[变电站]

智能变电站软压板误操作事故分析及改进

文/国网安徽省电力有限公司宿州供电公司　赵晓东　周立军　杨　宁
安徽大学　张　倩
国网安徽省电力有限公司电力科学研究院　丁津津

针对某智能变电站软压板误操作在变电站运行过程中引起的主变压器误动作情况，通过分析现场录波数据，推测主变压器低压侧SV采样软压板误操作是可能出现异常的根本原因。在事故分析现场，对主变压器软压板投退进行了实际测试，通过比对波形，证实了推测的合理性。最后提出整改措施。

近年来，随着智能变电站技术的快速发展和大规模建设，大量新技术和新装置被应用在变电站现场，如新型互感器、“六统一”“九统一”的保护装置、智能终端和合并单元等。作为智能电子装置的关键部分，软压板直接控制了软件系统的某个功能或是某个采样、控制通道的投退，变电站能否正常运行与其位置的正确性直接相关。

传统的保护装置上使用硬连片，称为硬压板，在智能变电站中，随着电缆回路的消失，硬压板会因为信号、控制等回路的网络化而逐步消失，而软压板的功能却会不断加强，重要性也会逐步提升。目前，智能变电站保护等二次设备除了维护和远动硬压板以外，其他的功能压板都已经实现了软压板化。

软压板作为保护等装置与外部接线相联系的纽带，对能否正常发挥智能电子装置的功能和动作出口有着重要的影响。智能变电站主要有以下几种软压板：保护功能投退软压板、保护定值状态控制软压板、信号复归控制软压板、SV接收软压板、GOOSE出口压板和测控功能控制压板等。

本文从某智能变电站主变压器动作的报文记录与录波波形出发，分析异常产生的原因，推测主变压器保护软压板误操作是本次主变压器误动作的直接原因，接着在试验环境下进行故障复现，验证理论和试验的正确性。最后提出整改方案，为类似的软压板操作和事故分析和提供借鉴和参考。

智能变电站主变压器误动作情况

1．智能变电站设备概况

2013年7月建成并投运的220 kV某智能变电站两台主变压器运行。1#、2#主变压器为山东达驰变压器公司的产品，于2012年12月出厂，其容量为180 MV·A，型号为OSFSZ10—180/220三相自耦有载调压变压器。220 kV 2#主变压器保护采用的是两套长园深瑞PRS－778－D型保护，低压侧两套开关智能单元均为国电南自的PSIU641型智能终端合并单元一体化设备。

2．主变压器跳闸前运行方式

220 kV某智能变电站颍正线4737、1#主变压器2701开关运行于220 kV Ⅰ母线；颍正线4738、正薛线2C22、2#主变压器2702开关运行于220 kV Ⅱ母线；220 kV Ⅰ、Ⅱ母线经2700开关环网运行。1#主变压器带110 kV Ⅰ段母线送890、

基金项目：国网公司总部科技项目（2017-GW05）；安徽省电力公司科技项目(521205160020、521205160021)

891、893和895线，2#主变压器带110 kV Ⅱ段母线送892、894和896线（894、896充电运行）。1#主变压器带35 kV Ⅰ段母线送3604线，2#主变压器带35 kV Ⅱ段母线送3614线。

3．2#主变压器误动作情况

2015年4月12日11点19分，220 kV该智能变电站2#主变压器差动保护动作，跳开主变压器2702、802和3602开关。跳闸时，正午变110 kV Ⅱ段母线所送892线所带的110 kV变电站备自投成功，894、896线充电运行，110 kV没有损失负荷，35 kV口孜3614线损失负荷约3 MW。

事故原因分析

事故发生后，经现场初步检查，2#主变压器压器及其套管、2702、802、3602间隔设备外观正常、无放电痕迹。汇报调度，将2#主变压器及三侧开关转为检修状态，对设备进行进一步检查、试验，2#主变压器本体瓦斯继电器中无气体，变压器绕组变形、油化验试验均合格，2#主变压器3602开关、电流互感器试验合格，2#主变压器35 kV母线桥试验合格。2#主变压器保护定值整定正确，回路检查绝缘良好，回路接线正确，流变极性正确。22点45分，2#主变压器冲击试送成功，差动保护向量测试正确。

