

# 组态软件在电力监控系统中应用

柯志敏,耿长青

(郑州铁路职业技术学院 电气工程系,河南 郑州 450052)

**摘要:** 组态软件包括基本配置组态和应用软件组态,基本配置组态是给系统提供配置信息;客户通过用户界面可生成所需要的应用软件。电气化铁路监控系统的组态软件功能是通过生成实时数据库、历史数据库、图形界面及报表等 4 部分实现的。叙述了实时数据库的结构并给出了模拟量的数据结构表及实时数据库的生成;历史数据库的结构、生成;图形界面的生成、静态/动态画面、画面连入系统、画面数据库等技术;报表的生成及公共信息、周期报表和触发性报表作了说明。电气化铁路监控系统中的应用表明,组态软件具有通用性好、可靠及组态灵活的优点。

**关键词:** 组态软件; 数据库; 电力监控系统

**中图分类号:** U 224.9+19      **文献标识码:** B      **文章编号:** 1006-6047(2007)10-0104-03

随着计算机技术和通信技术的迅速发展,电力系统运行过程的自动化程度不断提高。电力系统远动装置作为电力系统运行监控的首选平台,对其性能的要求越来越高,除系统硬件配置性能不断提高外,尤其对软件性能增强的要求更加强烈<sup>[1]</sup>。根据电气化铁道供电系统所运用的远动装置平台的实际运行需要和将来可能的扩展,介绍系统组态软件的组成,并论述实时数据库、历史数据库、图形界面、报表等子系统的生成过程及其原理。

## 1 电力监控系统组态软件的构成

组态软件是一个功能很强的软件包,它所提供的友好用户界面能使使用者在不需要通过编写代码的情况下生成所需要的应用软件,克服了一般工业控制软件通用性较差的缺点,在保证系统稳定可靠的同时,大幅提高系统的集成能力与速度。

组态软件一般包括基本配置组态和应用软件组态,基本配置组态是给系统提供配置信息,如系统现场控制站的个数、它们的索引标记等,而应用软件组态内容较多,如数据库、报表、控制回路、图形界面等的生成。

就电气化铁道远动装置而言,其系统组态软件功能是通过生成实时数据库、历史数据库、图形界面及报表等 4 个部分实现。实时数据库实现数据库点记录的编辑、打印、转换、连接等功能;历史数据库实现历史记录的编辑、生存、历史记录与实时库的连接、趋势曲线的配置等功能;图形界面实现各种流程图和画面底图的编辑、各种动态显示点的编辑、动态点与实时点或历史点的连接等功能;报表实现表底的编辑、数据库点记录数值的生成、连接等功能<sup>[2-4]</sup>。

## 2 实时数据库生成系统

实时数据库生成系统是组态软件最基本的组成

部分,数据库的生成最重要的是数据库的结构,就电气化铁道远动监控系统的实际运行情况,其实时数据库通常包括:点索引标识、点字符名称、说明信息、报警管理信息、显示用户信息、转换用户信息及一些计算所使用的信息<sup>[2]</sup>。系统中不同类型的点所对应的信息格式略有不同,有以下几种类型的数据结构:模拟量输入/输出(AN 结构)、开关量输入/输出(DG 结构)、模拟计算量(AC 结构,因为系统中存在大量的数值计算,而这些计算也要参与系统的报警和显示等方面功能的实现)等<sup>[5-6]</sup>。

