CYl4－1C油泵旋转缸体精密加工方法

■ 中国船舶工业集团公司第六三五四研究所 （江西九江 332000） 关福州 刘 智

摘要：针对CY14－1C油泵关键部件旋转缸体的加工难点，进行了深入的技术探索和工艺创新。从提高工件的表面粗糙度质量、形位公差、尺寸公差和热处理性能4个方面入手，通过合理的加工方法和工装设计，使精加工后的各项检验指标均达到技术要求。

1. 技术难点分析

我所产品试制部与华中科技大学机械学院液压研究室合作研制了一种新型CY14－1C油泵，该项目是为某海军基地研制开发的。该油泵的关键部件旋转缸体（见图1）有精密加工要求（见图2），我们面临两大技术难题：一是热处理技术方面，该油泵的旋转体所使用的材料是优质合金钢38CrMnAl，热处理技术要求硬度为60～65HRC，渗氮深度要求为0.2～0.3mm，这种渗氮层深度要求比较难达到，按照我们通常的热处理工艺方法，渗氮层深度只能达到0.1mm左右；二是该油泵旋转体精度要求高，同轴度要求0.01mm，圆柱度要求0.004mm，轴承位及柱塞孔内壁表面粗糙度值要求为0.2μm，可见加工难度较大。

2. 技术指标

旋转体各技术指标要求如下：ϕ20k5外圆圆柱度＜0.004mm；ϕ57h8外圆圆柱度＜0.004mm；长94mm、ϕ13mm内孔圆柱度＜0.004mm；ϕ20k5外圆表面粗糙度值＜0.2μm；长94mm、ϕ13mm内孔表面粗糙度值＜0.4μm；ϕ20k5外圆与ϕ57h8外圆同轴度＜0.01mm；长94mm、ϕ13mm内孔位置度＜0.015mm；热处理要求硬度为60～65HRC，渗氮深度为0.2～0.3mm。

3. 工艺方案

根据我所科技部《Q/JC111科研项目、新产品开发项目管理办法》文件要求，进行了工艺方案评审，确定工艺方案设计阶段为研制的初期阶段，通过对国内同行业油泵加工工艺相关调研，收集了一些资料。查阅类似相关

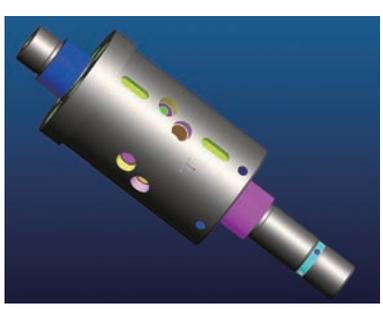


图1 旋转体三维图

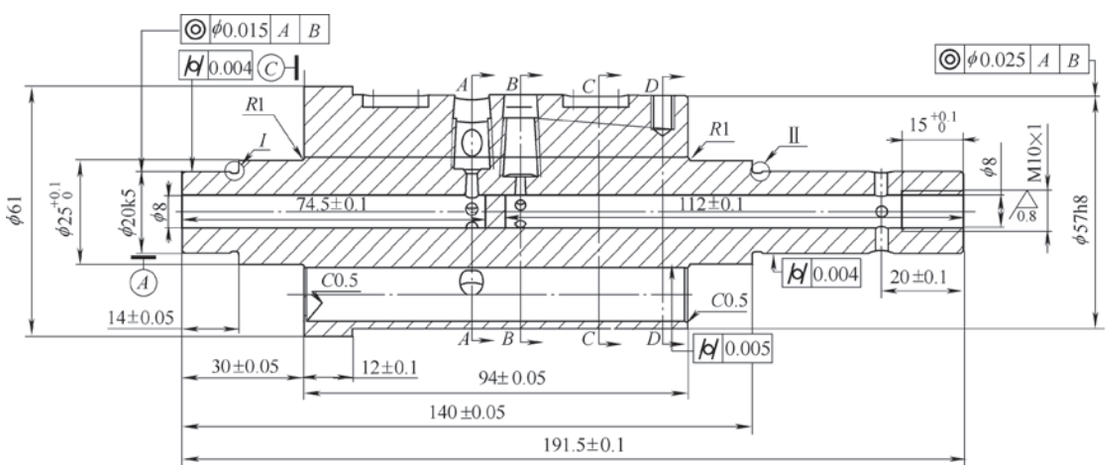


图2 旋转体结构图

零件加工工艺方法，提出了CYl4－1C油泵旋转体的加工工艺方案为：下料→粗车（C630）→热处理→精车（CAK3665DJ）→划→数控铣（KV1400/1）→线切割（DK7732BBJ）→研→立铣（X53K）→钳→坐标镗（SIP7000）→坐标镗（T4163）→测量→坐标镗（F310）→研中心孔→粗磨（S－40CNC）→精磨（S－40CNC）。

