

DOI:10.16799/j.cnki.csdqyfh.2022.04.055

适合极软淤泥土中掘进及适应破除混凝土纤维墙 钢套筒始发接收的盾构选型

徐 韬, 李 路, 何邦亮, 陈华军
(中铁上海工程局城轨分公司, 上海市 201900)

摘 要:福州地铁5号线金华路站—金山站区间工程始发与接收处于富水砂层,采用钢套筒来应对涌水、涌砂风险,会遇到刀盘切削玻璃纤维筋混凝土墙。此时,配有滚刀刀盘的内置注浆盒的盾构更便于切削及穿越混凝土墙。但本区间隧道的隧底有85%的强度为45 kPa的极软淤泥地层,会引起机头下栽、盾构姿态较难控制的状况。此时应该选用尽可能轻的软土刮刀刀盘而非重一倍的复合滚刀刀盘。同时,注浆盒外置的盾构开挖直径较小的盾构,由于刀盘开挖轮廓与盾体的间隙较小,对地表沉降的影响也相对较小。注浆盒外置带来的问题是容易被混凝土墙体卡住。一旦卡住,处置相当困难。因此,为了满足这两种互相矛盾的需求,进行了针对性的刀盘选型和穿越墙体时的防卡设计。

关键词:极软地层;切削地下连续墙;土压平衡盾构;外置注浆盒
中图分类号: U445 **文献标志码:** B **文章编号:** 1009-7716(2022)04-0204-03

0 引 言

本工程始发与接收隧底以上均为(含泥)粗中砂,该地层属强透水层,水量丰富,水位和水量变化不大。

为降低始发与接收风险,洞门处地下连续墙设置玻璃纤维筋。设计采用全套筒密闭始发与接收工艺,模拟盾构在原始地层中掘进,使盾构直接采取掘进模式切削、破除洞门进入土体,从而有效防止涌水、涌砂等现象的发生,消除盾构始发的施工安全隐患,最终保证盾构顺利始发。因此,不凿除洞门混凝土,仅需凿出背土面钢筋即可,盾构机装配复合式刀盘切削地下连续墙完成穿越。

1 工程概况

福州地铁5号线金华路站—金山站盾构区间覆土厚度为10.33~18.48 m,隧道穿越地层主要为(含泥)粗中砂,属强富水地层,单井单位涌水量为139~230(m³/d·m),渗透系数为2.97×10⁻⁴ mm/s。隧底淤泥地层占线路全长的85%左右,强度约为45 kPa。

盾构井设置在车站北端头,采用1 m厚地下连续墙围护结构,混凝土强度为水下C35,地下水情况见表1。

收稿日期: 2021-05-31

作者简介: 徐韬(1964—),男,本科,高级工程师,从事市政施工工作。

表1 地下水情况

地下水类型	水位埋深/m	含水地层名称	水位标高/m
上层滞水	0.2~2.0	杂填土	5.4~6.7
孔隙潜水	2.1~2.9	(含泥)粗中砂	4.4~4.5

2 选择装配软土刀盘的目的

对于本区间配置复合刀盘还是软土刀盘,项目对周边的类似工程进行了调研。福州地区存在富水砂层的始发和接收的区间基本采用复合刀盘装配周边滚刀和可拆卸撕裂刀进行切削地下连续墙和盾构掘进。在掘进的过程中极易发生盾构姿态下沉且难以控制的趋势,产生的连锁反应是超方、注浆量增大、地表沉降增大,某区间最大地表沉降甚至超过200 mm。为此,特成立工作组,在大量调研的基础上结合以往过程盾构切削混凝土施工的经验,召开多次技术交流会,最终选择装配软土刀盘并进行针对性的改造升级。改造后的刀盘布置图如图1所示。

3 选用的特点与采取的针对性措施

3.1 刀具针对性设计

按设计要求,本区间须配备硬岩刀盘,进行C35地下连续墙的切削,但会导致盾构机头重尾轻,造成机头下栽、盾构姿态较难控制的状况。此时,应该选用尽可能轻的软土刮刀刀盘而非重一倍的复合滚刀刀盘。因此,针对本区间隧道地层持力层基本为45 kPa

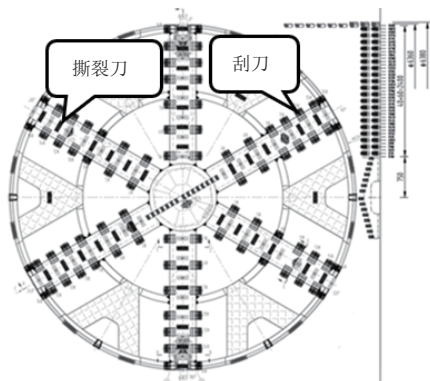


图1 改造后的常规土压刀盘全轨迹重型撕裂刀布置图
的极软淤泥地层的特点,对装配的软土刀盘进行针对性改造。

3.1.1 中心鱼尾刀

原刀盘焊接为常规式中心鱼尾刀,现更换为锯齿型鱼尾刀设计,刀尖距离面板高度400 mm,厚度100 mm,总长1 500 mm,加强刀具破除连续墙时的耐磨性。锯齿型中心鱼尾刀示意图,如图2所示。

