

基于IEC 61968消息集成技术的地区智能电网调配自动化系统贯通模式的研究

针对调度自动化系统与配电自动化系统的特点进行深入研究，提出一种基于IEC 61968消息集成技术的地区智能电网调配自动化系统的贯通模式，采用基于SVG的图形交互方式以及基于IEC 61970标准的CIMXML模型交换方法解决图模一体化问题，采用基于IEC 61968消息集成技术的跨系统消息传输方法实现变电站数据采集以及反向的数据遥控问题。

提出的贯通模式利用灵活的消息机制，解决了调度自动化系统与配电自动化系统模型融合、调度自动化系统与配电自动化系统跨系统传输消息与基于地区智能电网调配自动化系统贯通业务的闭环处理等问题，满足配电自动化系统实时性，安全性，稳定性的要求。依据本文提出的贯通模式在绍兴调度自动化系统与配电自动化管理系统进行了验证，结果表明，本贯通模式安全，有效。

张心心¹ 时金媛² 孔锦标¹ 章立宗¹ 张锋明¹ 孙滢涛¹ 马翔²/1. 国网浙江省电力公司绍兴供电公司 2. 国电南瑞科技股份有限公司



张心心/工程师

关键词/Keywords

配电网 ·
消息机制 ·
贯通模式 ·
全闭环机制 ·

0 引言

随着国民经济的快速发展，配电网的发展规模越来越大，网络结构不断完善，配网运行方式日趋灵活，影响电网安全运行的因素越来越多，同时用户对供电可靠性及供电质量的要求也日益提高。为此，我国的智能电网建设过程迅速推进，当前智能调度自动化技术支持系统已基本达到实用化程度，配网自动化系统初步完成试点建设阶段，工程实施日益完善。但目前的调配一体化贯通程度还处于相对较低的水平，这也从客观上制约着配网自动化多个业务应用水平的提高及实用化程度。

浙江省电力公司科技项目“地区智能电网调配自动化系统贯通模式的研究和应用”。

传统电力系统中，调度自动化系统与配电自动化系统的交互主要采用文件传输与数据转发两种方式。由于文件传输方式受限制与文件的大小与扫描的准确度，同时文件传输方式存在着文件丢失损害等危险，且实时性较差。数据转发方式可以满足实时性的要求，但是数据转发需要维护大量的数据转发点号、通道等问题，巨大的维护量给维护人员带来了巨大的工作量。

因此，本文提出一种基于IEC 61968消息集成技术的地区智能电网调配自动化系统贯通模式，采用基于SVG的图形交互方式以及基于IEC 61970标准的CIMXML模型交换方法解决图模一体化问题，采用基于IEC 61968消息集成技术的跨系统消息传输的方法实现变电站数据采集以及反向的数据遥控问题。该贯通模式不仅可以减轻了双方前置服务器的负担，而且免去了人工维护的巨大工作量，同时解决了传统数据转发方式带来的数据延时问题。

1 基于IEC 61968消息集成技术的地区智能电网调配自动化系统贯通模式一体化模型设计

地区智能电网调配自动化系统贯通模式的研究和应用的的核心在于建立健全基于信息融合的调配一体化模型，指导、辅助提高智能调度的监控、运行管理水平，提升配网调度系统的实际运行效率。

地区智能电网调配自动化系统贯通模式的研究和应用的关键是构建一体化

的系统模型，如图1所示。

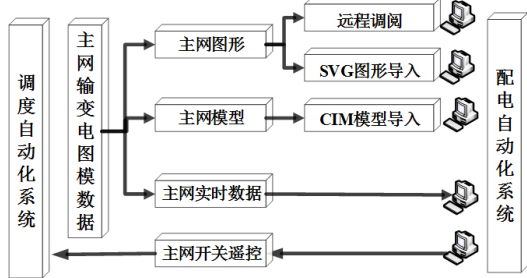


图1 一体化的系统模型

一体化系统模型主要由三部分组成，主网图形，主网模型以及主网实时数据。除了主网输变电图模数据的同步以外，还要考虑主网设备遥控问题，从而形成完整的闭环流程，保证调配系统一体化的完整性。

2 基于IEC 61968消息集成技术的地区智能电网调配自动化系统贯通模式技术实现

2.1 主网图模一体化同步机制

(1) 主配图模一体化概述

主网图形的一体化针对主网系统支持调阅类型分为两类，支持远程调阅的主网系统以及不支持远程调阅的主网系统。

对于支持远程调阅的主网系统，通过远程调阅接口自由调阅主网系统中的图形信息，实现主网输变电系统图形的虚拟导入。该方法可以调阅的图形信息包括厂站图、联络图和潮流图等各种主网系统中的输变电图形。调阅的图形中关联的模型信息是远程主网系统的模型信息，不依赖系统本地数据库。

