



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 111350524 B

(45) 授权公告日 2022.06.07

(21) 申请号 202010110180.4

E21D 11/38 (2006.01)

(22) 申请日 2020.02.23

E21D 9/06 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

审查员 曹莹莹

申请公布号 CN 111350524 A

(43) 申请公布日 2020.06.30

(73) 专利权人 中国电建集团华东勘测设计研究院有限公司

地址 310014 浙江省杭州市潮王路22号

(72) 发明人 周天驰 陈祥荣 李高会 陈攀

(74) 专利代理机构 浙江杭州金通专利事务有限公司 33100

专利代理师 刘晓春

(51) Int. Cl.

E21D 11/10 (2006.01)

E21D 11/08 (2006.01)

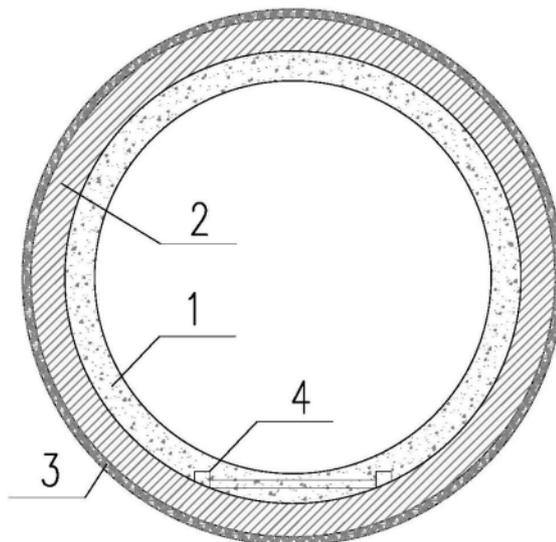
权利要求书1页 说明书4页 附图2页

(54) 发明名称

一种水工盾构隧洞复合衬砌结构及其施工方法

(57) 摘要

本发明提供了一种水工盾构隧洞复合衬砌结构及其施工方法,包括纳米钢纤维高强喷射混凝土层、盾构管片、高渗透性环氧树脂层、止水结构,纳米钢纤维高强喷射混凝土层位于盾构管片内侧,封闭成环,相邻环纳米钢纤维高强喷射混凝土层间设置有止水结构,高渗透性环氧树脂层位于盾构管片的外侧,并且,高渗透性环氧树脂层的材料渗入盾构管片的混凝土内。本发明通过盾构管片外侧涂刷的高渗透性环氧树脂,防止外水渗入隧洞中,通过盾构管片内侧的纳米钢纤维喷射高强混凝土,防止内水渗出隧洞。本发明结构简单、施工方便迅速,能够大幅节约工程投资,具有较高的可靠性及实用性。



1. 一种水工盾构隧洞复合衬砌结构,其特征包括纳米钢纤维高强喷射混凝土层(1)、盾构管片(2)、高渗透性环氧树脂层(3)、止水结构,纳米钢纤维高强喷射混凝土层(1)位于盾构管片(2)内侧,封闭成环,纳米钢纤维高强喷射混凝土层(1)每一环之间留有变形缝,相邻环纳米钢纤维高强喷射混凝土层(1)间设置有止水结构,所述止水结构包括止水带、外侧固定器、内侧固定器,所述止水带位于纳米钢纤维高强喷射混凝土层的中间位置;高渗透性环氧树脂层(3)位于盾构管片(2)的外侧,并且,高渗透性环氧树脂层(3)的材料渗入盾构管片(2)的混凝土内。

2. 根据权利要求1所述的一种水工盾构隧洞复合衬砌结构,其特征是:所述高渗透性环氧树脂层(3)的材料渗入到盾构管片(2)的深度不小于1mm,高渗透性环氧树脂层(3)往侧面延伸至止水条。

3. 根据权利要求1所述的一种水工盾构隧洞复合衬砌结构,其特征是:对于无压隧洞,所述纳米钢纤维高强喷射混凝土层(1)的厚度满足构造要求;对于有压隧洞,所述纳米钢纤维高强喷射混凝土层(1)的厚度同时满足管道最大内正压和最大负压下不被破坏。

4. 根据权利要求1所述的一种水工盾构隧洞复合衬砌结构,其特征是:纳米钢纤维高强喷射混凝土采用高强度混凝土,同时掺入纳米钢纤维,施工时采用机器进行高速喷射。

5. 根据权利要求1所述的一种水工盾构隧洞复合衬砌结构,其特征是:盾构机轨道(4)在纳米钢纤维高强喷射混凝土层施工前拆除,或者埋入纳米钢纤维高强喷射混凝土层(1)中。

