



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106050243 B

(45)授权公告日 2019.01.22

(21)申请号 201610604430.3

(22)申请日 2016.07.28

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106050243 A

(43)申请公布日 2016.10.26

(73)专利权人 中冶建工集团有限公司  
地址 400084 重庆市大渡口区西城大道1号

(72)发明人 朱平 杨丛源 林波 陈先均

(74)专利代理机构 重庆博凯知识产权代理有限公司 50212

代理人 刘念芝

(51) Int. Cl.  
E21D 9/00(2006.01)

(56)对比文件

KR 20030037086 A,2003.05.12,  
CN 203443579 U,2014.02.19,  
CN 102287195 A,2011.12.21,  
JP 4303511 B2,2009.07.29,  
CN 101806217 A,2010.08.18,

审查员 张樱

权利要求书3页 说明书10页 附图5页

(54)发明名称

超浅埋小间距大断面的多隧道并行施工方法

(57)摘要

本发明公开了一种超浅埋小间距大断面的多隧道并行施工方法,用于开挖多个并行的隧道,包括:S12、多个先行隧道跳开开挖,确定跳开开挖的先行隧道并进行多洞跳开开挖,即每开挖的两个隧道之间预留一个隧道的位置;S14、多个后行隧道跳开开挖,在所述多个先行隧道跳开开挖预定距离后开始多个后行隧道跳开开挖,即在所述每开挖的两个隧道之间预留一个隧道的位置处开挖后行隧道,从而完成多个并行隧道施工。本发明在采用单、双侧壁导坑开挖法及复合式衬砌原理的基础上,对各洞顶低洼处进行换填有效解决偏压问题,在各洞之间施做预应力对拉锚杆,使各洞之间连成一个整体,更加稳固洞于洞之间围岩,有效解决了洞于洞之间侧压力的影响。



1. 一种超浅埋小间距大断面的多隧道并行施工方法,用于开挖多个并行的隧道,包括以下步骤:

S12、多个先行隧道跳开开挖,确定跳开开挖的先行隧道并进行多洞跳开开挖,即每开挖的两个隧道之间预留一个隧道的位置;

S14、多个后行隧道跳开开挖,在所述多个先行隧道跳开开挖预定距离后开始多个后行隧道跳开开挖,即在所述每开挖的两个隧道之间预留一个隧道的位置处开挖后行隧道,从而完成多个并行隧道施工;

在S12步骤之前还包括:

S101、确定跳开的两个先行隧道及开挖方案;

S102、开始所有隧道洞口边仰坡土石方开挖;

S103、对浅埋地段偏压的洞顶做处理;

S104、所有洞口大管棚施工;

在所述多个并行的隧道中,分别位于最边侧的两个隧道采用单侧壁开挖法施工,位于中间的隧道采用双侧壁开挖法施工;

位于最边侧的隧道通过以下步骤完成施工:

开挖左侧导坑上半断面,左侧导坑上半断面拱部初期支护,左侧上导坑中隔墙临时初期支护,施做左侧上半部分对拉锚杆;

开挖右侧导坑上半断面,右侧导坑上半断面拱部初期支护;

开挖左侧导坑下半断面,左侧下导坑边墙初期支护,左侧下导坑中隔墙临时初期支护,左侧下导坑仰拱部初期支护,施做左侧下半部分对拉锚杆;

开挖右侧下半断面,右侧下导坑边墙初期支护,右侧下导坑仰拱部初期支护;

全洞二衬;

位于中间的隧道通过以下步骤完成施工:

开挖左侧导坑上半断面,左侧导坑上半断面拱部初期支护,左侧上导坑中隔墙临时初期支护及临时仰拱支护,施做左侧上半部分对拉锚杆;

开挖右侧导坑上半断面,右侧上导坑拱部初期支护,右侧上导坑中隔墙临时初期支护及临时仰拱支护,,施做右侧上半部分对拉锚杆;

开挖中间导坑上半断面,中间上导坑拱顶初期支护;

开挖左侧导坑下半断面,左侧下导坑边墙初期支护,左侧下导坑中隔墙临时初期支护,施做左侧下半部分对拉锚杆,左侧仰拱、下半部分二层初期支护;

开挖右侧导坑下半断面,右侧下导坑边墙初期支护,右侧下导坑中隔墙临时初期支护,施做右侧下半部分对拉锚杆,右侧仰拱、下半部分二层初期支护;

开挖中间导坑下半断面,中间下导坑仰拱初期支护,中间下导坑仰拱二层初期支护;

外层初期支护封闭成环后施做二衬仰拱、仰拱填充混凝土,待混凝土强度达到70%后施做上半断面二层初期支护;

全洞二衬;

S102步骤中包括以下子步骤:

1) 根据测量放线的标准要求,洞口段的边、仰坡排水沟和截水天沟要先做,洞口及明洞的土石方施工采用挖掘机配自卸汽车自上而下分层开挖,不能一次到位,减弱对边、仰坡的

扰动；

2) 明洞段开挖在仰坡与边坡相交处采用圆角法开挖,人工刷坡,边刷坡边支护,避免坡面岩体暴露时间过长造成危险；

3) 施工时随时注意边、仰坡的变化,做好开挖中的支护和防塌工作；

4) 避开在雨季施工,做好防、排水设施,减少地面水对洞口段施工的影响；

5) 边仰坡随开挖随防护,严禁长时间暴露；

S103步骤中包括以下子步骤：

1) 回填水泥石前必须清除干净地表散土、腐殖土；

2) 水泥石混合料的拌合时含水量应控制比最佳含水量高1到3个点,气温高时还应注意水泥石表面补水,现场的填筑水泥石必须符合设计要求；

3) 回填应分层施工,按每层30cm层厚分层回填,填筑过程中,测量工作应同步进行,随时检查控制填土面高程及填土厚度；土面过光时要采取人工刨毛处理,保证层间结合牢固；

4) 在夯压时对干土适当洒水加以润湿；如回填土太湿同样夯不密实呈“橡皮土”现象,这时应将“橡皮土”挖出,重新换好土方再予以夯压密实；

5) 水泥石施工与温度有很大关系,为避免因温度差异而加剧水泥石的技术指标变化,控制在白天气温较高的条件下施工；

6) 水泥石施工应快速摊铺、快速整平、碾压密实、快速检测的方法,以保证整个施工过程在水泥初凝前结束；

7) 小导管加工时顶部做成圆锥形,方便插入孔内,杆体打设8mm孔洞,20cm梅花形布置；

8) 水泥浆严格按照实验配合比进行配置,水泥浆必须随用随拌,放置时间过长的水泥浆必须重新搅拌；

S104步骤中包括以下子步骤：

1) 根据测量定位,安设导向墙钢拱架必须精确；

2) 在安设套管前,应先在钢架上对套管的位置精确定位,并要考虑管棚上仰的角度,然后将套管与钢拱架进行加固处理；

3) 套管安设完毕后,对导向墙进行支模,模板采用3cm厚的木板拼装而成,模板高度必须满足套拱混凝土厚度要求；

4) 混凝土浇筑过程中注意振捣,严禁过振、漏振,拆模时,不得损坏混凝土表面,底模必须达到设计强度的100%方可拆除；

5) 安钻机平台采用隧道洞口核心土作平台,合理安排钻孔顺序,缩短钻机在搭设平台上的移动时间,同时便于钻机定位,钻机应安装平稳、牢固,另钻机机身应与线路中线方向保持平行；

