



未来自动化 工业人工智能白皮书 2022

INDUSTRIAL ARTIFICIAL INTELLIGENCE
IN FUTURE OF AUTOMATION WHITE PAPER 2022

SIEMENS



PREFACE

Founded in 1847, Siemens AG is a leading global technology company with operations in more than 200 countries and a focus on electrification, automation, and digitalization. This year marks the 150th anniversary of Siemens' business activities in China. In 1872, Siemens exported the first pointer telegraph to China. At the end of the 19th century, it delivered the first steam turbine to China and built China's first electric tram line. In 1985, Siemens signed the Memorandum of Understanding with the Chinese government, becoming the first foreign enterprise to engage in intensive cooperation with China. With innovative technologies, superior solutions and products, Siemens has persistently provided comprehensive support for China's development. It is also known and trusted by customers for its quality and reliability, leading-edge technical achievements, and relentless pursuit of innovation.

Many people may not know that Siemens has been exploring the field of industrial artificial intelligence for more than 30 years with excellent results. In 2018, Siemens ranked top in Europe and eleventh in the world in the number of AI technology patent applications. According to the statistics of World Intellectual Property Organization (WIPO) in February 2019, Siemens has always been a leading player when it comes to the industrial AI. It enhances deep and reinforcement learning, focuses on the development of technologies that support the trustworthiness of industrial AI applications, such as Explainable AI, Robust AI and Secure AI, maintains and enhances high standards in developing Responsible AI. In the meantime, by tapping into knowledge mapping techniques, Siemens keeps capturing, storing and applying knowhow from the field of digitalization.

In 2019, Siemens Digital Industries established the Industrial AI business line in Beijing, the first Siemens AI business line outside of Germany. The AI business line becomes a window for Chinese customers to understand and apply Siemens industrial AI technologies, helping them to quickly unlock the practical feasibility of AI technologies to their business. In the past 3 years, with a thorough understanding of the need for deep integration of AI with vertical industries and the importance of engineering implementation and project management along with technology innovation, it has successfully applied AI technology in automotive, food and beverage, electronics, battery, logistics, metal forming and other fields to help customers achieve cost reduction and efficiency.

In the process of practicing industrial AI implementations in China, Siemens has found some new perspectives. The Industrial AI is no longer the exploration and extension of AI technology in the industry, but more the pursuit of and reflection on the technology by the industry itself. The AI implementations in an industrial context is transforming into the "Industry-native AI" for below reasons:

- First, AI technologies are harnessed by industrial practitioners.
For a long time, the talent pool of AI technology is concentrated in universities, research institutes, IT companies and Internet companies. They have more hierarchical and deeper understanding of technical elements such as algorithms, data and computing power. It is these technical experts who first master the relevant knowledge are influencing and even guiding the implementation and application of AI technology in the industrial context. Nowadays, more and more automation system suppliers and manufacturing enterprises began to build artificial intelligence technology team. More and more industry practitioners began to recognize and understand artificial intelligence. As a result, more and more industrial enterprises began to think about the application of artificial intelligence from their own point of view.
- Second, AI technologies are applied to different industrial scenarios.
With the continuous enrichment of technology, algorithms, resources and talents, artificial intelligence is applied to all aspects of the industry. On top of the generally accepted aspects like maintenance of equipment, product appearance inspection and logistics scheduling, AI technologies are proving their worth in fields with autonomous needs like man, machine, material, method and environment (4M1E). In the future, AI technologies will be integrated into more manufacturing scenes, giving rise to more new models. Some of the core and underlying problems of industry are being solved by AI at an accelerated pace.
- Third, AI technologies are used in the on-site industrial systems.
We are improving the on-site automation technologies and systems, such as industrial edge computing systems that support the development, operation and maintenance of local applications, high-performance low-power industrial PC, and PLC (programmable logic controllers) with arithmetic resources and supporting software tools. AI applications begin to be collected, processed, analyzed and extrapolated in enhanced automation systems, forming an on-site industrial ecosystem.

Siemens is releasing a white paper on Industrial Artificial Intelligence from the perspective of industry practitioners to share and discuss with customers and partners the observation and practical experience of Industrial Artificial Intelligence. In doing so, we hope to accelerate the digitalization and intelligent transformation of industry in China together.

Siemens Ltd. China
Digital Industries
Factory Automation
ST&PM Department manager
Moritz Mauer



序言

西门子股份公司是享誉全球的技术企业，创立于 1847 年，业务遍及全球 200 多个国家，并专注于电气化、自动化和数字化领域。今年也是西门子在中国开展经营活动的 150 周年。在 1872 年，西门子向中国出口了第一台指针式电报机，并在 19 世纪末交付了中国第一台蒸汽发电机以及第一辆有轨电车。1985 年，西门子与中国政府签署了合作备忘录，成为第一家与中国进行深入合作的外国企业。西门子以创新的技术、成熟的解决方案和产品坚持不懈地为中国的发展提供全面支持，并以出众的品质和令人信赖的可靠性、前沿的技术成就、不懈的创新追求，为业界客户所熟知和信任。

可能很多人并不知道，西门子在工业人工智能领域耕耘已经超过 30 年，并取得优秀的成绩。在 2018 年，西门子人工智能技术专利申请数量位居全球第十一，欧洲第一（世界知识产权组织统计数据 2019 年 2 月）。西门子持续保持在工业人工智能方面的技术先进地位：拓展深度学习和强化学习；专注于开发支持工业 AI 应用可信度的技术，如可解释人工智能（Explainable AI）、健壮人工智能（Robust AI）或安全人工智能（Secure AI）；保持和进一步发展在负责任的人工智能（Responsible AI）方面的高标准；并持续利用知识图谱技术捕获、存储和应用数字化领域的知识。

2019 年，西门子数字化工业集团在北京成立了工业人工智能业务线，这是西门子人工智能业务线在德国之外的率先尝试。人工智能业务线成为中国客户打开快速了解和应用西门子工业人工智能技术的窗口，帮助客户快速解锁人工智能技术落地其业务的实际可行性。在过去的 3 年里，西门子工业人工智能业务线深谙人工智能要与垂直行业深度融合，在技术创新的同时要重视工程实施和项目管理，成功将人工智能应用于汽车，食品饮料，电子，电池，物流，金属成型等领域，帮助客户实现降本增效。

在中国践行工业人工智能的过程中，西门子发现一些与常规视角不太一样的信息。工业人工智能已经不再是人工智能在工业领域的探索和延展，而更多的开始表现为工业自身对人工智能的追求和思考；工业人工智能正在变化成为“工业原生的人工智能”：

- 一是“原生”于工业人的思想。

长期以来，人工智能技术的人才储备集中于高校、科研院所、IT 公司和互联网公司里面；他们对于算法、数据和算力等技术要素的理解更加有层次和深度。是这些先掌握相关知识的技术专家在“向下俯视”工业，影响甚至指导工业领域的如何进行人工智能技术的落地探索和应用。现在越来越多的自动化系统供应商和制造业企业开始建设人工智能的技术团队，越来越多的工业人开始能够认识和理解人工智能，因此越来越多的工业企业开始从自身的视角去思考如何对待和应用人工智能。

- 二是“原生”于工业的应用场景。

随着技术、算法、资源和人才的不断充实，人工智能正在触及工业的各个方面，从普遍接受的设备预测性维护、产品外观检测、物流调度等方面，更多开始在人、机、料、法、环等工业原生需求领域验证了人工智能的价值；未来还将会有更多制造场景与智能技术进行创新融合，催生出更多新模式。一些工业核心和底层的问题正在被人工智能加速解决。

- 三是“原生”于工业的现场系统。

工业现场侧的自动化技术和系统自身也在不断革新，例如支持本地应用开发运行维护的工业边缘计算系统，高性能低功耗的工业计算机，以及带有算力资源的 PLC 可编程逻辑控制器和支撑软件工具等。人工智能的应用开始在增强的自动化系统中被收集、处理、分析和推演，开始形成一个工业现场侧的生态圈。

这次西门子发布工业人工智能白皮书，更多的是工业人的视角出发，与业界客户和合作伙伴共同分享和讨论对工业人工智能的观察认知和实践体会，携手一道在中国加速工业的数字化和智能化转型。

西门子数字化工业集团
工厂自动化事业部
莫瑞茨

SIEMENS

| 有智者 事尽成



目录

Preface	
序言	2
1 宏观环境	8
1.1 国家政策	8
1.2 地区政策	9
2 行业观察	11
2.1 能力建设	12
2.2 主要挑战	14
2.3 场景维度	16
2.4 合作意向	17
3 技术概览	18
3.1 机器视觉	18
3.2 增强控制与参数优化	19
4 落地应用	20
4.1 产品质检	20
4.2 根原因分析	22
4.3 质量提升	24
5 战略建议	26



宏观环境

自 2010 年以来，中国制造业增加值已连续 11 年位居世界第一，是世界上工业体系最为健全的国家。2012 年到 2020 年，中国工业增加值由 20.9 万亿元增长到 31.3 万亿元，其中制造业增加值由 16.98 万亿元增长到 26.6 万亿元，占全球比重由 22.5% 提高到近 30%。光伏、智能手机、新能源电池与汽车、家电、智能可穿戴设备等重点产业跻身世界前列，通信设备、高铁等一批高端品牌走向全球。在 500 种主要工业品中，超过四成产品的产量位居世界第一，制造业大国地位愈发坚实。

与此同时，中国制造业结构也正在加快从量大到质强的转变和升级。其中，高技术制造业占规模以上工业增加值比重从 2012 年的 9.4% 提高到 2020 年的 15.1%。制造业骨干龙头企业加快发展壮大，中小企业创业创新活跃，专业化水平持续提升。2020 年规模以上工业企业研究与试验发展机构总数、研发经费支出均比 2012 年翻了一番，有效发明专利申请数增长了两倍多。

