

化工行业深度报告： AI赋能，助力化工行业转型升级——AI赋能化工之二

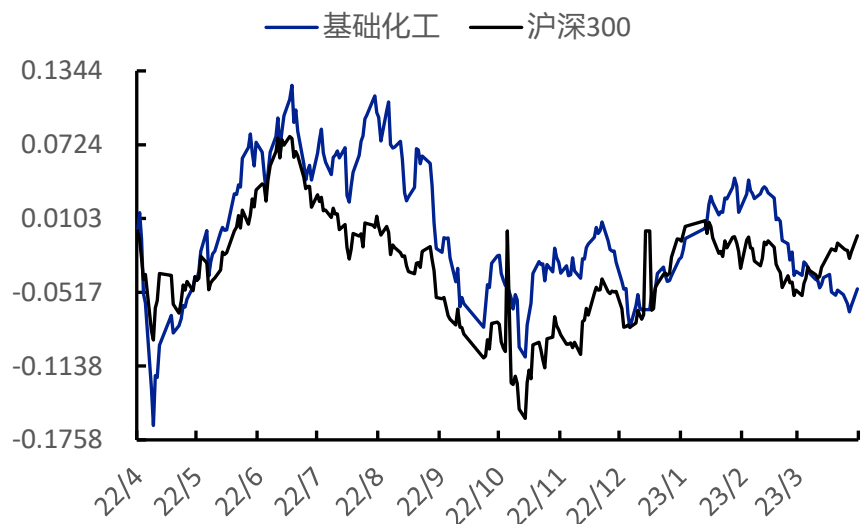
评级：推荐(维持)

李永磊(证券分析师)
S0350521080004
liy103@ghzq.com.cn

董伯骏(证券分析师)
S0350521080009
dongbj@ghzq.com.cn

贾冰(联系人)
S0350122030030
jiab@ghzq.com.cn

最近一年走势



沪深300表现

表现	1M	3M	12M
基础化工	-1.5%	-2.6%	-5.0%
沪深300	4.8%	0.3%	-0.9%

相关报告

《化工行业深度报告：AI带动材料新需求——AI赋能化工之一（推荐）*化工*
李永磊，董伯骏》——2023-04-11

重点关注公司及盈利预测

重点公司代码	股票名称	2023/04/17	EPS			PE			投资评级
		股价	2021	2022A/E	2023E	2021	2022A/E	2023E	
688065.SH	凯赛生物	59.61	-	0.95	1.42	-	62.92	42.06	买入
688639.SH	华恒生物	169.25	1.70	2.84	3.88	76.03	59.60	43.64	买入
601117.SH	中国化学	10.56	0.84	0.89	1.07	14.29	8.92	9.85	买入
002140.SZ	东华科技	10.46	0.46	0.52	0.48	31.61	23.57	21.59	未评级
600028.SH	中国石化	6.35	0.59	0.55	0.59	7.19	7.69	10.79	未评级
601857.SH	中国石油	7.34	0.50	0.82	0.71	9.82	6.62	10.28	未评级
600309.SH	万华化学	97.27	7.85	5.17	6.71	12.87	17.92	14.49	买入
002984.SZ	森麒麟	31.35	1.16	1.23	2.12	30.66	25.03	14.81	买入
002226.SZ	江南化工	5.38	0.40	-	-	14.97	-	-	未评级
688114.SH	华大智造	93.37	-	5.22	1.45	-	22.50	64.57	未评级
688777.SH	中控技术	97.34	-	1.60	1.97	-	62.41	49.44	未评级
603100.SH	川仪股份	43.30	1.36	1.37	1.68	15.56	23.49	25.84	未评级
688768.SH	容知日新	150.58	-	2.12	3.17	-	65.32	47.52	未评级

资料来源：Wind资讯，国海证券研究所（未评级标的采用wind一致预期，中国化学、东华科技、中国石油、中国石化、万华化学、森麒麟、华大智造、中控技术、容知日新、川仪股份2022年数据为真实值，其余为预测值）

核心提要

人工智能未来有望赋能化工“研发-设计-建造-运营”全生命周期。

◆ AI提升研发效率

在研发环节，AI可提高研发效率，对实验数据建模，并使用该模型对反应条件进行优化和筛选催化剂等，加速研发进程；还可用于分子设计，并在分子性能预测的基础上，提前筛选出合适的化学物质。

尤其是在合成生物学领域，AI已在元件工程、基因线路、代谢工程、基因组工程中广泛应用，大幅提升合成生物学的各环节效率。基于AI的研发平台，可预测蛋白质结构，进而构造具有目标功能的物质。另一方面，AI也促进了实验室自动化，对传统劳动密集型实验室进行技术革命。其中微流控技术，具有高灵敏度、高集成、高通量、高效率等多种优势，对合成生物学的研发和应用起到了巨大作用，加速合成生物学行业发展。

◆ AI优化化工设计和建设

AI使工业领域落地周期逐步缩短。管道设计软件及流体力学仿真软件是设计研究和生产部门强有力的辅助工具，有效提高设计生产效率；一体化工程设计软件推动卓越运营和智能制造，助力化工企业实现数字化转型，数字化孪生工厂的产生为企业后续运营储备了丰富的数据资产。众多的工程企业尤其是设计院，正在谋求以数字化工厂与数字化交付为突破，从而实现企业的数字化转型。

◆ AI赋能化工生产和运营

AI技术助力化工生产实现底层数据采集、中层数据管理和上层工厂运营以及顶层企业管理全方面多维度的智能化、数字化，具有提高生产效率、减少用人数量、提升安全性、降低能耗等多维度优势。

◆ AI在工业中具有巨大潜力

AI与工业数据的结合有助于有效获得不同变量之间的关系，并预测及优化特定参数。在工业中，已应用于精馏塔、反应器、锅炉、控制器、冷水机组、压缩机、泵、管道等各种工艺设备的校正、工艺参数预测、故障诊断与优化；在纺织，水处理，化肥，核电站和油气等领域均有应用。

投资建议：

重点关注：合成生物学：凯赛生物、华恒生物；基因测序：华大智造（医药）；设计与建造：中国化学、东华科技、中国石化、中国石油；AI应用：万华化学、江南化工；智能制造典型：森麒麟；智能工厂整体方案供应商：中控技术（机械）；智能仪表：川仪股份（电新）；智能设备管理系统：容知日新（机械）。

投资建议：AI赋能化工产业，助力化工行业转型升级。综合考虑AI对化工行业的赋能和带动效应，维持基础化工行业“推荐”评级。

风险提示：重点关注公司业绩不及预期；宏观经济大幅下滑；项目进展不达预期风险；行业政策大幅变动风险；行业竞争加剧风险。

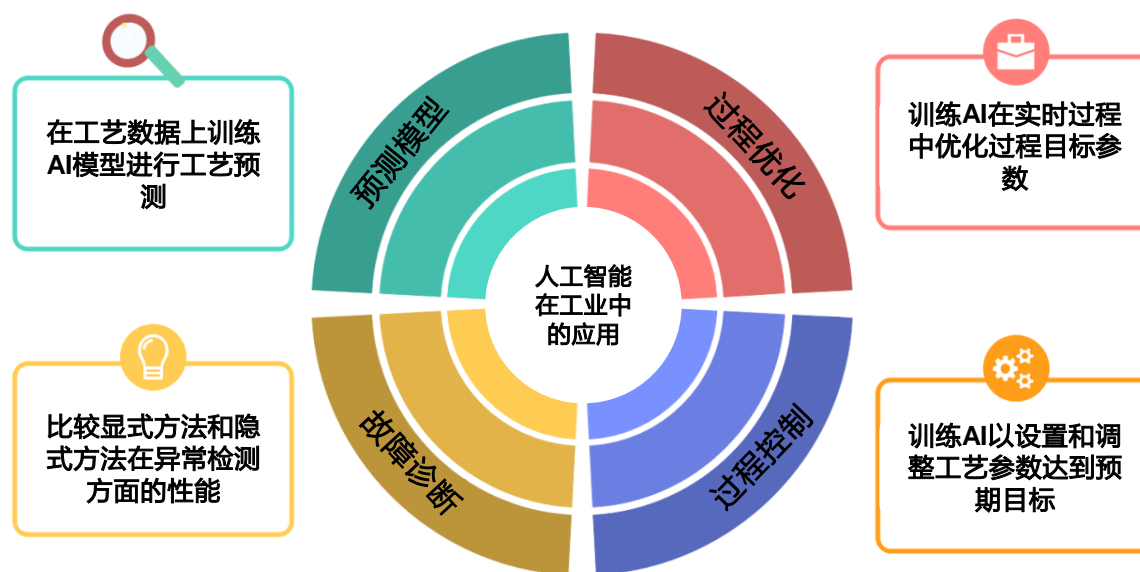
目录

- AI提升研发效率
- AI优化化工设计和建设
- AI赋能化工生产运营
- AI在工业中具有巨大潜力
- 投资建议及关注标的
- 行业评级及风险提示

人工智能逐渐向增强或应用智能的形式转变

- 人工智能（AI）是研究、开发用于模拟、延伸和扩展人的智能的理论、方法、技术及应用系统的一门新的技术科学。随着进一步发展，人工智能逐渐向增强或应用智能的形式转变。如今，人工智能理论和技术日益成熟，技术和应用程序的范围也不断扩大，广泛应用于医疗、自动化、游戏、过程控制等领域。

图表：人工智能在工业中的应用

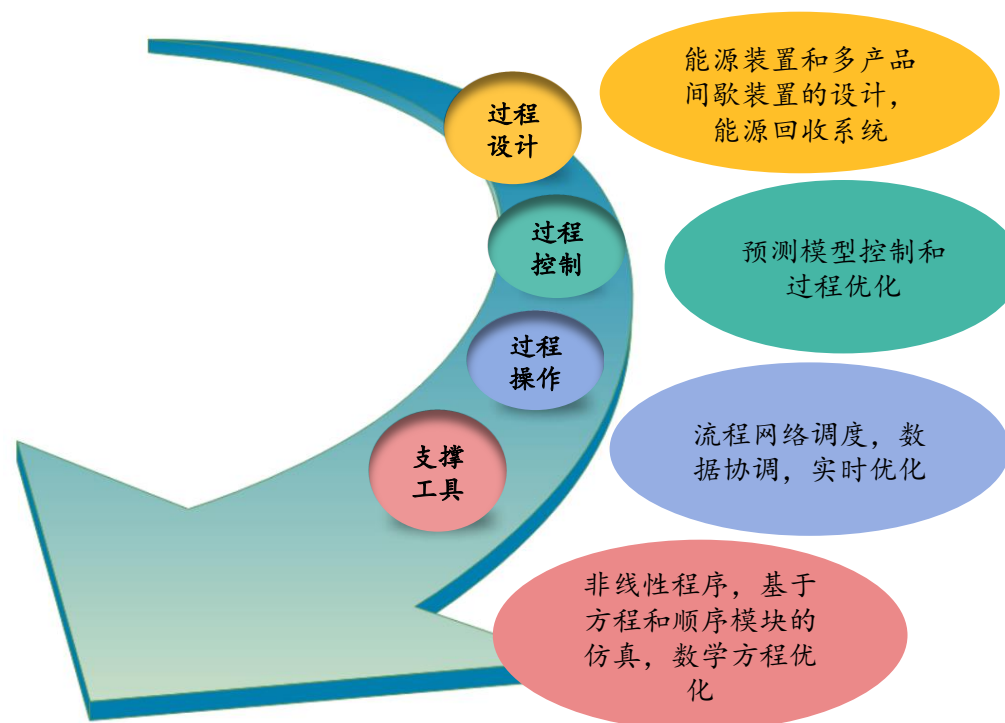


资料来源：《Machine Learning an Intelligent Approach in Process Industries: A Perspective and Overview》-Nadia Khan，国海证券研究所

化工行业推入人工智能势在必行

- 人工智能应用于化工行业，具有客观必然性。化工行业作为流程工业的典型代表，其特点是系统规模大，覆盖专业多、工艺复杂，产品多元化，控制难度大，耦合度高，与人工智能的结合能够促使化工企业跳出传统制造行业的范畴，使化工企业能够在一定的体系中，完成对化工原材料、能源或其他形势自然资源的利用，真正实现精细化生产和运营。

图表：流程工业的主要活动



资料来源：《Machine Learning an Intelligent Approach in Process Industries: A Perspective and Overview》-Nadia Khan，国海证券研究所

人工智能赋能材料研发与合成

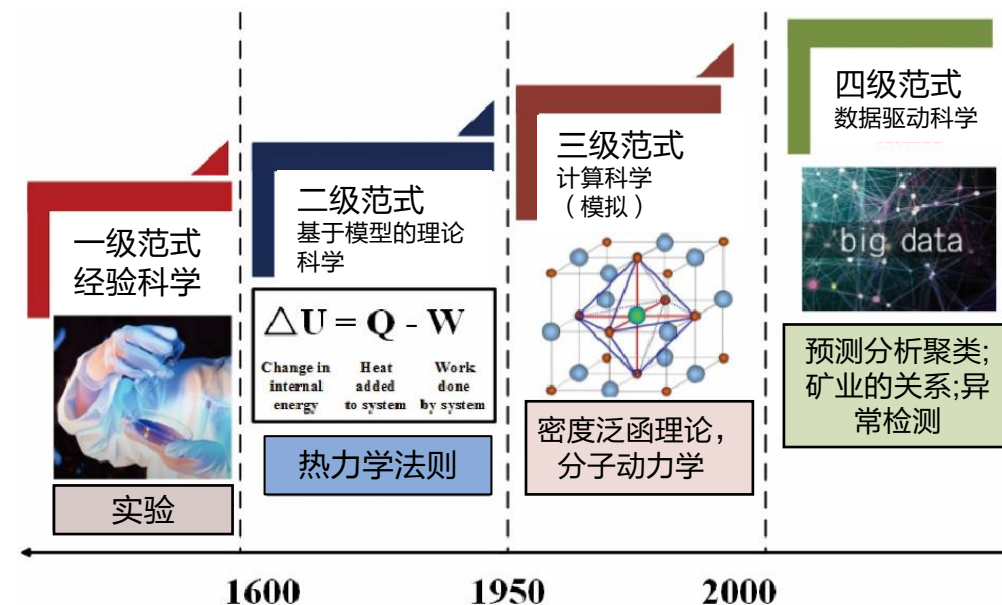
- 材料是人类用以制造基本元件、构件、机器以及更复杂材料产品的物质基础。如今，在5G和物联网时代，材料的研发与合成也逐渐与人工智能技术建立起联系，藉由人工智能探索其新思路新方法、新技术。

