



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 106229959 A

(43)申请公布日 2016. 12. 14

(21)申请号 201610665032.2

(22)申请日 2016.08.12

(71)申请人 中国电力科学研究院

地址 100192 北京市海淀区清河小营东路
15号

申请人 国家电网公司

国网浙江省电力公司

(72)发明人 朱艺颖 董鹏 胡涛 刘翀

王薇薇 习工伟 谢国平

(74)专利代理机构 北京安博达知识产权代理有
限公司 11271

代理人 徐国文

(51)Int.Cl.

H02H 9/04(2006.01)

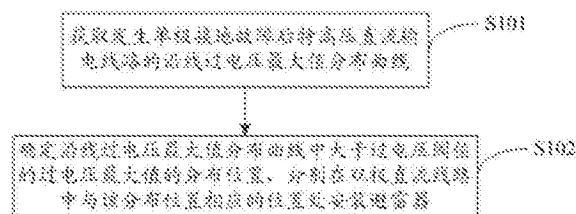
权利要求书1页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种特高压直流输电线路过电压抑制方法

(57)摘要

本发明提供了一种特高压直流输电线路过电压抑制方法,包括获取发生单极接地故障后特高压直流输电线路的沿线过电压最大值分布曲线;确定沿线过电压最大值分布曲线中大于过电压阈值的过电压最大值的分布位置,分别在双极直流线路中与该分布位置相应的位置处安装避雷器。与现有技术相比,本发明提供一种特高压直流输电线路过电压抑制方法,能够有效降低特高压直流输电线路的过电压水平及其建设成本。



1. 一种特高压直流输电线路过电压抑制方法,其特征在于,所述过电压抑制方法包括:
获取发生单极接地故障后所述特高压直流输电线路的沿线过电压最大值分布曲线;
确定所述沿线过电压最大值分布曲线中大于过电压阈值的过电压最大值的分布位置,
分别在双极直流线路中与该分布位置相应的位置处安装避雷器,以降低所述特高压直流输电线路的最高过电压水平。
2. 如权利要求1所述的一种特高压直流输电线路过电压抑制方法,其特征在于,
所述过电压阈值为所述特高压直流输电线路中待抑制的最小过电压值;
所述双极直流线路包括故障极直流线路和非故障极直流线路。
3. 如权利要求1所述的一种特高压直流输电线路过电压抑制方法,其特征在于,所述获取沿线过电压最大值分布曲线包括:
将所述特高压直流输电线路划分为多段直流输电线路;
分别对每段所述直流输电线路进行单极接地故障仿真,获取每次单极接地故障仿真的故障期间内所述特高压直流输电线路的暂态过电压最大值及其所在位置;
将所有单极接地故障仿真后得到的暂态过电压最大值的包络线作为所述沿线过电压最大值分布曲线。
4. 如权利要求3所述的一种特高压直流输电线路过电压抑制方法,其特征在于,
所述分别对每段直流输电线路进行单极接地故障仿真包括:
采用全电磁暂态仿真软件EMTP_RV软件对所述多段直流输电线路顺次进行单极接地故障仿真。
5. 如权利要求3所述的一种特高压直流输电线路过电压抑制方法,其特征在于,
获取每次单极接地故障仿真的故障期间内特高压直流输电线路的暂态过电压最大值及其所在位置包括:
分别记录每次故障期间内故障极直流线路的暂态过电压最大值及其所在位置,以及非故障极直流线路的暂态过电压最大值及其所在位置;
比较所述故障极直流线路和非故障极直流线路的暂态过电压最大值,确定所述特高压直流输电线路的暂态过电压最大值及其所在位置。
6. 如权利要求1所述的一种特高压直流输电线路过电压抑制方法,其特征在于,
所述避雷器采用安装在特高压直流换流站中站极母线处的避雷器。
7. 如权利要求1或6所述的一种特高压直流输电线路过电压抑制方法,其特征在于,
所述避雷器的运行电压为1122kV,8mA直流参考电压为1320kV,1kA操作残压为1666kV,2kA操作残压为1730kV,20kA雷电残压为1920kV。

