

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

E21C 41/26 (2006.01)

C22B 3/00 (2006.01)



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200610075635.3

[45] 授权公告日 2009年6月3日

[11] 授权公告号 CN 100494629C

[22] 申请日 2006.4.17

[21] 申请号 200610075635.3

[73] 专利权人 中国科学院力学研究所

地址 100080 北京市海淀区北四环西路15号

[72] 发明人 魏作安 李世海 刘晓宇 赵颖

[56] 参考文献

SU1731952A1 1992.5.7

CN1232130A 1999.10.20

CN1356436A 2002.7.3

RU2199665C1 2003.2.27

审查员 张冰华

[74] 专利代理机构 北京中创阳光知识产权代理有限公司

代理人 尹振启

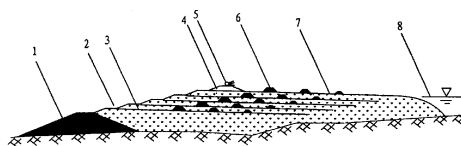
权利要求书1页 说明书5页 附图3页

[54] 发明名称

细粒尾矿湿式堆积中的加筋梯田法

[57] 摘要

尾矿湿式堆积中的加筋梯田法，该方法是指在细粒尾矿湿式堆积过程中，先在坝体和干滩面的一定范围内，分层放置土工合成材料即土工格栅等，之后，按库区防洪坡度要求分别堆筑一些小埝，形成梯田式构造，然后采用坝前分散放矿，粗尾矿就会在梯田内沉积下来，待这层充填满后，再重复上面的步骤。这样，尾矿与土工合成材料形成一个复合土结构，增强尾矿坝的整体稳定性，同时又提高了干滩面的坡度。该方法将新型土工合成材料有机应用于尾矿堆积的坝体中，在增加坝体堆积高度的同时，保证了坝体的稳定性，提高了干滩面的坡度。解决矿山企业面临的细粒尾矿堆积高坝的难题。



- 1、一种细粒尾矿湿式堆积中的加筋梯田法，具体为：
 - (1) 根据总尾矿量选择尾矿坝址后，确定尾矿坝体的总体高度和初期坝的规模；
 - (2) 初期坝建成后，在初期坝与尾水库之间采用分散放矿法向初期坝与尾水库之间冲填细粒尾矿，形成尾矿冲积坝；
 - (3) 当尾矿冲积坝的坝体的稳定性低于规范要求时，在尾矿冲积坝的干滩面上铺设一层土工合成材料；
 - (4) 在尾矿冲积坝的土工合成材料上的初期坝一侧设马道，马道的轴线垂直与细粒尾矿中排水方向，在马道面向尾水库方向一侧建子坝，子坝的轴线与马道的轴线平行，子坝的高度为 2—5 米、宽度为 3—5 米、坡度为 1: 2.75；
 - (5) 在土工合成材料的上表面，堆筑若干排垂直于细粒尾矿中排水方向的小埝，每排小埝之间存在间距，沿初期坝至尾水库的方向，小埝的高度逐渐降低，形成梯田式结构；沿初期坝至尾水库的方向，小埝的高度从 1.0 米逐渐递减至 0.5 米，顶宽从 0.8 米递减为 0.5 米，边坡均为 1: 1；
 - (6) 沿初期坝至尾水库的方向，采用分散放矿法向梯田内冲填细粒尾矿，细粒尾矿中的粗粒在梯田内沉积、细粒随水一起溢过小埝排向相邻的梯田后排向尾水库，逐级冲填满梯田，形成干滩面；
 - (7) 重复步骤 (3) — (6) 直至达到尾矿坝体的总体高度。
- 2、根据权利要求 1 所述的细粒尾矿湿式堆积中的加筋梯田法，其特征在于，所述小埝是利用装有细粒尾矿的编织袋堆筑的。
- 3、根据权利要求 1 所述的细粒尾矿湿式堆积中的加筋梯田法，其特征在于，所述尾矿冲积坝的坝体的稳定性是根据瑞典条分法计算得到的。
- 4、根据权利要求 1 所述的细粒尾矿湿式堆积中的加筋梯田法，其特征在于，沿初期坝至尾水库的方向，所述每层干滩面上铺设的土工合成材料的总长度为每土工合成材料延伸出滑动圆弧以外的长度与其在滑弧以内的长度之和。

