



## (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 112942148 A

(43) 申请公布日 2021.06.11

(21) 申请号 202110177225.4

(22) 申请日 2021.02.07

(71) 申请人 湖北楚天联发路桥养护有限公司

地址 430000 湖北省武汉市硚口区古田四  
路联发九都府6幢20层13号

申请人 湖北楚检科科技有限公司

湖北楚天联发工程试验检测有限公  
司

(72) 发明人 宋振旺 周威 鞠鹏飞 宋振辉

陈俊 熊志刚 宋振浩 余鹏

黄葛胤

(74) 专利代理机构 武汉楚天专利事务所 42113

代理人 雷速

(51) Int.Cl.

E01D 22/00 (2006.01)

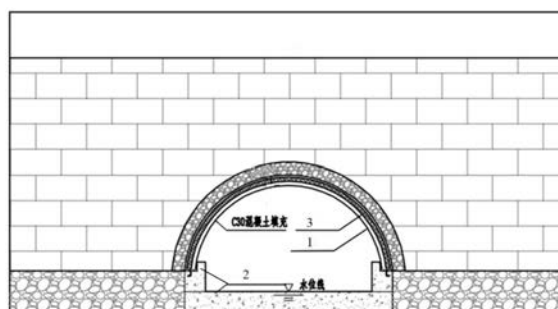
权利要求书2页 说明书5页 附图4页

### (54) 发明名称

一种波纹钢拱形结构加固桥梁的方法

### (57) 摘要

一种波纹钢拱形结构加固桥梁的方法,包括:利用片石混凝土或者沙袋筑墙设置成围堰; (如有需要围堰导流) 基坑开挖; 拱脚部位施工处理; 检查波纹钢板拱底部平整度、水平、标高; 核对土建基准, 确定钢板拱的位置、中心轴线、中点; 由下向上顺次拼装波纹钢板; 用专用密封胶或环氧树脂砂浆封填波纹钢板拱外圈搭接处; 在主拱圈另一侧通过卷扬机或手拉葫芦对拼装完成的钢板拱往拱底拉拽就位; 采用泵送混凝土形式对拱上空隙进行填充, 有效实现了修复危旧桥梁的目的, 解决了目前波纹钢板修复拱形桥梁施工过程中空间不足, 难于安装、难于定位、施工效率低的问题, 实现了现场不断交通, 能快速施工, 减少投入, 降低造价, 缩短工期, 且可保障施工过程中道路的正常运营基本不受影响; 具备良好的结构强度和防水性能且占用桥拱净空高度小。



1. 一种波纹钢拱形结构加固桥梁的方法,其特征在于:包括如下步骤:

步骤一:围堰;利用片石混凝土或者沙袋筑墙设置成围堰及导流墙,解决有水或水流过急而无法施工的问题。根据水位水深确定围堰基础,夯实围堰基础后开始筑堰,筑堰应保证堰墙内外水压差,保证围堰的牢固;

步骤二:基坑开挖;钢波纹板与拱脚连接处应按设计规定的基槽断面进行开挖;应根据土层情况预留一定厚度的土层,使其夯实后达到基底设计标高;基坑应避免超挖,如超挖,应将松动部分清除,当基底土为淤泥等不良土层时,应采用级配良好的砂砾、天然砂、砾石土、碎石土,但需清除100mm以上的石块等硬物,垫层按照设计要求的压实度压实;

步骤三:拱脚部位处理;由于新增型钢棚架及波形钢板的主要受力点为拱脚位置,对拱脚位置进行加强处理;在原拱底混凝土板其上方沿着桥宽方向全长浇筑混凝土拱脚基础,同时采用在新旧基础间植入钢筋,使新旧基础成为一个整体受力,增加基础的受力情况。为了便于安装钢波纹板及改善波纹钢板与基础的连接牢固性和拱的受力点,拱角部位与原结构面预留0.3米宽、高0.2米的矩形槽,在槽底预埋钢构件以连接钢波纹拱;

步骤四:检查波纹钢板拱底部平整度、水平、标高;核对土建基准,确定钢板拱的位置、中心轴线、中点;

步骤五:由下向上顺次拼装波纹钢板;钢板与钢板之间采用轴向搭接,搭接部分上板复盖下板,圆周向连接采用阶梯形,即上面二块板的连接叠缝与下面二块板的叠缝错位,连接孔对正后,用涂上润滑剂的螺栓,套上垫圈由内向外插入孔位,用套筒扳手预紧螺母,两侧波纹板对称安装;

步骤六:圆周向拼装多块波纹板时,测定一次截面形状,达到标准再继续拼装,达不到标准应及时调整;圆周向拼装到环形圈合拢时,测定截面形状,采用定位拉杆固定,调整预紧螺栓,拼装顶部第一块波纹板;

步骤七:波纹钢板拼装全部完成后,用定扭电动扳手,按预紧力扭矩紧固所有螺栓,依次序,不得遗漏,紧固后底螺栓用红漆标示;所有螺栓应在回填之前拧紧,保证波纹的重叠部分紧密地嵌套在一起;

