



## 面向混流生产的汽车行业 MES 在吉利汽车的应用

### 应用背景

浙江吉利控股集团有限公司是国内汽车行业唯一的一家民营轿车生产经营企业，现已拥有年产20万辆整车、20万台发动机和20万台变速器的生产能力。吉利汽车宁波基地是吉利汽车产业最大的生产基地，主要生产“远景”和“自由舰”两款主打产品。

吉利汽车宁波基地目前采用混流生产方式。随着汽车工业的不断发展，个性化、小批量化生产成为汽车生产企业的主流方式。精益生产是目前汽车界追逐的主流，就汽车生产线特性而言，精益生产（丰田生产方式）与传统生产（福特生产方式）最大的区别就在前者采用的是混线生产方式，后者采用的是相对批量的生产方式。按定单排产、单台混流的精益生产方式是目前汽车整车生产追求的一种较为理想的生产组织模式，尽管目前从人员、成本、生产效率、市场等各个因素考虑，这只是一个目标，吉利汽车希望根据该思路去设计和规划。

混流生产，在生产模式上，最主要的一项难题就是如何实现生产线上不同的生产指令在恰当的时候以恰当的形式和恰当的内容传送给需要该项指令的作业人员和自动设备。吉利汽车从焊装开始就形成了流水线的生产模式，经过涂装后到达总装，最后进入品质检查，在这期间需要充分的利用各阶段的信息数据流来协调生产。

随着吉利汽车近年来的快速增长，现场的生产管理方式已经远远落后于企业的成长，因此，吉利高层迫切希望通过先进的管理手段和方法，解决现场混流生产问题。

## 混流生产模式的特点和需求

吉利汽车混流生产模式在生产管理中面临如下问题：

第一，不同车型的车辆在总装下线之前，需要经过焊装、涂装和总装车间进行加工装配。在总装下线之后，汽车需要经过若干个检验和修整工段，如整车调试、涂装油漆修整、终检、复检等才能完成车辆的交付。在生产过程中，车辆位置的移动性和不确定性造成了管理人员无法及时地确定不同型号车辆的位置，从而影响车辆及时的检查、检验、交付和入库。

第二，混流生产的物料管理不仅要管理关键零部件，还要管理每台车在每个工段的物料清单、发料、缺料情况。由于线边空间有限，同时堆放多种车型的物料比较困难，因此需要通过物料拉动，及时产生缺料预警，在恰当的时间发送恰当数量的物料，尽量减少线边库存的堆积，节约资金。而采用传统看板送料方式是难以实现这一目标。

第三，由于多种车型存在于生产线，对现场的操作工要求较高，很容易产生错漏装情况影响装配质量，如何减少混装生产错漏装现象是吉利面临的一个难题。

第四，目前，很多总装车间内的关键件、重要件跟踪仅通过手工方式登记，难以实现完备的跟踪追溯。如何契合国家的强制召回制度，实现准确召回，减少不必要的大量召回减少给企业带来的损失也是一个重要的课题。

因此，混流生产对生产管理组织和MES有很高的要求。混流生产的MES需要通过采集车辆生产制造过程中的生产过程信息，并随着所监测的不同车型车辆流动。MES实时监控各种车辆所在的生产工序，并根据工序点决定了什么时候需要多少需要什么样的零部件，即通过车辆队列，实现物料沿着主价值链的流动而流动，这也是汽车生产JIT的理念。

