



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106951694 B

(45)授权公告日 2020.01.14

(21)申请号 201710129900.X

(22)申请日 2017.03.07

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 106951694 A

(43)申请公布日 2017.07.14

(73)专利权人 国网冀北电力有限公司
地址 100053 北京市西城区枣林前街32号
专利权人 国家电网公司
北京四方继保自动化股份有限公司

(72)发明人 高旭 杨震安 武同心 陈红雨
杜延菱 赵纪元 王德林 谢晓冬
刘蔚 王影 詹庆才

(74)专利代理机构 北京智绘未来专利代理事务所(普通合伙) 11689

代理人 张红莲

(51)Int.Cl.
G06F 16/901(2019.01)
G06Q 50/06(2012.01)

(56)对比文件
CN 103294568 A,2013.09.11,
CN 106101173 A,2016.11.09,
CN 102750406 A,2012.10.24,
CN 102510127 A,2012.06.20,
王德文等.变电站在线监测系统的一体化建模与模型维护.《电力系统自动化》.2013,第37卷(第23期),

审查员 杜锦锦

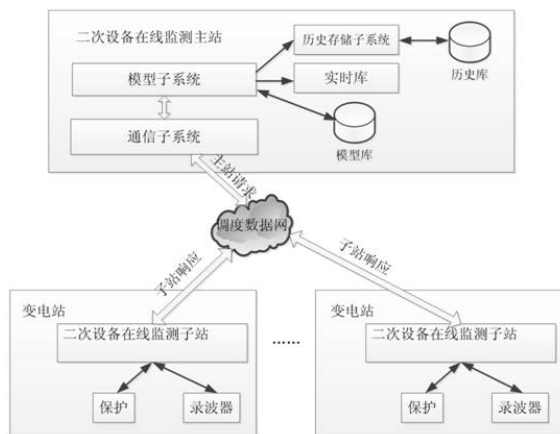
权利要求书2页 说明书7页 附图3页

(54)发明名称

一种电力系统二次设备在线监测系统自适应建模方法

(57)摘要

一种基于CIM/E文件的二次设备在线监测系统自适应建模方法。该系统包括CIM/E模型子系统、通信子系统、实时库、历史存储子系统等。CIM/E模型子系统实现在线监测文件的模型解析和转换;通信子系统实现请求/响应等主子站通信功能;实时库负责运行数据刷新和模型管理;历史存储子系统完成模型的历史存储和查询。本发明采用CIM/E描述二次设备在线监测系统全网模型的数据交换手段,使用电力系统通用实时通信服务协议提供模型的网络传输,基于模型比较规则算法,对系统进行自适应建模。本发明通过电力系统专用的CIM/E格式,使用了模板实现了二次设备在线监测系统的自适应建模方法,增强了系统的效率和易用性。



1. 一种电力系统CIM/E文件的二次设备在线监测系统自适应建模方法,使用CIM/E作为模型交换方式,其特征在于,所述二次设备在线监测系统的自适应建模方法包括以下步骤:

步骤1:二次设备在线监测主站的通信子系统通过电力系统通用实时通信服务协议,使用请求/响应模式,向子站召唤变电站内全部二次设备的CIM/E文件,二次设备在线监测子站返回所请求的CIM/E文件;

二次设备在线监测主站和二次设备在线监测子站间数据交换的范围包括二次设备模型和运行数据,其中,运行数据包括二次设备实时运行信息、二次设备在线监测子站的在线监测信息、中间节点信息、录波文件,二次设备实时运行信息使用DL 476告警直传方式上送;子站的在线监测信息、中间节点信息、录波文件使用文件方式上送,CIM/E文件按照文件方式进行上送;二次设备模型包括设备台账、通信状态、自检告警、设备资源、内部环境、对时状态;

步骤2:二次设备在线监测主站的模型子系统解析二次设备CIM/E文件,验证文件的有效性通过后,使用有限状态机,通过预定义的模板,创建预处理模型;

利用模板的特化机制实现编译期的条件选择结构,利用递归模板实现编译期循环结构;