步骤八:波纹钢板拱外圈搭接处用预紧力扭矩符合要求后,用专用密封胶封填波纹钢板拱外圈搭接处,以防钢波纹板连接处渗水;

步骤九:在桥梁下部拼装钢波纹主拱圈外拼装完成一拱拱圈后,在主拱圈另一侧通过卷扬机或手拉葫芦对拼装完成的钢板拱往拱底拉拽就位,依次顺序完成整个钢波纹板的拼装;如果一座桥有几跨的情况下,应同步拼装或前后顺序拼装,但是,浇筑混凝土必须几跨同步浇筑;

步骤十:混凝土浇筑。采用泵送混凝土形式或在桥面开孔形式对钢波纹板与原体之间的空隙进行填充,在浇筑过程中采用分段及拱顶两侧同步浇筑的方式,必须做到同步浇筑,对拱上空隙采用C20细石混凝土或微膨胀混凝土进行分段浇筑;在浇筑时必须采用对称浇筑的办法,在浇筑的过程中采用敲击的方式对填充效果进行及时跟踪,对填充效果不密实的区段进行补填,利用震动机震动钢板的方式对填充混凝土震动,保证混凝土的浇筑密实度,浇筑完成后进行养护。

2. 根据权利要求1所述的波纹钢拱形结构加固桥梁的方法,其特征在于:所述步骤二中挖至标高的土质基坑不得长期暴露,扰动或浸泡,并应及时检查基坑尺寸、高程、基底承载

力。符合要求后,应立即进行基础施工。

3. 根据权利要求1所述的波纹钢拱形结构加固桥梁的方法,其特征在于:

所述步骤六中为了保证达到螺栓扭矩的要求值,在回填之前随机抽取结构上纵向接缝上2%的螺栓,用定扭扳手,进行抽检试验,如果有任一试验值超出了给定的扭矩范围,则应抽检纵向和环向接缝所有螺栓的5%。如果上述试验90%以上满足要求,则认为安装是合格的。否则应重新复核设计,以确定得到的扭矩值是否满足要求。

4. 根据权利要求1所述的波纹钢拱形结构加固桥梁的方法,其特征在于:所述挖至标高的土质基坑不得长期暴露,扰动或浸泡,并应及时检查基坑尺寸、高程、基底承载力;符合要求后,应立即进行基础施工。

5. 根据权利要求1所述的波纹钢拱形结构加固桥梁的方法,其特征在于:所述波纹钢板拱与桥梁内侧之间如工程需要还可设置有型钢加强结构,该结构主要起支撑作用,加强支撑力。

6. 根据权利要求5所述的波纹钢拱形结构加固桥梁的方法,其特征在于:所述型钢加强结构为沿桥梁宽度方向每隔20-40厘米布置的工字钢拱圈,每道拱圈之间固定设置有连接钢筋,连接钢筋将每道工字钢拱圈横向联系起来,形成一个整体。

7. 根据权利要求1所述的波纹钢拱形结构加固桥梁的方法,其特征在于:所述拱脚基础为槽型混凝土结构,槽型内部设置有预埋钢板,预埋钢板可设置有导向钢筋。

8. 根据权利要求1所述的波纹钢拱形结构加固桥梁的方法,其特征在于:所述步骤十中在拱上混凝土浇筑前需要对波纹钢板拱进行临时支撑处理,以防止在泵送混凝土过程中,波纹钢板拱出现损伤。

9. 根据权利要求1所述的波纹钢拱形结构加固桥梁的方法,其特征在于:所述波纹钢板拱与桥梁内侧之间还可设置有防水层。

## 一种波纹钢拱形结构加固桥梁的方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种桥梁加固方法,具体地说是一种波纹钢拱形结构加固桥梁的方法。

### 背景技术

[0002] 现有涵洞按照构造形式不同分类有圆管涵、拱涵、盖板涵、箱涵;按照还有明涵和暗涵,按照材料不同分类有砖涵、石涵、混凝土涵、钢筋混凝土涵;按照水力性能不同分为无压力式涵洞、半压力式涵洞、压力式涵洞。桥梁按照受力构件为依据分类有梁式桥、拱式桥、刚架桥、斜拉桥、悬索桥。其中梁式桥有连续梁、简支梁、悬臂梁、连续梁,但简支梁多用于跨径20米以内。拱式桥可分圬拱和钢筋砼。随着我国交通运输事业的飞速发展,既有桥梁涵洞的损伤也随之加速,目前对于小跨度桥梁和涵洞的修复主要采用贴钢板、粘碳纤维布、增大截面补强和裂缝补修的施工方法,这些加固方法中对于增加桥梁的承载能力和增加使用年限有限。此外,对于部分受损严重的小型桥梁及涵洞采用植筋补强和裂缝补修已经无法满足结构稳定性的要求,此类小型桥梁及涵洞在结构受力无法满足使用的情况下大多只能采用重建或者通过在内部衬上波纹钢板,这些小型桥梁涵洞始建于上世纪60、70年代前后的居多,距今已有半个世纪之久,很有历史纪念意义,拆除重建失去历史纪念价值,然而用混凝土填充进行加固,从而与原结构形成一个完整的整体,借此提供良好的支撑力,既能保证原桥结构安全性,又能提高使用寿命,达到修复改造的目的,又对老桥的历史有很高的纪念意义。

