

智能变电站二次系统设计调试测试运维一体化方案研究

在智能变电站逐步推广的情况下,智能变电站设计、测试、调试和运维等工具软件分布在不同系统上,功能方面距离使用人员期望还有一定差距,对智能变电站的大面积推广造成了一定难度。从智能变电站的设计、测试、调试和运维等方面逐层分析了其目前的现状及存在的问题,并从使用者的角度提出了新的要求。通过一体化的设计,将目前分散实现的各个功能,优化整合为一个方便各个层面使用的系统性软件,并提出了集成性测试调试运维的新思路。对软件实现的各个模块进行了详细分析,对软件实现的具体细节进行了详细描述,具有较强的可实现性。

张庆伟 王力 杨胜 代莹 吕浩/国电南瑞科技股份有限公司



张庆伟/高级工程师

0 引言

经过了数十年的发展,传统变电站目前已经形成了一套完整运行机制和运维测试方法。而近年来智能变电站得到了快速发展,随之所带来的信号的变换、采集和传输等方面均发生了根本性的变化,原有的设计运维调试设备已不能满足智能变电站的需求。对继电保护装置、合并单元、智能终端、通信系统、时间同步系统等智能变电站设备和监控系统的设计调试测试运维工具都是新的发展方向。

1 现状及必要性

在变电站整个生命周期中,充斥着各种工具与手段,涉及到的设计调试运维人员不但要学习各种工具是使用方法

和注意事项,而且模型数据在各个工具间导出导入的兼容性很差,容易出错,大量浪费了人力物力。当前智能变电站规约复杂,变电站中各个设备之间以 IEC 61850 为主的各种规约传输数据发送指令。针对于这些复杂的规约,往往只能用 Wireshark 等第三方工具抓包分析,且分析原始报文时的时候需要很强的专业背景。当运维人员想了解一个变电站的网络结构及设备状态时,一般是通过浏览设计图样及查看后台界面的方式,这样不仅过程缓慢,而且不够直观。IEC 61850 已经从技术上提供了一个智能设备的树形结构,但遗憾的是现在变电站的调试及运行维护中仍然使用传统变电站的方式对设备进行监视,这种因循守旧的技术手段阻碍了新技术的应用。当变电站故障发生时一般情况下只能从后台报文中了解到故障是从哪个保护装置中发出来的,而对这个故障的一次来源不能直接掌握。延缓了处理故障的时间。在变电站调试过程中会有各种人为或者技术层面的配置错误,极大地延误了调试进度,危及变电站的运行安全。目前除了提高人员素质,并无较好的方法解决这个问题。在变电站调试过程中,难免会碰到设备厂商对智能设备模型进行修改。碰到这种情况时,往往要重新配置整个变电站结构,工作反复冗杂,不利于高效准确地完成变电站调试过程。在项目验收阶段,当前智能变电站和传统变电站并无太大区别,一般还是依靠人工对点的方法来一一校验,这种方式不能体现出来智能变电站技术的先进性,反而增加了验收人员的负担。

关键词/Keywords

智能变电站·
一体化·
设计·
测试·
调试·

并且这种方式只能依赖后台及调度软件的单一性手段,不如多方验证的方式可靠。

因此如何研制适用于智能变电站的一套切实可行运维调试系统,对于智能变电站的后续安全运行及长远发展具有重要的现实意义。智能变电站核心的技术创新在于利用网络技术取代传统二次接线来传递数字和模拟信号,同时导致原有直观具体的二次接线由不直接可见、相互高度耦合的网络数据流代替。通过IEC 61850-6中定义的变电站配置描述语言,将全站所有配置信息静态描述在系统配置描述文件中。随之也带来了装置间逻辑关系等配置信息表示得较为晦涩的问题,导致用户很难快速查看各种智能设备间的逻辑关系。同时正是智能变电站在信息技术上的革新,使得基于SCL语言来建立设计、调试、测试和运维一体化工具才能够成为可能。但目前还没有一种系统能够解决智能变电站设计、系统集成、全站功能调试和后期改扩建等过程的所有问题,现有系统按功能可以分为设计辅助工具、系统集成系统、仿真调试系统、抓包工具、报文分析和实时数据显示等,每种类型的系统功能相对单一,只能解决某种类型的问题。目前各相关单位均加大了对智能变电站设计描述方法和运行维护策略的相关研究,在本文中提出一种面向智能变电站使用单位的图模一体化软件实现方案,以下从实际使用的各个方面进行阐述。

