



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 105386610 A

(43) 申请公布日 2016. 03. 09

(21) 申请号 201510902827. 6

(22) 申请日 2015. 12. 09

(71) 申请人 广州市恒盛建设工程有限公司

地址 510030 广东省广州市广卫路 4 号 9 楼

(72) 发明人 王辉 张海钊 赵倩 张家祺

张文颖 张连录 李慧莹

(74) 专利代理机构 广州三环专利代理有限公司

44202

代理人 王会龙

(51) Int. Cl.

E04G 23/02(2006. 01)

E02D 3/12(2006. 01)

E02D 1/00(2006. 01)

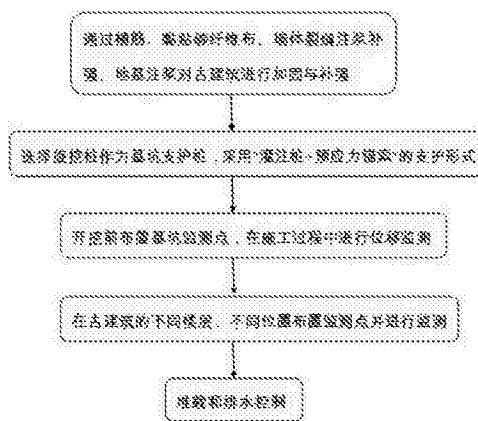
权利要求书2页 说明书8页 附图2页

(54) 发明名称

非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法

(57) 摘要

一种非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法,包括以下步骤:通过植筋、黏贴碳纤维布、地基注浆等对古建筑进行加固与补强;选择旋挖桩作为基坑支护桩,采用“灌注桩+预应力锚索”的支护形式;开挖前布置基坑监测点,在施工过程中进行位移监测;在古建筑的不同楼层、不同位置布置监测点并进行监测;堆载和排水控制。本发明的非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法通过植筋、黏贴碳纤维布、地基注浆等对古建筑结构进行补强加固,并采用灌注桩+预应力锚索的支护方案、施工监测、桩基础方案选型与施工等综合技术对非对称深基坑坑顶的天然基础古建筑进行保护,最大程度保证古建筑的完整及稳定,与新建建筑经济效益之间取得平衡。



1. 非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法, 该基坑为非对称基坑, 南北侧坑顶高差约为 13m, 古建筑位于基坑坑顶的南侧, 在基坑开挖过程中, 为避免对南侧天然地基古建筑的扰动和破坏, 减少南侧坡顶地基沉降, 采用以下步骤对天然地基古建筑进行保护:

一、对古建筑进行加固与补强:

(1) 对古建筑的立柱进行植筋: 将需要植筋部位钢筋的位置大小标在构件上定出每根钢筋的孔径与深度, 按定好的位置用冲击钻钻孔, 在钻孔底注入植筋胶, 插入钢筋后保持钢筋静止至植筋胶固化为止;

(2) 对古建筑的楼板和梁黏贴碳纤维布: 在混凝土基面涂刷胶粘剂, 表面布满碳纤维布粘贴后, 采用刮刀沿碳丝方向刮压碳纤维布表面使粘贴剂渗出碳纤维布, 然后在碳纤维布外表面再涂刷补充胶粘剂, 并采用刮刀沿碳丝方向充分刮压, 排除气泡, 使碳纤维布平直并被胶粘剂充分浸润;

(3) 墙体裂缝注浆补强: 沿裂缝周边切除粉刷层并清理干净, 在裂缝处采用高强环氧化学浆液注浆并灌满缝隙, 待高强环氧化学浆液硬化后对裂缝周边满涂结构胶增加强度, 然后在裂缝凹槽内整铺碳纤维网固定牢固, 重新配置水泥砂浆分层粉刷到位;

(4) 地基注浆加固: 采用压密注浆法工艺对古建筑物地基中局部地段的含砂层进行高压注浆, 提高地基的整体承载力;

二、基坑支护: 选择旋挖桩作为基坑支护桩, 基坑支护在基坑的南、东、西三侧采用“灌注桩+预应力锚索”的支护形式, 止水采用搅拌桩做止水帷幕;

