



(12) 实用新型专利

(10) 授权公告号 CN 204666090 U

(45) 授权公告日 2015. 09. 23

(21) 申请号 201520420269. 5

(22) 申请日 2015. 06. 17

(73) 专利权人 中铁十一局集团第二工程有限公  
司

地址 442000 湖北省十堰市茅箭区白浪中路  
99 号

(72) 发明人 丁杰

(74) 专利代理机构 北京超凡志成知识产权代理  
事务所(普通合伙) 11371

代理人 饶钱

(51) Int. Cl.

G01B 7/16(2006. 01)

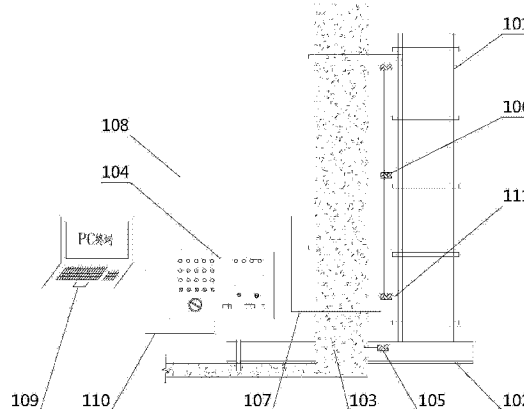
权利要求书1页 说明书6页 附图2页

(54) 实用新型名称

一种适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统

(57) 摘要

本实用新型提供了一种适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,属于建筑施工监测设备领域,包括静态应变仪、应变片以及至少两个压力应变计,应变片设置于悬挑型钢梁靠近混凝土墙板的位置,至少两个压力应变计从上至下依次间隔设置于混凝土墙板与悬挑脚手架之间,压力应变计的两端分别与混凝土墙板和悬挑脚手架连接,应变片通过应变片导线与静态应变仪连接,至少两个压力应变计依次连接且与静态应变仪通过应变计导线连接。本实用新型提供的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统能够通过实时监测悬挑脚手架的横向受力状态,来对整个悬挑脚手架的空间受力状态及稳定性作长期监测,提高了施工的安全性。



1. 一种适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,用于监测安装在悬挑型钢梁上的悬挑脚手架的应变以及受力状态,所述悬挑型钢梁安装在混凝土墙板上,其特征在于,包括静态应变仪、应变片以及至少两个压力应变计,所述应变片设置于悬挑型钢梁靠近混凝土墙板的位置,所述至少两个压力应变计从上至下依次间隔设置于混凝土墙板与悬挑脚手架之间,所述压力应变计的两端分别与混凝土墙板和悬挑脚手架连接,所述应变片通过应变片导线与所述静态应变仪连接,所述至少两个压力应变计依次连接且与所述静态应变仪通过应变计导线连接。

2. 根据权利要求1所述的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,其特征在于,所述悬挑型钢梁为工字钢,所述应变片设置于悬挑型钢梁的上翼缘的底部。

3. 根据权利要求1所述的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,其特征在于,所述压力应变计为2-16个,且从上至下依次均匀间隔设置。

4. 根据权利要求3所述的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,其特征在于,所述压力应变计为3个,分别设置于对应于混凝土墙板的上部、中部以及下部的位罝。

5. 根据权利要求1所述的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,其特征在于,所述压力应变计和所述应变片设置于所述悬挑脚手架的同一纵断面上,并形成—个监测单元。

6. 根据权利要求5所述的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,其特征在于,所述监测单元为多个,分别设置于所述悬挑脚手架的多个纵断面上。

7. 根据权利要求1所述的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,其特征在于,所述悬挑脚手架通过所述压力应变计与所述混凝土墙板拉结。

8. 根据权利要求1所述的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,其特征在于,还包括PC终端,所述静态应变仪上设置有数据输出接口,所述PC终端通过信号线与所述数据输出接口连接。

9. 根据权利要求1所述的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,其特征在于,还包括报警器,所述报警器与所述静态应变仪连接。

10. 根据权利要求1所述的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,其特征在于,所述压力应变计的两端通过拉杆分别与混凝土墙板和悬挑脚手架连接。

## 一种适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统

### 技术领域

[0001] 本实用新型涉及建筑施工监测设备领域,具体而言,涉及一种适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统。

