



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 109653249 A

(43)申请公布日 2019.04.19

(21)申请号 201811319587.7

(22)申请日 2018.11.07

(71)申请人 浙江大学

地址 310027 浙江省杭州市西湖区浙大路
38号

(72)发明人 项贻强 白兵

(74)专利代理机构 杭州求是专利事务有限公
司 33200

代理人 忻明年

(51) Int. Cl.

E02D 29/067(2006.01)

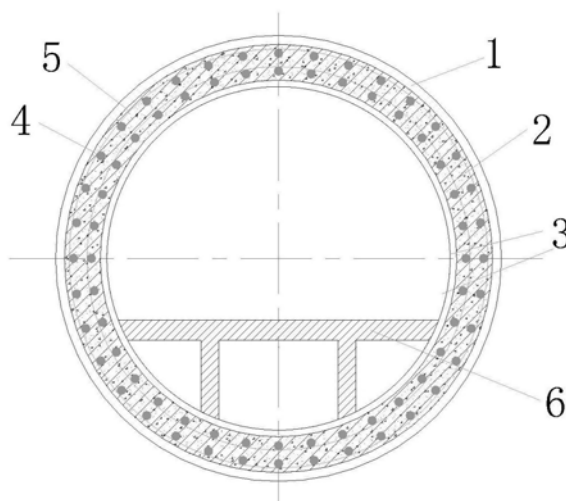
权利要求书2页 说明书5页 附图3页

(54)发明名称

一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构

(57)摘要

本发明公开了一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构。本发明管体壁截面为三明治结构,在悬浮隧道管道内侧用钢波纹板,外侧用不锈钢板,中间用微膨胀的高性能钢筋混凝土进行浇筑,形成一个组合截面体。外侧不锈钢板用辊压成型焊接的方式进行管段拼接;中间层为预制浇筑的微膨胀的高性能钢筋混凝土;内侧采用具有较大的径向抗弯刚度的钢波纹板,施工时可作为浇筑混凝土的内模板,同时可结合中间夹层混凝土的灌注进程逐段搭接加长、方便施工,且该钢波纹板参与管道整体受力。本发明具有整体刚度大、抗裂性和抗渗防火及抗冲击性能好、施工方便、结构可靠,降低深水管施工风险及工程造价,是一种未来悬浮隧道合理的组合结构截面型式。



1. 一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构,其特征在于整体截面为圆筒形,管体壁的截面为三明治结构;悬浮隧道管道内侧用钢波纹管,外侧用不锈钢板,中间为微膨胀的高性能钢筋混凝土层(2),形成一个组合截面体;

外侧不锈钢板(1)用辊压成型焊接的方式进行管段拼接,作为预制浇筑管段混凝土层(2)的外模板,使得成型时不锈钢板(1)能够与组合截面体共同受力;内侧采用具有较大的径向抗弯刚度的钢波纹管(3),施工时可作为浇筑混凝土层(2)的内模板,同时可结合中间夹层混凝土的灌注进程逐段搭接加长、方便施工;

钢波纹管(3)内设置有行车道板和箱室6。

2. 根据权利要求1所述的一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构,其特征在於:

所述的钢波纹管采用具有防撞和防火的作用的钢材制作而成,钢波纹管(3)依据管段的分段情况,通过预留的螺栓孔与搭接处进行分段连接,为加强连接段的连接强度,在搭接处进一步施焊连接。

3. 根据权利要求2所述的一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构,其特征在於:

所述的分段浇筑混凝土层(2)实现如下:先安装连接钢筋笼片,再浇筑混凝土,且混凝土采用微膨胀混凝土,混凝土由下而上进行浇筑,每段混凝土的浇筑分为两部分,即混凝土管壁上浇筑层(9)和混凝土管壁下浇筑层(8);

所述的钢筋笼片包括纵筋(4)和径向箍筋(5),纵筋绑扎在径向箍筋上;为防止混凝土浇筑过程由于水化热而引起的开裂,在浇筑过程中预先将骨料冰冻降温处理,再拌入混凝土中;

