(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)实用新型专利

(10)授权公告号 CN 202577580 U
(45)授权公告日 2012.12.05

(21)申请号 201220239734.1

(22)申请日 2012.05.25

(73)专利权人 湖南大学
地址 410005 湖南省长沙市岳麓山
专利权人 贵州大学
湖南金海钢结构股份有限公司
贵州汇通申发钢结构有限公司
浙江东南网架股份有限公司

(72)发明人 马克俭 徐向东 胡岚 曾勇
朱方正 肖建春 周观根 周家干
张华刚 程志敏 张晓楠 段渝忠

(74)专利代理机构 贵阳中新专利商标事务所 52100
代理人 刘楠

(51)Int.Cl.
*E04B 1/342*(2006.01)
*E04B 1/58*(2006.01)

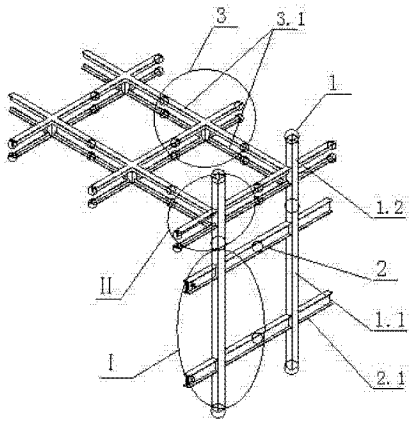
权利要求书 1 页 说明书 5 页 附图 3 页

(54)实用新型名称

一种多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构

(57)摘要

本实用新型公开了一种多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构，本实用新型将作为楼盖或屋盖结构的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构的双层十字形拼装单元的弦杆连接固定在作为钢网格式承重外墙结构的立柱上，该钢网格式承重外墙结构由采用矩形钢管或H型钢制作成的立柱与采用H形钢或T形钢制作成的横梁连接组成柱网结构，矩形钢管截面的高或宽为200毫米～300毫米，壁厚为4毫米～10毫米，该柱网结构为每两根相邻立柱之间的中心距离为1500～4000毫米，在两根相邻立柱之间水平连接5根横梁，每两根相邻横梁之间的中心距离为500～2500毫米。本实用新型的结构具有重量轻、强度高、施工容易、质量好等优点。




CN 202577580 U

1. 一种多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构，包括作为楼盖或屋盖结构的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构，其特征在于：作为楼盖或屋盖结构的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构的双层十字形拼装单元（3）的弦杆（3.1）连接固定在作为钢网格式承重外墙结构的立柱（1）上，该钢网格式承重外墙结构由采用矩形钢管或 H 型钢制作成的立柱（1）与采用 H 形钢或 T 形钢制作成的横梁（2）连接组成柱网结构，立柱（1）的矩形钢管截面的矩形外形的高或宽为 200 毫米～ 300 毫米，立柱（1）的矩形钢管的壁厚为 4 毫米～ 10 毫米，横梁（2）的 H 形钢或 T 形钢的外形高度（h）为 100 毫米～ 200 毫米，该柱网结构为每两根相邻立柱（1）之间的中心距离（L）为 1500 ～ 4000 毫米，并且在多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构的每层的层高高度（G）范围内的柱网结构中、在两根相邻立柱（1）之间水平连接 5 根横梁（2），每两根相邻横梁（2）之间的中心距离（B）为 500 ～ 2500 毫米。

2. 根据权利要求 1 所述的多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构，其特征在于：对于 H 型钢制作成的立柱（1），其 H 型钢截面的高度或宽度为 200 毫米～ 300 毫米。

3. 根据权利要求 1 所述的多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构，其特征在于：组成柱网结构的钢网格式承重外墙结构的立柱（1）由中立柱（1.1）和端立柱（1.2）相互连接组成，每个中立柱（1.1）的两端通过焊接或螺栓连接的方式与端立柱（1.2）连接；组成柱网结构的钢网格式承重外墙结构的每个横梁（2）都由两个半横梁（2.1）通过焊接或螺栓连接的方式相互连接组成；在每个中立柱（1.1）上按对称方式固定连接有四个半横梁（2.1），并且每两个半横梁（2.1）的上平面都在同一水平高度；在每个端立柱（1.2）上按对称方式固定连接有四个半横梁（2.1），并且每两个半横梁（2.1）的上平面都在同一水平高度。

