



基于 GEN3 - EMS 平台的应用 功能开发及其应用

杜 杰¹, 曹一家¹, 陆金桂², 郭创新¹, 张 敏², 范 斗³

(1. 浙江大学 电气工程学院, 浙江 杭州 310027;

2. 南京工业大学 自动化学院, 江苏 南京 210009;

3. 河南电力公司 调度通信中心, 河南 郑州 450052)

摘要: 分析了 GEN3-EMS 以及该系统数据服务接口 (DSI) 的特点, 并以从 SCADA/EMS 实时库中读取线路潮流值为例, 探讨了 DSI 的应用原理和调用步骤, 包括资源初始化、请求执行和资源释放过程。基于 GEN3-EMS 平台开发了电网断面潮流在线监测系统, 实现了断面运行方式规则库定义、线路运行状况和断面运行状况在线监测等功能。结合 DSI 调用特点对断面潮流监测流程进行了优化: 将 DSI 的初始化过程和释放过程并入系统的启动和关闭过程中, 而在系统监测定时单元只执行 DSI 请求执行过程; 采用参数值相等规则在 DSI 调用中只读取需要监测断面的线路遥测数据以减轻系统负荷; 设置自动初始化和人工初始化功能以满足不同的需要。流程优化后, 监测定时单元设为 2 s, CPU 资源占用率仅为 0.3 %, 提高了系统运行的稳定性和可靠性。

关键词: 能量管理系统; 数据服务接口; 应用扩展; 断面潮流监测

中图分类号: TM 734

文献标识码: B

文章编号: 1006-6047(2007)08-0073-04

能量管理系统(EMS)主要有数据采集与监控、状态估计、自动发电控制、发电计划管理、网络分析、调度员培训模拟等功能, 目前已广泛应用于各大电网中, 对电能的生产、输送和分配进行监视、控制和管理^[1-4]。其中, 加拿大 CAE 公司能源控制系统部(现被加拿大 SNC-LAVALIN 公司收购)研制的 EMS 技术方案先进、系统运行稳定, 我国河南、河北、四川等多个省市均采用该 EMS, 且大多数为 CAE 公司的第 3 代产品, 简称 GEN3-EMS。但现有的 EMS 已不能完全满足当前要求, 需在原有功能的基础上加以更新和改造。现对基于 GEN3-EMS 平台的应用功能的扩展与开发进行研究, 着重探讨了对 GEN3-EMS 中的数据服务接口 DSI(Database Service Interface)的应用, 详细分析了 DSI 的调用原理及过程, 在此基础上研制了断面潮流在线监测系统, 并结合 DSI 调用的特点对潮流监测流程进行优化。该系统已成功应用于河南省网断面潮流监测中。

1 GEN3-EMS 数据服务方案

1.1 GEN3-EMS 体系结构及其特点

GEN3-EMS 系统采用开放的分布式客户端/服务器体系结构, 硬件平台采用基于 RISC 技术的 DEC Alpha 工作站/服务器, 按功能分为 DAC、SYS、APP 等 5 类节点, 采取冗余热备用工作方式, 保证系统高可靠性。软件采用面向对象技术, 底层采用已建立或事实上的国际标准, 如 OSF/1 Unix 操作系统、TCP/IP 和

UDP/IP 网络通信协议、ANSI C 编程语言和基于 X/MOTIF 的 UI 应用软件等; 中间层为分布式应用环境 DAE, 采用分布式客户/服务器模式, 作为上层 EMS 应用软件的支持; 上层为各类 EMS 应用软件, 如运行计划系统、发电管理系统和网络分析系统等^[5]。

GEN3-EMS 的软硬件构成使其成为面向对象的开放式 EMS。硬件方面将 EMS 相关功能与其经常访问的数据分布于同一节点上, 这种基于功能/数据模块化的设计方法显著减少了网络数据流量, 有效防止了分布式计算机系统的通信瓶颈问题, 并且冗余配置的分布式体系结构增强了整个系统的可靠性。软件方面采用国际标准, 不仅使得整个系统具有较高的开放性, 而且增强了不同系统间的兼容性、互联性和互操作性。

1.2 GEN3-EMS DSI 及其特点

DSI 是 GEN3-EMS 中 SCADA 系统提供的数据服务接口。数据定义和访问是 DSI 最主要的功能, DSI 提供全局性的数据字典, 对数据库中对象及对象间的联系都进行了系统定义, 并且这种定义是独立于物理存储结构的数据表达形式, 包括对各种基本数据类型以及集合数据类型的定义, 支持选择、更新、插入、删除等操作, 涵盖了 SCADA/EMS 中各种实时/历史的遥测、遥信数据^[6]。