### 背景技术

[0002] 随着城市建设的大幅增速,大量高层建筑的出现对建筑施工技术方面出现了新的挑战,高层施工中的外架施工技术也在逐步发展和改良中,从悬挑架到整体提升架,施工效率得到了明显的改善。目前,对于高层悬挑外架的施工,主要从前期安全验算和评估来确定支架的受力稳定性,比较先进的做法也只是对整体支架进行空间受力和变形分析,近似模拟支架在施工时的应变状态,同时在搭设、使用中对支架的做定期的三维坐标检测。

[0003] 由于搭设支架的材料多为易压弯的构件,节点部位也基本为绞节点,常用的三维坐标监测技术难以反映出悬挑支架在实际受力状态下的准确形变,尤其有风雨恶劣天气下时更难掌握实际数据,同时,大量的布设检测点给现场的实际测量和数据处理带来了极大的困难。

[0004] 而实际上,我国目前每年因支架坍塌造成事故在工程建设事故中一直占有较高的比例,其中很大一部分原因是缺少对支架在使用时的应变变形监测,错失了支架从受力、应变达到临界状态到失稳坍塌的宝贵的加固和撤离时间,造成了重大的经济损失和人员伤亡。

### 实用新型内容

[0005] 本实用新型提供了一种适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,旨在改善上述问题。

[0006] 本实用新型是这样实现的:

[0007] 一种适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,用于监测安装在悬挑型钢梁上的悬挑脚手架的应变以及受力状态,所述悬挑型钢梁安装在混凝土墙板上,包括静态应变仪、应变片以及至少两个压力应变计,所述应变片设置于悬挑型钢梁靠近混凝土墙板的位置,所述至少两个压力应变计从上至下依次间隔设置于混凝土墙板与悬挑脚手架之间,所述压力应变计的两端分别与混凝土墙板和悬挑脚手架连接,所述应变片通过应变片导线与所述静态应变仪连接,所述至少两个压力应变计依次连接且与所述静态应变仪通过应变计导线连接。

[0008] 进一步地,所述悬挑型钢梁为工字钢,所述应变片设置于悬挑型钢梁的上翼缘的底部。

[0009] 由于竖向受荷在悬挑型钢梁靠近混凝土墙板的位置产生了较大的弯矩,致使悬挑型钢梁的上翼缘产生横向的应变,将应变片设置于悬挑型钢梁的上翼缘的底部,能够更好地检测此处的应力及应变状态,从而更好地监测整个悬挑脚手架竖向受力状态。

[0010] 进一步地,所述压力应变计为 2-16 个,且从上至下依次均匀间隔设置。

[0011] 通过设置 2-16 个压力应变计,使监测点增多,能够对多个部位同时进行监测和实时分析,更加准确地反映出悬挑脚手架的应变以及受力状态。

[0012] 进一步地,所述压力应变计为 3 个,分别设置于对应于混凝土墙板的上部、中部以及下部的位置。

[0013] 采用 3 个压力应变计,能够达到精确监测的目的,同时节约了成本。

[0014] 进一步地,所述压力应变计和所述应变片设置于所述悬挑脚手架的同一纵断面上,并形成一监测单元。

[0015] 将压力应变计和应变片设置于同一纵断面,能够更加精确的反映出悬挑脚手架的应变以及受力状态。

[0016] 进一步地,所述监测单元为多个,分别设置于所述悬挑脚手架的多个纵断面上。

[0017] 在多个纵断面上分别设置监测单元,并且布设越密集,反映出悬挑脚手架的空间受力越完整,对监测越有利。

[0018] 进一步地,所述悬挑脚手架通过所述压力应变计与所述混凝土墙板拉结。

[0019] 采用拉结,能够更好地将悬挑脚手架和混凝土墙板连接,并且在悬挑脚手架受力产生应变时,能够更好地将力传递给压力应变计,提高监测的效果。

[0020] 进一步地,还包括 PC 终端,所述静态应变仪上设置有数据输出接口,所述 PC 终端通过信号线与所述数据输出接口连接。

[0021] 静态应变仪得到的监测数据通过信号线传输至 PC 终端,通过 PC 终端对静态应变仪的监测,能够实时看到各应力随时间变化的波形,便于用户对监测数据进行监测分析。

[0022] 进一步地,还包括报警器,所述报警器与所述静态应变仪连接。当静态应变仪的监测结果反映出悬挑脚手架有较大的倾覆危险时,信号传递给报警器进行报警,从而能够进行安全预警。

