

发动机关键件加工生产线模式

组成发动机的缸体、缸盖、下缸体（又称曲轴箱）形成发动机骨架，配合相关传动部件实现动力传动输出，而此三大件也成为发动机部件加工的主要内容。以下对该三种零件的生产模式进行分析，以提供加工解决方案。

发动机零件加工生产线模式现状

发动机缸体、缸盖和下缸体的材质通常有铸铁件和铝合金。对于缸体和下缸体而言，结构上实现全自动线方式有一定的困难，主要表现在其形状不规整，不易于自动化的抓取及装卸，故而在加工生产线设计时，更倾向于通过手动生产线方式来实现。随着科学技术的不断进步，加工工艺技术也在不断提高，目前已出现通过自动线方式、采用关节机器人来完成的全自动生产线，但目前国内主要汽车厂家主流生产线仍为手动推入生产线模式。发动机缸盖结构较为规整，加工内容较多，但特征相似，其零件较缸体有着明显面结构的特征，易于实现抓取。从目前各汽车厂家来看，缸盖的自动线加工已经成为该零件加工的主要方式，而随着技术水平的不断提高，自动线加工将得到更好的完善。

生产线布局

生产线形式的确定，是各企业根据自身发展需要，综合考虑市场、资金、厂房及人员等各方面因素进行的合理规划，制定出有利于其管理、运行、操作的生产模式过程。生产线布局是工艺设计人员在项目

规划中，依照设备情况、物流结构进行的有益于设备使用、维护、管理的摆放形式。

生产线设计原则上需要注意以下几点：

- 1) 有利于操作人员操作，人机交互能够方便进行。
- 2) 尽可能减小厂房面积，减少用地成本。
- 3) 便于设备维修，人员及辅助设备方便进入。
- 4) 流水线方式顺畅，可以通过一字流、单元化组线方式。
- 5) 设备间过渡准确，减少对零件的损伤。

手动推入生产线

手动推入生产线可分为：自动物流手动推入和手动物流手动推入两种方式。

(1) 自动物流手动推入 零件在设备间的流转通过自动控制的方式实现，具有自动料道结构和滚轮传送带，减少了操作人员的负荷。

(2) 手动物流手动推入 零件在设备间的流转通过操作人员逐步推动来实现，一般采用滚道形式，较自动物流节约了运行成本。

手动推入的单元性操作过程为：零件姿态调整（翻转机构）→零件推进（手动/自动）→加工设备进行加工→加工完成，拉出零件。

1. 手动生产线布局

手动生产线布局考虑人员操作便利性，通过一字流的方式有效实现，形成成本低廉、转序便利的有效生产模式。结构如图1所示。

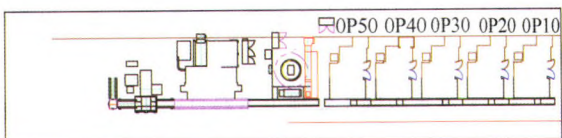
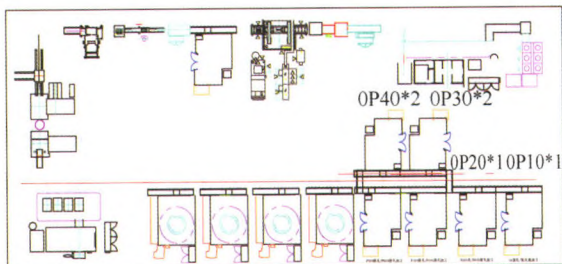


图1 生产线布局示意（下缸体、缸体）

图1涵盖了一字物流的两种形式：即单一流线及并行流线，单一流线一般在设备节拍满足单机时间 $\leq$ 生产单元线单件要求时间，当单台设备无法满足生产单元线单件要求时间时采用并行流线，可以有效解决单一工序节拍紧张问题，既满足了各设备的负荷一致，又满足了产能要求。

2. 手动推入生产线特点

手动推入生产线具有以下优点：

- 1) 物流具有灵活性，根据加工需求，灵活进行零件姿态调整。
- 2) 手动方式，可靠性高，维修、改造周期短。
- 3) 使用成本低，在目前制造成本不断提高情况下，较自动物流方式可大幅降低资金成本，企业可以更好的安排资金的运作；能够及时准确确认并解决加工问题，加工运作不受机器人或机械手的干扰，可以有效避开故障点，较好保证产量的稳定。

相比较自动生产线，手动推入式生产线存在以下不足之处：操作人员负荷大，对操作者的依赖性较强，其对加工熟练程度，情绪状态均对正常生产正常进行有所影响；为操作方便，物流线安排在设备前方，设备维护和检查较为不便；布局规划存在局限，一字流布线中并行流线结构不利于厂区空间最优化布局；结构形式限制，设备运行需要较多的操作人员配合，增加了用工成本；一字流结构不利于现场5S的管理，尤其不便于并行流线方式清扫和清洁。

