(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109162358 A
(43)申请公布日 2019.01.08

(21)申请号 201811036707.2

(22)申请日 2018.09.06

(71)申请人 广东省建筑设计研究院
地址 510010 广东省广州市荔湾区流花路97号

(72)发明人 苏恒强 陈星 何军 董晓明 方虎生 黄佳 吴泉霖 郑静红 赖明宇 叶苑青 梁超群 刘金松

(74)专利代理机构 广州知友专利商标代理有限公司 44104
代理人 刘小敏

(51)Int.Cl.
E04B 1/34(2006.01)

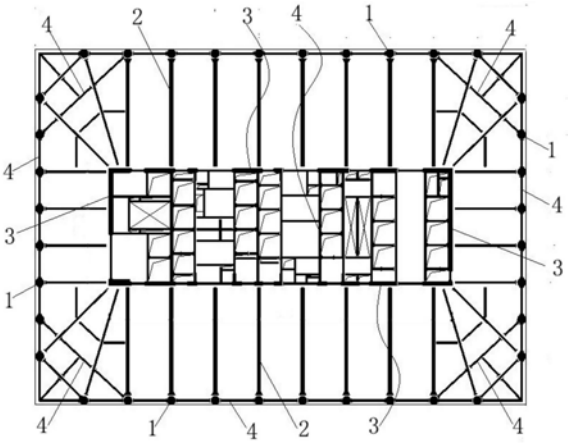
权利要求书1页 说明书6页 附图14页

(54)发明名称

一种装配式全包钢框架-核心筒-异形柱建筑结构体系

(57)摘要

本发明公开了一种装配式全包钢框架-核心筒-异形柱建筑结构体系包括设有竖向构件的核心筒与所述核心筒相连接的外框架,外框架设有框架柱和框架梁,所述竖向构件包括钢箱剪力墙,其特征在于,所述竖向构件还包括方形钢包混凝土柱,所述核心筒从建筑结构底部标准层起,逐步缩短钢箱剪力墙,即钢箱剪力墙随楼层升高在水平延伸方向上缩短,沿竖直方向呈截面减缩的变截面状分布,位于上层较短的钢箱剪力墙或者方形钢包混凝土柱刚性连接在下层较长的钢箱剪力墙之上。本发明可降低建筑自重和基础造价,节省工期。



CN 109162358 A

1.一种装配式全包钢框架-核心筒-异形柱建筑结构体系，包括设有竖向构件的核心筒与所述核心筒相连接的外框架，外框架设有框架柱和框架梁，所述竖向构件包括钢箱剪力墙，其特征在于，所述竖向构件还包括方形钢包混凝土柱，所述核心筒从建筑结构底部标准层起，逐步缩短钢箱剪力墙，即钢箱剪力墙随楼层升高在水平延伸方向上缩短，沿竖直方向呈截面减缩的变截面状分布，位于上层较短的钢箱剪力墙或者方形钢包混凝土柱刚性连接在下层较长的钢箱剪力墙之上，所述钢箱剪力墙两两之间或者所述方形钢包混凝土柱两两之间或者所述钢箱剪力墙与所述方形钢包混凝土柱之间通过钢梁相连接构成所述核心筒。

2.根据权利要求1所述的装配式全包钢框架-核心筒-异形柱建筑结构体系，其特征在于，所述钢箱剪力墙和所述方形钢包混凝土柱均以外包钢板作为外壁并在外包钢板内部浇筑有现浇混凝土构成钢包混凝土剪力墙或者钢包混凝土柱。

3.根据权利要求2所述的装配式全包钢框架-核心筒-异形柱建筑结构体系，其特征在于，所述钢箱剪力墙的外包钢板由多根方形钢管柱和焊接在相邻两根方形钢管柱之间的两面钢板墙身构成。

4.根据权利要求1所述的装配式全包钢框架-核心筒-异形柱建筑结构体系，其特征在于，所述核心筒具有一个由钢箱剪力墙和核心筒内钢梁刚性连接构成的矩形外框，所述核心筒内部具有沿长度方向分布的多列钢箱剪力墙。

5.根据权利要求4所述的装配式全包钢框架-核心筒-异形柱建筑结构体系，其特征在于，所述结构体系包括下部楼层、中部楼层、上部楼层，所述上、中、下部楼层的核心筒包括钢箱剪力墙、方形钢包混凝土柱通过工字钢梁相互连接构成的外框和位于该外框内的多列钢箱剪力墙；所述中部楼层的部分钢箱剪力墙在水平延伸方向短于连接在其下方的所述下部楼层的钢箱剪力墙，或者所述中部楼层的部分方形钢包混凝土柱连接其下方所述下部楼层的钢箱剪力墙；所述上部楼层的部分钢箱剪力墙在水平延伸方向短于连接在其下方的所述中部楼层的钢箱剪力墙，或者所述上部楼层的部分方形钢包混凝土柱连接其下方所述中部楼层的钢箱剪力墙。

一种装配式全包钢框架-核心筒-异形柱建筑结构体系

技术领域

[0001] 本发明涉及一种装配式全包钢框架-核心筒-异形柱建筑结构体系。

背景技术

[0002] 国家政策将大力推广装配式建筑，减少建筑垃圾和扬尘污染，缩短建造工期，提升工程质量。鼓励建筑企业装配式式施工，现场装配。力争用10年左右时间，使装配式建筑占新建建筑比例达到30％。积极稳妥推广钢结构建筑。钢箱混凝土剪力墙可以实现工厂规模化生产，现场机械化施工装配，顺应国家政策，符合绿色建筑的要求，具有很大的推广意义。

[0003] 框架－核心筒结构是指由外围梁、柱组成的框架体系与中心剪力墙筒体共同组成的结构体系；框架－异形柱结构是指由外围梁柱组成的框架体系与中心异心柱共同组成的结构体系。结构的主要抗侧力体系为中心剪力墙内筒或异形柱内筒，通过与外框架的协同作用，以提供结构的足够抗侧及抗扭强度，从而提高高层建筑物抗震性能。常规的框架－核心筒结构或者框架－异形柱结构采用钢筋混凝土框架－钢筋混凝土内筒、钢框架－钢筋混凝土内筒或者型钢混凝土框架－钢筋混凝土内筒结构体系。超高层建筑要求有较大的抗侧力刚度，需较厚的核心筒剪力墙，从而增加了结构的自重，间接增加基础造价。大面积浇筑的钢筋混凝土剪力墙有以下缺点：

[0004] 一、角部混凝土易开裂、易碎；

[0005] 二、施工工期长、延性比钢结构差、费模板；

[0006] 三、较厚、较多的核心筒剪力墙限制了核心筒内建筑功能用房的使用空间。

[0007] 我院(广东省建筑设计研究院)一直致力于装配式建筑研究与应用设计，并于2016年4月21日将研究成果《一种采用全包钢受力构件的装配式框架－核心筒结构体系》申请了发明专利，申请号 201610251910.6，其中公开了核心筒、外框架的连接构，通过全包钢结构体系降低了建筑自重，减少基础造价。然而核心筒大部分使用钢箱剪力墙建筑自重仍然较大，且随楼层升高，钢箱剪力墙吊装、运输成本越高，钢箱剪力墙分节安装环境也更加局限。目前尚无钢箱剪力墙与异形柱结合的核心筒结构。

