



三一重工： 从数字化转型到AI

专访树根互联首席运营官黄路川

访 郁亚萍、王若霏

编 王若霏

提要

当制造业步入AI深水区，三一的路径更显务实：一把手亲自挂帅，并以极为严苛的投资回报要求推动落地——大多数AI项目的回收周期不超过两年。作为这场变革的亲历者，树根互联首席运营官黄路川直言：AI规模化应用的最大掣肘并非技术本身，而是运营能力与数字底座的成熟度。

站在智能制造从“数字化”迈向“系统化AI”的关卡，三一重工（简称三一）正在书写全球制造业的转型范本。作为全球工程机械行业的头部企业、福布斯全球企业2000强第956位，三一已从多个维度展开探索：两座入选世界经济论坛“灯塔工厂”网络的工厂成为数字化制造的标杆，而其内部孵化的工业互联网平台树根互联，则试图把这种能力进一步系统化、平台化。

如今，依托树根互联连接全球超250万台高价值设备的根座能力，三一已将人工智能（AI）深度植入研、产、供、销的全生命周期。这不仅仅是技术的更迭，更是一场由“一把手”挂帅、触及组织灵魂的根本性变革。

本辑《展望》深度对话树根互联首席运营官黄路川。作为这场变革的重要参与者，他回溯了三一如何在传统制造体系中嵌入AI能力，从工厂现场的智能应用，到组织与人才结构的重塑，再到技术投资必须面对的现实约束。这场对话不仅是一家制造巨头转型路径的剖面，更是一份关于制造业如何穿越技术迷雾、构建长期核心竞争力的现实主义路线图。

AI进化的“一号位”工程

《展望》：三一是如何部署AI的？

黄路川：三一在AI领域的布局极具前瞻性和规划性。在进行大规模应用推广之前，三一就已经在组织架构上完成了清晰的权责划分。

首先，三一的转型是由核心领导层直接驱动的。一把手高度重视AI在三一整体数字化转型中的应用。在治理层面，由轮值董事长直接管辖数字化团队，负责AI的整体规划与战略推进。这种一把手挂帅的机制，确保了AI战略在集团层面的统一协调。

从组织机制方面来看，为了避免资源浪费，三一设立了云实验室作为全集团AI项目的“指挥中心”，负责汇总财务、人力、生产、市场等各业务部门的AI需求，从技术实现难度和商业价值两个维度对需求进行优先级排序，确保资源投入最具实战意义的场景中。

在实际推进中，我们鼓励各业务部门结合自身痛点进行单点突破和创新。集团每年年底会举行优秀应用案例评选，以激励一线敢于创新，树立标杆项目。从2025年开始，评选重心已全面由数字化转向AI。

《展望》：您认为三一目前处于AI发展的哪个阶段，局部试点还是已经形成了成熟的企业级能力？

黄路川：目前三一的AI应用已经进入了实质性的业务深耕阶段。

在智能体领域，应用最成熟、推广最快的是“三一智能维修助手”。售后服务是工程机械行业的核心利润来源。我们在拓展海外小语种市场时，面临巨大的翻译与专业术语挑战，比如“手柄”在意大利语中有13种不同的表达方式，精准识别故障点和匹配备件极具挑战。智能维修助手能够利用大模型的语义理解能力，在复杂的语言环境下精准定位问题，给出解决方案并匹配正确的备件，同时自动调度人员进行现场维修。该应用提升了售后响应速度和准确率，

直接驱动了海外业务的营收增长。

物理AI方面，三一走在行业前列的是其在智能焊接场景的应用。不同于汽车行业的标准化焊接，工程机械零部件多为来料加工，焊缝形状各异。我们通过物理AI实现了三个步骤的进化。第一步，深度识别，通过激光扫描自动理解焊缝形状；第二步，路径规划，自动生成最优焊接路径；第三步，熔池监控，模拟资深焊工的经验，实时监控熔池气泡，并根据熔池情况，通过焊枪摆动等方式自动进行调整。传统的焊接需要事后探伤，而我们的AI焊接能做到边焊接边检测。目前在中厚板直缝焊接领域，其质量和稳定性已经超越了人工水平。

物理AI的另一个重点应用领域是自动叉车，目前主要针对两个高频场景。一是高位堆垛，AI在安全性上具有显著优势。人工堆叠货物到三层以上就会产生视觉盲区和安全隐患，而自动叉车目前可以稳定精确堆叠到四层；二是集装箱装卸，在装车环节，虽然自动化的灵活性和综合效率目前约为人工的70%，但在复杂场景下的适应能力正在快速进化。

