(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 112575670 A
(43)申请公布日 2021.03.30

(21)申请号 202011496279.9

(22)申请日 2020.12.17

(71)申请人 中铁十四局集团建筑工程有限公司
地址 250014 山东省济南市历下区奥体西路2666号铁建大厦A座

(72)发明人 冯国森 于明洋 孙亚飞 王孝波 王伟伟

(74)专利代理机构 济南圣达知识产权代理有限公司 37221
代理人 郑平

(51)Int.Cl.
E01D 2/00(2006.01)
E01D 21/00(2006.01)
E01F 7/04(2006.01)

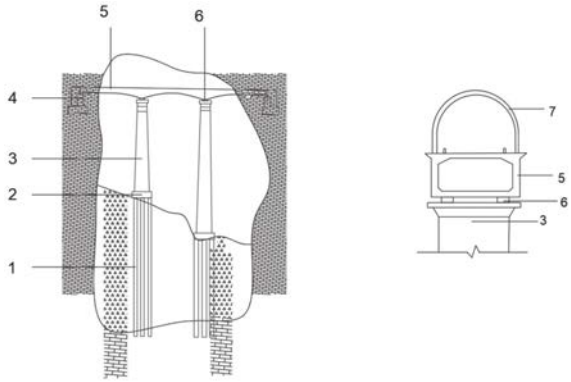
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

(54)发明名称

一种适用于隧道穿越巨型溶洞的T形刚构桥及其施工技术

(57)摘要

本发明涉及一种适用于隧道穿越巨型溶洞的T形刚构桥及其施工技术，属于岩溶区隧道工程领域，连续梁桥的上部结构包括：支座(盆式橡胶支座)、梁板(现浇梁板)、桥面结构(桥面铺装层、防水层、伸缩缝等)、桥面附属结构(防撞护栏、隔离墩、隔音屏等)；下部结构包括：桥墩(轻型桥墩)、桥台(轻型桥台)、基础(钢管桩基础)、承台(高桩承台)。本发明采用的微型钢管桩组合桥墩基础，钢管桩结构简单、方便施工，可大大减少施工量与施工时间，更加经济和安全。本发明的施工方法解决了传统溶洞处置方法不当，成本造价高昂和对隧道结构及运营安全造成隐患的问题，方便为以后的巨型溶洞施工提供借鉴经验。



CN 112575670 A

1.一种适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥，其特征在于，包括：上部结构、下部结构，所述包括：支座、梁板、桥面结构、桥面附属结构；下部结构包括：桥墩、桥台、基础、承台；所述基础上依次设置有承台、桥墩、支座、梁板；所述梁板两端设置有桥台，所述梁板由至少两个桥墩支撑；所述梁板上设置有桥面结构、桥面附属结构。

2.如权利要求1所述的适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥，其特征在于，所述基础采用微型钢管混凝土膨胀挤密桩。

3.如权利要求2所述的适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥，其特征在于，所述微型钢管混凝土膨胀挤密桩由多根组合钢管排布后注浆而成；优选的，所述组合钢管采用如下方法制成：将钢管沿直径方向切割为多片，再将各片通过电焊焊接成一个钢管，向钢管内插入一个由膜袋包覆的钢管，形成组合钢管。

4.如权利要求3所述的适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥，其特征在于，所述电焊从端部开始每隔1m～1.5m焊一个焊点。

5.如权利要求1所述的适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥，其特征在于，

所述桥墩采用轻型桥墩；

所述桥台为轻型桥台；

或所述承台为高桩承台。

6.如权利要求1所述的适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥，其特征在于，所述支座为盆式橡胶支座；

或所述梁板为单箱单室梁板。

7.如权利要求1所述的适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥，其特征在于，所述桥面结构包括：桥面铺装层、防水层、伸缩缝；

或所述桥面附属结构包括防撞护栏、隔离墩、隔音屏。

8.如权利要求1所述的适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥，其特征在于，所述梁板上还设置有防护棚架。

