

牵引变电所保护动作行为分析专家系统设计

庄慧敏, 陈小川

(西南交通大学电气学院, 四川 成都 610031)

摘要: 论述了建造牵引变电所保护装置动作行为分析专家系统的可行性以及该专家系统的总体结构和知识库的设计, 简述了数据库的开发, 详述了推理规则和控制策略。该专家系统对分析牵引变电所发生的故障, 判断保护动作是否正确, 了解保护装置的工作状态具有一定的意义。

关键词: 保护装置; 动作行为; 故障类型; 专家系统

中图分类号: TM992.4; TM77 **文献标识码:** B **文章编号:** 1003-4897(2003)02-0041-02

1 引言

牵引供电运营管理信息系统(TPS)的建立, 可以快速、准确、有效地处理供电事故, 提高工作效率, 实现信息共享。更具有实际意义的是: 牵引变电站综合自动化系统将以前上传到调度中心的一部分信息现在可以传送给 TPS 系统, 以实现信息分流, 使调度中心只关心日常操作和事故处理, 而设备诊断和保护动作行为分析之类的工作交由供电段有关技术人员来做。为了辅助技术人员正确分析继电保护装置的动作为, 在牵引供电运营管理信息系统中建造了牵引变电站继电保护装置的动作为分析专家子系统。

2 专家子系统的可行性分析

变电站综合自动化系统中, 各保护装置的故障报告提供了故障发生时保护装置记录的状态信息, 包括故障发生时刻、故障类型、断路器跳闸情况、重合闸情况、故障时各通道模拟量的有效值、保护元件启动、出口、返回时间; 故障录波提供了故障时的电压、电流波形。电力系统专家和有关技术人员能够通过通过对故障波形的分析计算, 根据保护原理和整定值验证故障报告提供的信息, 判断保护动作行为的正确性。这一判断推理过程可以用计算机能接受的形式表示清楚。保护动作行为分析专家系统的建造能有效地辅助技术人员迅速查找出故障类型, 并正确评价保护测控装置动作为和了解装置工作状态。本文用虚拟保护的方法来验证保护动作的正确性。

3 专家子系统的设计

3.1 专家子系统的总体结构

牵引变电站继电保护装置动作为分析专家系

统有三个子系统和两个库组成, 如图 1 所示。其中, 数据库用于存放故障报告信息和故障录波系统记录下来的牵引变电所故障状态下各支路电流、电压波形, 在推理过程中产生的中间状态以及每一步推理的结论, 最终结论也记录在其中; 知识库用于存放牵引变电所各保护装置的工作原理数据及整定值数据; 咨询子系统相当于推理机, 他担负着使用知识库和数据库来推理牵引变电所保护动作为(正确? 误动? 拒动?), 并给出推理可信度的任务; 解释子系统负责回答用户的提问; 知识获取系统是专家系统的一种辅助功能, 其基本任务是把保护装置的工作原理和整定值数据加入到数据库, 并负责在修改知识库中的原有知识和扩充新知识时, 维持知识的一致性及其完整性, 建立起性能良好的知识库。

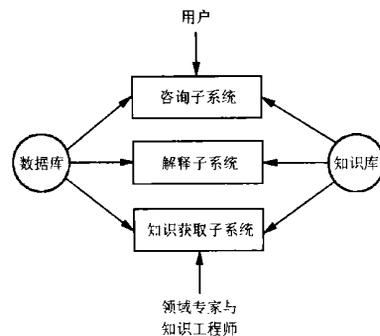


图 1 保护装置动作为评判专家系统的基本结构

Fig. 1 Basic structure of expert system for protection device action analysis

3.2 知识和数据的表示和组织

数据库中的数据(用户提供的数据和系统推出的数据)都是采用框架结构来描述。框架表示法的基本思想是: 人类记忆和使用知识时, 通常是把有关的一些信息组织在一起形成一个知识单元——框架。一个框架中经常包含一些不确定的或猜测的信