[0023] 进一步地,所述压力应变计的两端通过拉杆分别与混凝土墙板和悬挑脚手架连接。通过设置拉杆,能够很好地传递力,以便压力应变计监测悬挑脚手架的受力情况。

[0024] 本实用新型的有益效果是:本实用新型通过上述设计得到的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,在施工中,悬挑脚手架处于受力状态时,悬挑脚手架上设置的至少两个压力应变计在受到空间各种作用力的情况下时,其横向受力导致压力应变计上的电阻发生变化。同时,由于竖向受荷在悬挑型钢梁靠近混凝土墙板的位置产生了较大的弯矩,致使悬挑型钢梁产生横向的应变,在此处设置应变片,通过应变片产生的电阻变化,可以检测此处的应力及应变状态,从而达到监测整个悬挑脚手架竖向受力状态的目的。

[0025] 因此,本实用新型提供的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统能够通过实时监测悬挑脚手架的横向受力状态,来对整个悬挑脚手架的空间受力状态及稳定性作长期监测,一旦监测到悬挑脚手架发生险情,可及时采取应对措施,提高了施工的安全性。

## 附图说明

[0026] 为了更清楚地说明本实用新型实施例的技术方案,下面将对实施例中所需要使用的附图作简单地介绍,应当理解,以下附图仅示出了本实用新型的某些实施例,因此不应被看作是对范围的限定,对于本领域普通技术人员来讲,在不付出创造性劳动的前提下,还可以根据这些附图获得其他相关的附图。

[0027] 图 1 是本实用新型第一实施例提供的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统的结构示意图；

[0028] 图 2 是本实用新型第二实施例提供的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统的结构示意图。

[0029] 图中标记分别为：

[0030] 悬挑脚手架 101；悬挑型钢梁 102；混凝土墙板 103；静态应变仪 104；应变片 105；压力应变计 106；应变片导线 107；应变计导线 108；PC 终端 109；信号线 110；拉杆 111。

### 具体实施方式

[0031] 现有的三维坐标监测技术难以反映出悬挑支架在实际受力状态下的准确形变，尤其有风雨恶劣天气下时更难掌握实际数据，同时，大量的布设检测点给现场的实际测量和数据处理带来了极大的困难。并且无法对支架在使用时的应变变形进行实时监测，错失了支架从受力、应变达到临界状态到失稳坍塌的宝贵的加固和撤离时间，造成了重大的经济损失和人员伤亡。

[0032] 本领域技术人员长期以来一直在寻求一种改善该问题的工具或方法。

[0033] 鉴于此，本实用新型的设计者通过长期的探索和尝试，以及多次的实验和努力，不断的改革创新，设计了一种适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统，能够通过实时监测悬挑脚手架 101 的横向受力状态，来对整个悬挑脚手架 101 的空间受力状态及稳定性作长期监测，提高了施工的安全性。

[0034] 为使本实用新型实施例的目的、技术方案和优点更加清楚，下面将结合本实用新型实施例中的附图，对本实用新型实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例是本实用新型一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本实用新型中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本实用新型保护的范围。因此，以下对在附图中提供的本实用新型的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本实用新型的范围，而是仅仅表示本实用新型的选定实施例。基于本实用新型中的实施例，本领域普通技术人员在没有作出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本实用新型保护的范围。

[0035] 第一实施例

[0036] 请参阅图 1，本实施例提供的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统，用于监测安装在悬挑型钢梁 102 上的悬挑脚手架 101 的应变以及受力状态，悬挑型钢梁 102 安装在混凝土墙板 103 上，具体而言，悬挑型钢梁 102 的一端伸出混凝土墙板 103，悬挑脚手架 101 安装于该端，而悬挑型钢梁 102 未伸出混凝土墙板 103 的一端通过型钢梁后锚环固定于混凝土结构楼板上。

[0037] 该适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统包括静态应变仪 104、应变片 105 以及至少两个压力应变计 106，应变片 105 设置于悬挑型钢梁 102 靠近混凝土墙板 103 的位置，即悬挑型钢梁 102 伸出混凝土墙板 103 的部分且靠近混凝土墙板 103 的位置。至少两个压力应变计 106 从上至下依次间隔设置于混凝土墙板 103 与悬挑脚手架 101 之间，压力应变计 106 的两端分别与混凝土墙板 103 和悬挑脚手架 101 连接，应变片 105 通过应变片导线 107 与静态应变仪 104 连接，至少两个压力应变计 106 依次连接且与静态应变仪 104 通过应

