



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 104929140 A

(43) 申请公布日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201510360209. 3

(22) 申请日 2015. 06. 26

(71) 申请人 东华理工大学

地址 330013 江西省南昌市昌北经济技术开发区广兰大道 418 号

(72) 发明人 胡艳香 薛凯喜 邹玉亮 薛忠喜  
魏永起 杨泽平 顾连胜 程丽红  
赵宝云 贺其 侯恒军 胡明华  
王少文 崔梦麟 陈佳帅

(74) 专利代理机构 南昌新天下专利商标代理有限公司 36115

代理人 施秀瑾

(51) Int. Cl.

E02D 17/20(2006. 01)

E02D 3/11(2006. 01)

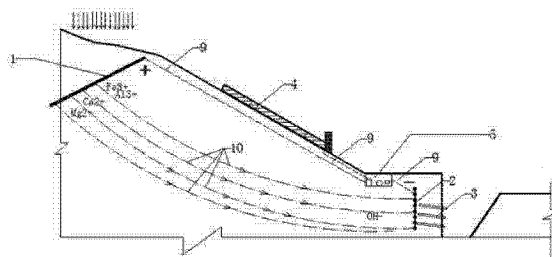
权利要求书1页 说明书3页 附图1页

(54) 发明名称

一种边坡快速渗排水及自加固装置及其方法

(57) 摘要

本发明属于岩土工程防灾减灾技术领域, 主要涉及一种土体快速渗排水的装置及其方法, 尤其是能加速雨后边坡工程快速渗排水及自加固的装置及其方法。该装置及其方法由太阳能阵列电池板供电, 通过分设于坡顶的阳极铁棒和分设于坡脚的阴极金属网使坡体形成一个独特的电解池, 既能加速坡体内部雨水向坡脚渗透, 又能促进边坡土体进一步固结增强。



1. 一种边坡快速渗排水及自加固装置,其特征在于:在边坡土体的顶端用铁质金属棒(1)作为阳电极,在边坡土体的脚端用防锈金属网(2)作为阴电极;

阵列太阳能电池板及固定端(4)或者风力发电机位于边坡的外表面;

所述阵列太阳能电池板及固定端(4)或者风力发电机、铁质金属棒(1)、铁质金属棒(1)通过电流导线 I (9a)与变配电箱(5)连接;

排水管(3)位于防锈金属网(2)的下方。

2. 根据权利要求 1 所述的边坡快速渗排水及自加固装置,其特征在于:所述变配电箱(5)它包括有蓄电池(6)、变压器(7)、自动控制器(8),蓄电池(6)通过电流导线 II (9b)与变压器(7)连接,变压器(7)与自动控制器(8)连接。

3. 根据权利要求 1 所述的边坡快速渗排水及自加固装置,其特征在于:所述阵列太阳能电池板及固定端(4)中的太阳能电池板采用吸能材料。

4. 根据权利要求 3 所述的边坡快速渗排水及自加固装置,其特征在于:所述吸能材料采用多晶硅、单晶硅或薄膜中的一种。

5. 一种边坡快速渗排水及自加固方法,其特征在于:在边坡土体两端施加直流电压后,土中水在电场作用下会被拖拽向阴极方向移动,将主动设置的阴电极成为土体内部水流的汇集点,与设置的阴电极和排水管相配合,形成畅通的排水通道;

埋设于坡体顶部的铁质金属棒连接变压器阳极,埋设于坡脚的防锈金属网连接变压器阴极,阴阳极连同含水的边坡土体共同组成电解池;所述阵列太阳能电池板与配电箱经由电流导线连接,无渗流状态下太阳能电池板发电,并由蓄电池储存;降雨及雨后,雨水经边坡工程坡面渗流进入边坡土体后,自动控制器启动,蓄电池内电能经由变压器调节,电解池通电;所述防锈金属网配合设置的排水管将雨水排出坡体;所述铁质金属棒在电解过程中产生  $\text{Fe}^{3+}$  向阴极移动,并与  $\text{OH}^-$  反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体、并沉积;阴极附近土体中的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{OH}^-$  结合形成  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$  等沉淀物,随着胶体形成,土体密实度增大、抗剪强度进一步提高,边坡土体会达到自我加固的效果。

## 一种边坡快速渗排水及自加固装置及其方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于岩土工程防灾减灾技术领域,主要涉及一种土体快速渗排水的装置及其方法,尤其是能加速雨后边坡工程快速渗排水及自加固的装置及其方法。

