



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 203243007 U

(45) 授权公告日 2013. 10. 16

(21) 申请号 201320222223. 3

(22) 申请日 2013. 04. 27

(73) 专利权人 国家电网公司

地址 100031 北京市西城区西长安街 86 号

专利权人 山东电力集团公司烟台供电公司

山东大学

西安理工大学

(72) 发明人 王星涵 张波 王茂成 丁磊

孙怡

(51) Int. Cl.

H02G 13/00(2006. 01)

H02G 7/20(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

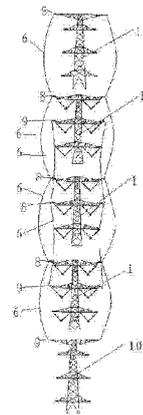
权利要求书1页 说明书3页 附图4页

(54) 实用新型名称

一种特高压交流双回线路的防雷系统

(57) 摘要

本实用新型公开了一种特高压交流双回线路的防雷系统,其包括特高压交流双回耐张塔(10)、特高压交流双回直线塔(1),通过 OPGW 光缆或地线(6)、V 型悬垂串(7)、OPGW 光缆或避雷线的悬垂串(8)和 OPGW 光缆和避雷线的耐张串(9)的不同排列组合,确定最佳特高压交流双回线路防雷模型,特高压交流双回直线塔(1)的上层横担(2)、中层横担(3)均侧挂 OPGW 光缆或避雷线(6);2、上层横担(2)、中层横担(3)、下层横担(4)均下挂 V 型悬垂串(7)和多分裂导线(5),本实用新型有效防绕击雷、防雷保护作用大。



1. 一种特高压交流双回线路的防雷系统,其包括特高压交流双回耐张塔(10)、特高压交流双回直线塔(1),特高压交流双回直线塔(1)上均分别设有直线塔上层横担(2)、直线塔中层横担(3)、直线塔下层横担(4),其特征在于直线塔上层横担(2)下对称设有V型悬垂串(7),V型悬垂串(7)连接多分裂导线(5),直线塔上层横担(2)的两侧各设有至少一根悬垂串(8);直线塔中层横担(3)下对称设有V型悬垂串(7),V型悬垂串(7)连接多分裂导线(5),与耐张塔(10)不相邻的直线塔(1)的直线塔中层横担(3)的两侧各设有至少一根悬垂串(8),与耐张塔(10)相邻的直线塔(1)的直线塔中层横担(3)的两侧各设有至少一根耐张串(9);直线塔下层横担(4)下对称设有V型悬垂串(7),V型悬垂串(7)连接多分裂导线(5);

特高压交流双回耐张塔(10)上均分别设有地线横担(11)、耐张塔上层横担(2')、耐张塔中层横担(3')、耐张塔下层横担(4'),地线横担(11)的两侧各设有至少一根耐张串(9),耐张塔上层横担(2')的两侧分别设有多分裂导线(5),耐张塔中层横担(3')的两侧分别设有多分裂导线(5),耐张塔下层横担(4')的两侧分别设有多分裂导线(5);

地线横担(11)的耐张串(9)连接一OPGW光缆或避雷线(6)的一端,该OPGW光缆或避雷线(6)的另一端连接与耐张塔(10)相邻的直线塔(1)的直线塔上层横担(2)的悬垂串(8);与耐张塔(10)相邻的直线塔(1)的直线塔中层横担(3)的耐张串(9)连接一OPGW光缆或避雷线(6)的一端,该OPGW光缆或避雷线(6)的另一端连接与该直线塔(1)相邻的直线塔(1)的直线塔中层横担(3)的悬垂串(8);与耐张塔(10)不相邻的直线塔(1)的直线塔中层横担(3)的悬垂串(8)之间连接OPGW光缆或避雷线(6)。