分段浇筑的混凝土外侧应预留有钢筋搭接处,该搭接处预留有接头钢筋,用于对下一分段管节钢筋笼片的拼接;

分段管体混凝土待浇筑的混凝土初凝后终凝前,应拆除浇筑混凝土临时封闭的材料,接长钢筋笼片,搭接延长内侧钢波纹管、并进行下一混凝土浇筑段的临时封闭处理和浇筑微膨胀的高性能混凝土。

4. 根据权利要求3所述的一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构,其特征在於:

纵筋(4)采用滚压直螺纹机械连接的方法进行接长,并按照施工规范进行施工。

5. 根据权利要求4所述的一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构的施工方法,具体步骤实现如下:

步骤1、外侧不锈钢板的施工:

1-1、根据行车道板和箱室(6)的布置要求以及悬浮隧道设置的水深,计算悬浮隧道布置位置的水压及荷载,从而设计悬浮隧道相应管段的直径,直径包括内径、外径尺寸和混凝土层的厚度;

1-2、通过环境调查和耐久性的分析要求,拟定最外层不锈钢板的厚度,同时按照悬浮隧道的拼接要求、加工成型及焊接连接设计每个管段的长度;

1-3、根据设计的内力,在管段环向及纵向配置一定间距的钢筋混凝土的内外层纵筋和环向受力的径向箍筋,并依施工顺序依次绑扎成一段一段的钢筋笼片,并根据钢筋构造连

接要求留出连接的接头钢筋长度；

步骤2、钢筋笼的施工：

根据管段预制的刚度及受力要求，设计加工预制用的固定基座，在其上放置加工成型的不锈钢板(1)作为外侧管道，再按构造要求设置定位钢筋或定位装置，并将钢筋笼片依次按施工要求固定并连接成钢筋笼，待安装分段分片加工好的内侧钢波纹管就位后；

步骤3、内侧钢波纹管的安装：

钢波纹管依据管段的分段情况，通过预留的螺栓孔和搭接处进行分段连接，为加强连接段的连接强度，在搭接处进一步施焊连接；

步骤4、混凝土的浇筑：

通过一端封闭的端头与浇筑延伸端局部的临时封闭处理，逐段浇筑微膨胀的高性能混凝土，待浇筑的混凝土初凝后终凝前，拆除临时封闭的材料，接长钢筋笼片，搭接延长内侧钢波纹管、并进行浇筑段的临时封闭处理和浇筑微膨胀的高性能混凝土，依次循环往复延伸至管段预定节长；为防止混凝土浇筑过程由于水化热而引起的开裂，必要时在浇筑过程中预先将骨料冰冻降温处理，再拌入混凝土中；

步骤5、依次将各段管节进行浇筑直至整个管体完成，在管体的两端头局部的密封处理，并预留或设置一些拼接装置，用于相邻两个管体的拼接。

6. 根据权利要求5所述的一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构的施工方法，其特征在于：

所述的分段浇筑混凝土层步骤如下：先安装连接钢筋笼片，再浇筑混凝土，混凝土由下而上进行浇筑，每段混凝土的浇筑分为两部分，即混凝土管壁上浇筑层和混凝土管壁下浇筑层；且所述的钢筋笼片包括纵筋和径向箍筋，纵筋绑扎在径向箍筋上。

一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构

技术领域

[0001] 本发明属于土木工程技术领域,具体涉及一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构及施工方法。

背景技术

[0002] 随着经济的不断发展,人类对于跨越长大深的海峡的愿望越来越强烈。目前,跨越长大海峡的方案主要有悬索桥、沉管隧道,但对于长大而又深的海峡水道,桥梁及沉管隧道方案则面临施工难度大、桥梁跨度限制、造价高和施工风险大等挑战,相比较而言,这时悬浮隧道方案具有预制浮运拼装施工、施工不受水深限制、两岸连接纵坡小、工程单位造价基本不受长深海域或水道影响等优势,被认为是21世纪最具竞争力的跨江海交通结构物之一。

