

DOI: 10.7500/AEPS201210277

电网二次设备状态监测内容探讨

袁 浩¹, 屈 刚², 庄卫金¹, 何鸣一³, 陈爱林¹, 张海东¹

(1. 中国电力科学研究院(南京), 江苏省南京市 210003; 2. 国家电网华东电力调控分中心, 上海市 200002;
3. 南瑞集团公司(国网电力科学研究院), 江苏省南京市 211106)

摘要: 电网调度主站的信息一体化系统在不久的未来将包含电网二次设备的状态监测内容。根据现阶段厂站内运行的二次设备的运行情况及未来的智能化二次设备的发展趋势,文中介绍了电网中运行的二次设备的类型及当前运行情况,总结了现阶段二次设备系统状态监测的具体内容,提出了通过采用二次设备功耗数据进行二次设备状态监测及多数据信息源相关关联监测的方法。最后,结合主站的要求,总结了二次设备状态监测数据的应用建议。

关键词: 二次设备; 状态监测; 设备功耗; 状态检修; 信息关联

0 引言

智能电网的建设涉及电力的监管、设备和系统的研制开发、系统的运行和控制等各个领域。随着电力系统的发展和电力体制改革的深化,为保证电网安全、优质和经济的运行,电网调度中心可能同时运行有多个应用系统,如能量管理系统(EMS)、电能计量系统、调度管理系统(OMS)、生产管理系统(PMS)、配电管理系统(DMS)以及继电保护信息系统等。

新一代的调度技术支持系统将构建统一的信息一体化平台,融合多种先进技术,从全局的角度加强监控和分析的统一性^[1-2]。在新的发展要求下,以往传统调度系统只关心处理一次系统的信息,已经不能满足数字化、集成化、标准化、智能化的发展需要,一体化调度自动化系统需要实现一、二次系统的同步建模、采集与分析。在新的智能电网调度支持系统中已经包含了二次设备在线监视与分析的功能内容^[3]。尽管当前调度支持系统中的二次设备在线监视与分析模块目前主要处理与解决的是继电保护设备、故障录波器的相关信息,但是二次设备的状态检修是未来智能设备检修的重要部分,而二次设备的状态监测是状态检修的基础^[4]。实现智能变电站二次设备状态监测后可以延长定期检验周期、简化检验项目,甚至取消定期检验,降低检修费用,减少停电时间,从而降低变电站全寿命周期成本^[5]。本文

就电网运行的二次设备运行状态的监测内容进行探讨。

1 电网二次设备类型

传统电力系统二次设备主要包括继电保护、安全自动装置、故障录波、就地监控及远动系统。随着计算机技术、通信技术的飞速发展,基于智能电网及新能源的需要,具备新功能的二次设备不断产生。二次设备的类型越来越丰富,设备在稳定性、可靠性、集成化等方面都有显著提高,但是这同时也增加了设备自身的复杂性。

智能电网的发展促使一、二次设备的进一步融合,诞生智能组件类的新型二次设备。同一电网中各个厂站并存着不同时期多个厂家的二次设备,其种类繁多,数量庞大。如何有效地管理二次设备是电力系统安全运行维护必须面对的问题。附录 A 表 A1 中列出了电网二次设备种类及其基本功能^[6]。

未来智能电网的发展中,二次设备概念将逐渐被智能设备组件概念所替代,即二次设备会更多地融合到一次设备中,导致二次设备的运行环境更加严酷。如何有效管理监测设备智能组件状态^[7],如何从整体的一、二次统一模型的角度分析电力系统的设备运行状况,有效地判断出设备故障的原因和性质都需要结合二次设备自身运行状态作进一步的深入研究。

2 当前电网二次设备运行情况

电网实时调度的主要任务之一是预防控制,在事故发生前感知发生事故的风险或安全裕度以防范

收稿日期: 2012-10-31; 修回日期: 2013-12-17。

国家电网公司重大科技项目“面向新建变电站的一体化系统和整合型设备技术研究与应用”;本文二次设备功耗监测内容已申请发明专利(申请号:201210203711.x)。