2 智能变电站设计

目前的智能变电站设计过程中,二次设计工作的输出主要包括屏柜布置图、光缆联系图、网络配置图和虚端子联系图等^[1]。其中屏柜布置图、光缆联系图等图样和常规变电站基本保持一致,但由于缺乏配套的设计工具,导致虚端子连接关系目前仍普遍停留在计算机CAD软件制图、Excel制表阶段,依赖后期系统集成厂家在集成工作中将虚端子CAD联系图或Excel对应表在SCD中进行配置,产生大量重复性配置工作,同时无法有效保证模型的一致性。另外由于虚端子联系图一般由设计单位根据ICD文件单独配置形成,与外部光缆联系图相对独立生成。因此无法有效地建立逻辑回路与物理回路之间的对应关系,直接导致后

续调试、运行和验收等工作困难。

3 智能变电站测试

与常规变电站相比较,智能变电站二次系统在测试设备、测试方法和测试手段上均发生了深刻变化,尤其是对一些新的智能化设备,如非常规互感器、合并单元等,传统的检测方法和手段均不适用。国内外科研机构、测试设备生产厂家提供的测试设备往往不具备测试这些装置的功能,只是将传统的模拟量输出转换为数字量输出,有的只能进行单项目调试、有的没有考虑到智能化变电站的工程化应用。

目前智能变电站二次系统的测试主要由智能设备制造商家出厂单装置测试、第三方试验验证中心进行系统级联合检测测试、现场投运测试等组成^[2]。设备制造商家出厂测试主要针对智能化设备的结构外观、力学性能、动作特性和电磁兼容等进行测试,测试一般在二次设备生产厂家内进行,目的是对设备的硬件、功能、性能和可靠性等进行测试,测试其是否满足国家、电力行业相关技术规范和出厂标准的要求。第三方试验验证中心进行系统级联调测试,是根据装置技术特点采用点对点或组网方式测试,主要将智能变电站的保护控制装置作为一个整体系统,进行通信协议、网络性能、时间同步、信息安全测试和动模试验等。目的是检验IEC 61850通信协议在全站实现的一致性,以及间隔层和过程层智能电子设备之间的互操作功能的有效性、可靠性及兼容性,使之满足IEC 61850系列标准和国家电网的工程实施规范。通过系统级联合检测测试可以全面评估智能变电站系统是否满足设计的功能、性能要求,发现其中存在的问题,给出相应的整改措施,使之符合运行要求。

对于智能变电站的二次系统,现场投运测试重点关注回路完整性和正确性。对交流二次回路,因智能变电站不具备用电流表、电压表和相位伏安表测试交流回路的条件,所以主要通过智能二次设备本身的测量量确认交流回路是否正确。对逻辑回路,即常规变电站中的直流二次回路,应通过故障模拟确认逻辑回路是否正确。

