

浅谈移动支护辅助技术在五虎墩隧道工程中的应用

赵恒

宁夏巨正建设监理咨询有限公司

摘要: 移动支护设备和工艺属于预支护专利技术, 列入2015年北京科技计划重大课题并通过验收。在五虎墩隧道涌沙事件之后引进试验段施工, 其能保证安全质量, 缩短工期降低成本, 提高企业综合效益与市场竞争力。工法创新结合了隧道超前支护和盾构法机械化隧道施工的理念, 在待建隧道和掌子面超前核心土周围形成一种可移动的钢结构, 为开挖和衬砌施工提供连续可靠保护, 配合分部开挖, 解决黄土隧道涌沙、漏沙的难题, 并推广至沙性土, 粉质沙等无自稳能力的极软砂岩应用。

关键词: 应用; 辅助技术; 移动支护; 浅谈

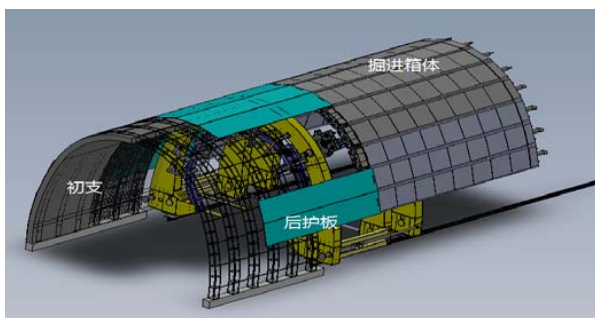
一、五虎墩隧道地质及涌沙事件简介

银川滨河新区黄河大街延伸项目隧道工程穿越明长城五虎墩隧道, 位于滨河新区横城村。隧道横穿明长城及烽火台, 地貌属陶、灵、盐台地缓坡丘陵区, 为构造剥蚀、侵蚀堆积地貌单元。处于鄂尔多斯缘拗陷带的横山堡复背斜、向斜及断裂相间组成。该段纵断面设计为V-VI级围岩, 围岩为强风化中厚层状砂岩, 局部夹泥岩。岩体较破碎, 属极软岩, 顶部围岩主要为中密、密实粉砂, 呈粒状结构, 无自稳能力, 无支护时存在漏沙、坍塌、冒顶。2#、3#、4#洞掌子面沙层占整个先导坑一半面积, 开始呈流沙状形式持续涌沙, 涌沙脱落形成的不规则空洞约2m×2m×4m, 涌沙方量10余方。3#洞已冒顶超前小导管失效。涌沙区域已蔓延至后导坑断面。为保证隧道安全通过涌沙区域, 保护明长城。采用移动支护设备顶进、隧道土方开挖、初期支护形成流水作业。

二、移动支护设备与工艺的原理、应用

(一) 进洞原理和准备

移动支护形成超前预支护的保护壳体, 在壳体下进行上断面初期支护施工。后续采用分部开挖的施工工艺, 进行拱部边墙及仰拱初期支护的施工。3#主洞进口端破除套拱, 满足移动支护设备达到预定工作面。4#辅洞在洞外组装设备行走进入洞内顶升达到扩大洞室工作面后顶进。



(二) 移动支护应用概述

1、当掌子面开挖出一定空间后, 定位和顶进移动支护结构中的导向箱体, 通过纠偏控制措施使箱体平行于隧道轴线, 为后续支护提供导轨和骨架支撑结构。

2、沿完成的导向箱体所提供的轨道和扣接结构推动箱体之间的锁扣护板, 护板下方形成一段可以采用人工和机械的方法进行开挖的空间。

3、导向箱体和锁扣护板的后方安装尾板, 尾板横向相互扣接, 纵向支撑在既有衬砌, 在尾板的保护下进行掘进段衬砌施工。

4、移动导向箱体掘进、锁扣护板顶推、掌子面开挖及尾板下方的初支施工, 四个步骤简单循环直至隧道贯通。

(三) 移动支护设备组成及顶进作业顺序

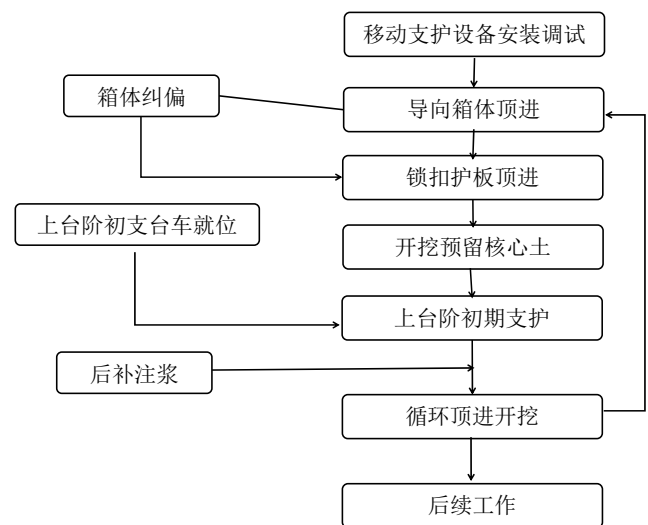
1、移动支护设备支撑结构主要包括6个支撑箱体、5块锁扣护板以及与箱体、护板定位连接的后护板组成。移动支护的顶进是指支撑箱体和锁扣护板的前移。

