



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 109235898 B

(45)授权公告日 2020.09.29

(21)申请号 201811093704.2

E04G 5/12(2006.01)

(22)申请日 2018.09.19

(56)对比文件

(65)同一申请的已公布的文献号

申请公布号 CN 109235898 A

CN 206418588 U,2017.08.18

CN 101560803 A,2009.10.21

CN 201103166 Y,2008.08.20

(43)申请公布日 2019.01.18

CN 203475602 U,2014.03.12

(73)专利权人 哈尔滨工业大学建筑设计研究院

CN 107122539 A,2017.09.01

地址 150010 黑龙江省哈尔滨市南岗区黄

CN 104234191 A,2014.12.24

河路73号

审查员 陈小运

(72)发明人 王善章 张小冬 陈滨志 贾君

刘志周 侯建 高磊

(74)专利代理机构 哈尔滨市阳光惠远知识产权

代理有限公司 23211

代理人 刘景祥

(51)Int.Cl.

E04G 21/12(2006.01)

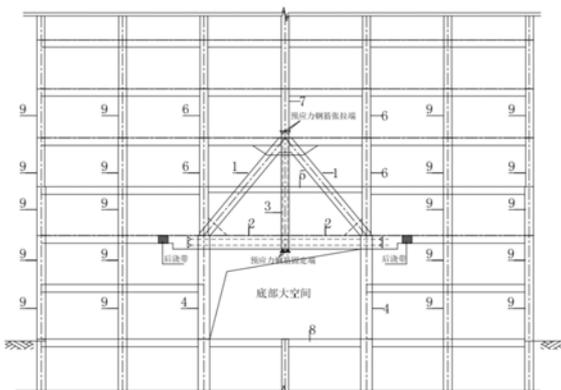
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构及其施工方法

(57)摘要

本发明提供了一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构及其施工方法,转换结构包括斜向受压柱、下弦预应力张拉梁、中间预应力受拉柱、转换柱、中间层普通梁、框架柱和被转换框架柱,下弦预应力张拉梁和中间预应力受拉柱内均含有预应力钢筋,斜向受压柱设置两个,两个斜向受压柱与下弦预应力张拉梁围成等腰三角形结构,等腰三角形结构的两个斜向受压柱的顶端相交在一起与竖直设置的被转换框架柱的底部固定连接,等腰三角形结构的两个斜向受压柱的底端均穿过中间层普通梁且各自与下弦预应力张拉梁的相应端连接。本发明解决了转换梁内力过大、较难实现结构抗震性能强且安全的目标、影响建筑空间使用效果以及难以实现超大跨度结构转换的问题。



1. 一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构,其特征在於:包括斜向受压柱(1)、下弦预应力张拉梁(2)、中间预应力受拉柱(3)、转换柱(4)、中间层普通梁(5)、框架柱(6)和被转换框架柱(7),所述的下弦预应力张拉梁(2)和中间预应力受拉柱(3)内均含有沿各自长度方向设置的预应力钢筋,所述的斜向受压柱(1)设置两个,两个斜向受压柱(1)与下弦预应力张拉梁(2)围成等腰三角形结构,等腰三角形结构的两个斜向受压柱(1)的顶端相交在一起与竖直设置的被转换框架柱(7)的底部刚性连接,等腰三角形结构的两个斜向受压柱(1)的底端均穿过中间层普通梁(5)且与下弦预应力张拉梁(2)的相应端刚性连接,所述的中间预应力受拉柱(3)的顶端与两个斜向受压柱(1)的相交处刚性连接,底端穿过中间层普通梁(5)与下弦预应力张拉梁(2)的中部刚性连接,所述的中间层普通梁(5)与下弦预应力张拉梁(2)平行设置,所述的转换柱(4)设置两个,均竖直固定在下弦预应力张拉梁(2)的下部,且设置在下弦预应力张拉梁(2)的两端,在所述的下弦预应力张拉梁(2)的上部与两个转换柱(4)连接位置对应处均固定一个框架柱(6),两个所述框架柱(6)均穿过中间层普通梁(5),两个所述框架柱(6)与被转换框架柱(7)平行设置;

