



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 118793459 B

(45) 授权公告日 2025.01.24

(21) 申请号 202411021785.0

(22) 申请日 2024.07.29

(65) 同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 118793459 A

(43) 申请公布日 2024.10.18

(73) 专利权人 北京市市政工程设计研究总院有限公司

地址 100082 北京市海淀区西直门北大街
32号3号楼(市政总院大厦)

(72) 发明人 陈仁东 李建林 刘明高 周长林
李巍 陈明奎 汤弘 王霞
李非桃 庞康 尹吉州 吴金刚
王浩春 张汇睿 杨明哲 刘洪洋

(74) 专利代理机构 北京高文律师事务所 11359
专利代理师 王冬 马晓田

(51) Int.Cl.

E21D 11/10 (2006.01)

E21D 11/18 (2006.01)

E21F 15/00 (2006.01)

(56) 对比文件

CN 118774883 A, 2024.10.15

审查员 张敏

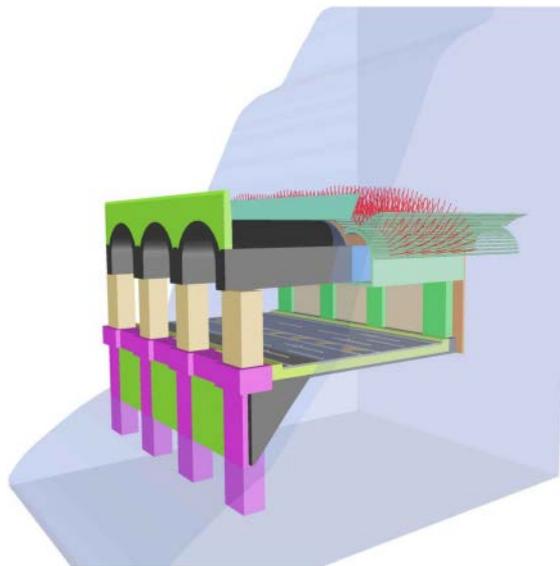
权利要求书1页 说明书6页 附图12页

(54) 发明名称

一种傍山棚洞隧道

(57) 摘要

本发明通过提供一种傍山棚洞隧道,包括至少一组连拱结构,每组连拱结构由多个单拱单跨结构组成,该单拱单跨结构的跨径方向与预设的行车方向平行。从而使得该棚洞隧道的跨径不因路面宽度的变化而过长,可以根据承载能力要求灵活调整跨径长度以及连拱结构组数,同时在该结构施工过程中,由于该单拱单跨结构跨径方向与行车方向保持平行,施工安全性强,可同时开挖的施工作业面增多,大幅提升了棚洞隧道的施工效率。



1. 一种傍山棚洞隧道,其特征在於,包括至少一组连拱结构,每组所述连拱结构由多个单拱单跨结构组成,所述单拱单跨结构的跨径方向与预设的行车方向平行;

其中,所述单拱单跨结构包括:

拱顶,用于承载上覆荷载;

支撑梁,沿所述单拱单跨结构的纵向贯通布置于所述拱顶的拱脚处;

立柱,位于所述支撑梁的两端,与所述拱顶和所述支撑梁连接成一整体;

其中,所述拱顶包括:

靠近山体一侧的暗挖段拱顶,由外层的暗挖段拱顶初期支护(3-2)和内层的暗挖段拱顶二次衬砌结构(4-1)组成,所述暗挖段拱顶初期支护(3-2)和所述暗挖段拱顶二次衬砌结构(4-1)之间具有防水层;

远离山体一侧的明做段拱顶(4-2),所述明做段拱顶(4-2)的断面与所述暗挖段拱顶二次衬砌结构(4-1)的断面相同且对齐。

2. 根据权利要求1所述的一种傍山棚洞隧道,其特征在於,所述暗挖段拱顶还包括暗挖段拱顶大管棚超前支护(2-3)和暗挖段拱顶系统锚杆(2-4),用于稳定所述隧道的周围山体岩层。

3. 根据权利要求1所述的一种傍山棚洞隧道,其特征在於,所述立柱包括:

暗挖段贴壁立柱(7-1),位于所述隧道的靠山体一侧的端墙上;

明做段立柱(7-2),位于所述隧道的临空侧,其下端连接有明做段桩基础(7-4)或明做段扩大基础。

4. 根据权利要求3所述的一种傍山棚洞隧道,其特征在於:

所述明做段桩基础(7-4)通过明做段柱底承台(7-3)和所述明做段立柱(7-2)连接;

所述明做段扩大基础直接与所述明做段立柱(7-2)连接。

5. 根据权利要求4所述的一种傍山棚洞隧道,其特征在於,还包括多个纵梁(8),沿所述行车方向布置,具体包括:

多个暗挖段中纵梁(8-1),位于所述端墙的中部,分别连接于相邻的两个所述支撑梁之间;

暗挖段底纵梁(8-2),贯通布置于所述端墙的底部;以及

多个明做段柱间底纵梁(8-3),分别连接于相邻的两个所述明做段柱底承台(7-3)或相邻的两个所述明做段扩大基础之间。

6. 根据权利要求5所述的一种傍山棚洞隧道,其特征在於:

所述隧道的明做段的拟建道路路基底面以下部分填充有路基下回填物(9-2),当采用所述明做段桩基础(7-4)时,相邻的两个所述明做段桩基础(7-4)之间设置有明做段桩间挡墙(9-1),用于支挡所述路基下回填物(9-2)。

7. 根据权利要求1所述的一种傍山棚洞隧道,其特征在於,还包括临空侧挡墙(9-3),沿所述行车方向在多个所述拱顶上方贯通布置,用于支挡填充在山体坡面(1)、所述临空侧挡墙(9-3)以及所述拱顶围合区域间的拱顶回填物(11)。

一种傍山棚洞隧道

技术领域

[0001] 本发明涉及隧道工程技术领域,具体涉及一种傍山棚洞隧道。

背景技术

[0002] 棚洞是一种特殊的隧道形式,是一种未完全封闭的明洞结构。棚洞结构一侧靠山、一侧临空,靠山一侧是贴壁防护墙,临空一侧为立柱、框架或拱形窗,顶部封闭并回填土石覆盖,形成半掩体结构。棚洞常用于隧道斜交洞口段或道路的沿河傍山、边坡陡峻等路段,是为顺应地形、保护环境、减少边坡开挖、在坍方落石等地质灾害易发路段保护人车通行安全等目的而设置的棚式结构物。以道路工程较为常见的外柱平顶内拱墙式或矩形棚洞为例,一般需要采用以下两种施工方法:

[0003] (一)明挖回填法

[0004] 如图1所示,明挖回填法的施工顺序为:开挖山体,形成临时边坡面;修建棚洞结构临空侧桩基础或扩大基础及立柱间底纵梁等;修建棚洞结构临空侧挡墙及底板下回填;构筑棚洞结构底板、外侧立柱、靠山体一侧侧墙、顶板及顶板以上挡土墙,形成整体式结构;修建棚洞内部路基路面、排水管沟、缘石防撞、检修步道等附属结构物;回填棚洞结构顶板以上土石并绿化坡面。明挖回填法修建的傍山棚洞为现浇钢筋混凝土框架结构,该结构整体性强、受力明确、工艺简单、技术成熟;但同时存在显著的缺点:该结构施工方法需要对原状山体进行开挖,用以开辟构筑棚洞结构的施工空间,所形成的人工开挖坡面是大范围高陡边坡,与尽量减少边坡开挖范围、降低边坡开挖高度、保护自然植被与环境风貌而采用棚洞式隧道的初衷相悖。

