

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200710192479.3

[51] Int. Cl.

E01D 2/00 (2006.01)

E01D 19/12 (2006.01)

E01D 101/24 (2006.01)

E01D 101/30 (2006.01)

[45] 授权公告日 2009年9月23日

[11] 授权公告号 CN 100543232C

[22] 申请日 2007.12.3

[21] 申请号 200710192479.3

[73] 专利权人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市河西岳麓山湖南大学土木工程学院

[72] 发明人 邵旭东 易笃韬 晏班夫 李立峰
彭旺虎

[56] 参考文献

CN1730828A 2005.8.23

审查员 王 浩

[74] 专利代理机构 湖南兆弘专利事务所
代理人 赵 洪

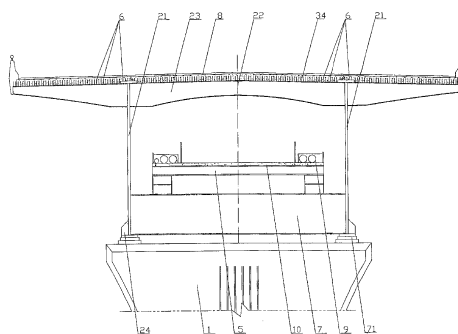
权利要求书2页 说明书7页 附图13页

[54] 发明名称

钢混组合结构的双层连续梁桥

[57] 摘要

本发明涉及一种钢混组合结构的双层连续梁桥，包括桥墩(1)、钢主梁(2)和桥面板(3)，桥墩(1)支承钢主梁(2)，钢主梁(2)支承桥面板(3)。钢主梁(2)主要由钢腹板(21)、小纵梁(22)和上横梁(23)构成，沿桥梁纵向按一定间隔布置的上横梁(23)与小纵梁(22)、钢腹板(21)正交并固接，每根上横梁(23)下方对应设置一根下横梁(5)，非桥墩(1)处的下横梁(5)与钢腹板(21)连接，桥墩(1)处的下横梁(5)搁置于墩顶设置的支座横梁(7)上，下横梁(5)上铺设人行道板(10)。本发明兼具传统钢桁架结构和钢板梁组合结构特点，并能有效利用空间、节省建造成本，且造型美观。



1、一种钢混组合结构的双层连续梁桥，包括桥墩（1）、钢主梁（2）和桥面板（3），桥墩（1）支承钢主梁（2），钢主梁（2）支承桥面板（3），其特征在于所述钢主梁（2）主要由钢腹板（21）、小纵梁（22）和上横梁（23）构成，两片钢腹板（21）构成所述钢主梁（2）的两侧板，小纵梁（22）位于桥面板（3）的纵向中心线下方，沿桥梁纵向间隔布置的上横梁（23）与小纵梁（22）、钢腹板（21）正交并固接，每根上横梁（23）下方对应设置一根下横梁（5），非桥墩（1）处的下横梁（5）与钢腹板（21）连接，桥墩（1）处的下横梁（5）搁置于桥墩（1）顶部设置的支座横梁（7）上，下横梁（5）上铺设人行道板（10）。

2、根据权利要求1所述的钢混组合结构的双层连续梁桥，其特征在于所述钢腹板（21）的底面在竖直平面上的投影为曲线，当下横梁（5）位于钢腹板（21）底面下方时，下横梁（5）以吊杆（4）作为连接件固接于钢腹板（21）下方；当下横梁（5）位于钢腹板（21）底面上方时，下横梁（5）直接固接于钢腹板（21）上，或者以固接于钢腹板（21）内侧的支板（41）作为支撑件，下横梁（5）搁置于支板（41）上。

3、根据权利要求1所述的钢混组合结构的双层连续梁桥，其特征在于所述钢腹板（21）为矩形直板结构，若下横梁（5）均位于钢腹板（21）底面下方，下横梁（5）均通过吊杆（4）作为连接件与钢腹板（21）固接；若下横梁（5）均位于钢腹板（21）底面上方，下横梁（5）直接固接于钢腹板（21）上，或者以固接于钢腹板（21）内侧的支板（41）作为支撑件，下横梁（5）搁置于支板（41）上。

4、根据权利要求1~3中任一项所述的钢混组合结构的双层连续梁桥，其特征在于所述上横梁（23）为悬臂梁，由上横梁（23）支承的桥面板（3）由预制矮肋型桥面板块（35）拼接而成，相邻的预制矮肋型桥面板块（35）的纵向现浇湿接缝设置于钢腹板（21）和/或小纵梁（22）上方，相邻的预制矮肋型桥面板块（35）的横向现浇湿接缝设置于上横梁（23）上方，预制矮肋型桥面板块（35）内设有伸至现浇湿接缝中的预留钢筋（31），从相邻两预制矮肋型桥面板块（35）内伸出的预留钢筋（31）焊接连接，现浇湿接缝中密布有大头剪力钉（6）。

5、根据权利要求4所述的钢混组合结构的双层连续梁桥，其特征在于所述桥面板（3）上的行车道通过引桥与城市路网相连通，人行道板（10）上的人行道与城市的沿江风光

带相连通。

6、根据权利要求1~3中任一项所述的钢混组合结构的双层连续梁桥，其特征在于所述桥面板（3）上的行车道通过桥梁引桥与城市路网相连通，人行道板（10）上的人行道与城市的沿江风光带相连通。

7、根据权利要求5所述的钢混组合结构的双层连续梁桥，其特征在于所述钢腹板（21）为透空式钢梁，透空处嵌有花纹图案和/或灯饰。

8、根据权利要求7所述的钢混组合结构的双层连续梁桥，其特征在于所述桥墩（1）为花瓶式薄壁墩结构。

9、根据权利要求1~3中任一项所述的钢混组合结构的双层连续梁桥，其特征在于所述钢腹板（21）为透空式钢梁。

钢混组合结构的双层连续梁桥

技术领域

本发明涉及一种连续梁桥，尤其涉及一种钢混组合结构的双层连续梁桥。

背景技术

随着我国经济的快速发展和城市化进程的加快，城市中的交通流量也不断增大，过江桥梁通行能力的不足成为大部分跨江（河）城市交通网络中的瓶颈，新建过江桥梁的必要性和紧迫性也随之显现。综合考虑技术性能、空间利用、施工速度、经济效益等因素，现有国内外城市的桥梁越来越多地采用钢结构和钢混组合结构形式，其中钢板梁组合结构和钢桁架结构是常见的结构形式。传统的钢板梁组合结构一般采用II字形截面形式，如图1所示，它主要由纵向钢梁11、横向钢梁12、竖向加劲肋13和混凝土桥面板14组成。其通常采用的构造是设置两根纵向钢梁11，通过横向钢梁12将两纵向钢梁11连接于竖向加劲肋13所在位置，竖向加劲肋13一般不与混凝土桥面板14连接。钢板梁组合结构一般适用于桥面不宽的中、小跨径桥梁，对于桥面较宽的情况，需要在混凝土桥面板14内张拉横向预应力钢筋15或采用横向悬臂钢梁。由于钢板梁组合结构的通透性很差，因此不适用于双层桥梁。钢桁架梁桥属比较古老的桥型，由上、下弦杆与腹杆构成，各杆件仅承受轴力。相比钢板梁组合结构，钢桁架梁结构具有较好的通透性，因而是双层桥梁的首选方案，但其梁高较大，对于非超大跨径的桥梁，在城市中显得笨重，一般仅用于铁路桥梁。另外，现有的城市桥梁中大多设有人行道，人行道若设于桥面板上，其一将增加桥面宽度，其二在桥上的交通流中难免会出现人车混流的情况，这不仅会影响车辆过桥的速度，还容易给桥上的交通安全造成隐患。

随着人们对城市美学的重视和对城市品位要求的不断提升，桥梁的美学功能也变得不可回避。我国上世纪修建的城市桥梁大部分是从功能、技术或经济角度出发，桥梁一般也采用常规的梁桥、拱桥、斜拉桥和悬索桥等形式，这些形式的桥梁在城市整体景观的大背景下，显得有些呆板、单调，与桥位环境不够协调，影响了城市建筑整体的美感。