DSI 的最大优点是它提供了“透明”的数据访问通信机制, 无需事先定义所需数据存储位置或者存储方式等信息, 便可以从 SCADA/EMS 的不同数据库中获取数据, 支持并发的数据访问操作, 具有一整套错误代码消息机制, 便于对 DSI 接口程序进行调试。

2 DSI 的应用

DSI 调用过程可分为 DSI 初始化、请求执行、释放资源 3 个阶段,见图 1,相关调用过程的伪代码列于程序段 1 内。其中,DSI_Init 为 DSI 调用初始化过程,参数 0 为 DSI 会话期最大数目采用系统默认数;DSI 依据句柄标识不同的 DSI 会话期,DSI_InitSes 初始化 DSI 会话期并生成会话期句柄 Ses,Ses 将贯穿 DSI 调用的始终;之后为 DSI 请求执行过程,图 1 所示为从 SCADA/EMS 实时库中进行选择操作的 DSI 请求执行过程;DSI 请求执行完毕后由 DSI_DelSes 删除 DSI 调用对话期,DSI_Exit 则退出 DSI 调用。

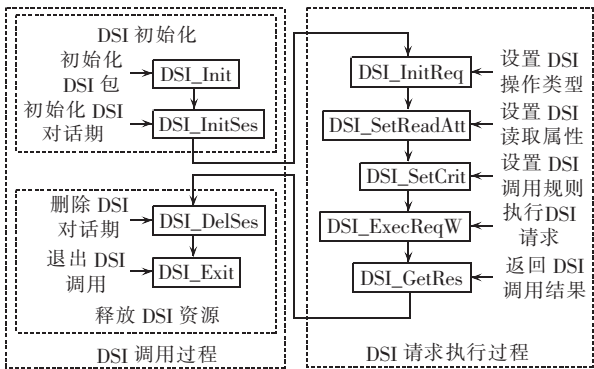


图 1 DSI 调用执行过程
Fig.1 Execution steps of DSI request

程序段 1:DSI 的调用执行过程。
DSI_Init(0);
Ses=DSI_InitSes(“Session_Name”,“r”,0);
/*DSI 请求执行*/
DSI_DelSes(Ses);
DSI_Exit();
DSI 请求执行过程是 DSI 调用的核心,GEN3-EMS 系统中的 DSI 提供全局性的数据字典,可以对各种基本数据类型以及集合数据类型进行选择、更新、插入、删除等操作,作用的数据库包括实时库和历史库等,根据实际需要可选择相应的应用,现以从 SCADA/EMS 实时库中读取线路潮流遥测值为例说明 DSI 的请求执行过程。
线路潮流是以线路中测点的一组测量值表示的,Point 类是 DSI 中的测点类,包含了测点的所有遥测、遥信属性,线路潮流的遥测数据涉及 Point 类中的 3 个属性,见表 1。其中,Pt_NameString 代表测点名称,Pt_Value 为测量值,其数据类型为 DSIPtVAL 结构体,线路潮流值为 DSIPtVAL 结构体中 valFloat 属性的值,Pt_Status 为测量值的数据质量,DSI 规定若 Pt_Status=1 则代表测量值有效,否则为无效。由表 1 可见,DSI 定义了自己的数据类型,但通过数据字典映射很容易转变为所需的数据类型[7]。

程序段 2 为获取线路潮流值的 DSI 请求执行过程。首先设计一个结构体数组 dsi_pi 用于存放从 DSI 中读出的线路遥测数据;DSI_InitReq 设置 DSI 操作类型为选择模式并为会话期句柄 Ses 生成一个

表 1 DSI 中 Point 类数据字典定义					
Tab.1 Definitions of Point class data dictionary of DSI					
类名	属性	含义	数据类型	目标属性	目标属性数据类型
Point	Pt_NameString	测点名称	Charstring		char[80]
	Pt_Value	测量值	DSIPTVAL	valFloat	float
	Pt_Status	测量值质量	Uint32		int

DSI 调用请求句柄 Req,Req 将贯穿 DSI 请求执行的全过程;DSI_SetReadAtt 将 DSI 系统变量与用户定义的结构体中的变量一一对应,程序段 2 只以测点名称为例将 DSI 系统变量 Pt_NameString 与用户定义结构体变量 PtNS 相对应,此外还需将 Pt_Value 与 Pt_V、Pt_Status 与 Pt_S 对应;DSI_SetCrit 定义 DSI 的调用规则,参数 DSI_M_EQUAL 代表相等操作,使 DSI 系统变量 Pt_NameString 的值等于 Pt 中的值,其中 Pt 为事先定义的数组,其数组元素为需测量潮流值的线路测点的名称,Num 为数组 Pt 中元素个数;DSI_ExecReqW 根据用户定义的 DSI 调用规则执行 DSI 操作,读出的数据存放在 dsi_pi 中,读出数据的个数则存放在 DSI_GetRes 函数的 ActNumOfDb 变量中,至此完成了一个完整的 DSI 调用过程。

