



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 101877500 B

(45) 授权公告日 2014. 06. 25

(21) 申请号 200910083325. X

(22) 申请日 2009. 04. 30

(73) 专利权人 北京科东电力控制系统有限责任公司

地址 100192 北京市海淀区清河小营东路 15 号

(72) 发明人 米为民 钱静 李立新 尚学伟 周京阳 沈国辉 徐家慧 潘毅 高保成 徐丹丹 边晓宇 于耀中 何江 吴艳华 卓俊峰

(74) 专利代理机构 北京北新智诚知识产权代理有限公司 11100

代理人 陈曦

(51) Int. Cl.

H02J 13/00(2006. 01)

(56) 对比文件

CN 101154813 A, 2008. 04. 02,

CN 1763782 A, 2006. 04. 26,

JP 特许第 3716191 B2, 2005. 11. 16,
US 2004/0010576 A1, 2004. 01. 15,
米为民 等. 基于 CIM XML 的电网模型合并方法. 《电网技术》. 2008, 第 32 卷 (第 10 期), 第 33 - 37 页.

钱静 等. 基于 IEC 61970 的华东电网分级模型管理方法. 《电网技术》. 2007, 第 31 卷第 295 - 298 页.

审查员 卢娟

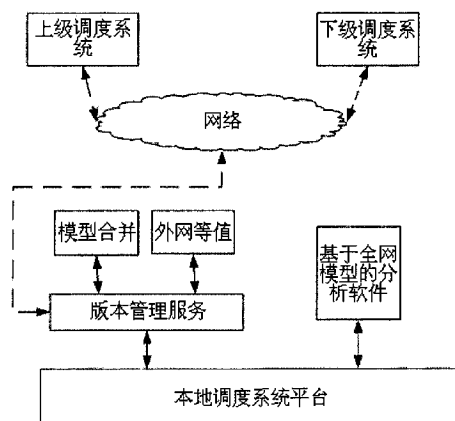
权利要求书1页 说明书6页 附图4页

(54) 发明名称

面向互联电力系统的分层分解时空协调建模方法

(57) 摘要

本发明公开了一种面向互联电力系统的分层分解时空协调建模方法。该方法基于 IEC61970 标准、E 格式规范、版本管理服务、模型合并 / 拆分、外网等值、SVG 图形转换、E 格式数据导入 / 导出等技术, 在各级调度系统之间建立了规范的信息交换机制, 在调度系统平台上建立了规范的公共信息处理机制, 实现了互联电力系统的时空协调建模系统。本发明可以解决互联大电网与传统的电网建模方式之间的矛盾, 解决调度中心各应用系统之间及各级调度系统之间信息整合与共享的问题, 为互联大电网的实时监视、控制、在线安全分析提供数据基础和技术支撑。



1. 一种面向互联电力系统的分层分解时空协调建模方法,其特征在于:

(1) 版本管理服务接收上级调度系统发送的外网等值模型的版本信息,接收下级各调度系统的电网模型版本信息,接收本地调度系统的图、数、模信息;

(2) 从版本管理服务获取外网等值模型及其对应的边界定义、本地调度系统的模信息及其对应的边界定义,生成 1+1 模型合并的结果;

(3) 从版本管理服务获取下级各调度系统的电网模型及各自对应的边界定义、本地调度系统的模信息及其对应的边界定义,生成 1+n 模型合并的结果;或者,

从版本管理服务获取步骤(2)获得的 1+1 模型合并的结果、下级各调度系统的电网模型及各自对应的边界定义,生成 1+n 模型合并的结果;

(4) 从版本管理服务获取 1+n 模型合并的结果及对应的边界定义,生成下级各调度系统的外网等值模型;

(5) 版本管理服务发送本地调度系统的模信息给上级调度系统,发送步骤(4)中生成的外网等值模型的版本信息给下级调度系统,发送合并后的电网模型、用于表示不同电网调度系统中图形交换的 SVG 图形文件和基于国家电网公司制定的 E 格式规范而成的 E 格式文件给本地调度系统;

(6) 将步骤(4)中生成的外网等值模型、本地调度系统的电网模型和下级调度系统的电网模型合并成以 CIM 模型的 XML 文件表示的全网模型;

所述版本管理服务包括服务器端和客户端两部分,其中客户端部署在上、下级调度系统中,服务器端部署在本地调度系统中;

所述版本管理服务包括版本接收/发送服务、版本信息校验服务和版本信息管理服务三个环节;其中,

版本接收/发送服务用于接收客户端发送的版本信息,并自动触发版本信息校验服务;

