



# (12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 115290864 B

(45) 授权公告日 2025. 07. 11

(21) 申请号 202210965502.2

G01N 29/02 (2006.01)

(22) 申请日 2022.08.12

G01N 29/06 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 115290864 A

(56) 对比文件

CN 112726838 A, 2021.04.30

CN 105239668 A, 2016.01.13

(43) 申请公布日 2022.11.04

审查员 余晓梦

(73) 专利权人 浙大城市学院

地址 310015 浙江省杭州市拱墅区湖州街  
51号

(72) 发明人 王震 程俊婷 赵阳 应小宇

杨学林 王骏琦 沈楠清 瞿浩川

(74) 专利代理机构 杭州九洲专利事务有限公司

33101

专利代理师 张羽振

(51) Int. Cl.

G01N 33/38 (2006.01)

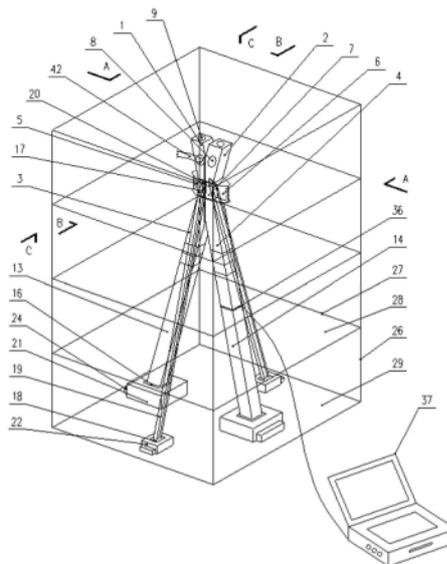
权利要求书2页 说明书7页 附图12页

## (54) 发明名称

平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置及检测方法

## (57) 摘要

本发明涉及一种平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置及检测方法,包括步骤:将上半段斜交节点和下半段网格斜柱连接,形成平面X型斜柱网格结构;选取斜柱横截面检测位置;获得检测结果;判定浇灌质量;补充检测。本发明的有益效果是:结构体系构造合理,工艺方法简单有效,充分发挥平面X型斜柱网格内部混凝土侧向浇灌模型试验装置及检测方法的模型一致、条件相同和工艺合理有效优点,可达到在提高侧向浇灌工艺和保证承载性能的同时,实现含复杂内隔板的X型斜交网格节点和斜柱网格构件的内部混凝土侧向浇灌施工工艺模拟和混凝土密实度检测工艺模拟;在保证结构受力性能的同时达到节省造价和加快施工作业的目的。



1. 一种平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置,其特征在于,包括:上半段斜交节点、下半段网格斜柱、防倾覆斜支撑、锚固限位基础、外围构架平台和成像检测装置;所述成像检测装置包括测线布置系统(36)和超声CT成像系统(37);

所述上半段斜交节点,包括上斜柱构件端头一(1)、上斜柱构件端头二(2)、下斜柱构件端头一(3)、下斜柱构件端头二(4)和核心区加劲板组合体(7);上斜柱构件端头一(1)和上斜柱构件端头二(2)安装在核心区加劲板组合体(7)上方,下斜柱构件端头一(3)和下斜柱构件端头二(4)安装在核心区加劲板组合体(7)下方;核心区加劲板组合体(7)侧边设有水平钢梁牛腿一(5)和水平钢梁牛腿二(6);

所述下半段网格斜柱包括钢管斜柱构件一(13)和钢管斜柱构件二(14);钢管斜柱构件一(13)、钢管斜柱构件二(14)分别与下斜柱构件端头一(3)、下斜柱构件端头二(4)对接;

上半段斜交节点和下半段网格斜柱组成平面X型斜柱网格结构,平面X型斜柱网格结构与防倾覆斜支撑固定连接;平面X型斜柱网格结构和防倾覆斜支撑通过锚固限位基础固定在地面上;外围构架平台位设置于外侧;平面X型斜柱网格结构上的检测位置连接成像检测装置;

防倾覆斜支撑包括两根防倾覆型钢斜支撑(19);防倾覆型钢斜支撑(19)顶部通过上端部接头(17)安装顶部支撑转换件(20),顶部支撑转换件(20)连接平面X型斜柱网格结构的重心位置;

所述锚固限位基础包括网格柱脚基础(21)和斜支撑柱脚基础(22);钢管斜柱构件一(13)和钢管斜柱构件二(14)底部均设有底部固定端板(16),底部固定端板(16)通过底部预埋件(23)固定于网格柱脚基础(21);防倾覆支撑架的底部设有下端部接头(18),下端部接头(18)通过底部预埋件(23)固定于斜支撑柱脚基础(22);

网格柱脚基础(21)和斜支撑柱脚基础(22)的外侧均设有限位翻边(24);限位翻边(24)的底部设置翻边植筋(25);

上斜柱构件端头一(1)和上斜柱构件端头二(2)的内侧壁上设有浇灌孔(8),浇灌孔(8)连接混凝土浇灌装置(42);

上斜柱构件端头一(1)和上斜柱构件端头二(2)的顶部横截面处设置横隔板,并开设第一端面流通孔(9);下斜柱构件端头一(3)和下斜柱构件端头二(4)的底部横截面处设置横隔板,并开设第二端面流通孔(12);核心区加劲板组合体(7)上设有上水平翼缘板流通孔(10)和下水平翼缘板流通孔(11);

钢管斜柱构件一(13)和钢管斜柱构件二(14)的顶端均设有端部横隔板,并开设斜柱端面流通孔(15)。

2. 根据权利要求1所述的平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置,其特征在于:所述外围构架平台包括竖向立杆(26)、水平支撑杆(27)、钢楼面(28)和斜钢梯(29);外围构架平台采用脚手架钢管和成品斜钢梯,围绕平面X型斜柱网格整体结构模型和防倾覆斜支撑搭设。

3. 根据权利要求1所述的平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置,其特征在于:上斜柱构件端头一(1)和上斜柱构件端头二(2)的截面为箱型,截面边长尺寸为500~1000mm;浇灌孔(8)、第一端面流通孔(9)、第二端面流通孔(12)、上水平翼缘板流通孔(10)和下水平翼缘板流通孔(11)均为长圆形,直径为200~400mm;

钢管斜柱构件一(13)和钢管斜柱构件二(14)的截面为箱型,截面边长尺寸为500~1000mm;防倾覆型钢斜支撑(19)的截面为H型,截面高度为300~500mm。

4. 根据权利要求1所述的平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置,其特征在于:测线布置系统(36)包括位于钢管一组对边的排列一激发器(30)、排列一检波器(31)和位于钢管另一组对边的排列二激发器(32)、排列二检波器(33);测线布置系统的布置方式为两个排列,每个排列包含20~40个激发点、20~40个检波点。

5. 如权利要求1所述的平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置的检测方法,其特征在于,包括以下步骤:

S1、将上半段斜交节点和下半段网格斜柱连接,形成平面X型斜柱网格结构;再在平面X型斜柱网格整体结构的重心位置安装防倾覆斜支撑,通过锚固限位基础对平面X型斜柱网格结构和防倾覆斜支撑的底部进行竖向支撑和柱脚固定限位措施;围绕平面X型斜柱网格结构和防倾覆斜支撑搭建外围构架平台;使用混凝土浇灌装置(42),通过浇灌孔(8)进行混凝土的侧向浇灌;

S2、选取斜柱横截面检测位置:在斜交节点检测横截面(34)和网格斜柱检测横截面(35)分别安装测线布置系统(36),测线布置系统(36)连接超声CT成像系统(37);

S3、获得检测结果:采用超声CT成像方法得到平均波速、波速离散度、合格率面积和最大缺陷尺度的数据,并分别获得斜交节点检测横截面(34)和网格斜柱检测横截面(35)位置的波速分布示意图(38)和强度分布示意图(39);

S4、判定浇灌质量:根据平均波速、波速离散度、合格率面积和最大缺陷尺度的结果,当4项判定参数均满足时即达到混凝土质量要求;当有1项不满足时,应根据具体情况进行综合判定;当有2项及以上不满足时,即为不合格;

S5、补充检测:将试验模型切割开进行裂缝、空洞的补充检测,切割位置包括模型切割剖面(40)。

6. 如权利要求5所述的平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置的检测方法,其特征在于,步骤S3中:波速分布示意图(38)通过平均波速测定直接获得,强度分布示意图(39)通过四项测定结果综合判定获得。

