



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111236995 B

(45) 授权公告日 2021.08.24

(21) 申请号 202010039283.6

CN 103572757 A, 2014.02.12

(22) 申请日 2020.01.14

CN 206545517 U, 2017.10.10

(65) 同一申请的已公布的文献号

CN 108547291 A, 2018.09.18

申请公布号 CN 111236995 A

CN 105672311 A, 2016.06.15

(43) 申请公布日 2020.06.05

CN 102809454 A, 2012.12.05

(73) 专利权人 东南大学

CN 110595606 A, 2019.12.20

地址 210096 江苏省南京市江宁区东南大学路2号

CN 108661683 A, 2018.10.16

CN 106677812 A, 2017.05.17

CN 202471318 U, 2012.10.03

CN 108150209 A, 2018.06.12

(72) 发明人 戴国亮 郭庆 龚维明

CN 109882228 A, 2019.06.14

(74) 专利代理机构 南京苏高专利商标事务所

CN 105973285 A, 2016.09.28

(普通合伙) 32204

CN 203259281 U, 2013.10.30

代理人 柏尚春

WO 2016144646 A1, 2016.09.15

CN 207538032 U, 2018.06.26

(51) Int. Cl.

E21D 21/00 (2006.01)

E21D 20/02 (2006.01)

E02D 17/20 (2006.01)

E02D 5/74 (2006.01)

郑晨等. 玻璃纤维增强聚合物锚杆研究进展. 《玻璃钢/复合材料》. 2019, (第04期), 第90-99页.

审查员 许杰

(56) 对比文件

CN 102140796 A, 2011.08.03

权利要求书1页 说明书3页 附图3页

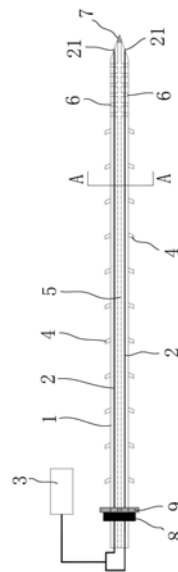
(54) 发明名称

基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统及施工方法

(57) 摘要

本发明公开了一种基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统及施工方法,该锚杆系统,针对中空注浆锚杆使用环境,利用玄武岩纤维特性延长中空锚杆的寿命.并将光纤光栅系统嵌入的设置于锚杆的内部,使光纤和玄武岩纤维形成一个整体,与锚杆同步受力,从而能够更加精确、稳定的对锚杆内应力实施监控,提供了一种中空注浆锚杆的长期监测实施方案,提高了锚杆监测的可靠性.此外,该锚杆系统还对对中支架的结构进行了优化,一定程度上增强了中空锚杆体系锚固性能。

CN 111236995 B



1. 一种基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统,其特征在于,包括玄武岩纤维制作的锚杆(1)、光纤光栅系统(2)、连接所述光纤光栅系统(2)的FBG检测系统(3)、安装在锚杆(1)头部的锚固组件、以及套设在锚杆(1)上的多个对中支架(4);所述锚杆(1)的中心贯穿地设置有压浆通道(5),锚杆(1)尾部设置有连通所述压浆通道(5)的多个出浆口(6),锚杆(1)的末端设置有封堵所述压浆通道(5)的封孔塞(7),所述封孔塞(7)具有锥尖部分,所述锥尖部分与锚杆(1)的末端配合形成外径渐缩的锚杆刺入端,当注浆时,所述封孔塞(7)被浆液冲开;所述光纤光栅系统(2)通过与玄武岩纤维一起编织的方式嵌入地设置在锚杆(1)的内部,并自锚杆(1)的头部延伸至所述锚杆刺入端;

所述对中支架(4)为多边多孔结构,关于平面对称,该平面由所述锚杆(1)的中心轴线和所述锚杆(1)的某一直径线所限定,沿着该直径线观察,所述对中支架(4)呈关于所述锚杆(1)的中心轴线对称的弧形,且对中支架(4)的弧形凸面指向锚杆(1)的尾部;

