打造浙江版“未来工厂”推进浙江产业链现代化

宋婷

借鉴国际上“灯塔工厂”的实践与经验，结合浙江制造业和数字经济发展优势，打造一批“未来工厂”，作为浙江制造业高质量发展的典型代表和产业链现代化的“定海神针”

当前，世界正处于新一轮工业革命和产业链格局调整重构期，“危”“机”并存。去年 8 月，以习近平同志为核心的党中央审时度势，提出要“打好产业基础高级化、产业链现代化攻坚战”。浙江作为中国经济前沿阵地，在全球大变局下，抓工业更应强化产业链思维。近年，浙江发动了一场轰轰烈烈的“上云行动”，形成了近 30 万“云上企业”，而今浙江应以更大力度推进企业“上链行动”，集中力量打造一批标志性产业链。浙江建设全球先进制造业基地，推进企业“上链”，不应是“散兵游勇”式的，而应是“强将精兵”式的。

产业链现代化需要“未来工厂”

近年来，世界贸易合作环境日渐复杂，全球贸易量连续两年下降，而今全球蔓延的新冠肺炎疫情更是让国际贸易体系“雪上加霜”，世界范围内围绕产业链主导权的竞争愈演愈烈。疫情后，主要大国都想建立独立完整的产业链，全球产业链将被简化。作为全球化的最大受益国之一，我国一方面要妥善应对当前因疫情防控措施导致的国际供应链断裂问题，另一方面也不得不提前防范后疫情时代一些西方国家可能会发动的产业链“去中国化”挑战。唯有加速产业链现代化进程，才能确保产业安全乃至国家整体经济安全。

“工厂”是产业链的微观单元，现代化的产业链需要现代化的工厂支撑。浙江推进产业链现代化，必须面向未来，加速工厂的有机更新，着力培育一批符合产业链现代化要求的新一代工厂，从而抢占全球竞争话语权、引领产业未来发展方向。一方面，要以工业互联网平台建设为核心抓手，把产业链中的龙头企业培育为整合上下游合作伙伴的“超级工厂”，成为行业生态的缔造者、主导者；另一方面，要以推进中小企业数字化转型为重点，培育一批符合未来制造发展趋势的数字工厂、智能工厂、绿色工厂、创新工厂等，成为行业生态中的重要参与者、创新者。

国际“灯塔工厂”的实践

国际上对下一代工厂的探索实践包括全球层面的“灯塔工厂”、欧盟的“未来工厂”、日本的“e-factory”等。其中，世 界经济论坛联合麦肯锡在全球范围内组织评定的“灯塔工厂”覆盖面较广、评价标准较高、工厂业绩较好、产业链带动作用较强，值得重点学习借鉴。

（一）“灯塔工厂”的分布情况

世界经济论坛联合麦肯锡组成的项目组在对全球1000多家工厂深入调研和严格筛选后，评选出了四批共44家“灯塔工厂”，分布情况如下：

从区域分布看，呈欧亚双寡头，“中国工厂”数量遥遥领先。亚洲“灯塔工厂”数量最多，为24家；欧洲次之，为15家“。中国工厂”入选数量全球第一，共有12家，其中跨国集团的中国工厂6家，由本土企业打造的6家，分别是海尔（2家）、富士康、上汽大通、潍柴动力、宝山钢铁；排在第二和第三的是德国和美国，分别有4家和3家，与中国差距很大，可见“中国制造”国际地位遥遥领先。

从行业分布看，类别较为广泛，汽车、电子、生物医药三大行业数量最多。“灯塔工厂”分布行业类别较为广泛，其中汽车、生物医药及器械制造、电子设备及半导体元器件行业，以其技术先进、资本密集等特征，成为“灯塔工厂”分布数量最多的三大行业，分别有7家企业入选；排在后面的是工业设备及自动化（6家）、钢铁（4家）、消费品（4家）、家用电器（3家）、油气处理（3家）等行业。

从企业分布看，跨国集团为主力，中小企业和初创公司亦有机会。入围企业主要是制造业头部企业，如西门子、施耐德、强生、海尔、上汽大通等。但是“灯塔工厂”中也有少量中小企业以及初创型技术公司，如Rold、Zymergen等，这反 映了中小企业若能找到准确的技术转型路线，同样能够在第四次工业革命时代找到适合的位置。