处理二次设备在线监测系统对电力对象的操作过程,通过二次设备在线监测系统内部和外部的输入输出状态,引导数据对象在操作接口中的执行方向,采用状态表格定义流程,用户能够自定义状态信息并持久化到文件中;

步骤3:二次设备在线监测主站的模型子系统基于模型比较规则算法,对二次设备模型进行增量更新,将二次设备模型导入模型库,更新实时库,存入历史库。

2. 根据权利要求1所述的电力系统CIM/E文件的二次设备在线监测系统自适应建模方法,其特征在于:

在步骤1中,进一步包括以下内容:

1-1:二次设备在线监测主站召唤二次设备在线监测子站内全部二次设备的CIM/E文件;

1-2:二次设备在线监测子站通过电力系统通用实时通信服务协议接收主站下发的召唤命令,向主站上送所请求的二次设备CIM/E文件。

3. 根据权利要求1所述的电力系统CIM/E文件的二次设备在线监测系统自适应建模方法,其特征在于:

步骤2进一步包括以下内容:

2-1:二次设备在线监测主站中的模型子系统解析接收到的CIM/E文件,通过语法检查、模型完整性检查,分析文件的有效性,如果模型校验出错,则结束程序处理流程;通过检查后,将CIM/E中的二次对象之间建立起逻辑关系,如果发现模型有效性问题,提请用户检查,并给出判定依据;

2-2:使用模板元技术,通过组合及模板偏特化,支持新的电力数据类型扩展,进行模型校验;2-3:使用有限状态机,通过状态变化,从CIM/E文件中取得模型对象,形成电网二次设备对象模型,即预处理模型。

4. 根据权利要求3所述的电力系统CIM/E文件的二次设备在线监测系统自适应建模方法,其特征在于:

在2-3中,从CIM/E文件中取得的模型对象包括保护设备、定值、母线、模拟量、开入量。

5.根据权利要求1所述的电力系统CIM/E文件的二次设备在线监测系统自适应建模方法,其特征在于:

步骤3进一步包括以下内容:

3-1:将步骤2中所述预处理模型与标准电力对象模板进行匹配,通过分析CIM/E文件中各节点的相关信息,使用类型反射系统,建立对象继承和关联关系;

3-2:二次设备在线监测主站的模型子系统使用增量更新原理导入二次设备对象模型,通过对二次设备对象模型进行键值比较,并根据IEC 61850模型关系和实时库现有模型即标准电力对象模板,计算新的二次设备对象模型和现有模型的差异,记录到模型差异表中;

3-3:对当前导入的二次设备对象模型,通过迭代方式,建立新的二次设备模型对象,新的二次设备模型对象作为待导入对象,保存在能够高效检索的数据结构,即map映射中;

3-4:逐一判断待导入对象是否为新数据,如果是,则插入;如果不是,则更新。

6.根据权利要求5所述的电力系统CIM/E文件的二次设备在线监测系统自适应建模方法,其特征在于:

在3-2中,所述键值包括装置名称、装置引用即装置reference。

一种电力系统二次设备在线监测系统自适应建模方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电力系统模型的建模方法,尤其涉及一种电力系统CIM/E文件的二次设备在线监测系统自适应建模方法。

背景技术

[0002] 二次设备在线监测主站(简称主站)部署于调度端,对二次设备在线监测子站(简称子站)实时采集二次设备运行数据,使用图形化界面直观显示各二次设备状态监测的通信情况,对二次设备运行数据进行分析处理,实现二次设备信息的在线监测功能。

[0003] 子站部署于常规站和智能站,两种类型与主站进行的模型交换方式存在差异。子站在常规站中一般通过子站对设备点表对一二次设备进行建模,形式为IEC 60870-5-103规约所定义的组标题、条目信息等,内容是遥测、遥信、事件、告警、定值信息等二次设备模型;子站在智能站中一般采用变电站配置描述文件(SCD)对一二次设备进行建模,内容包括完整的一二次设备结构、装置(IED)模型信息等。根据不同的子站类型,主站通过调度数据网,分别使用IEC60870-5-103和IEC61850规约和子站进行通信,对子站模型进行召唤并入库,形成主站的自有模型。