### 背景技术

[0002] 我国南方地区地质灾害广泛发育,严重损害人们的生命财产安全,科学研究表明降雨是诱发滑坡、崩塌、泥石流等地质灾害的主要因素之一。降雨及雨后持续的雨水渗透将促使土体含水量增大、抗剪强度衰减,致使坡体安全系数降低,甚至引发坡体失稳等安全问题。正因如此,在边坡工程防护领域,工程技术人员往往设置必要的排水设施用于快速排出地表水或降低地下水水位,以减小雨水对边坡稳定性的影响。根据排水方式不同,可将排水设施分为地表排水设施和地下水排水设施。地表排水设施主要包括截水沟、跌水与急流槽、边沟、排水沟、喷射混凝土护面和空心砖植草护面等形式,构造简单、排水效果良好;边坡地下排水设施主要包括明沟、暗沟、渗沟、排水盲沟、坡体疏干孔(平孔)、排水井、挡土墙背排水等,不同形式间排水效果差异较大,但排水机理基本相同,均依靠地下水自然渗流排泄,速度慢、排水历程长是其共同缺点。

[0003] 众所周知,坡体处于高饱和度的时间越长,越不利于其自身的稳定性,失稳破坏的风险也越大。根据电化学原理,在直流电作用下,土体中的水具有向阴极流动的趋势,电渗排水速度明显大于自然排水,且电渗过程中会因电解而形成 $\text{Fe}^{3+}$ 、 $\text{Al}^{2+}$ 、 $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$ 等离子,上述阳离子与电解产生的 $\text{OH}^-$ 离子结合可形成胶结物质会增强土体强度,有利于边坡稳定。因此,将上述方法运用于雨后边坡防护工程。一方面可促进边坡快速渗排水,另一方面可实现边坡在排水过程中加速固结、提高稳定性。前述方法只有在通电的情况下方可实现,然而多数边坡防护工程(如高速公路路堑边坡)处于野外偏僻区域,不具备常规电网供电条件。因此,本发明综合相关技术与应用区域条件,提出由阵列太阳能电池板提供电能的方案。该发明在加速边坡土体快速渗排水的同时,能够促使边坡土体进一步“固结增强”,对边坡防护工程具有重要的理论意义与实用价值。

### 发明内容

[0004] 为克服现有边坡防护工程地下水排水设施效果差、排水速度慢等不足,本发明目的在于提供一种边坡快速渗排水及自加固装置及其方法,该装置及其方法由太阳能阵列电池板供电,通过分设于坡顶的阳极铁棒和分设于坡脚的阴极金属网使坡体形成一个独特的电解池,既能加速坡体内部雨水向坡脚渗透,又能促进坡体内部进一步固结增强。

[0005] 为了实现上述技术目的,加速边坡土体快速渗排水,并在渗排水过程中促使土体进一步固结增强。本发明采用如下技术方案:一种边坡快速渗排水及自加固装置,其特征在于:在边坡土体的顶端用铁质金属棒作为阳电极,在边坡土体的脚端用防锈金属网作为阴电极;

阵列太阳能电池板及固定端或者风力发电机位于边坡的外表面;

所述阵列太阳能电池板及固定端或者风力发电机、铁质金属棒、铁质金属棒通过电流导线 I 与变配电箱连接；

排水管位于防锈金属网的下方。

[0006] 所述变配电箱它包括有蓄电池、变压器、自动控制器，蓄电池通过电流导线 II 与变压器连接，变压器与自动控制器连接。

[0007] 所述阵列太阳能电池板及固定端中的太阳能电池板采用吸能材料。

[0008] 所述吸能材料采用多晶硅、单晶硅或薄膜中的一种。

[0009] 一种边坡快速渗排水及自加固方法，在边坡土体两端施加直流电压后，土中水在电场作用下会被拖拽向阴极方向移动，将主动设置的阴电极成为土体内部水流的汇集点，与设置的阴电极和排水管相配合，形成畅通的排水通道；

埋设于坡体顶部的铁质金属棒连接变压器阳极，埋设于坡脚的防锈金属网连接变压器阴极，阴阳极连同含水的边坡土体共同组成电解池；所述阵列太阳能电池板与配电箱经由电流导线连接，无渗流状态下太阳能电池板发电，并由蓄电池储存；降雨及雨后，雨水经边坡工程坡面渗流进入边坡土体后，自动控制器启动，蓄电池内电能经由变压器调节，电解池通电；所述防锈金属网配合设置的排水管将雨水排出坡体；所述铁质金属棒在电解过程中产生  $\text{Fe}^{3+}$  向阴极移动，并与  $\text{OH}^-$  反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体、并沉积；阴极附近土体中的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{OH}^-$  结合形成  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$  等沉淀物，随着胶体形成，土体密实度增大、抗剪强度进一步提高，边坡土体会达到自我加固的效果。

