大型工件翻转设备的设计与应用

南车戚墅堰机车有限公司 （江苏常州 213011） 王化清

柴油机机体、构架等大型工件在机械加工中需要经常要进行翻转，如果用天车吊着工件进行翻转，由于大型工件惯性大在翻转过程中会产生较大的冲击，因此存在着很大的安全隐患，所以需要设计翻转设备以实现大型工件的平稳翻转。在此，笔者介绍四种大型工件的翻转设备的设计理念及工作原理，根据工作需要它们可适用于不同类型的大型工件的翻转。

1. 尾座移动式翻转设备

（1）尾座移动式机体翻转设备的设计 尾座移动式翻转设备适用于机体类大型工件的翻转，结构形式紧凑，外形小巧玲珑，占地面积小，操作使用方便，深受使用单位欢迎。尾座移动式翻转设备一端机座固定不动，机座内安装有减速器等动力回转装置，通过回转轴带动回转支板转动。另一端机座安装在导轨上可前后移动，以便于工件的装卸操作，支座上安装有从动回转板用于回转工件的支承。下面介绍尾座移动式机体翻转设备的设计过程，如图1所示。

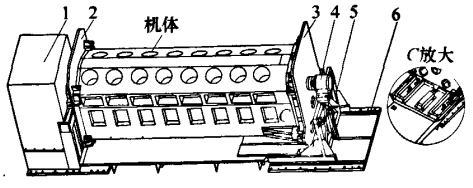


图1 尾座移动式机体翻转设备

1. 回转动力部件 2. 前端回转支承板 3. 后端回转支承板
4. 回转轴承座 5. 移动尾座支架 6. 尾座固定板

前端回转支承板上有四个直脚支承座，表面与机体侧面接触，用于固定机体前端。后端回转支承板上也有四个直脚支承，用于支撑机体后端。前后端回转支承板将机体水平支撑。回转轴承座通过回转轴将回转支承板与轴承座滚动联接，机体在翻转过程中轴承处受交变载荷，通过重载低速轴承的静强度计算，选择角接触球轴承，轴承座内部采用配对角接触球轴承组合使用，以承受较大的径向力与部分轴向力。由于机体重量较大（约8t），因此轴承座的回转轴承受较大的弯矩，必须对回转轴进行强度较核（见图2），经受力分析和弯矩分析，并经以下计算确定回转轴的直径。

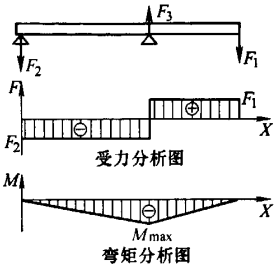


图 2

由弯矩图可得

$$\sigma_{max} = M_{max}/W$$

$$W = \pi D^3/32$$

通过计算，得

$$\sigma_{max} < [\sigma]$$

则轴的强度满足设计要求。

式中 σ_{max}——最大弯曲应力；

M_{max}——最大弯矩；

W——抗弯截面系数。

移动尾座支架采用焊接结构件，由于支架上安装有回转支承板，重量较大，为使尾座支架前后运动时轻松自如，在该支架底部安装有接触应力小、承载能力较大的直线导轨，尾座的前后移动由底部的伸缩式气缸来实现其运动要求（见图1中放大效果图C部分）。尾座固定板将直线导轨，移动尾座支架等都安装在它的上面，形成一个独立的尾座整体部件。回转动力部件主要由摆线针轮减速器与齿轮减速器结构组成，摆线针轮减速器具有很高的传动比传动效率，结构紧凑体积小，运转平稳噪声低，因此选用该减速器作为动力元件。机体回转所需的最小扭矩计算如下

$$M = (J_o\omega/2 + 2FRt)$$

$$F = Gf/2$$

$$J_o = 1/2mR$$

式中 M——转动轴所需扭矩；

J_o——转动惯量；

m——回转件质量；

R——回转半径；

t——电动机起动时间；

G——回转件重力；

f——摩擦系数；

F——摩擦力。

（2）尾座移动式机体翻转设备的操作 将机体水平吊起，先将机体一端靠在前端回转支承板上，再操作气动换向阀气缸活塞伸出，移动尾座支架在直线导轨上向前移动，确认移动到位后将长销插入定位销孔，起动减速器，电动机机体开始翻转。

