



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 113216387 B

(45) 授权公告日 2024. 10. 22

(21) 申请号 202110538975.X

(56) 对比文件

(22) 申请日 2021.05.18

CN 211850367 U, 2020.11.03

CN 106567324 A, 2017.04.19

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 113216387 A

审查员 王梦梦

(43) 申请公布日 2021.08.06

(73) 专利权人 西安建筑科技大学

地址 710055 陕西省西安市雁塔路13号

(72) 发明人 史庆轩 马立成 王斌

(74) 专利代理机构 西安智大知识产权代理事务

所 61215

专利代理师 王晶

(51) Int. Cl.

E04B 1/21 (2006.01)

E04B 1/98 (2006.01)

E04H 9/02 (2006.01)

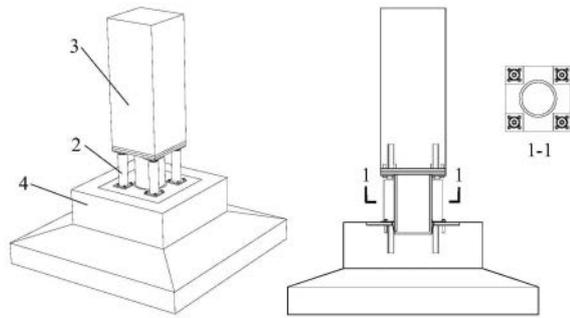
权利要求书2页 说明书4页 附图3页

(54) 发明名称

一种可控耗能摇摆柱柱脚

(57) 摘要

一种可控耗能摇摆柱柱脚,包括上方的钢筋混凝土柱和下方的杯口基础,所述杯口基础与钢筋混凝土柱之间设置有钢管混凝土转换头,所述钢管混凝土转换头四角设置有碟簧自复位防屈曲耗能装置。本发明通过解除柱底与基础间的部分约束,集自复位装置和耗能装置于一体,设计新型受控摇摆柱柱脚,致力于提升混凝土框架结构的抗震性能,实现结构在地震作用下的被动控制,达到结构功能可恢复的目的,推动混凝土框架-摇摆柱结构快速发展。



1. 一种可控耗能摇摆柱柱脚,其特征在於,包括上方的钢筋混凝土柱(3)和下方的杯口基础(4),所述杯口基础(4)与钢筋混凝土柱(3)之间设置有转换头(1),转换头(1)四角设置有碟簧自复位防屈曲耗能装置(2);

所述碟簧自复位防屈曲耗能装置(2)包括内管(10)和外管(14),所述内管(10)依次穿过碟簧挡板(12)、碟簧(11)、碟簧挡板(12)并设置在外管(14)内部,内管(10)两端使用预紧螺母(13)定位,所述内管(10)中放置耗能棒(8),耗能棒(8)与内管(10)之间使用填充材料(9)填充,所述内管(10)一端设置有连接板一(15),连接板一(15)中心开设与耗能棒(8)直径相同的孔径,所述内管(10)与连接板一(15)为角焊缝连接,耗能棒(8)与连接板一(15)为塞焊缝连接,所述外管(14)一端设置有连接板二(16),连接板二(16)中心开设与耗能棒(8)直径相同的孔径,所述外管(14)与连接板二(16)为角焊缝连接,耗能棒(8)与连接板二(16)为塞焊缝连接,所述连接板一(15)与连接板二(16)相对设置;

所述碟簧自复位防屈曲耗能装置(2)为四个,对应设置在钢筋混凝土柱(3)的端面四角;

耗能棒(8)和内管(10)之间添加填充材料,耗能棒(8)安装在内管(10)中,碟簧(11)提供的回复力与耗能棒(8)受荷方向一致;

在“多遇地震”作用下,混凝土框架-摇摆柱结构发生振动,碟簧(11)间隙基本不变,混凝土框架-摇摆柱结构处于弹性工作阶段,地震能量在结构动能和弹性势能之间相互转化,震后完全使用;