在数字化方面，中国制造业重点领域关键工序数控化率由 2012 年的 24.6% 提高到 2020 年的 52.1%，数字化研发设计工具普及率由 48.8% 提高到 73%。数字产业化、产业数字化步伐加快，数字经济为制造业的持续健康发展提供了强劲动力。进一步而言，制造业正在逐步进入全方位数字化转型的新时期，新兴科技正在推动新一轮全球产业变革，而人工智能也正在成为释放产业升级潜能的重要力量。



1.1 国家政策

近几年来，全球主要国家对人工智能的战略性和重要性都有更加明确的认知和共识，普遍都在加大对人工智能技术和产业的关注、支持以及投入。中国对人工智能的重视程度十分突出，自 2015 年 5 月国务院出台的《中国制造 2025》提出发展智能装备、智能产品和生产过程智能化，随后人工智能相关政策相继出台，到如今人工智能已经成为“新基建”政策的重要组成部分，这些都为中国进一步加速“智能制造”和“工业人工智能”提供了更加有利的条件和机遇。

2015 年 7 月，国务院出台了《关于积极推进“互联网+”行动的指导意见》，以书面文件形式将人工智能纳入国家经济发展的重点任务之中，这标志着为人工智能制定产业政策的时代正式到来。

2016 年 3 月十二届全国人大四次会议通过《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》，将人工智能写入“十三五”规划纲要。

2016 年 5 月，国家发改委开始印发《“互联网+”人工智能三年行动实施方案》，正式提出打造人工智能基础资源与创新平台，建立人工智能产业体系、创新服务体系和标准化体系，突破基础核心技术，在重点领域培育若干全球杰出的人工智能骨干企业等任务。同年 8 月，国务院发布《“十三五”国家科技创新规划》，明确把人工智能作为体现国家战略意图的重大科技项目。

2017 年 3 月，“人工智能”开始出现在被全国政府工作报告中。同年 7 月，国务院发布《新一代人工智能发展规划》，将人工智能全面上升为国家战略，规划明确提出“三步走”的战略目标。

2017 年 10 月，人工智能被写入党的十九大报告，要“推动互联网、大数据、人工智能和实体经济的深度融合”。

2018 年 1 月，《人工智能标准化白皮书（2018 版）》正式发布，中国人工智能的标准化工作进入全面统筹规划和协调管理阶段。同年 3 月，人工智能再次被列入政府工作报告，着重强调“产业级的人工智能应用”，在医疗、养老、教育、文化、体育等多领域推进“互联网+”。同年 10 月，习近平总书记就人工智能专题组织中共中央政治局第九次集体学习，提出了主攻关键核心技术，围绕建设现代化经济体系，在质量变革、效率变革、动力变革中发挥人工智能作用等任务。随后同年 11 月，工信部印发《新一代人工智能产业创新重点任务揭榜工作方案》，旨在聚焦“培育智能产品、突破核心基础、深化发展智能制造、构建支撑体系”等重点方向。

2019 年，人工智能第 3 年出现在国务院政府工作报告中。报告提出，要打造工业互联网平台，拓展“智能+”，为制造业转型升级赋能。促进新兴产业加快发展，深化大数据和人工智能等研发应用。同年 3 月，中央全面深化改革委员会第七次会议审议通过了《关于促进人工智能和实体经济深度融合的指导意见》，着重强调市场导向与产业应用，打造智能经济形态。同年 8 月，科技部《国家新一代人工智能创新发展试验区建设工作指引》提出，到 2023 年整体布局建设 20 个左右人工智能试验区，创新一批切实可行的政策工具，形成一批人工智能与经济社会发展深度融合的典型模式，积累一批可复制可推广的经验做法，打造一批具有重大引领带动作用的人工智能创新高地。

2020 年，国家加速开展人工智能等新型基础设施建设的进程。同年 5 月，国务院政府工作报告中提出，要加强新型基础设施建设，发展新一代信息网络，拓展 5G 应用，建设数据中心，激发新消费需求、助力产业升级。人工智能作为新技术基础设施，被视为支撑传统基础设施转型升级的融合创新工具。新基建将加速中国产业链完成数字化转型和智能化升级，实现产业要素的高效配置，助力国家经济发展新旧动能转换。同年 7 月，中央网信办等五部门联合发布《国家新一代人工智能标准化体系建设指南》，指出到 2023 年初步建立起中国的人工智能标准化体系，重点研制数据、算法、系统、服务等重点急需标准，并率先在制造、交通、金融、安防、家居、养老、环保、教育、医疗健康、司法等重点行业和领域进行推进。

2021 年 9 月，国家新一代人工智能治理专业委员会发布《新一代人工智能伦理规范》旨在将伦理道德融入人工智能全生命周期，为从事人工智能相关活动的自然人、法人和其他相关机构等提供伦理指引。《新一代人工智能伦理规范》的发布标志着人工智能政策已从推进应用逐渐转入监管，确保人工智能处于人类控制之下。

1.2 地区政策

伴随着强有力的政策指引，全国各省市也相继积极出台了具体相关政策来促进人工智能产业的发展。而且从各省市及自治区发布的规划政策来看，强调人工智能产业与传统行业的融合是政策扶持的重点。例如：

- 2021 年 4 月，山西发布的《山西省“十四五”未来产业发展规划》提出人工智能率先在煤矿、医疗、交通、金融领域应用和推广，全面完成智能煤矿改造

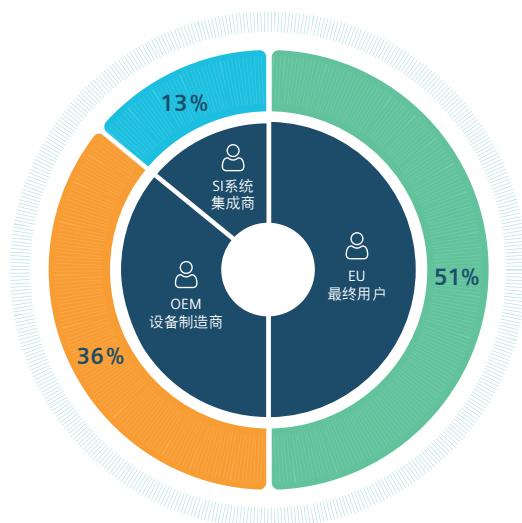
- 2021 年 8 月，北京出台的《北京市“十四五”时期高精尖产业发展规划》提出培训人工智能 + 芯片、人工智能 + 信息消费、人工智能 + 城市运行企业
- 2021 年 9 月，江西发布的《江西省“十四五”信息化和工业化深度融合发展规划》明确加快推进 5G 与物联网、人工智能融合应用，开展设备远程运维监测与控制、机器视觉检测、工业 AR/VR 等示范应用，培育智能制造新模式、新业态
- 2021 年 9 月，宁夏发布的《宁夏回族自治区科技创新“十四五”规划》强调人工智能技术与传统农牧业的深度融合
- 2019 年 9 月，陕西发布的《陕西省新一代人工智能发展规划（2019-2023 年）》计划到 2023 年，人工智能产业规模达到 1000 亿元
- 2021 年 9 月，黑龙江发布的《黑龙江省中长期科学和技术发展规划（2021-2035 年）》提出要开展人工智能基础理论、适用自然环境的视觉认知计算理论及方法、自适应长期生存软件的基础理论、数据与智能科学的理论体系、智能感知与传感理论等研究

针对各自的发展背景及目标诉求，各省各地在推动人工智能产业发展的具体方案及措施上有所不同。例如：北京市着力打造完备的管理制度、完善的工作机制、完整的技术支撑系统、健全的生态体系的公共数据开放工作体系，通过公共数据开放促进人工智能产业发展；天津市提出建设国家新一代人工智能创新发展试验区；上海市大力发展人工智能算法技术，规划到 2023 年上海人工智能算法水平总体保持国内前列、部分领域达到国际先进水平；江苏省提出加快新型基础设施建设，适应 5G、人工智能、智能网联汽车等产业发展；浙江省出台方案旨在关键领域、基础能力、企业培育、支撑体系等方面取得显著进步，成为全国出色的新一代人工智能核心技术引领区、产业发展示范区和创新发展新高地；福建省加强人工智能关键技术研发，构建人工智能研发应用平台，加快培育、引进人工智能高新技术企业，加快新一代人工智能产业布局等

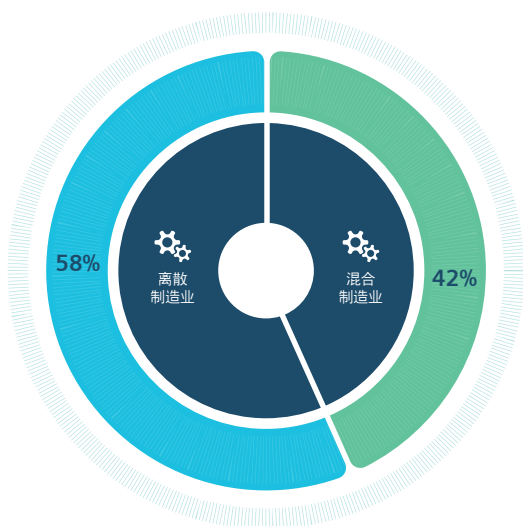
2 行业观察

2019 年 1 月至 2021 年 12 月，西门子与内外部合作伙伴联手，伴随人工智能业务的实践对中国制造业人工智能市场进行了调研，从业务需求讨论到协同共创以及落地交付的全过程进行了跟踪。

