



# (12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 107476812 A

(43)申请公布日 2017. 12. 15

(21)申请号 201710887391.7

(22)申请日 2017.09.27

(71)申请人 贵州省公路工程集团有限公司

地址 550000 贵州省贵阳市白云大道南段  
305号

申请人 中南大学

(72)发明人 胡涛 张学民 皮启洋 吴哨兵

袁立 杨旭 翁学新 袁胜勇

肖叶棋

(74)专利代理机构 长沙七源专利代理事务所

(普通合伙) 43214

代理人 郑隽 周晓艳

(51) Int. Cl.

E21D 11/10(2006.01)

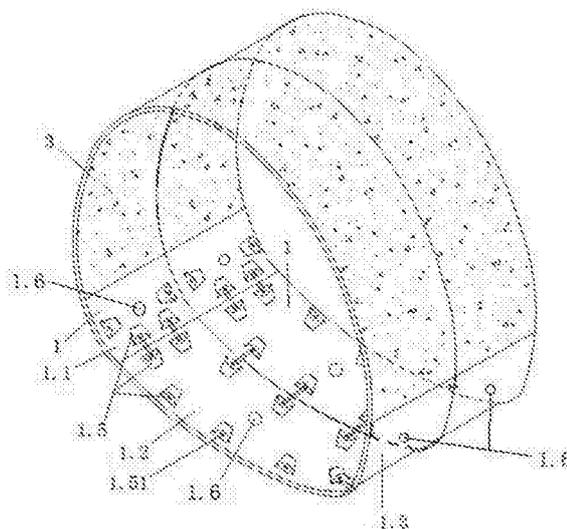
权利要求书2页 说明书6页 附图2页

## (54)发明名称

一种装配式仰拱及其制作方法

## (57)摘要

本发明提供一种装配式仰拱,包括至少一段仰拱单体,仰拱单体包括沿其宽度方向顺次通过可拆卸连接件可拆卸式连接的第一段、第二段以及第三段,第一段和第二段的连接处以及第二段和第三段的连接处设置在隧道断面弯矩为隧道断面最大弯矩0-0.05倍的位置。应用本发明技术方案,效果是:a、更有利于结构受力,确保仰拱的稳定性和使用寿命;b、可使隧道施工中隧道结构尽早封闭成环保证隧道结构与施工安全;c、有利于标准化施工,提高工程质量;d、可提升隧道施工效率,压缩施工工期,大幅降低工程造价;e、比现场灌注混凝土降低成本10-15%。本发明还公开上述装配式仰拱的制作方法,对仰拱进行分段预制后,再进行装配,能满足相关法规规定,且便于实施。



1. 一种装配式仰拱,其特征在于:包括一段仰拱单体(1)或者至少两段可拆式连接的仰拱单体(1),所述仰拱单体包括沿其宽度方向顺次通过可拆卸连接件(2)可拆卸式连接的第一段(1.1)、第二段(1.2)以及第三段(1.3);

所述第一段(1.1)和所述第三段(1.3)的结构相同;

所述第一段(1.1)和所述第二段(1.2)的连接处以及所述第二段(1.2)和所述第三段(1.3)的连接处设置在隧道断面弯矩为隧道断面最大弯矩0-0.05倍的位置。

2. 根据权利要求1所述的装配式仰拱,其特征在于:所述第一段(1.1)、第二段(1.2)以及第三段(1.3)的厚度均400-800mm;

所述仰拱单体的纵向长度为3-12米。

3. 根据权利要求1所述的装配式仰拱,其特征在于:所述第一段(1.1)、第二段(1.2)以及第三段(1.3)均设有钢筋笼(1.4),所述钢筋笼包括多层横向钢筋(1.41)、多层纵向钢筋(1.42)和多根竖向箍筋(1.43);

同一层中相邻两根横向钢筋(1.41)之间的间距以及同一层中相邻两根纵向钢筋(1.42)之间的间距为200-250mm,上下两层横向钢筋(1.41)之间的竖直距离以及上下两层的纵向钢筋(1.42)之间的竖直距离均为300-450mm;所述横向钢筋和所述纵向钢筋的外侧均设有厚度不低于40mm的混凝土保护层;