6) 采取跳位钻孔法钻孔,并钻一孔安设一孔,以防坍孔；

7) 钻机开孔时要低速,待成孔1.0米以上,可升高到正常压力,遇软岩时应改用低压钻进,钻进时产生塌孔、卡钻时,必须补浆后再钻进,成孔后用高压风将孔内余渣清洗干净,防止插管时卡管,必须做到随钻随清孔随插管；

8) 钻孔检查合格后,将管棚钢管顺序接入孔内,注意保持质量,管棚装入后,将加工好的钢筋笼依次装入管棚内,直至设计深度；

9) 浆液配制一定要严格计量,用专用的水泥浆搅拌机搅拌,保证浆液流动度、凝固时

间、强度发展及强度均符合设计要求；

10) 管内注浆，一定要安设排气管，并使终压值达到2~2.5Mpa，并稳定5~10min，终压值不宜过大，防止止浆墙被破坏；

锚杆采用D25中空注浆锚杆，锚杆杆体外径25mm，壁厚4.5mm以上，杆体材料强度为500MPa。

## 超浅埋小间距大断面的多隧道并行施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种隧道施工方法,特别涉及一种超浅埋小间距大断面的多隧道并行施工方法。

### 背景技术

[0002] 随着我国经济实力的逐渐增强,城市发展速度的加快,不管是公路隧道、铁路隧道,亦或水工隧道等,均早已进入广大人民群众视野。而多洞并行也将越来越普遍,如何安全经济的通过名胜古迹就成为目前公路隧道工程的一项重要课题,而其中最为关键的技术就是隧道开挖与支护形式的选择。隧道的开挖方法有全断面法、台阶法、环形开挖预留核心土法、中隔壁法(CD法)、交叉中隔壁法(CRD)、单侧壁导坑开挖法、双侧壁导坑法等。目前针对双洞同时开挖一般采用短进尺,然后控制两洞之间掌子面有效距离,一般后面一个洞掌子面不超过前面一个洞二衬断面,这种办法如遇超小间距、超潜埋大断面多隧道无法有效控制洞顶偏压、洞于洞之间侧压,存在极大安全隐患。

### 发明内容

[0003] 针对上述现有技术的不足,本发明所要解决的技术问题是:提供一种对各洞顶低洼处进行换填有效解决偏压问题,在各洞之间施做预应力对拉锚杆,使各洞之间连成一个整体,更加稳固洞于洞之间围岩,有效解决了洞于洞之间侧压力的影响,提高施工效率的超浅埋小间距大断面的多隧道并行施工方法。

[0004] 为解决上述技术问题,本发明采用的一个技术方案是:提供一种超浅埋小间距大断面的多隧道并行施工方法,用于开挖多个并行的隧道,包括以下步骤:

[0005] S12、多个先行隧道跳开开挖,确定跳开开挖的先行隧道并进行多洞跳开开挖,即每开挖的两个隧道之间预留一个隧道的位置;

[0006] S14、多个后行隧道跳开开挖,在所述多个先行隧道跳开开挖预定距离后开始多个后行隧道跳开开挖,即在所述每开挖的两个隧道之间预留一个隧道的位置处开挖后行隧道,从而完成多个并行隧道施工。

[0007] 进一步的,在S2步骤之前还包括:

[0008] S101、确定跳开的两个先行隧道及开挖方案;

[0009] S102、开始所有隧道洞口边仰坡土石方开挖;

[0010] S103、对浅埋地段偏压的洞顶做处理;

[0011] S104、所有洞口大管棚施工。

[0012] 进一步的,在所述多个并行的隧道中,分别位于最边侧的两个隧道采用单侧壁开挖法施工,位于中间的隧道采用双侧壁开挖法施工。

[0013] 其中,位于最边侧的隧道通过以下步骤完成施工:

[0014] 开挖左侧导坑上半断面,左侧导坑上半断面拱部初期支护,左侧上导坑中隔墙临时初期支护,施做左侧上半部分对拉锚杆;

- [0015] 开挖右侧导坑上半断面,右侧导坑上半断面拱部初期支护;
- [0016] 开挖左侧导坑下半断面,左侧下导坑边墙初期支护,左侧下导坑中隔墙临时初期支护,左侧下导坑仰拱部初期支护,施做左侧下半部分对拉锚杆;
- [0017] 开挖右侧下半断面,右侧下导坑边墙初期支护,右侧下导坑仰拱部初期支护;
- [0018] 全洞二衬。
- [0019] 其中,位于中间的隧道通过以下步骤完成施工:
- [0020] 开挖左侧导坑上半断面,左侧导坑上半断面拱部初期支护,左侧上导坑中隔墙临时初期支护及临时仰拱支护,施做左侧上半部分对拉锚杆;
- [0021] 开挖右侧导坑上半断面,右侧上导坑拱部初期支护,右侧上导坑中隔墙临时初期支护及临时仰拱支护,施做右侧上半部分对拉锚杆;
- [0022] 开挖中间导坑上半断面,中间上导坑拱顶初期支护,;
- [0023] 开挖左侧导坑下半断面,左侧下导坑边墙初期支护,左侧下导坑中隔墙临时初期支护,施做左侧下半部分对拉锚杆,左侧仰拱、下半部分二层初期支护;
- [0024] 开挖右侧导坑下半断面,右侧下导坑边墙初期支护,右侧下导坑中隔墙临时初期支护,施做右侧下半部分对拉锚杆,右侧仰拱、下半部分二层初期支护;
- [0025] 开挖中间导坑下半断面,中间下导坑仰拱初期支护,中间下导坑仰拱二层初期支护;
- [0026] 外层初期支护封闭成环后施做二衬仰拱、仰拱填充混凝土,待混凝土强度达到70%后施做上半断面二层初期支护;
- [0027] 全洞二衬。
- [0028] 本方法适用于断面大、地层较差的IV、V级围岩地层、不稳定岩体和浅埋段、偏压段、洞口段的隧道开挖。尤其对于小间距、大断面、超浅埋多洞并行黄土隧道有较好的效果。其成功的技术实践及施工经验,在公路、铁路、水利、矿山等工程均可广泛使用。以新奥法的基本原理为依据,以“管超前、严注浆、短进尺、强支护、早封闭、勤量测”为指导。根据围岩情况选择围岩较好的隧道做为先行隧道,围岩较差的为后行隧道,跳开开挖,先行隧道开挖、初期支护及仰拱每个工序均要先于后行隧道一定距离后才开始后行洞掌子面开挖。主干路隧道就是利用两个中隔壁把整个隧道大断面分成左中右3个小断面施工,左、右导洞先行,中间断面紧跟其后;初期支护仰拱成环后,拆除两侧导洞临时支撑,形成全断面,即双侧壁导坑法施工。辅路隧道就是利用一个中隔壁把整个隧道大断面分为左右2个小断面施工,初期支护成环后,拆除中隔壁,形成全断面,即单侧壁导坑法施工。本方法采用了机械开挖方式,与传统钻爆施方法相比大大减少了对长城古迹遗址基础的扰动,能够很好的控制地表沉降量,保证掌子面的稳定性,实现了保护明长城古迹遗址的任务。本方法充分考虑各隧道间先后开挖顺序,保证中隔壁的稳定性,确保四洞并行隧道开挖的安全。本方法开挖洞室分块多,全断面封闭成环时间较长,但每个洞室开挖成型后立即各自闭合,所以在施工中变形不发展,安全系数高。
- [0029] 在采用单、双侧壁导坑开挖法及复合式衬砌原理的基础上,对各洞顶低洼处进行换填有效解决偏压问题,在各洞之间施做预应力对拉锚杆,使各洞之间连成一个整体,更加稳固洞于洞之间围岩,有效解决了洞于洞之间侧压力的影响。通过对开挖方法的优化及机械设备的改进,形成了隧道开挖与支护流水作业的方法,并在实际操作过程中取得了良好