息。当遇到新情况时即从记忆中取出相应的框架，并根据需要改动某些细节以便更好地反映客观世界。框架是一种描述固定情况的数据结构。一般可以把框架看成是一个由节点和关系组成的网络。框架的顶层是固定的，在低层有许多终端——称为槽（slot），每一个槽都可以有一些附加说明——称为侧面（facet），用于指出槽的取值范围、求值方法等。

本专家系统的数据表示所用的框架可以分为三种：牵引变电所保护装置的保护原理表示框架；牵引变电所故障波形表示框架；保护装置的故障报告信息框架。

(1) 虚拟保护配置表

虚拟保护名称	保护的元件	起动开关	动作时限	保护定值(组)
--------	-------	------	------	---------

虚拟保护模型运用保护装置的工作原理，完成保护装置的初始化、自检、启动、保护逻辑判断等功能，以实现硬件保护功能的模拟。

虚拟保护配置表确定保护在模拟时根据具体的保护动作元件使用对应的保护定值和动作时限。

(2) 故障报告表

所属变电所名称	保护装置名称	报告序号	发生时间	故障参数名	故障参数数值	故障状态描述
---------	--------	------	------	-------	--------	--------

报告序号由其他 5 项决定。故障状态包括跳闸标志、重合闸标志、动作标志（即保护动作元件）。

(3) 故障录波数据表

故障保护序号	通道类型	采样点序号	采样值
--------	------	-------	-----

故障录波数据与故障报告合起来才能构成完整的故障信息，所以每一故障报告对应一组故障数据。

3.3 数据库开发

该专家系统所涉及到的大量数据均以数据库方式进行存储。数据库是各种数据的集合，这些数据只有在应用程序对其进行操作时才提供有价值的信息。因此，作为一个系统，它必须有相应的开发和管理工具，即数据库开发管理系统。

鉴于该专家系统是现在开发的 TPS 系统的一个子系统，其数据库就作为 TPS 系统数据库的一个子库。TPS 系统采用的是 Oracle 数据库。数据库的开发过程一般可归结为图 2。



图 2 数据库开发过程

Fig. 2 Database development procedure

3.4 控制策略

本专家系统的推理机制采用了基于规则的正向

推理方法，推理规则的建立以故障波形、保护原理及保护动作行为之间的逻辑关系为基础，保证了推理的正确性。

正向推理是按由数据推出结论的方向进行推理。正向推理需要考虑的最重要问题是如何从知识库中选择一条可用的知识，这对推理速度有较大影响。正向推理的主要优点在于它能充分利用用户提供的信息。因此系统可以快速响应用户输入的信息。其主要缺点在于它有一种“盲目推理”倾向。减少盲目推理的一种方法是在搜索时根据目标选择合适的知识。

在正向推理过程中，有可能在某一中间状态同

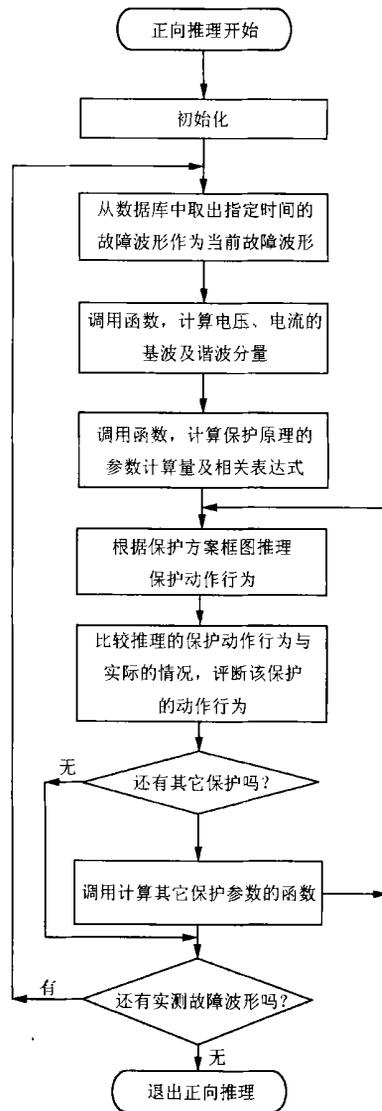


图 3 正向推理流程

Fig. 3 Flow chart of positive reasoning

(下转第 63 页)