发明内容

[0008] 本发明旨在提供一种装配式全包钢框架－核心筒－异形柱建筑结构体系，在满足现有建筑规范要求的前提下，降低建筑自重和基础造价，节省工期。

[0009] 为了进一步减轻自重，减小基础负荷和结构的地震力，使建筑结构体系的各结构受力性能更加合理，本发明从主塔楼标准层起，逐步缩短核心筒内部钢箱剪力墙，甚至上层结构直接由方形钢包混凝土柱取代，钢包混凝土柱、钢箱剪力墙两两之间架设钢梁以互相连接，构成钢管混凝土框架与异形钢包混凝土柱－钢箱剪力墙核心筒结合的结构体系。

[0010] 本发明提供的装配式全包钢框架-核心筒-异形柱的结构体系，包括设有竖向构件的核心筒与所述核心筒相连接的外框架，外框架设有框架柱和框架梁，所述竖向构件包括钢箱剪力墙，其特征在于，所述竖向构件还包括方形钢包混凝土柱，所述核心筒从建筑结构

底部标准层起，逐步缩短钢箱剪力墙，即钢箱剪力墙随楼层升高在水平延伸方向上缩短，沿竖直方向呈截面减缩的变截面状分布，位于上层较短的钢箱剪力墙或者方形钢包混凝土柱刚性连接在下层较长的钢箱剪力墙之上，所述钢箱剪力墙两两之间或者所述方形钢包混凝土柱两两之间或者所述钢箱剪力墙与所述方形钢包混凝土柱之间通过钢梁相连接构成所述核心筒。

[0011] 本发明还可作以下改进：

[0012] 本发明所述钢箱剪力墙和所述方形钢包混凝土柱均以外包钢板作为外壁并在外包钢板内部浇筑有现浇混凝土构成钢包混凝土剪力墙或者钢包混凝土柱，外包钢板与内嵌混凝土通过钢板上焊接的双向加劲板实现共同作用，外包钢板对混凝土起到套箍作用，有效提高混凝土的抗压强度，钢板与混凝土相线结合，充分发挥混凝土抗压，钢板抗拉的优点。

[0013] 本发明为使钢箱剪力能够满足抗压、抗拉、抗剪强度要求，所述钢箱剪力墙的外包钢板由多根方形钢管柱和焊接在相邻两根方形钢管柱之间的两面钢板墙身构成，增强钢剪力墙自身结构强度以降低自重。

[0014] 本发明的所述核心筒具有一个由钢箱剪力墙和核心筒内钢梁刚性连接构成的矩形外框，所述核心筒内部具有沿长度方向分布的多列钢箱剪力墙。

[0015] 本发明的所述结构体系包括下部楼层、中部楼层、上部楼层，所述上、中、下部楼层的核心筒包括钢箱剪力墙、方形钢包混凝土柱通过工字钢梁相互连接构成的外框和位于该外框内的多列剪力墙；所述中部楼层的部分钢箱剪力墙在水平延伸方向短于连接在其下方的所述下部楼层的钢箱剪力墙，或者所述中部楼层的部分方形钢包混凝土柱连接其下方所述下部楼层的钢箱剪力墙；所述上部楼层的部分钢箱剪力墙在水平延伸方向短于连接在其下方的所述中部楼层的钢箱剪力墙，或者所述上部楼层的部分方形钢包混凝土柱连接其下方所述中部楼层的钢箱剪力墙。

[0016] 本发明具有以下优点：

[0017] 1.本发明采用钢箱剪力墙－方形钢包混凝土柱构成的核心筒架构，逐步缩短上层钢箱剪力墙在水平延伸方向的长度，使核心筒内的结构布置更加灵活，增大核心筒内功能房的有效使用空间。可充分发挥混凝土与钢结构的特性，减小结构自重，从而减小地震力与基础造价，节省了混凝土和钢筋用量，使结构体系降低了溶洞等复杂地形地区地基处理难度及处理深度，依照建筑产业化、绿色节能、创新发展的设计理念，节省建筑空间，具有广泛的推广前景和应用价值。

[0018] 2.本发明是一种装配式整体结构，钢构件可在工厂加工完成，预制率高，免除现场混凝土浇筑的支模工序，更多的采用钢梁结构取代剪力墙，运输、吊装作业更加方便，更易实现设计标准化、构件生产的工厂化、施工机械的装配化，施工速度快，减少剪力墙、柱、梁钢筋的现场钢筋绑扎工作，减少工人现场劳动量，有效保证施工质量。

[0019] 3.本发明采用钢箱剪力墙提高墙体的抗剪承受力，对混凝土横向膨胀起到约束作用，改善混凝土的力学性能，钢箱能防止混凝土裂缝外露，提高混凝土的耐久性，混凝土作为外侧钢板的侧向支撑，约束钢板局部屈曲。

附图说明

[0020] 下面结合附图和具体实施方式对本发明做进一步详细说明。

[0021] 图1为本发明具体实施例的结构平面布置图；

[0022] 图2为本发明具体实施例下部楼层核心筒的平面布置图；

[0023] 图3为本发明具体实施例中部楼层核心筒的平面布置图；

[0024] 图4为本发明具体实施例上部楼层核心筒的平面布置图；

[0025] 图5为本发明具体实施例中Ⅰ号墙大样长肢立面的布置图；

[0026] 图6为图5中A1-A1截面的钢箱剪力墙和钢包混凝土柱的布置图 (不含钢梁)；

[0027] 图7为图5中B1-B1截面的钢箱剪力墙和钢包混凝土柱的布置图 (不含钢梁)；

[0028] 图8为图5中C1-C1截面的钢箱剪力墙和钢包混凝土柱的布置图 (不含钢梁)；

[0029] 图9为本发明具体实施例Ⅲ号墙大样长肢立面的布置图；

[0030] 图10为图9中A2－A2截面的钢箱剪力墙和钢包混凝土柱的布置图(不含钢梁)；

[0031] 图11为图9中B2－B2或C2－C2截面的钢箱剪力墙和钢包混凝土柱的布置图(不含钢梁;B2－B2、C2－C2截面相似)；

[0032] 图12为本发明具体实施中全包钢结构方案和混凝土结构方案的 X向地震层间位移角的对比图(横坐标为位移角,纵坐标为楼层层号)；

[0033] 图13为本发明具体实施中全包钢结构方案和混凝土结构方案的 Y向地震层间位移角的对比图(横坐标为位移角,纵坐标为楼层层号)；

[0034] 图14为本发明具体实施例中全包钢结构方案和混凝土结构方案的X向风层间位移角的对比图(横坐标为位移角,纵坐标为楼层层号)；

[0035] 图15为本发明具体实施例中全包钢结构方案和混凝土结构方案的Y向风层间位移角的对比图(横坐标为位移角,纵坐标为楼层层号)；

[0036] 图16为本发明具体实施例中全包钢结构方案和混凝土结构方案的X向剪重比的对比图(横坐标为剪重比％,纵坐标为楼层层号)；

[0037] 图17为本发明具体实施例中全包钢结构方案和混凝土结构方案的Y向剪重比的对比图(横坐标为剪重比％,纵坐标为楼层层号)。

[0038] 附图标记：

[0039] 1-框架柱;1a-方形钢包混凝土柱;2-框架梁;3-钢箱剪力墙; 4-工字钢梁;11-Ⅰ号墙;12-Ⅱ号墙;13-Ⅲ号墙;14-Ⅳ号墙;15- Ⅴ号墙;16-Ⅵ号墙;21-Ⅶ号墙;22-Ⅷ号墙;100-下部楼层;200- 中部楼层;300-上部楼层。

