



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106245629 B

(45)授权公告日 2018.10.16

(21)申请号 201610821068.5

E02D 5/48(2006.01)

(22)申请日 2016.09.13

E02D 17/20(2006.01)

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 106245629 A

(56)对比文件

CN 206034427 U,2017.03.22,权利要求1-3.

(43)申请公布日 2016.12.21

CN 205314116 U,2016.06.15,

(73)专利权人 大连理工大学

CN 202148523 U,2012.02.22,全文.

地址 116024 辽宁省大连市甘井子区凌工路2号

CN 1730839 A,2006.02.08,全文.

(72)发明人 年廷凯 唐军 范宁 张彦君

吴昊 王亮

CN 202012074 U,2011.10.19,全文.

CN 101298770 A,2008.11.05,全文.

CN 1926287 A,2007.03.07,全文.

(74)专利代理机构 大连理工大学专利中心

21200

代理人 梅洪玉 潘迅

JP 特许第5406628号 B2,2014.02.05,全文.

文.

JP 特开2011-174252 A,2011.09.08,全文.

审查员 魏洪旭

(51)Int.Cl.

E02D 5/44(2006.01)

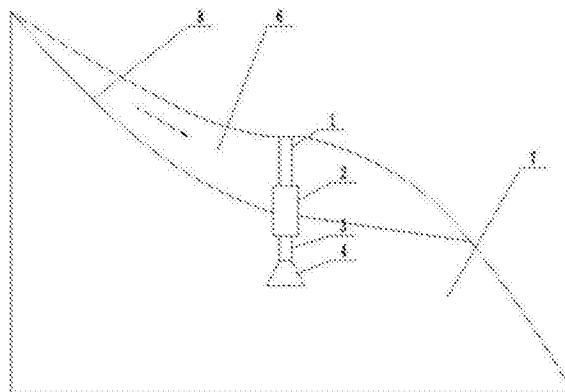
权利要求书2页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种山区阻滑抗拔桩及其设计方法

(57)摘要

本发明提供一种山区阻滑抗拔桩及其设计方法,该山区阻滑抗拔桩桩身为圆柱结构的灌注桩,扩底桩端为圆台结构的灌注桩,扩底桩端与上部结构通过内部的钢筋固定连接,桩身各段同轴设置,桩身内设置钢筋笼;扩径桩身的下部、下段桩身以及扩底桩端设置在稳定体内部。设计方法包括:计算滑坡推力;确定桩位置及范围;拟定桩长、锚固深度、截面尺寸及桩间距;确定桩的计算宽度和地基系数;判断是按弹性桩还是按刚性桩设计;计算桩身各截面的变位、内力及侧压力;单桩抗拔承载力和抗滑稳定性的验算;校核地基强度;设计桩身结构;坡体稳定性分析。本发明使桩基在提供抗拔力的同时提供抗滑力,保证边坡上高压输电线塔和信号传输塔的安全和正常使用;结构简单,施工方便。



1. 一种山区阻滑抗拔桩的设计方法,所述的山区阻滑抗拔桩兼具阻滑、抗拔功能,包括上段桩身(1)、扩径桩身(2)、下段桩身(3)、扩底桩端(4)和钢筋笼(5);

所述的上段桩身(1)、扩径桩身(2)和下段桩身(3)均为圆柱结构的灌注桩;所述的扩径桩身(2)位于上、下段桩身(1、3)之间;所述的扩底桩端(4)为圆台结构的灌注桩,扩底桩端(4)与上部结构通过桩身内部的钢筋固定连接;所述的山区阻滑抗拔桩的整个桩身内设置钢筋笼(5);所述的上段桩身(1)、扩径桩身(2)、下段桩身(3)和扩底桩端(4)的各段横截面均为圆形且同轴设置;所述的上段桩身(1)和下段桩身(3)直径相同,扩径桩身(2)的直径大于上、下段桩身(1、3)的直径;

