

应用 CNC 技术提高柴油机缸套孔精镗床 的加工精度及加工柔性

陈为民

咸斌 华茂发

(江苏江动集团,盐城,224001 盐城工学院机械工程系,盐城,224003)

摘 要 针对多缸柴油机缸套孔原精镗加工存在的问题,应用经济型数控系统对机床实行机电液一体化控制,并着重介绍了应用 CNC 技术精确设定开环控制系统的机械原点、提高传动精度及使用专用机床加工柔性化的方法。

关键词 CNC 技术 机械原点 传动精度 柔性化

分类号 TG53

1 项目提出

多缸体柴油机机体缸套孔精镗是机体加工过程中的一道重要工序,孔与孔之间尺寸精度及相互位置精度直接影响到整机的使用功能。过去江动集团用该道工序的机床是液压控制的单立柱专用镗床,该机床专为 2 缸、缸中心距为 120mm 的柴油机的机体加工设计。当生产四缸柴油机时,机体必须两次安装,转位 180°才能完成,加工方案如图 1 所示。工件在机床上采用一面两销定位,工作台由液压系统驱动,靠死档铁进行左、右定位。第一次装夹镗孔 1 和孔 3,第二次装夹镗孔 2 和孔 4。影响其加工精度的因素有:(1)液压系统压力波动导致挡块接触变形不稳定;(2)调整误差;(3)两次安装误差;(4)挡块与工作台接触面上吸附灰尘及铁屑;(5)夹紧变形;(6)过程误差。特别是调头 180°两次安装,使缸孔中心线的位置度产生较大误差。

如何用比较经济的方案实现有效的改造,江动集团与大专院校合作,应用经济型数控系统,并结合 PLC 与机床的液压系统,对原机床进行数控改造,实现了机电液一体化控制,提高

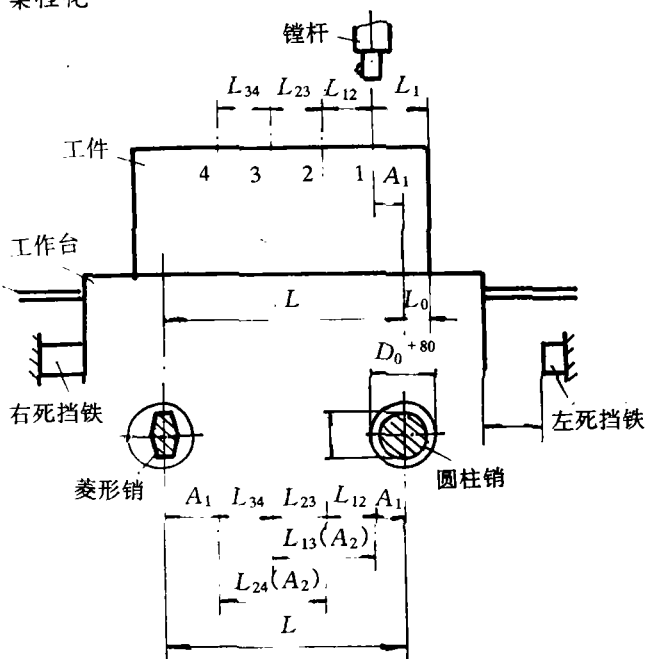


图 1 原加工方案示意图

了机床的加工精度及加工柔性,收到了显著的经济效益。

2 总控系统组成

图2为我们技改后的机电液控制系统框图。其中CNC系统控制机床工作台的单坐标运动(步进、开环);向PLC发出启动镗头向下指令、接受镗杆退出缸套孔信号、接收工作台回到机械原点信号。PLC控制液压系统实现工件的定位、夹紧、松开和镗头的快进、工进及快退等动作。

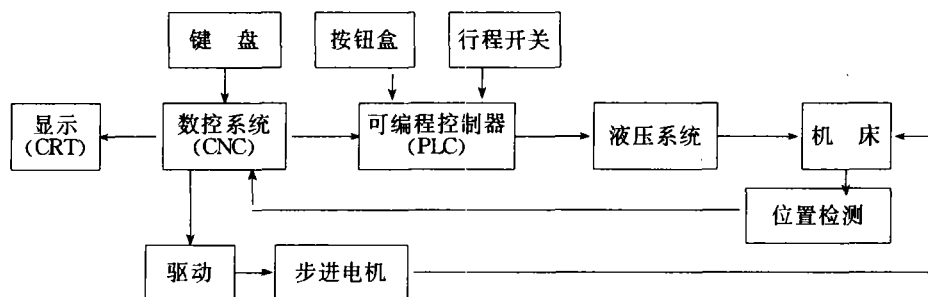


图2 机电液控制系统框图

3 提高加工精度的措施

镗削多缸机缸套孔,采用开环快速点位控制方式,要提高其加工精度,关键是如何准确定位和提高传动精度。为此,我们除了选用高精度的滚珠丝杠外,还采取了以下两点措施。

3.1 粗、精两次定位,精确设定机械原点

机体在机床上占据的位置准确与否,直接影响到孔的位置精度。为了提高机体在机床上的重复定位精度,我们通过粗、精两次定位,精确设定机械原点的方法,提高其定位精度。具体方