《展望》：在传统认知里，AI往往被视为降本增效的后台工具。但三一近年的财报显示，无论是营收增长还是利润提升，都呈现出持续向好的态势。AI是否已经从效率工具逐步成为驱动增长的引擎？

黄路川：是的，在三一，AI已经不再仅仅局限于提升效率，而是直接驱动了业务增长。

我前面提到的AI售后助手，实质上就是收入增长工具。另外，AI的落地也在催生高毛利的新产品形态。比如一台挖掘机本体的售价约为几十万，但基于AI的智能引导系统，一套的价格就能达到十几万。这不仅提高了单机附加值，更成为一个独立、高利润的增长点。这些由树根互联提供的智能系统具有极强的兼容性，不仅能装在三一的机器上，也可以安装在竞品设备上。

更进一步，AI所沉淀的能力，正转化为可复用的运营与平台能力，支持三一开拓新的业务模式。

从更广泛的行业来看，AI不仅在头部企业中重构

价值创造方式，也为大量中小企业带来了商业模式创新的机会，特别是在轻量化、平台化能力的支持下，这类企业更容易实现快速落地和规模复制。

《展望》：AI的投入产出比（ROI）是目前企业普遍焦虑的问题。大家既担心错过风口，又担心盲目投错。三一对于AI的整体投资价值和ROI是如何管理的？

黄路川：三一管理AI项目的核心逻辑是高度商业化和务实的。我们不为技术而技术，如果一个AI项目不能产生清晰的商业价值，它在一三就无法立项。

三一将AI投资分为“基础”和“应用”两类，采取完全不同的评审逻辑。对于设备互联、数据中台等底层工程，三一在四五年前就完成了投入。这类项目不直接计算单项ROI，而是由一把手拍板，作为支撑未来数年数字化转型的“公共底座”，按集团整体预算比例进行预设。而对于应用类项目，则必须经过技术改造委员会评审。我们有一个核心指标：投资回收期原则上不能超过两年。

我们对每一个场景都会进行极其细致的账目拆解，只有账算得清，项目才能上马。

- 开源类场景，以售后服务智能体这个项目为例，我们关注新增服务覆盖率、潜客转化率、单次服务客单价，通过AI能够服务到原本人力覆盖不到的海外场景，直接将服务转化为营收。账算清了，立项就很快。
- 降本类场景，比如说AI替代人工预审合同，回本周期仅一两个月，这种高ROI的小项目也会迅速上马。
- 战略协同类场景，以智能焊接项目为例，如果内部回本慢，就看外部输出的增值。只有内部提效和外部创收两项接起来能够覆盖大额投入，且有明确的种子客户愿意买单，项目才会通过。

在这样严格的过滤机制下，我们能够剔除那些看起来时髦但还没有形成商业闭环的项目。比如人形机器人，在现阶段无法产生经济效益，我们绝不盲目砸钱，这就是我们所说的商业成熟度和技术就绪度的评估。

《展望》：您认为那些真正能通过AI创造增长和价值的标杆企业，它们身上有哪些共同的成功基因？

黄路川：从三一和众多标杆案例来看，成功的AI企业通常具备三个核心战略支点。

首先，一把手的颠覆性认知。AI首先是一场对劳动力结构的颠覆。三一早在2023年就提出了“333”目标（3000亿产值、3000名工人、3万名工程师），其本质是对劳动力密度的重构。企业一把手必须想清楚，AI在你的版图中是什么定位。认知模糊是最大的成本。

其次，足够的闲余资金与利润空间。只有规模足够大或利润率足够高、有闲余资金去试错且有足够增长空间的企业，才能真正把AI跑通。

最后，规模化复制的“沃土”。企业必须有足够的舞台让AI摊薄成本。要么拥有几十个工厂可以快速复制，形成规模效应，要么正处于爆发式增长的前夜。

《展望》：您提到一号位要对AI定位想清楚。那在您看来，当下这个节点，企业应该如何定位AI，才能真正创造增长？

黄路川：AI定位是动态演进的，没有一劳永逸的答案。现在的变化太快，一号位必须花大量时间研究前沿新闻，接触跨行业公司。对现状的准确把握和对未来三到六个月的短周期预测，比任何一份十年规划都更有决策价值。

从“单点试点”到“全面开花”

《展望》：许多企业在AI转型中往往会卡在“试点阶段”，一两个项目效果很好，但一旦跨场景、跨部门推广就步履维艰。三一和树根互联作为行业领先实践的代表，在AI规模化落地上有一套清晰的路径。能否请您结合几个里程碑案例，分享一下三一是如何实现从1到N的飞跃的？