对于不支持远程调阅的主网系统，可以将主网输变电系统导出的SVG图形文件，依据IEC 61970标准，将SVG图形文件中描述的图形信息在应用系统中生成。若应用系统中已经导入了主网输变电系统模型信息，则可以通过模型关键字将图形与应用系统导入的主网输变电系统模型关联。

主网模型一体化针对不支持远程调阅的系统，将主网输变电系统导出的CIM模型文件，依据IEC 61970标准，实现主网输变电系统模型导入，同时

根据边界设备的编码进行相似度计算，实现模糊匹配，以提高边界设备模型拼接的成功率。

(2) 基于SVG图形一体化操作

图形一体化操作符合IEC 61970标准图形交互方案草案的要求，主要目的在于解决不同调度自动化系统与配电自动化系统之间的公共图形交互问题，同时具有扩展性，能够支持其他电力相关系统之间的图形互操作。

根据草案的要求，图形对象不能独立存在，必须基于CIM建模。实际的图形交互需求并非交换图形的一个“快照”，而是需要一个交换的元数据，以使接收方能够动态刷新CIM量测和其他的动态信息，而无须与发送方相连。所以，图形交互的目的并不是用于显示，而是以SVG为载体描述电气信息，发送方传送图形时，必须保证CIM模型信息同步传送，或者是CIM模型信息先于图形信息传送，以确保图形和模型是匹配的。

根据应用的出发点不同，CCAPI对图形交互提出了两种方法：①图形中心；②域中心。

根据CCAPI的推荐，调度自动化系统中宜采用图形中心的交互方式。以图形为中心的交互方式中，可视化与数据存储之间是一种松耦合的关系，并且容易支持每个对象表示的多样性；容易支持图表中的背景数据；容易将图形集成到图表中；可以方便地使用SVG浏览器。该方式主要针对调度自动化系统和SCADA。图形互操作的流程如图2所示。

(3) 基于IEC 61970标准的CIMXML模型交换

根据IEC 61970 501标准所描述的CIM RDF模

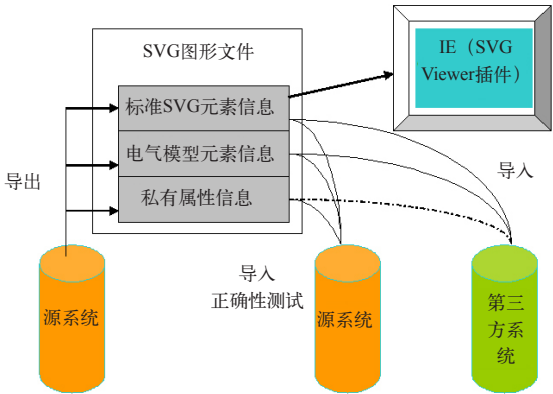


图2 图形互操作流程

式，一个电力系统模型能被转换导出为一个XML文档，如图3所示。这个文档称为CIM XML文档。CIM RDF模式提供了CIM XML文档所使用的资源描述格式。最终的CIM XML模型交换文档能被解析，其中的信息将被导入到一个外部系统。

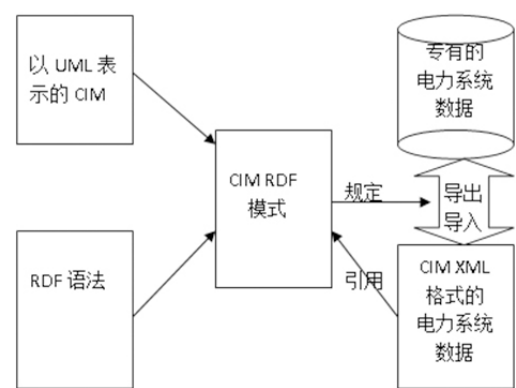


图3 基于XML的调度数据的交换机制

2.2 基于IEC 61968消息集成技术的实时数据共享

2.2.1 IEC 61968标准和消息

IEC 61968是由IEC TC57 WG14工作组提出，对电力系统设备对象建立物理逻辑的基本模型，基本上概括了对设备、设备的量测、设备的维护和管理过程描述。IEC 61968注重于不同应用系统之间的相互集成，对那些需要连接全异的应用系统的企业或者机构有很好的支持；对新加入的应用系统，也具有较好的连接。