版本信息校验服务用于保证信息的正确性和一致性,为模型合并、外网等值提供正确的数据源;

版本信息管理服务用于实现信息存储、版本生成、版本发布、版本增量比较和历史版本查询;该版本信息管理服务通过模型合并接口和外网等值接口接受来自模型合并操作和外网等值操作的数据,并将数据传输给所述版本接收/发送服务。

面向互联电力系统的分层分解时空协调建模方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于电网调度系统的建模方法,尤其涉及一种面向互联电力系统,通过时空协调版本管理服务、模型拆分/合并、动态等值等技术实现各级电网调度系统在空间时态上协调统一的建模方法,属于电网调度自动化技术领域。

背景技术

[0002] 电力系统是一个由发电厂、变电站、输配电网络 and 用户组成的统一调度和运行的复杂大系统。在电力系统中,需要在各个环节和不同层次设置相应的调度系统,以确保电网的安全稳定运行。随着全国互联大电网的形成,电网规模越来越大,互联电网之间的关联更加密切,电网结构和运行方式日益复杂,给电网的安全稳定运行和监视、分析和控制带来巨大的挑战。

[0003] 我国的电网调度系统采用分级监控的模式,各级调度系统之间缺乏规范的信息共享机制。各调度系统只能对其调度管辖范围内的电网模型精确建模,外部电网则采用非精确建模或简单等值处理,这种传统的建模方式已经不能满足互联大电网的发展要求。

[0004] 互联电力系统分层分解时空协调建模指各级调度系统只需要维护调度范围的电网模型(内网),调度系统之间通过信息交换、模型拆分/合并、动态等值等技术,实现各级调度系统在空间时态上协调统一建模,其中“时”是电网模型的时态,时态包括历史态、实时态和未来态(又称规划态)，“空”指各级电网通过在空间上的互联,实现不同调度的信息共享。

[0005] 当前,广泛使用的 IEC61970 标准为电力调度信息标准化提供了技术规范。国内的主要调度系统平台都已经遵循 IEC61970 标准,支持使用公共信息模型(Common Information Model, 简称为 CIM) 描述电网结构,支持 CIMXML 文件(以 XML 格式表示的 CIM 模型文件,简称 CIM 文件)的导入和导出,支持可扩展向量图形(Scalable Vector Graphics, SVG) 标准图形的导入/导出。另外,国家电网公司调度中心制定的 E 格式规范(以下称 E 文件),作为电网运行数据交换规范也被广泛使用。基于 CIM 文件的模型拆分/合并技术、在线外网等值技术及图(SVG 文件)数(E 文件)模(CIM 文件)一体化的信息版本管理服务技术等逐渐兴起,为互联电力系统的分层分解时空协调建模方法提供了理论上的基础。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题在于提供一种面向互联电力系统的分层分解时空协调建模方法。该方法通过时空协调版本管理服务、模型拆分/合并、动态等值等技术,实现了各级电网调度系统在空间时态上协调统一的建模

[0007] 为实现上述的目的,本发明采用下述的技术方案:

[0008] 一种面向互联电力系统的分层分解时空协调建模方法,其特征在于:

[0009] (1) 版本管理服务接收上级调度系统发送的外网等值模型,接收下级各调度系统

的电网模型版本信息,接收本地调度系统的图、数、模信息;

[0010] (2) 从版本管理服务获取外网等值模型、本地模型和模型边界定义,生成 1+1 模型合并的结果;

[0011] (3) 从版本管理服务获取下级各调度系统的电网模型、本地模型和模型边界定义,或者获取步骤(2)获得的 1+1 模型合并的结果/下级各调度系统的电网模型和模型边界定义,生成 1+n 模型合并的结果;

[0012] (4) 从版本管理服务获取 1+n 模型合并的结果及对应的模型边界定义,生成下级各调度系统的外网等值模型;

[0013] (5) 版本管理服务发送本地电网模型的版本信息给上级调度系统,发送外网等值模型的版本信息给下级调度系统,发送合并后的电网模型、SVG 图形文件和 E 格式文件给本地调度系统;

[0014] (6) 将外网等值模型、本地调度系统的电网模型和下级调度系统的电网模型合并成以 CIM 文件表示的全网模型。

[0015] 利用本发明所提供的互联电力系统分层分解时空协调建模方法,可以解决互联大电网与传统的电网建模方式之间的矛盾,解决调度中心各应用系统之间及各级调度系统之间信息整合与共享的问题,为互联大电网的实时监视、控制、在线安全分析提供数据基础和技术支撑。