9.一种适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥的施工方法，其特征在于，包括：

施工前勘察以及桥梁放线定点；

桥台位置处理，若地基承载力满足要求，正常施工；若地基承载力不满足强度要求，在开挖基坑时开挖至基岩层，然后浇筑混凝土，并植入锚筋，使浇筑的混凝土与岩层形成整体，再进行桥台施工；

溶洞底部处理，采用微型钢管混凝土膨胀挤密桩，在开挖台阶上插入不少于20根组合钢管，组成微型钢管桩作为桥墩基础，组合钢管穿过底部塌落体插到基岩上，先在第一钢管内灌注混凝土，待浇灌至快接近顶面时，往第一钢管和模袋之间灌注混凝土，一直灌注到模袋紧贴第二钢管外壁形成膨胀挤密桩；

桥墩置于承台上，采用定型钢模板，进行砼浇筑成型；

桥梁及其他结构施工。

10.权利要求9所述的适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥的施工方法，其特征在于，还包括：防护棚架的施工，具体包括如下步骤：

桥面板施工完成后，在桥面板两侧每隔一段距离浇筑一个方形基础，作为防护棚架的基础；

棚架支架选择直墙半圆拱钢管支架，钢管柱下部与方形基础通过法兰盘连接牢固并与预埋钢筋焊接；

相邻两架拱架施工完成后，通过连杆相连接；

待所有钢管拱架施工完毕后，在其上面铺上一层钢丝网，通过铁丝绑扎或焊接。

一种适用于隧道穿越巨型溶洞的T形刚构桥及其施工技术

技术领域

[0001] 本发明属于岩溶区隧道工程领域，具体涉及一种适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥施工技术。

背景技术

[0002] 公开该背景技术部分的信息仅仅旨在增加对本发明的总体背景的理解，而不必然被视为承认或以任何形式暗示该信息构成已经成为本领域一般技术人员所公知的现有技术。

[0003] 随着国家经济发展对高铁建设需求的不断提高，穿越山区岩溶地层的隧道工程将越来越多，特别是在中国西南地区修建的高铁隧道，已经揭露了多个巨型溶洞，这类溶洞体量巨大，动辄上百万立方空间，施工难度极大，随着川藏铁路等重难点工程开工建设，此类溶洞数量将不断增多。现有的溶洞处理技术大多针对大中小型溶洞，对于巨型溶腔处置缺乏成熟的施工处置方法。对于无水巨型干溶洞已经有个别施工案例，对于有地下暗河通过的巨型溶洞，隧道通过时应尽可能保持原有地下水排泄通道，若采用回填溶洞则可能导致岩溶管道堵塞，最终形成新的水患，对隧道结构及运营安全会造成隐患。

发明内容

[0004] 本发明的目的是提供一种适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥施工技术，该技术方案可解决隧道结构及桥梁跨越溶洞问题，能够保证隧道结构及桥梁运营安全，能减少对溶洞内自然环境的破坏，不影响地下水通过，经济合理，施工可行，为隧道跨越溶洞施工提供借鉴经验。

[0005] 为实现上述技术目的，本发明采用如下技术方案：

[0006] 本发明的第一个方面，提供了一种适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥，包括：上部结构、下部结构，所述包括：支座、梁板、桥面结构、桥面附属结构；下部结构包括：桥墩、桥台、基础、承台；所述基础上依次设置有承台、桥墩、支座、梁板；所述梁板两端设置有桥台，所述梁板由至少两个桥墩支撑；所述梁板上设置有桥面结构、桥面附属结构。

[0007] 本发明采用桥跨处置技术效果较好，根据目前已在溶洞内施工的桥跨方案来看，共有钢筋混凝土框架桥、简支梁桥、T形刚构桥和拱桥四种桥跨方案。这四种桥梁结构都适合隧道高位穿越的溶洞处置，但与钢筋混凝土框架桥、简支梁桥和拱桥相比，连续梁桥底部施工量小，能缩短施工时间，提高施工安全性，并且连续梁桥主要是两侧桥台受力，对桥墩受力要求小，更适用于地基条件差的溶洞。但是目前没有适用于巨型溶洞处置的连续梁桥案例，没有具体参数供参考，本专利针对以上不足，提出一种适用于巨型溶洞处置的连续梁桥，并给出施工方法。

