

故障录波器在电力系统中的重要作用 及示波图的分析

云峰发电厂 张久发

故障录波器是继电保护的重要组成部分，是保证电力系统安全运行的重要措施之一。

近代电力网的容量逐渐扩大，系统的结线也愈来愈复杂，继电保护的配合也相应复杂。

由于系统中各种类型的事故经常发生。事故时，往往因为某些因素的影响，跳闸的开关不只是一两个，切开的线路有时也是多条，负荷的分配在发生变动。在这样复杂的条件下，还按着习惯，凭跳闸的开关、切开的线路、表计的指示是不能快速的分析事故、排除事故、恢复送电的。在长达数百公里或多条线路上去查找事故点，也要动用不少的人力和物力，需要较长的时间，这对国民经济的损失是很大的。

再者，运行中的电气设备在外界条件影响下，也经常的发生变化，有的存在着用试验难以发现的隐患和缺欠，只有在直接事故下才能暴露出来。

上述之事，用我们的感觉和经验往往办不到，但故障录波器却正是反应事故时的情况，能很好的担负起这方面的任务。

另外，故障录波器录制事故时电气量，对我们核对电力设备的技术参考，改进设计和计算工作，积累技术资料，它也能揭示出系统中存在的矛盾（电网结线和继电保护的配合等等），加强对电力系统客观规律的认识，不断改进电网，提高电力系统的运行水平起了很重要的作用。

因为我厂是个国际电站，向兄弟的国家送电，这是我们的国际主义义务。但是，在工作的交往中，因为语言和联系的不便，有时对确定线路事故和保护动作情况等谈不清楚，甚至造成误会，故障录波器的示波图确能为我们交流思想，勾通语言，起到了桥梁作用。

我厂故障录波器投入运行已八年多了。开始时，我们认为它和继电保护毫无相干，是专门为系统调度服务的。事故启动拍照，就得冲胶卷，洗照片，计算，上级总调，还得什么时候动作拍照什么时候到，真是搞这项工作又累又担责任。长期的实践证明，我厂投入使用故障录波器，不但对电力系统大有好处，就是对我厂的电气设备也起到了监督作用，发现过设备存在的重大缺欠，对于分析保护动作情况，改进设备起到了积极作用，所以，这项工作是我们搞继电保护工作义不容辞的责任。

我厂是新建电厂，电气设备全是新安装的，有一次故障录波器的示波图反应出来的事故情况和保护动作不一样。经过详细查找发现由于安装检查不细，使某些保护该动的不动，不该动的动了，造成了乱动。

示波图是事故时电气参数变化的真实写照。对示波图的分析一定要逐步深入，不能只浮在表面上，调度要什么就分析什么，其它的不去分析和研究。其实示波图反应的内容是很丰

富的，从下面的事例中对我们大有启发。

1972年12月29日12点21分甲线事故

方向接地 I 段动作跳闸，故障录波器启动。

胶卷冲出（见图 1）之后，经过计算，查曲线和分析，确定为单相接地，事故点在×××号塔，报告总调。经过有关单位巡线查实在×××号塔有人爬塔触电，事实完全相符。经验证明，只要故障录波器调正的好，测量和计算的准确，误差并不大。

