(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111769518 A
(43)申请公布日 2020.10.13

(21)申请号 202010475229.6
(22)申请日 2020.05.29
(71)申请人 国网上海电力设计有限公司
地址 200071 上海市静安区河南北路441号8层19室
申请人 国网上海市电力公司
(72)发明人 梁海生 王紫雷 王梦薇 刘鑫 单婵
(74)专利代理机构 上海科盛知识产权代理有限公司 31225
代理人 孙永申
(51)Int.Cl.
H02H 7/04(2006.01)
H02H 9/08(2006.01)
H02H 9/04(2006.01)
G06F 30/20(2020.01)

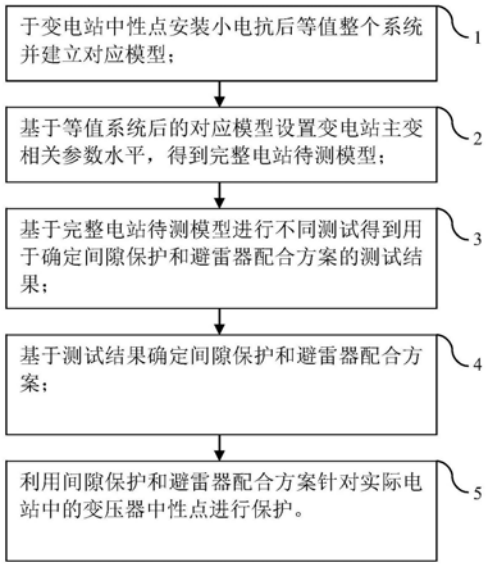
权利要求书2页 说明书10页 附图2页

(54)发明名称

一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法

(57)摘要

本发明涉及一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法，该方法包括以下步骤：步骤1：于变电站中性点安装小电抗后等值整个系统并建立对应模型；步骤2：基于等值系统后的对应模型设置变电站主变相关参数水平，得到完整电站待测模型；步骤3：基于完整电站待测模型进行不同测试得到用于确定间隙保护和避雷器配合方案的测试结果；步骤4：基于测试结果确定间隙保护和避雷器配合方案；步骤5：利用间隙保护和避雷器配合方案针对实际电站中的变压器中性点进行保护。与现有技术相比，本发明具有精确保护变压器中性点，开创保护方法先河等优点。



CN 111769518 A

1.一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法,其特征在于,该方法包括以下步骤:

步骤1:于变电站中性点安装小电抗后等值整个系统并建立对应模型;

步骤2:基于等值系统后的对应模型设置变电站主变相关参数水平,得到完整电站待测模型;

步骤3:基于完整电站待测模型进行不同测试得到用于确定间隙保护和避雷器配合方案的测试结果;

步骤4:基于测试结果确定间隙保护和避雷器配合方案;

步骤5:利用间隙保护和避雷器配合方案针对实际电站中的变压器中性点进行保护。

2.根据权利要求1所述的一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法,其特征在于,所述的步骤1包括以下分步骤:

步骤101:获取变电站加装小电抗的原始数据;

步骤102:基于原始数据采用电磁暂态程序EMTP等值整个系统并建立对应模型。

3.根据权利要求1所述的一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法,其特征在于,所述的步骤2中的变电站主变相关参数水平包括主变高、中压公共中性点耐压水平、主变中性点隔直电阻阻值及其两端绝缘水平、石墨间隙参数、变压器励磁特性曲线以及高、中压侧避雷器额定电压。

4.根据权利要求1所述的一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法,其特征在于,所述的步骤3包括以下分步骤:

步骤301:基于完整电站待测模型进行变压器中性点电抗器工频电压及电流测试并得到对应结果;

步骤302:基于完整电站待测模型进行变压器中性点操作过电压和暂态电流测试并得到对应结果;

步骤303:针对变压器中性点电抗器工频电压及电流测试以及操作过电压和暂态电流测试各自对应结果进行校核以确定最终的用于确定间隙保护和避雷器配合方案的测试结果。

5.根据权利要求4所述的一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法,其特征在于,所述的步骤303具体包括:针对变压器中性点电抗器工频电压及电流测试以及操作过电压和暂态电流测试各自对应结果,结合国标绝缘配合第一部分定义、原则和规则的规定来确定最终的用于确定间隙保护和避雷器配合方案的测试结果是否达标。

6.根据权利要求1所述的一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法,其特征在于,所述的步骤1中的小电抗的阻值范围为12Ω～20Ω。

