

# 智能判断技术在变电站站用变电源系统的研究与应用

丘冠新,王志华

(广东电网有限责任公司 珠海供电局, 广东 珠海 519000)

## Research and Application of an Intelligence Judgment Technology in the Substation Transformer Power Supply System

QIU Guanxin, WANG Zhihua

(Zhuhai Power Supply Bureau, Guangdong Power Grid Co., Ltd., Zhuhai 519000, Guangdong, China)

**ABSTRACT:** Based on the characteristics of the communication power supply of the substation power supply in Zhuhai power system, this paper proposes that an expert system method be used for the online pre-judgment for the substation power supply for all the substations in Zhuhai area. The paper expounds the on-line pre-judgment of the abnormal information and reasoning mechanism in the AC system of the substation power supply and methods of acquiring the abnormal information, and designs and compiles the related application software. Incidents of the AC power supply system for substations are simulated too. The field application has proved that the online pre-judgment system introduced in this paper is feasible and practical and worthy promoting.

**KEY WORDS:** intelligence judgment technology; substations; substation power supply; expert system; on-line judgment

**摘要:** 依据珠海电网系统变电站站用电源的结构变电站通信电源的特点,提出了珠海地区所有变电站站用电源系统中采用专家系统进行在线预判的方法。详细描述了站用变交流系统中在线预判异常信息和推理机制,以及获取异常信息的方法,设计了相关的应用软件,并编制了应用软件,模拟了变电站站用变交流电源系统的事故情况。经过现场实践检验,证明该系统具有实用性,是值得推广的在线判断系统。

**关键词:** 智能判断技术;变电站,站用电源;专家系统;在线判断

变电站功率变换设备和公用供配电系统设备,总称为变电站站用电源,在低压侧主要有直流操作电源、通信电源、电源、蓄电池和UPS。这些可靠的电

源主要是提供给变电站的二次设备。其中,组成变电站交流电源的装置有馈线控制、400 V交流电源屏和智能监测控制装置,这些电源是为了把交流电供给变电站的二次设备。构成的直流供电网络就是变电站直流电源系统,它分别是由配电装置、直流电源装置、控制和监测装置等构成,这些电源是为了确保变电站中的自动装置、断路器操作、信号、控制等工作正常。48 V直流输出和一组交流电输入是变电站通信电源,它主要是提供给变电站内的光传输、交换机等设备的电源。UPS电源是为了给变电站计算机等提供负荷用电,因为它能不间断地给负荷供交流电。

由于变电站的交直流电源及其重要,因此需要实时监测变电站电源。但是,在监测系统中,涉及的供应商也比较多,而且这些系统的功能因开发的实际等有差异,而且对功能使用对象也存在不同,导致系统之间不能把数据共享,也不能交换数据,进而不能形成独立的信息系统,不能有效利用彼此的数据信息,给企业整合共享信息带来很多困难。

从2005年开始,不断有厂家设计、制作一体化交直流电源,整合电源以后,为企业提供统一的监测平台,但也只是合并简单的数据,在实际使用过程中,会出现繁多的数据,感觉无从下手。在这种情况下,本文推出变电站站用电源在线智能判断技术,实现其功能效果:

1) 可以智能分析变电站的各种电源数据,并且

能够很快地知道电源的使用状态,以及出现的问题。

2) 使变电站的电源用系统来分析各种数据,并且从电源的运行中能看出电源的隐患,使我们能尽早发现问题、解决问题,避免影响整体设备运行。

## 1 系统原理和关键技术

变电站站用电源发生故障,一般是由少数原件,或者是单一原件造成,故障的发生也是逐渐形成,有时是疏忽大意,微小的错误操作和设置,而且对错误的操作没有发出警告,导致无法挽回的后果<sup>[1-2]</sup>。

站用电源所采用的智能判断主要是在电源的检测过程中,发现故障征兆,然后分析处理这些故障征兆信息,得出事故的原因和产生故障的源头,进而让电源运维人员及时知道,做出进一步处理,实现早发现、早处理的操作(见图1)。