[0003] 考虑到通航要求和水体中波浪对于管体的影响等各种因素,悬浮隧道管体一般位于水面以下30米处。由于悬浮隧道的管体位于水中,普通混凝土隧道管体会受到水中各种侵蚀性物质的侵蚀或浮体的撞击等影响,因而其耐久性、抗渗性和抗冲击性能非常关键。悬浮隧道管体内部是一个相对水体环境封闭的体系,要确保隧道管体的内部和外部具有一定的刚度和良好的防撞、防火及耐久性、抗渗性性能,同时要方便施工,有必要发明一种新型的悬浮隧道管体结构形式及施工方法。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构及施工方法,为悬浮隧道管体的预制提供一种新的方法,提高悬浮隧道的耐久性和抗渗性,保证隧道管体内部的防撞和防火功能。

[0005] 一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构,其整体截面为圆筒形,管体壁的截面为三明治结构;悬浮隧道管道内侧用钢波纹板,外侧用不锈钢板,中间为微膨胀的高性能钢筋混凝土层2,形成一个组合截面体。

[0006] 外侧不锈钢板1用辊压成型焊接的方式进行管段拼接,作为预制浇筑管段混凝土层2的外模板,使得成型时不锈钢板1能够与组合截面体共同受力;内侧采用具有较大的径向抗弯刚度的钢波纹板3,施工时可作为浇筑混凝土层2的内模板,同时可结合中间夹层混凝土的灌注进程逐段搭接加长、方便施工。

[0007] 所述的钢波纹管采用特制的钢材制作而成,具有防撞和防火的作用,钢波纹管3依据管段的分段情况通过预留的螺栓孔通过搭接进行分段连接,为加强连接段的连接强度,必要时可在搭接处进一步施焊连接。

[0008] 所述的分段浇筑混凝土层2实现如下:先安装连接钢筋笼片,再浇筑混凝土,且混凝土采用微膨胀混凝土,混凝土由下而上进行浇筑,每段混凝土的浇筑分为两部分,即混凝土管壁上浇筑层9和混凝土管壁下浇筑层8。

[0009] 所述的钢筋笼片包括纵筋4和径向箍筋5,纵筋绑扎在径向箍筋上。为防止混凝土

浇筑过程由于水化热而引起的开裂,必要时在浇筑过程中,可以预先将骨料冰冻降温处理,再拌入混凝土中。

[0010] 分段浇筑的混凝土外侧应预留有钢筋搭接的接头钢筋,用于对下一分段管节钢筋笼片的拼接。

[0011] 分段管体混凝土待浇筑的混凝土初凝后终凝前,应拆除浇筑混凝土临时封闭的材料,接长钢筋笼片,搭接延长内侧钢波纹管、并进行下一混凝土浇筑段的临时封闭处理和浇筑微膨胀的高性能混凝土。

[0012] 上述纵筋4采用滚压直螺纹机械连接的方法进行接长,并按照施工规范进行施工。

[0013] 所述的钢波纹管3内设置有行车道板和箱室6。

[0014] 一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构的施工方法,具体步骤实现如下:

[0015] 步骤1、根据行车道板和箱室6的布置要求以及悬浮隧道设置的水深,计算悬浮隧道布置位置的水压及荷载,从而设计悬浮隧道相应管段的直径,直径包括内径、外径尺寸和混凝土层的厚度。

[0016] 步骤2、通过环境调查和耐久性的分析要求,拟定最外层不锈钢板的厚度,同时按照悬浮隧道的拼接要求、加工成型及焊接连接设计每个管段的长度。

[0017] 步骤3、根据设计的内力,在管段环向及纵向配置一定间距的钢筋混凝土的内外层纵筋和环向受力的径向箍筋,并依施工顺序依次绑扎成一段一段的钢筋笼片,并根据钢筋构造连接要求留出连接的接头钢筋长度。