具体实施方式

[0040] 如图1－4所示,本发明提供的装配式全包钢框架-核心筒-异形柱建筑结构体系,由设有竖向构件的核心筒与设有框架柱1和框架梁 1的外框架连接组成,竖向构件包括钢箱剪力墙3、方形钢包混凝土柱1a,钢箱剪力墙3两两之间或者方形钢包混凝土柱1a两两之间或者钢箱剪力墙3与方形钢包混凝土柱1a之间通过工字钢梁4连接构成核心筒;核心筒从建筑结构底部标准层起,逐步缩短钢箱剪力墙3,即钢箱剪力墙3随楼层升高在水平延伸方向上缩短,沿竖直方向呈截面减缩的变截面状分布,位于上层较短的钢箱剪力墙或者方形钢包混凝土柱刚性连接在下层较长的钢箱剪力墙之上。

[0041] 结构体系包括下部楼层100、中部楼层200、上部楼层300，上、中、下部楼层的核心筒包括钢箱剪力墙3、方形钢包混凝土柱1a通过工字钢梁4相互连接构成的外框和位于该外框内的多列剪力墙；其中外框由如图2－4所示的Ⅰ号墙11、Ⅵ号墙16、Ⅶ号墙21、Ⅷ号墙22构成，外框内部的多列剪力墙包括Ⅱ号墙12、Ⅲ号墙13、Ⅳ号 14和Ⅴ号墙15。中部楼层200的Ⅰ、Ⅱ、Ⅲ、Ⅳ、Ⅴ号墙的部分钢箱剪力墙3在水平延伸方向短于连接在其下方的下部楼层100的钢箱剪力墙3；上部楼层300的Ⅰ、Ⅵ、Ⅶ、Ⅷ号墙的部分钢箱剪力墙3 在水平延伸方向短于连接在其下方的中部楼层200的钢箱剪力墙3，取消部分上部楼层300Ⅰ、Ⅵ、Ⅶ、Ⅷ号墙的部分钢箱剪力墙3，替换为方形钢包混凝土柱1a连接其下方中部楼层200的钢箱剪力墙3。具体参见如图5－8所示的Ⅰ号墙大样长肢立面的平面布置图和截面图；图9－11所示的Ⅲ号墙大样长肢立面的平面布置图和截面图。

[0042] 上述的钢箱剪力墙3和方形钢包混凝土柱1a均以外包钢板作为外壁并在外包钢板内部浇筑有现浇混凝土构成钢包混凝土剪力墙或者钢包混凝土柱。钢箱剪力墙3的外包钢板由多根方形钢管柱和焊接在相邻两根方形钢管柱之间的两面钢板墙身构成。

[0043] 下面对采用本发明设计全包钢框架－核心筒－异形柱的结构模型(下文简称：全包钢结构方案)与普通混凝土剪力墙核心筒结构模型(下文简称：混凝土结构方案)对比分析。采用YJK计算软件计算 0度，90度两个个抗侧力方向的地震作用和风作用。

[0044] 计算模型共38个结构层，模型结构层一层梁板为建筑结构二层梁板，模型结构层一层墙柱为建筑结构一层墙柱。以下各表所示层号为模型结构层层号。

[0045] 表1：全包钢结构方案和混凝土结构方案计算表

[0046]

		全包钢结构方案	混凝土结构方案
结构总质量（t）（不含地下室）		239394.9	2893824.0
标准层单位面积重度（KN/m2）		17.7	19.2
计算振型数		36	36
第1、2平动周期		4.551 (Y)	4.065 (Y)
		4.033 (X)	3.967 (X)
第一扭转周期		3.519	3.091
第一扭转周期 / 第一平动周期		77%	76%
有效质量系数	X	96%	98%
	Y	95%	98%
地震下基底剪力（KN）（不含地下室）	X	30202	33254
	Y	32206	40814
剪重比（调整前）	X	1.25%	1.29%
	Y	1.35%	1.58%

[0047] 续表：

[0048]

		全包钢结构方案	混凝土结构方案
建筑首层框架柱承担地震倾覆力矩	X	52.2%	47.1%
	Y	46.1%	38.7%
本层与上一层侧移刚度的比值的最小值，不宜小于90%；本层层高大于相邻上层层高1.5倍时,不宜小于110%；嵌固层时，不宜小于150% 。(层号)（已除以0.9、1.1、1.5）	X	1.10(32)	1.12(27)
	Y	1.13(27)	1.13(28)
楼层受剪承载力与上层的比值(>75%)最小值（层号）	X	0.88(37)	0.91(37)
	Y	0.87(37)	0.91(37)
50年一遇风荷载下最大层间位移角	X	1/1937(25)	1/2758(15)
	Y	1/909(26)	1/1968(23)
反应谱地震作用下最大层间位移角（层号）	X	1/766(25)	1/1018(15)
	Y	1/574(26)	1/1002(24)
给定水平力并考虑偶然偏心最大位移比（层号）	X	1.25(6)	1.27(6)
	Y	1.53(7)	1.51(7)
刚重比EJd/GH2	X	1.90	2.40
	Y	1.40	2.10

[0049] 通过计算分析：

[0050] 全包钢结构方案和混凝土结构方案计算对比图如12－17所示。

[0051] 全包钢结构方案:地震荷载作用下X向最大层间位移角为1/766，Y向最大层间位移角为1/574;风荷载作用下X向最大层间位移角为 1/1937,Y向最大层间位移角为1/909。除地震作用下Y向最大层间位移角为大于广东省标准《高层建筑混凝土结构技术规程》(DBJ15-92-2013)限值1/650,其他各项指标均满足规范要求。根据《钢板剪力墙技术规程》(JGJ/T380-2015)第3.4.1条,组合钢板剪力墙的弹性层间位移角限值为1/400。行业规程是以钢筋混凝土构件(框架柱、抗震墙等)开裂时的层间位移角作为多遇地震下结构的弹性层间位移角限值,本结构全包钢体系不必考虑混凝土的开裂,故可将弹性层间位移角限值放松至与钢结构一致。后经过专家论证,以及通过与幕墙等相关设计单位进行沟通,主体结构位移角适当放松不会对幕墙等非主体结构造成影响,位移角限值取为1/500。

[0052] 混凝土结构方案:地震荷载作用下X向最大层间位移角为 1/1018,Y向最大层间位移角为1/1002;风荷载作用下X向最大层间位移角为1/2758,Y向最大层间位移角为1/1968,满足广东《高层建筑混凝土结构技术规程》(DBJ15-92-2013)限值1/650,其他各项指标均满足规范要求。

[0053] 全包钢方案比混凝土方案重量减小17％,基底剪力减小9％～21％。

[0054] 从地震作用下的层间位移角可知,如图12、13所示,全包钢结构比混凝土结构的层间位移角明显大,混凝土结构的层间位移角远小于规范限值,而全包钢结构的层间位移角与规范限值比较接近,均满足规范限值要求。

[0055] 从风荷载下的层间位移角可知,如图14、15所示,全包钢结构比混凝土结构的层间

位移角大，但均满足规范限值要求。

[0056] 从剪重比可知，如图16、17所示，全包钢结构与混凝土结构的剪重比比较接近。

[0057] 综上所述，本发明的全包钢结构体系充分发挥了混凝土与钢结构的特性，在结构刚度变化不大的情况下，大大减小结构自重，减小地震力与基础造价，节省了混凝土和钢筋用量。混凝土结构方案的梁高为800mm，不满足建筑净空要求，而全包钢结构方案的梁高仅为450，能够满足建筑净空要求。全包钢结构方案比混凝土结构方案明显提高建筑净高，并且减小地震力与基础造价，节省了混凝土和钢筋用量，值得推广。