细粒尾矿湿式堆积中的加筋梯田法

技术领域

本发明属于矿山开采领域，涉及一种矿山细粒尾矿湿式堆积方法。

背景技术

尾矿是一种矿渣，它以浆状形式（湿式）排出，储存在尾矿库内。仅我国每年排弃的尾矿近 3 亿吨。在这些尾矿中，细粒尾矿占了三分之一，而且随着矿业的快速发展和选矿技术的进步及尾矿的综合利用，细粒尾矿所占比例还会不断提高。由于细粒尾矿不仅本身物理力学性质比一般大粒径的尾矿差，而且在堆积过程中形成的干滩面坡度较缓，无法满足库区防洪要求，存在严重的安全隐患。而尾矿坝的稳定性不仅涉及到尾矿库能否正常使用，而且会影响到下游地区居民生命财产安全和环境问题。在国内外国山中，由于尾矿坝工程失效，造成严重危害的事例屡见不鲜，如 2000 年 10 月 18 日，我国广西南丹县鸿图选矿厂尾矿库发生跨坝事故，造成数十人死亡，直接经济损失达 340 万元。另外，随着土地有效利用要求不断提高和环境保护力度的加大，以及从矿山自身可持续发展方面考虑，矿山企业迫切希望解决好细粒尾矿的堆积问题，即如何采取有效的方法，在提高尾矿堆积坝高度、扩大库容的同时，保证细粒尾矿坝的稳定性。

目前，一般矿山采用池填法来处理细粒尾矿，如图 1—2 所示，在初期坝 1 和尾水库 8 之间堆填细粒尾矿，池填法的工序为：

(1) 在一次细粒尾矿的筑坝区段上分几个近似方形的小池，池的边长为 30—50 米左右；

(2) 用人工或机械筑围小埝 6，小埝 6 的高为 0.5—1.0 米、顶宽为 0.5—0.8 米、边坡为 1：1 左右；

(3) 安设溢流管，溢流管口可设在子坝 4 的中心或靠近里侧围埝处；

(4) 采用分散放矿利用放矿管 5 向小埝 6 围成的池内冲填，粗粒于池内沉积，细粒随水一起由溢流管排往尾水库 8 内。当冲填至小埝 6 顶时，停止放矿，干燥一段时间形成干滩面 7，再筑围埝，重复上述作业直至达到要求的子坝 4 高度。

采用这种池填法，对细粒尾矿筑坝的稳定性能起到一定的改善作用，但无法堆积较高的坝，目前堆积的最高坝仅有 20 米，而且应用实例很少。分析这些方法不能堆积较高坝的根本原因是：在采用这种方法时，细粒

尾矿土的力学性能并未发生改变，而且这种方法的工序比较烦琐，有的要借助旋流器来实现。

发明内容

针对现有技术大不足，本发明的目的就是提供一种既能够提高尾矿堆积坝高度和扩大库容又能保证细粒尾矿坝的稳定性的细粒尾矿湿式堆积中的加筋梯田法。

为实现上述目的，本发明一种细粒尾矿湿式堆积中的加筋梯田法，具体为：

(1) 根据总尾矿量选择尾矿坝址后，确定尾矿坝体的总体高度和初期坝的规模；

(2) 初期坝建成后，在初期坝与尾水库之间采用分散放矿法向初期坝与尾水库之间冲填细粒尾矿，形成尾矿冲积坝；

(3) 当尾矿冲积坝的坝体的稳定性低于规范要求时，在尾矿冲积坝的干滩面上铺设一层土工合成材料；

(4) 在尾矿冲积坝的土工合成材料上的初期坝一侧设马道，马道的轴线垂直与细粒尾矿中排水方向，在马道面向尾水库方向一侧建子坝，子坝的轴线与马道的轴线平行，子坝的高度为2—5米、宽度为3—5米、坡度为1:2.75；

(5) 在土工合成材料的上表面，堆筑若干排垂直于细粒尾矿中排水方向的小埝，每排小埝之间存在间距，沿初期坝至尾水库的方向，小埝的高度逐渐降低，形成梯田式结构；沿初期坝至尾水库的方向，小埝的高度从1.0米逐渐递减至0.5米，顶宽从0.8米递减为0.5米，边坡均为1:1；

(6) 沿初期坝至尾水库的方向，采用分散放矿法向梯田内冲填细粒尾矿，细粒尾矿中的粗粒在梯田内沉积、细粒随水一起溢过小埝排向相邻的梯田后排向尾水库，逐级冲填满梯田，形成一定坡度的干滩面；