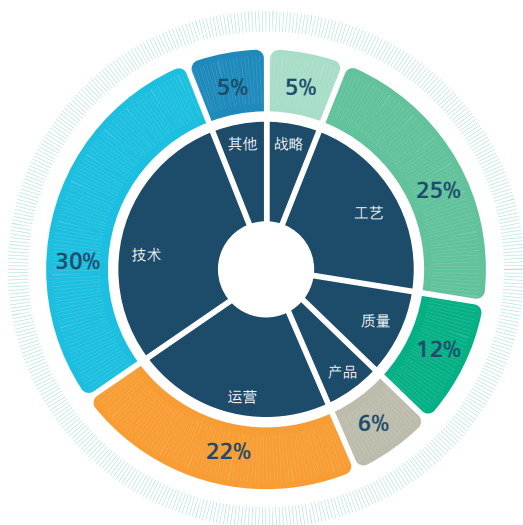
- 涉及 270 家正在进行数字化转型的制造业企业，既包含生产最终产品的终端用户（51%），也包含生产制造装备的设备制造商（36%），还包括为制造业服务的系统集成商等（13%）
- 涉及制造业行业版块，既包括典型的离散行业（42%），例如汽车，3C 电子，家电，高端装备等，也涉及混合行业（58%），例如电池，光伏，轮胎，食品饮料
- 涉及用户涉及这些企业中的战略（5%），工艺（25%），质量（12%），产品（6%），运营（22%）以及技术（25%）领域的负责人
- 目标以了解人工智能技术在制造业数字化转型中的应用趋势、面临的挑战，并提出相应的思考建议



用户类型



行业属性



人员类型

2.1

能力建设

资源建设:

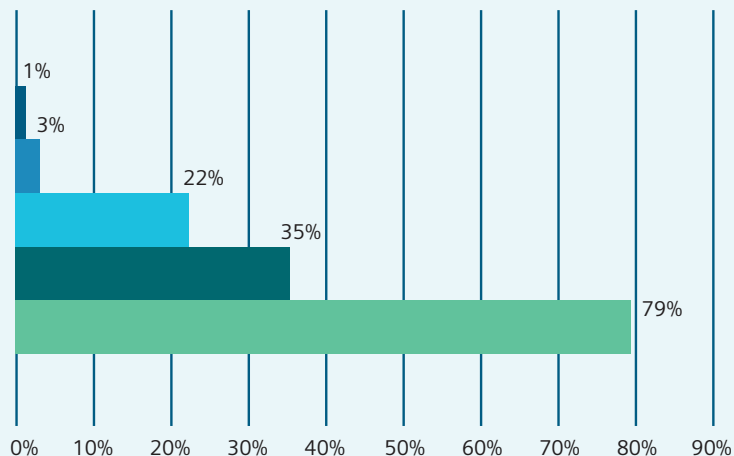
有 62% 的企业已经开始或正在实践工业人工智能的应用或研发。其中有些企业寻求外部的资源进行合作，而有些则是开始同步建设自身的人工智能团队。

- 借助外部资源力量，引入人工智能技术开展水平智能或垂直智能应用的占 79%
- 具备人工智能应用集成开发能力的占 35%
- 具备自主模型训练和开发能力的占 22%
- 自主构建开发和运维系统环境（AI DevOps）和建设服务支撑能力的占 3%
- 开展算法开发（包括算子 / 算法基础映射函数和算子组合开发等）能力建设的占 1%

资源建设

62% 的客户
开始或正在行动

- 具备算法开发能力
- 具备整体支撑能力
- 具备模型训练开发能力
- 具备应用开发能力
- 借助外力做应用



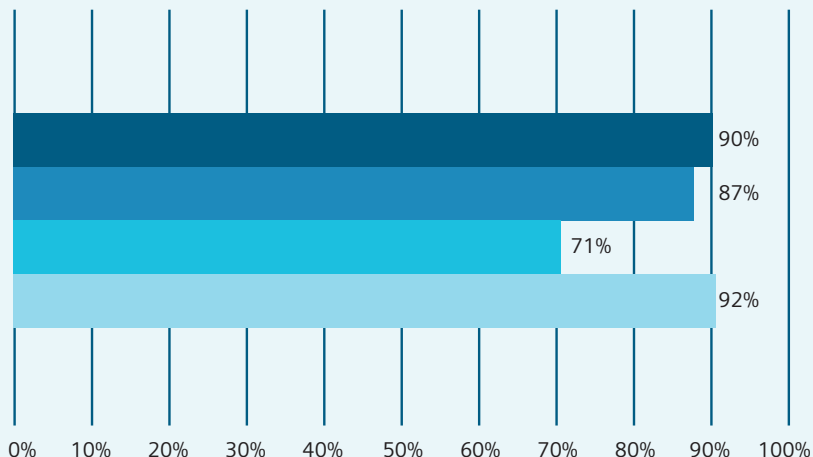
技术能力：

人工智能的行业落地需要系统的能力和和经验，整体涵盖多个维度，不仅包括算力在内的硬件系统，软件平台和开发架构，算法模型，应用开发部署，以及与制造业各个层级 IT 和自动化系统的集成与交互，整体建设需要更加丰富的工程实践经验。

- 92% 的制造业企业缺乏有效的人工智能系统架构能力，例如云，边缘以及混合系统架构设计能力
- 71% 的制造业企业缺乏人工智能软件架构能力
- 87% 的制造业企业缺乏人工智能硬件测算与优化能力
- 各种先进算法与经典传统算法的组合达到整体可用需要扎实理论基础和丰富实践经验。尽管开源人工智能框架已经广泛应用，但是 90% 的企业对算法本身没有深刻的理解，而更多采用暴力尝试的方法寻找优质的超参数组合，更不用说设计新型的网络结构以实现算法模型创新

技术缺失

- 缺乏模型创新能力
- 缺乏硬件测算优化能力
- 缺乏软件架构能力
- 缺乏系统架构能力

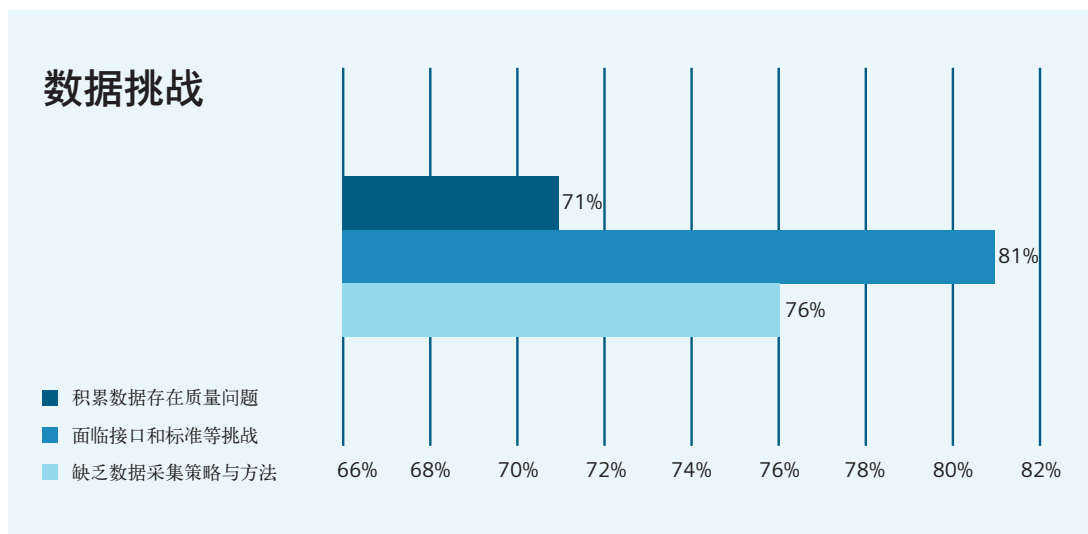


相比电子商务和消费领域而言，工业人工智能技术的起跑时间较晚，发展目标相对狭窄，虽然有国内卓越的互联网企业，高校和科技创业公司的积极参与，应用场景也在不断攀升；但是仍然面临着能力不足、数据整备存在偏差、技术研发、资源保障等多个维度的挑战。

数据整备：

当代人工智能技术是构建数据，算法和算力三大核心要素基础之上的，离开有效的数据，人工智能就无法有效落地。

- 人工智能需要有策略的收集数据，但 76% 的制造业企业缺乏针对行业需求的收集策略和执行方法；主要是源自物联网的泛性逻辑对能够采集到的数据进行了采集和存储，然后寄希望用这些数据进行后续分析，结果导致明确分析任务后发现采集的数据并不适用或者无法完全适用
- 81% 的制造业企业面临标准繁多，接口差异，采集频率，私有协议和格式，采集资源限制方面的挑战，导致需要的优质数据难以获取
- 71% 的制造业企业所积累的数据存在不对齐，有污染，颗粒度不均匀等质量问题

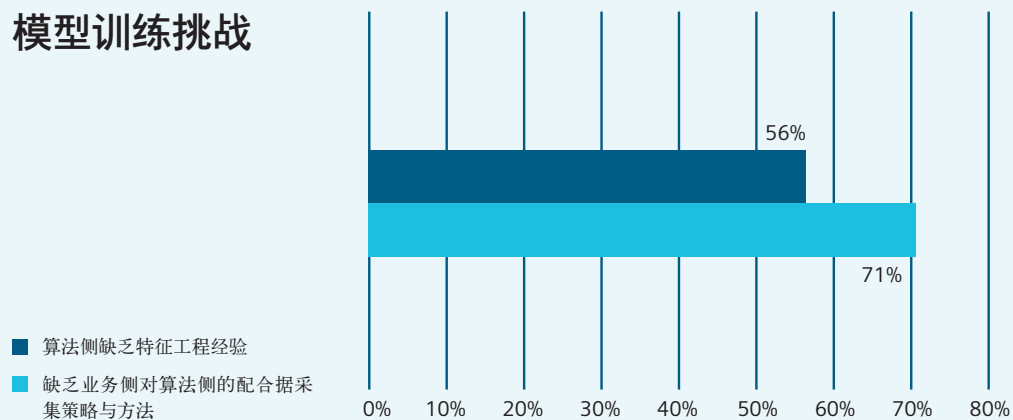


模型训练：

人工智能需要指定明确的应用和优化方向才能开展数据特征工程和模型训练，因此在训练模型的过程中深入解析具体的业务指标、设定精准的优化函数会直接影响着结果模型的效果。

- 制造业的应用场景千差万别，尤其是涉及到制造工序和生产工艺等业务方面，只有算法工程师和业务运营人员紧密协作，才有可能取得有价值的效果
- 71% 的制造业企业在执行过程中，没有安排合适的业务人员基于其行业知识配合或指导模型优化的方向
- 56% 的制造业企业，其算法工程师团队缺乏必要的特征工程经验来指导模型优化方向