7.根据权利要求1所述的一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法,其特征在于,所述的步骤4中的间隙保护的配合原则为:一方面承担变压器中性点的工频、操作过电压,限制所述避雷器上可能出现的超过基本正常标准的工频过电压和残压;另一方面,当系统出现有效接地故障时,所述间隙保护不应动作,而当系统处于失地状态同时电抗器损坏断开的情况下,所述间隙保护应动作。

8.根据权利要求1所述的一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法,其特征在于,所述的步骤4中的避雷器的配合原则为:承担变压器中性点的雷电、暂态过电

压，动作后的残压小于中性点的冲击耐受能力，否则需要所述间隙保护。

9.根据权利要求1所述的一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法，其特征在于，所述的步骤4中的间隙保护的配合方案具体包括：

间隙工频放电电压U_{jac}＜保护对象的工频耐受能力U_{ac}；

间隙工频放电电压U_{jac}＞保护对象可能出现的最大暂态过电压U_{s1}，即系统以有效接地方式运行、发生单相接地故障时，间隙不应动作；

间隙工频放电电压U_{jac}＜保护对象可能出现的最大暂时过电压U_{s2}，即因接地故障形成局部不接地系统时间隙应动作；

间隙雷电冲击放电电压U_{jli}＜保护对象的雷电耐受能力U_{li}，即当避雷器损坏时，间隙作为保护对象的雷电冲击后备保护；

间隙雷电冲击放电电压U_{jli}＞避雷器的残压水平U_{res}，即避雷器动作后形成的残压，间隙不应动作。

10.根据权利要求8所述的一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法，其特征在于，所述的步骤4中的避雷器的配合方案具体包括：

避雷器的持续运行电压U_c＞变压器中性点稳态电压值U_w；

避雷器的U_r＞间隙工频放电电压U_{jac}，即当避雷器上出现超过额定值的工频过电压时，间隙应动作；

避雷器的残压水平U_{res}＜保护对象的雷电耐受能力U_{li}，即避雷器动作后的残压不会对保护对象再形成冲击损伤，当再形成冲击损伤时，放电间隙应动作以保护中性点；

避雷器的参考电压U_{ret}＜保护对象的雷电耐受能力U_{li}；

避雷器的参考电压U_{ret}＜间隙雷电冲击放电电压U_{jli}，即间隙在雷电冲击时不动作，由避雷器动作。

一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法

技术领域

[0001] 本发明涉及电网保护技术领域，尤其是涉及一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法。

背景技术

[0002] 我国电力系统的500kV和220kV系统采用的是中性点直接接地系统。近几年来，随着装机容量不断地增加，电网规模不断扩大，系统的接地短路电流持续增长，有的站所还出现了单相接地短路电流超过三相短路电流并超过开关的额定遮断容量的情况。在变压器500/220kV的中性点接小电阻是一种有效的限制单相短路电流的手段。从上一世界末华北和浙江省电力系统通过在500/220kV变压器的中性点加装5至16欧姆小电抗，有效的限制了系统的单相短路电流。目前，华东电网三省一市共计已有53％的主变中性点加装了小电抗，而大量的变压器中性点加装小电抗后可能对系统产生的整体影响，有待开展相应的研究。

[0003] 当特高压主变中性点接入小电抗后，变压器中性点的电磁暂态特性会发生变化，小电抗值越大，其过电压值越大，则间隙间距及避雷器参数整定也会随之发生变化，并对变压器和电站产生影响，因此，需要针对这一现象设计匹配对应的基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法。

发明内容

[0004] 本发明的目的就是为了克服上述现有技术存在的缺陷而提供一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法。

[0005] 本发明的目的可以通过以下技术方案来实现：

[0006] 一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法，该方法包括以下步骤：

[0007] 步骤1：于变电站中性点安装小电抗后等值整个系统并建立对应模型；

[0008] 步骤2：基于等值系统后的对应模型设置变电站主变相关参数水平，得到完整电站待测模型；

[0009] 步骤3：基于完整电站待测模型进行不同测试得到用于确定间隙保护和避雷器配合方案的测试结果；

[0010] 步骤4：基于测试结果确定间隙保护和避雷器配合方案；

[0011] 步骤5：利用间隙保护和避雷器配合方案针对实际电站中的变压器中性点进行保护。

[0012] 进一步地，所述的步骤1包括以下分步骤：

[0013] 步骤101：获取变电站加装小电抗的原始数据；

[0014] 步骤102：基于原始数据采用电磁暂态程序EMTP等值整个系统并建立对应模型。

[0015] 进一步地，所述的步骤2中的变电站主变相关参数水平包括主变高、中压公共中性点耐压水平、主变中性点隔直电阻阻值及其两端绝缘水平、石墨间隙参数、变压器励磁特性

