

变压器保护配置及使用问题的讨论

阎刘生, 郭殿奎

(太原供电局, 太原 030012)

摘要: 介绍了某变电站主变压器低压侧短路, 因断路器未及时切断电弧造成火灾事故的情况, 对变电站主变保护配置及使用中应注意的问题进行了分析, 包括后备保护的配置、直流系统的使用、母线运行方式的选择及电流互感器位置的选择等。

关键词: 变压器; 后备保护; 直流系统; 运行方式

中图分类号: TM 772

1 “7. 20”事故中新店变压器保护情况

1.1 一次主接线及保护配置

新店变电站共设置 2 台容量为 150 MVA 的三绕组变压器, 其主接线及保护配置见图 1。其中, 三侧电压等级分别为 220 kV, 110 kV, 10 kV; 接线组别均为 YN, YN, D11。1 号主变各级容量比分别为 150/150/75 MVA, 220 kV, 110 kV, 中性点均接地运行。2 号主变各级容量比分别为 150/150/150 MVA, 220 kV, 110 kV, 中性点均不接地运行, 在 10 kV 侧装有限流电抗器。故障时 2 台变压器 220 kV, 110 kV 侧均并列运行, 10 kV 侧解列运行。1 号变 241 断路器配置 LFP-972A 差动保护、LFP-973E 与 LFP-973F 后备保护、LFP-974A 非电量保护。2 号变 242 断路器配置 JCD-4A、瓦斯及过流保护。其中差动保护电流互感器(TA)安排在限流电抗器室(在电抗器与 10 kV 开关柜之间, 与 10 kV 开关柜之间的电气距离大约为 10 m)。

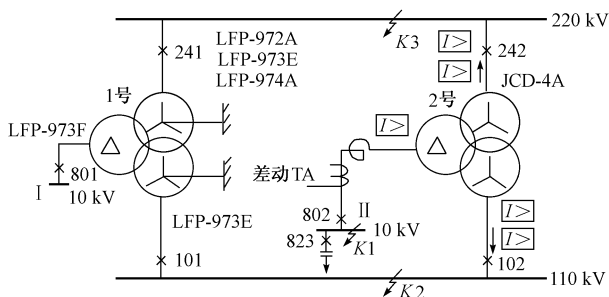


图 1 新店变电站变压器主接线及保护配置图
Fig. 1 Main connection and relay distribution of the transformers in Xindian Substation

1.2 直流系统

事故前直流系统运行方式简图见图 2。事故前直流母线 I 段、II 段经 S3, S4 合环运行。蓄电池经

直流保险 F6, F7 供直流合闸母线, 合闸母线正电源 HM 经降压硅堆, 再经 S3, S4 刀闸到两段, 控制电源正、负母线。合闸电源正、负母线通过 S8 刀闸供 2 号变 10 kV 配电室; 控制母线正、负电源经 S1, S6 供主控控制电源, 经 S2, S7 供主控信号电源, 经 S5 供 10 kV 操作电源。

1.3 事故经过

1999 年 7 月 20 日 8 时 54 分 58 秒, 新店 220 kV 变电站 2 号主变 10 kV 侧 802-3 刀闸下口 K1 点三相短路, 电容器 823 断路器低电压保护动作, 经 0.5 s 跳 823 断路器。同时, 2 号主变 10 kV 侧过电流保护经 1 s 动作跳闸, 但 10 kV 侧 802 断路器没有切断电弧, 导致事故发生。

当 K1 点发生三相短路时, 因 10 kV 分母线运行, 10 kV I 母未感到故障, 110 kV, 220 kV 电压下降不多, 故障电流主要由 2 号变压器提供。1 号变压器的保护不会动作。

事故发生后, 由于 10 kV 侧断路器柜一直存在故障, 短路电弧烧毁断路器柜, 电弧串入柜内二次回路和合闸回路, 引起火灾。10 s 后因降压硅堆烧断, 全站直流消失。燃烧的烟火从 10 kV 配电室冲出, 23 s 后导致 110 kV 和 220 kV 母线相继发生各种接地故障。由于 1 号变压器为接地变压器, 故障电流主要由 1 号变压器供给; 又因为直流消失, 全站保护均不能动作, 造成事故扩大, 以致发展到系统, 1 号主变因长时间流过短路电流而损坏。

2 2 号变压器保护动作分析及暴露的问题

2.1 2 号主变高中压侧复压过流保护低压定值对低压侧母线故障无灵敏度问题

在图 1 中, 220 kV 侧复压闭锁方向过流, 方向指向 220 kV 母线。不带方向的复压闭锁方向过流, 方向指向 110 kV 母线, 不带方向的复压闭锁过

