



ACS 6000SD 变频器在粗轧机主传动系统中的应用

王成镇,陈锦标

(济南钢铁股份有限公司 中厚板厂,山东 济南 250101)

摘要:济钢中厚板厂3 500线粗轧机改造主传动系统采用ACS 6000SD变频驱动系统,系统的整流侧和逆变侧采用了对称结构,降低了维护难度;采用了IGCT技术,保证了系统的性能响应;使用了DTC技术,提高了系统的鲁棒性。这种交直流系统做到了对电网的最少谐波运行,既减少了对电网的污染,又省去了无功补偿系统的投资。

关键词:变频器;粗轧机;主传动;DTC;IGCT

中图分类号:TM921.51

文献标识码:B

文章编号:1004-4620(2011)04-0016-03

1 前言

济钢中厚板厂3 500生产线改造工程是济钢的重点项目,3 500线原设计是双机架,粗轧机是1997年引进的二手设备,精轧机于2001年引进西门子技术,双机架年产量达200万t。随着产品结构及产品质量的不断提升,粗轧机的低轧制力越来越成为突出的问题,济钢决定对3 500线粗轧机进行改造。基础自动化及过程自动化采用西门子技术,主传动采用ABB公司的交直流传动ACS 6000SD系统,电机为7 000 kW同步电动机。之所以采用ABB ACS 6000SD设备,主要考虑了交直流系统不用SVC无功补偿系统(空间狭窄无法安装SVC设备)和DTC(直接转矩控制)技术。

2 主传动系统结构

2.1 系统参数

主传动所采用的变频器为ABB公司的ACS 6000SD产品,驱动粗轧机主传动的2台7 000 kW的同步电动机,同步电动机的主要参数是:额定电压3 050 V,额定电流 2×695 A,16极,频率为5.33~10.67 Hz,定子采用YY接法。

根据现场工艺需求及同步电动机的要求,ACS 6000SD的技术数据如下:额定输入电压AC 3 160 V($\pm 10\%$),电流 $2 \times 1 650$ A,频率为50 Hz;额定输出电压0~3 300 V,额定电流为 $2 \times 1 650$ A,最大输出电流为 $2 \times 2 050$ A;系统控制精度:动态速降为0.15%,功率因数为1.0。

2.2 主回路结构

ABB公司的ACS 6000SD系列产品,结构紧凑,占地面积小。每套系统由2个有源整流单元

(ARU)、2个逆变单元(INU)、2个电容单元(CBU)、1个终端单元(TEU)、2个控制单元(COU)、1个电压限幅单元(VLU)、1个水冷单元(WCU)和1个励磁单元(EXU)组成。

整流单元(ARU)是采用IGCT(Integrated Gate Commutated Thyristor,集成门极换流晶闸管)技术的自换流6脉冲3电平电压型PWM整流器,2个整流单元组合成12脉冲系统;ARU将变压器的二次侧交流电压转变为直流电压,用于给直流回路的电容充电,使直流回路的电压保持恒定,根据电机的运行模式(电动或制动),ARU从电网获取能量或向电网注入能量来实现能量流动;ARU和INU是完全等同的,都具有一个交流端和直流端,直流侧都连接到直流回路的电容上(CBU),因此系统是对称的,在电动时ARU的运行就是一个制动的INU,在制动时ARU的运行就是一个电动的INU;ARU与INU唯一不同的是ARU单元中增加了ASE抗饱和装置,这是为了防止进线三相不平衡而使变压器进入饱和状态形成过热现象。

其主回路设计采用了整流侧和逆变侧完全对称的“背靠背”形式,实现了全功率的四象限运行,可以在减速或停车时全功率向电网回馈能量,从而大量节能,满足了粗轧机主传动可逆轧制的要求,同时这种整流侧和逆变侧相同的对称结构形式,也减少了备件种类和数量,节省了运行成本。

COU单元具有监控整个传动系统和冷却系统的功能,是ACS 6000SD控制系统的大脑,柜内安装有处理单元AMC34模板和INT模板,AMC34通过INT来控制IGCT的导通和关闭,具有与上位控制的接口,电机上的编码器以及合、分闸等一些逻辑控制也在此单元。