模型训练挑战

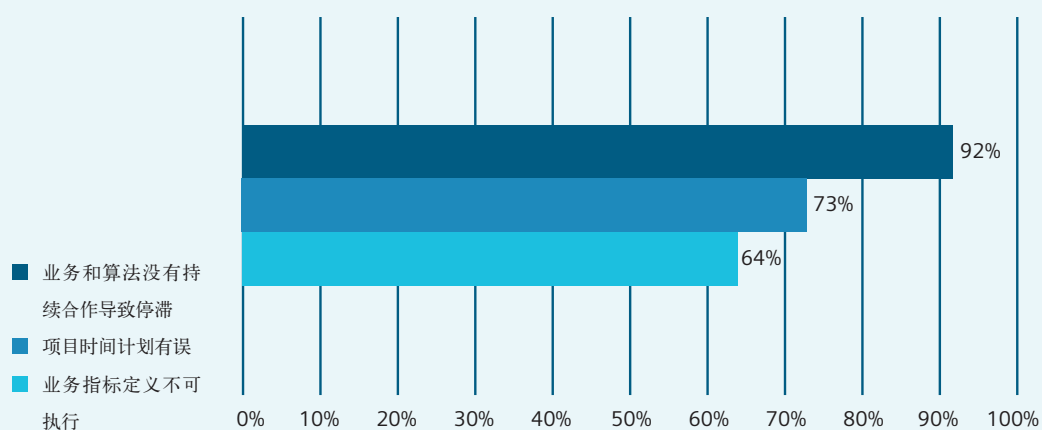


模型优化：

围绕制造业行业需求完成数据采集，特征工程和模型训练之后，后续对于模型超参的调优化以及对模型实例的性能监测和不断优化也是重要挑战。

- 各行业对准确率，查全率，查准率，过杀 / 漏杀等衡量指标的定义混乱，要求尺度差异过大。92% 的制造业缺乏行业业务指标的深入理解，无法给出清晰明确和可执行的目标
- 73% 的制造业企业对于模型优化和持续管理缺乏认知，在项目管理计划中没有预留有效的时间窗
- 64% 的制造业企业没有持续安排行业专家与算法工程团队进行持续合作，导致模型的效果停滞在某个阶段，甚至因为行业环境变化而退化

模型优化挑战

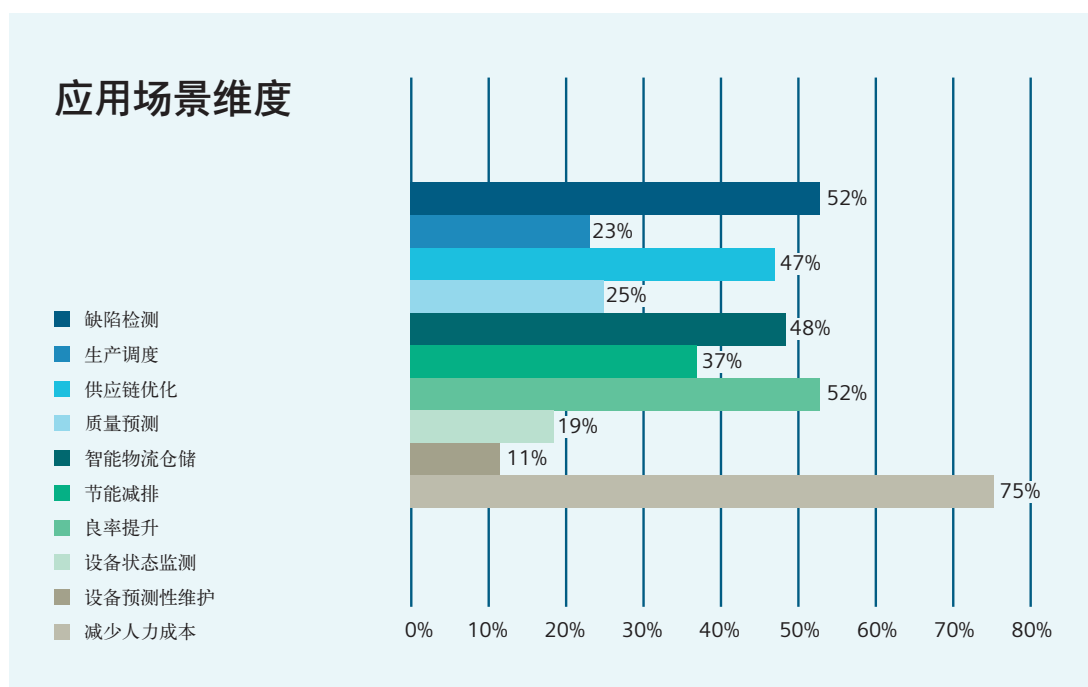


2.3

场景维度

制造业企业需要识别自身的基因，对于核心竞争力体现在供应链侧，客户侧，产品侧或者企业运营管理等方面应有明确认识，进而结合自身业务识别有价值的人工智能应用场景，继而由重点突破带动全面智能转型。

- 52% 的制造业企业存在计划在生产线中增加智能质量缺陷检测的系统
- 23% 的制造业企业在思考跨工厂和跨产线的生产调度
- 47% 的制造业企业在重新思考供应链和备货等方面的优化问题（可能受到疫情黑天鹅事件的影响较大）
- 25% 的制造业企业希望在产品质量预测与分类上进行探索
- 48% 的制造业企业希望在物流仓储中（自动装卸，资源和路径优化乃至无人运输等方面）加大投入
- 37% 的制造业企业强调双碳政策下的节能优化
- 52% 的制造业企业（多为行业龙头）的投资热点在良品率的提升
- 19% 的制造业企业希望对设备状态进行洞察和监测
- 11% 的制造业企业认为设备预测性维护对自己是有价值的
- 75% 的制造业企业希望能够通过人工智能配合自动化系统来减少人力成本

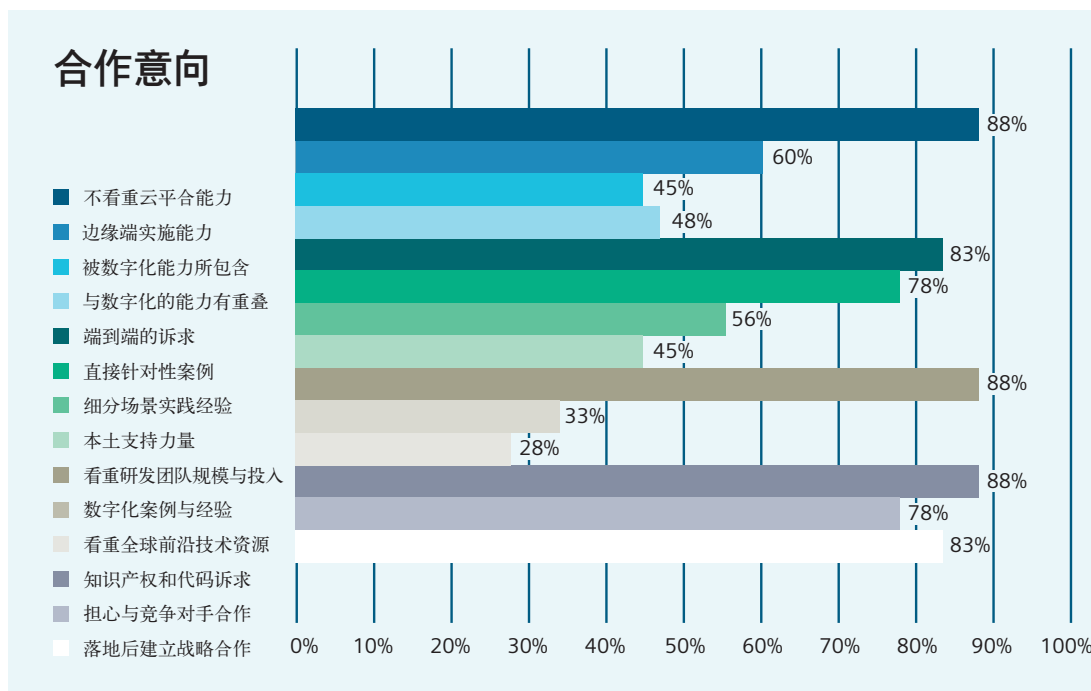


2.4

合作意向

如前面所述，人工智能系统落地需要业务和技术的深度积累，当前制造业企业自身的能力建设相对还比较薄弱，仅依靠自身力量在短期内很难看到效果。选择具有端到端人工智能服务能力同时具有针对性行业服务经验的合作伙伴成为很多制造业企业的选择。