[0018] 步骤4、根据管段预制的刚度及受力要求,设计加工预制用的固定基座,在其上放置加工成型的不锈钢板1作为外侧管道,再按构造要求设置定位钢筋或定位装置,并将钢筋笼片依次按施工要求固定并连接成钢筋笼,待安装分段分片加工好的内侧钢波纹管3就位后,通过一端封闭的端头与浇筑延伸端局部的临时封闭处理,逐段浇筑微膨胀的高性能混凝土,待浇筑的混凝土初凝后终凝前,拆除临时封闭的材料,接长钢筋笼片,搭接延长内侧钢波纹管3、并进行浇筑段的临时封闭处理和浇筑微膨胀的高性能混凝土,依次循环往复延伸至管段预定节长。

[0019] 所述的悬浮隧道管体采用分段的方式进行浇筑,先将外侧的不锈钢板1进行焊接,作为混凝土层的外模板,然后在管体内安装波纹管3,作为混凝土层的内模板。

[0020] 所述的不锈钢板1是整体焊接而成的;钢波纹管3采用特制的钢材制作而成,具有防撞和防火的作用,钢波纹管依据管段的分段情况通过预留的螺栓7孔通过搭接进行分段连接,为加强连接段的连接强度,必要时可在搭接处进一步施焊连接。

[0021] 所述的分段浇筑混凝土层步骤如下:先安装连接钢筋笼片,再浇筑混凝土(混凝土采用微膨胀混凝土),混凝土由下而上进行浇筑,每段混凝土的浇筑分为两部分,即混凝土管壁上浇筑层和混凝土管壁下浇筑层。

[0022] 所述的钢筋笼片包括纵筋和径向箍筋,纵筋绑扎在径向箍筋上。为防止混凝土浇筑过程由于水化热而引起的开裂,必要时在浇筑过程中,可以预先将骨料冰冻降温处理,再拌入混凝土中。

[0023] 分段浇筑的混凝土外侧应预留有钢筋搭接的接头钢筋,用于对下一分段管节钢筋笼片的拼接。

[0024] 分段管体混凝土待浇筑的混凝土初凝后终凝前,应拆除浇筑混凝土临时封闭的材料,接长钢筋笼片,搭接延长内侧钢波纹板、并进行下一混凝土浇筑段的临时封闭处理和浇筑微膨胀的高性能混凝土。

[0025] 上述纵筋采用滚压直螺纹机械连接的方法进行接长,并按照施工规范进行施工。

[0026] 依照上述步骤依次将各段管节进行浇筑直至整个管体完成,在管体的两端头局部的密封处理,并预留或设置一些拼接装置,用于相邻两个管体的拼接。

[0027] 本发明有益效果如下:

[0028] 本发明的悬浮隧道的管体结构的截面形式为三明治结构,在悬浮隧道管道内侧用钢波纹板,外侧用不锈钢板,中间用微膨胀的高性能钢筋混凝土进行浇筑,形成一个组合截面体。外侧不锈钢板用辊压成型焊接的方式进行管段拼接,一方面外侧钢板可以作为预制浇筑管段混凝土的外侧模板的一部分,成型时其为组合截面参与结构的共同受力;另一方面不锈钢板可有效抵御海水等侵蚀性物质的腐蚀,提高结构的整体耐久性和抗渗性;中间层为预制浇筑的微膨胀的高性能钢筋混凝土,其可在确保管段耐久性及外围抗冲击性能的前提下,适当减薄不锈钢的厚度,提高结构的整体强度和抗裂性。内侧采用具有较大的径向抗弯刚度的钢波纹板,施工时可作为浇筑混凝土的内模板,同时可结合中间夹层混凝土的灌注进程逐段搭接加长、方便施工,另外,该钢板参与悬浮隧道管道的整体受力。这种管段型式具有整体刚度大、抗裂性和抗渗防火及抗冲击性能好、施工方便、结构可靠,降低深水管道施工风险及工程造价,是一种未来悬浮隧道合理的组合结构截面型式。

附图说明

[0029] 图1为隧道管体的横断面图;

[0030] 图2为隧道管体的纵断面图;

[0031] 图3为隧道混凝土管壁分层浇筑图;

[0032] 图4为钢波纹板拼接局部横断面图;

