

制造业生产线为适应变化，需要柔性化及具备快速改造实现生产多种产品的能力，而车型信息的表示方法会极大地影响生产线改造的时间。本文提出了一种柔性化生产线的车辆信息表示方法，可以使生产线改造带来的 PLC 和机器人程序改动调试工作量最小。制造业产品生产工艺不同，但所有的自动化生产线均可参照该产品表示方法实现快速改造。

□ 奇瑞汽车股份有限公司 王知 张明宙 肖敏 张正旺

柔性化生产线的车型智能化管理

研究背景及目的

随着人们生活水平的提高，顾客对产品的个性化需求也越来越多，产品变化也越来越快。制造业生产线为适应这种变化，需要柔性化，需要具备快速改造实现生产多种产品的能力。车型配置差异多，设备程序不断增多等生产问题，是当前的挑战难题之一。

奇瑞汽车目前有芜湖本部（图 1）、鄂尔多斯、大连和青岛等多个生产基地，每个生产基地焊装车间生产线建立的 1 ~ 2 年内有 1 ~ 2 个车型生产。目前一个车型的汽车产品生命周期为 3 ~ 4 年，生

产两年就要增加车型，需要对生产线进行改造。有的生产线存在 10 年以上，生产线上的各种车型配置差异多达 20 ~ 30 种。早期生产线不同配置的车型在 PLC 程序中都用一个单独的程序号表示，程序号不能体现配置差异。生产线每次增加车型配置，即便配置差异很小，都要重新定义并新增 PLC 程序号和机器人程序号，所有区域的 PLC 程序（图 2）、车型画面、机器人程序都需要修改。这种车辆信息表示方法不仅使得生产线改造调试时间长，也容易出错。

