

(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 202230007 U

(45) 授权公告日 2012. 05. 23

(21) 申请号 201120205123. 0

(22) 申请日 2011. 06. 17

(73) 专利权人 东南大学

地址 211189 江苏省南京市江宁开发区东南
大学路 2 号

(72) 发明人 万克树 王国伟

(74) 专利代理机构 南京天翼专利代理有限责任
公司 32112

代理人 汤志武

(51) Int. Cl.

G01N 15/08(2006. 01)

(ESM) 同样的发明创造已同日申请发明专利

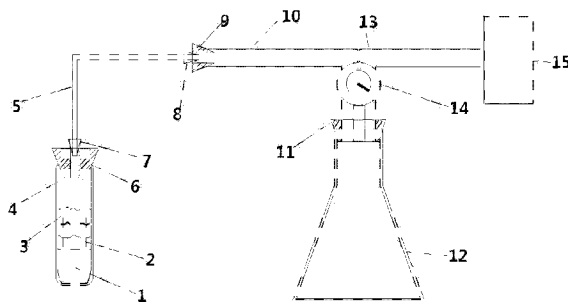
权利要求书 1 页 说明书 3 页 附图 1 页

(54) 实用新型名称

基于工业 X 射线断层照相的水泥基材料孔隙率分布测试装置

(57) 摘要

一种基于工业 X 射线断层照相的水泥基材料孔隙率分布测试装置,包括:塑料软管、底部固定有环氧树脂的塑料试管和真空抽吸装置;在塑料软管的两端分别连接有第二橡胶塞和第三橡胶塞;在塑料试管的试管孔上设有第一开孔橡胶塞;真空抽吸装置包括锥形瓶,在锥形瓶的瓶口上设有橡胶塞,在锥形瓶上连接有真空计,在锥形瓶上通过第一真空管连接有真空泵,在锥形瓶上还连接有第二真空管且锥形瓶与第二真空管的一端连接,在第二真空管的另一端连接有第四开口橡胶塞;塑料软管上的第三橡胶塞与所述第四开口橡胶塞连接,第二橡胶塞在真空泵工作时与所述第一开孔橡胶塞形成负压连接,第二橡胶塞在真空泵停止工作时与第一开孔橡胶塞处于分离状态。



CN 202230007 U

1. 一种基于工业 X 射线断层照相的水泥基材料孔隙率分布测试装置,其特征在于,包括:塑料软管(5)、底部固定有环氧树脂的塑料试管(4)和真空抽吸装置,

在塑料软管(5)的两端分别连接有第二橡胶塞(7)和第三橡胶塞(8),

在所述塑料试管(4)的试管孔上设有第一开孔橡胶塞(6),

所述的真空抽吸装置包括锥形瓶(12),在锥形瓶(12)的瓶口上设有橡胶塞(11),在锥形瓶(12)上连接有真空计(14),同时在锥形瓶(12)上通过第一真空管(13)连接有真空泵(15),在锥形瓶(12)上还连接有第二真空管(10)且锥形瓶(12)与第二真空管(10)的一端连接,在第二真空管(10)的另一端连接有第四开口橡胶塞(9),

所述塑料软管(5)上的第三橡胶塞(8)与所述第四开口橡胶塞(9)连接,所述第二橡胶塞(7)在真空泵(15)工作时与所述第一开孔橡胶塞(6)形成负压连接,第二橡胶塞(7)在真空泵(15)停止工作时与所述第一开孔橡胶塞(6)处于分离状态。

基于工业 X 射线断层照相的水泥基材料孔隙率分布测试装置

技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种基于工业 X 射线断层照相的水泥基材料孔隙率分布测试装置,特别是针对混凝土、砂浆及其它水泥基材料试块三维孔隙率分布的检测装置。

背景技术

[0002] 水泥基材料的孔隙率是一项重要的技术参数,决定着材料的力学性能、传输性能及耐久性。如何准确表征水泥基材料的孔隙率得到了研究者的广泛关注。孔隙率测试方法分为定量统计法和显微观测法两大类。定量统计法包括压汞法、气体吸附法、煮沸吸水法、保温吸油法等,该类方法只能给出某个样品内部孔隙率的统计平均值,无法得到孔隙率随空间的分布。金相显微镜、电子显微镜及工业 X 射线断层照相等显微观测法可以直观的看到孔隙所在,也可以根据体视学及统计学近似统计出某个范围内的孔隙率,但很难给出孔隙率随空间的具体分布。另外金相显微镜、电子显微镜只能看到一个断切面,从一个段切面推得的孔隙率数据跟实际的三维孔隙率数据有差距;各种 X 射线断层照相受观测的空间分辨率限制,往往只能观测、表征相对较大的孔隙,忽略了在水泥基材料中占很大比例的凝胶孔和较小的毛细孔。因而如何准确的给出水泥基材料内部的三维孔隙率分布是一个现实的技术难题。

