

· 卷首语 ·

浅说智能制造

智能制造很热,在中国尤甚。

日本应该是世界上最早由政府推进智能制造计划的国家,1989年即提出“智能制造系统”国际合作计划(IMS计划),是当时全球制造领域内规模最大的一项国际合作研究计划。1995年正式实施,但其后智能制造影响力日渐减弱。2010年,日本退出IMS计划。

当前,智能制造已经成为中国制造强国战略的主攻方向,国内已经涌现出一批智能制造的“示范企业”。尽管已经有众多企业在实施智能制造,但恐怕少有人追问究竟什么是智能制造的真谛。

智能制造的本质究竟是什么?第四次工业革命似乎特别强调CPS(cyber physics system),即数字与物理世界的融合。智能制造是第四次工业革命在制造领域的主要体现,那么,数字与物理世界的融合是智能制造的本质吗?非也,融合不过是现象而已。其实,经过第二和第三次工业革命,人们对工程中确定性问题的认识与控制已趋成熟。但制造中无论是涉及效率、质量、成本,还是绿色、服务等,都存在大量的不确定性。此外,制造中还有很多问题是非模式的,如一个工厂或车间的节能问题,不仅无法用数学模型描述,而且没有一个固定的模式。对于试图清晰认识乃至驾驭制造过程的人类而言,非模式、不确定性问题是最大的困扰。系统中到底有多少因素相互关联,又互相影响到何种程度?幸运的是大数据、人工智能等技术为人类开启了进一步认识和驾驭客观世界非模式和不确定性的“大门”。因此,智能制造的本质和真谛是利用先进技术(如数字化、网络化、大数据、人工智能等)认识和控制制造系统中的不确定性问题以达到更高的目标。日本早期的智能制造计划之所以未取得明显效果,恐怕与当时缺乏应对此类问题的技术(如大数据、人工智能)有关。

不确定性问题有两大类。一是客观不确定性,如加工过程中质量的不确定性,产品运行性能中表



李培根,湖北武汉人,制造业信息化专家,中国工程院院士。曾任华中科技大学校长,现任华中科技大学机械科学与工程学院教授、中国机械工程学会理事长。主要研究方向为先进制造系统。

现出的不确定性等。二是主观不确定性,或曰认识不确定性。主要指制造系统中原本确定性问题,因为未能数字化而导致人对其认识的不确定性。如企业中各种活动、过程的安排,本来就是确定性的。但因为涉及的人太多,且发生时间各异,若无特殊手段,于人的认识而言纷乱如麻。此即人的主观不确定性或认识不确定性。为何把主观不确定性也视为制造系统的不确定性?因为制造系统中也应该包括相关的人。

企业实施智能制造的关键是什么?关键问题自然不少,此处仅提请人们关注最基础、却尚未引起普遍重视的问题——数据与互联。

无论是客观不确定性还是主观不确定性,有了相应的数据就有了认识不确定性的基础。分析加工过程中方方面面的数据,有可能使人清楚发现原先意识不到的影响加工质量的因素;掌握企业各种活动的相关数据,方能降低认识的不确定性,而且能使新的活动更有序、使相应的决策更合理。至于非模式的场景,更需要借助数据分析。

欲获取数据就需要互联。互联首先指采集制造过程中的物理量(如在设备上装传感器),分析这些数据就可能更深刻地认识其不确定性,并有可能发现看起来无关的某些物理量之间存在的某种关

联。互联自然也应该包括由人决定的各种活动之间的相关数据连接,当然其前提是相关的活动一定要数据化。

互联的概念不能仅限于企业内部。要有“企业生态系统”的意识,即是说“系统”的观念不能局限在企业内部。供应商、客户等组成企业的生态系统,企业生态系统中的成员应存在某些数据的互联和分享。现在就有“数字供应链”的概念,即企业之间不仅是物料的供需,还存在数据的供需。一个好的企业生态系统中应该包含“数字生态系统”,或曰企业生态系统中要强调数据互联。

互联的意识甚至促使企业家和工程师们重新定义行业的边界、产品的功能边界。如做智能彩灯的企业需要考虑灯与娱乐设备之间的数据连接,汽车业需要考虑汽车与智慧城市之间的数据互联。

人机智能时代正在到来,智能制造未来的发展将如何?“知识工程”注定将发挥越来越大的作用,工程师的大部分脑力工作有可能被智能系统取代;虚拟空间与现实空间的界限将越来越模糊,增强现实(AR)、混合现实(MR)技术将在更多的场景得到应用。有一点需要引起特别注意和思考,当未来的制造系统越来越“智能”的时候,人的作用是什么?还有更多的未知只能留待人们去想象。

有一个问题值得政府、企业家以及研发人员特别重视:到底怎样能够使企业更好地“智能制造”?是类似于“机器换人”“百万工业企业上云,实施百万工业APP”的热潮?还是规模的智能制造“示范应用”?有一点可以肯定的是智能制造需要很多基础的使能技术与工具,如传感器、物联网、智能数控系统、大数据分析工具、智能软件等。若干年后,即使中国企业实施智能制造依旧如火如荼,而基础使能工具多依赖国外,那时候我们称为制造强国吗?热潮中不妨有一点冷思考!

(华中科技大学,武汉 430074)