2. 机座固定式翻转设备

（1）机座固定式机体翻转设备的设计 机座固定式翻转设备主要用于机体类大型工件的清洗翻转，它的翻转框架上部呈敞开式，下部的压紧装置用于夹紧工件，工件从上吊入框架内装拆方便。机体、气缸盖、加强套及主轴承盖在组装前需要进行清洗，这些配件在组装前清洁度的要求很高。而机体、气缸盖等配件的型腔复杂，清洗难度很大，因此在清洗过程中必须将配件回转，从不同的角度对配件进行型腔及侧面的彻底清洗，只有这样通过回转清洗，才能满足配件在组装前的清洁度的要求。机体组装清洗翻转设备的作用就是将机体装夹在翻转设备上，并用高压清洗液通过清洗枪对机体进行全方位的清洗。翻转设备的设计过程如图3所示。

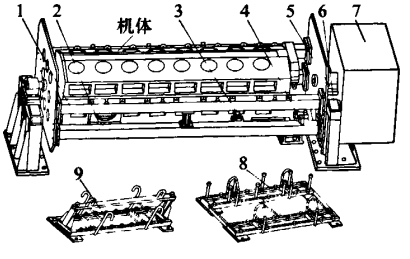


图3 机座固定式机体翻转设备

1. 翻转框架 2. 压紧件 3. 移动压板 4. 回转式压紧装置 5. 轴承座 6. 机座 7. 回转动力部件 8. 气缸盖、加强套清洗架 9. 轴承盖清洗架

翻转框架体积庞大，为了便于制造，将该框架设计成组装件，由前后两个回转端板及四根空心横梁组成。前后端板两端上分别装有回转轴，框架的回转中心的设置要考虑机体在纵轴方向上的重心坐标的位置，使机体纵轴重心坐标位置与框架的回转中心轴线重合，否则机体在回转中会产生偏心力矩，导致电动机超负荷工作而影响设备的正常运转。

在框架底部机体前后端分别设置三处压紧结构：水平压紧装置、移动压板及回转式压紧装置，这些压紧装置将机体可靠压紧在翻转框架上。在框架底部还安装有定位销用于机体在框架上的定位，框架底部侧面设置有定位导向板便于机体在框架上快速定位。轴承座的选用考虑到翻转框架长度较长，翻转架两端回转轴的同轴度难以达到较高要求，因此选用轴线具有微调作用的球面调心轴承。由于机体在清洗中清洗液具有一定的温度与压力，因此对轴承座的密封性提出了较高的要求。为提高密封效果采用了组合式密封，即端盖迷宫密封，再加双重旋转轴唇形密封圈进行轴承座的密封。机座采用焊接件结构形式，用于支撑翻转框架及机体，两只机座在设备组装前要用水平校准仪进行水平校准，以确保两个轴承座的轴心线同轴。

回转动力部件主要由减速器与齿轮减速结构组成，由于清洗配件时需要配件能在任意回转位置定位，并且清洗时有大量的水雾，所以选用具有制动与防水功能的特种电动机作为动力源。将9只轴承盖固定在轴承盖清洗架上，然后将清洗架吊至翻转架上定位夹紧，启动翻转架便能对轴承盖进行回转清洗。将8只气缸盖或加强套分别固定在清洗架上，然后将清洗架吊至翻转架上定位夹紧进行回转清洗，为便于清洗在翻转胎周围设计走动平台以便于操作。

（2）机座固定式机体翻转设备的操作 先将机体水平吊起，然后将机体吊入翻转框架中，使机体沿导向结构在一面二销上可靠定位，将框架底部机体前后端的三处压紧结构水平压紧装置、移动压板、回转压紧装置分别压紧机体的前后端及中间部位，之后起动减速器电动机机体开始翻转运动。

3. 固定链式翻转设备

（1）固定链式机体翻转设备的设计 固定链式翻转设备是敞开式翻转工件的，它是一种最简易的链式翻转

设备。该设备主要用于截面形状接近正方形或宽长比例大于0.6的大型工件的翻转。如果工件的截面尺寸宽长比例小于0.6，那么在翻转过程中工件倾倒时会对链条产生很大的冲击，经常性的冲击会影响链条的正常工作，因此固定链式翻转设备不适合截面宽长比例小于0.6的大型工件的翻转。

