

PAS 网络建模流程的设计

罗玉春, 王毅

(国电南瑞科技股份有限公司, 江苏 南京 211106)

摘要: 电网高级应用分析软件需要一个正确、可靠的电网模型, 目前调度技术支持系统(EMS)平台模型管理维护时忽略了模型拓扑的正确性、设备参数的完备性、模型的多样性, 无法满足不同高级应用的计算分析。针对当前 EMS 系统中高级应用软件(PAS)网络模型验证和使用方式存在的特点, 提出一种更为完善的 PAS 网络模型建立、使用的流程, 在设计中考虑了不同高级应用及操作系统平台对电网模型分析使用的需求, 该流程方式具有可复用、跨异构操作系统平台等特点, 已在国内多套调度控制系统中投入在线运行, 实际证明其可以满足不同网络分析应用软件对电网模型的使用要求。

关键词: 能量管理系统; 模型验证; 模型维护; 高级应用软件

中图分类号: TM734

文献标志码: A

文章编号: 1009-0665(2015)05-0040-03

在调度技术支持系统(EMS)中, 一般采用分布式一体化建模, 按照“远端维护, 全局共享”的原则, 各调度系统之间基于公共信息模型(CIM)/可扩展标记语言(XML)文件进行模型交换, 利用模型拆分与合并等技术, 建立完整的大电网模型。导入或者拼接后的电网模型由于多方面的原因, 如模型拼接错误、不同厂家的高级应用软件(PAS)对模型的具体要求不一致, 造成模型不能满足 PAS 功能的使用要求, 从而导致实时运行的状态估计、静态安全分析等应用不能获取可用的电网模型^[1-6]。在 EMS 系统网络日常的维护过程中, 不可避免地存在模型维护不正确, 一旦维护错误, 导致无可用的模型使用, 有可能影响 PAS 的在线运行, 甚至对整个系统的安全运行产生不可预料的影响。

使用调度技术支持系统平台功能保存电网模型, 一方面由于保存的模型数据域较多, 占用磁盘空间大, 另一方面保存的模型并不一定能够满足 PAS 分析计算的需要, 且目前对电网模型维护管理的研究多集中于各系统间基于 CIM/XML 模型的模型导入、导出和拼接, 相应的模型验证工具功能有限, 对模型管理忽略了模型拓扑的正确性、设备参数的完备性、模型的多样性, 无法满足不同高级应用的计算分析, 而针对调度系统内 PAS 的模型维护使用方面的研究涉及甚少^[5,6]。针对这些问题, 提出了一种调度控制系统中高级应用分析功能的网络模型建立、维护及使用流程的实现方式, 实现了 PAS 网络模型可控性、可用性、可复用等, 能够实现跨平台(异构操作系统)使用, 目前已应用于网、省、地级智能调度技术支持系统及其他调度控制系统, 取得了良好的实用效果。

1 网络建模简介

网络建模的主要功能是维护设备的电气参数和生成电网的连接关系拓扑结构, 网络建模提供了模型生

成、模型验证等功能。模型验证与校验分为基本校验和深度校验两类。基本校验基于设备静态参数、连接关系校验, 验证内容包括: 设备参数合理性、设备节点号拓扑校验、设备参数和类型一致性校验、其他特殊校验等。深度校验基于电网运行方式数据进行校验, 主要利用状态估计和潮流计算功能进行模型校验。

2 网络建模流程设计

2.1 总体框架

设计的网络建模总体框架如图 1 所示。当验证结果正确合理时, 将验证过的模型存入 EMS 系统 I 区商用库, 标记模型状态、生成时间、维护人员及相关说明内容; 通过模型管理工具实现对保存模型的基本操作管理, 实现对模型的保留、修改、删除操作, 并通过商用库同步工具同步到 EMS 系统 III 区商用库, 分别供 I 区和 III 区高级应用分析软件计算使用。