竖向箍筋(1.43)沿横向钢筋的法线方向设置,竖向箍筋(1.43)与横向钢筋(1.41)和纵向钢筋(1.42)的连接处进行连接;同一根竖向箍筋(1.43)至少与上下两层横向钢筋(1.41)连接。

4. 根据权利要求3所述的装配式仰拱,其特征在于:还包括多根外伸焊接用钢筋(1.44),所述第一段(1.1)和所述第三段(1.3)中与边墙连接一端均设有多个所述外伸焊接用钢筋(1.44)。

5. 根据权利要求1-4任意一项所述的装配式仰拱,其特征在于:所述第一段(1.1)和所述第二段(1.2)之间、所述第二段(1.2)和所述第三段(1.3)制件以及相邻两组仰拱单体(1)之间均设有所述可拆卸连接件(2)。

6. 根据权利要求5所述的装配式仰拱,其特征在于:所述第二段(1.2)上设有十个接头(1.5),所述第一段(1.1)和所述第三段(1.3)均设有四个接头(1.5);所述接头(1.5)上设有连接孔(1.51);

所述第二段(1.2)沿仰拱长度方向的两端分别均布三个接头(1.5),沿仰拱宽度方向的两端分别均布两个接头(1.5);

所述第一段(1.1)沿仰拱长度方向的两端分别均布一个接头(1.5),沿仰拱宽度方向且与第二段(1.2)相连接的一端设有两个接头(1.5);

所述第三段(1.3)沿仰拱长度方向的两端分别均布一个接头(1.5),沿仰拱宽度方向且与第二段(1.2)相连接的一端设有两个接头(1.5)。

7. 根据权利要求5所述的装配式仰拱,其特征在于:所述可拆卸连接件(2)包括螺栓(2.1)或螺栓和螺母的组合。

8. 根据权利要求5所述的装配式仰拱,其特征在于:所述第一段(1.1)、第二段(1.2)以及第三段(1.3)的中心位置均设有注浆孔(1.6)。

9. 一种装配式仰拱的制作方法,其特征在于,包括以下步骤:

准备步骤,具体是:清理模具;

安装预埋件,具体是:将芯棒、注浆管以及螺栓套安装到准确位置;

合模及浇筑混凝土,具体是:将模具盖板合上;将混凝土原料经拌和后得到的拌合料输送至放置有钢筋笼的模具中;

构件块的拼接,具体是:先拼接一个仰拱单体,再按序拼接相邻的仰拱单体,即完成装配仰拱的制作;

仰拱单体的拼接过程是:先根据隧道中轴线定位放置第二段(1.2)的位置,再将第一段(1.1)和第三段(1.3)根据第二段(1.2)的位置进行定位;通过可拆卸连接件(2)将第一段(1.1)和第二段(1.2)以及第二段(1.2)和第三段(1.3)进行固定。

10.根据权利要求9所述的装配式仰拱的制作方法,其特征在于:还包括绑扎并吊装钢筋笼,具体是:将多根横向钢筋、多根纵向钢筋和多根竖向箍筋按照仰拱的规格绑扎成钢筋笼;并将钢筋笼吊装至模具中;

钢筋笼中:同一层中相邻横向钢筋(1.41)之间的间距以及同一层中相邻纵向钢筋(1.42)之间的间距为200-250mm,上下两层横向钢筋(1.41)之间的竖直距离以及上下两层的纵向钢筋(1.42)之间的竖直距离均为300-450mm;竖向箍筋(1.43)沿横向钢筋的法线方向设置,且竖向箍筋(1.43)与横向钢筋(1.41)和纵向钢筋(1.42)的连接处进行连接;同一根竖向箍筋(1.43)至少与上下两层横向钢筋(1.41)连接;

浇筑混凝土时可进行震动以消除第一段(1.1)、第二段(1.2)以及第三段(1.3)中内弧面的气泡;

拼接时,在相邻仰拱单体之间的连接处以及同一仰拱单体中第一段和第二段的连接处以及第二段和第三段的连接处均采用三元乙丙橡胶条粘贴,连接螺栓与连接头的连接处均采用密封垫圈进行密封;装配式仰拱的外表面还设有防水层,防水层采用1.5mm厚的EVA防水板;