[0003] 本实用新型利用干燥水泥基样品和原位饱和水泥基样品对 X 射线衰减差别来计算三维孔隙率分布。不同于低分辨的医用 X 射线断层照相,高分辨的工业 X 射线断层照相都是利用样品的旋转来进行断层扫描,因而如何保证样品在两次扫描及干燥饱和过程中保持原位是一个技术难题。本实用新型通过在样品部分和抽真空部分用负压及软管连接的方法解决了该技术难题,提供了一种利用工业 X 射线断层照相对水泥基材料三维孔隙率分布进行测试的方法。

实用新型内容

[0004] 本实用新型提供了一种能够保持测试过程中 X 射线断层照相条件不变并能够实现原位的基于工业 X 射线断层照相的水泥基材料孔隙率分布测试装置。

[0005] 一种基于工业 X 射线断层照相的水泥基材料孔隙率分布测试装置,包括:塑料软管、底部固定有环氧树脂的塑料试管和真空抽吸装置;

[0006] 在塑料软管的两端分别连接有第二橡胶塞和第三橡胶塞;

[0007] 在所述塑料试管的试管孔上设有第一开孔橡胶塞;

[0008] 所述的真空抽吸装置包括锥形瓶,在锥形瓶的瓶口上设有橡胶塞,在锥形瓶上连接有真空计,同时在锥形瓶上通过第一真空管连接有真空泵,在锥形瓶上还连接有第二真空管且锥形瓶与第二真空管的一端连接,在第二真空管的另一端连接有第四开口橡胶塞;

[0009] 所述塑料软管上的第三橡胶塞与所述第四开口橡胶塞连接,所述第二橡胶塞在真空泵工作时与所述第一开孔橡胶塞形成负压连接,第二橡胶塞在真空泵停止工作时与所述

第一开孔橡胶塞处于分离状态。

[0010] 有益效果：本实用新型通过在样品及其容器和真空泵及真空管之间引入锥形瓶和塑料软管，采用软连接的方式，隔断了真空泵的震动影响。本实用新型在抽真空饱和过程中将样品容器和真空抽吸系统连接，在断层照相过程中断开连接，具体操作如下：连接时将第二橡胶塞放在第一橡胶塞的开孔处并形成松散连接，启动真空泵，在塑料试管内形成负压，并由负压将第二橡胶塞与第一橡胶塞密封连接于第一橡胶塞的开孔处，待样品达到完全饱和后，停掉真空泵，等真空恢复到标准大气压后，第二橡胶塞与第一橡胶塞之间恢复成松散连接，将第二橡胶塞从第一橡胶塞上取下，通过在两个橡胶塞之间采用负压连接的方式解决了人为的扰动。采用如上方案从而解决了在旋转的工业 X 射线断层照相平台上实现两次断层扫描原位测试的难题，提供了一种利用工业 X 射线断层照相对水泥基材料三维孔隙率分布进行测试的方法，通过原位测试干燥和饱和样品的工业 X 射线断层照相灰度计算可得到三维孔隙率分布。本实用新型用抽真空的方法达到原位饱和过程，从而降低了设备的占用时间。本实用新型可用于各种混凝土、砂浆等各种水泥基材料的孔隙率分布测定，解决了水泥基材料孔隙率分布测量困难的问题，且具有远高于医用 X 射线断层照相的空间分辨率。