[0004] 主站必须根据子站类型的差异使用不同的通信接口,子站模型的创建过程方法无法一致,并且通信交互过程较多,需要在主站端分别对模型进行模型转换,难以实现统一的模型管理(模型创建和更新等)。

[0005] 有鉴于此,本发明旨在提供一种易用、高效率的电力二次设备在线监测系统自适应建模方法。

发明内容

[0006] 本发明所要解决的技术问题是将传统的IEC 60870-5-103或IEC61850的建模方式,改为通过CIM/E作为模型交换的手段,并实现自适应建模方法。无论是常规站还是智能站,都可以在子站进行CIM/E文件的维护工作,主子站使用CIM/E文件作为模型交换文件,主站通过召唤该文件,即可完成模型准备工作,解决了不同类型子站接入方式不一致的问题,统一了建模方法,遵循了二次设备模型源端维护的思路。其中,CIM/E是在IEC 61970-301电力系统公用数据模型的基础上,为解决CIM/XML方式进行描述时的效率问题而开发的一种新型高效的电力系统模型数据描述规范,具有简洁、高效和适用于描述和交换大型电网模型的特点。为此,本发明提出了一种电力系统CIM/E文件的二次设备在线监测系统自适应建模方法,具体采用以下技术方案:

[0007] 一种电力系统CIM/E文件的二次设备在线监测系统自适应建模方法,使用CIM/E作为模型交换方式,其特征在于,所述二次设备在线监测系统的自适应建模方法包括以下步骤:

[0008] 步骤1:二次设备在线监测主站的通信子系统通过电力系统通用实时通信服务协议,使用请求/响应模式,向子站召唤(请求)变电站内全部二次设备的CIM/E文件,二次设备

在线监测子站返回(响应)所请求的CIM/E文件;

[0009] 步骤2:二次设备在线监测主站的模型子系统解析二次设备CIM/E文件,验证文件的有效性通过后,使用有限状态机,通过预定义的模板,创建预处理模型;

[0010] 步骤3:二次设备在线监测主站的模型子系统基于模型比较规则算法,对二次设备模型进行增量更新,将二次设备模型导入模型库,更新实时库,存入历史库。

[0011] 本发明进一步包括以下优选方案:

[0012] 在步骤1中,进一步包括以下内容:

[0013] 1-1:二次设备在线监测主站召唤二次设备在线监测子站内全部二次设备的CIM/E文件;

[0014] 1-2:二次设备在线监测子站通过电力系统通用实时通信服务协议接收主站下发的召唤命令,向主站上送所请求的二次设备CIM/E文件。

[0015] 步骤2进一步包括以下内容:

[0016] 2-1:二次设备在线监测主站中的模型子系统解析接收到的CIM/E文件,通过语法检查,分析文件的有效性;

[0017] 2-2:使用模板元技术,通过组合及模板偏特化,支持新的电力数据类型扩展,进行模型校验;

[0018] 2-3:使用有限状态机,通过状态变化,从CIM/E文件中取得模型对象,形成电网二次设备对象模型,即预处理模型。

[0019] 其中,在2-3中,从CIM/E文件中取得的模型对象包括保护设备、定值、母线、模拟量、开入量。

[0020] 步骤3进一步包括以下内容:

[0021] 3-1:将步骤2中所述预处理模型与标准电力对象模板进行匹配,通过分析CIM/E文件中各节点的相关信息,使用类型反射系统,建立对象继承和关联关系;

[0022] 3-2:二次设备在线监测主站的模型子系统使用增量更新原理导入二次设备对象模型,通过对二次设备对象模型进行键值比较,并根据IEC 61850模型关系和实时库现有模型即标准电力对象模板,计算新的二次设备对象模型和现有模型的差异,记录到模型差异表中;

[0023] 3-3:对当前导入的二次设备对象模型,通过迭代方式,建立新的二次设备模型对象,新的二次设备模型对象作为待导入对象,保存在能够高效检索的数据结构,即map映射中;

