

机器人

CIMS 在机床上下料行业的应用

本文通过 CIMS 这一高效、高自由度的系统在机床上下料自动化行业的应用，介绍了基于 CIMS 机床上下料自动化系统的控制结构特点及工作流程。

文 | 刘一恒、孙义田、马庆，沈阳新松机器人自动化股份有限公司

CIMS（计算机集成制造系统）是将信息技术、现代管理技术和制造技术相结合，并应用于企业产品全生命周期的各个阶段；通过信息集成、过程优化及资源优化，实现物流、信息流、价值流的集成和优化运行，达到人（组织、管理）、经营和技术三要素的集成，以加强企业产品开发和生产，从而提高企业的市场应变能力和竞争能力。

机床上下料自动化是近几年在国内

刚刚出现的一个新兴产业。但在西方发达国家以及日本和韩国，早在 20 年前，机床上下料自动化系统以自动上下料机械手（图 1）或 6 轴机器人形式（图 2）广泛应用于各种类型的数控机床上。上下料直角坐标机械手或 6 轴机器人与数控机床相结合，可以实现工件的自动抓取、上料、下料、装卡以及加工等所有的工艺过程，能够极大地节约人工成本，提高生产效率，特别适用于大批量、小

型零部件的加工，如汽车变速箱齿轮、轴承套（座）、刹车盘以及金属冲压结构件等。

机床自动生产线和自动化程度高的加工设备已经成为今后制造工厂的一个发展趋势。单机自动化、整线自动化等自动上下料装置用于加工工件的自动上料和下料、工件翻转及工件转序等工作，能够满足快速、大批量加工节拍，节省人力成本，提高生产效率等要求，成为越来越多的工厂的理想选择。

现有整线机加工自动化和单机机加工自动化系统由上下料机械手或 6 轴机器人、数控机床、上料台系统、下料台系统、过渡站系统以及检测系统组成。通常的设备间连线方式是数控系统与相邻的上下料机械手或机器人之间以数字量 IO 或者总线方式进行连线，交互信号是机床的自动门是否打开、卡盘是否打开及检测机是否准备好等动作交互信号。整线机加工自动化系统中通常有多个机械手或机器人，机械手和机器人为保证加工工序是线性流向，都采取所有机械手或者机器人安装在同一导轨上的方式，这样带来的问题是机械手或机器人之间会存在干涉区。所以，为避免两个机械手或机器人在干涉区中相撞，每



图 1 直角坐标机械手型机床上下料生产线

两个机械手或机器人之间还需要考虑是否在干涉区内互发干涉信号。这种每两个设备间互联的方式决定了一旦加工流程发生变化，需要对每台设备进行程序修改或调用。每台设备都只有本地加工或搬运的参数，无法对产品的流向、加工参数等数据进行统一管理。

在现有的机床上下料系统中引入 CIMS 系统，可以把生产线中各个设备的运行状况进行统一采集，对各设备的动作和各设备间的衔接进行统一调度和控制。由于 CIMS 系统基于工业计算机，工业计算机及其操作系统的高可靠性、硬件扩展开发灵活等特性决定了 CIMS 系统软件可以利用现有的各类集成开发环境开发针对各类设备的通信接口，结合数据库系统对产品在各个机床上的加工情况进行采集。对于加工节拍非常高的系统，可以增加一个总控 PLC，对线上机械手或机器人和机床等设备进行动作上的控制。

以下是新松机器人自动化股份有限公司设计的基于 CIMS 的机床上下料自动化系统在某轮毂机加工生产线上的实例。

1. 控制网络结构

该系统的 CIMS 控制系统运行在总控工控机上，采用以太网与所有 RC（机械手控制器）和机床数控系统、检测机、激光打标机进行通信。通信的内容包括安全软信号、机械手示教作业调度及工件加工参数等，各机械手之间通过数字量 IO 互连干涉区安全信号，机械手和机床之间连接动作交互 IO 信号，确保系统之间信号交互的实时性。CIMS 控制系统通过以太网远程 IO 模块对过渡站、上料台、下料台、定位机以及倒角机等外围设备进行控制。该控制结构尽最大可能地把从顶层的系统总控制器到底层执行设备之间的网络做到扁平化，以提高全线顶层调度指令到底层执行设备之间的传输效率。

