中压变频器在煤矿主斜井传动带系统改造中应用

赵永生

（太原重工股份有限公司，山西 太原 030024）

摘要：介绍了针对煤矿主斜井传动带的拖动系统的提升整改方案，将西门子中压变频器SIMOVERT MV进一步整合SINAMICS GM150。组成四机驱动系统，设定相关控制逻辑进行试运行，并成功应用。

关键词：GM150中压变频器; PROFIBUS DP; 传动带

Application of medium voltage inverter in improvement of driving belt system in main inclined shaft of coal mine

ZHAO Yongsheng

(Taiyuan Heavy Industry Co., Ltd., Taiyuan 030024, China)

Abstract: This paper introduces the improvement scheme of the driving system of the driving belt in the main inclined shaft of the coal mine. Integration Siemens medium voltage inverter SIMOVERT MV with SINAMICS GM150, so as to form a four machine drive system. Relevant control logic for trial operation is, set and is successfully applied.

Key words: SINAMICS GM150 medium voltage converter; PROFIBUS DP; driving belt

0　引言

某井工矿原主井传动系统所用中压变频器为3台西门子公司SIMOVERT MV，采用PLC控制，运行多年良好。但是，一方面因所用时间较长；另一方面需进一步提高产能，业主提出进行改造。

1　SINAMICS GM150改造技术方案

经各方讨论，认为可在只有1台SIMOVERT MV的近控制端增加1台较有性价比的SINAMICS GM150中压变频器，使系统具备“四驱”能力，满足生产要求。

改造提出系统的主要技术参数如表1所示。

表 1　主要技术参数表

Tab. 1 Main technical parameters

电动机功率/kW	电动机额定电压/kV	电网电压/kV	变频器电压/kV	变频器额定功率/kV·A
4×1 070	2.3	10	2×1.2	3×1 300+1 600

新增SINAMICS GM150位于尾端同轴的右侧，标号为4号。主控室与现场通过PROFIBUS DP通信；现场设有PLC控制柜，负责变频器控

制命令和给定，同时接收电压、电流等基本的实际检测值（码盘）。系统框图如图1所示。

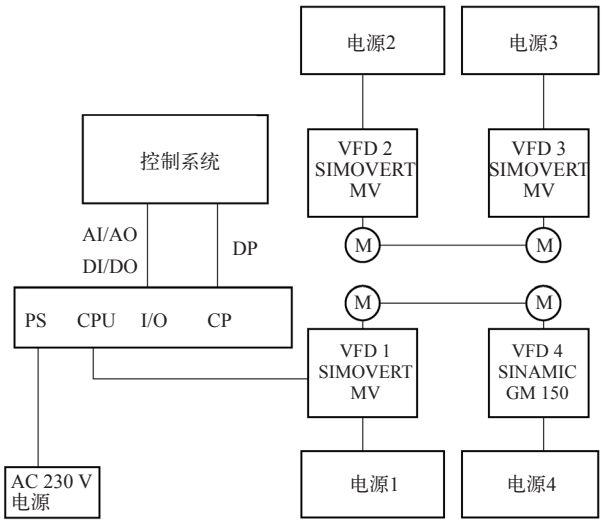

图 1　系统框图

Fig. 1 System block diagram

GM150到现场控制柜PLC的通信数据如表2所示。

表 2　GM150到现场控制柜PLC的通信数据

Tab. 2 Communication config of GM150 and field PLC

发送	接收
备妥信号 VECTOR_r899.0/H=yes	使能位命令 VECTOR_p852.0/H=operation enable
转备信号 VECTOR_r899.1/H=yes	PLC 使能位命令 VECTOR_p854.0/H=master by PLC
运行信号 VECTOR_r899.2/H=yes	起停命令 VECTOR_p840.0/H=on
故障信号 VECTOR_r899.3/H=fault	急停命令 VECTOR_p844.0/L=off2
主从信号 VECTOR_r1406.12/ H=torque	主从切换命令 VECTOR_p1501.0/H=torque control
电流实际值反馈 VECTOR_r27	复位命令 VECTOR_p2103.0/pulse
速度实际值反馈 VECTOR_r61	频率给定 VECTOR_p1070.0
转矩实际值反馈 VECTOR_r80.1	转矩给定 VECTOR_p1503.0

2　控制系统的相关配置

传送带系统示意图如图2所示。

控制方案留有备用，以便两台以内变频设备故障时保持生产。其中，2#、3#机和1#、4#机各自为同轴刚性连接，所以从机采取转矩控制，以保证轴两端两机输出均衡，避免差值过大。另外，两端之间的互联为传送带柔

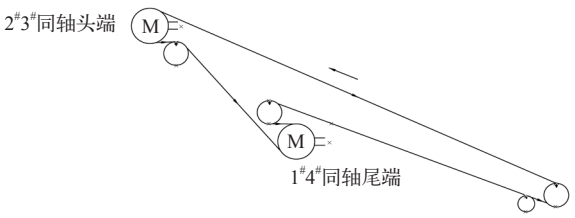

图 2　传送带系统示意图

Fig. 2 System schematic diagram of conveyor belt

性连接，所以尾端的从机采取速度环饱和加转矩限幅的经典方案。以现场PLC发送的控制字的相关位来选取具体控制方案，中断选择位为CDS:VECTOR_p810，DDS:VECTOR_p820[1]/p821[1]。

