

矩阵化生产Cube-Tec新技术

杨军

北京奔驰汽车有限公司 北京大兴 100176

摘要：生产个性化的产品系列是工业4.0的重要组成部分，通过矩阵式生产，可以在工业大量生产的条件下毫无限制地得以实现，自动导向搬运车AGV进一步提升了定制化生产的可靠性和转变了传统的物料运输方式。Cube-Tec技术的引用，可极大地降低项目的投资成本、厂房占地面积，提高设备自动化率，为首都经济的高精尖产业结构调整贡献力量。

关键词：柔性化；矩阵式生产；Cube-Tec

项目前提

基于消费者日益增长的消费需求变化，未来汽车行业对汽车生产的多品种、小批量的要求会越来越高。“工业4.0”战略的出现，为汽车行业更快更好地发展以及更好地适应市场竞争要求提供了更有利的解决方案。北京奔驰某工厂以智能制造工厂为目标，采用MPS先进生产理念，紧跟先进生产力发展方向，实现全球化、智能化发展，计划发展为全国首屈一指的智能化工厂。

现有生产线根据市场不断需求变化来生产，产品多、个性强、多样化，而要满足这一生产需求，势必要建立多条流水生产线，由此而带来不同的生产线经常停工，生产成本过高。比如Z1和Z2生产线夹具工装、抓手、上件台及SLT精度料框等都为定制的专用设备，当生产线多车型集成（见图1）时，占地面积大、浪费生产场地；Z2.2侧围外板和地板合并工位车型切换时，Framer夹具切换浪费生产节拍；现有线体规划时，一般为某几种车型特意设计的线体，但是遇到产品更

新换代时，这条生产线就需要进行较大的改造……以上因素都限制了现有生产线个性化产品的生产。



图1 传统生产线方案

1. 柔性化生产概述

传统的刚性汽车生产方式，因成本高、制造产品单一等不足，早已无法适应当前汽车市场快速发展的潮流。目前主流的生产方式均已采用单一平台下的多

款产品共线生产，以此来降低物流投资、设备投资及基建面积的占用。具体来说，单一平台下的柔性化生产方式，在规划设计初期即要求在同一个车间，一条生产线可同时满足同一平台下多种车型的生产，各种通用设备和公用工程设施一次投入，永久性使用，因此大大地降低各种浪费，使用效率也被提高。

同时，在每开发一个新车型时，只需要有针对性的增加新车型需要的专业设备模块，将原有的通用设备进行一定的改造，满足新车型的需要，调试各种共用化程序即可。这样不仅降低了多车型生产线的投资成本，也加快了同一平台产品的迭代速度。

北京奔驰某项目结合未来市场的不确定性，考虑最优利用产能，将电动车EVA2平台、MRA后驱车平台及MFA前驱车平台产品，通过优化生产工艺及采用新技术的工艺辅助设备等方式，形成多平台、多款产品的共线生产。在推进新能源及传统燃油车共线生产的过程中，会涉及产品结构的多样化导致的零部件种类繁多，产品性能表现的不同而产生的生产工艺差别，以及共平台生产带来的焊接工艺及装配工艺的改变等。柔性化生产就是通过对这些问题的有效解决，以最低投资实现产能的最优利用，从而适应市场的变化。这在北京奔驰的工艺规划历史上尚属首次。

2. “大规模生产”和“大规模定制”对比

社会进步和经济发展，使得各种消费品从供不应求发展到现在供大于求，如何在实现产品基本功能的前提下，还能满足客户需求的个性化，成为我们努力的新方向，由此“定制化”将成为未来的趋势，同样汽车制造也将从“大规模生产”发展到“大规模定制”，两种生产方式的对比如图2所示。

