

# 汽车总装SE及案例分析

兰地

(一汽吉林汽车有限公司, 吉林 132013)

【欢迎引用】兰地. 汽车总装SE及案例分析[J]. 汽车文摘, 2024(10): 56-62.

【Cite this paper】LAN D. Vehicle General Assembly SE and the Case Analysis[J]. Automotive Digest (Chinese), 2024(10): 56-62.

【摘要】详细介绍了总装同步工程(SE)的定义、目的、工作流程和前提条件,以及如何通过系统性评审和分析来优化整车设计结构和生产流程。通过案例,分析了整车数据评审、生产线通过性分析、工序流程设计、生产线规划等关键环节,展示了总装SE在解决实际问题中的应用。最后,对总装SE的发展前景进行了展望,强调了数字化转型、模块化设计、智能制造和可持续发展的重要性。

关键词: 总装同步工程; 工艺性评审; 总装通过性; 工序流程

中图分类号: U466 文献标志码: A DOI: 10.19822/j.cnki.1671-6329.20240003

## Vehicle General Assembly SE and the Case Analysis

Lan Di

(FAW Jilin Automobile Company Ltd, Jilin 132013)

【Abstract】This paper introduces in detail the definition, purpose, flow of work and prerequisites of general assembly simultaneous engineering(SE), as well as how to optimize the vehicle structure of the design and the production process through systematic review and analysis. Through the case, this paper analyzes the data review of vehicles, production line passing analysis, process flow design, production line planning and other key links, and then demonstrates the application of general assembly SE in solving practical problems. Finally, the development prospect of the general assembly SE is discussed, emphasizing the importance of digital transformation, modular design, intelligent manufacturing and sustainable development.

**Key words:** General assembly SE, Manufacturability review, General assembly passability, Process flow

## 0 引言

汽车行业竞争日益激烈,提高生产效率、降低成本、确保整车质量已成为汽车制造商关注的重要问题。总装同步工程(Synchronization Engineering, SE)在产品设计阶段进行工程化可行性分析,把后期制造过程中可能出现的问题暴露出来。通过产品设计、工艺优化等手段解决生产制造问题,避免后期制造的风险。总装SE不仅可以避免产品数模需要大面积反复修改,确保产品可制造性、确保项目研发进度,还可以避免因满足产品生产所需预期以外的投资,避免产品质量问题。总装SE作为实现精益生产和高效生产的关键,逐渐成为汽车制造领域的研究热点<sup>[1]</sup>。

本文通过案例分析深入探讨总装SE在汽车产品

开发过程中的实际应用及其效果,分析SE技术在提升产品质量、降低成本、缩短产品开发周期等方面的作用,旨在最大程度压缩生产成本、提高生产效率、满足不同消费者的产品需求,从而提升车企竞争力。

## 1 总装SE概述

### 1.1 总装SE的定义和目的

总装SE是同步工程在总装过程的实际应用,其运用跨学科的方法,从产品设计阶段开始介入,对汽车总装制造过程中的工艺流程、装配空间、装配品质和制造成本<sup>[2]</sup>进行全面考虑和综合分析,以实现生产过程的优化和提升。总装SE的主要研究对象是汽车总装制造过程,包括生产线规划、工艺流程设计、成本控制、质量控制等方面内容。

总装SE的目的是优化整车的设计结构,提高生产效率、品质和降低成本。首先,总装SE专注于优化整车设计结构,在整车开发阶段分析整车设计数据存在的问题,提出合理建议对设计结构进行改善,保证产品品质,使整车性能更优<sup>[3]</sup>。其次,总装SE不断优化生产流程和工艺方案,保证生产制造工作顺利完成。再次,总装SE可以有效降低成本,提高资源利用效率,进而提升企业的经济效益。最后,总装SE致力于保证整车产品质量的一致性和稳定性,让消费者拥有更好的产品体验。

## 1.2 总装SE的工作流程

总装SE是一项系统且复杂的工作,伴随整车开发全过程,需要项目管理部门、设计部门、工艺部门、质量部门、制造部门共同协作完成。为了更好地完成总装SE工作,某公司建立了总装SE评审流程,并不断地完善。总装SE评审流程包括数据评审、生产线通过性评审、工艺流程设计、生产线规划以及工艺文件编制等方面,具体流程如图1所示。