附图说明

[0016] 下面结合附图和具体实施方式对本发明作进一步的详细说明。

[0017] 图 1 为本发明所提供的面向互联电力系统的分层分解时空协调建模方法的逻辑结构图;

[0018] 图 2 为版本管理服务与上、下级调度系统进行信息交换的示意图;

[0019] 图 3 为版本管理服务的功能结构示意图;

[0020] 图 4 为版本管理服务中,信息校验的流程示意图;

[0021] 图 5 为版本管理服务中使用的版本管理服务目录示意图;

[0022] 图 6 为历史态、实时态和规划态的电网模型示意图。

具体实施方式

[0023] 在具体介绍本发明所提供的分层分解时空协调建模方法之前,首先对本发明中使用的一些概念进行解释。

[0024] 在电网调度系统中,一个 EMS(能量管理系统)电力系统模型可以被转换导出为一个 XML 文档。这个文档称为 CIM XML 模型文件,用于系统间的电网模型信息交换,简称为 CIM 文件。在不同的电网调度系统之间,通过 SVG 图形文件实现系统间图形交换。SVG 图形文件包括厂站图和潮流图等,简称为 SVG 文件。另外,不同电网调度系统之间通过 E 格式文件进行电网实时运行数据交换。该 E 格式文件基于国家电网公司制订的 E 格式规范,简称为 E 文件。以 CIM 文件为主,对应以 SVG 图形文件和 E 格式文件等组成的信息集合称为版本信息。在本发明中,以 CIM 文件作为电网模型交换的标准格式,以 E 文件作为实时数据交换的标准格式,以 SVG 文件作为图形交换的标准格式。

[0025] 基于 CIM 文件的模型合并,是指通过 CIM 文件解析、模型调度边界拆分、模型拼接等一系列技术手段,对各模型进行有效合成,形成一个完整的全网模型。而按照某种规则,如指定电压等级、一组厂站或一组特定设备(线路、变压器、开关等),对全网模型裁减,形成一个小的电网模型。这种操作称为模型拆分。在电力系统中,模型合并/拆分技术是相对较成熟的技术。基于该技术的电网模型合并方法多次在实际系统中应用,并取得不错的效果。

[0026] 在电网调度中心内部,各应用系统之间以及调度系统之间的信息共享包括电网模型信息、电网实时运行数据(简称实时数据)、图形信息(简称图、数、模一体化的信息共享)。调度系统之间以版本为单位进行信息交换,通常一个版本除了包含图、数、模信息以外,还包含版本描述文件、边界描述文件(纵向版本)等,版本描述文件是 XML 格式的文本文件,记录该版本的生成时间、包含的文件名、时态(历史态,实时态,未来态)。版本建立的原则为:(1) 各文件语法正确,包含信息符合规范;(2) 版本以 CIM 文件为主,其它格式的文件必须与模型文件一致。

[0027] 图 1 所示为本发明所提供的面向互联电力系统的分层分解时空协调建模方法的逻辑结构图。上级调度系统和下级调度系统通过网络进行连接,交换相关数据,如 CIM 文件、E 文件和 SVG 文件等。基于这些文件所携带的数据,本发明以版本管理服务的服务操作为核心,以上、下级调度系统和本地调度系统为数据源,将模型合并、外网等值等技术为数据整合的工具,整合后的结果由版本管理服务分发给上下级调度系统和本地调度系统。在具体实施时,可以以本分层分解时空协调建模方法为基础编制一个建模系统。该建模系统与本地调度系统平台的是松耦合的关系,接口简单,主要以文件、SQL、自定义等方式交互。具体编制该建模系统是本领域普通技术人员利用常规的计算机知识能够轻易实现的,在此就不详细赘述了。

[0028] 在本发明中,实现图、数、模一体化的时空协调版本管理服务是整个方法的核心步骤。该步骤的作用在于提供公共数据管理服务,负责数据的接收/发送、存储、管理等,从而实现规范的版本交换机制、版本校验及版本信息管理等。

[0029] 如图 2 所示,版本管理服务包括服务器端和客户端两部分的内容。其中客户端部署在上、下级调度系统中,主要功能包括:上传信息、下载信息、E 格式文件订阅、信息交换日志浏览、模型边界定义修改/浏览等。服务器端部署在本地调度系统中。依托调度数据网,客户端/服务器端、服务器端/服务器端共同形成调度系统之间常态的版本信息交换机制,版本信息交换支持 ftp、Web Service、CORBA/CIS 等通信方式,客户端可以主动上传信息,服务器端也可以主动获取信息。上级调度系统为下级调度系统发送的信息内容包括:(1) 全网的版本信息;(2) 外网等值的版本信息。下级调度系统为上级调度系统发送本地调度系统的版本信息。

