

基于 CORBA 消息中间件的电力企业信息集成研究

刘波¹,朱传柏¹,张灿¹,王林青²,丁晓伟¹,郭创新¹,曹一家¹

(1. 浙江大学电气工程学院,浙江 杭州 310027; 2 浙江工业大学信息工程学院,浙江 杭州 310014)

摘要: 针对电力企业存在的“缺乏有效的整合信息平台,信息集成度差”现状,采用 IEC 的 CM 和 GD 标准,提出一种基于消息中间件的“即插即用”式集成框架,并研究了基于 CORBA 技术的消息中间件实现结构。该框架可使孤岛电力企业信息系统有效结合起来,达到信息的高度共享和实时获取。

关键词: 电力企业; 集成总线; 消息中间件; CORBA

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2006)13-0058-05

0 引言

电力企业的信息系统是一个高度分布和异构的环境,目前的状况是信息孤岛林立,如何在这个异构的环境下实现各个分布式应用的互联和互操作是一项极大的挑战。

CORBA 技术是对象管理组织 (OMG) 制定的分布式对象计算中间件标准。当前, CORBA 技术已经成为了业界开发分布式系统的事实标准之一,而且仍处在不断的发展中^[1-2]。同时, CORBA 技术在电力系统信息集成中的应用研究也有相当的进展^[3-4]。文献 [3] 初步提出了基于中间件的电网调度自动化系统体系结构; 文献 [4] 提出了基于 CORBA/XML 的电力企业应用集成等等。虽然这些文献都提出了基于 CORBA 技术的集成方案,但尚无一篇文章具体提出如何基于 CORBA 技术实现企业集成框架。

本文在电力企业信息整合模型的基础上^[5], 提出一种基于消息中间件的集成框架,然后设计一种基于 CORBA 技术的消息中间件结构。该消息中间件将做为“即插即用”的电力企业信息集成系统的集成总线。

1 电力企业信息系统集成分层模型

从企业的管理模型上看,电力企业信息系统集成分层模型如图 1 所示,包括决策支持层,事务处理层以及数据模型层^[5]。在事务处理层,电力企业的调度自动化系统、配电自动化系统、其它客户信息系统以及新增事务处理系统都单独存在,各个系统与其他系统之间的信息交互通过企业集成总线 (UIB) 实现,新增的辅助决策系统和事务处理系统都直接

挂接在企业信息集成总线上,通过信息集成总线和原有的事务处理系统进行数据交换。

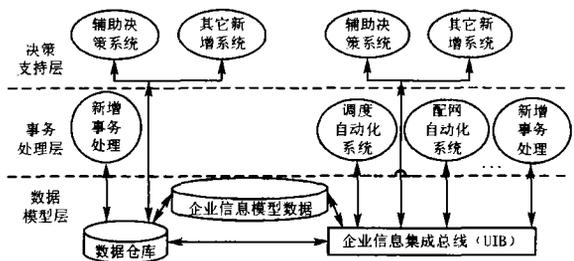


图 1 电力企业信息系统集成分层模型

Fig 1 Layered model of electric power enterprise information integration system

2 基于消息中间件的信息集成体系结构

CM 标准和 GD 应用接口标准为电力企业信息集成框架提供统一的信息模型和接口标准^[6-9]。而简单的基于 CORBA 或 DCOM 这样分布式技术的应用框架已经不能满足应用系统松散耦合的要求,新的集成技术需要被开发出来^[10]。

支持发布/订阅模式,异步消息通信机制的消息中间件能够很好的实现系统间的松散耦合,各应用系统在不知道彼此的情况下,只需要通过向消息中间件订阅或发布消息,就能实现系统间的通信^[11,12]。图 2 展示了遵从 CM 和 GD 标准,基于消息中间件的电力企业信息系统集成框架 (其中实线表示推模式,虚线表示拉模式)。各模块的作用如下:

GD 服务器 - 提供标准的 GD 服务。

GD 客户端 - 向消息中间件或 GD 服务器请求 GD 服务。

GD 代理 - 消息中间件向 GD 服务器或客户

端生成的虚拟的 GD客户端或服务器,它又分为基于推 (push)模式的 GD代理和基于拉 (pull)模式的代理。

公共服务 - 消息中间件向 GD服务器或客户端提供的服务,如:查询、定位等。

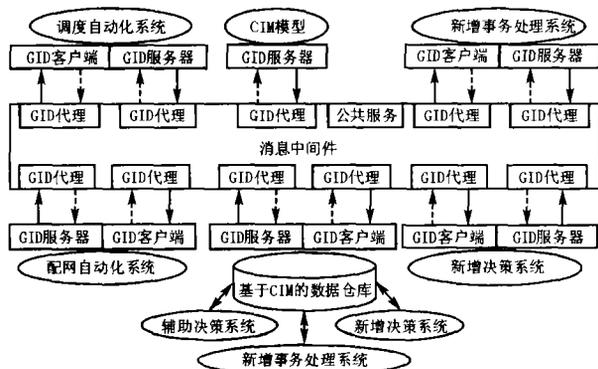


图 2 遵从 CM 和 GD 标准,基于消息中间件的集成框架

Fig 2 CM and GD standards compliant integration framework based on message middleware

3 基于 CORBA 的消息中间件

CORBA 是一种同步请求 回复的规范,用户调用一个对象操作,就必须等待该操作的完成;另外,它也是一种紧耦合的编程模式,因此直接使用 CORBA 不适合基于异步消息的分布式应用系统。文献 [13, 14]虽然也提出了基于 CORBA 消息中间件的实现,但是结构都比较简单,也没有涉及到 CM 和 GD 标准,因此无法满足电力企业集成的要求。本文设计一种基于 CORBA 的面向消息的中间件系统,它提供了分布对象间进行异步消息传递的机制,同时,它也将遵从 CM 和 GD 标准,为“即插即用”的电力企业信息集成提供基础的集成总线。

3.1 OMG 的 GD 接口规范

在讨论设计基于 CORBA 的消息中间件之前,先介绍下 OMG 制订的 GD 接口规范^[15],这样将有助于理解基于 CORBA 的 GD 服务器, GD 客户端, GD 代理的实现。

在 IEC 制订 GD 接口规范以前,工业应用中较多的采用了一种基于微软 (Microsoft) OLE, COM, DCOM 技术的 OPC (OLE for Process Control)接口规范。考虑 OPC 是基于微软技术 (只能在 Windows 平台上运行),同时为了兼容 CM 标准,IEC 在 OPC 的基础上定义了一套 GD 接口规范 (GDA, GES, HSDA, TSDA)。该 GD 接口规范可以由 COM, .Net 或者 Web Services 来实现。另一方面,OMG 做为事实

上的软件标准制订组织,定义了一套基于 CORBA, Java 和 C 语言的 GD 接口规范。

图 3 是 OPC, IEC WC13, OMG 接口规范之间的关系。

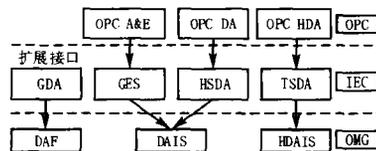


图 3 OPC, IEC WC13, OMG 接口规范之间的关系

Fig 3 Relationship between OPC, IEC WC13 and OMG interfaces standards

3.2 基于消息服务器的异步通信模型

图 4 是基于消息服务器的 CORBA 对象通信结构。该模式是通过设计一个 CORBA 对象 - 消息服务器,将应用程序解耦。应用程序首先通过名字服务器获取到消息服务器的应用,然后向消息服务器注册,查询,并以订阅的方式获取其它应用程序的服务,在获取服务的过程中,得到服务的应用程序始终可以不与提供服务的应用程序交互^[13, 14]。

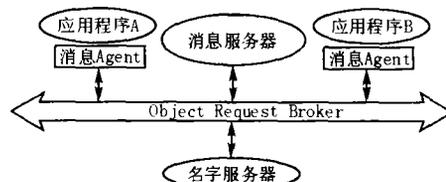


图 4 基于消息服务器的 CORBA 对象通信结构

Fig 4 Architecture of communication between CORBA objects based on message server

图 5 是基于消息服务器的 CORBA 对象交互模型。消息服务器向名字服务器注册后,应用程序通过消息 Agent 从名字服务器查询到消息服务器的对象应用;随后,消息 Agent 向消息服务器注册应用程序提供的服务;接着,各消息 Agent 可以通过从消息服务器查询,订阅相关的服务;最后,各消息 Agent 通过消息服务器发布或者等候消息。