4. 根据权利要求 3 所述的多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构，其特征在于：在每个中立柱（1.1）和端立柱（1.2）的一端上都设有螺栓安装槽（1.3）或螺栓安装孔（1.4），在每个中立柱（1.1）和端立柱（1.2）的另一端上都设有螺栓安装孔（1.4）。

5. 根据权利要求 3 所述的多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构，其特征在于：在每个半横梁（2.1）的连接端上都设有螺栓孔（2.2）。

6. 根据权利要求 3 所述的多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构，其特征在于：每个中立柱（1.1）或端立柱（1.2）的长度为 2 米～ 3.5 米。

# 一种多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构

## 技术领域

[0001] 本实用新型涉及一种多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构，属于钢结构建筑框架制作及施工技术领域。

## 背景技术

[0002] 随着我国钢产量迅速增加，钢结构在建筑工程领域应用日趋增多，如多层（2 层～4 层）大跨度（18m ～ 36m）公共与工业建筑，又如高层和超高层大开间，大柱网住宅及写字楼建筑，这些钢结构体系一般均采用矩形钢管、H 型钢形成钢框架结构。对于跨度为 18m，每层的层高为 5.2m 的四层工业车间的钢框架结构，一般采用 600×600×25(长 × 宽 × 厚度）规格或 500×500×25 规格的矩形钢管作为立柱，其立柱之间的中心距离为 9m，其立柱与立柱之间焊接 H 型钢作为主横梁，其主横梁的所用的 H 型钢规格为 1200×300×10×25，在每层的主横梁与主横梁之间再焊接规格为 700×250×8×16 的 H 型钢横梁作为楼盖或屋盖结构，这样即形成整个四层工业车间的钢框架结构。经计算，在地震烈度为 6 度设防区，风载 0.3kN/$m^2$，楼面使用活荷载 5kN/$m^2$ 时，这种传统钢框架结构的型钢用量为 128kg/$m^2$，其钢筋用量 15kg/$m^2$，总单位平均用钢量为 146.5kg/$m^2$，用钢量很大，其造价也很高。改革开放 30 多年来，各省市在工业厂房建设方面，90% 以上为单层工业车间，其主要原因有如下两方面：其一，按传统钢框架结构体系制作，由于用钢量大，造价高（是单层钢结构的两倍以上）；其二，由于前期的土地单价过低，造成人们不愿意建设成本较高的多层建筑。目前，我国很多地区，特别是经济发达地区，为了确保 18 亿亩耕地和保护生态环境，除重工业车间外，一律不允许做单层建筑，这是经济建设大势所趋，在这种条件下，由于传统的钢框架结构存在着单位面积用钢量大、造价高，并且其梁、柱构件大而重，而传统钢框架结构的施工都是在现场进行施工，需要在高空进行大量的焊接作业，不仅工程质量难以保证，而且其施工难度还很大，所以现有多层钢框架结构已不能满足现实的需要。

## 发明内容

[0003] 本实用新型在于：提供一种单位面积用钢量少、造价较低、施工容易、并且质量较高、结构稳定性较好的多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构，以克服现有技术的不足。

[0004] 本实用新型的技术方案是这样构成的：本实用新型的一种多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构为，该结构包括作为楼盖或屋盖结构的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构，其作为楼盖或屋盖结构的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构的双层十字形拼装单元的弦杆连接固定在作为钢网格式承重外墙结构的立柱上，该钢网格式承重外墙结构由采用矩形钢管或 H 型钢制作成的立柱与采用 H 形钢或 T 形钢制作成的横梁连接组成柱网结构，立柱的矩形钢管截面的矩形外形的高或宽为：200 毫米～ 300 毫米，立柱的矩形钢管的壁厚为：4 毫米～ 10 毫米，横梁的 H 形钢或 T 形钢的外形高度为：100 毫米～ 200 毫米，该柱网结构为每两根相邻立柱之间的中心距离为 1500 ～ 4000 毫米，并且在多层

大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构的每层的层高高度范围内的柱网结构中、在两根相邻立柱之间水平连接 5 根横梁，每两根相邻横梁之间的中心距离为 500 ～ 2500 毫米。

