



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 104074524 B

(45) 授权公告日 2016. 03. 16

(21) 申请号 201410305596. 6

(56) 对比文件

(22) 申请日 2014. 06. 30

JP 特开平 8-170484 A, 1996. 07. 02,
CN 101858220 A, 2010. 10. 13,
CN 101864963 A, 2010. 10. 20,
CN 102220868 A, 2011. 10. 19,

(73) 专利权人 中南大学

审查员 陈秉政

地址 410083 湖南省长沙市岳麓区麓山南路
932 号

专利权人 中铁一局集团有限公司

(72) 发明人 施成华 任又钧 雷亚峰 彭立敏
雷明锋 曹成勇 谭勇

(74) 专利代理机构 长沙市融智专利事务所
43114

代理人 欧阳迪奇

(51) Int. Cl.

E21D 9/00(2006. 01)

E21D 11/00(2006. 01)

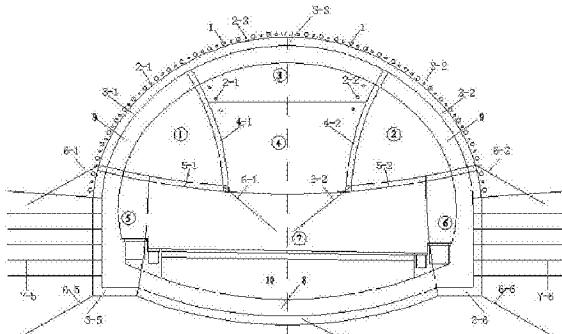
权利要求书1页 说明书5页 附图1页

(54) 发明名称

一种浅埋下穿高速公路大断面隧道的施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种浅埋下穿高速公路大断面隧道的施工方法，在施工过程中整个隧道断面采用分部开挖，上半断面的分块与传统的双侧壁导坑法一致，下半断面开挖时左右两侧的下导坑开挖跨度为2m左右，保证能够施作下半断面隧道边墙的初期支护即可；同时在上半断面各开挖分部施工时施作临时竖向支撑和水平仰拱，下半断面开挖过程中不再施作临时竖向支撑；各分部施工工作面基本呈直立状，隧道开挖工作面与二次衬砌之间的距离保持在12m以内。该方法既发挥了传统双侧壁导坑法缩小开挖跨度，控制地表沉降的优点，又大大缩短了开挖工作面与隧道二次衬砌之间的距离，保证了隧道在地表高速公路仅封闭很少车道下的正常施工，减少了隧道的施工工序，降低了工程造价。



1. 一种浅埋下穿高速公路大断面隧道的施工方法,其特征在于:隧道横断面采用分部开挖,将隧道横断面分为上半断面和下半断面,首先开挖上半断面两侧导坑中的一侧,然后进行另一侧导坑开挖,再开挖中间导坑并保留核心土;完成后开挖下半断面两侧导坑中的一侧,然后进行另一侧导坑开挖,最后进行中部导坑开挖;在上半断面各开挖导坑的分部施工时施作临时竖向支撑和水平仰拱,至下半断面中部导坑开挖时拆除;下半断面两侧导坑开挖跨度为2m;除上半断面中间导坑保留的核心土外,其余各分部施工工作面与水平面的夹角为 $80^{\circ} \sim 90^{\circ}$,且在每个导坑开挖完成后对施工工作面进行加固封闭处理;整个断面开挖完成后立即进行隧道底部仰拱以及二次衬砌的施工,并进行隧道底部填充混凝土的施工以完成一个工作循环,其中二次衬砌至隧道开挖工作面的距离不大于12m。

2. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:上半断面和下半断面各占隧道横断面开挖高度的一半。

3. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:上半断面的两侧导坑和中间导坑的宽度均为整个隧道横断面跨度的 $1/3$ 。

4. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:在同一个工作循环中,上半断面开挖的导坑互相之间均保持在隧道开挖总里程的同一里程工作面上,下半断面开挖的导坑互相之间均保持在隧道开挖总里程的同一里程工作面上。