6. 根据权利要求1所述的水工盾构隧洞复合衬砌结构的施工方法,其特征是,所述施工步骤为:

在盾构管片拼装之前外表面涂刷高渗透性环氧树脂;

隧洞开挖,盾构机轨道铺设,盾构管片拼装;

盾构管片拼装完成后,每隔一段距离安装一个外侧固定器;

在外侧固定器处施工纳米钢纤维高强喷射混凝土;

在外侧固定器上安装止水带及内侧固定器;

隧洞全断面施工纳米钢纤维高强喷射混凝土;

纳米钢纤维高强喷射混凝土施工完成后,立即将喷射混凝土表面抹平。

## 一种水工盾构隧洞复合衬砌结构及其施工方法

### 技术领域

[0001] 本发明涉及一种水工隧洞衬砌结构及其施工方法,具体地说是涉及一种水工盾构隧洞复合衬砌结构及其施工方法,适用于软土地层中的低水头给水或者排水隧洞工程。

### 背景技术

[0002] 随着城市化进程的不断发展,城市排水问题愈发突发,另一方面,城市人口的增加也提高了城市用水的需求量。为解决这一系列与城市给水和排水相关的问题,常常修建大直径输水隧洞或者排水隧洞,统称为水工隧洞。

[0003] 与传统的水利水电工程不同,城市中的水工隧洞往往修建在软土地层中。对于软土底层,盾构法是一个经济安全的隧洞施工方法,盾构法广泛应用在轨道交通领域,但是在水利工程中的应用并没有十分普及。其原因在于,盾构隧洞的衬砌结构主要为盾构管片拼接而成,盾构管片之间采用螺栓锁紧,管片与管片之间采用遇水膨胀橡胶止水,在水工隧洞中,盾构管片之间不可避免的出现渗水的现象。对于这一问题,目前的主要应对方法是在盾构管片内部浇筑二次钢筋混凝土衬砌或者设置全断面钢板衬砌。二次钢筋混凝土衬砌的缺点在于浇筑速度慢,严重拖延工期,且即使浇筑完成之后进行回填灌浆,拱顶混凝土难以保证较高的密实度。而钢板衬砌的缺点在于造价太高。此外,国外也有工程在盾构管片内部全断面涂刷柔性防水涂层的案例,但防水涂层易受水流冲蚀破坏,耐久性不能得到保证,长期运行仍然存在渗水的可能性。

### 发明内容

[0004] 本发明的目的在于对于现有技术中盾构隧洞在输水时容易渗漏、二次钢筋混凝土内衬施工时间长、顶拱浇筑难以密实、长期运行易受破坏、钢板内衬成本较高这一问题,提出一种结构简单、施工方便、投资较少的水工盾构隧洞复合衬砌结构及其施工方法,切实的降低工程投资,可广泛应用于给水排水工程中,更好地为工程建设服务。

[0005] 根据本发明的第一个方面,本发明采用以下技术方案:

[0006] 一种水工盾构隧洞复合衬砌结构,其特征在于包括纳米钢纤维高强喷射混凝土层、盾构管片、高渗透性环氧树脂层、止水结构,纳米钢纤维高强喷射混凝土层位于盾构管片内侧,封闭成环,相邻环纳米钢纤维高强喷射混凝土层间设置有止水结构,高渗透性环氧树脂层位于盾构管片的外侧,并且,高渗透性环氧树脂层的材料渗入盾构管片的混凝土内。

[0007] 特别的:所述高渗透性环氧树脂层的材料渗入到盾构管片的深度不小于1mm,高渗透性环氧树脂层往侧面延伸至止水条。

[0008] 特别的:对于无压隧洞,纳米钢纤维高强喷射混凝土的厚度应满足构造要求,一般可以取10cm;对于有压隧洞,纳米钢纤维高强喷射混凝土的厚度应同时满足管道最大内正压和最大负压下不被破坏。

[0009] 特别的:所用的喷射混凝土采用高强度混凝土,同时掺入纳米钢纤维,采用机器进行高速喷射,保证喷射密实度,保证结构的耐久性,同时应保证喷射完成后的平整度,降低

隧洞的水头损失。

[0010] 特别的：如果为了追求最快工期，盾构机轨道在喷射纳米钢纤维高强混凝土时可以不进行拆除，直接将轨道埋入其中；如果为了降低成本，在喷射纳米钢纤维高强混凝土前可以将盾构机轨道拆除。