曲线以及高、中压侧避雷器额定电压。

[0016] 进一步地，所述的步骤3包括以下分步骤：

[0017] 步骤301：基于完整电站待测模型进行变压器中性点电抗器工频电压及电流测试并得到对应结果；

[0018] 步骤302：基于完整电站待测模型进行变压器中性点操作过电压和暂态电流测试并得到对应结果；

[0019] 步骤303：针对变压器中性点电抗器工频电压及电流测试以及操作过电压和暂态电流测试各自对应结果进行校核以确定最终的用于确定间隙保护和避雷器配合方案的测试结果。

[0020] 进一步地，所述的步骤303具体包括：针对变压器中性点电抗器工频电压及电流测试以及操作过电压和暂态电流测试各自对应结果，结合国标绝缘配合第一部分定义、原则和规则的规定来确定最终的用于确定间隙保护和避雷器配合方案的测试结果是否达标。

[0021] 进一步地，所述的步骤1中的小电抗的阻值范围为12Ω～20Ω。

[0022] 进一步地，所述的步骤4中的间隙保护的配合原则为：一方面承担变压器中性点的工频、操作过电压，限制所述避雷器上可能出现的超过基本正常标准的工频过电压和残压；另一方面，当系统出现有效接地故障时，所述间隙保护不应动作，而当系统处于失地状态同时电抗器损坏断开的情况下，所述间隙保护应动作。

[0023] 进一步地，所述的步骤4中的避雷器的配合原则为：承担变压器中性点的雷电、暂态过电压，动作后的残压小于中性点的冲击耐受能力，否则需要所述间隙保护。

[0024] 进一步地，所述的步骤4中的间隙保护的配合方案具体包括：

[0025] 间隙工频放电电压U_{jac}＜保护对象的工频耐受能力U_{ac}；

[0026] 间隙工频放电电压U_{jac}＞保护对象可能出现的最大暂态过电压U_{s1}，即系统以有效接地方式运行、发生单相接地故障时，间隙不应动作；

[0027] 间隙工频放电电压U_{jac}＜保护对象可能出现的最大暂时过电压U_{s2}，即因接地故障形成局部不接地系统时间隙应动作；

[0028] 间隙雷电冲击放电电压U_{jli}＜保护对象的雷电耐受能力U_{li}，即当避雷器损坏时，间隙作为保护对象的雷电冲击后备保护；

[0029] 间隙雷电冲击放电电压U_{jli}＞避雷器的残压水平U_{res}，即避雷器动作后形成的残压，间隙不应动作。

[0030] 进一步地，所述的步骤4中的避雷器的配合方案具体包括：

[0031] 避雷器的持续运行电压U_c＞变压器中性点稳态电压值U_w；

[0032] 避雷器的U_r＞间隙工频放电电压U_{jac}，即当避雷器上出现超过额定值的工频过电压时，间隙应动作；

[0033] 避雷器的残压水平U_{res}＜保护对象的雷电耐受能力U_{li}，即避雷器动作后的残压不会对保护对象再形成冲击损伤，当再形成冲击损伤时，放电间隙应动作以保护中性点；

[0034] 避雷器的参考电压U_{ret}＜保护对象的雷电耐受能力U_{li}；

[0035] 避雷器的参考电压U_{ret}＜间隙雷电冲击放电电压U_{jli}，即间隙在雷电冲击时不动作，由避雷器动作。

[0036] 与现有技术相比，本发明具有以下优点：

[0037] (1)本发明一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法,包括:步骤1:于变电站中性点安装小电抗后等值整个系统并建立对应模型;步骤2:基于等值系统后的对应模型设置变电站主变相关参数水平,得到完整电站待测模型;步骤3:基于完整电站待测模型进行不同测试得到用于确定间隙保护和避雷器配合方案的测试结果;步骤4:基于测试结果确定间隙保护和避雷器配合方案;步骤5:利用间隙保护和避雷器配合方案针对实际电站中的变压器中性点进行保护,本发明方法实现了变压器中性点接入小电抗后采用间隙保护和避雷器配合的先河。

[0038] (2)本发明的方法中最终得到的间隙保护和避雷器配合方案可以用于指导未来在架设变压器中性点时考虑更多,提高电站实际工程的安全可靠性。

附图说明

[0039] 图1为本发明实施例练塘变电站附近1000kV和500kV输电系统的潮流及接线图;

