



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111663444 B

(45) 授权公告日 2024. 12. 10

(21) 申请号 202010599756.8

E01D 21/00 (2006.01)

(22) 申请日 2020.06.28

(56) 对比文件

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 212316679 U, 2021.01.08

申请公布号 CN 111663444 A

审查员 陈敏

(43) 申请公布日 2020.09.15

(73) 专利权人 长江水利委员会长江科学院

地址 430010 湖北省武汉市黄浦大街23号

(72) 发明人 邬爱清 余美万 张宜虎 罗荣

范雷 王帅 李玉婕 边智华

熊诗湖 旁正江 陈冲 向前

唐爱松 蒋志明 谢斌

(74) 专利代理机构 武汉楚天专利事务所 42113

专利代理师 杨宣仙

(51) Int. Cl.

E01D 19/14 (2006.01)

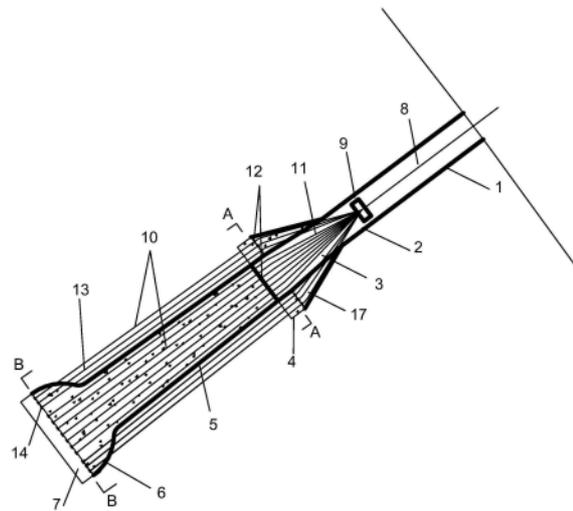
权利要求书2页 说明书5页 附图2页

(54) 发明名称

一种悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构及建造方法

(57) 摘要

本发明提供了一种悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构及建造方法。所述复合式锚碇结构包括布置在悬索桥桥位区的主缆接入洞,通过主缆接入洞依次施工形成的散索鞍室、前锚室和后锚室,在前锚室与后锚室之间设有前锚固体、锚塞体、后锚固体以及多根锚索,前锚固体置于锚塞体的前锚面,且面积大于锚塞体的前锚面,后锚固体置于锚塞体的后锚面,且面积大于锚塞体的后锚面,多根锚索从前锚固体穿过锚塞体以及锚塞体周围的岩体后用通过锚具固定在后锚固体上;悬索桥的主缆从主缆接入洞牵引入散索鞍室后通过散索鞍分散后与对应的锚索连接。本发明增大了岩体承载的范围,提高了锚碇承载力,可减小锚洞尺寸,能适用工程质量级别较差的岩体。



1. 一种悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构的建造方法,其特征在于:所述复合式锚碇结构包括布置在悬索桥桥位区的主缆接入洞(1),通过主缆接入洞(1)依次施工形成的散索鞍室(2)、前锚室(3)和后锚室(7),在前锚室(3)与后锚室(7)之间设有前锚固体(4)、锚塞体(5)、后锚固体(6)以及多根锚索(10),前锚固体(4)置于锚塞体(5)的前锚面,且面积大于锚塞体(5)的前锚面,后锚固体(6)置于锚塞体(5)的后锚面,且面积大于锚塞体(5)的后锚面,多根锚索(10)从前锚固体(4)穿过锚塞体(5)以及锚塞体(5)周围的岩体(13)后通过锚具(14)固定在后锚固体(6)上;悬索桥的主缆(8)从主缆接入洞(1)牵引入散索鞍室(2)后通过散索鞍(9)分散成数量与锚索(10)数量相同的主缆索股(11),每根主缆索股(11)分别通过锚固连接器(12)与对应的锚索(10)连接;

上述悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构的建造方法,具体步骤如下:

(1) 根据设计图纸和施工放样确定前锚室的位置,在悬索桥单侧或双侧山体边坡开挖主缆接入洞,通过光面爆破开挖城门洞形的散索鞍室、前锚室、前锚固体室、锚体室和后锚室;所述锚体室的尺寸根据锚塞体及后锚固体的尺寸进行施工,前锚室从散索鞍室的底部开始外扩至与前锚固体室宽度一致,后锚室与锚体室对应后锚固体的部分宽度一致,且锚体室的截面呈城门洞形或马蹄形或圆形;

(2) 开始对前锚室破碎围岩进行喷锚及注浆加固,对前锚固体室、锚体室进行初期喷锚支护,局部小导管注浆,对围岩段架设钢拱架支护围岩,后锚室围岩进行喷锚及注浆加固,主缆接入洞、散索鞍室、前锚室和后锚室用混凝土衬砌;