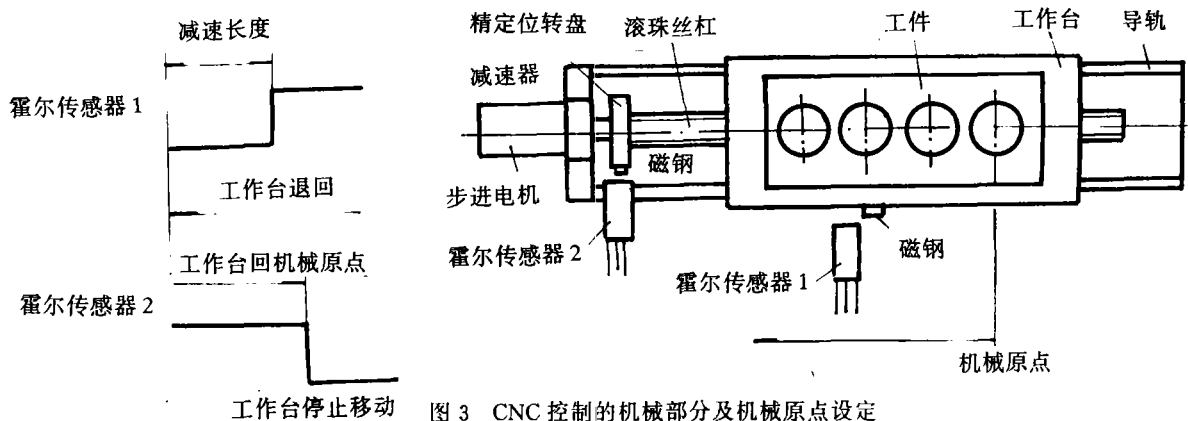


图3 CNC控制的机械部分及机械原点设定

法如图3所示,用霍尔传感器1作粗定位,霍尔传感器2作精定位。在机体上所有孔都加工完毕后,工作台快速在向X正方向移动过程中,CNC系统访问霍尔传感器1,当信号为低时,工作台开始减速,走完一定的减速步数后,工作台向X负方向低速移动,当磁钢离开霍尔传感器1后,霍尔传感器1的信号变高。CNC系统接收霍尔传感器1的信号为高后,再访问霍尔传感器2,若霍尔传感器2的信号为高,则继续以低速向X负方向移动,直至霍尔传感器2的信号

变低,工作台停止移动。图 4 是整个定位过程的程序框图。

现将定位误差分析计算如下:

设精定位转盘直径为 d_1 , 滚珠丝杠的直径为 d_2 , 导程为 T , 霍尔传感器的重复定位误差为 δ_H , 则转角重复定位误差 δ_θ (图 5(a)) 为:

$$\delta_\theta = \frac{2\delta_H}{d_1}$$

当 δ_H 一定时, d_1 取适当的值, 可使

$$\delta_\theta \leq i\theta \times \frac{\pi}{180} (\text{弧度})$$

即转角误差不大于滚珠丝杠的步距角。式中 i 是步进电机与丝杠间减速器的传动比, θ 是步进电机的步距角。

工作台的直线重复定位误差 δ_x (图 5(b))

为:

$$\delta_x = T \cdot \frac{\delta_\theta}{2\pi} \leq \frac{Ti\theta}{360}$$

在改造中, 我们取精定位转盘的直径为 $d_1 = 80\text{mm}$, 减速器的传动比 $i = 1/2.4$, 步进电机的步距角 $\theta = 0.72^\circ$, 滚珠丝杠的导程 $T = 6\text{mm}$, 选用的霍尔传感器是南京半导体器件总厂生产的 HK 系列产品, 其 $\delta_H < 0.02\text{mm}$ 。经计算 (满足条件 $\delta_H = 2\delta_H/d_1 < i\theta \times \pi/180$ (弧度)), 机床工作台重复定位精度 $\delta_x \leq 0.005\text{mm}$, 足以满足工件的定位精度要求。

3.2 同向回机械原点及预加载, 以提高传动精度

从步进电机到工作台之间的传动元件, 如丝杠螺母、联轴器及减速器等, 不可避免地存在着间隙、弹性变形等, 它们将以传动误差的形式反映到工件上, 影响孔的位置精度。为了消除传动误差对加工精度的影响, 采用同向回机械原点的方法 (如图 3 所示), 在工作台回到机械原点后, 处于静止状态下, 电机锁紧丝杠。电机的保持力矩与工作台和导轨间的摩擦力产生的反力矩组成一对平衡力矩, 使传动元件产生扭转变形。在加工过程中, 因工作台的快速点位移方向