## 解决方案

作为汽车厂运营管理系统的一部分，MES 系统与 SCM、CRM、ERP 等系统一起，协助管理企业的各项经营业务。

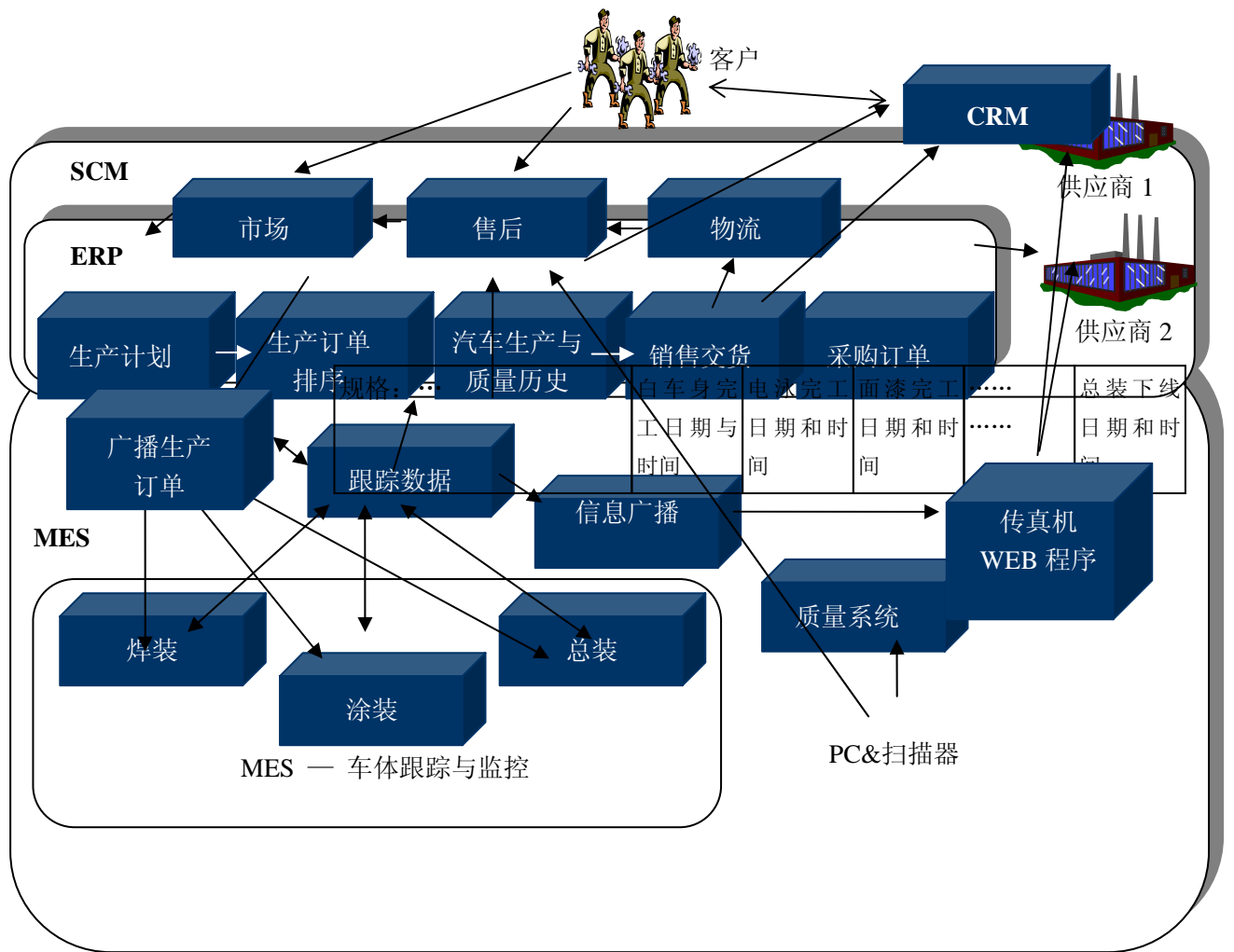


图 1 汽车厂信息系统协作模型

如上图所示，汽车的生产受市场的波动，是处于变化和调整中的。需要通过 ERP 的主生产计划反映到 MES 中，同时在车间层面现场的生产又是对既定顺序的一种破坏，MES 需要及时采集这些数据。也就是说 MES 向上承接 ERP，向下监控车间的生产信息。根据上述模型，作为混流生产的企业，MES 系统需要提供以下几大功能模块：

- ① 基础数据采集；
- ② 生产计划管理；
- ③ 车辆跟踪管理；
- ④ 关重件扫描与防错漏装管理；
- ⑤ 生产物料拉动管理；
- ⑥ 质量管理；
- ⑦ 效率管理；
- ⑧ 与外部系统的接口；