变计导线 108 连接。压力应变计为现有装置,通过受力时产生的电阻变化,来反映结构应变以及受力状态。

[0038] 在施工中,悬挑脚手架 101 处于受力状态时,悬挑脚手架 101 上设置的至少两个压力应变计 106 在受到空间各种作用力的情况下时,其横向受力导致压力应变计 106 上的电阻发生变化。同时,由于竖向受荷在悬挑型钢梁 102 靠近混凝土墙板 103 的位置产生了较大的弯矩,致使悬挑型钢梁 102 产生横向的应变,在此处设置应变片 105,通过应变片 105 产生的电阻变化,可以检测此处的应力及应变状态,从而达到监测整个悬挑脚手架 101 竖向受力状态的目的。

[0039] 因此,本实施例提供的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统能够通过实时监测悬挑脚手架 101 的横向受力状态,来对整个悬挑脚手架 101 的空间受力状态及稳定性作长期监测,一旦监测到悬挑脚手架 101 发生险情,可及时采取应对措施,提高了施工的安全性。

[0040] 第二实施例

[0041] 请参阅图 2,本实施例所提供的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统,其基本结构和原理及产生的技术效果和第一实施例相同,为简要描述,本实施例部分未提及之处,可参考第一实施例中相应内容。

[0042] 本实施例中静态应变仪 104 采用的是 YJ-31 型静态电阻应变仪,仪器的应变测量范围:0 ~ 19999  $\mu\epsilon$ ,分辨力为 1  $\mu\epsilon$  /1 个字,基本误差为小于测量的  $\pm 0.1\%$ ,即  $\pm 2$  个字,静稳定性(零点漂移)4 小时内  $\pm 5 \mu\epsilon$ ,动态稳定性(灵敏度变化)2 小时内不大于测量上限值的  $\pm 0.1\%$ 。

[0043] 悬挑型钢梁 102 为工字钢,应变片 105 设置于悬挑型钢梁 102 的上翼缘的底部。

[0044] 由于竖向受荷在悬挑型钢梁 102 靠近混凝土墙板 103 的位置产生了较大的弯矩,致使悬挑型钢梁 102 的上翼缘产生横向的应变,将应变片 105 设置于悬挑型钢梁 102 的上翼缘的底部,能够更好地检测此处的应力及应变状态,从而更好地监测整个悬挑脚手架 101 竖向受力状态。

[0045] 另外,压力应变计 106 为 2-16 个,且从上至下依次均匀间隔设置。通过设置 2-16 个压力应变计 106,使监测点增多,能够对多个部位同时进行监测和实时分析,更加准确地反映出悬挑脚手架 101 的应变以及受力状态。

[0046] 作为优选,本实施例中压力应变计 106 为 3 个,分别设置于对应于混凝土墙板 103 的上部、中部以及下部的位置。采用 3 个压力应变计 106,能够达到精确监测的目的,同时节约了成本。

[0047] 压力应变计 106 和应变片 105 设置于悬挑脚手架 101 的同一纵断面上,并形成一监测单元。请参阅图 2,纵断面是指与混凝土墙板 103 垂直的竖直面。将压力应变计 106 和应变片 105 设置于同一纵断面,能够更加精确的反映出悬挑脚手架 101 的应变以及受力状态。

[0048] 当然,监测单元还可以为多个,分别设置于悬挑脚手架 101 的多个纵断面上。在多个纵断面上分别设置监测单元,并且布设越密集,反映出悬挑脚手架 101 的空间受力越完整,对监测越有利。本实施例为了方便说明工作原理,采用的是一个检测单元。

[0049] 悬挑脚手架 101 通过压力应变计 106 与混凝土墙板 103 拉结。拉结为一种现有的

连接方式。采用拉结,能够更好地将悬挑脚手架 101 和混凝土墙板 103 连接,并且在悬挑脚手架 101 受力产生应变时,能够更好地将力传递给压力应变计 106,提高监测的效果。

[0050] 作为优选,压力应变计 106 的两端通过拉杆 111 分别与混凝土墙板 103 和悬挑脚手架 101 连接。通过设置拉杆 111,能够很好地传递力,以便压力应变计 106 监测悬挑脚手架 101 的受力情况。

[0051] 该适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统还包括 PC 终端 109,静态应变仪 104 上设置有数据输出接口,PC 终端 109 通过信号线 110 与数据输出接口连接。

