

微机发电机——变压器组保护运行总结

胥洪远

(宝珠寺水力发电厂,四川广元 628003)

摘要:介绍了宝珠寺水电厂175MW发电机变压器组采用的WFB-100型微机保护的运行情况,对投运以来保护动作事件进行了分析和总结,并对保护运行要求,横差保护,失磁保护,转子绕组反时限过负荷保护定值整定计算提出了一些看法。

关键词:发电机——变压器组;微机保护;失磁保护;横差保护

中图分类号:TV734

文献标识码:B

文章编号:1001-2184(1999)增-0085-03

宝珠寺水电站首台机组于1996年底发电,1998年全部机组并网发电,并实现安全文明生产双达标。电站装机 $4 \times 175 \text{ MW}$,发电机为SF175-44/10350,13.8 kV,主变压器为SSP7-240000/242 $\pm 2 \times 2.5\%$ /13.8 kV, $U_d = 12\%$,励磁变压器为DC-680(13.8/ $\sqrt{3}$)/0.85 kV,3台。发电机、主变压器及励磁变压器均由微机保护独立完成,采用许昌继电器厂生产的WFB-100型发电机——变压器微机保护装置。

1 WFB-100 微机保护运行情况

1.1 动作情况

1997年、1998年两年间,我厂微机发变组保护总计动作10次,其中1997年动作7次,1998年动作3次,暴露出设计、施工及运行中的诸多问题,保护动作统计见表1。

表1 WFB-100 微机保护动作情况统计表

动作类型	动作次数	不正确次数	不正确动作原因
横差保护	3	3	CT变化
过激磁保护	1		外部因素
主变零序电压保护	1	1	外部因素
主变差动及速断保护	2	1	元件、外部因素
励磁变保护	3	1	元件质量差

1.2 动作情况分析

1.2.1 横差保护

我厂配置为高灵敏度横差保护,中性点电流互感器为200/5A。1997年2月17日、2月18日、4月12日分别发生横差保护动作停机事故,检查测试主设备均正常。事故后召集许昌继电器厂、东方电机厂、局调有关专家分析认为:发电机中性点不平衡电流较大,保护用CT变比选择不当,从而造成保护误动作。

1.2.2 主变差动及过激磁保护

收稿日期:1999-11-30

1997年10月12日11时12分,施工用通讯电话线断弹至I母,造成单相接地故障,现场记录“母线大差,I母小差,母线低电压,11FB差动保护,11FB主变增量差动动作”。检查发现,CT二次侧过压保护器动作;主变增量差动保护B相模块中模/数板元件烧坏。分析为高压侧电流互感器二次回路过压保护器误动,造成CT二次短接,形成差流,发变组差动动作;B相电流消失,变压器差动保护动作。

1998年2月10日10时24分,12FB保护动作,现象为:宝江线有功、无功降为零,电压为零,宝白线有功降为51MW,无功降为8Mvar,母线电压为233kV,12F有功降为52MW,无功降为9Mvar,频率48~52.3Hz间振荡,主变有强烈过激磁声,10.35,频率降到41Hz,机组有功为41MW,无功为60MW,发变组大差、过激磁保护动作,母线电压为233kV。事故造成宝成线停电。省局为此组织有关单位参加了事故调查,分析原因为:根据当时的运行工况,在电压不变时,频率下降至41Hz,变压器磁通量为正常运行(50Hz)的1.2倍左右,变压器励磁电抗大大降低,内部励磁损耗增大,变压器工作于接近饱和状态,高压侧电流不能按低压侧电流成比例变化,形成差流,差动保护动作,长时间运行将造成主变内部绝缘损坏,绕组严重过热变形。保护正确动作保护了主设备安全。事故直接原因系施工单位违反安全作业规程,造成川北电网孤网运行(在此恕不详述)。

