



(12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 102747781 A

(43) 申请公布日 2012. 10. 24

(21) 申请号 201210267255. 5

E04G 21/00(2006. 01)

(22) 申请日 2012. 07. 31

(71) 申请人 东北石油大学

地址 163319 黑龙江省大庆市高新技术开发
区发展路 199 号

(72) 发明人 计静 张文福 张云峰 袁朝庆
赵文艳 刘迎春

(74) 专利代理机构 哈尔滨东方专利事务所
23118

代理人 曹爱华

(51) Int. Cl.

E04B 1/30(2006. 01)

E04B 1/58(2006. 01)

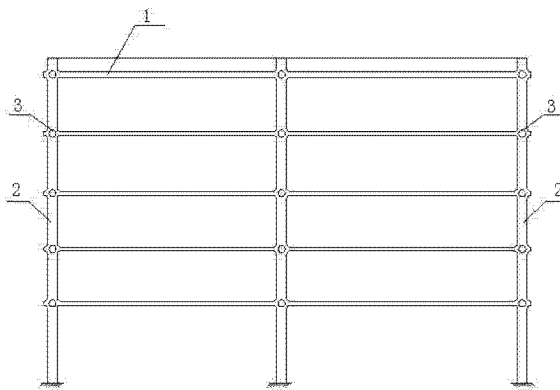
权利要求书 2 页 说明书 5 页 附图 7 页

(54) 发明名称

采用整体式节点的 FRP 组合结构框架及其施工方法

(57) 摘要

本发明涉及的是采用整体式节点的 FRP 组合结构框架及其施工方法, 其中的采用整体式节点的 FRP 组合结构框架由 FRP 管混凝土组合梁和 FRP 管混凝土组合柱连接构成, FRP 管混凝土组合梁水平设置在 FRP 管混凝土组合柱之间, 二者在交汇处采用 FRP 整体式节点固定连接; FRP 整体式节点由两个节点单体对扣在一起后通过螺栓固定连接, 每个节点单体由竖向半管和横向半管交汇后一体形成, 竖向半管的两个纵向端面各自向外延伸形成连接耳, 竖向半管的上、下两端面各自向外延伸形成水平的柱连接件; 横向半管的两个横向端面各自向外延伸形成连接耳, 横向半管的左、右两端面各自向外延伸形成梁连接件。本发明可实现在框架梁、柱的 FRP 管中添加钢骨, 或者在梁中布置预应力筋, 可提高构件的承载力和刚度。



1. 一种采用整体式节点的FRP组合结构框架,其特征在于:这种采用整体式节点的FRP组合结构框架由FRP管混凝土组合梁(1)和FRP管混凝土组合柱(2)连接构成,FRP管混凝土组合梁(1)水平设置在FRP管混凝土组合柱(2)之间,二者在交汇处采用整体式节点(3)固定连接;FRP整体式节点(3)由两个节点单体(4)对扣在一起后通过螺栓固定连接,每个节点单体(4)由竖向半管(5)和横向半管(6)交汇后一体形成,竖向半管(5)的两个纵向端面各自向外延伸形成连接耳(7),连接耳(7)上有螺栓孔,竖向半管(5)的上、下两端面各自向外延伸形成水平的柱连接件;横向半管(6)的两个横向端面各自向外延伸形成连接耳(7),横向半管(6)的左、右两端面各自向外延伸形成梁连接件(8);两个节点单体(4)对扣后形成竖向管和横向管交汇在一起的FRP整体式节点(3),FRP管混凝土组合梁(1)与整体式节点(3)通过梁连接件(8)固定连接,FRP管混凝土组合柱(2)与整体式节点(3)通过柱连接件(9)固定连接。

2. 根据权利要求1所述的采用整体式节点的FRP组合结构框架,其特征在于:所述的竖向半管(5)位于横向半管(6)之上的管段的直径小于竖向半管(5)位于横向半管(6)之下的管段的直径。

3. 根据权利要求1或2所述的采用整体式节点的FRP组合结构框架,其特征在于:所述的FRP管混凝土组合梁内设置有H型钢(11),H型钢(11)从整体式节点(3)横向管中穿过;所述的FRP管混凝土组合柱(2)中设置有十字型钢(12),十字型钢(12)从整体式节点(3)竖向管中穿过。

4. 根据权利要求3所述的采用整体式节点的FRP组合结构框架,其特征在于:所述的FRP管混凝土组合梁内设置有预应力筋(10),预应力筋(10)从整体式节点(3)横向管中穿过。

5. 根据权利要求3所述的采用整体式节点的FRP组合结构框架,其特征在于:所述的FRP管混凝土组合梁(1)外设置有FRP非金属预应力筋,预应力筋(10)在组合梁(1)下张拉和锚固,预应力筋(10)不从整体式节点(3)中穿过。

6. 根据权利要求1或2所述的采用整体式节点的FRP组合结构框架,其特征在于:所述的FRP管混凝土组合柱(1)中设置有普通钢筋,普通钢筋从整体式节点(3)竖向管中穿过;FRP管混凝土组合梁(1)内设置有普通钢筋,普通钢筋从整体式节点(3)横向管中穿过。

