

发动机装配线改造项目及工艺优化

郭金海 高帅 李晓科

北京现代汽车有限公司

摘要：本文介绍了北京现代汽车有限公司出口某市场专用车型发动机的生产实例，通过对当前的装配生产线进行改造，针对装配工艺进行优化改善，经过分批次试装 SU2i 发动机，来验证装配在线部品装配工艺效果，最终实现批量生产。

关键词：发动机装配；机型识别；人机界面；应用

1 项目背景

SU2i 发动机是北京现代汽车有限公司出口某市场的专用车型配套发动机，前期主要由我公司重庆发动机工厂生产，因总体生产规划调整，该工厂停产后，能够满足该发动机生产条件的只有位于北京的发动机 1 工厂和发动机 3 工厂。

对于工厂选择，首先要考虑产品特性。SU2i 发动机与发动机 1 工厂在产的 KAPPA 1.4T-GDI 机型类似，有很多部品是相同的，但也有部分部品是不一样的，需要装配工艺优化后才能满足 SU2i 机型的生产。发动机 3 工厂在产的发动机主要为 GAMMA II 1.5L MPI 和 1.5T-GDI 机型，与 SU2i 机型的差异较大，共用的部品较少，若选择在发动机 3 工厂生产的话，需要改造的工艺和涉及的工位较多，总体成本较高。另外考虑到发动机工厂的产能利用率，发动机 1 工厂的产能利用率较低，如果由发动机 1 工厂承担 SU2i 发动机的改造生产任务，可以在满足出口发动机需求的前提下，提升发动机 1 工厂的运转效率。

经过综合考虑，我公司最终决定由发动机 1 工厂承接 SU2i 发动机的生产任务，因此，该工厂的装配线需要在现有布局和设备的基础上进行改造，并确保品质。

2 SU2i 发动机装配线改造方案

发动机 1 工厂装配线设备总计 39 台（其中主线装配 19 台，缸盖次装 6 台，品质检测 4 台，清洗机 3 台，投入 3 台，自动仓库 2 台，托盘传送链 2 台）。装

配过程主要分为内装与外装两条组装线，内装主要有清洗机，完成缸体、缸盖和曲轴装配前的清洁度保障；规格完整类零部件，如定位销等由自动设备进行安装；其余所有不规则零部件由人工完成，油底壳及缸盖凸轮轴完成后进入外装进行组装。外装完成功能类检测，零部件安装及机油加注油后发动机冷起动测试，外装线所有零部件全部由人工进行装配，装配过程复杂且零部件较多。

SU2i 出口某国的发动机的改造项目内容较多，牵扯的部门也较多，为了顺利完成改造任务，满足出口需求，我们成立了由生产、保全、生技、质量控制及生管等部门组成的 TFT（Task Forced Team）组织。

对比 SU2i 出口某国发动机和当前在产的 KAPPA 1.4T-GDI 发动机，充分研讨改造内容，优化当前装配工艺，满足 SU2i 发动机生产需求。经过 TFT 组织多次研讨协商，最终确定了 SU2i 改造方案，如图 1 所示。

