

中阻抗原理母差保护 X_L 、 R_L 参数现场实测方法的介绍

湖北省电力中心调度所 龚序 刘江平

摘要 本文较详细地介绍了由中阻抗原理构成的母线差动保护，母差主CT完全饱和后的电阻 R_L 及线路最小空载电抗 X_L 参数的现场实测方法，从而为该母差保护整定计算的定值的正确性，提供了基本保证。

关键词 母线差动保护 中阻抗原理 R_L 、 X_L 参数测试

前言

对目前国内消化，吸收瑞典 AES A 公司“RADSS”母差保护原理（中阻抗原理），生产制造的新型母差保护来说，母差主CT完全饱和后的电阻 R_L 及线路最小空载电抗 X_L 参数值的测试正确与否，是关系到该保护制动电阻 R_S （或制动梯度 S 〔注1〕）整定计算值是否正确的基础。倘若测试的 X_L 、 R_L 参数值不正确，就有可能导致实际的内部故障分流系数 S' 比整定计算值小，区外故障主CT完全饱和后的分流系数 S'' 则比整定计算值大〔注2〕，就难保证 R_S （或 S ）的整定值在实际运行中不超越其整定域上限或下限，以致造成内部故障母差保护拒动，外部故障当母差主CT严重饱和后失去稳定而误动的恶果。因此，我们感到对该类型母差保护 X_L 、 R_L 两个参数，现场如何测试作一番介绍是很有必要的。

1 母差主CT变比相同， X_L 及 R_L 参数的现场测试方法：

1.1 X_L 参数值的求取：

X_L 参数值的求取分两步进行。

第一步：

先按照测试图1，测出某一条线路主CT的空载电抗 X'_L 。由于任何线路A、B、C三相主CT的空载电抗几乎均一样，所以只需要测试其中一相便可。具体作法是：在中阻抗母差保护屏继电器柜中，断开其辅助CT二次侧与差动继电器的连接线，假定辅助CT二次侧两个端子分别叫做①N'，那么从①N'两端所测得的阻抗 Z 就是要求取的 X'_L 。实际上 $Z \approx X'_L$ ，只因为 $Z = R_L + jX'_L$ 中的 $R_L \ll X'_L$ ，当忽略 R_L 不计，因此才有： $X'_L \approx Z$ 。

第二步：

根据公式： $X_L = X'_L / (n - j)$ 〔注3〕，求出内部故障时线路最小空载电抗 X_L 值。

X'_L 测试线路的选择原则：

a 当辅助CT安装于主CT端子箱

内：

应选择辅助CT二次侧至母差保护装置屏连接线最短的线路，作为 X'_L 的测试线路。

b 当辅助CT安装于母差保护装置

屏内：

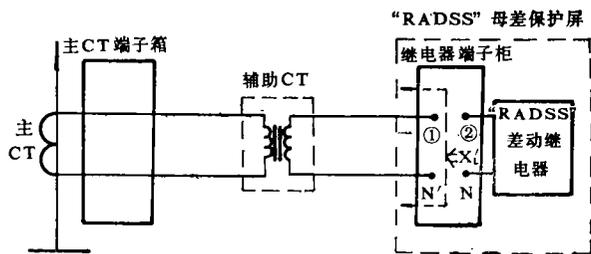


图 1

应选择主CT二次侧至辅助CT一次侧连接线最短的线路，作为 X_L 的测试线路。

2.2 R_L 参数值的求取：

R_L 参数值的求取也分两步进行。

第一步：

先按照图 2 所示方法，测出某一条线路主CT完全饱和后，从其二次侧看进去的电阻 R_L' 。具体作法是：将某一线路任何一相的母差主CT二次侧，在其端子箱内与辅助CT一次侧的连线断开，假设主CT二次侧断开端子为M、D，则从该端子所测得的电阻便是要求的 R_L' 。

第二步：

按照测试图 3 所示方法，将一个数值为 R_L' 的电阻，接在主CT端子箱内M'、D'两端，并在母差保护屏继电器端子柜中，断开辅助CT二次侧与差动继电器的连线，然后从①N'两端所测得的阻抗，就是主CT完全饱和后的总电阻 R_L 。 R_L' 、 R_L 测试线路的选择原则：