(7) 重复步骤(3) — (6) 直至达到尾矿坝体的总体高度。

进一步，所述小埝是利用装有细粒尾矿的编织袋堆筑的。

进一步，所述尾矿冲积坝的坝体的稳定性是根据瑞典条分法计算得到的。

进一步，沿初期坝至尾水库的方向，所述每层干滩面上铺设的土工合成材料的总长度为每土工合成材料延伸出滑动圆弧以外的长度与其在滑弧以内的长度之和。

与现有技术相比，本发明将土工合成材料有机地应用于矿山企业细粒尾矿湿式堆积过程中，形成加筋土，改善细粒尾矿的力学性能，增强

细粒尾矿堆积坝的稳定性，提高细粒尾矿堆积坝的高度；同时，在干滩面上平行坝轴线设置一排排用编织袋装土砌筑成的小埝，形成梯田式构造，以改善干滩面的坡度，满足库区防洪要求，采用本发明的方法处理细粒尾矿，不仅施工简单而且成本较低。

附图说明

- 图 1 为现有技术中池填法筑坝的断面示意图；
- 图 2 为图 1 的剖面图；
- 图 3 为本发明的加筋梯田法筑坝的平面示意图；
- 图 4 为图 3 的断面示意图；
- 图 5 为加筋梯田法筑坝的稳定性计算的示意图；
- 图 6 为图 5 中的局部受力分析图。

具体实施方式

本发明细粒尾矿湿式堆积中的加筋梯田法，是将土工合成材料应用于细粒尾矿湿式堆积中，土工合成材料能改变土体的力学性能，因此，将土工合成材料应用于细粒尾矿湿式堆积中，可以增强坝体的稳定性。同时，在干滩面上设置一排排用编织袋装土砌筑成的小埝，小埝与细粒尾矿的排水方向相垂直，沿排水方向，每排小埝的高度形成梯田式构造，以改善干滩面坡度，满足库区防洪要求。切实有效地解决矿山企业处置细粒尾矿的难题。该方法将土工合成材料有机应用于细粒尾矿堆积的坝体中，在增加坝体堆积高度的同时，保证了坝体的稳定性，提高了干滩面的坡度。

图 3—4 中，加筋梯田法工序为：

(1) 根据总尾矿量选择尾矿坝址后，确定尾矿坝体的总体高度和初期坝 1 的规模；在尾矿冲积坝体上，按设计计算要求铺设一层土工合成材料 3 即土工格栅；

(2) 初期坝 1 建成后，在初期坝 1 与尾水库 8 之间采用分散放矿法向初期坝 1 与尾水库 8 之间冲填细粒尾矿，形成尾矿冲积坝；

(3) 当尾矿冲积坝的坝体的稳定性低于规范要求时，在尾矿冲积坝的干滩面 7 上铺设一层土工合成材料 3；

(4) 在尾矿冲积坝的土工合成材料 3 上的初期坝 1 一侧设马道 2，马道 2 的轴线垂直与细粒尾矿中排水方向，在马道 2 面向尾水库 8 方向一侧建子坝 4，子坝 4 的轴线与马道 2 的轴线平行，子坝 4 的高度为 2—5 米、宽度为 3—5 米、坡度为 1: 2.75；

(5) 在土工合成材料 3 上面，堆筑若干排垂直于细粒尾矿中排水方

向的小埝6，每排小埝6之间存在间距，沿初期坝1至尾水库8的方向，小埝6的高度逐渐降低，形成梯田式结构；沿初期坝1至尾水库8的方向，小埝6的高度从1.0米逐渐递减至0.5米，顶宽从0.8米递减为0.5米，边坡均为1:1；

(6) 沿初期坝1至尾水库8的方向，采用分散放矿法向梯田内冲填细粒尾矿，细粒尾矿中的粗粒在梯田内沉积、细粒随水一起溢过小埝6排向相邻的梯田后排向尾水库8，逐级冲填满梯田，形成干滩面7；

(7) 重复步骤(3) — (6) 直至达到尾矿坝体的总体高度。

其中，小埝6是利用装有细粒尾矿的编织袋堆筑的。子坝4的高度、宽度和坡度都是根据目前的经验和规范要求设定，一般高度为2—5米、宽度为3—5米、坡度为1:2.75。坝体的稳定性是根据瑞典条分法计算得到的，然后根据《选矿场尾矿设施设计规范》ZBJ1-90要求对坝体进行加固，以增强其稳定性。

