

浅谈 DN80 流量调节阀体的加工工艺

张雪根

(杭州春江阀门有限公司 浙江 杭州 311500)

摘要: 在阀门行业中,流量调节阀是一种常见的阀门产品,该阀体加工精度要求高,需要在满足各项尺寸的精度要求前提下,结合工厂实际生产设备,分析加工工艺,编制加工工艺卡。通过对最常用的 DN80 规格的机加工工艺的分析设计,使之对整个系列包括 DN50-DN200 的阀体的机加工工艺有指导作用,同时对调节阀类产品的加工工艺的设计有借鉴和指导作用。

关键词: DN80; 流量调节阀; 加工工艺

0 引言

在通用阀门产品中,流量调节阀的加工一直是有难度的,特别是本设计中的流量调节阀。该产品是国内知名公司从美国转到国内并经优化设计的产品,其结构较国内目前的流量调节阀产品复杂,尺寸精度和形位公差要求都较高,需要对其加工工艺进行最优设计。

该款流量调节阀是引入国内生产的最新产品,国内目前无该款式流量调节阀。本设计要研究的主题是设计一个最优的加工工艺方案。设计者借鉴公司多年加工同类阀门的经验,参考了阀门加工工艺手册、金属机械加工工艺人员手册、简明机床夹具设计手册、机床夹具设计与制造等相关著作,并结合企业的实际生产设备,对 DN80 流量调节阀体的机加工工艺进行最优设计。由于该产品加工难度大,所用的设备都较高端,产品的附加值高,对企业具有较大的经济价值,同时成熟的加工工艺方案对阀门同业具有很好的借鉴和指导作用。

1 年生产量和批量的确定

(1) 流量调节阀是主要用于空调、热力管道调节管道中流量的阀门装置,该款产品源于美国设计,能稳定调节流量和压力,产品加工精度要求高,属于该品类阀门的高端产品。

(2) 生产类型的确定。按年产量来划分,该产品属于成批生产;按生产计划的来源划分,该产品属于按订单生产;按生产的连续程度划分,基本上是每月生产一批,该产品属于间断生产。

(3) 目前该 DN80 规格的流量调节阀的年产量预计在 5000 ~ 6000 台,每月产量在 500 台左右,属于中批量生产。

2 零件分析

2.1 定位基准的分析

2.1.1 粗基准的选择原则

(1) 保证相互要求的原则。被加工零件上如有不加工表面应选不加工面作粗基准,这样可以保证不加工表面相对于加工表面具有一定的相对位置关系。

(2) 合理分配加工余量的原则。从保证重要表面加工余量均匀考虑,应选择重要表面作为精基准。

(3) 便于工件装夹原则。为使工件定位稳定、夹紧可靠,要求所选用的粗基准尽可能也光洁,不允许有锻造飞边、铸造浇冒口切痕或其他缺陷,并有足够的支承面积。

(4) 粗基准一般不得重复使用原则。粗基准通常只允许使用一次,这是因为粗基准一般都很粗糙,重复使用同一粗基准所加工的两组表面之间的位置误差会相当大,所以粗基准一般不得重复使用。

2.1.2 精基准的选用原则

(1) 基准重合原则。选择被加工面的设计基准作为定位基准,可以避免因基准不重合引起的定位基准误差。

(2) 基准统一原则。即各工序所用的基准尽可能相同,其目的也是减少因变换基准而引起的装夹误差,简化加工工艺过程与夹具的设计和制造,提高各被加工表面的位置精度。

(3) 互为基准原则。当两个表面的相互位置精度及其自身的尺寸与形状精度都要求很高时,可采用这两个表面互为基准,进行反复多次加工。

(4) 自为基准原则。某些要求加工余量小而均匀的精加工工序,可选择加工表面自身作为定位基准。

除了上述原则外,精基准的选择还应便于工件定位、稳定、刚性好、变形小和夹具结构简单、操作方便。

2.2 定位基准的选择

2.2.1 基准要求

该阀体采用全壳模铸造工艺,铸件外形尺寸精度高,公差都能很好地控制在0.5mm范围内,完全可以用阀体三头法兰外圆作为定位粗基准进行加工。同时,考虑产品的尺寸精度和形位公差精度要求,宜采用数控车床和加工中心等设备加工,以保证阀体的尺寸公差和形位公差。