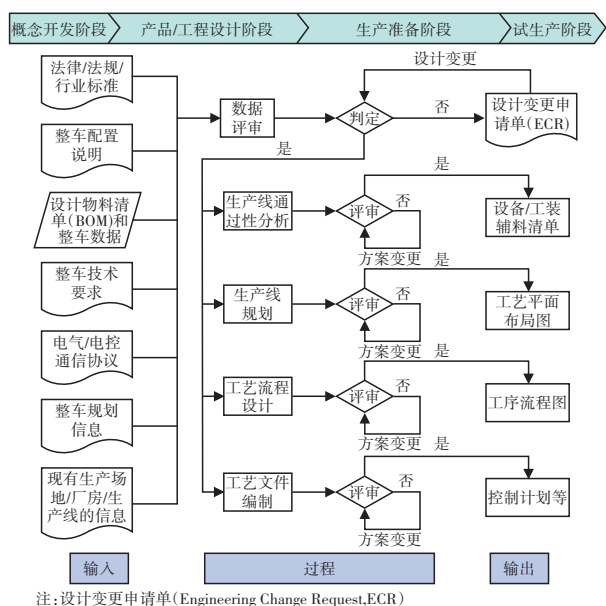


图1 总装SE工作流程

## 2 汽车总装SE开展的前提条件

开展总装SE前,需要先获取整车信息、生产线信息<sup>[4]</sup>、明确总装SE的范围和质量标准。项目管理部门、设计部门、工艺部门、质量部门等需要统一标准、协同工作,以实现综合结果最优。

### 2.1 提前输入整车信息

总装SE需要提前获得准确的整车信息,包括整车配置信息、整车物料清单(Bill of Materials, BOM)、整车3D数据、2D装置图以及零件图等。通过这些信息,可

以了解整车的结构、组成、功能和性能要求,为工艺评审提供依据,这些信息还可以帮助总装SE人员更好地理解整车的特点和需求,为优化设计提供支持。

### 2.2 提前输入生产线信息

总装SE需要确定新车型的生产线及相关设备/工装/夹具等的型号、规格和数量,并编制工艺平面布局图,因此需要提前获取生产线信息。包括现有生产厂房尺寸面积、现有生产线布局以及设备、工装和附属设施等。通过对生产线信息的分析,可以确定合理的生产布局和资源配置方案。

### 2.3 明确总装SE的范围和质量标准

总装SE的过程中,涉及汽车的零部件和相关信息极为繁杂,并且SE评估过程中参与的部门和人员数量众多,故此需要提前确定SE的范围以及质量标准。设定清晰的总装SE范围和质量标准,可以保证总装SE工作从外部供应商到内部各部门的分工明确,使得总装SE的工作重点突出,在保证质量的同时也能兼顾工艺方案的合理性和可执行性。总装SE的评估范围和质量标准是公司设计制造能力、质量体系以及质量成本投入能力的综合体现。

## 3 总装SE的工作内容

总装SE涉及整个车辆的组装和性能优化,其主要工作内容包括:

- (1)对车辆各个零部件和总成数据进行系统性评审;
- (2)对新车型按照产能和节拍在生产线生产的通过性进行评审;
- (3)根据生产线的承载能力和生产节奏,制定合理的生产布局和资源配置方案,以确保生产效率和产品质量;
- (4)为新车型投产编制所需工艺文件,用以指导制造部门生产<sup>[5]</sup>。某公司总装SE输出物及其工作内容如表1所示。从产品数据评审、生产线通过性分析、工序流程设计、生产线规划4个方面具体分析某公司总装SE的过程。

某公司总装SE输出物及其工作内容如表1所示。从产品数据评审、生产线通过性分析、工序流程设计、生产线规划4个方面具体分析某公司总装SE的过程。

### 3.1 整车数据评审

整车数据评审是从产品结构、工艺、质量、成本等方面着手,分析和评审整车数据是否存在设计问题的过程。通过对整车数据的分析,可以发现整车结构、性能指标和工艺流程等方面的问题。伴随着整车设计各阶段推进,反复确认整车数据的可行性,并把问题及时反馈给整车设计部门,整车设计部门进行研讨整改。整车数据评审输出的文件为设计变更申请单(ECR)。