一种特高压交流双回线路的防雷系统

[0001] 技术领域：

[0002] 本实用新型涉及一种特高压交流双回线路的防雷系统，属于电力系统架空输电线路设计、运行、检修领域。

[0003] 背景技术：

[0004] 目前，已有公开文献记载绕击是特高压线路雷击跳闸的主要原因，认为要特别重视地面倾斜角较大的山区线路的绕击问题，建议减小地线保护角来降低绕击跳闸率，提出线路两侧 38m 范围内的地面凸出物会引致绕击雷。已公开文献提出先导发展绕击分析模型，计算结果与日本 1000kV 双回线路的实际运行情况基本一致；而采用电气几何击距法（简称 EGM）得到的结果正好相反。1998 年～2004 年（运行 6 年），日本 1100kV 双回线路共发生雷电绕击故障 81 次，其中负极性雷击 79 次，上、中、下相导线雷电绕击分别为 34 次、27 次和 18 次。1993 年～2007 年 9 月，日本某条 1100kV 双回线路发生 68 次跳闸故障，其中 67 次是雷击跳闸，尽管负保护角防雷，但日本雷电位系统记录数据分析，雷击跳闸的主要原因仍然是绕击；日本 1100kV 双回线路东西线所在地区年雷暴日数为 25，在以 500kV 降压运行期间跳闸率（100km.a）高达 0.9 次。显然，特高压 1100kV 线路的 2 根 OPGW 光缆或避雷线（俗称地线）并不能有效防雷，多根避雷线防雷是研究发展方向。

[0005] 专利文献 1（特高压交流双回直线塔的防雷系统，专利号 ZL201220237569.6）中下横担加挂 OPGW 光缆或避雷线，中横担挂 V 型悬垂串，优点在于，减少了中、下相导线的静态保护角，成本低，并有效减少对地面的电磁场强；缺点是，下横担的 OPGW 光缆或避雷线对上相导线的防雷保护作用不大。日本特高压双回线路的实际运行情况是，上相导线保护角最小，但仍遭雷击的次数最多，中相导线其次。因此，加强对上、中相导线的防雷，非常重要。

[0006] 专利文献 2（一种提高超、特高压输电线路防雷能力的方法，专利号 ZL200910061120.1）中上横担、中横担挂 OPGW 光缆或避雷线，上横担、中横担、下横担均挂 I 型悬垂串，中横担的 OPGW 光缆或避雷线尽管加强了上、中相导线的防绕击雷；中横担两侧的避雷线与上相导线在塔头处有足够的安全距离，但档内中央安全距离无法满足设计规范要求，并且对下相导线的保护角没有明显的改变。

[0007] 实用新型内容：

[0008] 本实用新型的目的在于克服上述已有技术的不足而提供一种有效防绕击雷、防雷保护作用大的特高压交流双回线路的防雷系统。

[0009] 本实用新型的目的可以通过如下措施来达到：一种特高压交流双回线路的防雷系统，其包括特高压交流双回耐张塔、特高压交流双回直线塔，特高压交流双回直线塔上均分别设有直线塔上层横担、直线塔中层横担、直线塔下层横担，其特征在于直线塔上层横担下对称设有 V 型悬垂串，V 型悬垂串连接多分裂导线，直线塔上层横担的两侧各设有至少一根悬垂串；直线塔中层横担下对称设有 V 型悬垂串，V 型悬垂串连接多分裂导线，与耐张塔不相邻的直线塔的直线塔中层横担的两侧各设有至少一根悬垂串，与耐张塔相邻的直线塔的直线塔中层横担的两侧各设有至少一根耐张串；直线塔下层横担下对称设有 V 型悬垂串，V 型悬垂串连接多分裂导线；

[0010] 特高压交流双回耐张塔上均分别设有地线横担、耐张塔上层横担、耐张塔中层横担、耐张塔下层横担，地线横担的两侧各设有至少一根耐张串，耐张塔上层横担的两侧分别设有多分裂导线，耐张塔中层横担的两侧分别设有多分裂导线，耐张塔下层横担的两侧分别设有多分裂导线；

[0011] 地线横担的耐张串连接一 OPGW 光缆或避雷线的一端，该 OPGW 光缆或避雷线的另一端连接与耐张塔相邻的直线塔的直线塔上层横担的悬垂串；与耐张塔相邻的直线塔的直线塔中层横担的耐张串连接一 OPGW 光缆或避雷线的一端，该 OPGW 光缆或避雷线的另一端连接与该直线塔相邻的直线塔的直线塔中层横担的悬垂串；与耐张塔不相邻的直线塔的直线塔中层横担的悬垂串之间连接 OPGW 光缆或避雷线。。

