

# 让“钢铁巨兽”拥抱AI 工程机械智能化转型进行时

中国工业报记者 霍悦

在三一集团第十五届科技节上，无人摊压机群默契配合“压马路”，车端搭载的视觉语言模型让机械装备不仅听得懂指令，还看得懂场景。参观者可以坐

## 一场标准化的行业共建

从无标到有标，从企标到团标再到国家政策引导，这场标准化运动正在为整个行业的智能化转型铺设最基础的“轨道”。

现如今，走进任何一家大型工程机械企业的智能工厂，都能看到AGV小车穿梭、机械臂精准焊接、大屏上数据实时跳动。但当这些设备来自不同供应商，或者需要将不同品牌的智能工程机械部署在同一个工地时，问题便暴露无遗。通信协议不统一，数据接口不兼容，协同作业指令常常是“鸡同鸭讲”。这一现象的根本原因在于，行业长期缺乏统一的智能化分级标准、数据交互标准和安全标准。“冶金、港口、能源等重要装备机械行业，虽然在数字化、网络

## 让智能化惠及中小企业

《机械工业数字化转型实施方案》明确提出，要支持工程机械等重点行业骨干企业建设供应链协同平台，带动中小企业链式转型。

当头部企业纷纷投入数十亿元建设“灯塔工厂”时，数量占行业企业总数90%以上的中小工程机械企业，正面临着“不转型等死、转型怕找死”的尴尬处境。

赛迪研究院问卷调查显示，中小企业大多分布在传统产业和价值链中低端，受限于人力、资金等约束，52.3%的企业认为自身转型能力不足，64.31%反映数字化人才缺乏，55.12%认为资金不足，这些问题演化成“不想转”“不敢转”“不会转”等痛点。工程机械行业具有典型的“重资产、长周期”特征，一套完整的数字化管理系统动辄上百万元，

进远程遥控智能座舱，轻松完成异地行驶、上料和卸料等作业流程，多台智能摊压机协同作业，操作人员减少60%。

这样的场景不再是孤例。2026年开春，从长沙到徐州，从柳工到临工，无人摊压机群、AI挖掘机、远程遥控矿山

智能化发展趋势显著，但由于装备机械的类型多、涉及范围广，且不同类型装备各自具备不同的特性，导致各行业对装备机械智能化的功能与特性拥有各自不同的理解和要求。大多没有规范性的国家标准可依据。”大连华锐重工集团股份有限公司副总设计师孙元华直言，“多数装备机械智能化的国家标准属于空白阶段”。标准缺失带来的连锁反应显而易见，企业重复投入开发封闭系统造成浪费，用户需学习多套操作体系，行业难以形成规模化、可复制的智能化解决方案，中小企业

加上硬件改造、人员培训等隐性成本，足以让多数中小企业望而却步。

更棘手的是“不会转”，不知道从哪里切入、用什么路径、以什么节奏推进。湖南一家中小型液压件配套企业负责人向记者无奈地表示：“我们去参观了灯塔工厂，很震撼，但回来发现根本没法复制。人家有几百人的IT团队，我们连一个懂PLC编程的工程师都招不到。”而这种“能力与愿景倒挂”的现象，普遍出现在广大中小配套企业中，数字鸿沟正在拉大行业内部的“贫富差距”。

如何让智能化从“少数人的盛宴”变成“多数人的机会”？构建系统化、分

装备已成为各大展会的绝对主角。然而，在吸睛无数的装备背后，更深层次的结构挑战正在浮现，标准不完善、数字鸿沟、场景“水土不服”、复合型人才短缺……这些问题不因某一家企业的突破而自动消解，它们构成了全行业从“单

更是无所适从。

面对这一困境，行业正在从“企业各自为战”走向“集体标准共建”。今年3月，中国工程机械工业协会智能建造装备与应用工作委员会正式启动《工程机械智能化分级》团体标准编制工作。来自徐工研究院、国铁川藏中心、中国中铁、上海交大、重庆大学等30余家单位的代表参会。中国工程机械工业协会秘书长吴培国指出，工程机械行业“智能化、绿色化、融合化”是“十四五”时期的重点发展方向，启动会的召开将为促进工程机械

层次的帮扶体系尤为重要，一批工业互联网平台企业推出了“轻量化、模块化、云化”的数字化解决方案。传统ERP、MES系统“大而全”但“重而贵”，而新一代产品支持按需订阅、按月付费，一个车间排产模块可能仅需每月几千元。

