

特区电力

S.E.Z. ELECTRIC POWER

珠海西科电气有限公司

ZHUHAI SICONA ELECTRIC CO., LIMITED

SICONA



厂内一角

珠海出版社

特刊
2008

特区电力

S.E.Z. ELECTRIC POWER

《特区电力》第三届编委会

顾问: 张修万 董锦初
张古银 丁功华
段光辉 邝 锋
蒋礼强 陈振华
李克勤

主任委员: 谭蔚波

副主任委员: 白谊春 李明亮
颜 盛 梁锡垣

委员:

梁学敏 宋阳辉 张宏宽 孙廷玺
翁奕珊 江 北 邹国惠 伍征团
王立地 李有铨

主 编: 颜 盛 (兼)

副主 编: 张维明

编 辑: 张古银 郭 波 郑颂丽
黄爱勤 陈俊书

本文集电子版录入中国科协 科技期刊论文数据库

主办单位: 广东电网珠海供电局

珠海市电机工程学会

协办单位: 茂名市电机工程学会

中山市电机工程学会

湛江市电机工程学会

编辑: 《特区电力》编辑部

地址: 珠海市香洲区翠香路294号

邮编: 519000

电话: 0756—2182164 2121980

2121380

传真: 0756—2121680

E-mail: tequodianli@163.com

出版日期: 2008年6月25日

ISBN978-7-5453-0041-3

目录

C O N T E N T S

综述与专论

- 基于短期负荷预测的无功优化控制的研究…… 薛 涛 李庚银 牛盛楠 (1)
- 波形预测法识别变压器励磁涌流的原理研究…………… 刘 骏 (5)
- 配电网合环操作环流的计算及控制…………… 付振宇 (8)
- 变电站综合自动化系统的现状与发展趋势…………… 汤晓晖 (10)

分析与探索

- 电力谐波污染的仿真分析…………… 鲁 力 陈国科 (14)
- 就地保护测控装置抗干扰措施的探讨…………… 付美贤 (18)
- IP城域网改造方案探讨…………… 朱晓慧 (22)
- 消弧线圈接地系统特点及选线方式分析…………… 杨海鹰 (26)
- 大型变压器绝缘试验结果的准确性判断…………… 黄继攀 (29)
- 浅谈低压远程集中抄表系统存在问题与改进…………… 罗晓绚 (31)
- 熔断器保护电器设备二次控制回路的分析…………… 刘 杰 (35)
- 110kV短线路采用光纤纵差保护对提高电网可靠性的探讨… 何敏仪 (37)

开发与应用

- 耐热铝合金导线在电网建设中的应用…………… 唐继朋 (40)
- 高压电桥法在电缆故障定位中应用的要点…………… 陈志忠 (43)
- 线路保护整定计算中最大零序电流方式的自动生成…………… 尹 亮 (46)
- 大客户电力负荷管理系统在用电检查工作中的应用…………… 叶谷芳 (50)
- 基于电流互感器TA取电的馈线保护控制器…………… 刘志强 郭上华 (53)
- 汕尾电厂污水泵房沉井的施工技术…………… 钟茂林 (58)
- GPRS系统在配网线损管理及电能监测的应用前景…………… 何凯婷 (62)
- 110kV高压架空线引下接电缆的几种方式…………… 李文斌 (65)
- 非晶合金变压器的节能效果及应用…………… 黄海燕 (68)
- 浅谈电子式多功能电能表在关口计量装置中的应用…………… 艾 伟 (72)

企业管理

- 电力企业信息安全管理与防范措施..... 张宏伟 (76)
- 浅谈电力功率因数的控制与节电..... 李荣卿 (79)
- 运用正反思维进行电费核查方法..... 梁惠英 (83)
- 优化农村电网结构提高供电可靠性..... 陈国龙 (86)

设计园地

- 基于GPRS的供电故障急修移动作业系统的设计..... 魏俊锋 (88)
- 应用PSASP7.0求解三相和单相短路问题..... 杜 欢 (92)
- 居民用电递增制阶梯电价方案的设计 王珊珊 周 浩 (95)

经验与实践

- 黄埔发电厂内冷水处理方式的改进..... 刘东胜 (99)
- 一种分体箱式变压器的改造..... 彭子平 李若明 (102)
- 四会供电局架空送电线路的综合防雷措施..... 李 智 (104)
- 10kV真空断路器分合闸线圈烧毁原因分析..... 朱宏智 (106)
- 五防系统中关于隔离开关电磁锁的几点建议..... 黄常抒 胡云花 (109)
- 珠海大港变电站110kV大粤甲线计费异常原因及改进措施
..... 李杰超 (112)
- 云浮电厂#1发电机定子线圈内冷水流量减少的检查与处理
..... 金新华 (114)
- 降低变压器励磁涌流不良影响的措施..... 邓业洪 (118)

图书在版编目(CIP)数据

特区电力/《特区电力》编委会编. —珠海: 珠海出版社, 2008.6

ISBN 978-7-5453-0041-3

I.特... II.特... III.电力工业—科学技术—珠海市—文集 IV.F426.61-53

中国版本图书馆CIP数据核字(2008)第111165号

特区电力

© 颜盛 主编

责任编辑:冯建华 徐菁菁

封面设计:鲍 钧

出版发行:珠海出版社

地 址:珠海市银桦路566号报业大厦3层

电 话:0756-2639346 邮政编码:519001

邮 购:0756-2639344 2639345 2639346

网 址:www.zhcbcs.net

E-mail:zhcbcs@zhcbcs.net

印 刷:珠海市鹏深印刷有限公司

开 本:850 x 1168mm 1/16

印 张:7 字 数:240千字

版 次:2008年6月第1版

2006年6月第1次印刷

印 数:1-4000

书 号:ISBN 978-7-5453-0041-3

定 价:10.00元

版权所有 翻印必究

(若印装质量发现问题,可随时向承印厂调换)

Contents

Summarize & Special Discussion

Research on Reactive Power Control Based on Short-time Load Forecasting	(1)
Principle Study of Identifying Inrush Current of Transformer with Waveform Forecasted Algorithm	(5)
Computation and Control of Distribution Network Closing Loop Operation	(8)
The Present and Future of Transformer Substation Comprehensive Automation System	(10)

Analysis & Exploration

Simulation Analysis of Electric Harmonic Pollution	(14)
Discussion on Anti-interference Measures of on site Protective Test and Control Device	(18)
Discussion on Metropolitan Area Network Reform Plan	(22)
Characteristic of Arc-suppression Coil Grounding System and Analysis of Line Selection Mode	(26)
Judgment on the Accuracy of Large Transformer insulation Test Result	(29)
Discussion on Existing Problem and Improvement of LV Long-distance Centralized Meter Reading System	(31)
Analysis on the Fuse Protection for Secondary Control Circuit of Electric Equipment	(36)
Exploration on how to Apply Optical Fiber Longitudinal Differential Protection to Improve Power Supply Reliability in 110kV Short Lines	(37)

