(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 103306296 A
(43)申请公布日 2013.09.18

(21)申请号 201310285857.8

(22)申请日 2013.07.08

(71)申请人 中铁第四勘察设计院集团有限公司
地址 430063 湖北省武汉市武昌杨园和平大道745号

(72)发明人 金海元 周宏元 顾湘生 王祥 肖芬芬 姚成志 谭远发 陈大鹏 朱树念 彭锴 郭玲玲

(74)专利代理机构 武汉开元知识产权代理有限公司 42104
代理人 黄行军

(51)Int.Cl.
E02D 17/20(2006.01)

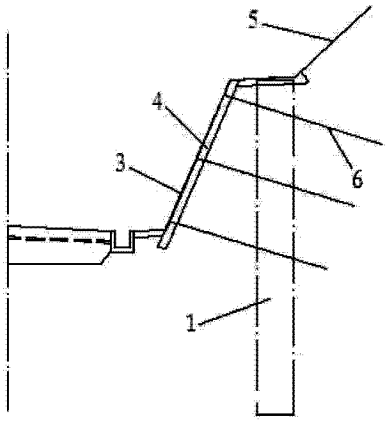
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

基于土拱效应的路堑边坡框架锚杆墙施工方法

(57)摘要

本发明属于岩土工程技术领域，具体涉及一种基于土拱效应的路堑边坡框架锚杆墙施工方法。它首先进行边坡平台开挖、设置预加固桩；然后根据作用在锚杆墙上的库伦主动土压力计算锚杆长度及截面积；再根据确定的锚杆长度及截面积制作锚杆，设置锚杆墙墙体；最后进行边坡绿色防护施工。本发明的施工方法充分考虑了桩与桩间结构物的相互作用，即预加固桩能在桩间形成土拱效应，框架锚杆墙施工时由此土压力计算出施工锚杆的长度及截面积，计算结果较精确，施工时能够节省工程投资，既到达了安全的目标，又能节省材料。



CN 103306296 A

1. 一种基于土拱效应的路堑边坡框架锚杆墙施工方法，其特征在于，包括以下步骤：

（1）、在边坡坡面进行土石方填筑与开挖，平整坡面；

（2）、在边坡坡体的最下一级边坡平台沿边坡长度方向均匀间隔设置预加固桩；

（3）、根据作用在墙体上的库伦主动土压力计算公式

$$E_a = G\frac{\sin(90^\circ-\theta-\phi)}{\sin(\theta+\phi+\delta-\alpha)}$$

计算：锚杆长度 $L_a=\frac{KE_a}{\pi D f_{rb}}$ 和锚杆截面积 $A_s=K\times E_a/f_y$；

（4）、根据确定的锚杆长度及锚杆截面积制作锚杆；

（5）、在边坡坡体表面均匀间隔钻孔，将制作好的锚杆插于边坡上钻好的孔内，并向插有锚杆的孔内注浆，形成锚杆墙墙体；

（6）、在锚杆墙墙体表面铺设绿色防护层；

上式中：E_a 为作用在墙上的库伦主动土压力； G 为楔形体 ABED 的重力；θ 为破裂角；Φ 为土体内摩擦角；δ 为框架锚杆墙与土体间的摩擦角；α 为框架锚杆墙的竖向倾角；L_a 为锚固段长度；K 为安全系数；D 为锚杆直径；f_{rb} 为水泥砂浆与岩石孔壁的粘结强度设计值；f_y 为钢筋的抗拉设计强度。

2. 根据权利要求 1 所述的基于土拱效应的路堑边坡框架锚杆墙施工方法，其特征在于：所述步骤中（2）中预加固桩为钢筋混凝土矩形桩，截面尺寸为 1.75×3.0m，桩间距为 5-8m。

3. 根据权利要求 1 所述的基于土拱效应的路堑边坡框架锚杆墙施工方法，其特征在于：所述步骤（5）中锚杆间距为 3-5m，向下倾斜，与水平面的夹角为 15° -25° 。

4. 根据权利要求 1 所述的基于土拱效应的路堑边坡框架锚杆墙施工方法，其特征在于：所述步骤（6）之前在锚杆墙墙体表面设置由混凝土构成的网格状框架，框架的宽度为 3-5m。

5. 根据权利要求 4 所述的基于土拱效应的路堑边坡框架锚杆墙施工方法，其特征在于：所述绿色防护层位于框架的网格内，绿色防护层为挂网喷厚层基材或三维生态袋。

基于土拱效应的路堑边坡框架锚杆墙施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于岩土工程技术领域，具体涉及一种基于土拱效应的路堑边坡框架锚杆墙施工方法。