(3) 在锚体室和后锚室开挖完成并清底后,在锚体室内精确定位安装锚索管和钢筋,锚索管呈放射状直线延伸至前锚面,合力点在散索鞍中心;在锚塞体与岩体接触面之间预埋灌浆管,安装后锚面模板,分层一体浇筑微膨胀混凝土,振捣密实,养护混凝土形成由锚塞体和后锚固体组成的一体式锚体结构;

(4) 根据设计图纸和施工放样,在前锚固体室内钢筋制安,钻孔部位预埋钢管,然后浇筑混凝土,待混凝土强度达到设计强度后,通过钻机从预埋的钢管内向后锚面钻锚索孔,期间对岩体破碎、完整性差的岩体注浆加固,以提高岩体的完整性和承载力;

(5) 在锚索孔内安装锚索,岩体中锚索在前锚固体外面安装锚索管至前锚室,然后用钢筋混凝土将前锚室对应前锚固体大于锚塞体前锚面的区域回填形成前锚室加固体;

(6) 在散索鞍室内开挖散索鞍基础,浇筑散索鞍钢筋混凝土基座,到达设计强度后安装散索鞍,然后将悬索桥主缆牵引入,通过散索鞍分散成与锚索根数一致的主缆索股,用锚固连接器将锚索逐根与主缆索股一一对应连接;

(7) 在锚塞体混凝土达到设计强度后,在后锚固体表面安装锚具,从中心锚索开始,逐层向外圈对称张拉锚索,单根锚索达到其设计荷载后用锚具锚固到锚塞体上,直至张拉锚固全部锚索,最后向锚索管内灌入锚索防腐和润滑的油体,完成复合锚碇结构的施工。

2. 根据权利要求1所述的一种悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构的建造方法,其特征在于:所述锚塞体(5)的截面呈城门洞形或马蹄形或圆形,其截面面积从前锚面向后锚面逐渐增大,形成前小后大的楔形体;所述锚塞体(5)与后锚固体(6)组成隧道锚,前锚固体(4)与锚塞体(5)分离,并与后锚固体(6)、锚塞体(5)周围的岩体(13)在锚索(10)的作用下组成包裹在隧道锚外的岩体锚。

3. 根据权利要求1或2所述的一种悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构的建造方法,

其特征在于:所述前锚固体(4)、后锚固体(6)的横截面与锚塞体(5)的横截面形状相同,锚塞体(5)和后锚固体(6)为一体式钢筋混凝土结构,前锚固体(4)置于锚塞体(5)的前锚面前侧四周,后锚固体(6)与锚塞体(5)之间呈弧形或半球形的曲面体衔接。

4.根据权利要求2所述的一种悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构的建造方法,其特征在于:在前锚室(3)对应前锚固体(4)大于锚塞体(5)前锚面的区域回填混凝土形成前锚室加固体(17);所述多根锚索(10)呈环形均匀分布在锚塞体(5)及锚塞体(5)外围的前锚固体(4)和后锚固体(6)外缘连接线之间的岩体(13)内,并与锚塞体(5)外围、前锚固体(4)和后锚固体(6)外缘连接线之间的岩体(13)形成包裹在隧道锚外的岩体锚;在锚塞体(5)内预埋锚索管(16),在前锚固体(4)、锚塞体(5)周围的岩体(13)、后锚固体(6)和前锚室加固体(17)中设置锚索孔(15),并在锚索孔(15)内安装锚索管(16),岩体(13)内的锚索管(16)和前锚室加固体(17)内的锚索管(16)在前锚室加固体(17)中采用圆角或圆弧相切的方式连接,多根锚索(10)从前锚面、前锚室加固体(17)的锚索管(16)分别穿过锚塞体(5)以及前锚固体(4)和锚塞体(5)周围的岩体(13)后通过锚具(14)固定在后锚固体(6)上。

5.根据权利要求2所述的一种悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构的建造方法,其特征在于:所述多根锚索(10)穿过锚索管、锚索孔至后锚室(7)用锚具锚固在后锚固体(6)上,隧道锚中的锚索(10)前端用锚具(14)固定在隧道锚的前锚面,岩体锚中的锚索(10)固定在前锚室加固体(17)上,每根主缆索股(11)分别通过锚固连接器(12)与对应的锚具(14)连接;所述前锚室加固体(17)是在主缆索股(11)与锚索(10)在前锚固体(4)前端面连接后通过回填钢筋混凝土形成的加固结构。

一种悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构及建造方法

技术领域

[0001] 本发明属于桥梁工程技术领域,涉及悬索桥锚碇结构,具体是一种悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构及建造方法。