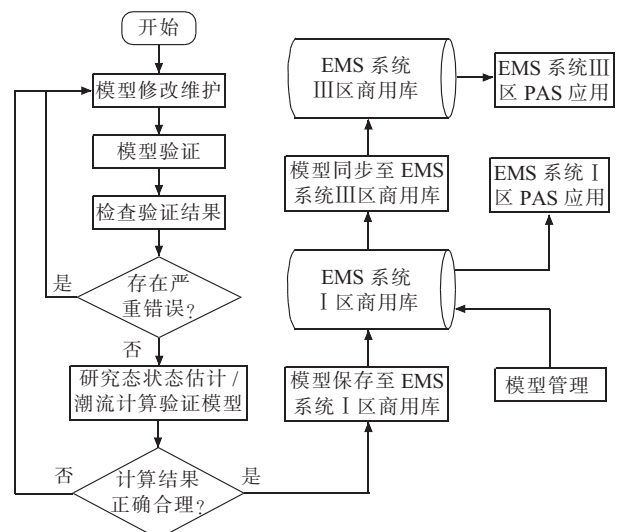


图 1 网络模型设计总体框架

高级应用功能根据自身需求使用保存的电网模型, I 区实时运行的状态估计、静态安全分析功能自动从商用库中获取最新的模型进行分析计算; 研究分析

功能模块,如潮流计算、短路电流计算等模块由使用者选择某一保存的最新/历史电网模型进行研究分析。

2.2 电网模型验证及维护

电网模型维护从开始修改模型到最后投入在线系统包含模型数据修改、模型数据验证、模型数据启用、模型状态管理几个步骤。

模型拼接实现模型空间维度的管理,模型版本管理实现模型时间维度的管理,对于高级应用来说,要为高级应用提供自定义维度私有模型的管理。对网络建模验证通过后的模型信息,如模型生成时间、模型确认时间、模型说明信息、用户名称、操作网络节点等信息保存在商用库中,不同的模型标记相应的状态,并通过模型管理工具对保存的模型进行状态管理、修改操作,从而实现高级应用分析私有模型的管理,模型状态具体描述如表 1 所示。

表 1 模型状态定义表示

| 模型状态 | 状态说明 |
|------|--|
| 可用 | 该状态标识模型为发布状态,可供 PAS 应用使用,如实时状态估计可以使用最新的“可用”状态的模型 |
| 保持 | 该状态设置为模型的默认状态,需要人工确认该模型是否供 PAS 功能使用 |
| 删除 | 该状态的模型需要从商用库删除 |

2.3 模型数据格式

在 EMS 系统中,电网模型的维护基于关系型数据库,通过表域的形式进行存储维护,为了模型保存的便利性及直观性,在保存模型时基于关系型数据库直接对相关表域的记录进行保存。对于某一个域保存信息如表 2 所述,主要包括域名、域类型、域所占字节长度。

表 2 域信息属性

| 保存内容 | 占用字节数 | 说明 |
|---------|-------|--|
| 域名 | 64 | 域名描述 |
| 域所占字节长度 | 4 | 域所占字节长度 |
| 域类型 | 4 | 数据类型:char, string, short, int, float, double, date 等 |

注:单个域信息总字节数为 72。

根据高级应用分析计算的需要,定制电网模型需要保存的表域,不需要的表域则不进行保存。对于保存表的信息描述如表 3 所示,主要包括表名、表的域信息占用字节数、表的实体信息占用字节数。

由于调度控制系统建设过程中,高级应用软件可能运行在不同的硬件平台上,在内存管理方面可能存在不兼容的问题,EMS 系统使用的操作系统如 Linux、Solaris、aix、hpux 虽然都是 Unix 兼容的操作系统,但是它们内存的字节高低位存储位置不完全相同^[7]。为了在不同平台上实现电网模型的数据共享,必须考虑异构硬件平台的字节顺序问题,否则可能导致在不同硬件平台上,保存的电网模型数据不能够被正确获取。