[0005] 对于 H 型钢制作成的立柱，其 H 型钢截面的高度或宽度为 200 毫米～ 300 毫米。

[0006] 上述组成柱网结构的钢网格式承重外墙结构的立柱由中立柱和端立柱相互连接组成，每个中立柱的两端通过焊接或螺栓连接的方式与端立柱连接；组成柱网结构的钢网格式承重外墙结构的每个横梁都由两个半横梁通过焊接或螺栓连接的方式相互连接组成；在每个中立柱上按对称方式固定连接有四个半横梁，并且每两个半横梁的上平面都在同一水平高度；在每个端立柱上按对称方式固定连接有四个半横梁，并且每两个半横梁的上平面都在同一水平高度。

[0007] 在上述每个中立柱和端立柱的一端上都设有螺栓安装槽或螺栓安装孔，在每个中立柱和端立柱的另一端上都设有螺栓安装孔。

[0008] 在上述每个半横梁的连接端上都设有螺栓孔。

[0009] 上述每个中立柱或端立柱的长度为 2 米～ 3.5 米。

[0010] 由于采用了上述技术方案，本实用新型将现有的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构作为楼盖或屋盖，并采用由中立柱和半横梁组成的中部组合单元、由端立柱和半横梁组成的端部组合单元进行现场组装后而形成的柱网结构式的钢网格式承重外墙结构作为支撑楼盖或屋盖的承重外墙，从而构成本实用新型的多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构。采用本实用新型的结构，能有效利用规格尺寸小的型钢作为本实用新型的立柱和横梁使用，本实用新型中两根立柱之间的中心距离大大小于传统钢框架结构中两根立柱之间的距离，由于本实用新型的立柱采用的是规格尺寸小的矩形钢管，并在每两根相邻立柱之间设置规格尺寸小的横梁，使立柱与横梁相互连接形成柱网结构式的钢网格式承重外墙，该钢网格式承重外墙的网格数量，在面积相同的情况下，为传统钢框架结构的柱网格数量的 20 倍，即本实用新型将传统钢结构的大柱网格结构化为小柱网格结构，这种化整为零的目的有如下几方面：其一，降低拼装结构的重量，如采用传统钢框架结构时其框架柱的重量为 1.25t/ 根，而采用本实用新型的钢网格式承重外墙结构后，其最重的一个拼装单元（中部组合单元Ⅰ）的重量只有 168kg/ 个，仅是传统框架柱重量的 1/7.44，仅是传统 18m 框架横梁（w=5150kg/ 根）的 1/30，从此刻明显看出，本实用新型的拼装件自重大大下降，这不仅有利于制造，而且还有利于运输和安装；其二，本实用新型的立柱采用由中立柱和端立柱相互连接组成的组合式结构，它沿高度拼装点均为网格中部，其横梁也采用组装结构，横梁的连接点亦在网格中央（反弯点），即每层楼沿高度两个拼装单元（即中部组合单元Ⅰ和端部组合单元Ⅱ），每个端部组合单元Ⅱ是和楼盖连为一体的，由于楼盖是由 T 型钢和方钢管组成的空腹梁，安装完本实用新型的钢网格式承重外墙结构后，即可紧接着安装空腹楼盖，根据专利号为 ZL200720201111.4 所公开的技术方案可知，该空腹楼盖为双十字形，其上、下肋在中央采用双拼板高强螺栓连接，本实用新型的整个钢结构是在施工工地按钢网格式承重外墙结构的墙架及楼盖的拼装单元有序排列后，在脚手架上采用摩擦型高强螺栓连接，完全消除了焊接工序，能有效防止火灾发生，也促进了施工文明程度；其三，本实用新型将所有拼装单元的焊接节点，均在车间焊接连接，用于在工地螺栓连接的槽孔在车间一次加工成型，这样不仅能有效提高生产效率，而且还能确保整个钢结构的施工质量。采用本实用新型的钢网格式承重外墙，其单位平方米的建筑用钢量大大低于现有技术中的钢框架

