

# 一种基于 DUST 通讯的集成化直流保护定检系统

彭德辉<sup>1</sup>, 张楠<sup>1</sup>, 周群英<sup>2</sup>, 黄金海<sup>2</sup>

(1. 南方电网超高压输电公司检修试验中心, 广东 广州 510663; 2. 许继电气股份有限公司, 河南 许昌 461000)

**摘要:** 以高肇、兴安高压直流输电工程直流保护硬件平台 SIMADYN D 系统为依托, 以提高直流保护维护、定检效率为目的, 研制了直流保护定检系统。系统满足直流保护系统定检规程要求, 具有操作方便、人机界面友好等特点。运行在主流 Window 操作系统, 在功能上可以取代传统调试工具 IBS, 实现直流保护系统数字量、模拟量输入通道信息显示及监视, 以及数字量、模拟量输出下发等功能。

**关键词:** 高压直流输电; SIMADYN D; 直流保护; 定检系统; DUST

## An integrated DC protection regular inspection system based on DUST

PENG De-hui<sup>1</sup>, ZHANG Nan<sup>1</sup>, ZHOU Qun-ying<sup>2</sup>, HUANG Jin-hai<sup>2</sup>

(1. China Southern Power Grid EHV Maintenance & Test Center, Guangzhou 510663, China;

2. XJ Electric Co., Ltd, Xuchang 461000, China)

**Abstract:** DC protection hardware platform of Guizhou-Guangdong DC I and DC II is based on SIMADYN D system. In order to improve the efficiency of the DC protection maintenance and regular inspect, this paper develops a regular inspection system. The system meets code requirements, is easy to operate, and also has friendly interface and other characteristics. It's running in the mainstream Window operating system, which can replace debugging tools IBS and achieve the function of DC protection systems digital, analog input channel information display and monitoring, as well as digital and analog outputs issuing, etc.

**Key words:** HVDC; SIMADYN D; DC protection; regular inspection system; DUST

中图分类号: TM733 文献标识码: A 文章编号: 1674-3415(2014)13-0146-09

## 0 引言

高肇、兴安高压直流输电工程中, 直流保护硬件平台基于SIMADYN D系统, 采用多处理器并行技术, 完成数学运算、通信、数据交换等任务<sup>[1]</sup>。常规的直流保护定检工作使用西门子调试工具软件IBS, 实现对直流保护系统数字量、模拟量的输入及输出通道的监视及检测, 提前发现可能导致直流强迫停运的缺陷和隐患<sup>[2]</sup>。但在实际应用中暴露出一些问题, 包括定检效率低下, 浪费了大量的人力、物力, 修改软件未复位导致直流告警等。为了提高直流保护定检的效率, 降低定检工作风险, 提高直流保护定检调试效率, 研制了直流保护定检系统。在不改变高肇、兴安直流保护装置硬件配置的基础上, 利用DUST通讯通道, 增加了通讯处理器与保护处理器间的通讯功能, 以及增加了通讯处理器与调试电脑的通讯功能, 收发数字量和模拟量等信息。直流保护定检系统基于高肇、兴安直流现场运行直

流保护软件进行设计, 在过程控制层<sup>[3]</sup>实现保护主机与人机界面的数据交换。其研究方法和角度遵循“理论研究—软件开发—装置验证”的思路, 通过理论研究和试验检验完善软件和装置设计, 最终形成满足实际工程需求的, 具有技术优势的直流保护定检系统。

## 1 SIMADYN D 平台及通讯协议简介

高肇、兴安直流输电工程, 直流保护主机基于工业控制主机技术, 采用多处理器并行处理结构。系统配置包括五大类模块: CPU模块(1个PM6处理板卡)、输入/输出模块(IT42、EB11、EM11)、通讯模块(CS7模块、CS12和CS22模块、CSH11模块)、特殊模块(高压直流输电应用专用模块、信号处理模块EP31、EP31的插入式扩展模块IT1、IM31、用于特殊场合的激光模块LM31、IO31)<sup>[4-5]</sup>。

系统处理器的时钟频率是66 MHz, 运算功能强大。程序可配置7个不同的采样时间, 从0.1 ms到5 s。

每一采样时间都能完成一个复杂的闭环控制功能。功能块的数目取决于计算时间和采样时间(运算周期)。

配置128K\*24位容量的程序和数据存储器, 可以与SIMADYN D系统16位和32位处理器模块P16

和P32配合使用; 通过L总线实现板间通讯, 可利用4K\*16位的双口RAM空间, 数据交换迅速。板间通讯需要配置通讯模块CS7, 才能实现与EP31、PM系列处理器模块通讯。系统通讯通道如图1所示, 通讯方式如图2所示。

