

· 经验交流 ·

ACS 6000SD 交流变频装置在高速线材生产线的应用

柯 勇¹, 陶以彬², 王思列³

(1. 芜湖职业技术学院 电气工程系, 安徽 芜湖 241000; 2 国网电力科学研究院; 3 马鞍山钢铁股份有限公司)

摘要:结合 ACS 6000SD 中压三电平电压型矢量控制交流变频传动装置在马鞍山钢铁集团公司高速线材厂高速轧机上的应用, 介绍了 ABB 数字控制系统的基本特点和控制功能。应用结果表明该交流变频装置具有控制精度高、动态响应快、谐波含量少的特点, 是大、中型电机拖动系统较为理想的传动装置。

关键词:交流变频; 空间矢量调制; IGCT; 三电平

中图分类号: TM301. 2 **文献标志码:** B **文章编号:** 1000-7059(2009)01-0063-03

Application of ACS 6000SD AC frequency inverter in high speed wire production line

KE Yong¹, TAO Yi-bin², WANG Si-lie³

(1. Electrical Engineering Department, Wuhu Profession and Technology College, Wuhu 241000, China;
2. Electric Power Research Institute of State Grid; 3. Maanshan Iron & Steel Co., Ltd.)

Abstract: ACS 6000SD medium voltage three-level voltage type vector control AC frequency inverter was applied to high speed rolling mill of High Speed Wire Rolling Plant in Maanshan Iron & Steel Group Co., Ltd. Basic characteristics and control functions of ABB digital control system are described. Application results show that ACS 6000SD AC variable frequency control device is characterized by high control accuracy, fast dynamic response and less harmonic, and is an ideal drive device of large and medium-sized motor drive system.

Key words: AC frequency inverter; SVPWM; IGCT; three-level voltage

马鞍山钢铁集团公司高速线材厂于 2003 年初完成改造并投产。工程由马钢设计研究院有限责任公司负责总体设计, 中国第十七冶金建设公司承担全部施工任务。该生产线引进了意大利 Danielli 公司生产的新型 BGV 轧机, 设计轧制速度达 120 m/s, 保证速度 112 m/s, 可生产 5 ~ 20 mm 的光圆盘条, 直径精度达 ± 0.1 mm, 年生产设计能力 60 万吨。轧线的电气传动和自动控制系统采用 ABB 公司的 ACS 6000SD 系列变频传动装置和 AC450 PLC。结合对 Danielli 轧机设备的控制要求, 实现了对轧机的精确控制, 效果较好。

1 ACS 6000SD 交流变频传动系统

1.1 工艺要求及设备选型

马鞍山钢铁集团公司高速线材厂引进的 BGV 轧机的驱动电动机为三相交流异步电动机, 轧机电动机功率为 6 000 kW, 速度范围为 0 ~ 750 ~ 1 700 r/min; 电动机过载能力要求是 115% 可以连续运转, 160% 可以运转 1 min。由于机架之间距离短, 轧件速度快, 所以轧机的动态速度和力矩响应性能要非常好, 因此, 对传动系统的要求很高。根据上述设备要求及轧制工艺, 选用 Tmeic 公司的三相交流异步电动机和高性能的中压 ACS 6000SD

收稿日期: 2008-05-13; 修改稿收到日期: 2008-10-10

作者简介: 柯 勇 (1957-), 男, 安徽芜湖人, 副教授, 高级工程师, 研究方向为现代电力电子技术及交流传动。

系列交流变频传动装置作为轧机的传动系统。

1.2 传动系统的主要特点

ACS 6000SD变频控制系统是专门用于大中型交流异步电动机传动系统的直接转矩控制(DTC)系统,该系统由整流器、逆变器和全数字电压型矢量控制系统组成。它省去了矢量控制系统的解耦,不需要进行旋转坐标变换,使系统结构简单、直观,物理意义清晰,极易理解。系统中的整流器和逆变器的功率元件采用 ABB 公司独创的高电压、大功率 IGBT 元件,控制方式采用电压型矢量控制的三电平控制方式。具有输出频率范围大,输出电压平稳,高次谐波含量低,对电网污染小的特点。在额定负载时,具有大约 1.0 的输入输出功率因数和高于 98% 的效率。其逆变器为三电平 PWM 电压控制型,正弦波电压的谐波分量小,可在四象限下平稳运行,电动机转矩波动大幅减弱,用于交流异步和同步电动机的输出电压可达 3.3 kV。整流器采用无熔断器输入结构、PLL 检测,可四象限操作,谐波电流小。同时,不需要额外的无功功率补偿和谐波过滤装置,具有高可靠性。

