



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109024225 A

(43)申请公布日 2018.12.18

(21)申请号 201810823007.1

(22)申请日 2018.07.25

(71)申请人 湖南大学

地址 410082 湖南省长沙市麓山区麓山南路麓山门

(72)发明人 晏班夫 邵旭东 李立峰 赵华
张阳

(74)专利代理机构 北京润平知识产权代理有限公司 11283

代理人 黄志兴 刘国平

(51)Int.Cl.

E01D 6/00(2006.01)

E01D 19/00(2006.01)

E01D 21/00(2006.01)

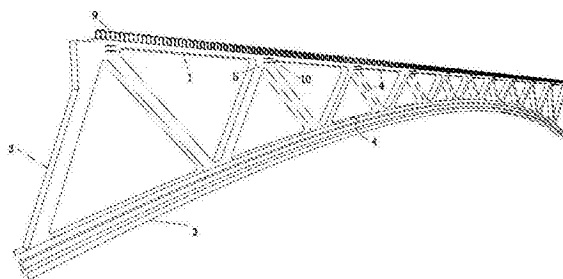
权利要求书2页 说明书6页 附图3页

(54)发明名称

超高性能混凝土桁架拱片单元、桁架拱片桥梁及施工方法

(57)摘要

本发明涉及桥梁工程技术领域,公开了一种超高性能混凝土桁架拱片单元、桁架拱片桥梁及施工方法。超高性能混凝土桁架拱片单元包括上弦杆、腹杆和下弦杆,其腹杆和下弦杆呈近似等边三角形结构;单元之间通过钢-超高性能混凝土槽形连接构造浇筑成桁架拱片,通过在数片桁架拱片间浇筑桥面板和挂梁等构成超高性能混凝土桁架拱片桥梁。该桥梁的架设方法为:分段卧式预制桁架拱片单元,在连接处预留钢-超高性能混凝土结构的槽形构造,现场架设桁架拱片并浇筑连接处超高性能混凝土,安装挂梁和现浇桥面板。采用该桁架拱片架设的桥梁具有自重轻、耐久性好、施工便捷迅速、可降低结构开裂风险、结构经济、外形美观等优点,符合装配式桥梁发展要求,具有较好的应用前景。



1. 一种超高性能混凝土桁架拱片单元,其特征在於,包括上弦杆(1)、腹杆(2)、下弦杆(3)、节点(5)和连接构件(4);所述腹杆(2)与所述上弦杆(1)和所述下弦杆(3)通过节点(5)相连接,均为钢筋和超高性能混凝土预制而成,所述腹杆(2)与所述上弦杆(1)和所述下弦杆(3)均组成三角形结构;在单元间的连接处有纵向预留钢筋(6)并预制有所述连接构件(4);

所述连接构件(4)包括槽形钢板(7)和栓钉(8),所述栓钉(8)有多个,均匀垂直焊接于所述槽形钢板(7)的内侧;所述连接构件(4)与纵向预留钢筋(6)等长。

2. 根据权利要求1所述的超高性能混凝土桁架拱片单元,其特征在於,所述上弦杆(1)的顶部设有预留的抗剪钢筋(9),用于现浇或预制拼装桥面板(15)并确保其与上弦杆(1)的紧密连接。

3. 根据权利要求1所述的超高性能混凝土桁架拱片单元,其特征在於,所述节点(5)的一侧或两侧设有横向钢筋(10),用于现浇或预拼横系梁。

4. 根据权利要求1所述的超高性能混凝土桁架拱片单元,其特征在於,所述节点(5)有圆弧形倒角构造,内部增配钢筋进行局部加强。

5. 根据权利要求1所述的超高性能混凝土桁架拱片单元,其特征在於,所述腹杆(2)中的受拉腹杆内部增配钢筋,用于加强其轴向抗拉能力。

6. 根据权利要求1所述的超高性能混凝土桁架拱片单元,其特征在於,所述槽型钢板(7)厚度为0.010-0.014m,所述栓钉(8)的高度为0.06-0.1m,相邻的栓钉(8)之间间隔为0.15-0.20m。

7. 一种超高性能混凝土桁架拱片,其特征在於,由相应的超高性能混凝土桁架拱片单元通过所述连接构件(4)相连,通过现场浇筑超高性能混凝土连接为一体。

8. 一种超高性能混凝土桁架拱片桥梁,其特征在於,包括超高性能混凝土桁架拱片(16)、桥面板(15)、挂梁(14)、横系梁和拱座(17);所述超高性能混凝土桁架拱片(16)根据实际桥梁宽度设计为数片;所述桥面板(15)现浇或预制拼装于所述超高性能混凝土桁架拱片(16)的上弦杆(1)之上,所述挂梁(14)位于所述超高性能混凝土桁架拱片(16)的外侧;所述横系梁位于所述超高性能混凝土桁架拱片(16)的节点(5)之间;所述拱座(17)位于所述超高性能混凝土桁架拱片(16)两侧桥台上。