背景技术

[0002] 目前悬索桥锚碇结构型式主要有重力式锚碇、隧道式锚碇、重力式锚碇(隧道式锚碇)+锚索的复合式锚碇、岩体锚、岩体与钢筋混凝土板式锚碇和混凝土梁式岩锚等。重力式锚碇在软弱岩体地基中使用,依靠自重与地基之间的摩擦力来抵抗主缆拉力,土石方开挖、混凝土施工量大,对生态环境的影响也大。隧道式锚碇通常建造在较为坚硬或完整的岩体中,将主缆中的大部分拉力通过锚体传递给围岩,土石方开挖、混凝土施工量及对生态环境的影响较重力式锚碇小,但大吨位承载的桥梁所需隧道式锚碇依然很大,洞室开挖和混凝土浇筑量也很大。隧道式锚碇相似缩尺模型拉拔试验表明,主缆拉力大部分通过锚体的中后部四周侧壁仅以剪摩的方式将荷载传递至围岩,约占主缆拉力的70%左右,加长锚体并不能大幅提高锚体承载力,围岩自身未得以充分承载,建成的隧道式锚碇围岩安全稳定系数多大于7,有的甚至达到10~50。隧道式锚碇+锚索的复合式锚碇是在重力式锚碇或隧道式锚碇后部通过加设锚索将部分荷载传至岩体,锚索与锚体的出力不容易协调,锚索的耐久性难以保证,且受力不均匀。

[0003] 为了解决锚索与锚体的出力不容易协调、土石方和混凝土工程量大的问题,授权公告号CN105648921 B的专利公开了一种悬索桥岩体与钢筋混凝土板复合式锚碇的建造方法,该方法中具体公开了一种岩体与钢筋混凝土板复合式锚碇,通过锚固在钢筋混凝土板上的锚索,将悬索桥主缆拉力直接传递岩体上,其性能安全可靠、节约造价、利于环境保护。岩体锚、岩体与钢筋混凝土板复合式锚碇、混凝土梁式岩锚需大量锚索穿孔,削弱了岩体的完整性,仅适用于工程质量级别较高的I~III级的岩体中,且应用较少,经验不足。

[0004] 随着国民经济发展和交通工程建设的需要,双层、公铁两用、大跨度、大吨位承载的悬索桥将不但涌现,单根主缆拉力达到或超过5万吨级别,个别甚至近10万吨级别,这对锚碇的承载能力提出了更高的要求,采用上述锚碇势必要加大锚碇体量或增加锚索数量。但悬索桥受线路、地形地貌的限制,隧道式锚碇往往需要建在工程质量级别较低的IV~V级岩体中,大跨度、大吨位承载的桥梁而较大体量的锚碇,有的锚洞高度达24m多,此时成洞极其困难,存在极大的安全隐患,洞挖和混凝土方量大幅增大,投资巨大,工期长,风险高。

发明内容

[0005] 本发明根据现有技术的不足,提供一种悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构及其建造方法,该复合式锚碇保留传统隧道式锚体承载特性,并有效利用锚塞体周边岩体,缩小锚塞体室断面尺寸,减小洞挖和混凝土量,相应提高锚碇承载力,降低工程造价。

[0006] 为了达到上述技术目的,本发明提供的技术方案为一种悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构,所述复合式锚碇结构包括布置在悬索桥桥位区的主缆接入洞,通过主缆接

入洞依次施工形成的散索鞍室、前锚室和后锚室,在前锚室与后锚室之间设有前锚固体、锚塞体、后锚固体以及多根锚索,前锚固体置于锚塞体的前锚面,且面积大于锚塞体的前锚面,后锚固体置于锚塞体的后锚面,且面积大于锚塞体的后锚面,多根锚索从前锚固体穿过锚塞体以及锚塞体周围的岩体后通过锚具固定在后锚固体上;悬索桥的主缆从主缆接入洞牵引入散索鞍室后通过散索鞍分散成数量与锚索数量相同的主缆索股,每根主缆索股分别通过锚固连接器与对应的锚索连接。

[0007] 本发明进一步的技术方案:所述锚塞体的截面呈城门洞形或马蹄形或圆形,其截面面积从前锚面向后锚面逐渐增大,形成前小后大的楔形体;所述锚塞体与后锚固体组成隧道锚,前锚固体与锚塞体分离,并与后锚固体、锚塞体周围的岩体在锚索的作用下组成包裹在隧道锚外的岩体锚。

[0008] 本发明较优的技术方案:所述前锚固体、后锚固体的横截面与锚塞体的横截面形状相同,锚塞体和后锚固体为一体式钢筋混凝土结构,前锚固体置于锚塞体的前锚面前侧四周,后锚固体与锚塞体之间呈弧形或半球形的曲面体衔接。

