

# 智慧制造企业 ——未来工厂的模式\*

Smarter Manufacturing Enterprise——Model of Future Factory

浙江大学现代制造工程研究所 顾新建 祁国宁 唐任仲



顾新建

浙江大学现代制造工程研究所教授, 博士生导师; 浙江大学创新管理与持续竞争力研究中心副主任兼知识、专利和标准战略研究所所长; 宁波市制造业信息化工程专家组组长。

2008年11月6日, 美国IBM总裁兼首席执行官彭明盛在纽约市外交关系委员会发表演讲《智慧地球: 下一代的领导议程》。智慧地球的核心是以一种更智慧的方法通过利用新一代信息技术来改变政府、企业和

智慧制造企业是一个由不同企业间相互组成网络, 包括智慧的创新网络、智慧的制造网络和智慧的管理网络, 是建立在“云计算”(更确切的是“云制造”)基础上的, 其物理基础是互联网、无线网和物联网, 具有更透彻的感知、更广泛的互联互通、更深入的智能化的特征。

人们相互交互的方式, 以便提高交互的明确性、效率、灵活性和响应速度。如今信息基础架构与高度整合的基础设施的完美结合, 使政府、企业和市民可以做出更明智的决策<sup>[1]</sup>。IBM提出了智慧的电力、智慧的供应链等设想。本文在IBM设想的基础上, 提出智慧制造企业的设想。

## 智慧制造企业的体系结构

智慧制造企业的体系结构如图1所示, 具有以下特征。

(1) 更透彻的感知。企业能够通过感知网络快速感知与企业相关的各种信息。感知网络汇集了来自各企业、各用户、各种流程、各种设备和系统的信息。同时感知网络为不同企业服务, 使企业所感知的信息的范围扩展, 深度加深, 信息的“搜全

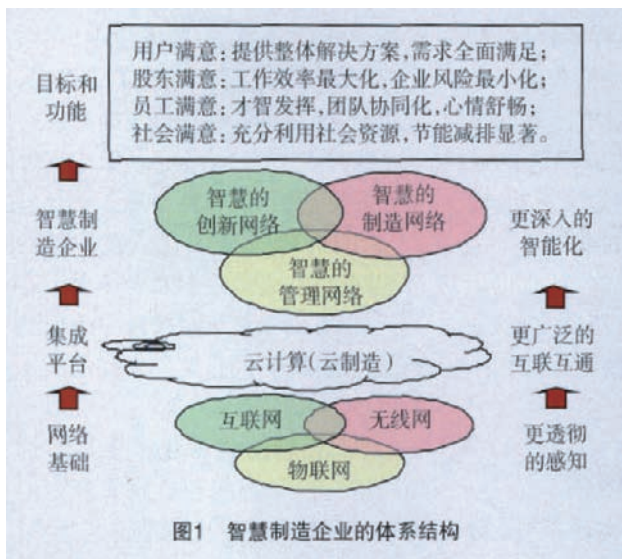
率”和“搜准率”有极大的提高。

(2) 更广泛的互联互通。企业能够通过互联网、无线网和物联网, 实现企业内外信息互联互通, 使用户的需求得到精准和及时的满足, 资源得到充分利用, 工作效率得以实现最大化, 各种浪费被控制在最低程度, 节能减排取得巨大成功。

(3) 更深入的智能化。海量的数据和信息的知识化; 海量的知识的价值和关系清晰化; 不同学科的知识融合化; 人机协同的有机化; 产品创新和过程创新的高效化; 企业管理和控制的精准化; 人才评价的科学化。

智慧制造企业与智能制造系统(Intelligent Manufacturing System, IMS)<sup>[2]</sup>和合弄制造系统(Holonc Manufacturing Systems, HMS)<sup>[3]</sup>的不

\* 国家自然科学基金项目(60974083); 国家“863”高技术研究发展计划项目(2007AA040607)。



同之处在于充分利用了互联网、无线网和物联网所带来的影响,建立在“云计算”<sup>[4]</sup>及“云制造”<sup>[5-6]</sup>的基础上,通过信息互联互通、员工相互协同的模式,使制造企业具有高度的智慧性。

### 智慧的创新网络

智慧制造企业的核心是创新网络。智慧的创新网络是开放的。社会的创新网络直接影响企业的创新网络。创新不仅需要依靠企业内部的知识型员工,也需要依靠各种社会资源。目前,我国科技工作者的创新才能大部分没有得到发挥,其主要原因之一是创新成果的评价机制存在问题。图2描述了技术创新面临的困境。

