



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102545126 A

(43) 申请公布日 2012. 07. 04

(21) 申请号 201110373146. 7

(22) 申请日 2011. 11. 21

(71) 申请人 广东电网公司电力科学研究院  
地址 510080 广东省广州市东风东路水均岗  
8号  
申请人 清华大学

(72) 发明人 彭向阳 李振 何金良 余占清  
王希 李志峰

(74) 专利代理机构 北京清亦华知识产权代理事  
务所(普通合伙) 11201  
代理人 罗文群

(51) Int. Cl.  
H02G 7/20(2006. 01)

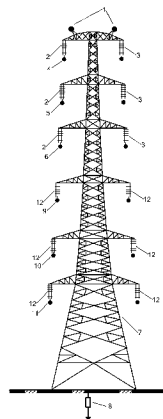
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 4 页

(54) 发明名称

一种配置有差异化绝缘子的同塔四回路输电  
线路

(57) 摘要

本发明涉及一种配置有差异化绝缘子的同塔四回路输电线路,属于电力系统输电线路雷电防护技术领域。其中包括了第一、第二、第三、第四共四回线路和第一绝缘子、第二绝缘子、第三绝缘子三种不同绝缘强度的绝缘子,第一绝缘子架设于第一回路各相导线,形成弱绝缘回路;第二绝缘子架设于第二回路各相导线,第三绝缘子架设于第三、第四回路各相导线,形成强绝缘回路。使用本发明提出的差异化绝缘方法,能够以较低的成本有效的降低双回和多回线路同时跳闸率,并且不会牺牲总跳闸率以及弱绝缘回路的单回跳闸率。



1. 一种配置有差异化绝缘子的同塔四回路输电线路,其特征在于该输电线路包括:杆塔地线、三个第一绝缘子、三个第二绝缘子、六个第三绝缘子、支撑架、第一回输电线路的A相导线、第一回输电线路的B相导线、第一回输电线路的C相导线、第二回输电线路的A相导线、第二回输电线路的B相导线、第二回输电线路的C相导线、第三回输电线路的A相导线、第三回输电线路的B相导线、第三回输电线路的C相导线、第四回输电线路的A相导线、第四回输电线路的B相导线、第四回输电线路的C相导线;所述的第一回输电线路的A相导线、第一回输电线路的B相导线和第一回输电线路的C相导线架设在支撑架一侧的上部;三个第一绝缘子分别架设在第一回输电线路的A相导线、第一回输电线路的B相导线、第一回输电线路的C相导线上,形成弱绝缘回路;所述的第二回输电线路的A相导线、第二回输电线路的B相导线和第二回输电线路的C相导线架设在支撑架另一侧的上部;三个第二绝缘子分别架设在第二回输电线路的A相导线、第二回输电线路的B相导线、第二回输电线路的C相导线上;所述的第三回输电线路的A相导线、第三回输电线路的B相导线和第三回输电线路的C相导线架设在支撑架一侧的下部;所述的第四回输电线路的A相导线、第四回输电线路的B相导线和第四回输电线路的C相导线架设在支撑架另一侧的下部;所述的六个第三绝缘子分别架设在第三回输电线路的A相导线、第三回输电线路的B相导线、第三回输电线路的C相导线、第四回输电线路的A相导线、第四回输电线路的B相导线和第四回输电线路的C相导线上,形成强绝缘回路;所述的杆塔地线架设在输电塔的塔顶;所述的杆塔接地电阻置于输电塔的底部,并与大地相接。

## 一种配置有差异化绝缘子的同塔四回路输电线路

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种配置有差异化绝缘子的同塔四回路输电线路,属于电力系统输电线路雷电防护技术领域。

### 背景技术

[0002] 雷击是造成输电线路跳闸的重要原因。CIGRE 在 12 个国家统计表明 275-500kV 输电线路雷害事故占总事故的 60%。俄罗斯 1150kV 输电线路雷击引起的跳闸次数占总跳闸次数的 84.2%。我国 50% 以上的电力系统故障是由雷击引起的。

[0003] 随着经济持续快速发展,土地资源也越来越匮乏,输电线路走廊日益紧张,在这一背景下,同塔多回线路在我国越来越多地得到了使用,同塔多回线路的推广使用能大大缓解输电线路走廊紧张的问题,但其在应用上存在以下问题:同杆并架线路杆塔高度高,增加了对雷电的吸引作用,因此其雷击事故将更严重;线路遭雷击时,有可能使同杆并架多回路多个回路同时跳闸,而从国外运行经验看,多个单回路同时雷击跳闸相对同杆并架多回路线路来说要小得多。

