

# 间隔概念在 SCADA 系统设计中的应用

邱军旗<sup>1</sup>, 胡玲霞<sup>2</sup>

(1. 中山供电局, 广东 中山 528400; 2. 中山火炬职业技术学院, 广东 中山 528400)

**摘要:** 研究了在 SCADA 系统中以间隔为单位进行建模的问题。间隔是电力系统中的一个常用单位, 它是一系列有操作关联的电器设备的合称, 在 SCADA 系统中以它为单位进行建模, 必将使 SCADA 系统的维护大大简化。提出了以间隔为单位的三种建模方法: 搜索所数据表的方法, 建立模板信息表的方法和两种方式结合的方法, 并分析了各种方法的优缺点。接着分析了在作图时如何实现以间隔为单位进行图形设备关联。最后说明了间隔建模方法在中山 SCADA 系统中的应用。

**关键词:** 间隔; 数据库; 建模; SCADA; CIM

## Bay applied in the SCADA design

QIU Jun-qi, HU Ling-xia

(1. Zhongshan Power Supply Bureau, Zhongshan 528400 China; 2. Zhongshan Torch Polytechnic, Zhongshan 528400, China)

**Abstract:** The modeling of the SCADA system, which is based on the unit of bay is discussed in this paper. Bay is composed of a series of associated electric equipments, which is usually used in electronic system. Modeling in bay-level will greatly simplify the maintenance of SCADA system. Three modeling methods, searching SCADA data table, building model information table and unifying the two methods in bay-level are presented with their advantages and disadvantages. Then this paper discusses how to connect the graph equipments when plotting in bay-level. The application of modeling in bay-level in the SCADA system of Zhongshan Power Supply Bureau is illustrated.

**Key words:** bay; database; modeling; SCADA; CIM

中图分类号: TM76 文献标识码: A 文章编号: 1003-4897(2008)02-0045-04

## 0 引言

近十年来, 随着计算机、通信、数据网络、数据库等技术的飞速发展以及电力市场安全运行和商业化运营的需要, 现在的EMS系统为调度员提供了越来越强大的功能, 但是也使自动化人员的维护工作日趋复杂, 提供一个友好的用户界面对于EMS系统来说与功能同样重要。近年来, 在国际软件产品开发领域, “GUI Design (图形化交互界面设计) 以及Usability (易用性) 科学”已经得到众多软件企业和普通软件产品用户的重视, 反观国内市场, 众多软件开发企业在“易用性”和“用户体验”方面还处于起步的初级阶段<sup>[1]</sup>。有时候, 由于维护界面不友好, 有些维护人员干脆直接对数据库进行读写操作, 这样的操作常常不能对输入的数据进行有效性检查, 导致一些无效的数据轻而易举地进入到数据库中, 而这些无效数据常常是引起系统异常的罪魁祸首。因此, 能不能提供方便的维护手段对于

SCADA系统应用的好坏至关重要。

由于自动化人员维护系统是从局部开始, 先对变电站中的电气元件进行建模, 再把多个电气元件组成间隔模型, 然后把多个间隔通过母线和变压器连接构成变电站模型。通过对各个变电站的间隔模型进行对比分析就会发现: 在同一个变电站内, 相同电压等级的间隔, 它们的许多参数都是一样的, 如果能够以间隔而不是电气元件为单位对变电站进行建模, 那么自动化的工作量必将大大降低。

## 1 在 SCADA 系统中按照间隔进行建模和连库

对于自动化人员来说, SCADA 系统的主要工作是设备建模, 参数入库和画图。如何进行快速准确的建模, 却是系统开发人员必须考虑的问题。国内的许多自动化系统, 在功能上并不比国外的系统差, 但是使用起来却没有国外的方便, 常常在客户的要求实现了之后, 就立即投入使用, 很少对其进

行人性化的维护。CIM 对于电力系统模型的定义给出了一个通用的标准<sup>[2, 3]</sup>, CIM 模型中的 Core 包描述了设备之间的层次关系。一个间隔可能由一组导电设备、保护继电器和测量量等构成<sup>[4]</sup>, 而我国大型的 EMS 厂商目前都支持 CIM 标准, 这就为自动化人员以间隔为单位进行维护提供了可能。如果能够以间隔为单位进行建模, 必然能够方便地获得一个间隔的所有的参数, 这就可以避免维护人员直接面对数据表, 将大大提高系统的健壮性和易操作性。