[0024] 3-4:逐一判断待导入对象是否为新数据,如果是,则插入;如果不是,则更新。

[0025] 与现有技术相比,本发明具有可以实现电网系统均衡工作分配,避免模型协调的工作量都放在变电站或调度端一方,着眼未来的应用考虑,除了二次设备类模型外,对于变电站、二次设备、保护、控制、通信等模型都可以统一建模方法的技术效果。并且通过有效使用软件模板技术,兼顾了模型在新的电力数据类型增加或修改时,保证模型系统的一致性和维护的方便性,为智能电网在线监测系统的开发和维护提供了有效的技术手段。

附图说明

[0026] 图1为依据本发明的二次设备在线监测系统自适应建模方法的系统结构图;

[0027] 图2为依据本发明的二次设备在线监测系统自适应建模方法的流程示意图。

[0028] 图3为依据本发明的二次设备在线监测系统自适应建模方法中CIM/E文件召唤流程示意图；

[0029] 图4为依据本发明的二次设备在线监测系统自适应建模方法中CIM/E文件校验流程示意图；

[0030] 图5为依据本发明的二次设备在线监测系统自适应建模方法的模型比较规则流程示意图。

具体实施方式

[0031] 为了进一步描述本发明的技术特点和效果，以下结合附图和具体实施方式对本发明做进一步描述。

[0032] 如图1所示，一种基于CIM/E文件的电力系统的二次设备在线监测系统由主站、子站、调度数据网组成。子站部署于变电站中，通过站内通信网络接入保护装置、录波器等二次设备；主站部署于调度端，采集和接收子站上送的二次设备信息，并提供二次设备信息显示、告警、分析等功能，在线监测二次设备的运行情况；主站和子站通过调度数据网进行通信。

[0033] 主站的构成包括CIM/E模型子系统、通信子系统、实时库、历史存储子系统。CIM/E模型子系统实现二次设备模型的解析和转换；通信子系统实现二次设备模型和数据的采集功能，使用请求/响应方式与子站通信；实时库负责二次设备模型数据更新；历史存储子系统完成二次设备数据的历史存储和查询。图2说明了整个建模方法的流程。

[0034] 上述电力系统CIM/E文件的二次设备在线监测系统自适应建模方法，包括以下步骤：

[0035] 步骤1：二次设备在线监测主站的通信子系统通过电力系统通用实时通信服务协议，使用请求/响应模式，向二次设备在线监测子站召唤（或称作请求）变电站内全部二次设备的CIM/E文件，子站返回（或称作响应）所请求的CIM/E文件。

[0036] 1-1：二次设备在线监测主站召唤二次设备在线监测子站内全部二次设备的CIM/E文件。

[0037] CIM/E是在IEC 61970-301电力系统公用数据模型的基础上，为解决CIM/XML方式进行描述时的效率问题而开发的一种新型高效的电力系统模型数据描述规范，具有简洁、高效和适用于描述和交换大型电网模型的特点。CIM/E将电力系统传统的面向关系的数据描述方式与面向对象的CIM相结合，既保留了面向关系方法的高效率，又吸收了面向对象方法的特点。

[0038] 根据类定义模式（CIM/E Schema），电力系统模型可以转换并导出一个CIM/E文件。类定义模式提供了CIM/E文档所使用的模式描述格式。CIM/E模式中定义了文档中需要的所有类和属性，类名用来标识数据块，属性名称是文档中的属性行或属性列，用“@”引导。CIM/E模式可以是CIM的子集，也可以扩展。CIM/E数据是纯文本数据，通过对文本中每行第一个字符或前2个字符的使用，达到规范格式的目的。CIM/E数据的格式比较固定，有2种基本结构，即横表式结构、纵表式结构。

[0039] 依据国家电网Q/GDW 11068-2013电力系统通用实时通信服务协议，针对电力系统

数据传输的需求,提供了关联、服务管理、类管理、数据、数据集、事件、时间同步、文件、数据库、图形、模型等服务接口,可以实现参数、对象、数据集、类描述、流数据单元等五类数据传输要求,采用M编码进行数据通信。

[0040] 主站和子站间数据交换的范围包括二次设备模型和运行数据。其中,运行数据包括二次设备实时运行信息、子站的在线监测信息、中间节点信息、录波文件。二次设备实时运行信息等(事件、告警、遥信变位)使用DL 476告警直传方式上送;子站的在线监测信息、中间节点信息、录波文件使用文件方式上送,CIM/E文件可以按照文件方式进行上送。