本研究的目的是为给车辆信息找到一个适当的

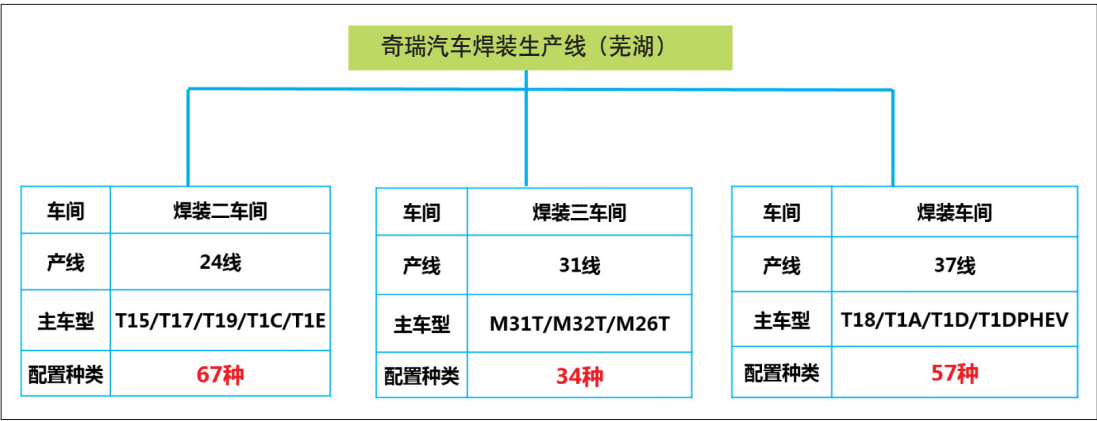


图 1 芜湖基地各条线配置种类

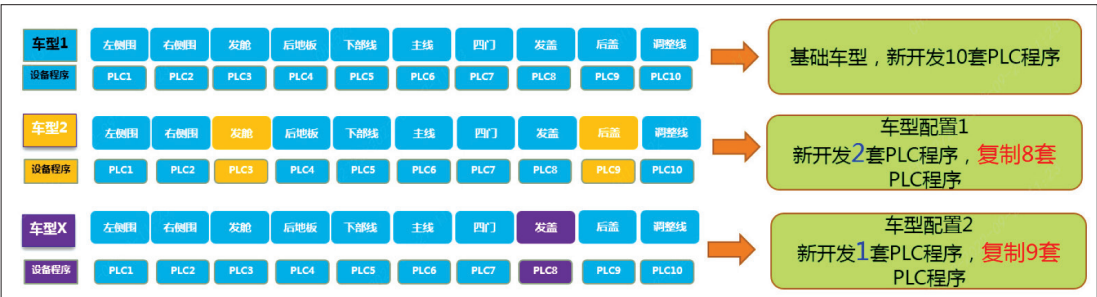


图 2 新增 1 款车型需要改造的 PLC 程序数量

表达方式，该表达方式需满足以下需求：

1）车辆信息表达全面。车辆信息涵盖了焊装车间车辆生产需要的所有信息，并具备极大的扩展性。

2）车辆信息从计划层到执行层数据格式保持一致。车辆信息在生产管理系统、PLC 系统及机器人系统具有同样的数据格式。PLC 程序和机器人程序可以直接使用生产管理系统下发的车辆信息数据，无须进行解析或用解析方法固定。解析方法固定可实现标准化。

3）新增车型 PLC 和机器人程序改动小。车型的变化仅需修改设备动作有变化工位的 PLC 程序，轨迹有变化的机器人程序。

4）实现车辆信息显示的标准。增加车型可以不修改触摸屏的车型显示画面或仅需很小改动。

焊装车间生产管理平台

焊装车间用了大量的自动化设备，通过硬件网络把车间所有的设备连接起来搭建设备网，通过车间生产管理系统控制生产过程并自动采集生产过程中的生产状态、产量、设备及质量数据，展示到工位指示屏、区域大屏、系统网页上，实现了生产过程的透明化和共享。系统对采集到的设备报警、生产质量数据进行分析，挖掘其中数据价值，可极大提高设备开动率和生产质量。

车间生产管理系统包含硬件网络及以下主要功能模块(图 3)：

1) 生产排产模块：主要包含计划接收、车型管理、作业指示、ANDON 模块、车辆识别跟踪、报

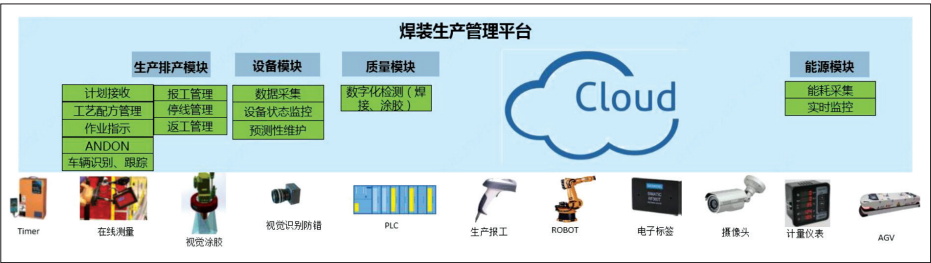


图 3 生产管理平台示意图

工管理、停线管理和返工管理等。

2) 设备模块：包含数据采集、设备状态监控和预测性维护等。

3) 质量模块：包含数字化检测（焊接、涂胶）等。

4) 能源模块：包含能耗采集、实时监控等。

或 PLC 程序中。

1) VIN 号：全球范围内唯一的车辆识别码，法规要求，用于车主上牌。

2) 车型：车型为车辆的类型，车型信息包含主车型和选项配置；工位设备根据车型信息对零件进行相应的工艺操作。

3) 主车型：主车型为平台基础车型。如使用风车机构台车，主车型最多有 4 个；在切换台车的情况下更多。

4) 选项配置：选项配置包含

车辆信息表达

焊装生产线的车辆信息包含 VIN 号、车型、车身号、载具编号、车辆状态以及其他信息，见

表 1。车辆信息存储于载具 RFID

表 1 车辆信息规划表

序号	数据内容	字节	位	位定义	位详细描述
1	VIN 号	0~19			
2	主车型	20、21	0	主车型 1	
			1	主车型 2	
			2	主车型 3	
					
			15	主车型 16	
3	选项配置	22、23	0	天窗配置 1	0：无天窗；1：天窗
			1	天窗配置 2	0：小天窗；1：大天窗
			2	天窗配置 3	
			3	驱动配置 1	0：MT；1：AT
			4	驱动配置 2	0：两驱；1：四驱
			5	左右舵	0：左舵；1：右舵
			6	弹簧类型	0：气动弹簧；1：电动撑杆
			7	驻车配置	0：手动驻车；1：电子驻车
			8	备用	
				省略号	
			15	备用	
4	备用	24~31			
5	车身号	32~35			
6	载具编号	36、37			
7	车辆状态	38、39			0：正常车；1：报废车； 2：放行车