事故的发生,或者在发生事故后阻止事故规模的扩大。电力系统的大停电绝大部分由发生在较短时间内的连锁故障引起。其中电网二次设备的拒动或误动是引起系统故障的重要因素^[8]。

在实际运行中因电网二次设备造成的电力系统故障时有发生,在对电网二次设备误动、拒动进行分析时发现,造成这种结果的原因涉及设备调试人员、运行人员、设计部门、制造厂家、自然灾害、电力系统不稳定等。通过对部分地区的设备缺陷情况的调查,超过 50% 的缺陷为硬件缺陷,其他为软件或运行管理方面的缺陷。设备故障主要集中在设备死机、电源故障、设备重启、通信中断、器件老化几方面。

开展二次设备状态检修除了可以减少设备故障事故,还可有效减少二次设备上的大量检修工作。电力系统二次设备状态检修是指通过设备状态监测技术和设备自诊断技术,结合二次设备运行和检修历史资料,对二次设备作出正确评价,根据状态评价结果,科学地安排检修时间和检修项目^[9]。状态检修包括 3 层含义:设备状态监测、设备诊断、设备检修决策。设备状态监测是状态检修的基础;设备诊断以设备状态监测为依据,综合设备历史信息,利用神经网络、专家系统等技术来判断设备的健康状况^[10]。

3 二次设备状态监测内容

传统的二次设备系统状态监测主要针对二次回路的连接异常情况,在微机设备没有广泛应用之前,状态监测主要集中在继电器接点连接、电缆线的通断、设备绝缘监测及电源系统异常。监测的手段比较单一,内容主要局限于整个二次系统,发现异常主要通过掉牌或点光字牌的方法报警,同时缺乏有效的异常告警信息上送措施^[11]。

随着微机监控保护设备和通信措施的发展,数字化及智能芯片的运用给二次设备的监测内容和范围都带来了革新。当前条件下的二次设备状态监测对象主要包括:交流测量系统、直流控制及信号系统、逻辑判断系统、通信管理系统、控制电缆屏蔽接地系统、二次设备装置的自检系统等。

3.1 电源系统监测

二次设备系统中的电源系统出现故障时,严重情况会导致整个二次系统的运行瘫痪,虽然电源系统一般归属于独立的电源系统设备类,但是在整个二次设备系统运行中,电源系统始终是最重要的模块之一。此外,电源系统的故障率及故障原因也是设备系统运行统计的重要数据内容,电源系统的监

视内容如表 1 所示。

表 1 电源系统的监视内容
Table 1 Monitoring contents of power source system

序号	监视内容
1	在线监视直流电源系统母线正对地绝缘
2	在线监视直流电源系统母线负对地绝缘
3	直流电源系统母线正电压
4	直流电源系统母线负电压
5	在线监视直流电源系统各支路正对地绝缘
6	在线监视直流电源系统各支路负对地绝缘
7	直流电源系统备用控制母线电压
8	蓄电池电压
9	直流电源系统合闸母线电流
10	蓄电池电流
11	蓄电池充放电记录
12	蓄电池温度补偿

实际的电源监测系统采用各种类型的霍尔传感器,配合 CPU 对于传感数据的采集,利用无线或有线技术将相关的信息传送到告警中心。

主站端的电源系统与厂站端的电源系统略有不同,主站端通常是交流供电,服务对象主要是计算机服务器及通信设备,与厂站端主要是直流供电相比,更需要注意三相负载的均衡,保证供电系统的电压稳定,确保供电的电能质量。

3.2 设备开入开出回路的监视

二次设备在正常运行过程中,比较难发现回路中是否有松动、接触不良等缺陷,特别是智能变电站技术的推广发展使得设备安装就地化,设备处于振动、温度变化大等环境下,出现二次回路接触不良缺陷的概率非常大。如果接触不良的缺陷发生在保护出口回路上,将直接导致保护拒动。

现阶段对于开入开出回路的监视一般通过双重化的采集配合数据辨识技术来实现。对于二次回路的监视问题,在数字化智能变电站的进一步发展后,未来会逐步转化为对于智能组件及通信状态回路的监测。