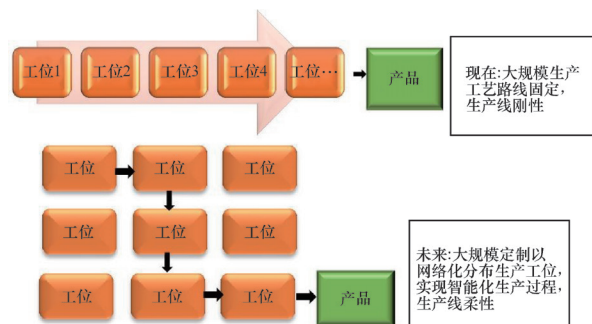


图2 “大规模生产”和“大规模定制”区别

工艺规划举措

通过分析不同平台车型产品差异，结合现有各平台工艺规划体系及工厂实际，在“同一品质，同一标准，同一团队”运营理念的指引下，在分析和优化生产布局、资源利用率、产能和效率、物流和供需链等需求的基础上，积极探索实现新能源车型EVA2平台和传统燃油车型MFA平台、MRA平台最大限度柔性化生产模式。

在实施路径上，某项目基于亦庄工厂的成功实践，引入汽车智能制造前沿技术，建造智能制造系统与IT系统深度融合的智能工厂，并在物流信息化、生产智能化、管理数字化的基础上，规划横跨三大平台的最大限度柔性化生产。

1. 顺义装焊车间柔性措施

某项目装焊车间现规划两条生产线，第一条为前驱车MFA平台生产线，规划产能15JPH；第二条为电动车EVA2平台和后驱车MRA平台生产线，规划产能30JPH。在具体实施路径上，电动车EVA2平台和后驱车MRA平台产品的Z1、Z2、Z3 HOP及装配线完全共线，机盖线及完成线则为电动车EVA、后驱车MRA和前驱车MFA三平台共线（规划布局图见图3）。

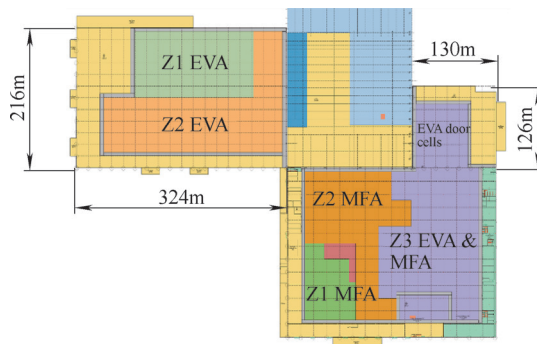


图3 顺义装焊车间规划总体方案

其中车门生产线和机盖生产线均采用车型批量切换柔性化方式，规划时考虑区分不同车型的共用设备和专用设备，具体为：所有的机器人、PLC等控制设备，连接设备包括压铆设备、激光焊设备、涂胶设备等规划为共用设备，无法通过规划整合的设备包括定位工装和抓手，作为车型专用设备，不同车型生产时只需要切换定位工装和抓手即可实现车型切换。

而Z1和Z2线体需结合EVA2平台和MRA平台车

型，若按照传统生产线进行规划，则需占用大量的工厂面积，不同平台车型难以切换或无法实现。因此基于远期及大规模定制规划的需要，顺义项目团队计划引进奔驰智能化全柔性矩阵式生产技术（Cube-Tec），将电动车EVA2和后驱车MRA平台共线的Z1和Z2区域采用了目前世界上最先进的矩阵式生产模式，实现了跨平台的柔性化生产，该规划方案也体现了智能制造的理念。

“工业4.0”的生产模式可以大概总结为“智能生产 + 智能工厂”模式。智能化的目的是解决柔性制造和个性化定制生产中的复杂性问题，而自动化的目的主要是提高生产效率，提供对于工人无法胜任的工作的解决方案，并降低成本。基于汽车行业现状及生产特点，是目前非常适合实行智能化制造并较快实现高度自动化乃至达成“工业4.0”概念的理想。

Cube-Tec矩阵化生产概念是打破原有的汽车车身制造工艺，概念性地提出不再区分四大工艺生产，而是使用能够满足未来生产的小批量、多品种的汽车车身模块化制造，利用便捷的无人驾驶车物流概念，为更好地满足消费者日益增长的个性化购买需求，提供全方位的工厂解决方案。