5. 根据权利要求1所述的方法,其特征在于:隧道施工过程中先进行超前大管棚支护;在管棚的保护下进行上半断面其中一侧导坑的开挖和支护,然后进行工作面的加固封闭;再进行另一侧导坑的开挖、支护及工作面加固;最后进行上半断面中间导坑的开挖、支护及工作面加固;而后进行下半断面两侧导坑的开挖和支护,最后进行下半断面中部导坑的开挖以及工作面的加固;在一个工作循环中各分部开挖的长度相同且均为5-6m。

6. 根据权利要求5所述的方法,其特征在于:上半断面各导坑工作面采用挂钢筋网并喷射4-5cm厚度的混凝土进行加固封闭,下半断面工作面采用挂钢筋网、小导管注浆并喷射8-10cm厚度的混凝土进行加固封闭。

一种浅埋下穿高速公路大断面隧道的施工方法

技术领域

[0001] 本发明涉及一种大断面隧道的施工方法,具体涉及一种浅埋下穿高速公路大断面隧道的施工方法。

背景技术

[0002] 近年来,随着我国工程建设的发展,隧道工程建设中频繁遇到浅埋、大跨度、围岩软弱、富水地层、下穿地表建筑物等复杂施工环境,在这种复杂条件下施工极易发生坍塌、冒顶、支护侵入隧道限界、地表沉降过大、建筑物倾斜和发生受力破坏等工程灾害,风险极高,给人们的生命和财产安全造成重大威胁。

[0003] 对于浅埋大断面隧道下穿既有高速公路等建(构)筑物的施工,为保证隧道施工期间地表高速公路及其他建筑物的安全,目前国内外多采用在大管棚,小导管进行超前支护的前提下,采用双侧壁导坑法或中隔墙法进行分部开挖施工。该方法在控制地表高速公路的沉降,保证隧道的施工安全等方面确实效果明显,也在目前大多数的浅埋下穿大断面隧道施工中得到了较为广泛的应用。但该施工方法也存在施工工序多,各分部开挖施工时相互干扰,施工速度慢,整个开挖断面闭合时间长,临时支护工程量大,工程造价高等诸多缺点。特别对于下穿高速公路施工时,由于地表车辆荷载的影响,在行车条件下进行隧道开挖施工的风险极高,通常在隧道施工过程中需要封闭隧道开挖段上方的部分车道,待二次衬砌施工完成后方可通车。而为了保证地表高速公路的行车通畅,通常地表路面仅能封闭2~3个车道(10~12m);传统双侧壁导坑法或中隔墙法由于工序繁多,导坑工作面至二次衬砌的距离至少在40~50m以上,此时隧道施工开挖段必然处于地表行车的条件下,难以满足施工要求。而采用全断面一次开挖成型,虽然可以满足工作面至二次衬砌的距离要求,但显然在浅埋条件下很难保证隧道的施工安全,也必然会产生很大的地表沉降。

[0004] 因此,研制一种新的,既能够控制地表沉降,又能够尽量缩短隧道施工工作面至二次衬砌距离的大断面隧道施工方法已为急需。

发明内容

[0005] 本发明所要解决的技术问题是克服现有浅埋大断面隧道分部开挖施工方法工作面与二次衬砌之间距离过长,造成隧道施工必须在地表行车的条件下进行,严重影响隧道施工安全的现状,提供一种既能够保证隧道施工安全,控制地表沉降,又能够尽量缩短隧道施工工作面至二次衬砌距离的大断面隧道施工方法。

[0006] 为了解决上述技术问题,一种浅埋下穿高速公路大断面隧道的施工方法,隧道横断面采用分部开挖,将隧道横断面分为上半断面和下半断面,首先开挖上半断面两侧导坑中的一侧,然后进行另一侧导坑开挖,再开挖中间导坑并保留核心土;完成后开挖下半断面两侧导坑中的一侧,然后进行另一侧导坑开挖,最后进行中部导坑开挖;在上半断面各开挖导坑的分部施工时施作临时竖向支撑和水平仰拱,至下半断面中部导坑开挖时拆除;下半断面两侧导坑开挖跨度为2m;除上半断面中间导坑保留的核心土外,其余各分部施工工