[0009] 本发明较优的技术方案:在前锚室对应前锚固体大于锚塞体前锚面的区域回填混凝土形成前锚室加固体;所述多根锚索呈环形均匀分布在锚塞体及锚塞体外围的前锚固体和后锚固体外缘连接线之间的岩体内,并与锚塞体外围、前锚固体和后锚固体外缘连接线之间的岩体形成包裹在隧道锚外的岩体锚;在锚塞体内预埋锚索管,在前锚固体、锚塞体周围的岩体、后锚固体和前锚室加固体中设置锚索孔,并在锚索孔内安装锚索管,岩体内的锚索管和前锚室加固体内的锚索管在前锚室加固体中采用圆角或圆弧相切的方式连接,多根锚索从前锚面、前锚室加固体的锚索管分别穿过锚塞体以及前加固体和锚塞体周围的岩体后通过锚具固定在后锚固体上。

[0010] 本发明较优的技术方案:所述多根锚索穿过锚索管、锚索孔至后锚室用锚具锚固在后锚固体上,隧道锚中的锚索前端用锚具固定在前锚面的前锚面,岩体锚中的锚索固定在前锚室加固体上,每根主缆索股分别通过锚固连接器与对应的锚具连接;所述前锚室加固体是在主缆索股与锚索在前锚固体前端面连接后通过回填钢筋混凝土形成的加固结构。

[0011] 本发明中锚塞体的合力线与主缆的合力线重合,前锚固体的截面合力点与后锚固体截面合力点均在主缆合力线上。

[0012] 本发明提供的一种悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构的建造方法,其特征在于具体步骤如下:

[0013] (1) 根据设计图纸和施工放样确定位置前锚室的位置,在悬索桥单侧或双侧山体边坡开挖主缆接入洞,通过光面爆破开挖城门洞形的散索鞍室、前锚室、前锚固体室、锚体室和后锚室;所述锚体室的尺寸根据锚塞体及后锚固体的尺寸进行施工,前锚室从散索鞍室的底部开始外扩至与前锚固体室宽度一致,后锚室与锚体室对应后锚固体的部分宽度一致,且锚体室的截面呈城门洞形或马蹄形或圆形;

[0014] (2) 开始对前锚室破碎围岩进行喷锚及注浆加固,对前锚固体室、锚体室进行初期喷锚支护,局部小导管注浆,对围岩段架设钢拱架支护围岩,后锚室围岩进行喷锚及注浆加固,主缆接入洞、散索鞍室、前锚室和后锚室用混凝土衬砌;

[0015] (3) 在锚体室和后锚室开挖完成并清底后,在锚体室内精确定位安装锚索管和钢筋,锚索管呈放射状直线延伸至前锚面,合力点在散索鞍中心;在锚塞体与岩体接触面之间

预埋灌浆管,安装后锚面模板,分层一体浇筑微膨胀混凝土,振捣密实,养护混凝土形成由锚塞体和后锚固体组成的一体式锚体结构;

[0016] (4) 根据设计图纸和施工放样,在前锚固体室内钢筋制安,钻孔部位预埋钢管,然后浇筑混凝土,待混凝土强度达到设计强度后,通过钻机从预埋的钢管内向后锚面钻锚索孔,期间对岩体破碎碎、完整性差的岩体注浆加固,以提高岩体的完整性和承载力。

[0017] (5) 在锚索孔内安装锚索,岩体中锚索在前锚固体外面安装锚索管至前锚室,然后用钢筋混凝土将前锚室对应前锚固体大于锚塞体前锚面的区域回填形成前锚室加固体;

[0018] (6) 在散索鞍室内开挖散索鞍基础,浇筑散索鞍钢筋混凝土基座,到达设计强度后安装散索鞍,然后将悬索桥主缆牵引入,通过散索鞍分散成与锚索根数一致的主缆索股,用锚固连接器将锚索逐根与主缆索股一一对应连接;

[0019] (7) 在锚塞体混凝土达到设计强度后,在后锚固体表面安装锚具,从中心锚索开始,逐层向外圈对称张拉锚索,单根锚索达到其设计荷载后用锚具锚固到锚塞体上,直至张拉锚固全部锚索,最后向锚索管内灌入锚索防腐和润滑的油体,完成复合锚碇结构的施工。