所述的山区阻滑抗拔桩的扩径桩身(2)的下部、下段桩身(3)以及扩底桩端(4)设置在稳定体(7)内部;所述的稳定体(7)位于潜在滑动面(8)下方,潜在滑动面(8)上方为滑坡体(6);对于土质岩层,潜在滑动面(8)下的锚固深度为 $1/3 \sim 1/2$ 桩长,对于完整坚硬的岩层,锚固深度为 $1/4 \sim 1/3$ 桩长;

所述的山区阻滑抗拔桩的设计方法,其特征在于以下步骤:

1) 通过极限平衡法、强度折减法求得潜在滑动面(8),根据地质以及潜在滑动面(8)处岩、土的抗剪强度指标,计算滑坡推力;

2) 根据地形、地质、工程要求及施工条件确定山区阻滑抗拔桩的位置及范围;

3) 根据滑坡推力大小、地形及地质性质,确定桩身长度、锚固深度、截面尺寸及桩间距;

所述的桩身长度由桩端持力层决定;对于土质岩层,潜在滑动面(8)以下山区阻滑抗拔桩的锚固深度为 $1/3 \sim 1/2$ 桩长,对于完整坚硬的岩层,锚固深度为 $1/4 \sim 1/3$ 桩长;所述的桩间距和桩截面尺寸由实际情况确定;

4) 确定山区阻滑抗拔桩的计算宽度,并根据地层性质,通过“K”法、“C”法或“m”法确定地基系数;

5) 由地基系数及桩的截面尺寸,根据“K”法或“m”法计算桩的变形系数,并根据变形系数设计弹性桩或者设计刚性桩;

6) 根据桩底的边界条件,通过“K”法或者按“m”法,建立挠曲微分方程,计算桩身各截面的变位、内力及侧压力;

7) 采用如下公式计算与验算单桩抗拔承载力 $P_u$ 和抗滑稳定性:

$$P_u = Q_s + Q_b + W_s ; \quad N_k \leq \frac{P_u}{2} + G_p$$

式中, $Q_s$ 为桩身侧摩阻力; $Q_b$ 为扩底部分抗拔承载力; $W_s$ 为桩与土体的有效自重; $N_k$ 为按荷载效应标准组合计算的单桩上拔力; $G_p$ 为桩的自重; $P_u$ 为单桩抗拔承载力;

8) 采用如下公式校核地基强度:

$$\sigma_{\max} \leq \frac{4}{\cos\varphi} (\gamma h \tan\varphi + c)$$

式中, $\sigma_{\max}$ 为桩身对地层的最大侧压应力; $\gamma$ 为地层岩土的重度; $\varphi$ 为岩或土的内摩擦角; $c$ 为地层岩土的黏聚力; $h$ 为地面至计算点的深度;

9) 设计桩身结构,其中包括正截面设计和斜截面设计;

10) 进行坡体稳定性分析。

2. 根据权利要求1所述的一种山区阻滑抗拔桩的设计方法,其特征在于,所述的扩径桩身(2)的直径为上、下段桩身(1、3)直径的2~3倍。

3. 根据权利要求1或2所述的一种山区阻滑抗拔桩的设计方法,其特征在于,所述的扩底桩端(4)的侧面倾角为 $45^{\circ}$ 。

## 一种山区阻滑抗拔桩及其设计方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于土木工程技术领域,涉及一种兼具阻滑功能的山区抗拔桩及其设计方法,适用于山区潜在不稳定性斜坡体上修建的高压输电线塔和信号传输塔基础。

### 背景技术

[0002] 在我国西南山区进行电力和通讯设施建设时,不可避免会在潜在不稳定性斜坡体上修建高压输电线塔和信号传输塔基础。一般来说,高压输电线塔主要承受风荷载作用,其下的桩基础则发挥抗拔功能,从而防止电塔倾覆;但在山区斜坡体上修建高压输电线塔和信号传输塔时,情况更为复杂,其下的桩基础不仅用作抗拔桩,还需兼具抗滑功能;同时,作为高耸结构物的高压输电线塔和信号传输塔要特别关注强降雨、长历时降雨、强震等极端荷载条件下的边坡局部和整体稳定性问题。