4月13日，技术人员到达现场，对二次设备、故障数据进行调查、分析。根据现场故障录波器报告，判断本次故障为2#主变压器低压侧区外故障，通过调取2#主变压器两套装置故障录波数据，发现录波均有差流，且在故障期间，B、C两相满足了纵差保护动作条件，进而纵差保护动作出口。通过分析现场数据，发现2#主变压器两套装置低压侧电压和电流采样均为0，且无零漂，而故障录波器却有相关采样数据。

1．某智能变电站2#主变压器A套保护故障录图

220 kV某智能变电站2#主变压器A柜保护装置三侧电流波形，如图1～图4所示。

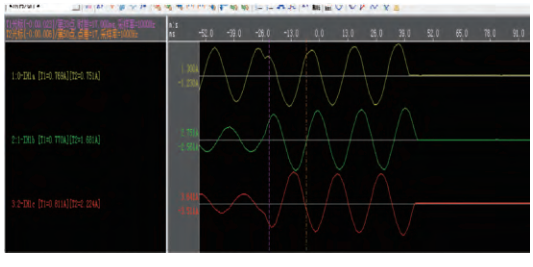

图1　某智能变电站2#主变压器A套保护高压侧电流采样

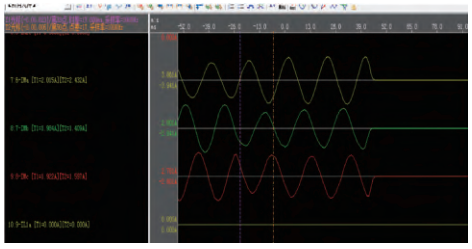

图2　某智能变电站2#主变压器A套保护中压侧电流采样

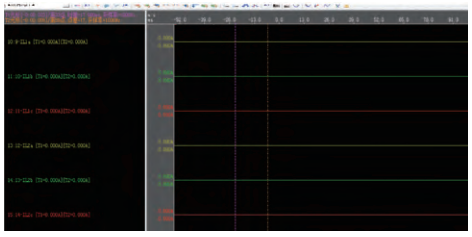

图3　某智能变电站2#主变压器A套保护低压侧电流采样

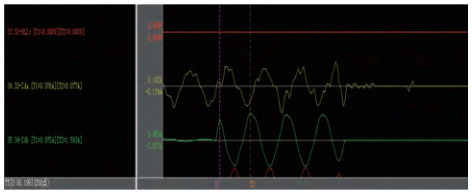

图4　某智能变电站2#主变压器A套保护差流计算图

B套保护装置在区外故障时刻的波形图与A套保护相同，不再赘述。

2．2#主变压器保护装置虚端子连接情况分析

现场检查该智能变电站的SCD文件，2#主变压器A套保护装置同时订阅高、中、低三侧合并单元SV数据（低压侧为合智一体化装置），通道无误，具体情况如图5、图6所示。

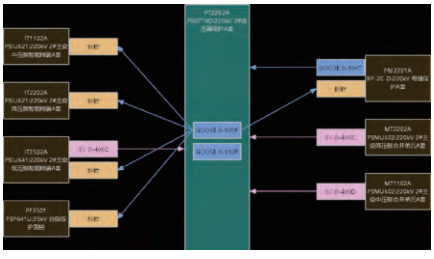

图5　某智能变电站2#主变压器A套保护虚端子连接图

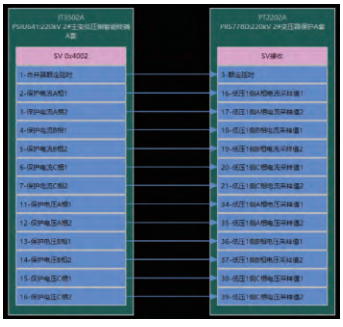

图6　某智能变电站2#主变压器A套保护低压侧虚端子通道示意图

B套保护装置的配置同A套保护装置，由此可以验证，在SCD文件配置方面，无问题。

3．2#主变压器保护装置SOE报文分析

通过调阅A、B两套主变压器保护装置SOE变位信息，发现2#主变压器差动保护动作时，两套保护装置SV软压板在退出位置，造成低压侧采样数据异常。SOE报文如图7所示。