装配式仰拱中第一段与边墙中衬砌预留钢筋之间以及第三段与边墙中衬砌预留钢筋之间进行双面焊接,且钢筋的搭接长度为钢筋直径的30倍。

## 一种装配式仰拱及其制作方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及公路隧道技术领域,特别地,涉及一种装配式仰拱及其制作方法。

### 背景技术

[0002] 仰拱施作对掘进干扰大一直是国内隧道矿山法施工中未能很好解决的一大难题。为了提高隧道结构耐久性,改善结构受力状态,解决隧道渗漏水等病害,《铁路隧道施工规范》(TB10204-2002)规定:“仰拱施作优先选择各段一次成形,避免分步灌注”。仰拱超前、一次性全幅施工已经成为隧道施工的基本要求,传统的半幅仰拱施工方法逐渐被禁止,特别是对于底板为软岩大变形或者其它地质灾害地段,仰拱全幅施工显得非常重要,这也将会成为今后铁路隧道施工的一个趋势。

[0003] 而现有预制管片结构一般用于TBM盾构隧道,而矿山法隧道施工中采用预制管片结构的尚未见报到。参考盾构隧道管片的设计与施工技术,并结合公路隧道特点进行改进和优化,使装配式仰拱构件很好运用于公路隧道建设中。

[0004] 盾构隧道在管片划分的方案选择中,主要考虑了结构的受力、管片的制作及运输安装等因素。对于仰拱的预制方法及施工,许多学者已经做过大量研究,但主要集中在TBM盾构隧道中,但此些方法均不适用于矿山法施工的隧道。

[0005] 因此,设计一种结构精简、便于制作、大大缩短施工周期、大幅降低工程造价等特点的装配式仰拱及其制作方法具有重要意义。

### 发明内容

[0006] 本发明的目的在于提供一种结构精简、便于制作、标准化、可使隧道施工中隧道结构尽早封闭成环保证隧道结构与施工安全的装配式仰拱,具体结构是:

[0007] 一种装配式仰拱,包括一段仰拱单体或者至少两段可拆式连接的仰拱单体,所述仰拱单体包括沿其宽度方向顺次通过可拆卸连接件可拆卸式连接的第一段、第二段以及第三段;

[0008] 所述第一段和所述第三段的结构相同;

[0009] 所述第一段和所述第二段的连接处以及所述第二段和所述第三段的连接处设置在隧道断面弯矩为隧道断面最大弯矩0-0.05倍的位置。

[0010] 以上技术方案中优选的,所述第一段、第二段以及第三段的厚度均400-800mm;

[0011] 所述仰拱单体的纵向长度为3-12米。

[0012] 以上技术方案中优选的,所述第一段、第二段以及第三段均设有钢筋笼,所述钢筋笼包括多层横向钢筋、多层纵向钢筋和多根竖向箍筋;

[0013] 同一层中相邻两根横向钢筋之间的间距以及同一层中相邻两根纵向钢筋之间的间距为200-250mm,上下两层横向钢筋之间的垂直距离以及上下两层的纵向钢筋之间的垂直距离均为300-450mm;所述横向钢筋和所述纵向钢筋的外侧均设有厚度不低于40mm的混凝土保护层;竖向箍筋沿横向钢筋的法线方向设置,且竖向箍筋与横向钢筋和纵向钢筋的

连接处进行连接;同一根竖向箍筋至少与上下两层横向钢筋连接。

[0014] 以上技术方案中优选的,还包括多根外伸焊接用钢筋,所述第一段和所述第三段中与边墙连接一端均设有多个所述外伸焊接用钢筋。

[0015] 以上技术方案中优选的,所述第一段和所述第二段之间、所述第二段和所述第三段之间以及相邻两组仰拱单体之间均设有所述可拆卸连接件。

[0016] 以上技术方案中优选的,所述第二段上设有十个连接头,所述第一段和所述第三段均设有四个连接头;所述连接头上设有连接孔;

[0017] 所述第二段沿仰拱长度方向的两端分别均布三个连接头,沿仰拱宽度方向的两端分别均布两个连接头;所述第一段沿仰拱长度方向的两端分别均布一个连接头,沿仰拱宽度方向且与所述第二段相连接的一端设有两个连接头;所述第三段沿仰拱长度方向的两端分别均布一个连接头,沿仰拱宽度方向且与所述第二段相连接的一端设有两个连接头。

