



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 115573403 A

(43) 申请公布日 2023. 01. 06

(21) 申请号 202211345088.1

(51) Int. Cl.

(22) 申请日 2022.10.31

E02D 33/00 (2006.01)

(71) 申请人 安徽省交通规划设计研究总院股份有限公司

地址 230088 安徽省合肥市高新区香樟大道180号

申请人 公路交通节能与环保技术及装备交通运输行业研发中心

(72) 发明人 吴磊磊 张志峰 王胜斌 陈修和
吴志刚 唐国喜 胡胜来 赵宇
赵华宏 李昊煜 温广军 陈星
石川

(74) 专利代理机构 合肥中博知信知识产权代理有限公司 34142

专利代理师 杨来宝

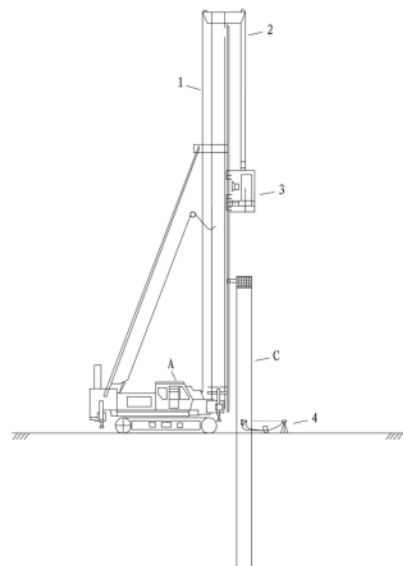
权利要求书2页 说明书9页 附图8页

(54) 发明名称

一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备及其测试方法

(57) 摘要

本发明公开了一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备及其测试方法,包括导向系统、卷扬系统、落锤系统、数据采集系统;导向系统包括导向架、导轨;落锤系统包括落锤、锤垫;落锤的重量为管桩单桩极限承载力的5%至15%;数据采集系统包括力传感器、加速度传感器、位移传感器、数据终端,测试方法包括,安装各组成部分,提升落锤并释放,落锤自由下落与锤垫接触,对桩顶施加冲击力并反弹,在落锤与锤垫接触到脱离的期间,通过数据采集系统记录桩顶的力、加速度和位移及其随时间的变化,并通过数据分析得到管桩的单桩极限承载力。本发明为桩板式结构管桩的承载力验收检测提供了一种适用、快速、准确的方法。



1. 一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备,其特征在于,包括导向系统(1)、卷扬系统(2)、落锤系统(3)以及数据采集系统(4);

所述的导向系统(1)包括导向架(11)、导轨(12),导向架(11)固定安装于打桩机(A)或采用起重机(B)悬吊;导轨(12)固接于导向架(11)纵向的一个外侧面;

所述的卷扬系统(2)包括钢丝绳(21);

所述的落锤系统(3)包括落锤(31)和锤垫(32);

所述的落锤(31)的侧面卡接于导轨(12)上,使落锤(31)仅可沿导轨(12)纵向自由活动,落锤(31)的顶面设有吊环33,吊环连接于钢丝绳(21)的末端;

所述的落锤(31)的重量为管桩(C)单桩极限承载力的5%至15%;

所述的锤垫(32)侧面卡接于导轨(12)上,并可通过多层叠加的方式调整锤垫(32)的总体刚度,锤垫(32)的设置使得锤击力脉冲作用于桩顶的持续时间为50ms至300ms,并且不小于峰值锤击力50%的荷载作用于管桩桩顶的持续时间为20ms至100ms。

所述的数据采集系统(4)包括力传感器(41)、加速度传感器(42)、位移传感器(43)、数据终端(44),所述的力传感器(41)、加速度传感器(42)、位移传感器(43)与数据终端(44)通过导线或无线传输方式连接;

所述的加速度传感器(42)设置于地面以上0m至2m的管桩(C)外表面;

所述的力传感器(41)采用应力传感器或应变传感器,应力传感器设置于管桩顶面和锤垫之间,应变传感器设置于地面以上0m至2m的管桩(C)外表面;

所述的位移传感器(43)采用激光位移传感器,激光位移传感器架设于待检测管桩(C)附近的地面处,且激光发射端对准待检测的管桩(C)。

2. 根据权利要求1所述的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备,其特征在于,所述的落锤(31)为打桩用柴油锤或整体铸造的金属锤。

3. 根据权利要求1所述的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备,其特征在于,所述的锤垫(32)为橡胶材质,锤垫(32)的上下端面均固定设有钢板。

4. 根据权利要求1所述的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备,其特征在于,所述的力传感器(41)、加速度传感器(42)分别沿桩身对称布置两个。

5. 一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的测试方法,其特征在于,包括如下步骤:

1) 平整、压实待检测管桩(C)周围的地面;

2) 准备好满足要求的导向系统(1)、卷扬系统(2)、落锤系统(3),运输至现场进行安装;

3) 安装时,竖起导向架(11)与导轨(12),在导轨(12)上卡接安装锤垫(32);

4) 将落锤(31)与卷扬系统(2)的钢丝绳(21)连接后吊起,并将落锤(31)卡接在锤垫(32)上方的导轨(12)上;

5) 在管桩(C)桩身及其附近安装数据采集系统(4);

6) 移动导向架(11)至待检测管桩(C)桩位旁,调整设备位置,将锤垫(32)置于距离地面3m至8m高度的桩顶处,使锤垫(32)底部与桩顶紧密接触;

7) 使落锤(31)、锤垫(32)中轴线与管桩中轴线在一条竖直线上,同时检测导向架(11)及导轨(12)的垂直度,垂直度偏差应不大于0.2度,超过该限值时进行调整,直至满足要求;

8) 初步确定落锤(31)的提升高度,该高度一般为1.0米至2.5米,通过卷扬系统(2)提升

落锤(31)至该高度后,释放落锤(31);

9) 落锤(31)下落至与锤垫(32)接触,对桩顶施加冲击力,并反弹,在落锤(31)与锤垫(32)接触至与锤垫(32)脱离的期间,通过数据采集系统(4)记录桩身测点的力、加速度和位移,以及力、加速度及位移随时间的变化;

10) 将记录的桩身测点残余变形与管桩外径的3%相比较,当桩身测点残余变形小于管桩外径的3%时,该次测试数据不予统计;当桩身测点残余变形不小于管桩外径的3%时,该次测试数据有效;提高或降低落锤(31)的高度,重复步骤8至步骤10,对选定的管桩(C)进行多次测试,并记录数据;

11) 根据记录的力-时间关系、加速度-时间关系、位移-时间关系,进行数据处理,绘制桩身测点总荷载-桩身测点变形曲线,根据所述桩身测点总荷载-桩身测点变形曲线得到桩身测点最大荷载、桩身测点最大变形两个特征点;所述桩身测点总荷载等于桩身测点总反力,桩身测点总反力等于土的静阻力、土的动阻力、管桩的惯性力、孔隙水压力阻力之和,其中孔隙水压力阻力视为土的动阻力的一部分,所述惯性力为管桩桩身质量与对应时刻的管桩加速度的乘积;最大桩身测点变形对应的时刻,桩身测点速度为零,土的动阻力为零,土的静阻力为该次测试中土的最大静阻力;

12) 将桩身测点最大变形对应时刻的桩身测点总荷载减去惯性力,得到单次测试中土的最大静阻力;

13) 对多次测试的结果重复步骤11和步骤12,得到的最大静阻力的最大值为名义单桩极限承载力;

14) 将所述的名义单桩极限承载力乘以综合修正系数,即得到实际单桩极限承载力。

6. 根据权利要求5所述的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的测试方法,其特征在于,所述的综合修正系数,对黏性土取0.35至0.60,对粉土取0.60至0.70,对砂土取0.80至0.90,对多层土采用加权平均的方式确定,对应权重为各土层提供的静阻力的比例。