Development & Application

Application of Heat-resistant Aluminum Alloy conductor in Power Grid Construction	(40)
The Key Points of Application of HV Bridge Method in Cable Fault Location	(43)
Auto-build of the Operation Mode of Max Zero Sequence Current in Line Setting Calculation	(46)
Application of Large Customer Power Load Management System in Inspection of Power Supply	(50)
Feeder Protection Controller Based on Current Transformer TA	(53)
Construction Technique for Sinking Well of Sewage Pump House in Shanwei Power Plant	(58)
Future Application of GPRS System in Distribution Network Line Loss Management and Energy Monitor	(62)
Analysis on Several Modes of 110kV High-voltage Overhead Line Transforming Underground Cable	(65)
Energy Saving Effect and Application of Amorphous Alloy Core Transformer	(68)
Brief Discussion on the Application of Electronic Multifunctional Energy Meter in Gateway Energy Metering Device	(72)

Management of Enterprise

Power Enterprise Information Security Management and Preventive Measures -----	(76)
Brief Discussion on the Control and Power Saving of Electric Power Factor -----	(79)
Apply Positive and Negative Thinking in Electric Charge Checking -----	(83)
Optimize the Rural Power Grid Structure and Improve the Reliability of Power Supply -----	(86)

Column of Design

Design of Mobile Operation System for Power Supply Malfunction Repairing Based on GPRS -----	(88)
Applying PSASP7.0 to Solve the Problems of Three-phase Short Circuit and Single-phase Short Circuit -----	(92)
Design of Stepwise Pricing System for Residents Power Supply -----	(95)

Experience & Communication

Improvement of the Inner Cooling Water Treatment in Huangpu Power Plant -----	(99)
Improvement of the Discrete-Type Transformer -----	(102)
Comprehensive Lightning Protection for Overhead Power Transmission Lines in Sihui Power Supply Bureau -----	(104)
Analysis on the Cause of Burn-out of Closing Coils for 10kV Vacuum Circuit Breaker -----	(106)
Some Suggestions on Disconnecting Switch Magnetic Lock in Five-protection System -----	(109)
Cause and Solution to the Wrong Charge in Dayue A 110kV Line in Zhuhai Dagang Substation -----	(112)
Inspection and Treatment to the Decrease of Cooling Water Flow in Stator Coils of No.1 Generator in Yunfu Power Plant -----	(114)
Measures to Reduce the Negative Influence of Inrush Current of Transformer -----	(118)

基于短期负荷预测的无功优化控制的研究

Research on Reactive Power Control Based on Short-time Load Forecasting

薛 涛¹ 李庚银¹ 牛盛楠²

1 华北电力大学 071003 河北·保定

2 天津大学建筑学院 300072 天津

Xue Tao¹, Li Geng-yin¹, Niu Sheng-nan²

(1 North China Electric Power University, Baoding, 071003, China

2 Tianjin University, School of Architecture, Tianjian, 300072, China)

【摘要】在短期负荷预测的基础上,利用遗传算法求解整个电网的无功优化问题,得到的优化结果为各个变电站VQC的合理限值。该方法将全局优化、集中控制与分散控制的优点结合起来,克服了各变电站无功、电压就地最优控制的弊端,提高了系统电压的合格率、降低了系统的总线损,节电效益显著。

【关键词】短期负荷预测 人工神经网络 无功优化 遗传算法

ABSTRACT: Based on the short-time load forecasting, the paper solves the reactive power optimization in the entire power system with genetic algorithm, and obtains optimized result for each transformer substation VQC reasonable limiting value. This method unifies the merit of global optimization, centralized control and decentralized control, avoids the problems with various transformer substations reactive power optimization and voltage optimum control, raises the systemic voltage qualified rate, and reduces the total line loss in the system, the electricity saving benefit is remarkable.

KEY WORDS: short-time load forecasting; artificial neural network; reactive power optimization; genetic algorithm

0 前言

随着国民经济的发展,我国的配电网特别是高负荷密度的城市配电网发展迅速,配电网的改造与建设也日益深入与完善。配电网的任务是把从电源或输电网获得的电能直接分配给不同电压等级的用户,是从发电到用电的中间环节。与输电网相比较,配电网的电压等级较低,供电范围小,但因直接与用户相连,而用户数目十分庞大,用电性质千差万别,用户对供电可靠性和电能质量的要求也越来越高,因此配电网要考虑提高电能质量和事故应变能力,同时要降低网损,提高电力系统运行的经济性。

1 国内外研究现状

无功实时控制系统是闭环运行的,所以必须在满足系统安全、可靠的前提下,力求达到降低网损、提高电压合格率以及降低调度人员劳动强度的目标。在常规的电压一无功控制方法中,最常用的是九域图及其改进方法;还有将模糊控制与专家系统技术相结合应用于变电站的电压一无功控制当中,这些方法是针对于变电站的电压一无功控制的,都属于局部就地控制,而不是集中控制方式;而集中控制方式是电压一无功控制的最佳方式,但是由于自动化水平等方面存在的问题,难以全面展开。

目前,无功电压综合自动控制装置(以下简称VQC)已在许多变电站中投入使用。但是,由于

VQC仅仅采集一个变电站的运行参数,不能实现对地区电网中各变电站的电容器和有载调压变压器分接头档位进行协调控制,所以单纯用VQC进行电压无功控制难以使各变电站已投入的电压无功设备和容量得到充分利用。同时,各节点分散控制还可能导致电网无功潮流分布不合理和节点被控对象频繁操作。

因此,为实现全局最优控制,研究如何合理设置VQC限值,对全网无功调压设备进行统一协调控制,对于电网经济运行、改善电能质量具有现实意义。对于动态无功优化计算,目前国内外常用的方法是将动作次数限制作为约束变量或目标函数中的惩罚,这使各时段的优化相互关联,增加了优化计算的复杂度,导致求解时间很长且难以得到全局最优解。

遗传算法用于无功优化就是在电力系统环境下随机产生一组初始解,然后对其编码,通过适应值评估函数评价其优劣,适应值低的被抛弃,只有适应值高的才有机会将其特性迭代到下一轮解,通过遗传操作——选择、杂交和变异,使其重新组合,最后趋向于全局最优解。将遗传算法应用在电力系统无功优化计算上,目前所取得的成就是令人鼓舞的。但是仍然存在搜索时间过长,易陷入局部最优的问题,特别是随着电网规模的不断扩大以及实时应用的要求,这一矛盾更显突出。