3.3 互感器二次回路的监视:TA 和 TV 断线告警监视

保护电流互感器(TA)二次回路会存在一些接触不良的隐性缺陷,这些缺陷大多难以在保护常规检验中发现。TA 二次回路正常有电流通过,如果 TA 二次回路存在接触不良,会使接触电阻增大,从而导致更多的电阻损耗发热和温度升高。过多的电阻损耗发热和较高的温度会造成接触面氧化,使接触电阻进一步增大。如此恶性循环,最终导致开路故障,并造成保护拒动或误动事故,甚至会导致绝缘击穿,设备损坏,威胁人身安全。

TA 二次回路的监视可以通过采用导体温度测

量红外测温,查找是否存在接触不良。如果发现同一电流回路不同相或不同部位相对温差较大,则进一步在线检测 TA 二次负载。但是该方案仅能在巡检时使用,无法在线监测 TA 二次回路的状态。在线监测的方法一般是通过电流回路的不同信号的综合逻辑判断,通过交流信号的数值对比,比如三相电流长时间异常不平衡,负序电流和零序电流综合判断等方法发现预告问题,及时进行排查。

电压互感器(TV)断线可以通过监控设备采集三相电流、电压及零序电压逻辑综合判断的方案实时给出告警。

3.4 二次设备系统绝缘监视

二次电缆长期运行在恶劣的环境中容易出现绝缘水平下降等问题,目前电网应用较多的绝缘监测手段是采用在线绝缘检测装置实时监测各支路绝缘,由于绝缘监测能检测到的最大绝缘数据偏小,一般为几十千欧,不能很好地满足保护装置对相关回路绝缘在 1 MΩ 以上的要求,存在不足之处。需要研究开发更有效便捷的绝缘监测方法。

3.5 二次设备通信通道状态监测

变电站中的直流屏、智能电能表、保护、监控及自动化装置需要通过内部通信网络传输大量的遥测、遥信、遥控、遥调、故障动作和故障录波等信息,特别是在发生故障时需要传输的信息量更大。现场变电站的通信方式包括:简单串行通信(如 RS-232, RS-422, RS-485)、现场总线方式(控制器局域网络(CAN),longworks 等)、以太网通信(电缆、光纤)。通过采用装置通道异常告警监视的方法可以有效地对设备通信通道状态进行监测^[12]。

装置通道异常告警监视自动对每台装置发生的通信通道异常告警情况进行实时监视和统计,监视内容不仅给出每次通道异常告警的发生时间、状态,且给出该状态的持续时间;通道异常告警信息支持按装置进行定制;支持查询装置历史产生的每次通道异常告警时间、状态以及每次的持续时间,同时能够统计出总计发生次数和故障率等信息。这些信息可上送调度端,作为设备正常运行的考核指标之一。

3.6 二次设备工况监测

工况监测主要包括二次设备软硬件系统资源监测,比如 CPU 的使用率、内存容量、系统占有内存的容量、磁盘空间等,并可以设置资源使用率的上限,当资源使用率达到此上限时,产生提示和告警。在传统的二次系统中,只注重对二次设备系统总体可靠性研究,现代的二次设备系统更注重从系统设计的角度和元件重要度的分析中去发现系统中的薄弱环节,从而帮助设计人员有针对性地优化系统设

计,有效地提高系统的可靠性;从系统维护角度,元件故障情况重要度分析可以指导维护人员合理分配系统维修资源,建立优化的维护计划^[13]。

3.7 二次设备软件版本和校验码监测

为确保二次设备运行的稳定可靠、设备功能的一致性,需要有完善的二次设备软件版本和程序校验码的记录管理功能。当发生软件功能问题时,可以有选择性地要求厂家将设备召回处理。通过建立完备的软件版本监视功能,可以有效提高现场设备的管理,分类不同时期不同功能的二次设备,完善设备的历史信息管理。