一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备及其测试方法

技术领域

[0001] 本发明涉及管桩承载力测试技术领域,具体涉及一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备及其测试方法。

背景技术

[0002] 桩板式结构,又称为桩板式路基或桩板式道路,是近年来公路行业兴起的一种新型道路结构形式。该结构是由工厂化预制的板梁、管桩组成的框架结构体系,相比传统的路基方案,具有结构刚度大、工后沉降小、节约用地、无需填土、装配化程度高、施工速度快、经济性好等突出优点。

[0003] 桩板式结构采用的是桩、柱一体的形式,这个“一体”包含了两层含义:(1)沉入地基中的管桩和上部的立柱采用接头连接成为一个整体;(2)立柱采用的也是预制管桩。在施工过程中,管桩和立柱可同时完成施工,大幅度提高了施工效率。

[0004] 考虑到连接节点质量的不确定性,以及承受水平荷载的需要,最上部的接头通常设置于地面以下3m至5m处。

[0005] 根据桩板式结构对接其两侧路基或桥梁的要求,地面以上立柱高度要求多为3m至8m。因此,桩板式结构管桩施工完成后,桩顶通常高于地面3m至8m。

[0006] 管桩施工完成并达到规定的休止期后,按规范要求应对其承载力进行验收性检测。常规的管桩因施工后其桩顶位于地面附近,或者在地面以下,可利用传统的检测设备直接进行承载力检测,或者开挖基坑至桩顶平面附近时进行。检测桩的选取也可随机进行,从而避免人为因素对验收检测的影响。

[0007] 现有的管桩承载力检测方法主要包括堆载法、锚桩法、自平衡法、高应变法。对于桩板式结构管桩,因桩顶显著高于地面,若采用堆载法,堆载平台架设过高,稳定性难以保证,安装难度极大,加上配重的高度,安全隐患极大;若采用锚桩法,需要以工程桩作为反力桩,从而对工程桩施加上拔荷载,如果桩身不经专门的设计,易造成桩身结构损伤,若专门设计,则丧失了随机抽取检测桩的可能;若采用自平衡法,需要预先在桩身某一位置设置荷载箱,也不能随机抽取检测桩;而对于高应变法,因其测试结果受拟合时的人为因素影响较大,准确性相对较差,目前仅作为承载力检测的辅助手段,使用相对较少。

[0008] 因此,对于桩板式结构管桩承载力的验收检测,需要同时实现:(1)试验装置能满足桩顶位于地面以上3m至8m的测试条件;(2)准确的确定承载力;(3)能够随机抽取检测桩。

[0009] 现有的堆载法、锚桩法、自平衡法、高应变法方法均不能同时满足要求,使得桩板式结构管桩的应用环节不能很好的闭合,在推广应用的过程中也受到了局限。

发明内容

[0010] 本发明所要解决的技术问题是针对上述现有技术现状,提供一种能够适应桩板式结构管桩桩顶位于地面以上3m至8m测试条件,能够随机选取测试桩,且能够准确确定承载力的检测设备及其测试方法。

- [0011] 本发明解决上述技术问题所采用的技术方案为：
- [0012] 一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备，包括导向系统、卷扬系统、落锤系统以及数据采集系统；
- [0013] 导向系统包括导向架、导轨，导向架固定安装于打桩机或采用起重机悬吊；导轨固接于导向架纵向的一个外侧面；卷扬系统包括钢丝绳；落锤系统包括落锤和锤垫；
- [0014] 落锤的侧面卡接于导轨上，使落锤仅可沿导轨纵向自由活动，落锤的顶面设有吊环，吊环连接于钢丝绳的末端；
- [0015] 落锤的重量为管桩单桩极限承载力的5%至15%；
- [0016] 锤垫侧面卡接于导轨上，并可通过多层叠加的方式调整锤垫的总体刚度，锤垫的设置使得锤击力脉冲作用于桩顶的持续时间为50ms至300ms，并且不小于峰值锤击力50%的荷载作用于管桩桩顶的持续时间为20ms至100ms。
- [0017] 数据采集系统包括力传感器、加速度传感器、位移传感器、数据终端，力传感器、加速度传感器、位移传感器与数据终端通过导线或无线传输方式连接。
- [0018] 为优化上述技术方案，采取的措施还包括：
- [0019] 落锤为打桩用柴油锤或整体铸造的金属锤。
- [0020] 锤垫为橡胶材质，锤垫的上下端面均固定设有钢板。
- [0021] 加速度传感器设置于地面以上0m至2m的管桩外表面。
- [0022] 力传感器可采用应力传感器或应变传感器，应力传感器设置于管桩顶面和锤垫之间，应变传感器设置于地面以上0m至2m的管桩外表面。
- [0023] 位移传感器采用激光位移传感器，激光位移传感器架设于待检测管桩附近的地面处，且激光发射端对准待检测的管桩。
- [0024] 力传感器、加速度传感器分别沿桩身对称布置两个。
- [0025] 本发明还提供了一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的测试方法，该方法包括如下步骤：
- [0026] 1) 平整、压实待检测管桩周围的地面；
- [0027] 2) 准备好满足要求的导向系统、卷扬系统、落锤系统，运输至现场进行安装；
- [0028] 3) 安装时，竖起导向架与导轨，在导轨上卡接安装锤垫；
- [0029] 4) 将落锤与卷扬系统的钢丝绳连接后吊起，并将落锤卡接在锤垫上方的导轨上；
- [0030] 5) 在管桩桩身及其附近安装数据采集系统；
- [0031] 6) 移动导向架至待检测管桩桩位旁，调整设备位置，将锤垫置于距离地面3m至8m高度的桩顶处，使锤垫底部与桩顶紧密接触；
- [0032] 7) 使落锤、锤垫中轴线与管桩中轴线在一条竖直线上，同时检测导向架及导轨的垂直度，垂直度偏差应不大于0.2度，超过该限值时进行调整，直至满足要求；
- [0033] 8) 初步确定落锤的提升高度，该高度一般为1.0米至2.5米，通过卷扬系统提升落锤至该高度后，释放落锤；
- [0034] 9) 落锤下落至与锤垫接触，对桩顶施加冲击力，并反弹，在落锤与锤垫接触至与锤垫脱离的期间，通过数据采集系统记录桩身测点的力、加速度和位移，以及力、加速度及位移随时间的变化；
- [0035] 10) 将记录的桩身测点残余变形与管桩外径的3%相比较，当桩身测点残余变形小

于管桩外径的3%时,该次测试数据不予统计;当桩身测点残余变形不小于管桩外径的3%时,该次测试数据有效;提高或降低落锤的高度,重复步骤8至步骤10,对选定的检测桩进行多次测试,并记录数据;

[0036] 11) 根据记录的力-时间关系、加速度-时间关系、位移-时间关系,进行数据处理,绘制桩身测点总荷载-桩身测点变形曲线,根据所述桩身测点总荷载-桩身测点变形曲线得到桩身测点最大荷载、桩身测点最大变形两个特征点;所述桩身测点总荷载等于桩身测点总反力,桩身测点总反力等于土的静阻力、土的动阻力、管桩的惯性力、孔隙水压力阻力之和,其中孔隙水压力阻力视为土的动阻力的一部分,所述惯性力为管桩桩身质量与管桩加速度的乘积;桩身测点最大变形对应的时刻,桩顶速度为零,土的动阻力为零,土的静阻力为该次测试中土的最大静阻力;

[0037] 12) 将桩身测点最大变形对应时刻的桩身测点总荷载减去惯性力,得到单次测试中土的最大静阻力;

[0038] 13) 对多次测试的结果重复步骤11和步骤12,得到的最大静阻力的最大值为名义单桩极限承载力;