天窗、左右舵及变速器等配置信息。平台变款车型为主车型基础上改变部分零件衍生出的车型。变款车型在选项配置中体现。

5) 车身号: 奇瑞公司焊装车间为便于生产管理在车身上打刻的一个车辆编号, 该编号格式为主车型代码 + 生产顺序编号, 如 T15-000120。

6) 白车身物料号: 白车身有各种配置, 如天窗、非天窗配置, 左舵和右舵配置等。描述白车身配置的代号即为白车身物料号。

7) 车辆信息规划: 标准的车辆信息规划(表1)包含了焊装车间生产所需要的信息。主线和二级总成车辆信息都按表中信息在程序中使用和传递。选项配置可根据实际车辆具有的配置进行定义调整。

8) PLC 车型代码: 包含 PLC 主车型代码和车型配置代码。主车型代码使用一个字数据类型表示, 字里每个位表示一种主车型。如 T15、T17 为平台基础车型, 则分别用不同位表示, 见表2。选项配置使用一个字数据类型表示, 每位表示一种选项配置。备件与正常生产零件有差异的情况在选型配置代码里体现差异。

9) 机器人程序号: 机器人程序号分为主程序号和子程序号。主程序号和子程序号分别使用1个字表示。机器人主程序号和车型按表3机器人主程序号和车型对照表对应, 机器人子程序号与选项配置代码一致。

机器人根据主程序号和子程序号信息完成相应的工艺操作。主车型一致, 机器人根据子程序号工艺操作有差异的工位, 机器

表 2 PLC 车型代码和车型对照表

PLC 车型代码	车型	示例
1	主车型 1	T15
2	主车型 2	
4	主车型 3	
8	主车型 4	
.....		
512	主车型 10	备用

表 3 机器人主程序号和车型对照表

机器人程序号	车型	示例
1	主车型 1	T15
2	主车型 2	
3	主车型 3	
4	主车型 4	
.....	省略号	
10	主车型 10	备用

人主程序号不变, 在主程序里根据子程序号差异位调用不同子程序。如顶盖机器人, 根据主程序号和子程序号中顶盖配置位调用

不同的程序(注意: 部分机器人工作根据主程序号和子程序号仍不能确定工作内容, 可以对子程序号进行特殊处理, 子程序号不再与选项配置代码对应。如搬运机器人从多个目标位置抓放件的场合)。

车型智能化管理办法

焊装车间 MES 系统接收到生产计划后, 焊装生产管理平台接收 MES 信息(白车身物料号), 并将计划分解, 拆解后, 由平台向车间各区域 PLC 发送, 并通过 PLC 来执行, 如图4所示。

车型智能化管理系统将白车身物料号解析为设备和人都可以直接使用的信息, 如图5所示。

车型配置中 22 字节附加信

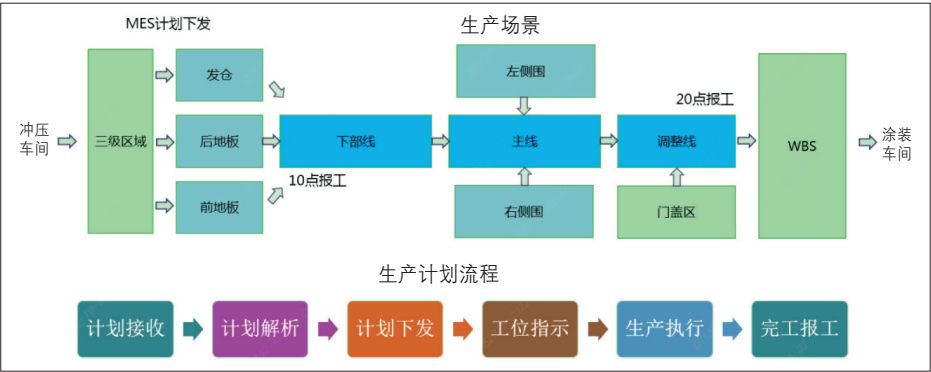


图 4 车间生产模块业务流程



图 5 车型工艺配方管理

息配置以 16 进制表示，每两个数字代表一个字节，图 5 中 FX11 配置（天窗 -AT- 左舵 - 气动撑杆 - 电子驻车 -FL）在生产管理系统中可以表示为 01（车型代码）+0101010000000101（配置代码）。

