

面向离散型车间的无纸化 MES研究

Study of Paperless MES for Discrete Shop

金航数码科技有限责任公司 张伦彦



张伦彦

金航数码科技有限责任公司生产管理业务部副经理、工程师。毕业于北京航空航天大学计算机集成制造专业,主要从事生产管理、制造执行系统、企业信息化方面的研究,作为项目负责人参与多家大型航空制造企业的MES项目工作研究。

一些自动化程度较高的连续型生产企业已经达到了管控一体化的水平,实现了无纸化生产,而离散型生产企业由于管理的复杂性、工艺和自动化水平的限制,距离无纸化生产有很大的差距。随着数字化设计和制造水平的提升,在离散型车间实现无纸化工艺也逐渐成为可能,国外的一些离散型车间已经在局部实现了无纸化生产。这种无纸化生产的趋

随着数字化设计和制造水平的提升,在离散型车间实现无纸化工艺也逐渐成为可能,国外的一些离散型车间已经在局部实现了无纸化生产。这种无纸化生产的趋势也使得MES发生着改变,本文在下面将就离散型车间的无纸化MES给出一些最新的研究成果。

势也使得MES发生着改变,本文在下面将就离散型车间的无纸化MES给出一些最新的研究成果。

无纸化生产是一种新的生产模式

连续型生产实现无纸化生产主要是依赖自动化的流水线;离散型生产实现无纸化生产主要是依赖工人,需要工人能够在无纸化环境中顺利工作,其难度要大得多。在这种模式下,势必需要改变工人在车间生产中的角色:工人是车间中唯一增值活动(即生产)的主体,这点与医院的外科大夫是相似的;增值最大化的结果是将大部分的生产管理者都逐步转变为生产辅助人员,这点与医院的护士是相似的。

无纸化生产不仅是消除了“纸”,更重要的是形成了一种新的生产模式(角色和工作方式的转变)。国外无纸化工作者说的“让工人多拧几

下扳手,少录一些数据”就十分形象地表达出了无纸化生产带来的变化。

无纸化生产正在改变MES的概念

一般认为MES是位于上层计划管理系统与底层工业控制之间的、面向车间层的管理信息系统,为操作人员、管理人员提供计划的执行、跟踪以及所有资源(人、设备、物料、客户需求等方面)的当前状态的信息^[1]。

随着数字化设计和制造的发展,需要以更加全局的眼光来看待MES,未来的MES除了打通ERP层和控制系统层的关键环节外,还是将设计和工艺数据流应用于现场生产,实现无纸化工艺的关键环节。

美国著名制造咨询公司ARC提出:真正的产品生命周期管理从设计完成后才开始^[1]。ARC将产品生命周期管理的线性过程发展成为与ERP/CRM/MES/CAPA/MRO等系统

相互关联的平面结构,如图1所示。

制造在PLM应用中定位的变化,改变了PLM应用所关注的不仅仅是单纯提供产品数据的PDM与ERP的集成^[3],而促成了更有机的PLM与MES的集成^[4]。

如图2所示,制造活动同时存在于价值链和生命周期链条的交叉点上,其中前者是传统MES的需求,后者是无纸化MES的新需求。考虑到同一个制造现场只能有一个执行管理系统,因此现有的MES概念势必需要扩大。

MES的信息集成对于企业的信息集成是具有决定性的。“纸”是信息交互的最传统媒介,也是各孤岛信息系统之间交换信息的主要途径,因此可以认为,无纸化MES不仅意味着生产模式的根本变革,还体现了整个企业信息系统集成的最高水平。

目前,Dassault旗下的InterCIM在波音和巴西航空,SAP旗下的Visiprise在洛克希德·马丁,都已经按照这种思路实施了新一代的航空MES,在某些车间实现了现场可视化工艺,取得了不错的应用效果。

无纸化MES的功能框架

提出无纸化MES功能框架(图3),将无纸化MES划分为9部分:车间计划管理、生产准备管理、工人现场作业管理、设备运行管理、质量作业管理、可视化看板管理、工时管理、生产履历管理和例外管理。

从设计上,该无纸化MES功能框架做出了如下考虑:

(1)突出了工人门户的地位。工人门户不仅能够显示可视化工艺,更重要的是使得工人能够在门户上获得所有需要的信息,避免工人登陆不同系统查找信息。工人门户使信息能够自动推送到工人的面前,让工人能够快速的工作和记录,从而带来了无纸化生产环境下的新生产模式。

(2)提出了PDM与CAPP一体

化的要求。无纸化生产模式下,工人在工人门户上使用的电子工作指导书(EWI)是集为作业指令、工艺规程、图纸和模型一体的数据包(EWI的概念由ISA95提出),这种需求极大地推动了PDM与CAPP一体化。在PDM与CAPP一体化尚不成熟的情况下,MES与CAPP一体化也成为一种过渡情况下的选择,如Visiprise在洛克希德·马丁公司实施的MES中就包括CAPP的模块。