[0040] 图2为本发明实施例中1000kV变压器饱和特性曲线图;

[0041] 图3为本发明的方法流程图。

具体实施方式

[0042] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明的一部分实施例,而不是全部实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动的前提下所获得的所有其他实施例,都应属于本发明保护的范围。

[0043] 实施例

[0044] 1、1000kV主变中性点安装小电抗后暂态过电压计算模型

[0045] 本实施例选取上海练塘1000kV变电站进行计算分析,计算采用电磁暂态程序EMTP,计算需要的原始数据由国网上海市电力公司提供。

[0046] 1.1、系统等值

[0047] 内过电压是在正常运行中发生故障或操作引起的,系统等值和潮流是内过电压计算的基础工作,由于实际负荷及电网结构与设计条件不会完全相同,在计算中应留有一定的裕度。华东交流电网的等值遵循以下原则:

[0048] (1)采用工频等值,离被研究变电站较近的网络和设备进行详细模拟,离其较远的网络及设备进行适当的等值简化,以抓住主要的影响因素,且具有一定的精度。

[0049] (2)等值前后,保留网络部分的所有潮流和节点电压维持不变。

[0050] (3)被等值部分的网络是对称的,其性能可以用对称分量法描述,且从等值点看去的正、零序自阻抗和互阻抗相同,不考虑等值网络中非线性元件的作用及变压器结构不同等因素带来的影响。

[0051] 1.2、模型建立

[0052] 本实施例应用EMTP电磁暂态仿真软件对练塘变电站及其周边变电站作等值处理。

[0053] 2、系统研究条件

[0054] 2.1、系统概况及运行方式

[0055] 2019年系统运行方式下,练塘变电站有1000kV主变2台,其1000kV出线有4回,至苏

州、浙北1000kV变电站各2回;500kV出线5回,至枫泾、泗泾500kV变电站各2回,至亭卫500kV变电站1回。练塘站主变500kV母线三相短路、单相短路电流最大分别为59.1kA和63.6kA;练塘2台主变中性点均加装142电抗器时,500kV母线发生短路故障时流过中性点的稳态电流最大为5.8kA。

[0056] 通过计算不同运行方式,不同故障形式和位置确定的主变中压侧最大短路电流如表1所示。

[0057] 表1:练塘变电站不同阻值情况下的练塘站500kV短路电流和工频过电压水平

[0058]

故障形式	电抗器阻值（Ω）	0.0	8.0	10.0	12.0	14.0	16.0	18.0	20.0
三相短路	短路电流（kA）	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1	59.1
单相短路	短路电流（kA）	63.6	60.0	59.5	59.0	58.6	58.3	58.0	57.5
	中性点电流（kA）	11.6	7.5	6.9	6.2	5.8	5.4	5.1	4.8
	中性点电压（kV）	0.0	59.6	68.5	74.0	81.6	86.7	91.2	95.2
两相接地	短路电流（kA）	60.9	59.9	59.7	59.5	59.3	59.1	59.0	58.9
	中性点电流（kA）	12.6	7.5	6.8	6.1	5.7	5.3	4.9	4.6
	中性点电压（kV）	0.0	59.8	68.1	72.8	79.7	84.1	87.9	91.3

[0059] 为研究练塘变电站中性点加装电抗器工程的电磁暂态问题,对练塘变电站附近进行了等值处理。等值中保留了与练塘变电站相连的1000kV线路、500kV线路及站内主变。

[0060] 2019年系统方式下,所研究部分练塘变电站附近1000kV和500kV输电系统的潮流及接线图如图1所示。

[0061] 等值后系统短路电流情况如表2所示,与表1比较可知,等值后系统短路电流水平与上海电力设计有限公司提供的系统短路电流基本一致。

[0062] 表2:等值后练塘变电站不同阻值情况下的练塘站500kV短路电流

[0063]

故障形式	电抗器阻值（Ω）	0.0	12.0
三相短路	短路电流（kA）	59.3	59.3
单相短路	短路电流（kA）	64.1	59.1
	中性点电流（kA）	11.4	6.0

[0064] 2.2、主变参数

[0065] 练塘变电站1000kV主变参数如表3所示。

[0066] 表3:练塘变电站1000kV主变参数

[0067]

主变名	#2、#4 主变
额定容量（MVA）	1000/1000/334
额定电压（kV）	$1050/\sqrt{3}$：$525/\sqrt{3}$：110kV

[0068]