[0004] 同杆多回线路遭受雷击时,多回同时跳闸率较高,对系统的冲击较大,特别是对 500kV 及 500kV 以上系统影响更大,因此研究多回同杆并架线路的防雷,降低雷击时多回同时跳闸率,提高线路的防雷性能就具有非常重要的意义。

[0005] 对于同塔多回线路的雷电防护研究,早在 20 世纪 60 年代,M. Kawai 等就对此展开了许多研究工作。通过研究,M. Kawai 提出了采用不平衡绝缘措施来降低同塔双回线路的两回同时跳闸率。M. Kawai 提出的不平衡绝缘方法是通过降低双回线路的一回绝缘水平提高另一回的绝缘水平来实施。实际运行结果显示,这种不平衡绝缘方法虽然能够有效抑制双回同时跳闸率,但却会使总跳闸率上升。

[0006] 针对同塔多回线路的雷电防护,日本一度采用不平衡绝缘,力图利用弱绝缘回路导线先闪络后,加强其他回路的屏蔽作用,从而达到减少多回同时跳闸的目的,但运行结果是总的跳闸率增加太多,降低双回跳闸率的效果并不明显。

[0007] 但 M. Kawai 的研究结果和日本的运行经验不能简单地归结为是采用不平衡绝缘所致,实际上与他们把其中一回的绝缘水平降得过低有关。比如,日本是把其中一回的绝缘水平降为另一回路绝缘水平的 80% 或 72%,有的甚至降到 61.5%。在日本的同杆双回 500kV 不平衡线路中,低绝缘一回线路的绝缘水平只有高绝缘一回线路的 61%,标准绝缘水平的 75%,而就是其高绝缘一回线路的绝缘水平也只与我国 23 片 XP-300 型正常绝缘水平相当。因此,日本的双回线路采用不平衡绝缘后,总跳闸率必然过高。

### 发明内容

[0008] 本发明的目的是提出一种配置有差异化绝缘子的同塔四回路输电线路,克服现有差异化绝缘配置方法在降低双回和多回同时跳闸率的同时会使总跳闸率和单回跳闸率升高的问题。针对现有的不平衡绝缘方法存在的问题,特别提出不平衡高绝缘方式的绝缘子

配置方法,在增加高绝缘强度回路的绝缘距离的同时,并不降低地绝缘强度回路的绝缘距离,以达到降低双回和多回同时跳闸率的同时不增加总跳闸率的目的。

[0009] 本发明提出的配置有差异化绝缘子的同塔四回路输电线路,该输电线路为同塔四回路输电线路,其特征在于该输电线路包括:杆塔地线、三个第一绝缘子、三个第二绝缘子、六个第三绝缘子、支撑架、第一回输电线路的A相导线、第一回输电线路的B相导线、第一回输电线路的C相导线、第二回输电线路的A相导线、第二回输电线路的B相导线、第二回输电线路的C相导线、第三回输电线路的A相导线、第三回输电线路的B相导线、第三回输电线路的C相导线、第四回输电线路的A相导线、第四回输电线路的B相导线、第四回输电线路的C相导线;所述的第一回输电线路的A相导线、第一回输电线路的B相导线和第一回输电线路的C相导线架设在支撑架一侧的上部;三个第一绝缘子分别架设在第一回输电线路的A相导线、第一回输电线路的B相导线、第一回输电线路的C相导线上,形成弱绝缘回路;所述的第二回输电线路的A相导线、第二回输电线路的B相导线和第二回输电线路的C相导线架设在支撑架另一侧的上部;三个第二绝缘子分别架设在第二回输电线路的A相导线、第二回输电线路的B相导线、第二回输电线路的C相导线上;所述的第三回输电线路的A相导线、第三回输电线路的B相导线和第三回输电线路的C相导线架设在支撑架一侧的下部;所述的第四回输电线路的A相导线、第四回输电线路的B相导线和第四回输电线路的C相导线架设在支撑架另一侧的下部;所述的六个第三绝缘子分别架设在第三回输电线路的A相导线、第三回输电线路的B相导线、第三回输电线路的C相导线、第四回输电线路的A相导线、第四回输电线路的B相导线和第四回输电线路的C相导线上,形成强绝缘回路;所述的杆塔地线架设在输电塔的塔顶;所述的杆塔接地电阻置于输电塔的底部,并与大地相接。

[0010] 本发明提出的配置有差异化绝缘子的同塔四回路输电线路,其优点是:

[0011] 1、本发明提出的配置有差异化绝缘子的同塔四回路输电线路,在增强强绝缘回路的绝缘水平的同时,略微加强弱绝缘回路的绝缘水平,这种方法能够在降低双回和多回同时跳闸率的同时,既不增加线路的总跳闸率,也不增加任何一条回路的单回跳闸率。