图表：新材料研发过程的主要环节



资料来源：《材料基因在锂电研发中的应用》-曾乐才，国海证券研究所

图表：材料研究的 4 个阶段：经验、理论、计算模拟和(大)数据推动

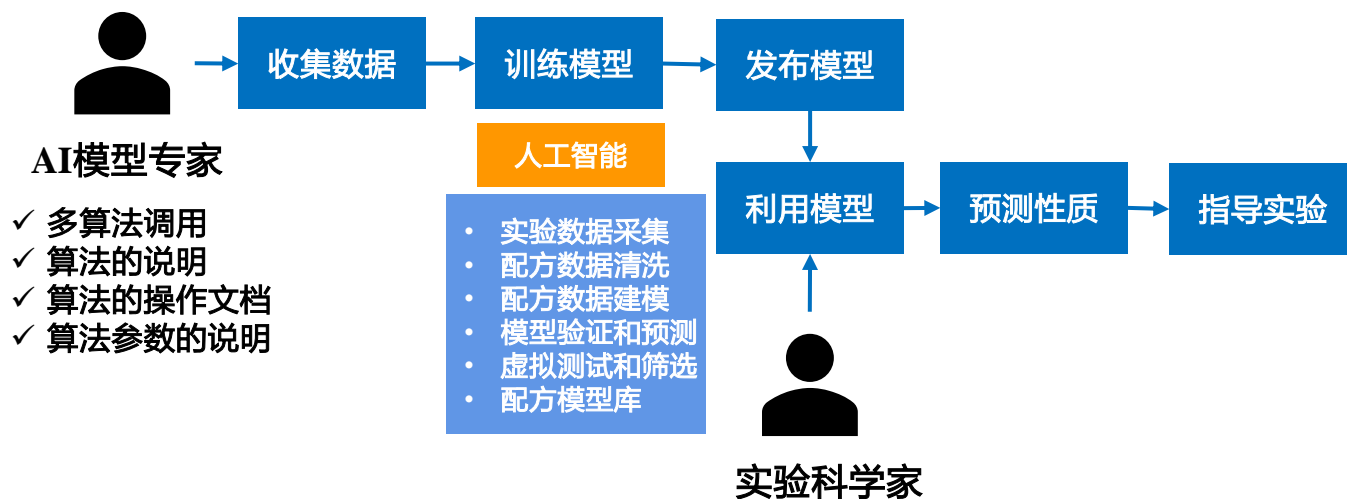


资料来源：《材料信息学及其在材料研究中的应用》-王卓等，国海证券研究所

人工智能指导材料研发过程

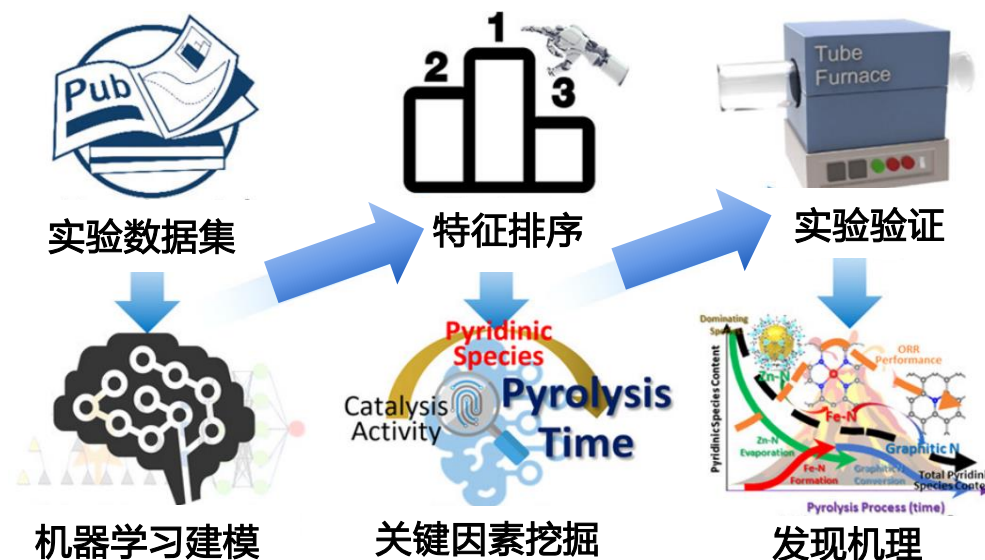
- 人工智能有助于开发高性能材料、识别关键点并获得新的科学规律，促进化学信息学的发展。化学信息学可用于对反应条件进行优化和筛选催化剂等，这主要是通过对实验数据进行建模，然后使用该预测模型实现对实验工作的指导；可用于分子模拟和分子设计，并在分子性能预测的基础上，从所设计的分子中筛选出并进行合成，以便得到经过性能优化的材料。

图表：分子模拟与人工智能平台主要流程



资料来源：创腾科技官网，国海证券研究所

图表：人工智能指导并挖掘隐藏要素的工作流程示意图



资料来源：能源学人公众号，国海证券研究所

人工智能为材料合成提供有效途径

- 新材料的合成往往伴随大量的数据和冗杂的参数，在材料化学合成路线中，由于每一个步骤发生的变量从几十到几千不等，需要考虑到极端庞杂的系统 and 大量潜在的解决方案的组合。在这些组合中，往往还存在着很多相互竞争的参数（比如时间、成本、温度、湿度、纯度、毒性等），所以传统实验方式非常不适合当今形势下的新材料的合成和开发。
- 采用人工智能进行新材料的合成设计，渐渐成为新材料合成及设计的新选择，也给深入研究新的化合物合成准则带来了可能。

图表：人工智能在材料合成中的应用

应用领域	应用场景	应用剖析
材料合成	新材料的研发合成	将材料数据库和机器学习有效结合，则可实现对基于材料性能的新材料的快速预测和筛选，从而能够有效发现大量候选新材料，在缩小目标范围后配以实验方法和第一性原理计算方法进行验证，则可加快新材料的研发合成过程。
	材料合成路线的筛选	利用精选的合成规则预测反应路线图，完成从目标产物到可获取的起始原料间的逆合成分析；进行配方虚拟筛选，从多方位优化研发策略、探寻更优性能材料，包括高分子、纳米材料、非金属、金属材料等。

资料来源：《机器学习在材料信息学中的应用综述》-牛程程，X-MOL 资讯公众号，创腾科技官网，国海证券研究所

计算机模拟软件提升研发效率

- 在化工领域中，应用计算机模拟软件，不仅能够促进化工设计严谨性和系统操作精准程度的提升，还有利于科学合理地进行系统流程的计算与分析，可在一定程度上推动化工行业的发展进步。
- 分子模拟作为一个重要的理论研究手段，可以在微观分子世界与宏观可观测量之间搭建桥梁，从而为人们在分子水平上理解物质的结构和动力学性质提供工具，其在化学化工、生物医药、能源、材料等多个领域都有广泛的应用。近几十年来国际学术界和工业界已发展出很多具有特色的分子模拟软件，但国内一直没有成熟的自主知识产权软件，且现有的分子模拟软件在实际应用中可靠性和效率都亟待提高，北京大学/深圳湾实验室高毅勤研究团队开发了SPONGE，不仅是国内首个开源发布的通用分子模拟软件框架，更布局以大数据和深度学习为代表的人工智能技术，力求成为在算力时代引领技术变革的下一代分子模拟软件平台。

图表：常用的分子模拟软件

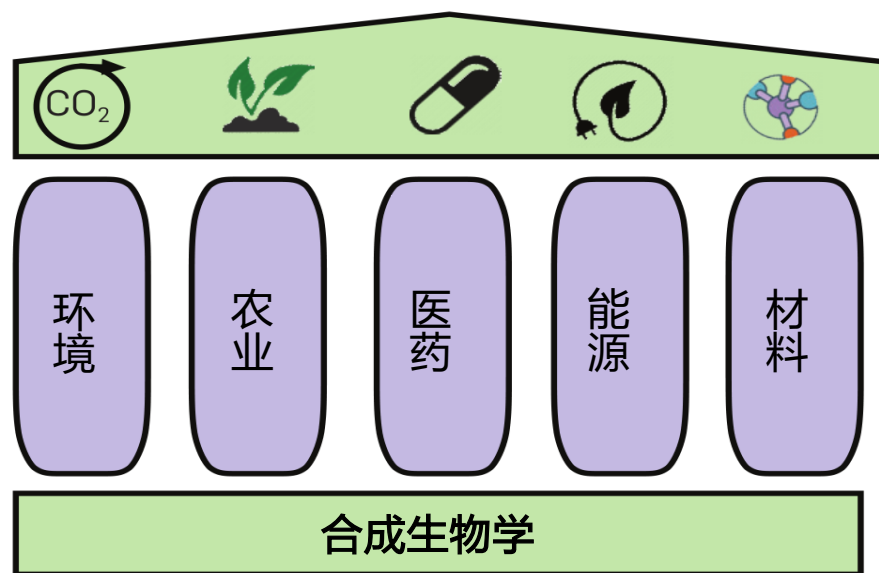
软件类型	名称	主要功能
分子模拟软件	Materials Studio	构型优化、性质预测和X射线衍射分析，以及复杂的动力学模拟和量子力学计算
	HyperChem	通过量子化学的半经验方法、从头算方法、密度泛函方法进行计算，进行单点能、几何优化、分子轨道分析、蒙特卡罗和分子力学计算、预测可见-紫外光谱等功能。
	ChemOffice	分为功能不同的几个版本，其ChemOffice Ultra 版本包含了: ChemDraw Ultra(化学结构绘图)、Chem3D ultra (分子模型及仿真)和ChemFinder Pro(化学信息搜寻整合系统)。
	Gaussian	半经验计算和从头计算使用最广泛的量子化学软件。
	SPONGE	新一代开源分子软件，实现深度学习与分子模拟的高效融合，由北京大学/深圳湾实验室高毅勤研究团队开发。

资料来源：科学计算软件网，投必得学术公众号，化学加公众号，北京大学官网，《计算机模拟软件在化工设计中的应用》-高源，《远程教学中 Chemoffice的功能和应用研究》-李伟琦，国海证券研究所

合成生物学在多领域展现出巨大潜力

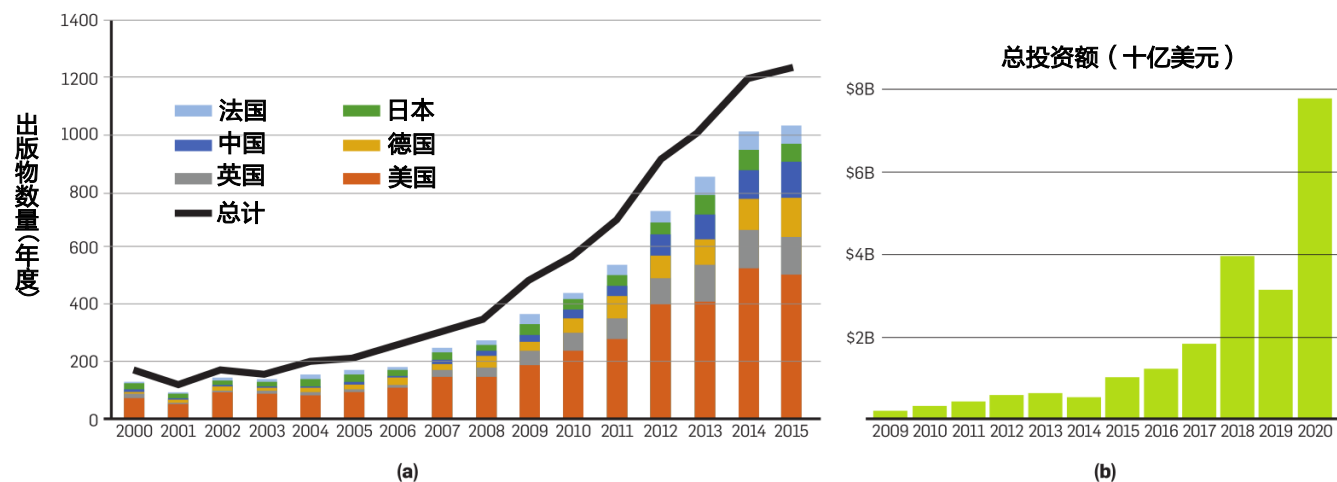
- 合成生物学基于生物信息学、DNA合成技术、遗传学和系统生物学等学科，应用领域覆盖医疗健康、科研、化工、美妆、材料、食品、农业和能源等细分行业。与传统分子和细胞生物学区别，合成生物学专注于核心生命元件的设计、构建与优化新生物组分，包括酶、“电路”和生物系统，从头设计或编辑现有基因。合成生物学中最强大的工具之一是DNA合成技术。据牛氮研究院，在过去15年中，基因合成的成本下降了10倍，由此促进了合成生物学产业的蓬勃发展。
- 目前合成生物学主要由北美主导，其次是欧洲，亚太是第三大市场。根据Markets and Markets预测，2021年全球合成生物学市场规模达到95亿美元，预计2026年全球达到307亿美元，中国合成生物学2025年预计70亿美元。近年来，合成生物学领域的出版物及投资也在不断增加。

图表：合成生物学影响众多领域



资料来源：《Artificial Intelligence for Synthetic Biology》- MOHAMMED ESLAMI等，国海证券研究所

图表：合成生物学领域的 (a) 出版物和 (b) 投资在不断增加

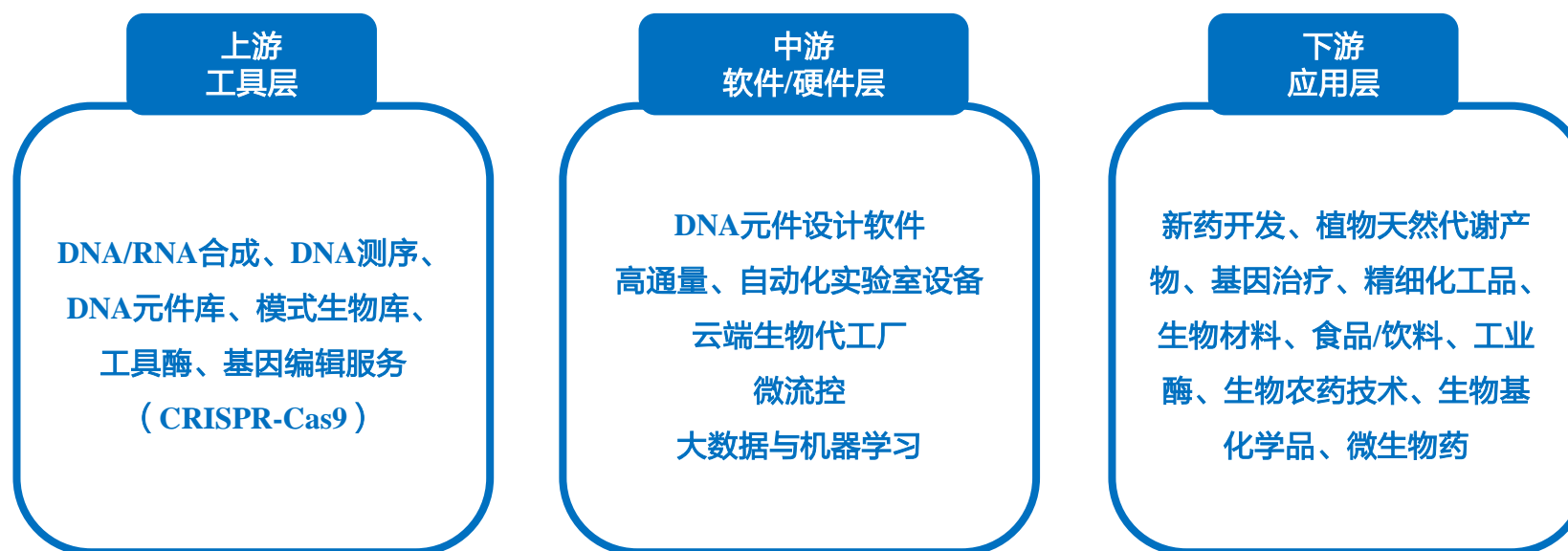


资料来源：《Artificial Intelligence for Synthetic Biology》-MOHAMMED ESLAMI等，国海证券研究所

人工智能在合成生物学全产业链均有应用

- 当前，合成生物学领域常见的上下游主要包括上游工具层、中游软件/硬件层以及下游应用层。以AI为主导的从头设计应用于合成生物学，可以有目的地设计具有特定功能的标准生物元件，代替部分需要在实验中获得有效表达和测试的环节，跨越下游实验优化的时间和成本，数以百万计的潜在有价值的蛋白质无法通过生化方式获得，现在可以直接通过设计研究，并用于生物医学和化学、工业、农业、食品、材料学、环境保护等众多领域，加速应用于合成生物学的工程化落地。