“我们打造轻量化工具，企业可按需选择模块和插件自由组合，避免传统庞大系统的笨重问题。”蓝卓数字科技有限公司总经理陈玉龙说。

资金层面的精准扶持正在探索落地。有专家建议设立“工程机械中小企业数字化转型贴息基金”，在产业集聚区试点建设“共享智能工厂”，让中小企业按件

点智能”走向“系统智能”必须跨越的集体门槛。幸运的是，工程机械行业各方正在探索系统性解法，标准共建、生态赋能，场景深耕、产教融合，一场关于“如何让智能化真正落地”的集体行动正在展开。

智能化规范、科学发展起到保障作用。

与此同时，工业和信息化部等八部门联合印发了《机械工业数字化转型实施方案（2025—2030年）》，提出到2030年规模以上企业基本完成一轮数字化改造，建成不少于500家卓越级智能工厂，并要求重点发展面向智能化作业场景的高端绿色工程机械，鼓励龙头企业联合上下游制定协同技术改造方案。从无标到有标，从企标到团标再到国家政策引导，这场标准化运动正在为整个行业的智能化转型铺设最基础的“轨道”。

付费使用高端设备。

更重要的是，“链主”企业的辐射带动作用正在被激活。《机械工业数字化转型实施方案》明确提出，要支持工程机械等重点行业骨干企业建设供应链协同平台，带动中小企业链式转型。每台主机的背后都有成百上千家配套企业，头部整机厂可将自身的数字化平台向供应链上下游延伸。徐工集团旗下的汉云工业互联网平台已连接全球超过161万台设备，覆盖90多个细分行业。三一的根云平台也在积极实践“链主赋能”模式，把数千台设备、上百家供应商“串珠成链”。

## 场景深耕与复合型人才

面对这一局面，行业正从研发范式和人才培养两个维度同时发力。

如果说工厂车间是“可控环境”，那么建筑工地、矿山、隧道就是“极端环境”，扬尘、振动、温差、通信盲区、多设备交叉作业，任何一个因素都可能导致AI算法的“失灵”。三一集团副总裁、研发管理部总监李宏伟在2026年三一科技节上坦承：“目前可实现的无人化仍主要依靠规则算法而非数据驱动，机械的整体协同效率与人力成本相比尚无突出的比较优势，智能化机械的安全性亦有待提高。”这一判断点出了核心痛点，在工厂里环境可控、任务明确，但在开放工地上，天气变化、地形复杂、信号不稳，多设备协同调度的难度呈指数级上升。当一台AI挖掘机需要与AI推土机实时共享工况信息并自主决策时，目前的技术成熟度还远不足以支撑大规模商用。

而山推股份的探索提供了另一种可能。2025年山推股份发布了全球首款具备自主决策能力的AI智能推土机，历经25000余次算法训练与场景测试，整体施工效率提升40%，一次性成型率由70%跃升至95%以上。在山东某水库工地的实战测试中，该设备实现连续260小时不间断作业，设备出勤率100%。业内专家指出，这为行业智能化转型提供了可复制的技术路径。在矿区和港口等相对封闭的场景中，无人驾驶矿卡、远程操控挖掘机等技术的商业化落地也已初见成效。中联重科在长沙

国际工程机械展上动态展示了百吨级无人驾驶矿用宽体自卸车，实现装载、运输、卸载无人化全流程覆盖。

比技术更难突破的是“人”的瓶颈。智能化要求既懂机械原理、液压传动，又懂人工智能算法、数据分析，还熟悉施工工艺的复合型人才。“AI与工程机械的深度融合，根基在人才。”徐工机械副总裁、总工程师单增海提出。他建议，要构建复合型AI人才培养体系，构建“基地-企业-高校”联合培养机制，定向培育行业亟需的AI+工程机械复合型人才。

面对这一局面，行业正从研发范式和人才培养两个维度同时发力。在研发端，部分企业正联合组建“工程机械智能化露天测试场”，模拟高原、极寒、湿热等极端工况，形成公开数据集。技术路线上，采用“数字孪生+强化学习”的方式，即先在虚拟环境中大量试错训练，再将成熟策略迁移到真实设备上微调。

在人才培养端，一场“产科教”深度融合的变革正在加速。《机械工业数字化转型实施方案》明确提出，要加快培育既懂行业又懂数字化的系统解决方案供应商。多所高校在机械工程一级学科下增设“智能装备工程”方向，重构课程体系，新增机器学习、传感器技术等模块。技术与人才的双重突围，正在为智能化的“最后一公里”铺路架桥。