[0012] 2、本发明的输电线路,提出了用绝缘子混合使用的方法达到差异化绝缘的效果。不同类型的绝缘子的击穿电压和绝缘水平都不相同。在对绝缘子类型没有特殊要求的地区,通过混用绝缘子的方法达到差异化绝缘的目的,即能降低双回和多回同时跳闸率,又能降低成本。

[0013] 3、本发明的输电线路,提出了通过安装引弧角达成差异化绝缘效果的方法,引弧角对绝缘子而言相当于一个较短的并联间隙,这一并联间隙在弱化该回路绝缘水平的同时能够在雷击时起到保护绝缘子的作用。这种差异化绝缘方法不仅能够降低线路的双回和多回同时跳闸率,还能够避免弱绝缘回路遭受过多雷击而造成绝缘子损坏。

## 附图说明

[0014] 图1是本发明提出的配置有差异化绝缘子的同塔四回路输电线路的结构示意图。

[0015] 图2是本发明实施于220kV双回与500kV双回同塔四回线路杆塔的示意图。

[0016] 图3是本发明实施于500kV同塔四回线路杆塔的示意图。

[0017] 图4是本发明实施于同塔双回线路杆塔的示意图。

[0018] 图1-图4中,1为杆塔地线;2为第一绝缘子;3为第二绝缘子,4为第一回路输电

线路 A 相导线,5 为第一回线路的 B 相导线,6 为第一回输电线路的 C 相导线;与之相对称为第二回线路的 A、B、C 三相导线;7 为杆塔支撑架;8 为杆塔接地电阻;9 为第三回路输电线路的 A 相导线,10 为第三回路输电线路的 B 相导线,11 为第三回路输电线路的 C 相导线;与之相对称为第四回线路的 A、B、C 三相导线;12 为第三绝缘子。

### 具体实施方式

[0019] 本发明提出的配置有差异化绝缘子的同塔四回路输电线路,其结构如图 1 所示,包括:杆塔地线 1、三个第一绝缘子 2、三个第二绝缘子 3、六个第三绝缘子 4、支撑架 7、第一回输电线路的 A 相导线 4、第一回输电线路的 B 相导线 5、第一回输电线路的 C 相导线 6、第二回输电线路的 A 相导线、第二回输电线路的 B 相导线、第二回输电线路的 C 相导线、第三回输电线路的 A 相导线 9、第三回输电线路的 B 相导线 10、第三回输电线路的 C 相导线 11、第四回输电线路的 A 相导线、第四回输电线路的 B 相导线、第四回输电线路的 C 相导线。第一回输电线路的 A 相导线、第一回输电线路的 B 相导线和第一回输电线路的 C 相导线架设在支撑架一侧的上部;三个第一绝缘子分别架设在第一回输电线路的 A 相导线、第一回输电线路的 B 相导线、第一回输电线路的 C 相导线上,形成弱绝缘回路。第二回输电线路的 A 相导线、第二回输电线路的 B 相导线和第二回输电线路的 C 相导线架设在支撑架另一侧的上部;三个第二绝缘子分别架设在第二回输电线路的 A 相导线、第二回输电线路的 B 相导线、第二回输电线路的 C 相导线上。第三回输电线路的 A 相导线、第三回输电线路的 B 相导线和第三回输电线路的 C 相导线架设在支撑架一侧的下部;所述的第四回输电线路的 A 相导线、第四回输电线路的 B 相导线和第四回输电线路的 C 相导线架设在支撑架另一侧的下部。六个第三绝缘子 12 分别架设在第三回输电线路的 A 相导线、第三回输电线路的 B 相导线、第三回输电线路的 C 相导线、第四回输电线路的 A 相导线、第四回输电线路的 B 相导线和第四回输电线路的 C 相导线上,形成强绝缘回路。杆塔地线 1 架设在输电塔的塔顶。杆塔接地电阻 8 置于输电塔的底部,并与大地相接。

[0020] 本发明的工作原理是将最容易发生反击闪络的一回线路作为弱绝缘回路,其绝缘水平保持不变或略微加强;其他回路的绝缘水平加强作为强绝缘回路。利用绝缘水平的差异使弱绝缘回路率先闪络,对强绝缘回路起到一定的屏蔽作用,从而拉开强绝缘回路与弱绝缘回路的耐雷水平,降低双回和多回同时跳闸率。

[0021] 不同电压等级的同塔多回线路多回同时跳闸情况有所区别,运行经验显示,电压等级越低,双回输电线路和多回输电线路的同时跳闸的现象越严重。本发明提出的配置有差异化绝缘子的同塔四回路输电线路包含了不同电压等级的同塔双回及同塔四回线路的差异化绝缘配置方法。本发明主要涉及 500kV 及以下同塔双回和四回线路的差异化绝缘配置。

