



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 108168510 B

(45)授权公告日 2020.09.18

(21)申请号 201711362603.6

E02D 1/00(2006.01)

(22)申请日 2017.12.18

审查员 秦玉珍

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 108168510 A

(43)申请公布日 2018.06.15

(73)专利权人 河海大学

地址 210000 江苏省南京市西康路1号

(72)发明人 高磊 邢炜杰 严建强 胡艳杰

余湘娟

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

(普通合伙) 32204

代理人 柏尚春

(51)Int.Cl.

G01C 5/00(2006.01)

G01B 11/16(2006.01)

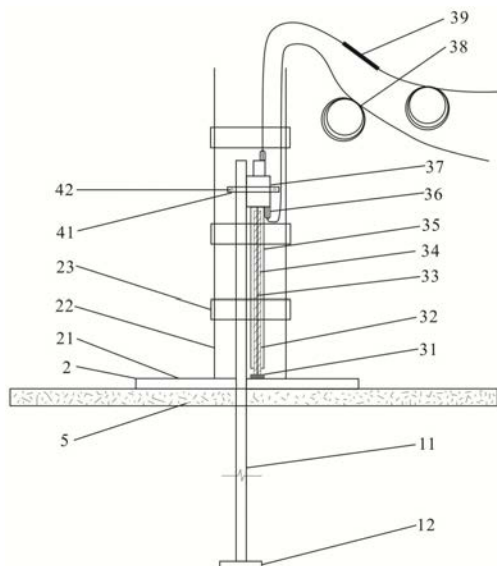
权利要求书1页 说明书4页 附图3页

(54)发明名称

基于光纤光栅的路基沉降变形监测系统及其安装方法

(57)摘要

本发明公开了一种基于光纤光栅的路基沉降变形监测系统,包括光纤光栅解调仪、与解调仪连接的电源装置和接收设备,还包括与解调仪连接的光纤光栅沉降计、与沉降计顶部连接的支撑装置,以及与沉降计底部连接的沉降装置;沉降装置通过支撑装置固定在铺垫层上,沉降计与沉降装置同步向下沉降变形,解调仪对沉降装置的下沉引起沉降计内光纤光栅波长的变形进行分析后,将波长信号传输给接收设备。系统安装时,将支撑装置与沉降计顶部固定;沉降底座与沉降计底部固定,底座的下沉带动沉降计底部拉伸,从而实现光纤光栅对变形的监测。与现有技术相比,本发明与软基土体一起协同变形并且精确监测位移变化,具有抗电磁干扰、灵敏度高等优点。



1. 一种基于光纤光栅的路基沉降变形监测系统,其特征在于:包括光纤光栅解调仪(6)、与解调仪(6)相连接的电源装置和接收设备;还包括与光纤光栅解调仪(6)通过光纤光栅引线(38)连接的光纤光栅沉降计(3)、与光纤光栅沉降计(3)顶部固定连接的支撑装置(1),以及与光纤光栅沉降计(3)底部固定连接的沉降装置(2);所述沉降装置(2)通过支撑装置(1)固定在地面铺垫层(5)上,所述光纤光栅沉降计(3)与沉降装置(2)同步向下沉降变形,所述光纤光栅解调仪(6)对沉降装置(2)的下沉引起光纤光栅沉降计(3)内光纤光栅波长的变形进行分析后,将波长信号传输给接收设备;

所述光纤光栅沉降计(3)包括顶部不动段(37)、底部拉伸段和两根光纤光栅引线(38);所述顶部不动段(37)与支撑装置(1)通过固定夹具(4)连接固定,所述底部拉伸段下端与沉降装置(2)固定连接,所述光纤光栅引线(38)与温度补偿传感器(39)连接;

所述底部拉伸段包括通过圆盘(31)固定在底座(21)上的底部拉伸杆(32)和拉伸杆保护管(35),所述底部拉伸杆(32)内含金属丝(33),所述金属丝(33)周围含有柔性填充物(34),金属丝(33)随着沉降装置(2)的下沉而拉伸,进而带动顶部不动段(37)内光纤光栅的变形;

所述支撑装置(1)包括钢筋(11)和支撑底板(12),所述钢筋(11)竖直固定在支撑底板(12)上;

所述沉降装置(2)包括底座(21)、接管(22)和管箍(23),所述底座(21)通过钢筋(11)固定在铺垫层(5)上,所述若干个接管(22)依次穿过钢筋(11)后,接管与接管之间采用管箍(23)连接。

