

支持检修决策的换流站变电 MIS 软件体系结构探讨

李书勇¹, 彭鲁昌², 张海凤¹, 王远游¹

(1. 中国南方电网超高压输电公司广州局, 广东 广州 510405; 2. 新疆巴楚农三师电力公司, 新疆 巴楚 843803)

摘要: 支持检修决策的换流站变电 MIS 是一个规模庞大的领域软件系统; 为有效控制变电 MIS 的复杂度, 提高其开放性和可维护性, 需要对其软件体系结构进行研究和优化设计。分析了传统变电 MIS 和智能变电 MIS 的功能结构和特点, 结合换流站及其运行维护管理的实际, 提出并阐述了支持检修决策的换流站变电 MIS 的软件体系结构。在该体系结构下, 数据信息分操作型数据和分析型数据进行存储; 组件基于软件总线进行信息交互; 智能检修决策分三个步骤: 设备诊断, 间隔诊断或极诊断, 综合决策。

关键词: 换流站; 检修决策; 软件体系结构; 变电 MIS

Research of software architecture of converter station's transformation MIS supporting maintenance decision-making

LI Shu-yong¹, PENG Lu-chang², ZHANG Hai-feng¹, WANG Yuan-you¹

(1. Guangzhou Bureau, CSG EHV Power Transmission Company, Guangzhou 510405, China;

2. Bachu Nongsanshi Electric Power Company, Bachu 843803, China)

Abstract: Converter station's Transformation MIS that supports maintenance decision-making is a huge domain-special software system, whose software architecture needs research and design optimizedly in order to control the system's complexity and improve its opening and maintainability. The paper analyses the functional structure and characteristics of both traditional transformation MIS and intelligent transformation MIS, combining the practices of converter station and its management in operating and repairing, then the software architecture of converter station's transformation MIS supporting maintenance decision-making is put forward and expatiated. In the architecture, the data information is divided into operated data and analysed data to store, the component communicates with each other basing software bus, the processing of intelligent maintenance decision-making includes equipment diagnosis, bay diagnosis or pole diagnosis, comprehensive decision-making.

Key words: converter station; maintenance decision-making; software architecture; transformation MIS

中图分类号: TM73

文献标识码: A

文章编号: 1003-4897(2007)07-0049-05

0 引言

支持检修决策的换流站变电 MIS 软件逻辑功能相对较多, 数据信息流相对复杂, 软件规模庞大。为有效控制其复杂度, 提高其可靠性、复用性、开放性和集成度, 且便于维护、升级, 适应不断变化的功能需求, 系统开发前需要进行变电 MIS 的领域分析, 得出科学的体系结构。软件体系结构是由功能组件组成的系统的抽象规范, 包括对组件的行为、接口及组件之间连接的描述。文献[10]认为基于总线的体系结构模型其组件中的对象采用统一的规范定义, 组件接口也遵循统一的规范, 系统以总线结构的形式连接各个组件, 实现组件即插即用, 无缝集成。变电 MIS 的领域分析, 就是充分了解变电站或换流站等的各种功能需

求及各类变电 MIS 中各应用软件模块的功能、实现方法等, 明晰不同软件系统之间的共同点和差异处, 最终抽象出合适的体系结构。变电信息管理系统根据目标、功能侧重以及智能程度等的不同, 又被称为变电设备管理信息系统、变电检修管理信息系统、变电生产管理信息系统、变电设备状态检修决策支持系统等。在这里把没有决策支持功能的变电 MIS 称为传统变电 MIS, 而支持决策的变电 MIS 称为智能变电 MIS。

1 变电 MIS 的领域分析

1.1 传统变电 MIS

传统变电 MIS 的基本功能是协助运行维护人员完成设备巡检、操作、检修、定期试验和班组管理等日常工作, 其主要实现信息的存储和显示功能,

突出信息管理的标准化和电力生产的规范化, 讲究依相关规程执行的严格流程、科学的文档显示和能充分利用变电 MIS 的合适接口。

文献[2]阐述了一个用于电力系统检修工作流程建模的扩展Petri网模型。文献[3]论述了某供电公司生产MIS的规范化文档管理功能以及其与外围移动设备PDA、平板电脑和笔记本电脑等的接口软件开发。文献[4]论述了电力企业设备管理的流程特性, 介绍了一个实用化的基于流程的设备管理信息系统。文献[5]依据工作流的基本理论和实现技术, 结合电力企业的检修计划管理, 阐述了基于组件的工作流管理平台的设计。