在“基本地震”作用下,混凝土框架-摇摆柱结构发生振动,地震作用克服了结构自重和碟簧装置的初始抗力,柱脚一侧抬升,在碟簧自复位防屈曲耗能装置(2)中,碟簧(11)在拉压作用下压缩,碟簧(11)间隙变小,耗能棒(8)在拉压荷载作用下屈服;地震能量一部分被碟簧自复位防屈曲耗能装置(2)中的耗能棒(8)耗散,另一部分在结构动能和弹性势能之间相互转化;震后,碟簧自复位防屈曲耗能装置(2)提供足够的回复力,使结构复位,不存在残余变形,功能可立即恢复使用;

在“罕遇地震”作用下,混凝土框架-摇摆柱结构发生振动,地震作用克服了结构自重和碟簧装置的初始抗力,柱脚一侧抬升明显,在碟簧自复位防屈曲耗能装置(2)中,碟簧(11)在拉压作用下压缩明显,碟簧(11)间隙接近闭合,耗能棒(8)在拉压往复荷载作用下进入流塑阶段;地震能量一部分被碟簧自复位防屈曲耗能装置(2)中的耗能棒(8)耗散,另一部分在在结构动能和弹性势能之间相互转化;其中,耗散的能量占比增加;震后,碟簧自复位防屈曲耗能装置(2)提供一定的回复力,柱脚存在残余变形,但残余变形小于限定值,可修复、更换碟簧自复位防屈曲耗能装置(2),短期内功能可恢复;

在“极罕遇地震”作用下,混凝土框架-摇摆柱结构发生振动,地震作用克服了结构自重和碟簧装置的初始抗力,柱脚一侧抬升幅度较大,在碟簧自复位防屈曲耗能装置(2)中,碟簧(11)在拉压作用下压缩幅度加大,碟簧(11)间隙闭合,外管(14)屈服,耗能棒(8)在拉压往复荷载作用下变形显著,主体结构出现损伤;能量一部分被被碟簧自复位防屈曲耗能装置(2)和主体结构耗散,另一部分在结构动能和弹性势能之间相互转化;震后,混凝土框架-摇摆柱结构仍可承受竖向荷载,可保证结构局部或整体不倒塌。

2. 根据权利要求1所述的一种可控耗能摇摆柱柱脚,其特征在於,所述转换头(1)包括钢管混凝土柱(5)和连接板(6),所述连接板(6)上开设螺栓孔(7)。

3. 根据权利要求1所述的一种可控耗能摇摆柱柱脚,其特征在于,所述的钢筋混凝土柱(3)与转换头(1)连接端预埋角钢一(17)、螺栓一(18),角钢一(17)与端板(19)焊接,预埋螺栓一(18)穿过端板(19)、转换头(1)的连接板(6)与碟簧自复位防屈曲耗能装置(2)的连接板一(15)相连。

4. 根据权利要求1所述的一种可控耗能摇摆柱柱脚,其特征在于,所述的杯口基础(4)包括预埋角钢二(20)、螺栓二(21),角钢二(20)和基础顶板(22)焊接,螺栓二(21)穿过基础顶板(22)与碟簧自复位防屈曲耗能装置(2)的连接板二(16)相连。