3. 主要结构功能分析

(1) 翻转机构 翻转机构是多工序生产线必不可少的部分，要求其操作简单，结构紧凑，翻转过程能够较好保证零件不被损伤。结构上目前主要形式有

手摇鼠笼翻转机构和自动翻转机构（见图2和图3），手摇式鼠笼翻转机构主要存在于手动推入生产线中，而自动翻转机构则在各种形式生产线中均有较好的应用。

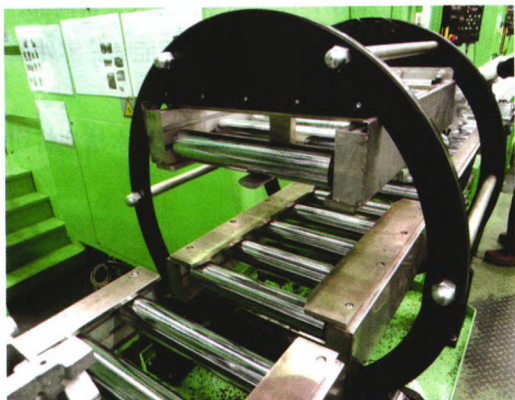


图2 手动鼠笼翻转机构



图3 自动翻转机构

运行模式按定位→锁紧→翻转→松开推出零件来完成，手动方式大大降低了设备成本，但需要操作人员来辅助完成，增加了用工成本；自动翻转机构整套动作全部通过电动机带动将电能转换为机械能的方式实现，无需人员管理，能够很好、平稳地完成翻转动作，有效保证生产有序进行。两种翻转模式主要根据生产线模式情况，参考资金投入规划来确定。

(2) 上下料机构 上下料机构是生产线的另一重要部分。生产中需要将零件送入设备进行加工，通过物流将零件送至设备位置后，上下料机构需要将加工零件送入设备，再将加工完成的零件从设备中拉出。该机构在手动生产线中使用，要求其结构上满足以下要求：

- 1) 排除与设备夹具干涉,
- 2) 有增程结构, 增程结构是考虑到人工将零件送入设备时, 受结构限制, 零件不能够直接通过手臂达到送料长度, 往往在推入的机构上增加了结构, 使得推入时较小的手臂动作即可将零件深入设备内部。
- 3) 机构运行平稳, 结构可靠, 能够将零件准确送入到固定位置。
- 4) 推入平台不能够损伤零件, 回水结构将切削液收集回流至设备水箱。

机器人自动生产线

机器人自动生产线一般具有以下特点:

结构布局易实现, 整洁, 紧凑; 设备维修、检点方便, 操作者可以方便出入机床检查故障; 自动化程度高, 认为因素少, 降低了操作者对设备的干扰; 易于实现大批量、无人化操作, 设备开动率高; 桁架倒挂机器人结构有效利用了空间, 机器人与设备维护互不干涉。

同样, 其也存在一些不足之处: 加工批量大, 加工问题一旦出现, 可能存在较大数量的零件报废。故障解除周期长, 影响整线运转; 部分结构出现故障, 会造成整线停机。

缸盖主要加工内容为零件各表面及孔系, 相对内容较为集中, 易于实施集中工序的加工, 采用机器人自动上下料设计, 可以提高设备的开动率, 减少资源浪费, 提高生产效率。

1. 工序集中

以集中工序单元化形式, 实现自动上下料生产线, 结合工厂实际情况及投资预算进行相应规划。所谓集中工序是根据生产纲领, 将同一姿态加工内容分配在同一工序, 就缸盖5面体而言, 采用立式加工中心增加4轴系统或卧式加工中心基本可以由3种姿态完成, 主要工序工作对加工内容根据工艺性及各序平衡进行分配。

集中工序优点有:

- 1) 缩短工序数目及工艺路线, 一次装夹完成多面内容加工, 利于保证加工内容相互位置精度, 减少了多次装夹造成的装夹误差。
- 2) 缩短工序数目, 集中工序相应单件加工总节拍(含人工装卸)相比工序分散相应单件加工总节拍时

