高动态范围的力学特性表征能力，

特别是在极端环境下对材料性能进行准确测定，如图1所示。树脂复合材料被广泛应用于航空航天等领域的承力构件，其高强度、



图1 高精度检测技术要求

耐高温和低密度等优点使其备受青睐，对它进行高精度检测是确保其质量、安全性和可靠性的关键。

实际上，许多事故与复合材料检测不足有关，如图 2 所示。例如，2014 年伦敦机场的波音 787 因复合材料发热导致熄火，2017 年法航 AF66 因复合材料断裂导致引擎爆炸，以及 2021 年飞往加拿大的 TP1477 航班因复合材料方向舵断裂而发生险情。这些事件本质上反映了对复合材料微裂缝、层间断裂等力学失效机制的缺乏理解，同时也凸显了对相关有效表征测量方法的不足。

复合材料典型的失效形式通常包括层级断裂，即微小裂纹扩展为宏观裂缝。然而，由于这种现象在力学理论模型上难以解释，很难通过理论来全面探讨。这也意味着对内部力学失效机制的准确测量受到限制。因此，迫切需

要一种有效的无损检测手段，能够测量复合材料内部的三维应变场分布情况。

为了满足器件和材料的高性能检测要求，必须能够进行高精度的面型测量、多界面层析重构和内部形变动态检测。当前，光学相干层析技术是国际上最先进的的方法之一，特别是在光学层析相干和干涉光谱的相位差方面。通过结合这些技术，可以实现复合材料内部的全场形变测量，监测固化过程，并进行亚微米级的内部层析检测。

光学相干层析技术的原理是将光照射到材料上，这些材料中的每一层都会反射光回来，如图 3 所示。通过捕捉这些反射光，并对其进行分析，可以了解材料的内部结构情况，发现微小缺陷。其模型利用照相机捕捉光照射材料后反射的图像。虽然看起来简单，但实际上是一个复杂的模型，

它反映了内部频率、变形信息以及幅值等参数，还包括材料的反射率和层数，其中材料的层数是一个未知参数。

光学相干层析技术经历了几代发展：第一代采用希尔伯特变换作为信息处理手段，但存在成像速度慢和敏感度低等问题；第二代在频域进行，使用时域光学相干层析技术，但仍然面临着层析分辨率受限、测量精度不高和成像信噪比低等难题。这些问题不仅仅局限于层析测量，而是通用问题。国际上解决这些问题的思路主要是从硬件层面着手，如采用超宽带光源替代传统的半导体扫频激光器以提高分辨率，但这会大幅增加硬件成本并限制其实际应用。另一种解决方法是利用光学空间滤波消除相干噪声，但会增加系统设计的复杂性，难以实现集成度。此外，高速二维光谱成像系统也被用于提高成像



图 2 复合材料检测导致的事故

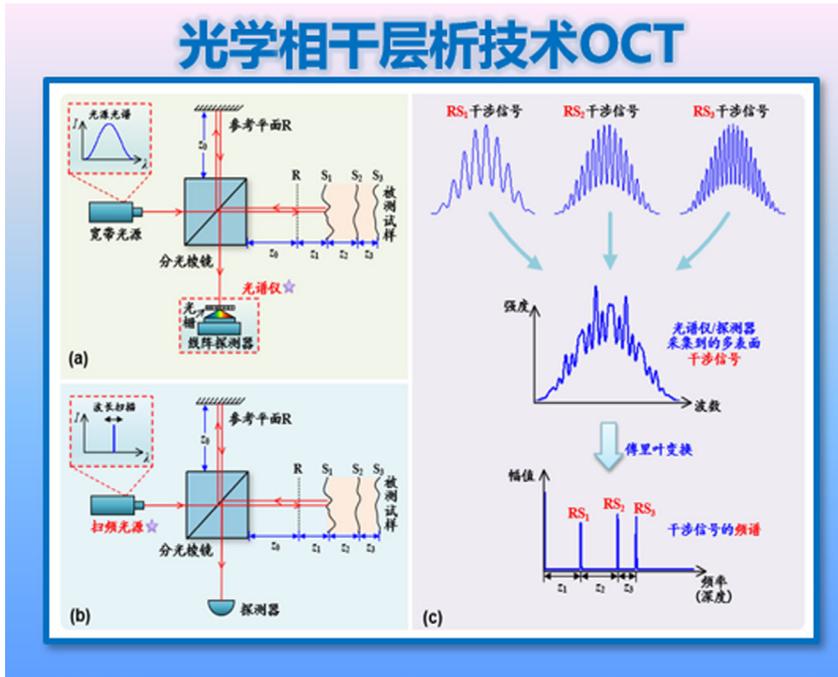


图3 光学相干层析技术 OCT

质量，但会导致数据量激增，存储和处理方面面临挑战。因此，国际上的研究者正在突破第二代频域光学相干层析技术的局限性，并寻求新的处理方法和技术。一些学者尝试在时域下优化层析信号以解决频域 OCT 的问题，但受到强噪声的限制而未能取得进展。

二、理论算法与软件开发

我们团队经过多年艰苦努力和探索，针对层析分辨率受限、

测量精度不高、成像信噪比低问题，提出了一套新的信息处理理论，并以此为指导开发了一系列新的检测软件。

在层析分辨率受限的挑战下，高分辨率层析测量关键在于在有限带宽下准确分离不同变化频率的波数域层间干涉信号。使用傅里叶变换进行层析测量时，若只要求一般精度，这并不会引起问题；但是若需要更高精度，傅里叶变换就显得力不从心。由于受

到傅里叶变换的窗函数卷积效应影响，容易产生频谱混叠问题，导致难以区分频谱相近的干涉信号，从而限制了层析分辨率的提高。

在面对层析分辨率不足的问题时，我们发现由于窗函数卷积的影响，导致第二和第三层的干涉信号混合在一起，无法分辨，从而限制了层析分辨率，如图4所示。为了解决这个问题，我们观察到干涉频谱稀疏度是衡量层析分辨率的关键参数。根据干涉原理，干涉信号具有周期变化特征和系数特征，基于这些特性我们团队建立了一个模型，利用正多余弦变换基础矩阵和待分离的干涉谱信号，构建了一个稀疏的混叠层析干涉谱分离模型。该模型成功地克服了傅里叶变换卷积函数的问题，避免了使用傅里叶变换，并应用 FOCUSS 算法模型解决了材料内部的散射光墙影响。该算法成功地克服了传统方法因散斑影响而导致的采样困难，实现了高分辨率的成像。我们基于这一方法，开发了相应的软件和硬件，在不透明树脂复合材料中

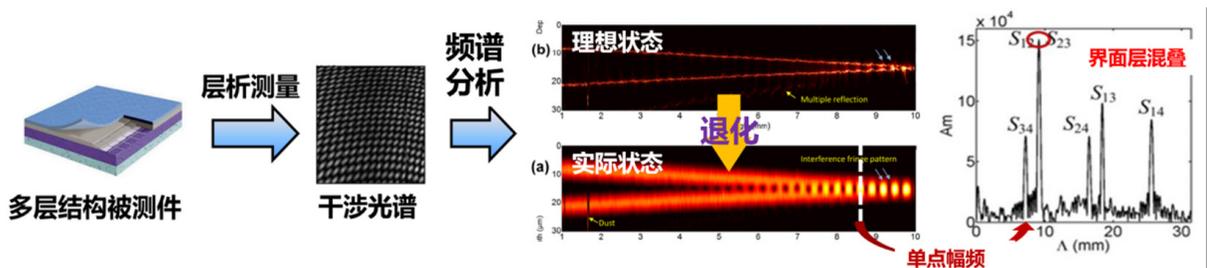


图4 层析测量算法不足

成功实现了内部位移场和应变场的强穿透层析测量。

对于多层结构的光学器件,使用傅里叶变换方法处理时可能会出现混叠和不清晰的问题。然而,采用时频联合域 OCT 稀疏优化方法可以成功克服频率 OCT 傅里叶变换的卷积效应。这种方法使得层析分辨率提高了 5 倍,达到了 1 微米的水平。最终成果表明,我们的方法能够有效地改善多层结构器件的成像质量,实现更高的分辨率。

面对混叠的干涉光谱,如何准确提取层析信号的相位场是一个挑战,如图 5 所示。传统方法中,傅里叶变换存在窗函数卷积导致的相位串扰问题,使得界面

干涉相位无法准确分离。我们提出了一套新的解决方案,首先将混合的干涉光谱转化成矩阵形式,明确区分材料内部结构信息和变形信息,并利用盲分离模型,在波数域中求解干涉相位,避免了傅里叶变换带来的相位干扰。此方法充分考虑了材料内部特性,通过稀疏的欠定盲分离分发方法,成功克服了传统方法中相位串扰的问题,实现了高精度的相位场测量。

在获取高信噪比的应变场方面,我们着重解决了从具有空间相关特性的散斑噪声中准确计算相位场梯度分布的问题,如图 6 所示。这一过程实现了高信噪比的应变场重构,有效获取了材料

的变形信息,包括提取高分辨率的频率信息、获取高精度的相位信息,并通过对差分相位进行梯度计算,进一步揭示了材料的力学特征和内部缺陷,最终得到了材料层析的内部应变场。

当计算差分相位时,如果形变过大会导致散斑的退相关,造成随机相位无法被抵消,从而产生差分相位噪声。针对这一问题我们提出了解卷积相位补偿方法。这一方法通过构建相位噪声能量相似度函数,打破了传统的图像灰度值相似度匹配框架。我们首次发现并利用了这一现象,基于相位原点分布图,成功建立了空间散斑相关噪声与像素及位置之间的映射关系。

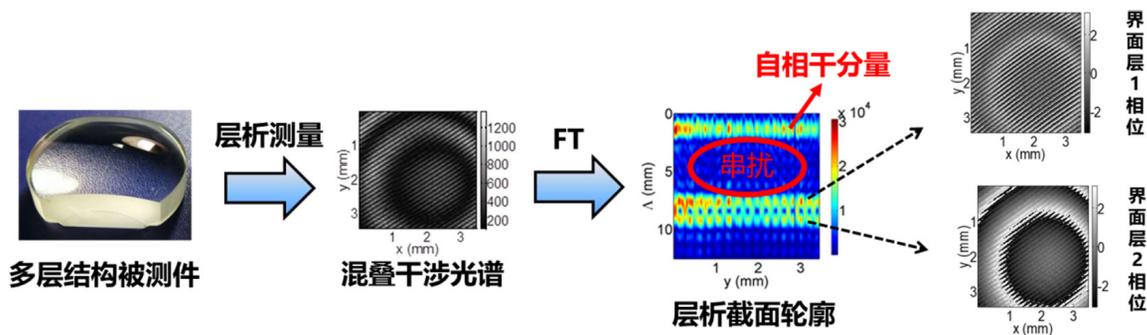


图 5 相位测量算法不足

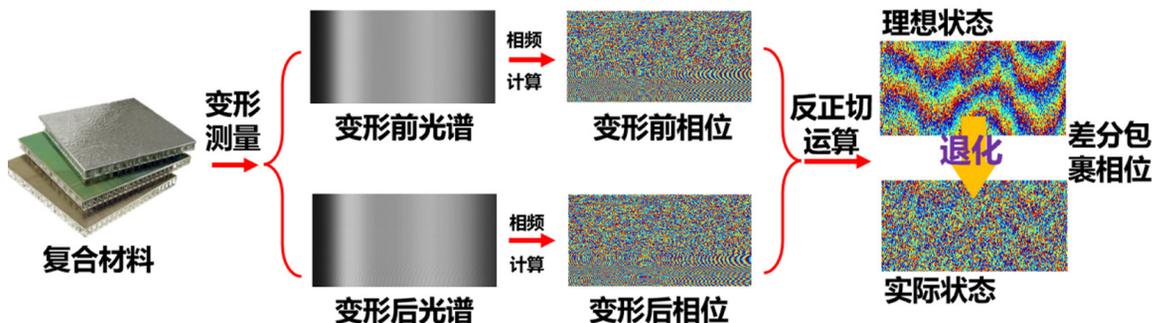


图 6 应变成像算法不足

三、应用推广及行业促进

在航空材料检测方面，四川仨川利用本项目技术对某型号飞行器耐热结构等在力、热载荷作用下开展了现场变形测量，成功获得了关键区域的应变场和位移场实测数据，试验结果对该型号的安全可靠评价起到了重要参考作用。成都鲁晨新利用本项目技术，对某型号复合材料进行了力学载荷下的形变监测，为该型号材料在航天和航空飞行器中的设计和应用提供了重要参考作用。

在卫星遥感领域，北京微纳星空使用本项目研发技术，为长征二号丙运载火箭搭载的某型号卫星光学遥感系统透镜组进行了高精度曲率测量，为卫星遥感系统的成功研发和可靠生产提供了有效的检测依据，如图7所示。国星宇航和中华通信等公司也利



图7 卫星遥感领域应用

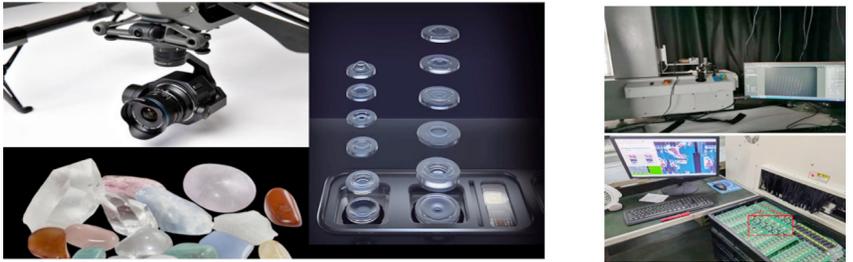


图8 其他民用领域应用

用本项目成果为自主研发的遥感卫星的透镜组检测提供了丰富可靠的依据。

在精密光学领域，广州晶华利用本项目研发技术对高端天文望远镜透镜组提供可靠检测依据，天文望远镜出口量占全国38%，产品远销国内外近100个国家。

在其他民用领域也得到广泛应用，如广电运通、深圳科比特、佛山华环珠宝等将本项目研发技术成功应用于高端金融机具、无人机智能巡检、宝石检验，如图8所示。

* 本文根据作者在2023国家工业软件大会上所作报告速记整理而成

报告人简介



谢胜利，广东工业大学教

授，俄罗斯工程院外籍院士、IEEE Fellow、国家杰出青年科学基金获得者、教育部创新团队学科带头人、粤港澳人工智能与自动化学会会长，先后获得国家自然科学二等奖、何梁何利科学技术进步奖、中国专利银奖获得者、教育部科学技术一等奖3项、广东省科学技术一等奖5项；发表论文600余篇，授权发明专利

100多件（美国发明专利5件），在科学出版社等出版专著4部（其中2部入选《中国当代杰出青年科学文库》）。在复合材料微缺陷检测领域，开创性的建立了基于盲信号分离的光学层析透视检测新的信息处理理论，承担国家重大科学仪器专项，该成功以第一完成人获得广东省技术发明一等奖。

面向离散制造运动控制系统的工业软件设计与实现

文 / 浙江工业大学 张文安

导读：2023年10月28日，由中国自动化学会主办的2023国家工业软件大会在浙江湖州盛大开幕。大会以“工业软件·智造未来”为主题，汇聚了25位国内外院士，1500余位代表，共同探讨工业软件领域前沿理论和技术创新应用问题，共同谋划我国工业软件未来发展之道。

张文安教授受邀在2023国家工业软件大会中作题为“面向离散制造运动控制系统的工业软件设计与实现”的专题报告。主要介绍了自主研发的网络化多轴运动控制系统相关工业软件及应用情况，包括运动规划、系统辨识、控制策略、优化排版、制造执行系统、数采系统等方面的工业软件。

一、背景与意义

工业软件具有多重定义，可根据其在技术层面上的定位分为五种类别，如图1所示。首先是面向底层的嵌入式软件，这包括

嵌入式操作系统及其相关平台。其次是协同集成类、研发设计类、生产控制类和运营管理类软件，这些类型的软件在不同阶段和领域中扮演着重要角色。

随着数字化转型的提出，包

括元宇宙和数字仿真等新概念的探讨，传统设备的数字化改造正面临着巨大的挑战。即使在技术密集度较高的浙江制造业等行业中，许多传统精密和自动化设备在设计阶段并未考虑到数字化和

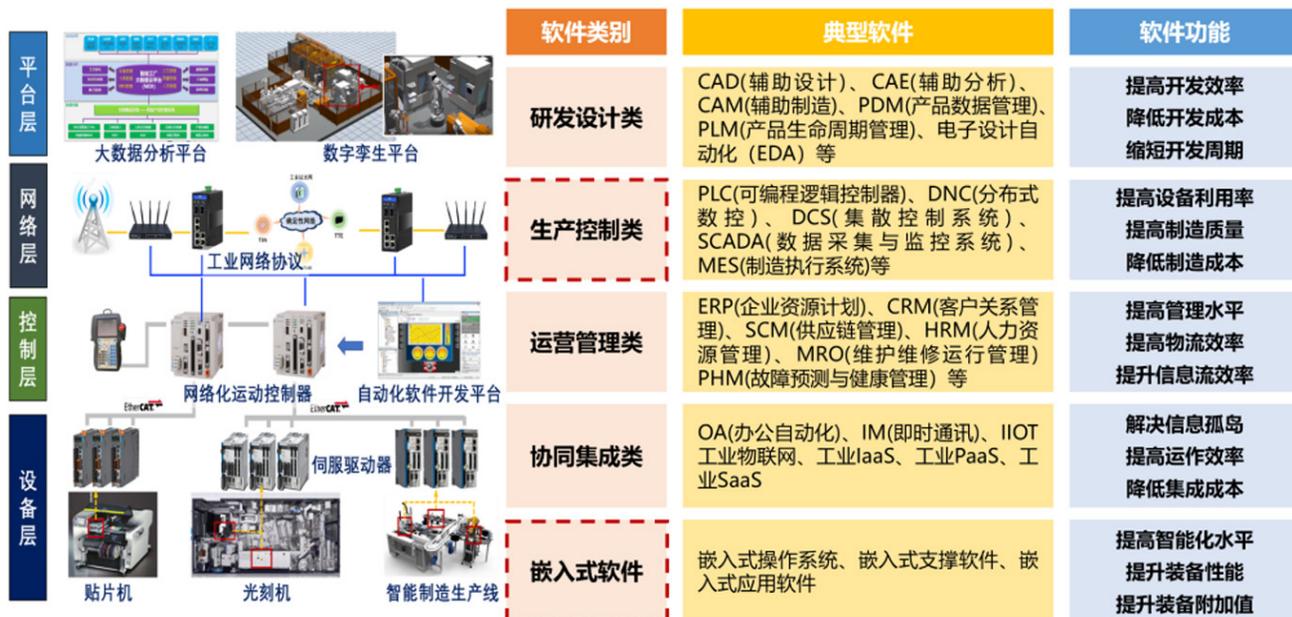


图1 工业软件分类

网络化控制的需求，导致在工业软件封装过程中出现了极高的技术成本。其次，工业软件领域面临着严重的人才匮乏问题，因为理解工业领域底层知识需要特定的专业背景，这类人才相对稀缺。因此，我们不仅在高校进行研究，还积极承担起培养工业软件人才的重要责任。

二、网络化运动控制技术与软件实现

过去，过程控制通常采用总线技术，而如今，随着总线技术的飞速发展，运动控制也转向了总线。然而，引入总线技术也带来了一系列问题。特别是在面对大规模、高精度和高速控制需求时，可能导致较大的控制偏差。通常情况下，我们期望多种系统能够同步启动并协同工作，但由

于网络信息传输的不确定性以及系统因素，例如负载不同或摩擦等，完全同步控制变得很困难。尽管我们努力保持系统响应的一致性，但由于各种因素的影响，往往导致各指令难以同时到达，进而产生合成轨迹的偏差。此外，若未能实现平滑控制，会明显感受到机械的晃动，这可能会对高精度加工产生严重影响。

为解决传统总线技术引入的问题，我们提出了一系列创新性解决方案，涉及控制器技术和软件的实现。在速度规划和插补控制方面，我们重视速度规划对于平稳运动的关键性，然而由于传输不确定性和插补不对齐等问题，拐点处可能产生速度突变，影响运动效率。因此，我们引入了实时动态调整期望速度的方法，以改善高速运动的平滑性。同时，

采用实时变周期精插补技术可以实现动态调整插补周期，并保证加速度在插补周期内均匀分配，从而达到高精度对齐的目的，如图2所示。为了实现这些创新，我们开发了相应的控制器和软件。这一系统能够缩短网络环境下的插补周期，解决了高速运动时可能出现的机械晃动问题，为提升控制效率和高速运动的平滑性提供了重要解决方案。

针对轮廓跟踪问题中的复杂挑战，包括不同姿态、负载响应以及网络引入等因素造成的合成轨迹跟踪精度不足，我们提出了两种解决方案。首先，基于摩擦力、力矩和惯量估计的参数自适应估计技术能够在线更新控制参数，以提高系统对不同姿态的响应一致性。其次，通过实时估计各个轴的轮廓误差，并将其分解

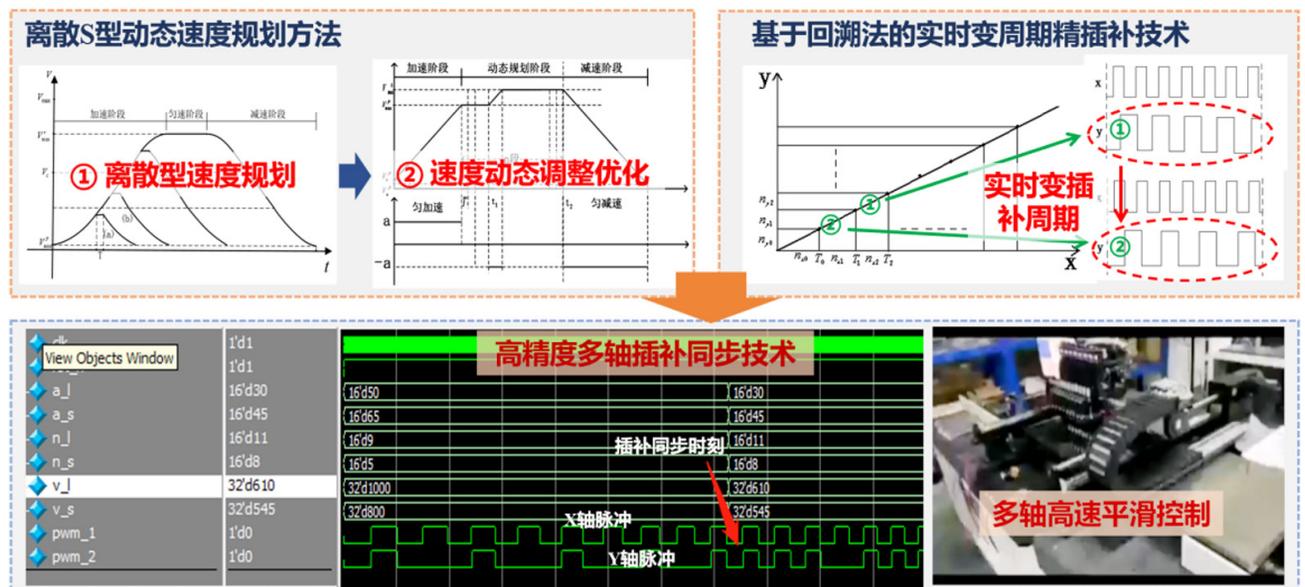


图2 高速高精度速度规划及插补控制

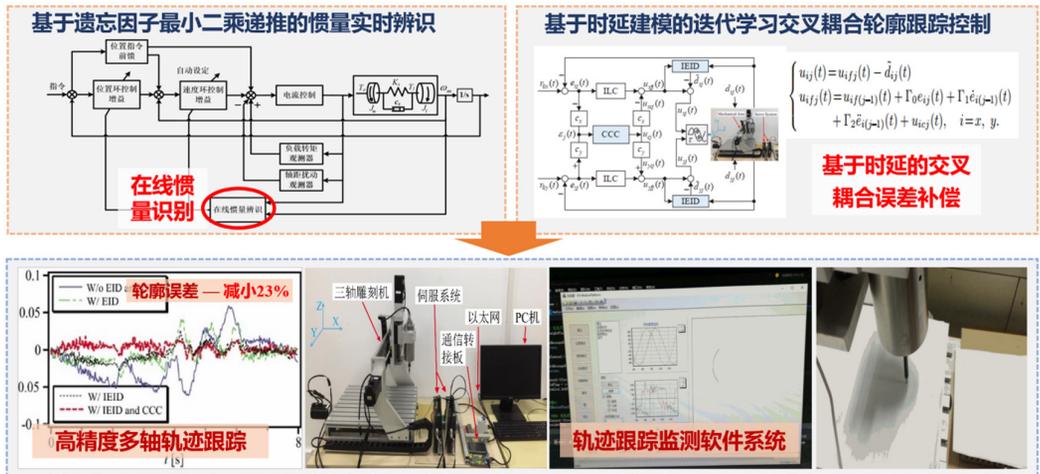


图3 多轴运动系统轨迹跟踪控制

到各个轴上进行补偿，以增强各轴的跟踪精度，如图3所示。将外部扰动和网络引入的干扰视为统一的外部干扰，通过观测器进行估计和补偿，系统控制速度包括各轴的控制量、外部干扰的估计补偿和合成轨迹轮廓误差分解补偿到各轴，从而显著提高轮廓跟踪的精度。

我们提出了一项创新方法，将广义扩张状态观测器与预测控

制相结合，以解决控制、速度和干扰不在同一通道上的问题。广义扩张状态观测器的引入有助于有效解决非同步通道干扰补偿的难题。针对重复加工任务，通过引入迭代学习控制技术，可以提高重复运动加工的精度。为此，我们开发了相应的控制器和轨迹跟踪监测软件，实现了全姿态、全工况和变负载情况下高精度的轨迹跟踪控制。对于同步控制问

题，我们提出了两种解决方案。一种是时钟同步技术，采用软件同步方法对时间误差进行估计和补偿，从而调整时钟频率以达到更高的同步精度。另一种是基于等价输入干扰观测器的同步控制技术，通过先行补偿轨迹减

少网络时延和扰动对同步性能的影响，提高整体同步控制的精度，如图4所示。

三、控制器开发与嵌入式软件实现

基于先前提及的算法，我们开发了一系列控制器，如图5所示，并采用了网络化架构，实现了完全分布式的控制系统，并自主开发了整个系统的协议转换模块，使其能够实现

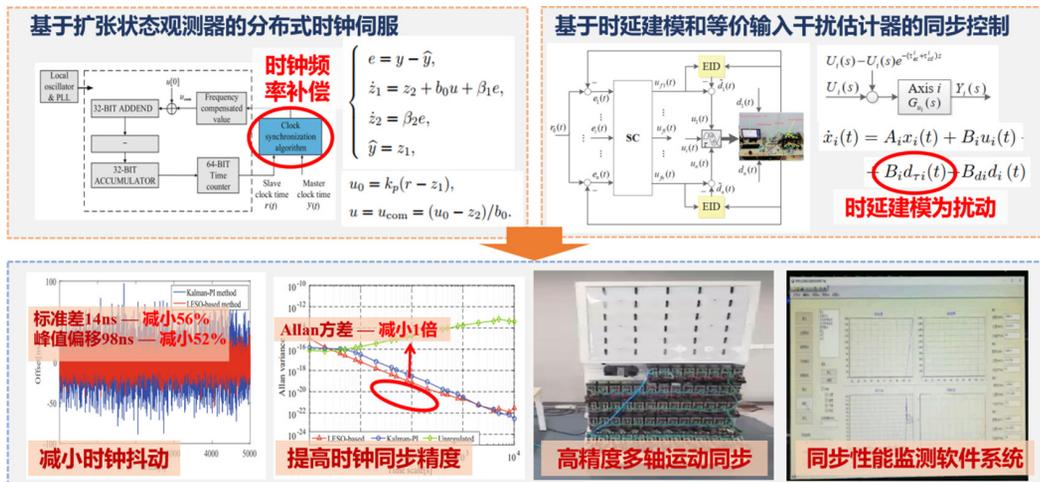


图4 多轴运动系统高精度同步控制

异构设备的接入以及完全分布式的控制。另外，该系统仍然能够实现动力学控制和拖动示教等功能，这些都是实际应用场景中所需要的功能。

我们团队开发了便捷式自由编程和在线示教技术，

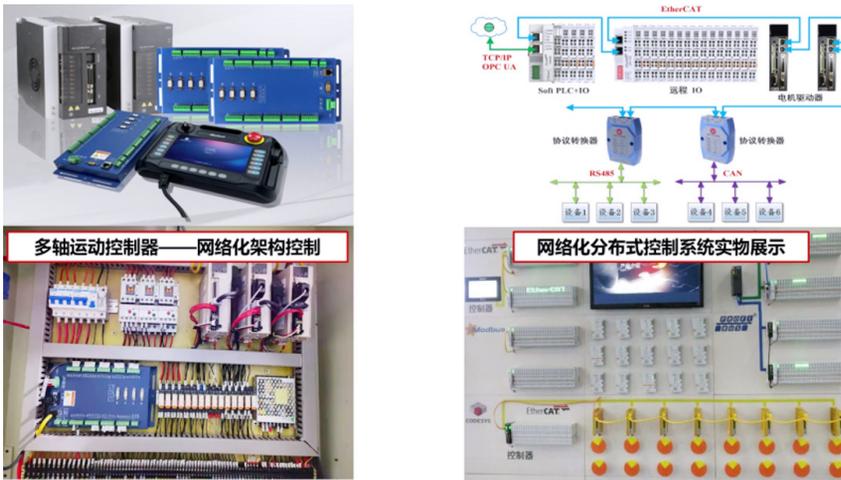


图5 控制器开发

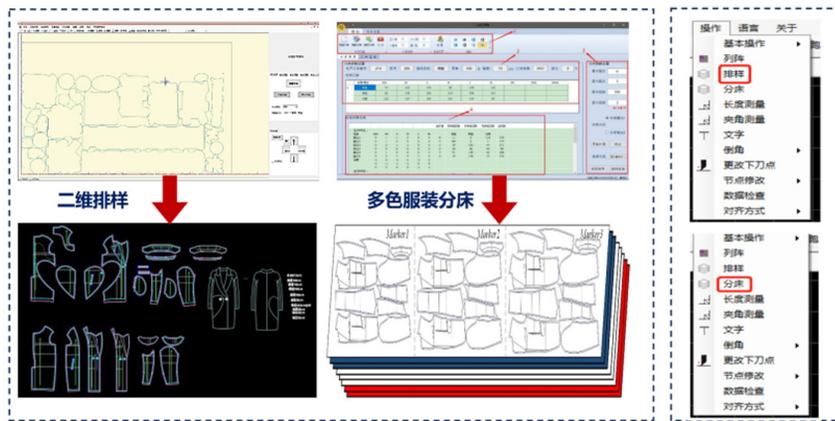


图6 裁床控制器及软件

使得软件能够实现标准化定义指令库。全新构建了全中文编辑式的自由编程和在线示教技术，使得单部设备可以进行示教操作，并且可以对每条指令进行灵活调整。这项技术已成功应用于桁架机械手和码垛机械手等领域。

裁床领域每年供应数千套嵌入式控制器，排版在轮廓跟踪控制器之外也是至关重要的一环。耗时两年，我们自行研发了排版算法，并提出多种优化方式，形成了一套软件解决方案，显著提升了裁床利用率，如图6所示。针对多色服装裁剪，我们提出了解耦的多目标

优化方法，并将其开发成软件，取代了部分国外软件，已在众多企业中广泛应用，带来了显著效益。

我们团队的另一位专家致力于软 PLC 控制器的研发，其中包括基于 PC-Based 和 ARM+Link 的多种型号转 PLC 控制器。同时也开发了配套模组和协议转化模块，使得不同种类的工艺设备能够无缝接入系统。无论采用何种协议，都能将其统一转化为标准信号，从而实现工业以太网和总线控制。这种分布式控制的方案与当前流行的边缘计算和边缘控制器十分契合，而且整套系统都是自主开发的。

另一个工作领域涉及构建基于 5G 和云平台的控制技术，它主要将许多规划工作迁移到云平台上进行，同时在底层实现运动控制，如图7所示。该技术能够将

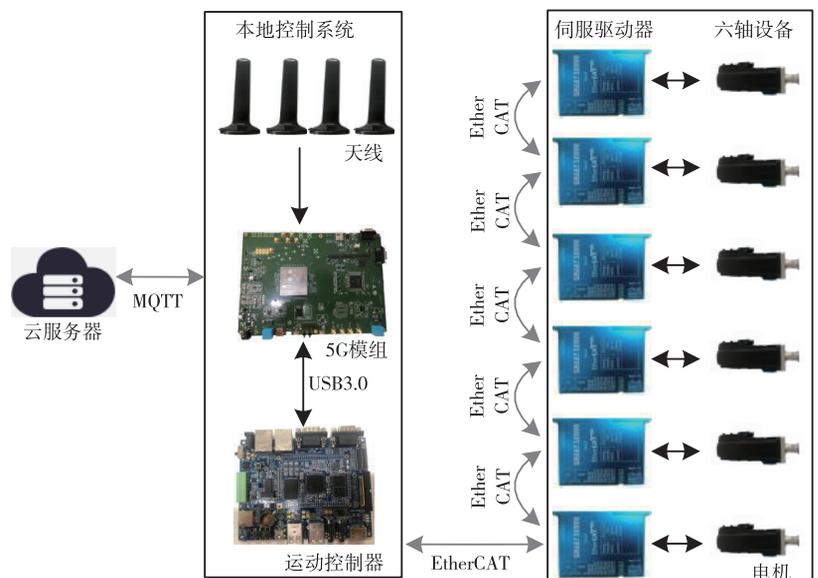


图7 基于5G与云平台的运动控制技术

控制功能与 5G 和云计算结合，为各种应用提供了高效且可靠的控制手段。

三、工业物联网软件开发及应用

除了运动控制器和软件，企业现在对物联网平台也有着日益增长的需求。他们认为既然已经开发了控制器，顺便也可以开发物联网平台，因为目前存在着许多这方面的需求。这些需求涵盖了数据采集、数据分析存储以及可视化等方面。针对纺织行业，大部分企业致力于工业互联网平台的全面架构设计，从原材料到云平台，再到可视化界面等各个层面。针对手套机，我们为客户提供了控制器，包括数据检测等功能，同时开发了一整套系统，涵盖了通信、云平台以及可视化系统等。在钢柜数字化车间软件开发中，在完成了控制器的开发后，我们也开发了工业互联网平

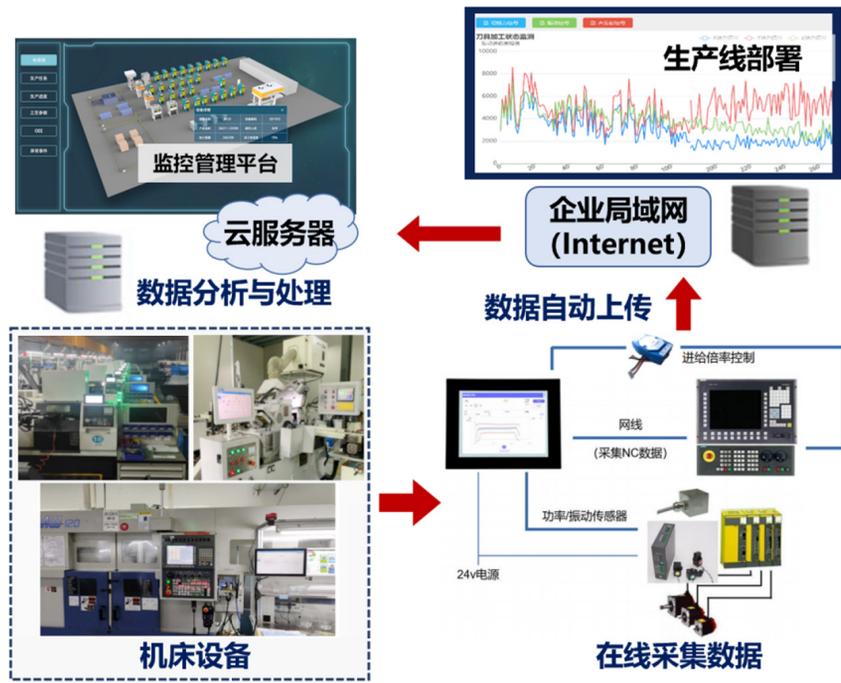


图8 智能机加工监测系统软件开发

台。工业系统的特点在于难以迁移和复制，往往需要个性化定制，这也是面临的挑战。

在智能机加工监测系统的软件开发方面，我们着重解决了刀具管理这一问题。为降低传统的人工管理和激光检测存在着可能导致产

品批量报废的风险。我们在控制器中增设了传感器，并打造了一套监测系统，主要进行实时监测和管理刀具的状态，及时识别并进行必要的更换，如图8所示。

* 本文根据作者在 2023 国家工业软件大会上所作报告速记整理而成

报告人简介



张安文，现任浙江工业大学信息工程学院院长、自动化系教授，主要研究方向为网络化系统感知与控制。在国内外学术期刊上发表学术论文 100 余篇，出版中、英文学术专著 3 部，授权国家发明专利 31 项，主持 20 余项国家级、省部级项目和企业委托技术开发项目，获教育部自然科学一等奖、中