7. 一种权利要求3所述的采用整体式节点的FRP组合结构框架的施工方法,其特征在于:将底层组合柱(2)中的十字型钢(12)定位、绑扎钢筋,二者外套装高度设计好的FRP管,然后向FRP管中浇筑混凝土;接着将组合柱(2)底部与基础可靠固接,FRP管中混凝土浇筑高度比FRP管顶部略低,待组合柱(2)全部施工到位后,将组合梁(1)中H型钢(11)定位与组合柱中十字型钢(12)焊接,四周钢筋绑扎定位,延伸至柱中,在节点处梁柱钢筋交织在一起;用钢筋将H型钢和组合柱(2)中的纵向钢筋焊接;然后将FRP整体式节点(3)在节点处对扣,通过螺栓将节点固定连接在一起,将节点(3)与组合柱(2)中FRP管固定连接在一起,形成封闭的整体节点;再将梁上的FRP管也对扣在一起,用螺栓连接起来;在梁与节点连接处,将节点与梁通过螺栓连接在一起,待这层梁全部连接完后,通过节点的柱口向梁和节点浇筑混凝土,在梁上适当位置设置混凝土排气口(13)排气;

接下来按照相同的方法继续向上安装组合柱中型钢、绑扎组合柱中钢筋,将FRP管套装在外;同时可架设楼板模板,浇筑钢筋混凝土楼板,将抗剪键埋置在混凝土中,形成组合

梁(1);待混凝土达到设计强度后,继续施工二层楼盖结构,依次施工直至完成。

8. 一种权利要求4所述的采用整体式节点的FRP组合结构框架的施工方法,其特征在于:将底层组合柱(2)中的十字型钢定位、绑扎钢筋,二者外套装高度设计好的FRP管,然后向管中浇筑混凝土;接着将组合柱(2)底部与基础可靠固接,FRP管中混凝土浇筑高度比FRP管顶部略低,待组合柱(2)全部施工到位后,将梁中H型钢(11)定位与柱中十字型钢(12)焊接,四周钢筋绑扎定位,延伸至柱中,在节点处梁柱钢筋交织在一起;同时用钢筋将H型钢(11)和纵筋焊接,再将布置有预应力筋(10)的波纹管在梁中定位,在波纹管端部连接好喇叭管和焊好钢筋网片;然后将在工厂预制好的FRP整体式节点(3)在节点处对扣,通过螺栓将节点固定连接在一起,将节点与组合柱中FRP管固定连接在一起,形成封闭的整体节点;再将梁上的FRP管也对扣在一起,用螺栓连接起来;在梁与节点连接处,将节点与梁通过螺栓连接在一起,待这层梁全部连接完后,通过节点的柱口向梁和节点浇筑混凝土;待混凝土达到设计强度的75%以上时,即可张拉FRP非金属预应力筋(10),然后在突出的端部锚固;

接下来按照相同的方法继续向上安装组合柱(2)中型钢、绑扎组合柱(2)中钢筋,将FRP管套装在外;同时可架设楼板模板,浇筑钢筋混凝土楼板,将抗剪键埋置在混凝土中,形成组合梁(1);待混凝土达到设计强度后,继续施工二层楼盖结构,依次施工直至完成。

9. 一种权利要求6所述的采用整体式节点的FRP组合结构框架的施工方法,其特征在于:将底层组合柱(2)中的钢筋绑扎定位,外套高度设计好的FRP管,然后向FRP管中浇筑混凝土,接着将组合柱底部与基础可靠固接,待组合柱全部施工到位后,将梁中钢筋绑扎定位,延伸至柱中,在节点处梁柱钢筋交织在一起;然后将在工厂预制好的FRP整体式节点(3)在节点处对扣,通过螺栓将节点固定连接在一起,将节点(3)与组合柱(2)中FRP管固定连接在一起,形成封闭的整体节点;再将梁上的FRP管也对扣在一起,用螺栓连接起来;在梁与节点连接处,将节点(3)与梁通过螺栓连接固定在一起;采用定位件(15)穿过梁上设置的孔洞来定位FRP管内的钢筋笼(14);待这层梁全部连接完后,通过节点的柱口向梁和节点浇筑混凝土,梁上的孔洞在浇筑混凝土过程中作为排气口;

然后按照相同的方法继续向上绑扎组合柱(2)中钢筋,将FRP管套装在外;同时可架设楼板模板,浇筑钢筋混凝土楼板,将抗剪键埋置在混凝土中,形成组合梁(1);待混凝土达到设计强度后,继续施工二层楼盖结构,依次施工直至完成。

采用整体式节点的 FRP 组合结构框架及其施工方法

[0001] 一、技术领域：

本发明涉及的是土木建筑结构领域中的框架结构，具体涉及的是采用整体式节点的 FRP 组合结构框架及其施工方法。

[0002] 二、背景技术：

现有的框架结构或由框架和其他承重结构构成的结构体系中，框架节点多为钢筋混凝土现浇节点或者组合结构现浇节点，组合结构现浇节点包括钢骨混凝土节点和钢管混凝土节点。普通钢筋混凝土、钢骨混凝土节点和框架梁柱一样，需要现场支模、绑扎钢筋或焊接钢骨，然后浇筑混凝土，构件的承载力和刚度相对较低，而且施工周期长。随着土木建筑业的迅速发展，钢管混凝土结构在高层建筑中得到了较广泛的应用，目前应用较多的是普通钢管混凝土结构，因梁柱钢管均是封闭的，很大程度上限制了截面形式的多样性。很难在构件中添加钢骨或者布置预应力筋，无法将梁、柱中的钢骨和钢筋很好的可靠连接起来，节点的强度无法保障。因此其可实现的跨度也具有一定的限制，已不能很好的满足超高层、重载、大跨结构的发展需要。

[0003] 三、发明内容：

本发明的一个目的是提供采用整体式节点的 FRP 组合结构框架，它用于解决现有的钢管混凝土框架结构很难在构件中添加钢骨或者布置预应力筋，节点强度无法保障的问题；本发明的另一个目的是提供采用整体式节点的 FRP 组合结构框架的施工方法。