[0012] 本实用新型同已有技术相比可产生如下积极效果：本实用新型在迄今没有成熟的雷电绕击理论的情况下，通过 OPGW 光缆或地线、V 型悬垂串、OPGW 光缆或避雷线悬垂串和 OPGW 光缆和避雷线耐张串的排列组合，确定了最佳的特高压交流双回线路的防雷系统：在特高压交流双回直线塔的上横担、中横担均侧挂 OPGW 光缆或避雷线；在中横担外侧加挂避雷线，以减少中、下相导线的静态保护角，更主要的是，与上横担外侧的避雷线联合加强对最易遭雷击的上相导线的防雷保护。2、上横担、中横担、下横担均下挂 V 型悬垂串和多分裂导线，以最大限度地减少防雷保护角，确保绕击率理论值为零。档距越大，档内中央导线和地线的最小安全间距越大；为此，上横担挂 V 型悬垂串，使多分裂导线移近塔身，同时远离中横担的外侧避雷线，使档内中央上相导线和避雷线的最小间距满足档内中央设计规范要求。

单位：m

[0013]

档距	300	400	500	600	700
档内中央导线和地线的最小间距（设计规范）	8.1	9.6	11.1	12.6	14.1

[0014] 中横担、下横担挂 V 型悬垂串，使中横担的外侧避雷线对下横担上多分裂导线的静态保护角约 -20° 以上，实现特高压交流双回线路紧凑型布置，一是最大限度减少防雷保护角，降低绕击率。二是压缩线路走廊宽度，节省土地和民事赔偿。

[0015] 与耐张塔相邻的直线塔上的中横担结构可挂耐张串，但耐张塔相邻的直线塔的档内不挂 OPGW 光缆或避雷线，以便与耐张塔配合。

[0016] 经以上设计，工程造价大致增加 3~4%，若考虑通过 V 形串紧凑型布置来缩小线路走廊宽度（大致减少 15m 以上）、节约土地和民事赔偿的因素，增加的费用与减少的费用大致相抵，假定特高压交流双回线路雷电绕击跳闸率为 0.15 次/100km·年，防雷增加的成本小于设计年限内（50 年）的雷击停电的直接经济损失，远小于综合损失（含直接损失和间接损失）。以下为本实用新型特高压交流双回线路的防雷系统的经济效益分析：

[0017] 特高压交流 1000kV 单回线路输送自然功率为 4000MW，假定 1 回雷击停电恢复时间平均 6 小时/次（按 110~500kV 线路的雷击停电恢复平均时间考虑），将损失 0.24 亿度电能/回，我国平均电价 0.35 元/度，每度电造成的综合损失（含直接损失和间接损失）为平均电价的 25 倍，则停电直接损失为 0.084 亿元/回·次，综合损失为 2.1 亿元/回·次；尽管特高压交流双回线路的杆塔高于 500kV 杆塔（中国 500kV 交流线路平均雷击跳闸率为 0.17 次/100km·年，±500kV 直流线路平均雷击跳闸率为 1.42 次/100km·年），假定特高压交流双回线路雷击跳闸率为 0.15 次/100km·年（日本特高压交流双回线路实际雷电绕

击跳闸率大于此指标),若路径长度 300km,则 50 年雷击跳闸 22 次,停电直接损失为 1.85 亿元,综合损失为 46.25 亿元,雷击跳闸对电网稳定性的冲击、系统震荡情况未考虑在内。

[0018] 假定特高压交流双回线路长度 300km,平均档距 400m,与悬垂串相比,因 V 形串而多 6 支复合绝缘子的材料费为:6 支 \times 300km/0.4km \times 0.7 万元/支=0.32 亿元;中横担增设 2 根 LBGJ-240-20AC 型避雷线的材料费为:2 根 \times 1.6t/km \times 300km \times 1.3 万元/t \approx 0.13 亿元,由文献 [肖洪伟. 输电线路铁塔设计荷载与塔重的关系式分析 [J]. 电力建设, 2006, 27(9):4-6.] 塔重算式(11) 进行比较,直线塔的塔重均将增加 3 ~ 5% 左右,按上限约增 7.5t/基,材料费为:7.5t/基 \times 300km/0.4km \times 0.8 万元/t=0.45 亿元;材料费合计为 0.9 亿元,工程本体造价约为材料费的 1.6 倍,约增 1.44 亿元;显然,已有的防雷系统小于 2 根避雷线 50 年内雷击停电的直接损失,远小于综合损失。本实用新型增加 2 根避雷线和上、下相采用 V 形串,单位静态投资增加 1.44 亿元/300km=48 万元/km;我国皖电东送工程线路全长 656km,折合单位静态投资 0.14 亿元/km;显然,增加 2 根地线和上、中相、下相采用 V 形串所增加的费用约占线路单位静态投资的 3 ~ 4%;若考虑通过 V 形串紧凑型布置来减少线路走廊宽度(大致减少 15m 以上)和节约土地的因素,增加的费用与减少的费用基本相当。我国尚无特高压交流双回线路运行经验,以保守的防雷设计理念来增设多根避雷线是线路防雷的研究、设计方向。