表1 总装SE输出物及其工作内容

序号	输出物	具体工作内容
1	设计变更申请单 (ECR)	整车数据评审,提出整车结构性、工艺性、装配性等相关建议
2	工序流程图	生产、物流、质量、成本最优化的工艺流程
3	工艺平面布局图	图示化生产线布局、工装设备分布和物流路径
4	节拍表	根据标准工序作业时间,罗列各工位作业时间,并进行分析调整,使其满足生产节拍需求
5	特殊特性清单	总装相关整车特性和过程特性汇总
6	关键/重要工序清单	特殊特性中抽取的关键/重要特性进行重点控制
7	过程流程图	描述零部件装配步骤、对应设备及相关整车和过程特性
8	过程失效模式和结果分析(PFMEA)	潜在失效模式分析
9	控制计划	指导生产及安全、品质控制的工艺文件
10	设备清单	所需设备名称、型号、规格、品牌、数量等信息
11	工装清单	所需工装名称、尺寸、规格、数量等信息
12	工具清单	所需工具名称、型号、规格、品牌、数量等信息
13	辅料清单	所需辅料名称、型号、品牌、数量等信息

3.1.1 整车结构评审

对整车的结构进行详细分析,包括整车各功能模块的布局、零部件的构成和组合方式、零部件结构强度,以及零部件的防错结构等。某车型的初始设计方案是将DC-DC变换器总成布置在直接混合动力变速器(Direct Hybrid Transmission, DHT)控制器总成上,见图2a。总装SE人员分析,该设计方案存在DC-DC变换器总成在车辆运行时,受到的振动超过其承受标准的风险。通过设计变更,将DC-DC变换器总成的安装位置调整到前座座椅固定支架下方,见图2b,使DC-DC变换器总成的工作环境振动超标问题在整车产品设计阶段得到了解决。

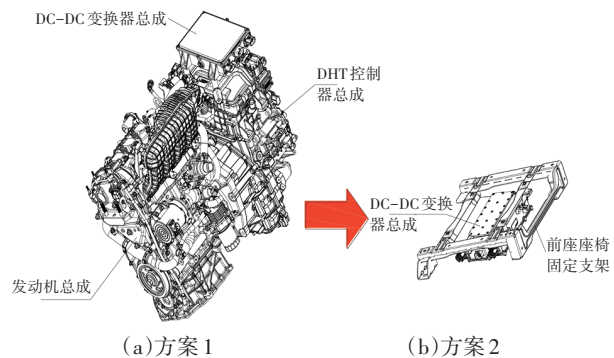


图2 DC-DC变换器总成安装位置示意

3.1.2 整车工艺性评审

整车工艺性评审是对整车的零部件、总成、功能模块进行工艺性评估,包括装配操作性、产品装配可行性<sup>[6]</sup>、零部件匹配性和人机工程等方面。某车型的后制动油管总成设计存在工艺性问题。该件尺寸较长,前端在前围水槽位置与制动安全控制器(Brake Safety Controller, BSC)总成连接,后端在车身底部后桥总成位置与后制动软管总成连接,整根总成长度超过3 000 mm。跨越发动机机舱和车身底部2个作业区。先安装前段,后段无临时预置位;先安装后段,又存在前段安装位置被遮挡,无法安装的问题。总装SE人员通过ECR给出整改建议,将后制动油管总成分为前段后制动油管I总成和后段后制动油管II总成。前段在前装线安装,后段在底盘线铺设,并在2段之间增加2通总成,用于连接后制动油管I总成和后制动油管II总成,见图3。解决了后制动油管总成无法装配的工艺性问题。

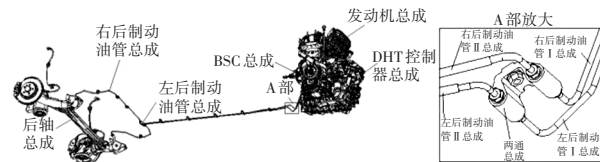


图3 后制动油管总成工艺方案示意

3.1.3 装配定位和基准评审

对整车数据和工装的定位方式和基准选择的可靠性、准确性、测量和安装精度进行审核和分析,反馈设计问题,并综合考虑生产效率和质量要求,给出整改方案和建议。确保整车在装配过程中的精确定位和顺利装配。

定位是指将工件固定到指定位置,目的是限制工件在三维上的六个自由度。其定位方式分为以螺栓、定位销为代表的销轴定位、以工件边界和外形为定位边界的边界定位以及2种方式兼有的复合定位。一般情况下,简单工件使用销轴定位或边界定位,复杂工件宜采用复合定位。需要注意的是,为了保证工件定位可靠性,无论哪种定位方式,工件的定位点数量必须保证必要的间距和密度。某车型使用塑料单管夹子和塑料多管夹子夹紧制动油管总成,属于边界定位,再将塑料油管夹子套装到车身的固定螺柱上,则属于销轴定位。在图4a中,两塑料单管夹子间距460 mm,不符合整车硬管固定点间距应在350 mm以内的标准。经设计变更将间距调整到320 mm,见图4b,满足了定位要求。