背景技术

[0002] 随着边坡支挡结构的快速发展及多样化，工程实践中涌现出很多轻型支挡结构，如预加固桩间框架锚杆墙、加固桩间土钉墙等。但目前存在的问题是理论计算稍逊于工程实践，如作用于支挡结构的土压力如何计算以及桩－锚－土相互作用下的结构设计如何计算等。预加固桩间框架锚杆墙的结构设计施工中，预加固桩设置在边坡平台，起整体稳定作用，预加固桩上的边坡土压力按照常规库伦土压力计算，由于预加固桩可以在桩间形成土拱效应，作用在桩间框架锚杆上的土压力由于“土拱效应”的作用，会与通常设计中采用的库仑主动土压力有所不同。如果仍然按照常规计算设计并施工则会产生很大浪费。

发明内容

[0003] 本发明的目的就是为了解决上述背景技术存在的不足，提供一种基于土拱效应的路堑边坡框架锚杆墙施工方法。

[0004] 本发明采用的技术方案是：一种基于土拱效应的路堑边坡框架锚杆墙施工方法，包括以下步骤：

[0005] (1)、在边坡坡面进行土石方填筑与开挖，平整坡面；

[0006] (2)、在边坡坡体的最下一级边坡平台沿边坡长度方向均匀间隔设置预加固桩；

[0007] (3)、根据作用在墙体上的库伦主动土压力计算公式

[0008] $$E_a = G\frac{\sin(90^\circ-\theta-\phi)}{\sin(\theta+\phi+\delta-\alpha)}$$

[0009] 计算：锚杆长度 $L_a=\frac{KE_a}{\pi D f_{rb}}$ 和锚杆截面积 $A_s=K\times E_a/f_y$；

[0010] (4)、根据确定的锚杆长度及锚杆截面积制作锚杆；

[0011] (5)、在边坡坡体表面均匀间隔钻孔，将制作好的锚杆插于边坡上钻好的孔内，并向插有锚杆的孔内注浆，形成锚杆墙墙体；

[0012] (6)、在锚杆墙墙体表面铺设绿色防护层。

[0013] 上式中：E_a 为作用在墙上的库伦主动土压力；G 为楔形体 ABED 的重力；θ 为破裂角；φ 为土体内摩擦角；δ 为框架锚杆墙与土体间的摩擦角；α 为框架锚杆墙的竖向倾角；L_a 为锚固段长度；K 为安全系数；D 为锚杆直径；f_{rb} 为水泥砂浆与岩石孔壁的粘结强度设计值；f_y 为钢筋的抗拉设计强度。

[0014] 进一步地，所述步骤中(2)中预加固桩为钢筋混凝土矩形桩，截面尺寸为 1.75×3.0m，桩间距为 5-8m。

[0015] 进一步地，所述步骤(5)中锚杆间距为3-5m，向下倾斜，与水平面的夹角为15° -25° 。

[0016] 进一步地，所述步骤(6)之前在锚杆墙墙体表面设置由混凝土构成的网格状框架，框架的宽度为3-5m。

[0017] 更进一步地，所述绿色防护层位于框架的网格内，绿色防护层为挂网喷厚层基材或三维生态袋。

[0018] 本发明路堑边坡采用预加固桩间框架锚杆施工时，鉴于预加固桩能在桩间形成“土拱效应”，因此充分考虑土拱效应，锚杆墙上土压力按照库伦主动土压力计算，按计算出破裂角从坡脚画出破裂面，该破裂面与桩间土拱相交，由于拱后面土体因为土拱的存在而不会产生下滑力作用在锚杆墙上，则土拱与拱前破裂面间的楔形体为作用在框架锚杆上的土压力，框架锚杆墙施工时由此土压力计算出施工锚杆的长度及截面积，计算结果较精确，施工时能够节省工程投资。

[0019] 该施工方案充分考虑了桩与桩间结构物的相互作用，既到达了安全的目标，又能节省材料。该施工方案提高了铁路路堑边坡的轻型支挡结构设计精度和施工方法，填补了复合支挡结构的计算理论和施工实践。

附图说明

[0020] 图1为本发明桩间土拱效应示意图。

[0021] 图2为本发明框架锚杆墙后的土体分布示意图。

[0022] 图3为本发明作用在框架锚杆墙上的力分布示意图。

[0023] 图4为本发明作用在框架锚杆墙上的力矢三角形示意图。

[0024] 图5为本发明施工状态的结构示意图。

[0025] 图6为本发明的纵向断面剖视图。

具体实施方式

[0026] 下面结合附图和具体实施例对本发明作进一步的详细说明，便于清楚地了解本发明，但它们不对本发明构成限定。

[0027] 本发明的基于土拱效应的路堑边坡预加固桩前框架锚杆墙施工方法，包括以下步骤：

[0028] 首先进行边坡平台开挖、平整坡面，在边坡坡体的最下一级边坡平台设置预加固桩1，预加固桩起到边坡的主要加固作用，预加固桩为钢筋混凝土矩形桩，截面尺寸为1.75×3.0m，在边坡坡体5最下级平台沿边坡长度方向均匀间隔布置，桩间距为5-8m。

