箱体类零件车孔专用夹具设计

德州联合石油机械有限公司 （山东 253034） 骆亚敏 侯祖刚

箱体类零件是大型机械的基础部件，主要由平面和各种用途的内孔组成。数控车床加工面广，适应性强，在内孔加工中有着不可替代的优势。本文以箱体类零件泵头和CKA6185数控车床为例，介绍车孔专用夹具的设计与制作，实践中积累了一些经验，供大家参考。

如图1所示，零件外形为规则的六面长方体，截面尺寸400mm×400mm×1 000mm。平面没有特殊的技术要求，关键是内孔的加工。孔内有锥面、圆弧、螺纹等特殊表面，相互之间有着严格的位置要求。数控车床可以在一次装夹中完成内孔工序的全部内容，最大限度地保证尺寸精度和位置公差。虽然车床自带的单动卡盘可以装夹形状不规则的大型工件，但无定位定心装置，工件安装时需逐个找正，费时费力。工件重约0.8t，车削内孔时如果仅靠四个卡爪夹持，高速旋转将非常危险，车削1：6锥孔和T240×12非标螺纹时也容易产生振动。为提高加工稳定性和安全系数，必须使用中心架辅助支撑。根据工件的形状特征，制作一套专用的车床夹具。一是增加定位基准，省去安装找正的时间；二是增加一段台阶外圆，作为中心架的支撑点。

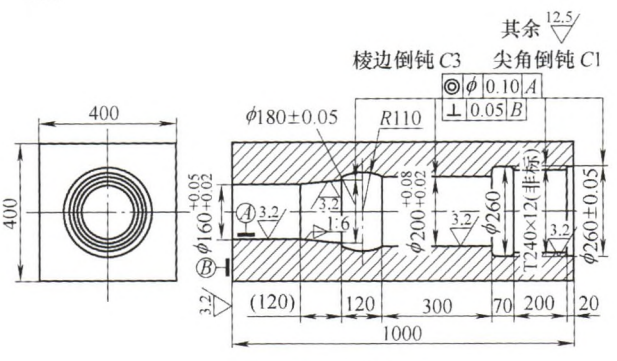


图1 泵体零件图

1. 夹具结构和工作原理

夹具由定位盘（见图2）、压紧盘（见图3）、拉紧螺栓三部分组成。定位盘通过联接法兰安装在车床主轴上，是夹具的主体部件，起着定位和承载工件重量的作用。压紧盘是夹具的夹紧部件，用于固定工件并提供支撑点，两部件的圆周半径方向均有4条22mm宽的U形槽。用于拉紧螺栓的联接，4条螺栓预紧后，能产生很大的拉紧力，并可以实现自锁，快速固定工件在夹具中的位置。当工件