U_{K1-2}(%)	18
U_{K1-3}(%)	62
U_{K2-3}(%)	40
说明	表中额定容量为三相容量：额定电压为相电压：两台主变中压侧分接头情况：$525\sqrt{3}\pm4\times1.25\%$

[0069] 练塘变电站1000kV主变高、中压公共中性点耐压水平如下：

[0070] (1)一分钟工频耐压:140kV(有效值)；

[0071] (2)雷电冲击全波耐受电压:325kV(峰值)。

[0072] 练塘站1000kV主变中性点隔直电阻阻值及其两端绝缘水平、石墨间隙参数等,如下：

[0073] (1)中性点小电阻:3±5%Ω；

[0074] (2)通流能力:10Ka/1s；

[0075] (3)最大操作波冲击动作电压不大于10kVp；

[0076] (4)中性点电压上升到间隙击穿所用的时间不大于10ms；

[0077] (5)工频击穿电压:3～5kV.rms。

[0078] 研究中考虑主变饱和特性。饱和特性曲线采用1000kV变压器典型参数,如图2所示。

[0079] 研究中考虑主变高、中压侧避雷器,高压侧避雷器额定电压为828kV,中压侧避雷器额定电压为420kV。

[0080] 2.3、主变中性点电抗器的阻值

[0081] 练塘变电站变压器中性点加装的电抗器的阻值为12～20欧姆。

[0082] 2.4、断路器短路水平

[0083] 主变中压侧短路水平为63kA,高压侧为63kA。

[0084] 3、变压器中性点电抗器工频电压及电流

[0085] 对各种非对称故障的计算分析表明,变电站中压侧母线或出线侧发生单相或两相接地故障时,变压器中性点电抗器的工频电压最高。

[0086] 表4给出了2019年方式下取不同电抗阻值时练塘变电站1000kV主变中性点电抗器的工频电压及电流的仿真结果。

[0087] 表4:练塘站1000kV主变中性点电抗器工频过电压及电流

[0088]

运行方式	故障位置	故障形式	电抗器阻值	电抗器电压	电抗器电流
一台主变运行	500kV 母线或出线侧	单相接地	12	77.30	6.44
			14	82.70	5.91
			16	87.30	5.45
			18	91.30	5.07
			20	94.60	4.73
		两相接地	12	76.10	6.34
			14	81.10	5.79
			16	85.20	5.32
			18	88.70	4.93
			20	91.80	4.59
两台主变运行	500kV 母线或出线侧	单相接地	12	72.40	6.34
			14	78.10	5.58
			16	83.00	5.19
			18	87.10	4.84
			20	91.00	4.55
		两相接地	12	72.00	6.02
			14	77.10	5.51
			16	81.40	5.09
			18	85.10	4.73
			20	88.20	4.41

[0089] 由上表可知，在2019年运行方式下，练塘站1000kV主变中性点加装12Ω电抗器后，主变中性点的最大工频电压为77.3kV，通过电抗器的最大工频电流为6.44kV；加装14Ω电抗器后，主变中性点的最大工频电压为82.7kV，通过电抗器的最大工频电流为5.91Ka；加装16Ω电抗器后，主变中性点的最大工频电压为87.3kV，通过电抗器的最大工频电流为5.45kA；加装18Ω电抗器后，主变中性点的最大工频电压为91.3kV，通过电抗器的最大工频电流为5.07kA；加装20Ω电抗器后，主变中性点的最大工频电压为94.6kV，通过电抗器的最大工频电流为4.73Ka。

[0090] 根据系统条件及以往工程经验，练塘变电站主变中性点加装电抗器后，对1000kV和500kV系统的工频过电压影响极小。

[0091] 4、变压器中性点操作过电压和暂态电流

[0092] 研究了接地故障、合空载变压器操作时变压器中性点操作过电压及暂态电流。计算时，练塘站变压器中性点避雷器的额定电压为96kV。主变高压侧、中压侧均装设有避雷器。

[0093] 4.1、接地故障

[0094] 在2019年方式下，计算了接地故障情况下练塘站变压器中性点电抗器上的操作过电压、最大暂态电流和中性点避雷器的能耗，计算结果如表5所示。

[0095] 表5：练塘变电站变压器中性点暂态电压

[0096]