[0052] 静态应变仪 104 得到的监测数据通过信号线 110 传输至 PC 终端 109,通过 PC 终端 109 对静态应变仪 104 的监测,能够实时看到各应力随时间变化的波形,便于用户对监测数据进行监测分析。

[0053] 该适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统还包括报警器,报警器与静态应变仪 104 连接。当静态应变仪 104 的监测结果反映出悬挑脚手架 101 有较大的倾覆危险时,信号传递给报警器进行报警,从而能够进行安全预警。

[0054] 本实施例中监测单元为一个,压力应变计 106 为 3 个,应变片 105 为一个,以下具体介绍本实施例提供的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统的监测原理和数据计算方法:

[0055] 在施工中,悬挑脚手架 101 处于受力状态时,由悬挑脚手架 101 上设置的 3 个压力应变计 106 在受到空间各种作用力的情况下时,其横向受力导致的应变计上的电阻发生变化,假定其原始电阻值为  $R_1$ 、 $R_2$ 、 $R_3$ ,在受到横向作用力时,产生的电阻值为  $R_1'$ 、 $R_2'$ 、 $R_3'$ 。同时,由于竖向受荷,在悬挑型钢梁 102 靠近混凝土墙板 103 的位置产生了较大的弯矩,致使悬挑型钢梁 102 的上横梁产生横向的应变,在此处设置应变片 105,可以检测此处的应力及应变状态,从而达到监测整个悬挑脚手架 101 竖向受力状态的目的。同样假定其原始电阻值为  $R_4$ ,在受到竖向作用力时,产生的电阻值为  $R_4'$ 。由各构件产生应变,造成各压力应变计 106、应变片 105 电阻值的变化,分别通过应变计导线 108、应变片导线 107 传递到静态应变仪 104 上,再通过静态应变仪 104 所处理的数据通过信号线 110 传递到 PC 终端 109 上。

[0056] 应变  $\varepsilon$  和电阻变化 ( $\Delta R/R$ ) 存在下面的关系:

$$[0057] \quad \varepsilon = (\Delta R/R)/GF$$

[0058] 其中 GF(Gage factor) 是应变片 105 的特性参数——灵敏度,由应变片 105 生产商提供该参数,一般为 2.0。 $R$  是应变片 105 在未经安装、不受力的情况下,于室温时测定的电阻值,由应变片 105 的生产商提供该参数。

[0059] 通过分析,悬挑脚手架 101 架体部分的压力应变计 106 原始电阻值为  $R_0 = 1/(1/R_1 + 1/R_2 + 1/R_3)$ ,在受力状态下时,  $R_0' = 1/(1/R_1' + 1/R_2' + 1/R_3')$ ,所产生的应力差值为

$$[0060] \quad \varepsilon_1 = ((R_0' - R)/R)/GF$$

[0061] 再由  $\sigma_1 = \kappa \varepsilon_1$ , ( $\kappa$  为应变片 105 的敏感系数) 即可判断两处综合受力状态。通过 PC 终端 109 对静态应变仪 104 的监测,可以实时看到各应力随时间变化的波形。

[0062] 1. 当  $\sigma_1$  不变,悬挑型钢梁 102 上  $\sigma_2$  增大且超过计算应力:悬挑脚手架 101 受荷过大,悬挑型钢梁 102 易产生较大的挠曲,造成悬挑脚手架 101 的架体的失稳;

[0063] 2. 当悬挑脚手架 101 上的  $\sigma_1$  突然增大,  $\sigma_2$  不变, 或空间对称位置的悬挑脚手架 101 应力突然随其增大而减小, 则说明悬挑脚手架 101 的架体有失稳整体倾覆危险;

[0064] 3. 当  $\sigma_1$ 、 $\sigma_2$  同时增大, 且监测波形持续上扬, 说明悬挑脚手架 101 的架体有较大的倾覆危险。

[0065] 因此, 本实施例提供的适用于悬挑脚手架的综合应变监测系统能够通过实时监测悬挑脚手架 101 的横向受力状态, 来对整个悬挑脚手架 101 的空间受力状态及稳定性作长期监测, 使施工更加安全。

[0066] 在本实用新型的描述中, 需要理解的是, 术语“中心”、“纵向”、“横向”、“长度”、“宽度”、“厚度”、“上”、“下”、“前”、“后”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“顶”、“底”“内”、“外”、“顺时针”、“逆时针”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系, 仅是为了便于描述本实用新型和简化描述, 而不是指示或暗示所指的设备或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作, 因此不能理解为对本实用新型的限制。

