

[变电站]

变电站五防规则智能验证与评价技术的应用

文/国网北京市电力公司检修分公司 肖永立 古世东 范金龙

电网技术及规模的不断发展与扩大，给变电站运行人员带来了越来越大的工作压力，如何有效减轻工作人员操作负担、提升操作效率成为当前变电站研究工作中的新课题。在变电站运行过程中，经常会由于工作人员的误操作而造成严重的不良后果，可直接导致设备的损坏以及大面积停电，甚至造成重大的人身伤亡事故。为更好地杜绝此类事件的发生，目前应用比较普遍的一种措施就是操作防误系统的建立，伴随着当代科学技术的发展，该系统技术在涉及范围以及技术水平方面得到了不断的完善和提高。针对变电站五防规则智能验证与评价技术的应用进行了研究，首先对技术的总体架构进行了说明，并对其在应用过程中所体现出的主要特征以及所取得的效果和效益进行了总结。

变电站五防规则智能验证与评价技术总体架构

1. 变电站五防规则智能验证与评价技术的

硬件架构

硬件架构如图1所示。

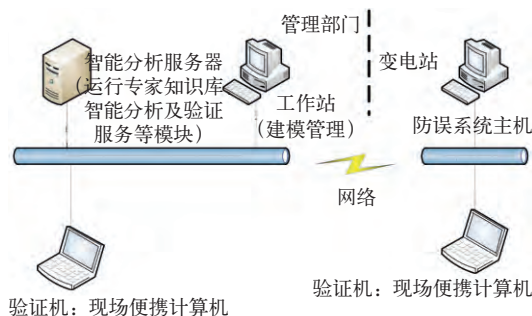


图1 变电站五防规则智能验证与评价技术硬件架构

其中各组成部分功能介绍如下。

(1) 智能分析服务器

对于变电站内管理过程中所出现的各类防误

规则文件以及一次性接线图和模型的汇总、保存工作都由智能分析服务器来完成，同时它还能促使相应的职能分析模块以及验证服务模块得以顺利运行。

(2) 验证机（便携式计算机）

可通过服务器对相应的变电站图模进行下载，并将其输送至变电站，完成对房屋系统规则的验证。同时还可以进行接图线的绘制，并将绘制完成的图模上传至上层服务器，实现对防务系统规则的现场验证和评价。

(3) 建模管理工作站

用于各类通用性推演式拓扑结构防误规则和知识库的构建，并将其保存在服务器上。

2. 变电站五防规则智能验证与评价技术的软件架构

在软件结构部分，设计层面上主要由语法规配器、服务层、输出层、数据层和维护工具几部分组成，具体结构如图2所示。

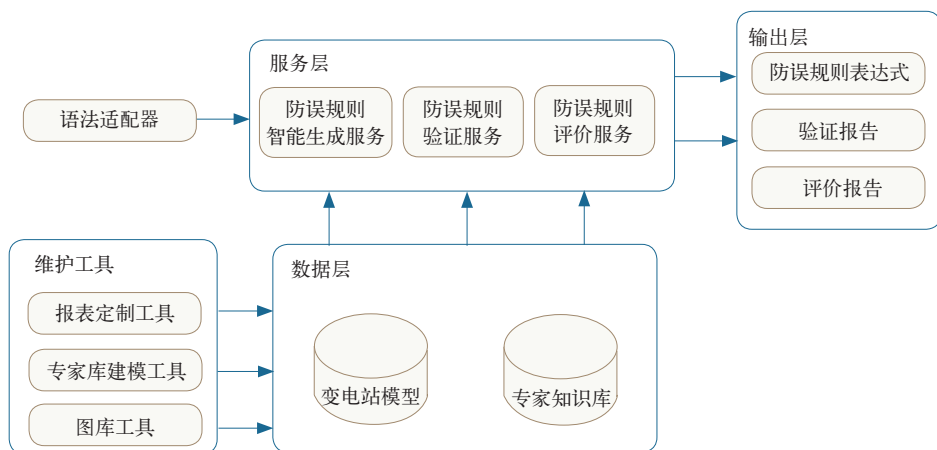


图2 变电站五防规则智能验证与评价技术软件架构示意图

其中各组成部分的具体功能如下。

(1) 语法适配器

通常用于对不同厂家防误五防规则格式的解析，从中成功地获取针对不同设备的五防逻辑，并将其作为防误规则验证与评价的主要对象。

(2) 服务层

在服务层中，主要涵盖了防误规则的智能生成以及防误规则的验证与评价等几项服务。

(3) 数据层

数据层主要包括专家知识库和电网模型两部分内容。其中电网模型作为变电站的标准电网模型，而专家知识库指的就是能够进行进一步拓展的五防规则专家知识库。

(4) 维护工具

主要包括了图库工具、专家建模工具以及报表定制工具等。其中报表定制工具能够结合用户需求完成各类报告格式的定制；而图库工具则负责变电站一次接线图的图模工具的绘制和转换；专家库建模工具则主要是对专家知识库进行编辑。

变电站五防规则智能验证与评价技术应用特征分析

1. 实时化信息交互

在该技术的应用过程中，电气设备的状态随着相应电气设备操作的完成也会出现相应的改变，而监控系统则能及时完成对相关变位信息的获取，并通过后台监控五防系统的判断来执行下一步操作，从而有效避免“走空程”现象的发生。在监控后台出现异常时，在间隔层相关设备的作用下，仍能保持一种稳定的正常通信和信息