原车型代码是把车型信息和配置信息以某个数字集成表示，当某条生产线新导入一款车型时，哪怕此款车型仅仅在主车型的基础上改动一个小配置，由于 PLC 需要对新车型代码重新全部解析一遍，解码过程繁琐且错误率高，从而导致线体 PLC 程序调试量大，调试周期长。

新型车型工艺配方管理后，PLC 将主车型代码和配置代码一起下发给工位机器人，工位机器人仅对差异工位读取配置信息，

		以前	现在
电控系统变化说明	车型表现形式	车型和配置 集成 表示	车型和配置 分散 表示
	电控系统改造范围	所有 工艺工位	有工艺变化 工位
	电控系统改造内容	PLC程序	PLC程序
		1、车型解析程序	1、无修改
		2、步序程序	2、步序程序
		3、防错程序	3、防错程序
		触摸屏画面	触摸屏画面
		车型画面	无修改
		机器人程序	机器人程序
所有 机器人程序	有工艺变化 机器人程序		
电控系统变化示例 (M31T新增配置)	表示示例	56 (M31T新增配置)	1 (车型) 1110001111 (配置)
	改造工位 (个)	180	5
	改造工时 (人天)	45	3

图 6 车型智能化管理前后效益对比表

无须进行二次解码，从而差异工
装切换，机器人程序进行直接调
用，大大缩短了调试周期，如图
6 所示。

结束语

焊装车间柔性化生产线车

型通过此工艺配方管理后，车
辆信息表达更全面，车辆信息
从计划层到执行层数据格式保
持一致，导入新车型周期和费
用将缩短 90%，会对主机厂
产生极大的经济效益和社会
效益。AI

（上接第 16 页）

个平台进行管理，实现了无纸
化办公，克服了依赖人员经验、
手工劳动、数据孤岛和数据上
报不及时等问题。

2）订单生产排程、MES 及
WMS（立库或 WBS/PBS）虚
拟生成，生产过程订单车辆生产
信息（配置、进度、工艺、质量
及交付状态等）、车辆定位信息
（UWB+RFID）和物流自动配送
管理等。

3）关键工位及工艺设备视
觉监控及运行状态管理，并扩展
到安全、消防监控管理异常数据
状态下的联网预警和提示。

智能化设备及工具技术
的运用推广

历来总装产线装配自动化
技术的有效运用和人机改善突
出提升是专业领域追求的目标，

总装设备自动化产品也在江铃
富山总装车间得到有效应用，
应用案例如下：①各类移栽自
动化 AGV 设备：实现物料自动
转运和定位及合装作业，如前
后风窗玻璃排序自动转运、底
盘 AGV 合装等；②轻型机器人：
小型化、轻型化的机器人取代
人工来实现琐碎零件的安装固
定一轮胎自动装配、前后风窗
玻璃自动涂胶和安装、天窗搬
运安装、段差及间隙自动检测
等；③Cobot 协同机器人：实现
重复枯燥人机差的工艺操作如
侧围装饰条滚压、扭矩多点自
动拧紧站；④开发阶段 AR/VR
虚拟装配指导 DPA5 分析，降低
样车成本，缩短样车验证时间，
同时也达成培训的效果；⑤ 3D
打印技术：快速满足总装新品
工装的开发制作，满足多品种、

个性化工装开发设计的需求和
投入使用，缩短开发时间。

结束语

富山总装数字化工厂的建立
奠定了智能数字工厂的雏形，不
仅满足产品的柔性、优化和高效
的智能生产要求，也能满足智能
服务的个性化需求，同时以智能
工厂为基础，带动供应产业链上
下游同步向智能化转型，提升企
业效益和社会影响力。当今数字
化工厂的发展趋势是实现智能化
工厂转型、实现智能化数字转型。
数字互联工厂可以实现产线可视
化管理，降本增效，减低生产成
本。产线及设备应用数字化智能
技术将更智能、更精密和更具备
人性化，也将更广泛领域、更深
层次影响汽车生产模式，促进产
业智能、绿色持续发展。AI