一种特高压直流输电线路过电压抑制方法

技术领域

[0001] 本发明涉及特高压直流输电技术领域,具体涉及一种特高压直流输电线路过电压抑制方法。

背景技术

[0002] 随着特高压直流输电技术的快速发展,目前我国已建成并投运多回 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电系统,然而为了满足未来更大容量和更远距离的输电需求,需要研制 $\pm 1100\text{kV}$ 直流输电等更高电压等级的直流输电技术。

[0003] 直流输电电压等级提高后,直流输电线路的过电压水平也相应的提高,因此对线路的绝缘水平提出了更高的要求。目前 $\pm 800\text{kV}$ 特高压直流输电系统的线路过电压水平为 1.60p.u. 左右(基准值为 812kV),即 1300kV 左右。而 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电系统的过电压水平会达到 1.58p.u. (基准值为 1122kV),即 1768kV 。虽然 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电系统的过电压水平么值略有降低,但是实际电压值升高了 400kV 以上,应具备更高的绝缘水平。

[0004] 直流输电系统不同位置的过电压水平不同,而目前直流输电系统的直流线路全线采用统一的绝缘水平,如果 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电系统仍采用线路最高过电压进行全线绝缘配合,会大大提高建设成本。

发明内容

[0005] 为了同时满足现有技术中对特高压直流输电系对高绝缘水平和低经济性水平的要求,本发明提供了一种特高压直流输电线路过电压抑制方法。

[0006] 本发明的技术方案是:

[0007] 所述过电压抑制方法包括:

[0008] 获取发生单极接地故障后所述特高压直流输电线路的沿线过电压最大值分布曲线;

[0009] 确定所述沿线过电压最大值分布曲线中大于过电压阈值的过电压最大值的分布位置,分别在双极直流线路中与该分布位置相应的位置处安装避雷器,以降低所述特高压直流输电线路的最高过电压水平。

[0010] 本发明进一步提供的优选技术方案为:

[0011] 所述过电压阈值为所述特高压直流输电线路中待抑制的最小过电压值;

[0012] 所述双极直流线路包括故障极直流线路和非故障极直流线路。

[0013] 本发明进一步提供的优选技术方案为:所述获取沿线过电压最大值分布曲线包括:

[0014] 将所述特高压直流输电线路划分为多段直流输电线路;

[0015] 分别对每段所述直流输电线路进行单极接地故障仿真,获取每次单极接地故障仿真的故障期间内所述特高压直流输电线路的暂态过电压最大值及其所在位置;

[0016] 将所有单极接地故障仿真后得到的暂态过电压最大值的包络线作为所述沿线过

电压最大值分布曲线。

[0017] 本发明进一步提供的优选技术方案为：

[0018] 所述分别对每段直流输电线路进行单极接地故障仿真包括：

[0019] 采用全电磁暂态仿真软件EMTP_RV软件对所述多段直流输电线路顺次进行单极接地故障仿真。

[0020] 本发明进一步提供的优选技术方案为：

[0021] 获取每次单极接地故障仿真的故障期间内特高压直流输电线路的暂态过电压最大值及其所在位置包括：

[0022] 分别记录每次故障期间内故障极直流线路的暂态过电压最大值及其所在位置，以及非故障极直流线路的暂态过电压最大值及其所在位置；

[0023] 比较所述故障极直流线路和非故障极直流线路的暂态过电压最大值，确定所述特高压直流输电线路的暂态过电压最大值及其所在位置。

[0024] 本发明进一步提供的优选技术方案为：

[0025] 所述避雷器采用安装在特高压直流换流站中站极母线处的避雷器。

[0026] 本发明进一步提供的优选技术方案为：

[0027] 所述避雷器的运行电压为1122kV，8mA直流参考电压为1320kV，1kA操作残压为1666kV，2kA操作残压为1730kV，20kA雷电残压为1920kV。