[0022] 本发明的配置有差异化绝缘子的同塔四回路输电线路,可以有以下不同的形式:

[0023] (1) 110kV 同塔四回线路:

[0024] 110kV 同塔四回线路杆塔的一般结构为杆塔共六层横担,每回线路的导线垂直排列,上三层横担左右各一回线路,下三层横担左右各一回线路,如图 1 所示。

[0025] 110kV 同塔四回线路的特点是上三层横担与下三层横担之间的高度差较小,雷击避雷线时,四回线路的耐雷水平相差不大,很容易发生双回和多回同时闪络的情况。在配置

110kV 同塔四回线路差绝缘方案时,除了弱绝缘的那一回外,其他几回线路的绝缘水平应较为均衡地加强。因此对于 110kV 同塔四回线路,本发明提出的差异化绝缘方案为上三层横担的左侧绝缘水平不变,上三层横担右侧和下三层的绝缘子绝缘水平增加 20%。表现在图 1 中即第一绝缘子保持原有设计中绝缘强度不变,第二绝缘子和第三绝缘子绝缘强度增加 20%。在这种配置下,双回同时跳闸率和三回同时跳闸率都能够降低到原来的 30%左右。

[0026] (2) 110kV 双回与 220kV 双回同塔四回线路:

[0027] 110kV 双回与 220kV 双回同塔四回线路的一般导线布置方式是,上三层横担布置两回 220kV 线路,下三层横担布置两回 110kV 线路,两回线路左右排列,每回线路的三相导线仍然垂直排列,如图 1 所示,第一、二回路为 220kV 回路,第三、四回路为 110kV 回路。虽然 220kV 线路的绝缘强度较高,但由于其布置于杆塔上层,距离雷击点较近,因此在雷击时依然是 220kV 线路率先闪络,因此依然将第一回路作为弱绝缘回路。对于 110kV 双回与 220kV 双回同塔四回线路,本发明提出的差异化绝缘方案为 110kV 线路绝缘水平增加 30%,上三层横担右侧 220kV 线路绝缘水平增加 6.7%,即第一绝缘子保持原有设计的绝缘强度不变,第二绝缘子绝缘强度在原有基础上增加 6.7%,第三绝缘子 12 在原有基础上增加 30%。在这种差异化绝缘配置方案下,双回同时跳闸率可降低为原来的 30%,三回同时跳闸率变为原来的 60%左右。

[0028] (3) 220kV 同塔四回线路:

[0029] 220kV 同塔四回线路的杆塔结构与 110kV 同塔四回线路相同,如图 1 所示。不同的是 220kV 同塔四回线路的各线路的耐雷水平之间相差较大,双回和多回同时闪络现象没有 110kV 严重。对于 220kV 同塔四回线路,本发明提出的差异化绝缘方案为下层横担的绝缘子绝缘强度增加 13%,上三层右侧横担绝缘子绝缘强度增加 20%,上三层左侧横担绝缘子绝缘强度增加 6.7%,即第一绝缘子在原有基础上增加 6.7%绝缘强度,第二绝缘子在原有基础上增加 20%绝缘强度,第三绝缘子在原有基础上增加 13%绝缘强度。在本发明当中,所有的差异化绝缘方案都是将上层左侧的一回线路作为弱绝缘回路。

[0030] 在 220kV 同塔四回线路中,当上三层右侧(地二绝缘子)增加绝缘强度后,右侧绝缘子较难闪络,这样不管雷电击中杆塔的左侧或者右侧均为左侧绝缘子闪络,相当于将原先右侧闪络的情况转移到了左侧,导致左侧线路的跳闸率有所上升。因此本方案在增加绝缘回路绝缘强度的同时略微增加了弱绝缘回路(上层左侧第一绝缘子)的绝缘水平,这样可以在降低双回和多回同时跳闸率的同时不增加弱绝缘回路的单回跳闸率。

[0031] (4) 220kV 双回与 500kV 双回同塔四回线路:

[0032] 220kV 双回与 500kV 双回同塔四回线路杆塔结构为,杆塔共 5 层横担,220kV 两回线路布置于上三层横担,两回线路左右排列,每回线路的三相导线垂直排列;500kV 两回线路布置于最底层的两层横担,两回线路左右排列,每回线路的三相导线呈三角排列,如图 2 所示。

[0033] 这种线路在遭受雷击时,220kV 线路率先闪络,同时对 500kV 线路起到屏蔽作用。500kV 线路由于位于杆塔下层,距离雷击点较远,并且本身绝缘水平较高,因此耐雷水平相对也很高,与 220kV 同时闪络的情况发生得较少。因此对于 220kV 双回与 500kV 双回同塔四回线路,本发明提出的差异化绝缘方法为上三层右侧横担绝缘子绝缘强度提高 13%,上三层左侧横担绝缘子绝缘强度提高 6.7%,最底端两层横担绝缘子绝缘强度增加 7%,即第

