

液压控制块工装设计及加工方法优化

乔建华

上海电气电站设备有限公司上海汽轮机厂 上海 200240

摘要：以液压执行机构中的控制块为工艺改进对象，通过分析，确定工艺改进方案，设计出更高效的工装夹具。通过利用可编程数据输入的方法，改变工件加工坐标系，并导出安全、可靠、高效的数控程序，解决了控制块的加工难题，极大地缩短了加工周期。

关键词：控制块；工装；加工效率

1 序言

液压执行机构是汽轮机组正常运行的总开关，其主要功能是提供控制部分所需要的液压油及压力，同时保持液压油的正常理化特性和运行特性，因此其加工及装配质量直接关系机组是否能安全运行。控制块是最重要的零部件之一，其结构复杂、油路集成化高、加工工序多且加工要求高。

目前，我公司生产的控制块（见图1）有9种类型，最初的工艺设计是将其放在数控镗床上进行精加工，由于采用了多次装夹校调的方法，所以加工效率相当低。

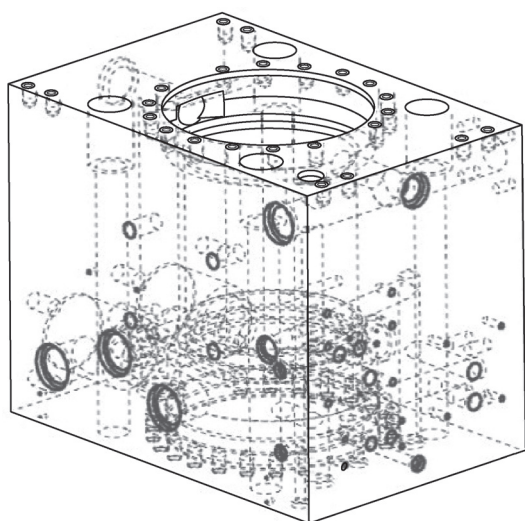


图1 控制块模型示意

2 加工难点分析

控制块精加工时需要对6个面进行加工，控制块上孔数量多、规格多、相贯孔多、深度不一且部分孔精度要求高。控制块6个面的精加工改进前是在数控镗床上加工完成，由于数控镗床上没有自动换刀刀库和专用的装夹工装，也没有可以转换的双台面，每次装夹只能加工一个面，所以就会产生以下问题。

- 1) 重复加工较多。6个面上相同工步比较多。
- 2) 安装校调次数频繁。6个面需6次安装校调对刀。
- 3) 加工顺序无法选择。每次只能加工一个面，贯穿孔的加工先后顺序无法选择，增加断刀的风险。
- 4) 工件局部精度要求高。上平面插装阀部分两挡孔尺寸公差在0.03mm以内。
- 5) 容易产生失误。坐标系数据为人工输入。

3 新工艺方法的拟定和实施

根据工厂现有设备资源，以提升加工效率、降低生产成本为目标，在控制块六面体按图样尺寸加工完成后，将控制块4个侧面上的深孔、螺纹孔、台阶孔等精加工部位用卧式加工中心加工，主要方法如下所述。