[0030] 如图 3 所示,版本管理服务可以分为版本接收/发送服务、版本信息校验服务(简称信息校验)和版本信息管理服务(简称信息管理)等三方面的操作,下面分别进行说明。

[0031] 版本接收/发送服务用于接收客户端发送的版本信息,自动触发信息校验。参见图 4 所示的信息校验流程,如果信息校验正确,则进入信息管理,并记录日志信息,发送日志至客户端,系统提示服务器端用户有新信息;如果信息校验出错,则生成错误文件,记录信息的出错原因,同时记录日志,发送日志至客户端,客户端能下载错误文件。

[0032] 信息校验的目的是保证信息的正确性和一致性,为后续模型合并、外网等值等提供正确的数据源。信息校验的内容主要包括:各文件的语法正确性;CIM文件的边界、网络拓扑、参数等正确性;SVG文件与CIM文件的一致性、E格式文件与CIM文件的一致性等。校验的内容可以根据需要自行配置。版本接收/发送服务从客户端处获取的数据都要经过信息校验环节,确认无误后才进行信息管理环节。

[0033] 信息管理包括信息存储、版本生成、版本发布、版本增量比较、历史版本查询、系列接口等操作。它通过模型合并接口和外网等值接口接受来自模型合并操作和外网等值操作的数据,并将数据输入版本接收/发送服务。

[0034] 如图5所示,本发明中的版本以文件目录的方式进行管理。版本分为横向版本和纵向版本,横向版本是指本地调度系统的图、数、模信息生成的版本。纵向版本是模型合并执行结束后自动生成的版本,版本内容包括:所有参与模型合并的CIM文件和模型合并生成的CIM文件、SVG图形文件、E格式文件、版本描述文件和边界定义文件等。信息管理分为五个大的存储目录:最新信息目录,纵向版本,横向版本,历史版本转存,版本发布。版本接收/发送服务接收到的信息,经信息校验进入最新文件目录,本地调度系统发送的图、数、模信息也进入最新文件目录,横向版本目录存放本地图、数、模信息形成的版本,纵向版本目录存放模型合并形成的版本(包括外网等值+本地模型合并形成的版本),历史版本转存把某一时间段的版本打包存储在该目录下,同时记录该包的索引信息,供版本查询,版本发布目录是公共目录,把指定版本发布到该目录,供第三方系统使用。

[0035] 下面介绍本发明中所采用的模型合并/拆分技术。模型合并/拆分技术是实现分层分解时空协调建模非常重要的一环。它是通过CIM文件解析、模型调度边界拆分、模型拼接等一系列技术手段,对各模型进行有效合成,形成一个完整的全网模型。模型合并/拆分技术结合了CIM文件导入/导出、SVG图形导入/导出、E格式导入/导出等技术,为实现互联大电网全局监视、控制和在线分析,提供信息基础。

[0036] 模型合并分为两类:(1)本地CIM文件+若干下级调度系统的CIM文件形成全网的大模型(简称1+n模型合并,其中n为自然数),为实现互联大电网安全分析提供数据基础。(2)本地调度系统的CIM文件+外网等值模型(上级调度系统提供)形成外网建模合理的本地电网模型(简称1+1模型合并),用来提高本地安全分析类软件的计算精度。结合两类模型合并,最终完成“外网等值模型+本调度系统的CIM文件+若干下级调度系统的CIM文件”的电网建模。

[0037] 在发明人发表的论文《基于CIM XML的电网模型合并方法在北京电力公司调度系统中的应用》(载于《电网技术》2008年32卷第10期33~37页)中,介绍了基于CIM文件的电网模型合并方法。该电网模型合并方法主要包含CIM解析、模型拆分、模型拼接、结果导出及纵向新版本生成等技术,基于CIM文件的模型合并是一个复杂的过程,大量的工作是对模型文件的处理,解决大批量文件处理的效率问题是模型合并的关键技术之一,为此,必须根据CIM文件的特点,采用共享内存高速索引技术,开发CIM文件的专用解析器。模型拆分就是根据调度边界信息,利用拓扑关系,裁掉各模型中外部模型信息(包括外部模型的量测信息),只保留模型内部信息和边界信息。模型合并将拆分后的各个模型通过边界设备连接起来,从而在逻辑上形成一个全电网的完整模型。拼接的模型可以根据需要可导出CIM文件或直接导入系统数据库。完成模型合并后可生成纵向版本,由版本管理服务负

