

四川 220 kV 变电站仿真培训考核系统的设计与实现

赵梓蓉

(四川电力科学研究院, 四川 成都 610072)

摘要: 介绍了变电站仿真培训考核系统的设计和实现, 变电站仿真培训考核系统在变电站仿真培训系统的基础上增加了考核的功能, 使之更能满足实际需要。

关键词: 仿真培训考核系统; 变电站; 事故处理

Abstract: The design and implementation of substation simulation and training evaluation system are described, which has added the function of evaluation on the basis of the substation simulation and training system, so that it can meet the actual needs.

Key words: simulation and training evaluation system; substation; accident treatment

中图分类号: TM69 文献标志码: B 文章编号: 1003-6954(2012)06-0052-02

0 前言

变电站运行人员的技术素质对变电站的安全稳定运行至关重要, 培训和考核是提高变电站运行人员素质的必然途径。增强培训和考核的有效性也就是为电力系统始终不移的追求目标, 变电站仿真培训考核系统就是这一努力的结果。该系统有两个突出的特点, 一是受训人员可自我测评, 发现自己的薄弱环节, 更有针对性的学习; 二是受训人员的考核由以往单纯的教师评分改为电脑评分、教师核实, 大大提高了考核的公正公平。通过变电仿真培训和公平公正的考核, 可以有效地提高变电站运行人员的操作运行水平及现场分析处理事故的能力, 使运行人员能够有效防范事故发生及能够在事故发生后正确处理, 保证电网安全运行。

1 仿真培训考核系统的设计

基于变电站仿真培训系统的大力发展, 根据变电站运行值班员工作实际需要, 总结实际工作、变电运行培训、考核经验, 根据现行有关变电仿真培训系统模型, 在系统基础上扩展开发研究相应的教学培训考核系统。教学培训考核系统是以往仿真培训系统还没有达到的一个重要环节。

变电站仿真培训考核系统的设计采用 C/S 模

式, 这是对系统的支撑平台和开发技术的一种新的探索。采用 C/S 模式将有利于变电站学员在异地进行远程培训, 从而使得系统更加实用, 更能满足实际需求。通过采用 C/S 方式对系统进行设计, 可以有效地共享系统中的公共资源, 具体做法是将一些公共资源放在服务器中, 其他模块需要使用时, 通过网络访问资源, 避免了资源的重复放置, 从而提高了系统资源利用率并降低了系统成本。

变电站仿真培训考核系统是采用纯软件模式设计开发的, 主要包括两个部分: 教练机和学员机, 教员机和学员机通过网络进行连接。在培训时, 学员在装有客户端的学员机上操作, 学员机连接到服务器并进行监控然后应对处理。教员机负责对整个变电站的运行情况进行仿真模拟, 学员机的客户端连接到教员机上获取相关的数据, 教员在教员机上对学员进行指导。在结构上, 变电站仿真子系统是整个系统的基础, 总控模块对整个系统的各个模块进行管理。其中考核子系统的主要内容有: 变电站安全规程、变电站运行规程考核、倒闸操作及评分、事故处理及评分。

2 考核系统数学模型的创建与应用

2.1 事故处理考核模块数学模型

培训系统主要目的是培训, 而培训的效果到底如何, 需要按评分标准量化为分数。按照百分制,

a_1 、 a_2 、 a_3 分别为记录故障现象、设计故障处理方案和故障处理操作各部分的总分,可由教员事先确定,它们总和为 100。 R_1 、 R_2 、 R_3 分别是学员在这三个部分的得分,它们的总和作为最后学员的总得分。