7. 如权利要求5所述的平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置的检测方法,其特征在于,步骤S4中:对于混凝土密实度不足之处,采用钻孔压浆法补强,即在检测密实度不足位置钻孔后采用强度高一级混凝土进行高压注浆,而后补焊封回。

## 平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置及检测方法

### 技术领域

[0001] 本发明属于结构工程技术领域,尤其涉及一种平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置及检测方法。

### 背景技术

[0002] 斜交网格体系是由双向或三向的斜柱构件交叉汇交且刚接连接组成的超高层钢结构体系,具有自重轻、抗侧刚度大和高度高等优点,因此被广泛应用于商业、办公等建筑功能的超高层大型公共建筑中。

[0003] 由于斜柱构件主要为轴力构件,抗侧刚度极高,斜交网格体系主要通过斜柱构件交叉形成的竖向网格来承受地震、风荷载等水平力作用。出于空间利用和材料经济性考虑,斜柱构件一般采用箱型截面,截面边长尺寸有建筑限制要求时其内部可浇灌混凝土以进行加强,在保证其刚度和承载性能的同时尽量减小构件截面,此时钢管和内部混凝土同时参与承载。

[0004] 内部混凝土的密实度质量是保证整体体系力学性能的一个重要因素,但由于斜柱网格体系中柱子倾斜、斜交节点构造复杂和节点内部隔板较多等原因,实际工程中保证钢管内部混凝土的浇灌密实度主要涉及2个难点:一是混凝土浇灌工艺,二是密实度检测布置方案。

### 发明内容

[0005] 本发明的目的是克服现有技术中的不足,提供一种平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置及检测方法。

[0006] 这种平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置,包括上半段斜交节点、下半段网格斜柱、防倾覆斜支撑、锚固限位基础、外围构架平台和成像检测装置;

[0007] 所述上半段斜交节点,包括上斜柱构件端头一、上斜柱构件端头二、下斜柱构件端头一、下斜柱构件端头二和核心区加劲板组合体;上斜柱构件端头一和上斜柱构件端头二安装在核心区加劲板组合体上方,下斜柱构件端头一和下斜柱构件端头二安装在核心区加劲板组合体下方;核心区加劲板组合体侧边设有水平钢梁牛腿一和水平钢梁牛腿二;

[0008] 所述下半段网格斜柱包括钢管斜柱构件一和钢管斜柱构件二;钢管斜柱构件一、钢管斜柱构件二分别与下斜柱构件端头一、下斜柱构件端头二对接;

[0009] 上半段斜交节点和下半段网格斜柱组成平面X型斜柱网格结构,平面X型斜柱网格结构与防倾覆斜支撑固定连接;平面X型斜柱网格结构和防倾覆斜支撑通过锚固限位基础固定在地面上;外围构架平台位设置于外侧;平面X型斜柱网格结构上的检测位置连接成像检测装置。

[0010] 作为优选:防倾覆斜支撑包括两根防倾覆型钢斜支撑;防倾覆型钢斜支撑顶部通过上端部接头安装顶部支撑转换件,顶部支撑转换件连接平面X型斜柱网格结构的重心位置。

[0011] 作为优选:所述锚固限位基础包括网格柱脚基础和斜支撑柱脚基础;钢管斜柱构件一和钢管斜柱构件二底部均设有底部固定端板,底部固定端板通过底部预埋件固定于网格柱脚基础;防倾覆支撑架的底部设有下端部接头,下端部接头通过底部预埋件固定于斜支撑柱脚基础;

[0012] 网格柱脚基础和斜支撑柱脚基础的外侧均设有限位翻边;限位翻边的底部设置翻边植筋。

[0013] 作为优选:上斜柱构件端头一和上斜柱构件端头二的内侧壁上设有浇灌孔,浇灌孔连接混凝土浇灌装置;

[0014] 上斜柱构件端头一和上斜柱构件端头二的顶部横截面处设置横隔板,并开设第一端面流通孔;下斜柱构件端头一和下斜柱构件端头二的底部横截面处设置横隔板,并开设第二端面流通孔;核心区加劲板组合体上设有上水平翼缘板流通孔和下水平翼缘板流通孔;

[0015] 钢管斜柱构件一和钢管斜柱构件二的顶端均设有端部横隔板,并开设斜柱端面流通孔。

[0016] 作为优选:所述外围构架平台包括竖向立杆、水平支撑杆、钢楼面板和斜钢梯;外围构架平台采用脚手架钢管和成品斜钢梯,围绕平面X型斜柱网格整体结构模型和防倾覆斜支撑搭建。

[0017] 作为优选:上斜柱构件端头一和上斜柱构件端头二的截面为箱型,截面边长尺寸为500~1000mm;浇灌孔、第一端面流通孔、第二端面流通孔、上水平翼缘板流通孔和下水平翼缘板流通孔均为长圆形,直径为200~400mm;

[0018] 钢管斜柱构件一和钢管斜柱构件二的截面为箱型,截面边长尺寸为500~1000mm;防倾覆型钢斜支撑的截面为H型,截面高度为300~500mm;

[0019] 作为优选:所述成像检测装置包括测线布置系统和超声CT成像系统;测线布置系统包括位于钢管一组对边的排列一激发器、排列一检波器和位于钢管另一组对边的排列二激发器、排列二检波器;测线布置系统的布置方式为两个排列,每个排列包含20~40个激发点、20~40个检波点。

[0020] 这种平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置的检测方法,包括以下步骤:

[0021] S1、将上半段斜交节点和下半段网格斜柱连接,形成平面X型斜柱网格结构;再在平面X型斜柱网格整体结构的重心位置安装防倾覆斜支撑,通过锚固限位基础对平面X型斜柱网格结构和防倾覆斜支撑的底部进行竖向支撑和柱脚固定限位措施;围绕平面X型斜柱网格结构和防倾覆斜支撑搭建外围构架平台;使用混凝土浇灌装置,通过浇灌孔进行混凝土的侧向浇灌;

[0022] S2、选取斜柱横截面检测位置:在斜交节点检测横截面和网格斜柱检测横截面分别安装测线布置系统,测线布置系统连接超声CT成像系统;

[0023] S3、获得检测结果:采用超声CT成像方法得到平均波速、波速离散度、合格率面积和最大缺陷尺度的数据,并分别获得斜交节点检测横截面和网格斜柱检测横截面位置的波速分布示意图和强度分布示意图;

[0024] S4、判定浇灌质量:根据平均波速、波速离散度、合格率面积和最大缺陷尺度的结果,当4项判定参数均满足时即达到混凝土质量要求;当有1项不满足时,应根据具体情况进

行综合判定;当有2项及以上不满足时,即为不合格;

[0025] S5、补充检测:将试验模型切割开进行裂缝、空洞的补充检测,切割位置包括模型切割剖面。

[0026] 作为优选,步骤S3中:波速分布示意图通过平均波速测定直接获得,强度分布示意图通过四项测定结果综合判定获得。

[0027] 作为优选,步骤S4中:对于混凝土密实度不足之处,采用钻孔压浆法补强,即在检测密实度不足位置钻孔后采用强度高一级混凝土进行高压注浆,而后补焊封回。

[0028] 本发明的有益效果是:

[0029] 1) 本发明提供的平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置及检测方法,其结构体系构造合理,工艺方法简单有效,可以实现含复杂内隔板的X型斜交网格节点和斜柱网格构件的内部混凝土侧向浇灌施工工艺模拟和混凝土密实度检测工艺模拟,充分发挥平面X型斜柱网格内部混凝土侧向浇灌模型试验装置及检测方法的模型一致、条件相同和工艺合理有效优点。

[0030] 2) 本发明提供的平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置及检测方法,以上半段斜交节点和下半段网格斜柱结合为平面X型斜柱网格整体结构模型,并通过防倾覆斜支撑和锚固限位基础进行竖向支撑和柱脚固定限位措施,通过外围构架平台和成像检测装置实现混凝土侧向浇灌和强度分布成像检测而构成整体试验装置和检测模式,可达到在提高侧向浇灌工艺和保证承载性能的同时,实现含复杂内隔板的X型斜交网格节点和斜柱网格构件的内部混凝土侧向浇灌施工工艺模拟和混凝土密实度检测工艺模拟。