发明内容

本发明要解决的技术问题是克服现有技术的不足，提供一种兼具传统钢桁架结构和钢板梁组合结构特点、能有效利用空间、节省建造成本、人车分流、造型美观、适宜于

在城市繁华区内修建的钢混组合结构双层连续梁桥。

为解决上述技术问题，本发明提出的技术方案为：一种钢混组合结构的双层连续梁桥，包括桥墩、钢主梁和桥面板，桥墩支承钢主梁，钢主梁支承桥面板，其特征在于所述钢主梁主要由钢腹板、小纵梁和上横梁构成，两片钢腹板构成所述钢主梁的两侧板，小纵梁位于桥面板的纵向中心线下方，沿桥梁纵向间隔布置的上横梁与小纵梁、钢腹板正交并固接，每根上横梁下方对应设置一根下横梁，非桥墩处的下横梁与钢腹板连接，桥墩处的下横梁搁置于桥墩顶部设置的支座横梁上，下横梁上铺设人行道板。

当所述钢腹板的底面在竖直平面上的投影为曲线时，若下横梁位于钢腹板底面下方，下横梁则以吊杆作为连接件固接于钢腹板下方；若下横梁位于钢腹板底面上方，则下横梁直接固接（焊接或螺栓连接）于钢腹板上，或者以固接于钢腹板内侧的支板作为支撑件，下横梁搁置于支板上。

当上述钢腹板为矩形直板结构时，若下横梁均位于钢腹板底面下方，则下横梁均通过吊杆作为连接件与钢腹板固接；若下横梁均位于钢腹板底面上方，则下横梁直接固接（焊接或螺栓连接）于钢腹板上，或者以固接于钢腹板内侧的支板为支撑件，下横梁均搁置于支板上。

上述上横梁为悬臂梁，由上横梁支承的桥面板由预制矮肋型桥面板块拼接而成，相邻的预制矮肋型桥面板块的纵向现浇湿接缝设置于钢腹板和/或小纵梁上方，相邻预制矮肋型桥面板块的横向现浇湿接缝设置于上横梁上方，预制矮肋型桥面板块内设有伸至现浇湿接缝中的预留钢筋，相邻两预制矮肋型桥面板块内伸出的预留钢筋焊接连接，所有现浇湿接缝中均密布大头剪力钉。

上述桥面板上的行车道通过桥梁引桥与城市路网相连通，人行道板上的人行道与城市的沿江风光带相连通。

上述钢腹板为透空式工字形钢梁，透空处嵌有花纹图案和/或灯饰。

上述桥墩为花瓶式薄壁墩结构。

与现有技术相比，本发明的优点就在于：

1、本发明的钢—混凝土组合结构双层连续梁桥综合了钢桁架梁和传统钢板梁组合结构的特点，并实行人车完全分离，上层为行车道，下层为人行道，这样既减小了桥梁的总宽度，能有效利用结构空间，也相应减轻了城市土地资源紧缺所造成的道路空间压力。由于减小了桥宽，如果跨径选择适当，造价也能获得相应节省。

2、本发明的钢—混凝土组合结构形式使得桥梁上部结构自重较轻，而桥面板在横向

采用悬臂外伸形式，缩小了两片钢腹板之间的距离，这使得桥梁下部墩、台和基础的尺寸得以大大减小，这不仅减小了桥梁下部结构的建造成本，还增加了桥下的使用空间。另外，通过调节上横梁的悬臂长度，可按需要调节行车道和人行道的宽度。受上横梁支承的桥面板外伸悬臂部分也可以最大程度地避免雨水和阳光紫外线对桥梁钢结构部分的侵蚀，按照目前的防护水平，桥体的钢结构经防护处理后，至少可保用30年。

3、本发明的桥面板和人行道板均为预制的混凝土板，为保证桥面板的抗弯刚度，桥面板采用了预制矮肋式混凝土板结构。由于桥梁的上部结构均采用预制施工，可以与基础施工同时进行，这样不仅可以保证施工质量，减少桥面板收缩徐变的影响，而且加快了桥梁的施工速度，可以最大限度地减小桥梁施工对城市交通的负面影响并使桥梁在最短的时间内投入运营。

4、现今城市的江河两岸大都设有沿江风光带，本发明可以使上层行车道通过引桥与城市路网相连通，下层人行道直接与沿江（河）风光带相连通，行人可从桥头的沿江（河）风景区直接上桥，十分便捷，从而克服了在桥头设置人车混合立交的难题；上层汽车专用，车辆畅通无阻，下层行人过桥避免了日晒雨淋，安全舒适，大大提高了桥梁的服务水平。若因交通规划需要，下层还可考虑布置公交线路。在人行道两侧可根据需要布置预留管线槽，以便于管线的布设、安装、检查及维护。

5、本发明的钢腹板可为透空式，且其底面在竖直平面上的投影呈曲线，该设计下的钢主梁呈现为变高度的水珠形透空式梁体，这使得桥梁的外观轻巧优美，远看如长龙卧波，富有动感。透空式钢腹板的受力特性兼有板和桁架的力学特征，相对于通透性较高的桁架梁而言，在保持良好通透性的前提下提高了桥梁整体的刚度。钢腹板的透空处可根据实际情况引入不同的具有古典建筑风格的花纹图案，也可选择不嵌花纹图案或嵌入其他图案。下部的桥墩采用花瓶式薄壁墩，以便使桥梁自身的古典建筑风格能够保持统一，并能够与桥位环境和谐映衬，保持良好的视觉效果和审美价值，共同构成城市中的一道亮丽的风景。

附图说明

图1为传统钢板梁组合结构的横截面示意图；

图2为本发明的桥梁单跨结构示意图；

图3为钢主梁在吊杆连接件处的横截面示意图；

图4为钢主梁在桥墩处的横截面示意图；

图5为钢主梁在支板支撑件处的横截面示意图；

图6为图2中F-F处的剖视图；

图7为桥面板四分法的结构示意图；

图 8 为桥面板三分法的结构示意图；
 图 9 为桥面板二分法的结构示意图；
 图 10 为钢腹板透空处的 B 花纹图案；
 图 11 为钢腹板透空处的 C 花纹图案；
 图 12 为图 6 中 A 处的局部放大示意图；
 图 13 为采用矩形钢腹板的本发明桥梁单跨结构示意图；
 图 14 为本发明与沿江风光带的连接示意图；
 图 15 为本发明施工方法步骤一的示意图；
 图 16 为本发明施工方法步骤二的示意图；
 图 17 为本发明施工方法步骤三的示意图；
 图 18 为本发明施工方法步骤四的示意图；
 图 19 为本发明施工方法步骤五的示意图；
 图 20 为本发明施工方法步骤六的示意图；
 图 21 为本发明施工方法步骤七的示意图。

图例说明：

- | | |
|--------------|------------|
| 1、桥墩 | 11、纵向钢梁 |
| 12、横向钢梁 | 13、竖向加劲肋 |
| 14、混凝土桥面板 | 15、横向预应力钢筋 |
| 2、钢主梁 | 21、钢腹板 |
| 22、小纵梁 | 23、上横梁 |
| 24、竖向加劲板 | 3、桥面板 |
| 31、预留钢筋 | 32、钢腹板处湿接缝 |
| 33、小纵梁处湿接缝 | 34、上横梁处湿接缝 |
| 35、预制矮肋型桥面板块 | 4、吊杆 |
| 41、支板 | 5、下横梁 |
| 6、大头剪力钉 | 7、支座横梁 |
| 71、墩顶支座 | 8、沥青砼桥面 |
| 9、预留管线槽 | 10、人行道板 |

具体实施方式

如图 2~图 14 所示，本发明的钢混组合结构双层连续梁桥综合了钢桁架梁和传统钢板梁组合结构的特点，它包括桥墩 1、钢主梁 2 和桥面板 3，桥墩 1 支承钢主梁 2，钢主