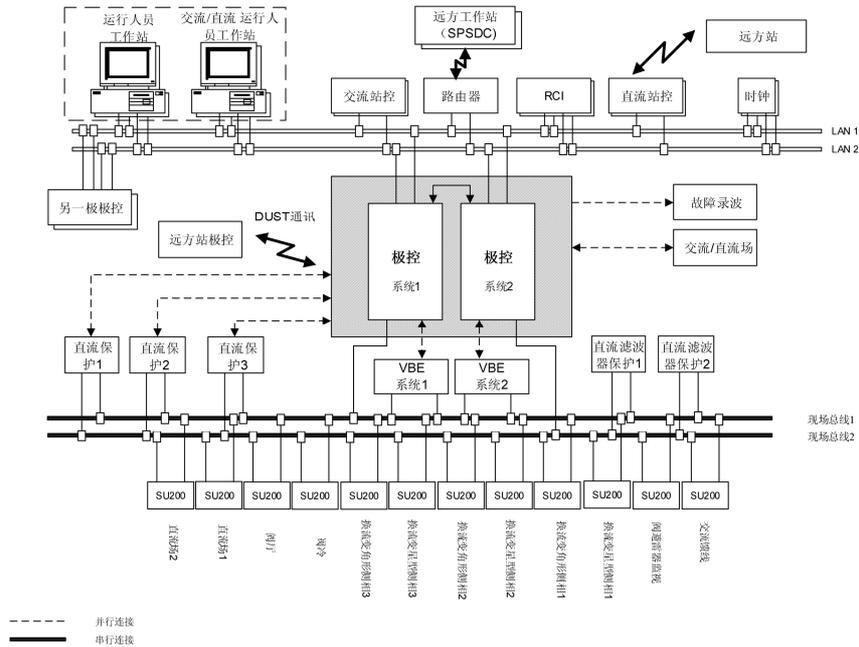


图 1 SIMADYN D系统通讯通道

Fig. 1 Communications channel of SIMADYN D

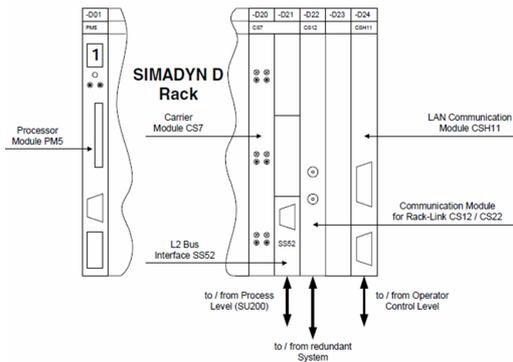


图 2 SIMADYN D板卡通讯方式

Fig. 2 SIMADYN D communication mode

与运行有关的信号通过LAN网和远方控制接口交换, 用于传输重要的调节、保护和控制信息(下称快速信号)使用独立快速通信通道(Directly Ultra-speed Telecommunication, DUST)交换。

DUST通讯采用HDLC通讯协议。HDLC英文全称High level Data Link Control, 高级数据链路控制, 是一个在同步网上传输数据、面向位的数据链路层协议, 它是个由1970年代IBM所提出的对称式资料连结控制(Synchronous Data Link Control, SDLC)所

研发出来的ISO标准。

HDLC协议是一种面向比特的数据链路层协议, 不依赖于任何一种字符编码集, 保证传送到下一层的数据在传输过程中能够准确地被接收(也就是差错释放中没有任何损失并且序列正确)。HDLC的另一个重要功能是流量控制, 一旦接收端收到数据, 便能立即进行传输。该协议不依赖于任何一种字符编码集; 数据报文可透明传输, 用于实现透明传输的“0比特插入法”易于硬件实现; 全双工通信, 有较高的数据链路传输效率; 所有帧采用CRC检验, 对信息帧进行顺序编号, 可防止漏收或重份, 传输可靠性高; 传输控制功能与处理功能分离, 具有较大灵活性。

PM与CS7上的SS4通讯采用此协议, SS4模块完全只是为了调试用的, 包含所有重要调节、保护、控制信息, 但正常运行时是没有向系统输出的。因此, 选择DUST通讯协议作为切入点进行系统开发是最好的选择。

## 2 直流保护定检系统构成

直流保护定检系统包括调试计算机、USB转串

口服务器接口、每极三套冗余的SIMADYN D直流保护主机<sup>[6]</sup>三部分。利用SIMADYN D主机通讯母板CS7上的SS4串口通讯接口,各个保护处理器板卡的信息通过通讯串口发送给调试计算机,直流保护定检系统测试软件接收和发送数据,并将相关数据在调试计算机上进行简单的关联或处理后,显示给用户,从而实现了更加简便的测试,提高了定检调试效率。