图 1 是文献[6]论述的变电站信息管理系统功能结构图, 图中箭头方向表示数据流向。图 2 是文献[2]中提到的检修管理信息系统的功能结构图。这两个系统虽然功能模块的分割有些不同, 但包含的内容大同小异, 都是电力企业在变电管理方面长期积累下来的相对稳定的工作内容; 系统内模块间的数据流程非常简单, 特别是图 2, 子模块间没有直接的数据交流。

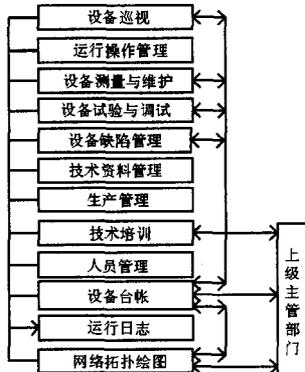


图 1 变电站信息管理系统功能结构

Fig.1 System architecture of transformation MIS

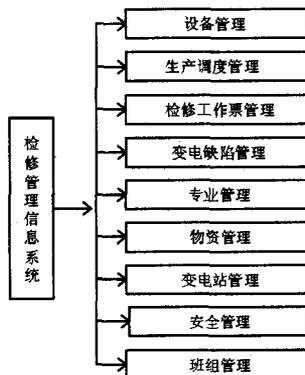


图2 检修管理信息系统功能结构

Fig.2 System architecture of maintenance MIS

1.2 智能变电 MIS

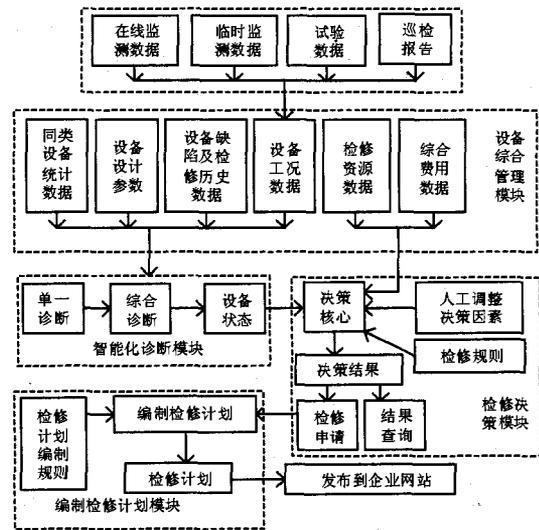


图 3 状态检修决策支持系统功能结构

Fig.3 System architecture of decision supporting system for condition and maintenance

智能变电 MIS 可分为数据驱动型、模型驱动型、知识驱动型和混合型等。模型驱动型变电 MIS, 它要求采集实时的数据, 有精确的设备模型算法, 因此, 这类系统一般有相对实时的数据库、设备模型库和人机交互等模块; 其缺点是精确的设备模型的软件实现难度大, 而当设备类型增多或设备类型改变时, 模型库模型需要不断的增多或者改进。知识驱动型变电 MIS 主要有数据库、知识库、推理机, 人机交互等单元; 其信息处理过程就是在人机交互界面得到指令后, 推理机按深度搜索或广度搜索的方法搜索知识库的知识规则, 不断进行匹配推理, 对众多相关信息进行约简, 从而得到可供决策的论断; 这类 MIS 需要系统和深入的电力专家知识和经验, 而且当知识规则的条数过多时, 搜索量庞大, 耗时多。数据驱动型智能变电 MIS 强调对累积的历史数据运用联机分析和数据挖掘等进行处理, 在数据中得到判断。它是建立在大量有价值的数据积累的基础上, 且要求数据存储合理、科学, 便于查询和使用, 比如运用数据仓库技术进行数据多维化的存储和管理。综合多种智能技术建设混合型变电 MIS 是发展的趋势。图 3 是文献[7]论述的智能化供电设备状态检修决策支持系统功能结构图。其中, 单一诊断用于对单一试验数据进行分析诊断, 判断设备状况, 用产生式专家系统实现; 综合诊断用人工神经元 BP 网络实现, 其中单一诊断的结论就是其输入。图 3 和图 2、图 1 比较, 其数据流程较复杂, 功能模块明显增多, 分成 4 个不同的子系统, 突出了数据的采集、故障诊断和检修决策等功能。