3.8 二次设备自检信息监视

二次设备进入微机时代后,设备具备更强的逻辑判断功能,设备自检信息也是在此基础上,逐步发展完善起来。通常电力系统二次设备上运行的控制器由中央处理器、数字信号处理器组成,处理器通过与外部设备的交互,判断其异常,记录异常状态并发送异常的信号^[14]。根据当前运行的二次设备及数字化、智能化设备组件的未来发展,二次设备可以完成的自检功能如表 2 所示,其中 DSP 表示数字信号处理器,TWJ 表示跳闸位置继电器。

表 2 二次设备自检信息
Table 2 Self-check information of secondary equipment

序号	自检信息内容	故障内容	序号	自检信息内容	故障内容
1	存储器出错	内部	9	跳合出口异常	内、外部
2	程序出错	内部	10	直流电源异常	内、外部
3	定值出错	内部	11	TWJ 异常	内、外部
4	该区定值无效	内部	12	长期有差流	内、外部
5	CPU 采样异常	内部	13	跳闸开入异常	内、外部
6	零序长期启动	内、外部	14	光耦电源异常	内部
7	装置长期启动	内、外部	15	远跳异常	内、外部
8	DSP 采样异常	内部			

二次设备的自检功能最大的优势在于可以充分利用二次设备的实时监视信息,通过采用程序判断逻辑、校验技术和互异的存储技术、采样的实时信息和容错的硬件设计等技术能够实时发现异常,闭锁大部分的异常运行情况。

3.9 数据通信网络的监视

电网中的数据通信网络的部分设备划归系统自动化部门管理,部分设备划归通信部门管理。通信系统在电网智能化的发展过程中所起的作用越来越重要。数据通信网强化双平面的运行方式。现阶段的通信网监视系统的建设正在全面开展,整个监视系统涉及自动化、保护、通信及运行维护等多个专业。

3.10 主站机房设备的监视

主站机房的二次设备因为运行的环境条件相对

优越,均具备温湿度的控制,而且所有的设备均按双重化冗余设置,出现故障及处理的效率都比较高。设备故障率比较低,冗余处理的措施比较丰富。但是设备故障的情况主要通过系统应用功能的不正常运行表现出来,缺乏独立的监视手段。

4 二次设备状态监测的展望

二次设备监测的主要目的是通过采用不同的技术方法,及时发现设备的异常情况,保证系统的安全运行。通过对于二次设备的研发、生产、调试、运行情况的分析调研,基于二次设备监测内容的总结,本文提出了以下措施及建议用于提高二次设备监测能力,以供探讨。

4.1 二次设备功率能耗监测

电力系统的二次设备通过电站的电源系统供电,正常情况下二次设备自身消耗部分功率,如果消耗的功率发生变化,则可能存在设备工作状态发生变化或二次设备存在异常,通过采集二次设备的能耗数据,辅助数据处理中心的专家系统或数据挖掘技术可以加强二次设备异常的监视措施。

二次设备的实时功耗测量可以有两个测量途径:①通过二次设备自身增加的功能采集功耗,实时上送主站系统,对于二次设备来说,技术上可行,增加的成本也不是很多;②可以通过增加功耗数据信息采集设备,在每个独立二次设备的电源供电端增加二次设备功耗检测设备。通过通信网络将分散采集的二次设备功耗数据集中发送到主站。

功耗数据信息采集设备比较二次设备实时功耗和不同时间段的功耗平均数值,当实时功耗连续大于不同时间段的功耗平均数值时,发出二次设备功耗数据信息异常的告警信息。

同时,二次设备通过数据通信网将功耗数据信息和告警信息均上送到主站系统及当地后台告警系统,主站系统将接收的功耗数据信息和二次设备模型库相关联。模型包括二次设备的不同分类模型、按设备版本型号分类模型、按设备厂家分类模型、按二次设备关联的一次设备分类的模型、按二次设备运行的地区分类模型和按二次设备厂家出厂时间段分类的模型。主站系统通过实时处理、分析并统计在线获取的二次设备功耗数据信息,采用数据群比较法结合二次设备历史故障告警数据,判断二次设备的功耗数据信息是否异常。

