

乘用车总装车间 工艺规划研究

□ 长城汽车股份有限公司技术中心、河北省汽车工程技术研究中心/孔凡挺 黄建龙 钟俊岩 肖洋 宋瑞群

本文结合现有工厂的规划经验及方法，对乘用车总装车间的工艺规划展开的原则及顺序、平面布置图/线体/工位的设计与排布原则、物流供给的制定原则等方面进行了研究，为乘用车企业总装车间的规划及改造提供参考。



总装工艺规划内容主要包括线体展开的原则及顺序、平面布置图/线体/工位的设计与排布原则、主建

筑物和公共设施的设定思路、物流供给计划的制定原则等，其开展顺序如图1所示。

生产车型数量：2车型，3车型，4车型及以上。

生产车型规格：全长、全宽、全高、轴距、轮距、质量及重心等。

(2) 确定生产能力。生产能力以年产量（台/年）来表示。多车型混线生产时需要区分表示，例如：“总生产量18万台/年”，正确的表示方法为“A车型10万台/年，B车型8万台/年”。主要根据国家政策、营销计划和高层决策等确定工厂的年生产能力。

(3) 制定生产班制（单班/双班/三班）。生产班制可根据国家政策和公司制度确定，一般分为单班制、双班制和三班制。

(4) 确定总装车间生产纲领。总装车间的生产纲领会因作业时间、设备可动率而发生大幅变动，所以务必要对作业时间、可动率等设定基准。可动率=（实际值/

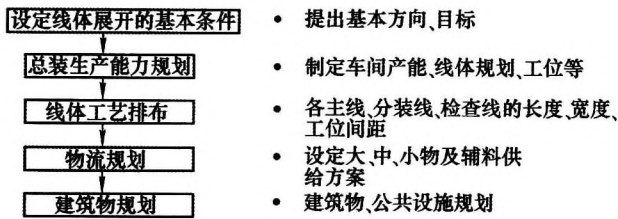


图1 总装工艺规划开展顺序

线体开展的基本条件

工艺规划设计之初通常需要设定基本概念。由于基本概念是新线体展开的基本方针，是从计划到完成的全程指导路线。所以在设定基本概念时要确保其成为问题发生时的解决基准和执行完成后的评价基准。

为实现基本概念而设定具体目标值，需要设定的指标：HPV（单台工时）、JPH（每小时生产台

数）、生产合格率、自动化率和模块化率等。

总装生产能力规划

(1) 确定生产车型。此阶段要明确工厂生产的车型类别，一般从车型分类、数量、规格三方面进行阐述。

生产车型分类：承载车型和非承载车型。根据公司情况、产量确定采用混线生产还是单线生产。

目标值) × 100%。一般设定在85%~95%较为合理, 具体依据各公司的质量管控能力而定。表1中列出了影响可动率的一些因素。

单线节拍=年作业时间 × 可动率 ÷ 年生产量。

如果多车型共线生产, 需要现对单车的装配工时A-HPV进行设定(以标定车的工时为参考, 国内工厂装配工时7~11h), 计算出A车型的年时基数占比α。

$$\alpha = A - HPV \times A \text{ 车型产量} \div (A - HPV \times A \text{ 车型产量} + B - HPV \times B \text{ 车型产量} + \dots)$$

混线A车型节拍=年作业时间 × α × 可动率 ÷ 年生产量, 最终以生产节拍短者为设计节拍。

总装生产区规划

总装生产区基本构成主要分三类: 主线、分装线和检测返修线。

主线包括内饰线、底盘线和组装线, 各单条线体长度尽量控制在200m以内。内饰线主要进行前后风挡玻璃、仪表板模块、线束、立柱饰板、车顶饰板、踏板类、硬管类及其他内外饰零部件的装配。底盘线主要进行底盘零部件的装配(发动机、轴承、前后悬、油箱和排气管等)。组装线主要进行外饰零部件的装配和液体加注(座椅、电池、制动液、冷却剂、洗涤液、动力转向液、燃料和空调冷气)。

分装线主要包括发动机分装线、前后悬分装线(含底盘合装)、仪表板分装线、玻璃分装

(涂胶)线、车门分装线、保险杠分装线、油箱分装线、前端模块分装线及座椅供给线。如果生产节拍在3.0min/台以上时需要评审保险杠分装线、仪表板分装线、前端模块分装线、油箱分装线、座椅分装线和车门分装线的必要性。如果生产节拍在47~75s/台时, 需要考虑模块化供货方式, 以提高总装品质及降低总装车间的排产压力。

检测返修线包括: 内外装检查线、机能检测线、淋雨检测线、返修区等。内外装检查线设置在线末端来调整间隙面差并进行各种检查作业。机能检测线主要由以下设备构成: 车轮定位仪、大灯检测仪、侧滑检测仪、转毂&制动检测仪、尾气检测仪、系统检测仪、淋雨检测仪、胎压检测设备、声级检测设备、电器检测、驾驶辅助功能标定等, 具体线体配置设备可以根据车型设计结构、工艺参数等进行设定。