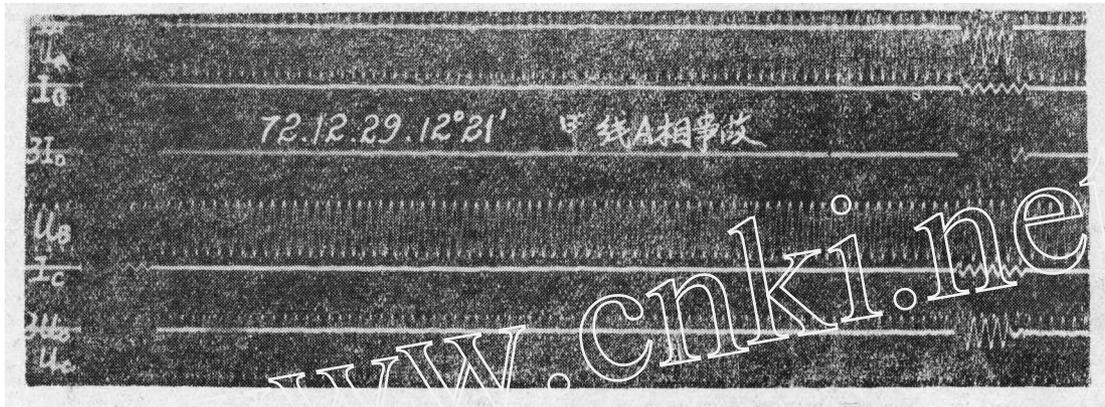


图 1

当时的保护使用是按总调命令，停用重合闸，方向接地保护直接跳三相。但示波图上确能看出，因事故开关跳闸后，经1.44秒开关进行了三相重合闸，重合闸不成功，经0.12秒跳闸，这是什么原因呢？我厂是ZZC-1型综合重合闸，投入运行以来，只用单相重合闸，从来未使用过三相重合闸，就是相间事故或相间接地事故也联跳三相，不许合闸。这次为什么重合三相呢？是保护有问题还是开关有问题？按照示波图，查对图纸及保护动作情况，发现虽然停止使用重合闸，方向接地，距离等保护不经重合闸跳开关。但重合闸使用压板8 Z K没有切，接地不灵敏 I 段在重合闸盘，事故过程中，它不退出工作，事故点离我厂不甚远，致使不灵敏 I 段启动，实行了非法的三相重合闸。因跳闸的开关离中央控制室较远又没有信号，重合闸时开关的动作声音也没有听到。但示波图却忠实的录制下来了，找出了问题，改正过来，保证了安全运行。

1972年8月20日16点09分甲线事故

由于系统事故，我厂保护正确动作，切开故障相并进行单相重合闸，不成功跳三相。

故障录波器的示波图和保护动作的指示完全一样，一般说来，我们把示波图的量值，计算结果，保护动作情况及开关位置报告总调任务已经完成。我们并没有满足这一点，对示波图我们进行了比较细致的分析，那怕它有一点波动和奇变也不放过，见示波图 2

这次事故是×××号塔A相断线造成的，事故点如图 3，I 变 T 接在甲线上。由示波图可以看出，a 点是 I 变 N 开关 B 相跳闸，I 变开关跳闸之后，事故并没有消除。

又经过 0.1 秒 D 点，我厂 M 开关 C 相跳闸，启动重合闸经 1.4 秒 C 相重合闸 C 点，由于事故是永久性的，经过 0.16 秒 C 相加速跳闸（分相固定后加速）a 点，接着 A、B 相跳闸 C 点。既然我厂 M 开关已经跳闸，就没有线路电流了，示波图反应为一根直线，实际上 A、B 相电流刚一出现直线就出现了新的量值的波形 f 点，见放大图 4。