该产品以阀体中口内孔 $\phi 120 \pm 0.1$ 为基面A,中口内孔 $\phi 145^{+0.063}_0$ 与基面A的同轴度要求为0.1mm,阀座内孔 $\phi 100 \pm 0.1$ 与基面A的同轴度要求为0.1mm,阀座内孔 $\phi 100^{+0.054}_0$ 与基面A的同轴度要求为0.1mm,中口端平面与基面A的垂直度要求为0.05mm。另一小头外圆与 $\phi 44^{+0.025}_{-0.087}$ 与基面A的单跳动度要求为0.2mm。小头内孔 $\phi 20^{+0.054}_0$ 与基面A的单跳动度要求为0.2mm。

该产品两法兰 $8 \times \phi 19^{+0.5}_0$ 螺栓孔中心与阀体通道内孔中心位置度偏差要求不大于1.5mm。8个孔均布,与阀体理论垂直中心线两边分匀,左右两孔中心与阀体理论垂直中心线的夹角都为 22.5° 。两法兰平面的平行度小于0.6mm。

2.2.2 基准确定

按该产品的上述位置公差要求,根据粗基准的保证相互要求的原则、合理分配加工余量的原则、便于工件装夹原则确定两头法兰外圆 $\phi 200$ 和中口法兰外圆 $\phi 175$ 为粗基准;根据精基准的基准重合原则和基准统一原则,确定阀体中口内孔 $\phi 120 \pm 0.1$ 为精基准。

2.2.3 加工顺序

根据该阀体的形位公差要求和确定的粗、精基准。确定阀体各表面的加工顺序如下:第一步,先加工中口平面和中口内孔各档尺寸;第二步,加工小头外圆和内孔各档尺寸;第三步,加工车两法兰平面;第四步,加工阀体肚子部位测量孔和小头上部M5螺纹孔;第五步,钻加工 $\phi 6$ 的长通孔、钻攻中口法兰螺纹孔和铣、钻、攻两法兰顶部的测量孔;第六步,钻加工两头法兰螺栓孔。

2.3 工艺路线的制定

根据该阀体零件的各档尺寸公差要求和形状、位置公差要求,该阀体零件的加工方法主要为粗车加工、精车加工、钻、铣加工以及攻螺纹加工。该阀体的加工难点为如何保证阀体中口各档内孔与小头内孔和外圆的同轴度和跳动度要求,以及 $\phi 6$ 深78孔加工。

(1) 中口内孔尺寸 $\phi 145H8$ 与中口内孔 $\phi 120 \pm 0.1$ 的同轴度 $\phi 0.1$ 的要求,可采用一次装夹同时完成两内孔的粗车、精车。

(2) 小头外圆 $\phi 44H9$ 、小头内孔 $\phi 20H9$ 与中口内孔 $\phi 120 \pm 0.1$ 的跳动度0.2mm的要求;可采用在

CK6180数控车床上装上专用旋转工作台,该工作台为特制工作台,定制费用一般在6万~10万元,最小分度为0.01度,可完全保证 180° 的旋转精度从而保证小头内孔、外圆对中口内孔的跳动度要求。

(3) $\phi 6$ 深128孔加工,在一般的台钻和摇臂钻都无法保证钻孔的垂直和78的尺寸位置,考虑在卧式加工中心定制加长钻头,设定合理的加工参数来加工。

加工工艺顺序为在工作台上安装专用夹具,粗、精车加工完中口各档尺寸后,工作台自动旋转 180° 后加工车加工小头各档尺寸,这样运用工作台的旋转精度,一次装夹完成中口、小头的加工和两法兰平面的加工,可完全满足阀体中口各档内孔与小头内孔和外圆的同轴度以及跳动度要求。完成中口和小头的加工后,考虑到产品的 $\phi 6$ 深孔加工难度,结合产品的高精度要求和工厂的实际设备配备情况,确定运用H63卧式加工中心其中一个工作台配合专用夹具进行阀肚部位测量孔钻孔加工和小头的G1/4螺纹孔加工,运用H63卧式加工中心另一个工作台配合专用夹具进行 $\phi 6$ 深孔钻加工和中口法兰的4-M12螺纹孔加工,工作台旋转 180° 后进行法兰顶部2个测量孔的铣、钻和攻螺纹加工。然后该工作台各旋转 90° 完成两端法兰面的 $8-\phi 19$ 螺栓孔的加工。该工艺路线装夹次数少,一个阀体只需装夹三次,即可完成全部加工。同轴度和跳动度的要求完全由专用工作台和设备工装来保证;在普通钻床无法完成 $\phi 6$ 深128钻孔加工的情况下,运用工厂的现有双工作台H63卧式加工中心一次性完成 $\phi 6$ 深孔加工、两法兰顶部测量孔加工和两法兰孔螺纹孔的加工,不仅节省了装夹时间,同时该设备又很好保证了各道工序的加工精度。综合分析,该工艺方案已是最佳工艺方案。