图表：合成生物学产业链上下游



资料来源：凯莱英Asymchem，国海证券研究所

人工智能使合成生物学各环节效率大大提升

- 当前，人工智能已在元件工程、基因线路、代谢工程、基因组工程中广泛应用，将合成生物各个环节的工作效率大大提升，成本明显降低，成功缩短研发周期并扩大研发可能。
- 以Deep Mind旗下Alpha Fold平台为代表，目前该平台已可预测的蛋白质结构超过2亿，来自于100万个物种，基于Alphafold2，科学家有望设计出自然界不存在的具有更高催化效率或是具有未知催化功能的酶，从而开发出更加高效的代谢线路或是合成自然界中目前无法生物合成的物质。

图表：人工智能在合成生物学不同环节中的应用

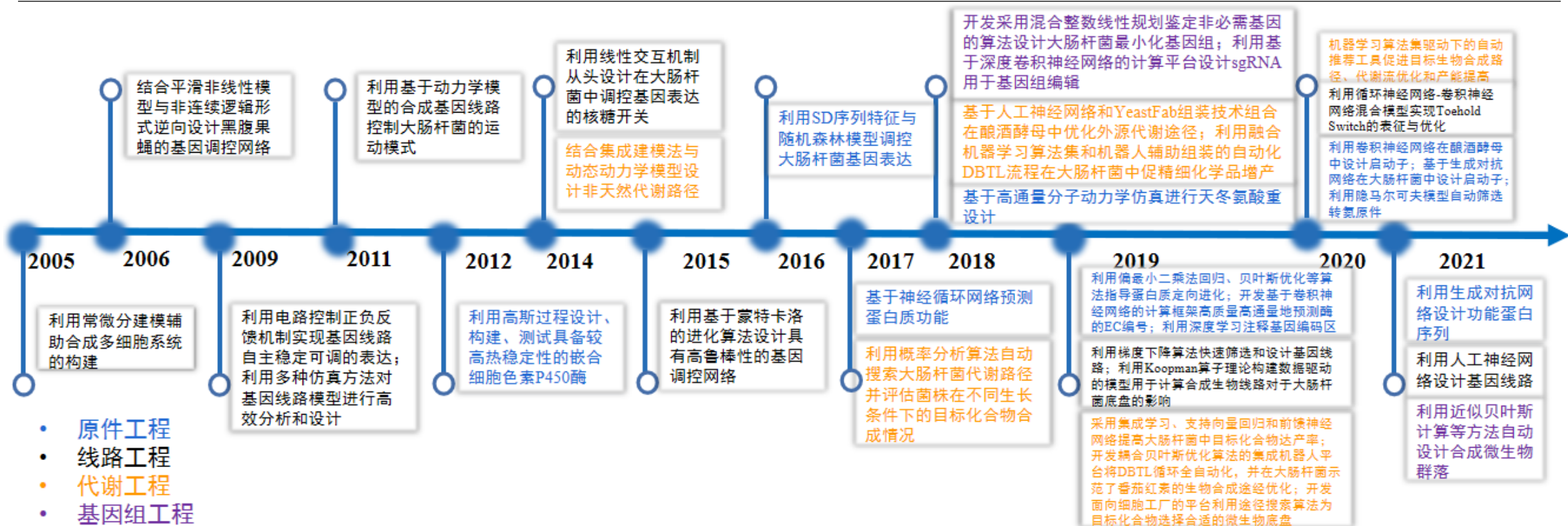
环节	含义	应用
元件工程	生物元件是合成生物系统中最简单、最基本的单元，其生物学本质是具有特定功能的DNA序列、RNA序列、氨基酸序列或蛋白质结构域	改善生物元件的鉴定和功能注释效率
		加速理性设计和定向进化优化现有元件结构、增强其功能特性
		设计合成自然界不存在的元件
线路工程	线路工程是利用元件工程中的各类元件针对多样的需求依照电子工程中电路搭建的思维进行设计及功能优化，从而达到对生命的重编程	合成基因线路的设计和构建
		确定基因线路可执行任务，并通过修改参数以实现所需的功能
代谢工程	用重组DNA技术有目的地改造中间代谢途径及网络，从而提高菌体生物量或代谢物产量	促进数据驱动的目标生物合成途径优化和微生物产能
基因组工程	基因组是指生物体所有遗传物质的总和，合成生物学能对生物体的整个基因组甚至细胞进行工程改造	基因组合成
		基因组编辑
		微生物组或群落的设计

资料来源：《人工智能在合成生物学的应用》-李敏等，中国科学院，国海证券研究所

人工智能开辟合成生物学发展的新道路

- 21世纪以来，人工智能与合成生物学交叉研究驱使元件工程、线路工程、代谢工程、基因组工程等领域取得了一些代表性的进展，并使许多具备鲜明领域交叉特色的创新研究手段和理论得以成功运用。其中，2005—2017年为缓慢发展阶段，研究主要集中在线路工程；2018—2021年为相对高速发展阶段，人工智能在元件工程、线路工程、代谢工程、基因组工程等领域均崭露头角。这意味着，人工智能开始有效地解决合成生物学各子领域的技术难题，开辟合成生物学发展的新道路。

图表：2005-2021年人工智能应用于合成生物学的代表性进展

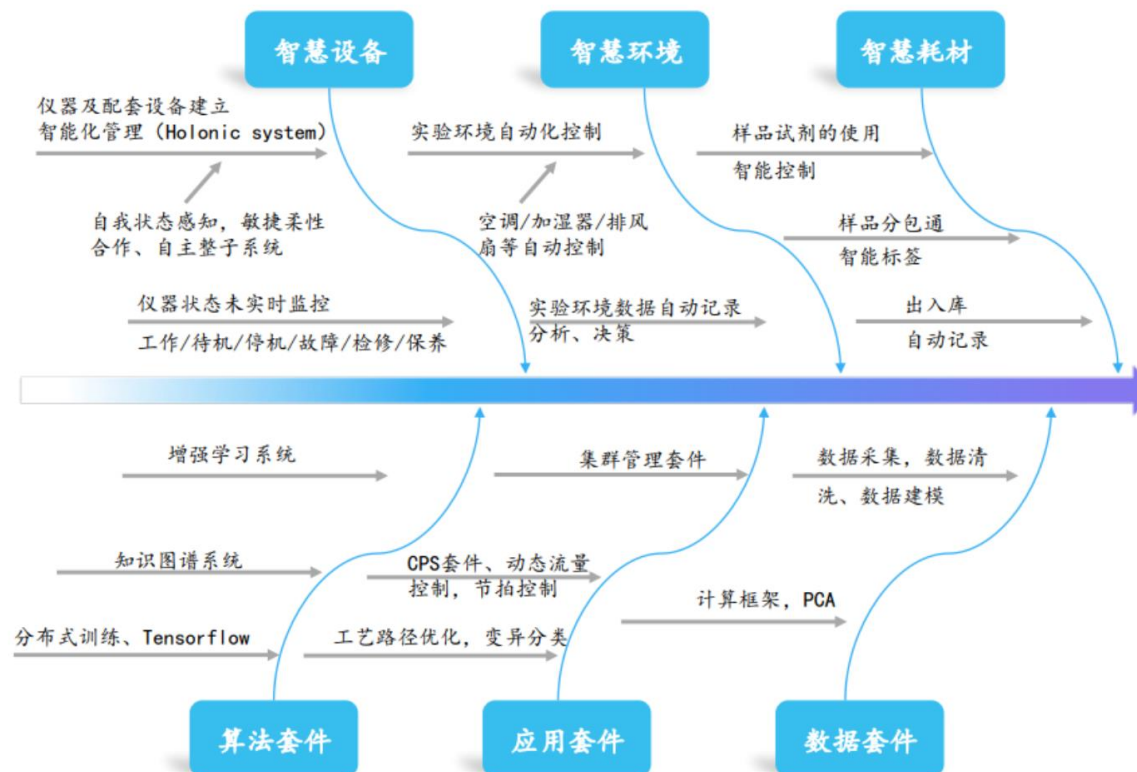


资料来源：《人工智能在合成生物学的应用》-李敏等，国海证券研究所

人工智能助力合成生物学实验室自动化

- 实验室自动化是通过“机器人换人”、“人工智能替代人类智能”的现代技术，对传统劳动密集型实验室进行技术革命，实现无人化、精准化和高效化的效果，其技术特点是自动化、智能化和云端化。实验室自动化的应用市场包括医药研发、生物学、医学检验、食品药品安全检验检测、环境和水质监测等领域，这些领域都是目前全世界各国关注的热点问题。
- 对于合成生物学领域，实验室自动化将会有助于标准化，有效缩减研发时间及试错范围，提高生产效率，从而降低成本、提高效益。

图表：汇像实验室超级大脑

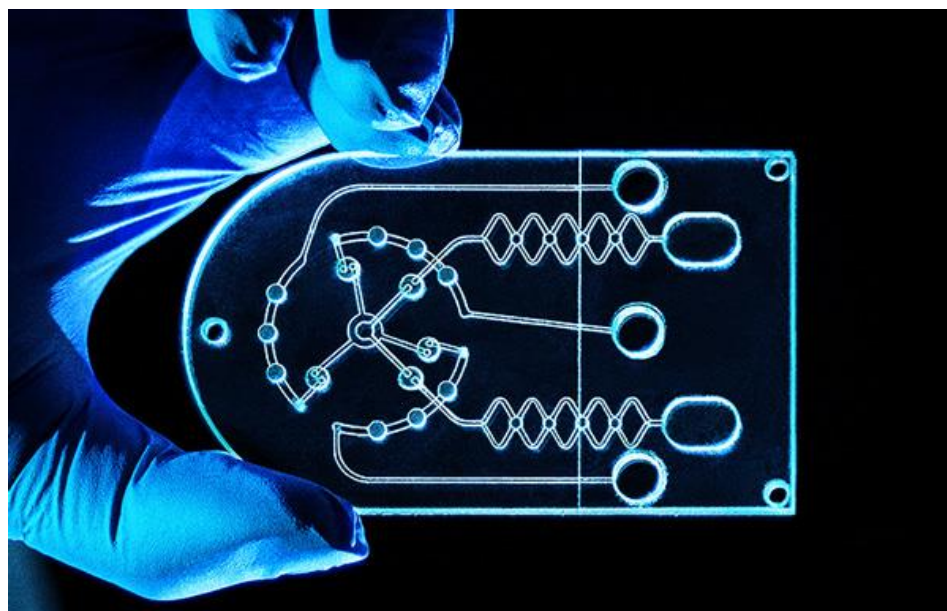


资料来源：汇像，国海证券研究所

微流控技术是实现实验室自动化的关键

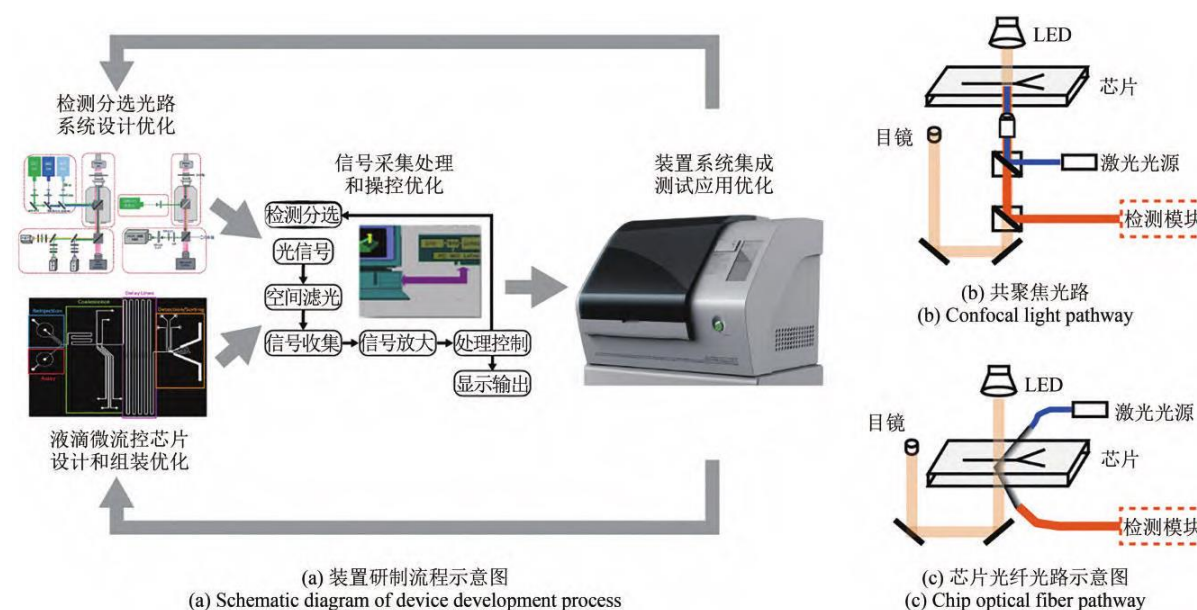
- 微流控技术的快速发展，已经在化学、医药及生命科学等领域上造成革命性的冲击。微流控芯片（microfluidic chip）即生物芯片，也被称为芯片实验室。微流控技术指在微米级微管中精确操纵微量流体的技术，能将样品反应、制备、分离、检测等生化实验的基本操作集成到很小的芯片上，具有高灵敏度、高集成、高通量、高效率等多种优势。
- 微流控对合成生物学的研发和应用起到了巨大作用。在菌株筛选和定向进化过程中，常规筛选方法(如摇瓶筛选、孔板筛选等)存在通量较低、费时费力等缺点，而微流控平台能够在10微米至100微米范围内的低维通道结构中快速加工处理或控制微小流体，极大地提高了筛选效率，可以实现高度重复和高通量的纳米颗粒制备和生产。