定位基准分析是评价工件定位准确性,其目的是研究工件的装配基准及尺寸公差是否满足装配和

功能需求。如图5所示,某车型锂电池总成与车身纵梁合装过程,车身固定孔为M16±0.1 mm,锂电池上固定孔为Φ18<sub>-0.2</sub><sup>+0.5</sup> mm,以左纵梁前部第一装配孔为装配基准建立尺寸链,封闭环为纵梁装配孔螺母内表面与电池固定孔内表面距离A<sub>0</sub>。经分析发现,右纵梁上各装配孔均存在干涉现象,封闭环A<sub>0</sub>尺寸最小值达到-0.58 mm(表2)。将电池固定孔直径调整到Φ19<sub>-0.2</sub><sup>+0.5</sup> mm,则该封闭环A<sub>0</sub>尺寸最小值可调整到

0.42 mm(表3),排除装配孔干涉。

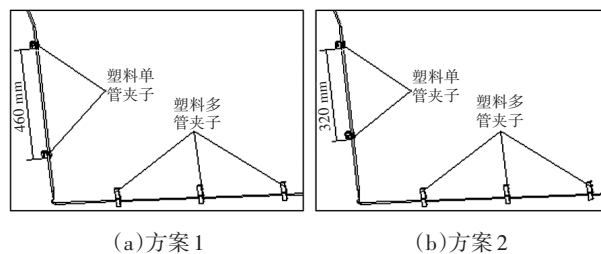


图4 制动油管定位方式示意

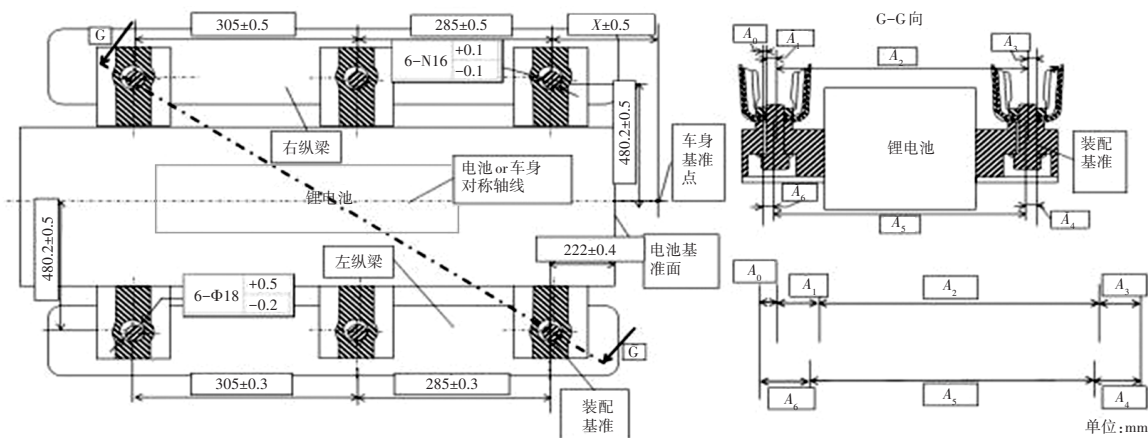


图5 锂电池总成与车身装配关系示意

表2 G-G向尺寸链计算 mm

G-G向	公称尺寸	上公差	下公差	最大值	最小值
A <sub>1</sub>	8.00	0.05	-0.05	8.05	7.95
A <sub>2</sub>	1 127.00	1.22	-1.22	1 128.00	1 126.00
A <sub>3</sub>	8.00	0.05	-0.05	8.05	7.95
A <sub>4</sub>	9.00	0.25	-0.10	9.25	8.90
A <sub>5</sub>	1 127.00	1.05	-1.05	1 128.00	1 126.00
A <sub>6</sub>	9.00	0.25	-0.10	9.25	8.90
A <sub>0</sub>	2.00	2.88	-2.58	4.88	-0.58