[0003] 目前高压输电线塔桩基,仅作为抗拔桩设计而不兼具抗滑功能,无法保证基桩-边坡不发生整体失稳破坏。因此,设计一种兼具阻滑功能的抗拔桩,充分利用桩身上下各部位的岩土层,使桩基不仅能够提供抗拔力,还能提供强大的抗滑力,是本领域技术人员亟需解决的关键问题。

### 发明内容

[0004] 为了解决当前抗拔桩设计中尚未考虑抗滑功能的不足,本发明提供一种兼具阻滑功能的抗拔桩,既可以作为结构物桩基础,又能加固边坡、控制边坡滑移;满足在山区潜在不稳定性斜坡体上修建高压输电线塔和信号传输塔基础的设计要求。

[0005] 为了达到上述目的,本发明的技术方案为:

[0006] 一种山区阻滑抗拔桩,该山区阻滑抗拔桩兼具阻滑、抗拔功能,包括上段桩身1、扩径桩身2、下段桩身3、扩底桩端4和钢筋笼5。

[0007] 所述的上段桩身1、扩径桩身2和下段桩身3为圆柱结构的灌注桩,所述的扩径桩身2位于上、下段桩身之间;所述的上段桩身1和下段桩身3直径相同,扩径桩身2直径为上、下段桩身直径的2~3倍。所述的扩底桩端4为圆台结构的灌注桩,扩底桩端4与上段桩身1、扩径桩身2和下段桩身3通过内部的钢筋固定连接,所述的扩底桩端4的侧面倾角为45°。所述的上段桩身1、扩径桩身2、下段桩身3、扩底桩端4的各段横截面均为圆形且同轴设置。所述的山区阻滑抗拔桩的整个桩身内设置钢筋笼5;所述的混凝土采用C30混凝土。

[0008] 潜在滑动面8以下为稳定体7,以上为滑坡体6;所述的山区阻滑抗拔桩的扩径桩身2的下部、下段桩身3以及扩底桩端4设置在稳定体7内部;对于土质岩层,潜在滑动面8以下山区阻滑抗拔桩的锚固深度为1/3~1/2桩长,对于完整坚硬的岩层,锚固深度为1/4~1/3桩长。

[0009] 上述山区阻滑抗拔桩的设计方法,具体包括以下步骤:

[0010] 1) 通过极限平衡法、强度折减法求得潜在滑动面8,根据地质以及潜在滑动面8处岩、土的抗剪强度指标,计算滑坡推力。针对不同的潜在滑动面8,采取不同的计算方法。

[0011] 2) 根据地形、地质、工程要求及施工条件确定山区阻滑抗拔桩的位置及范围。

[0012] 3) 根据滑坡推力大小、地形及地质性质,确定桩身长度、锚固深度、截面尺寸及桩间距。所述的桩身长度取决于桩端持力层选择;所述的锚固深度按如下经验拟定:对于土质岩层可以采用 $1/3 \sim 1/2$ 桩长;对于完整坚硬的岩层可以采用 $1/4 \sim 1/3$ 桩长;实际工程中常按经验拟定桩间距,桩的中心距为扩径桩身直径的 $2 \sim 4$ 倍,通常在滑坡主轴附近桩的间距较小,两侧间距较大。所述的桩截面尺寸根据现场实际情况确定。

[0013] 4) 确定桩的计算宽度,并根据地层性质,通过“K”法、“C”法或“m”法确定地基系数;采用如下公式进行桩计算宽度的换算: $b_1 = K_f \cdot K_0 \cdot K_1 \cdot d$ 式中, $d$ 为桩的直径, $K_f$ 为形状换算系数, $K_0$ 为受力换算系数, $K_1$ 为桩间的相互影响系数;

