

国产分散控制系统主要性能测试对比

卢 化^{1,2}, 蔡钧宇^{1,2}, 蔡萍萍¹, 苏 烨², 李 飞¹

(1. 杭州意能电力技术有限公司, 浙江 杭州 310014;

2. 国网浙江省电力有限公司电力科学研究院, 浙江 杭州 310014)

[摘 要] 对国内各大厂家分散控制系统(DCS)主要性能和应用功能进行测试, 选用4套国产自主可控DCS、4套国产其他DCS及1套进口DCS, 对控制器和网络切换稳定性、数据采集实时性、抗干扰能力、电源适应性、专用功能块的适用性以及系统其他主要特性进行测试对比。测试结果表明: 在主要性能及应用功能方面, 国产自主可控DCS与进口DCS已基本无差距; 大部分自主可控DCS处理器运行速度、网络传输实时性及抗干扰性优于进口DCS, 处理器切换稳定性整体与进口DCS齐平; 各大厂家DCS主要性能和应用功能均已基本满足要求, 部分指标高于行业标准要求, 如在实际应用基础上对系统易用性进行加强, 则国产DCS的使用效果会更好。

[关 键 词] 分散控制系统; 测试对比; 国产; 控制器; 主要性能; 应用功能

[中图分类号] TK01 **[文献标识码]** A **[DOI 编号]** 10.19666/j.rlfd.202203008

[引用本文格式] 卢化, 蔡钧宇, 蔡萍萍, 等. 国产分散控制系统主要性能测试对比[J]. 热力发电, 2022, 51(3): 191-198.
LU Hua, CAI Junyu, CAI Pingping, et al. Comparative test of main performance of domestic distributed control system[J]. Thermal Power Generation, 2022, 51(3): 191-198.

Comparative test of main performance of domestic distributed control system

LU Hua^{1,2}, CAI Junyu^{1,2}, CAI Pingping¹, SU Ye², LI Fei¹

(1. E. Energy Technology Co., Ltd., Hangzhou 310014, China; 2. State Grid Zhejiang Electric Power Research Institute, Hangzhou 310014, China)

Abstract: The main performance and application functions of distributed control system (DCS) of major domestic manufacturers were detected, four sets of domestic self-controllable DCS, four sets of other domestic DCS and one set of imported DCS were selected to compare the stability of controller and network switching, real-time data acquisition, anti-interference ability, power adaptability, applicability of special function blocks and other main characteristics of the system. The test results show that, in terms of main performance and application functions, there is basically no difference between domestic self-controllable DCS and imported DCS. In terms of processor running speed, real-time network transmission and anti-interference, most self-controllable DCS are better than imported DCS, the switching stability of the processor is the same as that of the imported DCS. The main performance and application functions of DCS from major manufacturers have basically met the requirements, and some indicators are higher than the requirements of industry standards. If the usability of the system is strengthened in practical application, the application effect of the domestic DCS will be better.

Key words: distributed control system; test comparison; domestic manufactured; controller; main performance; application function

随着国家对工业领域自主可控要求的提高以及着力解决“卡脖子”技术问题, 各大分散控制系统(DCS)厂家推出了各自的自主可控DCS, 并逐步投入应用^[1]。从2019年4月开始, 中国自动化学会发电自动化专业委员会受各发电集团、DCS厂家或发电厂的委托, 组织国网浙江省电力有限公司电力

科学研究院专家和各DCS厂家资深研发测试人员组成测试组, 对各种DCS的性能及应用功能进行了较深入的测试和评估。

测试的DCS涵盖8套国产DCS及1套进口系统, 其中自主可控DCS有华能睿渥HNICS-T316、华电睿蓝maxCHD、科远NT6000-V5以及国能智深

收稿日期: 2022-03-03

第一作者简介: 卢化(1967), 男, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向为DCS性能测试及优化改进技术, luhua0571@sina.com。

EDPF-NT (记为“A—D”,非顺序对应);其他 DCS 有国核自仪 NuCON、中控 ECS-700、新华 XDC800B、和利时 MACS-V6.5、西屋 OVATION(记为“E—H”及“J”,非顺序对应),除西屋系统以外,其他均为国产 DCS。