5. 根据权利要求1所述的一种可控耗能摇摆柱柱脚,其特征在于,所述转换头(1)的钢管混凝土柱(5)插入杯口基础(4)的杯口中。

6. 基于权利要求1-5任一项所述的一种可控耗能摇摆柱柱脚,其特征在于,可控摇摆柱柱脚可在混凝土框架结构体系中应用。

一种可控耗能摇摆柱柱脚

技术领域

[0001] 本发明涉及消能减震结构及可恢复功能混凝土框架-摇摆柱结构体系技术领域，特别涉及一种可控耗能摇摆柱柱脚。

背景技术

[0002] 传统钢筋混凝土框架结构通常将柱脚与基础现浇于一体形成刚性连接，遭遇水平地震作用时，结构本身产生变形，并在柱脚区域产生裂缝，水平地震作用较大时，柱脚区域易形成塑性铰。结构主要是依靠结构自身的弹塑性变形耗散地震能量。然而，柱铰破坏机制属于不利破坏，工程上不容许柱铰破坏机制发生。其原因是，柱脚形成塑性铰后，传递弯矩的能力大大减小，结构整体将处于不稳定状态，易发生整体倾覆，将会造成巨大的经济损失和人员伤亡。

[0003] 已有研究表明，在混凝土框架结构的柱脚区域加密箍筋、局部采用钢管约束、纤维增强复合材料 (FRP) 约束、或使用超高性能混凝土 (UHPC) 均可有效提高柱脚抗力和变形能力，提升混凝土框架结构抗震性能。然而，通过以上构造措施或加固措施，甚至在局部使用高性能材料都是以增强柱脚抗力为主来避免混凝土框架结构发生柱脚破坏机制，并没有从根本上改变混凝土框架柱脚受荷机制，对结构抗震性能提升有限。

[0004] 已有研究表明，地震时结构的摇摆运动对结构本身具有保护作用。放松框架柱与基础交界面的约束，使该交界面仅有抗压和抗剪能力而无抗拉能力。遭受水平地震作用时，框架结构部分柱将发生整体抬升，避免结构损伤。震后，框架结构依靠自重便可复位。放松框架柱脚约束，便可形成这种无控混凝土框架-摇摆柱结构体系。

[0005] 上述无控混凝土框架-摇摆柱结构体系仅依靠自身重力提供回复力，地震作用较大时，易发生倾覆，不便于工程应用。通常，为提供足够的回复力，避免无控摇摆框架结构体系发生倾覆，国内外学者着手于将后张无粘结预应力技术应用于无控摇摆框架结构体系，形成受控混凝土框架-摇摆柱结构体系。然而，多年的研究结果表明，预应力筋在施工及后期使用中，会出现预应力损失，甚至出现脱锚、断丝等不可预见的破坏状况，可能会限值其在实际工程中的应用。

发明内容

[0006] 为避免混凝土框架结构在地震作用下发生柱脚损伤或柱铰侧移破坏，本发明提供一种可控耗能摇摆柱柱脚，致力于提升混凝土框架结构的抗震性能，实现结构在地震作用下的被动控制，达到结构功能可恢复的目的，推动混凝土框架-摇摆柱结构快速发展。

[0007] 为了实现上述目的，本发明采用的技术方案是：

[0008] 一种可控耗能摇摆柱柱脚，包括上方的钢筋混凝土柱3和下方的杯口基础4，所述杯口基础4与钢筋混凝土柱3之间设置有转换头1，所述转换头1的四角设置有碟簧自复位防屈曲耗能装置2。

[0009] 所述转换头1为预制构件，包括钢管混凝土柱5和连接板6，所述连接板6上开设螺

栓孔7。

[0010] 所述碟簧自复位防屈曲耗能装置2包括内管10和外管14,所述内管10依次穿过碟簧挡板12、碟簧11、碟簧挡板12并设置在外管14内部,内管10两端使用预紧螺母13定位,所述内管10中放置耗能钢棒8,耗能钢棒8与内管10之间使用填充材料9填充,所述内管10一端设置有连接板一15,连接板一15中心开设与耗能棒8直径相同的孔径,所述内管10与连接板一15为角焊缝连接,耗能棒8与连接板一15为塞焊缝连接,所述外管14一端设置有连接板二16,连接板二16中心开设与耗能棒8直径相同的孔径,所述外管14与连接板二16为角焊缝连接,耗能棒8与连接板二16为塞焊缝连接,所述连接板一15与连接板二16相对设置。