[0029] 然后进行框架锚杆墙的施工，施工前首先考虑桩与桩之间形成的“土拱效应”，如图1所示，由于在预加固桩1后土体荷载P作用下桩与桩之间能够形成土拱2，因此，作用在桩间框架锚杆上的土压力由于“土拱效应”的作用，会与通常设计中采用的库仑主动土压力有所不同。在不考虑桩间“土拱效应”作用时，作用在框架锚杆墙上的土压力是楔形体ABC产生，如图2所示，但为了能够节省材料和计算准确，考虑“土拱效应”时，从坡脚按破裂角引破裂面7与桩间土拱交于E点，则三角形区域CDE的土压力由桩承担，只有楔形体ABDE所产生的侧向土压力作用在框架锚杆墙上，而对于框架锚杆墙的锚杆长度及间距的确定需

要通过作用在锚杆墙上的土压力确定，因此需算出考虑土拱效应时作用在锚杆墙上的库伦主动土压力，在计算之前先检测锚杆墙高度 H、坡顶表面倾斜角 β、桩间土拱高度 h、锚杆墙与垂直线的夹角 α、锚杆墙与土体间的摩擦角 δ 以及土体内摩擦角 Φ。

[0030] 锚杆墙上的库伦主动土压力具体方法如下：

[0031] 作用在墙背的库伦主动土压力可以从如图 3、图 4 所示的力矢三角形中求得，计算公式为：$E_a = G\dfrac{\sin(90^\circ-\theta-\phi)}{\sin(\theta+\phi+\delta-\alpha)}$

[0032] 而 G 求解如下，记 S 为面积符号，γ 为土体容重，有：

[0033] $S_{ADF} = \dfrac{1}{2}AF\times DF = \dfrac{1}{2}h^2\tan\beta \qquad S_{ABL} = \dfrac{1}{2}AL\times BF = \dfrac{1}{2}H^2\tan\alpha$

[0034] $S_{BEFL} = \dfrac{1}{2}(EF+BL)\times FL = \dfrac{1}{2}[H-(h+H\tan\alpha)\cot\theta+H]\times(h+H\tan\alpha)$

[0035] $G = S_{ADEF}\times\gamma = (S_{ADF}+S_{BEFL}-S_{ABL})\times\gamma$

[0036] $= \left(\dfrac{1}{2}h^2\tan\beta+\dfrac{1}{2}H^2\tan\alpha+Hh\right)\times\gamma-\dfrac{1}{2}\gamma(h+H\tan\alpha)^2\cot\theta$

[0037] $= P-Q\cot\theta$

[0038] 其中：

[0039] $P = \left(\dfrac{1}{2}h^2\tan\beta+\dfrac{1}{2}H^2\tan\alpha+Hh\right)\times\gamma \qquad Q = \dfrac{1}{2}\gamma(h+H\tan\alpha)^2$

[0040] 将土体重力 G 代入墙对土楔体的反力 E_a 得到：

[0041] $$E = (P-Q\cot\theta)\frac{\sin(90^\circ-\theta-\phi)}{\sin(\theta+\phi+\delta-\alpha)}$$

[0042] 将上式两边对 θ 求导，令 $\dfrac{dE_a}{d\theta}=0$，求得 θ 值，将其代入上式即可求得主动土压力 E_a。

[0043] 上述公式中：

[0044] E_a——作用在墙上的库伦主动土压力； G——楔形体 ABED 的重力；

[0045] h——桩间土拱高度； θ——破裂角； Φ——土体内摩擦角；

[0046] δ——框架锚杆墙与土体间的摩擦角； α——框架锚杆墙的竖向倾角；

[0047] β——墙顶边坡与水平面夹角； H——框架锚杆墙高；

[0048] S_{ADF}、S_{ABL}、S_{BEFL}——三角形 ADF、ABL 和多边形 BEFL 的面积。

[0049] 根据上述计算公式计算的墙上库伦主动土压力确定锚杆的截面积及长度，从而设计框架锚杆墙比较精确，节省工程投资。

[0050] 锚杆的截面积长度按下式确定：

[0051] $A_s = K\times E_a / f_y$

[0052] 式中 A_s--- 钢筋的截面积（mm^2）；E_a--- 锚杆轴向承载库伦主动土压力设计值（N）；K--- 荷载安全系数，可采用 2.0~2.2；f_y--- 钢筋的抗拉设计强度（N/mm^2）。