1 测试要点

对 DCS 性能测试而言,系统稳定性、控制器处理周期以及系统响应实时性等都是测试的重要内容^[2-4]。为了提高系统稳定性,DCS 控制器、通信网络均冗余配置,运行过程中在发生冗余切换时能否无扰切换,也是系统稳定性的重要环节。影响系统稳定性的其他重要环节还包括抗干扰能力、电源适应能力以及系统软件的成熟度等。在抗干扰能力测试中,以热电偶温度信号为例,测试了交流和直流共模抑制比、差模抑制比以及抗射频干扰的能力^[5]。

在系统的组态软件中,一般都设计有温度变化速率保护模块,如果该模块不符合设计要求,不但不能防止设备误动而且可能导致保护拒动。另外,温度变化速率的计算值与 I/O 模件的扫描周期、控制器的处理周期以及相互之间的配合算法有关,速率保护模块的测试值与设定值之间的匹配度一定程度也反映了系统的成熟度。所以,温度变化速率保护模块也是测试要点之一。

2 主要性能及参数比较

测试评估主要参照《火力发电厂热工自动化系统可靠性评估技术导则》(DL/T 261-2012)以及《火力发电厂分散控制系统验收测试规程》(DL/T 659-2016),本文根据测试报告,就主要性能及参数比较如下。

2.1 控制器处理周期及其稳定性

2.1.1 测试方法

在被测试的控制器中增加组态逻辑,设置 1 个非门,将非门输出连接至其输入端,并通过 1 路 DO 输出。将录波器接入 DO 通道的输出端。录波器上观察的脉宽即为控制器处理周期。

2.1.2 测试结果

各 DCS 控制器处理周期及其稳定性测试结果见表 1。测试中出现几种问题:1)个别系统控制器存在快速处理状态下,处理周期不稳定现象;2)个别系统由于设置不当,出现了处理周期延长 50%的情况;3)某系统控制器与 I/O 卡通信速率为 1.5 Mbps

同步模式下,在处理周期为 200 ms 时,偶然还有状态翻转丢失情况,通信速率改为 500 Kbps 异步模式后,处理周期比较均匀。

表 1 各 DCS 控制器处理周期及其稳定性测试结果
Tab.1 Processing cycle and stability of each DCS

DCS	处理周期/ms					
	10	20	50	100	200	500
A		稳定	稳定		稳定	
B	稳定	稳定	稳定	稳定	稳定	稳定
C	稳定	稳定	稳定	稳定	稳定	稳定
D			稳定	稳定	稳定	稳定
E			不稳定	不稳定	稍有波动	稳定
F		稳定	稳定	稳定	稳定	稳定
G			稳定	稳定	稳定	
H				稳定	稳定	稳定
J			稳定	稳定	稳定	

根据测试状况及表 1 可见:1)自主可控 DCS 在处理速度上,多数达到进口 DCS 水平,部分超越目前在用的进口 DCS,B、C 2 个自主可控 DCS 在处理周期为 10 ms 时仍能稳定运行;2)非自主可控 DCS 与进口 DCS 大体处于相同性能水平,较好的系统在 20 ms 能够稳定运行,大部分系统在 100 ms 时实现稳定运行,E、H 2 个系统的处理周期及其稳定性稍差。

2.2 控制器切换稳定性

2.2.1 测试方法

在被测试的控制器中增加组态逻辑,设置 1 个计数模块,其输入为 DI 信号,将专用脉冲信号发生器接到 DI 端。设置脉冲个数为 n ,脉冲宽度为处理器处理周期。在脉冲信号发送过程中,用关停、重置或拔出控制器方式使双冗余控制器发生切换。脉冲发送结束后,比较计数模块的计数结果与 n 值,如果相同,则说明切换稳定无扰动,差值越大则系统越不稳定。

2.2.2 测试结果

各 DCS 控制器切换稳定性测试结果见表 2,表 2 中的数据为计数模块的计数与实际脉冲个数之差。由表 2 可见,在控制器切换稳定性方面,自主可控 DCS 和其他国产 DCS 多数达到目前在用的进口 DCS 水平,部分超过进口系统。其中,A、G 2 个系统的控制器在 50 ms 处理周期下切换不丢包,性能最优;B、C、F 3 个系统的控制器在 100 ms 处理周期下切换不丢包,属于中等水平;大部分系统