作面与水平面的夹角为 $80^\circ \sim 90^\circ$ ，且在每个导坑开挖完成后对施工工作面进行加固封闭处理；整个断面开挖完成后立即进行隧道底部仰拱以及二次衬砌的施工，并进行隧道底部填充混凝土的施工以完成一个工作循环，其中二次衬砌至隧道开挖工作面的距离不大于 12m。

[0007] 所述的方法，上半断面和下半断面各占隧道横断面开挖高度的一半。

[0008] 所述的方法，上半断面的两侧导坑和中间导坑的宽度均为整个隧道横断面跨度的 $1/3$ 。

[0009] 所述的方法，在同一个工作循环中，上半断面开挖的导坑互相之间均保持在隧道开挖总里程的同一里程工作面上，下半断面开挖的导坑互相之间均保持在隧道开挖总里程的同一里程工作面上。

[0010] 所述的方法，隧道施工过程中先进行超前大管棚支护；在管棚的保护下进行上半断面其中一侧导坑的开挖和支护，然后进行工作面的加固封闭；再进行另一侧导坑的开挖、支护及工作面加固；最后进行上半断面中间导坑的开挖、支护及工作面加固；而后进行下半断面两侧导坑的开挖和支护，最后进行下半断面中部导坑的开挖以及工作面的加固；在一个工作循环中各分部开挖的长度相同且均为 5-6m。

[0011] 所述的方法，上半断面各导坑工作面采用挂钢筋网并喷射 4-5cm 厚度的混凝土进行加固封闭，下半断面工作面采用挂钢筋网、小导管注浆并喷射 8-10cm 厚度的混凝土进行加固封闭。

[0012] 本发明通过深入的理论分析计算，确定隧道必须采用分部开挖的方法才能保证隧道的施工安全；同时通过分析确定隧道上半断面的施工对隧道的施工安全和地表沉降控制至关重要，因此本发明提供的方法上半断面的分块与传统的双侧壁导坑法一致，采用分三部分的开挖方式（见图 1），先开挖两侧导坑，再开挖中间导坑，相应的在上半断面各施工分部开挖后立即施作初期支护、临时竖向支撑和水平仰拱，以保证隧道的施工安全和控制地表沉降。

[0013] 进一步通过理论分析可知，隧道下半断面开挖后上半断面初期支护处于悬空状态，此时整个隧道的受力状态极为不利，下半断面两侧初期支护的及时施作对隧道的施工安全以及整个隧道的整体沉降影响巨大，下半断面初期支护施作越早，对隧道的安全越有利。因此本发明提供的方法，隧道下半断面的施工则与传统的双侧壁导坑法区别很大，两侧导坑的开挖面积很小（开挖跨度 2m 左右），保证能够施作下半断面隧道边墙的初期支护即可。

[0014] 此外，为缩短二次衬砌和工作面的距离，下半断面在开挖完成后需要立即施作仰拱和二次衬砌，因此下半断面的临时竖向支撑施作后马上就要进行拆除以留出施作仰拱和二次衬砌的空间，同时理论分析计算也表明下半断面临时竖向支撑对隧道施工安全和地表沉降所起的作用有限。因此本发明提供的方法，下半断面开挖过程中不再施作临时竖向支撑。在隧道两侧的初期支护完全落底并能承载之后，开挖下半断面中部的围岩；整个下半断面开挖完成后立即施作隧道仰拱和二次衬砌，将整个隧道衬砌封闭成环，此时隧道衬砌即可承载，隧道地表也可恢复行车。

[0015] 本发明通过进一步的理论分析，确定工作面加固对隧道的施工安全和地表沉降影响巨大，工作面加固后地表沉降值可减小一倍以上。因此本发明提供的方法，各施工工作面