[0058] 本实施例中，框架梁1为U型组合梁，其具体结构和钢箱剪力墙 3具体连接结构特征可参见申请号为201610251910.6的发明专利《一种采用全包钢受力构件的装配式框架-核心筒结构体系》。在此不在赘述。

[0059] 本发明的上述实施例并不是对本发明保护范围的限定，本发明的实施方式不限于此，也可采用有足够结构强度的其他组合剪力墙、钢梁结构。凡此种种根据本发明的上述内容，按照本领域的普通技术知识和惯用手段，在不脱离本发明上述基本技术思想前提下，对本发明上述结构做出的其它多种形式的修改、替换或变更，均应落在本发明的保护范围之内。

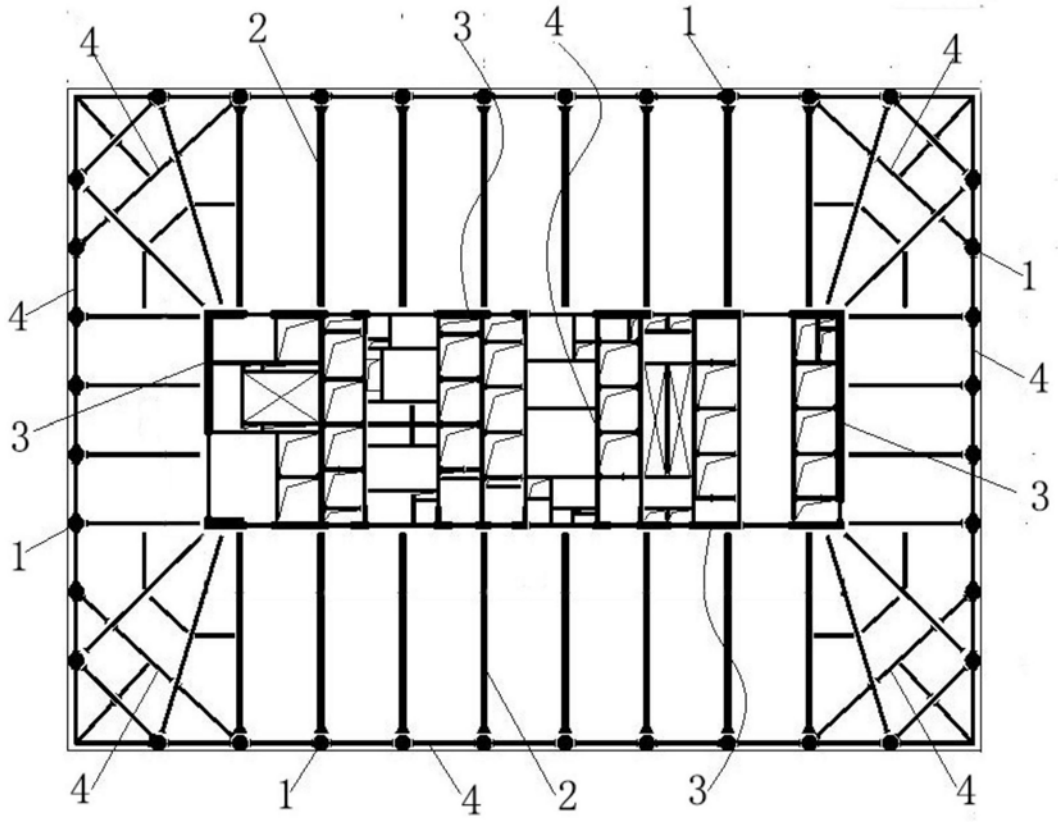


图1

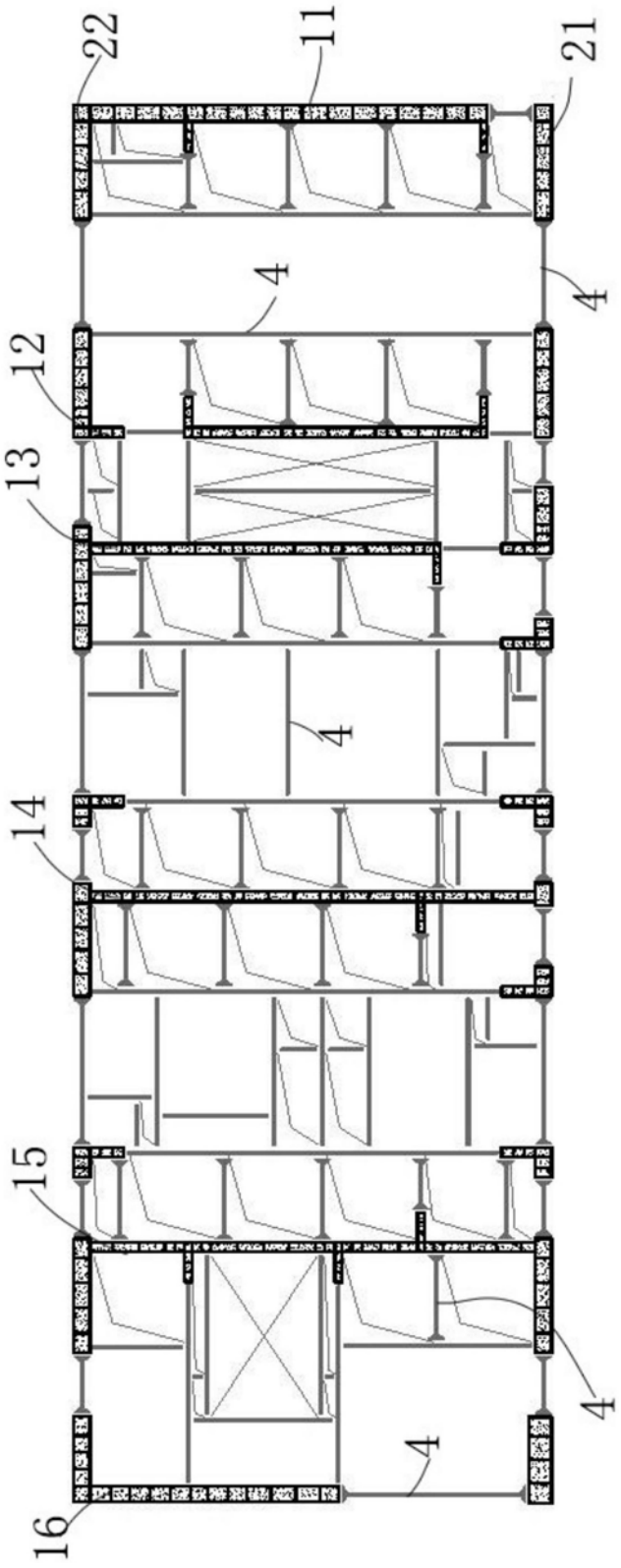


图2

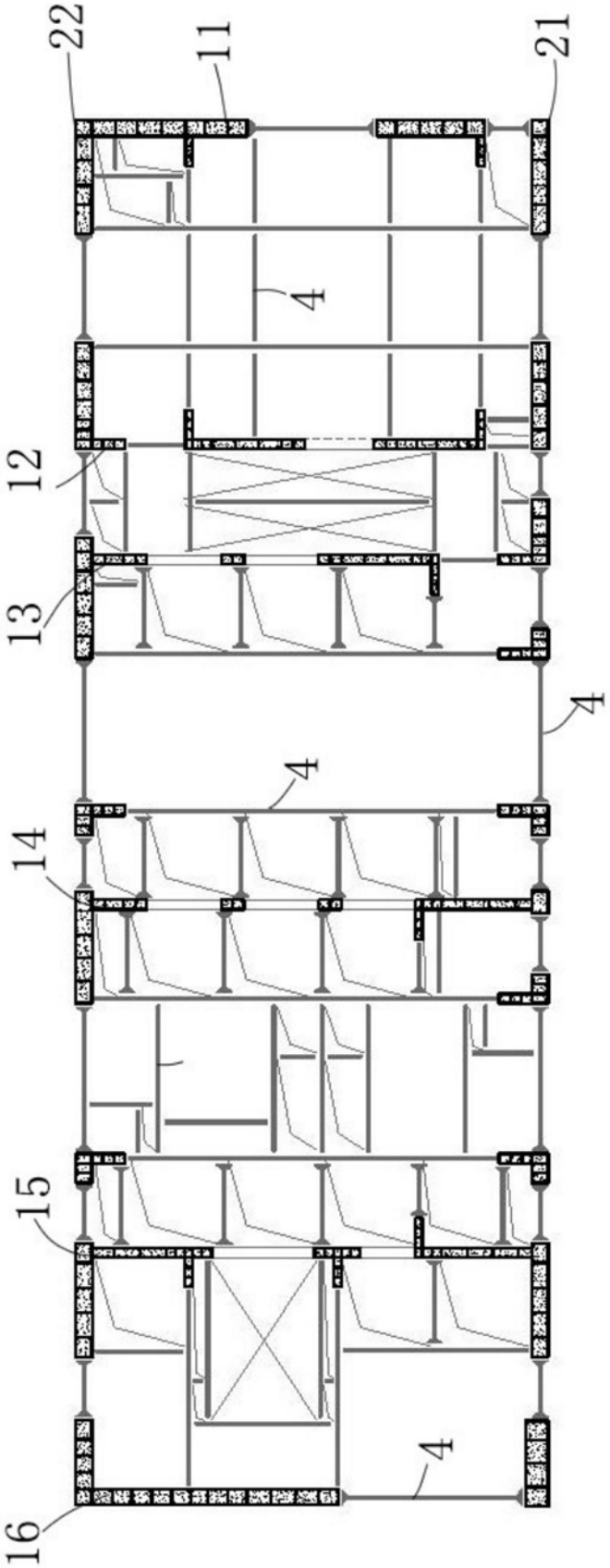


图3

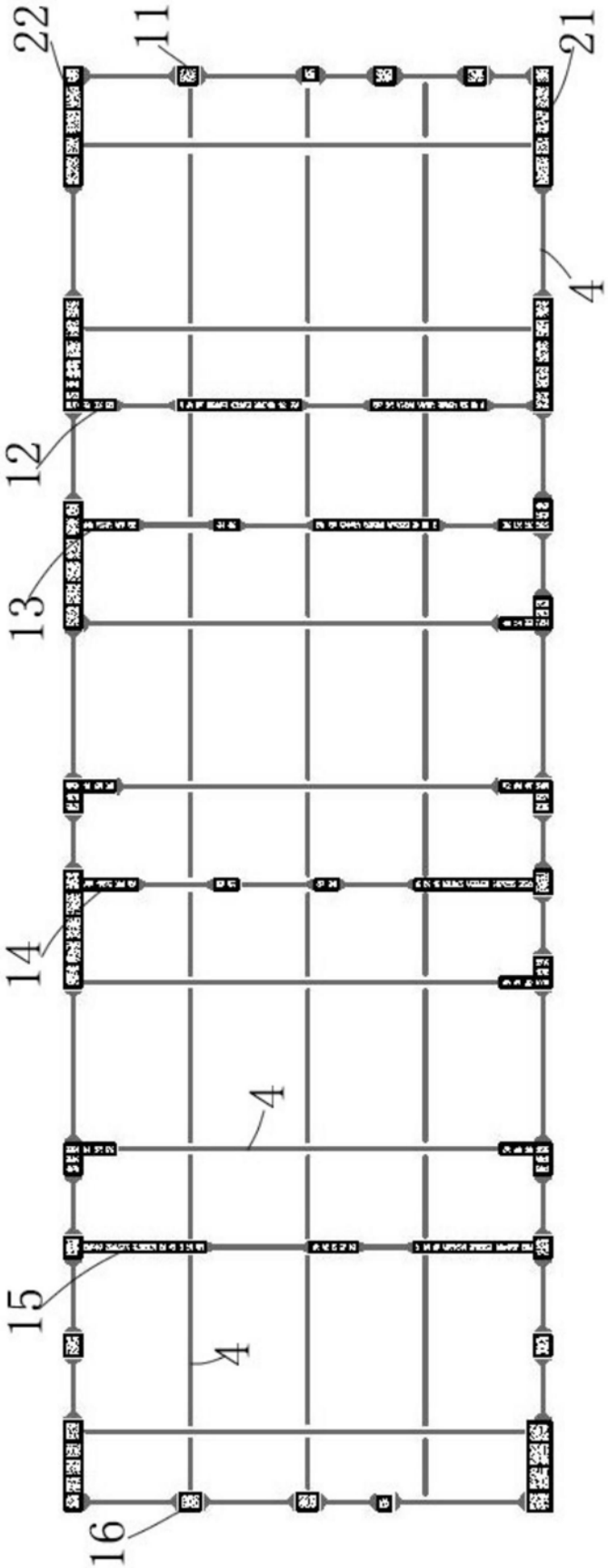


图4

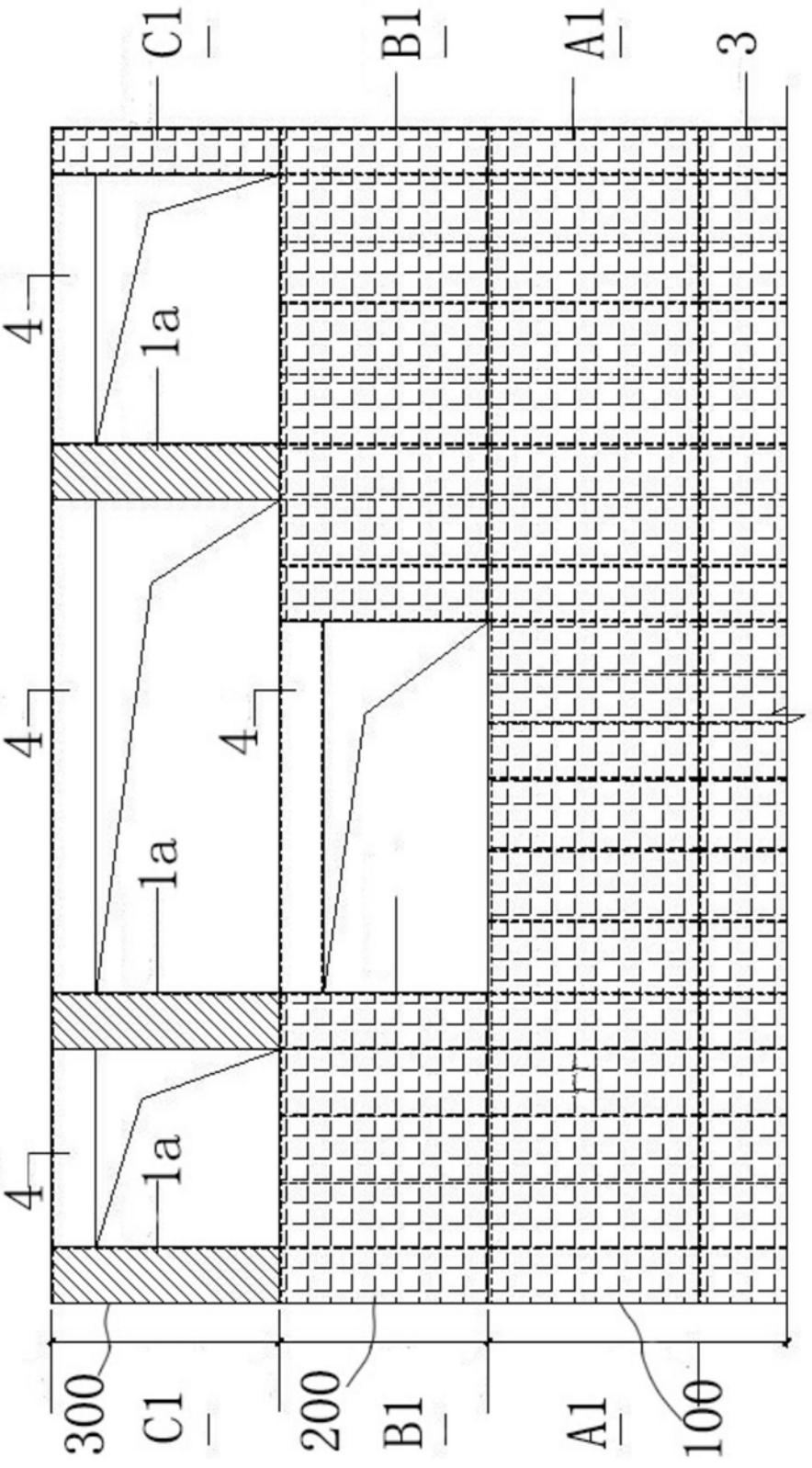


图5

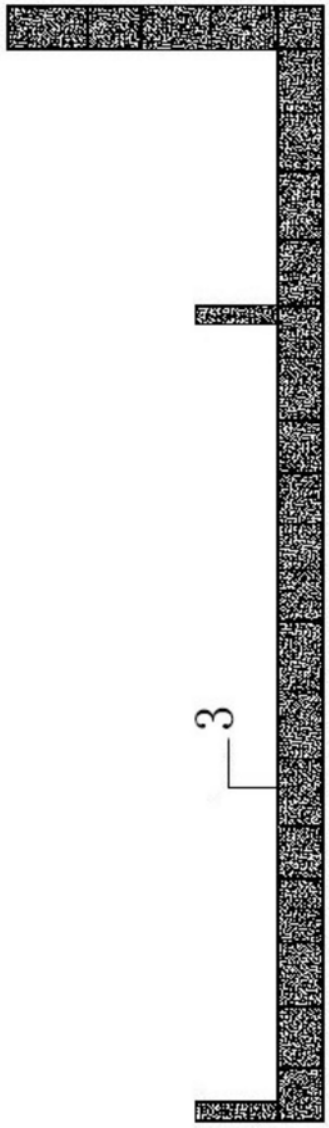


图6

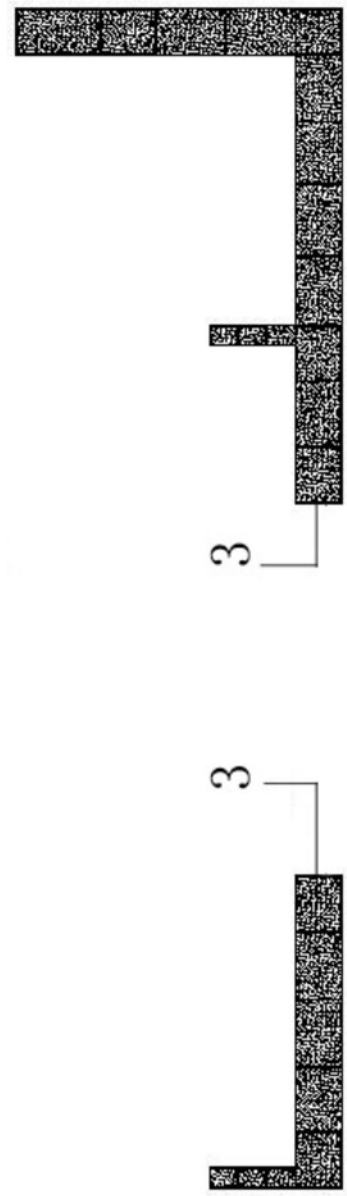