2.4 工艺卡的编写

切削用量是切削时各运动参数的总称,包括切削速度、进给量和切削深度。与某一工序的切削用量有密切关系的刀具寿命,一般分为该工序单件成本最低的经济寿命和最大生产率寿命两类。按前者选择的切削用量称为最低成本切削用量,这是通常使用的;按后者选择的切削用量称为最大生产率切削用量,一般在生产任务紧迫时使用。工厂实际生产中往往会根据生产任务和刀具的考核来综合确定切削用量,并兼顾成本和生产效率。

DN80流量调节阀分三次装夹即可完成全部加工。

第一次装夹的加工工序为阀体中口和小头加工工序,具体如下:

产品名称:DN80流量调节阀体。

过程名称:阀体车中口平面、倒角、内孔、螺纹、割槽。

工装设备:CK6180数控车床、车床专用旋转工作台、专用夹具。

检验量具:游标卡尺、深度尺、通止规。

工步内容:

(1) 将 DN80 流量调节阀体放入 CK6180 数控车床专用旋转工作台的专用夹具中, 用压板压紧阀体。

(2) 车加工中口平面, 控制平面到圆台中心尺寸 $126 \pm 0.5\text{mm}$ 。

(3) 换内孔刀进行粗车、精车, 车内孔 $\phi 145\text{H8}$ 深度 11.5mm ; 车 $R3.25$ 半圆弧; 车内孔 $\phi 120 \pm 0.1\text{mm}$, 表面粗糙度 $Ra1.6$; 车台 $\phi 130$, 控制深度 $20 \pm 0.05\text{mm}$ 和 $1^{+0.5}_0$ 尺寸; 车放大图内尺寸控制 $\phi 125 \pm 0.1\text{mm}$ 、 $R1$ 、 $R0.2$ 和 $4.5^{+0.1}_0$ 尺寸; 车螺纹底孔 $\phi 107.8$, 倒角 1 , 控制深度 $20.5 \pm 0.1\text{mm}$; 车内孔 $\phi 100\text{H8}$, 倒角 $1.5 \times 20^\circ$, 表面粗糙度 $Ra1.6$ 。

(4) 换螺纹刀、车 $M110 \times 27\text{H}$ 螺纹, 深 15^{+1}_0mm 。

(5) 车 $\phi 145$ 处台阶, 控制 $15^{+0.1}_0$ 及内半圆弧 $R3.25$, 控制高度 3.5 , 光滑过渡。

(6) 用割槽刀割 $\phi 151 \times 3\text{mm}$, 控制槽的深度 6mm 。

(7) 工件旋转 180° 。

(8) 车小头端面, 控制阀体总高度 (263.5mm), 车外圆 $\phi 44\text{f9}$, 控制总长度 34mm , 倒角 $C0.5$ 。

(9) 用 $\phi 19$ 钻头钻出小头内孔, 留 1mm 精车余量。

(10) 车 $\phi 31$ 深度 8mm , 车 $\phi 30$, 至端面深度为 $24^{+0.2}_0$; 车台阶 $\phi 25 \pm 0.05\text{mm}$, $R0.5$, 深度 2.5mm ; 45° 倒角, 车内孔 $\phi 20^{+0.052}_0\text{mm}$ 。

(11) 换螺纹刀, 车内螺纹 $M24 \times 1.5$, 有效螺纹深度 13mm 。

(12) 换专用成形刀, 以小头端面为基准, 距离外圆底端 14.2mm 高度处进刀, 车圆弧槽, 弧面半径为 $R5$, 槽内径 $\phi 37$, 表面粗糙度为 $Ra3.2$ 。