国自动化学会自然科学二等奖和浙江省技术发明二等奖。担任多个国内外学术期刊编委，是中国自动化学会控制理论专业委员会委员和中国航空学会信息融合分会委员，获德国洪堡基金、霍英东高校青年教师基金和国家自然科学基金委优秀项目资助，入选教育部“长江学者奖励计划”青年学者。

高效电驱仿真云平台工业软件

文 / 浙江清华长三角研究院智能制造工业软件研究中心 邰代兴

导读：2023年10月28日，由中国自动化学会主办的2023国家工业软件大会在浙江湖州盛大开幕。大会以“工业软件·智造未来”为主题，汇聚了25位国内外院士，1500余位代表，共同探讨工业软件领域前沿理论和技术创新应用问题，共同谋划我国工业软件未来发展之道。

邰代兴教授受邀在2023国家工业软件大会中作题为“高效电驱仿真云平台工业软件”的专题报告。介绍了浙江清华长三角研究院智能制造工业软件研究中心经过多年的研究以及软件开发，成功推出了AFC Transmission以及AFC Motor两款工业软件。AFC Transmission用于减速器系统的设计仿真分析，可以进行减速器的结构设计，三维呈现，并能进行减速器效率、寿命等的仿真分析；AFC Motor可以进行电机二维有限元模型的建立和仿真，可以进行面向效率的电机气隙、冲片形状等设计参数优化。从而实现对电驱系统，或电机、减速器单一系统的仿真分析。仿真结果与国外同类软件基本一致，可以达到国产软件替代水平。

一、工业物联网平台

工业物联网平台是我们与德

国合作的重要项目，尤其与德国的工业4.0平台密切相关。在推动智能制造和工业4.0的进程中，德

国采取了一项重要的举措，即成立了由国家两个部委联合领导的国家级工业4.0平台，如图1所示



图1 德国工业4.0

示。这一平台由政府主导，汇聚了左侧的科研机构形成专家委员会，右侧包括一些企业和协会来进行推广和实施。值得一提的是，我们的德国合作方 Anderl 院士担任专家委员会的首席科学家。

在德国推动工业 4.0 的过程中，采用了国家创新中心的模式。这一模式首次由 Anderl 院士团队在德国的达姆施塔特工业大学得以实施，2016 年建立了第一个国家创新中心。这种成功的经验随后在德国全境范围内进行复制，目前已经建立了 27 个类似的创新

中心。这一举措有助于推动工业 4.0 的发展，并为实施和展示相关技术提供了示范平台。

德国国家创新中心在达姆施塔特工业大学的组成形式非常丰富，包括研发中心、智能工厂作为示范中心、培训中心、以及为企业提供的示范平台，如图 2 所示。其中，达姆施塔特工业大学的 η 智能制造工厂是一个典型的例子。这个工厂中的所有生产线和设备都是一比一复制德国博世公司的生产线，并在此基础上进行了智能化升级和改造，使其生

产效率提高了约 40%。

此外，Anderl 院士团队受德国机械与制造商协会 (VDMA) 邀请，撰写并发布了《德国中小企业工业 4.0 实施指南》。这份指南实际上是德国国家授权的实施指南，旨在指导德国的中小企业实现智能化升级。目前，它已经协助了德国 300 多家中小企业成功实现智能化转型。该指南的核心是工业 4.0 工具箱，图 3 右侧是一个示例，其中列出了智能制造的各项指标。每个指标点都对应不同的级别，比如第一个指标是产品集成传感器和执行器的程度，我们可以通过红色部分评估企业现有产品的情况，并了解达到数字孪生所需的程度。这种工具箱使企业能够直观地了解其现状以及实现产线智能化升级所需达到的要求。

Anderl 院士团队在德国通过国家创新中心模式成功推广了工业 4.0 技术后，积极寻求与中国的合作，于 2018 年与中国工程院院长李晓红会晤，合作了首个中德智能制造示范典范工程项目。该项目的核心成果是基于云平台的全球数字孪生示范平台，如图 4 所示，其中一个显著的优点是，它是一个云平台，能够连接不同地区的合作伙伴，包括中国上海、嘉兴、中国台湾地区、韩国首尔理工大学以及巴西的圣保罗大学等，将它们的设备都连接到同一



图 2 德国国家创新中心

Toolbox - 差距分析

工具箱作为测试企业工业 4.0 水平的工具。



图 3 工业 4.0 工具箱



图4 云端共享全球数字孪生示范平台

平台上,使得所有合作方在得到授权的情况下,能够互相控制不同地区的平台。该示范平台有望促进国际合作,推动智能制造的发展。

通过与 Anderl 院士团队的合作,智能制造工业软件研究中心提供以下工程服务,如图5所示。首先,提供智能制造升级咨询服务,帮助企业实现智能化产线升级。其次,提供智能制造培训服务,以培养员工的智能制造技能。此外,依托云平台,帮助企业建立产线数字孪生示范平台,能够与企业的网站进行互联操作,或者帮助企业建立依托于公有云

或私有云的平台。最后,中心还能帮助企业建立符合其现有生产线的微型示范模型。利用工业级的 PLC 和工业级物联网等技术,构建适用于企业现有产线的小型缩微示范模型,帮助企业快速、直观的看到智能制造升级带来的好处。

在进行智能化升级咨询时,我们的目标是将传统的自动化工业 3.0 模式升级为现代化的智能化的工业 4.0 模式。自动化工业 3.0 通常采用自动化三角形的模式,用于管理固定订单,4.0 模式的目标是实现一个满足个性化需求、灵活互联、能够相互通信的

智能化模式。具体而言,我们希望将这种从 3.0 到 4.0 的变革可视化,将 3.0 自动化三角形的模式转化为 4.0 基于工业物联网平台的柔性化生产线。通过不同的智能平台,如手机和电脑,实现实时远程控制,以满足个性化需求并提升生产效率。

图6是微软在 2021Ignite 大会上发布的宣传片,场景中,有一位现场工作的员工,还有一位佩戴 AR 眼镜的同事和一位佩戴 VR 眼镜的同事。这两位同事的图像可以在现场工作的员工的 AR 眼镜中呈现出来,他们共同协作进行飞机轨迹规划等任务。该场景具有以下特点:既有线上成分,也有线下成分;既有虚拟元素,也有现实元素;并且是通过实时通信的合作方式来实现。值得注意的是,尽管这是一个创新性的应用,但实际上,微软等公司还没有将这种概念性宣传片转化为实际产品。

这种工业元宇宙平台的实现方式非常引人注目。首先,现场工作人员使用手控制实际的机器人或设备。在操作实体时,虚拟模型也会随之做出相应的反应。这意味着当实体进行动作时,所有的虚拟模型也会同步运动,实现了从“实”到“虚”的控制。该互动方式使操作员能够在现实和虚拟世界之间进行实时协作和控制,从而提高了效率和协同工



图5 中心智能制造领域主要服务

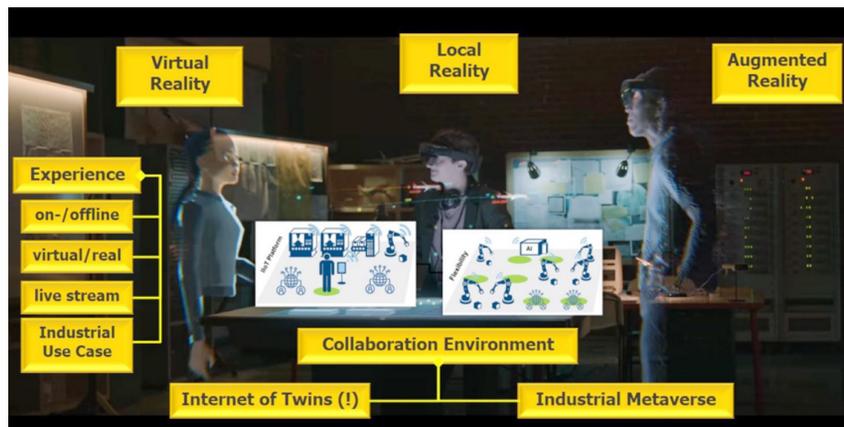


图6 数字孪生场景

作的能 力。

相反的，在“虚”控“实”的过程中，通过网络，实际实体会进行相应的运动。这是一个虚拟控制实际的过程，说明了数字孪生的双向性。图7是同事在家中使用AR眼镜，通过在空中点击这些面板来进行控制和合作。整个过程他们通过Zoom会议进行连接，这使得四位同事可以在不同地点，同时进行虚拟和现实的合作。这基本实现了微软所倡导的全球远程协作的过程，通过数字技术打破地理障碍，实现高效的协同工作。

图8底部的动画显示了一个实际的生产线。然而，在这个实际生产线内，仍然可以看到虚拟模型，这个虚拟模型可以在实际的生产线上移动，对实际零件进行操作，并进行虚拟装配。所有的操作步骤都通过云平台进行，因此可以在世界上任何位置，通过网络来实现。此外，当前的界

面是云平台的网络界面。除了数字孪生的反馈和视频之外，还可以查看每个执行器的状态。例如，

在这里，列出了分拣装置和其他所有执行器的开关情况，也可以视为一个简单的MES系统。这种整合数字孪生和实际生产的方式具有巨大的潜力，可以提高生产效率和质量，同时提供全球范围内的远程监控和协作。

同时，浙江清华长三角研究院智能制造工业软件研究中心还提供基于数字孪生技术的智能制造技术培训，可以颁发人事厅授权的数字孪生应用操作员证书。我们的培训以应用为导向，包括上百小时的课程，可在我们的平

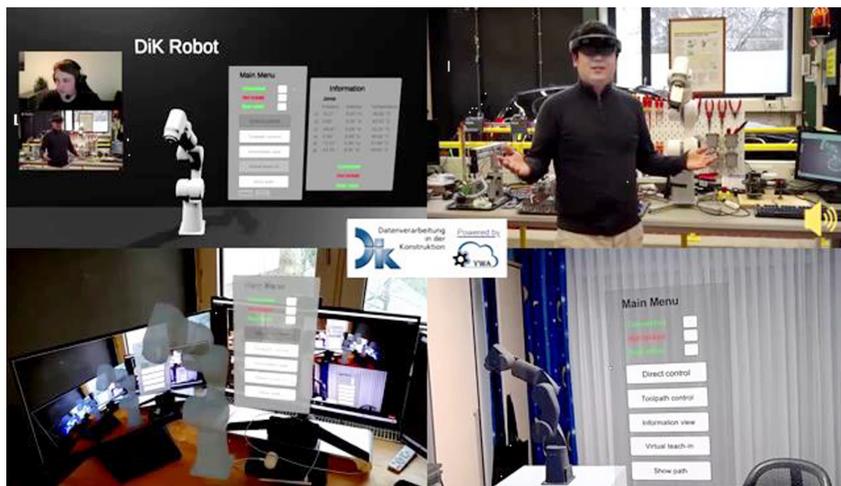


图7 全球远程协作

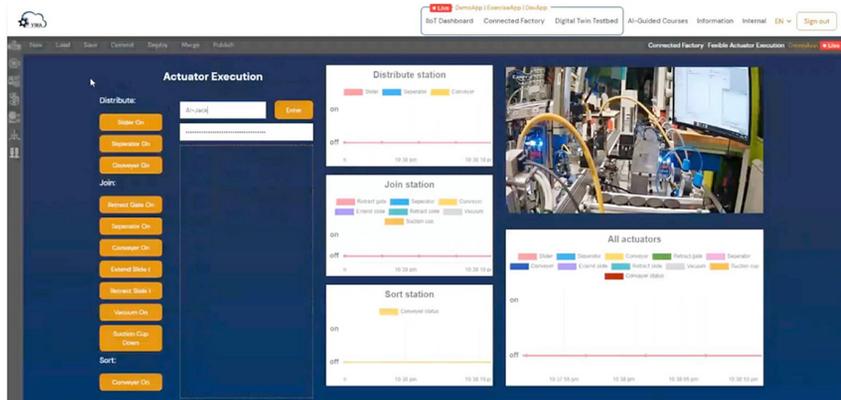


图8 数字孪生技术—YWA 云平台

台上找到。此外，我们还提供在线课程，由 AI 教师进行讲解，以帮助学员更好地理解和应用知识。在培训过程中，学员有机会参与创建数字孪生的小型示范模型，从而将所学技能付诸实践。我们的培训注重理论与实际操作相结合，旨在提高学员的数字孪生技能水平，促进数字孪生技术在智能制造领域的广泛应用，为企业提供强有力的技术支持，并提供优秀的专业人才储备。

培训课程分为基础课程、高级课程和专家课程。基础课程针对 20 到 40 名学员，采用在线授课的方式，由资深培训师或使用 AI 教师进行讲授。基础课程内容包括工业 4.0、数字化转型、生产效率提升、信息安全、新商业模式等多个领域，为学员提供坚实的知识基础。这些课程旨在帮助学员深入了解智能制造和数字孪生技术，为他们在实践中提供有力的支持。

高级课程以基础课程为基础，采用线上线下混合的教学形式。学员将参与共同完成工业案例，并邀请知名的讲师，包括德国工业 4.0 领域的专家和英文讲师。这些高级课程涵盖数字孪生、AR（增强现实）、VR（虚拟现实）以及工业元宇宙等领域的内容，进一步加深学员的专业知识和技能，使他们能够在智能制造领域取得更高的成就。通过线上线下混合

的学习方式和实际案例的参与，学员将获得更丰富的教育体验。

专业课程专门针对企业高级管理人员，如企业 CEO、CTO、CFO 等管理人员，为他们提供可私人定制的模块化课程。这些课程由专家面对面授课，以满足不同企业的具体需求。此外，还提供前往德国大厂，如博世和奔驰等参观的机会。

该培训课程包括三维设计、3D 打印制造技术以及工业级的 PLC 柔性化编程。智能制造工业软件中心联合德国合作团队在柏林、达姆施塔特、里德斯海姆和法兰克福等地建立了示范平台，以推动智能制造领域的发展。

二、电驱系统仿真软件

浙江清华长三角研究院智能

制造工业软件中心同时开发了一款高效的电驱系统仿真软件。该软件的初衷是对国外传动系统软件存在的问题的进行优化，包括传统软件复杂的模型数据输入、版本混乱以及用户工程经验要求较高等问题。在 AI 技术的背景下，我们致力于实现自动化的开发流程，以提高开发效率并更好地满足未来需求。

因此，我们决定开发一款自有的工业软件，专注于传动系统的高效开发。为了验证市场潜力，公司进行了市场分析，单以汽车仿真市场为例，图 9 显示了从 2017 年到 2025 年汽车仿真市场规模的预测，到 2025 年有望达到 26.6 亿元。

经过多年的软件迭代和开发，中心推出了一款拥有自主知

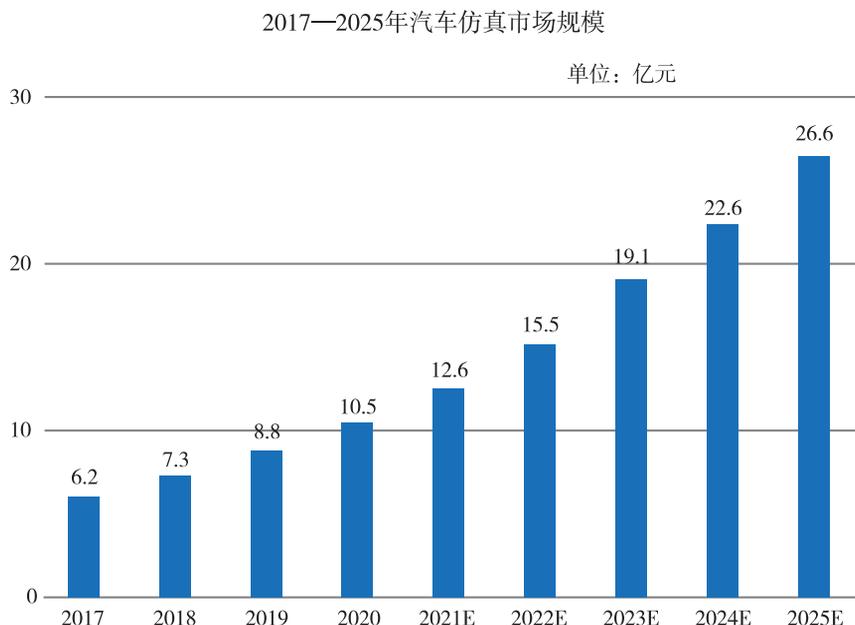


图9 机械传动系统仿真软件市场规模举例



图 10 爱弗凯工业软件

识产权的机械传动系统仿真软件，如图 10 所示。这款软件包括机械传动系统零件级别仿真模拟模块、系统仿真分析模块以及 CAD/CAE 协同模块，集成了智能数据管理、自动评价、仿真结果分析、AI 学习和版本管理等多项功能。

这一全面的功能组合使其成为一款较国外同类软件功能更强大的传动系统仿真分析工业软件。

该工业软件基于 ISO 国际标准，能够耦合有限元模型和多体动力学模型，以进行系统内机械零件的仿真分析。用户可以轻松

进行传动系统的静力学分析、动力学分析，以及系统效率和寿命分析等。该软件提供在线和离线两个版本，图 11 展示的是在线版本，用户可以通过网址访问软件，自动生成三维模型，输入所需信息进行仿真分析，最终生成

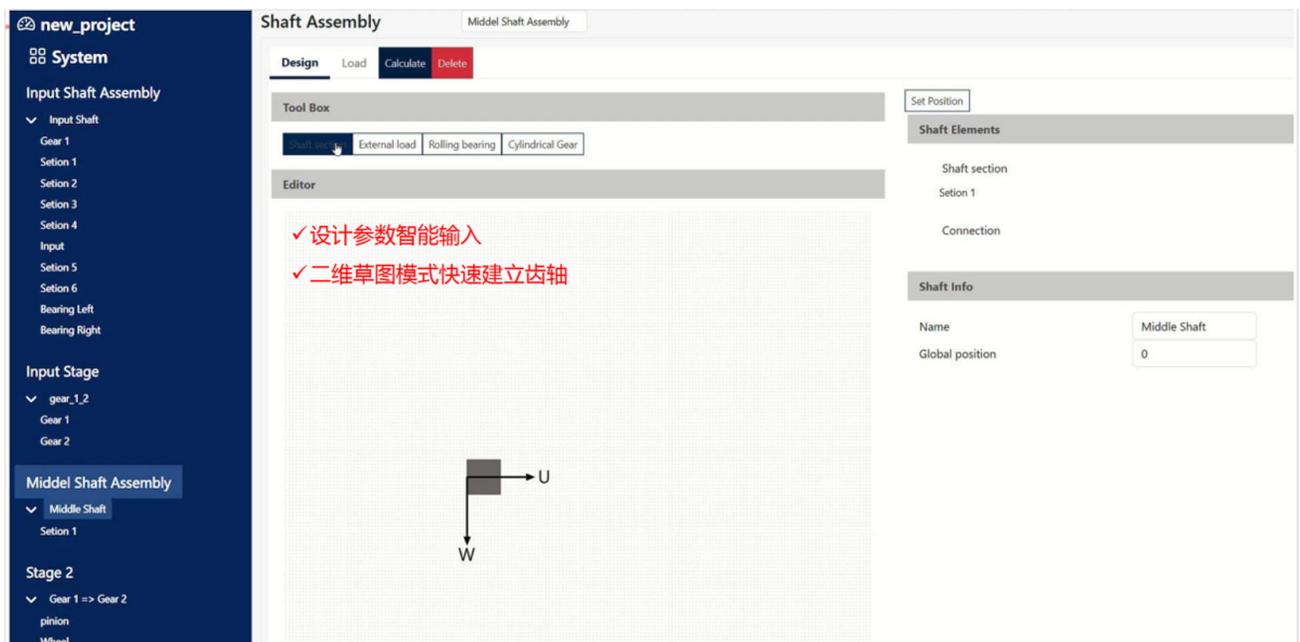


图 11 软件网页界面

所需的报告。此外，用户还可以将在线仿真转移到离线版本，在离线版本中进行全面的动力学和静力学仿真。用户还可以将三维模型导入其他工程软件，进行修改后再将修改后的模型导回到AFC软件，根据新的模型进行仿真，并迅速生成报告，以供工程师使用。

爱弗凯软件在算法上具有详细的齿轮参数计算的功能。齿轮的参数通常相对复杂和多样化，而在传统的机械CAD软件中，齿轮的模型通常不够精确。为了实现更准确的仿真，最终采用了齿轮加工理念，对齿轮模型进行了建模，以获取更精确的齿轮齿廓模型。

此外，它还允许单个零件、单个轴系或整个系统的开发和验证。我们的软件是基于最新的HTML技术框架构建的，独立于操作系统，因此用户可以在

macOS 或 Windows 等不同操作系统上使用，只需具备网络连接和浏览器即可。并且我们还提供全面的SaaS支持，通过一些新的技术，可以对每个模块进行独立的快速升级，使用户能够无感地享受到软件的更新升级，这是基于SaaS和云平台的优势。

此外，爱弗凯软件还提供公有云或私有服务器的服务选项，以确保用户的信息不会被泄露。我们的计算核心采用最新的国内外模型，仿真结果与实验结果以及行业领军厂商Romax公司的结果进行对比，表明其可以满足各种使用需求，实现国产替代。我们的仿真模块包括系统动力学分析、传动轴载荷分析、轴承寿命分析、齿轮TE分析、齿轮寿命和齿面分析、效率分析等，涵盖了传动系统仿真的各个方面。这些功能使用户能够进行全面的仿真分析，确保他们的机械传动系

统能够正常运行并具有良好的性能。○

* 本文根据作者在2023国家工业软件大会上所作报告速记整理而成

报告人简介



逯代兴，上海市东方学者特聘教授，浙江清华长三角研究院智能制造工业软件研究中心主任。主要从事智能制造、工业软件及转子动力学方面的研究。

通

知

中国自动化学会关于征集 2024 重大科学问题、工程技术难题和产业技术问题的通知

各推荐单位：

为进一步加强科技前瞻研判，引领原创性科研攻关，推进高水平科技自立自强，根据《中国科协办公厅关于征集2024重大科学问题、工程技术难题和产业技术问题的通知》文件要求，中国自动化学会现面向各分支机构、省级自动化学会、理事单位、会员单位征集“2024重大科学问题、工程技术难题和产业技术问题”。详情请查看：<https://www.caa.org.cn/article/192/4445.html>。

工业互联网时代的工业软件——工业互联网数据链

文 / 清华大学国家 CIMS 工程中心工程部 赵骥

导读：2023 年 10 月 28 日，由中国自动化学会主办的 2023 国家工业软件大会在浙江湖州盛大开幕。大会以“工业软件·智造未来”为主题，汇聚了 25 位国内外院士，1500 余位代表，共同探讨工业软件领域前沿理论和技术创新应用问题，共同谋划我国工业软件未来发展之道。

清华大学国家 CIMS 工程中心工程部主任赵骥受邀在 2023 国家工业软件大会中作题为“工业互联网时代的工业软件——工业互联网数据链”的专题报告。报告介绍了工业互联网时代的到来产生了新的条件，工业环境、信息条件已经和 70 年代工业软件诞生时有非常大的不同，因此中国应该也可以走出不同的道路。工业互联网工厂是互联网渗透至制造金字塔内部，企业可以在较小的粒度上进行工业要素的重组、格式化，进行“精打细算”，并从一个企业内部延展到全供应链，重新配置工业全要素。工业互联网数据链作为新的工业软件体系的一部分，能够支撑互联网化的工厂，如同一个隐形的管理者，它会持续收集数据和配置工业要素，集反馈、控制、优化于一体，实现柔性、敏捷化制造，对全供应链的运营过程进行持续的优化。

智能工厂的设计涵盖了从概念数字化、互联化支撑的整体建筑，延伸至底层自动化、无人化设备，以及上层涉及的软件应用，包括智能设计、智能生产、供应链、预算管理和决策支持等方面。就工业软件而言，国外领先的数字化企业通常使用数以万计的软件，而国内调查发现，较好的数字化企业使用的软件超过 2000 种，其中核心软件约有五六百种，其他稍逊一筹的企业也至少使用了数百种软件。这么多软件的使用带来了极大的开支，涉及到巨额费用支出，对软件功能的充分

利用程度、以及智能化大厦构建的体系梳理、冗余情况的评估和成本效益的分析都至关重要。在企业角度来看，如何确保软件投入的成本抵消产品销售的成本，维护费用是否值得支出，成为了非常现实的挑战。

一、关于工业软件的思考

软件在工业中的本质是将那些传统手段难以解决的难题或问题交给计算机系统来处理，如图 1 所示。无论是复杂的由多个服务器构成的系统，还是嵌入式系统中的微小单元，都需要依靠计算

机来完成任务。关键在于深入理解这些问题，因为如果不能理解工业问题，便无法通过软件解决这些难题。尽管工业互联网近年备受关注，但实际效果却并不十分理想。因此，首要任务是充分了解工业问题，并将其转化为可计算的问题。这种转化通常需要模型化，也就是将问题简化为可处理的形式。在科学研究中，特别是在处理工程问题时，需要优先考虑问题的简化。尽管在研究和论文写作中我们通常会尽可能全面、复杂地考虑问题，以确保不会遗漏任何细节，但在解决工

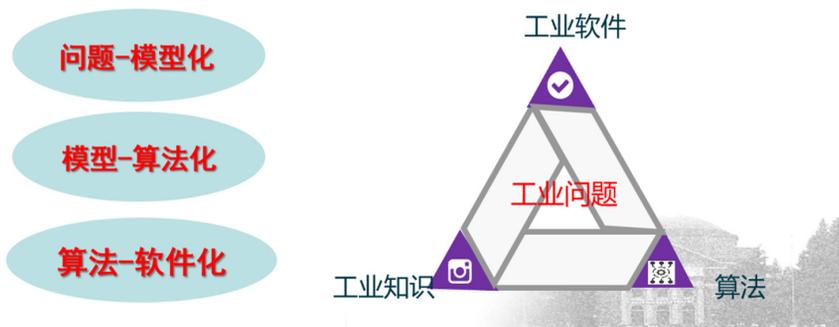


图1 工业软件本质

厂和工程领域的问题时，必须将问题简化，以便更好地建立模型。

模型简化之后，需要用数学方式进行表达。由于最终任务交给计算机系统处理，计算机是用于计算的工具，因此应考虑将问题转化为算法以便计算机能够处理。这样做就是为了开发算法，并将其转化为算法软件，从而解决工业软件所面临的问题。

工业软件的应用从上世纪70年代开始逐渐走向规模化应用。现今工业软件种类繁多，深度数字化的企业使用数量达到上万种，而国内企业则在几千种或者几百种范围内，如图2所示。据分类显示，工业软件可分为600多个类别，涵盖了嵌入式、流程管理和工具类软件等多个领域。回顾上世纪70至80年代的信息环境，当时工业软件的产生和应用情况有所不同。以当今广泛使用的企业资源规划(ERP)系统为例，早期部署ERP时，很多单位可能仅使用几台计算机构建的系统。当时的信息环境与现在已经大相

径庭。例如，ERP管理系统除了计算物料需求等核心计算之外，大量的功能体现在处理表单和数据流转，当时仅能通过计算机系统来实现表单流转等工作。除了表单流转，模型技术也是当时的重要组成部分。而如今的信息环境则发生了翻天覆地的变化。随着互联网的兴起，信息环境发生了翻天覆地的变化。通过微信、钉钉等工具，许多事务已经能够通过网络解决，信息环境已经能够解决过去工业软件所需解决的问题。

工业软件用户的忠诚度极高，一旦用户抛弃某个系统，将面临巨大挑战。在国产软件替代外国系统时，必须认真考虑外国系统

已深入应用的情况，即使功能类似，国产软件是否能成功替代也是需要深思的问题。互联网对社会带来了深刻改变，重新定义了原本呈体系的事物，并将信息分割重组成中枢枢纽。这种转变通过算法驱动着每个人的行为，工业体系也面临类似的挑战。

二、未来工业互联网的影响

互联网对商业、产品和生产维度的影响呈现出不同程度的差异，其中商业领域受到的改变最为显著，如图3所示。然而，在内部方面，特别是工厂内部的制造金字塔体系，变化相对较少。尽管近年来工业互联网将现场部署的软件迁移到在线平台上，但实际效果并不尽如人意。精益生产在企业和工厂中被广泛采用，它可以解决浪费和懒惰所带来的诸多问题。通过工业互联网的深度应用，特别是深入到生产运营的核心，可以借助各种平台算法重新组合工业要素，从而实现更精细化的运营过程。企业生存的



图2 工业软件

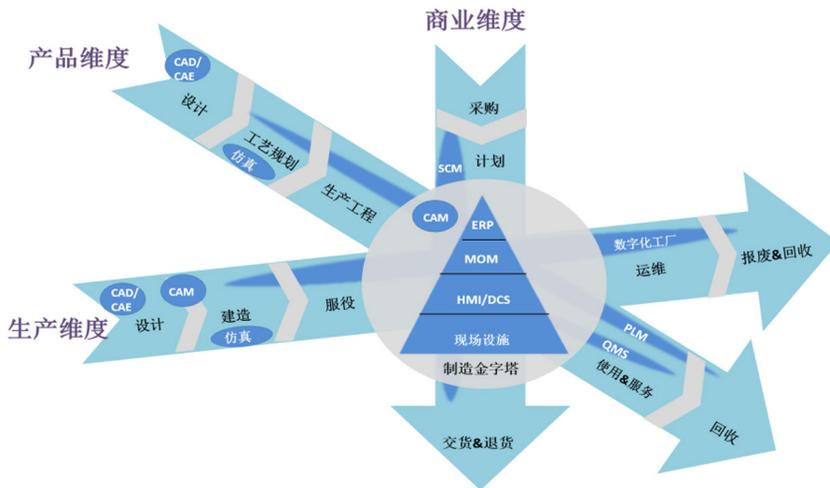


图3 工业软件影响

核心在于追求利润，数字化技术通常不能直接带来收益，而常常需要投入资金。数字化手段、智能化技术和新兴技术能够以更高效的方式来降低浪费，实现精益生产理念中的精益化。

在互联网的推动下，工业要素被解构，人员和设备实现全面连接。工厂内的各种设备、工具、模型和软件都实现了全面连接和重新组合。这种系统具有动态性，可以动态地添加、移除或柔性地

调整其构成部分。例如，当订单发生变化或生产需要应对突发订单时，基于互联网平台和算法驱动的生产组织能够实现灵活的调整。

全连接的系统通常需要松耦合的结构，因为如果系统紧密耦合，无法处理庞大的连接数量，如图4所示。为解决这一问题，首先需要解决工业互联网平台与现有工业体系之间的适配问题。这涉及到科学、技术和工程问题，

其中工程问题可能占据更大比重。其次，当工业全要素接入后，当前智能工厂基本上实现了全连接。当整个工业互联网体系接入互联网平台时，工厂设备制造系统等各要素共同构成了所谓的工业互联网互联系统，此时系统的连接关系和结构相当复杂，如何有效解决这些复杂关系是一个关键问题。

在信息角度上，为实现工业要素内的动态加入和退出，必须建立动态路由机制。这种机制可以通过联邦系统的方式来实现，类似于人与人之间通过微信等工具进行交互的方式。这种系统实际上相当于定义了一个工业群，其中包括工业要素的设备、工具、物料等等。工业要素在这个工业群中，可以定义其交互和信息传输的方式。在全连接系统中，去中心化的特点可能导致系统存在弱点。对于大量信息交互的全连接工业系统而言，系统崩溃是不可接受的。因此，解决系统脆弱性问题至关重要。我们可以通过一些方法，例如使用SEC（安全、效率、成本）评估来评估系统的脆弱性，从而寻求解决方案。

三、工业互联网数据链及其应用

基于工业互联网松耦合体系构建的工业互联网数据链及应用（CIMS-link）可以被视为类似于微信群的系统，用于工业要素、

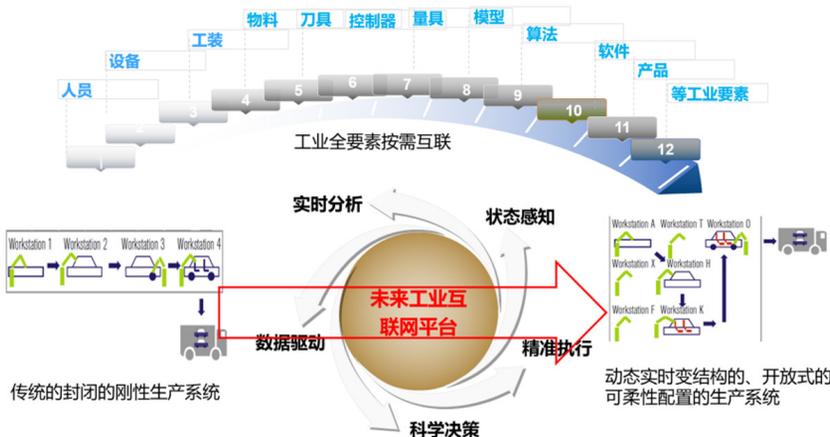


图4 动态实时变结构系统



图5 工业互联数据链

设备和物料的信息交互，如图5所示。这个系统具备动态加入和配置的能力，支持数据发布订阅、OOS管理以及柔性配置，以实

现要素数据的及时交换。CIMS-link作为工业互联数据链，强调数据的交互，但在这种交互中，时间概念被纳入考量。通过时间

管理，这种系统促使不仅仅是数据的交换，更是系统间的相互协同运行，特别适用于多学科、多领域的联合计算。

在航天领域，数字孪生应用于复杂装配体系的设计和验证，保证在狭窄空间中进行准确、无误和高效的装配，通常需要通过数字模拟来预先验证装配方案，如图6所示。这个过程涉及多种模型和大量的传感器数据，包括机器人状态、产品状态等等。工业互联数据链的应用可帮助处理这些数据，确保其及时、可靠地传输，支持系统的实时监控和反馈，以优化装配流程和提高效率。这种技术能够使得在数字空间中进行模拟和验证，然后将经过验证的方案传输到物理装配线上，确保装配的精准性和高效性。

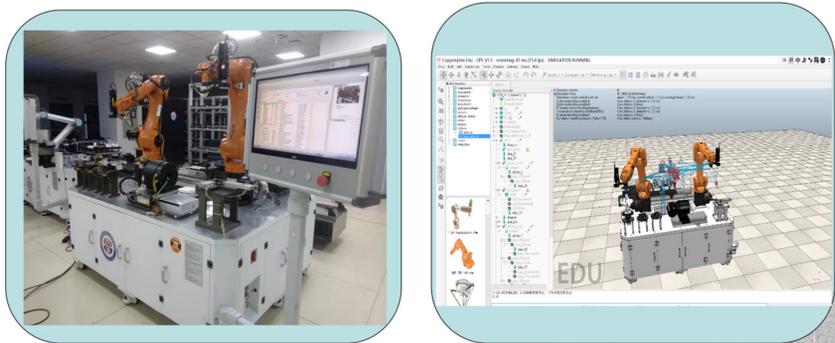


图6 CPS环境下工业机器人智能装配平台

图7是针对某研究院的虚实联动平台项目。右边是一条设备线，通过建立虚拟模型和数据空间，多个相同设备的虚拟模型和物理模型之间互相交互、共享数据。在这个系统中，关键问题是如何对齐虚拟状态和物理状态的数据，以及在面对一些不确定性因素时，如何验证调度算法。该项目经历了两个阶段的开发，第一阶段从2013年开始，现已连续进行了10年。

