

迈向自适应制造

制造业智能体实践白皮书



前言

中国制造有一个少有人谈起的矛盾。一方面，它已是全球第一制造大国，增加值连续 16 年居世界首位，220 多种工业品产量全球第一；另一方面，支撑这些产品的工业软件，收入只占制造业增加值不到 1%。

数字的落差背后，是走进不少工厂都不难撞见的景象：工程师对着几个版本的物料清单逐行找差，采购员反复打电话确认哪批料真的缺，老师傅退休时带走了一肚子没人接得住的手艺。这些活大多不在产线上，也很少写进报表，却真切地拖慢了中国制造。

过去十几年，自动化把人从体力劳动里解放出来。但在制造现场，许多工作仍要依赖人的经验与判断，人的脑力还没能得到有效的支持和增强。这些知识大多停在个人的脑子里、散在割裂的系统之间，复制不到更多人，放大不到更多场景，也常随着老师傅退休而一并流失。

AI 智能体让这些事第一次有了别的解法，把知识经验转化成可复用和共享的“软件”。问答机器人已经不少，但制造业更缺的，是一个能“上岗”的智能体：它进得了系统、守得住规则、交得出结果、也经得起追溯。这背后是一个朴素的判断，智能体的第一站未必在车间，更可能落在那些信息化没干完的数据活里。

这份白皮书要回答的，正是制造业怎样把智能体从一件具体任务，做成一个岗位、一个组织能稳定使用的能力。我们沿着“场景、实证、复利”的工程方法，走进产品工程师、工艺工程师、采购、销售、服务、管理、财务七个真实岗位，再看三家代表性企业的体系化落地，最后落到一个更长远的问题：制造系统能不能像有机体一样，从自动化迈向自适应。

这需要时间，更需要一条条扎扎实实走出来的路。起点，就在一个个真实的痛点里。

目录

Contents

PART1	背景：AI 助力中国制造业由大到强	05
	中国制造业处在由大到强的关口	06
	中国制造业升级面临三个核心卡点	07
	AI 成为制造业转型升级的新引擎	11
PART2	跃迁：制造业智能体工程方法	13
	智能体的三阶段跃迁：从能对话、能干活到能上岗	14
	企业 AI 工作台：支持智能体真正进入组织工作的重要基座	16
	腾讯智能体工程经验范式：场景 + 实证 + 复利	19
PART3	应用：推进智能体应用从任务、岗位到组织的累积进阶	24
	任务、岗位、组织三级智能体应用构建方法	25
	制造业智能体全景图及典型岗位实例	27
	制造业标杆企业体系化落地案例	42
PART4	展望：推动未来制造从自动化迈向自适应	56
	模式升级：从自动化迈向自适应	57
	重点场景：从办公到生产、从岗位到组织、从数字到物理	60
	能力建设：系统、数据与人员的重新打底适配 AI	63
	结语	69

PART1

背景

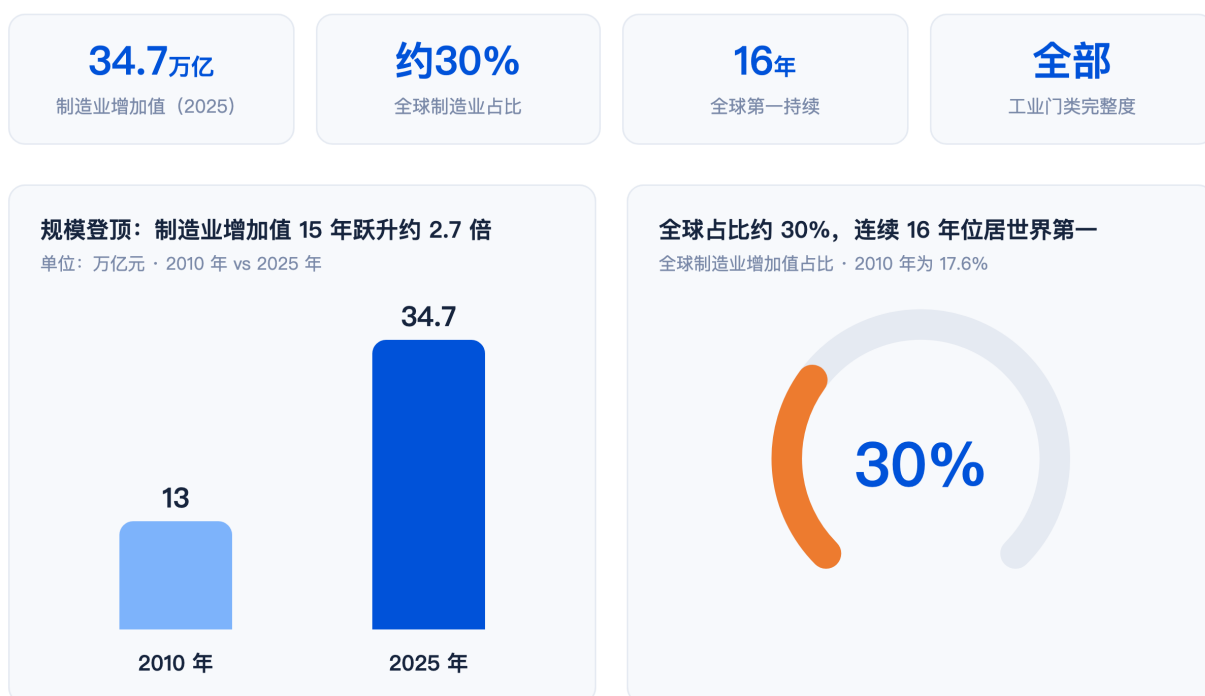
AI 助力中国制造业由大到强



中国制造业处在由大到强的关口

“大而全”是中国制造业的突出标签。中国已成为全球公认的第一制造大国，国家统计局和工信部数据显示，我国制造业增加值已由 2010 年的约 13 万亿元增长到 2025 年的约 34.7 万亿元，全球占比从 17.6% 提高到约 30%，连续 16 年位居全球第一。我国拥有独立完整的现代工业体系，是世界上唯一拥有联合国产业分类中所列全部工业门类的国家。制造业体系覆盖基础材料、零部件、装备制造和终端产品等多个层级，形成了门类齐全、配套能力强的产业基础。

中国制造业的主要特征



来源：国家统计局、工信部，2026 年

中国制造业正处于由大到强的关键转型期。随着产业规模的持续扩大，我国传统制造业也面临增长趋缓、附加价值提升空间有限的挑战，需要全面升级产业结构和生产运

营模式，实现从“规模优势”向“质量优势”的突破。这一挑战的紧迫性，从产业结构上可以看得比较清楚。一方面，代表转型方向的高端制造增长强劲，2025 年装备制造业、高技术制造业增加值分别增长 9.2% 和 9.4%，明显高于规模以上工业 5.9% 的整体增速；另一方面，占据大头的传统制造行业和领域增长趋缓，附加值提升空间有限。规模已经登顶、质量还需跃升，成为我国制造业当前亟需跨过的关口。

大中小协同是我国制造业升级的最佳路径。产业升级靠少数头部企业单兵突进远远不够，它是大中小企业一个都不能掉队的整体工程。对制造业而言，大型头部企业能发挥引领示范作用，目光长远、敢于战略性投入，引领行业发展方向。我国 109 座灯塔工厂占全球近半，多数由头部企业建成，处在全球制造业前沿位置。广大中小企业则能发挥机制灵活、贴近场景等优势，主动开展模式创新、尽早跑出成效。2025 年我国已累计培育专精特新“小巨人”企业 1.76 万家、专精特新中小企业超 14 万家，成为产业创新最活跃的主体。大型企业勇于领跑、中小企业敢于创新、大中小企业协同推进，制造业的升级才能从少数突破走向整体跃迁。

中国制造业升级面临三个核心卡点

卡点 1：硬强软弱，向高端升级面临挑战。我国制造业硬件发展快、能力强，但工业软件、企业软件相对弱，导致制造业向高端、精密制造升级缺乏软件支撑。

硬件之强，主要体现产能规模强。在全球 500 种主要工业产品中，我国有 220 多种产量位居世界第一，新能源汽车、光伏组件、船舶等大宗产品长期占据全球主导份额，无人机、智能眼镜、人形机器人等新型智能设备也快速引领全球市场。

软件之弱，主要弱在两个方面。**一是企业软件弱**。以云化、订阅化为代表的企业级 SaaS，是企业提升管理运营效率的重要工具，但我国渗透率明显偏低。中国信通院《云计算产业发展研究报告 2026》显示，2025 年全球云计算市场中 SaaS 占比为 42%，而中国 SaaS 占比只有 16%。大量企业的管理运营仍依赖传统本地系统、Excel 甚至手工表单，软件对经营决策的支撑有限。**二是工业软件弱**。我国工业软件整体规模偏小，2025 年工业软件产品收入约 3330 亿元，占整体制造业增加值（34.7 万亿元）不到 1%，且越往研发设计的高端走越薄弱，研发设计类软件（CAD、CAE、EDA）国产化率非常有限。我国制造业总体已与德国、日本处于同一梯队，但在工业软件等基础产品上与欧美仍有较大差距。

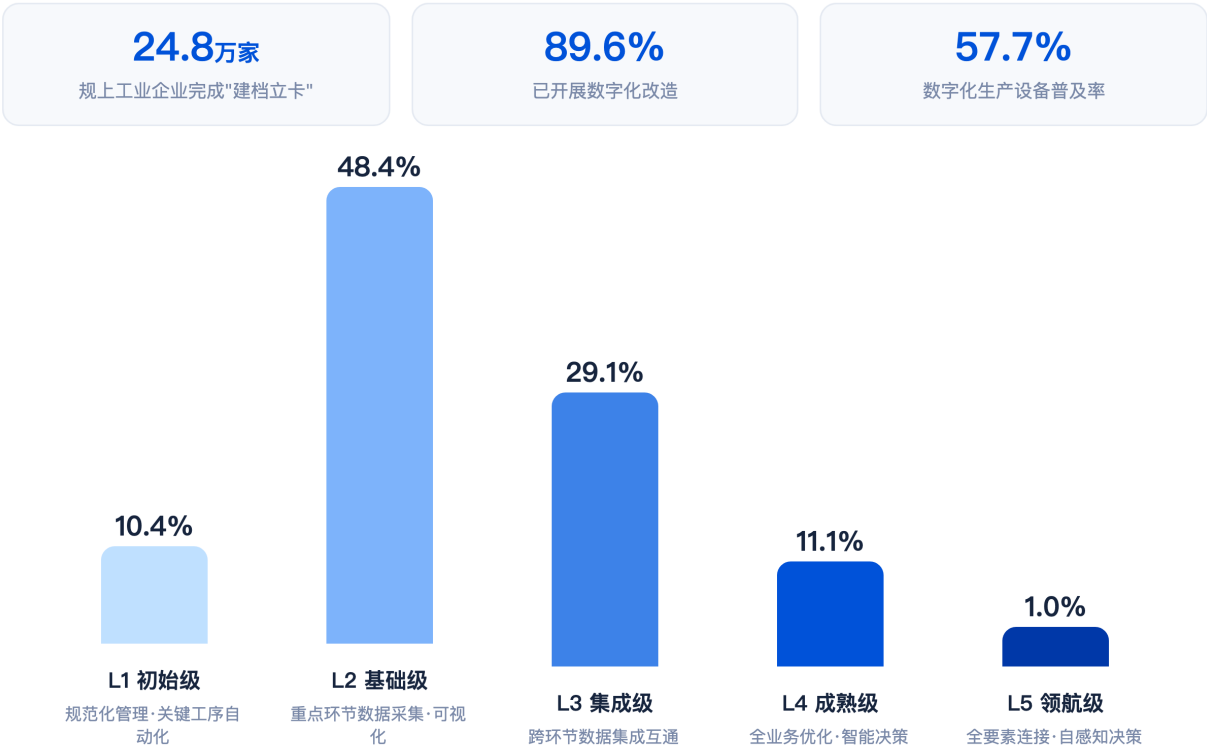
硬件跑得快、软件跟不上，导致我国制造业一方面向高端、精密制造升级时容易被高端工业软件卡住，另一方面广大企业日常经营中本应由软件和数据承担的工作，仍大量依赖人工，效率和质量都较难提升。

卡点 2：系统割裂，数字资源难充分用起来。我国制造业信息系统建设水平参差不齐，大企业普遍面临信息系统割裂、数据孤岛的挑战；而广大中小企业普遍存在信息系统建设不足、数字化水平低的问题，难以充分利用数字资源和技术提质增效。

就大企业而言，核心症结是**系统越上越多却越难连通协同**。中国信通院《制造业数字化转型发展报告（2025 年）》显示，全国规模以上工业企业开展数字化改造的比例已达 89.6%，但有近 59% 处于数字化基础级及以下，大多还处在单业务环节的数据采集应用，尚未开展数字化系统及设备的数据集成互通和网络化管理。

就中小企业而言，短板则在于数字化基础设施薄弱、数字化能力不足。上述报告还反映，尚未开展数字化改造的工业企业主要是中小企业，大量中小企业生产设备难以实现数据采集，调度、质量、物流等核心生产管控业务仍以人工为主，数字化基础薄弱。海量的垂直细分行业缺乏专业化服务机构，无法支持中小企业数字化转型。

全国规上工业企业数字化等级分布情况



关键发现

L1 + L2 合计 58.8%，近六成规上工业企业仍处数字化基础级及以下；L4 + L5 仅 12.1%，高水平智能化应用刚刚起步——制造业数字化转型整体仍处于“由点及面”的普及阶段。

来源：工信部制造业数字化转型综合信息服务平台，截至 2025 年 12 月

卡点 3：经验断层，专业技能人才规模不足。我国制造业面临人口老龄化的长期挑战，年轻劳动力持续减少，老师傅经验又缺乏有效转化为可学习和复用资源的手段，随着越来越多的老师傅退休容易导致经验传承出现断层，影响制造业能力的积累和提升。