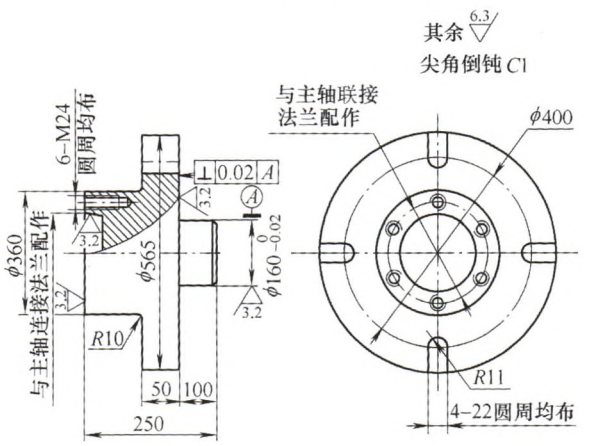


图2 定位盘

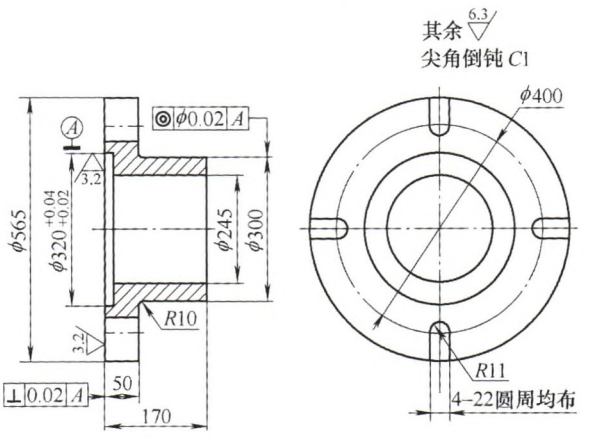


图3 压紧盘

底面与定位盘端面的摩擦力足够大时，夹具就能够带动工件同步转动，承受车削时的工作载荷与切削力。

定位基准是夹具设计中首先要解决的问题，从零件图可以看出，工件定位基准是左侧底面和ϕ160mm内孔，夹具定位基准是定位盘端面和ϕ160mm台阶外圆，两者贴紧配合后，采用螺栓拉紧装置轴向固定，起到很好的定位作用。如何解决中心架支撑外圆，成为设计的难点和巧妙之处。当时有两种方案：①加长工件毛坯120mm，在六面体上车圆一段台阶作为架子位外圆。②临时焊接一段圆环体作为架子位外圆。第一种方案材料浪费太大，不值得考虑。临时焊接会破坏材料内部组织，也不适合批量生产。工艺人员经过全面考虑，在不改变工件毛坯尺寸的前提下，优化压紧盘的形状，增加一个定位台阶孔和一个台阶外圆，使其在压紧工件的同时，也将自身固定在工件端面上，形成一段中心架支撑外圆，一举两得。

2. 夹具功能和设计要求

（1）定位：通过定位盘的大端面和台阶外圆来实现定位。迅速确定工件在夹具中的位置，缩短辅助时间。

（2）夹紧：夹紧装置为压紧盘和4条M20拉紧螺栓。通过螺母的预紧力固定工件，结构简单，装卸方便。

（3）对刀：建立刀具切削刃相对于工件或夹具的正确位置，在数控车床上特别重要，压紧盘的内孔可用于试切和对刀，计算轴向尺寸的起始位置时要减去5mm端面余量。

（4）支撑：压紧盘在夹具中有着双重作用，压紧工件的同时，增加一段外圆用于中心架支撑，为高速车削内孔提供了安全保证。

夹具适用于箱体类零件精车内孔工序，具有很强的随机性和专用性，特点是制造周期短，安全可靠，不需要操作者具备熟练的安装和找正技巧。为此，夹具在设计过程中要全面考虑来自各方面的因素。定位盘和压紧盘同时承受工件重力和螺栓拉紧力，除安装牢固外，还要有一定的刚性要求，保证夹具在使用过程中不因受力变形而影响加工精度。为此，两部件均选用45钢锻造成形，粗加工后低温时效，消除残余内应力。拉紧螺栓、螺母作为夹具的薄弱环节，为确保不发生断裂和疲劳破坏，应选用高性能的35CrMo圆钢加工制作，调质处理后获得很高的综合机械性能。螺纹磨损后，要及时更换螺栓、螺母，避免出现脱扣、滑扣现象。

根据产品类型，本例中的夹具也可以制作成可调模式，应用于形状相似的箱体类零件，当工件的内孔尺寸改变时，可使用不同尺寸的定位盘。当工件的长度尺寸改变时，则更换不同长度的拉紧螺栓。当工件的截面尺寸改变时。调整拉紧螺栓在U形槽中的半径位置，即可达到可调的目的。

3. 夹具误差和强度计算

夹具定位盘在实际加工中存在一定的制造误差。工件定位孔的加工尺寸也允许有一定的偏差，两者具有同一基本尺寸，属于间隙配合。工件在重力作用下，必然产生径向偏心位移，由此推断出夹具定位误差=工件定位孔（max）－定位盘台阶外圆（min）=ϕ0.07mm，从理论上能够满足车削内孔时的同轴度要求。为避免夹具安装误差，可以采用随机补偿的方法。定位盘的端面和台阶外圆均留有一定的加工余量，与车床主轴联接固定后，再去平大端面，精车台阶外圆至设计尺寸，这样就可以保证夹具定位基准面与机床主轴的位置精度要求。

夹具采用螺栓拉紧装置，具有结构简单、增力大、自锁性能好等特点。为保证安全，通常要对拉紧部件的强度和刚性进行必要的计算，以免使用过程中造成事故；同时，拉紧力也容易造成工件和夹具变形，工件是刚性体，弹性变形主要集中在压紧盘和定位盘上。危险环节是拉紧螺栓在泵头截面的剪切力作用下发生断裂。根据经验公式，轴向预紧力要超过工件旋转时附加力偶的8倍，才能带动工件顺利车削，为防止断裂，应选用高强度螺栓、螺母，并使螺母的位置便于扳手装卸。主要措施有：①使用4条材料相同，均匀分布的M20螺栓，来增大总夹紧力，减小单个螺栓的工作载荷。②增加压紧盘和定位盘的厚度，并使用法兰面六角螺母，增加螺母与压紧面之间的接触面积。③工件在夹紧时，8个压紧螺母要轮流上紧，力度相当，避免螺栓预紧力的均衡误差对加工精度的影响。