梁 2 支承桥面板 3，其中钢主梁 2 主要是由透空式钢腹板 21、小纵梁 22 和悬臂型上横梁 23 组合构成，桥面板 3 是由预制矮肋型桥面板块 35 拼装浇筑连接而成。钢腹板 21 采用工字梁结构，钢腹板 21 的内侧按一定间距设置竖向加劲肋 13（见图 6），以加强其局部刚度。小纵梁 22 位于桥面板 3 的纵向中心线下方，根据桥梁所承受的荷载大小及桥梁的跨径长度，沿桥梁纵向间隔布置有上横梁 23，上横梁 23 与小纵梁 22、钢腹板 21 垂直正交并焊接（也可通过螺栓固接）。每根上横梁 23 的正下方对应地设置一根下横梁 5，非桥墩 1 处的下横梁 5 与钢腹板 21 连接，桥墩 1 处的下横梁 5 搁置于桥墩 1 顶部设置的支座横梁 7 上，由支座横梁 7 直接承受其荷载，支座横梁 7 由墩顶支座 71 支撑，钢腹板 21 在墩顶支座 71 处外侧设置竖向加劲板 24 以加强其局部刚度（如图 4 所示）。下横梁 5 均采用工字梁结构，且位于同一高度上，所有的下横梁 5 作为其上部铺设的人行道板 10 的支撑件。

钢腹板 21 的底面在竖直平面上的投影呈曲线，而下横梁 5 位于同一水平高度上，因此在靠近单跨中部的部分下横梁 5 位于钢腹板 21 底面下方，此时下横梁 5 与钢腹板 21 以吊杆 4 作为连接件固接，吊杆 4 一端连接钢腹板 21，另一端连接下横梁 5，下横梁 5 通过吊杆 4 将其所承受荷载传递给钢腹板 21（如图 3 所示）；而在靠近桥墩 1 处的部分下横梁 5 则位于钢腹板 21 底面上方，此时下横梁 5 以固接于钢腹板 21 内侧的支板 41 作为支撑件（也可将下横梁 5 直接固接于钢腹板 21 内侧），下横梁 5 搁置于支板 41 上，由支板 41 承受其荷载（如图 5 所示）。钢腹板也可采用矩形直板结构，若因设计要求致使非桥墩处的下横梁全部位于钢腹板底面下方时，则全部采用吊杆作为连接件与钢腹板连接；若因设计要求致使非桥墩处的下横梁全部位于钢腹板底面上方时，则所有下横梁直接固接（焊接或螺栓连接）于钢腹板上，或者以固接于钢腹板内侧的支板作为支撑件，所有下横梁搁置于支板上。图 13 所示结构即为钢腹板 21 为矩形直板结构，且下横梁 5 全部位于矩形钢腹板 21 底面上方时的情形，此时下横梁 5 直接固接（焊接或螺栓连接）于钢腹板 21 上。不论钢腹板采用何种形式或钢腹板与下横梁采用何种连接方式，桥墩 1 处的下横梁 5 仍可直接搁置于桥墩 1 顶部的支座横梁 7 上。

桥面板 3 上铺设有沥青砼桥面 8，沥青砼桥面 8 上为行车道；在下横梁 5 上铺设有人行道板 10，人行道板 10 上为人行道。由于实行上层行车道、下层人行道的人车完全分离模式，这样既减小了桥梁的总宽度，有效利用了桥梁结构的空空间，同时也减轻了城市土地资源紧缺所造成的道路空间压力。由于减小了桥宽，如果跨径选择适当，造价也能获得相应节省。上层行车道通过桥梁引桥与城市路网相连通，下层人行道直接与城市沿江（河）风光带 D 相连通，沿江风光带 D 紧邻沿江大道 E，行人可十分便捷地从桥头的沿江风光带 D 上桥，克服了在桥头设置人车混合立交的难题（如图 14 所示）；上层汽车专

用,车辆畅通无阻,下层行人过桥避免了日晒雨淋,安全舒适,大大提高了桥梁的服务水平。另外,通过调节上横梁 23 的悬臂长度,可按需要调节桥梁行车道和人行道的宽度。若因交通规划需要,下层还可考虑布置公交线路。人行道两侧根据需要布置有预留管线槽 9,以便于管线的布设、安装、检查及维护。

为保证行车道下方桥面板 3 的抗弯刚度,桥面板 3 采用由预制矮肋型桥面板块 35 拼接而成的方式。如图 7 所示,以两侧纵向的钢腹板 21 和中部的的小纵梁 22 这三根纵梁所在位置为界,本实施例中的桥面板 3 以预制矮肋型桥面板块 35 的长度为单位,沿桥梁横向被分成等宽的四个部分(也可根据实际需要分成如图 8 所示三个部分或如图 9 所示的两个部分),沿纵向则以预制矮肋型桥面板块 35 的宽度为单位依次拼接,各预制矮肋型桥面板块 35 间留有现浇湿接缝,其中包括钢腹板处湿接缝 32、小纵梁处湿接缝 33 和上横梁处湿接缝 34。各预制矮肋型桥面板块 35 内设有伸至现浇湿接缝中的预留钢筋 31,通过对现浇湿接缝处伸出外露的预留钢筋 31 进行焊接并浇筑接缝,可使得预制矮肋型桥面板块 35 连接成一整体桥面板 3。上横梁 23、小纵梁 22 和钢腹板 21 顶部的各现浇湿接缝中密布大头剪力钉 6,以保证桥面板 3 与钢主梁 2 之间的连接牢固。在桥梁宽度方向上,桥面板 3 呈悬臂外伸结构形式,这样相对缩短了下方两钢腹板 21 的间距,进而使得下部桥墩 1 及基础的尺寸得以大大减小。此外,悬臂式的桥面板 3 还可以最大程度地避免雨水和阳光紫外线对桥梁主体下部钢结构的侵蚀,按照目前的防护水平,桥梁主体下部的钢结构经防护处理后,至少可保用 30 年。

本发明钢腹板 21 的底面在竖直平面上的投影为曲线,且为透空式结构,整个钢主梁 21 呈现为变高度的水珠形透空式梁体,这使得桥梁的外观轻巧优美,远观如长龙卧波,富有动感。透空式钢腹板 21 的受力特性兼有板和桁架的力学特征,相对于通透性较高的桁架梁而言,在保持良好通透性的前提下提高了桥梁整体的刚度。钢腹板 21 上开有一系列大小不等的圆孔,根据实际情况和景观性要求,本实施例在钢腹板 21 的圆孔中嵌入了具有古典建筑风格的不同花纹图案,如图 10 和图 11 所示,也可根据实际需要选择不嵌花纹图案或嵌入其他花纹图案。为了与本实施例的古典建筑风格相配合,下部的桥墩 1 采用了较轻盈的花瓶式薄壁墩,也可以根据桥梁自身的建筑风格采用其他形式的桥墩,以便使桥梁自身的建筑风格和谐统一,并能够与桥位环境和谐映衬,保持良好的视觉效果,共同构成城市中的一道亮丽的风景。

施工步骤:

如图 15~图 21 所示,本发明的施工按以下几个步骤进行:

步骤一:如图 15 所示,首先进行桥墩 1 基础的施工,同时在预制场进行预制矮肋型桥面板块 35 的预制,并在河道内架设拼装缆吊设备,缆吊设备的架设又包括缆索吊机基

础的施工、塔架的拼装、缆索的悬挂和缆索的地锚固定等步骤。然后根据缆吊设备的起吊能力确定钢腹板 21 的吊装节段数，综合考虑经济性和施工速度，本实施例中将其分为 3 段进行吊装。