a 当辅助CT安装于主CT端子箱内：

应选择辅助CT二次侧至母差保护装置屏连线最长的线路，作为 R_L' 、 R_L 的测试线路。

b 当辅助CT安装于母差保护装置屏内：

应选择母差主CT二次侧至辅助CT一次侧连线最长的线路，作为 R_L' 、 R_L 的测试线路。

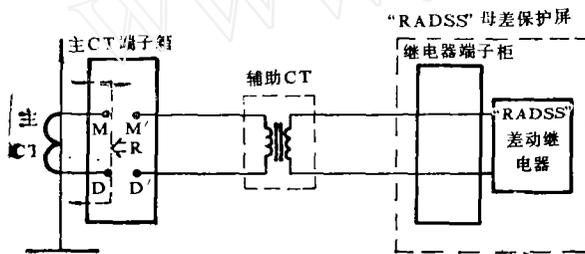


图 2

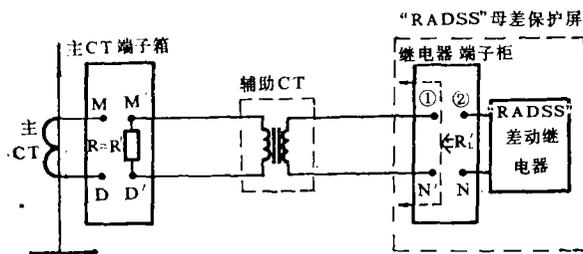


图 3

2 母差主CT变比不同, X_L 及 R_L 参数的现场测试方法：

2.1 X_L 参数值的求取：

对于母差主CT变比不相同，要得到实际内部故障线路最小空载电抗 X_L ，其测试方法和步骤是非常繁琐的，必将给基建和运行单位带来许多麻烦和困难。因此，我们可以采用图 4 所介绍的测试方法（以母线上只有三回出线为例），所求取的电抗值来近似地代替实际内部故障线路最小空载电抗 X_L 。

具体的测试方法：在母差保护屏继电器端子柜中，将某一相的所有辅助CT二次侧与差动继电器连线端子①—②、N'—N断开，然后，再将所有①端均连接一起，

则从①N'端子所测得的阻抗，便是要求的内部故障时线路最小空载电抗 X_L 。

但有一点必须指出：测试电路图 4 是把母线上所有的出线（无论是单母线，还是双母线）均按馈电线或检修线路来考虑的，但实际母线上的出线至少有一条为联络线路（指对侧为电源的出线），因而所测得的 X_L ，小于实际内部故障总的最小空载电抗，并由此整定计算出来的内部故障分流系数 S' （注②），也比实际内部故障时的制动梯度小，最终由此整定计算得到的制动电阻 R_s 和制动梯度 S 值也偏小，母线发生内部故障时，该保护的实际行动灵敏度比整定计算的略高些。只要整定的 R_s 、 S 值不超越其整定域下限（倘若超越，又如何解

决这个问题，以后专文介绍），则采用本方法测得的 X_L 值所整定计算出来的 R_s 、 S 值，对该保护的稳定度没有影响，是完全可行的。

2.2 R'_L 、 R_L 参数值的求取：

对于母差主CT变比不相同，其 R'_L 、 R_L 值测试方法及步骤与母差主CT变比相同一样，这里不再赘述。

R'_L 、 R_L 测试线路的选择：

a 辅助CT安装于主CT端子箱内：

应选择辅助CT变比最大的，且其二次侧至母差保护装置屏连线最长的线路，作为 R'_L 、 R_L 的测试线路。

b 辅助CT安装于母差保护屏内：

选择辅助CT变比最大的，且主CT二次侧至辅助CT一次侧连接线最长的线路，作为 R'_L 、 R_L 的测试线路。

这里有一点必须指出，在“RADSS”母差保护整定计算中，为什么选择主CT完全饱和后的电阻，来作为确定制动梯度 S 和制动电阻 R_s 整定域下线的条件，而不选择辅助CT完全饱和后的电阻呢？这是因为辅助CT完全饱和后，从其二次侧看进去的输入阻抗，比起主CT完全饱和后，从其二次侧看进去的输入阻抗小得多，则母差保护在相同的差动回路总电阻 R_T 整定值下，母线外部故障时，其主CT完全饱和后差动回路的分流系数 S'' （注②）比辅助CT就大些，流入差动回路中的不平衡电流就大些，母差保护误动的可能性也就大些。所以我们选取母差保护主CT完全饱和后的总电阻 R_L ，来作为确定 R_s 及 S 整定域下线的条件。

最后还必须强调指出一点，在 R_L 、 X_L 参数值的测试中，①N'端测试电流值的加入，不能随心所欲，否则，将危及设备的安全和影响被测参数值的准确性。

对于 R_L 参数值的测试，其试验电流大小的选择，应按母线区外故障，母差保护某一主CT饱和而辅助CT还未饱和的严重情况来考虑。如果我们将图3中的辅助CT用“T”型等效电路来表示并作出图5。

