

发动机工厂的生产线布局

□ 江淮汽车股份有限公司技术中心/黄浩



随着汽车市场发展，发动机产品的研发和投产速度明显加快，生产线的新建速度和规模也进入了新的发展时期。如何能使生产线满足产能需求的同时具备高效性，是每一位规划设计者需要着手解决的课题。生产线合理布局是提高整体厂房利用率的一个重要方面，其实现方式在于减少生产线闲置空间、改善人机工程、优化物流、合理划分功能区域等方面。本文通过对本公

司发动机车间两条缸体、缸盖生产线（以下简称GA和GB）布局的比较，分析了布局方式在不同发动机生产线上的应用特点。

生产线布局设计

布局设计简单地说就是系统中单元的选择及单元的排列组合。在完成设备选择后就要结合车间场地、空间结构特点及工艺约束对设备进行合理布局。要充分考虑设备

之间在空间位置上的协调性，以确保生产系统工艺流程畅通及设备的充分使用。

在满足生产能力要求的前提下，生产线加工设备布局具有以下原则：

工艺原则。要求生产工艺过程合理并连续，生产各环节加工能力相互匹配。

经济原则。系统的配置和布局确保产品制造成本的最低化和经济

效益的最大化，将精益思想融入生产线建设中去，减少浪费。

柔性原则。在多变的市场中，要使加工系统体现最大的灵活性和柔性，以适应产品品种及产能的变动，为今后的可持续性发展留有余地。

安全原则。设备布局要严格遵循“安全第一”的原则，切实保证工人的操作安全。

GA和GB生产线的布局概况

发动机机加工车间主要用于生产机体和缸盖零部件，GA生产线设计产能为双班5万台，其加工车间布局状况如图1所示。

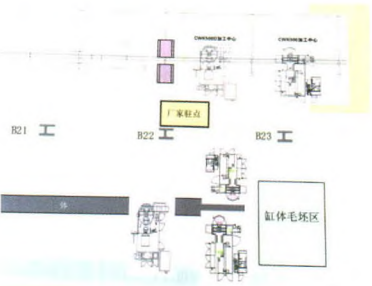


图1 GA生产线布局图

由图1可知，该车间采用直线型布局，加工设备以输送线为中心，分布在操作工位两侧，辅助设备则串联在线体中间。

单台设备与两侧并排设备串联，布局分散，使得生产现场存在大量闲置空间，造成资源浪费。

GB发动机的生产纲领为双班年产20万台，较GA生产线产能有了很大的提高，并且要满足三、四缸发动机共线生产的需求，其加工车间布局状况如图2所示。



图2 GB加工线布局图

由图2可知，GB生产线粗加工设备采用并联方式（相同设备加工同一工序）、四线并行的布局，四条线通过输送滚道集中后与精加工专机衔接，专用设备采用串联布局。通过线体走向的控制，机体和缸盖两条加工线的下线位置均位于总装车间的入口处。

GA与GB布局方式比较分析

1.设备的组成和选购

为了适应生产线多品种（三、四缸共线）、大中批量的特点，GB发动机选择了混合型柔性生产线，由通用高速加工中心和专用机床组成。

对产品相对稳定的某些部位采用专用机床加工，如机缸的缸孔、曲轴孔，缸盖的凸轮轴孔以及两者的结合面，这些部位的精加工内容不多且固定，同时加工精度要求较高，采用专机来完成，既保证质量，又提高了生产效率。对加工内容较多且存在变型可能的部位选用高速加工中心加工。其优点是生产效率又具有相当的柔性，能够适

合大批量生产和多重产品。

总体上，GB发动机生产线形成了粗加工高速加工中心、精加工专用机床的混合型加工设备的布局。

此外，将效率很低的毛坯去余量加工外协给毛坯厂商，加工后不合格件直接回炉重新铸造，缩短了不合格毛坯的回炉路线，同时减少设备采购，节约了空间。

2.GB布局实施效果的对比分析

汲取了GA生产线的建设经验，GB生产线的布局方式对其存在的问题进行了优化，取得了很好的效果，具体体现在以下几个方面：

（1）设备合理选型简化工艺流程。GB生产线在设备选型时区分粗、精加工，在数量最多的柔性加工中心的选型上，还充分考虑了机床特点对工艺流程的影响，简化了工艺流程。

缸体、缸盖生产线基本上采用湿式加工，切削液处理系统应采用集中供给、集中处理、切屑集中收集的形式。GA生产线设备为侧排屑（图3左），设备间距较大；GB生产线设备选择了后排屑（图3右），设备排屑器维修空间留在设备背面，只需预留设备标准维修空间，切屑回收路线由以前的折线形改为直线形，缩短了回收路线。