开挖后必须进行加固封闭。本发明确定的隧道施工各工作面加固的方法为：上半断面各导坑掌子面封闭采用挂钢筋网并喷射5cm左右厚度的混凝土进行封闭，下半断面掌子面采用挂钢筋网、小导管注浆并喷射10cm左右厚度的混凝土进行加固封闭。

[0016] 本发明还在于所述的施工方法，为保证隧道开挖工作面与二次衬砌之间的距离保持在12m以内，除上半断面中部导坑保留核心土外，其余各分部施工工作面基本呈80～90°直立状。

[0017] 本发明所述的施工方法具体施工过程如下（见图1）：隧道施工过程中先进行超前大管棚支护；在管棚的保护下进行上半断面左或右导坑的开挖和支护，进行掌子面的加固封闭；其后进行另一侧导坑的开挖、支护及掌子面加固；再进行上半断面中导坑的开挖、支护及掌子面加固；而后进行下半断面左右侧导坑的开挖和支护，最后进行下半断面中部的开挖以及掌子面的加固；各分部开挖的长度均为6m左右。开挖完成后进行隧道底部仰拱以及二次衬砌的施工，并进行隧底填充混凝土的施工，完成一个工作循环，依次进行循环施工。

[0018] 本发明是基于对浅埋大断面隧道施工力学的深刻认识，并在现场试验的基础上，通过严密的理论分析计算，从而形成了本发明。因而本发明的科学依据充分。

[0019] 本发明较传统双侧壁导坑法的优点在于：

[0020] （1）左右两侧下半断面导坑开挖施工过程中，上半断面初期支护及临时支护将处于悬空状态，此时极易导致隧道产生较大的整体下沉，下导坑开挖面积越大，所需的开挖时间就越长，产生变形和下沉的风险就越高，因此下导坑边墙初期支护的快速施作对控制隧道沉降，保证隧道的施工安全至关重要，减小下半断面左右导坑的开挖面积对整个隧道的施工安全是有利的。

[0021] （2）在进行下半断面开挖施工时，竖向临时支撑不再施作，大大减少临时支护工程量，降低工程造价。

[0022] （3）各施工工作面开挖基本呈直立状，缩短了工作面至二次衬砌的距离，在地表仅能封闭2～3个行车道的情况下，保证了隧道开挖在地表没有行车的条件下进行；同时该工法大大缩短了整个隧道断面支护结构的闭合时间，对控制地表沉降，保证隧道施工安全效果明显。

[0023] 综上所述，本发明提供的是一种浅埋下穿高速公路大断面隧道施工的优化方法，可在浅埋下穿高速公路的大断面隧道中大面积推广应用，具有巨大的社会和经济效益。

附图说明

[0024] 图1为本发明下穿高速公路大断面隧道施工方法的横断面施工步序示意图。

[0025] 图2为本发明下穿高速公路大断面隧道施工方法的纵断面施工步序示意图。

[0026] 图中：①～⑦为整个隧道横断面的开挖顺序，其中①为开挖上半断面左侧导坑，②为开挖上半断面右侧导坑，③为开挖上半断面中导坑上台阶，④为开挖上半断面中导坑下台阶，⑤为开挖下半断面左侧导坑，⑥为开挖下半断面右侧导坑，⑦为开挖下半断面中部围岩。

[0027] 1为超前预加固管棚。

[0028] 2-1、2-2、2-3分别为开挖分部①、②和③拱部的超前预加固小导管。

- [0029] 3-1 ~ 3-7 分别为开挖①~⑦分部后施作的各分部的钢支撑和喷射混凝土初期支护。
- [0030] 4-1 和 4-2 分别为开挖分部①和②之后施作的该分部的临时竖向支撑。
- [0031] 5-1 和 5-2 分别为开挖分部①和②之后施作的该分部的临时仰拱。
- [0032] 6-1、6-2、6-5、6-6 分别为开挖分部①、②、⑤、⑥之后施作的该分部的锁脚锚杆。
- [0033] 7-5 和 7-6 分别为开挖分部⑤和⑥之后施作的该分部的初期支护锚杆。
- [0034] 8 为隧道仰拱。
- [0035] 9 为隧道二次衬砌。
- [0036] 10 为隧道路面下的隧底填充混凝土。
- [0037] 11 为隧道掌子面挂钢筋网和喷射混凝土加固。
- [0038] 12 为隧道掌子面挂钢筋网、喷射混凝土和小导管注浆加固。