责新版本的生成与发布。关于模型合并 / 拆分技术的进一步说明,可以参考上述论文中的详细介绍,在此就不赘述了。

[0038] 接下来,介绍本发明中所采用的外网等值技术。在常用的外网等值模型中,缓冲网等值模型是最佳的外网等值建模方式,但这种外网等值建模方式需要准确了解外网的实时信息。在本发明中,通过首先使用模型合并等技术,上级调度系统能够准确地掌握下级调度系统外围电网的运行方式和运行状态,可以实时地为下级调度系统计算出带有缓冲网的外网等值模型。下级调度系统利用外网等值模型,可进行内外网模型的在线合并,形成包括缓冲厂站和等值厂站的电网模型,从而,以更加合理的方式提高调度系统应用软件的计算精度。缓冲网的选取有两种方式:(1)用分布因子法计算出缓冲厂站;(2)根据与内网电气距离远近,缓冲厂站可分为一级缓冲厂站、二级缓冲厂站等,调度系统可根据外网的实际情况,选择性的做到几级缓冲厂站。

[0039] 外网等值信息包括:外网等值模型(CIM文件)、缓冲厂站的SVG图形文件、对应外网等值模型的E格式文件。外网等值模型有两种形式:(1)下级调度系统边界厂站+缓冲厂站+动态等值数据;(2)下级调度系统模型+缓冲厂站+动态等值数据。第一种形式的外网等值模型发送到下级调度系统后,必须和本地模型合并,才能使用,第二种形式的外网等值模型可直接导入本地系统使用,两种形式可以选择使用。

[0040] 外网等值模型的生成过程为:(1)基于下级调度系统的电网模型,将缓冲厂站作为内部厂站,计算出外网等值信息;(2)基于大模型文件的模型拆分,拆分出下级电网模型的边界厂站和缓冲厂站;(3)将模型拆分结果与计算出的外网等值信息合并,形成外网等值模型。外网等值信息实时发送给下级调度系统,如果模型本身没有变化,只发送E格式实时数据,否则发送全部的外网等值信息。

[0041] E文件是包括本发明在内的电力系统进行实时数据交换的标准格式,E文件传送方式有两种:(1)周期传送;(2)文件召唤。周期传送是常规的传送手段,文件召唤是辅助手段。E文件命名方式为:区域名_时标.QS,其中,时标精确到秒,如NC_20090221101000.QS,表示华北2009年2月21日10点10分0秒的全数据文件。为了保证各区域传送的实时数据的同步,在建模方法中规定:(1)E文件在正分时刻生成,允许误差不得超过2秒,即E文件时标的后两位在00至02之间;(2)发送周期一致,发送周期在分钟级;(3)各区域要保存一定时间的历史文件(供召唤)。这样,本发明根据文件的时标,形成全网的数据断面,保证各区域的实时数据同步,如果发现某个区域没有匹配E文件,则启用文件召唤机制,如果文件召唤再次失败,则选择距该时刻最近的E文件。

[0042] 本分层分解时空协调建模方法以版本管理服务为中心,进行信息的流入/流出。数据流的处理过程主要包括三部分:(1)版本管理服务接收上级调度系统发送的外网等值信息,接收下级各调度系统的电网模型版本信息,接收本地调度系统的图、数、模信息(在版本管理服务内部形成本地版本)。(2)模型合并环节从版本管理服务获取外网等值模型+本地模型+边界定义,返回对应的1+1模型合并的结果;模型合并环节从版本管理服务获取下级各调度系统的电网模型+本地模型+模型边界定义或1+1模型合并结果+下级各调度系统的电网模型+模型边界定义,返回1+n模型合并结果;外网等值环节从版本管理服务获取1+n模型合并结果及对应的边界定义,返回下级各调度系统的外网等值模型。(3)版本管理服务发送本地电网模型的版本信息给上级调度系统,发送外网等值模型的版本信息给

下级调度系统,发送合并后的各种电网模型+对应的 SVG 图形文件+对应的 E 格式文件给本地调度系统;发送 1+1 模型合并结果+对应的 SVG 图形文件+对应的 E 格式文件给本地调度系统。