的效果,保证隧道在预定工期内,保证质量、保证安全的同时节省了成本。

### 附图说明

[0030] 图1是本发明超浅埋小间距大断面的多隧道并行施工方法一实施例的流程图。

[0031] 图2是相邻的两个隧道之间施作预应力锚杆的结构示意图。

[0032] 图3是本发明超浅埋小间距大断面的多隧道并行施工方法中位于中间的主隧道的开挖方法的流程图。

[0033] 图4是图3中的中间隧道开挖后的断面图。

[0034] 图5是本发明超浅埋小间距大断面的多隧道并行施工方法中位于最边侧的辅隧道的开挖方法的流程图。

[0035] 图6是图5中最边侧隧道开挖后的断面图。

[0036] 图7是本发明小导管的结构示意图。

### 具体实施方式

[0037] 下面将结合本发明实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例仅仅是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有做出创造性劳动前提下所获得的所有其他实施例,都属于本发明保护的范围。

[0038] 请参见图1,本发明的一种超浅埋小间距大断面的多隧道并行施工方法,用于开挖多个并行的隧道,包括以下步骤:

[0039] S12、多个先行隧道跳开开挖,确定跳开开挖的先行隧道并进行多洞跳开开挖,即每开挖的两个隧道之间预留一个隧道的位置;

[0040] S14、多个后行隧道跳开开挖,在所述多个先行隧道跳开开挖预定距离后开始多个后行隧道跳开开挖,即在所述每开挖的两个隧道之间预留一个隧道的位置处开挖后行隧道,从而完成多个并行隧道施工。

[0041] 本实施例中,假设需要开挖四个并行的隧道,位于最边侧的两个隧道为辅隧道,位于中间的两个隧道为主隧道,每相邻的两个隧道之间具有预定间隔距离。假设位于最左侧的辅隧道为1隧道,左从至右依次为2隧道、3隧道和4隧道,那么,上述的跳开开挖即是指1隧道和3隧道为一组,2隧道和4隧道为一组,要么将1隧道和3隧道为先行跳开开挖,要么将2隧道和4隧道确定为先行跳开开挖。

[0042] 假设确定为1隧道和3隧道跳开开挖,那么,在1隧道和3隧道跳开开挖距离的米数后,开始2隧道和4隧道跳开开挖,如此完成多个并行隧道的开挖。

[0043] 具体的,在每一个隧道开挖之前,需要完成以下步骤:

[0044] S101、确定跳开的两个先行隧道及开挖方案;

[0045] 根据地质勘探资料及现场围岩实际情况进行分析,必须经过多方面的论证分析,确定并排的四个隧道中跳开开挖的两个先行隧道。

[0046] S102、开始所有隧道洞口边仰坡土石方开挖;

[0047] 1) 本步骤包括以下步骤:根据测量放线的标准要求,洞口段的边、仰坡排水沟和截水天沟要先做,洞口及明洞的土石方施工采用挖掘机配自卸汽车自上而下分层开挖,不能

一次到位,减弱对边、仰坡的扰动。

[0048] 2) 明洞段开挖在仰坡与边坡相交处采用圆角法开挖,人工刷坡,边刷坡边支护,避免坡面岩体暴露时间过长造成危险。

[0049] 3) 施工时随时注意边、仰坡的变化,做好开挖中的支护和防塌工作。

[0050] 4) 避开在雨季施工,做好防、排水设施,减少地面水对洞口段施工的影响。

[0051] 5) 边仰坡随开挖随防护,严禁长时间暴露。

[0052] S103、对浅埋地段偏压的洞顶做处理;

[0053] 本步骤包括以下子步骤:

[0054] 1) 回填水泥土前必须清除干净地表散土、腐殖土。

[0055] 2) 水泥土混合料的拌合时含水量应控制比最佳含水量高1到3个点,气温高时还应注意水泥土表面补水,现场的填筑水泥土必须符合设计要求。

[0056] 3) 回填应分层施工,按每层30cm层厚分层回填。填筑过程中,测量工作应同步进行,随时检查控制填土面高程及填土厚度;土面过光时要采取人工刨毛处理,保证层间结合牢固。

[0057] 4) 在夯压时对干土适当洒水加以润湿;如回填土太湿同样夯不密实呈“橡皮土”现象,这时应将“橡皮土”挖出,重新换好土方再予以夯压密实。

[0058] 5) 水泥土施工与温度有很大关系,为避免因温度差异而加剧水泥土的技术指标变化,控制在白天气温较高的条件下施工。

[0059] 6) 水泥土施工应快速摊铺、快速整平、碾压密实、快速检测的方法,以保证整个施工过程在水泥初凝前结束。

[0060] 7) 小导管加工时顶部做成圆锥形,方便插入孔内,杆体打设8mm孔洞,20cm梅花形布置。

[0061] 8) 水泥浆严格按照实验配合比进行配置,水泥浆必须随用随拌,放置时间过长的水泥浆必须重新搅拌。

[0062] S104、所有洞口大管棚施工。

[0063] 本步骤包括以下子步骤:

[0064] 1) 根据测量定位,安设导向墙钢拱架必须精确。

[0065] 2) 在安设套管前,应先在钢架上对套管的位置精确定位,并要考虑管棚上仰的角度,然后将套管与钢拱架进行加固处理。

[0066] 3) 套管安设完毕后,对导向墙进行支模,模板采用3cm厚的木板拼装而成,模板高度必须满足套拱混凝土厚度要求。

[0067] 4) 混凝土浇筑过程中注意振捣,严禁过振、漏振。拆模时,不得损坏混凝土表面,底模必须达到设计强度的100%方可拆除。

[0068] 5) 安钻机平台采用隧道洞口核心土作平台。合理安排钻孔顺序,缩短钻机在搭设平台上的移动时间,同时便于钻机定位。钻机应安装平稳、牢固,防止施钻时钻机不均匀下沉、摆动、位移等影响钻孔质量。另钻机机身应与线路中线方向保持平行。

[0069] 6) 采取跳位钻孔法钻孔,并钻一孔安设一孔,以防坍孔。

[0070] 7) 钻机开孔时要低速,待成孔1.0米以上,可升高到正常压力,遇软岩时应改用低压钻进。钻进时产生塌孔、卡钻时,必须补浆后再钻进。成孔后用高压风将孔内余渣清洗干



