(19)中华人民共和国国家知识产权局

(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 103031926 A
(43)申请公布日 2013.04.10

(21)申请号 201210575022.1

(22)申请日 2012.12.26

(71)申请人 东南大学
地址 211189 江苏省南京市江宁开发区东南大学路 2 号

(72)发明人 徐文平 陈有春 李今保 张宇峰 孙逊 黄明 卢建峰 石先旺 郭迅

(74)专利代理机构 南京苏高专利商标事务所（普通合伙）32204
代理人 柏尚春

(51)Int.Cl.
E04C 3/294(2006.01)
B28B 23/12(2006.01)

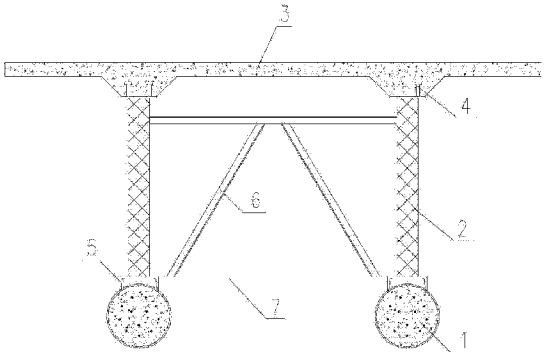
权利要求书 1 页 说明书 6 页 附图 2 页

(54)发明名称

带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁及其制备方法

(57)摘要

本发明提供一种带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁，利用预应力钢管混凝土芯棒作为受拉下翼缘，采用波形钢板作为腹板，浇筑高强度混凝土上翼缘顶板，构成组合结构梁。预应力钢管混凝土芯棒由钢管、管内混凝土和预应力钢筋构成，具有强大的抗拉承载力，预应力钢管混凝土芯棒与波形钢腹板组合使用，优势互补，提高了大梁的抗剪和抗弯承载力，增加了大梁的跨越能力。本发明组合梁具有重量轻、跨越能力大、承载能力强、刚度大和造价低等优点，可在预制构件工厂大批量生产，作为屋面梁可构建 30～48 米超大跨径单层工业厂房，作为楼面梁可构建 21～30 米大跨径多层工业厂房，既满足工业生产大空间需要，又节约土地。



CN 103031926 A

1. 一种带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁，其特征在于，该组合梁包括从下至上依次连接设置的预应力钢管混凝土芯棒 (1)、连接槽钢 (5)、波形钢腹板 (2)、柱状栓钉 (4)、上翼缘混凝土板 (3)，以及设置于两个波形钢腹板 (2) 之间的横向钢支撑 (6) 和设置于两个连接槽钢 (5) 之间的下翼缘水平钢支撑 (7)，左右两个预应力钢管混凝土芯棒 (1) 平行设置，作为双 T 形大梁的下翼缘，所述连接槽钢 (5) 纵向通长设置在预应力钢管混凝土芯棒 (1) 的上侧外表面，左右两个波形钢腹板 (2) 的下端分别与连接槽钢 (5) 上侧面连接，两个波形钢腹板 (2) 的顶端分别通过柱状栓钉 (4) 与上翼缘混凝土板 (3) 连接，所述横向钢支撑 (6) 和下翼缘水平钢支撑 (7) 连接左右两个波形钢腹板 (2) 构成空间稳定的整体；

所述预应力钢管混凝土芯棒 (1) 包括柱状钢管 (11)、密实灌注在所述柱状钢管 (11) 充填管内的管内混凝土 (12) 和均匀布置在所述管内混凝土 (12) 中的预应力钢筋 (13)；所述柱状钢管 (11) 是柱状的圆形钢管或矩形钢管。

2. 一种制备权利要求 1 所述的带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁的方法，其特征在于，该方法包括以下步骤：

