

ICS 27.180

CCS F 15

# 团 体 标 准

T/XXX XXX—20XX

## 地热资源开发利用评价中土工 样品岩土导热系数试验方法

Soil Test for thermal conductivity of geothermal resources

征求意见稿

XXXX-XX-XX 发布

XXXX-XX-XX 实施

河南省地质灾害防治和生态保护修复协会 发布

## 目 次

前言	III
1 适用范围	1
2 规范性引用文件	1
3 术语和定义	1
4 方法原理	1
5 仪器设备	2
6 样品	2
7 测试	3
8 结果计算	3
9 记录	4
10 注意事项及有关说明	4
参考文献	6

## 前 言

近几年，绿色能源开发利用方兴未艾，可循环、绿色的地热能应用，也越来越广泛。但在前期开发勘查过程中，土工样品导热系数的室内试验，比较杂乱，缺乏统一标准。为此，制定本标准。

本标准归口单位：河南省地质灾害防治和生态保护修复协会

本文件起草单位：河南省第五地质勘查院有限公司；华北水利水电大学

本文件主要起草人：刘子诏、付巧玲、吴会杰、曹磊、贾昌飞、申红亮、温晓佳、陈峰、黄彦丽、任孝刚、李洪凯、李现城、王硕楠、李玲、王秀丽、王朝明、张旭、郭锐、盛艳红、袁冰、黄伟

# 地热资源开发应用评价中土工样品导热系数试验方法

## 1 适用范围

本标准规定了扰动和原状岩土导热系数测试方法（平板稳态热流计法）。

本标准适用于原状或扰动的黏性土或砂质土导热系数的测定。检出限（测定范围）：0.01～2 W/(m·K)

## 2 规范性引用文件

本标准内容引用了下列文件或其中的条款。凡是注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件。

GB/T 1-2020 标准化工作导则

GB/T 20000 标准化工作指南

GB/T 20001 标准化编写规则

GB/T 50123-2019 土工试验方法标准 冻土导热系数试验

GB/T 10295-2008 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定 热流计法

ASTM C518-2004 用热流计法测定稳态热传递特性的试验方法

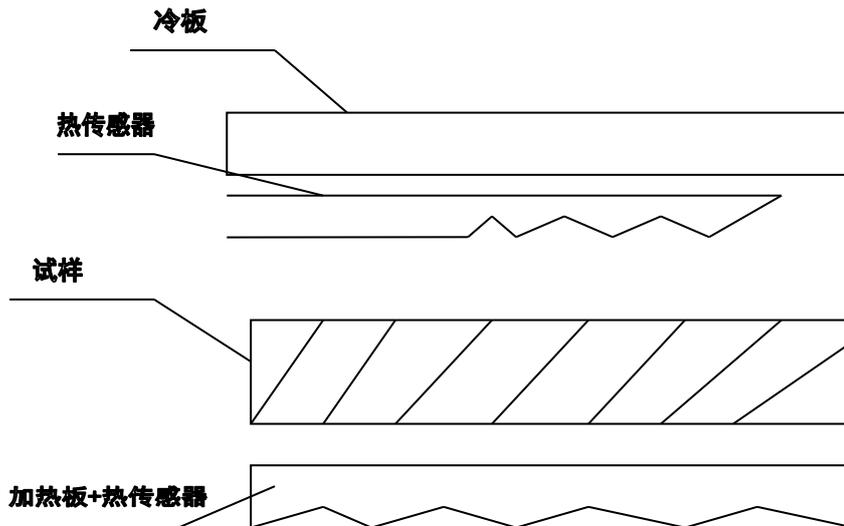
DZG93-01～DZG93-12 中华人民共和国地质矿产部部规程 岩石和矿石分析规程(第二分册)

## 3 术语和定义

地热资源开发利用评价中土工样品导热系数试验（Soil Test for thermal conductivity of geothermal resources），为方便起见，未有特别说明，在以下本文中简称导热系数，是表示材料（在本标准中指土试样）热传递性能的指标。是指在稳定传热条件下，1m厚的材料，两侧表面的温差为1开尔文（简称开，代号K），在1秒内（1s），通过1平方米面积传递的热量，单位为瓦/米·开（W/(m·K)）。

## 4 方法原理

本标准以稳定导热原理为基础，在试样一面施加稳定的热面温度，热量通过试样传递到冷面（室温），当热面与冷面在恒定温度的稳定状态下，通过测量热流传感器上稳定的热流量、温度差及尺寸，便可计算出该试验样品的导热系数。