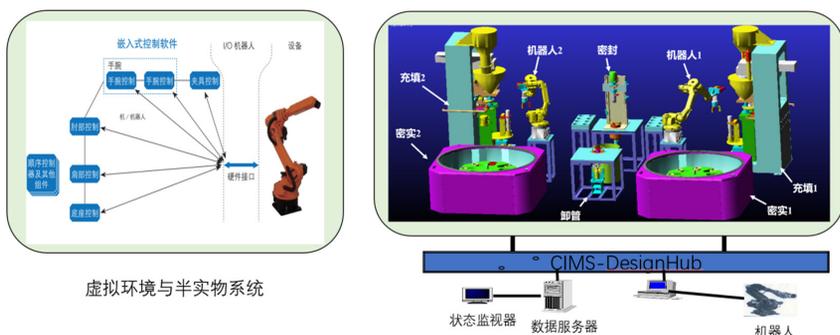


图7 虚实联动平台

图8是开发的自动驾驶分布式联合仿真平台项目，该平台涉及车辆在道路上行驶时的阻力计

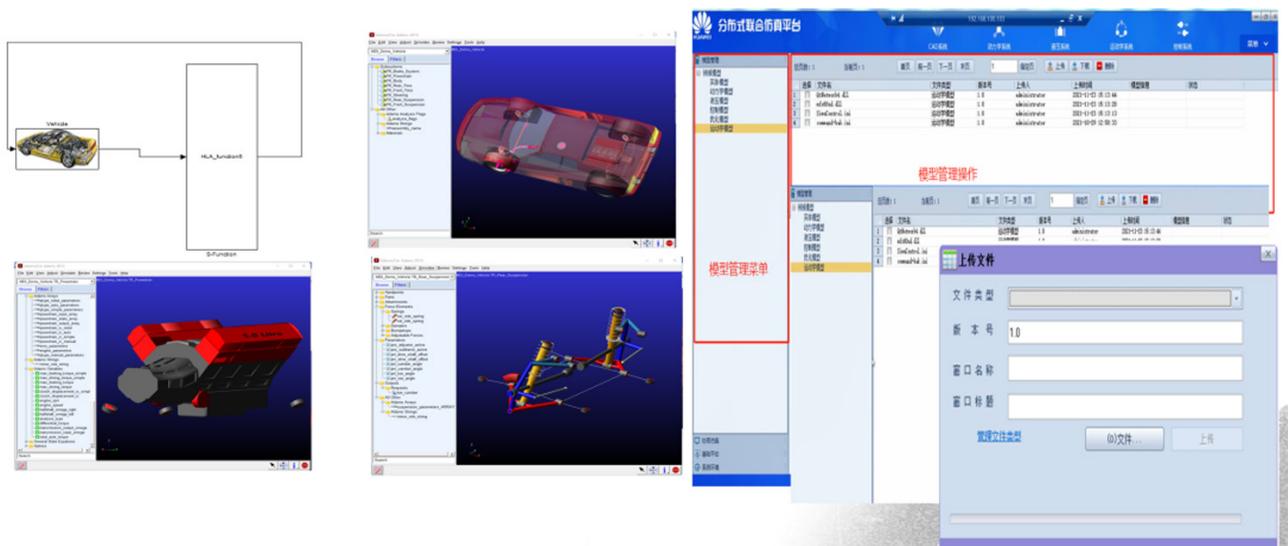


图8 自动驾驶分布式联合仿真平台

算、车辆与路面摩擦计算以及车辆之间的协同行驶。这包括即时计算和数据传输，涉及多个学科的协同计算。我们通过该平台完成了相关工作，以实现车辆在道路上的自主运行，并解决了车辆距离以及与路沿的关系等多个方面的挑战。

当下，制造业面临巨大挑战。工业体系的建立一直是基于物质短缺的理念，然而随着惯性生产的发展，我们面临着系列实践中的问题，尽管表面上看起来是技术问题、工程问题，但实质上是理论的匮乏。在生产领域，以往基于封闭工业体系理论的规模化生产模式已经不再适用。工业软件的发展建立在工业知识的基础上，将工业知识转化为算法和软件，运行在

工业互联网上，能找到解决现实工业领域问题的路径。○

* 本文根据作者在 2023 国家工业软件大会上所作报告速记整理而成

报告人简介



赵骥，清华大学国家 CIMS 工程技术研究中心工程部主任，高级工程师，博士。研究方向为工业互联网、智能制造、CPS。长期从事 CIMS、智能制

造、工业互联网领域的科研与技术开发工作，主持或参与过国家级、省部级研究项目及企业应用项目 70 多项，如国家重点研发计划、省级重点研发计划、国家科技攻关计划、国家科技支撑计划、中欧国际合作项目、863 重大攻关项目、航空基金项目、国防科工委预研项目等。曾在软件企业担任高管，大型智能制造与信息化工程类项目经验丰富，近年来，负责了 9 个企业的智能工厂技术研究与设计。

新一代光热发电控制软件及其系统

文 / 浙江可胜技术股份有限公司 金建祥

导读：2023年10月28日，由中国自动化学会主办的2023国家工业软件大会在浙江湖州盛大开幕。大会以“工业软件·智造未来”为主题，汇聚了25位国内外院士，1500余位代表，共同探讨工业软件领域前沿理论和技术创新应用问题，共同谋划我国工业软件未来发展之道。

浙江可胜技术股份有限公司金建祥董事长受邀在2023国家工业软件大会中作题为“新一代光热发电控制软件及其系统”的专题报告。光热发电属于太阳能发电的一个分支，它自带大规模低成本长时储能，涉网性能优异，全生命周期内碳排放远低于光伏，在未来高比例风光新能源的电力系统中具有不可替代作用。塔式熔盐储能光热发电技术是新一代光热发电技术，其核心技术就是控制技术与软件技术，本报告对此做了详细分析与应用介绍。

一、塔式光热发电技术及其定位

2020年9月，总书记提出了“双碳”目标，包括碳达峰和碳中和，这是应对气候变化和减少碳排放的重要承诺。实现碳达峰相对较容易，可通过到达峰值后减少碳排放来实现，但达到碳中和则更具挑战性。要实现碳中和，必须大力发展可再生能源，其中包括光伏和风电等清洁能源。中国制定了针对大型风电和光伏基地的规划布局方案，特别侧重于沙漠、戈壁和荒漠地区，计划到2030年规划建设风光基地总装机约4.55亿千瓦。如图1所示，根据相关权威机构的预测，为在2060年实现碳中和，风电和太阳能发电总装机将需要达到60亿千瓦，装机占比近80%。截至今年9月底，全国发电装机总容量达27.9亿千瓦，远远超过中国目前最大负荷，其中，风电和光伏装机容量合计达到9.2亿千瓦。因此，在这一背景下，风电、光伏装机保持快速增长的同时，未来对储能技术的需求将继续增长，以更有效地管理可再生能源并确保电

力供应的稳定性。

因此，2021年3月15日国家提出构建以新能源为主体的新型电力系统这一提议。对于从事电力系统工作的人来说，这意味着电力系统将面临重大的挑战和变革。因为大量的分布式电源通过电力电子设备进行并网，这使得以新能源为主体的电力系统面临许多新问题需要解决，现有的分析工具、原理和规范可能

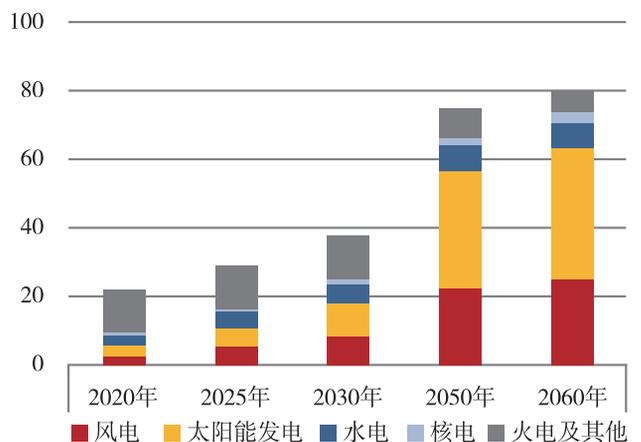


图1 2020—2060年我国各类电源装机总量变化（单位：亿千瓦）

数据来源：全球能源互联网发展合作组织

需要重新思考和更新。这也强调了新能源技术的快速发展对电力行业和研究领域的影响，迫使我们积极探索和解决新的电力系统挑战。

新型电力系统面临着三大严峻挑战。传统的电力系统在电源与负荷之间维持平衡，通过频率调整来确保系统的稳定性。然而，以新能源为主体的电力系统引入了不可控因素，导致以下三个主要问题：

1. 电力供应的保障难度增加：高峰用电需求通常与风力和太阳能发电的高产期不重合。这意味着在高峰时段，可能会出现电力供应不足的情况，需要采取措施来确保电力供应的稳定性。

2. 电网安全稳定运行风险增加：风电、光伏和电化学储能技术都依赖于电力电子设备进行并网。这些设备缺乏转能惯量，不具备支撑电网大规模输送电力的能力，因此可能对电网的安全稳定运行产生重大影响。

3. 新能源大规模高比例的并网问题：可再生能源的装机容量往往远超过最大负荷需求，现有灵活电源的调节能力和储能容量远远不够，如何有效地吸纳和管理过剩电力将成为一个挑战。

这些挑战将随着风电和光伏装机容量的增加而日益严峻。解决这些问题需要采取创新的措施，包括发展更强大的储能技术、智能电网管理系统，以及采用多元化的可再生能源发电技术。

光伏发电和光热发电代表了太阳能发电领域两种不同的技术路径。光伏发电将太阳光的低能量密度直接转化为直流电，然后通过逆变器将电能并网，实现电力供应。这一技术的优势众多，包括简单、低成本、对环境要求不高，以及能够在各种地点安装和维护的便捷性。然而，光伏发电有一个显著的弱点，即电力产生完全依赖于太阳光的可用性。

相比之下，光热发电采用一种不同的方法，它首先将太阳光聚焦到集热器上，将其转化为热能，然后储存起来。太阳光能量密度较低，但通过将其数百倍地聚焦，可以实现更高的能量密度。光热发电系统中使用的储能介质是一种特殊的混合盐，由硝酸钾和硝酸钠组成。这种盐在物性上发生显著变化，包括熔点、沸点、比热容和粘度等方面。其熔点在 200–220℃ 之间，可储存高温差的热能。这种熔盐储能系统的优势在于相对低廉的成本，一吨盐可以储存大约 40 度电所需要的热能，综合成本较低。此外，这种盐非常稳定，不会氧化，也不会发生爆炸。

光热发电技术和熔盐储能系统的发展为可再生能源提供了新的可能性。它们提高了能源的储存效率，解决了光伏发电的波动性问题，确保了连续供能。这种创新有望在未来的清洁能源领域中发挥关键作用，促进更可持续的能源

生产和利用，为我们实现能源转型和减少碳排放提供了有力支持。光伏发电和光热发电代表了太阳能发电技术的两个重要方向，各自在不同应用和场景中发挥作用，共同推动了清洁能源的发展。

第一代光热发电技术类似于家用太阳能热水器，其基本原理是在抛物面凹槽的焦点处安装一个集热管，用来高效聚焦太阳能热量。第二代光热发电技术如图 2 所示，一般太阳能热水器的聚焦倍数较低，通常不超过 80 倍，而这项新一代技术能够将聚焦倍数提高到一千倍，甚至可以通过软件调整到两千倍。这一技术使用大量的镜子，跟随太阳的运动，确保太阳光线一直反射到位于约 250 米高的吸热器上，达到一千倍的聚焦后，能量密度显著提高，易于有效利用。通过这一过程，低温盐可以迅速被加热至高温，然后储存在高温盐罐中，每吨盐可以储存 40 度电所需的热能。该技术巧妙地将能源的收集和储存结合在一起，后续步骤与传统的煤电发电方式相似，即将高温的热能与水进行换热，通过蒸汽发生器获得高温高压的过热蒸汽，以用于推动汽轮机发电。目前，这项技术已经实现了高达 540–550℃ 的蒸汽温度，并可以达到 46% 以上的热电效率。

光热发电技术存在一个重要挑战，即太阳辐射能不稳定与电网

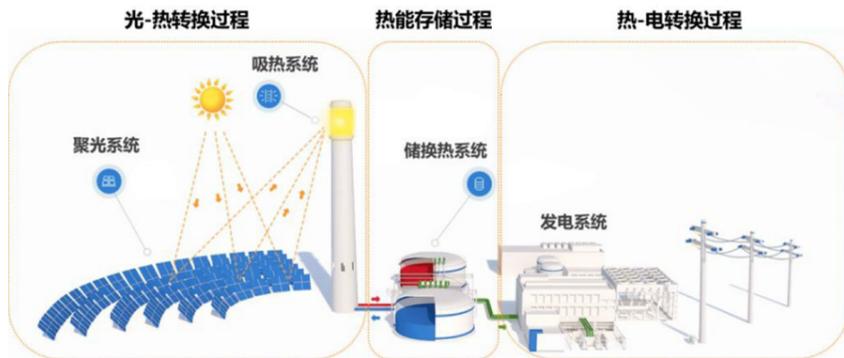


图2 典型塔式光热电站原理

稳定用电需求之间的矛盾，但利用熔盐储能系统可以克服这一问题。熔盐储能具备多重优势，包括更低的成本、长期可靠的寿命、无爆炸风险，以及全生命周期的环保性，这使得熔盐储能成为一个具有广泛应用前景的替代方案。

当前，中国电网主要依赖煤电，全社会用电量大约70%是由火电提供的，这使得煤电成为了调峰的主力电源。然而，光热的调节能力优于煤电。煤电的调节能力受到限制，主要是由于锅炉性能难以将负荷降至较低水平。即使进行深度调峰改造，大多数煤电厂的负荷也很少低于20%。一旦降到20%以下，通常需要依赖柴油等备用电源来维持稳定供电。相比之下，光热发电非常容易降低到15%的最低负荷。此外，煤电系统的负荷调节速度较慢，因锅炉惯性较大，通常需要一个小时或更长时间才能实现从50%升至100%的调节。而光热发电系统的调节速度更快，通常在20分钟内就能实现。

光热发电技术在低碳清洁能源领域表现出卓越的性能，其全生命周期的电力碳排放量仅为光伏发电的五分之一，而熔盐储能的低成本和环保特性使其能够实现大规模、低成本的能源储存，同时调节能力强于传统火力发电。因此，光热发电技术对于构建高比例可再生能源的电力系统和确保电网安全运行具有重要意义。

二、塔式光热发电系统及其控制难点

图3是一个经过简化的塔式光热发电工艺流程图，从右到左依次展示了各个部分。最右侧是传统的

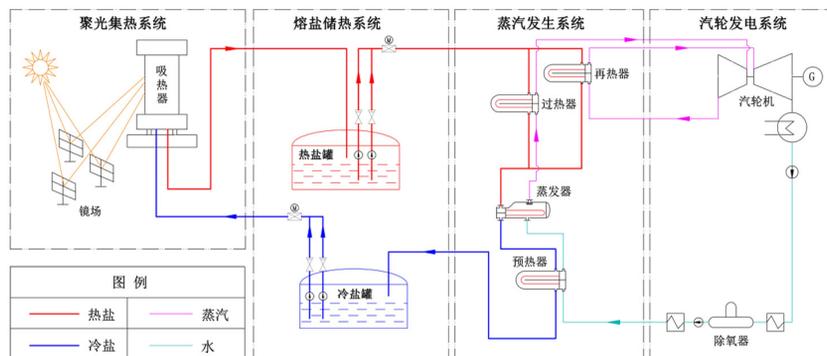


图3 典型塔式光热发电系统简化工艺流程图

汽轮机，经过必要的简化处理。最左侧是进口处的聚光集热系统，用来将低密度的太阳光聚焦，将其转化为高温热能。在中间部分是熔盐储热系统，其中包括两个盐罐，一个是低温罐，另一个是高温罐。这个系统产生高温高压的蒸汽，其参数通常在13.7MPa、545℃左右。

光热发电的核心挑战之一是镜场控制技术。这一技术面临三个主要问题：首先，镜场规模庞大。一个光热电站的镜场通常包含超过50万个电控点，远远超出常规控制系统的控制规模。其次，对可靠性要求非常高，镜场面积广阔，需要在极端自然环境条件下正常运行，包括高温、低温、风沙和雷电等。一些控制系统必须在特定恒温恒湿的机房内运行，但光热镜场的巨大规模和开放性环境使得这种特殊处理不现实。第三，需要长期保持精确控制，但监控和维护难度较大。光热发电系统还需要解决能量损失问题，由于云层或阴天经常出现，导致

表面温度急剧变化，对设备构成热应力，因此需要精确的温度控制以防止设备损坏。此外，避免镜子失焦也是关键，否则可能导致热能聚焦在不应照射的地方，对设备造成损害。

此外，光热发电领域还面临着极高的精度要求，如图4所示。通常，控制系统需要能够检测误差并通过控制规律进行调整，以减少偏差和消除余差。然而，在光热发电的复杂应用场景下，无法实现闭环控制，因为光的感知是非线性的，而光照度达到一定程度后，对光的变化变得不敏感，这对控制系统的操作构成了挑战。光热发电站需要具备大规模和经济性，因此，光热镜场通常拥有巨大的面积，同时具有高度的精度要求。镜面必须精确地照射到远处的吸热器上，这要求平均跟踪精度达到3-4mrad，而面对不同时间段的风向变化、风速和不确定性以及气象因素时，镜场的

控制就变得非常复杂。

在高精度控制方面，需要强调的是，如果不是专业的控制工程师来负责镜场控制，早上和下午的光斑分布会出现显著的差异。光斑有的区域非常明亮，而有的区域非常昏暗。高亮度区域很容易导致熔盐气化，而一旦熔盐温度超过600度，将进入一种恶性循环。外部聚焦光投射到这些区域时，一旦熔盐不能有效带走热量，会导致不锈钢吸热管熔化。但如果聚光倍数很低，有可能在吸热器的进盐口发生严重的堵管生产事故。因此，光热发电的高精度控制对于确保安全和高效运行至关重要。

光热电站通常位于沙漠、戈壁和荒漠地区，这些地方阳光充足，但生活条件相对较差，不太吸引受过良好教育和自由职业的人前往。因此，确保光热电站能够全自动运营成为关键因素。依赖人力运营这样的电站是不太可能的，因为光热电站的运营比煤

电站复杂得多。因此，实现全自动运营对于提高光热电站的产能和降低成本具有重要意义。

光热电站涉及多个关键组件，包括镜场、吸热系统、储换热系统，这些组件需要进行顺序控制、连续控制以及校正的自适应控制。如图5所示，由于光热发电涉及多个环节，通常工程师都会采取保守的设计方法，为每个环节留有一些裕量，这导致了光能转化为电能的效率明显降低，同时也增加了投资成本。优化的空间在于设计和运行阶段，通过降低设计的裕度来降低投资成本，并通过提高光电转化效率来提高发电效率。以50MW电站为例，设计点初始设计效率为22%，但实际测量效率为24.2%，提高了10%。这是因为在设计中为每个环节留有太多的余量，导致设计效率较低。因此，在设计和运行阶段都存在优化的潜力，以提高太阳能的利用效率，减少浪费。目前，塔式光热发电作为新一代的发电技术，发电效率约为16-17%，实际光能转化为电能的比例相对较低，大部分太阳能被浪费。

三、塔式光热发电系统软件

光热电站存在与IT技术也息息相关。首先，网络架构非常庞大，一旦网络中断，数万面的定日镜会在几分钟内失灵，导致光线偏离焦点。其次，太阳轨迹随

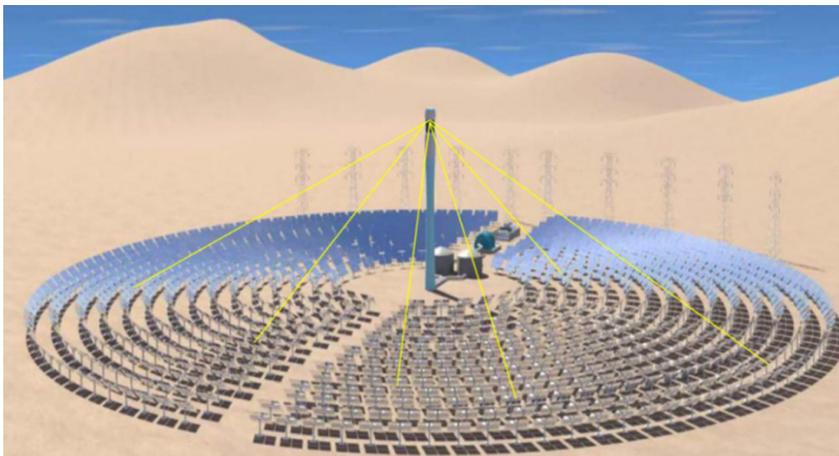


图4 镜场高精度聚光示意图

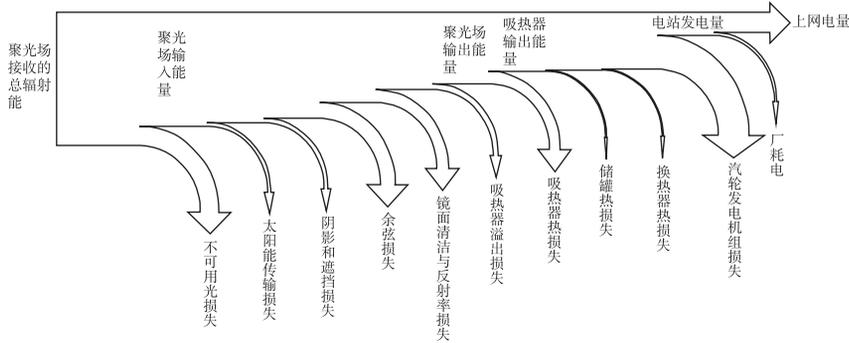


图5 光-电转化环节

着时间不断变化，每天在相同时间太阳的角度也不同，需要进行天文计算来准确预测。在光热电站中，成千上万面的镜子由于细微的经纬度和海拔差异，同一时间的太阳角度也各不相同，这也需要进行天文计算。然而，随着新一代光热技术的计算能力大幅增强，与20年前相比，现在能够更轻松的计算每个定日镜在第二天每隔数秒的太阳高度角，而不需要使用大型超级计算机。

光热电站采用分层式网络架构，如图6所示，DCS系统用于整个电厂的控制，而镜场控制系统

则采用一种分层的网络结构，支持多达10万台日光镜，约有60万个数据点。加上常规控制系统的2万个数据点，总计达到62万个数据点，这可以覆盖超过300万平方米的聚光面积，年发电量可达10亿度电。此外，系统还包括气象检测和校正系统。气象检测系统用于制定云策略，以最大程度地提高太阳光的利用效率，并监测大风等恶劣天气条件，确保设备安全运行。校正系统采用自动标定技术，使安装过程中的精度要求降低，而后使用校正软件和数码相机来实现自动校准。这种自

动校准技术大幅提高了校正过程的效率，避免了大量的人工干预。

塔式太阳能热发电系统的软件可以分为多个类别，包括高精度校正系统软件、监控系统软件、云检测软件、仿真培训软件和运营优化平台软件。这些软件的功能包括镜场管理、能量管理、气象监控与预测、操作培训、运行优化和性能分析。当前的系统在精度方面已经实现了1.65mrad，满足了面积达到300万平方米的镜场需求。每天可以校准5000台的定日镜，其对定日镜利用率的影响在1%以内。

图7展示了监控软件不同的镜子状态。吸热器在光热发电中扮演着核心角色，它需要在高温、高热应力和温度迅速变化的情况下确保安全，并提高吸热器的吸热效率，减少能量和光线的浪费。目前存在大约15%的能量和光线浪费，主要是由多雨的天气引起的。每天太阳落山时，可能会发生各种意外情况，最常见的情况

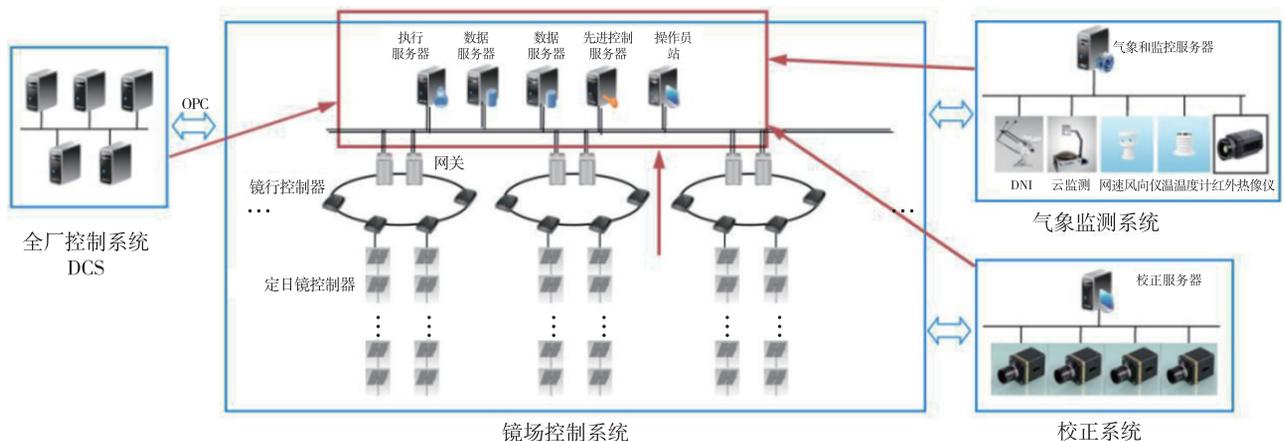


图6 塔式光热电站系统架构

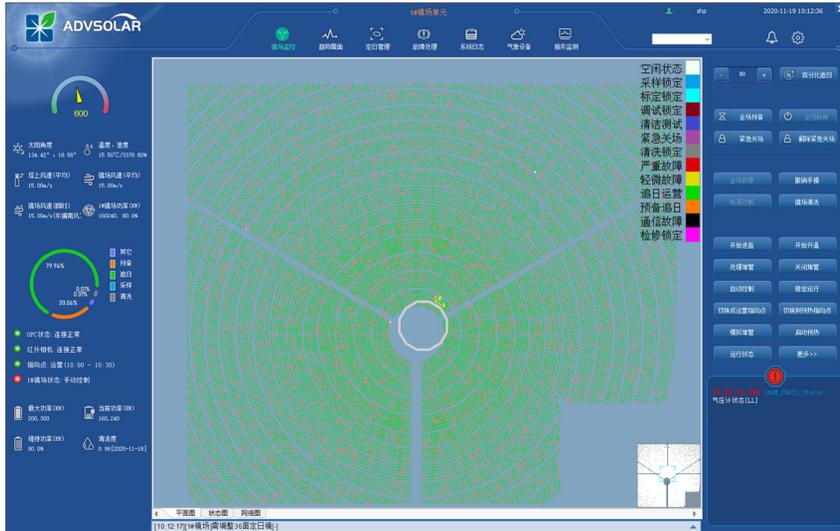


图7 监控系统软件

是管道堵塞，因为目前的管道相对较细，大约只有2厘米不到，太阳落山时能量密度较低，熔盐的粘度较大，而温度较低，这使得一小部分盐可能会进入吸热管道内，在第二天的预热过程中会导致堵塞。监控软件可以自动识别管道堵塞的位置，然后自动地进行化盐的处理，逐渐提高能量效率，减少对发电量的影响。

云预测系统在多云天气下提高发电量方面发挥着非常重要的作用，没有云预测系统，即使使用出色的软件也无济于事。此外，还有仿真培训系统，用于培训操作员。运营优化平台软件包括运营分析功能、设备诊断功能和操作考核功能。操作员的运行水平与发电量之间存在着很大的关联，因此需要一种有效的考核软件来评估他们每天的运行表现，三种软件的可视化界面如图8所示。

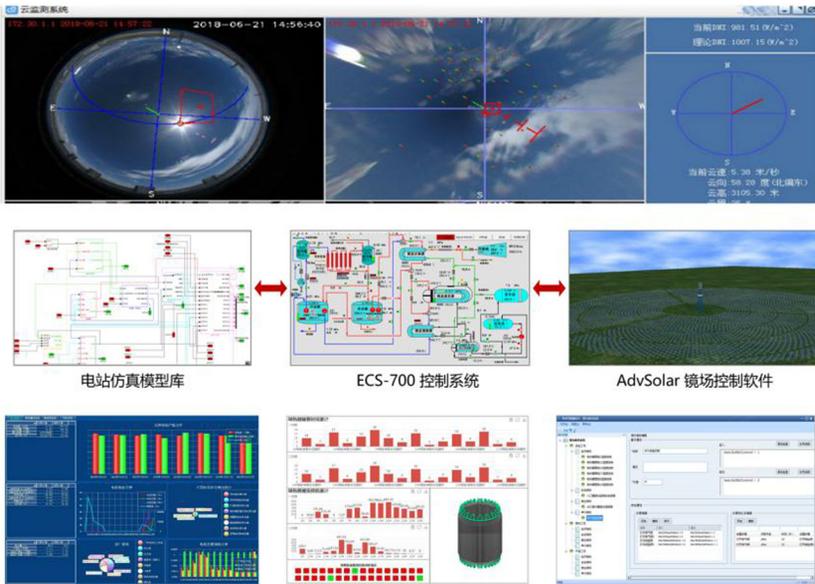


图8 云预测、仿真、运营软件

四、应用情况介绍

图9展示了中国首批光热发电



图9 青海中控德令哈50MW项目现场

德令哈50MW项目现场

定日镜 2.71万 台
I/Os 16万 点
流行控制器 300 个

德令哈50MW项目现场

电示范项目——青海中控德令哈50MW项目，这个项目于2016年启动，2018年按计划成功并网发电。到目前为止，它是全球新一代光热发电技术路线中的第一个，也是唯一一个达到了设计要求的项目。在2020年2月新冠疫情最严重时，它连续13天不停机发电，表现出其在应对挑战方面的卓越能力。

相对于光伏技术，虽然可胜技术在光热发电领域发展较晚，存在一些技术尚不成熟的问题，但目前已成为全球唯一一家业绩超过1GW的第二代光热发电技术提供商，总装机容量已经达到1.26GW。此外，中标率也非常可观，上半年超过70%，年均达到60%左右，如图10所示，这显示了光热发电在市场的受欢迎程度。

光热发电技术对于建设高比例的可再生能源电力系统、确保电网的安全和稳定运行具有重要意义，而塔式太阳能发电技术凭借其效率和良好的经济性被认为是最有前景的光热发电技术。在这一领域中，控制系统扮演着核心角色，可胜技术研发的新一代光热发电控制软件系统已成功应用于多个项目，能够实现大规模定日镜场的集群控制，确保电站的稳定运行，同时提高电站的发电效率。这一系统为构建新型电力系统和实现“双碳”目标提

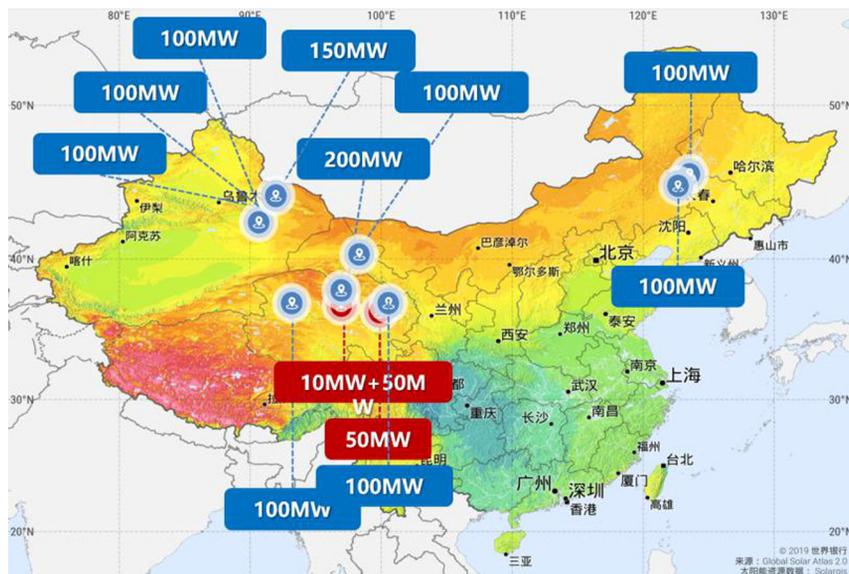


图10 项目业绩

供了关键支持，有望推动清洁能源的发展和碳减排目标的实现。○

* 本文根据作者在2023国家工业软件大会上所作报告速记整理而成

报告人简介



金建祥，现任浙江大学控制学院教授（研究员）、博导，中控科技集团董事长、可胜技术董事长兼首席科学家、高最研究院董事长兼院长。三十多年来，金建祥主要研究自动化和新能源领域前沿科技与产业

化应用，聚焦工业自动化、智能化仪器仪表、现场总线技术、太阳能热发电以及熔盐储能技术等领域，承担并出色完成了多项国家“九五”、“十五”重点科技攻关项目、国家“863”计划重点课题等；其主持研发的高速现场总线EPA技术规范成为国际电工委员会（IEC）的国际标准，其也是IEC塔式镜场控制系统国际标准项目召集人。获得奖项：国家技术发明二等奖1次、国家科技进步二等奖2次、省级技术发明一等奖1次、省级科技进步一等奖4次、中国石化联合会科技进步一等奖1次。

和利时 HiaPlant 智能化平台赋能流程行业数字化转型

文 / 和利时科技集团有限公司中央研究院 黄劲松

导读：2023年10月28日，由中国自动化学会主办的2023国家工业软件大会在浙江湖州盛大开幕。大会以“工业软件·智造未来”为主题，汇聚了25位国内外院士，1500余位代表，共同探讨工业软件领域前沿理论和技术创新应用问题，共同谋划我国工业软件未来发展之道。

和利时科技集团有限公司中央研究院副院长黄劲松受邀在2023国家工业软件大会中作题为“和利时 HiaPlant 智能化平台赋能流程行业数字化转型”的专题报告。报告介绍了和利时作为全球智能化系统解决方案主力供应商，30年来不断突破壁垒，创新发展，完成了国内多个首台套。最新 OCS 工业光总线控制系统，通过两大核心技术，软件定义 I/O 技术和工业光总线技术，打造新一代过程控制系统，并且在石油天然气、石油化工、煤化工、精细化工、制药、多晶硅等行业拥有数百个应用案例。和利时数智化转型解决方案覆盖现场传感及执行层、过程操作及控制层、生产管理及运营层，基于 HiaPlant 平台的一体化解决方案，以数字化转型为核心，持续更新迭代，推出一批先进易用的工业软件产品及方案，广泛应用于电力、化工、炼化、石油天然气、冶金、建材、造纸、食药、新能源等行业，赋能企业信息化转型，帮助企业降本增效，提升企业核心竞争力。

和利时集团创建于1993年，目前，集团专注于多个核心领域，包括工业智能化（流程制造业及离散制造业）、交通智能化（高铁、城铁及地铁）以及食药智能化三大板块。在流程制造业领域，集团积极参与多个超大型炼化项目的建设，为中国石化天津南港120万吨/年乙烯及下游高端新材料产业集群项目提供先进的控制系统及工业软件。此外，在离散制造业方面，提供高效的可编程逻辑控制（PLC）系统。在交通智

能化领域，和利时集团致力于高铁和城铁的发展。在食药智能化领域，和利时的食药数字化工厂解决方案帮助食药客户实现了从生产、检验、到包装等全过程的智能控制，并使传统中药房的抓药过程更加智能化。在国家高端制造业中，核电和高铁被视为两个重要代表领域，而和利时集团的控制系统在核电领域市场和高铁的车载控制系统市场占有率均超过50%。

一、智能管控一体化整体框架

和利时集团在控制系统领域拥有先驱地位，自1993年成立以来，率先在国内推出了多个关键控制系统，包括国内首套DCS系统、符合SIL3安全完整性等级的SIS系统、大型PLC系统、SCADA系统以及OCS工业光总线控制系统，打破了国外垄断，实现了国内控制系统的自主可控和安全可信。

为适应整个行业数字化转型

需求, 和利时集团提供了全面的解决方案, 涵盖从现场仪表的传感及执行、操作、控制以及生产管理的各个层面, 提供的产品包括 DCS、SIS、PLC、SCADA、OCS 等多种控制系统。在工业软件方面, 特别是 MES 生产管理软件和操作及控制优化软件, 我们能够提供全套解决方案。丰富的产品谱系构建了和利时 HiaPlant 智能化平台。HiaPlant 平台包含软件框架和一套标准, 我们通过“平台+应用”的方式为每个用户快速构建个性化的产品和解决方案。我们的解决方案覆盖从现场仪表到控制系统再到工业软件三个层面, 主要聚焦于生产控制、操作和管理相关的各类解决方案。

和利时集团在行业用户数字化转型的过程中, 针对用户面临的主要挑战, 推出了 OCS 工业光总线控制系统, 如图 1 所示。该产品有两大特点: 首先, 采用软件定义 I/O 技术实现数字布线, 避免了传统 DCS 系统中因 I/O 卡件专用化而带来的施工成本和低效率问题; 其次, 利用工业光总线技术实现一光通达, 即从现场到机柜间全程光纤传输, 在成本优势下提供了高带宽、传输效率更优且抗干扰性强的解决方案。OCS 的推出旨在帮助用户降低获取和传输现场数据的成本, 同时降低工程设计的复杂性。

引入 OCS 后, DCS 系统发

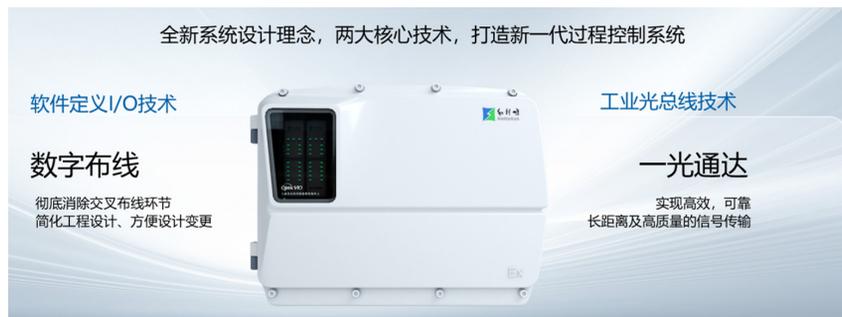


图1 OCS工业光总线控制系统

生了一些变革, 如图 2 所示。在系统结构方面, 传统 DCS 在机柜间的大量机柜已经不复存在, 传统的信号传输过程中采用的电通讯方式完全转变成了光通讯方式。生产现场的数据在现场直接经过 iDTU 转化为数字信号, 通过工业光总线传输给控制系统或上层软件。这种结构变化为用户带来了工程设计复杂度的大幅降低和仪控系统成本的下降。OCS 产品的控制器底板下直接连接着光口, 来自于现场 iDTU 的光纤可以直接插入, 这即所谓的“一光通达”。相较于过去从现场仪表到控制器之间存在现场接线箱和中间机柜