三、基坑监测: 开挖前布置基坑监测点, 在施工过程中进行位移监测, 在基坑东、西两边各布设 2 个基准控制点, 组成基坑监测控制网, 在基坑支护结构桩顶上布设 12 个位移观测点以监测水平位移和垂直位移、在周边地面上布设 5 个观测点以监测地面位移、布设 8 个斜观测点以监测基坑支护桩深层次的水平位移、4 个锚索应力计监测点监测锚索应力和 4 个地下水位观测点监测基坑四周水位变化;

四、古建筑监测: 在古建筑的不同楼层、不同位置布置监测点, 分别对水平位移、垂直位移和裂缝进行监测;

五、堆载和排水控制: 基坑开挖过程中, 严格控制基坑周边地面堆载, 基坑周边 1m 范围内严禁堆载, 1m 到一倍基坑深范围堆载不大于 20kPa; 要保持地面排水系统的完善, 不得让地面水流入基坑。

2. 如权利要求 1 所述的非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法, 其特征在于, 在步骤二中, 选择旋挖桩机进行支护桩施工。

3. 如权利要求 1 所述的非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法, 其特征在于, 所述碳纤维布采用高强度 I 级单向碳纤维织物, 单位面积质量为 300g/m, 厚度为 0.167mm, 抗拉强度标准值不小于 3000N/mm, 采用与碳纤维布配套的胶粘剂粘贴碳纤维布。

4. 如权利要求 3 所述的非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法, 其特征在于, 在步骤一中, 碳纤维布粘贴完毕后, 应在加固构件外表面挂钢丝网水泥砂浆, 砂浆厚度为 25mm。

5. 如权利要求 1 所述的非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法, 其特征在于, 在步骤一中, 所述植筋中心距应不小于 5d, 钻孔直径应取不小于 $d+4\text{mm}$, 钻孔深度不小于

L+15mm, 其中 d 为钢筋直径, L 为钢筋植入深度。

非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及建筑工程设计与施工技术领域,尤其涉及一种非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法。

背景技术

[0002] 在我国城市建设发展中,城市化建设与古建筑保护一直是矛盾的问题,部分古建筑蕴涵着丰富的历史、文化和科技等信息,对于古代的城建历史、社会发展、科学技术和传统文化的研究具有重要价值,对于历史文化名城保护和今后的城市发展亦有重要意义,然而人类在城市建设开发中古建筑经常受到破坏,因此我们要特别重视城市建设对古建筑的保护,协调两者之间的关系。在当前经济快速发展、城市现代化和乡镇城市化建设的过程中,许多本应得到挽救与保护的古建筑,却在城市现代化的建设浪潮中遭到破坏,如何在城市发展的同时,更好得加强古建筑的保护,已成为一个需要认真思考和亟待解决的重要问题。

发明内容

[0003] 基于以上现有技术的不足,本发明所解决的技术问题在于提供一种非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法,通过植筋、黏贴碳纤维布、地基注浆等对古建筑结构进行补强加固,并采用灌注桩+预应力锚索的支护方案、施工监测、堆载和排水控制、桩基础方案选型与施工等综合技术对非对称深基坑坑顶的天然基础古建筑进行保护,最大程度保证古建筑的完整及稳定,与新建建筑经济效益之间取得平衡。

[0004] 为了解决上述技术问题,本发明通过以下技术方案来实现:本发明提供一种非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法,该基坑为非对称基坑,南北侧坑顶高差约为13m,古建筑位于基坑坑顶的南侧,在基坑开挖过程中,为避免对南侧天然地基古建筑的扰动和破坏,减少南侧坡顶地基沉降,采用以下步骤对天然地基古建筑进行保护:

[0005] 一、对古建筑进行加固与补强:

[0006] (1) 对古建筑的立柱进行植筋:将需要植筋部位钢筋的位置大小标在构件上定出每根钢筋的孔径与深度,按定好的位置用冲击钻钻孔,在钻孔底注入植筋胶,插入钢筋后保持钢筋静止至植筋胶固化为止;

[0007] (2) 对古建筑的楼板和梁黏贴碳纤维布:在混凝土基面涂刷胶粘剂,表面布满碳纤维布粘贴后,采用刮刀沿碳丝方向刮压碳纤维布表面使粘贴剂渗出碳纤维布,然后在碳纤维布外表面再涂刷补充胶粘剂,并采用刮刀沿碳丝方向充分刮压,排除气泡,使碳纤维布平直并被胶粘剂充分浸润;