9. 一种超高性能混凝土桁架拱片桥梁的施工方法,包括以下步骤:

S1、每片拱片分多个单元在工厂进行卧式预制,具体过程如下:

S1.1、根据节段结构设计,卧式立模,绑扎好节段配置钢筋;

S1.2、在上弦杆(1)顶面预留抗剪钢筋(9);在节点(5)处一侧或两侧预留横向钢筋(10);

S1.3、制作连接构件(4),过程为:a)焊接制作好槽型钢板(7),b)在槽型钢板内侧均匀布置并焊接栓钉(8);

S1.4、将制作好的连接构件(4)卧式放置在拱片设计好的节段连接处,并调整纵向预留钢筋(6)位置;

S1.5、在连接构件(4)中部立模,将模板和钢板上孔洞封住;

S1.6、浇注超高性能混凝土,并进行蒸汽养护,完成拱片单元预制。

S2、现场设置临时支撑,将拱片单元运输至现场,采用动滑轮,多点起吊的方式,将拱片

单元吊起翻转,吊装至设计位置;

S3、调整各拱片单元位置,利用槽型钢板对齐,节段间梁单元槽型钢板间预留距离为0.2m~0.3m;

S4、采用连接钢筋(11)将相邻拱片单元节段处连接构件(4)中外露的纵向预留钢筋(6)焊接连为一体;

S5、浇筑连接构件(4)处超高性能混凝土,将各拱片单元连接为一体的超高性能混凝土桁架拱片(16),并通过预留横向钢筋(10)浇筑横系梁和拱座(17);

S6、通过上弦杆(1)上预留剪力钢筋(9)现浇桥面板(15),形成强度后,安装挂梁(14),进行桥面铺装和附属设施结构施工,拆除临时支架,超高性能混凝土桁架拱桥成桥。

超高性能混凝土桁架拱片单元、桁架拱片桥梁及施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及桥梁工程技术领域,具体涉及一种超高性能混凝土桁架拱片单元、桁架拱片桥梁及施工方法。

背景技术

[0002] 面对我国中小跨径桥梁通病根治和可靠性提升的现实需求,改进创新现有中小跨径桥梁结构体系,加大新结构、新材料、新工艺和新装备的研发与应用力度,提升整体化性能,推动中小型桥梁建设向工厂化、标准化、高耐久性发展是我国桥梁建设的发展方向之一。

[0003] 钢筋混凝土桁架拱桥是指中间用实腹段,两侧用拱形桁架片构成的拱桥。桁架拱片之间用桥面系与横向联结系(横向撑架、剪刀撑)连接成整体。特点是实腹段与两侧拱形桁架片起着拱的受力作用,拱脚有水平推力可减小跨中弯矩。这种桥比一般带拱上建筑的肋拱桥受力合理,可节省材料,减小自重,适用于地基较差的场合,整体上有施工简便、质量轻、造价低、外形美观、设计灵活等特点。

[0004] 桁架拱桥的大部分构件都是预制安装的,同时施工工序少,对吊装能力适应性强,且桁架拱片构件预制可与下部结构施工平行作业,工期可相应缩短。此外,从施工角度,现有的桁架拱桥存在模板较复杂,构件纤细,故浇筑和运输桁架拱片易损坏,在一些受拉、受弯部位及刚性节点处,容易出现裂缝。另外,在运营阶段,由于桁架拱桥节点是刚性连接,活载作用下节点应力集中,使交会于节点的竖杆、斜杆易开裂,影响整体刚度和耐久性,而且难以维修养护。特别是近年来随着交通量增加、汽车载重量增大等因素,公路上早期修建的钢筋混凝土桁架拱桥出现比较明显的病害,主要表现为:节点混凝土开裂、钢筋锈蚀,整体刚度不足导致变形过大、行车不舒适。特别是由于超载,桥梁产生不可恢复的变形,增加或增大裂缝,加速混凝土的劣化及钢筋的腐蚀。以上各种成因可以同时存在,相互作用,进而加速病害的发展。目前部分普通混凝土桁架拱桥、组合式桁架拱桥面临或废弃或拆除的境地,这种桥型亟待技术上的革新。