直流保护定检系统整体连接示意图如图3所示。

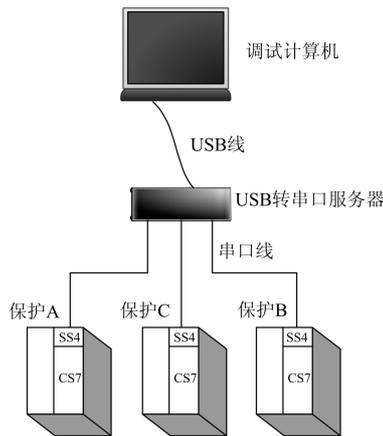


图 3 直流保护定检系统示意图

Fig. 3 Schematic diagram of DC protection regular inspection system

保护系统EP31板卡采用D型9针串行通讯口,而调试用计算机采用USB接口,实现两者通讯需采用USB转串口服务器,三套直流保护通过SS4通讯串口线连至其Port1、Port2、Port3串口,输出通过USB线连至调试电脑,接口示意图如图4所示。

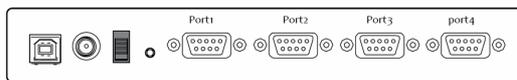


图 4 USB转串口服务器接口

Fig. 4 USB to serial server port

SIMADYN D直流保护主机(即上位机)程序中,需对DUST通讯中央块@CSD01等逻辑进行修改,获取报文,@CSD01模块如图5所示。

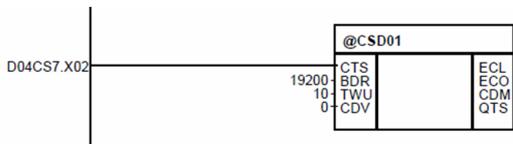


图 5 @CSD01模块

Fig. 5 @CSD01 module

### 3 基于 DUST 协议的直流保护定检系统通讯方式

SIMADYN D平台所采用的DUST通讯协议如表1所示,通讯数据列表如表2所示。

表 1 DUST通讯协议

Table 1 DUST communication protocol

协议	应用
DUST1	连接配置和操作人员控制 PC, 例如: 从 SS4 访问 PM 板卡
DUST2	连接信息打印机
DUST3	连接 SIMATIC S5 (AS512 或 CP525)
DUST7	一种串行点至点连接, 用于数据通讯, 信息系统等。例如 SER 上送至 SS2。
USS	连接: OP2 操作员控制盘 VD1 文本显示 换流器的配合运行 SS4 以 USS 为主, 可以连在 USS 总线上运行。最大波特:187.5kb

表 2 高肇、兴安直流DUST通讯数据列表

Table 2 Gaozhao, Xingan DC program DUST communication table

数据位	信号名称	信号类型	说明
1.0	deblkd	开关量	本站已解锁
1.1	rect	开关量	本站运行在整流模式
1.2	I lim Rem	开关量	整流站在限电流模式
1.3	空	-	-
1.4~1.15	klref	模拟量	直流电流设定值
2.0	ESOF os	开关量	请求对战ESOF
2.1	Block os	开关量	请求对站BLOCK
2.2	DCLP	开关量	本站直流线路故障
2.3	SFen ow n	开关量	本站稳控功能开启
2.4~2.15	kIL	模拟量	本站直流线路电流测量值
3.0	CoSh DwoS	开关量	本站启动CSD闭锁
3.1	Recv_Flt	开关量	本站DUST接受模块故障
3.2	BalMoRoS	开关量	请求对站双极功率平衡
3.3	RedIdEos	开关量	请求对站减小接地极电流
3.4~3.15	Pref AC	模拟量	功率稳定功能的调制量
4.0	IdL OK	开关量	本站IdL测量无异常
4.1	StaSetoS	开关量	功率调整到指定值状态位
4.2	RUB_act	开关量	功率调整允许位
4.3	空	-	-
4.4~4.15	Frequ_OS	模拟量	本站交流系统频率

直流保护定检系统采用SIMADYN D平台专用的DUST1通讯协议, 由于外方没有提供DUST1协议文本, 因此采用报文监视软件对SIMADYN D平台SS4串口的报文获取, 发现其中的规律从而制定出直流保护定检系统的通讯协议。通过对获取的报文信息的分析, 得出了报文的格式, 报文的基本结构分为报文头、报文尾、用户数据三部分, 其中报文头和报文尾有固定的长度, 用户数据部分的长度是可以变化的, 报文的格式如图6所示, 图中的DB代表一个字节。上送的报文中每个字的高低位是颠倒的, 即高位在前低位在后, 下发的报文中也是高位在前低位在后, 报文的基本结构为:

(1) 报文头

报文头的长度为7个字节。DB0、DB3、DB4、DB6为常数68、68、04和08, DB1、DB2为变量, 这两个变量值相等, 代表发送用户数据的字节长度, 其计算方法为用户数据字节数加上4。DB5代表串行通讯在DUST1协议中的通道号, 即要配置的地址段1, 也就是帧识别号, 通过改变这个变量就可以区分报文信息。

