

大功率曲轴箱体凸轮轴孔 镗刀杆的设计与应用

陕西北方动力有限责任公司 (宝鸡 721300) 董肖敏 李波文

曲轴箱体凸轮轴孔传统的加工工艺方法主要有两种:一种是采用高精度设备两头悬置镗削,以减少镗刀杆的伸长量;另一种是设计专用镗模夹具,在镗刀杆中间适当位置附加支撑,增强长镗刀杆的刚度,减少挠曲变形。本文采用第二种加工工艺重点阐述镗刀杆的设计及制造。

1. 零件结构分析及加工难点分析

(1) 零件结构分析 某型号大功率曲轴箱体的结构尺寸为:长 2 128.5mm,宽 980mm,高 729mm,其上有两组平行的凸轮轴孔,每组凸轮轴孔是由 9 挡支撑组成的同轴孔,每组凸轮轴孔直径均为 $68^{+0.03}_0$ mm,同轴度要求为 $\phi 0.04$ mm、圆度要求为 0.015mm。曲轴箱体每挡隔板长度为 208mm,且凸

轮轴孔周围位置狭小,凸轮轴孔边到曲轴箱体内腔顶部厚度只有 10mm 左右。每挡有缸套螺栓孔毛坯凸出部分且十分明显。

(2) 加工难点分析 大功率曲轴箱体凸轮轴孔的加工难点是轴向距离长,精度要求高。凸轮轴孔总长为 2 128.5mm,直径为 68mm,其长径比为 31.3,属于深孔加工。

2. 大功率曲轴箱体凸轮轴孔镗刀杆的设计

(1) 镗刀杆材料的选定 镗刀杆要求表面硬度高而内部有较好的韧性,因此材料采用 20Cr,其技术要求为:渗碳层深度为 0.8~1.2mm,淬火硬度 55~60HRC,刀夹槽不淬火;导向部分公差采用 g5,其同轴度为 $\phi 0.02$ mm,圆度为 $\phi 0.01$ mm,表面粗糙

度 Ra 1.6。因磁块是有磁性的且极性无法判别,所以当磁块极性装反时,不会被发现,但磁场方向已发生改变。此时霍尔开关内部的霍尔元件受到反向磁场作用,将产生一个反向电压,此电压使霍尔开关关断,从而使光电开关关断,导致刀位信号无输出。重新调整磁块极性。试手动选刀,刀架可以工作,但当选到 4 号位时,刀架会跳过该刀位转向下一刀位。试自动选刀,选 1、2、3 号刀时,刀架虽能工作,但所选刀位与实际刀位相差一个工位。当选 4 号刀时,刀架开始不停转动。此时检测 PLC 输入端的刀位信号,未见异常。由此判断可能是与 4 号刀位相接的 PLC 输入端口损坏。但查看 PLC 用户程序时发现程序中的刀位信号控制端和锁紧信号控制端与图样标示的不相符。即图样标示的 PLC 锁紧信号输入端对应的是 PLC 程序中的 1 号刀位信号控制端,图样所示的 PLC4 号刀位输入端对应的是 PLC 程序中锁紧信号控制端,图样所示

PLC1、2、3 号刀位信号输入端分别对应的是 PLC 程序中 2、3、4 号刀位信号控制端。由此分析产生上述现象的原因是图样所示刀位信号输入端和锁紧信号输入端与 PLC 程序中刀位信号控制端和锁紧信号控制端不符所致。

此问题的解决方法:可以按图样所示修改 PLC 控制程序,也可以依据 PLC 程序修正图样。由于修改 PLC 程序比较麻烦,所以我们采用的是按 PLC 控制程序要求重新对刀位信号线和锁紧信号线进行连接,刀架工作恢复正常。并将图样标示重新修正,以防在今后设备检修时出现误导,造成工作障碍。

3. 结语

综上所述,在排除“刀架出现找不到选定位置”的故障的过程中,先后解决了“刀架电源线开路”、“磁块磁性反向”和“图样与 PLC 控制程序不符”三个问题。MW

(收稿日期:20101119)

度值为 $R_a = 0.8 \mu\text{m}$ ；镗杆在 500mm 长度内弯曲小于 0.01mm；两键（槽）水平位相 $0^\circ \pm 15'$ 。

（2）镗刀杆结构的设计 由于受大功率曲轴箱体各挡凸轮轴孔的结构限制，故在曲轴箱体第 3、第 6 挡增加中间支撑，镗刀杆设计为对应的前、中、后三部分。因凸轮轴孔径为 $68^{+0.03}_0 \text{mm}$ ，为了设计制作方便，考虑到镗刀杆的刚性较差，镗刀杆直径选为 $55^{+0.025}_0 \text{mm}$ ，对应曲轴箱体九挡隔板位置处设有刀夹槽。刀夹选成都英格数控刀具模具有限公司可转位