表 3 表信息属性

| 保存内容 | 字节数 | 说明 |
|-------------|-----|--|
| 表名 | 64 | 表名描述 |
| 本表域信息占用字节数 | 4 | 本表的保存的域信息属性所占字节数 |
| 本表实体信息占用字节数 | 8 | 本表实体信息所占字节,即本表需要保存的实际内容,如断路器的首末端连接节点号,电压等级等信息。 |

注:单张表信息总字节数为 76。

对需要保存的表域,采用大字段的方式进行数据拼接并保存,模型数据拼接顺序格式如图 2 所示。

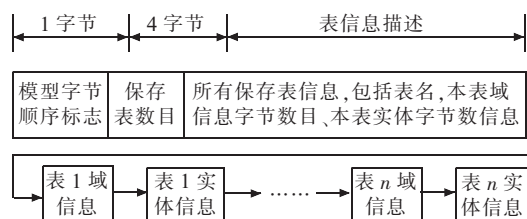


图 2 模型数据拼接格式

2.4 模型解析及使用

验证结果正确合理的电网模型保存在商用数据库中供高级应用功能使用,即为高级应用提供自定义时间维度的模型,不同的网络分析模块功能根据使用分析的需要从商用库中解析相应的电网模型至计算分析使用的库中,并使用该电网模型进行分析。

EMS 安全 I 区实时运行的状态估计、静态安全分析功能自动从商用库中获取最新的电网模型进行分析计算。保存的模型进入实时运行系统在线使用之前需要进一步模型校验,以保证模型的正确性和合理性,然后利用无缝切换的模型投入在线技术,将通过校验的模型生效到在线实时运行系统中,实现模型的无扰动同步更新,保障在线系统的安全可靠运行。

研究分析功能模块,如潮流计算等模块可根据使用者分析的需要选择保存的电网模型进行研究分析。高级应用软件基于历史断面进行分析时需要使用对应的历史电网模型,可通过模型解析程序从商用库中获取保存的历史模型。

在获取电网模型数据时,需要判断所取电网模型的字节顺序标志位和当前应用主机字节顺序的一致性,当字节顺序不一致时,在解析模型时根据存储的字段域信息属性通过相应的高低字节顺序转换获取到正确的数值并解析到计算库中供分析计算使用。

3 基于层次型数据库计算分析的模型应用

由于电网结构具有层次性的关系,为了分析计算的便利,目前在 EMS 系统高级应用分析计算中广泛采用基于层次型数据库的分析计算方法,该方法首先将关系型的电网模型转换为层次型的电网模型并将电

网模型存入层次型数据,层次型数据库采用磁盘文件映射的方式将电网模型以二进制文件存储在高级应用服务器硬盘上,在分析计算时基于层次型数据库进行。

对于高级应用软件运行在字节顺序不同的硬件平台上,由于层次型数据库和机器高低字节顺序有关,不同字节顺序机器之间不能直接共享层次型数据库实体数据,当需要在不同字节顺序主机应用间共享同一电网模型时,文中提出2种解决方案满足实际应用需求。

方案一:同前文所述,从商用库中获取同一电网模型,根据保存的电网模型并考虑字节顺序在各应用主机重新生成层次型的数据库,从而实现电网模型的一致性,示意流程如图3所示。

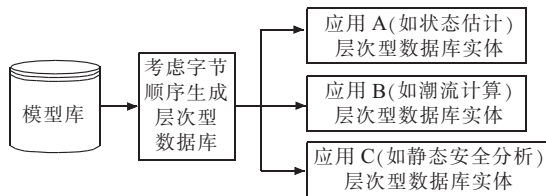


图3 方案一流程

方案二:在PAS基础应用(如状态估计应用)计算完成后,同时生成大端和小端字节顺序的层次型数据库实体文件,后续应用在复制模型断面时,基于基础应用的主机字节顺序和本应用主机字节顺序,通过复制对应的大端或者小端字节顺序的层次型数据库实体文件实现电网模型的一致性,流程示意如图4所示。