一绝缘子在原有基础上增加 6.7% 的绝缘强度,第二绝缘子在原有基础上增加 13% 的绝缘强度,第三绝缘子在原有基础上增加 7% 的绝缘强度。

[0034] (5) 500kV 同塔四回线路:

[0035] 500kV 同塔四回线路线路杆塔共三层横担,每层横担 4 根导线,回与回之间呈水平排列,每回线路的三相导线垂直排列,如图 3 所示。相对而言,500kV 同塔四回线路的双回同时闪络和多回同时闪络的现象发生很少。因此 500kV 同塔四回线路的差异化绝缘方法也较为简单,只需要一回线路绝缘强度增加 3.6% 作为弱绝缘回路,另外三回线路的绝缘水平增加 7.1% 作为强绝缘回路,即第一绝缘子在原有基础上增加 3.6% 的绝缘强度,第二绝缘子在原有基础上增加 7.1% 的绝缘强度。

[0036] 目前国内的同塔多回线路使用得更多的还是同塔双回线路,本发明同样可以适用于同塔双回线路杆塔,以下介绍同塔双回线路差异化绝缘配置方法:

[0037] 同塔双回线路一般的导线排列方式是两回导线一回占据左横担、另一回占据右横担,每回的三相导线垂直排列,如图 4 所示。

[0038] (1) 110kV 双回线路

[0039] 110kV 同塔双回线路的双回同时跳闸现象十分严重,单回耐雷水平和双回同时跳闸耐雷水平十分接近。对于这种线路,我们提出的差异化绝缘配置方法是将两回线路的其中一回的绝缘强度增加 20%,另一回绝缘强度不变,即第一绝缘子保持原有设计不变,第二绝缘子绝缘强度增加 20%。这种配置下线路的双回同时跳闸率能够降低到原来的 40% 左右,总跳闸率也略有降低。

[0040] (2) 220kV 双回线路

[0041] 对于 220kV 同塔双回线路,将其中一回线路的绝缘强度增加 15%,另一回的绝缘强度不变,在这种配置下线路的双回同时跳闸率能够降低到原来的 40%,即第一绝缘子在原有基础上增加 15% 的绝缘强度,第二绝缘子在原有基础上增加 40% 的绝缘强度。

[0042] (3) 500kV 双回线路

[0043] 对于 500kV 同塔双回线路,将其中一回线路的绝缘强度增加 7.2%,另一回线路的绝缘强度增加 3.6%,即第一绝缘子在原有基础上增加 3.6% 的绝缘强度,第二绝缘子在原有基础上增加 7.2% 的绝缘强度。这种配置下线路的双回同时跳闸率能够降低到原来的 50%,并且总跳闸率也能得到降低。

[0044] 在实际实施过程中,可以根据绝缘子的实际情况灵活选用达成差异化绝缘强度的方法。最简单的达成差异化绝缘的方法是增加绝缘子的片数或者绝缘子的长度。目前使用较多的绝缘子有玻璃绝缘子、陶瓷绝缘子、合成硅橡胶绝缘子三种。110kV 以上线路更多使用的是玻璃绝缘子和合成硅橡胶绝缘子,其中高污染地区必须使用合成硅橡胶绝缘子,低污染地区可以使用玻璃绝缘子和合成硅橡胶绝缘子。合成硅橡胶绝缘子由于需要安装均压环,因此相同结构长度下合成硅橡胶绝缘子的绝缘距离较小。在低污染地区可以使用不同绝缘子混用的方法来达到差异化绝缘的效果。

[0045] 此外,通过为绝缘子安装引弧角可以起到保护绝缘子的作用。引弧角与绝缘子呈并联关系,雷击时击穿发生在引弧角上,从而起到保护绝缘子的效果。本发明提出一种使用引弧角的差异化绝缘雷电防护方法,即各回路绝缘子均提高绝缘强度,同时在设定的弱绝缘回路上安装引弧角。这种差异化绝缘方法的优点在于,在达到差异化绝缘效果的同时,引