1) 按照设计间距，水平放置左右两个柱状钢管 (11)，连接槽钢 (5) 通长焊接在柱状钢管 (11) 上侧外表面，吊装左右两个波形钢腹板 (2) 到位，将波形钢腹板 (2) 下端与连接槽钢 (5) 通长焊接，将柱状栓钉 (4) 牢固焊接在波形钢腹板 (2) 的上翼缘顶面，安装横向钢支撑 (6) 和下翼缘水平钢支撑 (7) 连接左右波形钢腹板 (2)，形成组合大梁的钢骨架；

2) 预应力钢筋 (13) 穿入柱状钢管 (11) 内，采用千斤顶张拉预应力钢筋 (13)，并锚固在张拉台座上，安装施工支架和模板，采用高强度自密实混凝土材料灌入柱状钢管 (11) 内，形成管内混凝土 (12)，采用拉压钢板工具挤密管内混凝土 (12)，采用封头板将柱状钢管 (11) 两端封住，同时绑扎上翼缘的钢筋网片，采用高强度混凝土浇筑上翼缘混凝土板 (3)，养护预应力钢管混凝土芯棒 (1) 和上翼缘混凝土板 (3) 的混凝土；

3) 待混凝土到达设计强度，拆除模板，放张预应力钢筋，形成预制组合结构大梁成品。

带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁及其制备方法

技术领域

[0001] 本发明属于土木工程领域，涉及一种建筑工程的大跨径组合梁结构，尤其涉及一种带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁。

背景技术

[0002] 随着工业生产的发展，需要大跨径工业厂房，以便满足巨大的生产空间，放置生产设备，灵活布置生产工艺流程。随着社会的发展，需要室内空间越来越大的飞机库、车库、船坞、体育馆、实验室、展览馆等大跨径房屋。

[0003] 大跨径厂房屋面结构通常采用网架、门式刚架轻钢结构、预应力混凝土双 T 板等结构形式。其中网架结构具有承载力大、跨越能力大、结构稳定好、刚度大等优点，一般用于 36 米跨径以上的厂房屋面结构，但网架结构施工工艺复杂，造价高。门式刚架轻钢结构具有重量轻、工业化程度高、施工速度快、跨越能力较大等优点，一般用于 24 ～ 36 米跨径的厂房结构，但是，门式刚架轻钢结构防腐蚀、防火和隔热性能差，门式刚架轻钢结构现场高空焊接工作量大。预应力混凝土双 T 板是一种梁板合一的新型屋面构件，它具有造价低、保温性好、耐潮湿、抗腐蚀、施工工期短、使用寿命长等优点，一般用于 15 ～ 24 米跨径的厂房结构，预应力混凝土双 T 板存在自重大、刚度小、承载力低等缺点。

[0004] 随着工业生产的发展，超大跨径单层厂房需求越来越多，亟需研发 30 ～ 48 米跨径的实用经济性屋面组合结构大梁，以便取代昂贵的网架结构和用钢量大的门式刚架轻钢结构。大跨径多层工业厂房既满足工业生产空间需要，又节约土地，网架结构和门式刚架轻钢结构不适合构建多层厂房的楼面结构，亟需研发 21 ～ 30 米跨径楼面组合结构大梁，以便建造大跨径多层工业厂房。

[0005] 针对超大跨径厂房需求，进行大跨径的预应力钢管混凝土组合结构梁体研发，采用波形钢腹板作为双 T 形组合梁的腹板，承担梁体结构的抗剪作用功能，采用预应力钢管混凝土芯棒作为双 T 形组合梁的受拉下翼缘，加强梁体的抗弯能力和抗弯刚度，采用高强混凝土平板作为双 T 形组合梁的受压区上翼缘顶板，兼做楼屋面板。将预应力钢管混凝土芯棒、波形钢腹板和高强混凝土上翼缘顶板等组合使用，形成一种新型组合梁，采用结构稳定的双 T 形截面形式，配置辅助系杆和支撑，构成新型的带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁。新型组合梁具有承载力大、自重轻、跨越能力大、工业化程度高、吊装施工速度快、结构稳定性好、耐久性好、造价低等优点。

