



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 112962787 B

(45) 授权公告日 2024. 09. 20

(21) 申请号 202110474737.7

E04B 1/58 (2006.01)

(22) 申请日 2021.04.29

E04C 5/06 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 112962787 A

(56) 对比文件

CN 214833405 U, 2021.11.23

(43) 申请公布日 2021.06.15

审查员 权义柯

(73) 专利权人 广西大学

地址 530004 广西壮族自治区南宁市大学
路100号

(72) 发明人 谢肖礼

(74) 专利代理机构 南宁深之意专利代理事务所

(特殊普通合伙) 45123

专利代理师 徐国华

(51) Int. Cl.

E04B 1/19 (2006.01)

E04B 1/24 (2006.01)

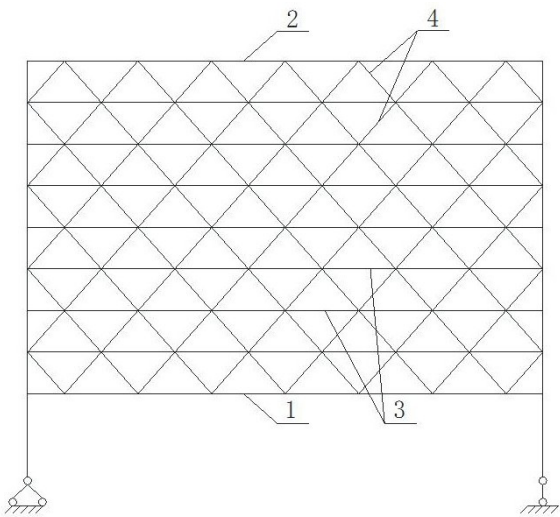
权利要求书1页 说明书4页 附图8页

(54) 发明名称

力对冲结构

(57) 摘要

本发明公开了一种力对冲结构,其为大开间的“框架结构”进行体系转换形成的“叠合桁架”,主要包括底层弦杆(1)、顶层弦杆(2)、中间共用弦杆(3)和腹杆(4);当各层均受力的作用时,每两个单层桁架间的中间共用弦杆(3)处的压力和拉力会产生对冲效应,从而使结构内力明显减小,甚至为零。随着桁架层数的增加,除产生力的对冲效应之外,客观上还增加了桁架的高度、增大了高跨比,所以力对冲结构体系的承载力及刚度均大幅提高,其跨度亦大幅度增大,同时内力的减少亦可减少材料用量,从而整个体系做到了“高承载力、大空间、低造价”,适用于超高层及超大空间结构的建设。



1. 一种力对冲结构,其特征在于:其为大开间的“框架结构”进行体系转换形成的“叠合桁架”,主要包括底层弦杆(1)、顶层弦杆(2)、中间共用弦杆(3)和腹杆(4);所述的腹杆(4)设置于底层弦杆(1)与中间共用弦杆(3)之间、顶层弦杆(2)与中间共用弦杆(3)之间和/或相邻两层的中间共用弦杆(3)之间;当各层受力的作用时,每两个单层桁架间的中间共用弦杆(3)处的压力和拉力会产生对冲效应,从而使结构内力明显减小,甚至为零;

结构所采用的构件其截面为箱型或者圆型;

结构所采用的构件相互连接时采用焊接、铆接、螺栓连接或栓焊结合的方式。

2. 根据权利要求1所述的力对冲结构,其特征在于:所述的腹杆(4)按其倾斜方向可分为斜拉杆式、斜压杆式。

3. 根据权利要求1所述的力对冲结构,其特征在于:结构所采用构件根据需要外包或内填混凝土。

力对冲结构

技术领域

[0001] 本发明属于结构工程领域,具体涉及了一种力对冲结构。

背景技术

[0002] 传统的建筑一般为框架结构,主要构件包括柱子和梁,柱子以受压为主而梁以受弯为主。当建筑的高度增加时柱子的尺寸需要增大,若柱子间距过大时则梁的计算跨径会迅速增加,造成抗弯能力不足,此时常用的解决办法是增设柱子或者加大梁的截面尺寸,但是由此会导致结构造价升高,且过多的柱子和过大的梁会压缩建筑物内部空间。

[0003] 以梁和柱为基本构件的传统框架结构多为平行四边形结构,存在易变形,稳定性差等问题,而随着建筑物高度和跨度的增加,对梁和柱的支撑能力要求也更高,此时仍采用平行四边形结构承受荷载其合理性欠优且代价较大。

[0004] 建筑要承受地震、风荷载等竖向非线性分布荷载,使得建筑构件需要承担较大的剪力,而传统楼层框架为四边形结构,抗剪能力差,往往需要以较大的代价来提高其抗剪能力。

[0005] 当前,大城市可利用开发的土地资源已十分有限,为了使土地资源利用率最大化,城市建筑正不断往纵向发展,未来城市建筑的规划和修建,高度必将越来越高。而随着经济和文化的发展,机场、高铁站、各类展览馆体育馆等的建设也日益增多,此类大空间结构的规模越来越大。综上可知,城市建筑的建设与发展势必对结构的实用性和安全性提出更高的要求,而传统的框架结构其安全性和经济性等都将迎来巨大考验,研发安全度更大、经济指标更优的结构体系有着极为重要的工程意义。