[0041] 如图3所示,主站通信子系统从二次设备在线监测子站周期性或者变更时召唤请求二次设备模型,在子站中将二次设备模型转换为CIM/E文件数据返回给主站监测系统,其中CIM文件数据包含电网设备参数的文件数据,E文件数据为包含电网实时运行的文件数据。

[0042] 1-2:二次设备在线监测子站通过电力系统通用实时通信服务协议接收主站下发的召唤命令,向主站上送所请求的二次设备CIM/E文件。

[0043] 二次设备在线监测系统的所有二次设备模型,采用相关文件配置上送的方式实现。二次设备模型包括设备台账、通信状态、自检告警、设备资源、内部环境、对时状态等信息。例如召唤自检告警,则可定义为上送文件alarm.cime,召唤状态量,则定义为上送文件status.cime,以此类推。文件格式采用E语言,通过对文件名、文件路径、文件格式的规定和要求,能够简单快捷的实现所有召唤操作。主站召唤整个子站的模型信息,则子站将所有的模型信息打包到一个文件进行上送;主站召唤单个类型的模型信息,子站将对应的模型信息打包到独立的文件进行上送。

[0044] 步骤2:二次设备在线监测主站解析二次设备CIM/E文件,验证文件的有效性通过后,使用有限状态机,通过预定义的模板,创建预处理模型。

[0045] 2-1:二次设备在线监测主站中的模型子系统解析接收到的CIM/E文件,通过语法检查,分析文件内容的有效性。

[0046] CIM/E文件格式如下所示定义:

```
<! System=冀北 Version=1.0 Code=GBK Type=80 号文 Time=' 2016-01-01
01:01:01' !>
```

```
<CFG>
```

@Num	NAME	UNIT	TYPE
#1	光强 1	-	38
#2	光强 2	-	38
#3	温度 1	deg	38
#4	温度 2	deg	38
#5	工作电压 1	V	38
[0047] #6	工作电压 2	V	38

```
</CFG>
```

```
<DATA>
```

#1	' 2016-01-01 01:01:01'	1.0	1.0	22.0	22.0	22.1	23.7
#2	' 2016-01-01 01:10:00'	1.0	1.0	24.0	29.0	24.2	23.8
#3	' 2016-01-01 01:20:00'	1.0	1.0	25.0	22.0	24.3	23.6
#4	' 2016-01-01 01:30:00'	1.0	1.0	24.0	21.0	23.1	23.5
...							
#142	' 2016-01-01 23:50:00'	1.0	1.0	21.0	22.0	23.1	24.2

```
</DATA>
```

[0048] 根据IEC 61850的模型关系定义对导入的CIM/E模型进行校验,如图4所示,包括语法检查、模型完整性检查等。如果模型校验出错,则结束程序处理流程。通过检查后,将CIM/E中的二次对象之间建立起逻辑关系,如定值信息使用IED的ID作为外键。如果发现模型有效性问题,提请用户检查,并给出判定依据。

[0049] CIM/E和模型对象的转换关系对应表:

CIM/E	二次设备模型对象
[0050] #1 光强 1 - 38	Analog 对象, Name: 光强 1, 单位: NULL, 数据类型: 浮点
#3 温度 1 deg 38	Analog 对象, Name: 温度 1, 单位: deg, 数据类型: 浮点

[0051] 2-2:使用模板元技术,通过组合及模板偏特化,支持新的电力数据类型扩展,进行模型校验。

[0052] 由于使用文件作为模型和数据的传输方式,为了使系统在扩展时能最小限度的降

低系统的变化,需要建立一套类型自动化判别机制。使用模板元技术,利用模板的特化机制实现编译期的条件选择结构,利用递归模板实现编译期循环结构,模板元程序则由编译器在编译期解释执行。系统定义基础的电力系统对象模板,基础模板类定义基本的接口,并预留扩展功能,新的对象通过类型标识派生于基础对象模板,当CIM/E文件解析对象时,可以最大限度的使用公共操作模块,容易添加操作代理行为,而且方便业务流程处理。