运行方式	故障位置	故障类型	电抗器阻值（Ω）	电抗器电压	电抗器电流	中性点避雷器能耗（kJ）
一台主变运行	500kv侧	单相接地	12	166.9	16.2	7.3
			14	170.2	14.9	13.9
			16	172.2	13.7	22.9
			18	173.5	12.8	35.5
			20	174.5	11.9	52.9
		两相接地	12	166.9	22.8	6.5
			14	170.2	20.9	11.7
			16	172.2	19.3	17.6
			18	173.5	17.9	25.6
			20	174.5	16.7	36.3
两台主变运行	500kv侧	单相接地	12	166.1	15.3	6
			14	169.4	14.2	11.9
			16	171.5	13.2	20.1
			18	173	12.3	34.3
			20	174	11.6	53.6
		两相接地	12	166.1	21.5	5.3
			14	169.4	19.8	9.7
			16	171.6	18.4	15.5
			18	173	17.1	24.5
			20	174	16	37.5

[0097] 从表5可以看出在各个中性点电抗器的阻值取值下，变压器中性点避雷器的能耗最大值均低于其允许值。

[0098] 4.2、合空变操作

[0099] 表6给出了练塘变电站合空较变变压器操作下，变压器中性点电抗器的操作过电压情况。

[0100] 表6：合空变操作下，练塘变电站中性点操作过电压

[0101]

运行方式	操作侧	电抗器阻值（Ω）	电抗器电压	电抗器电流	中性点避雷器能耗（kJ）
投第一台主变	1000kv 侧	12	147.7	2.23	<1
		14	150.8	2.2	<1
		16	152.9	2.15	<1
		18	153.9	2.12	<1
		20	151.7	2.09	<1
	500kv 侧	12	152.8	3.79	<1
		14	154.5	3.51	<1
		16	157	3.34	<1
		18	158.8	3.27	<1
		20	160.1	3.2	<1
投第两台主变	1000kv 侧	12	145	2.22	<1
		14	148.6	2.2	<1
		16	151.3	2.14	<1
		18	152.5	2.11	<1
		20	150.5	2.08	<1
	500kv 侧	12	153.9	4.13	<1
		14	156.1	3.83	<1
		16	158.5	3.59	<1
		18	160.1	3.48	<1
		20	161.4	3.39	<1

[0102] 根据系统条件及以往洪城经验，练塘变电站中性点加装电抗器后，对1000Kv和500kV系统的操作过电压影响极小。

[0103] 5、变压器中性点绝缘水平的校核

[0104] 5.1、变压器中性点绝缘水平的校核

[0105] 国标(GB311.1)《绝缘配合第1部分定义、原则和规则》规定，在电压等级大于1kV小于或等于252kV范围内选取设备的绝缘水平时，需要考虑设备耐受的两种电压：即标准额定雷电冲击耐受电压和标准额定短时工频耐受电压。

[0106] 练塘站1000kV变压器的中性点采用66kV电压等级的绝缘水平，在该电压等级下设备的额定雷电冲击耐受电压为325kV(峰值)；额定短时工频耐受电压为140kV(有效值)。

[0107] 由前面多个测试结果并结合国标可知，练塘站主变中性点加装电抗器后仍可采用66kV电压等级的绝缘水平。

[0108] 6、变压中性点接小电抗过电压配合原则

[0109] 6.1、确定保护对象及其耐受能力

[0110] 取设备中性点绝缘老化累计安全系数为0.85，参考国标(GB311.1-1997)，取雷电冲击安全系数为0.714，工频电压安全系数为1.0，则在考虑最大安全情况下(考虑绝缘氧化)，中性点综合耐受雷电冲击裕度系数为0.6，综合耐受工频裕度系数为0.85。若绝缘配合存在坤奶，可考虑一般安全系数(不考虑绝缘氧化)，则中性点综合耐受雷电冲击裕度系数为0.8。针对电压等级较低的中性点过电压保护，采用一般安全系数可以满足实际工程的需

要。

[0111] 6.2、放电间隙的配合原则

[0112] 放电间隙的配合原则是:一方面承担变压器中性点的工频、操作过电压,限制所述避雷器上可能出现的超过基本正常标准的工频过电压和残压;另一方面,当系统出现有效接地故障时,所述间隙保护不应动作,而当系统处于失地状态同时电抗器损坏断开的情况下,所述间隙保护应动作。

[0113] 具体说明如下:

[0114] 间隙工频放电电压U_{jac}<保护对象的工频耐受能力U_{ac};

[0115] 间隙工频放电电压U_{jac}>保护对象可能出现的最大暂态过电压U_{s1},即系统以有效接地方式运行、发生单相接地故障时,间隙不应动作;