结构单位平方米的立柱用钢量，并且本实用新型的钢网格式承重外墙的结构强度要大大高于传统钢框架结构的强度，同时本实用新型将钢网格式承重外墙与作为楼盖或屋盖的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构相互连接，从而构成一个完整的多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构整体，本实用新型的多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构的整体结构强度和用钢量，经测算，在建筑结构的层数相同、建筑面积相同的情况下，本实用新型的结构强度为传统钢框架结构强度的 1.5 ～ 2 倍，其用钢量为传统钢框架结构用钢量的 2/3 ～ 3/5。所以本实用新型与现有技术相比，本实用新型不仅具有钢量少、造价较低的优点，而且还具有施工容易、质量好、结构整体强度高、结构稳定性好等优点。本实用新型可作为跨度为 18 米～ 36 米的大跨度建筑结构使用。

## 附图说明

[0011] 图 1 为本实用新型的钢网格式承重外墙结构的示意图；

[0012] 图 2 为本实用新型的中部组合单元 I 的结构示意图；

[0013] 图 3 为本实用新型的端部组合单元 II 的结构示意图，并且在该图中表示出了与双层十字形拼装单元 3 的弦杆 3.1 焊接时的位置和与混凝土板 4 连接的示意图；

[0014] 图 4 为本实用新型的中部组合单元 I 和端部组合单元 II 与作为楼盖或屋盖结构的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构组装连接时的局部结构示意图；

[0015] 图 5 为本实用新型的多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构为 3 层时的整体结构示意图。

[0016] 附图标记说明：1- 立柱，1.1- 中立柱，1.2 端立柱，1.3- 螺栓安装槽，1.4- 螺栓安装孔，2- 横梁，2.1- 半横梁，2.2- 螺栓孔，3- 为作为本实用新型的楼盖或屋盖结构的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构的双层十字形拼装单元，3.1- 弦杆（双层十字形拼装单元 3 中的弦杆），4- 混凝土板，I - 中部组合单元，II - 端部组合单元，B- 两根相邻横梁之间的中心距离，G- 每层的层高高度，h- 横梁的 H 形钢或 T 形钢的外形高度，L- 两根相邻立柱之间的中心距离。

[0017] 附图中有小圆圈（○）的标记处为现场高强螺栓连接节点。

## 具体实施方式

[0018] 本实用新型的实施例：在实施本实用新型的一种多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构时，按照下述制作方法进行制作，该方法包括采用中国专利文献所公开的专利号为：ZL 200720201111.4、实用新型名称为“装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构”的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构作为楼盖或屋盖结构，制作时，采用钢网格式承重外墙结构与作为楼盖或屋盖结构的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构进行组装的方式而构成多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构，将钢网格式承重外墙结构作为支撑装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构的楼盖或屋盖的承重外墙结构，该钢网格式承重外墙结构由采用矩形钢管或 H 型钢制作成的立柱 1 与采用 H 形钢或 T 形钢制作成的横梁 2 连接组成柱网结构，作为楼盖或屋盖结构的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构连接固定在立柱 1 上，立柱 1 的矩形钢管截面的矩形外形的尺寸为 200 毫米～ 300 毫米，立柱 1 的矩形钢管的的壁厚为：4 毫米～ 10 毫米，横梁 2 的 H 形钢或 T 形钢的外

形高度 h 为 :100 毫米～ 200 毫米，该柱网结构为每两根相邻立柱 1 之间的中心距离 L 为 1500 ～ 4000 毫米，并且在多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构的每层的层高高度 G 范围内的柱网结构中、在两根相邻立柱 1 之间水平连接 5 根横梁 2，每两根相邻横梁 2 之间的中心距离 B 为 500 ～ 2500 毫米 ；制作时，将多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构的层数控制在 :2 层～ 6 层的范围，并将每层的层高高度 G 控制在 :3 米～ 6 米 ；制作时，将每根立柱 1 制作成由中立柱 1.1 和端立柱 1.2 相互连接组成的组合式结构，使每个中立柱 1.1 的两端能通过焊接或螺栓连接的方式与端立柱 1.2 连接 ；将每根横梁 2 制作成由半横梁 2.1 通过焊接或螺栓连接的方式相互连接组成 ；可预先在车间通过焊接的方式在每个中立柱 1.1 上按对称方式固定连接四个半横梁 2.1，使每两个半横梁 2.1 在同一水平高度，这样即构成中部组合单元Ⅰ，在每个端立柱 1.2 上按对称方式固定连接四个半横梁 2.1，使每两个半横梁 2.1 在同一水平高度，这样即构成端部组合单元Ⅱ，通过这种方法可预先在工厂中进行大批量的中部组合单元Ⅰ和端部组合单元Ⅱ的生产，这样不仅能提高生产效率、降低生产成本，而且还能有效地保证工程质量 ；然后将中部组合单元Ⅰ和端部组合单元Ⅱ运输到现场后进行组装而形成柱网结构的钢网格式承重外墙结构，同时将所形成的钢网格式承重外墙结构与作为楼盖或屋盖的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构进行组装，从而构成多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构。