[0011] 所述碟簧自复位防屈曲耗能装置2为四个,对应设置在钢筋混凝土柱3的端面四角。

[0012] 所述的钢筋混凝土柱3与转换头1连接端预埋角钢一17、螺栓一18,角钢一17与端板19焊接,预埋螺栓一18穿过端板19、转换头1的连接板6和碟簧自复位防屈曲耗能装置2的连接板一15相连。

[0013] 所述的杯口基础4包括预埋角钢二20、螺栓二21,角钢二20和基础顶板22焊接,螺栓二21穿过基础顶板22与碟簧自复位防屈曲耗能装置2的连接板二16相连。

[0014] 所述转换头1的钢管混凝土柱5插入杯口基础4的杯口中,钢管混凝土柱5与杯口基础4之间存在间隙,所述转换头1的钢管混凝土柱5与杯口基础4间的间隙作灌浆处理。

[0015] 本发明可控摇摆柱柱脚可在混凝土框架结构体系中应用。

[0016] 钢筋混凝土柱3与上部结构为现浇结构。柱脚构造位于基础顶面向上约一个柱截面高度,杯口深度约1/3柱截面高度。

[0017] 本发明的有益效果:

[0018] 1) 解除柱底与基础间的部分约束,可改变传统框架柱柱脚破坏模式,使其由弯曲破坏、剪切破坏或弯剪破坏转变为整体的刚体抬升摆动模式,从根本上改变框架柱柱脚受荷机制,实现主体结构震后无损伤或低损伤。

[0019] 2) 碟簧强度高、尺寸小、组装方便,可提供稳定可靠的回复力,可克服无黏结预应力筋自复位技术带来的缺点,能消除耗能棒8屈服导致的残余变形,缩短结构的修复时间,提高结构的可恢复能力。

[0020] 3) 耗能棒8和内管10之间添加填充材料,可防止耗能棒受压屈曲,具有良好的耗能能力。耗能棒8安装在内管10中可节省安装空间,碟簧11提供的回复力与耗能棒8受荷方向一致,传力路径明确,可弥补普通碟簧自复位装置不具备耗能能力的短板。

[0021] 4) 碟簧自复位防屈曲耗能装置2不承担竖向自重荷载,震后易对碟簧自复位防屈曲耗能装置2进行更换,且更换时不影响结构的正常功能,可实现更高效的可恢复功能防震结构。

附图说明

[0022] 图1是本发明可控耗能塑性铰结构示意图。

[0023] 图2是转换头1结构示意图。

[0024] 图3是碟簧自复位防屈曲耗能装置。

[0025] 图4是混凝土柱5结构示意图。

[0026] 图5是杯口基础4结构示意图。

[0027] 图6是带有可控耗能摇摆柱柱脚的混凝土框架-摇摆柱结构示意图。

具体实施方式

[0028] 下面结合附图对本发明作进一步详细说明。

[0029] 如图1所示,本发明可控耗能塑性铰,包括转换头1,碟簧自复位防屈曲耗能装置2,钢筋混凝土柱3,杯口基础4。

[0030] 如图2所示,转换头1是由连接板6(钢板)和钢管混凝土柱5组成,在钢管内浇筑混凝土,将连接板6与钢管一端焊接。对钢管混凝土柱和钢筋混凝土进行等强设计,控制轴压比,为碟簧自复位防屈曲耗能装置提供安装空间。在连接板6上开设螺栓孔7,以便于和钢筋混凝土柱3上的预埋螺栓一18连接。

[0031] 如图3所示,碟簧自复位防屈曲耗能装置2是由耗能棒8(软钢)、内管10(钢管)、填充材料9(可用橡胶或高强灌浆料)、碟簧11、碟簧挡板12(钢板)、预紧螺母13(钢材)、外管14(钢管)、连接板一15(钢板)和连接板二16组成。将内管10依次穿过碟簧挡板12、碟簧11、碟簧挡板12,两端使用预紧螺母13定位,将耗能钢棒8放入内管10中,并将填充材料9灌入,然后将其装入外管14中。在连接板一15和连接板二16中心开设与耗能棒8直径相同的孔径,耗能棒8与连接板一15和接板二16使用塞焊技术连接,内管10与连接板一15为角焊缝连接,外管14与连接板二16为角焊缝连接。