净,防止插管时卡管,必须做到随钻随清孔随插管。

[0071] 8) 钻孔检查合格后,将管棚钢管顺序接入孔内,注意保持质量。管棚装入后,将加工好的钢筋笼依次装入管棚内,直至设计深度。

[0072] 9) 浆液配制一定要严格计量,用专用的水泥浆搅拌机搅拌,保证浆液流动度、凝固时间、强度发展及强度均符合设计要求。

[0073] 10) 管内注浆,一定要安设排气管,并使终压值达到2~2.5Mpa,并稳定5~10min,终压值不宜过大,防止止浆墙被破坏。

[0074] 在先行开挖的跳开隧道中,根据地质勘探资料及现场围岩情况选择围岩较好的两个隧道跳开开挖,分别按照双侧壁开挖法和单侧壁开挖法进行。开挖过程中严格按照新奥法“管超前、严注浆、短进尺、强支护、早封闭、勤量测”十八字方针进行。仰拱一次开挖进尺不得过大,仰拱、仰拱填充分别浇筑,严禁一次浇筑。先行隧道开挖、初期支护及仰拱每个工序均要先于后行隧道一定距离,后行隧道才选择与先行隧道相邻的上导开挖,开挖过程中必须加强围岩的观测,及时进行上导的封闭成环。

[0075] 在相应的隧道开挖后,需要在相邻的两个隧道之间施作预应力锚杆,具体请参见图2:

[0076] 1) 根据设计在后行隧道上布点,钻孔打穿岩体,凿除杆体两端喷射混凝土弧线部分,使垫板与混凝土面密贴。张拉端设在后行隧道内,锚固端设在先行隧道内;由后行隧道面送入杆体,将锚固端的垫板与杆体焊接牢固,并用喷射混凝土封闭孔口;用注浆机向锚杆内注浆,注浆后用扭矩扳手一次直接张拉到设计吨位,并用喷射砼封闭孔口。

[0077] 2) 预应力张拉采用扭力扳手进行,张拉设备在张拉前要进行标定,根据标定报告换算出对预应力锚杆张拉时,拉力所对应的扭力扳手刻度表读数,将扭力扳手刻度表值调整到相应的拉力值后,对预应力锚杆进行张拉,当扭力扳手报警,即认为预应力锚杆锁定到设计吨位。

[0078] 3) 锚杆应存放在干燥处,避免锈蚀。锚杆加工采用砂轮机切割,严禁使用气割或电焊。加工完成后,应尽快使用,避免长时间存放。

[0079] 4) 预应力锚杆孔的位置、方向、孔径及孔深应符合施工图纸要求。成孔后必须准确,预应力锚杆必须安设到位,并及时实施注浆以防塌孔。

[0080] 5) 张拉的设备和仪器使用前均应进行标定,标定不合格的张拉设备和仪器不得使用,必须重新标定后才准使用。

[0081] 然后,进行监控测量:超浅埋小间距大断面四洞并行黄土隧道施工过程中,现场监控量测是新奥法隧道设计与施工的重要组成部分,它不仅能指导施工,预报险情,确保安全,而且通过现场量测获得围岩与支护结构的变形和工作状态信息,为优化结构设计、支护参数和施工工艺提供信息依据,为二次衬砌提出合理的施作时间,还能为隧道工程设计与施工积累资料,为今后的设计和施工提供类比依据。因此施工中必须按照《公路隧道施工技术规范》及相关规范的要求做好监控量测工作。测点应设置可靠、并应妥善保护,测量仪器使用前应进行标定。在施工初期阶段、地质条件差地段、或者变形和位移频数较大时,应适当增加量测断面和量测频率。在监控量测中若发现较大或者变形速率无收敛趋势时,应及时将量测信息发贖给设计,以便优化支护参数和采取补强措施,若经过各种量测数据联合进行分析,发现初期支护安全系数较大时,经设计人员同意后可对下一阶段相同地质条件

下的支护参数进行适当的调整。

[0082] 本实施例中,在所述多个并行的隧道中,分别位于最边侧的两个隧道采用单侧壁开挖法施工,位于中间的隧道采用双侧壁开挖法施工。

[0083] 以下对在多个隧道中位于中间的主隧道的施工方法进行描述,请详见图3及图4,主要采用以下步骤进行:

[0084] 开挖左侧导坑上半断面①(右侧上导坑),I侧导坑拱部初期支护,左侧上导坑中隔墙临时初期支护及临时仰拱支护,施做左侧上半部分对拉锚杆;

[0085] 开挖右侧导坑上半断面③(右侧上导坑),IV右侧上导坑拱部初期支护及临时仰拱支护,施做右侧上半部分对拉锚杆;

[0086] 开挖中间导坑上半断面⑤(中间上导坑),VII中间上导坑拱顶初期支护;

[0087] 开挖左侧导坑下半断面②(左侧下导坑),II侧下导坑边墙初期支护,左侧下导坑②中隔墙临时初期支护,左侧下导坑仰拱部初期支护,施做左侧下半部分对拉锚杆,III、VIII左侧下导坑仰拱、下半断面二层初期支护;

[0088] 开挖右侧导坑下半断面④(右侧下导坑),V右侧下导坑边墙初期支护,右侧下导坑中④隔墙临时初期支护,右侧下导坑仰拱部初期支护,施做右侧下半部分对拉锚杆,VI右侧下导坑仰拱、下半断面二层初期支护;

[0089] 开挖中间导坑下半断面⑥(中间下导坑),IX中间下导坑仰拱初期支护,X中间下导坑仰拱二层初支;

[0090] 外层初期支护封闭成环后施做二衬仰拱、仰拱填充混凝土,待混凝土强度达到70%后施做上半断面二层初期支护;

[0091] XI全洞二衬。

[0092] 以下对在多个隧道中位于最边侧的辅隧道的施工方法进行描述,请详见图5及图6,主要采用以下步骤进行:

[0093] 开挖左侧导坑上半断面①,I左侧上导坑拱部初期支护,左侧上导坑中隔墙临时初期支护,施做左侧上半部分对拉锚杆;

[0094] 开挖右侧导坑上半断面③,III右侧上导坑拱部初期支护;

[0095] 开挖左侧导坑下半断面②,II左侧下导坑边墙初期支护,左侧下导坑中隔墙临时初期支护,左侧下导坑仰拱部初期支护,施做左侧下半部分对拉锚杆;

[0096] 开挖右侧下半断面④,IV右侧下导坑边墙初期支护,右侧下导坑仰拱部初期支护。V全洞二衬。

[0097] 所述单侧壁导坑开挖方法具体包括以下步骤:

[0098] 1、清理掌子面,测量放线

[0099] 隧道开挖前,测量人员定出开挖断面中线、水平线,根据设计图将开挖轮廓线标示在掌子面上。

[0100] 2、施作超前支护、注浆

[0101] 1) 钻孔、插小导管:导管孔钻打前,进行孔位测量放样,孔位测量做到位置准确,钻孔按放样进行,并设方向架控制钻孔方位,使孔位外插角符合设计要求。钻孔完成后,用高压风清洗,吹干净孔内砂尘,所有钻孔完成均进行检验。