- 随着“互联网+”战略的不断深化，企业上云已经是大势所趋；但是因为相关应用场景的边界效应，88%的制造业企业并不看重合作伙伴是否具备云平台的能力
- 60%的制造业客户希望合作伙伴有边缘端部署实施的能力
- 45%的制造业企业认为人工智能的端到端能力是由数字化服务的端到端能力所包含的
- 48%的制造业企业认为人工智能的端到端能力是与数字化服务的端到端能力之间有重叠的，但是并不是完全被包含
- 83%的制造业企业希望合作伙伴能够提供人工智能从规划咨询，需求分析，架构设计，数据采集整备，模型训练和应用开发，以及现场系统设备改造集成，到实施运维的端到端服务能力
- 78%的制造业企业希望合作伙伴的服务和实践领域能覆盖其所在的行业，有直接的成功应用案例优先
- 56%的制造业企业认为合作伙伴跨行业的细分场景实践经验能够让其接受和信服
- 45%的制造业企业希望合作伙伴有本土化的专业服务团队和支持力量
- 88%的制造业企业看中合作伙伴的研发团队规模与持续投入
- 33%的制造业企业看重合作伙伴在人工智能之外其他方面的数字化转型实践案例与经验
- 28%的制造业企业看重合作伙伴在全球范围的前沿技术研究资源
- 88%的制造业企业希望合作伙伴能够转让项目执行中的知识产权和模型代码
- 78%的制造业企业担心合作伙伴在与其合作后与其竞争对手开展类似实践活动
- 83%的制造业企业希望与合作伙伴在人工智能项目落地之后建立战略合作关系



3.1

机器视觉

机器视觉利用工业相机等传感器来代替人眼观察工业场景，将图像处理应用于工业自动化领域，对物体进行非接触检测、测量，提高加工精度、发现产品缺陷并进行自动分析决策，是先进制造业的重要组成部分。在深度学习算法出来之前，对于视觉算法来说，大致可以分为以下 5 个步骤：特征感知，图像预处理，特征提取，特征筛选，推理预测与识别。计算机视觉应用深度学习堪称突破的成功点是 2012 年 ImageNet 比赛，采用的模型是 CNN。CNN 从 AlexNet 之后，新模型如雨后春笋，每隔一段时间就会有新发现。例如在 ImageNet 比赛中出名的就有 ZFNet, VGGNet, GoogleNet (Inception), Highway Network, ResNet, DenseNet, SE-Net (Squeeze and Excitation Net) 等。

西门子工业人工智能研究部门针对工业场景中的具体挑战，在深度学习应用于机器视觉过程中取得一系列原创性和针对性的科研成果，举例说明如下。

3.1.1 基于模拟数据的域迁移模型

工业场景中，许多视觉任务面临着数据难收集、标注成本高等难点，然而现场从业人员又强烈希望利用机器视觉智能技术将工人从繁重、重复的体力劳动中解放出来。西门子针对多数工业场景面临的数据难收集、标注成本高的痛点，构建了一种基于模拟数据的域迁移模型，能够利用以物理模拟器低成本、快速方式生成的模拟数据扩充真实场景数据规模，进而提升视觉模型在真实场景数据的性能。例如，在工厂物流装卸或卸货场景中，AGV 自动化地识别货物并搬运货物的前提是识别周围环境，西门子团队利用物理模拟器生成大量模拟数据并结合少量真实场景数据，实现了对真实产经数据的扩充，进一步提升了视觉模型在真实场景中的性能，其在语义分割任务上相较于基准提升了 4 个百分点。

3.1.2 小样本学习技术

数据量不足一直是人工智能领域普遍且长期存在的问题，在工业人工智能应用于计算机视觉领域中这个问题更为突出，甚至成为每一个实际检测项目都必须面对并需要解决的问题。针对这一问题，西门子在大量实际应用中提炼并构建出了一套针对工业小样本解决方案，从技术层面缓解了这一难题，使得原本因样本数据匮乏无法立刻应用的项目能够在迭代中获得提升，缩短了从数据收集到项目落地的周期。其中，西门子采取了基于对比的深度度量学习算法，充分利用已有小样本数据数据，从而达到缓解数据不足的目的。

3.1.3 面向视觉缺陷检测的自学习模型

西门子利用自学习技术有效学习并融合缺陷的浅层及高层特征，以达到利用有限的缺陷数据便可以获得客观缺陷检测效果的目的。

在大多数制造场景中，生产设备由基础控制器控制，其控制设定值由人工操作员或预先定义的规则系统实时给出。这种方法具有固有的局限性，可能导致生产线在保持质量标准的同时无法达到高效率和高产量。优化控制方法的许多挑战通常是由于整个过程的复杂性。当系统条件变化很大时，规则系统可能难以适应所有情况。此外，依靠专业知识实时做出快速决策的人工操作员可能很难解释少则几个多则数十个控制变量的同时作用关系。

3.2.1 深度强化学习控制

深度强化学习是一种机器学习方法，近年来因在围棋，游戏等领域的重大突破而开始为众人所知。强化学习模型通过采取不同行为与环境交互并从环境反馈的奖励或惩罚大小进行学习。这种学习范式与工业中的控制任务高度符合。然而与环境交互的学习过程往往需要大量的交互过程获得的数据。对于围棋与游戏这类的任务，构建游戏环境来让强化学习模型学习非常容易，但是对于工业系统来说，让模型与真实工业系统进行交互学习的成本和风险都远超出能够接受的范围。所以西门子致力于研究离线（Off-Policy）强化学习，利用生产过程中已有的积累数据，从中学习如何来优化对生产设备的控制，来减少甚至不用在实际产线上进行试错。此外，还可以建立虚拟环境来帮助强化学习模型学习，避免在生产现场试错学习。

3.2.2 数据驱动的系统建模

然后为强化学习创建精确虚拟环境通常需要物理和化学或相关方面的专家并花费很大的时间精力才能建立起来。然而，西门子通过结合更多数据驱动的方法，而不是依赖纯粹通过基于模拟机理的方法来建立虚拟环境。换句话说，西门子不是通过方程式对系统的物理特性进行建模，而是使用基于真实数据训练的虚拟的系统模型对其行为进行建模。

这类数据驱动的系统模型既可以通过纯粹的数据驱动的有监督学习来完成，也可以通过构建基础的机理方程并通过数据学习来优化机理方程的方法来配合学习，甚至可以通过数据学习和发现潜在的机理方程。不管是哪种形式都相较于传统的系统建模节省了成本降低了门槛。

3.2.3 模仿学习

在某些工业场景下，人工专家的经验控制已有不错的效果，但由于人工的成本，紧缺性以及不稳定性等原因，西门子仍希望将专家的控制经验自动化。西门子利用模仿学习的技术对积累的专家经验控制数据进行学习，来自动化和标准化原有的人工控制。不仅如此，在建立了对专家经验进行模仿学习的模型后，仍可以对新积累的数据进行进一步的强化学习，达到优化控制的效果。

“十四五”期间中国制造业的发展方向是高质量发展，以构建现代产业体系为目标，推动制造业产业的创新发展、绿色发展、融合发展与协调发展。更具体地讲，发展重点在于以新科技驱动的战略新兴产业、促进生态文明建设的绿色制造业、高效带动就业的劳动密集型产业、应用数字技术的智能制造产业以及满足多样化生活需求的新型消费品产业。从质量效益、结构优化、持续发展、规模发展四个分项来看，规模发展仍然是中国制造的主要支撑力，而质量效益则是制造业发展的持续提升目标。

西门子人工智能不再是数字化的边缘旁观者，而是出演高质量发展的关键影响角色，为“十四五”战略规划下中国制造业的提质增效发挥了积极的作用，包括发现质量问题（质检），找出质量根本原因（分析），进而提高产品质量（优化），验证了其对社会的真正价值。

4.1

AI for 产品质检

4.1.1 现状与问题

产品质检是对产品质量的检测，通常包含制造业的内部质检以及下游企业的外部质检。内部产品质量检测通常是由企业内部质检部门为了确保满足客户交付的工艺质量要求，对生产过程中的半成品以及最终成品，按照某个比例（包含 100%）提取检测样本，进行是否存在质量缺陷以及不同类型缺陷的检查或验证，并对产品进行流转和处置。外部产品质量检测通常是企业下游客户质检部门为了保障自身利益和工艺要求，对上游供应商提供的产品或者物料进行了同样操作。

部分产品质检中存在一些看似没有太多技术含量的方面，例如：产品包装上产品标签，组装过程漏打漏丝，金属制品表面出现裂痕等等；虽然这些检测看似技术含量较低，但是这些质量检测却是整个生产线中相当耗费人工的地方，也是制约智能制造的老大难问题。

常规质量检验流程

- 根据产品技术标准明确检验项目和各个项目所应达到的质量标准，例如缺陷类别定义（黑名单），或者标准品定义（白名单）
- 规定适当的方法和实践，借助相应的设备，量具，机械，光学或者电子仪器设备等对产品进行检测
- 把测试得到的数据（包括图片等）同质量要求进行比较
- 根据比较的结果，判断单个产品或批量产品是否合格
- 根据产品是否合格，决定产品的目标流向，是继续流转后续工序，还是走修补或者回收处理
- 记录检测结果与相关数据，交由工艺 / 设备 / 运营等部门，推动内部质量改进

当前制造业产品质量检测（尤其是外观或表面缺陷检测）主要有人工质检和机器视觉质检（包括 AOI 自动化光学检测）这两种方式；不同行业两者的占比不同，其中 3C 电子行业的质检工位在整体生产工序中占比较高，其中有大量的人工检测，同时也有大量的机器质检。

- 人工质检成本高，检测精度受训练程度和检测疲劳状态等主观因素影响较大，误操作多，检测效率相对较低，且生产数据无法有效留存；但是人工质检能够对复杂的缺陷类型进行准备和快速的识别
- 机器视觉质检虽然不存在人工质检的主体问题，针对一些缺陷类型可以让产品检测准确率和效率获得大幅提升；但受传统模式识别技术限制，应对复杂缺陷的检测存在较大难度

