(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 112627011 A
(43)申请公布日 2021.04.09

(21)申请号 202011582454.6

(22)申请日 2020.12.28

(71)申请人 中冶建筑研究总院有限公司
地址 100088 北京市海淀区西土城路33号
申请人 中国京冶工程技术有限公司

(72)发明人 丁一 杨华侨 李博言 黄宇刚

(74)专利代理机构 北京慕达星云知识产权代理事务所(特殊普通合伙) 11465
代理人 姜海荣

(51)Int.Cl.
E01D 19/00(2006.01)
E01D 19/16(2006.01)
E01D 19/14(2006.01)
E01D 4/00(2006.01)

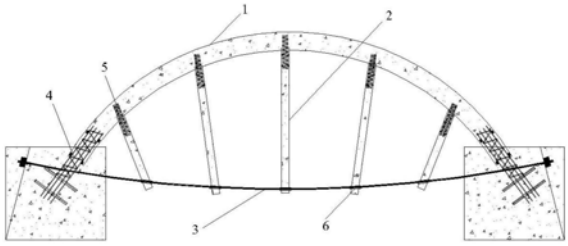
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54)发明名称

一种优化后的FRP索拱结构

(57)摘要

本发明公开了一种优化后的FRP索拱结构，FRP曲拱管的两端通过拱脚锚固系统与基础本体连接;FRP曲拱管内部灌装有海水海砂再生混凝土;FRP预应力拉索连接在基础本体之间;FRP支撑管均匀分布在FRP曲拱管和FRP预应力拉索之间;FRP支撑管内部灌装有海水海砂再生混凝土;FRP支撑管一端通过拉索连接系统与FRP预应力拉索连接，另一端通过支撑连接系统与FRP曲拱管连接。本发明通过采用拱脚锚固系统、支撑连接系统较好地解决了各脆性且不可焊接构件之间的连接，并使得节点具有一定的转动延性，缓解了局部应力集中，减轻或避免了节点脆性破坏。



CN 112627011 A

1.一种优化后的FRP索拱结构,其特征在于,包括:

FRP曲拱管(1);所述FRP曲拱管(1)的两端通过拱脚锚固系统(4)与基础本体(7)连接;所述FRP曲拱管(1)内部灌装有海水海砂再生混凝土;

FRP预应力拉索(3);所述FRP预应力拉索(3)连接在所述基础本体(7)之间,且位于所述FRP曲拱管(1)下方;

FRP支撑管(2);所述FRP支撑管(2)的数量为多个,且均匀分布在所述FRP曲拱管(1)和所述FRP预应力拉索(3)之间;所述FRP支撑管(2)内部灌装有海水海砂再生混凝土;所述FRP支撑管(2)一端通过拉索连接系统(6)与所述FRP预应力拉索(3)连接,另一端通过支撑连接系统(5)与所述FRP曲拱管(1)连接。

2.根据权利要求1所述的一种优化后的FRP索拱结构,其特征在于,所述拱脚锚固系统(4)包括:第一FRP筋条(41)、第一FRP箍筋(42)、FRP板(44)和FRP栓(45);所述第一FRP筋条(41)的数量为多根,多根所述第一FRP筋条(41)平行布置,且一部分插入所述FRP曲拱管(1)中的海水海砂再生混凝土内,另一部分插入所述基础本体(7)中;所述第一FRP箍筋(42)环绕箍紧在多根所述第一FRP筋条(41)外侧;所述FRP板(44)的数量为多块,且相互平行固定在所述基础本体(7)内部,所述第一FRP筋条(41)穿过所述FRP板(44),且与其垂直布置;所述FRP栓(45)与所述第一FRP筋条(41)的端头螺纹紧固连接,且与靠近所述第一FRP筋条(41)端头的所述FRP板(44)的外侧顶紧。

3.根据权利要求2所述的一种优化后的FRP索拱结构,其特征在于,所述FRP曲拱管(1)内壁与所述第一FRP筋条(41)之间垫设有多块第一垫块(43)。

4.根据权利要求2或3所述的一种优化后的FRP索拱结构,其特征在于,所述第一FRP箍筋(42)一部分位于所述FRP曲拱管(1)内部,另一部分位于所述基础本体(7)内部。