由于智能变电站对网络系统、对时系统和采

样同步系统的高度依赖性，网络系统性能测试，对时系统时间同步测试，采样系统同步性测试也是智能变电站各类测试的重点，在此不再详细说明。

4 智能变电站调试

智能变电站和传统变电站在调试流程方面有很大的区别，由下图可以看出在其中的区别。

因此研制一套方便可行的智能变电站运维调

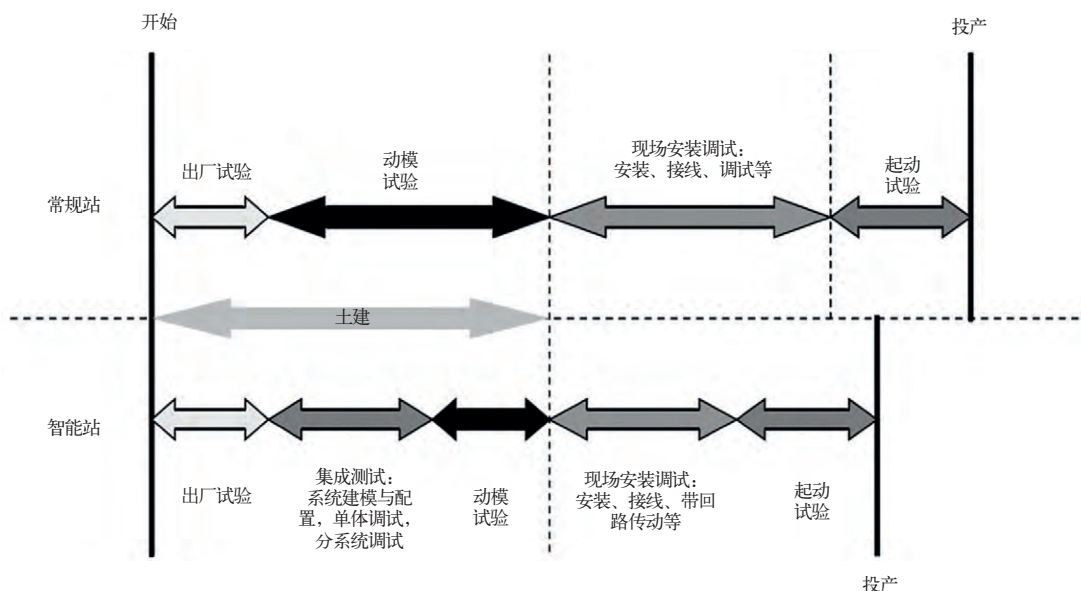


图 常规变电站与智能变电站调试过程差异图

试工具，对于智能变电站安全运行及长远发展具有重要的现实意义。

目前在工程调试方面，国内厂家如博电、昂立等已开发各型数字化继电保护测试仪，功能齐全，但大部分体积较大，携带不便，且价格昂贵，也有部分小型手持设备，功能较简单。在调试软件方面，有某些针对GOOSE或SV报文的解析或记录工具被应用在厂内联调中，功能也比较单一；国外厂家OMICRON开发了IEDScout软件，可作为IEC 61850 服务器的通用客户端和 GOOSE 报文的订阅方/发布方，同时还提供多型适用于不同应用场合的继电保护测试仪。

安装运行单位现场安装调试及现场性能调试包括二次系统性能调试和系统投运调试，在现场所有二次设备安装完成，所有一二次系统联调完成后进行。对二次系统、装置进行功能及性能调试，以达到符合运行条件的目的。现场调试是保证智能化变电站是否能够满足运行要求的重要环节，是能够将智能设备工程化实践应用的重要保证^[2]。现场测试可分为装置功能测试、系统功能测

试和投运测试。装置功能调试是对智能设备的各项功能进行试验验证，各个智能设备由于其功能不同所进行的调试内容也不尽相同^[3]。

智能化变电站中，光纤以太网得到大量应用，因此检验光纤以太网连接安全性可以通过测试光收发器功率、光通道衰减等进行验证，在检测网络性能方面，网络分析仪具有较强的辅助作用，能够快速有效分析各种网络信息，由此能够对特殊故障点进行定位^[4]。但是目前各个调试工具仍然处于单独调试阶段，还不能系统性的进行调试，有很多工作属于重复性工作。

5 智能变电站运维

运行维护方面，国内外各设备制造厂商的工具基本都从自身角度出发，重视调试手段，忽视运行维护功能。导致开发出来的工具基本都只能设备制造商内部员工使用，不能以很好友好的界面移交给运维人员使用^[5-6]。智能变电站运维调试需要明确各系统的维护要求以及检验指标、方法等方面，并区分日常巡检、定期运维和异常处理等

三种情况^[7]。智能变电站自动化系统对网络系统依赖程度较高,网络系统在线监测系统的运行维护是智能变电站运维的重点,运维内容包括网络工况检查,网络报文记录系统所捕捉到的异常情况的处理,网络设备运行状态评估等方面。与其他方面类似,目前在智能变电站运维方面仍没有可以方便现场运维人员进行操作的一体化运维工具出现,往往需要多个工具或生产厂家配合才能完成。

6 智能变电站运维调试系统构想

智能变电站自动化系统运维调试系统需考虑各个子系统功能需求,应满足下列各个方面的需求。

6.1 设计

在满足目前智能变电站的设计深度要求的前提下,能够充分考虑设计人员传统使用习惯,实现一二次设备面向对象管理配置功能,实现包括保护装置、交换机等二次设备对象建模创建等维护功能;实现包括虚拟二次回路、SCD自动导入导出在内的IEC 61850模型配置功能,能够实现包括虚端子图、光缆联系图和网络配置图等在内的自动生成校验功能。

6.2 测试方面

网络测试功能能够自动模拟网络风暴,测试站内所有网络设备在不同的负载工况的运行性能。数字报文测试功能能够虚拟发送SV和GOOSE报文,自动测试各智能设备是否正确处理及应对^[8]。光缆衰耗测试功能能够自动测试网络通信介质衰耗和发送光功率,并形成曲线记录。采样值系统测试功能能够测试采样值系统测量精度及合并单元延时等指标。

6.3 调试方面

通过智能变电站智能检验调试工具能够直观的将IEC 61850报文分析成容易理解的内容。在智能变电站智能检验调试工具中能够以图形化的方式展示变电站网络及设备实时状态,通过技术手段利用IEC 61850规约的智能设备树形结构技术监控变电站二次设备相应数据状态。在变电站运行维护工作中,能够实现故障定位,即发生故障后能够通过系统图形界面及时准确的反应出故障

来源。开发出智能变电站二次回路的安全配置技术,防止配置变电站系统文件时出现的人为及技术错误。

6.4 运维方面

全站SCD文件解析功能:能够自动解析全站配置文件,实现运维调试和通信配置可视化,简化现场运维过程;完整记录网络所有报文,捕捉网络异常和报文异常,实时监测网络运行状态,能够按照时间段对网络运行状态进行监测、评估并形成报表。