一线员工老龄化已是现实，且仍在加深。国家统计局《2025 年农民工监测调查报告》显示，农民工平均年龄 43.3 岁，50 岁以上群体占比 32.0%、五年提升 4.7 个百分点。比老龄化更难解的，是年轻人不愿进厂、留不住人。常州市人社局 2026 年重点产业紧

缺技能人才需求专项调研显示，年轻群体对制造业一线岗位接受度偏低，部分企业校招毕业生三个月内留存率不足 10%。老龄化叠加招不来留不住，多个制造业重点工种的年轻人才补充不足，经验与技艺的代际接续正面临断档。

制造业真正紧缺的，是有经验、能判断的技能人才。福建省为例，《2025 年第三季度职业供求状况分析》数据显示，有技能要求的熟练工求人倍率达 2.09，而无技能要求的一般劳动力仅为 0.90。据中国工业互联网研究院测算，2026 年我国工业互联网产业人才需求量约 213 万人，而同期相关专业毕业生流入这一产业的只有约 86 万人，到 2030 年才增至 110 万人。一边是存量结构上高技能人才偏紧，一边是增量供给长期接不上，技能人才的短缺是长期的结构性约束，短期难以扭转。

缺口难补的一个重要原因，在于**大量关键判断并不写在手册里，大多藏在老师傅的经验中**，比如一张图纸怎么估价、一批呆滞料能不能替代、一次工艺偏差要不要升版等。这些判断如果没有被有效记录和结构化，就会随人员退休一起流失。当经验无法沉淀、只能靠师徒口传，制造业能力的积累就始终受制于少数关键个人，难以稳定复制和持续提升。

这些卡点造成制造业升级天花板日益明显，加大全要素生产率提升难度。制造业需要一种新的能力，既能补上软件与数据的短板、打通割裂的系统，又能把散落在人脑中的经验沉淀为组织可复用的资产。

AI 成为制造业转型升级的新引擎

中国制造发展的机遇、挑战和 AI 的价值

三类挑战

瓶颈已从设备转向决策链

硬强软弱 · 卡脖子

硬件和产能全球第一，软件和数字化能力没跟上

系统割裂 · 数据孤岛

数据散落多系统，人工反复核对

经验断层 · 人才缺口

关键判断依赖老师傅，专业技能人才后继乏力

AI 的价值

从单点提效走向全局协同

补短板

连接现有系统与散落数据，减少人工搬运和反复核对

筑长板

把老师傅经验沉淀为规则，让关键判断可复用、可核验

促全局

从岗位提效走向跨环节协同，让决策在受控边界内运行

制造业不缺设备，缺的是把数据与经验变成可运行决策的能力

AI 对制造业的首要作用是补软件和数字化短板。 AI 智能体可以通过对接割裂的制造企业系统，把散落各系统的数据汇聚处理，还能通过 AI coding 方式生成个性化的软件工具，从而降低制造企业数字化门槛、提升数字化处理水平和效率。特别在数据整理、跨系统对齐、流程自动化这些偏应用和运营的地方，AI 能够以较低成本快速见效。更关键的是，AI 智能体不止能读数据、给建议，还能接入 ERP、MES 等系统，执行改单、推送、回填等任务。制造业大量核心系统陈旧、缺乏标准接口，智能体能否打通它们，直接决定了它是一个只会提建议的顾问，还是一个能进系统办成事的员工。德勤《AI in Manufacturing 2026》显示，84% 的受访制造企业表示已从 AI 应用中获得可衡量的价值，而应用最集中的正是质量（62%）、生产（57%）、物流与供应链（49%）这些数据密集、规则明确的环节，凸显 AI 在补软件、连数据、通系统方面的作用。

AI 还能支持制造业持续积累和筑强经验长板。 AI 能够把制造的行业知识与实践经验转变为智能体和技能，从而持续沉淀可复用、可验证、可传承的数字能力，特别是老师傅的经验。制造业中大量关键判断都属于这类经验，需要言传身教，一旦老师傅退休就带走了一整套隐性方法论。如今借助 AI，这些判断可以被记录、结构化并沉淀为可复用的数字能力，成为企业可以反复调用、不断打磨的组织资产。这一路径在国内正在从设想走向规模化行动。上海市于 2026 年推动组织首批十余家企业共建“工业老师傅”经验数据集，围绕焊接缺陷判定、设备诊断、操作工动作时序等场景，把一线老师傅的隐性经验转化为可标注、可训练的数据。落地成效初步显现，上海某铸锻公司把老炉长的判断经验转化给 AI 后，生产异常追溯效率较过去提升至少 60%。

AI 的充分应用有望支持制造业全局升级。 当 AI 智能体应用覆盖制造业各场景和环节，AI 的提质增效作用将从单点扩展到全局、从一次改善到持续复利，从而支持制造业模式升级和全要素生产率提升。麦肯锡《2025 年全球 AI 现状调研》显示，在已常态应用 AI 的制造业务单元中，56% 的受访者表示过去一年因 AI 出现成本下降，比例与软件工程并列各职能首位。标杆企业的成效比较突出，世界经济论坛发布的全球灯塔工厂案例中，招商局重工海门基地部署 AI 驱动排产、数字孪生装配、准时制物流等方案后，吞吐量提升至原先的 2.6 倍、船坞周期缩短 52%；同批入选的某大型冷藏箱制造基地落地 50 余项数字化与 AI 应用，制造交付周期缩短 32%、产品缺陷率下降 47%。我国政策力度也在加大，2026 年工业和信息化部等八部门联合印发《“人工智能 + 制造”专项行动实施意见》，明确提出到 2027 年落地千个高水平工业智能体、五百个标杆应用场景等量化目标，推动“人工智能 + 制造”从试点示范走向全面铺开。

从补短板、筑长板到促全局，AI 真正在制造业落地并可靠、可复制地运行，依靠的不仅是应用工具，更需要一套成体系的方法与工程。

PART2

跃迁

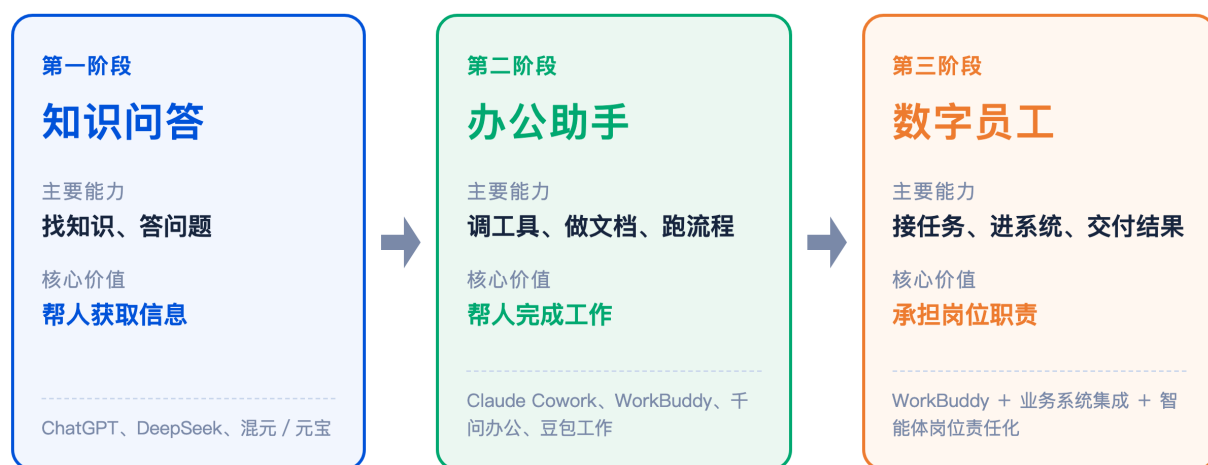
制造业智能体工程方法



智能体的三阶段跃迁： 从能对话、能干活到能上岗

AI 智能体技术与产业应用正经历一轮清晰的演进，从知识问答、办公助手向数字员工方向发展。智能体的能力随之从能对话、能干活到能上岗不断扩展，为企业提供的价值也从辅助工具向劳动力方向扩展。三个阶段不只是产品升级，更意味着智能体能力和责任边界逐步扩大。

智能体的三阶段跃迁



能力进阶: 能对话 → 能干活 → 能上岗 | 价值进阶: 辅助工具 → 劳动力

阶段一：知识问答，AI 听得懂、答得上。 AI 以大语言模型为核心，主要解决“问与答”的任务，用户提出问题，AI 基于训练知识和检索到的资料给出回答。代表像国内外的通用大模型和对话型产品，如早期 OpenAI 的 ChatGPT、Anthropic 的 Claude，以及国内的 DeepSeek、腾讯混元和元宝、通义千问等。在制造业里，知识问答的典型价值是把厚厚的标准规范、工艺手册、设备说明书、历史案例变成“可对话的知识库”，一线员工不必再翻几百页文档，一句话就能问到某个牌号材料的热处理参数、某类设

备报警代码的处理方法。它带来的是知识查得快，但还只是提供信息、不直接干活，对错也要靠人判断。

阶段二：办公助手，AI 帮着做、提效率。 AI 从“回答问题”进阶到“协助完成任务”，能够帮人写邮件、整理文档、做数据分析、生成报表、辅助写代码等。海外的 Claude Cework、ChatGPT Work，国内的 WorkBuddy、千问办公、豆包工作，以及各类 AI 编程助手，都是这类代表产品。在制造业里，办公助手可以帮工程师快速起草一份工艺变更说明、帮采购整理一批供应商报价的对比表、帮销售把一堆零散询价资料汇总成结构化清单。它已经能实实在在地替人分担事务性工作、提升个人效率，但主要还是围绕个人、通用办公任务，尚未深度接入企业的核心业务系统。

阶段三：数字员工，AI 能上岗、担责任。 AI 从辅助个人，进阶为像一名员工那样，在明确的岗位职责和规则下，端到端地承担一项完整工作，能够自主接入业务系统、按规则执行多步任务、并对结果负责。这正是当前全球 AI 智能体发展的前沿方向，是 AI 从个人提效上升到组织提效的转折点。在制造业里，数字员工意味着 AI 能够真正接入 ERP、MES 等系统，独立完成排产工单调整、齐套缺料核查、图纸询价报价等岗位任务，并留下可追溯的执行记录。数字员工的实现不止靠模型和产品能力提升，还有三个前提。一是业务系统能够连接，AI 进得去也做得了操作；二是岗位规则足够明确，AI 知道什么能做什么不能做；三是结果可评价，做得对不对有明确标准可以验收。

对制造业而言，**智能体当前正处在从办公助手走向数字员工的关键跃迁期。**能干活是当前重点，大量岗位场景已经可以用 AI 显著提效；能上岗是未来趋势，让 AI 稳定、可靠、可追责地独立承担岗位工作，还需要一套方法和基础设施来支撑。而这套支撑的起点，是企业要有一个能创造、能管理智能体的基座。

企业 AI 工作台： 支持智能体真正进入组织工作的重要基座

AI 工作台正在成为企业打造智能体的关键基础设施。 就像操作系统之于软件、云平台之于互联网应用，智能体要真正进入组织、承担工作，同样需要一个统一的底座来创造、运行和管理。基于 AI 工作台，企业不仅能够创造各式各样的智能体，还能够对智能体进行有效的运营管理。零散地在各个部门试用几个 AI 工具，和有一个统一工作台把智能体管起来，是两件不同的事，后者才是智能体规模化进入组织的前提。

企业 AI 工作台的核心作用是支持两大类智能体。 一是员工能够灵活创造个人智能体，帮写邮件、查资料、做分析、写报告、敲代码等，提升个人效率；二是组织也能够打造各种服务智能体，对接企业各类规则、数据和系统，为员工提供组织层面的公共服务，提升组织效率。个人智能体解决的是个人自己的活干得更快，服务智能体解决的是全公司共用的资源和能力固化下来共享。在制造业里，一名工艺工程师用个人智能体快速整理试验数据、生成变更报告，属于前者；一个对接了 ERP 和 MES、供全厂 PMC 共用的排产智能体，属于后者。个人智能体和服务智能体结合起来，就能组成企业智能体应用的完整架构，真正实现企业整体效率提升。

办公助手成为 AI 工作台当前最佳的切入口。 办公是所有企业和岗位的最大公约数，写文档、做表格、查资料、发通知这类工作各行各业天天都在做，切入门槛低、见效快、风险小，是智能体进入组织最自然的入口。以腾讯的企业级 AI 工作台 WorkBuddy 为例，它既支持员工灵活创造个人智能体处理日常办公，也能支持企业沉淀组织级的数字员工和智能体资产。其技能市场已收录数万款可复用技能，覆盖文档办公、数据处理、浏览器自动化、云运维等场景；连接器基于 MCP 开放协议，能够对接 OA、CRM、项目管理系统等企业现有系统，让智能体不必替换原有系统就能嵌入 workflow。这些能力从办公场景起步，同时为后续接入业务系统、承担岗位任务打下了基础。

数字员工是 AI 工作台未来重要的潜力所在。当工作台不仅能创造办公助手，还能让智能体 7×24 小时在云端常驻运行、连接企业业务系统和专属技能、按岗位规则承担完整任务并对结果负责，办公助手就可以升级成数字员工。它把过去分散在员工个人手里的碎片化经验，沉淀为可复用、可分发、可迭代的组织 AI 资产，让企业从某个人会用 AI，走向整个组织都有 AI 员工在岗。从办公助手切入、向数字员工进阶，正是企业用好 AI 工作台的清晰路径。而要让数字员工真正跑起来、跑得准，还需要一套把场景做通、把能力沉淀下来的工程方法。