[0006] 将传统的框架结构转换成桁架结构有着很大的优势。首先,桁架结构的杆件主要承受轴向拉力或压力,结构效率很高,从而能充分利用材料的强度,在跨度较大时可比实腹梁节省材料,减轻自重和增大刚度,对于空间结构的悬挑和跨越主题,桁架结构几乎是万能的。其次,桁架结构一般具有三角形单元,由三角形稳定性原理可知,通过在传统的框架结构上下层之间增设腹杆后,梁的计算跨径和柱子的数量会得到大大减小,且梁、柱、腹杆等共同形成了连续、系列的三角形,因三角形具有良好抗变形能力及稳定性,提高了结构的整体刚度,从而不易发生变形。再次,将上下两榀桁架合成一体,在共用的弦杆处轴力会产生对冲效应,从而使结构内力明显减小,甚至为零,在应用时,传统框架结构的梁充当弦杆,由于力的对冲,故其轴力很小,因此截面尺寸可大大减小。最后,由于腹杆的存在,立面的抗剪能力亦得到增加,可提高结构的横向受力性能。

[0007] 我国目前仍处于快速发展时期,超高层建筑、超大空间结构的应用前景十分广阔,采用受力性能更优的机构对传统框架结构进行改良,可在满足经济性要求的前提下使结构更具安全性,对未来建筑有着重要影响,也可产生巨大的社会和经济效益。

发明内容

[0008] 本发明充分发挥了桁架结构的优势,提供一种力对冲结构,目的在于解决传统框

架结构承载能力低、空间利用率小、刚度小、造价高昂等问题,可在减小材料用量的同时,实现结构静力和动力性能的全面提高,为超高层、超大空间结构的建设提供性价比高的方案。此外,本发明各构件可通过工厂预制成标准件,现场施工时安装方便,可降低施工措施费、缩短工程建设工期。

[0009] 为了实现上述目的,本发明采用了以下技术方案:

[0010] 一种力对冲结构,其为大开间的“框架结构”进行体系转换形成的“叠合桁架”,主要包括底层弦杆、顶层弦杆、中间共用弦杆和腹杆;所述的腹杆设置于底层弦杆与中间共用弦杆之间、顶层弦杆与中间共用弦杆之间和/或相邻两层的中间共用弦杆之间;当各层受力的作用时,每两个单层桁架间的中间共用弦杆处的压力和拉力会产生对冲效应,从而使结构内力明显减小,甚至为零。

[0011] 在本发明中,采用结构及力学原理,将分散的梁进行科学组合,从而产生力的对冲效应,将传统的梁柱结构转换为桁架结构并使其优点得到充分发挥,可提高结构的刚度、强度、稳定性、动力特性、抗风及抗震性能,让超高层、超大空间结构建设的造价得到降低;通过采用钢结构,有利于可持续发展;通过采用先进施工工艺,可缩短工程建设的周期。

[0012] 作为本发明进一步说明,所述的腹杆按其倾斜方向可分为斜拉杆式、斜压杆式和三角形式。

[0013] 作为本发明进一步说明,结构所采用的构件其截面为箱型、圆型,或者为通用的型钢。

[0014] 作为本发明进一步说明,结构所采用的构件相互连接时采用焊接、铆接、螺栓连接或栓焊结合的方式。

[0015] 作为本发明进一步说明,结构所采用构件可根据需要外包或内填混凝土。

[0016] 本发明的优点:

[0017] 1.材料用量少,工程造价低。上下桁架共用弦杆的轴力得到对冲消减,构件的截面尺寸得到减小,故可减少材料用量,降低造价,在超高层和超大空间结构建设中经济性明显。

[0018] 2.结构静动力性能好,刚度大。将传统的梁柱结构转换成桁架结构,可充分发挥桁架荷载承载能力高、刚度大的优势,使整个结构的力学性能得到全面提高。

[0019] 3.施工较为方便、工期较短。力对冲结构主要采用钢结构,节点为格构式,安装难度小,且施工在主体结构完成后进行,有现成的施工平台可以使用,可减小人为及天气因素的影响,施工质量可得到有效保证。

[0020] 4.采用钢结构,可灵活布置、美观大方,绿色环保节能,有利于节能减排和可持续发展。

附图说明

[0021] 图1是本发明的布置形式。

[0022] 图2是一大开间框架结构示意图。

[0023] 图3是大开间框架结构二层与三层之间增加腹杆后的示意图。

[0024] 图4是大开间框架结构三层与四层之间增加腹杆后的示意图。

[0025] 图5是大开间框架结构四层与五层之间增加腹杆后的示意图。

- [0026] 图6是节点汇交力系示意图。
- [0027] 图7是本发明高跨比增大后的示意图。
- [0028] 图8是实施例的立面图。
- [0029] 图9是实施例的1层平面布置图。
- [0030] 图10是实施例的2层平面布置图。
- [0031] 图11是实施例的3-25层平面布置图。
- [0032] 图中: q -均布荷载, h -层高, L -跨径。

具体实施方式

[0033] 现结合图1~图6,对本发明的力学原理及其结构形式进行说明:

[0034] 1. 形成机理及力学原理

[0035] 如图2所示为一大开间框架结构,各层承受荷载 q ,层高为 h ,跨径 L 。

[0036] 首先,在二层与三层之间增加腹杆,形成第一榀桁架ABCD,依据桁架的受力原理,可知下弦杆AB受拉,而上弦杆CD受压,如图3所示。

[0037] 其次,在三层与四层之间增加腹杆,形成第二榀桁架CDEF,并与桁架ABCD共用弦杆CD,如图4所示。此时,中间弦杆CD作为桁架CDEF的下弦杆,受的是拉力,而在第一榀桁架ABCD中,弦杆CD受的是压力,且在同一直线上,很显然,产生了力的对冲效应,因此,弦杆CD受力明显减少,而弦杆EF则产生较大的压力。