程序段 2:获取线路潮流值的 DSI 调用。
DSIPt
{
charstring PtNS;
DSIPTVAL Pt_V;
uint32 Pt_S;
}dsi_pi[1000];
Req=DSI_InitReq(Ses,“SELECT”);
DSI_SetReadAtt(Req,“Pt_NameString”,“charstring”,80,offsetof(struct_DSIPt,PtNS),0);
DSI_SetCrit(Req,“Pt_NameString”,DSI_M_EQUAL,“charstring”,80,*Pt,Num);
DSI_ExecReqW(Req,&dsi_pi,1000,sizeof(struct_DSIPntInfo),tmo,0);
DSI_GetRes(Req,&ActNumOfDb,NULL,&sts,&row_sts,&col_sts);

3 断面潮流在线监测系统应用实例

3.1 研制背景

近年来,由于线路潮流超限所引起的级联效应导致了多起大停电事故,现有研究也表明潮流与连锁故障的发生强相关,这使得加强电力系统监控和管理成为电力部门关注的重要问题[8-11]。文献[12]则进一步提出将目前的 SCADA/EMS 的功能进行扩展,实现在线稳定量化分析和预决策。

电网中的断面是指连接两地区之间的多条支路所形成的联络线族。断面潮流即为组成断面的各条支路的潮流之和,它清晰地反映了断面所连接两地区之间的功率交换关系。监视、分析和控制断面的有功潮流可以保证单支路满足热稳定限制,保证地区电压稳定和系统暂态稳定,最终促进整个电网的安

全^[2]。因此,在实时电力调度中,不仅要单支路的有功潮流、更要对断面的有功潮流进行在线监测。原有 GEN3-EMS 断面潮流监视功能完全依靠人工查看 EMS 图形推断断面的运行情况和潮流极限,无法适应当前电网突发事故多、要求处理迅速的要求。目前,已有学者从理论和实践等多个角度对输电断面的安全保护及其相关系统开发进行研究^[13-15]。在此基于 GEN3-EMS 平台的特点,研制了电网断面潮流在线监测系统并在河南电网投入运行。

3.2 开发环境

河南电网地处华中,与华北相邻,截至 2004 年底,河南境内有 500 kV 变电站 9 座,220 kV 变电站 93 座,总装机容量达到 $2.422\,65 \times 10^7$ kW,通过 500 kV 输变电设备已与华中 500 kV 主网相连,建成了豫西北稳控系统,形成了以鄂豫、豫中—豫南、嵩郑、豫中—豫北、马嵩以及杜马等为主体的省网断面群。

根据河南省电力调度通信中心 Unix 工作站和服务器的软硬件配置,电网断面潮流在线监测系统采用 QT 与 Motif 相结合的开发模式,由断面运行方式规则库定义模块和断面潮流在线监测守护模块 2 个部分组成,如图 2 所示。其中前者由于配置界面较多,采用 QT 开发,并运行于一台操作系统版本较高的服务器上;后者采用 Motif 开发,可以按需要安装于任一服务器中,断面运行方式规则库的配置信息通过 FTP 方式在服务器间传输。

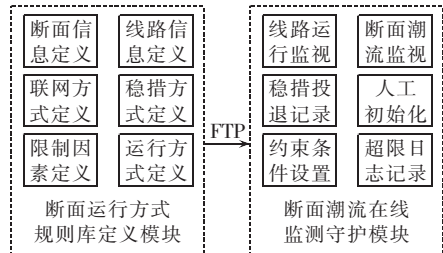


图 2 断面潮流监测系统结构

Fig.2 Structure of on-line sectional flow monitoring system

3.3 主要功能

断面潮流在线监测系统的主要功能包括 3 个方面。首先,系统可以定义断面运行方式规则库。利用现有 EMS 系统中的数据字典信息,对影响断面运行方式的断面中线路的运行状态、电网联网方式、稳措方式、断面运行限制因素等信息进行定义。其次,系统可以对断面线路运行状况进行在线监测。依据线路潮流遥测点的测量值及其数据质量,可以对故障线路或长期潮流不变化的线路予以报警。最后,系统可以对断面的运行状况进行在线监测。利用从 SCADA 系统中采集的线路遥测数据,自动判别监测断面的运行方式,计算该运行方式下的断面潮流,一旦断面潮流超过事先约定的该运行方式的极限值,系统将通过报警对话框和语音报警等形式提醒调度人员断面潮流超限,调度人员可以依据提示采取必要措施或根据需要投退稳措,避免断面长期潮流超限。