利用信息技术可以帮助建立一种面向整个社会的智慧创新网络,其具有以下特征。

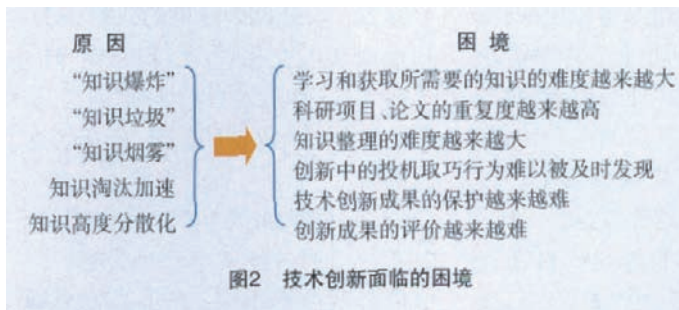
(1)更透彻的感知。知道哪些论文、专利、科研成果有价值;知道哪些人是哪方面的专家;感知市场的变化和用户的需求;感知新的技术和知识,做出准确的评价和判断。

(2)更全面的互联互通。对论文、专利、科研成果等进行全生命周期的跟踪;对科研人员的科研生涯进行跟踪;实现知识供需双方的快速对接;同一学科的科技工作者协

同建立本学科的知识网络;不同学科的知识网络互联互通;同行专家协同建立技术进化图和技术路线图;一些有价值的想法、方法等可以直接发布到网上得到评价和利用;知识贡献、共享和激励机制的有机集成。

(3)更深入的智能化。论文、专

利、科研成果中的知识形成一个显式的有机的网络;可以快速知道自己的创新位于知识网络的哪个部分;可以快速发现新的研究方向,避免重复研究;可以方便地将不同学科的知识进行组合,集成创新;可以自动对科技工作者的成绩做出有充分根据的准确评价。



企业层的智慧的创新网络的特征是:

(1)更透彻的感知。对企业内部知识及价值的感知,使个人知识组织化、隐性知识显性化;对企业内部员工创新活动具有敏锐的感知,能够快速给出准确的评价;对企业外部知识及价值具有敏锐的感知,能够快速掌握市场的变化、用户的需求、新的技术和知识。

(2)更全面的互联互通。企业内部显性知识的互联互通,高度有序;企业内部隐性知识的互联互通,协同创新;知识供需双方的互联互通,知识得以全面推广应用;知识与

创新流程互联互通,高度集成;企业与外部知识的互联互通,充分利用社会化资源;企业内外的科技人员可方便地开展协同创新。

(3)更深入的智能化。通过建立知识之间的关系和知识与人之间的关系,使企业知识网络完整化和有序化;使创新网络更智能化:创新网络使用的次数越多,则创新网络变得越聪明;创新过程中需要什么知识,创新网络会主动推送;创新过程中大量重复性的工作由创新网络自动完成。

智慧的创新网络可以形成一种全新的创新模式,其特点是:

(1)创新的大众化。企业员工都可以方便地参与到创新过程中来,可以为创新贡献自己微薄的力量。

(2)创新的协同化。创新网络提供了协同创新的平台,使协同创新变得非常方便。从创新网络中可以知道创新的方向,根据自己的水平对

自己的创新研究进行定位,通过创新网络,使自己的创新研究与他人的创新研究有机集成。

(3)创新的持续化。创新成果在创新网络中容易得到承认和保护,得到有效的激励,使人们积极、主动地去创新。

(4)创新的常态化。创新以及为创新所做的基础工作都与日常工作紧密结合。一方面提高了日常工作的效率,另一方面低成本地完善了创新网络。

(5)创新的透明化。在创新网络中,整个创新过程及评价过程高度透明,一方面防止投机取巧的现象出现;另一方面,对创新人员的评价更加公允。

(6)创新的智能化。创新网络凝聚大量的支持创新的知识,并形成

高度有序的知识网络,智能地支持企业员工的创新。

### 智慧的制造网络

智慧制造企业要实现低成本、快速、高质量、环境友好和低碳化的制造,需要智慧的制造网络支持。智慧的制造网络具有以下特征。

(1)更透彻的感知。知道擅长制造某类零部件供应商;知道他们的水平、价格、交货情况和信誉;知道他们制造的零部件曾用于哪些产品;知道这些零部件的性能和制造过程中的碳排放数据;可以方便找到这些零部件的三维模型,以用于产品设计;知道供应商的供应商的信息;零部件供应商也清楚知道整机企业的需求。