2. 一种如权利要求1所述的基于光纤光栅的路基沉降变形监测系统的安装方法,其特征在于:包括以下步骤:

(1) 分别在高速公路路基左、中、右位置打孔,打孔深度至路基底部基岩处,将底部固定有支撑底板(12)的钢筋(11)插入孔洞底部并在周围进行喷浆锚固作为不动点;

(2) 对整平后的原地面向下开挖,并对开挖后的坑底进行整平,铺撒细沙作为铺垫层(5),将底座(21)竖直穿过钢筋(11)后,置于坑底铺垫层(5)上;

(3) 将光纤光栅沉降计(3)底部拉伸杆圆盘(31)与底座(21)固定,沉降计(3)顶部与钢筋(11)通过固定夹具(4)相连接;

(4) 将若干接管(22)从钢筋(11)上部套上后,接管之间首尾相连接、旋紧,直至接管高于原地面设定距离时停止,将两根光纤光栅引线(38)从接管(22)内引出;

(5) 将引出的光纤引线线圈系在接管(22)上,对光纤跳线接头进行遮挡覆盖;

(6) 在沉降装置(2)四周进行回填直至原地面,并进行压实;

(7) 将光纤引线连接至光纤光栅解调仪(6),将解调仪(6)连接电源和电脑,记录传感光纤的波长数据,记录并捕捉峰值。

基于光纤光栅的路基沉降变形监测系统及其安装方法

技术领域

[0001] 本发明涉及公路路基沉降变形监测系统,尤其涉及基于光纤光栅的路基沉降变形监测系统及其安装方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着高速公路建设迅速发展,对高速公路的舒适性、安全性和耐久性要求日益提高,因此对其下部软基处理方面提出了更为严格的要求,而沉降监测是评价软基处理方式是否可靠的关键一环;软基沉降监测对预防高填土路基的边坡失稳、差异沉降、桥头跳车等高速公路建设和运营中常见的问题至关重要。

[0003] 传统的沉降监测系统多采用埋设沉降板的方式进行,存在工作量大、需要人员配合、易受天气因素影响,以及监测精度低等缺点,不能全面获取高速公路路基沉降的变形特征。而光纤光栅作为一种新型的材料,具有耐腐蚀性及高精度等特点,现已广泛应用于土木工程、水利交通、地质工程和航天等各个工程领域;然而光纤光栅比较适合小应变的位移检测,而高速公路沉降是大变形,并且光纤光栅材料在高速公路路基填筑期容易受到施工机具的破坏,因此如何将光纤光栅技术合理的应用到高速公路软基沉降监测中,使其能够与软基土体一起协同变形并且精确监测位移变化成为一个亟需解决的技术难题。

发明内容

[0004] 发明目的:本发明的目的是提供一种基于光纤光栅的路基沉降变形监测系统及其安装方法,使光纤光栅技术与软基土体一起协同变形并且精确监测位移变化。

[0005] 技术方案:监测系统,包括光纤光栅解调仪、与光纤光栅解调仪相连接的电源装置和接收设备,还包括与光纤光栅解调仪连接的光纤光栅沉降计、与光纤光栅沉降计顶部固定连接的支撑装置,以及与光纤光栅沉降计底部固定连接的沉降装置;沉降装置通过支撑装置固定在地面铺垫层上,光纤光栅沉降计与沉降装置同步向下沉降变形,光纤光栅解调仪对沉降装置的下沉引起沉降计内光纤光栅波长的变形进行分析后,将波长信号传输给接收设备。

[0006] 光纤光栅沉降计还包括顶部不动段、底部拉伸段和光纤光栅引线;顶部不动段与支撑装置通过固定夹具连接固定,底部拉伸段下端与沉降装置固定连接,光纤光栅引线 with 温度补偿传感器连接。

[0007] 底部拉伸段包括通过圆盘固定在底座上的底部拉伸杆和拉伸杆保护管,底部拉伸杆内含金属丝,金属丝周围含有柔性填充物,金属丝随着沉降装置的下沉而拉伸,进而带动顶部不动段内光纤光栅的变形。

