

# 离散型制造车间 MES 的研究及实现\*

## Research and Implement of MES in Discrete Manufacturing Workshop

华东电子工程研究所 许春停 朱春临 张冲 许业林 蒋健乾

**[摘要]** 通过对离散型企业制造执行系统功能分析,以离散型机械制造车间为应用对象,提出了机械加工企业建设 MES 的系统框架及主要建设内容,并对实施过程中遇到的关键技术提出了解决方法。通过系统实施,实现了图形化的计划排产、零部件的全流程追踪功能,提高了设备利用率、车间生产能力、产品质量及生产决策,并为车间后续的无图化打下了基础。

**关键词:** 制造执行系统 制造车间 关键技术

**[ABSTRACT]** Taking the discrete machinery manufacturing workshop as the application object, manufacturing execution system function of discrete manufacturing industry is analyzed, system framework and most foundation contents of MES are solved, solution methods of key technologies are found through implement. Graphical planning and scheduling and process trace of components are realized. It improves utilization rate of equipment, workshop production capacity, product quality and production decisions. It has stability base for workshop realizing production without drawing in the further.

**Keywords:** Manufacturing execution system Manufacturing workshop Key technology

制造业从传统上分为两大类,一类是以流程制造方式为主的集约型制造业,另一类则是以零星生产方式为主的离散型制造业<sup>[1]</sup>。离散型企业典型特点是品种多、批量小、生产周期短、产品质量要求高。

机械制造企业作为实现产品集成的前端,在实现产品周期上起着决定作用。机械加工企业涉及设备多、人员多、零件加工流程复杂、工时结算复杂等特点,信息化建设一直是一个难点,因此信息化水平相对较低。MES 作为企业计划和车间作业现场联系的纽带,实现企业连续的信息流和提高企业的敏捷性。现代制造企业不仅需要实用的计划系统,而且更需要使计划落实到实处的 MES。

本文结合华东电子工程研究所在机械加工车间实施 MES 的过程,分析 MES 建设的难点问题及解决办法,

建设内容及达到的效果,对离散型制造企业 MES 的建设提供有力借鉴,对提高相关企业实现信息化管理的信心具有重要意义。

## 1 MES 建设的系统功能

### 1.1 离散型企业 MES 现状

MES 的开发与使用是两个独立的个体,两者之间有一定的“代沟”。集约型企业的 MES 流程开发特点相近,在烟草、化工、食品等行业 MES 使用相对成熟。离散制造业企业经营管理模式不尽相同,规模相对较小, MES 软件开发要结合企业管理。目前离散型企业使用的 MES 功能大多功能单一,系统集成性差。离散型企业的 MES 一般都是按照企业自身定制的系统,因此离散型 MES 的可推广性比集约型 MES 要差,特别是在产品的制造环节,离散型企业应用 MES 在实现任务分解、排产、制品追踪、检验、成本核算、产能统计等方面比集约型制造企业复杂的多<sup>[2,3]</sup>。

### 1.2 成为信息孤岛的纽带

在研发 MES 前,华东电子工程研究所已完成多个信息化系统的建设,制造信息系统(Manufacturer Information System, MIS)实现产品计划投产,产品数据管理(Product Data Management, PDM)系统实现产品的数据管理,物流系统(Logistics System, LS)实现原材料、半成品及成品物料管理,车间分布式数字控制(Direct Numerical Control, DNC)系统实现数控机床程序的远程控制及管理,工艺数据管理系统(Computer Aided Process Planning, CAPP)实现工艺设计、审批、存贮的网络化等信息化系统。但是随着信息化建设的深入,部分系统之间存在着信息不能共享的问题,例如制造信息系统的产品计划不能直接反馈到车间及产品零部件生产过程中, CAPP 系统的制造 BOM 与 PDM 系统的设计 BOM 没有集成, CAPP 系统的设计原材料没有与物流系统集成等,信息孤岛现象越来越明显。为实现企业至上而下的信息畅通,通过 MES 实现信息化系统上下游的衔接,把企业计划与车间作业现场联系起来。MES 是顶层计划的延伸及纽带,为了达到信息共享, MES 与多个系统的集成内容见表 1。