[0038] 再有,在四层和五层之间增加腹杆,形成第三榀桁架EFGH,如图5所示。与以上做类似分析可知,由于力的对冲效应,中间弦杆EF所受的压力又会减少,而弦杆GH则产生较大的压力。

[0039] 依次类推至顶层,可实现“框架结构”到“叠合桁架”的体系转换,由于形成过程中不断产生力的对冲效应,故将叠合桁架称之为“力对冲结构”,如图1所示。

[0040] 2. 受力特征

[0041] 通过以上分析可知,由于力的对冲作用,力对冲结构中间区域的弦杆受力较小。然而,随着楼层的增多,高跨比不断加大,原先受力小的腹杆也会逐步变大,这是因为力对冲结构此时可能出现截面应变不满足“平截面假设”的情况,依据节点汇交力系(如图6)平衡原理 $\sum P_i=0$,可知,采用合理设计以后,使弦杆与腹杆受力可以出现一个大体相当的情形,即所有杆件受力变得更加均匀。因此,结构更趋合理。当然,如果高跨比进一步加大,结构变得细长(如图7),这又对抗震、抗风和稳定性是不利的。此时,需要采取其他措施加以解决,如加入剪力墙结构。

[0042] 3. 应用范围

[0043] 由于力对冲结构具有较大的梁高,楼板的刚度对结构刚度又有一定的贡献,因此,该结构的刚度大,抗弯能力强,可见力对冲结构适用于大开间及高承载力的结构。如大型厂房、大开间高层建筑、多层或高层体育场馆、立体码头等。

[0044] 为阐述本发明的技术方案,体现结构力学性能的优越性和在实际工程中应用的经济性,以下结合图1~图11和实施例,对本发明做进一步说明(此处具体实施方式仅是本发明的具体个案,并非是对其实作其他形式的限制,任何熟悉本专业的技术人员可能利用上述

揭示的技术内容加以变更或改型为等同变化的等效实施方式,但是凡事基于本发明技术原理,依据其技术实质对以上实施方式所做的任何简单修改、等同变化与改型,都属于本发明的专利保护范围)。

[0045] 实施例:

[0046] 一种力对冲结构,其为大开间的“框架结构”进行体系转换形成的“叠合桁架”,主要包括底层弦杆、顶层弦杆、中间共用弦杆和腹杆。当各层受力的作用时,每两个单层桁架间的中间共用弦杆处的压力和拉力会产生对冲效应,从而使结构内力明显减小,甚至为零。

[0047] 应用实例:

[0048] 将本发明应用于某科技园6号楼的设计及建设中,该楼总层数为25层,总高度93.6 m,其立面图如图8所示。为了获得更大的空间及美观考虑,一层没有腹杆连接。考虑到抗震的需要,整个结构设置了剪力墙。各楼层详细的平面布置如图9~图11所示,其中,1层层高为5.4 m,设置较多的剪力墙;2层层高5.4 m;3~25层层高均为3.6 m,平面布置均相同。

[0049] 采用本发明设计时,结构钢材总用量为2097.5 t,每平方米用钢量为61.5 kg;混凝土总用量为9558.08 m³,每平方米混凝土量为0.28 m³,具体用量如下表所示。

[0050]

钢材	用量/t	混凝土	用量/t
工字型钢 (Q235)	289.9	C30	7752.39
箱型钢 (Q345)	628.5	C40	208.62
钢筋 (HRB335)	309.8	C50	57.72
钢筋 (HRB400)	869.3	C55	1101.21