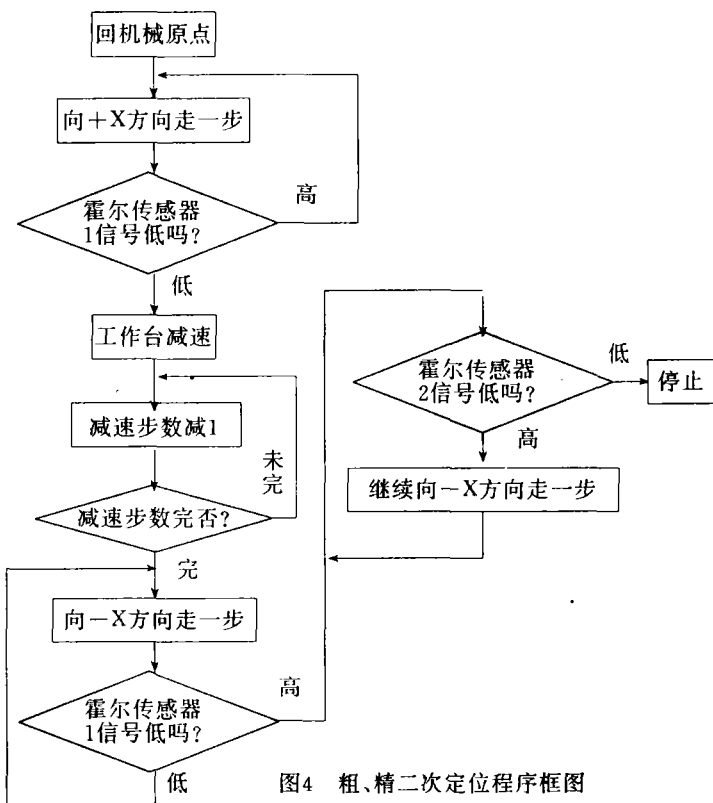


图4 粗、精二次定位程序框图

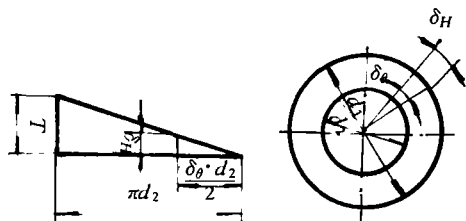


图5 重复定位误差

与回机械原点的方向相同,所以传动元件的扭转变形和间隙方向均保持不变,因而可消除传动误差对加工精度的影响。

此外,为防止主切削力的作用,导致工作台来回窜动,改变间隙方向及扭转变形,适当预紧工作台下的压板,使工作台与导轨间的摩擦力大于主切削力,保持间隙方向及扭转变形不变,从而提高孔的位置精度及表面质量。

4 应用 CNC 编程技术,提高机床加工柔性

应用 CNC 系统,并结合 PLC 及液压系统,对机床实行一体化控制后,可将多种机体缸套孔精镗加工工序编出相应的加工程序,存入 CNC 系统。当变换产品时,只需要适当调整夹具,调出相应的加工程序,即可投入批量生产,质量可靠、柔性强,特别适应当前市场波动性大、品种变换频繁的需求。下面是所用经济型数控系统的相对坐标编程格式;

行号	指令	坐标值	
N001	G90		建立绝对坐标
N002	G00	X1	移第一孔至加工位置
N003	M90		发指令给 PLC 启动镗头向下,并访问镗杆退出缸套孔位置信号
N004	G91		建立相对坐标
N005	G00	X2	移动一孔距
N006	M90		
.....			
N _{m-3}	G00	x _n	
N _{m-2}	G90		
N _{m-1}	G27		回机械原点
N _m	M02		程序结束

5 CNC 技术使用效果

检验人员抽检了部分 495 柴油机机体,现将部分机体的关键项目检验结果列于下表,并与原方案加工的部分零件的加工精度作一对比:

被测零件号	A1	A2	A3	A4	A5	A6	B1	B2	B3	B4	B5	B6
实测位置度	∅0.08	∅0.10	∅0.08	∅0.09	∅0.12	∅0.08	∅0.02	∅0.02	∅0.04	∅0.03	∅0.02	∅0.02

注:(1)Ai 改造前加工零件号;Bi 改造后加工零件号;

(2)图纸要求  |  | 

6 结论

(1)通过 CNC 技术在缸套孔精镗床上的应用,显著地提高了缸孔精镗的位置精度,同时积累了机、电、液一体化控制的经验。

(2)粗、精二次定位法是开环控制系统避免误差累积和精确设定机械原点的有效方法。

(3)同向回机械原点的方法有利于提高机床的传动精度。

(4)应用 CNC 技术可以提高专机的加工柔性,实现一机多用,减少设备投资。