[0033] 图5为钢波纹板拼接局部纵断面图;

[0034] 图中结构:不锈钢板1,混凝土层2,钢波纹管3,纵筋4,径向箍筋5,行车道板和箱室6,螺栓7,混凝土管壁下浇筑层8,混凝土管壁上浇筑层9。

具体实施方式

[0035] 以下结合附图和具体实施对本发明进行说明。

[0036] 如图1-图5所示,一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构,具体如下:

[0037] 一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构,其整体截面为圆筒形,管体壁的截面为三明治结构;悬浮隧道管道内侧用钢波纹板,外侧用不锈钢板,中间为微膨胀的高性能钢筋混凝土层2,形成一个组合截面体。

[0038] 外侧不锈钢板1用辊压成型焊接的方式进行管段拼接,作为预制浇筑管段混凝土层2的外模板,使得成型时不锈钢板1能够与组合截面体共同受力;内侧采用具有较大的径向抗弯刚度的钢波纹板3,施工时可作为浇筑混凝土层2的内模板,同时可结合中间夹层混凝土的灌注进程逐段搭接加长、方便施工。

[0039] 所述的钢波纹管采用特制的钢材制作而成,具有防撞和防火的作用,钢波纹管3依据管段的分段情况通过预留的螺栓孔通过搭接进行分段连接,为加强连接段的连接强度,必要时可在搭接处进一步施焊连接。

[0040] 所述的分段浇筑混凝土层2实现如下:先安装连接钢筋笼片,再浇筑混凝土,且混凝土采用微膨胀混凝土,混凝土由下而上进行浇筑,每段混凝土的浇筑分为两部分,即混凝土管壁上浇筑层9和混凝土管壁下浇筑层8。

[0041] 所述的钢筋笼片包括纵筋4和径向箍筋5,纵筋绑扎在径向箍筋上。为防止混凝土浇筑过程由于水化热而引起的开裂,必要时在浇筑过程中,可以预先将骨料冰冻降温处理,再拌入混凝土中。

[0042] 分段浇筑的混凝土外侧应预留有钢筋搭接的接头钢筋,用于对下一分段管节钢筋笼片的拼接。

[0043] 分段管体混凝土待浇筑的混凝土初凝后终凝前,应拆除浇筑混凝土临时封闭的材料,接长钢筋笼片,搭接延长内侧钢波纹管、并进行下一混凝土浇筑段的临时封闭处理和浇筑微膨胀的高性能混凝土。

[0044] 上述纵筋4采用滚压直螺纹机械连接的方法进行接长,并按照施工规范进行施工。

[0045] 所述的钢波纹管3内设置有行车道板和箱室6。

[0046] 一种波纹钢板与耐候钢混凝土复合的悬浮隧道管体结构的施工方法,具体步骤实现如下:

[0047] 步骤1、根据行车道板和箱室6的布置要求以及悬浮隧道设置的水深,计算悬浮隧道布置位置的水压及荷载,从而设计悬浮隧道相应管段的直径,直径包括内径、外径尺寸和混凝土层的厚度。

[0048] 步骤2、通过环境调查和耐久性的分析要求,拟定最外层不锈钢板的厚度,同时按照悬浮隧道的拼接要求、加工成型及焊接连接设计每个管段的长度。

[0049] 步骤3、根据设计的内力,在管段环向及纵向配置一定间距的钢筋混凝土的内外层纵筋和环向受力的径向箍筋,并依施工顺序依次绑扎成一段一段的钢筋笼片,并根据钢筋构造连接要求留出连接的接头钢筋长度。

[0050] 步骤4、根据管段预制的刚度及受力要求,设计加工预制用的固定基座,在其上放置加工成型的不锈钢板1作为外侧管道,再按构造要求设置定位钢筋或定位装置,并将钢筋笼片依次按施工要求固定并连接成钢筋笼,待安装分段分片加工好的内侧钢波纹管3就位后,通过一端封闭的端头与浇筑延伸端局部的临时封闭处理,逐段浇筑微膨胀的高性能混凝土,待浇筑的混凝土初凝后终凝前,拆除临时封闭的材料,接长钢筋笼片,搭接延长内侧钢波纹管3、并进行浇筑段的临时封闭处理和浇筑微膨胀的高性能混凝土,依次循环往复延伸至管段预定节长。