在所述的中间层普通梁(5)的上部空间和下部空间均匀设有多个与中间层普通梁(5)平行的普通梁(8),在所述的下弦预应力张拉梁(2)的两端也设有普通梁(8);

在两个所述的框架柱(6)的左侧空间和右侧空间均匀设有多个与框架柱(6)平行的普通柱(9),所有的普通柱(9)均穿过相应层处的普通梁(8)设置。

2. 根据权利要求1所述的一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构,其特征在於:所述下弦预应力张拉梁(2)内含两束预应力钢筋,两束所述预应力钢筋设置在下弦预应力张拉梁(2)的中部,每束所述预应力钢筋均采用两端张拉方式。

3. 根据权利要求2所述的一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构,其特征在於:所述中间预应力受拉柱(3)内含两束预应力钢筋,预应力钢筋的锚固端位于中间预应力受拉柱(3)的底端,且位于下弦预应力张拉梁(2)的底部,预应力钢筋的张拉端设置在中间预应力受拉柱(3)的顶端。

4. 根据权利要求3所述的一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构,其特征在於:所述下弦预应力张拉梁(2)成型时四周预留后浇带。

5. 根据权利要求4所述的一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构,其特征在於:所述下弦预应力张拉梁(2)位于二层顶,被转换框架柱(7)底端位于五层底。

6. 根据权利要求5所述的一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构,其特征在於:所述下弦预应力张拉梁(2)利用模板浇筑成型。

7. 根据权利要求6所述的一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构的施工方法,其特征在於:

第一步:搭建下弦预应力张拉梁(2)下面的脚手架及模板,设置下弦预应力张拉梁(2)和中间预应力受拉柱(3)的普通钢筋和预应力钢筋,并在下弦预应力张拉梁(2)预设中间预应力受拉柱(3)的预应力锚固段锚具;

第二步:浇筑混凝土并保证下部脚手架稳固,下弦预应力张拉梁(2)的模板保留不拆除、且下弦预应力张拉梁(2)的四围的楼板中预留后浇带;

第三步:浇筑两个上部斜向受压柱(1)和中间预应力受拉柱(3),中间层普通梁(5)和框架柱(6),其中中间预应力受拉柱(3)的预应力锚固段锚具锚固在下弦预应力张拉梁(2)中;

第四步:待以上结构均达到100%强度的时候分阶段张拉下弦预应力张拉梁(2)中的预应力钢筋;

第五步:施工被转换框架柱(7)所在层及以上层的混凝土构件;

第六步:张拉中间预应力受拉柱(3)中的预应力钢筋,待收缩及徐变完成后浇筑下弦预应力张拉梁(2)周边后浇带;

第七步:待主体结构封顶且下弦预应力张拉梁(2)混凝土强度达到100%设计强度后,对称拆除下弦预应力张拉梁(2)下部支撑脚手架及相关模板。

一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构及其施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于土木工程领域,尤其是涉及一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构及其施工方法。

背景技术

[0002] 现有多高层建筑中,因为建筑使用空间的需要,通常在建筑底部几层抽柱做托柱转换结构,目前的多高层结构中的托柱转换主要是靠梁转换,转换梁多采用实体混凝土梁,梁高通常在0.8-2.5米。

[0003] 采用普通混凝土梁出现的问题是:(1)混凝土梁截面大,混凝土及钢筋耗材较多;(2)梁宽度及高度过大时,形成大体积混凝土,施工质量不容易保证,且施工难度大;(3)转换梁承受的竖向荷载大,水平或竖向地震作用也大,从而造成转换梁的弯、剪、扭应力很大对结构不利;(4)结构转换层上下刚度及承载力突变,竖向抗侧力构件不连续在地震设计中产生应力集中效应,对结构体系的抗震有不利的影响;(5)转换梁截面大、转换柱形成短柱影响结构安全;(6)转换梁巨大的截面尺寸影响建筑下部净空及建筑使用功能(7)转换梁很难应用到大跨度转换。

发明内容

[0004] 有鉴于此,本发明旨在提出一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构及其施工方法,解决了转换梁内力过大、较难实现结构抗震性能强且安全的目标、影响建筑空间使用效果以及难以实现超大跨度结构转换的问题。