## 行业 视点

# 发布AI+机床 浙东工业母机集群率先亮剑

中国工业报记者 马艳

4月21日，正值第十四届中国数控机床展览会（CCMT 2026）召开之际，一场聚焦工业母机集群创新与前沿智能装备的重磅活动——浙东（台州）工业母机集群推介会暨智能机床发布会在上海举办。本次活动由台州市人民政府主办、浙江省高档数控机床技术创新中心承办，台州市机床工具行业协会协办，旨在全方位展现工业母机集群的创新实力与发展成果，聚力打响区域产业品牌，提升国际竞争力与行业影响力。

“今后十年，正是‘智能数控机床’这个第四次工业革命最典型的‘智能一代’装备发展的关键时期。”在发布会上，中国科学院院士周济指出，中国工业母机产业必须抓住这一千载难逢的历史机遇，集中优势力量打赢一场智能升级的战略决战，实现国产工业母机的跨越发展。

而在这一场关乎国家产业安全与竞争力的宏大叙事中，一个来自东海之滨的产业集群正悄然崛起。浙东（台州）工业母机集群，以其独特的“浙东模式”，书写着中国工业母机从规模扩张向价值创造转型的生动样本。

## 全链协同 筑牢产业发展根基

底气和自豪感首先来自“全链协同”的硬核实力。2024年，由台州牵头，联合杭州、宁波、嘉兴共同打造的浙东工业母机集群成功入选国家先进制造业集群，成为我国工业母机自主可控的重要支撑力量。

原工业和信息化部装备工业一司一级巡视员苗长兴在发布会上评价道：“台州依托扎实的产业基础，坚持创新引领，走出了一条特色鲜明、优势突出、生态完善的工业母机产业发展之路。”他指出，从整机制造到关键零部件，从量刃具生产到场景应用验证，台州形成了链条完整、配套完备、集聚发展的良好产业生态。产业内龙头企业引领发展、专精特新企业茁壮成长，产业规模、市场份额、配套能力均位居全国同行

业前列。

浙江省经济和信息化厅总工程师李永伟则从全省布局的角度，对台州工业母机产业的发展成效给予高度肯定。他表示：“台州作为浙东工业母机国家先进制造业集群的核心承载区，构建起整机制造、关键零部件、应用产品于一体的完整产业生态，培育出浙江海德曼、东部数控、北平机床等一批行业领军企业，创新成果不断涌现。”站在新起点，李永伟强调，浙江将持续加大政策支持与要素保障，全力推动浙东工业母机集群向世界级先进制造业集群稳步迈进。

## 创新驱动 突破关键核心技术

产业链的完整只是起点，真正的竞争力来自创新链的深度突破。在坚实的产业基础上，台州进一步聚焦创新驱动，通过构建多层次产业创新载体，集中力量突破关键核心技术。

由周济院士领衔的浙江省高档数控机床技术创新中心（以下简称“创新中心”），正是这一创新体系的核心引擎。

据台州市委常委、副市长李昌明介绍，创新中心已承担20余项国家及省级重大专项；建设的浙江省智能数控装备中试平台，已于2026年列入工信部公共服务平台，累计服务企业超200家，推动20余项科技成果产业化，直接带动企业新增营业收入超10亿元。此外，全国唯一的量刃具检测及深加工技术研究重点实验室、国家数控系统工程技术研究中心浙江分中心也落地台州温岭，推动各类创新资源加速集聚、高效转化。

作为集群创新的核心引擎，浙江省高档数控机床技术创新中心的运作模式与攻关成效更具代表性。创新中心是浙江省主动谋划布局、重点建设的十大省级技术创新中心之一，依托浙江大学、西安交通大学、华中科技大学三位院士专家团队，聚焦数控机床数字化设计与优化、智能数控系统、数控机床高性能关键零部件三大核心技术方向，重点攻克高档智能数控系统、高档数控机床正向设计、智能机床关键

性能感知预测、数控机床精度保持性、数控机床关键零部件等产业“卡脖子”技术。

创新中心主任傅建中详细介绍了创新平台的核心使命，创新中心由温岭市政府与浙江大学共建，采用混合所有制模式，由国企、高校技术团队与11家民营企业共同合资成立，实行公司化运作。创新中心的建设目标是打造国产化高能级技术制高点。