5.根据权利要求4所述的一种优化后的FRP索拱结构,其特征在于,所述支撑连接系统(5)包括第二FRP筋条(51)和第二FRP箍筋(52);所述第二FRP筋条(51)的数量为多根,多根所述第二FRP筋条(51)平行布置,且一部分插入所述FRP支撑管(2)中的海水海砂再生混凝土内,另一部分插入所述FRP曲拱管(1)中;所述第二FRP箍筋(52)环绕箍紧在多根所述第二FRP筋条(51)外侧,所述第二FRP箍筋(52)一部分位于所述FRP支撑管(2)内部,另一部分位于所述FRP曲拱管(1)内部。

6.根据权利要求5所述的一种优化后的FRP索拱结构,其特征在于,所述FRP支撑管(2)内壁与所述第二FRP筋条(51)之间垫设有多块第二垫块(53)。

7.根据权利要求6所述的一种优化后的FRP索拱结构,其特征在于,多根所述第一FRP筋条(41)和多根所述第二FRP筋条(51)均围绕布置,形成横截面为圆形的结构;所述第一FRP箍筋(42)和所述第二FRP箍筋(43)均为螺旋结构。

8.根据权利要求1所述的一种优化后的FRP索拱结构,其特征在于,所述拉索连接系统包括径向固定在所述FRP支撑管(2)内部的钢套管(61),所述钢套管(61)的两端穿出所述FRP支撑管(2)的外部;所述FRP预应力拉索(3)穿设在所述钢套管(61)内,且与所述钢套管(61)的内壁通过粘接胶连接。

9.根据权利要求1所述的一种优化后的FRP索拱结构,其特征在于,所述FRP曲拱管(1)和所述FRP支撑管(2)的横截面为圆形或矩形。

10.根据权利要求1所述的一种优化后的FRP索拱结构,其特征在于,所述基础本体(7)

为海水海砂再生混凝土。

一种优化后的FRP索拱结构

技术领域

[0001] 本发明涉及土木工程技术领域，更具体的说是涉及一种优化后的FRP索拱结构。

背景技术

[0002] 拱桥作为传统桥型的一种，具有跨越能力强、构造简单、受力明确、外形美观等优点，一直受到工程行业的青睐。但拱桥也有其自身缺陷，如自重较大、对地基条件要求高、施工工序复杂等。

[0003] 随着设计施工技术的发展，作为拱桥主要受力构件的曲拱，其材料在传统圬工拱桥的基础上得到了改良，涌现出不少新的曲拱形式，例如钢拱桥、钢筋混凝土拱桥、钢管混凝土组合拱桥、型钢混凝土组合拱桥等，进一步提升了拱桥的跨越能力和地形适应能力。

[0004] FRP材料具有自重轻、强度高、耐久性好、可加工性好的特点，近20年来被广泛地应用于土木工程各个领域，尤其在海洋工程领域，FRP优异的耐腐蚀性能使其备受青睐，将FRP管、FRP筋等复材制品形式应用于海洋工程已经成为研究和应用的热点。

[0005] FRP管混凝土组合埋置式拱桥是一种上承式结构，其主要的受力构件为FRP管混凝土曲拱，由核心混凝土和外裹FRP管组成。FRP管壁对其内部填充混凝土的约束作用使混凝土处于三向受压状态，减小了混凝土受压时的纵向开裂，提高了抗压强度，内部的混凝土又可以有效地防止FRP管发生局部屈曲，增强FRP管的几何稳定性，提高了整体刚度。FRP管混凝土曲拱以受压为主，可充分发挥两种材料的优势，避免不足，从而使组合曲拱的承载力远大于组成曲拱的核心混凝土和外裹FRP管承载力之和，提高了桥梁的跨越能力。在海洋工程中，以海水海砂再生混凝土替代普通混凝土可实现就地取材，节约材料成本等，因此用FRP曲管约束海水海砂再生混凝土在海洋工程有大量应用的价值。

[0006] 为了进一步提升拱桥的跨越能力和地形适应能力，采用FRP预应力拉索将拱体两端拉住，拉索与拱体之间设置FRP撑杆支撑。

[0007] FRP曲管约束海水海砂再生混凝土组合埋置式拱桥在竖向荷载的作用下，曲拱以受压为主，拱脚处不仅产生竖向反力，还将产生水平推力，因此曲拱与基础的连接处是受力的关键点。另一方面，FRP撑杆与拱体之间的连接也是一个关键问题，已有的此类结构中多采用FRP撑杆与拱体FRP管粘接或者刚性连接，所以两者容易脱落或者由于太刚而限制了节点的转动进而在受力下容易应力集中而破坏。