[0051] 所述的悬浮隧道管体采用分段的方式进行浇筑,先将外侧的不锈钢板1进行焊接,作为混凝土层的外模板,然后在管体内安装波纹管3,作为混凝土层的内模板。

[0052] 所述的不锈钢板1是整体焊接而成的;钢波纹管3采用特制的钢材制作而成,具有防撞和防火的作用,钢波纹管依据管段的分段情况通过预留的螺栓7孔通过搭接进行分段连接,为加强连接段的连接强度,必要时可在搭接处进一步施焊连接。

[0053] 所述的分段浇筑混凝土层步骤如下:先安装连接钢筋笼片,再浇筑混凝土(混凝土

采用微膨胀混凝土),混凝土由下而上进行浇筑,每段混凝土的浇筑分为两部分,即混凝土管壁上浇筑层和混凝土管壁下浇筑层。

[0054] 所述的钢筋笼片包括纵筋和径向箍筋,纵筋绑扎在径向箍筋上。为防止混凝土浇筑过程由于水化热而引起的开裂,必要时在浇筑过程中,可以预先将骨料冰冻降温处理,再拌入混凝土中。

[0055] 分段浇筑的混凝土外侧应预留有钢筋搭接的接头钢筋,用于对下一分段管节钢筋笼片的拼接。

[0056] 分段管体混凝土待浇筑的混凝土初凝后终凝前,应拆除浇筑混凝土临时封闭的材料,接长钢筋笼片,搭接延长内侧钢波纹板、并进行下一混凝土浇筑段的临时封闭处理和浇筑微膨胀的高性能混凝土。