(2) 用户数据

在采用DUST1协议通讯中, 用户数据长度是可变的, 最多可以达到256个字节, 上传用户数据和下发用户数据采用不同的长度。

(3) 报文尾

报文尾为固定的两个字节长度, DBm为变量, 它是所有用户数据字节累加的值再加上通道号的值, 然后加上0C后的值, 用于累加和校验, DBm+1为定值16。

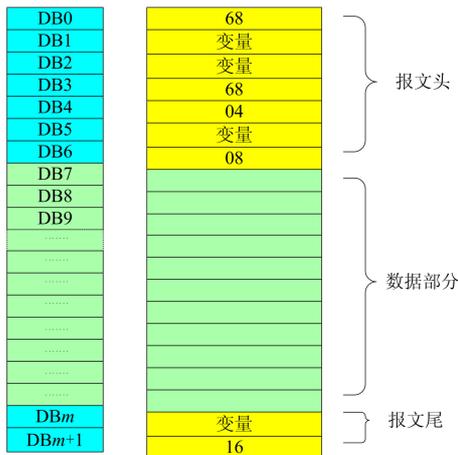


图 6 报文基本格式

Fig. 6 Datagram basic format

在下发数据到直流保护系统时, 报文格式必须与以上格式相同才能被系统接收, 而在直流保护系

统上传数据到调试计算机时, 只要判断报文头和报文尾即可确定一帧数据报文。

通过对DUST通讯报文获取, 可以读取和设置所有保护定检所需的数字量和模拟量, 对这些信号的硬件端子和软件地址梳理如表3~表7所示。

表 3 数字量输入信号列表

Table 3 Digital input signal table

信号	硬件端子	软件地址
COMMUTATION FAILURE	-X801.17、 -X801.16	2FP-CONPRO.A220.Q1
BYPASS	-X801.17、 -X801.18	2FP-CONPRO.A200.Q6
POLE IS RECTIFIER	-X801.17、 -X801.19	2FP-CONPRO.A200.Q7 3FP-DCLIN3.A10.Q1
CONVERTER CIRCUIT BREAKER CLOSED	-X801.17、 -X801.20	2FP-CONPRO.A200.Q13 5FP-FILT.A200.Q1
BLOCK DC UNDERVOLTAGE PROTECTION	-X801.17、 -X801.21	2FP-CONPRO.A200.Q14
CONVERTER DEBLOCKED	-X801.17、 -X801.22	2FP-CONPRO.A200.Q15 3FP-DCLIN3.A10.Q3 5FP-FILT.A200.Q2
OPEN LINE TEST	-X803.1、 -X803.2	2FP-CONPRO.A200.Q16
OTHER POLE CONVERTER DEBLOCKED	-X803.1、 -X803.3	2FP-CONPRO.A200.Q8
OTHER POLE GROUND RETURN OPERATION	-X821.30、 -X821.32	2FP-CONPRO.A200.Q3 2FP-CONPRO.A200.Q4
BIPOLAR OPERATION	-X821.30、 -X821.33	3FP.DCLIN3.A10.Q4
METALLIC RETURN	-X821.30、 -X821.34	2FP-CONPRO.A200.Q5
HSNBS CLOSED	-X821.38、 -X821.39	2FP-CONPRO.A200.Q9
MRTB CLOSED	-X821.38、 -X821.40	2FP-CONPRO.A200.Q10
MRS CLOSED	-X821.38、 -X821.41	2FP-CONPRO.A200.Q11
HSGS CLOSED	-X821.38、 -X821.42	2FP-CONPRO.A200.Q12
RESET	Push button -S101	3FP-DCLIN3.A10.Q5
NO SER	Switch -S100	3FP-DCLIN3.A10.Q6

表 4 数字量输出信号列表  
Table 4 Digital output signal table

信号	软件地址	设置值	LED 指示灯
BALANCED BIPOLAR OPERATION ELECTRODE LINE CURRENT REDUCTION	2FP-ELPRO.D14.I4	0=>1	-K202A -K202B -K202C
CURRENT REDUCTION	2FP-ELPRO.D15.I3	0=>1	-K203A -K203B -K203C
CURRENT REDUCTION	2FP-CONPRO.CP100.I3	0=>1	-K204A -K204B -K204C -K205A -K205B
ESOF	2FP-CONPRO.CP176.I2	0=>1	-K205C -K205D -K205E -K206A
CONVERTER BLOCK	2FP-CONPRO.CP178.I2	0=>1	-K206B -K206C
BYPASS PAIR FIRING INHIBIT	2FP-CONPRO.CP156.I2	0=>1	-K208A -K208B -K208C
BLOCK FIRING PULSES	2FP-CONPRO.CP196.I2	0=>1	-K207A -K207B
OPEN HSNBS REQUEST	2FP-CONPRO.CP185.I3	0=>1	-K209A -K209B -K210A
CLOSE HSNBS	2FP-CONPRO.CP157.I2	0=>1	-K210B -K210C -K211A
CLOSE HSGS	2FP-CONPRO.CP158.I2	0=>1	-K211B -K211C -K212A
CLOSE MRTB	2FP-CONPRO.CP159.I2	0=>1	-K212B -K212C -K213A
CLOSE MRS	2FP-CONPRO.CP161.I2	0=>1	-K213B -K213C
OPEN MRTB INHIBIT	2FP-CONPRO.CP162.I2	0=>1	-K214
OPEN MRS INHIBIT	2FP-CONPRO.CP163.I2	0=>1	-K215
CURRENT REDUCTION	3FP-DCLIN3.Z11.I2	0=>1	-K204A -K204B -K204C -K205A -K205B
ESOF	3FP-DCLIN3.Z13.I2	0=>1	-K205C -K205D -K205E -K206A
CONVERTER BLOCK	3FP-DCLIN3.Z15.I3	0=>1	-K206B -K206C -K216A
DC LINE FAULT RECOVERY	3FP-DCLIN3.Z40.I3	0=>1	-K216B -K216C -K216D -K217A
DEBLOCK INHIBIT	5FP-FILT.D06.I2	0=>1	-K217B -K217C -K205A -K205B
ESOF	5FP-FILT.D05.I5	0=>1	-K205C -K205D -K205E