[0005] 为达到上述目的,本发明的技术方案是这样实现的:

[0006] 一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构,包括斜向受压柱、下弦预应力张拉梁、中间预应力受拉柱、转换柱、中间层普通梁、框架柱和被转换框架柱,所述的下弦预应力张拉梁和中间预应力受拉柱内均含有沿各自长度方向设置的预应力钢筋,所述的斜向受压柱设置两个,两个斜向受压柱与下弦预应力张拉梁围成等腰三角形结构,等腰三角形结构的两个斜向受压柱的顶端相交在一起与竖直设置的被转换框架柱的底部刚性连接,等腰三角形结构的两个斜向受压柱的底端均穿过中间层普通梁且与下弦预应力张拉梁的相应端刚性连接,所述的中间预应力受拉柱的顶端与两个斜向受压柱的相交处刚性连接,底端穿过中间层普通梁与下弦预应力张拉梁的中部刚性连接,所述的中间层普通梁与下弦预应力张拉梁平行设置,所述的转换柱设置两个,均竖直固定在下弦预应力张拉梁的下部,且设置在下弦预应力张拉梁的两端,在所述的下弦预应力张拉梁的上部与两个转换柱连接位置对应处均固定一个框架柱,两个所述框架柱均穿过中间层普通梁,两个所述框架柱与被转换框架柱平行设置;

[0007] 在所述的中间层普通梁的上部空间和下部空间均匀设有多个与中间层普通梁平行的普通梁,在所述的下弦预应力张拉梁的两端也设有普通梁;

[0008] 在两个所述的框架柱的左侧空间和右侧空间均匀设有多个与框架柱平行的普通

柱,所有的普通柱均穿过相应层处的普通梁设置。

[0009] 进一步的,所述下弦预应力张拉梁内含两束预应力钢筋,两束所述预应力钢筋设置在下弦预应力张拉梁的中部,每束所述预应力钢筋均采用两端张拉方式。

[0010] 进一步的,所述中间预应力受拉柱内含两束预应力钢筋,预应力钢筋的锚固端位于中间预应力受拉柱的底端,且位于下弦预应力张拉梁的底部,预应力钢筋的张拉端设置在中间预应力受拉柱的顶端。

[0011] 进一步的,所述下弦预应力张拉梁成型时四周预留后浇带。

[0012] 进一步的,所述下弦预应力张拉梁位于二层顶,被转换框架柱底端位于五层底。

[0013] 进一步的,所述下弦预应力张拉梁利用模板浇筑成型。

[0014] 一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构的施工方法,包括:

[0015] 第一步:搭建下弦预应力张拉梁下面的脚手架及模板,设置下弦预应力张拉梁和中间预应力受拉柱的普通钢筋和预应力钢筋,并在下弦预应力张拉梁预设中间预应力受拉柱的预应力锚固段锚具;

[0016] 第二步:浇筑混凝土并保证下部脚手架稳固,下弦预应力张拉梁的模板保留不拆除、且下弦预应力张拉梁的四围的楼板中预留后浇带;

[0017] 第三步:浇筑两个上部斜向受压柱和中间预应力受拉柱,中间层普通梁和框架柱,其中间预应力受拉柱的预应力锚固段锚具锚固在下弦预应力张拉梁中;

[0018] 第四步:待以上结构均达到100%强度的时候分阶段张拉下弦预应力张拉梁中的预应力钢筋;

[0019] 第五步:施工被转换框架柱所在层及以上层的混凝土构件;

[0020] 第六步:张拉中间预应力受拉柱中的预应力钢筋,待收缩及徐变完成后浇筑下弦预应力张拉梁周边后浇带;

[0021] 第七步:待主体结构封顶且下弦预应力张拉梁混凝土强度达到100%设计强度后,对称拆除下弦预应力张拉梁下部支撑脚手架及相关模板。

[0022] 相对于现有技术,本发明所述的一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构具有以下优势:

[0023] 本发明所述的一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构,

[0024] (1) 解决下弦张拉梁竖向变形的问题

[0025] 本发明传力路径是通过中间预应力受拉柱将下弦预应力张拉梁跨度减小一半,大幅度减小构件的内部变形,保证结构计算中整体无限刚的要求。

[0026] (2) 优化了体系构件截面尺寸

[0027] 与普通入字撑转换相比本发明在转换梁位置中间设置中间预应力受拉柱,完全平衡下弦预应力张拉梁和中间层普通梁的竖向位移,大幅度降级下弦预应力张拉梁的计算跨度,使得下弦预应力张拉梁作为多跨度拉弯构件,既能增加下弦预应力张拉梁的竖向刚度,又能减小下弦预应力张拉梁的截面尺寸,使得下弦预应力张拉梁可以做成宽扁梁,使得本发明可以使体系得到完全优化,普通钢筋用量减小20%-30%,混凝土梁减小20%-30%,梁下净高可以增加0.7m-1.5m,并具有明显的经济性。

[0028] (3) 充分利用材料特性,实现大跨度转换可能

[0029] 与普通入字撑转换转跨度达到12m以上显得不经济且尺度大影响建筑使用空间和

美观,而本发明可以将转换下部空间的跨度提高到18m甚至24m,提高转换梁下部空间的跨度,并能更好的满足下部建筑使用功能的要求。

[0030] (4) 合理解决下弦预应力张拉梁因为预应力的存在次内力的不利影响

[0031] 本发明采用的预应力构件均为轴心受拉构件,且张拉梁四围均采用后浇带,完全解决预应力梁的次内力对结构体系的不利影响。

附图说明

[0032] 构成本发明的一部分的附图用来提供对本发明的进一步理解,本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明,并不构成对本发明的不当限定。在附图中:

[0033] 图1为本发明实施例所述的一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构的结构示意图;

[0034] 图2为本发明实施例所述的一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构的施工示意图;

[0035] 图3为一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构受力分析示意图。

[0036] 附图标记说明:

[0037] 1-斜向受压柱,2-下弦预应力张拉梁,3-中间预应力受拉柱,4-转换柱,5-中间层普通梁,6-框架柱,7-被转换框架柱,8-普通梁,9-普通柱。

具体实施方式

[0038] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0039] 下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0040] 如图1-图2所示,一种大跨度预应力刚体巨型空间转换结构,包括斜向受压柱1、下弦预应力张拉梁2、中间预应力受拉柱3、转换柱4、中间层普通梁5、框架柱6和被转换框架柱7,所述的下弦预应力张拉梁2和中间预应力受拉柱3内均含有沿各自长度方向设置的预应力钢筋,所述的斜向受压柱1设置两个,两个斜向受压柱1与下弦预应力张拉梁2围成等腰三角形结构,等腰三角形结构的两个斜向受压柱1的顶端相交在一起与竖直设置的被转换框架柱7的底部刚性连接,等腰三角形结构的两个斜向受压柱1的底端均穿过中间层普通梁5且与下弦预应力张拉梁2的相应端刚性连接,所述的中间预应力受拉柱3的顶端与两个斜向受压柱1的相交处刚性连接,底端穿过中间层普通梁5与下弦预应力张拉梁2的中部刚性连接,所述的中间层普通梁5与下弦预应力张拉梁2平行设置,所述的转换柱4设置两个,均竖直固定在下弦预应力张拉梁2的下部,且设置在下弦预应力张拉梁2的两端,在所述的下弦预应力张拉梁2的上部与两个转换柱4连接位置对应处均固定一个框架柱6,两个所述框架柱6均穿过中间层普通梁5,两个所述框架柱6与被转换框架柱7平行设置;

[0041] 在所述的中间层普通梁5的上部空间和下部空间均匀设有多个与中间层普通梁5平行的普通梁8,在所述的下弦预应力张拉梁2的两端也设有普通梁8;

[0042] 在两个所述的框架柱6的左侧空间和右侧空间均匀设有多个与框架柱6平行的普通柱9,所有的普通柱9均穿过相应层处的普通梁8设置。

[0043] 下弦预应力张拉梁2内含两束预应力钢筋,两束所述预应力钢筋设置在下弦预应

力张拉梁2的中部,每束所述预应力钢筋均采用两端张拉方式,确保下弦预应力张拉梁2的水平力平衡。

[0044] 中间预应力受拉柱3内含两束预应力钢筋,预应力钢筋的锚固端位于中间预应力受拉柱3的底端,且位于下弦预应力张拉梁2的底部,预应力钢筋的张拉端设置在中间预应力受拉柱3的顶端,这样可以减小下弦预应力张拉梁2的计算跨度。