此系统存在的不足: 忽略了与检修决策关系不大的对变电站或换流站的日常运行管理意义重大的传统变电MIS的一些功能; 源数据管理规划没有做好, 比如没有考虑到相对实时的在线监测数据、临时监测数据与巡检数据、试验数据、设备缺陷及检修数据、设备参数数据在生命周期和使用方式的不同, 这样, 导致系统的数据使用率不高, 可供选择的智能化处理方式很有限, 智能化程度难以进一步完善提高; 没有运用组件规范去开发相关的软件模块。

2 换流站分析

换流站的极运行状态有极接地、极停运、极备用、极闭锁和极解锁等; 而极接入或隔离结合接地极接入或隔离, 以及直流线路接入、隔离或接地, 可构成双极运行、单极大地回线和单极金属回线等多种直流系统运行方式。交流滤波器场的十多小组滤波器根据系统负荷变化有多种投运组合; 无论是双母带联络开关的接线方式还是二分之三接线方式, 交流母线可选择的运行方式都很多。阀内冷水控制系统、站用电、每极极控、LAN网、现场总线、直流站控和空调系统等都有主备用冗余。因此, 整个换流站可选择的运行方式很多。换流站设备很多, 有各类交直流断路器、各类交直流刀闸、各式变压器、滤除不同次谐波的交直流滤波器、各式交流保

护和直流保护装置、各类通信设备、各式消防设备、各式防雷设备、极控设备、阀基电子设备、空调设备、视频监控设备等等。换流站主要一次设备的控制模式很多, 有自动控制模式、手动控制模式; 按控制地点分一般有远方控制(工作站控制或模拟屏控制)、继电器室的就地控制接口屏控制和现场就地控制三种。此外, 相比同电压等级的交流变电站, 换流站的操作和检修较多。

换流站的设备多, 控制模式多, 运行方式多, 操作和检修多, 换流站变电MIS需要管理的数据信息比一般的变电MIS相应增多, 因此, 其数据资源需要科学管理。

3 换流站变电MIS的体系结构

通过对传统变电MIS、智能变电MIS的分析, 结合换流站实际, 运用数据仓库、组件和软件总线等软件技术, 提出如图4的换流站变电MIS软件体系结构。该体系结构把传统的客户机/服务器(client/sever)的两层结构划分为四层: 数据库层, 基本功能层, 诊断决策层(智能处理层), 界面显示层。每层有若干组件, 组件间基于软件总线进行信息交互。界面层就是一个界面显示组件, 它负责显示和相关数据的录入, 对有关人员的权限进行设定, 在Windows环境下可设计为独立的EXE文件。