间(含人工装卸)按工序缩减人工装卸时间, 可相应减少操作人员及设备。

3) 工序集中利于实现上下料自动化, 同一工序由多台设备完成, 零件姿态相同且加工时间相对较长, 利于机器人或桁架机械手抓取。

2. 生产线布局

以工序集中加工为基础, 配合桁架式关节机器人, 有效实现加工过程的全自动化控制, 一般存在形式有多机串联和多单元并联两种(见图4)。

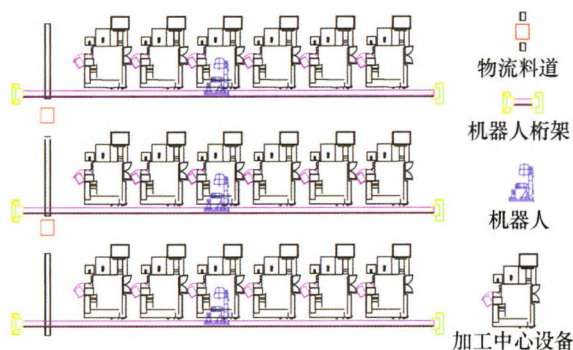


图4 生产线布局

图4所示的生产线采用的是关节机器人系统配合小巨人机床公司设备组成的全自动生产线。从实施效果看, 非常具有借鉴意义。

3. 主要结构功能分析

(1) 关节机器人 关节机器人作为当今工业领域中最常见的高度灵活性设备, 广泛用于机械自动化作业。在机器人控制系统中, 采用3D成像定位技术, 有效提高了自动化加工的准确性, 减少了设备故障停机时间。关节式桁架倒挂机器人, 形成立体空间布局格式, 在目前厂房地皮成本不断提高的情况下, 可以使设备布局更加集中, 减少资源浪费, 节约成本; 同时该布局格式使零件抓取及搬运均在设备上部实施, 更利于设备管理, 有效保障了操作者的人身安全, 减少意外事故发生。

(2) 机器人、加工设备联机控制系统 通过机械手与机器人的有效通信连接, 达到加工设备与机器人之间的快速、准确信息传递与控制。

发动机加工生产线辅助功能

1. 夹具设计

采用液压夹具, 考虑定位可靠性, 易于切屑排出。夹具定位冲屑, 夹具存在部分角落排屑问题, 夹



具增加切削液冲屑装置,通过独立水泵控制实现实时冲屑,减少人工清理。此方式为实现机械手或机器人上下料提供支持。同时也为缸盖实现机械手或机器人上下料提供相应清理、检知等功能,保证采用自动上下料方式的可靠性。

2. 刀具设计准备

铸造铝合金材料,通过PCD合金刀具达到高参数、高效率和高稳定性要求,结构按照零件图样要求,对刀具要素(长度、形状等)进行细节设计,再通过机床在机干涉检查,到达预期效果,同时在铝合金材料加工中大量运用复合刀具,一次加工出产品要求的多个内容。

3. 加工设备主要选项功能

(1) 主轴贯通出水 贯通压力可以通过设计达到:根据5kg、15kg、30kg和70kg不同要求,配合刀具中空冷却,起到有效清洁,快速冷却,提高刀具刚性等结果。

(2) 自动门 根据生产线模式,选择不同的自动门配合生产,一般手动推入采用前门自动门,而机器人自动线则依据自身需求,通过前门、顶门自动门的方式,达到预期效果。

(3) 四轴分度选项 通过四轴分度形式,可以实现立加设备的工序集中加工,最大限度的发挥了设备功能,将可加工内容从零件顶面辐射到多面加工,是一种可节约成本、有效保证加工精度的重要手段。

结语

目前发动机缸体、缸盖、下缸体三大件加工,以生产投入而决定了生产模式,以上内容涵盖了目前发动机零件加工的主要形式,随着科学技术的不断发展,加工生产线的全自动形化将是必然趋势,这将为发动机零件加工提供更高效率的解决方案。

关键词:

发动机 手动推入生产线 桁架关节自动线

(收稿日期20140721)

汽车工艺师 约稿函

《汽车工艺师》由机械工业信息研究院主办,是机工传媒的重要组成部分。它由《现代零部件》改刊而成,11月1将出版首刊号。《汽车工艺师》以传播国内外汽车制造工艺发展趋势和汽车零部件先进的制造技术为己任,致力于打造汽车及零部件生产制造工艺交流的全媒体平台。现将新栏目公布如下,敬请广大作者赐稿。

资讯(机床工具行业、汽车制造行业的新产品和新动向)

解决方案(应用于汽车制造领域里的刀具解决方案、机床解决方案、测量解决方案、工业油品解决方案、切割解决方案、焊接解决方案、钣金冲压解决方案等)

切削工艺(汽车零部件切削工艺方案,包括刀具的选型、夹具的使用、数控机床的使用等)

成形工艺(汽车零部件及总成的焊接、铸造、锻压、冲压、切割及热处理工艺方案,包括设备的选型和使用)

数字化工厂(CAD、CAM、CAPP、MES、PLM等软件的使用,机器人的应用方案,自动化产品在生产当中的应用以及其他汽车制造信息化技术)

汽车模具(汽车模具的设计开发与制造)

测量与控制(汽车零部件测量工艺方案,测量测试设备在汽车零部件生产当中的应用案例,控制系统在生产设备当中的应用案例)

四大工艺(车身的冲压工艺、焊装工艺、涂装工艺、总装工艺)

汽车电子(汽车安全驾驶技术、辅助驾驶技术、节油技术等技术中的汽车电子的应用案例)

汽车零部件(先进的变速器、发动机、底盘等技术方案)

以上来稿中资讯不超过300字,其他技术方案不超过4500字,尽量采用彩色相片、图片或3D截图,图片清晰,最好有视频说明加工过程。

投稿邮箱: <http://tougao.cut1950.com>

邮箱: edit@auto1950.com

联系电话: 010-88379795-612

联系人: 赵宇龙