采用双位置继电器对双母线切换回路进行了改进,有效防止了切换过程中的交流电压消失,保证保护装置可靠运行。

参考文献:

- [1] 杜景远. 浅谈 PT 断线、系统接地、母线失压的判据[J]. 继电器, 2002, 30(1): 60 - 61.
[2] 国家电力调度通信中心. 电力系统继电保护实用技术

问答[Z]. 北京:中国电力出版社, 1997.

- [3] 陈德树. 继电保护原理[M]. 北京:中国电力出版社, 1989.

收稿日期: 2002-05-16

作者简介:

张延(1970-),女,工程师,从事电力系统及自动化规划设计工作。

Improvement on switch circuit of the potential transformer

ZHANG Yan

(Hunan Electric Power Design Institute, Changsha 410007, China)

Abstract: The paper presents several events of PT broken line and analyses the criterion of them. It offers steps of the secondary circuit to avoid miss operation when the alternating voltage losing, especially a measure to improve the double busbar voltage switch circuit with two-position relay.

Key words: potential transformer broken line; two-position relay; double-busbar voltage switch circuit

(上接第 42 页)

时匹配多条规则,这时通过冲突仲裁策略,在可用规则集中,优先选用一条规则继续推理过程。

本系统的正向推理主要过程是以故障录波系统记录下来的故障波形为数据基础,先调用函数计算该波形中的电压、电流基波及谐波分量,然后根据这些值计算保护原理中的参数的计算量,并按照保护方案框图推理保护动作行为,最后将推理结果与保护的实际行动情况进行比较,判断该保护是否误动。接下来,利用电量间的关系(例如,变压器的故障电流等于馈线电流之和)计算其它保护的的原理参数,并判断其它保护是否拒动。正向推理流程如图 3 所示。

3.5 解释方案

良好的透明性不仅有助于提高系统的可接受性,也有助于调试和维护系统。知识工程师和领域专家可以在系统的帮助下,较容易发现导致系统出错的原因,改正错误,使系统不断完善。

本系统的解释子系统主要分为两部分:推理过程中的提问和对推理结果的提问。推理过程中的提问主要是指在模拟保护动作过程时,所需的某些故障信息有可能由于通信通道的阻塞传送不上来,这

时能通过提问的方式要求用户输入这些信息以提高系统推理的可靠性。而对推理结果的提问则是指以追踪推理过程的方式,对用户提出的问题和推理的结果做出解释。

4 结论

该专家系统可以用来辅助技术人员正确分析故障,判断故障类型,及时处理故障事故,评价保护测控装置的动作行为和了解装置的工作状态,进而提高牵引供电系统的安全性和可靠性。

参考文献:

- [1] 谢维廉,施怀瑾. 专家系统及其在发电厂变电所中的应用[M]. 北京:水利电力出版社,1994.
[2] 张全寿,周建峰. 专家系统建造原理及方法[M]. 北京:中国铁道出版社,1992.

收稿日期: 2002-06-18; 修回日期: 2002-08-28

作者简介:

庄慧敏(1976-),女,硕士研究生,主要研究方向为微机继电保护;

陈小川(1963-),男,教授,从事微机继电保护及变电站综合自动化方面的教学和研究工作。

Expert system design on analysis of relay protection s action at substation

ZHUANG Hui-min, CHEN Xiao-chuan

(Electric Department of South-west Jiaotong University, Chengdu 610031, China)

Abstract: This paper introduces the design schema for substation's expert system of protection device action analysis. The design contents include feasibility analysis, structure design, knowledge base design, data base developer, reasoning rules and control strategy of this expert system. It is helpful for this expert system to analyze fault in substation and judge which protection device should act and know work state of protection device.

Key words: protection device; action; fault type; expert system