让机器人『生』出『匠心』 教自动化学会『上网』

『未来工厂』什么样？

本报记者　叶晓楠

让机器人“生”出一颗“匠心”，把人工智能“炼”成火眼金睛，教自动化学会“上网”，管理产品的全生命周期……今日的智能制造，可不只是机器人应用这么简单，那些熟悉的岗位上，正发生着巨大的变化。

2020年底，浙江省发布首批12家“未来工厂”名单，涉及数字安防、网络通信、智能装备、汽车及零部件制造等领域。透过它们，人们可以看到工厂未来的一些图景。

机械工业经济管理研究院两化融合协同创新中心主任宋嘉在接受本报采访时分析认为，“未来工厂”是一种新的生产范式，将对行业产生深刻影响，它是基于5G、人工智能、数字孪生等新一代信息技术与工业深度融合而实现的一种新模式，是新基建中“产业数字化”转型的一种探索实践，将通过一系列创新形成累积优势。

什么是“未来工厂”？“未来工厂”应该拥有哪些特质？“未来工厂”对制造业的转型升级有哪些意义？对此，本报记者近期进行了探访。

浙江兆丰机电有限公司自主研发的“未来工厂”可快速完成接单、生产、发货的全过程数据集成。图为工作人员在“未来工厂”操作来自美国GM公司的订单。　丁　力摄（人民视觉）

“手艺”硬核　经得起火眼金睛的“审视”

什么是“未来工厂”？众多前沿技术，如何集成在制造端，向上承载智能制造应用生态，向下接入海量工业大数据？

浙江省经信厅相关负责人介绍说，“未来工厂”是指广泛应用数字孪生、物联网、工业互联网等技术，实现数字化设计、智能化生产、智慧化管理、协同化制造、绿色化制造、安全化管控和社会经济效益大幅提升的现代化工厂，具有以数字孪生革新生产流程、以平台支撑构建协同生态等特征。

此前，为了帮助传统制造业转型升级，浙江在2020年3月还推出了一个C2M（用户直连制造）“超级工厂”计划，旨在推动浙江消费类制造企业从批量制造模式向个性化制造模式升级。

在浙江正泰的“未来工厂”，低压电器生产线上一个个断路器内部分成了“4居室”，分布着电磁系统、热脱扣系统、灭弧系统、操作机构等零部件，就在这方寸之间，机器手要闪转腾挪，施展硬核“手艺”，无误差地完成冲压、焊接、精准组装各种细小零部件等连续动作，同时还要经得起视觉在线检测系统火眼金睛的“审视”。

“这种产品，只要用电的地方就要用到。而正泰是这类产品产销量最大的一家企业。为了满足市场需求、做好产能支撑，我们每天要生产300万极（产品单位）。”正泰电器生产运营部常务副总经理金火对本报记者介绍说。

在他背后，两三层楼高的螺旋运输塔打通了关键部件车间与组装车间、5G网络通信下的AGV（无人搬运车）物流车穿梭往复，原料安静地等待着指令，被运送到需要它们的生产线上。依托工业互联网，组装产线可以根据需求自动调整原料产线的生产节奏，实现跨产线间的一体化联动，进一步提高生产效率。作为首条企业自主设计、制造并拥有自主知识产权的小型断路器全制程自动化生产线，每1.2秒即可生产出一个断路器，效率惊人。在正泰，除了小型断路器，继电器、接触器等主打产品都已建设了同样水准的数字化车间。

这样的场景，正在其他的“未来工厂”中频频上演。

据介绍，根据各自优势和特点，浙江省的12家“未来工厂”被分为四大类：引领型的“头雁工厂”，如正泰、吉利、海康；冠军型的“链主工厂”，如老板、大华、巨石；平台型的“协同工厂”，如阿里迅犀、中策、东磁；技术型的“硬核工厂”，如春风、鼎力、东方电缆。

“尽管12家‘未来工厂’所处行业、各自优势不尽相同，但它们在创新应用数字孪生、人工智能、大数据等新一代信息技术，积极探索协同制造、共享制造、个性化定制、‘产品+服务’等智能制造新模式、新业态方面，均找到了自己的路子。”浙江省经信厅相关负责人说。