具体实施方式

- [0039] 下面结合附图和实例对本发明进行进一步说明。
- [0040] 本方法对隧道横断面采用分部开挖，将隧道横断面分为上半断面和下半断面，首先开挖上半断面两侧导坑中的一侧，然后进行另一侧导坑开挖，再开挖中间导坑并保留核心土；完成后开挖下半断面两侧导坑中的一侧，然后进行另一侧导坑开挖，最后进行中部导坑开挖；在上半断面各开挖导坑的分部施工时施作临时竖向支撑和水平仰拱，至下半断面中部导坑开挖时拆除；下半断面两侧导坑开挖跨度为 2m；除上半断面中间导坑保留的核心土外，其余各分部施工工作面与水平面的夹角为 80° ~ 90°，且在每个导坑开挖完成后对施工工作面进行加固封闭处理；整个断面开挖完成后立即进行隧道底部仰拱以及二次衬砌的施工，并进行隧道底部填充混凝土的施工以完成一个工作循环，其中二次衬砌至隧道开挖工作面的距离不大于 12m。
- [0041] 上半断面和下半断面各占隧道横断面开挖高度的一半。
- [0042] 上半断面的两侧导坑和中间导坑的宽度均为整个隧道横断面跨度的 1/3。
- [0043] 在同一个工作循环中，上半断面开挖的导坑互相之间均保持在隧道开挖总里程的同一里程工作面上，下半断面开挖的导坑互相之间均保持在隧道开挖总里程的同一里程工作面上。上半断面工作面到下半断面工作面之间有一定距离，导坑保持在同一工作面是指上半断面各导坑依次开挖至同一位置，即隧道开挖的里程，然后停止上半断面的施工，进行下半断面各导坑的依次开挖，待下半断面各导坑之间开挖到同一里程后，进行隧道仰拱和二次衬砌的施作，依此循环。
- [0044] 隧道施工过程中先进行超前大管棚支护；在管棚的保护下进行上半断面其中一侧导坑的开挖和支护，然后进行工作面的加固封闭；再进行另一侧导坑的开挖、支护及工作面加固；最后进行上半断面中间导坑的开挖、支护及工作面加固；而后进行下半断面两侧导坑的开挖和支护，最后进行下半断面中部导坑的开挖以及工作面的加固；在一个工作循环中各分部开挖的长度相同且均为 5-6m。
- [0045] 上半断面各导坑工作面采用挂钢筋网并喷射 4-5cm 厚度的混凝土进行加固封闭，下半断面工作面采用挂钢筋网、小导管注浆并喷射 8-10cm 厚度的混凝土进行加固封闭。
- [0046] 本实施例在具体施工时，所采用的步骤如下：

[0047] (1) 参见图 1、图 2, 在隧道开挖施工之前, 根据隧道设计的横断面形状, 进行隧道开挖的施工分块, 隧道上半断面各分部开挖宽度约占整个隧道开挖跨度的 1/3, 下半断面左右侧开挖跨度约为 2.0m。

[0048] (2) 进行整个隧道超前预支护大管棚 1 的施工。

[0049] (3) 进行隧道拟开挖位置地表高速公路的交通疏解, 隧道拟开挖位置地表禁止行车。

[0050] (4) 进行左导坑拱部超前小导管注浆预支护 2-1 的施工。

[0051] (5) 进行上半断面左侧导坑①的开挖, 立即架设初期支护和临时支护钢支撑, 喷射初期支护混凝土 3-1 和临时支护混凝土 4-1, 施作两侧底部锁脚锚杆 6-1 和底部临时仰拱 5-1, 导坑开挖 5m 左右, 采用挂网喷射混凝土 11 封闭该导坑工作面。