[0005] 超高性能混凝土是一种具有超高强度、韧性、耐久性及高阻裂性能的水泥基复合材料,是由多元活性粉末掺合料、无机胶凝材料、连续级配细骨料、钢纤维等组成,使用高效减水剂,通过最大密实度理论,将材料的内部缺陷降到最低。由于超高性能混凝土中钢纤维的存在,使材料的抗拉强度得到了较大提高,是普通混凝土的4~6倍,极限抗拉应变是普通混凝土的70~80倍,力学性能和变形性能大大优于普通混凝土和高强混凝土。随着超高性能混凝土桥梁的进一步研究、改进与实际应用,其性能优异、施工便捷、长期效益显著、维护量小、绿色环保等优点,有可能使得超高性能混凝土桥梁结构最有可能成为公路及市政工程中一种常态化的结构形式。

[0006] 桁架拱桥采用传统普通混凝土材料,有承载潜力低、横向稳定性差、耐久性差等缺陷,超高性能混凝土材料性能介于普通混凝土及钢材性能之间,若将超高性能混凝土材料与该桥型相结合,并优化结构布置则得到超高性能混凝土桁架拱桥结构,可充分发挥桁架

拱桥桥型的一些优点,避免其缺点。可大大提高桁架拱桥的适应范围。

发明内容

[0007] 本发明的目的是为了克服现有普通混凝土桁架拱桥存在的节点易开裂、横向联系开裂退化、承载潜力低等问题,提供一种超高性能混凝土桁架拱片单元及连接构造,该超高性能混凝土桁架拱片单元采用整体卧式预制,通过特有的连接构造进行现场浇注安装,对上下弦杆和腹杆节点连接位置、横向连接位置、现浇接头部位进行构造加强,整体结构具有施工便捷、结构牢靠、自重轻、耐久性好等优点。

[0008] 为了实现上述目的,本发明第一方面提供了一种超高性能混凝土桁架拱片单元,包括上弦杆、腹杆、下弦杆,节点和连接构件;所述腹杆与所述上弦杆和所述下弦杆通过节点相连接,均为配筋超高性能混凝土结构预制而成,所述腹杆与所述上弦杆和所述下弦杆均组成三角形结构;在单元间的连接处有纵向预留钢筋并预制有所述连接构件。

[0009] 所述连接构件包括槽形钢板和栓钉,所述栓钉有多个,均匀垂直焊接于所述槽形钢板的内侧;所述连接构件与纵向预留钢筋等长。

[0010] 采用单元形式分段卧式预制,制作方法简便,超高性能混凝土的浇筑质量与养护质量能得到保证,而且自重轻,方便运输;连接构件充分利用了钢材和超高性能混凝土的性能,相较传统的连接方法,所述钢-超高性能混凝土连接构件力学性能优异、受力安全,施工简便。

[0011] 优选地,相邻的两个所述腹杆与所述下弦杆组成的三角形结构为近似等边三角形,且近似等边三角形的边长从端部至跨中逐渐递减。该结构设计优化了结构的受力特征,也使得结构更加富有韵律、轻巧美观。

[0012] 优选地,所述上弦杆的顶部设有预留的抗剪钢筋,用于确保现浇桥面板或预制拼装桥面板与上弦杆的紧密连接。使得桥面板与拱肋结构联合受力。

[0013] 优选地,所述节点的一侧或两侧设有横向钢筋,用于现浇或预拼横系梁。横向联系增加了桥梁的横向稳定性,同时预留横向钢筋方便了横系梁的施工。

[0014] 优选地,所述节点有圆弧形倒角构造,内部增配钢筋进行局部加强。

[0015] 优选地,所述腹杆中的受拉腹杆内部增配钢筋,用于加强其抗拉能力。可将受拉腹杆的裂缝宽度控制在0.05mm以内,保证桥梁没有耐久性问题。

[0016] 优选地,所述槽型钢板厚度为0.010-0.014m,所述栓钉的高度为0.06-0.1m,相邻的栓钉之间间隔为0.15-0.20m。

[0017] 本发明第二方面提供了一种超高性能混凝土桁架拱片,由相应的超高性能混凝土桁架拱片单元节段通过所述连接构件相连,通过现场浇注超高性能混凝土连接为一体。

[0018] 优选地,相连超高性能混凝土桁架拱片单元连接处的纵向预留钢筋通过连接钢筋焊接为一体。

[0019] 本发明第三方面提供了一种超高性能混凝土桁架拱片桥梁,包括超高性能混凝土桁架拱片、桥面板、挂梁、横系梁和拱座;所述超高性能混凝土桁架拱片按桥梁全宽要求设计为若干片;所述桥面板现浇于所述超高性能混凝土桁架拱片的上弦杆上,所述挂梁位于所述桥面板的两侧;所述横系梁位于所述超高性能混凝土桁架拱片的节点之间;所述拱座位于所述超高性能混凝土桁架拱片两侧的桥台上。

