

大直径泥水气平衡盾构机的泥水环流处理应用分析

周杰

身份证号码: 360424199509190317

摘要: 泥浆环流系统是指挖掘面的泥水仓能够及时输送上必需的泥浆,从而使挖掘表面保持一定的稳定性,并把切削出来的泥土运送到地面上进行分离和加工,再对其进行重新利用的装置。因此在进行泥水盾构掘进时,必须保证泥浆环流系统的正常运转。

关键词: 泥水盾构; 泥水环流; 气平衡

引言:

随着社会的快速发展,城市的交通方式也在发生着变化,地下、地上交通的立体交通模式是解决当前城市交通拥挤、快节奏生活的一种行之有效的方法。地下隧道挖掘是地下工程中最为困难的模式之一,受地下土质结构、地下管网分布、地下水分布和地面交通等多方面因素的影响。盾构施工是隧道机械掘进作业的一种掘进方式,主要包括开挖面稳定、盾构机开挖、盾尾衬砌三大部分。盾构掘进技术于1843年在英国首次使用,并逐渐在全世界范围内发展起来。我国的隧道施工技术起步于上世纪六、七十年代,并得到迅速发展,在地铁、道路和隧道人防工程等领域的发展有着巨大的作用。

一、泥水盾构的分类

1.直接控制型

送泥泵从地面泥浆池将新鲜泥浆注入盾构泥水仓,与挖掘的泥土进行搅拌混合,在开挖面形成起支护作用的“泥膜”,确保盾构机开挖面的稳定,同时混合后粘稠的泥浆,并通过排泥泵将其送入地表泥水分离器中,经过分离,将土渣排出,而分离处理后泥浆则流入调浆槽,对泥浆密度和黏度等进行调整后,再次投入盾构中继续循环使用。

2.间接控制型

间接控制型泥水系统包括泥水循环和空气双重回路两部分。在盾构机的泥水仓中装有一块半隔板,在半隔板前面填充一种压浆,在盾构轴线上方填充一段压缩空气,形成空气缓冲区,压强作用在半隔板后面,土体与泥水界面上,因界面上的气、液具有相同的压力,通过调整空气气压,可以在盾构开挖面上形成并维持相应的泥浆支护压力。

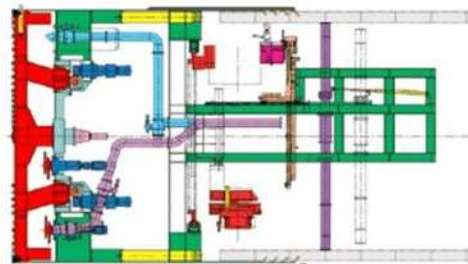
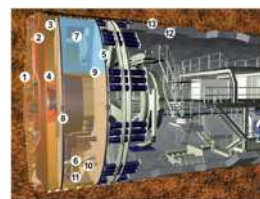


图1 直接控制型泥水盾构



- [1] 掌子面
- [2] 刀盘
- [3] 支撑液体
- [4] 开挖仓
- [5] 压力隔板
- [6] 进浆管路
- [7] 气囊
- [8] 分隔挡板
- [9] 工作舱
- [10] 泥水管路
- [11] 格栅
- [12] 管片
- [13] 盾尾

图2 间接控制型泥水盾构

二、泥水处理系统设计原理

泥水处理系统的最终目标在于处理泥浆和水之间的平衡,泥水平衡能够有效防止隧道塌方,形成有效的防涌屏障,同时还可以控制地表下沉,避免管片的渗漏发生,是确保地表环境稳定的基础。泥水平衡的核心是泥膜的形成,在盾构建筑施工中,切削机械刀盘和隔板之间就会产生一个新的密封室,将一定的压力输送到外面,满足盾构施工需要的压力,在开挖面上形成新的泥膜,达到对正面和土体防护的目的,此时,高浓度的泥浆通过排泥泵和排泥管道的输送而到达地面,在泥水平衡自动化控制系统的管理下实现统一处理^[1]。

高浓度的泥浆在进入泥水处理系统后,会先经过滚动筛或振动筛的预筛分单元对大颗粒进行处理,再在旋流器内部经离心力的作用发生颗粒分离。在这个过程中,泥水和土沙会被分离,大颗粒的泥土会被直接排弃,细小的泥水和沙石会被二次利用,流入到调整池中,按照建筑的要求,进入调整池的泥水会根据施工要求被应用在新的泥浆调配当中,然后输送到盾构的工作面,形

成一个良性的水泥循环^[2]。

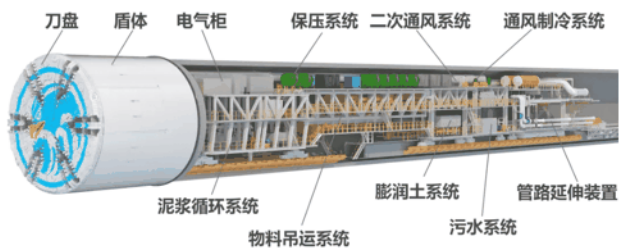


图3 泥水盾构机设计原理

三、泥水环流系统的组成

1. 渣浆泵

渣浆泵主要由联轴器、轴承箱、叶轮、泵壳等组成。它的工作原理是：叶轮在电动机的驱动下，以高速转动的叶轮，产生较大的离心力，在离心力的作用下将液体向泵壳中推送，从而使液体得到动能。叶轮外围的泵壳容积持续增大，使其动能转化为静压能，使液体得以排出。由于离心力的作用，液体被抛出，在叶轮的入口形成了一个低压区，外界液体在气压的作用下，从入口管道流入到泵中，叶轮不停的转动，使液体不断的排出和吸入，形成了一个连续循环工作。