[0031] 3) 基于侧向浇灌模型试验和检测分析,本发明的试验装置和检测方法通过整体空间K型斜柱网格的强度分布成像、承载力控制、整体抗侧刚度和抗扭转性能等指标,做到对强度、应力、侧向变形和周期比的控制,提升了整体模型试验装置和检测方法的合理有效。

[0032] 4) 本发明的平面X型斜柱网格内部混凝土侧向浇灌模型试验装置及检测方法,可有效达到网格斜柱及斜交节点内部混凝土的设计强度和密实度要求,解决混凝土侧向浇灌工艺、密实度检测布置方案这两个难点;并能够推广至实际的工程结构中,简化了检测方式,在保证结构受力性能的同时达到节省造价和加快施工作业的目的。

## 附图说明

[0033] 图1是侧向浇灌模型试验装置的结构示意图(其中图1a是本发明的整体结构示意图,图1b是上半段斜交节点示意图,图1c是下半段网格斜柱示意图、图1d是防倾覆斜支撑示意图,图1e是锚固限位基础示意图,图1f是外围构架平台示意图、图1g是成像检测装置示意图);

[0034] 图2是图1a中A-A剖切的正视结构示意图;

[0035] 图3是图1a中B-B剖切的侧视结构示意图;

[0036] 图4是图1a中C-C剖切的底部平面示意图;

[0037] 图5是图4中D-D剖切的锚固限位基础的侧视图(其中图5a是下半段网格斜柱的底部柱脚基础和限位翻边的剖切示意图,图5b是防倾覆斜支撑的底部柱脚基础和限位翻边的剖切示意图);

[0038] 图6是成像检测装置的测线布置示意图;

- [0039] 图7是检测横截面位置布置示意图；
- [0040] 图8是超声CT成像结果示意图(其中图8a是波速分布示意图,图8b是强度分布示意图)；
- [0041] 图9是模型切割剖断面布置示意图；
- [0042] 图10是本发明的应用场景示意图；
- [0043] 图11是本发明的侧向浇灌工艺及成像检测流程图。
- [0044] 附图标记说明:上斜柱构件端头一1、上斜柱构件端头二2、下斜柱构件端头一3、下斜柱构件端头二4、水平钢梁牛腿一5、水平钢梁牛腿二6、核心区加劲板组合体7、浇灌孔8、第一端面流通孔9、上水平翼缘板流通孔10、下水平翼缘板流通孔11、第二端面流通孔12、钢管斜柱构件一13、钢管斜柱构件二14、斜柱端面流通孔15、底部固定端板16、上端部接头17、下端部接头18、防倾覆型钢斜支撑19、顶部支撑转换件20、网格柱脚基础21、斜支撑柱脚基础22、底部预埋件23、限位翻边24、翻边植筋25、竖向立杆26、水平支撑杆27、钢楼面板28、斜钢梯29、排列一激发器30、排列一检波器31、排列二激发器32、排列二检波器33、斜交节点检测横截面34、网格斜柱检测横截面35、测线布置系统36、超声CT成像系统37、波速分布示意图38、强度分布示意图39、模型切割剖断面40、中部平面X型节点应用位置41、混凝土浇灌装置42。

### 具体实施方式

[0045] 下面结合实施例对本发明做进一步描述。下述实施例的说明只是用于帮助理解本发明。应当指出,对于本技术领域的普通人员来说,在不脱离本发明原理的前提下,还可以对本发明进行若干修饰,这些改进和修饰也落入本发明权利要求的保护范围内。

[0046] 实施例一

[0047] 作为一种实施例,如图1a-1g以及图2-图4所示,这种平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置及检测方法,包括上半段斜交节点、下半段网格斜柱、防倾覆斜支撑、锚固限位基础、外围构架平台和成像检测装置。所述上半段斜交节点位于上方,由箱型斜柱构件端头和水平钢梁牛腿汇合斜交于核心区加劲板组合体构成平面X型节点,内部设置多道开有混凝土流通孔的内隔板;所述下半段网格斜柱位于下方,由两根斜交的箱型钢管斜柱构件和斜柱底板组成,并与上半段斜交节点的斜柱构件端头对接构成平面X型斜柱网格整体结构模型;所述防倾覆斜支撑位于后侧,为平面X型斜柱网格整体结构模型的侧向型钢支撑结构,两侧成对布置,以防止其出现倾覆;所述锚固限位基础位于底部,包括下半段网格斜柱的底部柱脚基础、防倾覆斜支撑的底部柱脚基础以及底部柱脚基础侧边的限位翻边,起到平面X型斜柱网格整体结构模型、防倾覆斜支撑的竖向支撑和水平限位作用;所述外围构架平台位于外侧,包括竖向立杆、水平支撑杆、钢楼面板和斜钢梯,构成混凝土侧向浇灌和成像检测上人操作的工作平台;所述成像检测装置包括测线布置系统和超声CT成像系统,测线布置系统由激发器、检波器对侧布置组成,超声CT成像系统通过显示强度分布图成像结果来反映所侧向浇灌内部混凝土的密实度分布情况。

[0048] 如图1b、图2-图4所示,所述上半段斜交节点由斜柱构件端头和水平钢梁牛腿汇合斜交于核心区加劲板组合体,包括上斜柱构件端头一1、上斜柱构件端头二2、下斜柱构件端头一3、下斜柱构件端头二4、水平钢梁牛腿一5、水平钢梁牛腿二6和核心区加劲板组合体

7,构成平面X型斜交节点;上半段斜交节点主要用于刚性连接斜交网格超高层钢结构体系的上、下节点层,组成具有极大抗侧刚度的网格筒抗侧力结构体系。

[0049] 如图1b、图2所示,上半段斜交节点的上斜柱构件端头一1、上斜柱构件端头二2位于节点标高处楼面以上,因而适于进行钢管内部的混凝土侧向浇灌;在上斜柱构件端头一1、上斜柱构件端头二2的内侧壁板上开设浇灌孔8,通过内部侧面浇灌方式,可同时实现钢管内部混凝土侧向浇灌作业和上部钢结构安装作业,从而加快施工进度。

[0050] 如图1b、图2所示,上半段斜交节点的内部设置多道开有混凝土流通孔的内隔板,以实现斜交节点内部的混凝土有效流通;上斜柱构件端头的顶部横截面处设置横隔板,并开设第一端面流通孔9;下斜柱构件端头的底部横截面处设置横隔板,并开设第二端面流通孔12;在核心区加劲板组合体7的上翼缘板、下翼缘板处,分别开设上水平翼缘板流通孔10、下水平翼缘板流通孔11。

[0051] 如图1b、图2所示,本实施例中,上斜柱构件端头一1和上斜柱构件端头二2、下斜柱构件端头一3和下斜柱构件端头二4之间的斜交夹角均为 $28.4^{\circ}$ ,斜柱构件端头截面为箱型截面,箱型截面边长尺寸为750mm,流通孔直径为250mm。

[0052] 如图1b、图2所示,由于斜交网格体系超高层的网格斜柱构件截面较大、每节段浇灌高度较大且构件内有多处节点加强肋板,施工时采用高抛自密实混凝土进行侧向浇灌,同时考虑在斜柱节点处进行局部振捣法处理。

[0053] 如图1c、图2-图4所示,下半段网格斜柱由两根斜交的钢管斜柱构件一13、钢管斜柱构件二14和底部固定端板16所组成,并与上半段斜交节点的下斜柱构件端头一3、下斜柱构件端头二4对接构成平面X型斜柱网格的整体结构模型;钢管斜柱构件一13、钢管斜柱构件二14的顶部对接处均设置端部横隔板,并开设斜柱端面流通孔15。

[0054] 如图1c、图2-图4所示,在底部固定端板16处,通过底部预埋件23,固定于网格柱脚基础21。

[0055] 如图1c、图2-图4所示,钢管斜柱构件一13、钢管斜柱构件二14的斜交夹角为 $28.4^{\circ}$ ,落地间距为8.7m,覆盖楼层高度为4层,箱型截面边长尺寸为750mm。

[0056] 如图1a-1c、图2-图4所示,本实施例中,X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置为1:1足尺制作。