[0020] 本发明第四方面提供了一种超高性能混凝土桁架拱片桥梁的施工方法,包括以下步骤:

[0021] S1、每片拱片分多个单元在工厂卧式预制,具体过程如下:

[0022] S1.1、根据结构设计卧式立模,并绑扎好各个节段钢筋;

[0023] S1.2、在上弦杆顶面预留抗剪钢筋;在节点处一侧或两侧预留横向钢筋;

[0024] S1.3、制作连接构件,过程为:a)焊接制作好槽型钢板,b)在槽型钢板内侧均匀焊接布置栓钉;

[0025] S1.4、将制作好的连接构件卧式放置在拱片设计好的节段连接处,并调整纵向预留钢筋位置;

[0026] S1.5、在连接构件中部立模,将模板和钢板上孔洞封闭;

[0027] S1.6、浇注超高性能混凝土,并进行蒸汽养护,完成拱片单元预制。

[0028] S2、现场设置临时支撑,将拱片单元运输至现场,采用动滑轮,多点起吊的方式,将拱片单元吊起翻转,吊装至设计位置;

[0029] S3、调整拱片各单元位置,利用槽型钢板对齐,节段间梁单元槽型钢板间预留距离为0.2m~0.3m;

[0030] S4、采用连接钢筋将相邻拱片单元节段处连接构件中外露的纵向预留钢筋焊接连为一体;

[0031] S5、浇筑连接构件处的超高性能混凝土,将各拱片单元连接为一体的超高性能混凝土桁架拱片,并浇筑横系梁和拱座处超高性能混凝土;

[0032] S6、安装挂梁,在上弦杆之上现浇桥面板,形成强度后,进行桥面铺装和附属设施结构施工,之后拆除临时支架,完成超高性能混凝土桁架拱桥施工安装。

[0033] 通过上述技术方案,可实现超高性能混凝土桁架拱桥的快速化施工,与现有技术相比,本发明具有如下优点:

[0034] 本发明提供的超高性能混凝土桁架拱片单元采用了新型材料超高性能混凝土,抗压强度可高达150MPa,可以实现结构的轻型化,减轻上部结构的重量、提高桥梁的跨越能力,而且使结构的预制、拼装、运输更加容易。

[0035] 超高性能混凝土的使用可以有效降低传统混凝土桁架拱桥的开裂风险,且超高性能混凝土的轴拉强度7MPa以上,弯拉强度20MPa以上,经高温蒸养后的后期收缩基本为零,后期徐变也非常小,这使得结构具有更好的变形及耐久性能。

[0036] 本发明的超高性能混凝土桁架拱片单元采用了上弦杆、腹杆、下弦杆的节点连接方式,且下弦杆与腹杆组成近似等边三角形结构桁架拱架,优化了结构的受力特征,使得结构受力特征位于桁架梁与桁架拱之间,而且结构外观更加轻巧美观。

[0037] 本发明采用的钢-超高性能混凝土连接构件,充分利用了钢与超高性能混凝土的材料性能,焊接在钢板上的栓钉,提高了超高性能混凝土与钢板之间结合的紧密度,预留的纵向预留钢筋,通过连接钢筋焊接为一体,提高了钢-超高性能混凝土连接构造的整体性,有效解决了传统桁架拱桥连接处开裂风险,提高了结构的整体性能。

[0038] 本发明的超高性能混凝土桁架拱片,在上弦杆顶部和节点的一侧或两侧预留抗剪钢筋,使后期现浇或预拼的桥面板和横系梁与拱片更加紧密连接,提高了结构的整体安全性。本发明的桁架拱片单元采用分段卧式预制,模板制作简单、费用低,质量控制方便;另一

方面,每片拱片分多段卧式预制,自重小,其吊装对吊机要求低。

[0039] 本发明提供的超高性能混凝土桁架拱桥结构具有自重轻、耐久性好、施工便捷迅速、结构开裂风险低、结构轻巧美观等优点,避免了传统混凝土桁架拱桥的一些弊端,让这一传统桥型获得新生,通过研究形成适应不同跨度的超高性能混凝土桁架拱桥设计谱系,将有一定推广价值。

附图说明

[0040] 图1是本发明实施例的超高性能混凝土桁架拱片正面示意图;

[0041] 图2是本发明实施例的超高性能混凝土桁架拱片立体示意图;

[0042] 图3是连接构件结构示意图;

[0043] 图4是超高性能混凝土桁架拱片单元上的连接构件示意图;

[0044] 图5是超高性能混凝土桁架拱片单元间连接构件连接状态示意图;

