

DOI: 10.11779/CJGE201703013

# 泥水盾构带压开舱时泥膜的微观孔隙及渗透性研究

张 宁<sup>1, 2</sup>, 朱 伟<sup>1, 2</sup>, 闵凡路<sup>1, 2</sup>, 徐静波<sup>1, 2</sup>

(1. 河海大学岩土力学与堤坝工程教育部重点实验室, 江苏 南京 210098; 2. 河海大学土木与交通学院, 江苏 南京 210098)

**摘要:** 泥膜的良好闭气性是保证泥水盾构带压开舱安全顺利实施的关键之一, 要想提高泥膜的闭气性, 首先应了解泥膜在带压开舱过程中的孔隙结构及渗透性变化。以南京纬三路过江通道在江底砂卵石地层中进行带压开舱为背景, 在自制的试验装置中进行泥浆成膜和泥膜闭气试验, 然后观测泥膜的孔隙结构和孔径变化, 最后分析泥膜渗透系数的变化。研究结果表明: 试验泥浆在0.2 MPa气压作用下6 h, 在试验地层表面形成的泥膜厚度约为5.0 mm、孔隙率约为67%, 在闭气过程中泥膜会发生压缩, 且第一次单位压力引起的压缩量最大; 随着闭气压力的增大, 大孔隙组被优先压缩; 泥膜基本单元体为骨架状结构, 孔隙主要是粒间孔隙与架空孔隙, 孔隙分布不连续、连通性差; 孔径分布范围较广, 其中在0.1~3.0 μm的孔隙组占有绝对优势; 本次试验中压缩后泥膜的渗透系数在10<sup>-9</sup> cm/s量级。研究结果有助于明确泥膜在闭气过程中的变化, 对后续提高泥膜闭气性的研究有重要的参考意义。

**关键词:** 带压开舱; 泥膜; 闭气试验; 孔隙结构; 渗透系数

中图分类号: TU46 文献标识码: A 文章编号: 1000-4548(2017)03-0495-06

作者简介: 张 宁(1992-), 男, 河北沧州人, 硕士研究生, 研究方向为岩土工程、盾构隧道。E-mail: zhanghhu1992@163.com。

## Microscopic pores of filter membranes and permeability during chamber opening under high pressure in slurry shield

ZHANG Ning<sup>1, 2</sup>, ZHU Wei<sup>1, 2</sup>, MIN Fan-lu<sup>1, 2</sup>, XU Jing-bo<sup>1, 2</sup>

(1. Key Laboratory of Geomechanics and Embankment Engineering, Hohai University, Ministry of Education, Nanjing 210098, China;

2. Geotechnical Research Institute of Hohai University, Nanjing 210098, China)

**Abstract:** Good air tightness of filter membranes is necessary for opening excavation chamber under high pressure. To improve the value of air tightness, one should understand the pore structure and permeability change of filter membranes during chamber opening under high pressure. Taking the sandy cobble stratum of Nanjing Weisan Road river-crossing tunnel as an example, the air tightness tests are carried out for filter membranes formed under different pressures by a self-developed airtightness apparatus. Its pore structures and measured diameters are observed, and the changes of permeability coefficient are analyzed. The results show that the thickness of the filter membranes is 5.0 mm under 0.2 MPa for 6 hours, the porosity is about 67%, the filter membranes are compressed during the air tightness tests and at the first stage it is the largest. With the growth of the air pressure, the large pore group is preferentially compressed. The basic unit of filter membranes is a skeleton-like structure, and the pore structure is mainly inter-particle pore and overhead pore; furthermore, the pore is not continuous and poorly connective. The pore size has a broader distribution, and the group of 0.1~3.0 μm has an absolute advantage. The permeability coefficient in this experiment has a magnitude of 10<sup>-9</sup> cm/s. The results define the change of the filter membranes during air tightness, and it plays a significant role in improving the value of filter membranes during air tightness.