等多个环节, 这种简化结构实现了高效的数据传输。

在 OCS 中, 将 iDTU 智能数据传输单元安装于现场, 因此面临着对于工业现场恶劣环境的适应性挑战。首要考虑的是工作温度的范围, 我们的设计范围涵盖从零下 40 度到正 70 度, 同时还需要考虑在腐蚀性气体和可燃气体环境下如何正常工作, 并确保通过防爆认证。此外, 湿度、结露以及抗震等因素也需要特殊关注, 以确保 OCS 在恶劣环境下能够稳定可靠地运行。

实际项目实践中, 用户也在进行成本分析。通常情况下, 采

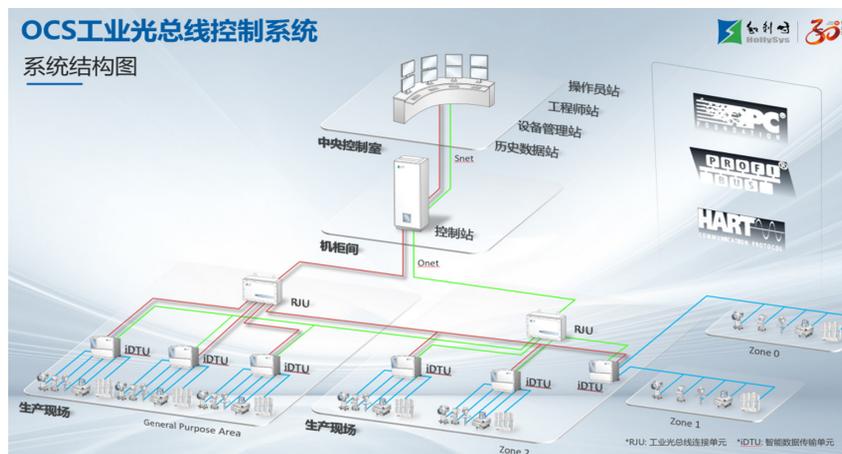


图2 系统结构图

用 OCS 与光纤相比于传统的 DCS 与电缆, 仪控系统投资成本至少能节省 30%, 机柜间面积则减少了 90%。原先需要大量机柜的项目现在只需要很少数量的机柜(控制器柜和电源柜)。而项目周期至少缩短了 50%。截止目前, 我们已经成功实施了超过 500 个项目, 涵盖了中石油、中石化和中海油等“三大油”企业, 以及地方性大型流程行业企业。

在获取数据后, 重要的是如何有效地利用数据, 包括提升控制系统的平稳性和操作的有效性。虽然涉及到多种技术手段如 PID

自整定、控制器性能诊断、报警管理和 MPA 等, 但以往每种手段都是独立的软件系统。为此, 我们推出了 HiaPlant 智能化平台, 提供统一的软件架构、图形组态工具以及算法和逻辑组态工具, 如图 3 所示。这样一来, 用户在集成多种应用时, 系统呈现给用户的将是一个完整的系统, 具备统一的界面风格和操作维护模式。在此平台上, 我们提供基于分布式的基础服务, 包括数据和通信服务。此外, 该平台支持不仅符合 IC6131-3 标准的算法, 也支持一些高级语言如 C 语言的算法,

用户可以将其工业知识和算法轻松融入到系统中。

在项目实践中, 我们专注于为操作人员提供一种与传统界面不同的操作界面。除了显示当前和历史数据外, 新型操作界面还提供诊断性数据。因此, 现代操作界面被视为一种操作态势的感知界面, 不仅展示当前和过去的状态, 还具备预见未来可能发生情况的能力, 如图 4 所示。在提高操作效率方面, 报警管理被认为是一项极为有效的方法。通过合理设置报警条件, 确保只有在现场出现问题时才会触发报警,



图 3 智能控制平台核心特点



图 4 生产驾驶舱

而在正常情况下不会产生虚假报警。这种方法有助于评估整个系统操作人员的工作水平。

企业中大多数回路采用PID控制。尽管企业声称自身具备良好的自控率，但并非所有的自控系统都能达到最优的控制品质。观察PID的响应曲线可发现，有些表现出色，但也存在波动大、滞后严重的情况。因此，我们提供PID回路诊断服务，在线评估PID回路的品质。若回路正常，则无需干预；若存在问题，我们将提供PID自整定软件，协助调整最佳的PID参数。对于那些强滞后、多耦合的系统无法采用PID方式控制的情况，推荐多变量预估控制方案。该方案能有效实现过程控制的稳定性，提升操作的高效性，有助于进一步提高企业的效率。

为提升操作人员的操作效率，另一个极佳方法是采用OTS (Operator Training System)，即操作员在线仿真系统，如图5所示。其核心在于利用一个动态的工厂仿真模型，因为很多事故情况无法在真实工厂进行实操。OTS系统允许训练操作人员应对各种工况及事故环境下的操作方式。此外，由于该系统具备实时仿真模型，因此可以用于验证控制算法和装置改造策略。

HiaPlant平台旨在提供基础的数据服务以及算法编排工具，同时希望将行业专业知识与软件平台

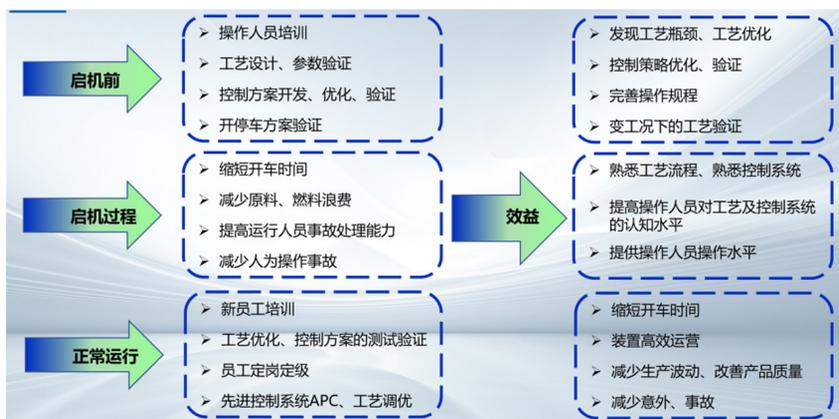


图5 和利时智慧管理平台

区分开来。对于专家来说，专注于工艺流程和行业知识，借助平台，能够优秀地将行业专业知识与控制及自动化系统完美融合。

在这种架构下，计算资源、存储资源和网络资源会被分配给各自的用途。这意味着工程师和专家只需专注于工艺过程和算法。数据通讯过程采用数据模型化方法，而不是传统的单一数据传输。例如，一个现场变速器传输的数据模型包含其过程变量和诊断信息。此外，我们提供低代码或零代码的开发方式，使算法工程师能够将工业知识融入到平台中。

对于企业的领导者和管理者来说，首要任务可能是实现数据的可视化。在可视化的背后，数据不仅来自一些原始数据，还可能涉及到软测量，即一些数据源自算法。有些数据是无法直接通过常规手段测量获得的，但对于管理者而言，这些数据可能是关键的KPI指标之一。通过这种方式，管理

者可以更好地了解企业的运行情况，无论身处工厂的何处，都能随时获取相关信息，如图6所示。

从生产计划、调度、操作及控制，贯穿整个生产过程的数据记录、成本核算，以及绩效评估和回溯，构成了生产管理的自动化和智能化。在生产工艺管理中，操作必须符合规范要求。此外，日常操作人员的巡检、交接班、事故处理等操作管理也至关重要。为提高生产过程中的平稳性和开停工的效率，过去可能采用纸质或人工操作方式，而现在则更倾向于通过系统化的方式管理这些过程。

供应链管理涵盖了从原料到生产再到最终产品的全过程，还包括质量控制，需要在线获取化验室数据，因为很多操作的调整是基于质量指标进行的，如图7所示。

在能源管理方面，许多用户可能面临一些挑战，尤其是工业领域。很多情况下，现场的仪表



图6 智慧大屏



图7 生产协同管理-物料管理

设备可能相对陈旧落后。在进行能源管理时，发现需要大量投资来改造现有的仪表系统。最初阶段，能够实现能源可视化，即通过查看现场的能耗数据，进行横向和纵向的比较。通过比较分析，找出存在的缺点和需要改善的地方。然而，真正的能源优化需要建立在能源可视化基础之上。所谓的能源优化是在保证整个生产运行的同时，尽可能降低能耗，比如水和蒸汽的消耗。特别是蒸汽的使用具有一定特殊性，因为蒸汽一旦产生就无法储存，只能排放出去。许多生产装置不仅使用蒸汽，同时也是蒸汽的生产者。通过优化能源网络，调度整个能

源的使用，实现在保持生产进行的同时，达到最低能耗的目标。

在设备管理方面，许多生产事故通常源于设备问题。传统的设备维护方式通常是被动的和周期性的。相比较于操作工在中控室进行的主要操作，现场巡检的辅助操作也可以实现智能化和自动化。通过巡检设备，收集的数据可以汇总到系统中，这使得包括纸质数据和碎片化数据在内的信息都能够被系统分析和利用。

当涉及到可视化方面，人们对于信息展示的要求可能不仅仅局限于二维的形式，也期望能够得到更直观的三维展示。在数字化交付方面，我们提供工厂装

置模型，这些模型与实时数据动态连接，为用户提供了一个出色的现场界面，如图8所示。这种结合将实际视频信号和绘制的流程图有机地融合在一起，主要目的是为用户提供更加优质的界面体验。

对于数据访问，不仅可以在中控室获取，而且在整个工厂范围内、甚至是任何地方只要有互联网连接，只要与外界有联系，就可以获取数据。这满足了用户的需求，即使在任何时间和地点，都能获取相关的数据。

当着手建设智能化工厂时，安全问题成为了我们极为关注的一个方面。在过去，工厂安全主



图8 三维可视化

要关注本质安全，确保现场仪表防爆，采用 SIS 系统满足功能安全的要求，还要关注人员安全。然而，如今信息安全和供应链安全也开始受到重视，这是以前可能没有如此关注的领域。随着系统的日益开放，人们对信息安全的关注逐渐提高。为了确保供应链安全，我们在 DCS 系统方面已经实现了 100% 的国产化，现在电力行业、石油天然气行业，以及其他一些特殊行业，如船用蒸汽轮机控制系统、船用燃机控制系统，都采用了完全自主可控的系统，以确保企业运营的供应

链安全。此外，在安全可信方面，我们还提供基于内生安全的解决方案，包括 DCS 和 PLC。传统的信息安全是一种外挂式、被动式的防御，而现在具备了主动防御的能力。

二、智能工厂案例介绍

利时集团的典型客户群涵盖了炼化行业的中石油、中石化，化工行业的中化集团、东岳集团，电力行业的国家能源集团、国家电投等，以及食品医药行业和冶金建材行业，如图 9 所示。和利时将持续致力于为客户提供智能工厂的整体



图9 和利时智能工厂典型用户

解决方案，为行业用户的数字化转型贡献自己的力量。○

* 本文根据作者在 2023 国家工业软件大会上所作报告速记整理而成

报告人简介



黄劲松，和利时科技集团有限公司中央研究院副院长兼杭和公司副总裁，流程工业自动化领域 30 年从业经验，超过 15 年大型跨国公司工作经验，熟悉自动化控制系统及整体解决方案在石油天然气、炼油、石化、化工、LNG 供应链及长输管道等行业的应用，参与了国内数个大型炼化项目（1000 万吨 / 年炼油及 100 万吨 / 年乙烯）全厂自动化控制系统的的设计与工程实施，作为产品经理，参与了国内首套 SIL3 级安全仪表系统（SIS）的产品规划及开发，并参与了两项功能安全国家标准的编写。

基于模型的系统工程软件研发与应用

文 / 杭州华望系统科技有限公司 刘玉生

导读：2023年10月28日，由中国自动化学会主办的2023国家工业软件大会在浙江湖州盛大开幕。大会以“工业软件·智造未来”为主题，汇聚了25位国内外院士，1500余位代表，共同探讨工业软件领域前沿理论和技术创新应用问题，共同谋划我国工业软件未来发展之道。

刘玉生教授受邀在2023国家工业软件大会中作题为“基于模型的系统工程软件研发与应用”的专题报告。报告从分析基于模型的系统工程（Model-based Systems Engineering, MBSE）的本质内涵入手，简要介绍了国产MBSE软件工具M-Design研发的关键技术、主要创新及主要特色功能等，并结合案例介绍其可展性与应用。

20世纪40年代，随着美国曼哈顿原子弹项目和阿波罗登月计划的兴起，系统的概念首次提出并得到广泛应用。然而，随着复杂产品数量的增加和研制周期的缩短，带来了一系列挑战。这些挑战包括多部门和多学科间的合作，以及系统之间接口的不一致和不明确性，同时还有大量文档的管理和支持。这些问题需要系统工程师和相关领域的专家共同努力，通过制定统一的标准和方法，促进跨部门、跨学科之间的协作与沟通，以确保复杂装备的研制过程能够更加高效、有序地进行，从而应对不断增长的挑战并确保项目的顺利完成。

一、MBSE 基本内涵

传统系统工程所面临的主要问题集中在需求分析阶段，其中引入的错误可能会导致巨大的时间和成本浪费。为解决这一问题，必须调整设计模式和范式。这意味着需要重新审视系统工程方法，并投入更多资源以确保需求的清晰、准确和完整性。同时，在设计阶段需要增强审查和验证，尽量减少后续修改和迭代所需的时间和成本。

传统设计时，微模型右侧的信息比左侧丰富，我们通常注重验证过程，却忽略了对设计过程的关注。为改变这一现状，需在设计早期及需求分析初期加强验证和闭环建立。源自1987年数

学家的思想，国际系统工程学会于2007年提出了基于模型的系统工程，但当时技术和建模语言限制了其应用。早期软件简单，无操作系统或高级语言，但随后出现了危机，代码量超过百万行的软件可能比百万零件机械系统更为复杂。2002年软件工程出现后，模型的系统工程得到了发展。

MBSE即基于模型的系统工程，是系统全生命周期管理的一种方法。它将整个系统作为研究对象，涵盖了机械、控制、电子等各个系统领域。在MBSE中，重点放在解决传统基于文档的系统工程问题上，将大量文档工作转化为模型，更好地管理系统的整个生命周期。另一方面，系统

仿真作为验证的重要手段已经应用了50年。尽管在设计阶段可能不完全依赖模型，但缺少设计模型无法有效的仿真验证过程形成闭环。

MBSE 的深度体现在多个方面，如图 1 所示。首先是建模工作，不仅包括基础建模，即语言的本质和核心特性，更为关键的是语言应具备良好的扩展机制。其次，基于模型的智能驱动有助于避免单纯陷入建模过程。这需要采用智能方法来实现自动化设计和建模。概念设计在整个系统中是影响后续成本的关键部分，因此需要与系统的下游、相关体系以及其他工作流程进行集成，避免信息孤岛的形成。这种集成工作涉及系统优化、系统仿真、产品保证以及专业详细设计等多个方面。

国外在基于模型的系统工程 (MBSE) 的发展历程上与 2018 年左右的思路基本类似，如图 2 所示。首先，2001 年到 2010 年从传统系统工程向基于模型的系统工程迈出这一巨大的飞跃，初期工作主要集中在文档向模型的转化上，随后的 10 年则专注于行业定制化的发展阶段，致力于为不同行业定制化建模语言和工具。近年来，特别是在 2020 年左右，美国提出 AI4SE (人工智能与系统工程)，目的是用系统工程思维解决人工智能可解释性问题。然

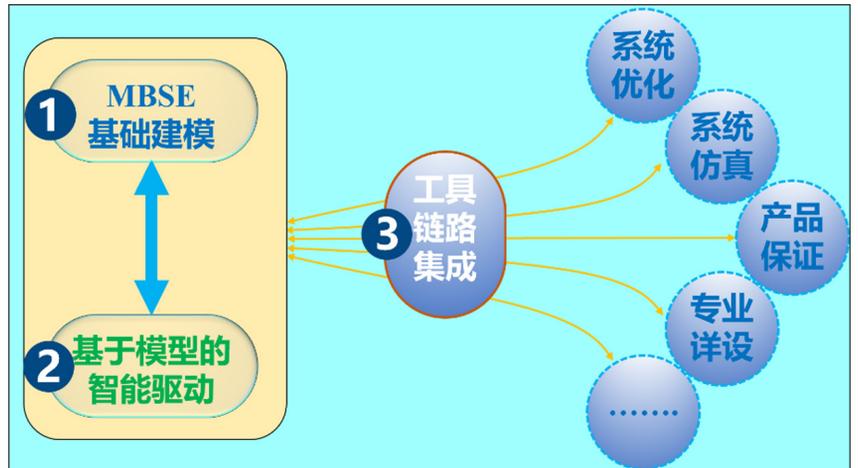


图 1 MBSE 的深度

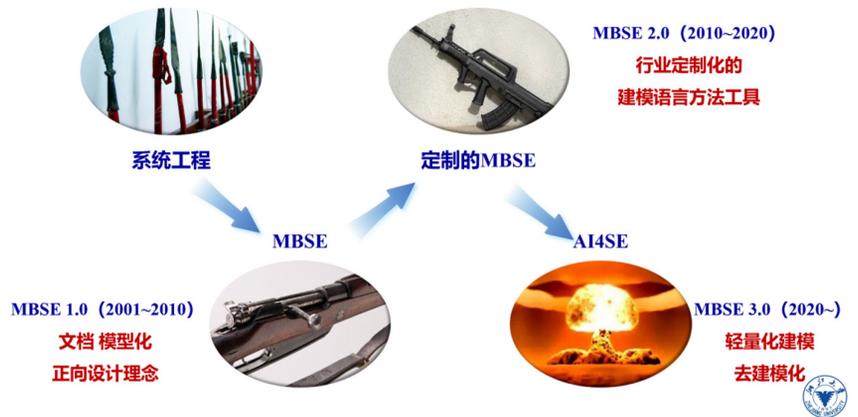


图 2 MBSE 国外发展过程

而，由于疫情的影响，2021 年未能召开相关会议，直到 2022 年才有美国人参与，已经展开了大量相关工作。最终目标是实现建模化，但文档编写和建模都是具有挑战性的任务。从需求提出开始，若能快速生成功能模型和逻辑架构模型将会很愉悦，但需要庞大的知识库、模型库甚至包括推理引擎等支持，因此在这方面也进行了大量研究和工作。

综上所述，系统工程领域的发展历程可以概括为三个时代。

第一个时代是本世纪初的 1.0 时代，专注于思想和理念的构建。第二个是 2.0 时代，主要集中于行业定制化，着重于建立各个行业的专用建模语言、方法和工具。而第三个时代于 2020 年开始，其目标在于减轻建模人员的压力。2.0 时代面向行业的定制化趋势在国内近 3 至 5 年也得到了广泛认可。第一个阶段已经基本成熟，接下来的工作重点将放在行业的定制化和如何基于 AI 更高效智能地建模。

二、华望 MBSE 软件系列工具

华望 MBSE 软件包含一系列的相关工具，可总结为“1411”。其中，第一个“1”是表示华望 MBSE 软件系列工具拥有一个编译和解释标准系统建模语言 SysML 的语言内核 M-Core。此内核经国防科工局指定单位测评，其代码自主可控率为 100%。第二个数字“4”表示华望研发了四款完全自主可控的软件工具即，核心的系统建模与逻辑仿真工具 M-Design、体系建模与逻辑仿真工具 M-Arch、基于模型的需求管理工具 M-Require 和数字孪生工具 M-DT。第三个数字“1”表示基于模型的全生命周期管理工具。第四个“1”表示以 MBSE 为核心，华望建立的一个生态工具链，包括一系列的工具有与 CSM/Rhapsody 的模型互通、与 DOORS 的模型互通、与 Modelica 工具的集成、与 TC/Windchill 集成、与 3DE、CAD 工具集成、与 Matlab/Simulink、GCAir、STK/ATK 的集成等，最终目标是实现整个软件生态系统的全面打通。

在软件工程领域，MOF 的四层定义元模型架构被广泛应用，其内核包括了八个部分。通过进行严格

测试，整个内核展现出 100% 的自主可控性，如图 4 所示。在 1.0 和 2.0 版本阶段，我们曾部分采用开源技术，但在最后阶段则完全放弃了这些开源技术。面临的困难主要集中在语言语义解析和保障一致性方面。首先，在语义的准确性和可扩展性方面，重点不仅在于组件集成，还需关注模型本身的正确性。其次，涉及到语义表征和图形绘制，语言仅能定义模型，但图形绘制尚未得到完整定义，如何快速传递信息成为一个需投入大量工作的问题。第三，确保一致性也是一个挑战，特别是由于 Web 技术能力的局限，需要进行大量工作以确保数据一致性。最后，当模型变得复杂时，快速进行存储和恢复也是一个巨大的挑战。

在实现与外部的无缝连接方面，我们正在努力实现国产替代方案。即便已经使用了国外软件，我们也希望能够平稳、无差异地迁移模型，与上下游产业实现集成，并与竞争对手打通，以便能够无缝集成。同时，我们也在努力与各种体系进行集成。例如与 Modelica、体系结合，并在时间允许的情况下与三维可视化进行合作。

在软件应用方面，我们的团队参与了 Chang E7 号、8 号和 TianWen3 号、4 号项目。有个案例专门采用了专属的建模语言和图表。如果不定制化，建模过程将会十分繁杂。但一旦完成了定制，并明确定义了相关内容，甚至已经确认值，整个过程就会变得非常快捷。在软件工程领域有成熟的方法，将这些方法移植到系统工程中。拥有这些内容后，可以根据核能行业的需求使用熟悉的语言进行工作。在后续的功能、架构方面，可以建立各种知识库，以便快速构建模型，最终按照方法论的流程将整个方法论集成到软件中。另外，不同软件无法满足所有需求，可以针对性地定制其他工具。例如，在进行复杂装备的需求迭代时，难以全面考虑信息传递和受影响的人员。但有了这套模型后，信息同步和更新可自动完成。最后的更改需由设计人员决定，并生成报告。



图3 杭州华望 MBSE 产品体系

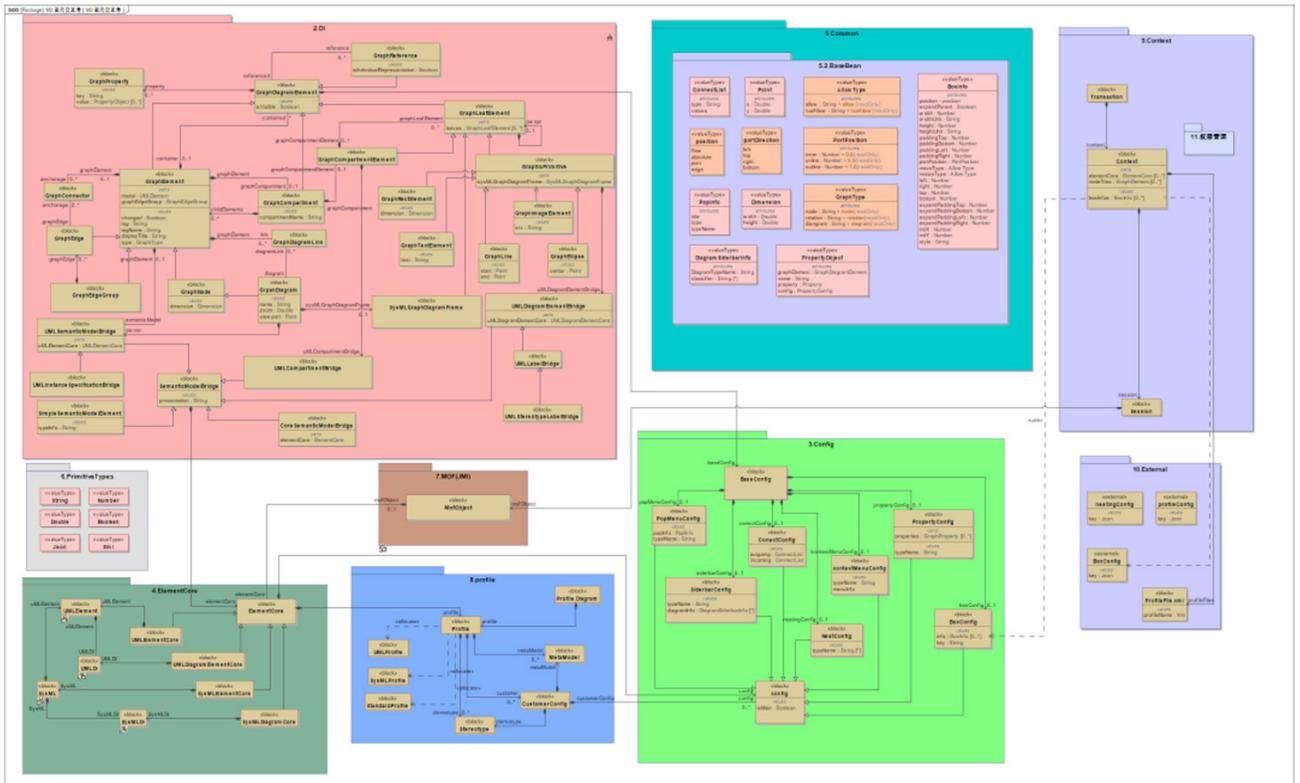


图 4 完全自主研发的 SysML 语言引擎

三、未来发展趋势与总结

国内在 MBSE 系统工程领域已完成了 1.0 阶段，并正迅速迈向 2.0 和 3.0。未来的发展也将密切关联人工智能，将智能、自动化算法应用于此领域。整个过程的概貌如上所述。MBSE 系统工程的发展在国内备受重视，这是历史发展的必然趋势。在工具方面，已经显示出国外限制较多，特别是我们使用的版本已经经历了大量简化。因此，工具的自主可控性是确保长期稳定的重要因素。○

* 本文根据作者在 2023 国家工业软件大会上所作报告速记整理而成

报告人简介



刘玉生教授是浙江大学 CAD&CG 全国重点实验室博士生导师、浙江大学南昌研究院院长、国家科技部重点研发计划项目首席科学家、杭州华望系统科技有限公司创始人兼董

事长，美国机械工程师学会会刊 JCISE 副主编，中核集团与载人航天工程 MBSE 专家。其领导的 MBSE 团队是国内唯一进入全球 TOP 10 的团队。

主持研发了国际首款、完全自主可控的 B/C/ 云服务的 MBSE 平台 M-Design，荣获 2019 年全国第五届“互联网+”竞赛金奖。在载人航天工程、探月工程及十大军工企业和华为等大型民企进行大量的 MBSE 软件应用、咨询、培训与实施服务工作，实现了若干重大型号研制中实现国产替代。

工业软件 MOM 的破局之路浅见

文 / 上海科致电气自动化股份有限公司 钟瑾

导读：2023 年 10 月 28 日，由中国自动化学会主办的 2023 国家工业软件大会在浙江湖州盛大开幕。大会以“工业软件·智造未来”为主题，汇聚了 25 位国内外院士，1500 余位代表，共同探讨工业软件领域前沿理论和技术创新应用问题，共同谋划我国工业软件未来发展之道。

上海科致电气自动化股份有限公司钟瑾总经理受邀在 2023 国家工业软件大会中作题为“工业软件 MOM 的破局之路浅见”的专题报告。工业软件 MOM 遇到商品化难、模型复杂、见效慢、效益差的困境，全球 MOM 的市场规模不到 ERP 的 10%，但是 MOM 又是生产必需品。MOM 的困境显而易见，如何破局，如何让 MOM 成为真正推动生产的利器。产品商品化的要素为市场需求、成本、质量，MOM 能解决成本和质量，工艺化、模块化、质量要素点是今后 MOM 的破局利器

上海科致电气自动化股份有限公司于 2004 年成立，总部位于上海闵行漕河泾高科技园区，作为上海电气的子公司，致力于装备制造领域。公司客户主要集中在汽车和化工行业，涵盖了约 10% 的行业领先客户。值得一提的是，2023 年科致荣获国家专精特新小巨人的称号，同时在 2018 年至 2021 年连续四年获得上海经信委推举的工业软件转型服务商资格。公司早期获得了高新技术企业地位和 CMR 认证，数字孪云产品获得国家级成果认定。主要产品系列涵盖数字孪云、铂舜和皓禹，应用于制造业执行运营、供应链管理和售后服务系统。

一、工业软件 MOM 现状和未来讨论

MOM（制造运营管理）并非新概念，自 1970 年计算机发展以来，直到 2016 年 MES（制造执行系统）升级为 MOM 之后，随着大力推广，人们开始更加熟悉 MOM，它已成为工厂不可或缺

核心要素，如图 1 所示。当前工业软件行业每年增长约为 15%，而截至 2023 年，MOM 市场规模已达到 384 亿，这对于中国企业而言是一个相当庞大的市场。同时，在过去的五年里，大多数企业逐渐熟悉了 MOM。因为 MOM 解决了生产透明化和质量问题，所以其极好地满足了制造商的双重需求。



图 1 MOM 应用领域

近年来，MES 和 MOM 领域涌现出许多企业，它们共同面临一个问题：盈利困难、规模较小。不论是西门子还是中国的企业，在 MOM 软件产品领域没有一家独大。以西门子为例，其在全球工业软件市场中 MOM 的占比仅为 0.1%。然而，整个 MOM 市场非常庞大，年市值达到 384 亿，规模并不小。

软件产品必须向工具化方向发展，摆脱定制化的困境，才能实现规模扩大。如果仍然局限于定制化软件，软件产品难以扩大规模。MOM 与 ERP 有所不同，因为每家企业都有各自的特点和需求。MOM 是一个行业兴起的趋势，要使 MOM 突破困局、成为标准化的商品，关键在于如何量化、工具化，并使其行业化，真正地满足客户不同的需求并带来改变。

金蝶作为财务软件在当今社会广泛应用，因为它解决了财务和客户问题。对于 MOM 来说，是否能够解决客户的痛点是一个关键问题。海外一些厂商开始采取一些策略，推出了行业包，将软件轻量化、标准化。这是因为当前社会普遍存在一个问题，无论是客户、供应商还是员工，都对软件的需求要求是能够快速修改、迅速满足需求，同时不影响生产。这对 MOM 原有体系提出了重大挑战和改变。当然，随着信息技术行业的飞速发展，国家

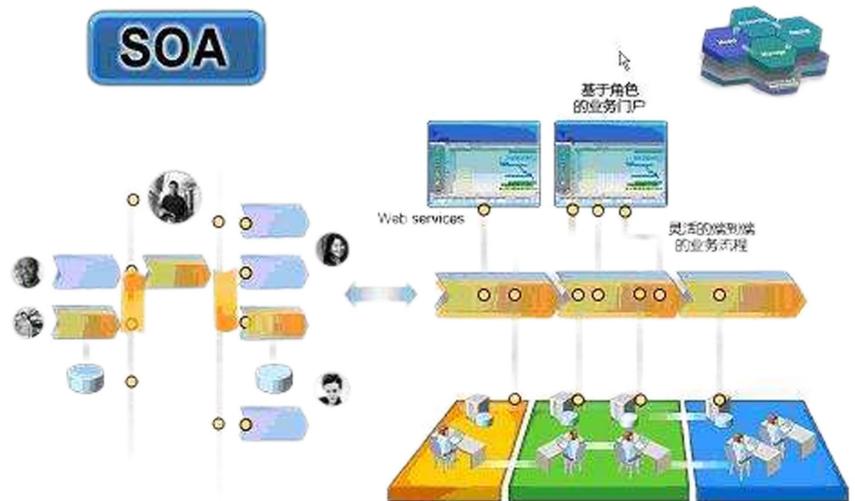


图2 SOA 服务

对工业软件的支持也在不断增强，工业软件的市场规模在不断扩大。

传统的 MES 和 MOM 采用面向服务的 SOA 架构，如图 2 所示，尽管这种架构稳定，却带来了交付周期长和定制化复杂等问题。通常情况下，采用 SOA 的项目无论是定制化还是交付时间都较长，八个月或一年是常见情况。当 MOM 项目规模超过一千万时，即便是仅涉及授权服务而不包含硬件成本，交付时间也可能延长至一年半或两年，这表明沿用 SOA 架构存在底层架构问题。科致自 2004 年开始采用 SOA 架构开发 MOM，但在 2015 年进行了架构重构变成微服务架构。

二、科致数智云工业软件 MOM 破局之道

借助灵活解耦的微服务集群，即快速响应和快速修改，我们在数字孪生 MOM 的首要步骤是对

架构进行重构。重构架构的首要步骤将原先的面向服务的 SOA 架构转变为微服务架构。前几年阿里推出了数据中台的概念，这在某种程度上是有道理的。但对于我们而言，MOM 是各种软件集成的核心，特别是对于生产环节。因此，我们建立了一个数据平台，将来自各个接口、不同厂家和系统的数据整合到一个数据库中，实现了数据共享，如图 3 所示。这样做使得微服务的各个插件底层无需重构。事实上，MOM、供应链系统和 DPS 都运行在同一架构上，这确保了整个生产、运营和售后的数据至少是一致的。另外，第二个举措是进行了深度学习算法的研究。因为要让软件产生效益，需要降低定制化程度、提高程序和模型的标准化。这样可以在短时间内，在同一行业的同一厂家之间传递工艺要求，并且可以将工作量降低一半。这样

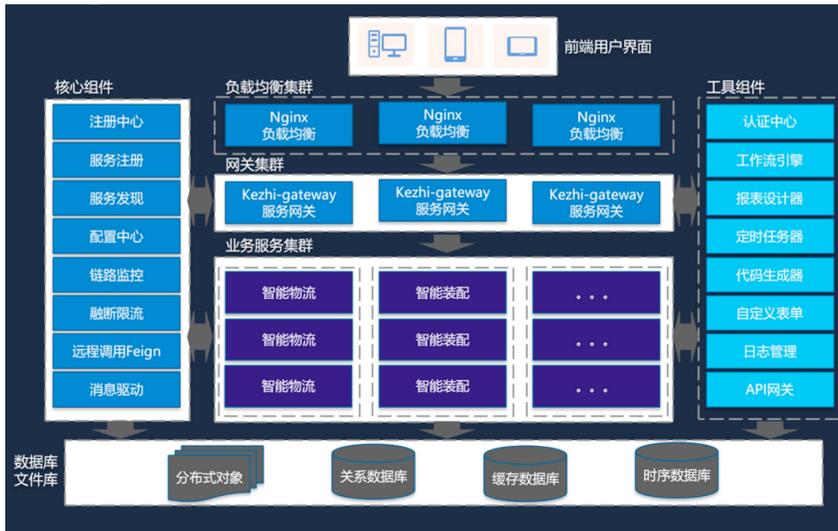


图3 灵活解耦的微服务集群

的软件需要逐步迭代更新，才能真正成为优秀的商品软件。

客户通常会认为，将传统的纸质流程转换为电子化并不能带来实质性改变，然而，对于我们所涉及到的汽车、汽车零部件和重工业等行业，MOM的重要性在于降低生产成本和提升产品质量。不同厂家、不同制造商都有各自特点，在相似的装备和工艺基础上，我们着手改进了装备工艺和压装技术，打破了国外软硬件结合的局面，实现了质量数据和质量曲线的监测和预测。与其他公司相比客户，我们更深刻地理解客户的行业特点，将客户的工艺设备与工艺设备进行结合，为提供MOM解决了他们在质量方面的痛点。

MOM作为一种解决方案，并非通用产品，而具有强烈行业属性。受益于上海电气多元化的品种和品类，目前我们的行业包

主要针对汽车产业。通过与上海电气内部印包集团、输配电集团、环保集团合作，更深入地了解了该行业的需求和特点。因此，科致推出了覆盖输配电、环保等领域的行业包，如图4所示。基于软件的特性和行业的特点，我们提供了相应的行业解决方案，以更贴合客户需求，更有效地解决客户的问题。

经过这样的努力，我们发现自身拥有显著的优势和优点。首先，通过深度学习和质量、产品曲线的测试，我们的软件变得更具竞争力。我们提供的不再是普通的软件，而是专注于解决客户产品痛点的行业解决方案。同时，我们与内部其他企业合作，实现了软硬件的有机结合。因为软件与自动化密不可分，自动化需要软件来实现解决方案的落地。因此，通过软件和自动化的

结合，不仅仅为客户提供软件产品，还解决了质量检测问题。

微服务架构是极为优秀的架构，它能够立即提供整体流程服务，并且具备便捷的迭代更新方式。相比于停机迭代或全面底层重构，微服务架构的修改只需对应部分，这使得更新变得更为简便。对客户而言，软件的发展是一个渐进的过程，每年都需要不断进行迭代更新，持续解决客户面临的问题。这种迭代更新的方式，若能提高工作效率和速度。因此，选择微服务架构主要是其有三大优势：第一，可控性高；第二，能够实际解决问题；第三，能够提高员工的工作效率和降低成本。