所述多个出浆口(6)分布在所述锚杆(1)尾部的不同径向截面上,每个所述径向截面上的出浆口(6)在所述压浆通道(5)的周向均匀分布,所述多个出浆口(6)共同形成所述锚杆(1)的尾部注浆分散区域;所述多个对中支架(4)间隔布置在所述锚固组件和所述尾部注浆分散区域之间;

所述光纤光栅系统(2)具有光纤连接部(21),所述光纤连接部(21)设置在所述锚杆刺入端的表面。

2. 根据权利要求1所述的基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统,其特征在于,包括至少两个所述光纤光栅系统(2),所述光纤光栅系统(2)在所述压浆通道(5)外周均匀分布。

3. 根据权利要求1所述的基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统,其特征在于,所述锚固组件包括锚固螺栓(8)和通过玄武岩包裹涂覆的钢垫板(9)。

4. 一种根据权利要求1-3任一项所述的基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统的施工方法,其特征在于,

首先,在预制锚杆时,将光纤光栅系统和玄武岩纤维一起编织,使光纤光栅系统内嵌入锚杆的玄武岩纤维杆体内;

现场施工时,根据锚固岩土体硬度选择安装方式:

对于普通岩土体,按照定位、钻孔、清空、锚杆插入、压力注浆、封孔、螺栓施加预应力的工序完成施工;

对于软弱岩土体,将所述基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统通过旋转方式直接插入锚固岩土体内。

5. 根据权利要求4所述的施工方法,其特征在于,对于普通岩土体,在锚杆插入阶段,先将锚杆刺入端部分刺入土体内,用以临时定位;

压力注浆时,控制注浆压力以保证浆液冲破出浆口位置保护薄膜且冲开封孔塞;

螺栓施加预应力时,针对每个锚孔周围地质条件计算相应预应力的施加范围,待锚固浆液达到其强度的80%以上,通过扭矩扳手精确施加。

6. 根据权利要求5所述的施工方法,其特征在于,对于软弱岩土体,在将锚杆旋转插入土体前,对出浆口和封孔塞做防护,避免旋入过程中出浆口被堵塞或者封孔塞脱落;

压力注浆时,在地下水位线上的锚固点,压浆之前压入适量清水在土体形成压浆通道,用以后续浆液进入。

基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统及施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于锚固技术领域,具体涉及一种基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统及施工方法。

背景技术

[0002] 中空注浆锚杆在我国应用主要在巷道、隧道、边坡工程等,能够实现对软弱围岩的加固和支护。中空注浆锚杆作为加固方式,也可以当作径向锚杆,软弱围岩中代替普通砂浆锚杆。中空注浆锚杆对于软弱破碎围岩条件的适应性良好,用于隧道超前支护(超前小导管、管棚)中,提高了隧道及巷道的稳定性,节约了支护成本,加快了施工进度,效益显著。

[0003] 目前,针对中空注浆锚杆的受力分析及应用监测,一般是将光纤光栅布设在锚杆的外表面,同锚杆一起施工至锚固位置。光纤光栅与混凝土直接接触,监测的稳定性和精确性均受到限制。

发明内容

[0004] 发明目的:为了克服现有技术的缺陷,本发明提供一种基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统,该系统能实现对中空锚杆内应力长期实时监测,具有较高的监测可靠性和精确性。

[0005] 本发明的另一目的是提供一种上述基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统的施工方法。

[0006] 技术方案:本发明所述的一种基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统,包括玄武岩纤维制作的锚杆、光纤光栅系统、连接所述光纤光栅系统的FBG检测系统、安装在锚杆头部的锚固组件、以及套设在锚杆上的多个对中支架;所述锚杆的中心贯穿的设置压浆通道,锚杆尾部设置有连通所述压浆通道的多个出浆口,锚杆的末端设置有封堵所述压浆通道的封孔塞,所述封孔塞具有锥尖部分,所述锥尖部分与锚杆的末端配合形成外径渐缩的锚杆刺入端;所述光纤光栅系统嵌入的设置于锚杆的内部,并自锚杆的头部延伸至所述锚杆刺入端。