**Key words:** chamber opening under high pressure; filter membrane; air tightness test; microscopic pore; permeability coefficient

## 0 引言

随着泥水盾构在过江过河隧道中的广泛使用, 由于刀盘刀具过量磨损、刀盘结饼等引起的停机开舱检修问题已成为制约泥水盾构发展的重要难题<sup>[1]</sup>。盾构停机常位于高水压(一般大于0.5 MPa)、强透水(渗

透系数一般大于10<sup>-2</sup> cm/s)的复杂地层中, 不具备地层加固等常压开舱的施工条件, 以泥膜支护开挖面为

基金项目: 国家重点基础研究发展计划(“973”计划)项目(2015CB057803); 国家自然科学基金项目(51408191); 中央高校基本科研业务费专项项目(2015B06014); 中央高校基本科研业务费专项资金项目(2016B50714)

收稿日期: 2015-12-23

核心的带压开舱技术便成为解决上述问题的主要方法<sup>[2-3]</sup>。泥膜需要在一定的气压条件下支护开挖面在一定时间内的稳定，为开舱作业人员提供一个安全稳定的操作环境。泥膜作为一种多孔介质，在闭气过程中的孔隙结构变化对于其渗透性及闭气能力有重要影响。

国内外已有很多关于泥浆渗透和泥膜闭气的研究，Anagnostou 考虑泥浆在地层中的渗透作用建立了楔形“渗透模型”，研究表明泥浆压力、地层特征粒径  $d_{10}$ 、差压及膨润土含量对开挖面有较大影响<sup>[4]</sup>；Watanabe 通过高渗透地层中的泥浆成膜试验，发现泥浆密度的增大可以有效减少泥浆的滤失量，增大泥浆的砂含量可以显著减少泥浆的滤失量<sup>[5]</sup>；以上学者的研究主要针对于泥浆性质、压力条件对开挖面稳定性的影响。Fanlu Min 等基于室内试验将泥膜分为：“泥皮型”、“渗透带型”、“泥皮+渗透带型”3 种类型<sup>[6]</sup>，对泥浆在地层中的渗透类型进行了划分；刘成等通过数值模拟计算对此进行了验证，并确定了泥浆颗粒与土体颗粒的粒径比是泥膜渗透类型的决定因素<sup>[7]</sup>。张宁等根据泥膜闭气试验将泥膜的闭气过程分为泥膜压缩、孔隙进气、透气排水 3 个阶段<sup>[8]</sup>。泥膜作为一种多孔介质，其孔隙分布情况是影响渗透性的根本原因<sup>[9]</sup>，然而在闭气过程中泥膜微观结构的变化情况尚不清楚，研究过程中主要参考土体微观结构的研究。Lapierre 等根据压汞试验得到了原状土和重塑土在不同固结压力下孔隙分布和渗透系数的相关关系<sup>[10]</sup>；张先伟等通过 SEM、MIP 和 NA 确定了黏土的微观结构为开放式絮凝结构，孔隙结构为具有较高强度和空间稳定性的边-面-角联结的空间网架系统<sup>[11]</sup>。

本文以南京纬三路过江通道在江底 55 m 砂卵石地层中进行带压开舱为背景。利用自制的泥浆渗透试验装置制取泥膜，总结泥膜的形成规律；然后进行不同压力条件的的闭气试验，观测泥膜在闭气过程中的厚度、含水率、滤水量变化，同时进行扫描电镜和压汞试验，分析泥膜的微观结构变化；最后对泥膜的渗透系数和闭气性进行分析。

## 1 试验材料与方法

### 1.1 试验装置

采用自制的泥浆成膜与闭气试验装置进行试验，装置的主体是一个内径为 8.4 cm，高 80.0 cm 的有机玻璃柱，可模拟泥水盾构机的工作舱-开挖面-地层系统（见图 1）。试验柱上部连接空压机，装置密封后，施加一定的气压可模拟施工中的地层压力；下部连接集水装置，可实时记录泥膜的滤水量。该装置最大可