附图说明

[0011] 图 1 为本实用新型的结构示意图。

[0012] 图 2 为基于工业 X 射线断层照相的水泥基材料孔隙率分布测试方法流程。

具体实施方式

[0013] 实施例 1

[0014] 一种基于工业 X 射线断层照相的水泥基材料孔隙率分布测试装置，包括：塑料软管 5、底部固定有环氧树脂的塑料试管 4 和真空抽吸装置，

[0015] 在塑料软管 5 的两端分别连接有第二橡胶塞 7 和第三橡胶塞 8，

[0016] 在所述塑料试管 4 的试管孔上设有第一开孔橡胶塞 6，

[0017] 所述的真空抽吸装置包括锥形瓶 12，在锥形瓶 12 的瓶口上设有橡胶塞 11，在锥形瓶 12 上连接有真空计 14，同时在锥形瓶 12 上通过第一真空管 13 连接有真空泵 15，在锥形瓶 12 上还连接有第二真空管 10 且锥形瓶 12 与第二真空管 10 的一端连接，在第二真空管 10 的另一端连接有第四开口橡胶塞 9，

[0018] 所述塑料软管 5 上的第三橡胶塞 8 与所述第四开口橡胶塞 9 连接，所述第二橡胶塞 7 在真空泵 15 工作时与所述第一开孔橡胶塞 6 形成负压连接，第二橡胶塞 7 在真空泵 15 停止工作时与所述第一开孔橡胶塞 6 处于分离状态。

[0019] 实施例 2：

[0020] 第一步：选择样品，为了验证本方法的可靠性，特选择了一定溶蚀程度的钙溶出水泥净浆样品，从而保证样品内部存在孔隙率梯度。

[0021] 第二步：把待测试样在真空烘箱中抽真空干燥 48 小时并称量达到恒重后，确保试样达到完全的无水状态；

[0022] 第三步：取一塑料试管 4，在其底部注入环氧树脂液体及固化剂，待其固化后，用

502 胶将干燥完全的水泥基材料 2 固定到固化树脂 1 上,塑料试管用第一开孔橡胶塞 6 密封;把塑料试管 4 固定到工业 X 射线断层照相的旋转样品台上并进行第一次 X 射线断层照相,获得完全干燥样品的断层灰度数据

第四步:取一用橡胶塞 11 密封的锥形瓶 12,在密封的锥形瓶 12 上连接有真空计 14,同时在密封的锥形瓶 12 上通过第一真空管 13 连接真空泵 15,在密封的锥形瓶 12 上还连接第二真空管 10 且密封的锥形瓶 12 与第二真空管 10 的一端连接,在第二真空管 10 的另一端连接有第四开口橡胶塞 9;取一塑料软管 5,在塑料软管 5 的两端分别连接第二橡胶塞 7 和第三橡胶塞 8,并将第三橡胶塞 8 连接于第四开口橡胶塞 9;从第一橡胶塞 6 的开孔中往塑料试管 4 中注 5% 碘化钾溶液 3 并使其超过水泥基材料样品 5 毫米以上;将第二橡胶塞 7 放在第一橡胶塞 6 的开孔处并形成松散连接,启动真空泵 15,在塑料试管 4 内形成负压,并由负压将第二橡胶塞 7 与第一橡胶塞 6 密封连接于第一橡胶塞 6 的开孔处;待真空度达到 750 毫米汞柱负压并保持两小时以上,样品达到完全饱和,然后停掉真空泵 15,等真空回复到标准大气压后,第二橡胶塞 7 与第一橡胶塞 6 之间恢复成松散连接,将第二橡胶塞 7 从第一橡胶塞 6 上取下;保持与第一次断层照相同样的测试条件,原位进行第二次 X 射线断层照相,获得完全饱和样品的断层灰度数据;

[0023] 第五步:用下列公式对每一个体素的灰度数据进行计算即可得到样品中的三维孔隙率分布图像:

$$[0024] \quad p(x, y, z) = \frac{G_{\text{sat}}(x, y, z) - G_{\text{dry}}(x, y, z)}{G_{\text{water}} - G_{\text{air}}}$$

[0025] x, y, z 是空间坐标位置;

[0026] $p(x, y, z)$ 是 x, y, z 处的孔隙率;

[0027] $G_{\text{sat}}(x, y, z)$ 是饱水样品 x, y, z 处的灰度值;

[0028] $G_{\text{dry}}(x, y, z)$ 是干燥样品 x, y, z 处的灰度值;

[0029] G_{water} 是水或者水溶液的灰度值;

[0030] G_{air} 是空气的灰度值。

[0031] 公式中所需要的水溶液和空气的灰度值可以从工业 X 射线断层照相三维重建灰度数据中得到,只要分别选取完全被碘化钾溶液和完全被空气所填充的区域的灰度值即可。

