



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 105044147 B

(45)授权公告日 2018.01.05

(21)申请号 201510403799.3

(22)申请日 2015.07.10

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 105044147 A

(43)申请公布日 2015.11.11

(73)专利权人 中国矿业大学
地址 221116 江苏省徐州市铜山区大学路
中国矿业大学科研院

(72)发明人 周国庆 赵晓东 姜雄 赖泽金
吕长霖 季雨坤 刘一飞 张海洋

(74)专利代理机构 南京瑞弘专利商标事务所
(普通合伙) 32249
代理人 杨晓玲

(51)Int.Cl.
G01N 25/20(2006.01)

(56)对比文件

US 6257761 B1,2001.07.10,
JP 特开2011-185684 A,2011.09.22,
US 8220989 B1,2013.07.17,
郑志涛.冻土导热系数测定方法探讨.《低温
建筑技术》.2013,(第12期),124-125.
原喜忠等.非饱和(冻)土导热系数预估模型
研究.《岩土力学》.2010,第31卷(第9期),2689-
2694.

审查员 李保安

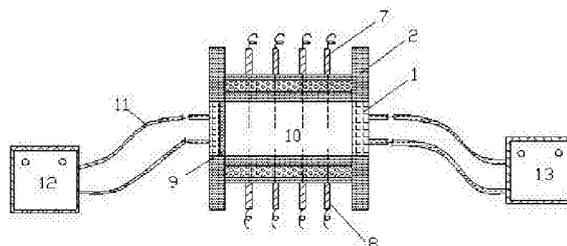
权利要求书2页 说明书3页 附图2页

(54)发明名称

一种近相变区冻土导热系数测定装置与方法

(57)摘要

一种稳态法测定近相变区冻土导热系数的装置与方法,尤其适用于高温段内多个温度点下测量冻土导热系数变化。该装置由恒温装置I、恒温装置II、管状土样室、热流传感器、冷液循环板、探针型温度传感器I、探针型温度传感器II组成。冷液循环板分别放在管状土样室的左右两端,在其中一端设有热流传感器。冷液循环板与通过硅胶管与高低温恒温液体循环装置I、II连接,探针型温度传感器插进管状土样室中,两端的冷液循环板通过硅胶管与恒温装置相连,通过恒温装置控制冻土试样两端温度值为该试样相变区最高和最低温度值。其结构简单,测量方法简单,测量精度高。



1. 一种近相变区冻土导热系数测定装置,其特征在於:包括两端开口横置的管状土样室(2),管状土样室(2)两侧分别设有起支撑作用的固定板(6),管状土样室(2)内部设有冻土试样(10),冻土试样(10)上安装有热流传感器(9),管状土样室(2)两端开口处分别设有冷液循环板(1)密封冻土试样(10),两侧液体循环板(1)上分别连接有两根硅胶管(11),一侧的冷液循环板(1)通过两根硅胶管(11)连接有恒温装置I(12),另一侧的冷液循环板(1)通过两根硅胶管(11)连接有恒温装置II(13);管状土样室(2)由内到外分别设有内隔热层(3)、保温绝热夹层(4)和外隔热层(5),管状土样室(2)的圆柱面上按管状土样室(2)的对称两侧位置上分别开有两组各有4个传感器孔(14),开在管状土样室(2)一侧位置的传感器孔(14)内安装有探针型温度传感器I(7),开在管状土样室(2)另一侧位置的传感器孔(14)内安装有探针型温度传感器II(8),探针型温度传感器I(7)和探针型温度传感器II(8)通过头部感温,探针型温度传感器I(7)插入至冻土试样(10)的中间位置,探针型温度传感器II(8)插入冻土试样(10)的表皮即可。

2. 根据权利要求1所述的近相变区冻土导热系数测定装置,其特征在於:所述内隔热层(3)为壁厚15~20mm的有机玻璃管,外隔热层(5)为壁厚10~15mm的有机玻璃管,保温绝热夹层(4)为聚氯乙烯泡沫塑料空心层或者真空层结构。