[0008] 因此，如何提供一种防止破坏的FRP索拱结构，满足型材梁不同情况下的需要，是本领域技术人员亟需解决的问题。

发明内容

[0009] 有鉴于此，本发明提供了，旨在解决上述技术问题。

[0010] 为了实现上述目的，本发明采用如下技术方案：

[0011] 一种优化后的FRP索拱结构，包括：

[0012] FRP曲拱管；所述FRP曲拱管的两端通过拱脚锚固系统与基础本体连接；所述FRP曲

拱管内部灌装有海水海砂再生混凝土；

[0013] FRP预应力拉索；所述FRP预应力拉索连接在所述基础本体之间，且位于所述FRP曲拱管下方；

[0014] FRP支撑管；所述FRP支撑管的数量为多个，且均匀分布在所述FRP曲拱管和所述FRP预应力拉索之间；所述FRP支撑管内部灌装有海水海砂再生混凝土；所述FRP支撑管一端通过拉索连接系统与所述FRP预应力拉索连接，另一端通过支撑连接系统与所述FRP曲拱管连接。

[0015] 通过上述技术方案，本发明通过采用拱脚锚固系统、支撑连接系统较好地解决了各脆性且不可焊接构件之间的连接，并使得节点具有一定的转动延性，缓解了局部应力集中，减轻或避免了节点脆性破坏。

[0016] 优选的，在上述一种优化后的FRP索拱结构中，所述拱脚锚固系统包括：第一FRP筋条、第一FRP箍筋、FRP板和FRP栓；所述第一FRP筋条的数量为多根，多根所述第一FRP筋条平行布置，且一部分插入所述FRP曲拱管中的海水海砂再生混凝土内，另一部分插入所述基础本体中；所述第一FRP箍筋环绕箍紧在多根所述第一FRP筋条外侧；所述FRP板的数量为多块，且相互平行固定在所述基础本体内部，所述第一FRP筋条穿过所述FRP板，且与其垂直布置；所述FRP栓与所述第一FRP筋条的端头螺纹紧固连接，且与靠近所述第一FRP筋条端头的所述FRP板的外侧顶紧。第一FRP筋条伸入基础本体的端部，布置有多块FRP板以增大FRP曲拱管与基础本体的连接，最外侧的FRP板布置有限位的FRP栓以防止第一FRP筋条从FRP板中拔出；增强了FRP曲拱管与基础本体的锚固性能，可有效抵抗拱脚处的各种内力，提高了二者的连接性能。

[0017] 优选的，在上述一种优化后的FRP索拱结构中，所述FRP曲拱管内壁与所述第一FRP筋条之间垫设有多块第一垫块。能够保证FRP曲拱管内的混凝土保护层的厚度，避免第一FRP筋条直接接触FRP曲拱管。

[0018] 优选的，在上述一种优化后的FRP索拱结构中，所述FRP板的数量为两块。利用合理的数量布置能够提高结构的稳定性并有利于节省材料。

[0019] 优选的，在上述一种优化后的FRP索拱结构中，所述第一FRP箍筋一部分位于所述FRP曲拱管内部，另一部分位于所述基础本体内部。能够进一步提高第一FRP筋条的结构稳定性。

[0020] 优选的，在上述一种优化后的FRP索拱结构中，所述支撑连接系统包括第二FRP筋条和第二FRP箍筋；所述第二FRP筋条的数量为多根，多根所述第二FRP筋条平行布置，且一部分插入所述FRP支撑管中的海水海砂再生混凝土内，另一部分插入所述FRP曲拱管中；所述第二FRP箍筋环绕箍紧在多根所述第二FRP筋条外侧，所述第二FRP箍筋一部分位于所述FRP支撑管内部，另一部分位于所述FRP曲拱管内部。第二FRP筋条伸入FRP曲拱管的端部，增强了FRP曲拱管与FRP支撑管的连接性能，使得节点具有一定的转动延性，缓解了局部应力集中，减轻或避免了节点脆性破坏。

[0021] 优选的，在上述一种优化后的FRP索拱结构中，所述FRP支撑管内壁与所述第二FRP筋条之间垫设有多块第二垫块。能够保证FRP曲拱管内的混凝土保护层的厚度，避免第一FRP筋条直接接触FRP曲拱管。