IEC 61968-1定义的通用消息格式是为电力企业构建松耦合的集成环境，为传递电网和业务数据而设计的消息载体。它通过系统间交换标准“文档”完成业务功能，不依赖于具体实现的集成技术，可适用于实现面向服务的体系结构（SOA）架构的企业服务总线（ESB）技术^[5]。

IEC 61968定义了4种消息类型，包括请求消息、应答消息、事件消息以及错误消息。一般情况下，消息由消息头（Header）、请求选项（Request）、应答选项（Reply）和消息体（Payload）构成。所有消息无论是请求消息还是应答消息，都要求有消息头；消息体用于装载消息头中动词和名词所要求的数据信息，可根据具

体应用的需要选择有无；请求选项在发送请求消息时使用，用于描述具体请求参数；应答选项只用来表示相应消息的成功、失败（包括具体的错误码和错误信息）的状态。

2.2.2 基于IEC 61968消息集成技术的实时数据共享机制

基于IEC 61968消息集成技术的实时数据共享机制的流程如图4所示。

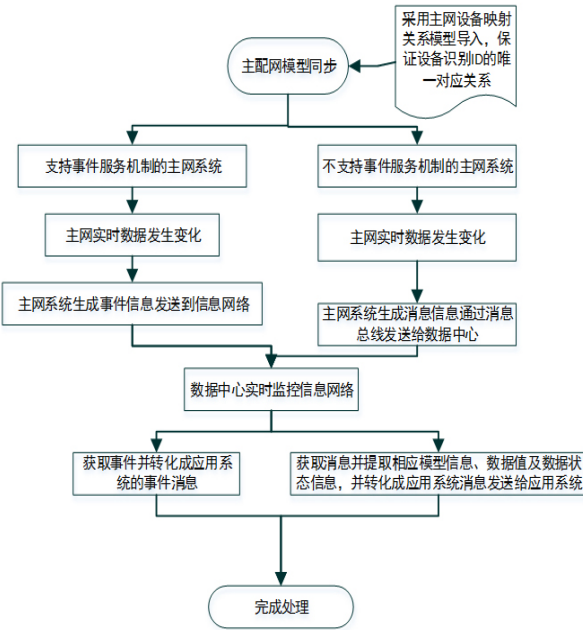


图4 基于消息机制的实时数据共享流程

(1) 主配网模型同步

为了保证调配系统共享数据模型的一致性，首先对调配系统的共享数据模型进行同步，同步方法采用基于IEC 61970标准的CIM模型文件传输实现主网输变电系统模型导入，同时根据边界设备的编码进行相似度计算，实现模糊匹配，以提高边界设备模型拼接的成功率。

(2) 匹配系统功能，灵活配置转发模式

针对系统支持功能不同，配置不同服务机制，主要分为支持时间服务机制的主网系统与不支持时间服务机制的主网系统。

(3) 针对不同功能系统采用不同的转发数据机制

对于支持事件服务机制的主网系统，使用事件服务的机制实现主网输变电系统实时数据导

入。事件服务机制方法如下：

- 1) 主网系统中的输变电实时数据发生变化，主网系统将发生变化的实时数据生成事件信息发送到信息网络。
- 2) 数据中心实时监控信息网络，当发现有实时数据变化的事件信息时，将事件消息获取并转换成应用系统中的事件消息传送给应用系统。
- 3) 应用系统获取到数据中心传送的事件消息并更新数据库中的相应数据。

对于不支持事件服务机制的主网系统，使用消息机制实现主网输变电系统实时数据导入。流程与支持事件服务机制的主网系统相同。

实时数据消息结构采用事件消息(EventMessage)，结构如图5所示。

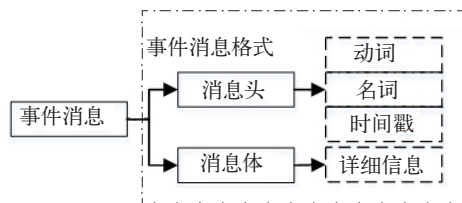


图5 事件消息格式

消息头中主要包含：

- 1) 动词。Changed 指出是发生了变化事件。
- 2) 名词。指出变化信息的类型（如 MeasurementValue）。
- 3) 时间戳。记录事件发生时间。

消息体根据对应的名词选择相应消息体结构。并针对变化信息进行表述。

遥信变化消息体主要包含：设备ID（记录设备唯一标识），遥信值（记录遥信变化的值），遥信状态（记录遥信状态信息），时标（记录变化的时标信息）等信息。

遥测变化消息体主要包含：设备ID，遥测值，遥测状态，时标等信息。

2.3 基于消息传输的反向遥控机制

传统的配电自动化系统针对主网系统开关的遥控一般不具备权限。为了保证配电自动化系统的完整性，近些年来配电自动化系统采用基于IEC 104规约的遥控转发机制，通过配电自动化系统的前置向调度自动化系统的前置转发遥控报文通过