黄路川：三一的规模化路径可以总结为两个维度：

内部跨产品线的横向平移，以及外部跨行业的能力输出。

售后维修智能体是三一内部规模化推广最成功的标杆智能体。该项目起初仅针对挖掘机品类进行试点。在验证业务价值后，迅速复刻至港口机械、泵车、装载机等全系列大型设备产品线。在区域覆盖上，我们从最初的泰语试点开始，目前已成功覆盖阿拉伯语、西班牙语、意大利语、俄语等多个重点战略市场。

同时，通过树根互联，我们将内部深耕的物理AI能力转化为行业通用方案，实现了跨行业的规模化。三一在智能焊接领域积累的算法模型，现已成功复制到一些大型船厂。船厂的非标焊接场景与工程机械高度相似，这种能力的跨行业移植证明了三一AI模型的普适性。我们的全自动叉车方案不仅在三一内部工厂大规模应用，目前已成功输出至多家锂电池及材料制造头部商。

三一能够避开试点陷阱，核心在于建立了标准化、模块化的AI能力中心。将每一个资产沉淀为可配置的AI资产，而不是一次性的定制。同时，前面提到的云实验室机制，它确保了成功的AI案例能迅速在不同事业部间进行知识迁移。

《展望》：在实现跨场景、跨部门甚至跨行业的规模化复制时，三一是否遇到过一些关键性的障碍？

黄路川：AI规模化推广过程中最大的阻碍往往不是技术，而是运营与底座。我认为必须解决好两个维度的对接。

一是业务资源的就绪度。AI的规模化复制，本质上是技术应用场景与企业资源调度能力的深度适配。过去，客户需求传递不及时，供应链和服务的各种短板被掩盖在低效的沟通中。当AI能够瞬间精准捕捉全球需求时，压力就直接传导到了后端的供应链体系。

以售后维修智能体为例，AI能够通过诊断快速告诉用户哪里出了问题，并提供维修方案。但如果当地仓库没有备件，这个AI的业务价值就归零了。这迫使我们反思：全球区域内的售后备件预测、仓储计划

以及供应链履约这些最基础的环节，是否做得足够扎实。

二是组织层面的知识转移与人才准备。试点阶段与大规模推广阶段对团队能力的诉求完全不在一个量级，这需要未雨绸缪的组织策划。很多企业在试点时只用一小撮精锐团队，导致推广时出现严重的知识断层。三一的经验是在试点初期就将大区团队、推广目标团队纳入项目组。如果后期才开始培训和衔接，其投入的时间和资金成本将呈指数级增长。让未来的执行者早期参与共创，不仅能降低推广时的认知阻碍，更能确保AI模型真正符合一线实战场景。

另外，数据底层也非常关键。在跨事业部推广时，数据一致性问题会呈几何倍数放大，例如同样一个零部件，在不同的事业部竟然有不同的件号；库存数据的准确性、备件的兼容性指标，往往存在大量噪音。

AI落地不是一蹴而就的单个项目，而是一个需要不断完善数字底座、保障基础建设能跟上技术演进的长期过程。AI的落地遵循“木桶效应”，决定最终产出的往往是企业最薄弱的环节。

《展望》：在跨工厂或跨供应部署AI时，最棘手的数据集成挑战是什么？

黄路川：事实上，大多数企业在部署AI时遇到的集成难题，本质上是上一代信息化和数字化欠下的技术债。三一之所以在这一波AI浪潮中跑得稳，是因为我们在四五年前就通过大规模的数据中台和物联网项目，提前填平了这些坑。

这包括多源异构协议的打通，不同厂商、不同年代的设备采集协议各异，如果底层的多设备协议无法统一，AI根本无法获取有效数据。管理许多细节也极具挑战，比如统计设备的开机频率，有的设备是在一秒报文的前半段发射数据，有的是在后半段。如果时间轴对不齐，你会发现AI采集到的数据与物理现场看到的真实情况完全不符。

这些基础治理工作往往是千万级的投入，而且短期内看不到直接的AI业务价值或ROI。但如果不把

这些水面下的工作做扎实，后面的AI模型就像是建在沙滩上的城堡。

智能制造的下一个五年

《展望》：跳出三一来看，树根互联服务过众多行业的企业。如果请您对行业做一个展望，AI将以何种形式驱动制造业的业务增长？在您看来，哪些领域会率先发生颠覆性的商业模式创新？

黄路川：我认为，未来两到三年，我们会看到大量针对特定生产环节的“智能工作岛”出现。像焊接、切割这类封闭场景的单一工序，将率先实现完全自动化。类似于数控机床（CNC）的逻辑，未来的切割机或焊接机器人将连接上下料系统和上下游网络，形成一个完全无人化的自主作业岛。除了极其复杂的总装环节外，制造业的各主要分片区将逐步实现“黑灯化”。只要指令下达，这些片区就能像一台巨型精密机器一样自动运转，大幅提升制造效率和精度。