承受的压力约为 1.0 MPa，通过与玻璃柱连接的调压装置监测柱内气压，保持压力的稳定。

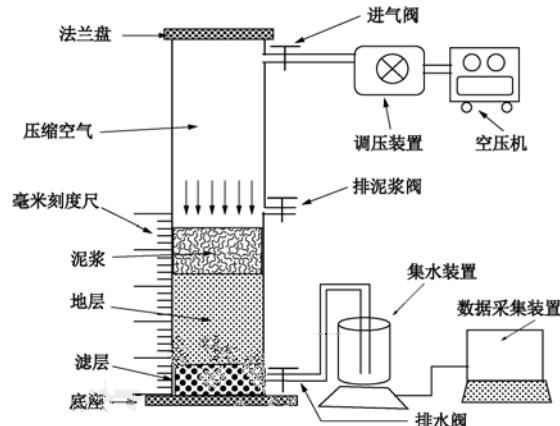


图 1 泥浆成膜与闭气试验装置示意图

Fig. 1 Schematic diagram of membrane formation and air tightness

### 1.2 试验材料

#### (1) 地层材料

选用 500 g 粒径为 2~5 mm 的粗砂作为滤层，其渗透系数约为 4.2 cm/s。选用 800 g 粒径为 0.25~0.50 mm 的中粗砂作为试验地层，每次装入 400 g 并通过压实的方法控制地层的装入高度约为 4.4 cm，保证地层的干密度在 1.65 g/cm<sup>3</sup> 左右，测得地层的渗透系数约为  $6.5 \times 10^{-2}$  cm/s；南京纬三路过江通道在江底进行带压开舱时所处砂卵石地层的渗透系数为  $4.1 \times 10^{-2}$  cm/s 左右，两者基本接近。

#### (2) 泥浆材料

选用汤山膨润土（钙基，无添加剂）、江宁黏土、清水作为基础材料（质量比为 1:1:5），然后向其中添加膨润土干粉质量 4% 的 Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>，泥浆质量 2% 的 CMC 溶液（质量浓度为 2%）配制泥浆。测得泥浆的基本参数如表 1 所示，泥浆参数与南京纬三路过江通道泥水盾构机在砂卵石地层中进行带压开舱时选用的泥浆基本一致，其漏斗黏度由马氏漏斗黏度计测得，等量清水的流出时间为 (26±0.5) s；密度由 1002 型比重称测定，粒度由 Mastersizer2000 型激光粒度仪测得，每次试验取用泥浆 400 g。

表 1 试验泥浆的物理参数

Table 1 Basic physical parameters of slurry

项目	漏斗 黏度/s	密度 (g·cm <sup>-3</sup> )	24 h 泌 水量	$d_{85}/\mu\text{m}$	$C_u$
数值	49	1.19	0	77	9.6

### 1.3 试验方法

在试验装置中依次装入滤层和地层并反向饱和，

然后注入试验泥浆并将装置密封; 通过调压装置设定泥浆的渗透压力为 0.2 MPa (泥膜形成时的有效泥水压力为泥水压与地下水压及超静孔隙水压力的差值<sup>[12]</sup>, 以盾构机刀盘中心位置选取), 控制泥膜的形成时间为 6 h (为了保证泥膜有一定的厚度和闭气性); 然后分别设定 0, 0.2, 0.4, 0.6, 0.8 MPa 的闭气压力进行 2 h (带压工作时间一般不超过 1.5 h<sup>[13]</sup>) 的闭气试验; 记录泥膜闭气过程中的滤水量变化及泥膜厚度, 测定闭气后泥膜的含水率。闭气试验结束后将泥膜迅速取出并放入超低温冰箱中冷却, 按压汞试验和扫描电镜试验的试样要求制取泥膜试样, 然后将样品放入冷冻干燥机中在 -50℃ 状态下连续抽真空 24 h, 分别进行压汞试验和扫描电镜试验。

## 2 泥膜在闭气过程中的变化

### 2.1 泥膜的厚度、孔隙比变化

量测 3 个不同位置的泥膜, 取其厚度平均值作为泥膜的厚度 (图 2); 闭气试验结束后会有微量的气体进入泥膜但所占比例很小, 故可假定闭气试验结束后泥膜仍处于饱和状态<sup>[8]</sup>, 取闭气后的泥膜测其含水率, 根据式 (1) 计算得到泥膜的孔隙比, 通过式 (2) 换算得到泥膜的孔隙率。

$$e = w_{\text{sat}} G_s, \quad (1)$$

式中,  $w_{\text{sat}}$  为饱和含水率,  $G_s$  为土粒比重, 按黏土颗粒取为 2.65。

$$n = \frac{e}{1+e} \quad . \quad (2)$$

由图 2 可以看出, 泥浆在 0.2 MPa 气压作用下 6 h 形成的泥膜厚度在 5.0 mm 左右, 泥膜的孔隙率约为 67%; 在 0.8 MPa 气压作用 2 h 后泥膜的厚度变为 3.0 mm, 孔隙率约为 53%。闭气过程中泥膜受到压缩、孔隙水不断排出, 泥膜孔隙逐渐被压缩; 且第一次单位压力引起的压缩量最大, 之后每次单位压力引起的变化量逐渐减小, 是由于较小的闭气压力即可使泥膜压缩趋于稳定, 增大闭气压力并不能显著增大泥膜的压缩量。经过计算未压缩泥膜的泥浆颗粒体积约为 9.5 cm<sup>3</sup>, 而闭气后泥膜的泥浆颗粒均在 7.5 cm<sup>3</sup> 左右, 这是由于新形成的泥膜在气压作用下泥膜向地层孔隙中有一定程度的侵入, 但侵入量并不随闭气压力的增大而增加。