短期负荷预测是电力系统调度和计划部门安排购电计划和输电方案的基础。为了提高电网运行的安全性和经济性,改善供电质量,短期负荷预测需要尽可能高的预测精度。由于电力系统负荷的复杂性,存在着多种不确定性及难以解析描述的非线性,因此预测时不仅要求精确性,还要求鲁棒性、实时性、容错性。基于以上背景,文中采用了具有高度非线性映射能力的人工神经网络(ANN)与具有较强模糊数据处理能力的模糊理论相结合的算法来预测,实际算例证明了该算法的有效性。运用神经网络技术进行电力负荷预测,优点是可以模仿人脑的智能化处理,对大量非结构性、非准确性的规

律具有自适应功能,具有信息记忆、自主学习、知识推理、优化计算等特点,特别是其自主学习和自适应功能是常规算法所不具备的。因此预测正逐渐成为人工神经网络最有潜力的应用领域之一。

2 短期负荷预测在配网无功优化控制中的应用

2.1 基本原理

运用基于短期负荷预测的集中、分散协调控制的基本思想来解决配网无功电压的控制问题。首先,各变电站对本区域进行短期负荷预测,并将预测结果反馈给上一级系统,由上一级控制系统根据反馈量对配网进行优化协调后,把修正后的协调量下达到各变电站,各变电站根据收到的这一协调量对自己的运行进行优化。经过这样的过程,最终使电网在整体和局部上都实现优化。

2.2 配网无功优化

2.2.1 无功优化数学模型

无功优化采用的目标是有功网络损耗最小,无功优化模型的变量分为控制变量和状态变量,其中控制变量包括PV节点发电机机端电压 V_{Gi} 、有载可调变压器变比 T_i 和可投切无功补偿装置节点投切量 C_i ,状态变量包括PQ节点电压 V_i 和发电机的无功出力 Q_{Gi} 。同时应满足潮流方程的等式约束,控制变量的上、下限约束,母线电压的上、下限约束等。可以看到,控制变量中既有连续变量发电机机端电压,又有离散变量变压器分接头变比、无功补偿装置投切量,其数学模型的表达式如下:

① 目标函数:

$$\min P_L = \sum_{\substack{i \in N \\ j \in i}} G_{ij} (V_i^2 + V_j^2 - 2V_i V_j \theta_{ij})$$

② 等式约束

节点有功功率约束:

$$\Delta P_i = P_{Gi} - P_{Di} - V_i \sum_{j \in i} V_j (G_{ij} \cos \theta_{ij} - B_{ij} \sin \theta_{ij}) = 0$$

$$i = 1, 2L, N-1$$

节点无功功率约束:

$$\Delta Q_i = Q_{Gi} - Q_{Di} - V_i \sum_{j \in i} V_j (G_{ij} \sin \theta_{ij} + B_{ij} \cos \theta_{ij}) = 0$$

$$i = 1, 2L, N-1 - N_{PV}$$

③ 不等式约束

PQ节点电压安全约束:

$$V_{imin} < V_i < V_{imax} \quad i \in \{N - N_{PV} - N_{V\theta}\}$$

发电机节点无功出力约束:

$$Q_{Gimin} < Q_{Gi} < Q_{Gimax} \quad i \in \{N_{PV}, N_{V\theta}\}$$

可投切无功补偿装置投切量约束:

$$C_{imin} < C_i < C_{imax} \quad i \in N_C$$

有载可调变压器变比约束:

$$T_{imin} < T_i < T_{imax} \quad i \in N_T$$

PV节点发电机端电压约束:

$$V_{Gimin} < V_{Gi} < V_{Gimax} \quad i \in N_{PV}$$

其中 P_L —电网有功损耗, N —系统节点集, N_T —有载可调变压器集, N_{PV} —PV节点集, N_C —可投切无功补偿装置节点集, $N_{V\theta}$ —平衡节点, P_{Gi} 、 Q_{Gi} —节点*i*上所带发电机发出的有功功率和无功功率, P_{Di} 、 Q_{Di} —节点*i*上所带负荷吸收的有功功率和无功功率, θ_{ij} —节点*i*电压和节点*j*电压的相位角之差, G_{ij} 、 B_{ij} —节点导纳矩阵中元素的实部和虚部。

2.2.2 基于遗传算法的无功优化

遗传算法由于自身特点, 特别适合于解决多目标混合优化方面的问题, 具有稳定的收敛特性, 是一种先进的全局优化方法。遗传算法用于无功优化就是在电力系统环境下的一组初始解, 受各种约束条件的限制, 通过适应值评估函数评价其优劣, 适应值低的被抛弃, 只有适应值高的才有机会将其特性迭代到下一轮解, 通过选择、交叉、变异等遗传操作, 使种群逐渐趋于最优, 最后得到最优解。

遗传算法的基本思想可描述为: 随机产生一系列待选方案, 经过某一特定标准评价, 淘汰性能差的, 保留性能好的, 并在此基础上通过方案间信息交叉、变异, 产生新的方案, 再评价, 再产生新的方案, 如此重复, 直至得到符合某种要求的结果。遗传算法的内容可包括: 基因编码、产生祖先、基因评价、基因选种、基因操作。

① 编码(CODING)与母体(POPULATION)

编码起着遗传信息与优化控制变量之间的纽带作用, 编码的优劣有时直接关系到能否收敛到最优

解。

编码形式为: $X = [T_1, T_2, \dots, T_L, C_1, C_2, \dots, C_L]$, 其中, T_i 为第*i*台变压器的抽头位置, C_i 为第*i*个补偿节点投切的电容器组数。遗传算法中随机产生一组(群规模个)述形式的初始解被称为祖先, 即第一代母体, T 或 C 的初始值由一些随机函数产生。母体数 N 是遗传算法的一个重要参数, 在本文中也称为群规模, 它的大小由外部指定, N 不能太小, 也不宜过大, 一般从十开始, 以十为单位递增。

② 评价(EVALUATION)与选择(SELECTION)

评价的标准因所研究的问题不同而异, 在遗传算法中评价值被称为适应函数值(FITNESS), 本文选取:

$$FITNESS(X_i) = F_i$$

F_i 为第*i*个个体的目标函数值, 本文以目标函数值由小到大的顺序将染色体群进行排序。基因选择是遗传算法中比较关键的一步, 它是从母体中选取个体形成繁殖库的过程, 有时直接关系到收敛速度问题。交叉率(P_c)和变异率(P_m)在基因选择中应用普遍, 交叉率(P_c)、变异率(P_m)的取值应从实际问题出发灵活掌握。

③ 杂交(CROSSOVER)和变异(MUTATION)