[0116] 间隙工频放电电压U_{jac}<保护对象可能出现的最大暂时过电压U_{s2},即因接地故障形成局部不接地系统时间隙应动作;

[0117] 间隙雷电冲击放电电压U_{jli}<保护对象的雷电耐受能力U_{li},即当避雷器损坏时,间隙作为保护对象的雷电冲击后备保护;

[0118] 间隙雷电冲击放电电压U_{jli}>避雷器的残压水平U_{res},即避雷器动作后形成的残压,间隙不应动作。

[0119] 6.3、避雷器的配合原则

[0120] 避雷器的配合原则是:承担变压器中性点的雷电、暂态过电压,动作后的残压小于中性点的冲击耐受能力,否则需要所述间隙保护。

[0121] 具体说明如下:

[0122] 避雷器的持续运行电压U_c>变压器中性点稳态电压值U_w;

[0123] 避雷器的U_r>间隙工频放电电压U_{jac},即当避雷器上出现超过额定值的工频过电压时,间隙应动作;

[0124] 避雷器的残压水平U_{res}<保护对象的雷电耐受能力U_{li},即避雷器动作后的残压不会对保护对象再形成冲击损伤,当再形成冲击损伤时,放电间隙应动作以保护中性点;

[0125] 避雷器的参考电压U_{ret}<保护对象的雷电耐受能力U_{li};

[0126] 避雷器的参考电压U_{ret}<间隙雷电冲击放电电压U_{jli},即间隙在雷电冲击时不动作,由避雷器动作。

[0127] 针对以上配合方案进行实际计算整定验证后,证明可行。

[0128] 综上所述,本发明一种基于间隙保护和避雷器的电站变压器中性点保护方法,如图3所示,可以综合概括为以下步骤:

[0129] 步骤1:于变电站中性点安装小电抗后等值整个系统并建立对应模型;

[0130] 步骤2:基于等值系统后的对应模型设置变电站主变相关参数水平,得到完整电站待测模型;

[0131] 步骤3:基于完整电站待测模型进行不同测试得到用于确定间隙保护和避雷器配合方案的测试结果;

[0132] 步骤4:基于测试结果确定间隙保护和避雷器配合方案;

[0133] 步骤5:利用间隙保护和避雷器配合方案针对实际电站中的变压器中性点进行保护。

[0134] 以上所述，仅为本发明的具体实施方式，但本发明的保护范围并不局限于此，任何熟悉本技术领域的技术人员在本发明揭露的技术范围内，可轻易想到各种等效的修改或替换，这些修改或替换都应涵盖在本发明的保护范围之内。因此，本发明的保护范围应以权利要求的保护范围为准。