[0057] 上述纵筋采用滚压直螺纹机械连接的方法进行接长,并按照施工规范进行施工。

[0058] 依照上述步骤依次将各段管节进行浇筑直至整个管体完成,在管体的两端头局部的密封处理,并预留或设置一些拼接装置,用于相邻两个管体的拼接。

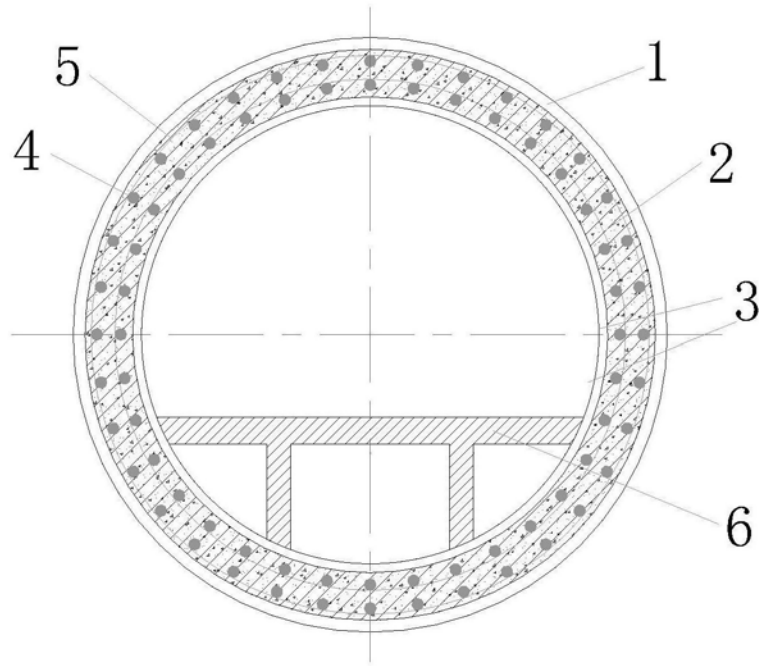


图1