[0043] 目前,国内各级调度系统基本上都实现了实时模型与未来模型的统一维护,即在实时模型基础上建立不影响调度实时运行的未来电网模型。各调度系统之间不仅要求实时模型共享,而且要求历史、未来模型都要共享。时空协调建模就是实现各级调度系统的历史、实时、未来模型、图形、数据的共享与整合,在空间、时态上互相协调,统一建模。

[0044] 为此,本发明中分别建立历史态、实时态和规划态的全网模型,以满足各应用系统的需求。历史态模型由实时态模型转化而来,规划态模型由各级调度系统对应的规划态模型合并形成,规划态模型能够转换成实时态。如图 6 所示,电网模型+对应版本中的 SVG 图形文件+对应的 E 格式文件,就形成了调度系统的数据源,为调度中心内部各应用系统提供需要的模型、图形和部分实时数据。在实践中,可以根据不同应用系统的要求对图 6 中的模型进行拆分,拆分出各应用系统需要的电网模型。这种模型拆分是本领域一般技术人员都能掌握的常规技术,在此就不赘述了。

[0045] 本发明实现互联电力系统的分层分解时空协调建模的过程如下:(1) 外网等值模型+本地调度系统的电网模型+下级调度系统的电网模型合并成如图 6 所示的全网模型(CIM 文件);(2) 根据调度中心内部不同应用系统的需要,对全网 CIM 文件拆分,形成不同应用系统的电网模型;(3) 本地调度系统利用现有的 CIM 文件的导入/导出工具,SVG 图形转换工具及 E 格式文件导入/导出工具,把图、数、模等相关信息导入本地调度系统。

[0046] 本分层分解时空协调建模方法将版本管理服务技术、模型合并/拆分技术、SVG 图形转换技术、模型文件的导入导出技术、在线外网等值技术等有机融合在一起,利用版本管理服务技术,在各级调度系统之间形成规范的图、数、模一体化的信息交换机制,建立一体化的公共信息中心,实现时空协调建模,实现互联大电网信息共享。

[0047] 以上对本发明所提供的面向互联电力系统的分层分解时空协调建模方法进行了详细的说明。对本领域的一般技术人员而言,在不背离本发明实质精神的前提下对它所做的任何显而易见的改动,都将构成对本发明专利权的侵犯,将承担相应的法律责任。

