

基于 E 语言数据交互的自动化系统 监视平台设计

针对传统离散的自动化系统运维方式无法有效监视各种设备和系统的运行状态问题。设计了基于E语言规范数据交互格式的自动化系统监视平台。先阐述了平台的总体架构和流程。然后,在此基础上详细介绍了系统中监视对象注册和数据自动建模、多类型数据统一接入、告警智能处理中心及多样化监视手段等关键技术。最后,平台实现了任意自动化系统分布式接入集中式运维管理,能够对接入系统软硬件工况及重要应用数据异常状态实时监视及定制化告警通知,有效解决了多套系统集中运维监视问题,大幅提高了自动化系统的管理水平。

孙世明¹ 孟勇亮¹ 杨雪² 盛振明¹ 唐元合¹ 张雄风¹ 杨立波^{3/1}. 国电南瑞科技股份有限公司 2. 南京工程学院 3. 国网河北省电力公司

0 引言

近年来,随着电网的发展,电力系统自动化水平也不断提高,各级调度控制中心的实时或准实时在线自动化系统数量越来越多,既有部署在安全 I、II 区的生产管理系统,也有部署在安全 III 区的信息管理系统,部分调控中心自动化系统多达十几套,自动化运维人员为了保证系统与网络的安全稳定运行,工作量和工作复杂度大大增加。对运维人员来说,面对如此多的自动化系统,经常在系统运行维护和重要数据监视上显得力不从心,以致对系统中各种事件和故障也就无法准确识别、及时响应,给系统稳定运行带来了严重的安全隐患。

国内外相关机构针对自动化系统运维技术也开展了部分研究工作,文献[1]介绍了 EMS 系统厂站通信状态集中监测告警技术;文献[2]描述了利用手机短信实现系统状态集中告警,

自动化系统设备状态集中监测告警等;文献[3]介绍了一种基于数据通信网的灵活实用的远程维护方案,利用调度自动化通信技术及 SCADA 技术,综合多种智能算法,实现设备故障的及时发现和诊断处理;文献[4]介绍了一种基于当地监控机和远程桌面的灵活实用的远程维护方案;文献[5]提出了基于 SYSLOG、SNMP 等技术手段开展对自动化系统硬件资源的监视;文献[6]从变电站、电力电子设备等方面的运行维护技术应用进行了研究。上述系统主要针对特定的需求开发,功能单一,扩展性差,无法适应多套异构业务系统的软硬件资源及数据快速接入与监视的需求。

本文提出基于 E 语言规范统一数据交互格式的自动化系统监视平台设计方案。借助并行处理技术、通信技术实现自动化系统监视对象统一建模、监视数据并行处理和监控告警信息统一分类,并结合统一排班情况根据监控数据的类型制定不同告警及监视策略,提供短消息、电话语音和 Web 页面浏览等丰富多样的监视手段,解决了目前调控中心多套系统不能集中监视及系统异常故障不能及时快速处理的问题。

1 自动化系统监视平台体系架构

1.1 系统总体结构

系统核心设计思想是以 E 语言规范制定统一格式的异构系统数据交互接口,实现对不同平台上的多个应用系统监视对象自动建模及接入监视,为自动化系统管理人员提供一个集中



孙世明/高级工程师

关键词/Keywords

自动化系统 ·
监视平台 ·
告警智能处理中心 ·
多样化监视手段 ·

的监控平台、统一的系统异常告警处理中心，实现对不同平台多个业务应用系统的运行状态、硬件资源、关键核心业务进程及系统内重要数据的有效监视与告警。真正做到将电网调度控制中心所有专业自动化系统集中在统一平台进行监视，并且在系统接入维护上尽量做到免维护或少维护。

系统体系结构如图 1 所示，监视平台部署在安全 III 区并采用双机互备模式建设，部署数据采集服务器和应用服务器。数据采集服务器负责与各专业应用系统对接，实现数据对象的采集与建模；应用服务器负责对各专业应用系统的各类

数据进行处理加工，并形成用户最终监视的数据。各专业应用系统通过本地代理实现与自动化监视平台数据采集服务器的通信。通过采用统一接入模式，监视平台可以接入任意多个独立的实时系统或离线的管理系统，利用并行处理技术实现对各应用系统运行状态及重要数据信息的并行处理，在系统或数据出现异常时自动告警，并且通过对不同应用系统报警，实现不同监视配置，应用系统运行状态或重要数据异常信息告警可以直接发送给相应系统管理员。同时，在故障或异常排除后，自动消除相应的告警并通知系统运维人员。体系结构如图 1 所示。