表3 G-G向改尺寸链计算 mm

G-G向改	公称尺寸	上公差	下公差	最大值	最小值
A <sub>1</sub>	8.00	0.05	-0.05	8.05	7.95
A <sub>2</sub>	1 127.00	1.22	-1.22	1 128.00	1 126.00
A <sub>3</sub>	8.00	0.05	-0.05	8.05	7.95
A <sub>4</sub>	9.50	0.25	-0.10	9.75	9.40
A <sub>5</sub>	1 127.00	1.05	-1.05	1 128.00	1 126.00
A <sub>6</sub>	9.50	0.25	-0.10	9.75	9.40
A <sub>0</sub>	3.00	2.88	-2.58	5.88	0.42

通过整车结构评审、整车工艺性评审、装配定位和基准评审,可以发现整车产品设计阶段的问题,及时予以改正。这充分体现了总装SE工作在质量、成本、缩短开发周期等方面的良好效果。

### 3.2 生产线通过性分析

生产线通过性分析是总装SE的重要项目,分析

新开发的车型与现有车间工艺条件的差距,分析新车型能否在现有的生产线进行量产,若现有条件无法满足新车型要求,则分析是否需要新建车间或者对现有车间进行技术改造<sup>[7]</sup>。具体来说,可以从设备、工装、辅料3个方面进行生产线通过性分析。

#### 3.2.1 设备通过性分析

对生产线中各设备的规格、型号、精确度以及布局进行全面的评估和分析,保证整车在设备上的加工和处理顺利进行。某车型进行SE分析时,对底盘线单轴拧紧机进行通过性分析。根据工艺流程,该拧紧机用于锂电池总成扭矩校核和副车架扭矩校核。如表4所示,对拧紧机的设备规格及生产能力进行了分析。分析结果表明:设备规格能够满足工艺需求;设备作业速度能够满足产能需求;设备控制器有能力同时进行2种扭矩校核作业,暂未设置。

基于以上的分析结果,工艺部门对设备进行了调试。调试完成后,设备可根据不同套筒自动识别当前适用紧固程序,进行扭矩校核作业。

#### 3.2.2 辅料通过性分析

对生产线上的辅助材料的质量、供应稳定性、适应性等进行评估和分析,确保辅助材料符合整车加工的需求,并能够在不同批次的生产中保证及时供应和稳定性。通过辅料通过性分析可以发现辅助材料存

在的不合理或潜在风险的地方,并进行改进。如表5所示,某车型所用玻璃胶PSR 3005的分析结果,数据表明该玻璃胶满足车型玻璃总成的产品和工艺过程需求。

表4 单轴拧紧机通过性分析

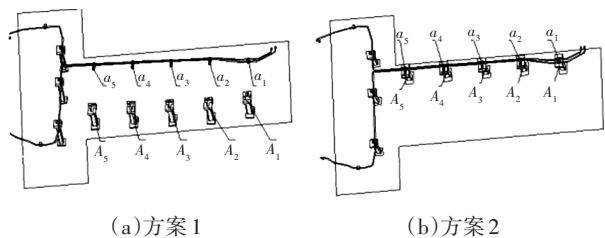
项目	设备规格 /N·m	作业速度	控制器能力
设备能力分析	额定扭矩 350	作业速度每个点 20 s,节拍 144 s 内,可完成 7 点 紧固	可预设多套程序,根据需求 自动选择并拧紧,暂未设置
工艺需求	副车架	扭矩范围 154 ~ 270	2 个点螺栓,40 s 内完成
	锂电池	扭矩范围 200 ~ 322	3 点合计 60 s 内 完成
结论	设备规格 合格	工时满足节拍 144 s	控制器能力满足,暂未设置

表5 玻璃胶性能分析

序号	测试项目	工艺标准	辅料性能
1	密度/g·cm <sup>-3</sup>	1.00~1.50	1.20~1.40
2	不挥发物含量/%	≥90	≥95
3	表干时间/min	22~50	25~45
4	下垂度/mm	≤5	≤3
5	粘度/Pa·s	1 000~2 500	1 100~2 400
6	固化速度/mm·24 h <sup>-1</sup>	≥2	≥3
7	硬度/HA	≥45	≥50
8	拉伸强度/MPa	≥5.5	≥6.0
9	断裂伸长率/%	≥250	≥300
10	剪切强度/MPa	≥3.0	≥3.2