在技术攻关层面，傅建中主任透露了一组硬核数据：创新中心联合集群内骨干企业，已梳理出69项“卡脖子”问题清单，目前正围绕四大产业环节、六大共性技术、四大应用场景及69项攻关任务稳步推进，且已成功攻克20余项“卡脖子”技术，有效填补了部分国内技术空白。此外，创新中心还承担了25项国家和省级重大科技项目，已获授权发明专利17件，参与制定10项制造标准，为产业规范化、高质量发展奠定了基础。

## 着眼未来 抢占产业发展制高点

在攻克“卡脖子”技术的同时，台州并未止步于补短板，而是主动瞄准“AI+机床”这一全新赛道。据台州市委常委、副市长李昌明介绍，由浙江省高档数控机床技术创新中心研发的数控机床数字化设计与优化系统，已搭建起包含1500个模块的机床设计资源库，2025年更是推出了全国首款AI赋能的新一代智能机床。

这一前瞻性布局，正是对周济所提出的技术路线的生动实践。周济在发布会上明确指出：“以新一代智能制造为主攻方向，以新一代人工智能赋能数控系统，是我国工业母机产业创新发展的核心技术路线。”他提出，随着“大模型+大数据+大算力”的飞速发展，通用人工智能时代已然到来，百模千态赋能千行万业，人类社会正加速迈向智能世界。

战略布局的成效，最终由产品和市场来检验。在本次发布会上，浙江海德曼、东部数控、北平机床、华中数控等行业骨干企业集中发布9款高端智能机床，紧扣“AI赋能+场景联动+智能数

控”核心方向，融入智能工艺决策、自主感知维护等领先设计，精准瞄准航空航天、新能源汽车等高端制造领域。

“台州集群发布首批智能机床，标志着产业从‘程序执行’迈向‘自主智能’。”周济院士呼吁，机床行业要抓住这一历史性窗口期，在新赛道上实现跨越发展，为制造强国建设贡献力量。

## 乘势而上 持续做强产业集群

面向未来，浙东工业母机集群既有坚实基础，也有清醒认知，会上多位行业专家为中国机床产业的发展把脉问诊。

中国机床工具工业协会秘书长毛予锋指出，过去几十年，我国机床产业依托庞大的国内市场、低廉的成本优势和快速的技术追赶，实现了规模的跨越式发展，长期稳居全球最大的机床生产国和消费国，这是值得骄傲的成绩。但规模大不等于实力强，产量高不等于价值高，中国机床企业正视这一问题，正在努力向高端产品发展跃升。

原北京机床研究所所长刘炳业对此深表认同并进一步量化了差距，中国机床产业与国际先进水平差距已缩小至8年以内，但核心技术、产品稳定性、人才短缺等挑战依然严峻。他建议，未来需聚焦超高精度、人工智能融合、自动化变革及热误差控制等前沿技术，加强产学研合作，以高质量发展缩小技术差距。

国家数控系统工程技术研究中心主任、武汉华中数控股份有限公司董事长陈吉红从技术路径给出答案，行业亟需迈向新一代智能数控系统，更好发挥AI技术在提升效率、优化控制等方面的巨大潜力。

面对机遇与挑战，浙东工业母机集群以其独特的“浙东模式”，为中国工业母机产业的高质量发展提供了一个鲜活的样本。正如原工业和信息化部装备工业一司一级巡视员苗长兴在会上所言：“希望台州以本次活动为新起点，乘势而上、再接再厉，持续做强产业集群、做优创新生态、做大发展格局。”

## 工业 人物

# 马明博：深耕智能终端制造领域

近年来，全球电子制造业正经历深刻重构，一方面，智能终端与跨境电商的需求持续增长，推动制造企业从单一代工向研发、品牌、供应链和本地化运营协同转型。另一方面，海外市场的不确定性、合规要求的提高以及国际产业链的重组，也在倒逼企业提升制造效率、组织能力与全球化配置水平。随着中国企业“走出去”步伐加快，一批兼具技术素养与跨国运营能力的从业者脱颖而出，他们以专业所长搭建起中外产业合作的桥梁，马明博正是在这一脉络中逐步成长起来的典型代表。

在职业生涯初期，马明博先后任职于意法半导体研发（深圳）有限公司、华为等知名企业，并逐渐成长为海外拓展的中坚力量。随后，他出任印度TATA电信总经理特别助理，主导智能终端战略规划与供应链对接，进一步积累下深厚的跨国运营经验。

2015年，马明博创立Pacific Cyber Manufacture Technology Co., Ltd. (以下简称“PCT”)，作为董事长兼研发中心总监，他将企业发展重心放在印度市场，并将专业素养贯穿于企业运营及智能终端制造全流程。如今，PCT已成为印度最大的中资电子制造服务企业之一，在当地设有组装与贴片两大制造中心，员工规模超3000人，年产值突破1亿美元。PCT先后获得多项国际行业核心资质认证，并