如图5-6所示，为了计算坝体稳定性，取坝体的主剖面，并划分成若干虚拟的条块，使用瑞典条分法得到坝体的稳定性，在考虑地震力的作用后，坝体的稳定系数 K_s 为：

$$K_s = \frac{\sum_{i=1}^n (W_i \cos \theta_i \operatorname{tg} \varphi + c \Delta L_i) R + \sum_{i=1}^m T_{ai} y_i}{\sum_{i=1}^n ((W_i \sin \theta_i) R + C_s W_i \alpha_i)}$$

式中， W_i —第*i*土条重量；

θ_i —第*i*土条底弧的仰角；

ΔL_i —第*i*土条底弧长；

R —最危险滑动圆弧的半径；

T_{ai} —第*i*层土工合成材料的抗拉强度；

y_i —第*i*层土工合成材料距滑弧圆心的距离；

C_s —地震系数；

c —边坡填土的粘结力；

φ —边坡填土的内摩擦角；

n —划分的土条总数；

m —布置的加筋材料总层数。

其中，计算公式中所指的土即为细粒尾矿，土条即为虚拟划分的细粒尾矿形成的条块，筋即为土工合成材料。

公式中，加筋作用力 T_{ai} 等于加筋土块重量和筋带与土的摩擦系数及加筋带长度三者的乘积，即：

$$T_{ai} = L_{ai} \varphi_{sg} W_{vi}$$

式中， L_a --主动段长度，即在滑弧以内的长度；

φ_{sg} --土与筋材间的摩擦角，由拉拔试验测得；

W_v --作用在某层筋材上的覆盖压力；

地震作用力 F_i 的大小等于条块的重量与地震系数的乘积，即：

$$F_i = C_s W_i$$

另外，每层干滩面上铺设的土工合成材料的总长度 L 的计算公式为：

$$L = L_a + L_p \quad , \quad L_p = \frac{T_a K_f}{2W_v t g \varphi_{sg}}$$