CBU是用来平滑中间直流回路电压,并将整流器和逆变器解耦,包括直流回路电容器、充电回路和接地开关。

收稿日期:2011-05-09

作者简介:王成镇,男,1975年生,1998年毕业于鞍山钢铁学院计算机应用专业,工程硕士。现为济钢中厚板厂高级工程师,从事电气传动、自动化的设计维护工作。

VLU是在过压情况下,可以实时地对直流回路电容进行放电,降至额定电压水平。

系统中整流侧及逆变侧主回路器件采用了水冷散热单元(WCU)进行冷却。纯水冷却方式缩小了系统体积,避免了强迫风冷方式容易造成的粉尘积累及绝缘下降问题。

主传动电机采用同步变频电动机,其励磁采用晶闸管三相全控桥式供电,励磁主回路(EXU)也采用了纯水冷却形式。

3 控制系统组成

3.1 控制系统

ACS 6000SD的控制系统采用全数字控制、检测和保护,采用分布式结构,其设计完全支持功率单元的模块化设计和快速可靠的信号传递,采用了DTC和PWM技术,控制主回路中的逆变单元(INU)和整流单元(ARU)中IGCT产生的不同频率的三电平电压,是全数字交直交变频控制系统;ARU、INU柜内设有快速短路检测板(FSCD)来检测主功率回路是否发生短路,电压电流测量接口板(CVMI)、高压分配板(HVD)测量的直流电压、电流信号和来自交流电流互感器的信号,在电压电流测量接口板(CVMI)上被转换成数字信号,并通过光纤传输到接口板(INT),再传给AMC34板,供系统控制。

该主传动系统控制系统的特点是动态性能好、调速精度高、转矩响应快、保护功能完善、功率因数高。另外,外部的信号如电机风机、电机轴瓦温度、主机润滑压力、绕组温度、与一级的接口等由AC800M来负责管理和监控,AC800M通过DDCS方式与AMC34通讯控制。

3.2 IGCT^[1]

IGCT是1996年问世的一种新型半导体开关器件。该器件是将门极驱动电路与门极换流晶闸管GCT集成于一个整体形成的。门极换流晶闸管GCT是基于GTO(Gate Turn-off Thyristor,门控晶闸管)结构的一种新型电力半导体器件,不仅有与GTO相同的高阻断能力和低通态压降,而且有与IGBT相同的开关性能,即GTO和IGBT相互取长补短的结果,是一种较理想的兆瓦级、中压开关器件。

IGCT大功率元件应用于ACS 6000系统的ARU和INU中,从硬件上看ARU和INU模块单元是一样的,具有高封锁电压、低切换损失、高切换频率、无缓存器、低传导损失的快速切换技术,因而可以简化电子元器件数量,提高操作可靠性。ACS 6000SD 2个ARU组合整流和2个INU组合逆变单元中每个单元都含有3个相模块,每个相模块有4个

IGCT组成。

3.3 DTC^[2]

DTC技术相对于PWM调制技术和矢量控制技术有以下优点:

1)转矩响应时间比矢量控制或PWM调制控制方式快很多,直接转矩控制的响应时间为 $25\ \mu\text{s}$,矢量控制或PWM调制控制的响应时间为 $1\sim 3\ \text{ms}$ 。原因是DTC控制回路里无固定的电机模型,其计算依据是一个自适应的电机模型。

2)DTC是直接对电机电磁场进行控制,力矩、磁场在每一循环均受控,用软件进行的触发计算,不受固定模型控制,计算依据自适应电机模型,以电机的基本固有数据为依据进行设置。直接转矩控制是交流传动方面独特的电机控制方式,逆变器的导通与关断由电机的核心变量磁通和转矩直接控制,因此具有最小的转矩纹波、精确的静态速度和转矩控制。

ACS 6000SD的DTC功能就是在运行过程中,将实际测量的电机电流值、电机电压值、IGCT开关位置量送入电机模型中进行计算,得出精确的电机转矩和磁通,送入转矩与磁通比较模块,同时计算出当前实际速度值,并将其送入速度控制模块,并与由电机模型计算出的当前实际速度值进行PID调节,所得结果送入转矩给定调节器;同时给定的转矩值也会送入转矩给定调节器与速度控制模块的结果进行对比、调节,结果送入转矩磁通比较器,与电机模型所计算出的转矩、磁通进行比较,最终得到逆变器IGCT的最佳触发时间与最优的开关位置,然后由触发逻辑功能块发出执行命令。简而言之,DTC控制是先进入速度控制环,再进入力矩控制环。

3.4 调试软件

ACS 6000SD变频器采用专用Driver Window软件进行调试。该软件在Windows环境下运行,使用该软件可对传动系统进行初始化配置,或进行在线的参数调整,调试完成的参数可作为文件进行存储或下载到传动系统运行。Driver Window还具有在线参数波形记录功能,为传动系统的调试和故障诊断提供了极大的便利。ACS 6000SD变频器也是参数化的设计,也可以通过操作面板CDP312来进行维护和监控参数状态以及故障信息。

3.5 注意事项

ACS 6000SD变频器虽然维护比较方便,但经过改造调试,发现其除了对变压器以及同步电动机的参数要求较高外,还有一些外部环节应该注意。

1)ACS 6000SD变频器室内环境温度应保持在 $25\ ^\circ\text{C}$ 左右,保证恒温且不可变化过快,以防结露造

成绝缘降低。应定期对系统的绝缘进行遥测,确保绝缘值符合要求。

2)变频器的输入端应保证电网质量可靠,电网波动不能太大,特别是高压开关关断时间和灵敏性的要求比较高,还必须有欠压线圈。由于没有快熔保护系统,安全保护依赖于高压开关的关断。