[0019] 按照上述方法制作的本实用新型的一种多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构的示意图如图 1 ～图 5 所示，本实用新型的结构包括作为楼盖或屋盖结构的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构（该装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构为中国专利文献专利号为 :ZL 200720201111.4 所公开的结构），将作为楼盖或屋盖结构的装配整体式平板型或曲面型钢空腹网格结构的双层十字形拼装单元 3 的弦杆 3.1 连接固定在作为钢网格式承重外墙结构的立柱 1 上（如图 4 所示），该钢网格式承重外墙结构由采用矩形钢管或 H 型钢制作成的立柱 1 与采用 H 形钢或 T 形钢制作成的横梁 2 连接组成柱网结构（如图 1 所示），将立柱 1 的矩形钢管截面的矩形外形尺寸的高或宽控制在 :200 毫米～ 300 毫米的范围内，将立柱 1 的矩形钢管的壁厚控制在 :4 毫米～ 10 毫米的范围，具体制作时，可根据使用的需要进行选择现有的规格型号的矩形钢管作为立柱 1，在通常情况下可选择规格型号为 :口 250×250×5 或口 180×180×4 的矩形钢管作为立柱 1 ；当采用 H 型钢作为立柱 1 时，其所采用的 H 型钢截面的高度或宽度为 200 毫米～ 300 毫米（在制作 H 型钢的立柱 1 时，其 H 型钢的截面尺寸大小可根据使用的要求进行确定，通常可采用型号为 :H200×200×8×12、H200×200×12×14、H250×250×12×16 等规格的 H 型钢）；在制作横梁时，将横梁 2 的 H 形钢或 T 形钢的外形高度 h 控制在 :100 毫米～ 200 毫米的范围，在通常情况下可选择规格型号为 :H150×150×4.5×6 的 H 形钢、或型号为 :TM120×200×5×10、TM120×200×8×12 的 T 形钢作为横梁 2，制作时，将组成柱网结构的钢网格式承重外墙结构的立柱 1 制作成由中立柱 1.1 和端立柱 1.2 相互连接组成（如图 1 和图 4 所示），将每个中立柱 1.1 的两端通过焊接或螺栓连接的方式与端立柱 1.2 连接，在通常情况下中立柱 1.1 的两端可只通过螺栓与端立柱 1.2 连接，将组成柱网结构的钢网格式承重外墙结构的每个横梁 2 都制作成由两个半横梁 2.1 通过焊接或螺栓连接的方式相互连接组成（如图 1 和图 4 所示），在通常情况下两个半横梁 2.1 的相互连接可只通过螺栓进行连接 ；制作时，可在车间内预先在每个中立柱 1.1 上按对称方式固定焊接四根半横梁 2.1，使每两根半横梁 2.1