[0045] 图6是本发明的超高性能混凝土桁架拱片桥梁一个实施例示意图。

[0046] 附图标记说明

[0047]	1	上弦杆	2	腹杆
[0048]	3	下弦杆	4	连接构件
[0049]	5	节点	6	纵向预留钢筋
[0050]	7	槽形钢板	8	栓钉
[0051]	9	预留抗剪钢筋	10	横向钢筋
[0052]	11	连接钢筋	12	预制超高性能混凝土部分
[0053]	13	现浇超高性能混凝土部分	14	挂梁
[0054]	15	桥面板	16	超高性能混凝土桁架拱片
[0055]	17	拱座		

具体实施方式

[0056] 以下结合附图对本发明的具体实施方式进行详细说明,应当理解的是,此处所描述的具体实施方式仅用于说明和解释本发明,本发明的保护范围并不局限于下述的具体实施方式。

[0057] 除非另有定义,下文中所使用的所有专业术语与本领域技术人员通常理解的含义相同。本文中所使用的专业术语只是为了描述具体实施例的目的,并不是旨在限制本发明的保护范围。

[0058] 本发明超高性能混凝土桁架拱片的一个实施例如图1、图2所示,该超高性能混凝土桁架拱片16由三个超高性能混凝土桁架拱片单元通过连接构件4连接而成。本实施例的超高性能混凝土桁架拱片跨径为58m,矢高4m。

[0059] 本实施例的超高性能混凝土桁架拱片单元,包括上弦杆1、腹杆2、下弦杆3、节点5和连接构件4。腹杆2与上弦杆1和下弦杆3通过节点5相连接,均为钢筋和超高性能混凝土预制而成,腹杆2与上弦杆1和下弦杆3均组成三角形结构;腹杆2与上弦杆1为矩形截面,下弦杆3为工字形截面,腹杆2与下弦杆3组成近似等边三角形,且近似等边三角形的边长从端部至跨中逐渐递减。在超高性能混凝土桁架拱片单元间连接处预制连接构件4。上弦杆1、下弦

杆3、腹杆2的厚度均为40cm,下弦杆3的工字形腹板厚度为20cm;腹杆2除最外侧压杆宽度为50cm外,其余宽度均为40cm,腹杆2中的受拉腹杆内部配置钢筋,用于加强其抗拉能力,上弦杆1宽度为30cm,下弦杆3宽度为80cm,在上弦杆1上交错布置预留剪力钢筋9,用于现浇或拼接预制桥面板。节点5有倒角构造,内部增配钢筋局部加强,一侧布置横向钢筋10,用于施工时现浇或拼接预制横系梁。

[0060] 如图3所示,连接构件4包括槽形钢板7和栓钉8,栓钉8有多个,均匀垂直焊接于槽形钢板7的内侧;槽形钢板长度为40cm,槽形钢板厚度为10mm,栓钉高度为7cm,布置间隔为15cm。超高性能混凝土桁架拱片单元连接处留有纵向预留钢筋6,纵向预留钢筋6与槽形钢板7等长,将连接构件4的栓钉8与纵向预留钢筋6交错拼接到超高性能混凝土桁架拱片单元连接处,在超高性能混凝土桁架拱片单元预制时在连接构件4内预制部分超高性能混凝土,如图4所示。

[0061] 如图5所示,在拼接时,将连接构件4的槽形钢板7对齐,两个超高性能混凝土桁架拱片单元的连接构件4端部预留0.2m距离的缝隙,用连接钢筋11将两个拱片单元的连接构件4的预制超高性能混凝土部分12中伸出的纵向预留钢筋6焊接为一体,再在槽形钢板中浇注超高性能混凝土,通过现浇超高性能混凝土部分13连接各超高性能混凝土桁架拱片单元,完成超高性能混凝土桁架拱片16的拼接。

[0062] 本发明的超高性能混凝土桁架拱片桥梁的实施例如图6所示,包括两片上述实施例的超高性能混凝土桁架拱片16、桥面板15、挂梁14、横系梁和拱座17。在河两侧的岸边按超高性能混凝土桁架拱片16的尺寸和桥的宽度预制有拱座17,拱座17间架设两片超高性能混凝土桁架拱片16,桥面板15在两片超高性能混凝土桁架拱片16的上弦杆1上的预留剪力钢筋9之间预制而成,挂梁14安装在桥面板15的两侧,在超高性能混凝土桁架拱片16的节点5之间预制有横系梁(图中未画出)。

[0063] 本发明的超高性能混凝土桁架拱片桥梁的施工方法如下:

[0064] S1、每片拱片分三个节段在工厂卧式预制,具体过程如下:

[0065] S1.1、根据设计尺寸卧式绑扎好各个节段钢筋,卧式立模,各个节段由上弦杆1、腹杆2、下弦杆3、通过节点5连接而成;

[0066] S1.2、在上弦杆2交错预留抗剪钢筋9以便现浇桥面板,在节点5一侧预留横向钢筋10以便现浇横系梁;

[0067] S1.3、制作连接构件4,过程如下:用10mm厚的钢板焊接制作好槽形钢板7,槽形钢板7的长度为40cm,并在槽形钢板内侧以15cm的间隔均匀垂直焊接栓钉8,栓钉8的长度为7cm;

[0068] S1.4、将制作好的连接构件4卧式放置在拱片单元设计好的连接处,调整纵向预留钢筋6的位置;

[0069] S1.5、在槽形钢板7中间位置处立模,将模板和钢板上孔洞封住后,现浇超高性能混凝土,并进行养护等措施,完成拱片单元预制。

[0070] S2、现场设置临时支撑,将拱片运输至现场,采用动滑轮,多点起吊的方式,将拱片吊起翻转,吊装至设计位置;

[0071] S3、调整拱片各单元位置,利用槽形钢板对齐,节段间梁单元槽形钢板间预留距离为0.2m;

[0072] S4、采用连接钢筋11将两片拱片单元连接处的连接构件4预制超高性能混凝土部分12中伸出的纵向预留钢筋6焊接连为一体；

[0073] S5、浇注连接构件4、横系梁和拱座17处超高性能混凝土，将拱片连接为一体；

[0074] S6、通过上弦杆预留剪力钢筋9现浇桥面板，形成强度后，安装挂梁，进行桥面铺装和附属设施结构施工，拆除临时支架，超高性能混凝土桁架拱桥成桥。

[0075] 本发明的超高性能混凝土桁架拱片桥梁除在超高性能混凝土拌制、养护工艺及设备方面与普通混凝土有较大不同外，其它可利用现有预制混凝土桥梁的施工设备与工艺，无需增加新的设备，也无需对施工人员进行新的技能培训，施工方法简便、快捷，在工期保证、提高施工效率方面具有重要意义。

[0076] 以上结合附图详细描述了本发明的优选实施方式，但是，本发明并不限于此。在本发明的技术构思范围内，可以对本发明的技术方案进行多种简单变型，包括各个具体技术特征以任何合适的方式进行组合。为了避免不必要的重复，本发明对各种可能的组合方式不再另行说明。但这些简单变型和组合同样应当视为本发明所公开的内容，均属于本发明的保护范围。