3)ACS 6000SD变频器在低速运行时状态不好,电机会发出异响,这是其控制特性所决定的,在调试中要越过低速环节,减少故障概率。

4)ACS 6000SD变频器的速度反馈系统复杂,使用了增量型编码器和绝对值型编码器各1个,在绝对值型编码器与编码器模块之间还有1块差分板,系统复杂,维护难度大。特别要注意接地屏蔽等抗干扰因素。

4 运行效果

本次粗轧机主传动改造使用了ACS 6000SD交直交变频传动系统,系统的整流侧和逆变侧是对称结构,做到了对电网的最少谐波运行,既减少了对电网的污染,又省去了无功补偿系统的投资。新系统投用后,轧制力由原来的3 000 t提升到7 000 t,大大提高了轧制能力。随着自动化程度的提高,既减轻了操作人员的工作量,又从设备角度保证了产品的产量和质量。

参考文献:

- [1] 余世科.新型电力电子器件IGCT及其应用[J].世界电子元器件,2003(9):40-42.
- [2] 胡鑫.浅谈ABB压传动装置中ACS 6000及其应用[J].硅谷,2008(4):54.

Application of ACS 6000SD Variable Frequency Drive System in Roughing Mill Main Drive System

WANG Cheng-zhen, CHEN Jin-biao

(The Medium Heavy Plant of Jinan Iron and Steel Co., Ltd., Jinan 250101, China)

Abstract: The Medium Heavy Plant of Jinan Iron and Steel Co., Ltd. adopted ACS 6000SD variable frequency drive system for the main drive system when the roughing mill in 3 500 production line transformed. This system used symmetrical structure in rectifier side and inverter side, reducing maintenance difficulty; used IGCT technology, insuring the system's response performance; and used DTC technology, enhancing system's robust performance. This AC-DC-AC System produced least harmonious in operation, reducing the pollution to the power network and saving SVC investment.

Key words: frequency transformer; roughing mill; main drive; DTC; IGCT

信息园地

《山东冶金》征稿简则

1 文字简练,语句通顺,层次清楚,数据可靠,结论恰当,全文一般不超过6 000字;通过电子邮件投稿;请勿一稿多投,论文中请勿涉及保密内容;文稿的著作权属于作者,文责由作者自负,编辑部不承担连带责任;本刊已入编《中国学术期刊(光盘版)》,作者稿件一经录用,将同时被《中国学术期刊(光盘版)》和“中国期刊网”收录,如作者不同意收录,请在来稿时声明,否则将视为同意收录。

2 论文排列格式:题名→作者→单位→摘要→关键词→英文题名→作者汉语拼音名→单位英文名称→英文摘要→英文关键词→正文→参考文献→作者简介。

3 题名要求确切、简洁、鲜明、便于检索。一般不超过20个字。若文章内容是某项资金资助项目也请标出,如:*国家自然科学基金资助项目(59975054)等。

4 作者署名,同一单位不超过5人;2个以上单位的,每单位不超过3人,并在每个作者的右上角,按单位顺序标注“1”、“2”、“3”,每位作者之间加“,”。

5 作者单位,包含单位名称(全称)、地址和邮编。若作者出自多个单位,应分别列出,并按作者标注的顺序,分别在各自单位名称前加“1”、“2”、“3”,各作者单位之间加“;”。文末注明论文第一作者简介,包括:姓名,性别,出生年,毕业时间、院校、专业。现职务、职称,从

事工作或研究方向等。注明详细通信地址、电话、电子邮箱等。

6 正文前应有200字左右的中文摘要,内容包括研究的目的、方法、结果和结论等,应尽量反映文章的主要信息,写成报道性短文;列出3~8个关键词。

7 英文题名以短语为主要形式,应少于10个实词;英文摘要与中文摘要对应,一般不超过150个实词;英文关键词应与中文关键词一一对应。

8 层次标题一般分3层,用阿拉伯数字连续编号,如“1”,“2.1”,“3.1.1”……,后空2格排标题;应简短明确,不易过长(一般不超过15个字)。也可不用3级标题,只写顺序号,如1)、2)、3)等。

9 文中的图表采用阿拉伯数字顺序编号,先见文,后见图表。图表题名应简明确切。表的结构要简洁,空白项为未测或无此项,“-”为未发现,“0”表示实测结果为0。图要精选,内容不得与文字或表格内容重复。尽量采用Auto CAD绘制或Excel图,可打开编辑。照片要求清晰、层次分明、反差适中;金相及TEM、SEM等照片应有放大倍数或比例尺。

10 使用国家法定计量单位及符号;名词术语应统一;一篇文章中一种符号只能代表一种含义,变量符号用斜体;正确标注所用符号的大小写、上下标。