[0005] (二)半明半暗法

[0006] 半明半暗法,即通过半断面明做半断面暗挖修建的傍山棚洞隧道,如图2所示,其施工顺序为:根据地形选择合理位置确定横断面明做暗挖分界坡面,清理地表,人工开挖形成的临时边坡面;打设锁脚锚杆或锚索,以稳定山体;修建棚洞结构明做部分临空侧桩基础或扩大基础及立柱间底纵梁等;修建棚洞结构明做部分临空侧挡墙及底板下回填;构筑棚洞结构明做部分拱形底板;修建棚洞结构明做部分的外侧立柱;架设临时支撑立柱;构筑棚洞结构明做部分的平板形顶板;构筑棚洞结构暗挖部分的超前大管棚支护;开挖棚洞结构暗挖部分岩土体,并随挖随施做洞周系统锚杆及棚洞结构暗挖部分复合式衬砌中的初期支护拱形侧墙及拱形底板;构筑棚洞结构暗挖部分复合式衬砌中的二次衬砌拱形侧墙及拱形底板;修建棚洞结构内部路基路面、排水管沟、缘石防撞、检修步道等附属结构物;回填棚洞结构顶板以上土石及绿化坡面。半明半暗法修建的傍山棚洞是明做部分的现浇钢筋混凝土结构与暗挖部分的复合式衬砌结构的组合,形成外侧立柱平顶、内侧拱墙式的整体结构。该结构及施工方法是现有技术方案应用案例较多的结构形式及施工方法,工艺较为成熟、结构整体性尚好,其最大的优势在于:由于隧道结构位于山体以下部分采用暗挖法施工,避免了对于原状山体自然地形坡面的开挖,有效地保护了拟建棚洞段的自然植被与环境风貌;但是最大的缺点在于施工风险较高。由于道路傍山布线的特殊位置,棚洞结构暗挖部分开

挖是对自然山体半路堑式边坡坡脚稳定的极大破坏与扰动。拟建路线位置自然山体或覆盖层较厚、土石等坡积物松散,或岩体风化程度较高、节理裂隙发育,对于暗挖部分的施工存在边坡失稳、偏压、落石、坍塌、大变形等风险。

[0007] 而当隧道横断面跨度较大时,相应的拱形或矩形断面的跨径较大,在上覆岩土体荷载及偏压荷载的作用下,尚存在结构承载能力不足及为稳定边坡及围岩所投入的支护与加固措施工程量大、经济性差和施工效率低、工期长等不足。

[0008] 因此,亟待提供一种改进的傍山棚洞隧道,能够解决现有技术中施工风险大、施工工期长以及结构承载能力不足的问题。

发明内容

[0009] 本发明旨在提供一种傍山棚洞隧道,能够解决上述技术问题。

[0010] 根据本发明的一个方面,提供了一种傍山棚洞隧道,包括至少一组连拱结构,每组连拱结构由多个单拱单跨结构组成,该单拱单跨结构的跨径方向与预设的行车方向平行。

[0011] 优选地,该单拱单跨结构包括:拱顶,用于承载上覆荷载;支撑梁,沿单拱单跨结构的纵向贯通布置于拱顶的拱脚处;立柱,位于支撑梁的两端,与拱顶和支撑梁连接成一整体。

[0012] 优选地,该拱顶包括:靠近山体一侧的暗挖段拱顶,由外层的暗挖段拱顶初期支护3-2和内层的暗挖段拱顶二次衬砌结构4-1组成,该暗挖段拱顶初期支护3-2和该暗挖段拱顶二次衬砌结构4-1之间具有防水层;远离山体一侧的明做段拱顶4-2,该明做段拱顶4-2的断面与暗挖段拱顶二次衬砌结构4-1的断面相同且对齐。

[0013] 优选地,暗挖段拱顶还包括拱顶大管棚超前支护2-3和拱顶系统锚杆2-4,用于稳定隧道的周围山体岩层。

[0014] 优选地,该立柱包括:暗挖段贴壁立柱7-1,位于隧道的靠山体一侧的端墙上;明做段立柱7-2,位于隧道的临空侧,其下端连接有明做段桩基础7-4或明做段扩大基础。

[0015] 优选地,该明做段桩基础7-4通过明做段柱底承台7-3和明做段立柱7-2连接;该明做段扩大基础直接与明做段立柱7-2连接。

[0016] 优选地,该傍山棚洞隧道还包括多个纵梁8,沿该行车方向布置,具体包括:多个暗挖段中纵梁8-1,位于端墙的中部,分别连接于相邻的两个支撑梁之间;暗挖段底纵梁8-2,贯通布置于端墙的底部;以及多个明做段柱间底纵梁8-3,分别连接于相邻的两个明做段柱底承台7-3或相邻的两个明做段扩大基础之间。

[0017] 优选地,该隧道的明做段的拟建道路路基底面以下部分填充有路基下回填物9-2,当采用明做段桩基础7-4时,相邻的两个明做段桩基础7-4之间设置有明做段桩间挡墙9-1,用于支挡该路基下回填物9-2。

[0018] 优选地,该傍山棚洞隧道还包括临空侧挡墙9-3,沿该行车方向在多个拱顶上方贯通布置,用于支挡填充在山体坡面1、该临空侧挡墙9-3以及拱顶围合区域间的拱顶回填物11。

[0019] 优选地,相邻的两组连拱结构之间设置有变形缝。

[0020] 本发明通过提供一种傍山棚洞隧道,包括至少一组连拱结构,每组连拱结构由多个单拱单跨结构组成,该单拱单跨结构的跨径方向与预设的行车方向平行。从而使得该棚

洞隧道的跨径不因路面宽度的变化而过长,可以根据承载能力要求灵活调整跨径长度以及连拱结构组数,同时在该隧道施工过程中,由于该单拱单跨结构跨径方向与行车方向保持平行,施工安全性强,可同时开挖的施工作业面增多,大幅提升了棚洞隧道的施工效率。

附图说明

[0021] 此处所说明的附图用来提供对本发明的进一步理解,构成本发明的一部分,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。在附图中:

[0022] 图1是根据现有技术的采用明挖回填法的棚洞隧道的结构示意图;

[0023] 图2是根据现有技术的采用半明半暗法的棚洞隧道的结构示意图;

[0024] 图3是根据本发明实施例的傍山棚洞隧道的立体结构示意图;

[0025] 图4是根据本发明实施例的傍山棚洞隧道的施工过程示意图;

[0026] 其中,1、山体坡面;2-1、暗挖段上导洞大管棚超前支护;2-2、暗挖段上导洞系统锚杆;2-3、暗挖段拱顶大管棚超前支护;2-4、暗挖段拱顶系统锚杆;2-5、暗挖段下导洞系统锚杆;3-1、暗挖段上导洞初期支护;3-2、暗挖段拱顶初期支护;3-3、暗挖段下导洞初期支护;4-1、暗挖段拱顶二次衬砌结构;4-2、明做段拱顶;5-1、暗挖段支撑梁;5-2、明做段支撑梁;6-1、端墙上半部分;6-2、端墙下半部分;7-1、暗挖段贴壁立柱;7-2、明做段立柱;7-3、明做段柱底承台;7-4、明做段桩基础;8-1、暗挖段中纵梁;8-2、暗挖段底纵梁;8-3、明做段柱间底纵梁;9-1、明做段桩间挡墙;9-2、路基下回填物;9-3、临空侧挡墙;10、隧道内部的路基路面、排水管沟、缘石防撞、检修步道等附属结构物;11、拱顶回填物;12、拟建道路建筑限界。

具体实施方式

[0027] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。下面将参考附图并结合实施例来详细说明本发明。

[0028] 现在将详细地参考本发明的各个实施方案,这些实施方案的实例被显示在附图中并描述如下。为了便于在所附权利要求中解释和精确定义,术语“上”“下”“内”和“外”用于参考在图中所示的示例性实施方案的特征的位置来对这些特征进行描述。

[0029] 图3和图4分别示出了根据本发明实施例的傍山棚洞隧道的立体结构示意图以及施工过程示意图,如图所示,该傍山棚洞隧道包括至少一组连拱结构,每组连拱结构由多个单拱单跨结构组成,该单拱单跨结构的跨径方向与预设的行车方向平行。

[0030] 根据本发明实施例,相邻的两组连拱结构之间设置有变形缝。

[0031] 相关技术中,采用外柱平顶内拱墙式或矩形断面的傍山棚洞隧道,但拟建路面宽度较大时,上述结构稳定性较差,在山体结构不够稳定时,施工安全风险大,施工工期长。

[0032] 不同于相关技术中拱形棚洞或矩形棚洞的跨径方向(也即主要受力方向)垂直于行车方向,本发明实施例的傍山棚洞隧道沿行车方向布置一组或多组串联的连拱结构,每一组连拱结构由若干跨径与行车方向平行的单拱单跨结构连接而成,可以改善傍山棚洞结构受力状况、降低傍山棚洞结构施工风险、避免傍山修建棚洞时的大范围切削山体、维护自然边坡稳定、保护自然环境风貌与生态景观。