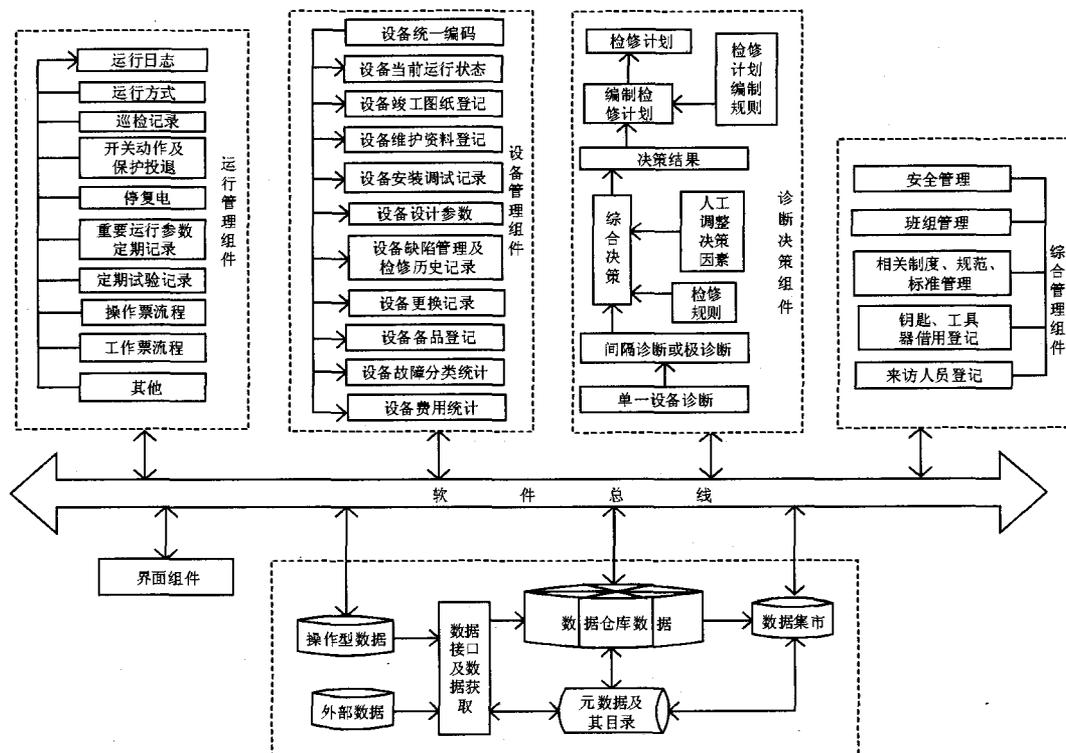


图4 换流站变电MIS软件体系结构

Fig.4 Software architecture of transformation MIS for converter station

3.1 操作型数据库和数据仓库数据库

数据库层把传统数据库分为操作型数据库和分析型数据库(数据仓库或数据集市)。这样可以为建设混合型的支持检修决策变电 MIS 提供一个便利的数据平台。操作型数据库按设备类型设计表,按设备运行状态的界定参数来组织表的字段属性,其数据是详细的和可实时更新的,可为精确的设备模型服务,也是数据仓库数据最重要的数据源。数据仓库数据是稳定的、历史的,有众多的分析主题,一般要存放 5 至 10 年,需按一定的关系分区存储,这样便于运用联机分析和聚类、神经网络、决策树、粗糙集等挖掘算法处理积累的历史数据,也便于专家系统使用历史数据。数据仓库数据从操作型的数据库提取或者经逻辑软件处理相关数据获得,也从界面直接录入或者从外部数据源获取。数据集市是服务某个部门或者某项工作的数据,它的主题相对比较固定。

3.2 基本功能层

考虑换流站生产管理实际及数据处理的便利,基本功能层划分为三个组件:运行管理组件,设备管理组件和综合管理组件。运行管理组件主要实现工作票、操作票的流程化运作以及设备巡检、设备试验等日常工作记录,同时为其他功能组件提供信息;这个组件内数据信息大部分是文字叙述,因此其数据类型多是文本型(字符型)。设备管理组件主要实现全站设备的生命周期管理,包括竣工图纸登记、维护资料登记、出厂试验、调试报告、缺陷记录、检修记录等积累性历史数据以及实时运行状态信息,其数据信息的数据类型是数值型(如长整型、双精度型等)或者短字节的字符型。综合管理组件的功能主要有安全管理、班组管理和相关制度、规范、标准管理等,其中安全管理有两措管理、事故障碍管理、安全工具器登记、安全工具器维护、安全奖惩情况管理、安全教育管理等内容,班组管理有事故预想、技术问答、安全活动记录、生产知识考问、考勤记录等,相关制度、规范、标准管理有操作指导书、事故预案、换流站各种工作制度、各种设备规程等内容,其数据信息多为文本型(字符型)。考虑到便于维护、升级等因素,在 Windows 环境下这三个组件都可分别设计为动态链接库 DLL 文件。