步骤二：如图 16 所示，首先完成桥墩 1 的施工；当桥墩 1 施工完成后，先吊装墩顶 0 号块钢腹板，并在墩顶处进行临时固结。

步骤三：如图 17 所示，沿 0 号块两侧依次对称吊装 1 号块和 2 号块，1 号块与 0 号块焊接成型，2 号块与 1 号块焊接成型。在钢腹板 21 的整个吊装过程中，墩顶支座 71 均处于临时固结状态，对称吊装过程中必须避免墩顶临时固结处出现较大的不平衡弯矩。

步骤四、五：如图 18、图 19 所示，待桥梁各跨的 2 号块吊装完工后再通过满堂支架方式来对边跨进行施工；待边跨合龙后撤除边跨的临时固结，然后依次合龙中间各跨并撤除所有墩顶处的临时固结。

步骤六：如图 20 所示，桥梁的主体结构基本形成以后，安装预制矮肋型桥面板块 35（即行车道板）、人行道板 10，并现浇湿接缝。

步骤七：如图 21 所示，撤除缆索吊机等施工设施，进行桥面系和附属设施施工，竣工验收后整个桥梁投入运营。

由于桥梁梁体的主体结构均采用预制施工，可以与基础施工同时进行，这样不仅可以保证施工质量，减少桥面板 3 收缩徐变的影响，而且施工速度快，可以最大限度的减小对城市交通的负面影响并在最短的时间内投入运营。