发明内容

[0006] 技术问题：本发明提供了一种施工方便、承载力高、造价低的带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁，利用预应力钢管混凝土芯棒作为受拉下翼缘，波形钢板作为抗剪腹板，优势互补，可作为大跨径厂房结构的楼屋面大梁。本发明还提供了一种制备该双 T 形组合梁的方法。

[0007] 技术方案：本发明的带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁，包括从下至上

依次连接设置的预应力钢管混凝土芯棒、连接槽钢、波形钢腹板、柱状栓钉、上翼缘混凝土板，以及设置于两个波形钢腹板之间的横向钢支撑和设置于两个连接槽钢之间的下翼缘水平钢支撑，左右两个预应力钢管混凝土芯棒平行设置，作为双 T 形大梁的下翼缘，连接槽钢纵向通长设置在预应力钢管混凝土芯棒的上侧外表面，左右两个波形钢腹板的下端分别与连接槽钢上侧面连接，两个波形钢腹板的顶端分别通过柱状栓钉与上翼缘混凝土板连接，横向钢支撑下翼缘水平钢支撑连接左右两个波形钢腹板构成空间稳定的整体。预应力钢管混凝土芯棒包括柱状钢管、密实灌注在柱状钢管充填管内的管内混凝土和均匀布置在管内混凝土中的预应力钢筋，柱状钢管是柱状的圆形钢管或矩形钢管。

[0008] 本发明还提供了一种制备上述双 T 形组合梁的方法，包括以下步骤：

[0009] 1) 按照设计间距，水平放置左右两个柱状钢管，连接槽钢通长焊接在柱状钢管上侧外表面，吊装左右两个波形钢腹板到位，将波形钢腹板下端与连接槽钢通长焊接，将柱状栓钉牢固焊接在波形钢腹板的上翼缘顶面，安装横向钢支撑和下翼缘水平钢支撑连接左右波形钢腹板，形成组合大梁的钢骨架。

[0010] 2) 预应力钢筋穿入柱状钢管内，采用千斤顶张拉预应力钢筋，并锚固在张拉台座上，安装施工支架和模板，采用高强度自密实混凝土材料灌入柱状钢管内，形成管内混凝土，采用拉压钢板工具挤密管内混凝土，采用封头板将柱状钢管两端封住；同时绑扎上翼缘的钢筋网片，采用高强度混凝土浇筑上翼缘混凝土板，养护预应力钢管混凝土芯棒和上翼缘混凝土板的混凝土。

[0011] 3) 待混凝土到达设计强度，拆除模板，放张预应力钢筋，形成预制组合结构大梁成品。

[0012] 波形钢腹板具有优良的受力工作性能，波形钢板抗剪能力强，波形钢板具有自行加劲作用，抗屈曲能力强，采用波形钢腹板无需设置额外的加劲板，波形钢腹板在纵向由于折皱效应，其纵向抗拉压刚度小，故可以认为波形钢腹板不承受轴向力，因而在导入预应力不受抵抗，梁体纵向预应力钢束可以集中加载于翼缘板，从而有效地提高预应力效率。新型双 T 形组合梁，采用波形钢腹板替代混凝土腹板，提高双 T 梁的抗剪承载力，减轻梁体自重，简化施工工艺，避免腹板斜裂缝。

[0013] 预应力钢管混凝土芯棒是一种新型的组合材料，具有很强的抗拉承载力，预应力钢管混凝土芯棒由钢管、管内混凝土和预应力钢筋组成，在钢管内设置多根预应力钢筋，采用先张法进行预应力钢筋张拉锚固，并在钢管内部采用混凝土填充物灌实，等待混凝土结硬后，放张预应力钢筋，给钢管内混凝土施加预应力，实现钢管、预应力钢筋和钢管内混凝土联合受力工作，形成新型的抗拉强度高的芯棒状组合材料。采用预应力钢管混凝土芯棒作为新型双 T 形组合梁的受拉翼缘，高强混凝土平板作为双 T 形组合梁的受压区上翼缘顶板，可增加大梁结构的抗弯能力，提高大梁的抗弯刚度，提高双 T 形屋面梁的跨越能力，避免预应力钢筋锚固区域的产生纵向裂缝。