### 2.2 基于 SEM 试验的孔隙特征定性分析

#### (1) 同一位置的泥膜在不同放大倍数下观测

图 3 为 0.2 MPa 气压作用下 2 h 后的泥膜照片。在低放大倍数下 (图 3 (a)、3 (b)) 可以看到颗粒之间较为松散, 颗粒体大小不一, 颗粒体既非球体又非光

滑, 呈多样性; 颗粒杂乱堆积, 接触方式多为边-面或面-面接触。在高放大倍数下 (图 3 (c)、3 (d)) 可以看到基本单元体之间架空, 孔隙发育且空隙尺寸较大, 构成十分松散的骨架状结构; 孔隙的存在形式主要是粒间孔隙与架空孔隙, 其中架空孔隙直径较大, 分布不连续, 孔隙的连通性差。

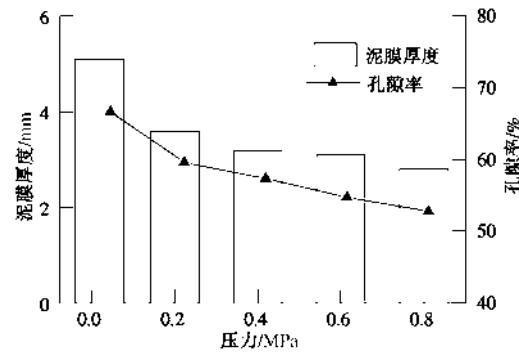


图 2 泥膜的厚度和孔隙率变化

Fig. 2 Change of thickness and porosity of filter membranes

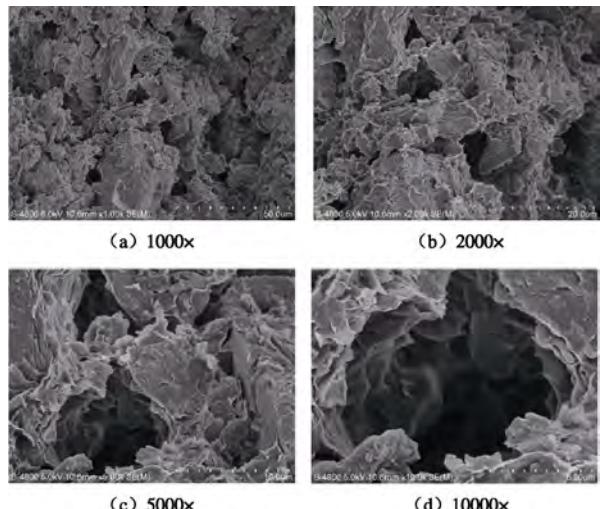


图 3 泥膜在 0.2 MPa 压力作用 2 h 后放大不同倍数的典型照片

Fig. 3 Photos of filter membranes under pressure of 0.2 MPa after 2 h

#### (2) 不同压力条件下放大 5000 倍

图 4 为不同压力条件下闭气 2 h 后的泥膜照片。可以看出原状泥膜有较大的孔隙, 但孔隙之间的连通性差; 随着闭气压力的增大, 泥膜孔隙逐渐变小, 颗粒体所占空间明显增多。闭气过程中变形最大的是颗粒间孔隙, 大孔隙在压力作用下消失或变为小孔隙, 部分小孔隙进一步变小; 整个闭气过程中泥膜颗粒变得密实, 之前相互隔离的多个小颗粒体融合为一个较大的颗粒体, 骨架颗粒间接触方式由边-面接触逐渐过渡到面-面接触。

### 2.3 基于 MIP 试验的泥膜孔径变化分析

图 5 为泥膜的孔径分布曲线, 曲线呈倒“S”型,

孔径分布在 0.005~200 μm 之间。在较小进汞压力下, 曲线平缓; 随着压力增大, 曲线斜率的绝对值迅速增大, 说明此压力对应的孔隙组体积含量增高; 当汞进入孔隙直径较小的泥膜时, 即使在较大压力作用下进汞量仍未见明显增加, 曲线趋于平缓, 且随着闭气压力的增大, 泥膜孔隙逐渐减小。