[0051] 利用本方案进行工程建设,与原方案相比结构的造价降低了约7.4%,抗震和抗风性能远满足规范要求,结构的动力性能提高了12%。

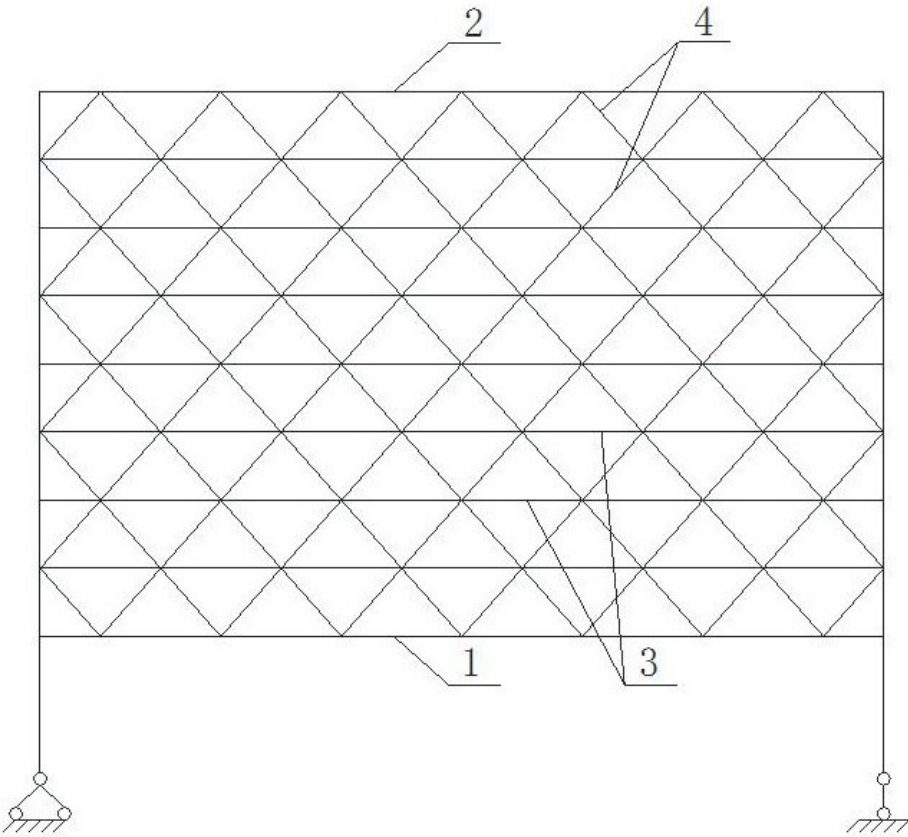


图1