[0102] 2) 导管加工:由现场专业车间进行,其注浆孔用钻床成孔,尾部加焊 $\phi 6$ 管箍,并经

质检人员检验合格后交付使用,小导管的结构请参见图7。

[0103] 3) 注浆:注浆前先喷砼封闭掌子面以防漏浆,对于强行打入的钢管先吹洗管内的积物,然后再注浆。注浆顺序由下向上进行,浆液用拌合机搅拌或人工搅拌。

[0104] 3、洞身开挖,先开挖①、③导坑,再开挖②、④导坑

[0105] 1) 洞身开挖使用挖机斗改进后的挖掘机挖掘,减少超欠挖,增加工作效率,避免对初期支护钢拱架的碰撞损坏。

[0106] 2) 挖掘进尺控制在1米内,随时观察围岩变化情况,同时应加强断面测量工作,防止超欠挖,并配合出碴进行断面检查,清除欠挖,处理危石。

[0107] 4、初喷混凝土封闭岩面

[0108] 洞身开挖成型后,立即进行岩面喷射混凝土的封闭。

[0109] 5、施作洞身锚杆

[0110] 1) 布孔

[0111] 按设计图要求在初喷混凝土面上进行布孔。

[0112] 2) 钻孔和安设锚杆

[0113] 开挖初喷后,必须尽快利用人工手持风钻在开挖台架上进行钻孔,当钻孔结束后,开始安装锚杆。杆体插入锚杆孔时,保持位置居中,锚杆杆体露出混凝土面不大于喷层厚度,然后复喷至设计图标示厚度。

[0114] 3) 注浆

[0115] 采用注浆机注浆,注浆压力为1.0Mpa~1.5Mpa,一般按管尾部有浆液溢出作为结束标准。当注浆压力达到终压不少于2min,注浆结束后,将管口封堵,以防浆液倒流管外。锚杆垫板与孔口混凝土密贴,并随时检查锚杆头的变形情况,紧固垫板螺帽。

[0116] 6、架立钢拱架、连接筋、安设钢筋网片

[0117] 1) 为保证钢架安设牢固和位置准确,在钢架的各连接板处预留安装钢架连接板凹槽,安装时预先打设定位筋或用锁脚锚杆定位,按设计位置安设,将钢架与锁脚锚杆焊在一起,设纵向连接筋。

[0118] 2) 钢拱架架立应竖直,不得倾斜。钢架与封闭砼之间尽量紧贴,设纵向连接筋,两排钢架间沿周边每隔1m须用纵向钢筋连接,形成纵向连接体系,使其成为一体,以改善受力状态。

[0119] 3) 为增强钢架的整体稳定性,将钢架与纵向连接筋、定位系筋和锁脚锚杆焊接牢固。拱脚部位易发生塑性剪切破坏,故该部位接头除栓接外,再四面帮焊,确保接头的刚度和强度。

[0120] 7、喷射混凝土

[0121] 1) 喷射混凝土水泥采用早强水泥。

[0122] 2) 施工中严格控制喷射混凝土配合比和回弹量,确保喷射混凝土质量,采用潮喷工艺,减少粉尘。

[0123] 3) 喷射混凝土由低处向高处喷射,喷射过程中对准钢筋网片的空格处喷射,防止喷射混凝土背后出现空洞。

[0124] 8、重复以上工序

[0125] 其余各洞室开挖支护流程类似以上过程。

[0126] 9、其他施工要点

[0127] 1) 左右侧导坑错开距离不得小于15米,这是基于在开挖中引起导洞周边围岩应力重新分布不影响已成导洞而确定的。

[0128] 2) 型钢按设计图放大样,放样时预留焊接收缩量及切割刨的加工余量。保证主钢架尺寸正确,弧形圆顺。焊接时沿钢架两边对称焊接,防止变形。焊前及焊缝检查严格按钢结构工程规范执行。加工好后进行试拼,试拼合格后方可大批量生产。

[0129] 3) 二次衬砌应紧跟开挖断面,距离中导不得超过20米。

[0130] 本发明实施例中(四个并行隧道)的隧道施工方法中的材料与准备:

[0131] 1.1工程材料

[0132] 1) 细骨料可用碎石,一般粒径3~5mm。

[0133] 2) 骨料应质地坚硬、耐久、干净,质量应符合《普通混凝土用碎石或卵石质量标准及检验方法(JGJ53)》的规定。

[0134] 1.2砂的质量应符合《普通混凝土用砂质量标准及检验方法(JGJ52)》的规定。

[0135] 1.3水泥质量必须符合现行国家标准的规定。

[0136] 1.4制备混凝土和水泥浆宜采用饮用水。当采用其他水源时,水质必须符合《混凝土拌合用水标准(JGJ63)》的规定。

[0137] 1.5水泥浆如需要掺加外加剂,应使用水泥净浆外加剂。

[0138] 1.6外加剂的使用必须符合《混凝土外加剂(GB8076)》的规定,粉煤灰的使用必须符合《用于水泥和混凝土中粉煤灰(GB/T1596)》的规定。

[0139] 1.7热轧钢筋均选用HPB300钢筋,直径 $22\text{mm} > D \geq 12\text{mm}$ 的热轧带肋钢筋采用HRB400钢筋;直径 $D \geq 22\text{mm}$ 的热轧带肋钢筋及锚杆采用HRB500钢筋。

[0140] 1.8工字钢采用I20b、I 18,并符合设计要求。

[0141] 1.9超前小导管及长管棚采用热轧无缝钢管。

[0142] 1.10系统锚杆采用D25中空注浆锚杆,锚杆杆体外径25mm,壁厚4.5mm以上,杆体材料强度达到500MPa。

[0143] 2、机具设备

[0144] 工程选用的机械设备见表1;设备数量可根据工程量而定。

[0145] 机具设备表表1

[0146]

序号	设备名称	型号规格	数量	额定功率(KW)	生产能力	备注
1	挖掘机	PC220	4	118	1.0 m <sup>3</sup>	

[0147]

3	装载机	ZL50C	4	117	3 m <sup>3</sup>	
5	摊铺机	WTD7500C	1	135	7.5 米	
6	混凝土拌合站	WDB500	2	120	500T/h	
7	吊车	QY25	1	164	25 吨	
8	空压机	20m <sup>3</sup> /min	4	110	20m <sup>3</sup>	
10	自卸汽车	CQ3260	10	213	26T	
11	洒水车	S5.5	1	99	5m <sup>3</sup>	
12	地质钻机	GXY-1	1	22	300m	
13	凿岩机	YT-28	16			
14	砂浆拌和机	UJZ-200	4	7.5	20m <sup>3</sup> /h	
15	灰浆搅拌机	JZ-350	3	5.5	15m <sup>3</sup> /h	
16	泥浆泵	BW-200	6	22	200L/分	
17	污水泵	150WL140	2	18		
18	通风机	88-I	4	110		
19	风镐	G10	10		1.2 m <sup>3</sup> /min	
20	注浆机	LJ-500	4			
22	自动爬行焊机	ANEISTENC H-60	4			
23	防水板热风焊机	TRIACS	4			
24	钢筋弯曲机	GW40	4	2.2	40mm	
25	钢筋切断机	QJ-40	4	2.2	40mm	
26	钢筋调直机	GT6-12	4	2.2		
27	钢构件加工设备	套	3			
28	钢构件加工设备	套	2			
29	发电机组	220GF	1		220KVA	
30	发电机组	120GF	1		120KVA	
31	切割机	C2-180	6			
32	管棚钻机	XY-28-300	2	55kw		
33	砼喷射机	PZ-5D-2	10		5 立方	
34	整体式衬砌台车	9m	4	110KW		