[0028] 与最接近的现有技术相比，本发明的有益效果是：

[0029] 1、本发明提供了一种特高压直流输电线路过电压抑制方法，首先确定需要进行抑制的过电压最大值的分布位置，然后在双极直流线路中与这个分布位置对应的位置处安装避雷器，能够在有效降低特高压直流输电线路的过电压水平的同时，还能够大大降低其建设成本；

[0030] 2、本发明提供了一种特高压直流输电线路过电压抑制方法，采用该方法降低特高压直流输电线路的最高过电压水平后，进而也降低了线路杆塔的设计难度，不需再将特高压直流输电线路的过电压水平作为设计的限制因素。

附图说明

[0031] 图1：本发明实施例中一种特高压直流输电线路过电压抑制方法实施流程示意图；

[0032] 图2：本发明实施例中±1100kV特高压直流输电线路的沿线过电压最大值分布曲线图；

[0033] 图3：本发明实施例中在±1100kV特高压直流输电线路中5个位置加装避雷器后其沿线过电压最大值分布曲线图；

[0034] 图4：本发明实施例中在±1100kV特高压直流输电线路中22个位置加装避雷器后其沿线过电压最大值分布曲线图。

具体实施方式

[0035] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，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、完整地说明，显然，所描述的实施例是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。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前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0036] 下面分别结合附图,对本发明实施例提供的一种特高压直流输电线路过电压抑制方法进行说明。

[0037] 图1为本发明实施例中一种特高压直流输电线路过电压抑制方法实施流程示意图,如图所示,本实施例中特高压直流输电线路过电压抑制方法按照下述步骤实施:

[0038] 步骤S101:获取发生单极接地故障后特高压直流输电线路的沿线过电压最大值分布曲线。特高压直流输电线路发生单极接地故障后,会通过两极间的耦合和行波在线路两端的折反射在健全极上产生缓波前过电压,此时线路的暂态过电压最高,因此本实施例中通过对特高压直流输电线路进行单极接地故障仿真获取其沿线过电压最大值分布曲线。

[0039] 步骤S102:确定沿线过电压最大值分布曲线中大于过电压阈值的过电压最大值的分布位置,分别在双极直流线路中与该分布位置相应的位置处安装避雷器,以降低特高压直流输电线路的最高过电压水平。

[0040] 其中,过电压阈值指的是特高压直流输电线路中待抑制的最小过电压值,即需要被抑制的过电压的最小值。双极直流线路包括故障极直流线路和非故障极直流线路。

[0041] 在 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电线路的全线采用统一的最高过电压绝缘水平,会大大提高建设成本,本实施例中首先确定需要进行抑制的过电压最大值的分布位置,然后在双极直流线路中与这个分布位置对应的位置处安装避雷器,能够在有效降低特高压直流输电线路的过电压水平的同时,还能够大大降低其建设成本。

[0042] 进一步地,本发明提供了一种步骤S101的实施方法。

[0043] 本实施例中获取沿线过电压最大值分布曲线可以按照下述步骤实施:

[0044] 步骤S1011:将特高压直流输电线路划分为多段直流输电线路。本实施例中可以根据实际工况中特高压直流输电线路不同位置的线路参数将其划分为多段直流输电线路。

[0045] 步骤S1012:分别对每段直流输电线路进行单极接地故障仿真,获取每次单极接地故障仿真的故障期间内特高压直流输电线路的暂态过电压最大值及其所在位置。

[0046] 步骤S1013:将所有单极接地故障仿真后得到的暂态过电压最大值的包络线作为沿线过电压最大值分布曲线。

[0047] 进一步地,本实施例中分别对每段直流输电线路进行单极接地故障仿真可以按照下述方法实施:采用全电磁暂态仿真软件EMTP_RV软件对多段直流输电线路顺次进行单极接地故障仿真。本实施例中可以采用从整流侧出口侧开始顺次对多段直流输电线路顺次进行单极接地故障仿真。