[0008] 支撑装置包括钢筋,以及降低钢筋在软基底部下沉量的支撑底板,钢筋竖直固定在支撑底板上。

[0009] 沉降装置包括底座、接管和管箍,底座通过钢筋固定在铺垫层上,若干个接管依次穿过钢筋后,接管与接管之间采用管箍连接。

- [0010] 固定夹具包括两个紧固件,紧固件将钢筋顶部与光纤光栅沉降计顶部连接固定。
- [0011] 采用基于光纤光栅技术的路基沉降变形监测系统的安装方法,包括以下步骤:
- [0012] (1) 分别在高速公路路基左、中、右位置打孔,打孔深度为达到路基底部基岩处,将钢筋(11)插入孔洞底部并在周围进行喷浆锚固作为不动点;
- [0013] (2) 对整平后的原地面向下开挖,对开挖后的坑底进行整平,铺撒细沙作为铺垫层(5),将沉降板底座(21)穿过钢筋(11),置于坑底铺垫层(5)上;
- [0014] (3) 将沉降计(3)底部拉伸杆圆盘(31)与沉降底座(21)固定,沉降计(3)顶部与钢筋(11)通过固定夹具(4)相连接;
- [0015] (4) 将沉降接管(22)从钢筋(11)上部套上后,接管之间首尾相连接、旋紧,直至接管高于原地面设定距离时停止,光纤光栅引线(38)从接管(22)内引出;
- [0016] (5) 将引出的光纤引线线圈系在接管(22)上,对光纤跳线接头进行遮挡覆盖;
- [0017] (6) 在沉降装置(2)四周进行回填直至原地面,并进行压实;
- [0018] (7) 将光纤引线连接光纤光栅解调仪(6),将解调仪(6)连接电源和电脑,记录传感光纤的波长数据,记录并捕捉峰值。
- [0019] 工作原理:本发明将传输与传感介质合二为一的光纤布拉格光栅FBG(Fiber Bragg Grating)技术应用于高速公路路基沉降变形监测中。具体为将具有一定栅距的FBG布设在光纤上,采用波分复用技术进行应力和温度的测量,当被测量应变、温度等发生变化时,光栅自身的栅距将发生变化,引起反射波长的变化,由反射波长的波长漂移量通过计算即可得出路基的沉降位移量,沉降计自带温度自补偿功能,可消去温度变化对波长漂移量的影响。
- [0020] 监测系统中,固定在软基不动点的支撑装置与光纤光栅沉降计顶部固定,以保证光纤光栅沉降计顶部不产生位移;沉降底座与光纤光栅沉降计底部固定,底座的下沉带动沉降计底部拉伸,从而实现光纤光栅对变形的监测;另外利用沉降装置也可实现对路基变形的传统监测,同时可对光纤光栅技术监测路基变形的结果进行验证。本系统将光纤光栅沉降计与传统的沉降装置相结合,实现光纤监测与传统监测并举的双重监测方式,使得监测方式具有多元性和选择性。
- [0021] 有益效果:与现有技术相比,本发明与软基土体一起协同变形并且精确监测位移变化,具有抗电磁干扰、灵敏度高等优点。

附图说明

- [0022] 图1为监测系统示意图;
- [0023] 图2为光纤光栅沉降计安装主视图;
- [0024] 图3为图2的俯视图;
- [0025] 图4为光纤光栅沉降计现场安装主视图;
- [0026] 图5为光纤光栅沉降计布设俯视图;
- [0027] 图6为图5的剖面图。

具体实施方式

- [0028] 如图1所示,监测系统包括支撑装置1、沉降装置2、光纤光栅沉降计3和固定夹具4、

铺垫层5、光纤光栅解调仪6、计算机7、蓄电池8和电压转换器9；其中计算机7内安装有对应处理软件；光纤光栅解调仪6用于对光纤光栅传感器39传输的波长进行分析，并将分析得出的波长信号传输给计算机7；蓄电池8电压为12V，电压转换器9的转换电压为12V-220V；光纤光栅解调仪6分别与光栅光纤沉降计的引线38、计算机7和电压转换器9相连接。

[0029] 如图2、图3所示，支撑装置1包括圆形长直钢筋11和方形铁制支撑底板12，其中钢筋11竖直焊接在支撑底板12上。

[0030] 沉降装置2，包括带有中心孔的底座21、接管22和管箍23，其中支撑装置1中的长直钢筋11从底座21的中心孔向下穿入，接管22为上下部均含有套丝的圆柱形接管，第一根接管与底座21相连接，管箍23内侧有套丝，相邻接管之间利用管箍进行连接。