固定链式翻转设备的设计过程如图4所示，齿轮减速器是固定链式翻转设备的动力来源。传动齿轮将减速器的转矩通过小链轮传递给转动轴，链轮共两组，每组共四只，它用于带动链条慢速移动。链条用于支承及翻转工件，其选用应进行强度计算校核，安全系数应大于4。链条应定期进行探伤检查，确保其安全工作。设备机架采用焊接结构，其他零部件安装在机架上构成一台完整的设备，电气操作台用于控制工件的翻转及停止。

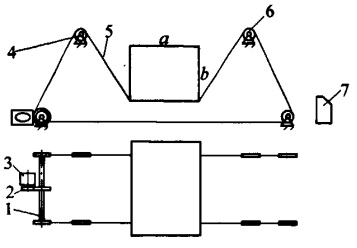


图4 固定链式机体翻转设备

1. 转动轴 2. 传动齿轮 3. 齿轮减速器 4. 链轮 5. 传动链条 6. 设备机架 7. 电气操作台

（2）固定链式机体翻转设备的操作 将工件吊至链条上，起动减速器，链轮带动链条慢速移动，在链条上缓慢翻转，工件翻转至需要的位置时减速器停止工作，吊出工件完成翻转动作。

4. 升降链式翻转设备

（1）升降链式构架翻转设备的设计 升降链式翻转设备在翻转工件时先把工件吊起，在工件自身重力作用下，链条始终将工件裹住，因而工件在翻转过程中对链条无冲击，实现了工件的柔性翻转。它既适用于截面形状是正方形的大型工件的翻转，也适用于截面形状是长方形的大型工件的翻转。

升降链式翻转设备的设计过程如图5所示。斜齿轮减速器（共两套）是翻转设备的动力来源，减速器的安装结构设计要有可调装置，便于小传动链松紧的调节。小链轮通过小传动链将转动传给翻转链条，过渡链轮用于调节翻转链条在主链轮上的包角，其大小直接影响翻转力的大小，通过计算确定包角的恰当数值。翻转链条用于将工件吊起并将工件裹住进行翻转，链条的选用应进行严格的强度计算校核，经长期的生产实践证明，安全系数应大于4，并应定期进行探伤确保其正常工作。升降液压缸用于将吊臂升起与放下，从而实现工件的起吊与放下。盛链槽分上下两层，上层盛链槽用于工件放下时盛放裹住工件的链条，下层盛链槽用于实现链条的封闭循环。工件翻转起始台位用于工件翻转前与工件翻转后的安放台位。立柱共四个采用焊接结构，需进行强度计算校核，安装链轮与轴承处的结构要考虑润滑与维修的操作方便。采用预埋螺栓分别将四个立柱固定，其余零部件安装在立柱上，从而组成整体链式升降翻转设备。

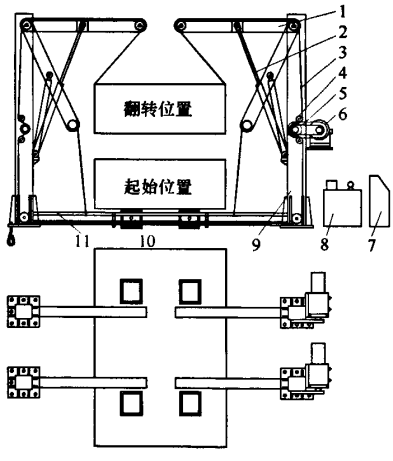


图5 升降链式构架翻转设备

1. 吊臂 2. 升降液压缸 3. 翻转链条 4. 过渡链轮 5. 小链轮 6. 斜齿轮减速器 7. 电气操作台 8. 液压站 9. 立柱 10. 起始台位 11. 盛链槽

液压站首先要设计既经济又具有可调性的液压同步回路，确保四只液压缸同步上升同步下降，并且在上升或下降过程中一旦发现不平衡时可及时对不平衡的液压缸进行调整；要设计可调整式液压平衡回路，确保大型工件上升至最高点进行工件翻转时，四只液压缸始终保持伸出时的平衡状态；要设计液压速回路，便于选择恰当的工件上升和下降速度（见图6）。电气操作台用于控制操作工件的上升下降及翻转。