4. 工艺方案实施

根据设计的加工工艺方案，将毛坯按留出足够余量状态绘制粗加工工艺图，将CYl4－1C油泵旋转缸体零件粗车后，再进行调质处理，使旋转缸体零件硬度控制在28～30HRC，半精车留余量后，安排一次热处理，消除零件内应力后，再对旋转缸体进行精车，精车后旋转缸体再做一次高低温时效，热处理后，上精密坐标镗F310精镗ϕ8mm、ϕ13mm孔，并保证圆柱度＜0.008mm，这些工序完成后，转入圆磨工序阶段，先上Z525机床研堵头两端中心孔，根据实际测量的ϕ8mm孔尺寸，配磨堵头，使得堵头与缸体ϕ8mm配合间隙控制在0.003～0.005mm，通过这样的工艺措施，可以保证堵头中心孔与缸体ϕ20mm外圆同轴度＜0.005mm，最后上S－40CNC精密数控圆磨机床，顶两端中心孔分两次（粗磨、精磨）磨旋转体$\phi57^{+0.03}_{0}$mm、$\phi45^{-0.020}_{-0.029}$mm、ϕ20k5外圆到尺寸要求。保证ϕ20k5外圆与ϕ57mm外圆同轴度在0.01mm以内，全部完成后再进行检测。

5. 工装设计

在工艺方案中，零件进行粗加工和半精加工后，将零件上卧式坐标镗床精镗两端长30mm、ϕ8mm工艺孔，从加工基准方面保证了两端工艺孔的同轴性。为了达到工艺要求，根据实际测量尺寸配磨两端工艺堵头，再将制作的工艺堵头装配在旋转体的两端工艺孔位置，这样工装与旋转缸体形成一体，上精密中心孔研磨机床研两端中心孔，最后上S－40数控外圆磨床，顶两端中心孔磨两处ϕ20k5、一处ϕ57h8外圆尺寸，这样工序步骤分为粗磨和精密，可以保证旋转体ϕ20k5与ϕ57h8外圆尺寸以及同轴度在0.01mm以内，堵头如图3所示。

6. 关键技术点及措施

（1）关键点一：柱塞孔5－$\phi13^{+0.018}_{0}$mm。长94mm、5－$\phi13^{+0.018}_{0}$mm柱塞孔分布在ϕ25～ϕ57mm环带面中间，与旋转体左端部距离为30mm，与旋转体右端部距离为68mm，而且该组孔设计要求孔的直线度即圆柱度精度较高，为0.004mm，表面粗糙度值R_a=0.4μm，属于深孔加工。传统的工艺手段只能用立式或卧式坐标镗来实现精密加工，但由于加工时镗杆太长、太细，产生锥度可能要达到0.015～0.020mm，考虑到刀杆振刀等原因，内孔表面会有振纹等，表面粗糙度值R_a=0.4μm的技术要求达不到。针对此加工难点，必须采取特别的工艺手段，具体做法是①采用高精度立式镗床T4163钻5－ϕ13mm成5－ϕ8mm，保证位置度＜0.05mm。②采用线切割DK7732BBJ设备割成形。③设计并制作了研磨工装即一组铸铁芯棒（见图4），研5－$\phi13^{+0.018}_{+0}$mm，将研磨工序分为粗研和精研两个工步，从而降低内孔的表面粗糙度值。通过以上3个工艺步骤，解决了柱塞孔5－$\phi13^{+0.018}_{+0}$mm的深孔难加工问题，满足了设计的工艺要求。

（2）关键点二：保证旋转体ϕ20k5和ϕ57h8外圆尺寸同轴度为0.01mm。在工艺方案中，零件进行粗加工和半精加工后，将零件上卧式坐标镗精镗两端长30mm、ϕ8mm工艺孔，从加工基准方面保证了两端工艺孔的同轴性，根据实际测量尺寸配磨两端工艺堵头，再将制作的工艺堵头装配在旋转体的两端工艺孔