2. 该系统中 CIMS 的功能

该系统采用 MFC 开发实现了下列功能：机床生产线系统加工动态监控；

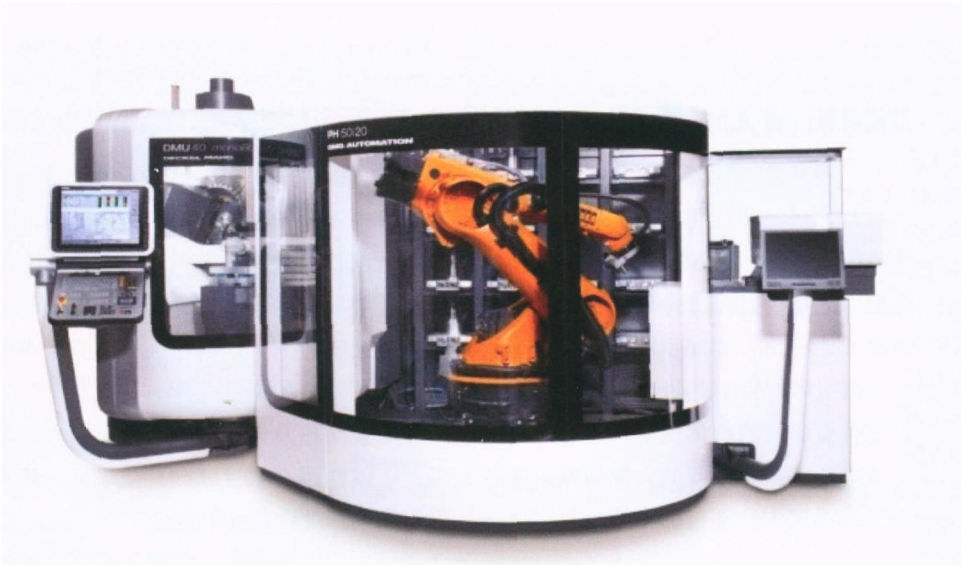


图 2 6 轴机器人型机床上下料生产线

加工工艺编制和调度；多级警报系统；提供 Web-service；支持 MCS 调度；支持各类工业总线通信；工件、刀具统计管理功能；高清晰度、高实时性仿真界面以及重要加工流程的抽检功能。

以上所述功能中针对机床数控系统的刀具、加工参数的控制，大大降低了传统机床上下料生产线中由人工修改机床加工参数和检测刀具状况的工作量，真正实现了机加工的全线自动化。

3.CIMS 对全线设备的调度流程

CIMS 控制系统通过 IO 模块给上料台上料信号，被加工产品毛坯料在上料台上移动到指定上料位，CIMS 控制系统收到该到位信号调度机械手 1 到上料台取料作业，机械手 1 完成取料，CIMS 系统调度机械手 1 给机床 1 上料，机械手 1 完成上料，接受 CIMS 命令到上料台再次取料，机床 1 加工完成，CIMS 调度机械手 1 对机床 1 加工工件进行换料，并将加工完成的工件放在过渡站 1 上；CIMS 调度机械手 2 到过渡站 1 上取料，并将工件送入机床 2 中，然后到过渡站前等待 R1 再次给过渡站上料；机械手 2 从过渡站上取第二件工件，然后给机床 2 进行换料，并把机床 2 加工完成的工件放入检测机进行检测，检测机对工件进行检测，把该工件的测试数据通过以太网发送给 CIMS，CIMS 把该数据存入数据库，同时 CIMS 对该加工参数进行判别，如

果第一序或者第二序加工参数有偏差，则 CIMS 针对该偏差调整机床 1 或者机床 2 的加工参数；然后机械手 3 到检测机取出工件，并将其送入立加 1 中进行加工；立加 1 加工完成后，由机械手 3 将该工件放在过渡站 2 上，由机械手 4 来取料。机械手 4 将过渡站 2 上的工件取出并送入立加 2 中进行加工，加工完成后，对立加 2 进行下料，把该工件送入下料台上。激光打标机根据 CIMS 系统中对该工件的加工参数和序列号进行激光二维码标记，CIMS 控制系统将该工件的二维码标记与加工参数进行绑定存入数据库，方便进行产品加工参数追溯。

4. CIMS 控制系统的扩展

随着人力成本的增加，目前很多用户对智能制造和无人值守工厂有着越来越强烈的需求，所以该项目中 CIMS 系统特别预留了 MES 系统的网络接口和软件接口，以满足将来用户对扩展为数字工厂的需求。

CIMS 系统在机床上下料自动化系统的应用推动了机床上下料自动化的发展，替代了传统的单机互连型系统，提高了设备的可靠性以及自动化生产水平，有效地解决了传统机床上下料自动化生产线中产品追溯的问题，并且解决了机床的数控系统的相关参数的在线修改等问题；同时为企业的标准化、规范化及信息化的建设奠定了基础。[MM]