



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 111173528 A

(43)申请公布日 2020.05.19

(21)申请号 202010010916.0

(22)申请日 2020.01.06

(71)申请人 中交一公局第三工程有限公司
地址 100000 北京市通州区中关村科技园
区通州园金桥科技产业基地景盛北三
街10号

(72)发明人 张波 孙鹤明 张书香 刘生
樊德东 王文广

(74)专利代理机构 成都顶峰专利事务所(普通
合伙) 51224

代理人 王霞

(51)Int.Cl.
E21D 9/08(2006.01)
E21D 9/093(2006.01)

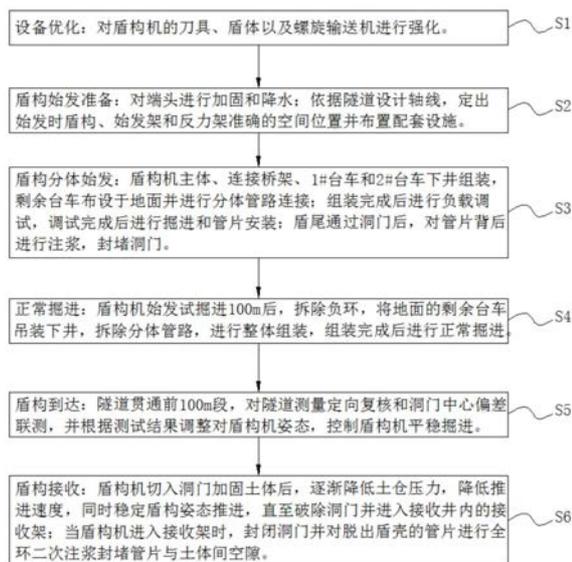
权利要求书2页 说明书8页 附图5页

(54)发明名称

富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法

(57)摘要

本发明属于盾构法暗挖隧道施工技术领域，公开了一种富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法，该方法包括设备优化、盾构始发准备、盾构分体始发、正常掘进、盾构到达、盾构接收五个施工阶段。采用该富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法在富水砂卵石地层中进行隧道施工，能够在保障施工质量的同时，降低隧道塌方风险，提高施工的安全性。



1. 一种富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法,其特征在于,包括:

设备优化:对盾构机的刀具、螺旋输送机以及轴进行强化;

盾构始发准备:对端头进行加固和降水;依据隧道设计轴线,定出始发时盾构、始发架和反力架准确的空间位置并布置配套设施;

盾构分体始发:盾构机主体、连接桥架、1#台车和2#台车下井组装,剩余台车布设于地面并进行分体管路连接;组装完成后进行负载调试,调试完成后进行掘进和管片安装;盾尾通过洞门后,对管片背后进行注浆,封堵洞门;

正常掘进:盾构机始发试掘进100m后,拆除负环,将地面的剩余台车吊装下井,拆除分体管路,进行整体组装,组装完成后进行正常掘进;

盾构到达:隧道贯通前100m段,对隧道测量定向复核和洞门中心偏差联测,并根据测试结果调整对盾构机姿态,控制盾构机平稳掘进;

盾构接收:盾构机切入洞门加固土体后,逐渐降低土仓压力,降低推进速度,同时稳定盾构姿态推进,直至破除洞门并进入接收井内的接收架;当盾构机进入接收架时,封闭洞门并对脱出盾壳的管片进行全环二次注浆封堵管片与土体间空隙。

2. 根据权利要求1所述的富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法,其特征在于,对盾构机的刀具进行强化的方法包括:

在刀盘正面覆盖耐磨面板,在刀盘锥面及背面覆盖条形耐磨板,在刀盘的外周覆盖耐磨合金块;

主驱动采用中间支承方式,渣土仓内配备5个主动搅拌棒和3个被动搅拌棒,被动搅拌棒上设置高压喷水口;

设置10个渣土改良剂喷口数量,其中9路泡沫喷口、4路膨润土喷口,且4路膨润土喷口中有3路与泡沫喷口共用。

3. 根据权利要求1所述的富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法,其特征在于,对盾构机的螺旋输送机进行强化的方法包括:

采用液压马达驱动,内径 $\Phi 1000\text{mm}$,节距 $P670\text{mm}$,采用双闸门,允许最大通过粒径 $\Phi 365\text{mm}\sim 610\text{mm}$;螺旋叶片外周部焊接合金块,螺旋叶片侧面及螺旋轴上进行耐磨堆焊;螺旋机前筒体加复合钢板的内衬套,后筒体前1050mm范围内焊接HARDOX500的耐磨钢板条。

4. 根据权利要求1所述的富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法,其特征在于,对盾构机的轴进行强化的方法包括:

主轴承内外密封采用一组端面四指聚氨酯密封,二组轴向四指型聚氨酯密封,一组轴向VD橡胶唇型密封。

5. 根据权利要求1所述的富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法,其特征在于,对端头进行加固的方法包括:

地面袖阀管注浆:在始发端头采用地面 $\Phi 80$ 袖阀管注浆加固,加固范围为 $18\text{m}\times 33.2\text{m}$,深度范围为隧道中心线以上8.3m,钻孔间距为2m梅花型布置,每处端墙为120个注浆孔;

大管棚加固:管棚孔口位置沿隧道拱部开挖轮廓线外200mm布置,钢管环向中心间距300mm,外插角约 $1\sim 2^\circ$,以洞门中心点向拱部方向 120° 的范围内。

6. 根据权利要求1所述的富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法,其特征在于,所述配套设施至少包括:冷却水管、排污管、通风管、高压电缆、照明电缆及人行道。

7. 根据权利要求1所述的富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法,其特征在
于,在盾构分体始发过程中,所述分体管路连接的方法包括:

对所有管道和线缆进行编号,并按照编号进行连接;

管道按直径大小排列并用管夹夹紧,管夹间距为2m,每列管夹固定位置错开,管线接头
左右1.5米内不进行固定;