[0010] 该方法与装置的技术原理是：在土体两端施加直流电压后，土中水在电场作用下会被拖拽向阴极方向移动，将主动设置的阴电极成为土体内部水流的汇集点，与特殊设置的阴电极和排水管相配合，可形成畅通的排水通道。另外，将铁质材料用做阳电极，则可产生另外一种加固的效果。电渗降水过程中阳极的 Fe 原子离解形成  $\text{Fe}^{3+}$  向阴极移动和阴极产生的  $\text{OH}^-$  向阳极移动相遇生成红褐色的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体在阳极附近使土体密实度加强，阴极附近土体中的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{OH}^-$  结合形成  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$  等沉淀物，随着胶体形成，土体密实度增大、抗剪强度进一步提高。

[0011] 发明的有益效果

与现有技术相比，采用本发明所述的设计方案，可以实现如下有益效果：

(1) 天气晴朗状态下，太阳能电池板开始工作，吸收光能，把光能转化为电能，储存在蓄电池中，既节约能源，降低成本，又绿色环保；

(2) 降雨入渗过程中，一旦雨水渗入土体，电解池自动通电，直流电驱动下，土体内部雨水快速向坡脚渗流，实现快速渗排水；

(3) 电解过程中，经化学作用生成的  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶结物填充边坡结构内的空隙，能起到加强土粒间粘着力和填充孔隙的作用，使边坡土体密实度增加、抗剪强度增大，并降低其透水性，加固效果显著；

上述的电化学法边坡快速渗排水及自加固装置，它还包括便于控制装置的太阳能控制单元，能够简单有效地控制装置的开启和关闭，也能避免太阳能电池板过度充电而损坏蓄电池。

[0012] 上述的电化学法边坡快速渗排水及自加固装置，它还包括在坡顶土体内混入  $\text{CaCl}_2$ ，雨水渗透后  $\text{CaCl}_2$  溶液可加强其导电性、减小电阻、降低耗能，并进一步加快渗排水

速度。

### 附图说明

[0013] 图 1 是本发明剖面构造图；

图 2 为变配电箱的剖面构造图；

图中 1. 铁质金属棒, 2. 防锈金属网(阴极), 3. 排水管, 4. 太阳能电池板阵列, 5. 变配电箱, 6. 蓄电池, 7. 变压器, 8. 自动控制器, 9a. 电流导线 I, 9b. 电流导线 II, 10. 渗水流线。

### 具体实施方式

[0014] 下面结合附图 1、2 和具体实施方式对本技术做进一步说明：

一种边坡快速渗排水及自加固装置：在边坡土体的顶端用铁质金属棒 1 作为阳电极，在边坡土体的脚端用防锈金属网 2 作为阴电极；

阵列太阳能电池板及固定端 4 或者风力发电机位于边坡的外表面；

所述阵列太阳能电池板及固定端 4 或者风力发电机、铁质金属棒 1、铁质金属棒 1 通过电流导线 I 9a 与变配电箱 5 连接；

排水管 3 位于防锈金属网 2 的下方。

[0015] 所述变配电箱 5 它包括有蓄电池 6、变压器 7、自动控制器 8，蓄电池 6 通过电流导线 II 9b 与变压器 7 连接，变压器 7 与自动控制器 8 连接。

[0016] 所述阵列太阳能电池板及固定端 4 中的太阳能电池板采用吸能材料。

[0017] 边坡内部示意了渗水过程中的水力流线 10。

[0018] 所述吸能材料采用多晶硅、单晶硅或薄膜中的一种。

[0019] 一种边坡快速渗排水及自加固方法，在边坡土体两端施加直流电压后，土中水在电场作用下会被拖拽向阴极方向移动，将主动设置的阴电极成为土体内部水流的汇集点，与设置的阴电极和排水管相配合，形成畅通的排水通道；