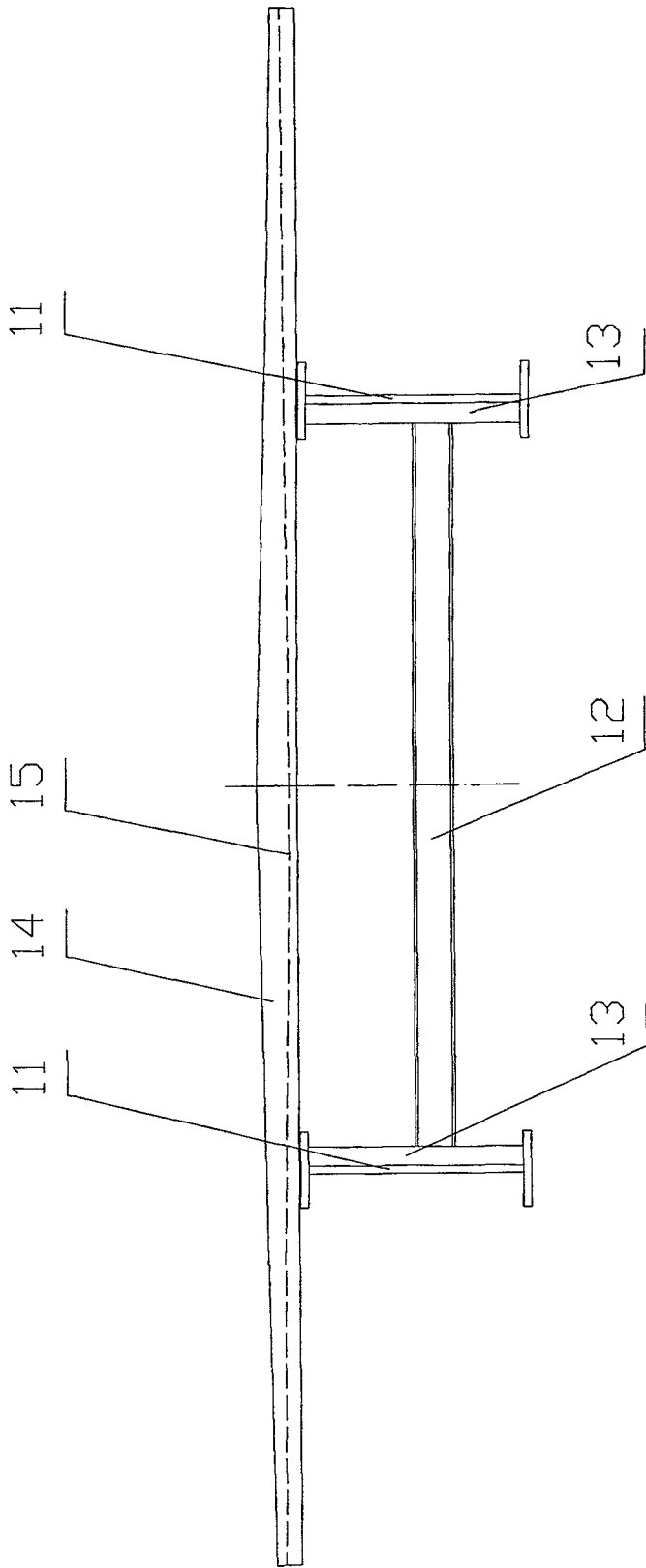


图 1

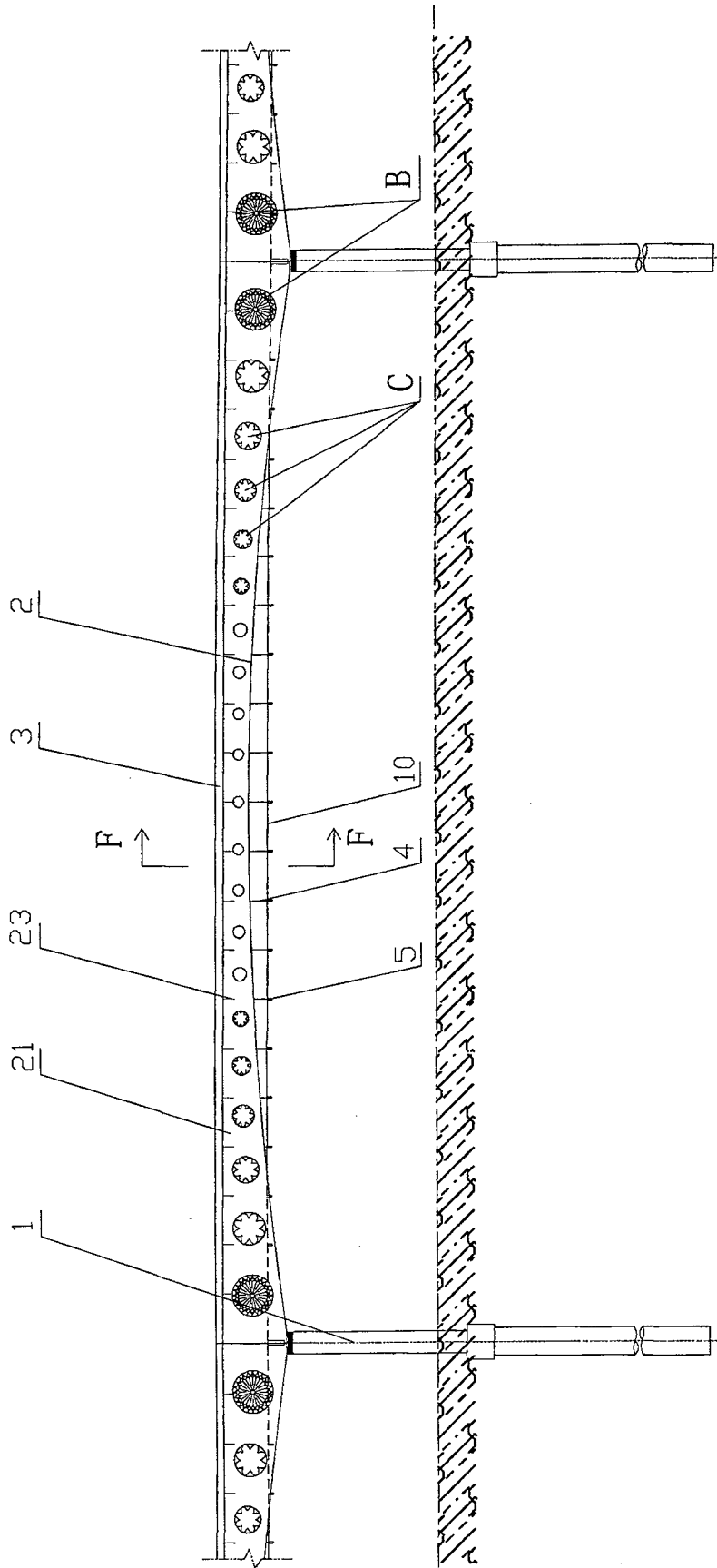


图 2

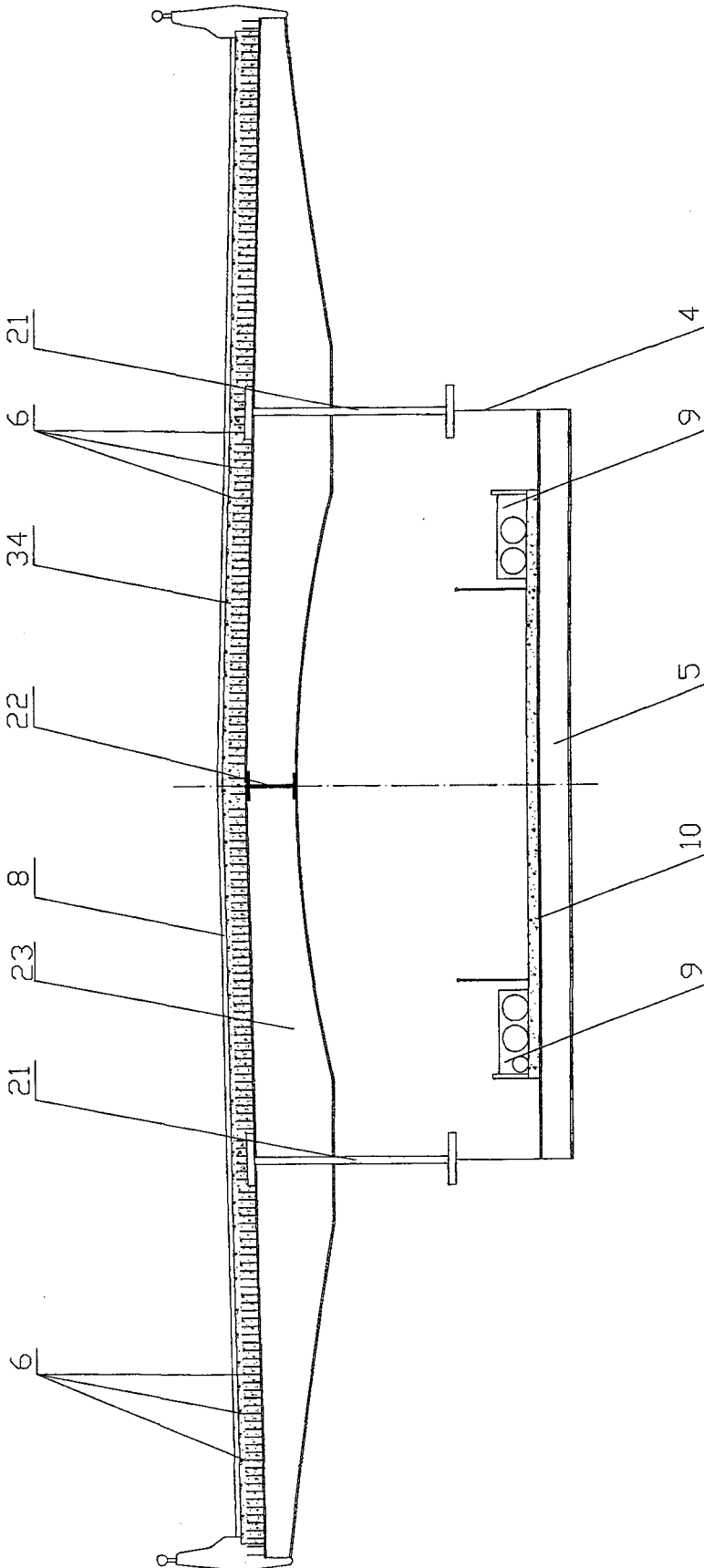


图 3

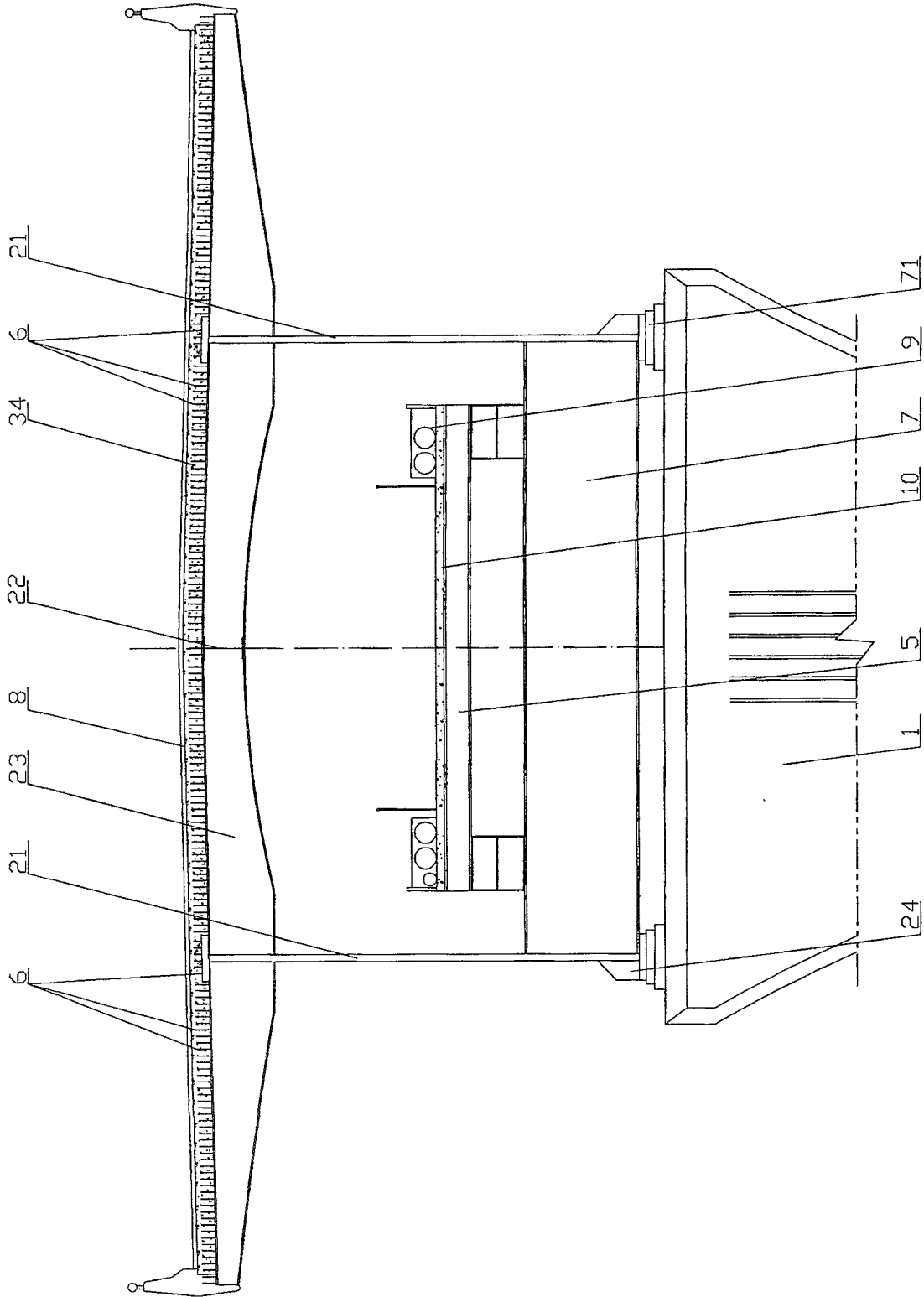


图 4

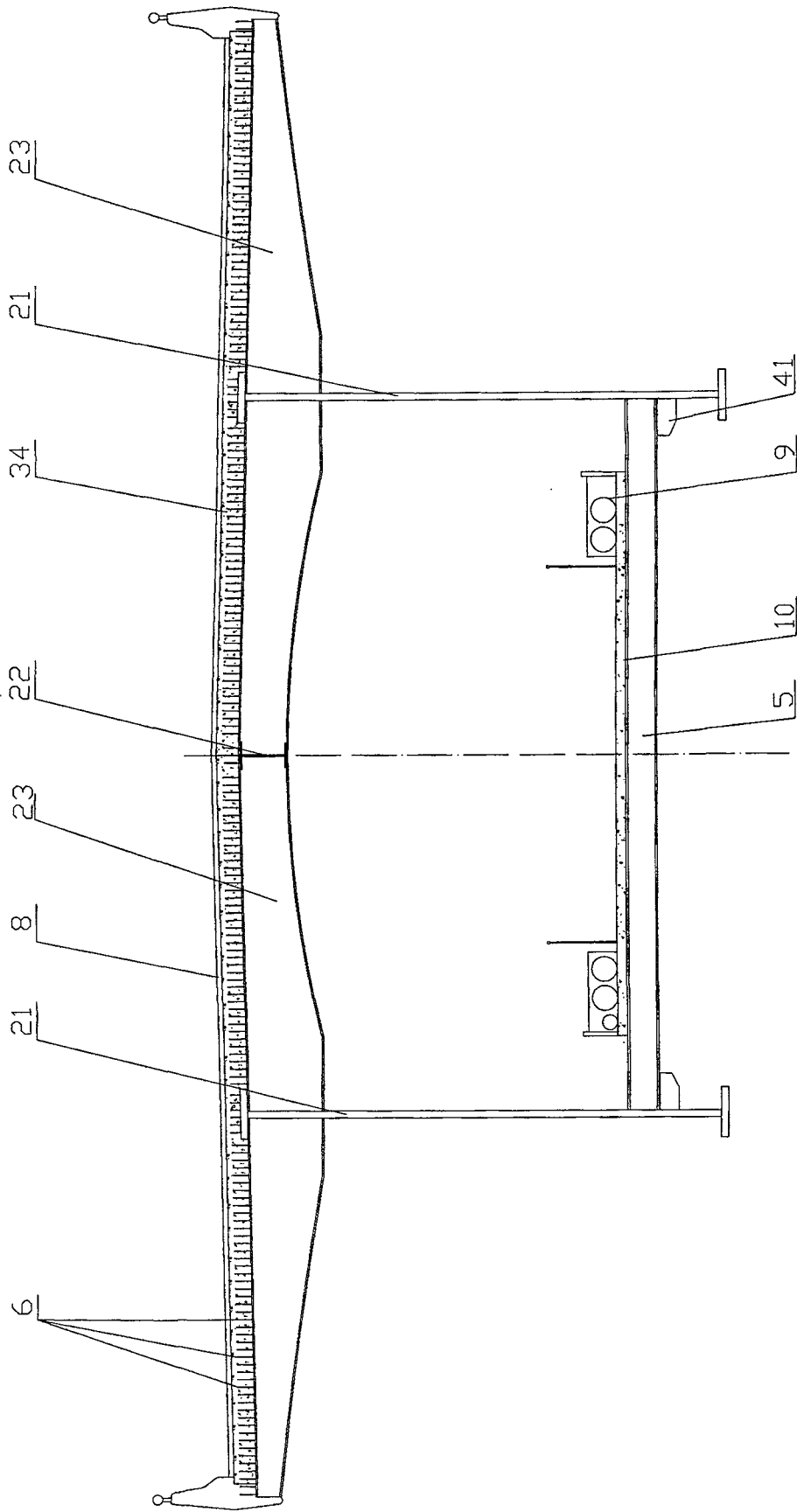


图 5