图7



图8

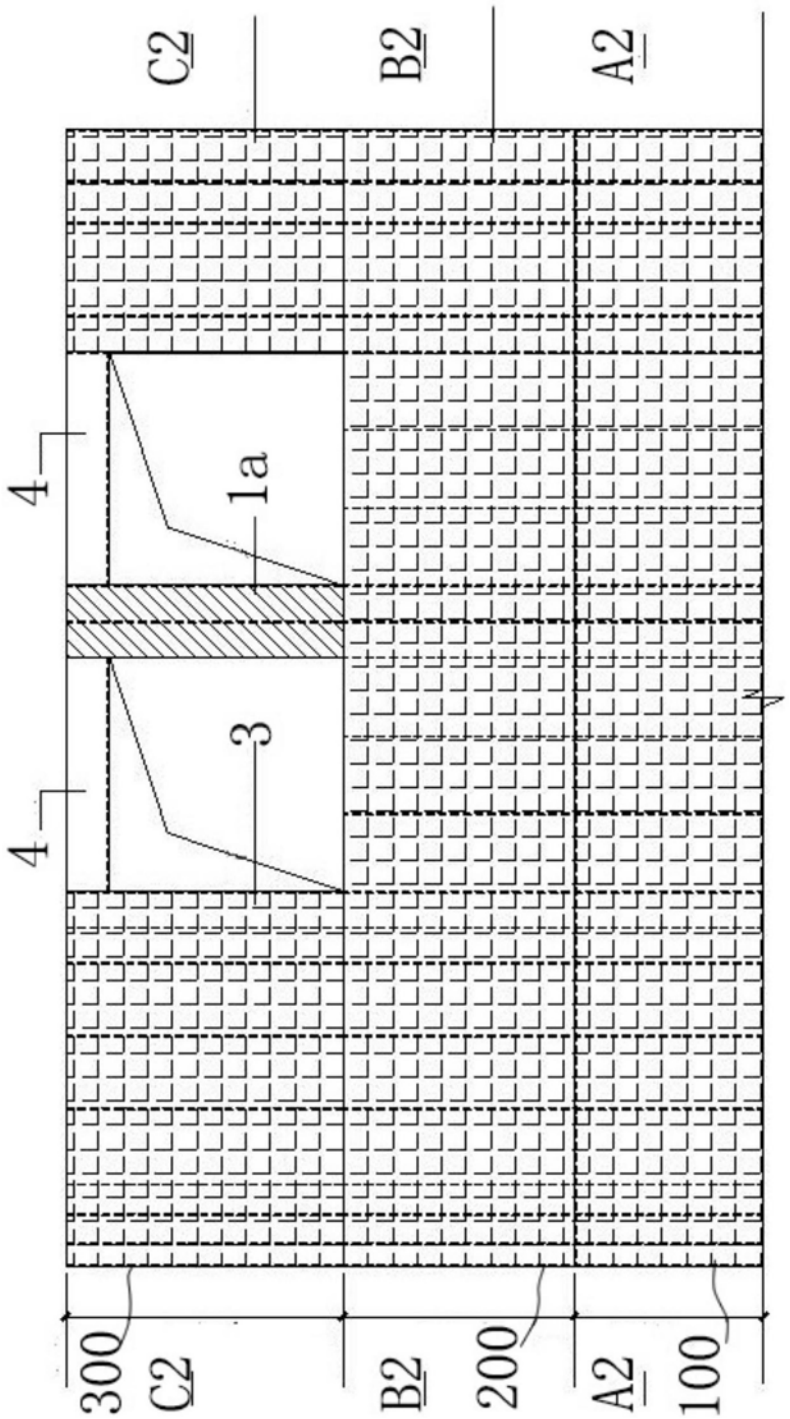


图9

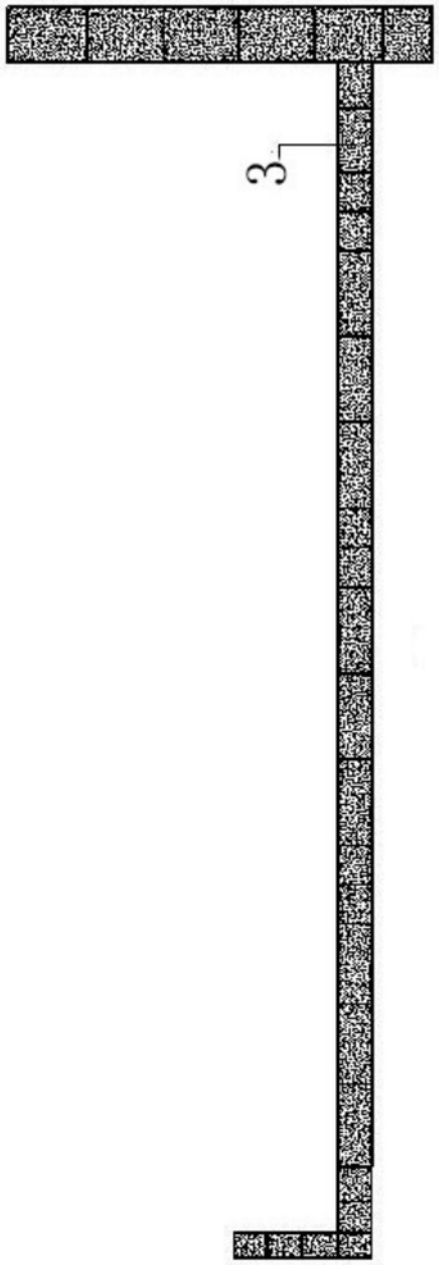


图10

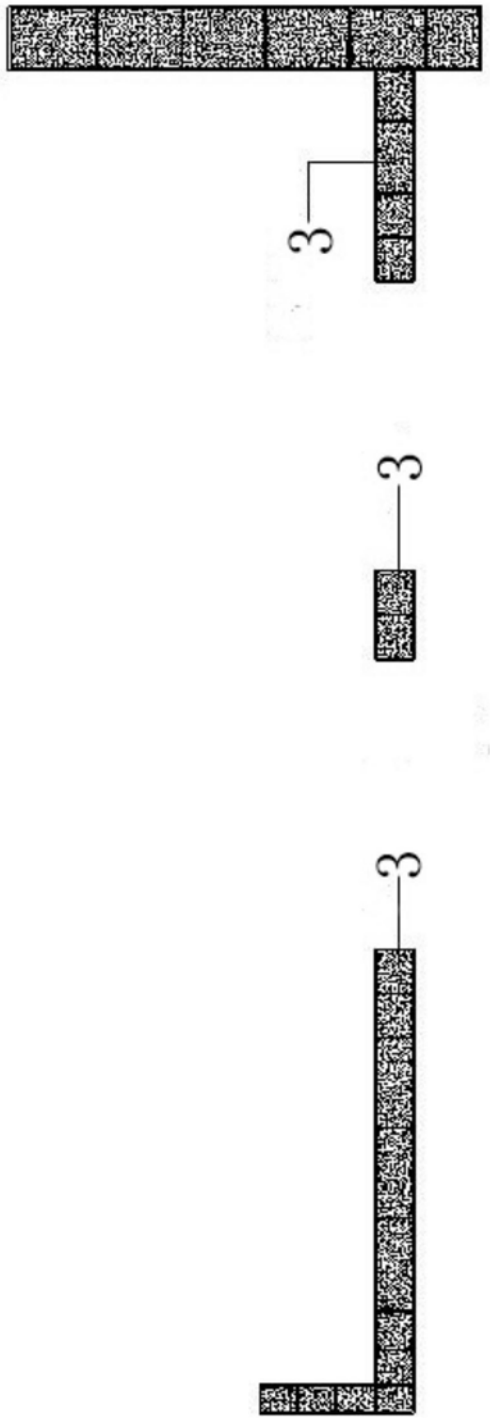


图11

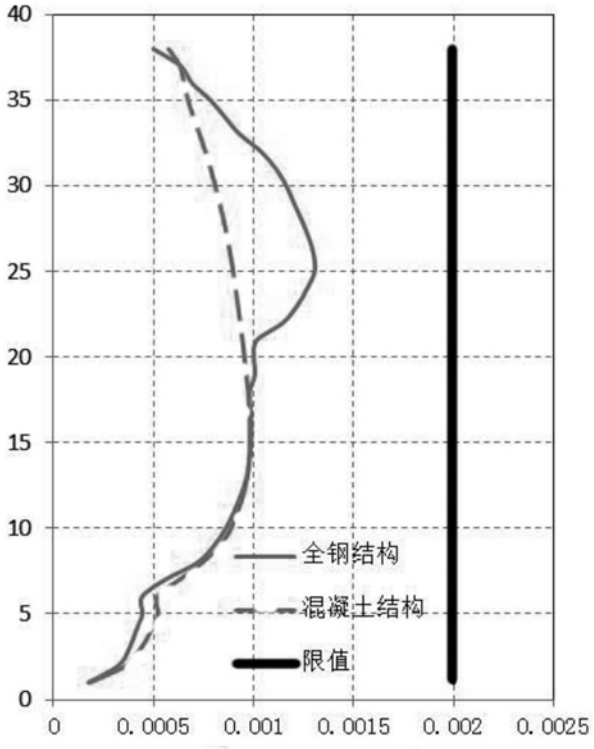

40
35
30
25
20
15
10
5
0
0
0.0005
0.001
0.0015
0.002
0.0025
全钢结构
混凝土结构
限值

图12