### 1.1 间隔模型分析

要想以间隔为单位进行建模, 首先要分析一下一个间隔通常包含了哪些信息, 以及这些信息在数据库中的位置。

- a. 断路器/开关, 放在断路器/开关信息表中。
- b. 隔离开关/刀闸, 放在隔离开关/刀闸信息表中。
- c. 接地刀闸, 放在接地刀闸表中。
- d. 交流线段端点, 如果是 110 kV 及以上的间隔会包含有交流线段端点, 以便于组成电网的拓扑结构。放在交流线段端点表中。
- e. 负荷, 如果是 10 kV 间隔的馈线就带有负荷。放在负荷表中。

f. 保护信号, 要对间隔的二次设备的运行状态进行监视, 就少不了保护信号。保护信号一般放在保护信号表中。

除了上面我们建立一个间隔模型需要的一些直接的信息之外, 间隔模型还应该包含由这些信息触发的其它信息。

g. 遥测, 要对间隔的测量值进行表示, 就必须有遥测, 放在遥测信息表中, 这个遥测可以是由开关、交流线段端点、或者是负荷触发出来的, 视不同情况而定。

h. 遥控, 如果间隔的开关或者刀闸具有遥控, 就要通过开关或者刀闸把它们触发到遥控表中。

i. 遥信, 如果间隔中一些开关或者刀闸有遥信位置上送, 必须把它们触发到前置机的遥信表中。

j. 遥测采样表, 有遥测, 就少不了采样, 必须把它们触发到采样表中去。

k. 遥测限值表, 有些遥测有上下限, 必须把它们触发到限值表中去。

当然, 变电站中的间隔并不都是一样的, 有些可能只包含上述的部分信息, 有些特殊的间隔可能还包含有更多的信息。在建模时, 我们还可以对电

力系统中间隔的概念进行延伸, 如: 我们可以把变电站中的公共部分的遥测、双位遥信、以及保护信号作为一个间隔。也可以把变压器的遥测和保护信号以及遥调作为一个间隔。我们可以把间隔信息分为两类, 设备和设备信息, 设备是与间隔中的电力设备对应, 而设备信息则是对这些电力设备的状态进行描述。不同间隔有不同的部分, 肯定也有相同的部分。要想以一个间隔为模板生成另外一个间隔, 对于相同的部分我们可以直接拷贝生成, 但是对于不同的部分, 我们必须做一定的变换。通过表 1 中两个间隔的设备和设备信息对比我们就可以发现两个间隔的不同部分的字符串其实是一样的, 这样就可以取这个字符串作为间隔名, 如: 间隔一取 701 作为间隔的名字, 间隔二取 702 作为间隔的名字, 这样在自动生成间隔时就可参照间隔名生成间隔的所有信息, 而这些信息的属性则可以直接从模板拷贝。一个间隔的所有设备所在的表以它的间隔名作为它的外键。

表 1 间隔设备和间隔信息表

Tab. 1 Bay equipment and equipment information

间隔一	间隔二
701 开关	702 开关
7011 刀闸	7021 刀闸
7014 刀闸	7024 刀闸
70140 接地刀闸	70240 接地刀闸
701 负荷	702 负荷
701 线路保护动作	702 线路保护动作
701 重合闸动作	702 重合闸动作
701 控制回路断线	702 控制回路断线
.....	.....

### 1.2 间隔模板的建立

要想方便地生成间隔的参数, 我们用作模板的间隔不应该是一个特殊的间隔, 而是任何间隔都可以当作模板使用, 这样, 在维护过程中如果知道两个间隔的设备和设备信息一样就可以用一个已经生成好的间隔作为模板去生成另外的间隔, 而不必去关心这个间隔到底使用了怎样的模板。通过一个间隔生成另外一个间隔有以下几种方式。

#### 1.2.1 搜索数据表的方式

当我们选定了一个间隔作为模板时, 先搜索所有的设备表, 由于间隔的所有设备所在的表都是以间隔名作为外键, 这样就很容易找到这个间隔的所有设备和它们所在的数据表, 以及这些设备所触发的信息和这些信息所在的表, 再根据新的间隔名参照模板就可以生成新间隔的所有信息并把它们添加到相应的表中。按照这种方式理论上能够完全满足

上面的需求,并且,当间隔在生成后有了一些小小的变动时,还可以及时地反应到以它为模板生成的新闻隔中去,因为在搜索时可以及时地搜索到这些变化。但是这种方式需要搜索所有的数据表,并且现在 SCADA 系统的表结构非常复杂,对于一个比较大的数据库来说要搜索所有的表非常耗时,这种方式对于大型的 SCADA 系统来说一般是不可取的。但是对于实时性要求不高或者数据库结构不太复杂的系统来说也可以采用这种方式,笔者曾经开发的“四遥”信息管理系统就是采用这种方式生成间隔模型的<sup>[5]</sup>。