（二）“灯塔工厂”的典型经验

“灯塔工厂”在应用第四次工业革命技术、实现生产现代化方面走在了行业前列，其业绩比普通工厂高出20%至50%“。灯塔工厂”成功克服了大多数制造企业面临的典型痛点，如新技术应用推广难题、数字孤岛问题、实用商业案例缺乏等，为“未来工厂”实践提供了宝贵经验。

坚持价值创造导向并采取合适的技术路线推进。根据世界经济论坛的测算，由于技术策略落实不当，70%以上的企业所投资的大数据分析、人工智能、增材制造等技术应用项目没能撑过试行阶段。“灯塔工厂”普遍秉承务实主义，始终坚持价值导向，成功将合适的技术创新成果应用到商业实践中，因而能够成功跨越“试点陷阱”，取得效率水平大幅提升和远高于行业水平的价值创造能力。

从制造环节优化向“端到端”全链拓展。所有“灯塔工厂”在工厂层面实现了成功转型，并在生产效率、可持续性、敏捷性、定制化等方面展现出强大竞争力。而海尔、强生、雷诺、诺基亚等14家企业，则进一步将新技术革命拓展到实体工厂范畴之外，打通了端到端价值链，形成了供应网络对接、端到端产品开发、端到端规划、端到端交付、客户对接等多方面的优秀实例。

具有主导或者影响行业生态圈的强大力量“。灯塔工厂”企业普遍拥有开放的发展观，同时具备主导或影响行业生态圈的强大能力。一半以上的“灯塔工厂”积极吸纳产业链上企业联合打造行业共性服务平台，如联合研发中心、工业互联网平台等，并通过提供创新增值服务和打造新商业模式来产生新收入，包括实行基于设备使用频次和订购时间的付费模式、提供连接数据和利益相关方的技术平台等。

工厂决策从经验驱动转向“数据+经验”双驱动模式“。灯塔工厂”决策摆脱了传统工厂简单依靠企业负责人单一决策的经验主义，而依靠云计算、大数据、商业智能分析赋能企业决策，建立了“数据+经验”双驱动模式，不仅重构了车间的基础架构体系，也使得新的数字化技术能够以较低成本进行部署，并实现多区域、多平台、多工厂协作。

重视现代产业工人培养及人机协作能力提升。“灯塔工厂”通过部署现代化生产装备、强化技能培训来不断提升员工操作技能，并让员工专注于最有增值效应的活动。有 71%的“灯塔工厂”通过工业物联网学院组织培训、交流学习，帮助员工提升技能并养成终身学习能力。同时“，灯塔工厂”注重车间现场的环境改善，通过自动化手段不断降低重复劳动，大幅提升了工作的趣味性、多样性、生产率，从而增强工厂对人才的吸引力。

高起点擘画浙江版“未来工厂”

作为全国首批国家数字经济创新发展试验区，浙江的工厂变革，应立足于工业互联网和智能制造发展基础，更应着眼长远和未来，强化对“未来工厂”的前瞻布局和先行先试。

（一）浙江工业互联网和智能工厂建设现状

数字工厂是工厂“单点升级”的重要方向。近年来，浙江深入实施数字经济“一号工程”，以智能制造为主攻方向，以“互联网+制造业”为新手段，积极拓展“智能+”，产业数字化指数全国第一，在役工业机器人居全国前列，形成了一大批数字化车间和工厂。2015 年以来，浙江组织实施了一批智能制造“国家队”项目，全省共入选并实施 36 项国家智能制造新模式及综合标准化项目、25 项国家智能制造试点示范项目，累计获得国家扶持资金 6.2 亿元，居全国前列；同时，面向浙江块状经济和战略性新兴产业，组织遴选了一批省级智能工厂“种子”项目，去年遴选了 114 个省级数字化车间/智能工厂项目。

工业互联网是工厂“链式贯通”的重要手段。浙江工业互联网平台“1+N”架构初步形成。supET 平台的核心基础服务能力稳步提升，成功入选全国十大“双跨”工业互联网平台、国家工业互联网创新发展工程和工业互联网试点示范项目，成功接入工业设备约 50 万台（套），开发集成工业 APP 1.3 万余款，与多个地方政府、高端科研院所以及数十家行业级平台、200 多家服务商建立了合作，聚集了 570 家生态伙伴，拥有 3.5 万名开发者。N 个行业级、区域级、企业级平台建设成效显著，累计培育了 110 家省级工业互联网平台，基本实现 17 个重点传统制造业行业和主要块状经济产业集聚区全覆盖。