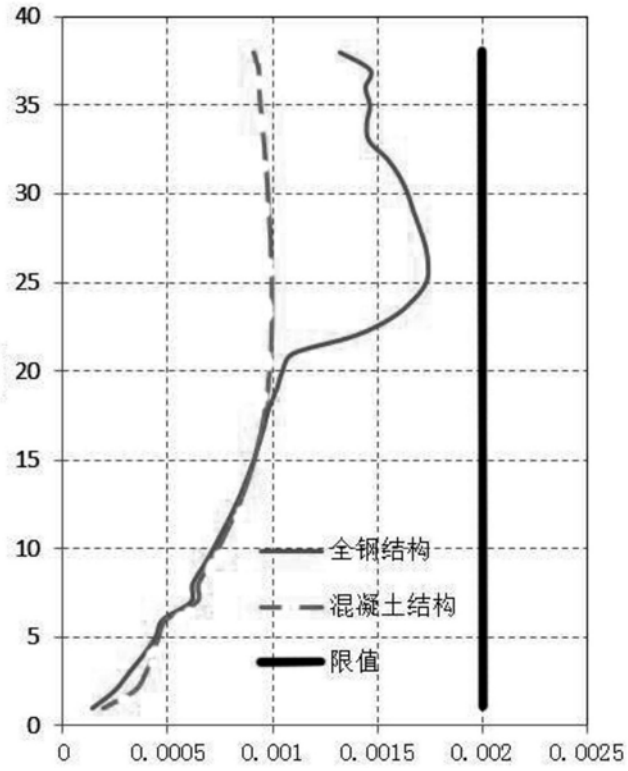

40
35
30
25
20
15
10
5
0
0
0.0005
0.001
0.0015
0.002
0.0025
全钢结构
混凝土结构
限值

图13

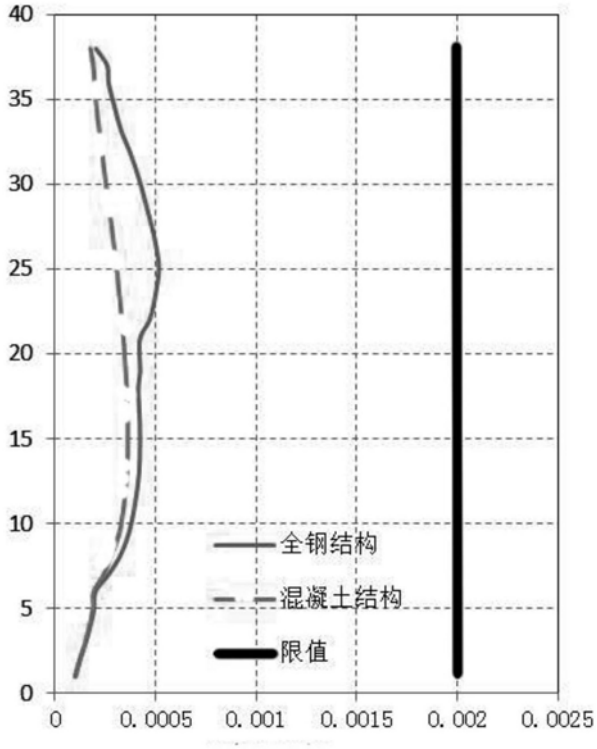

40
35
30
25
20
15
10
5
0
0
0.0005
0.001
0.0015
0.002
0.0025
全钢结构
混凝土结构
限值

图14

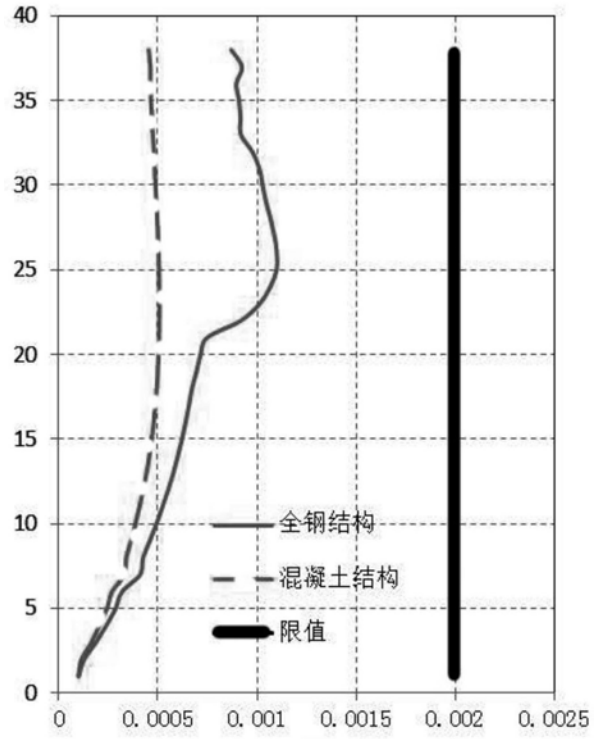

40
35
30