1.2.3 励磁变压器差动保护

1997年6月29日6时35分,励磁变差动及速断保护动作,经检查为装置CPU-2内一集成块损坏。

1998年2月13日,因检修人员作业措施不当,断路器DL201误合闸对备用11机组充电,计算机监控系统显示“13F强励、定子过负荷、转子过负荷;11F励磁过电压、低压过流II段、定子反时限动

作”。检查发现 11 机 3 号功率柜内一只可控硅被击穿,交流保险熔断,低压过流 II 段延时 5 s 动作于全停,避免了发电机遭受严重破坏。

1998 年 8 月 10 日 23 时 12 分,中控室听到巨响“14 FB 励磁变差动速断动作”,FM K 跳开,1 号功率柜着火。检查功率柜内 6 只可控硅全部烧坏,其它两柜各损坏 1 只。事故原因为可控硅质量较差,保护动作避免了励磁系统及发电机损坏。

1.2.4 主变压器零序电压保护

1997 年 6 月 26 日 13 时 21 分,“主变零序三段”动作。我厂保护人员和许继厂调试人员共同对保护检查核实无该保护定值,本厂当时也未装设主变零序电压保护设备,施工单位误投保护压板。切除保护压板后运行正常。

2 W FB-100 微机保护运行评价

(1)W FB-100 微机保护装置保护原理先进,完善可靠,保护管理机及各保护 CPU 采用主从式分层结构,上层为单元管理机,采用工业控制计算机,下层为各功能模块,保护功能模块层采用并行的多 CPU 系统,CPU 选用 16 位字长的 NTEL 8098 单片机,管理机与各功能模块 CPU 通过串口进行双向通信。

(2)管理机可实现与计算机监控系统的通讯,各保护 CPU 独立运行。保护模块可通过菜单操作进入调试态退出运行,各套保护整定值可在线修改和显示,人机界面友好,便于安装调试和维护,降低了人员的劳动强度。

(3)装置定时在线检测各套保护运行状态,故障时发出报警信号并闭锁该保护出口,检测过程中发生事故或故障则立即响应保护动作行为,解除检测。

(4)W FB-100 微机保护投运近 3 年来,运行情况较好,为许昌继电器厂投运的第一套保护装置,我厂与许继厂进行了很好的合作,厂家售后服务及人员培训工作均给予我厂大力支持。

(5)1997 年我厂保护动作较频繁,而且正确率低,主要是外回路、施工质量、设计选型及保护电缆为普通型,施工、生产交替进行,不安全因素多等原因造成。为此,我厂花大力气更换全部电缆为屏蔽电缆,加装新端子排,进行回路清理,并推广到待装机组。1998 年,保护动作次数明显减少,而且均为正确动作,很好地保护了主要设备安全,得到省局认可。事实证明,该装置运行可靠。

3 保护配置方案

W FB-100 微机保护装置由 A、B 两面屏,11 个 CPU 功能模块组成,含接点保护在内共配置了 22 套保护,对发电机——变压器组 13.8 kV 电压等级主设备以及主变高压侧至断路器 220 kV 范围内可能发生的各类事故、故障及非正常运行工况进行有效保护。

3.1 发电机组保护配置方案

(1)内部短路保护由高灵敏单元件横差保护、不完全差动保护、负序功率方向保护组成。横差保护为内部短路的主保护,反应定子绕组分支相间、闸间和开焊等故障;不完全差动保护反应发电机——变压器组连线相间及内部故障;负序方向保护反应发电机内部不对称的相间、闸间短路故障以及机端不对称短路故障。

(2)定子绕组反时限过负荷保护、转子绕组反时限过负荷保护、过激磁保护、过电压保护、失磁保护、负序过流过负荷保护、低压记忆过流保护、转子一点接地及定子一点接地保护、非全相运行保护作为辅助保护,反应机组异常运行工况,发出信号提示运行人员及时处理,当故障进一步扩大危及机组安全时,反时限保护延时动作于解列灭磁,低压记忆过流保护作为机组后备保护兼作线路保护远后备。