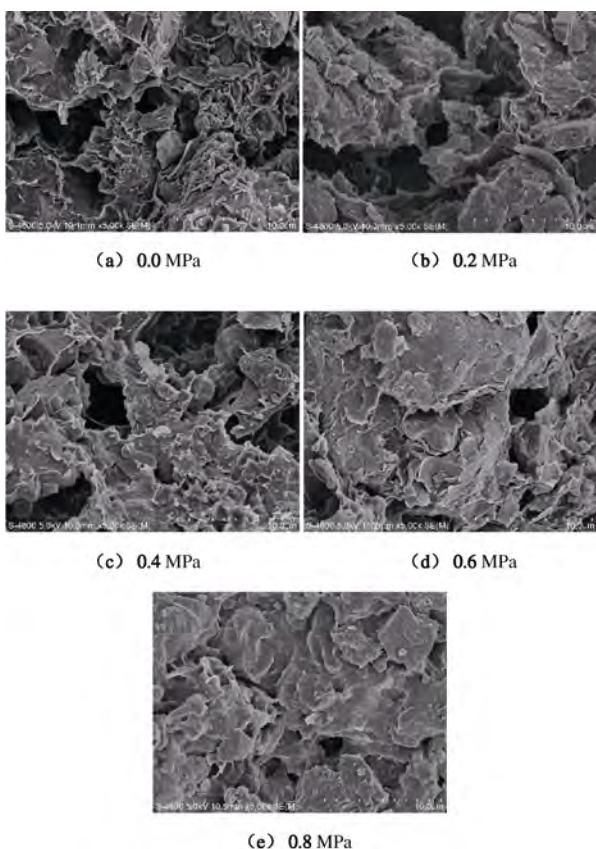


图 4 泥膜在不同压力作用 2 h 后放大 5000 倍的典型照片  
Fig. 4 Photos of filter membranes under different pressures after 2 h by 5000 times

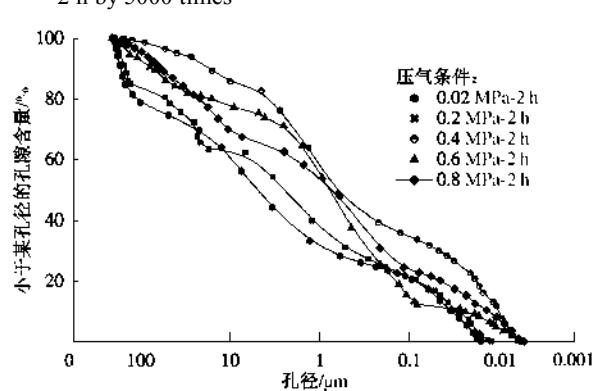


图 5 泥膜孔径分布曲线  
Fig. 5 Pore-size distribution curves of filter membranes

图 6 为泥膜孔径的频率分布曲线, 可以发现对于 5 条曲线孔径分布在 0.1~3.0 μm 的孔隙组均占有绝对优势。造成这种现象的原因有两个, 一是泥膜自身有较多孔隙的孔径集中在 0.1~3.0 μm 范围内; 二是泥

膜的孔隙结构是由不同形状、大小不一的孔联结而形成的一种网格, 因其边一面的空间接触形式导致孔隙内部孔径尺寸是不均匀的, 因而泥膜孔隙之间是由窄通道或“细颈”、宽通道、空腔等孔隙交叉联结而成的三维孔隙系统, 因此汞要进入有一定进汞压力的孔隙, 必须先通过相应有更高进汞压力的孔口, 孔口尺寸多在 0.1~3.0 μm 之间, 这与 SEM 图像(图 3)中观察到的孔口尺寸基本吻合。随着闭气压力的增大, 孔径波峰逐渐向后推移, 表明随着闭气压力的增大, 泥膜的大孔隙被逐渐压缩为小空隙。