[0148] 本发明实施例隧道施工方法中的质量控制：

[0149] 1、严格所有原材料进场前的检验控制，从源头上杜绝质量隐患。各种厂供材料要有出厂合格证，并严格按照规范要求的批量或数量进行抽检。

[0150] 2、钢架工程

[0151] 原材料和焊接质量符合设计要求和施工规范规定，钢架在构件加工厂统一加工，经检验合格后运至施工现场，钢架的加工制作在大样台上进行，保证钢架加工精度，钢架用于工程前进行试拼，架立符合设计要求，连接螺栓必须拧紧，数量符合设计要求，节点板密贴对正，钢架拼装连接圆顺。

[0152] 3、喷射混凝土

[0153] 所用材料的品种和质量符合设计要求和施工规范的规定，水泥经试验合格后使用。喷射混凝土原材料配合比、计量、搅拌、喷射符合施工规范规定。喷射混凝土厚度满足设

计要求,表面平整圆顺。

[0154] 4、质量控制规范与标准

[0155] 质量控制规范与标准表2

[0156]

序号	规范与标准名称	规范与标准编号
1	《公路隧道施工技术规范》	JTG F60-2009
2	《公路隧道施工技术细则》	JTGTF60-2009
3	《锚杆喷射混凝土支护技术规范》	GBJ50086-2001
4	《城市道路工程施工质量验收规范》	CJJ1-2008

[0157] 本发明多隧道并行施工方法的效益分析

[0158] 1、经济效益分析

[0159] 与采用传统矿山法施工相比,可以节约大量的木材和水泥,降低工程造价,节约投资,同时可以节省大量的人力,提高机械效率,加快施工进度,缩短工期。

[0160] 2、社会效益分析

[0161] 以往由于受到技术和经济条件的限制,在公路选线中往往以越过地形和高程的障碍而避免修建隧道,增加了公路里程,加大了投资,给运营带来了非常不利的影响,采用本方法可节省占地、改善公路线路情况,可以在黄土地区修建隧道,对公路选线提供了依据,而且会改善不利的运营条件,具有一定的社会效益。

[0162] 采用本方法施工过程中未发生任何安全生产事故,安全系数高。

[0163] 本方法对类似公路、铁路超浅埋小间距大断面黄土隧道具有一定的借鉴意义。

[0164] 综上,本发明的多隧道并行施工方法适用于断面大、地层较差的IV、V级围岩地层、不稳定岩体和浅埋段、偏压段、洞口段的隧道开挖。尤其对于小间距、大断面、超浅埋多洞并行黄土隧道有较好的效果。其成功的技术实践及施工经验,在公路、铁路、水利、矿山等工程均可广泛使用。以新奥法的基本原理为依据,以“管超前、严注浆、短进尺、强支护、早封闭、勤量测”为指导。根据围岩情况选择围岩较好的隧道做为先行隧道,围岩较差的为后行隧道,跳开开挖,先行隧道开挖、初期支护及仰拱每个工序均要先于后行隧道一定距离后才开始后行洞掌子面开挖。主干路隧道就是利用两个中隔壁把整个隧道大断面分成左中右3个小断面施工,左、右导洞先行,中间断面紧跟其后;初期支护仰拱成环后,拆除两侧导洞临时支撑,形成全断面,即双侧壁导坑法施工。辅路隧道就是利用一个中隔壁把整个隧道大断面分为左右2个小断面施工,初期支护成环后,拆除中隔壁,形成全断面,即单侧壁导坑法施工。本方法采用了机械开挖方式,与传统钻爆法相比大大减少了对长城古迹遗址基础的扰动,能够很好的控制地表沉降量,保证掌子面的稳定性,实现了保护明长城古迹遗址的任务。本方法充分考虑各隧道间先后开挖顺序,保证中隔壁的稳定性,确保四洞并行隧道开挖的安全。本方法开挖洞室分块多,全断面封闭成环时间较长,但每个洞室开挖成型后立即各自闭合,所以在施工中变形不发展,安全系数高。本方法工序多,工期相对于全断面法、台阶法等长。

[0165] 以上仅为本发明的实施方式,并非因此限制本发明的专利范围,凡是利用本发明说明书及附图内容所作的等效结构或等效流程变换,或直接或间接运用在其他相关的技术领域,均同理包括在本发明的专利保护范围内。

