

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

E02B 3/10 (2006.01)

G01K 11/00 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710098762.X

[45] 授权公告日 2009年7月8日

[11] 授权公告号 CN 100510269C

[22] 申请日 2007.4.26

[21] 申请号 200710098762.X

[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 丁 桦 鲁晓兵 刘 浩 曾 伟  
赵 京

[56] 参考文献

CN1632496A 2005.6.29

CN1920178A 2007.2.28

JP8-184398A 1996.7.16

审查员 都宏博

[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

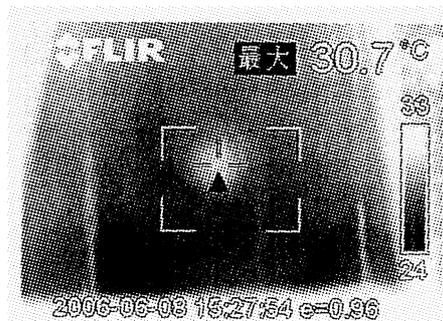
权利要求书1页 说明书3页 附图2页

[54] 发明名称

一种堤坝管涌探测方法

[57] 摘要

本发明公开了一种堤坝管涌探测方法，包括以下步骤：(一)测量水温、大气温度、查看堤坝土体类型；(二)用红外热像仪对堤坝进行扫描，获得堤坝表面的等温线分布，找出温度与周围明显不同的点；(三)绘制上述温度与周围明显不同点及附近的温度梯度分布图，通过公式求得温度径向梯度值，当径向温度梯度值大于径向温度梯度的临界值，即可确定上述检测点为管涌发生位置。本发明方法较目前的探测方法更加简便可靠，而且可以在堤坝管涌贯通之前发现，从而有时间提前采取防治措施。



- 1、一种堤坝管涌探测方法，包括以下步骤：
  - (一) 测量水温、大气温度、查看堤坝土体类型；
  - (二) 用红外热线仪对堤坝进行扫描，获得堤坝表面的等温线分布，找出温度与周围明显不同的点；
  - (三) 绘制上述温度与周围明显不同点及附近的温度梯度分布图，通过下述公式求得温度径向梯度值，

$$T_d = \frac{\partial T(r, \theta)}{\partial r}$$

$T_d$  为径向温度梯度， $T(r, \theta)$  为物体表面的绝对温度， $r$  为径向坐标、 $\theta$  为环向坐标，由沿径向向外的该点的邻近点的温度值减去该点的温度值得到两点之间的温度差值，然后用该温度差值除以两点间的距离即得到径向温度梯度  $T_d$ ，当径向温度梯度  $T_d > T_r$  时， $T_r$  是管涌位置的径向温度梯度的临界值，即可确定上述检测点为管涌发生位置。

2、如权利要求 1 所述的堤坝管涌探测方法，其特征在于，所述径向温度梯度的临界值由实验获得，首先取回待检测的堤坝的土体制成室内堤坝小模型，在堤坝小模型上预先人工模拟若干次最终有管涌形成和无管涌形成的过程，用红外热线仪测量模拟过程中的堤坝小模型表面温度变化过程，获得模型表面温度的梯度，比较有无管涌形成的温度梯度来确定径向温度梯度的临界值。

## 一种堤坝管涌探测方法

## 技术领域

本发明涉及一种堤坝管涌探测方法。

## 背景技术

江河、湖泊的堤坝发生管涌是造成堤坝毁坏的一个重要因素，为防止这类灾害的发生，对堤坝提前进行检测以有效预防管涌的发生是非常必要的。目前关于管涌位置和发生可能性的判别方法很不成熟，一般要等到全贯通后才能发现其具体位置，这时常常为时已晚。

## 发明内容

针对上述问题，本发明的目的在于提供一种简便可靠、可预知的堤坝管涌探测方法。

为达到上述目的，发明人提出了一种基于红外热线仪的管涌探测新方法，红外热线仪可以分辨出 0.1℃ 的温差，而可能发生管涌的通道前端土体温度，由于水温和土体温度的明显差异（尤其在昼夜之间），较周围土体温度有明显差异。基于该原理，我们只要用红外热线仪探测出存在这种差异的地方，就可以判别出管涌的位置。

具体过程为，一种堤坝管涌探测方法，包括以下步骤：

- （一）测量水温、大气温度、查看堤坝土体类型；
  - （二）用红外热线仪对堤坝进行扫描，获得堤坝表面的等温线分布，找出温度与周围明显不同的点；
  - （三）绘制上述温度与周围明显不同点及附近的温度梯度分布图，
- 通过下述公式求得温度径向梯度值，

$$T_d = \frac{\partial T(r, \theta)}{\partial r}$$

$T_d$  为径向温度梯度， $T(r, \theta)$  为物体表面的绝对温度， $r$  为径向坐标、 $\theta$  为环向坐标，由沿径向向外的该点的邻近点的温度值减去该点的温度值