### 1.3 解决加工现场的“黑箱”

目前车间生产管理人员无法通过信息化平台及时

\* 国防基础科研项目(B1120080074)、国防基础科研计划(A1120110003)项目资助。

表1 MES集成信息表

集成系统	集成内容
企业基础数据	人员信息、职称信息
制造信息系统	产品计划
CAPP系统	产品工艺规程、工序定额 工时、设备及工装量具
物流系统	原材料信息

掌握生产过程的情况,对车间生产进度无法了解,缺乏有效的数据支撑统计和考核手段;生产管理人员很难准确根据自身的产能对某一个产品的生产周期给出合理的预测,并且不能提前核算目前的投产任务是否超出了自身产能及超出多少需要外协;制造设备缺乏信息化管理,加工设备的有效利用率无法统计;生产实时状况是一个“黑箱”,人工管理的有效程度基本饱和,遗漏生产任务的情况时有发生,部件往往因缺少装配元素而耽误整个生产计划。因此,如何优化生产现场的管理、提高生产的效率、并达到生产现场的有效控制成为制造车间日益需要解决的问题。

为解决生产现场的“黑箱”,系统进行以下几个方面

的建设:零部件计划排产、生产现场管理、零部件质量检验、刀量具管理、机床状态监控、零部件外协管理。系统建成后解决生产计划不科学、产品寿命无追踪、工量具使用无记录、机床状态不明了的“黑箱”状态。

## 2 MES系统部署及主要建设内容

### 2.1 MES的系统部署

MES系统服务器的数据服务器是为实现整个系统的数据库构建的;而应用服务器是为实现外部系统集成数据同步、机床状态监控的数据管理、支撑系统中B/S构架的模块功能构建的。系统部署如图1所示。

### 2.2 系统建设的主要内容

计划排产,以制造信息系统的产品计划节点为依据,参照定额工时及各个工种的产能,实现生产零件的自动排产;对于批次较多的零部件可以分批次排产,并支持紧急插单功能;通过图形化排产图表随时查看任务的完成情况。