[0011] 特别的：所述止水结构包括止水带、外侧固定器、内侧固定器，所述止水带位于纳米钢纤维高强喷射混凝土层的中间位置。

[0012] 根据本发明的第二个方面，本发明采用以下技术方案：

[0013] 一种水工盾构隧洞复合衬砌结构的施工方法，其特征是，所述施工步骤为：

[0014] (1) .在盾构管片拼装之前外表面涂刷高渗透性环氧树脂；

[0015] (2) .隧洞开挖，盾构机轨道铺设，盾构管片拼装；

[0016] (3) .盾构管片拼装完成后，每隔一段距离安装一个外侧固定器；

[0017] (4) .在外侧固定器处施工纳米钢纤维高强喷射混凝土；

[0018] (5) .在外侧固定器上安装止水带及内侧固定器；

[0019] (6) .隧洞全断面施工纳米钢纤维喷射高强混凝土；

[0020] (7) .纳米钢纤维喷射高强混凝土施工完成后，立即将喷射混凝土表面抹平。

[0021] 本发明的水工盾构隧洞复合衬砌有效解决了在城市给排水盾构隧洞容易渗漏，二次钢筋混凝土内衬施工时间长，顶拱浇筑难以密实，长期运行易受破坏，钢板内衬成本较高这一问题。通过盾构管片外侧涂刷的高渗透性环氧树脂，防止外水渗入隧洞中，通过盾构管片内侧的纳米钢纤维喷射高强混凝土，防止内水渗出隧洞。本发明结构简单、施工方便迅速，能够大幅节约工程投资，具有较高的可靠性及实用性。

[0022] 除了上面所述的本发明解决的技术问题、构成技术方案的技术特征以及由这些技术方案的技术特征所带来的优点外，本发明的一种水工盾构隧洞复合衬砌结构及其施工方法所能解决的其他技术问题、技术方案中包含的其他技术特征以及这些技术特征带来的优点，将结合附图做出进一步详细的说明。

## 附图说明

[0023] 图1是本发明一种水工盾构隧洞复合衬砌结构横断面。

[0024] 图2是本发明一种水工盾构隧洞复合衬砌结构纵断面。

[0025] 图3是橡胶止水带示意图。

[0026] 图4是外侧固定器、内侧固定器与橡胶止水带位置关系图。

## 具体实施方式

[0027] 下面结合附图与具体实施方式对本发明作进一步详细描述：

[0028] 如图1~2所示，本发明水工盾构隧洞复合衬砌结构，由纳米钢纤维高强喷射混凝土层1、盾构管片2、高渗透性环氧树脂层3、盾构机轨道4、橡胶止水带5、外侧固定器6、内侧固定器7组成。其中盾构机轨道4位于盾构管片2的内侧底部，主要作用为盾构机行驶提供支撑，同时可以为施工纳米钢纤维高强喷射混凝土层1的机器提供行驶轨道。高渗透性环氧树脂层3位于盾构管片2的外侧，作用是防止外水渗入隧洞内侧，并提高盾构管片2的耐久性。纳米钢纤维高强喷射混凝土层1位于盾构管片2内侧，封闭成环，成环之后可以防止隧洞内

侧水流流出隧洞,同时避免水流对盾构管片连接螺栓和管片间止水的侵蚀。纳米钢纤维高强喷射混凝土层1每一环之间留有变形缝,变形缝处设置有橡胶止水带5,橡胶止水带为封闭的圆环形,宽度应满足设计要求,如图3所示。外侧固定器6和内侧固定器7用于固定橡胶止水带,位置示意如图4所示。

[0029] 高渗透性环氧树脂层3被涂抹于盾构管片2外侧,其材料能够渗入到管片混凝土内部,且渗入管片混凝土的深度不小于1mm,往侧面延伸至止水条,最大可能地减少外水内渗,降低纳米钢纤维高强喷射混凝土层1承受的外压。

[0030] 对于无压隧洞,纳米钢纤维高强喷射混凝土层1的厚度应满足构造要求,一般可以取10cm;对于有压隧洞,纳米钢纤维高强喷射混凝土层1的厚度应同时满足管道最大内正压和最大负压下不被破坏,具体应根据实际计算确定,本发明不进行详细叙述。

[0031] 纳米钢纤维高强喷射混凝土采用高强度混凝土,同时掺入纳米钢纤维,施工时应采用机器进行高速喷射,保证喷射密实度,保证结构的耐久性,同时应保证喷射完成后的平整度,降低隧洞的水头损失。

