

柔性组合夹具在汽车零部件制造中的应用

柔性组合夹具是基于传统组合夹具并依托柔性制造技术发展而产生的一种夹具系统。我国汽车制造业从20世纪六七十年代开始,就广泛采用组合夹具,它当时被称为“先进工艺设备”,并取得了可喜的成果。80年代后,随着现代化制造理念和柔性制造技术在汽车制造业中的广泛应用,传统的组合夹具亦随之发生了变化,并在当今汽车制造业的柔性制造技术环境下,仍然发挥着不可替代的作用。

柔性制造技术对柔性组合夹具的影响

制造业的生产方式随着制造设备的发展和新的制造理念的出现而不断变化,从传统制造加工到现代制造加工,机床夹具概念的演变亦是如此。

传统加工的主要设备是普通机床,在传统制造中,被加工零件的相关尺寸、位置精度则完全由夹具来保证。工件在加工过程中,夹具控制着工件与机床主轴的相对位置以及工件与刀具的相对位置。若干个传统机床组成了一条生产线,仅为一个零件的生产制造服务,即形成了以各个工序处于分散状态的分离体制为特点的机械加工流水线。此时组合夹具(专用夹具亦相同)要完成的是:在一台机床上针对一个工件的一道工序,提供能够准确载入机床坐标位置的夹具结构,并保证工件与刀具的准确位置。这就要求夹具必须具有更完善的功能和更加复杂的结构,以应对传统加工工艺的不同需求。

传统的制造加工模式中,追求工件相对夹具和

机床在单一工序加工时间上的效率,即要求工件快速装夹,然后快速卸下再快速装夹下一个零件,工件在夹具上(即在机床上)停留的时间越短越好。在这种制造加工模式下,机床与工件和夹具的关系呈现出的特点是,复杂多功能的夹具安装在机床上,工件在每一次加工完毕后便进行快速装卸,同一批次的零件加工完毕,进行夹具更换。故不存在夹具与机床的反复快速对接,只存在工件与夹具的反复快速定位。此时组合夹具的技术应用与自身发展,均是以如何发展更为广泛的元件系列和研究功能更完善的夹具结构为目标。

20世纪80年代以来,柔性制造技术在国内迅猛发展和应用,柔性制造单元(FMC)以及柔性制造系统(FMS)所形成的现代化加工制造模式,对组合夹具产生了深远影响。

在柔性制造单元或柔性制造系统中,被加工零件的结构尺寸完全由机床来获得和保证,即刀具与工件的位置关系是由机床自动确定和保证的,故不需要刀具的引导装置。夹具的主要作用是把工件准确地载入机床的坐标系中,这类现代化的机床已经具备了许多夹具的功能,诸如分度台、对刀具的引导和角度结构等,各类虎钳亦逐渐成为其标准附件,夹具结构也从复杂向简单发展。

柔性制造技术下所形成的生产组建形式“集成体制”与传统的“分离体制”相比,机床各部分有机结合成一个综合系统,加工中不再追求单一工序的



效率，而是追求全系统生产效率的提高。在柔性化生产中，以多品种小批量为对象的混流生产，使得在生产准备上，对夹具的要求也发生变化。传统积木式组合夹具在现代制造理念的指导下，被赋予了更深刻的内涵，结构多变的组合夹具其传统优势，被业内认为是，“更快捷、更简练、更能与现代机床相匹配的具有柔性化的工艺装备”。组合夹具几经改造，终于成为广泛应用于包括汽车制造在内的柔性化组合夹具。