3.2.3 工装通过性分析

对生产线上的工装夹具的精度、适应性、可靠性等进行评估和分析,确保整车在工装夹具中的定位、夹紧等操作的准确性和稳定性。通过工装通过性分析可以发现工装夹具存在的不合理或潜在不合理因素,并进行改进。某车型后制动油管总成需要使用分装台分装塑料夹子。如图6a所示,后制动油管总成的油管夹子a<sub>1</sub>至a<sub>5</sub>与原分装台上支撑单元A<sub>1</sub>至A<sub>5</sub>位置不匹配。将制动油管分装台按照后制动油管总成形状进行改造后,分装台与后制动油管总成完全匹配,满足分装需求如图6b所示。



(a)方案1 (b)方案2  
图6 制动油管总成与分装台匹配示意

总之,从设备、工装、辅料等方面对生产线通过性的评估和分析,可以发现生产线布局 and 资源配置的不合理性及潜在问题,并及时采取措施进行改进和优化,提高生产效率和水平。最终输出与新车型量产相关的设备清单、工装清单、辅料清单。

3.3 工序流程设计

工序流程设计是指根据整车配置和结构,将整车零部件拆分成功能模块,再按照串联或并联的装配属性、上下先后顺序、由内至外的覆盖层级进行逐层覆盖性装配<sup>[8]</sup>,将零部件布置到生产线上。同时,工序流程设计还要注意生产线作业内容的均衡性,保证任意工位的作业内容都能够在规定时间内之内完成,又不会过于冗余浪费,最终形成工序流程图。

通过对工序流程的合理设计和优化,可以提高整车质量、生产效率和降低成本。总装工序流程图应包含以下信息。

- (1)整车总装工艺全部总成、分总成及零部件,即产品BOM中“装配”栏为“总”的全部零部件。
- (2)总装工艺的部分零部件需要分解后二次装配,总装工序流程图中应包含这部分零部件的拆解工序和装配工序,如:车门总成拆/装工序,前防撞梁的拆/装工序等。
- (3)所有因工艺需要使用的设备、工装、夹具的操作工序,如:天窗机械手,车门机械手、拧紧机等的操作工序。
- (4)所有整车所需辅料和工艺所需辅料的加注和使用工序,如:汽油加注、涂抹胶管润滑脂等。
- (5)所有工艺流程和质量控制相关的指示单粘贴,MES过点信息录入等工序,如整车问题记录单粘贴,发动机号信息录入等。

某车型工序流程图(局部)如图7所示。

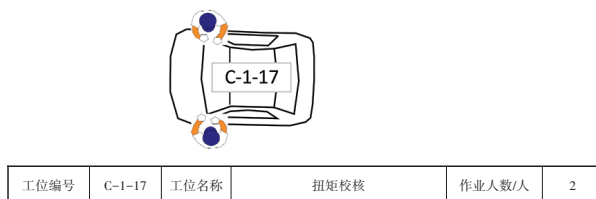


图7 某车型工序流程图(局部)

工序流程图上接整车BOM、产品数据和产品图纸,下接工艺平面布置图,是车间进行生产线建设和改造的核心文件。总装车间每个零部件工艺流程的微小调整,都会引起该文件的变化。

3.4 生产线规划

生产线规划是指综合车型配置、产品结构、厂房

和生产线现有配置和面积、车型产能要求及国家/行业/企业的相关法律法规等信息,将车型所需的设备、工装、辅料、工具等内容按照工艺流程布置到生产场地,并规划合理的物流区域和物流路线及相关的配套设施,最终形成工艺平面布局图。该方案要求兼顾生产效率、降低成本、保证整车质量并满足市场需求。生产线规划布局形式主要有一字形布局、“S”形布局、“T”形布局<sup>[9]</sup>、“模块化”布局,具体布局形式简述如下。

### 3.4.1 一字形布局

一字形布局是指将整车全部零部件按照工艺流程集中布局到一条直线上的一种布局形式,如图8所示。这种布局优点是布局简单,所用空间较小。适用于车型简单、产量较低及生产场地面积较小时,此布局生产线各种能源损耗也相对较少。

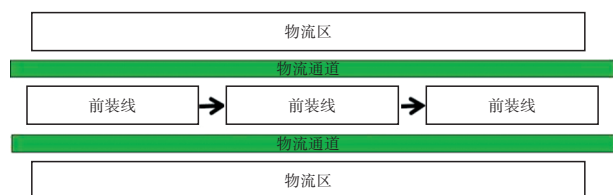


图8 一字形布局

### 3.4.2 “S”形布局

将作业工序按照作业区域分组,并拆分成更多的工位,形成连续生产线的布局形式,称为“S”形布局。如图9所示,此布局形式便于生产线形成地面环形循环链,提高生产线工位利用率,进而提高生产线效率,适用于大规模批量化生产。