(3)提高了现场采集的效率,扩大了现场数据采集的信息量。MES在现场不仅扮演报完工的作用,还

需要按照EWI的要求记录制造过程各类相关信息:制造环境及其相关参数、所用工具工装和设备运行状态、原材料毛坯的来源和质量信息、装入件的批次和质量信息、检验检测结果数据,以及对不合格品的处理信息,从而获得完整生产过程履历。

(4)现场例外管理,尤其是工艺方面的现场例外管理显得尤其突出。为提高生产效率,对工艺超越和临时工艺等,往往由工艺人员直接在生产现场完成,在无纸化后这些信息需要在MES中进行现场编辑、修改和版本的管理,并能与PDM/CAPP的工

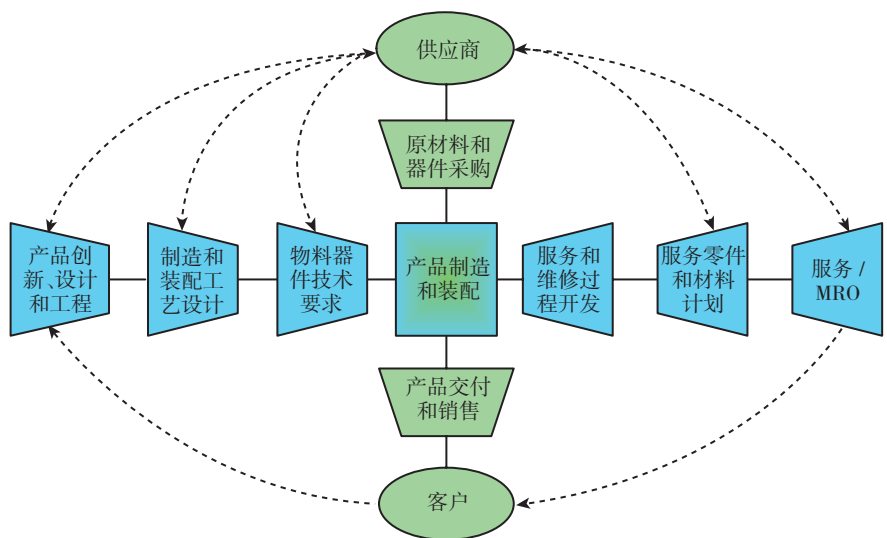


图1 产品生命周期扩展到设计和工程之外

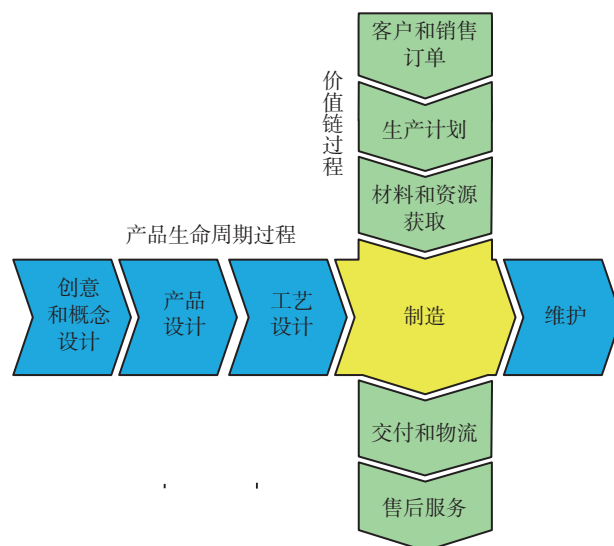


图2 制造处于企业价值流和产品生命周期过程交叉的十字路口

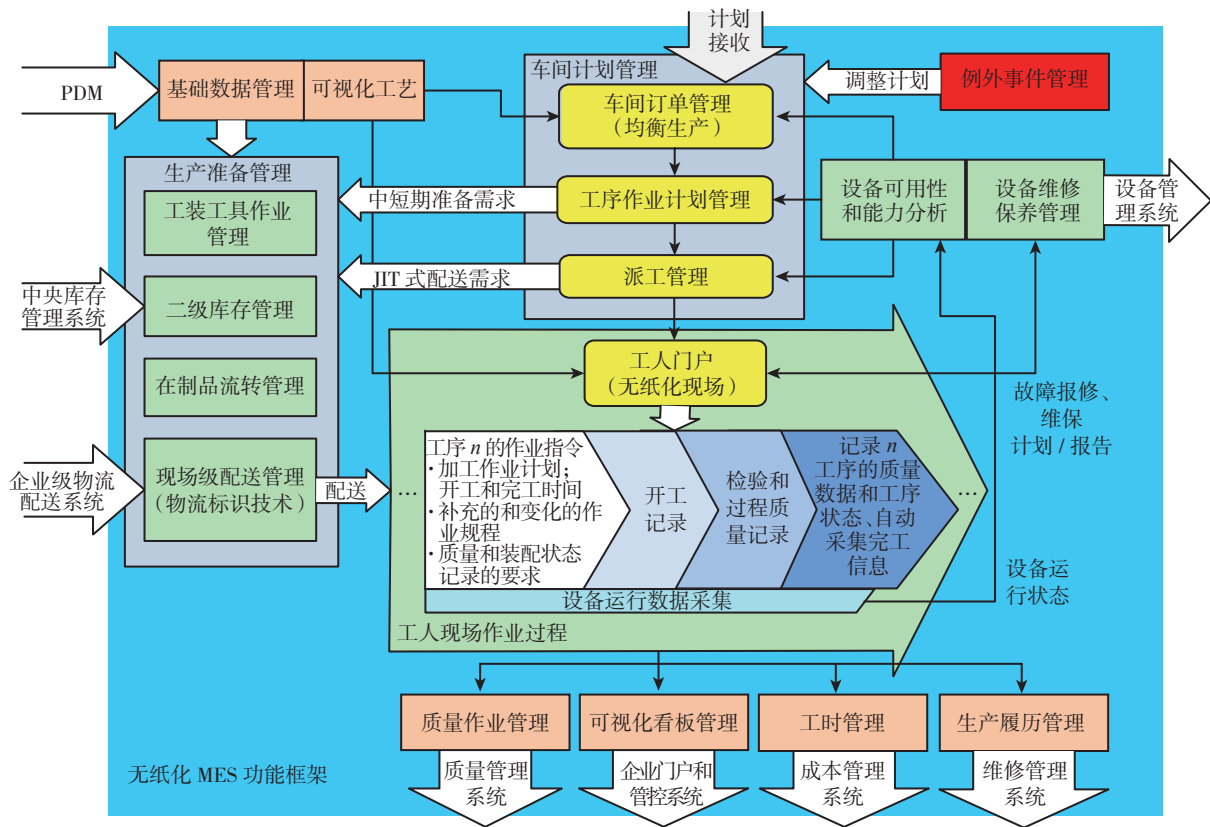


图3 无纸化MES功能框架

艺数据对应起来。在工程实施中,对于某些使用非结构化 CAPP 的离散车间,甚至可以效仿 SAP/ Visiprise 的做法,将传统 CAPP 中的工艺编制功能也暂时纳入 MES 中。

(5) 突出了生产准备的地位。将生产准备分为企业级配送和现场级配送两个层次,其中由 MES 负责后者。现场级配送强调中短周期的生产准备,致力于达到 JIT 式的配送效果,从而使得工人能够充分适应无纸化生产下的“外科大夫”角色,将更多的精力直接投入到生产环节中。