[0052] (6) 进行右导坑拱部超前小导管注浆预支护 2-2 的施工。

[0053] (7) 进行上半断面右侧导坑②的开挖, 立即架设初期支护和临时支护钢支撑, 喷射初期支护混凝土 3-2 和临时支护混凝土 4-2, 施作两侧底部锁脚锚杆 6-2 和底部临时仰拱 5-2, 右侧导坑开挖至和左侧导坑同一里程, 采用挂网喷射混凝土 11 封闭该导坑工作面。

[0054] (8) 进行中导坑拱部超前小导管注浆预支护 3-2 的施工。

[0055] (9) 进行上半断面中导坑上台阶③的开挖, 立即架设初期支护钢支撑, 喷射初期支护混凝土 3-3, 中导坑上台阶开挖至和左右导坑同一里程后, 采用挂网喷射混凝土 11 封闭该导坑工作面。

[0056] (10) 进行上半断面中导坑下台阶④的开挖, 该工作面开挖成斜面, 同样采用挂网喷射混凝土封闭该工作面。

[0057] (11) 进行下半断面左侧导坑⑤的开挖, 立即架设边墙及底部初期支护钢支撑, 施作边墙锚杆 7-5, 喷射边墙及底部初期支护混凝土 3-5, 施作底部锁脚锚杆 6-5, 导坑开挖 5m 左右, 采用挂网喷射混凝土 11 封闭该导坑工作面。

[0058] (12) 进行下半断面右侧导坑⑥的开挖, 立即架设边墙及底部初期支护钢支撑, 施作边墙锚杆 7-6, 喷射边墙及底部初期支护混凝土 3-6, 施作底部锁脚锚杆 6-6, 下半断面右侧导坑开挖至和左侧导坑同一里程, 采用挂网喷射混凝土 11 封闭该导坑工作面。

[0059] (13) 进行下半断面中部围岩⑦的开挖, 开挖后立即架设底部初期支护钢支撑, 喷射底部初期支护混凝土 3-7, 开挖至和两侧导坑同一里程后, 采用挂网喷射混凝土和小导管注浆 12 封闭该工作面。

[0060] (14) 绑扎隧道仰拱钢筋, 浇筑隧道底部仰拱混凝土 8。

[0061] (15) 绑扎隧道二次衬砌钢筋, 浇筑隧道二次衬砌混凝土 9。

[0062] (16) 浇筑隧道底部填充混凝土 10。

[0063] (17) 完成整个施工循环后, 进行地表交通疏解的转换, 将地表行车转至隧道已施作二次衬砌的位置, 封闭即将进行隧道开挖的位置, 进行下一循环的施工, 以此类推, 完成整个隧道下穿公路段的施工。