[0018] 以上技术方案中优选的,所述可拆卸连接件包括螺栓或螺栓和螺母的组合。

[0019] 以上技术方案中优选的,第一段、第二段以及第三段的中心位置均设有注浆孔。

[0020] 应用本发明的装配式仰拱,效果如下:

[0021] 1、本发明的装配式仰拱包括一段仰拱单体或者至少两段可拆式连接的仰拱单体,所述仰拱单体包括沿其宽度方向顺次通过可拆卸连接件可拆卸式连接的第一段、第二段以及第三段。本发明实现隧道仰拱的预制,效果是:a、可使隧道施工中隧道结构尽早封闭成环保证隧道结构与施工安全;b、有利于标准化施工,提高工程质量;c、可提升隧道施工效率,压缩隧道施工工期,大幅降低工程造价;d、因为不需要设置和拆除模板,比现场灌注混凝土降低成本10-15%;第一段和所述第三段的结构相同,因此,仰拱单体中仅包含两类仰拱段,制作方便;第一段和所述第二段的连接处以及所述第二段和所述第三段的连接处设置在隧道断面弯矩较小(此处优选设置在隧道断面最大弯矩0-0.05倍)的位置,更有利于结构受力,确保仰拱的稳定性和使用寿命。

[0022] 2、本发明中所述第一段、第二段以及第三段的厚度均400-800mm,所述仰拱单体的纵向长度为3-12米,符合现实隧道施工的基本需求。

[0023] 3、本发明中第一段、第二段以及第三段均设有钢筋笼,钢筋笼包括多层横向钢筋、多层纵向钢筋和多根竖向箍筋,横向钢筋、纵向钢筋和竖向箍筋的具体配置,满足V级围岩等围岩较差或隧道断面较大的情况下结构稳定性的需求和截面配筋要求。

[0024] 4、本发明中还包括多根外伸焊接用钢筋,所述第一段和所述第三段中与边墙连接一端均设有多个所述外伸焊接用钢筋,便于装配式仰拱与边墙之间的连接。

[0025] 5、本发明中所述第一段和所述第二段之间、所述第二段和所述第三段之间以及相邻两组仰拱单体之间均采用可拆卸连接件连接,便于装配。可拆卸连接件包括螺栓或螺栓和螺母的组合,部件容易获得,且能满足连接需求。

[0026] 6、本发明中所述第二段上设有十个连接头,所述第一段和所述第三段均设有四个连接头,所述连接头上设有连接孔,连接头的具体布置,满足各段之间以及相邻仰拱单体之间的连接,符合仰拱的结构稳定性需求;所述第一段、第二段以及第三段的中心位置均设有注浆孔,便于注浆操作。

[0027] 本发明的第二目的在于公开一种上述装配式仰拱的制作方法,具体包括以下步骤:

- [0028] 准备步骤,具体是:清理模具;
- [0029] 安装预埋件,具体是:将芯棒、注浆管以及螺栓套安装到准确位置;
- [0030] 合模及浇筑混凝土,具体是:将模具盖板合上;将混凝土原料经拌和后得到的拌合料输送至放置有钢筋笼的模具中;
- [0031] 构件块的拼接,具体是:先拼接一个仰拱单体,再按序拼接相邻的仰拱单体,即完成装配仰拱的制作;
- [0032] 仰拱单体的拼接过程是:先根据隧道中轴线定位放置第二段的位置,再将第一段和第三段根据第二段的位置进行定位;通过可拆卸连接件将第一段和第二段以及第二段和第三段进行固定。
- [0033] 以上技术方案中优选的,还包括绑扎并吊装钢筋笼,具体是:将多根横向钢筋、多根纵向钢筋和多根竖向箍筋按照仰拱的规格绑扎成钢筋笼;并将钢筋笼吊装至模具中;
- [0034] 钢筋笼中:同一层中相邻横向钢筋之间的间距以及同一层中相邻纵向钢筋之间的间距为200-250mm,上下两层横向钢筋之间的垂直距离以及上下两层的纵向钢筋之间的垂直距离均为300-450mm;竖向箍筋沿横向钢筋的法线方向设置,且竖向箍筋与横向钢筋和纵向钢筋的连接处进行连接;同一根竖向箍筋至少与上下两层横向钢筋连接;
- [0035] 浇筑混凝土时可进行震动以消除第一段、第二段以及第三段中内弧面的气泡;
- [0036] 拼接时,在相邻仰拱单体之间的连接处以及同一仰拱单体中第一段和第二段的连接处以及第二段和第三段的连接处均采用三元乙丙橡胶条粘贴,连接螺栓与连接头的连接处均采用密封垫圈进行密封;装配式仰拱的外表面还设有防水层,防水层采用1.5mm厚的EVA防水板(即乙烯-醋酸乙烯共聚物防水板);
- [0037] 装配式仰拱中第一段与边墙中衬砌预留钢筋之间以及第三段与边墙中衬砌预留钢筋之间进行双面焊接,且钢筋的搭接长度为钢筋直径的30倍。
- [0038] 应用本发明的方法,效果是:对仰拱进行分段预制后,再进行装配,能满足《铁路隧道施工规范》(TB10204-2002)规定:“仰拱施作优先选择各段一次成形,避免分步灌注”;且对仰拱单体中不同段的具体施工方法及其相互间的横向、纵向连接提供方法,更利于现场施工人员和构件块制备厂家制作;本发明方法能够大大提高施工效率,并且充分发挥了围岩的自承能力,有效预防了现场由于仰拱结构跟进慢所带来的一系列问题。
- [0039] 除了上面所描述的目的、特征和优点之外,本发明还有其它的目的、特征和优点。下面将参照附图,对本发明作进一步详细的说明。

## 附图说明

- [0040] 构成本申请的一部分的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。在附图中:
- [0041] 图1是实施例1中装配式仰拱(包含两段仰拱单体进行装配)使用时结构示意图;
- [0042] 图2是图1的仰拱断面结构示意图(第一段和第三段上的注浆孔未图示);
- [0043] 图3是图1中第一段的结构示意图;
- [0044] 图4是图1中第二段的结构示意图;
- [0045] 图5是图1中第三段的结构示意图;
- [0046] 1、仰拱单体,1.1、第一段,1.2、第二段,1.3、第三段,1.4、钢筋笼,1.41、横向钢筋,

1.42、纵向钢筋,1.43、竖向箍筋,1.44、外伸焊接用钢筋,1.5、连接头,1.51、连接孔,1.6、注浆孔,2、可拆卸连接件,2.1、螺栓,3、边墙。

### 具体实施方式

[0047] 以下结合附图对本发明的实施例进行详细说明,但是本发明可以根据权利要求限定和覆盖的多种不同方式实施。

[0048] 实施例1:

[0049] 一种装配式仰拱,详见图1-图5,包括两段可拆式连接的仰拱单体1,所述仰拱单体包括沿其宽度方向顺次通过可拆卸连接件2可拆卸式连接的第一段1.1、第二段1.2以及第三段1.3,所述可拆卸式连接件2包括螺栓2.1,所述第一段1.1和所述第二段1.2之间、所述第二段1.2和所述第三段1.3之间以及相邻两组仰拱单体1之间均通过所述可拆卸连接件2连接。

[0050] 所述第一段1.1和所述第三段1.3的结构相同,可以合并至一类进行批量制作。

[0051] 所述第一段1.1和所述第二段1.2的连接处以及所述第二段1.2和所述第三段1.3的连接处的弯矩为零的位置,此处弯矩的单位为 $\text{kN}\cdot\text{m}$ ,还可以根据实际施工情况将连接处设置在隧道断面最大弯矩0.05倍以内的位置。

[0052] 所述第一段1.1、第二段1.2以及第三段1.3的厚度均400-800mm。

[0053] 所述仰拱单体的纵向长度为3-12米。

[0054] 所述第一段1.1、第二段1.2以及第三段1.3均设有钢筋笼1.4,所述钢筋笼包括多层横向钢筋1.41、多层纵向钢筋1.42和多根竖向箍筋1.43,详情是:

[0055] 同一层中相邻两根横向钢筋1.41之间的间距以及同一层中相邻两根纵向钢筋1.42之间的间距为200-250mm,上下两层横向钢筋1.41之间的竖直距离以及上下两层的纵向钢筋1.42之间的竖直距离均为300-450mm;竖向箍筋1.43沿横向钢筋的法线方向设置,且竖向箍筋1.43采用8mm箍筋与横向钢筋1.41和纵向钢筋1.42的连接处进行连接(即横向钢筋、纵向钢筋和竖向箍筋三者在同一连接点相连);同一根竖向箍筋1.43至少与上下两层横向钢筋1.41连接,所述横向钢筋和所述纵向钢筋的外侧均设有厚度不低于40mm的混凝土保护层。

[0056] 还包括多根外伸焊接用钢筋1.44,所述第一段1.1和所述第三段1.3中与边墙连接一端均设有多个所述外伸焊接用钢筋1.44。

[0057] 所述第二段1.2上设有十个连接头1.5,具体排列详见图4,第二段1.2沿仰拱长度方向的两端分别均布三个连接头1.5,沿仰拱宽度方向的两端分别均布两个连接头1.5。

[0058] 所述第一段1.1和所述第三段1.3均设有四个连接头1.5,详见图3和图5,所述第一段1.1沿仰拱长度方向的两端分别均布一个连接头1.5,沿仰拱宽度方向且与第二段1.2相连接的一端设有两个连接头1.5;所述第三段1.3沿仰拱长度方向的两端分别均布一个连接头1.5,沿仰拱宽度方向且与第二段1.2相连接的一端设有两个连接头1.5。所述连接头1.5上设有连接孔1.51。所述第一段1.1、第二段1.2和第三段1.3的中心位置均设有注浆孔1.6。

[0059] 上述装配式仰拱的制作方法,包括以下步骤:

[0060] 1、准备步骤,具体是:清理模具,详情是:模具清理经检查完毕后,对模具内涂刷脱

模剂。建议脱模机的涂刷采用喷洒装置,脱模剂要涂刷全面彻底,并在模具合模后进行,以免造成浪费。在喷洒后,用干净的抹布或拖把将脱模剂抹匀,沟槽处不得留有积液。

[0061] 2、绑扎并吊装钢筋笼,具体是:将多根横向钢筋、多根纵向钢筋和多根竖向箍筋按照仰拱的规格绑扎成钢筋笼;并将钢筋笼吊装至模具中。

[0062] 3、安装预埋件,具体是:将芯棒、注浆管以及螺栓套安装到准确位置,详情是:将芯棒、注浆管、螺栓套安装到正确位置以利于模筑混凝土预留孔道。其中芯棒的安装必须紧固到底;而注浆管在安装前必须确认注浆管底座无损后才能安装注浆管;在预埋件安装结束后,要逐一复查后,方能进行下道工序。

[0063] 4、合模及浇筑混凝土,具体是:将模具盖板合上;将混凝土原料经拌和后得到的拌合料输送至放置有钢筋笼的模具中,钢筋笼安放后,要检查保护层支架是否完好,及时修正补充;同时要检查钢筋笼四周保护层厚度是否均匀,及时调整。浇筑混凝土时可进行震动以消除第一段1.1、第二段1.2以及第三段1.3中内弧面的气泡。

[0064] 5、构件制作完成后还需进行收面养护,具体是:从振动房出来后,进行一道粗收,可选用一根长度超过模具宽度的平杆进行拖拉,以确保仰拱构件块外弧面的弧度。应合理掌握二次收面的时间,在即将初凝时进行抹光。为避免给真空吸盘机起片造成困难,外弧面应收抹平顺。最后利用真空吸盘机将构件块从模具中吸出。收面结束后覆盖塑料薄膜,以免构件块表面失水过快。并在构件块初凝后,在进入蒸养房前,要将预埋芯棒拔出,时间掌握要合理,避免过早出现塌孔。然后在自然环境下放置1.5~2h,为提高构件块早期强度,再进入蒸养房蒸养。

[0065] 6、构件块的拼接,具体是:先拼接一个仰拱单体,再按序拼接相邻的仰拱单体,即完成装配仰拱的制作。

[0066] 7、仰拱单体的拼接过程是:先根据隧道中轴线定位放置第二段1.2的位置,再将第一段1.1和第三段1.3根据第二段1.2的位置进行定位;通过可拆卸连接件2将第一段1.1和第二段1.2以及第二段1.2和第三段1.3进行固定;用风动扳手紧固所有螺栓。