[0003] 相较于传统的混凝土材料,波纹钢板具有重量轻、强度高、受力性能好、适应性强、施工工期短、使用寿命长等优势,在国内外公路建设中尤其是在山区公路和不良地质条件下,正日益得到广泛的应用。

[0004] 对于部分受损严重的路桥涵洞,若进行重建,往往耗时长、造价高,且会对交通的正常运营造成影响,此外也无法对一些历史原貌进行保留;

### 发明内容

[0005] 本发明要解决的问题是现有技术中的受损严重的路桥涵洞,若进行重建,往往耗时长、造价高,又失去对桥梁历史的保护意义,且会对交通的正常运营造成影响的问题。

[0006] 本发明采用的技术方案是:一种波纹钢拱形结构加固桥梁的方法,包括如下步骤:

[0007] 步骤一:围堰。利用片石混凝土或者沙袋筑墙设置成围堰及导流墙,解决有水或水流过急而无法施工的问题。根据水位水深确定围堰基础,夯实围堰基础后开始筑堰,筑堰应保证堰墙内外水压差,保证围堰的牢固;

[0008] 步骤二:基坑开挖,钢波纹板与拱脚连接处应按设计规定的基槽断面进行开挖;应根据土层情况预留一定厚度的土层,使其夯实后达到基底设计标高;基坑应避免超挖,如超挖,应将松动部分清除,当基底土为淤泥等不良土层时,应采用级配良好的砂砾、天然砂、砾石土、碎石土,但需清除100mm以上的石块等硬物,垫层按照设计要求的压实度压实;

[0009] 步骤三:拱脚部位处理;由于新增型钢棚架及波形钢板的主要受力点为拱脚位置,对拱脚位置进行加强处理:在原拱底混凝土板其上方沿着桥宽方向全长浇筑混凝土拱脚基础,同时采用在新旧基础间植入钢筋,使新旧基础成为一个整体受力,增加基础的受力情况。为了便于安装钢波纹板及改善波纹钢板与基础的连接牢固性和拱的受力点,拱角部位与原结构面预留0.3米宽高0.2米的矩形槽,在槽底预埋钢构件以连接钢波纹拱;

[0010] 步骤四:检查波纹钢板拱底部平整度、水平、标高;核对土建基准,确定钢板拱的位置、中心轴线、中点;

[0011] 步骤五:由下向上顺次拼装波纹钢板;钢板与钢板之间采用轴向搭接,搭接部分上板复盖下板,圆周向连接采用阶梯形,即上面二块板的连接叠缝与下面二块板的叠缝错位,连接孔对正后,用涂上润滑剂的螺栓,套上垫圈由内向外插入孔位,用套筒扳手预紧螺母,两侧波纹板对称安装;

[0012] 步骤六:圆周向拼装几块波纹板时,测定一次截面形状,达到标准再继续拼装,达不到标准应及时调整;圆周向拼装到环形圈合拢时,测定截面形状,采用定位拉杆固定,调整预紧螺栓,拼装顶部第一块波纹板;

[0013] 步骤七:波纹钢板拼装全部完成后,用定扭电动扳手,按预紧力扭矩紧固所有螺栓,依次序,不得遗漏,紧固后底螺栓用红漆标示;所有螺栓应在回填之前拧紧,保证波纹的重叠部分紧密地嵌套在一起;

[0014] 步骤八:波纹钢板拱外圈搭接处用预紧力扭矩符合要求后,用专用密封胶封填波纹钢板拱外圈搭接处,以防钢波纹板连接处渗水;

[0015] 步骤九:在桥梁下部拼装钢波纹主拱圈外拼装完成一拱拱圈后,在主拱圈另一侧通过卷扬机或手拉葫芦对拼装完成的钢板拱往拱底拉拽就位,依次顺序完成整个钢波纹板的拼装;如果一座桥有几跨的情况下,应同步拼装或前后顺序拼装,但是,浇筑混凝土必须几跨同步浇筑;

[0016] 步骤十:混凝土浇筑。采用泵送混凝土形式或在桥面开孔形式对钢波纹板与原体之间的空隙进行填充,在浇筑过程中采用分段及拱顶两侧同步浇筑的方式,必须做到同步浇筑,对拱上空隙采用C20细石混凝土或微膨胀混凝土进行分段浇筑;在浇筑时必须采用对称浇筑的办法,在浇筑的过程中采用敲击的方式对填充效果进行及时跟踪,对填充效果不密实的区段进行补填,利用震动器震动钢板的方式对填充混凝土震动,保证混凝土的浇筑密实度,浇筑完成后进行养护。