[0045] 下弦预应力张拉梁2成型时四周预留后浇带。

[0046] 下弦预应力张拉梁2利用模板浇筑成型。

[0047] 以下弦预应力张拉梁2位于二层顶,被转换框架柱7底端位于五层底为例,说明一种大跨度预应力刚体矩形空间转换结构的施工方法,具体步骤如下:

[0048] 第一步:搭建下弦预应力张拉梁2下面的脚手架及模板,设置下弦预应力张拉梁2和中间预应力受拉柱3的普通钢筋和预应力钢筋,并在下弦预应力张拉梁2预设中间预应力受拉柱3预应力锚固段锚具;

[0049] 第二步:浇筑混凝土并保证下部脚手架稳固,下弦预应力张拉梁2的模板保留不拆除、且下弦预应力张拉梁2的四围的楼板中预留后浇带;

[0050] 第三步:浇筑两个上部斜向受压柱1和中间预应力受拉柱3,中间层普通梁5和框架柱6,其中中间预应力受拉柱3的预应力锚固段锚具锚固在下弦预应力张拉梁2中;

[0051] 第四步:待以上结构均达到100%强度的时候分阶段张拉下弦预应力张拉梁2中的预应力钢筋;

[0052] 第五步:施工被转换框架柱7所在层及以上层的混凝土构件;

[0053] 第六步:张拉中间预应力受拉柱3中的预应力钢筋,待收缩及徐变完成后浇筑下弦预应力张拉梁2周边后浇带;

[0054] 第七步:待主体结构封顶且下弦预应力张拉梁2混凝土强度达到100%设计强度后,对称拆除下弦预应力张拉梁2下部支撑脚手架及相关模板。

[0055] 本空间转换结构受力机理及传力途径:空间转换结构从被转换框架柱7传力给两侧斜向受压柱1,斜向受压柱1将斜向压力的竖向分量传给下部转换柱4,而斜向受压柱1的压力水平分量传给下弦预应力张拉梁2,因为整个转换结构体系属于对称结构,故两侧的斜向受压柱1的水平分量力大小相等方向相反通过下弦预应力张拉梁2最终平衡,下弦预应力张拉梁2内部增设预应力钢筋,确保水平力的平衡。

[0056] 中间预应力受拉柱3,因为体系特点从压力上看中间预应力受拉柱3自身无压力,仅有竖向拉力,由于水平梁2及中间层普通梁5所在楼层存在竖向位移,而此部分位移通过设置预应力筋的中间预应力受拉柱3平衡,减小下弦预应力张拉梁2的计算跨度,进而提高了下弦预应力张拉梁2的竖向刚度。

[0057] 本发明使得转换结构成为一个跨层的框架整体来转换上部被转换框架柱7,提高结构的冗余度和安全度,也改善了传力的性能。

[0058] 下面给出下弦预应力张拉梁2的预应力钢筋和中间预应力受拉柱3的预应力钢筋的估算方法,如图3所示。

[0059] 假定中间预应力受拉柱3及下弦预应力张拉梁2所承受拉力均由预应力钢筋承担,普通钢筋作为安全储备。因弯矩作用相对轴力影响较小忽略其影响,仅考虑轴力的作用。

[0060] 主要考虑2种工况:静力工况(1.2D+1.4L)和考虑竖向地震作用基本组合(1.2x(D+

$0.5L)+1.3 \times 1.1 \times (D+0.5L))$ 。

[0061] 1、静力工况：

[0062] 斜向受压柱1需承受的竖向合力包含由被转换框架柱7传来的转换层上部楼层荷载基本组合 G_1 及由中间预应力受拉柱3传来的转换层楼层荷载基本组合 G_2 (两层),根据力的平衡则可得到在静力荷载作用下弦预应力张拉梁2所承受的拉力为 $(G_1+G_2) \cot \alpha$, α 为斜向受压柱1与下弦预应力张拉梁2之间的夹角,