精密小刀夹 SCLCL10CA-09，刀片选 CCMT09T304。考虑到凸轮轴孔所处位置结构、镗刀杆直径等因素，镗刀杆与轴套采用间隙（ $\phi 0.025 \text{mm}$ ）配合。每个部分之间采用轴承与镗刀杆轴套连接，每部分连接处有一组（1000806 型轴承）轴承轴套，每部分间采用莫氏 4° 锥度连接，调整后打定位销固定。镗刀杆前端开有传递扭矩的定位键槽，后端有安装传递扭矩的定位键，前、后定位键直线度为 0.1mm。设计的凸轮轴孔镗刀杆整体结构如附图所示。

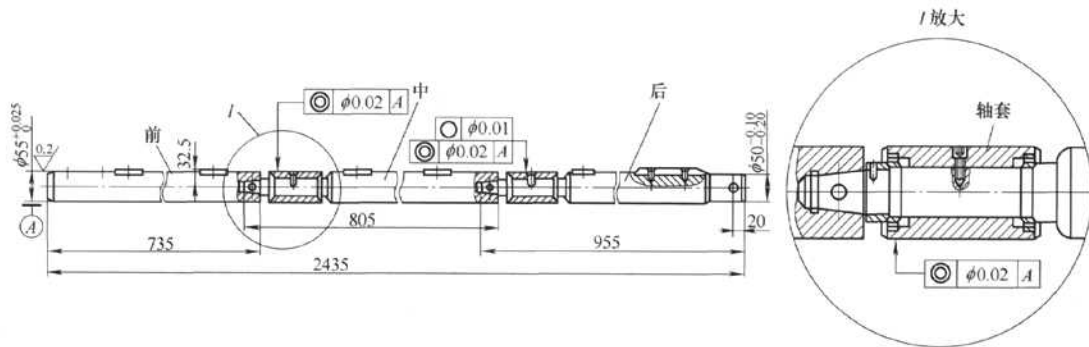


图 1 凸轮轴孔镗刀杆整体结构简图

3. 大功率曲轴箱体凸轮轴孔镗刀杆的制造

（1）镗刀杆的加工工艺 由于受凸轮轴孔结构、镗刀杆制造方面的影响，因此镗刀杆设计成前、中、后三部分。考虑镗刀杆刚性差、易变形的特点，粗加工采用分体加工，精加工采用整体加工。

工艺过程为：下料→粗车外径→车两端面打中心孔→半精车外径→车连接处内外锥度→铣刀夹槽及导向键槽→热处理→粗精磨连接处内外锥度→装轴承套组各段作定位销孔→整体粗磨→稳定处理→整体精磨至总图尺寸。

（2）轴套的加工工艺 轴套起连接各部分镗刀杆，并且在支架孔内导向作用，是整体镗刀杆的关键部分。因此，轴套要求硬度高、耐磨，材料采用 20Cr，直径 $55^{+0.025}_0 \text{mm}$ 。

工艺过程为：下料→粗车外径→车两端面打中心孔→粗车内孔及台阶→调头粗车内孔及台阶切槽→半精车外径→钻台阶孔→热处理→粗磨内孔→稳定处理→精磨内孔至图中尺寸→装配后与镗杆整体精磨至总图尺寸。

4. 大功率曲轴箱体凸轮轴孔的检测

通过对加工的大功率曲轴箱体两组凸轮轴孔的

尺寸精度及形位公差进行检测，第一组凸轮轴孔的尺寸精度为 $\phi 68.022 \sim \phi 68.025 \text{mm}$ ；圆度为 0.009 ~ 0.015mm；同轴度为 $\phi 0.012 \sim \phi 0.040 \text{mm}$ ；第二组分别为 $\phi 68.025 \sim \phi 68.030 \text{mm}$ ；0.010 ~ 0.015mm； $\phi 0.020 \sim \phi 0.035 \text{mm}$ 。检测结果表明，用该镗刀杆加工的大功率曲轴箱体凸轮轴孔，不论是尺寸精度还是形位公差都能满足产品的图样要求。

5. 结语

（1）由于在镗刀杆上采用了可调小刀夹、机夹刀片，保证了凸轮轴孔尺寸精度及形位公差。调刀方便，节省了辅助时间。

（2）镗刀杆上设计了两处滚动轴套，在轴套与中间镗模间注入润滑油润滑，使轴套与中间镗模间产生油膜滑动，减少了镗刀杆与轴套间的干摩擦，避免了镗刀杆与中间镗模轴套的咬死，提高了镗刀杆的使用寿命。

（3）大功率曲轴箱体凸轮轴孔的加工精度，主要取决于镗刀杆的制造精度。

（4）该镗刀杆在加工大功率曲轴箱体凸轮轴孔上得到了成功使用。它设计制造成本较低，具有推广应用价值。MW （收稿日期：20101105）