[0039] 14) 将所述的名义单桩极限承载力乘以综合修正系数,即得到实际单桩极限承载力。

[0040] 优选地,上述综合修正系数,对黏性土取0.35至0.60,对粉土取0.60至0.70,对砂土取0.80至0.90。对多层土采用加权平均的方式确定,对应权重为各土层提供的静阻力的比例。

[0041] 与现有技术相比,本发明有益效果体现在:

[0042] 本发明的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备,具有下列优点:(1)通过落锤对管桩桩顶施加荷载进行检测,有效解决了桩板式结构在桩顶位于地面以上3m至8m条件下的管桩承载力检测、随机抽取检测桩问题。(2)与堆载法、锚桩法等静载荷试验的设备相比,试验装置简单、灵活,便于移动和多次测试,且能够部分利用桩板式结构管桩的施工设备,如打桩架、打桩锤、起重机等,从而大幅度减少设备的调度、运输费用和时间;(3)与高应变法检测仪器设备相比,通过设置力传感器、加速度传感器、位移传感器,采集参数更多,测试精度更高。

[0043] 本发明的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的测试方法,具有下列优点:

[0044] (1)与堆载法、锚桩法等静载荷试验方法相比:①测试周期短、测试费用低;②可对单根桩多次重复测试,降低测试误差;③可根据需要方便地扩大检测范围,减小单桩承载力的离散性对整体评价的影响。

[0045] (2)与高应变法相比:①仅利用与管桩运动相关的参数,即通过传感器测试直接得到力、加速度和位移,不需要人为地根据经验等确定土的模型及参数,人为因素影响小,对管桩承载力的测试准确性更高;②加载速率更低,加载时间更长,管桩连同其桩孔内土塞的整体受荷状态更接近于真实工作状态;③能产生达到或超过单桩极限承载力的荷载,测试值为在加载荷载的范围内通过对加载过程以及荷载组成的分析得到,避免了拟合法精度低的问题。

附图说明

[0046] 图1为本发明一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的总体组成示意图(利用打桩架及打桩锤)。

[0047] 图2为本发明一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的导向系统组成示意图(利用打桩架)。

[0048] 图3为本发明一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的落锤系统及卷扬系统组成示意图(利用打桩架及打桩锤)。

[0049] 图4为本发明一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备施加的锤击力的时程曲线示意图。

[0050] 图5为本发明一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的数据采集系统的组成示意图。

[0051] 图6为根据本发明一种桩板式结构管桩的承载力快速测试方法得到的桩顶总荷载与桩顶变形关系曲线示意图。

[0052] 图7为本发明一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的总体组成示意图(专用导向架及落锤)。

[0053] 图8为本发明一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的导向系统组成示意图(专用导向架)。

[0054] 图9为本发明一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的落锤系统及卷扬系统组成示意图(专用落锤)。

[0055] 附图标记:1-导向系统;2-卷扬系统;3-落锤系统;4-数据采集系统;11-导向架;12-导轨;21-钢丝绳;31-落锤;32-锤垫;41-力传感器;42-加速度传感器;43-位移传感器;44-数据终端。

具体实施方式

[0056] 下面结合附图和实施例对本发明作进一步的说明,但不作为对本发明限制的依据。

[0057] 实施例1:

[0058] 如图1所示,本发明的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备,包括导向系统、卷扬系统、落锤系统以及数据采集系统。

[0059] 桩板式结构为条带状工程,全部工程桩施工完成后,前期施工的管桩通常已经达到检测的龄期要求,因此可利用打桩架和打桩锤作为本发明的部分检测装置,并按照本发明的方法进行管桩的承载力测试。

[0060] 如图2所示,导向系统采用打桩设备的打桩架,打桩架上固定设置了导向架,导轨固接于导向架纵向的一个外侧面。

[0061] 卷扬系统采用打桩机的卷扬系统,卷扬系统包括钢丝绳。

[0062] 如图3所示,落锤系统包括落锤和锤垫,落锤采用打桩锤,可采用筒式柴油锤或液压冲击锤,一般不采用导杆式柴油锤。

[0063] 为了防止锤击力偏心,将落锤的侧面卡接于导轨上,使落锤仅可沿导轨纵向自由活动,即落锤在自重作用下沿竖向下落,落锤的顶面设有吊环,吊环连接于卷扬系统的钢丝

绳。

[0064] 落锤的重量为管桩单桩极限承载力的5%至15%。桩板式结构管桩的单桩承载力特征值一般为1000kN至1500kN,对应单桩极限抗压承载力为2000kN至3000kN,目前所采用的打桩锤多为10t至15t,基本能够满足该要求。高应变所采用的锤重一般为不小于单桩承载力特征值的2%,对应为不小于单桩极限承载力的1%;相比高应变,本发明采用的落锤的重量更大,有利于使桩板式结构管桩达到调动地基土极限承载力所需要的桩顶位移。

[0065] 锤垫侧面卡接于导轨上,防止在落锤下落、反弹的过程中从桩顶掉落,避免影响测试或者高处坠落导致的安全隐患。

[0066] 为了使管桩桩顶达到预期的位移,除了峰值荷载需要达到较高的水平,锤击力脉冲中较大荷载维持的时间应达到要求,也即锤击力脉冲曲线波峰应较缓。因此,落锤的刚度应根据需要进行调节。调节锤垫刚度的方式有三方面,一是通过多层叠加的方式调整锤垫的总体刚度;二是通过锤垫的材质进行调整;三是通过锤垫的结构进行调整。如图4所示,锤垫的设置使得锤击力脉冲作用于桩顶的持续时间为50ms至300ms,并且不小于峰值锤击力50%的荷载作用于管桩桩顶的持续时间为20ms至100ms。一般情况下,应使锤击力脉冲作用于桩顶的持续时间不小于 $12L/C$,其中 L 为桩长, C 为锤击应力波在管桩中传播的速度;不小于峰值锤击力50%的荷载作用于管桩桩顶的持续时间应不小于 $4L/C$ 。

[0067] 实施例中,锤垫为橡胶材质,锤垫的上下端面均固定设有钢板。

[0068] 实施例中,如图5所示,数据采集系统包括力传感器、加速度传感器、位移传感器、数据终端,力传感器采用应变传感器,力传感器和加速度传感器设置于地面以上0m至2m的管桩外表面,并分别沿桩身对称布置两个,位移传感器架设于待检测管桩附近的地面处,且激光发射端对准待检测的管桩。

[0069] 实施例中,本发明的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的测试方法,包括如下步骤:

[0070] 1) 平整、压实待检测管桩周围的地面;

[0071] 2) 准备好满足要求的导向系统、卷扬系统、落锤系统,运输至现场进行安装;

[0072] 3) 安装时,竖起导向架与导轨,在导轨上卡接安装锤垫;

[0073] 4) 将落锤与卷扬系统的钢丝绳连接后吊起,并将落锤卡接在锤垫上方的导轨上;

[0074] 5) 在管桩桩身及其附近安装数据采集系统;

[0075] 6) 移动打桩架至待检测桩位旁,调整打桩架位置,将锤垫置于距离地面3m至8m高度的桩顶处,使锤垫底部与桩顶紧密接触;

[0076] 7) 使打桩锤、锤垫中轴线与管桩中轴线在一条竖直线上,同时检测导向架及导轨的垂直度,垂直度偏差应不大于0.2度,超过该限值时进行调整,直至满足要求;

[0077] 8) 根据初步计算结果确定打桩锤提升高度,通过卷扬系统提升落锤至该高度后,释放打桩锤;

[0078] 9) 打桩锤下落至与锤垫接触,对桩顶施加冲击力,并反弹,在落锤与锤垫接触至与锤垫脱离的期间,通过数据采集系统记录桩身测点的力、加速度和位移,以及力、加速度及位移随时间的变化;