得到两点之间的温度差值，然后用该温度差值除以两点间的距离即得到径向温度梯度 $T_d$ ，当径向温度梯度 $T_d > T_r$ 时， $T_r$ 是管涌位置的径向温度梯度的临界值，即可确定上述检测点为管涌发生位置。

在所述步骤（三）中，所述径向温度梯度的临界值由实验获得，首先取回待检测的堤坝的土体制成室内堤坝小模型，在堤坝小模型上预先人工模拟若干次最终有管涌形成和无管涌形成的过程，用红外热像仪测量模拟过程中的堤坝小模型表面温度变化过程，获得模型表面温度的梯度，比较有无管涌形成的温度梯度来确定径向温度梯度的临界值。

上述方法较目前的探测方法更加简便可靠，而且可以在堤坝管涌贯通之前发现，从而有时间提前采取防治措施，减小损失。

#### 附图说明

图1-图3分别为不同时间堤坝管涌位置的温度与周围的对照图。

#### 具体实施方式

本发明堤坝管涌探测方法包括以下步骤：

（一）测量水温、大气温度、查看堤坝土体类型；  
（二）用红外热像仪对堤坝进行扫描，获得堤坝表面的等温线分布，找出温度与周围明显不同的地方；

（三）根据试验和理论分析的结果，即根据测量的水温、大气温度、土体类型，由试验和理论分析结果得到的判别公式，判别有明显温度差异的地方是否为管涌可能发生地点，具体判别过程如下：

一般物体的红外辐射功率可表示为： $W = \varepsilon\sigma T^4$ ； $24^\circ\text{C} \leq T \leq 35^\circ\text{C}$

其中 $\varepsilon$ 为发射率， $\sigma$ 为斯蒂芬波耳兹曼常数， $T$ 为物体表面的绝对温度，利用红外热像检测仪将物体表面辐射出的红外线的功率转换成电信号后，通过成像装置就可以获得物体表面的温度分布，从而得到物体表面的温度梯度分布图。管涌的通道一般为圆管状，可以将分析区域设置于柱坐标系中，我们根据温度的径向梯度分布，就可以确定物体内部异常的可能为管涌的位置：

温度径向梯度由如下公式求得：

$$T_d = \frac{\partial T(r, \theta)}{\partial r}; \quad 1: T_d = 4; \quad 2: T_d = 1; \quad 3: T_d = 0.1$$

$T_d$ 为径向温度梯度,  $T(r, \theta)$ 为物体表面的绝对温度, 该温度值由红外热线仪直接测得,  $r$ 为径向坐标、 $\theta$ 为环向坐标, 求某点径向温度梯度 $T_d$ 时, 由沿径向向外的该点的邻近点的温度值减去该点的温度值得到两点之间的温度差值, 然后用该温度差值除以两点间的距离即得到径向温度梯度 $T_d$ ;

得到径向温度梯度 $T_d$ 后, 当 $T_d > T_c$ 时, 即可确定上述检测点为管涌发生位置, 其中 $T_c$ 是管涌位置的径向温度梯度的临界值, 该值由土体类型、环境温度、水温等因素决定, 一般由实验获得。首取回待检测的堤坝的土体制成室内堤坝小模型, 在堤坝小模型上预先人工模拟若干次最终有管涌形成和无管涌形成的过程, 用红外热线仪测量这些过程中的模型表面温度变化过程, 获得模型表面温度的梯度, 比较有无管涌形成的温度梯度就可以确定 $T_c$ 。

下面为试验结果: 如图 1、2、3 不同时间管涌位置的温度与周围的对照图所示, 管涌位置处的土体温度与周围明显不同, 该处温度随时间逐渐与水温一致, 而周围土体温度基本不变。