电缆线捋顺绑扎成一束。

8. 根据权利要求1所述的富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法,其特征在
于,在盾构分体始发掘进过程中,所述方法还包括:

根据土仓压力、推进速度、总推力、排土量、刀盘转速和扭矩、注浆压力和注浆量,优化
掘进参数。

9. 根据权利要求1所述的富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法,其特征在
于,隧道贯通前100m段,对隧道测量定向复核和洞门中心偏差联测,并根据测试结果调整对
盾构机姿态,控制盾构机平稳掘进的方法包括:

当盾构机掘进至贯通前100m时,对隧道测量定向复核和洞门中心偏差联测,并根据测
试结果调整对盾构机姿态;

在最后50m的掘进过程中,增加人工复测次数,按照定向边不断校准盾构机掘进姿态,
并根据洞门偏差综合优化考虑盾构掘进轴线,调整盾构到达姿态,盾构贯通误差控制在±
20mm范围内。

10. 根据权利要求1所述的富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法,其特征在
于,在盾构接收过程中盾构机的推进速度小于20mm/min。

富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法

技术领域

[0001] 本发明属于盾构法暗挖隧道施工技术领域,具体涉及一种富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法。

背景技术

[0002] 盾构法是暗挖法施工中的一种全机械化施工方法。它是将盾构机械在地中推进,通过盾构外壳和管片支承四周围岩防止发生往隧道内的坍塌。同时在开挖面前方用切削装置进行土体开挖,通过出土机械运出洞外,靠千斤顶在后部加压顶进,并拼装预制混凝土管片,形成隧道结构的一种机械化施工方法。盾构法以其快速、高效等优点在城市地铁施工中得到了越来越广泛的应用。

[0003] 在采用盾构法穿越隧道工程施工中,盾构机在掘进卵石层过程中,尤其是大直径长区间隧道掘进过程中,往往会遇到地质条件复杂、地下水压大且渗透性强、卵石含量高、粒径大且不等的情况,使盾构机掘进难以进行,最终造成盾构机掘进面的卵石层塌方,易造成掘进面失稳而垮塌。

[0004] 因此,如何保证富水砂卵石地层通道施工质量及其安全性,成为亟待攻克难题。

发明内容

[0005] 本发明的目的是提供一种富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法,以解决现有技术存在的上述一个或多个技术问题。

[0006] 为了实现上述目的,本发明采用的技术方案如下:

[0007] 一种富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法,包括:

[0008] 设备优化:对盾构机的刀具、盾体以及螺旋输送机进行强化;

[0009] 盾构始发准备:对端头进行加固和降水;依据隧道设计轴线,定出始发时盾构、始发架和反力架准确的空间位置并布置配套设施;

[0010] 盾构分体始发:盾构机主体、连接桥架、1#台车和2#台车下井组装,剩余台车布设于地面并进行分体管路连接;组装完成后进行负载调试,调试完成后进行掘进和管片安装;盾尾通过洞门后,对管片背后进行注浆,封堵洞门;

[0011] 正常掘进:盾构机始发试掘进100m后,拆除负环,将地面的剩余台车吊装下井,拆除分体管路,进行整体组装,组装完成后进行正常掘进;

[0012] 盾构到达:隧道贯通前100m段,对隧道测量定向复核和洞门中心偏差联测,并根据测试结果调整对盾构机姿态,控制盾构机平稳掘进;

[0013] 盾构接收:盾构机切入洞门加固土体后,逐渐降低土仓压力,降低推进速度,同时稳定盾构姿态推进,直至破除洞门并进入接收井内的接收架;当盾构机进入接收架时,封闭洞门并对脱出盾壳的管片进行全环二次注浆封堵管片与土体间空隙。

[0014] 进一步的,对盾构机的刀具进行强化的方法包括:

[0015] 在刀盘正面覆盖耐磨面板,在刀盘锥面及背面覆盖条形耐磨板,在刀盘的外周覆

盖耐磨合金块；

[0016] 主驱动采用中间支承方式，渣土仓内配备5个主动搅拌棒和3个被动搅拌棒，被动搅拌棒上设置高压喷水口；

[0017] 设置10个渣土改良剂喷口数量，其中9路泡沫喷口、4路膨润土喷口，且4路膨润土喷口中有3路与泡沫喷口共用。

[0018] 进一步的，对盾构机的螺旋输送机进行强化的方法包括：

[0019] 采用液压马达驱动，内径 Φ 1000mm，节距P670mm，采用双闸门，允许最大通过粒径 Φ 365mm~610mm；螺旋叶片外周部焊接合金块，螺旋叶片侧面及螺旋轴上进行耐磨堆焊；螺旋机前筒体加复合钢板的内衬套，后筒体前1050mm范围内焊接HARDOX500的耐磨钢板条。

[0020] 进一步的，对盾构机的轴进行强化的方法包括：

[0021] 主轴承内外密封采用一组端面四指聚氨酯密封，二组轴向四指型聚氨酯密封，一组轴向VD橡胶唇型密封。

[0022] 进一步的，对端头进行加固的方法包括：

[0023] 地面袖阀管注浆：在始发端头采用地面 Φ 80袖阀管注浆加固，加固范围为18m \times 33.2m，深度范围为隧道中心线以上8.3m，钻孔间距为2m梅花型布置，每处端墙为120个注浆孔；

[0024] 大管棚加固：管棚孔口位置沿隧道拱部开挖轮廓线外200mm布置，钢管环向中心间距300mm，外插角约1-2°，以洞门中心点向拱部方向120°的范围内。