[0008] 本发明的第二个方面，提供了一种适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥的施工方法，包括：

[0009] 施工前勘察以及桥梁放线定点；

[0010] 桥台位置处理，若地基承载力满足要求，正常施工；若地基承载力不满足强度要求，在开挖基坑时开挖至基岩层，然后浇筑混凝土，并植入锚筋，使浇筑的混凝土与岩层形成整体，再进行桥台施工；

[0011] 溶洞底部处理，采用微型钢管混凝土膨胀挤密桩，在开挖台阶上插入不少于20根组合钢管，组成微型钢管桩作为桥墩基础，组合钢管穿过底部塌落体插到基岩上，先在第一钢管内灌注混凝土，待浇灌至快接近顶面时，往第一钢管和模袋之间灌注混凝土，一直灌注到模袋紧贴第二钢管外壁形成膨胀挤密桩；

[0012] 桥墩置于承台上，采用定型钢模板，进行砼浇筑成型；

[0013] 桥梁及其他结构施工。

[0014] 本发明的施工方法解决了传统溶洞处置方法不当，成本造价高昂和对隧道结构及运营安全造成隐患的问题，方便为以后的巨型溶洞施工提供借鉴经验。

[0015] 本发明的有益效果在于：

[0016] (1)本发明提出了一种适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥的结构组成与施工技术，解决了传统溶洞处置方法不当，成本造价高昂和对隧道结构及运营安全造成隐患的问题，方便为以后的巨型溶洞施工提供借鉴经验。

[0017] (2)本发明提出了一种微型钢管桩组合桥墩基础，钢管桩结构简单、方便施工，可大大减少施工量与施工时间，更加经济和安全。

[0018] (3)本发明提出了一种为保证桥梁安全施工的防护棚架技术，可以防止溶洞顶板岩石落到桥面上，适用于巨型溶洞，能减少溶洞内施工的危险。

[0019] (4)本发明的施工方法简单、操作方便、实用性强，易于推广。

附图说明

[0020] 构成本发明的一部分的说明书附图用来提供对本发明的进一步理解，本发明的示意性实施例及其说明用于解释本发明，并不构成对本发明的不当限定。

[0021] 图1为本发明实施例1的连续梁桥示意图，1-钢管桩基础、2-承台、3-桥墩、4-桥台、5-箱梁、6-盆式橡胶支座、7-防护棚架；

[0022] 图2为本发明实施例1的防护棚架示意图，8-钢筋混凝土基础、9-钢管拱架、10-连杆；

[0023] 图3为本发明实施例1的组合钢管示意图，其中，11-194*10mm钢管、12-108*5mm钢管、13-模袋、14-焊点。

具体实施方式

[0024] 应该指出，以下详细说明都是示例性的，旨在对本发明提供进一步的说明。除非另有指明，本发明使用的所有技术和科学术语具有与本发明所属技术领域的普通技术人员通常理解的相同含义。

[0025] 需要注意的是，这里所使用的术语仅是为了描述具体实施方式，而非意图限制根据本发明的示例性实施方式。如在这里所使用的，除非上下文另外明确指出，否则单数形式也意图包括复数形式，此外，还应当理解的是，当在本说明书中使用术语“包含”和/或“包括”时，其指明存在特征、步骤、操作、器件、组件和/或它们的组合。

[0026] 本发明提出一种适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥施工技术，其关键点为连续梁桥结构，微型钢管桩组合桥墩基础，防护棚架和施工方法。