[0067] 拼接时,在相邻仰拱单体之间的连接处以及同一仰拱单体中第一段和第二段的连接处以及第二段和第三段的连接处均采用三元乙丙橡胶条粘贴,连接螺栓与连接头的连接处均采用密封垫圈进行密封;装配式仰拱的外表面还设有防水层。

[0068] 装配式仰拱中第一段中的外伸焊接用钢筋与边墙中衬砌预留钢筋之间以及第三段中的外伸焊接用钢筋与边墙中衬砌预留钢筋之间进行双面焊接,且两种钢筋的搭接长度为钢筋直径的30倍。

[0069] 所浇筑的混凝土对于受力主筋的净保护层厚度不小于40mm,构件块厚度不得小于40cm,在双车道隧道中,建议在V级围岩中,各构件块厚度为45cm;在IV级围岩中,各构件块厚度为40cm。在三车道隧道中,建议在V级围岩中,各构件块厚度不小于55cm;在IV级围岩中,各构件块厚度不小于45cm。

[0070] 本实施例示意的是V级围岩等围岩较差或隧道断面较大的情况下,装配式仰拱需配置钢筋笼。而在IV级围岩等围岩情况较好的情况下,装配式仰拱可不配置钢筋笼或根据装配需要配置构造性钢筋。

[0071] 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,对于本领域的技术人员来说,本发明可以有各种更改和变化,如采用预制构件与现浇构件相结合的多层结

