

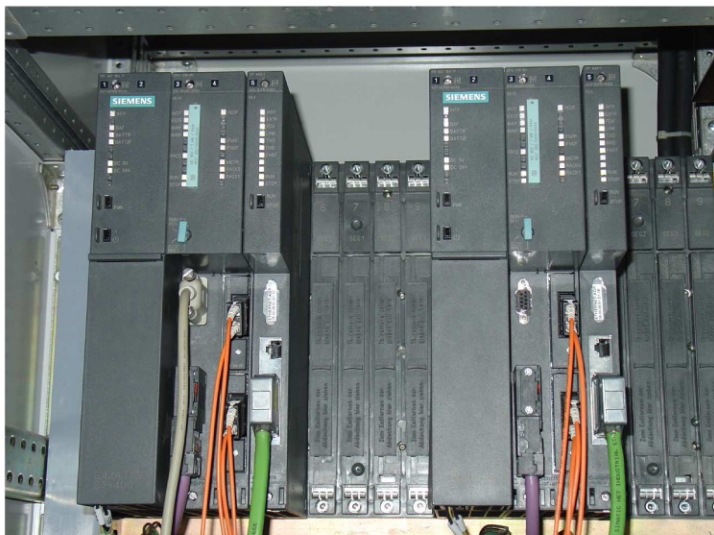
S7-400H在石油钻机中的应用

摘要：本文重点介绍了以Siemens S7 PLC为核心，采用现场总线分布式控制系统（FCS），在我公司生产的电动钻机控制系统中的应用、特点、系统结构与实现方式。

关键词：可编程逻辑控制器、现场总线、PMS、电子防碰、自动送钻

一、项目简介

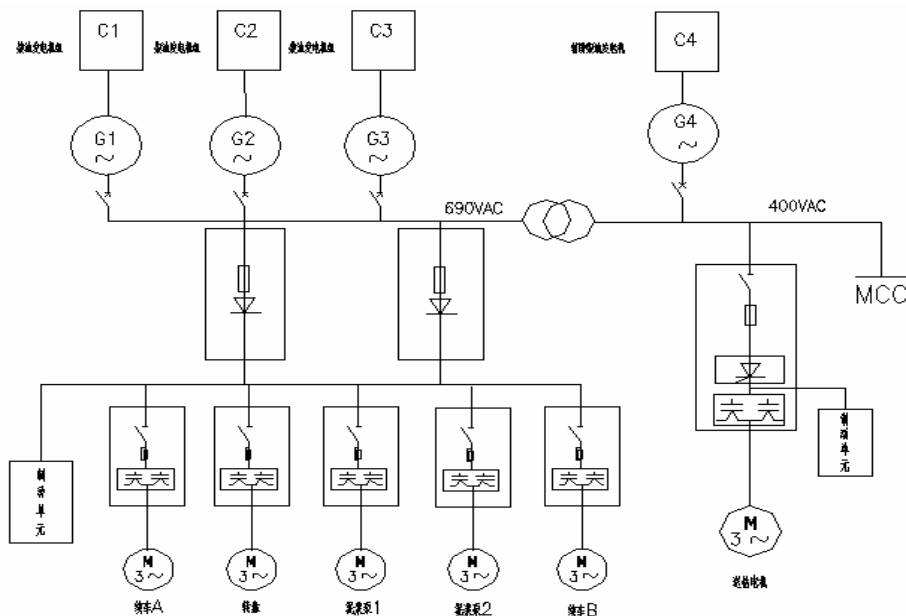
1. 该套设备客户是塔西南石油勘探局，现在地新疆库车。
2. 该设备的智能控制系统以 Siemens 公司高性能的 PLC 为控制核心，通过现场总线技术把数字化设备组成 Profibus-DP 网络，实现多台逆变器、触摸屏、工控机的通讯。
3. PLC 用了 S7-400H 的 CPU：6ES7 414-4HJ00-0AB0；远程从站采用了 ET200M：IM153-2AA02-0XB0；连接变频器采用了 Y-LINK：6ES7 157-0AA82-0XA0 等等。



