

车身标准化柔性生产线的探讨

□ 中国汽车工业工程有限公司/刘增昌

本文讨论了标准化柔性生产线的概念、优势及支撑要素，分析了全球前五大汽车生产企业在标准化柔性生产线方面的解决方案。可以看出，标准化的柔性生产线是提高企业竞争力的重要因素。

随着我国汽车生产规模的快速发展以及市场竞争全球化，顾客和市场需求正朝多样化、个性化发展，汽车业已由传统的单品种、大批量生产方式向多品种、中小批量及“变种变量”的生产方式过渡。为了加快产品上市速度、降低项目风险，建设柔性化生产线已经成为共识，而标准化的柔性生产线又将汽车焊装柔性生产线的技术向前推进了一步。

标准化柔性生产线的优势

柔性生产线应具备以下特征：可以满足车型的柔性，即具备同平台多车型或跨平台车型共线生产的能力；可以满足生产方式的柔性，即能满足任意混流生产或批量生产的生产方式；可以满足产能的柔性，即能够较容易完成产能提升的需求。

标准化柔性生产线则是指不同的生产线使用了相同的解决方案，配备了相同或相似的设备，使用了相同的生产工艺。因此，标准化柔性生产线具备以下优势：

(1) 由于配备相同的设备，使用相同的生产工艺，所以在生产设备、生产工艺流程和质量管理方面实现了三个标准的统一，将产品的不合格率降低到了最低限度，提高了产品质量，提升了竞争力。

(2) 标准化的柔性生产系统能帮助汽车生产企业迅速应对市场变化，跟上消费者的需求，这是汽车企业提高竞争力的关键。

(3) 由于使用了标准化的配置，生产线的开发和建设周期大大缩短，使用周期大大延长，降低了投资，提高了效益。

(4) 标准化的配置使生产线的故障率降低，维修保养变得更加简单。

支撑标准化柔性生产线的要素

要建设或开发一套标准化的柔性生产线，需要众多的要素支撑，其中车身结构和工艺是基础，夹具的柔性技术是关键：车身的结构和生产工艺决定了生产流程，具有相似车身结构和定位要求的车型，其生产线较容易实现柔性共线，反之车身

结构差距较大或生产工艺区别太大的产品，其共线生产的难度较大，即使勉强共线生产，经济性也不一定好；焊接生产线中刚性最强的设备是定位夹具，是制约柔性化生产的关键，定位夹具特别是关键定位设备结构的标准化和模块化，带动了标准化柔性生产线技术的发展。

全球五大车企标准化柔性生产线的应用

1. 丰田的全球车身生产线

丰田的“全球车身生产系统”，是全球第一条标准化的柔性生产线，是对汽车制造业的一大贡献，开创了将生产线标准化的时代。有机构认为，丰田竞争力强大很重要的因素就在于它的“全球车身生产系统”，丰田全球标准化柔性线的主线部分有两套核心设备——总拼夹具系统和精定位台车（GEO Pallet）。

丰田标准化的内总拼夹具系统如图1所示，内定位夹具从敞开式的车身上部落入车身内部，并通过docking（夹具定位机构）对夹具进行定位，然后夹紧单元从内部对上车身

定位，焊接完成后夹具打开并被举升到安全高度，车身向前输送。各车型的专用定位夹具放置于二层平台的夹具库，通过水平及垂直输送系统搬运到docking上。丰田下车身定位的柔性是通过精定位台车即GEO Pallet实现，通过在生产线的端头设置四台机器人切换pallet支撑，满足不同车型的不同定位需求。

2. 大众的标准化车身生产线

大众标准化生产线的核心设备是上车身定位使用康采恩框架结构的总拼，下车身定位使用夹具翻转或分度器旋转的方式。

如图2所示，定位对上车身定位的GATE（定位夹具）分布在车身两侧，定位GATE的docking由四根带定位功能的立柱组成，GATE库置于空中，通过升降和水平输送机构将GATE送到docking上，docking把GATE锁紧后夹紧单元对上车身进行定位。