[0004] 本发明解决其技术问题所采用的技术方案是：这种采用整体式节点的 FRP 组合结构框架由 FRP 管混凝土组合梁和 FRP 管混凝土组合柱连接构成，FRP 管混凝土组合梁水平设置在 FRP 管混凝土组合柱之间，二者在交汇处采用 FRP 整体式节点固定连接；FRP 整体式节点由两个节点单体对扣在一起后通过螺栓固定连接，每个节点单体由竖向半管和横向半管交汇后一体形成，竖向半管的两个纵向端面各自向外延伸形成连接耳，连接耳上有螺栓孔，竖向半管的上、下两端面各自向外延伸形成水平的柱连接件；横向半管的两个横向端面各自向外延伸形成连接耳，横向半管的左、右两端面各自向外延伸形成梁连接件；两个节点单体对扣后形成竖向管和横向管交汇在一起的 FRP 整体式节点，FRP 管混凝土组合梁与整体式节点通过梁连接件固定连接，FRP 管混凝土柱与整体式节点通过柱连接件固定连接。

[0005] 上述方案中竖向半管位于横向半管之上的管段的直径小于竖向半管位于横向半管之下的管段的直径。

[0006] 上述方案中 FRP 管混凝土组合梁内设置有预应力筋或 H 型钢，预应力筋或 H 型钢从整体式节点横向管中穿过，组合梁的 FRP 管上设置有混凝土排气口。

[0007] 上述方案中 FRP 管混凝土组合柱中设置有十字型钢，十字型钢从整体式节点竖向管中穿过。

[0008] 上述方案中 FRP 管混凝土组合柱中设置有普通钢筋，普通钢筋从整体式节点竖向管中穿过；FRP 管混凝土组合梁内设置有普通钢筋，普通钢筋从整体式节点横向管中穿过，预应力筋不从整体式节点中穿过。

[0009] 上述方案中 FRP 管混凝土组合梁外设置有 FRP 非金属预应力筋，预应力筋在组合

梁下张拉和锚固。

[0010] 上述采用整体式节点的 FRP 组合结构框架的施工方法：

将底层组合柱中的十字型钢定位、绑扎钢筋，二者外套装高度设计好的 FRP 管，然后向 FRP 管中浇筑混凝土；接着将组合柱底部与基础可靠固接，FRP 管中混凝土浇筑高度比 FRP 管顶部略低，待组合柱全部施工到位后，将组合梁中 H 型钢定位与组合柱中十字型钢焊接，四周钢筋绑扎定位，延伸至柱中，在节点处梁柱钢筋交织在一起；用钢筋将 H 型钢和组合柱中的纵向钢筋焊接；然后将 FRP 整体式节点在节点处对扣，通过螺栓将节点固定连接在一起，将节点与组合柱中 FRP 管固定连接在一起，形成封闭的整体节点；再将梁上的 FRP 管也对扣在一起，用螺栓连接起来；在梁与节点连接处，将节点与梁通过螺栓连接在一起，待这层梁全部连接完后，通过节点的柱口向梁和节点浇筑混凝土，在梁上适当位置设置混凝土排气口排气；

接下来按照相同的方法继续向上安装组合柱中型钢、绑扎组合柱中钢筋，将 FRP 管套装在外；同时可架设楼板模板，浇筑钢筋混凝土楼板，将抗剪键埋置在混凝土中，形成组合梁；待混凝土达到设计强度后，继续施工二层楼盖结构，依次施工直至完成。

[0011] 有益效果：

1、本发明提出的采用整体式连接节点的框架可实现在框架梁、柱的 FRP 管中添加钢筋，或者在梁中布置预应力筋，可提高构件的承载力和刚度，从而可在较小的截面尺寸下实现更大的跨度。

[0012] 2、本发明用 FRP 管代替钢管，不但节省了钢材，增加了施工灵活性，而且 FRP 材料耐腐蚀、耐高温，使用周期长，高强 FRP 绿色建材在建筑中的应用，实现了在建筑中使用高强、新型材料的战略方针，符合可持续发展的能源战略目标。

[0013] 3、本发明中整体式节点采用 FRP 制作，新型 FRP 管可塑性强、强度高，本发明中整体式节点可根据现场需要在厂家直接成产，现场安装，施工方便。

[0014] 4、该类结构使 FRP 管材与常规的混凝土组合结构融合到一起，充分发挥高强材料的力学性能，将梁端出现塑性铰的范围给予加强，提高结构整体抗震性能。

[0015] 5、FRP 管在施工过程中可兼作模板，避免了大量模板的使用，节省了材料费和人工费，而且施工速度快，建设周期短。

[0016] 四、附图说明：

图 1 是本发明的结构示意图；

图 2 是本发明中整体式节点的展开图；

图 3 是本发明中梁内布置预应力筋的结构示意图；

图 4 是本发明中常截面中节点的结构示意图；

图 5 是本发明中变截面中节点的结构示意图；

图 6 是本发明柱中设置有十字型钢的结构示意图；

图 7 是本发明中梁中设置 H 型钢的结构示意图；

图 8 是本发明实施例 4 的施工方法中定位件设置在组合梁上的示意图。

[0017] 1 组合梁；2 组合柱；3 节点；4 节点单体；5 竖向半管；6 横向半管；7 连接耳；8 梁连接件；9 柱连接件；10 预应力筋；11 H 型钢；12 十字型钢；13 混凝土排气口；14 钢筋笼；15 定位件。