[0057] 如图1d、图2-图4所示,所述防倾覆斜支撑为整体结构模型的侧向型钢支撑结构,以防止其出现倾覆;结构形式为斜支撑结构,由两根成对布置于两侧的防倾覆型钢斜支撑19构成;防倾覆斜支撑的顶部设置上端部接头17,通过顶部支撑转换件20支撑在整体结构模型的重心高度附近区域。

[0058] 如图1d、图2-图4所示,防倾覆型钢斜支撑19为侧向支撑结构;当由于外在扰动下出现倾覆时,其为主要抗侧力构件;当无扰动时,其不受力;构件截面为H型截面,截面高度尺寸为350mm。

[0059] 如图1d、图2-图4所示,防倾覆斜支撑的底部设置下端部接头18,通过底部预埋件23,固定于斜支撑柱脚基础22,柱脚连接处无需设置加劲肋。

[0060] 如图1e、图2-图4所示,所述锚固限位基础包括网格柱脚基础21、斜支撑柱脚基础22以及限位翻边24,分别起到整体结构模型、防倾覆斜支撑的竖向支撑和水平限位作用。

[0061] 如图1c、图1e、图2-图4所示,对于网格柱脚基础21,在两个外侧边设置限位翻边

24,两个混凝土翻边均为长条形形式,翻边方向垂直X型平面设置,以限制整体结构模型在水平方向的两侧移动。

[0062] 如图1d-1e、图2-图4所示,对于斜支撑柱脚基础22,防倾覆型钢斜支撑19的底部,设置限位翻边24,两个混凝土翻边均为长条形形式,翻边方向平行于X型平面设置,以限制防倾覆斜支撑在水平方向的前后移动。

[0063] 如图1e、图2-图4、图5a-5b所示,在限位翻边24的底部,设置翻边植筋25,以固定于刚性地面上。

[0064] 如图1e、图2-图4、图5a-5b所示,本实施例中,网格柱脚基础21、斜支撑柱脚基础22的平面边长分别为1950mm、900mm,基础高度分别为700mm、400mm,内部配置构造钢筋进行加强,限位翻边高度为300mm。

[0065] 如图1a、图1f、图2所示,所述外围构架平台由竖向立杆26、水平支撑杆27、钢楼面板28和斜钢梯29所组成,构成混凝土侧向浇灌和成像检测上人操作的工作平台。

[0066] 如图1a、图1f、图2所示,外围构架平台采用脚手架钢管和成品斜钢梯搭设而成,以节省侧向浇灌模型试验装置的成本。

[0067] 如图1a、图1f、图2所示,外围构架平台围绕平面X型斜柱网格整体结构模型和防倾覆斜支撑进行搭设,可穿插连接组装,且自成结构体系,以避免对平面X型斜柱网格内部混凝土侧向浇灌质量产生影响。

[0068] 如图1a、图2所示,通过混凝土浇灌装置42进行钢管内部混凝土的侧向浇灌,混凝土浇灌装置42包括混凝土输送泵、振捣棒等,采用高性能自密实混凝土,实现斜交节点内部的混凝土有效流通。

[0069] 如图1a、图1g、图6所示,所述成像检测装置由测线布置系统36和超声CT成像系统37 所组成;测线布置系统36包括位于钢管一组对边的排列一激发器30、排列一检波器31和位于钢管另一组对边的排列二激发器32、排列二检波器33;共计两组激发点和检波点。

[0070] 如图1a、图1g、图6所示,本实施例中,每个排列包含30个激发点、30个检波点,敲击点与接收点的间距为50mm。

[0071] 如图1a、图1g、图8a-8b所示,超声CT成像系统37通过显示强度分布示意图39成像结果来反映所侧向浇灌内部混凝土的密实度分布情况。

[0072] 如图1a、图2、图7所示,斜柱构件横截面的检测位置包括斜交节点检测横截面34、网格斜柱检测横截面35;斜交节点检测横截面34包括斜交节点下侧斜柱接头的下横隔板下方附近、斜交节点的下翼缘板下方附近和斜交节点的上翼缘板下方附近这三处典型位置;网格斜柱检测横截面35包括斜柱底部的横隔板下方附近、斜柱中间段的下横隔板下方附近这两处典型位置。

[0073] 如图1a、图2、图7、图8a-8b所示,由于同一检测截面混凝土密实度存在不均匀,对应混凝土波速也是不同的,通过多项统计参数的综合评定进行缺陷判定;判定参数包括平均波速、波速离散度、合格率面积和最大缺陷尺度。

[0074] 如图1a、图2、图7、图8a-8b所示,波速分布示意图38可直接通过混凝土波速测定得到,强度分布示意图39则通过四项测定结果综合判定获得;当4项判定参数均满足时即达到混凝土质量要求;当有1项不满足时,应根据具体情况进行综合判定;当有2项及以上不满足时,即为不合格。

[0075] 如图1a、图2-图4、图9所示,作为一种补充检测方法,可进一步将试验模型切割开,以更为直观地查看钢管内部混凝土密实度情况,如裂缝、空洞等;切割位置包括模型切割剖面40。

[0076] 如图1a、图10所示,平面X型斜柱网格内部混凝土侧向浇灌模型试验装置及检测方法的应用场景包括斜交网格结构体系的中部平面X型节点应用位置41或其它类似情况。

[0077] 实施例二

[0078] 如图11所示,作为实施例一种所述平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置,其检测方法的具体流程如下:

[0079] S1、建立平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置,包括上半段斜交节点、下半段网格斜柱、防倾覆斜支撑、锚固限位基础、外围构架平台和成像检测装置;

[0080] S2、斜柱横截面检测位置的选取,检测位置包括斜交节点检测横截面34、网格斜柱检测横截面35;

[0081] S3、斜柱横截面检测位置的成像结果,判定参数包括平均波速、波速离散度、合格率面积和最大缺陷尺度,波速分布示意图38通过平均波速测定直接获得,强度分布示意图39通过四项测定结果综合判定获得;

[0082] S4、当4项判定参数均满足时即达到混凝土质量要求;当有1项不满足时,应根据具体情况进行综合判定;当有2项及以上不满足时,即为不合格;

[0083] S5、将试验模型切割开进行裂缝、空洞补充检测方法,切割位置包括模型切割剖面40。

[0084] 实施例三

[0085] 本发明还提供一种平面X型斜柱网格内部侧向浇灌试验装置及检测方法在含复杂内隔板的X型斜交网格节点和斜柱网格构件的内部混凝土侧向浇灌施工工艺模拟和混凝土密实度检测工艺模拟中的应用;应用场景包括斜交网格结构体系的中部平面X型节点应用位置41或其它类似情况。

[0086] 考虑实际工程的工程可参考性和实用性,建立X型斜柱网格内部混凝土侧向浇灌的足尺模型试验装置,并通过超声CT技术检测其内部侧向浇灌混凝土的密实度,以获得合理有效的侧向浇灌工艺并应用于类似实际工程。

[0087] 针对X型斜柱网格的检测布置及成像检测方案,获得并保障整体结构的混凝土侧向浇灌质量,为斜柱网格体系实际工程的钢管混凝土侧向浇灌方法、质量检测及布置方案提供依据和参考。

[0088] 本发明技术可有效达到网格斜柱及斜交节点内部混凝土的设计强度和密实度要求;出于经济考虑,在采用相同的侧向浇灌工艺基础上,整个斜柱网格体系的对应内部混凝土检测仍采用常规超声波检测方法,对应判定参数一般为波速、波形等声学参数;对于混凝土密实度不足之处,采用钻孔压浆法补强,即在检测密实度不足位置钻孔后采用强度高一级混凝土进行高压注浆,而后补焊封回。