[0053] 锚杆的长度包括非锚固段长度和有效锚固段长度，非锚固段长度根据肋柱与主动破裂面或滑动面的实际距离确定。有效锚固段根据下式确定，并验算锚杆与砂浆之间的允许粘结力。

[0054] $$L_a = \frac{KE_a}{\pi D f_{rb}}$$

[0055] $$L_a = \frac{KE_a}{n\pi d\xi f_b}$$

[0056] 式中 L_a---锚固段长度（mm）；K---安全系数，可采用2.0~2.5；D---锚杆直径（mm）；d--- 单根钢筋直径（mm）；n--- 钢筋根数；f_{rb}--- 水泥砂浆与岩石孔壁的粘结强度设计值；f_b--- 水泥砂浆与钢筋间的粘结强度设计值；ξ --- 采用两根或两根以上钢筋时，介面粘结强度降低系数，取 0.60~0.85。

[0057] 锚杆的间距一般取 2.5~4.0m。

[0058] 锚杆墙单级高度不宜大于 10m。

[0059] 锚杆钢筋宜选用带肋钢筋或高强精轧螺纹钢筋，直径宜为 18~32mm。

[0060] 最后根据上述方式确定的锚杆长度及截面积制作锚杆，并用风枪在边坡坡体 5 表面均匀间隔钻孔，将制作好的锚杆插于边坡上钻好的孔内，及时向插有锚杆的孔内注浆，形成锚杆墙墙体，锚杆 6 间距为 3-5m，向下倾斜，与水平面的夹角为 15° -25° 。同时，在锚杆墙墙体表面设置网格状的框架 3，框架的宽度为 3-5m，锚杆墙墙体表面框架 3 的网格内铺设绿色防护层 4，绿色防护层为挂网喷厚层基材或三维生态袋。