3.3 诊断决策层

诊断决策层就是一个诊断决策组件。由于不同设备有不同的诊断方式,同一设备又有多种诊断方式,而换流站设备停电以极或间隔为单位,且停电检修需要考虑的因素除设备本身外,还有时间、人员、天气、费用等;为能充分利用各种有效的智能

处理方法,科学地进行检修决策,诊断决策组件分为单一设备诊断模块、间隔诊断或极诊断模块、综合决策模块和编制检修计划模块等。单一设备诊断主要分类诊断各种设备,评估其状态,如变压器、断路器、电机等;根据设备的特点,可用规程规定和专家知识进行诊断,可用精确的设备模型进行诊断,也可对历史数据进行趋势分析和对照实现诊断,其中每一种设备的每一种诊断方法都可以分别设计为一个 DLL 文件。间隔诊断或极诊断就是在单一设备诊断的基础上,对相关间隔或极是否需要停电进行评估。综合决策模块根据各方面因素运用序贯性的马尔可夫理论进行决策。在 Windows 环境下该诊断决策组件可设计为一个 DLL 文件管理调用若干个 DLL 文件的方式。

3.4 组件及基于软件总线的信息交互

组件是实现与接口分离,输出为二进制码的功能相对独立的逻辑模块,它有很好的独立性和封装性,满足分布式的网络应用要求,可跨平台运行;当系统需要增加或改变某个组件功能时,其他组件不受影响,满足增量式的开发需求。

为进一步降低组件间的耦合度,有效减少组件的接口,降低组件间的通信链路数,在统一规范接口的基础上,运用软件总线实现组件间的信息交互。软件总线是一个实现组件间连接的公共接口规范,是包含各组件指针的一组程序,它能响应组件请求,为组件传送和接收数据。

4 结束语

本文对变电 MIS 进行领域分析,并对换流站的特点进行论述,提出并阐述了基于软件总线进行信息交互的支持检修决策的换流站变电 MIS 的软件体系结构。该体系结构结合组件技术的运用,能有效控制系统的复杂度,有很好复用性、开放性和可维护性。

在该体系结构下,提出数据分操作型和分析型进行存储以及智能检修决策分三步骤:设备诊断,间隔诊断或极诊断,综合决策;这样能充分运用不同智能处理方法,便于实现科学的检修决策。

参考文献

- [1] 周枫. 软件体系结构模型的分析及研究[J]. 昆明理工大学学报, 2002, 27(6):88-93.
ZHOU Feng. Analytical Research on the Software Architecture Model[J]. Journal of Kunming University of Science and Technology, 2002, 27(6):88-93.
- [2] 王玮, 徐丽杰, 王林, 等. 基于工作流的电力系统检修管理建模方法和技术实现[J]. 电力系统自动化,