根据实际参考典型二次设备异常情况下的设备功耗和正常运行情况下的比较,分析模拟二次设备的功耗在设备异常状态下可能会出现规律,结合电力系统定值整定的通用规范,设计主站系统判断二次设备的功耗数据信息是否异常,判据如式(1)所

示,基于二次设备功耗数据的状态监测功能流程如图1所示。

$$P_x > K_t K_s K_p \frac{\sum_{i=1}^n P_i}{n} \quad (1)$$

式中: P_x 为二次设备实时功耗; K_t 为温度系数; K_s 为门槛定值参数; K_p 为功耗测量的不平衡系数; P_i 为二次设备关联库中二次设备的实时功耗; n 为二次设备关联库中二次设备的总数。

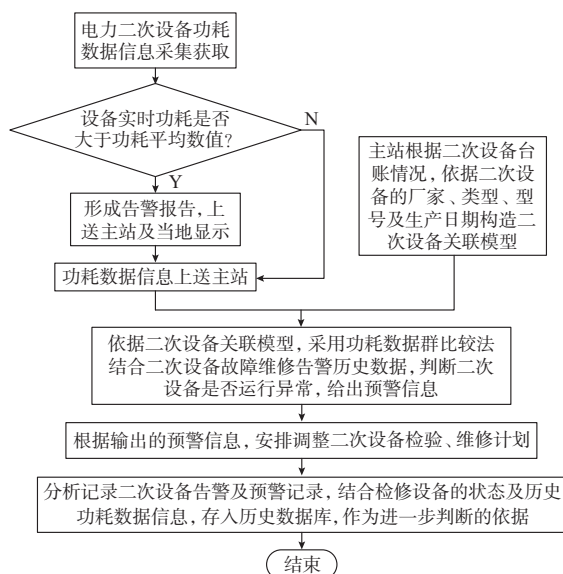


图1 基于设备功耗数据的状态监测功能流程
Fig.1 Flow chart of condition monitoring function based on device power consumption data

需要说明的是,对于二次设备本身,采集自身的实际能耗在技术上是可行的,但是在设备异常故障的情况下,能耗的测量可能会不准确,或者不能正确地上送主站。这种情况下,采用独立的检测设备就显现出分离采集的优势,只是增加了设备成本,增加了设计、安装、检测、维护的工作量。

随着智能变电站技术中智能组件设备进一步融入一次设备体系,单独配置的设备能耗监视对于环境恶劣条件下的二次设备组件的监测可以在户外、汇控柜、控制箱等处更好地发挥独立监测的作用,提供设备运行状态相对独立的预警手段。

4.2 二次设备采集信息关联监测

随着技术发展,二次设备制造成本下降,单一设备采集功能更加丰富,变电站的信息采集将会有很大的冗余。这些冗余的信息一方面给电力系统数据的状态分析及数据辨识技术提供了多种数据源的依据。同时为二次设备自身故障状态的监测提供了检测手段。通过建立同一物理监测信息的冗余比较,通过有效比较信息差异,推导出二次设备异常状态,

达到状态监测的目的。

比如一个线路的间隔单元,遥测采集信息的值可以通过状态估计计算出来,然后和实际的采样信息相比较,如果有比较大的出入,可以初步推断出二次设备系统采集部分功能异常。此外,遥测遥控设备采集的交流及数字开入信息也和继电保护设备采集的交流和数字开入信息有重叠,可以通过在主站或站控层建立相互关联的关系比较数据库,或直接通过匹配实际命名的信号通道,实时运行部分后台

的监测程序,动态监测相关信息的一致性,如果同一信号源所产生的信息内容有信息差异较大的情况出现,则可以通过智能告警信息系统给出设备采集数据告警,给出相关二次设备的异常提示。实际操作可以采用表 3 中内容信息相关的方法。应用程序通过“数据中心”读取表格中的相关数据源内容,通过比较相关数据之间的差值,超过范围,可以通过三取二等判断逻辑给出数据出错的二次设备的异常告警。

