[电气系统]

大型冷轧管机组的电气控制系统研制

文/稳利达电源技术有限公司　王大川

LG 720冷轧管机组是世界最大规格冷轧管机组。为该机组研制的电气系统采用了PLC、变频调速、Profibus-DP网络通信、SIMOTION D及HMI等技术，实现了多机传动变频调速传动，尤其对大惯量负载的送进和回转机构实现高动态响应和高精度定位和同步控制，满足大型冷轧管机组的生产要求。

目前，我国的钢铁市场出现产能过剩的情况，但不锈钢无缝管广泛应用在石油、航空、电力、化工、化纤及医疗机械等领域，市场的需求量很大。冷轧管机组主要轧制不锈钢无缝管，因冷轧管机组以其独特的工艺特点，以及成材率高、道次变形大、变形状态良好、设备简单等优点，在世界各国的工业生产中得到广发的应用。太重研制开发LG720冷轧管机组在江苏某钢厂试制成功，并生产出合格的不锈钢钢管。该机组目前是世界最大规格的冷轧不锈钢无缝钢管机组。

LG720冷轧管机设备介绍

LG720冷轧管机组采用的是单根生产，停机上料的工作制度，主机架由曲柄连杆往返周期式驱动，送进和回转机构采用伺服驱动系统，实现快速和精准的送进、回转和定位。主要设备由以下如图1所示，轧制规格表如表1所示。

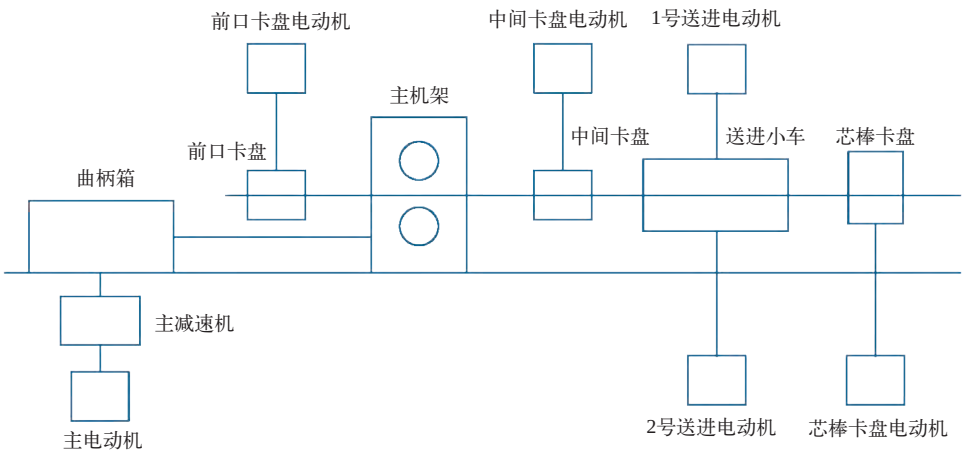

图1　冷轧管机组设备简图

表1　LG720冷轧管机组轧制规格表

管坯外径/mm	管坯壁厚/mm	管坯长度/m	成品外径/mm	成品壁厚/mm	成品长度/m
ϕ460～ϕ760	30～60	4～9	ϕ406～ϕ711	25～50	4～9

电气控制系统

电气控制系统框图如图2所示。

根据冷轧管机组的设备运行和冷轧管工艺要求，电气控制系统以西门子S7300PLC作为主控制器；通过Profibus－DP网络采集现场I/O信息，并配置HMI，用以输入生产参数及设备运行数据的监控和记录，HMI与主PLC采用工业以太网进行通信；主电动机采用西门子直流调速系统和EM277 PLC进行主传动系统数据采集和处理并和主PLC进行数据交互；辅助（包括送进及回转系统）传动部分采用西门子SINAMICS S120多机传动变频调速系统；润滑系统和流体系统信号通过现场I/O从