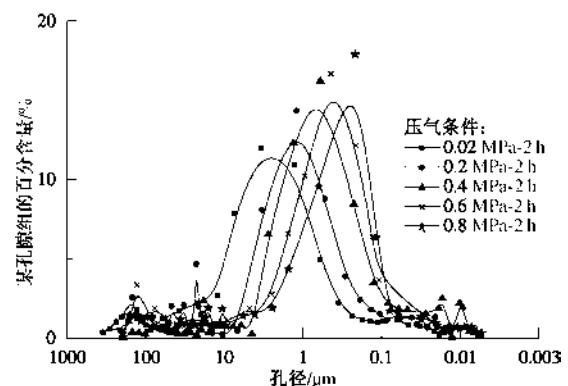


图 6 泥膜孔径频率曲线

Fig. 6 Pore-size frequency curves of filter membranes

图 7 为泥膜孔隙体积百分含量与闭气压力的关系曲线, 通过分析发现各孔隙组的孔隙体积分布范围较广, 在 10%~50% 之间。泥膜大孔隙组随泥膜闭气压力的增大而被压缩为小孔隙, 小孔隙的体积逐渐增大。这是由于在闭气过程中泥膜孔隙的压缩对于每个孔隙组并非机会均等, 大孔隙在闭气压力的作用下优先压缩, 进而小孔隙被压缩; 但大孔隙被压缩为小孔隙的量远大于小孔隙被进一步压缩的量, 且随着闭气压力的增大, 泥膜的孔隙体积逐渐减小, 因此随着闭气压力的增大, 大孔隙所占孔隙体积百分比减小而小孔隙所占百分比增大。

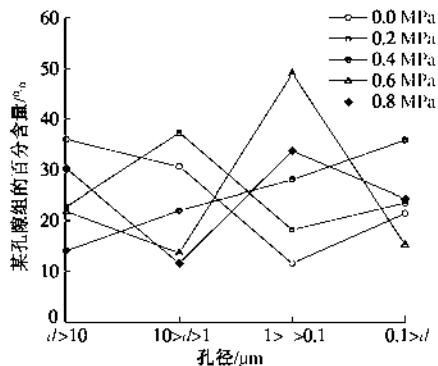


图 7 不同压力下泥膜各组分孔隙体积的百分含量

Fig. 7 Percentages of filter membrane pore volumes of each component under different pressures

### 3 闭气过程中泥膜的渗透系数计算

泥膜的闭气过程可视为泥膜在固定压力条件下的渗透过程, 而该压力由气体提供, 根据达西定律(下式(3)、(4))计算得到泥膜的渗透系数(表2), 其数量级范围为 $10^{-9}\text{ cm/s}$ , 泥膜的渗透系数较小, 是能够成功闭气的关键。

$$q = vA \quad , \quad (3)$$

式中,  $q$  为渗流量( $\text{m}^3/\text{s}$ ),  $v$  为渗透速度( $\text{m/s}$ ),  $A$  为试样的横截面积, 试验中取 $55.4 \times 10^{-4}\text{ m}^2$ 。

$$v = k \frac{h}{L} \quad , \quad (4)$$

式中,  $k$  为渗透系数( $\text{m/s}$ ),  $h$  为试样两端的水位差, 试验中取为闭气压力,  $L$  为渗径长度, 试验中取为泥膜厚度( $\text{m}$ )。

表2 泥膜的渗透系数

Table 2 Permeability coefficients of filter membranes

闭气压力/MPa	0.0	0.2	0.4	0.6	0.8
渗透系数/( $10^{-9}\text{ cm}\cdot\text{s}^{-1}$ )	—	5.54	4.21	3.23	3.18

不同压力下测得的泥膜渗透系数逐渐减小, 这是由于压力越大, 泥膜孔隙的压缩量越大; 随着大孔隙的减小, 小孔隙的增多, 泥膜的连通性逐渐变差, 渗透系数逐渐减小。

### 4 讨论

根据泥膜闭气过程测定泥膜渗透系数与常规渗透试验测土体渗透系数主要有3点不同:

(1) 压力的施加方式, 常规渗透试验的压力由水头差产生, 而泥膜闭气过程由气压提供, 但由于泥膜闭气过程中泥膜未发生透气, 气压均匀作用于泥膜表面, 且泥膜闭气前后均为饱和状态, 因此两种加压方式对渗透过程没有影响。

(2) 常规渗透试验的土样厚度容易量测, 而闭气过程中的泥膜厚度测量有一定误差, 已按取3次均值的方法尽量减小误差。

(3) 闭气过程中泥膜底部有地层存在, 会对泥膜中孔隙水的渗透产生一定的阻碍作用, 经测定, 完成闭气试验地层的渗透系数在 $10^{-7}\text{ cm/s}$ 左右, 远大于泥膜的渗透系数, 因此可以忽略地层对泥膜渗透系数的影响。