[0022] 优选的，在上述一种优化后的FRP索拱结构中，多根所述第一FRP筋条和多根所述

第二FRP筋条均围绕布置，形成横截面为圆形的结构。增强了第一FRP筋条的结构稳定性。

[0023] 优选的，在上述一种优化后的FRP索拱结构中，所述拉索连接系统包括径向固定在所述FRP支撑管内部的钢套管，所述钢套管的两端穿出所述FRP支撑管的外部；所述FRP预应力拉索穿设在所述钢套管内，且与所述钢套管的内壁通过粘接胶连接。能够提高与FRP预应力拉索连接的稳定性。

[0024] 优选的，在上述一种优化后的FRP索拱结构中，所述FRP曲拱管和所述FRP支撑管的横截面为圆形或矩形。能够扩大应用范围。

[0025] 优选的，在上述一种优化后的FRP索拱结构中，所述基础本体为海水海砂再生混凝土。以海水海砂再生混凝土替代普通混凝土可实现就地取材，节约材料成本，也可以为其它能够满足使用要求的混凝土，并不局限。

[0026] 优选的，在上述一种优化后的FRP索拱结构中，所述第一FRP箍筋和所述第二FRP箍筋均为螺旋结构。能够很好地起到箍筋作用。

[0027] 优选的，在上述一种优化后的FRP索拱结构中，所述FRP预应力拉索两端通过FRP螺栓与基础本体内固定的固定板连接。

[0028] 经由上述的技术方案可知，与现有技术相比，本发明公开提供了一种优化后的FRP索拱结构，通过采用拱脚锚固系统、支撑连接系统较好地解决了各脆性且不可焊接构件之间的连接，并使得节点具有一定的转动延性，缓解了局部应力集中，减轻或避免了节点脆性破坏。

附图说明

[0029] 为了更清楚地说明本发明实施例或现有技术中的技术方案，下面将对实施例或现有技术描述中所需要使用的附图作简单地介绍，显而易见地，下面描述中的附图仅仅是本发明的实施例，对于本领域普通技术人员来讲，在不付出创造性劳动的前提下，还可以根据提供的附图获得其他的附图。

[0030] 图1附图为本发明提供的优化后的FRP索拱结构的示意图；

[0031] 图2附图为本发明提供的拱脚锚固系统的示意图；

[0032] 图3附图为本发明提供的支撑连接系统的示意图；

[0033] 图4附图为本发明提供的拉索连接系统的示意图。

[0034] 其中：

[0035] 1-FRP曲拱管；

[0036] 2-FRP支撑管；

[0037] 3-FRP预应力拉索；

[0038] 4-拱脚锚固系统；

[0039] 41-第一FRP筋条；

[0040] 42-第一FRP箍筋；

[0041] 43-第一垫块；

[0042] 44-FRP板；

[0043] 45-FRP栓；

[0044] 5-支撑连接系统；

[0045] 51-第二FRP筋条；

[0046] 52-第二FRP箍筋；

[0047] 53-第二垫块；

[0048] 6-拉索连接系统；

[0049] 61-钢套管；

[0050] 62-粘结胶；

[0051] 7-基础本体。

具体实施方式

[0052] 下面将结合本发明实施例中的附图，对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述，显然，所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例，而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例，本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例，都属于本发明保护的范围。

[0053] 参见附图1至附图4，本发明实施例公开了一种一种优化后的FRP索拱结构，包括：

[0054] FRP曲拱管1；FRP曲拱管1的两端通过拱脚锚固系统4与基础本体7连接；FRP曲拱管1内部灌装有海水海砂再生混凝土；

[0055] FRP预应力拉索3；FRP预应力拉索3连接在基础本体7之间，且位于FRP曲拱管1下方；

[0056] FRP支撑管2；FRP支撑管2的数量为多个，且均匀分布在FRP曲拱管1和FRP预应力拉索3之间；FRP支撑管2内部灌装有海水海砂再生混凝土；FRP支撑管2一端通过拉索连接系统6与FRP预应力拉索3连接，另一端通过支撑连接系统5与FRP曲拱管1连接。