[0017] 进一步的,所述步骤二中挖至标高的土质基坑不得长期暴露,扰动或浸泡,并应及时检查基坑尺寸、高程、基底承载力。符合要求后,应立即进行基础施工。

[0018] 进一步的,所述步骤六中为了保证达到螺栓扭矩的要求值,在回填之前随机抽取结构上纵向接缝上2%的螺栓,用定扭扳手,进行抽检试验,如果有任一试验值超出了给定的扭矩范围,则应抽检纵向和环向接缝所有螺栓的5%。如果上述试验90%以上满足要求,则认为安装是合格的。否则应重新复核设计,以确定得到的扭矩值是否满足要求。

[0019] 进一步的,所述挖至标高的土质基坑不得长期暴露,扰动或浸泡,并应及时检查基坑尺寸、高程、基底承载力;符合要求后,应立即进行基础施工。

[0020] 进一步的,所述波纹钢板拱与桥梁内侧之间如工程需要还可设置有型钢加强结构,该结构主要起支撑作用,加强支撑力。

[0021] 进一步的,所述型钢加强结构为沿桥梁宽度方向每隔20-40厘米布置的工字钢拱圈,每道拱圈之间固定设置有连接钢筋,连接钢筋将每道工字钢拱圈横向联系起来,形成一个整体。

[0022] 进一步的,所述拱脚基础为槽型混凝土结构,槽型内部设置有预埋钢板,预埋钢板可设置有导向钢筋。

[0023] 进一步的,所述步骤十中在拱上混凝土浇筑前需要对波纹钢板拱进行临时支撑处理,以防止在泵送混凝土过程中,波纹钢板拱出现损伤。

[0024] 进一步的,所述波纹钢板拱与桥梁内侧之间还可设置有防水层。

[0025] 本发明的有益效果和特点是:

[0026] (1)有效实现了对修复拱形桥梁的修复,解决了目前波纹钢板修复拱形桥梁施工过程中工序繁琐、施工效率低的问题,实现了现场快速施工,减少了人力和设备的投入,降低造价,且可保障施工过程中道路的正常运营;

[0027] (2)具备良好的结构强度和防水性能且占用桥拱净空高度小。

## 附图说明

[0028] 图1是本发明较佳实施例的整体安装结构示意图;

[0029] 图2是本发明较佳实施例围堰施工构造断面图的立柱的结构示意图;

[0030] 图3是本发明较佳实施例分片拼装钢制波纹管管内底面周向连接图;

[0031] 图4是本发明较佳实施例型钢加强结构的结构图;

[0032] 图5是本发明较佳实施例防摩擦导向钢筋布置图结构示意图;

[0033] 图6是本发明较佳实施例防摩擦导向钢筋的结构示意图;

[0034] 图7是本发明另一较佳实施例的整体安装结构示意图(圆筒式波纹钢板拱);

[0035] 图8是本发明另一较佳实施例的整体安装结构示意图(弧形门式波纹钢板拱);

[0036] 图9是本发明较佳实施例波纹钢板拱用于简易桥梁加固的结构示意图;

[0037] 图中标号分别表示:1-波纹钢板拱、2-拱脚基础、21-预埋钢板、22-导向钢筋、3-型钢加强结构。

## 具体实施方式

[0038] 下面结合附图对本发明进行进一步说明:

[0039] 实施例1:

[0040] 请参照图1、图2,一种波纹钢拱形结构加固桥梁的方法,包括如下步骤:

[0041] 步骤一:围堰。利用片石混凝土或者沙袋筑墙设置成围堰及导流墙,解决有水或水流过急而无法施工的问题。根据水位水深确定围堰基础,夯实围堰基础后开始筑堰,筑堰应保证堰墙内外水压差,保证围堰的牢固;

[0042] 步骤二:基坑开挖,钢波纹板与拱脚连接处应按设计规定的基槽断面进行开挖;并应根据土层情况预留一定厚度的土层,使其夯实后达到基底设计标高;基坑应避免超挖,如超挖,应将松动部分清除,当基底土为淤泥等不良土层时,应采用级配良好的砂砾、天然砂、砾石土、碎石土,但需清除100mm以上的石块等硬物,垫层的压实度不应小于95%;挖至标高的土质基坑不得长期暴露,扰动或浸泡,并应及时检查基坑尺寸、高程、基底承载力。符合要

求后,应立即进行基础施工。

[0043] 步骤三:拱脚部位处理;由于新增型钢棚架及波形钢板的主要受力点为拱脚位置,对拱脚位置进行加强处理:在原拱底混凝土板其上方沿着桥宽方向全长浇筑宽C30钢筋混凝土拱脚基础,同时采用在新旧基础间植入短钢筋的形式改善波纹钢板拱的受力形式,在与拱角橡胶部位预留0.3米宽、高0.2米的矩形槽,在槽底预埋钢构件以连接钢波纹拱;