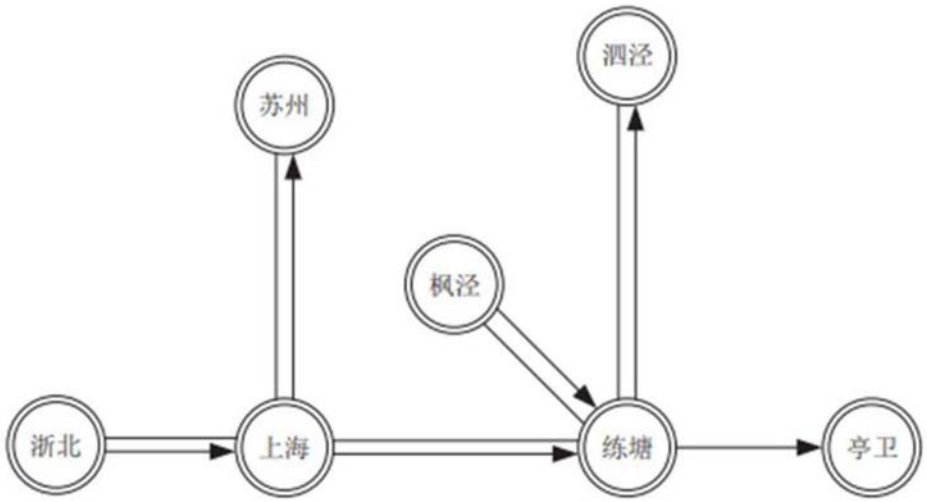

泗泾
苏州
枫泾
浙北
上海
练塘
亭卫

图1

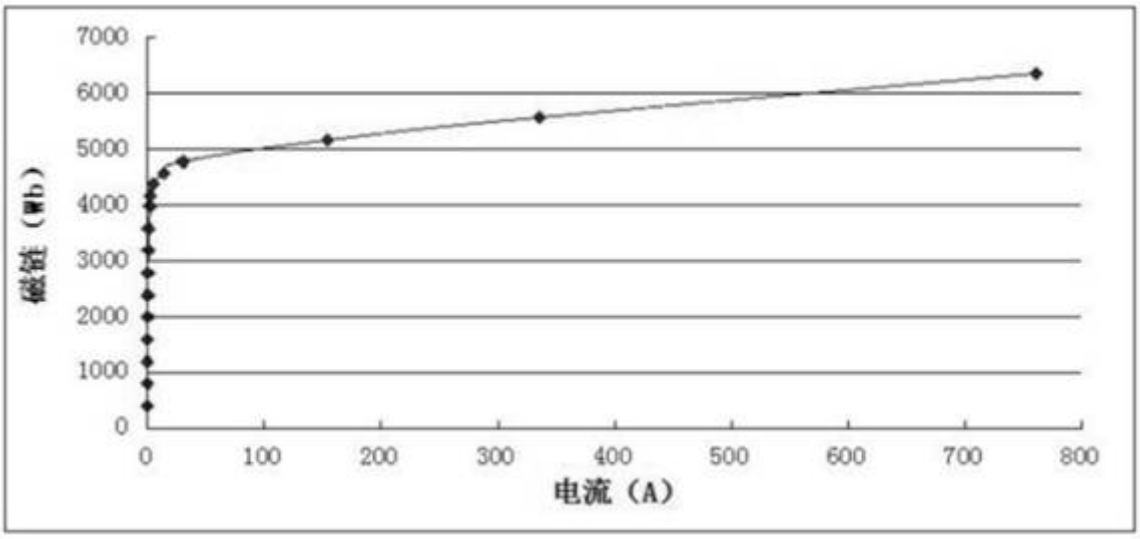

7000
6000
5000
4000
3000
2000
1000
0
磁链（Wb）
0
100
200
300
400
500
600
700
800
电流（A）

图2

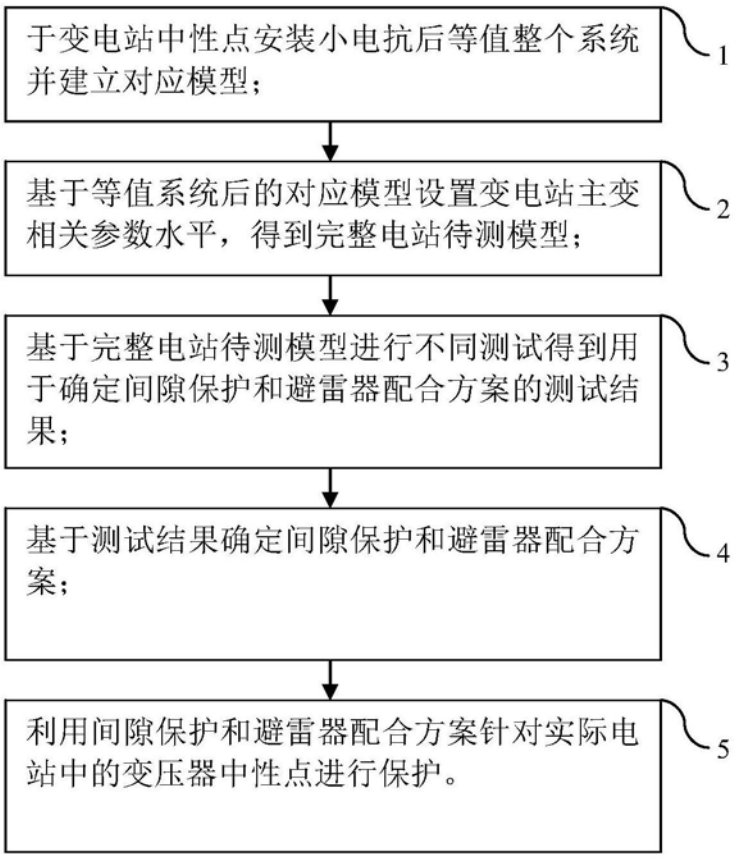

于变电站中性点安装小电抗后等值整个系统并建立对应模型；
1
基于等值系统后的对应模型设置变电站主变相关参数水平，得到完整电站待测模型；
2
基于完整电站待测模型进行不同测试得到用于确定间隙保护和避雷器配合方案的测试结果；
3
基于测试结果确定间隙保护和避雷器配合方案；
4
利用间隙保护和避雷器配合方案针对实际电站中的变压器中性点进行保护。
5

图3