(2)更全面的互联互通。快速搜索零件、组合产品,进行仿真测试;让用户参与产品仿真测试,让用户参与设计自己喜欢的个性化产品;客户需求信息迅速分解给各供应商,反馈报价和交货期信息;订单需求信息迅速分解给各供应商,组织协同制造;企业获知供应商的生产计划,并可实时监控;对供应商的生产过程和零部件质量可远程监控。

(3)更深入的智能化。自动搜索所需要的零件组合产品;自动集成和综合供应商的报价,给出产品的报价和交货期;自动监督供应商的供货情况,对可能的延误提出预警;对协同制造中的问题快速提出解决预案;设计和制造出低碳化的产品。

智慧的制造网络可以形成一种全新的制造模式,其特点是:

(1)制造的低碳化。目的是以最少的二氧化碳排放量的代价,进行产品的生产制造。方法是对产品制造过程中的方法、不同企业的制造过程、供应链的零部件的组合过程进行全面优化。

(2)制造的协同化。目的是通过分工专业化和协同化,提高制造效

率和效益。智慧的制造网络可以使企业充分发挥自己的优势,外包自己不擅长的工作;充分利用已有的零件和制造能力,降低协同制造的成本,降低产品的造价,缩短交货期,提高质量,快速响应市场的需要。

(3)制造过程的智能化。对企业外部和内部的变化快速反应,以最合适的方式进行应对,使制造过程保持稳定或适应这种变化。

### 智慧的管理网络

智慧制造企业要实现高效、精细、快速、智能和人性化的管理,需要智慧的管理网络的支持。智慧的管理网络具有以下特征。

(1)更透彻的感知。知道每个零件、每道工序的制造成本、作业时间、质量信息;知道所有库存的准确信息;知道企业所有收入和支出的细节;知道企业员工工作、学习、报酬的信息;感知员工的特长、能力、爱好等;知道每个订单的执行情况;知道市场的变化情况;知道客户的详细信息;知道产品的详细生命周期信息,包括碳排放数据。

(2)更全面的互联互通。企业内人、财、物各种信息全面连通;订单执行全过程跟踪;产品全生命周期的数据集成管理;不同产品中的零件的通用化和标准化;员工职业生涯跟踪;设备利用、维护情况跟踪;产品质量问题的全程监控;企业领导通过各种可视化的数据分析仪表盘,容易掌握企业全局,发现问题;产品售后的使用、维护和回收过程的全程服务和监控。

(3)更深入的智能化。智能分析市场和客户情况,提出解决方法;智能分析订单执行情况,提出解决方法;智能分析企业生产过程中的瓶颈问题,提出解决预案;智能分析产品的成本情况,提出改进方向;智能分析企业财务情况,提出解决方法;

智能分析产品使用、服务情况,帮助用户用好产品;智能分析员工情况,提出培养、帮助和利用员工的途径。

智慧的管理网络可以形成一种全新的管理模式,其特点是:

(1)管理的透明化。在智慧的管理网络中,管理信息对全体员工透明,不仅有助于员工对管理中出现的问题快速反应,而且有助于提高员工的企业主人翁意识。

(2)管理的扁平化。智慧的管理网络支持企业实现自我管理为主的管理模式,减少了管理成本,同时提高了管理效率。

(3)管理的精细化。在智慧的管理网络中,由于所获取的数据和信息比较完整和及时,所以可以实现管理的精细化,例如,成本计算的精细化。

(4)管理的人性化。智慧的管理网络可以根据员工的特长、能力、爱好等,分配给员工最合适的任务,扬长避短,并提供循序渐进的途径。

(5)管理的智能化。在智慧的管理网络中,利用计算机的强大的数据挖掘和分析能力以及丰富的企业内外数据,可以支持快速的智能管理决策。智慧的管理网络将使企业管理更加智能和可控。

### 结束语

智慧制造企业是一个由不同企业间相互组成网络,包括智慧的创新网络、智慧的制造网络和智慧的管理网络,是建立在“云计算”(更确切的是“云制造”)基础上的,其物理基础是互联网、无线网和物联网,具有更透彻的感知、更广泛的互联互通、更深入的智能化的特征。智慧制造企业将使制造企业的创新能力、协同制造能力、低碳制造能力、企业管控能力等有极大的提高。

本文有参考文献6篇,因篇幅所限,未能一一列出,读者如有需要,请向本刊编辑部索取。(责编 岩石)