[0079] 10) 将记录的桩身测点残余变形与管桩外径的3%相比较,当桩身测点残余变形小于管桩外径的3%时,该次测试数据不予统计;当桩身测点残余变形不小于管桩外径的3%

时,该次测试数据有效;提高或降低落锤高度,重复步骤8至步骤10,对选定的检测桩进行多次测试,并记录数据;优选地,打桩锤下落高度最高的单次测试应使桩身测点残余变形不小于管桩外径的5%;

[0080] 11) 根据记录的力-时间关系、加速度-时间关系、位移-时间关系,进行数据处理,绘制桩身测点总荷载-变形曲线,根据所述桩身测点总荷载-变形曲线可以得到桩身测点最大荷载、桩身测点最大变形两个特征点,桩身测点最大变形在桩身测点最大荷载之后产生。如图6所示,对外径为500mm的管桩进行单次测试,采集数据并处理后得到的桩身测点荷载与桩身测点变形关系曲线中,桩身测点最大荷载为2850kN,对应桩身测点沉降量为16.0mm;当桩身测点荷载为2000kN时,桩身测点沉降量最大,即桩身测点最大变形为20.8mm;桩身测点残余沉降为15.2mm。

[0081] 所述桩身测点总荷载等于桩身测点总反力,桩身测点总反力等于土的静阻力、土的动阻力、管桩的惯性力、孔隙水压力阻力之和。所述惯性力为管桩桩身质量与对应时刻的管桩加速度的乘积,是一种虚力;

$$[0082] \quad N(t) = F_s(t) + F_v(t) + F_a(t) + F_p(t)$$

$$[0083] \quad F_a(t) = ma_t$$

[0084] 式中: N 为 t 时刻落锤作用于桩顶的荷载与桩身测点以上的管桩自重之和,即桩身测点总荷载; F_s 为 t 时刻桩周及桩底土的静阻力; F_v 为 t 时刻桩周及桩底土的静阻力; F_a 为 t 时刻管桩的惯性力; F_p 为 t 时刻的孔隙水压力阻力; m 为管桩的质量; a_t 为管桩在 t 时刻的加速度。

[0085] 其中孔隙水压力阻力可视为土的动阻力的一部分,上式可简化为:

$$[0086] \quad N(t) = F_s(t) + F_v(t) + F_a(t)$$

[0087] 桩身测点最大变形特征点处,在该 t_1 时刻,桩身测点速度为零,此时 $F_{v\ t1}$ 为零, F_{st1} 为土的最大静阻力,则有:

$$[0088] \quad N_{t1} = F_{s\ t1} + F_{a\ t1}$$

[0089] 12) 将桩身测点最大变形对应时刻的桩身测点荷载减去惯性力,得到单次测试中土的最大静阻力,即:

$$[0090] \quad F_{s\ max} = F_{s\ t1} = N_{t1} - F_{a\ t1} = N_{t1} - ma_{t1}$$

[0091] 13) 对多次测试的结果重复步骤11和步骤12,得到的最大静阻力的最大值为名义单桩极限承载力;

[0092] 14) 将所述的名义单桩极限承载力乘以综合修正系数,即得到实际单桩极限承载力。综合修正系数是对不同类型土的静阻力受加载速率影响的修正,对黏性土取0.35至0.60,对粉土取0.60至0.70,对砂土取0.80至0.90。对多层土采用加权平均的方式确定,对应权重为各土层提供的静阻力的比例。

[0093] 实施例1中,本发明的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备,在桩板式结构管桩施工现场仍有施工用的打桩架、打桩锤时,通过利用上述打桩设备,可安全、便利地将打桩锤提升至位于地面以上3m至8m的管桩桩顶以上一定高度,并开展测试工作。

[0094] 因采用了打桩架、打桩锤作为部分检测设备,可大量减少设备调度工作量,且仅需配备锤垫、数据采集系统等少量器件即可开展测试工作,大幅度缩短测试工期并显著降低测试费用。

[0095] 与堆载法、锚桩法等静载荷试验的设备相比,实施例1中的设备简单、灵活,便于移动,对单根管桩可快速的进行多次测试。

[0096] 与高应变法检测仪器设备相比,实施例1中设置力传感器、加速度传感器、位移传感器,而高应变法仅设置力传感器、速度传感器,实施例1的采集的管桩运动参数更多,测试、分析的精度更高。

[0097] 实施例1中,本发明的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的测试方法,与堆载法、锚桩法等静载荷试验方法相比具有下列优点:

[0098] ①测试速度快、周期短,每日可完成数根管桩的测试工作,而静载荷试验方法单根管桩的测试通常需2天至数天。

[0099] ②无需大量设备及配重块等的租用、运输、吊装,测试费用低;

[0100] ③可快速对单根管桩多次重复测试,降低测试误差。

[0101] ④可根据需要方便地扩大检测范围,减小单桩承载力的离散性对管桩承载力验收整体评价的影响。

[0102] 实施例1中,本发明的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的测试方法,与高应变方法相比具有下列优点:

[0103] ①仅利用与管桩运动相关的参数,即通过传感器测试直接得到力、加速度和位移,不需要人为地根据经验等确定土的模型及参数,人为因素影响小,对管桩承载力的测试准确性更高。

[0104] ②加载速率更低,加载时间更长,更接近于静态加载条件,管桩连同其桩孔内土塞的整体受荷状态也更接近于真实的工作状态。高应变测试的持荷时间小于 $10L/C$ (L 为桩长, C 为应力波在管桩桩身的传播速度),为动态荷载测试方法,而实施例1中的锤击力脉冲作用于桩顶的持续时间为50ms至300ms,一般为 $12L/C$ 至 $1000L/C$,介于动态荷载测试方法和静态荷载测试方法之间。

[0105] ③测试过程激发了管桩的真实单桩极限承载力,测试精度高。高应变法的锤重与单桩竖向抗压承载力特征值的比值不小于0.02,即为单桩竖向极限抗压承载力的1%,其每次锤击的贯入度为2mm至6mm,而通常管桩桩顶在位移达到桩外径的3%至5%时方可发挥极限承载能力,故高应变在其测试条件下不能激发管桩的极限承载力,其所给出的单桩极限承载力为通过拟合等方法确定。而实施例1要求的锤重为单桩极限承载力的5%至15%,管桩桩顶位移达到桩外径的3%以上。

[0106] 实施例2:

[0107] 如图7所示,本发明的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备,包括导向系统、卷扬系统、落锤系统以及数据采集系统。

[0108] 如图8所示,导向系统包括导向架、导轨,导向架采用起重机悬吊;导轨固接于导向架纵向的一个外侧面。卷扬系统设有钢丝绳。

[0109] 如图9所示,落锤系统包括落锤和锤垫;落锤的侧面卡接于导轨上,使落锤仅可沿导轨纵向自由活动,落锤的顶面设有吊环,吊环连接于卷扬系统的钢丝绳;落锤的重量为管桩单桩极限承载力的5%至15%;所述的锤垫侧面卡接于导轨上,并可通过多层叠加的方式调整锤垫的总体刚度,锤垫的设置使得锤击力脉冲作用于桩顶的持续时间为50ms至300ms,并且不小于峰值锤击力50%的荷载作用于管桩桩顶的持续时间持续时间为20ms至100ms。

[0110] 实施例中,落锤为整体铸造的金属锤。

[0111] 实施例中,锤垫为橡胶材质,锤垫的上下端面均固定设有钢板。

[0112] 实施例中,数据采集系统包括力传感器、加速度传感器、位移传感器、数据终端,力传感器采用应变传感器,力传感器和加速度传感器设置于地面以上0m至2m的管桩外表面,并分别沿桩身对称布置两个,位移传感器架设于待检测管桩附近的地面处,且激光发射端对准待检测的管桩。

[0113] 实施例中,本发明的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的测试方法,包括如下步骤:

[0114] 1) 平整、压实待检测管桩周围的地面;

[0115] 2) 准备好满足要求的导向系统、卷扬系统、落锤系统,运输至现场进行安装;

[0116] 3) 安装时,竖起导向架与导轨,在导轨上卡接安装锤垫;

[0117] 4) 将落锤与卷扬系统的钢丝绳连接后吊起,并将落锤卡接在锤垫上方的导轨上;

[0118] 5) 在管桩桩身及其附近安装数据采集系统;

[0119] 6) 移动导向架至待检测桩位旁,调整设备位置,将锤垫置于距离地面3m至8m高度的桩顶处,使锤垫底部与桩顶紧密接触;

[0120] 7) 使落锤、锤垫中轴线与管桩中轴线在一条竖直线上,同时检测导向架及导轨的垂直度,垂直度偏差应不大于0.2度,超过该限值时进行调整,直至满足要求;

[0121] 8) 根据初步计算结果确定落锤提升高度,通过卷扬系统提升落锤至该高度后,释放落锤;

[0122] 9) 落锤下落至与锤垫接触,对桩顶施加冲击力,并反弹,在落锤与锤垫接触至与锤垫脱离的期间,通过数据采集系统记录桩顶的力、加速度和位移,以及力、加速度及位移随时间的变化;

[0123] 10) 将记录的桩顶残余变形与管桩外径的3%相比较,当桩顶残余变形小于管桩外径的3%时,该次测试数据不予统计;当桩顶残余变形不小于管桩外径的3%时,该次测试数据有效;提高或降低落锤高度,重复步骤8至步骤10,对选定的检测桩进行多次测试,并记录数据,优选地,落锤下落高度最高的单次测试应使桩顶残余变形不小于管桩外径的5%;

[0124] 11) 根据记录的力-时间关系、加速度-时间关系、位移-时间关系,进行数据处理,绘制桩顶总荷载-变形曲线,根据所述桩顶总荷载-变形曲线可以得到最大桩顶荷载、最大桩顶变形两个特征点。如图6所示,对外径为500mm的管桩进行单次测试,采集数据并处理后得到的桩顶荷载与桩顶变形关系曲线中,最大桩顶荷载为2850kN,对应桩顶沉降量为16.0mm;当桩顶荷载为2000kN时,桩顶沉降量最大,即最大桩顶变形为20.8mm;桩顶残余沉降为15.2mm。

[0125] 所述桩顶总荷载等于桩顶总反力,桩顶总反力等于土的静阻力、土的动阻力、管桩的惯性力、孔隙水压力阻力之和。所述惯性力为管桩桩身质量与对应时刻的桩顶加速度的乘积,是一种虚力;

$$[0126] \quad N(t) = F_s(t) + F_v(t) + F_a(t) + F_p(t)$$

$$[0127] \quad F_a(t) = ma_t$$

[0128] 式中: N 为 t 时刻落锤作用于桩顶的总荷载, F_s 为 t 时刻桩周及桩底土的静阻力, F_v 为 t 时刻桩周及桩底土的静阻力, F_a 为 t 时刻管桩的惯性力, F_p 为 t 时刻的孔隙水压力阻力, m 为

管桩的质量, a_t 为管桩在 t 时刻的加速度。

[0129] 其中孔隙水压力阻力可视为土的动阻力的一部分, 上式可简化为:

$$[0130] \quad N(t) = F_s(t) + F_v(t) + F_a(t)$$

[0131] 最大桩顶变形特征点处, 在该 t_1 时刻, 桩顶速度为零, 此时 $F_{v\ t1}$ 为零, $F_{s\ t1}$ 为土的最大静阻力, 则有:

$$[0132] \quad N_{t1} = F_{s\ t1} + F_{a\ t1}$$

[0133] 12) 将最大桩顶变形对应时刻的桩顶荷载减去惯性力, 得到单次测试中土的最大静阻力, 即:

$$[0134] \quad F_{s\ max} = F_{s\ t1} = N_{t1} - F_{a\ t1} = N_{t1} - m a_{t1}$$

[0135] 13) 对多次测试的结果重复步骤11和步骤12, 得到的最大静阻力的最大值为名义单桩极限承载力;

[0136] 14) 将所述的名义单桩极限承载力乘以综合修正系数, 即得到实际单桩极限承载力。综合修正系数对黏性土取0.35至0.60, 对粉土取0.60至0.70, 对砂土取0.80至0.90。对多层土采用加权平均的方式确定, 对应权重为各土层提供的静阻力的比例。

[0137] 实施例2中, 本发明的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备, 当桩板式结构管桩施工现场没有可用的打桩架、打桩锤时, 或上述打桩设备不满足测试要求时, 通过利用起重机、导轨以及专门的落锤系统, 也可很便利的将打桩锤提升至位于地面以上3m至8m的管桩桩顶以上一定高度, 并开展测试工作。

[0138] 与堆载法、锚桩法等静载荷试验的设备相比, 实施例2中的设备简单, 移动更灵活, 对单根管桩可快速的进行多次测试, 也便于对不同的管桩进行测试。

[0139] 与高应变法检测仪器设备相比, 实施例2中设置力传感器、加速度传感器、位移传感器, 而高应变法仅设置力传感器、速度传感器, 实施例1的采集的管桩运动参数更多, 测试、分析的精度更高。