的控制器在 200 ms 处理周期下切换都能达到稳定；D、H 2 个系统在该方面的性能较弱。

测试过程中还发现的问题如下。

1) 大部分 DCS 在控制器切换过程中存在丢包情况，但测试过程没有对正常运行造成明显的影响。一般情况下，随着控制器处理速度加快，丢包现象会更明显。

2) 通过停一侧控制器进行切换与通过拔网线进行切换相比较，测试结果可能不同。

3) 某系统在控制器切换过程中，丢包数量与控制器下挂 I/O 卡数量有关，卡数减少 50%，丢包明显减少。

4) 某系统控制器切换过程中，AO 信号在趋势图中有 3~4 s 曲线断裂现象。

5) 某系统缓慢拔出控制器时有可能进入双主状态且无法自行恢复。

表 2 各 DCS 控制器切换稳定性测试结果
Tab.2 Switching stability test results of DCS controllers

DCS	控制器处理周期/ms				
	20	50	100	200	500
A	-16~0	0	0	0	
B	-10	-26~0	0	0	0
C	0	-4~0	0	-3~0	0
D		-4	-4	-4	-2
E		-5~0	-4~-3	0	
F		-6~-1	0	0	0
G		0	0	0	0
H			-3	-1	-1
J		-10~-3	-4~-1	-1~0	

2.3 网络切换稳定性

2.3.1 测试方法

测试方法同控制器切换稳定性测试相同，在脉冲信号发送过程中，分别用拔网线或关停交换机方式使双冗余网络发生切换或成单网运行。脉冲发送结束后，比较计数模块的计数结果与 n 值，如果相同，则说明切换稳定无扰动，差值越大则系统越不稳定。

2.3.2 测试结果

各 DCS 网络切换稳定性测试结果见表 3，表 3 中的数据为计数模块的计数与实际脉冲个数之差。网络切换理论上与控制器处理周期无关，但由于测试环境离不开控制器，同时为了揭示网络切换稳定性在不同处理速度下是否有差异，所以提供了在不同控制器处理周期下的测试数据。测试数据表明：

自主可控 DCS 及其他 DCS 在网络切换过程中表现稳定，达到设计要求。

表 3 各 DCS 网络切换稳定性测试结果
Tab.3 Switching stability test results of DCS networks

DCS	控制器处理周期/ms				
	20	50	100	200	500
A		0	0		0
B			0	0	0
C	0	0	0	0	0
D			0	0	0
E			0	0	0
F			0	0	
G		0	0	0	0
H				0	
J				0	0

实际测试过程还发现的问题如下。

1) 个别 DCS 在网络切换过程中存在丢包情况，经修改后丢包现象得以消除。

2) 某 DCS 在进行历史站 A/B 断网切换过程中，如果某个历史站双网切断，系统状态图仍然显示正常。

3) 某 DCS 控制器和扩展柜的通信是单路网线，未真正冗余。

4) 某 DCS 在网络切换过程中，对控制器 A、B 网试验，拔掉主控 DPU A 网时，出现报警，但在同一时刻，事件报警窗口中又出现该报警恢复。

2.4 开关量采集实时性

2.4.1 测试方法

在被测试的 DCS 控制器中增加组态逻辑，设置 1 个计数模块，其输入为 DI 信号，将专用脉冲信号发生器接到 DI 端。设置脉冲个数为 n ，脉冲宽度为控制器处理周期或者硬件扫描周期中的大值。确认计数器能正确累计输入脉冲的个数时，逐渐减小脉冲周期，直到计数结果小于 n ，将之前能正确计数的最小脉冲宽度作为 DI 采集的实时性参数^[6]。

2.4.2 测试结果

各 DCS 开关量采集实时性测试结果见表 4。开关量采集实时性受制于 DI 的采样周期和处理器的处理周期，由两者的最小值决定。

由表 4 测试数据可见：

1) 自主可控 DCS 的 DI 采集实时性均符合行业标准要求，整体表现优于进口系统。其中 B、C 2 个系统在该方面性能最优，可实现 10 ms 的通道采集实时性。

