

TMdrive-70 交流变频装置在首钢 京唐 2250 主轧机上的应用

吴旭东 刘诗聪

(唐钢自动化公司 唐钢物流公司, 河北唐山 063000)

[摘要] 结合 TMEIC TMdrive-70 中压 (3300V 电压等级) 三电平电压型矢量控制交流变频传动装置在首钢京唐钢铁集团公司 2250 热轧生产线主轧机上的应用, 简要介绍了 TMdrive-70 中压交流变频装置整流器和逆变器的基本特点、工作原理, 以及在轧机上的使用效果。

[关键词] 交流变频; IEGT; 三电平

首钢京唐 2250 热轧于 2008 年底建成投产, 其主电机使用的日本 TMEIC 公司 TMdrive-70 变频装置由 35kV、3550V 的整流变压器供电。整流器和逆变器都采用带热交换的纯水装置进行冷却。选择三电平 IEGT 交-直-交变频器作为驱动装置。IEGT 装置通过三电平 IGBT PWM 控制方式进行控制 (即中性点箝位控制, 简称 NPC), 高压大容量的 IEGT 使得功率单元结构更紧凑。无需输出变压器即可实现对高压同步电机的可变速控制。高性能处理器的采用, 实现了快速响应。充实的高速光线数据通信及维护监控功能, 使工业控制/监控系统给人以焕然一新的感觉。

1 TMdrive-70 交流变频传动系统

1.1 技术要求及设备配置

主机电源采用的是 TMdrive-70 变频器, 它包括两种系统配置, 具体如下: 第一种配置属于变频器最基本的配置, 即单套 IEGT 变频器, 主要被应用在同步电机传动中, 如常见的 R1 主电机。其中, 同步电机额定容量要求不大于 8MA。另一种配置是采用两套 IEGT 变频器并联运行的方式, 常见的有 R2, F1-F7 主电机。其中, 要求变频器最大输出容量值为 16MVA, 并且同步电机定子绕组选择双绕组形式。

1.2 传动系统的特征

TMdrive-70 变频控制系统主要包括整流器、逆变器及全数字电压型矢量控制系统等。它的用途是作为同步电机传动系统中的相关传动设备, 或者作为大中型交流异步电动机的传统设备。其中, 选择 TMEIC 公司制造的相关 IEGT 元件 (Injection Enhanced Gate Bipolar Transistor) 作为整流器及逆变器的主要功率元件。这些元件具有高压、大功率等特点。采用三电平控制方式, 该控制方式属于电压型矢量控制。因此, 输出频率范围比较大, 输出电压平稳性好, 同时, 它的功率因数及效率都较高, 但高次谐波含量极低, 不易污染电网。它的主要特征包括四方面:

1) 逆变器: 逆变器三电平 PWM 电压控制型正弦波电压产生的谐波较少; 能在四象限内平稳地运行; 电动机转矩出现的波动会减弱不少; 当应用于同步电动机时, 其输出电压最高值为 3400V。根据相关标准, IEGT 单柜的容量在 8MVA, 过载能力为额定电流 100% 持续 /150% (60s); 此外, 允许两柜并联使用, 具体容量在 2X8MVA。2) 整流器: 它能够在四象限内运行, 具备一定的向交流电网回馈电能的再生能力。同时, 利用无熔断器输入结构, 因此, 可靠性良好。通过 PLL 检测, 即同步电源检测, 能够将传动系统的相关功率因数限制在 1。它的谐波电流偏小, 无需利用输入电抗器。也无需其它额外的无功功率补偿以及谐波过滤设备, 节约了成本。3) 控制系统: 其中, 主要包括性能优良的 32 位微处理器。微处理器速度控制精度为 $\pm 0.01\%$, 速度控制响应: 60rad/s (响应时间 50ms) 规定电流控制响应: 600rad/s (响应时间 5ms), 速度控制范围: 1:100, 弱磁范围要求为 1:3, 转矩波动不超过 0.8%。此外, 系统内置有 SFC 功能, 即 Simulator following control, 能进一步增强抗冲击速降反应能力, 并避免转矩发生波动。4) 其它: 关于整流器与逆变器的相同特征, 它们的 IEGT 块硬件均相同, 区别在于相关控制系统软件, 从而起到节约备件存储量的目的。IEGT 属于水冷却功率元件, 它具有良好的水冷效果, 并且不易受到外界的干扰, 因此, 无需太多维护。同时, 它的保护系统较为健全,