[0140] 实施例2中, 本发明的一种桩板式结构管桩的承载力快速检测设备的测试方法的优点与实施例1相同。

[0141] 在其他实施例中, 本发明的锤垫也可采用树脂类材料或聚氨酯材料。

[0142] 在其他实施例中, 也可同时设置力传感器和应变传感器, 以进行相互校核。

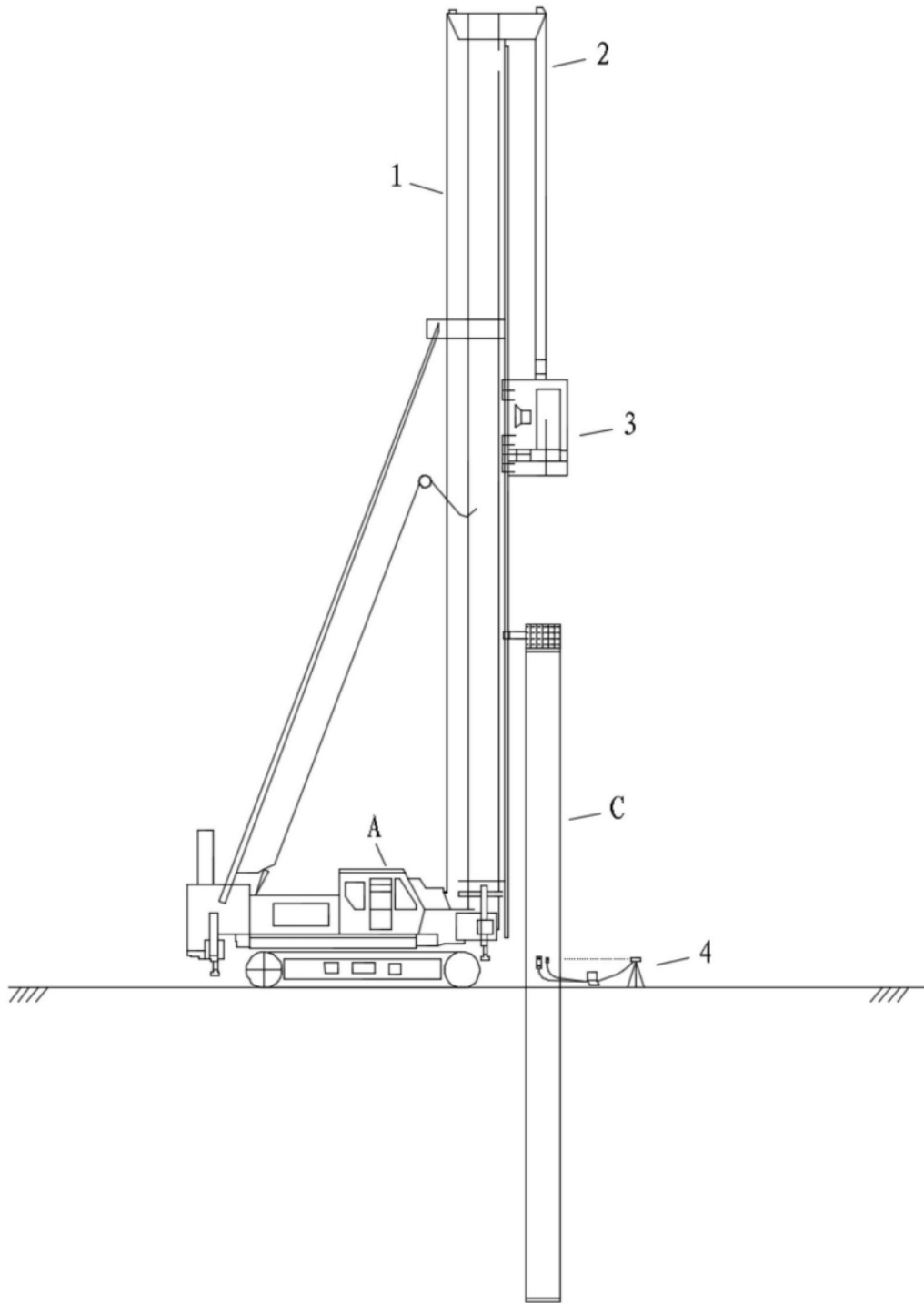


图1