基因操作是遗传算法的主要内容和核心部分, 它包括杂交(又称交叉)和变异, 杂交和变异都是遗传算法中获取新优良个体的重要手段, 变异操作是模拟生物在自然环境中由于各种偶然因素引起的基因突变过程, 表现为码串字符的翻转, 如在二进制码中, 0变为1或1变为0。变异操作可使适应值小的个体或群体性能趋于一致时的个体发生变化, 同时防止适应值大的个体变异, 从而使每一代保持新鲜个体, 避免进化停滞, 过早收敛。

2.3 短期负荷预测

2.3.1 短期负荷预测模型

电力系统短期负荷预测是对未来几天或者几小时的负荷情况进行预测。电力负荷之间的时间差距越近关系就越密切, 因此当预测时间距历史数据较近时的预测误差相对较小; 当预测时间距历史数据

较远时的预测误差相对较大。所以在预测时,尽量采用距离预测日近的历史数据,可以赋予较近的历史数据以较大的权值,距离较远的则取小,这就是负荷预测工作中的“近大远小”的原则。在负荷预测的实际工作中,另一个难点是如何确定负荷与天气的关系。

根据短期负荷特性分析可知:短期负荷的基本变化规律可由典型负荷分量的特性来描述,日负荷到周负荷的变化受天气敏感负荷分量影响明显,同时还存在特殊事件负荷分量和随机负荷分量。

由于影响短期电力负荷预测的因素众多,各因素之间存在大量的不确定和难以解析的非线性等特性,预测指标规律各异变化、趋势随机性强,难以确定统一的数学模型,因而提高预测精度有一定困难。大量的生产实践和研究结果表明,气象条件和周期性人类社会活动是影响电力负荷的两个最主要的因素,在气象条件中,温度是一个非常敏感的因素;另外,负荷的变化趋势中,还明显存在以一天、一周、一年的固定周期的现象。

2.3.2 应用于短期负荷预测的神经网络预测技术

在电力系统负荷预测中,目前应用较多的是反向传播网络(Back Propagation Neural Networks)简称BP网络。它由三个神经元层次组成:输入层、隐含层、输出层。在各层次之间的神经元之间相互连接(神经元之间的连接称为权),但同一层次的神经元之间没有反馈连接。对于任何在闭区间内的一个连续函数都可以用包含一个隐含层的BP网络来逼近(拟合),因而一般选用三层的BP网络进行训练学习。

BP算法进行训练包括两个阶段,第一阶段,正向求输出,求解代价函数,得到误差;第二阶段,反向传误差,调整权系数。再次迭代,如此反复,直至代价小于一定的值。其中的代价函数一般定义为所有样本的实际输出的误差平方和。

2.4 基于短期负荷预测的无功优化过程

为了使上述理论在实际中应用,在变电站级装设基于BP算法的短期负荷预测模块,而现在变电站

也有装变电站级的SCADA及EMS的管理系统,可以存储历史负荷,短期负荷预测模块据此得到未来24小时的负荷预测值。

得到的负荷预测值和其他变电站状态值通过RTU传回上级SCADA系统,经过装有基于GA算法的无功优化模块进行无功优化,得到各个站精确的无功修正值,再通过SCADA系统传回各站,各站再根据变电站电压无功控制(VQC)系统对本站的电容器组进行投切。这里的变电站指装有基于BP算法的短期负荷预测模块的变电站。

3 综述

通过电力系统的无功优化,可以使无功、电压的调节资源得到优化配置;在保证系统一定安全、质量要求前提下达到系统运行损耗尽可能少;在系统运行模式发生变化或突发性事件出现时,及时识别系统电压、无功难以支撑系统有功传输的薄弱环节;随着电力系统的发展及用电行为的变化,为规划电网无功、电压调控设施配置提供积极的指导性意见。针对电网电压无功控制模式所提出的问题,引入了短期负荷预测,把系统负荷历史数据、未来数据和当前数据融为一体,相互修正,提出了不但满足电网电压无功优化运行的要求,而且减少设备动作次数的新的控制决策。

参考文献

- [1] 陆程,康积涛.地区电网电压无功在线闭环控制系统的研究[J].东北电力技术,2005,2:41-43
- [2] 张晓冬,李世双.无功优化与控制的研究[J].贵州电力技术,2005,10:17-19
- [3] 戴变霞,吴捷.无功优化规划的改进退火选择遗传算法[J].电网技术,2001,11(25):33-37
- [4] Iba K. Optimal VAR allocation by genetic algorithm. Proceeding of 1993 IEEE ANNPS '93, Yokoyama, Japan, 1993. 163-168[30]夏定纯,徐涛.人工智能技术与方法[M].武汉:华中科技大学出版社,2004,9
- [5] 罗四维.大规模人工神经网络理论基础[M].北京:清华大学出版社,2004,2

收稿日期:2008-06-11

波形预测法识别变压器励磁涌流的原理研究

Principle Study of Identifying Inrush Current of Transformer with Waveform Forecasted Algorithm

刘 骏

中山供电局 528400 广东·中山

Liu Jun

(Zhongshan Power Supply Bureau, Zhongshan, 528400, China)

【摘 要】 本文提出的波形预测法, 所用数据窗较短, 识别迅速, 特征明显, 同时具有严密的理论基础, 较强的稳定性和运算的可靠性。仿真计算结果表明能辨别变压器故障电流和励磁涌流的正确性。

【关键词】 电气工程 波形预测法 变压器 励磁涌流

ABSTRACT: A modified waveform forecasted algorithm to identify inrush current of transformer is proposed, which uses less data, effectively discriminates inrush current from internal faults, and makes the protective relay operate more stably and reliably. The result of simulation calculation proves the accuracy of the waveform forecasted algorithm.

KEY WORDS: electrical engineering; waveform forecasted algorithm; transformer; inrush current

1 引言

励磁涌流和短路电流的区分是变压器差动保护的核心问题。目前解决这一问题的方法主要有二次谐波制动原理^[1]和间断角原理。研究表明, 大容量变压器在某些情况下涌流中的二次谐波含量仅为7%^[2], 而在有串补电容的高压系统及高压电缆中变压器发生故障的故障电流中的二次谐波含量可能超过15%, 这对二次谐波原理提出了挑战。间断角是励磁涌流所特有的电流波形特征, 间断角原理是以准确测量间断角的大小为基础的。由于受电流互感器 (CT) 饱和的影响, 使得该原理在微机差动保护的的实际应用中受到限制, 效果并不理想。本文提出的波形预测法, 是利用较短的数据窗, 应用波形拟合法预测出相应正弦波, 然后利用实际采样数据波形与预测电流波的贴近测度来识别励磁涌流和内部故障电流的新算法, 这种算法所用数据窗较短, 识