2) 非自主可控 DCS 多数也达到目前在用的进口 DCS 水平, 个别优于进口 DCS。大部分系统的开关量采集实时性为 50 ms 或以下; H 系统在该方面的性能最差, 为 100 ms。

表 4 各 DCS 开关量采集实时性测试结果

Tab.4 Real time test results of DCS digital signal acquisition

DCS	开关量最小采集周期/ms			
	10	20	50	100
A		√		
B	√			
C	√			
D			√	
E			√	
F		√		
G			√	
H				√
J			√	

2.5 模拟量采集实时性

2.5.1 测试方法

用信号发生器给 AI 端送高低变化量 (A1 为高值, A2 为低值), 在被测试的 DCS 控制器中增加一组组态逻辑: AI 为模拟量输入模块, 引至 H/L 高低限报警模块, 再引至计数模块。根据不同脉宽使信号发生器发送 n 个周期变化量。脉冲发送结束后, 检查计数模块的计数结果, 以能正确记数 n 值时的模拟量最小变化周期作为 AI 采集实时性参数^[7]。

2.5.2 测试结果

各 DCS 模拟量采集实时性测试结果见表 5。模拟量采集实时性受制于 AI 的采样周期 (AI 采样周期通常大于处理器处理周期)。

表 5 各 DCS 模拟量采集实时性测试结果

Tab.5 Real time test results of DCS analog signal acquisition

DCS	模拟量最小采集周期/ms					
	80	100	150	200	250	500
A		√				
B						√
C					√	
D				√		
E			√			
F				√		
G	√					
H				√		
J				√		

由表 5 测试数据可见:

1) 自主可控 DCS 整体表现略逊于进口 DCS, A 系统优于进口系统, B、C 2 个系统略差。

2) 非自主可控 DCS 整体表现较好, E、G 优于进口 DCS。其他系统也达到目前在用的进口 DCS 水平, 其中 G 系统性能最优, 可实现 80 ms 的采集实时性。

3) 绝大部分国产 DCS 可实现 250 ms 的采集实时性, 满足标准的要求; B 系统有待改进, 采集实时性为 500 ms, 不满足标准要求。

2.6 网络传输实时性

2.6.1 测试方法

选择 2 台处理周期相同的控制器, 作为发送控制器和接收控制器; 在发送控制器中建立置 0/1 模块, 输出一路至 DO 通道, 另一路发送至接收控制器, 由接收控制器发送至其下的 DO 通道。2 个 DO 通道信号硬接线接入 SOE 系统; SOE 报告中 2 个信号的时间差为网络传输时延, 反映实时性。

2.6.2 测试结果

各 DCS 网络传输实时性测试结果见表 6。表 6 中给出不同控制器处理周期下测试数据。受测试条件所限, C、G 2 个系统未做相关测试, 部分系统也只做了典型工况的测试。非区间数据为测试的平均值。

表 6 各 DCS 网络传输实时性测试结果

Tab.6 Real time test results of DCS network data transmission

DCS	处理周期/ms				
	20	50	100	200	250
A	37	97	198	384	
B	60~90	45~90	105~120	195	
C					
D					240~300
E				239~479	
F			204		
G					
H	37	97	198	384	
J	60~90	45~90	105~120	195	

由表 6 测试数据表明:

1) 自主可控 DCS 及其他 DCS 在网络传输实时性方面, 没有实质性差距, 都达到设计标准。

2) 从已有数据看, A 系统表现最好, 控制器在 20 ms 处理周期下, 传输实时性达到 37 ms。

3) B 系统也表现不错, 但控制器在 20 ms 与 50 ms 处理周期下, 测试数据已无明显差别, 说明此时传输实时性受交换机影响。

4) 多数 DCS 测试数据基本在控制器 1~2 个处理周期之间, 说明网络传输实时性与控制器处理周期存在相关性。

2.7 其他与时间相关测试

2.7.1 测试方法

DI 操作指令响应时间: 将开关量操作输出信号直接引至该操作对象反馈信号输入端, 记录自操作员站键盘指令发出到屏幕上反馈信号显出这段过程的时延。

AI 操作指令响应时间: 将模拟量操作输出信号直接引至该操作对象反馈信号输入端, 操作员站上输入一指令, 记录自操作员站键盘指令发出到屏幕上反馈信号显出这段过程的时延。