[0008] (3) 墙体裂缝注浆补强:沿裂缝周边切除粉刷层并清理干净,在裂缝处采用高强环氧化学浆液注浆并灌满缝隙,待高强环氧化学浆液硬化后对裂缝周边满涂结构胶增加强度,然后在裂缝凹槽内整铺碳纤维网固定牢固,重新配置水泥砂浆分层粉刷到位;

[0009] (4) 地基注浆加固:采用压密注浆法工艺对古建筑物地基中局部地段的含砂层进

行高压注浆,提高地基的整体承载力;

[0010] 二、基坑支护:选择旋挖桩作为基坑支护桩,基坑支护在基坑的南、东、西三侧采用“灌注桩+预应力锚索”的支护形式,止水采用搅拌桩做止水帷幕;

[0011] 三、基坑监测:开挖前布置基坑监测点,在施工过程中进行位移监测,在基坑东、西两边各布设2个基准控制点,组成基坑监测控制网,在基坑支护结构桩顶上布设12个位移观测点以监测水平位移和垂直位移、在周边地面上布设5个观测点以监测地面位移、布设8个测斜观测点以监测基坑支护桩深层次的水平位移、4个锚索应力计监测点监测锚索应力和4个地下水位观测点监测基坑四周水位变化;

[0012] 四、古建筑监测:在古建筑的不同楼层、不同位置布置监测点,分别对水平位移、垂直位移和裂缝进行监测;

[0013] 五、堆载和排水控制:基坑开挖过程中,严格控制基坑周边地面堆载,基坑周边1m范围内严禁堆载,1m到一倍基坑深范围堆载不大于20kPa;要保持地面排水系统的完善,不得让地面水流入基坑。

[0014] 作为上述技术方案的优选实施方式,本发明实施例提供的非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法进一步包括下列技术特征的部分或全部:

[0015] 作为上述技术方案的改进,在步骤二中,选择旋挖桩机进行支护桩施工。

[0016] 作为上述技术方案的改进,所述碳纤维布采用高强度I级单向碳纤维织物,单位面积质量为300g/m,厚度为0.167mm,抗拉强度标准值不小于3000N/mm,采用与碳纤维布配套的胶粘剂粘贴碳纤维布。

[0017] 作为上述技术方案的改进,在步骤一中,碳纤维布粘贴完毕后,应在加固构件外表面挂钢丝网水泥砂浆,砂浆厚度为25mm。

[0018] 优选地,在步骤一中,所述植筋中心距应不小于5d,钻孔直径应取不小于 $d+4\text{mm}$,钻孔深度不小于 $L+15\text{mm}$,其中d为钢筋直径,L为钢筋植入深度。

[0019] 与现有技术相比,本发明的技术方案具有如下有益效果:本发明的非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法通过古建筑结构补强加固(植筋、黏贴碳纤维布、墙体裂缝注浆补强、地基注浆)、采用灌注桩+预应力锚索的支护方案、施工监测、堆载和排水控制、桩基础方案选型与施工等综合技术措施对非对称深基坑坑顶的天然基础古建筑进行保护,推广此方法有利于全国各地合理利用旧建筑资源,采取适当的功能置换,增强建筑活力与生命力。同时保护古建周边景观环境,古树古木,体现古建筑的历史性、人文性和生态性,更为古建筑的保护提供了成功经验和技术支持,为文化遗产保护做出了贡献。

[0020] 本发明已应用于华南理工大学北校区36号实验楼等工程中,取得了显著的经济效益和社会效益,华南理工大学北校区36号实验楼工程是华南理工大学重点工程,采取了如旋挖桩替代原有设计的冲孔桩的方式,同时加强了古建筑的保护并压缩了工期,按期提前完成,社会效益是巨大不言而喻的。本本发明的非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法独具创新性,技术先进、施工便捷、灵活性大、安全可靠、质量优良、成本低廉、应用范围广、适用性强,符合国家现行政策和发展方向,推广前景光明,促进本行业技术进步和提高企业技术水平的提高意义深远。

[0021] 上述说明仅是本发明技术方案的概述,为了能够更清楚了解本发明的技术手段,而可依照说明书的内容予以实施,并且为了让本发明的上述和其他目的、特征和优点能够