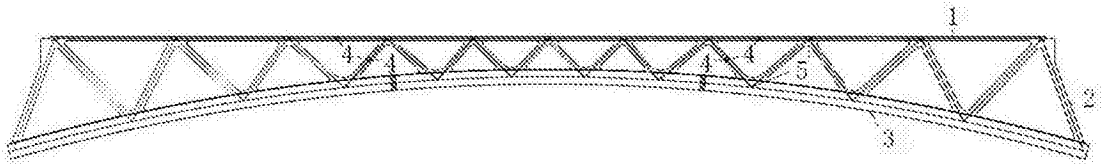


图1

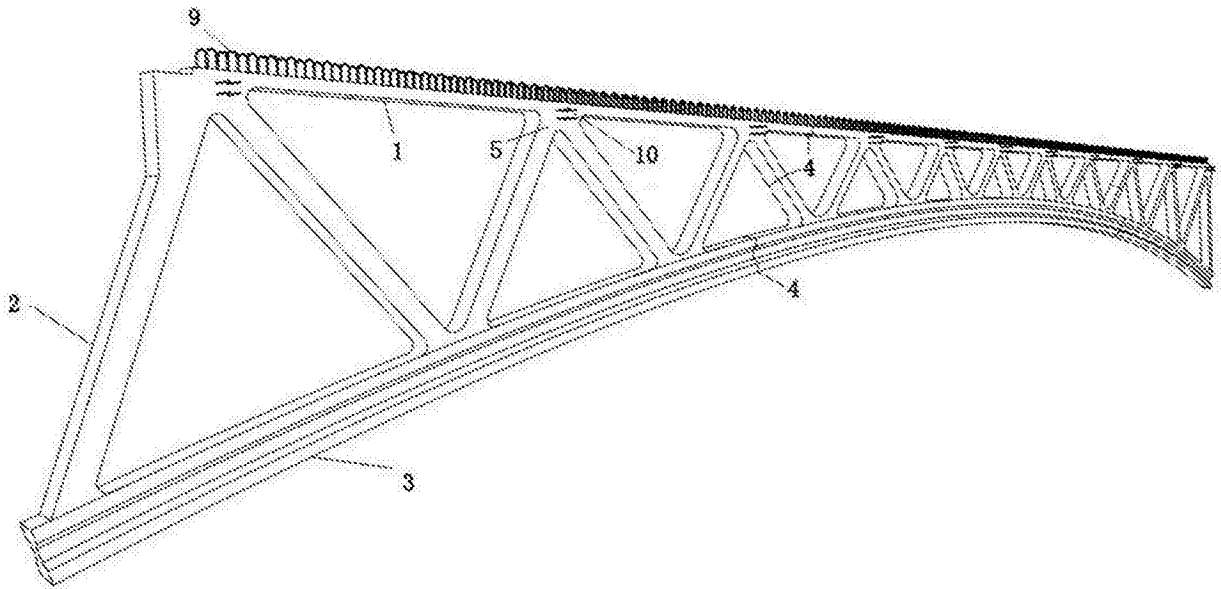


图2

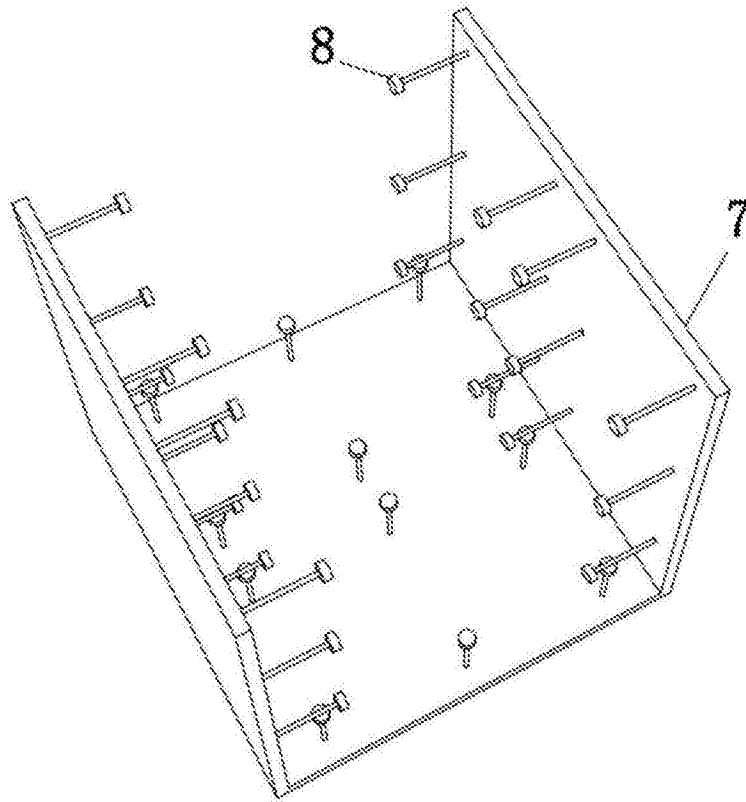


图3