## 5 仪器设备

5.1 导热系数测试仪（稳态热流计）：由电源、测温仪表、加热器、温控装置、热板及冷板组成。在热板和冷板中分别放置测温热电偶。冷板采用水冷恒温。

5.2 试样环 内径 90\*\*mm 高 30\*\*mm 用硬塑料或有机玻璃制成

5.3 标准参考板 石英材质

5.4 其他设备：玻璃板、切土刀、钢丝锯、凡士林、环刀、天平、烘箱等。

5.4 所用主要设备均需法定计量校准。

## 6 样品制备

### 6.1 原状样品

将试样放到玻璃片上，将涂好凡士林的环刀刃口向下放到土样上。用切土刀将土样切削成稍大于环刀直径的土柱。然后将环刀垂直下压，边压边削，至土样伸出环刀为止。将带有试样的环刀刃口向上对准样品环（塑料环）用透水板将试样压到样品环内。用钢丝锯或切土刀削平土样两端余土并修平，加盖防水膜，冷藏保持好水分尽快（小于 3 小时）测。（也可将样品烘干试验，但要用含水率修正天然状态）同时，取代表性土样做含水率。

### 6.2 扰动样品

对于扰动土，需要重塑，使其密度、含水量等与原状土接近。具体方法参照 GB/T50123，其他，同 6.1。

## 7 试验准备

### 7.1 试验仪正常工作环境条件

7.1.1 温度在 20℃~30℃范围内；

7.1.2 相对湿度不大于 80%；

7.1.3 周围无震动、无腐蚀性介质和无较强电磁场干扰的环境中；

7.1.4 电源电压的波动范围不应超过额定电压的±10%

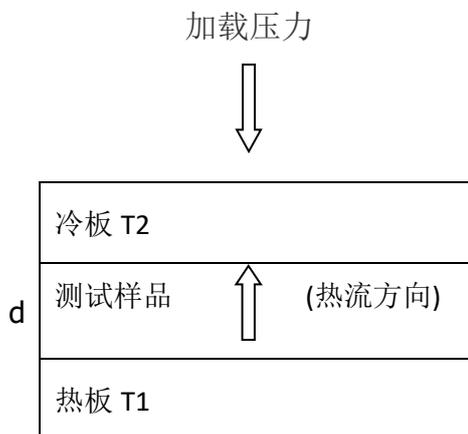
### 7.2 试验系统标定

将已知导热系数值的标准样品（石英板）按照试验步骤的方法校准、测试，以多次测定值稳定（相邻两次测试值之差小于允许值）得到标准值。

### 7.3 试验步骤

按设备操作要求，进行试验。将已制作好的待测试样放在测试仪上，将热流传感器放入试样上表面，（注意热流传感器有正反方向，正面朝下），使冷板压紧试样，且热流传感器与试样紧密接触，接通冷却水，打开电源开关和加热开关。

在测试参数设定栏，设定对应参数值。在样品设定栏，输入样品参数值，如厚度等。启动加热，开始测试。连续试验三次，以平均值报出，同时，立即取检毕样品含水率。



## 8 结果计算

8.1 按式（8.1）计算导热系数：

$$\lambda = f \times e \times d / (T1 - T2) \quad (8.1)$$

8.2 按式（8.2）计算热阻

$$R = d / \lambda \quad (8.2)$$

式中  $\lambda$ -----岩土导热系数,  $W/(m \cdot K)$ ;

$R$ -----岩土热阻,  $K \cdot m^2/W$ ;

$f$ -----热流传感器的标定系数值,  $W/m^2 \cdot mV$ ;

$e$ -----热流传感器的输出值,  $mV$ ;

$d$ -----试样厚度,  $m$ ;

$T_1$ -----热面温度,  $^{\circ}C$ ;

$T_2$ -----冷面温度,  $^{\circ}C$ ;

8.3 试验结果表示至小数点后第二位; 测试结果相对误差值  $\leq 5\%$

## 9 记录

本试验的记录表格如表 9.1。

表 9.1

导热系数试验原始记录表

工程名称:								工程编号:					
设备名称:				设备型号(编号):				设定温度:		$^{\circ}C$			
参考板编号:				参考板厚度 $d$ :		$m$		参考板标准值:		$W/(m \cdot k)$			
计算公式:				制样时含水率:		$\%$		室温:		$^{\circ}C$			
方法依据:				试验后含水率:		$\%$		湿度:		$\%$			
样品编号	试样厚度 $d(mm)$	标定系数 $f$ ( $W/m^2 \cdot mV$ )	加热时间		热面温度 $t_1(^{\circ}C)$	冷面温度 $t_2(^{\circ}C)$	冷热温差 $\Delta t(^{\circ}C)$	热流计电压值 $e(mv)$	试样热阻 ( $km^2/W$ )		导热系数 $\lambda$ ( $W/(m \cdot k)$ )		备注
			始	终					测定值	平均值	测定值	平均值	

