

HJD 型交流恒功率变极调速起货机的 PLC 控制

天津理工学院海运系 赵宏图

1 前言

天津某轮船公司有 80 年代建造的杂货船,其甲板起货机为 HJD 型交流恒功率变极调速起货机,其主要性能为:起货重量为 1.5t、3.0t 和 5.0t 三种,对应的起升速度为 35m/分、40m/分和 24m/分。1.5t 起货机采用 JZF-H5 型 15/15/3kW 三速交流异步电动机;3t 和 5t 起货机采用 JZF-H6 型 26/26/5.5kW 三速交流异步电动机。三速交流异步电动机定子有三套独立的绕组,定子绕组的极对数分别为 4/8/28,对应的同步转速为 1500/750/215r/min。4 极和 8 极中、高速绕组按照恒功率设计,4 极为高速半载极——速度快但是起重量小,用于轻载或空钩运行;8 极为额定中速级,可在额定负载下中速运行;28 极为低速级,其起动力矩大而起动电流小,以适应货物低速起吊和着地的要求。由于其二次回路采用接触器继电器控制,长期使用其线圈、触点易烧毁而造成程序混乱,故障频繁,为此我们将其二次回路改为用 PLC 控制,减少了一部分继电器,经改造后实现了部分无触点控制,经数月运行无故障发生。

2 设计要求(参照系统硬件图)

(1) 合上电源开关 QS,向主电路和控制电路送电。当要使用起货机时,首先要打开电动机的风门,使风门开关 FK 闭合,如果风门不打开,起货电动机不能工作,同时要把装在主令控制器上的电源开关 K 合上。

(2) 换档过程中,为确保电机不会短时失电,中速绕组确实通电后,低速绕组才能断电,从中速到高速时,是按时间原则进行转换的,保证了在任何情况下至少要中速运行 0.5 秒后,才能进入高速运行。

(3) 如果起重量超过半载,电动机不可能进入高速运行而仍然留在中速运行。

(4) 该控制电路从起货第三档快速扳到零位时经历三级制动过程:第一级是高速或中速绕组转换到低速绕组并接通电源进行再生制动;第二级是 FR2 断开前进行机械制动加再生制动;第三级是在 FR2 断开后由电磁制动器进行独立再生制动直到停车。

(5) 该控制电路能保证先完成从起货第三档快速扳到零位时的三级制动停车过程,然后再完成从零位到落货第三档的自动启动过程(或相反),因而可以避免在高速状态下反接制动,上述过程是按“先制动停车再反向启动”的原则进行的,这种制动线路布置称为“逆转矩控制”,“逆转矩控制”可以防止高速反接制动,

能够保证在主令手柄快速来回扳动的情况下起货机能按顺序自动正常工作。

3 保护环节

(1) 为防止重载高速提升货物:主令控制器手柄在第三档时,如果起重量超过半载,KI 动作,使 KM3 不能通电。于是电动机不可能进入高速运行而仍然留在中速运行。

(2) 逆转矩控制:保证先制动停车,后反向起动,防止反接制动的发生。

(3) 应急切断:在应急情况下,将安装在主令控制器上的应急电源开关 K 断开,切断控制电源立即停止运行。

(4) 失压保护:因某些原因使电源失压时,零电压继电器 KI。失电,即使又恢复供电,也必须将主令控制器手柄放回零位,起货机才能再次启动,以防止意外事故。当手柄置 0 时,KI。又开始重新得电了。

(5) 风机电机过载保护:当风机电机长期过载时,FR2 动作,其常闭触点 FR2 断开,风机接触器 KM4 失电,风机停止运行。KM4 失电后,起货机控制电路失电,起货机停止工作。为能使吊在空中的货物能卸到地面,可按下电钮 A 控制开关电路,用低速档放下货物。

(6) 断相保护:起货机主电路和控制电路采用三相供电,当电源的任一相断电,都能使控制电路失电,电动机和电源断开,以防单相运行损坏电机。

(7) 28 极低速绕组过载保护:通过 FR1 来实现,当 T2 调整不当或 YB 放电电阻调整不当时,可能发生 28 级绕组通电堵转时间过长而烧毁电机的情况,为防止这种情况发生,将 FR1 整定在 $2I_e$,可在 15 秒内切断电源。