[0007] 其中,所述对中支架关于所述锚杆的中心轴线和某一径向所限定的平面对称,沿着该径向观察,所述对中支架呈关于所述平面对称的弧形,且对中支架的弧形凸面指向锚杆的尾部。

[0008] 所述多个出浆口分布在所述锚杆尾部的不同径向截面上,每个所述径向截面上的出浆口在所述压浆通道的周向均匀分布,所述多个出浆口共同形成所述锚杆的尾部注浆分散区域。

[0009] 所述多个对中支架间隔布置在所述锚固组件和所述尾部注浆分散区域之间。

[0010] 所述光纤光栅系统具有光纤连接部,所述光纤连接部设置在所述锚杆刺入端的表面。

[0011] 包括至少两个所述光纤光栅系统,所述光纤光栅系统在所述压浆通道外周均匀分

布。

[0012] 所述锚固组件包括锚固螺栓和通过玄武岩包裹涂覆的钢垫板。

[0013] 对应于上述基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统,本发明提供的施工方法所采用的技术方案是,首先,在预制锚杆时,将光纤光栅系统和玄武岩纤维一起编织或者热塑,使光纤光栅系统内嵌入锚杆的玄武岩纤维杆体内;现场施工时,根据锚固岩土体硬度选择安装方式:对于普通岩土体,按照定位、钻孔、清空、锚杆插入、压力注浆、封孔、螺栓施加预应力的工序完成施工;对于软弱岩土体,将所述基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统通过旋转方式直接插入锚固岩土体内。

[0014] 其中,对于普通岩土体,在锚杆插入阶段,先将锚杆刺入端部分刺入土体内,用以临时定位;压力注浆时,控制注浆压力以保证浆液冲破出浆口位置保护薄膜且冲开封孔塞;螺栓施加预应力时,针对每个锚孔周围地质条件计算相应预应力的施加范围,待锚固浆液达到其强度的80%以上,通过扭矩扳手精确施加。

[0015] 对于软弱岩土体,在将锚杆旋转插入土体前,对出浆口和封孔塞做防护,避免旋入过程中出浆口被堵塞或者封孔塞脱落;压力注浆时,在地下水位线上的锚固点,压浆之前压入适量清水在土体形成压浆通道,用以后续浆液进入。

[0016] 有益效果:该基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统,针对中空注浆锚杆使用环境,利用玄武岩纤维特性延长中空锚杆的寿命。并将光纤光栅系统嵌入的设置锚杆的内部,使光纤和玄武岩纤维形成一个整体,与锚杆同步受力,从而能够更加精确、稳定的对锚杆内应力实施监控,提供了一种中空注浆锚杆的长期监测实施方案,提高了锚杆监测的可靠性。

附图说明

[0017] 图1是本发明的锚杆系统透视结构示意图;

[0018] 图2是图1的锚杆系统的A-A截面结构示意图;

[0019] 图3是图2中对中支架的侧视图;

[0020] 图4是本发明锚杆系统的锚杆尾部透视结构示意图;

[0021] 图5是图4中的B-B截面结构示意图。

具体实施方式

[0022] 下面,结合附图对本发明做进一步详细说明。

[0023] 如图1所示,一种基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统,包括锚杆1、光纤光栅系统2、FBG检测系统3、对中支架4、封孔塞7、锚固螺栓8和钢垫板9。

[0024] 其中,锚杆1为采用玄武岩纤维经挤拉成型的复合型锚杆,光纤光栅系统2作为一股纤维和玄武岩纤维一起编织或者热塑,使光纤光栅系统2内嵌入锚杆1的玄武岩纤维杆体内,以形成新型的中空锚杆体系。

[0025] 结合图4所示,压浆通道5沿着锚杆1的中心轴线延伸并形成贯穿,在锚杆1的末端设置封孔塞7,通过封孔塞7对压浆孔道5的末端出口进行封堵。封孔塞7的尖锐的露出部分为其锥尖部分,而锚杆1的末端为外径逐渐缩小收窄的构造,因此,锥尖部分能够和锚杆1的末端配合形成锥形或楔形的锚杆刺入端。