典型产品案例：WorkBuddy 企业版



WorkBuddy 是腾讯云推出的企业级桌面 AI 智能体工作台，以**专家、助理、团队、资料库四项能力为底座**，把个人提效的超级个体升级为组织级生产力的超级团队。在数字员工层面，它把系统工具、专家经验、技能与企业知识装配为可 7×24 小时常驻运行的云端智能体，让专家经验被更多人复用、交付质量稳定、过程结果可控可追溯，正是本章所说从办公助手走向数字员工的具体路径。

作为企业版，WorkBuddy 提供 **SaaS、专有云与私有化** 三种部署形态，企业可按数据合规要求选择隔离边界；通过统一管理后台对模型、技能、专家、连接器集中管控，并以文件读写范围、可执行命令、网络访问等策略约束智能体能做什么。这让智能体在规模化进入组织时，既能被创造和分发，也能被管得住、看得清。

要把装配好的数字员工投入运行，核心需要一套云端托管底座，WorkBuddy Managed Agents（简称 WMA）承担的就是这个角色。它在云端沙箱托管智能体，胜任长程任务与自动触发，空闲自动休眠、毫秒级恢复以省成本，敏感数据始终驻留云端、不落本地。前文所说的管得住、看得清，在 WMA 这里落地为具体能力，它给每个智能体配上从上线到运营的全流程治理，含统一身份、独立环境、全链路追踪与效果评测，建立确定性运行边界与可量化质量基线，让企业免建底座即得稳定安全的运行能力。

腾讯智能体工程经验范式： 场景 + 实证 + 复利

有了工作台这个基座，还要有一套方法把智能体从能跑通做到可复制。腾讯在自身实践和服务企业的过程中，形成一套三层实施范式，即场景工程、实证工程、复利工程。从智能体实现方式角度，依据从能跑通到可复制的思路，从筛选场景、实例验证到能力沉淀，实现智能体技能和资源包能复用形成复利效应。这三层是一条递进的路径，先找对场景，再验证跑通，最后固化成可反复调用的资产。

场景工程，筛选定位出有真实价值和可行性的智能体应用场景。 不是所有环节都适合上智能体，选错场景，投入再大也难见效。场景工程要回答的是选哪里下手，标准有两条，一是有真实价值，这件事确实费时、费力、易出错，做好了能带来明确收益；二是有可行性，规则相对明确、数据拿得到、结果能验证，AI 做得了也做得对。价值高、可行性强的场景，才是智能体最该优先落地的地方。

实证工程，打造智能体原型并用真实任务和数据验证准确性和稳定性。 场景选定后，不能停留在设想和演示，而要拿真实的任务、真实的数据把智能体跑一遍，看它到底做得准不准、稳不稳。实证工程的关键是用真实业务检验，而不是用挑好的漂亮样例自证。只有在真实任务流程和真实数据上反复验证、反复打磨，把准确性和稳定性做扎实，智能体才敢真正上岗。

复利工程，将智能体及输入输出资源打包成可共享复用的资产。 一个智能体在一个岗位跑通了，价值还只是一次性的。复利工程要做的是把跑通的能力沉淀下来，将智能体的技能、规则、模板、样例连同它依赖和产出的资源一起打包，变成可以复制、分发、被别人和别的场景直接调用的资产。这样一次投入就能反复受益、越用越顺，还能被上下游任务复用，让智能体的价值随使用不断累积、形成复利。

智能体三层工程范式与 PMC 排产实例

■ 工程范式 · 场景 → 实证 → 复利，逐一补齐数字员工的三个前提



■ PMC 排产智能体 · 五步工作流 实证工程展开



智能体工程实例：PMC（生产与物料控制）- 排产与插单调整

场景工程

1) 现状痛点：生产的排产与插单调整费时费力，容易出错影响现场实施效率。 PMC 拿到方案后，需要登入 ERP 系统逐张改工单，还需要手写通知装配、喷涂、包装、采购、仓库等多个部门，不同部门通知内容口径不同，中间容易出现漏项、改错、通知不到位等问题，还可能通知完没时间改工单，导致现场按老工单干活出错。PMC 最需要的，是能快速、准确、一致地把方案落到工单和现场。这个场景费时、费力、易出错，价值明确；同时排产调整有相对清晰的规则、数据来自 ERP 等系统、结果对不对可核对，可行性也强，正是场景工程要优先选中的地方。

2) 解决思路：PMC 一句话提需求，AI 就能自动完成工单、通知、审计全套动作。

PMC 将接单评审和交期平衡的方案建议发给 AI，发一句“按某方案建议来”，AI 就能按规则接入系统、填写工单并调整优先级，还能分部门生成不同要求的通知稿并一键推送。同时 AI 执行的每一步都会留下审计踪迹（audit trail），使得任务执行步骤可以回退、复原，保障方案执行的准确性。

3) 预期效果：节约 PMC 人工投入，提升排产工单响应的速度和执行准确性。

实证工程

1) workflow 设计：基于 PMC 排产场景需求，WorkBuddy workflow 从“按建议来”到“现场执行”设计成 5 个关键步骤，包括拿到方案、一句触发、工单调整、生成通知稿、分部门推送。除了第一步需要 PMC 审核和认可方案，其他步骤都可以实现智能体自动执行。这一设计守住了一条边界，方案是否可行由人拍板，机械、重复的执行动作交给 AI。

2) 演示版开发：将 workflow 思路、输入输出要求和相关素材发送给 WorkBuddy，由其处理并生成 skill 等相应的文件。过程中 WorkBuddy 将读取订单清单、工单清单、齐套报表、产能负荷表等素材资料，对多源数据进行识别、校验和对齐，生成判定和处理规则，并产出排产调整表与通知稿模板。可借助 WorkBuddy 连接器打通与企业内部 IM 的连接，实现通知的自动发送。提供多个测试样例，通过与 WorkBuddy 持续对话，不断优化任务执行过程和结果，直至完整、准确、稳定地跑通整个 workflow。

3) 成效验证：收集行业调研和企业实践等数据，估算该任务过去的传统耗时；用智能体跑企业真实任务流程和数据，测算任务实际耗时的平均值。以排产插单为例估算，借助排产智能体，PMC 的人工投入能从 3 至 4 小时降低到 0.5 小时，急单端到端响应周期能从数小时缩减到 15 分钟，且实现通知同步发送和状态可视。这些数据并非来自挑选出的理想样例，都取自真实任务和数据跑出的平均结果，这正是实证工程和演示效果的根本区别。

复利工程

- 1) **Skill 打包：**将 PMC 排产智能体的技能、规则、输出模板、测试样例打包压缩，便于复制、分发和调用。
- 2) **素材参考：**将订单清单、工单清单、齐套报表、产能负荷表统一标准，便于本任务和上下游任务的数据对齐与共用。
- 3) **提示词卡片：**整理出最佳的提示词模板，便于共享和复用。例如因为什么原因、哪个排产工单优先级需要如何调整、调整后需要做哪些记录、通知和执行动作。
- 4) **输出参考：**固化预期输出的文件模板，实现任务成果的准确性和稳定性。例如排产调整表，包含调整对象、关联工单、优先级调整记录、推送通知稿模板、通知覆盖范围和发送状态等主要信息。
- 5) **上下游智能体联动：**设计本智能体与上下游任务智能体的联动机制，让智能体能协同完成整体工作。PMC 排产智能体上游有两个智能体可联动协作，一是订单接单评审，做可行性分析；二是交期平衡，多单冲突时做三色灯评估取舍。这两个环节的工作有确定结果，才可提供输入启动排产智能体执行工单调整。该智能体的下游是分部门通知，在 WorkBuddy 联通企业内部 IM 的前提下，可以将通知按工序自动分发相关部门。这样一来，单个智能体就从一个孤立工具，变成上下游协同中接力运转的一环。

回过头看，办公助手要锻造成能上岗的数字员工，前面提到需要**业务系统能连接、岗位规则够明确、结果可评价三个前提**，而这三层工程正是把前提逐一补齐的施工方法。场景工程先解决规则问题，它专挑规则相对清晰的岗位任务下手，让 AI 一开始就站在做得对的地方；实证工程一手连接、一手评价，用连接器真正接进 ERP 和企业 IM 把活干出来，再用真实任务和数据把准确性和成效验证做实；复利工程则让这份成果不止一次，把规则、模板和经验沉淀为可复用资产，使岗位标准不再锁在某个人脑子里。

三层走完，一个能连系统、守规则、可验收的数字员工就可以真正立起来了。

整体而言，智能体工程把任务做成了一套有规则、有护栏、可验收、越用越准的组织能力，远不止让 AI 帮人做得快一点。这套方法能不能真正立得住，最终要靠一个个具体场景的落地来检验。下一章，我们就走进制造业的真实岗位，看这套方法在实际应用中能跑出什么样的成效。

PART3

应用

推进智能体应用从任务、岗位到
组织的累积进阶



任务、岗位、组织三级智能体应用构建方法

智能体的应用像搭积木一样由小及大逐级累积，逐步完善成体系。从智能体能力范围角度，依据由小及大、由局部到整体的原则，制造业智能体的落地可以分为任务级、岗位级、组织级三级进阶。首先从有真实痛点和需求的任务级场景入手打造智能体，然后逐步积累任务级智能体，按工作流程串联，用标准化的输入输出实现智能体上下游的无缝对接，最终实现任务级智能体串联组成岗位级智能体、岗位级智能体串联组成组织级智能体的动态累积式进化。这条路径的好处是每一步都有真实价值、每一步都为下一步打底，不必等一套庞大系统建成才见效。

智能体应用构建的三个层级

由小及大 · 逐级累积 · 动态进化



任务级智能体，把一件具体的事做通做准。 任务级智能体面向的是一个边界清晰、目标明确的具体任务，比如核对一次 BOM 换版、做一次齐套缺料预警、完成一次图纸询价报价。它的特点是切口小、规则相对明确、成效看得见，是智能体落地最自然的起点。任务级智能体的价值在于以最小的投入换来最直接的提效，同时把这件事的规则和经

验沉淀下来，为后续串联打下基础。制造业里大量费时、费力、易出错的具体任务，都是任务级智能体可以优先切入的地方。

岗位级智能体，把一个岗位的多项任务串起来。 岗位级智能体面向的是一个完整岗位的职责，它由多个任务级智能体按这个岗位的工作流程串联而成。以产品工程师为例，工程基线核对、开工条件核查、工程变更管理、版本一致性巡检等多项任务的智能体协同起来，就构成了一个能覆盖该岗位主要工作的岗位级智能体。岗位级智能体的价值在于，它从帮一件事提效，升级为让一个岗位的整体产出更快、更稳、更一致，也让岗位标准不再依赖某个资深员工的个人经验。

组织级智能体，把多个岗位的协同连成一张网。 组织级智能体面向的是跨岗位、跨部门的整体运转，它由多个岗位级智能体按业务流程进一步串联而成，让订单、生产、采购、质量、财务等环节的智能体能够彼此传递信息、接力协作。当排产岗位的智能体、采购岗位的智能体、销售岗位的智能体各自跑通，再按真实业务流程对接起来，一张自动流转的组织级协同网络就开始成形。组织级智能体的价值在于，它把散落在各岗位的效率提升汇聚成组织整体的运转能力，这也正是数字员工从个人提效走向组织提效的最终形态。

这三级并非三种彼此独立的产品，它们同属一条累积路径上的三个阶段。**任务级砖、岗位级墙、组织是楼**，一砖一墙垒上去，智能体的价值就从一个个具体任务，累积成整个组织的能力。

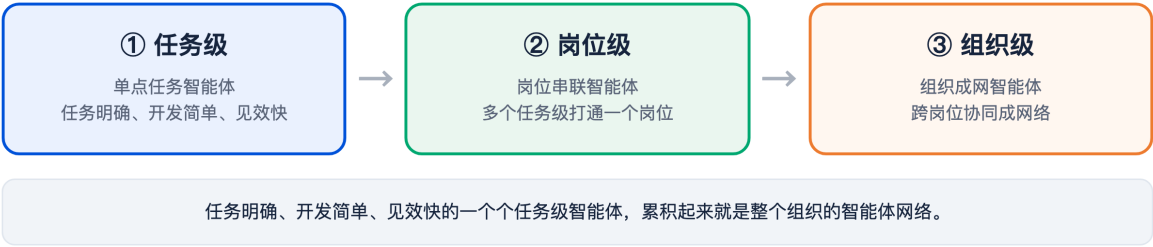
制造业智能体全景图及典型岗位实例

目前对大部分制造企业而言，任务级智能体是最佳的切入口，因为任务明确、开发应用简单、见效快。随着任务级智能体不断增加，未来制造企业能够逐步累积、构建出完善的岗位级智能体乃至组织级智能体网络及全景地图。

制造业智能体应用演进全景地图

覆盖研发到职能七大领域 · ● 蓝点岗位：下文展开智能体工程实例（图9—图15）

领域	典型岗位	代表场景	智能体承担的核心任务
研发	● 产品工程师 (PE)	BOM核查、工程变更、开工核查、版本巡检	基线核对、影响评估、风险分级、版本校验
生产	生产计划 (PMC)	接单评审、交期平衡、排产插单、偏差追踪、呆滞复盘	重排计划、协调资源、追踪偏差、暴露风险
	● 工艺工程师 (PROC)	SOP生成与校验	生成作业依据、校验步骤冲突、核对一致性
	品质工程师 (QE)	质量异常、交付风险	履历还原、异常归因、风险提示
供应	● 采购员	齐套缺料预警、来料跟催	判断影响、识别优先级、推动履约
销售	● 销售员	图纸报价、订单转化、合同审查	解析需求、核算成本、识别风险
服务	● 服务工程师 (SE)	故障远程诊断、维修方案生成、服务工单分派、备件调拨建议	解析故障、定位根因、生成步骤、匹配备件、建议派单
管理	● 管理层	经营复盘、异常升级归口	对齐数据、识别矛盾、下钻归因
职能	● 财务	对账与开票核对、利润风险提示	差异归因、责任判定、凭证索引、毛利提示