[0033] 本发明实施例的单拱单跨结构的跨径可以根据结构受力的合理性及经济性灵活确定;各组多跨连拱结构的孔数(即跨径数量)经结构受力分析后确定,一般可为3连拱或5

连拱及更多;连拱结构的组数,根据地形、地质及路线设计条件,即需防护的道路路段的长度确定。当地质条件或边坡稳定性较差时,可采用减小跨径的方式降低单拱单跨结构及连拱结构所承受的荷载,达到改善结构受力条件、提高断面经济性及降低施工风险的目的。本发明实施例的傍山棚洞隧道的连拱式结构,可以形成多个相邻、平行、协调但相互干扰小的施工作业面,摆脱了现有技术方案沿拟建道路纵向仅有进口端、出口端两个施工作业面的束缚,可进一步加快施工进度;同时,每一单拱单跨结构及连拱结构,断面相同、开挖方法相同、结构构筑方法相同,具有较好的施工一致性,有利于形成标准化施工、有利于开展循环流水作业。当设置多组连拱结构时,在相邻的两组连拱结构之间设有变形缝,用于防止隧道因受到沉降、伸缩、地震的影响导致开裂或更严重的结构损坏。

[0034] 根据本发明实施例,该单拱单跨结构包括:拱顶,用于承载上覆荷载;支撑梁,沿单拱单跨结构的纵向贯通布置于拱顶的拱脚处;立柱,位于支撑梁的两端,与拱顶和支撑梁连接成一整体。

[0035] 根据本发明实施例,该拱顶包括:靠近山体一侧的暗挖段拱顶,由外层的暗挖段拱顶初期支护3-2和内层的暗挖段拱顶二次衬砌结构4-1组成,该暗挖段拱顶初期支护3-2和该暗挖段拱顶二次衬砌结构4-1之间具有防水层;远离山体一侧的明做段拱顶4-2,该明做段拱顶4-2的断面与暗挖段拱顶二次衬砌结构4-1的断面相同且对齐。

[0036] 相关技术中,将棚洞结构在横断面上划分为明做部分与暗挖部分,本发明实施例各单拱单跨结构沿其纵向(以行车方向为横向)划分为明做段与暗挖段,各单拱单跨结构的拱顶及支撑梁纵向贯通(以行车方向为横向),与两侧立柱连接成一整体,是承担上覆荷载的主要受力构件,相较于传统的棚洞结构受力更为均匀,结构的模块化属性更强,便于同时施工多个单拱单跨结构,缩短施工时间。具体而言,本发明实施例的一组或多组串联的连拱结构沿行车方向的分布范围,覆盖拟建傍山道路需要防护的长度,即为傍山棚洞隧道的长度。当该连拱结构沿行车方向的分布范围不变时,减小单拱单跨结构的跨径,就意味着单拱单跨结构孔数的相应增多,同时各拱顶的拱脚处共用支撑梁的数量也相应增加,有利于降低分配至该共用支撑梁上的作用荷载,改善其受力状态。该支撑梁的跨径即为拟建道路的横断面宽度,当需要该支撑梁承受更大荷载时,可通过增大梁高的方式实现。该支撑梁梁底高程需高于拟建道路建筑限界顶部高程,向上进一步增大梁高不受空间限制,仅需考虑结构受力合理性及断面经济性即可。

[0037] 暗挖段拱顶采用由钢筋格栅拱架或型钢拱架与喷射混凝土组合而成的暗挖段拱顶初期支护3-2及模筑钢筋混凝土的暗挖段拱顶二次衬砌结构4-1构成的复合式衬砌,明做段拱顶采用现浇钢筋混凝土结构,其结构断面是暗挖段拱顶二次衬砌结构断面向远离山体一侧的延长。

[0038] 根据本发明实施例,暗挖段拱顶还包括拱顶大管棚超前支护2-3和拱顶系统锚杆2-4,用于稳定隧道的周围山体岩层。

[0039] 受拟建道路地地形复杂度与道路平纵线形设计的影响,当采用现有技术中的半明半暗法施做棚洞式结构时,原状山体自然边坡坡面在拟建道路横断面中的位置是随着地形走势而变化的。从开挖横断面的角度看,该断面明做部分与暗挖部分的分界随着拟开挖山体的“厚”“薄”而变化,充分暴露出傍山布线的特点与难度。现有技术方案所采用的半明半暗法,由于其横断面中暗挖部分所开挖山体的“厚”“薄”变化,使得采用大管棚等作为超前

支护时,具有较高的难度。同时,由于半明半暗法的施工方向为沿行车方向纵向、自棚洞式隧道进出口两端向中部开挖而最终贯通,这就需要大管棚等超前地层加固与超前防护措施的施工方向也需沿着拟建棚洞式隧道纵向打设。受限于大管棚的施工工艺、精度及有效作用长度,当拟建棚洞式隧道全长范围内均需超前防护时,则会出现部分地形条件下的洞身段无法有效防护的情况。

[0040] 本发明实施例的傍山棚洞隧道的施工方向为垂直于行车方向,超前支护的防护范围仅需覆盖拟建道路的横断面宽度即可。当暗挖段需要施做大管棚等超前支护时,现有技术中大管棚30m-40m的有效防护长度足以满足工程实际需要。同时由于本发明实施例的施工方向为垂直于行车方向,更有利于实现垂直于山体等高线方向开挖进洞,不存在现有技术中施工横断面方向上半明半暗所引发的厚薄不均及偏压等问题。

[0041] 根据本发明实施例,该立柱包括:暗挖段贴壁立柱7-1,位于隧道的靠山体一侧的端墙上;明做段立柱7-2,位于隧道的临空侧,其下端连接有明做段桩基础7-4或明做段扩大基础。

[0042] 根据本发明实施例,该明做段桩基础7-4通过明做段柱底承台7-3和明做段立柱7-2连接;该明做段扩大基础直接与明做段立柱7-2连接。

[0043] 靠山体一侧的端墙采用直墙断面,明做段立柱可根据地形、地质条件选用不同的基础形式。当隧道的施工位置地面以下基岩埋置较深、地基承载能力不足时,适用桩基础形式,明做段立柱7-2与明做段桩基础7-4间设置有明做段柱底承台7-3;当隧道的施工位置地面以下基岩埋置较浅时,则适用扩大基础形式,明做段扩大基础直接与上方的明做段立柱7-2相连。

[0044] 根据本发明实施例,该傍山棚洞隧道还包括多个纵梁8,沿该行车方向布置,具体包括:多个暗挖段中纵梁8-1,位于端墙的中部,分别连接于相邻的两个支撑梁之间;暗挖段底纵梁8-2,贯通布置于端墙的底部;以及多个明做段柱间底纵梁8-3,分别连接于相邻的两个明做段柱底承台7-3或相邻的两个明做段扩大基础之间。

[0045] 根据本发明实施例,该隧道的明做段的拟建道路路基地面以下部分填充有路基下回填物9-2,当采用明做段桩基础7-4时,相邻的两个明做段桩基础7-4之间设置有明做段桩间挡墙9-1,用于支挡该路基下回填物9-2。

[0046] 根据本发明实施例,傍山棚洞隧道还包括临空侧挡墙9-3,沿行车方向在多个拱顶上方贯通布置,用于支挡填充在山体坡面1、临空侧挡墙9-3以及多个拱顶围合区域间的拱顶回填物11。

[0047] 采用明挖法施做的隧道拱顶以上需要进行回填,拟建道路路基以下的部分需要采用土石或其他回填物填平,进一步地,路基以下的回填需要保持稳定,否则将导致路基塌陷等重大安全问题,因此当采用桩基础形式时,相邻的桩间需要设置明做段桩间挡墙9-1,承担路基下回填物9-2的侧向压力;在隧道多个拱顶的上方,也需要进行回填用于恢复地表状态及减缓山体落石对于拱顶结构的冲击,相应的需要在拱顶上设置临空侧挡墙9-3,用于支挡拱顶回填物11。