SOE 分辨力^[8]: 将 SOE 信号发生器的 4 个信号接入 DCS, 设置信号间隔 1 ms, 检查 SOE 报表。

2.7.2 测试结果

各 DCS 控制系统操作指令响应时间及 SOE 分辨力测试结果见表 7。由表 7 测试数据表明:

1) 自主可控 DCS 及其他 DCS 在 DI 操作指令响应时间方面, 无实质性差别, 基本都达到标准要求 (E 系统 DI 操作指令响应时间略超标)。

2) 自主可控 DCS 在 AI 操作指令响应时间方面, 整体表现强于进口 DCS, 都达到标准要求。以 A 和 C 系统表现最优, 达到 0.9 s 以下。

3) 自主可控 DCS 及其他 DCS 在 SOE 分辨力方面, 无实质性差别, 都达到标准要求。

表 7 各 DCS 操作指令响应时间及 SOE 分辨力
Tab.7 Response time of operation command and SOE resolution

DCS	DI 操作指令 响应时间/s	AI 操作指令 响应时间/s	SOE 分辨力/ms
A	0.89	0.83	1
B	0.50	1.50	1
C	0.79	0.85	≈1
D	0.99	1.21	1
E	1.12	1.40	1
F	0.80	1.20	1
G	<1	<1	≤1
H		1	
J	0.87	1.75	1

2.8 抗干扰能力

2.8.1 测试方法

1) 共模抑制比测试方法

直流共模抑制比测试: 选择热电偶通道, 接入 500 °C 的信号。在通道负端对地之间接入直流共模干扰发生器, 逐渐增大发生器输出电压, 直至被试验通道信号在画面显示值产生明显变化量, 计算 ΔU , 记此时共模干扰电压为 U_d 。按照式(1)计算直流

共模抑制比 $\delta_{CMRR,d}$:

$$\delta_{CMRR,d} = 20\lg(U_d / \Delta U) \quad (1)$$

直流共模干扰发生器换为交流共模干扰发生器, 可以得到交流共模抑制比 $\delta_{CMRR,a}$ ^[9]。

2) 差模抑制比测试方法

选择热电偶通道, 接入 500 °C 的信号, 串接交流差模干扰信号, 逐渐增大干扰信号发生器输出, 直至被试验的通道信号在画面显示值产生明显的变化量, 计算 ΔU , 记录此时的干扰电压值 U , 按照式(2)计算差模抑制比 δ_{NMR} :

$$\delta_{NMR} = 20\lg(U / \Delta U) \quad (2)$$

3) 抗射频干扰测试方法

选择 1 个 AI 或 AO 信号, 用频率为 400~500 MHz、功率为 5 W 的对讲机作干扰源, 从 1.5 m 外由远至近对该信号进行干扰, 直至贴近端子板。检查画面上信号是否超差^[10]。

2.8.2 测试结果

各 DCS 抗干扰测试结果见表 8。另外, 受测试条件限制, 部分 DCS 及部分项目未做相关测试。

表 8 各 DCS 抗干扰测试结果
Tab.8 Results of anti interference test

DCS	直流共模 抑制比/dB	交流共模 抑制比/dB	差模 抑制比/dB	抗射频干扰
A	>150	>150	71	最小测试距离: 0.1 m, 数据无变化
B	>150	>150	62	最小测试距离: 0.1 m, 数据无变化
C	>150	132	25	未超标
D				未超标
E			48	未超标
F	>150		53	最小测试距离: 0.2 m, 数据无变化
G	153	148	72	最小测试距离: 0.1 m, 数据无变化
H				最小测试距离: 0.2 m, 数据无变化
J			53	最小测试距离: 0.1 m, 数据无变化

由表 8 测试数据可见:

1) 对于直流共模抑制比和交流共模抑制比, 已测试过的系统都表现不错, 测试数据远高于标准要求。

2) 抗差模干扰能力上, 多数自主可控 DCS 达到甚至超过进口 DCS 水平。以 A、B、G 表现较好, 达到 60 甚至 70 以上。个别自主可控 DCS 抗差模干扰能力有待进一步加强。

测试中出现的问题:

1) 某 DCS 交流共模抑制比测试未通过, 后经改变信号接线方式后复测, 测试通过。

2) 某 DCS 在给定一 K 型热电偶 500 °C、差模干扰电压加至 60 mV 时, 信号基本保持原值。当加至 63 mV 时, 信号出现精度要求范围内的变化, 但 1 min 后, 信号跳变到 480 °C, 且不可恢复。当加到 70 mV 时, 信号直接跳变到 480 °C, 且不可恢复。

2.9 电源适应能力

2.9.1 测试方法

将调压器的输出作为 DCS 的供电电源, 在供电电源电压变化过程中, 检查 DCS 的工作状况。

2.9.2 测试结果

各 DCS 电源适应能力测试结果见表 9。由表 9 测试数据可见:

1) 自主可控 DCS 的电源适应能力都达到甚至超过进口 DCS 水平。其中 A 系统的电源适应能力最强, 范围为 25~258 V;

2) 大部分 DCS 低压适应能力范围为 65~80 V, F 系统的低压适应能力稍差, 为 128 V; 在高压适应能力方面, 各个 DCS 的性能接近, 其中 D 系统的高压适应能力最强, 为 264 V。

表 9 各 DCS 电源适应能力测试结果

Tab.9 Test results of adaptability of DCS power supply

DCS	范围/V
A	25~258
B	97~258
C	65~258
D	55~264
E	68~242
F	128~250
G	72~242
H	未测
J	79~242

注: 受测试环境所限, 实际测试电压高值以厂家推荐值为限, 并不表示高于限值系统就会崩溃。

2.10 速率保护功能块有效性

2.10.1 测试方法

根据组态软件的要求, 选择带速率保护的温度信号, 在输入端用信号发生器输入按设定变化速率变化的信号, 检查速率保护闭锁功能是否正常。

2.10.2 测试结果

各 DCS 速率保护功能块有效性测试结果见表 10。由表 10 测试数据可见:

1) 大部分自主可控 DCS 与进口 DCS 相比还有差距。

2) 个别 DCS 速率保护功能块不符合要求, 有待改进。B、E、H 3 个系统偏差较大, 性能需要改进; D 系统性能最差无法正常使用, 亟待解决。

3) C、J 2 个系统性能最优, 可实现无偏差速率保护, F 系统性能次优, 偏差为 5% 左右, F、G 2 个系统偏差都比较小, 分别为 15% 和 20%。

表 10 各 DCS 速率保护功能块有效性测试结果

Tab.10 Results of effectiveness test for temperature rise rate protection function blocks in each DCS

DCS	软件设定值/(°C·s ⁻¹)	实际闭锁最小出“1”值	偏差
A	8.4	8.0	很小
B	8.0	4.0	较大
C	6.0	6.0	无
D	8.0	1.0	大
E	10.0	6.5	稍大
F	10.0	8.5	较小
G	10.0	8.0	较小
H	8.0	5.0	稍大
J	8.0	8.0	无

2.11 其他特性

对 DCS 其他系统特性, 如系统负荷率、系统容错性、时钟同步、历史数据存储与检索、组态中的关键模块以及工程师站的相关功能等^[6, 11], 也都做了相应测试, 各系统以上测试项的测试结果都符合标准要求, 自主可控 DCS 与其他 DCS 相比, 基本保持了同一水平。

3 自主可控 DCS 总体评价

3.1 自主可控 DCS 的优势

1) 控制器性能 大部分自主可控 DCS 处理器运行速度都比进口 DCS 快, 有 2 个系统在 10 ms 处理周期下也能稳定运行。进口 DCS 一般快速处理周期为 50 ms。

2) 控制器运行负荷率 在完成大致相同逻辑运算量前提下, 大部分自主可控 DCS 控制器负荷率都比较低。目前常规火电机组自主可控 DCS 控制器负荷率基本都可以达到 20% 以下。