MOM工业软件必须具备硬核技术，缺少这方面的技术会让客户不满意。因此，我们从质量出发，为客户提供的质量测试不仅仅包括软件本身的曲线和预测，同时还引入了客户自身的软件测试产品。在MOM的应用中，手动操作员工的质量问题难以进行检测，因此通过6S、5S等管理手段，使用人工智能分析来解决这一痛点。我们不仅推出了延伸产品，还将其整合到MOM的质量模块中，让产品比其他同类产品更具竞争力。

软件开发中常涉及定制开发，我们致力于将商品软件的定制化开发控制在15%至20%之间。同时，提供SDK软件以满足个性



图4 数据湖仓与深度学习算法行业应用

化需求，让客户自行使用第三方软件低代码进行开发。优质软件的迭代更新意味着不断引入新产品和新技术。工业软件也是如此，也需要将当前先进成熟的产品引入自己的产品作为一个模块。

在MOM方面，进一步关注的焦点是数据。以国内领先的汽车集团为例，其汽车零部件——变速箱在上海进行热处理。过去存在一个问题，如图5所示，热处理所需时间最少为4.3天，加工时间为2.5天，而总成装配时间仅为0.13天，锻造时间也很短。然而，在此之前每年需要大约10万人次的质检来确定热处理的质量。因此，每年质检成本高达基本的480万，是一个巨大的浪费。由于是抽检，导致不合格产品的追溯以及数据流程不透明，这增加了零部件相对于主机厂的弱势。在传统的汽车生产中，如果生产100万辆汽车，通常会备货120万个变速箱，这是因为对响应时间有要求，所以需要较高的存货资金。

总的来说，该汽车零部件制造公司面临着热处理效率低

下、高昂的质检成本和数据流程不透明等挑战。然而，他们拥有五条真空产线、大量传感器和海量数据存储，同时在自动化设备普及率高的环境中，员工素质和对数据的理解也相当出色。在这个基础上，公司提出了ABC三个解决方案来优化工艺装架、上

线、清洗、预热、加碳和淬火等流程，如图6所示。利用历史数据进行质量预测，智能排查问题，结合AGB技术实现了无人化工厂。

这家公司在确保质量的前提下，利用其工艺设备、加热、表面处理和化学成分等数据，包括传感器和产线所提供的数据，运用了K-近邻算法、决策树随机森林算法以及支持向量机算法。通过这些算法，他们能够对产品的表面硬度、表层硬度以及内部硬度进行预测。这种预测能够在不进行破坏性实验的前提下，达到



图5 数字化工厂案例

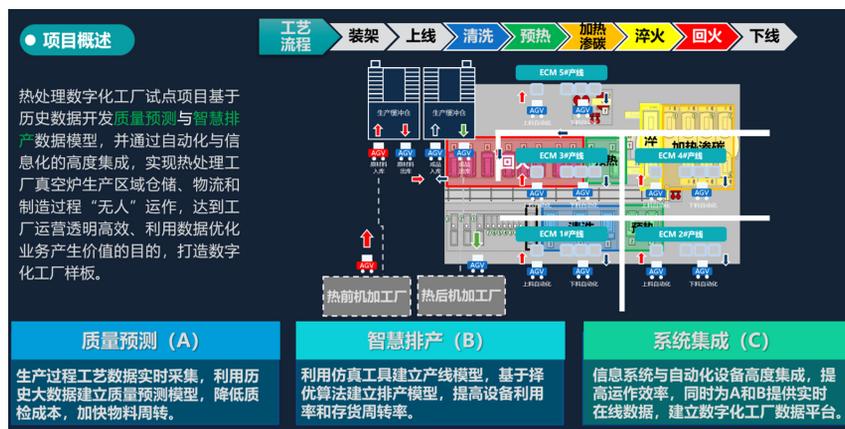


图6 数字化工厂案例

了质量预测的准确率高达百分之九十几。这一举措大幅提高了产品的整体质量水平。以前，从冷却到测试完成需要6小时，而使用他们的模型只需15分钟，这节省了大量的时间和成本。

在工艺方面，尽管原来的烧炉温度有PID控制，但仍然依赖于老师傅的经验，而老师傅即将面临退休问题。为此，可以利用机器学习模块建立了一个专家库。专家库收集了专家的定量分析和经验知识，将这些重要的技巧和经验值量化并保存在专家库中，以实现知识的传承，同时作为质量分析的基础，如图7所示。为了解决线上库存过多、资金压力过大的问题，公司进行了全面

的排产优化。通过排产模型和优化算法，结合人工调整生产顺序，实现了更好地满足实际需求和优化生产的智慧排产。在这个过程中，智慧排产与质量分析、MES系统和WIP调度相结合，使整个系统更加高效，产生了显著的效益。此外，在物流方面，公司广泛采用AGV技术，实现了人力成本的降低和需求的更有效管理。

图8是该案例的实施效果，在空间利用率方面其提高了2.5倍，在质检成本上降低了16%，人员成本下降了26%，设备利用率提高了4.5%。这些成果表明了MOM的重要性与必要性。首先，MOM需要与行业密切结合；其次，它需要拥有强大的核心技术，能够帮助客

户解决行业问题；第三，快速响应也是至关重要的。当前，软件的迭代更新速度越来越快，客户对更新的需求也越来越迫切。市场变化也变得更加迅速，这也是MOM软件面临的挑战之一。○

* 本文根据作者在2023国家工业软件大会上所作报告速记整理而成



图7 专家系统

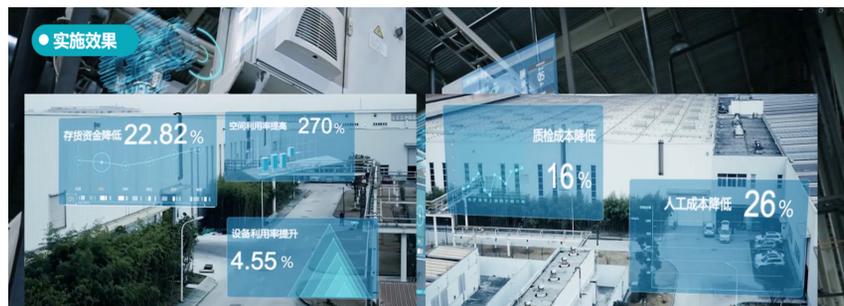


图8 数字化工厂实施效果

报告人简介



钟瑾，现任上海科致电气自动化股份有限公司总经理。上海交通大学攻读电子与信息工程专业（硕士），26年软件行业行业经验，曾就职于GE中国，2004年创立科致电气，公司于2016年挂牌新三板，2017年新三板创新层，2019年入股法国软件企业，2021年上海电气收购，多年从事数字化工厂软件业务，主要客户集中汽车和汽车零部件、装备制造、家电、化工、输配电头部10-15%。

流程工业模拟仿真软件的现状和展望

文 / 杭州百子尖科技股份有限公司 葛铭

导读：2023年10月28日，由中国自动化学会主办的2023国家工业软件大会在浙江湖州盛大开幕。大会以“工业软件·智造未来”为主题，汇聚了25位国内外院士，1500余位代表，共同探讨工业软件领域前沿理论和技术创新应用问题，共同谋划我国工业软件未来发展之道。

杭州百子尖科技股份有限公司葛铭董事长受邀在2023国家工业软件大会中作题为“流程工业模拟仿真软件的现状和展望”的专题报告。主要介绍了流程工业模拟仿真软件在现代工程与制造领域的现状，及其未来发展趋势。流程模拟软件不仅仅是工程师和科学家研究和解决问题的强大工具，也是制造业在追求效率、质量和可持续性方面的关键伙伴。基于对于现代工业过程的深入理解、利用先进的科学计算技术和方法、以及多模式的建模方法，流程模拟软件使企业能够深入了解、准确模拟、有效优化和持续改进复杂的工业流程。

流程行业和离散行业并非完全互斥的两大范畴。事实上，许多行业并不能简单地被划分为纯粹的离散或流程行业，而是倾向于其中一种特性。例如，石油化工、造纸、水泥、有色金属等行业更强调其流程性特征；相反，电子行业、汽车等行业则更倾向于离散性特征。

一、流程行业介绍

中国作为制造大国，在诸如石化、核能和化工等流程行业占据着领先地位，在流程行业中，模拟仿真技术占据着非常重要的位置，如图1所示。无论是设计和改进工艺装置的性能、提升业

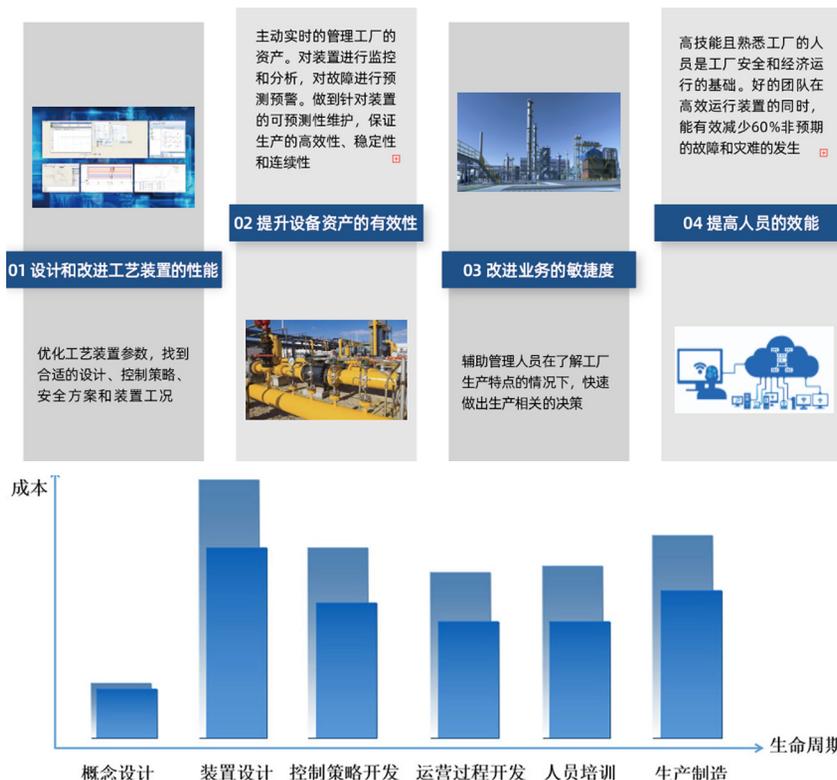


图1 流程模拟软件发挥的作用

务敏捷性，还是提高员工技能，模拟仿真软件在各个阶段都发挥着关键作用，贯穿于从概念设计到最终运营的整个生命周期。

在模拟仿真领域，需要考虑其功能在何处发挥作用。目前市场上影响较大的产品一般涵盖六大模块，包括动态模拟和热交换设计等，功能涵盖范围非常广泛。但是基于流程工业的多样化，其涉及的需求远远不是某个单一软件产品能解决的。这突显了模拟

仿真领域的广阔应用范围，也凸显了其挑战性。

二、流程模拟软件现状介绍

流程模拟仿真本质上是利用计算机等各种手段来模拟现实世界的实体。然而，由于仿真对象的不同，导致仿真模拟的难度和复杂度大相径庭。回顾历史，如图2所示，可以发现大约在1960年左右，国内外均开始涉足这个领域。当时最早的软件之一是

CHESSE，同时兰州石化在流程模拟仿真方面也开始了相关研究，可以看到在世界范围内涌现出了一批相当出色的工业软件。

回顾国内的发展路径可以看到，上世纪90年代有一款名为“化工之星”的备受瞩目的软件，但遗憾的是，在2001年前后，国外工业软件取得了巨大进步。相比之下，国内发展速度相对较慢，这并非仅仅是模拟仿真软件本身的问题，也是大部分国产软件所

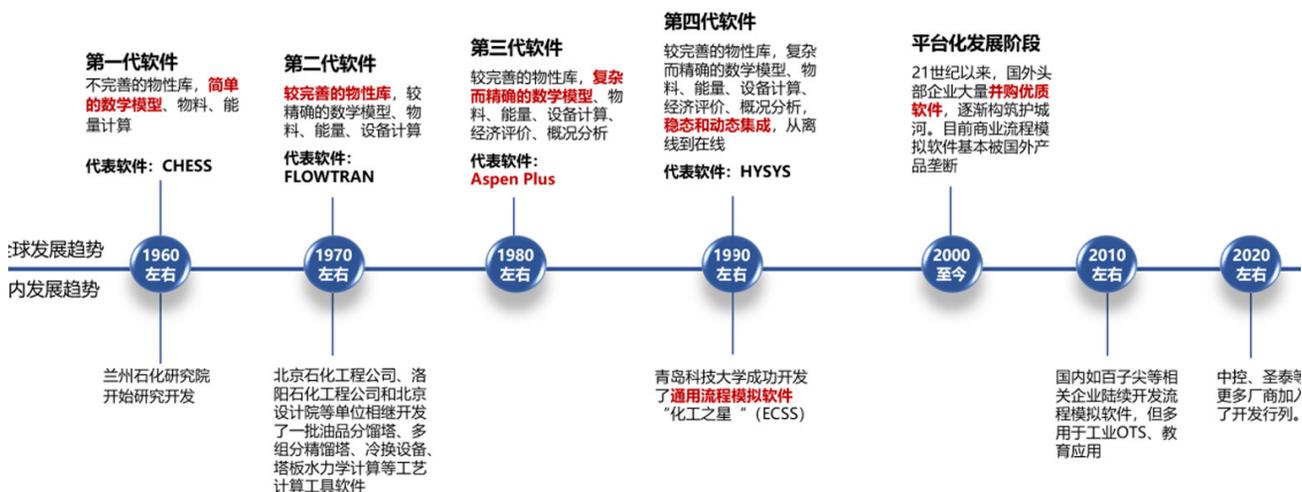
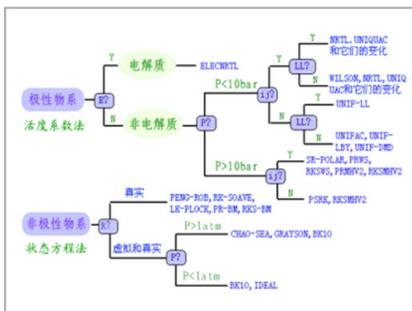


图2 流程模拟软件的发展历程

01 热力学:

完善的热力学方法可供计算混合物的性质、完善的数据库可供使用



02 高效计算引擎:

确保流程计算过程的准确、快速，胜任各类大型装置模型的求解

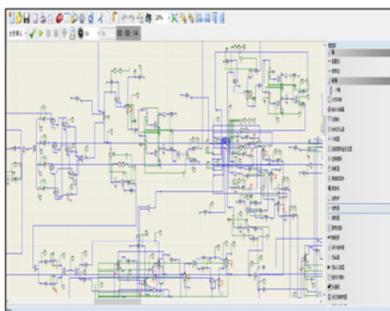
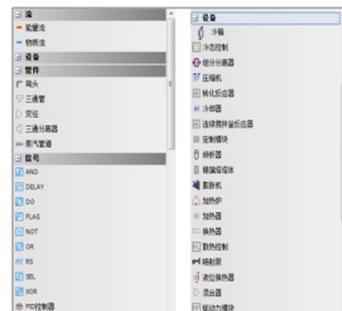


图3 流程模拟的核心技术

03 设备机理建模:

遵循三传一反原理，对单元过程或单元设备有深入的理解



共同面临的挑战。

鼓舞人心的是，在2010年左右，许多同行开始关注仿真模拟软件，并不断推陈出新，近十年来，国产软件在该领域取得了显著发展，虽然在某些方面与国际软件仍有差距，但总体来说，这种差距已不十分明显。

根据数据与理论的透明度，可将目前流程工艺模拟的主流技术分为三种类型。最早进行模拟仿真的肯定是从机理出发的，包括现今主流的仿真模拟软件，在底层依然以机理模型为主。然而，人工智能的迅速发展，为这一行业注入了新的元素。目前，几乎所有成熟的流程模拟软件，仍以机理模型为核心驱动因素，并叠加数据、知识和经验。因此，目前采用的方式可能多为灰盒模式，介于白盒和黑盒之间，将数据和机理良好融合。

在流程模拟仿真领域，核心技术涵盖热力学、高效计算引擎和设备机理建模，如图3所示。其中，设备机理建模对于深入研究研究对象至关重要。在仿真过程中，仅依赖数据会带来不少问题，因此深入把握所描述对象的性质至关重要，这有助于解决诸多关键性问题，符合仿真的实际目标。中间的计算引擎也是以前国产软件中遇到的一个挑战，因为需要高效处理许多高度非线性的对象。如何有效地使用求解器

来处理这些非线性对象是一个重大难题。除了热力学之外，这牵涉到很多流程模拟中的核心问题。

目前，在流程模拟仿真领域，国外的软件公司不断进行融合和并购，并为我们提供了许多学习的机会。某主流工业软件企业自2006年以来就开始了多次整合与收购，展现了他们在这个领域的深厚实力。从国内软件发展的历程来看，我们可能会沿着类似的道路前行，通过吸收技术、进行创新甚至原创来不断发展壮大。目前国内在模拟仿真软件领域真正有广泛应用的公司并不多见。值得欣慰的是，在过去的两年中，尤其是最近三年，许多新兴公司正在积极参与到这个行业中。过去，许多优秀的人才更倾向于投身互联网或其他非传统行业，近年来，随着全球形势的变化以及国家对科技投入的增加，越来越多优秀人才涌入这一领域，这对于整个行业来说是个极好的发展趋势。

三、流程模拟软件发展趋势

在过去，仿真领域主要依赖于机理建模，需对所建模对象进行深入理解，结合经验、知识进行数据拟合。然而，近五到八年时间里，人工智能的再次崛起对仿真领域带来了显著推动。人工智能是否能完全替代机理建模，这是个值得探索的问题。无论是深度学习还是其他形式的人工智能，都将对流程模拟领域产生颠覆性影响，如图4所示。因此，在流程行业中，随着数据量不断增长，如何有效利用这些数据，尤其是结合人工智能相关技术，将成该领域发展的强有力的推动力。

在概念性的机理建模与数据建模融合方面，尤其是与解析表达式神经网络等技术之间，需要进行大量的探索和工作。在实际应用中，我们已经开始采用结合机理建模和数据建模的方法来解决复杂对象的问题。我们已经在实践中运用了这些方法，并取得

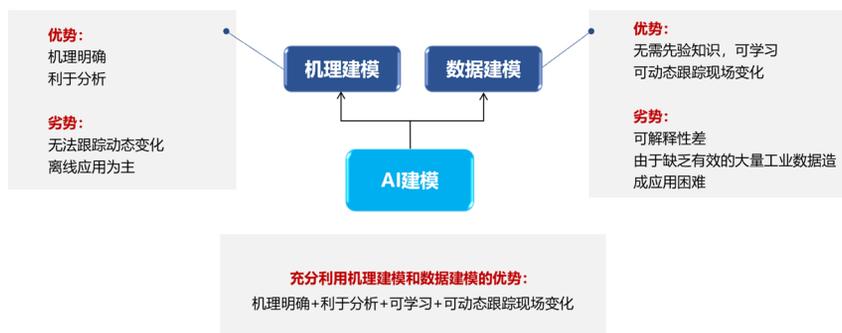


图4 人工智能技术

了显著的成效。目前关注的焦点是如何将这些成功的经验推广应用到更多的领域。在这个过程中，融合是非常重要的。虽然使用数据来模拟事物理论上可行的，但实际上，数据往往受限于算法能力和数据的充分性。

目前存在丰富的相关文献介绍了相当多的应用案例，这些案例在数据方面积累了相当丰富的经验，这促使它们对工业界进行更深入的探索。特别是一些大型企业，在大数据领域拥有广泛的经验，且拥有众多优秀的科学家团队，如今对传统行业产生了浓厚兴趣。这种跨界交流与碰撞对我们非常有益，因为来自其他领域的视角可能会带来全新观点。

近年来，仿真的概念在大众中的认知度有了显著提升。这主要归因于数字孪生的兴起，人们开始对仿真有了更多的了解和关注。数字孪生的核心在于模型，

无论是数据模型、知识模型、经验模型还是机理模型，本质上都是模型。然而，与传统仿真不同的是，传统仿真大多是离线的，是根据实际对象采用各种方法构建仿真模型，如图 5 所示。而数字孪生中的数据往往是双向的，它主要是从真实物体中收集相关数据，并通过各种手段建立逼真度高的模型以反映该物体。

数字孪生的兴起引领了新的趋势，强调了生态系统和互动性，同时也带来了许多新问题。其中如何将物理空间与信息空间融合，特别是整合物理模型与虚拟模型以提供更好的应用是关键之一。数字孪生追求实时在线反馈，与传统的离线仿真不同，这引发了对模型逼真度和鲁棒性的更高要求，尤其在对象与仿真对象同时运行时。此外，数字孪生也需要更高的实时性，相较于传统仿真会耗费更多算力。虽然目前

成功的数字孪生案例较多来自离散行业，但这并不妨碍其在其他行业的应用。在石油化工等流程行业，数字孪生的应用正在探索，并通过国家基金项目提供的平台，为该领域带来新的思考和实践机会。

当前面临的主要挑战集中在技术方面，特别是国产化和自主化方面，如图 6 所示。过去十到二十年，国产自主的仿真模拟软件公司并不多见，部分原因在于用户习惯和版权方面的问题，基于成本的原因，许多客户更倾向于继续使用未经授权的工业软件，而不太考虑收费的国内软件，对国内软件公司的发展造成了一定影响。然而，近些年来，这些情况有了很大的改变。一方面企业用户对于知识产权的保护意识越来越强，另一方面，国产模拟仿真软件的成熟度和可用性在很多方面已经可以与国外的软件相媲美。尽管工业软件百分之百国产化仍然是一个挑战，但与其他领域相比，流程模拟软件的工业化和国产化有许多关键技术已经被掌握。同时，劳动力的转型也是一项重要挑战。随着人口红利的消失，我们面临着维持和提升员工技能的新问题。如何利用仿真模拟软件，使现有劳动力不断提升认知和学习能力，这是未来需要解决的问题，也是我们的使命。

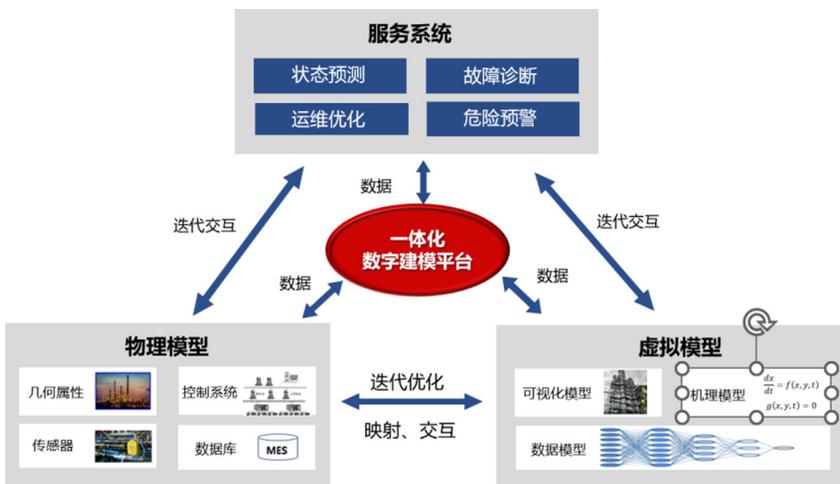


图 5 数字孪生技术



图6 未来挑战

四、百子尖

百子尖作为一家多元化跨国企业，目前已经在全球设立多个分支机构，涉及模拟仿真与可视

计算相关领域，并且在模拟仿真行业拥有多年的实践经验。通过积极与同行、客户及上下游合作伙伴合作，未来百子尖将推出更多创新的产品。此外，公司拥有

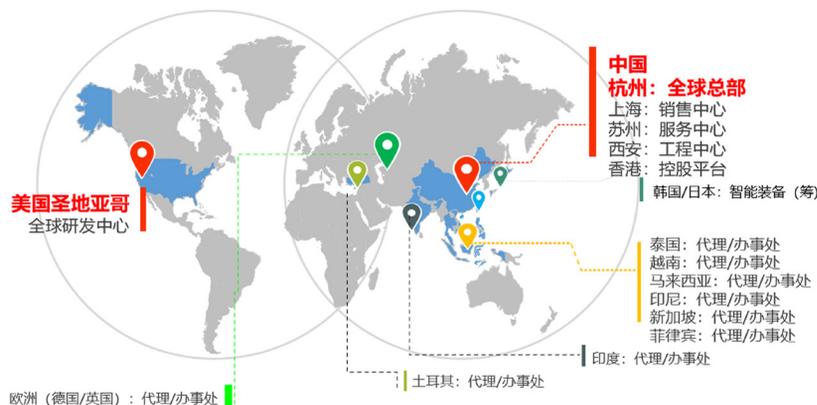


图7 全球交付能力

全球化的交付能力，如图7所示。随着越来越多的制造企业选择向国外扩张，百子尖也将抓住这个机会，不断夯实其国际化的发展步伐。○

* 本文根据作者在2023国家工业软件大会上所作报告速记整理而成

报告人简介



葛铭，教育部“检测仪表与自动化系统集成技术”工程研究中心主任，国际自动控制联合会（IFAC）工业委员会委员，杭州电子科技大学特聘教授。主要研究领域为建模与仿真、人工智能、控制与优化等。是浙江省高层次人才领军人才（省万人计划）、第一批杭州市“521”全球引才计划入选者，浙江省企业管理现代化对标提升工程专家，曾担任跨国企业中国自动化研究院总经理和事业部总经理。

蒋昌俊院士：发挥大数据“大”价值，亟需算力量质齐升

我国是数据资源大国，但目前，仍有大量数据尚未发挥真正价值。日前，在由同济大学和中国（上海）数字城市研究院主办的首届数字城市创谷论坛上，中国工程院院士、同济大学教授蒋昌俊指出，当前，我国大部分算力需求集中在发达地区，而具有土地、气候和地理环境等区位优势的中西部区域，算力分布依旧偏少。

“截至2020年，京津冀数据中心负载率达64%，而西部数据中心负载率只有38%。”在他看来，目前，国内数据中心依旧存在布局不均、利用率不均等情况，智能算网建设亟需加大推进力度，实现量质齐升。

“当前，我国数字经济已经进入以算力为核心生产力的新阶段。”蒋昌俊认为，算力发展与国家竞争力和经济增长规模密切相关。据《2020全球算力指数评估报告》，当一个国家算力指数达到40分以上时，指数每提升1个点，对GDP增长的拉动将提高到1.5倍；而当算力指数达到60分以上时，指数每提升1个点，对GDP的拉动将达到2.9倍。随着AIGC（生

成式人工智能）时代到来，全球计算机设备算力总规模不断扩大。2022年，全球计算机设备算力总规模达到906EFLOPS（EFLOPS指每秒百亿亿次浮点数运算）；而到2025年，全球计算设备算力总规模将超过3ZFLOPS（ZFLOPS指每秒十万亿亿次浮点数运算）。蒋昌俊团队预测，2025年我国算力网络市场规模有望超过900亿元，在2022-2025年期间，年平均增长率达14.3%。到2030年，通用算力将增长10倍，人工智能算力将增长500倍。

目前，我国算力规模在全球排名第二，仅次于美国。另有研究表明，在人工智能发展方面，中国在数据、场景两个指标上领先全球，美国则在基础研究、人才队伍等方面领先。在蒋昌俊看来，中国想要弯道超车，不仅需要在基础研究上持续发力，还需要建立国家级算力网调度优配中心和国家级算力交易中心。

他以“东数西算”工程为例。2022年初，国家正式启动“东数西算”工程，在京津冀、长三角、粤港澳大湾区、成渝、内蒙古、

贵州、甘肃、宁夏八地区启动建设国家算力枢纽，并设立10个国家数据中心集群。至此，全国一体化大数据中心体系完成总体布局设计。蒋昌俊表示，在全国一张网、一盘棋的统筹下，上海拥有全国首个算力交易平台，可以利用人才优势、综合竞争力等支持热数据和快业务发展；而西部地区则适合发展冷数据和慢业务，利用太阳能和风能资源形成优势互补。

不过，“东数西算”也对解决时延问题等提出更高要求。比如，修建重大工程项目时，突发性事件时常有发生。“数据采集上来就要进行实时处理，如果都先送到云上，时效性与安全性得不到保证。”为此，蒋昌俊团队率先提出将方舱计算系统作为算力机动调度的系统和模型。

所谓方舱计算系统，主要由方舱生成与管理、跨域资源管理系统、虚拟数据中心系统和若干网关组成。方舱计算系统可以根据实际工程需要，对不同的算力资源进行配置、统筹布局，从而提升效率，降低能耗，实现弹性调度。蒋昌俊介绍，方舱计

算与云计算相比，具有伸缩性、机动性等优势，使整个系统能够更好地发挥效率。目前，国内已有企业推出了边缘端智能化移动数据处理方舱。○

来源：文汇报

作者简介



蒋昌俊，1962年5月生于安徽安庆，计算机专家。1995年在中国科学院自动化所获博士学位。同济大学教授、博士生导师，Brunel University

London 名誉教授、英国工程技术学会会士等。曾担任同济大学副校长、东华大学校长。长期致力于网络金融安全的研究，是我国该领域带头人。

金融安全是国家安全的重要组成部分，网络交易风控是金融安全的重大挑战问题，蒋昌俊攻克了系统风险防控既快又准的重大技术难题，主持建立了我国首个网络交易风险防控体系、系统及标准，为我国在该领域成为国际“领跑者”作出了开拓性贡献。作为项目负责人先后承担了国家自然科学基金（重大计划集成、重点、杰青等）、973、863、国际重点合作项目和国家重点研发计划项目等50余项。以第一完成人获国家技术发明奖二等奖1项、国家科技进步奖二等奖2项、HO PAN CHING YI Award等。以第一发明人获中、美发明专利等77件、国际PCT 21件。发表学术论文300余篇（含ACM/IEEE汇刊72篇），中英文学术专著5本。荣获2016年全国优秀科技工作者和2020年全国创新争先奖状。

朱松纯：科研条件越来越好，为何颠覆性科学发现却越来越少？

“为什么近年来世界各国科研人员成倍增长、经费越来越多、科研条件越来越好，却产生不了根本性的科学发现？”

近日，全国政协委员，北京通用人工智能研究院院长，北京大学、清华大学讲席教授朱松纯在一次发言中发出上述疑问。

在他看来，重大基础性原创性科学成果“难产”的主要原因在于，与过去相比，当前的科研驱动力、科研组织模式、科学问题的复杂性均发生了改变。尤其是在现行科研组织模式之下，科学研究在全球范围内成为一种职业。“写本子”、“数论文”、“比引用量”之风日盛，群体越来越大，而科学研究越来越同质化，日趋“内卷”，产生了显著的马太效应。

“科学家处于一个‘玩自拍’的年代。”朱松纯说，当前科研领域逐渐出现了“对房间里的大象视而不见，满墙角找老鼠抓”的现象，这是导致原创性重大科学发现匮乏的一个重要原因。为此，他表示，国家“破五唯”评价体系改革势在必行。

科研逐渐职业化，“五唯”日盛

回溯自1900年至2020年的世界科技历史，朱松纯提到，这120年中，前60年涌现了众多重大基础性、原创性、颠覆性成果，如相对论、量子力学、信息论、DNA双螺旋结构的发现，以及

原子弹、计算机等的发明。但在后60年，大量成果呈现出填补性、可预见性、渐进式等特征，缺乏颠覆人类认知的突破。

朱松纯认为，导致这种变化的原因之一，是科研组织模式的变化使科学家职业化。“‘二战’前，科研主阵地在欧洲，这个阶段科研还没有完全职业化。例如，发现生物遗传学规律的孟德尔是一位神父，爱因斯坦发现相对论时还是瑞士专利局的一名技术员。科学家大多是凭着自己的兴趣进行探索。”朱松纯说，但在“二战”后，美国引领了科研范式的转变，科学研究逐渐职业化。

朱松纯认为，这种科研组织模式推动了世界科学中心向美国转移，但弊端也日益凸显：“科研成为一种职业，‘写本子’‘数论文’日盛，科学研究越来越同质化，日趋‘内卷’，产生了显著的马太效应。”

特别是自2005年谷歌指数H-index诞生以来，这种弊端越发显现。朱松纯说，很多科研人员不再对研究根本性问题、探索新领域感兴趣，而是更关注抢占细分研究领域（圈地）、快速碎片化的知识生产（发表）和占领话语权（抢注），更加关注影响因子、引用数等简单便捷的指标。

同时，朱松纯还指出，科学

问题复杂度的变化，也是近年来颠覆性成果匮乏的重要原因之一。

“当前世界面临的诸多战略性、前瞻性科技问题，如核聚变、生物技术、智能科学等，都呈现出了‘复杂巨系统’的特性，具有非线性、突变和涌现等特征，这使得传统‘还原论’科学范式和PI制的科研组织模式难以应对。”朱松纯说，这就好比对于一个需要1000个变量才可以刻画的方程组，人们无法隔离出3个变量用“还原论”模式来求解。

新的战略思维、科研范式和组织模式

朱松纯认为，面对当今科学的复杂巨系统特点，需要新的科研战略思维、新的科研范式和组织模式，“这是世界科技发展面临的重大挑战，也是我国科技发展的战略机遇”。

以有组织科研为引领，朱松纯从战略思路、科研范式、组织模式三方面提出了改观这一现状的建议。

他首先提到，站在新的历史转折点，必须有新的战略思路。

“如果继续沿用过去‘跟跑一并跑一领跑’的路线，就形成了一种‘打篮球’的科研模式。”朱松纯解释说，篮球代表科技热点，而控球方始终是科技强国，“我们的队伍一直追着篮球满

场跑”。

朱松纯认为，在这种模式下，我们不但会在追逐热点的过程中失去战略定力，而且频繁更换方向与技术还会跑散了队伍。更重要的是，“控球方”已经完成了软硬件生态的布局，形成了新兴产业“卡脖子”势态。

因此，他建议，在下一历史阶段，需要放弃“打篮球”的战术，实施更有全局视野的“下围棋”战略。

“不谋全局者，不足谋一域。在角逐科技制高点的进程中，我们要敢于采取‘你打你的，我打我的’的战略思想。”朱松纯说，他从汉代霍去病奇袭匈奴出奇制胜的历史典故中得到启发，认为我们要从忙于“补短板”的防御战略，转为同时切实注重“构筑长板”的进攻战略。

其次，他谈到，要坚持自由探索与有组织科研相结合，孕育新的科研组织范式和评价机制。

“‘自由式探索’和‘有组织科研’并不对立，而是局部和整体的关系。”朱松纯建议，要从国家安全和战略的角度，既关注“地平线上的黑点”，鼓励从0到1的原始创新；又要以国家战略需求为导向，从更高的视角谋划全局，协调好计划性和探索性科研任务的合理布局，整合优势资源，形成高效的组织体系和架构，避免各自为政、盲目“内卷”、无序

发展。

他认为，新时期的有组织科研不应该局限于类似“两弹一星”的大科学工程，而是面对复杂巨系统的科学问题，开展原创性、引领性的科技创新。比如对于不确定性高、基础性强的研究，要建立起鼓励冒险、允许失败的自由探索机制。

朱松纯打了个比方：自由探索产出的是“珍珠”和“宝石”，而有组织科研则是把“珍珠”串成“项链”，把“宝石”镶嵌到科学的“王冠”上。

最后，朱松纯建议，要以组

织的科研模式打通“学研产”创新链条。

“‘学研产’是创新链上的三个不同阶段，要真正打通这个链条是极其困难的，原因在于这些阶段有着迥异的科研文化与群体。”朱松纯说，一般来说，大学研究瞄准的是5~10年之后的目标，产业界的应用型研发瞄准的是1~2年之内的产品；而科研院所的使命是连接这两端，集中力量进行科研攻关。

他观察到，近年来我国开始布局一批国家实验室，正在重组全国重点实验室，有远见卓识

的地方政府也开始建立新型研发机构，都在布局“链接器”这一角色。

“我们需要利用新型举国体制的优势，纵向贯通学研产、横向实现大交叉，在共同的目标下，形成‘纵横交织’的创新联合体。”朱松纯表示，科学家要坚决摒弃“有人才，无队伍”“各自为政”的科研现状，积极主动投入有组织科研队伍中来，以极大的热情和坚定的决心参与这场开创性的科技革命。○

来源：中国科学报

作者简介



朱松纯教授，全球著名计算机视觉专家、统计与应用数学家、人工智能专家。

1991年毕业于中国科学技术大学，1996年获美国哈佛大学计算机博士学位，2002年起任美国洛杉矶加州大学（UCLA）统计系与计算机系教授，UCLA计算机视觉、认知、学习与自主机器人中心主任。2020年，朱松纯教授回国筹建北京通用人工智能研究院，同时担任清华大学与北京大学讲席教授，并任北京大学人工智能研究院院长和清华大学通用人工智能研究院（筹）

院长。

2021年，朱松纯教授分别在北京大学元培学院和清华大学自动化系成立“通用人工智能实验班”（即“通班”），面向人工智能未来发展方向，为探索“小数据、大任务”的全新范式，构建计算机视觉、认知科学乃至人工智能科学的大一统理论框架，培养通用人工智能方向的“通识、通智、通用”型国际顶尖复合型人才。

中国自动化学会 2023 年度十大新闻揭晓

2024 年 2 月 1 日，中国自动化学会发起 2023 年度十大新闻评选活动，经过大家的踊跃投票，2023 年度十大新闻新鲜出炉。

CAA 特别新闻

首届全国青少年劳动技能与智能设计大赛决赛在沈开幕

2023 年 8 月 22 日

2023 年 8 月 22 日，由中国自动化学会、沈阳市人民政府主办，市委宣传部、市人力资源社会保障局、市教育局、大东区人民政府承办的首届全国青少年劳动技能与智能设计大赛决赛在沈阳举行。

本届大赛以“自主、协同、探究、实践、创新”为主题，以“人文引领、以劳育人、智能驱动、

五育并举、人才强国”为宗旨，为全国青少年创造学习科技、交流成果、展示技能的舞台，培养青少年的科学兴趣、创新意识、实践能力和社会责任感。比赛期间，将有来自全国近 7000 名参赛选手将围绕无碳小车、创意结构、数控智能制造、智能网联电车、智能家居、数字素养、风能利用、脑机互联 8 个赛题进行设计和比赛。

CAA 十大新闻

01 2023 中国机器人大赛闭幕，超 5000 人同台竞技

2023 年 10 月 13-15 日

2023 年 10 月 13-15 日，2023 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛线下赛在福建

晋江举办，吸引了包括清华大学、同济大学、浙江大学等 260 所学校的 1084 支队伍参加，报名人数超过 5000 人，参赛队伍及报名参加人数均创大赛历史之最。大赛共分大学组 24 个大项、52 个小项，青少年组 5 个大项、15 个小项，包括足球机器人、救援机器人、水下机器人、智能车挑战赛等。经过比拼，共产生 66 支冠军队伍、60 支亚军队伍、54 支季军队伍。大赛吸引了近万名观众到场观看。

02 发布全球首个面向网联智能车的通信与多模态感知数据集 2023 年 7 月 2 日

2023 年 7 月 2 日，2023 中国智能车大会暨国家智能车发展



图 1 全国青少年劳动技能与智能设计大赛决赛在沈开幕



图 2 中国机器人大赛闭幕，超 5000 人同台竞技



图3 发布全球首个面向网联智能车的通信与多模态感知数据集



图4 拓宽青年人才培养路径, 试点成立10家CAA学生分会

论坛在广州南沙盛大开幕。会上重磅发布全球首个面向网联智能车的包含多车和多路端的通信与多模态感知数据集 Mixed Multi-Modal Sensing and Communication (M³SC)。该数据集由中国工程院院士、中国自动化学会理事长、西安交通大学教授郑南宁指导, 北京大学程翔教授牵头, 联合西安交通大学、北京大学、香港科技大学(广州)和中信科移动通信技术股份有限公司共同发布。

据悉, M³SC数据集包含多模态感知实测数据集和通信与多模态感知仿真数据集。实测数据集包含了丰富的多模态感知信息并覆盖了典型的网联智能应用路段, 包括厦门、杭州、北京、西安和常熟多个城市的校园园区、城市道路、复杂路口。仿真数据集包含了通信与多模态感知信息, 涵盖了城镇、郊区、乡村等多种网联智能交通场景, 并具有多时

段、多天气、多视角、多车流量密度、多频段、多种天线阵列等丰富场景条件。目前, 实测数据集包含63万帧RGB图, 41.5万帧激光雷达点云和41.8万帧毫米波雷达点云, 并有2.5万帧多类型标注信息。仿真数据集包含18万张RGB图, 36万张深度图, 18万组激光雷达点云, 10万组毫米波雷达信号波形和16万组信道冲激响应。发布的M³SC数据集将为面向网联智能车的通信与多模态感知智能融合理论及方案设计提供重要支撑。

03 拓宽青年人才培养路径, 试点成立10家CAA学生分会

2023年

2023年, 学会建立健全会员管理体制, 升级改版会员管理与服务系统, 进一步实现精准会员画像, 记录会员成长轨迹, 优化会员使用体验感, 增强会员荣誉感和成就感。制定《中国自动化学会学

生分会管理办法》, 在中南大学等10所高校成立首批学生分会, 进一步完善了总会、分支机构、省级分会、会员基层组织相互联动的会员发展渠道, 取得了明显成效, 个人会员增长20459人, 其中学生会员5781人, 女性会员3100人, 团体会员增长23家。

04 2500万人次! 2023中国自动化大会在重庆成功召开!