表 3 采集信号相互关联监视表
Table 3 Related sample monitoring information

序号	数据名称	数据源 1	数据源 2	数据源 3	数据源 4	偏差/A
1	北固 2203 线 电流	北固 2203 线 电流遥测点	北固 2203 线保护 RCS931 电流遥测量	北固 2203 线保护 CSC101 电流遥测量	北固 2203 线电流 状态估计值	0.1
2	固安 2205 线 电流		固安 2205 线保护 RCS901 电流遥测量		固安 2205 线电流 状态估计值	0.1

4.3 一、二次设备监测信息统一建模

基于信息共享、模型开放、全局统一、科学高效的一、二次设备在线监测和状态检修是智能电网的基本要求之一。状态监测系统的构建应基于 PMS 生产管理人员的业务需要统一建模,实现各类状态监测信息与 PMS 已有信息的高度融合和集成化展现。一、二次设备的状态监测信息应形成一个设备状态全景信息平台,提供给交互的用户^[15]。

统一的电力数据模型已经成为电力系统监视控制领域的基础,具体来讲,将电力系统数据及参数分为一次模型和二次模型。一次模型主要包括电网参数、一次设备参数等;而二次模型主要包括二次设备装置信息模型。目前国际上对这两个模型的主要标准是 IEC 61970 和 IEC 61850^[16]。

在没有建立完整的二次设备模型情况下,所有监测的信息不能实现有效的关联识别,无法满足综合化、智能化应用的需要。因此,对于二次设备的实时状态监测,需要及时维护二次设备的模型数据,保证二次设备模型的一致性,对于不符合模型配置要求的信息,给出综合的分析判断及告警。IEC 61850 的推广应用为二次设备的模型建立提供了基础,鉴于二次设备的类型、原理、功能众多,建模的工作量和技术难度都比较大,需要系统地建立数据模型,统一管理和制定执行细则^[17]。此外,基于完善的二次设备模型基础的一、二次设备模型的关联工作也需要深入探讨,最终实现一、二次设备信息融合。设备信息模型建立的程度决定了对数据的利用程度,为“数据中心”的数据应用提供了良好的渠道。

5 二次设备状态监测的主站功能

主站系统如具备二次设备运行监测管理的功

能,应包括运行监视、核对相关参数定值、核对数据状态、查看自检信息、监视功能投退情况,并能对所有二次设备状态监测相关的信息进行故障预警和综合统计。主站需要为前台的调度人员、集控人员提供二次设备运行状态监测信息,在二次设备异常情况告警时,提供简要的设备故障报告,同时逐步扩展二次设备故障分析预警的专家系统,提高对于故障情况的预测精度。

主站功能的具体实践,一般通过一次系统的图形环境,集合二次设备系统的管理界面,设置二次设备系统的管理权限。二次设备运行异常可以在系统中通过告警窗口或闪烁、声音等方式进行告警。主站系统具备二次设备和一次设备关联工具,状态监测记录数据具备专用的检索、调用等操作界面。二次设备状态监视系统最好与 EMS 共同建立在一个数据平台上,方便数据的共享及信息导入导出。二次设备管理属于 PMS 的内容,从安全体系上,PMS 属于安全Ⅲ区。实际运行中,二次设备的状态监测和实时监控系统紧密相关,实时监控数据来自调度数据采集与监控(SCADA)系统数据,属于安全Ⅰ区数据内容,二次设备的状态告警信息也应属于安全Ⅰ区要求的数据内容。但是实际情况是电力系统的设备管理流程是建立在 PMS 上,设备信息的输入有独立的环节,如何打通这个环节,保证基础数据来源的唯一性,实现数据信息、功能应用的共享和整合,还需进一步协调解决管理和技术方面的问题。现阶段的设备监测系统通常独立接入Ⅲ区的 PMS,主站的调度系统需要接收设备监测实时信息,主要通过专线的方式直接接入调度系统。随着变电站一体化监控系统及调度一体化系统的进一步发展,设备状态监测信息将具备直接通过子站一体化系统接