[0048] 进一步地,本实施例中获取每次单极接地故障仿真的故障期间内特高压直流输电线路的暂态过电压最大值及其所在位置可以按照下述方法实施:

[0049] (1)分别记录每次故障期间内故障极直流线路的暂态过电压最大值及其所在位置,以及非故障极直流线路的暂态过电压最大值及其所在位置。

[0050] (2)比较故障极直流线路和非故障极直流线路的暂态过电压最大值,确定特高压直流输电线路的暂态过电压最大值及其所在位置,即选取二者中电压值较大的暂态过电压最大值作为特高压直流输电线路的暂态过电压最大值。

[0051] 进一步地,本发明提供了一种避雷器的配置方案,具体为:

[0052] 特高压直流输电线路上的运行电压与特高压直流换流站中站极母线的电压相同,

因此避雷器可以采用安装在特高压直流换流站中站极母线处的避雷器,特高压直流输电线路路上避雷器的各项参数与站极母线上的避雷器各项参数相同。

[0053] 进一步地,本实施例中 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电线路路上避雷器也可以采用表1所示的各项参数。

[0054] 表1

[0055]

避雷器	避雷器参数 (kV, 峰值)			
-----	----------------	--	--	--

[0056]

	运行电压	8mA 直流参考电压	1kA/2kA 操作残压	20kA 雷电残压
$\pm 1100\text{kV}$ 直流 直流极线	1122 kV	1320	1666 / 1730	1920

[0057] 下面分别结合附图,对本发明实施例提供的一种特高压直流输电线路过电压抑制方法进行仿真验证。

[0058] 本实施例中采用全电磁暂态仿真软件EMTP_RV软件对 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电系统进行仿真建模。同时,将 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电线路分为36段直流输电线路,从整流侧出口顺次对这36段直流输电线路进行单极接地故障仿真,接地电阻为 $5.7\ \Omega$,获取 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电线路的沿线过电压最大值分布曲线。

[0059] 图2为本发明实施例中 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电线路的沿线过电压最大值分布曲线图,如图所示,本实施例中 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电线路中点过电压最高为1768kV,即1.58p.u.,其中,基准值为1122kV。

[0060] 下面分别对电压阈值为1.5p.u.和1.44p.u.时实施的过电压抑制方案进行说明。

[0061] (1)抑制 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电线路的过电压将至1.5p.u.

[0062] 如图2所示,从距离整流站1329km至距离整流站1923km处共594km的 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电线路的过电压最大值高于1.5p.u.。本实施例中在表2所示的5个位置处安装避雷器,其中避雷器的各项参数如表1所示。

[0063] 表2

[0064]

避雷器序号	距离整流站距离(km)
1	1486.75
2	1564.215
3	1641.68
4	1703.28
5	1757.7

[0065] 图3为本发明实施例中在 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电线路中5个位置加装避雷器后其沿线过电压最大值分布曲线图,如图所示,在这5个位置安装避雷器后再次进行单极接地故障仿真 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电线路的最高过电压水平已将至1.5p.u.以下。

[0066] (2)抑制 $\pm 1100\text{kV}$ 特高压直流输电线路的过电压将至1.44p.u.