综合以上3点, 泥膜渗透系数的测定过程虽有误差存在, 但在允许的范围内。

### 5 结论

(1) 泥膜在闭气过程中会发生压缩, 且第一次单

位压力引起的压缩量最大, 之后每次单位压力引起的变化量逐渐减小, 在闭气过程中泥膜颗粒向地层中有一定程度的侵入。

(2) 泥膜基本单元体为骨架状结构, 孔隙主要是粒间孔隙与架空孔隙, 孔隙分布不连续、连通性差; 随着闭气压力的增大, 泥膜孔隙逐渐变小, 之前相互隔离的多个小颗粒体融合为一个较大的颗粒体。

(3) 泥膜孔径分布范围较广, 其中在 $0.1\sim 3.0\text{ }\mu\text{m}$ 的孔隙组占有绝对优势, 约占总孔隙体积的40%; 随着闭气压力的增大, 大孔隙组逐渐减小, 小孔隙组逐渐增多。

(4) 本次试验中压缩后泥膜的渗透系数在 $10^{-9}\text{ cm/s}$ 数量级, 渗透性较小, 是泥膜成功闭气的关键, 在后续研究中需进一步探索泥膜渗透系数的影响因素。

### 参考文献:

- [1] 朱伟, 闵凡路, 姚占虎, 等. 盾构隧道开舱技术现状及实例[J]. 现代隧道技术, 2015(1): 9~18. (ZHU Wei, MIN Fanlu, YAO Zhan-hu, et al. Technical status and case study on intervention in the shield chamber[J]. Modern Tunnelling Technology, 2015(1): 9~18. (in Chinese))
- [2] 邓彬, 顾小芳. 上软下硬地层盾构施工技术研究[J]. 现代隧道技术, 2012(2): 59~64. (DENG Bin, GU Xiao-fang. Study of shield construction technology in soft upper stratum and hard under stratum[J]. Modern Tunnelling Technology, 2012(2): 59~64. (in Chinese))
- [3] 贺霄飞. 压气作业在地铁盾构施工中的应用[J]. 山西建筑, 2007, 33(11): 309~310. (HE Xiao-fei. Pressure gas operations in construction of metro shield[J]. Shanxi Architecture, 2007, 33(11): 309~310. (in Chinese))
- [4] ANAGNOSTOU G, KOVÁRI K. The face stability of slurry-shield-driven tunnels[J]. Tunnelling and Underground Space Technology, 1994, 9(2): 165~174.
- [5] WATANABE T, YAMAZAKI H. Giant size slurry shield is a success in Tokyo[J]. Tunnels and Tunnelling, 1981, 13: 13~17.
- [6] MIN Fan-lu, ZHU Wei, LIN Cheng, et al. Opening the excavation chamber of the large-diameter size slurry shield: A case study in Nanjing Yangtze River Tunnel in China[J]. Tunnelling and Underground Space Technology, 2015, 46: 18~27.
- [7] 刘成, 孙钧, 杨平, 等. 泥膜形成与状态划分细观分析及模型试验研究[J]. 岩土工程学报, 2014, 36(3): 435~

442. (LIU Cheng, SUN Jun, YANG Ping, et al. Mesoscopic analysis and model test on formation process and state division of slurry membrane[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2014, 36(3): 435 - 442. (in Chinese))
- [8] 张 宁, 朱 伟, 姚占虎, 等. 泥水盾构带压开舱时泥膜性质对其闭气性的影响研究[J]. 现代隧道技术, 2015(4): 62 - 67. (ZHANG Ning, YAO Zhan-hu, ZHU Wei, et al. Study on filter membrane to its air tightness during opening chamber under high pressure in slurry shield[J]. Modern Tunnelling Technology, 2015(4): 62 - 67. (in Chinese))
- [9] 姜 腾. 盾构开舱时闭气压力与泥膜孔隙结构[D]. 南京: 河海大学, 2015. (JIANG Teng. Experimental study on airproof pressure and pore size distribution of the filter cake during compressed air work[D]. Nanjing: Hohai University, 2015. (in Chinese))
- [10] CLEMENT Lapierr, SERGE Lergoue, JACQUES Loca. Mercury intrusion and permeability of Louiseville clay[J]. Canadian Geotechnical Journal, 1990(27): 761 - 773.
- [11] 张先伟, 孔令伟. 利用扫描电镜、压汞法、氮气吸附法评价近海黏土孔隙特征[J]. 岩土力学, 2013(增刊 2): 134 - 142. (ZHANG Xian-wei, KONG Ling-wei. Study of pore characteristics of offshore clay by SEM and MIP and NA methods[J]. Rock and Soil Mechanics, 2013(S2): 134 - 142. (in Chinese))
- [12] 韦良文, 张庆贺, 邓忠义. 大型泥水盾构隧道开挖面稳定机理与应用研究[J]. 地下空间与工程学报, 2007(1): 87 - 91. (WEI Liang-wen, ZHANG Qing-he, DENG Zhong-yi. Research on mechanism and application of face stability in large slurry shield tunneling[J]. Chinese Journal of Underground Space and Engineering, 2007(1): 87 - 91. (in Chinese))
- [13] 程明亮, 何 峰, 吕传田. 大埋深富水砂卵石地层泥水盾构带压换刀及动火焊接技术[J]. 中国工程科学, 2010(12): 46 - 50. (CHENG Ming-liang, HE Feng, LU Chuan-tian. Tools repairing and Welding techniques with high pressure of slurry shield under deep water-rich sandy gravel stratum[J]. Engineering Sciences, 2010(12): 46 - 50. (in Chinese))

