

[电气系统]

基于PLC的ZFTK500锥齿轮 铣齿机电气系统改造

文/湖北商贸学院机电与信息工程学院 刘 辉

锥齿轮铣齿机是用来加工齿轮的专用设备，广泛应用于汽车、拖拉机、机床和其他机械制造行业的齿轮加工。通过分析德国Niles公司ZFTK500双刀盘锥齿轮铣齿机的工件加工过程，在此基础上，采用日立E-64HR型PLC对电气系统进行了改造。改造后，提高了工作可靠性，系统运行稳定，并提高了工作效率和加工适应能力。

锥齿轮铣齿机是一类用于齿轮加工的专用机床，其结构复杂。尽管该类机床目前正逐渐向Free-Form型全数控方向发展，但机械摇台式铣齿机在我国锥齿轮生产中仍占有相当大的比重。其中，德国Niles公司生产的ZFTK500，双刀盘锥齿轮铣齿机为半自动铣床。其最大加工齿数为200，最大加工模数为12，加工精度为7，设备机械刚性好。

ZFTK500双刀盘锥齿轮铣齿机工作过程中，单件产品需自动循环工作数十次，自动循环过程由继电器接触器控制。由于机床动作多，使得继电器接触控制器损坏几率较高，造成机床电气故障增多，机床使用效率下降，并且电路控制复杂，给维修人员也增加了困难，延长了机床维修时间，因此需要对其进行数控化改造。

数控改造具有下述优点：

(1) 同购买新机床相比，改造可以降低成本，对于ZFTK500铣齿机这类购置成本高的特殊机床尤为明显，其机械传动系统复杂，基本零部件，如基座、工作台、摇架、分度机构、刀盘等机械性能稳定可靠，可以继续使用。

(2) 由于当年是整机进口，一些磨损件找不到同型号的更换，配合机床数控化改造，将其中的一些元器件更换为目前市场较常见的标准器件，这样今后的维修会更容易和轻松，还可以继

续为厂家服务多年。

(3) 用PLC改造传统的继电器接触控制线路，控制接线显著减少，而且PLC控制系统故障率低，编程便利，调试时间短，结构简单，便于维修。

ZFTK500双刀盘锥齿轮铣齿机工件加工过程

铣齿机的机械部分包括基座、工作台、摇架、分度机构、刀盘等。摇架圆弧运动，刀盘偏心安装在摇架上，分度由专门的分度机构完成。工件由工作台带动，可以前后运动，而刀盘接近工件时，加工齿轮，离开工件时进行分度，从而实现齿轮的连续加工。图1是ZFTK500型锥齿轮铣齿机各机械部分的位置示意图。

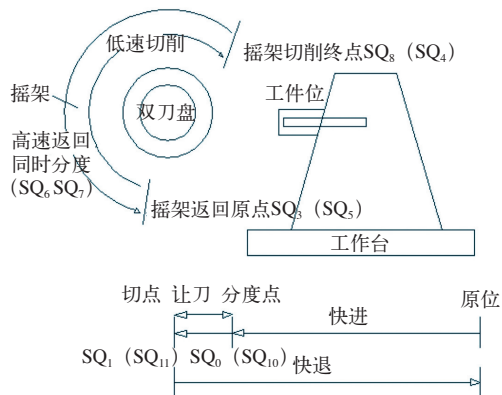


图1 位置示意图

机床主电路如图2所示。其组成包括控制刀盘的电动机、润滑电动机、液压泵、冷却泵、进给电动机、过滤电动机（滤去液压油中的固体颗粒，提高泵的使用寿命）。摇架的正反转由电动机驱动，

通过电磁离合器改变齿轮变速比，从而依靠机械变速实现高速和低速运行。联接臂的夹紧和松开，工件的夹紧和松开，工作台的工速与快速变换都是通过电磁离合器控制油路的通断来完成动作。

