电网技术 2011, 35(9) 79-85 DOI: ISSN: 1000-3673 CN: 11-2410/TM

电力系统

模糊Petri网在高速铁路牵引供电系统故障诊断中的应用

吴双，何正友，钱澄浩，臧天磊

西南交通大学 电气工程学院，四川省 成都市 610031

摘要：

指出在高速铁路牵引供电系统故障诊断中应计及所获取的保护和开关动作信息的不确信性和模糊性，基于此，将模糊Petri网(fuzzy Petri net，FPN)应用于牵引供电系统的故障诊断。考虑到牵引供电系统保护的特殊性，进行了第2次推理；针对越区供电时馈线远后备保护覆盖元件多的特点，增加了推理条件以保证推理的正确性；根据供电臂故障特征，给出了供电臂故障区间判别规则。算例分析结果表明，牵引供电系统的模糊Petri网故障诊断方法简洁、推理直观，能够在不确定或信息缺失的情况下，提高故障区域判断的确信性。

关键词： 高速铁路牵引供电系统 模糊Petri网 故障诊断 越区供电

Application of Fuzzy Petri Net in Fault Diagnosis of Traction Power Supply System for High-Speed Railway

WU Shuang, HE Zhengyou, QIAN Chenghao, ZANG Tianlei

School of Electrical Engineering, Southwest Jiaotong University, Chengdu 610031, Sichuan Province, China

Abstract:

It is pointed out that in the fault diagnosis of traction power supply system for high-speed railway the uncertainty and fuzziness in the obtained action information of protective relayings and circuit breakers should be taken into account. For this reason, the fuzzy Petri net is applied in the fault diagnosis of traction power supply system. Considering the particularity of protective relayings for traction power supply system, the second reasoning is conducted. In allusion to the feature that more components are brought into the protection range of feeder remote backup protection during over-zone power supply, the reasoning conditions are increased to ensure the correctness of the reasoning. According to the fault characteristic of feeder section, a discrimination rule for fault section in feeder section is given. Results of calculation example show that the fuzzy Petri net based fault diagnosis for traction power supply system is sententious and its reasoning is intuitionistic. The proposed fault diagnosis method can improve the credibility in the discrimination of fault section while the fault information is uncertain or absent.

Keywords: traction power supply system for high-speed railway fuzzy Petri net fault diagnosis over-zone power supply

收稿日期 2010-11-16 **修回日期** 2011-02-10 **网络版发布日期** 2011-09-13

DOI:

基金项目:

国家自然科学基金项目(50878188)。

通讯作者: 吴双

作者简介:

作者Email: wushuangzhidan@126.com

参考文献：

[1] 王忉，陈小川，高仕斌，等．铁路客运专线供电自动化系统关键技术研究[J]．铁道学报，2009，28(3)：116-119． Wang Ren，Chen Xiaochuan，Gao Shibin，et al．Study on the key problems of the power supply automation system for railway passenger dedicated lines[J]．Journal of the China Railway Society，2009，28(3)：116-119(in Chinese)． [2] 杜一，张沛超，郁惟镛．基于事例和规则混合推理变电站故障诊断系统[J]．电网技术，2004，28(1)：34-37． Du Yi，Zhang Peichao，Yu Weiyong．A substation fault diagnosis system based on case-based reasoning and rule-based reasoning[J]．Power System