服务、管理、职能七个典型岗位，每个岗位都有若干可以打造智能体的典型场景，各挑一个有代表性的实例展开，看智能体在真实岗位任务上如何解决痛点、跑出成效。

01 研发

产品工程师（PE）

产品工程师岗位的典型任务场景包括工程基线核对、开工条件核查、工程变更管理、版本一致性巡检等。

智能体工程实例：工程基线核对

产品工程师 - BOM 导入基线核对智能体工程实例

① 提示词 PE 只说清业务事实

把几份 BOM 与 ERP 受控基线对照，差异按 新增 / 修改 / 删除 分组列出；
拿不准的单独标注、不替你猜，最后产出标准报告 Excel。

② 输入文件 3 种格式混着拖，来源互不一致

XLS 基线 + 新版

PDF 新版

DOC 研发邮件说明

③ Skill 与处理流程 导入 Skill 后六步自动执行，不需交代步骤



④ 输出文件 差异分组 + 可疑标注，与实践一致

XLS 场景①_预期输出.xlsx

标准报告格式

⑤ 预期成效 传统耗时为公开行业调研口径，Agent 耗时按 Demo 流程推算

人工投入（一次换版）
3—5 h
→ ≈ 0.5 h

端到端周期
1—2 天
→ 当天出清单

异常行拦截
靠眼力，易漏
→ 2 冲突 + 4 可疑全标出

现状痛点：物料清单（BOM）换版了，面临资料五花八门、物料一物多码等问题，没上 PLM 的企业只能靠手工核对，效率低还易出错。产品工程师需要在多个版本、多种格式的清单之间逐项比对，既要找出改了什么，又要判断这些改动会牵连到哪些环节、带来多大风险，稍有疏漏就可能把错误带到采购和生产。

解决方案：用 WorkBuddy 打造 BOM 导入和基线核对智能体，通过多格式解析、脏数据体检、信息对齐与匹配、差异提取与分类、影响面评估、澄清与留痕，能够有效解决资料格式多样、一物多码问题，快速找出新旧 BOM 的版本差异并评估量化错误风险，**一次对话可输出差异清单、脏数据体检报告、影响面和待确认事项。**智能体把该查的全查一遍，把拿不准的如实提出来，最终判断留给工程师，从而提升基线核对的效率和质量。

预期成效：产品工程师一次 BOM 换版的人工投入，从 3 至 5 小时减少到 0.5 小时。整个流程端到端周期过去需要 1 至 2 天，现在依靠智能体可以实现当天出清单。



智能体的价值不只材料导入得快，更在于能把雷快速找出来，并且算清每颗雷会造成多少钱的损失。



02 生产 工艺工程师

工艺工程师岗位的典型场景包括 SOP 生成与校验、工艺变更、异常工艺归因等。

智能体工程实例：SOP 生成与校验

工艺工程师 - SOP 生成与校验智能体工程实例

① 输入文件 图纸与工艺路线卡已更新，现场 SOP 却可能长期未同步

SOP 现行作业指导书 现场在用	DOC 工艺路线卡 工艺部门
DWG 图纸技术要求 最新版本	XLS 历史异常与客诉记录 返修 / 客诉

② 智能体·校验与定级 同一链路比对，偏差关联历史异常

SOP 五查校验 Skill v1.0.0 · 校验升版贯通

依据版本

关键参数

作业要求

检验频次

异常处理

偏差关联历史异常记录

依据变更范围判断升版等级

一般
局部参数与表述同步

重要
作业要求与检验频次变更

重大
工艺路线与安全项调整

工艺判断、变更范围与现场执行要求，仍由工艺工程师确认

③ 输出文件 智能体整理问题、补齐证据，工程师做最终审核与签发

DOC SOP 升版材料 含偏差证据链	XLS 升版影响清单 按等级与环节展开
----------------------------	----------------------------

④ 预期成效 传统耗时为公开行业调研口径，Agent 耗时按 Demo 流程推算

人工投入（一次校验与升版） 2-3 天 → ≈ 1 小时	文件更新周期 滞后数月未同步 → 当天完成升版送审	升版依据 人工逐项比对 → 偏差关联历史异常
------------------------------------	---------------------------------	------------------------------

现状痛点： 图纸和工艺路线卡已经更新，现场作业指导书却可能长期未同步，导致工艺参数、检验要求和异常处理方式与实际要求不一致。工艺工程师不仅要核对多部门文件，还要判断相关偏差是否已经引发过返修或客诉，传统方式依赖人工逐项比对，周期长且难以形成完整的升版依据。

解决方案： 用 WorkBuddy 打造 SOP 生成与校验智能体，将现行作业指导书、工艺路线卡、图纸技术要求和历史异常记录放在同一校验链路中，检查依据版本、关键参数、作业要求、检验频次和异常处理等内容，进一步将发现的偏差与历史异常记录进行关联，并依据变更范围判断升版等级。**智能体负责整理问题、补齐证据、生成升版材料和影响清单**，工艺工程师重点确认工艺判断、变更范围及现场执行要求，完成最终审核和签发。

预期成效： 工艺工程师一次 SOP 校验与升版的人工投入，从 2 至 3 天减少到约 1 小时。原本可能持续滞后数月的文件更新，现在依靠智能体可以在当天完成升版送审。

智能体的价值不只帮你写出 SOP，更在于能把几份文件摆在一起挑出对不上的地方，并且指出哪几处出过事。

03 供应 采购员

采购员岗位的典型场景包括齐料与缺料预警、来料跟催、替代料判断等。

智能体工程实例：齐料与缺料预警

采购员 - 齐料与缺料预警智能体工程实例

① 输入数据 MRP 能算出缺口，但算不出哪些库存真正可用

MRP 运算结果

库存台账

工序需料日

替代料 · 呆滞料

客户约束条件

② 智能体 · 判定与分流 分清真缺口与伪缺口，是这一步的全部价值

● 齐料缺料预警 Skill

v1.0.0 · 真伪分流

可用库存重算

工序需料日判断

替代料校验

呆滞料反查

—— 分流：伪缺口 vs 真缺口 ——

● 可化解的伪缺口

库存本就可用 · 工序尚未需料 · 替代料可代 · 呆滞料可反查

不必为它支付紧急采购溢价

● 真正影响开工的缺料

六条化解路径 · 比可行性 / 成本 / 风险 / 前置条件

替代料

呆滞料

紧急采购

调整交期

拆单

供应商协同

③ 输出结论 按工单输出，每条都明确责任人与完成时点

可按计划开工

缺口已化解或本不存在

有条件开工

按选定路径执行后可满足

需升级决策

商务责任仍由采购员承担

④ 预期成效 传统耗时为公开行业调研口径，Agent 耗时按 Demo 流程推算

人工投入（一次齐套核查）

0.5—1 天

→ ≈ 1 小时

缺料发现时点

开工时才暴露

→ 提前约 2 天识别

缺口性质判断

真假不分，一律加急

→ 分清并给出化解路径

现状痛点：物料需求计划（MRP）能够算出物料缺口，但无法判断库存中哪些真正可用，也无法结合工序需料时间、替代料条件、呆滞料实测值和客户约束判断缺口如何化解。采购员需要反复联系 PMC、工艺、仓库、质量和供应商，容易把伪缺口当成真缺口支付溢价。

解决方案：用 WorkBuddy 打造齐套与缺料预警智能体，通过可用库存重算、工序需料日判断、替代料校验、呆滞料反查和六条化解路径分析，**区分真正影响开工的缺料与可以化解的伪缺口**。对无法直接消除的缺口，智能体进一步比较替代料、呆滞料、紧急采购、调整交期和拆单等方案的可行性、成本、风险与前置条件，按工单输出可按计划开工、有条件开工和需升级决策三类结论，并**明确责任人和完成时点**。MRP 负责确定性计算，最终采购决策和商务责任仍由采购员承担。

预期成效：采购员一次齐套核查的人工投入，从 0.5 至 1 天减少到约 1 小时。原本往往到开工时才发现的缺料，现在依靠智能体可以提前约 2 天识别。

智能体的价值不只更快报出缺多少料，更在于分清哪些是真缺口、哪些有办法化解。

04 销售

销售员

销售员岗位的典型场景包括图纸询价智能报价、客户单据转系统订单、客户异常升级、合同条款确认、出货状态同步等。

智能体工程实例：图纸询价智能报价

销售员 - 图纸询价智能报价智能体工程实例

① 输入资料 报价慢的根子不在算得慢，而在算之前要花大半天把数据凑齐



② 智能体·计价链路与回写闭环 不只报出一个价格，更把模糊要求变成有金额边界的报价条件



③ 输出文件 一次对话即可输出，销售据此与客户谈条件



④ 预期成效 传统耗时为公开行业调研口径，Agent 耗时按 Demo 流程推算



现状痛点：客户发来图纸询价，销售需要协调技术、采购和工艺等，会看图估价的人少，一忙就压单。数据资料散在各人电脑和老师傅脑子里，谁来算、什么时候算完都不一定。报价容易慢和不准，根子不在算得慢，而在算之前要花大半天把数据凑齐。

解决方案：用 WorkBuddy 打造图纸询价智能报价智能体，通过询价资料解析、图纸参数提取、历史相似件与实际成本比对、材料和工序成本核算，解决邮件、图纸和 Excel 资料分散、图纸信息不完整、报价依赖个人经验等问题，**快速形成有依据的报价结果**。对图纸缺项，智能体可按明确口径先行测算，并标出不同口径带来的价格差异。销售员一次对话就可输出成本明细、报价建议、风险提示和待确认事项，提升图纸询价的报价效率和准确性。订单完成后再将实际成本回填历史报价库，让报价规则逐单变准。

预期成效：销售一次图纸询价的人工投入可由 6 至 10 小时减少到约 0.5 小时，端到端报价周期由 1 至 3 天缩短至当天回价。

智能体的价值不只更快算出一个价格，更在于把图纸里的模糊要求变成有金额边界的报价条件，让销售报价有空间且不易吃亏。

05 服务

服务工程师

服务工程师岗位的典型场景包括报修受理与派工决策、故障远程诊断、维修方案生成、备件调拨建议等。

智能体工程实例：报修受理与派工决策

服务工程师 - 报修受理与派工决策智能体工程实例

① 输入 客服听得进的只有一句人话，缺的靠四份台账补齐



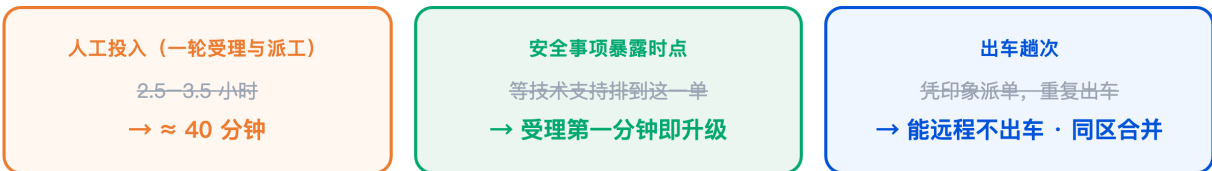
② 智能体·三道闸门并行 台账对齐后并行过闸，出发前已知该带什么件



③ 输出 排序依据台账里的事实，不是印象



④ 预期成效 传统耗时为公开行业调研口径，Agent 耗时按 Demo 流程推算



现状痛点： 客服接电话时往往只听得进一句“报警了、停机了”，记一行字就转给技术支持；技术支持需要翻手册、问老师傅；服务主管凭印象排顺序、凭印象派人；工程师到了现场才发现缺件等等。整条链路是串行加口头传递，排序按报修时间先来后到，结果是报修单排队积压、单张工单的解决周期被拉长，无效出车和二次上门又推高了服务成本。“真正拖慢恢复的，不是拧螺栓的时间，是出发之前那几轮信息确认。”

解决方案： 用 WorkBuddy 打造报修受理与派工智能体，通过报修信息结构化补全、台账对齐、安全红线前置、远程可解判定和备件预配核验，把客服听到的一句人话补成能直接派工的单子。先把客户原话对上具体某一台设备，自动对齐设备档案、保修状态、历史工单和备件库存四份台账，缺什么就列成追问清单交给客服补问，过保与否、费用口径这类过去要修完开单才谈得清的事，在受理环节就先定下来。

接着，智能体核心做三件事。**一是安全红线前置**，识别到风险情形即输出合理的指令。**二是远程可解判定**，翻设备的历史工单看同类现象上次如何处置，优先远程处理。**三是备件预配**，按故障族与历史更换记录推出候选件并核对本地仓库存，缺货的给出方案。

最后智能体输出四色处置建议、所需技能等级、符合条件的工程师范围和派工排序，排序依据的是台账里的事实，有效降低风险升级概率。智能体不做故障最终诊断，时间与费用的承诺仍由服务主管确认后发出。

预期成效： 服务工程师完成一轮报修受理与派工的人工投入，从 2.5 至 3.5 小时减少到约 40 分钟。安全事项的暴露时点也大幅提前，受理环节的第一分钟就被拦下并升级。出车趟次也能显著减少，能远程解决的不再出车。