[0061] 本说明书中未作详细描述的内容属于本领域专业技术人员公知的现有技术。

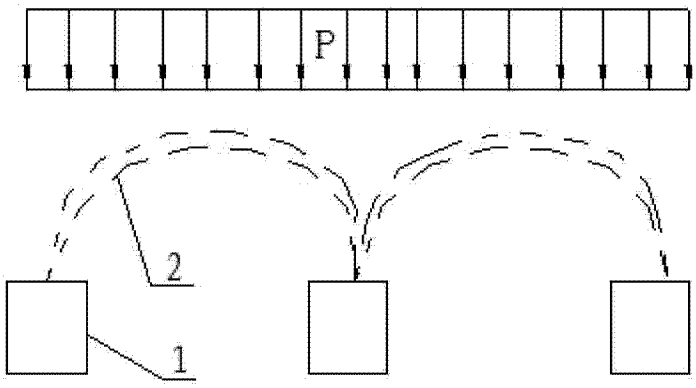


图 1

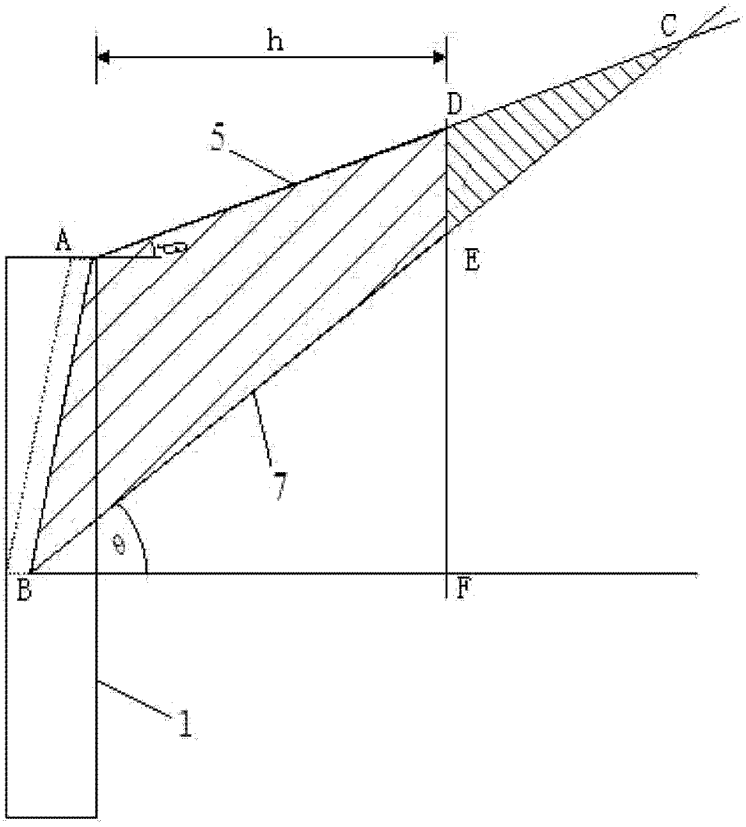


图 2

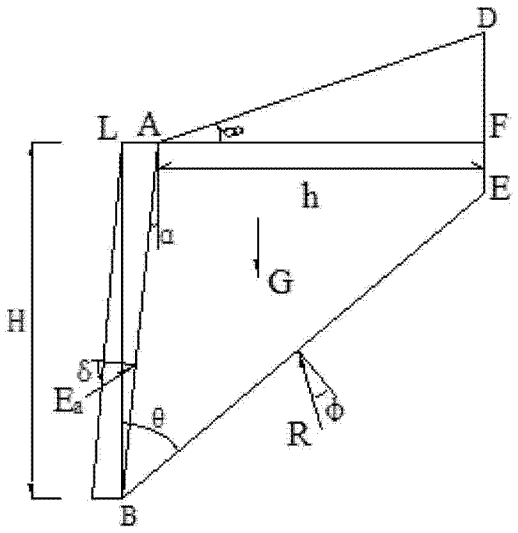


图 3

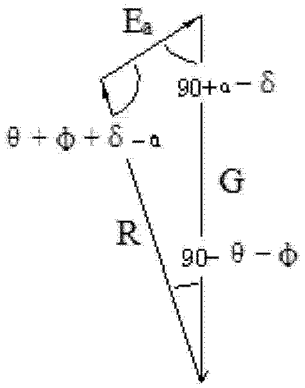


图 4

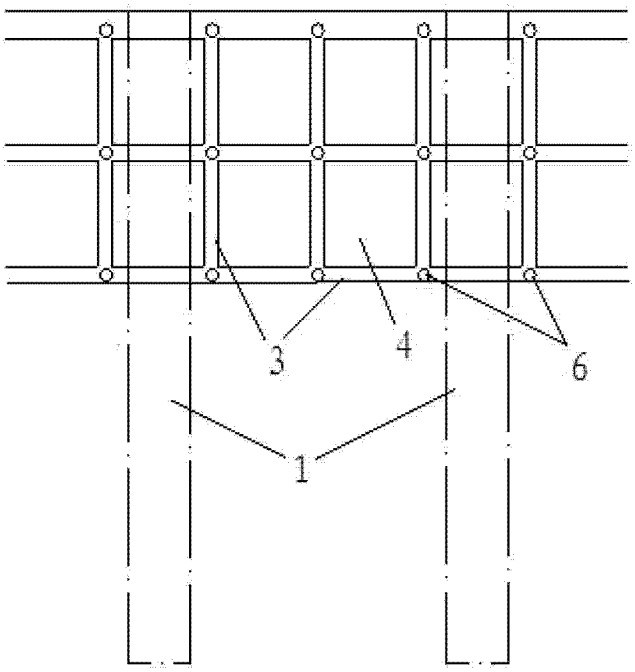


图 5

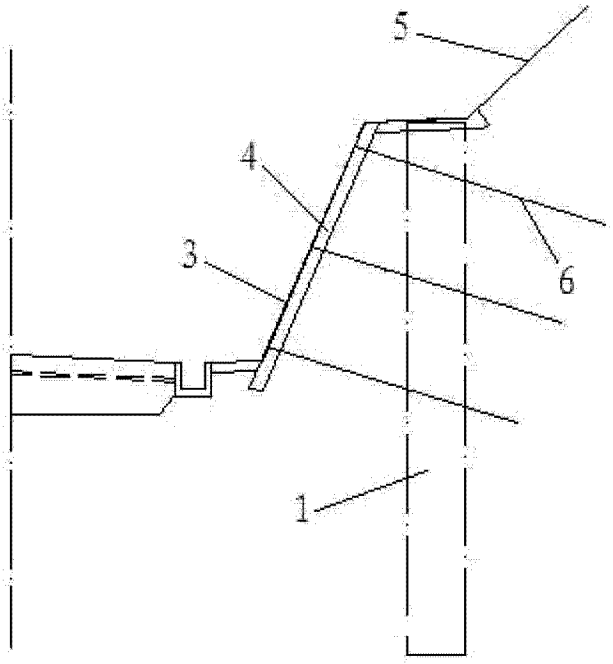


图 6