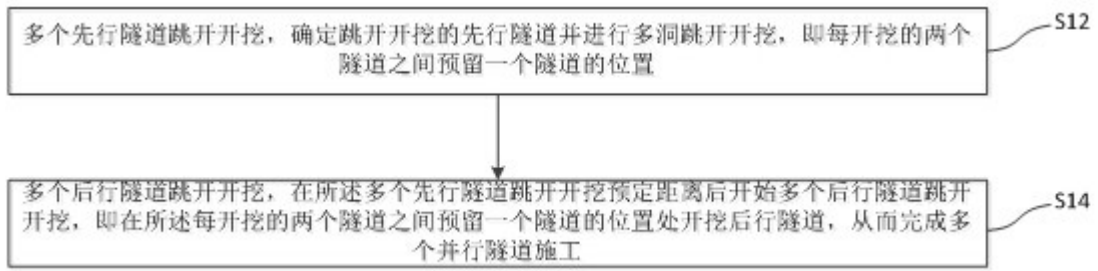


图1

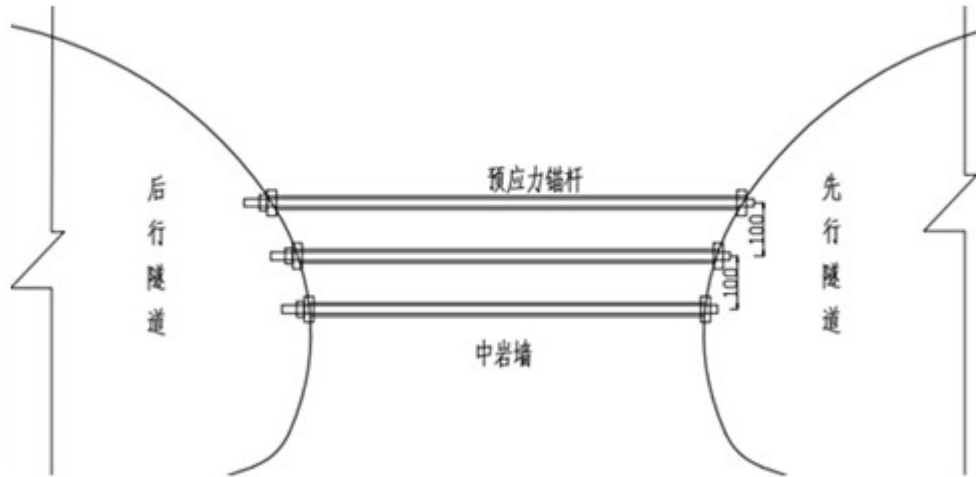


图2

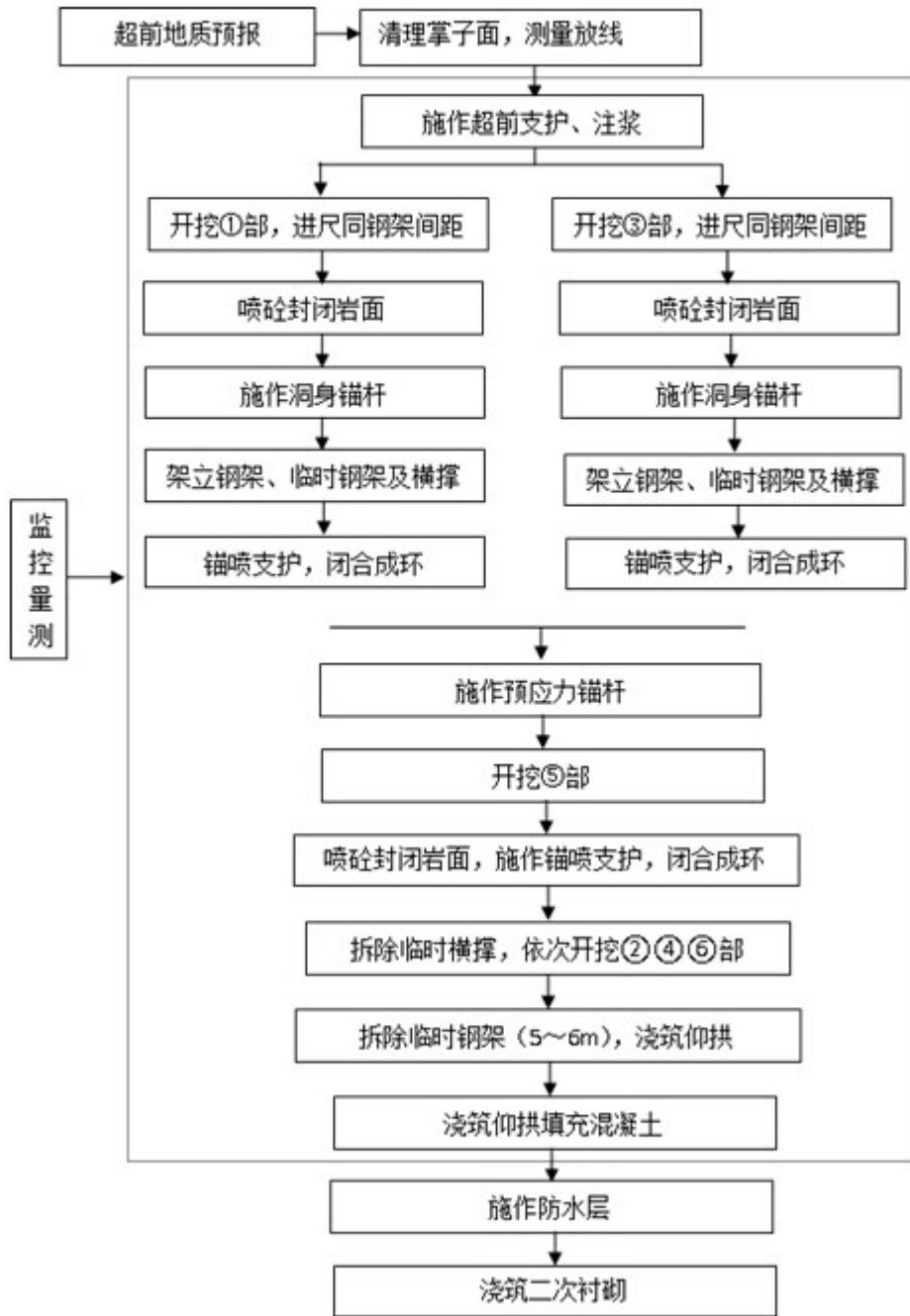


图3