别迅速, 特征明显, 同时具有严密的理论基础, 较强的稳定性和运算的可靠性。

2 波形预测法识别变压器励磁涌流的基本原理

波形识别是图象识别中的一种, 就我们所要解决的问题而言, 就是首先提出一个参照波形, 使其成为能够判别涌流和短路故障的特征波形, 然后根据识别方案把实际波形与该参照波形 (特征波形) 相比较, 来判断实际波形是励磁涌流还是内部故障电流。因此, 这个判据是基于故障时故障电流的波形基本上与正弦波相类似这一基本前提条件的。

本文利用模型辨识中的贴近测度的基本原理, 来分析和识别变压器励磁涌流和内部故障电流。

设论域 X 上有 n 个子集, 它们分别代表 n 个模型 $r_1, r_2, \dots, r_n$ 。而被识别对象 s 也是论域 X 上的一个模型, 这时要考虑 s 与每个 r 的贴近测度, 如果 s 和哪

一个最贴近就认为它属于哪一类。

择近原则, 设 $r_1, r_2, \dots, r_n$ 是论域 X 上的 n 个子集, s 也是 X 上的子集, 若

$$N(s, r_i) = \max_{1 \leq i \leq n} N(s, r_i) \quad (1)$$

则认为 s 属于 r_i 类。其中, $N(s, r_i)$ 表示 s 和 r_i 的贴近程度, 叫作贴近测度。计算两个子集的贴近测度的方法有许多种。本文采用距离定义贴近测度来分析变压器励磁涌流与短路故障电流, 理论分析和以后的仿真结果表明: 采用距离定义的贴近测度完全能够满足微机保护的要求。以距离定义贴近测度的表达式为:

$$SM = 1 - DM$$

其中, SM 表示采样数列与样本之间的贴近测度, DM 表示采样数列与样本之间的距离测度, 本文采用欧几里德距离测度的表示形式, 表达式如式(2):

$$DM(X, Y) = \left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{n} \right]^{1/2} \quad (2)$$

其中, $X = \{x_1, x_2, \dots, x_n\}$ 表示由 n 个实际采样数据组成的电流数列, $Y = \{y_1, y_2, \dots, y_n\}$ 表示预测得的标准正弦波上对应于实际采样数列的 n 个预测值。则实际采样数列与预测所得的标准正弦波数列的贴近测度的计算公式为:

$$SM(X, Y) = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{n} \right]^{1/2} \quad (3)$$

由公式(3)可知, 当 $X=Y$ 时, $SM(X, Y)=1$, 表示两个数列完全相同, 当 X 和 Y 不完全相同时, $SM(X, Y)$ 是一个不为1的数。因此, 贴近测度可以用来描述两个数列 X 和 Y 的相似程度。为了处理问题的方便, 我们把式(3)进行归一化处理, 可得式(4):

$$SSM(X, Y) = 1 - \left[\frac{\sum_{i=1}^n (X_i - Y_i)^2}{\sum_{i=1}^n X_i^2 + \sum_{i=1}^n Y_i^2} \right]^{1/2} \quad (4)$$

由式(4)可以看出: 当 $X=Y$ 时, $SSM(X, Y)=1$, 两个信号完全相同; 当 X 和 Y 完全不相同, $SSM(X, Y)=0$; 当 X 和 Y 有某种程度的相似时,

$SSM(X, Y)$ 在0和1之间取值。

3 算法实现及仿真结果

大量仿真和实验结果表明: 变压器励磁涌流的波形畸变严重, 含有大量的二次谐波和高次谐波分量, 在波形上以间断角和波形不对称的形式出现, 而变压器发生内部故障时, 具有类似于标准正弦波的波形, 含有较少的二次谐波和高次谐波分量^[1]。波形预测法差动保护的基本思路是: 根据初始有限个采样点, 采用最小二乘拟合算法, 拟合出一个精确短路电流的预测波形, 利用预测波形与实际采样值波形的贴近程度, 来识别变压器励磁涌流和内部故障。

利用了一种处理变压器内部匝间短路的新方法, 该方法能够与EMTP软件完全兼容, 可以仿真变压器任何位置的匝地短路和匝间短路, 并用仿真结果验证了该算法的有效性。对变压器内部匝间短路故障暂态过程的精确仿真, 是确定变压器保护原理和提高变压器保护正确动作的基本前提条件。

通过EMTP仿真了变压器不同位置的匝地短路和匝间短路, 仿真对象接线图如图1所示。

采用的双绕组变压器模型是 Y_0/Y_0 连接, 额定频率为50Hz, 额定容量为35.0MVA, 额定变比为132.0/11.05kV。直接测量的数据: 励磁损耗18.112kW, 励磁电流2.39A, 励磁电压11.01kV, 短路损耗192.53kW, 短路电流153.1A, 短路电压35.213kV; 同极测量的数据: 励磁损耗115.325kW, 励磁电流500A, 励磁电压1.183kV, 短路损耗8.825kW, 短路电流70A, 短路电压2.86kV。由此即可算出正序以及零序的励磁电流、励磁损耗、短路电阻。再通过EMTP仿真软件中的变压器支持程序BCTRAN计算变压器模型中的两个参数矩阵 $[R]$ 和 $[L]$, 对于双绕组三相变压器来讲,

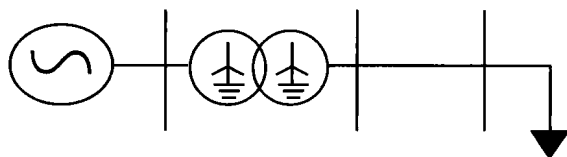


图1 仿真系统的接线图

[R]和[L]矩阵的参数是 6×6 阶的。

表1是根据上面的仿真数据所计算得到的变压器内部故障电流和对称型励磁涌流、非对称型励磁涌流三种情况的实际采样数据与预测电流波之间的贴近测度的结果。

由表1可以看出：在励磁涌流和内部故障情况下，利用该算法所得一周波内实际采样数据与预测电流波的贴近测度在数值具有明显的差别。内部故障时贴近度很高（接近于1），而励磁涌流时则很小甚至小于零。对此我们可以整定为：在一周波内，实际采样数据和预测电流波计算出的贴近测度大于0.6，判为内部故障电流，否则判为励磁涌流。

表1 实际采样数据与预测电流波之间的贴近测度

	贴近测度
内部故障电流	0.927000
非对称型励磁涌流	-0.157254
对称型励磁涌流	0.368312

50个算例的仿真计算结果表明：辨识故障电流和励磁涌流的正确率为100%，从而验证了本算法的有效性。

4 结论

本文在总结和分析了变压器保护中的核心问题——励磁涌流识别的现状后，从电流波形出发，

对应用波形预测法识别励磁涌流进行了较深入的研究。它利用较短的数据窗，应用波形拟合法精确的拟合出相应的短路电流波形，然后利用实际采样数据波形与预测的电流波的贴近测度来识别励磁涌流和内部故障电流。这种算法具有严密的理论基础，较强的稳定性和运算的可靠性，同时所用数据窗较短，识别迅速，特征明显。仿真计算结果验证了本算法的有效性。