柔性组合夹具的产生及应用

柔性组合夹具的产生及发展应用，包括三个方面：柔性元件的设计，柔性组合夹具在现代加工中心上的技术应用，以及在柔性制造技术环境下的柔性组合夹具的管理。

1. 柔性元件的设计

以柔性制造单元为代表的加工中心，其对工件多道工序的集合高效加工，形成了夹具一次装夹完成多个工序的加工。机床与夹具和工件形成了与传统加工方式截然相反的关系，即在一个夹具的底板上，尽可能安装最大容量的加工零件，并且这套夹具处于加工位置时，另一些具有相同特点的夹具正在机外装卸工件，甚至一些安装在托板上的夹具，正在传输系统中周转。夹具保证了被加工零件能够精确载入机床的坐标系之中，处在机床加工位置上（即夹具上）的工件全部加工完成后，机内夹具与机外夹具整体交换，夹具与机床实现反复快速的定位连接。由于实现了机外安装夹具和机外装卸工件，机床切削加工时间与夹具安装及工件装夹时间重合，这就大大减少了停机时间。基于此，柔性组合夹具在元件系列的设计上发展出与其相适应和匹配的元件系列。

夹具由只与工件单一加工工序相对接发展到和工件整个加工过程相对接，由此产生以多夹具基础版为代表的柔性组合夹具的基础件系列，包括平板类基础板系列和有形类包括方箱、T形基础、基础角铁等几何形状的基础件系列。这些元件的最大特点是：与机床工作台的连接非常紧密和快捷，可以直接连接在机床的工作台或托板上，甚至托板系统中的“托板”直接按柔性组合夹具元件结构要素进行设计，使其直接成为机床的附件。一些新型多功能的定位组合件、夹紧组合件以及定位夹紧组合件相继出现，虽然并未从根本

上改变传统组合夹具的元件特点，但是取代了多件叠加的繁琐，一些带有坐标原点的孔类定位元件，使柔性组合夹具在多个工件的定位上能够精确载入机床的坐标系。柔性组合夹具元件的发展，为柔性组合夹具在柔性制造技术环境下的应用奠定了基础。

2. 柔性组合夹具的应用

在柔性制造技术中，夹具是影响其柔性发挥的关键因素。在计算机集成制造系统（CIMS）试验以及许多单位的柔性制造系统的多年实践中，大家发现，在机床与加工零件对接的夹具环节上实现无人化或期望理想状态的柔性化，是相当困难的。无人化还须有相当程度的技术支持，或可在某一领域实现，但要扩展到能涵盖更多的领域，是极其困难的。理想状态柔性化实现的最便捷途径，就是改造传统的组合夹具，将组合夹具结构变化上具有的万能性优势，改造成柔性化的特点。

柔性组合夹具元件的发展，为柔性组合夹具在柔性制造技术中的应用，奠定了基础。柔性组合夹具在汽车的柔性制造中，已经发挥出显著的作用。柔性化组合夹具与元件系列及机床的关系更加紧密，元件系统有了压缩，柔性组合夹具技术在机床上的应用开始简单化，夹具的结构亦从复杂向简单演变。

在汽车柔性制造技术环境下，柔性组合夹具被大量应用，尤其在发动机、变速器及离合器等关键零件的制造中。如在离合器和变速器之类壳体、壳盖的夹具结构中，广泛采用桥梁式夹具结构，使得两面加工得以方便实现。由于这类零件多为铝合金材料，支持被加工零件的局部刚度，在更加直观的现场中，可以轻易实现。各种理想的典型柔性组合夹具结构，就是其技术应用的直接成果。加强这一方面的技术研究与发展，是提高柔性组合夹具柔性化的重要环节。

下面是几个柔性组合夹具的具体应用实例。如图1所示，汽车离合器壳体零件在立式加工中心上所采用的柔性组合夹具。此夹具只是定位与夹紧元件的组装，结构简单，敞开性好，完成夹具组装只需30min，在柔性化生产中，其快速性由此可见。如图2所示，汽车离合器上壳体零件在卧式加工中心上所采用的柔性组合夹具。可看出，夹具虽然是围绕零件的框架式结构，但考虑加工状态的切削力，框柱组成双体并作加固，各定位点和辅助支撑点分布得当，充分显示出柔性组