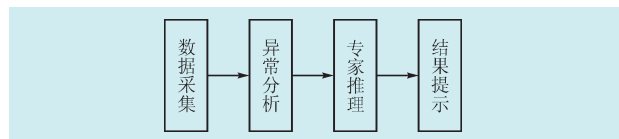


图1 专家系统的处理图

Fig. 1 Processing of the expert system

站用变电源工作中的判断系统在线工作的原理如下:

1) 把电源的数据采集回来,然后按照设计的格式存入数据库。

2) 系统把数据库中的数据导入到专家系统,根据专家系统分析电源的工作数据情况,得出电源是否存在故障问题,或者有可能发生故障想象。

3) 分析一些数据的异常因素,这些异常因素分析在专家系统内推理完成,得出最终结果。

4) 在综合分析结果的基础上,给出相应的处理意见。

在线智能的项目判断关键技术是专家系统和异常信息的分析,获得异常信息以后,才能进一步进入专家系统得出结果<sup>[3-5]</sup>。

由于站用电源在运行过程中,所产生的信息量非常大,如果从中分析出异常信息,就需要把电源了解透彻,而且所应用的分析方法需要在完成过程中不断积累。

在此次项目中,除了用专家、电科院等的讨论以外,异常信息找出的方法主要通过以下标注和资料:

- 1) 以前电网所有的缺陷数据。
- 2) 以前电网处理事故的措施。
- 3) 已经形成的电网运行规章制度,以及具体操作办法。
- 4) 从产生的缺陷中分析其原因,讨论处理缺陷的办法。

变电站站用电源系统不是用简单的数学就可以描述,这个系统非常复杂,而且运行这项系统需要的技术也非常复杂,这项复杂技术被称为专家系统。

专家系统是一个计算机程序,主要是为了把该领域出现的问题,只有用专家级别的水平才能解决,因为该问题不能用数学模型来解决。因此,该系统需要具备类似人类的思维能力和专家一样的知识库,并且能推理出该领域的问题和故障,而且能解决实际发生的情况。

根据定义,专家系统的功能主要有(见图2):

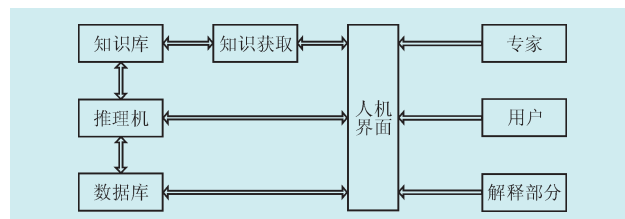


图2 专家系统的结构功能

Fig. 2 Structure and function of the expert system

- 1) 大量的存储数据和相关解决数据。
- 2) 具备推理和解决问题的初始数据,同时还有各种推理中涉及的信息。
- 3) 当输入当前的数据,可以用已经具备的知识来推理,并能把当前出现的问题解决,使整个系统控制协调。
- 4) 能够解释系统自身行为,也能够解释问题的推理和得出的结论。
- 5) 具备获取知识的空间,以及能升级、扩展知识库,完善系统维护。
- 6) 设置相关的用户接口,方便使用,能够积极有效的把用户的需求传达,能理解用户处理信息。

专家系统中的核心内容就是知识库,在处理 and 判断变电站站用电源的异常程中,系统需要具备大量专业知识,涉及的知识有变电站电气设备构造和设备原理,对设备运行要求要熟悉,如果一旦出现异常能够分析其原因和做出相应处理,而且能够对异常信息采取一定措施<sup>[6-9]</sup>。用产生式表示出的这些专业知识,同时作为判断规则存储到专家系统数据

库,这也叫产生式规则计组成(见图3)。

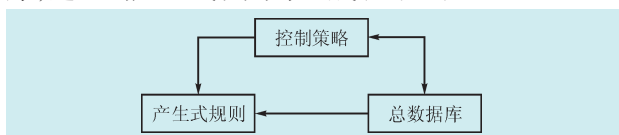


图3 产生式系统组成图

Fig. 3 Composition of the production system

## 2 获取异常信息的方法

异常信息通过变电站站用电源过程中,判断系统获取信息的主要方法如下。

### 2.1 定值比对站用电源

经过比对站用电源的配置,可以分析电源运行设置的定值,同时用运行规范与之比较,进而确定设置的站用电源值是否正确。

《变电站电源系统IEC 61850工程应用数据模型》是广东电网所颁布,然后结合、直流电源、交流电源、通信电源和UPS电源的国家标准,以及南网、广东电网的标准,最终确定所设置的站用电源,这也是站用电源定值设置正确性的判断标准。