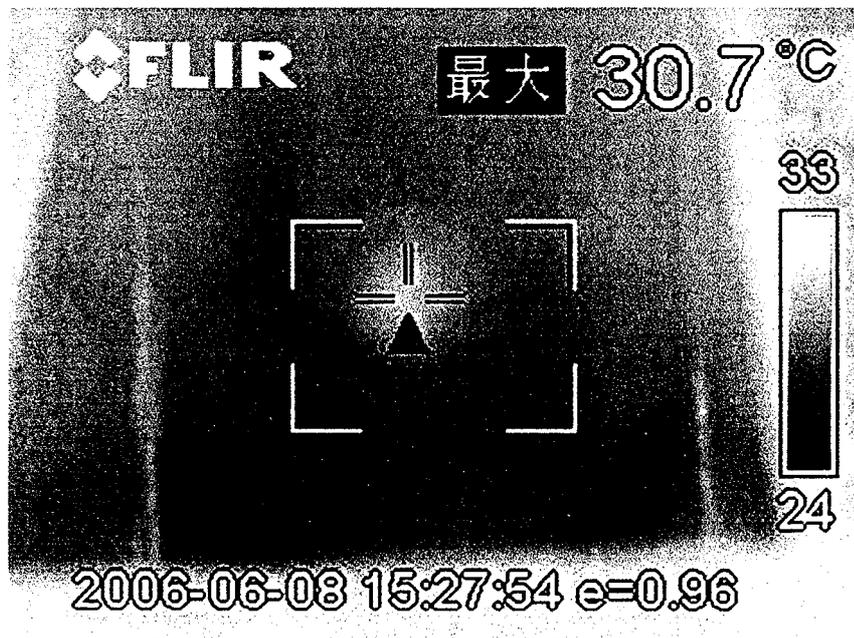


图 1

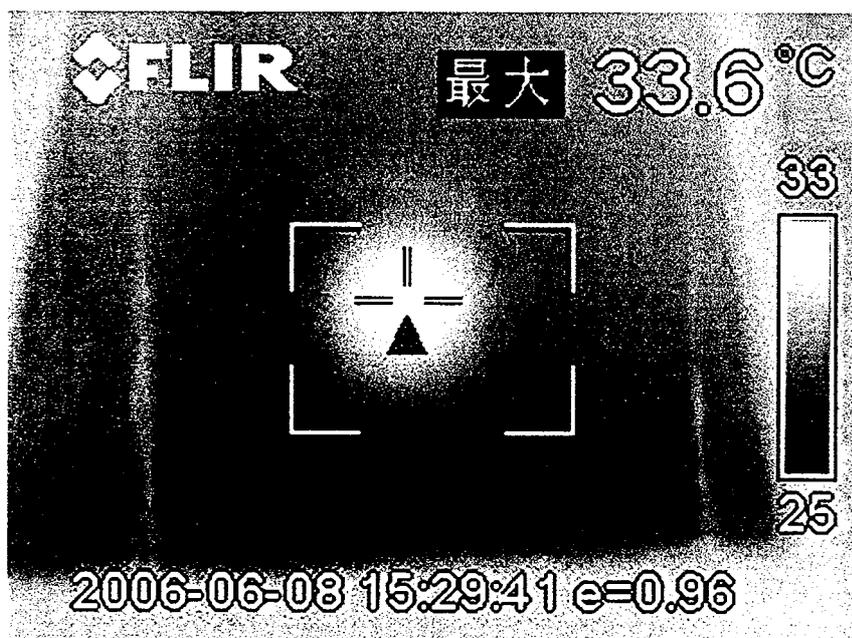


图 2

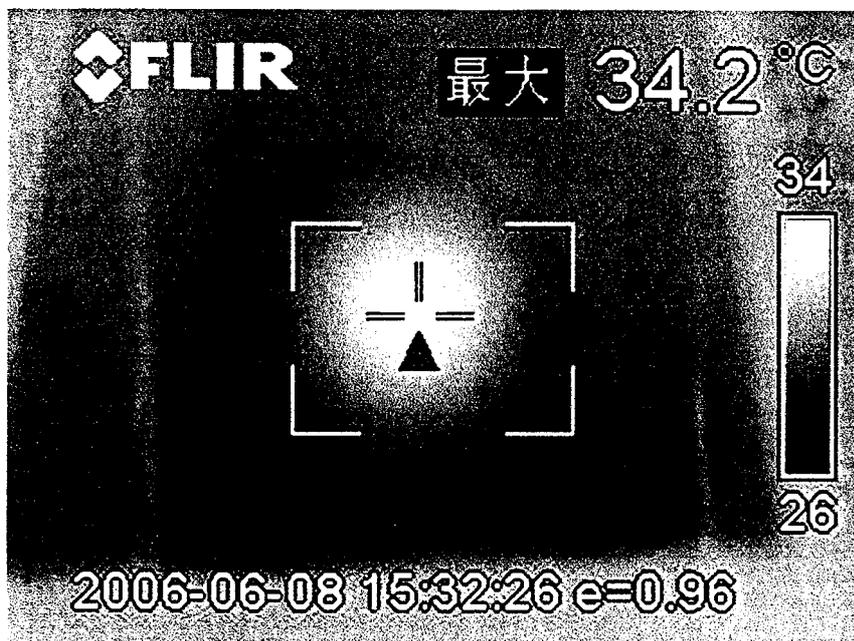


图 3