

首钢中厚板厂升级改造四辊轧机主传动控制系统

韵建新,赵东林,谢 军

(首钢高新技术有限公司 控制设备分公司,北京 100041)

[摘 要]结合首钢中厚板厂升级改造四辊轧机主传动控制系统,对交交变频调速系统的原理、构成及调速性能等方面进行分析和阐述。在该系统中,触发脉冲采用光纤传输形式,有利于提高系统的抗扰性能。

[关键词]交交变频;矢量控制;同步电机

[中图分类号]TM921.2 [文献标识码]B [文章编号]1000-7059(2004)02-0058-03

首钢公司自行研制的轧机驱动交交变频器传动系统已于2003年1月在首钢中厚板厂3 500 mm四辊轧机上成功投入运行。

该四辊轧机主传动采用上、下辊两台交流同步电动机独立驱动,技术数据如下:

- 定子额定功率 7 000 kW
- 定子额定电压 1 500 V
- 定子额定电流 2 808 A
- 电机转速 50/120 r/min
- 电机极数 16
- 转子额定电压 153 V
- 转子额定电流 601 A
- 过载能力 基速以下,250%额定负载(60 s)

1 系统组成

采用两套全数字矢量控制交交变频器分别向两台电机(上、下辊电机)供电。交交变频器采用输出星形的连接方式,同步电动机定子绕组也采用星形连接,交交变频器星形中点和电机绕组星形中点彼此独立。主电路接线图见图1。这种方案的优点是:可以采用交流偏置技术,使整流变压器二次电压降低,晶闸管电压安全裕量提高,变频器容量降低,电机内无三次谐波。

1.1 整流变压器

每套三相交交变频器由3台整流变压器供电,上、下辊主传动交交变频器共6台整流变压器。上辊3台整流变压器和下辊3台整流变压器分别采用D/Y-11、D/D-12接法,使之相互错开30°电角度,以减少变频器对电网的谐波影响。

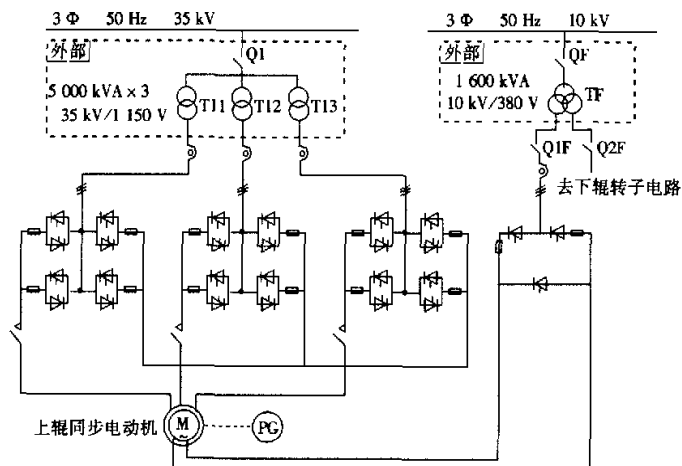


图1 主传动系统单线图(以上辊系统为例)

[收稿日期]2003-04-14;[修改稿收到日期]2003-08-20

[作者简介]韵建新(1968-),男,山西太原人,工程师,主要从事电气传动自动化工作。

在每台变压器的二次侧,设置了静电感应过电压保护装置,以降低静电转移电压,保护变频器免受过高的感应电压的损坏。

1.2 变频器

三相交交变频器由3套逻辑无环流可逆整流装置(单相交交变频器)组成。本系统中,单相交交变频器由可逆全控整流装置构成。功率柜额定输出电流2808 A,过载能力250%(1 min),额定输出电压1500 V。每个功率柜中包含一套可逆全控桥、接触器、脉冲光电转换及放大环节和晶闸管全关断检测环节。可逆全控桥作为单相交交变频器,是变频器的功率部分;接触器用于分断、接通变频器和电机回路;脉冲光电转换及放大环节是将光脉冲信号转换成电脉冲信号,放大后去控制晶闸管;晶闸管全关断检测环节是通过检测晶闸管两端的管压降以确定晶闸管是否阻断,输出零电流信号,供控制系统中无环流切换逻辑使用。定子主电路的触发脉冲从控制柜到功率柜采用光纤传输形式,提高系统的抗干扰能力。采用全关断检测零电流技术,使逻辑无环流切换死区时间减少到小于1.1 ms。电机电流由电流互感器检测,电机电压的检测采用LEM电压传感器。

1.3 转子电路

上、下辊电机转子电路共用一台整流变压器,以节省占地空间和投资费用。由于两台电机中任一台电机转子电路发生故障时都会切断共用整流变压器的供电,而引起另一台电机转子电路失电,因此控制系统要做好快速、可靠的联锁控制。

转子励磁功率柜为一套不可逆全控整流装置,额定输出电流100 A,过载能力150%(1 min),采用电流互感器检测电流,用LEM传感器检测电压。

1.4 控制柜

该交交变频控制系统由以下柜体组成:控制柜、I/O柜、信号变换柜,下面分别介绍。

上、下辊同步电机各配备一套SIMADYN D控制系统,组成上辊控制柜和下辊控制柜,以完成各自电机的控制、保护和故障诊断等任务。每台电机的控制系统包含5个处理器,按功能分别是速度控制和启停时序控制、矢量变换控制、定子电流控制、转子电流控制、电机保护。C总线和L总线完成各处理器之间的数据传递。每台电机的控制系统配置一套ET200和电光、电光转换模块,组成两台I/O柜。ET200为远程I/O站,完成相关外围