1）电机安装工位（1 处），SU2i 发动机装配新增工位，追加 2 台螺栓扭矩控制电枪及 PLC 控制程序。

2）SU2i 机型 ID 序列号，PLC 追加识别程序（32 处），确保设备在自动运转下进行作业。

3）HMI（Human Machine Interface）显示，部品区分程序及在线混装机型切换提示（32 处），杜绝错装问题的发生。

4）条码机打印程序追加（1 处），在产发动机条码 17 位，SU2i 发动机条码 16 位。

对应图 1 中的主要内容依次为：

1）编号①：工位新增，电机安装，共 1 个工位。

2）编号②~⑰：换型提示工位，共 32 个工位。

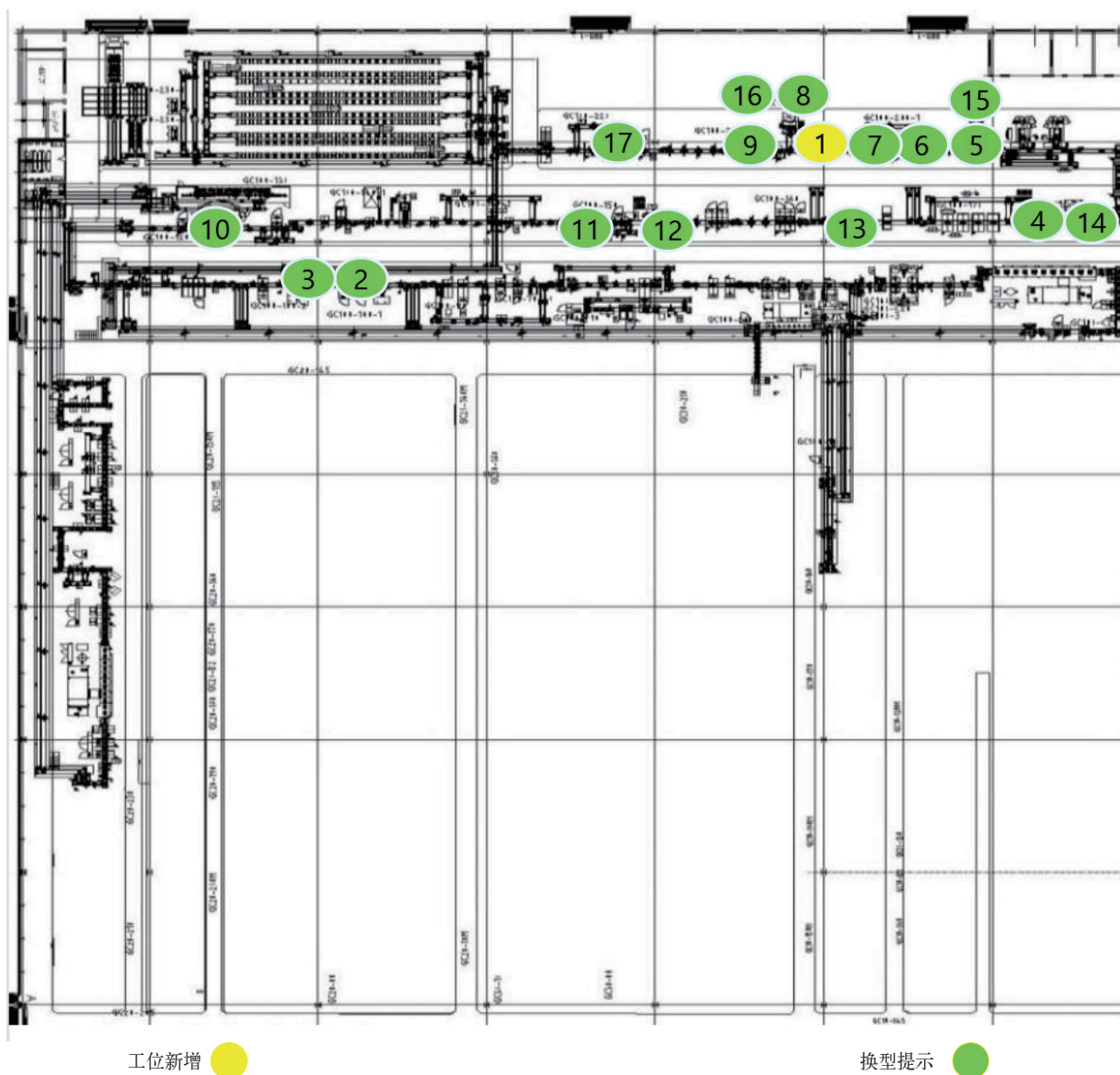


图 1 SU2i 改造项目内容布局

在以上改造内容中，在这里要重点讲一下 HMI 显示。作为发动机装配生产线的重要组成部分的 HMI 设备，在读取了在线产品的 ID 序列号之后，就会自动切换到对应机型的部品信息，便于操作者根据 HMI 设备的操作界面上提示的部品信息去完成装配作品，来减少错漏装问题的发生，进而确保 SU2i 发动机的在线装配品质。此次 SU2i 机型改造共涉及 HMI 设备的共有 32 个工位，换型提示功能主要用于发动机装配线混线（不同机型）生产时，在读取到不同产品发动机的 ID 序列号后，HMI 设备弹出对话框，提示操作者在线装配的发动机机型已经切换，需对该工位需要装配的部品进行重新确认，HMI 设备上也会显示出对应