控制系统采用高性能的 32 b DSP 和 ASIC 微处理器。速度调节器调节精度为 $\pm 0.01\%$,响应时间为 45 ms,力矩调节器控制精度为 $\pm 0.5\%$,响应时间为 45 ms。有用于减小传动轴向振动的模拟跟踪控制(SFC)功能。

整流器和逆变器的 IGBT 模块硬件完全一样,仅仅是控制系统软件功能不同,大幅节省了备件的储存量。

2 系统应用

主回路组成如图 1 所示。

整流器由 IGBT 单柜组成,额定容量 10 MVA,输入交流电压 3 450 V,为电机逆变器提供 DC 电源。逆变器按照轧制工艺要求,通过控制逆变器输出电压、电流和频率来实现对电动机的速度、转矩控制。轧机电动机由两个容量为 10 MVA 的 IGBT 逆变柜驱动。控制系统由主控制模块、外部信号输入输出模块、光通信模块、操作面板、内部接口模块、各种稳压电源等组成。

2.1 整流器控制

整流器控制原理如图 2 所示。

电压参数环节根据电机和逆变器设定合适的直流电压参数,以百分比设定。在电压控制环节中,通过比较电压设定和电压反馈信号,得出其差

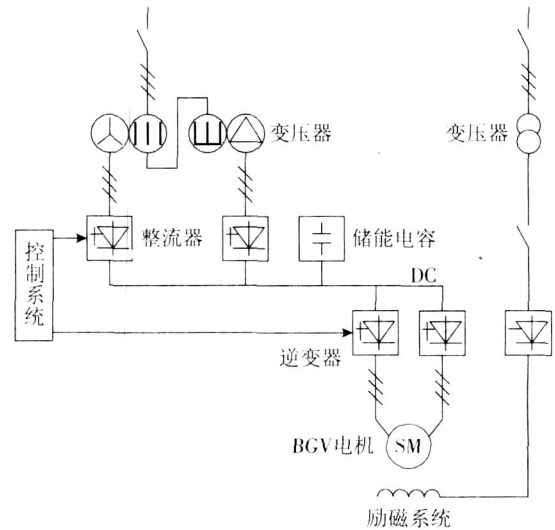


图 1 回路组成框图

Fig. 1 Main circuit schematic diagram

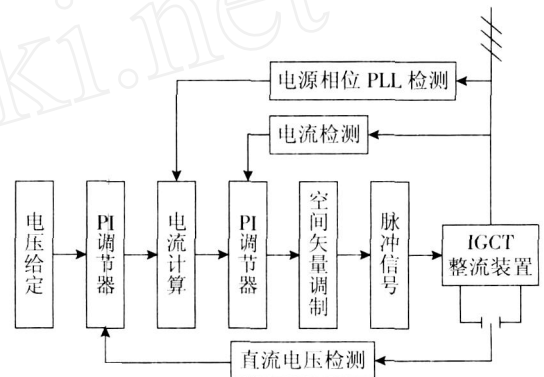


图 2 整流器控制原理框图

Fig. 2 Control schematic diagram of the converter

值,进行比例积分及限值运算,计算出电流参数,在电流计算环节,该电流参数被分解成有功电流和无功电流分量,输出到电压参数环节,得出 PWM 脉宽控制的电压参考值, PWM 调制环节根据该电压参考值输出门极控制信号到 IGBT 整流装置。电源相位检测(PLL)确定电源的相位,用于控制整流装置的功率因数。

2.2 逆变器控制

三电平控制方式主回路通过控制 IGBT 通断,在其输出端输出 3 种电平,即正电位 P,中性点电位 0 V,负电位 N。调节 3 种电平的输出脉冲宽度,从而调节输出波形。其原理框图见图 3。

速度控制环节:接收来自外部的多个速度给定,可以是模拟量的,也可以是数字量的。根据实际需要选择给定值的个数和类型。速度控制环节对速度给定和速度反馈进行比较,得出差值,再

