

DOI:10.13409/j.cnki.jdpme.2020.01.011

折线坡形挡土墙主动土压力计算方法研究*

吴曙光^{1,2}, 宋福华¹, 苏亚楠³, 赵定智³

(1. 重庆大学土木工程学院, 重庆 400045; 2. 库区环境地质灾害防治国家地方联合工程研究中心(重庆), 重庆 400045; 3. 重庆中核坤阳投资发展有限公司, 重庆 400030)

摘要: 折线坡形边坡由于其填土面形态与经典土压力理论假设条件不符, 无法直接使用经典土压力理论求解。依据挡土墙背后楔形体静力平衡原理, 建立墙后多边形楔形体侧压力分析力学模型, 得到总侧压力关于破裂角的函数表达式, 通过求其极值, 得到主动极限平衡状态墙后填土破裂角和主动土压力。分别求得坡顶地表局部水平边坡、坡顶地表局部倾斜边坡主动土压力计算公式, 与现行规范方法对比表明, 克服了现行规范折线坡形挡土墙上主动土压力计算方法不考虑墙土摩擦力的不足, 所得土压力合力及倾覆力矩均小于规范方法计算结果, 与图解法方法计算结果一致, 且避免了图解法繁琐的作图工作。针对实际工程中经常出现的坡顶地表局部倾斜边坡, 提出了将坡顶地表局部倾斜土层折减为均布荷载的折算系数, 简化了土压力计算方法。

关键词: 折线坡形边坡; 楔形体平衡; 墙后填土破裂角; 主动土压力; 折减系数

中图分类号: TU443 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-2132(2020)01-0079-07

Research on the Calculation Method of Active Earth Pressure on Poly-line Slope Retaining Wall

WU Shuguang^{1,2}, SONG Fuhua¹, SU Yanan³, ZHAO Dingzhi³

(1. College of Civil Engineering, Chongqing University, Chongqing 400045, China; 2. National Joint Engineering Research Center of Geohazards Prevention in the Reservoir Areas(Chongqing), Chongqing 400045, China; 3. Chongqing Kun Yang Investment & Development CO. LTD., Chongqing 400030, China)

Abstract: The assumptions of the Polyline slope is inconsistent with the classical soil pressure theory due to the difference in the shape of the fill surface, and cannot be directly solved by classical earth pressure theory. Based on the static balance principle of the wedge behind the retaining wall, the mechanical model of the pressure analysis of the wedge behind the wall was established, and the functional expression of the total lateral pressure on the rupture angle was obtained. By calculating its extremum, the fracture angle and active earth pressure of backfill soil in active limit equilibrium state are obtained. The calculation formula of the active earth pressure of the local horizontal slope of the top of slope surface and the local horizontal slope of the top of slope surface was obtained respectively. Compared with the current standard method, the proposed method in this paper overcomes the limitation of calculating the active earth pressure of slope retaining wall without considering the friction between the

* 收稿日期: 2019-02-15; 修回日期: 2020-01-02

基金项目: 国家重点研发计划(2018YFC1505501)、国家自然科学基金重点项目(51638002)资助

作者简介: 吴曙光(1975-), 男, 副教授, 博士。主要从事基础工程及边坡稳定性分析方面科研与教学。

Email: wushuguang@cqu.edu.cn

wall and soil. The earth pressure and the overturning moment are smaller than the calculation results of the standard method, which is consistent with the calculation results of the graphic method and avoids the tedious drawing work of the graphic method. Aiming at the local sloping slope of the slope top surface which occurs in actual engineering, in this paper, the conversion coefficient of reducing the local inclined soil layer on the slope top surface to the uniform distribution load is proposed, which simplifies the calculation method of earth pressure.