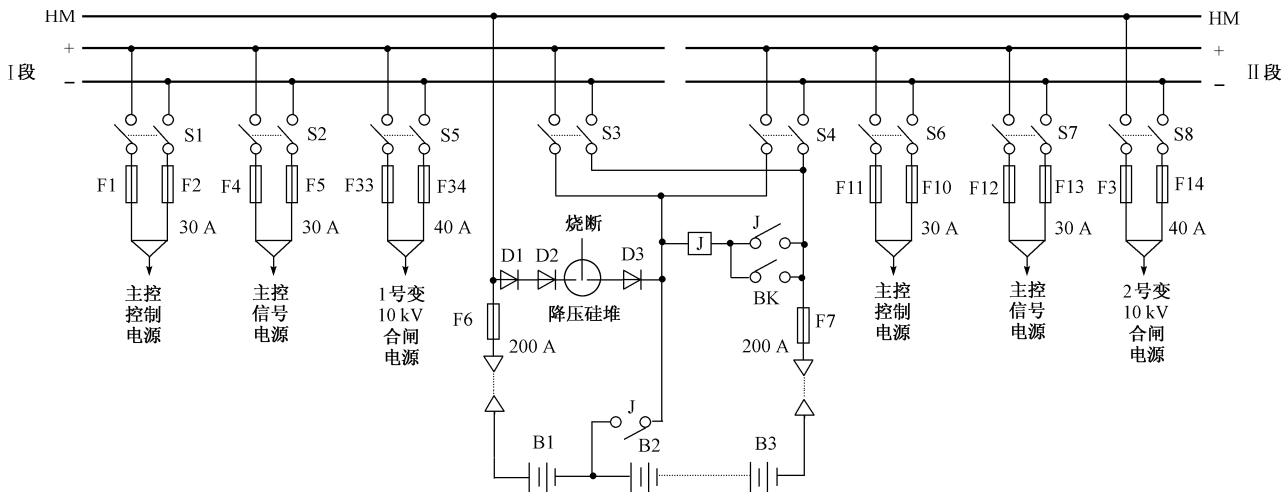


图2 直流系统简图

Fig. 2 Schematic diagram of the DC system

流定值二次为 4.6 A, 6 s 跳总出口。110 kV 侧复压闭锁过流, 电流定值二次为 4.2 A, 5 s 跳 110 kV 母联, 5.5 s 跳 110 kV 侧 102 断路器。复压接点 220 kV 与 110 kV 并联构成, 低电压定值为 70 V, 负电压定值 220 kV 侧为 7 V, 110 kV 侧为 10 V。

事故后计算, 10 kV 侧三相故障时, 110 kV 侧母线二次电压为 86 V; 220 kV 侧为 97 V。由此可见, 由于低电压元件不动作, 使高中压侧的后备功能失去了意义。

2.2 直流失电过程中暴露的问题

控制母线经降压硅堆降压后, 直流供电的可靠性大大降低。在直流短路、硅堆烧断开路的过程中, 防止硅堆开路、旁路硅堆的继电器常闭接点也被烧开, 致使全站直流消失。两段直流母线连在一起运行, 其可靠性大大降低。

2.3 变压器差动 TA 的安装位置

变压器差动保护低压侧 TA 的安装位置应尽量靠近低压侧断路器。

3 几点意见

继电保护系统的配置在“电力系统继电保护与安全自动装置技术规程”中有明确规定。原则上讲, 继电保护系统的配置应当满足 2 点最基本的要求:

a. 任何电力设备和线路不得在任何时候处于无继电保护的状态下运行。

b. 任何电力设备和线路在运行中必须保证任何时候由 2 套完全独立的继电保护装置分别控制 2 台完全独立的断路器实现保护。

3.1 低压侧母线故障变压器后备保护的配置

一般 10 kV 母线不设置专用的母线保护, 只在

高、中压侧配置过流保护。当 10 kV 母线故障发生在 10 kV 断路器柜内, 弧光窜入直流系统, 造成整个直流操作电源消失, 引起变压器损坏的事故在许多供电局都有发生。为此必须满足 10 kV 母线故障的双重化保护的要求。