学员在一记录故障现象部分的得分公式为

$$R_1 = \frac{a_1}{n_1} n_r \quad (1)$$

式中 n_1 为故障现象标准答案的总数; n_r 为学员提交的描述故障现象的正确信息的总数。

学员在设计故障处理方案部分的得分公式为

$$R_2 = \sum_{i=1}^{n_2} W_i n_2 K_i \quad (2)$$

式中 n_2 为故障处理步骤标准答案的总数; W_i 为第 i 步骤中的分值权重; K_i 为第 i 步骤的正误系数。

学员在故障处理操作部分的得分公式为

$$R_3 = \frac{\sum_{k=1}^{n_1} (a_1 - m_k \frac{a_1}{n_k})}{n_3} \quad (3)$$

式中 n_3 为步骤总数; m_k 为第 k 次错误的设备总数; n_k 为第 k 次操作需要的设备总数。

待学员完成所有任务后,系统给出评价报告。

2.2 倒闸操作考核模块的实现

为了便于说明倒闸操作模块,截取模拟变电站的电气 1 号 220 kV 出线接线为例,操作逻辑函数从初始态到目标态的每一步转换过程如表 1 所示。

表 1 元件状态转换

操作步骤	元 件 状 态		
	K_{001}	K_{0013}	K_{0011}
1	0	1	1
2	0	0	1
3	0	0	0

从表 1 中, 001 为 1 号 220 kV 出线断路器, 0013 、 0011 分别为 001 两侧隔离开关,从表 1 可以得出各设备的操作逻辑函数为

$F(K_{001}) = K_{0011} \cdot K_{0013}$,表示要操作 K_{001} 、 K_{0011} 和 K_{0013} 应在合的状态;

$F(K_{0011}) = \bar{K}_{001} \cdot \bar{K}_{0013}$,表示要操作 K_{0011} 、 K_{001} 和 K_{0013} 应在分的状态;

$F(K_{0013}) = \bar{K}_{001} \cdot K_{0011}$,表示要操作 K_{0013} 、 K_{001} 应在分的状态 K_{0011} 应在合的状态。

操作时即可取出相应设备操作逻辑函数进行计算以确定该设备的可操作性。逻辑函数值等于 1 表示可执行操作,逻辑函数值等于 0 表示不可执行操作。例如对应以上线路,若有 $K_{001} = 1$ 、 $K_{0011} = 1$ 、 K_{0013}

$= 1$ 且计算各元件操作逻辑函数值有

$F(K_{001}) = K_{0011} \cdot K_{0013} = 1$,说明现在可执行断路器操作;

$F(K_{0011}) = \bar{K}_{001} \cdot \bar{K}_{0013} = 0$,说明隔离开关 K_{0011} 不能操作;

$F(K_{0013}) = \bar{K}_{001} \cdot K_{0011} = 0$,说明隔离开关 K_{0013} 也不能操作。

同理可以得到各个设备的操作逻辑函数等。

倒闸操作考核模块对学员的倒闸操作进行考核,这里针对仿真与现场实际的比照首次提出了属于潜在危害的完整性评估、正确性评估、操作顺序评估 3 个方面的校验层次。

(1) 完整性评估:完整性评估主要是评估操作是否完整,是否有被遗漏的步骤。因为遗漏的步骤会带来非常严重的后果,有的遗漏操作并不能“立竿见影”地显现出来,而是为变电站工作埋下了严重的安全隐患。

(2) 正确性评估:正确性评估主要是评估操作是否正确。错误的操作往往会带来严重的错误,因此必须在对学员进行培训时加强这方面的培训,进而提高学员的操作水平,提高变电站的安全性。

(3) 操作顺序评估:操作顺序评估是评估操作的顺序是否正确。在一些步骤多的操作中,由于学员不是很熟悉操作,因此往往会导致操作的时候,顺序不完全正确。在对变电站的操作中必须确保每一次操作中的所有顺序都是正确的,不正确的操作后果不堪设想。因此在对学员的培训中要特别注意对操作顺序的评估,以使得学员能够完全正确的操作。

根据以上的情况,设计了一次设备评价内容分类和评分标准。对于一次设备操作的评价扣分细则分为实时的危害和潜在危害。当学员操作发生实时危害时,即带电合接地开关等,则终止操作扣完分值。当系统判断学员潜在危害,学员每错误操作一次扣除相应分值,潜在危害通过一次设备操作顺序、一次设备操作正确性、一、二次设备配合操作顺序对操作的评分评价。误拉合一次设备的非本次任务的误拉校验,主要是通过特殊规则(非通用规则)来校验操作人员是否拉合设备,校验既包括了对一次设备也包括了对二次设备投退的校验,操作了本次任务以外的设备,至于一次设备的本间隔误拉合设备校验是通过“五防”来控制的。

(下转第 94 页)