Keywords: polyline slope; wedge balance; filling rupture angle behind the wall; active earth pressure; reduction factor

引言

挡土墙土压力计算是支护结构设计的主要依据之一,朗肯土压力与库仑土压力是两种应用广泛的土压力计算方法。与库仑土压力相比,朗肯土压力关于墙背垂直光滑、墙后填土面水平的假定更加明确,能得出墙背上土压力的分布情况。基坑支护工程所依据的《建筑基坑支护技术规程》^[1]采用朗肯土压力计算方法,经过国内十多年的工程应用考验,其可靠性得到了充分验证。库仑和朗肯土压力理论都是基于各自特定的假设条件,不仅对支护结构与背后填土相互作用关系有明确要求,而且对支护结构与背后填土的几何构成也有所要求,这两种计算方法在处理实际问题时都有一定的局限性。如在实际基坑工程中,基坑邻近有建筑物地下室时,支护结构与地下室之间为有限宽度的土体,则建立在半无限土体假定之上的朗肯土压力计算方法不再适用。马平等^[2]根据有限土体极限破裂角的数学表达式,推导出有限土体主动土压力计算公式。该推导过程依据的是极限平衡理论,假定土体滑裂面是平面,并考虑了土体黏聚力。

由于边坡场地环境、岩土性质等条件的不同,支护形式多样,实际边坡工程表面形式各异。如:①在地势陡峭,地形条件受限的填筑路段,填筑边坡的设计坡度往往不能满足工程需要,又由于地形条件限制而不能采用放坡支护,通常是用路堤边坡抗滑桩超前支护来解决^[3]。②抗滑桩在基坑支护过程中应用广泛,利用有限的场地范围进行适当放坡,可降低抗滑桩悬臂高度,显著降低工程成本,更好地控制边坡变形。

实际工程中所遇到的边坡条件与经典土压力

计算方法中的假设条件存在一定差异时,直接套用经典土压力理论则会导致计算结果不准确。适用范围更广的图解法不仅在操作上非常不便,而且难以得到数学层面上的精确解。《建筑边坡工程技术规范》^[4]附录B中给出了几种折线情况下的侧向土压力计算方法用以指导工程设计。该规范的B.0.3中给出了图1,图2所示的墙顶填土倾斜时的土压力计算公式如式(1)和(2),以下简称规范方法。

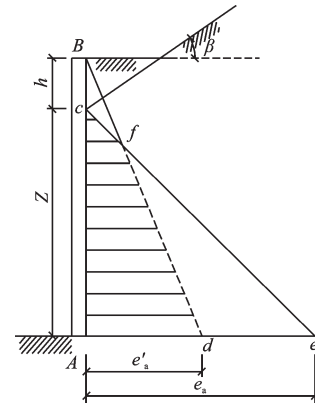


图1 坡顶地表局部水平边坡主动土压力分布

Fig.1 Distribution of active earth pressure of retaining walls with a local horizontal slope at the top

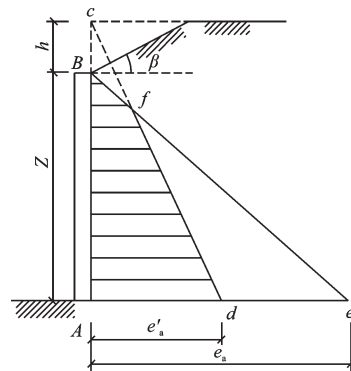


图2 坡顶地表局部倾斜边坡主动土压力分布

Fig.2 Distribution of active earth pressure of retaining walls with a local slant slope at the top

$$e_a = \gamma z \cos\beta \frac{\cos\beta - \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\varphi}}{\cos\beta + \sqrt{\cos^2\beta - \cos^2\varphi}} \quad (1)$$

$$e'_a = K_a \gamma (z + h) - 2c\sqrt{K_a} \quad (2)$$

$$K_a = \tan^2(45^\circ - \varphi/2) \quad (3)$$

李广信^[5]指出边坡规范给出的折线坡形土压力计算方法存在朗肯土压力的误用,导致所计算的土压力在力的大小和方向上都存在问题。无论墙后的填土形式多么复杂,图解法的求解思路能够说明采用库仑土压力理论进行计算都没有问题。计算机技术迅速发展的当代,利用计算机建立一个搜索任意情况边坡最大土压力的滑裂面的软件并不困难,但是为了减少设计的工作量,依然需要得到计算折线坡形挡土墙主动土压力的直观表达式。