[0063] 根据偏心受拉公式

[0064] $N e' \leq f_{py} A_P (h'_0 - a_p)$

[0065]
$$e' = e_0 + \frac{h}{2} - a'_p$$

[0066] 式中：

[0067] N —拉力设计值；

[0068] f_{py} —预应力筋抗拉强度设计值；

[0069] A_P —受拉区预应力钢筋的截面面积；

[0070] h'_0 —截面有效高度；

[0071] a_p —受拉区预应力筋至受拉边缘的距离；

[0072] a'_p —受压区预应力筋至受压边缘的距离；

[0073] h —下弦预应力张拉梁的高度；

[0074] 得到下弦预应力张拉梁2所需预应力筋面积为

[0075]
$$A_{P1} \geq \frac{(G_1 + G_2) \cot \alpha \cdot e'}{f_{py} (h'_0 - a_p)}$$

[0076] 中间预应力受拉柱3所受拉力即为 G_2 ,根据公式 $N \leq f_{py} A_P$,得到中间预应力受拉柱3所需预应力筋面积为：

[0077]
$$A_{P2} \geq \frac{G_2}{f_{py}}$$

[0078] 2、考虑竖向地震作用基本组合：

[0079] 斜向受压柱1需承受的竖向合力包含由被转换框架柱7传来的转换层上部重力荷载代表值 G_{e1} 及由中间预应力受拉柱3传来的转换层楼层荷载 G_{e2} 及竖向地震作用 $1.1G_{e2}$ (两层),则竖向合力设计值为 $N=1.2(G_{e1}+G_{e2})+1.3 \times 1.1 \times G_{e2}$ 根据力的平衡则可得到在静力荷载作用下弦梁2所承受的拉力为 $N \cot \alpha$,根据偏心受拉公式得到下弦梁2所需预应力筋面积为

[0080]
$$A_{P3} \geq \frac{(1.2(G_{e1} + G_{e2}) + 1.3 \times 1.1 \times G_{e2}) \cdot \cot \alpha \cdot e'}{f_{py} (h'_0 - a_p)}$$

[0081] 中间预应力受拉柱3所受拉力为 $1.2G_{e2}+1.3 \times 1.1 \times G_{e2}$,则所需预应力筋面积为：

[0082]
$$A_{P4} \geq \frac{1.2 G_{e2} + 1.3 \times 1.1 \times G_{e2}}{f_{py}}$$

[0083] 下弦预应力张拉梁2需配预应力钢筋面积为

[0084] $\text{Max} (A_{P1}, A_{P3})$,

[0085] 中间预应力受拉柱3需配预应力钢筋面积为

[0086] $\text{Max}(A_{P2}, A_{P4})$ 。

[0087] 以上所述仅为本发明的较佳实施例而已,并不用以限制本发明,凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。