值得令人注意的是，由于质检岗位本身的价值度不高，且容易造成视力等方面的损害，职位吸引力越来越低，近年来针对质检岗位的招工正变得异常困难。随着人口红利的消失，用工难问题显现，产品线上进行人工检测的工人缺口数量越来越多。

在人工智能不断融入到制造业的大趋势下，利用人工智能技术驱动的视觉检测技术来替代人工检测以及传统机器视觉检测，或者对其进行补充，来完成更加高效和准确的产品质检过程，正在成为制造业企业尝试的重点。

4.1.2 应用与融合

人工智能质检从理论上是能够提升企业数字化和智能化水平，让复杂产品质量检测的准确率和效率大幅度提升，然而构建一套行之有效的自动化智能检测系统，是需要与检测进行深度融合的，是一个系统性的工程，也是需要考虑模型迭代优化与现场检测协调配合等问题，否则很难在产线上适配使用，这其实也是国内许多企业持观望态度的原因。

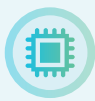
正是看到这种行业趋势和痛点，西门子工业人工智能部门经历了 2 年多的技术研发和项目沉淀，为中国制造业企业提供行业性质检工程解决方案，已进入规模落地应用阶段。主体通过将传统视觉技术和深度学习视觉技术相结合，并将检测系统与自动化系统进行集成，使之能快速适应行业场景需求，有效解决了人工效率低，以及传统机器视觉技术智能性不足的问题。

检测能力：得益于对深度学习技术的掌握和使用，西门子工业视觉检测系统支持 2D/3D 视觉成像方式，提供缺陷检测，缺陷分类，缺陷定位，缺陷分割提取等检测功能，以及视觉引导定位，字符识别以及测量等其他视觉服务功能；同时基于对制造业的行业理解，西门子对工业现场环境复杂（光照，污染，振动等方面的挑战），操作人员信息化水平偏低，数据质量较差以及样本数据普遍不足等问题，进行了针对性的算法开发，以便能够快速解决实际问题。例如，通过小样本数据增强技术模拟生成可靠缺陷样本，克服现场缺陷样本不足的问题；同时针对多种算法组合的混合推演进行了后台系统优化，以满足工业现场对检测速度的要求。

系统部署：得益于对西门子工业边缘计算与人工智能的系统融合，以及新一代人工智能算力的工业计算机（IPC）的迭代发展，西门子工业视觉检测系统的现场集成部署方式比较灵活，支持单机单线的训练推演统一集成部署，后台集中训练线边独立推演的两级集成部署，后台集中训练边缘端应用部署等不同方式；能够在现场针对性的快速完成模型训练、测试、部署等工作，可根据不同检测应用场景快速组合各种功能与算法，灵活搭建满足多种视觉应用需求的方案。

工程交付：得益于西门子在自动化系统方面的丰富积累，不同于互联网和 IT 公司的纯软件系统，西门子工业视觉检测系统能够为制造业企业提供一整套软硬结合的系统。西门子工业视觉检测系统支持与各种光学成像系统（包括光源，相机和镜头），现场运动控制系统以及 PLC 等系统，以及外部执行器（包括机械手，卷绕机械等）等系统的整体集成。西门子工业数额检测系统能够基于客户自身的需求以及合作环境，为客户按需进行机（械），电（气），光（学），算（法），软（件）等五大要素的整合和补足；部分客户自身具有机械和电气方面的能力，西门子就针对性帮其补足其他剩余部分，如果客户自身没有任何系统能力，则西门子可以联手设备制造合作伙伴，为客户打造完整的检测设备。

4.1.3 案例



3C 电子行业

- 玻璃面板表面缺陷检测



汽车零部件行业

- 汽车轮毂结构性缺陷检测（X-Ray）
- 汽车轮毂识别与计数
- 未知零部件的先知性识别与分拣（无真实样本数据）



建材行业

- 铸铁弯头和三通等连接件内外部缺陷检测
- 木基材与板材表面缺陷检测



食品饮料行业

- 包装异常状态检测
- 肉制品识别与分拣



特种装备行业

- 高压管道焊接缺陷风险识别（X-Ray）
- 管道加工自动引导



电池行业：

- 电芯极耳对齐缺陷检测（X-Ray）



有色金属行业

- 铝基箔面缺陷检测

4.2

AI for 根原因分析.....

4.2.1 现状与问题

对于制造企业而言，通过传统机器视觉系统或者新型人工智能视觉检测系统及时准确地发现产品的质量缺陷，只是质量管理中的一个环节；缺陷数据被记录和传递给质量分析人员之后，工作才刚刚开始。

制造业企业对于质量问题的解决有三个层次的目标诉求：

- 第一个层级目标是找到，即发现质量问题或事件的根本原因
- 第二个层级目标是修补，即了解如何修复和弥补根本原因内的深层问题，从而解决问题
- 第三个层级目标则是预防，即将从分析中获得的结论应用到实践中，从而以系统化方式预防相关性的延展问题

根本原因分析（RCA，Root Cause Analysis）指在现代质量管理和科学研究等领域中，为彻底解决质量问题或解释质量问题而使用的系统逻辑思维方法以及一套相应的工具。根因分析通常包括两个步骤：

- 通过溯因推理找到造成质量问题的各种原因
- 之后再根据原因之间关系，最终确定根本的原因

质量根本原因分析是综合运用一系列原理，方法和工具来找出某个质量事件或缺陷问题根本原因的过程。理想情况下，质量根本原因分析希望透过表层的因果关系，显示设备，系统或者工艺在哪个环节出现异常或造成问题。解决质量问题的根本原因分析对于提高产品质量性能和降低制造商的质量风险至关重要。

主观性的常规分析方法在过去几十年中被频繁应用，例如穆勒归纳推理五法（求同法、求异法，共变法，剩余法，求同求异法等），鱼骨图（又称 Ishikawa 图）。这些主观性的分析方法对于分析人员的技术水平和行业经验有很大要求和依赖。与此同时，由于日益复杂的生产工艺，原材料供应链，差异化的工作环境，以及设备和系统等各种可能的影响力存在，根本原因分析的准确性和效率在主观实践中逐渐受到挑战。

应对挑战的过程中，统计分析也曾在质量根本原因分析中发挥了重大作用，特别是以休哈特的统计过程控制理论（SPC，Statistical Process Control）为代表，将质量控制从事后质检发展到前置的制造过程控制。如果传统机器视觉技术在质量检测中应用的那样，统计分析在质量根本原因分析中的应用也面临巨大的挑战。统计分析对分析专家的技能要求很高，例如当需要思考一个基本的统计问题：哪一种概率模型可以产生所观察到的质量问题？统计分析专家需要基于经验从一个合理的模型群里挑出候选模型，然后预估未知变量（参数，Aka 拟合模型到数据中），再比较拟合模型与其他备选模型。一旦某个统计分析模型被选定，那预估模型将用于测试假设、创建预测值以及置信测量。

4.2.2 应用与融合

基于数据驱动的根本原因分析方法正在受到更多质量管理人员的关注和重视。西门子工业人工智能部门基于机器学习技术设计了一个大数据驱动的生产过程数据分析系统以及根本原因分析系统，以帮助制造业企业提高根本原因分析的效率和准确性；并将分析系统与上位数据采集和监控系统进行集成，使之能快速适应行业场景需求，有效解决底层数据源对接的问题以及统计分析技术在处理大数据方面能力不足的问题，同时通过算法和系统的有效集成来分析制造过程中高度并发和复杂的质量问题，节省常规统计分析和人工经验排查所需要的大量时间和成本。

分析能力：得益于对机器学习和深度学习技术的掌握和使用，西门子生产过程数据分析系统提供产品质量的根本原因分析，在线质量即时性预测，安全风险预测等分析功能；同时基于对不同类型制造业的行业理解，西门子对很多底层工艺数据的采集和解析开发了丰富的工具和插件，能够促进数据分析的粒度和维度拓展，在业务运营的层面进一步下钻到底层执行器和控制器。西门子在系统内设计了分析算子，分析模板以及分析任务三层架构，通过定制算法模型组合成具体分析算子来完成具体的数据特征工程和基本分析事务，然后为用户提供针对具体质量问题导向的分析模板（在模板内实现对不同分析算子的编排整理），以及按照生产作业计划定期和质量反馈不定期驱动的具体分析任务（依据模板进行实例化的具体分析作业），从而方便制造业企业按需进行不同类型的根本原因分析，以满足制造业企业对根本原因分析的效率要求。

系统部署：得益于对西门子在 SCADA（Supervisory Control and Data Acquisition）数据采集与监控系统方面的技术优势，以及工业边缘计算与人工智能的系统融合，西门子生产过程数据分析系统可以实现与 SCADA 系统的高效数据对接，同时也支持各种丰富的第三方行业数据接入包（例如对冶金行业 PDA 数据，酿造行业 Braumat 数据的对接等）；整体系统集成部署方式比较灵活，可以基于服务器集群方式的集中化部署，远程浏览器访问分析，可以单机即时在线数据分析与预测，也可以后台集中训练线边独立预测分析的两级集成部署；能够在现场针对性的快速完成底层数据汇聚，模型训练、测试、部署等工作，可以根据不同分析应用场景快速组合各种分析任务与模板，灵活搭建满足多种分析或预测需求的方案。

工程交付：同样得益于西门子对制造业行业的业务理解，西门子为制造业企业客户提供生产过程数据分析的业务交付形态，可以是一种分析服务，即由西门子工人人工智能团队的专家自带系统帮助客户完成需求分析，数据采集整备，模型训练和执行所需的分析任务，也可以是一整套分析系统，即西门子工业人工智能团队为制造业企业客户打造和搭建部署在企业现场端的软件系统，由客户自身的团队按照自身工艺和质量需求进行相应的数据分析。