物流领域是AI落地最成熟、机会最大的领域之一。目前自动叉车、立体库、自动托盘等技术已经非常成熟。未来几年的增长点在于如何利用AI实现这些硬件的实时协同，构建起场内物流的“神经网络”。这种效率的提升将直接反映在企业的库存周转率和响应速度上。

不过，尽管AI技术突飞猛进，但全自动化的组装环节依然是一个巨大的挑战。目前的机器成本与灵活性依然无法与低廉、高效的人力劳动相比。如果AI和机器人的投入产出比无法突破经济性瓶颈，那么人机协作而非全面替代仍将是未来五至十年的主赛道。

《展望》：在2026年国际消费电子展（CES）上，黄仁勋提到物理AI的“ChatGPT时刻”即将到来，催化了具身智能、人形机器人等领域的爆发式增长。从您的观察来看，物理AI对制造业的变革影响究竟有多大？

黄路川：从原理上讲，物理AI确实是制造业未来的主流方向。但对于它是否已经迎来拐点时刻，我持审慎观望态度。我认为实现物理AI的大规模落地，仍面临底层技术架构和数据获取两大关键挑战。

一方面是技术架构与演进路径的不确定性。物理AI的演进主要来自两类能力的融合，一是生成式或基础模型带来的世界建模能力，二是强化学习驱动的决策与行动优化能力。前者帮助机器理解环境与物理关系，后者则通过交互学习不断优化行为策略。但这一融合路径上仍存在不确定性。现有大模型多为“黑盒”，一个概率预测模型能否在受严格因果律约束的物理世界中稳定运行，还需验证。

另一方面是工业“零容错率”带来的数据瓶颈。物理AI依赖失败数据来学习，但制造业不允许碰撞或损坏。没有真实的物理错误数据，模型就难以闭环成熟。

基于上述判断，我们对未来产品的演进有一个预判：全自动化不会一蹴而就，中间阶段是人机协同的半自动。比如，我们让工人佩戴智能指环、AR眼镜等设备进行人机协同，通过这些设备，我们在装配等核心环节预先收集大量真实的物理交互数据。我们为挖掘机、施肥机等传统机械开发了类似于穿戴式设备的引导系统。原本复杂的手动操作（如水下清淤），现在通过仿三维感知技术可以实现一键操作。

总的来说，我们对物理AI的未来持确定性的乐观，但在商业投入上仍保持战略审慎。三一的策略是保持敏锐的技术监测，等待先行者将基础模型打磨成熟。等那个商业上的确定点到来时，我们再迅速投入资源进行商业化和规模化应用。

《展望》：随着AI深度嵌入企业的日常运营，人才结构正面临一场变革。在自动化程度大幅提高的背景下，您认为未来的人才结构是怎样的？三一和树根互联是如何重新定义岗位角色的？

黄路川：人才结构的调整在我们内部已经形成了比较清晰的判断。我们有一个基本判断是，未来所有企业管理软件和工业软件都是给AI用的，不是给人用的。

第二个基本判断是，未来坐办公室的人不会有多少，最后一波被替代的是蓝领工人。

在人力、财务、采购等后台职能部门，人才需求将从“专才”向“具备统筹能力的通才”转型。大企业中传统的“螺丝钉”岗位将消失。未来的员工会像初创企业的创始人一样，一个人带着一群AI助理或智能体去完成一个完整的业务闭环。职能人员不再比拼操作熟练度，而是比拼眼界、统筹能力以及利用AI工具解决复杂问题的能力。

在研发领域，以树根互联为例，我们从2025年初就开始推行全员使用AI，所有开发人员必须用AI来写代码。到2025年中，开发效率提升了100%；到年底，AI已能承担约65%的工作量。我们不再需要只会写代码的“码农”，而是需要具备架构师思维或产品思维的人才。未来的单兵作战能力将极强，一个人就能完成从前端交互、后端逻辑到自动化部署和测试的全流程。

即使是公认最难被取代的创意行业，也在经历深刻的洗牌。比如一键成片技术的普及，已大幅降低了内容创作的准入门槛。这意味着只懂基础操作的“剪辑手”将被大批量淘汰，而具备导演思维、能用AI工具实现艺术构思的资深创意人，会变得极度抢手。🎬

郁亚萍

埃森哲商业研究院大中华区研究经理

王若霏

埃森哲大中华区市场营销经理

业务垂询: contact-us@accenture.cn