工位规划

(1) 设定作业工时。作业工时是线体工位数量设定的根本依据, 作业工时=纯工时+辅助工时+编制损失。纯工时指的是工程图里的作业时间, 纯装配工件的时间。以生产车型中最大工时为基准(包括百搭车型), 无法确认工时的時候以类似车型中最大工时的车型为基准。辅助工时指的是纯工时之外需要追加的工时。辅助作业内容包括: 零部件的移动、工具的移动、

空箱的处理、中间物的处理等。辅助工时会随生产条件和线体条件而有所差异(辅助工时占比通常设定在作业工时的15%~25%)。编制损失指的是完全按照作业顺序排列时所损失的时间(编制效率通常设定在作业工时的10%~20%)。

(2) 设定工位密度。工位密度表示每个工位需要投入的作业人数(单位是“人/工位”)。各个线体的工位密度一般设定如下: 内饰线: 1.5人/工位~1.8人/工位, 底盘线: 1.2人/工位~1.5人/工位, 组装线: 1.5人/工位~1.8人/工位, 分装线: 1.0人/工位~1.2人/工位。

(3) 设定所需的工位数量。为确保现场正常生产, 需要计算各线体的工位数量, 工位数量一般由有效工位数量、检验位、调整工位数量组成。

有效工位数量=作业总工时/(节拍 × 工位密度); 检验位一般作为线体的末端进行品质检验使用, 也有的因为车型结构不同而设定在线体中间。一般大线上的检验位为1工位~3个工位; 分装线的检验位一般为1个; 考虑到后期变形车结构变更、人员作业劳动强度不一、工艺排布合理性、现场异常溜线等方面的影响, 通常设定有效工位数量5%~15%的调整工位。

物流、仓储规划原则

(1) 车间内零件仓库面积为整体面积的20%~35%, 零件仓库位置要尽量确保从3个方向供给。

(2) 大物零件搬入总装车间的位置要尽可能地接近装配工位。

(3) 物流供给及移动路线(整车、零件供给车)尽量设定为

表1 可动率降低的原因分类表

影响因素	零件不良	零件品质	生产调整	设备故障	其他
占比	2%~10%	1%~6%	0.5%~3%	2%~9%	0.5%~2.0%

一个方向，避免交叉路线。

(4) PBS位置要尽量设置在车间二层平台上，一般的缓存量为1.5h。

(5) 线体旁中、小物体的装载时间要控制在2~4h内。

(6) 零部件厂商距离较近，充分满足工艺设定的配送周期时，大物类的供给方案采取厂商拣料供给的方式，例如模块化供货、SPS（见图2）等。

(7) 油液类辅料一般采用如下两种方案：一是生产线体直接以桶装方式来供给，适用于使用量较少或依订单供应的，如底盘防腐蜡、分动器润滑油；二是在总装车间外设置储存罐并通过管道来供给。但用存储罐供给时需要确保储存量：储存量=供给车辆的容量1.5倍以上或者按照工艺设定节拍计算

配送周期，例如燃油、发动机润滑油、车窗玻璃洗涤剂。

装配线体设计

(1) 设定工位间距。设定工位间距主要是为了计算线体长度使用，需要考虑车辆移动及作业的方便性，一般计算工位间距使用如下公式：

工位间距=车身全长+作业距离，作业距离一般800~1100mm。

(2) 设定主线体长度。

需要长度=需要的工位数×工位间距×(1+余量)+设备区间。

设备空间指的是设备运行所需的距离，是因设备运行原因而无法进行作业的空间。

主线长度要考虑物流供给后再设定，一般设定为200m左右。

(3) 设定线体宽度。线体宽

度在设定上一般考虑内容有通道、零件区域、作业者移动、车身（产品主体）等方面，如图3所示。

通道设定宽度要保证物流车能够双向行驶且保证行人能够在该空间内可以避让，零件区域设定宽度要能够保证零件箱、专用托盘的存放，作业者区域设定宽度要保证作业者作业移动所需的距离，车身（产品主体）移动区域设定宽度要以生产车型中车身（产品主体）宽度最大者为设定对象。

线体的宽度计算方法如下：

线体宽度=通道宽度+2×零件区域宽度+2×作业者区域+车身（产品主体）宽度

各个线体宽度可参考表2设定。

检测线设计

检测线是用来确认整车品质而设置的线体，所以检测线要结合品质目标和生产性来设定，同时也要考虑车辆的样式配置、出口国法规等事项。

(1) 检测线产能。年生产能力2~4万台：以简易检测线对应；年生产能力5~14万台：自动化检测线1~2条；年生产能力15~25万台：自动化检测线3条；产能达到20万以上时需要规划出1条备用线的空间。