- 2004, 28(13):80-84.
- WANG Wei, XU Li-jie, WANG Lin, et al. The Modeling Method and Realization of the Power System Overhaul and Repair Management Based on Workflow Technique[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(13):80-84.
- [3] 陈森利, 陈卫中, 陈忠义. 基于 MIS 的输变电设备智能巡检和修试 ABC 规范化文档管理系统的开发及应用[J]. 电力系统通信, 2004(10):44-48.
- CHEN Sen-li, CHEN Wei-zhong, CHEN Zhong-yi. Development and Application of ABC Standardized Document Management System of Intelligent Inspection Tour, Repair and Test for the Transmission and Transformation Electricity Equipment Based on MIS[J]. Electric Power System Telecommunication, 2004(10):44-48.
- [4] 崔南方, 周二华. 基于流程的设备管理信息系统[J]. 计算机工程与应用, 2002(5):244-245.
- CUI Nan-fang, ZHOU Er-hua. Maintenance Information System Based on Business Process[J]. Computer Engineering and Application, 2002(5):244-245.
- [5] 秦盟军, 黄炜, 基于组件的工作流管理平台的设计与实现[J]. 电力系统自动化, 2004, 28(10):88-90.
- ZOU Meng-jun, HUANG Wei. Design and Implementation of the Workflow Management Platform Based on Component[J]. Automation of Electric Power Systems, 2004, 28(10):88-90.
- [6] 李源, 提兆旭, 张沛超, 等. 变电站管理信息系统的设计与优化[J]. 电网技术, 1999, 23(2):28-30.
- LI Yuan, TI Zhao-xu, ZHANG Pei-chao, et al. Design and Optimization of MIS for Substation[J]. Power System Technology, 1999, 23(2):28-30.
- [7] 麻秀芳, 鲍海, 张粒子, 等. 智能化供电设备状态检修决策支持系统设计[J]. 东北电力学院报, 2002, 22(2):43-46.
- MA Xiu-fang, BAO Hai, ZHANG Li-zi, et al. Design of Intelligent Condition Based Maintenance Decision Support System for Power Supply Equipment[J]. Journal of Northeast China Institute of Electric Power Engineering, 2002, 22(2):43-46.
- [8] 许允之, 宗剑. 变电设备管理信息与决策支持系统[J]. 高电压技术, 2005, 31(6):85-86.
- XU Yun-zhi, ZONG Jian. System of MIS and DSS for Electrical Equipments[J]. High Voltage Engineering, 2005, 31(6):85-86.
- [9] 柴永生, 吴秀丽, 孙树栋, 等. 设备管理信息系统及其关键技术研究[J]. 计算机工程与应用, 2004, (12):212-215.
- CHAI Yong-sheng, WU Xiu-li, SUN Shu-dong, et al. Research on Equipment Management Information System[J]. Computer Engineering and Application, 2004, (12):212-215.
- [10] 巫世晶, 向农. 电力设备维修计划优化管理研究[J]. 电力建设, 2004, 25(2):48-51.
- WU Shi-jing, XIANG Nong. Study on Optimization of Maintenance Planning for Power Equipment[J]. Electric Power Construction, 2004, 25(2):48-51.

收稿日期: 2006-07-17

作者简介:

李书勇 (1979-), 男, 硕士, 主要从事换流站的运行维护工作, 研究方向为电力信息的分析、处理和高压直流输电; E-mail: oliver0057@tom.com

彭鲁昌 (1968-), 男, 工程师, 本科, 从事电力自动化设计工作;

张海凤 (1976-), 男, 工程师, 学士, 从事高压直流系统技术管理工作。

(上接第 48 页 continued from page 48)

- XU Chun-hui. Design of Communication Interface for Remote Meter-Reading System[J]. Journal of East China Jiaotong University, 2005, 22(2).
- [2] 饶运涛, 邹继军, 郑勇芸. 现场总线 CAN 原理与引用技术[M]. 北京: 北京航空航天大学出版社, 2003.
- RAO Yun-tao, ZOU Ji-jun, ZHENG Yong-yun. The Principle and Technic—CAN Field Bus[M]. Beijing: Beijing University of Aeronautics and Astronautics Press, 2003.
- [3] 王晓兰, 刘伟平, 王慧中. 电力抄表系统的握手式串行通信协议的研究[J]. 测控技术, 2006, 25(3):70-72.
- WANG Xiao-lan, LIU Wei-ping, WANG Hui-zhong. Research on Handshaking Serial Communication Protocol for Electrical Meter Reading System[J]. Measurement & Control Technology, 2006, 25(3):70-72.
- [4] 阳宪惠. 现场总线技术及应用[M]. 北京: 清华大学出版社.
- YANG Xian-hui. The Application—CAN Bus Technic [M]. Beijing: Tsinghua University Press, 1996.

收稿日期: 2006-10-07; 修回日期: 2006-11-23

作者简介:

蔡子亮 (1965-), 男, 副教授, 从事电路与系统、信号与信息处理等方面的研究; E-mail: caizl2002@xctc.edu.cn

赵忠彪 (1977-), 男, 讲师, 从事精密测试与控制、模式识别等方面的研究;

高荣 (1979-), 女, 本科, 从事计算机软件开发等方面的研究。