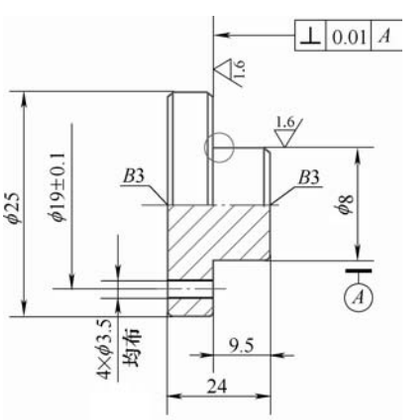


图3　堵头

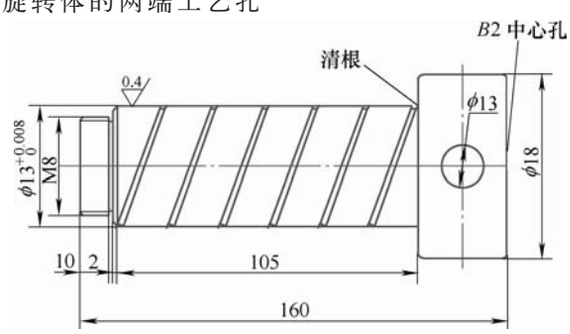


图4　研磨棒

牵引电动机定子机座同轴度检测误差分析与研究

南车株洲电机有限公司 （湖南 412001） 李儒彬 石 江 杨学军 段宗玉

摘要：针对交流牵引电动机定子机座同轴度三坐标检测抽样数据误差，重点分析采用不同测量方法产生误差的原因，结合标准样件检测数据的反证，提出减小定子机座同轴度检测误差的有效方法，提高了定子机座同轴度检测精度。

按照GB/T 1182－1996的定义，同轴度有两种表达方式：一是点的同心度公差，公差带是直径为公差值ϕt且与基准圆心同心的圆内区域；二是轴线的同轴度公差，公差带是直径为公差值ϕt的圆柱面内的区域，该圆柱面的轴线与基准轴线同轴。在牵引电动机定子机座设计中，综合考虑到电动机定转子间气隙与轴承径向游隙的影响，机座两端止口（短圆柱孔）同轴度一般取6～7级精度，其公差在0.06mm左右。因交流电动机定子机座为全叠片结构形式，两端止口同轴度无法直接测量，为此生产现场加工的产品通常要借助于三坐标来进行检测。

而因机座这种短止口、长轴距的特性，其测量值的离散性相对较大，检查输出结果不能完全真实地反映零件的同轴度，因此给广大工程技术人员进行合理判定带来较大的困惑。

1. 定子机座典型结构与三坐标随机抽样数据

交流牵引电动机定子机座为全叠片叠压焊接结构，其两端止口通常较短，止口长度一般为10～25mm，两止口之间轴向距离相对较长，其典型结构如图1所示。

为了较好地说明与分析该种类型机座的同轴度检测误差，特随机抽取批量生产中的某产品，其数据如表1所示，其中同轴度A的值是以传动端平面投影检测值，同轴度B的值是以非传动端平面投影检测值。

表1中的同轴度A、同轴度B的值均为定子机座两端止口之间的同轴度值，两者数据差异较大的原因是基准投影面发生变化，理论上两个短圆柱止口之间的同轴度数据与选择的基准面是没有关系的，之所以检测数据与理论数据发生较大偏差，是由于三坐标检测过程中存在检测基准误差所致。

位置，这样工装与旋转体形成一体，上精密中心孔研磨机床研两端中心孔，最后上S－40数控外圆磨床，顶两端中心孔磨两处ϕ20k5、一处ϕ57h8外圆尺寸，这样工序步骤分为粗磨和精磨，可以保证旋转体ϕ20k5与ϕ57h8外圆尺寸以及同轴度在0.01mm以内。

（3）关键点三：热处理要求硬度为60～65HRC，渗氮深度为0.2～0.3mm。 按以往的热处理经验，普通中碳钢材料通常渗氮深度只能达到0.1mm左右，而该零件材料是合金钢38CrMoAl，预计渗氮深度也只能达到0.1mm左右。准备调整热处理工艺方案，按辉光离子氮化热处理工艺来实现，并同时做试验、做试件，确保该项目热处理达到技术要求。

7. 结语

按此工艺方法精加工后，经检测产品完全达到设计要求，组装成CY14－1C油泵后，经调试检测该油泵基本达到各项技术指标要求。该加工工艺方法的创新对后续类似工件的加工工艺设计具有一定的启发性。MW

（收稿日期：20151118）