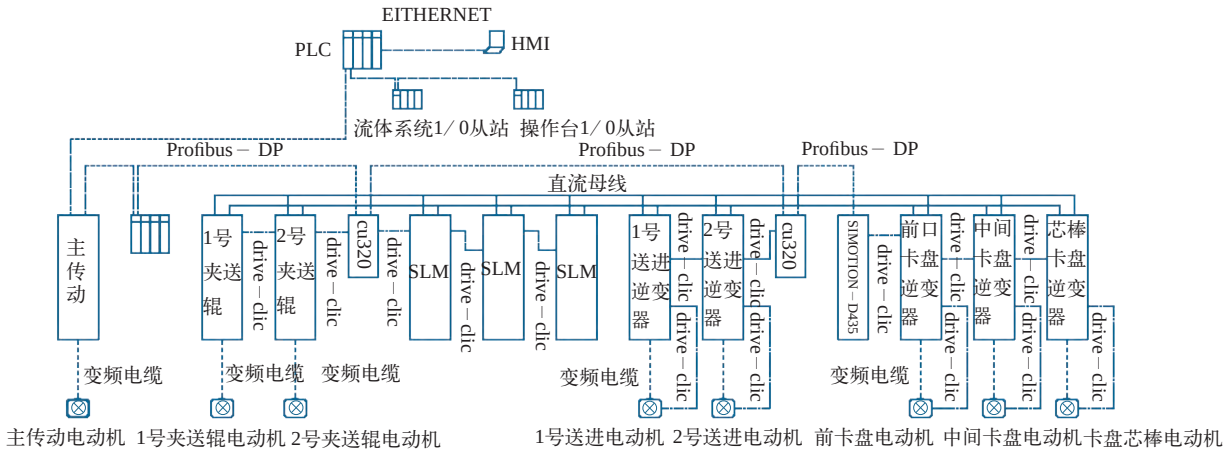

图2　电气控制系统框图

站采集，起停及联锁逻辑程序由主PLC实现。

1．主控制器

机组的主控制器采用西门子S7300PLC。主要完成系统硬件组态、工作模式的选择、各个设备的逻辑控制及与主传动及辅助传动控制器的通信等任务。

2．PROFIBUS－DP网络

整个电气控制系统只有一条DP网络，一共有7个DP从站，分别为：

1）主传动驱动器。以西门子6RA70直流调速器作为驱动器，驱动主电动机，起动停止命令由主PLC通过逻辑编程实现，主电动机的实际速度、电流等信息的数字量由6RA70驱动器通过DP网络反馈到PLC，在PLC里换算后经由以太网传送至HMI。

2）主传动EM277PLC。主要负责主传动系统供电设备合闸与分闸、冷却风机的开关，以及采集主传动控制系统的反馈信息。

3）液压与润滑系统远程I/O站。采集液压站、稀油站、工艺润滑站的检测元件信号，控制液压驱动设备的电磁阀。

4）操作台。采集现场操作台操作元件信号。

5）SLM的控制器CU320。控制为正个冷轧管机组辅助传动提供直流电源的整流回馈模块(SLM)的启停。

6）送进电动机驱动器控制器CU320。

7）回转电动机驱动器SIMOTION D435。

3．送进伺服控制系统

送进系统的送进小车两边的丝杠由两台伺服电动机独立驱动。驱动两台伺服电动机的逆变器由经由DRIVE－CLIQ接口由同一个CU320控制。电动机自带的测温元件和编码器通过光纤与逆变器的DRIV－CLIQ接口，传递温度及位置和实际速度信息。

送机伺服系统有两种运行模式：手动模式、轧制模式。上料时采用手动模式，通过点动功能实现，通过修改速度倍率还可以修改手动前进和后退速度。轧制时采用轧制模式。轧机主机架做周期式往返运动，在机架换向死点处轧辊处于非工作带，与钢管处于非咬合状态，送进机构在这段区间完成一次精准的送进，送进量通过HMI由操作人员设定。通过基本定位功能可以实现送进机构的精准定位。在配置送进逆变器和PLC通信时选用西门子标准报文SIEMENS telegram110，PZD－12/7，能快速地实现点动和定位功能。

由于两台伺服电动机独立驱动送进小车两边的丝杠，由于种种原因，如一台伺服驱动器故障停止运行，机械设备卡阻等，可能导致两边丝杠位置出现设备正常运行允许范围外的偏差，所以在逻辑控制程序里要加上相关联锁，以避免设备的损伤。