[0014] 5) 由地基系数及桩的截面尺寸,根据“K”法或“m”法计算桩的变形系数,并根据变形系数设计弹性桩或者刚性桩。

[0015] 6) 根据桩底的边界条件,通过“K”法或者按“m”法,建立挠曲微分方程,计算桩身各截面的变位、内力及侧压力;

[0016] 7) 采用如下公式计算与验算单桩抗拔承载力 $P_u$ 和抗滑稳定性:

$$[0017] \quad P_u = Q_s + Q_b + W_s; N_k \leq \frac{P_u}{2} + G_p$$

[0018] 式中, $Q_s$ 为桩身侧摩阻力, $Q_b$ 为扩底部分抗拔承载力, $W_s$ 为桩与土体的有效自重; $N_k$ 为按荷载效应标准组合计算的单桩上拔力, $G_p$ 为桩的自重(地下水位以下扣除浮力), $P_u$ 为单桩抗拔承载力。

[0019] 8) 采用如下公式校核地基强度:

$$[0020] \quad \sigma_{\max} \leq \frac{4}{\cos \varphi} (\gamma h \tan \varphi + c)$$

[0021] 式中, $\sigma_{\max}$ 为桩身对地层的最大侧压应力(KPa), $\gamma$ 为地层岩(土)的容重( $\text{KN}/\text{m}^3$ ), $\varphi$ 为地层岩(土)的内摩擦角( $^\circ$ ), $c$ 为地层岩(土)的黏聚力(KPa), $h$ 为地面至计算点的深度(m)。

[0022] 9) 桩身的结构设计;桩的结构设计包括正截面设计、斜截面设计。结构设计按极限应力状态法考虑;截面强度根据《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)进行计算。

[0023] 10) 坡体稳定性分析。根据《建筑边坡工程技术规范》(GB50330-2013)进行计算。

[0024] 本发明利用桩体中间大、两端小的受弯特点,将扩径桩身设置在潜在滑动面处,克服了此处弯矩较大的问题,而潜在滑动面可以通过极限平衡法、强度折减法求得;桩体充分利用插入潜在滑动面以下的稳定地层对其形成锚固力,以平衡滑坡体的推力,增加其稳定性;通过扩径桩身和扩底桩端增加截面直径,增大了桩体与周围土体的接触面积,使桩体的侧摩阻力加大,显著提高了抗拔力,满足设计要求。

[0025] 本发明的效果和益处是:合理避免了上下等截面桩的工程浪费问题;桩基在提供抗拔力的同时还能提供抗滑力,从而保证边坡上高压输电线塔和信号传输塔的安全和正常使用。该发明结构简单,施工方便,适于推广使用。

## 附图说明

[0026] 图1是本发明的整体结构示意图。

[0027] 图2是本发明在边坡中的埋设示意图。

[0028] 图3是本发明的设计方法流程图。

[0029] 图中:1上段桩身;2扩径桩身;3下段桩身;4扩底桩端;5钢筋笼;6滑坡体;7稳定体;8潜在滑动面。

### 具体实施方式

[0030] 以下结合技术方案(和附图)详细叙述本发明的具体实施方式。

[0031] 在图1中,上段桩身1、扩径桩身2和下段桩身3为圆柱结构的灌注桩,扩径桩身2位于上、下段桩身之间,扩径桩身2直径为上、下段桩身直径的2~3倍。扩底桩端4为圆台结构的灌注桩,扩底桩端4与上部结构通过内部的钢筋固定连接,扩底桩端4的侧面倾角为 $45^{\circ}$ 。上段桩身1、扩径桩身2、下段桩身3、扩底桩端4的各段横截面均为圆形且同轴设置。山区阻滑抗拔桩的整个桩身内设置钢筋笼5;混凝土采用C30混凝土。