[0025] 进一步的，所述配套设施至少包括：冷却水管、排污管、通风管、高压电缆、照明电缆及人行道。

[0026] 进一步的，在盾构分体始发过程中，所述分体管路连接的方法包括：

[0027] 对所有管道和线缆进行编号，并按照编号进行连接；

[0028] 管道按直径大小排列并用管夹夹紧，管夹间距为2m，每列管夹固定位置错开，管线接头左右1.5米内不进行固定；

[0029] 电缆线捋顺绑扎成一束。

[0030] 进一步的，在盾构分体始发掘进过程中，所述方法还包括：

[0031] 根据土仓压力、推进速度、总推力、排土量、刀盘转速和扭矩、注浆压力和注浆量，优化掘进参数。

[0032] 进一步的，隧道贯通前100m段，对隧道测量定向复核和洞门中心偏差联测，并根据测试结果调整对盾构机姿态，控制盾构机平稳掘进的方法包括：

[0033] 当盾构机掘进至贯通前100m时，对隧道测量定向复核和洞门中心偏差联测，并根据测试结果调整对盾构机姿态；

[0034] 在最后50m的掘进过程中，增加人工复测次数，按照定向边不断校准盾构机掘进姿态，并根据洞门偏差综合优化考虑盾构掘进轴线，调整盾构到达姿态，盾构贯通误差控制在 \pm 20mm范围内。

[0035] 进一步的，在盾构接收过程中盾构机的推进速度小于20mm/min。

[0036] 与现有技术相比，本发明提供的技术方案具有如下有益效果或优点：

[0037] 采用本发明所提供的富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法在富水砂卵石地层中进行隧道施工，能够在保障施工质量的同时，降低隧道塌方风险，提高施工的安

全性。

[0038] 参照后文的说明和附图,详细公开了本发明的特定实施方式,指明了本发明的原理可以被采用的方式。应该理解,本发明的实施方式在范围上并不因而受到限制。在所附权利要求的精神和条款的范围内,本发明的实施方式包括许多改变、修改和等同。

[0039] 针对一种实施方式描述和/或示出的特征可以以相同或类似的方式在一个或多个其它实施方式中使用,与其它实施方式中的特征相组合,或替代其它实施方式中的特征。

[0040] 应该强调,术语“包括/包含”在本文使用时指特征、整件、步骤或组件的存在,但并不排除一个或多个其它特征、整件、步骤或组件的存在或附加。

附图说明

[0041] 图1是本发明实施例提供的一种富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法的方法流程图;

[0042] 图2是本发明实施例中刀盘的正面结构示意图;

[0043] 图3是本发明实施例中刀盘的剖视图;

[0044] 图4是本发明实施例中螺旋输送机的结构示意图;

[0045] 图5是本发明实施例中螺旋输送机的叶片结构示意图;

[0046] 图6是本发明实施例中盾构机的主轴承的截面示意图;

[0047] 图7是本发明实施例中盾尾刷的结构示意图

[0048] 图8是本发明实施例中管棚加固示意图;

[0049] 图9是本发明实施例中管棚加固剖面图。

具体实施方式

[0050] 为使本发明实施例的目的、技术方案和优点更加清楚,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,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0051] 因此,以下对在附图中提供的本发明的实施例的详细描述并非旨在限制要求保护的本发明的范围,而是仅仅表示本发明的选定实施例。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。

[0052] 需要说明的是,在不冲突的情况下,本发明中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0053] 应注意到:相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解释。

[0054] 在本发明实施例的描述中,需要说明的是,指示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装置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。

[0055] 在本发明实施例的描述中,还需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“设置”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是直接连接,也可以通过中间媒介间接连接。对于本领域的普通技术人员而言,可以具体情况理解上述术语在本发明中的具体含义。型实施例中的附图,对本发明实施例中的技术方案进行清楚、完整地描述,显然,所描述的实施例是本发明一部分实施例,而不是全部的实施例。通常在此处附图中描述和示出的本发明实施例的组件可以以各种不同的配置来布置和设计。

[0056] 如图1所示,本发明实施例提供了一种富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法,包括:

[0057] 步骤S1:设备优化:对盾构机的刀具、盾体以及螺旋输送机进行强化。

[0058] 在具体的实施过程中,由于卵石层的地质条件复杂、地下水压大且渗透性强、卵石含量高,盾构机在卵石地层掘进速度慢,刀盘和刀具磨损严重,容易卡刀盘,换刀困难;而且螺旋输送机叶片和轴也容易磨损。

[0059] 为了提高刀具、螺旋输送机叶片和轴的耐磨能力,本发明实施中对刀具、螺旋输送机叶片和轴进行优化的方法具体如下:

[0060] 对盾构机的刀具进行强化的方法包括:

[0061] 在刀盘正面覆盖耐磨面板,在刀盘锥面及背面覆盖条形耐磨板,在刀盘的外周覆盖耐磨合金块。其中耐磨面板和条形耐磨板具体采用HARDOX600钢板,如图2所示。HARDOX600钢板是目前最硬的耐磨钢板,具有良好的机加工、焊接和切割性能和具有相当高的冲击韧性。

[0062] 如图3所示,主驱动采用中间支承方式,刀盘旋转时牛腿和搅拌棒对土仓内的土进行有效的搅拌,中心不易结泥饼。渣土仓内配备5个主动搅拌棒和3个被动搅拌棒,被动搅拌棒上设置高压喷水口,可以对刀盘背面或牛腿进行冲洗,能够有效防止土仓中心泥饼产生。

[0063] 设置10个渣土改良剂喷口数量,其中9路泡沫喷口、4路膨润土喷口,且4路膨润土喷口中有3路与泡沫喷口共用。

[0064] 对盾构机的螺旋输送机进行强化的方法包括:

[0065] 如图4和图5所示,采用液压马达驱动,内径 $\phi 1000\text{mm}$,节距P670mm,采用双闸门,允许最大通过粒径 $\phi 365\text{mm}\sim 610\text{mm}$;螺旋叶片外周部焊接合金块,螺旋叶片侧面及螺旋轴上进行耐磨堆焊;螺旋机前筒体加复合钢板的内衬套,后筒体前1050mm范围内焊接HARDOX500的耐磨钢板条。

[0066] 对盾构机的轴进行强化的方法包括:

[0067] 主轴承内外密封采用一组端面四指聚氨酯密封,二组轴向四指型聚氨酯密封,一组轴向VD橡胶唇型密封,如图6所示。

[0068] 对刀具、螺旋输送机叶片和轴进行强化,能够有效降低刀具、螺旋输送机叶片和轴的磨损率,从而确保隧道掘进的正常进行,避免因盾构机掘进难以进行,最终造成盾构机掘进面的卵石层塌方。

[0069] 除了对上述部件进行强化之外,本发明实施例还对盾尾密封结构进行了强化,如图7所示,本发明实施例在盾尾设置了四道盾尾刷和一道止浆板,设置四道盾尾刷和一道止浆板,能够防止注浆材料及水进入盾体内部,而且在掘进时还有保持压力的作用。

[0070] 完成设备优化之后,执行步骤S2:盾构始发准备:对端头进行加固和降水;依据隧道设计轴线,定出始发时盾构、始发架和反力架准确的空间位置并布置配套设施。

[0071] 在具体的实施过程中,由于砂卵石层中地下水位较高且端头井施工场地狭小,为保证盾构机顺利进出洞,降低施工风险,确保施工安全,本发明实施例在进行端头加固时,采用的方法包括:

[0072] 地面袖阀管注浆:在始发端头采用地面 $\Phi 80$ 袖阀管注浆加固,加固范围为 $18\text{m}\times 33.2\text{m}$,深度范围为隧道中心线以上 8.3m ,钻孔间距为 2m 梅花型布置,每处端墙为 120 个注浆孔;

[0073] 大管棚加固:管棚孔口位置沿隧道拱部开挖轮廓线外 200mm 布置,钢管环向中心间距 300mm ,外插角约 $1-2^\circ$,以洞门中心点向拱部方向 120° 的范围内,如图8和图9所示。

[0074] 当然,如果地下水位很高,还可以辅以地面井点降水措施进行加固。

[0075] 在具体的实施过程中,本发明实施例中的配套设施有很多,比如冷却水管、排污管、通风管、高压电缆、照明电缆和人行道。当然,还有配合冷却水管、排污管、通风管、高压电缆、照明电缆工作的配套设备,比如水泵、通风机、变压器、开关柜等。还有辅助施工的龙门吊、浆液搅拌站、水循环冷却箱、充电机、电瓶车编组、装载机、叉车、渣坑、管片存放场、辅助汽车吊、柴油发电机组、污水三级沉淀池等。

[0076] 这些配套设施均在构始发准备阶段准备好。

[0077] 准备阶段完成后,执行步骤S3:盾构分体始发:盾构机主体、连接桥架、1#台车和2#台车下井组装,剩余台车布设于地面并进行分体管路连接;组装完成后进行负载调试,调试完成后进行掘进和管片安装;盾尾通过洞门后,对管片背后进行注浆,封堵洞门。

[0078] 在具体的实施过程中,盾构机的管路有很多,为了保证盾构机分体始发管线梳理延伸,最大效率的利用管线,在进一步的实施方案中,本发明实施例在盾构分体始发过程中,所述分体管路连接的方法包括:

[0079] 对所有管道和线缆进行编号,并按照编号进行连接;

[0080] 管道按直径大小排列并用管夹夹紧,管夹间距为 2m ,每列管夹固定位置错开,管线接头左右 1.5m 内不进行固定;

[0081] 电缆线捋顺绑扎成一束。

[0082] 对所有管道和线缆进行编号,并按照编号进行连接,能够有效避免管道和线缆交错。管道按直径大小排列并用管夹夹紧,电缆线捋顺绑扎成一束,能够方便后续转移以及拆卸。

[0083] 在具体的实施过程中,为了为正常掘进提供有效的数据支撑,确保正常掘进时能够更加快速高效,本发明实施例在盾构分体始发掘进过程中,所述方法还包括:

[0084] 根据土仓压力、推进速度、总推力、排土量、刀盘转速和扭矩、注浆压力和注浆量,优化掘进参数。

[0085] 即:本发明实施例将始发掘进段作为试验段,通过试验段达到以下目的:

[0086] 1) 掌握在不同地质地层中盾构掘进的各项参数的调节控制方法,测定和统计不同地层条件下推力、扭矩的大小,盾构机姿态的控制特点,注浆参数的选择和浆液配比的优化,同步注浆中出现的问题和解决方法,渣土改良效果,各种刀具的适应性等。

[0087] 2) 熟练掌握管片拼装工艺及注浆工艺,掌握施工监测与盾构机推进施工的协调方

法等。

[0088] 3) 及时分析在不同地层中各种推进参数条件下,地层的位移规律和结构受力情况,以及施工对地面环境的影响,并及时反馈调整施工参数,为全段顺利施工做好参照。

[0089] 在具体的实施过程中,管片是盾构施工的主要装配构件,是隧道的最外层屏障,承担着抵抗土层压力、地下水压力等的作用。盾构管片可分为钢筋混凝土管片、钢纤维混凝土管片、钢管片、铸铁管片、复合管片等。管片的选型影响着整个隧道施工的质量,具体如下:

[0090] (1) 选型不当造成盾构机姿态异常需进行纠偏,纠偏过程中管片选型不规范,可能造成盾尾间隙过小,影响下环管片拼装,出现管片不均匀挤压,从而出现管片错台、破损;

[0091] (2) 曲线段自调调整过程中,为按照选型配合要求造成管片与曲线不能保持正确位置关系,造成管片间拼装间隙不均,造成管片姿态与盾构姿态不符,管片脱出盾尾后产生位移偏差;

[0092] (3) 管片盾尾间隙过小,将造成管片的外棱和边角会被盾壳刮裂,导致管片止水条部位的混凝土开裂掉块,止水条部位就会形成漏水通道,造成隧道漏水;