图表：微流控芯片



资料来源：莱塞激光官网

图表：用于菌株检测筛选的液滴微流控装置

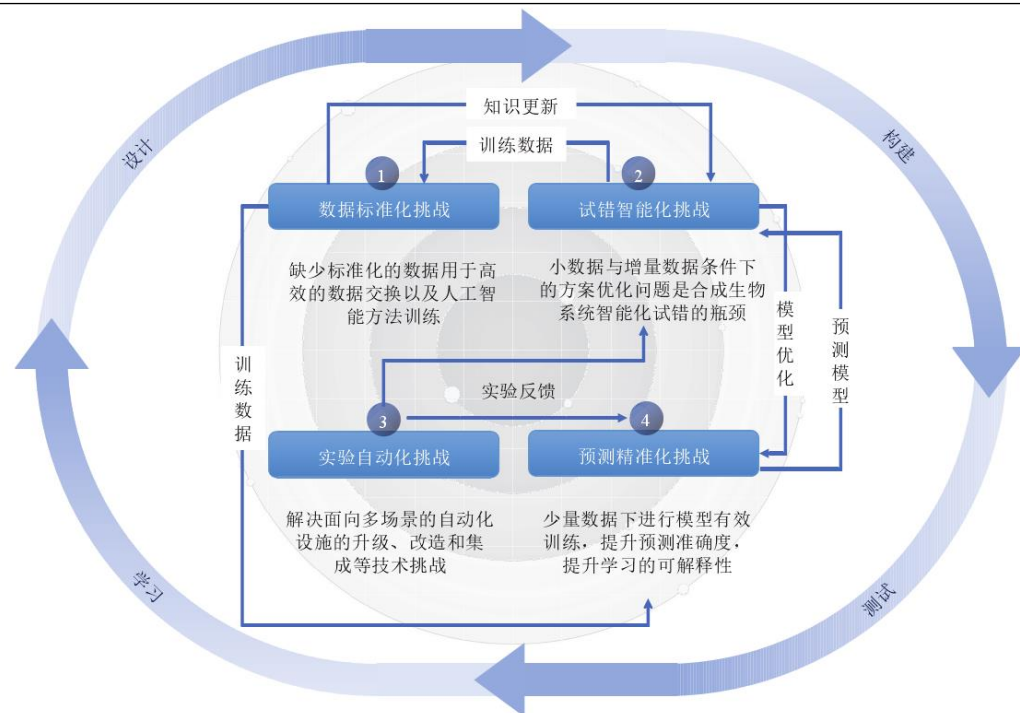


资料来源：《液滴微流控技术在微生物工程菌株选育中的应用进展》-涂然

人工智能应用于合成生物学仍存在挑战

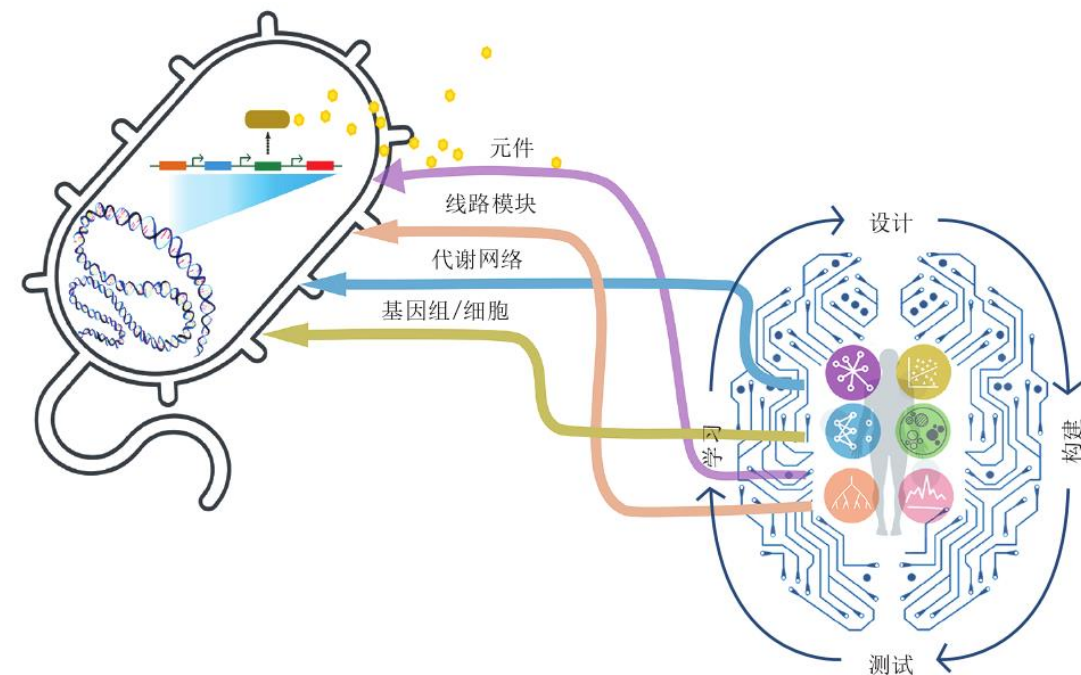
- 当前合成生物学研究存在数据来源广、形式异构、高质量训练数据不足等问题，这导致小数据稀疏监督下人工智能模型难以得到有效训练。鉴于生命系统极其复杂，很难用传统数学模型精确描述，当前仍无法有效预测复杂的基因线路。构建工程化平台是重要研究手段，但当前工程化试错存在标准化的数据缺乏、海量的试错空间、定量的表征手段较少等问题，且智能化试错、优化、学习的理论支撑不足，工程化平台仍无法有效指导合成生物系统的设计与改造。
- 解决上述挑战可助力构建基于人工智能完成“设计—构建—测试—学习”（DBTL）闭环的“类合成生物学家”智能体，在数据标准化、实验自动化、预测精准化方面大大降低真实生物学实验的试错空间和成本。

图表：人工智能应用于合成生物学的挑战



资料来源：《人工智能在合成生物学的应用》-李敏等

图表：基于人工智能的“类合成生物学家”概念



资料来源：《人工智能在合成生物学的应用》-李敏等

目录

- AI提升研发效率
- AI优化化工设计和建设
- AI赋能化工生产运营
- AI在工业中具有巨大潜力
- 投资建议及关注标的
- 行业评级及风险提示

过程模拟软件是设计研究和生产部门有力的辅助工具

- 过程模拟技术利用在线动态仿真，将实际生产过程“再现”于计算机上，实施在线操作、动态调整，优化产品结构、装置的原料组成及操作条件，增产高价值产品，提升装置运行经济效益和竞争能力，促进产业转型升级。过程模拟技术源于美国Kellogg公司成功开发的第一个流程模拟系统Flexible Flowsheet，在当时化工业界影响很大。迄今为止，过程模拟系统已经历4代发展，由最初的模拟对象以轻烃加工为主，逐渐发展到模拟对象为气—液2相过程、气—液—固3相过程，20世纪90年代模拟将稳态和动态集成在一起，成为设计研究和生产部门最强有力的辅助工具。

图表：常用的过程模拟软件

软件类型	名称	主要功能
过程模拟软件	Aspen Plus	美国Aspen Tech开发，由先进控制系统、闭环实时优化系统、油品调合先进过程控制与优化系统、在线监控系统及智能化的控制器维护系统等多部分构成，各系统相互结合，能够有效优化生产操作，设计和改进工厂工艺流程，实现工厂资产利用最大化。
	Simsci Pro/II	由SIMSCI公司开发，用数学模型描述和模拟整个工艺、流程及其各单元，将全流程视为一个整体的综合性计算过程，综合了巨大的化学组分库和热力学方法。
	ChemCAD	由Chemstations公司推出的一款极具应用和推广价值的软件，它主要用于化工生产方面的工艺开发、优化设计和技术改造。
	HYSIS	世界著名油气加工模拟软件工程公司开发的大型专家系统软件，分动态和稳态两大部分。其动态和稳态主要用于油田地面工程建设设计和石油石化炼油工程设计计算分析，其动态部分可用于指挥原油生产和储运系统的运行。
	gPROMS	对工艺设备及流程进行仿真建模及设计优化的新一代通用过程模拟平台，起源于英国帝国理工大学，具有世界领先的过程模拟能力及多项特有的仿真技术。
	DESIGN II	由WinSim公司推出的一款化工虚拟仿真软件，可为各种石化、化工和炼油过程执行完整的热量和物料平衡计算。
	VMGSim	由加拿大Virtual Materials Group公司开发的流程模拟软件，可以详细预测工艺装置和工厂的性能；能改善产品质量，实现节省投资，降低操作费用，提高效益，安全生产的目标。
	PROMAX	由美国布莱恩研究与工程公司(BR&E)开发。目前，在世界范围内广泛的应用于天然气加工处理，石油炼制等石油化工行业中。
	ECSS化工之星	由青岛科技大学开发，适用于天然气加工、石油炼制、石油化工等过程工业领域，能够有效实现新过程设计、流程筛选及改造、过程优化、过程环境影响评价和化工设备设计及核算。

资料来源：软服之家，超级石化，数码网，国海证券研究所

管道设计软件有效提高图纸设计效率

- 三维管道设计软件提供强大的三维工厂管道设计功能，可以实现在工程设计时的最佳流程。能够辅助用户在更短的时间之内完成所有的图纸设计，可以提高项目设计和工程实施时的工作效率，三维管道软件实现轻量化的直观利用空间进行准确的分析，并提供专业高效的解决方案。

图表：常用的三维管道设计软件

软件类型	名称	主要功能
三维管道设计软件	PDMS	三维工厂管道设计软件，内置了丰富的元件和模型，可处理十分复杂的工程项目和大量的设计分析数据，适用于PDMS的三维实体支吊架程序，是大型、复杂工厂设计项目的首选设计软件系统。
	CADWorx	基于AutoCAD平台的全面的、智能的三维工厂设计系统，全面囊括了管道、钢结构、设备、仪表、通风桥架等模块，并且拥有自动生成单线图和材料表等功能。
	AutoCAD Plant 3D	面向工厂设计的3D系统设计软件，采用MS SQL lite大型关系数据库，软件包含了P&ID、Plant 3D、CAD等部分，自带了完整的以欧洲标准、美洲标准和中国国标开发的三维元件库，同时还可以根据项目需要自行添加规格表。
	SoildPlant	工厂设计系统，可以与管道规格结合，将管道列表、设备列表、阀门列表及仪表清单上所有的链接和数据录入SolidPlant Tag Manager中，可以根据链接名称快速找到任一设备、阀门、工具或者管道。
	Pdmax	可为用户提供三维结构设计、设备布置、配管设计、平断面图、轴测图、数据匹配检查、碰撞检查、自动统计材料、导出应力分析文件等功能，并能完全兼容PDMS系统数据。
	Bentley AutoPIPE	主要用于化工管道设计和管道应力分析，可以与AutoPLANT、PlantSpace、Intergraph PDS 和 Aveva PDMS集成，允许创建、修改和检查管道与结构模型及其结果，同时提供了静态和动态条件下的先进的线性和非线性分析功能。
	Revit	基于Autodesk Revit技术平台面向管道工程设计的三维软件，通过数据驱动的系统建模和设计来优化管道设计，可以最大限度地减少管道系统设计中管道之间、管道与结构构件之间的碰撞。
	INVENTOR	三维可视化实体模拟软件，使用的是ACIS三维建模内核，软件包含概念设计、详细设计、可视化、仿真、数据互操作等方面的功能。在三维布管管路时，能有效简化布线系统的设计，包括复杂的管材、管道、电缆和电线束走向。
	Plant Design System	以数据库为核心，集工艺、结构、电气为一体的大型工厂三维模型设计系统，主要功能为设备、管道模型，土建结构模型，电缆桥架模型等。

资料来源：软服之家，国海证券研究所

CFD软件是过程装置优化和放大定量设计的有力工具

- CFD是计算流体力学的简称，是流体力学和计算机科学相互融合的一门新兴交叉学科，它从计算方法出发，利用计算机快速的计算能力得到流体控制方程的近似解。CFD软件通常指商业化的CFD程序，具有良好的人机交互界面，能够使使用者无需精通CFD相关理论就能够解决实际问题。计算流体力学和相关的计算传热学，计算燃烧学的原理是用数值方法求解非线性联立的质量、能量、组分、动量和自定义的标量的微分方程组，求解结果能预测流动、传热、传质、燃烧等过程的细节，并成为过程装置优化和放大定量设计的有力工具。

图表：常用的流体仿真软件

软件类型	名称	主要功能
流体仿真软件	ANSYS Fluent	内置丰富的模型流、湍流、热传导和工业应用相互作用所需的物理建模功能，应用范围涵盖机翼气流、炉内燃烧、泡罩塔、石油平台、血流、半导体制造、无尘室设计和污水处理厂。
	COMSOL Multiphysics	能够模拟仿真不同工程领域的设备、工艺和流程，提供了模拟单个物理场，以及耦合多个物理场的功能和工具。
	OpenFOAM	对连续介质力学问题进行数值计算的软件。可进行数据预处理、后处理和自定义求解器，常用于计算流体力学领域。
	Star-CCM+	西门子工业软件推出的新一代通用CFD仿真软件，采用了连续介质力学数值技术，不仅可进行流体分析，还可进行结构等其它物理场的分析。
	CFD-ACE+	由美国CFDRC公司开发的最先进的CFD及多物理场软件，能够模拟流体、热、化学、生物学、电学、力学现象。
	Virtual Flow	上海积鼎信息科技有限公司自主开发的通用计算流体仿真软件，可以模拟单相和多相/多组分流体，可以模拟复杂流体（包含非牛顿流体、水合物），可用于水利水务、环境市政、石油&天然气、化工&过程工艺、汽车等流体仿真分析。

资料来源：软服之家，阿里云，COMSOL官网，上海积鼎信息科技有限公司官网，国海证券研究所

工程设计软件助力卓越运营和智能制造

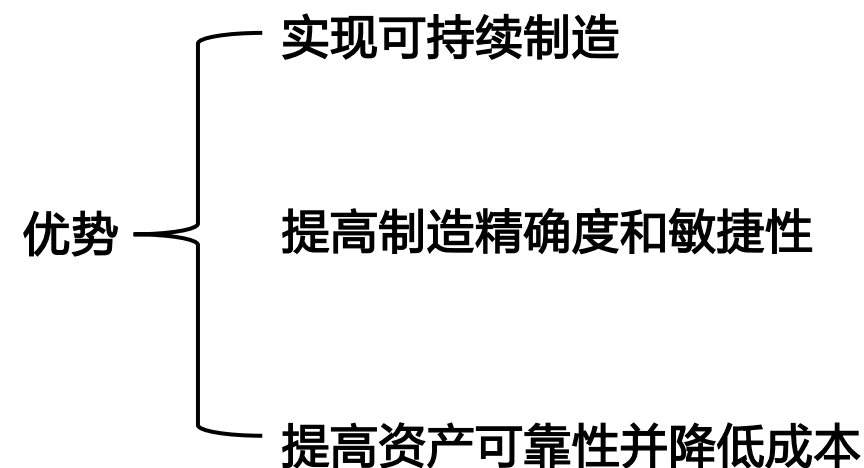
- 信息化时代，化工产业的数字化也是提高生产效率的必经之路，与此同时实现生产的信息化和自动化，利用先进的化工软件辅助化工产业完成数字化转型是领衔化工企业采用的核心创新之一。
- 提高化工行业从设计到运营的效率水平，推动实现可持续性和绩效，是发展新型化工产业的明智之举。一体化工程设计软件在整个价值链中实现数字化转型，推动卓越运营和智能制造。

图表：一体化工程设计的特点

特点	说明
单一平台	使用以数据为中心的单一环境，将工艺工程和资产工程的生命周期统一起来实现跨项目专业和项目设计周期各阶段的数据透明。
集成工程和设计	从一个以数据为中心而执行的概念性、FEED和详细的工程设计，以支持团队和外部供应商之间的协作。
数字孪生的数据建模	用实时项目数据创建一个数字孪生，以最小的交接负担在所有项目合作伙伴之间提供工程可视性。
云实施	随时随地安全工作，提高生产效率，为员工赋能，根据项目需求快速扩展。