2. Cube-Tec矩阵式生产的原则

通过使用奔驰Cube-Tec智能化全柔性矩阵式生产技术，使极具适应能力的生产过程成为现实在整个工艺流程和生产中实现了联网，如图4所示。设备可以自己依据生产订单自动改装对应的产品类型，无需等待、无需停产。

生产个性化的产品系列是“工业 4.0”的重要组成部分，通过矩阵式生产，可以在工业大量生产的条件下毫无限制地得以实现。矩阵式生产可将任意数量的类似生产单元归置在一个网格上。所有的生产单元配备不依赖于产品的装备和产品特有的基本功能性。

在这些单元内部有一个用于放置零件的转盘、工具架和能够执行相应工艺的机器人。通过工艺特有的装备可以对这些生产单元进行个性化扩展。焊接、粘接、冲压、钎焊和钉固，几乎可以整合所有工艺（见图5）。

3. 物流与制造相分离原则

传统物流零部件输送主要靠厂内叉车及牵引车，

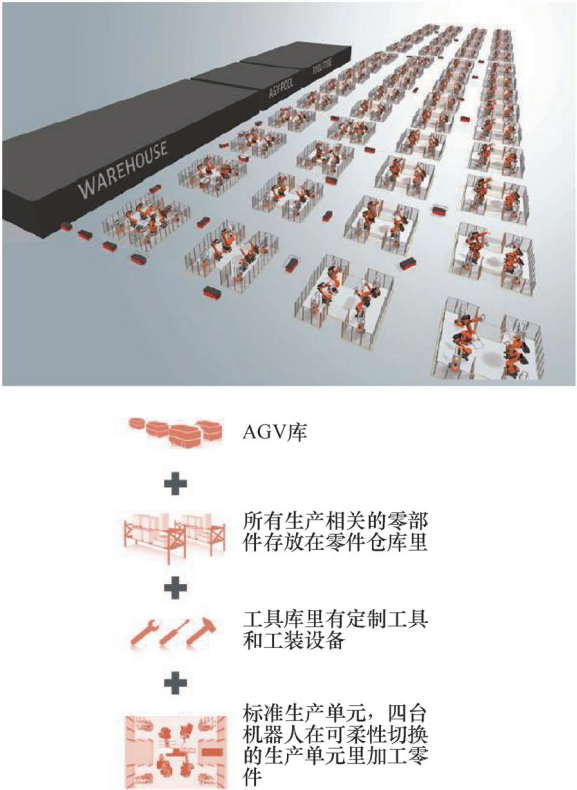


图4 Cube-Tec生产示意



图5 Cube-Tec标准生产单元示意

人工分拣到工位，输送效率受人工影响因素大，适应少品种多批量，但是不适应大规模定制化生产。

在工业4.0时代，为了缓解负载峰值或平衡资源瓶颈，人们需要极具适应能力的解决方案。通过可配置的生产单元、借助自动导向搬运车（AGVs）进行零备件和工具运输，以及物流和生产的分离，矩阵式生产将成为决定性的竞争因素。独立行驶的AGVs（见图6）借助可个性化配置的吊具（LAM）固定和运输各种不同的零件或工具。在矩阵式生产中，物流过程与制造过程相分离——这是工业4.0的核心要求。在这个理念下，以可变零件物流为特征的装置随时都能够在达