3.4 流程优化

DSI 完整的调用过程包括 DSI 初始化、请求执行、

释放资源 3 个阶段。笔者曾做试验省去 DSI 调用的第 2 个步骤,只进行 DSI 初始化和释放 2 个过程,结果 10 次试验平均耗时为 1.5 s,可见 DSI 初始化和释放相当耗时,而本系统涉及联网方式、稳措方式及线路潮流值等 3 方面 DSI 信息,照此推算将无法实现在线监测的需要。为此,对监测流程作了 3 点优化。

a. 由于 DSI 调用过程中 DSI 的初始化和释放耗时较大,因此将 DSI 的初始化过程和释放过程并入系统的初始化过程和关闭过程中,而在系统监测的每个定时器单元只执行 DSI 请求执行过程。

b. DSI_SetCrit 函数以属性值是否相等、相似以及大小等判断依据,共定义了 8 种调用规则。由于监测断面的规模远小于整个 EMS 系统的数据规模,因此本系统设计为只读取需要监测断面的线路遥测数据,方法是把所有监测断面线路测点值组合成一个数组 Pt,传入 DSI_SetCrit 函数,并采用属性值相等作为 DSI 的调用规则。

c. 由于断面运行方式规则相对稳定,无需在系统监测的每个定时器单元读取原始规则信息,因此系统设置了自动初始化和人工初始化功能以满足不同的需要。自动初始化功能只在每晚 0 时由系统自动读取断面运行方式规则库信息,并按照新的配置信息进行监测;而人工初始化功能则可以根据需要即刻读取新的断面运行方式规则库信息,并按照新的配置信息进行监测。

在对断面监测流程进行优化之后,降低了系统资源消耗,监测定时器设为 2 s,CPU 资源占用率仅为 0.3%,提高了系统运行的稳定性和可靠性。

3.5 应用效果

目前,断面潮流在线监测系统已在河南电网中投入运行并在如下几个方面协助调度人员维护电网的安全运行。首先,因为河南冬季易发大雾(2006 年 1 月曾发生“雾闪”事故),本系统的线路运行状态监测功能可以协助调度人员及早发现线路的异常状况,尽可能避免事故的发生和扩散。其次,本系统电网断面在线监测功能可以自动判别断面的运行方式,在系统运行界面中以不同的颜色和语音等措施描述断面的运行状态,调度人员可以根据断面不同的运行方式采取相关措施,维护电网的安全运行。最后,本系统的日志记录功能能对断面潮流超限起止时间、最大超限潮流值、解决措施等信息作统计分析,并生成日报表,方便调度人员对断面的运行状态进行分析,同时也为将来进行电网规划提供参考依据。

4 结语

对基于 GEN3-EMS 平台的应用功能的扩展与应用进行研究,详细分析了数据服务接口 DSI 的调用原理及过程,在此基础上研制了断面潮流在线监测系统,为基于 GEN3-EMS 平台的扩展提供了应用先例。

参考文献:

[1] 于尔铿,刘广一,周京阳,等. 能量管理系统[M]. 北京:科学出版社,2001.