智能体的价值不只替工程师判断设备哪里坏了，更在于让他出门前就知道这一趟该不该去、该带什么件，以及有什么合适的维修方案。

06 管理

管理层

管理层岗位的典型场景包括经营复盘、异常分级与升级归口、关键订单护航等。

智能体工程实例：经营复盘

管理层 - 经营复盘智能体工程实例

① 输入 等各部门把数报上来再人工拉表对账，看到问题时已是事后

销售数据

生产数据

采购数据

财务数据

各部门报上来的口径、单位、时间范围经常不一致 —— 这是复盘最大的隐性成本

② 智能体·三层下钻 不止算得出变化，还要追得到能签字、能行动的那一层

● 经营复盘 Skill

v1.0.0 · 追因贯通

指标层 口径归一 → 指标计算 → 异常识别

环节层 关联不同数据 · 找出彼此矛盾的地方

一个指标异常，直接定位到是哪个环节出的问题，而不是层层往下问

单据层 追到能签字的具体经营任务

③ 输出 管理层把精力从整理数据转移到判断决策上

异常清单

追因线索

经营判断与决策部署依据

④ 预期成效 传统耗时为公开行业调研口径，Agent 耗时按 Demo 流程推算

人工投入（一次经营复盘）

2—3 人天（16—24 h）

→ 0.5 小时

复盘节奏

月底集中赶工拉表对账

→ 结账当天出分析结论

追因深度

看得见结果，说不清原因

→ 追到能签字的经营任务

现状痛点： 管理层做经营复盘，往往要等财务、生产、销售各口径的数据在月底汇总上来，人工拉表、对数、找差异，等看到问题时已是事后。更麻烦的是，各部门报上来的数据口径、单位、时间范围经常不一致，一个指标异常了，要追是哪个环节、哪张单出的问题，还得层层往下问，复盘周期长、追困难，往往看得见结果、说不清原因。

解决方案： 用 WorkBuddy 打造经营复盘智能体，把销售、生产、采购、财务等多源经营数据放在同一处理链路中，自动完成口径归一、指标计算和异常识别，不仅能把关键经营指标的变化算出来，还能把不同数据做关联、找出彼此矛盾的地方，**并把发现的问题一路追溯到能采取行动的具体经营环节和责任单据**。管理层重点看智能体标出的异常和追因线索，据此做经营判断和决策部署，而不必再耗在拉数对表上。

预期成效： 经营复盘从月底集中赶工、人工拉表对数，转变为数据随时可查、异常自动预警，把管理层的精力从整理数据转移到分析判断上，让复盘更及时、追因更清晰。人工投入能从过去需要的 2 至 3 个人天（约 16 至 24 小时），减少到只需 0.5 小时，并能实现结账当天出分析结论、不用再等好几天。

智能体的价值在于不止能分析数据，还能把不同数据做关联并找出矛盾点，并把问题追到能采取行动、能签字的具体经营任务上。

07 职能

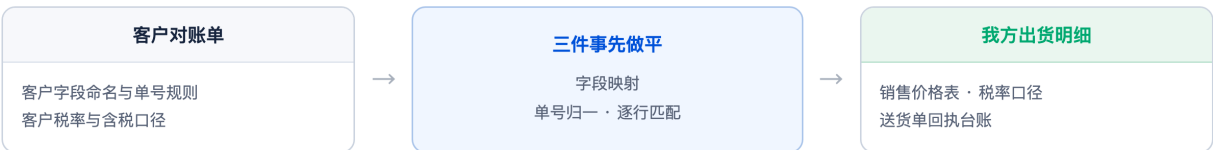
财务

财务岗位的典型场景包括对账与开票核对、经营报表与复盘、ROI 复盘、利润风险提示等。

智能体工程实例：对账与开票核对

财务 - 对账与开票核对智能体工程实例

① 两侧账单对照 字段、单号、税价口径各不相同，手工核对耗时且易说不清



② 智能体·差异归为五类 每类都给出归口判断与处置建议，不再停留在“金额对不上”



③ 输出 财务复核关键凭证、税务口径和商务判断后再对外发送



④ 预期成效 传统耗时为公开行业调研口径，Agent 耗时按 Demo 流程推算



现状痛点： 客户对账单与企业内部出货明细往往采用不同字段、单号和税价口径，财务经常需要手工核对，差异找出来后还要判断原因并与销售反复确认，最后逐笔写成对客回函。对账工作常常耗时数天，差异说不清也会影响回款。

解决方案： 用 WorkBuddy 打造对账差异核对智能体，将客户对账单、我方出货明细、销售价格表和送货单回执台账放在同一处理链路中，自动完成字段映射、单号归一、逐行匹配和差异分类。智能体把差异归为数量差、单价差、税率差、期间归属和回执缺失五类，结合签收单、价格表和税率口径**给出归口判断与处置建议，再生成逐笔对应的差异清单、差额分解和对客回函**。财务人员重点复核关键凭证、税务口径和商务判断，确认后再对外发送，避免把自动整理误当成财务审批。

预期成效： 财务一次对账的人工投入，从传统 2 至 3 天减少到 0.5 至 1 小时，端到端周期由跨周往返缩短到当天形成回函。更重要的是，差异不再停留在“金额对不上”，已被拆成逐笔、可归口、带凭证索引的处置事项，财务可以据此推动客户确认、开票和回款。

智能体的价值不只替财务确认每一笔账，更在于把不同口径的账单变成一份逐笔可核对、可归口、可回函的差异清单，让财务把时间用在判断和沟通上。

从生产经营、管理再到职能岗位，这几个已经跑通的实例有一个共同点，目前智能体做的，是把该查的查全、把拿不准的标出来、把判断依据摆清楚，最终决定仍由岗位上的人来下。这既守住了责任边界，也让人的经验和智能体的效率各归其位。

单个岗位跑通之后，接下来的问题是，当一家企业把多个岗位、多个场景的智能体成体系地用起来，会带来什么样的整体改变。

制造业标杆企业体系化落地案例

前面的岗位实例展示的是单个任务、单个岗位的智能体落地，而智能体真正的价值，要在企业成体系地用起来之后才充分显现。下面三个标杆企业的实践，展现的正是智能体从任务、岗位向组织级协同累积的探索路径。它们分处不同行业、走的是不同切入路线，但都在积极把 AI 从零散尝试推向体系化应用落地，其中天威的路径更靠近组织与人才一侧，视声与富美特则分别从供应链决策和专业服务切入。

珠海天威飞马

探索“一个人就是一个部门”（OPD）的组织提效新范式实践

企业背景：珠海天威是一家拥有 40 多年历史的港资制造型企业，是改革开放后首批进入内地的香港企业之一。1988 年，天威在珠海建立了国内第一家打印耗材厂，并由此带动整个国内打印耗材产业集群的兴起。作为中国通用打印耗材行业的奠基者与龙头企业，天威具备色带 / 喷墨 / 激光耗材上下游一体化的生产能力，产品畅销全球 150 多个国家和地区。

场景需求：天威构建了研、产、供、销、服一体化的完整制造体系，形成涵盖办公打印、数码打印、3D 打印的全打印解决方案。在数字化基础上，天威拥有多年的协同办公与数字化沉淀，以 SAP 为核心 ERP 并配合 OA 协同办公。面向 AI 时代，天威启动了“OPD·云衢 AI 架构师启航项目”，以业务人员为主导、在真实场景中深度应用 WorkBuddy，探索“一个人就是一个部门”的组织提效新范式。

OPD 范式：OPD 即 One Person Department，一个人就是一个部门。天威希望借助 AI，让每一位骨干都能独当一面、驾驭工具、重构流程，成为能“一人调度 N 个智能体”的智能架构师。

天威专门开设 OPD·云衢 AI 架构师训练营，历时约 6 个月，学员分为五组，覆盖集团几乎所有部门。项目采用业务主导、技术陪跑的模式，即所有提效流程都由业务骨干亲手搭建，IT 团队只做技术支持而不直接代劳。这套“技术陪跑师”机制类似 FDE（Forward Deployed Engineer），确保每一个场景都真实、可用、能沉淀。

训练营还设置“云衢·智能架构师”专项认证和云衢奖颁奖激励，优秀方案纳入年度提效案例库，促进跨部门复制推广。通过这些方式，带动公司整体的 AI 变革。

应用情况：天威已用 WorkBuddy 沉淀了 50+ 应用场景、横向覆盖六大职能，典型包括供应链与采购、研发与品控、人力与招投标、销售与市场、财务与审计、IT 与 AI 能力。

五大智能体覆盖核心业务链路，是天威从传统制造迈向全面 AI 智能化的实战答卷，证明一线员工完全有能力成为转型主角。

—— 珠海天威飞马 总经理

珠海天威飞马 x WorkBuddy 五大业务智能体实践全景

组织范式

OPD 一人调度 N 个智能体

2026 年 3 月启动、8 月结营 · 28 位业务一线学员分为五组

↓ 以战代练 · 孵化 ↓

五大业务智能体

投标宝

招投标

36h → 14h

采购智选

采购开发与比价

数天 → 分钟级

智印校核引擎

包装与标签校核

244h → 5h 每月

财智通

智能财会

5 天 → 4 小时

竞品雷达

市场动态扫描

月度情报报告

↓ 能力支撑 ↓

训练机制 · 三层递进

流程之眼

流程拆解 · 找出瓶颈

工具之翼

低代码与可视化 · 自建小工具

AI 之心

WorkBuddy 升级为业务智能体

↓ 能力沉淀 ↓

沉淀与扩散 · 双轨并行

● 优秀方案统一入库

五份毕业设计沉淀为组织资产

● 学员回一线当火种

带动全员 AI 素养提升

典型应用 1：投标宝，招投标流程自动化

业务背景：招投标是典型的高门槛、高重复工作。招标信息每日新增数百条，靠人工筛选既慢又容易漏；确定投标之后，投标文件要按招标文件逐条对应资质、业绩、技术参数与商务条款，一份标书往往要编上一天多，废标风险条款还得逐句排查。

解决思路：由 WorkBuddy 承担招标公告的自动抓取与匹配筛选，把每日需要人工过目的信息收敛到少量真正相关的标的；对确定投标的项目，自动解析招标文件要求，调用企业资质库、业绩库与历史标书生成技术标和商务标初稿，并逐条比对废标风险条款给出提示。标书成型后还能按评分标准做模拟评分，把资质与历史标书回写进知识库。

应用成效：单份标书编制时间从 36 小时压缩到 14 小时，节省约 61%，标书内容的自动化生成比例达到 90% 至 100%，废标风险条款排查趋于全覆盖，销售团队从翻资料的人转为做策略决策的人。



招投标其实特别难：一是每个项目的投标文件要求、格式都不一样；二是怎么把七八百项资质文件按标书要求精准放到指定位置。这两件事，现在 AI 帮我们做到了近乎全自动。

—— 珠海天威飞马 CIO



典型应用 2：采购智选，AI 驱动的采购开发与比价

业务背景：采购开发要在多家供应商之间做资质核验、历史报价比对、交付评价和订单跟踪，信息分散在邮件、表格和业务系统里，一次寻源比价往往要先花半小时准备材料，决策链条还要再拉长到数天。

解决思路：把供应商资质、历史报价、交付评价沉淀成知识库，由 WorkBuddy 自动完成寻源、比价、订单跟踪与发票和信用风控，人只对异常与最终结果做判断。

应用成效：需求下达从约 30 分钟的材料准备变成两句话，决策周期从数天缩短到分钟级。参考同类制造业落地，供应商引进效率提升 83%，缺货率由 4.9% 降至 2.4%。



原来 WorkBuddy 不只是做个 PPT、做份分析文档那么简单——我这么复杂的采购流程，它原来也能完成。

—— 珠海天威飞马 CIO



典型应用 3：智印校核引擎，包装设计校验与印量一体化智控

业务背景：打印耗材的包装与标签要按机型、颜色、语言和法规要素组合，型号成百上千，人工逐张核对格式、内容与合规项，工作量大，还容易漏掉整套色版的设计缺失，一旦错印漏印就是批量返工。

解决思路：把人工串联的核对改为智能体并行审查，WorkBuddy 按规则库和语义理解同时校验文件格式、内容一致性与合规项，跨表检索补全每款标签的参数并自检差异，自动输出校核报告、印量建议并生成需求邮件发给设计师。

应用成效：包装与标签校核的人工投入从每月 244 小时降到约 5 小时，效率提升 48 倍以上。在一次批量校核中揪出可能的问题，把风险拦在开印之前。从源头规避错印、漏印风险，让“一次做对”成为产线新常态。

典型应用 4：财智通，智能财会处理中枢

业务背景：财务是所有企业共有的高频重复职能，报表数据提取、跨期跨维度对比、凭证审核与生成，工作量大、易疲劳出错。天威希望把这类重复劳动交给 AI，让财务人员聚焦分析与判断。

解决思路：由多个智能体接力完成识别、验真、核查、归档的全流程，自动入账与凭证生成、银行流水与凭证自动匹配、税务合规校验与风险预警并行推进，财务人员只做复核和例外处理。

应用成效：按同类制造企业已落地的口径，月末成本核算从 5 天压缩到 4 小时，提速约 97%，财务人员从逐笔过手转为只处理例外。

典型应用 5：竞品雷达，自动扫描市场动态

业务背景：通用耗材市场竞争激烈，既要盯原装品牌，也要盯同类通用耗材厂商的价格、新品与渠道动态。过去靠人工逐个翻电商、看公告、拼表格，覆盖有限、更新滞后、口径不一。

解决思路：WorkBuddy 每月自动扫描，把竞品的价格、新品和动态抓回来、对齐口径、生成一份结构化的月度情报报告，让市场团队把时间花在判断和策略上。

应用成效：从“人工零散翻查”到“每月自动生成情报报告”，覆盖更广、更新更及时、口径统一。

整体价值：天威的实践主要在四个层面见到成效。

1. 范式先行：把 OPD 从一人多岗重新定义为一调度 N 个智能体，先讲清人与智能体的分工，再往上铺场景；
2. 机制可复制：业务主导、IT 陪跑、厂商授课，优秀方案统一入库，一个场景跑通就能横向复制；
3. 体系化覆盖：六大职能、50+ 场景，覆盖投标、采购、财务、包装校核与市场洞察核心链路，而不是单点试点；
4. 效率可量化：关键场景的单次处理时间从小时级、天级压到分钟级、小时级，把人的时间腾给判断。