(6) 更加强调了各类生产要素和业务活动的集成。无纸化生产环境下使人与人的工作变得更加紧密,现场生产所有需要的信息都需要也只能在计算机里进行管理,大大提高了信息集成的要求。

无纸化 MES 各部分具体功能:

(1) 车间计划管理: 接收 ERP 下达的车间订单,将其分解为工序作

业计划,将作业任务派工到现场。这是传统 MES 应当具备的功能。

(2) 生产准备管理: 对工装工具、车间二级库存和在制品进行管理,根据工序作业计划和派工的要求,将这些生产资源配送到现场。

(3) 工人现场作业管理: 围绕着工人门户开展现场作业,工人在工人门户上接收工作指导书,报工序开工,填写加工和检测记录。从国外无纸化生产的应用来看,工人门户和电子工作指导书是离散车间实现无纸化 MES 的最关键因素。

(4) 设备运行管理: 管理设备维修和保养过程,完整记录设备运行状态,掌握设备可用性以支持排产。

(5) 质量作业管理: 管理现场检验过程,检验数据的采集,以及不合格品处理过程。

(6) 可视化看板管理: 用于生产现场各类大屏幕看板,以及为管理提供可视化查询功能。

(7) 工时管理: 管理定额工时和工人的实际加工工时,以及工时报表的自动生成。其中,工时数据的采集有现场作业模块完成,工时数据的确认由质量作业模块完成。

(8) 生产履历管理: 在上述模块的支持下,形成加工过程“人料法环”的完整履历。

(9) 例外管理: 处理各类例外事件,及其对生产计划造成的影响,提高系统对生产例外事件的适应能力和处理能力。

无纸化 MES 的实施不单纯是一个软件系统的实施,还需要包括工艺和硬件水平的提升作为基础,有时候一种新的产品型号就代表着一种全新的设计和制造模式。因此,建设无纸化 MES 需要考虑不同产品型号和不同应用阶段的问题。