[0026] 结合图5所示,锚杆1尾部设置有多个出浆口6,出浆口6沿着锚杆1的轴向均匀的分布,具体而言,出浆口6均匀分布在锚杆1尾部的不同径向截面上。每个径向截面上的出浆口6在压浆通道5的周向等夹角均匀布置,多个出浆口6共同形成锚杆1的尾部注浆分散区域。

[0027] 锚杆1内部设置的多个光纤光栅系统,均匀的设置在压浆孔道5的外周,并且自锚杆1的头部延伸至锚杆刺入端,并在锚杆刺入端留有光纤连接部21,光纤连接部21可采用ST连接器或FC连接器,ST连接器是现阶段较为流行的连接器,这种类型的光纤连接器上有一个卡口式安装底座和一个长长的圆柱状2.5mm陶瓷(通常情况下)或者聚合物插针,用来容纳光纤;FC连接器与ST连接器相似,只是其表面的加强方式使用了金属套管,紧固的方法是螺丝接头。光纤连接部21在不启动时,原光纤光栅系统2可以正常工作,在锚杆接长后启动该光纤连接部21,接长部分的光纤与原光纤光栅系统结合形成整体,从而光纤光栅系统可以在锚杆全长工作。

[0028] 结合图2所示,对中支架4在A-A截面的视角为多边多孔形结构,侧视时为如图3所示的弧形结构,且该弧形结构关于平面对称,且对中支架4的弧形凸面指向锚杆1的尾部。多个对中支架4间隔套设布置在锚固组件和尾部注浆分散区域之间。弧形结构的对中支架4使得锚杆1较为容易插入土体,且插入后对中支架4不仅可以对中,还能够对锚杆1受力阶段部分承担锚固力,发挥一部分软弱围岩承载能力。

[0029] 钢垫板9通过玄武岩包裹涂覆,其与锚固螺栓8安装在锚杆1头部。在锚杆1插入后可利用扭矩扳手针对锚固部位岩土特性,施加一定的小(微)预应力使得该锚杆系统稳定工作。

[0030] 本实施例还公开了上述基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统的施工方法,首先,在预制锚杆时,将光纤光栅系统和玄武岩纤维一起编织或者热塑,使光纤光栅系统内嵌入锚杆的玄武岩纤维杆体内。在现场施工时,根据锚固岩土体硬度选择安装方式:

[0031] (1) 对于普通岩土体,按照定位、钻孔、清空、锚杆插入、压力注浆、封孔、螺栓施加预应力的工序完成施工。在安装中应注意以下几点:①由于在尾部注浆分散区域不安装对中支架4,在锚杆1插入阶段,锚杆刺入端应部分刺入土中,起到临时定位作用;②注浆不可使用静力注浆,必须使用压力注浆,最低注浆压力应使浆液冲破出浆口6位置薄膜且冲开封孔塞7;③螺栓施加预应力阶段,应针对每个锚孔周围地质条件计算相应预应力的施加范围,待锚固浆液达到其强度的80%以上,通过扭矩扳手精确施加;④锚杆安装完成后应确保光纤引出端安全清洁,保证光纤引出端防护措施合理可靠;⑤接长锚杆应保证前一锚杆刺入端牢固刺入接长锚杆,且在光纤引出端检测光纤连接结构工作正常。

[0032] (2) 对于软弱岩土体,将所述基于FBG技术的中空玄武岩纤维锚杆系统通过旋转方式直接插入锚固岩土体内。此种安装方式应注意以下几点:①在旋转进入土体中,出浆口6有可靠的防护措施保证不会被堵塞(一般采用较厚封闭胶带或生料带)且封孔塞7不会因旋转脱落(一般采用卡扣);②压力注浆所用压力应较第(1)种安装方式大至少1倍以上;③在地下水位线上的锚固点压浆之前应压入一定量的清水以便在土体形成压浆通道,方便后续浆液进入;④此种施工方式不建议施加预应力;⑤关于光纤的注意事项与(1)一致。