[0031] 光纤光栅沉降计3，包括顶部不动段37、底部拉伸段，顶部不动段37上下各含有一个光纤光栅引线护管36，底部拉伸段包括底部拉伸杆32和拉伸杆保护管35，拉伸杆保护管35内含金属丝33，金属丝33周围含有柔性填充物，金属丝33随着沉降装置的下沉而拉伸，金属丝33的拉伸变形带动顶部不动段37内光纤光栅的变形，拉伸杆32底部固定有圆盘31，与沉降底座21底部相焊接。光纤光栅引线38，作为波的传输通道，其中一根端部连接有温度补偿传感器39，以补偿由于温度变化导致的波长变化。

[0032] 固定夹具4，包括两个不锈钢紧固件41，一个不锈钢紧固件41与长直钢筋11连接，另一个与光纤光栅沉降计3连接，通过螺栓42将两个不锈钢紧固件41紧固，起到连接固定长直钢筋11和光纤光栅沉降计顶部37的作用。

[0033] 如图4所示，监测系统的安装方法包括以下步骤：

[0034] (1) 分别在高速公路路基左、中、右监测位置打孔，打孔深度达到软基底部基岩处后，将底部焊接有支撑底板12的长直钢筋11插入孔洞底部，并在周围进行喷浆锚固作为不动点；其中支撑底板12可防止钢筋11刺入土体，喷浆锚固保证了支撑结构的稳定和监测装置的可靠性。

[0035] (2) 当原地面10整平后，利用挖机配合人工向下开挖1m，将开挖后的坑底进行整平，铺撒厚度范围为4~6cm的细沙作为铺垫层5，将沉降板底座21穿过长直钢筋11后，置于坑底铺垫层5上。

[0036] (3) 将沉降计底部拉伸杆32与沉降板底座21相焊接，使得拉伸杆与沉降板底座同步向下发生位移，增加了监测系统的协调性与灵敏性；沉降计顶部37与长直钢筋11通过固定夹具4相连接。

[0037] (4) 将多个接管22从长直钢筋11和沉降计3上部套上，不断首尾相连接、旋紧，接管至高于原地面50cm时停止，光纤光栅引线38从接管22内引出；沉降计放置于沉降管内，避免了填筑期间施工机具对光纤光栅沉降计的破坏。