[0044] 步骤四:检查波纹钢板拱底部平整度、水平、标高;核对土建基准,确定钢板拱的位置、中心轴线、中点;

[0045] 步骤五:由下向上顺次拼装波纹钢板;轴向搭接宽度为120mm,搭接部分上板复盖下板,圆周向连接采用阶梯形,即上面二块板的连接叠缝与下面二块板的叠缝错位,连接孔对正后,用涂上润滑剂的螺栓,套上垫圈(遇谷用凸垫,遇峰用凹垫,不得装反)由内向外插入孔位,用套筒扳手预紧螺母,两侧波纹板对称安装;

[0046] 步骤六:圆周向拼装多块波纹板时,测定一次截面形状,达到标准再继续拼装,达不到标准应及时调整;圆周向拼装到环形圈合拢时,测定截面形状,采用定位拉杆固定,调整预紧螺栓,拼装顶部第一块波纹板;为了保证达到螺栓扭矩的要求值,在回填之前随机抽取结构上纵向接缝上2%的螺栓,用定扭扳手,进行抽检试验,如果有任一试验值超出了给定的扭矩范围,则应抽检纵向和环向接缝所有螺栓的5%。如果上述试验90%以上满足要求,则认为安装是合格的。否则应重新复核设计,以确定得到的扭矩值是否满足要求。

[0047] 步骤七:波纹钢板拼装全部完成后,用定扭电动扳手,按预紧力扭矩 $340\text{N}\cdot\text{m}\pm 70\text{N}\cdot\text{m}$ 紧固所有螺栓,依次序,不得遗漏,紧固后底螺栓用红漆标示;所有螺栓(包括纵向和环向接缝)应在回填之前拧紧,保证波纹的重叠部分紧密地嵌套在一起;

[0048] 步骤八:波纹钢板拱外圈搭接处用预紧力扭矩符合要求后,可用专用密封胶或环氧树脂砂浆封填,以防纹板连接处渗水;

[0049] 步骤九:在拱桥主拱圈外拼装完成一拱拱圈拼装后,在主拱圈另一侧通过卷扬机或手拉葫芦对拼装完成的钢板拱往拱底拉拽就位;依次顺序完成整个钢波纹板的拼装;如果一座桥有几跨的情况下,应同步拼装或前后顺序拼装,但是,浇筑混凝土必须几跨同步浇筑;

[0050] 步骤十:混凝土浇筑;采用泵送混凝土形式对拱上空隙进行填充,在浇筑过程中采用分段浇筑的处理方式,对拱上空隙采用C20细石混凝土进行分段浇筑,每段5到8米;同时在浇筑时采用对称浇筑的办法,在浇筑的过程中采用敲击的方式对填充效果进行及时跟踪,对填充效果不密实的区段进行补填;证混凝土的浇筑密实度,浇筑完成后进行养护。在拱上混凝土浇筑前需要对波纹钢板拱进行临时支撑处理,以防止在泵送混凝土过程中,波纹钢板拱出现损伤。

[0051] 所述挖至标高的土质基坑不得长期暴露,扰动或浸泡,并应及时检查基坑尺寸、高程、基底承载力。符合要求后,应立即进行基础施工。

[0052] 请参照图3、图4,所述波纹钢板拱与桥梁内侧之间还设置有型钢加强结构。所述型钢加强结构为沿桥梁宽度方向每隔20-40厘米布置的工字钢拱圈,每道拱圈之间固定设置有短钢筋,短钢筋将每道工字钢拱圈横向联系起来。

[0053] 请参照图5、图6所述拱脚基础为槽型混凝土结构,槽型内部设置有预埋钢板,预埋钢板设置有导向钢筋。

[0054] 考虑到桥梁内侧在下雨时可能会渗水,拱与桥梁内侧之间还设置有防水橡胶层。

[0055] 实施例2:

[0056] 请参考图7-图9,本发明的技术方案的实施场景还可以有其它形式,例如图7形式的圆筒形式的波纹钢供对桥梁的加固,例如图8形式弧形门式波纹钢供对桥梁的加固;也可以用于如图9中对简易桥梁的加固。

[0057] 以上显示和描述了本发明的基本原理和主要特征及本发明的优点。本行业的技术人员应该了解,本发明不受上述实施例的限制,上述实施例和说明书中描述的只是说明本发明的结构关系及原理,在不脱离本发明精神和范围的前提下,本发明还会有各种变化和改进,这些变化和改进都落入要求保护的本发明范围内。本发明要求保护范围由所附的权利要求书及其等效物界定。