3) 处理器切换稳定性 自主可控 DCS 处理器切换稳定性整体与进口 DCS 齐平, 在 100 ms 处理周期下, 切换过程不丢包, 个别 DCS 能做到 50 ms 下不丢包。进口 DCS 在 200 ms 处理周期下也仍有丢包情况发生。

4) 开关量采集实时性 自主可控 DCS 整体表

现优于进口 DCS, 最快 DCS 能达到 10 ms 采集周期, 最慢为 50 ms 采集周期, 与进口 DCS 持平。

5) TC 卡抗差模干扰能力 有 2 个自主可控 DCS 差模抑制比在 60 dB 以上, 超过进口 DCS。

6) 网络传输实时性 自主可控 DCS 整体表现优于进口 DCS, 4 个系统基本达到 200 ms 以下, 进口 DCS 在 190~1 000 ms 范围。

3.2 自主可控 DCS 存在问题

测试中反映出自主可控 DCS 与进口 DCS 相比, 还存在以下方面需进一步加强。

1) 系统成熟度 测试中部分自主可控 DCS 的随机错误出现的概率以及遇到的不合理情况次数高于进口 DCS。主要因为自主可控 DCS 研发周期短, 实际应用少, 一些部件需要长期运行后才能测出问题, 因此自主可控 DCS 需经过长时间运行后发现并解决问题才能逐渐趋于成熟。

2) 系统的易用性 总体而言, 进口 DCS 提供的操作功能更全面, 而自主可控 DCS 是近两年集中研发攻关, 国内厂家将主要精力放在关键部件的国产化替代上, 因而在系统的易用性方面相对投入较少, 在此方面自主可控 DCS 需要加强, 提高系统的易用性以及便捷性。

3) 模拟量采集实时性 此方面自主可控 DCS 整体稍弱于进口 DCS, 个别 DCS 采集实时性达不到标准的要求。

4) 性能进一步提高 自主可控 DCS 是一个复杂系统, 其性能受到芯片、数据库、操作系统、服务器等上下游产业链相关产品性能的影响, 在功能及性能上有一定的突破并赶超国外同类产品后才能给 DCS 提供更好的性能支撑。

4 应用情况

目前, 自主可控 DCS 已开始进入实用阶段。其中华能睿渥 HNICS-T316 系统于 2020 年 11 月应用于华能福州电厂燃煤 2 号机组以及华能玉环电厂超超临界 1 000 MW 燃煤 1 号机组; 华电睿蓝 maxCHD 系统于 2020 年 11 月应用于华电芜湖电厂超超临界 600 MW 燃煤 1 号机组, 于 2021 年 4 月应用于华电浙江龙游热电 200 MW 级燃气蒸汽联合循环燃机控制系统; 国能智深 EDPF-NT 系统于 2021 年 4 月应用于国能内蒙古布连电厂超超临界 660 MW 燃煤 2 号机组; 科远 NT6000-V5 系统于 2021 年 5 月应用于大唐南京发电厂超超临界 660 MW 燃煤 2 号机组。

以上各系统自投运以来, 运行情况良好, 至投稿时间为止, 未发生因控制系统故障而停机事件。

5 结 语

通过本次测试, 在主要性能以及主要应用功能方面, 自主可控 DCS 与进口 DCS 已基本无差距, 基本性能和应用功能均已基本满足《火力发电厂分散控制系统验收测试规程》(DL/T 659—2016) 以及《火力发电厂热工自动化系统可靠性评估技术导则》(DL/T 261—2012) 的要求, 部分指标高于行业标准要求, 少数指标优于进口 DCS, 如处理周期、冗余切换稳定性、系统实时性以及抗干扰性等方面。如果在系统易用性上进行加强, 并且不断优化改进系统性能, 假以时日, 自主可控 DCS 必将得到更大提升。

自主可控 DCS 各具优点、互有优势, 通过中国自动化学会发电自动化专业委员会组织的各 DCS 厂家参与的测试小组互相测试, 相互比较共同促进, 各自取长补短, 将加速自主可控 DCS 的发展与完善。

[参 考 文 献]