[0032] 在图2中,潜在滑动面8以下为稳定体7,以上为滑坡体6;山区阻滑抗拔桩扩径桩身2的下部、下段桩身3以及扩底桩端4设置在稳定体7内部;对于土质岩层,潜在滑动面8以下山区阻滑抗拔桩的锚固深度为 $1/3\sim 1/2$ 桩长,对于完整坚硬的岩层,锚固深度为 $1/4\sim 1/3$ 桩长。

[0033] 图3是本发明提供的阻滑抗拔桩的设计方法流程图,该方法包括如下步骤:

[0034] 1、根据地质以及潜在滑动面8处岩、土的抗剪强度指标,计算滑坡推力;

[0035] 2、根据地形、地质、工程要求及施工条件确定抗拔阻滑桩的位置及范围;

[0036] 3、根据滑坡推力大小、地形及地质性质,拟定桩长、锚固深度、截面尺寸及桩间距;

[0037] 4、确定桩的计算宽度,并根据地层性质,确定地基系数;

[0038] 其中,桩身长度取决于桩端持力层选择;实际工程中常按经验拟定桩间距,桩的中心距一般为扩径桩身2的2~4倍,通常在滑坡主轴附近桩的间距较小,两侧间距较大。

[0039] 5、根据选定的地基系数及桩的截面尺寸,计算桩的变形系数,判断是按弹性桩还是按刚性桩来设计;

[0040] 6、根据桩底的边界条件采用相应的公式计算桩身各截面的变位、内力、及侧压力;

[0041] 7、单桩抗拔承载力和抗滑稳定性的计算与验算;

[0042] 8、校核地基强度;

[0043] 9、桩身的结构设计,包括正截面设计、斜截面设计;结构设计按极限应力状态法考虑;截面强度根据《混凝土结构设计规范》(GB50010-2010)进行计算。

[0044] 10、坡体稳定性分析。

[0045] 以上所述的具体实施例对本发明的基本原理、主要特征和有益效果进行了进一步详细说明。所应理解的是,在不脱离本发明精神和原则的前提下,所做的任何修改、等同替换等,均应包含在本发明的保护范围之内。