（二）浙江版“未来工厂”主要特征探讨

“未来工厂”是一个充满想象的名词，但落脚到浙江的具体实践，必须做到方向正确、概念清晰、目标明确。基于此，结合浙江的实际，瞄准 5 年左右的愿景，浙江版“未来工厂”应有以下特征：

万物互联：互联一切可数字化工业要素资源。随着通信网络的升级、软件系统的推广、智能终端的普及以及各类传感器的使用，大力促进人、机、物的泛在互联，使得产品与生产设备之间、不同的生产设备之间能够实时联通、相互识别和有效交流。

软件定义：广泛应用智能软件系统定义数字孪生。软件定义本质上就是实现物理世界运行规律在数字化空间的模型化、算法化、代码化、工具化。软件不仅可以广泛定义各类产品结构和功能，而且可以定义生产流程和生产方式，从根本上优化产品服务、业务流程、企业组织和产业生态。

数据驱动：驱动要素资源优化配置实现闭环体系。随着人工智能等新技术加速向研发、生产、管理、服务等环节渗透，“未来工厂”将构建起一套以数据自流动的状态感知、实时分析、科学决策、精准执行的闭环赋能体系。

平台支撑：建立覆盖工厂全流程体系的平台体系。通过业务中台、数据中台、技术中台、组织中台、AI 中台等各类平台搭建，使中台体系成为全要素、全产业链、全价值链连接的载体和枢纽，有助于降低空间和时间对制造场景的限制；通过共性能力和个性能力的剥离和沉淀，形成“薄前台、厚中台”的新型工厂组织架构体系，有助于构建资源富集、多方参与、创新活跃、高效协同的多方共赢“未来工厂”新生态。

极端制造：兼具精益制造和柔性制造等特点。“未来工厂”应充分体现工业工程和精益生产的理念，实现订单驱动的拉动式生产，减少在制品库存，消除浪费。产品品种少、生产批量大的企业向高度自动化不断迈进，乃至建立黑灯工厂；小批量、多品种的企业则更加注重少人化、人机结合。工厂的自动化生产线和装配线适当考虑冗余，避免由于关键设备故障而停线；同时，充分考虑如何快速换模，能够适应多品种的混线生产。

几点建议

浙江要抓住新一轮工厂革命和产业链调整机会，打造一批能支撑浙江产业链现代化乃至经济体系现代化的新一代工厂，既要加强战略谋划，又要抓紧推进实施。

（一）强化战略谋划和顶层设计

浙江在数字经济发展和未来产业培育方面走在全国前列，要在“未来工厂”布局上抢占先发优势，也必须要明确顶层设计。

把“未来工厂”建设纳入浙江制造业高质量发展的重点工程。今年 3 月 16 日，全省高规格召开制造业高质量发展大会，正式开启制造业高质量发展新征程。“未来工厂”应是浙江制造业高质量发展的典型代表，抓紧出台专项行动方案，明确培育目标和计划，并从技术、人才、项目等各层面进行统筹规划和集中扶持，力争三年培育形成百家“未来工厂”。

支持杭州、宁波开展先行先试。去年，杭州重磅发布了“新制造业计划”，并围绕“未来工厂”建设路径开展了专题研究；宁波提出建设“246”万千亿级产业集群，智能制造平台、企业和项目的数量和水平均位居全国前列。要发挥杭州、宁波的双核作用，从两地在工业互联网和制造业方面的优势出发，开展各具特色的先行先试，总结完善后在全省扩面提质。

探索“未来工厂”标准体系建设。浙江在工业互联网标准建设中占有一定优势，在“未来工厂”推进中也要注重标准体系的抢先布局。要适时组建“未来工厂”标委会，集成电子、通信、制造等行业高端资源，将关键核心技术转化为技术标准，形成行业领先的解决方案和软硬件产品。

（二）加快布局关键核心技术攻关

在推进“未来工厂”建设中，要立足于抢抓国产替代新形势新机遇，着力突破、掌握一批关键核心技术，牢牢把握“未来工厂”建设的主动权。

组建“未来工厂”创新发展联盟。发挥杭州、宁波等地方政府的积极性，联合吉利集团、海康威视、正泰集团、西子联合等制造业龙头企业，阿里云、华为云等数字赋能企业，之江实验室、浙江大学、西湖高等研究院等科研院所，以及金融机构、投资机构等多方力量，组建“未来工厂”创新发展联盟，共同研究发布“未来工厂”建设的关键共性技术核心目录，组织开展协同技术攻关。