- [1] 颜彦彬, 袁爱东, 纪政, 等. 自主可控分散控制系统在 330 MW 机组控制中的应用[J]. 仪器仪表用户, 2021, 28(5): 79-82.
YAN Yanbin, YUAN Aidong, JI Zheng, et al. Application of autonomous controllable decentralized control system in 330 MW unit control[J]. Instrumentation, 2021, 28(5): 79-82.
- [2] 刘哲, 万文军, 胡康涛. 大型火电机组分散控制系统性能测试试验研究[J]. 中国电力, 2016, 49(11): 105-111.
LIU Zhe, WAN Wenjun, HU Kangtao. Experimental study on performance test of distributed control system of large thermal power unit[J]. Electric Power, 2016, 49(11): 105-111.
- [3] 司瑞才, 张镔, 刘磊, 等. 火电厂分散控制系统性能测试方法研究[J]. 吉林电力, 2016, 44(4): 16-18.
SI Ruicai, ZHANG E, LIU Lei, et al. Research on performance test method of distributed control system in thermal power plant[J]. Jilin Electric Power, 2016, 44(4): 16-18.
- [4] 张庆. 发电厂 DCS 控制系统性能测试应用[J]. 贵州电力技术, 2016, 19(1): 79-81.
ZHANG Qing. Performance test and application of DCS control system in power plant[J]. Guizhou Electric Power Technology, 2016, 19(1): 79-81.
- [5] 陆晓琳, 陆斯达. 电厂分散控制系统的性能测试及案例分析[J]. 电站系统工程, 2022, 38(1): 62-64.
LU Xiaolin, LU Sida. Performance test and case analysis of distributed control system in power plant[J]. Power Station System Engineering, 2022, 38(1): 62-64.
- [6] 王雁军, 康静秋, 杨振勇. 基于性能测试的 DCS 状态评估及改造方案研究[J]. 华北电力技术, 2015(11): 51-56.

- WANG Yanjun, KANG Jingqiu, YANG Zhenyong. Research on DCS condition evaluation and transformation scheme based on performance test[J]. North China Electric Power Technology, 2015(11): 51-56.
- [7] 吴利宁. 分散控制系统性能测试关键技术探讨[J]. 现代制造技术与装备, 2021, 57(7): 110-113.
- WU Lining. Discussion on key technologies of distributed control system performance test[J]. Modern Manufacturing Technology and Equipment, 2021, 57(7): 110-113.
- [8] 于庆彬, 丁卫东. 分散控制系统 SOE 性能测试及问题分析[J]. 山东电力技术, 2011(4): 62-64.
- YU Qingbin, DING Weidong. SOE performance test and problem analysis of distributed control system[J]. Shandong Electric Power Technology, 2011(4): 62-64.
- [9] 罗嘉, 朱亚清, 王琦. 分散控制系统性能测试关键技术[J]. 电力建设, 2012, 33(5): 64-66.
- LUO Jia, ZHU Yaqing, WANG Qi. Key technology of distributed control system performance test[J]. Power Construction, 2012, 33(5): 64-66.
- [10] 黄勃, 卢化, 樊健刚. 完善分散控制系统性能与应用功能测试方法的探讨[J]. 浙江电力, 2012, 31(7): 50-53.
- HUANG Bo, LU Hua, FAN Jiangang. Discussion on improving the performance and application function test method of distributed control system[J]. Zhejiang Electric Power, 2012, 31(7): 50-53.
- [11] 杨丽, 胡晓春. 分散控制系统性能测试试验的研究和探讨[J]. 电站系统工程, 2011, 27(5): 59-61.
- YANG Li, HU Xiaochun. Research and discussion on performance test of distributed control system[J]. Power Station System Engineering, 2011, 27(5): 59-61.

(责任编辑 杜亚勤)

广告目录

《热力发电》.....	封三
北京培瓦克机械有限公司.....	后彩插 1
北京柏兰达环境工程有限公司.....	后彩插 2
浙江顺豪科技有限公司.....	后彩插 3
西安热工研究院有限公司.....	后彩插 4—7
《热力发电》宣传页.....	后彩插 8
上海冠龙阀门机械有限公司.....	后彩插 9
南京苏夏工程设计有限公司.....	后彩插 10