4. 上工序加工方案

工序定位基准是保证夹具使用精度的前提条件，泵头的底面、ϕ160mm内孔、ϕ320 mm端面凸台（见图4），三者之间有着严格的位置关联，一点也马虎不得，为此，我们编制了周密的半精加工方案。

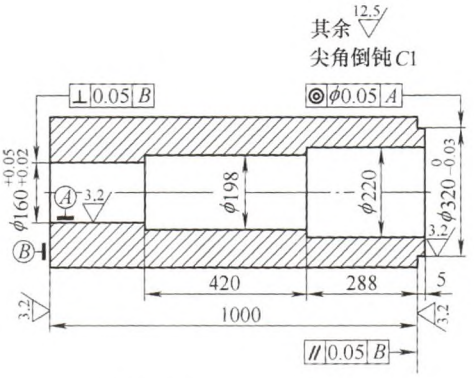


图4 上工序加工示意图

（1）以内孔为基准，精加工泵头六面体至成品尺寸，螺纹孔一端保留工件总长余量6mm。待内孔精车完毕后，转至镗床工序去面至成品长度（平面铣或镗床）。

（2）以400mm×400mm截面中心为基准，半精镗台阶孔和螺纹底孔至工序尺寸，孔深增加5mm端面余量（镗床）。

（3）按面找正，精加工泵头底面和ϕ160mm内孔至尺寸，用于工件定位基准；调头按孔找正，精加工ϕ320mm端面凸台至尺寸，用于压紧盘安装基准（立式车床）。

第三步是重点工序，加工难点是必须保证ϕ160mm内孔与ϕ320mm端面凸台的同轴度要求。手工划线找正的方法肯定不行。最终决定由立车加工，并制作了专用的工装夹具。立式车床主轴轴线为垂直布局，卡盘水平设置，因此工件的安装与找正都比较安全和方便。具有夹紧力大，工艺刚性好等优点，非常适合形状不规则的箱体类零件。夹具充分利用工件基准面和自身重量，即使调头加工也可以保证很好的相互位置精度。公司现有的C5112型单柱立式车床，最大加工高度1.4m，可以满足工件端面和内孔的精车需要，工序步骤如下：①按平面兼顾内孔找正，去平泵头底面即可，精车ϕ160mm底孔至尺寸，倒1mm×45° 内孔角，依次加工完数件。②上工装，四爪装夹牢固，精车定位盘大端面和台阶外圆至设计尺寸，垂直吊装工件，擦净底面和ϕ160mm内孔，与定位盘台阶对齐配合，安装压板和M36螺栓，轴向用力压紧（见图5），精车端面处ϕ320mm凸台至工艺尺寸。

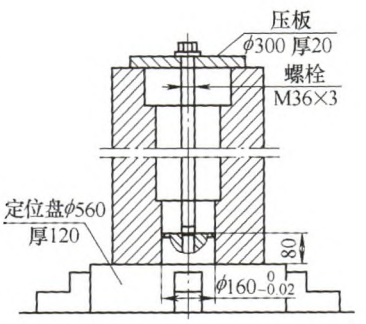


图5 立车夹具安装使用图

实践证明，上述的立车加工方案经济实用，工装制作简单，定位准确，在生产中取得了很好的效果。位置公差得到保证，尺寸测量也很方便，完全可以满足工艺要求。考虑到工序基准的重要性，加工过程中有两点值得注意：第一，定位盘台阶预留一定的精加工余量，待四爪装夹找正后，随机去平大端面，精车ϕ160mm外圆至尺寸。这一步非常重要，是保证工件调头加工时，端面凸台与底面、内孔之间位置精度的关键。第二，相对于数控和卧式车床，立车控制工件尺寸的难度较大，尽量安排有经验的技术工人来做。

虽然立车在箱体类零件装夹中具有很多优势，但不能加工螺纹，精车锥孔和圆弧也很困难，受行程高度限制，镗孔时不可使用较长的刀杆，这些都是立车的不足之处。工序基准加工到位后，精车内孔仍需安排到大型数控车床完成。