[0019] 附图说明:

[0020] 图 1 为本实用新型的结构示意图;

[0021] 图 2 为图 1 的与耐张塔不相邻的直线塔的结构示意图;

[0022] 图 3 为图 1 的与耐张塔相邻的直线塔的结构示意图;

[0023] 图 4 为图 1 的耐张塔的结构示意图。

[0024] 具体实施方式:下面结合附图对本实用新型的最佳实施方式做详细说明:

[0025] 实施例:一种特高压交流双回线路的防雷系统(参见图 1-图 4),其包括特高压交流双回耐张塔 10、特高压交流双回直线塔 1,特高压交流双回直线塔 1 上均分别设有直线塔上层横担 2、直线塔中层横担 3、直线塔下层横担 4,直线塔上层横担 2 下对称设有 V 型悬垂串 7, V 型悬垂串 7 连接多分裂导线 5,直线塔上层横担 2 的两侧各设有至少一根悬垂串 8;直线塔中层横担 3 下对称设有 V 型悬垂串 7, V 型悬垂串 7 连接多分裂导线 5,与耐张塔 10 不相邻的直线塔 1 的直线塔中层横担 3 的两侧各设有至少一根悬垂串 8,与耐张塔 10 相邻的直线塔 1 的直线塔中层横担 3 的两侧各设有至少一根耐张串 9;直线塔下层横担 4 下对称设有 V 型悬垂串 7, V 型悬垂串 7 连接多分裂导线 5。

[0026] 特高压交流双回耐张塔 10 上均分别设有地线横担 11、耐张塔上层横担 2'、耐张塔中层横担 3'、耐张塔下层横担 4',地线横担 11 的两侧各设有至少一根耐张串 9,耐张塔上层横担 2' 的两侧分别设有多分裂导线 5,耐张塔中层横担 3' 的两侧分别设有多分裂导线 5,耐张塔下层横担 4' 的两侧分别设有多分裂导线 5。

[0027] 地线横担 11 的耐张串 9 连接一 OPGW 光缆或避雷线 6 的一端,该 OPGW 光缆或避雷线 6 的另一端连接与耐张塔 10 相邻的直线塔 1 的直线塔上层横担 2 的悬垂串 8;与耐张塔 10 相邻的直线塔 1 的直线塔中层横担 3 的耐张串 9 连接一 OPGW 光缆或避雷线 6 的一端,该 OPGW 光缆或避雷线 6 的另一端连接与该直线塔 1 相邻的直线塔 1 的直线塔中层横担 3 的悬垂串 8;与耐张塔 10 不相邻的直线塔 1 的直线塔中层横担 3 的悬垂串 8 之间连接 OPGW 光缆或避雷线 6。