车间一般存在多型号的产品混线生产,使用同一套 MES 适应不同成熟度的数据成为必然的选择,尤其

是现场使用的工作门户需要接收不同产品的工作指导书。因此,在无纸化 MES 的设计中,需要特别强调工人门户和工作指导书的标准化,提高工人门户的功能柔性和可配置性。

无纸化 MES 的关键技术分析

无纸化 MES 的实现不仅需要管理模式的改变,还需要许多软硬件技术作为支持:

(1) 生产现场终端技术。

生产现场终端用于显示工作指令和工作指导书,操作者可以在终端上察看工作任务、报开工和完工;如果条件具备,还可以在终端上察看图纸、工艺规程和数字化模型。

国外的相关应用已经表明便携式的无线终端或离线终端的使用正在成为 MES 应用的重要方向(图 4)。尤其是符合航空军工生产保密安全要求的、具有无线加密传输功能的终端技术将成为航空 MES 的关键技术。



图4 国外MES使用的便携式无线终端

无纸化车间的现场终端配置数量应该能够满足无纸化生产的需要,原则上应当做到一台设备或者一个操作者配置一个终端。

(2) 物流标识技术。

MES 强调对物流的控制,准确和快速的物流管理往往都需要采用标识技术,包括:条码、RFID 等。物流

标识技术的应用在无纸化的情况下又显得更为迫切。

目前,微型化的激光标刻二维码(如图 5 所示)、抗金属干扰和腐蚀的可粘贴式 RFID 都是能够适应于离散制造需要的标识技术,相关的国军标也正在预研中。

(3) 自动化数据采集技术。

连续型制造企业的 MES 一般都强调管控一体化的应用效果,离散型制



图5 微型化的激光标刻二维码

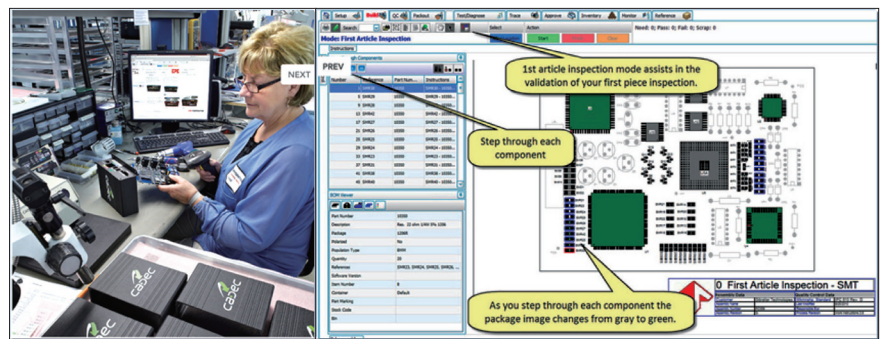


图6 国外MES的人机交互式应用

造企业的 MES 由于缺乏足够的自动化集成手段,往往很难达到管控一体化的程度,但是管控一体化始终是离散型制造企业 MES 的发展方向,也是无纸化 MES 发展的必然方向。离散型制造企业要实现管控一体化,最重要的就是要有自动化数据采集技术作为支撑。

当前比较具备可行性的自动化数据采集技术包括:数控设备运行数据自动采集技术、炉温控制系统自动数据采集技术、测量系统自动数据采集技术等。

(4) 人机交互技术。

MES 管理制造的执行过程,制造的执行过程是充满变化和例外的,该问题在失去纸作为记录载体的情况下尤其突出。这也是人机交互技术对于无纸化 MES 非常重要的原因。

人机交互技术一般需要物流标识技术和自动化数据采集技术(尤其

是测试数据自动采集)作为支撑,能够实现对选取错误批次序列号的零组件进行提示,对 BOM 和工艺补充文件的技术状态进行验证和报警,对测量结果进行自动打包和分析。国外的电子装配 MES 中已经有了人机

交互的工程应用,如图 6 所示。

工程验证

在某大型航空制造企业,根据本文提出的无纸化 MES 功能框架,进行了无纸化 MES 系统的设计、开发和实施,完全取消了装配指令(AO)等纸制现场文档,取得了较好的应用效果。

参考文献

- [1] AMR Consulting. Next generation plant systems: The key to competitive plant operation. <http://www.amrconsult-ing.com/plantsystems.pdf>, 1990.
- [2] Extending PLM to the Shop Floor—Paul Meyer, Jud Plapp. InterCIM Whitepaper, 2008.
- [3] Enterprise Integration Includes PLM, MES By Stephanie Neil. 2011.
- [4] The Roles of ERP and PLM in Manufacturing—now with MES. Jim Brown Category: Research Rap, 2011.

(责编 良辰)