对于正常运转的第1方案中，GM150为转矩控制，其他3个故障、应急方案中，GM150为速度控制，所以第1方案为CDS[0]和第2～4方案为CDS[1]。对应的DDS参数也有所不同，分别命名为DDS[0]、DDS[1]、DDS[2]和DDS[3]。

具体控制方案如下。

第1方案为头端右侧3#机为主，速度控制，接收速度给定；左侧2#机为3#机的从机，转矩控制，接收3#机的输出转矩作为转矩给定；尾端左侧1#机接收3#机速度给定并做2%左右超调，使其处于速度环饱和状态，并且施加3#机的转矩给定作为限幅，速度控制；尾端右侧4号机为同轴1#机的相对从机，接收1#机的输出转矩作为转矩给定，转矩控制。此种为正常运行全驱控制（四驱），参数组选CDS[0]、DDS[0]。

第2方案为1#机故障的三机驱动。头端右侧3#机为主，速度控制，接收速度给定；头端左侧2#机为3#机的从机，转矩控制，接收3#机的实际输出转矩作为转矩给定；尾端右侧4#机接收3#机的速度给定，并做2%左右超调，使其处于速度环饱和状态，并且施加3#机的转矩给定作为限幅，速度控制。对应参数组选CDS[1]、DDS[1]。还有另外一种三机驱动，为原来3台SIMOVERT MV。GM150故障停机，由现场PLC切换为原运行方案。

第3方案为当1#机和2#机故障的两机驱动，

头端右侧3#机为主，速度控制，接收速度给定；尾端右侧4#机接收3#机速度给定并做2%左右的超调，使其处于速度环饱和状态，并且施加3#机的转矩给定作为限幅，速度控制。参数组选CDS[1]、DDS[2]。

第4方案为1#机和3#机故障的两机驱动，头端左侧2#机为主，速度控制，接收速度给定；尾端右侧4#机接收2#机速度给定并做2%左右的超调，使其处于速度环饱和状态，并且施加2#机的转矩给定作为限幅，速度控制。参数组选CDS[1]、DDS[3]。

在调试过程中，先保持GM150与原有的SIMOVERT MV系统的响应特性尽可能一致，所以先将速度环的PI参数均与原系统取齐。在调试过程中再根据负荷进行调整，调试发现GM150与原有的比例参数略有降低。

第2、3方案下，GM150速度跟随时的功能如图3所示，主给定为速度，超调叠加2%的固定值。

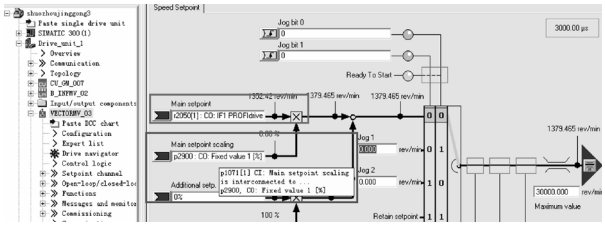

图3 GM150速度跟随时的功能示意图

Fig. 3 Speed function diagram of GM150

3 运行结果分析

第1控制方案下，四驱轻载的运行曲线图如图4所示，曲线表明跟随性能好，实现了系统的动态稳定，可以应对加减速时传动带表面张力的突变，保证传动带不扯断、无跑偏等问题，可靠性高。

根据WinCC上的4台变频器分别的实时转矩输出曲线可知，四驱的联动转矩平衡。

在四种方案的切换使用中，转矩输出平衡和动态响应特性有些许不同，需要相应地作些微调，区别主要体现在速度环的比例参数上，这也是使用四套驱动参数组的目的所在，不需要在切换后再对GM150的参数作手动修改。

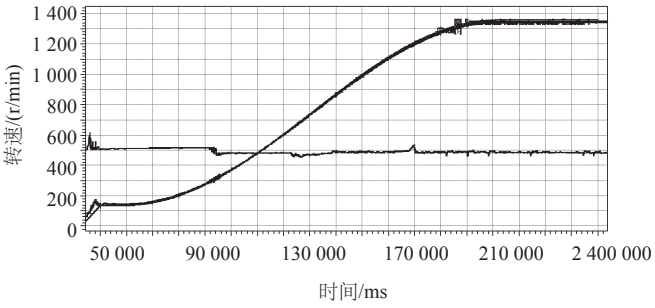

图4 第1方案四驱轻载运行曲线图

Fig. 4 Operation curve of four drive low load scheme 1

4 结束语

试运行阶段，整改系统运行良好。GM150与SIMOVERT MV都是采用高压IGBT和三电平技术的高性能中压变频器，它们的功率部分是相似的，控制单元的区别主要体现在运算和响应速度方面，整个系统的整改比较成功，系统可靠运行，协同运行可行。

参考文献

[1] 贾清华．大功率多电机中间驱动袋式输送机在煤矿主斜井的应用[J]．同煤科技，2012(4)：21-23．

[2] 陈鼎智．高压变频器在高产高效煤矿主斜井带式输送机中的应用[J]．煤矿机械，2013(4)：221-222．

[3] 刘俊峰．ABB中压变频器用于主斜井皮电机的研究[J]．能源技术与管理，2017，42(6)：111-112．

[4] 史坚青．ABB中压变频器在煤矿主斜井皮带机上的应用[J]．机械管理开发，2016，31(8)：102-103，106．

作者简介

赵永生

赵永生（1981－），工程师，自动化、信息与计算科学专业，研究方向为风力发电机组偏航、变桨控制，风功率预测系统及风电机组智能化等。

(收稿日期：2020－05－28)EA