2023年11月17-19日

群贤毕至, 齐聚山城。2023年11月17-19日, 由中国自动化学会、重庆市科学技术协会主办, 重庆邮电大学承办的2023中国自动化大会在重庆悦来国际会议中心举办。本届大会以“自主可控 强实体 新质生产创未来”为主题, 邀请了10余位院士和300余位长江杰青、高校和科研院所的校长、院长等学术精英与会, 3000余名来自学术界和产业界的本领域专



图5 2500万人次！中国自动化大会在重庆成功召开！



图6 中国自动化学会屡获殊荣

家、学者、学生等参会，2467 万人次在线观看了直播。大会共设 7 场大会主旨报告、1 场高峰对话和 38 个专题论坛，涵盖智能网联新能源汽车、先进制造与工业互联网、智能机器人、智慧教育、智慧能源、脑机智能等多个前沿热点领域，250 余位专家学者作专题报告。本届大会共接收会议论文 1500 余篇，10 余家行业知名厂商赞助支持。

05 2023 年中国自动化学会 屡获殊荣 2023 年

2023 年新年伊始，开门见喜，中国自动化学会收获两大喜讯：1. 中国自动化学会被评为“2021 年度科协系统财务数据汇总工作优秀单位”！2. 中国科协科学技术创新部授予我会“2022 年度学术成果凝练优秀学会”称号！2023 年 2 月 20 日，中国科协召开 2023 “科创中国”年度会议，会上隆重举行了 2022 年度“科创中

国”优秀科技服务团授牌仪式，中国自动化学会组建的“科创中国”智能产业科技服务团被中国科协评为“2022 年度优秀科技服务团”。

2023 年 2 月 21 日，中国科协发布网络平台宣传评价 2022 年度排行榜。中国自动化学会在总排行榜中位列第三，在各大分榜中也相对平稳。

2023 年 3 月 2 日，中国自动化学会微信公众号粉丝突破 10 万。2023 年 4 月 26 日，中国科协发布 2023 年第一季度科协网络平台宣传评价榜。中国自动化学会在总排行榜中位列第三，在各大分榜中也保持平稳。2023 年 7 月 24 日，中国科协发布网络平台宣传评价 2023 年第二季度排行榜。中国自动化学会在总排行榜中位列第四，在各大分榜中的排名也相对平稳。2023 年 7 月 27 日，中国科协办公厅发布了关于通报表扬 2023 年全国科技工作者日活动优秀组织单位和特色活动的通知，

中国自动化学会被评为“科技志愿服务优秀组织单位”。

2023 年 10 月 28 日，中国科协发布网络平台宣传评价 2023 年第三季度排行榜。中国自动化学会在总排行榜中位列第二，较第二季度总榜排名上升了 2 名！在各大分榜中，学会官方网站和抖音首次均上升 9 名进入全国学会前 10 排行榜。其中，学会微信公众号排名第 3，微博排名第 1，今日头条排名第 2。学会微信公众号发布的《中国自动化学会以实际行动献礼党的生日》作为优质内容进行推荐。

2023 年 12 月 26 日，根据中国科协办公厅发布的《关于 2022 年度科协系统财务数据汇总工作考核情况的通报》（科协厅函财字〔2023〕36 号），中国自动化学会被评为“2022 年度科协系统财务数据汇总工作优秀单位”！

2023 年 12 月，中国自动化学会被评为 2023 年全国科普日优

秀组织单位, CAA 科普大讲堂和中国自动化学会推荐的武汉工程大学科学技术协会作品数字化赋能非遗传承“新活态”——洪湖市非遗文化数字化保护与传承科普活动被评为 2023 年全国科普日优秀活动。

06 中国自动化学会理事长郑南宁院士领衔编著《人工智能本科专业知识体系与课程设置》(第二版)正式发布

2023 年 11 月 18 日

2023 年 11 月 18 日, 由中国自动化学会、重庆市科学技术协会主办, 重庆邮电大学承办的 2023 中国自动化大会在重庆悦来国际会议中心盛大开幕。开幕式期间, 隆重举行了《人工智能本科专业知识体系与课程设置》(第二版) 新书发布仪式。该书由中国工程院院士、中国自动化学会

理事长、西安交通大学教授郑南宁领衔编著、人工智能学院组织编写, 主要基于西安交通大学多年来在人工智能学科发展和人才培养的探索和实践, 设置了“数学与统计”、“科学与工程”、“计算机科学与工程核心”、“人工智能核心”、“认知与神经科学”、“先进机器人技术”、“人工智能与社会”、“人工智能工具与平台”等八大专业课程群, 共包含 34 门课程, 其中必修 25 门、选修 9 门(完成所需学分须选修其中 5 门), 为培养具有科学家素养的工程师奠定知识和能力的基础。此外, 还特设了“专业综合性实验”课程群, 包括必修实验课 4 门, 旨在培养学生综合运用所学知识动手解决实际问题的能力。该书可为各类学校人工智能专业构建宽口径、学科交叉课程体系提供参考和引导示范, 同时也为本科相关课程体系建设和专业学习提供指引。



图 7 中国自动化学会理事长郑南宁院士领衔编著《人工智能本科专业知识体系与课程设置》(第二版)正式发布

07 喜事连连! 2023 年中国自动化学会众多会员取得非凡成就! 2023 年

中国科学院自动化研究所吕宜生研究员自 2023 年 1 月 1 日起担任 IEEE Intelligent Transportation Systems Magazine (IEEE 智能交通系统杂志) 主编。2023 年 1 月, 学会平行控制与管理专委会副主任、普及工委副主任陈德旺教授当选俄罗斯自然科学院外籍院士。

2023 年 2 月 11 日, 中国科学院在 2023 年度工作会议上颁发了 2022 年度“中科院科技促进发展奖”, CAA 智能制造专委会主任委员张正涛牵头的工业视觉智能检测装备与产业化应用项目荣获 2022 年度“中科院科技促进发展奖”。

2023 年 2 月 17 日, 何梁何利基金 2021 和 2022 年度颁奖大会在钓鱼台国宾馆隆重举行。在荣获 2021 和 2022 年度何梁何利基金科学与技术奖的 112 名杰出科技工作者中, 包含多名中国自动化学会会员, 荣获何梁何利基金科学与技术奖获奖人名录(2021)科学与技术进步奖的是中国自动化学会会士、常务理事, 山东大学张慧慧, 荣获科学与技术创新奖的是电子科技大学程玉华, 广东工业大学陈新; 荣获何梁何利基金科学与技术奖获奖人名录(2022)科学与技术进步奖

的是北京大学高文，中国自动化学学会会士、常务理事，广东工业大学谢胜利，同济大学郑庆华，中国自动化学会常务理事、中车株洲电力机车研究所有限公司冯江华，荣获科学与技术创新奖的是上海大学彭艳。

2023年2月20日，中国科协召开2023“科创中国”年度会议，大会为表彰全国科技工作者在科技成果转化工作中的优异成绩，经中国科协求是杰出青年奖评审委员会推荐审议，决定授予中国自动化学会副秘书长、浙江大学教授、浙江工业大学副校长陈积明等10人第二十五届“中国科协求是杰出青年成果转化奖”。

2023年2月，中国自动化学会理事长郑南宁院士领衔的西安交通大学“人机混合增强智能全国重点实验室”获批建设，这是西安交通大学在信息领域的首个全国重点实验室，将为打造我国人工智能发展优势地位和抢占国际人工智能竞争制高点进行战略布局。

2023年3月，第十四届全国委员会常务委员名单以及十四届全国人大常委会委员名单公布。中国自动化学学会会士、常务理事，南京大学党委书记谭铁牛院士；中国自动化学学会会士、监事，九三学社中央常委，上海市政协副主席钱锋院士当选政协第十四届全国委员会常务委员。中国自

动化学学会会士、常务理事王巍院士当选第十四届全国人民代表大会常务委员会委员。

2023年5月30日，中国科学技术协会发布《人力资源社会保障部 中国科协 科技部 国务院国资委关于表彰第三届全国创新争先奖获奖者的决定》。经中国自动化学会分支机构及专家推荐、学会专家评审，成功推荐中国自动化学学会会士、副理事长、中国科学院沈阳自动化研究所于海斌，中国自动化学会理事、浙江大学王文海（按姓氏笔画排序）荣获第三届全国创新争先奖状。此外，中国自动化学会会员西北工业大学王震荣获第三届全国创新争先奖章；中国自动化学会理事、北京空间飞行器总体设计部王大轶，中国自动化学学会会士、理事、中南大学阳春华，湖南大学李树涛，中国自动化学学会会士、常务理事、山东大学张承慧，陕西延长石油（集团）有限责任公司范京道，中国自动化学学会会士、北京航空航天大学郭雷（按姓氏笔画排序）等会员荣获第三届全国创新争先奖状。2023年6月18至23日，国际神经网络大会（IJCNN 2023）在澳大利亚召开。会上，中国自动化学学会会士、副理事长，中国科学院自动化研究所侯增广研究员因其在人工智能神经网络及在康复工程应用领域的杰出贡献被授予国际神经网络学会的杰

出贡献奖（Lifetime Contribution Award）——丹尼斯·甘伯奖（Dennis Gabor Award）。2023年8月，教育部公布2022年高等教育（研究生）国家级教学成果奖名单。其中，由中国工程院院士、中国自动化学会理事长、西安交通大学教授郑南宁主持的“价值塑造、前沿引领、产教融合、团队协同的人工智能高层次人才培养新体系”获国家教学成果一等奖。这也是我国人工智能领域首个且唯一的一等奖。2023年9月24日-28日，第26届IEEE智能交通系统国际会议（The 26th IEEE International Conference on Intelligent Transportation Systems, ITSC 2023）在西班牙毕尔巴鄂召开。25日，大会开幕式颁奖仪式上公布了2023年度IEEE智能交通系统杰出研究奖（IEEE ITS Outstanding Research Award），中国自动化学会综合智能交通专委会主任、中国科学院自动化研究所吕宜生研究员因在大规模交通系统建模、预测和控制方面做出的贡献获此殊荣。中国自动化学会理事、同济大学电子与信息工程学院院长、同济大学智能汽车研究所所长陈虹教授因“模型预测控制在智能汽车ADAS应用中的杰出贡献”，获此殊荣。2023年11月22日，中国工程院、中国科学院2023年院士增选名单

正式揭晓，中国自动化学会会士、副理事长，中国科学院沈阳分院院长于海斌，中国自动化学会会员，同济大学教授郑庆华，中国自动化学会会员，华中科技大学教授陈学东当选中国工程院院士；中国自动化学会会士、理事，北京航空航天大学教授郭雷，中国自动化学会会士，东南大学教授尤肖虎当选中国科学院院士。2023年12月，中国自动化学会会士、澳大利亚斯威本科技大学韩清龙教授被授予澳大利亚工程师协会荣誉会士称号（Honorary Fellow of Engineers Australia），以表彰他对工程师专业领域和澳大利亚学界的作出的杰出贡献。

08 2023 国家工业软件大会 圆满闭幕 2023年10月 27-29日

2023年10月27-29日，2023首届国家工业软件大会在湖

州顺利召开。这是在习近平总书记就推进新型工业化作出重要指示、全国新型工业化推进大会召开后适时举办的一次工业软件领域的高规格产学研用盛会。本次大会以“工业软件·智造未来”为主题，汇聚了25位国内外院士，1500余位代表与会。

09 中国自动化学会代表团参加第22届国际自动化控制联合会世界大会

2023年7月9-14日

2023年7月9-14日，国际自动控制联合会（The International Federation of Automatic Control，简称IFAC）在日本横滨召开第22届IFAC世界大会（IFAC World Congress）。中国自动化学会作为IFAC最早发起成员国之一，应邀出席了本届大会。

2023年7月11日晚，中国

自动化学会与美国自动控制委员会联合主办了IFAC Friendship Evening晚宴，来自中、美两国以及世界各地自动控制领域150余位专家学者参加。与会专家们在轻松活跃的氛围中，进行了友好的学术交流与探讨，分享了最前沿的科研成果和学术动态，对进一步促进自动控制学科的发展起到了积极的推动作用。

10 2023年CAA期刊国际化屡创佳绩！ 2023年

2023年1月，《科技期刊世界影响力指数（WJCI）报告》（2022版）（以下简称“WJCI报告”）正式发布，《机器人》成功入选，这亦是本刊自2020年《WJCI报告》发布伊始连续3年入选。同时，《电气传动》再次成功入选，这也是自第一届《WJCI报告（2020）》发布起，《电气传动》连续三届入选。



图8 国家工业软件大会圆满闭幕



图9 中国自动化学会代表团参加第22届国际自动化控制联合会世界大会

2023年6月,中国科学院文献情报中心发布了中国科学引文数据库(Chinese Science Citation Database, CSCD)2023—2024年来源期刊遴选结果。中国自动化学会所属期刊《自动化学报》、《自动化学报》(英文版)、《模式识别与人工智能》、《机器人》、《信息与控制》、《智能科学与技术学报》成功入选CSCD核心库!

2023年6月,Elsevier发布全球出版物影响力榜单2022CiteScore,对收录于Scopus数据库的超过两万种同行评审期刊等的影响力做出了最新评估。根据该榜单,IEEE Transactions on Intelligent Vehicles (IEEE TIV,智能车汇刊)2022年的CiteScore达到11.8,再创新高!

2023年6月28日,科睿唯安发布2022年度《期刊引证报

告》(Journal Citation Report)。IEEE Transactions on Intelligent Vehicles (IEEE TIV,智能车汇刊)2022年的影响因子首次突破8,为8.2,再创新高,相较于去年增长63.7%。

2023年7月,科睿唯安发布2022年度《期刊引证报告》(Journal Citation Report)。IEEE TCSS的SCI影响因子为5.0,比2021年的4.747提升了5.33%,在“计算机科学与控制论”(COMPUTER SCIENCE, CYBERNETICS)领域全球24种SCI期刊中排名第6(前22.9%),位列Q1区,在“计算机科学与信息系统”(COMPUTER SCIENCE, INFORMATION SYSTEMS)领域全球158种SCI期刊中排名第53(前33.2%),位列Q2区。按照CiteScore的排名,IEEE TCSS在2022年的Cite-

Score再创新高,达到10,较2021年的8.6增长16.27%,在“社会科学”学科类别的502个学术出版物中排名第9位,排名居前2%。

2023年7月,电气工程领域高质量科技期刊分级目录(2022版)已正式发布,《电气传动》成功入选。

2023年9月20日,中国科学技术信息研究所召开了“2023年中国科技论文统计结果发布会”,《智能科学与技术学报》被收录为“中国科技论文统计源期刊”,成功入选“中国科技核心期刊”!这是今年本刊继入选中国科学引文数据库(CSCD)核心库后获得的又一殊荣!同时《电气传动》再次被收录为“中国科技核心期刊”。

2023年11月,《智能科学与技术学报》和《电气传动》成功入选《科技期刊世界影响力指数(WJCI)报告》(2023版),这也是自第一届《WJCI报告(2020)》发布起,《电气传动》连续四届入选。

12月27日,《2023年中国科学院文献情报中心期刊分区表》正式发布,IEEE/CAA Journal of Automatica Sinica持续在计算机科学大类以及自动化与控制系统学科小类位列一区,且为计算机科学大类Top期刊。○



图10 CAA期刊国际化屡创佳绩!

学会秘书处 供稿

CAA2023 年度会员发展先锋个人、 会员发展先锋分支机构、最美志愿者发布

2023 年，在所有会员、分支机构的大力支持下，CAA 会员数量稳步增长，CAA 影响力不断提升，这离不开在背后默默发光的您们，未来 CAA 将努力提升会员服务水平，充分发挥 CAA 在自动化、信息与

智能科技领域的纽带作用，与广大科技工作者一道携手成长。现公布 CAA2023 年度发展优秀个人、会员发展优秀分支机构、优秀志愿者名单。

CAA 会员发展优秀个人



冯骅飙

西安交通大学

推荐会员总数 123



沈怡俊

西北工业大学

推荐会员总数 118

CAA 会员发展优秀分支机构

(按推荐会员总数排序)

序号	分支机构名称	推荐会员总数
1	职业教育工作委员会(筹)	1205
2	全驱系统理论与应用专业委员会(筹)	264
3	联邦数据与联邦智能专业委员会	247
4	控制理论专业委员会	225
5	机器人专业委员会	219
6	网联智能服务系统专业委员会	195
7	模式识别与机器智能专业委员会	187
8	电气自动化专业委员会	165

CAA 最美志愿者

(按照姓氏首字母排序)



陈少辉

湖北汽车工业学院

作为志愿者积极参加学会各项工作，全年共开展志愿服务 72 小时。参与学术会议 3 次，投稿论文 1 篇，于所在高校开展 CAA 宣传工作 5 次，并成功推荐 8 位优秀人才加入学会，协助整理 CAA 数字图书馆期刊论文 212 篇、视频及 PPT10 个，协助完成 CAC 论文格式审查与修正 126 篇，完成 CAA 问卷调查 8 次，参与设计自动化领域科普问题工作，积极参与讨论，为 CAA 发展建言献策。



华北电力大学

作为志愿者积极参加学会各项活动，全年共开展志愿服务 72 小时。主持“CAA 云讲座”活动 1 次，协助整理 CAA 数字图书馆电子期刊 184 篇，协助 CAC 论文格式审查与修正 126 篇，完成 3 次 CAA 问卷调查工作，配合学会投稿科普文章审稿工作 1 次，参与上传资料 30 余篇，参与设计自动化领域科普问题等工作，积极参与讨论，为 CAA 发展建言献策。



哈尔滨工业大学

作为志愿者极参加学会各项活动，全年共开展志愿服务 70 小时。完成 CAC2023 审稿 3 篇，于所在高校宣传 CAA 相关活动 20 余次，协助整理 CAA 数字图书馆的期刊论文资源 427 篇，参与 CAC 论文格式校对及修正 220 项，完成 CAA 问卷调查 5 次，参与学会投稿科普文章审稿等工作，积极参与讨论，为 CAA 发展建言献策。



南京理工大学

作为志愿者积极参加学会各项活动，全年共展开志愿服务 68 小时。担任自动化大会志愿者 2 次，完成 CAC 论文审稿 1 篇，于所在高校开展 CAA 宣传工作 2 次，并成功推荐 5 位杰出人才加入学会及志愿者团队，协助 CAC 论文格式审查与修正 100 篇，转发学会相关资讯 50 余次，积极参与 CAA 问卷调查 6 次，全方位地宣传 CAA 学会的各项活动，积极参与讨论，为 CAA 学会发展建言献策。



商丘师范学院

作为志愿者积极参加学会各项活动，全年共开展志愿服务 68 小时。参加 CAA 学术会议 1 次，于所在高校开展 CAA 宣传工作 3 次，转发各类会议、讲座等 15 次，协助整理 CAA 数字图书馆电子期刊论文资源 180 篇，参与上传资料 25 篇，参与学会问卷调查 3 次，参与设计自动化领域科普问题等工作，积极参与讨论，为 CAA 发展建言献策。



霍潇潇

厦门大学

作为志愿者积极参加学会各项活动，全年共开展志愿服务 72 小时。参与 CAA 学术会议 4 次，投稿 CAC 论文 1 篇，于所在高校和实习单位宣传 CAA，协助整理 CAA 数字图书馆的期刊论文 213 篇，协助完成 CAC 论文格式审查与修正 100 篇，完成 CAA 问卷调查 8 次，积极参与讨论，为 CAA 发展建言献策。



李少奇

北京科技大学天津学院

作为志愿者全年共开展志愿服务 89 小时。积极为学会发展建言献策，踊跃参与学会各项活动，并多次开展线下 CAA 高校宣讲会，取得良好效果，并成功推荐多位优秀人才加入学会与学会志愿者团队。参与 CAA 学术会议 2 次，协助整理 CAA 数字图书馆的期刊论文 256 篇，完成 CAA 问卷调查 6 次，参与设计自动化领域科普问题，参与学会投稿科普文章审稿等工作。



梁明辉

黑龙江科技大学

作为志愿者积极参加学会各项活动，全年共开展志愿服务 62 小时。参与 CAA 学术会议 3 次，于所在高校开展 CAA 宣讲 3 次，并成功推荐 2 位优秀人才加入学会，协助整理 CAA 数字图书馆的期刊论文 268 篇、视频及 PPT 10 个，完成 CAA 问卷调查 6 次，参与设计自动化领域科普问题等工作，积极参与讨论，为 CAA 发展建言献策。



刘席铭

渤海大学

作为志愿者全年共开展志愿服务 98 小时，积极为学会发展建言献策，踊跃参与学会各项活动，并多次主持 CAA 线上讲座，展现了良好的志愿者风貌。参加 CAA 学术会议 1 次，主持“CAA 云讲座”活动 1 次，“我和优博有个约会”活动 2 次，全网播放量累计 20w+，于所在高校开展 CAA 宣传工作 5 次，转发各类会议、讲座等 20 余次，协助整理 CAA 数字图书馆电子期刊论文资源 179 篇，参与学会图书捐赠活动并捐书 8 本，参与上传资料 30 余篇，协助完成 CAC 论文格式审查与修正 100 篇，参与学会问卷调查 3 次，参与设计自动化领域科普问题等工作。



北京航空航天大学

作为志愿者全年共开展志愿服务 117 小时，积极为学会发展建言献策，踊跃参与学生分会组织筹备工作，多次协助设计宣传海报等内容，为学会做出突出贡献。于所在高校开展 CAA 宣讲 2 次，并成功推荐多位优秀人才加入学会，协助设计 CAA 高校宣传海报、单页，协助设计 CAA 学生分会主视觉、会旗等，协助完成 CAC 论文格式审查与修正 100 篇，完成 CAA 问卷调查 5 次，参与学会投稿科普文章审稿等工作。



中南大学

作为志愿者全年共开展志愿服务 75 小时，为学生分会发展做出突出贡献。作为 CAA 中南大学学生分会发起人之一，整合学院各方资源，因地制宜确立分会组织架构、干部队伍，在制度建设、工作流程等方面切实起到模范榜样作用。参与 CAA 志愿宣传活动 2 次，通过线下传单、海报、讲座以及线上有奖知识竞赛的形式，成功发展 108 位优秀人才加入学会，参与 1 次 CAA 学术会议，投稿 1 篇论文，并作为嘉宾参与 CAC2023 学生分会发展论坛。



中国科学技术大学

作为志愿者积极参与学会各项活动，全年共开展志愿服务 69 小时。参与 CAA 学术会议 5 次，投稿学术论文 2 篇，完成论文审稿 2 篇，于所在高校积极宣传 CAA 并张贴海报 3 次，协助完成 CAC 论文格式审查与修正 100 篇，协助整理 CAA 数字图书馆期刊论文 56 篇，参与 CAA 问卷调查 5 次，参与设计自动化领域科普问题等工作，积极参与讨论，为 CAA 发展建言献策。



湖北工业大学

作为志愿者积极参与学会各项活动，全年开展志愿服务共 72 小时，参与 CAA 学术会议 3 次，于所在高校开展 CAA 宣传工作 2 次，转发学会举办的会议、讲座 20 余次，协助完成 CAC 论文格式审查与修正 100 篇，协助整理 CAA 数字图书馆期刊论文 187 篇，参与学会资料上传工作，处理科技服务团项目 50 余项，参与学会问卷调查 5 次，积极参与讨论，为 CAA 发展建言献策。



曲浩茗

沈阳工程学院

作为志愿者积极参与学会各项活动，全年共开展志愿服务 63 小时。参与 CAA 学术会议 2 次，于所在高校宣传 CAA 并张贴海报 2 次，协助完成 CAC 论文格式审查与修正 100 篇，完成 CAA 问卷调查 5 次，参与设计自动化领域科普问题等工作，积极参与讨论，为 CAA 发展建言献策。



田濠源

东华大学

作为志愿者积极为学会发展建言献策，踊跃参与学会各项活动，全年共开展志愿服务 62 小时。参与 CAA 学术会议 1 次，于所在高校和实习单位宣传 CAA，并成功推荐 3 位优秀人才加入学会，协助整理 CAA 数字图书馆期刊论文资源 100 余篇，参与学会问卷调查 5 次，参与设计自动化领域科普问题等工作。



王元庆

同济大学

作为志愿者积极参与学会各项活动，全年共开展志愿服务 72 小时，完成 CAC 论文审稿 3 篇；主持我和优博有个约会活动 1 期，全网播放量 6.1w+；于所在高校开展 CAA 宣传工作 9 次，转发学会举办的会议、讲座 20 余次，并成功推荐 1 位同学成为 CAA 志愿者；协助完成 CAC 论文格式审查与修正 100 篇，协助整理 CAA 数字图书馆期刊论文 183 篇，参与问卷调查 5 次，为 CAA 发展建言献策。



武许可

中国科学院大学

作为志愿者积极参与学会各项活动，全年共开展志愿服务 68 小时，参加 CAA 学术会议 9 次，主持“我和优博有个约会”活动 1 次，全网播放量累计 8w+，于所在高校开展 CAA 宣传工作 3 次，转发各类会议、讲座等 20 余次，参与上传资料 20 余篇，协助完成 CAC 论文格式审查与修正 100 篇，参与学会问卷调查 5 次，参与设计自动化领域科普问题等工作，积极参与讨论，为 CAA 发展建言献策。



青岛大学

作为志愿者全年共开展志愿服务 52 小时，多次主持 CAA 线上讲座，展现了良好的志愿者风貌。完成 CAC 论文审稿 2 篇，主持我和优博有个约会活动 2 期、CAA 云讲座 1 期，全网播放量累计 20w+；于所在高校开展 CAA 宣传工作 1 次，转发学会举办的会议、讲座 20 余次，并成功推荐多名优秀人才加入学会，参与学会问卷调查 3 次，参与设计自动化领域科普问题等工作。



浙江海洋大学

作为志愿者积极参与学会各项活动，全年共开展志愿服务 65 小时，参加 CAA 学术会议 6 次，并主持“我和优博有个约会”活动 1 期，全网播放量累计 5W+。于所在高校和单位开展 CAA 宣传工作 3 次，转发各类会议、讲座等 20 余次，参与学会问卷调查 5 次，协助完成 CAC 论文格式审查与修正 100 篇，为 CAA 发展建言献策。



山东大学

作为志愿者全年共开展志愿服务 73 小时，参加 CAA 学术会议 1 次，在 CAA 公众号发表文章 1 篇，在学会通讯发表文章 1 篇，在 CCC 会议发表论文 1 篇，完成 CAC 论文审稿 8 篇，于所在高校开展 CAA 宣传工作 16 次，转发 CAA 会议和讲座 20 余次，分发 CAA 宣传页 100 张以上，参与问卷调查 5 次，为 CAA 发展建言献策。



中南大学

作为志愿者全年共开展志愿服务 54 小时，为学生分会发展做出突出贡献。在中南大学开展海报粘贴、线下宣讲和知识竞赛等丰富多样的中国自动化学会高校宣传活动，并参与 CAA 中南大学学生分会的筹备与成立工作。此外，协助整理数字图书馆期刊论文 136 篇，参与问卷调查 4 次，成功推荐多名同学成为 CAA 志愿者。

学会秘书处 供稿

以赛促教，携手未来，智能技术与教育共舞

2024年1月30日，在2024世界教育大会上，教育部怀进鹏部长表示：将实施人工智能赋能系统，促进智能技术与教育教学相结合。将推进人工智能与科学研究，推动教育与社会结合，为学习型社会的智能教育和数字发展提供行动支撑，不断提升学生的科学和人文素养，让每个学生成为最好的自己。

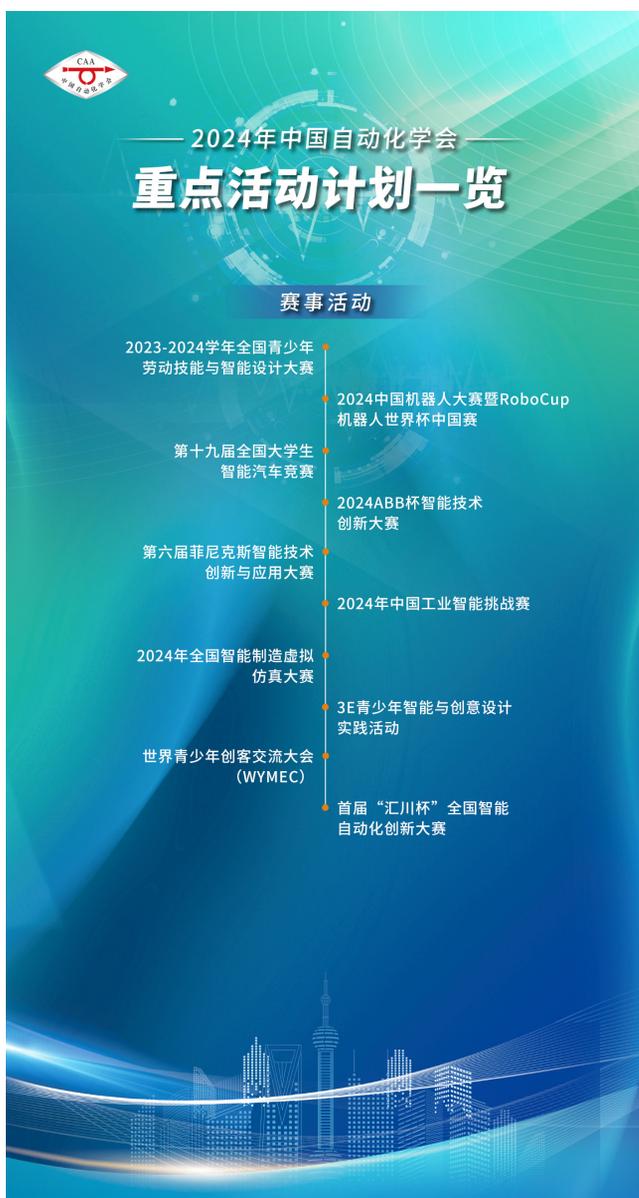
数字教育发展是“数字中国”的重要组成部分。中共二十大首次明确提出，推进教育数字化，建设全民终身学习的学习型社会、学习型大国。随着信息技术与教育教学的融合发展，教育数字化转型已成为推动教育现代化和提升教育质量的重要举措，智慧教育也迎来了新的发展契机。

中国自动化学会一直致力于推动我国自动化、信息与智能科技领域的科学研究和技术创新。以全国青少年劳动技能与智能设计大赛、中国机器人大赛暨RoboCup机器人世界杯中国赛、中国工业智能挑战赛、全国智能制造虚拟仿真大赛等系列赛事为牵引，推进自动化、信息化与智能科学的科普实践和教育活动，提高学生自动化实践水平，培养和挖掘自动化领域的创新人才。我们相信，通过竞赛的举办，能够激发学生的创新热情，提升他们的实践能力，同时也为教师提供了新的教学思路和方法。

在过去的赛事中，我们见证了无数学生的激情与才华，他们的创意和解决方案让我们深感欣慰和自豪。这些赛事不仅是对学生知识和技能的考验，更是对他们创新思维和团队协作能力的锻炼。我们相信，这些经历将深深地影响他们未来的学习和生活。

未来，中国自动化学会将继续举办更多高水平、有影响力的智能技术大赛，为广大学子提供一个展示

才华、锻炼能力的舞台。我们也将致力于推动智能技术与教育的深度融合，以赛促教，携手未来，为我国的数字教育贡献力量。



CAA 2024 系列赛事

01 2023—2024 学年全国青少年劳动技能与智能设计大赛

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》，每年举办一届。大赛以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，落实立德树人根本任务，秉承“人文引领、以劳育人、智能驱动、人才强国”的大赛宗旨，致力于培养和提高青少年的家国情怀、多元思维、劳动技能、创新能力和综合素质。

全国青少年劳动技能与智能设计大赛官网：aild.caa.org.cn

02 2024 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛

RoboCup 机器人世界杯中国赛（RoboCup China Open）是

RoboCup 机器人世界杯的正式地区性赛事，1999 年中国自动化学会举办了首届 RoboCup 机器人世界杯中国赛，并于 2006 年发展为 RoboCup 国际联合会认定的最有影响力的五大国际区域赛之一。同年开始，该项赛事每年与“中国机器人大赛”合并举办，冠名为“中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛”，赛制为每年举办一次。2016 年，根据中国自动化学会对机器人竞赛管理工作的要求，原中国机器人大赛暨 RoboCup 中国公开赛中国 RoboCup 比赛项目和 RoboCup 青少年比赛项目合并在一起，举办 RoboCup 机器人世界杯中国赛（RoboCup China Open）。

作为我国面向大学生、研究生开展，影响力最大、综合技术水平最高的机器人学科竞赛之一，致力于推进机器人相关学科，特别是自动化、机器人、人工智能等学科的发展。大赛由中国自动

化学会主办，由在 RoboCup 国际联合会任职的中国高校教授、学者具体组织，大赛顾问由十多位自动化领域的知名院士、专家组成，借助于中国自动化学会在自动化、机器人与人工智能领域的强大影响力和专业实力，大赛的技术水平和学术水平得到了高校广泛认可。赛制为每年举办一次，至今已成功举办 24 届。