《建筑基坑支护技术规程》^[1]中针对排桩顶面低于自然地面的支护结构,认为桩顶平面作用的是均布荷载,然后再按朗肯土压力理论计算,其中均布荷载是由桩顶以上的土体自重折减而得。在上部填土折算为坡顶荷载时主要依靠工程经验,没有足够的理论依据,折算不合理将直接导致土压力的计算错误。同时桩顶位置较低时,土体折算荷载作用在桩顶产生的土压力会明显小于这部分土体实际产生的土压力。针对以上土压力计算方法无法满足当前工程设计要求的问题,本文给出了两种折线坡形挡土墙土压力计算公式,并进一步给出了坡顶地表局部倾斜边坡简化计算方法,以期对土压力计算软件的开发有一定参考价值。

1 坡顶地表局部水平边坡

1.1 基本假设

(1)墙后土体达到主动极限平衡状态时,多边形楔形体视为刚体,满足平面力系平衡条件。

(2)填料为无黏性理想松散体,滑裂面为过墙踵的平面。

1.2 模型分析

墙脚至墙后填土表面水平段与倾斜段转折点连线与水平面夹角为 ξ ,连线将墙后填土截面分为I区和II区。墙后土体达到主动极限平衡状态而滑裂面位于I区内时,楔形体为三角形,当墙后土

体滑裂面位于II区内时,楔形体为四边形,如图3所示。分别计算剪切滑裂面位于I区内的土压力极大值 E_{aI} 与II区内的土压力极大值 E_{aII} ,并取两者较大值作为最终的主动土压力值 E_{a0} 。

图3中 M 为倾斜坡面沿长线以上土体每延米重力, W 为每延米多边形楔形体重力。当墙后填土坡面形态确定后, ξ 、 M 即为定值。

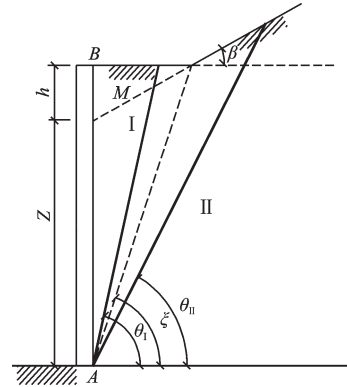


图3 坡顶地表局部水平边坡主动土压力计算模型

Fig.3 Active earth pressure calculation model for retaining walls with a local horizontal slope at the top

1.3 模型计算

(1) 求解 E_{aI}

假设极限滑裂面在I区,坡顶水平,计算模型与经典库仑土压力相同($\beta, \epsilon = 0$),墙高 $H = Z + h$,周汉荣等^[6]经过复杂的数学推导得到库仑土压力条件下土体破裂角 θ 及主动土压力计算公式,破裂角 θ 按公式(4)、(5)计算:

$$\tan\theta = \frac{\sin\beta S_q + \cos(\alpha + \varphi + \delta)}{\cos\beta S_q - \sin(\alpha + \varphi + \delta)} \quad (4)$$

$$S_q = \sqrt{\frac{\cos(\alpha + \delta)\sin(\varphi + \delta)}{\cos(\alpha - \beta)\sin(\varphi - \beta)}} \quad (5)$$

由公式可知,坡顶填土面倾角应小于填土内摩擦角,否则是无意义的。

若 $\theta > \xi$,则假设成立,即I区存在极限主动土压力,此时根据库仑主动土压力求解 E_{aI} ;若 $\theta \leq \xi$,则I区不存在极限主动土压力,极限滑裂面位于II区。

(2) 求解 E_{aII}

墙后填土滑裂面位于II区时(极限破裂角 $\theta \leq \xi$),楔形体截面为四边形,楔形体重力为 W ,楔形体受力分析如图4所示,其中墙土摩擦角为 δ 。

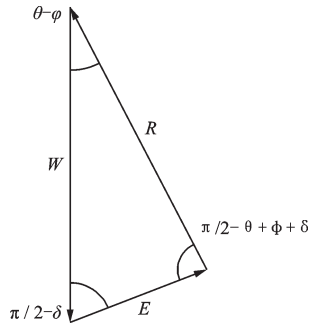


图4 楔形体受力分析

Fig.4 Force analysis of the wedge

利用正弦定理可得:

$$\frac{E}{\sin(\theta - \varphi)} = \frac{W}{\cos(\theta - \varphi - \delta)} \quad (6)$$