GE 针对混流生产的面临问题和生产需求，结合多年的汽车行业经验，提出了基于 GE Proficy 的 MES 解决方案。该解决方案是建立在一个统一的 Proficy 产品平台上，通过各种组件化应用模块和系统连接器形成一个整体的针对混流生产企业的解决方案，具有清晰的信息流和模块构成。

下面对解决方案的各功能模块作简要介绍：

### 1) 基础数据的采集

在精益混流生产组织上，基于生产管理的决策，需要采集大量的辅助生产数据。这些数据可以采用 DAS 系统、条形码和射频标签(RFID)的方式等获得。DAS、条形码和电子数据交换技术的应用是形成精益生产方式的基础。通过这些方式把生产过程中大量的信息流得以集中，并通过系统抽取和发送相关信息的形式进行再分配，这样使车辆生产更有效的按照精益生产方式进行。

汽车厂基础数据采集包括自动数据采集和人工数据采集两种方式，自动数据采集一般称之为 PMC(Production Montor Control)，通过监控软件，采集现场的 PLC、数据机床、检

测线的数据。这些数据可以用于生产线效率、质量、物料消耗等功能。人工数据采集一般采用条码和RFID以及手工录入的方式提供现场设备不能提供的信息，如关键件批次、装配质量原因、设备停机原因等。GE Proficy 产品系列中，iFix 以及 Cimplicity 可作为现场数据采集和监控平台，可采用自主的Proficy Historian作为实时历史数据库作为生产数据的存储平台，实现基础数据的收集工作。

## 2) 计划管理

MES根据混流平衡的原则实现排产，并计算出装配过程中各个相关工位所需要的物料信息，实现物料的拉动管理。订单管理将允许方便进行次序的调整（包括改序，插序等）。

由于有了相应的订单和BOM信息，还可在特定的工位进行生产的指导，对于出错的情况进行指导和防错防呆处理。Proficy 计划管理模块可以有效管理混流生产计划，同时可生产计划的执行情况将通过和ERP的接口反馈到ERP中。

## 3) 车辆跟踪

在混流生产中，车辆跟踪尤为重要。车辆动态队列是物料拉动和订单跟踪的基础。一般，车辆在车身车间(焊装车间)就开始跟踪，再到 WBS，通过涂装车间，经过 PBS 重新排序，直至总装车间下线检验结束后，进入成品库。跟踪方式以条形码和射频标签为主。车辆的 VIN 号是车辆的唯一标识。

GE Proficy Tracker 是专门针对车辆的跟踪和控制软件，可以实现车体跟踪和车体路由功能。并提供产区内车辆显示功能，通过汇总的条码信息和预先设定的各区域，实时显示不同区域的车辆信息，如显示焊装、涂装和总装车间的在制车辆的信息，如显示下线后的各检修和检查区域的车辆信息。

## 4) 关键件扫描与防错漏装管理

对于安全气囊、发动机等需要关注的关键零部件，为应对质量问题召回等追溯方面的需求，需要将关键件的唯一识别信息加入到每辆车的档案数据当中；方式可选择在关键件

装配工位分别进行采集，或者将一台车的关键件条形码标签集中进行采集。为了同时进行防错漏装检查，需要在线进行扫描。通过系统可以查询某批次零件所安装的车辆，实现可召回功能，也可以依据车辆 VIN 号查询所安装的关键件的批次，实现质量追溯功能。该模块还可以提供错装、漏装的分析统计，作为现场人员的考核依据。

## 5) 生产物料管理

生产物料管理实现对整个生产过程的物料信息的全面实时管理。生产物料管理的功能与生产计划和生产跟踪管理紧密结合，通过设备状态和生产监控的实时数据，对物料消耗的情况进行及时的监控和报告。

ERP 和 MES 物料管理范围划分一般为：从综合仓库，供应商仓库到总装暂存区的物料请求、发送和接收由 ERP 系统管理，从物料暂存区到车间线边库的物料拉动由 MES 系统管理。MES 系统定时发送线边物料消耗到 ERP，以便进行财务结算。