3. 根据权利要求1所述的近相变区冻土导热系数测定装置,其特征在於:所述高低温恒温液体循环装置I(12)和高低温恒温液体循环装置II(13)型号为XT5704LT-R30C。

4. 根据权利要求1所述的近相变区冻土导热系数测定装置,其特征在於:所述探针型温度传感器I(7)、探针型温度传感器II(8)和热流传感器(9)的型号分别为MF5E-2.202F和GHT-1C。

5. 一种使用权利要求1所述装置的近相变区冻土导热系数测定方法,其特征在於步骤如下:

a. 将与管状土样室(2)内部空腔尺寸相同的待测冻土试样(10)安设在管状土样室(2)中;

b. 利用冷液循环板(1)将管状土样室(2)两侧的端口封堵起来,在冻土试样(10)的一侧与冷液循环板(1)之间安装热流传感器(9),将管状土样室(2)两侧的端口与冷液循环板(1)的边缘密封;

c. 利用两根硅胶管(11)将安装有热流传感器(9)的管状土样室(2)一侧的冷液循环板(1)与恒温装置I(12)连接,利用另外两根硅胶管(11)将管状土样室(2)另一侧的冷液循环板(1)与恒温装置II(13)连接起来;

d. 将4支探针型温度传感器I(7)通过开在管状土样室(2)一侧位置的传感器孔(14)插入至冻土试样(10)的中间位置,将4支探针型温度传感器II(8)通过开在管状土样室(2)另一侧的传感器孔(14)插入冻土试样(10)的表皮;

e. 开启恒温装置I(12)和恒温装置II(13),设定恒温装置I(12)的温度为近相变区冻土最低温度,设定恒温装置II(13)的温度为近相变区冻土最高温度;

f. 开启恒温装置I(12)和恒温装置II(13)后,利用针型温度传感器I(7)和探针型温度传感器II(8)采集冻土试样(10)温度,并将温度信息发送给计算机,计算机监控接收到的温度信息,当数值变化稳定后,连同同一时间热流传感器(9)发送的数值信息一并记录下来;

g. 根据预先测量的冻土试样截面积 S ,热流量 Q ,相邻测点间距 H 和温差 ΔT ,以及测量

时间 t ,利用公式: $QH/(Qt \Delta T)$ 计算不同温度点下被测冻土试样(10)的导热系数。

一种近相变区冻土导热系数测定装置与方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种导热系数测定装置和方法,尤其适用于高温段内多个温度点下测量冻土导热系数变化的近相变区冻土导热系数测定装置和方法。

背景技术

[0002] 冻土导热系数测量是评价冻土材料传热性能和热工稳定性的重要指标。现有冻土导热系数测量方法主要两类:基于稳态法和基于瞬态法。基于瞬态法的导热系数测试仪器测试原理是测试探头瞬间释放热量,然后探测温升梯度,进而计算被测材料导热系数,这对于低温状态冻土(温度远离相变区)和融土(不受相变干扰)导热系数测量是可行的,但是近相变区冻土由于其冰、水相变会受到仪器探头瞬间加热干扰造成测试结果失真。基于稳态法的测试仪器和装置测试精度强烈依赖于被测冻土试样中温度分布的线性度,获得的导热系数是定值。而相变区冻土中形成的温度梯度和相应的导热系数沿冻土高度动态变化。因此,基于稳态法的导热系数测定结果与相变区冻土导热系数真实分布模式与具体量值方面存在本质差异。