表 5 传动试验信号列表  
Table 5 Transmission test table

投入压板	软件地址	信号	查看压板端子是否出现高电平
=12R01+R1/S17	2FP-CONPRO.CP176.I2	ESOF	12T00+R1/S305.1
=12R00+R1/S110	3FP-DCLIN3.Z13.I2 5FP-FILT.D05.I5	ESOF	12T00+R2/S305.1
=12R01+R1/S19	2FP-CONPRO.CP176.I2	ESOF	12T00+R2/S305.1
=12R00+R1/S210	3FP-DCLIN3.Z13.I2 5FP-FILT.D05.I5	OPEN	=12R00+R1/S412.1
=12R01+R1/S18	2FP-CONPRO.CP185.I3	HSNBS REQUEST	=12R00+R1/S422.1
=12R01+R1/S18	2FP-CONPRO.CP157.I2	CLOSE HSNBS	=12R00+R1/S413.1 =12R00+R1/S423.1
=12R01+R1/S18	2FP-CONPRO.CP158.I2	CLOSE HSGS	=12R00+R1/S414.1 =12R00+R1/S424.1
=12R01+R1/S18	2FP-CONPRO.CP159.I2	CLOSE MRTB	=12R00+R1/S415.1 =12R00+R1/S425.1
=12R01+R1/S18	2FP-CONPRO.CP161.I2	CLOSE MRS	=12R00+R1/S416.1 =12R00+R1/S426.1
=12R01+R1/S20	2FP-CONPRO.CP185.I3	OPEN HSNBS REQUEST	=12R00+R1/S412.1 =12R00+R1/S422.1
=12R01+R1/S20	2FP-CONPRO.CP157.I2	CLOSE HSNBS	=12R00+R1/S413.1 =12R00+R1/S423.1
=12R01+R1/S20	2FP-CONPRO.CP158.I2	CLOSE HSGS	=12R00+R1/S414.1 =12R00+R1/S424.1
=12R01+R1/S20	2FP-CONPRO.CP159.I2	CLOSE MRTB	=12R00+R1/S415.1 =12R00+R1/S425.1
=12R01+R1/S20	2FP-CONPRO.CP161.I2	CLOSE MRS	=12R00+R1/S416.1 =12R00+R1/S426.1

表 6 直流模拟量信号列表  
Table 6 DC analog signal table

直流模拟量	硬件地址	Optodyn 类型	软件地址
UdN	=21Q00+Q1 -A16:2 => 1	-10 V..+10 V	2FP-CONPRO.A120.Y
UdL	=21Q00+Q1 -A14:2 => 1	-10 V..+10 V	3FP-DCLIN1.A90.Y
IdH	=21Q00+Q1 -A11:2 => 1	0..+900 mV	2FP-CONPRO.A90.Y
IdN	=21Q00+Q1 -A12:2 => 1	0..+900 mV	2FP-CONPRO.A100.Y
IdE	=21Q00+Q1 -A15:2 => 1	0..+900 mV	2FP-CONPRO.A110.Y
Idee1	=21Q00+Q1 -A21:2 => 1	-900 mV.. +900 mV	2FP-CONPRO.A140.Y
Idee2	=21Q00+Q1 -A22:2 => 1	-900 mV.. +900 mV	2FP-CONPRO.A150.Y
Idee3	=21Q00+Q1 -A23:2 => 1	-900 mV.. +900 mV	2FP-CONPRO.A170.Y
IdL	=21Q00+Q1 -A13:2 => 1	-900 mV.. +900 mV	3FP-DCLIN1.A80.Y
Idee1H	=21Q00+Q1 -A21:6 => 5	-30 mV.. +30 mV	3FP-DCLIN1.A100.Y
Idee2H	=21Q00+Q1 -A22:6 => 5	-30 mV.. +30 mV	3FP-DCLIN1.A110.Y
Idee3H	=21Q00+Q1 -A23:6 => 5	-30 mV.. +30 mV	3FP-DCLIN1.A120.Y
INy	=21Q00+Q1 -A25:2 => 1	-10 V..+10 V	3FP-DCLIN1.A70.Y07
IND	=21Q00+Q1 -A26:2 => 1	-10 V..+10 V	3FP-DCLIN1.A70.Y08
IdE_op	=22Q00+Q1 -A15:6 => 5	0..+900 mV	2FP-CONPRO.A130.Y
IdL_opH	=22Q00+Q1 -A13:10 => 9	-30 mV.. +30 mV	2FP-CONPRO.A180.Y
IdL_op	=22Q00+Q1 -A13:6 => 5	-900 mV.. +900 mV	3FP-DCLIN1.A95.Y

