

座椅安装工艺辅助决策系统及其应用

周鹏

上汽通用汽车有限公司

摘要: 本文基于整车项目制造工艺的开发流程, 聚焦座椅系统在整车产品流程前、中和后期的信息并将其收集整理, 开发了一套座椅安装工艺辅助决策系统。通过该系统, 工程师可以依据产品设计信息及工厂内的相关状态, 精准制定出精益的座椅工艺方案, 有效提升了总装工艺开发的工作效率及工艺方案质量。

关键词: 汽车座椅; 制造工艺; 辅助决策系统

1 研究背景

作为整车产品的重要组成部分, 座椅系统在设计、工艺开发和制造运营等环节, 都具有一定典型性, 因此, 深入研究整车座椅系统的工艺开发过程, 能够为其他整车系统工艺开发提供借鉴。

本文基于整车项目座椅工艺的开发过程, 综合整理在项目开发中不同阶段的产品、工艺和现场等信息, 研究了针对座椅安装工艺的辅助决策方法并将其系统化。辅助总装工艺工程师进行新产品工艺方案的决策与开发工作。

1.1 座椅安装工艺开发

座椅的安装工艺开发除了对前期产品工程释放的数据进行可制造性的评估之外, 还需对现场的工艺顺序、设备能力、物流送料等生产类信息进行全面评估, 才能确保开发的安装工艺有效落地。在这个过程中, 需要工程师对大量原始信息进行获取处理, 分析新项目座椅安装工艺所带来的影响, 再进一步评估得到具体的工艺实施工况、改造需求等。

1.2 座椅安装工艺开发的信息来源

整车项目开发的过程中, 需要进行处理的信息数据可分为三种类型: ①产品类数据, 即座椅产品的设计参数, 如座椅类型、座椅高度、座椅重量及车型座椅排数等; ②工艺类数据, 即安装座椅过程中的工艺信息, 如座椅安装路径、座椅夹具类型、座椅紧固形式和座椅特殊工艺要求等; ③制造运营类信息, 如项目目标工厂、座椅机运线高度、座椅料架形式、座椅安装工位、座椅夹具工位、座椅送料形式及座椅排序要求等。

1.3 座椅安装工艺开发的痛点与机遇

座椅安装工艺开发的痛点主要在信息获取整理和工艺逻辑梳理两个方面。

(1) 传统的信息记录与数据管理方式现已难以满足日益增加的数据调用需求, 工程师时常为获取数据向其他功能块以人工问讯的方式获取信息。这些信息通常具备一定的复用性, 具有较高的存储价值, 但若不加以整理储存, 很可能难以复用。

(2) 不断变更迭代的产品设计、复杂多变的工艺状态、情况各异的车间显著提高了对信息处理逻辑的要求, 而这个过程具备强逻辑顺序和形式上统一的输出结果, 因此存在通过现代数字化能力实现自动分析的可能。

2 座椅安装工艺辅助决策系统设计

2.1 系统搭建的设计逻辑

座椅安装工艺辅助决策系统的实现, 很大程度上依赖于对已有信息的存储取用和对工艺判断逻辑的规则化过程。因此, 建立系统的首要任务是明确数据逻辑规则和数据库的信息维度。本工作主要采用自底向上和自顶向下的逻辑梳理方法, 获取了上述两项核心需求的设计方式。

2.1.1 自底向上的逻辑设计

自底向上的逻辑设计通过对过往信息的总结(如经验总结报告、改造费用报告及工艺策略报告等), 从最终结果出发, 按不同层级向上还原进行判断的原始逻辑, 以获取对信息处理的判断规则, 如图1所示。

自底向上的方法是逆向的, 得到每一步分析的逻辑基础和涉及的相关信息判断标准, 并将在最终还原

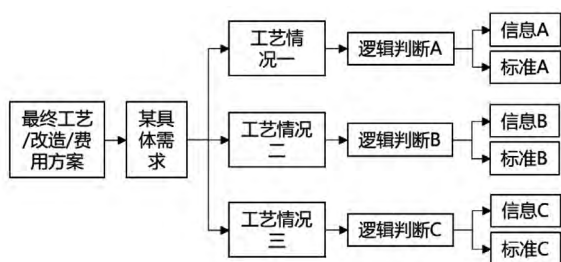


图1 自底向上逻辑设计概念

出案例的整体分析过程及与此工艺相关的基础信息。自底向上的分析主要有三个步骤。

(1) 在整车工艺设计中，某个工艺“需求”可能会有多个不同的解决方案，但一个确定的工艺方案必定只会有一个“需求”背景，比如：在A工位增加B设备，执行C操作。

(2) 将“需求”进行拆分，找到“需求”产生的“情况”，以上述需求为例，可拆分为：“A工位无所需设备，因此需要新增设备”“B设备为产品某特殊工艺所需”和“C工艺为产品满足特定要求后而发生的操作”。