[0067] 此外, 术语“第一”、“第二”仅用于描述目的, 而不能理解为指示或暗示相对重要性或者隐含指明所指示的技术特征的数量。由此, 限定有“第一”、“第二”的特征可以明示或者隐含地包括一个或者更多个该特征。在本实用新型的描述中, “多个”的含义是两个或两个以上, 除非另有明确具体的限定。

[0068] 在本实用新型中, 除非另有明确的规定和限定, 术语“安装”、“相连”、“连接”、“固定”等术语应做广义理解, 例如, 可以是固定连接, 也可以是可拆卸连接, 或成一体; 可以是机械连接, 也可以是电连接; 可以是直接相连, 也可以通过中间媒介间接相连, 可以是两个元件内部的连通或两个元件的相互作用关系。对于本领域的普通技术人员而言, 可以根据具体情况理解上述术语在本实用新型中的具体含义。

[0069] 在本实用新型中, 除非另有明确的规定和限定, 第一特征在第二特征之“上”或之“下”可以包括第一和第二特征直接接触, 也可以包括第一和第二特征不是直接接触而是通过它们之间的另外的特征接触。而且, 第一特征在第二特征“之上”、“上方”和“上面”包括第一特征在第二特征正上方和斜上方, 或仅仅表示第一特征水平高度高于第二特征。第一特征在第二特征“之下”、“下方”和“下面”包括第一特征在第二特征正下方和斜下方, 或仅仅表示第一特征水平高度小于第二特征。

[0070] 以上所述仅为本实用新型的优选实施例而已, 并不用于限制本实用新型, 对于本领域的技术人员来说, 本实用新型可以有各种更改和变化。凡在本实用新型的精神和原则之内, 所作的任何修改、等同替换、改进等, 均应包含在本实用新型的保护范围之内。