[0093] (4) 管片选型错误造成油缸行程差过大,管片受力不均,造成应力集中,无法进行纠偏,易于憋压、易出现边角破损,甚至通缝裂纹;

[0094] (5) 管片选型排版错误,盾构机姿态将偏离设计轴线,管片间接触不佳,易出现踏步式错台;

[0095] (6) 当盾尾间隙调整不合适,将损伤盾尾刷,造成管片产生干涉、管片刮裂、错台及漏浆。下环管片安装困难,掘进参数出现异常,管片整体失圆。

[0096] 因此,为了避免选型错误,导致质量问题,本发明实施例采用了如下具体的选型方法:

[0097] (1) 拟合线路参数

[0098] 根据线路参数,确定管片型号排版,确定曲线段转弯环及标准环的布置方式,适应隧道设计线路。通过不同点位管片的拼装,实现对隧道轴线的拟合。曲线段管片排版中,楔形环与标准环之间的比值确定方式如下:

$$[0099] \quad L = \frac{\pi R \arctg\left(\frac{\delta}{2D}\right)}{90}$$

[0100] 式中:L-最少使用一环转弯环的线路长度/m; δ -最大楔形量/mm;D-管片直径/m;R-曲线半径/m。

[0101] 转弯环管片沿圆周方向不同的位置其宽度值是变化的,不同点位对应的楔形量不同,则实际施工中转弯环使用量应大于计算值。

[0102] (2) 适应盾构机姿态及油缸行程

[0103] 根据盾构机姿态及油缸行程差大小判断转弯环拼装点位,进行相应调整,一般行程差大于40mm就需进行调整,计算出左右行程及上下行程行程差,根据不同点位楔形量进行选择。保证合理的行程差,避免憋压现象。油缸的行程变化同管片楔形量一直。

[0104] 管片在盾尾内拼装,不可避免的受到盾构机姿态的制约。管片平面应尽量垂直于盾构机轴线,也就是盾构机的推进油缸能垂直地在管片环面上。管片姿态适应盾构姿态,而盾构姿态要兼顾管片姿态。

[0105] (3) 满足盾尾间隙要求

[0106] 管片选型以满足隧道线型为前提,重点考虑管片安装后盾尾间隙要满足下一掘进循环限值,确保有足够的盾尾间隙,以防盾尾直接接触管片。盾尾间隙过小处,选择拼装反方向的转弯环。各拼装点位调整盾尾间隙值,根据下列公式估算。

$$[0107] \quad H = \frac{B}{D} \delta$$

[0108] 式中:H-盾尾间隙变化值/mm; δ -各点对应楔形量/mm;D-管片直径/m;B-管片宽度/m。

[0109] (4) 适应错缝要求

[0110] 根据相关设计文件管片采用错缝拼装,避免弱截面集中,使结构整体受力更好。

[0111] 错缝拼装根据每块的圆心角以及旋转角度,判断相邻环管片的点位选择,避免通缝。

[0112] 完成步骤S3之后,执行步骤S4:正常掘进:盾构机始发试掘进100m后,拆除负环,将地面的剩余台车吊装下井,拆除分体管路,进行整体组装,组装完成后进行正常掘进。

[0113] 正常掘进的过程中,为了保障盾构机的安全施工,本发明实施例采用远程监控系统对盾构机的工作进行实时监测,监测数据包括显示俯仰角,滚动角,刀盘转速,刀盘扭矩,推进速度,总推力等。通过实时监测,为盾构机的安全施工提供了重要保障。

[0114] 完成步骤S4之后,执行步骤S5:盾构到达:隧道贯通前100m段,对隧道测量定向复核和洞门中心偏差联测,并根据测试结果调整对盾构机姿态,控制盾构机平稳掘进。

[0115] 在具体的实施过程中,盾构到达阶段的主要工作均以保证盾构安全顺利接收为中心。因此,在盾构到达阶段,本发明实施例中隧道贯通前100m段,对隧道测量定向复核和洞门中心偏差联测,并根据测试结果调整对盾构机姿态,控制盾构机平稳掘进的方法包括:

[0116] 当盾构机掘进至贯通前100m时,对隧道测量定向复核和洞门中心偏差联测,并根据测试结果调整对盾构机姿态;

[0117] 在最后50m的掘进过程中,增加人工复测次数,按照定向边不断校准盾构机掘进姿态,并根据洞门偏差综合优化考虑盾构掘进轴线,调整盾构到达姿态,盾构贯通误差控制在 $\pm 20\text{mm}$ 范围内。

[0118] 在盾构到达过程中,同时实施盾构接收准备工作,如:盾构接收井施工完成进行场地清理移交后,立即对盾构接收井地面及井下进行规划布置,布设测量点等;端头井地基加固完成后,进行地面平整工作,做好临边围护、下井通道等安防工作,并铺设水电、照明等设施确保施工安全顺利。

[0119] 对接收井的材料及建筑垃圾进行清除,保证足够接收施工场地,同时安装人行通道及临边防护等。进行接收架安装前应对接收井结构尺寸、结构强度、洞门位置进行复核等。

[0120] 当盾构机到达洞门时,执行步骤S6:盾构接收:盾构机切入洞门加固土体后,逐渐降低土仓压力,降低推进速度,同时稳定盾构姿态推进,直至破除洞门并进入接收井内的接收架;当盾构机进入接收架时,封闭洞门并对脱出盾壳的管片进行全环二次注浆封堵管片与土体间空隙。

[0121] 在具体的实施过程中,为了防止土压、推力及推进速度过大顶裂洞门,同时避免盾

构进入接收井时过多渣土涌入接收井,本发明实施例中盾构机在盾构接收过程中的推进速度小于20mm/min。

[0122] 应用实例:成都地铁17号线明九区间2#中间风井~九江北站盾构区间,该区间地层主要在<3-8-2>中密卵石土、<3-8-3>密实卵石土等地层中掘进,区间范围内卵石土层渗透系数K取25~32m/d,为强透水层,左线全长2157.428m,右线全长2274.148m,区间隧道采用盾构法施工,断面形式为单洞单线圆形隧道,隧道直径8.3m,隧道中心间距为16~46.9m,最小曲线半径为R600m,隧道埋深为9.1~30m,隧道最大坡度28%。

