

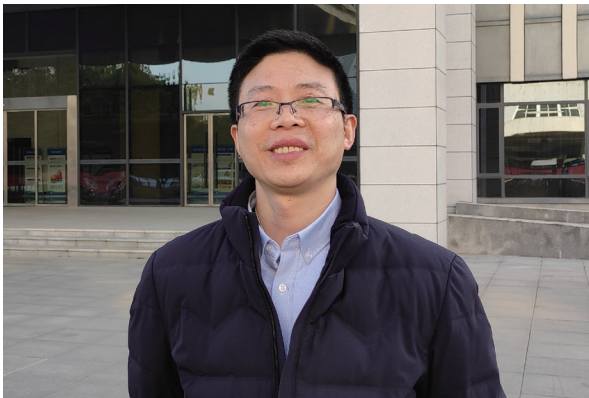
智能制造技术体系的建设

张文明，黄小惠，胡箫笛，吴国君，张守明

航天科工第四研究院红阳机电公司 湖北孝感 432000

摘要：结合企业智能制造技术体系建设的具体情况，阐述对智能制造技术的理解与认识，从硬件、软件、车间数字化建设、网络化资源共享、与外界交流合作、柔性制造单元和人才队伍建设等方面进行了详细论述。

关键词：智能制造技术；硬件；软件；数字化；网络化；柔性制造单元



设计总工程师 张文明

1 序言

随着现代科学技术的不断进步与发展，各类先进的数控设备、数字化检验检测装备和电子通信仪器等人工智能装备不断涌现与升级，智能制造技术

为刀具预调仪，无需机床停机，可事先完成刀具的预调。通过ID编码功能实现刀具的集中管理，系统会自动识别刀具所在的位置，然后通过对刀具信息及使用状况的管理，实现刀具寿命的精准预测，从而能够及时更换刀具，避免产生不合格品。



图6 刀具预调仪

和智能化工厂得到快速发展。现结合我公司的实际情况，谈谈对智能制造技术的理解与认识，以及如何建设智能制造技术体系，推动智能制造技术在企业中的应用。

2 不断充实硬件系统

拥有高智能化、自动化硬件装置是建设智能制造技术体系的基础。对于机械加工制造企业来说，最主要的智能装备是高品质的三轴与多轴数控机床。我公司采购数控铣床与数控车床始于20世纪80年代末期，至今已有30多年，这期间经过多次大的技术改造，购入大量国内外先进的数控加工机床（见图1）与检测仪器及装备（见图2）。目前，我公司各类先进数控设备数量已超过设备总量的95%，其中四轴、五轴数控加工机床已成为公司的

5 结束语

建设信息化与工业化深度融合的数字化、网络化和智能化工厂，不仅能较大程度地提升精益制造水平，还能大幅降低人力成本，是企业转型升级的重要发展方向。

参考文献：

- [1] 陈宏均. 实用机械加工工艺手册[M]. 北京：机械工业出版社，2009.
- [2] 杨叔子. 机械加工工艺师手册[M]. 北京：机械工业出版社，2001.

MW 20210220



a) 从德国进口的五轴加工中心



b) 从意大利进口的五轴加工中心



c) 数控设备集群

图1 公司部分数控设备



a) 三坐标测量机



b) 柔性测量臂

图2 公司部分检测装置

主流加工设备。现代数控加工设备的智能化程度同过去相比有了极大的提升，尤其是设备的在线检测及自适应功能的运用，大大缩减了操作人员的工作

量，机器取代了人的部分分析与纠错工作。同时，在某些加工单元使用机器人等辅助加工智能装备，用于快速装卸工件。另外，公司还购入大量用于货物周转的智能转运车等，为智能制造技术体系建设提供了硬件保证。

3 不断充实软件系统

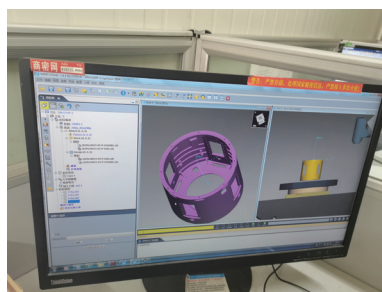
拥有高智能化、自动化硬件装置，只是智能制造技术体系建设的前提，如何将这些装置的智能与自动化潜能快速地开发出来，应用于生产实际，则需要应用高智能的软件来实现。图3为公司机械加工车间部分软件应用与管理现场。经过了从Surfcam软件到Mastercam的应用，再到如今UG的推广使用。编制数控程序的计算机辅助制造CAM软件，基本上经历了一个从低级到高级的推广应用过程。编制数控程序的速度与程序的准确率也经历了一个循序向上的过程，大大提高了数控机床的开机率。配合编程软件，公司还通过引进VERICUT数控加工仿真软件，对编制的程序进行全过程基于加工真实环境的虚拟模拟仿真，大大提高了数控程序的准确率。此外，通过引入Advantage软件FEM、PM两个模块，对程序的进给量、转速和切削深度等参数进行优化，大大提高了数控加工程序的合理性，优化了对数控机床的使用。



a) 车间编程室



b) 车间工艺室



c) VERICUT数控加工仿真

图3 机械加工车间部分软件应用与管理现场

软件的充实，不仅局限于数控编程这一个环节，还贯彻于制造的全过程。例如，公司引入武汉开目公司开发的CAPP软件和南京国睿信维公司开发的三维工艺系统PDM软件，解决了智能工艺规划与过程管理、智能制造过程与执行管理问题，使得编制工艺文件变得更快捷、更规范，也更方便管理。所有软件系统协同运用，充分发挥软件的功能，促进了制造技术向智能化转变。