[0020] 本发明中的复合式锚碇的中部为前小后大、截面为城门洞形或圆形或马蹄形的倒楔形的锚塞体,在锚塞体前端面设有面积大于其前端面的前锚固体,锚塞体的后端面设有面积大于后端面的后锚固体,锚索分布在锚塞体及锚塞体周围的岩体内,前锚固体与锚塞体分离,锚塞体和后锚固体一体浇筑钢筋混凝土,锚塞体前锚面之外的前锚室扩大部分用钢筋混凝土填筑现形成前锚室加固体,前锚固体、后锚固体和二者与锚塞体外缘之间的岩体形成环状的岩锚体;本发明中的锚碇结构既保留了传统隧道式锚体承载特性,又有效利用了锚塞体周边岩体,缩小锚洞断面尺寸,减小洞挖和混凝土量,相应提高了锚碇承载力。在相同围岩级别和承载能力下本复合式锚碇较传统隧道式锚体长度短,可缩短洞室长度,缩小洞室断面,从而减小洞挖量和混凝土量,降低工程造价,缩短工期。

附图说明

[0021] 图1本发明中的锚碇结构的立剖面图;

[0022] 图2是图1中A-A剖视图;

[0023] 图3是图1中B-B剖视图。

[0024] 图中:1—主缆接入洞,2—散索鞍室,3—前锚室,4—前锚固体,5—锚塞体,6—后锚固体,7—后锚室,8—主缆,9—散索鞍,10—锚索,11—主缆索股,12—锚固连接器,13—岩体,14—锚具,15—锚索孔,16—锚索管,17—前锚室加固体。

具体实施方式

[0025] 下面将结合本发明中的附图,对本发明中的技术方案的具体实施方式进行清楚、完整地描述。

[0026] 图1至图3为实施例中的悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构附图,采用简化的方式绘制,仅用于清晰、简洁地说明本发明实施例的目的。以下对在附图中的展现的技术方案为本发明的实施例的具体方案,并非旨在限制要求保护的本发明的范围。基于本发明中的实施例,本领域普通技术人员在没有作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。

[0027] 在本发明的描述中,需要理解的是,术语“上”、“下”、“内”、“外”、“左”、“右”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,或者是该发明产品使用时惯常摆放的方位或位置关系,或者是本领域技术人员惯常理解的方位或位置关系,仅是为了便于描述本发明和简化描述,而不是指示或暗示所指的设备或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本发明的限制。

[0028] 实施例中提供的一种悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构,如图1至图3所示,所述复合式锚碇结构包括布置在悬索桥桥位区的主缆接入洞1,通过主缆接入洞1依次施工形成的散索鞍室2、前锚室3和后锚室7,在前锚室3与后锚室7之间设有前锚固体4、锚塞体5、后锚固体6以及多根锚索10,所述锚塞体5的截面呈城门洞形或马蹄形或圆形,其截面面积从前锚面向后锚面逐渐增大,形成前小后大的楔形体;前锚固体4置于锚塞体5的前锚面,且面积大于锚塞体5的前锚面,后锚固体6置于锚塞体5的后锚面,且面积大于锚塞体5的后锚面,前锚固体4和后锚固体6的截面与锚塞体5的截面相同,后锚固体6与锚塞体5接触面呈弧形或半球形的曲面体。所述锚塞体5与后锚固体6为一体式钢筋混凝土结构,组成隧道锚,前锚固体4置于锚塞体5的前锚面前侧四周,在前锚室3对应前锚固体4大于锚塞体5前锚面的区域回填混凝土形成前锚室加固体17;多根锚索10从前锚面、前锚室加固体17的锚索管16分别穿过锚塞体5以及前加固体4和锚塞体5周围的岩体13后通过锚具14固定在后锚固体6上,隧道锚中的锚索10前端用锚具固定在前锚面,岩体锚中的锚索10固定在前锚室加固体17上。多根锚索10呈环形均匀分布在锚塞体5及锚塞体5外围前锚固体4和后锚固体6外缘连接线之间的岩体13内,并与锚塞体5外围前锚固体4和后锚固体6外缘连接线之间的岩体13形成岩体锚;分布在锚塞体5内的锚索穿过预先安装在锚塞体5内的锚索管,分布在锚塞体5外围的岩体13内的锚索从预先在岩体13内钻设锚索孔15内的锚索管16穿过,多根锚索10前端分别通过锚具14固定在前锚固体4的前端面,岩体13内锚索10穿过前锚室加固体17中的锚索管16,岩体内的锚索管16和前锚室加固体17内的锚索管16在前锚室加固体17中采用圆角或圆弧相切的方式连接。悬索桥的主缆8从主缆接入洞1牵引入散索鞍室2后通过散索鞍9分散成数量与锚索10数量相同的主缆索股11,每根主缆索股11分别通过锚固连接器12与对应的锚索10连接。所述锚塞体5的合力线与主缆8的合力线重合,前锚固体4的截面合力点与后锚固体6截面合力点均在主缆8合力线上。