[0048] 图4-1至图4-9以由一组三连拱结构组成的傍山棚洞隧道为例,具体示出了本发明实施例的施工过程中的各关键步骤的具体施工流程:

[0049] (1)根据山体坡面1选择合理位置确定明做段与暗挖段分界位置,清理地表,根据

地质条件采用人工开挖、机械开挖或钻爆开挖法(以下开挖方法同),沿与拟建道路纵向的垂直方向,首先施做暗挖段上导洞大管棚超前支护2-1;开挖上导洞并施做暗挖段上导洞初期支护3-1;随开挖随施做上导洞系统锚杆2-2,详见图4-1。

[0050] (2) 上导洞内现浇钢筋混凝土暗挖段支撑梁5-1,详见图4-2。

[0051] (3) 施做暗挖段拱顶大管棚超前支护2-3;开挖棚洞结构上半断面并沿上半断面的洞周施做暗挖段拱顶初期支护3-2;随开挖随施做暗挖段拱顶系统锚杆2-4,详见图4-3。

[0052] (4) 施做暗挖段拱顶二次衬砌结构4-1,形成该组连拱结构;施做暗挖段端墙上半部分6-1及暗挖段中纵梁8-1,该暗挖段中纵梁8-1可加强连拱结构的整体性,为暗挖段棚洞结构下半断面开挖时的基础稳定提供安全保障,详见图4-4。

[0053] (5) 根据明做段地形地质条件,合理选择明做段立柱基础形式,可采用桩基础或扩大基础。以桩基础为例,施做明做段桩基础7-4,施做明做段柱底承台7-3,施做明做段立柱7-2,施做明做段立柱间底纵梁8-3,施做明做段支撑梁5-2及拱顶4-2,明做段支撑梁5-2及明做段拱顶4-2分别与暗挖段支撑梁5-1及暗挖段拱顶二次衬砌结构4-1接顺,形成整体,详见图4-5。

[0054] (6) 开挖隧道的下半断面并施做暗挖段下导洞初期支护3-3;随开挖随施做暗挖段下导洞系统锚杆2-5,详见图4-6。

[0055] (7) 暗挖段下半断面挖至暗挖段靠山体一侧的端头,浇筑暗挖段贴壁立柱7-1及暗挖段底纵梁8-2,详见图4-7。

[0056] (8) 破除暗挖段下导洞初期支护3-3以及暗挖段下导洞系统锚杆2-5;施做暗挖段端墙下半部分6-2;连通暗挖段底纵梁8-2,实现隧道棚洞结构靠近山体一侧的基础落底;施做明做段桩间挡墙9-1;根据基础底面高出现况地面线的情况,回填拟建道路路基底面以下的路基下回填物9-2;详见图4-8。

[0057] (9) 施做位于拱顶以上的临空侧挡墙9-3,回填拱顶回填物11;修建隧道内部的路基路面、排水管沟、缘石防撞、检修步道等附属结构物10;隧道内部空间满足拟建道路建筑限界12的要求,满足道路通行要求;详见图4-9。

[0058] 本发明具有如下效果:

[0059] (1) 结构传力路径明确,结构受力合理可控;

[0060] (2) 超前地层加固与防护措施可靠,结构施做工艺成熟、施工作业面多、施工效率高;

[0061] (3) 避免傍山修建棚洞隧道时的大范围切削山体,维护山体稳定,保护自然环境风貌与生态景观。

[0062] 以上实施例仅是为清楚地说明本发明所作的举例,而并非对发明的实施方式进行限定。对于所属领域的技术人员而言,在下述说明的基础上还可以做出其他不同形式的变化或变动,而这些属于本发明原理和精神所引出的多种变化、修改、替换和变形,仍落入本发明的保护范围内。