则,

$$E = \frac{M \sin(\theta - \varphi)}{\cos(\theta - \varphi - \delta)} + \frac{\gamma Z^2 \cos \beta \cos \theta \sin(\theta - \varphi)}{2 \sin(\theta - \beta) \cos(\theta - \varphi - \delta)} \quad (7)$$

根据 $\frac{dE}{d\theta} = 0$ 求得墙后楔形体处于极限平衡状

体时的破裂角 θ 。

$\tan \theta =$

$$\frac{-\sqrt{\gamma} \sqrt{2} \sqrt{Z^2 (\tan \varphi \tan(\varphi + \delta) + 1) (\tan \beta - \tan \varphi) (-\frac{1}{2} \gamma Z^2 + M \tan \beta) \tan(\varphi + \delta) + M + \tan \varphi (-\gamma Z^2 + 2M \tan \beta) \tan(\varphi + \delta) + 2M \tan \beta}}{(-\gamma Z^2 + 2M \tan \varphi) \tan(\varphi + \delta) + 2M} \quad (8)$$

根据所求极限破裂角 θ 与 ξ 的相对大小关系, 分别按照如下方法计算 E_{aII} 。

若 $\theta < \xi$, 则将 θ 代入式(7)求解得到滑裂面处于 II 区的土压力 E_{aII} 。

若 $\theta \geq \xi$, 与假设条件不符合, 则将 $\theta = \xi$ 代入式(7)求解得到处于 II 区的土压力 E_{aII} 。

(3) 求解 E_a

根据以上方法分别计算得到 E_{aI} 、 E_{aII} , 则 E_{aI} 、 E_{aII} 中的较大值即为坡顶地表局部水平边坡主动土压力值。

(4) 算例 1

有一模型如图 3 的墙顶地表局部水平边坡, $Z = 5\text{m}$, 墙后砂土内摩擦角 $\varphi = 35^\circ$, 墙后填土与水平面夹角 $\beta = 30^\circ$, 砂土重度 $\gamma = 20\text{ kN/m}^3$ 。当墙土摩擦角 δ 分别取 0° 、 30° , h 分别取 0 、 2 m 时, 比较用规范的公式、本文土压力计算公式、库仑土压力公式、图解法计算所得主动土压力 E_a 和挡土墙的倾覆力矩 M 。

从表 1 计算结果对比分析得出:

(1) 当 $h = 2\text{ m}$ 时, 本文计算方法与图解法计算结果相同。对于不考虑墙土摩擦角的情况, 本文土压力合力及倾覆力矩计算结果与规范计算结果基本相同。

(2) 当考虑墙土摩擦角时, 本文计算方法所得土压力合力及倾覆力矩均小于规范方法计算结果, 但是与库仑土压力、图解法方法计算结果均相同。

可见规范方法计算折线坡形主动土压力时, 由于未考虑墙土摩擦力, 土压力合力大小、倾覆力矩均偏大。本文方法能考虑墙土摩擦角对主动土压

表 1 坡顶地表局部水平边坡计算结果

Table 1 Active earth pressure calculation results of retaining walls with a local horizontal slope at the top

计算方法	h/m	$\delta/(\text{°})$	K_a	$E_a/(\text{kN}\cdot\text{m}^{-1})$	$M/((\text{kN}\cdot\text{m})\cdot\text{m}^{-1})$
边坡	0	0	0.442	110.42	184.03
规范	2	0	0.283	138.5	313.29
库仑理论	0	0	0.436	109.05	181.75
		30	0.442	110.41	159.36
本文方法	0	0	0.436	109.05	181.75
		30	0.442	110.41	159.36
	2	0	0.272	133.3	310.96
		30	0.261	127.70	258.05
图解法	2	0	0.272	133.3	310.96
		30	0.261	127.54	258.05

注: 表中规范方法的 K_a 为根据土压力合力相等, 土压力按三角形分布计算得到, 与式(3)中不同

力大小以及对倾覆力矩的影响, 但由于本文方法默认土压力沿墙背线性分布, 这其中也存在一定的问题, 有待通过进一步的研究优化折线坡形挡土墙主动土压力求解方法。

2 坡顶地表局部倾斜边坡

2.1 模型分析

坡顶地表局部倾斜边坡主动土压力计算模型假设条件与坡顶地表局部水平边坡相同。

如图5所示,墙脚至墙后填土表面水平段与倾斜段转折点连线与水平面夹角为 ξ ,连线将墙后填土断面分为I区和II区。同前一种坡形一样,虽然滑裂面位于I区和II区的主动土压力计算公式不同,但其核心思想依然是根据楔形体静力平衡求的极限破裂角。