[0032] 如果为了追求最快工期,盾构机轨道4在喷射纳米钢纤维高强混凝土时可以不进行拆除,直接将轨道埋入其中;如果为了降低成本,在喷射纳米钢纤维高强混凝土前可以将盾构机轨道拆除。

[0033] 橡胶止水带5要求位于纳米钢纤维高强喷射混凝土层1的中间位置,因此要求外侧固定器6的高度为纳米钢纤维高强喷射混凝土1厚度的一半,内侧固定器高度小于外侧固定器,保证其被纳米钢纤维高强喷射混凝土1覆盖的厚度不小于5cm。

[0034] 本结构的橡胶止水带5也可以采用紫铜止水带以及其他符合要求的结构缝止水带,外侧固定器6和内侧固定器7采用钢筋折弯加工而成。

[0035] 高渗透性环氧树脂要求采用刷涂工艺时,材料渗入到混凝土的深度不小于1mm,其渗透性材料抗压强度 $\geq 50\text{MPa}$ ,可通过市场购买得到;高强度混凝土采用普通硅酸盐水泥,添加减水剂和增强剂等材料,要求强度等级C50及以上;高速喷射的速度范围是喷口出口速度50m/s左右。

[0036] 上述水工盾构隧洞复合衬砌的具体施工步骤如下:

[0037] (1).在盾构管片2拼装之前外表面涂刷高渗透性环氧树脂,涂刷应保证均匀密实,不出现漏刷的部位,涂刷完成之后自然风干,在盾构管片2外侧形成高渗透性环氧树脂层3,同时,高渗透性环氧树脂渗入盾构管片2的渗入到管片混凝土内部;

[0038] (2).隧洞开挖,盾构机轨道铺设,进行盾构管片拼装,螺栓拧紧,管片外部灌浆、封孔等工序;

[0039] (3).盾构管片施工完成一段之后,每隔一段距离预留一处变形缝,在变形缝处,在盾构管片内侧安装一个环形的内侧固定器7;

[0040] (4).在外侧固定器6处喷射纳米钢纤维高强混凝土,喷射厚度应略低于外侧固定器高度,使得外侧固定器6漏出端头,便于固定橡胶止水带5;

[0041] (5).在外侧固定器6上安装橡胶止水带5以及内侧固定器7,将橡胶止水带5固定于结构缝处;

[0042] (6).变形缝橡胶止水带5及固定钉施工完成后,隧洞全断面按照设计厚度喷射纳米钢纤维高强混凝土,优先采用机器高速喷射,保证喷射混凝土的结构密实、厚度一致;

[0043] (7). 纳米钢纤维喷射高强混凝土施工完成后, 立即将喷射混凝土表面抹平, 此步骤的目的是为了降低隧洞输水时的水头损失。

[0044] 本发明所设计的水工盾构隧洞复合衬砌有效解决了在城市给排水盾构隧洞容易渗漏, 二次钢筋混凝土内衬施工时间长, 顶拱浇筑难以密实, 长期运行易受破坏, 钢板内衬成本较高这一问题。通过盾构管片外侧涂刷的高渗透性环氧树脂, 防止外水渗入隧洞中, 通过盾构管片内侧的纳米钢纤维喷射高强混凝土, 防止内水渗出隧洞。本发明结构简单、施工方便迅速, 能够大幅节约工程投资, 具有较高的可靠性及实用性。