[0027] (1)连续梁桥结构

[0028] 本发明提出一种适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥，连续梁桥的上部结构包括：支座(盆式橡胶支座)、梁板(现浇梁板)、桥面结构(桥面铺装层、防水层、伸缩缝等)、桥面附属结构(防撞护栏、隔离墩、隔音屏等)；下部结构包括：桥墩(轻型桥墩)、桥台(轻型桥台)、基础(钢管桩基础)、承台(高桩承台)。

[0029] (2)微型钢管桩组合桥墩基础

[0030] 本发明采用了一种全新的微型钢管混凝土膨胀挤密桩，具体为将194*10mm的钢管按直径均匀分成三份切割成三片，再采用点焊的方式焊接成一个钢管，再准备一个108*5mm的钢管，将其放入模袋中，然后一同放入194*10mm的钢管中形成一个组合钢管，如图3所示。

[0031] 本发明的上述结构与现有的壁后注浆微型钢管混凝土桩基础相比，最显著的优点就是成桩后承载力大大提高，因为溶洞底部地质条件复杂，底部多为溶洞塌落的碎石组成的堆积体，其间孔隙率太大，若采用壁后注浆，如果注浆太少，浆液会随孔隙扩散，那加固效果会大打折扣，起不到预期效果，如果注浆太多，可能会出现钢管上浮的情况，对施工造成危害。而采用本发明的微型钢管混凝土膨胀挤密桩，则可以大大提升内部微型钢管混凝土的承载力，且对地基造成的影响更小，并且模袋混凝土有很强的防水作用，能进一步保证成桩的承载能力，在施工上也更加便捷，能有效缩短工期。

[0032] 选择隧道洞壁和溶洞洞底相对安全的位置，修建施工导洞让人员和设备进入洞底。测量找到具体的桥墩施工的位置，通过钻探测得塌落体厚度及地质情况，通过原位测试法测出基岩承载力，然后清除溶洞底部堆积的塌落体和黏土层，对陡坡地层进行台阶开挖。在开挖台阶上插入不少于20根组合钢管，组成微型钢管桩作为桥墩基础，组合钢管穿过底部塌落体插到基岩上，先在108*5mm钢管内灌注混凝土，待浇灌至快接近顶面时，往108*5mm钢管和模袋之间灌注混凝土，一直灌注到模袋紧贴194*10mm钢管外壁形成膨胀挤密桩。每根微型钢管混凝土膨胀挤密桩可提供不低于150t承载力，整个钢管桩组合桥墩可承载不低于3000t承载力，钢管桩结构简单、方便施工。

[0033] (3)防护棚架

[0034] 根据巨型溶洞稳定性监测结果，特别是落石风险监测，必须要在溶洞内进行临时施工安全防护。通过挂篮悬臂施工完桥面板后，在桥面板两侧每隔一段距离就用C25混凝土和钢筋浇筑一个0.3m×0.3m的方形基础，作为防护棚架的基础。棚架支架选择直墙半圆拱钢管支架，钢管柱下部与基础通过法兰盘连接牢固并与预埋钢筋焊接，充分保证其稳定性。

[0035] 相邻两架拱架施工完成后，通过连杆相连接，以提高钢管拱架的整体稳定性。待所有钢管拱架施工完毕后，在其上面铺上一层钢丝网，通过铁丝绑扎或焊接使其连接稳定，能有效减少落石的危险，提高安全性。

[0036] (4)施工方法

[0037] 盆式橡胶支座的安装：在支座设计位置处划出中心线，同时在支座顶、底板上也标出中心线。将地脚螺栓穿入底板(顶板)地脚螺栓孔并旋入底柱内，底板和底柱之间垫以直径略大于底柱直径的橡胶垫圈。支座就位对中并调整水平后，用环氧砂浆或高标号砂浆灌注地脚螺栓孔及支座底板垫层。待砂浆硬化后拆除调整支座水平用的垫块并用环氧砂浆填