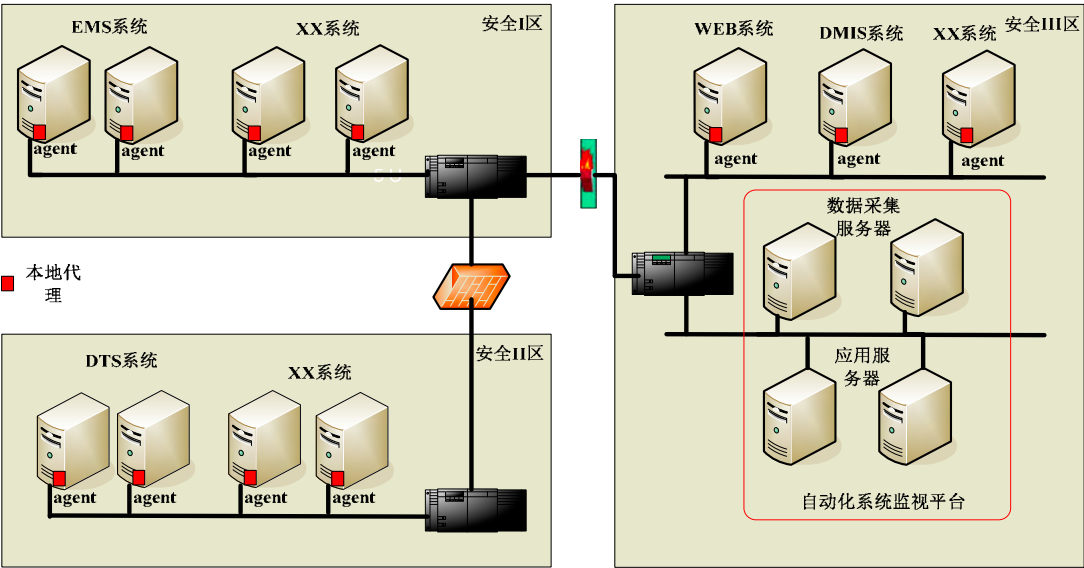


图 1 自动化系统监视平台体系结构

1.2 系统数据流程

自动化系统监视平台以各专业应用系统数据为入口，通过对各应用数据进行并行流式处理，实现监视平台的应用服务，包括监视对象建模、数据处理、异常监视和告警发送等，系统数据流程如图 2 所示。其详细处理流程如下：

- 1) 各专业应用系统通过本地代理生成统一的数据接口文件，并传输到监视平台数据采集服务器。
- 2) 监视平台针对每个接入系统启动独立的数据处理服务，并行处理相关系统发送过来的数据文件，并根据数据文件内容自动将该系统需要平台监视的对象进行统一建模（监视对象发生修改时监视平台也自动更新），对于已建模对象将

文件中对象对应状态或数值更新存储到平台上。

- 3) 监视平台智能告警处理单元实时获取监视对象的状态或数值，结合监视对象告警配置情况（系统运行异常状态延时告警、量测数据越限防抖动配置等），产生监视对象的相应等级告警信息并更新监视对象异常状态，并将告警信息及对象信息发送告警客户端。
- 4) 告警客户端结合告警对象根据系统排班情况及告警等级，判断当前告警采用什么样告警行为，短信、电话、Email 或者暂时屏蔽（夜班时可将一般告警信息设置为自动屏蔽，在早班时进行补发）。
- 5) Web 监视模块可监视平台内所有存在异常的系统状态及数据及其对应告警等级，同时还