组织实施一批产业链现代化攻坚项目。支持龙头企业以开放式产业创新平台为纽带，联合供应链企业、科技信息公司等，聚焦行业细分领域及特定生产制造技术，共同开展技术攻关。

（三）提升“未来工厂”实施能力

巩固提升工业互联网产业技术创新竞争优势。工业互联网作为未来工厂对外输出行业价值的重要平台纽带，是全产业链、全要素、全价值整合的关键平台。浙江要充分利用在工业互联网平台产业和应用方面的领先优势，加快推进工业互联网体系建设，加强平台生态培育，推进 5G、边缘计算、OPC-UA、IPv6 部署，建设一批行业级工业互联网平台，开发一批行业级专用工业 APP 和微服务组件，形成一批典型工业场景。

培育一批“未来工厂”系统解决方案服务商。加快培养一批数字化互联互通领域的领先者，进一步支持阿里云、华为杭州研究所、中控科技等高能级 ICT 服务商做大做强，提升其在数字化互联互通领域的行业影响力和标准话语权。引导基础较好的制造企业剥离系统解决服务板块，成立整体解决方案提供商，并积极向“未来工厂”集成商转型。针对中小企业工业通信协议多样化、互联互通性差等行业难点痛点问题，支持集控科技、蒲惠智造等本土科技型企业深耕具体行业和地区，探索面向中小企业的“未来工厂”建设解决方案。

（四）支持一批“未来工厂”试点项目

对浙江而言，甄选一批典型企业、样板企业率先开展“未来工厂”实践，引进一批代表全球一流水平的“未来工厂”项目，尤其重要。

实施一批“未来工厂”试点示范项目。重点面向十大标志性产业链，遴选一批数字化基础较好、应用效果较为典型、企业意愿较为强烈的企业率先开展“未来工厂”项目实施，聘请专业第三方服务机构研究制定对标行业一流水平的解决方案，推动关键领域技术装备和软件系统达到国际国内先进水平，到 2022 年形成十大标志性产业链“未来工厂”全覆盖。

引进实施一批“灯塔工厂”项目。目前我国 12 家“灯塔工厂”中未有浙江身影，嘉兴的敏实正在与富士康合作，有望打造全省第一座“灯塔工厂”。要充分把握长三角一体化发展机遇，加大力度创建更加开放、友好的外商投资环境，力争在高端装备、生物医药、数字经济等重点领域，吸引一批跨国工业集团来浙投资“灯塔工厂”项目。同时，积极深化与达沃斯、世界经济论坛等世界顶级经济峰会交流合作，邀请相关专家组来浙江开展“灯塔工厂”建设的指导与认定。

（五）锻造一支多层次未来人才队伍

未来工厂的建设，需要有一批未来人才支撑，其中具有未来视野的企业家、高技术的产业工人和掌握复合型知识的创新人才是重点。同时，由于未来工厂颠覆了“工作环境欠佳”的传统形象，塑造了“如白领般优雅舒适”的全新模样，因此吸引这些新型人才也成为可能。

打造一批“未来企业家”。企业家是企业发展的掌舵人。浙江要加快未来工厂推进进程，就要加快培育一批对智能制造推进有着坚定决心和深刻认识，能保持创造性思维，能指导企业制定面向未来的智能制造方略的新型企业家群体。要以推进未来工厂、未来产业发展为重点，建立系统化“未来企业家”轮训基地，加快培养一批CEO、CIO等“未来企业家”群体。

培养一批“未来工人”。围绕未来产业工人培育，要积极探索以课堂教育与实际工作相结合的职业教育体系，鼓励龙头企业直接与工科院校建立起联合学院，为未来工厂建设定向培养和输送人才。除了教育机制，还需在职业培训课程方面作出调整，培育熟练掌握数据分析、产品管理、项目管理、IT架构、信息安全的跨学科数字化工程师。此外，利用钉钉等数字化软件赋能企业组织流程再造，充分激发制造工人的创新创造力，也是培养“未来工人”的可行路径。

引育一批“未来专家”。未来工厂要求制造业人才从过去单一领域的专才转向横跨多领域、学习能力更强、懂得数字化交付的复合型人才。要切实把握杭州、宁波等地的人才红利，从全球化引才计划与未来工厂建设找到结合点，加大对未来产业领域“高、精、尖”特别是领军人才和团队的引进力度。