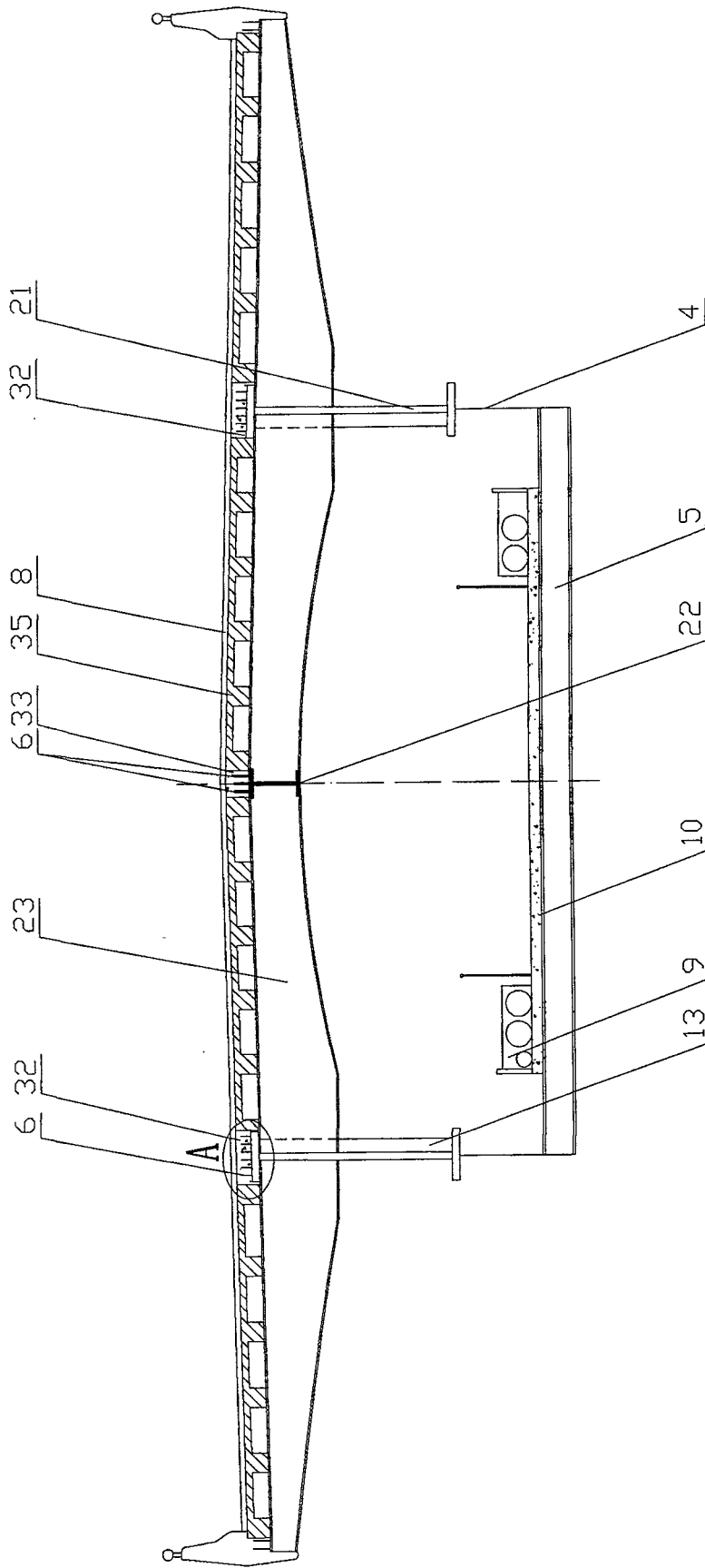


图 6

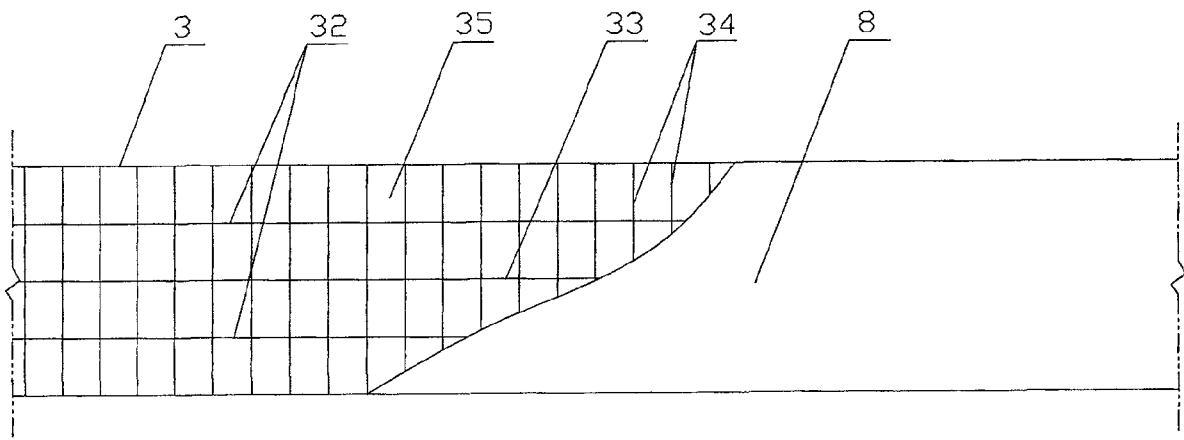


图 7

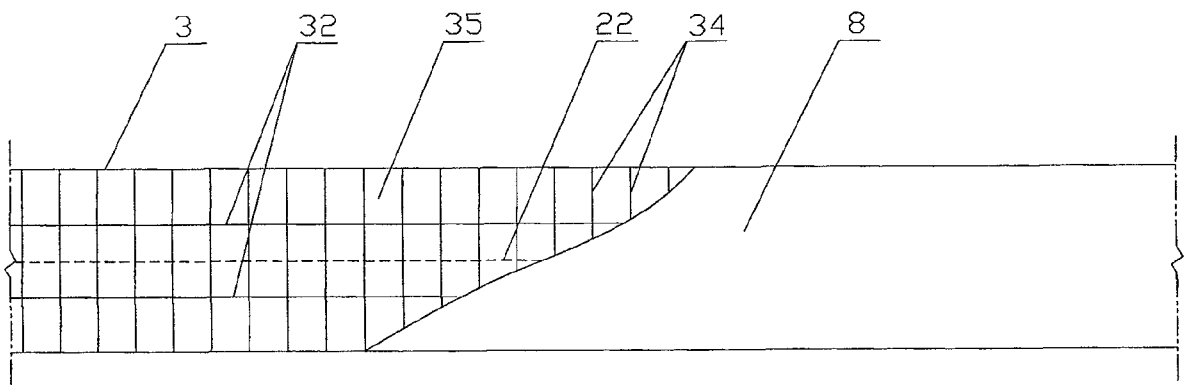


图 8

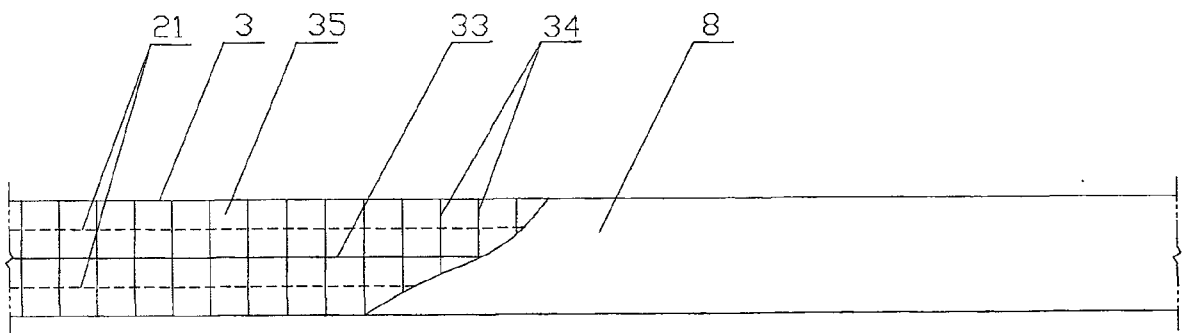


图 9

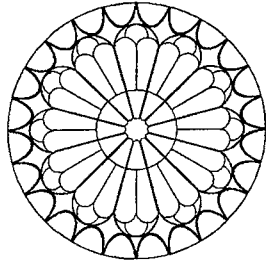


图 10

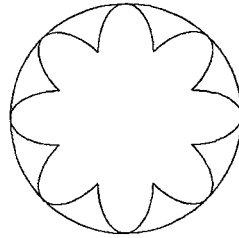