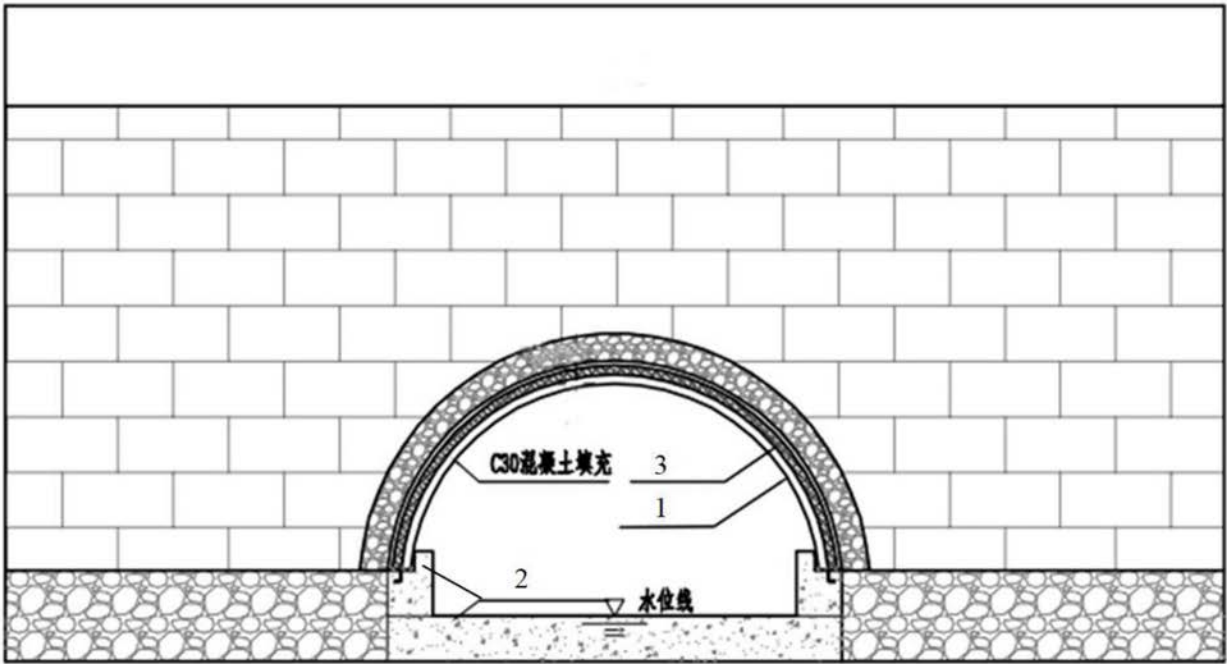


图1

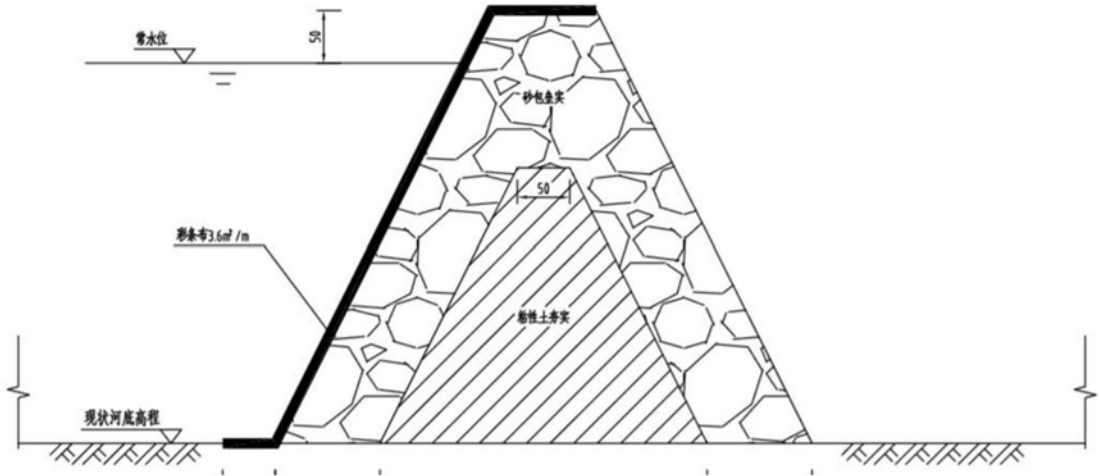


图2

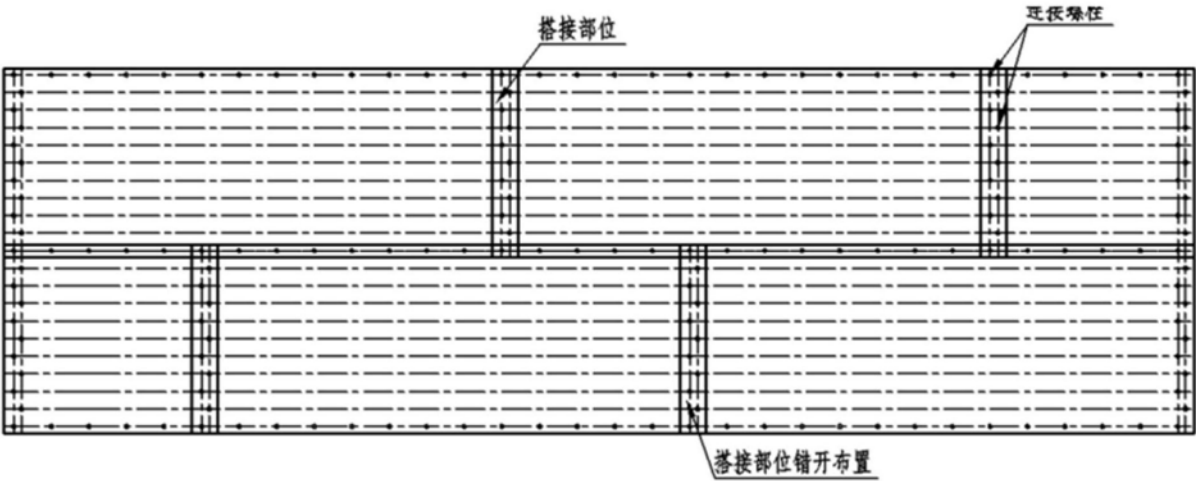


图3