试验日期:

试验员

## 10 注意事项及有关说明

导热系数是材料本身的参数, 与形状大小无关, 与材料的物质种类有关, 还与材料的组

成结构、密度、含水率、温度等因素有关。材料导热性能的好坏还受到热阻、硬度、厚度等参数的影响。在科学实验和工程设计中,所用材料的导热系数都需要用实验的方法精确测定。导热系数的测定方法发展到现在已经有了许多种,它们有不同的适用领域、测量范围、精度、准确度和试样尺寸要求等,

不同方法对同一样品的测量结果可能会有较大的差别,因此要得到准确和有参考意义的结果,选择合适的测试方法是首要的。

本标准以稳定导热原理为基础,在试样一面加入稳定的热面温度,热量通过试样传递到冷面(室温),当热面与冷面在恒定温度的稳定状态下,通过测量热流传感器上稳定的热流量、温度差及尺寸,便可计算出该试验样品的导热系数。

这种方法的优点是:

- ① 特别适合模拟产品在实际工况下的使用状态;
- ② 可以同时测试产品的热阻与导热系数。

缺点是:

- ①对产品的厚度有一定要求;
- ③ 触热阻会影响测试结果;
- ④ 为了到达稳态,测试所需时间较长,对含水率越大的样品,精密度(重复性)越差。

## 参考文献

## 稳态法

- GB/T 3651-2008 金属高温导热系数测量方法
- GB/T8722-2008 石墨材料中温导热系数测定方法
- GB/T 10294-2008 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定——防护热板法
- GB/T10295-2008 绝热材料稳态热阻及有关特性的测定——热流计法
- GB/T 10296-2008 绝热层稳态传热性质的测定——圆管法
- GB/T 17357-2008 设备及管道绝热层表面热损失现场测定——热流计法
- YBT4130-2005 耐火材料导热系数试验方法 水流量平板法
- ASTM C177-10 用护热板法仪器测定稳态热流和传热性能的标准测试方法
- ASTMC182-1998 隔热耐火砖导热系数标准测试方法
- ASTM C201-1998 耐火材料导热系数标准测试方法
- ASTMC202-1998 耐火砖导热系数标准测试方法
- ASTM C335-05a 卧式隔热管稳态传热特性标准测试方法
- ASTMC518-04 用热流计装置的稳态热传输性能标准测试方法
- ASTMC680-08 采用计算机程序估算板状、柱状和球状系统表面温度和热量增减的标准操作规范
- ASTM C687-07 酥松填充式建筑隔热材料热阻测量的标准操作规范
- ASTM C1043-06 防护热板法设计中采用环形线加热源标准操作规范
- ASTM C1044-07 在单试样模式中采用保护热板装置或薄加热器装置的标准操作规范
- ASTM C1113-2004 热线法（铂电阻温度计技术）耐火材料导热系数标准测试方法
- ASTMC1114-06 用薄加热器装置的稳态热传输性能标准测试方法
- ASTMD5470-2012 薄型导热固态电绝缘材料热传输特性的标准测试方法
- ASTMD6744-01 采用保护热流计技术测定阳极碳热导率标准试验方法
- ASTM E1225-04 采用保护比较式纵向热流技术测定固体热导率标准试验方法
- ASTM E1530-06 采用防护热流计技术评价材料热阻的标准测试方法
- ASTM F433-02 垫片类材料热导率评价标准规程

## 瞬态法

- GJB1201.1-1991 固体材料高温热扩散率试验方法 激光脉冲法

- GB/T5990-2006 耐火材料 导热系数试验方法 热线法
- GBT 10297-1998 非金属固体材料导热系数测定方法
- GBT22588-2008 闪光法测量热扩散系数或导热系数
- ASTMC714-05 热脉冲法测量碳和石墨热扩散率标准试验方法
- ASTMC5334-00 热探针法确定土壤和软岩石导热系数的标准测试方法
- ASTM D5930-01 采用瞬态线热源技术确定塑料导热系数的标准测试方法
- ISO 13826-2013 金属及其他无机涂层-通过激光脉冲法测定热喷涂陶瓷涂层的热扩散率
- ISO-DIS 18555 2014 金属和其它无机涂层——热障涂层热导率的测定
- ISO-FDIS18755-2004 精制陶瓷（先进陶瓷、先进技术陶瓷）——采用激光闪光法测定陶瓷片热扩散率
- ISO22007-2-2008 塑料. 热传导率和热扩散率的测定. 第 2 部分 瞬态平面热源法  
准稳态法
- ASTME2584-07 用热容量热计（插片式）测量材料热导率标准实施规程