满垫块位置,环氧砂浆要求灌注密实。

[0038] 桥面板采用单箱单室箱梁,施工采用悬臂法,首先在主墩上采用托架现浇墩顶上面的梁段,并用粗钢筋将梁与墩身临时固结,使梁段能承受两侧悬臂施工时产生的不平衡力矩,先安装永久支座,再安装施工挂篮,然后采用挂篮向桥墩两侧分节段对称平衡地浇筑梁端混凝土,待每段混凝土养护并达到规定强度后,锚固并将挂篮前移;安装边跨永久支座和支架,现浇边跨混凝土,边跨合龙施工后,拆除主墩临时固结,完成第一次体系转换;当中跨合龙施工完毕后,完成第二次体系转换,桥面板施工完毕。

[0039] 在梁体完成后,即可进行防撞墙、桥面铺装砼、桥面防水、铺筑沥青混凝土面层、安装泄水管、安装伸缩缝装置等的施工。

[0040] 下面结合具体的实施例,对本发明做进一步的详细说明,应该指出,所述具体实施例是对本发明的解释而不是限定。

[0041] 实施例1:

[0042] 本发明提出一种适用于隧道穿越巨型溶洞的连续梁桥施工技术,其关键点为连续梁桥结构,微型钢管桩组合桥墩基础,防护棚架和施工方法。

[0043] (1)连续梁桥结构组成

[0044] 连续梁桥的上部结构包括:支座(盆式橡胶支座)、梁板(单箱单室梁板)、桥面结构(桥面铺装层、防水层、伸缩缝等)、桥面附属结构(防撞护栏、隔离墩、隔音屏等);下部结构包括:桥墩(轻型桥墩)、桥台(轻型桥台)、基础(钢管桩基础)、承台(高桩承台)。

[0045] (2)施工前勘察以及桥梁放线定点

[0046] 施工前勘察主要包括:调查、测绘施工现场地形地貌、地质结构,工程地理位置,总电源引入位置,现场用电设备位置,工程周边附近有无高压线路通过,有无易燃、易爆和腐蚀性危险品的存在等。

[0047] 工区测量班按线路中线控制桩、水准点进行定位放线,对桥梁布设呈十字交叉形的桥梁测控网、水准网。测量时运用全站仪放桩位,辅以钢尺复核。

[0048] (3)桥台位置处理

[0049] 桥台置于隧道内。在桥台施工前应对底部地基做详细的地质勘查,若地基承载力满足要求,正常施工即可。若地基承载力不满足强度要求,可在开挖基坑时开挖至基岩层,然后浇筑混凝土,并植入锚筋,使浇筑的混凝土与岩层形成整体,这样整体性和稳定性都可以得到保证,为桥台施工提供了保障。在桥台承台施工完成后,应对台身进行放样,用墨线弹出台身轮廓线;待桥台承台混凝土强度达到要求后,对桥台承台与台身接触面部分进行凿毛处理;然后进行台身与台帽的钢筋绑扎,结构主筋接头采用焊接,主筋与箍筋之间采用扎丝进行绑扎,焊接或绑扎的钢筋网和钢筋骨架不得有变形或松脱现象;采用的木模板要求有足够的强度和刚度,可采用15mm厚木合板,立模前要认真清洗模板面并涂刷同种脱模剂,模板安装完毕后,要检查其平面位置、顶部标高、垂直度、节点联系及纵横向稳定性;为防止混凝土拌合物性能指标下降,全部采用混凝土运输车运输,泵送入模,插入式振捣器振捣,浇筑完成后立即抹平进入养护程序;当混凝土强度达到设计强度75%以上时方可拆模,拆模应遵循“从上至下、后支先拆、先支后拆”的原则。