到峰值时灵活地转换到其他单元。

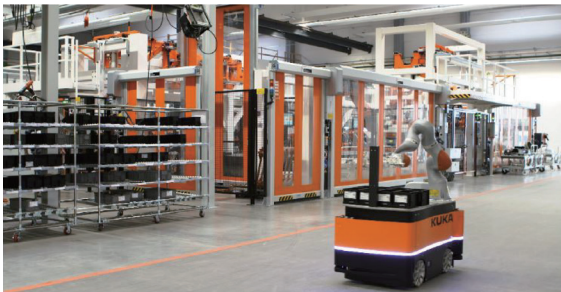


图6 Cube-Tec物流

此外，它还可以链接额外的其他单元，或者从这个工艺过程中脱离，却不会造成价值创造链中断。物流与生产过程的逻辑连接通过软件实现。通过高度灵活的矩阵式生产理念，Cube-Tec技术在工业生产范围内坚决地贯彻了工业4.0的要求，EVA2装焊车间物流规划理念如图7所示。

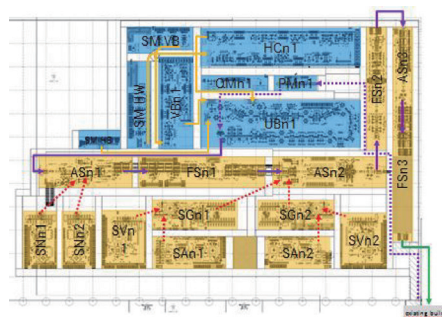


图7 装焊EVA2车间物流规划概念

4. Cube-Tec矩阵式生产特点

- 1) 通过使用AGVs，以可变零件物流为特征的系统随时都能够在达到峰值时灵活地转换到其他单元。
- 2) 通过动态的改变工艺路线和定制化的工具来适应不断变化的产品类型。
- 3) 设备的使用生命周期同某一款产品的生命周期脱离，最大化利用生产设备的价值。
- 4) 可以实现大规模定制，工厂生产批次的大小不会影响到其产品的利润率。

“矩阵式生产”理念使将来在工业尺度上极具适应能力的生产过程成为可能，在整个工艺链上实现了联网。设备可以自己“飞速地”自动改装为适于其他不同的产品类型，无需等待、无需停产。生产个性化的产品系列是工业4.0的重要组成部分，通过矩阵式生产，可以在工业大量生产的条件下毫无限地得以

实现。

5. Cube-Tec技术应用

Cube-Tec技术为奔驰公司开发的最先进、最前沿的柔性生产制造技术，目前仅在德国工厂应用。北京奔驰顺义工厂为首次在德国本土以外推广使用此项智能技术，符合北京“科技创新中心”的功能定位、响应首都高精尖产业结构构建号召的高端制造产业基地。

创新与收益

通过Cube-Tec技术引进和使用，装焊EVA2生产线Z1/Z2线体自动化率将达到100%，极大降低了工厂HPV值。通过对德国工厂和顺义工厂EVA2生产线的对比，北京奔驰在同样30JPH节拍和同样生产线产量规模的前提下，合理规划布局、分析，节省工厂占地面积21 000m²，极大地降低了土地成本、设备成本、人工成本，将为北京奔驰作为奔驰集团标杆工厂贡献一份力。

结语

通过Cube-Tec新技术的应用，匠心打造北京奔驰最高装焊自动化率，缩短产品生产周期，提高设备利用率和员工劳动生产率，改善产品质量，降低HPV，在奔驰集团实现标杆工厂。

通过引进国际先进的生产设备和工艺标准，同时在不同车间及区域应用模块化生产及智能制造的先进技术，将顺义工厂打造为北京奔驰新能源汽车生产基地和传统能源高端品牌制造产业基地。在集团的大框架下，既加快了产品结构的调整，又增强了集团的全球品牌影响力，同时也将拉动产业升级，促进区域经济发展，增加周边就业机会，从而产生良好的经济效益和社会效益。

参考文献

- [1] 姚磊，范青山，杜坤．柔性化焊装生产线的应用[J]．汽车工艺与材料，2015（02）：9-12．
- [2] 孙威春．汽车车身柔性装焊生产线探讨[J]．汽车技术，1997（12）：21-24．
- [3] 许小雷，田见，谭小松，等．装焊模块化生产岛的开发应用[J]．汽车工艺师，2022（7）：10-13．