式中， L_a --土工合成材料的主动段长度，即在滑弧以内的长度；

L_p --土工合成材料延伸出滑动圆弧以外的长度；

T_a --土工合成材料的容许抗拉强度；

K_f --要求的抗拔安全系数。

土工合成材料延伸出滑动圆弧以外的长度 L_p ，可以提供充分的抗拔力，防止土工合成材料被拔出。

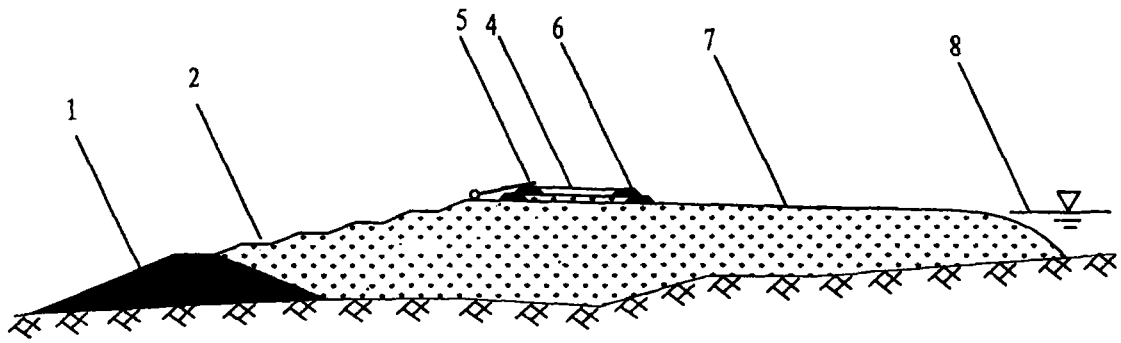


图 1

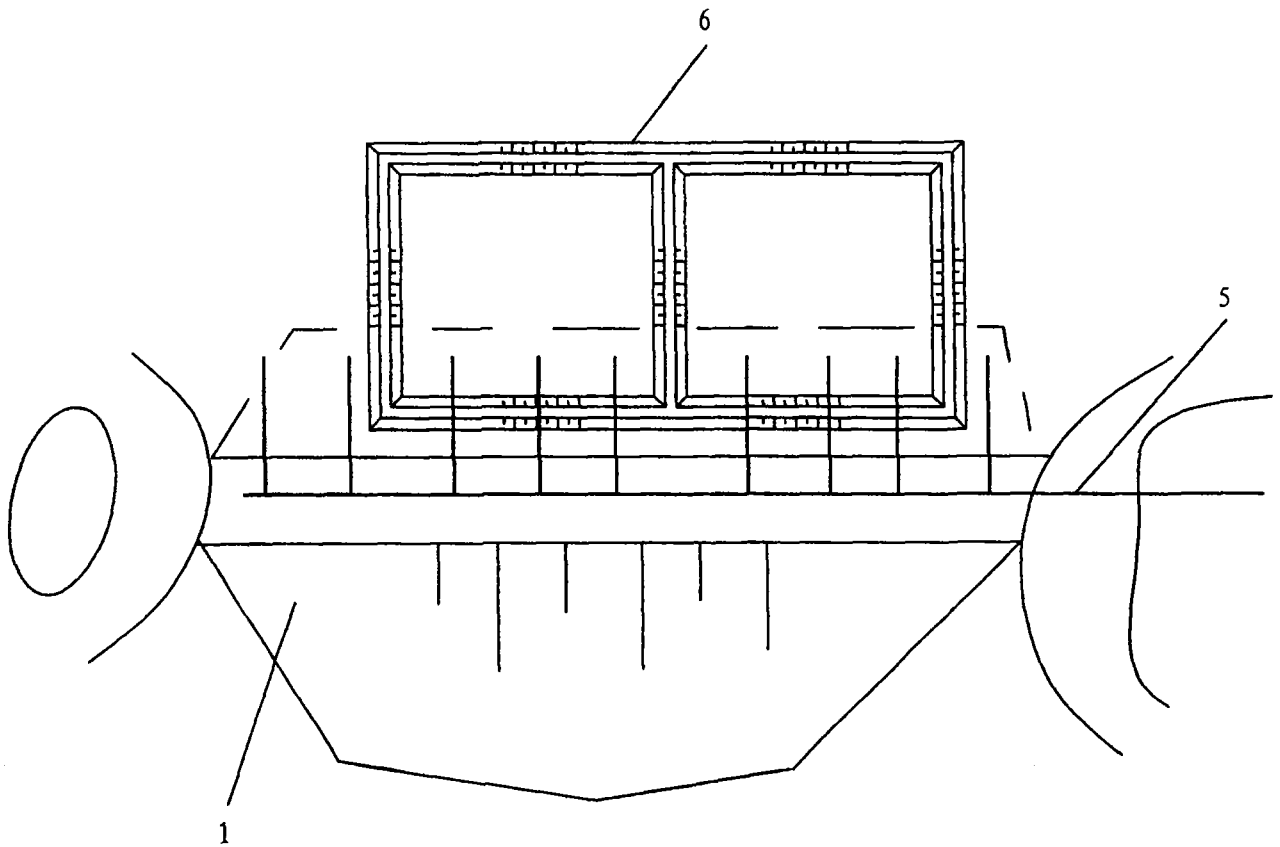


图 2

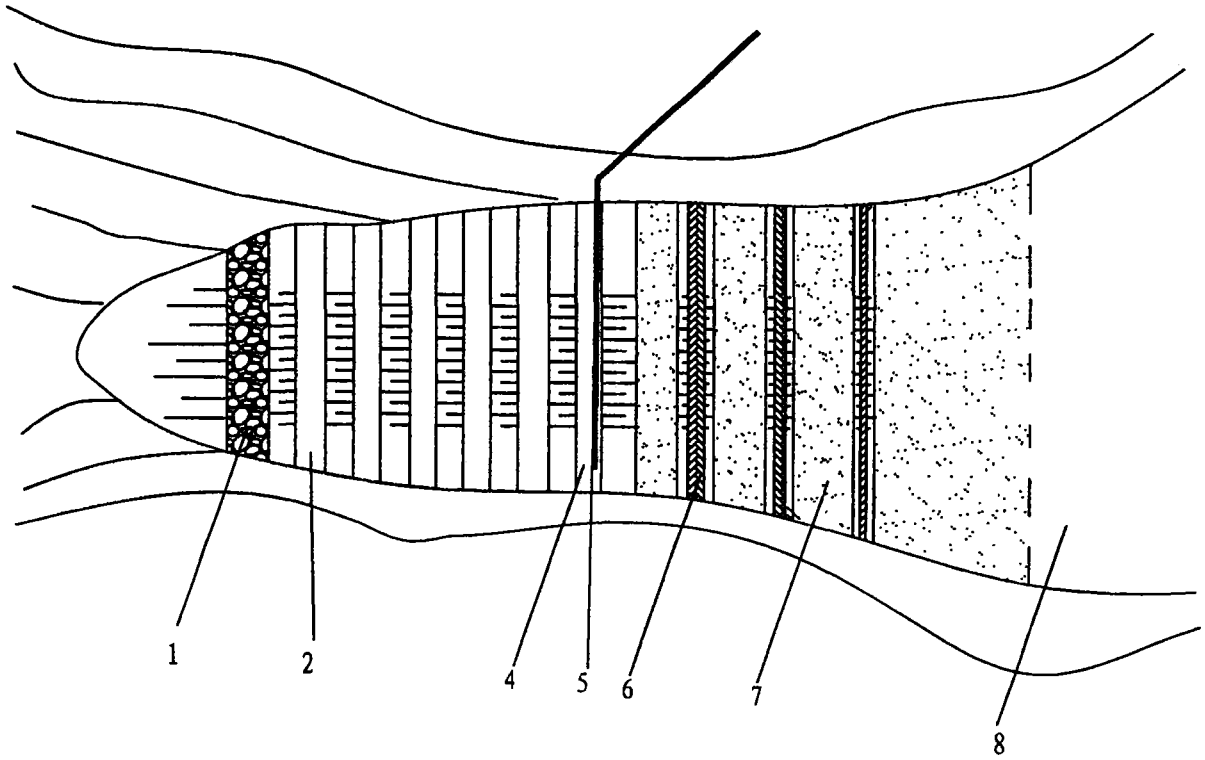


图 3

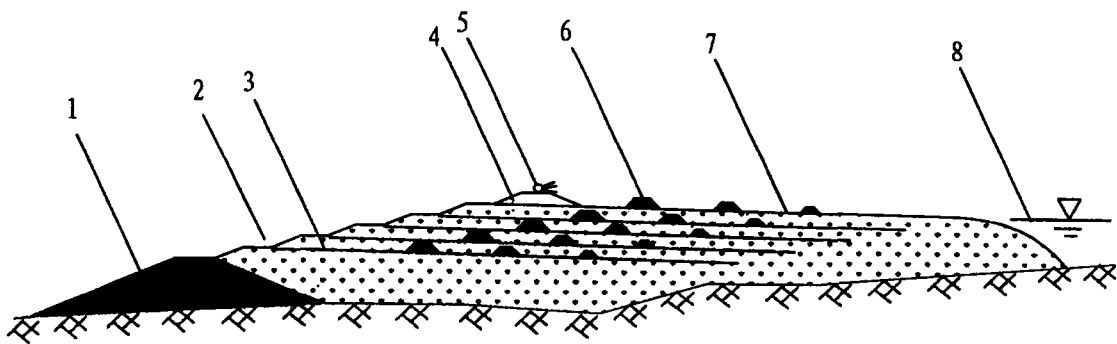


图 4

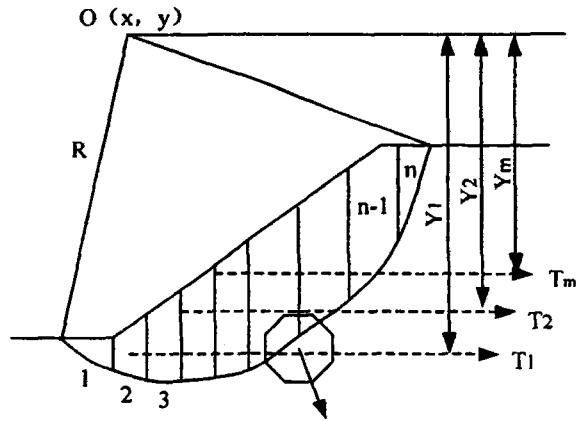


图 5

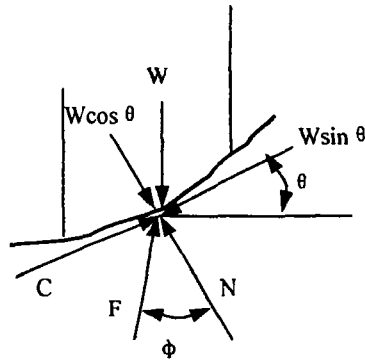


图 6