4 推进车间数字化建设

车间数字化建设是智能制造技术体系建设的重要环节。数控机床是自带显示屏的数字化加工设备，操作人员可以在屏幕上直接输入、编辑程序。车间在众多大型关键数控机床前，安装了大屏幕电脑，通过局域网直接与办公室存有工艺文件的电脑连接，操作人员在加工时可以直接从电脑上调取工艺文件，查看加工内容与图样尺寸，无需再去资料室借用所需要的工艺文件来指导生产作业，真正做到了无纸化办公。获取资讯快捷、透明，还不用担心丢失与损坏工艺文件。公司在每个车间，选择在检验区域附近及人员流动密集处这两个位置，分别安装数台自助机（见图4），用于检验人员及生产操



a) 生产操作人员汇报工作用的自助机



b) 检验人员汇报工作用的自助机

图4 数字化车间的自助机

作人员向检验中心与生产调度部门汇报自己一天的生产情况，方便对口管理部门及时了解产品的加工质量与生产进度信息，一旦发现问题，可以及时发出调整指令。所有这些，都是创建数字化车间给生产与管理带来的好处，在智能制造技术体系的建设过程中，坚决推行车间数字化管理是必不可少的环节。

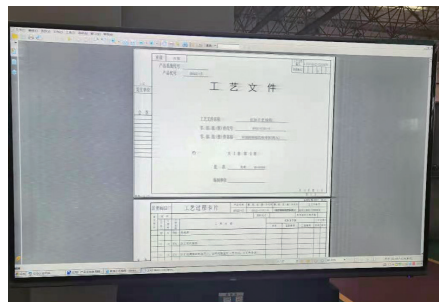
5 网络化资源共享与协同办公

网络是资源共享与协同办公的桥梁，是智能制造技术体系建设关键的一环。我公司早在20世纪90年代初期便成立了信息化中心，通过创建局域网，基本上实现了资源共享与协同办公。

车间的每台机床与办公室的程序管理计算机工作站通过网络连接（见图5），大大方便了数控程序的传输，轻松实现了在线分析加工。此外，将经过机床验证的程序回传到工作站保管，不仅可以避免再次使用时重新编制程序的重复劳动，还可规避程序错误。



a) 机床



b) 计算机工作站

图5 机床与设备的联网管理

6 加强与外界的交流合作

紧跟时代前沿技术，加强同外界的交流与合作，尤其是加强同一些高校、设计单位、研究院所的交流与合作，才不会迷失企业发展的方向，才不

至于落伍。例如，前几年我公司下属的一个船艇开发分公司，自主设计了一款1.6L排量的水上摩托车艇用发动机，使用性能一度不稳定，工作过程中爆缸、连杆折断等故障不断发生。为此，公司内部组织技术攻关多次，都没有获得好的效果，后来请大学的知名专家教授会诊，终于使问题得到了解决，目前，该型发动机已成为国内某船艇制造厂的配套产品，最高转速可达10000r/min。

7 柔性制造单元建设

为了探索智能制造技术体系的建设模式，在公司最大的机械加工厂房内专门开辟了一块场地，封闭创建了针对某量产的加工对象的智能化柔性制造单元。该单元由1台五轴加工中心、1台四轴加工中心、2台数控车床、1条工件输送线、1台机器人及3台指令与展示进度指挥系统电脑构成（见图6），整



a) 柔性制造单元全景



b) 柔性制造单元存放架



c) 机器人

图6 车间柔性制造单元场景与装备

个生产过程具有极高的自动化与智能化程度，从工件毛坯的输送，到成品的检测都是自动完成的，生产效率比原来提高10倍以上，质量可靠性与稳定性比原来高出不止一个量级。该单元的建设，强调了柔性，可在稍加改造或不加改造的前提下，快速实现对加工对象的改变，这也是智能化的一种体现。

8 人才队伍建设

只有拥有高素质的人才队伍，才能把人的智慧与设备的智能有机地融合在一起，才能使彼此的潜能最大化，从而更好地服务于生产，创造出更大的价值。公司特别注重人才队伍建设，采用引进的方式，从国内各大院校招聘了大量青年学子，充实到生产一线和工艺技术、生产调度等岗位；还从沿海等工业发达地区高薪聘请了为数众多的技术人才，使整个员工队伍的专业素质得到了显著提高，对于加快推进智能制造技术体系的建设进程起到了至关重要的作用。

9 结束语

智能制造技术不仅局限于制造工艺，而是覆盖了市场分析与培育、生产管理、加工和装配、销售、维修、服务以及回收再生的全过程。目前，我公司智能制造技术体系的建设水平尚处于侧重于生产制造的层面，离真正的智能化制造还有一定的距离，但是通过前期的努力，公司的生产能力已经得到了极大的提高。未来，公司将持续推进智能制造技术体系建设，只要我们坚定地走下去，一点一滴地积累经验，相信一定会获得更好的效果。

参考文献：

- [1] 王立平，张根保，张开富. 智能制造装备及系统 [M]. 北京：清华大学出版社，2020.
- [2] 葛英飞. 智能制造技术基础 [M]. 北京：机械工业出版社，2019.
- [3] 陆剑峰，张浩. 智能工厂数字化规划方法与应用 [M]. 北京：机械工业出版社，2020.

MW 20210220