[0050] (4)溶洞底部处理

[0051] 对于现阶段溶洞施工来说,溶洞的底部处理是最为棘手也是最不可避免的,无论

采用何种方式施工，都需要先处理好溶洞底部才能进行下一步，但是溶洞底部水文地质复杂，可溶岩分布广，岩溶强烈发育，地下暗河复杂多变，对施工带来巨大困难。

[0052] 选择隧道洞壁和溶洞洞底相对安全的位置，修建施工导洞让人员设备进入洞底。若溶洞存在地下河需做排水，对于水量较小的可在洞底埋设钢筋混凝土预制排水管，结合溶洞底部地形及溶洞内消水洞情况布设管线；对于水量较大的可施工地下涵洞或进行水源入口改道，溶洞底部处理需做好临时施工安全防护措施。

[0053] 测量找到具体的桥墩施工的位置，通过钻探测得塌落体厚度及地质情况，再通过原位测试法测出基岩承载力，然后清除溶洞底部堆积的塌落体和黏土层，对陡坡地层进行台阶开挖，平整场地后安装设备准备施工。

[0054] (5)桥墩基础施工，桥墩施工

[0055] 目前溶洞之所以较少采用桥跨方案，就算采用桥跨方案也多是使用拱桥这一桥型，就是因为缺乏对溶洞底部的处置方法，若使用带有桥墩的桥梁，无法保证桥墩基础的承载力能够达到要求，也无法保证施工的顺利进行。但是拱桥自重特别大，相应的水平推力也较大，对两侧地基条件要求特别高；拱桥一般都采用有支架施工的方法修建，支架或其他辅助设备的费用高，提高了拱桥的总造价，并且因为溶洞底部复杂的地质条件，搭设支架施工安全性大大降低，也增大了拱桥的施工困难。

[0056] 桥墩基础有明挖基础、桩基础、沉井基础、沉箱基础和管柱基础。但溶洞底部浅层地质条件很差，地基承载力很低，达不到明挖基础的使用条件；而沉井基础和沉箱基础施工工期较长，对于溶洞随时可能塌落碎石来说安全风险过大，且这两种施工方法对技术要求高，且容易发生基础倾斜或下沉困难等，对于溶洞施工来说既不经济也不合理。桩基础施工工艺成熟且施工简单快捷，经济合理，对占地要求不大，承载力也能达到要求，适合在溶洞内施工。

[0057] 国内常用的桩型有钻孔灌注桩、人工挖孔灌注桩、锚杆式钢管或钢筋混凝土静压桩、打入式微型钢管桩等。但这些桩在溶洞内设计及施工中也存在一些问题，如小直径桩存在承载力低，需布置桩数多而使布桩困难，不适合溶洞内施工；大直径桩虽然承载力高，但溶洞内地质情况复杂，可能承载效果达不到预期期望，且受设备及施工场地的限制。为此，本发明提出一种桩径小、承载力高、施工简便的桩型--微型钢管混凝土膨胀挤密桩。在开挖台阶上插入不少于20根194*10的钢管(视现场实际情况可钻220mm～230mm的钻孔，采用4*5矩形方阵布置)，组成微型钢管桩作为桥墩基础，钢管穿过底部塌落体插到基岩上，钢管内灌注混凝土，然后进行壁后注浆。每根微型钢管桩可提供不低于150t承载力，整个钢管桩组合桥墩可承载不低于3000t承载力，钢管桩结构简单、方便施工。

[0058] 桥墩置于承台上，根据其截面尺寸制作相应的定型钢模板，柱高小于10m的采用一模到顶，一次浇筑成型；大于10m的采用两节整体钢模，两次浇筑成型。钢筋分为主筋和箍筋两种，全部在钢筋加工场加工成型后运至墩柱附近进行绑扎，按规范要求在现场接长至设计高度；钢模板运至施工现场后进行修整和除锈工作，涂刷脱模剂后才能进行安装使用；桥墩模板施工前应放出桥墩大样，并定出立模样架，校正以测量队施放点为基准，用吊线锤或经纬仪控制整个桥墩的中心位置和垂直度。加固好整体模板后即进行砼浇筑，浇筑完成后需待混凝土强度达到设计标准后才可拆模进行下一步工作。