表 7 交流模拟量信号列表  
Table 7 AC analog signal table

交流模拟量	硬件地址	SIMADYN D 软件地址
IacY_L1	-X63.12 => -X63.42	2FP-CONPRO.C10.Y1
IacY_L2	-X63.22 => -X63.42	2FP-CONPRO.C10.Y2
IacY_L3	-X63.32 => -X63.42	2FP-CONPRO.C10.Y3
IacD_L1	-X64.12 => -X63.42	2FP-CONPRO.C10.Y4
IacD_L2	-X64.22 => -X63.42	2FP-CONPRO.C10.Y5
IacD_L3	-X64.32 => -X63.42	2FP-CONPRO.C10.Y6
Uac_L1	-X72.12 => -X72.42	5FP-FILT.A326.Y
Uac_L2	-X72.22 => -X72.42	5FP-FILT.A336.Y
Uac_L3	-X72.32 => -X72.42	5FP-FILT.A366.Y
UsumY	-X73.12 => -X73.42	5FP-FILT.A16.Y2
UsumD	-X74.12 => -X74.42	5FP-FILT.A17.Y2

依据以上梳理的信号列表, 各类信号定检方式如下。

(1) 数字量输入定检。针对具体信号在信号列表所列硬件端子处选择短接端子、按下按钮或投切开关操作, 通过本文开发的定检系统观察信号列表中相应软件地址开入变位情况。需要注意一下两点: 1) 对于已经强制为0的端子严禁对其加入高电位, 否则将引起屏柜短路, 导致屏柜小开关过流保护跳闸; 2) 对于已经显示为1的端子, 无须再加入高电平。

(2) 数字量输出定检。针对具体信号使用定检系统在信号列表中所列软件地址使用调试电脑逐一置“1”, 同时根据列表检查硬件端子间的电压。由于三取二逻辑的设计, 所有硬件端子均不应发生变位。

(3) 模拟量输入定检。针对具体信号使用定检系统在信号列表中所列软件位置, 同时根据列表使用定检系统在对应软件地址校验相应信号。

(4) 模拟量输出定检。针对具体信号使用定检系统在信号列表中所列软件地址设置模拟量输出, 测量相应硬件端子电压。

根据数字量和模拟量的信号列表, 即可将各个信号对应的软件位置建立数据库, 存入定检系统中, 作为系统开发的基础, 使定检系统能够通过DUST1通讯协议与各个信号的软件位置建立联系。

同时, 根据信号列表建立硬件位置的数据库, 定检时每个信号涉及哪个硬件端子信号的测量或者增加输入的情况, 能够给予检修人员明确的指示。

表8给出了每个信号对应的处理器列表, 对于有信号通道但暂无信号的备用通道也进行了梳理, 方便后期软件修改增加信号时定检系统具备拓展的功能。

表 8 输入信号对应处理器列表  
Table 8 Input signal CPU table

序号	输入信号	SIMADYN D 处理器位置	序号	输入信号	SIMADYN D 处理器位置
1	IacY1	P2 处理器	74	备用	P3 处理器
2	IacY2	P2 处理器	75	备用	P3 处理器
3	IacY3	P2 处理器	76	备用	P3 处理器
4	IacD1	P2 处理器	77	备用	P3 处理器
5	IacD2	P2 处理器	78	备用	P3 处理器
6	IacD3	P2 处理器	79	备用	P3 处理器
7	备用	P2 处理器	80	备用	P3 处理器
8	备用	P2 处理器	81	备用	P3 处理器
9	IDH	P2 处理器	82	备用	P3 处理器
10	IDN	P2 处理器	83	断路器 闭合	P5 处理器