GA生产线全部为液压夹具，压紧通常为下压式或侧压式，各工序之间可能需要转换工件姿态，设置翻转机构。GB生产线通过选择液压接口在顶部的机床，夹具夹紧设计为由顶部向下压紧即可完成工件各种姿态的加工，省去了翻转流



图3 GA与GB的排屑方式对比

程。

GA生产线采用人工手动吊装上料，辅助时间长，为了提高设备利用率选购了双托盘形式的机床，造价较高，也增加了维护成本。GB生产线采用机床自带托盘手动推拉上料，综合投资和设备稳定性因素选用了配置简单的单托盘设备，简化了操作流程。

(2) 实施单件流提高生产效率。GB粗加工生产线推行JIT生产模式，拉动式生产使得大面积的零件仓库和成品仓库减少，实施单件流，每工位工件数量不多于2件，缩短工位间距，生产线紧凑布局，加工线设备间距由GA的2.5m缩小到0.8m，生产线巷道宽度也缩小，仅容一人通行即可，有利于一人多机操作，每人可操作4~6台机床。

为了降低单件流的生产风险，采用了4线并行的布局方式，即使线间一台设备故障，并联的其他设备还可继续加工，不会造成生产线停运。这种形式的生产线具有相当的柔性，还可以根据投资规模实现“一次规划、分步实施”。

3.上下料方式提高动作经济性

由于选用了合理的机床及采用单件流的生产方式，GB粗加工生

产线的上下料动作经济性有了显著的提高。下面通过对比其与GA两者的上下料方式，对其经济性进行阐述。

(1) GA上下料的动作分析。GA加工线中工件上下料方式为人工手动吊装，厂房顶上设置吊架用于安装KBK悬链葫芦，通过各类吊具吊装工件，移动到相应工位时工人需一手扶着工件另一手推拉KBK悬链葫芦在轨道范围内移动，操作安全性差，工作强度大。

具体上下料动作描述如下：下料时工人推KBK悬链葫芦至机床内，吊具下降夹紧工件，工件上移，拉KBK悬链葫芦至下料滚道上方，吊具下降，松开工件，吊具上移。上料时工人推KBK悬链葫芦至上料滚道上方，吊具下降夹紧工件，工件上移，推KBK悬链葫芦至机床内，吊具下降松开工件，吊具上移，拉KBK悬链葫芦至机床外。

(2) GB上下料的动作分析。在GB粗加工生产线中工件上下料方式为推拉式，无须吊架和葫芦。另外由于GB工件的上料和下料滚道增加了毛刷，清扫定位面铁屑，同时夹具增加了气动吹屑装置，省去了工人吹扫工件的动作。

具体上下料动作描述如下：下料时工人推动滑板至机床内，并拉

工件至滑板上，拉出滑板，右手向右推工件至滚道。上料时左手向右拉工件到滑板上，推动滑板至机床内，并推工件至夹具体，拉出滑板即可完成动作。

对比得出：GB粗加工线的上下料方式在动作经济性上比GA生产线有了很大的提高，单个工件的操作时间约能减少20%，同时降低了工人数量和操作的劳动强度，有利于控制安全隐患。

结语

精益规划生产线设备布局，高效组织并协调各生产要素，可以有效地降低制造成本、提高生产率、提高产品质量、降低工人的劳动强度。本公司在充分总结已有生产线的基础上，引入精益布局的先进理念，成功建设了GB小排量发动机生产线，取得了较大的经济效益。这一精益布局的模式对本公司今后的生产线规划具有借鉴意义。

AUTO1950



黄浩

硕士，毕业于大连理工大学机械电子工程专业，现就职于安徽江淮汽车技术中心，任机加工工艺工程师，主要负责发动机加工车间工艺设计。