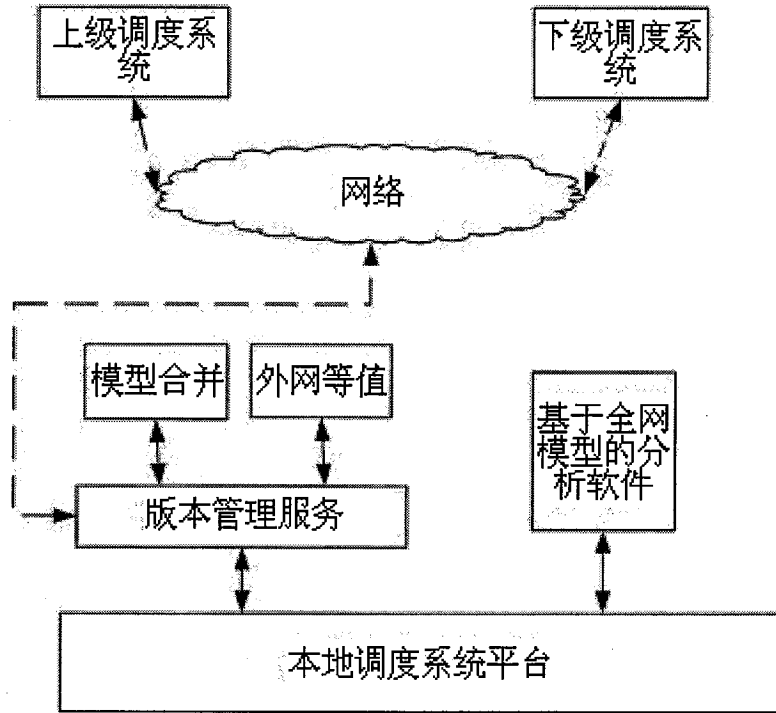


图 1

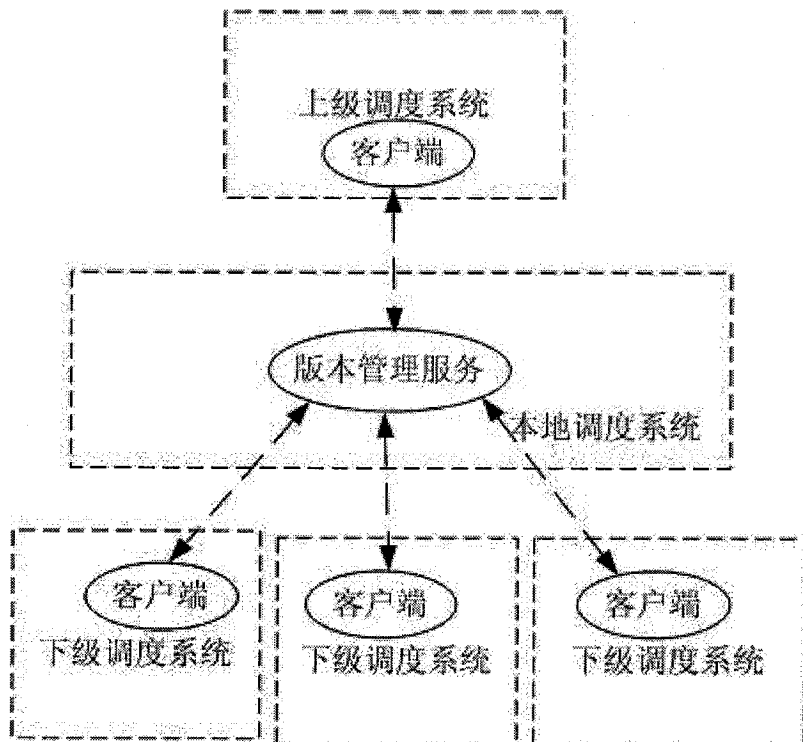


图 2

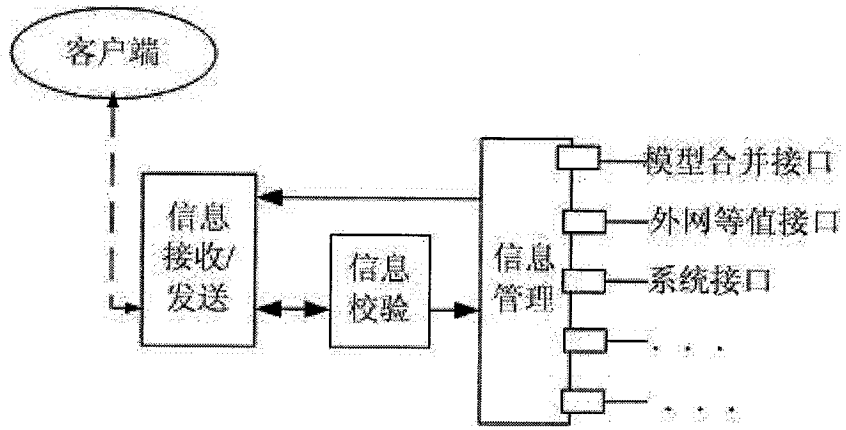


图 3