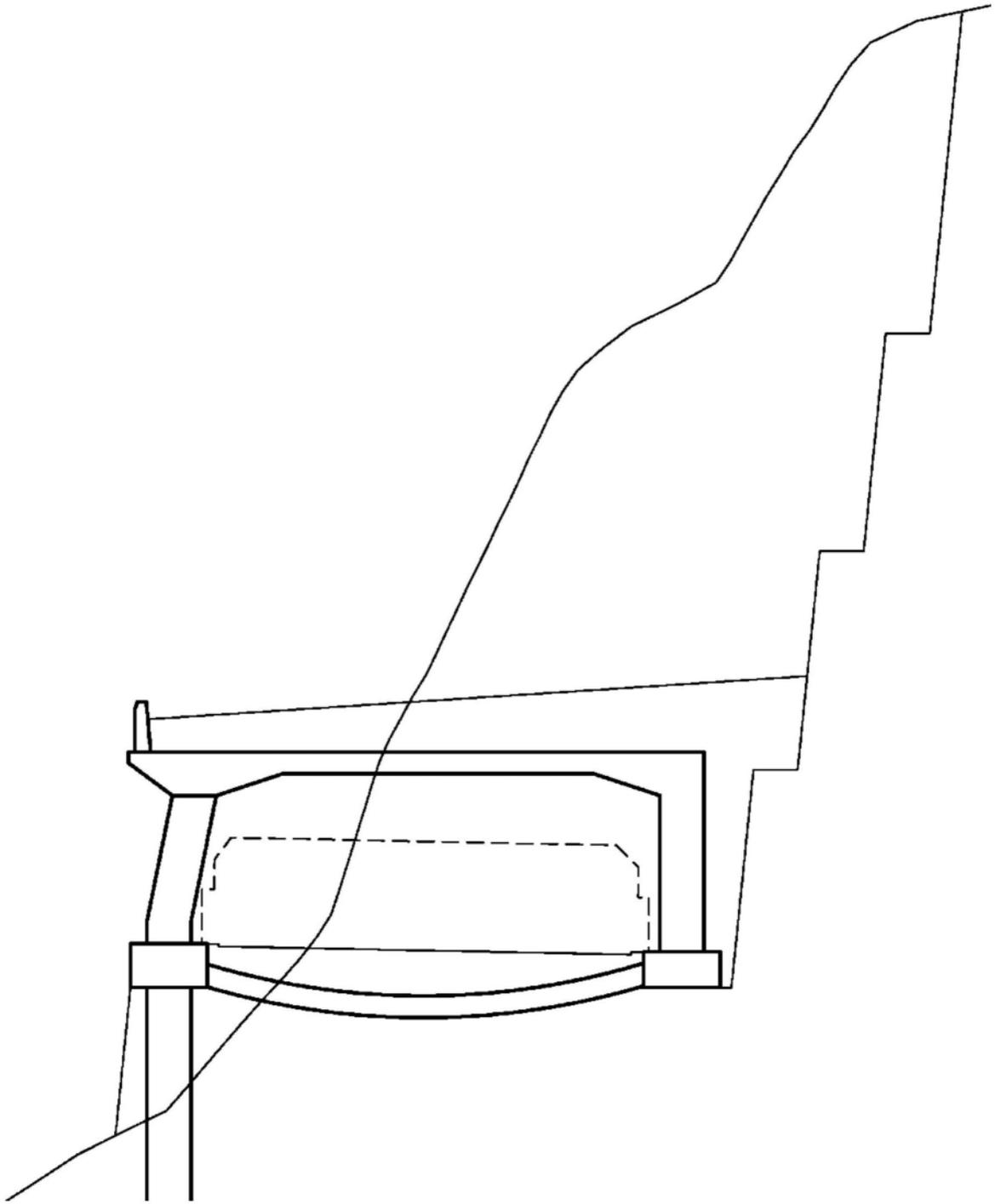


图1

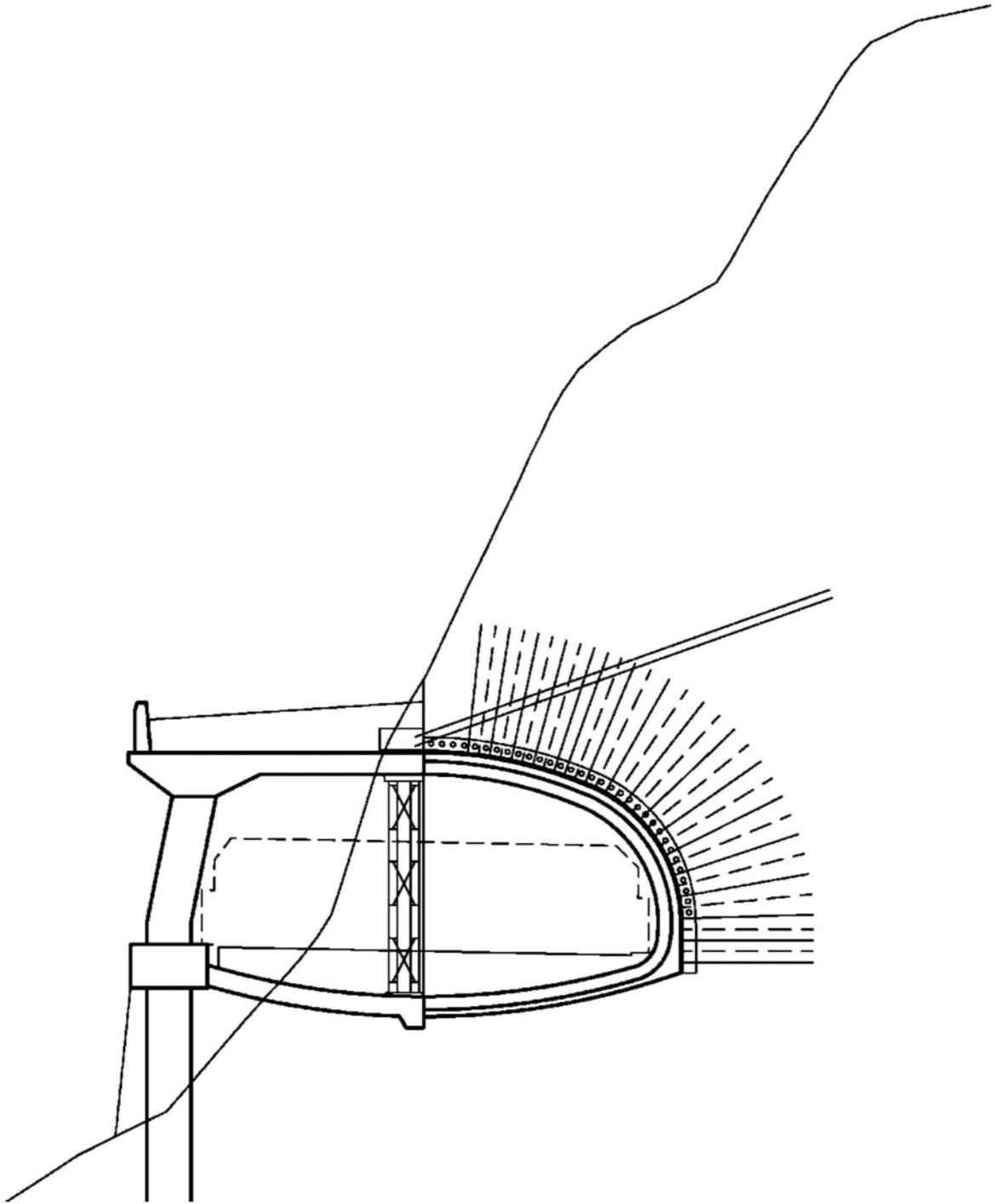


图2

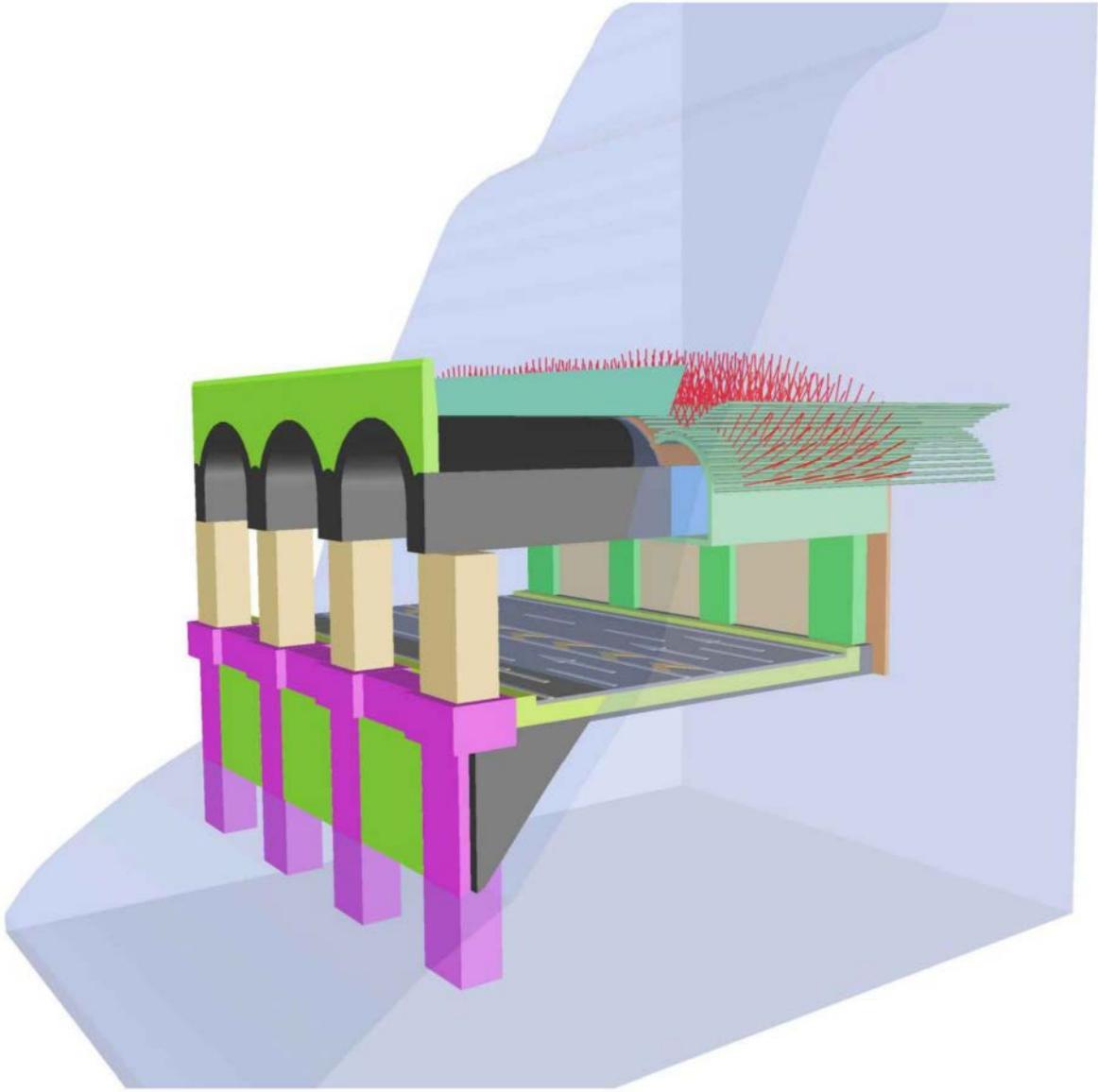


图3