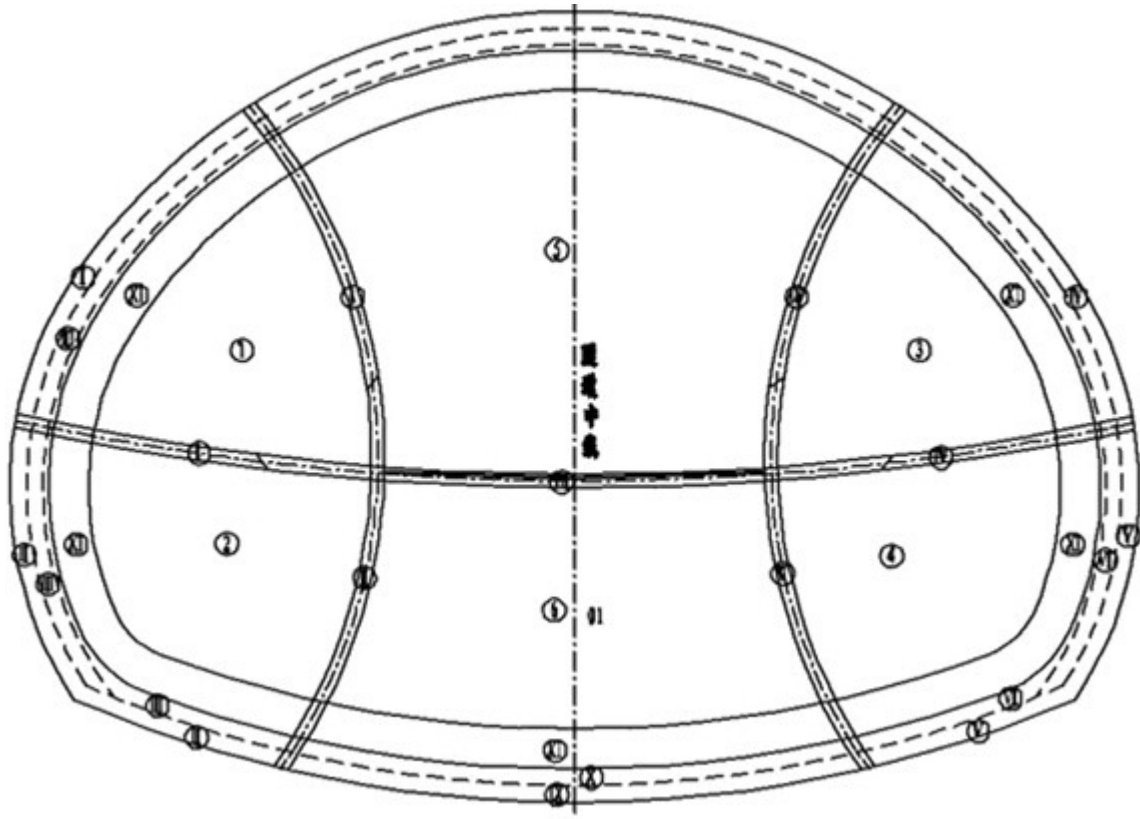


图4

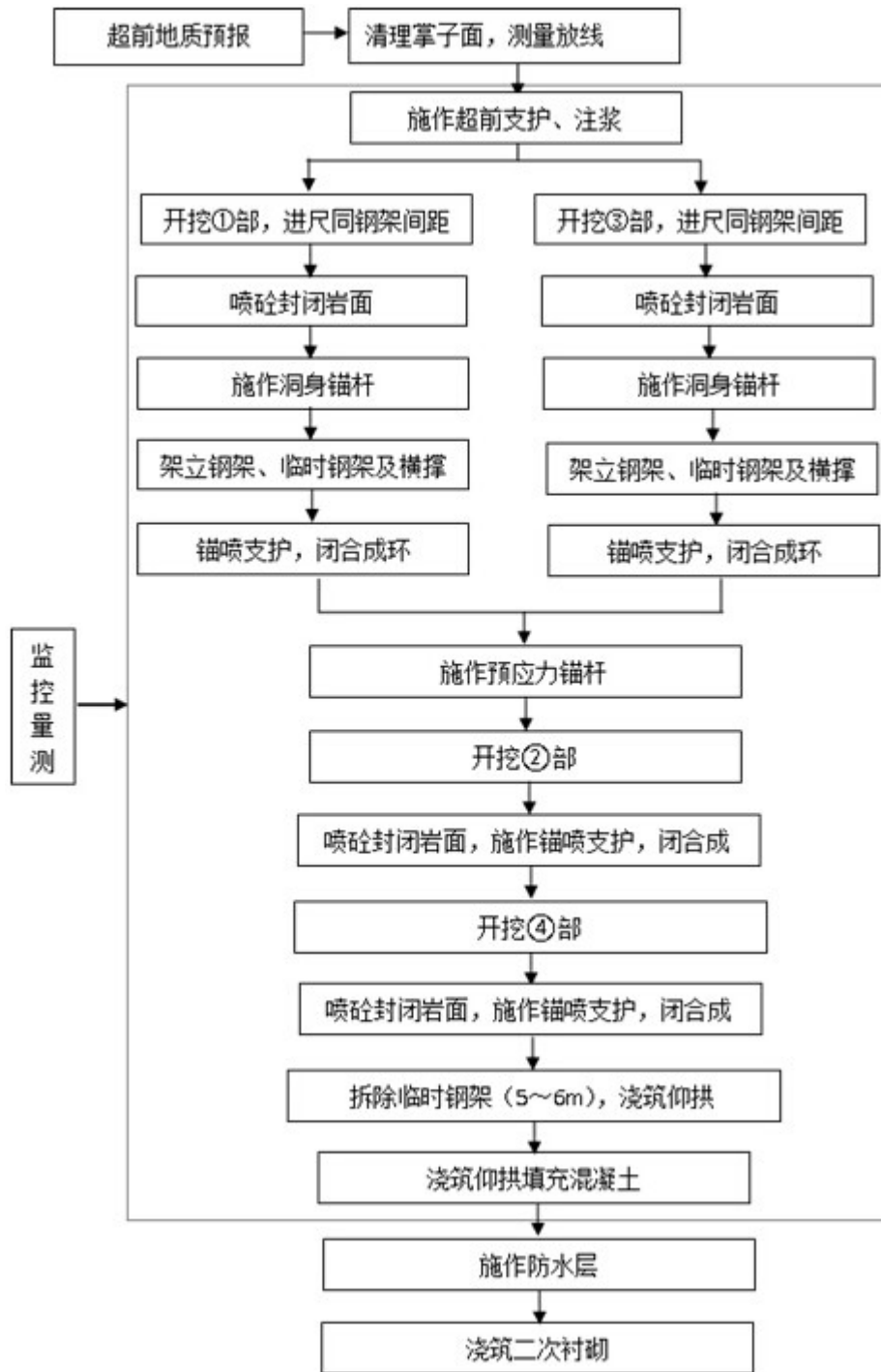


图5

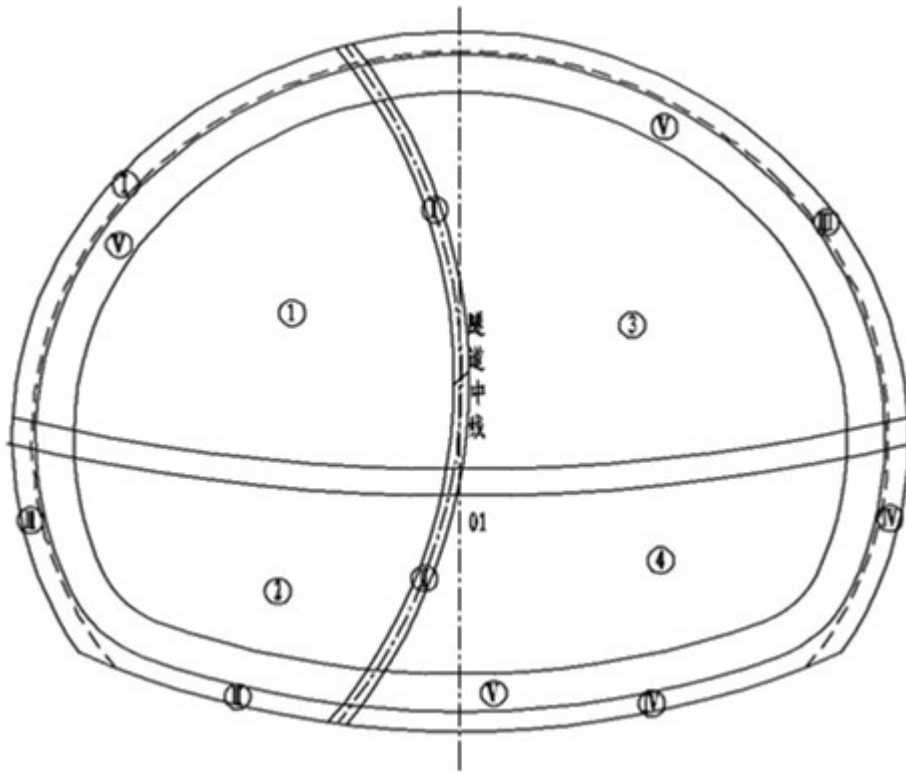


图6

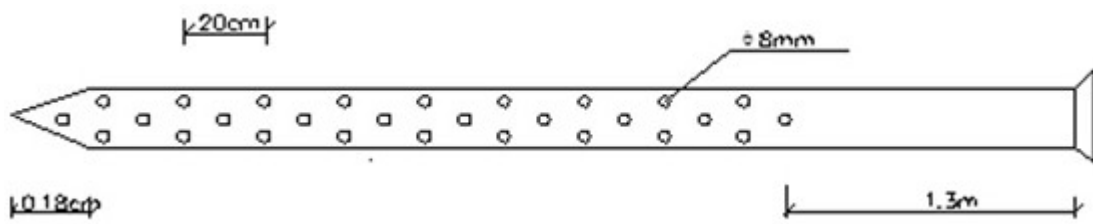


图7