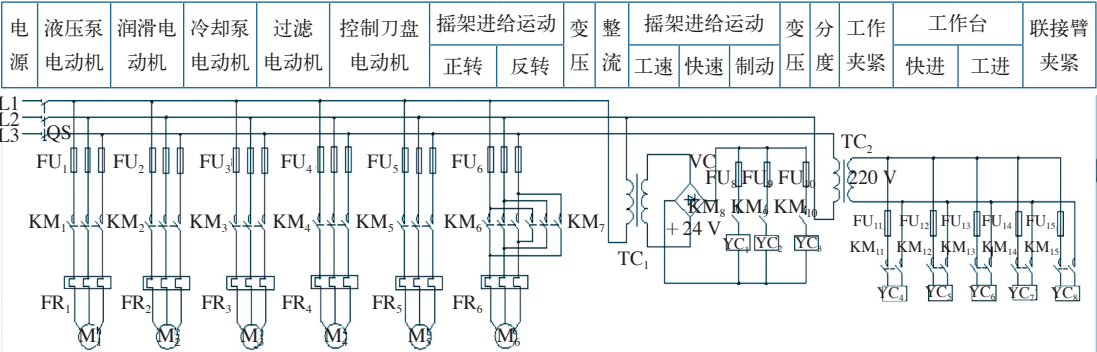


图2 主电路

锥齿轮铣齿机的工作方式有手动和自动两种。手动通过各种按钮来完成相应动作，自动工

作过程按下自动模式的启动按钮SB3后，将按照图3所示工作流程运行。

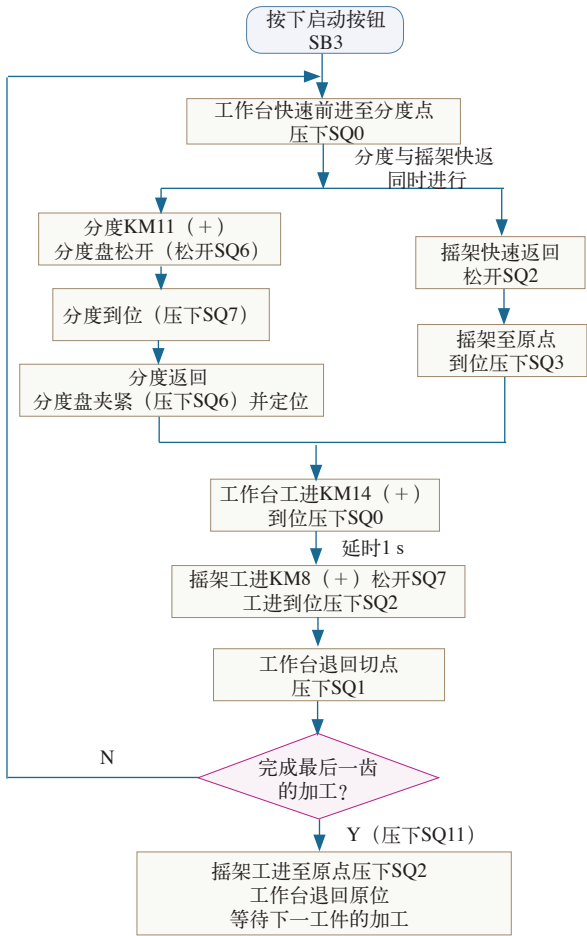


图3 工作过程图

ZFTK500双刀盘锥齿轮铣齿机的电气改造

选择可编程序控制器（PLC）改造原有的继电器接触控制线路。

机床电气系统的信号为按钮、转换开关、接近开关等开关量，输出信号控制接触器线圈和电磁离合器。设计时，必须考虑PLC与外部设备的

隔离，减少故障率。为减少工件撞击引起行程开关位置改变，使用接近开关来检测部件的到位情况，使用行程开关来进行部件的限位保护。

通过分析，ZFTK500锥齿轮铣齿机电气控制系统需要30个输入信号，15个输出信号，考虑今后可能的扩展，要求PLC的I/O口有一定冗余。经过优化比较，选用日立E-64HR型PLC，其中输入点数40点，输出点数24点，输出方式为继电器输出，采用交流220 V供电，在这里，可以用

开关SA1切换PLC的STA和STO实现铣床工作状态的手动和自动转换，非常方便。

根据输入信号与需要执行的动作，进行I/O口分配，具体外部接线和分配如图4所示。使用HIDIC日立公司编程软件LADDER EDITER for Windows，编程时使用辅助继电器触点去驱动接触器线圈，再由接触器的触点去控制电动机和电磁离合器的动作，这样可避免PLC的输出接口直接与驱动设备（电动机和电磁离合器）接在一起，保护PLC。