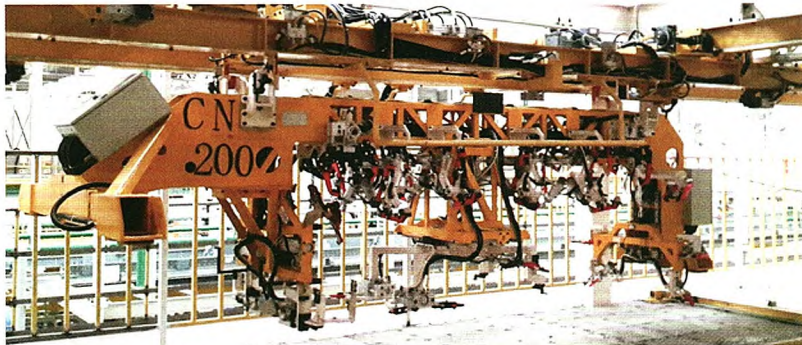


图1 内总拼夹具

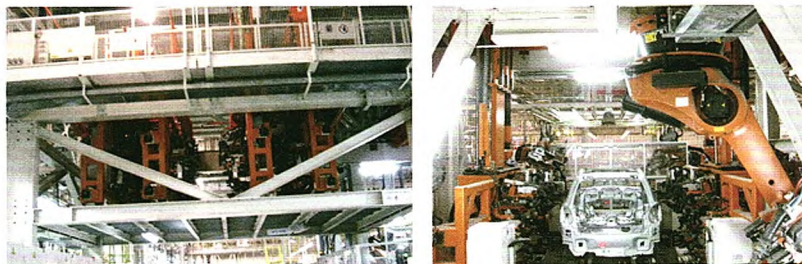


图2 大众GATE库及总拼工位

3. 通用汽车的标准化柔性生产线

标准化柔性线在通用汽车的应用范围更广，涵盖了机舱、前后地板、侧围、下部线和主焊线。通用分总成使用的标准化的small pallet（小型精定位台车）柔性生产线（见图3），机舱、前地板、后地板和侧围使用这种解决方案，线体分上下两层，上层是工作层，车身通过小型精定位台车和精定位机器人抓手定位，并通过切换台车和机器人抓手实现多车型的切换，下层是返回层，线体端头设置台车库，用于储存不同车型的台车。一个标准工位的夹具系统构成由small pallet、small pallet docking、GEO抓手、抓手docking、搬运机器人、GEO抓手存放库构成（见图4）。small pallet为精定位随行夹具，重复定位精度达 $\pm 0.1\text{mm}$ ，输送线将small pallet及车身分总成输送至指

定位置，并对pallet进行精确定位，搬运机器人使用GEO抓手抓取新上零件，并通过docking对抓手进行精确定位，其他焊接机器人对车身分总成进行焊接。该生产线可满足4平台6车型65JPH的柔性生产需求。



图3 通用分总成标准化柔性生产线



图4 通用分总成柔性焊接工位的标准构成

主线和下部线工位的车身定位使用large pallet（大型精定位台车）定位，通过pallet内部单元切换或pallet整体切换的方式，实现多车型的切换，主拼工位的上车身使用open gate（开放式总拼夹具）定位（见图5），其余工位使用机器人GEO抓手进行定位。

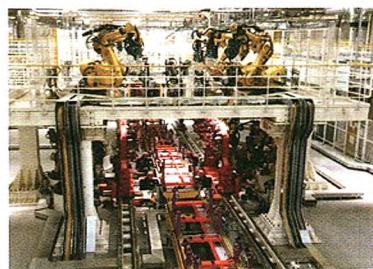


图5 通用总拼工位

（下转 第31页）

表 8

实施区域	永久纠正措施的实施
焊接工序	针对焊接深度偏浅，该齿轮组件在指定的电子束焊E设备焊接
	购买一台精密影像测量仪用于现场打点对中用，取消目测打点对中，防止焊接偏移
	为减少焊接应力的产生，焊接前产品必须预热处理 为释放焊接应力，焊接后的产品必须保温处理
清洗工序	采用超声波清洗设备，焊接产品直接在专用的设备上清洗，防止人为擦拭零件不干净的现象
检测工序	该齿轮组件焊接质量控制： 焊接时必须进行实物解剖，确认焊接首件符合焊接工艺要求，焊接深度在4.0mm以上，焊接宽度必须在2.5~3.5mm，在焊接深度3.5mm处的焊接宽度必须保证0.25mm以上，同时单边必须在0.1mm以上
探伤工序	通过提高探伤设备的灵敏度，调试出探伤控样中10%的缺陷，原工艺单个缺欠角度按36°控制，现对单个缺欠角度按10.8°控制，防止单个缺陷大的产品未识别而流出

齿轮组件脱焊质量问题整改到位。改进后的零件批量切换后，进行售

后市场跟踪未发现以上质量问题反馈，达到了整改效果。此质量问题

分析经验已在公司其他项目上进行了推广应用。**AME**

(上接 第27页)

4.日产汽车的标准化柔性生产线

日产根据其车身的结构特点及定位系统开发了标准化的柔性主焊线，其下车身有两套定位孔，一套给精定位台车用，满足包括机器人补焊在内的非GEO工位的工艺需求，另一套定位孔用在精度要求更高的定点焊工位。在定点焊工位，车身跟台车分离后，使用夹具对车身重新进行定位，台车和夹具通过单元的切换实现多车型的柔性；主拼工位根据车身结构特点，将夹具分成前后两段，对上车身进行定位，不定位B柱，自动化程度低的生产线使用人工吊具，自动化程度高的就用机器人抓手（见图6）。



图6 日产标准化主线的关键设备样图

5.现代汽车的标准化柔性生产线

现代汽车同样将一级分总成以及下部线、主线都进行了柔性化和标准化设计，地板总成及各一级分总成将所有的夹紧单元固定于可滑动的夹具上，所有夹具放置于夹具库中，根据车型的不同输送系统将对对应夹具调出（见图7）。该方案的优点是对整套夹具的重复定位精度要求不高，成本较低，维护难度小；地板补焊线及车身总成线采用模块化的方式，下车身使用带四面旋转夹紧单元机构的GEO Pallet定位。总拼工位上车身使用四面体夹具定位。四面体夹具的优点是适应

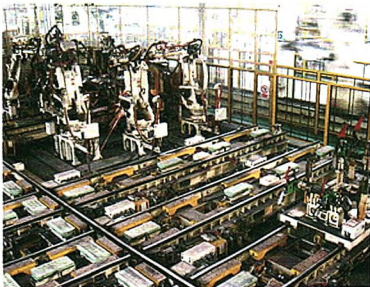


图7 现代汽车分总成及总拼工位样图

面广，不管车身是否有预装都可使用，缺点是结构太大，焊接接近性一般。

结语

随着日益激烈的市场竞争，各个汽车厂必须不断推出新车型，快速响应不同层次用户的需求。同时，为在日益尖锐化的价格大战中获取最大的利润空间，必须千方百计降低车型投入成本和生产成本。标准化的柔性焊装生产线技术是提高响应速度、降低生产成本、提高产品质量最有效的方法，是提升企业核心竞争力的关键所在。柔性焊装生产线的形式多样，其中以模块化的切换方案柔性最好，形式最多样，应用范围最广，各汽车生产企业应根据自己的产品机构选择合适的柔性解决方案并将其标准化，以提高企业竞争力。**AME**