1月21日，浙江湖州鼎力机械股份有限公司大型高空作业机械“未来工厂”，工人正在赶制出口意大利的智能设备。　谢尚国摄（人民视觉）

从订单到生产　实现“端到端”的数字化锻造

新基建发力、物联网投资持续增长，造就了市场需求的多样化、个性化趋势，这就要求“未来工厂”面对不断变化的产品需求，要具备快速反应的柔性生产交付能力。

这种从订单到交付的数字化，正是“未来工厂”的“特长”，也就是说，不是为了数字化而数字化，而是为了给用户创造更广泛的价值场景。

杭州余杭经济技术开发区兴中路339号，是老板厨房电器“未来工厂”的所在地。在这里，机器自动作业的场景随处可见：伸缩臂式机械手、自动传输带、焊接机器人、载着物品快速移动的AGV小车……生产车间内，所有作业均实现无人化作业，空无一人的工厂内，无数的机械手在时刻忙碌着。产品打包完成后，由传送带和机器人全自动运输、堆垛、上架，整个自动化立体库中，只有机器人在里面不间断地运输、堆垛。

在这里，机械臂、AGV、集群和网络深度结合，组成了一个互联互通的工业物联网络，通过阿里云AIoT（人工智能物联网）技术引擎打造的老板电器九天中枢智能平台，将生产制造、设备物联、仓储物流等系统打通，同时基于销产存等数据，实现数据图形化展现、分析。

九天中枢智能平台的一个突出功能，是以数字驱动业务为基础，而数据驱动在用户端的体现，就是老板电器数字烹饪链。

比如，老板中式蒸烤一体机在烹制烤鸭时，使用了烤鸭的中式烹饪曲线。“我们知道，地道的烤鸭讲究肉质细嫩、外焦里嫩，老板中式蒸烤一体机先用150℃的高温蒸15分钟，再用200℃的风扇烤15分钟，整个过程完整地复制了传统烤鸭的经典烹饪方法，让用户在家就能吃到地道的烤鸭。”老板电器行政总监俞佳良介绍说。

俞佳良说，截至目前，老板电器已经收集了超过3000道中式经典菜品曲线，同时结合第三方数据信息，根据顾客对产品的不同需求、期望、偏好，从用户角度出发，分析产品需求，实现精准规划，不断缩小市场与用户、研发与用户、制造与用户的距离。

而在正泰“未来工厂”内，产品的“诞生”由它们自己说了算。正泰通过运用物联网、5G、大数据等技术，集成虚拟仿真等系统形成一体化企业数字化平台，实现从制造核心装备到生产工业大数据的纵向集成及从客户需求到研发、生产、销售的价值链横向集成。

由正在“孕育”中的产品与生产设备的通信、互动，控制它们自身的制造过程，告知生产设备它们的生产要求是什么、何时需要补充原料、下一步工序是什么。这种基于数字孪生技术的生产模式，正是“未来工厂”阔步迈向数字化的基础。

不止是在浙江，类似的探索在更多地方也在实践。

在上海，同济大学中德工程学院工业4.0-智能工厂实验室（嘉定校区）内，机器人收到远程订单指令后，按网络传来的客户需求进行生产，先按指令抓取原材料放入机床加工，而后将半成品放入另一台设备，加工完毕后再取出成品，另一台机器人自动识别托盘内电子标签信息进行装配，自动识别产品是否合格，将合格品放入成品货架……

有意思的是，实验室的生产指令来自位于几十公里之外的浦东新区的上海自主智能无人系统科学中心。记者看到，实验室里有两个大屏幕，左侧屏幕是实验室摄像头画面的实时场景，右侧屏幕上则是实验室的数字孪生系统。在屏幕左下的小电脑上有一个二维码，客户可以在异地用手机上的APP直接扫描下单。

同济大学中德工程学院副院长谢楠向本报记者介绍说，这里用到的就是异地协同的概念，可以满足个性化定制需求。“客户只需要在浦东新区的科学中心通过手机二维码下单，数据就会实时传到实验室的MES（制造执行系统）里，整个流程如下单、生产、装配、出库等都支持客户的全程跟踪。也就是说，在科学中心下单的客户，可以全程监控生产的每个阶段，可以进行一些修改和调整等。”