图 11

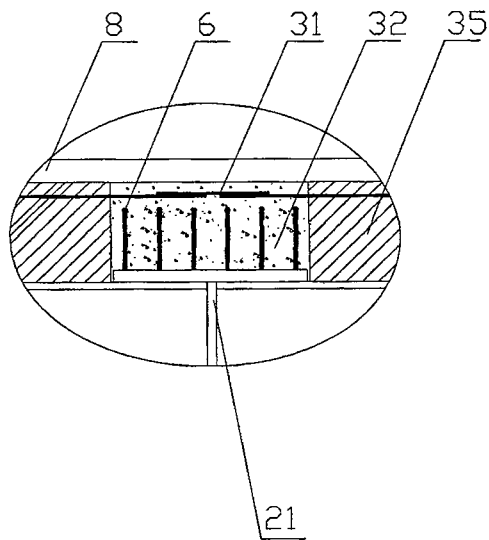


图 12

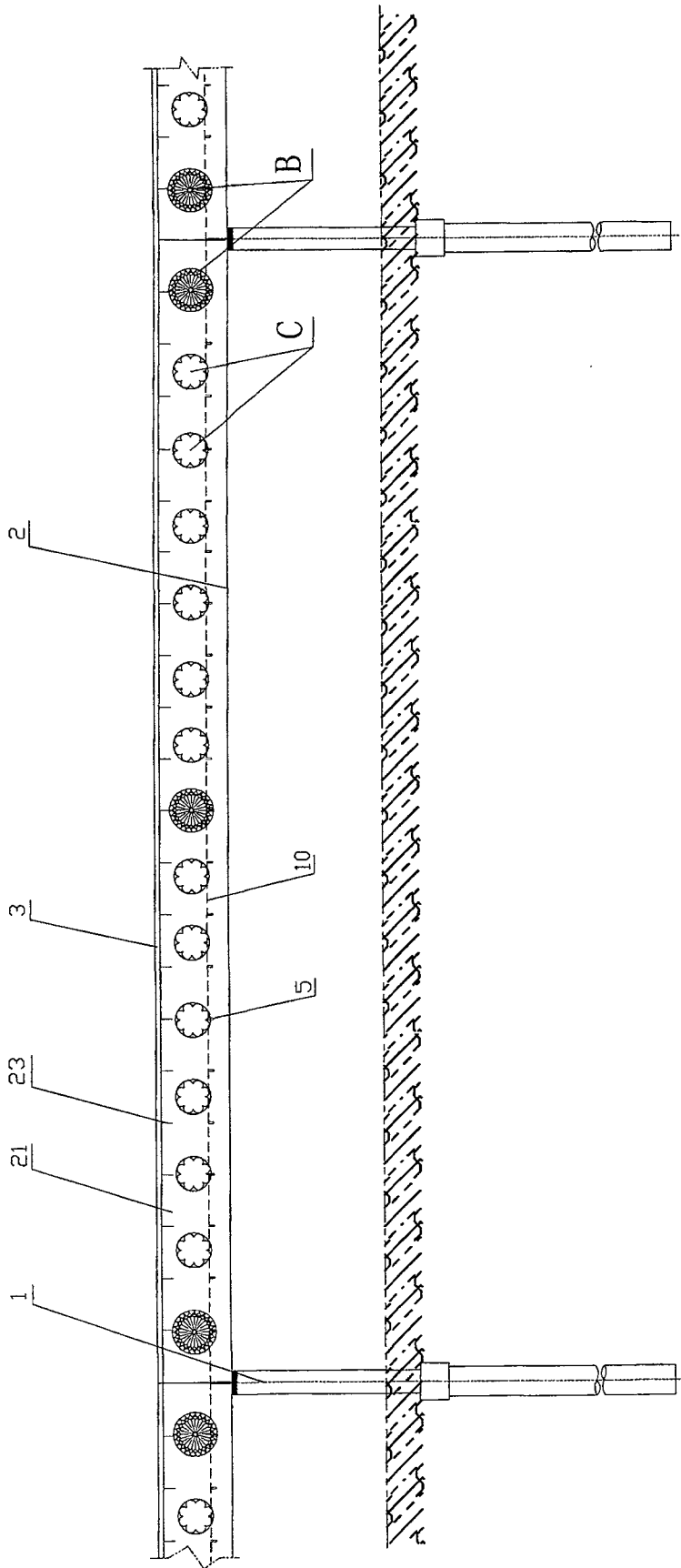


图 13

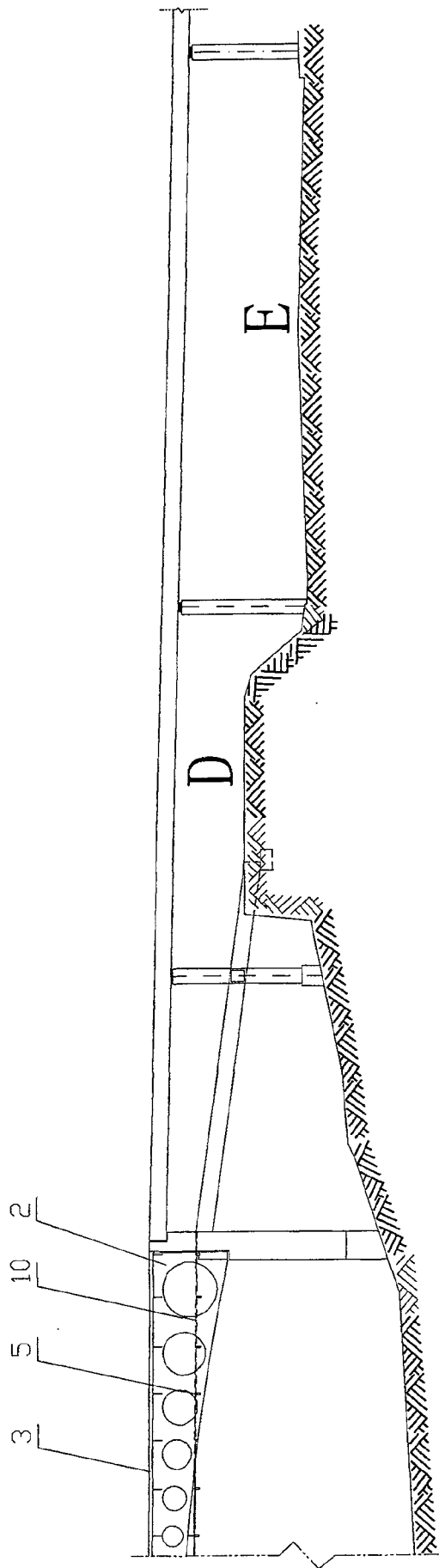


图 14

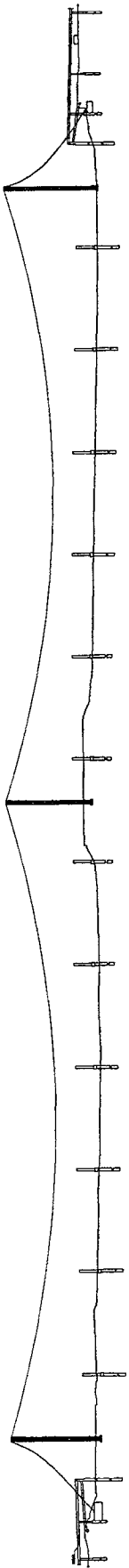


图 15

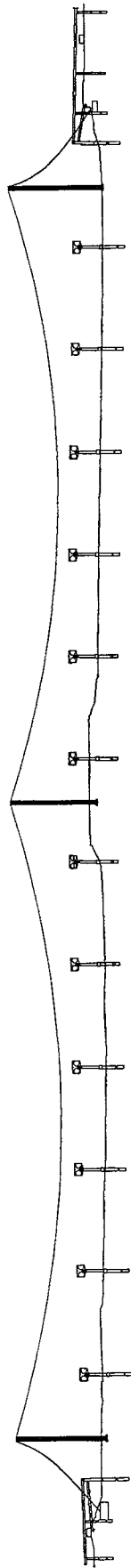