续表 8

序号	输入信号	SIMADYN D 处理器位置	序号	输入信号	SIMADYN D 处理器位置
11	IDE	P2 处理器	84	本极解锁保护系统 OK	P5 处理器
12	UDN	P2 处理器	85	备用	P5 处理器
13	IDE_OP	P2 处理器	86	备用	P5 处理器
14	IDEE1	P2 处理器	87	备用	P5 处理器
15	IDEE2	P2 处理器	88	备用	P5 处理器
16	IDEE3	P2 处理器	89	备用	P5 处理器
17	IDEE4	P2 处理器	90	备用	P5 处理器
18	IDL_OPHR	P2 处理器	91	备用	P5 处理器
19	IDL	P3 处理器	92	备用	P5 处理器
20	UDL	P3 处理器	93	备用	P5 处理器
21	IDL_OP	P3 处理器	94	备用	P5 处理器
22	IDEE1H	P3 处理器	95	备用	P5 处理器
23	IDEE2H	P3 处理器	96	备用	P5 处理器
24	IDEE3H	P3 处理器	97	备用	P5 处理器
25	INY	P3 处理器	98	备用	P5 处理器
26	IND	P3 处理器	99	降电流	P2 处理器
27	SUMY	P5 处理器	100	ESOF	P2 处理器
28	SUMD	P5 处理器	101	BLOCK	P2 处理器
29	UL1	P5 处理器	102	封 VBE	P2 处理器
30	UL2	P5 处理器	103	禁止投旁通对	P2 处理器
31	UL3	P5 处理器	104	备用	P2 处理器
32	备用	P5 处理器	105	备用	P2 处理器
33	备用	P5 处理器	106	软件无故障	P2 处理器
34	备用	P5 处理器	107	打开 HSNBS	P2 处理器
35	对时脉冲	P1 处理器	108	重合 HSNBS	P2 处理器
36	系统定义位 1	P1 处理器	109	软件无告警	P2 处理器
37	系统定义位 2	P1 处理器	110	重合 HSGS	P2 处理器
38	极定义位	P1 处理器	111	重合 MRTB	P2 处理器
39	备用	P1 处理器	112	重合 MRS	P2 处理器
40	备用	P1 处理器	113	禁止打开 MRTB	P2 处理器
41	备用	P1 处理器	114	禁止打开 MRS	P2 处理器
42	备用	P1 处理器	115	直流谐波保护降电流	P3 处理器
43	备用	P1 处理器	116	ESOF	P3 处理器

续表 8

序号	输入信号	SIMADYN D 处理器位置	序号	输入信号	SIMADYN D 处理器位置
44	备用	P1 处理器	117	BLOCK	P3 处理器
45	备用	P1 处理器	118	线路故障重启	P3 处理器
46	备用	P1 处理器	119	备用	P3 处理器
47	备用	P1 处理器	120	备用	P3 处理器
48	备用	P1 处理器	121	软件无告警	P3 处理器
49	备用	P1 处理器	122	软件无故障	P3 处理器
50	备用	P1 处理器	123	备用	P3 处理器
51	站定义位	P2 处理器	124	备用	P3 处理器
52	备用	P2 处理器	125	备用	P3 处理器
53	单极大地回线	P2 处理器	126	备用	P3 处理器
54	双极运行方式	P2 处理器	127	备用	P3 处理器
55	单极金属回线	P2 处理器	128	备用	P3 处理器
56	投旁通对	P2 处理器	129	备用	P3 处理器
57	整流侧	P2 处理器	130	备用	P3 处理器
58	另一极解锁	P2 处理器	131	禁止阀解锁	P5 处理器
59	HSNBS 闭合	P2 处理器	132	ESOF	P5 处理器
60	MRTB 闭合	P2 处理器	133	跳闸指示灯	P5 处理器
61	MRS 闭合	P2 处理器	134	备用	P5 处理器
62	HSGS 闭合	P2 处理器	135	备用	P5 处理器
63	断路器闭合	P2 处理器	136	备用	P5 处理器
64	闭锁低电压保护	P2 处理器	137	软件无告警	P5 处理器
65	本极解锁	P2 处理器	138	软件无故障	P5 处理器
66	另外一极 OLT	P2 处理器	139	备用	P5 处理器
67	整流侧	P3 处理器	140	备用	P5 处理器
68	备用	P3 处理器	141	备用	P5 处理器
69	本极解锁	P3 处理器	142	备用	P5 处理器
70	备用	P3 处理器	143	备用	P5 处理器
71	复位	P3 处理器	144	备用	P5 处理器
72	禁止 SER	P3 处理器	145	备用	P5 处理器
73	备用	P3 处理器	146	通讯错误超限	P5 处理器

#### 4 直流保护定检系统装置验证

定检系统需使用配置工具配置串口信息，运行

串口配置程序, 程序启动后可以查看和修改当前的串口信息, 直流保护的通讯通道默认使用COM21、COM22、COM23端口。USB转串口服务器端口信息如图7所示。

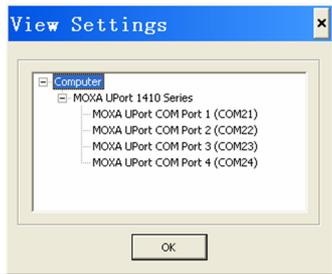


图 7 USB转串口服务器端口信息

Fig. 7 USB to serial port server port information

安装完成直流保护设备配置文件和安装运行库文件后即可完成直流保护定检测试软件的安装。启动软件后, 欢迎界面如图8所示。



图 8 直流保护定检测试软件欢迎界面

Fig. 8 Main interface of regular inspection system

点击“START”可以运行软件, 定检系统提供了多个功能, 下方四个按钮分别表示“主界面”、“历次定检报告”、“定检标准和说明”、“数据文件”。进入软件后可根据目录选择测试项目, 包括: 开关量输入和输出测试、模拟量输入和输出测试。