参考文献:

- [1] Rahman MA, Jeyasurya B. A state-of-the-art review of transformer, protection algorithms. IEEE Trans Power Delivery, 1988, 3(2): 534-544.
- [2] Sidhu, T.S.; Sachdev, M.S.; Wood, H.C.; Nagpal, M. Design, implementation and testing of a microprocessor-based high-speed relay for detecting transformer winding faults. IEEE Transactions on Power Delivery, 1992, 7(1): 108-117

作者简介

刘骏：男，电气工程师，工学硕士，从事继电保护工作。

收稿日期：2008-04-02

征 稿 启 事

《特区电力》是一份综合性科技学术文集，主要反映特区电机、电气、电力工作者在生产建设、规划设计、设备制造、技术创新等方面取得的成绩和经验。现启事如下：

一、文稿要求

(1)文稿内容应具有科学性、创新性和实用性，尽量做到语言流畅、重点突出、论点明确、数据可靠、层次分明。

(2)来稿不能大幅抄袭，不能一稿多投。

(3)文稿在3000—5000字范围内，使用规范化汉字书写，字迹清楚，图片清晰。

二、书写格式

(1)文稿按GB7713-87《科学技术报告、学位论文和学术论文的编写格式》书写。一般不宜超过4节，每次的编号采用阿拉伯数字，每两个层次之间加圆点，例如第一层次用1，2……，第二层次1.1，1.2……，依次类推。

(2)基本格式：标题、作者姓名、工作单位、邮编、摘要、关键词、正文、参考文献、作者简介。标题不宜使用缩略词，摘要在200—300字，用第三人称写法，内容包括目的、方法、结果、结论四要素。

(3)计量单位一律采用国家法定计量单位和符号，技术用语用国内通用名称。

(4)表格与插图应用“自明性”，表格尽量采用“三线表”，表格上方写表序和表名，插图下方应有图序图名，线条图要按工程或电气图标准绘制。

(5)参考文献选用公开发表的资料，并在正文中加以标注，按正文引用顺序著录。

参考文献标注内容：著者、书（文献）名称、出版地、出版年、卷（期号）

来稿请附作者简介：性别、学历学位、职称、从事主要工作、联系地址、联系电话等。

稿件一律不退，请自留底，采用后将寄两册馈赠。

编辑部地址：珠海市翠香路294号（珠海供电局大院内）二楼《特区电力》编辑部收 邮编：519000

电话：0756-2121380 2121980 2182164 传真：2121680

E-mail: tequdianli@163.com

配电网合环操作环流的计算及控制

Computation and Control of Distribution Network Closing Loop Operation

付振宇

湛江供电局 524000 广东·湛江

Fu Zhen-yu

(Zhanjiang Power Supply Bureau, Zhanjiang, 524000, China)

【摘 要】 为了提高配电网的供电可靠性,在倒负荷或线路检修时,通过合、解环操作来减少停电时间,但合环电流的存在对配网安全运行有很大影响。本文介绍配电网合环电流的主要原因及其减少合环电流的方法措施。

【关键词】 电气工程 配电网 操作 合环

ABSTRACT: In order to improve power supply reliability of distribution network, interruption duration is reduced by closing and opening loop operation when load transferring or line maintenance. However, the closing loop current has great impact on the safety operation of distribution network. This paper introduces the main cause of closing loop current in distribution network, and puts forward the measures to reduce closing loop current.

KEY WORDS: electrical engineering; distribution network; operation; closing loop

1 前言

配电网一般采用闭环设计、开环运行的供电方式,在倒负荷或线路检修时,通过合、解环操作可以减少停电时间,提高供电可靠性,因合环开关两侧母线或线路存在电压差等原因,可能使合环操作中产生过大环流,引起过流保护或速断保护误动,对配电网的安全运行有很大的影响。因此通过合环电流进行分析和计算,有助于运行人员对地区电力网络的运行方式进行适当的调整,从而保证用户利益,减少停电损失。

2 合环电流理论计算

2.1 瞬间冲击电流理论计算

在配网电网实际合环操作时,需要考虑合环瞬间冲击电流对电网运行的影响,不会造成速断保护误动,保护装置中电流整定值为电流的有效值,合

环电流的最大瞬时值在合环后约半个周期出现^[1],在频率为50Hz时,最大瞬间值约为合环后的0.01s冲击电流的算法如下:

$$I_M = I_m \sqrt{1 + 2(k_{im} - 1)^2} \quad (1)$$

其中: I_M 为最大有效值电流; I_m 为合环稳态电流的有效值, k_{im} 为冲击系数 ($1 \leq k_{im} \leq 2$, 一般取 1.8)。

2.2 稳态合环电流理论计算

配电网合环电流计算较为准确的是进行潮流计算。常规潮流计算的任务是根据给定的电力网络结构及运行条件求出整个网络的运行状态,包括系统各节点(母线)的电压、线路上的功率分布以及功率损耗等。由于潮流计算的已知量与待求量之间是非线性关系,所以,潮流计算问题在数学上是多元非线性代数方程组的求解问题,一般采用迭代方法

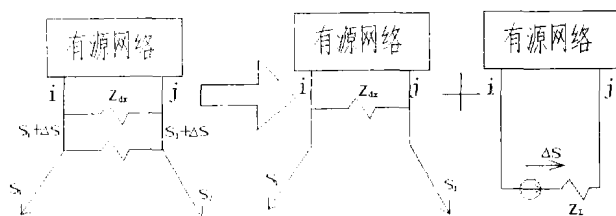


图1 合环等效电路图

计算, 这种计算只能由计算机来完成。

在实际应用过程中对合环电流的计算不是要求很精确, 可以将合环运行等效为开环运行方式与合环运行点两侧具有附加电压源作用的结果, 合环稳态电流等于开环方式下的负荷电流与合环点两侧电压差引起的环流的叠加^{[2][4]}。将合环线路负荷分别等值到各自10kV母线上, 等效电路如图1所示, Z_L 为合环线路阻抗, S_i 和 S_j 分别为节点i和j的功率, ΔS 为合环点两侧电压差引起合环潮流。

设端口i-j的戴维南等效电路的等效阻抗为 Z_{dx} , 则系统总的阻抗为 $Z=Z_{dx}+Z_L=R+jX$ 。设 $\dot{U}_j$ 为参考相量, δ_{ij} 为合环开关两端的电压相角差, 合环潮流视在功率 $\Delta S=\Delta P+j\Delta Q$, 10kV馈线的合环操作对变电站10kV母线电压影响很小^[3], 基本可以忽略, 则:

$$\dot{U}_i = \dot{U}_j + [(\Delta PR + \Delta QX)/U_j] + j[(\Delta PX - \Delta QR)/U_j] \quad (2)$$