[0018] 五、具体实施方式：

下面结合附图对本发明做进一步的说明：

实施例 1：

如图 1 所示,这种采用整体式节点的 FRP 组合结构框架由 FRP 管混凝土组合梁 1 和 FRP 管混凝土组合柱 2 连接构成,FRP 管混凝土组合梁 1 水平设置在 FRP 管混凝土组合柱 2 之间,二者在交汇处采用整体式节点 3 固定连接,FRP 管混凝土组合柱 2 由 FRP 管内充装混凝土构成,FRP 管混凝土组合梁 1 由 FRP 管内充装混凝土构成,FRP 管混凝土组合梁 1 外有抗剪键,以便于与楼板连接;参阅图 2,FRP 整体式节点 3 由两个节点单体 4 对扣在一起后通过螺栓固定连接,每个节点单体 4 由竖向半管 5 和横向半管 6 交汇后一体形成,竖向半管 5 的两个纵向端面各自向外延伸形成连接耳 7,连接耳 7 上有螺栓孔,竖向半管 5 的上、下两端面各自向外延伸形成水平的柱连接件 9,柱连接件 9 上有螺栓孔;横向半管 6 两个横向端面各自向外延伸形成连接耳 7,连接耳 7 上有螺栓孔,横向半管 6 的左、右两端面各自向外延伸形成梁连接件 8,梁连接件 8 上有螺栓孔;两个节点单体 4 对扣后形成竖向管和横向管交汇在一起的 FRP 整体式节点 3,FRP 管混凝土组合梁 1 与整体式节点 3 通过梁连接件 8 固定连接,FRP 管混凝土组合梁 1 与整体式节点 3 连接的端部也有连接件,二者的连接件对接在一起通过螺栓固定连接;FRP 管混凝土组合柱 2 与整体式节点 3 通过柱连接件 9 固定连接,FRP 管混凝土组合柱 2 与整体式节点 3 连接的端部也有连接件,二者的连接件也对接在一起通过螺栓固定连接。

[0019] 实施例 2：

如图 6 所示,本实施例中 FRP 管混凝土组合柱 2 中设置有十字型钢 12,十字型钢 12 从整体式节点 3 竖向管中穿过;FRP 管混凝土组合梁 1 内设置有 H 型钢 11,H 型钢 11 从整体式节点 3 横向管中穿过,组合梁 1 的 FRP 管上设置有混凝土排气口 13。如图 7 所示。其它结构与实施例 1 相同。

[0020] 本实施例的施工方法：

将底层组合柱中的十字型钢 12 定位、绑扎钢筋,二者外套装高度设计好的 FRP 管,然后向管中浇筑混凝土,FRP 管不但可以和型钢混凝土共同分担荷载而且在浇筑混凝土时起到模板的作用。此时十字型钢要高出第一层节点一段距离,这样避开在节点处连接型钢。接着将组合柱底部与基础可靠固接,FRP 管中混凝土浇筑高度比 FRP 管顶部略低,待组合柱 2 全部施工到位后,将组合梁 1 中 H 型钢 11 定位与组合柱 2 中十字型钢 12 焊接,四周钢筋绑扎定位,延伸至柱中,在节点 3 处梁柱钢筋交织在一起,保证梁钢筋可靠锚固;同时用钢筋将 H 型钢 11 和纵筋焊接,避免浇筑混凝土时钢筋笼 14 下沉和错动。然后将工厂预制好的 FRP 整体式节点 3 在节点处对扣,通过螺栓将节点固定连接在一起,将节点 3 与组合柱 2 中 FRP 管固定连接在一起,形成封闭的整体节点。然后将梁上的 FRP 管也对扣在一起,用螺栓连接起来,保证梁上的剪力键是竖直向上的;在梁与节点连接处,将节点与梁通过螺栓连接在一起,待这层梁全部连接完后,通过节点的柱口向梁和节点浇筑混凝土,在梁上适当位置设置混凝土排气口 13,便于混凝土浇筑充实。

[0021] 然后按照相同的方法继续向上安装组合柱 2 中型钢、绑扎组合柱 2 中钢筋,将 FRP 管套装在外。同时可架设楼板模板,浇筑钢筋混凝土楼板,将抗剪键埋置在混凝土中,形成组合梁 1。待混凝土达到设计强度后,继续施工二层楼盖结构,依次施工直至完成。

[0022] 实施例 3：

由于本实施中的整体式节点 3 通过两个节点单体 4 扣合而成,FRP 管混凝土组合梁 1 内设置有预应力筋 10,如图 3 所示,预应力筋 10 从整体式节点 3 横向管中穿过,施工时,将两个节点单体 4 扣合在预应力筋 10 外,即可实现预应力筋 10 从整体式节点 3 横向管中穿过,使节点处的连接更加稳固,实现节点更强。其它结构与实施例 2 相同。

[0023] 本实施例的施工方法：

将底层组合柱 2 中的十字型钢 12 定位、绑扎钢筋,二者外套装高度设计好的 FRP 管,然后向管中浇筑混凝土,FRP 管不但可以和型钢混凝土共同分担荷载而且在浇筑混凝土时起到模板的作用。此时十字型钢 12 要高出第一层节点一段距离,这样避开在节点处连接型钢。接着将组合柱 2 底部与基础可靠固接,FRP 管中混凝土浇筑高度比 FRP 管顶部略低,待组合柱 2 全部施工到位后,将梁中 H 型钢 11 定位与柱中十字型钢 12 焊接,四周钢筋绑扎定位,延伸至柱中,在节点 3 处梁柱钢筋交织在一起,保证梁钢筋可靠锚固;同时用钢筋将 H 型钢 11 和纵筋焊接,避免浇筑混凝土时钢筋笼下沉和错动。再将布置有预应力筋 10 的波纹管在梁中定位,在波纹管端部连接好喇叭管和焊好钢筋网片,留好排气孔、排水孔和灌浆孔。然后将在工厂预制好的 FRP 整体式节点 3 在节点处对扣,通过螺栓将节点固定连接在一起,将节点 3 与组合柱 2 中 FRP 管固定连接在一起,形成封闭的整体节点。然后将梁上的 FRP 管也对扣在一起,用螺栓连接起来,保证梁上的剪力键是竖直向上的。在梁与节点连接处,将节点与梁通过螺栓连接在一起,待这层梁全部连接完后,通过节点的柱口向梁和节点浇筑混凝土,在梁上适当位置设置混凝土排气口 13,便于混凝土浇筑充实。待混凝土达到设计强度的 75% 以上时,即可张拉 FRP 非金属预应力筋 10,然后在突出的端部锚固。