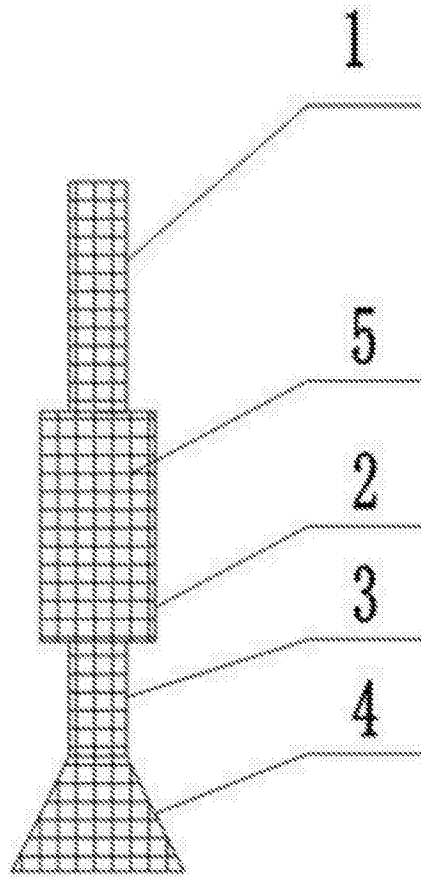


图1

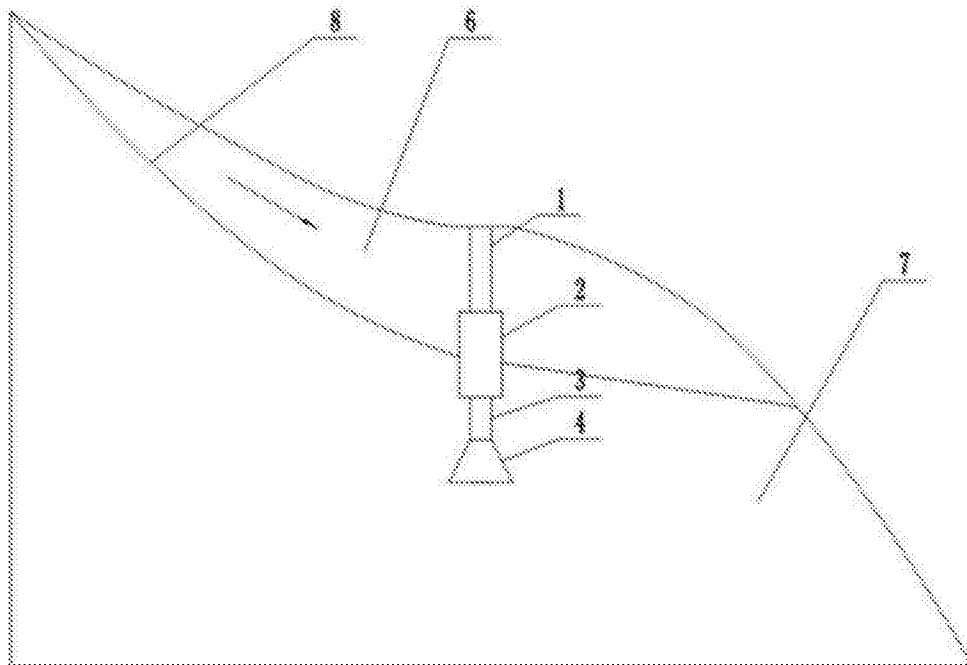


图2

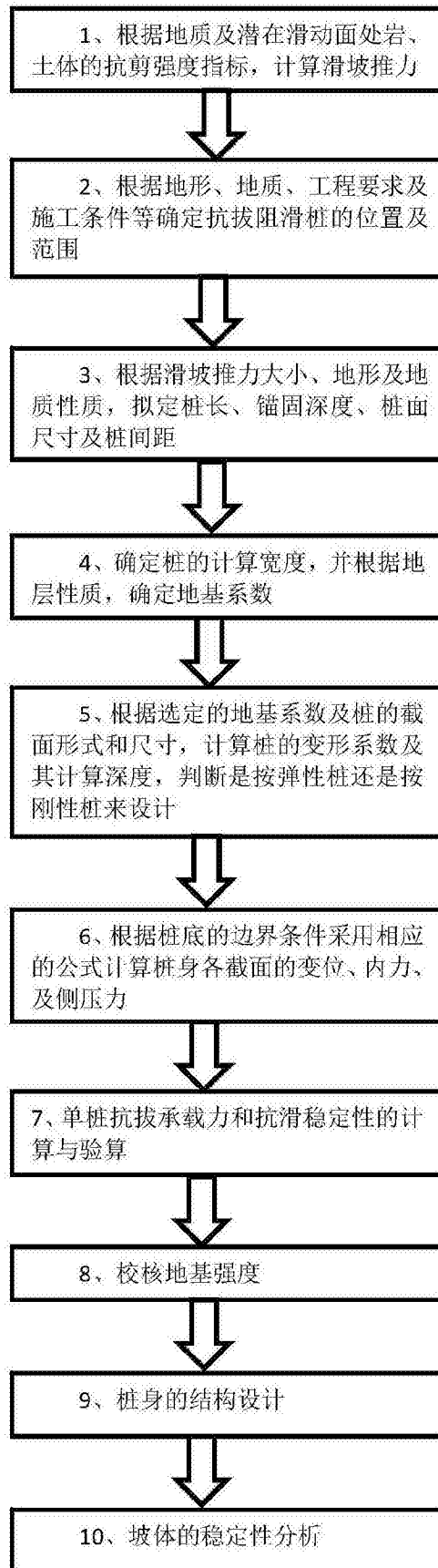


图3