### 1.2.2 通过模板信息表的方式

为了避免搜索方式中的耗时问题,我们可以增加一个模板信息表。我们在对间隔进行建模时,最终的操作都是对数据库进行操作,即执行一序列的数据插入命令把属于间隔的信息插入到相应的表中,这样我们就可以把生成这个间隔所有信息需要执行的一系列操作作为一个模板的信息,再在间隔表中增加一个属性来标明它是属于哪一个模板,用这种方式可以避免对数据表进行搜索,要生成一个间隔时只需执行一次它所引用的模板内的数据库操作命令即可。但是这种方式也存在一个弊端,就是当对一个间隔的信息做些小小的变动时,比如增加一个告警信号,这个间隔就不再和生成它的模板对应,要反应这一点小小的变动就必须建立一个新的模板,这样随着系统的扩大,可能会导致模板的数量越来越多,但是相对第一种方式来说这种方式还是具有明显的优势的。

### 1.2.3 搜索方式和模板信息表相结合的方式

一般来说我们判断两个间隔的类型是否相同主要是根据间隔内的设备以及这些设备的拓扑结构是否一样,而不是根据它采集的“四遥”信号量。采用第二种方式可能会出现拓扑结构相同的两个间隔用不同的模板。即当它们在 SCADA 信号采集上有小小的差别导致他们必须使用不同的模板,为了避免这种情况,我们可以采取第一种和第二种方式相结合的办法来生成模板。即把间隔中的设备通过数据库操纵语言生成,把部分设备信息集通过搜索生成,可以在模板参数中增加几条搜索语句标明这个模板需要搜索哪些表来生成间隔中的设备。这样就可以把第一种方法和第二种方法的优点结合起来,并且实现了模型中的间隔和电力系统中间隔的统一。

间隔相同而 SCADA 信号采集不同是实际应用中常常碰到的情况。在 SCADA 的信息采集过程中,采集的遥测和开关或刀闸位置以及遥控一般都有明

确的采集规范,这些采集量一般都是固定不变的,而保护信号因为来自不同厂家的保护设备而不尽相同。在 SCADA 信号的采集,同一类型的间隔相差较大的一般是保护信号,因此在实际模板的建立中,可以把保护信号通过搜索的方式生成,而其它的设备和设备信息则通过执行数据库插入语句的方式生成。假设图 1 是一个间隔所包含的设备信号以及这些设备所触发的信息。在实际应用中,间隔设备如开关刀闸等可以根据给出的间隔的名称以及这些设备的命名规则先自动生成这些设备的名称,再在各自对应的表中插入固定数量的记录。当然,各个设备除了名称之外肯定还有一些其它需要设定的参数,而这些参数可以作为可配置量放在数据库的插入语句中,如:该模板中的开关、和刀闸是否要触发遥控记录到遥控表中,如果需要触发,则可以继续配置这些触发记录的一些输入的参数,需要进一步触发则依次类推。当然并不是所有需要输入的参数都可以在模板中配置,对于设备表中那些没有规律的域如开关描述、刀闸描述等可以先设定为空值,等新闻隔生成之后再输入。对于该间隔中的保护信号,由于它的个数和名称是不确定的,这就要根据搜索的方式生成了。在生成时,先搜索出模板间隔在保护信号表中的所有的记录,再把这些记录的间隔域设置为新闻隔,然后重新插入到保护信号表中去,当这些保护信号要触发记录到其它的表(如图 1 单点遥信表)中去时,可以继续搜索模板间隔在该表中的记录情况,根据这些记录来设置新闻隔在该表中触发的记录的一些属性。

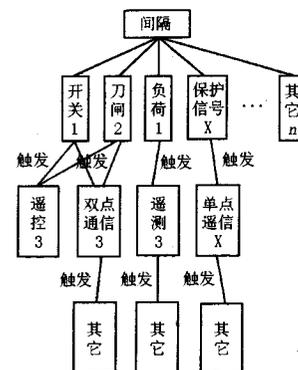


图 1 间隔图

Fig.1 Figure of bay

### 1.3 间隔建模技术在作图中的应用

目前的大多数 SCADA 系统都实现了图模一体化,可以一边作图,一边连库。但是许多的图模一体化工具却没有实现以间隔为单位进行连库。有了以间隔为单位的建模基础,就可以根据一个间隔中