的上平面都在同一水平高度(如图 2 所示);在每个端立柱 1.2 上按对称方式也固定焊接四根半横梁 2.1,并且使每两根半横梁 2.1 的上平面都在同一水平高度(如图 3 所示);为了安装方便,在每个中立柱 1.1 和端立柱 1.2 的一端上都制作出螺栓安装槽 1.3 或螺栓安装孔 1.4,同时在每个中立柱 1.1 和端立柱 1.2 的另一端上都制作出螺栓安装孔 1.4,在每个半横梁 2.1 的连接端上都制作出螺栓孔 2.2 ;制作时,将每个中立柱 1.1 或端立柱 1.2 的长度控制在 2 米～ 3.5 米的范围 ;在安装时,应使柱网结构的每两根相邻立柱 1 之间的中心距离 L 控制在 1500 ～ 4000 毫米的范围内,该中心距离 L 的具体尺寸可根据使用的需要确定 ;在采用螺栓将中立柱 1.1 的两端分别与端立柱 1.2 连接时,当中立柱 1.1 和端立柱 1.2 是采用矩形钢管制作时,可按传统的螺栓连接方式分别在矩形钢管连接端的四个面上,每个面都设置一块设有螺栓孔的连接钢板,使该连接钢板分别搭接在然后将螺栓穿过连接钢板上的螺栓孔及穿过中立柱 1.1 和端立柱 1.2 上的螺栓安装孔 1.4 后即可将中立柱 1.1 和端立柱 1.2 连接为一个整体 ;但是,当中立柱 1.1 和端立柱 1.2 是采用矩形钢管制作时,最好采用中国专利文献所公开的、申请号为 :2011102775754、实用新型名称为“一种箱形钢管框架柱高强螺栓等强连接节点及其制备方法”的技术方案进行螺栓连接 ;当中立柱 1.1 和端立柱 1.2 是采用 H 型钢制作时,可通过两块设有螺栓孔的连接钢板夹持在中立柱 1.1 和端立柱 1.2 连接端处的 H 型钢的腹板两侧,然后再通过螺栓将中立柱 1.1 和端立柱 1.2 连接为一体 ;同样,在将两个半横梁 2.1 通过螺栓连接为横梁 2 时,在每两个半横梁 2.1 的连接端处都设置两块设有螺栓孔的连接钢板,通过两块连接钢板将两个半横梁 2.1 的连接端夹持住,然后再将螺栓分别穿过连接钢板及半横梁 2.1 上的螺栓孔后,这样即可将两个半横梁 2.1 通过螺栓连接为一个完整的横梁 2 ;在安装时,在多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构的每层的层高高度 G 范围内的柱网结构中、在两根相邻立柱 1 之间水平连接 5 根横梁 2,使每两根相邻横梁 2 之间的中心距离 B 控制在 500 ～ 2500 毫米范围内,该中心距离 B 的具体尺寸可根据使用要求确定,这样即可构成本实用新型的多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构(其整体结构示意图如图 5 所示)。当完成本实用新型的整个多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构后,即可采用传统的方式,在每层楼盖的梁上铺设波纹形薄钢板,然后现场浇制 120mm 厚的混凝土板 4 后形成完整的楼盖结构,同时在本实用新型的钢网格式承重外墙结构的框架上按传统方式内外挂板后形成外墙墙面,并在外墙面内填充玻璃棉毡等保温材料后而形成外墙墙体整体结构。

[0020] 本实用新型每层楼的施工安装工序如下 :

[0021] 先安装构成本实用新型的钢网格式承重外墙结构墙架的“中部组合单元Ⅰ”→然后安装“端部组合单元Ⅱ”→然后再安装组成楼盖的“双层十字形拼装单元 3”,通过这几个工序即可形成一层楼的空间钢网格结构,每层楼均采用相同安装工序进行,这样即可形成本实用新型的多层大跨度装配整体式空间钢网格建筑结构体系。