包括两方面: a. 硬件保护: 主要涉及到过电流、CPU 发生故障、DC 过电压及外部连锁保护等。如果查到上述问题, 便会立即阻断控制极, 将输出直接切断, 让电动机停止运转。b. 软件保护: 主要涉及到数据传输发生故障、电动机过热、电流限值定时报警灯。如果查到上述问题, 参照有关参数设定, 选择相应的模式, 如不停机、自由停机、快速停机等多种模式。传动装置要求电源波动幅度在 4~10% 左右, 电源频率波动幅度在 $\pm 2\%$ 左右。控制系统和功率装置及相关设备间的信息交换通过光接口模块来实现, 它具有速度迅速、可靠性好等特点。利用维护工具 DriveNavigator 能够便捷地实现对相关传动装置的参数设定、保存或对故障的纪录、查找、分析等。

2 系统控制原理

2.1 三电平变频器工作原理

IEGT 变频器使用“脉冲固定模式”三电平 PWM (Pulse Width Modulation) 控制方式, 它的基波电压幅值是恒定的, 依靠控制输出电压的相位来完成控制电流的工作。该变频器的输出电压波形十分近似于标准的正弦波, 因此, 避免了高次谐波的产生, 减少了转矩波动。同时, 电网也无需配置高次谐波滤波器及静态无功补偿设施等。

2.2 同步电机转矩矢量角控制原理

同步电动机气隙磁链定向的矢量控制方程类似于异步电动机转子磁链定向的矢量控制方程: 在气隙磁链定向的同步电动机矢量控制中, 对于电磁转矩与它的运行性能有着关键影响的是转矩角, 并且电磁转矩和转矩角呈正切关系, 随着转矩角的变化而变化。因此, 若能控制好转矩角, 实现精准控制便能有效掌控同步电动机的相关运行特征。换言之, 转矩角如转差频率一般, 它在转子磁链定向异步电动机矢量控制中, 能够对电动机有关运行特性产生关键影响, 如电磁转矩等。这好比同步电动机中的电磁转矩等主要特性均和转矩角有着紧密联系。因此, 转差频率属于转矩角的另一种表述而已, 实际上, 二者在决定异步电动机相关特性方面具有一样的作用。从这个层面上讲, 就能把同步电动机与异步电动机进行统一。这类类似于异步电动机中对转差频率矢量控制, 同步电动机的转矩角矢量控制系统框图。

3 网络结构

传动系统和 PLC 之间除了直接 I/O 方式外, 整流和逆变装置都支持基于 TOSLINE-20 光纤传输的串行数据通讯。它提供两种形式的传输方式, 即扫描传输和报文传输。传输的数据有输入量和输出量, 包括 PLC 传过来的速度给定和逻辑顺序信号。它能在所有传动站之间可以实现数据共享, 也就是说, 不但能在 PLC 与传动装置间作传输, 还能在相关的传动系统间作传输。

4 结束语

TMdrive-70 中压交流变频传动装置在首钢京唐 2250 热轧生产线上的成功应用, 说明其具有的很大的优势, 如性能优良、可靠性高。因此, 在大、中型电机拖动系统中, 它属于一种不错的传动装置。

[参考文献]

- [1] 胡占民, 陈昕雨, 郑斌. TMdrive-70 交流变频装置在韶钢高速轧机上的应用.
- [2] 田铭兴, 童路. 同步电动机转矩角矢量控制原理.
- [3] 李志明, 张遇杰. 同步电动机调速系统.