发明内容

[0003] 发明目的:针对上述技术问题,提供一种结构简单,使用方便快捷,精度高的近相变区冻土导热系数测定装置和方法。

[0004] 为实现上述技术目的,本发明的近相变区冻土导热系数测定装置,包括两端开口横置的管状土样室,管状土样室两侧分别设有起支撑作用的固定板,管状土样室内部设有冻土试样,冻土试样上安装有热流传感器,管状土样室两端开口处分别设有冷液循环板密封冻土试样,两侧液体循环板上分别连接有两根硅胶管,一侧的冷液循环板通过两根硅胶管连接有恒温装置I,另一侧的冷液循环板通过两根硅胶管连接有恒温装置II;管状土样室由内到外分别设有内隔热层、保温绝热夹层和外隔热层,管状土样室的圆柱面上按管状土样室的对称两侧位置上分别开有两组各有4个传感器孔,开在管状土样室一侧位置的传感器孔内安装有探针型温度传感器I,开在管状土样室另一侧位置的传感器孔内安装有探针型温度传感器II,探针型温度传感器I和探针型温度传感器II通过头部感温,探针型温度传感器I插入至冻土试样的中间位置,探针型温度传感器II插入冻土试样的表皮即可。

[0005] 所述内隔热层为壁厚15~20mm的有机玻璃管,外隔热层为壁厚10~15mm的有机玻璃管,保温绝热夹层为聚氯乙烯泡沫塑料空心层或者真空层结构;所述高低温恒温液体循环装置I和高低温恒温液体循环装置II型号为XT5704LT-R30C;所述探针型温度传感器I、探针型温度传感器II和热流传感器的型号分别为MF5E-2.202F和GHT-1C。

[0006] 一种近相变区冻土导热系数测定方法,其步骤如下:

[0007] a. 将与管状土样室内部空腔尺寸相同的待测冻土试样安设在管状土样室中;

[0008] b. 利用冷液循环板将管状土样室两侧的端口封堵起来,在冻土试样的一侧与冷液循环板之间安装热流传感器,将管状土样室两侧的端口与冷液循环板的边缘密封;

[0009] c. 利用两根硅胶管将安装有热流传感器的管状土样室一侧的冷液循环板与恒温装置I连接,利用另外两根硅胶管将管状土样室另一侧的冷液循环板与恒温装置II连接起来;

[0010] d. 将4支探针型温度传感器I通过开在管状土样室一侧位置的传感器孔插入至冻土试样的中间位置,将4支探针型温度传感器II通过开在管状土样室另一侧的传感器孔插入冻土试样的表皮;

[0011] e. 开启恒温装置I和恒温装置II,设定恒温装置I的温度为近相变区冻土最低温度,设定恒温装置II的温度为近相变区冻土最高温度;

[0012] f. 开启恒温装置I和恒温装置II后,利用针型温度传感器I和探针型温度传感器II采集冻土试样温度,并将温度信息发送给计算机,计算机监控接收到的温度信息,当数值变化稳定后,连同同一时间热流传感器发送的数值信息一并记录下来;

[0013] g. 根据预先测量的冻土试样截面积S,热流量Q,相邻测点间距H和温差 ΔT ,以及测量时间t,利用公式: $QH/(Qt \Delta T)$ 计算不同温度点下被测冻土试样的导热系数。

[0014] 有益效果:

[0015] 1. 利用本发明装置中温度测点数量可根据被测冻土试样实际条件动态增减,达到获得近相变区多个温度点下冻土导热系数的目的。

[0016] 2. 本发明装置径向采用两层低导热系数材料的有机玻璃桶和保温绝缘材料保温,各层中间为空气夹层,最大限度降低了冻土径向热量损失,提高了测试精度。

[0017] 3. 本发明装置操作简单,热流量测定可以采用现有热流计,也可联合现有瞬态法间接获得。

附图说明

[0018] 附图1为本发明装置整体结构剖面图;

[0019] 附图2为管状土样室的立体图

[0020] 附图3为管状土样室的截面图;

[0021] 附图4为冷液循环板的立体图;

[0022] 附图5为热流传感器的立体图;

[0023] 图中:冷液循环板-1,管状土样室-2,内隔热层-3,保温绝热夹层-4,外隔热层-5,固定板-6,探针型传感器I-7,探针型传感器II-8,热流传感器-9,冻土试样-10,硅胶管-11,恒温装置I-12,恒温装置II-13,传感器测试孔-14。