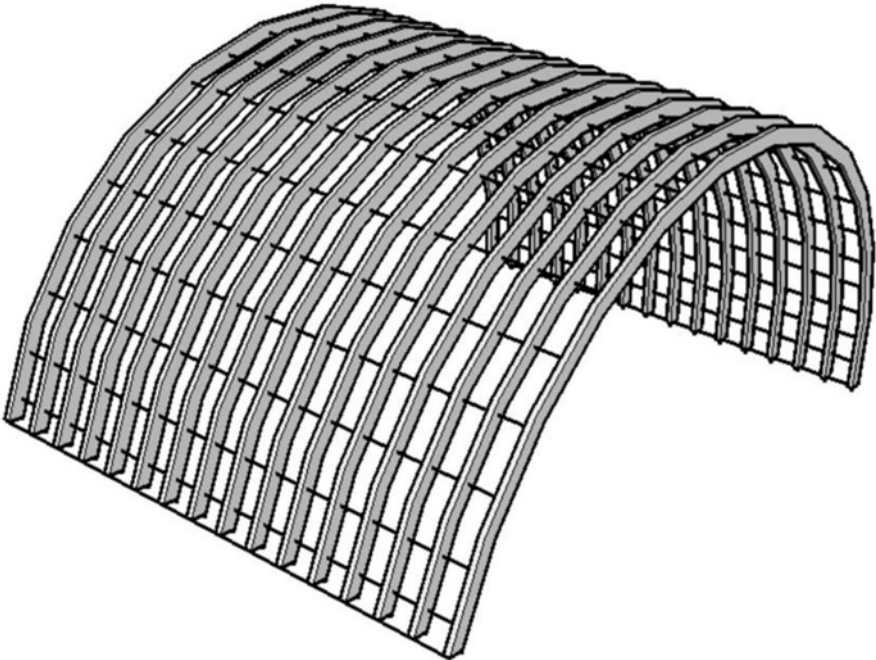


图4

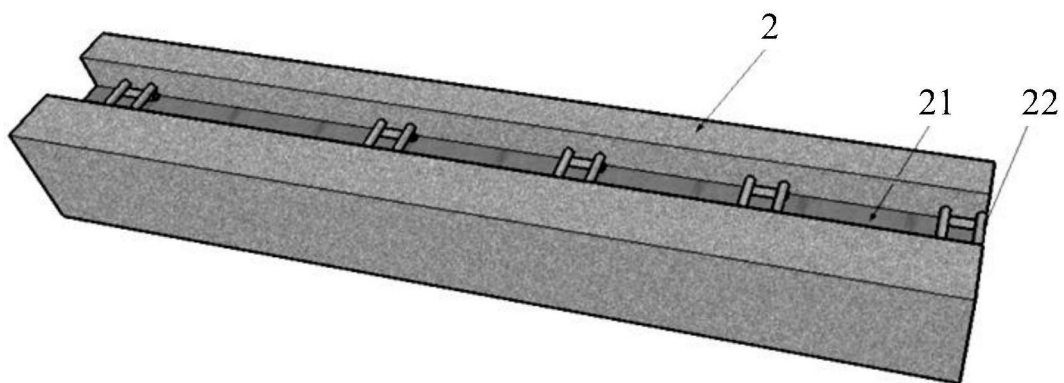


图5

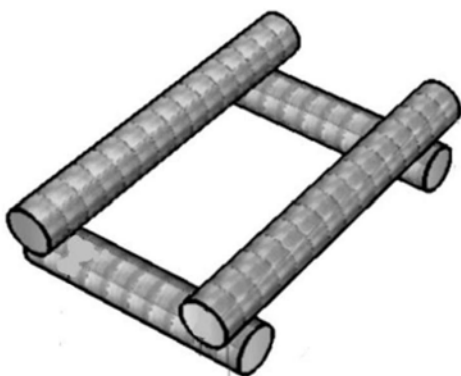


图6