其中: $\dot{U}_i$ 为节点i的电压, $\dot{U}_j$ 为节点j的电压。

电压 $\dot{U}_i$ 还可以表示为:

$$\dot{U}_i = U_i \cos \delta_{ij} + j U_i \sin \delta_{ij} \quad (3)$$

由(2)、(3)得:

$$\Delta P = \frac{[U_j R (U_i \cos \delta_{ij} - U_j) + U_i U_j X \sin \delta_{ij}]}{(R^2 + X^2)} \quad (4)$$

$$\Delta Q = \frac{[U_j X (U_i \cos \delta_{ij} - U_j) + U_i U_j R \sin \delta_{ij}]}{(R^2 + X^2)} \quad (5)$$

合环线路两侧电流:

$$I_i = (S_i + \Delta S) / \sqrt{3} \dot{U}_i \quad (6)$$

$$I_j = (S_j + \Delta S) / \sqrt{3} \dot{U}_j \quad (7)$$

其中: I_i 为合环线路节点i侧的电流, I_j 为合环线路节点j侧的电流。

由(4)、(5)、(6)、(7)式可知, 在合环前潮流和环网等效阻抗就可以计算出合环线路潮流, 再计算出合环电流。

3 合环电流产生原因及减小措施

由合环电流理论计算可以看出, 合环点两端电压存在幅值、相位差异是产生合环电流的重要原因。所以减小合环电流措施可以从两方面考虑^[5]:

3.1 减小合环点两端电压幅值、相位差异

选择环网内负荷较轻时合环, 其实系统向负荷传输功率是造成母线间相位差的一个重要原因。10kV馈线的合环操作对变电站10kV母线电压影响很小, 基本可以忽略, 相位差减小就可以很明显地降低合环点电压差和合环电流, 10kV系统中负荷越小, 合环操作时产生的合环电流就越小。因此, 为了保证供电的连续性和可靠性, 合环操作可以选择在环网内负荷较轻的时候进行, 合环后环流较小, 由(6)、(7)式可知, 减小 S_i 也可以减小 I_i 和 I_j , 可以有限的防止合环时电流过大造成站内保护的误动, 这样对系统的影响可以降到最低。

对于一个稳定运行的系统, 一旦运行方式、负荷确定, 各节点之间的相位就保持基本不变。因此, 控制合环点两侧的电压幅值也是控制合环点电压差的重要手段之一。这可以通过改变变压器分接头位置(即调整变压器的变比)和改变无功补偿容量, 使合环点两侧的电压差尽量降低, 减小合环电流。

3.2 限制合环电流

投入电抗器限制环流的方式来实现限制合环电流, 电力网中所采用的电抗器可以根据需要, 布置为垂直、水平和品字形3种装配形式。当电力系统发生短路、电流增大时, 为了限制短路电流, 常在出线短路器处串联电抗器, 增大短路阻抗, 限制短路电流。同时, 由于电抗器上的电压降较大, 也起到了维持母线电压水平的作用。配网在合环时产生了很大的冲击电流, 投入电抗器也可以维持系统的稳定运行。

(下转13页)

变电站综合自动化系统的现状与发展趋势

The Present and Future of Transformer Substation Comprehensive Automation System

汤晓晖

中山供电局 528400 广东·中山

Tang Xiao-hui

(Zhongshan Power Supply Bureau, Zhongshan, 528400, China)

【摘要】 本文讲述了综合自动化变电站的结构体系、通讯模式等情况、提出在综合自动化变电站中应该注意的一些问题，介绍综合自动化变电站发展趋势，将会朝着数字化、智能化转变。还介绍了目前技术较为先进的遥视系统、门禁系统及其在综合自动化变电站中的应用。

【关键词】 电气工程 数字化 遥视系统 门禁系统

ABSTRACT: This paper gives a brief introduction of the transformer substation comprehensive automation system's structure, communication pattern and so on. Issues should be pay attention to in transformer substation comprehensive automation system is mentioned. The development tendency of the transformer substation comprehensive automation system, which will be digitalized and intelligentized, is also introduced. Finally, the author relates some advanced technology such as Remote Vision system, Door-Guard system and it's application in transformer substation comprehensive automation system.

KEY WORDS: electrical engineering; digitalization; Remote Vision System; Door-Guard System

1 变电站自动化系统的现状

1.1 常见的变电站综合自动化系统

目前，中山地区使用的变电站综合自动化系统主要有：南瑞继保RCS9700自动化系统，四方CSC2000自动化系统，深圳南瑞ISA-300自动化系统，南瑞科技NS2000自动化系统。部分110kV变电站采用国电南自PS6000自动化系统，南京中德NSC200NT变电站自动化系统、还有四方CSC2000(V2)自动化系统。

1.2 变电站自动化系统的结构体系

按照体系结构，常见的变电站综合自动化系统可以分为三层：站控层、通信网络层、间隔设备层（简称间隔层），如图1所示。

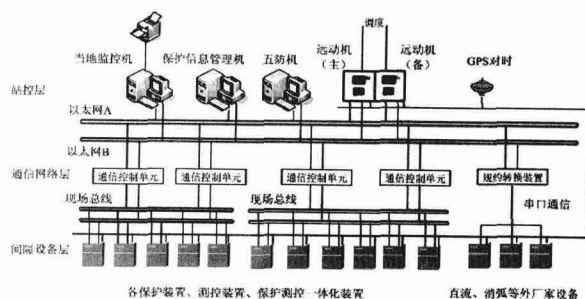


图1 变电站综合自动化系统网络结构图

1.2.1 站控层

站控层具有可靠性、开放性、易用性等特点。按功能可分为当地监控机，五防机，保护信息管理机及远动通信功能。

当地监控机作为变电站内运行人员的人机交互

窗口,以图形显示、报表打印、语言报警、事件记录等各种方式实现对变电站运行状况进行实时监视,通过“五防”系统验证来控制开关、刀闸的分合。

保护信息管理机作为继电保护人员的人机交互窗口,以图形显示、报表打印、语言报警、故障数据及波形记录等各种方式实现对装置自检情况,数据采样是否准确,开关量输入状态是否与实际一致等进行实时监视与分析。

远动通信功能是将当地监控和保护信息管理功能通过通信技术在远方调度端实现,其手段是借助各自独立的通道和规约,通过远动通信设备(远动机),将当地监控和保护信息管理分别接至调度中心和保护信息管理主站,使得调度端具备四遥功能。