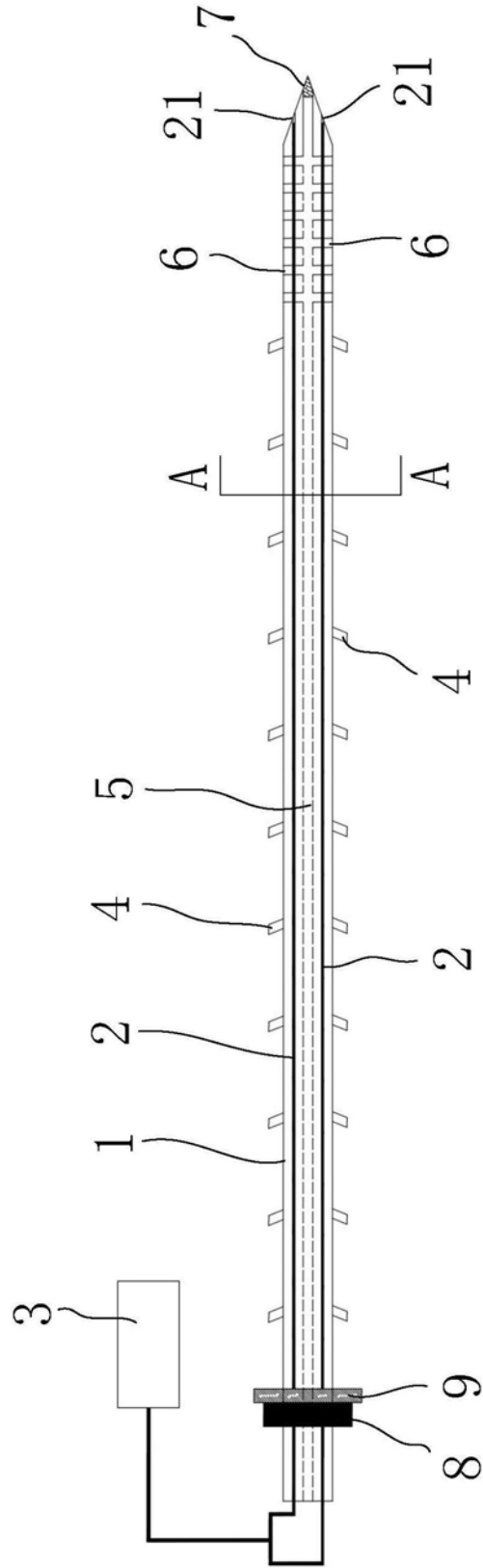


图1

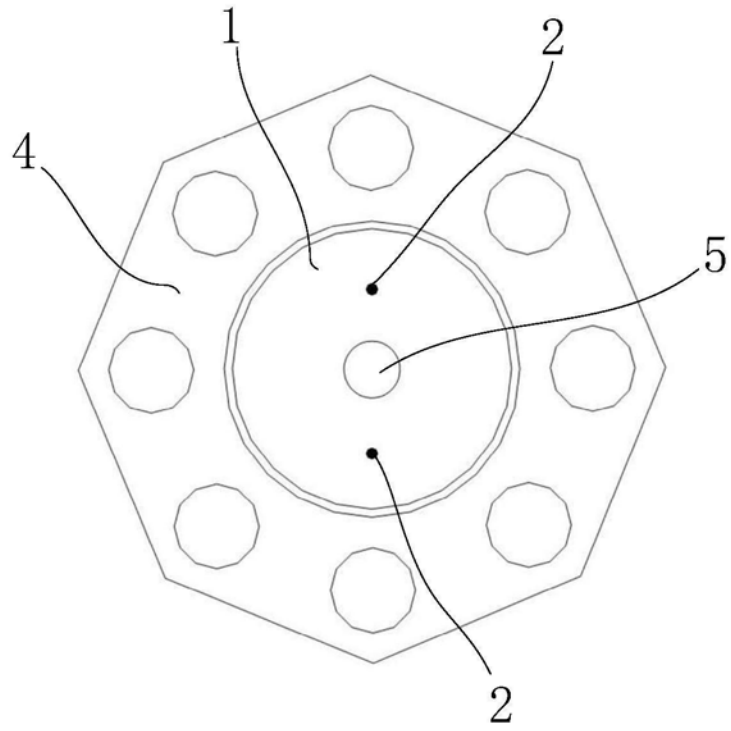


图2

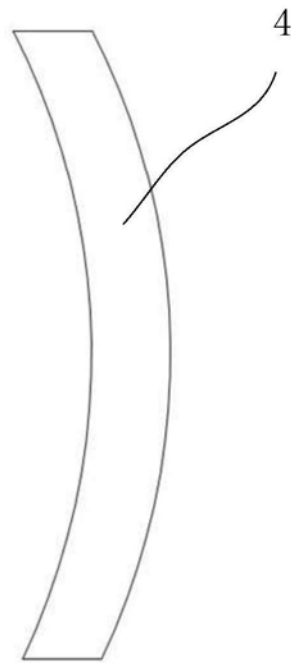