更明显易懂,以下结合优选实施例,并配合附图,详细说明如下。

附图说明

[0022] 为了更清楚地说明本发明实施例的技术方案,下面将对实施例的附图作简单地介绍。

[0023] 图 1 是本发明优选实施例的非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法的流程图。

[0024] 图 2 是本发明优选实施例的古建筑与基坑支护的平面图。

[0025] 图 3 是本发明优选实施例的古建筑基坑支护的剖面图。

[0026] 图 4 是本发明优选实施例的非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法中的黏贴碳纤维布加固的示意图。

具体实施方式

[0027] 下面结合附图详细说明本发明的具体实施方式,其作为本说明书的一部分,通过实施例来说明本发明的原理,本发明的其他方面、特征及其优点通过该详细说明将会变得一目了然。在所参照的附图中,不同的图中相同或相似的部件使用相同的附图标号来表示。

[0028] 实施例

[0029] 本发明的实施例位于华南理工大学北校区 36 号实验楼工程拟建场地,为剥蚀残丘地貌单元,场地不平坦,呈南高北低。北侧和南侧为 2 号楼的旧楼房,东西两侧为车辆通行道路。南侧旧楼高 4 层,首层平面相对标高为 -4.6m,北侧旧楼高 4 层,首层平面相对标高约为 -12.0m。如图 2 所示,基坑呈长方形并为非对称基坑,南北侧坑顶高差约 13m,土压力极不平衡。该基坑坑顶的南侧旧楼建造于二十世纪五十年代,采用天然地基,该古建文物建筑价值和文物价值极高,但因年代久远和自然、人为等因素,现已出现一定程度的外墙开裂、台基破损和地面沉降等问题。

[0030] 在基坑开挖过程中,为避免对南侧天然地基古建筑的扰动和破坏,减少南侧坡顶地基沉降,采用本发明的非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法,有步骤、有计划的对古建筑进行保护和维修。

[0031] 具体地,如图 1 至图 4,本发明的非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法,采用以下步骤对天然地基古建筑进行保护:

[0032] 一、对古建筑进行加固与补强:

[0033] (1) 对古建筑的立柱进行植筋:将需要植筋部位钢筋的位置大小标在构件上定出每根钢筋的孔径与深度,按定好的位置用冲击钻钻孔,在钻孔底注入植筋胶,插入钢筋后保持钢筋静止至植筋胶固化为止。根据设计要求,将需要植筋部位钢筋的位置大小标在构件上定出每根钢筋的孔径与深度,按定好的位置用冲击钻钻好孔(尽量避开原结构钢筋,尽量减少原结构损伤)。用钢刷或硬质尼龙刷清壁,然后用吹风机将孔内灰尘吹出,如此反复三次清孔。采用专用胶枪,将胶枪注射管伸入孔底开始注胶,边注边提升,注胶量应以插钢筋后有少许溢出为准,一般为孔深 2/3 将要植筋的钢筋(长度一般不超过二米)的插入部份用钢刷刷干净后慢慢地旋转插入孔内,应一次插入,必要时用锤子敲击进入。插入钢筋后应保持钢筋静止至植筋胶固化为止,在适当位置设置警示板,防止粘胶在固化前受到碰

撞或移动。本发明的植筋中心距应不小于 5d, 钻孔直径应取不小于 $d+4\text{mm}$, 钻孔深度不小于 $L+15\text{mm}$, 其中 d 为钢筋直径, L 为钢筋植入深度。

[0034] 本工程植筋其钻孔要求及有关数据如下：

[0035]

钢筋级别	钢筋直径 mm	钻孔直径 mm	锚固深度 mm	设计抗拉力 KN	锚固结合力 KN
II	10	14	≥ 150	16.5	18.5
II	12	16	≥ 180	23.7	26.5
II	14	18	≥ 210	46.2	51.5
II	16	20	≥ 240	60.3	67.3
II	18	22	≥ 270	76.3	85.2
II	20	25	≥ 300	94.2	105.2
II	22	28	≥ 330	113.9	127.
II	25	32	≥ 375	147.2	164.4
II	28	35	≥ 420	184.6	206.1