4.2.3 案例



3C 电子行业

- PCB 板质量预测



汽车零部件行业

- 低压压铸过程工艺数据分析与质量缺陷根原因分析
- 压铸在线质量即时预测
- 乘用车白车身焊接质量预测



食品饮料行业

- 酿造生产过程工艺数据分析



电池行业:

- 电池电芯生产过程工艺数据分析
- 电池电芯容量与相关性能指标预测
- 电芯涂布工艺过程数据分析

4.3

AI for 质量提升

4.3.1 现状与问题

如前面质量根原因分析中所描述的,制造业企业对于质量问题的根本期望是彻底预防,不让质量问题发生;但是这在实际工业生产中是很难做到的,因此企业更多的诉求是在现有的基础上提升质量水平,包括在相同的时间和综合成本下减少缺陷品的产生,提高高等级产品产出的比例,减少过程中失败的比例等。

有时候制造业企业自身很难定义理想的提升目标,因此对标行业龙头企业或者超越自己的竞争对手,就成为了一个相对容易选择的提升目标。

制造业企业在发现质量问题的根原因之后,根据不同类型的根原因通常会采取各种技术路线来进行质量水平的提升和缺陷的抑制:

- 稳态增强:根原因影响因子相对简单,相互间影响关系很小且影响模式是由不稳定的波动产生,则在后续生产过程中尽力将该影响因子调成稳态
- 非稳态策略性增强:根原因影响因子维度相对较多,且影响模式伴随生产环境,人员经验,来料配方以及设备系统自身状态等在不同生产阶段呈现不同,则更多需要工艺专家和自动化控制专家共同协作编写先进过程控制程序(APC, Advanced Process Control)以及二级配方工艺参数表方面进行动态干预

APC 先进过程控制是区别于经典 PID (Proportional - Integral - Derivative) 控制方法的统称,包含的内容非常丰富。从广泛的概念上来讲,能够获得比经典 PID 控制更好的控制效果的控制策略都可以称之为先进控制技术。自动化控制领域通常所说的 APC 大致包含有三大类:

- 相对传统的先进控制技术,例如:变增益控制、时滞补偿控制、解耦控制、选择性控制等
- 现行的先进控制技术,例如:模型预测控制(MPC)、统计质量控制(SQC)、内模控制(IMC)、自适控制、专家控制、神经控制器、模糊控制等
- 相对新兴的先进控制技术,例如:非线性控制、鲁棒控制等

在这其中,应用比较广泛并且在某些行业场景中取得良好效果的是 MPC 模型预测控制。模型预测控制亦有很多种形式,例如:动态矩阵控制(DMC)、广义预测控制(GPC)等。但不管形式如何,都遵循一个基本的原理:先进行模型预测,然后进行滚动优化,最后进行反馈校正。

4.3.2 应用与融合

作为自动化设备与系统的行业先驱，西门子对于各种经典控制与先进控制技术有较深的理解，相应的行业应用也很丰富。西门子工业人工智能部门利用机器学习技术 / 深度学习技术对先进控制技术中的模型预测控制进行了提升和扩展，设计了一种新型的，有深度的且强化的模型预测控制系统，其基本特征如下：

- 深度：通过深度监督学习算法（代替传统机器学习算法）进行模型预测
- 强化：通过深度强化学习算法（代替动态矩阵）进行动态的参数寻优

其中强化学习（Reinforcement Learning）是机器学习中的一个领域，强调如何基于环境而行动，以取得较高的预期利益，其关注点在于寻找探索（对未知领域的）和利用（对已有知识的）的平衡。跳出制造业这个范畴，我们都知道 AlphaGo 的巨大成功，这个系统掀起了围棋界三千年未有之大变局，也使得背后的深度强化学习渐为大众所知悉。相比早期版本的 AlphaGo，AlphaGo Zero 摒弃了人类知识，更足显强化学习和深度学习结合的巨大威力。强化学习在围棋中的大显神威，引起一些制造业头部企业的重视，他们在对自身多年行业工艺经验积累优势（就像九段棋手对自己棋艺）保持自信和乐观的同时，也开始担心新技术对自身经验优势的冲击（就像 AlphaGo 对于围棋九段高手）。

增强能力：西门子智能模型预测控制系统先应用深度监督学习对质量发展趋势进行即时预测，然后应用强化学习到模型预测控制中进行滚动寻优，在此应用过程中结合自身对行业的理解和积累，克服了包括数据收集过程可控性，环境限制性，可解释性，以及探索随机性等挑战；能够帮助制造业企业对具有多变量，大时滞，非线性等特色的生产过程进行质量实时跟踪和工艺参数增强控制；有效解决经典控制技术依赖人工调节和干预的硬伤，以及先进控制需要长时间经验积累的主观局限性，提高对不稳定影响因素的适应性和鲁棒性。

系统部署：得益于对西门子在 PLC 可编程逻辑控制器，DCS 分布式控制系统，以及 MC 运动控制器方面长时间的沉淀和行业应用积累，西门子智能模型预测控制系统可以实现与 PLC，DCS 和 MC 系统的无缝数据对接，从控制系统接收现场数据的同时做到滚动参数指令的下发。系统整体集成部署方式接近于传统自动化系统部署模式，智能模型预测系统常规部署在现场的 IPC 工业控制计算机上，近场指挥身边的 PLC，DCS 或 MC 控制系统；时延性要求不高的复杂控制应用场景下，也可以基于服务器进行集中化系统部署，远程驱动 PLC，DCS 或 MC 等控制系统。

工程交付：得益于西门子在自动化系统方面的丰富产品组合，以及为客户开发丰富的生产机器（Production Machine），西门子智能模型预测控制系统能够呈现为一整套软硬结合的工艺包系统，支持与现场 PLC，DCS 或 MC 控制系统的互联互通，以及外部传感器和执行器等系统的整体集成。

4.3.3 案例



高端装备制造行业：

- 单晶硅软式提拉炉单晶硅生长增强控制
- 裂解炉工艺增强控制



汽车零配件行业

- 压铸动态增强控制与质量提升



食品饮料行业

- 粉末状产品烘干工艺增强控制
- 白酒酿酒环节增强控制



化工行业：

- 电石炉增强控制



污水处理：

- 智能加药支撑决策



建筑楼宇：

- 综合环境增强控制



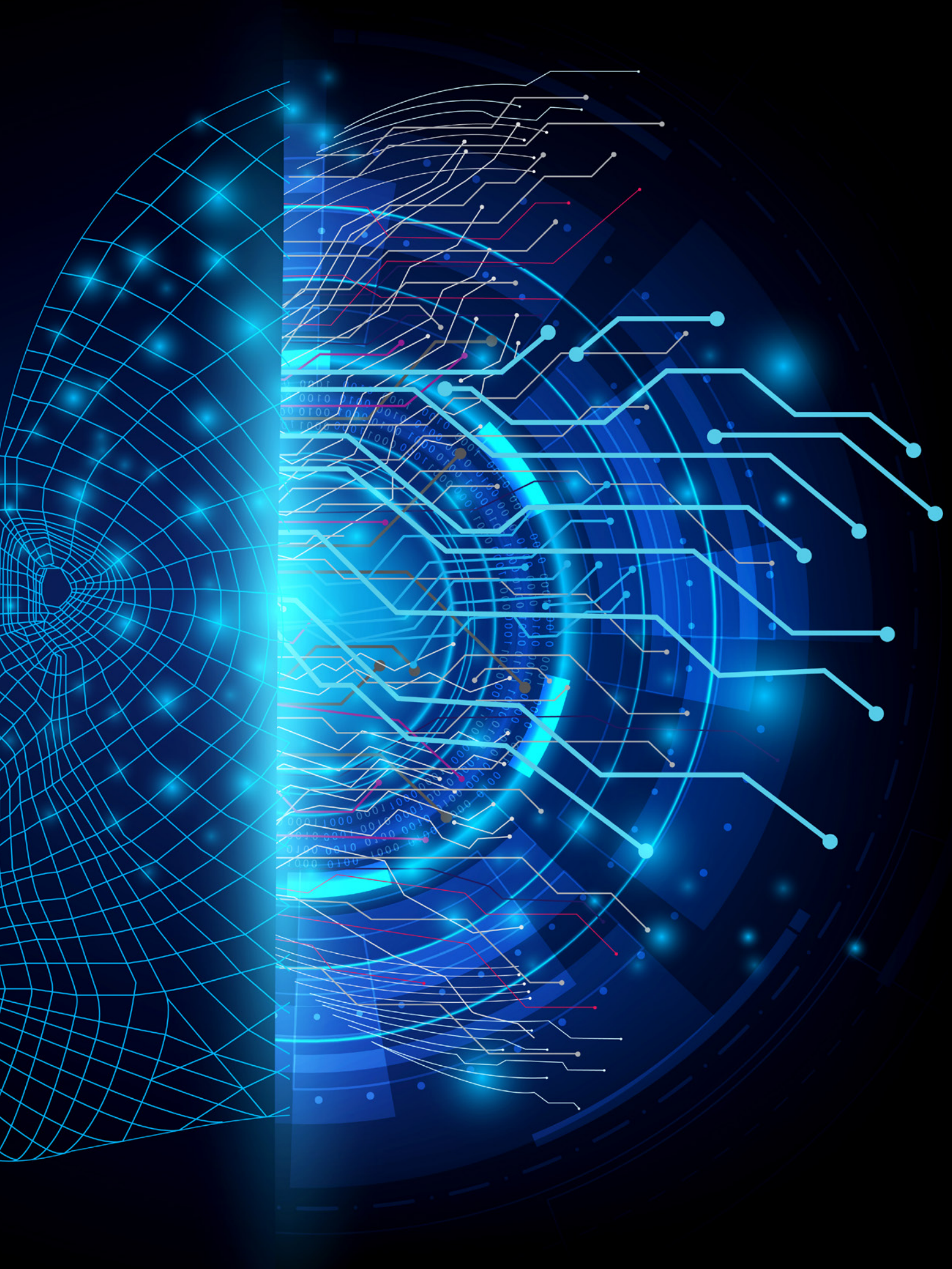
战略建议

近年来，西门子在中国工业人工智能领域的业务探索取得了积极的发展；技术在不断创新，行业应用也在持续扩展和深入，集聚和复制扩展效应初步显现，已经成为了各行业数字化转型与智能创新方面的重要支持力量。