## 第八届港口工程技术交流大会暨第十届工程排水与加固技术研讨会 一号通知（征文）

“一带一路”国家战略的实施为交通、水利、市政等行业带来了新的机遇与挑战，“十三五”期间，我国沿海港口建设有序推进，内河水运加快发展，大型综合性港区布局逐步优化，一大批港口深水航道、防波堤、码头等基础设施正在建设，在技术创新和理论研究、工程经验等方面取得了丰硕的成果。为加强港工技术、工程排水与加固专业领域的学术交流，提供新理论、新技术、新材料的探讨平台，中国土木工程学会港口工程分会、工程排水与加固专业委员会将于 2017 年 11 月在浙江省宁波市联合举办第八届港口工程技术交流大会暨第十届工程排水与加固技术研讨会。

**主办单位：**中国土木工程学会港口工程分会；工程排水与加固专业委员会

**承办单位（待增补）：**浙江省围海建设集团股份有限公司

**协办单位（待增补）：**浙江大学宁波理工学院；中国电建集团华东勘测设计研究院；南京瑞迪建设科技有限公司

**会议议题与征文内容：**①港口工程领域：沿海、内河航道泥沙运动特性、波浪与建筑物相互作用理论；港口工程建设与维护新技术；水运工程建设新成果、新技术与新工艺；“一带一路”海外港口建设技术；人工岛礁建设关键技术；重大工程案例和港工技术应用。②工程排水与加固领域：软土工程特性与理论；地基处理新技术、新方法；超软土地基处理及围堤填筑技术；基坑、边坡等岩土工程加固技术；新型土工合成材料研制与应用；疏浚底泥处理与资源化利用技术；城市黑臭河道

及城市污染土处治技术；排水加固技术工程应用。

**会议论文与出版：**本次会议将对提交的论文组织专家评审，评审合格的论文录入会议论文集，由中国水利水电出版社正式出版，同时选取部分优秀论文推荐到《岩土工程学报》、《水利水运工程学报》、《中国港湾建设》等学术期刊发表。

**征文格式：**①投稿论文应符合科技论文写作惯例和基本要求，未公开发表过且不涉及保密内容，文责由作者自负。论文字数一般不超过 8000 字（包括图表和公式）。②论文格式参照《岩土工程学报》征稿启事，英文摘要暂不要求；③请务必注明作者详细通讯地址、邮编、联系电话及电子邮箱地址；④投稿论文需提供电子文档或打印稿一式两份。

**征文日期安排：**①提交全文截止日期：2017 年 6 月 30 日投稿作者将论文电子版发送至邮箱 psjgzw@163.com。②论文录用通知日期：2017 年 7 月 31 日，组织专家对投稿论文进行评审，录用通知及修改意见将在 2017 年 7 月 31 日前通知作者。③修改稿提交截止日期：2017 年 8 月 31 日，作者根据修改意见和排版要求定稿，于 2017 年 8 月 31 日前将修改稿电子版发到会议组委会。

**会议联系方式：**学会总联系人，关云飞（13770938628）；论文投稿联系人，耿之周（15850597239），占鑫杰（18724008048）；技术展览联系人，郑澄峰（13851747826），徐锴（18516158019）。地址：南京市虎踞关 34 号南京水利科学研究院岩土工程研究所（210024）。E-mail：psjgzw@163.com。

（大会组委会 供稿）