计划调度,对投产计划进行分解生成作业计划明细,同时生成作业计划及投产前的准备计划,包括材料需求清单、工装及刀具准备清单等。计划根据当前车间

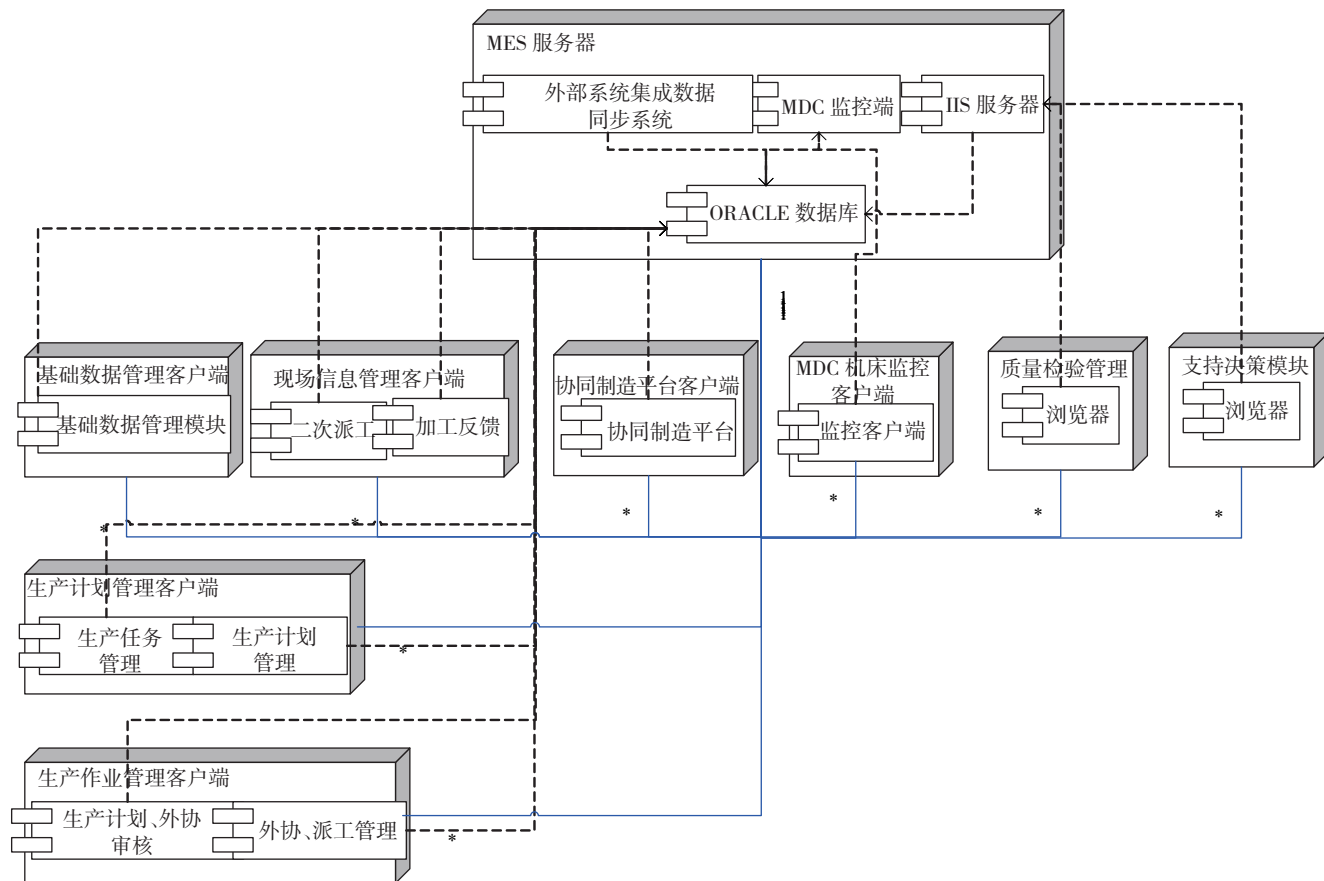


图1 系统部署

Fig.1 Deployment of system

资源情况进行计划下达或外协分派。

机床数据采集,通过提取每台机床的运行状态,可以准确测出每台设备的开机时间、有效加工时间、空载时间、停机时间、故障时间和维修时间等;建立设备档案,可建立设备开动率和设备完好率、设备使用效率等信息档案。

质量检验,记录零部件的质量信息以及质量问题解决流程,以及质量结果分类统计。

刀量具管理,实现提前根据 DNC 程序刀具清单配备刀具及夹具,以及刀量具的追逐、预警等功能。

决策分析功能,通过系统建立零部件完整的质量信息、产品计划完成信息、生产车间生产任务信息,为管理者决策提供有力的根据。

### 3 MES 关键问题解决

系统的部署及建设内容从总体上解决了需求问题,但能否解决系统建设的关键问题是关系系统建设成败的关键。经过分析国内外 MES 系统的使用情况,并结合使用对象特点,总结出系统建设中需解决的关键问题有 3 个方面。

#### 3.1 MES 建设的选型

目前国内 MES 系统很多,成熟度良莠不齐, MES 包含的建设内容各不相同,解决车间问题的侧重点也不相同,因此如何研发适合本单位的 MES 成为解决问题的关键所在。

对于离散型企业大多处在应用 MES 的部分单一功能,多功能的 MES 使用成功率很低,并且与其他系统的集成也相对较差。华东电子工程研究所属典型的多品种、小批量的离散型企业,目前市场上没有一款满足需求的 MES 系统。因为独自开发 MES 的周期太长,最终采用联合开发的建设方式,系统构架双方共同完成,系统功能阐述由被实施方完成,系统功能的实现由实施方负责,为便于系统以后接口的变更及扩展,系统集成由双方共同完成。通过采用联合开发的方式,解决了 MES “水土不服”问题。

#### 3.2 现场信息的采集

生产现场信息采集方式是车间信息化建设的“瓶颈”,目前解决生产现场信息采集的方式主要有条码扫描和射频识别(Radio Frequency Identification, RFID)<sup>[4,5]</sup>。由于机械加工生产车间现场的环境所限,导致生产现场的实物(零件、图纸及工艺等)很难保证洁净,在采用接触式读取技术时就会导致信息读取不出,因此要使用的技术必须防止读取污染。

如使用条码扫描读取技术,必须解决现场条码污染问题。在实际使用时,如果单独打印防污染条码,然后

粘贴在图纸或生产工艺上,由于每天投产图纸较多,工作量大增,不符合信息化发展的初衷;如果直接打印在图纸或工艺上,然后对图纸或工艺进行过塑防污,同样带来工作量大增并造成“白色污染”问题。

如使用 RFID 技术,虽然可以解决条码污染问题,但硬件投入及信息的对应也造成投入大增,每次生产任务的唯一性导致射频编码不能重复使用也造成成本增加。

为解决以上问题,并能发挥条码扫描的优势,采用在零部件经过计划排产后,根据 CAPP 设计的工艺流程自动流转到下道工序,然后由班组长登陆系统后对任务进行分配(分配到具体设备及人员)。员工采用条码扫描本人工作证方式实现系统登陆,通过在系统中点击任务开始、任务结束的方式来实现制造过程信息的获取,避免纸质条形码受污染后信息获取困难问题。

#### 3.3 生产排产实现方法

生产 MES 的计划排产,从 ERP (Enterprise Resources Planning,企业资源管理)或其他计划系统读取产品计划,多数企业面临由于长期的计划积累,计划系统内存在海量产品数据,系统集成后需开发实用的筛选方法,数据可根据时间、产品型号、制造方式等对系统信息进行筛选;通过与物流系统的数据集成,在排产前对库房是否有原材料进行判断;满足条件后运用排产规则对符合要求的零部件进行排产。计划排产实现的详细流程见图 2。