# 蔡田露：守望大地的测绘人

江苏沿海平原地势低平，地层岩性多样，这片土地正在悄然沉降。沉降无声，却与城市管网、轨道交通、近海堤坝的安全直接相关。在许多人看来，这是一项枯燥而艰辛的基础性工作，但在江苏省地质调查研究院工程师蔡田露眼中，这恰恰是测绘人最值得投入的事业所在。

2013年，蔡田露从南京工业大学测绘学院硕士毕业，专业方向为大地测量学与测量工程。入职后承接的第一个项目，便是江苏沿海地区地面沉降调查与监测。这片工作区域海拔普遍偏低，部分地区年均沉降量以毫米计，数据采集条件复杂，对测量精度要求极高。频繁的野外作业、漫长的数据比对，构成了她职业起步阶段的日常，也让她对这片土地的地质特性有了切身的认识。

在技术路径上，蔡田露始终保持着向前走的主动性。她系统掌握了水准测量、GPS测量等传统手段，同时深入研究高分辨率InSAR卫星遥感与自动化监测技术，逐步构建起覆盖空、天、地、地下多维度的监测能力。在此基础上，她将目光投向分布式光纤传感技术，尝试将其引入地裂缝与地面沉降监测。光纤可沿地质钻孔连续布设，能够捕捉传统手段难以发现的微小形变，但不同地层条件下的植入方案设计对工程适用性要求极高，需要经过反复验证与调整。经过多年持续攻关，相关成果最终转化为江苏省地方标准正式发布施行，完成了从实验

成为沃尔玛、亚马逊等国际知名企业的供应商。通过技术输出与产业合作，PCT既推动了中国先进制造技术在印度的落地应用，也为当地创造了大量就业机会，实现了经济效益与社会效益的双重提升。

作为一名懂技术的企业家，马明博的核心竞争力体现在技术研发与实践应用的深度融合，他主导研发多项知识产权成果，精准贴合智能制造发展需求，有效提升了生产效率与供应链优化水平。与许多只停留在贸易层面的跨境企业不同，马明博所选择的企业发展路径，不仅要求企业具备高质量高效率的订单交付能力，更要求工艺、产能、供应链、人才和标准体系的整体协同效应。对一家在海外落地的制造企业而言，这种能力往往比单点优势更难形成，也更能体现管理者的长期主义。

纵观马明博的职业生涯，从松花江畔的学子到深耕印度的跨国企业家，他的每一步都紧扣全球工业发展的脉搏，以坚实的工程技术为基石打通跨国制造与供应链壁垒，推动先进制造技术的跨境传播，在实现企业发展的同时，也为全球智能终端产业升级与跨国产业协同发展注入了动力。在制造全球化与产业智能化的浪潮中，这样兼具专业素养与跨国视野的从业者，必将持续搭建起产业合作的桥梁，助力中国智造走向更广阔的全球舞台。（张璐）

室探索到行业技术规范的完整落地，也让这项新兴技术在实际监测工程中得到推广应用。这种兼顾传统精度与前感知手段、打通研究与应用通道的作业方式，成为蔡田露在同领域中最鲜明的特征。

参加工作十余年，蔡田露以项目负责或技术负责人身份主持完成省部级项目3项，作为技术骨干参与项目9项，发表学术论文14篇，获授权专利12项，其中发明专利4项。她仍以主编的身份参与出版地质监测专著，并作为编委会成员参与多部由中国地质大学出版社发行的地质资源图集与中国调查报告。2019年，她所参与的项目荣获中国测绘学会颁发的全国优秀测绘工程金奖——这是中国测绘领域最高荣誉。此后又先后获得自然资源部科普视频大赛奖项及江苏省地质局优秀科技成果二等奖，并担任中国岩石力学与工程学会地质与岩土工程智能监测分会通讯理事。这些积累，是她在地面沉降监测这一相对冷僻的专业方向上持续深耕的印记，也是行业对这个领域长期价值的认可。

衡量一名地质测绘工作者的价值，不在于看见了多少地表的宏大景观，而在于能否捕捉到那些肉眼看不见的毫米级变化。大地在沉，城市在长，两者之间需要有人持续丈量、持续预警。蔡田露选择在这个交叉点上扎下去，用十余年的积累，把一项基础性的专业工作做出了深度。

（苏雯颖）