..... 黄冰心 龚国兴 赵莉华(32)	诊断模型研究 方 飏(58)
110 kV 庄北变电站保护定值整定中存在的问题及解决	基于气相色谱法测油中乙炔含量的不确定度研究
方案 刘高会 刘 敏 师耀林 等(36)	 钟 诚(62)
水电站 10 kV 备自投设计的相关问题及解决方案	温度对环氧树脂空间电荷特性影响的研究
..... 李光耀 龚林平 封孝松 等(40)	 王青山 陈少卿(65)
发电机定子接地保护动作原因分析及故障处理	城市变电站噪声分析与治理 苟旭丹(68)
..... 白 伟(43)	排油注氮装置重锤误动引发的主变压器事故分析
三种失磁保护判据与低励限制配合研究	 刘元生(73)
..... 季 杰 黄建琼(46)	《油浸式变压器测温装置现场校准规范》规程解读
四川 220 kV 变电站仿真考核系统的设计与实践	 田 宇(76)
..... 赵梓蓉(52)	大型双馈异步风力发电机组变桨控制算法研究
不同憎水性绝缘子串覆冰电场仿真分析	 丁艳军(80)
..... 张 湘 聂鸿宇 龚奕宇(54)	微油点火在 600 MW 超临界 W 火焰炉的应用研究
基于 K - L 特征提取与支持向量机的油浸式变压器故障	 刘鹏远 肖宏博 谢明均 等(86)



(上接第 53 页)

设计的二次设备的校验涉及部分操作顺序校验中的一、二次设备的操作顺序配合以及正确性校验的内容。二次设备的评价,通过潜在操作危害的评价分为:一、二次设备配合顺序评价和操作的正确性评价。操作顺序是否正确,操作项目是否正确,通过对系统模拟对应操作任务数据的统计,相应对二次设备的操作做出电脑性的评分和校验,打印出相关成绩评价。

巡视设备检查项、二次设备的投切漏项检查项、过程操作检查项并不是固定出现的,操作票的操作任务不一样使得这些检查项完全没有固定的模式,甚至在一个操作票中根本没有上述检查项的存在,这些检查项的校验就只能通过非通用规则来进行。

(4) 操作效率(时间)评估:操作效率,即对学员的操作时间的评分评估,一旦学员操作超出规定时间范围内,每超出一定时间扣除相应分值。该系统作为评价标准。

2.3 事故处理模块简析

由于事故处理涉及范围较广,以下以主变压器瓦斯保护的故障作简要分析。

主变压器瓦斯保护的故障需要用到仿真系统中的“故障名称表”如表 2 所示。

3 结 语

对 220 kV 变电站仿真培训考核系统进行了分

析设计,并实现了培训考核系统的相关功能。该系统可以极大地提高变电培训考核效率,对公平公正的考核学员,提高变电站运行人员的操作技能,降低事故风险起到很好的培训考核作用,更有利于公平选拔培养优秀运行技能人才,能很好的杜绝人为考核的暗箱操作。

表 2 故障名称表

类名	FTYPENAME	
成员 变量	CString Code	代码
	CString CHNName	故障类型
	...	...

判断出 CString FTYPENAME:: CHNName == “匝间短路”就可以识别故障。

参考文献

[1] 张东英,杨以涵. 变电站仿真培训综述[J]. 电力系统自动化,1999,23(23):11-14.

[2] 张东英,葛亮,杨以涵,等. 500 kV 综合自动化变电站仿真培训系统的实现[J]. 电网技术,2001,25(6):64-66.

[3] 董朝霞,王乘,杨峰,等. 新一代电网调度员培训仿真系统[J]. 计算机仿真,2003,20(2):123-125.

[4] 陈天翼,邱家驹,邱淘西. 电力系统虚拟现实场景开发研究[J]. 电力系统及其自动化学报,2000,12(5):7-10.

[5] 姜芳芳,来文青,龚庆武,等. 虚拟现实在变电站仿真培训系统中的应用[J]. 高电压技术,2005,31(7):68-70.

[6] 龚庆武,姜芳芳,陈义飞. 基于虚拟现实技术的变电站仿真培训系统[J]. 电网技术,2005,29(24):74-77.

(收稿日期:2012-06-01)