## 4 建设 MES 的成效

经过 MES 系统的实施,实现了产品零部件的计划排产、全流程追逐;产品质量、机床状态、刀量具管理实现了信息化管理。零部件的全流程追溯的实现,提高了产品零部件按计划完成的比率;机床状态监控及质量信息化管理,增加了员工工作的责任心,产品合格率得到了提升。决策支持功能,提高了车间管理者对车间资源使用情况、任务饱和度、项目计划的掌控,为决策的科学性和可行性提供了坚实的基础。

但系统在使用过程中也暴露了很多问题。由于系统功能的实现内容较多,建设主次层次不清晰,导致 MES 系统在实际使用时出现了不少问题。如:在零部件较多时计划排产速度跟不上车间工作节奏,目前只能做到重点产品的计划排产;由于车间加急任务多,插单后对原有计划排产造成的冲击很难评估;由于系统覆盖面广,使用该系统的人员信息化水平参差不齐,因此在系统的方案阶段就尽量简化人员对系统的操作,开发的系统流程应简单易用。这些问题为后续系统的优化指明了方向。

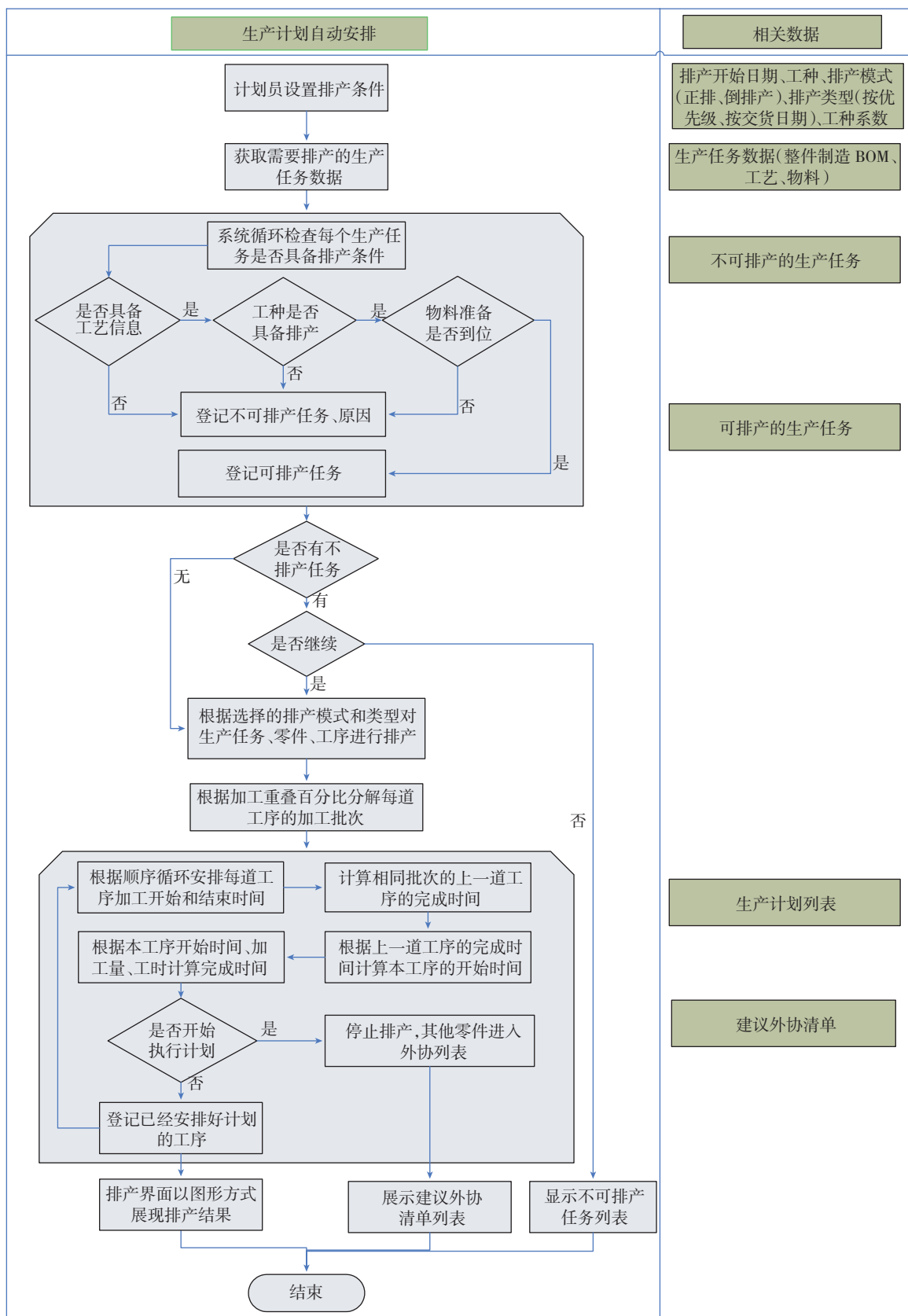


图2 计划排产实现流程图

Fig.2 Flow chart of implement in planning and scheduling

(下转第 92 页)

规则的圆截面舱体类零件,还能成形其它不规则的结构件。因此,对该新型合金开展超塑成形的深入研究,作为新材料的工艺技术积累与储备,为弹体结构件的需要奠定了更实用的基础。图5为超塑成形工艺样件。



图5 Ti750超塑成形筒形件  
Fig.5 Super-plastic formed Ti-750 cylinder piece

## 2.4 合金的焊接性能

Ti750合金还具有较好的可焊性。本课题研究了该合金的电子束焊、激光焊、氩弧焊成形。结果表明:该合金具有很好的可焊性<sup>[6]</sup>,激光焊与电子束焊接,其焊缝强度可以达到母材强度,氩弧焊的焊缝强度也可以达到母材强度的80%,焊接后的延伸率最高可达到10%。此外,该合金还具有较好的扩散连接性,因此可成形该合金的复杂结构件。图6为超塑与激光焊成形的舱段模拟件,零件通过了静热联合试验考核。



图6 Ti750舱段模拟件  
Fig.6 Simulation section of Ti-750 alloy cabin

## 3 结论

本课题结合新型高温钛合金的材料特点,深入分析了弹体结构件常用的几种热成形工艺(热压、热旋压、超

塑)对该新型高温钛合金的工艺适应性,并开展了这几种工艺的试验。结果表明:

(1) Ti750合金的材料特性决定其要求成形温度均匀、低变形速率和较好的表面保护;

(2) 大尺寸的Ti750合金零件不适合采用热旋压工艺成形, Ti750合金对超塑成形工艺特性比较适合。