2、每个支撑箱体后部布置有2条φ220mm缸径的顶推油缸, 在额定顶推压力为25MPa时可提供190吨的顶推力, 在顶推一个箱体时通过其余5个箱体和护板与土体的摩擦力以及前、中拱架的自稳性克服顶推反力。

3、土方开挖: 在6个支撑箱体和锁扣护板都顶进一个步距(50cm)后, 使用人工开挖50cm的前拱前方土体; 根据掌子面的稳定性预留中间核心土, 核心土的高x宽为3.5mX3m, 保证前拱可从核心土上方通过。移动支护设备的导向箱体嵌入掌子面的长度必须大于1.5m。

4、前、中、后拱以及前、中、后脚板前移: 土方开挖完成后, 移动前拱架前移一个步距(50cm)。收缩前拱架下方的支腿油缸使前拱与箱体之间离开一定距离, 利用前、中拱之间的10条油缸推动前拱前移50cm; 同时利用前、中地脚之间的4条油缸推动前地脚前移50cm。前拱和地脚移动到位后伸出支腿油缸活塞杆使前拱升到指定位置。前拱移动到预定位置后, 收缩中拱支腿油缸使中拱与后护板之间离开一定的间隙, 然后收缩10条前、中拱之间油缸以及伸出中、后拱之间的4条油缸推动中拱前移50cm。中拱移动的同时22条顶推油缸随中拱的移动收缩到位; 并且同时中、后地脚之间的油缸推动中地脚前移50cm。中拱移动到预定位置后, 伸出中拱支腿油缸使中拱与后护板接触, 然后收缩后拱支腿油缸使后拱与后护板之间离开一定的间隙, 同时收缩中、后拱油缸以及中、后地脚油缸使后拱及后地脚前移50cm, 此时后拱与以后初支衬砌之间形成50cm待支护的空间。此时移动支护的设备在掌子面就位, 后拱与已有初支之间移动了一个步距50cm。循环支撑箱体顶进、锁扣护板顶进、土方开挖、前中后拱移动实现移动支护的掘进, 两个循环后形成100cm待支护的空间实施初支施工。循环上述施工实现隧道贯通。移动支护在向前移动推进时, 后护板末端必须支撑与初期支护拱架上, 且保证拱架支撑后护板的长度大于1m。

5、上台阶移动支护设备施工流程:



移动支护设备施工流程图

(四) 主洞分部工序施工

1、上台阶施工：移动支护设备每循环进尺为0.5m-1m，移动支护设备作业班组完成移动作业后，立即进行上台阶外层初期支护拱架的架立，挂设钢筋网并后喷射混凝土，并且同时对上台阶初期支护拱架背后的空隙进行注浆填充。上台阶长度从核心土末端起算，长度宜控制在12-15m之间。

2、外层初期支护的钢拱架、钢筋网片等设计图纸尺寸施做；为了保证在移动支护设备移动过程中增大型钢拱架的刚度和稳定性，所有纵向连接筋由原来的 $\phi 20$ 钢筋改为14型钢进行纵向焊接于工字钢拱架上，环向间距1m。

3、在上台阶钢拱架拱脚以上30cm高度处，紧贴钢拱架两侧边沿按下倾角 30° 打设4根6m的锁脚锚杆，锁脚锚杆和钢拱架用骑马卡牢固焊接，以保证拱脚稳定。锁脚锚杆采用风动潜孔钻机成孔，机械压入锚杆后及时封堵锚杆与孔壁之间的缝隙后注入水灰比为1:1的水泥浆液。

4、上台阶外层初支中隔墙临时支撑、临时仰拱在架立拱部拱架时一同完成。中隔墙临时支撑、临时仰拱必须与外层初期支护拱架连接牢固。拱架接头采用螺栓连接，连接板之间如有缝隙，应用钢板垫实。钢拱架底部虚土必须清理干净并加垫木方，不得使用软土等加垫，以保证底部不悬空，使拱架稳定。喷射混凝土前应进行隐蔽验收，未进行隐蔽验收或者验收不合格不得进行喷砼。

三、移动支护施工注意事项

(一) 地脚板在上台阶地面的沉降：每个拱架下方有 8m^2 的支撑面积；在土体开挖完成并前拱前移之前对地面进行相应的硬化以减少地脚板的下沉；通过支腿油缸的可行行程保证支撑箱体的相对位置。