具体实施方式

[0024] 下面结合附图和本发明作更进一步的说明。

[0025] 如图1所示,本发明的近相变区冻土导热系数测定装置,其包括两端开口横置的管状土样室2,如图2所示,管状土样室2两侧分别设有起支撑作用的固定板6,管状土样室2内部设有冻土试样10,如图5所示,冻土试样10上安装有热流传感器9,管状土样室2两端开口处分别设有冷液循环板1用来密封冻土试样10,两侧液体循环板1上分别连接有两根硅胶管11,如图4所示,一侧的冷液循环板1通过两根硅胶管11连接有恒温装置I12,另一侧的冷液循环板1通过两根硅胶管11连接有恒温装置II13;如图3所示,管状土样室2由内到外分别设

有内隔热层3、保温绝热夹层4和外隔热层5,所述内隔热层3为壁厚15~20mm的有机玻璃管,外隔热层5为壁厚10~15mm的有机玻璃管,保温绝热夹层4为聚氯乙烯泡沫塑料空心层或者真空层结构;管状土样室2的圆柱面上按管状土样室2的对称两侧位置上分别开有两组各有4个传感器孔14,开在管状土样室2一侧位置的传感器孔14内安装有探针型温度传感器I7,开在管状土样室2另一侧位置的传感器孔14内安装有探针型温度传感器II8,探针型温度传感器I7和探针型温度传感器II8通过头部感温,探针型温度传感器I7插入至冻土试样10的中间位置,探针型温度传感器II8插入冻土试样10的表皮即可。所述高低温恒温液体循环装置I12和高低温恒温液体循环装置II13型号为XT5704LT-R30C;所述探针型温度传感器I7、探针型温度传感器II8和热流传感器9的型号分别为MF5E-2.202F和GHT-1C。

[0026] 一种使近相变区冻土导热系数测定方法,其步骤如下:

[0027] a. 将与管状土样室2内部空腔尺寸相同的待测冻土试样10安设在管状土样室2中;

[0028] b. 利用冷液循环板1将管状土样室2两侧的端口封堵起来,在冻土试样10的一侧与冷液循环板1之间安装热流传感器9,将管状土样室2两侧的端口与冷液循环板1的边缘密封;

[0029] c. 利用两根硅胶管11将安装有热流传感器9的管状土样室2一侧的冷液循环板1与恒温装置I12连接,利用另外两根硅胶管11将管状土样室2另一侧的冷液循环板1与恒温装置II13连接起来;

[0030] d. 将4支探针型温度传感器I7通过开在管状土样室2一侧位置的传感器孔14插入至冻土试样10的中间位置,将4支探针型温度传感器II8通过开在管状土样室2另一侧的传感器孔14插入冻土试样10的表皮;

[0031] e. 开启恒温装置I12和恒温装置II13,设定恒温装置I12的温度为近相变区冻土最低温度(约为-2℃),设定恒温装置II13的温度为近相变区冻土最高温度(约为0℃);

[0032] f. 开启恒温装置I12和恒温装置II13后,利用针型温度传感器I7和探针型温度传感器II8采集冻土试样10温度,并将温度信息发送给计算机,计算机监控接收到的温度信息,当数值变化稳定后,连同同一时间热流传感器9发送的数值信息一并记录下来;

[0033] g. 根据预先测量的冻土试样截面积S,热流量Q,相邻测点间距H和温差 ΔT ,以及测量时间t,利用公式: $QH/(Qt \Delta T)$ 计算不同温度点下被测冻土试样10的导热系数。