[0024] 然后按照相同的方法继续向上安装组合柱 2 中型钢、绑扎组合柱 2 中钢筋,将 FRP 管套装在外。同时可架设楼板模板,浇筑钢筋混凝土楼板,将抗剪键埋置在混凝土中,形成组合梁 1。待混凝土达到设计强度后,继续施工二层楼盖结构,依次施工直至完成。

[0025] 实施例 4：

本实施例中 FRP 管混凝土组合柱 2 中设置有普通钢筋,普通钢筋从整体式节点 3 竖向管中穿过;FRP 管混凝土组合梁 1 内设置有普通钢筋,普通钢筋从整体式节点 3 横向管中穿过。其它结构与实施例 1 相同。

[0026] 本实施例的施工方法：

将底层组合柱中的钢筋绑扎定位,外套高度设计好的 FRP 管,然后向 FRP 管中浇筑混凝土,FRP 管不但可以和混凝土共同分担荷载而且在浇筑混凝土时起到模板的作用。接着将组合柱底部与基础可靠固接,FRP 管中混凝土浇筑高度比 FRP 管顶部略低,待组合柱 2 全部施工到位后,将梁中钢筋绑扎定位,延伸至柱中,在节点处梁柱钢筋交织在一起,保证梁钢筋可靠锚固。然后将在工厂预制好的 FRP 整体式节点 3 在节点处对扣,通过螺栓将节点固定连接在一起,将节点与组合柱中 FRP 管固定连接在一起,形成封闭的整体节点 3。再将梁上的 FRP 管也对扣在一起,用螺栓连接起来,保证梁上的剪力键是竖直向上的。在梁与节点连接处,将节点与梁通过螺栓连接固定在一起。采用定位件 15 穿过梁上设置的孔洞来定位 FRP 管内的钢筋笼 14,保证在浇筑混凝土时钢筋笼位置不动。待这层梁全部连接完后,通过节点的柱口向梁和节点浇筑混凝土,梁上的孔洞在浇筑混凝土过程中作为排气口 13,便于混凝土浇筑充实。

[0027] 然后按照相同的方法继续向上绑扎组合柱 2 中钢筋,将 FRP 管套装在外。同时可架设楼板模板,浇筑钢筋混凝土楼板,将抗剪键埋置在混凝土中,形成组合梁 1。待混凝土达到设计强度后,继续施工二层楼盖结构,依次施工直至完成。本发明施工速度快,周期短。

[0028] 本发明中竖向半管位于横向半管之上的管段的直径等于竖向半管位于横向半管之上的管段的直径。这种形式的整体式节点 3 为常截面中节点,如图 4 所示。该种形式的整体式节点 3 用于连接粗细相同的 FRP 管混凝土柱。

[0029] 本发明中整体式节点 3 还可以设计为变截面中节点,如图 5 所示,竖向半管位于横向半管之上的管段的直径小于竖向半管位于横向半管之下的管段的直径。该种形式的整体式节点 3 用于连接粗细不相同的 FRP 管混凝土柱,整体式节点 3 上、下两端的 FRP 管混凝土柱不等径,这样,可以减小建筑成本,节约能源。

[0030] 玻璃钢(FRP)材料的优点:

(1) 轻质高强。

[0031] 相对密度在 1.5~2.0 之间,只有碳钢的 1/4~1/5,可是拉伸强度却接近,甚至超过碳素钢,而比强度可与高级合金钢相比。因此,在需要减轻自重的制品应用中具有卓越成效。某些环氧 FRP 的拉伸、弯曲和压缩强度均能达到 400Mpa 以上。

[0032] (2) 耐腐蚀性能好。

[0033] FRP 是良好的耐腐材料,对大气、水和一般浓度的酸、碱、盐以及多种油类和溶剂都有较好的抵抗能力,正在取代碳钢、不锈钢、木材、有色金属等。

[0034] (3) 工艺性优良。

[0035] 可以根据产品的形状、技术要求、用途及数量来灵活地选择成型工艺。工艺简单,可以一次成型,经济效果突出,尤其对形状复杂、不易成型的数量少的产品,更突出它的工艺优越性。