[0053] 当增加一种新的装置告警类型,则可以在模板中创建该类型,根据模板接口对相应的接口实现,即可使用模板元方法,完成自适应类型定义,扩展该类告警的属性和定义,不需要修改原有实现,即可增加了模型的新的告警类型。

[0054] 2-3:使用有限状态机,通过状态变化,从CIM/E中取得模型对象(如保护设备、定值、母线、模拟量、开入量等),形成电网二次设备对象模型,即预处理模型。使用有限状态机,处理二次设备在线监测系统对电力对象的操作过程,通过二次设备在线监测系统内部和外部的输入输出状态,引导数据对象在操作接口中的执行方向,采用状态表格定义流程,用户可以自定义状态信息并持久化到文件中,保证了系统的灵活性。

[0055] 每个操作任务,如召唤定值文件,首先创建一个执行序列,维护整个生命周期的状态变化,当通信子系统返回子站的响应CIM/E文件时,触发状态变化,进入有限状态机中,模型子系统自动判别下一步的流程。同理,当子站发送模拟量运行数据文件时,会触发数据刷新状态,从CIM/E文件中取得模型对象(如保护设备、定值、母线、模拟量、开入量等),形成电网二次设备对象模型,即预处理模型。

[0056] 步骤3:基于模型比较规则算法,对步骤2解析得到二次设备模型进行增量更新,将二次设备模型导入模型库(及数据库),更新实时库,存入历史库。

[0057] 如图5所示,二次设备在线监测主站的模型子系统完成模型增量更新。对入实时库的电网模型、实时数据断面等信息,系统进行统一的管理,把CIM/E文件中内容解析成内部数据结构,将对象标识和主要关联属性创建索引,使其作为主键,其他数据作为值,生成map映射。通过比较新旧模型的差异,实现增量更新。CIM/E模型子系统解析数据后,将得到的电网对象保存至数据库(模型库)和实时库中,根据电网设备参数和IEC61850定义的一二次设备关系,如果发现模型关系明显不符合预定义的关系模式,如IED不在子站(Substation)中,则对用户显示告警信息。

[0058] 3-1:将步骤2中所述预处理模型与标准电力对象模板进行匹配,通过分析CIM/E文件中个节点的相关信息,使用类型反射系统,建立对象继承和关联关系;

[0059] 3-2:二次设备在线监测主站的模型子系统使用增量更新原理导入二次设备模型时,通过对二次设备模型进行键值比较,如装置名称、装置reference等,并根据IEC 61850模型关系和实时库现有模型,计算新的二次设备对象模型和现有模型的差异,记录到模型差异表中。

[0060] 3-3:对当前导入的二次设备模型,通过迭代方式,建立新的二次设备模型对象。

[0061] 新的设备模型对象作为待导入对象,保存在可以高效检索的数据结构,即map映射中,为下面增量操作提供输入。

[0062] 3-4:逐一判断待导入对象是否为新数据,如果是,则插入;如果不是,则更新。

[0063] 通过上面模型的基本属性,判断新的对象是否已存在于系统中。判断逻辑支持用户自定义脚本,通过某些属性去定义对象的等价性,只要该属性集合一致,即为同一对象,

如设备台账中的装置名称和站内地址,能够唯一确定一个IED对象。如果判定是全新的数据,使用插入操作,导入到实时库中,同时将模型写入到历史库中以保存持久化信息,并即刻生效参与系统的监视、控制、数据刷新等功能;否则回到上一步骤进行迭代。

[0064] 当然,本技术领域内的一般技术人员应当认识到,上述的实施例仅是用来说明本发明,而并非用作对本发明的限定,凡是采取等同替换或等效变换的形式所获得的技术方案,均落在本发明权利要求的范围内。