中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛官网：<http://crc.drct-cao.org.cn/>

03 第十九届全国大学生智能汽车竞赛

全国大学生智能汽车竞赛是一项以“立足培养、重在参与、鼓励探索、追求卓越”为指导思想，面向全国大学生开展的具有探索性的工程实践活动。它以设计制作在特定赛道上能自主行驶且具有优越性能的智能模型汽车这类复杂工程问题为任务，鼓励



图1 全国青少年劳动技能与智能设计大赛



图2 中国机器人大赛暨 RoboCup 机器人世界杯中国赛



图3 全国大学生智能汽车竞赛

大学生组成团队，综合运用多学科知识，提出、分析、设计、开发并研究智能汽车的机械结构、电子线路、运动控制和开发与调试工具等问题，激发大学生从事工程技术开发和科学研究探索的兴趣和潜能，倡导理论联系实际、求真务实的学风和团队协作的人文精神。该大赛为加强大学生实践、创新能力和团队精神的培养，促进高等教育教学改革，2005年10月受教育部高等教育司委托（教高司函[2005]201号文，附件1），教育部高等学校自动化专业教学指导分委员会（2013年，已更名为“教育部高等学校自动化类专业教学指导委员会”，以下简称自动化教指委）创办了全国大学生智能汽车竞赛，并被教育部批准列入国家教学质量与教学改革工程资助项目。2020年，该赛事转为中国自动化学会作为主办单位。在全国数百所高校的支持下，全国大学生智能汽车竞赛至今已成功举办了18届。

全国大学生智能汽车竞赛官网：<https://smartcar.cdstm.cn/index/2.html>

04 2024 ABB 杯智能技术创新大赛

ABB 杯智能技术创新大赛是由中国自动化学会发起、主办，ABB（中国）有限公司独家赞助的面向全国自动化、信息与智能科学领域的工程技术人员开展的全国性技术论文大赛。从2005年

起，至今已经成功举办8届，为中国自动化领域提供了重要的技术交流和经验分享平台，推动了自动化产业与学术研究的紧密结合，有力地促进了行业的发展。

通过大赛，中国自动化学会旨在为促进自动化领域的学术交流与发展，沟通自动化领域的最新研究成果与实践经验，以便更好地为国民经济发展及构建社会主义和谐社会做贡献，发掘和培养更多优秀的自动化科技人才，更好地利用自动化技术服务于科技创新、资源开发利用和能源管理，推进现代自动化工程理论与技术，开拓从业人员的科技视野，推动自动化产业与学术研究的紧密结合。

ABB 杯智能技术创新大赛官网：<https://new.abb.com/cn/innovation/ABBCupInnovationContest2021>



图4 ABB 杯智能技术创新大赛

05 第六届菲尼克斯智能技术创新与应用大赛

百年大计，教育为本，为推进创新发展战略，深化产教融合，特举办菲尼克斯智能技术创新和应用大赛，助力培养具有国际水平的科技领先人才。德国菲尼克斯电气集团连续20多年举办面向全球所有自动化爱好者的xplore自动化大奖赛，中国多所高校参赛并取得优异成绩。2014年，菲尼克斯（中国）投资有限公司承办“I Love Control”中国自动化大奖（以下简称“大赛”），2018年更名为“菲尼克斯智能技术创新与应用大赛”，面向全国范围内的高等学校开展，鼓励创新与应用并举，理论和实践相结合，为参赛者搭建学习、互动、交流、竞技、展示的平台，为数字工业时代创新与应用人才的培养贡献力量。

菲尼克斯智能技术创新与应用大赛官方网站：https://mp.weixin.qq.com/s/JkX-cRzly0MQ_6MPhgFxDbo

06 2024年中国工业智能挑战赛

中国工业智能挑战赛（原名：“AB杯”全国大学生自动化系统应用技术大赛）是由教育部高等学校自动化类专业教学指导委员会和中国自动化学会主办，罗克

韦尔自动化（中国）有限公司和大连理工科技有限公司共同承办，参数技术软件公司（PTC）协办的自动化应用领域的创新型竞赛。自2012年首届大赛以来成功举行过11届。竞赛以贯彻落实教育部关于加强实践教学、培育卓越工程师的教改精神为宗旨，以激发广大大学生学习工程技术的兴趣、促进其创新意识和工程实践能力的全面提高为目的，鼓励受邀高校成绩优秀的在校全日制大学生在教师的指导下参赛。

中国工业智能挑战赛官网：<http://www.dllgt.com/news-info/1891945.html>

07 2024年全国智能制造虚拟仿真大赛

全国智能制造虚拟仿真大赛是由中国自动化学会发起主办，中国自动化学会教育工作委员会、中国自动化学会智慧教育专业委员会、中国自动化职业教育工作

委员会（筹）承办，北京华航唯实机器人科技股份有限公司协办的技能竞赛。其目的是为响应“科创中国”行动计划，厚植创新创业生态优势，推动新一代信息技术与先进制造技术深度融合，助力制造业数字化转型、网络化协同、智能化变革，培养新时代复合型技术技能人才。

全国智能制造虚拟仿真大赛官网：<https://www.pq1959.com/>

08 首届“汇川杯”全国智能自动化创新大赛

“汇川杯”全国智能自动化创新大赛是由中国自动化学会主办，苏州汇川技术有限公司承办的一项探索性、实践性的工程创新活动，旨在激发同学们把握产业趋势、学习工程技术的热情，提高学生创新设计与解决复杂工程问题的能力，培养自主学习、团队协作、沟通表达等职业素养。2024年学会将推出首届“汇川



图5 全国智能制造虚拟仿真大赛

杯”，大赛不仅为青年力量提供一个广泛交流学习和共同成长的平台，激发学生把握产业趋势、学习工程技术的热情，同时也为教师提供一个将理论教学与工程实践相结合的平台，推动高校工程教育改革与产业创新实践紧密结合，助力高校与国内自动化优秀企业产学研协同育人和协同创新。

“汇川杯”全国智能自动化创新大赛官网：<https://icup.inovance.com/>

09 3E 国际青少年智能与创意设计大赛

3E 国际青少年智能与创意设计大赛旨在启发青少年探索精神 (Exploration)、合作能

力 (Engagement)、走向卓越 (Excellence) (即 3E 的内涵)，弘扬科学精神、普及自动化、智能化科学知识，深入贯彻落实国务院在《新一代人工智能发展规划》中提出的任务要求，推动人工智能教育创新。培养青少年创新思维、设计思维、计算思维，提升青少年科学素养，发现和选拔人工智能创新人才，为参赛选手提供全球化创新成果展示平台。

10 世界青少年创客交流大会 (WYMEC)

世界青少年创客交流大会 (WYMEC) 是世界青少年创客国际科技交流活动，整合了自然

科学、创新思维、技术实践三大基础创客内容，主旨是鼓励青少年深入研究自然科学，以创新思维多角度分析问题，以自身掌握的技术能力解决问题，促进全世界青少年在创客文化方面的深度交流。

世界青少年创客交流大会在中国区以综合素养提升计划为核心，以创客教育为基础，为培养面向未来的高端芯片与软件、智能科技、新材料、先进制造和国家安全等关键领域的人才打好基础。其中世青创奥系列活动 (WYMOLY) 是世界青少年创客交流大会的重点项目。○

学会秘书处 供稿



年度总榜第三！中国科协网络平台宣传评价 2023 年度排行榜发布！

近日，中国科协发布网络平台宣传评价 2023 年度排行榜。中国科协宣传文化部联合中国科协信息中心开展中国科协网络平台宣传评价工作，2023 年按季度对 217 个全国学会、32 个省级科协的官方网络宣传平台开展了四期评价，在四期评价汇总分析的基础上，编制了 2023 年度中国科协网络平台宣传评价排行榜。

中国自动化学会在总排行榜中位列第 3，在各大分榜中，学会官方网站排名第 9，微信公众号排名第 5，微博和今日头条排名第 2，抖音排名第 7。详情请查看：<https://www.caa.org.cn/article/191/4491.html>

中国自动化学会不断深入自身信息化建设，2024 年将继续完善以会员库为基础的会员服务与管理系统、奖励系统、学术会议管理系统、分支机构管理系统、期刊采编系统、学科前沿动态监测系统。依托学会官网、微信、微博、知乎、百家号、视频号、抖音、B 站、爱奇艺等全媒体平台，提供全流程服务，实现学会信息平台与学会业务工作同频共振。未来学会将继续推进数字化、信息化建设，集成优势资源，开创智慧学会新局面，全力打造网上“科技工作者之家”！

中国自动化学会组织召开中国科学院沈阳自动化研究所科技成果鉴定会



线上参会代表

2024年1月27日，中国自动化学会以线上会议形式组织召开了“选冶过程元素成分激光诱导光谱在线分析技术与装备”项目成果鉴定会，该成果由中国科学院沈阳自动化研究所牵头，与云南磷化集团有限公司、鞍钢集团矿业有限公司共同完成。

鉴定委员会由中国工程院院士、中国自动化学会特聘顾问、

东北大学柴天佑教授担任主任委员，中国工程院院士、哈尔滨工业大学谭久彬教授和中国工程院院士、吴忠仪表有限责任公司马玉山教授担任副主任委员。来自山东大学、西北工业大学、中国科学院自动化研究所、上海交通大学、北京科技大学、同济大学多所高校相关领域专家担任委员。鉴定会由中国自动化学会副秘书长、

武汉大学教授张俊主持。

项目组在鉴定会上向鉴定委员会专家汇报了项目技术成果报告、查新报告和测试报告等。鉴定委员会专家认真审查了项目组提供的相关材料，通过质询、讨论与评议等形式，最终形成鉴定意见。

据了解，中国科学院沈阳自动化研究所牵头的科技成果针对选矿、冶金工业资源高效开发利用对元素成分在线测量的紧迫需求和重大难题，开展了选冶过程元素成分激光诱导光谱在线分析技术与装备研究，突破了过程产品成分信息从离线分析到工业在线分析上的技术瓶颈，得了创新性成果，并已成功实现产业化应用，经济社会效益显著。

中国科学院沈阳自动化研究所、云南磷化集团有限公司、鞍钢集团矿业有限公司的相关项目组成员参加了会议。○

学会秘书处 供稿

成都自动化研究会在西南交通大学电气工程学院召开八届七次常务理事会暨学术报告会

2024年1月25日，成都自动化研究会在西南交通大学电气工程学院召开八届七次常务理事会暨学术报告会。活动由成都自动化研究会主办，西南交通大学电气工程学院承办。成都自动化研究会理事长、监事长、副理事长、常务理事、秘书处人员、特邀代表等30余人参加会议。

会议由理事长、四川省机械研究设计院原副院长、成都川哈工机器人及智能装备产业技术研究院院长王健主持，王健首先致辞并介绍参会人员，表示本次会议旨在进一步推动智能制造学术及产业协同创新发展，加强各成员单位的交流合作。

副理事长、西南交通大学国际合作与交流处处长马磊教授，代表承办单位对参加活动的各位专家学者、参会嘉宾表示热烈欢迎，介绍了西南交通大学的历史沿革以及电气工程学院科研教学等情况。

学术报告环节，邀请了西南交通大学电气工程学院秦娜作题为“高速列车转向架故障诊断的多级联邦/迁移学习”的报告。秦娜是工学博士，博士生导师，四

川省学术技术带头人后备人选，中国自动化学会技术过程的故障诊断与安全性专业委员会，数据驱动控制、学习与优化专业委员会委员，成都自动化研究会理事。秦娜在报告中提出，高速列车为实现高水平对外开放、推动共建“一带一路”高质量发展发挥了重要作用，列车的安全平稳运行意义重大。转向架作为车体和轮对的连接部分是车辆的核心部件，其健康状态直接影响车辆的牵引性能、运行品质、轮轨磨损及行车安全。报告从经典信号分析处理、机器学习与深度学习、到考虑小样本多线路多工况条件下的多级联邦-迁移学习逐步深入，全方位介绍人工智能方法在高速列车转向架关键部件故障诊断与健康管理中的应用方法和前沿技术。

高级顾问谢正德作了题为“开创高质量发展新局面 奋力谱写中国式现代化四川新篇章——认真学习贯彻习近平总书记在四川考察时重要指示精神”的宣讲。

常务理事会及监事会环节，理事长王健作“成都自动化研究会2023年工作总结”，副理事长、西华大学发展规划与学科建设处

处长王军教授作“成都自动化研究会2024年工作计划”，秘书长、西南星火科技实业有限公司高级工程师张锦荣通报了“2023年学会财务收支报告”及2023年度会费收取情况，监事长、攀钢工程公司技术总监申江捷作“2023年度监事会工作报告”，副理事长、中国市政工程西南设计研究总院有限公司数字化中心副总经理刘卫民作“审议增补常务理事、理事名单”报告，增补四川大学机械工程学院余德平教授为我会常务理事，增补电子科技大学航空航天学院陈小平教授、四川大学电子信息学院黄霖宇为我会理事。副理事长、四川大学机械工程学院党委书记、研究员樊庆文作“审议2023年度学会工作先进集体、先进个人名单”报告。上述报告经过审议表决获得一致通过。

来自成都市科学技术推广中心、成都光明光电股份有限公司、成都建工集团有限公司、成都飞机工业（集团）有限责任公司、希望森兰科技股份有限公司、鸿富锦精密电子（成都）有限公司、东方电气集团科学技术研究院有



图1 会议现场



图2 代表合影

限公司、成都思创电气工程有限公司、成都工贸职业技术学院等单位的代表积极交流互动，对科技成果转化、科技需求、组织建设、会员服务等方面提出了很好的意

见和建议。

新年伊始召开的这次高效内容丰富而气氛热烈的会议，必将为我会贯彻习近平总书记重要指示精神，依靠科技创新实现动力

变革和动能转换，整合科技创新资源，加快形成新质生产力，做出研究会应有的新贡献。○

来源：成都自动化研究会

通知

关于开展 2024 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、智能化和信息化科学与技术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》(点击阅读原文下载查看)的规定，学会现开展 2024 年度 CAA 会士候选人提名工作。详情请查看：<https://www.caa.org.cn/article/192/4492.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得超过两人。2. 参与推荐的专家必须为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

2024 年中国自动化学会会士提名工作采用网上系统填报，填报开始时间后续将在学会官方网站和官方微信进行公布，还请及时关注。

山东省自动化学会在济宁开展“协同创新 赋能智造”企业行 - 山东省涂料及相关行业生产企业“三化”改造建设方案推介会

2024年1月23日-24日，由山东省自动化学会、山东省涂料行业协会主办，学会智能技术应用与产业园区促进发展工作委员会等承办的山东省涂料及相关行业生产企业“三化”改造建设方案推介会在济宁市梁山县举办。

梁山县副县长韩光辉，经济开发区党工委书记、管委会主任李来茵，省自动化学会秘书长郑富全，省涂料行业协会秘书长林喆，济南泉瑞自动化总经理、学会智促会主任王昂，香江系统工程有限公司集团事业部总经理翟宝根，哈尔滨宇龙自动化有限公司经理孟宪成，安徽德克斯科技集团有限公司技术总监齐增海、山东贝格尔漆业股份有限公司总经理唐曙光，梁山天佳化工有限公司总经理李炳全，山东齐彩涂料股份有限公司总经理董正昌，山东乐化漆业股份有限公司安全主管张树华等省内外专家及园区、企业、学协会近50家单位代表约70人参加活动。

活动先后召开梁山经济开发区涂料产业经济合作恳谈会暨“三化”升级改造经验交流会、三



图1

化标准推介和改造示范企业展示交流会。王昂、翟宝根、孟宪成、齐增海等专家分别在会上进行了报告分享，唐曙光、李炳全、董正昌、张树华等企业负责人介绍了各自“三化”改造建设情况。会上，梁山公明涂料产业发展有限公司与山东鑫铭昊新材料有限公司进行了签约，共同推动梁山经济开发区涂料产业经济合作。

与会人员先后在山东水泊智能装备股份有限公司、山东贝格尔漆业股份有限公司、山东曙岳车辆有限公司、同创化学（山东）有限公司和山东科淮新材料有限公司等5家企业实地调研了企业“三化”改造现场和装备智能化工作情况。

为落实危险化学品安全生产“机械化换人、自动化减人、智能化无人”的三化工程，2023年山



图2

东省自动化学会与山东省涂料行业协会联合制定了《山东省涂料及相关行业生产企业“三化”改造建设方案》，并于2023年12月份在郯城进行了推介。学会作为山东省社会组织总会十强产业专家委员会的牵头单位，将继续聚焦细分领域，深化专家服务。

同期，面向装备智能化创新与产学研合作，山东大学教授田新城、荣学文、学会秘书长郑富全等先后在汶上县山东华力机电有限公司、山东西曼克技术有限公司，梁山县山东水泊智能装备股份有限公司，邹城市山东兖煤黑豹矿业装备有限公司，分别围绕密集立体库与AGV、焊割装备与专用车生产线、掘锚与支护装备的智能化等，进行了考察和现场交流。○

来源：山东省自动化学会

党史学习教育工作条例

(2024年1月18日中共中央政治局常委会会议审议批准
2024年2月5日中共中央发布)

第一章 总则

第一条 为了推动党史学习教育常态化长效化，推动全党全社会学好党史、用好党史，从党的历史中汲取智慧和力量，弘扬伟大建党精神，传承红色基因，赓续红色血脉，根据《中国共产党章程》，制定本条例。

第二条 开展党史学习教育，用党的历史教育人、启迪人、感化人、鼓舞人，是牢记党的初心使命、坚定理想信念、推进自我革命的重要途径，是新时代坚持和发展中国特色社会主义、以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴的必然要求。

第三条 党史学习教育工作坚持以马克思列宁主义、毛泽东思想、邓小平理论、“三个代表”重要思想、科学发展观、习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，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”，用党的奋斗历程和伟大成就鼓舞斗志、指引方向，用党的光

荣传统和优良作风坚定信念、凝聚力量，用党的历史经验和实践创造启迪智慧、砥砺品格，推动全党全社会奋进新征程、建功新时代。

第四条 党史学习教育工作的主要任务是：

(一) 学史明理。教育引导党员深刻领悟中国共产党为什么能、马克思主义为什么行、中国特色社会主义为什么好等道理，从历史中寻经验、求规律、启智慧，坚定对党的领导的自信，坚定贯彻落实党的创新理论，坚定不移走中国特色社会主义道路。

(二) 学史增信。教育引导党员增强对马克思主义、共产主义的信仰，对中国特色社会主义的信念，对实现中华民族伟大复兴的信心，自觉做共产主义远大理想、中国特色社会主义共同理想的坚定信仰者和忠实践行者。

(三) 学史崇德。教育引导党员涵养高尚道德品质，崇尚对党忠诚的大德、造福人民的公德、严于律己的品德，做到始终忠于党、忠于人民。

(四) 学史力行。教育引导党员坚持在锤炼党性上力行、在为民服务上力行、在推动发展上力行，不断提高政治判断力、政治领悟力、政治执行力，增强斗争本领，把握历史主动。

第五条 党史学习教育工作遵循以下原则：

- (一) 坚持党的全面领导；
- (二) 坚持围绕中心、服务大局；
- (三) 坚持以史鉴今、资政育人；
- (四) 坚持统筹谋划、开拓创新；
- (五) 坚持分类指导、精准施策；
- (六) 坚持唯物史观和正确党史观。

第六条 党史学习教育工作坚持全面抓与重点抓相统一、覆盖全党与面向社会相贯通。在党员学习教育中，应当突出县级以上领导干部这个重点。抓好青少年党史学习教育工作。推动党史学习教育进机关、进企事业单位、进城乡社区、进校园、进军

营、进新经济组织和新社会组织、进网站。

第二章 领导体制和工作职责

第七条 党史学习教育工作在党中央集中统一领导下，由中央宣传思想文化工作领导小组负责统筹协调、整体推进、督促落实。

中央宣传部、中央组织部、中央党史和文献研究院等部门按照职能职责，做好党史学习教育相关工作。

第八条 各级党委（党组）承担党史学习教育主体责任，领导本地区本部门本单位开展工作，整合相关资源，统筹各方力量，发挥优势，形成合力。

第九条 基层党组织承担党史学习教育直接责任，把党史学习教育融入日常、抓在经常。

第三章 党史学习教育的内容

第十条 坚持学党史和悟思想相统一，认真学习马克思列宁主义、毛泽东思想、邓小平理论、“三个代表”重要思想、科学发展观、习近平新时代中国特色社会主义思想，学习党坚持把马克思主义基本原理同中国具体实际相结合、同中华优秀传统文化相结合的理论和实践，不断增进对党的创新理论的政治认同、思想认同、理论认同、情感认同。

全面学习领会习近平新时代

中国特色社会主义思想，全面系统掌握这一思想的基本观点、科学体系，把握好这一思想的世界观和方法论，坚持好、运用好贯穿其中的立场观点方法，把习近平新时代中国特色社会主义思想转化为坚定理想、锤炼党性和指导实践、推动工作的强大力量。

第十一条 认真学习《关于若干历史问题的决议》、《关于建国以来党的若干历史问题的决议》、《中共中央关于党的百年奋斗重大成就和历史经验的决议》，学习毛泽东同志、邓小平同志、江泽民同志、胡锦涛同志关于党史的重要论述，学习习近平总书记关于党史的重要论述和指示要求，理解和把握党中央关于党史的最新表述、评价和结论，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。

第十二条 全面系统学习党史，学习党在新民主主义革命时期、社会主义革命和建设时期、改革开放和社会主义现代化建设新时期、中国特色社会主义新时代的历史，学习党的不懈奋斗史、不怕牺牲史、理论探索史、为民造福史、自身建设史，认识和把握党对中国人民、中华民族、马克思主义、人类进步事业、马克思主义政党建设作出的历史性贡献。

第十三条 学习和运用党在长期奋斗中积累的宝贵历史经验，

坚持党的领导，坚持人民至上，坚持理论创新，坚持独立自主，坚持中国道路，坚持胸怀天下，坚持开拓创新，坚持敢于斗争，坚持统一战线，坚持自我革命。

第十四条 弘扬伟大建党精神，坚持真理、坚守理想，践行初心、担当使命，不怕牺牲、英勇斗争，对党忠诚、不负人民，为强国建设、民族复兴提供精神力量。

第十五条 树立正确党史观，认真学习党史基本著作和权威读本，准确把握党的历史发展的主题主线、主流本质，正确认识党史上的重大事件、重要会议、重要人物，正确对待党在前进道路上经历的失误和曲折，坚决反对和抵制历史虚无主义，让正史成为全党全社会的共识。

第四章 党史学习教育的主要方式

第十六条 党员应当按照党章和有关党内法规要求，根据自身实际，通过阅读党史著作、开展研讨交流、参加教育培训、参观红色场馆、参加实践活动等形式学习党史。

第十七条 各级党委（党组）理论学习中心组应当把党史作为集体学习的重要内容，纳入学习计划。

第十八条 各级党校（行政学院）、干部学院、社会主义学院

应当把党史作为干部教育培训的必修课、常修课，充实党史课程，丰富党史教育形式，提高党史教学质量。进修班、培训班等主体班次强化党史学习内容。公务员初任培训、任职培训、在职培训等设置党史课程。团校应当根据实际情况设置党史课程。

第十九条 基层党组织应当把党史学习教育纳入年度工作计划，通过“三会一课”、主题党日等形式开展党史学习教育，每年至少组织1次以党史为主要内容的学习或者主题党日。在发展党员过程中，教育引导入党积极分子认真学习党史。

第二十条 用好学校思想政治理论课渠道，推进大中小学思想政治教育一体化建设，推动党史进教材、进课堂、进头脑，发挥党史立德树人的重要作用。

第二十一条 用好革命博物馆、纪念馆、党史馆、烈士纪念设施、革命旧址等红色资源，保护利用好革命文物，精心设计展览陈列、红色旅游线路、学习体验线路，加强革命传统教育、爱国主义教育、思想道德教育。

第二十二条 把党史学习教育融入重大主题宣传，与新中国史、改革开放史、社会主义发展史、中华民族发展史宣传教育结合起来，加强舆论引导，弘扬主旋律，传播正能量。

做好重要节庆日、纪念日和

重大党史事件纪念工作，按照党中央有关规定办好已故党和国家领导同志诞辰纪念活动，开展重大党史事件、重要党史人物和烈士纪念活动。

第二十三条 用好图书、报刊、广播、电影、电视等传播媒介，用好文学、影视、音乐、戏剧、美术等艺术形式，充分发挥文献档案、红色书信、革命诗词等教育价值，鼓励各地利用公共空间开展党史学习教育。

用好互联网技术和新媒体手段，通过党史网站（频道）、网上纪念馆以及微博、微信、短视频、移动客户端等网络平台，打造党史融媒体作品，增强党史学习教育吸引力感染力。

第二十四条 用好新时代文明实践中心、县级融媒体中心 and 农家书屋、职工书屋等平台，运用报告会、座谈会、知识竞赛、宣讲活动、读书活动等形式，发挥革命英烈、功勋模范、先进典型、时代楷模的示范引领作用，把党史学习教育融入精神文明创建和群众性文化活动。

第五章 保障和监督

第二十五条 党史和文献部门应当发挥党的历史和理论研究专门机构作用，制定党史和文献工作规划，组织开展党史研究、党史著作编写、党史宣传教育、党史资料征集等工作。

各地区各部门各单位应当准确记载本地区本部门本单位党的工作，为党史和文献部门提供资料支持。

第二十六条 加强中共党史党建学一级学科建设，做好人才培养、课程设置、师资队伍建设、科学研究、学术交流等工作。加强党史精品课程建设，建立完善党史精品课程库，利用网络平台、线上课堂等形式，共享优质资源。

第二十七条 按照政治强、业务精、作风正的原则，建设一支结构合理、专兼结合的高素质党史学习教育工作队伍。大力培养优秀党史人才特别是青年人才，造就一批有影响的党史专家和党史宣讲人才。重视发挥老干部、老战士、老专家、老教师、老模范参与党史学习教育工作的作用。

第二十八条 各级党委（党组）以及党委宣传部门、党史和文献部门等应当严格落实意识形态工作责任制，严把政治关。正确处理历史和现实、政治和学术、研究和宣传等关系，旗帜鲜明反对历史虚无主义等错误思潮和观点，自觉与丑化党和国家形象、诋毁党和国家领导人、抹黑英雄模范、歪曲党的历史等言行作斗争。坚决反对形式主义、官僚主义，抵制庸俗化、娱乐化，防止“低级红”、“高级黑”。

第二十九条 党史学习教育工作经费列入本级预算。

开展党史学习教育，应当坚持勤俭节约，充分利用当地条件就地组织开展相关活动，严禁以学习教育为名变相公款旅游。严禁借学习教育搞不当营商活动，硬性摊派征订辅导读物、音像制品等学习资料。

第三十条 各级党委（党组）应当加强对党史学习教育工作开展情况的监督检查，将其纳入党建工作责任制，纳入领导班子、领导干部目标管理和考核体系，纳入巡视巡察内容。

第三十一条 各级党委（党组）原则上每5年组织开展1次党史学习教育工作情况综合评估，充分运用评估结果，不断改进党史学习教育工作。

对党史学习教育工作中成绩突出的集体和个人，按照有关规定给予表彰奖励。

违反本条例有关规定的，根据情节轻重，依规依纪依法予以处理、处分。

第六章 附则

第三十二条 军队党史学习教育工作规定，由中央军事委员会根据本条例制定。

第三十三条 本条例由中央宣传部、中央组织部、中央党史和文献研究院负责解释。

第三十四条 本条例自发布之日起施行。○

来源：新华社

坚持和完善人民代表大会制度 保障人民当家作主

我们要坚持国家一切权力属于人民的宪法理念，最广泛地动员和组织人民依照宪法和法律规定，通过各级人民代表大会行使国家权力，通过各种途径和形式管理国家和社会事务、管理经济和文化事业，共同建设，共同发展，成为国家、社会和自己命运的主人。我们要按照宪法确立的民主集中制原则、国家政权体制和活动准则，实行人

民代表大会统一行使国家权力，实行决策权、执行权、监督权既有合理分工又有相互协调，保证国家机关依照法定权限和程序行使职权、履行职责，保证国家机关统一有效组织各项事业。

（2012年12月4日在首都各界纪念现行宪法公布施行30周年大会上的讲话）

60年前，我们人民共和国的缔造者们，同经过普选产生的

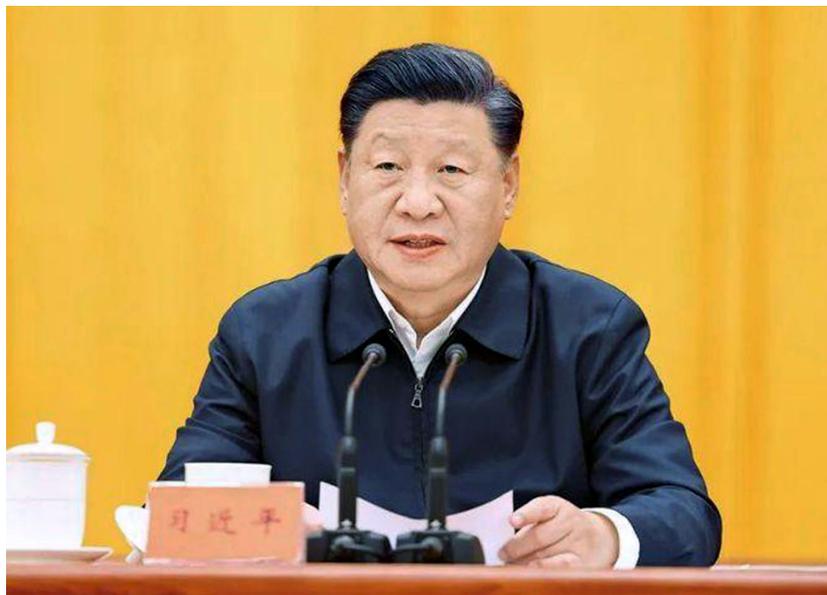


图1 2021年10月13日至14日，中央人大工作会议在北京召开。中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平出席会议并发表重要讲话。新华社记者 王晔 / 摄

1200 多名全国人大代表一道，召开了第一届全国人民代表大会第一次会议，通过了《中华人民共和国宪法》，从此建立起中华人民共和国的根本政治制度——人民代表大会制度。中国这样一个有 5000 多年文明史、几亿人口的国家建立起人民当家作主的新型政治制度，在中国政治发展史乃至世界政治发展史上都是具有划时代意义的。

（2014 年 9 月 5 日在庆祝全国人民代表大会成立 60 周年大会上的讲话）

三

在中国实行人民代表大会制度，是中国人民在人类政治制度史上的伟大创造，是深刻总结近代以后中国政治生活惨痛教训得出的基本结论，是中国社会 100 多年激越变革、激荡发展的历史结果，是中国人民翻身作主、掌握自己命运的必然选择。

（2014 年 9 月 5 日在庆祝全国人民代表大会成立 60 周年大会上的讲话）

四

人民代表大会制度之所以具有强大生命力和显著优越性，关键在于它深深植根于人民之中。我们国家的名称，我们各级国家机关的名称，都冠以“人民”的称号，这是我们对中国社会主义政权的基本定位。中国 260 多万

各级人大代表，都要忠实代表人民利益和意志，依法参加行使国家权力。各级国家机关及其工作人员，不论做何种工作，说到底都是为人民服务。这一基本定位，什么时候都不能含糊、不能淡化。

（2014 年 9 月 5 日在庆祝全国人民代表大会成立 60 周年大会上的讲话）

五

设计和发展国家政治制度，必须注重历史和现实、理论和实践、形式和内容有机统一。要坚持从国情出发、从实际出发，既要把握长期形成的历史传承，又要把握走过的发展道路、积累的政治经验、形成的政治原则，还要把握现实要求、着眼解决现实问题，不能割断历史，不能想象突然就搬来一座政治制度上的“飞来峰”。政治

制度是用来调节政治关系、建立政治秩序、推动国家发展、维护国家稳定的，不可能脱离特定社会政治条件来抽象评判，不可能千篇一律、归于一尊。在政治制度上，看到别的国家有而我们没有就简单认为有欠缺，要搬过来；或者，看到我们有而别的国家没有就简单认为是多余的，要去除掉。这两种观点都是简单化的、片面的，因而都是不正确的。

（2014 年 9 月 5 日在庆祝全国人民代表大会成立 60 周年大会上的讲话）

六

评价一个国家政治制度是不是民主的、有效的，主要看国家领导层能否依法有序更替，全体人民能否依法管理国家事务和社会事务、管理经济和文化事业，



图2 2023 年 3 月 10 日，十四届全国人大一次会议在北京人民大会堂举行第三次全体会议。习近平全票当选中华人民共和国主席、中华人民共和国中央军事委员会主席。这是习近平进行宪法宣誓。新华社记者 鞠鹏 / 摄

人民群众能否畅通表达利益要求，社会各方面能否有效参与国家政治生活，国家决策能否实现科学化、民主化，各方面人才能否通过公平竞争进入国家领导和管理体系，执政党能否依照宪法法律规定实现对国家事务的领导，权力运用能否得到有效制约和监督。

（2014年9月5日在庆祝全国人民代表大会成立60周年大会上的讲话）

七

发展社会主义民主政治，关键是要增加和扩大我们的优势和特点，而不是要削弱和缩小我们的优势和特点。我们要坚持发挥党总揽全局、协调各方的领导核心作用，提高党科学执政、民主执政、依法执政水平，保证党领导人民有效治理国家，切实防止出现群龙无首、一盘散沙的现象。我们要坚持国家一切权力属于人民，既保证人民依法实行民主选举，也保证人民依法实行民主决策、民主管理、民主监督，切实防止出现选举时漫天许诺、选举后无人过问的现象。我们要坚持和完善中国共产党领导的多党合作和政治协商制度，加强社会各种力量的合作协调，切实防止出现党争纷沓、相互倾轧的现象。我们要坚持和完善民族区域自治制度，巩固平等团结互助和谐的社会主义民族关系，促进各民族

和睦相处、和衷共济、和谐发展，切实防止出现民族隔阂、民族冲突的现象。我们要坚持和完善基层群众自治制度，发展基层民主，保障人民依法直接行使民主权利，切实防止出现人民形式上有权、实际上无权的现象。我们要坚持和完善民主集中制的制度和原则，促使各类国家机关提高能力和效率、增进协调和配合，形成治国理政的强大合力，切实防止出现相互掣肘、内耗严重的现象。

（2014年9月5日在庆祝全国人民代表大会成立60周年大会上的讲话）

八

无论是党委换届还是人大、政府、政协换届，都要体现工人阶级领导的、以工农联盟为基础的人民民主专政的国体，要保证基本群众代表比例，党政干部、企业负责人不要挤占应该给基本群众的名额，不得搞偷天换日、移花接木的欺骗手段。在中国共产党领导的社会主义国家，一切权力属于人民，决不能依据地位、财富、关系分配政治权力！

（2017年1月6日在十八届中央纪委七次全会上的讲话）

九

我们走的是一条中国特色社会主义政治发展道路，人民民主是一种全过程的民主，所有的重

大立法决策都是依照程序、经过民主酝酿，通过科学决策、民主决策产生的。

（2019年11月2日在上海市市长宁区虹桥街道古北市民中心考察时的讲话）

+

党的十八届四中全会明确提出，坚持依法治国首先要坚持依宪治国，坚持依法执政首先要坚持依宪执政。我们讲依宪治国、依宪执政，同西方所谓“宪政”有着本质区别，不能把二者混为一谈。坚持依宪治国、依宪执政，就包括坚持宪法确定的中国共产党领导地位不动摇，坚持宪法确定的人民民主专政的国体和人民代表大会制度的政体不动摇。

（2020年11月16日在中央全面依法治国工作会议上的讲话）

十一

60多年来特别是改革开放40多年来，人民代表大会制度为党领导人民创造经济快速发展奇迹和社会长期稳定奇迹提供了重要制度保障。实践证明，人民代表大会制度是符合我国国情和实际、体现社会主义国家性质、保证人民当家作主、保障实现中华民族伟大复兴的好制度，是我们党领导人民在人类政治制度史上的伟大创造，是在我国政治发展史乃至世界政治发展史上具有重大意

义的全新政治制度。

（2021年10月13日在中央人大工作会议上的讲话）

十二

人民代表大会制度，坚持中国共产党领导，坚持马克思主义国家学说的基本原则，适应人民民主专政的国体，有效保证国家沿着社会主义道路前进。人民代表大会制度，坚持国家一切权力属于人民，最大限度保障人民当家作主，把党的领导、人民当家作主、依法治国有机统一起来，有效保证国家治理跳出治乱兴衰的历史周期率。人民代表大会制度，正确处理事关国家前途命运的一系列重大政治关系，实现国家统一高效组织各项事业，维护国家统一和民族团结，有效保证国家政治生活既充满活力又安定有序。

（2021年10月13日在中央人大工作会议上的讲话）

十三

党的十八大以来，党中央统筹中华民族伟大复兴战略全局和世界百年未有之大变局，从坚持和完善党的领导、巩固中国特色社会主义制度的战略高度出发，继续推进人民代表大会制度理论和实践创新，提出一系列新理念新思想新要求，主要有以下几个方面。