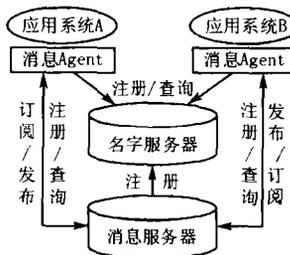


图 5 基于消息服务器的 CORBA 对象交互模型

Fig 5 Model of interaction between CORBA objects based on message server

另外,应用系统之间也可以直接通信,该方式的实现过程与应用系统和消息服务器建立通信过程类似。

3.3 组件结构

上节描述了基于消息服务器的异步通信模型,模型中有 3 个比较重要的组件:消息 Agent,名字服务器,消息服务器,下面分别详述它们的设计结构。

(1) 名字服务器

提供从名字到对象引用的映射,就好像 Internet 的域名服务系统 (DNS)将给定的域名转化为 IP 地址一样。该组件直接由标准的 CORBA 名字服务接口实现^[2]。

(2) 消息服务器

提供异步的消息服务,它的结构如图 6 所示。

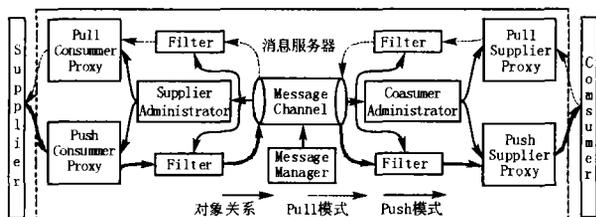


图 6 消息服务器的结构

Fig 6 Architecture of message server

Message Manager:负责记录各应用程序提供的 GD 服务和其它应用程序通过 GUI 订阅的 GD 服务。

Message Channel:由 Message Manager 生成,做为各应用程序之间的“通信信道”。

Filter:由 Message Channel 生成,它是依据 Message Manager 记录的发布或订阅的服务而定制的,分为 Supplier 侧和 Consumer 侧,对各种消息起着“过滤器”的作用。

Supplier/Consumer Administrator:由 Message Channel 生成,通过它来控制生成基于“推”(push)或“拉”(pull)模式的代理。

Pull Supplier/Consumer Proxy:分别由 Consumer/Supplier Administrator 生成,基于 pull 模式的代理,消息由客户端主动发起,服务器等待消息并处理。

Push Supplier/Consumer Proxy:分别由 Consumer/Supplier Administrator 生成,基于 push 模式的代理,消息由服务器主动发起,客户端等待消息并处理。

另外,当需要集成的某些应用系统有其它性能的要求时,消息服务器中还需要添加如 QoS(Quality

of Service,服务质量)组件等以满足该要求。

(3) 消息 Agent

为应用系统提供标准的 GD 接口服务,UI 订发布/阅服务界面。图 7 是消息 Agent 的结构。

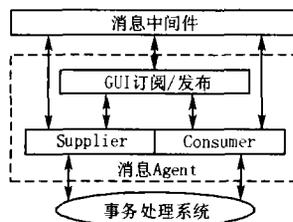


图 7 消息 Agent 的结构

Fig 7 Architecture of message Agent

Supplier(提供者):提供基于 CORBA 的 DAF, DA IS, HDA IS 服务的服务器,相当于 GD 服务器。

Consumer(消费者):相当于 GD 客户端。

GUI(图形用户界面)组件:负责向消息服务器的 Message Manager 发布或订阅服务。

3.4 系统流程

应用程序(简称 App.)A 做为服务 Supplier,应用程序 B 做为服务 Consumer。下面叙述一个典型系统流程:

(1) 消息服务器首先(通过 ORB)向名字服务器注册,App. A、App. B 向名字服务器获取到消息服务器的引用。

(2) App. A 通过消息服务器获取到 Message Manager 对象引用,通过 GUI 组件按格式(包括 push 或 pull 模式)向 Message Manager 注册其能够提供的服务。App. B 获取到 Message Manager 对象引用后,通过 GUI 组件查阅 Message Manager 上已发布的服务,订阅所需要的服务。

(3) App. A 通过 Supplier 向消息服务器提供服务。首先调用 Message Manager 生成 Message Channel,然后调用 Message Channel 生成相应的 Supplier Administrator。Supplier Administrator 根据 App. A 所能提供的服务模式(pull/push)生成相应的 Pull/ Push Consumer Proxy。App. A 建立与 Pull/ Push Consumer Proxy 连接。最后 App. A 调用 Message Channel 根据其在 Message Manager 上注册的服务类型生成 Filter,最终形成一条基于 pull 或 push 模式的从 Supplier 到 Message Channel 的通道(图 6 中所示)。