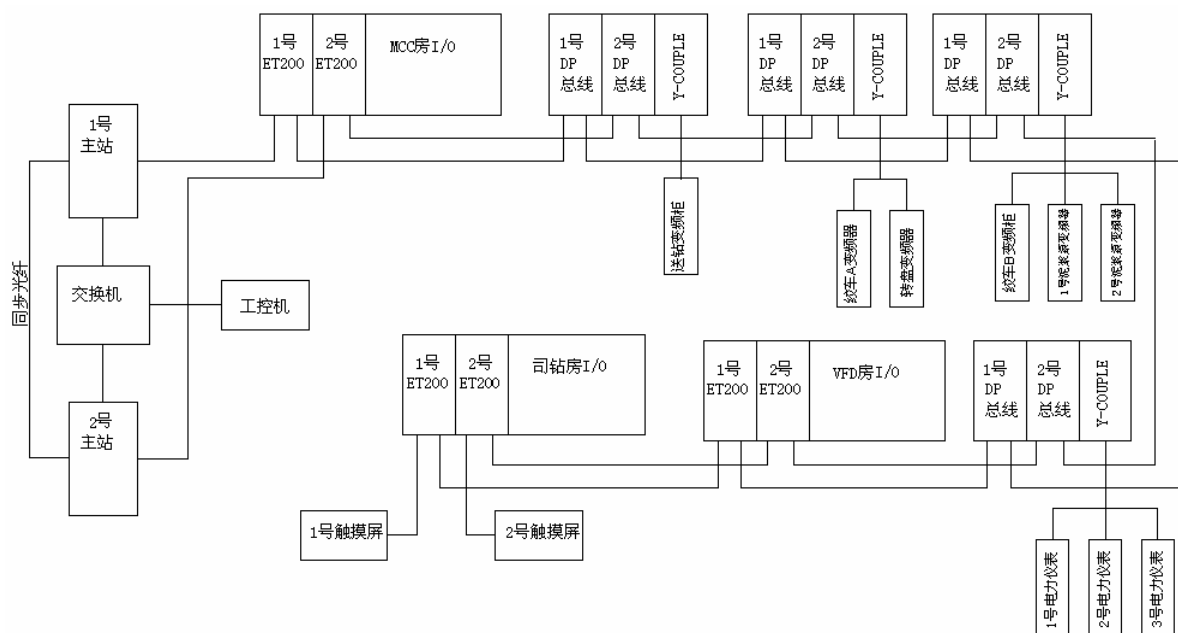
二、控制系统构成

1. 整个设备中构成情况如下：CPU S7-400H、I/O 站控制继电器等、变频器、逆变器、电力仪表、HMI、数据交换机、工控机等通过 Profibus-DP 组成一个现场工业级网络；通过成本的考虑 I/O 站点应用了 S7-300 的模块，所以应用到了 Y-LINK 模块。

系统的硬件配置图如下，需要检测的电力仪表有四个，需要控制的逆变器有 5 台变频器 1 台，需要控制的断路器，配电单元若干：



网络结构图如下：



冗余型的 PLC 通过同步光纤进行数据交换，互为备用，又都可以做主机，也都可以做从机；通过交换机连接工控机，存储打井数据；Profibus-DP 电缆连接各个控制单元。

2. 钻机系统也使用非冗余的 PLC 系统，但为保万全，有另一套继电器回路直接控制各个单元，作为应急控制系统。冗余 PLC 没有过多的模拟电路，控制精度高，冗余控制切换不需要时间，不停止工作，就不会造成不良影响。

三、控制系统完成的功能

整个系统由不同的子系统构成，下面简介各个子系统。

1. 动力测量控制系统 PMS。

挂在 DP 网上的电力仪表采集发每台发电机组的在线频率、电压、电流、功率、运行情况，通过 DP 网传送给 CPU，为控制发电机组的并车，下网提供数据依据。并且动态的显示在触摸屏上，让控制人员能直观的了解动力使用情况。

2. 转盘电动控制自动化

转盘电机由一台逆变器直接驱动，并且采用编码器信号回馈方式构成系统的闭环控制，控制精度更高，工作效率大大提高。且通过触摸屏可设置逆变器的最大输出扭矩，保证了在异常时不会因为过扭矩而造成扭断钻杆的情况。

3. 绞车电动控制自动化

逆变器带动变频电机从而驱动绞车，CPU通过逆变器、滚筒编码器，采集绞车电机的运行参数和滚筒的转速等数字信号，可判断游车所处的起下钻工况，计算出游车的位置、游动系统的悬重、速度、通过CPU数字程序发出控制信号，使绞车电机以设定的速度驱动滚筒，实现绞车起下钻合理的功率利用和工作时效。

4. 泥浆泵电动控制自动化

PLC采集逆变器上泥浆泵电机的运行参数，计算出排量、冲数等显示在触摸屏上。实现了连续低冲数的工况，及泥浆注入系统的精度提高，做到了以下优点：保持持续的钻井液压力和高流速，延长钻头使用寿命，减少泵组件及压力管线的疲劳、损坏，提高井身质量及定向精度。

5. 电子防撞系统

通过高速记数模块采集滚筒编码器的数据，计算出游车的位置，触摸屏上的上下停车点设置，CPU 进行数据的比较，做出提前的减速以及预警，有效的防止了上碰下砸这一高危事故。

6. 井场数据采集系统

该系统通过现场的传感器，将标准的 4-20mA 模拟信号传送回 PLC，CPU 通过计算完成数据的数字化处理。最终显示在触摸屏上，司钻控制人员能迅速的了解全井的工作情况。CPU 通过工控机能存储全系列参数并生成、存储、打印相应的时实曲线图和历史曲线图，使得任何细微的参数变化都能出图上看出来，便于作业评价。

7. 液气控制一体化

通过挂在 DP 网络上的阀岛直接由 PLC 控制气路，方便简洁。通过 AO 模块直接控制液路上的电磁比例阀，控制液压盘刹的松紧情况。

8. 自动送钻系统

PLC采集绞车电机或者送钻电机的电压、电流、频率和扭矩等参数，计算钻压、钻速和泵压实际值与预先设定值之间的差值，经过数控程序的PID计算，通过DP总线发出指令信号，动态控制绞车电机或者送钻电机扭矩及钻速，达到以设定的钻压自动进行钻进作业，完全补偿钻压的起伏变化，实现绞车电机或者送钻电机低频下的正常工作，同时可对设定参数进行修改，监控整个钻进过程的钻压、钻速、游车位置等参数。这一系统解除了司钻通过人力控制钻进保持钻压的繁重工作，直观的钻进状态显示为司钻提供了钻进时的全部信息。

四、项目运行

该设备是 2005 年 3 月投入使用的，到现在运行稳定，已完成了 4 口井的打钻工作。井队人员认为该控制系统使用简便、维护方便、功能齐全，给予了大大的褒奖。

五、应用体会

该设备调试过程中，使用到了西门子的高端PLC，S7-400H，对该PLC的特点有所认识，S7-400是一款冗余式的具有容错功能的PLC，使用该款PLC可以获得更高的可用性和容错性能。钻井停工的成本很高，为了减少生产损失，不管是故障带来的还是维修工作引起的，我们需要容错系统，容错系统的高投入会很快被避免的生产损失所补偿。

附件