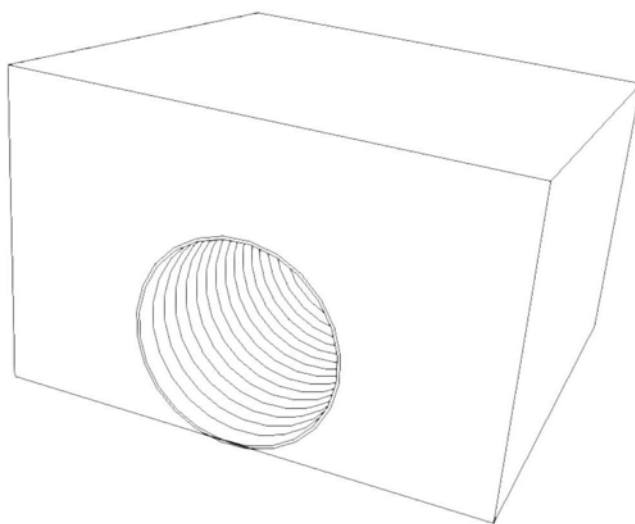


图7

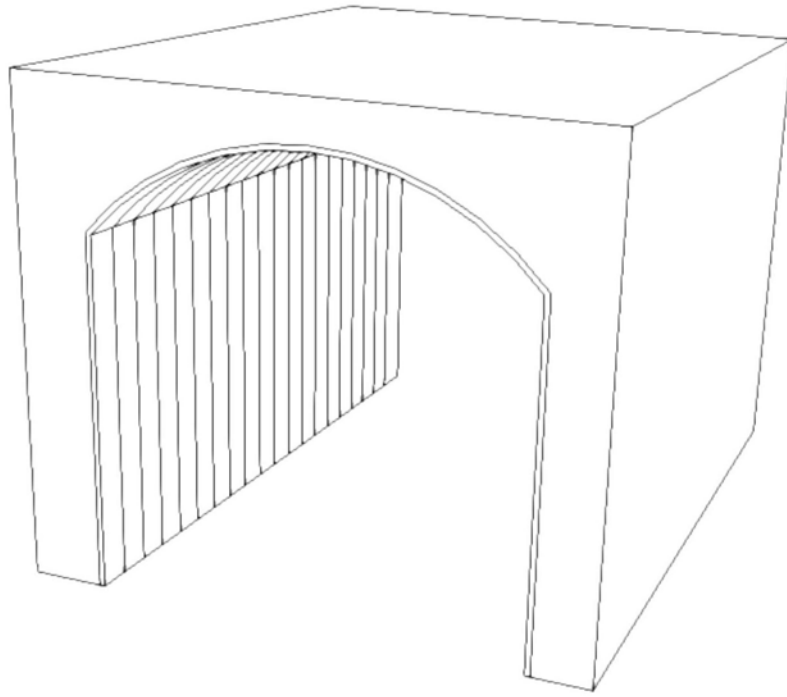


图8

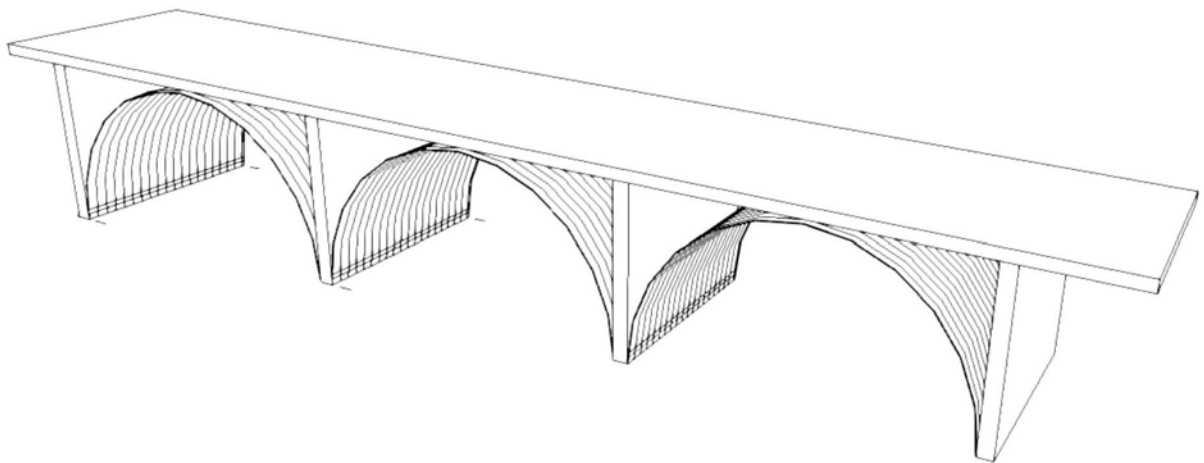


图9