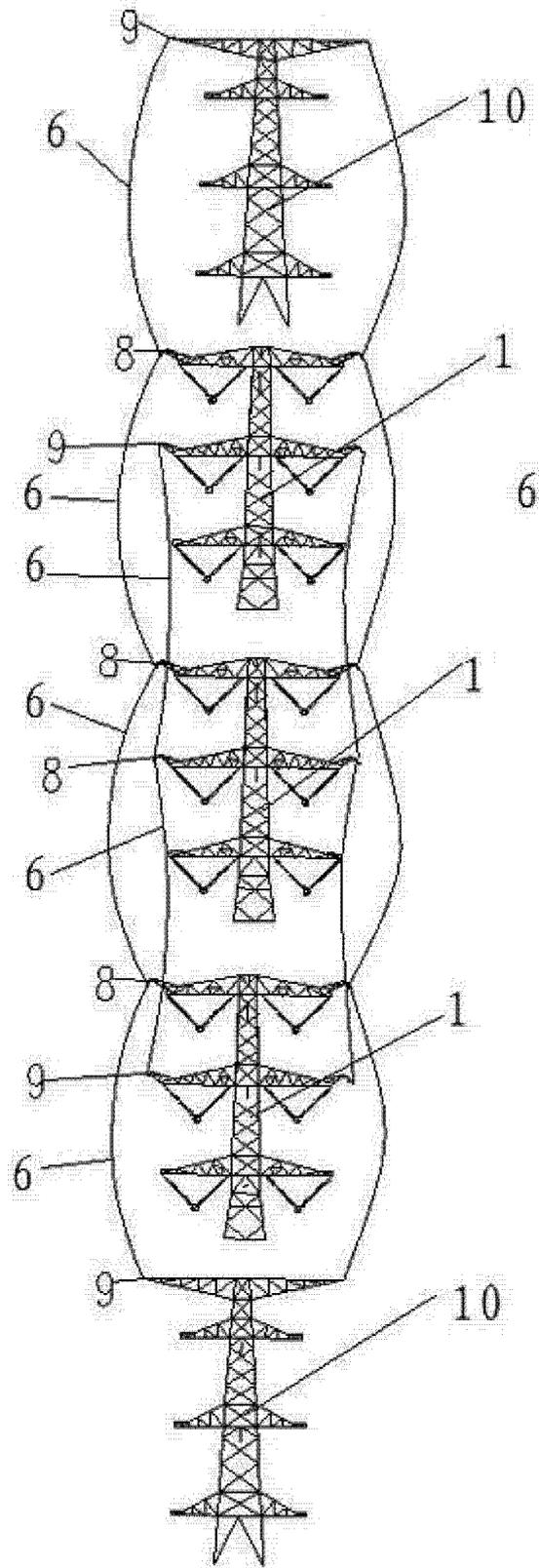


图 1

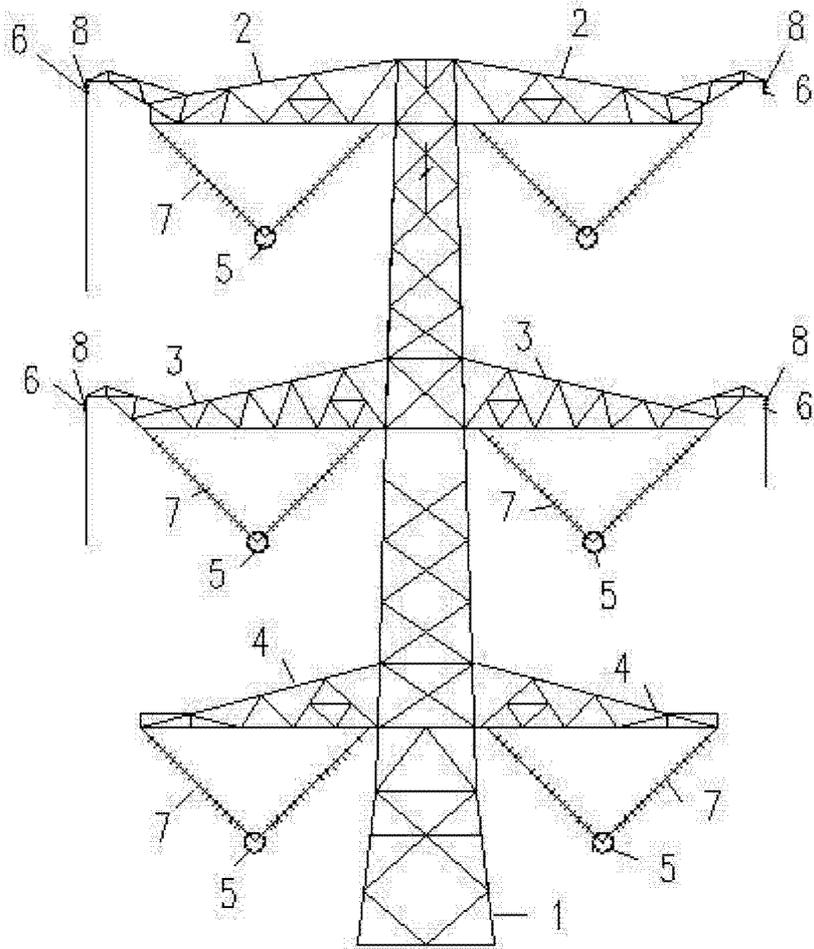


图 2