7 软件的开发方案

智能变电站图模一体化设计软件旨在开发一套实用配置工具软件系统。可根据系统提供的功能种类的不同,可分解为项目管理子系统、模型配置子系统、实时数据子系统和图形展示子系统。各系统及其进一步的模块划分如下所述。

7.1 项目管理子系统

该系统可以实现整个工程项目的全寿命维护管理功能,同时提供对各类设备对象的浏览、创建和修改等维护功能。

7.2 模型配置子系统

模型配置子系统是实现站内智能装置对象的ICD模型描述及配置管理功能。提供包括虚端子连接配置图和逻辑子网配置图在内的配置功能,并最终实现全站SCD文件的自动生成校验。

7.3 实时数据子系统

实现智能变电站多规约网络报文智能分析技术,以直观清晰的方式解析艰涩难懂的报文,以数据库形式存储以方便其他系统使用。

7.4 图形展示子系统

实现智能变电站二次网络及设备的智能展示技术,以图形化的方式展示变电站网络及设备实时状态。研究智能变电站二次设备实时监控技术,利用IEC 61850规约的智能设备树形结构技术监控变电站二次设备相应数据状态。

8 结束语

智能变电站在设计、配置及运维等各个环节与常规变电站都有很大的不同,智能变电站更注重统一建模、统一配置,这对变电站辅助软件

提出更高的要求,在本文中对智能变电站的各个使用环节及其现状进行了详细分析,并提出了相应的技术要求。在既能够体现智能变电站的技术特征又要屏蔽底层复杂的技术细节的基础上,提出了面向使用的智能变电站综合一体化系统软件的实现方案,从需求、功能和模式等几个方面进行了阐述,方案可操作性强,具有较强的推广价值。

参考文献

- [1] 叶翔,刘辉,周永忠.智能变电站图模一体化设计软件实现方案[J].江苏电机工程,2014,33(3):41-44.
- [2] 龚晖,吴玉硕,李新梅,等.智能变电站二次系统测试方案研究[J].甘肃电力技术,2014:1-4.
- [3] 张阳.智能化变电站二次系统调试技术[J].农村电气化,2014,1:40-42.

[4] 赵勇,石光,杨经超,等.智能变电站的运维调试研究,信息通信[J].2014,1:275-277.

[5] Q/GDW383-2009 智能变电站技术导则[S].

[6] Q/GDW431-2010 智能变电站自动化系统现场调试导则[S].

[7] Q/GDW431-2010智能变电站自动化系统现场调试导则[S].

[8] 梅德冬,黄国方,孙军陵.智能变电站二次设备自动检测系统设计[J].低压电器,2011(4):43-36

(收稿日期:2015-03-30) EA

作者简介

张庆伟(1981-),男,硕士,高级工程师,主要研究方向为电力系统继电保护和自动化技术。

王力(1983-),男,硕士,工程师,主要研究方向为电力系统继电保护和自动化技术。

(上接第342页)

通过检测目标文件中的以脚本类文件中的攻击特征和shellcode来实现的。

4.5 深度协议解析

现阶段能解析五种协议,包括POP3、SMTP、IMAP、HTTP和FTP等。

网络安全预警技术是对网络流量数据深度解析的过程中,快速全面地检测流量中的恶意攻击并实时的预警功能,能够在网络APT攻击前做到提前发现,并实时预警。Oday攻击及恶意攻击可以各种检测手段暴露出来。

网络安全预警技术能预警及检测APT攻击等,不管它是未知还是已知的,都能得到有效的控制和处理,其常见的攻击模式包括:网络恶意攻击、恶意脚本注入恶意攻击和上传文件恶意攻击等。

4.6 邮件攻击检测

网络安全预警技术对首先对深度解析邮件协议,分析并记录邮件信息,还要对其附件文件进行更为行之有效的检测,对其中安全漏洞和问题进行预警。

扫描动态分析以是可以发现邮件附件的未知攻击漏洞,同时对攻击特征的分析测试出已知攻

击特征,从而发现恶意攻击。

5 结束语

网络安全预警技术研究,应用与实施可以能够深层解析网络攻击。使国家利益、社会利益和企业利益得到有效的控制和减少,同时降低风险。

参考文献

[1] 卜娜. APT攻击: 阴险潜伏, 一心窃取企业机密[J]. 中国计算机学报, 2012.

[2] 高春燕. 动静结合应对APT攻击[J]. 中国计算机学报, 2012.

(收稿日期:2015-03-30) EA

作者简介

胡楠(1982-),博士,工程师,主要研究方向为故障抢修运检技术、数据库应用集成、应用系统集成与优化实施工作。

冉冉(1980-),女,硕士,工程师,主要研究方向为数据库应用集成、应用系统集成与优化实施工作。