(4) App. B 通过 Consumer 向消息服务器获取服务。首先,调用 Message Manager 生成 Message Channel(和 App. A 共用),然后调用 Message Chan-

nel生成相应的 Consumer Administrator, Consumer Administrator根据 App. B 所订阅的服务模式 (pull/push)生成相应的 Pull/Push Supplier Proxy。App. B 建立与 Pull/Push Supplier Proxy连接。最后 App. B 可以调用 Message Channel根据其在 Message Manager上订阅的服务类型生成 Filter,最终形成一条基于 pull或 push模式的从 Consumer到 Message Channel的通道 (图 6中所示)。

(5) 基于 pull模式下,消息由 App. B 的 Con-

sumer通过调用 Pull Supplier Proxy主动发起,经由 Consumer侧的 Filter“过滤”后,传递给 Message Channel; Message Channel根据消息的特征,经由 Supplier侧的 Filter再次“过滤”后,发给 Pull Consumer Proxy,再由 Pull Consumer Proxy调用 App. A 的 Supplier。这样一次完整的消息传递 (或接口调用)就完成了。基于 push模式下的消息传递过程完全相反。

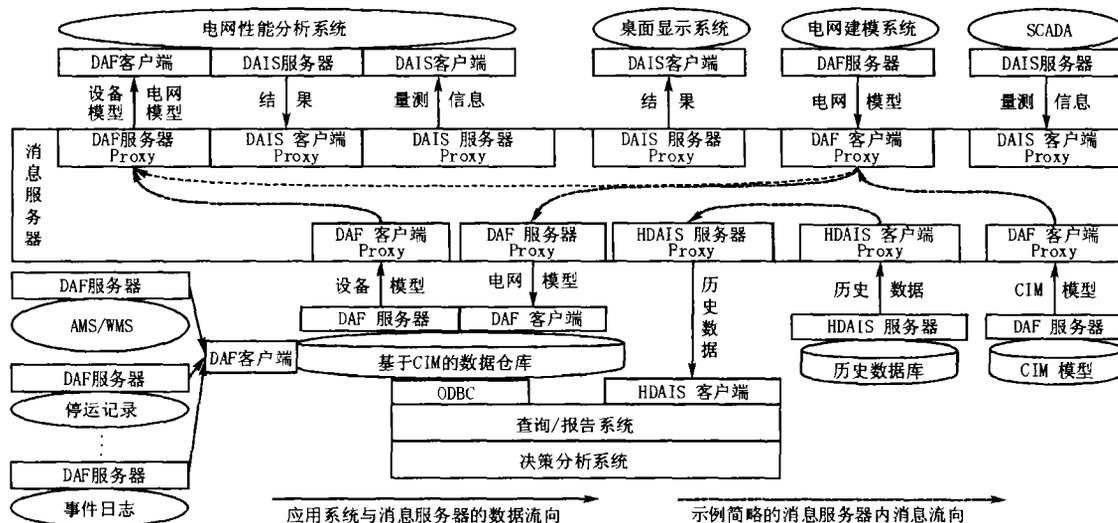


图 8 厂站设备评估集成系统

Fig 8 Assets of substation equipments integrated system

4 集成案例研究

集成项目一是厂站设备评估集成系统,该系统通过对厂站设备运行性能的评估帮助运行人员合理、及时的管理和保护设备和电网。在开发该系统需要集成以下几个方面的数据:

设备信息;历史测量数据;电网模型数据;实时测量数据。

图 8 是该项目集成方案图。在基于 CORBA 消息中间件的厂站资产评估系统中,各子系统通过消息 Agent 将其内部数据“暴露”给消息中间件,因此系统不再需要将所有要用到的数据拷贝到“中介”数据库系统,这样的系统灵活性提高了,且费用也降低了。

电网性能分析系统通过消息 Agent 从消息服务器获取到设备模型,电网模型和实时的量测数据,周期的检查当前负荷和设备温度,并经过一系列计算之后,将结果发给消息中间件。桌面显示系统从消息中间件获取到电网性能分析系统的计算结果,将其显示给运行人员,帮助运行人员做出正确的决策。

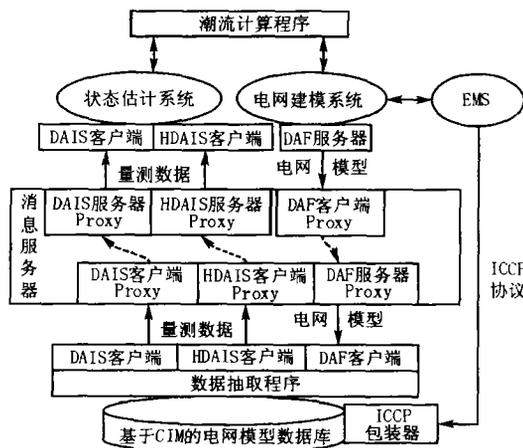


图 9 控制中心集成系统

Fig 9 Integrated system in control center

集成项目二是集成控制中心里与输电相关的系统,图 9 是该集成系统方案图,通过基于 CM 的电网建模系统将新型状态估计系统、潮流程序和基于 CM 的电网模型数据库同遗留的 EMS 集成起来。建模系统通过私有方式将电网模型数据提供给状态