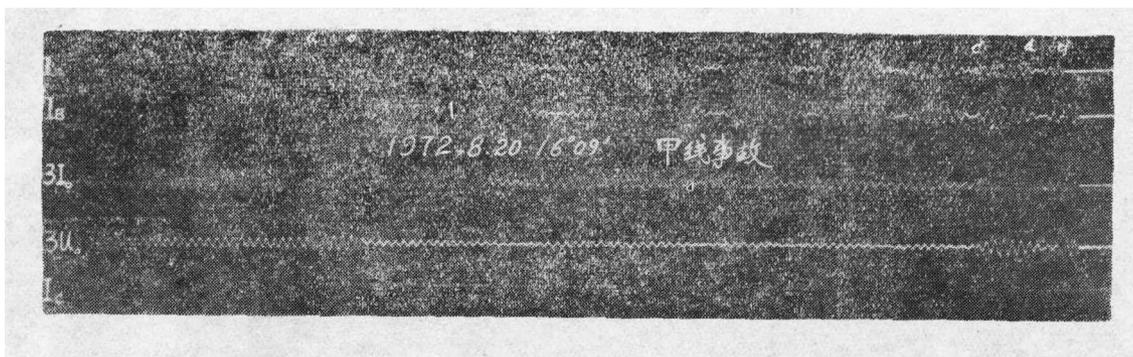


图 2

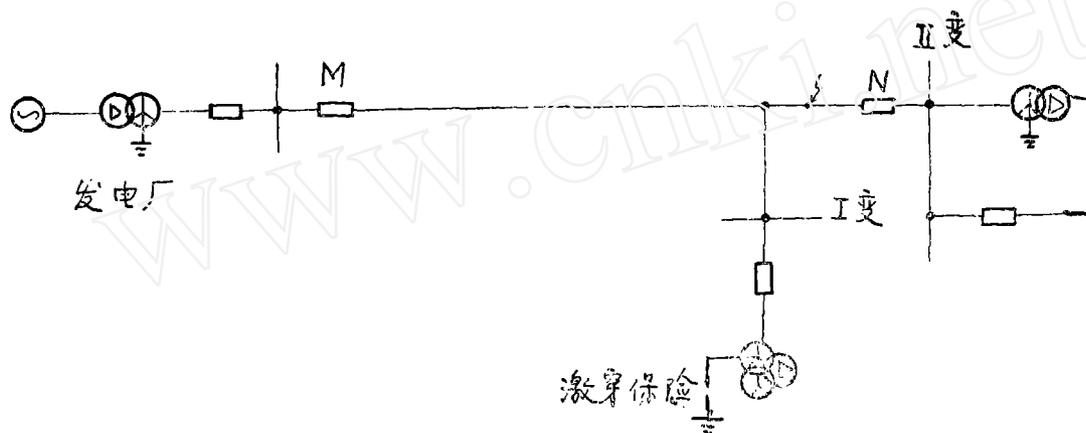


图 3

为什么会出新的波形呢？我们进行了深入的探讨。当时我厂正是大发电阶段，变压器一台中性点接地，I变经过激穿保险接地，II变接地。事故发生，系统产生振荡，开关重合闸后跳闸熄弧时，正是电流过另时，结果造成过电压。另外，M开关是苏联BBH-220（无外分离刃），其结构有不合理的地方，完全可以造成开关重燃（分析参考高压工程上海交大）。

把这种严重威胁我厂及电力系统安全运行的现象，告诉有关领导和班组进行几次查找发现开关A、B相有烧伤闪落的痕迹，上面三节最严重，并看到有的并联电阻烧毁。

我们还分析过由于事故时系统出现的高次谐波对某些继电保护有严重威胁，有的还能造成误动。

通过这些事例和示波图的分析，我们可以看到故障录波器的安全可靠运行是很重要的，必保的，在此条件下，应当重点放在示波图的分析上，它能为我们分析事故，发现设备存在的缺欠，分析保护动作情况……起了很重要的作用，为保证系统安全运行也提供了宝贵的资料。它是现代电力系统中不可缺少的一个重要组成部分，是继电保护工作中重要一项。

随着祖国各项事业的飞跃发展，电力工业必然急进先行。故障录波器安装使用也相应增多。在保证电力系统安全运行上一定会发挥出更大的作用。

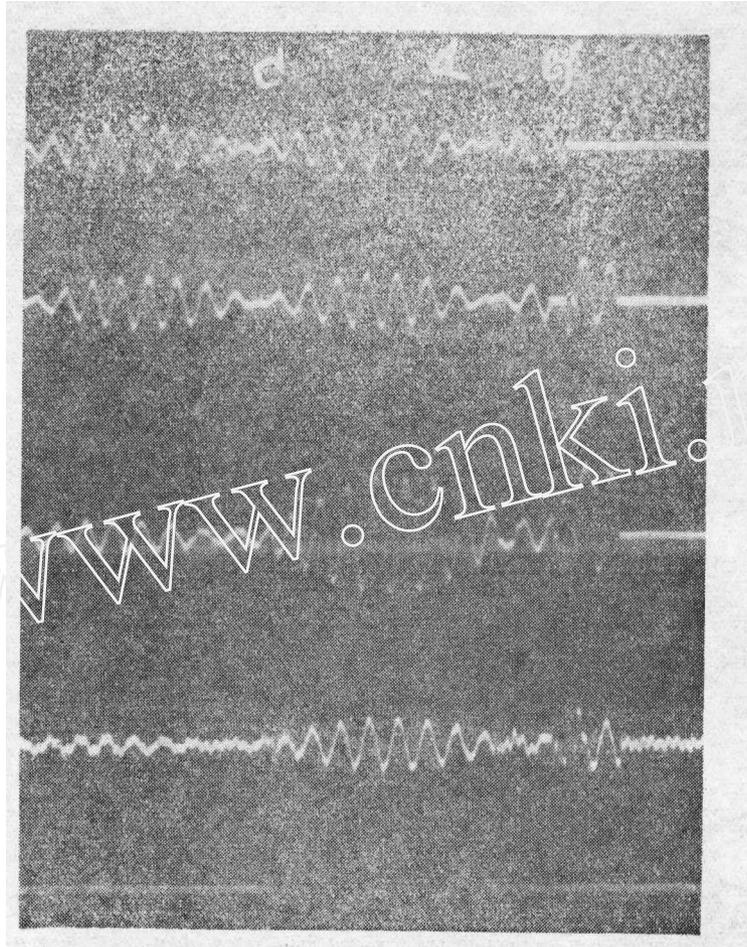


图 4