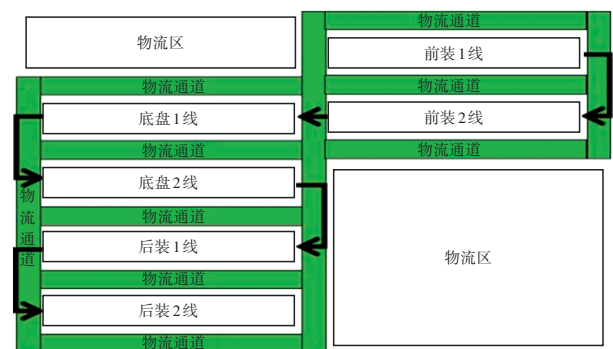


图9 “S”形布局

### 3.4.3 “T”形布局

将底盘线垂直于前装线和后装线布置的一种布局形式。如图10所示,此布局将物流区安置在底盘线左右两侧,与各生产线交流便捷,车间空间利用率高,有利于提高生产效率。

### 3.4.4 “模块化”布局

“模块化”技术使得整车产品设计、工艺设计、维护

维修都变得更简单高效,是整车开发的发展趋势。与之对应的生产线“模块化”布局正在被迅速推广。将整个生产线划分为若干个模块,每个模块都包含一组相对独立的设备和工艺流程,满足整车某一功能模块的装配要求。其核心思想是先将整车零部件按照功能分组成为模块,再对每个模块的内部进行详细的工艺流程分解。如图11所示,该布局可以简化总装工艺,提高总装效率,提高生产线的可维护性和可扩展性。

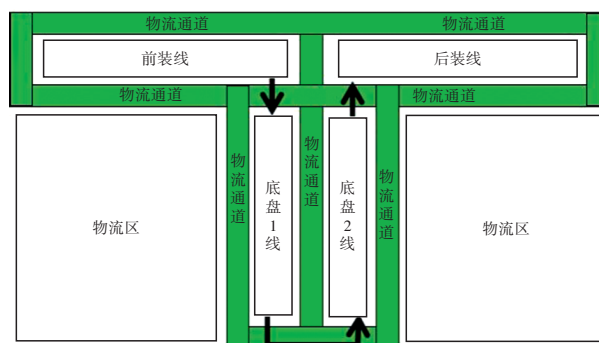


图10 “T”形布局

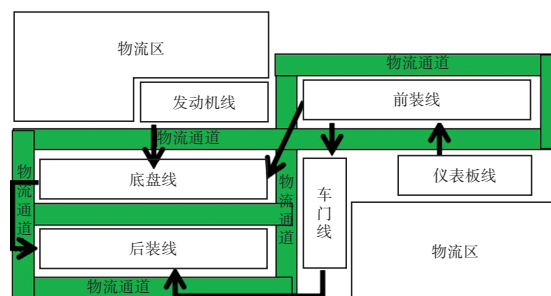


图11 “模块化”布局

除了以上几种生产线主要布局形式,还有“U”形布局、“齿”形布局、“立体式”布局等。需要强调的是,任何一种布局都有各自的优点和缺点,企业在布局整车总装生产线时,不会单独采用某一单一的布局形式,而是采用多种布局形式综合在一起的复合形式。所以,企业的整车生产线大多表现为多种布局形式共存的复合形态。只有这样才能使得生产线布局更加合理,发挥出最大的效益。

特别强调,总装SE追求的是质量、成本、工时的综合最优方案。所以,在进行上述总装SE研究时,除了考虑质量因素外,还要注意结合成本和工时分析。即成本要满足公司的成本目标,工时要满足公司产能需求。建立逐步提高的挑战目标,通过质量、成本、效率多方向的技术改进和技术创新,保证总装SE水平不断提升。另外,总装SE工作不是一个部门的事,是以工艺部门为主体,项目管理部门、设计部门、生产部门、质量部门等多部门共同协作的工作。各部门应该通力合作,保证总装SE工作,总装SE的结果也应该得