估计系统和潮流程序使用。另外,建模系统通过消息服务器将电网模型数据提供给基于 CM 的电网模型数据库。

补充说明:应用系统通过名字服务器获取到其它应用系统或消息服务器的引用才能通信,图中为了方便描述省略该环节;应用系统与其它应用系统或消息服务器通信是通过 ORB 实现的,图中为了方便描述省略该环节;消息 Agent 用简化方式表示,由实际的功能决定,如 DAF 服务器,DAIS 服务器等;应用系统与消息服务器通信使用 pull 或 push 模式由实际需要决定,图中实线箭头只是表示数据流向;消息服务器内部的消息处理机制前面已详细叙述过,图中为了方便描述省略该环节。

5 结论

本文在电力企业信息系统集成框架的基础上提出了基于 CORBA 消息中间件的消息总线,并具体讨论了该消息中间件的实现,最后以具体的集成项目设计方案讨论了基于该消息中间件的系统软件层次结构和实现方式。该基于 CORBA 技术的消息中间件能够做为电力企业信息系统整合的框架中的集成总线。

参考文献:

- [1] Object Management Group. Common Object Request Broker Architecture: Core Specification, Version 3.0.3, Mar 2004 [EB/OL]. <http://www.omg.org/docs/formal/04-03-01.pdf>
- [2] 朱其亮,郑斌. CORBA 原理及其应用 [M]. 北京:北京邮电大学出版社, 2001.
ZHU Qi-liang, ZHENG Bin. The Theory and Applications of CORBA [M]. Beijing: Beijing University of Posts and Telecommunications Press, 2001.
- [3] 张慎明, 黄海峰. 基于 IEC 61970 标准的电网调度自动化系统体系结构 [J]. 电力系统自动化, 2002, 26(10): 45-47.
ZHANG Shen-ming, HUANG Hai-feng. Architecture of Power Dispatching Automation System Based on IEC 61970 Standard [J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(10): 45-47.
- [4] 鲁杰爽, 石东源. 基于 CORBA/XML 的电力企业应用集成 [J]. 继电器, 2003, 31(12): 29-33.
LU Jie-shuang, SHI Dong-yuan. Research on Power Enterprise Application Integration Based on CORBA/XML [J]. Relay, 2003, 31(12): 29-33.
- [5] 郭创新, 单业才, 曹一家, 等. 基于多智能体技术的电力企业开放信息集成体系结构研究 [J]. 中国电机工程学报, 2005, 25(4): 65-70.
GUO Chuang-xin, SHAN Ye-cai, CAO Yi-jia, et al. Studies on Power Enterprise Open Architecture of Information Integration Based on Multi-Agent System Technology [J]. Proceedings of the CSEE, 2005, 25(4): 65-70.
- [6] 张慎明, 刘国定. IEC 61970 标准系列简介 [J]. 电力系统自动化, 2002, 26(14): 1-6.
ZHANG Shen-ming, LIU Guo-ding. Introduction of Standard IEC 61970 [J]. Automation of Electric Power Systems, 2002, 26(14): 1-6.
- [7] Becker D, Falk H, Gillemann J, et al. Standards-Based Approach Integrates Utility Applications [J]. IEEE Computer Applications in Power, 2000, 13(4): 13-20.
- [8] Mauser S F, Gillemann J, Nordell D. Utility Information Integration-Vision, Benefits, Strategies, and Status [A]. The 33rd Annual International Conf on System Sciences Hawaii: 2000. 4-7.
- [9] Britton J P, Devos N. CM-Based Standards and CM Evolution [J]. IEEE Trans on Power Systems, 2005, 20(2): 758-764.
- [10] Geibs K. Middleware Challenges Ahead [J]. Computer of the ACM, 2001, 34(6): 24-31.
- [11] 李立宏, 李浩昱, 张福恩. 消息中间件的设计与实现 [J]. 计算机工程, 2000, 26(1): 46-48.
LI Li-hong, LI Hao-yu, ZHANG Fu-en. Design and Realization of Message Middleware [J]. Computer Engineering, 2000, 26(1): 46-48.
- [12] 马长东, 汪锦玲, 李京. 面向企业应用集成的消息中间件的设计与实现 [J]. 计算机应用研究, 2004, (7): 93-95.
MA Chang-dong, WANG Jin-ling, LI Jing. Design and Implementation of Enterprise Applications Integration-Oriented Message Middleware [J]. Study on Computer Applications, 2004, (7): 93-95.
- [13] 母瑛, 李中良, 王澎, 等. 基于代理的消息中间件的设计与实现 [J]. 计算机工程, 2004, 30(22): 91-92.
MU Ying, LI Zhong-liang, WANG Peng, et al. Design and Implementation of Agent-Based Message Oriented Middleware [J]. Computer Engineering, 2004, 30(22): 93-95.
- [14] 潘慧芳, 周兴社, 杨志义. 基于 CORBA 的消息中间件的设计与实现 [J]. 计算机工程, 2004, 30(7): 60-61.
PAN Hui-fang, ZHOU Xing-she, YANG Zhi-yi. Design and Implementation of Message Middleware Based on CORBA [J]. Computer Engineering, 2004, 30(7): 60-61.