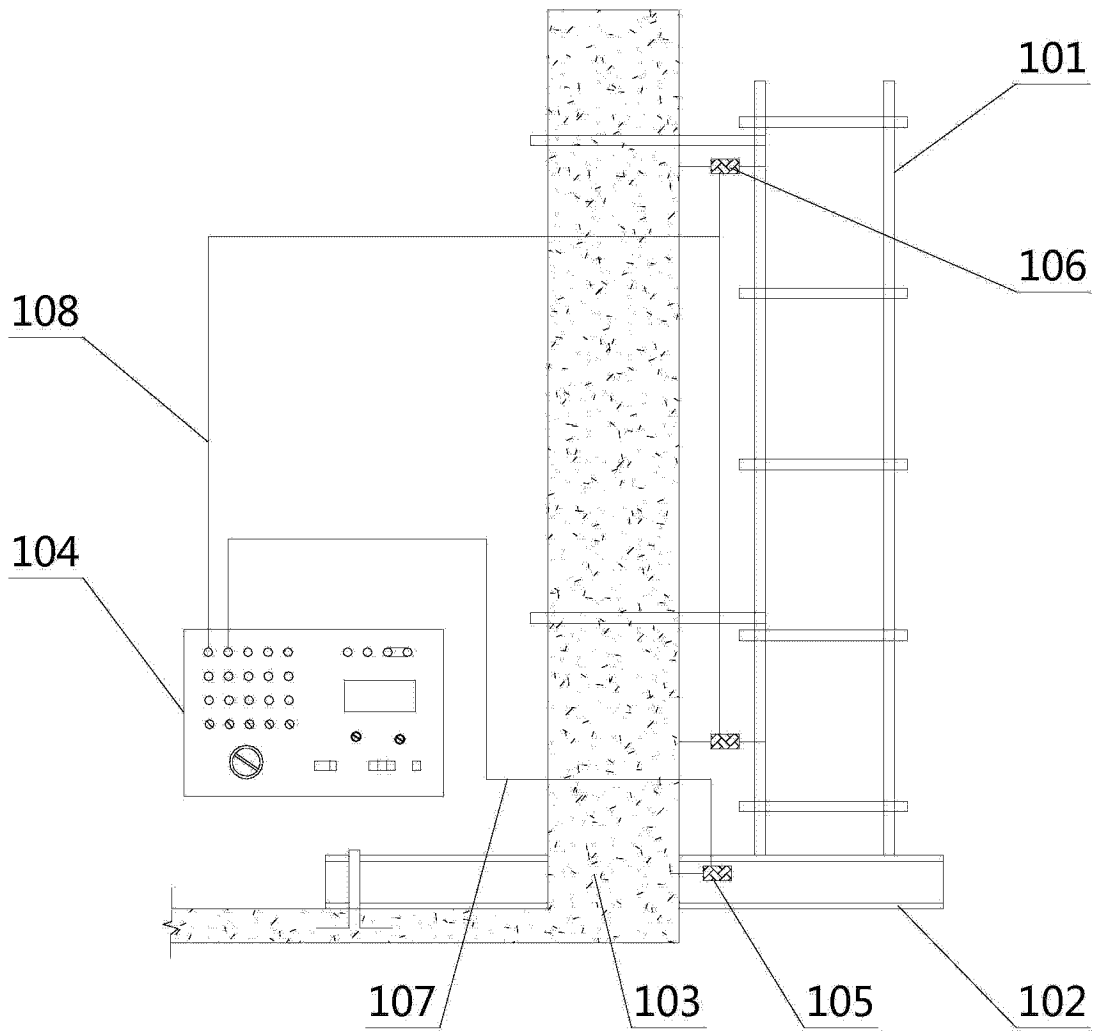


图 1

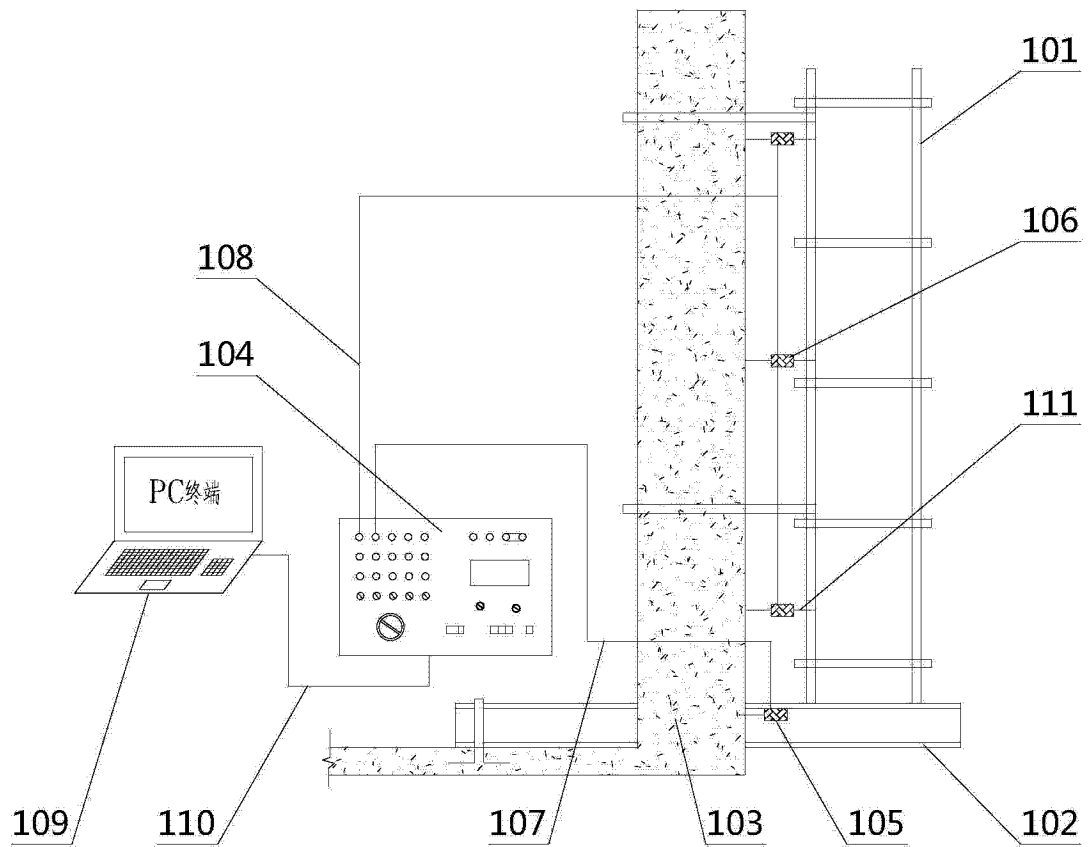


图 2