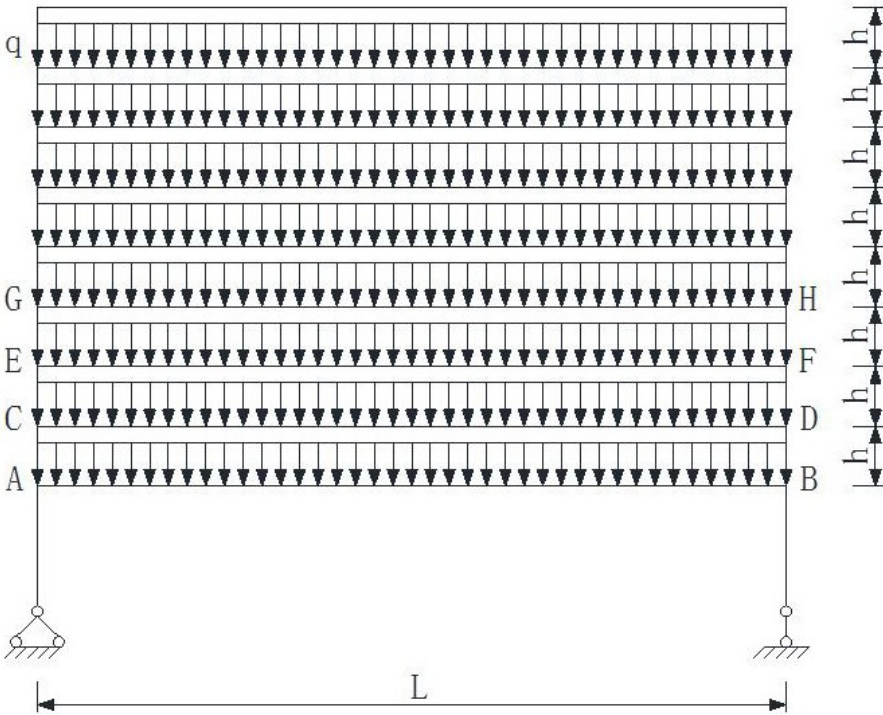


图2

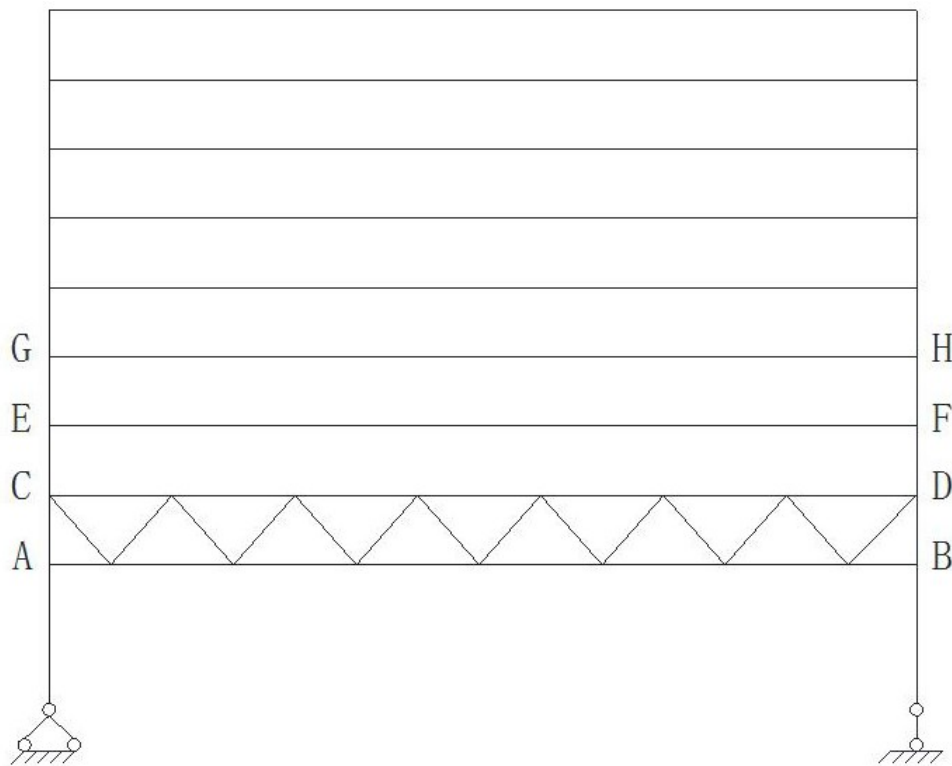


图3

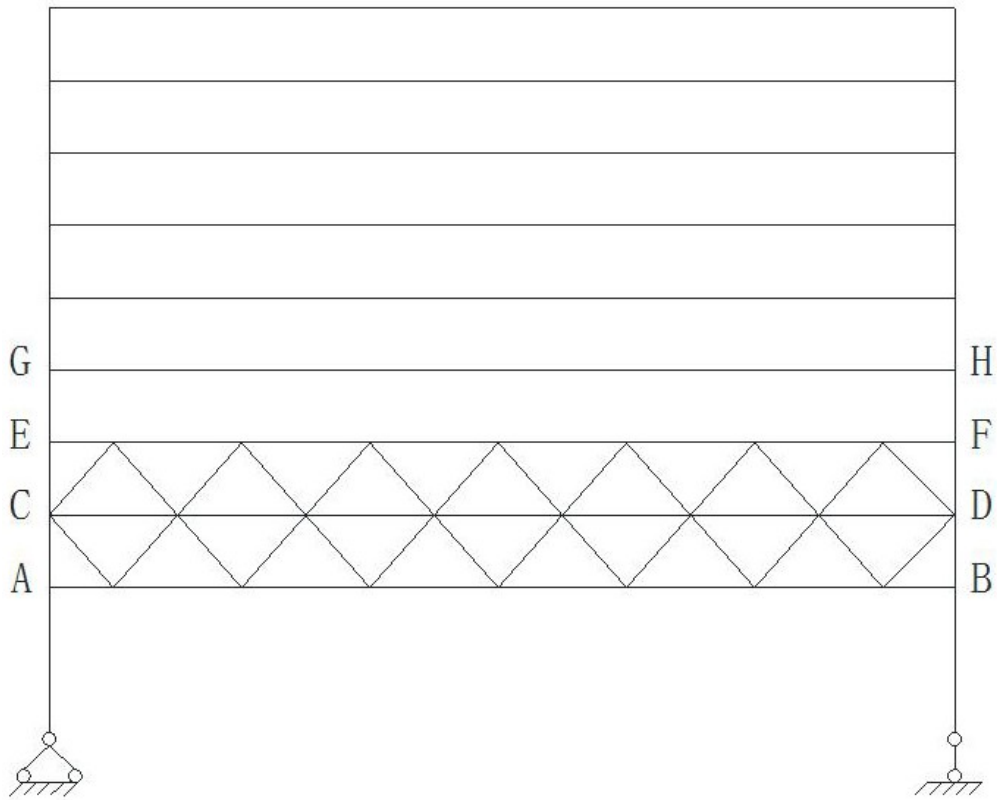