### 2.1 数据库结构<sup>[7]</sup>

在各种数据中模拟量是较为复杂的,为便于说明数据库的结构,以模拟量为例的数据结构如表 1 所示。其它的数据类型如开关量、模拟计算量、脉冲累计量等可仿照该格式定义。

表 1 模拟量的数据结构说明表  
Tab.1 Structure of analog data table

| 记录项<br>标识 | 长度<br>/Byte | 说明   | 记录项<br>标识 | 长度<br>/Byte | 说明    |
|-----------|-------------|------|-----------|-------------|-------|
| ID        | 2           | 点索引号 | AP        | 1           | 报警级别  |
| SN        | 1           | 站号   | AT        | 6           | 报警时间  |
| AS        | 2           | 状态字  | HL        | 4           | 报警上限  |
| AV        | 4           | 模拟量值 | LL        | 4           | 报警下限  |
| RT        | 1           | 记录类型 | IL        | 4           | 报警增量  |
| CM        | 1           | 命令字  | DB        | 4           | 报警死区  |
| SC        | 2           | 采样周期 | HS        | 4           | 变送器上限 |
| PN        | 8           | 点名称  | LS        | 4           | 变送器下限 |
| CN        | 20          | 汉字说明 | IP        | 2           | 输入进制数 |
| EU        | 6           | 工程单位 | HA        | 2           | 通道地址  |
| IV        | 4           | 初始值  | VC        | 4           | 转换电压  |
| PV        | 4           | 前周期值 | TC        | 4           | 转换系数  |

一个模拟点数据结构应包括该点的通道信息(信号类型和通道地址)、采样周期、控制信息及极限检测信息,还应包括显示、参考用的说明信息和方便检索的索引信息,下面介绍表 1 中描述的模拟量的某些数据结构及其说明。

a. 模拟量点状态字,标识该点当前所处的状态,

其中每一位表示一种状态,如:该点值越报警上、下限,该点上、下限报警加深,报警已确认、该点处于报警变化状态,该点值越传感器上、下限等。

**b. RT 记录类型**,表示系统中所定义的数据点类型,如模拟量记录、计算点和开关量记录等。

**c. CM 命令字**,表示操作员对采集任务所发出的命令,以通知系统改变对该点处理方式,如:使该点参加采集、脱离采集、置报警检测、脱离报警检测、确认报警等。

**d. AP 报警等级**,表示该点越限报警的程度。例如,为系统设置 2 级报警,1 级报警点是指只要一报警,不管正在显示什么信息,立即在屏幕上弹出一个报警窗口,并启动声光报警,以引起操作员的高度注意;2 级报警点只是在报警信息队列中登记上,只有在打开报警画面时才显示该报警。

**e. IL 第 2 级报警增量**,表示越过第 1 级报警极限后,再超过多少就达到第 2 级报警。

## 2.2 数据库系统的生成

数据库生成软件就是根据上述数据格式生成系统所需要的数据库。它包括 2 个部分:数据库原始记录的输入或修改功能,以及数据库下装文件的生成。前一部分支持各种数据文件的建立、各种点记录的加入、删除、修改、拷贝等,同时还应能支持打印,这样一方面可以检查记录输入的正确与否,另一方面也可作系统文档之用;后一部分支持数据格式的自动转换及相关文件的生成和合法性检查。

## 3 历史数据库的生成

历史数据库主要应用于电力系统设备运行状态的记录,便于分析系统的运行状况与效益等。一般要求涵盖各类电量值、开关设备操作记录及设备状态变化记录等<sup>[3]</sup>。

### 3.1 历史数据库结构

根据电气化铁道远动系统本身的特点,历史数据库包含 4 种数据。

**a. 模拟量**:包括进线电流、电压、馈线电流、母线电压等。

**b. 计算量**:用电量统计、功率因数、电压和电流最大值/最小值及持续时间等。

**c. 系统状态变化**:包括跳闸、预告、事故、RTU 及主站模块故障及修复等。

**d. 历史操作记录**:主要是遥控操作记录。

一般要建立一个历史数据库管理任务,先从实时数据库中读取实时数据,然后将它存入历史数据库,而其它任务需要历史数据时,也通过历史数据库管理任务发出请求,由历史数据库任务来取所需的数据。

### 3.2 历史数据库的生成

历史数据库的生成和画面的生成过程类似,分为编辑过程和编译生成目标文件 2 步。编辑是指利用历史数据库编辑器编辑生成数据库的源文件,这是一个中间结果,它的内容由 ASCII 码组成,它定义

了整个历史数据库的结构和每项的含义。历史数据库的编译是对编辑产生的源文件进行编译,生成系统可以利用的目标文件,主要完成 3 项任务。

**a. 根据源文件的定义为它分配存储空间,并计算存储地址。**

**b. 检查非法输入。**

**c. 生成目标文件。**

## 4 图形显示界面的生成

图形显示界面一般包括:流程图、工况示意图等各种表明控制系统现实情况的图形。通常使用的图形显示界面可分为 2 种类型:一种为静态画面(有时称为背景画面),即该画面一旦显示出来,只要画面不切换,它就是不变的;一种为动态画面,即它随时数据的变化而刷新(如各种模拟量的显示、开关状态的显示、各种棒图等)。有的画面既有静态部分又有动态部分,是 2 种类型画面的组合<sup>[8-10]</sup>。