3 kV~110 kV 电网继电保护装置运行整定规程(DL/T—584—95)第 2.2.4 节指出:

a. 如变压器高压侧的过流保护对低压侧母线有规定的灵敏系数时, 则在变压器低压侧断路器与高压侧断路器上配置的过流保护将成为低压侧母线的主保护及后备保护。在这种情况下, 要求这两套过流保护经不同直流熔断器供电。

b. 如变压器高压侧的过流保护对低压侧母线无规定的灵敏系数时, 则在变压器的低压侧断路器上应配置两套完全独立的过流保护作为低压侧母线的主保护及后备保护。在这种情况下, 要求这两套过流保护接于不同的电流互感器, 经不同直流熔断器供电, 并分别作用于该低压侧断路器与高压侧(或变压器各侧)断路器。

事故教训告知我们, 该规定也完全适用于 220 kV 变压器后备保护的配置。

为提高电流的灵敏度, 常选用复合电压闭锁过流保护。当复合电压闭锁过流保护的复压灵敏度不足时, 应用各侧复压触点并联使用。但一定要注意由于电流灵敏度过高, 可能在低压侧故障切除后, 因电压恢复过程中的自启动电流过大造成误动问题。

为防止低压侧断路器拒动, 过流保护应做成两时间段, 第 1 时限跳低压侧(或母联)断路器, 第 2 时限跳各侧。

3.2 两套保护必须分别从两段直流母线引下

为保证两套双重化保护的完全独立, 以防弧光

窜入直流系统引起全站停电,变电站应有两段直流母线,两套保护分别由一段母线供电。

3.3 电网运行方式与继电保护整定

国内外长期运行的经验和事故教训充分说明,一个结构合理的电网是电网安全稳定运行的物质基础。电网结构清晰、简单,继电保护的配置与整定也简单。继电保护装置本身愈简单,整定愈方便,就愈有利于继电保护正确动作。电网运行与继电保护相辅相成,而非相互制约。

电网运行方式对后备保护的整定有重要影响,针对目前我国电网发展的现状,220 kV 作为主要供电网以近后备设计为主,110 kV 作为配电网以远后备设计为主。因而对于 110 kV 及以下电网,应尽可能以辐射状网络方式运行。地区电源也应以辐射线路接入联络变电所,实行环状或双回线布置,但以开环或线路变压器组方式运行。这是应当遵循的原则。本次事故 110 kV 运行方式若能解环,至少可以减轻 802 断路器的断弧负担。

3.4 差动 TA 的安装位置

对差动 TA 的安装位置,规程尚无明确规定,根据变压器纵联保护规定的保护范围,不仅包括变压器本体,还应该包括变压器套管及引出线。当然是安装在 10 kV 断路器与母线之间为好。但当 TA 与断路器之间发生故障时,只切除 10 kV 断路器即可,而这样设置会带来高中压侧的误动。究竟安装于何

处,要全面分析,权衡利弊,综合考虑。可参考的因素有:变压器低压侧出口三相故障,允许在 2 s 内切除故障;后备保护的配置是否合理,整定是否正确;分裂运行的 110 kV 母线、母联断路器有无备自投装置;误切负荷的性质;对系统稳定的影响等。还有一个原则,当主设备保护误动和拒动发生矛盾时,优先保证不拒动。但 TA 的安装位置,应尽量靠近低压侧断路器。

4 结论

根据对“7.20”事故的分析可知,对变压器低压侧母线故障,在没有母差的条件下,高(中)压侧保护对低压侧一定要有灵敏度。当没有灵敏度时,必须在低压侧设计两套完全独立的双重化保护动作于不同断路器。为保证完全独立化,直流系统也必须分两段运行,并分别供给一套保护。同时电网应为安全稳定运行和继电保护配置与整定创造条件,提出了配电网接线、环状或双回布置,开环或变压器组运行的原则。关于变压器差动保护 TA 位置的选择,应当综合考虑,尽量靠近低压侧断路器。

阎刘生,男,教授级高级工程师,太原供电局局长,主要从事电力系统安全、稳定运行分析及管理工作。

郭殿奎,男,高级工程师,主要研究电力系统继电保护的应用。

DISCUSSION OF ARCHITECTURE AND APPLICATION OF TRANSFORMER PROTECTION

Yan Liusheng, Guo Diankui

(Taiyuan Power Supply Bureau, Taiyuan 030012, China)

Abstract: After introducing a fire accident occurring in a substation as a result of not isolating the fault on the low voltage side of the transformer in time, this paper analyses the scheme of transformer protection and some key points which must be cared for, such as scheme of backup protection, DC power supply, selection of busbar operation mode and current transformer etc.

Keywords: transformer; backup protection; DC system; operation mode