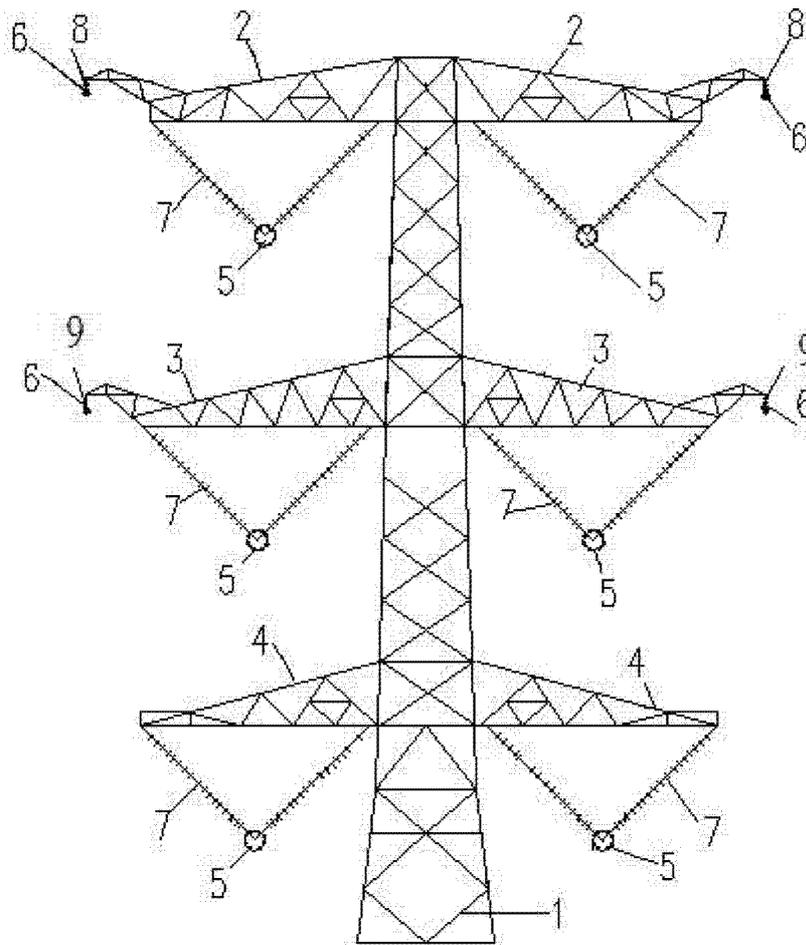


图 3

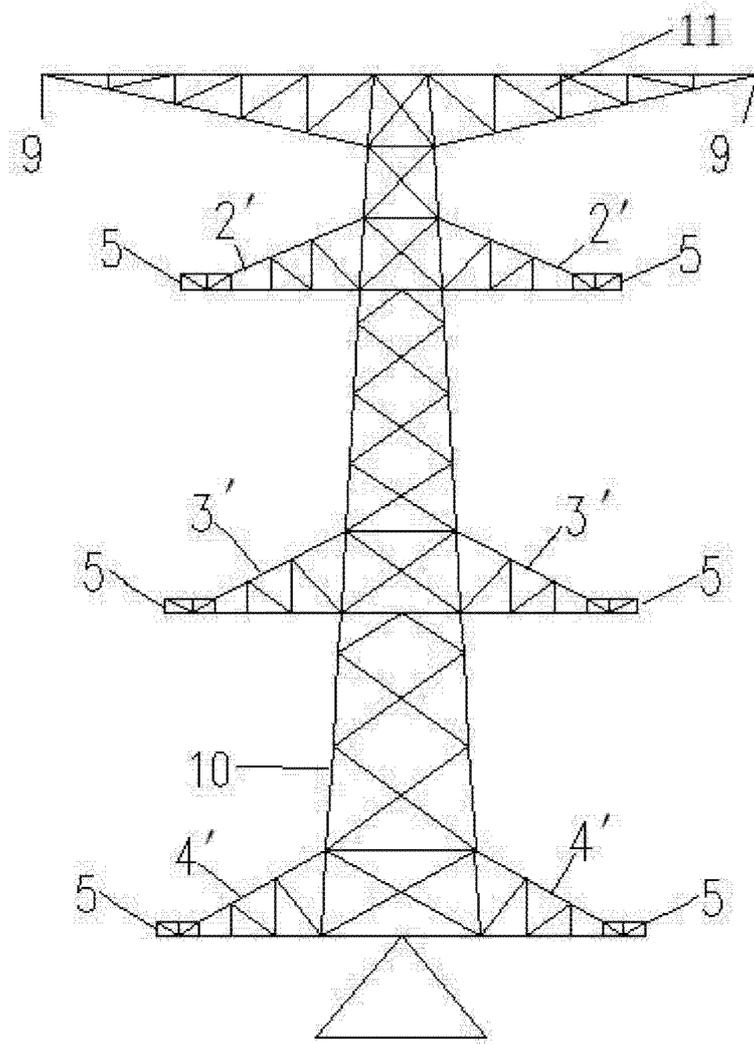


图 4