[0038] (5) 将引出的光纤引线线圈系在接管22上，上部用隔离袋进行遮挡覆盖，以减少雨水和风尘的影响。

[0039] (6) 在沉降装置2四周进行回填，回填至原地面10，用压实机具进行压实。

[0040] (7) 在接管22外侧用铁栅栏进行围挡，并插上警示牌，防止填筑期施工机械的影响。

[0041] (8) 将光栅光纤其中一根引线38与光纤光栅解调仪6相连接，将光纤光栅解调仪6连接计算机7、蓄电池8和电压转换器9，记录传感光纤的波长数据和峰值；

[0042] (9) 随着路基填土的增高,不断接管,将测尺置于接管顶部,通过光学水准仪或者电子水准仪进行读数,将光纤光栅沉降计与传统的沉降板结合起来进行监测。

[0043] 如图5、图6所示,三个光纤光栅沉降计依次排列在左路肩、路中线、右路肩处,三个点位于同一垂直线上,沉降计支撑结构埋设深度为达到底部基岩处。

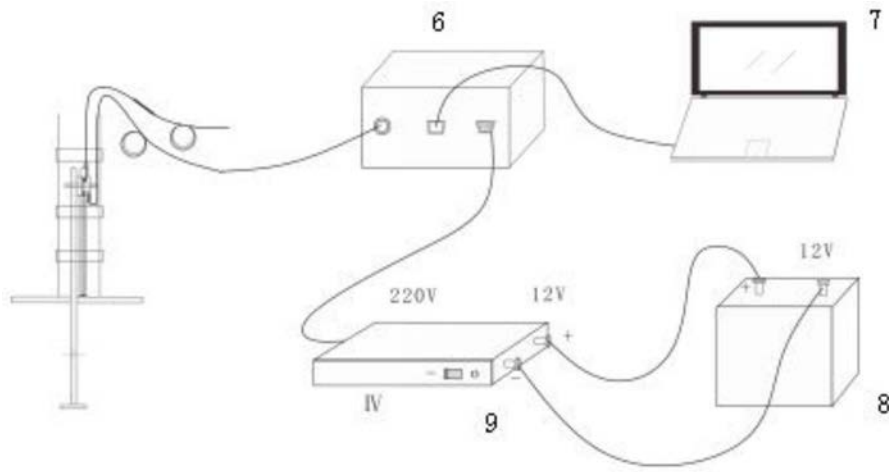


图1

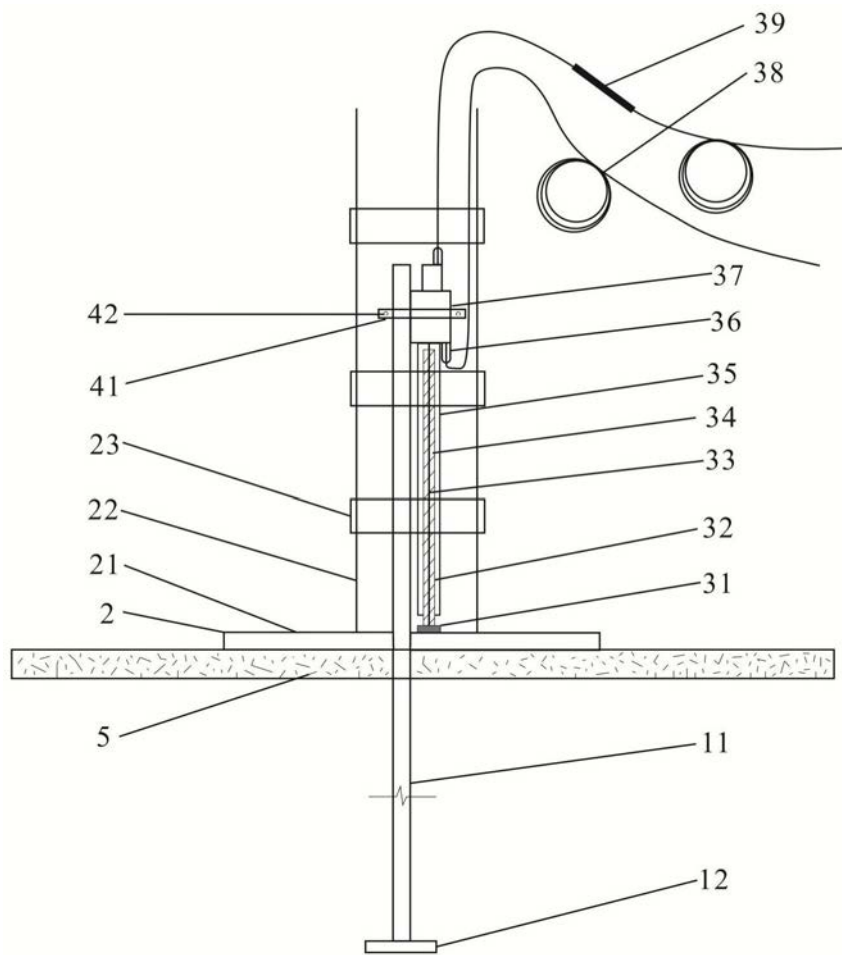


图2

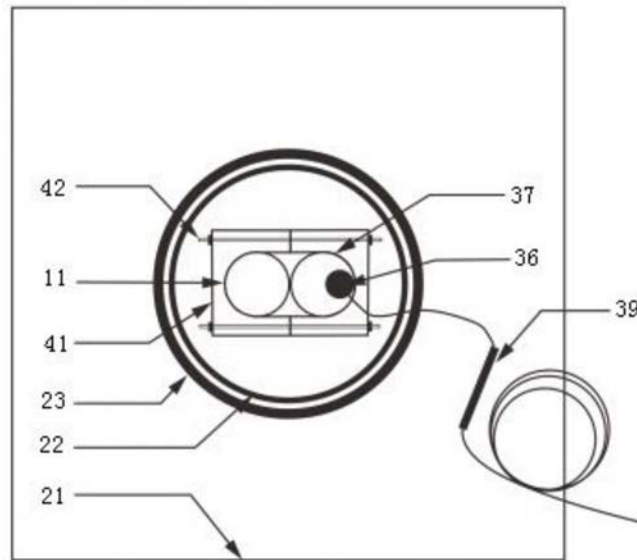


图3

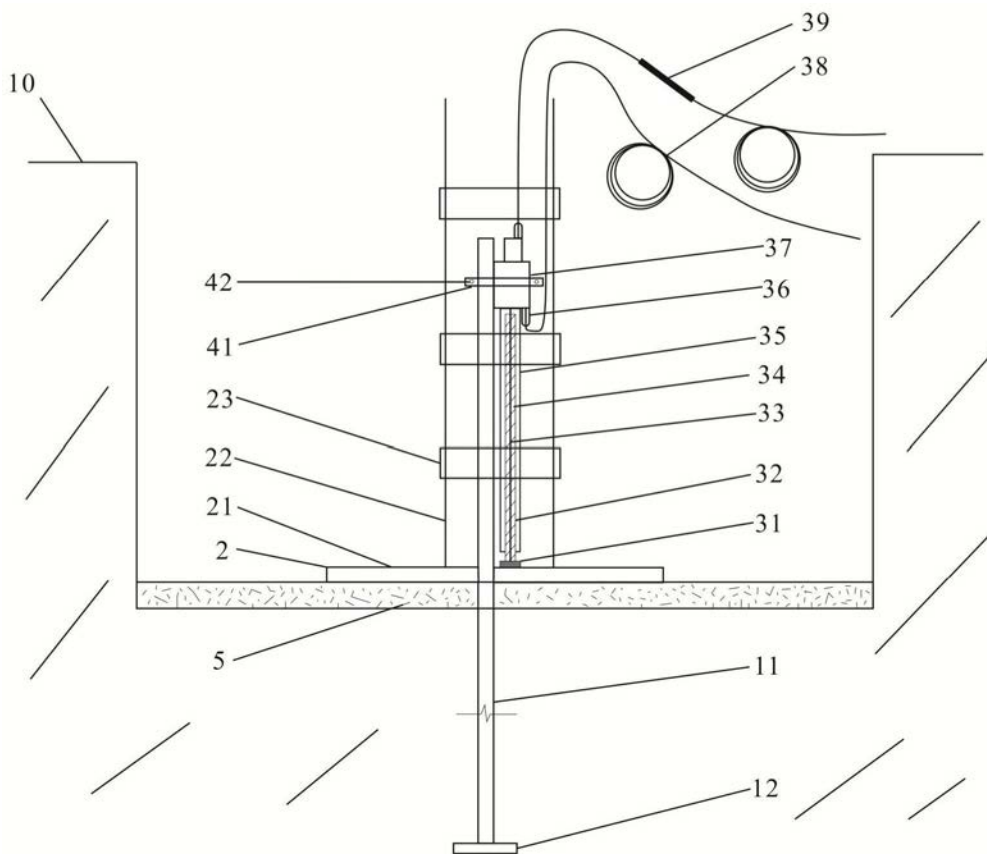


图4

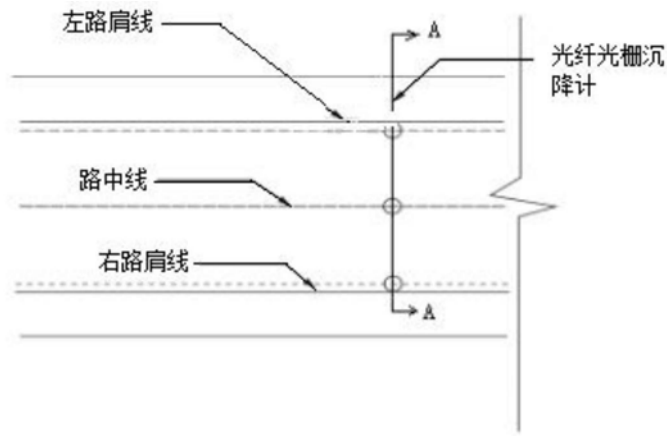


图5

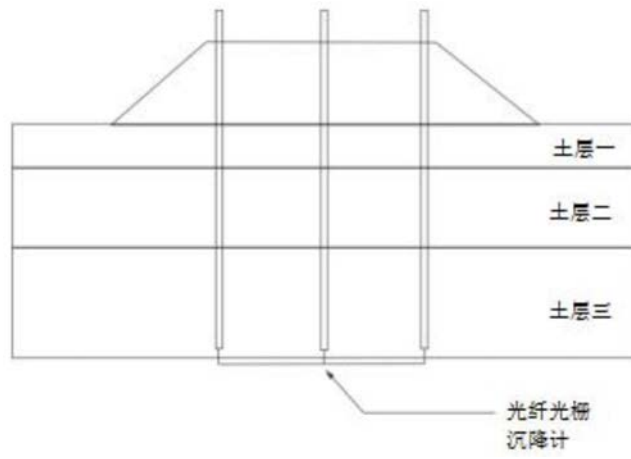


图6