[0057] 为了进一步优化上述技术方案，拱脚锚固系统4包括：第一FRP筋条41、第一FRP箍筋42、FRP板44和FRP栓45；第一FRP筋条41的数量为多根，多根第一FRP筋条41平行布置，且一部分插入FRP曲拱管1中的海水海砂再生混凝土内，另一部分插入基础本体7中；第一FRP箍筋42环绕箍紧在多根第一FRP筋条41外侧；FRP板44的数量为多块，且相互平行固定在基础本体7内部，第一FRP筋条41穿过FRP板44，且与其垂直布置；FRP栓45与第一FRP筋条41的端头螺纹紧固连接，且与靠近第一FRP筋条41端头的FRP板44的外侧顶紧。

[0058] 为了进一步优化上述技术方案，FRP曲拱管1内壁与第一FRP筋条41之间垫设有多块第一垫块43。

[0059] 为了进一步优化上述技术方案，第一FRP箍筋42一部分位于FRP曲拱管1内部，另一部分位于基础本体7内部。

[0060] 为了进一步优化上述技术方案，支撑连接系统5包括第二FRP筋条51和第二FRP箍筋52；第二FRP筋条51的数量为多根，多根第二FRP筋条51平行布置，且一部分插入FRP支撑管2中的海水海砂再生混凝土内，另一部分插入FRP曲拱管1中；第二FRP箍筋52环绕箍紧在多根第二FRP筋条51外侧，第二FRP箍筋52一部分位于FRP支撑管2内部，另一部分位于FRP曲拱管1内部。

[0061] 为了进一步优化上述技术方案，FRP支撑管2内壁与第二FRP筋条51之间垫设有多块第二垫块53。

[0062] 为了进一步优化上述技术方案，多根第一FRP筋条41和多根第二FRP筋条51均围绕

布置，形成横截面为圆形的结构；第一FRP箍筋42和第二FRP箍筋43均为螺旋结构。

[0063] 为了进一步优化上述技术方案，拉索连接系统包括径向固定在FRP支撑管2内部的钢套管61，钢套管61的两端穿出FRP支撑管2的外部；FRP预应力拉索3穿设在钢套管61内，且与钢套管61的内壁通过粘接胶连接。

[0064] 为了进一步优化上述技术方案，FRP曲拱管1和FRP支撑管2的横截面为圆形或矩形。

[0065] 为了进一步优化上述技术方案，基础本体7为海水海砂再生混凝土。

[0066] 本发明的结构连接原理为：

[0067] 本发明中优化后的拱脚锚固系统4通过端部带有多块FRP板44的第一FRP筋条41和第一FRP箍筋42将FRP曲拱管1的拱脚与基础本体7进行连接，增强了FRP曲拱管1与基础本体7的锚固性能，可有效抵抗拱脚处的各种内力，提高了二者的连接性能；本发明中优化后的支撑连接系统通过第二FRP筋条51和第二FRP箍筋52将FRP支撑管2与FRP曲拱管1进行连接，增强了二者的连接性能，且使得节点有适当的转动延性，释放了局部的应力集中，减轻或避免了节点破坏。

[0068] 本实施例的FRP曲拱管1、FRP支撑管2、FRP预应力拉索3、FRP筋条、FRP箍筋、垫块等可在工厂或现场预制组装，使用时直接安装，缩短施工周期。

[0069] 本实施例灵活多变，可适用于圆形、方形等各种形状的组合曲拱。

[0070] 本说明书中各个实施例采用递进的方式描述，每个实施例重点说明的都是与其他实施例的不同之处，各个实施例之间相同相似部分互相参见即可。对于实施例公开的装置而言，由于其与实施例公开的方法相对应，所以描述的比较简单，相关之处参见方法部分说明即可。

[0071] 对所公开的实施例的上述说明，使本领域专业技术人员能够实现或使用本发明。对这些实施例的多种修改对本领域的专业技术人员来说将是显而易见的，本文中所定义的一般原理可以在不脱离本发明的精神或范围的情况下，在其它实施例中实现。因此，本发明将不会被限制于本文所示的这些实施例，而是要符合与本文所公开的原理和新颖特点相一致的最宽的范围。