资料来源：AVEVA官网，国海证券研究所

图表：一体化工程设计软件优势

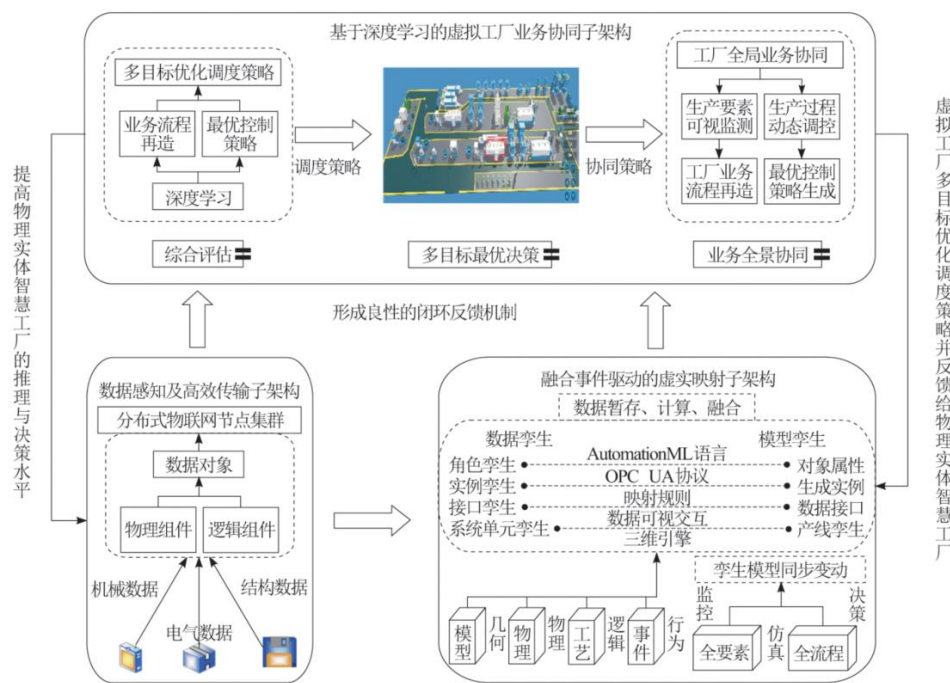


资料来源：AVEVA剑维软件，国海证券研究所

人工智能打造数字化孪生工厂

- 随着物理实体智慧工厂产生的数据流变量集和控制流变量集等信息日益增多，在工程实践中，物理实体智慧工厂日益凸显出环境变量动态变化实时感知失效、多维因素约束下设备互联与数字集成失衡和较长周期内自主预测机制缺失等若干缺陷，无法构建基于全景数据建模与深度关联模型的全要素、全流程、全感知的组织结构和运行逻辑。
- 数字化工厂中，将利用物联网技术实现设备、人、系统之间的互联互通，消除“信息孤岛”的存在，让工厂的每一台设备都以最佳状态运行，同时减少人力成本的投入，生产出最好的产品。

图表：基于数字孪生的虚拟工厂业务协同模型体系架构

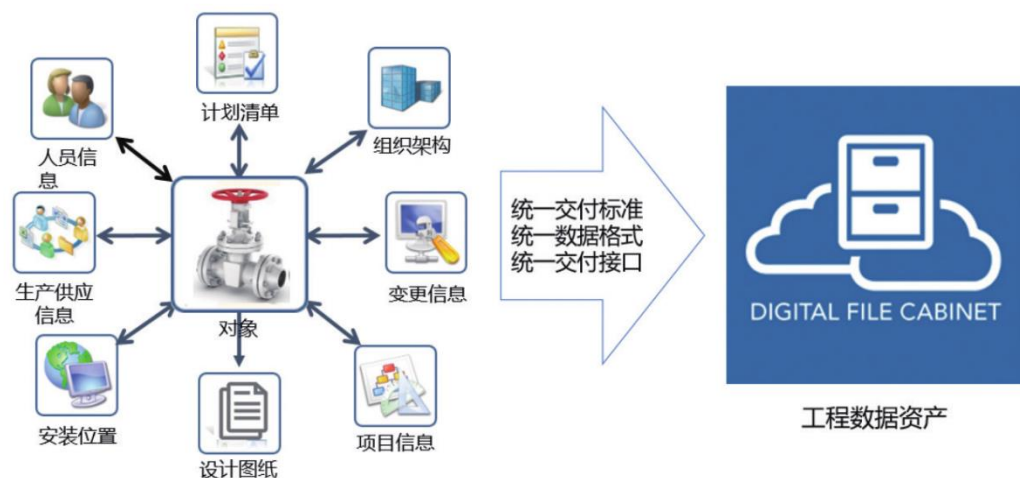


资料来源：《基于工业数字孪生仿真建模的虚拟工厂业务协同模型研究》-姚培福等

数字化交付是构建数字化工厂的一个重要环节

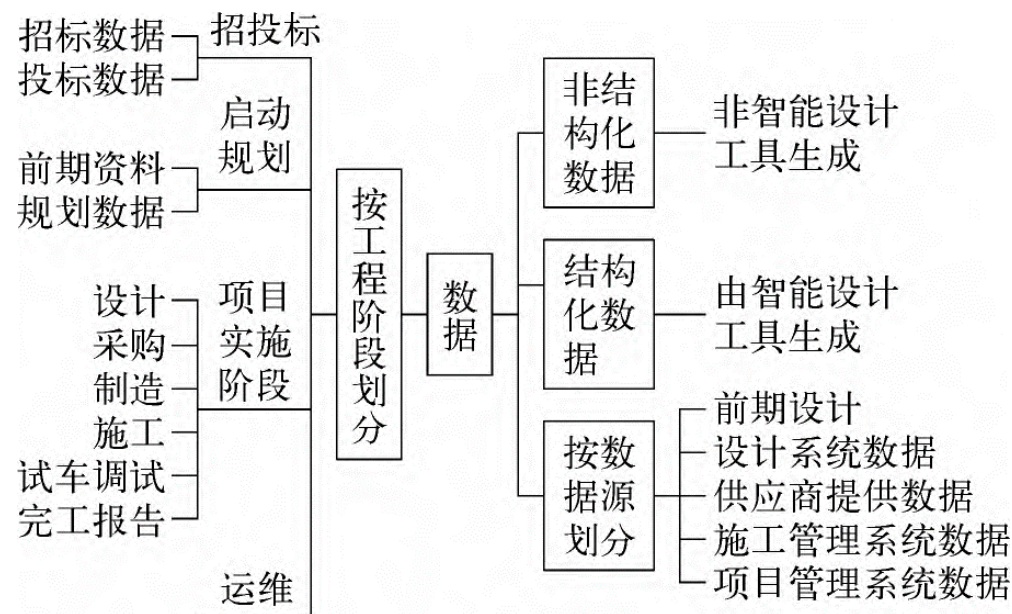
- 数字化交付是构建数字化工厂的一个重要环节，数字化工厂与数字化交付已成为现代工程设计领域之中的热门话题，众多的工程企业尤其是设计院，正在谋求以数字化工厂与数字化交付为突破从而实现新时代下企业的数字化转型。
- 数字化交付通过建立数字化工厂平台以及未来建设智能化工厂的基础，再将设备运行过程中的过程控制与工艺参数进行集成，最终通过3D仿真技术实现与实际生产过程一致的工艺模型，借助数字化交付平台，可以实现在线上对阀门仪表等参数进行监测，通过仿真模型进行自动化精准控制，并且模型可以不断根据实际情况进行优化，大大减少人为操作带来的失误。

图表：数字化交付的原理



资料来源：《数字化工厂与数字化交付的技术探讨》-张鹤等

图表：数字化交付的数据分类



资料来源：《石油和化工行业智能工厂建设的思考》-荣彦栋等

数字化交付能够减少信息偏差

- 以AVEVA系列软件为例，数字化交付的过程为通过PDMS (Plant Design Management System) 与 Diagram 软件进行三维虚拟化工厂与管道仪表流程图 (Process & Instrumentation Drawing) 的创建，然后将各装置设备的信息嵌入到模型中，将设备生产、安装、维护过程中的综合信息系统集成，最后通过旗下的Net平台实现工厂信息的综合展示，大大减少信息传递过程中带来的信息偏差与效率的降低。
- 目前，互联网技术日新月异，通过技术合作，不仅可以实现工厂虚拟现实参观、沉浸式培训演习与应急演练，还可以通过更强大的信息管理系统整合企业的所有生产管理信息，满足公司各级管理人员需要，更好的协助对公司的掌控与管理，实现企业向数字化与智能化的迈进。

图表：AVEVA系列软件主要模板及功能

主要模块	功能
PDMS 模块	包括设备、结构、建筑、管道、暖通、桥架等建立化工厂所需的所有模块
Instrumentation 与 Electrical 模块	用于仪表、电气与控制工程设计的系统
Diagram 模块	仪表流程图的绘制
Engineering 模块	二维工艺流程图与三维模型之间的一个桥梁
Net 模块	基于IE浏览器实现对项目建设期间与后期维护的各种数据资料进行收集分类与整理审批工作

资料来源：《AVEVA 系列软件在化工厂的数字化交付中的应用》-郭春帅，国海证券研究所

图表：基于数字化交付的优势

优势	解释
准确的数据集成	具有严格的数据审核机制，实现了二维与三维模型间的一致性与数据的完整性，具有完整的文档编码系统，可以快速对文档进行分类管理与查询。
高度的可配置性	可自定义的元件库；化工设计单位可以根据公司的审核要求对致性/碰撞检查规则进行定制；自动生成的报表所包含的内容与格式均支持用户自定义。
完善的管理架构	各专业人员对自己的数据拥有修改权限及更加明确责任的划分，对用户操作进行记录，形成访问日志，实现设计过程的留痕。

资料来源：《AVEVA 系列软件在化工厂的数字化交付中的应用》-郭春帅，国海证券研究所

目录

- AI提升研发效率
- AI优化化工设计和建设
- AI赋能化工生产运营
- AI在工业中具有巨大潜力
- 投资建议及关注标的
- 行业评级及风险提示

AI助力化工生产提质增效

- 典型的智能工厂最底层为感知层，通过现场设备实现数据采集；第二层为数据处理层，将底层采集到的数据进行加工、存储、转换；第三层为应用层，包括工艺管理系统、设备管理系统、人员管理系统等；顶层为企业运营相关系统，针对企业运营、供应链、人力资源等进行宏观调配。
- 人工智能、工业互联网、工业大数据是实现智能制造的使能技术、工具和手段。运用人工智能、大数据、云计算这些新的智能化技术，可以帮助制造企业在替换一些低认知密集型劳动的同时，也能为生产过程中的质量稳定性控制和生产效能的优化带来提升。

图表：用友智能工厂应用架构



资料来源：上海坤迪官网

人工智能解决方案优化化工生产过程

- 化工行业，特别是精细化工领域，有着生产过程复杂、对象特性多变、间歇或半连续生产过程多，介质腐蚀性强，易燃易爆及污染环境等特点，使得化工过程的检测控制面临影响因素多、变化范围大等问题。从炼油和石化产品到高性能化学品、纤维、钢铁、制药、食品和水，过程工业中的控制跨越广泛的领域，所有这些都涉及化学反应需要极高的可靠性。
- 随着科学技术的发展，化工过程控制技术的软硬件支撑手段有了重大改观，推动了化工过程控制技术的迅速发展。

图表：化工品控稳定性提升解决方案



资料来源：阿里云官网

图表：轮胎智能检测解决方案



资料来源：阿里云官网

人工智能提供动设备状态监测与故障诊断解决方案

- 以中控技术supMMS动设备状态监测与故障诊断解决方案为例，以此建立的设备状态监测诊断管理平台能给设备管理带来全新的机组管理模式，提供基于多种专业化分析图谱和监测诊断报警手段，并可以为今后拓展广域网监测、远程专家诊断服务、远程维护和远程升级服务等打下技术基础，实现设备远程状态监测诊断联网，成为备品备件物联网智能管理和低成本高效率维修的组成部分，满足机组全方位设备完整性信息管理系统的要求。

图表：机泵检测诊断整体解决方案

机泵监测诊断整体解决方案

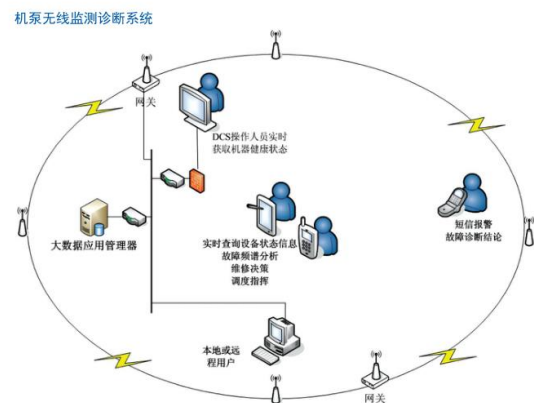
三线合一：机泵有线监测、无线监测、离线巡检



机泵在线监测诊断系统



机泵在线监测诊断系统：人工智能动态阈值+专家系统



高频无线振动温度传感器

无线网关

图表：诊断外包服务模式与流程实例



诊断外包服务模式与流程实例

资料来源：《关键动设备状态监测&故障诊断系统整体解决方案》-中控技术

资料来源：《关键动设备状态监测&故障诊断系统整体解决方案》-中控技术

人工智能推动化工企业走向智能制造

- 通过人工智能与制造业的融合发展，提升制造业数字化与智能化发展水平，可以进一步加速“制造”向“智造”的转变。工业和信息化部2022年度智能制造示范工厂揭榜单位和优秀场景名单中，有包括巨化股份、金宏气体、玲珑轮胎、赛轮轮胎、森麒麟等化工企业。

图表：2022年度智能制造示范工厂揭榜单位名单（节选）

企业	揭榜任务名称	典型场景名称
金宏气体股份有限公司	高纯工业气体智能制造示范工厂	1.精准配送;2.供应链全流程一体化;3.生产计划优化;4.设备运行优化;5.安全风险实时监测与应急处置;6.能耗数据监测7.销售驱动业务优化;8.质量精准追溯。
巨化集团有限公司	含氟新材料智能制造示范工厂	1.先进过程控制;2.人员智能定位系统;3.精准配送;4.废弃物处置与再利用;5.数字基础设施集成;6.采购策略优化;7.数字化交付和运维管理;8.工业智慧大脑应用实践。
山东玲珑轮胎股份有限公司	高端轮胎智能制造示范工厂	1.数据驱动产品设计优化;2.车间智能排产;3.质量精准追溯;4.智能仓储;5.工艺数字化设计6.能耗数据监测;7.在线运行监测;8.智能协同作业。
赛轮集团股份有限公司	橡胶轮胎智能制造示范工厂	1.产品数字化研发与设计;2.车间智能排产;3.工艺动态优化;4.智能在线检测;5.设备运行优化;6.数字孪生工厂建设;7.网络协同制造;8.数字基础设施集成。
青岛森麒麟轮胎股份有限公司	航空轮胎智能制造示范工厂	1.智能在线检测;2.精准配送3.产品数字化研发与设计;4.车间智能排产;5.工艺动态优化;6.销售驱动业务优化;7.大规模个性化定制;8.能效平衡与优化。