[0029] 下面结合具体工程实例针对本发明中的悬索桥隧道锚与岩体锚复合式锚碇结构的建造方法详细说明,该实例中包括布置在在悬索桥单侧或两侧山体的复合式式锚碇。该工程地质条件及岩体、混凝土物理力学参数如下:片岩,片状结构,弱风化~强风化,岩体完整性差,较破碎~破碎,地下水不发育,无控制性不利结构面,岩体工程质量级别多为IV级,局部为V级;岩体重度 $\gamma = 2.48\text{g}/\text{cm}^3$,岩体饱和单轴抗压强度 $R_c = 15 \sim 30\text{MPa}$,岩体变形模量平均值 $E_0 = 7.5\text{MPa}$,泊松比 $\mu = 0.27$,岩体容许承载力 $[f_a] = 0.75\text{MPa}$;岩体抗剪断强度 $f' = 0.85$ 、 $c = 0.55\text{MPa}$,抗剪强度 $f = 0.45$;岩体与混凝土抗剪断强度 $f' = 0.75$ 、 $c = 0.50\text{MPa}$,抗剪强度 $f = 0.40$ 。单根主缆承载 $2.7 \times 10^5\text{kN}$,主缆索股109根,索股127丝,镀锌高强钢丝:直径 $\Phi 5\text{mm}$,标准强度 $R_j^b = 1960\text{MPa}$,PPWS法施工。锚体混凝土:设计标号C40,微膨胀;锚索管均为109根,均为无缝钢管,管内径 $\phi 12\text{cm}$,锚索管材质Q345。

[0030] 锚碇结构形式及尺寸:主缆接入段长25m,散索鞍室长5m,城门洞形:宽 \times 高=7m \times 8m;锚塞体:城门洞形,长45m(含后锚固体长度5m);前锚室,城门洞形,长10m;前锚面:城门

洞形,宽 \times 高=6m \times 8m(对应的隧道锚后锚面:城门洞形,宽 \times 高=7.8m \times 9.8m);后锚室:长2.5m;后锚固体:厚8.71m,城门洞形的曲面体,宽 \times 高=16.24m \times 18.24m,曲面体半径9.12m,与锚塞体侧面和曲面相切的圆弧半径2.00m;前锚固体:厚3m,城门洞形,宽 \times 高=14m \times 16m;主缆及锚体合力线与水平面夹角 $\angle 37^\circ$ 。

[0031] 其具体施工步骤如下:

[0032] (1) 根据设计图纸和施工放样确定位置前锚室的位置,在悬索桥单侧或双侧山体边坡开挖主缆接入洞1,通过光面爆破开挖城门洞形的散索鞍室2、前锚室3、前锚固体室、锚体室和后锚室7;所述锚体室的尺寸根据锚塞体及后锚固体的尺寸进行施工,前锚室从散索鞍室的底部开始外扩至与前锚固体室宽度一致,后锚室与锚体室对应后锚固体的部分宽度一致,且锚体室的截面呈城门洞形或马蹄形或圆形;对前锚室3破碎围岩进行喷锚及注浆加固,对锚塞体室进行初期喷锚支护,局部小导管注浆,对围岩段架设钢拱架支护围岩,后锚室7围岩进行喷锚及注浆加固,主缆接入洞1、散索鞍室2、前锚室3和后锚室7用混凝土衬砌;

[0033] (2) 在锚体室5、后锚固体5开挖完成并清底后,在后锚固体5和锚塞室5中精确定位、安装27根锚索管16和钢筋,锚索管16呈放射状直线延伸至前锚面,合力点在散索鞍9中心。在锚塞体5与岩体13接触面之间预埋灌浆管,安装后锚面模板,分层一体浇筑微膨胀混凝土,振捣密实,养护混凝土形成由锚塞体5和后锚固体6组成的一体式锚塞体。

[0034] (3) 根据设计图纸和施工放样,在前锚固体4内钢筋制安,钻孔部位预埋管内径 ϕ 15cm的钢管,孔数82孔,然后浇筑混凝土,待混凝土强度达到设计强度后,通过钻机从预埋的钢管内向后锚面钻锚索孔13,期间对岩体破碎碎、完整性差的岩体注浆加固,以提高岩体的完整性和承载力。

[0035] (4) 在锚索孔13内安装锚索10,岩体中锚索10在前锚固体4外面安装锚索管至前锚室3,然后用钢筋混凝土将前锚室3扩大部分填筑,形成前锚室加固体17。

[0036] (5) 在散索鞍室2内开挖散索鞍9基础,浇筑散索鞍9钢筋混凝土基座,到达设计强度后安装散索鞍9,然后将悬索桥主缆8牵引入,通过散索鞍9分散成109根主缆索股11,用锚固连接器将锚索10逐根与主缆索股11一一对应连接;