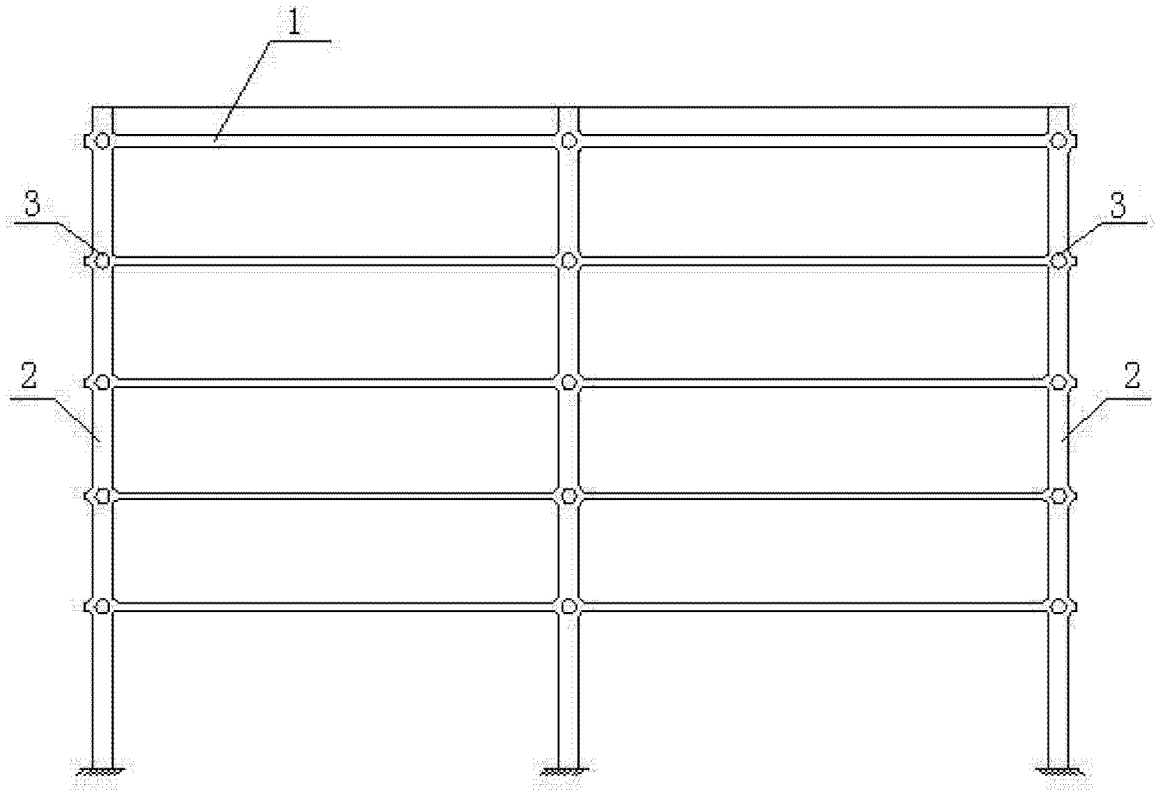


图 1

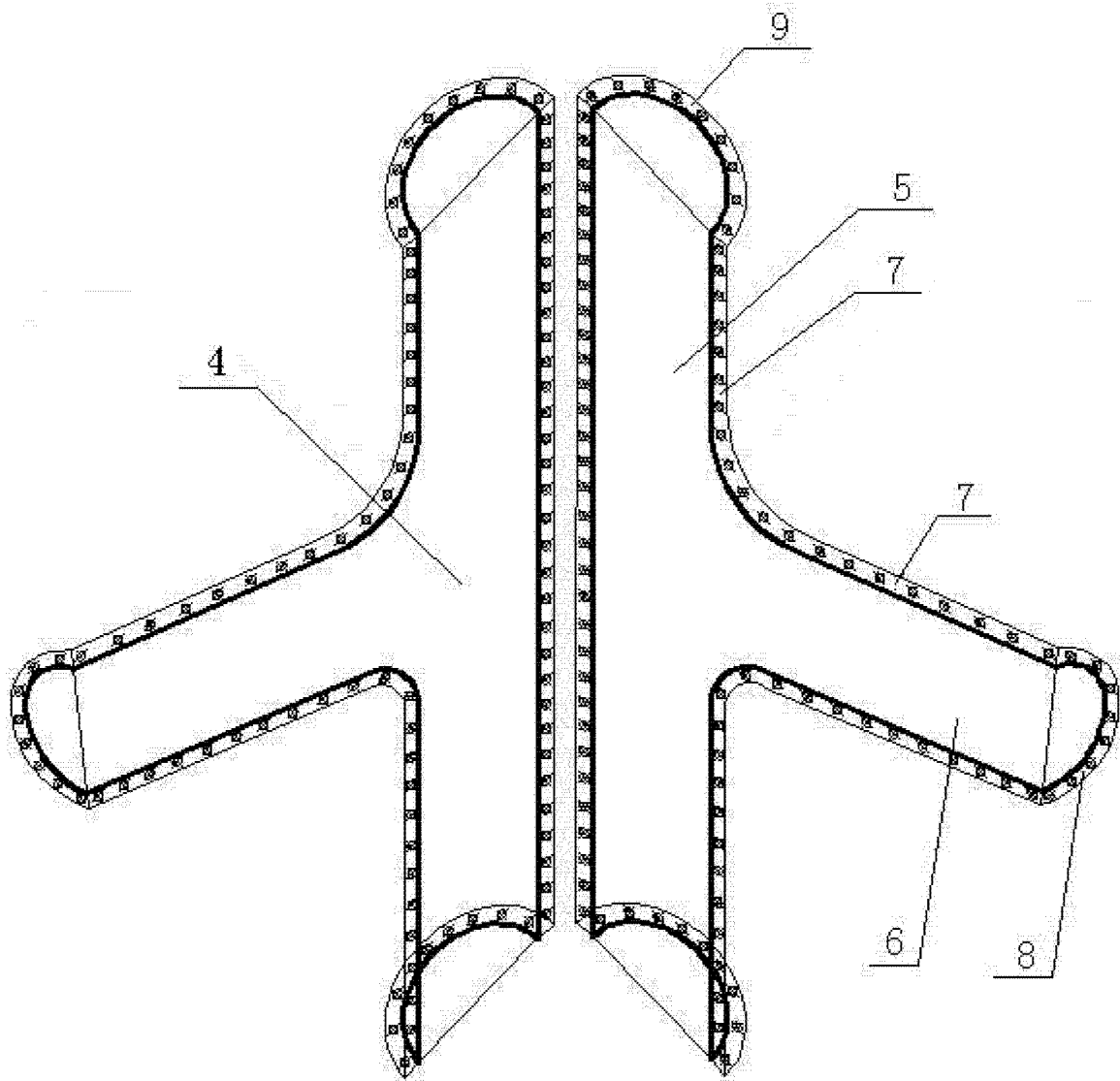


图 2

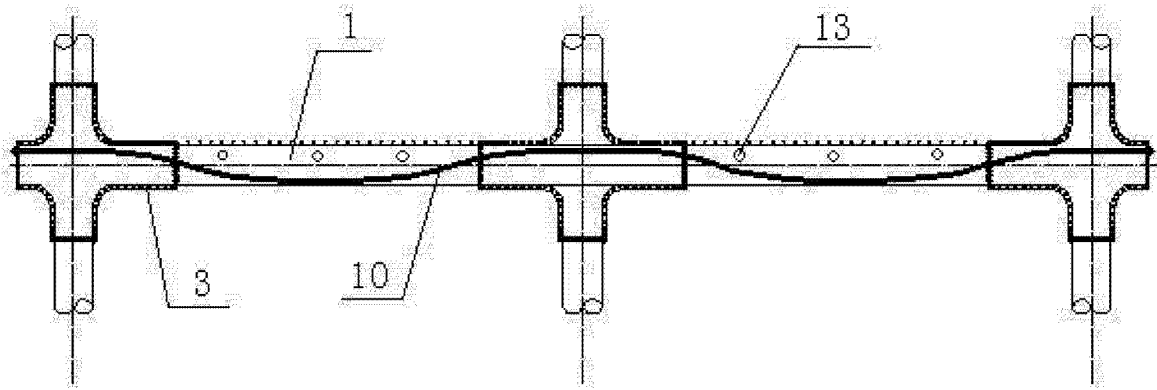