## 参考文献

- [1] 张喜燕,赵永庆,白晨光.钛合金及应用.北京:化学工业出版社,2005.
- [2] 尚建勤.钛合金TC1整流内罩热成形工艺研究.锻压技术.2000(2):17-18.
- [3] Kang D C, Gao X C, Meng X F, et al. Study on the deformation mode of conventional spinning of plates. Journal of Materials Processing Technology, 1999 (91): 226-230.
- [4] 王成和,刘克璋.旋压技术.北京:机械工业出版社,1986.
- [5] 李伟,杨俊,罗琴英.热压与超塑成形组合工艺研究.飞航导弹,2011,8:60-62.
- [6] 付刚,胡刚.TC4钛合金超塑成形/扩散连接后电子束焊接技术.航空制造技术,2004(12):72-74.

(责编 三丰)

(上接89页)

## 5 总结

通过调研当前MES实际使用情况,立足机械加工车间的实际需要,通过提出建设目标、建设内容,最后对建设过程中的关键问题进行分析解决。建设了一套可行的MES系统,车间基本实现信息化。通过MES排产重点产品计划得到保障,零部件加工状态、完成时间、操作者及设备信息、质量状况信息可随时查看,外协任务审批网络化,车间实现任意时间内产能统计、人员工时结算等信息化管理。

经过系统实施,设备利用率、车间的生产能力、产品的质量得到提高,并为提高后续产品计划安排的科学性和可行性及后续车间建立无图化打下坚实的基础。

## 参考文献

- [1] 刁树民,金喜波,杨明远,等.离散型制造业应用MES系统模型设计.佳木斯大学学报,2009,27(3):223-225.
- [2] Wu Yu, Xu Xiaodong, Li Congxin. Modeling research on manufacturing execution system based on large-scale system Cybernetics. Shanghai Jiaotong University,2008,13(6):744-747.
- [3] 王萍,宋新民,鲁晓.离散制造业MES系统作业计划管理模块设计与实现.露天采矿技术,2009,4:67-71.
- [4] 胡国金,刘跃华.基于RFID技术的MES在离散型制造业应用成效研究.中国制造业信息化,2010,39(1):34-40.
- [5] 庞东平,张绍芳,曲杰.条码扫描系统在汽车纵梁折弯全自动生产线的应用.锻压装配与制造技术,2009,(4):53-55.

(责编 可岚)