据了解，同济大学工业4.0-智能工厂实验室内的这条生产线，通过智能中央控制单元、智能仓储单元、装配单元、激光打标单元以及传送单元等，让个性化下单、产品智能生产和管理成为现实。从生产哪种零部件，到安装多少，都能按客户不同需求生产，甚至当客户提出功能需求时，生产线还能自动调整。

除了前沿应用技术的科研验证、成果转化、示范展示之外，工业4.0-智能工厂实验室还肩负着培养未来工程师的重要功能，实现了工程研发与工程教育的有机融合。基于真实生产过程抽象出诸多学习模块和学习单元，它们集多种功能于一体，可根据增值链灵活配置，能高度模拟企业实际过程。就工程研发而言，谢楠介绍说，“一些应用场景可以在我们学习工厂先行先试，技术成熟后，就能直接投入实际应用。”

图为重庆驰骋轻型汽车部件股份有限公司数字化车间，工人正在巡视机器人的生产情况。　万　难摄（人民视觉）

智能化转型　成为企业必答题

作为一位时尚女孩，丁丁的手机淘宝上，关注着好几家网红店，只是每次下单前她都会发愁：“网红店发货很慢，有些到了都过季了。”但她最近发现，发货速度快多了。

在手机的另一端，淘宝店主也有相应的烦恼：“1000件以下，没有工厂愿意接单”；“提前2个月备货1万件，谁能保证到时一定能卖掉呢？”“眼看着卖得好，却无法及时追单。”中小商家的反馈不时出现。

如何让中小商家实现小批量高频上新，快速滚动补货？阿里巴巴的新制造平台——“犀牛智造”进行了试水，先从服装产业切入新制造，做到了“100件起订、7天交付”，实现“定制服装批量化生产”。作为阿里建设的一座试点工厂，犀牛智造的重点不在于制造，而在于把互联网能力与制造业融合起来。

消费者实际可感的是，网红店的发货速度变快了。一位网友表示，过去，她曾为了一条裙子等待几十天，而现在预售款18天内基本都能发货。

据犀牛智造CEO（首席执行官）伍学刚介绍，犀牛智能中央仓犹如餐饮行业的“中央厨房”，可智能采购、柔性供给。在犀牛智造的工厂里，每块面料都有ID，可全链路跟踪、自动出入库管理、自动配送和智能化拣选，资源利用率平均提升了4倍。

2月20日，浙江长兴诺力智能装备股份有限公司智能工厂，工人们正在调试5G无人驾驶AGV叉车。　王晋焱摄（人民视觉）

国家信息中心首席信息师张新红认为，数字化的生存能力是企业在数字时代的核心竞争力。“犀牛智造虽然从服装行业入手，但其所代表的思考问题的方法、通用的技术解决方案、数字化的思维，在其他领域同样是可以利用的。”

在宋嘉看来，“未来工厂”最大的特征是“融合智能化”，其改变和影响是变革性的、结构性的而不是局部的。

首先，“未来工厂”所代表的是“融合智能化”，是在工业化与信息化深度融合基础上形成的，将会对产业结构、生产范式、数据链、价值链等方面产生一系列影响或改变；其次，信息技术的核心价值发生变化，信息技术不只是辅助式工具，而成为决定性方法，将带来生产模式的改变以及价值链的重塑；此外，数据来源更广泛、大数据将赋能到单个产品上。

宋嘉说，当前的制造信息化的数据来源还是企业内部数据为主，而“未来工厂”将打通“一横一纵”的行业数据。纵向数据是围绕产品的全价值链、全要素的数据，不仅仅是生产、物流，还将包括研发设计数据等全价值链的数据进行融合并用于生产；横向数据就更加深刻，行业大数据将赋能单一企业、甚至单个产品，这意味着将同一行业或相近行业、甚至相同产品的生产数据具体赋能到某一条产线或产品上，使单个产品形成更为独特的功能。

宋嘉表示，“新基建”正在夯实“产业数字化”的基础，“我们希望企业一定要认识到，企业的智能化转型已经不是选择题了，而是必答题了。”