[0037] (6) 在锚塞体5混凝土达到设计强度后,在后锚固体6表面安装P型锚具,从中心锚索开始,逐层向外圈对称张拉锚索,单根锚索达到其设计荷载后用锚具14锚固到锚塞体上,直至张拉锚固全部锚索,最后向锚索管16内灌入锚索防腐和润滑的油体。

[0038] 本实施例中的锚碇中较小断面尺寸的锚塞体被岩体包裹,锚塞体与前锚固体分离,保留了传统隧道锚的承载机制,同时在较大面积、呈弧形体的后锚固体作用下,隧道锚与岩体锚可协同承载,后锚固体外缘部分增大了锚碇承载面积,且弧形体的应力扩散效应,克服了板(梁)式锚碇仅利用正前方岩体承载的局限,降低围岩应力集中,进一步扩展了围岩承载范围。该复合式锚碇可建在在岩性较差的围岩中,虽有大量锚索钻孔,但相对传统隧道锚洞挖和混凝土量少,工程造价低,工期短,施工风险小。

[0039] 以上所述,只是本发明的一个实施例,其描述较为具体和详细,但并不能因此而理解为对本发明范围的限制。应当指出的是,对于本领域的普通技术人员来说,在不脱离本发明构思的前提下,还可以做出若干变形和改进,这些都属于本发明的保护范围。因此,本发明的保护范围应以所附权利要求为准。