### 4.1 静态画面

利用 Windows 和基于 Windows 的图形软件可生成一个图形编辑器。图形编辑器中含有系统中所有可能的基本图素,利用这些图素用户可生成所需的画面,也可根据需要在编辑器中加入所需要的图素。显示画面的生成系统最后可生成所需的静态画面,包括动态画面的背景画面。

### 4.2 动态画面

根据数据库中用户定义动态点编辑动态数据显示的位置、颜色与类型。在画面连入系统后,系统根据用户指定和数据库中的数据刷新画面。在电气化远动系统中,动态画面的刷新主要包括模拟型动态点和开关型动态点<sup>[11-12]</sup>。模拟型动态点主要有以下显示类型:

**a. 数值显示**,用户可以设定数值显示的位数及颜色;

**b. 棒图显示**,用户可以设定棒的宽度、颜色、满量程时的高度以及显示方式(向上还是向下);

**c. 状态显示**,表示模拟量的状态(正常、报警等);

**d. 曲线显示**,可是历史曲线也可是实时曲线。

开关型动态显示点包括以下显示方式:开关状态显示(分/合)、线路带电状态显示(停电/带电)、系统设备的运行状态(正常/异常)。

### 4.3 画面连入系统

在完成一幅画面后,为使该画面和系统显示模块连接,用户还需输入一些必需的连接信息,如画面索引等,使静态画面、动态画面及数据库联成一体。

### 4.4 画面数据库

画面的生成主要根据数据库中的数据进行绘制和刷新。设计一个合理的数据结构很重要,它必须将绘图所必需的参数都包括在内。

**a. 静态画面数据库**。一个图素对应一个子程序,子程序的入口参数取自静态画面数据库,它包括显示标识、颜色、坐标等。

**b. 动态画面数据库。**和静态画面的显示过程类似,只是动态显示的数据库结构不相同。系统要根据实时数据库不断刷新动态画面。

例如一个断路器符号(8×8点阵实心正方形)对应的数据结构应包括:断路器显示标识、颜色、动态点索引号、左上角X坐标、Y坐标等。又如一个模拟量值的显示数据库结构应包括:模拟量数值显示标识、显示颜色、动态点索引号、整数部分位数、小数部分位数、显示开始坐标等,可参考文献[13-14]。