（2）升降链式构架翻转设备的操作 在设备初始状

组合加工法在夹具制造中的应用实践

南车戚墅堰机车车辆工艺研究所有限公司 （江苏常州 213011） 袁礼彬

夹具是机床切削加工的重要工艺装备，使用夹具的首要目的是保证机械零件尺寸（形状）精度及位置精度，而机械零件的制造精度很大程度上取决于加工该零件的机床夹具能否达到设计精度的要求。

目前生产企业夹具制造精度的保证方法绝大多数依然采用装配调整法，这种夹具制造过程像普通机械制造那样，先按零件图制造出所有零件，然后组装，最终夹具精度是靠设法调整或修磨某个元件位置或尺寸来实现。从笔者从事夹具设计制造实践来看，这样的方法很难满足夹具装配图提出的各种尺寸及形位公差要求。为此，本文介绍一种保证夹具制造精度的组合加工法。下面通过几个实例来阐述组合加工法的基本思路和具体应用过程。

图 1 所示为钻某一型号柴油机调速轴径向孔固定式钻模。夹具设计精度要求为：①钻套中心至定位心轴右端面轴向尺寸精度（32 ± 0.05） mm。②钻套中心轴线对夹具体底面 A 垂直度为 ϕ0.04mm。③钻套中心轴线对定位心轴的对称度为 0.08mm。这三项设计要求都涉及到钻模板上的钻套底孔位置精度。装配调整法通常用来调整单项要求，其精度取决于制作者的技术水平、量具和测量基准的精度。但要同时调整并保证三项精度要求，则几乎不可能。为此，可采用组合加工法来满足夹具设计要求。

图 2 为钻模板夹具组装前的状态，钻套底孔 ϕ16H7 已粗加工，留有较大的精镗余量。图 3 为钻套底孔组合加工简图，图中标示了加工钻套底孔的尺寸公差和形位公差要求。

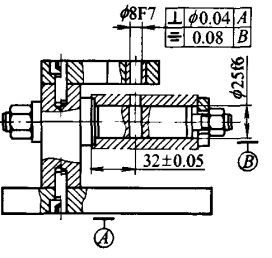


图 1 钻模装配简图

按图 2 组装后，将夹具作为一个整体，对钻套底孔进行最后的精镗。具体实施组合加工法时按下列步骤进行：①将定位心轴装入夹具本体。②夹具上坐标镗床，调节夹具位置，使定位心轴与坐标镗床工作台纵向方向一致；将夹具体压紧在工作台面后，再次校验定位心轴位置。③坐标镗床主轴按图 2 要求找正加工位置，并记下主轴坐标。④将钻模板用内六角头螺钉紧固于夹具体上，钻铰圆柱销孔，并将圆柱

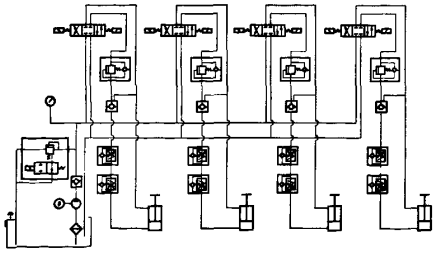


图 6 升降链式构架翻转设备液压原理图

态，将吊臂放下，翻转链条在盛链槽内。先将工件吊至起始台位上，起动液压装置，操作四只液压缸同步缓慢伸出，吊臂上升带动链条将工件缓缓吊起，吊臂上升至水平位置时自动停止上升。起动两只同步减速器，通过链轮带动链条慢速移动，此时工件在裹紧的链条中实现柔性翻转，当工件翻转至需要的工作位置时，减速器停止工作。操作四只液压缸同步缩回，吊臂将工件慢慢降下，直至放到起始台位上；之后吊出工件，工件翻转完成。

5. 结语

大型工件在制造加工中需要经常翻身，因此根据不同工件的结构特点设计专用翻转设备给操作者带来了极大的方便，在大幅度地提高生产效率的同时确保了安全生产。由此可见，翻转设备是大型工件批量生产必不可少的专用装备。**MW**

（收稿日期：20090910）