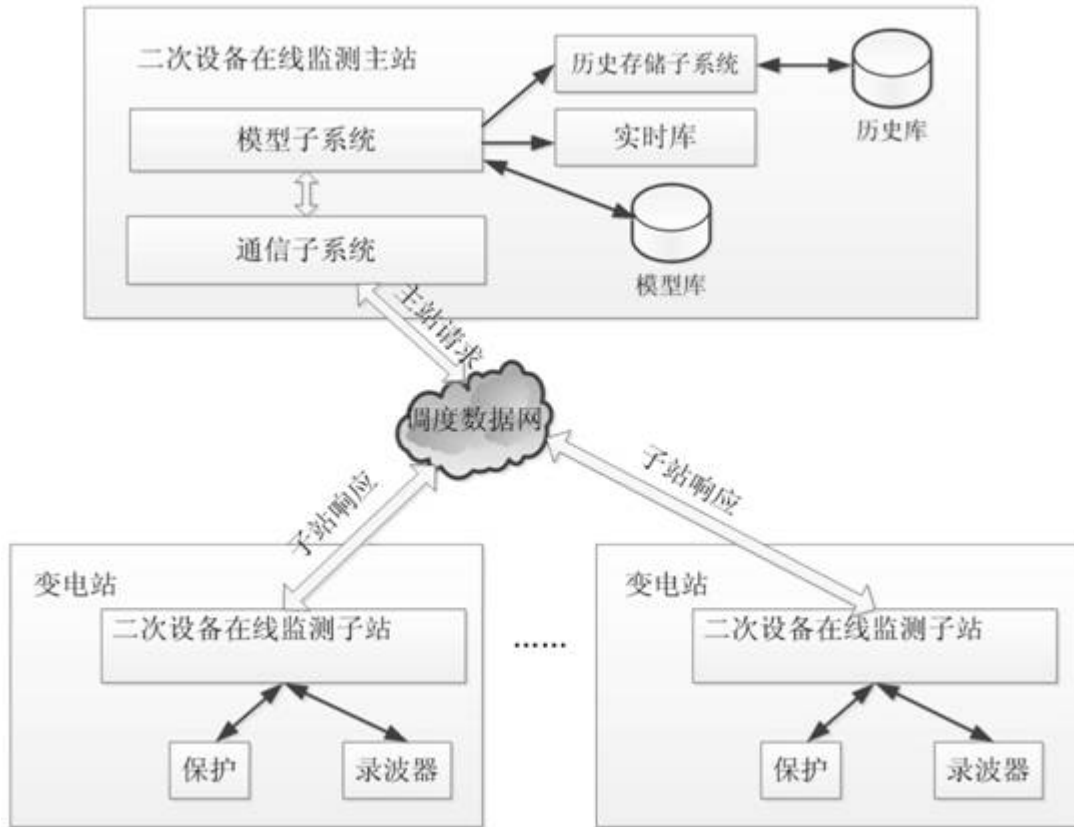


图1

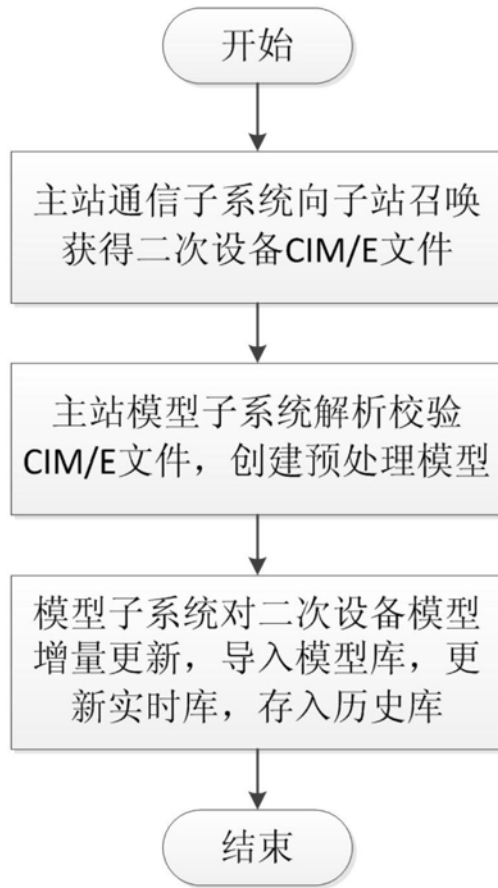


图2

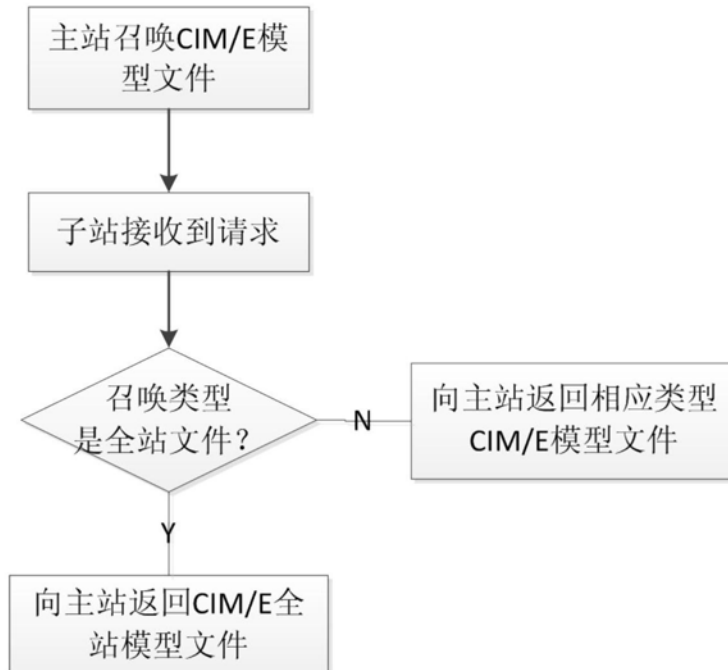


