

系统集成化生产模式初探

■ 鸿富晋精密工业（太原）有限公司高级工程师 程晓蒙



在制造业“工业4.0”的背景下，工业机器人与各类数控加工机床、自动化设备等生产要素的联系越来越紧密。在规模化生产过程中，工业机器人从早期代替人工，配合生产工艺过程，实现简单取放物料，发展到如今智慧工厂的初步建立，形成了“工业机器人+自动化设备+数控加工机床”的系统集成化生产运行模式，整个工厂、车间的生产智能化程度有了显著的提高。

1. 生产的系统集成化应用

以工业机器人为核心、以自动化技术为基础，针对某一生产工艺过程，进行规划、评估、设计和实施，从而构建一种全新的自动化生产模式，实现生产全过程的系统联动，达到降低人力

需求、提升品质和生产效率的目的。

生产过程的系统集成化模式，包括了物料的输入、输出方式，取放物料的形式，传递物料（物流）方式，以及加工、检测等环节。通过多种自动检测方式，识别产品的生产状态，并进行逻辑分析判断，实时自动获取动态数据，通过系统集成环境中的云端大数据分析，使生产具有可预测性，能够实现调整、优化产品生产工艺参数。从而确保生产连续稳定、品质可靠，使工厂、车间的生产系统保持良性运行（见图1）。

2. 系统集成化在实际生产中的应用

重点应在稳定、可靠的工艺过程中实施，比如产品在CNC数控加工、锻压、注塑成型等工艺过程，这些工艺过程的特点是，产品加工CT（周期）一致性好，

工艺稳定性好，品质异常少。其中，尤其以系统集成化在CNC数控加工中的应用较广泛。机器人+锻压系统集成案例如图2所示。

产品在CNC数控机床（简称CNC）的系统集成化的建立，最初是采用机器人“一拖二”的形式，实现1台机器人对应2台CNC的自动取放料加工过程。该自动化系统集成模式，替代了原有操作CNC设备的人力，实现了CNC生产的自动加工。然而，受产品在CNC加工CT时间，以及物流取放料站点较多等因素的影响，产品在车间内的生产物流及时性受到制约，从而影响到了产能，同时，机器人的系统利用率不高，经济效益不好。

改变原有“一拖二”的运行模式，将机器人安装在轨道上，对应多台CNC，形成了一对多的、移动式“一拖N”的供料方式。该模式更适合于加工CT较长的产品。“一拖N”的生产模

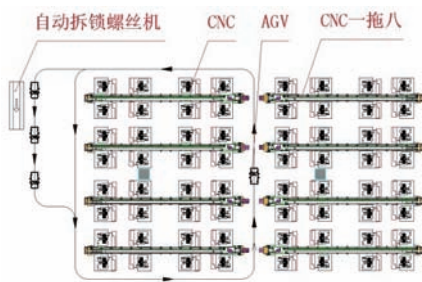


图1 车间自动物流系统



图2 机器人+锻压系统集成

式，有效提升了机器人在系统集成环境中的生产利用率，同时，减少了人工物流对接工站的数量。

当产品在CNC加工CT较短时，可在原有“一拖二”的基础上进行规划设计，利用流水线将N套CNC“一拖二”系统，如同串糖葫芦一样，串接起来，形成了规模化生产中的CNC“二二相连”的系统集成模式。该物料供应系统采用双向流水线，实现了“生料”（待加工物料）与“熟料”（已加工物料）的实时同步传输，节省了产品中转时间，生产节拍连续、稳定。该生产模式将原有N个人工物流对接站点，合并成了一个，物流时间大幅度减少，更方便生产组织管理。

生产物流是串接产品生产全过程的主线，是生产过程的主动脉。生产物流状态是否稳定、连续，物流方式是否科学、合理，直接反映了生产状态在品质、管理等方面的优劣。

因此，车间生产系统集成化的重点，就是在“一拖N”（见图3）、“二二相连”等系统集成化单元的基础上，合理规划车间的物流系统，减少产品生产全过程的中间环节，缩短物流时间，使产品生产更为及时、系统利用率更高。AGV作为一种车间内的

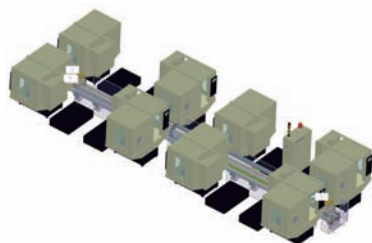


图3 “一拖N”系统

移动式机器人，在既定的生产节拍、运行逻辑下，完成了物料在车间系统集成化各单元、工站之间的周转、运输，较好地协调了生产物流过程，实现了多工序间的产品物流自动化。

3. 加工品质检验与识别

与生产物流过程相似，品质检验过程也是占用产品成本较高、人力需求较大、时间消耗较多的环节，同时也是工艺、设备、管理等方面技术实力的集中体现。

生产过程，无论是物流，还是检验，都是以“时间+数据”的形式存在的。产品在CNC生产过程中，生成了大量的数据，通过在关键环节设置检测装置，获取有价值的信息，以识别、分析产品的生产状态。通过这些与时间、工艺相关联的数据的获取，不仅对车间整体的生产状况、产能、进度等生产要素，进行实时统计分析，自动生成生产报表，方便第一时间处理生产异常，同时，实现了对生产过程品质状态进行实时监控，并且通过不断分析异常原因、规律，积累经验，便于做出事前有效控制，从而实现系统集成化生产过程中，品质的动态化、智能化提升。

产品加工品质状态的识别，在机器人取放物料的过程中，通过描码，能够及时、方便地实现对产品的监测、控制，信息获取，从而避免生产过程的时间浪费。通过在机器人手爪上安装CCD检测装置，对物料的形态、位置、尺寸等数据信息进行扫描

判断，分析物料是否精确到位，是否具备加工条件，是否需要根据CCD提供的偏差数据，做出相应的调整，以避免加工品质异常。机器人越来越“聪明”的表现，与生产系统集成化的建立分不开。

4. 系统集成化应用的技术优势

主要体现在以下方面：

（1）利用IE动作时间分析，进行系统规划，缩短产品非生产时间，有效提升数控机床的生产效率。

（2）利用大数据，优化产品生产工艺及生产管理。

（3）减少生产过程中的浪费环节，提高生产及时性，实现精益生产过程。

生产系统集成化的应用，改变了以人和设备为重点的车间生产组织形态，并且优化了物流、布局方式等生产要素，而更为重要的是，通过系统的建立，实现了对生产状态的实时监测及优化处理，提升了生产预测和控制能力。

在此过程中，生产细节不断地通过数据被挖掘了出来，原有生产过程中的模糊、经验的内容，正不断地被精确、可靠的数据所代替。随着生产模式的不断优化，生产作业空间和作业方式，也正在一点点地被以机器人、数控加工设备为代表的，集成化生产系统所挤占和改变，然而，制造业的创新趋势，却早已势不可挡。MW

（收稿日期：20170826）