[0123] 该区间隧道采用本发明所提供的富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法进行隧道施工。在隧道施工的过程中,盾构机在各掘进阶段的参数如表1和表2所示:

[0124] 表1:始发端掘进参数

推进阶段	推力 (KN)	推进速度 (mm/min)	刀盘扭矩 (KN·m)	刀盘转速 (r/min)
[0125] 磨桩	9000~18000	10~15	5000~10000	1.0
洞门封堵前	30000~35000	15~25	10000~12000	1.2
正常始发段	30000~35000	35~50	8500~13000	1.2

[0126] 表2:正常掘进段参数

推进阶段	推力 (KN)	推进速度 (mm/min)	刀盘扭矩 (KN·m)	刀盘转速 (r/min)
[0127] 中密卵石土	30000~35000	35~50	12000~16000	1.0~1.2
密实卵石土	30000~40000	55~70	10000~14000	1.2~1.3

[0128] 在掘进过程中,同步注浆速度与掘进速度匹配,按盾构完成一环1.2m掘进的时间内完成当环注浆量来确定其平均注浆速度;注浆配比选择水泥:砂:膨润土:粉煤灰:水=200:700:100:420:400,稠度为12.5cm,容重为1.95g/cm³,初凝时间为6.6h,结实率大于95%,终凝强度不小于3MPa,注浆压力0.25~0.3MPa。

[0129] 该区间在采用本发明所提供的富水砂卵石地层大直径长区间隧道盾构施工方法进行隧道施工期间,没有出现任何卵石层塌方、掘进面失稳的安全事故,有效地保障了施工质量和安全性,值得大范围推广。

[0130] 最后应说明的是: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,尽管参照前述实施例对本发明进行了详细的说明,对于本领域的技术人员来说,其依然可以对前述各实施例所记载的技术方案进行修改,或者对其中部分技术特征进行等同替换。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。