主网系统进行遥控。此种遥控方式需要经过两个系统的前置进行消息确认，并再次经过主网系统前置进行遥控下发，流程较复杂，遥控效率一般较低。为了解决上述问题，本文提出了基于IEC 61968消息集成技术的反向消息传输遥控机制。

基于消息集成技术的反向消息传输机制，与上文提到的实时数据传输采用相同的消息机制，只是在传输方向上有所不同。基于消息集成的反向遥控机制，是通过配电自动化系统下发遥控消息到调度自动化系统中，调度自动化系统收到相应的遥控消息，下发遥控报文到调度自动化系统的前置中并完成遥控执行。反向遥控的关系图如图6所示。

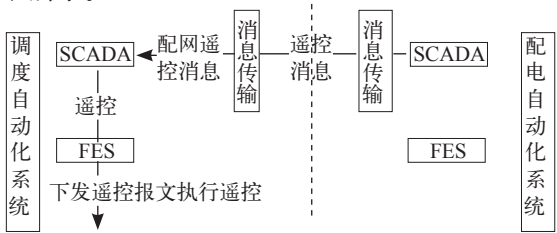


图6 反向遥控流转图

为了保障控制的安全性，避免因调配自动化贯通而引起的控制错误，在10 kV出线开关控制方面采用安全校验技术，保证开关控制安全性。

安全校验技术是通过规则设置一个控制列表，在接收到指令时校验控制列表信息，来保障安全的一种校验方式。在调配自动化贯通过程中，为了保障遥控指令所对应的控制设备确实就是所想控的设备，在前置机设置了一个允许通过的控制列表，任何一个控制指令所包含的控制设备必须在控制列表中，才能把控制指令下送到变电站所对应的设备。另外安全校验技术还需要校验相关属性，并通过相关审核后才能下发，大大降低了遥控错误的可能性高，保证遥控操作的安全性。

控制信息采用请求消息(RequestMessage)，结构如图7所示。

消息头中主要包含：

- 1) 动词。Change 指出此次请求是要修改对象信息。
- 2) 名词。指出要修改信息的类型。

3) 时间戳。记录事件发生时间。
请求包含操作设备ID和选项信息，消息体中存储遥控所需的详细信息如控制类型，控制值等。

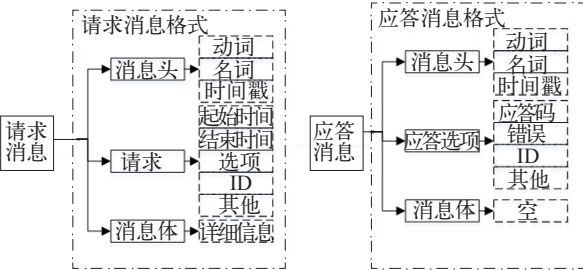


图7 请求消息与应答消息结构图

返回消息为应答消息，消息头动词为Replay，名词与请求消息头名词对应；遥控成功时，应答选项应答码为“OK”，遥控失败时，应答选项应答码为“ERROR”，用应答选项的其他存储遥控应答的全部信息，主要包含：ID、控制类型、控制值、控制结果和错误信息等内容。应答消息体为空。

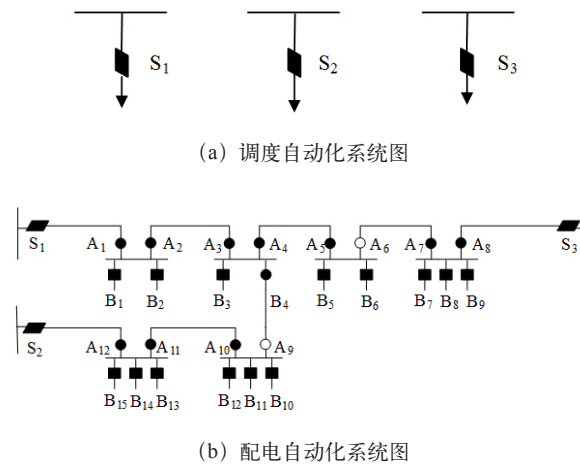
3 基于地区智能电网调配自动化系统贯通业务的闭环处理过程案例说明

依据本文提出的贯通模式在浙江省绍兴市调度自动化系统与配电自动化系统中进行了实际应用，通过高可靠馈线自动化闭环处理过程进行了实际验证。

高可靠馈线自动化的应用对调配一体化的要求较高，由于高可靠馈线自动化涉及到对图模完整性、正确性的要求，对调配实时数据正确性、实时性的要求，对调配系统可控性的要求，在高可靠性馈线自动化中，应用了本文研究的全部贯通模式要求。因此，本文以一个馈线自动化案例为例说明本贯通模式。