入调度系统数据平台功能,为设备状态监测信息的综合应用提供更直接的方式。

当前电网系统由于对二次设备从采购到更换整个周期的成本投入缺乏必要的统计手段,导致变电站二次设备投资没有科学完整的预算途径,没有办法详细分析变电站的设备经济运行效益。通过将二次设备状态监测的数据上送主站系统,综合分析二次设备的投资、运行维护成本和故障成本,将工程的运营数据作为样本数据,进行量化分析,完善二次设备的全生命周期成本管理,积极响应国家电网公司在电力系统建设中所倡导的全生命周期管理的发展策略^[18]。

6 结语

调度一体化模式的应用推广对调度系统集成二次设备状态监测运行状况监测功能有推动作用。本文就二次设备状态监测的功能进行了探讨,总结了电网中的二次设备状态监测的措施,提出了部分关于二次设备状态监测功能的建议。同时,就主站的功能需求进行了阐述。充分完善和发挥二次设备状态监测功能的实用价值,还需要进一步从管理和技术层面开展深入有效的工作。

附录见本刊网络版 (<http://www.aeps-info.com/aeps/ch/index.aspx>)。

参 考 文 献

- [1] 姚建国,杨胜春,高宗和,等.电网调度自动化系统发展趋势展望[J].电力系统自动化,2007,31(13):7-11.
YAO Jianguo, YANG Shengchun, GAO Zonghe, et al. Development trend prospects of power dispatching automation system[J]. Automation of Electric Power Systems, 2007, 31(13): 7-11.
- [2] KEZUNOVIC M, ABUR A, EDRIS A, et al. Data integration/exchange: Part I existing technical and business opportunities[J]. IEEE Power and Energy Magazine, 2004, 2(2): 14-19.
- [3] 国家电网公司.Q/GDW 680.41—2011 智能电网调度技术支持系统:第4-1部分 实时监控与预警类应用—电网实时监控与智能告警[S].2011.
- [4] 秦建光,刘恒,陶文伟,等.电力系统二次设备状态检修策略[J].广东电力,2011,24(1):24-27.
QIN Jianguang, LIU Heng, TAO Wenwei, et al. Status-oriented maintenance strategy for secondary equipment in power system[J]. Guangdong Electric Power, 2011, 24(1): 24-27.
- [5] 易永辉,王坤,王震学.基于全寿命周期管理的智能变电站应用方案研究[J].电力系统保护与控制,2010,38(13):99-103.
YI Yonghui, WANG Kun, WANG Zhenxue. Research of application schemes of smart substation based on whole-life cycle management[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(13): 99-103.
- [6] KEZUNOVIC M, ABUR A, EDRIS A, et al. Data integration/exchange: Part 2 future technical and business opportunities [J]. IEEE Power and Energy Magazine, 2004, 2(3): 24-29.
- [7] 国家电网公司.Q/GDW 678—2011 智能变电站一体化监控系统功能规范[S].2011.
- [8] 吴文传,宁辽逸,张伯明,等.一种考虑二次设备模型的在线静态运行风险评估方法[J].电力系统自动化,2008,32(7):1-5.
WU Wenchuan, NING Liaoyi, ZHANG Boming, et al. Online operation risk assessment for power system static security considering secondary devices models[J]. Automation of Electric Power Systems, 2008, 32(7): 1-5.
- [9] 张明虎,李四勤,王娟.电力系统二次设备的状态检修[J].宁夏电力,2010(4):26-29.
ZHANG Minghu, LI Siqin, WANG Juan. Condition-based maintenance of the secondary equipment in the electric power system[J]. Ningxia Electric Power, 2010(4): 26-29.
- [10] 陈绍光.电力系统二次设备状态检修探讨[J].云南水利发电,2011,27(1):53-56.
CHEN Shaoguang. Discussion on state maintenance of secondary circuit equipment of an electric power system[J]. Yunnan Water Power, 2011, 27(1): 53-56.
- [11] 琚军,施中郎,赖秀炎,等.关于二次设备状态检修若干问题的探讨[J].浙江电力,2010,29(8):12-14.
JU Jun, SHI Zhonglang, LAI Xiuyan, et al. Discussion on problems of condition-based maintenance of secondary equipment[J]. Zhejiang Electric Power, 2010, 29(8): 12-14.
- [12] 张力.变电站继电保护信息传输方式[J].电力系统通信,2007,28(增刊1):54-57.
ZHANG Li. Research on transmission mode of relay protection information in transformer substations [J]. Telecommunications for Electric Power System, 2007, 28(Supplement 1): 54-57.
- [13] 张沛超,高翔.全数字化保护系统的可靠性及元件重要度分析[J].中国电机工程学报,2008,28(1):77-82.
ZHANG Peichao, GAO Xiang. Analysis of reliability and component importance for all-digital protective systems[J]. Proceedings of the CSEE, 2008, 28(1): 77-82.
- [14] KASZTENNY B, ROSOŁOWSKI E. A digital protective relay as a realtime microprocessor system [C]// International Conference and Workshop on Engineering of Computer-based Systems, March 24-28, 1997, Monterey, USA: 460-466.
- [15] 葛维春,王芝茗,顾洪群,等.一、二次设备状态监测信息融合及在PMS建设中的应用[J].电力系统保护与控制,2011,39(21):150-154.
GE Weichun, WANG Zhiming, GU Hongqun, et al. The information fusion of condition-based maintenance system for primary and secondary power equipments and its application research in PMS system[J]. Power System Protection and Control, 2011, 39(21): 150-154.
- [16] 苏忠阳,赵有铨,刘之尧.能量管理系统和继电保护信息系统集成平台研究[J].南方电网技术,2008,2(6):71-74.
SU Zhongyang, ZHAO Youcheng, LIU Zhiyao. Research of an integration platform for EMS & relay fault information system [J]. Southern Power System Technology, 2008, 2(6): 71-74.
- [17] KEZUNOVIC M, GUO C, GUAN Y, et al. New concept and