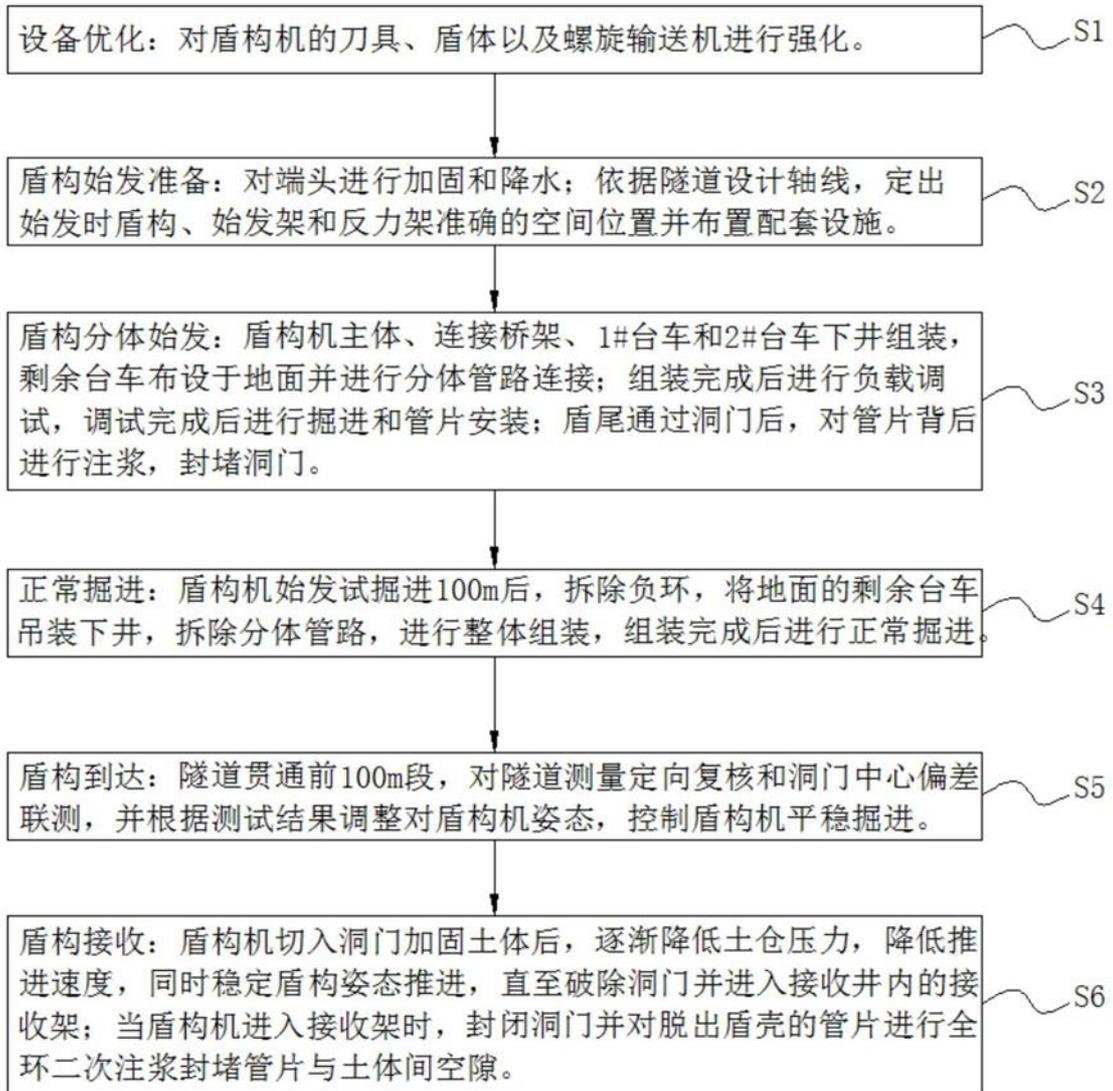


图1

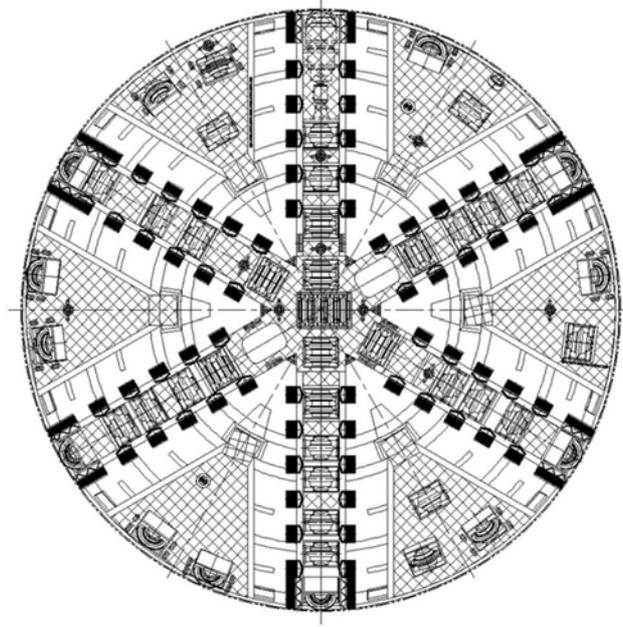


图2

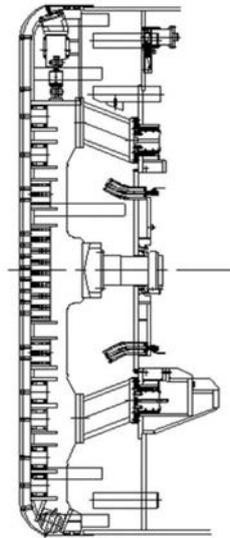


图3

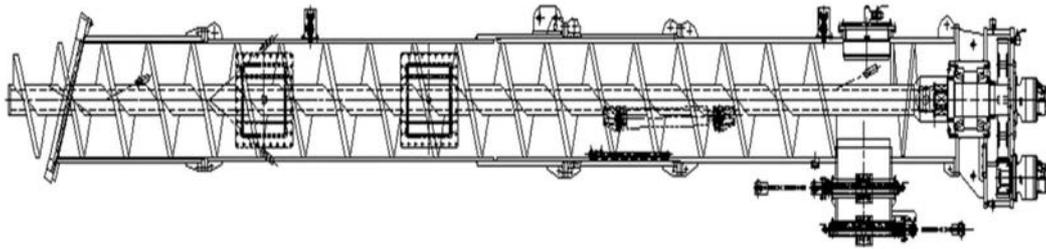


图4

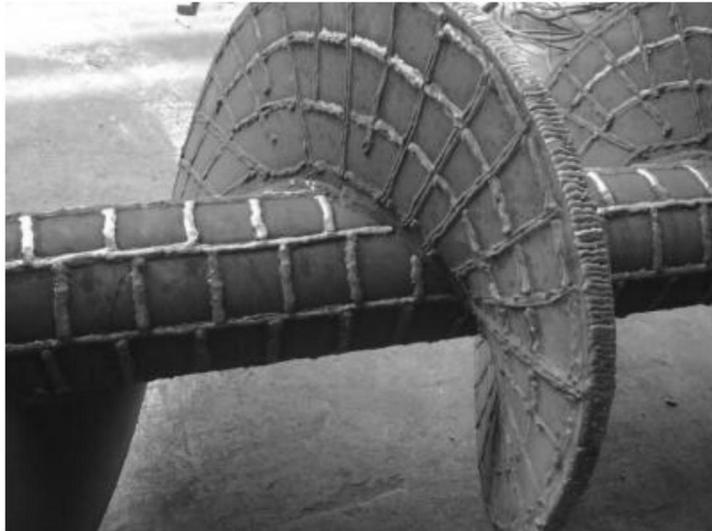