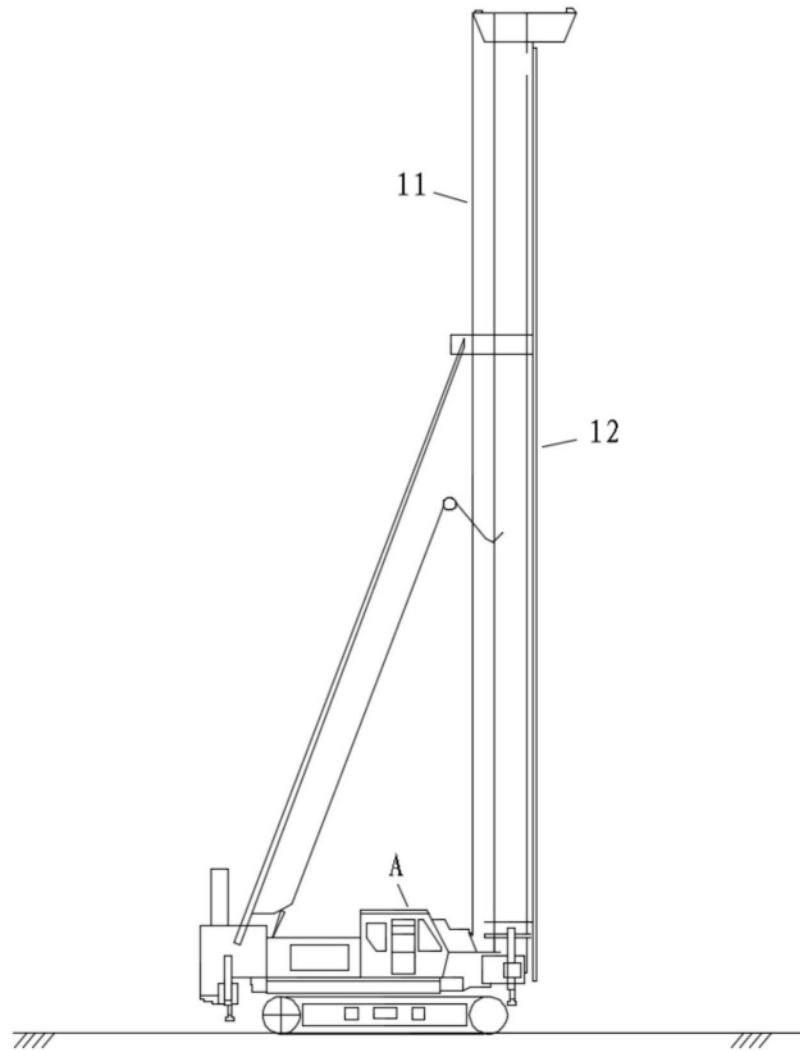


图2

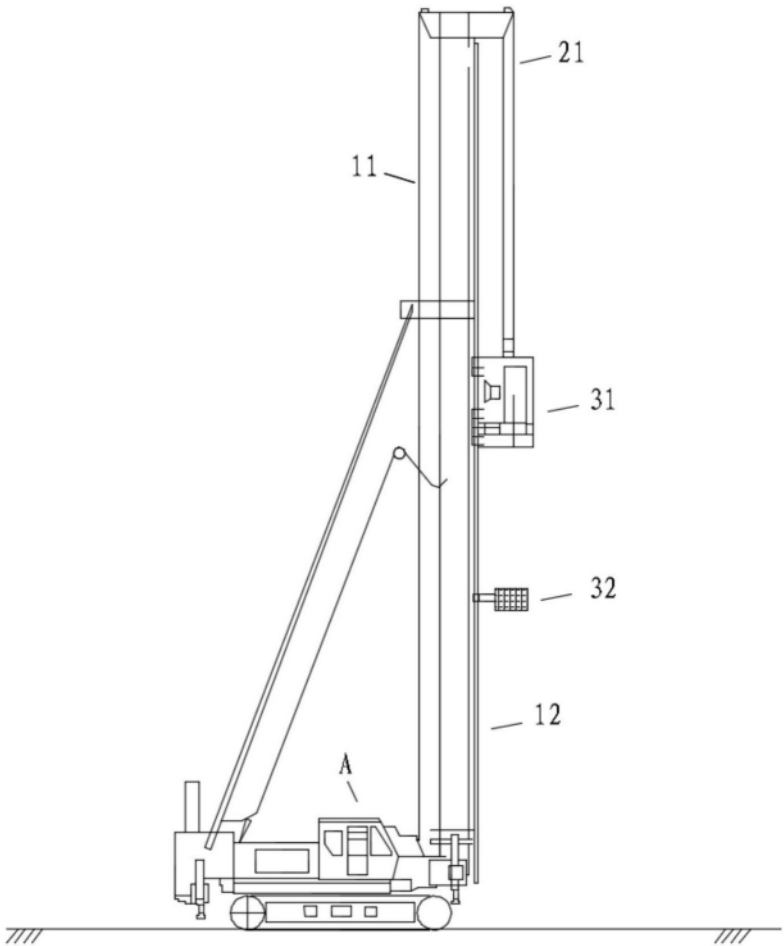


图3

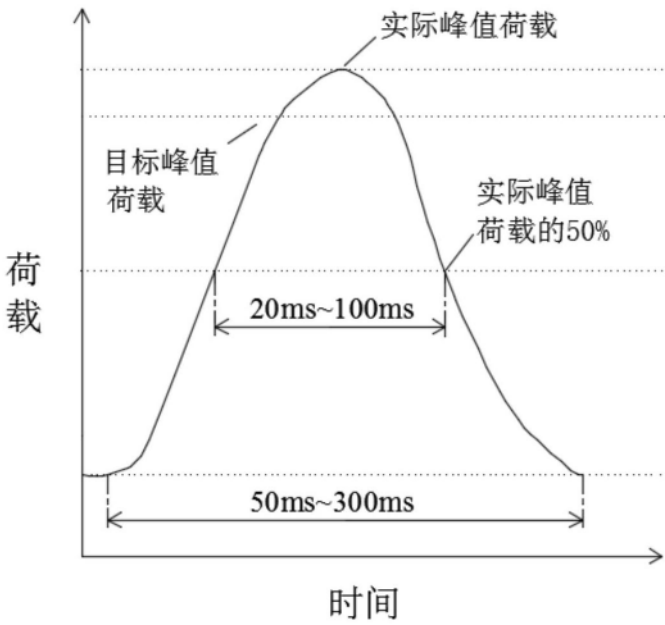


图4

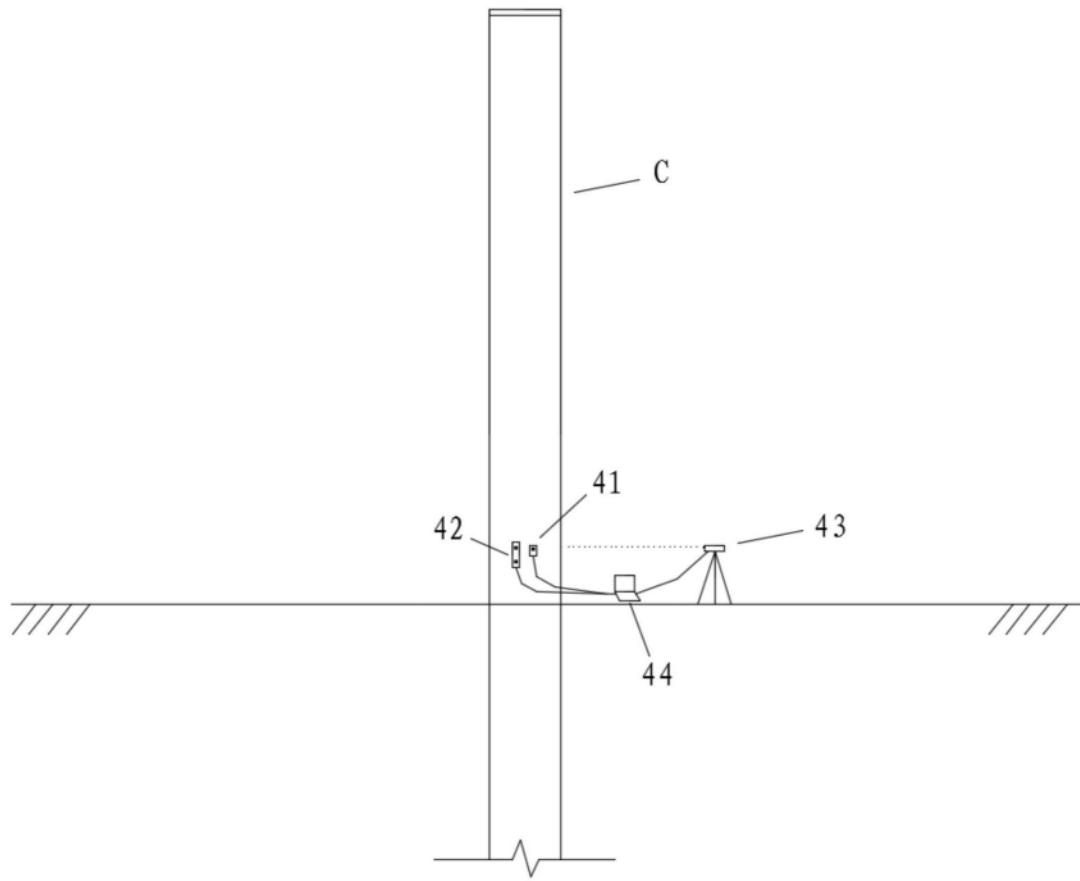


图5