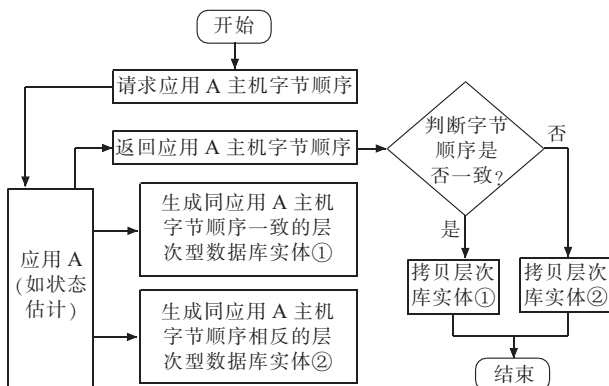


图4 方案二流程

这2种方案均可有效地实现不同应用间电网模型的一致性,在实际EMS系统中都有应用,在稳定性、效率性方面均可满足在线运行的要求。

4 结束语

在介绍当前网络分析应用中模型验证方式的基础上提出了一种更为完善的PAS网络建模的实现方式,该方式能有效解决目前智能调度支撑系统中PAS网络模型使用过程中存在的一些问题,使用者可以方便的基于实时/历史电网模型进行PAS分析计算,同时能够实现异构操作系统之间的PAS网络模型的快速共享。国家电网智能调度控制系统D5000及国电南瑞OPEN-3000调度控制系统的实践应用证明,该流程实现方式可以满足网省地级调度系统中网络分析中不同应用对电网模型的需求,提高了EMS高级应用软件的实用化水平。

参考文献:

- [1] 季学纯,陈鹏,翟明玉. 基于离线验证的电网模型维护框架及其流程设计[J]. 电力系统自动化,2011,35(6):51-54.
- [2] 李晓露,黄明辉,韦凌霄,等. 多区域电网模型在线拼接与合并[J]. 电力系统自动化,2009,33(22):49-52.
- [3] 林静怀,米为民,叶飞,等. 智能调度建模技术中若干问题的研究[J]. 电网技术,2011,35(6):1-4.
- [4] 李晓露,黄明辉,韦凌霄,等. 多区域电网模型在线拼接与合并[J]. 电力系统自动化,2009,33(15):49-52.
- [5] 黄海峰,曹阳,宋鑫,等. 适应于智能调度的电网模型管理系统设计[J]. 中国电机工程学报,2009,29(S):7-10.
- [6] 彭晖,赵家庆,王昌频,等. 大型地区电网调度控制系统海量历史数据处理技术[J]. 江苏电机工程,2014,33(5):11-16.
- [7] 吴文传,徐春晖,汤磊,等. 混合平台的SCADA/PAS一体化系统的设计和实现[J]. 电网技术,2002,26(3):60-75.

作者简介:

罗玉春(1984),男,江苏涟水人,工程师,从事电网调度自动化系统高级应用软件开发工作;

王毅(1980),男,甘肃会宁人,工程师,从事电力调度自动化电网分析与控制技术研究工作。

Design of Power Grid Modeling Process in Advanced Application Software Package

LUO Yuchun, WANG Yi

(NARI Technology Development Co. Ltd., Nanjing 211106, China)

Abstract: The power system model with reasonable network is needed for PAS. In the current EMS, the correctness of the topology, the completeness of the device parameters and the diversity of the model are not included, which makes PAS analysis unable to execute. Targeting at the disadvantages of PAS network model and its application, a new modeling process design is proposed. The proposed design meets the usage requirements of different PAS applications and heterogeneous operating system platform. In addition, the design is reusable and based on multi-platforms. Software developed based on the proposed design is applied into several China's dispatching control systems. The applications show that the proposed design can meet the requirements of PAS application.

Key words: energy management system; model validation; model maintenance; advanced application software package