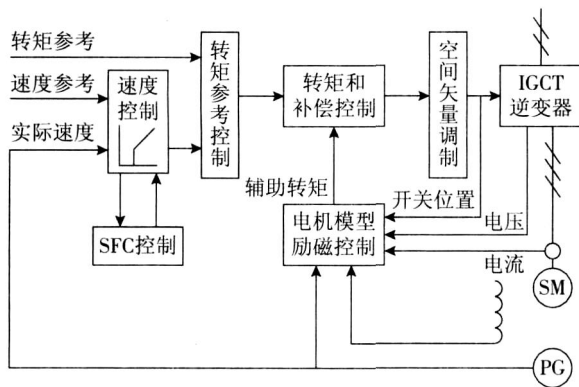


图 3 逆变器控制原理框图

Fig.3 Control schematic diagram of the inverter

进行 PD 调节, 输出参考转矩。SFC 控制用于消除机器轴向共振。

转矩参考控制: 速度控制的输出转矩参考和给定的转矩参考进行比较, 得出差值, 进行 PI 调节, 输出磁链给定值。

转矩和补偿控制: 定子磁链角的偏差是由转矩偏差产生的, 磁链幅值的偏差直接由给定值来调整, 这样通过磁链矢量的偏差加上定子电阻压降补偿就可以得到电压矢量的给定值。

空间矢量调制: 通过空间矢量调制单元产生对称的 PWM 波形, 在一个控制周期内连续发出多个电压矢量, 对定子磁链幅值实现精确控制, 使得定子磁链更能逼近圆形轨迹, 从而减小定子磁链和转矩脉动, 同时保证功率开关频率恒定。

3 应用效果

3.1 传动系统性能

静态精度按照“(速度参考值 - 速度反馈值) / 最高速度 在 1 s 内的平均值计算。调试时分别在 10% 速度基速和最高速度下测试静态精度; 速度响应时间分别在不带机械负载和带机械负载下测试; 冲击速降是指在基速下输入 100% 负荷时的

速度恢复时间。传动系统静态精度值、响应时间和冲击速降值参见表 1。

表 1 电机调试性能表

Table 1 Performance test value of the motors

设备名称	静态精度 (最高速度 下) / %	响应时间 (不带接 轴) / ms	响应时间 (带接轴) / ms	冲击速降 (100% 负载) / s
BGV 电机 (6 000 kW)	< ±0.01	< 90	< 180	0.3

3.2 逆变器输出性能

ACS 6000SD 在 BGV 轧机应用中, 采用 SVPWM 调制算法, 3.3 kV 的 IGCT 变流器电压、电流波形如图 4 所示。

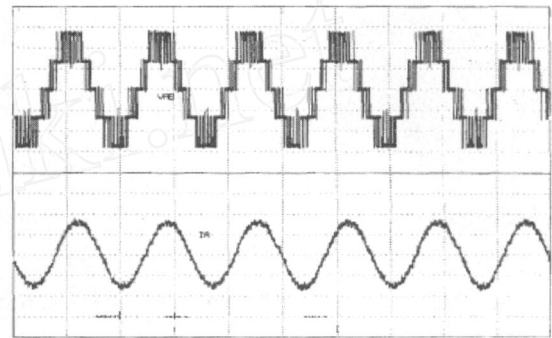


图 4 3.3 kV IGCT 变流器电压、电流波形

Fig.4 Voltage/current waveform 3.3 kV IGCT converter

从表 1 静态精度和响应时间, 以及图 4 中变频器的输出电压和电流波形可以看出, ACS 6000SD 交流变频装置具有控制精度高、动态响应快、谐波含量少的特点。

ACS 6000SD 中压交流变频传动装置在马鞍山钢铁集团公司高速线材厂的成功应用, 体现了其优异的性能和高可靠性, 是大、中型电机拖动系统较为理想的传动装置。 [编辑: 沈黎颖]

(上接第 62 页)

combustion technology in industrial furnace[J]. Industrial Furnace, 2005, 7(1): 23-26

[2] 陈 巍, 方会斌, 秦 文. 蓄热式钢包烘烤技术的研究与应用[J]. 冶金能源, 2007, 26(3): 39-42

CHEN Wei, FANG Hui-bin, QIN Wen Study and application of the regenerative ladle preheating technology[J]. Energy for Metallurgical Industry, 2007, 26(3): 39-42

[3] 刘玉梅, 郝万新, 李忠明. 基于 PLC 控制的双蓄热式钢包烘烤器自动控制系统[J]. 仪表技术与传感器,

2008(3): 94-95.

LIU Yu-mei, HAO Wan-xin, LI Zhong-ming Pair of regenerative ladle roaster automatic control system based on PLC control [J]. Instrument Technique and Sensor, 2008(3): 94-95.

[4] 杜 昂. PLC 控制系统在蓄热式烘烤装置上的应用[J]. 河南冶金, 2003(2): 43.

DU Ang Application of PLC system on regenerative preheating equipments[J]. Henan Metallurgical, 2003(2): 43. [编辑: 魏 方]