---

弧角能够在雷击时保护弱绝缘回路的绝缘子。

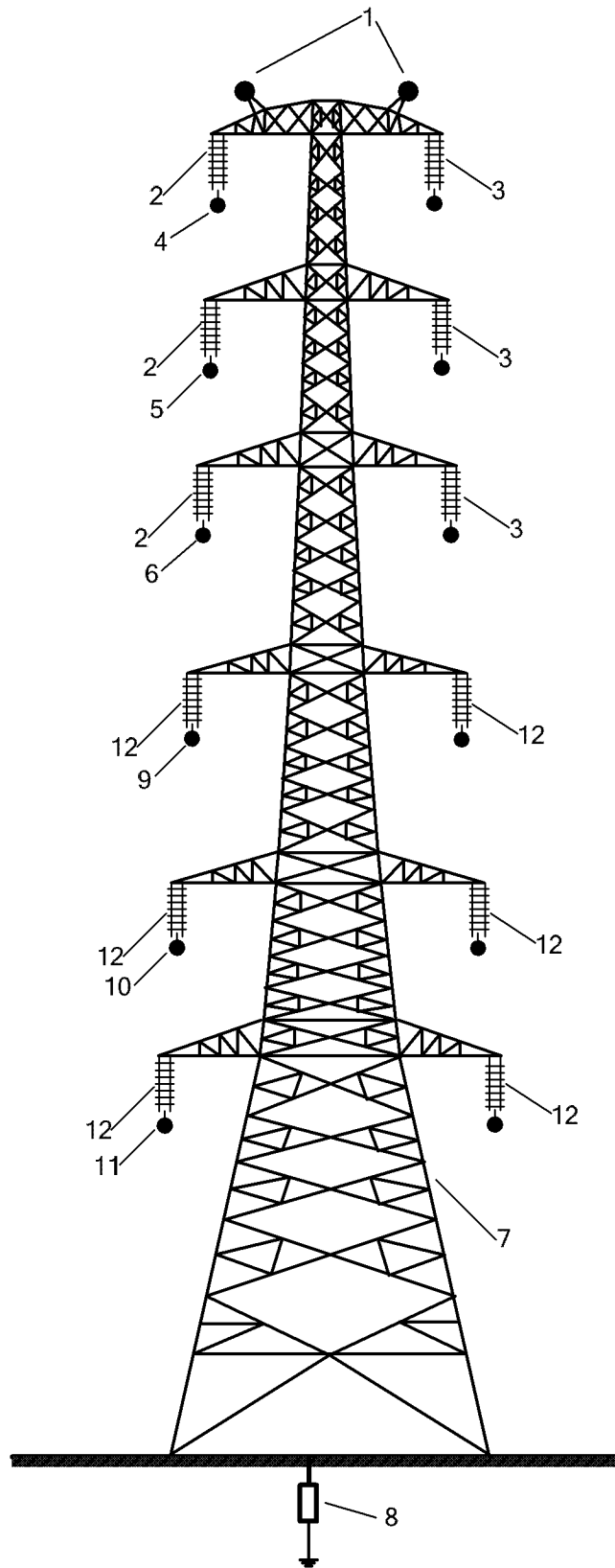