实时传输功能，同时在间隔层之间发挥出一种良好的联锁功能；另外，基于高度开放的GOOSE网络实时传送功能，整个变电站中的所有数据借助此功能都能得到一种良好的监测。

2. 一体化的监控检测

一体化的监控检测功能主要是能实现数据同其相关图形的有效统一，在监控软件中实现传统五防功能的有效集成，赋予整个监控软件一种良好的五防操作票和逻辑闭锁功能。在系统中，因为五防作为一项重要的监控功能模块，由监控实时库来获取所需的设备状态，从而有效避免由于双方数据库以及通信问题的不一致所导致的闭锁问题，进而实现了五防系统实时性和可靠性的有效提高。另外，在五防规则智能验证与评价系统中，取消相关的计算机钥匙及相关锁具，并将五防锁节点在不同的间隔层测控装置中进行了增加，凭借测控装置输出节点实现了电气操作的回路闭锁功能，同时也实现了五防系统硬件设计的有效简化。

2. 智能化的逻辑判断

智能化逻辑判断主要涵盖了丰富的五防逻辑、间隔闭锁和联锁、测量值的纠错判断、双位置遥信判断以及五防逻辑直接下传等功能。

(1) 丰富的五防逻辑、间隔内闭锁及间隔间联锁

在整个防误系统中，五防逻辑作为重要的核心存在，同时也是判定相关设备操作是否可行的主要依据。电气闭锁主要是用于实现间隔内不同电气设备之间的闭锁。而不同间隔间的联闭锁功能通过常规敞开式设备的现场布线式单元电气闭锁方法又显得尤为麻烦。在微机五防系统和在

线式五防系统中，将存储于计算机设备中的一些“与”和“或”等关系的表达式都被看作为五防逻辑，同时这些逻辑表达式又同系统中相关电气设备的位置状态直接关联，从而促使整个变电站的逻辑闭锁功能得到了良好实现。

(2) 测量值纠错判断

变电站五防规则智能验证及评价技术的应用，不仅能够完成相关隔离开关以及断路器状态的有效获取，同时还能很好地采集相关线路电流信息，进而结合相应线路电流的实际测量值与回路断路器中的状态量之间的对比关系来实现状态值的纠错，从而有效实现不同线路实际状态的高度一致性，有效避免由于辅助触点的接触不良等原因造成的线路状态误判问题。

(3) 双位置遥信判断

实现系统位置信息可靠性的有效提高，不仅可以借助测量值纠错判断，同时还可以利用双位置信息的遥信判断。在一些比较重要的变电站中，当进行一次设备位置数字量的采集工作时，需要同时对动合辅助触点和动断辅助触点进行采集；采集完成后将其上送至监控后台。通过在五防闭锁逻辑中纳入相关双位置遥信的方法，实现了对在某种情况下不能满足对应五防逻辑表达项的良好控制；比如在运行过程中比较常见的“同时开”或“同时闭”等状态，由此保证了即使在辅助触点存在接触不良的现象时，也不会出现误判或误操作等行为。

(4) 五防逻辑下传

一般情况下，在系统间隔层监控单元中，都保存了相应设备的五防闭锁逻辑，利用监控后台维护检测单元闭锁逻辑的方式，即使在监控后台出现异常的情况下，也实现了测控层五防能承担起整个变电站五防判断的功能，同时也保持了五防封闭逻辑在监控后台与测控层的高度一致性；待完成了相应设备的闭锁逻辑之后，通过通信网络采集相应的测控单元，并将其转换为测控单元的闭锁逻辑，随后将其上传至监控后台进行相应的验证工作，由此充分保证测控单元闭锁逻辑的可靠性。

变电站五防规则智能验证与评价技术应用效果及效益分析

1. 变电站五防规则智能验证与评价技术应用效果

现阶段，通过在一些变电站、应用服务器以

及数据库服务器的检修班机房中的实践应用研究发现，变电站五防规则智能验证与评价系统得到良好应用，而且取得了一种高效的运行状态。该技术的应用，有效集合了专家知识库技术、计算机技术以及软件技术。通过这3种技术的有效融合，成功研制出一套智能型的变电站五防验证系统。该系统的成功实施，在变电站正式投入运行之前，能对电站的防误规则进行快速的验证，充分保证变电站的运行效率，同时该系统作为第三方验证系统，在促使变电站相关操作安全性不断提高方面发挥重要的作用。

2. 变电站五防规则智能验证与评价技术的应用效益分析

(1) 经济效益

在变电站运营过程中，该技术的有效应用，对变电站五防规则表达式中所存在的一些疏漏和错误进行了充分的验证，并对具体验证结果中所存在的一些问题进行了及时的修正处理，有效消除了系统运行过程中对工作效率存在影响的因素和危害系统运行稳定的安全性因素，从而充分保证了系统的安全、稳定和高效的运行，实现了变电站经济效益的显著提升。

(2) 安全效益

在本次研究过程中所提出的变电站五防规则智能验证与评价技术，在实践应用过程中能充分结合用户实际需求进行相应的扩展，并在实践验证过程中能够对现有的防误规则进行全面的验证，有效避免传统检查模式中由于人工检查不全面而导致的各类故障问题的发生，从而促使电力生产安全性得到了进一步的提高。

(3) 工作效益

在变电站中该技术的有效实施，成功取代了对防误规则传统人工逐条审核的模式，通过新技术手段的应用，实现全面的防误规则的验证和审核，从而有效节省工作时间，降低人工成本，使工作效率得到了明显的提高。

结束语

变电站五防规则智能验证与评价技术的应用，在实践应用过程中发挥出了良好的作用，有效提高变电站经济效益以及工作效率，同时保证变电站的稳定、安全运行。EA

(收稿日期：2016.07.23)

(编辑：刘群点)