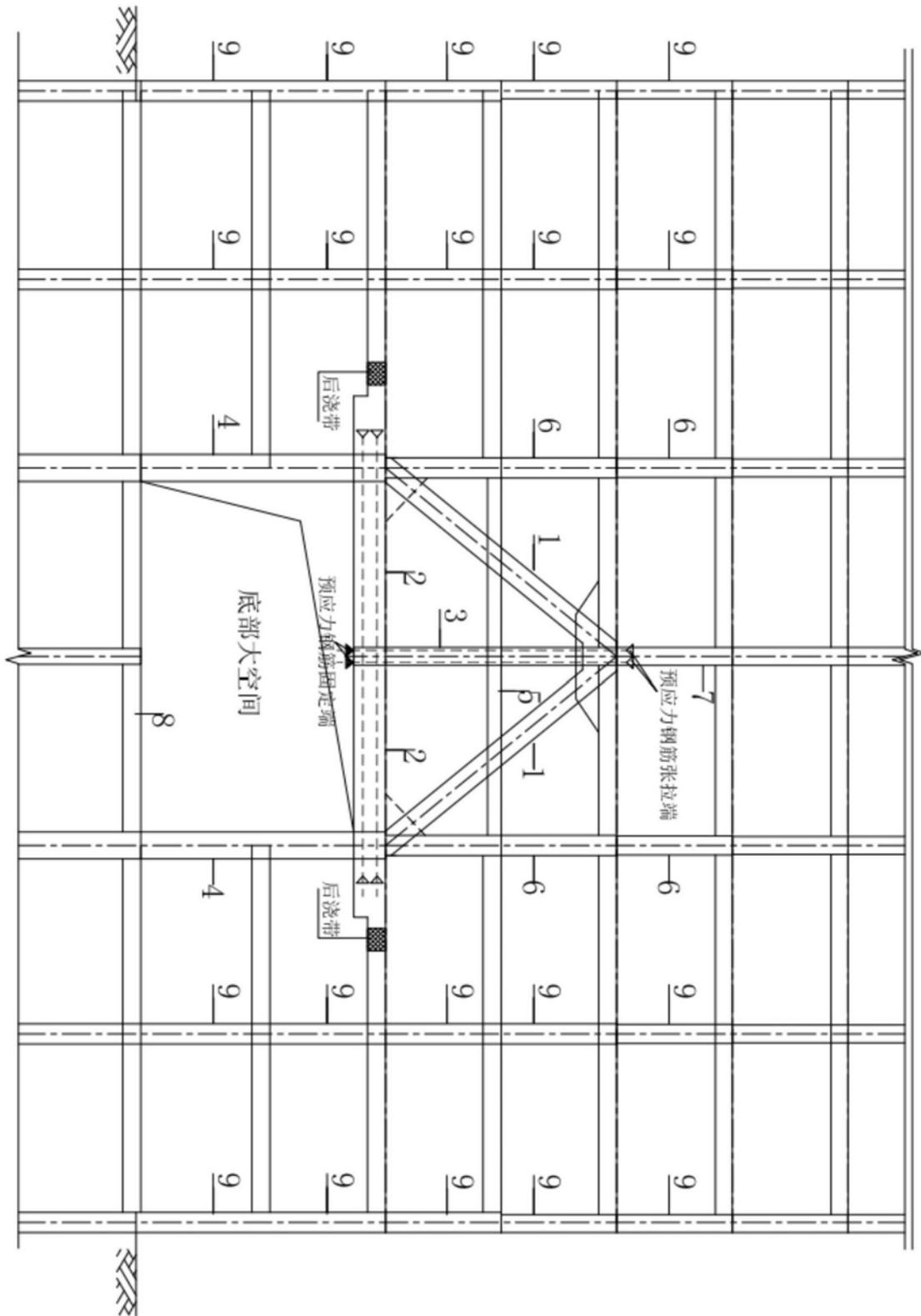


图1

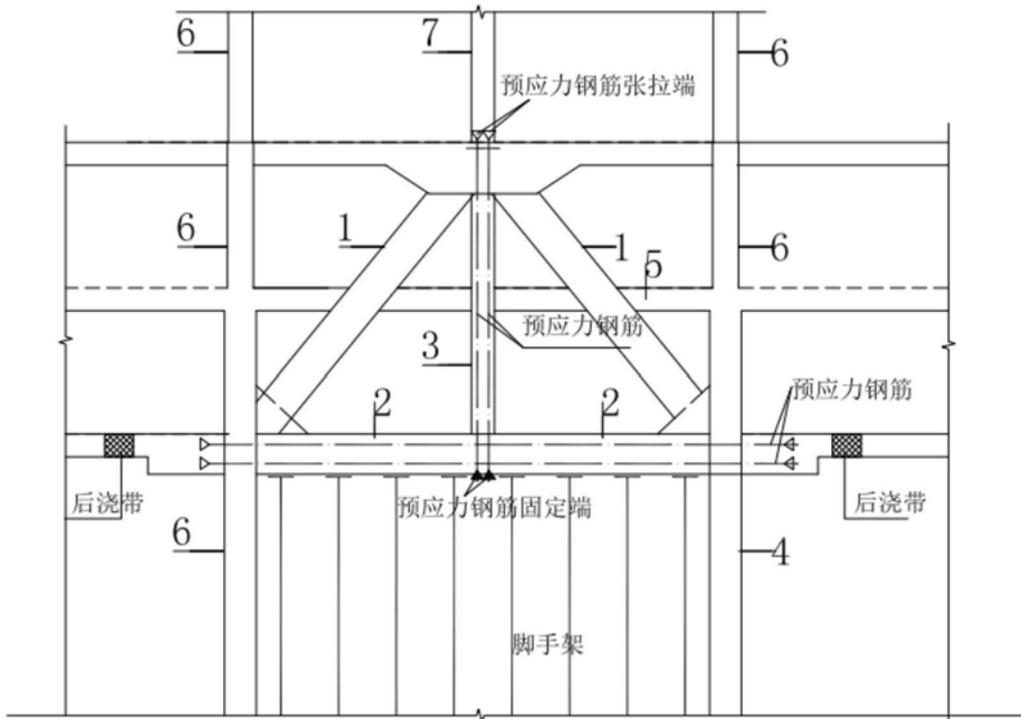