[0014] 带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁是一种预应力型钢混凝土组合梁，由预应力钢管混凝土芯棒、波形钢腹板和混凝土顶板组成，波形钢腹板抵抗剪力，预应力钢管混凝土芯棒和混凝土顶板共同工作抵抗弯矩。双 T 形组合梁是一种预制构件工厂生产的组合结构大梁构件，吊装新型双 T 形组合梁到混凝土框排架厂房结构上，形成大跨径多层厂房楼面系统或单层厂房的屋面系统。新型双 T 形组合梁作为屋面梁可构建 30 ～ 48 米超大

跨径单层工业厂房，作为楼面梁可构建 21 ～ 30 米大跨径多层工业厂房，既满足工业生产大空间需要，又节约土地。

[0015] 有益效果：本发明和现有技术相比，具有以下优点：

[0016] 运用预应力钢管混凝土芯棒作为新型大跨径组合梁的下翼缘，波形钢板作为新型组合梁的腹板，现浇高强混凝土平板作为大梁的受压上翼缘，形成一种带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁，具有承载力高、跨越能力大、起吊安装方便，重量轻、造价低等优点。

[0017] 预应力钢管混凝土芯棒由钢管、管内混凝土和预应力钢筋组成，是一种由复合材料组成的抗拉构件，预应力钢管混凝土芯棒内可以放置多根预应力钢绞线，芯棒具有很高的抗拉承载力，充分发挥了钢管、管内混凝土、预应力钢筋材料的各自优点，优势互补，协同工作。

[0018] 预应力钢管混凝土芯棒中钢管可作为大梁下翼缘抗拉材料，又能约束钢管内混凝土，提高管内混凝土抗压强度。芯棒中预应力钢筋可作为大梁下翼缘抗拉材料，又对钢管内混凝土施加预压应力，提高管内混凝土的抗裂性能，提高大梁结构的刚度。芯棒中管内混凝土可以保证先张法预应力钢筋的锚固效果，保证高强预应力钢筋材料强度可以充分利用，又能有效地防止钢管发生局部屈曲，预应力钢筋放张后产生的压力由管内混凝土承担。

[0019] 对比马蹄形下翼缘的预应力混凝土 T 形梁，预应力钢管混凝土芯棒内可以设置大量的预应力钢绞线钢筋，预应力钢管混凝土芯棒改善了 T 形梁受拉区的工作性能，采用预应力钢管混凝土芯棒用作双 T 形组合梁的下翼缘，可大幅度提高双 T 形组合梁的抗弯承载力和大梁的刚度，具有重量轻、刚度大、承载力强、跨越能力大和造价低等优点。

[0020] 波形钢腹板与预应力钢管混凝土芯棒可方便地焊接连接在一起，配套使用，优势互补，完美组合，浇筑高强混凝土上翼缘后，就形成波形钢腹板预应力钢管混凝土的双 T 形组合梁。新型组合梁结构在保留了波形钢腹板组合梁的优点的基础上，又增加了预应力钢管混凝土芯棒优点，大大改进了大梁结构的受力性能，提高了大梁的抗剪和抗弯承载力了，减轻了大梁重量，增加了大梁的跨越能力，减少了大梁下翼缘预应力损失，避免了混凝土腹板斜裂缝，简化了大跨径组合梁的施工工艺，加快了施工时间，降低了大跨径梁体结构的造价。

[0021] 带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁是大跨径厂房楼屋面梁施工工艺的突破性革新，具有优良的受力性能。30 ～ 48 米超大跨径的双 T 形屋面板梁可用于超大级别的单层厂房项目中，替代门式刚架轻钢结构和网架结构，缩短工期，节约钢材，降低造价。18 ～ 30 米超大跨径的双 T 形承重楼层板梁可用于 3 ～ 4 层的多层工业厂房，既能满足工业生产空间需要，又能利用宝贵的土地资源增加建筑面积。双 T 形组合梁实现了工业化快速生产大跨径预制大梁，可广泛地运用于大跨径厂房项目中，尤其适合乡镇企业的生产厂房和仓库项目工程。