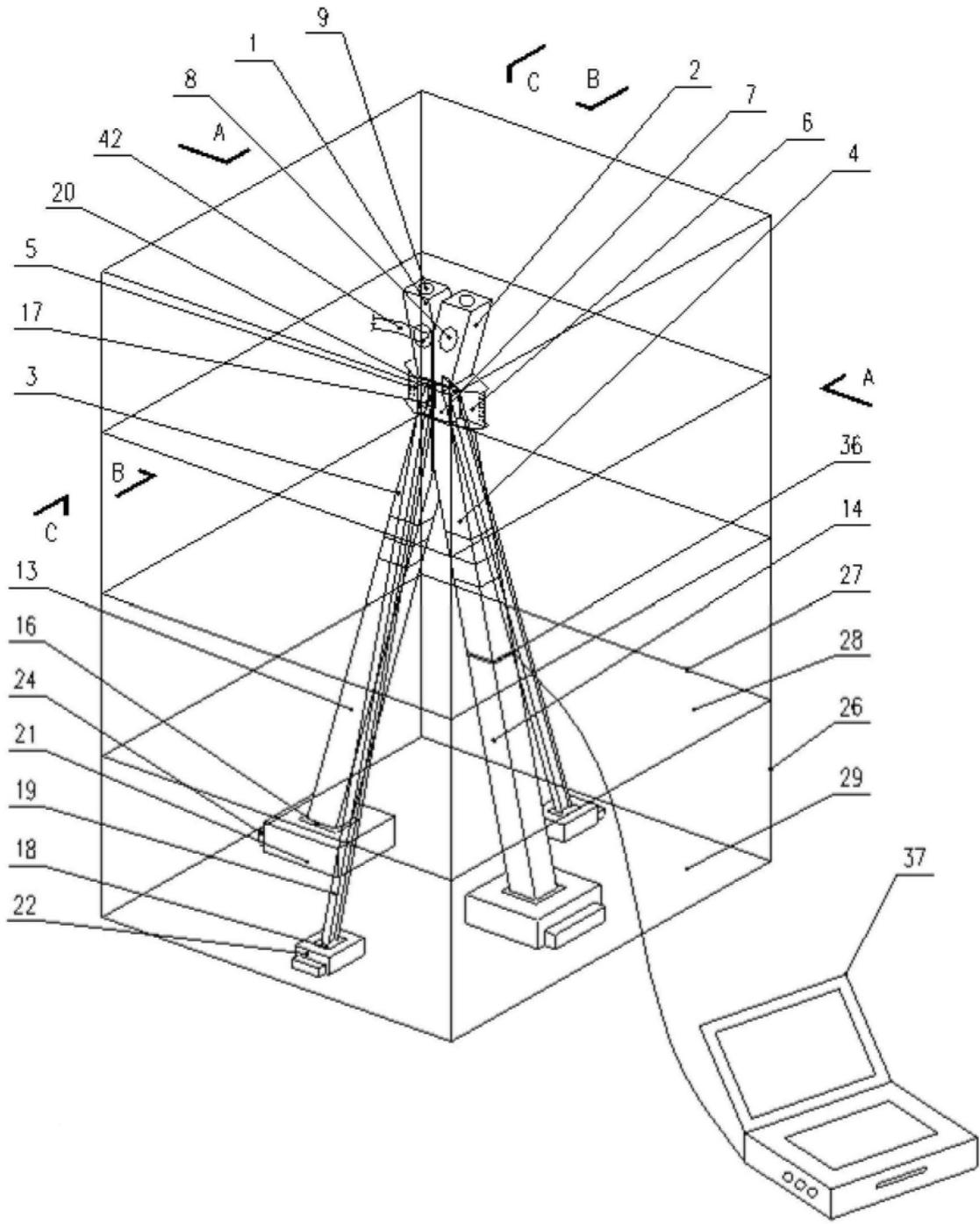


图1a

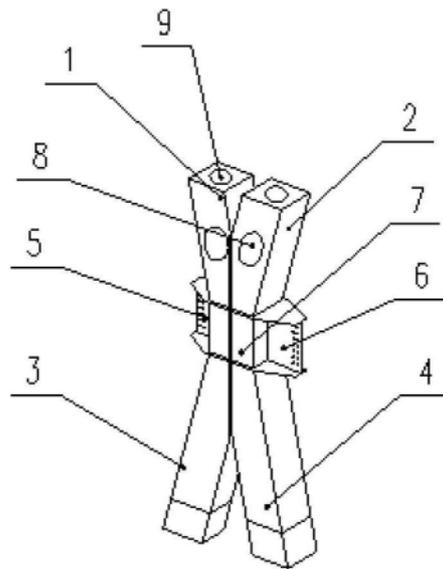


图1b

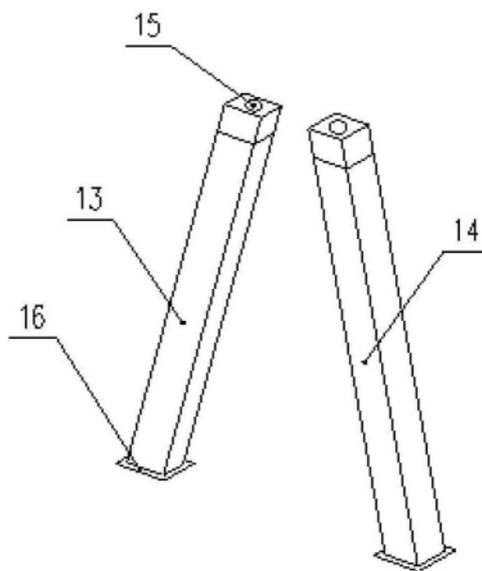


图1c

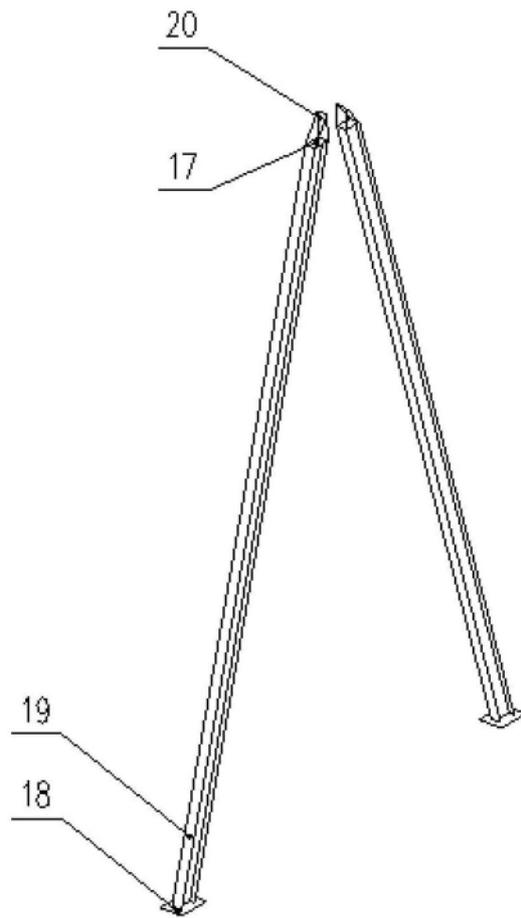


图1d

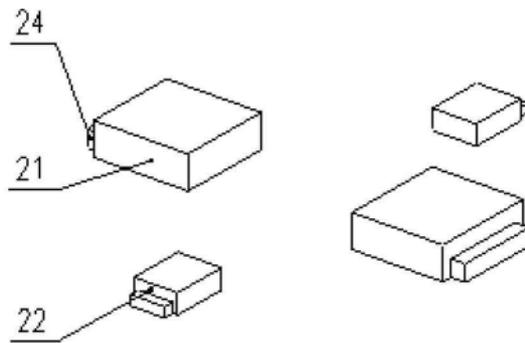