4．回转伺服控制系统

回转系统包括芯棒卡盘装置、中间卡盘装置和前口卡盘装置。毛管经后上料穿在芯棒上，主机架前未轧制的毛管穿入中间卡盘中，主机架后轧制过的荒管穿入前口卡盘中，在每次主机架行进至换向死点时，三台卡盘同时反转，将芯棒和毛管共同反转一个相同的角度。

中间卡盘和前口卡盘夹着同一根钢管的两头，要求角速度相同。钢管轧制后和芯棒会有一定的黏附力，如果夹芯棒的芯棒卡盘和夹管子的中间及前口卡盘角速度不一样，管子和芯棒相对滑动会划伤管子内表面。基于此回转系统采用SIMOTION D435做多轴同步控制。

回转系统由SIMOTION D435控制，是一种基于SINAMICS S120驱动平台的多轴的运动控制器。作为一个运动控制器，SIMOTION D435集逻辑控制、运动控制（定位，同步等）以及工艺控制（压力、温度控制等）于一身，且具执行周期短、响应快的特点。以芯棒卡盘伺服电动机作为主轴，中间卡盘和前口卡盘做从轴对三台回转伺服电动机做齿轮同步控制，芯棒卡盘伺服电动机本身做相对定位运动，相对运动的角度即为翻转量，由上位机设定经以太网传送至主PLC，主PLC再通过Profibus－DP网络传送至SIMOTION D435控制器。

技术关键

对于送进机构的两个丝杠，因机械结构对两边的偏差容纳极限是很小的，这就要求每次送进的定位精度要很高；对于回转机构的卡盘，翻转过程中角速度的同步性要求较高；送进和回转过程执行时间很短，这就要求动态响应要快。送进和回转机构均为大惯量负载，要满足以上要求，选择伺服电动机作为驱动设备，利用其惯量小，动态响应快的特性，并用西门子S120系列作为驱动，轻松地实现定位和同步控制，满足了工艺要求。送进机构转矩和位置曲线见图3，从图3中可以看出两台送进电动机送进时负载基本均衡且位置曲线基本重合。

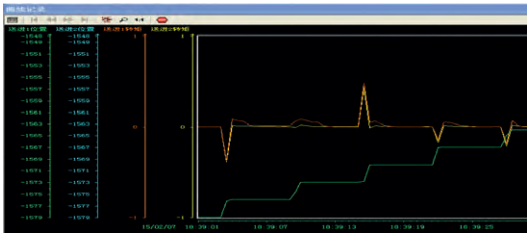

图3　送进机构转矩和位置曲线

回转机构中回转信号和角度曲线如图4所示，从图4中可以看出，回转机构动态响应快，在一半的回转时间内就完成了回转的动作。

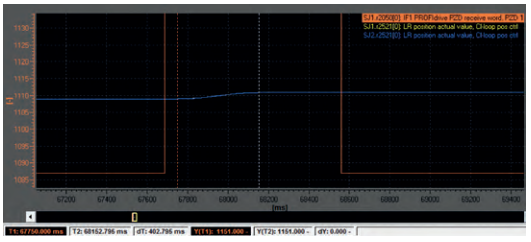

图4　回转机构中回转信号和角度曲线

结束语

ϕ720 LG冷轧管机组是目前世界最大规格的冷轧管机组，主机架完成轧制工艺要求的变形。轧制大规格壁厚均匀的不锈钢管，大惯量负载的送进和回转系统很重要，必须保证动态响应快和位置控制精度高，如果不快速和准确动作，则轧制壁厚不均匀。只有送进和回转系统具有很高控制性能，才能保证冷轧管机组轧制出合格的不锈钢管。所以，送进和回转系统的电气参数确定，是实现大惯量负载系统快速和准确动作是冷轧管机组的关键技术。根据调试经验，建议将送进和回转系统统一由SIMOTION D435控制，既能满足工艺要求，又能降低成本。EA

（收稿日期：2015.03.01）

（编辑：白文亭）