[0036] (2) 对古建筑的楼板和梁黏贴碳纤维布：黏贴碳纤维布增加结构抗剪承载力, 在混凝土基面涂刷胶粘剂, 要求表面布满碳纤维布粘贴后, 采用刮刀沿碳丝方向刮压碳纤维布表面使粘贴剂渗出碳纤维布, 然后在碳纤维布外表面再涂刷补充胶粘剂, 并采用刮刀沿碳丝方向充分刮压, 排除气泡, 使碳纤维布平直并被胶粘剂充分浸润。本发明的碳纤维布采用高强度 I 级单向碳纤维织物, 单位面积质量为 300g/m^2 , 厚度为 0.167mm , 抗拉强度标准值不小于 3000N/mm^2 , 采用与碳纤维布配套的胶粘剂粘贴碳纤维布, 如图 4 所示, 碳纤维布粘贴完毕后, 应在加固构件外表面挂钢丝网水泥砂浆, 砂浆厚度为 25mm 。

[0037] 本工程碳纤维布粘贴加固按设计图纸要求具体数据如下：

[0038]

强度等级	纤维单位面积质量 (g/m^2)	密度 (g/m^3)	单位宽度的截面面积 (mm^2/m)	计算厚度 mm	抗拉强度标准值 (N/mm^2)
高强 I 级	300	1.8×10^3	167	0.167	3000

[0039] (3) 墙体裂缝注浆补强：采用高强环氧化学浆液, 对古建筑的墙体裂缝进行封堵和加固, 以提高墙体的强度。首先沿裂缝周边切除粉刷层并清理干净, 在裂缝处采用高强环氧化学浆液注浆并灌满缝隙, 待高强环氧化学浆液硬化后对裂缝周边满涂结构胶增加强

度,然后在裂缝凹槽内整铺碳纤维网固定牢固,重新配置水泥砂浆分层粉刷到位。

[0040] (4) 地基注浆加固:采用压密注浆法工艺对古建筑物地基中局部地段的含砂层进行高压注浆,以提高地基的整体承载力。根据业主提供的建筑物轴线测量放孔,施工单位进行复核验收。沉管前,管口与压浆泵连接采用高压胶管连接,用振动沉管器在预先埋设好孔位中,将带活络堵头的压浆管振动至设计标高。按照设计浆液配合比,制备浆液待用。在压浆管上装好球阀,球阀呈工作状态,然后将注浆管预拔,再开启浆压泵进行吸收、输浆。通过高压管将浆液压入注浆管内,此时应配合调节注浆压力、流量,以便浆液顺利压入土体内。在每一压浆段内灌入一定预估的浆量后,应停止压浆,关闭球阀。接着压其它注浆点,待其浆液稳定后,再把注浆管提起。再压浆,稳定,拔管至设计标高。压浆时应注意是否冒浆,一旦发现冒浆,应立即停止压浆,待稳定一下,水泥浆初凝后方可再次压浆。每一单孔灌浆后,应将注浆管先提起,稍待片刻后再压浆。最后拔管前,应在注浆的同时,关闭注浆管上球管阀,然后拔出注浆管。

[0041] 二、基坑支护:根据现场周边环境条件和工程地质条件,基坑支护在南、东、西三侧采用“灌注桩+预应力锚索”的支护形式,止水采用搅拌桩做止水帷幕,以尽量降低基坑开挖对古建筑物的影响。如图3所示,为本发明的古建筑基坑支护的剖面图。

[0042] 除了只用作挡土作用的灌注桩外,在角部增加除了具有挡土作用外还有承受竖向承载力作用的灌注桩,桩端持力层为强风化岩层。

[0043] 综合考虑对古建筑、周边环境的保护、工程安全质量及工期,比较冲孔灌注桩施工和旋挖桩施工方案,本发明采用振动力较小的旋挖桩进行基坑支护桩的施工。

[0044] 采用旋挖桩支护成本费用:

[0045]

序号	部位	项目	总计费用
1	旋挖桩	台班及人工费用	300 元/m ³
2		柴油用量	3.2×7.57 元/升=24.22 元/m ³
		工程量	1294m ³

[0046]

		小计	294×300+1294×24.22=41954 0.68 元
--	--	----	------------------------------------

[0047] 采用冲孔桩支护成本费用:

[0048]

序号	部位	项目	总计费用
1	冲孔桩	台班及人工费用	450 元/m ³
2		用电量	6×0.96 元/度=79.12 元/m ³
		工程量	1294m ³
		小计	1294×450+1294×79.12=68468 1.28 元

