

TK68125A 主轴低头问题的解决

江苏多棱数控机床股份有限公司 (常州 213012) 夏向阳 马 励

TK68125A 是根据“十五”国家科技攻关计划《大型镗铣数控机床及关键技术开发》课题中的专题项目《TK68125A 落地式数控镗铣床》开发设计的一台落地式六轴五联动数控镗铣床。立柱横向移动为 X 轴, 滑板带动滑枕在立柱上上下下移动为 Y 轴, 滑枕作前后进给为 Z 轴, 固定工作台旁边附加的数控转台为 B 轴, A 轴、 C 轴固定在滑枕头部作回转运动, 其中 X 、 Y 、 Z 、 A 、 C 五轴联动。落地式数控镗铣床具有龙门式机床无法替代的工艺适用范围: 开放的工作区域特别适用于超大型、不规则零件的加工, 本机床是一台五轴联动机床, 因此尤其适用于具有空间多曲面零件, 如航空工业中的蜗轮、叶片、桁架等有色金属及轻合金零件的加工。但带有摆动头 A 、 C 轴的方滑枕既大又重, 而且方滑枕的前后进给会导致其重心位置的变化, 故方滑枕的平衡问

题是本机床设计的一个难点。

为攻克这一技术难点, 我们对该机床的滑板和方滑枕分别进行平衡, 滑板和方滑枕的总重量由悬挂在立柱方形内腔里的重锤来平衡, 该套平衡结构比较简单这里不再赘述, 方滑枕的前后进给会导致其重心位置发生变化, 从而产生主轴低头现象, 我们为方滑枕单独设计了一套液压平衡装置解决了这一问题, 下面主要针对这一问题进行深入探讨。在试制过程中我们发现, 虽然在设计过程中考虑到方滑枕的变形问题而加大了方滑枕的截面尺寸, 但由于 A 、 C 轴转动摆头太重, 方滑枕由 $0 \sim 800\text{mm}$ 行程中主轴端部低头达到 0.18mm 。为此我们对其进行分析, 如图 1 所示, 实质上机床的方滑枕悬伸部分就是一个标准的悬伸梁, 图中 F 为方滑枕悬伸部分的重量, L 为方滑枕悬伸部分重心到支点的距离, L_1 为

修的难度。按照先外围后内部的原则, 先排查外部。机床正常时等离子割枪应该在上部发出火焰后, 然后再下降执行等离子切割程序。在手动的方式下单独实验等离子发生器, 外加一个信号让等离子发生器动作, 看有无火焰从割枪内发出。确认后认为等离子发生器本身没问题, 检查等离子割枪的动作单独也没问题。看来是等离子与机床 CNC 的连接互锁部分有问题。再从原理图分析等离子产生火焰及执行程序的条件并逐个排除。在检查到等离子安全区域时发现有个安全开关松动, 其感应的位置不到位, 无信号输出。将其紧固后再开机测试, 机床恢复正常。

例 4: 机床在执行等离子切割程序时能执行, 但不起火焰, 而其后的切割程序能正常执行 (X 、 Y 轴能按程序进行联动)。

既然机床的动作都有, 说明机床的程序是正确的, 外部各个开关的条件也都满足。不起火焰说明等离子发生器启动的条件没有满足。检查等离子发生器的各种保

护元件, 如所用纯水的电阻率、气压的大小、热保护开关的好坏、等离子发生器割枪的喷嘴、等离子发生器与割枪的电缆连接等条件, 检查后都没发现问题。不通过 CNC 给它的启动信号, 外加一启动信号也不行。后偶然发现等离子发生器启动时有个预吹气的条件有问题。指示灯不能按条件准时 ON, 在手动的方式再单独实验可以运行, 但在切换到与 CNC 联机的模式时就有问题。控制此条件的开关是三位置的开关。后检查发现在自动的模式下开关接触不好, 将此元件更换后机床功能恢复。

通过以上的事例说明: 我们在解决机床出现的问题时, 不论各类型的数控设备首先我们要搞清机床的工作原理, 切记盲目动手。对一些故障原因不太明确的现象采用先外后内、先易后难的原则, 在不扩大问题的前提下要敢于动手。这样一般都能发现故障点, 然后按图索骥就能圆满解决各种问题。冷

(收稿日期: 20071015)