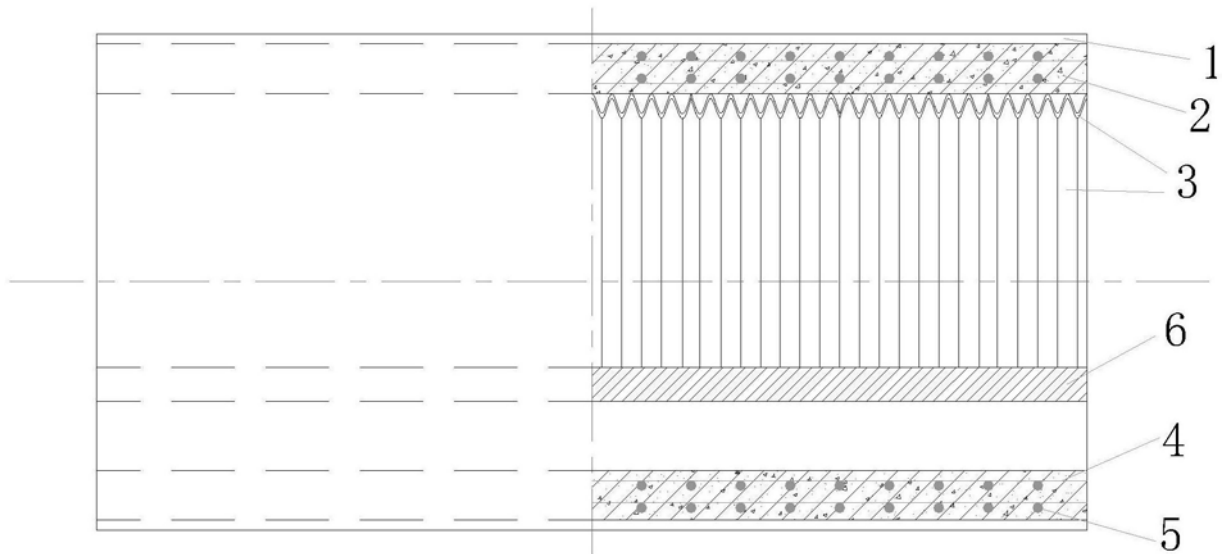


图2

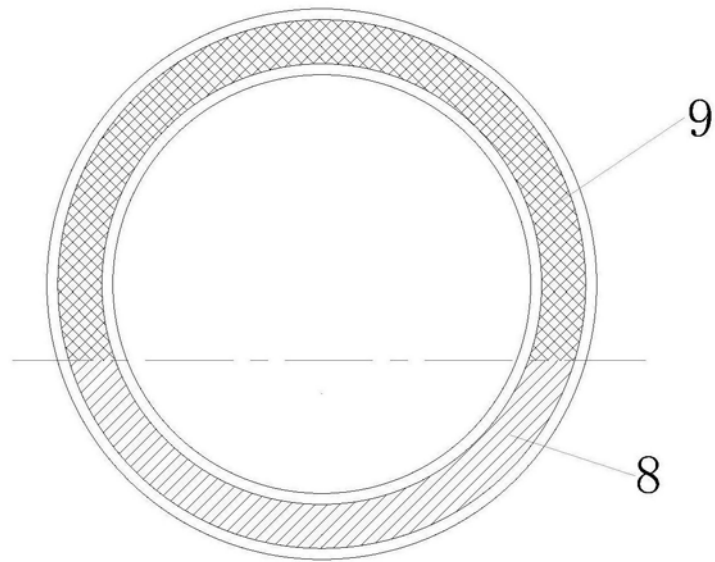


图3

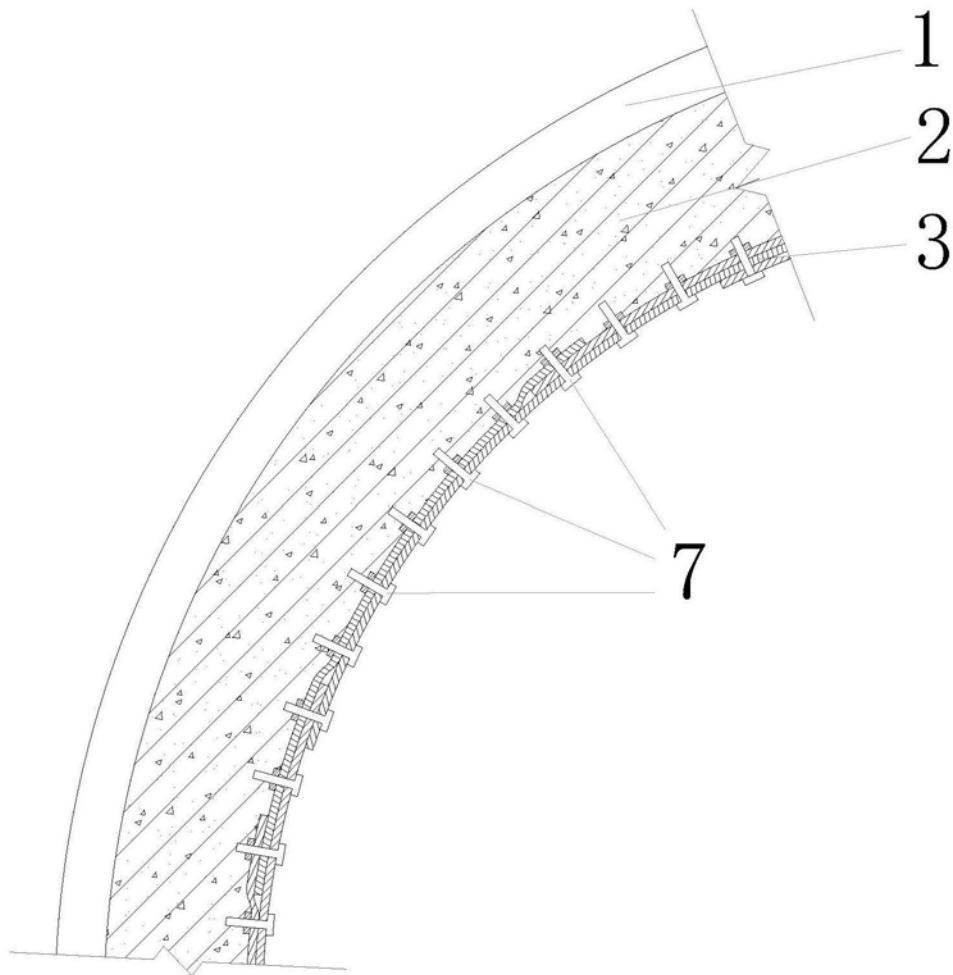


图4

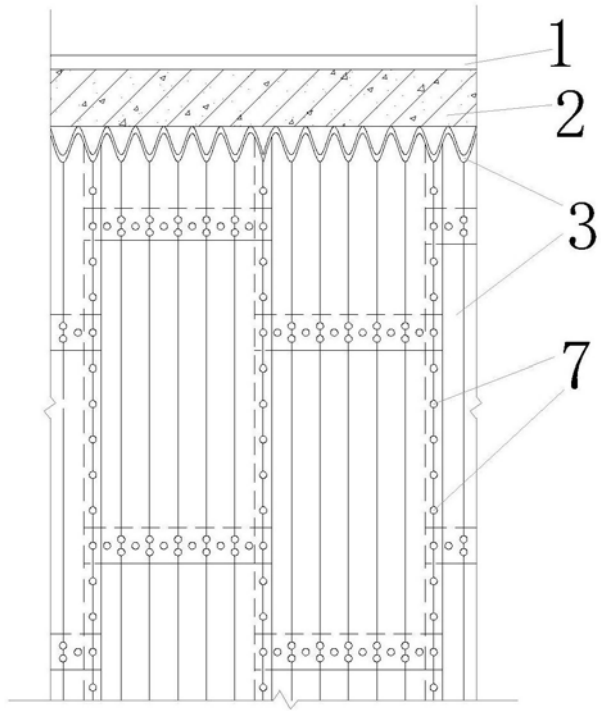


图5