机型的发动机部品型号和照片，来杜绝错漏装问题的发生。

发动机机型切换提示系统基本原理如图 2 所示，其逻辑顺序：D0 进行发动机机型代码传送至 D1，D1 完成发动机机型代码存储（记录本台发动机的组装信息），发动机到达安装工位后，D2（ID 读写模块）读取 D1 存储模块的机型代码传送给 D3 的 PLC 进行运算判定，D3 的 PLC 判定结果传送至 D4 显示器进行机型确认，操作者确认机型信息后 D4 显示器判定结果反馈给 D3 的 PLC。

量产投入及品质确保。经过量产初期的充分准备和在线验证，SU2i 发动机具备了量产条件。发动机



图 2 发动机机型切换提示系统原理

表 SU2i 发动机品质确保实施方案

人员 (Man)	设备 (Machine)	物料 / 部品 (Material)	方法 (Method)
>T/O 追加 (+2 人) - 曲轴等级可视人工确认 - 发电机等追加部品装配 > 岗位技能培训 (11 项) - 部品式样区分培训 - OPL 单点课程培训 已经全部满足 Level2 技能水平 > 提升全员质量意识 - 标记不良品在线投入考核	> 换型管理 - 机型换线时操作面板提示, 重点工位悬挂提示卡 > 点检管理 (确认 48 项) - 变更点自、互检, 预防变更 - 新品错装漏装 - 逆诊断, 检验设备品保能力 > 设备保障 - PLC 互锁管理, 预防 NG 流出	> 工具、器具准备 - 工具 6 套, 器具 5 套, 计 11 套 (脚踏、料盒、工作台) > 部品式样区分 - 新增 7 种、变更 11 种、用量差异 3 种 > 在线不良案例分享 - 每日在线不良通报、持续改善 (生技、保全、QC 共同参会)	> 强化在线维修工位点检标准 - 强化维修返修流程 - 建立作业工位分级管控 - 明确维修履历可追溯性 > 开展品质工程诊断 1 次 / 1 月 > 部品识别管控 - 确认自 / 互检工艺 - 无品保设备检查项, 增加互检工位

1 工厂装配线全体员工召开了量产誓师大会并制定了品质确保方案, 主要从人、机、料及法四个方面进行品质控制和保障, 具体如表所示。总结起来就是加强自检、强化互检、确保品质保证设备 (整机试漏、整机可视、发动机冷起动试验等) 运行状态有效, 注重部品式样区分, 提升全员质量意识, 发现问题及时处置。

3 项目成果

SU2i 出口某国发动机改造项目在生产、保全、生技、质量控制及生管等各部门的共同努力下取得了圆满成功。主要成果有以下几个方面:

- 1) 满足了项目改造日程。通过各部门共同努力, SU2i 出口某国发动机项目比原定完成日期提前了半个月, 这就为后期的量产及品质确保工作留下了更多的宝贵时间。
- 2) 节约了项目改造费用。此次 SU2i 发动机改造项目完全由北京现代内部部门来研讨方案并改造实施, 为公司节俭了投资费用成本, 节俭金额高达数十万元。
- 3) 锻炼了技能人才队伍。通过 SU2i 出口某国发动机装配线自主改造项目, 全体参与人员的技能水平

得到了进一步的提升。在改造过程中遇到的一些疑难和问题点, 锻炼了员工的自主创新能力和解决问题的能力, 间接提升了跨部门协作的能力。SU2i 发动机改造项目的成功提升了员工士气, 在锻炼了技能人才队伍的同时也提升了班组基层管理者的综合素质。

4 总结

本文主要论述了一款出口专用 SU2i 发动机面临工厂关停剩余订单交付的问题, 通过充分整合企业现有发动机工厂资源, 全面分析后选定一家工厂来完成产品交付。针对出口专用发动机和当前在产发动机机型差异, 积极调配各部门资源组成专业团队, 通过生产线自主改造, 装配工艺优化, 尤其是 HMI 技术在机型识别和部品区分中的应用, 量产初期品质确保和产品认证等环节, 在保证项目日程和降低改造费用成本的前提下圆满完成出口发动机的交付任务。

随着新能源汽车的市场占有率日益提高, 传统燃油车市场尤其是发动机工厂的产能势必会日趋饱和或者过剩, 如何对当前的发动机工厂进行充分利用是当前传统车企需要面临的一个课题, 希望本文的内容能够给大家带来一点启发。