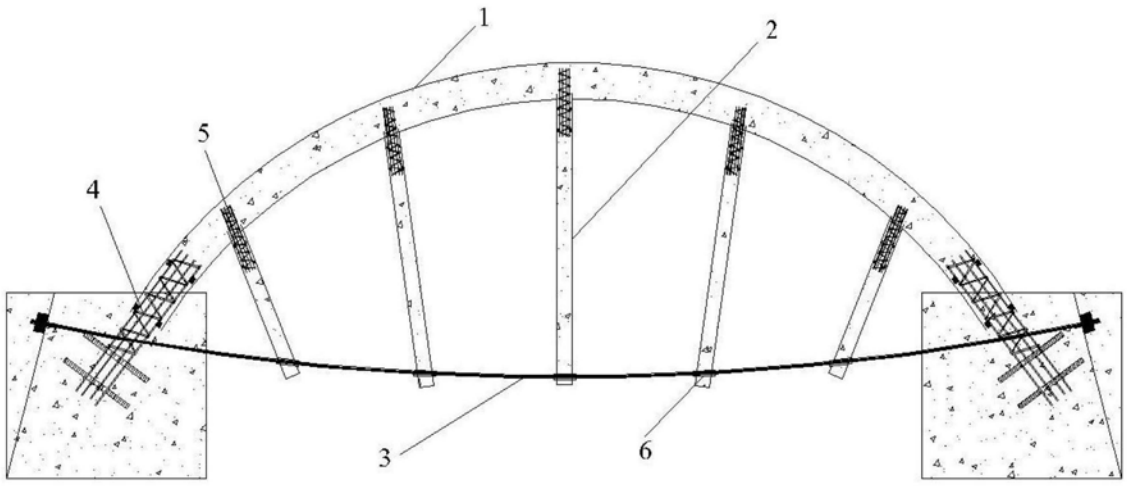


图1

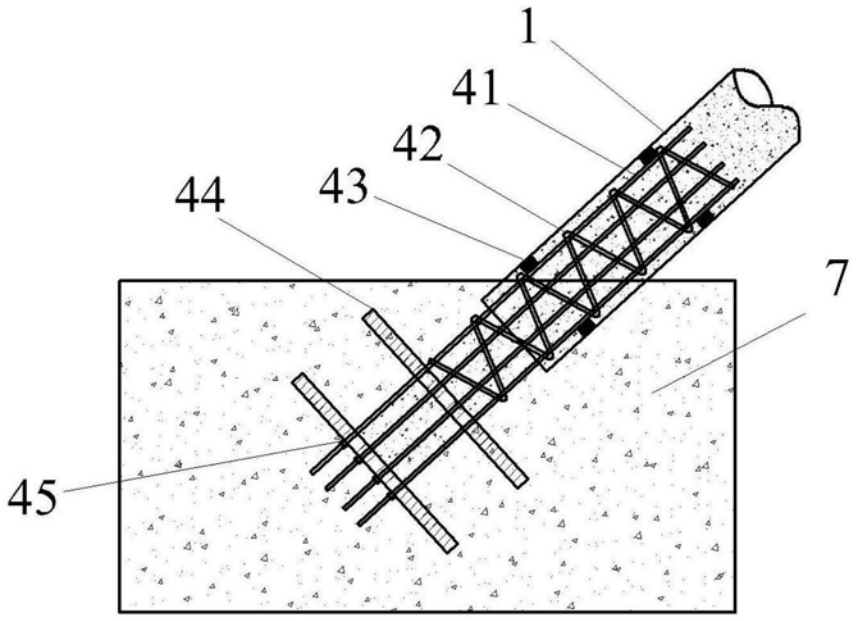


图2

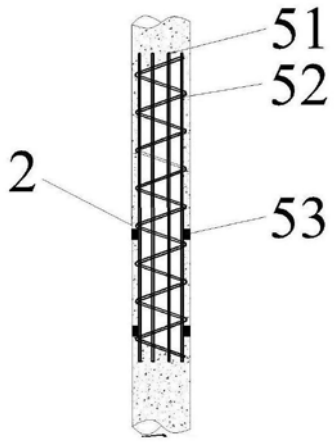


图3

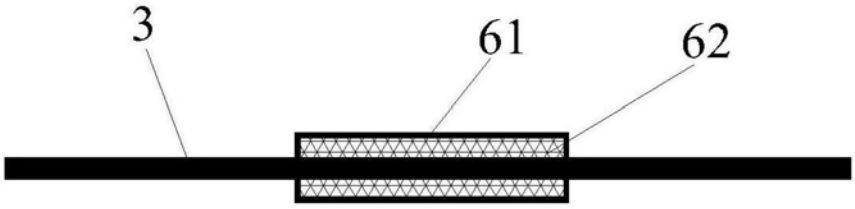


图4