图2

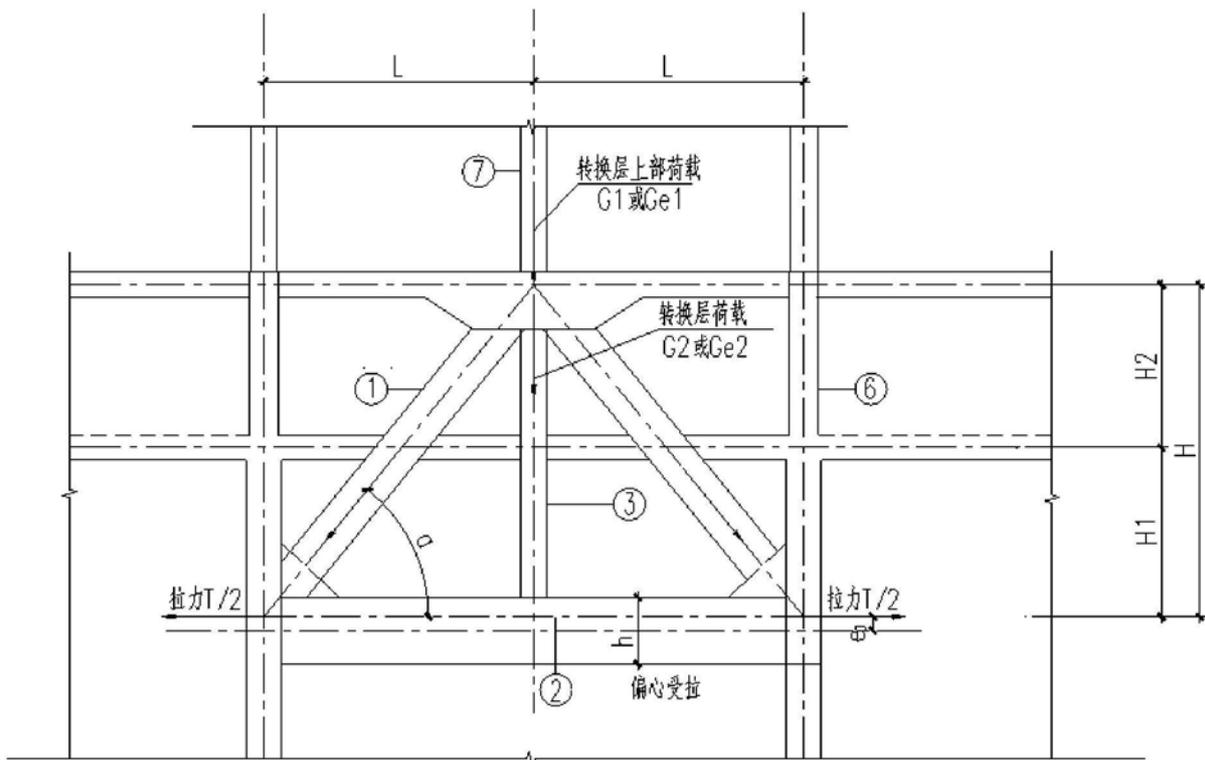


图3