附图说明

[0022] 图 1 带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁剖面示意图；

[0023] 图 2 预应力钢管混凝土芯棒示意图；

[0024] 图 3 带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁节段的三维示意图。

[0025] 图 4 带有矩形状预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁剖面示意图；

[0026] 图中有：预应力钢管混凝土芯棒 1；柱状钢管 11；管内混凝土 12；预应力钢筋 13；波形钢腹板 2；上翼缘混凝土板 3；柱状栓钉 4，连接槽钢 5，横向钢支撑 6，下翼缘水平钢支撑 7。

具体实施方式

[0027] 下面结合说明书附图和实施例对本发明作进一步说明。

[0028] 实施例 1

[0029] 本发明的带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁，由预应力钢管混凝土芯棒 1、波形钢腹板 2、上翼缘混凝土板 3、柱状栓钉 4、连接槽钢 5、横向钢支撑 6 和下翼缘水平钢支撑 7 构成，左右两个预应力钢管混凝土芯棒 1 作为双 T 形大梁的下翼缘，连接槽钢 5 纵向通长焊接连接在预应力钢管混凝土芯棒 1 的上部位，左右两个波形钢腹板 2 下部与连接槽钢 5 焊接牢固，通过柱状栓钉 4 连接键将上翼缘混凝土板 3 与波形钢腹板 2 连接成为整体，设置横向钢支撑 6 和下翼缘水平钢支撑 7 连接左右两个波形钢腹板 2，增强结构空间稳定性。

[0030] 预应力钢管混凝土芯棒 1 包括柱状钢管 11、管内混凝土 12 和预应力钢筋 13，柱状钢管 11 内密实灌注充填管内混凝土 12，预应力钢筋 13 均匀布置在管内混凝土 12 中。

[0031] 实施例 2

[0032] 制备上述带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁及其方法，包括以下步骤：

[0033] 步骤 1）在混凝土构件预制厂，整理场地，组织施工材料，按照设计间距，水平放置左右两个柱状钢管 11，连接槽钢 5 通长焊接在柱状钢管 11 上部位，吊装左右两个波形钢腹板 2 到位，波形钢腹板 2 下部与连接槽钢 5 通长焊接，将柱状栓钉 4 牢固焊接在波形钢腹板 2 的上翼缘顶面，安装横向钢支撑 6 和下翼缘水平钢支撑 7 连接左右波形钢腹板 2，形成组合大梁的钢骨架；

[0034] 步骤 2）预应力钢筋 13 穿入柱状钢管 11 内，采用千斤顶张拉预应力钢筋 13，并锚固在张拉台座上，安装施工支架和模板，采用高强度自密实混凝土灌入柱状钢管 11 内，形成管内混凝土 12，采用拉压钢板工具挤密管内土混凝土 12，采用封头板将柱状钢管 11 两端封住，以防管内混凝土 12 流出，绑扎钢筋网片，采用高强度混凝土浇筑上翼缘混凝土板 3，养护管内混凝土 12 和上翼缘混凝土板 3；

[0035] 步骤 3）等待混凝土到达设计强度，拆除模板，放张预应力钢筋，形成预制组合结构大梁成品，运输预制大梁到工地，起吊安装，形成厂房屋面结构系统。

[0036] 实施例 3

[0037] 某带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合屋面梁，屋面设计活荷载 2.0kN/m^2，在预制构件厂生产，梁长 42 米，双 T 梁的板面宽度为 3 米，梁高为 1.6 米，采用预应力钢管混凝土芯棒作为大梁下翼缘，下翼缘钢管采用直径 350mm、壁厚 8mm 的无缝钢管，钢管内设置 16 根高强低松弛的 7Φ5 钢绞线，钢管内采用 C80 高强混凝土微膨胀自密实混凝土填充密实。采用 25 号槽钢作为连接槽钢，波形钢腹板采用波长为 700mm，波高 120mm，直板段水平长度为 200mm，斜板段投影长度为 150mm，钢板厚 8mm，波形刚腹板高度为 800 ～ 1000mm，波形刚腹板顶每侧设置 2 排 Φ16 柱状栓钉作为剪力键。采用带支托的混凝土平板作为大梁