[0067] 如图2所示,从距离整流站493km至距离整流站2712km处共2219km的 $\pm 1100\text{kV}$ 特高

压直流输电线路的过电压最大值高于1.44p.u.。本实施例中在表3所示的22个位置处安装避雷器,其中避雷器的各项参数如表1所示。

[0068] 表3

避雷器 序号	分段点	距离整流站 距离 (km)	避雷器 序号	分段点	距离整流站 距离 (km)
1	6	600.1	12	20	1703.28
2	7	672.9	13	21	1757.7
3	8	759	14	22	1837.7
4	9	829.9	15	23	1923.4
5	10	900.8	16	24	2052.5
6	12	1047.4	17	25	2138.12
7	14	1199.7	18	26	2260.06
8	16	1382.25	19	27	2323.06
9	17	1486.75	20	28	2453.66
10	18	1564.215	21	29	2538.36
11	19	1641.68	22	30	2582.36

[0070] 图4为本发明实施例中在±1100kV特高压直流输电线路中22个位置加装避雷器后其沿线过电压最大值分布曲线图,如图所示,在这22个位置安装避雷器后再次进行单极接地故障仿真±1100kV特高压直流输电线路的最高过电压水平已将至1.44p.u.以下。

[0071] 本发明提供了一种特高压直流输电线路过电压抑制方法,采用特高压直流输电线路部分线路安装避雷器的方案,能够有效降低特高压直流输电线路的最高过电压水平,也降低了特高压直流输电线路的绝缘水平,进而降低特高压直流输电系统的建设成本。同时,采用该方法降低特高压直流输电线路的最高过电压水平后,设计特高压直流输电线路的杆塔时也不需再将其作为设计的限制因素,从而降低线路杆塔的设计难度。

[0072] 显然,本领域的技术人员可以对本发明进行各种改动和变型而不脱离本发明的精神和范围。这样,倘若本发明的这些修改和变型属于本发明权利要求及其等同技术的范围之内,则本发明也意图包含这些改动和变型在内。