图 3

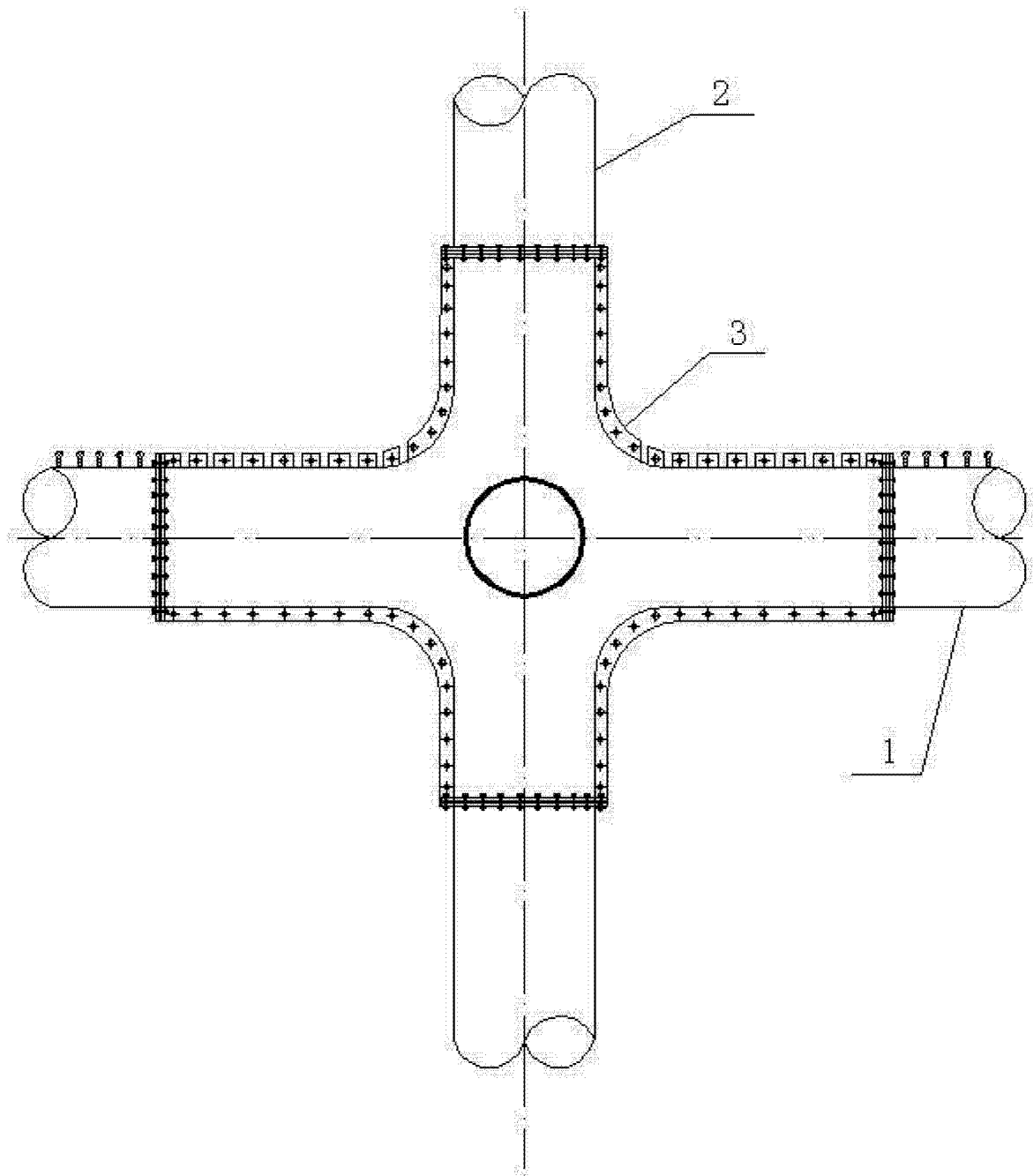


图 4

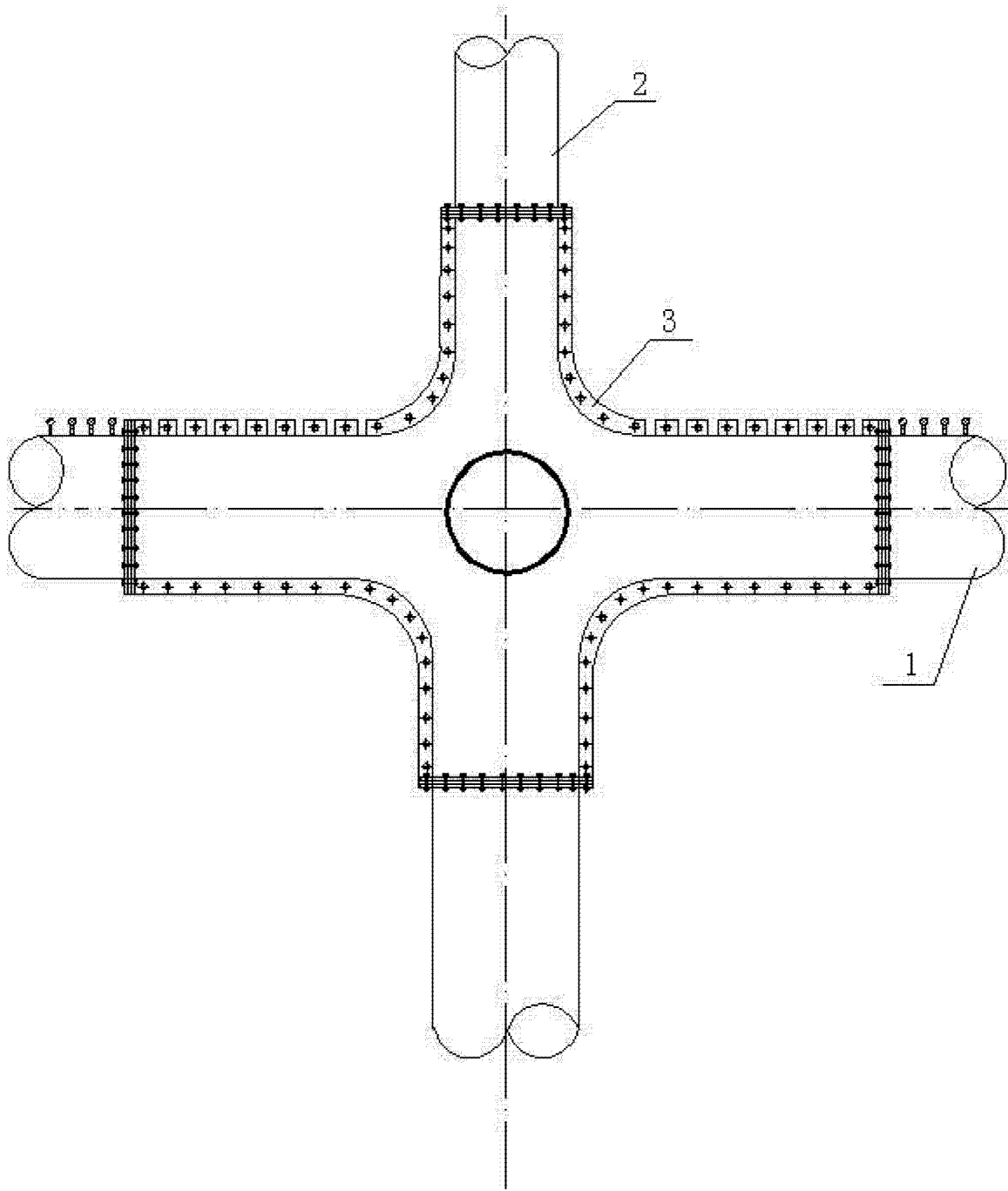


图 5