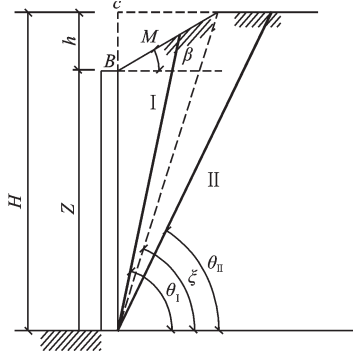


图5 坡顶地表局部倾斜边坡主动土压力计算模型

Fig.5 Active earth pressure calculation model for retaining walls with a local slant slope at the top

2.2 模型计算

(1) 求解 E_{aI}

$$\frac{dE}{d\theta} =$$

$$\frac{1}{2} \frac{(-H^2 \sin(\theta - \varphi) \gamma + \cos(\theta - \varphi)(H^2 \gamma \cos \theta \sin \theta + 2M \cos^2(\theta) - 2M)) \cos(-\theta + \varphi + \delta) - \sin(\theta - \varphi) \sin(-\theta + \varphi + \delta)(H^2 \gamma \cos \theta \sin \theta + 2M \cos^2 \theta - 2M)}{\sin^2 \theta \cos^2(-\theta + \varphi + \delta)} = 0 \quad (11)$$

$$\tan \theta = \frac{(\gamma \tan \varphi \tan(\varphi + \delta) H + \sqrt{\gamma^2 \tan^2 \varphi \tan^2(\varphi + \delta) H^2 + H^2 \gamma^2 \tan \varphi \tan(\varphi + \delta) + 2M \gamma \tan^2 \varphi \tan(\varphi + \delta) + 2M \gamma \tan \varphi}) H}{H^2 \gamma \tan(\varphi + \delta) + 2M \tan \varphi \tan(\varphi + \delta) + 2M} \quad (12)$$

根据所求解极限破裂角 θ 与 ξ 的相对大小关系,分别按照如下方法计算 E_{aII} 。

若 $\theta < \xi$ 则将 θ 代入式(9)求解得到滑裂面处于II区的土压力极大值 E_{aII} 。

若 $\theta \geq \xi$ 则将 $\theta = \xi$ 代入式(9)求解得到滑裂面处于II区的土压力极大值 E_{aII} 。

(3) 求解 E_a

比较 E_{aI} 、 E_{aII} 取大值即为坡顶地表局部倾斜边坡主动土压力值。

(4)算例2

如图5所示坡顶地表局部倾斜边坡高度为5 m, $h=2$ m,墙后砂土内摩擦角 $\varphi=35^\circ$, $\beta=30^\circ$,重度 $\gamma=20$ kN/m³,墙土摩擦角 $\delta=30^\circ$ 。分别使用图解法、本文方法、规范方法计算主动土压力 E_a 和墙的倾覆

与前一坡形相同,假设滑裂面位于I区,通过公式(4)、(5)求解 θ ,若 $\theta > \xi$,则根据库仑土压力理论计算得到 E_{aI} ;若 $\theta \leq \xi$,与假设条件不符,则极限滑裂面位于II区。

(2) 求解 E_{aII}

当滑裂面位于II区时对四边楔形体受力分析,力三角形关系如图5所示。根据楔形体平面内静力平衡得到挡墙土压力关于破裂角的公式如下:

$$E = \frac{(\frac{1}{2} \gamma H^2 \tan(\pi/2 - \theta) - M) \sin(\theta - \varphi)}{\cos(\theta - \varphi - \delta)} \quad (9)$$

根据 $\frac{dE}{d\theta} = 0$ 求解楔形体处于主动极限平衡状态时的破裂角 θ 。

$$\frac{dE}{d\theta} = \frac{1}{2} \frac{\gamma H^2 (-1 - \cot^2 \theta) \sin(\theta - \varphi)}{\cos(-\theta + \varphi + \delta)} -$$

$$\frac{(\frac{1}{2} \gamma H^2 \cos \theta - M) \cos(\theta - \varphi)}{\cos(-\theta + \varphi + \delta)} -$$

$$\frac{(\frac{1}{2} \gamma H^2 \cot \theta - M) \sin(\theta - \varphi) \sin(-\theta + \varphi + \delta)}{\cos^2(-\theta + \varphi + \delta)} = 0 \quad (10)$$