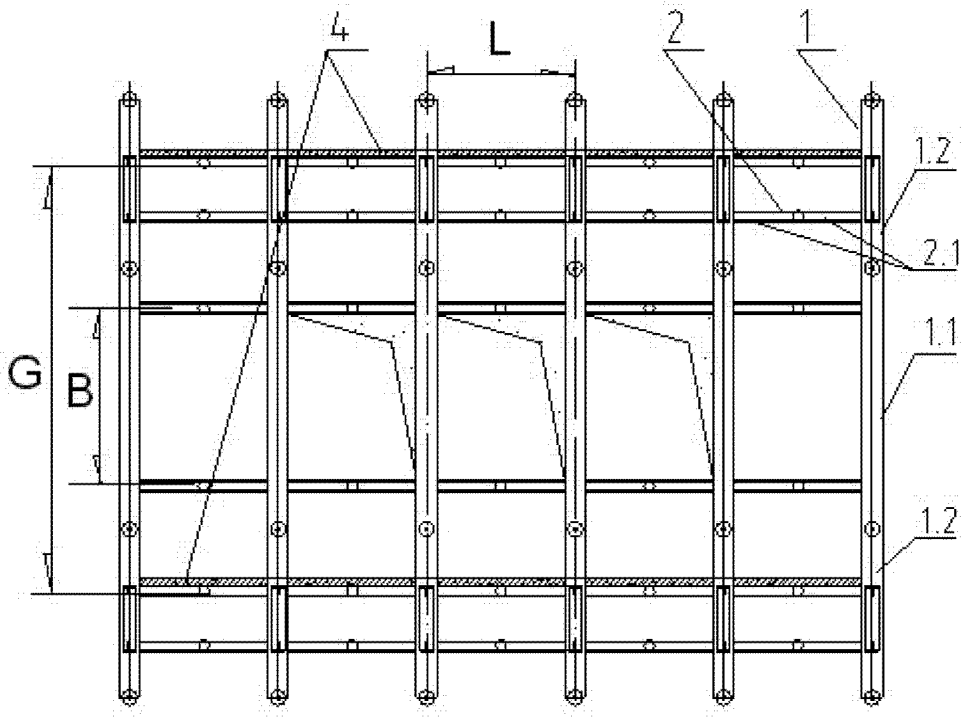



图 1

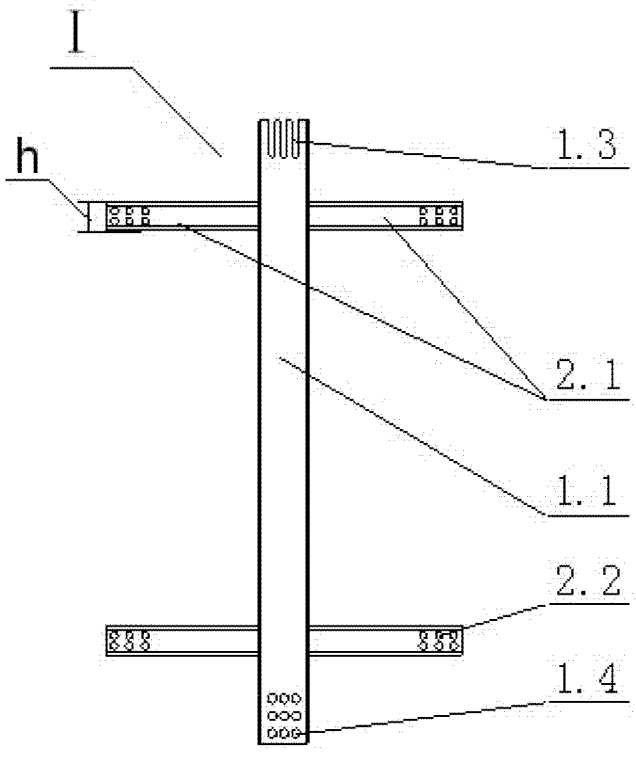



图 2

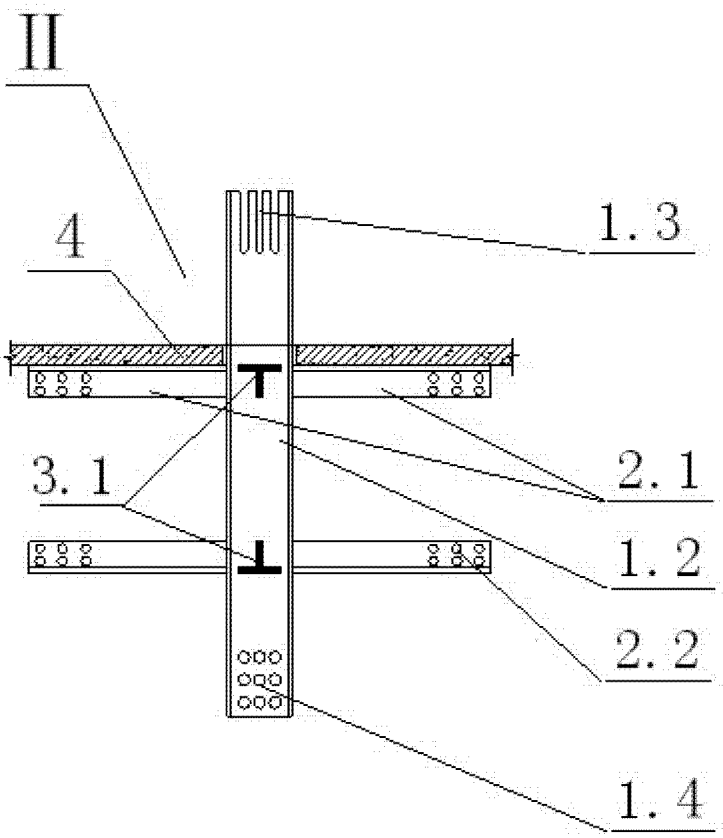