信号的采集。SIMADYN D控制系统发出触发晶闸管的电脉冲信号,经过I/O柜中的脉冲转换板完成电光转换,再通过光纤送到各个功率柜。两台信号变换柜主要完成电机电压和电流的变换和采集。在变压器二次侧装有电流互感器,其二次信号送到控制柜;电机电压反馈信号由电压传感器反馈给控制系统。

2 主要功能

交交变频同步电动机控制系统采用磁场定向矢量控制原理^[1],把气隙磁链定为磁场定向轴线,与其正交的为转矩轴,通过坐标旋转变换,把交流电机等效为直流电机,达到控制转矩的目的。交流电机矢量控制系统具有很高的动态响应和相当高的过载能力,达到甚至超过了直流调速系统的控制性能。基于微处理器调节器的SIMADYN D全数字控制系统主要完成以下功能。

2.1 电机速度控制

- 速度调节,加、减速限制,基速以上增益自适应;
- 基速以上电压控制增益自适应,磁通控制;
- 上、下辊电机负荷平衡;
- 正、反方向点动、爬行、可逆运行;
- 上、下辊电机单动、联动运行;
- 换辊轴定位。

2.2 矢量变换控制

- 生成三相电流设定值;
- 生成三相电压前馈设定值;
- 电压模型通过检测实际电压、电流计算磁链位置角;
- 电流模型通过电流设定值计算磁链位置角,励磁建立过程中转子位置自动定位;
- 磁链控制保证稳态运行过程中维持磁通准确恒定;
- 变频器、电流调节器、速度调节器和磁通调节器的时序控制。

2.3 电流控制

- 限幅浮动的电流调节器和电流断续补偿;
- 包括转矩快速切换在内的时序控制数字命令单元;
- 发生过流时触发角移到逆变区(系统推逆)。

2.4 联锁控制

- 外围信号的联锁和系统的启停控制;
- 传动系统报警、故障信号的监测和显示,如

经验交流

整流变压器、电机通风、电机轴承以及调节系统的内部故障等。

2.5 保护功能

- 超速保护;
- 定子过压保护;
- 定子过流保护;
- 励磁过流保护;
- 欠磁保护;
- 接地保护。

2.6 故障诊断

SIMADYN D 交交变频控制系统提供一个跟踪功能包,以便于系统的维护。这种功能包可以将被监测的信号存储到相应的通道中,触发信号可设置为某种故障信号。被监测的信号和故障触发

信号的设置可通过 OPI 操作面板来完成。

3 通信系统

每套控制系统上配置了一块 CS7 通信模板。该模板上最多可以挂靠 3 块通信接口板,本系统中 CS7 模板上挂靠了两种通信接口板:SS52 和 SS4。

• SS4 使用 DUST1 通信协议,实现编程器与控制系统之间的数据通信,使得编程 PC 机可以对控制系统在线访问,完成控制系统的调试任务;

• SS52 使用 PROFIBUS-L2/DP 通信协议,用来实现现场总线与相关设备之间的数据传输。

主动动的通信系统按不同的通信任务分为两个层次:本地通信系统和上级自动化通信系统,见图 2。

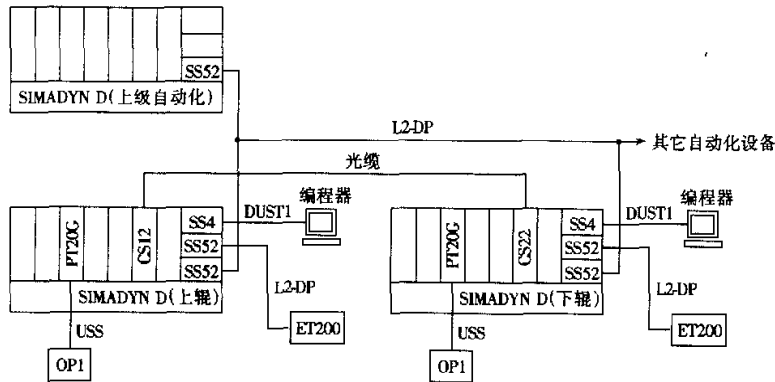


图 2 通信系统框图

(1)本地通信系统是指上、下辊作为单独的机架,与各自的 ET200 通信(PROFIBUS-L2/DP),完成逻辑操作、电机保护等任务。同时,每个 SIMADYN D 控制系统都用 USS 协议与柜门上的 OPI 操作面板相连,实现控制系统的本地操作功能以及系统运行时的数值显示、在线监控和故障诊断。编程器通过 DUST1 通信协议与 SIMADYN D 控制系统相连,完成人机接口功能。上、下辊控制系统之间采用光纤通信,用于上、下辊之间控制信号的传递。

(2)主传动系统与上一级自动化系统之间的通信,完成速度设定、操作命令以及相关数据采集的任务。

4 实际运行效果

首钢中厚板厂生产线是 20 世纪 80 年代从国

外引进的二手设备,主要由二辊轧机和四辊轧机组成。改造后的控制系统于 2003 年 1 月一次试车成功,投入生产后运行稳定可靠,传动系统动态响应大大提高,维护量降低,满足了轧制工艺要求,提高了产品质量,扩大了产品规格,大大增强了首钢中厚板厂产品的市场竞争能力。其性能指标如下:

- 稳态速度精度 0.1%
- 调速范围 1:100
- 速度响应 100 ms
- 电流响应 16 ms

[参 考 文 献]

- [1]马小亮.大功率交-交变频调速及矢量控制技术[M].第 2 版.北京:机械工业出版社,1996.

[编辑:初秀兰]