[0032] 为了简化数据,本实施例只取了三维断层照相图像中的一个二维断面来进行运算,计算结果如图 3 灰度图像所示:图中不同的灰度代表不同的孔隙率,最白的代表孔隙率为 100%,最黑的代表孔隙率为 0。从图中可见试样中间孔隙率最低,越向两边孔隙率越高,这与图像中间是未经溶蚀的部分,越向两边溶蚀越严重是对应的。另外在溶蚀前沿出有孔隙率为 1 的曲线,对应于溶蚀导致的裂纹(裂纹处的孔隙率为 1)。

[0033] 以上所述仅是本实用新型的实施例之一,故凡依本实用新型专利申请范围所述的构造、特征及原理所做的等效变化或修饰,均包括于本实用新型专利申请范围内。

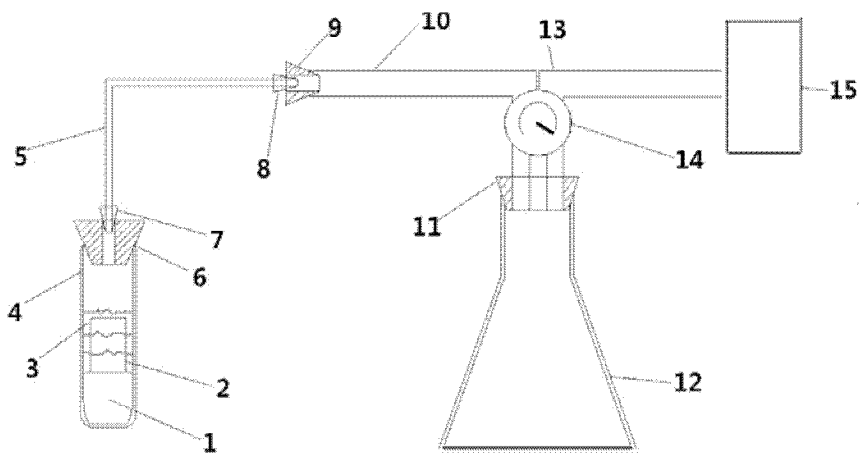


图 1

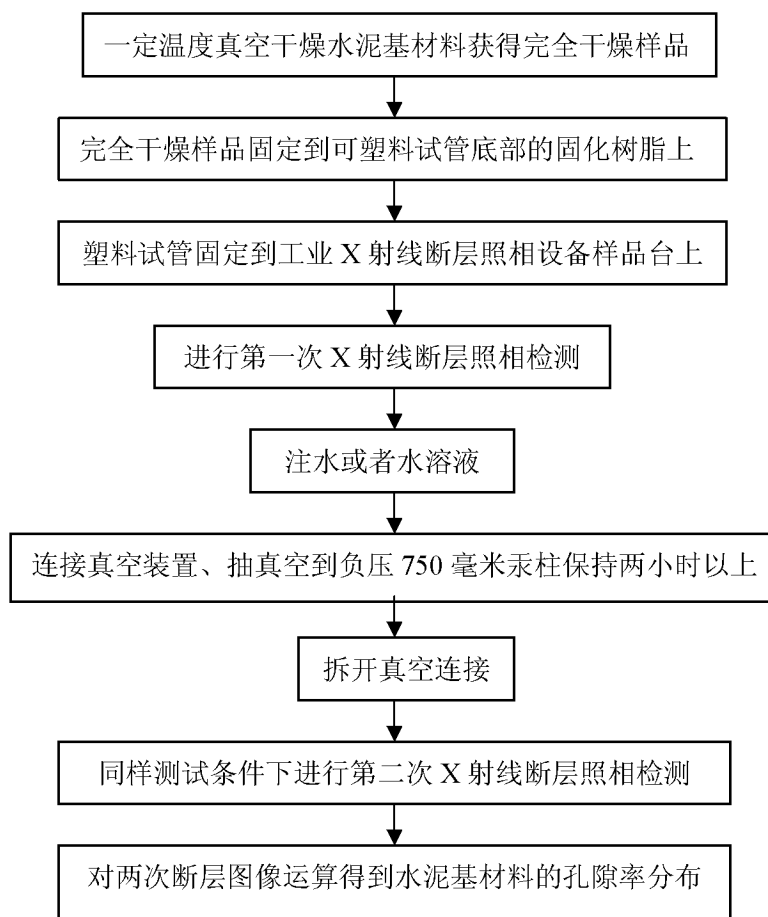


图 2