(3) 下一步是分析如何得到各种“情况”的判断逻辑（图2），及在这个过程中使用到的产品信息和标准文件（此处的信息和判断逻辑都可能存在重复使用的情况），从而获取“情况”所依据的原始“信息”与“判断标准”。上述提及的“在A工位增加B设备，执行C操作”，即可通过自底向上的方法，拆解为由“特殊工艺”“现场布局”“设备要求”“产品设计”和“标准要求”四项基本信息和逻辑判断A、B以及C综合判断而来的结果。

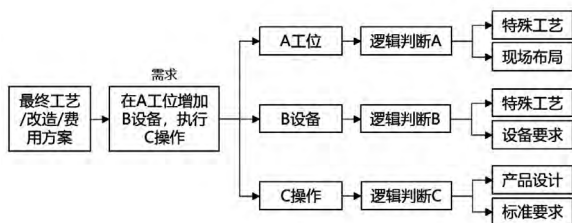


图2 判断逻辑

自底向上的逻辑设计可以在更短的时间内梳理从“需求”到“初始信息”的过程，适合进行工艺研究初期对所需信息类别不确定时，快速进行关键信息类别的获取。图3为进行整车座椅工艺开发时，所需的部分基础类信息。

因受限自底向上的设计形式，其不具备拓展“已有知识”之外逻辑关联的能力。

2.1.2 自顶向下的逻辑设计

自顶向下的设计是一种对原始信息直接进行分析

的方法。在获得产品的“初始信息”后，工程师将根据已有的工艺开发标准或现场的实际情况，对产品是否能够正常安装进行判断，以此得到不同的工艺“情况”信息，进而分析工艺的需求，其逻辑概念如图4所示。

Plant	Loading station	Fastener UPC	Headrest POA
Program	Loading route	Fastener FNA	FC1 Tool station
Model Year	Material conveyor	Fastener KCDS	Mini Buckle
Configuration	Seat material type	D Torq	Harness Connect Station
Rows	Seat Load Arm type	S Torq	Scanning Station
Seat Component	Installed station	Hotdrop	
L/R Hand	Fastener P/N	Hotdrop station	

图3 座椅基础信息类型（部分）

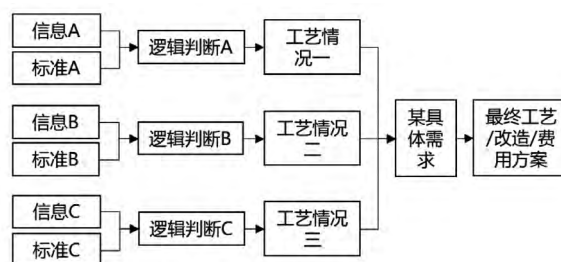


图4 自顶向下的逻辑设计概念

自顶向下的逻辑设计与工艺开发一致，为常规递进式逻辑，但在逐层递进的分析过程中，每经过一个层级，上层级信息通过排列组合都会带来更多的组合形式，因此不利于初期对分析逻辑进行梳理。在通过自底向上的逻辑获取一定量的关键初始信息需求和标准后，可结合自顶向下的逻辑设计，梳理出更多可能发生的工艺情况及其潜在的工艺需求。

2.2 系统数据架构设计

本系统参考三层数据结构设计方式，将辅助系统分为用户层、业务层和数据层三个层级：

(1) 用户层：该层级负责进行与用户之间的交互工作，用户在本层级输入信息数据，用户层将把接收到的数据传递至业务层，并且从业务层获取反馈的数据信息，在用户层页面将信息传达给用户。