[0049] 从表里数据分析可得采用旋挖桩比冲孔桩节省 265140.6 元,并且冲孔桩容易造成邻近古建筑产生维修费用,从经济效益及以古建筑保护的层面上,邻近新建建筑宜采用旋挖桩支护形式。

[0050] 旋挖桩支护和冲孔桩支护的优缺点对比：

[0051]

	冲孔桩	旋挖桩
优	1、适用软土、沙砾石、漂	1、适用地层广泛。
缺	卵石和基岩等多种地层。	2、噪声小。
点	2、深度可达 50M 以上。	3、无需提供动力电源。
对	3、施工工期长，投入大。	4、施工速度快。
比	4、对环境保护较差，工作	5、前期投入比较大，施工过程短

[0052]

	<p>时产生较大的冲击和振动，影响周边环境。</p> <p>5、需增加设施配套使用。</p>	<p>期投入增加。</p> <p>6、对场地要求比较严格。</p> <p>7、孔壁护壁差。</p> <p>8、软土中孔内容易产生负压，岩石泥浆沉积不利于成槽施工。</p>
最终选择		选择旋挖桩

[0053] 三、基坑监测：按工程监测要求，开挖前布置基坑监测点，在施工过程中进行位移监测。基坑开挖过程中要注意土层变化，做好监测工作。根据现场实际情况，将在基坑东、西两边各布设 2 个基准控制点，已组成基坑监测控制网。同时，根据相关规范和要求，在基坑支护结构桩顶上布设 12 个位移观测点以监测水平位移和垂直位移、在周边地面上布设 5 个观测点以监测地面位移、布设 8 个测斜观测点以监测基坑支护桩深层次的水平位移、4 个锚索应力计监测点监测锚索应力和 4 个地下水位观测点监测基坑四周水位变化。

[0054] 四、古建筑监测：在古建筑的不同楼层、不同位置布置监测点，分别对水平位移、垂直位移和裂缝进行监测。

[0055] 五、堆载和排水控制：基坑开挖过程中，严格控制基坑周边地面堆载，基坑周边 1m 范围内严禁堆载，1m 到一倍基坑深范围堆载不大于 20kPa；要保持地面排水系统的完善，不得让地面水流入基坑。基坑顶、基坑底排水沟尺寸为 300mm×360mm，纵向坡度 1% 流入集水井。基坑开挖到设计深度后，要做好基坑底面的排水沟、集水井，集水井内的积水要及时排除。基坑开挖完成后，立即进行地下工程施工。建筑结构外墙施工完毕后应尽快回填。

[0056] 具体的，为避免和减少对坑顶古建筑的扰动，综合考虑各种因素，我司选用液压静力压桩机进行桩基础施工。静压桩优点在于完全避免了锤击打桩所产生的振动、噪音和污染，因此施工时具有对桩无破坏、施工无噪音、无振动、无冲击力、无污染等，确保对周边环境建筑的保护。

[0057] 上述实施例揭示的非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法通过古建筑结构补强加固（植筋、黏贴碳纤维布、墙体裂缝注浆补强、地基注浆）、采用灌注桩+预应力锚索的支护方案、施工监测、堆载和排水控制、桩基础方案选型与施工等综合技术措施对非对称深基坑坑顶的天然基础古建筑进行保护，推广此方法有利于全国各地合理利用旧建筑资源，采取适当的功能置换，增强建筑活力与生命力。同时保护古建周边景观环境，古树古木，体现古建筑的历史性、人文性和生态性，更为古建筑的保护提供了成功经验和技术支持，为文化遗产保护做出了贡献。

[0058] 本发明已应用于华南理工大学北校区 36 号实验楼等工程中，取得了显著的经济效益和社会效益，华南理工大学北校区 36 号实验楼工程是华南理工大学重点工程，采取了

如旋挖桩替代原有设计的冲孔桩的方式,同时加强了古建筑的保护并压缩了工期,按期提前完成,社会效益是巨大不言而喻的。本本发明的非对称深基坑坑顶天然地基古建筑保护施工方法独具创新性,技术先进、施工便捷、灵活性大、安全可靠、质量优良、成本低廉、应用范围广、适用性强,符合国家现行政策和发展方向,推广前景光明,促进本行业技术进步和提高企业技术水平的提高意义深远。

[0059] 以上所述是本发明的优选实施方式而已,当然不能以此来限定本发明之权利范围,应当指出,对于本技术领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以做出若干改进和变动,这些改进和变动也视为本发明的保护范围。