### 2.2 比对站用电源定值裕量和检测值

比对的内容是站用电源检测的实际数据与典型设计和定值,经过比对检测值与定值裕量,进而可以看出电源的参数相差标准定值多少,同时获得电源所产生的数据“健康”状况<sup>[10-14]</sup>。

### 2.3 比对操作中是否规范

把电源的规范操作作为实际操作变电站站用电源的标准,对检测到不规范操作时,比对实际操作过程给予预警和存储。

### 2.4 智能管理关键元件

主要管理的关键元器件是针对充电模块ATS、硅链、UPS电池模块等电源设备进行管理,主要智能管理有:

- 1) 管理更换年限。
- 2) 管理年限。
- 3) 管理动作次数。
- 4) 管理故障。

### 2.5 分析对比系统间的数据管理

比对系统之间的数据分析,主要针对各电源之间的数据进行分析,为了能提前收到站用各个电源的异常,并能及时预警。

其中的工作原理为:站用电源的各个部分有相

关的数据采集,这些数据的变化趋势和数据都是互相关联。根据彼此的联系来分析是否异常,获取站用电源的系统故障和出现故障的原因。

### 2.6 全程进行跟踪蓄电池充电过程

整个站用电源中的关键部分就是蓄电池,它必须按照蓄电池的标注进行充电,因此必须要通过全程跟踪来管理蓄电池,检测过程中比对设定的参数,看充电顺序是否按照要求进行,同时检测是否是按照标准进行充电,进而发现蓄电池的异常情况。

### 2.7 用曲线的形式进行分析关键的设备参数

在一定时间范围内,需要跟踪电源中的关键设备,以及容易出现故障的设备,对关键参数变化趋势进行分析,同时进行横向比较参数,使电源设备的异常情况被发现<sup>[15-16]</sup>。

## 3 推理技术

站用电源用人工智能推理技术制成的在线判断警系统。推理机对已知信息,或者异常情况进行分析,然后根据知识库规则进行反复匹配,最后得出新的结论,获得解释问题的结果。

本文中采取的推理在线只能判断的项目有两种,分别如下。

### 3.1 单独事件的推理

当出现异常情况以后,可以把每个的异常信息进行推理,反应异常信息的结果,同时发出预警信息。

### 3.2 多起事件相关联的推理

这种推理是针对多起事件进行综合推理,而且这一事件是在同一时间相关联的故障问题。

站用电源出现异常事件进行定值比时,大多都是单独事件的推理。

属于单独的事件推理的还有电源的检测值与定值裕量,相关这个项目的软件,在运行过程中进行综合评价健康指标。

多起事件相关联的推理在数据对比过程中也很多,需要用具备专业知识构建形成的专家系统,综合推理出异常结果。

以下是举例各个事件:

- 1) 充电的装置和模块所输出的电压不相等。
- 2) 充电装置输出和蓄电池组所输出的电压不相等。
- 3) 充电输出和直流合母的电压不相等。

4) 充电模块和充电装置的输出电流相同。

5) 充电装置电流是由直流母线负载电流和蓄电池电流组成。

如果已经有以下事件发生:

1) 充电的装置和模块所输出的电压不相等。

2) 充电装置输出和蓄电池组所输出的电压不相等。

3) 充电输出和直流合母的电压不相等。

但是4)和5)没有触发电流事件,也就可以肯定:

①充电模块和充电装置的输出电流相同。②充电装置电流是由直流母线负载电流和蓄电池电流组成。

最后系统的结果判断为:①检测过程中发现电压异常。②而且充电装置的电压检测装置发出预警建议。③如果事件已经发生。

1) 充电的装置和模块所输出的电压不相等;已经发生事件。

2) 充电装置输出和蓄电池组所输出的电压不相等;已经发生事件。

3) 充电输出和直流合母的电压不相等;已经发生事件。

4) 充电模块和充电装置的输出电流相同;已经发生事件。

5) 充电装置电流是由直流母线负载电流和蓄电池电流组成。已经发生事件。

系统进行预警提示:蓄电池出现异常连接。提出的处理意见:请检查设备连接。

## 4 软件的应用介绍与案例模拟

通过以上理论,在具体实际应用中分析情况,对事件进行预分析,预估在线智能判断系统结果。

案例一:珠海供电局的某新站,1号站用电源电量变低,被断开,2号站用电源不能投入到使用中,主要是因为进线设置为手动开关,不能投入使用,站用电源出现缺乏交流电。如果安装了站用电源在线判断系统,系统就会出现预警,提示“进线开关定值设置异常”,就可自动处理。

案例二:在珠海供电局某中心站,因为过高的交流电压,频繁的损害直流模块。

通过站用电源在线判断系统可以及时预警,并会提示:“交流电压异常变化,防止损害设备”,可以

做到提前处理。

案例三:2006年,珠海供电局某某220 kV站就出现以下情况:在7:50分时,调度出现中调、地调在转发过程中中断,现场检查以后,当切换站用电源时,中断了UPS交流输入,电池输出回路上UPS的主机蓄电池的开关是OFF位置,直流电源不能给提供,造成工作停止,数据处理屏产生掉电情况,通讯同时中断。然后把开关恢复到ON,设备可以正常运行。

站用电源在线判断系统可以做出预警提示:“UPS直流输入开关异常”,使事故发生前预知,提前提示隐患。

案例四:珠海电网系统某企业110 kV站,检测的电池出现损坏,出现过大的电流检测值,限制直流系统时,造成直流电池严重缺电,产生直流设备异常运行,严重影响该企业的站正常运行。

## 5 结语

随着电网的不断发展,在所有变电站的运行管理过程中,出现很多新的问题,应用信息化和智能化手段是电网发展的必然。

文中用专家系统在线判断变电站站用电源的方法,重点对电源的异常信息在线智能判断和获取信息进行阐述,以及对系统运行的推理机制进行分析,根据实际情况进行研究,编制了相关的应用软件,经过实践测试,有明显的效果,而且具有很高的实用性和可行性。

## 参考文献

- [1] 王春杰,祝令瑜,汲胜昌,等. 高压输电线路和变电站雷电防护的现状与发展[J]. 电瓷避雷器, 2010(3): 35-46.  
WANG Chunjie, ZHU Lingyu, JI Shengchang, et al. Present and development of lightning protection for HV transmission lines and substations[J]. Insulators and Surge Arresters, 2010(3): 35-46 (in Chinese).
- [2] 曹斌,彭利强,李景禄. 特殊场所电源系统的防雷优化与事故分析[J]. 电瓷避雷器, 2010(4): 41-45.  
CAO Bin, PENG Liqiang, LI Jinglu. Lightning protection optimization and accident analysis of power system at special sites[J]. Insulators and Surge Arresters, 2010(4): 41-45 (in Chinese).
- [3] 杨文佳,张勇. 南方电网自备投装置配置与技术功能规