图1e

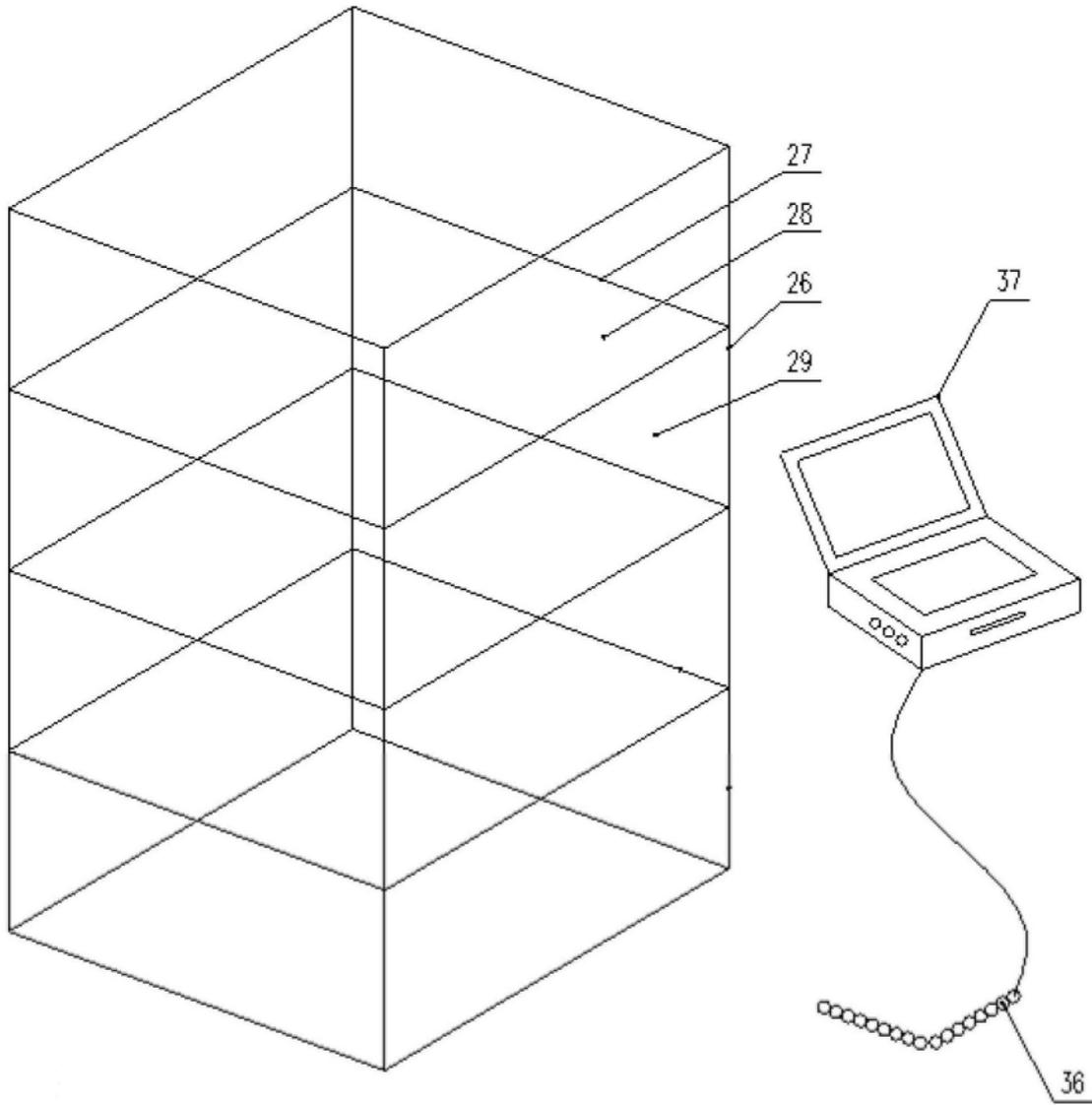


图 1f

图 1g

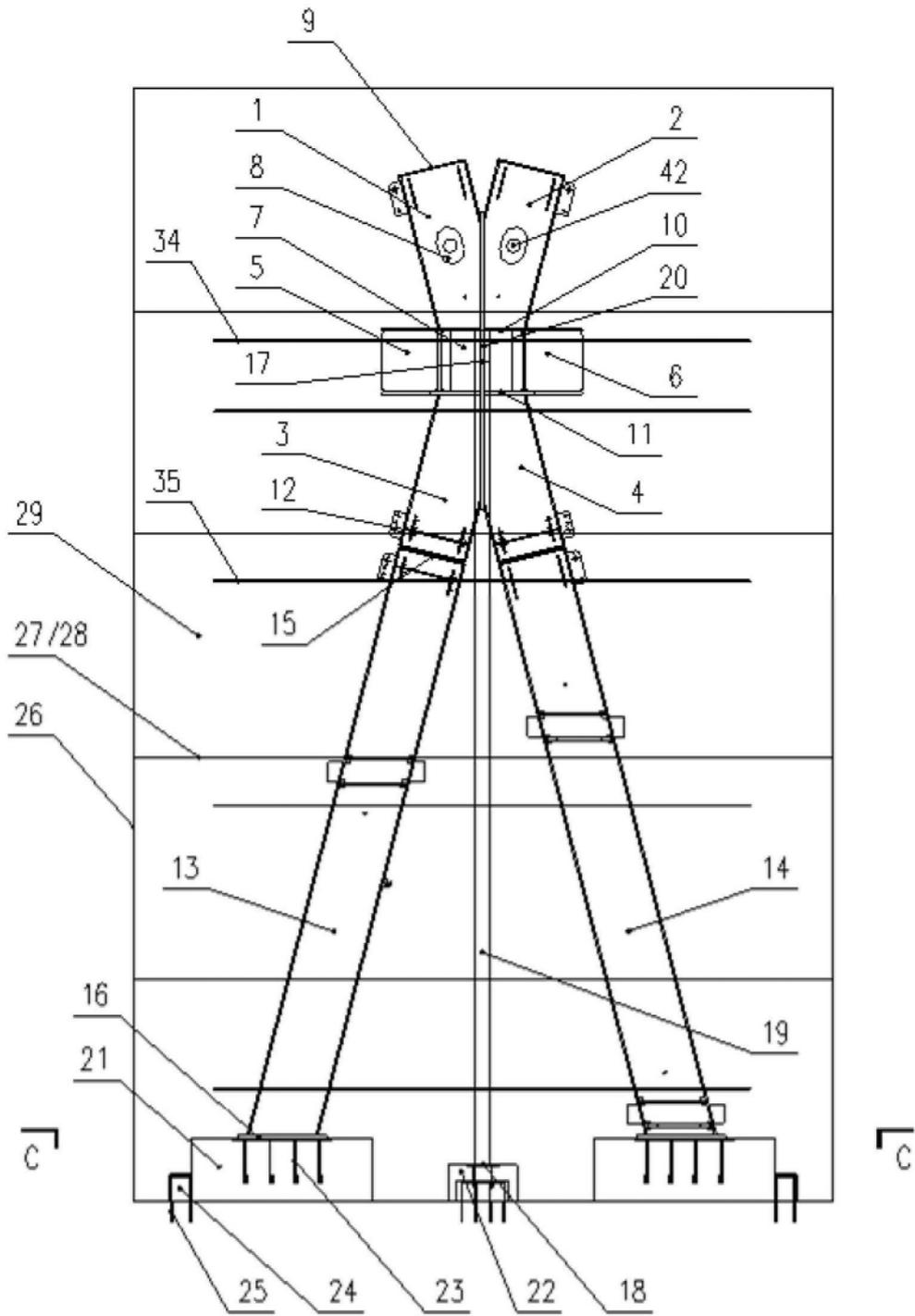


图2

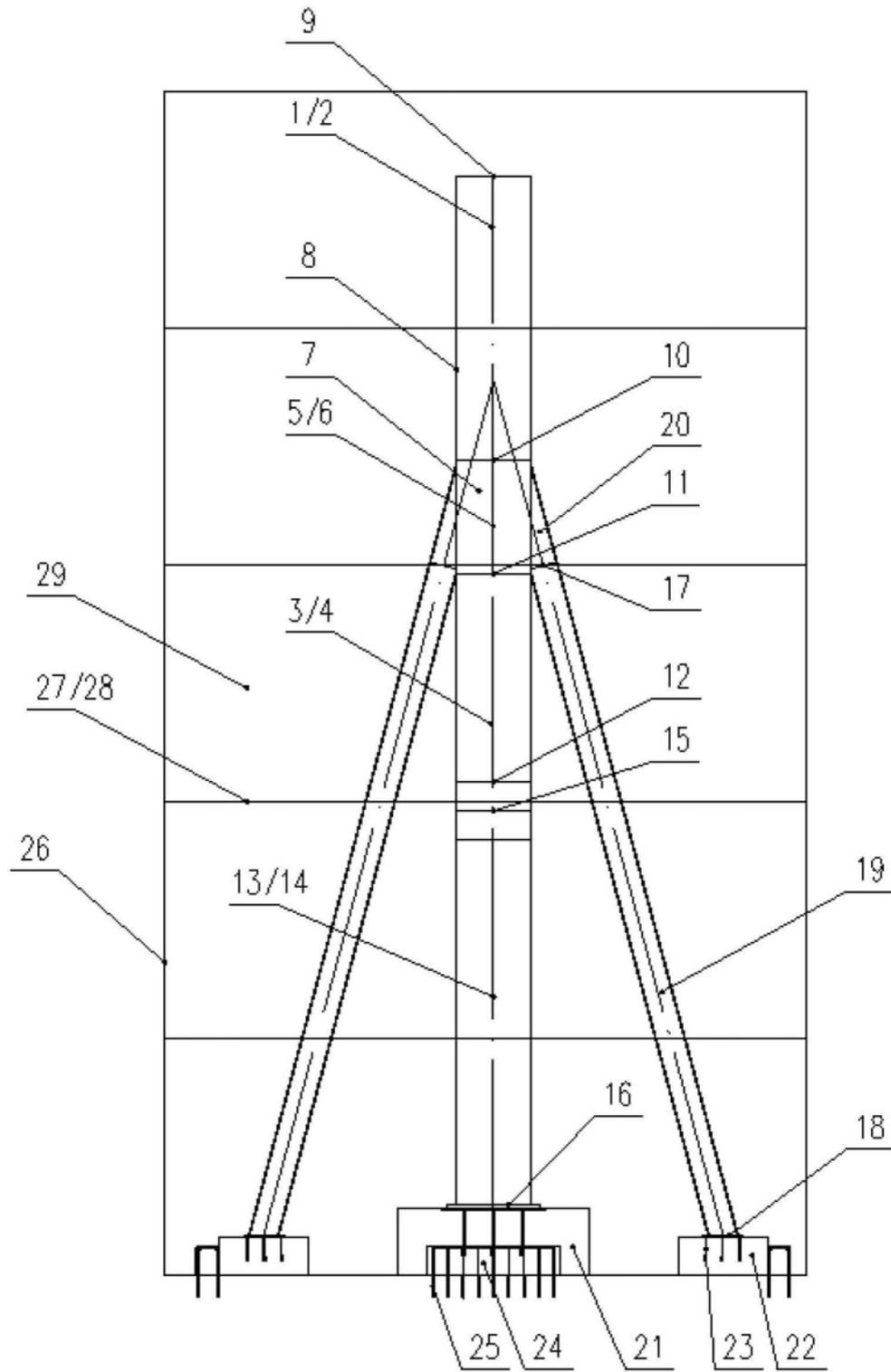


图3

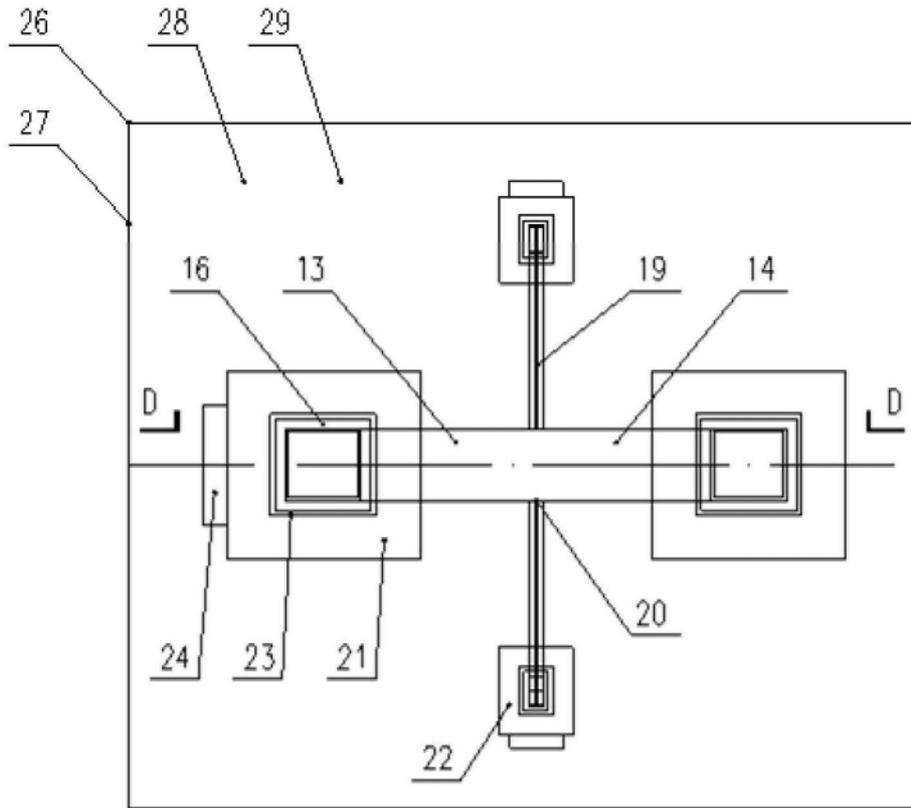