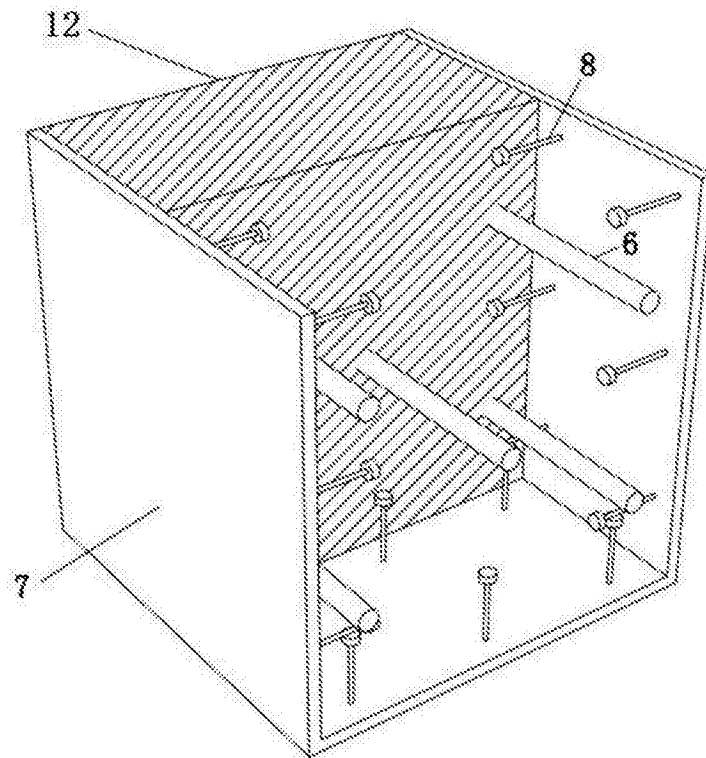


图4

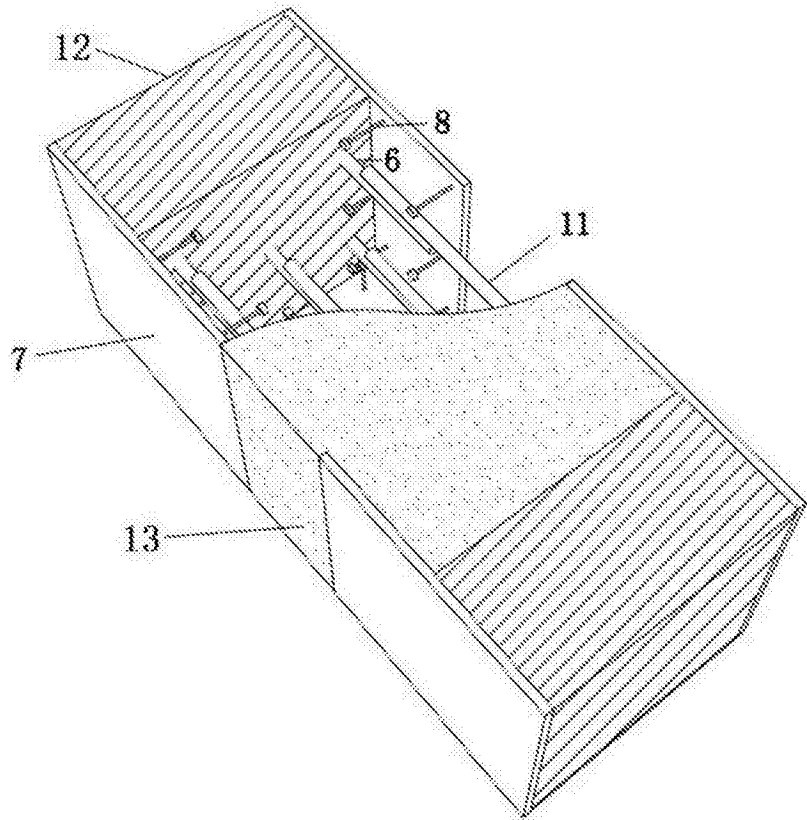


图5

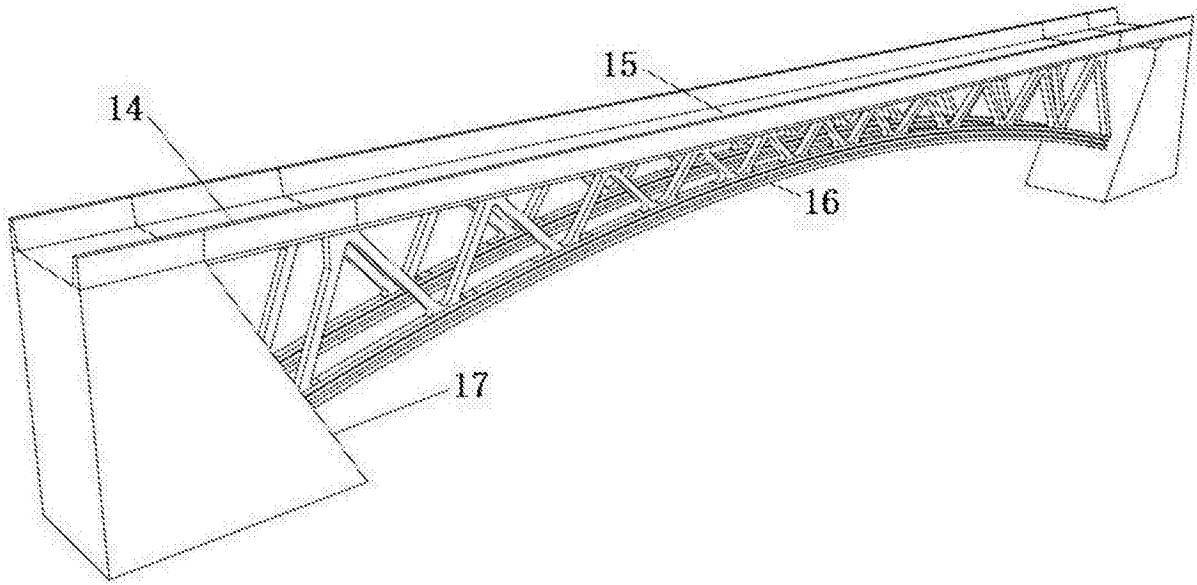


图6