3.2 主变压器保护配置方案

主变压器保护由差动及速断保护、瓦斯保护组成。差动保护反应变压器内部相间、闸间短路故障;速断保护反应外部短路穿越性电流对变压器可能造成损害时的故障;瓦斯保护通过安装在变压器本体上的瓦斯继电器,以接点方式送入保护装置。

3.3 励磁变压器保护配置方案

励磁变压器保护由增量差动及速断保护、反时限过流过负荷保护组成。差动保护反应变压器内部相间、闸间短路故障;速断保护反应励磁回路短路时的故障;反时限过流过负荷保护反应励磁系统异常工况。

3.4 其它保护

W FB-100 保护装置还具有主变压器温度及冷却器故障、励磁系统事故等接点保护。

4 几点体会

4.1 抗干扰措施

微机保护的应用提高了保护的速动性,但抗干扰问题应该得到设计部门、研制部门的高度重视,否

则会影响保护的可靠性。仅就 1997 年我厂保护动作情况来看, 存在外部回路和装置抗干扰未解决好等问题, 我们和厂家均采取了一些措施, 并严格执行部颁反措要点, 取得实效。

4.2 环境要求及人员培训

工程建设单位应加强施工监管, 杜绝违章作业造成保护动作, 破坏系统电网安全运行。生产单位要加强环境整治, 尤其对室外端子箱要注意防潮和结露, 确保保护装置运行环境良好。新投运电厂要加强人员培训工作, 熟悉保护原理和掌握使用方法, 建立健全设备运行维护制度。

4.3 横差保护

单元件高灵敏度横差保护采用检测发电机中性点侧故障零序电流基波分量过限原理, 反应定子绕组开焊和相间短路故障, 选择适当变比 CT 很关键, 实践证明, 初设时额定电流按 $0.05 I_n/5 A$ 比较合适, 如我厂发电机额定电流 $I_n = 8367 A$, 电流互感器变比 $n_a = 0.05 \times 8367/5 = 419/5$, 可选择 $600/5$, $400/5$ 。而投运之初采用 $200/5$ 致使该保护误动作。为此, 在机组运行过程中, 我们实测了发电机中性点不平衡电流达到 $6.7 A$ (二次侧), 空载至 $9 A$, 一次侧电流达 $360 A$ 。根据实际情况, 我们将 CT 更换为 $600/5 A$, 运行迄今为止, 4 台机组未发生误动。从前面统计情况看, 外部故障时表现也很好, 说明装置对不平衡电流中三次谐波抑制能力较强。

4.4 失磁保护

该保护采用机端低电压与变励磁电压判据, 机端低电压用于闭锁励磁系统正常工作时励磁电压变化引起保护误动, 变励磁电压利用静稳边界上发电

机有功功率与励磁电压的线性关系 $u = K(P_x - P_{fm})$ (u 是励磁电压; K 是系数; P_x 是发电机有功功率; P_{fm} 是发电机凸机功率), 按照机组所带有功值, 计算边界时必须的励磁电压与实际值比较, 判别机组是否失磁。整定方法为根据系统阻抗和机组参数计算发电机组在系统不同运行方式下的静稳极限角, 算出曲线线性化后的斜率, 计算采用逐步逼近法。我厂整定为 $U_d = 85 V$, $K = 1.32$ 。