图4

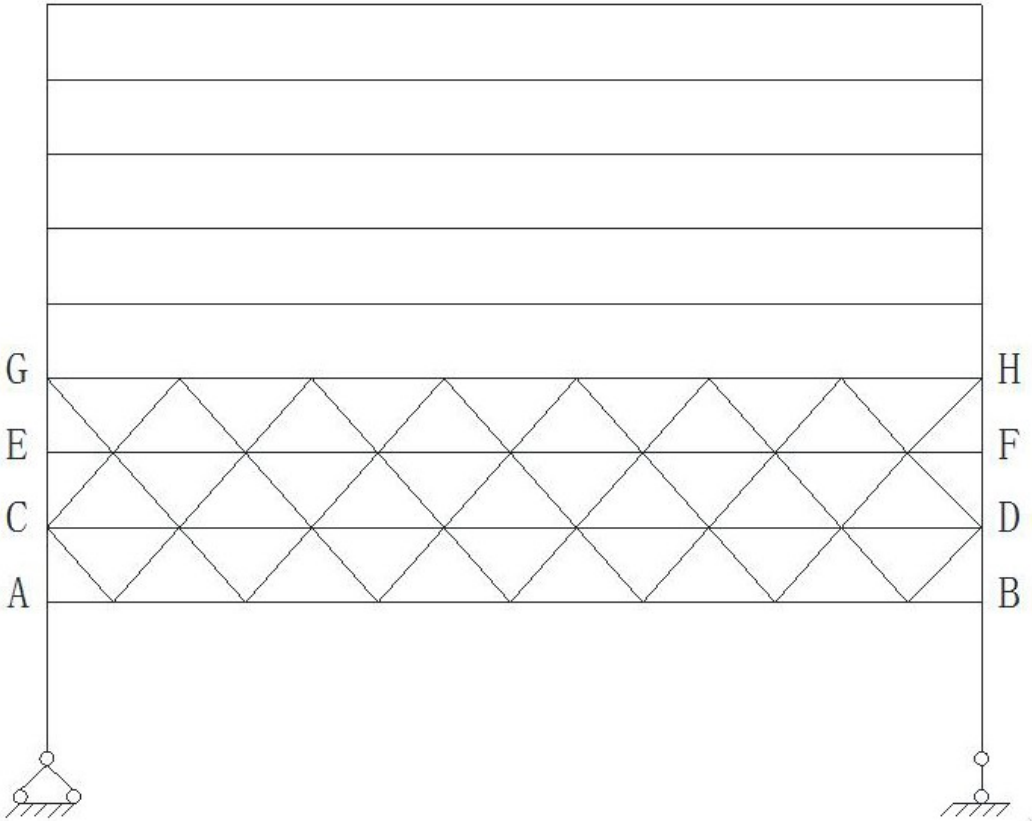


图5

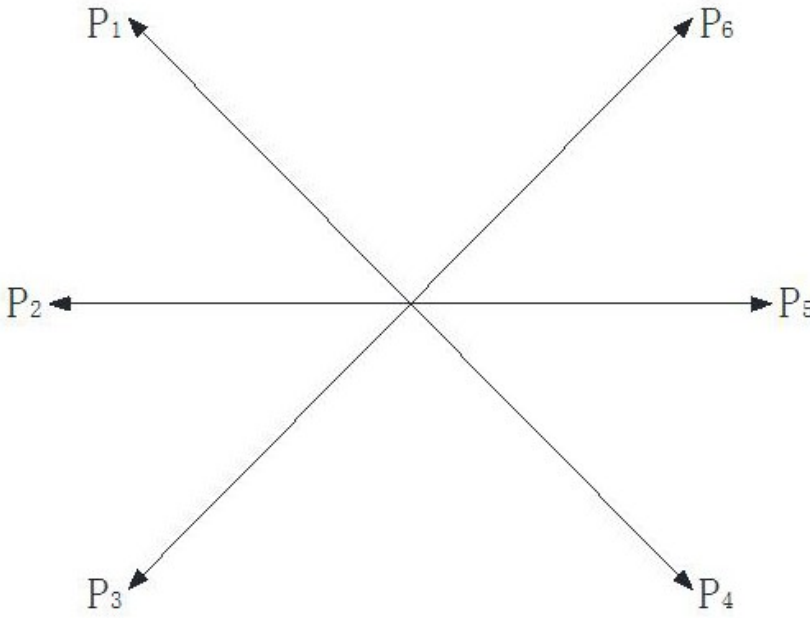


图6