图4

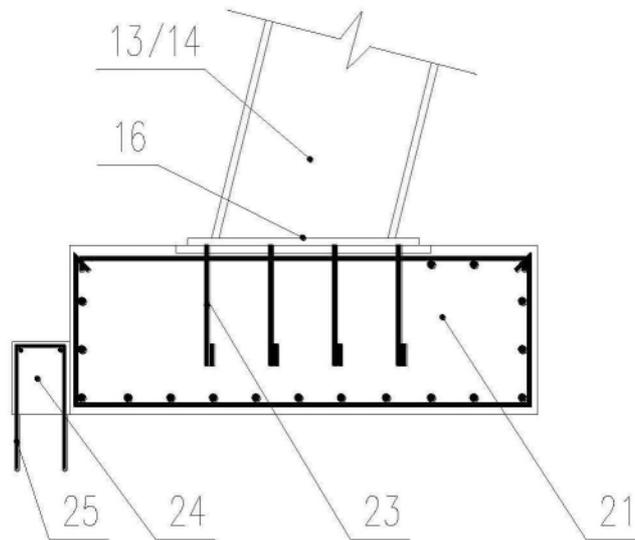


图5a

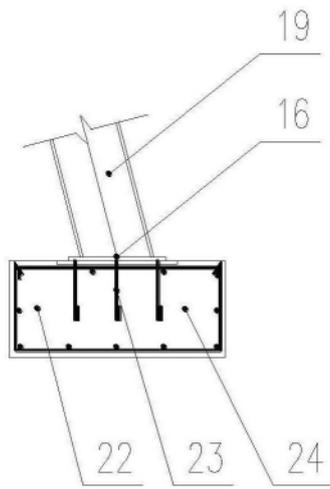


图5b

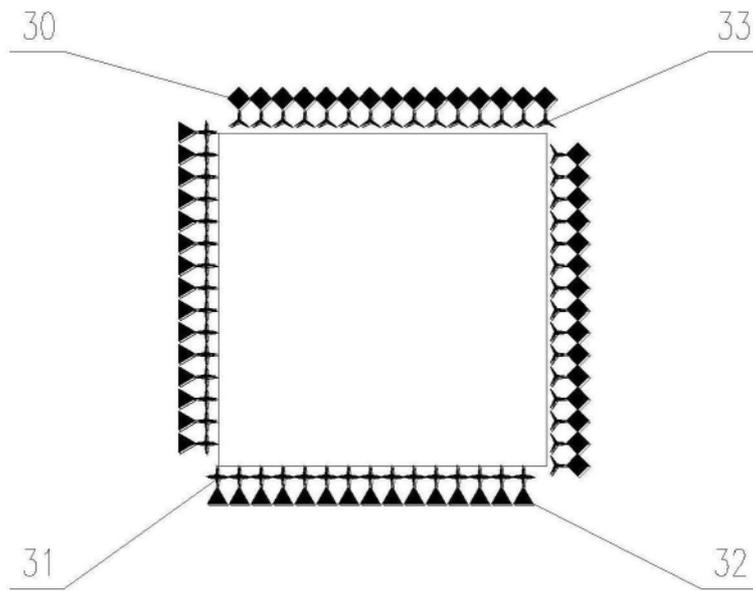


图6

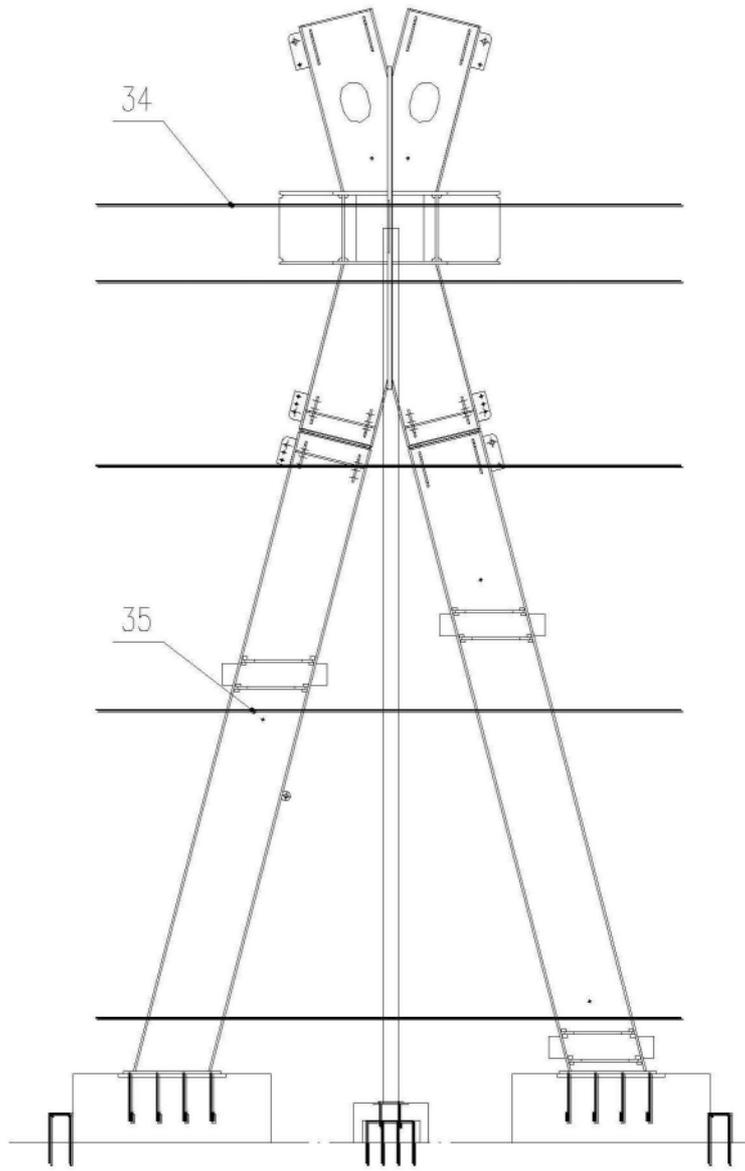


图7