上翼缘，混凝土板厚 80mm，板宽 3 米，支托高 120mm，采用 C60 高强混凝土浇筑而成，内配直径 12mm 钢筋的单层钢筋网片，横向钢支撑采用角钢构成。

[0038] 同样几何尺寸和配筋的新型双 T 形组合梁，若作为 27 米跨径楼面大梁，可以承担楼面设计活荷载 12.0kN/m^2，构建大跨径多层工业厂房。

[0039] 实施例 4

[0040] 某 42 米跨径的带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形屋面组合梁，屋面设计活荷载 2.0kN/m^2，采用矩形钢管的预应力钢管混凝土芯棒作为大梁下翼缘，下翼缘矩形钢管采用边长 300×250mm 钢管，壁厚 8mm 的无缝钢管，钢管内设置 16 根高强低松弛的 7Φ5 钢绞线，钢管内采用 C80 高强混凝土微膨胀自密实混凝土填充密实。取消连接槽钢，波形钢腹板直接焊接在矩形钢管上，其他工程材料和施工方法如实例 3。

[0041] 下面对本发明进行更为详细地说明：

[0042] 带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁是一种预制结构构件，采用波形钢板作为抗剪钢腹板，预应力钢管混凝土芯棒作为受拉翼缘，采用现浇高强钢筋混凝土平板作为受压翼缘，具有承载力高、跨越能力大、重量轻、造价低等优点。施工工艺流程为：准备工作——焊接型钢骨架——预应力钢筋张拉——模板制作——浇筑混凝土——混凝土养护——放张预应力钢筋——起吊运输——架设大梁——建造厂房。在带有预应力钢管混凝土芯棒的双 T 形组合梁制作过程中，必须注意抓紧抓细各环节，具体生产工艺要点如下：

[0043] (1) 准备工作

[0044] 在预制构件厂，清理场地，购买建筑材料，安排施工机械。新型双 T 形组合梁的钢管材料不宜采用直缝焊接钢管，宜采用热轧无缝钢管或螺旋焊管钢管，并在钢管的两端部焊接加劲钢板和钢垫板，以便形成大梁支座。波形钢腹板的厚度和尺寸应按照设计要求选材，其波纹可以是梯形、正弦曲线、矩形、折线形等形状。预应力钢筋宜采用高强低松弛的 7Φ5 钢绞线，预应力锚具宜采用夹片式工具锚。

[0045] (2) 焊接型钢骨架

[0046] 根据设计要求，进行钢管下料和加工，钢管上侧焊接连接槽钢，形成平台面，槽钢上面焊接波形钢腹板，波形钢腹板上面焊接上翼缘钢板，将柱状栓钉牢固焊接在波形钢腹板的上翼缘顶面，波形钢腹板与上翼缘钢板的焊缝宜采用双面角焊缝。为保证钢管、连接槽钢和波形钢腹板组装加工的质量，减少现场焊接工作量，钢结构材料加工和组焊应该集中在工厂仓库完成，并安装双 T 梁横向钢支撑构件和水平支撑，形成组合大梁的钢骨架，经检验合格后运至现场组装。

[0047] (3) 预应力钢筋张拉

[0048] 波形钢腹板预应力钢管混凝土的双 T 形组合梁是一种先张法预应力预制结构构件，可以在预制构件厂采用长线法或短线法生产。预应力钢筋穿入钢管中，采用千斤顶张拉预应力钢绞线，锚固在台座上。为了防止预应力组合梁端部的预应力效应作用太大，导致梁支座区域梁顶部混凝土负弯矩作用下混凝土顶板开裂，预应力钢束应分为长束和短束预应力钢筋，短束预应力钢筋可以采用在预应力钢筋上涂抹废机油等隔离剂。