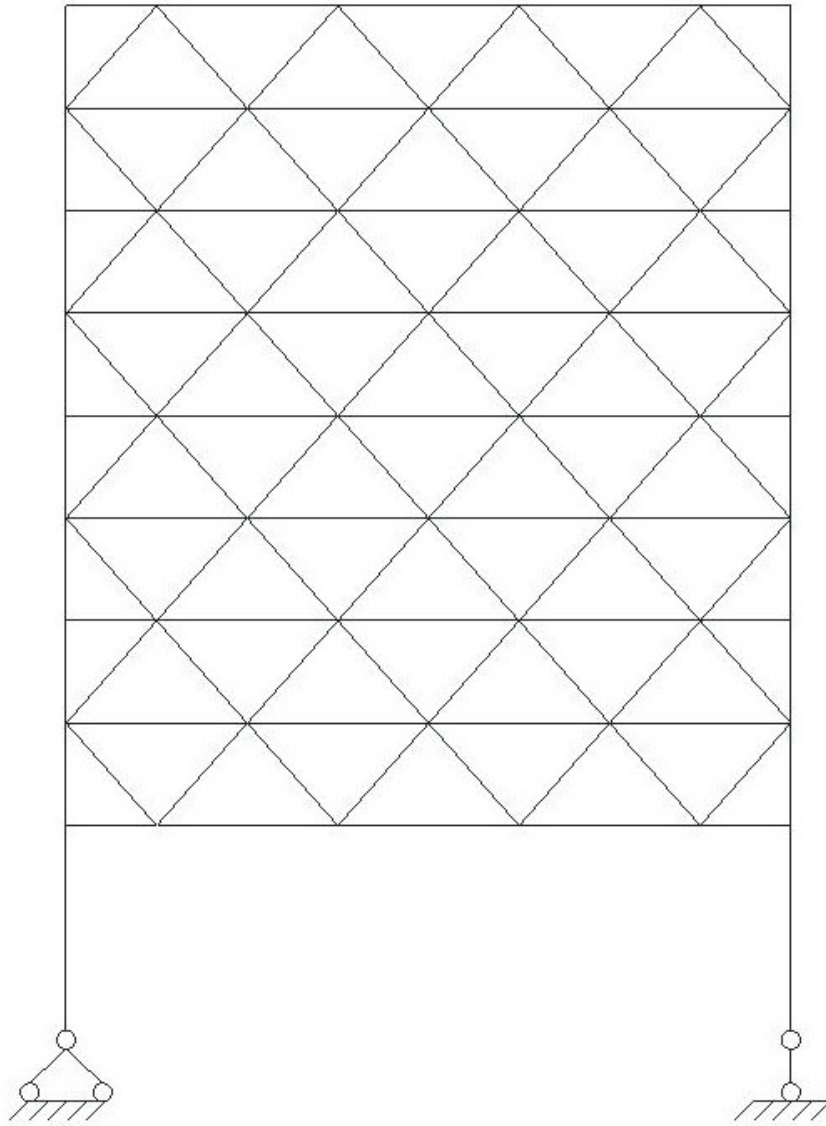


图7

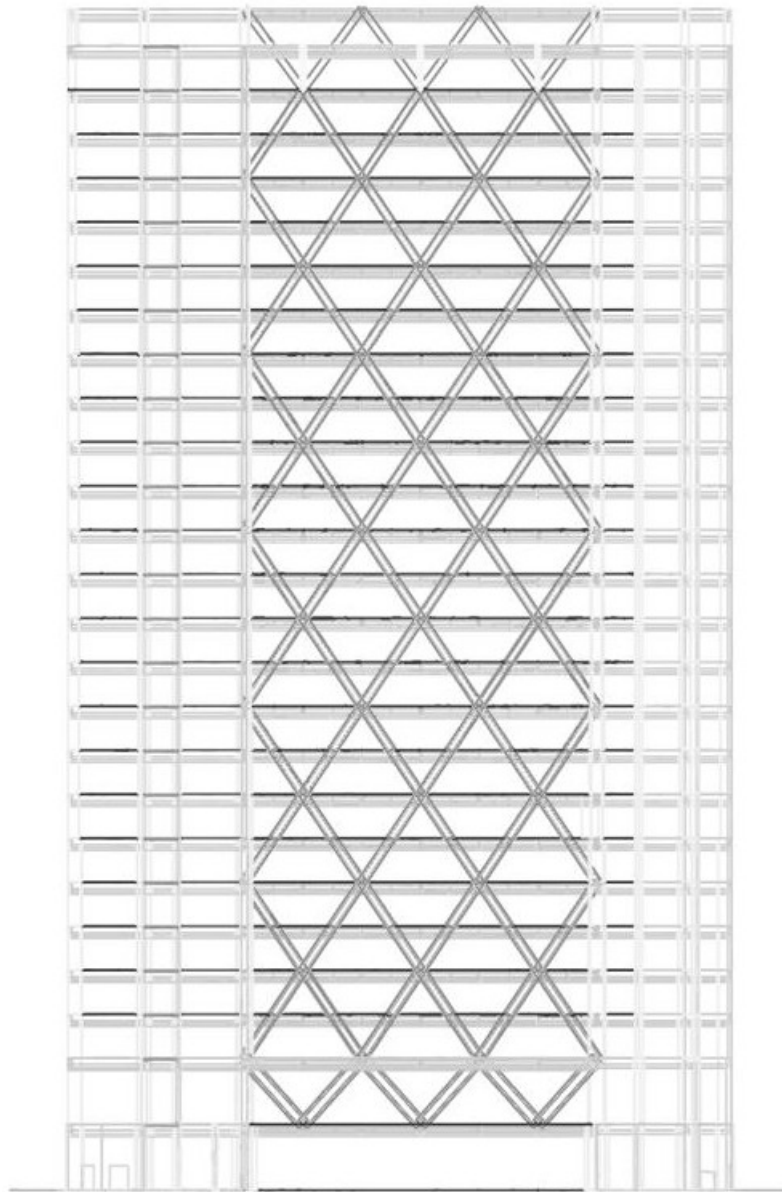


图8

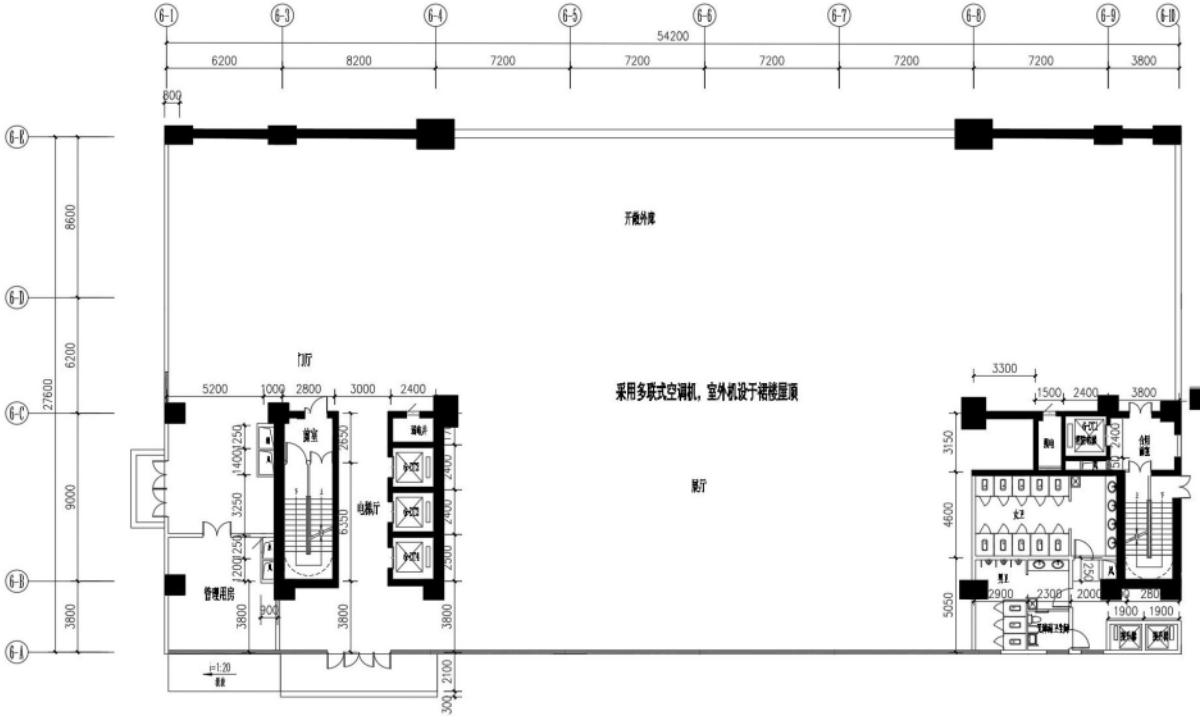