(二) 箱体与隧道轴线偏移后的调整：在每个支撑箱体前方有调向箱体及调向油缸，通过及时显示箱体的角度调整调向箱体的方位逐步调整支撑箱体的轴线与隧道轴线平行。

(三) 掌子面的开挖：实际施工围岩掌子面的自稳性不一，根据具体情况总结预留核心土保证掌子面的稳定性，在掌子面稳定性较差的情况下应在掌子面前方进行加固；由于移动支护暗挖采用新奥法的概念需要预留核心土，开挖的重点在两侧门洞内，实际开挖需要人工开挖的方法达到开挖效果；衬砌施工与移动支护暗挖施工之间工序衔接的问题：两个工序同步实施会极大的提高施工效率，但在实施中存在不能协调同步的问题，需要实际施工中积累经验减少施工所占用的时间。

(四) 后补注浆的问题：在后护板随支撑箱体和锁扣护板前移后，后护板后方出现一个未填充的空间，需要及时注浆减少沉降，后补注浆管在施做上台阶初期支护时同时预留于拱顶。后补注浆每延米注浆量主洞应大于 3.5m^3 ，辅洞大于 2.6m^3 ，浆液为1:1水泥浆液，必要时可掺入膨胀剂、速凝剂的外加剂。

四、移动支护设备及工艺的优缺点总结

移动支护设备及工艺为四新特殊辅助措施，是在超前预支护的保护壳体下施工，安全性较好。但配套机具施工工艺不成熟，无现成工程案例参考，导向箱体顶进过程顶力大对土体扰动更大，锁扣护板承受土压力不足，推进时有变形，设备行走运行不稳定，三个拱各脚板有下沉现象，操作规程在探索总结阶段纠偏困难，侵限、超挖时有发生，局部死角薄弱处人工开挖。所以仍需认真改进整体结构将科技力量转化为生产力。

参考文献

[1] 蒋登辉. 新奥法在隧道工程施工中的应用[J]. 黑龙江交通科技, 2019, (03): 149-150.

(上接第62页)

此同时，施工人员还要对车辆的间距予以严格控制。铣刨处理后，规定地层表面的温度不得低于 80°C 。路面加热深度一般为2-5cm，加热宽度要比加热深度高5-10cm。

(四) 摊铺

采用独立摊铺机作为热再生机组，沥青混合料摊铺的过程中也应在升施工机组后立即进行，且规定其行进的速度为2.5-3.5m/min，且温度为 $125-145^\circ\text{C}$ ，摊铺时，要对机具的工作速度、耙松深度、供料速度和再生料的温度等予以全面的控制和调整，保证摊铺的平整度和摊铺的厚度等参数均可充分满足工程建设和施工的基本要求。

(五) 碾压

初压过程中采用振动压路机，同时采取静压0.5遍，振压2.5遍的方式处理，碾压的速度应为2-2.5km/h，胶轮压路机碾压次数为5次，速度需控制在4-5km/h。再者，终压过程中也要采用振动压路机碾压2次，规定碾压的速度为2.5-3.5km/h。为有效提高碾压的质量，规避裂缝问题，初压和复压时应当保证其温度。避免在低温条件下对路面反复碾压。且复压和初压要紧密衔接，压路机不可随意停顿，碾压长度也应控制在30-50m，相邻的碾压带需采用重叠碾压轮宽度的方法。

(六) 验收、开放交通

当路面热再生施工完成后，应继续封闭施工区域让路面自然冷却，当路面温度下降到 50°C 以下时方可开放交通。开放交通

前需做好反光道钉安装、标线恢复等工作，以此来更好的方便人们出行，保证通车安全。

1) 养护效果评价

通过工程实践可知，就地热再生技术能够有效处理路面坑槽、麻面和车辙等多种病害，从而加强路面平整度和路面的抗滑性，让结合料的各项指标满足工程建设的基本要求。

五、结束语

通过以上分析与论述我们可以获知，本文通过实例就高速公路养护中沥青路面热再生技术的应用问题进行了分析，旨在为同类工程施工提供一些意见上的参考，进而更好的推进我国公路事业的发展，为人们的安全出行保驾护航。

参考文献

[1] 周丽芹. 沥青路面热再生修补技术在高速公路养护中的应用[J]. 建设科技, 2018 (03).
 [2] 李渊. 高速公路沥青路面就地热再生工程技术研究[J]. 居舍, 2017 (26).
 [3] 谈俊卿. 沥青路面就地热再生技术在公路养护中的应用[J]. 华东公路, 2017 (01).
 [4] 郭瑾. 谈沥青路面热再生技术的应用要点[J]. 山西建筑, 2018 (36).
 [5] 姜艳霞. 沥青路面就地热再生施工分析[J]. 山西建筑, 2018 (11).