[0049] (4) 浇筑混凝土和养护

[0050] 双 T 形组合梁上翼缘混凝土顶板应采用 C60 ～ C80 高强混凝土浇筑，采用平板振捣器振捣密实，为了方便批量浇筑混凝土顶板，模板宜采用可以多次重复利用的拼装钢模

板。采用高强混凝土可以增强混凝土顶板抗压能力，提高大梁的抗弯能力，减少混凝土用量，减轻梁体重量。上翼缘混凝土顶板中应配置钢筋网，以便满足上翼缘板的悬臂抗弯承载力要求，防止产生过大的混凝土收缩裂缝。波形钢腹板的上翼缘钢板上，应设置栓钉剪力键，确保组合结构大梁混凝土顶板和波形钢腹板共同工作，承担外荷载的作用效应。

[0051] 预应力钢管混凝土芯棒必须精心施工，钢管内宜充填 C60 ～ C80 高强混凝土，应充填微膨胀高强度的自密实混凝土灌实，确保钢管内混凝土均匀密实。在钢管两端，连接专用的钢管混凝土灌料器，采用压力泵灌注高强混凝土充填在钢管内，采用水平向挤压钢板将钢管内混凝土挤压密实，直到泌水孔出现水泥浆液为止，钢管两端盖上封头板，防止钢管内混凝土流淌出来。

[0052] 双 T 形组合梁混凝土养护要求较高，宜采用蒸汽养护方法，可采取措施提高混凝土早期强度，加快模板和场地周转。

[0053] (5) 放张预应力钢筋

[0054] 当混凝土结硬到达设计强度时，可以放张预应力钢筋，对双 T 形组合梁下翼缘钢管内混凝土施加预应力，预应力钢筋放张应缓慢对称进行，以免端部混凝土出现纵向裂缝。正确的放张顺序应为 :先长束，后短束，以免由于约束作用导致钢管内混凝土出现横向裂缝。

[0055] (6) 运输和吊装

[0056] 采用专用运输卡车，运输双 T 形组合屋面梁体达到施工现场，采用起吊设备，吊装 T 形组合屋面梁到框架结构主体上，铺设双 T 形组合屋面梁，形成屋面结构。T 形屋面梁不宜采用两端焊接方法，宜搁置橡胶支座上，以便满足温度变形要求，并设置限位挡块，满足抗震构造要求。