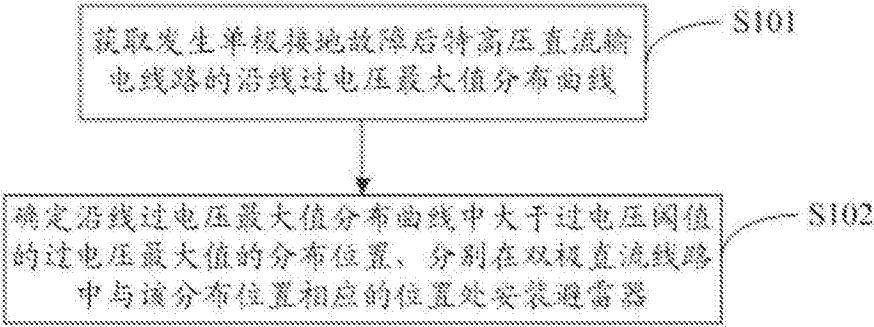


图1

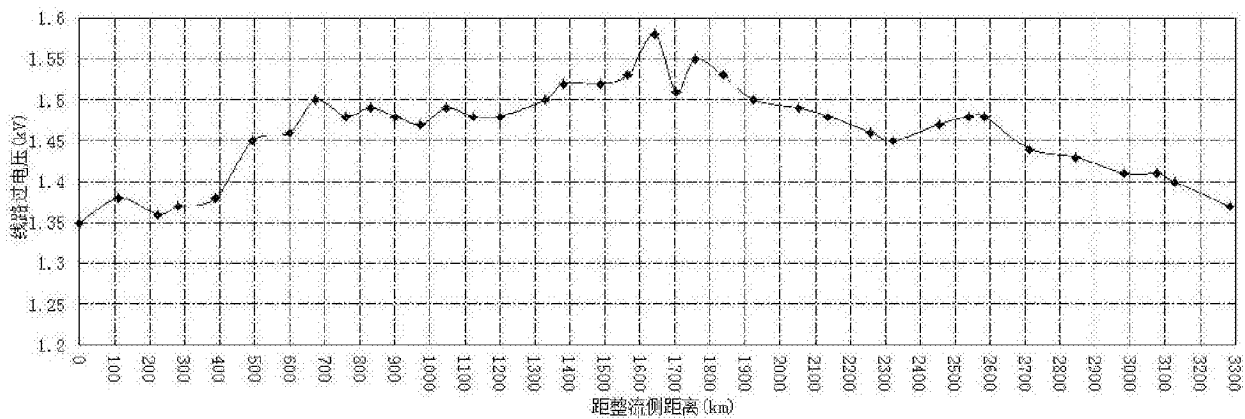


图2

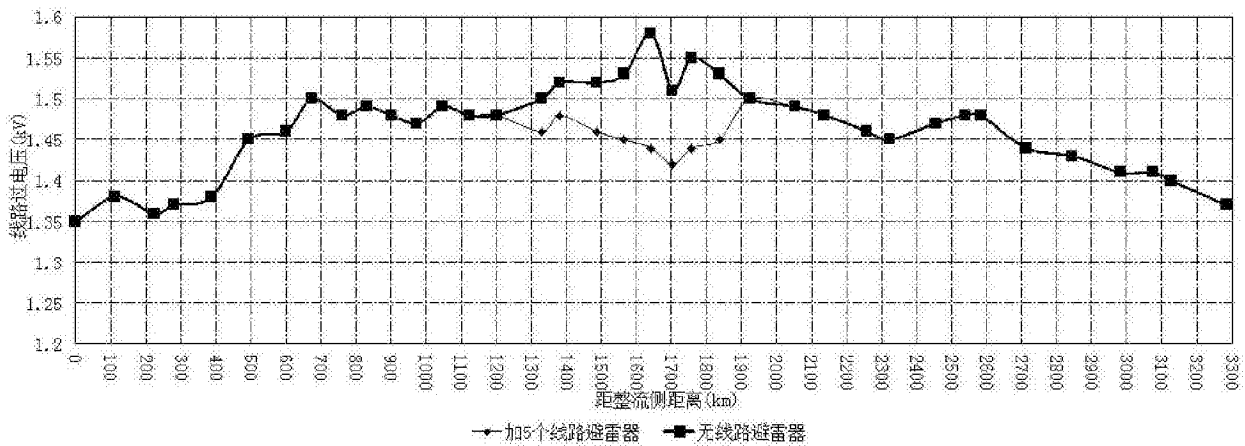


图3

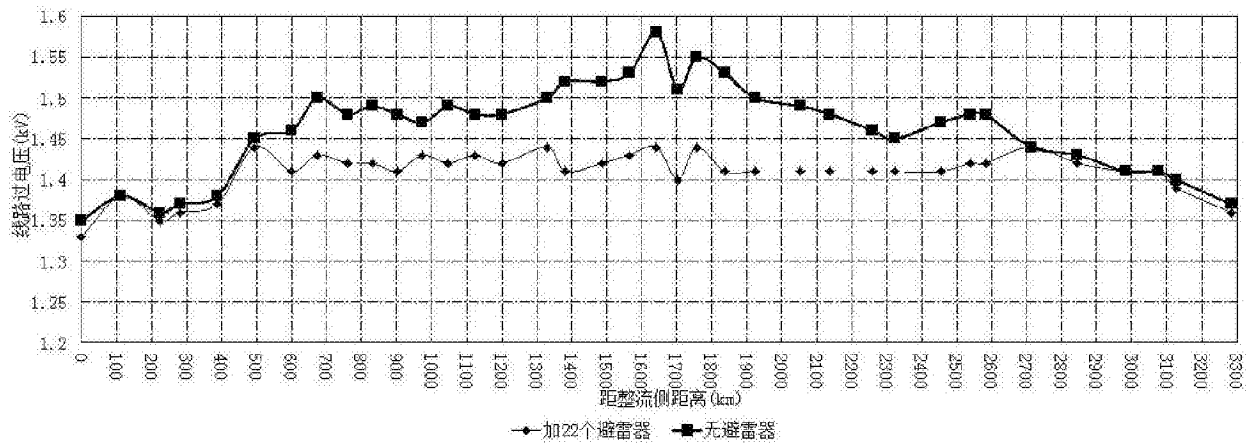


图4