图5

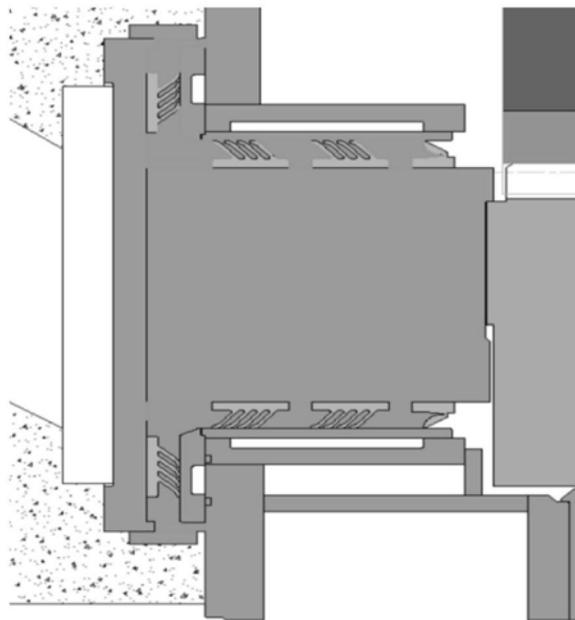


图6

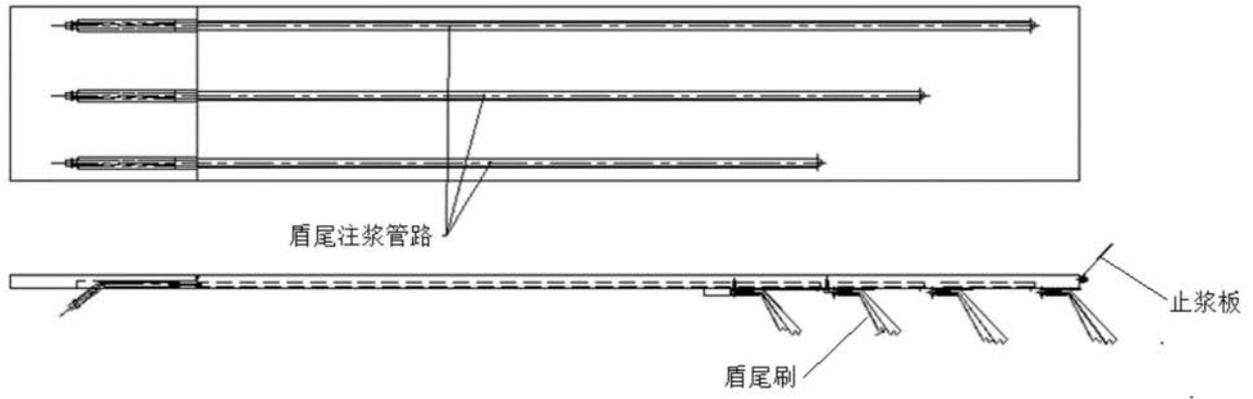


图7

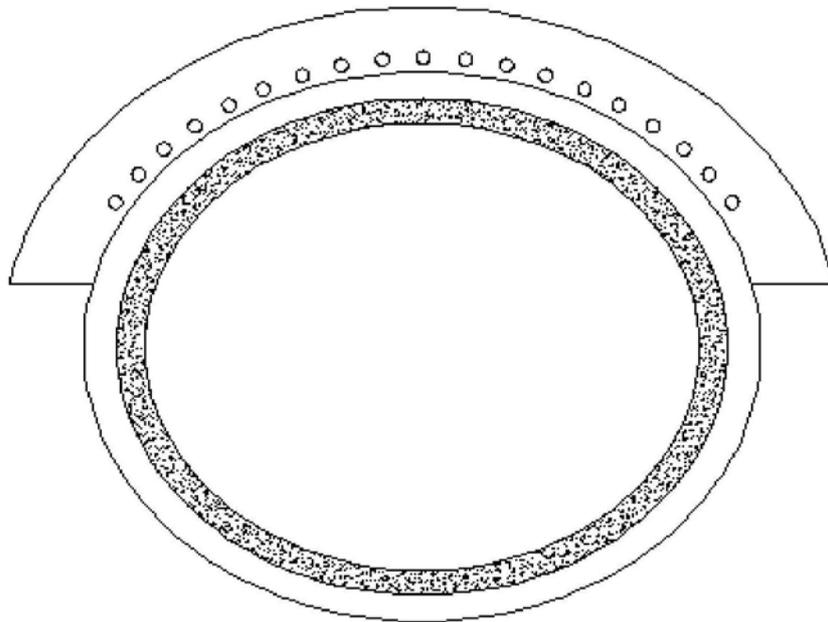


图8

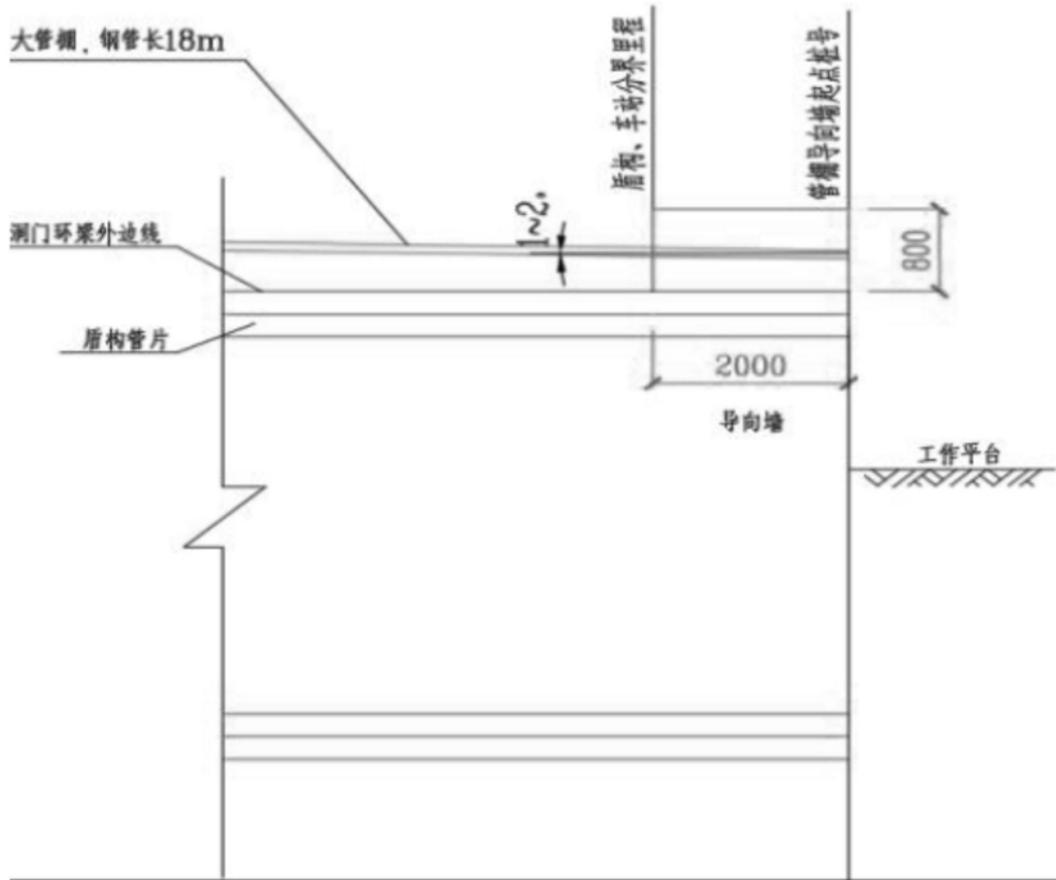


图9