图 1

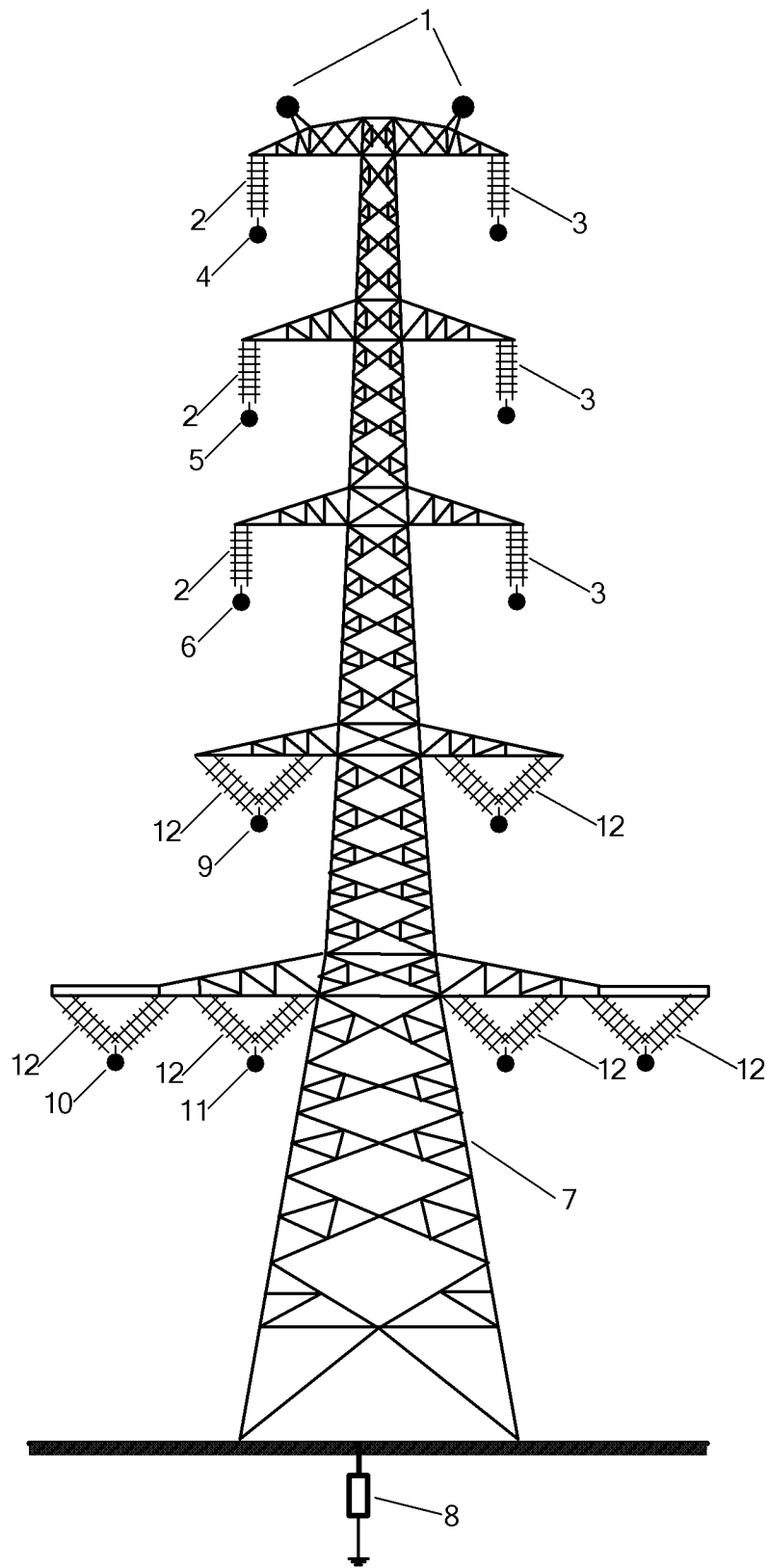


图 2

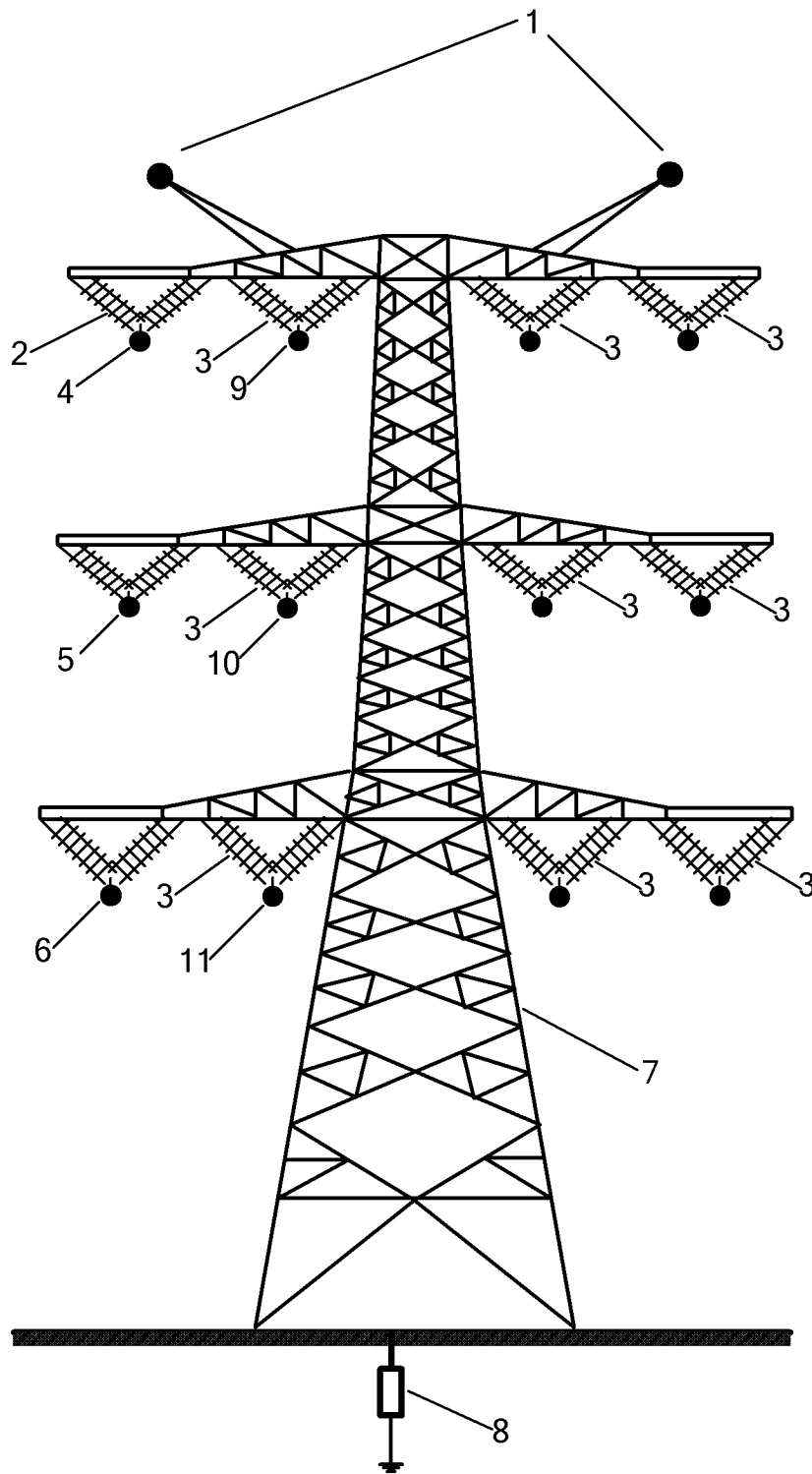