图9

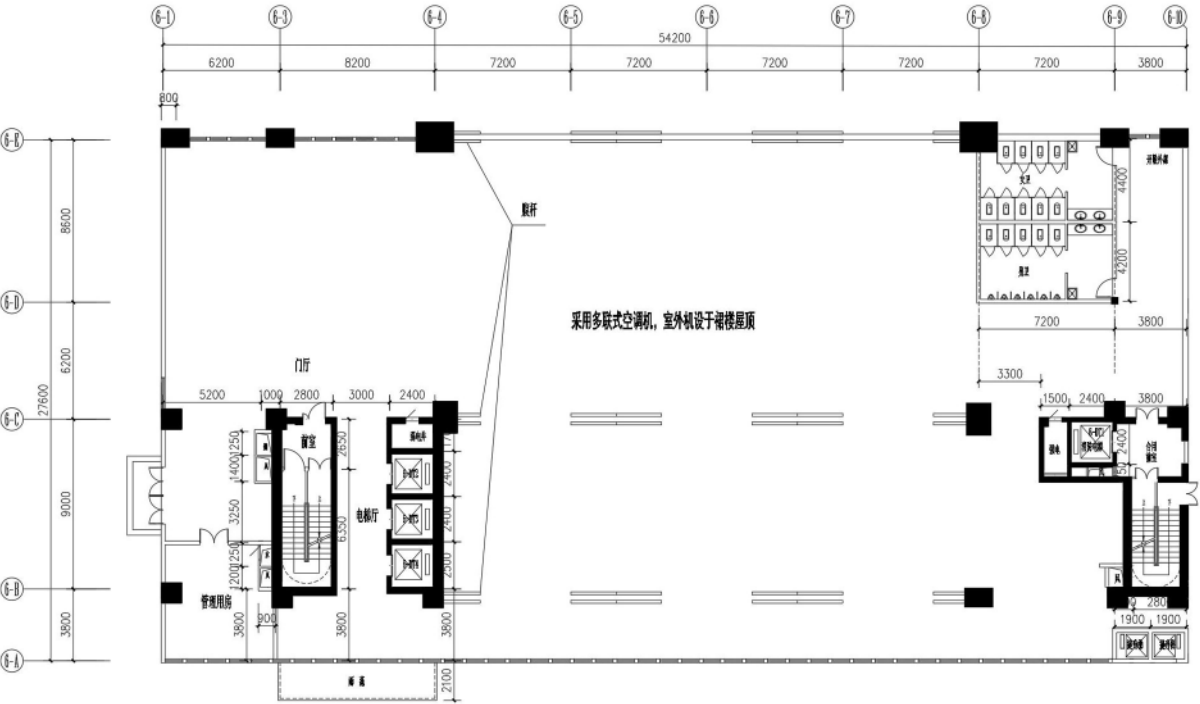


图10

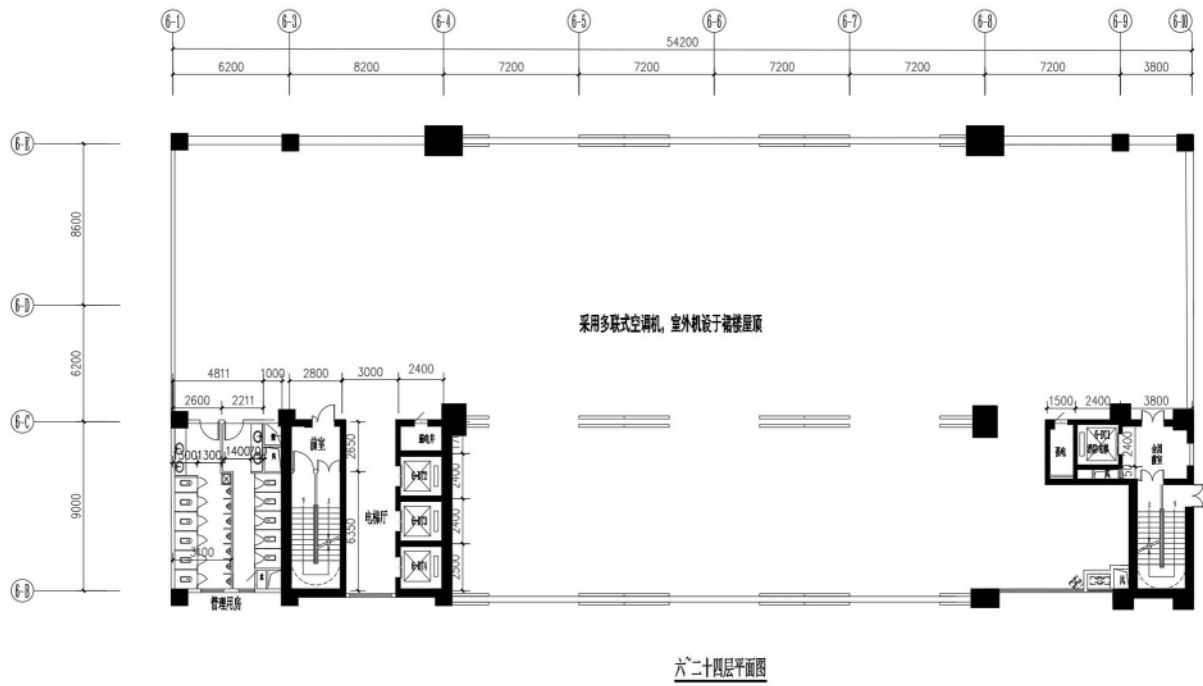


图11