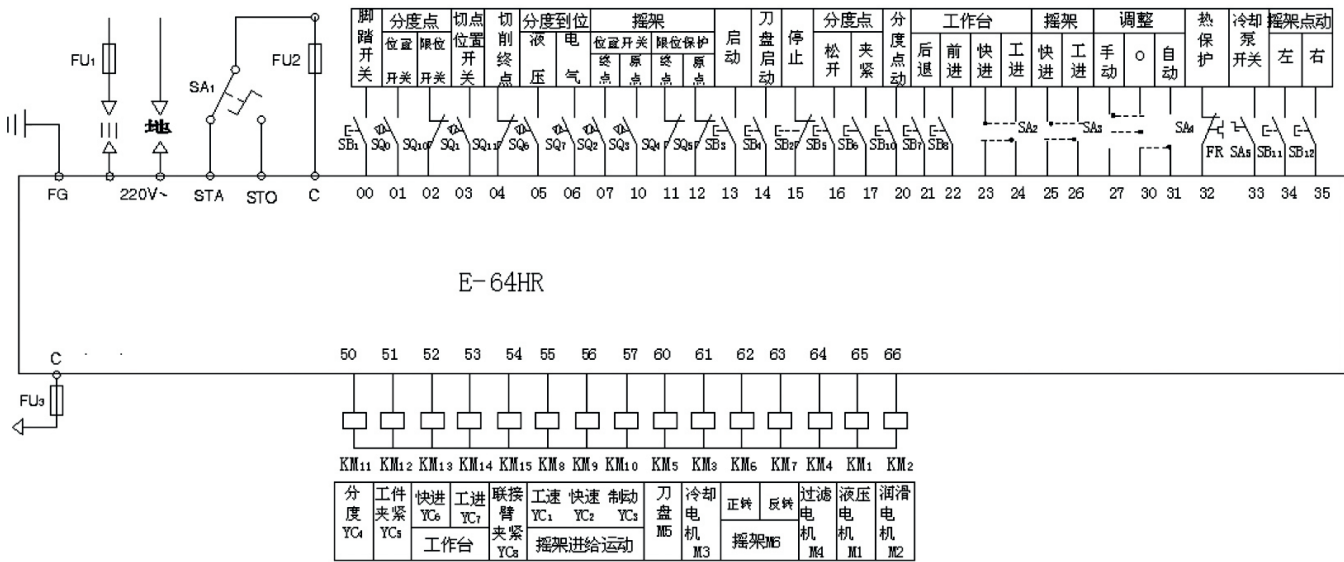


图4 I/O口分配和外部接线图

结束语

经过改造后的机床已经投入使用，并且能够正常稳定运行，设备故障率降低了，加工效率也

得到了提高，企业收到了良好的经济效益。EA

(收稿日期：2015.07.31)

(编辑：白文亭)

(上接第59页)

36.15，占总损失下降的3.5417%。通过无功补偿，系统的总损失下降了4.441%。

表3所示的是功率因数与补偿容量之间的关系。

表3 功率因数变化与线损的关系

节点	有功负荷 /MW	改善后功 率因数	补偿容量 /MW	电压范围 /kV
7	15.94	0.8~0.85	9.08~11.32	109.9~109.5
		0.85~0.9	11.32~13.48	109.5~109.3
		0.9~0.95	13.48~14.88	109.3~108.9
		0.8~0.85	18.55~20.43	109.8~109.5
8	14.42	0.85~0.9	20.43~22.38	109.5~109.1
		0.9~0.95	22.38~24.64	109.1~108.9
18	5.34	0.9~0.95	1~1.83	109.8~109.3

从上面的表中可以看出，随着功率因数的增加，需要补偿的容量也越来越大。电压波动也在相应的范围内。

结束语

本文采用灵敏度分析对无功补偿点进行确定，并在此补偿点进行无功补偿以提高功率因数。运用某地18节点系统进行仿真计算，验证了该方法的实用性和简单性。EA

(收稿日期：2015.07.31)

(编辑：白文亭)