构方式等。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。

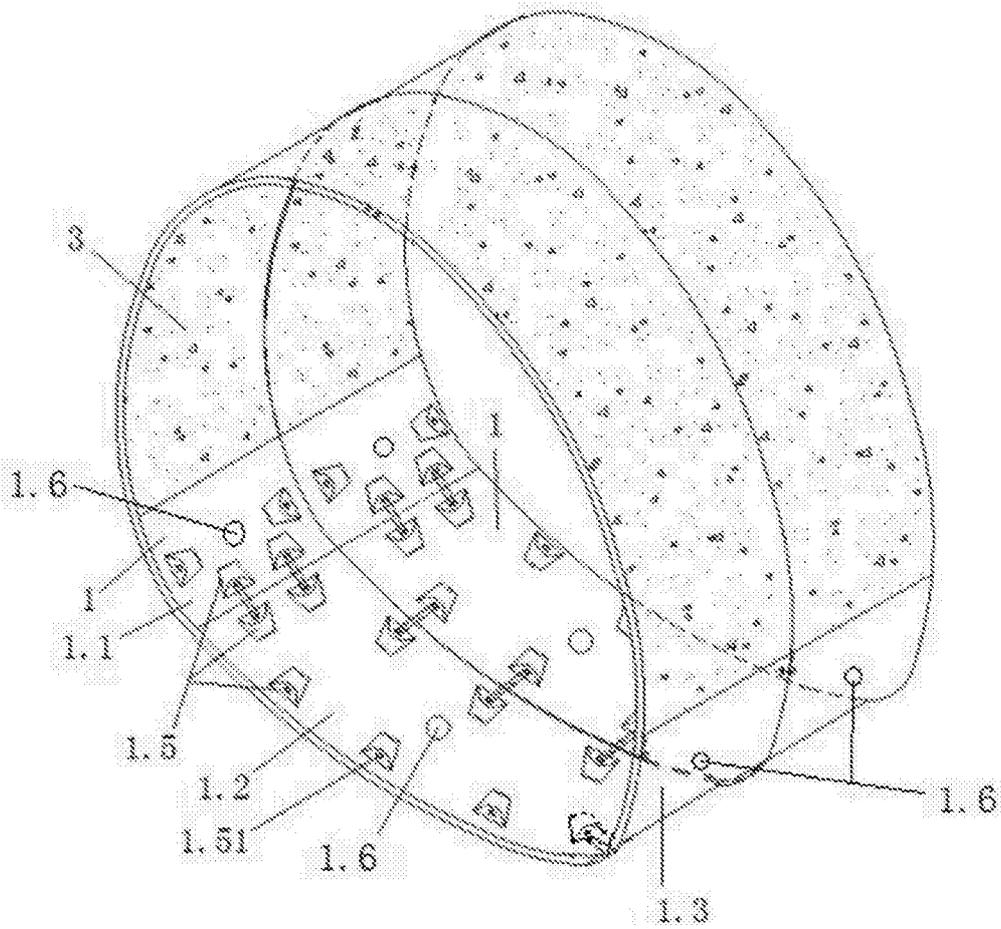


图1

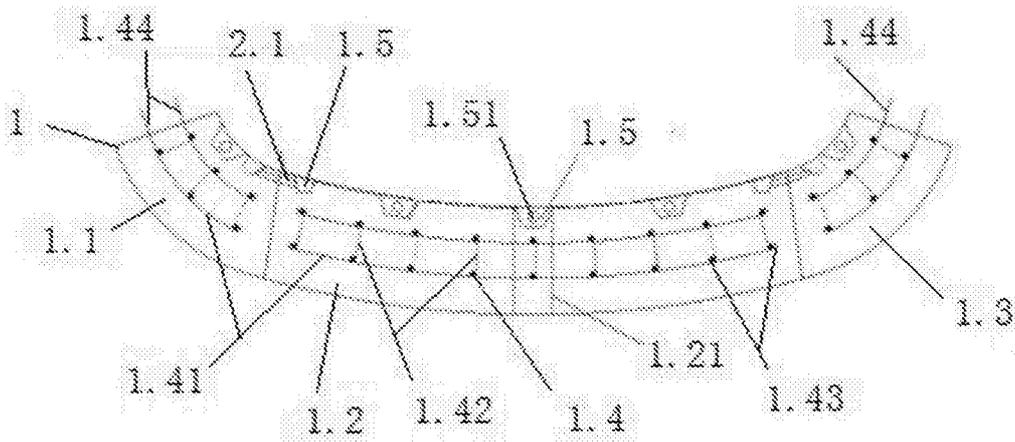


图2

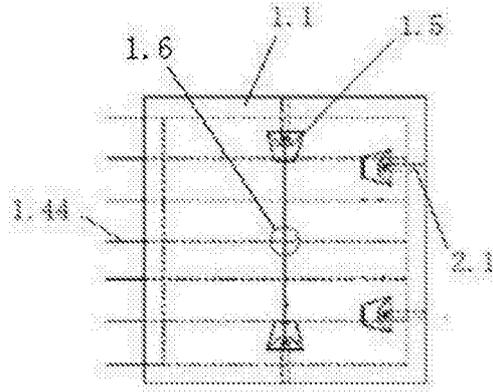


图3

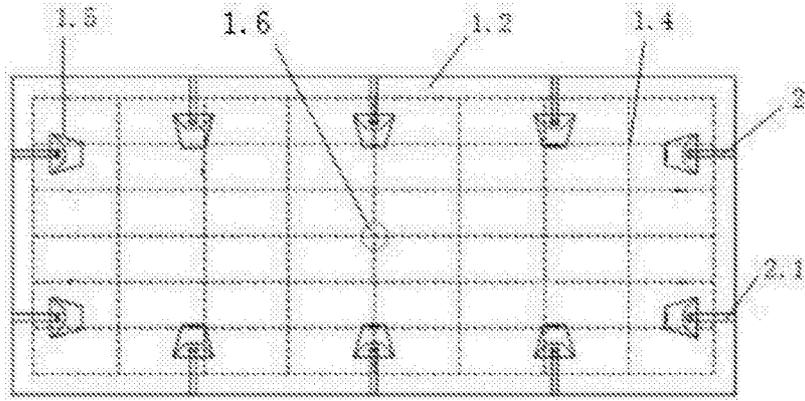


图4

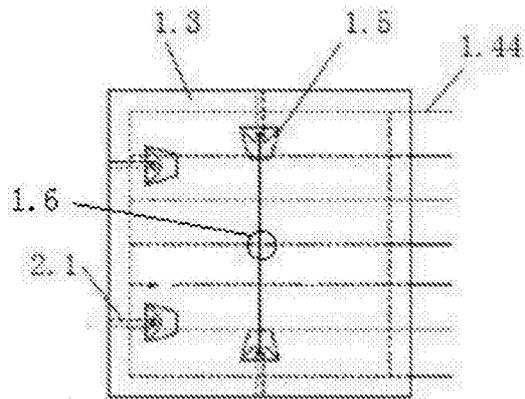


图5