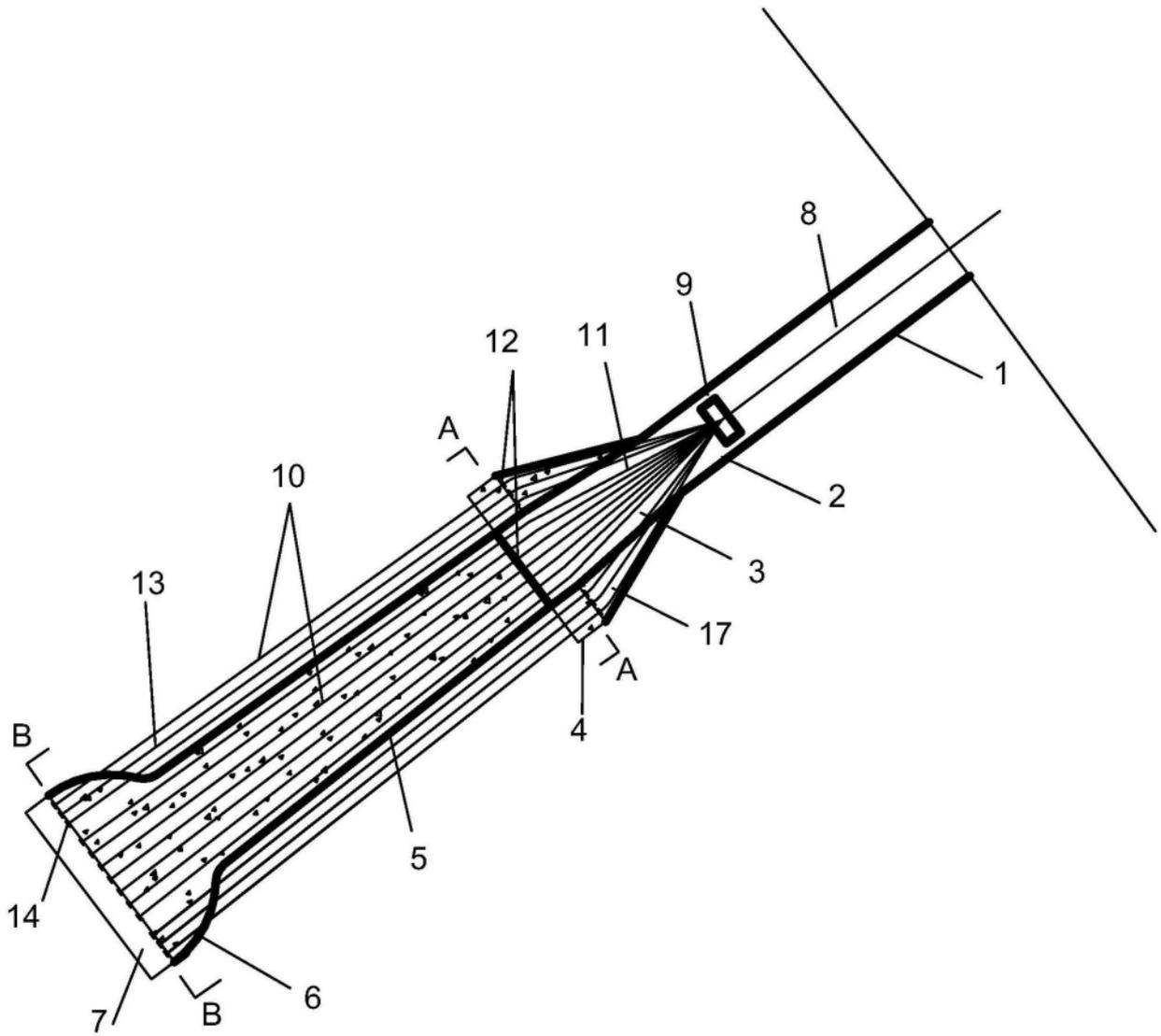


图1

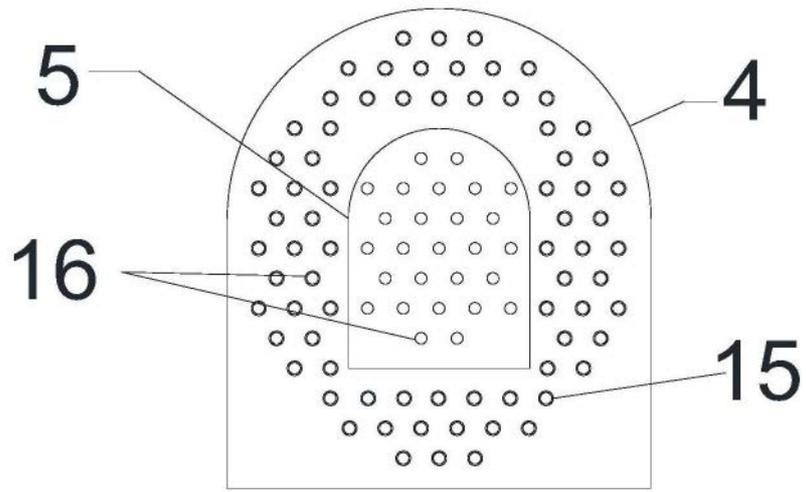


图2

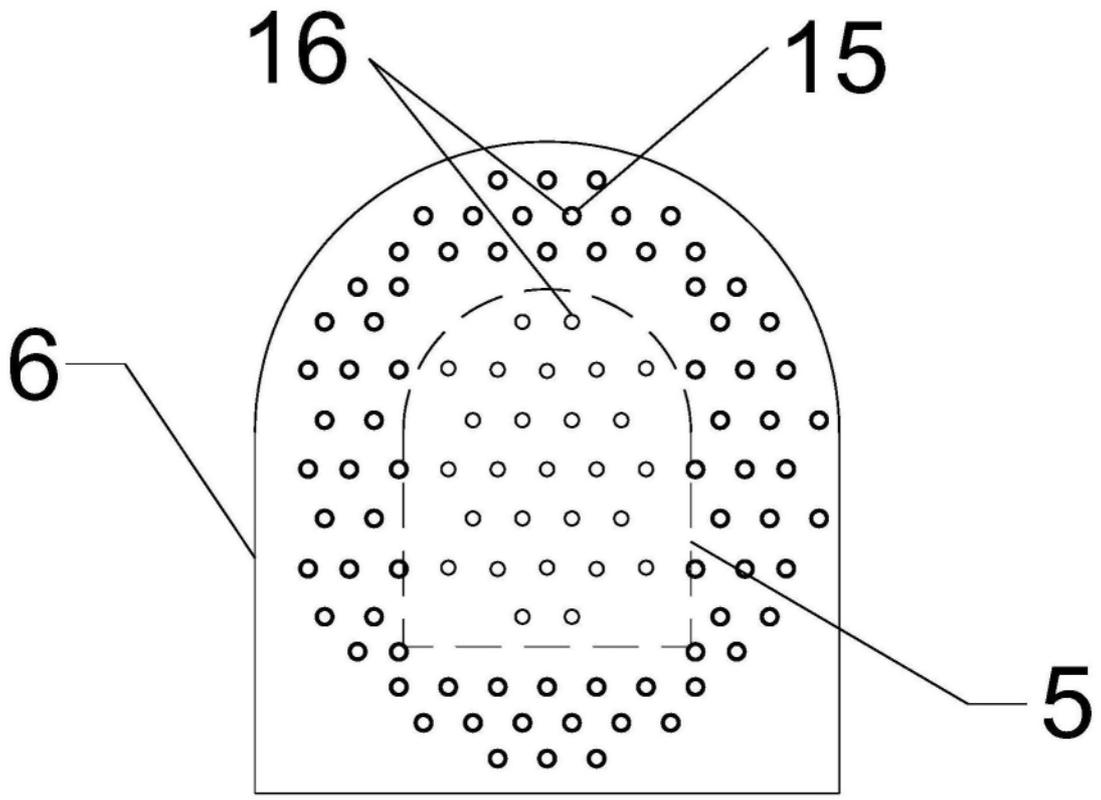


图3