化简后得

力矩,计算结果见表2。

由表2结果可见:

(1)在不考虑墙土摩擦角时,本文方法计算坡

表2 坡顶地表局部倾斜边坡计算结果

Table 2 Active earth pressure calculation results of retaining walls with a local slant slope at the top

计算结果	$\delta/(^\circ)$	计算方法		
		图解法	本文方法	规范方法
K_a		0.398	0.402	0.427
$E_a/(\text{kN} \cdot \text{m}^{-1})$	0	99.60	100.53	106.70
$M/((\text{kN} \cdot \text{m}) \cdot \text{m}^{-1})$		166	167.55	186.73
K_a		0.380	0.380	—
$E_a/(\text{kN} \cdot \text{m}^{-1})$	30	95.00	95.08	—
$M/((\text{kN} \cdot \text{m}) \cdot \text{m}^{-1})$		137.12	137.24	—

顶地表局部倾斜挡土墙主动土压力合力以及倾覆力矩均略小于规范方法,导致这一现象的原因是本文计算方法将土压力简化为三角形分布,土压力合力作用点略低于规范方法。

(2)当考虑墙土摩擦角时,本文计算方法与图解法计算结果相同,与不考虑墙土摩擦力的规范方法相比,所计算的主动土压力合力略有降低,挡墙土压力倾覆力矩降低约18%,而倾覆力矩又是影响边坡支护设计的主要因素,因此准确计算挡土墙主动土压力对工程设计的经济性有重要意义。

3 简化计算方法

上文给出了折线坡形挡土墙主动土压力求解公式,但是求解过程依然较为复杂,使用不便。为方便工程设计中折线坡形挡土墙主动土压力的求解,以下给出坡顶地表局部倾斜边坡主动土压力简化计算方法:根据边坡条件查表得到上部填土折减系数,将上部土体转化为均布荷载作用在桩顶平面上,然后再按朗肯土压力公式计算主动土压力,计算方便、快捷、准确。

折算系数和坡顶填土高度与挡墙高度的比值 h/Z 、填土综合内摩擦角 φ 、填土面倾角 β 、墙土摩擦角 δ 相关。在边坡设计过程中,墙后填土面倾角多数为 30° ,填土综合内摩擦角取为 30° 、 35° 、 40° 、 45° ,坡顶填土高度与挡墙高度的比值 h/Z 取为 $0.1\sim 0.5$,墙土摩擦角取为 0° 、 30° ,填土重度 $\gamma=20\text{ kN/m}^3$ 。根据土压力合力相等的原则,得到坡顶地表局部倾斜边坡简化计算方法折算系数。

从表3看出,将上部填土折减为均布荷载的过

表3 坡顶填土荷载折减系数
Table 3 Slope filling load reduction factor

$\varphi/(\circ)$	$\delta/(\circ)$	h/Z				
		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
30	0	0.91	0.82	0.74	0.67	0.61
	30	0.93	0.96	0.80	0.75	0.70
35	0	0.88	0.78	0.68	0.61	0.54
	30	0.91	0.83	0.75	0.69	0.62
40	0	0.87	0.75	0.63	0.54	0.46
	30	0.89	0.79	0.69	0.61	0.53
45	0	0.85	0.70	0.57	0.46	0.37
	30	0.87	0.75	0.59	0.53	0.44

程中,需综合考虑填土综合内摩擦角、填土倾角、坡顶填土高度与挡墙高度的比值 h/Z 、墙土摩擦角对折减系数的影响。折减系数随着综合内摩擦角的增大而减小,随着坡顶填土高度与挡墙高度的比值 h/Z 的增大而减小,随着墙土摩擦角的增大而增大。墙后填土重度对折减系数无影响。