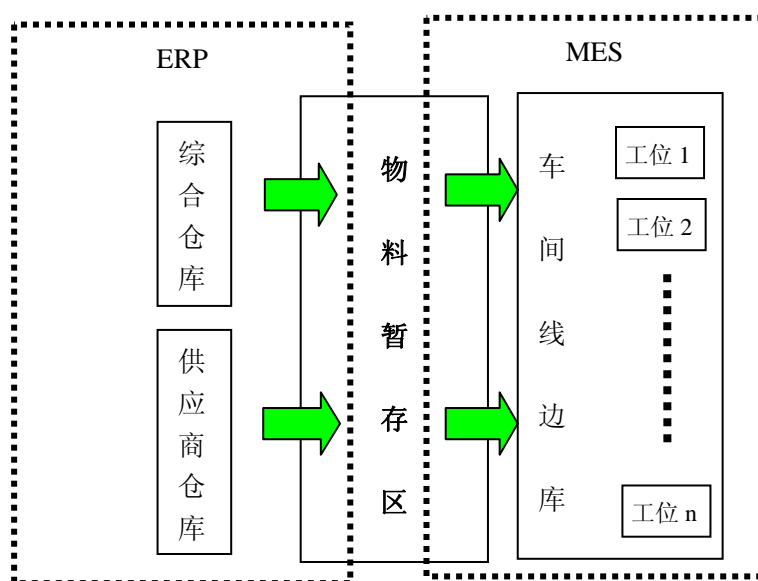


图 2 MES 与 ERP 功能范围划分

现场生产物料拉动的管理方式可以分为随车件、顺序件和看板件三类。

- 随车件是指在车辆上总装线之前，发料员将线束等小件放在一个置于车内的框中，物料随车流动。MES 及时向发料员提供每辆车的随车件信息。

- 顺序件是指根据车辆队列发放的大件和成套件，如发动机、保险杠、座椅等。MES 根据队列动态打印需要发动的物料清单。

- 看板件是指根据线边工位设定的安全库存进行发料的小件和标准件。看板件的要料请求可在车间物料 Andon 板进行显示，提醒送料工进行送料。

对于车间发料区和直送供应商，MES 可提供及时的待送物料清单和送达时间提醒，保证物料按时送达。

对于线边库位，MES 可提供线边库位物料查询、发料记录查询，扣料查询以及工料费功能。

## 6) 效率管理

效率管理包括产量统计、总装线停线效率分析。系统内部预先建立专家原因库，根据自动化信号或人工给出的原因来对各种设备相关的故障，操作动作和性能进行记录，建立各种报警机制，与生产分析系统结合，同时可以产生各种分类报表，并在 Web 界面上显示。

设备故障原因专家库可以在 Proficy 系统中生产，然后用户可以根据现场情况进行补充和不断更新。通过对停线原因的分析，可以发现导致停线的主要原因，并建议改进以达到提高产线效率的目标。

## 7) 质量管理

汽车生产过程的质量管理内容包括装配质量、检测线质量、路试、淋雨以及车辆 Audit 数据。对于装配质量数据，当发现有质量问题的时候，操作员可展开车辆问题目录树，在原因树中选择相应的质量问题原因，完成整个记录过程。质量问题的原因树内容可根

据需要做自定义的修改。需要查询质量数据，只要输入车辆的 VIN 号，即可显示车辆的相关质量信息。

## 8) 与商业管理系统接口

MES 与其他商业系统如 ERP 的数据交换必不可少，GE Proficy 提供基于 S95/B2MML 的标准企业连接器来双向交换数据和信息，实现与 SAP，Oracle 等主流 ERP 的数据交换。其模块 Proficy Enterprise Connector 是建立在微软 BizTalk 服务器基础上的 EAI 应用，通过 Proficy Adaptor 连接 Proficy 服务器，并和相应的外部系统连接。