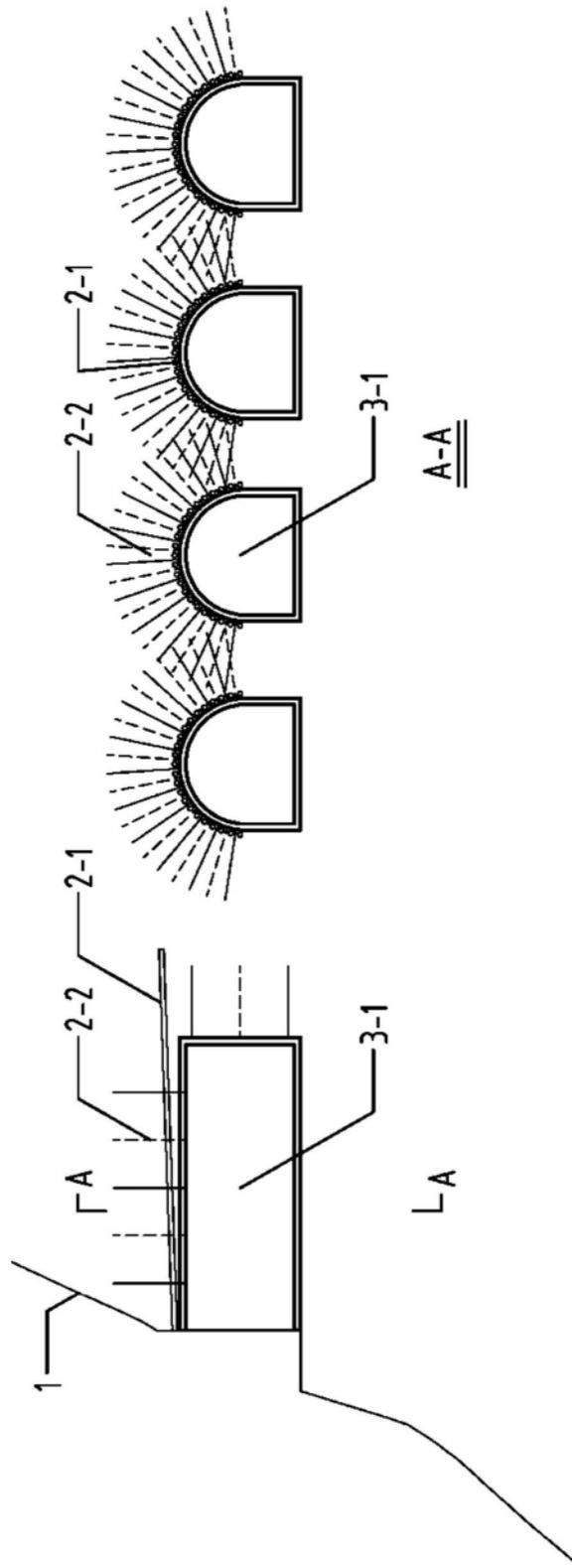


图4-1

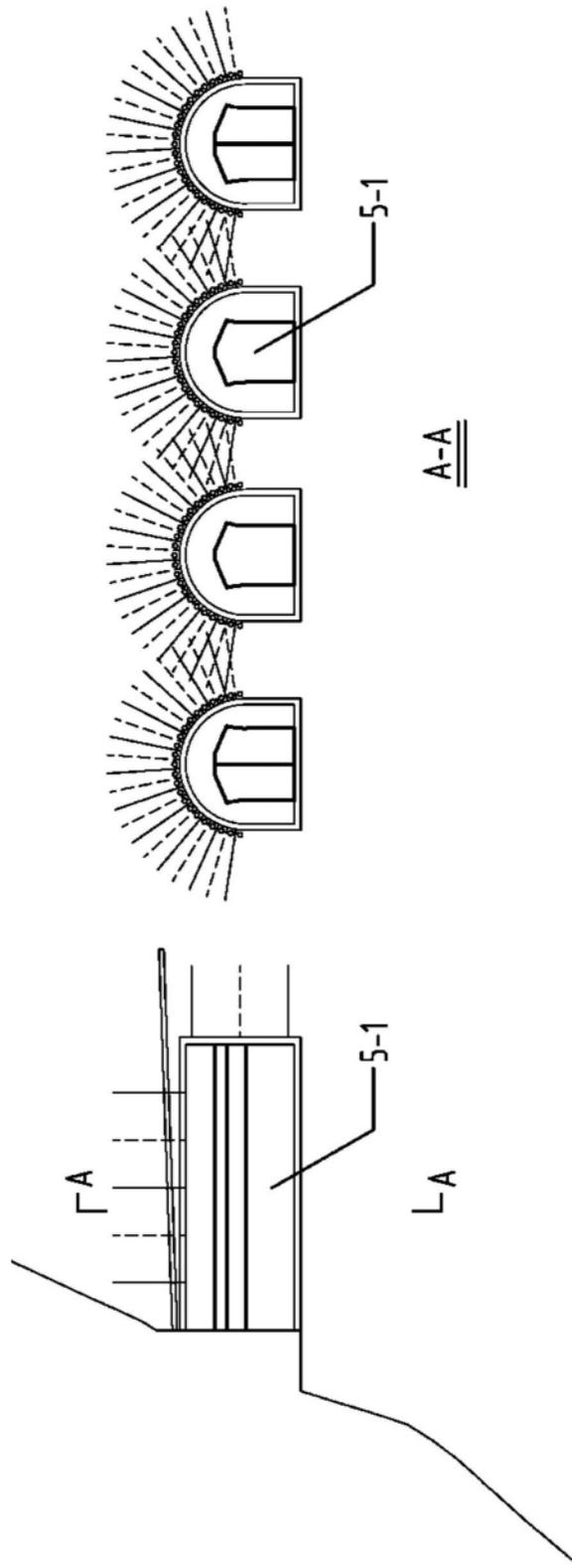


图4-2

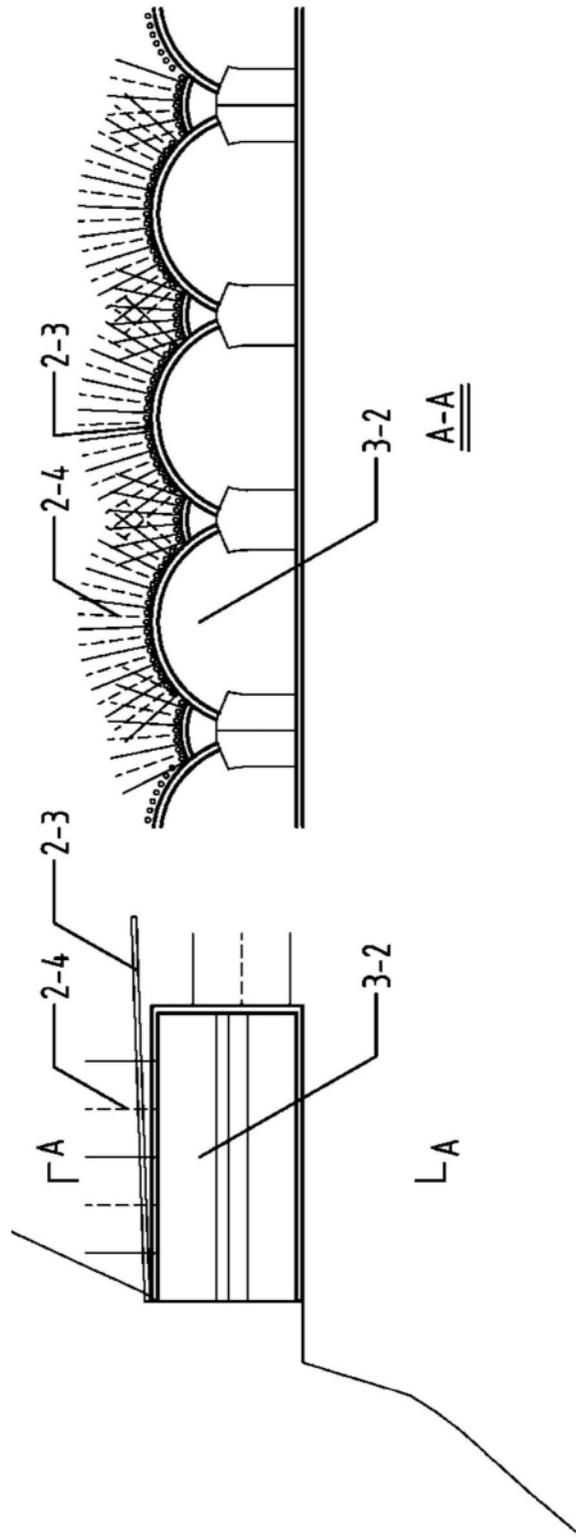


图4-3