支持历史告警信息查询。

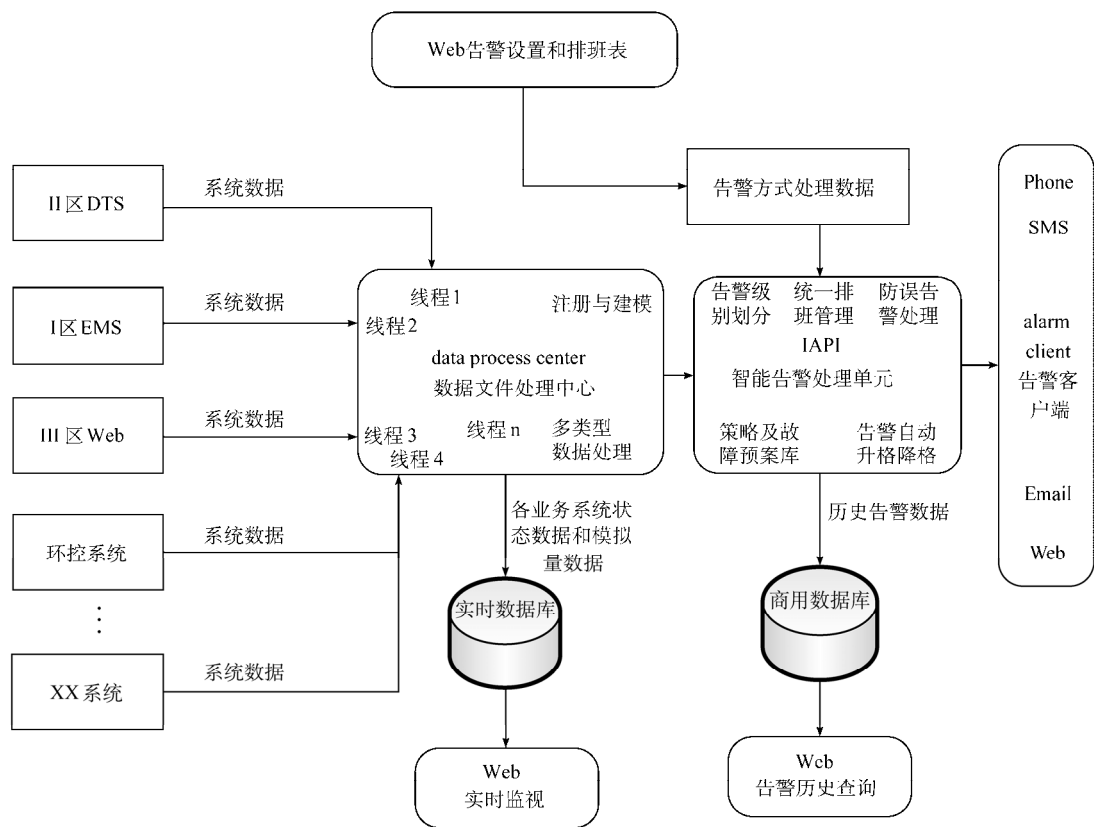


图 2 系统总体数据流程图

2 系统关键技术

2.1 监视对象注册与数据自动建模

为了实现多种异构系统的快速接入及免维护,监视平台设计了基于 E 语言数据交互规范的监视对象快速注册及自动建模方法。只需要在监视平台增加所需接入的应用系统相关配置信息即可完成监视对象快速注册,系统 E 语言数据交互文件中应包括:应用系统名称、应用系统交互文件存储位置、注册监视对象 ID 范围和通信中断判断周期等统一配置信息。应用系统注册成功后,监视平台将根据应用系统上传的交互文件中所包含的数据对象信息,实现该系统监视对象的自动建模,在监视平台服务端动态注册监视对象 ID,监视对象 ID 必须在该应用系统被允许注册的 ID 范围以内,否则丢弃该数据,通过对监视对象 ID 管理可以保证监视平台数据建模唯一性和正确性。通过对监视数据对象实现自动建模大大减少了被监视系统接入维护工作量,提高了监

视平台的实用性。监视平台监视对象注册及建模示意图如图 3 所示。

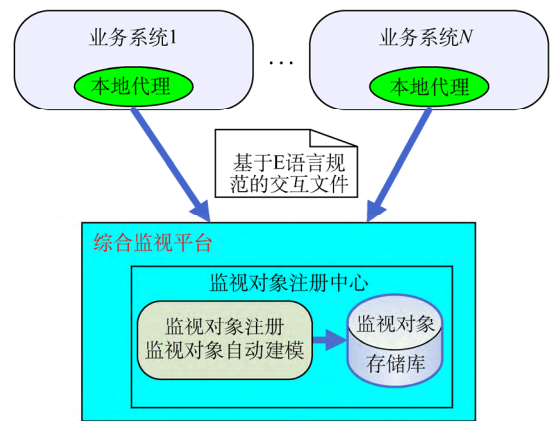


图 3 监视平台监视对象注册与建模示意图

2.2 支持多种类型数据接入

为了满足不同业务系统告警接入监视需求,监视平台提供了对多种类型数据处理支持,包括状态量、模拟量及告警文本。这些数据类型覆盖

了设备类数据（如服务器、工作站和交换机等）、资源类数据（如CPU、内存和磁盘容量等）、环境类数据（如机房温度、湿度和不间断电源等）和应用类数据（如各应用内重要数据，包括重要的状态量数据是否发生事故等；重要模拟量数据是否刷新、突变和越限等）。