资料来源：工信微报公众号，国海证券研究所

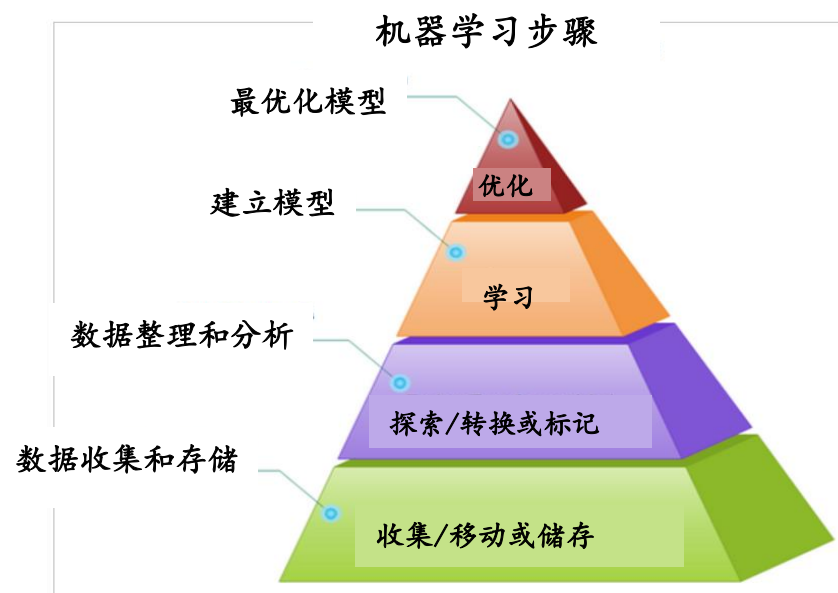
目录

- AI提升研发效率
- AI优化化工设计和建设
- AI赋能化工生产运营
- AI在工业中具有巨大潜力
- 投资建议及关注标的
- 行业评级及风险提示

人工智能在工业中显示出巨大潜力

- 人工智能在工业中显示出巨大的潜力。其核心为机器学习，主要包括以下步骤：数据的收集和说明，数据整理和分析，建立模型及优化模型。
- 人工智能与工业数据的结合有助于有效获得不同变量之间的关系，并预测及优化特定参数。在工业中，已应用于精馏塔、反应器、锅炉、控制器、冷水机组、压缩机、泵、管道等各种工艺设备的校正、工艺参数预测、故障诊断与优化；在纺织，水处理，化肥，核电站和油气等领域均有应用。

图表：机器学习的步骤

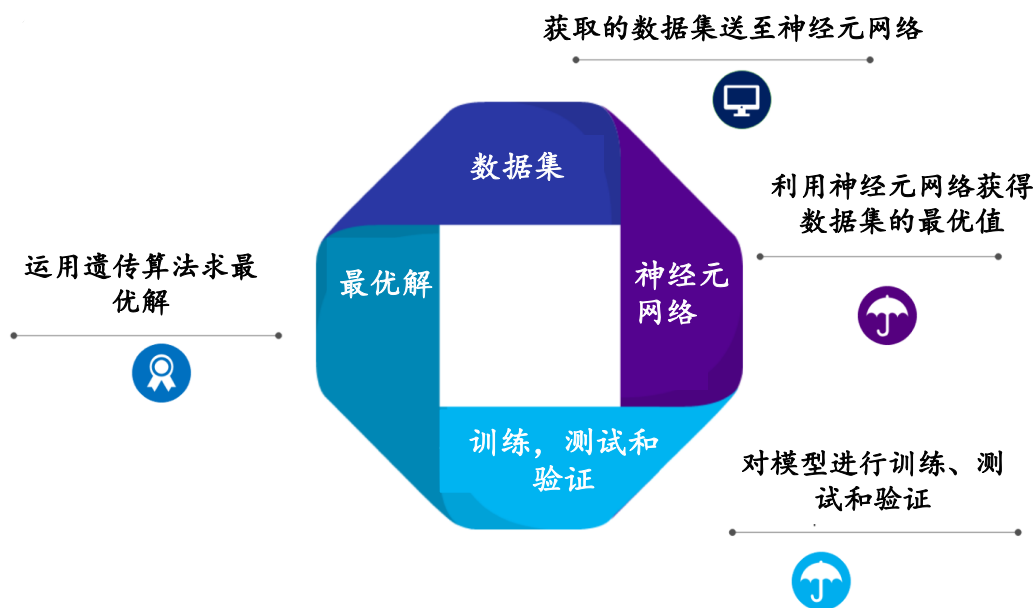


资料来源：《Machine Learning an Intelligent Approach in Process Industries: A Perspective and Overview》-Nadia Khan，国海证券研究所

人工智能在污水处理中的应用

- 人工智能技术在污水处理领域主要用于过程控制、建模及故障诊断等几个方面。污水处理系统的数学模型用来模拟各类微生物、有机物在处理过程中的动态特性，有助于新建系统的设计和优化运行管理，也有助于对现有生化处理系统功能的扩展，并且可供操作人员使用的故障诊断专家系统能够实现低成本、高效率。

图表：横流超滤过程的建模与优化



资料来源：《Machine Learning an Intelligent Approach in Process Industries: A Perspective and Overview》-Nadia Khan，国海证券研究所

图表：人工智能在污水处理应用的相关研究

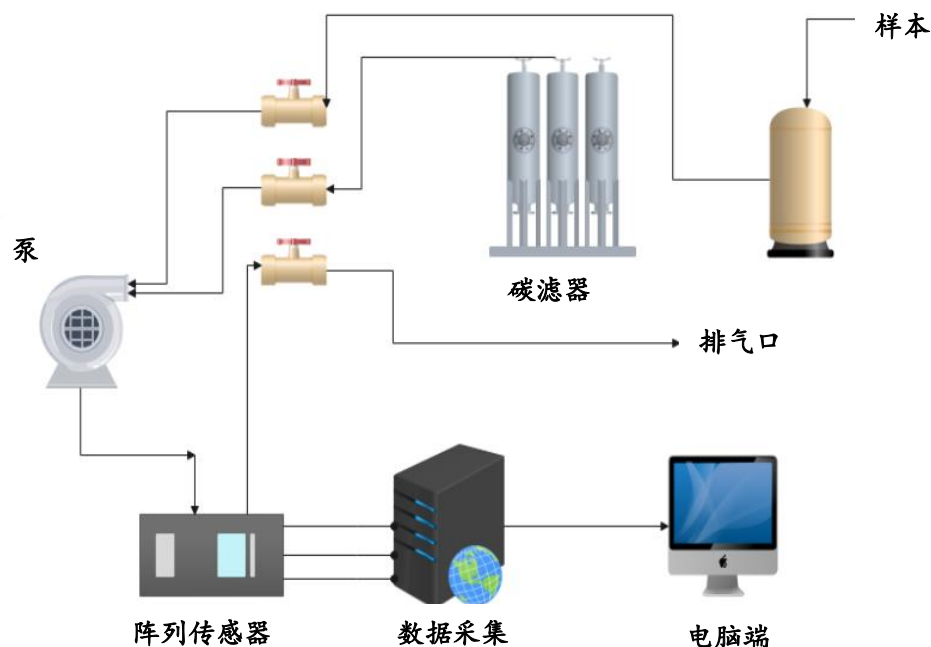
算法/方法	目的
神经网络模型和支持向量机模型	蓝水足迹评估
多层感知机与后向传播算法	建立模拟水动力学空化的神经网络模型，以促进水中沼气的产生和有机污染物的分解消化
反向传播法	分析了聚合氯化铝混凝过程中溶解性有机物的去除
反向传播法	利用人工神经网络研究氧化石墨烯/壳聚糖-PVA聚合物对刚果红染料的吸附
分位数回归法	研究预测控制和超前分析在污水处理厂综合验证装置中的应用
最近邻法/随机森林法	设计软测量系统，提高污水处理的控制效果

资料来源：《Machine Learning an Intelligent Approach in Process Industries: A Perspective and Overview》-Nadia Khan，国海证券研究所

人工智能在化肥行业中的应用

- 现代人工智能解决方案不仅可以检测出需要多少肥料，有效减少浪费，还能够辅助施肥过程。人工智能机器人和无人机可以检查作物和土壤状况，评估作物健康状况，并就何时浇水、施肥和收割提供指导，这可以帮助农民节省时间，降低成本，并改善种植和收割方面的决策。

图表：罗勒植物数据收集与分析示意图



资料来源：《Machine Learning an Intelligent Approach in Process Industries: A Perspective and Overview》-Nadia Khan，国海证券研究所

图表：人工智能在化肥行业应用的相关研究

算法/方法	目的
LM算法	利用神经网络对不同氮浓度下生长的罗勒进行区分
CIT模型	利用CIT技术，评价氮肥对N ₂ O排放的影响，确定土壤气候对每日减少N ₂ O排放量的影响
逻辑回归、支持向量机、随机森林、K近邻模型等	预测玉米产量
随机森林模型	研究控释尿素对水稻产量、氮素损失和温室气体排放的影响
随机森林、K近邻、神经网络、遗传编程模型	预测块茎作物高产对氮、磷、钾的需求量

资料来源：《Machine Learning an Intelligent Approach in Process Industries: A Perspective and Overview》-Nadia Khan，国海证券研究所

人工智能技术为油气领域创新发展注入新动能

- 油气行业对于数字技术的需要紧迫而持久，一方面，油气开发难度日益增加，持续稳产形势严峻，新老油田都面临着生产成本升高与效益降低的巨大压力；另一方面，各层级对企业公的安全生产、环境保护责任要求越来越严格。传统油气勘探与开发研究技术如储层预测、油层识别、注采分析优化等，需要人工花费大量时间整理分析数据，效率低、问题多，而未来通过“油气智能大脑”，可以对输入的相关数据进行自动分析推理，直接给出开采方案。

图表：人工智能在油气领域应用的相关研究

算法/方法	目的
混合和语言模型	控制精馏塔顶部和底部产品的成分
多核学习支持向量机模型	对精馏塔的多个故障进行识别
优化的多层感知器模型和多层感知器-粒子群算法	预测钻孔后岩石的力学行为
混合和语言模型	采用模糊推理系统和人工神经网络，开发出用于炼化塔的控制
三维冠层辐射传输模型、语言模型、序列最小优化算法	建立油气管道失效评估预测模型
非线性自回归网络模型	用于检测精馏塔中的塔板扰动

资料来源：《Machine Learning an Intelligent Approach in Process Industries: A Perspective and Overview》-Nadia Khan，国海证券研究所

图表：工业互联网解决方案总体架构设计



资料来源：《油气行业数字化转型研究与实践》-杨剑锋等

人工智能技术在核工业中大有用武之地

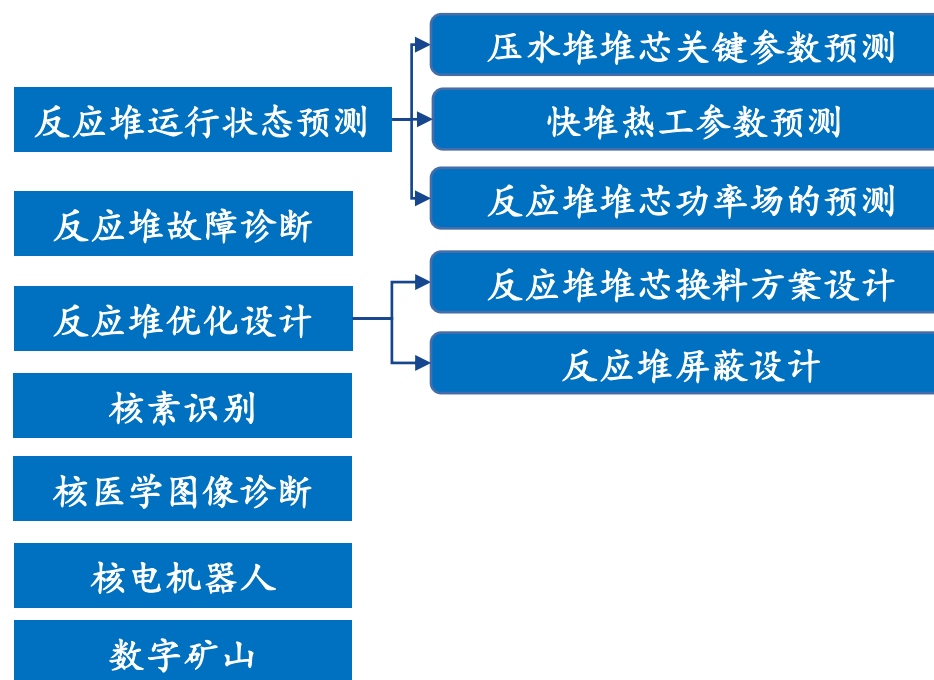
- 当前，以“数字矿山、智能制造、数字（智能）核电、智慧经营”为主线的行业科技发展路径已清晰显现。这将在未来几年拉动核能行业全产业链上建设并逐步实现铀矿勘察开采的全数字化、可视化平台；核燃料智能生产与元件智能制造平台；核电设计与建造一体化、数字化、全寿期平台；从集团到各单位应用大数据、云计算技术的智慧经营平台。在多个平台建设需求牵引下，新型人工智能技术将大有用武之地，大显身手。

图表：人工智能在核工业应用的相关研究

算法/方法	目的
随机森林模型	识别核数据中有问题的子集
支持向量机和逻辑回归模型	开发核基础设施预测性维护算法
深度神经网络模型	计算高温气冷反应堆的截面
反向传播法	检测核电站运行异常
支持向量机模型	建立近似元模型来估计火灾危险状况
反向传播法	预测核电站变压器的使用寿命

资料来源：《Machine Learning an Intelligent Approach in Process Industries: A Perspective and Overview》-Nadia Khan，国海证券研究所

图表：深度神经网络在我国核领域中的应用



资料来源：《神经网络算法在我国核领域中的应用综述》-杨红义等，国海证券研究所

人工智能引领纺织行业创新发展

- 将人工智能技术与纺织各领域相结合，利用计算机视觉技术，使用深度学习算法搭建定制化和个性化以图搜图引擎；基于机器视觉开发经编针织物疵点在线检测系统以及智能验布系统；借助自然语言处理进行个性化纺织专业教育；利用机器学习算法开发智能CAD、纺织面料评级与分类、生产管理以及服装面料图案设计的应用，进行流行趋势预测以及服装设计。人工智能将作为战略性技术引领纺织行业发展，带动提高纺织各领域智能化水平，进而带来深远的变革。

图表：神经网络模型预测纺织复合材料力学性能

算法/方法	目的
卷积神经网络、支持向量机模型	提高皮革切割效率
随机森林、决策树回归模型	预测生产时间
回归分析、逻辑回归、决策树和贝叶斯分类器模型	识别橡胶纺织输送带故障发生率与所选变量之间的相关性
随机森林模型	评估材料的疲劳性能
上置信界算法、汤普森抽样算法	优化棉纺厂的能源消耗
梯度助推模型，堆叠集成模型	预测织物性能

资料来源：《Machine Learning an Intelligent Approach in Process Industries: A Perspective and Overview》-Nadia Khan，国海证券研究所

图表：人工智能在纺织行业的应用场景

计算机视觉	纺织产品检索
机器视觉	经编针织物疵点在线检测,纺织面料疵点检测
自然语言处理	个性化纺织专业教育,纺织电子商务
机器学习	纺织CAD,纺织面料评级与分类,基于机器学习的纺织生产管理,人工智能服装设计,服装流行趋势预测,服装面料图案设计,人工智能服装设计,智能穿戴
机器人	筒子纱自动上纱,筒子纱智能染色
智能仓储物流系统	一整套产品生产流水线系统全部由机器操作完成