2. 泥浆球阀

泥浆球阀主要由阀体、固定球、密封圈、启闭构件等组成，具有驱动扭矩小、阀腔内泥浆不易凝固、阀腔内沉积物易清洗等优点。

3. 泥水处理系统工艺流程

泥浆制备系统、泥水分离系统以及泥水调浆系统是泥水处理系统的重要组成部分，泥水分离系统结构复杂，对泥浆的特性有着很大的影响。该系统包括滚动筛、旋流器、振动器、渣浆泵等；调浆系统的作用是对已经实现分离后的泥浆进行调配、沉淀以及循环调整，整个系统包含泥浆池、沉淀池等。

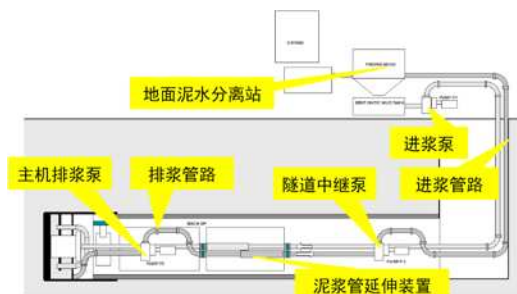


图4 泥水环流系统组成

泥水处理工作由盾构机掘进通过排泥泵排放至泥水处理系统，系统内各级处理单元对泥浆中泥水和砂土进行分离，经处理后的泥浆若满足施工指标则进入调整槽，若不满足施工指标则经过沉淀池沉淀后进行使用。各级

处理单元分离出的渣土颗粒物通过环保检测，在达到规定的条件后可将其直接运送至废渣场，若出现含水量过量的泥浆，就必须通过干化处理才能达到污染物的排放标准，干化后的渣土可直接运送至废渣场，滤液水可回用至泥水系统。

四、泥水环流的工作模式

1. 旁路模式

旁路模式是盾构的待机模式，既可以不用挖掘，又可以用于切换盾构工作模式。为了确保循环系统中流量的稳定性，在其它工作模式转换之前需进入待机模式。同时处于在安装管片或短暂的停机情况下，旁路模式还可以避免泥浆淤积管道内造成堵塞。

2. 掘进模式

掘进模式，用于盾构推进开挖时使用，泥浆可通过气垫仓进入泥水仓。在正常推进过程中，将新的泥浆经抽吸泵从泥浆池送入泥水仓，保证与开挖面中的渣土充分混合，经排泥泵将混合泥浆送入地表^[4-5]。在盾构机施工运行过程中，不得在停机情况下进行切换模式，应严格按照规定流程操作，即：停机、旁路模式、掘进模式、盾构推进、旁路模式、停机。

3. 逆洗模式

用来将堵塞的栅栏或排泥管道反向冲洗称为逆洗模式，这时应小心地使气垫空间气压和液体水平保持稳定。这种方法在工程建设中并不常见，如果在挖掘仓的底板上有大量的沉积物，或是管道内的排泥管道被堵，可以采用反冲洗方式进行排泥和清理。使用时，操作者可以在屏幕上操作进行倒灌，而逆冲洗管线把排泥管变成了送泥管，新泥浆由送泥泵送入侧通阀门，然后流入排泥管道，冲洗挖掘仓的底部或排泥管，当新泥浆量增多时，由逆洗阀门处的排泥管道，经过排泥泵向地表泥浆分离装置输出。

4. 外循环模式

只有在地表系统中才能进行泥浆的循环系统称为外循环模式，主要用于泥浆管路延伸时使用，它的应用范围很广，城市地区的盾构施工中，只有在盾构机开动之前才会采用这种模式。

5. 机内小循环模式

将泥浆从空气垫仓中抽出，经中央冲水泵增压后，送至刀盘前，在主送泥管有泥浆输送情况下，内部的小循环能提升刀盘的冲洗速度，若主送泥管无泥浆输送情况下，则采用机内小循环模式，实现泥浆在机内的循环流动，冲洗刀盘，避免淤积。

6. 停机模式

在长期停运状态下,由于泥水仓内长期处于停机状态,存在着泥浆流失的现象,为了维持掌子面的压力,必须对仓内的泥料液位进行调整,采用膨润土罐进行补液,避免在管线扩展过程中出现液位流失,使气垫舱的液位得到稳定有效的控制。

五、结束语

综上所述,随着盾构的应用越来越广泛,泥水盾构在其中所占的比重也越来越大,而泥水环流系统正常高效地运转是保证盾构正常施工的必要条件之一。在整个建设过程中,应注意关注气垫舱的液位及压力,适时地调整出浆量,确保盾构机工作的顺利进行。如何进行盾构机技术的革新与发展,对于我国工程建设发展具有十分重大的现实意义。

参考文献:

- [1]王凯,文中保.基于压差控制的泥水平衡式盾构机主驱动密封气动自动保压系统研究及应用[J].液压与气动,2021,45(3):8.
- [2]陈滨彬,阳栋,杨子汉,等.泥水平衡盾构渣浆处理及循环利用技术发展现状[J].施工技术,2021,50(7):6.
- [3]彭康,白亚锋,周东波,等.大直径泥水盾构在上软下硬岩性多变地层中的适应性设计[J].施工技术,2020,49(4):5.
- [4]沈翔,袁大军,吴俊,等.高水压泥水平衡盾构掘进模型试验平台的研制与应用[J].中国公路学报,2020,33(12):12.
- [5]林向阳,李兆平,刘欣然,等.富水粉质黏土地层土压平衡和泥水平衡盾构掘进模式转换试验研究[J].铁道标准设计,2022,66(2):6.