## 5 报表的生成

报表一般分为周期性报表和触发性报表。周期性报表记录生产过程中的操作和故障并进行一般统计(求和、平均等),用它来代替操作人员制作的报

表。而触发性报表记录在某些特定的事件发生前后某些过程点的信息,该报表对事故或故障的分析是很有用的<sup>[5]</sup>。表2为供电系统事故记录报表。

报表的生成也和画面的生成类似,不仅要编制表格本身,还要建立报表和动态数据相关的信息。一般在生成一张报表时,要确定3类信息。

**a. 公共信息。**报表种类、报表名称、报表形式等。

**b. 对于周期性报表,**还需确定下述信息:报表统计的时间和周期、报表内统计的数据点的名称、统计的计算方法。

**c. 对于触发性报表,**还需确定下述信息:触发信号源、触发性列表的前后时间间隔、触发性列表所列各点的名称。

表 2 供电系统事故记录报表  
Tab.2 Event log of power supply system

| 事故记录                  |          |        |        |        |
|-----------------------|----------|--------|--------|--------|
| 1 显示方式设置              | 2 打印方式设置 | 3 显示内容 | 4 打印内容 | 5 窗口管理 |
| 2004年1月10日9时25分50.82秒 |          |        | 郑州北变电所 | 控制方式   |
| 2004年1月2日9时14分3.5秒    |          |        | 郑州北变电所 | 方阻抗保护  |
| 2004年1月2日9时14分3.5秒    |          |        | 郑州北变电所 | 轻过负荷   |
| 2004年1月2日9时14分3.5秒    |          |        | 郑州北变电所 | 事故     |
| 2004年1月2日9时9分15.29秒   |          |        | 郑州北变电所 | 控制回路   |
| 2004年1月2日8时56分6.7秒    |          |        | 临城变电所  | 方阻抗保护  |
| 2004年1月2日8时56分6.7秒    |          |        | 临城变电所  | 轻过负荷   |
| 2000年1月2日8时56分6.7秒    |          |        | 临城变电所  | 事故     |
| 1998年1月4日8时47分11.26秒  |          |        | 许昌开闭所  | 事故     |
| 1998年1月4日8时46分56.76秒  |          |        | 临城变电所  | 事故     |
| 1998年1月4日8时46分52.80秒  |          |        | 临城变电所  | 主变过热   |

## 6 结语

组态软件具有通用性好、可靠性高、组态灵活等优点,是工控系统成熟和商品化的重要标志。随着计算机和通信技术飞速发展,远动系统提供的丰富的数据资源,为不断开发具有实际意义的管理模块,使系统更具专业化、智能化提供了可能。

### 参考文献:

- [1] 龙志文. 工控组态软件[M]. 重庆:重庆大学出版社,2005.
- [2] 夏道止. 电力系统分析[M]. 北京:中国电力出版社,2004.
- [3] 许志军. 工业控制组态软件及应用[M]. 北京:机械工业出版社,2005.
- [4] 钱清泉,郑永平. 高速电气化铁道调度综合自动化系统探讨[J]. 铁道学报,1996,31(增刊):105-109.  
QIAN Qing-quan,ZHENG Yong-ping. High speed electrification railroad dispatch synthesis automated system discussion [J]. Railway Journal,1996,31(Supplement):105-109.
- [5] 龚运新,立友. 工业组态软件实用技术[M]. 北京:清华大学出版社,2005.
- [6] 王永康. 继电保护及自动装置[M]. 北京:中国铁道出版社,1998.
- [7] 王锦标. 现场总线控制系统[J]. 微计算机信息,1996,12(6):8-14.  
WANG Jin-biao. Field bus control system [J]. Control & Automation,1996,12(6):8-14.
- [8] 黄益庄,吕文哲. 智能型变电站综合自动化系统结构[J]. 电力系统自动化,1995,19(10):22-25.  
HUANG Yi-zhuang,LÜ Wen-zhe. Intelligence transformer sub-

station synthesis automated system structure [J]. Automation of Electric Power Systems,1995,19(10):22-25.

- [9] 谭文恕. 对变电站自动化系统通信网络的要求及通信网络标准化的动态[J]. 电网技术,1998,22(12):1-5.  
TAN Wen-shu. Requirements of communication networks and trend of standardization for communication networks in substation automation system[J]. Power System Technology,1998,22(12):1-5.
- [10] 研祥公司. 铁路通信机房监控系统解决方案[J]. 铁道通信信号,2006,42(4):42-43.
- [11] 刘贺锋,钱清泉. 基于组态软件的当地监控实现方案[J]. 电力自动化设备,2002,22(5):51-53.  
LIU He-feng,QIAN Qing-quan. A local monitoring and control system based on configuration software [J]. Electric Power Automation Equipment,2002,22(5):51-53.
- [12] GILBERT J G,DIEHL G R. Application of programmable logic controllers to substation control and protection [J]. IEEE Transactions on Power Delivery,1994,9(1):9-11.
- [13] 张明锐,王为,郭凤翠. 上海市地铁共和新路高架工程电力监控系统方案探讨[J]. 城市轨道交通研究,2001,14(2):57-60.  
ZHANG Ming-rui,WANG Wei,GUO Feng-cui. A study of power supply SCADA plan in Shanghai metro[J]. Urban Mass Transit,2001,14(2):57-60.
- [14] 钱清泉. 电气化铁道远动技术[M]. 北京:中国铁道出版社,1990.

(责任编辑:汪仪珍)

### 作者简介:

柯志敏(1962-),男,福建莆田人,高级讲师,主要研究方向为电力系统及其自动化(E-mail:gcq371@sohu.com)。