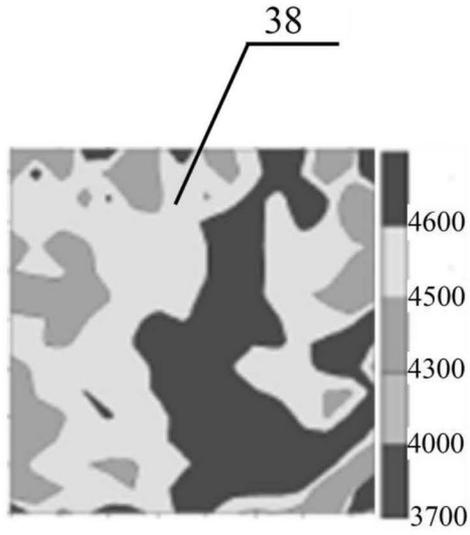


图8a

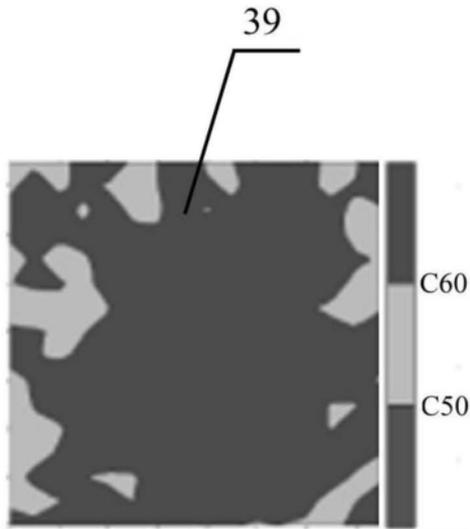


图8b

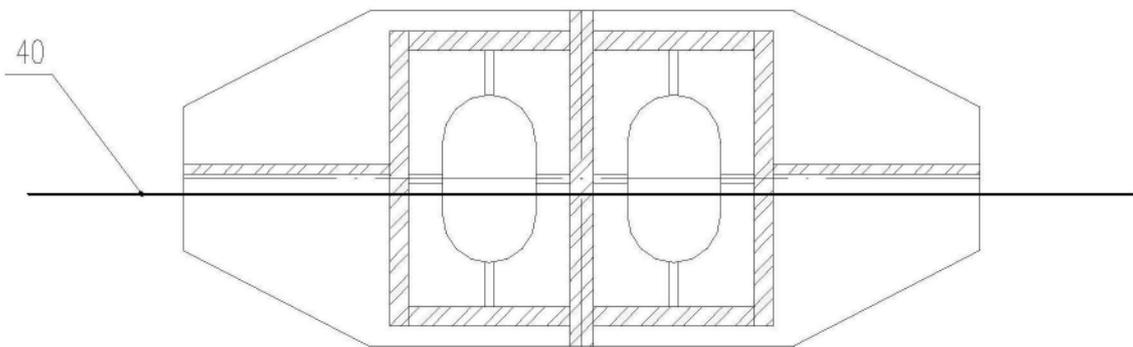


图9

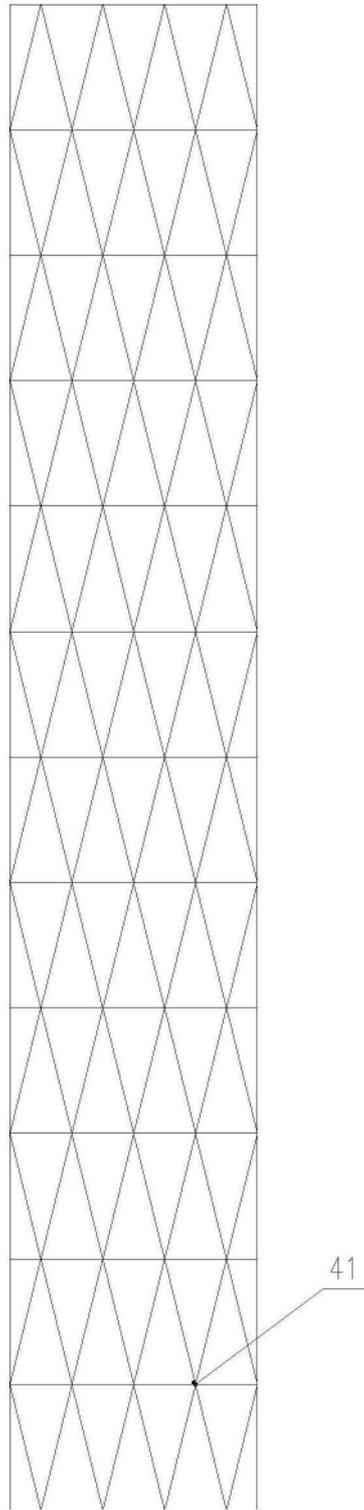


图10

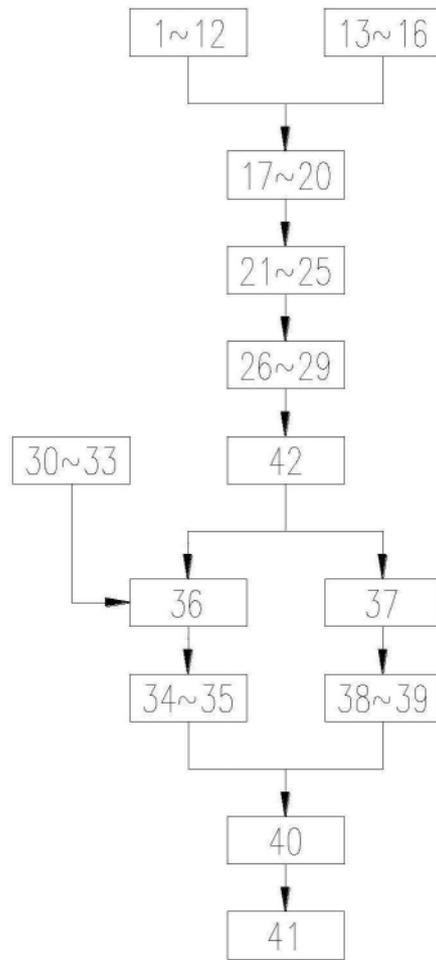


图11