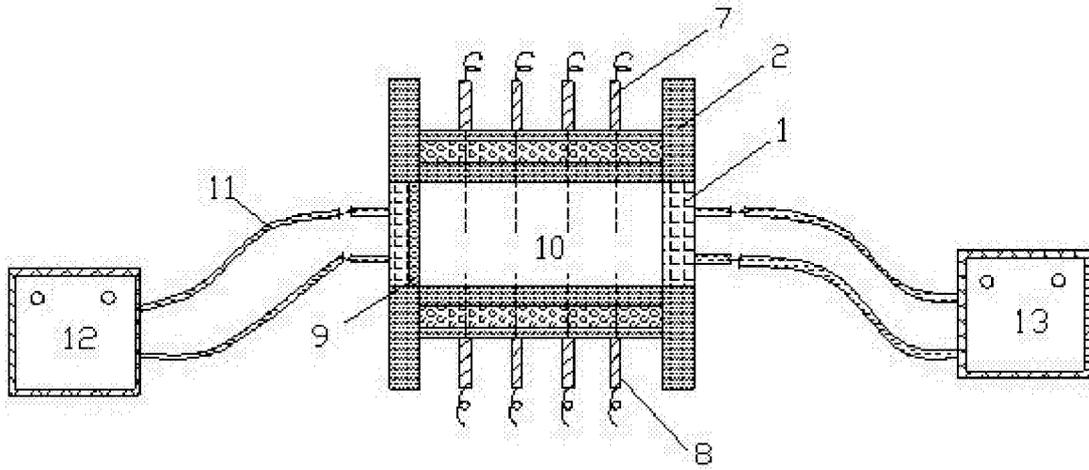


图 1

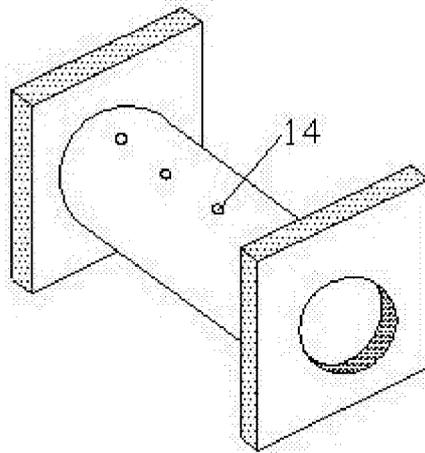


图 2

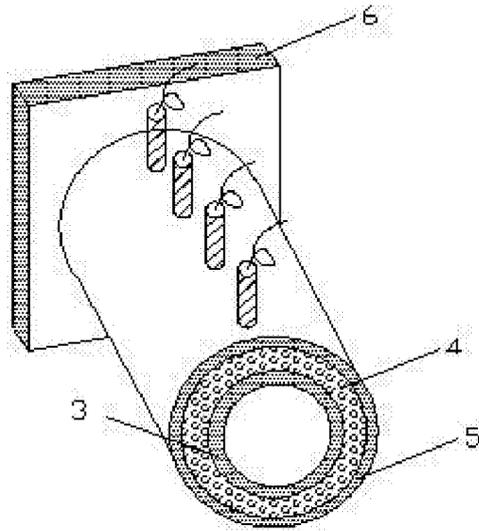


图 3

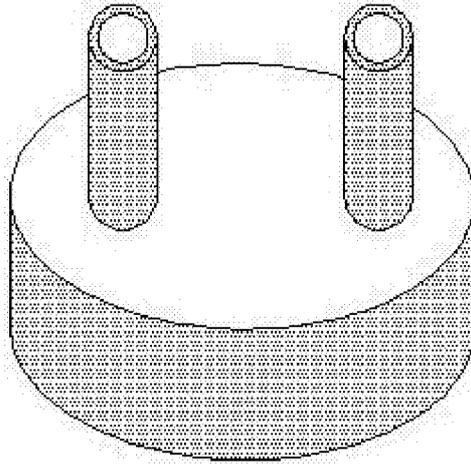


图 4

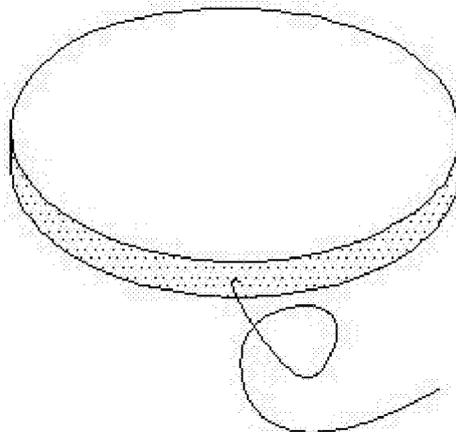


图 5