1.2.2 通信网络层

主要是完成信息传递功能。通过系统交换,实现信息共享,减少变电站内二次设备配置,提高变电站自动化系统安全性和经济性。目前国内变电站自动化系统常用双层网络结构,双层网是指间隔层通过第一层网络(多为现场总线网)与通信控制单元通信,由通信控制单元与变电站层通过第二层网络(以太网)实现信息交换。

1.2.3 间隔层

主要由继电保护装置、测控装置及保护测控一体化装置构成。此类设备实现对相关一次设备的保护、测量和控制,响应就地、当地监控机和远方主站的操作要求,还对采集的信息进行处理后上送,并在变电站层、远方主站控制失效的情况下仍能完成保护、测量和控制功能。同时间隔层还有各类智能电子装置(IED, Intelligent Electronic Device),如直流电源系统,消弧系统,小电流接地选线装置等。

1.3 变电站自动化系统的通信方式

现场总线和工业化以太网的应用提升了变电站自动化系统的应用水平,现场总线是近年来迅速发

展起来的一种工业数据总线,它具备简单可靠、经济实用等一系列优点,主要用于解决现场的智能电子装置、控制器、执行机构等现场设备间的数字通信以及这些现场设备与计算机监控系统之间的信息传递问题。

2 变电站自动化系统建设中应注意的问题

变电站自动化系统虽然已经得到了大量的推广应用,但应用中也要注意一些问题:

2.1 正确认识保护装置的功能

2.1.1 自检功能

目前数字式保护的自检只能做到功能自检,例如模数转换、开关量输入异常、开关量输出回路、存储功能、通讯功能等,还不能定位到芯片和局部器件。另外继电保护是一个系统性问题,不能因为装置有了功能自检而忽视二次回路接线的正确性与可靠性。

2.1.2 保护动作事件记录功能

目前应用的数字式保护较之传统保护其事件记录存储的功能已大大加强了,也正因为有了事件记录功能使得对数字式保护动作后的行为可以有一个较为清晰的分析。现有的数字式保护大多是仅限于对保护动作事件的记录,还需要注意以下几个方面:

(1) 事故记录作为继电保护装置最重要的信息,必须在事故后及时提供和显示,这些信息必须简洁直观便于运行人员了解事故情况,及时处理事故后的各种情况。(2) 告警类记录是继电保护装置反映各类内部及外部告警的记录,作为事故后分析继电保护装置的拒动和误动现象有重要作用。(3) 正常运行情况下继电保护装置应具有各类操作记录,如压板操作、定值修改、定值区改变,远方遥控操作等,这些记录对保证保护装置是否在正常运行过程中受到外来的操作而影响保护行为提供可追溯的信息。

2.2 变电站内通信网接口和协议的标准化问题

变电站内由于采用多个厂家的设备,各个厂家

现在是采用自成体系的通信接口和自定义协议, 厂家在实现互连时往往由于采用的规约不同, 会导致通信建立存在困难。而且不同厂家使用同一规约时由于对标准的认识、理解存在差异, 也会导致各厂家虽然采用相同协议但仍通信失败的现象。

3 变电站自动化发展的趋势

3.1 数字化变电站

目前普通的综合自动化变电站采用 IEC 60870-5-103 规约只是变电站内部传输规约, 缺乏对变电站系统模型、二次功能模型的描述, 没有将系统应用与通信技术进行分层处理, 其应用受到通信技术的限制, 缺乏一致性测试标准, 因此 103 规约不适合作为数字化变电站的统一信息平台。数字化变电站往往采用 IEC 61850 规约。IEC 61850 是国际电工委员会 TC57 工作组制定的《变电站通信网络和系统》系列标准, 是基于网络通信平台的变电站自动化系统唯一的国际标准。其主要特点包括:

3.1.1 信息分层

按照变电站自动化系统所要完成的控制、监视和保护三大功能提出了变电站内功能分层的概念, 无论从逻辑概念上还是从物理概念上都将变电站的功能分为 3 层, 即变电站层、间隔层和过程层^[2], 如图 2 所示。

过程层主要完成开关量 I/O、模拟采样和控制命令的发送等与一次设备相关的功能; 间隔层的功能是利用本间隔的数据对本间隔的一次设备产生作用; 变电站层的功能分为两类, 一是与过程相关的功能, 主要指利用各个间隔或全站的信息对多个间隔或全站的一次设备发生作用的功能, 如母线保护和全站范围内的逻辑闭锁功能, 二是与接口相关的功能, 主要指与远方控制中心、工程师站及人机界

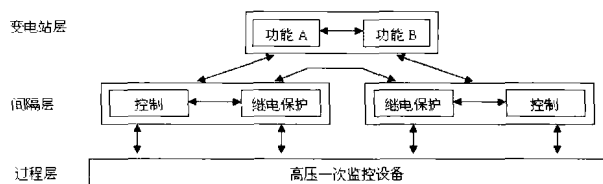


图2 数字化变电站自动化系统的逻辑结构

面的通信。

3.1.2 面向对象的数据统一建模

IEC 61850 标准采用面向对象的建模技术, 定义了基于客户机/服务器结构数据模型^[3]。每个 IED 包含一个或多个服务器, 每个服务器又包含一个或多个逻辑设备, 逻辑设备包含逻辑节点, 逻辑节点包含数据对象。数据对象则是由数据属性构成的公用数据类的命名实例。IEC 61850 建模了大多数公共实际设备和设备组件。这些模型定义了公共数据格式、标识符、行为和控制, 例如变电站和馈线设备 (诸如断路器、电压调节器和继电保护等)。

3.1.3 数据自描述

和采用“面向点”的数据描述方法 (如 103 规约) 不同, IEC 61850 标准对于信息均采用面向对象的自描述。面向对象的数据自描述在数据源就对数据进行自我描述, 传输到接受方的数据都带有自我说明, 不需要再对数据进行工程物理量对应, 标度转换等工作。因数据本身带有说明, 这就不受预先定义的限制进行传输, 简化了数据管理和维护工作。

3.2 远程图象监控系统在变电站中的应用

变电站遥视系统主要功能为 1、视频监控; 2、集中式数字视频录像; 3、报警联动^[4]。通过视频图象监控系统, 解决了无人值班站内安全保卫消防等方面的问题, 更为重要的是它可以使远方运行控制人员能亲眼看到现场的实际情况。减少了巡检人员运行强度, 弥补了变电站运行人员不足的弱点, 同时加强了变电站的安全、保卫、火警监视, 从而提高了变电站安全运行水平。

随着监控技术和网络通信技术的发展, 遥视系统将朝着更强的功能、更快的速率、更清晰的效果这一方向发展, 而且与其他监控网络一体化融合越来越紧密。

3.3 门禁自动化系统在变电站中的应用

随着电力行业的改革与发展, 电力系统以高科技为基准的智能化管理方式也日益进步。在无人值