- 范[S]. 广州: 中国南方电网有限责任公司, 2011.
- [4] 国家电网公司. 变电站管理规范[M]. 北京: 中国电力出版社, 2006.
- [5] 孟祥忠, 王玉彬, 张秀娟, 等. 变电站微机监控与保护技术[M]. 北京: 中国电力出版社, 2004.
- [6] 陈喜新, 叶超平. 新丰江电站厂用电及自投控制系统技术改造[J]. 电网与清洁能源, 2009, 25(7): 73-76.  
CHEN Xixin, YE Chaoping. Alteration of station-service power and control system of Xinfengjiang hydropower plant[J]. Power System and Clean Energy, 2009, 25(7): 73-76 (in Chinese).
- [7] 王建勇, 王志华, 黄兴, 等. 变电站380 V ATS自动电源开关控制系统关键技术方案研究与应用[J]. 电网与清洁能源, 2014(5): 31-37.  
WANG Jianyong, WANG Zhihua, HUANG Xing, et al. Research on the key technology of 380 V ATS automatic power supply switch control system and its application in substation[J]. Power System and Clean Energy, 2014(5): 31-37 (in Chinese).
- [8] 陈水耀, 刘宏君, 陈川. 智能变电站继电保护在线测试方案研究[J]. 电网与清洁能源, 2014(9): 58-61.  
CHEN Shuiyao, LIU Hongjun, CHEN Chuan. Research on relay protection online test in smart substations[J]. Power System and Clean Energy, 2014(9): 58-61 (in Chinese).
- [9] 刘柱揆, 许守东, 周鑫, 等. 基于模拟变电站运行状态的全站交流二次回路检验方法[J]. 南方电网技术, 2013(3): 99-103.  
LIU Zhukui, XU Shoudong, ZHOU Xin, et al. Test method of the whole AC secondary circuits in a substation based on its simulated operation states [J]. Southern Power System Technology, 2013(3): 99-103 (in Chinese).
- [10] 梁雨林, 黄霞, 陈长材. 电压互感器二次回路异常的原因及对策[J]. 电力自动化设备, 2001, 21(11): 73-74.  
LIANG Yulin, HUANG Xia, CHEN Changcai. The cause of TV secondary wire abnormality and its countermeasures[J]. Electric Power Automation Equipment, 2001, 21(11): 73-74 (in Chinese).
- [11] 王红斌, 陈扬, 高雅, 等. 基于数据挖掘的预警技术在一体化输电设备监测中的应用研究[J]. 电网与清洁能源, 2014(1): 55-58.  
WANG Hongbin, CHEN Yang, GAO Ya, et al. Application of early warning technology in power transmission equipment condition monitoring based on data mining[J]. Power System and Clean Energy, 2014(1): 55-58 (in Chinese).
- [12] 张东利. 决策树分类方法在水轮机组故障诊断的应用研究[J]. 电网与清洁能源, 2013, 29(6): 92-94.  
ZHANG Dongli. Decision tree classification for fault diagnosis of hydro-turbine generating unit[J]. Power System and Clean Energy, 2013, 29(6): 92-94 (in Chinese).
- [13] 范波. 数据挖掘技术在电力数据集成应用的研究[J]. 陕西电力, 2010, 38(9): 55-57.  
FAN Bo. Application of data mining technology in data integration of power system[J]. Shaanxi Electric Power, 2010, 38(9): 55-57 (in Chinese).
- [14] 潘洁珠, 吴共庆, 胡学钢, 等. 基于领域知识的预警规则发现研究[J]. 计算机技术与发展, 2008, 18(7): 66-69.  
PAN Jiezhuzhu, WU Gongqing, HU Xuegang, et al. Research of mining early warning rules based on domain knowledge[J]. Computer Technology and Development, 2008, 18(7): 66-69 (in Chinese).
- [15] 李智勇, 曹静, 吴为麟. 决策树算法在某地区电网安全评估中的应用研究[J]. 能源工程, 2009(5): 5-9.  
LI Zhiyong, CAO Jing, WU Weilin. Application of decision tree algorithm in power grid security assessment of a certain area[J]. Energy Engineering, 2009(5): 5-9 (in Chinese).
- [16] 毛琛琳, 张功望, 刘毅. 智能机器人巡检系统在变电站中的应用[J]. 电网与清洁能源, 2009, 25(9): 30-32.  
MAO Chenlin, ZHANG Gongwang, LIU Yi. Application of intelligent robot iterative inspection system in substation[J]. Power System and Clean Energy, 2009, 25(9): 30-32 (in Chinese).

收稿日期: 2014-08-12。

作者简介:

丘冠新(1974—), 男, 本科, 工程师, 本科, 变电管理所主任, 主管安全生产、技术及行政全面工作;

王志华(1959—), 男, 本科, 高级工程师, 长期从事继电保护运行维护与管理工作。

(编辑 董小兵)