[0059] (6)桥梁其他结构施工

[0060] 盆式橡胶支座的安装:在支座设计位置处划出中心线,同时在支座顶、底板上也标出中心线。将地脚螺栓穿入底板(顶板)地脚螺栓孔并旋入底柱内,底板和底柱之间垫以直径略大于底柱直径的橡胶垫圈。支座就位对中并调整水平后,用环氧砂浆或高标号砂浆灌注地脚螺栓孔及支座底板垫层。待砂浆硬化后拆除调整支座水平用的垫块并用环氧砂浆填满垫块位置,环氧砂浆要求灌注密实。

[0061] 桥面板采用单箱单室箱梁,施工采用悬臂法,首先在主墩上采用托架现浇墩顶上面的梁段,并用粗钢筋将梁与墩身临时固结,使梁段能承受两侧悬臂施工时产生的不平衡力矩,先安装永久支座,再安装施工挂篮,然后采用挂篮向桥墩两侧分节段对称平衡地浇筑梁端混凝土,待每段混凝土养护并达到规定强度后,锚固并将挂篮前移;安装边跨永久支座和支架,现浇边跨混凝土,边跨合龙施工后,拆除主墩临时固结,完成第一次体系转换;当中跨合龙施工完毕后,完成第二次体系转换,桥面板施工完毕。

[0062] 在梁体完成后,即可进行防撞墙、桥面铺装砼、桥面防水、铺筑沥青混凝土面层、安装泄水管、安装伸缩缝装置等的施工。连续梁桥示意图见图1。

[0063] (7)防护棚架施工

[0064] 根据巨型溶洞稳定性监测结果,特别是落石风险监测,必须要在溶洞内进行临时施工安全防护。在施工完桥面板后,在桥面板两侧每隔一段距离就用C25混凝土和钢筋浇筑一个0.3m×0.3m的方形基础,作为防护棚架的基础。棚架支架选择直墙半圆拱钢管支架,钢管柱下部与基础通过法兰盘连接牢固并与预埋钢筋焊接,充分保证其稳定性。

[0065] 相邻两架拱架施工完成后,通过连杆相连接,以提高钢管拱架的整体稳定性。待所有钢管拱架施工完毕后,在其上面铺上一层钢丝网,通过铁丝绑扎或焊接使其连接稳定,能有效减少落石的危险,提高安全性。防护棚架示意图见图2。

[0066] 最后应该说明的是,以上所述仅为本发明的优选实施例而已,并不用于限制本发明,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分进行等同替换。凡在本发明的精神和原则之内,所作的任何修改、等同替换、改进等,均应包含在本发明的保护范围之内。上述虽然对本发明的具体实施方式进行了描述,但并非对本发明保护范围的限制,所属领域技术人员应该明白,在本发明的技术方案的基础上,本领域技术人员不需要付出创造性劳动即可做出的各种修改或变形仍在本发明的保护范围以内。