[0045] 上述仅本发明较佳可行的实施例, 非因此局限本发明保护范围, 依照上述实施例所作各种变形或套用均在此技术方案保护范围之内。

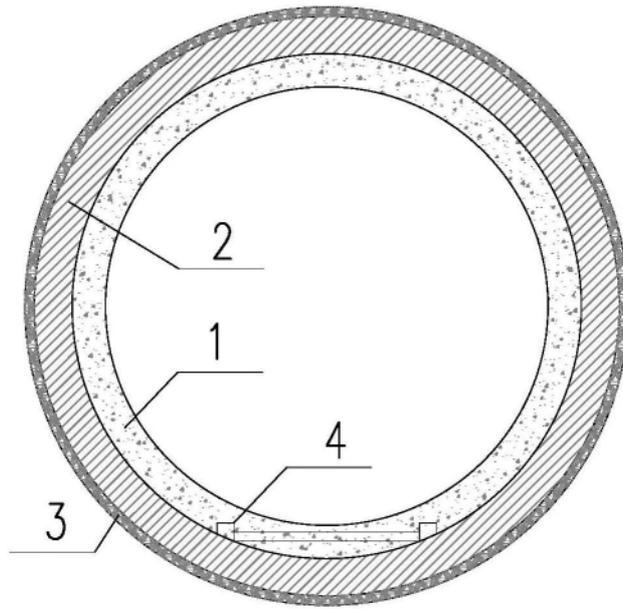


图1

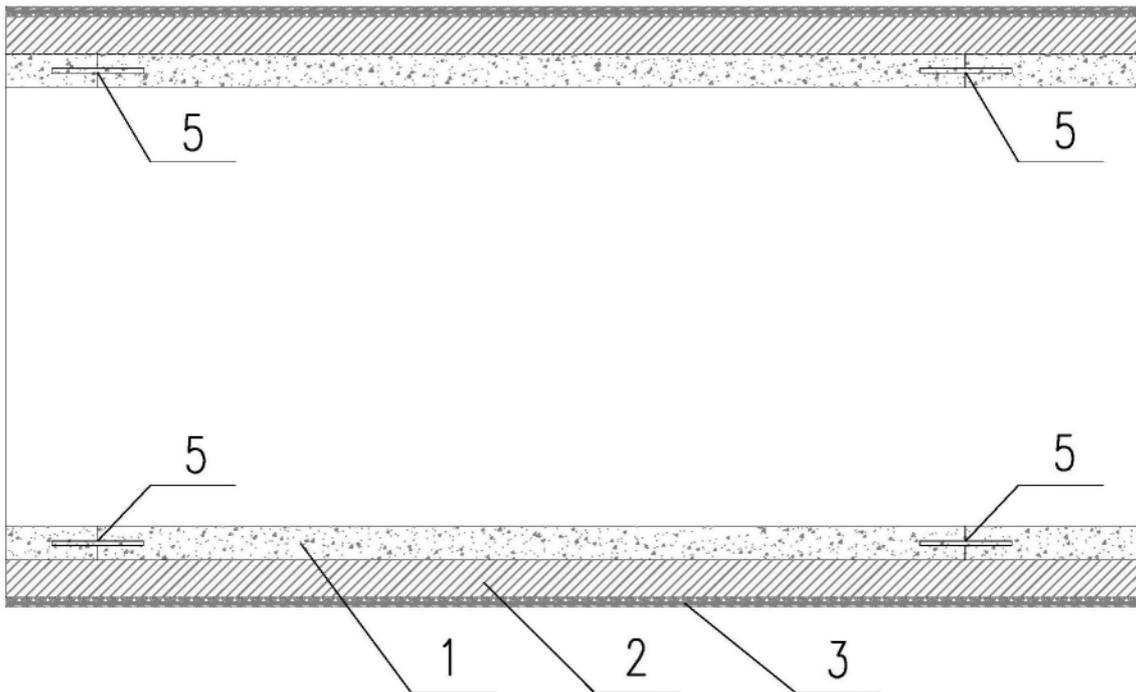


图2

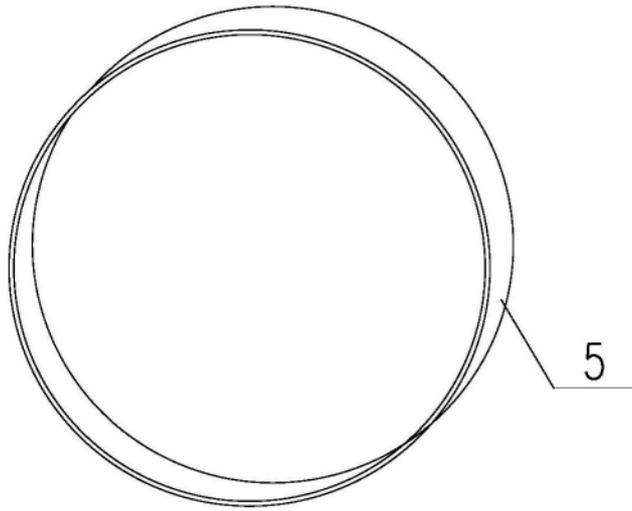


图3

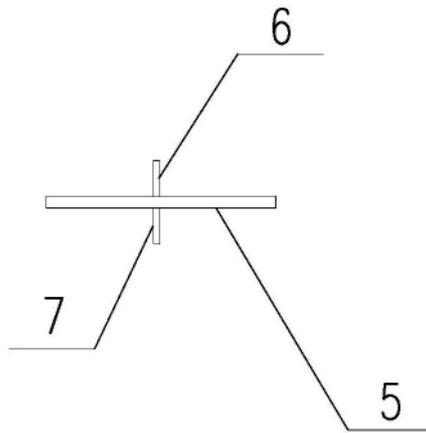


图4