(下转第 84 页 continued on page 84)

5 结论

REB103保护存在内部设计上的缺陷,其表现为被保护的母线设备上只存在单回出线时,当该线路发生故障切除时,如果在故障切除前母差回路存在差电流,则切除瞬间,母差保护的差动出口回路会开放,造成母差保护误动作。

经过数次修改及试验验证结果表明,去除SR继电器动作脉冲展宽回路中的电容的方案简单可靠,未改变REB103保护的初始设计思想,不会对设备带来副作用,而且实现也较简单,应该是一个可行的针对REB103保护在特殊方式下误动的有效反事故措施。

参考文献:

[1] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护典型事故

分析[M]. 中国电力出版社, 2003.

State Power Dispatch Communication Center of China Typical Fault Analysis of Power System Relay Protection [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2003.

[2] 朱声石. 高压电网继电保护原理与技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2005.

ZHU Sheng-shi Theory and Techniques of HV Network Relay Protection [M]. Beijing: China Electric Power Press, 2005.

收稿日期: 2006-02-27; 修回日期: 2006-04-13

作者简介:

高翔(1962-),男,硕士,高级工程师,从事继电保护与自动化运行与管理工作; Email: gao_x@ec.sp.com.cn

鲍伟(1969-),男,硕士,高级工程师,从事继电保护工作。

Analysis of maloperation on the REB103 busbar protection

GAO Xiang^{1,2}, BAO Wei³

(1. School of Electrical Engineering, Zhejiang University, Hangzhou 310027, China; 2. East China Electric Power Dispatching and Trading Center, Shanghai 200002, China; 3. Shanghai Electric Power Test & Research Institute, Shanghai 200437, China)

Abstract: REB103 is a mid-impedance differential relay for busbar protection. But under some certain circumstances, it would be maloperated when external fault occurs. The fault cause and analysis under this work condition are detailed and some schemes to avoid its happening again are proposed.

Key words: power system; fault; busbar protection; external fault

(上接第62页 continued from page 62)

[15] Draft IEC 61970, Energy Management System Application Program Interface (EMS-API)-Part 401: Component Interface Specification[S].

刘波(1980-),男,硕士研究生,主要研究领域为信息技术在电力系统中的应用; Email: bobo9168@163.com

朱传柏(1975-),男,博士研究生,主要研究领域为电力自动化技术及应用,信息技术在电力系统中的应用;

王林青(1978-),男,硕士研究生,主要研究领域为信息技术在电力系统中的应用。

收稿日期: 2005-12-30; 修回日期: 2006-02-08

作者简介:

Study on integration of power enterprise information based on CORBA message middleware

LU Bo¹, ZHU Chuan-bai¹, ZHANG Can¹, WANG Lin-qing², DENG Xiao-wei¹, GUO Chuang-xin¹, CAO Yi-Jia¹

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

2. College of Information Engineering, Zhejiang University of Technology, Hangzhou 310014, China)

Abstract: Aiming at the current status of power enterprise that there is no effective information integration platform, this paper puts forward a power enterprise information integration architecture based on the message middleware towards "plug and play" and up-to-date IEC's CM and GD standards, and studies the implementation of the message middleware based on CORBA technology. The architecture can gain the integration of the isolated application systems of power enterprise and information sharing of all the enterprise.

Key words: power enterprise; integrated bus; message middleware; CORBA