图 3

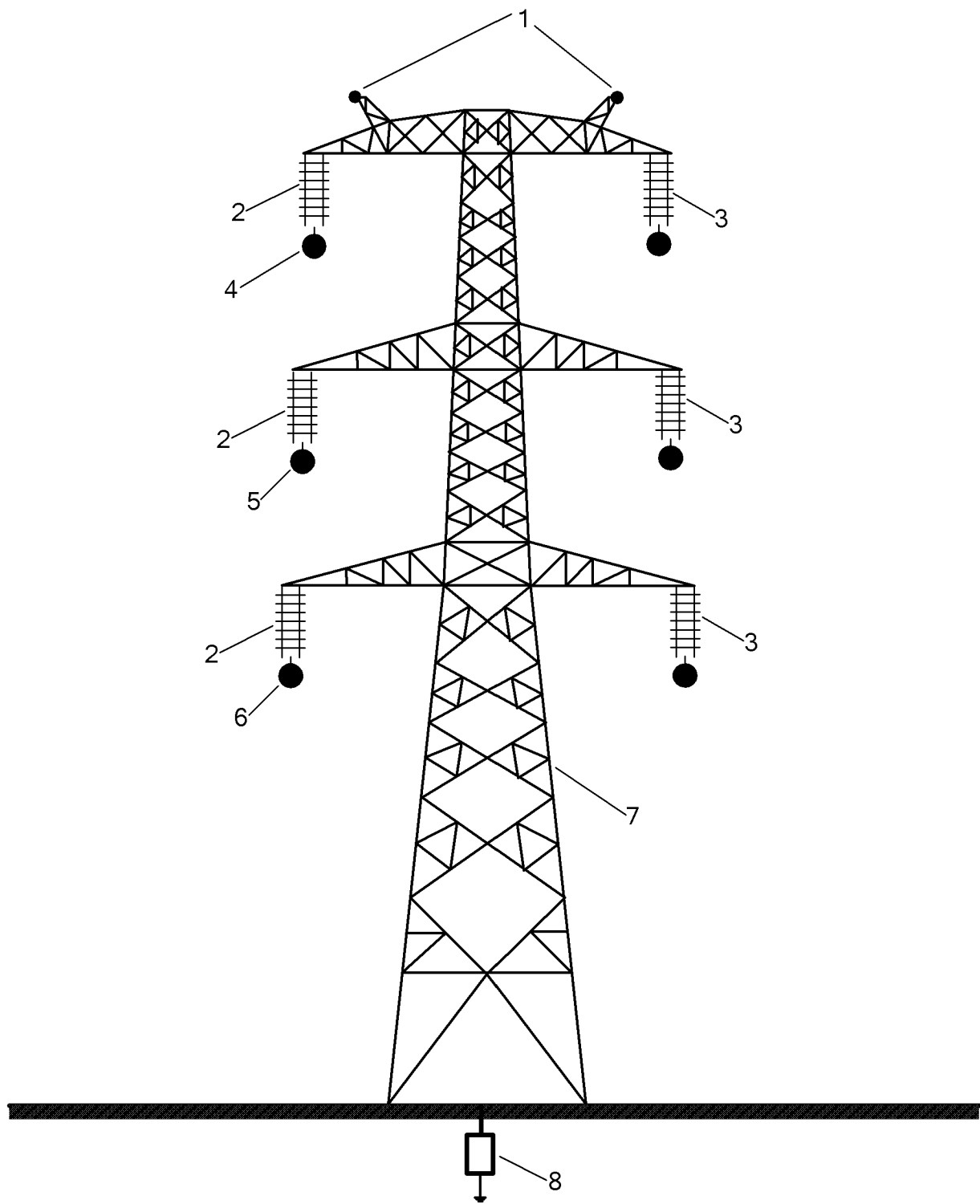


图 4