[0032] 如图4所示,在钢筋混凝土柱3中预埋角钢一17和螺栓一18,预埋前,将角钢一17和连接板19(钢板)焊接。

[0033] 如图5所示,在杯口基础4中预埋角钢二20和螺栓二21、预埋前,将角钢二20和基础顶板22(钢板)焊接。

[0034] 现浇杯口基础4达到一定强度后,将转换头1的钢管混凝土柱插入杯口基础4的杯口中,对杯口进行灌浆处理。达到一定强度后,对碟簧自复位防屈曲耗能装置2定位。预埋螺栓二21穿过基础顶板22与碟簧自复位防屈曲耗能装置2的连接板二16连接。现场支模,预埋螺栓一18穿过连接板19、连接板6与碟簧自复位防屈曲耗能装置2的连接板一15连接。通过调整预埋螺栓一18和预埋螺栓二21使碟簧自复位防屈曲耗能装置2准确定位,浇筑混凝土。

[0035] 如图6所示,安装好可控耗能摇摆柱柱脚,即可进行上部结构施工。实现摇摆-混凝土框架结构建造。

[0036] 无控和受控混凝土框架-摇摆柱结构体系均不具备滞回特性,即结构本身不具备耗能能力,为提高其抗震性能,需要在受控摇摆框架结构中引入耗能装置。应用结构被动控制技术,将受控摇摆框架结构的损伤集中于可更换的耗能装置上,确保主体结构无损伤或低损伤,致力于设计具有可恢复功能的防震结构是结构防震减灾领域的一个新的发展方向。

[0037] 本发明的工作原理:

[0038] 在“多遇地震”作用下,混凝土框架-摇摆柱结构发生振动,但地震作用不足以克服结构自重和碟簧装置的初始抗力,碟簧11间隙基本不变,混凝土框架-摇摆柱结构处于弹性工作阶段,地震能量在结构动能和弹性势能之间相互转化,震后完全使用。

[0039] 在“基本地震”作用下,混凝土框架-摇摆柱结构发生振动,地震作用克服了结构自

重和碟簧装置的初始抗力,柱脚一侧抬升,在碟簧自复位防屈曲耗能装置2中,碟簧11在拉压作用下压缩,碟簧11间隙变小,耗能棒8在拉压荷载作用下屈服。地震能量一部分被碟簧自复位防屈曲耗能装置2中的耗能棒8耗散,另一部分在结构动能和弹性势能之间相互转化。震后,碟簧自复位防屈曲耗能装置2提供足够的回复力,使结构复位,不存在残余变形,功能可立即恢复使用。

[0040] 在“罕遇地震”作用下,混凝土框架-摇摆柱结构发生振动,地震作用克服了结构自重和碟簧装置的初始抗力,柱脚一侧抬升明显,在碟簧自复位防屈曲耗能装置2中,碟簧11在拉压作用下压缩明显,碟簧11间隙接近闭合,耗能棒8在拉压往复荷载作用下进入流塑阶段。地震能量一部分被碟簧自复位防屈曲耗能装置2中的耗能棒8耗散,另一部分在在结构动能和弹性势能之间相互转化。其中,耗散的能量占比增加。震后,碟簧自复位防屈曲耗能装置2提供一定的回复力,柱脚存在残余变形,但残余变形小于限定值,可修复、更换碟簧自复位防屈曲耗能装置2,短期内功能可恢复。