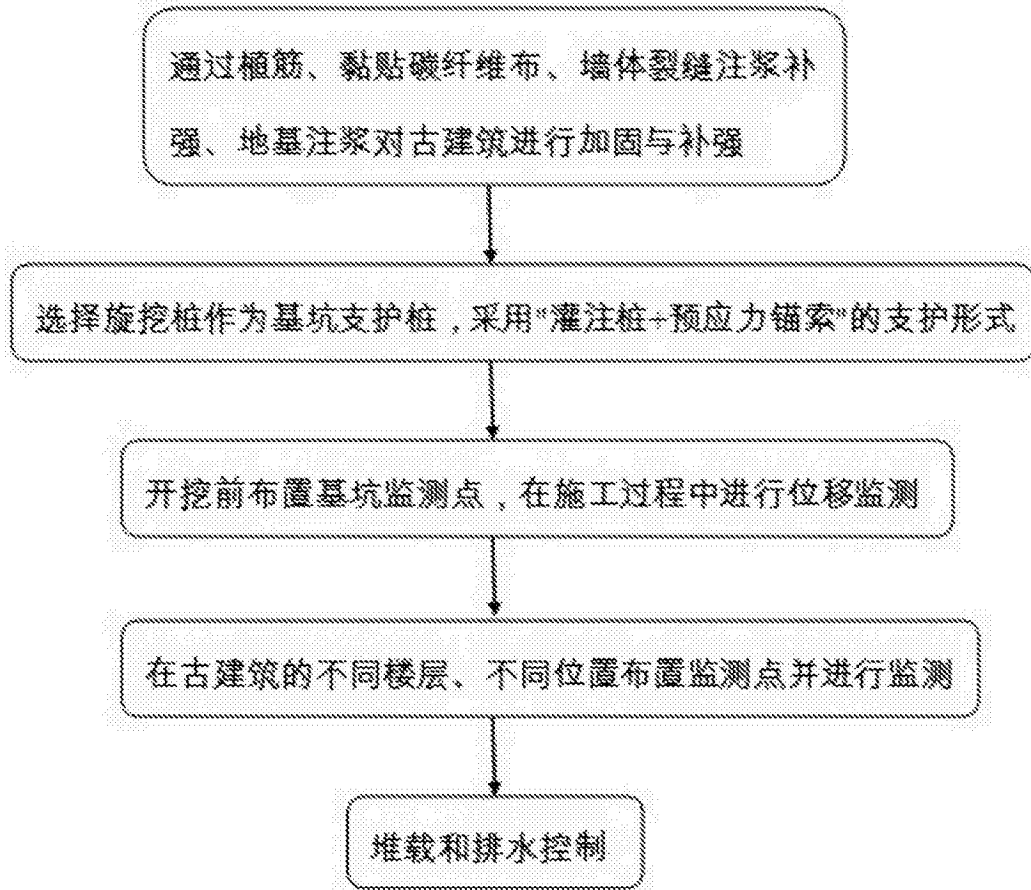


图 1

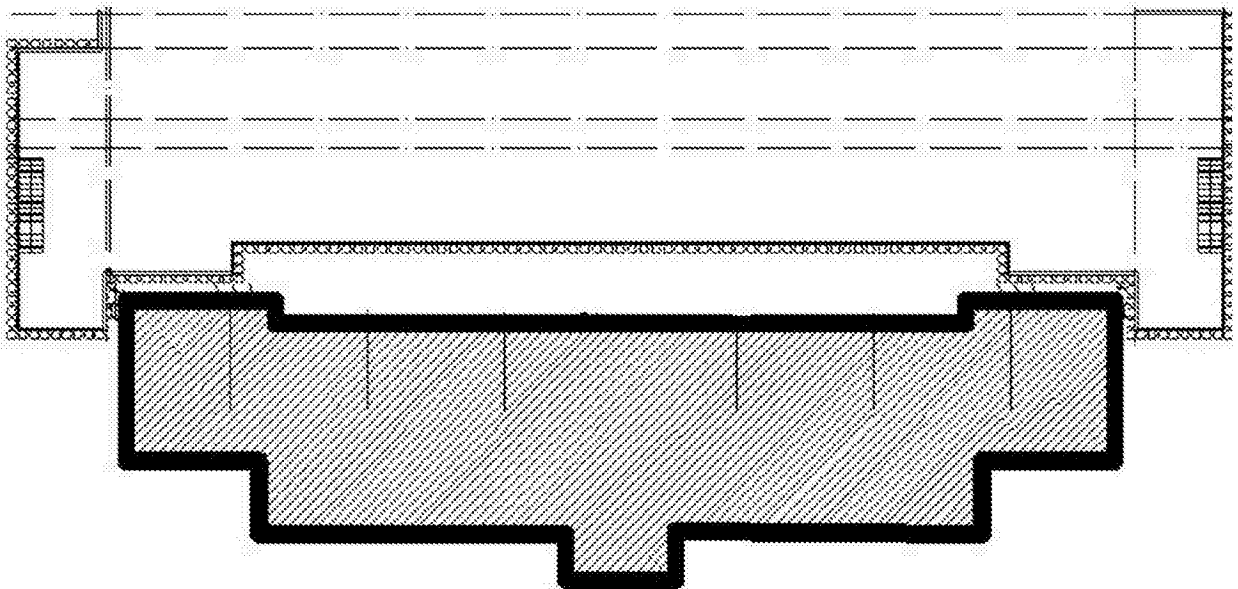


图 2