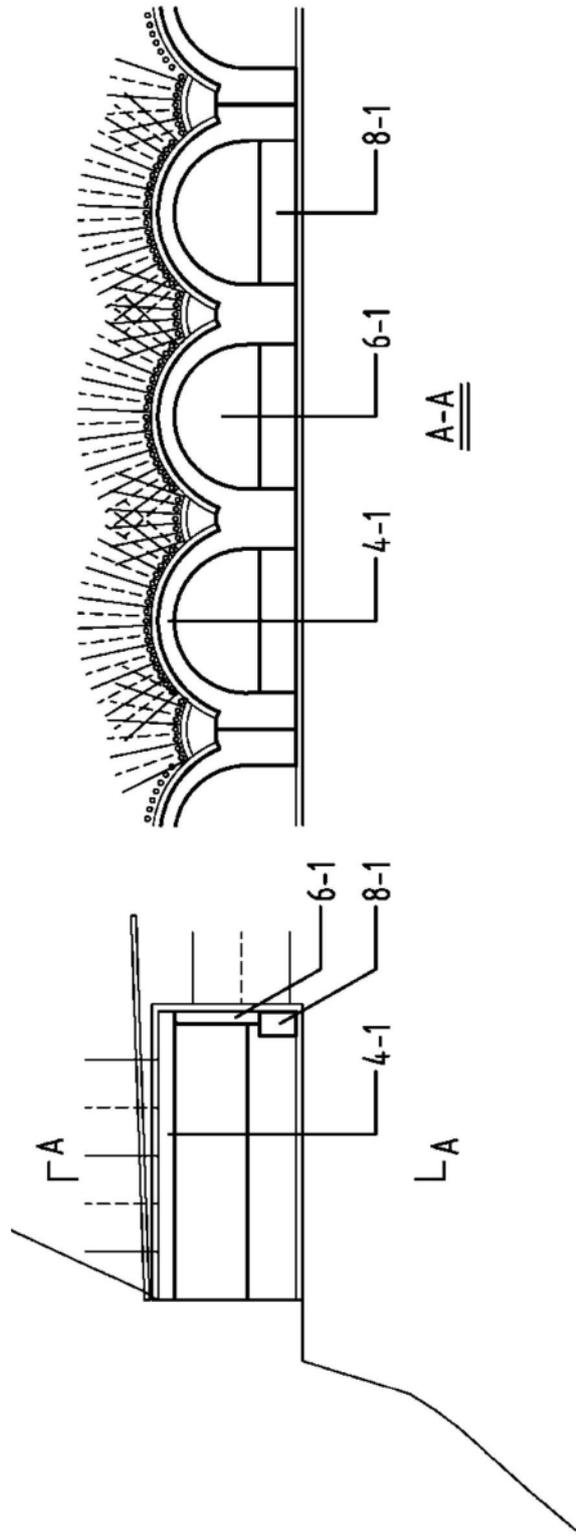


图4-4

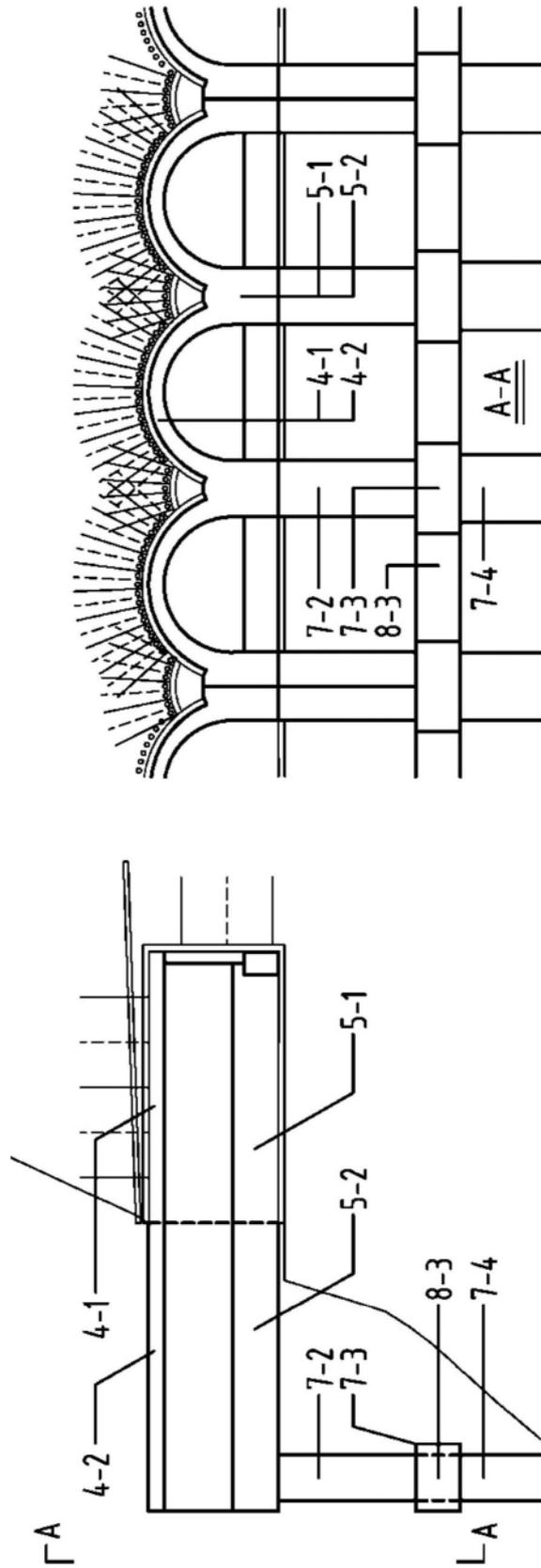


图4-5

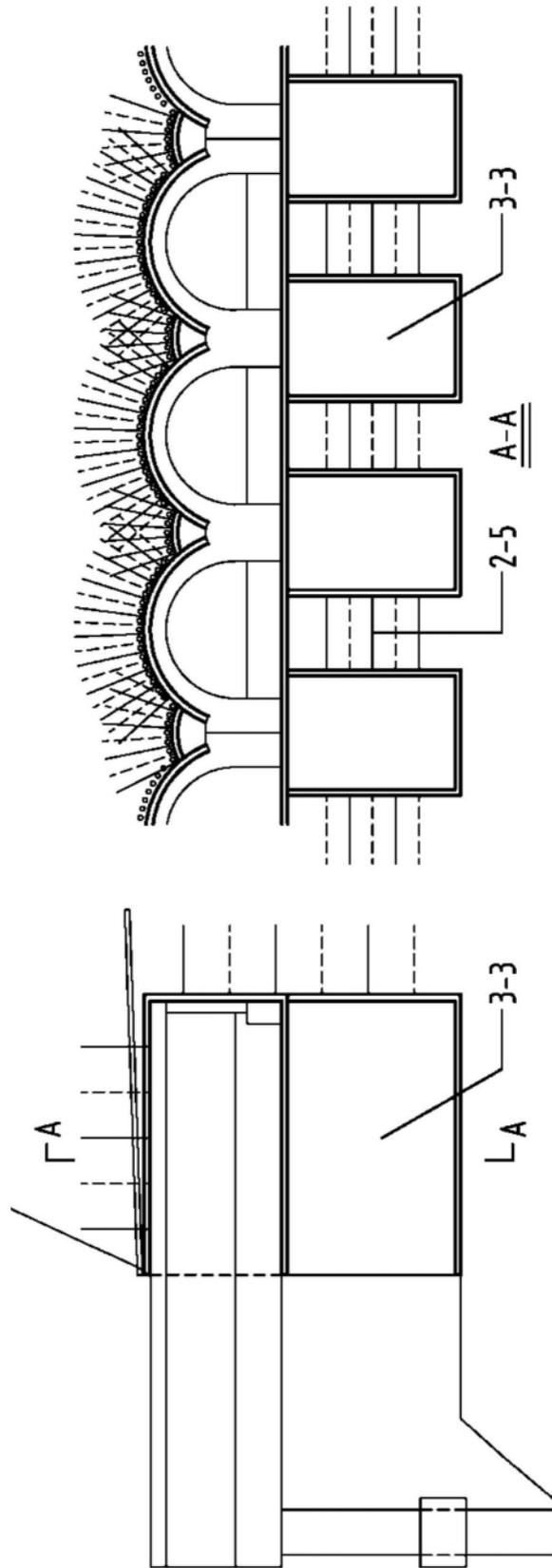


图4-6