平台对于多种类型数据提供不同的处理方式，其中对于状态量和模拟量实现自动建模，并且后续告警处理也能根据监视对象告警级别进行区别处理；对于告警文本数据处理则相对比较简单，直接将文本内容转化为对应的告警信息发送告警服务处理中心。

另外，由于监视平台可以接入任意被监视系统，所以在被监视系统数量逐渐增多后可能导致平台数据处理上出现瓶颈，导致不同系统交互的数据文件阻塞，因此平台在设计时采用了并行处理算法，针对每个接入的监视系统建立单独数据处理通道，保证高效及时响应各系统提交的数据处理请求。

2.3 告警智能处理中心

(1) 告警级别定义

告警信息分级是依据告警对系统的影响程度级别进行划分，按照故障类型将告警信息划分为四个等级：①事故告警，涉及系统安全稳定运行或者可能导致电网事故；②异常告警，涉及系统局部异常或应用数据异常，但不会导致系统崩溃或无法正常运行；③越限告警，涉及系统硬件资源或者应用数据越限行为，需要关注后续发展态势；④告知告警，涉及一般操作类事件，仅起提示作用，告知运维人员当前发生的操作信息。

(2) 统一的排班管理

由于接入监视平台的对象众多，因此每天会产生大量的来自不同系统的不同类型告警信息，这就需要将对应系统告警推送给对应系统运维人员，监视平台设计了统一排班管理服务，支持Excel格式值班表导入及值班人员角色定制，为不同值班人员关联不同的系统监视权限，只有关联系统发生的告警会主动推送给相应值班员，同时系统还设置超级系统管理员，该角色可接收所有系统推送的告警信息。

(3) 分时段告警策略

系统结合统一的排班管理服务实现不同时

段差异化告警策略，白班时对应系统的所有告警信息推送给相应值班员，而晚班时为了尽量不干扰人员正常休息，对应系统产生的告警信息根据告警等级不同采用不同的告警策略，事故告警则直接发送给系统超级管理员，由其根据事先制定的预案处置，其他等级告警则缓存至白班再补发给对应系统管理员。

(4) 故障处理预案库

监视平台提供预案管理功能。平台对每个报警对象或某一类型的报警对象提供了关联的处理预案，预案中包含了出现故障报警时相关的处理方法、以往的处理经验和相关责任联系人等信息，为值班人员在处理故障时提供快速的资料和辅助信息。预案包括共性的预案和个性的预案，共性的预案可保存为典型预案，以便重复使用。每个报警处理预案都是共性与个性预案的组合，以减少预案的编辑维护工作和信息的一致性。

(5) 防误告警处理

为了减少各应用系统数据错误或抖动而导致的误告警，平台设计一种告警延时处理算法。该算法对于状态量告警，通过为其设定告警延时门槛实现状态量在异常和正常之间频繁切换时告警自动过滤；对于模拟量越限或突变告警，通过为其设定延时参数实现模拟量在越限或突变超过设定时间后才产生告警信息。通过对系统数据防误告警处理，避免数据抖动或跳变时，不断发出恢复与告警信息对系统运维监视造成干扰。

(6) 告警等级自动升降格

当某个低级别信息多次出现并达到一定的判断条件时，将这个信息升格，如某台服务器CPU越限一段时间内反复出现，并且越限比例越来越高，则需要将该越限告警临时涉及为事故告警，再不及时处理可能会导致该服务器宕机。当某个高级别信息反复出现并经确认若干次后，在设定时间内再次出现时便自动降格为低级别信息。如当某个设备或回路因存在问题或缺陷时，会产生频繁告警的情况，这种频繁的报警会给运维人员产生严重干扰，降低运行人员对各种事件的敏感度和反应能力。因此当这个信息反复出现并经确认若干次后，在设定时间内再次重复出现时便给出该信息降格的提示，经确认后降格为低级别信息。降格的条件消除后，该告警将自