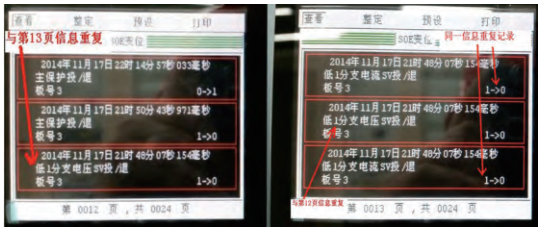

图7　某智能变电站2#主变压器SOE事件记录图

根据上述分析，2#主变压器差动保护动作的直接原因是： 2#主变压器两套保护装置的第1分支电流SV软压板在2014年11月17日退出之后，就再也没有投入了。在故障时刻，出现低压侧外部故障，低压侧电流未能正常采集，也未参与主变压器保护计算，从而产生差流，导致2#主变压器差动保护没能躲过低压侧区外故障，使其发生误动作。

现场试验及主变压器相量测试

经试验检查和测试，投入A、B两套主变压器的低压侧SV压板，然后进行核相试验，确认主变压器保护能否正常采样和计算，结果如表1所示。

表1　某智能变电站2#主变压器保护相量测试结果

保护类别	开关编号	电流相别	电流幅值/A	电流相位(°)
2#主变压器差动（A屏）	高压侧2702	A	0.45	0
		B	0.45	242
		C	0.44	120
	中压侧802	A	1.12	180
		B	1.14	61
		C	1.13	300
	低压侧3602	A	0.14	220
		B	0.13	98
		C	0.14	343
2#主变压器差动（B屏）	高压侧2702	A	0.46	0
		B	0.47	241
		C	0.45	122
	中压侧802	A	1.14	181
		B	1.15	60
		C	1.13	302
	低压侧3602	A	0.15	218
		B	0.13	100
		C	0.14	342

经220 kV某智能变电站2#主变压器带负荷测向量，测试结果正确，保护装置可以投运。

事故原因分析

某智能变电站所属的供电公司没有从智能变电站类似事件中吸取教训，不仔细排查智能变电站二次设备隐患，对设备巡检也做不到位，致使隐患设备在未能有效监督管理的情况下继续在网运行。

该智能变电站的运维人员对智能变电站相关技术掌握不足，不清楚保护逻辑，在进行一次设备操作后，没有对相应的保护设备相关运行信息、后台系统的软压板状态进行核对；对继电保护设备的日常巡视和专业巡视不认真、流于形式，没有严格按照省调要求对主变压器保护的交流采样值、差流和定值进行检查，未发现保护装置的定值错误、电流和电压数据异常。

对该智能变电站的二次设备疏于管理。运检部、调控中心对智能变电站二次设备的专业管理、运行管理也存在薄弱环节，尤其是保护设备。没有细化生产管理要求和继电保护专业技术标准，督导力度不够。综合室、变电运检室对智能变电站二次设备装置、原理没有开展有效的技术培训，对运维人员的专业工作质量重视不够，设备安全管理把关不严。

该智能变电站后台厂家未将主变压器保护“纵联差动差流启动动作”作为重要告警信息上传至调度后台，造成监控人员不能及时掌握现场保护装置实时信息，无法对保护装置异常告警信息进行分析。长园深瑞主变压器保护装置在升级改造后，装置内部SOE事件记录存在多次重复记录问题，同一时刻、同一SOE变位信息被多次记录，对运维人员的维护造成干扰。

结束语

本文通过试验和报文处理，分析了某智能变电站在主变压器低压侧区外故障时出现的主变压器保护误动作事件。从录波数据和报文推断A、B两套主变压器保护软压板未投入是本次事故的直接原因，接着在SOE事件报文中得到证明。最后通过主变压器三侧核相验证理论和试验的正确性，分析事故原因，提出整改方案，避免再出现类似原因导致的软压板误操作。 EA

（收稿日期：2018.12.29）
（编辑：朱金凤）