- (1) 设计新工装 卧式加工中心具有两个台面，当其在一個台面上加工时可以同步地对另一个

基金项目：航空发动机及燃气轮机重大专项资助项目（Y2019-VII-0018-0160）。

台面进行装夹，为了保证每次装夹时两个台面的一致性，设计发明了两套一样的专用工装，如图2~图4所示。

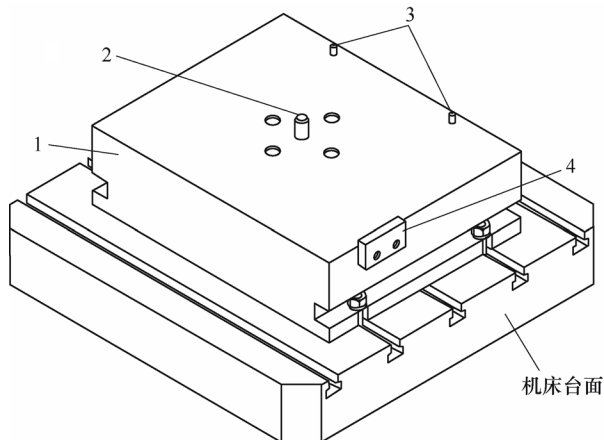


图2 工装安装示意

1—工装 2—中心位置校调用圆柱销
3—定位圆柱销 4—定位挡块

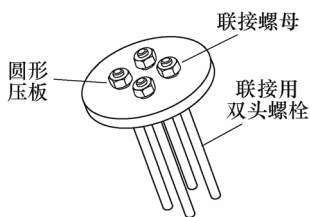


图3 夹具安装示意

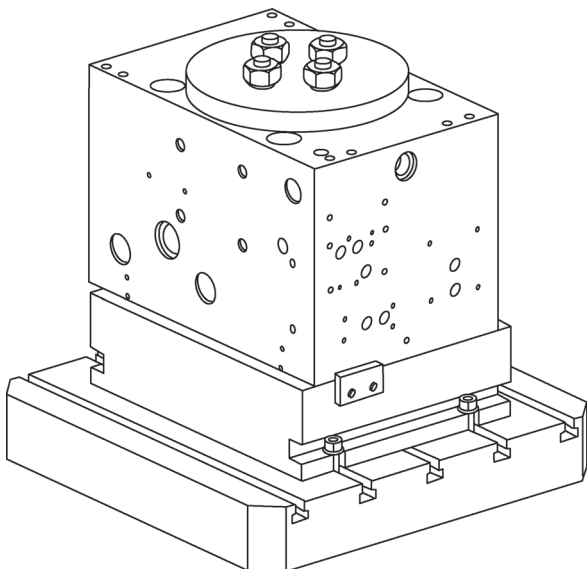


图4 控制块加工工装夹示意

工装校调说明：首先将定位圆柱销和挡块按要求装夹固定在工装上，再将工装大致放置于机床台面中间，校调工装正中的圆柱销与台面的中心重

合，误差控制在0.02mm以内；再校调工装其中一条边与台面的平行度在0.02mm以内，夹紧固定。最后将控制块的右平面朝下放置在工装上，前平面靠紧定位圆柱销，下平面靠紧挡块，对齐后将4根螺栓穿过控制块的大腔室联接到工装上，接着将圆形压板盖上，再用螺母拧紧，将控制块固定。工装上的挡块和圆柱销在加工时，对刀具均不会产生干涉等影响。

该工装对9种类型的控制块加工都适用。使用后降低了操作人员的装夹、校调和对刀时间，并且一次装夹就可以全部完成4个侧面的加工。

(2) 改进加工方法 改进前在数控镗床上加工时，每次装夹只能加工一个面，为了节省装夹时间必须要把这个面上的所有工步加工完后才能加工下一个面。改进后利用设计的工装可以跳跃性地把4个侧面上同规格的孔和腔室合并一起加工，减少了换刀时间。

(3) 优化数控加工程序 改进前加工程序是针对整个平面上的加工内容（如上平面上的孔是由一个数控程序完成），每次加工其他平面需要重新对刀，并且相贯孔的加工顺序无法选择。改进前加工程序（部分）如下。

```
%
O00001506(196.33.30.01.SHANG)
(JIA GONG SHANG PING MIAN)
(YOU PING MIAN CHAO XIA)
(LING DIAN WEI JIA GONG MIAN ZUO XIA JIAO)

(ZUAN D=10 KONG)
T60M106
T30
G90G54G40G80G00G43H60Z100.0
M3S400F50
G83X125.0Y27.0Z-138.0R2.0Q5.0
M05
M00
```

现根据FANUC操作系统的特点并结合设计的工装，利用改变坐标系来实现不同面上的加工内容在一个程序中完成，既通过调用G10指令改变一个外部工件原点偏置量或工件原点偏置量，就可以改变G54~G59中指定的6个坐标系。改进后的程序（部