[0041] 在“极罕遇地震”作用下,混凝土框架-摇摆柱结构发生振动,地震作用克服了结构自重和碟簧装置的初始抗力,柱脚一侧抬升幅度较大,在碟簧自复位防屈曲耗能装置2中,碟簧11在拉压作用下压缩幅度加大,碟簧11间隙闭合,外管14屈服,耗能棒8在拉压往复荷载作用下变形显著,主体结构出现损伤。能量一部分被被碟簧自复位防屈曲耗能装置2和主体结构耗散,另一部分在结构动能和弹性势能之间相互转化。震后,混凝土框架-摇摆柱结构仍可承受竖向荷载,可保证结构局部或整体不倒塌。

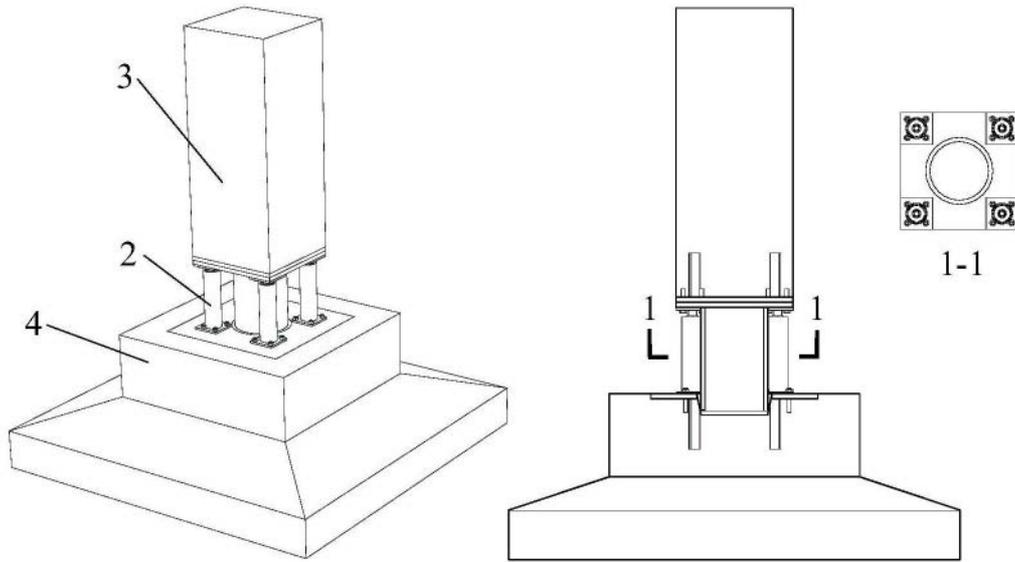