(1) 开关量输入测试

开关量输入测试界面如图9所示。可以同时监



图 9 开关量输入测试界面

Fig. 9 Digital input test interface

视三套直流保护系统的开关量输入信号, 按照保护处理器的顺序依次排列, 当收到外部开关量输入信号时, 对应的指示灯显示为红色。

(2) 开关量输出测试

开关量输出测试界面如图10所示。此页面可以监视一套直流保护系统的开关量输出信号, 点击保护处理器“输出”按钮, 如对应通道的指示灯显示为红色, 表示此开关量输出命令已经下发到直流保护主机, 这时可以检查直流保护系统端子排是否有开关量输出信号。



图10 开关量输出测试界面

Fig. 10 Digital output test interface

(3) 模拟量输入测试

模拟量输入测试界面, 图11所示。使用继电保护测试仪, 在直流保护屏相应的端子排上施加标准的电压、电流量, 模拟量输入测试界面可以显示输入量的大小。为了方便测试, 交流量使用有效值显示, 直流量采用瞬时值显示。



图11 模拟量输入测试界面

Fig. 11 Analog input test interface

(4) 模拟量输出测试

模拟量输出测试界面如图12所示。此页面可以同时测试三套直流保护系统的模拟量输出功能, 模拟量输出界面按照保护屏柜的顺序依次排列, 点击保护处理器模拟量输出通道的“选择”按钮, 对应通道的指示灯显示为红色, 点击对应的“输出”按钮, 然后设置模拟量输出的大小, 此时可以测量直流保护系统对应的端子排上是否有模拟量输出信号。



图12 模拟量输出测试界面  
Fig. 12 Analog output test interface

对于系统的装置验证可以看出，测试能够涵盖所有已梳理的数字量和模拟量。

### 5 结语

经过试验测试，直流保护定检系统能够实现对保护数字量、模拟量输入/输出通道的监视及检测。兼容性、运行稳定性和界面友好方面明显提高；在实际定检过程上，可省去人工查找图纸、输入软硬件位置，读取保护程序等多道定检流程，保守估计检修维护效率可以提高十倍以上。省去多道人工流程，实现定检工作自动化，可以避免由于图纸谬误、人工输入数据误差等带来的不可靠因素，特别是对于使用现有定检软件在修改输入后忘记改回原值导致运行程序出错等风险较为突出，对于降低定检工作风险有很明显的作用。

通过对本定检系统的应用，可有效地发现控制保护装置缺陷，降低因控制保护因素导致直流闭锁、停运的次数和时间，防患于未然，提升直流输电系统的运行维护水平。

### 参考文献

[1] 赵隼君. 高压直流输电技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004: 1-18.  
ZHAO Wan-jun. HVDC transmission engineering technology[M]. Beijing: China Electric Power Press, 2004: 1-18.

[2] 朱韬析, 李娟, 王超, 等. 直流输电系统强迫停运探讨[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(14): 93-96, 104.  
ZHU Tao-xi, LI Juan, WANG Chao, et al. Discussion on forced outages of HVDC transmission system[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(14): 93-96, 104.

[3] 王儒. 特高压直流输电控制与保护技术的研究[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(15): 53-58, 64.  
WANG Yao. Study on the control and protection system of ultra high voltage direct current transmission[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(15): 53-58, 64.

[4] 高肇. 直流输电工程直流保护手册[Z]. 2003.  
Gaozhao HVDC transmission project maintenance manual of DC protection[Z]. 2003.

[5] 兴安. 直流输电工程直流保护维护手册[Z]. 2007.  
Xingan HVDC transmission project maintenance manual of DC protection[Z]. 2007.

[6] 张望, 黄利军, 都俊芳, 等. 高压直流输电控制保护系统的冗余设计[J]. 电力系统保护与控制, 2009, 37(13): 5-20.  
ZHANG Wang, HUANG Li-jun, DU Jun-fang, et al. Redundant design of control and protection system for HVDC transmission[J]. Power System Protection and Control, 2009, 37(13): 5-20.

收稿日期: 2013-09-10; 修回日期: 2014-04-17

### 作者简介:

彭德辉 (1988-), 男, 学士, 助理工程师, 从事高压直流输电控制保护系统检修维护工作; E-mail: pengdehui1214@gmail.com

张楠 (1978-), 男, 学士, 工程师, 从事高压直流输电控制保护系统检修维护工作;

周群英 (1978-), 男, 工程师, 研究方向为高压直流输电控制保护系统研究。