4 结论

(1)本文方法与规范方法比较,主动土压力值略有减小,挡墙倾覆力矩有所降低。本文方法求解主动土压力解析解与图解法比较,省去了繁琐的作图工作,计算方便。

(2)将坡顶填土折减为均布荷载作用于坡顶,进一步根据经典土压力计算方法求解坡顶地表局部倾斜边坡主动土压力的方法更加简便。折减系数受填土综合内摩擦角、坡顶填土高度与挡墙高度的比值 h/Z 、墙土摩擦角的影响。

参考文献:

- [1] 中国建筑科学研究院. 建筑基坑支护技术规程[M]. 北京:中国建筑工业出版社,2012.
China Academy of Building Research. Technical regulations for foundation pit support[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2012. (in Chinese)
- [2] 马平,秦四清,钱海涛. 有限土体主动土压力计算[J]. 岩石力学与工程学报,2008,27(增1):3 070-3 074.
Ma P, Qin S Q, Qian H T. Calculation of active earth pressure for limited soils[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics & Engineering, 2008, 27(Sup 1): 3 070-3 074. (in Chinese)
- [3] 罗渝,何思明,何尽川. 路堤边坡抗滑桩超前支护研究[J]. 四川大学学报(工程科学版),2009,41(6):63-69.
Luo Y, He S M, He J Ch. Study on pre-reinforced road filling slope anti-sliding piles[J]. Journal of Sichuan University(Engineering Science Edition), 2009, 41(6):63-69. (in Chinese)
- [4] 建筑边坡工程技术规范:GB 50330—2013[S]. 北京:中国建筑工业出版社,2013.
Technical code for building slope engineering:GB 50330—2013 [S]. Beijing: China Architecture & Building Press, 2013. (in Chinese)

[5] 李广信. 关于《建筑边坡工程技术规范 GB 50330—2013》的讨论[J]. 岩土工程学报, 2016, 38(12): 2 322-2 326.
Li G X. Discussions on “Technical code for building slope engineering (GB 50330—2013)” [J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2016, 38(12): 2 322-2 326. (in Chinese)

[6] 周汉荣, 赵明华. 土力学地基与基础[M]. 北京: 中国建筑工业出版社, 1997.
Zhou H R, Zhao M H. Soil mechanics foundation and

foundation[M]. Beijing: China Architecture & Building Press, 1997. (in Chinese)

[7] 茅以升. 挡土墙土压力的两个经典理论中的基本问题[J]. 土木工程学报, 1954, 1(3): 249-282.
Mao Y Sh. Some apparent discrepancies in Coulomb’s theory and unjustifiable questions about Rankine’s theory for earth pressure on retaining walls[J]. China Civil Engineering Journal, 1954, 1(3): 249-282. (in Chinese)

(本文责编: 池营营)



“重大灾害的机理、监控和风险研究”专栏征稿函

2017年, 中共中央、国务院出台了“关于推进防灾减灾救灾体制机制改革的意见”, 提出要“加强基础理论研究和关键技术研发, 着力揭示重大自然灾害及灾害链的孕育、发生、发展、演变规律, 分析致灾成因机理, 提高重大自然灾害防范的科学决策水平和应急能力”。其中, 对于我国经济建设和社会发展有重大影响的自然灾害(诸如地震灾害、地质灾害、海洋灾害、气象灾害、生态环境灾害等)及其诱发的工程灾害, 其形成机理与防灾减灾对策所涉及的重大科学问题, 亟需开展跨学科的合作和多灾种协同评估研究。

《防灾减灾工程学报》现针对以上重大灾害的核心科学问题, 设立长期专栏——“重大灾害的机理、监控和风险研究”, 欢迎从事相关科研工作的专家、学者踊跃投稿。主要征稿方向如下:

1. 大型滑坡、泥石流等地震、地质灾害的成灾机理
2. 极端气象、海洋环境下的重大工程安全及致灾机理
3. 重大工程灾害的监控预警与风险评估
4. 重大工程的多灾种耦合致灾机理、风险演变与协同评估
5. “一带一路”沿线重大自然灾害的风险评估与防治

本专栏投稿网址: <http://fzjzgcxb.js-seism.gov.cn/>, 投稿时请注明“重大灾害的机理、监控和风险研究”专栏; 编辑部联系电话: 025-84285560, 84285517。

《防灾减灾工程学报》编辑部