真正的 AI，是让智能体之间自动完成协作——将来我直接在 WorkBuddy 里就把活儿协同完了。

—— 珠海天威飞马 CIO

广州视声 供应链 AI 驱动的多维度决策实践

企业背景：广州视声智能股份有限公司成立于 2011 年 1 月 6 日，品牌创立于 1999 年，是中国最早一批从事建筑智能化的企业，也是中国第一家 KNX 智能家居上市品牌。公司产品覆盖全球 70 个国家和地区，拥有 7 个 KNX 自研核心协议栈，业务涉及智能家居、智能照明、智慧办公、智慧酒店、轨道交通、智慧商超、智慧医院等多个领域。

场景需求：视声智能选择供应链场景为切入口，WorkBuddy 的使用主要聚焦在重复性工作处理、数据分析及 Skill 沉淀。公司采取边做边沉淀与场景提炼两种模式推进 AI 应用落地，IT 团队与业务部门协作收集应用场景需求、逐一实现。



我们的基本共识是：面对任何一项工作，先让 AI 跑第一棒。要相信 AI 的能力远不止我们预设的边界；先行动、边做边迭代，价值自然会在实践过程中生长出来。

—— 广州视声智能 副总经理、董事



广州视声 x WorkBuddy 供应链 AI 驱动的多维度决策实践

业务场景

供应链成本优化

历史采购数据归类 · 多维交叉计算 · 供应商评价
→ 输出多维度评价报告

已落地

动态库存与采购决策

价格-库存-在途 · 多源联合监测 · 上万种材料
→ 多等级决策体系 · 每月自动更新

已落地

↓ 能力支撑 ↓

WorkBuddy 核心能力引擎

数据归类汇总

多源异构数据 · 统一口径

规则化计算

多维交叉 · 横向比价

风险分级判断

多等级阈值 · 业务规则

周期性输出

自动报告 · 月级刷新

↓ 能力沉淀 ↓

Skill 沉淀平台 · 双轨并行

● 个人实践沉淀

边做边积累

● 组织统一管理

系统对接标准化

典型应用 1：PCB 物料多维度评价供应商优选。

在 PCB 板材连续上涨的情况下，视声智能以历史采购数据和供应商报价为基础，由 WorkBuddy 完成多维度计算分析并形成评价报告，采购人员负责规则设定与最终决策，大幅提升评价效率。

业务背景：PCB 材料价格受尺寸、厚度等规格参数影响，品号可达数百至上千种，需结合历史采购数量、金额、层数、板厚、供应商板材报价、品质、交期各维度完成匹配和分类计算，人工处理工作量极大。

PCB 品号动辄数百乃至上千，叠加价格、板厚、层数等多维参数，若依赖人工完成匹配与交叉计算，工作量将呈指数级膨胀，几乎不可持续。

—— 广州视声智能 副总经理、董事

解决思路：汇集历史采购数据及供应商报价，借助 WorkBuddy 按数量、金额、层数、板厚、报价、品质、交期等各维度完成匹配和分类计算，形成多维度评价报告，最终由采购人员复核决策，验证后可沉淀为 Skill 等资产，供采购团队复用。

应用成效：PCB 物料评价从人工走向自动化，时间从过去人工 2 天大幅下降到 AI 辅助只需半小时，单轮评价周期提效约 96 倍。

典型应用 2：动态库存、在途订单与价格变化联合决策。

原材料价格波动、可能缺货、长周期采购引发的策略备货成为供应链核心挑战。视声智能将管理者经验蒸馏为 AI 可执行规则，WorkBuddy 负责数据汇总与规则化计算，业务人员负责最终审批，有效提升复杂决策的精细化和速度。

业务背景：部分原材料涨幅可达 10 倍，采购周期延至 1 至 2 年，涉及上万种材料，大量下单怕积压，不下单怕缺货停产，价格拐点随时可能到来。



当原材料价格剧烈波动、供应周期持续拉长，库存、在途与单价三者间的动态平衡变得空前复杂。要在拐点来临前做出敏捷响应、把控节奏、收放有度，靠经验已远远不够，必须有一套机制、一套算法来支撑决策。

—— 广州视声智能 副总经理、董事



解决思路：汇集市场价格、在途订单、库存水位、历史耗用量等多维数据，借助 WorkBuddy 进行动态库存的消耗预测，结合价格涨幅倍数与消耗周期进行风险分级，自动生成订单决策，提供给业务决策审批，验证后可沉淀为 Skill 等资产，每月自动运行。

应用成效：动态库存与价格联合决策提效明显，时间从过去人工 3 天大幅下降到 AI 辅助只需 2 小时，单轮决策周期提效约 36 倍，同时支持每月自动刷新、覆盖上万种材料。

整体价值：视声智能的实践带来了五个层面的改变。

1. 决策模式转型：从“人工拍脑袋”到“AI 数据驱动”，从被动应对到主动预判；
2. 管理覆盖面扩展：从个人经验能管理的有限物料，扩展到系统覆盖上万种材料；
3. 知识资产化：管理者、专家从业经验被蒸馏为可复用、可迭代的 AI 规则，形成组织级 Skill；
4. 周期性复用：从一次性分析升级为每月自动运行的稳定决策流程；
5. 效率跃迁：核心供应链场景单轮处理周期由人工几天压缩至 AI 几小时，提效数十倍。



我们把管理经验沉淀为可执行的决策规则，这些判断逻辑交付 AI 后，由它按既定规则每月自动刷新、滚动决策，效果不错。”

—— 广州视声智能 副总经理、董事



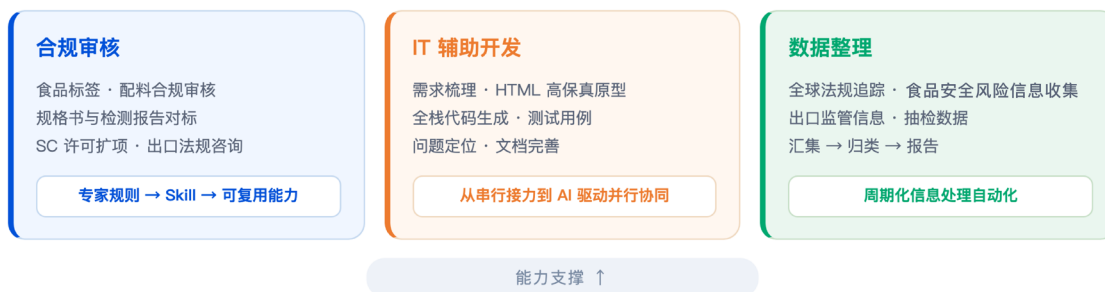
烟台富美特 食品行业专业服务平台的 AI 实践

企业背景：烟台富美特信息科技股份有限公司成立于 2009 年，2017 年新三板挂牌。公司运营食品行业综合性门户食品伙伴网，面向食品企业、监管机构、行业协会和专业从业者提供行业资讯、研发、检测、质量管理、标准法规等信息与技术服务，是国内食品行业信息服务领域的龙头企业。

场景需求：富美特当前 AI 应用处于各团队自主探索阶段，公司计划通过自建 Token Harbor 统一采购 Token，支持多模型调用。富美特正围绕合规审核、IT 开发与定期数据整理三个方向，系统性地将 WorkBuddy 融入业务。

烟台富美特 x WorkBuddy 食品行业专业服务平台的 AI 实践

① 核心应用场景 各团队自主探索，围绕三个方向系统融入业务



② WorkBuddy 核心能力引擎



③ Skill + Project 沉淀平台 双轨并行



底层支撑 食品标准法规数据库 · LIMS 系统 · 风险监控系統 · Token Harbor

④ 量化成效



典型应用 1：标签与配料审核

食品标签与配料审核是富美特合规服务的重要业务场景，富美特通过 WorkBuddy 对内部审核流程、专业知识和业务方法进行智能化整理，辅助专业人员提升审核效率。

业务背景：食品标签与配料审核主要涉及食品标签信息审核、配料表合规分析和法规要求匹配等工作，审核人员需要结合食品标准法规、产品信息、配料组成及标签标识规范等多维度要求进行综合判断，对专业知识积累和业务经验依赖较高，随着业务需求持续增长，高频、重复的审核任务不断增加，对团队的审核效率、知识传承和服务交付能力提出了更高要求。

解决思路：富美特基于 WorkBuddy，对内部标签与配料审核流程、专业知识和业务方法进行智能化整理，形成面向审核人员的 AI 辅助能力，AI 主要承担信息提取、规则匹配、问题提示和结果整理等辅助工作，主要提供法规知识辅助查询、标签内容智能分析、配料信息辅助判断、审核结果整理等应用，关键结论由专业人员复核确认。

应用成效：减少了重复性工作，提高了审核处理效率，推动内部专业知识和审核方法结构化沉淀。

典型应用 2：IT 团队辅助开发

富美特 IT 团队是公司内部 WorkBuddy 使用频次最高的团队，其研发流程实现了从传统串行接力到 AI 赋能全流程覆盖的转变，涵盖需求分析、原型设计、代码开发和测试交付四个阶段。

业务背景：过去富美特的软件开发流程是典型的串行接力模式，从需求分析、方案设计、原型制作、开发到测试，各环节由产品、设计、开发、测试等不同角色分别负责，跨角色沟通成本高、等待时间长，项目周期被拉长，而对于一家以信息服务为核心的

平台企业，研发效率直接影响产品迭代速度和客户响应能力。

解决思路：AI 贯穿需求到交付全链路，各环节并行协同，**代码生成、测试、文档均由 AI 辅助加速**，技术栈壁垒被打破，不区分前后端职责，需求方、产品和开发可通过高保真原型直观对齐。

未来方向：富美特期望进一步探索 AI 原生 SDLC 模式，推动需求、设计、开发、测试、发布等环节从串行走向并行协同，WorkBuddy 作为 AI 前线作战台的思路已在团队中得到验证，下一步是将 AI 能力更深入地嵌入日常研发流程，实现研发效能的再次跃升。

我们非常关注 WorkBuddy 这类能够连接企业内部知识、工具和工作流程的 AI 平台。未来，AI 不只是单点工具，而会逐步融入员工日常工作，成为提升企业整体效率的重要支撑。

典型应用 3：数据收集与整理

作为食品行业信息服务平台，富美特需持续追踪全球标准法规、食品安全风险和出口监管等多源信息，WorkBuddy 的联网搜索和自动化能力被用于周期性的数据汇集、归类和报告输出。

业务背景：富美特需要持续收集、整理大量食品行业风险数据，为行业客户提供标准法规、风险预警等专业信息服务，这些信息来源分散、格式多样、更新频繁，传统人工方式耗时长、容易遗漏，且重复性劳动占比高。

解决思路：通过 WorkBuddy 对多源数据进行全面处理，包括采集、清洗整理、标准化处理、分类归集、信息摘要和分析输出，提升大规模数据处理效率，应用场景包括

全球标准法规的跟踪分析、食品安全风险信息收集与抽检不合格数据分析、出口欧盟等海外市场监管追踪等。

应用成效：每日新增的数万条数据已可由 AI 辅助自动整理，数据处理时效由约 1 周缩减至 1 天，报告交付周期缩短约 50%，降低了人工投入，提升了风险分析与服务响应能力。

整体价值：富美特的实践主要在三个方面见到成效。

1. 知识资产化：专家知识资产化、可复用，提升审核吞吐量；
2. 研发提效：打破角色壁垒和技术栈边界，研发效能跃升；
3. 实时数据洞察：减轻重复性信息处理压力，提升时效性。



AI 不仅是企业内部效率提升的工具，也将成为推动食品行业数字化升级的重要力量。富美特希望依托自身在食品行业的积累和影响力，探索更多 AI 应用场景，推动整个行业的智能化发展。



三个案例应用切入口和路线有所不同，天威从组织与人才切入，先统一范式、再把一线员工训练成智能体的设计者，让五大智能体从业务一线长出来；视声智能从供应链决策切入、把管理经验蒸馏成每月自动运行的组织级规则；富美特从合规审核、研发和数据服务多点铺开、把专业知识沉淀为可复用的 AI 能力。但殊途同归的是，它们都更进一步，**把智能体一个个跑通、再成体系地沉淀和串联，让效率提升从岗位扩展到组织。**当越来越多的企业沿着这条路径走下去，制造业的智能化有望进入新阶段。

从这些丰富多样的场景和企业案例中，可以归纳出三个有些反常识的共性特征：制造业 AI 智能体的第一站，未必直接进入生产现场，可以先做 AI 擅长而制造业比较缺的事，就是那些尚未被信息化、数字化的工作。其一，数据散、口径乱、跨系统流转靠人工，是制造业最普遍的痛点。AI 可以快速接手取数、对齐、核对和找差等活，补上原有系

统未打通的环节；其二，与业务规则、老师傅经验紧密相连的任务，AI 有很大的价值做。AI 不替人拍板，重在把经验转成可执行、可核对的流程，让人从反复查信息、找人问、做材料等繁琐工作中解放出来，把更多时间留给现场、复杂任务；其三，一个任务跑通后，不要停在一次性使用，其中的规则、模板、资料和经验，可以借助 AI 沉淀为技能，复制到更多人、更多岗位和更多相似场景，AI 能成为随使用不断积累的组织能力。从补能力、沉淀能力到复用能力，制造企业真正需要的，是能够承接这条路径不断向上的 AI 工作台。