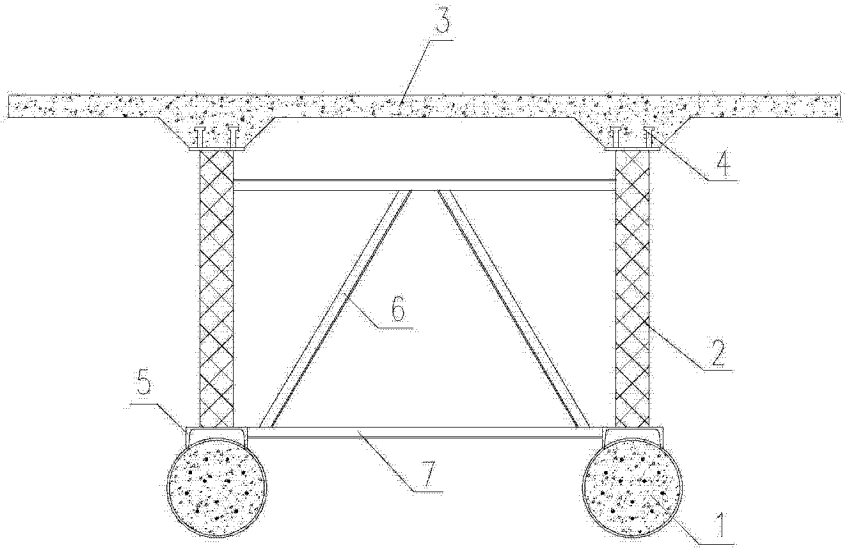


图 1

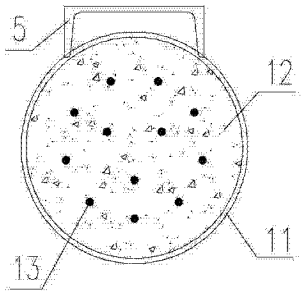


图 2

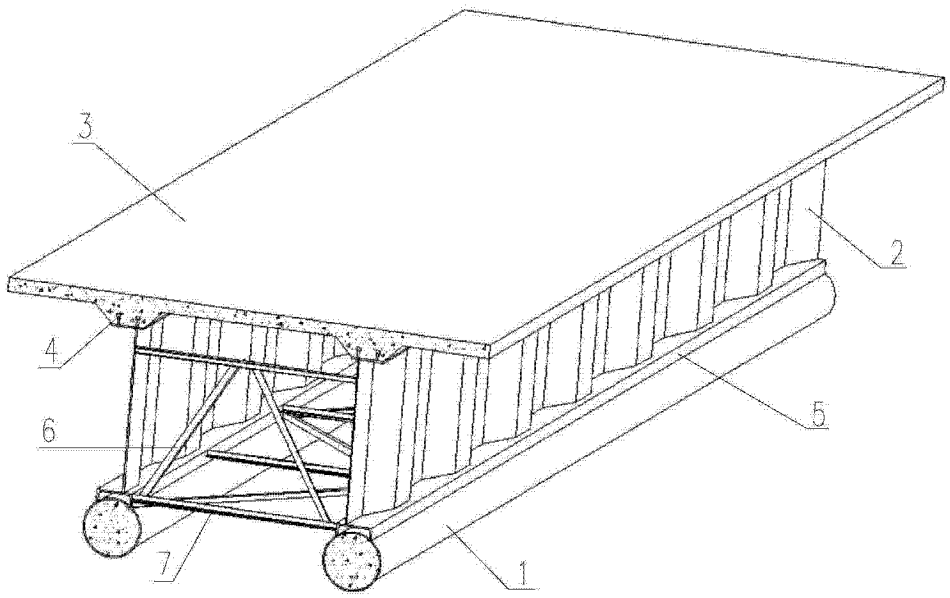


图 3

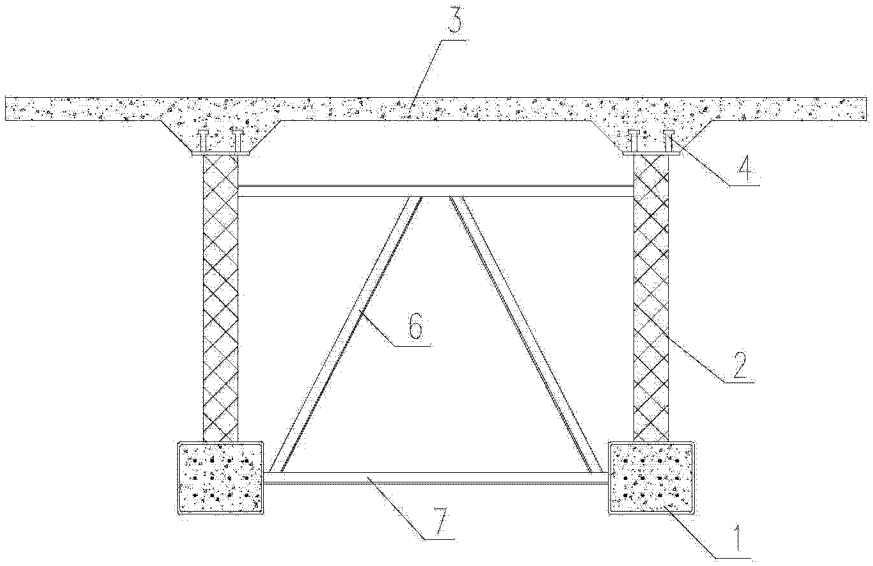


图 4