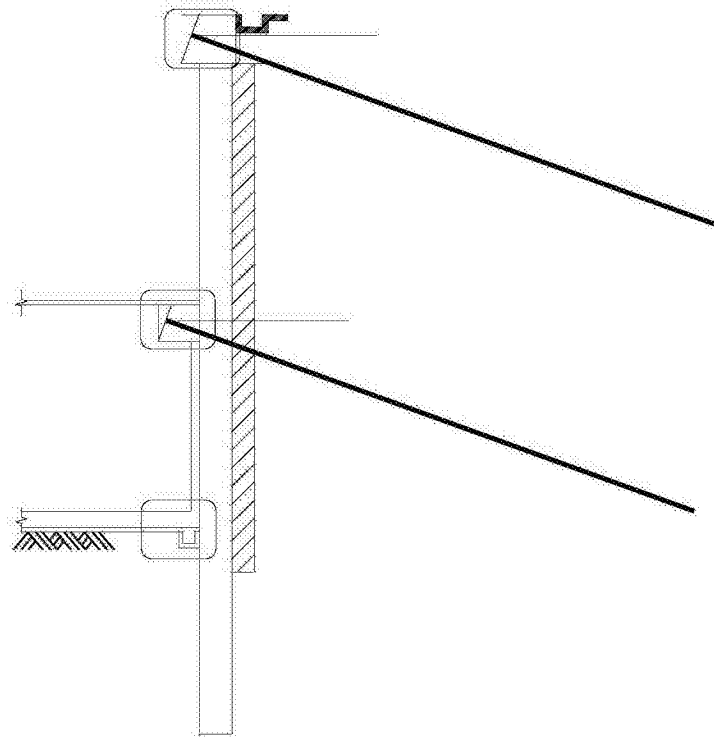


图 3

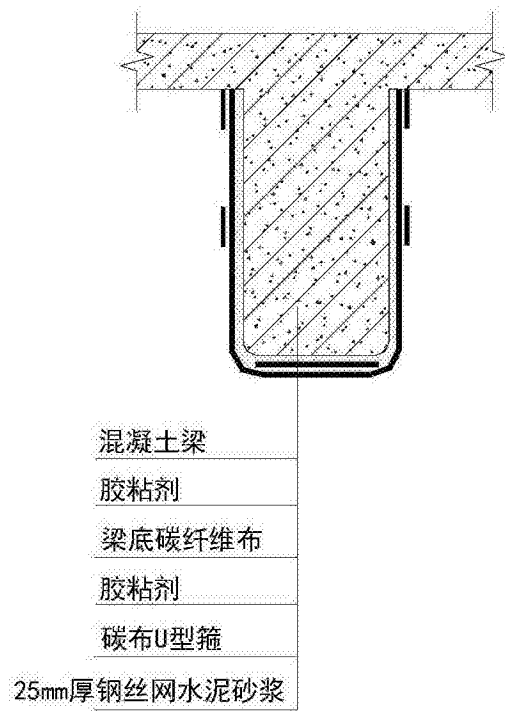


图 4