资料来源：《人工智能引领纺织行业创新发展》-冯英杰等，国海证券研究所

目录

- AI提升研发效率
- AI优化化工设计和建设
- AI赋能化工生产运营
- AI在工业中具有巨大潜力
- 投资建议及关注标的
- 行业评级及风险提示

凯赛生物：入股分子之心，将AI技术引入生物制造研发体系

- 凯赛生物是全球长链二元酸的主导供应商，可提供以生物法制造的从十碳到十八碳长链二元酸系列产品。公司系列生物法长链二元酸年产能7.5万吨，凯赛乌苏于2021年中期投产戊二胺5万吨、聚酰胺10万吨，4万吨癸二酸项目于2022年成功投产。
- 公司入股AI蛋白质设计平台公司“分子之心”，将AI技术引入生物制造研发体系，智能化升级生物制造全流程。该次Pre-A轮战略投资超亿元，由凯赛生物领投，联想创投跟投，天使轮领投资方红杉中国追加投资。分子之心自主研发了国内首个功能完整的人工智能驱动的蛋白质预测和设计平台“MoleculeOS”，运用数据驱动的AI方法，快速识别、改造甚至从头设计最合适的蛋白质，从而颠覆大分子药物设计、合成生物学、环境保护等领域研发范式。
- 考虑具体的经营情况，同时聚酰胺推广周期较长，我们调低2022-2024盈利预期，预计公司2022-2024年归母净利分别为5.52、8.27和10.80亿元，对应的PE为63、42和32倍，考虑到公司合成生物学技术优势，维持公司“买入”评级。
- 风险提示：项目投产不达预期风险、产品价格下滑风险、产品需求下滑风险、工厂安全环保生产风险、原材料价格波动的风险、汇率波动风险、销售未达预期风险等。

图表：盈利预测表（更新于20230417）

预测指标	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入（百万元）	2197	2445	3244	4787
增长率(%)	47	11	33	48
归母净利润（百万元）	608	552	827	1080
增长率(%)	33	-9	50	31
摊薄每股收益（元）	1.46	0.95	1.42	1.85
ROE(%)	6	5	7	8
P/E	126.22	62.92	42.06	32.20
P/B	7.20	3.13	2.91	2.66
P/S	34.94	14.22	10.72	7.26
EV/EBITDA	95.30	36.05	23.13	18.95

资料来源：Wind，国海证券研究所

华恒生物：基于合成生物平台优势，新品持续突破

- 公司是全球领先的通过生物制造方式规模化生产小品种氨基酸产品的企业。公司以合成生物学技术为核心，聚焦氨基酸系列产品，包括丙氨酸产品（L-丙氨酸、DL-丙氨酸、β-丙氨酸）、L-缬氨酸、D-泛酸钙和熊果苷。
- 中期来看，公司在建项目逐步建成，释放产能。2021年，巴彦淖尔交替生产丙氨酸、缬氨酸项目和秦皇岛发酵法丙氨酸技改扩产项目部分投产，公司缬氨酸实现量产。此外公司投资建设巴彦淖尔三支链氨基酸项目、长丰基地β-丙氨酸衍生物项目，不断丰富产品树。
- 长期来看，公司基于“工业菌种创制-发酵智能控制-高效分离提取-产品应用开发”合成生物学平台和深厚的技术积累，有望持续突破新品。公司定增项目建设5万吨/年丁二酸、5万吨/年苹果酸，此外，公司推进PDO等高附加值化学品产业化转化。
- **盈利预测：**预计公司2022-2024年归母净利润分别3.07、4.19、5.72亿元，对应PE为60、44、32倍，维持“买入”评级。
- **风险提示：**现有产品价格回落风险、原材料价格上涨风险、核心技术流失风险、新项目投产不及预期风险、丁二酸和PDO等新技术产业化低于预期风险。

图表：盈利预测（更新于20230417）

预测指标	2021A	2022E	2023E	2024E
营业收入（百万元）	954	1403	1940	2591
增长率(%)	96	47	38	34
归母净利润（百万元）	168	307	419	572
增长率(%)	39	82	37	36
摊薄每股收益（元）	1.70	2.84	3.88	5.29
ROE(%)	14	21	23	25
P/E	76.03	59.60	43.64	31.98
P/B	11.80	12.78	10.22	7.94
P/S	14.63	13.03	9.42	7.06
EV/EBITDA	59.53	46.49	32.66	23.83

资料来源：Wind，国海证券研究所

中国化学：工程+实业双轮驱动，化学工业龙头加速转型

- 中国化学是一家集勘察、设计、施工为一体，知识技术相对密集的工业工程公司，是我国化学工业工程领域内资质最为齐全、功能最为完备、业务链较为完整的工业工程公司之一，在行业内具备专业化经营、市场化程度及业务一体化程度高的优势。
- 2022年公司天辰齐翔、华陆新材、东华天业等新建实业项目陆续投产运行。2022年7月31日，天辰齐翔打通全流程并生产出优质己二腈产品，丙烯腈装置实现满负荷稳定运行，累计生产丙烯腈8万余吨，己二腈与己二胺负荷逐步提高，实现长周期稳定运行；2022年2月27日华陆新材气凝胶项目调试成功；2022年6月20日东华天业PBAT主装置一系列开车成功，圆满实现“当年开工，当年建成，一年内投产”的目标。中国化学天辰泉州60万吨/年环氧丙烷、赛鼎科创3万吨/年相变储能材料等项目相继启动建设，预计2023年投产运行。公司持续推进重点研发项目的实施。公司旗下华陆公司在多晶硅核心工艺开发方面打破了国外的技术垄断，并使成本进一步降低，近几年，进一步发力以冷氢化技术为代表的多晶硅工艺技术群，获得多项专有专利技术和国家、省级、行业级奖项。
- 预计公司2023-2025年归母净利分别为65.48、80.72和92.35亿元，对应的PE为10、8和7倍，维持“买入”评级。
- 风险提示：市场竞争加剧风险、下游需求不及预期风险、生产安全环保风险、项目建设进度不及预期的风险、全球疫情控制不及预期风险、下游需求不及预期风险、实业产品价格波动风险、在研项目失败风险。

图表：盈利预测表（更新于20230417）

预测指标	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	158437	182585	207180	232564
增长率(%)	15	15	13	12
归母净利润（百万元）	5415	6548	8072	9235
增长率(%)	17	21	23	14
摊薄每股收益（元）	0.89	1.07	1.32	1.51
ROE(%)	10	11	12	12
P/E	8.92	9.85	7.99	6.99
P/B	0.92	1.09	0.96	0.84
P/S	0.31	0.35	0.31	0.28
EV/EBITDA	1.90	2.86	2.12	1.48

资料来源：Wind，国海证券研究所

东华科技：化工建设龙头，数字化变革引领未来

- 东华科技、拥有化工、石油化工、医药、市政、建筑等十多项甲级设计资质以及工程总承包甲级资质，具有对外工程总承包权和进出口经营权。公司主要开展咨询设计、以设计为主体的工程总承包业务。同时，公司已取得多项建设工程施工总承包资质，具备了从事施工安装业务的基本条件，但目前公司尚未直接开展具体的施工安装、设备材料生产业务。公司引进了大量的正版软件，三维工程设计已经成为公司的设计主流。公司一直位居中国勘察设计行业百强之列，在化工勘察设计企业中名列前茅。
- 根据wind一致预期，公司预计2023-2025年归母净利分别为3.43、4.19和5.07亿元，对应的PE为22、18和15倍。
- 风险提示：下游需求不及预期风险、生产安全环保风险、项目建设进度不及预期的风险、行业竞争加剧的风险、在研项目失败风险。

图表：盈利预测表（Wind一致预期，更新于20230417）

预测指标	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	6,234.04	7,168.09	8,291.23	9,623.09
增长率(%)	19.65	14.98	15.67	16.06
归母净利润（百万元）	288.63	343.06	418.51	506.70
增长率(%)	45.71	18.85	21.99	21.07
摊薄每股收益（元）	0.52	0.48	0.59	0.72
ROE(%)	9.19	8.69	9.78	10.83
P/E	23.57	21.59	17.70	14.62
P/B	1.76	1.87	1.73	1.58
BPS-每股净资产	5.23	5.58	6.04	6.61

资料来源：Wind，国海证券研究所

中国石化：炼化一体化龙头，创新赋能智慧石化建设

- 中国石化是中国最大的一体化能源化工公司之一，主要从事石油与天然气勘探开发管道运输、销售；石油炼制、石油化工、煤化工、化纤及其它化工生产与产品销售、储运；石油、天然气、石油产品、石油化工及其它化工产品和其它商品、技术的进出口、代理进出口业务；技术、信息的研究、开发、应用。公司是中国大型油气生产商，炼油能力排名中国第一位；在中国拥有完善的成品油销售网络，是中国最大的成品油供应商。
- 公司石油工程技术研究院与美林数据签订了智慧钻井平台建设合作协议，美林数据未来将以Tempo AI人工智能平台为基础，与中国石化石油工程技术研究院合作打造面向钻井领域的智能中台。中石化销售股份有限公司与航天云机达成合作，双方各持股50%，成立了易嘉油智能机器人有限责任公司，注册资金1亿元，经营范围包括：服务消费机器人制造；服务消费机器人销售；智能机器人的研发等。
- 根据wind一致预期，公司预计2023-2025年归母净利分别为705.5、758.3和793.6亿元，对应的PE为11、10和10倍。
- 风险提示：国际贸易摩擦风险、产品价格大幅下滑风险、原材料价格大幅上升风险、市场竞争加剧风险、下游需求不及预期风险、生产安全环保风险。

图表：盈利预测表（Wind一致预期，更新于20230417）

预测指标	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	3,318,168.00	3,378,642.57	3,458,299.23	3,602,501.87
增长率(%)	57.56	1.82	2.36	4.17
归母净利润（百万元）	66,302.00	70,546.03	75,830.73	79,360.44
增长率(%)	101.38	6.40	7.49	4.65
摊薄每股收益（元）	0.55	0.59	0.63	0.66
ROE(%)	8.50	8.59	8.85	8.82
P/E	7.69	10.79	10.04	9.59
P/B	0.67	0.93	0.89	0.85
BPS-每股净资产	6.55	6.85	7.15	7.47

资料来源：Wind，国海证券研究所

中国石油：国内油气龙头以AI助推油气行业发展

- 中国石油是中国油气行业占主导地位的最大的油气生产和销售商。公司广泛从事与石油、天然气有关的各项业务，加快实施资源、市场和国际化三大战略，着力加快转变增长方式，提高自主创新能力，建立安全环保节能长效机制，致力于发展成为具有较强竞争力的国际能源公司。
- “十三五”期间，公司管道设计院已经具备数字化交付能力和服务智能管道建设的能力，推进我国油气储运行业步入智能管道时代。此外，公司中与华为开展战略合作，建成了全亚洲最大的数据中心，从上游到下游打造智慧油田、智能炼化、智慧管线、智慧销售等业务服务。中国石油首个智能天然气工厂西南油气田公司智能净化厂试点建设取得阶段性成果。为加快推进落实中国石油数字化智能化发展战略，加快勘探开发人工智能技术的研发及应用，打造中国石油油气勘探开发人工智能原创技术策源地，集团公司建设勘探开发人工智能技术研发中心，于3月2日揭牌成立。
- 根据wind一致预期，公司预计2023-2025年归母净利分别为1306.4、1300.1和1330.4亿元，对应的PE为10、10、10倍。
- 风险提示：国际贸易摩擦风险、原材料价格大幅上升风险、市场竞争加剧风险、下游需求不及预期风险、生产安全环保风险。

图表：盈利预测表（Wind一致预期，更新于20230417）

预测指标	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	3,239,167.00	3,273,688.44	3,394,729.78	3,453,122.56
增长率(%)	67.50	1.07	3.70	1.72
归母净利润（百万元）	149,375.00	130,644.20	130,014.80	133,044.90
增长率(%)	686.10	-12.54	-0.48	2.33
摊薄每股收益（元）	0.82	0.71	0.71	0.73
ROE(%)	11.34	8.94	8.51	8.37
P/E	6.62	10.28	10.33	10.10
P/B	0.68	0.94	0.89	0.85
BPS-每股净资产	7.48	7.85	8.25	8.66

资料来源：Wind，国海证券研究所

万华化学：携手国工智能突破化学人工智能研发

- 万华化学是世界化工企业50强，也是全球第一大MDI供应商。公司秉承的科技创新理念，高效推动了产业多元化、规模集群化发展，产品已从单一的MDI，扩展至聚氨酯、石化、精细化学品、新兴材料四大产业领域。2022年，万华化学与化学AI领跑者国工智能公司签订人工智能研发协议，将全面利用数字化技术和和人工智能技术推动万华化学科技创新。国工智能聚焦精细化工、食品药品等流程工业，研发的人工智能辅助研发系统(MAI-dev)，填补了国内精细化工产业科技研发人工智能应用的空白。自2018年成立以来，公司累计服务100多家规模企业(30多家主板上市公司)，化工MES、化工LIMS、化工SCADA在精细化工行业广泛应用，已发展成为人工智能技术应用于精细化工产业的领跑者。
- 万华化学与国工智能的合作，是对人工智能辅助研发系统初步验证有效基础上达成的。未来，双方将充分发挥各自优势，联合进行化工新材料人工智能辅助研发的落地应用，通过研发场景数据和人工智能技术融合应用，推动万华在材料开发和工艺优化等方面向智能化升级。
- 预计公司2023-2025年归母净利润分别为210.8、291.4、381.1亿元，对应PE分别14、10、8倍，维持“买入”评级。
- 风险提示：研发项目不及预期风险、在建项目进度不及预期风险、原材料价格大幅上升风险、市场竞争加剧风险、下游需求不及预期风险。

图表：盈利预测表（更新于20230417）

预测指标	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	165565	172521	217909	271559
增长率(%)	14	4	26	25
归母净利润（百万元）	16234	21080	29141	38112
增长率(%)	-34	30	38	31
摊薄每股收益（元）	5.17	6.71	9.28	12.14
ROE(%)	21	22	23	23
P/E	17.92	14.49	10.48	8.01
P/B	3.79	3.12	2.40	1.85
P/S	1.76	1.77	1.40	1.12
EV/EBITDA	11.39	9.89	7.27	5.64

资料来源：Wind，国海证券研究所

森麒麟：以智能制造为抓手，向全球龙头迈进

- 公司轮胎产能为2800万条，公司泰国二期“森麒麟轮胎（泰国）有限公司年产600万条高性能半钢子午线轮胎及200万条高性能全钢子午线轮胎扩建项目”已基本建成，预计2023年可大规模投产。同时公司正在加快推进“西班牙年产1200万条高性能轿车、轻卡子午线轮胎项目”及“森麒麟（摩洛哥）年产600万条高性能轿车、轻卡子午线轮胎项目”，项目建成后，将进一步提升公司的整体竞争能力和盈利能力。
- 公司以智能制造为抓手，从智能中央控制系统、智能生产执行系统、智能仓储物流系统、智能检测扫描系统、智能调度预警系统五个主要模块，打造覆盖研发及设计、生产制造及检测、仓储及信息化管理的智慧工厂物联网体系。智能制造应用可有效提高设备利用率及产能利用率，提升生产效率、降低投资金额和生产成本、减少用工人数量及物流消耗、降低生产过程中的人工干预、提高产品的品质及稳定性。
- 预计公司2023-2025年归母净利润分别为13.75、16.97、20.31亿元，对应PE分别为15、12、10倍，维持“买入”评级。
- **风险提示：**全球轮胎业下行的风险；航空胎项目投产不及预期风险；轮胎市场大幅波动风险；原材料价格上涨风险；环保及安全生产风险；同行业竞争加剧风险。

图表：盈利预测表（更新于20230417）

预测指标	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	6292	8145	10036	11508
增长率(%)	22	29	23	15
归母净利润（百万元）	801	1375	1697	2031
增长率(%)	6	72	23	20
摊薄每股收益（元）	1.23	2.12	2.61	3.13
ROE(%)	11	15	16	16
P/E	25.03	14.81	12.01	10.03
P/B	2.62	2.26	1.90	1.60
P/S	3.18	2.50	2.03	1.77
EV/EBITDA	15.94	8.47	6.65	5.31