5. 夹具安装使用

图6中，卸掉数控车床单动卡盘，将夹具定位盘安装固定在车床主轴上，去平大端面，精车ϕ160mm台阶外圆至设计尺寸。这时定位盘与主轴的同轴度、垂直度误差可以忽略不计。用强力磁铁吸住泵头顶面，水平吊起工件，使其底面基准与定位盘台阶对齐配合（此时可移动尾座，顶住工件内孔，辅助安装）。将压紧盘安装在工件端面凸台上，对齐缺口。 4条M20拉紧螺栓，分别卡入定位盘和压紧盘的U形槽中。紧贴在工件平面上。轮番上紧螺母，预紧力大小合适后，可松开磁铁，低速旋转工件，调整中心架的支撑爪力度，摩擦面加注充分的润滑油。精车内孔时要遵循由里到外的加工路线，先精车台阶孔和1∶6锥孔；再精车螺纹底孔

浅谈不锈钢攻螺纹技巧

河南平高集团有限公司 （平顶山 467000） 尹世献

随着我国生产制造业的迅速发展，产品向着小型化、美观化等方向发展。不锈钢材料由于具有耐腐蚀性并兼有强度和韧性方面的优异性能，在高压电器工业领域，得到了日益广泛的应用。不锈钢材料的韧性大、热强度高、导热系数低、切削时塑性变形大、加工硬化严重、切削热多、散热困难等特点，造成刀尖处切削温度高、切屑粘附刃口严重，容易产生积屑瘤，既加速了刀具的磨损，又影响加工表面粗糙度。切屑不易弯曲和折断，容易对已加工面形成损伤，影响工件的整体质量。由于其物理机械性能与一般的碳钢不同，其难加工特性矛盾在不锈钢的攻螺纹上显得尤为突出。我厂几乎所有的内螺纹孔系加工都采用攻螺纹加工方法，研究和分析不锈钢攻螺纹加工机理，合理选择丝锥，改进加工工艺，是提高内螺纹加工质量，降低运行成本的关键因素。

一、不锈钢的切削特性

不锈钢有马氏体不锈钢、铁素体不锈钢、奥氏体不锈钢、奥氏体-铁素体不锈钢和沉淀硬化不锈钢等多种，前2种属于铬不锈钢，后3种属于铬镍不锈钢，铬镍不锈钢的抗腐蚀性能及力学性能都比铬不锈钢高。不锈钢属于难加工材料，奥氏体不锈钢的相对加工性系数为0.5～0.7；奥氏体+铁素体不锈钢的相对加工性系数为0.4～0.6；硬度>35HRC的马氏体不锈钢的相对加工性系数为0.5～0.6。

和退刀槽；最后加工T240×12非标螺纹，4个工步在数控车床上一气呵成。内孔各加工部位之间不存在同轴度误差。车削完毕后，同样用强力磁铁吸住泵头顶面，点动行车起降按钮至受力状态，依次松开螺母，取下4条拉紧螺栓，将压紧盘临时挂靠在尾座套筒上，水平移动行车，脱开泵头与夹具的定位配合，即可卸下工件。

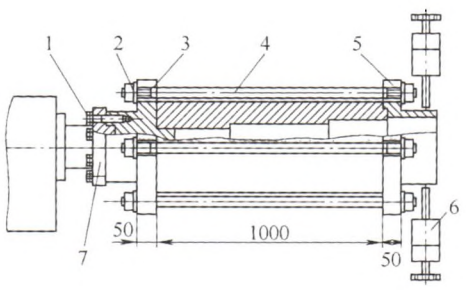


图6 数车夹具安装使用图

1. M24螺栓 2. M20螺母 3.定位盘 4. M20拉紧螺栓 5.压紧盘 6.中心架支撑 7.主轴联接法兰

6. 可能遇到的问题和解决方法

（1）工件旋转时的惯性力可能引起车床主轴周期性晃动，造成内孔圆度超差。解决方法是正确使用中心架，加强工艺刚性。同时选用较小的切削用量，主轴的启动和停止也要平稳进行。

（2）车削内孔深处的1：6锥孔时，刀杆悬深太长，容易出现让刀现象，造成锥度误差，有条件的厂家，最好使用刚性较好的防振镗杆。

（3）车削大螺距梯形螺纹时，刀具与螺纹牙型接触面积太大，容易引起振动，数控车床最好采用左右切削的编程方法，分层进刀至牙底深度。

7. 结语

经过批量加工和质量检验，使用本夹具精车泵头内孔，位置公差和尺寸精度完全符合图样要求，省去了繁琐的安装找正环节，缩短了辅助工时，同时提高了生产效率和加工质量，在类似的箱体零件内孔车削中，具有很好的借鉴意义和参考价值。

MW（收稿日期：20130720）