(2) 业务层：该层级内含有整车系统业务的核心逻辑，其将响应由用户层获取的信息数据，并访问已经存储在数据层的数据，通过已经完成编译语句输出结果至用户层。

(3) 数据层：该层级用于存放由产品、工艺和工厂各方获取的、与业务层核心逻辑运算相关的数据信息，负责向业务层提供所需的数据信息。

三层式架构设计如图5所示，将用户操作、核心逻辑和数据储存三种不同的系统操作类型进行了区分，其主要的优势为：

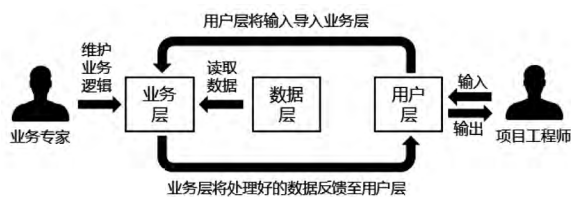


图5 三层系统架构概念

(1) 用户对系统进行操作时，不会直接访问数据层数据，需通过业务层响应的调用逻辑，随后取用数据层的信息，保证了数据层数据不会因用户而发生变化。

(2) 架构的逻辑划分清晰，可以使客户、业务逻辑、数据访问三个层级相互独立，可维护单一层级的结构，不影响其他层级结构。

2.3 系统功能模块设计

结合对座椅工艺开发流程的分析，将系统的功能主要分为两个模块：数据写入 & 查询模块和工艺开发模块。其中数据写入 & 查询模块负责提供使用者进行数据信息的读写，并可以按照三个不同的维度（工厂、项目、工艺类别）来查询所需要的座椅工艺信息；工艺开发模块则负责对新项目引入的座椅产品进行分析，提供工艺解决方案推荐、工艺关注点和费用估算等。图6为系统的功能设计结构图。

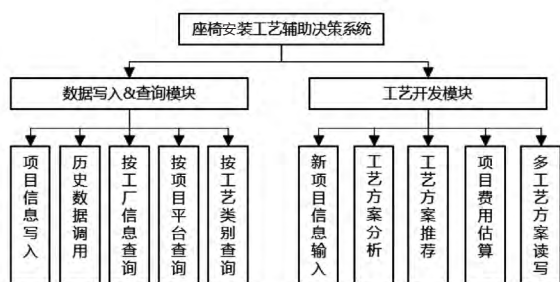


图6 座椅系统功能设计结构

3 座椅安装工艺数据库及辅助决策系统的实现

对系统功能模块设计，本工作使用 Microsoft Excel 的 Function、Conditional Formatting、Data Validation 等内置功能及 VBA 语言编译功能实现辅助决策系统的设计功能。

座椅安装工艺数据库及辅助决策系统的主要功能是辅助工程师进行新项目的工艺方案决策，其应用有 5 个步骤可分为。

(1) 新项目信息输入：工程师将新项目座椅的各项

信息在用户层输入系统，供系统业务层进行信息提取的工作。

(2) 工艺方案分析：座椅系统根据工程师输入的新项目信息，在业务层通过业务专家所预设的数据逻辑和运算规则，对新项目带来的变化点进行辨识，并输出本项目的工艺开发关注点。

(3) 工艺方案推荐：在辨识出工艺开发关注重点的同时，业务层可以根据预设的工艺标签（如关键词），从数据层中选取过往案例和其解决方案推送给工程师，作为对当前工艺开发的参考。

(4) 项目费用估算：系统内已内置先前项目的费用投资，可以对比推荐方案的内容，自动对用户设置的工艺方案进行费用的预估。

(5) 多工艺方案读写：对于新项目进行工艺方案制定时，工程师通常需要根据实际情况，制定多种不同的解决方案。该功能也可以将工程师制定的多种不同工艺方案保存在系统的临时存储区，方便后续对不同工艺方案的调用及修改。

4 结语

本研究验证了汽车制造的标准规范类信息，以及过程信息都可以转化为数据信息，供制造信息系统使用；验证了工程师的经验也可以通过编程语言转译为系统内的逻辑判断，替代人工进行高重复的工作。

本系统已应用于部分新车型项目前期的分析工作，可有效为工程师提供工艺开发的思路、借鉴案例，辅助工程师进行新项目座椅工艺方案制定。

参考文献：

- [1] 臧冀原,王柏村,孟柳,等. 智能制造的三个基本范式:从数字化制造、“互联网+”制造到新一代智能制造[J]. 中国工程科学,2018,20(4):13-18. DOI:10.15302/J-SSCAE-2018.04.003.
- [2] 齐二石,霍艳芳,刘洪伟. 面向智能制造的工业工程和精益管理[J]. 中国机械工程,2022,33(21):2521-2530. DOI:10.3969/j.issn.1004-132X.2022.21.001.
- [3] 刘峤,韩明皓,江浏祯,等. 基于双层随机游走的关系推理算法[J]. 计算机学报,2017,40(6):1275-1290. DOI:10.11897/SP.J.1016.2017.01275.
- [4] 郝雯,艾玲梅,王映辉. 三层结构软件框架扩展点实现方法[J]. 计算机应用,2009,29(9):2541-2545.