的设备名称找到另外一个间隔中对应的设备的名称, 这样当一个间隔的作图与连库完成后, 就可以以间隔为单位进行拷贝, 再根据已知间隔图形设备的参数连接情况, 就可以连接另外一个间隔中的设备参数, 而不必对间隔中的所有设备进行一一连库。这样不仅提高自动化人员的作图效率, 还大大降低了连库出错的几率, 因为我们只要保证被拷贝的间隔参数连接正确, 那么其它按照相同规则连库的间隔必然是正确的。

## 2 应用实例

中山电网旧的 SCADA 系统于 1995 建设成功并投入使用, 系统采用的是德国 SIEMENS 公司的 SINAUT Spectrum 系统的早期版本, 系统操作系统采用的是 Solaris Unix 版本, 运行于 SUN Sparc 5/20 工作站上。作为一个运行十来年的系统, 和它友好的维护界面是分不开的。它数据模型的建立和连库工作全部是以间隔为单位进行的。完成一个间隔的建模和连库只需输入厂站名称、电压等级、间隔名称即可完成, 这大大降低了自动化人员的维护工作。对于中山供电局在 2006 年投运的南瑞科技的 OPEN3000 系统, 我们也提出了上述的需求。在 OPEN3000 系统中, 厂家根据我们的需求, 对原来的作图方式作了大量的改动, 终于实现了以间隔为单位进行连库。这大大地提高了我们的作图效率, 但是在以间隔为单位建模方面, 还需要作一定的改进。

## 3 结束语

就笔者所见过的国内的系统中, 例如 DF9100、DF8200、Open3000 等目前在 EMS 中对电气元件建模都是以电气元件为单位进行的, 数据库的用户界

面呈现在用户面前的是一张张的电器元件表, 有的还把所有厂站的电气元件一下子在用户的面前展开来, 这除了增加用户查找指定设备的难度以外, 不能给用户带来任何好处。本文以变电站中的间隔为单位, 对电气设备进行建模和连库, 必将大大降低维护人员的工作量, 改善 EMS 系统的易用性。

## 参考文献

- [1] 刘大鹏. 国产软件产品易用性何去何从[J]. 程序员, 2006 126 (2) : 58-60.  
LIU Da-peng. Domestically Produced Software Usability what Course to Follow[J]. Programmer, 2006, 126 (2) : 58-60.
- [2] IEC 61970 - 301, EMS-API-Part 301: Common Information Model (CIM) Base[S].
- [3] IEC 61968, 公用信息模型 (CIM) [S].
- [4] 邵立冬, 吴文传, 张伯明. 基于 CIM 的 EMS/DMS 图形支撑平台的设计和实现[J]. 电力系统自动化, 2003, 27(20) : 11-15.  
SHAO Li-dong, WU Wen-chuan, ZHANG Bo-ming. A CIM-Based Interactive Graphics System For EMS/DMS [J]. Automation of Electric Power Systems, 2003, 27(20) : 11-15.
- [5] 胡玲霞, 邱军旗. “四遥”信息管理系统的设计[J]. 科技资讯, 2006, 35 (2) : 11-15.  
HU Ling-xia, QIU Jun-qi. The Design of Telecontrol Information System [J]. Science & Technology Information, 2006, 35(2) : 11-15.

收稿日期: 2007-06-14; 修回日期: 2007-08-24

作者简介:

邱军旗 (1977-), 男, 工程师, 主要从事调度自动化维护工作; E-mail: qiux7hyun@163.com

胡玲霞 (1978-), 女, 工程师, 从事计算机应用教育。

(上接第 25 页 continued from page 25)

- [16] Glover F. Tabu search-Part II. ORSA Journal on Computing[J]. 1990, 2(1): 4-32
- [17] 张芙蓉, 孟昭勇, 李剑. 基于 TS 和 GA 算法的配电电容器优化投切[J]. 继电器, 2004, 32 (14) : 29-31, 48.  
ZHANG Fu-rong, MENG Zhao-yong, LI Jian. Optimization of Distribution Capacitor Scheme Based on TS and GA [J]. Relay, 2004, 32 (14) : 29-31, 48.

收稿日期: 2007-07-09; 修回日期: 2007-09-06

作者简介:

马勇 (1972-) 男, 硕士研究生, 研究方向为电网的调度及控制; E-mail: mayong240066@sina.com

陈赤培 (1954-) 男, 高级工程师, 兼职教授, 从事电网调度自动化系统工作。