分) 如下。

%

O00005059(196.33.30.01)

(YOU PING MIAN CHAO XIA)

#20=495.7(CHANG DU)

#21=340.2(KUAN DU)

(SHANG - B90 -P3 G56)

(QIAN - B0 -P4 G57)

(XIA - B270 -P5 G58)

(HOU - B180 -P6 G59#)

G90

G10L2P3X[-500-170]Y[-680.57]Z[-949.65+#20-250]B90.0

G10L2P4X[-500-250]Y[-680.57]Z[-949.65+170]B0

G10L2P5X[-500+170]Y[-680.57]Z[-949.65+250.0]B270.0

G10L2P6X[-500+250]Y[-680.57]Z[-949.65+#21-170]

B180.0

G10L2P2X[-500+149.64]Y[-680.57]Z[-949.65+192.35]

B188.0

其中#20代表了工件的实际长度, #21代表工件的实际宽度, 当长度为495.7mm时, 实际写入#20=495.7即可。SHANG-B90-P3 G56中SHANG代表了工件的上平面, B90代表了上平面是在机床坐标系的基础上旋转90°后所得到的加工面, P3代表了G56工件坐标系, 运行G10L2P3X[-500-170]Y[-680.57]Z[-949.65+#20-250]B90.0后, G56工件坐标系自动写入坐标X、Y、Z和B的数值, 避免实际输入中出现失误。

在编写程序过程中, 利用UG三维图, 将优先选择贯穿深孔的加工, 避免了不同孔贯穿时因受力不均匀而导致断刀、偏孔的现象。同时为了减少换刀的次数和时间, 将不同平面上相同规格的孔利用旋转台面并通过坐标系偏置的方法来控制, 集中在一个程序段中加工完成, 极大地提升了加工效率。

4 结束语

经过实际生产验证, 利用本加工方案, 在控制块加工顺序选择、尺寸精度控制及数控程序控制等方面具有优势, 特别适合批量生产, 实现了液压执行机构控制块精加工的效率提升, 表面粗糙度、公差精度均满足图样要求。运用专用工装, 单件

控制块加工的装夹和校调时间比传统方式减少了120min, 同时单件控制块精加工周期与传统加工方法相比缩短了80%, 一年可节省加工成本100多万元。总体来说, 降低了制造成本, 提升了工艺技术水平, 具有可观的经济效益和推广价值。

参考文献:

- [1] 成大先. 机械设计手册: 第5卷[M]. 4版. 北京: 化学工业出版社, 2002.
- [2] 机械设计手册编委会. 机械设计手册[M]. 北京: 机械工业出版社, 2007.
- [3] 刘启中, 蔡德福. 现代数控技术及应用[M]. 北京: 机械工业出版社, 2000.
- [4] 吴宗泽, 罗圣国. 机械设计课程设计手册[M]. 3版. 北京: 高等教育出版社, 2006.
- [5] 何铭新, 钱可强. 机械制图[M]. 5版. 北京: 高等教育出版社, 2004.
- [6] 张建民, 等. 机电一体化系统设计[M]. 2版. 北京: 北京理工大学出版社, 2014.
- [7] 王中行, 等. UG NX7.5 中文版: 基础教程[M]. 北京: 清华大学出版社, 2012.
- [8] FANUC. FANUC Series Oi-TC 操作说明书[Z]. 2007.

MW 20210706

欢迎关注金属加工视频号

金属加工视频号是装备制造业领域的专业视频号, 由创刊于1950年的《金属加工》(包括冷加工和热加工两刊)和金属加工在线(mw1950.com)共同运营。开通以来陆续形成系列栏目, 包括金属加工要闻、金属加工对话、金属加工新闻速递、金属加工在线论坛、加工真奇妙、机制过人和刀具小讲堂等。

扫描下方二维码, 关注金属加工视频号