方滑枕的高度, ΣF_1 为方滑枕的悬伸部分在重心位置断面所受拉伸力的合力, 正是此力使方滑枕上部产生拉伸变形, 而形成挠度, 产生主轴低头。

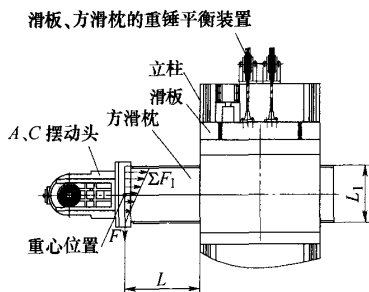


图 1

为了便于分析, 我们将图 1 简化成等效的图 2 所示的简支梁结构, 并假设图中拉杆 a 和支杆 b 为刚性杆, 不会产生变形。F 为方滑枕悬伸部分的重量, L 为重心到支点的距离, 它是 F 对支点的力臂, F 对支点产生一个逆时针的力矩 $M = FL$ 。 ΣF_1 为方滑枕的悬伸部分在重心位置断面所受拉伸力的合力, 这里简化为拉杆 a 产生的拉力。 L_1 为方滑枕的高度, 它是 ΣF_1 对支点的力臂, ΣF_1 对支点产生一个顺时针力矩为 $M_1 = L_1 \Sigma F_1$ 。图中 F_2 为滑板对方滑枕支点的支反力, 由于其力臂为 0, 此力对支点不产生力矩, 故 $M_2 = 0$ 。根据受力平衡原理有 $M + (-M_1) + M_2 = 0$, 这里以逆时针方向为正, 顺时针方向为负, 所以 $FL - L_1 \Sigma F_1 = 0$, $\Sigma F_1 = FL/L_1$, 因为 L_1 大小一定, 所以 L 和 F 越大则 ΣF_1 也越大, 也就是说方滑枕悬伸部分越长, 拉杆 a 产生的拉力 ΣF_1 越大。而实际上方滑枕并不是一个刚性体, 一旦受到 ΣF_1 力的作用它会产生拉伸变形, 受到的 ΣF_1 越大, 变形越大。如图 2 所示, 拉杆 a 由 L 伸长为 $L + \Delta L$, 而支杆 b 会受压变短, L_1 长度不变, 由图中可以看出拉杆 a 与支杆 b 交点下落了 y, 即主轴低头 y。

从以上分析我们看出, 要使方滑枕不低头, 就必须

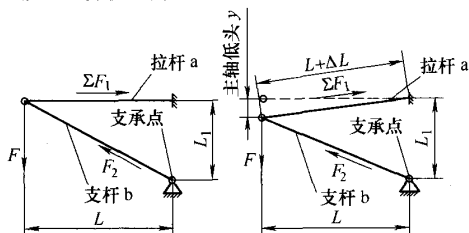


图 2

保证拉杆 a 和支杆 b 不变形, 要使之不变形就要保证拉杆 a 不受力, 为此我们可以增加一个外力, 通过它产生新的转矩来平衡方滑枕悬伸部分的重量带来的转矩 M。如图 3 所示, 我们将一只单向双联液压缸 A 固定在方滑枕前端上方的滑板箱上, 活塞杆连接到方滑枕前端上方。为了分析问题的方便, 我们将图 3 简化成图 4 所示的原理图, 液压缸 A 的活塞杆对方滑枕产生拉力 F_3 , 活塞杆至滑枕底面支点的距离为 L_2 , 它是 F_3 对方滑枕理论支点的力臂, 当活塞杆拉力 F_3 所产生的转矩 $F_3 L_2$ 等于 FL 时, ΣF_1 就等于零, 此时拉杆 a 就不受力, 那么方滑枕就不会产生拉伸变形而自落, 方滑枕端部主轴就不会出现低头现象, 并且当 L 增大或缩小时, 我们只要调整液压缸 A 的胎压, 使 $F_3 L_2$ 始终等于 FL , 方滑枕在全行程的任何位置都不会变形而低头。

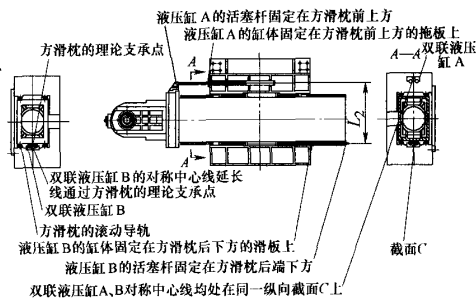


图 3

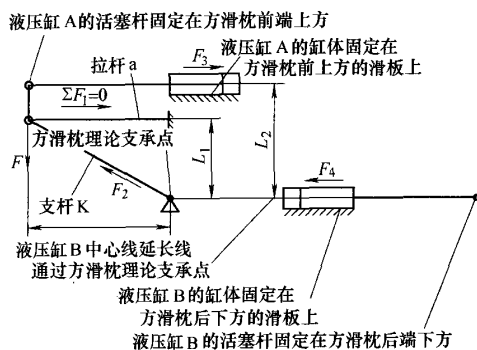


图 4

但新的问题又随之产生, 因为液压缸 A 产生的拉力 F_3 相对于方滑枕来说是一个外力, 它必定要作用在滚珠丝杠上, 且在方滑枕进给到行程最大时, 此力会很大, 是滚珠丝杠所不能承受的, 只有在方滑枕再施加一个与 F_3 大小相等方向相反的力 (即图 4 中的 F_4) 来平