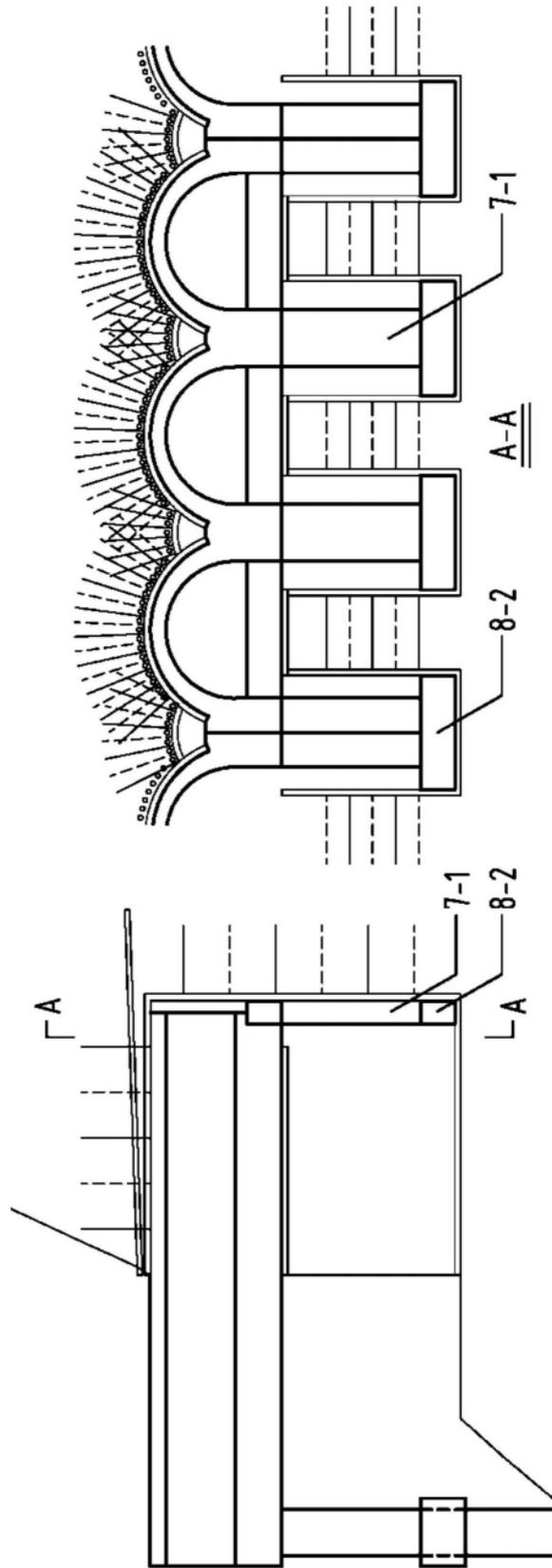


图4-7

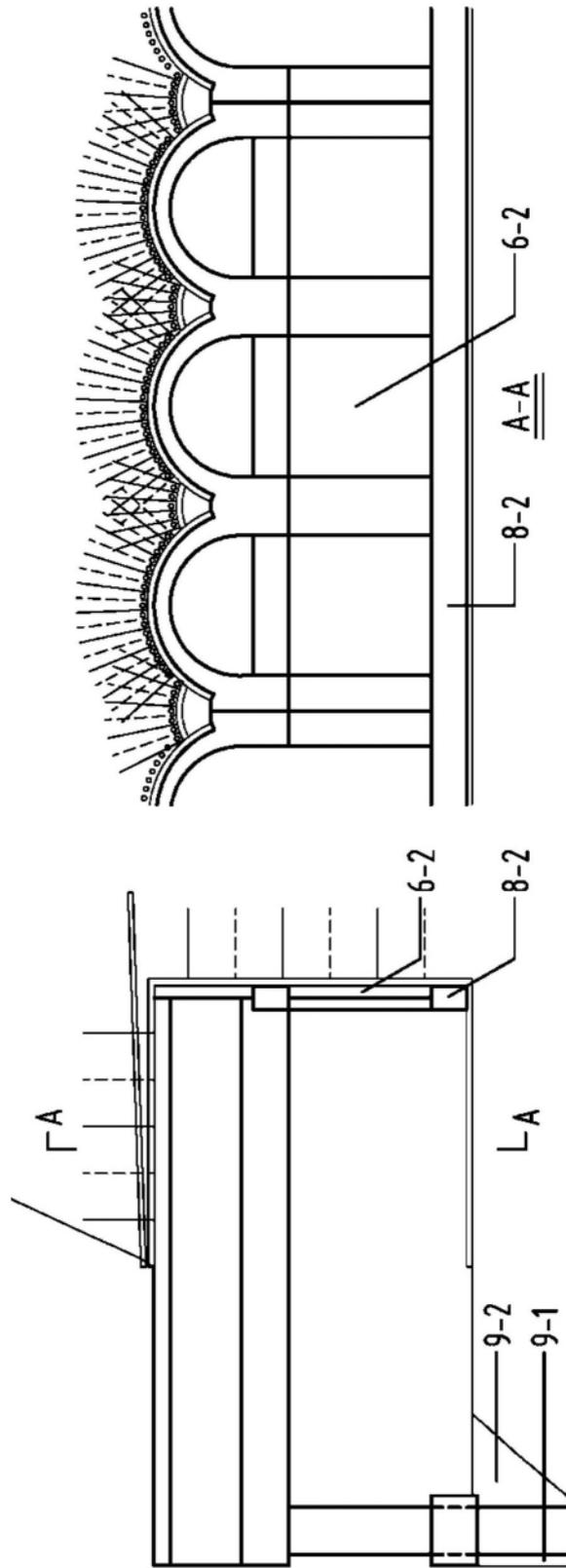


图4-8

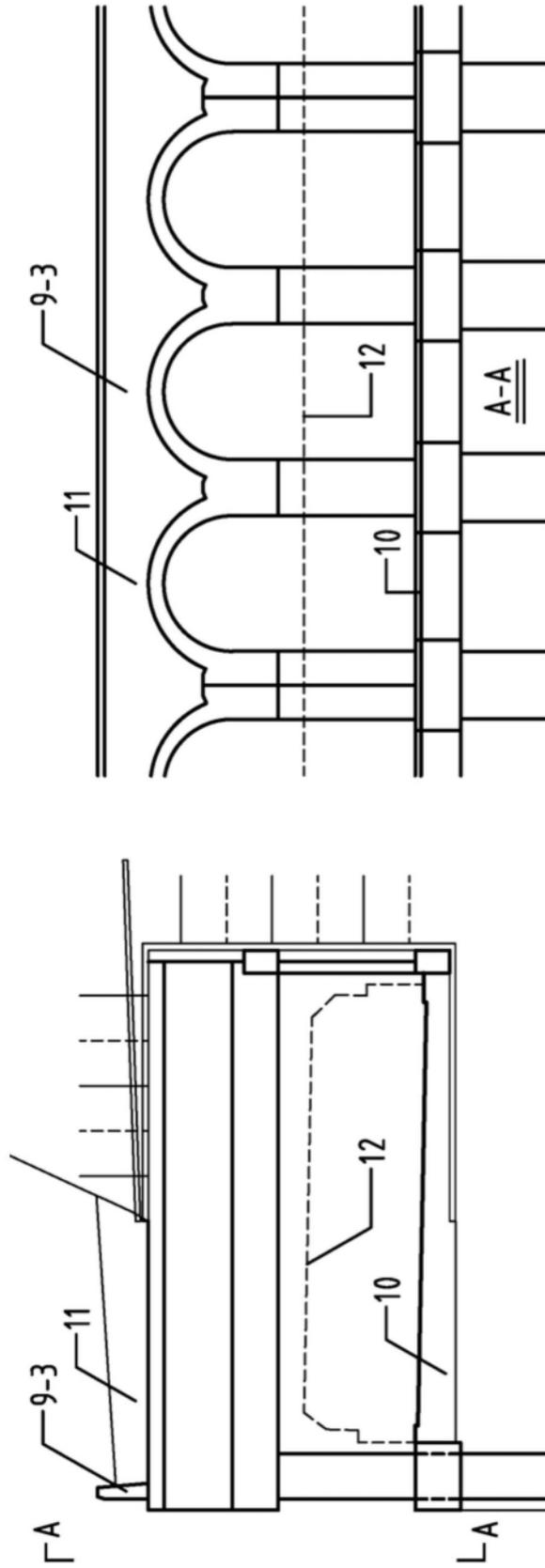


图4-9