到各部门同意。

## 4 总装SE的前景展望

随着科技的不断进步和市场需求的日益增长,总装SE正经历着前所未有的变革,其发展趋势可概括为数字化转型的深化、模块化设计与智能制造、法律法规与可持续发展3个方面。

### 4.1 数字化转型的深化

数字化转型是汽车总装同步工程的核心驱动力。通过引入先进的信息技术,如云计算、大数据、物联网(Internet of Things, IoT)和人工智能(Artificial Intelligence, AI),同步工程能够实现生产过程的智能化和自动化。数字化工具的应用不仅提高了生产效率,降低了成本,还增强了生产线的灵活性。例如,通过使用数字孪生技术,工程师可以在虚拟环境中模拟汽车总装过程,预测潜在问题并优化设计方案。此外,数字化还促进了远程协作和实时数据共享,缩短了产品开发周期,加快了新车型的市场投放速度。

### 4.2 模块化设计与智能制造

模块化设计是汽车总装同步工程的另一大趋势。通过将汽车分解为多个模块,工程师可以独立开发和测试每个模块,然后将其集成到整车中。这种设计方法不仅提高了设计的灵活性和可扩展性,还简化了生产流程,降低了制造成本。智能制造的实施进一步推动了模块化设计的发展。智能机器人和自动化生产线可以根据模块化设计的要求,快速调整生产参数,实现个性化定制和批量生产。这种灵活性使汽车制造商能够快速响应市场变化,满足消费者对个性化汽车的需求。

### 4.3 法律法规与可持续发展

汽车行业面临的法律法规越来越严格,对同步工程提出了新的挑战。环保法规要求汽车制造商减少排放、提高能效,这促使同步工程在设计和生产过程中采用更环保的材料和技术。同时,安全法规也要求汽车在设计上更加注重乘员安全。此外,可持续发展已成为汽车行业的共识。同步工程通过优化生产流程、减少浪费、提高材料利用率,支持汽车行业的绿色发展。例如,通过回收利用废旧汽车零部件,同步工程有助于实现汽车产业的循环经济。

汽车总装同步工程正朝着数字化、模块化<sup>[10]</sup>、智能化和可持续发展的方向发展。数字化转型的深化为同步工程提供了强大的技术支持,智能制造和模块

化设计提高了生产效率和灵活性,而法律法规的不断完善则确保了汽车行业可持续发展。随着技术的不断进步和市场需求的不断变化,汽车总装同步工程将继续引领汽车行业的创新和发展。

## 5 结束语

通过深入分析总装SE的理论基础、实际应用案例以及工作流程,展示了其在汽车产品开发过程中的关键作用。从整车数据评审到生产线规划,再到工序流程设计,总装SE涵盖了汽车制造的每一个环节。通过跨部门的紧密合作和信息共享,总装SE不仅优化了产品设计,提高了生产效率,还确保了整车质量的一致性和稳定性。此外,还指出了总装SE在数字化转型、模块化设计、智能制造以及可持续发展等方面的未来发展趋势。面对日益激烈的市场竞争和不断变化的消费者需求,汽车制造商必须不断探索和实践新的技术和方法。总装SE作为汽车制造领域的一项重要技术,其发展和应用将对汽车行业的未来产生深远影响。

### 参考文献

- [1] 王成龙,徐兴有,江雅珍.汽车总装工艺技术应用及发展趋势探讨[J].时代汽车,2023(2):153-155.
- [2] 赵明曜,侯玲丽,谭志斌.前悬架及动力总成分装线同步工程的应用[J].汽车与驾驶维修(维修),2022(8):22-24.
- [3] 常建伟,付振学.总装SE对仪表板模块设计的工艺要求[J].汽车工艺与材料,2018(2):32-37.
- [4] 张强.提高车型开发中焊装同步工程实施价值的研究[J].汽车工艺与材料,2019(4):18-24.
- [5] 彭湃.汽车白车身焊装SE及案例分析[J].汽车文摘,2020(9):44-49.
- [6] 王冬梅.浅析汽车产品开发过程中的焊装工艺评审[J].汽车工艺与材料,2021(5):22-28.
- [7] 李成瑶.同步工程之总装工艺应用[J].中国新技术新产品,2018(4):75-76.
- [8] 陈平,谭志强,刘晓锋等.汽车总装工艺流程的设计[J].北京汽车,2016(5):35-38.
- [9] 陈思捷,董玮,丛立国等.总装平面布置工艺规划应用研究[C]//中国汽车工程学会.2023中国汽车工程学会年会论文集(5).北京:机械工业出版社,2023.
- [10] 李艳林.汽车总装工艺技术应用及其发展趋势探讨[J].汽车与新动力,2023,6(6):71-74.

(责任编辑 明慧)