合夹具在其结构演变上的柔性化。如图3所示，汽车离合器上壳体零件在卧式加工中心上所采用的柔性组合夹具。由于零件的形状特点与定位要求，柔性组合夹具在其技术应用上，几乎可以胜任任何结构的设计，并能经受大切削力条件下的加工要求。



图 1

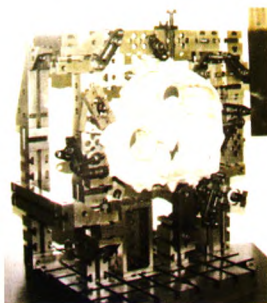


图 2

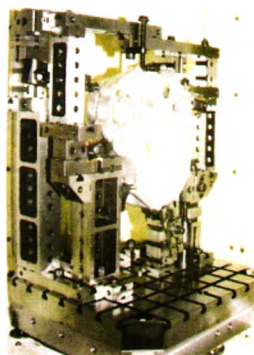


图 3

3.加强柔性组合夹具的技术管理

柔性组合夹具管理，包括元件系列及人的组合装配，以及在这两个因素下衍生出来的比如元件配置规模和在生产准备中所处的管理位置、元件管理和技术管理等，这将决定柔性组合夹具发挥作用的程度，同时也涉及到柔性组合夹具的投入（包含日后的管理投入）与发挥作用的性价比。也可以说，其技术发挥与管理水平的程度决定其柔性化的程度。

柔性组合夹具元件、技术运用、技术管理是柔性组合夹具的三个方面。如果说元件是基础，技术运用是关键，那么技术管理就是前两者的保障，而且在前两者的作用中，本身就贯穿着管理的因素。如元件的型别、配套量，元件间的类别比例，现场流量与库存量的比例，元件的更换频率和幅度，元件使用的各种必要制度等。在技术管理中，管理的重要性则显现的更为突出。

传统组合夹具的管理模式已经落伍，建立一个庞

大“组装站”的管理方法，将会占用大量的资源和资金，在进行生产准备中，实现夹具的快速反应又存在着时间差，故必须予以改变。在现代生产模式下，采用更适合、更科学的管理模式，已经是一个迫在眉睫的问题。

柔性组合夹具的发展

任何一种柔性夹具所具有的柔性都是相对的，用一套柔性夹具去解决所有的夹具问题是不现实的，就是说任何一种柔性化夹具的“柔性”都是有限度的。柔性组合夹具既然不能在所有方面实现柔性化，那么就在某一方面有针对性地开发与其相适用的柔性组合夹具系列，再向更高技术含量的柔性组合夹具发展。在汽车制造中完全可以开发出更为合适的柔性组合夹具系统。如在汽车发动机零件的制造中，以现有的柔性组合夹具元件为基础，开发出一些能够适应这类零件完成定位的可调夹具基体，以及可以解决加工状态下零件产生刚度问题的辅助浮动支撑件，并优先考虑发展适合于发动机零件在柔性制造单元（FMC）中实现定位夹紧一体的组合件，考虑采用更先进的快速、可靠制造的夹紧系统，开发具有针对性较强的专门化的柔性组合夹具系统。

在车身焊接夹具中，开发更为便捷或者更为先进的柔性焊接组合夹具在技术上具备了可行性，利用机器人技术实现快速先夹紧后定位。这一夹具系统完全可以抛开传统组合夹具元件的形状，开发出不再是以元件为装配对象，而是以多种先进技术组合成的部件，并以更为先进的装配形式实现夹具结构的组合。由于汽车制造的产品特点，各类零件形状尺寸只能在一定范围内变化，零件的结构特点亦保持基本上的相似性，这为开发具有行业产品特点的新一代柔性组合夹具提供了必要的前提条件。

结语

基于柔性组合夹具的特点以及在汽车制造中的广泛应用，相信在业内广大技术工作者的不懈努力之下，新一代的柔性组合夹具技术会得到进一步的提高，在柔性制造中将得到更广泛的应用。

关键词：

柔性组合夹具 零部件制造 应用

(收稿日期20130205)