Technology，2004，28(1)：34-37(in Chinese)． [3] 刘志刚，钟炜，邓云川，等．牵引变电站故障的基于模型诊断方法[J]．中国电机工程学报，2010，30(34)：36-41． Liu Zhigang，Zhong Wei，Deng Yunchuan，et al．Electric railway substation diagnosis with model-based method[J]．Proceedings of the CSEE，2010，30(34)：36-41(in Chinese)． [4] 窦东阳，赵英凯．基于C语言集成产生式系统的火电厂实时故障诊断系统[J]．电网技术，2008，32(9)：89-92． Dou Dongyang，Zhao Yingkai．Thermal power plant real-time fault diagnosis system based on CLIPS[J]．Power System Technology，2008，32(9)：89-92(in Chinese)． [5] 张伟，郭其一．一种基于Petri网技术的牵引供电系统故障诊断方法[J]．城市轨道交通研究，2004(1)：32-34． Zhang Wei，Guo Qiyi．Fault diagnosis of the traction substation on the basis of Petri nets technology[J]．Urban Mass Transit，2004(1)：32-34(in Chinese)． [6] 李娜娜，何正友．主客观权重相结合的电能质量综合评估[J]．电网技术，2009，33(6)：55-61． Li Nana，He Zhengyou．Power quality comprehensive evaluation combining subjective weight with objective weight[J]．Power System Technology，2009，33(6)：55-61(in Chinese)． [7] 张宇波，李春杰，黄文杰．基于可拓模糊理论的区域电力市场条件合理性分析和预警机制研究[J]．电网技术，2008，32(14)：90-95． Zhang Yubo，Li Chunjie，Huang Wenjie．Extensible fuzzy theory based rationality assessment of regional electricity market condition and research on forewarning mechanism[J]．Power System Technology，2008，32(14)：90-95(in Chinese)． [8] 梁钟晖，周渝慧，顾洪凤，等．基于模糊理论的输电中断成本估算方法[J]．电网技术，2009，33(1)：71-74． Liang Zhonghui，Zhou Yuhui，Gu Hongfeng，et al．An approach to estimate power transmission interruption cost based on fuzzy theory [J]．Power System Technology，2009，33(1)：71-74(in Chinese)． [9] 栗秋华，周林，张凤，等．基于模糊理论和层次分析法的电力系统电压态势预警等级综合评估[J]．电网技术，2008，32(4)：40-45． Li Qiuhua，Zhou Lin，Zhang Feng，et al．Comprehensive evaluation of forewarning grade of voltage state and tendency in power systems based on fuzzy theory and analytic hierarchy process[J]．Power System Technology，2008，32(4)：40-45(in Chinese)． [10] 周黎莎，于新华．基于网络层次分析法的电力客户满意度模糊综合评价[J]．电网技术，2009，33(17)：191-197． Zhou Lisha，Yu Xinhua．Fuzzy comprehensive evaluation of power customer satisfaction based on analytic network process [J]．Power System Technology，2009，33(17)：191-197(in Chinese)． [11] 孙静，秦世引，宋永华．模糊Petri网在电力系统故障诊断中的应用[J]．中国电机工程学报，2004，24(9)：74-79． Sun Jing，Qin Shiyin，Song Yonghua．Fuzzy Petri nets and its application in the fault diagnosis of electric power systems[J]．Proceedings of the CSEE，2004，24(9)：74-79(in Chinese)． [12] 杨健维，何正友，臧天磊．基于方向性加权模糊Petri网的电网故障诊断方法[J]．中国电机工程学报，2010，30(34)：42-49． Yang Jianwei，He Zhengyou，Zang Tianlei．Power system fault-diagnosis method based on directional weighted fuzzy petri nets[J]．Proceedings of the CSEE，2010，30(34)：42-49(in Chinese)． [13] 王建元，纪延超．模糊Petri网络知识表示方法及其在变压器故障诊断中的应用[J]．中国电机工程学报，2003，23(1)：121-125． Wang Jianyuan，Ji Yanchao．Application of fuzzy Petri nets knowledge representation in electric power transformer fault diagnosis in electric power transformer fault diagnosis[J]．Proceedings of the CSEE，2003，23(1)：121-125(in Chinese)． [14] Xu Luo，Kezunovic M．Implementing fuzzy reasoning Petri-Nets for fault section estimation[J]．IEEE Transactions on Power Delivery，2008，23(2)：676-685． [15] 栗然，仇晓龙．基于模糊Petri网的输电网故障诊断改进方法[J]．中国电力，2008，41(5)：50-54． Li Ran，Qiu Xiaolong．Improvement in fault diagnosis of transmission networks using fuzzy Petri nets[J]．Electric Power，2008，41(5)：50-54(in Chinese)． [16] TB10621—2009，高速铁路设计规范[S]． [17] 曾庆锋．基于自适应模糊Petri网和有色Petri网的电网故障诊断方法研究[D]．成都：西南交通大学．2010． [18] 卢涛，韩正庆，王继芳．全并联AT供电方式的故障测距方法[J]．电力系统及其自动化学报，2006，18(2)：27-30． Lu Tao，Han Zhengqing，Wang Jifang．Fault location method for all parallel autotransformer feeding systems [J]．Proceedings of the CSU-EPSA，2006，18(2)：27-30(in Chinese)． [19] Han Zhengqing，Liu Shuping，Gao Shibin，et al．Protection scheme for china high-speed railway[C]//10th IET international conference on developments in power system protection．Manchester：IET，2010：1-5.

本刊中的类似文章

1．王永强 律方成.基于贝叶斯网络的电容型设备故障诊断[J]. 电网技术, 2009,33(17): 222-225

2．刘超 何正友 杨建维 .基于量子神经网络的电网故障诊断算法[J]. 电网技术, 2008,32(9): 56-59

3．梅 念|石东源|杨雄平|段献忠.基于开关变位信息的电网可疑故障元件集识别方法[J]. 电网技术, 2007,31(15): 80-84

4．熊 浩，孙才新，李小虎.电力变压器故障诊断的人工免疫网络分类算法[J]. 电网技术, 2006,30(4): 65-68

5．张耀天|何正友|赵 静|张 鹏|李 明|桂建廷.基于粗糙集理论和朴素贝叶斯网络的电网故障诊断方法[J]. 电网技术, 2007,31(1): 37-43

6．张 强|张建民|薛丽华.基于快速通信机制的馈线自动化系统[J]. 电网技术, 2007,31(Supp): 141-144

7．钱 奇|刘 军|钱建军.电气设备绝缘监督管理系统的设计与实现[J]. 电网技术, 2007,31(Supp2): 14-17

8．殷志鹏.远程控制航模巡线的可行性分析和展望[J]. 电网技术, 2007,31(Supp): 221-223

9．周爱华 张彼德 方春恩 李伟 .基于模糊免疫识别方法的电力变压器故障诊断[J]. 电网技术, 2009,33(3): 99-102

10．窦东阳 赵英凯 .基于C语言集成产生式系统的火电厂实时故障诊断系统[J]. 电网技术, 2008,32(9): 89-92

11. 张 举，王兴国，李志雷.小波包能量熵神经网络在电力系统故障诊断中的应用[J]. 电网技术, 2006,30(5): 72-75
12. 潘 超|岳建平|刘 冰|于景龙 .基于适应型Petri网的电网故障诊断方法[J]. 电网技术, 2008,32(1): 46-50
13. 栗 然，黎静华，李和明.基于加权平均粗糙度的配电网故障诊断分层模型[J]. 电网技术, 2006,30(2): 61-65
14. 刘明慧，张东英，邹品元，许君德，雷 兴.能在线应用的地区电网故障恢复系统[J]. 电网技术, 2006,30(18): 35-39
15. 陈林刚，韩凤琴，桂中华.基于神经网络的水电机组智能故障诊断系统[J]. 电网技术, 2006,30(1): 40-43