WorkBuddy 为制造企业提供了便捷、强大和可扩展的 AI 工作台，使得制造企业可以从最小的、最简单的各类数据汇总和对齐型任务场景入手，比如物料核对、流程校验、接单报价等，快速打造出大量能快速见效的智能体应用场景，让老师傅的经验能快速沉淀和分享，为广大员工提供增效工具。随着任务级智能体不断增加，WorkBuddy 的专家和云沙箱功能，还能支持把这些智能体串联起来，并实现安全可靠的云端部署和管理，形成能力完整的数字员工团队，为所有员工提供助力与赋能。更进一步，制造企业还能用 WorkBuddy 的连接器功能连接 ERP、MES 等业务系统，结合权限管理和安全保障能力，让数字员工真正能像人类员工一样上岗工作、分工协作，向 AI 原生组织转型，最终实现组织生产力的整体跃升。

PART4

展望

推动未来制造从自动化迈向自适应



当智能体能干活、能协同、能沉淀这三点被验证之后，制造业真正要回答的问题才浮现出来，不是机器能不能替人做事，而是制造系统能不能像一个有机体那样，自己感知变化、自己做出判断、自己持续优化。站在这个门槛上往前看，自动化解解决的是把确定动作做得更快更稳，自适应要解决的则是把不确定留给系统自己去应对。这两者之间隔着制造运行模式的一次跃升。

模式升级：从自动化迈向自适应

自动化提升效率，但局限在于灵活性不足。 过去几十年来的制造业自动化，本质是把人的体力与部分技能固化进固定程序，产线一旦设定就照章运行，遇到程序之外的变化需要停机、靠人去调。为了减少停机，工厂靠提前排计划、多备库存等吸收波动，换产往往需要以天计。成本、效率、质量等指标投产前就要明确锁定，如果有新要求进来、订单需要变更，系统很难即时响应。自动化工厂可以连续无人运行，前提是产品标准化、批量大、工艺稳定。可见自动化的能力边界清晰，但被预先设置约束在确定性的条件内，难应对突发、模糊的情况。

自适应要突破的核心，是让系统能像人一样动态适应变化。 企业不再把所有规则写死在系统里，转而让系统在运行中自己完成“感知—判断—执行—反馈”闭环，在给定边界内根据现场变化动态决策与执行。面对没编进程序的物料异常、临时插单等，系统能够自行识别影响、重新排程、调整资源和优化执行，并根据结果持续修正，使得产线能在不确定中保持灵活高效运转。制造业对自适应的探索其实也已有多年，柔性制造、计算机集成制造、敏捷制造等概念和方案不断提出，持续强化制造系统对适应变化能力的追求。2011年德国提出工业4.0，更把自组织、自适应列为智能工厂的核心。这些努力创造了柔性产线等成果，但始终没有真正跨过“自主判断”的门槛。系统仍然高度依赖人工编写的规则、知识库和协同逻辑，对突发、模糊情况的应对能力仍然有限。

智能体是制造业从自动化迈向自适应的桥梁。大模型与智能体出现，让机器第一次具备在边界内灵活感知、推理与协调的能力，为制造业自适应提供了突破的可能性。自动化是稳定执行既定动作的基础，自适应是系统在给定边界内自行判断与运行的运行范式，智能体则是把这场升级落成工程现实的技术载体。中国信通院在《工业智能创新发展报告（2026）》中描绘了未来工业的系统架构，由智能模型、数字孪生、智能体三者协同，构成从需求到执行的智能闭环，制造将普遍形成几乎无需人工干预的黑灯自适应工厂，实现换产不换线、改规格不停机、接单即投产的敏捷制造。IDC 预测，到 2026 年将有超过 40% 已部署 APS（先进规划排程系统）的中国制造商，升级为 AI 赋能的 APS，开始实现自适应流程。

自动化制造与自适应制造特征对比

维度	自动化制造	转变实质	自适应制造
生产运行模式	把人的体力与技能固化进固定程序 PLC 按固定程序执行，工单逐级下发，靠计划与库存吸收扰动，换产以天计 前提：产品标准化、批量大、工艺稳定	转变 从「按程序执行」 到「在边界内自组织」	在运行中自己完成感知—判断—执行—反馈 智能体闭环在边界内自决策，产线按需重构、即插即产，换产以小时计 目标：换产不换线、改规格不停机、接单即投产
人机协作关系	决策权在人手里，机器只负责照做 人编工艺与排产规则，机器照做，异常报警交回人 遇到程序之外的变化需停机、靠人去调	转变 决策权下沉， 人从操作者 转为边界制定者	常规响应内化给系统，价值判断留给人 系统在边界内决策，人定边界、设护栏、兜底异常 人在环上：设定目标、划定边界、监督结果
绩效指标体系	指标投产前就要明确锁定，之后难以更改 窄而固定的内部指标（成本 / 效率 / 质量），静态预设 订单变更、新要求进来时系统很难即时响应	转变 从「单点效率」 转向「多维目标的 动态权衡」	系统在运行中按现场变化持续重新平衡 宽且动态的多目标（个性化 / 韧性 / 可持续），实时再平衡 成本、效率、质量之外，韧性与可持续进入目标集

支撑自适应的不止智能体，更需要一组工业级使能技术。大模型和智能体让机器有了会推理的大脑，可要让它真实工厂里安全做主，还得与工业技术充分结合，让模型听得懂工程语言、让数据带着因果语义、让决策服从物理规律。一是工业垂类模型，核心是让通用大模型听得懂工程语言。西门子用 150PB 多模态工业数据训练工业模型，

使模型能直接读懂设备图纸与工艺参数；中控技术面向流程工业训练时序大模型，让工程师用自然语言即可调度产线。二是工业本体与知识图谱，重建散落数据的语义关系，让模型读到的从孤立参数，变成带齐设计意图、变更脉络与因果关系的工业对象。博世开发并开源语义元模型，用以定义数据含义，再把研发、制造、运维各环节数据统一挂到数字孪生上，形成人和机器都能读懂的语义层，已借此在全公司创建超过 4 亿个数字孪生体。三是物理 AI，把物理方程嵌入模型训练，让预测不只拟合历史，还服从重力、摩擦、热传导等规律。英国 PhysicsX 公司正将物理方程与对称性作为先验融入训练，目的是使结果能落在物理可行的边界内。缺了工业技术的结合，智能体的决策就很难匹配真实的工程约束，自适应也就落不进产线。

自适应制造的终点不是无人，而是受控的自主。 自适应的要义，是系统在给定边界内自行组织、响应扰动，而不是把所有人请出车间。其重新分配的重点是人机权责落点而非机器替人，常规响应内化给系统，价值判断与边界留给人。欧盟提出的工业 5.0 把人本、可持续、韧性列为制造的三根支柱，明确技术要支持而不是替代工人，这与受控的自主内核完全契合。即便是常被当作无人工厂样板的西门子安贝格工厂，其质量标准高达 99.999%，但实际机器自主处理的任务只占 75%，仍然需要人类在现场协同工作。西门子还把工厂自主分成六级，其中最关键的跃迁在 L3 到 L4 之间，L3 仍由人兜底，L4 才把决策权交给系统。多数领先企业今天仍处在 L3，跨过这道信任鸿沟之前，人始终要在场。自适应仍然需要人类监督，不过这种监督与过去不同之处在于人在环上，不再设计和干预每个具体环节任务的执行，转而设定目标、划定边界、监督结果。自适应程度越深，人类的定边界、兜底的职责其实越关键。

重点场景：从办公到生产、从岗位到组织、从数字到物理

自适应不会在所有场景同时到来，它会沿着一条由易到难的路径次第展开。综观当前制造业 AI 应用实践和创新情况，可以看到三条主要的延伸方向。判断一条方向是否真正跨过，核心看 AI 系统是否真能自主闭环执行真实的任务。按此标准，从办公到生产、从岗位到组织、从数字到物理，分别处在突破、起步与试水阶段。

制造业自适应发展的三个重点方向

判断一条方向是否真正跨过，核心看 AI 系统是否真能自主闭环执行真实的任务

重点方向	成熟度	核心跃迁	跨越判据	代表性信号
办公 → 生产 方向一	突破	核心跃迁 从旁侧建议 到进入生产系统内部执行	跨越判据 能否在真实工程与运行 系统中动手并自校验	代表性信号 西门子工程智能体开放应用， 工程效率最高提升 50%
岗位 → 组织 方向二	起步	核心跃迁 从单智能体 到跨系统、跨企业的协同网络	跨越判据 目标冲突时能否协商出 统一行动	代表性信号 MCP、A2A 等互联协议成 型，中国已发布智能体互联国 标
数字 → 物理 方向三	试水	核心跃迁 从软件决策 到具身执行	跨越判据 能否按节拍连续作业且 成本可计量	代表性信号 宝马、奔驰、上汽等已启动具 身执行试点

第一条方向，是从办公场景向生产场景纵深。当前企业智能体落地最成熟的，是采购、销售、财务这类以信息处理为主的通用办公岗位工作，因为这些场景规则相对清晰、数据以文档和表格为主、结果易于核对。但制造业的核心终究在生产现场，排产调度、设备运维、质量管控、工艺优化这些更贴近物理产线的场景，规则更复杂、数据更实时、

容错空间更小，是自适应未来要持续攻克的纵深场景。当前，这一方向的信号持续加强。2026年4月西门子发布 Eigen 工程智能体，嵌入其知名的全集成自动化平台 TIA 博途，可在真实工程系统中自主规划并执行 PLC 代码编写等自动化工程任务，官方表示在百余家企业试点中效果突出，AI 执行速度比人工流程快 2 至 5 倍，任务的工程效率最多高出 50%、解决方案质量最多高出 80%。IDC 预测到 2027 年，随着面向特定数据类型的智能体广泛应用，约 40% 的工业运营技术（OT）数据将能够在应用与平台之间实现自主集成。可见，AI 正在进入工业系统的内核，从办公到生产的深化正在加速。

第二条方向，是从单点应用走向组织级的多智能体协同，企业级的协调与决策开始从人脑转移到智能体网络。Gartner 将多智能体系统列为 2026 年十大战略技术趋势之一，并判断企业智能体会沿助手、任务型智能体、多智能体生态的路径演进。领军工业企业已经开始布局，西门子 2026 年 6 月发布工业 AI 编排软件，在统一底座上整合数据、流程与智能体，由编排层调度分工不同的智能体和人工环节，两家早期客户分别实现重复性手工作业减少 95% 和生产问题处置时间缩短 85%。英伟达 2026 年发布的工厂运营蓝图给出一套参考架构，由一个中央编排智能体统管质量控制、物料运输、人员安全等分工不同的子智能体。富士康成为首批采用者，其制造运营多智能体系统与实时生产并行运行，用数百个专业智能体把机台信号、质检与企业管理系统连成一张协同网络，让智能体能像配合熟练的班组一样完成接力。跨智能体协同的难点不在单个模型，而在任务分解、冲突消解和责任归属这些协议和组织层问题。行业已经快速涌现出 MCP、A2A 等协议，我国也已发布智能体互联国家标准，有利于支持制造业领域多智能体协同的发展。

第三条方向，是从数字世界向物理世界延伸，也是最前沿、最具想象空间的方向。前面讨论的智能体主要还是在数字空间活动，可以说是软件形态的数字员工。制造业特点明显，最终要和真实世界的物料、设备、产品等打交道。近年热度持续的世界模型、物理 AI，对制造业的价值和影响可能更大。英伟达创始人黄仁勋 2026 年在 CES 提出，AI 的演进可概括为感知、生成、代理、物理 AI 四个阶段，物理 AI 的 ChatGPT 时刻已经到来，核心是让 AI 理解并运用重力、摩擦、材料特性等物理规律，实现从虚拟智能

到实体执行的跨越。落到制造业，这意味着搭载物理 AI 的产线可以实时感知物料位置、检测缺陷、动态优化节奏，机器人能够依据环境变化完成识别、定位和精密操作，而不再是只会重复固定动作的刚性设备。当数字空间里成熟的智能体决策，与物理世界中灵巧的具身执行结合起来，自适应制造才真正打通从思考到动手的完整闭环。目前全球汽车制造商和机器人企业对此最积极，国外的宝马、奔驰和国内的上汽等都在试点探索，但受现实世界的复杂性高、模型能力不足等影响，离大规模商用为时尚早。

这三条方向，也是腾讯 AI 的发力重点。从办公到生产方向，WorkBuddy 正在先帮助企业办公智能化，从数据汇总、规则核对、流程协同等数字任务起步，再通过连接器逐步接入 ERP、MES 等业务系统，并结合智能质检等垂直模型及应用深入支持生产场景。从单点到组织方向，WorkBuddy 把专家、技能、连接器和统一管理能力放在一个工作台上，让任务智能体能够被复用、串联，逐步形成跨岗位协同的数字员工团队。从数字到物理方向，腾讯已沿混元 3D、HY-World 2.0、具身智能三模型和 Tairos 平台等多维探索布局，前两类能力已具备服务产品设计、数字孪生和工厂仿真的能力，具身模型也已进入工厂实测，未来物理 AI 领域的可能性值得期待。

三条方向成熟度不同，投入节奏也应有别。务实的顺序是先做深数字空间里从办公到生产的智能体应用，再推动从岗位到组织的智能体网络建设，让软件形态的数字员工把该管的事管好，最后再考虑对世界模型、物理 AI 应用的小步探索。未来当三个方向都形成规模化应用突破，制造业自适应才可能真正从局部改良走向整体重构。

能力建设：系统、数据与人员的重新打底适配 AI

AI 驱动制造业自适应，需要系统、数据与人员三项基础底座适配支持。对制造企业而言，AI 能否从试点进入生产，取决于系统是否开放并可被调用，数据是否统一、实时且可溯源，人员是否具备定义目标、提供知识和守住边界的能力。三者相互支撑、构成一套运行底座，不能彼此割裂地改造。自适应建设不能停留在采购模型或部署应用上，必须同步完成系统、数据与人员的适配。