图 16

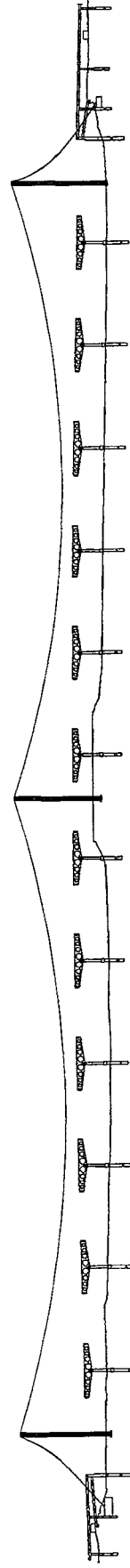


图 17

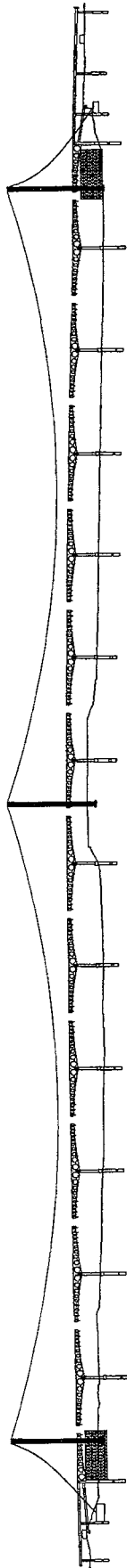


图 18

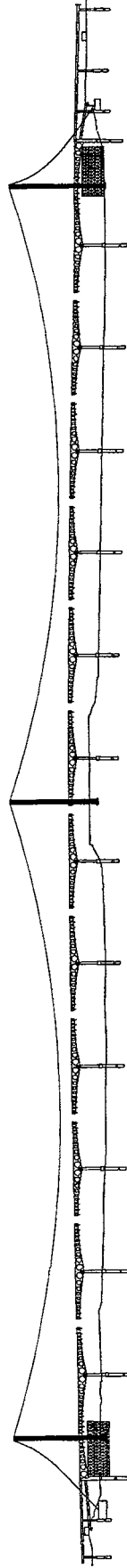


图 19

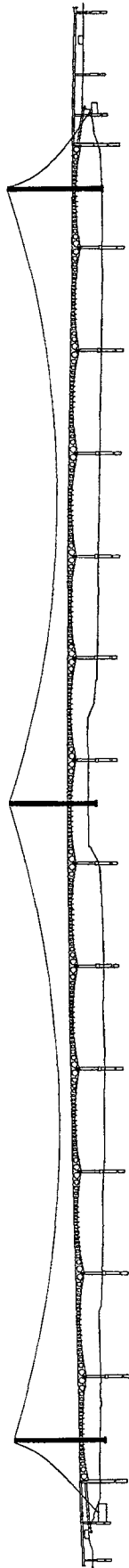


图 20

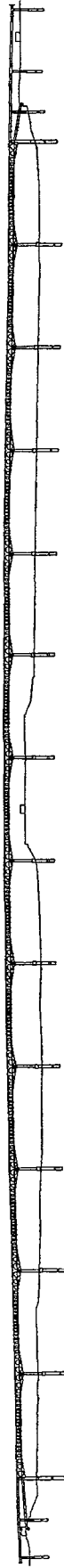


图 21