4.5 转子绕组反时限过负荷保护

该定值既要考虑发电机转子绕组热容量系数 (计算得 $K = 26$), 又要兼顾励磁系统正常运行的要求, 满足强励工作的时间。这样, 既能可靠保护主设备安全, 又能充分发挥励磁系统的调节性能。我厂整定原则是, 当励磁电流为 2 倍额定励磁电流时, 反时限延时 $28 s$; 2.2 倍额定电流时, 延时 $20.6 s$; 2.27 倍额定电流时, 延时 $20 s$ 。因为励磁电流不会突变, 在满足第一次强励运行 $20 s$ 后, 如电流继续增大延时 $0 \sim 0.6 s$ 动作于解列灭磁, 如果励磁调节器不能完成正常的调节过程, 造成励磁系统故障, 除该保护外还有励磁变速断保护配合。整定时参照了《机组技术协议》中对励磁系统的要求, 若励磁电流大于 2 倍额定励磁电流时, 则立即自动限制在 2 倍, 且时间为 $20 s$, 然后限制到额定励磁电流, 在规定时间内, 若励磁电流又一次超过 1.1 倍, 则立即加以限制。

参考文献

[1] 王维俭等. 大型机组继电保护理论基础[M]. 北京: 水利电力出版社, 1989.

作者简介

胥洪远(1968 年-), 男, 四川西充人, 宝珠寺水力发电厂总工程师, 工程师, 硕士, 从事水电厂自动化及技术管理工作。

四川明珠集团公司科协荣获全国“金桥工程”大奖

明珠公司科协选送的《金华电航桥工程全面实施决策咨询》项目荣获 1999 年度全国“金桥工程”二等奖, 这是该项目在 1998 年获四川省“金桥工程”一等奖, 今年 3 月获遂宁市“金桥工程”一等奖后获得的最高殊荣。这是本年度四川省获得的 3 个奖项之一, 也是遂宁市首次获得的“金桥工程”最高奖项。与此同时, 主研人员杜仁明、刘成基、李书尧荣获全国“金桥工程”荣誉证书。

《金华电航桥工程全面实施决策咨询》是四川明珠集团公司科协实施的第四批中国科协“金桥工程”, 也是四川省科协第六批“金桥工程”项目。

金华电航桥工程总投资 4.7 亿元, 是射洪历史上投资规模最大的宏伟工程。1996 年 1 月 28 日, 明珠公司以川明电司(1996)11 号文件委托公司科协对金华电航桥工程项目实施全面决策咨询。公司科协接受任务后, 由科协主席杜仁明和教授级高工、全国优秀科技工作者、科协秘书长刘成基牵头, 联合县水电学会科技人员组成专家咨询小组, 对金华电航桥工程实施全面决策咨询, 主要内容有二:

一是对原定坝址的设计方案(即 II 坝址)进一步通过周密的技术资料分析和淹没调查、技术、动能指标分析、地质钻探、经济指标比较, 重新拟定了《金华电航桥坝址下移优化设计》方案(即 III 坝址), 将

II 坝址位置下移 1500 m。此举不仅充分利用了下游 1.4 m 毛水头, 使电站装机容量由原 31.5 MW 增至 42 MW, 年发电量由 1.635 亿 kW·h 增加到了 2.107 亿 kW·h, 年均增发电能 4720 万 kW·h, 同时消除了白石岩险滩, 改善了 2.5 km 航道, 使航运梯级衔接合理, 有利于电航桥结合, 闸坝两岸公路衔接方便, 减少对金华镇城市建设及现有建筑设施影响。

同时还通过工程措施, 将金华镇的防洪标准由目前 10 至 20 年一遇的标准, 提高到 50 年一遇的标准。利用工程弃渣多造地 63.3 hm²。

二是全面实施招投标。由明珠公司科协搭桥, 组织专家反复论证, 决定将工程引入竞争机制, 全面实行招投标。根据工程特点, 编制了《金华电航桥工程全面实施招标投标制》方案。整体工程分为六大标, 实行公开招标与议标相结合, 决标与承包合同相结合, 达到了保证工程质量、降低工程造价、缩短建设工期的总目标。

在金电实施全面决策咨询, 收到了显著的经济效益。《坝址下移优化设计》节约资金 1078 万元, 《招标投标制》节省工程投资 3665.36 万元, 节省投资 4743.36 万元。

明珠集团科协 李林昌 张程 赵霞