图中：

Z_{f1} —辅助CT的原边阻抗； Z_{f2} —辅助CT的副边阻抗； X_{fLC} —辅助CT的励磁电抗；

$R_{\text{电缆}}$ —电缆电阻； R'_L —某一主CT饱和后的电阻； I_{fLC} —辅助CT的励磁电流。

不难看出，要保证从①N'端测得的主CT完全饱和后的电阻 R_L 参数值的正确性，必须满足等式：

$$X_{fLC} \gg R'_L + 2R_{\text{电缆}} + Z_{f1}$$

即：

$$I_1 \gg I_{fLC}$$

因此我们的思想原则是：从①N'端加入的测试电流，一定要使得 $X_{fLC} \approx \infty$ ，只有这样才能较准确地测出 R_L 参数即： $R'_L + 2R_{\text{电缆}} + Z_{f1} + Z_{f2}$ 。

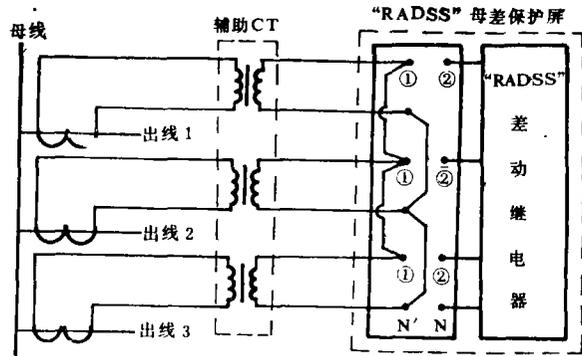


图 4

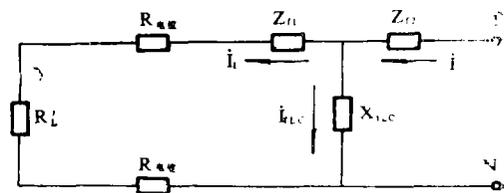


图 5

目前国内中阻抗母差保护，使用较为普遍的几种辅助CT以及现场测试 R_L 参数值时，从①N'端加入测试电流的大小可参照下表：

分类编号	1		2		8	
辅助CT变化	5/1	5/0.5	1/1	1/0.5	5/1.2	5/0.6
①N'端加入的测试电流	0.1A	0.05A	0.1A	0.05	0.1A	0.05A

对于 X_L 参数的测试，①N'端加入的试验电流也不能大。如果将图1中的主CT和辅助CT均用“T”型等效

电路来表示并作出图6：

图中：

Z_1 —主CT的原边阻抗； Z_2 —主CT的副边阻抗； X_{LC} —主CT的励磁电抗； I_{LC} —主CT的励磁电流。

我们知道，由于主CT励磁电抗 X_{LC} 和辅助CT励磁电抗 X_{LC} 是随着励磁电流的增大而下降的，所以要从①N'端较准确地测出：

$Z_{f2} + (X_{LC} // (Z_{f1} + Z_2 + 2R_{\text{电缆}} + X_{LC}))$ 即主CT的空载电抗 X_L' ，必须限制现场通入的测试电流的大小，通过现场实试比较，我们认为测试空载电抗时，①N'端通入0.01安倍的测试电流较为合适。

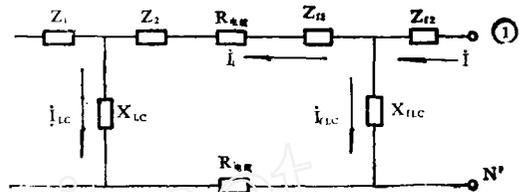


图 6

注：

- ①) S—国外有关资料中称之为“制动梯度”，国内习惯叫法为“制动系数”，本文也改称为“制动系数”。
- ②) S'、S''—有的文章中分别称之为“内部故障制动系数”和“外部故障主CT完全饱和后的制动系数”，本文改称为“内部故障差动回路的分流系数”和“外部故障主CT完全饱和后，差动回路的分流系数”。

参考文献

- [1] 瑞典“RADSS”母差保护整定方法探讨。继电器。1990年4期。
- [2] HMZ—101母差保护整定探讨及灵敏度校核计算。电力自动化设备。1990年4期。

《科技文摘》创刊

《科技文摘》系能源部电力科学研究院主办的科技类文摘报，一月一期，四开四版。该报主要刊登国内外科技方面的文摘，同时也辟有“议论”、“新技术”、“市场信息”等栏目。该报兼容信息、消息和文献内容，融知识性、趣味性、可读性于一体，文章短小精悍，内容新鲜广泛。

该报拟于1993年正式发行，年订价每份4.5元（含邮资），现已开始收订，欢迎订阅。

热诚欢迎广大科技工作者、管理工作及读者踊跃投稿。来稿一经刊登，即致稿酬。

《科技文摘》编辑部地址：100085 北京清河电力科学研究院内。电话：2913201转910或911。