动恢复其本来的告警等级。

2.4 多样化监视手段

平台提供了多样化的告警行为，针对不同的告警等级支持差异化的告警行为定制，告警行为包括：电话告警、短信告警、语音告警、声光告警、Email 告警和 Web 页面告警。同时，对于某一告警对象告警行为如果需要区别于其所属的告警等级的默认告警行为，系统还提供针对单个告警对象的自定义告警方式，即该告警对象的告警行为可以和该对象所属告警等级不一致。

1) 电话告警。利用 CTI 技术将要发送的告警内容形成电话语音，并自动拨打系统运维人员的电话，以电话语音自动播放的方式，将告警内容通知给运维人员，并支持对电话告警的接收状态进行确认。在电话告警的过程中，一旦发现有通信中断的现象，系统会自动中断本次的报警发送工作。

2) 短信告警。利用 SMS 技术将要发送的告警内容通过无线通信以短消息的形式，发送到对应系统运维值班人员的手机上，并支持对运维人员的接收状态进行确认。

3) 语音告警。利用 TTS 技术将要发送的告警文本自动形成语音文件，并通过多媒体设备播放，播放次数支持用户自定义。

4) Email 告警。利用企业内部邮箱实现告警信息发送到系统运维人员邮箱，同时将该对象最近一段时间出现的告警信息作为关联事项一并通过 Email 邮件发送，帮助运维人员了解该对象的异常状态历史信息。

5) Web 页面告警。利用 Web 技术将告警信息通过 Web 页面的方式发布到企业内部信息网站上，系统运维人员根据权限登录到门户网站查看相应的实时告警信息，Web 网页告警方式不需要安装特殊平台工具，可以快速、灵活地查阅历史告警信息的查询。

3 结束语

本文提出基于 E 语言格式的统一数据交互接口一体化综合监管平台，利用先进的计算机技术，实现电力系统中各专业多种异构自动化系统的运行状态和重要数据统一运维监视。一方面可以实现对多套异构自动化系统运行状态

及系统内重要数据统一监视和管理，最大化地将自动化系统运维人员关心的数据集中在一起，提高监运维人员监控效率；另一方面，通过采用先进的通信技术和不同监控策略，实现按告警信息重要性采用不同通知手段告知运维人员，通过电话短信方式实现重要告警信息及时主动通知，有效降低运维人员系统监视工作强度。同时，通过建立故障处理预案库，辅助系统值班员提高了不同系统故障的处理能力，大大地提升自动化的管理水平。该系统目前已经在某大型网省公司调控中心成功运行，并成为调控中心自动化系统运维的重要手段，大幅减轻系统运维人员的工作负担，提高了系统故障处理效率，为电网稳定运行提供技术支撑。

参考文献

[1] 孙嘉, 韩少晓. 自动化设备运行自动化监视系统开发与应用[J]. 电力系统自动化, 2001, 25 (2): 66-67.

[2] 姚诸香, 何群, 郭玉金. 利用电信手机短信实现自动化系统综合监控[J]. 电网技术, 2003, 27 (6): 71-72.

[3] 高翔, 郭创新, 张金江, 等. 基于调度数据网的变电站智能设备远程维护系统[J]. 电网技术, 2005, 29 (23): 62-67.

[4] 侯贺军, 钱清泉. 变电站远程维护系统体系结构研究[J]. 继电器, 2005, 33 (14): 74-78.

[5] 徐红泉. 调度自动化系统综合运维平台设计[J]. 计算机时代, 2010, 11: 73-74.

[6] 秦杰, 马韬韬, 郭创新. 调度自动化设备状态在线报警系统的设计与应用[J]. 电力系统自动化, 2009, 33 (6): 95-98.

作者简介

孙世明 (1981-), 通信作者, 男, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向: 智能电网调度自动化。

孟勇亮 (1980-), 男, 本科, 高级工程师, 主要研究方向: 智能电网调度自动化。

杨雪 (1982-), 女, 硕士, 讲师, 主要研究方向: 自动化与电工电子技术。

(收稿日期: 2015 - 12 - 10) EA
(编辑: 史海疆)