图3

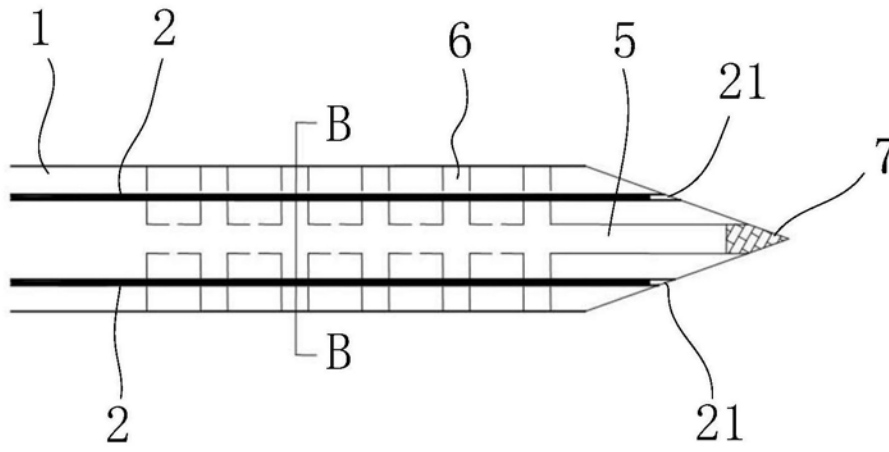


图4

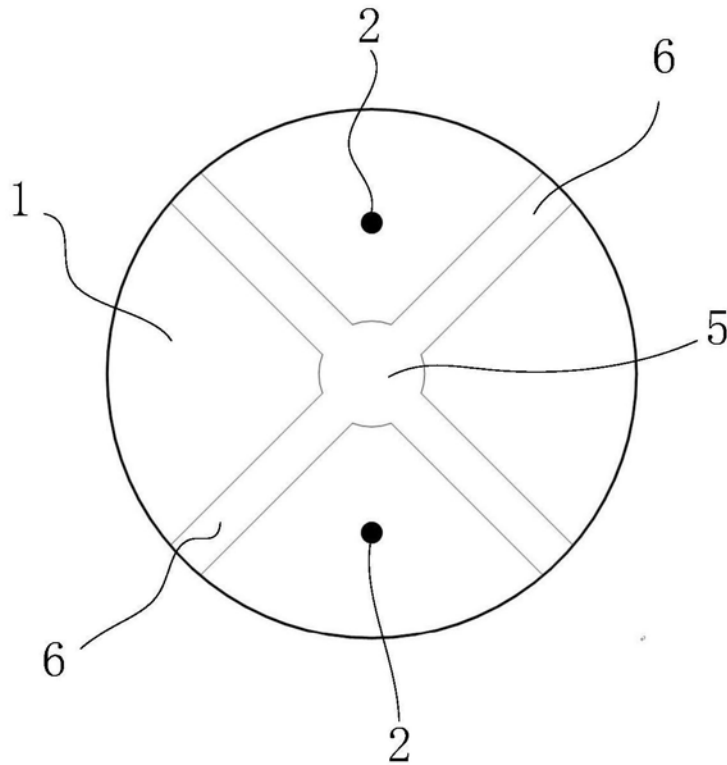


图5