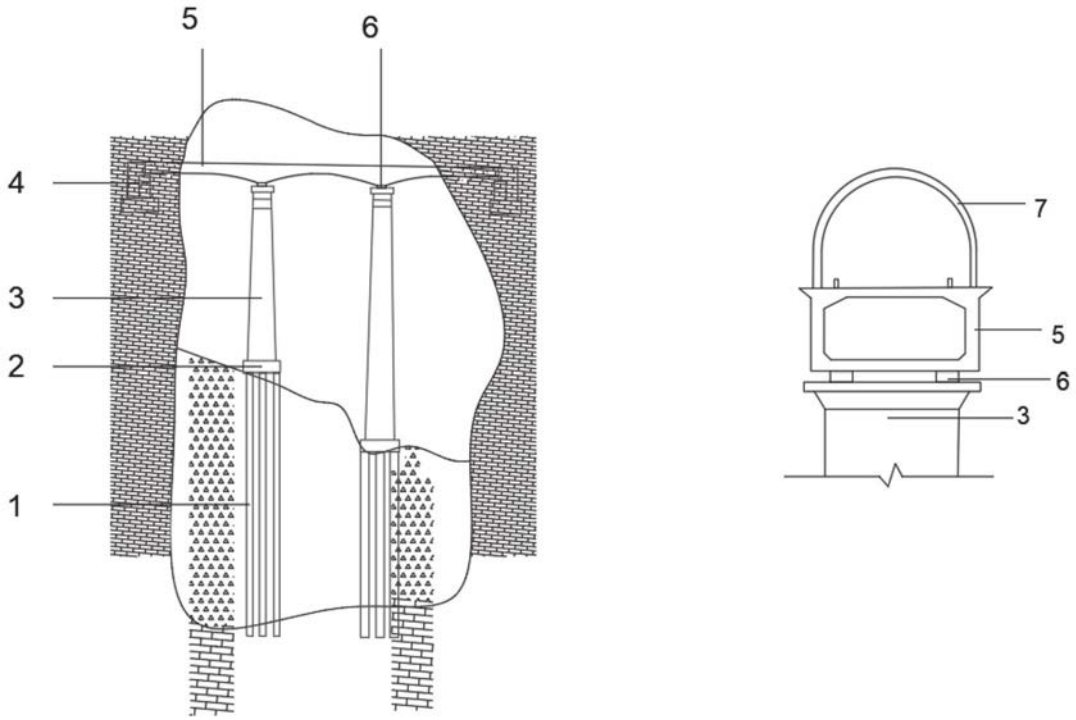


图1

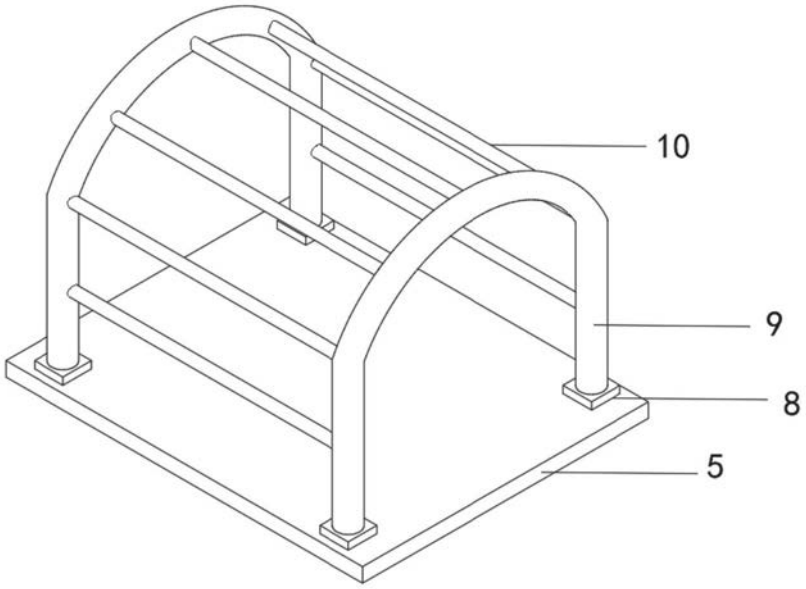


图2

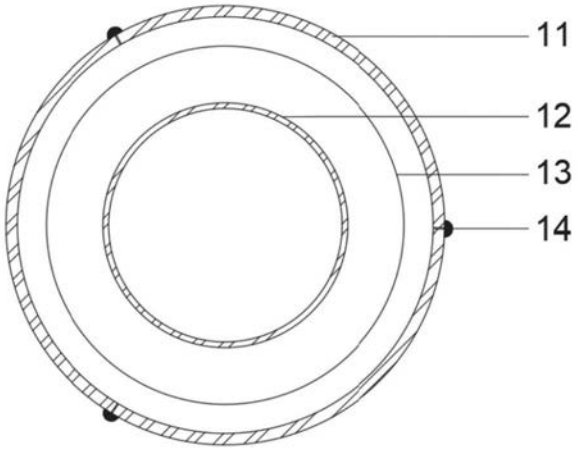


图3