图1

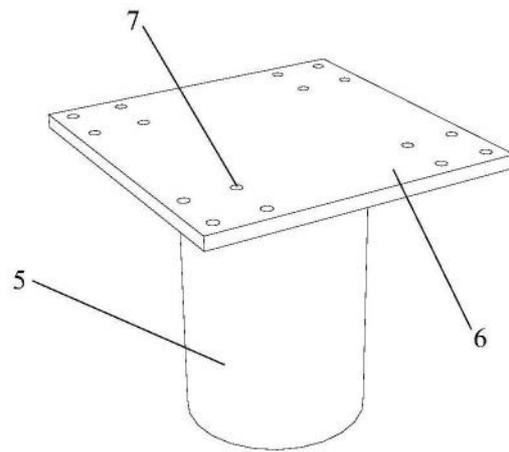


图2

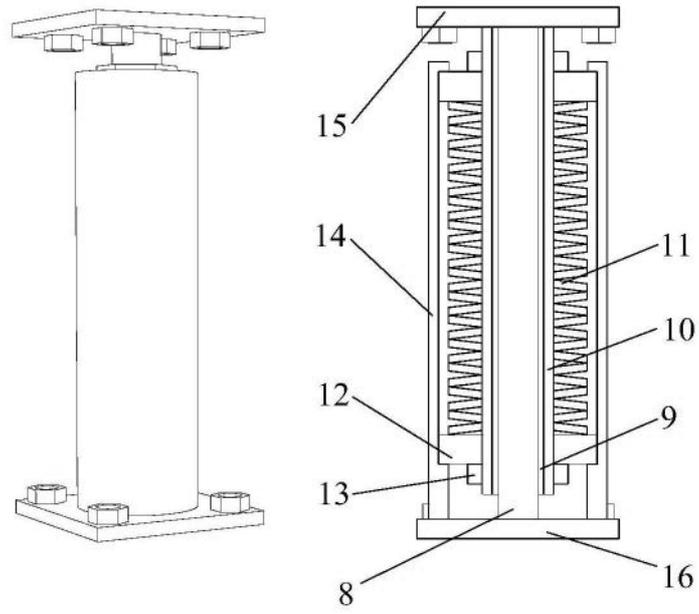


图3

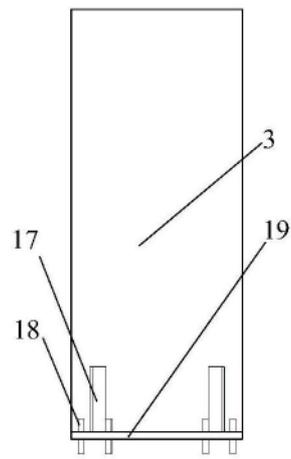


图4

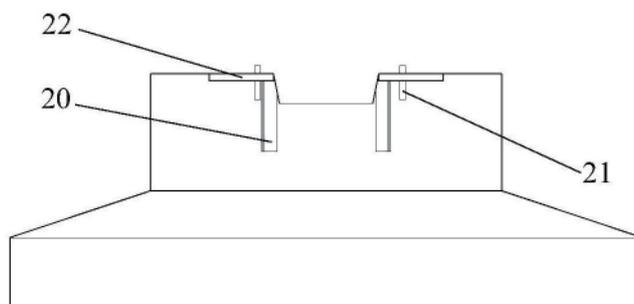


图5

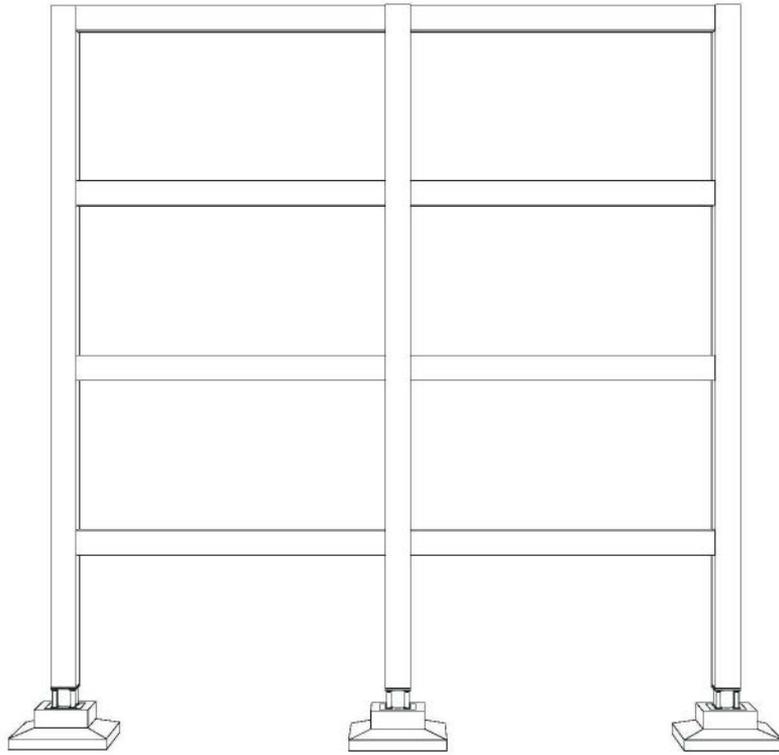


图6