图3

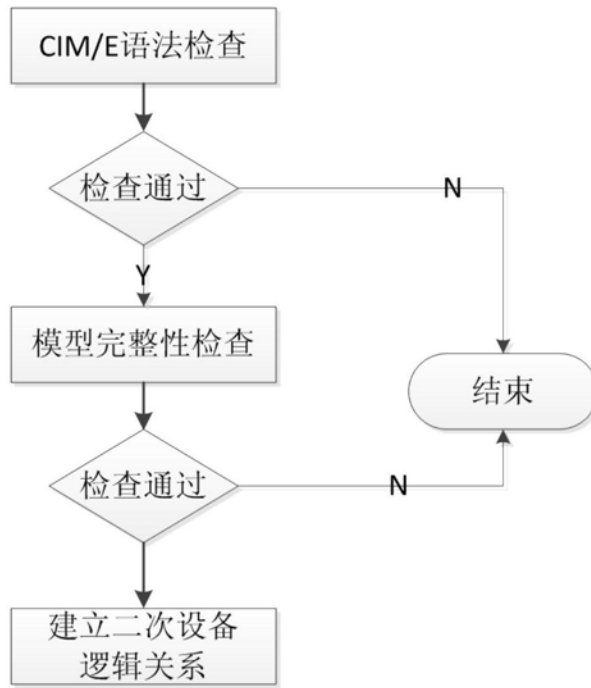


图4

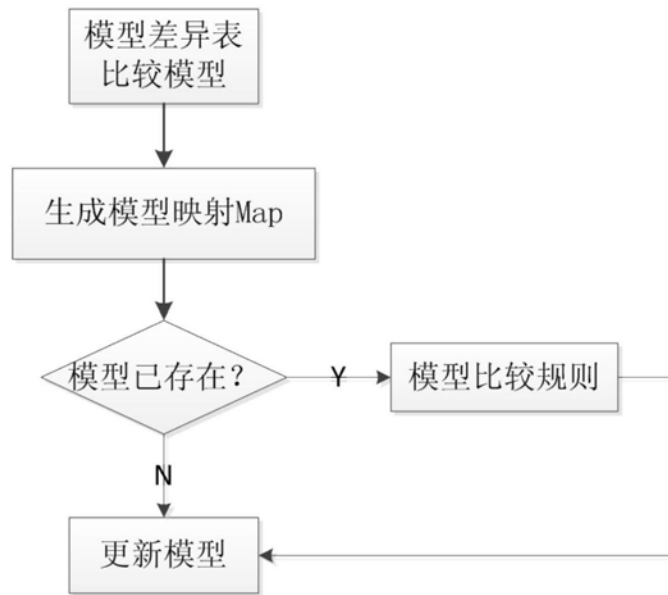


图5