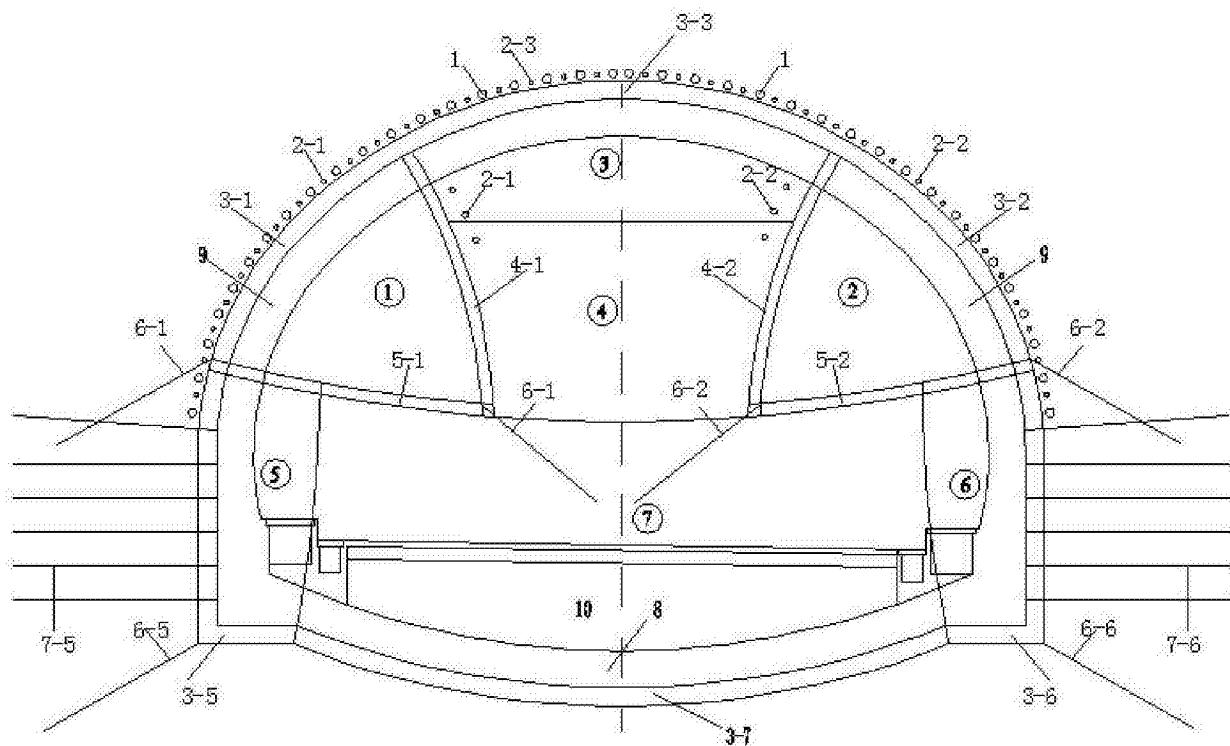


图 1

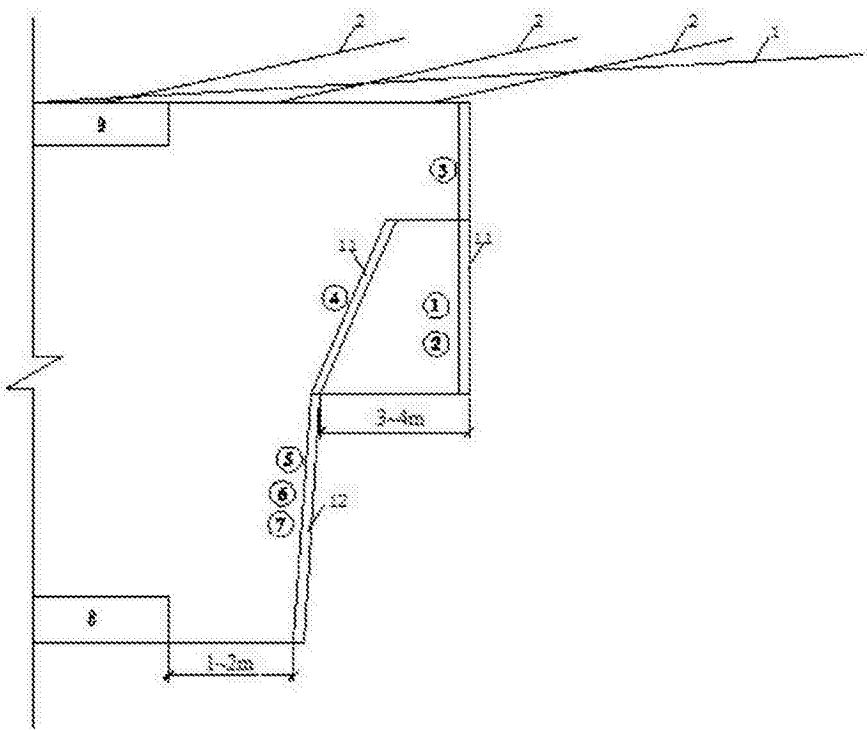


图 2