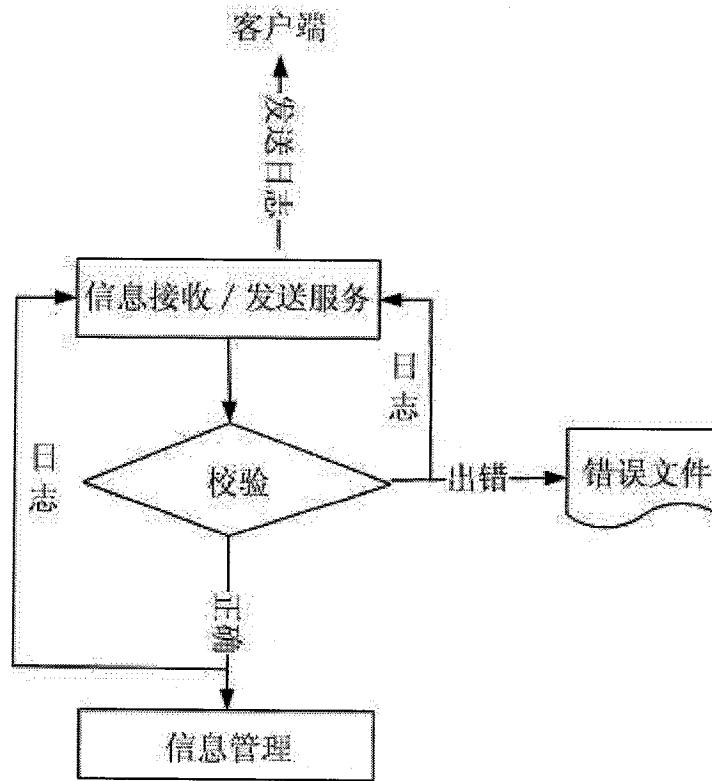


图 4

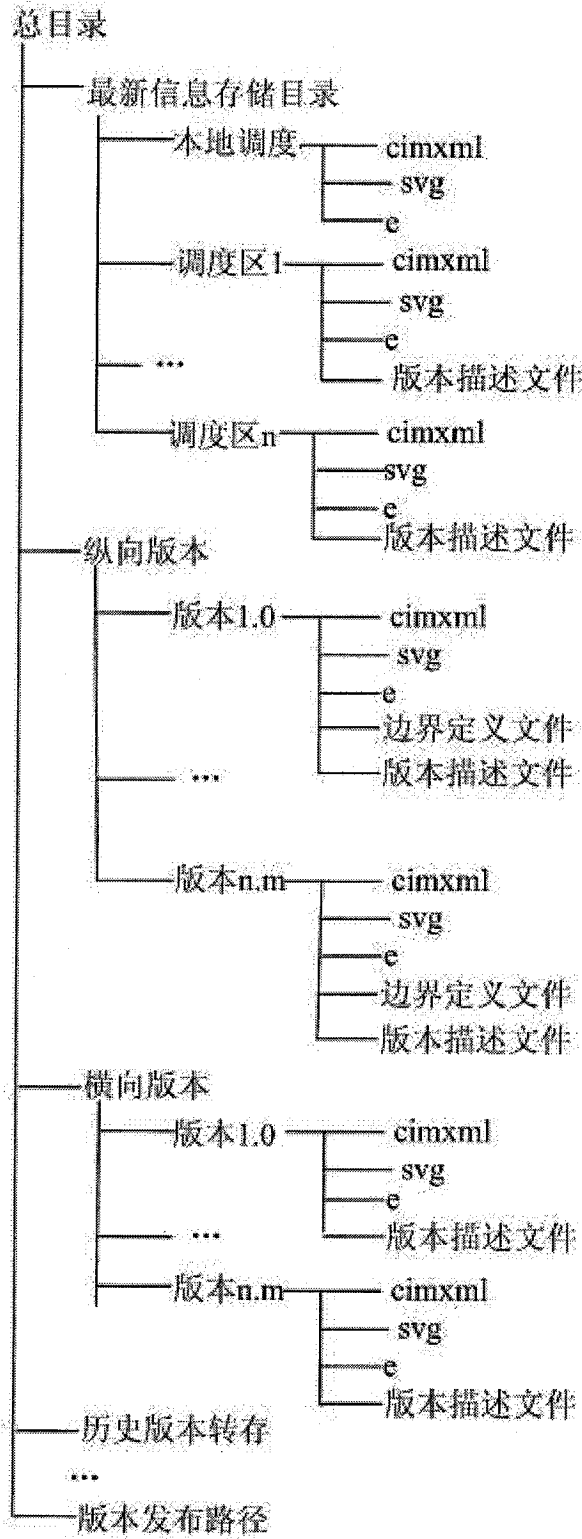


图 5

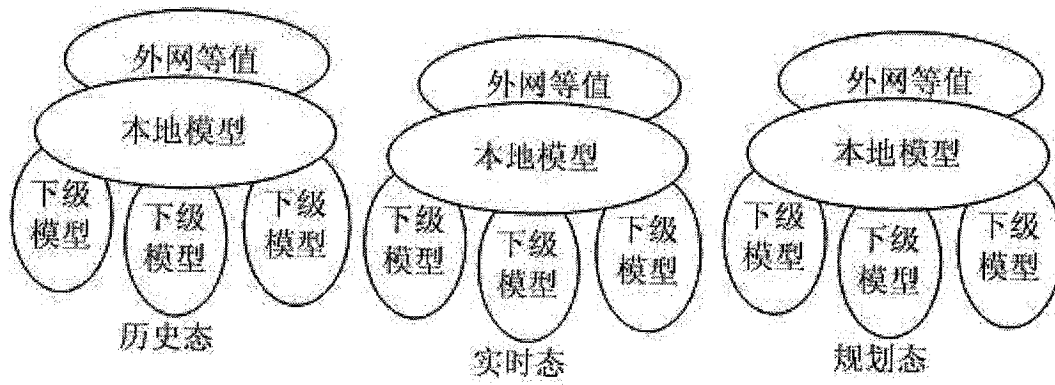


图 6