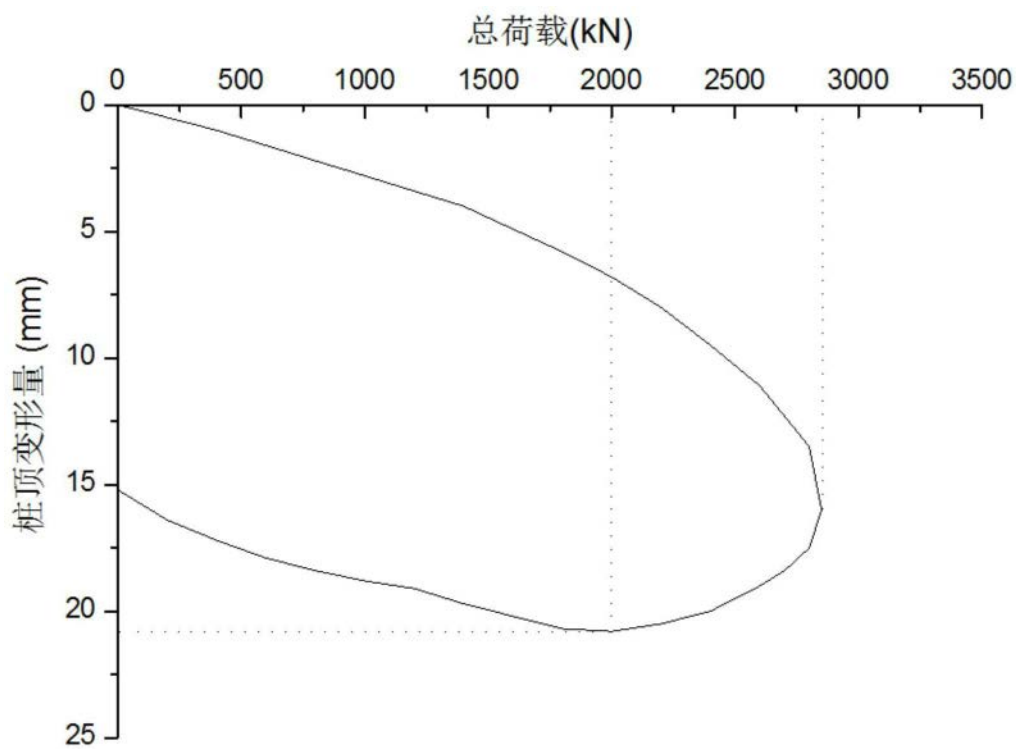


图6

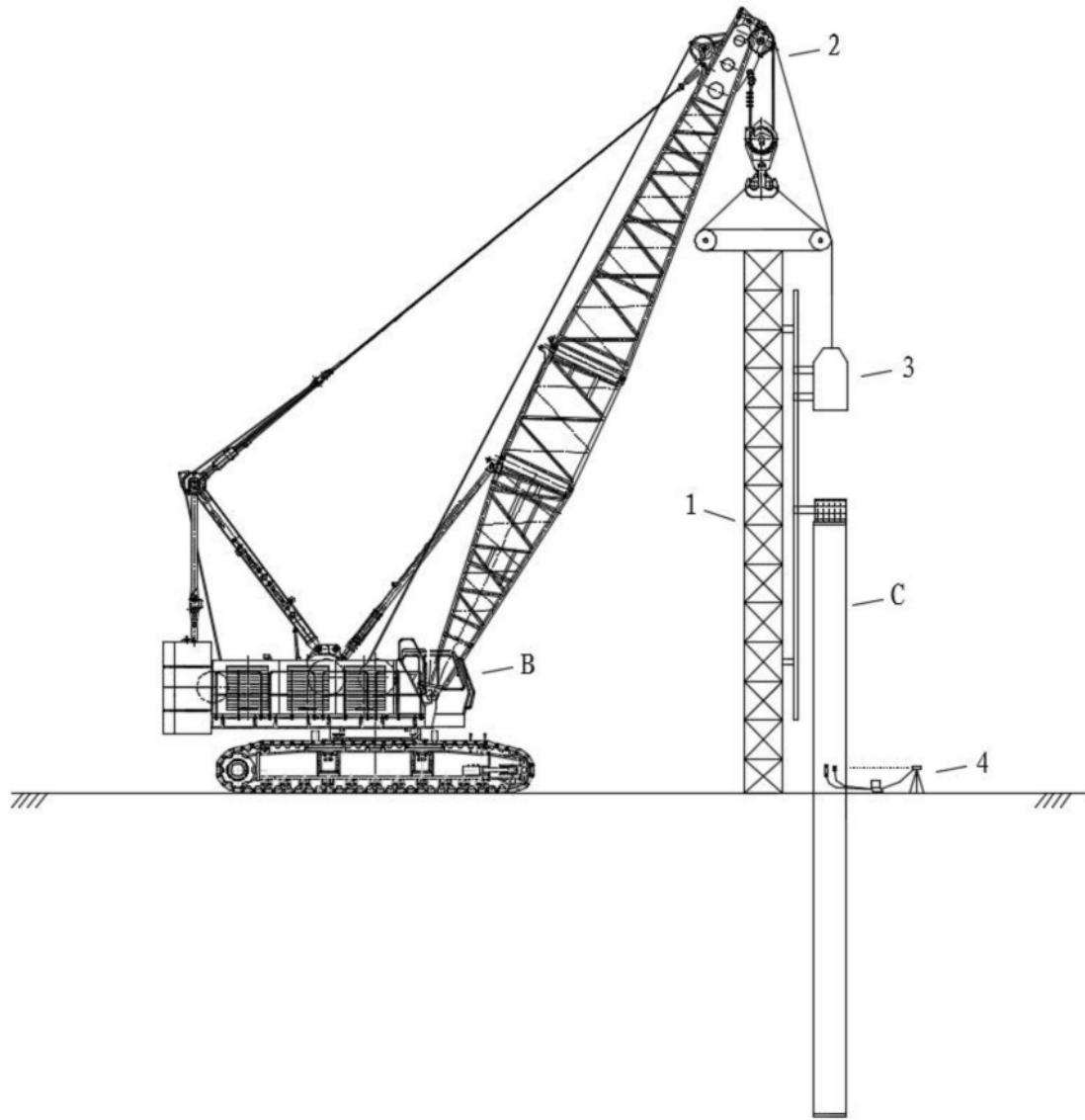


图7

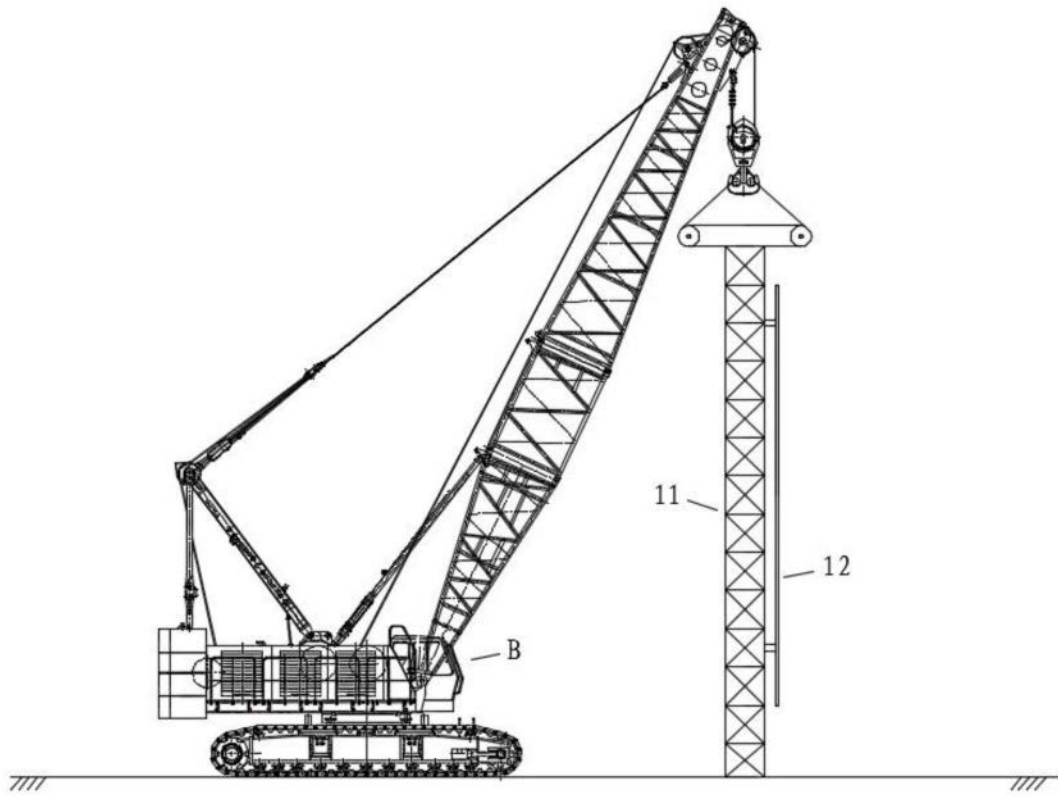


图8

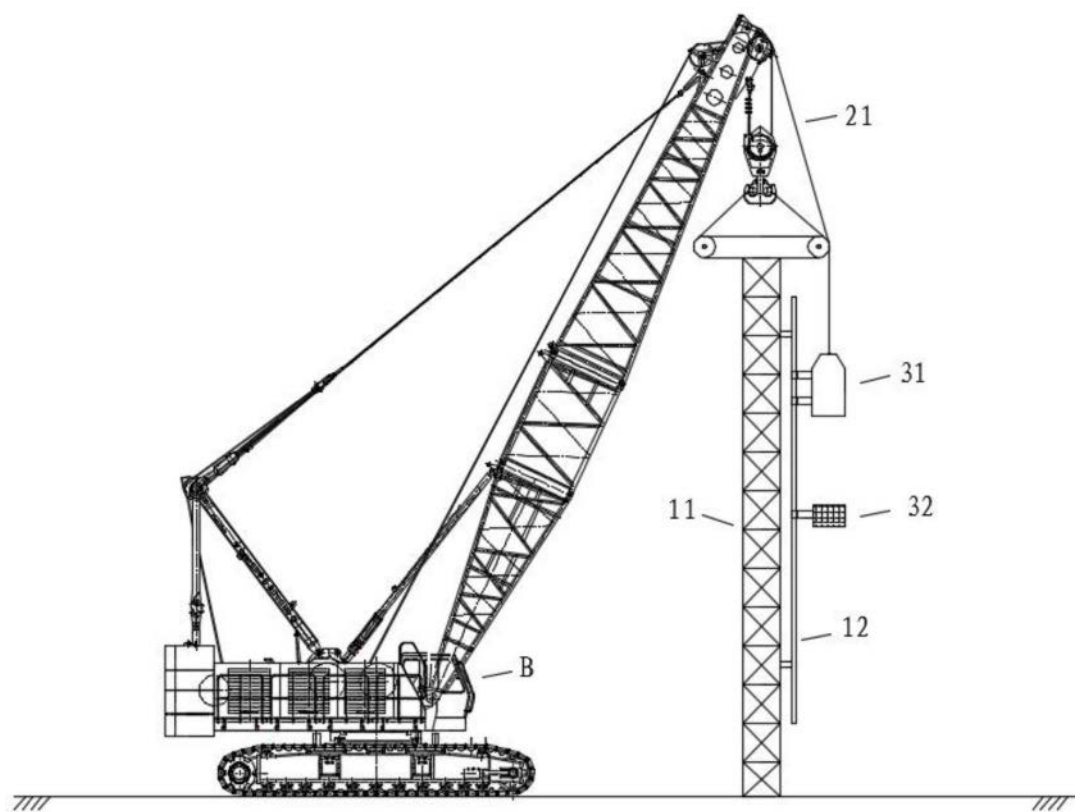


图9