第二次装夹的加工工序为阀肚测量孔、小头螺纹、两头法兰孔, 具体如下:

产品名称: DN80 流量调节阀体 (LPICV-80)。

过程名称: 阀肚测量孔、小头螺纹、两头法兰孔。

工装设备: THM-63H 卧式加工中心、专用夹具。

检验量具: 游标卡尺、高度尺、通止规、螺纹规。

工步内容:

(1) 将 DN80 流量调节阀体中口朝下, 内孔和中口法兰平面定位放入专用夹具中, 用压板压紧阀体。

(2) 在阀体侧面钻 $\phi 5$ 通孔, 控制尺寸 $125.50^{+0.05}_0\text{mm}$, 用 $\phi 11.7$ 钻头钻孔至孔深 15mm , 铣台阶 $\phi 16.4 \pm 0.05\text{mm}$, 深度 4.5mm , 底部圆角 $R0.5$; 攻螺纹 $G1/4$, 控制有效螺纹深度至端面尺寸 $12 \pm 0.5\text{mm}$ 。

(3) 用 $\phi 4.5$ 钻头钻孔, 控制小头台阶距离 14.2mm 。

(4) 旋转底座方向, 加工小头螺纹。

(5) 用 $\phi 4.1$ 钻头打螺纹底孔, 孔的中心距离小头

端面 4mm , 用 M5 丝攻攻螺纹。

(6) 旋转底座 90° , 加工法兰螺栓孔 $8-\phi 19$; 旋转 180° , 加工另一头法兰螺栓孔 $8-\phi 19$ 。

第三次装夹加工工序为加工 $\phi 6 \times 78$ 深孔、中口法兰螺纹、两法兰顶端测量孔。

产品名称: DN80 流量调节阀体 (LPICV-80)。

过程名称: 加工 $\phi 6 \times 78$ 深孔、中口法兰螺纹、两法兰顶端测量孔。

工装设备: THM-63H 卧式加工中心、专用夹具。

检验量具: 游标卡尺、深度尺、通止规、螺纹规。

工步内容:

(1) 将 DN80 流量调节阀体水平放置在专用夹具中, 定位螺栓调整中口位置, 用扳手顺 M20 螺杆往下拧 M20 螺母, 推动压板压紧阀体。

(2) 在中口法兰上用 $\phi 6$ 加长钻头钻孔, 控制尺寸 78mm , 加工中心主轴转速 2400r/min , 进给量 180mm/min 。

(3) 用 $\phi 10.1$ 钻头钻螺纹底孔 $4 \times \phi 10.1\text{mm}$, 孔中心距为 $\phi 185\text{mm}$, 45° 均布。

(4) 用 M12 丝锥攻 $4-M2 \times 1.75$ 螺纹。

(5) 旋转工作台 180° , 在两端法兰顶部测量孔部位钻 $\phi 5$ 通孔, 控制尺寸 138^{+10}_0mm , 用 $\phi 11.7$ 钻头钻孔至孔深 15mm , 铣台阶 $\phi 16.4 \pm 0.05\text{mm}$, 深度 4.5mm , 底部圆角 $R0.5$; 攻螺纹 $G1/4$, 控制有效螺纹深度 7.5mm 。

3 结语

通过对 DN80 规格流量阀体加工工艺的设计, 对流量阀体的加工方法和加工过程有了深入的认识, 并且所设计的加工工艺经过实践证明是结合工厂实际情况的最优工艺方案。其他规格如 DN50、DN65、DN100、DN125、DN150、DN200 的流量阀体的加工工艺方案可以参考 DN80 规格成熟方案进行设计, 同时该加工工艺对其他厂家的在流量阀体加工工艺方面有很大的借鉴和参考作用。

参考文献:

- [1] 李益民. 机械制造工艺设计简明手册 (第 2 版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2014.
- [2] 赵如福. 金属机械加工工艺人员手册 (第 4 版) [M]. 上海: 上海科学技术出版社, 2006.
- [3] 李昌年. 机床夹具设计与制造 (第 2 版) [M]. 北京: 机械工业出版社, 2012.
- [4] 吴拓. 简明机床夹具设计手册 [M]. 北京: 化学工业出版社, 2010.

作者简介: 张雪根 (1972.08-), 男, 汉族, 浙江杭州人, 本科, 工程师, 研究方向: 阀门产品加工工艺设计和材料开发。