- [2] 尚金成,黄永皓,夏清,等. 电力市场理论研究与应用[M]. 北京:中国电力出版社,2002.
- [3] 滕福生. 电力系统调度自动化和能量管理系统[M]. 成都:四川大学出版社,2004.
- [4] 王明俊. 我国电网调度自动化的发展——从 SCADA 到 EMS[J]. 电网技术,2004,28(4):43-46.
WANG Ming - jun. Development of dispatching automation technology in China—from SCADA to EMS[J]. Power System Technology,2004,28(4):43-46.
- [5] HARGROVE S. Book I:introduction of system administrator documentation[R]. Montreal:CAE Electronics Ltd,2001.
- [6] PICHÉ J. Database Service Interface(DSI) programming[R]. Montreal:CAE Electronics Ltd,1996.
- [7] TAWA R. Data representation services programming [R]. Montreal:CAE Electronics Ltd,1996.
- [8] ARGYRIOU N,KAMWA I,KUNDUR P,et al. Causes of the 2003 major grid blackouts in North America and Europe, and recommended means to improve system dynamic performance[J]. IEEE Trans on Power Systems,2005,20(4):1922-1928.
- [9] 傅书邈. IEEE PES 2004 会议电网安全问题综述及防止大面积停电事故建议[J]. 电力系统自动化,2005,29(8):1-4.
FU Shu-ti. Summary on power system security problems on 2004 IEEE PES meeting and recommendation for developing defence measures[J]. Automation of Electric Power Systems,2005,29(8):1-4.
- [10] 孙可,韩祯祥,曹一家. 复杂电网连锁故障模型评述[J]. 电网技术,2005,29(13):1-9.
SUN Ke,HAN Zhen-xiang,CAO Yi-jia. Review on models of cascading failure in complex power grid[J]. Power System Technology,2005,29(13):1-9.
- [11] 韩祯祥,曹一家. 电力系统的安全性及防治措施[J]. 电网技术,2004,28(9):1-6.
HAN Zhen-xiang,CAO Yi-jia. Power system security and its prevention[J]. Power System Technology,2004,28(9):1-6.
- [12] 薛禹胜. 时空协调的大停电防御框架(一)从孤立防线到综合防御[J]. 电力系统自动化,2006,30(1):8-16.
XUE Yu - sheng. Space - time cooperative framework for defending blackouts. Part I:from isolated defense lines to coordinated defending[J]. Automation of Electric Power Systems,2006,30(1):8-16.
- [13] 张保会,姚峰,周德才,等. 输电断面安全性保护及其关键技术研究[J]. 中国电机工程学报,2006,26(21):1-7.
ZHANG Bao - hui,YAO Feng,ZHOU De - cai,et al. Study on security protection of transmission section and its key technologies[J]. Proceedings of the CSEE,2006,26(21):1-7.
- [14] 李响,张国庆,郭志忠. 基于输电断面 N-1 静态安全潮流约束的联机切负荷方案[J]. 电力系统自动化,2004,28(22):42-44.
LI Xiang,ZHANG Guo-qing,GUO Zhi-zhong. Scheme for load - shedding based on the transmission interface N-1 static state safety power flow restriction[J]. Automation of Electric Power Systems,2004,28(22):42-44.
- [15] 卢建刚,陈慧坤,叶周. 关于电网稳定断面实时监测软件的设计及应用[J]. 电力系统自动化,2001,25(10):58-60.
LU Jian-gang,CHEN Hui-kun,YE Zhou. Design and application of electric power network stability real-time monitoring software[J]. Automation of Electric Power Systems,2001,25(10):58-60.

(责任编辑:李育燕)

作者简介:

杜杰(1978-),男,江苏南京人,博士后,从事复杂系统智能建模方面的研究(E-mail:dj_8203@163.com);

曹一家(1969-),男,湖南益阳人,教授,博士研究生导师,从事电力系统优化与控制、进化计算与计算智能等方面的研究;

陆金桂(1966-),男,江苏靖江人,教授,博士研究生导师,从事计算智能和计算机软件等方面的工作。

Function development on GEN3-EMS platform and its application

DU Jie¹,CAO Yi-jia¹,LU Jin-gui²,GUO Chuang-xin¹,ZHANG Min²,FAN Dou³

(1. College of Electrical Engineering,Zhejiang University, Hangzhou 310027, China;

2. College of Automation,Nanjing University of Technology,Nanjing 210009, China;

3. Henan Electric Power Dispatching and Communication Bureau,Zhengzhou 450052, China)

Abstract: The characteristics of GEN3-EMS and its DSI(Database Service Interface) are analyzed. The DSI application principle and DSI calling process,including resource initialization,request execution and resource release,are discussed with an example of reading power flow monitoring data from real-time SCADA/EMS database. An on-line sectional flow monitoring system of electric power grid is developed on GEN3-EMS platform,which realizes the definition of electric section operating rule base and the on-line operating state monitoring of lines and sections. According to the characteristics of DSI call,the power flow monitoring process is optimized:only the DSI request execution is implemented in the monitoring timer unit while the DSI initialization and release are integrated into system initialization and close respectively;only the line telemetering data needed are read in DSI call to reduce CPU load by applying the equal attribute rule; automatic and manual initializations are set to meet different requirements. After optimization,the CPU utilization is only 0.3% when the monitoring timer is set to 2 s, with the system stability and reliability greatly improved.

This project is supported by the National Basic Research Program(973 Program)(2004CB217902) and the Innovative Research Group Fund of Natural Science Foundation of China(60421002).

Key words: energy management system; database service interface; application expansion; sectional flow monitoring