VP2012 加工中心维修案例

山东华源莱动内燃机有限公司装备分公司 (莱阳 265200) 张立华

我们在实际维修中,遇到这样一个故障,一台 VP2012 加工中心正在正常加工模具时,突然故障停机, CRT 显示如下报警:

“1001 液压压力不足”

“1032 刀套不在水平状态”

“506 X、Y、Z 正向硬超程”

“507 X、Y、Z 负向硬超程”

“1010 紧急停止”

该机床采用 FANUC 16 系统,根据故障提示,通过 PMC 状态页面查看相应输入信号状态,结果发现所有的输入点均显示为零。既然是同时报警,要么是一条主故障引发了其他故障,要么就是公共部分出了问题,如电源模块和 I/O 模块。该机床共有四路 24V 直流电源,测量 RD1、RD2 (实际电路图标注符号,非国标,以下类同) 整流电源,一个为 20V,另一个为 30V,而这两路整流电源用的是同一个交流电源,都用 1000NF、100V 的电容滤波,当时以为是电容漏电,将该电容更换,仍然如此。后按照电气图样检查负载电路,发现负载不平衡,负载大的电压降落大,负载小的电压降落小,只需调整负载,就可以缩小这两个电源的电压差。

还有两路 24V 电源由 FANUC 16 电源模块提供,测量其电压为 24V 左右,比较稳定。查看机床电气图,发现一半以上的输入信号是经过其上的 TBI 接线端子板的

衡它。为此,如图 3、图 4 所示,我们将一只单向双联液压缸 B 固定在方滑枕后下方的滑板箱上,活塞杆连接方滑枕后端下方,且液压缸 B 与液压缸 A 缸直径、活塞杆直径大小一样,两液压缸高压油腔串接,因此,无论油压如何变化,两只液压缸都产生大小相等方向相反的力来维持滑枕的平衡。这里液压缸 A、液压缸 B 安装位置很有讲究,如图 3、图 4 所示,液压缸 A、液压缸 B 的对称中心线应处在同一纵向截面 C 上,此截面就是方滑枕上下四根滚动导轨的对称中心面,且液压缸 B 的对

35~40 端子得到电源的,而实际配电箱中的配电板上的 TBI 的 36、37 端子没有接线,也就是说图物不相符。另外,在机床故障停机后,测量这些端子无电压,系统电源模块的保险无熔断指示(如果该保险熔断,则在该保险窗口会看到一白色指示)。通过人工揪线查看这些线的去向,发现它们转到了电气柜底部的转换插接板上,该板上有 14 组转接插接头:其中有 4 组转到 I/O CARD 上,有 6 组转接到机床各独立部件的转接线盒里,1 组至机床操作面板,1 组至电气柜中的继电器板上。在这个查线的过程中又带出十几根与此有关的线。由于该机床有一部分线并不是按照机床电气图进行树状接线,而是就近连线,造成实际接线与机床电气图不是一一对应,接线随意重复,因而给查线带来了相当大的麻烦。因为树状接线,只要在干树枝处切断,则所有的干枝线路就被排除在外,故障的查找也就变得容易,这也是数控机床电气设计强调模块化的理由之一。到此为止,我们静下心来分析故障原因:既然此 24V 电压与这么多线有关而且又有一些线不知从什么地方串过来,应该是哪个干枝线路有问题,但这种查法,牵扯的线头太多,不好理梳,所以,我们决定倒过来从 24V 电源的源头查起,查系统电源模块至 CRT/MDI 的正 24V 正常,至外部信号端的 24V 电源无,拔下 F4 保险并用万用表测量,不通;这说明起初查看该保险时,其已熔断,但

称中心线延长线应通过方滑枕下方的理论支承点,因为只有这样液压缸 B 产生的拉力 F_4 对理论支承点的力臂才为 0,拉力 F_4 才不会给方滑枕带来额外的力矩。而且拉力 F_3 、 F_4 也能够互相抵消,方滑枕的平衡才不会被破坏。至此方滑枕的端部低头问题得到全面解决。

实践证明,这一方法完全解决了主轴头部下垂问题。该机床于已顺利通过国家“十五科技攻关”机床项目专家组的验收,并荣获“中国机械工业科技进步奖三等奖”。冷

(收稿日期:20071022)