埋设于坡体顶部的铁质金属棒连接变压器阳极，埋设于坡脚的防锈金属网连接变压器阴极，阴阳极连同含水的边坡土体共同组成电解池；所述阵列太阳能电池板与配电箱经由电流导线连接，无渗流状态下太阳能电池板发电，并由蓄电池储存；降雨及雨后，雨水经边坡工程坡面渗流进入边坡土体后，自动控制器启动，蓄电池内电能经由变压器调节，电解池通电；所述防锈金属网配合设置的排水管将雨水排出坡体；所述铁质金属棒在电解过程中产生  $\text{Fe}^{3+}$  向阴极移动，并与  $\text{OH}^-$  反应生成  $\text{Fe}(\text{OH})_3$  胶体、并沉积；阴极附近土体中的  $\text{Ca}^{2+}$ 、 $\text{Al}^{3+}$ 、 $\text{Mg}^{2+}$  和  $\text{OH}^-$  结合形成  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ 、 $\text{Al}(\text{OH})_3$ 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$  等沉淀物，随着胶体形成，土体密实度增大、抗剪强度进一步提高，边坡土体会达到自我加固的效果。

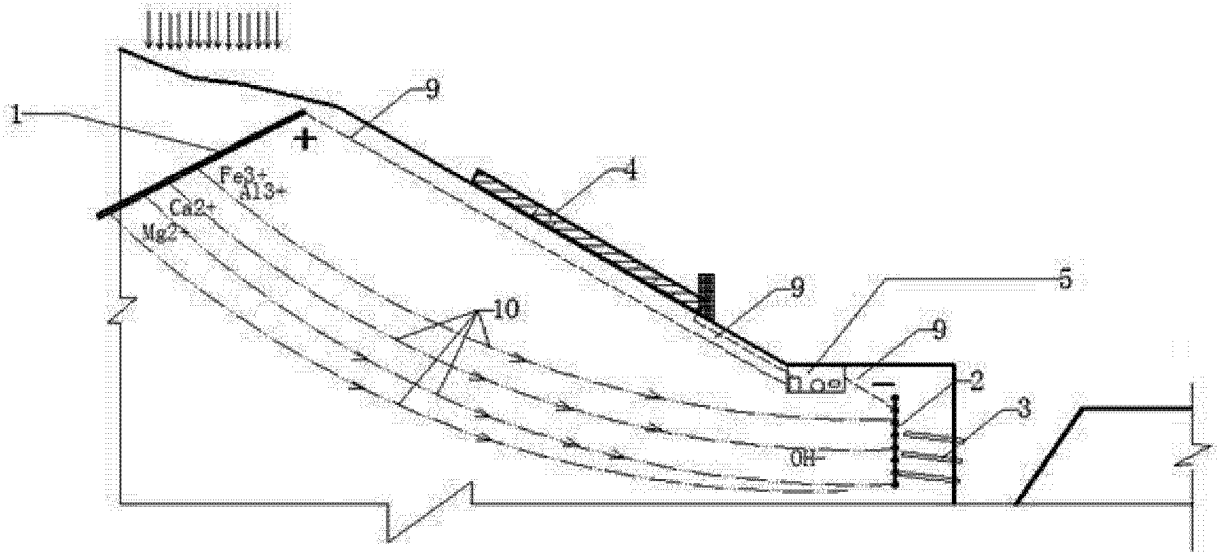


图 1

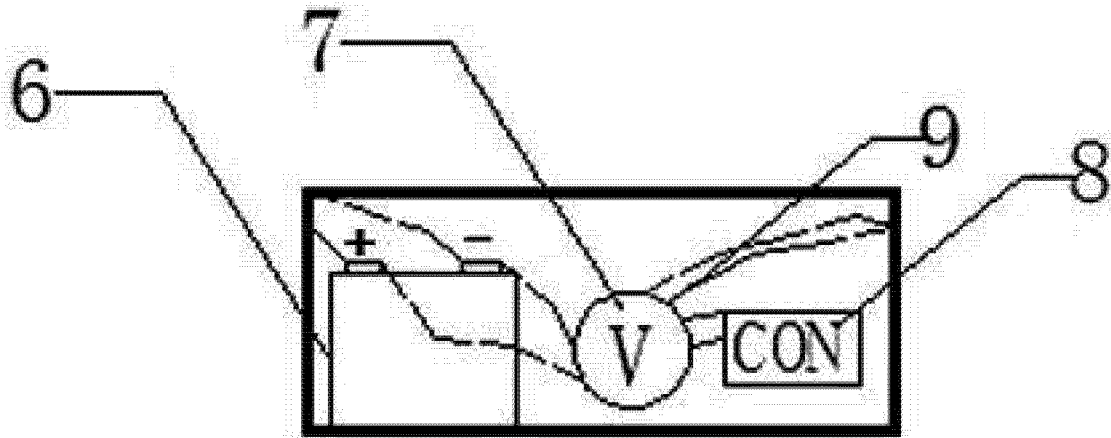


图 2