支持制造业自适应发展的基础能力建设需要

AI 能否从试点进入生产，取决于三项底座是否同步完成适配

自 适 应 制 造			
基础底座	当前短板	自适应新要求	突破点
系统 地基一	当前短板 封闭割裂，AI 进不去也调不动； 控制层不容概率性 老旧孤立系统阻力最大	自适应新要求 可联通、可调用、可执行，控制层 AI 化并守住确定性边界 概率性模型与确定性执行权限分开	突破点 协议栈分层、AI 就绪云底座、自然语言生成控制代码 安全回路末道闸门留在确定性侧
数据 地基二	当前短板 多源异构、语义不一，实时与跨企业共享难 数据滞后，结论就会脱离现场	自适应新要求 统一语义、实时可得、跨企业可信共享 高频数据由边缘确定性底座兜底	突破点 统一命名空间、边缘实时处理、跨企业数据空间 数据不出门、按授权被访问
人员 地基三	当前短板 缺既懂工艺又懂模型边界的人，经验随人走流失 关键技能缺口是转型首要障碍	自适应新要求 从操作者转为边界制定者、目标定义者与知识供给者 建立人与 AI 之间的知识循环	突破点 AI 人力模型、AI 培训、数字员工 / 专家智能体 人力反哺 AI，经验沉淀为组织资产

系统与 AI 的打通，是把工业系统改造成可联通、可调用、可执行的形态，而非加一个聊天入口。

可联通是第一步，先解决工业系统“彼此听不懂、智能体进不去”的问题。智能体要真正进入工厂，必须跨越语义、调用与协作三道门槛，工程界已初步形成对应的三层协议分工。例如工业数据交换和互操作标准 OPC UA，负责描述设备和数据的语义，回答“数据是什么”；模型上下文协议 MCP，把查询、分析和任务下发等系统能力封装成智能体可调用的工具，并将自然语言约束为结构化请求，不能把底层写入权限直接交给模型，回答“怎么调用”；智能体间通信协议 A2A，负责不同智能体之间的能力发现和任务协同，回答“谁来配合”。三层连起来，可形成从读懂设备状态、调用业务能力到跨系统协同执行的完整链路。例如工业智能体运营平台 XMPro，就通过统一集成层连接 SCADA、PLC、MES、ERP 和历史库，由多个专业智能体在设定边界内协同处理生产、质量与维护任务，并保留人工复核和审计链路。工业系统接口的标准化和开放，是 AI 智能体深度应用的前提。

可调用要求业务系统底座本身换成 AI 就绪的形态。智能体能否真正调用业务，取决于底下有没有稳定开放、口径一致的数据与流程底座，破除老旧孤立的工业软件和系统阻力。比如云化改造，电缆企业普睿司曼用四个月把 ERP 演进到云平台，再在同一底座铺开 100 多个 AI 用例，实现重复性活动 70% 自动化、新方案实施时间缩短 80%。中东钢铁企业 AGIS，把核心运营标准化到云 ERP 后，再叠加 AI 编排层，将约 90% 的接单生产流程数字化、300 多项材料与工艺计算自动化，订单计划时间从 15 至 20 分钟压缩到五分钟以内。

可执行是改造最深的一层，即控制层自身的 AI 化，沿着工程、部署到运行的完整链路推进。工程侧要解决如何让 AI 产出可上机的控制逻辑，把控制代码的生产门槛降下来。例如倍福的 TwinCAT CoAgent 支持 MCP，工程师用自然语言就能生成符合工控标准的控制代码，产出可上机的控制程序。部署侧要解决模型如何在数据不出厂的约束下落地。罗克韦尔把英伟达 Nano 小语言模型微调集成进工业自动化控制系统设计软件

FactoryTalk Design Studio，让 AI 生成式能力运行在 HMI 面板、桌面开发环境与私有云上，支持边缘与离线部署。运行侧要解决智能体如何在真实控制室里安全参与生产判断。霍尼韦尔与博禄在阿联酋的实际生产装置上验证了 AI 辅助控制室方案，把智能体接入工业 AI 控制平台 Experion Cognition，用于异常检测、报警预测与操作员 workflow 引导，把控制层从人盯屏推向人与智能体协同。

腾讯积极支持系统联通，推动为既有系统叠加智能能力。联通方面，WorkBuddy 通过连接器和 MCP 连接 ERP、MES、工单、知识库等系统，保留原有系统作为业务与数据底座，业务数据由客户端直接与 MCP 服务端交互，为敏感数据接入智能体提供了基本保障。调用方面，WorkBuddy 可帮助企业把原来封闭在系统界面、人工流程和专家经验中的能力，封装为智能体可调用的工具和业务 Skill。研发侧的 CodeBuddy 则可辅助工业软件和控制逻辑开发，降低系统改造与迭代的门槛。执行方面，腾讯云 ADP for AOI 方案已在既有工业质检平台上叠加智能操作层，让智能体围绕训练策略编排、训练数据检查、推理耗时诊断等任务，完成信息收集、工具调用、结果检查和风险提示，把视觉专家、现场工程师和软件页面中的训练、验收、调优经验固化为可复用的流程。

值得注意的是，AI 与工业系统的打通和集成，需要把概率性的模型与确定性的物理执行在权限上分开。智能体产出先经仿真校验与人工审核，再进入控制回路，安全回路的最后一道闸门始终留在确定性系统侧。

制造业数据需要调整成模型能读懂、能引用、能溯源的单一事实来源，并且能实时可得、可信共享。

一是统一数据的语义。模型读不懂孤立编号背后的含义，只有让每个数据点拥有全局唯一、自带语义的地址，让设备状态、工艺参数与业务单据共享同一套命名，模型才能真正读懂并引用。统一命名空间提供了基础，用发布订阅替代点对点接口，让所有系统把数据发到一个统一总线、谁需要就订阅对应主题，新增系统不必改造既有系统，已成为工业数据架构的通用做法。AI 要真正使用这些数据，还要在其之上补一层机器

可读的语义模型与可调用接口，给每个数据点带上类型、单位与上下文等，才能被智能体可靠引用。例如英国餐包企业 Gousto 把主要的生产与业务系统接入统一命名空间，把散落的数据收进同一个事实来源，机械可用率从 70% 至 85% 提升到 98%，并支撑起预测性维护等智能应用。

二是让数据实时可得。自适应的判断与动作大多发生在当下，排产调整、质量控制、设备维护、异常处置都要依据此刻的现场状态，数据一旦滞后，智能体的结论就会脱离现场甚至误导决策，让数据跟上现场节奏，正是 AI 从事后复盘转为事中参与的前提。但大模型推理有秒级延迟、本不是为流式时间序列设计，让它直接吞海量高频传感器原始数据既不现实也没必要。正确做法是分层，高频数据先由边缘与时序数据库这套确定性底座实时采集与处理，毫秒到秒级的异常检测和闭环控制留在边缘，模型则通过语义层按需查询聚合后的实时快照或时序片段，再做分析、决策与生成。例如奔驰把覆盖全球约 30 家工厂的 MO360 数字生产生态升级为统一数据平台，一线员工用自然语言查询实时生产数据、快速定位瓶颈，无编程背景的车间员工也能据此做数据驱动的产线决策；德国汽车零部件供应商 Hirschvogel 则把统一命名空间压到边缘，连接西门子、倍福等多种 PLC，产线控制数据流的延迟降低 88%，每天稳定处理 400 多万条消息，说明高频数据可由边缘确定性底座兜底提效。

三是实现跨企业数据的可信共享。制造价值链上的关键数据大多不在自己手里，一个总装厂的质量与碳排数据，散落在上游成百上千家供应商处，凭单点采集永远拼不完整。只有把上下游数据在互信边界内连起来，AI 才能从优化一台机器升级为协调一条链。跨企业共享的拦路虎是信任，共享的关键，是让数据能不出门、按授权被访问。工业数据空间成为重要方式，给产品、设备与物料各配一个标准数字身份，再用统一的授权规则约定权限。典型像德国发起的数据生态系统 Catena-X，已有数百家企业成员。例如宝马集团与多家电池企业合作，将基于 Catena-X 在电池护照场景下开展数据跨境试点，围绕可信数据交互与电池碳足迹核算方法学展开，让电池碳足迹在中欧之间可跨企业、跨境追溯。AI 规模化后，比拼的核心从模型转向数据。

腾讯致力于打造体系化的 AI 安全能力，能有效支持数据的提取、流通和应用。腾讯针对智能体安全建立了三层核心防护，保障智能体行为、权限、网络安全可管可控，智能体在做什么、能碰到什么、能连到哪里，每一步都有识别、有边界、有留痕。有了这层兜底，制造企业不必把全量原始数据一股脑推给大模型，高频时序数据和控制指令留在边缘的确定性系统里处理，只有真正需要推理判断的部分才按需送进智能体；跨企业协作通过腾讯云数链通可信数据共享平台，按目录授权、加密交换、全程留痕，让质量追溯、碳足迹、供应协同这类任务在不经中心化归集、按授权交换、过程可审计的轨道上开展。对制造企业来说，安全是让人敢把 AI 放进车间的护栏，而非把 AI 关在门外的墙。企业可以沿低风险试用、受控执行、有限连接、逐步扩围一点点放开，每一步都有边界、有记录、有退路。说到底，数据解决“有没有可信的数可用”，安全解决“敢不敢让智能体去用、去办”，两者合起来，制造业企业不必等到绝对安全的环境，也能先把 AI 用起来。

制造业人员要成为能与智能体双向迭代的协作者，重点不只学会用工具，更在于建立人与 AI 之间的知识循环。

一方面是 AI 辅助人力转型，把操作者升级为边界制定者与目标定义者。自适应把重复执行交给系统，人的核心价值转向定义目标、判断边界、补足知识。操作工要能读懂工艺参数与模型输出的含义，工程师要能划定智能体的权限边界，管理者要能判断哪些环节可以交给 AI，技能都需要重构。世界经济论坛《2025 年未来就业报告》反映，技能差距仍然是当前企业转型的首要障碍，近 40% 的工作技能将会发生改变，63% 的雇主已经将此列为关键障碍。AI 能成为制造业人力转型最得力的教练，通过测出每个人与目标岗位之间的技能缺口，把培训定制到个人、嵌入真实产线场景，实现个性化培养，还能重点训练人员与 AI 协作的能力。例如作为人才灯塔的施耐德电气武汉工厂，用 AI 识别技能缺口并推送定制化学习包，技能就绪率从 20% 提升到 76%，新员工入职培训从 75 天压缩到 15 天。博世则设置 AI 学院面向全员，已有超过 6.5 万名员工完成 AI 培训，从操作工到工程师都被纳入再技能发展通道。

另一方面是人力反哺 AI 能力提升与知识传承。制造业最稀缺的知识大多藏在老师傅脑子里，人员退休等流失容易造成知识断层。AI 能够把这些经验沉淀成可复用的数字资产，形成人与 AI 的双向迭代螺旋发展模式，持续提升个人和组织的竞争力。丰田把资深工程师的工程设计报告与手写文档结构化进生成式 AI，形成 9 个专业智能体，供 800 名动力总成工程师随时调用，经验从个人抽屉变成组织共用的智能体。中铁宝桥把一线工人的检验经验转化为 AI 算法，AI 大模型又成为工人的智能参谋，工人从守着设备的操作工变成管流程、控质量的指挥官，近百条改进建议被逐条融入生产线设计，原材料利用率从 88% 提升到 95%。双向迭代的终点，是让人在更高的位置上定义问题、校准 AI、反哺知识。

腾讯的连接能力和开放模式，为 AI 和人类知识的流动共享提供了强力支撑。腾讯 ima、乐享与 WorkBuddy 用统一账号和技能打通成一条知识通路，覆盖了知识沉淀、治理和任务应用全环节。沉淀和治理方面，研发、工艺、质量和设备运维等环节形成的规范、记录和改进方案等，可以持续进入知识库，经过多源接入、动态治理和按权限共享，成为不同岗位可查询、可引用的共同依据。任务应用方面，WorkBuddy 可将相关知识带入具体任务，结合专家、技能和数字员工完成分析、协同与交付，任务产物及经业务人员确认的新经验再回写知识空间。这样，知识在形成、调用、验证和更新中持续循环，既能为新员工提供岗位学习的依据，也能让老师傅和工程师的判断在更多任务和场景中被检验、修正和复用。随着知识库与 Skill、云端助理、团队协同进一步结合，培训、知识传承和日常作业有望汇入同一套组织学习机制，让制造企业也有机会成为敏捷学习型组织。

结语

中国制造业正处在由大到强的关键关口，软件偏弱、系统割裂、数据孤岛、经验断层等卡点依然存在，AI 智能体提供了一条新的破解之道。它的价值不只让人做得更快，更在于**把行业技能和经验变成可复制、可验证、可追责的 AI 能力**，沿着任务到岗位再到组织的路径逐级累积，推动制造业从自动化走向自适应。

需要清醒认识的是，当前所处的阶段，重心仍在 AI+ 和能力补足，用智能体补上工业软件和数据能力的短板、打通割裂的系统、沉淀流失的经验，把该增强的基础一步步做扎实。而更长远的未来，重点将逐步转向 AI 原生和模式创新，当智能体成为组织运行的原生组成部分，**制造业的产品创新方式、生产组织方式、乃至价值创造方式，都可能被重新定义。**

从自动化到自适应，不是一句口号，而是一条要靠一个个场景、一个个岗位、一家家企业扎实走出来的路。起点就是现在，就在每一个真实的痛点场景里，**让 AI 先跑出第一棒**。腾讯将秉承用户为本、科技向善的理念，与大家携手接力，在这场名为“智能”的马拉松中，跑好每一步。

原创声明

本报告中所有的文字、数据均受到中国法律知识产权相关条例的版权保护。没有经过腾讯研究院书面许可，任何组织和个人，不得将本报告中的信息用于其它商业目的。



腾讯研究院



腾讯云



WorkBuddy