中国制造业企业也会更加广泛的拥抱工业人工智能，西门子工业人工智能部门将继续深入行业实践，帮助客户提升从数据收集整备，到模型训练优化，以及应用开发落地的全局性能力。

同时针对不同属性制造业企业的深层次差异化需求，西门子工业人工智能部门的业务形态也有所侧重：

- 针对 OEM 设备制造商，着重依托西门子的自动化软硬件系统，并融入“AI for 视觉质检”或者“AI for 质量提升”等增强元素，帮助目标客户开发新型的质检设备或者智能的生产设备
- 针对 EU 目标用户，基于“AI for 根原因分析”的智能系统，通过项目帮助目标客户分析和解决复杂的质量问题，或者通过在线即时质量预测减少生产成本浪费或检测设备投入；也可以授之以渔，帮助客户构建相应的生产过程数据分析系统，使其能够自行解决敏感的深度质量问题
- 针对 SI 系统集成商合作伙伴，根据其服务的目标客户属性从上述两种业务模式中选择合适的模式进行合作



北方区

北京
北京市朝阳区望京中环南路7号
电话: 400 616 2020

包头
内蒙古自治区包头市昆区钢铁大街74号
国贸大厦2107室
电话: (0472) 590 8380

济南
山东省济南市舜耕路28号
舜耕山庄商务会所5层
电话: (0531) 8266 6088

青岛
山东省青岛市香港中路76号
颐中假日酒店4楼
电话: (0532) 8573 5888

烟台
山东省烟台市南大街9号
金都大厦16层 1606室
电话: (0535) 212 1880

淄博
山东省淄博市张店区心环路6号
汇美领域A座2314室
电话: (0533) 218 7877

潍坊
山东省潍坊市奎文区四平路31号
鸢飞大酒店2408房间
电话: (0536) 8221866

济宁
山东省济宁市任城区太白东路55号
万达写字楼1306室
电话: (0537) 239 6000

天津
天津市和平区南京路189号
津汇广场写字楼1401室
电话: (022) 8319 1666

唐山
河北省唐山市建设北路99号
火炬大厦1308室
电话: (0315) 317 9450/51

石家庄
石家庄市桥西区自强路118号
中交财富中心1号楼11层1102
电话: (0311) 8669 5100

太原
山西省太原市府西街69号
国际贸易中心西塔16层1609B-1610室
电话: (0351) 868 9048

呼和浩特
内蒙古呼和浩特市乌兰察布西路
内蒙古饭店10层1022室
电话: (0471) 620 4133

东北区

沈阳
沈阳市沈河区青年大街1号
市府恒隆广场41层
电话: (024) 8251 8111

大连
辽宁省大连市高新园区
七贤岭广贤路117号
电话: (0411) 8369 9760

长春
吉林省长春市亚泰大街3218号
通钢国际大厦22层
电话: (0431) 8898 1100

哈尔滨
黑龙江省哈尔滨市南岗区红军街15号
奥威斯发展大厦30层A座
电话: (0451) 5300 9933

华西区

成都
四川省成都市高新区天华二路219号
天府软件园C6栋1/2楼
电话: (028) 6238 7888

重庆
重庆市渝中区邹容路68号
大都会大厦18层1807-1811
电话: (023) 6382 8919

贵阳
贵州省贵阳市南明区新华路126号
富中国际广场10楼E座
电话: (0851) 8551 0310

昆明
云南省昆明市盘龙区东风东路23号
恒隆广场4905室
电话: (0871) 6315 8080

西安
西安市高新区天谷八路156号
西安软件新城二期A10、2层
电话: (029) 8831 9898

乌鲁木齐
新疆乌鲁木齐市五一一路160号
新疆鸿福大厦贵宾楼918室
电话: (0991) 582 1122

银川
银川市北京东路123号
太阳神大酒店A区1505房间
电话: (0951) 786 9866

兰州
甘肃省兰州市东岗西路589号
锦江阳光酒店2206室
电话: (0931) 888 5151

华东区

上海
上海杨浦区大连路500号
西门子上海中心
电话: 400 616 2020

杭州
浙江省杭州市西湖区杭大路15号
嘉华国际商务中心1505室
电话: (0571) 8765 2999

宁波
浙江省宁波市江东区沧海路1926号
上东国际2号楼2511室
电话: (0574) 8785 5377

绍兴
浙江省绍兴市越城区胜利东路375号
鼎盛时代大厦1105室
电话: (0575) 8820 1306

温州
浙江省温州市车站大道577号
财富中心1506室
电话: (0577) 8606 7091

南京
江苏省南京市中山路228号
地铁大厦18层
电话: (025) 8456 0550

扬州
江苏省扬州市邗江区博物馆路547号
德馨大厦1508室
电话: (0514) 8789 4566

扬中
江苏省扬中市前进北路52号
扬中宾馆明珠楼318室
电话: (0511) 8832 7566

徐州
江苏省徐州市泉山区科技大道
科技大厦713室
电话: (0516) 8370 8388

苏州
江苏省苏州市新加坡工业园苏华路2号
国际大厦11层17-19单元
电话: (0512) 8780 3615

无锡
江苏省无锡市县前东街1号
金陵大饭店2401-2402室
电话: (0510) 8273 6868

南通
江苏省南通市崇川区崇川路88号
国际贸易中心4006室
电话: (0513) 8102 9880

常州
江苏省常州市关河东路38号
九州寰宇大厦989室
电话: (0519) 8989 5801

盐城
江苏省盐城市盐都区
华邦国际大厦A区2008室
电话: (0515) 8836 2680

昆山
江苏省昆山市前进东路399号
台协大厦1502室
电话: (0512) 5511 8321

华南区

广州
广东省广州市天河路208号
天河城侧粤海天河城大厦8-10层
电话: (020) 3718 2222

佛山
广东省佛山市南海区灯湖东路1号
友邦金融中心2座33楼J单元
电话: (0757) 8232 6710

珠海
广东省珠海市香洲区梅华西路166号
西藏大厦13层1303A号
电话: (0756) 335 6135

南宁
广西省南宁市青秀区民族大道131号
万豪酒店25层朱槿厅
电话: (0771) 552 0700

深圳
深圳前海前湾1路前海嘉里中心
T1-5楼市场部
电话: (0755) 2693 5188

东莞
广东省东莞市南城区宏远路1号
宏远大厦1510室
电话: (0769) 2240 9881

汕头
广东省汕头市金砂路96号
金海湾大酒店19楼1920室
电话: (0754) 8848 1196

海口
海南省海口市滨海大道69号
宝华海景大酒店803房
电话: (0898) 6678 8038

福州
福建省福州市晋安区王庄街道长乐中路3号
福晟国际中心21层
电话: (0591) 8750 0888

厦门
福建省厦门市厦禾路189号
银行中心21层2111-2112室
电话: (0592) 268 5508

华中区

武汉
湖北省武汉市武昌区中南路99号
武汉保利大厦21楼2102室
电话: (027) 8548 6688

合肥
安徽省合肥市濉溪路278号
财富广场首座27层2701、2702室
电话: (0551) 6568 1299

宜昌
湖北省宜昌市东山大道95号
清江大厦2011室
电话: (0717) 631 9033

长沙
湖南省长沙市天心区湘江中路二段36号
华远国际中心24楼2416室
电话: (0731) 8446 7770

南昌
江西省南昌市北京西路88号
江信国际大厦14楼1403/1405室
电话: (0791) 8630 4866

郑州
河南省郑州市中原区中原中路220号
裕达国贸中心写字楼2506房间
电话: (0371) 6771 9110

洛阳
河南省洛阳市涧西区西苑路6号
友谊宾馆512室
电话: (0379) 6468 3519

技术培训
北京: (010) 6476 8958
上海: (021) 6281 5933
广州: (020) 3718 2012
武汉: (027) 8773 6238/8773 6248-601
沈阳: (024) 8251 8220
重庆: (023) 6381 8887

技术支持与服务热线
电话: 400 810 4288
(010) 6471 9990
E-mail: 4008104288.cn@siemens.com
Web: www. 4008104288.com.cn
亚太技术支持 (英文服务)
及软件授权维修热线
电话: (010) 6475 7575
传真: (010) 6474 7474
Email: support.asia.automation@siemens.com

公司热线
400 616 2020

直接扫描
获得本书
PDF文件



扫描关注
西门子中国
官方微信



西门子（中国）有限公司
数字化工业集团

如有变动，恕不事先通知
订货号：DIFA-B80009-00-5DCN
4183-SH903062-08221

西门子公司版权所有

本样本中提供的信息只是对产品的一般说明和特性介绍。文中内容可能与实际应用的情况有所出入，并且可能会随着产品的进一步开发而发生变化。仅当相关合同条款中有明确规定时，西门子方有责任提供文中所述的产品特性。

样本中涉及的所有名称可能是西门子公司或其供应商的商标或产品名称，如果第三方擅自使用，可能会侵犯所有者的权利。