一是必须坚持中国共产党领导。坚持党总揽全局、协调各方的领导核心作用，坚决维护党中央权威和集中统一领导，保证党的理论、路线、方针政策和决策部署在国家工作中得到全面贯彻和有效执行，支持和保证国家政权机关依照宪法法律积极主动、独立负责、协调一致开展工作。要加强和改善党的领导，善于使党的主张通过法定程序成为国家意志，善于使党组织推荐的人选通过法定程序成为国家政权机关的领导人员，善于通过国家政权机关实施党对国家和社会的领导，维护党和国家权威、维护全党全国团结统一。

二是必须坚持用制度体系保障人民当家作主。坚持以人民为中心，坚持国家一切权力属于人民，支持和保证人民通过人民代表大会行使国家权力，健全民主制度，丰富民主形式，拓宽民主渠道，保证人民平等参与、平等发展权利，发展更加广泛、更加充分、更加健全的全过程人民民主。

三是必须坚持全面依法治国。坚持走中国特色社会主义法治道路，建设中国特色社会主义法治体系，建设社会主义法治国家，弘扬社会主义法治精神，依照宪法法律推进国家各项事业和各项工作，维护社会公平正义，尊重和保障人权，实现国家各项工作法治化。

四是必须坚持民主集中制。坚持人民通过人民代表大会统一行使国家权力，各级人民代表大会由民主选举产生，对人民负责，受人民监督；各级国家行政机关、监察机关、审判机关、检察机关都由人民代表大会产生，对人大负责，受人大监督；实行决策权、执行权、监督权既合理分工又相互协调，保证国家机关依照法定权限和程序行使职权、履行职责；坚持在党中央统一领导下，充分发挥地方主动性和积极性，保证国家统一高效组织推进各项事业。

五是必须坚持中国特色社会主义政治发展道路。坚持党的领导、人民当家作主、依法治国有机统一，



图3 2023年12月14日至15日，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平在广西考察。这是14日上午，习近平在南宁市良庆区蟠龙社区党群服务中心考察。新华社记者 燕雁/摄

核心是坚持党的领导。人民代表大会制度是坚持党的领导、人民当家作主、依法治国有机统一的根本政治制度安排，保证党领导人民依法有效治理国家。可以借鉴人类政治文明的有益成果，但绝不照搬西方政治制度模式。

六是必须坚持推进国家治理体系和治理能力现代化。人民代表大会制度是中国特色社会主义制度的重要组成部分，也是国家治理体系的重要组成部分。要坚持和完善人民当家作主制度体系，不断推进社会主义民主政治制度化、规范化、程序化，更好把制度优势转化为治理效能。

（2021年10月13日在中央人大工作会议上的讲话）

十四

党的十八大以来，我们深化对民主政治发展规律的认识，提出全过程人民民主的重大理念。我国全过程人民民主不仅有完整的制度程序，而且有完整的参与实践。我国实行工人阶级领导的、以工农联盟为基础的人民民主专政的国体，实行人民代表大会制度的政体，实行中国共产党领导的多党合作和政治协商制度、民族区域自治制度、基层群众自治制度等基本政治制度，巩固和发展最广泛的爱国统一战线，形成了全面、广泛、有机衔接的人民当家作主制度体系，构建了多样、畅通、有序的民主渠

道。全体人民依法实行民主选举、民主协商、民主决策、民主管理、民主监督，依法通过各种途径和形式管理国家事务，管理经济和文化事业，管理社会事务。我国全过程人民民主实现了过程民主和成果民主、程序民主和实质民主、直接民主和间接民主、人民民主和国家意志相统一，是全链条、全方位、全覆盖的民主，是最广泛、最真实、最管用的社会主义民主。我们要继续推进全过程人民民主建设，把人民当家作主具体地、现实地体现到党治国理政的政策措施上来，具体地、现实地体现到党和国家机关各个方面各个层级工作上来，具体地、现实地体现到实现人民对美好生活向往的工作上来。

（2021年10月13日在中央人大工作会议上的讲话）

十五

人民代表大会制度是实现我国全过程人民民主的重要制度载体。要在党的领导下，不断扩大人民有序政治参与，加强人权法治保障，保证人民依法享有广泛权利和自由。要保证人民依法行使选举权利，民主选举产生人大代表，保证人民的知情权、参与权、表达权、监督权落实到人大工作各方面各环节全过程，确保党和国家在决策、执行、监督落实各个环节都能听到来自人民的声音。要完善人大的民主民意表达平台和载体，健全吸纳民意、汇集民智的工作机制，推进人大协商、立法协商，把各方面社情民意统一于最广大人民根本利益之中。要加强对中国特色社会主义民主、对人民代表大会制度的研究



图4 2024年2月1日至2日，中共中央总书记、国家主席、中央军委主席习近平来到天津，看望慰问基层干部群众。这是1日下午，习近平在天津古文化街考察时，走进店铺同现场群众互动交流。新华社记者 谢环驰 / 摄

宣传工作，讲清楚我国政治制度的特点和优势，讲好中国民主故事。

（2021年10月13日在中央人大工作会议上的讲话）

十六

选举人大代表，是人民代表大会制度的基础，是人民当家作主的重要体现。要把民主选举、民主协商、民主决策、民主管理、民主监督各个环节贯通起来，不断发展全过程人民民主，更好保证人民当家作主。要加强选举全过程监督，坚决查处选举中的不正之风，确保选举作风清气正，确保选举结果人民满意。

（2021年11月5日在参加北京市区人大代表换届选举投票时的讲话）

十七

加强人民当家作主制度保障。坚持和完善我国根本政治制度、基本政治制度、重要政治制度，拓展民主渠道，丰富民主形式，确保人民依法通过各种途径和形式管理国家事务，管理经济和文化事业，管理社会事务。支持和保证人民通过人民代表大会行使国家权力，保证各级人大都由民主选举产生、对人民负责、受人民监督。支持和保证人大及其常委会依法行使立法权、监督权、决定权、任免权，健全人大对行政机关、监察机关、审判机

关、检察机关监督制度，维护国家法治统一、尊严、权威。加强人大代表工作能力建设，密切人大代表同人民群众的联系。健全吸纳民意、汇集民智工作机制，建设好基层立法联系点。深化工会、共青团、妇联等群团组织改革和建设，有效发挥桥梁纽带作用。坚持走中国人权发展道路，积极参与全球人权治理，推动人权事业全面发展。

（2022年10月16日在中国共产党第二十次全国代表大会上的报告）

十八

要坚定政治制度自信，坚定不移走中国特色社会主义政治发展道路，坚持和完善中国特色社会主义制度，坚持宪法确定的中国共产党领导地位不动摇，坚持宪法确定的人民民主专政的国体和人民代表大会制度的政体不动摇，决不照抄照搬别国模式和做法。

（2022年12月19日《谱写新时代中国宪法实践新篇章——纪念现行宪法公布施行40周年》）

十九

要积极发展全过程人民民主，坚持党的领导、人民当家作主、依法治国有机统一，健全人民当家作主制度体系，实现人民意志，保障人民权益，充分激发全体人

民的积极性主动性创造性。

（2023年3月13日在第十四届全国人民代表大会第一次会议上的讲话）

二十

“第二个结合”让我们掌握了思想和文化主动，并有力地作用于道路、理论和制度。从这个角度看，我们党开创的人民代表大会制度、政治协商制度，与中华文明的民本思想，天下共治理念，“共和”、“商量”的施政传统，“兼容并包、求同存异”的政治智慧都有深刻关联。我们没有搞联邦制、邦联制，确立了单一制国家形式，实行民族区域自治制度，就是顺应向内凝聚、多元一体的中华民族发展大趋势，承继九州共贯、六合同风、四海一家的中国文化大一统传统。更重要的是，“第二个结合”是又一次的思想解放，让我们能够在更广阔的文化空间中，充分运用中华优秀传统文化的宝贵资源，探索面向未来的理论和制度创新。

（2023年6月2日在文化传承发展座谈会上的讲话）

※ 这是习近平总书记2012年12月至2023年6月期间有关坚持和完善人民代表大会制度、保障人民当家作主重要论述的节录。○

来源：求是

激发共产党员崇高理想追求

习近平总书记在二十届中央纪委三次全会上发表重要讲话时指出，深入开展党性党风党纪教育，传承党的光荣传统和优良作风，激发共产党员崇高理想追求，把以权谋私、贪污腐败看成是极大的耻辱。革命理想高于天，作为新时代的共产党员，要把对党忠诚浸入血脉、融入骨髓，自觉补足精神之钙、把稳思想之舵，真心爱党、时刻忧党、坚定护党、全力兴党。

以党的创新理论坚定理想信念追求。知之愈深，信之愈坚，行之愈笃。理论上清醒，政治上才会坚定。要把习近平新时代中国特色社会主义思想作为修炼共产党人“心学”的首课、主课、必修课，带着责任学、带着感情学、带着使命学、带着问题学，既要读原著、学原文、悟原理，更要解其言、知其意、明其理，先把书读厚、再把书读薄，不断扩展学习的广度和深度，往深里走、往心里走、往实里走，在常学常新中加强理论修养，在真学真信

中坚定理想信念，在学思践悟中牢记初心使命，在细照笃行中不断修炼自己，切实做到学思用贯通、知信行合一，把理论学习成果转化成锤炼党性、坚强党性的强大力量。

用伟大建党精神滋养理想追求。人无精神不立，国无精神不强。一百年来，一代又一代共产党人，在党爱党、在党为党，铁心跟党走、九死而不悔，形成了“坚持真理、坚守理想，践行初心、担当使命，不怕牺牲、英勇斗争，对党忠诚、不负人民”的伟大建党精神，这是中国共产党历经百年而风华正茂、饱经磨难而生生不息的基因密码，是中国共产党立党兴党强党的思想基点和宝贵财富。每一名共产党员，必须坚持用伟大建党精神洗濯初心、浇灌初心，站稳政治立场，旗帜鲜明讲政治，时刻牢记和遵守入党誓词的要求，做到对党的信仰忠诚、对党的组织忠诚、对党的理论和路线方针政策忠诚，坚定不移听党话、矢志不渝跟党走。

拿自我革命武器检视理想追求。敢于直面问题、勇于自我革命，是党的优良传统和鲜明特点。“我们党没有任何自己特殊的利益，这是我们党敢于自我革命的勇气之源、底气所在。”党的自我革命决不能有停一停、歇一歇的想法，要经常坐下来“政治体检”，把思想摆进去、把工作摆进去、把职责摆进去，加强自我革命。要从政治维度、思想维度、制度维度深刻理解自我革命的实践要求，保持永远在路上的清醒和坚韧，把舵定航理想信念，面对错误毫不避讳、敢于修正，勇于刀刃向内、自我亮剑，确保党永葆生机活力、走好新的赶考之路。

初心如磐，信仰如山。只有擦亮对党忠诚的政治本色，以许党许国、报党报国的境界情怀做事，才能在歪气邪气面前敢于斗争，在岁月历练中守住真我，真正赢得人民群众的爱戴和拥护。○

来源：人民论坛网

关于推动未来产业创新发展的实施意见

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、教育、科技、交通运输、文化和旅游、国有资产监督管理主管部门，中国科学院院属各单位，各省、自治区、直辖市通信管理局，有关中央企业，各有关单位：

未来产业由前沿技术驱动，当前处于孕育萌发阶段或产业化初期，是具有显著战略性、引领性、颠覆性和不确定性的前瞻性新兴产业。大力发展未来产业，是引领科技进步、带动产业升级、培育新质生产力的战略选择。为贯彻落实党的二十大精神和《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》，把握新一轮科技革命和产业变革机遇，围绕制造业主战场加快发展未来产业，支撑推进新型工业化，现提出如下意见。

一、指导思想

以习近平新时代中国特色社会主义思想为指导，全面贯彻党的二十大精神，完整、准确、全面贯彻新发展理念，加快构建新

发展格局，统筹发展和安全，以传统产业的高端化升级和前沿技术的产业化落地为主线，以创新为动力，以企业为主体，以场景为牵引，以标志性产品为抓手，遵循科技创新及产业发展规律，加强前瞻谋划、政策引导，积极培育未来产业，加快形成新质生产力，为强国建设提供有力支撑。

二、基本原则

前瞻部署、梯次培育。顺应新一轮科技革命和产业变革趋势，面向国家重大需求和战略必争领域，系统谋划，超前布局。把握未来产业发展规律，分阶段培育，动态调整。

创新驱动、应用牵引。以前沿技术突破引领未来产业发展，加强原创性、颠覆性技术创新。以场景为牵引，贯通研发与应用，加快产业化进程。

生态协同、系统推进。汇聚政产学研用等资源，融合资本、人才、技术、数据等要素，打造创新链产业链资金链人才链深度融合的产业生态。

开放合作、安全有序。主动

参与全球未来产业分工和合作，深度融入全球创新网络。统筹技术创新和伦理治理，营造包容审慎、安全可持续发展环境。

三、发展目标

到2025年，未来产业技术创新、产业培育、安全治理等全面发展，部分领域达到国际先进水平，产业规模稳步提升。建设一批未来产业孵化器和先导区，突破百项前沿关键核心技术，形成百项标志性产品，打造百家领军企业，开拓百项典型应用场景，制定百项关键标准，培育百家专业服务机构，初步形成符合我国实际的未来产业发展模式。

到2027年，未来产业综合实力显著提升，部分领域实现全球引领。关键核心技术取得重大突破，一批新技术、新产品、新业态、新模式得到普遍应用，重点产业实现规模化发展，培育一批生态主导型领军企业，构建未来产业和优势产业、新兴产业、传统产业协同联动的发展格局，形成可持续发展的长效机制，成为世界未来产业重要策源地。

四、重点任务

（一）全面布局未来产业

1. 加强前瞻谋划部署。把握全球科技创新和产业发展趋势，重点推进未来制造、未来信息、

未来材料、未来能源、未来空间和未来健康六大方向产业发展。打造未来产业瞭望站，利用人工智能、先进计算等技术精准识别和培育高潜能未来产业。发挥新型举国体制优势，引导地方结合

产业基础和资源禀赋，合理规划、精准培育和错位发展未来产业。发挥前沿技术增量器作用，瞄准高端、智能和绿色等方向，加快传统产业转型升级，为建设现代化产业体系提供新动力。

专栏1 前瞻部署新赛道

未来制造。发展智能制造、生物制造、纳米制造、激光制造、循环制造，突破智能控制、智能传感、模拟仿真等关键核心技术，推广柔性制造、共享制造等模式，推动工业互联网、工业元宇宙等发展。

未来信息。推动下一代移动通信、卫星互联网、量子信息等技术产业化应用，加快量子、光子等计算技术创新突破，加速类脑智能、群体智能、大模型等深度赋能，加速培育智能产业。

未来材料。推动有色金属、化工、无机非金属等先进基础材料升级，发展高性能碳纤维、先进半导体等关键战略材料，加快超导材料等前沿新材料创新应用。

未来能源。聚焦核能、核聚变、氢能、生物质能等重点领域，打造“采集—存储—运输—应用”全链条的未来能源装备体系。研发新型晶硅太阳能电池、薄膜太阳能电池等高效太阳能电池及相关电子专用设备，加快发展新型储能，推动能源电子产业融合升级。

未来空间。聚焦空天、深海、深地等领域，研制载人航天、探月探火、卫星导航、临空无人系统、先进高效航空器等高端装备，加快深海潜水器、深海作业装备、深海搜救探测设备、深海智能无人平台等研制及创新应用，推动深地资源探采、城市地下空间开发利用、极地探测与作业等领域装备研制。

未来健康。加快细胞和基因技术、合成生物、生物育种等前沿技术产业化，推动5G/6G、元宇宙、人工智能等技术赋能新型医疗服务，研发融合数字孪生、脑机交互等先进技术的高端医疗装备和健康用品。

（二）加快技术创新和产业化

2. 提升创新能力。面向未来产业重点方向实施国家科技重大项目和重大科技攻关工程，加快突破关键核心技术。发挥国家实验室、全国重点实验室等创新载体作用，加强基础共性技术供给。鼓励龙头企业牵头组建创新联合体，集聚产学研用资源，体系化推进重点领域技术攻关。推动跨领域技术交叉融合创新，加快颠

覆性技术突破，打造原创技术策源地。举办未来产业创新创业大赛，激发各界创新动能。

3. 促进成果转化。发布前沿技术应用推广目录，建设未来产业成果“线上发布大厅”，打造产品交易平台，举办成果对接展会，推动供需精准对接。构建科技服务和技术市场新模式，遴选科技成果评价和转移转化专业机构，开拓应用场景和商业模式。落实

首台（套）重大技术装备和首次材料激励政策，加快新技术新产品应用推广。

（三）打造标志性产品

4. 突破下一代智能终端。发展适应通用智能趋势的工业终端产品，支撑工业生产提质增效，赋能新型工业化。发展量大面广、智能便捷、沉浸体验的消费级终端，满足数字生活、数字文化、公共服务等新需求。打造智能适老的医疗健

康终端，提升人民群众生命健康质量。突破高级别智能网联汽车、元宇宙入口等具有爆发潜能的超级终端，构筑产业竞争新优势。

5. 做优信息服务产品。发展下一代操作系统，构筑安全可靠的数字底座。推广开源技术，建设开源社区，构建开源生态体系。探索以区块链为核心技术、以数

据为关键要素，构建下一代互联网网创新应用和数字化生态。面向新一代移动信息网络、类脑智能等加快软件产品研发，鼓励新产品示范应用，激发信息服务潜能。

6. 做强未来高端装备。面向国家重大战略需求和人民美好生活需要，加快实施重大技术装备攻关工程，突破人形机器人、量

子计算机、超高速列车、下一代大飞机、绿色智能船舶、无人船艇等高端装备产品，以整机带动新技术产业化落地，打造全球领先的高端装备体系。深入实施产业基础再造工程，补齐基础元器件、基础零部件、基础材料、基础工艺和基础软件等短板，夯实未来产业发展根基。

专栏 2 创新标志性产品

人形机器人。突破机器人高转矩密度伺服电机、高动态运动规划与控制、仿生感知与认知、智能灵巧手、电子皮肤等核心技术，重点推进智能制造、家庭服务、特殊环境作业等领域产品的研制及应用。

量子计算机。加强可容错通用量子计算技术研发，提升物理硬件指标和算法纠错性能，推动量子软件、量子云平台协同布置，发挥量子计算的优越性，探索向垂直行业应用渗透。

新型显示。加快量子点显示、全息显示等研究，突破 Micro-LED、激光、印刷等显示技术并实现规模化应用，实现无障碍、全柔性、3D 立体等显示效果，加快在智能终端、智能网联汽车、远程连接、文化内容呈现等场景中推广。

脑机接口。突破脑机融合、类脑芯片、大脑计算神经模型等关键技术和核心器件，研制一批易用安全的脑机接口产品，鼓励探索在医疗康复、无人驾驶、虚拟现实等典型领域的应用。

6G 网络设备。开展先进无线通信、新型网络架构、跨域融合、空天地一体、网络与数据安全等技术研究，研制无线关键技术概念样机，形成以全息通信、数字孪生等为代表的特色应用。

超大规模新型智算中心。加快突破 GPU 芯片、集群低时延互连网络、异构资源管理等技术，建设超大规模智算中心，满足大模型迭代训练和应用推理需求。

第三代互联网。推动第三代互联网在数据交易所应用试点，探索利用区块链技术打通重点行业及领域各主体平台数据，研究第三代互联网数字身份认证体系，建立数据治理和交易流通机制，形成可复制可推广的典型案例。

高端文旅装备。研发支撑文化娱乐创作的专用及配套软件，推进演艺与游乐先进装备、水陆空旅游高端装备、沉浸式体验设施、智慧旅游系统及检测监测平台的研制，发展智能化、高端化、成套化文旅设备。

先进高效航空装备。围绕下一代大飞机发展，突破新型布局、智能驾驶、互联航电、多电系统、开式转子混合动力发动机等核心技术。推进超声速、超高效亚声速、新能源客机等先进概念研究。围绕未来智慧空中交通需求，加快电动垂直起降航空器、智能高效航空物流装备等研制及应用。

深部资源勘探开发装备。围绕深部作业需求，以超深层智能钻机工程样机、深海油气水下生产系统、深海多金属结核采矿车等高端资源勘探开发装备为牵引，推动一系列关键技术攻关。

（四）壮大产业主体

7. 培育高水平企业梯队。引导领军企业前瞻谋划新赛道，通过内部创业、投资孵化等培育未来产业新主体。实施中央企业未来产业启航行动计划，加快培育未来产业新企业。建设未来产业创新型中小企业孵化基地，梯度培育专精特新中小企业、高新技术企业和“小巨人”企业。支持新型研发机构快速发展，培育多元化的未来产业推进力量。

8. 打造特色产业链。依托龙头企业培育未来产业产业链，建设先进技术体系。鼓励有条件的地区先行先试，结合国家自主创新示范区、国家高新技术产业开发区、新型工业化产业示范基地等，创建未来产业先导区，推动产业特色化集聚发展。创新管理机制，建设数字化的供应链产业链，促进创新资源汇聚，加速数据、知识等生产要素高效流通。

9. 构建产业生态。加强产学研用协作，打造未来产业创新联合体，构建大中小企业融通发展、产业链上下游协同创新的生态体系。强化全国统一大市场下的标准互认和要素互通，提升产业链供应链韧性，构建产品配套、软硬协同的产业生态。

（五）丰富应用场景

10. 开拓新型工业化场景。围绕装备、原材料、消费品等重点领域，面向设计、生产、检测、

运维等环节打造应用试验场，以产品规模化迭代应用促进未来产业技术成熟。深化新一代信息技术与制造业融合，加快推动产业链结构、流程与模式重构，开拓未来制造新应用。发挥中央企业丰富场景优势，加快建设多元化未来制造场景。加快工业元宇宙、生物制造等新兴场景推广，以场景创新驱动制造业转型升级。

11. 打造跨界融合场景。依托重大活动，实现前沿技术和产品的跨领域、综合性试点应用，打造示范标杆。依托载人航天、深海深地等重大工程和项目场景，加速探索未来空间方向的成果创新应用，服务国家战略需求。依托城市群和都市圈建设，打造绿色集约的产城融合场景。创新未

来信息服务场景，加速形成普惠均等、便捷智慧的信息服新范式。

12. 建设标志性场景。定期遴选发布典型应用场景清单和推荐目录，建立优秀案例和解决方案库。引导地方开发特色化的标杆示范场景，依托场景组织高水平供需对接活动，加速新技术新产品推广。鼓励企业面向应用场景开展创新研发，支持高校和科研院所针对原创性、颠覆性技术，建设早期试验场景，引领未来技术迭代突破。

（六）优化产业支撑体系

13. 加强标准引领与专利护航。结合未来产业发展需求，统筹布局未来产业标准化发展路线，加快重点标准研制。针对重点标

专栏3 强化标准引领

前瞻布局标准研究。聚焦元宇宙、脑机接口、量子信息等重点领域，制定标准化路线图，研制基础通用、关键技术、试验方法、重点产品、典型应用以及安全伦理等标准，适时推动相关标准制定。

推动标准应用试点。组织有关行业协会、标准化专业机构和技术组织，围绕企业发展需求，开展未来产业领域标准的宣贯、培训，将先进技术、先进理念、先进方法以标准形式导入企业研发、生产、管理等环节。

深化标准国际合作。支持国内企事业单位深度参与国际电信联盟（ITU）、国际标准化组织（ISO）、国际电工委员会（IEC）等国际标准化活动，组织产业链上下游企业共同推进国际标准研制，探索成立国际性标准化联盟组织。

构建知识产权体系。建设未来产业知识产权运营服务平台，开展知识产权风险监测与评估。组建知识产权联盟，建设产业专利池，开展重点产业链专利分析，建设高质量专利遴选、评价及推广体系。

准适时开展宣贯和培训，引导企业对标达标，加速未来产业标准应用推广。促进标准、专利与技术协同发展，引导企业将自主知识产权与技术标准相融合。完善关键领域自主知识产权建设及储备机制，深化国际国内知识产权组织协作，构建未来产业高质量专利遴选、评价及推广体系。

14. 同步构筑中试能力。按产业需求建设一批中试和应用验证平台，提升精密测量仪器、高端试验设备、设计仿真软件等供给能力，为关键技术验证提供试用环境，加快新技术向现实生产力转化。建设一批中试公共服务机构，提高工程开发、技术熟化、样品试制、测试验证等中试服务水平。

15. 建设专业队伍。大力培育未来产业领军企业家和科学家，优化鼓励原创、宽容失败的创新创业环境。激发科研人员创新创业活力，建设一批未来技术学院，探索复合型创新人才的培养模式。强化校企联合培养，拓展海外引才渠道，加大前沿领域紧缺高层次人才引进力度。

16. 强化新型基础设施。深入推进5G、算力基础设施、工业互

联网、物联网、车联网、千兆光网等建设，前瞻布局6G、卫星互联网、手机直连卫星等关键技术研究，构建高速泛在、集成互联、智能绿色、安全高效的新型数字基础设施。引导重大科技基础设施服务未来产业，深化设施、设备和数据共享，加速前沿技术转化应用。推进新一代信息技术向交通、能源、水利等传统基础设施融合赋能，发展公路数字经济，加快基础设施数字化转型。

五、保障措施

(一) 加强统筹协调。在中央科技委领导下，按照国家制造强国建设领导小组要求，形成部际协同、央地协作的工作格局。以实施意见为指南，围绕脑机接口、量子信息等专业领域制定专项政策文件，形成完备的未来产业政策体系。发挥行业协会等社会组织作用，推广先进的典型案例，营造推进未来产业发展的良好氛围。

(二) 加大金融支持。推动制造业转型升级基金、国家中小企业发展基金等加大投入，实施“科技产业金融一体化”专项，带动更多资本投早投小投硬科技。

完善金融财税支持政策，鼓励政策性银行和金融机构等加大投入，引导地方设立未来产业专项资金，探索建立风险补偿专项资金，优化风险拨备资金等补偿措施。

(三) 强化安全治理。坚持包容审慎的治理理念，探索跨部门联合治理模式，构建多方参与、有效协同的未来产业治理格局。加强伦理规范研究，科学划定“红线”和“底线”，构建鉴别—评估—防御—治理一体化机制。引导企业建立数据管理、产品开发等自律机制，完善安全监测、预警分析和应急处置手段，防范前沿技术应用风险。

(四) 深化国际合作。依托“一带一路”等机制，鼓励国内企业与研究机构走出去，深度参与全球未来产业分工。鼓励跨国公司、国外科研机构等在我国建设前沿技术研发中心，推动国内外企业联合开展技术研发和产业化应用。举办全球未来产业发展论坛等活动，组建未来产业国际创新联盟。加强与相关国际组织合作，主动参与国际治理规则和国际标准制定，积极贡献中国产品、中国方案和中国智慧。○

来源：工业和信息化部科技司

关于进一步加强青年科技人才培养使用的具体举措

为深入贯彻党的二十大精神 and 中央人才工作会议部署，全面落实中共中央办公厅、国务院办公厅印发的《关于进一步加强青年科技人才培养和使用的若干措施》有关要求，就进一步加大青年科技人才培养力度，拓宽青年科技人才成长空间，支持青年科技人才“挑大梁”“当主角”，提出如下具体举措。

一、加强对青年科技人才爱国奉献、科学报国的思想政治引领。坚持党对新时代青年科技人才工作的全面领导，用党的初心使命感召青年科技人才。激励引导青年科技人才大力弘扬新时代科学家精神，传承“李四光精神”“地质三光荣精神”“载人深潜精神”“南极精神”“测绘精神”，继承和发扬老一代科学家科技报国的优秀品质。坚持“四个面向”，坚定敢为人先的创新自信，坚守科研诚信、科技伦理、学术规范，担当作为、求实创新、潜心研究，在实现高水平科技自立自强和建设科技强国、人才强国实践中建功立业，在以中国式现代化全面推进中华民族伟大复兴进程中奉献青春和智慧，不断

推动自然资源科技创新取得新突破。

二、各研发单位在申报国家科技计划项目时，40岁以下青年科技人才担任项目（课题）负责人和骨干的比例原则上不低于50%。部科技主管部门要加强引导，特别是在重大专项、重点研发计划等项目中扩大青年科学家项目比例。研发单位要积极设立国家科技计划项目培育基金，引导青年科技人才积极争取国家科技计划项目，获得立项批复的可给予匹配经费和奖励。

三、中央级公益性科研院所基本科研业务费原则上重点用于支持35岁以下的青年科技人才，围绕国家战略需求和自然资源领域关键科技问题开展自主研究，有条件的单位支持比例逐步提到不低于年度预算的50%，从中提取的奖励经费可优先用于青年科技人才激励。各科研院所应按此及时修订基本科研业务费管理办法。

四、有关单位要在新一轮找矿突破战略行动、实景三维中国建设、地质调查、国土调查、海洋调查、测绘工程、国土空间规

划等重大工程、专项工作中，主动设立不低于5%研究式调查以及战略研究、部省合作等项目，优先支持40岁以下的青年科技人才“挑大梁”“当主角”，担任项目（课题）负责人和骨干的比例原则上不低于50%。各单位在编制“一上”项目预算时，将有关项目抄送部科技主管部门和业务司局。部科技主管部门商相关司局，发布项目清单，相关成果可作为省部级科研项目业绩参与职称评审、岗位竞聘、奖励申报等。

五、加大青年科技人才支持培养力度，组织开展业务革新优秀成果评选，引导支持青年科技人才服务自然资源事业高质量发展，对解决新一轮找矿突破战略行动、实景三维中国建设、地质调查、国土调查、海洋调查、测绘工程、国土空间规划等重大工程、专项工作中实际难题创造性地开展工作的，在实践中有新发现、小发明、小创造、小革新等优秀成果的40岁以下青年科技人才予以表扬和奖励。部科技主管部门将会同相关业务司局及相关支撑单位，每年择优评选30人（项）左右，部给予每人（项）3-5万

元奖金，鼓励用人单位配套奖励经费。

六、国家级、部级创新平台科研骨干队伍中，40岁以下青年科技人才的原则上不低于50%，鼓励青年科技人才担任学科建设带头人。青年科技人才结构比例、领衔承担科研任务、取得重大原创成果等培养使用情况纳入部创新平台评估指标。创新平台设立的开放基金支持40岁以下青年科技人才的比例原则上不低于50%。进一步引导和激励创新平台、青年科技人才支撑服务国家重大战略需求和自然资源主责主业，开展年度优秀创新平台、青年科技人才评估工作，并予以通报表扬。

七、国家科技计划项目经费“劳务费”可根据博士后参加项目研究实际情况列支。设站单位和合作导师应创造条件支持博士后独立承担科研任务，培养和提升博士后独立科研能力。加大吸引海外博士后力度，鼓励设站单位联合国外高水平研究型大学、科研机构、企业合作培养博士后。

八、积极推荐活跃在自然资源科研一线、负责任讲信誉的高水平青年科技人才进入国家科技评审专家库。部科技创新平台、人才工程、项目等评审专家组和科研院所绩效评估专家组中，45岁以下青年科技人才占比原则上不低于三分之一。鼓励各研发单位职称评审委员会充分吸纳青年科

技人才。

九、研发单位要建立有利于优秀青年科技人才脱颖而出的选拔评价机制，积极设立本单位青年科技人才培养工程，同等条件下优先支持女性青年科技人才。部高层次科技创新人才工程青年科技人才可直接申报正高级职称评审，聘为专业技术四级岗位满一个聘期的，可参加专业技术三级岗位竞聘；聘为正高级专业技术岗位满一个聘期的，可参加专业技术二级岗位竞聘。各研发单位应鼓励并优先推荐取得自然资源领域基础研究重大进展、解决重大工程难题或作出重大贡献，以及驻岛、登峰、潜海等艰苦岗位的青年科技人才申报高级职称。

十、支持优秀青年科技人才积极参与国际学术交流、承担国际组织有关工作、推出国际公共产品、申请和承担国外科研计划项目以及申报国家中长期出国（境）培训和研修项目。对公派留学毕业后拟在国外从事一定期限科研工作的，允许回国履行服务义务时间顺延。鼓励青年学术带头人发起和牵头举办国际学术会议，如因国际惯例及工作需要确需延长会期，且已有预算安排的，可说明原因及必要性，提前报部审批。各研发单位应将青年科技人才参与上述国际合作情况纳入青年科研人员考核绩效管理，为青年科技人才因公临时出国（境）

提供便利。部科技、国际、人事等主管部门建立工作机制，保障相关计划顺利执行。

十一、各单位要持续推进青年科技人才减负行动，保证科研岗位青年科技人才参与非学术事务性活动每周不超过1天、每周80%以上的工作时间用于科研学术活动。部机关各司局原则上不借调一线科研人员从事非科研工作。各单位要采取适当方式提高青年科技人才薪酬待遇，绩效工资和科技成果转化收益等要向做出突出贡献的青年科技人才倾斜，探索建立学术休假制度。

十二、部党组将青年科技人才工作作为战略性工作，加强统筹部署，部领导每年与青年科技人才座谈，听取意见建议。各单位主要负责同志要经常深入科研一线，掌握青年科技人才诉求，在选拔培养、提拔使用、工作环境、高端研修、医疗保健、休疗养、后勤服务等方面，为青年科技人才创造条件。各部门、各单位要压实责任，强化保障落实，为部系统青年科技人才加快成长和更好发挥作用创造条件。要研究制定具体支持政策，营造良好环境，留住高水平青年科技人才。要支持优秀青年科技人才领衔重大项目，在科技攻关一线得到磨炼。要共同发挥合力，切实提升青年科技人才的培养使用能力。○

来源：自然资源部



征文通知



2024中国自动化大会

2024年11月

中国自动化大会，由中国自动化学会主办，是国内自动化领域最高级的大型综合性学术会议。2024年中国自动化大会将由青岛科技大学和山东省自动化学会联合承办。本次大会旨在为自动化领域的学者和技术从业者提供一个高水平的研讨与知识交流平台展示最前沿的理论成果和技术进展，助力未来的智能化创新。



主要征文领域 (但不限于)

1. 基于大数据的学习、优化与决策
2. 基于大数据的建模、控制与诊断
3. 工业机器人与服务机器人
4. 智能制造、纳米制造与高端自动化系统
5. 新能源控制与绿色制造技术
6. 智能电网控制系统
7. 智能控制理论与方法
8. 智能计算与机器学习
9. 图像处理与计算机视觉
10. 空间飞行器控制
11. 船舶自动控制与综合操控
12. 无人系统的信息处理与控制
13. 网络集群与网络化控制
14. 多智能体编队与协同
15. 医学图像、生物信息与仿生控制
16. 脑机接口与认知计算
17. 先进传感技术与仪器仪表
18. 无线传感网与数据融合
19. 故障诊断与系统运行安全
20. 复杂系统理论与方法
21. 复杂系统的平行控制和管理
22. 社会计算和社会系统管理
23. 海洋环境监测与仿真
24. 类脑智能与深度学习
25. 流程工业智能优化制造
26. 物流系统与自动化
27. 车辆控制与电气化
28. 模式识别与人工智能
29. 其它

中国·青岛

征稿范围

本次大会设多个特色论坛,征文领域近30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。论文请勿涉及国家秘密;
2. 凡投稿论文被录用且未做特殊声明者,视为已同意授权出版;
3. 中英文论文篇幅均限制4-6页,论文稿件格式请浏览会议官网自行下载;
4. 投稿须登录在线投稿系统提交,投稿系统将于3月1日正式开启。

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IEEExplore、EI、CNKI等检索,已发表的成果也可以投稿。

论文出版

大会将出版CAC2024论文集(U盘版)。2013年以来的历届会议英文论文全部被IEEExplore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》和《智能科学与技术学报》等国内外SCI/EI收录权威期刊发表。

会议官方及相关连接

会议官网: <http://www.cac2024.org.cn/>
 中国自动化学会: <http://www.caa.org.cn/>
 青岛科技大学自动化与电子工程学院: <https://zdh.qust.edu.cn/>
 山东自动化学会: <http://www.sd-aa.cn/>



主办单位: 中国自动化学会
 承办单位: 青岛科技大学
 协办单位: 软控股份有限公司 山东省自动化学会 山东科技大学 青岛大学

联系人 屈老师

咨询信箱: cac@caa.org.cn
 咨询电话: 010-82544541



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8万余人,团体会员单位300余个,专业委员会63个,工作委员会9个,30个省、自治区、直辖市设有地方学会组织,覆盖了我国自动化科学技术领域的各个层面。

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

学会品牌学术活动

- 中国自动化大会 ·中国认知计算与混合智能学术大会
- 国家智能车发展论坛 ·国家机器人发展论坛 ·国家智能制造论坛 ·国家工业软件大会
- 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
- 中国控制会议 ·中国过程控制会议 ·青年学术年会

学会奖励奖项

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

学会主办期刊

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



官方微信



官方微博

地址:北京市海淀区中关村东路95号自动化大厦

网址:<http://www.caa.org.cn/>

电话:010-62522472

传真:010-62522248

邮箱:caa@ia.ac.cn

邮编:100190