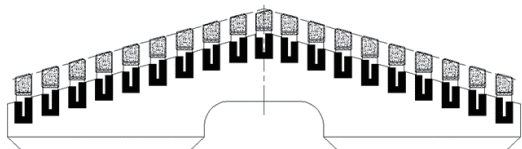


图2 锯齿型中心鱼尾刀示意图

3.1.2 先行刀

原刀盘配置:先行刀共计44把,同轨迹2把布置。其中,最小轨迹即鱼尾刀至先行刀过渡区域布置2把高220 mm的羊角型撕裂刀,刀盘正面配置刀高130 mm的羊角先行刀。由于本区间砂层含量较高,始发端和接收端需破除连续墙,原先行刀为羊角型撕裂刀,耐磨和抗冲击性较差。因此,将羊角型撕裂刀替换为贝壳型撕裂刀,加强先行刀的耐磨和抗冲击能力。同时,将先行刀分层设计,以有效切削地下连续墙。

优化后配置:第一、第二层分别为160 mm和130 mm高的撕裂刀,按60 mm的轨迹交替焊接,负责切削钢筋混凝土。第三层为120 mm高的切刀,负责掘进过程中的砂层和软土切削。轨迹详见图3。

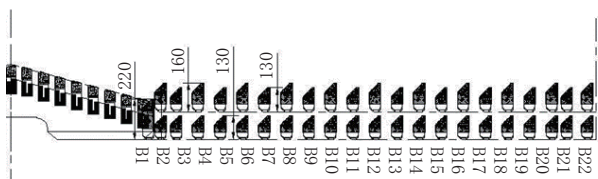


图3 全轨迹重型撕裂刀布置图(单位:mm)

3.2 外置注浆盒保护刀设计

本区间选用的盾构机为常规软土盾构,前盾、中盾和后盾直径均为6 340 mm。为降低地表沉降,采

用外置式注浆管路设计。同时,针对盾构需要切削地下连续墙的问题,对外置注浆盒设计了保护刀,如图4、图5所示。并模拟了混凝土切削的试验。另外,对刀盘开挖直径进行了控制确保大于6 380 mm,为外置注浆盒保护刀破碎混凝土地下连续墙创造了临空面。保护刀的设计前高后低,切削面采用仰角设计,增大了局部切削应力。

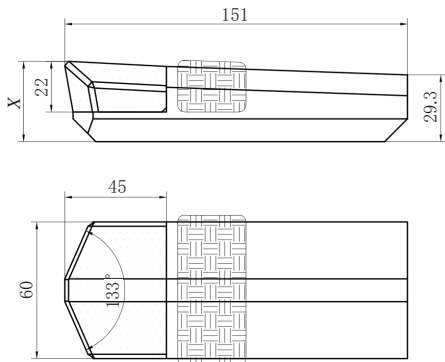


图4 外置注浆盒保护刀图(单位:mm)



图5 安装好的外置注浆盒保护刀

3.3 此针对性设计的优势

对刀盘进行针对改造后仅增加1.5 t。该设计的特点是基本维持盾构机原设计的重心,尽最大的可能性减小对后期盾构掘进的影响。相对装配复合滚刀刀盘而言,并未破坏盾构机的整体结构,且有利于软土地层掘进姿态控制。

对外置注浆盒设置了保护刀,同时扩大了刀盘的开挖直径,使保护刀在盾构机刀盘切削地下连续墙后具备了破碎的临空面,同时也保留了对地表沉降影响较小的特性。

4 保护刀的切削试验

对外置注浆管设置的保护刀,进行了切削混凝土的试验。试验表明,仅需3 t的力即可切削C60混凝土试块,完全满足本区间水下C35地下连续墙的切削(实际强度42 MPa)。同时,刀盘开挖直径略大

于盾体外径 40 mm, 为外置注浆管保护刀破碎混凝土地下连续墙创造了临空面。图 6、图 7 为外置注浆管保护刀切削试验照片。



图 6 外置注浆盒保护刀切削试验



图 7 外置注浆盒保护刀切削后的混凝土试块

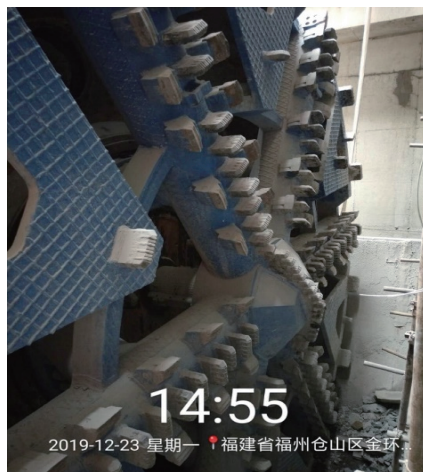


图 8 盾构始发前刀盘现状



图 9 盾构接收后刀盘现状

5 应用评价

通过本区间工程的应用, 针对性设计刀盘可以满足水下 C35 强度的地下连续墙切削, 且盾构始发与接收外置注浆盒可以顺利通过, 推力比常规始发略大, 需要加强反力架支撑体系。盾构接收后, 刀具属常规磨损, 未见异常和崩裂, 详见图 8、图 9。

6 结 论

通过对刀盘选型和注浆盒保护刀进行针对性设计, 较好地解决了极软地层施工带来的盾构姿态控制困难、地表沉降大的问题。同时, 又能安全磨削和穿越玻璃纤维钢筋混凝土墙, 保证了钢套筒始发和接收的安全性。

《城市道桥与防洪》杂志

是您合作的伙伴, 为您提供平台, 携手共同发展!

欢迎新老读者订阅期刊 欢迎新老客户刊登广告

投稿网站: <http://www.csdqyfh.com> 电话: 021-55008850 联系邮箱: cdq@smedi.com