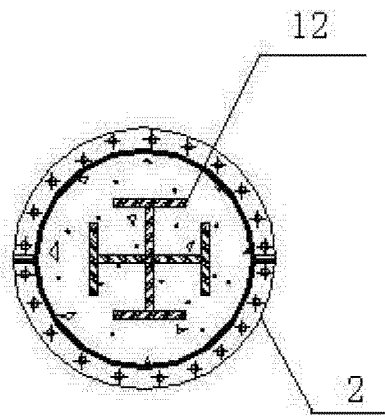


图 6

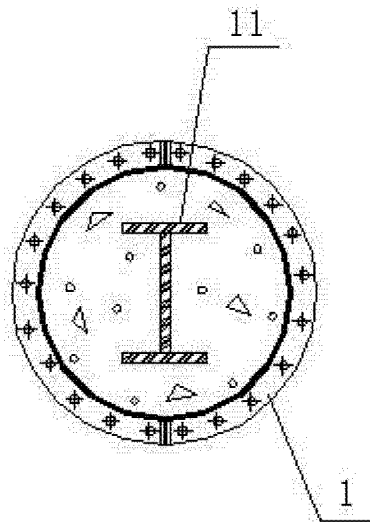


图 7

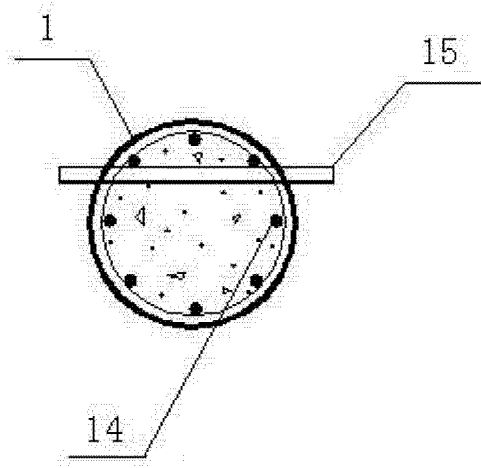


图 8