资料来源：Wind，国海证券研究所

江南化工：民爆与新能源双核驱动，布局人工智能领域

- 公司是一家集民爆及新能源业务“双核驱动”的多元化上市公司。
- 民爆领域方面，公司是国内民爆产品品种最齐全的民爆企业之一，爆破业务已完成国内重点资源区域的战略布局，北方爆破国际化业务布局已辐射纳米比亚、刚果（金）、蒙古、塞尔维亚、利比里亚等亚、非、欧国家。
- 新能源方面，公司全资子公司盾安新能源主要从事风力发电、光伏发电的项目开发、建设及运营。公司新能源产业以合肥为核心，向全国辐射，目前在内蒙、新疆、宁夏、贵州、甘肃、山西、云南等资源优势区拥有优质风、光资源储备。截至2022年底，公司累计装机约106万千瓦。民爆及新能源“双核驱动”下，叠加国企改革降本增效显著，公司发展加速。
- 公司是民爆行业信息化和智能制造的先行者，先后获得多项省部级荣誉。大力实施信息化建设，不断深化工业互联网+安全生产平台建设、信息平台标准化运营、费控项目建设、网络安全等方面建设工作。在构建风电场完整产业链的同时，盾安新能源以风电场、光伏电站运行数据为基础，结合“互联网+”和云计算等技术，逐步建立起集功率预测、能量管理、生产运行管理和视频监控等功能于一体的新能源综合管理信息化平台，利用对运营过程中风电机组海量数据的存储、分析、挖掘，更好地对风机进行技术上的改进和提升。
- 自2015年起，公司陆续对人工智能领域进行了投资布局，以自有资金5000万元入股北京光年无限科技有限公司，投资云端机器人大脑项目；北京光年 2010 年成立至今，多年专注于人工智能深度学习的语义理解和认知计算技术的研发和场景应用，研发图灵机器人云服务平台，向第三方提供一体化、接入和使用门槛低的云端机器人云服务平台，使第三方产品快速拥有智能人机交互的功能。

华大智造（医药）：国产基因测序龙头，广阔市场未来可期

- 华大智造秉承“创新智造引领生命科技”的理念，致力于成为“生命科技核心工具缔造者”，目前已形成基因测序仪业务和实验室自动化业务两大板块，并围绕全方位生命数字化布局了如远程超声机器人等新兴领域产品。其中，公司基因测序仪业务板块的研发和生产已处于全球领先地位，具备了自主研发的能力并实现了临床级测序仪的量产。
- 公司已建立了自主可控的源头性核心技术体系，在基因测序领域已形成以“DNBSEQ 测序技术”、“规则阵列芯片技术”、“测序仪光机电系统技术”等为代表的多项核心技术，并达到国际先进水准。同时，公司在生命科学领域不断深耕拓展，逐渐发展出了以“关键文库制备技术”、“自动化样本处理技术”和“远程超声诊断技术”为代表的新型生命数字化技术，为公司紧跟生命科学领域的研究前沿奠定了坚实的基础。
- 根据wind一致预期，公司预计2023-2024年归母净利润分别为5.99、7.91亿元，对应PE分别65、49倍。
- 风险提示：研发项目不及预期风险、在建项目进度不及预期风险、市场竞争加剧风险、下游需求不及预期风险、竞争对手技术突破风险。

图表：盈利预测表（Wind一致预期，更新于20230417）

预测指标	2022A	2023E	2024E
营业收入（百万元）	4,230.53	4,977.55	6,172.34
增长率(%)	52.18	17.66	24.00
归母净利润（百万元）	2,011.22	599.16	791.19
增长率(%)	670.98	-70.21	32.05
摊薄每股收益（元）	5.22	1.45	1.91
ROE(%)	0.00	6.07	7.45
P/E	22.50	64.57	48.90
P/B	4.87	3.95	3.66
BPS-每股净资产	22.68	23.66	25.49

资料来源：Wind，国海证券研究所

中控技术（机械）：国内工业自动化系统龙头，核心竞争力突出

- 公司致力于满足流程工业的产业数字化需求，深耕集散控制系统（DCS）、安全仪表系统（SIS）、网络化混合控制系统等自动化控制系统，并以此为基础，大力布局和发展工业软件、行业解决方案、仪器仪表等产品及线上线下结合的服务模式，形成了较为完善的“工业3.0+4.0”产品及解决方案。
- 公司已连续多年入选工信部智能制造系统解决方案供应商和示范企业名录，先后承担了大宗原料药及医药中间体智能制造新模式项目、石化智能工厂试点示范项目、百万吨级烯烃智能制造新模式应用项目、高端炼化一体化智能制造新模式项目、绿色化工新材料产业链智能制造新模式项目等工信部智能制造项目，为流程工业智能制造技术的全面推广应用奠定了基础。
- 根据wind一致预期，公司预计2023-2024年归母净利润分别为10.66、14.11亿元，对应PE分别49、37倍。
- 风险提示：技术迭代更新速度不及预期、市场竞争加剧风险、下游需求不及预期风险、竞争对手技术突破风险、生产安全环保风险。

图表：盈利预测表（Wind一致预期，更新于20230417）

预测指标	2022A	2023E	2024E
营业收入（百万元）	6,620.73	8,922.82	11,911.16
增长率(%)	109.60	34.77	33.49
归母净利润（百万元）	795.52	1,066.03	1,410.73
增长率(%)	87.95	34.00	32.34
摊薄每股收益（元）	1.60	1.97	2.61
ROE(%)	0.00	17.90	19.89
P/E	62.41	49.44	37.36
P/B	9.24	8.67	7.25
BPS-每股净资产	10.52	11.23	13.42

资料来源：Wind，国海证券研究所

容知日新（机械）：设备智能运维龙头，制造业转型助力发展

- 公司专注于工业互联网领域，致力于成为一家专业的工业设备智能运维整体解决方案提供商，主要产品为工业设备状态监测与故障诊断系统，已广泛应用于风电、石化、冶金、水泥和煤炭等多个行业。公司工业设备状态监测与故障诊断系统通过对设备运行的物理参数进行采集、筛选、传输和数据分析，预知设备的运行故障及其变化趋势，为设备运维管理决策提供数据支撑，实现工业设备的预测性维护，提高生产过程的连续性、可靠性和安全性。经过多年发展，公司在自制核心部件、数据采集与分析、智能算法模型、智能诊断平台和智能设备管理等方面不断创新，形成了具有自主知识产权的核心技术，拥有完整的产品体系。
- 根据wind一致预期，预计公司2023-2025年归母净利润分别为1.74、2.51、3.53亿元，对应PE分别48、33、23倍。
- 风险提示：宏观经济大幅下滑风险、市场竞争加剧风险、下游需求不及预期风险、竞争对手技术突破风险、生产安全环保风险。

图表：盈利预测表（WIND一致预期，更新于20230417）

预测指标	2022A	2023E	2024E	2025E
营业收入（百万元）	547.03	804.56	1,140.65	1,535.67
增长率(%)	107.38	47.08	41.77	34.63
归母净利润（百万元）	116.06	174.10	250.51	352.61
增长率(%)	55.96	50.01	43.89	40.75
摊薄每股收益（元）	2.12	3.17	4.56	6.42
ROE(%)	16.64	19.34	22.43	24.84
P/E	65.32	47.52	33.03	23.45
P/B	9.10	9.03	7.25	5.72
BPS-每股净资产	13.87	16.68	20.76	26.33

资料来源：Wind，国海证券研究所

川仪股份（电新）：自动化仪表龙头，受益于工业互联网发展

- 川仪股份是上世纪六十年代国家重点布局的三大仪器仪表制造基地之一，主要生产和经营工业自动化仪表及控制装置，产品全面覆盖工业自动化仪表及控制装置各大品类，形成以工业自动化仪表及控制装置产品和自动化解决方案为主体、电子信息功能材料及器件协同发展的业务架构。随着工业互联网、大数据、人工智能的迅猛发展，公司持续深化技术、产品、服务布局，构建了涵盖“管、网、端”三个层次的工业物联网技术产品体系，帮助客户实现智能化生产与运营。公司各业务品类相互赋能、密切协同，能够满足下游不同用户的个性化需求，并提供一站式自动化综合解决方案。产品市场应用领域广泛，可为石油化工、冶金、电力、市政公用及环保、轻工建材及其他应用领域提供大量技术装备及服务，广阔的应用领域在促进公司具备更多市场机会的同时，也有效强化了抵御市场风险的能力。
- 根据wind一致预期，预计公司2023-2024年归母净利润分别为6.6、8.0亿元，对应PE分别26、21倍。
- 风险提示：产品价格大幅波动风险、研发项目不及预期风险、市场竞争加剧风险、下游需求不及预期风险、竞争对手技术突破风险。

图表：盈利预测表（Wind一致预期，更新于20230417）

预测指标	2022A	2023E	2024E
营业收入（百万元）	6,350.00	7,620.31	9,144.37
增长率(%)	49.29	20.00	20.00
归母净利润（百万元）	541.00	661.81	799.65
增长率(%)	41.93	22.33	20.83
摊薄每股收益（元）	1.37	1.68	2.02
ROE(%)	0.00	16.40	16.60
P/E	23.49	25.84	21.44
P/B	3.70	4.29	3.54
BPS-每股净资产	8.53	10.09	12.22

资料来源：Wind，国海证券研究所

目录

- AI提升研发效率
- AI优化化工设计和建设
- AI赋能化工生产运营
- AI在工业中具有巨大潜力
- 投资建议及关注标的
- 行业评级及风险提示

行业评级及风险提示

◆ 行业评级：

AI赋能化工产业，助力化工行业转型升级。综合考虑AI对化工行业的赋能和带动效应，维持基础化工行业“推荐”评级。

◆ 风险提示：

➤ 重点关注公司业绩不及预期。

具体标的的经营受到多方面因素影响，需关注业绩不及预期的风险。

➤ 宏观经济大幅下滑。

AI相关的基础化工细分行业也会收到宏观经济的影响，需要关注宏观经济下滑带来的风险。

➤ 项目进展不达预期风险。

相关公司新建项目受多方面因素影响，存在进度不及预期的风险。

➤ 行业政策大幅变动风险。

化工行业的环保、安全、能耗、碳排放等政策压力较大，政策大幅变动将对企业生产经营造成一定影响；

➤ 行业竞争加剧风险。

随着下游市场需求扩张及产业政策的支持，可能导致现有市场参与者扩大产能及新投资者的进入，存在市场竞争加剧的风险。

研究小组介绍

化工小组介绍

李永磊，天津大学应用化学硕士，化工行业首席分析师。7年化工实业工作经验，7年化工行业研究经验。

董伯骏，清华大学化工系硕士、学士，化工联席首席分析师。2年上市公司资本运作经验，4年半化工行业研究经验。

贾冰，浙江大学化学工程硕士，1年半化工实业工作经验，1年化工行业研究经验。

汤永俊，悉尼大学金融与会计硕士，应用化学本科，化工行业研究助理，1年半化工行业研究经验。

刘学，美国宾夕法尼亚大学化工硕士，化工行业研究助理。5年化工期货研究经验。

陈云，香港科技大学工程企业管理硕士，化工行业研究助理，3年金融企业数据分析经验

陈雨，天津大学材料学本硕，化工行业研究助理。2年半化工央企实业工作经验。

杨丽蓉，浙江大学金融硕士、化学工程与工艺本科，化工行业研究助理。

分析师承诺

李永磊，董伯骏，本报告中的分析师均具有中国证券业协会授予的证券投资咨询执业资格并注册为证券分析师，以勤勉的职业态度，独立，客观的出具本报告。本报告清晰准确的反映了分析师本人的研究观点。分析师本人不曾因，不因，也将不会因本报告中的具体推荐意见或观点而直接或间接收取到任何形式的补偿。

国海证券投资评级标准

行业投资评级

推荐：行业基本面向好，行业指数领先沪深300指数；

中性：行业基本面稳定，行业指数跟随沪深300指数；

回避：行业基本面向淡，行业指数落后沪深300指数。

股票投资评级

买入：相对沪深300 指数涨幅20%以上；

增持：相对沪深300 指数涨幅介于10%~20%之间；

中性：相对沪深300 指数涨幅介于-10%~10%之间；

卖出：相对沪深300 指数跌幅10%以上。

免责声明和风险提示

免责声明

本报告的风险等级定级为R3，仅供符合国海证券股份有限公司（简称“本公司”）投资者适当性管理要求的客户（简称“客户”）使用。本公司不会因接收人收到本报告而视其为客户。客户及/或投资者应当认识到有关本报告的短信提示、电话推荐等只是研究观点的简要沟通，需以本公司的完整报告为准，本公司接受客户的后续问询。

本公司具有中国证监会许可的证券投资咨询业务资格。本报告中的信息均来源于公开资料及合法获得的相关内部外部报告资料，本公司对这些信息的准确性及完整性不作任何保证，不保证其中的信息已做最新变更，也不保证相关的建议不会发生任何变更。本报告所载的资料、意见及推测仅反映本公司于发布本报告当日的判断，本报告所指的证券或投资标的的价格、价值及投资收入可能会波动。在不同时期，本公司可发出与本报告所载资料、意见及推测不一致的报告。报告中的内容和意见仅供参考，在任何情况下，本报告中所表达的意见并不构成对所述证券买卖的出价和征价。本公司及其本公司员工对使用本报告及其内容所引发的任何直接或间接损失概不负责。本公司或关联机构可能会持有报告中所提到的公司所发行的证券头寸并进行交易，还可能为这些公司提供或争取提供投资银行、财务顾问或者金融产品等服务。本公司在知晓范围内依法合规地履行披露义务。

风险提示

市场有风险，投资需谨慎。投资者不应将本报告为作出投资决策的唯一参考因素，亦不应认为本报告可以取代自己的判断。在决定投资前，如有需要，投资者务必向本公司或其他专业人士咨询并谨慎决策。在任何情况下，本报告中的信息或所表述的意见均不构成对任何人的投资建议。投资者务必注意，其据此做出的任何投资决策与本公司、本公司员工或者关联机构无关。

若本公司以外的其他机构（以下简称“该机构”）发送本报告，则由该机构独自为此发送行为负责。通过此途径获得本报告的投资者应自行联系该机构以要求获悉更详细信息。本报告不构成本公司向该机构之客户提供的投资建议。

任何形式的分享证券投资收益或者分担证券投资损失的书面或口头承诺均为无效。本公司、本公司员工或者关联机构亦不为该机构之客户因使用本报告或报告所载内容引起的任何损失承担任何责任。

郑重声明

本报告版权归国海证券所有。未经本公司的明确书面特别授权或协议约定，除法律规定的情况外，任何人不得对本报告的任何内容进行发布、复制、编辑、改编、转载、播放、展示或以其他方式非法使用本报告的部分或者全部内容，否则均构成对本公司版权的侵害，本公司有权依法追究其法律责任。

国海证券 · 研究所 · 化工研究团队

心怀家国，洞悉四海



国海研究上海

上海市黄浦区绿地外滩中心C1栋
国海证券大厦

邮编：200023

电话：021-61981300

国海研究深圳

深圳市福田区竹子林四路光大银
行大厦28F

邮编：518041

电话：0755-83706353

国海研究北京

北京市海淀区西直门外大街168
号腾达大厦25F

邮编：100044

电话：010-88576597