25
20
15
10
5
0
0
0.0005
0.001
0.0015
0.002
0.0025
全钢结构
混凝土结构
限值

图15

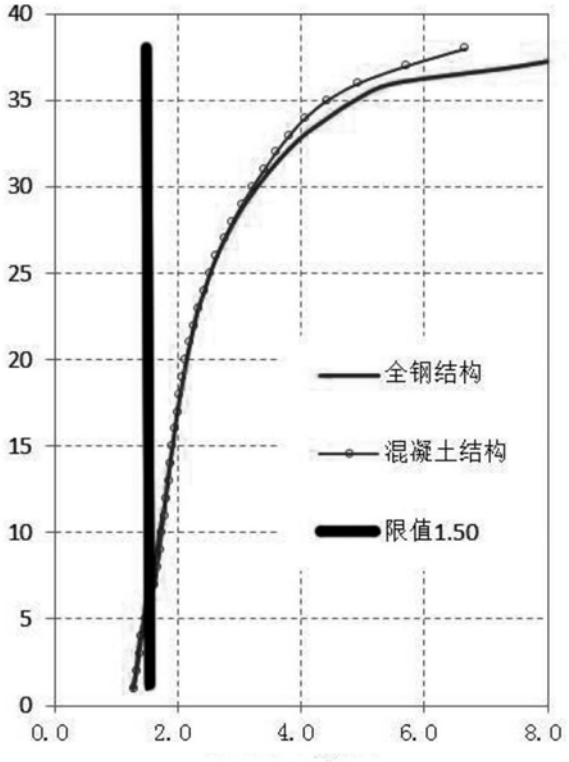

40
35
30
25
20
15
10
5
0
0.0
2.0
4.0
6.0
8.0
全钢结构
混凝土结构
限值1.50

图16

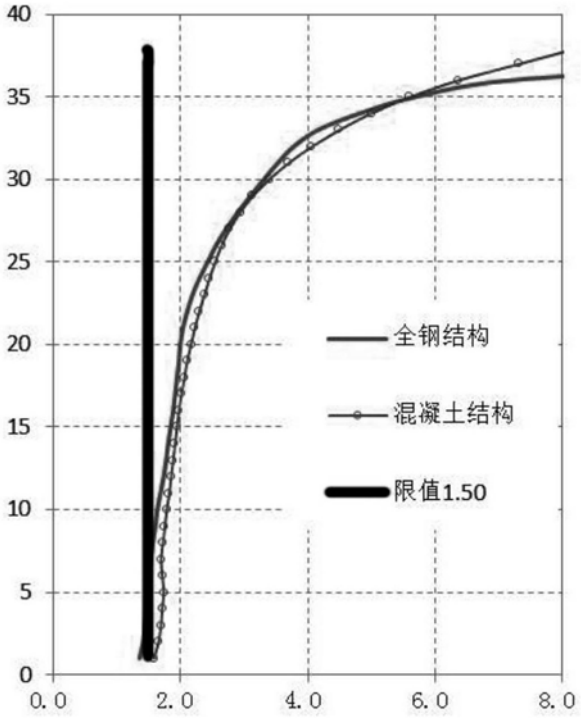

40
35
30
25
20
15
10
5
0
0.0
2.0
4.0
6.0
8.0
全钢结构
混凝土结构
限值1.50

图17