(2) 基本设备配置。检测线的基本设备配置包括车轮定位仪、大灯检测仪、侧滑试验台、转毂及制动检测仪、尾气检测仪和系统检查仪等。

需要确保各设备间距：设计时要确保有2~3台的等待车辆。

计算线体长度：根据各设备的



图2 车门线SPS物流

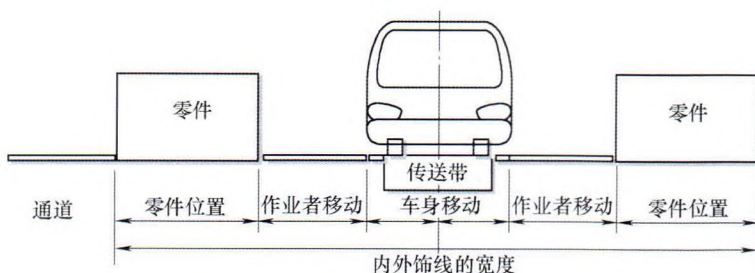


图3 线体宽度示意

表2 线体宽度统计 (单位: m)

线体	通道		零件区域		作业者区域		装配主体区域		总宽	
	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大	最小	最大
内饰线 (无需拆车门)	35	55	12	25	6	10	16	20	87	145
内饰线 (需拆车门)	35	55	12	25	6	10	16	30	87	155
底盘线	35	55	12	25	6	10	16	20	87	145
组装线	35	55	12	25	6	10	16	20	87	145
车门分装线	35	40	7.5	15	6	10	5	8	67	92
发动机分装线	35	40	7.5	15	6	10	8	10	70	100

不同尺寸、检测内容等来计算检测线长度。考虑到检测线为间歇式生产, 其中部分节拍一致的设备可以整合到一个工位, 譬如车轮定位仪和大灯检测仪 (见图4)。

淋雨线、返修区设计

(1) 淋雨线设计。淋雨线可以设置在路试之前也可以设置在路试之后进行, 淋雨线总长度主要考虑待淋雨车辆台数、淋雨后等待检查的车辆台数、洗车工位、淋雨工位、吹干 (擦净) 工位和检验工位。淋雨线的设备选定时可以从以下几方面考虑: 移动车辆的传送机构、淋雨用的管路、喷嘴、流量计、供淋雨和提供水压的水泵、储水槽及过滤水设备、为防止雨水飞溅而设置的雨棚以及淋雨后给车辆

去除水气的吹风设备等。在车辆使用地域的气候条件下通过试验来决定淋雨时间, 或按照基准定为3~6min。

(2) 返修区设计。返修区由内外饰维修区、机能不良维修区、漏水不良维修区构成。返修区面积计算如下: 每小时维修台数=每小时生产台数×返修率, 国内主机厂的返修率一般5%~20%; 维修面积=每小时维修台数×每台需要的维修时间 (h) ×每台需要面积。

附属设施

除了以上生产区域的规划外, 还需要对车间的办公室、中央控制室、保全室 (保全工具、零件存放、保全办公室)、卫生间、存物柜、浴室、更衣室、评审室、品质

评价区、综合检具室、休息室及其他内容进行考虑, 最终确定工艺平面布局图后才可进行后续的车间结构、设备、钢构等部分的开发工作。

结语

总装车间属于多品种、大批量生产性质的车间, 一旦建成后, 将在很长一段时间内影响汽车企业在产品多元化方面的发展。在汽车技术涵盖程度越来越高而利润率却不断降低的现状下, 就需要平衡好生产车间与产品、经济效益方面的关系。在保证满足法规要求、生产效率的前提下, 力争降低生产所占用的人员、场地、库存、投资等成本, 同时提高生产线的柔性化、混线生产, 以产生最大的社会效益。

AUTO1950



孔凡挺
长城汽车股份有限公司
总装工艺规划主管

主要从事汽车总装车间工艺规划、新工艺开发等方面的工作, 先后参与筹建北汽福田重机 (北京) 建设项目、千套液压管路技术改造项

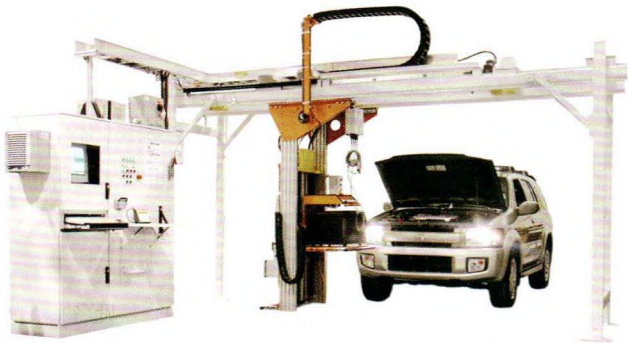


图4 大灯检测仪