MES 与 ERP 的交换信息包括两大类，ERP 发送到 MES 的信息和 MES 反馈给 ERP 的信息。

•ERP 发送到 MES 的信息包含下几种：

1. 各车间生产订单
2. 生产订单 BOM

•MES 反馈给 ERP 的信息包含：

1. 车辆上线信息
2. 车辆下线信息
3. 物料消耗

## 实施效果

2006 年底，GE 开始采用上述解决方案建设该基地 MES，经过半年的建设，完成了针对吉利焊装、涂装、总装三大工艺车间的 MES 系统实施。具体内容如下：



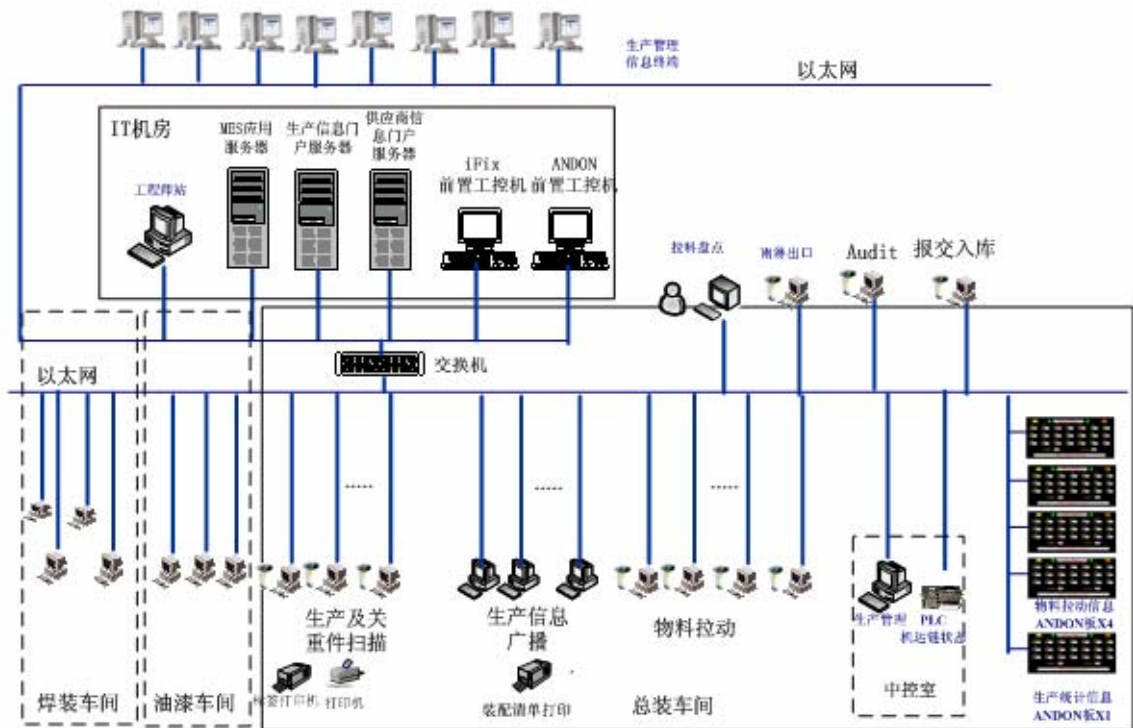


图 3 吉利 MES 硬件配置图

- 通过 Proficy 实现与 SAP 进行动态数据交换，实现生产订单的下载和车辆上下线数据的上传。
- 采用 iFix 采集现场生产数据如机运链、地板链以及检测线等运行数据，采用 Historian 存储生产数据和条码数据。
- 在焊装车间和油漆车间 7 个扫描点，记录车体在各区段的信息。
- 在总装厂设置 13 个扫描点，实现车体队列实时跟踪、关键件扫描以及防错漏装管理。
- 在仪表台分装线、发动机分装线、轮胎分装线实现车辆队列信息广播。
- 在总装物料安装 4 块 LED 大屏，显示 MES 自动发出的物料要料信息。
- 在总装物料缓冲区出口设置 8 台电脑，用于显示拉动产生的物料需求信息，并提供出库扫描管理。
- 设置供应商门户，提供生产队列和及时的要料请求。

- 采用 Proficy Portal 显示 MES 生产情况，并及时向供应商提供现场要料信息。
- 在中控室设置 1 台电脑，用于及时录入停线原因，并在厂入口设置 LED 生产看板，显示全厂的生产效率如产量、停线时间累计等。

在上述功能实施后，系统运行良好，较好地解决了吉利汽车混线生产中的管理问题，为吉利汽车提供了精益生产平台，带动企业持续快速发展，保持了企业的市场竞争力。

通用电气          自动化（上海）有限公司  
李霄峰 赵榕