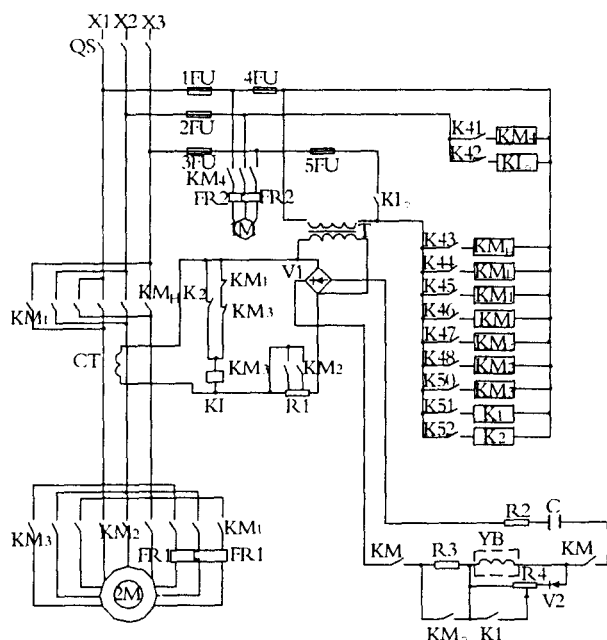
(8) 起货电动机热保护:通过设在电机内部的温度继电器 WJ 来实现,当电动机内部温度超过 130 度(误差 10%)时,PLC 的输入点 WJ 断开,KI。失电,电动机电路停止工作,可用电钮 A 检查 WJ 是否已经动作或已损坏。

(9) 电气连锁保护:方向接触器 KMH 和 KML 采用电气连锁,防止两者同时吸合造成电源短路。

(10) 系统防止从高速到低速档时,不使 KM 断电,使制动器保持松闸状态。另外,当手柄在第一档时,出现 KM1 线圈断电或在第二、三档时 KM2 线圈断点故障时,都会经延时后,KM 将断电,YB 进行刹车,防止货物自由跌落。

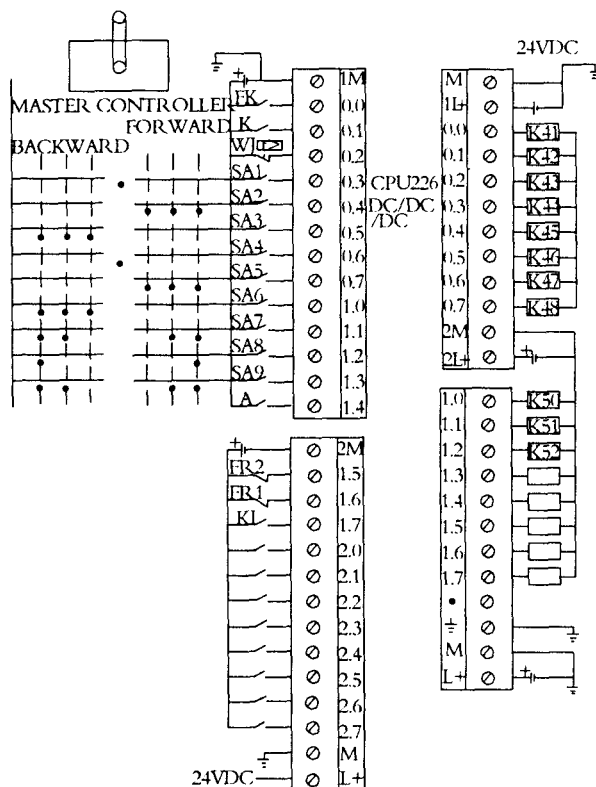
4 系统硬件图

4.1 主回路



4.2 PLC 的 I/O 端子接线图

机型选择 Siemens CPU226 DC/DC/DC 输入 24 点, 输出 16 点



4.3 I/O 对照表

输入触点	信号内容	输出触点	信号内容
10.0 FK	风门开关	Q0.0 KM4	风机接触器
10.1 K	控制电源开关	Q0.1 KI	零电压继电器
10.2 WJ	电机内部温度继电器	Q0.2 KM _H	上升接触器
10.3~11.3 SA1~SA9	主令控制器	Q0.3 KM _L	下降接触器
11.4 A	按钮	Q0.4 KM _I	低速接触器
11.5 FR2	风机热继电器	Q0.5 KM	制动接触器
11.6 FR1	起货电机热继电器	Q0.6 KM ₀	强励接触器
11.7 K1	负载继电器	Q0.7 KM ₂	中速接触器
		Q1.0 KM ₃	高速接触器
		Q1.1	直流时间继电器
		Q1.2	交流时间继电器
		K1	中间继电器
		K2	中间继电器
		CT	电流互感器

5 控制逻辑图