solution for monitoring and control system for the 21st century substation[C]// International Conference on Power System Technology (POWERCON), October 24-28, 2010, Hangzhou, China: 7p.

[18] 魏勇, 王锐. 全数字化变电站二次系统的全生命周期成本管理分析[J]. 电力系统保护与控制, 2010, 38(4): 78-83.

WEI Yong, WANG Rui. Brief analysis of total life cycle costs management of secondary system of digital substation[J]. Power System Protection and Control, 2010, 38(4): 78-83.

袁浩(1973—), 男, 通信作者, 硕士, 高级工程师, 主要研究方向: 电力系统保护控制及其自动化。E-mail: yuanhaosgepri@gmail.com

屈刚(1977—), 男, 博士, 主要研究方向: 电力系统厂站自动化及调度自动化系统。

庄卫金(1978—), 男, 高级工程师, 主要研究方向: 电力系统自动化、电力系统调度。

(编辑 蔡静雯)

Discussion on Condition Monitoring Contents of Secondary Equipment in Power Grid

YUAN Hao¹, QU Gang², ZHUANG Weijin¹, HE Mingyi³, CHEN Ailin¹, ZHANG Haidong¹

(1. China Electric Power Research Institute (Nanjing), Nanjing 210003, China;

2. State Grid East China Power Dispatch and Control Center, Shanghai 200002, China;

3. NARI Group Corporation (State Grid Electric Power Research Institute), Nanjing 211106, China)

Abstract: The information integration system in the master dispatching station of the power grid will contain the condition monitoring contents of secondary equipment in the near future. According to the running condition of the secondary equipment operating in the stations in the current stage and the development tendency of the intelligent secondary equipment in the future, this paper describes the types and status of the secondary equipment, and summarizes the specific contents of condition monitoring of the secondary equipment system. The method for secondary equipment condition monitoring based on power consumption data of secondary equipment is proposed, as is the method for the relevant monitoring based on multi-source related data. Finally, application suggestions for the secondary equipment condition monitoring data are summed up according to the requirements of the master station.

This work is supported by Special Fund of Key Science and Technology Projects of State Grid Corporation of China.

Key words: secondary equipment; condition monitoring; equipment power consumption; state maintenance; information relevance