本案例以标准电缆接线图为例，如图8所示。
首先，需要完成模型的建立，本模型分为了两部分，配网图模与主网图模，这两部分需要分别在调配系统中进行建模。在两个系统中完成建模后，下面开始进行贯通模式说明，流程如下：

1) 调度自动化系统图模生成后，将推送一个



动化系统针对 S_1 开关的遥控信息进行常规安全检验，满足校验后下发遥控报文，执行遥控。遥控成功后， S_1 开关位置发生变化，并将遥控成功以及 S_1 开关位置发生变化的消息传送到配电自动化系统中。

7) 配电自动化系统接收到遥控成功的消息完成整个故障处理，并归档用于查阅。从而完成整体闭环操作。

基于消息集成机制的实时数据同步机制还考虑调配一体化的智能告警关联，如通过220 kV开关的事故跳闸，可关联下游对应的配网设备的告警信息（如用户停电、过载和过电流等信息），建立一体化的告警展示视图，从而减少调度监控人员面对告警信号繁多，难以把握关键信息的窘境。

在配网运行管理方面，基于调配一体化信息总线，研究实行配网管理的实时同步机制，实行相同的运行事件无缝集成。如自动化系统应用中的标志牌信息可实现“一次挂牌，同步显示”。在配网范围挂标志牌后，研究系统自动触发同步消息至调度自动化系统，实时更新调度自动化系统实时库，由调度自动化系统图形实时刷新至图形界面。同样，在调度自动化系统挂牌后，仍可同步实时刷新至配网自动化系统。

4 结束语

本文对配网核心业务（高可靠性馈线自动化应用、综合智能告警应用和配网运行管理等）起到促进和指导作用，客观上极大减少了人工维护、重复性工作。本文提供的贯通模式有助于推进地区自动化系统建设成果，提升地区智能电网调配自动化系统贯通应用水平。

本文提供的研究成果主要解以下问题：

1) 可适时解决调配一体化的图模数融会贯通的问题，完善优化主网与配网模型的拓扑连接，从而达到实现输配网自动化系统模型一体化管理和应用的目的。

2) 对配网核心业务（高可靠性馈线自动化应用、综合智能告警应用和配网运行管理等）起到促进和指导作用，客观上极大地减少了人工维

护、重复性工作。

3) 推进地区自动化系统建设成果，提升地区智能电网调配自动化系统贯通应用水平，通过调配一体化研究，将最新的研究成果应用到具体的工程实践中，为建设世界一流的智能配电网打下坚实的基础。

4) 切实提高配网自动化等实用化应用水平，通过完整电网高压侧电网运行和分区供电闭锁信息，实现配网完整自动化应用。

参考文献

[1] 何峻，罗建，王官洁. IEC 61968标准的原理及其应用分析 [J]. 重庆大学学报, 2006, 29(05): 36-39.

[2] 李灿，陈琰，陈春霖. 电网企业一体化信息模型设计及其应用 [J]. 华东电力, 2009, 37(06): 929-933.

[3] 黄磊，王康元，梁继勇. 基于CIM的电力设备维护管理系统模型 [J]. 继电器, 2005, 33(07): 50-54.

[4] 李传健，陈炯聪，郑文杰，等. 基于IEC 61968的配电网管理系统信息集成消息设计与实现[J]. 电力系统自动化, 2012(24): 44-48.

[5] 刘海涛，赵江河，苏剑. 基于ESB的配电网自动化及管理系统信息集成[J]. 电力系统自动化, 2008(16).

[6] 于洋，刘东，陆一鸣，等. 基于本体的IEC 61968标准信息模型一致性校验[J]. 电力系统自动化, 2012(14).

[7] 周云成. 基于CIM的分布式配电网地理信息系统关键技术及集成应用研究[D]. 沈阳: 沈阳农业大学, 2011.

[8] 王俊乐. IEC 61968标准的企业应用集成总线研究与实现[D]. 济南: 山东大学, 2011.

[9] 顾建伟，周志芳. 基于IEC 61968标准智能电网信息集成的应用研究 [J]. 供用电, 2010, 27(5): 19-34.

作者简介

张心心（1981-），男，工程师，主要从事电力调度自动化方面的工作。

（收稿日期：2015-12-10） EA

（编辑：鞠佳）