图 3

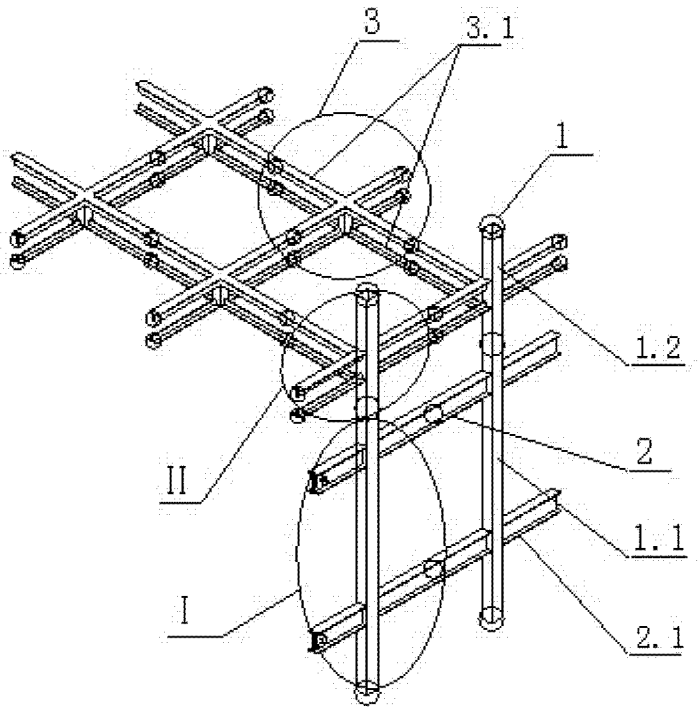



图 4

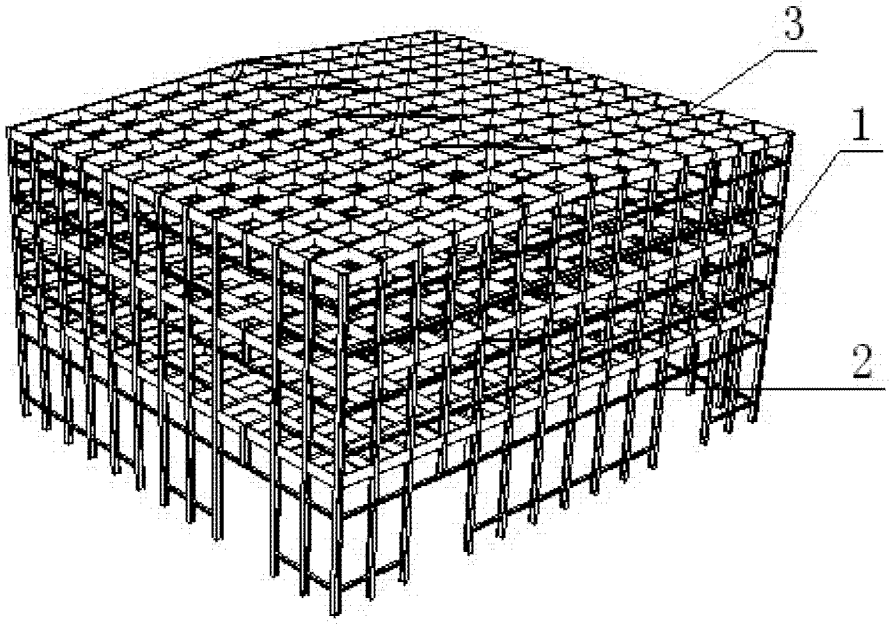



图 5