

文章编号: 1001-4888(2020)04-0712-07

EKG 用于排水加固细粒尾矿的试验研究^{*}

易富¹, 余忠银², 杜常博²

(1. 辽宁工程技术大学 建筑与交通学院, 辽宁阜新 123000; 2. 辽宁工程技术大学 土木工程学院, 辽宁阜新 123000)

摘要: 针对尾矿干式堆存后期尾矿坝受到外来水及内部孔隙水侵害的问题, 采用电动土工合成材料(EKG)对非饱和细粒尾矿砂进行室内脱水试验, 研究 EKG 对非饱和尾矿砂含水率、沉降量和抗剪强度的影响以及电化作用。研究表明: 随着阴极电渗水不断排出, 基质吸力增大, 产生颗粒表面黏聚力, 导致有效应力增加, 从而土体强度增大; 电流呈现出先短暂增加, 随后按照负指数的规律衰减; 电势在土体电阻增大的作用下发生降低, 且在阳极附近电势降特征显著; 末期电渗作用受界面电阻抑制, 排水速率缓慢。EKG 室内脱水试验后的尾矿砂含水率降低, 抗剪强度提高, 表现出较好的加固效果。

关键词: 电土工合成材料; 细粒尾矿; 脱水试验; 含水率; 抗剪强度

中图分类号: X43

文献标识码: A

DOI: 10.7520/1001-4888-18-220

0 引言

机械脱水后的尾矿砂属非饱和细粒土, 在压实度难以保证的情况下, 尾矿砂随降雨量增大易产生过饱和现象, 而现阶段对细粒尾矿坝的渗透系数及计算方法还保留在湿排阶段, 很难确定干排尾矿坝浸润线水位^[1], 一旦外来水进入尾矿库未迅速被排出, 坝体浸润线发生剧烈波动, 将会引起尾矿坝边坡发生失稳等灾害, 危及矿山和下游人民的生命财产安全^[2]。尾矿干堆技术优势明显, 对矿山企业极具吸引力, 有望取代传统湿排法成为未来尾矿处理的主流工艺, 自然水的防治与排出对矿山企业干堆尾矿坝的安全运营具有重要的意义。目前国内外对干堆库的水处理研究较少, 工程上多采用周边设置排水管井、坝肩溢洪道、马道内侧设截水沟等排水防洪设施控制外来水对干堆坝产生的影响, 但是这些工程设施只起到排水泄洪作用, 未涉及如何解决细粒尾砂孔隙水排出的问题。刘汉龙等^[3]、王军等^[4]采用真空预压与电渗结合进行了软土地基室内试验。电动土工合成材料(electro-kinetic geosynthetics, 简称 EKG)^[5]的出现为低渗透性土排水加固提供了新的思考。邱晨辰等^[6]使用 EKG 真空联合电渗进行软黏土室内研究。孙召花等^[7]、Jones 等^[8]、Tyagi^[9]利用 EKG 处理工程污水污泥、含高浓度金属污染物的城市淤泥等均获得理想的排水加固效果。Evans^[10]利用电动脱水解决了细粒砂土引起的道路地基冻胀问题。Shang 等^[11]、Sébastien 等^[12]将 EKG 应用于油砂尾矿的脱水处理研究中。EKG 的应用研究从处理软黏土、淤泥质土地基扩展到尾矿工程, 为精细尾矿的排水与加固提供了有利的研究基础。

通过对国内外学者采用 EKG 处理低渗透性土的试验研究发现, EKG 具有较好的排水加筋功能, 是处理低渗透性土的理想材料。针对干排金尾矿 90% 以上的粒径低于 0.075mm, 渗水后表现出黏性和可塑性, 具有类橡皮土性质, 在常降雨地区土体孔隙水影响坝体安全的问题, 本文采用室内试验研究 EKG 对非饱和细粒金尾矿的脱水固结效果, 以期对多雨地区的矿山尾矿坝体堆筑与失稳防控提供一定参考。

^{*} 收稿日期: 2018-09-27; 修回日期: 2018-12-03

基金项目: 国家自然科学基金资助项目(51774163); 辽宁省教育厅科研基金项目(LJYL054); 鞍钢科研项目(2018-科 A19)

通讯作者: 易富(1978—), 男, 博士, 博导, 教授, 主要从事环境岩土与道路工程方面的研究。Email: yifu9716@163.com

1 试验方案

1.1 试验原理

EKG 对处理的土颗粒无要求,能有效排出渗透系数极低的土粒中的孔隙水或结合水,同时起到加固作用。排水以电渗原理为核心,在土体电极两端通以直流电源,土中自由水与弱结合水因自身分子带有极性^[13],在外加电场驱动作用下可被拖拽向阴极排出,达到土体脱水目的。

1.2 试验器材

试验所用仪器材料包括 40V 电源电压,高精度万能电表,信息采集仪,TDR-315L 土壤水分传感器,位移计,CYY4 微型孔隙水压力传感器,外部尺寸 50cm×45cm×45cm 的试验箱,含水率 27%、体积 0.072m³ 的尾矿细砂,尺寸 45cm×45cm、单位面积质量 200g/m² 的土工织布,网眼大小为 2mm×2mm、外部尺寸 40cm×40cm 的导电铜丝编织网,直径 1.0mm、30cm 长的不锈钢丝,塑料排水板和绝缘导线。

试验尾矿砂采自吉林老金厂金矿干堆尾矿库,将所取尾矿砂按 27% 含水率加蒸馏水搅拌均匀静置 12h。尾矿粒度组成特性见表 1,基本物理力学性质见表 2。

表 1 尾矿砂粒度组成特性

Tab.1 Tailings sand characteristics of size composition

颗粒组成百分比/%				不均匀系数 C_u	曲率系数 C_c
0.5~0.15mm	0.15~0.074mm	0.074~0.005mm	<0.005mm		
12.17	16.02	62.28	9.53	1.37	0.94

表 2 尾矿砂基本物理力学性质

Tab.2 Basic physical and mechanical properties of tailings sand

相对密度 /($\text{g} \cdot \text{cm}^{-3}$)	孔隙比 e	塑性指数	渗透系数 /($\text{cm} \cdot \text{s}^{-1}$)	内摩擦角 $\varphi/^\circ$	黏聚力 c/kPa
2.79	0.92	12.18	3.49×10^{-7}	6.02	4.73

1.3 试验装置

试验箱由试验槽、蓄水池、铜丝网电极板、土工织布、排水板、量筒等组成。试验箱整体外形尺寸为 50cm×45cm×45cm,左右两侧蓄水池空间尺寸为 5cm×45cm×40cm,蓄水池底部中心设计直径为 1.0cm 的圆形排水孔,正下方放置容积 250ml 量筒盛放电渗滤液。中间部分为 40cm×45cm×45cm 的试样槽。试验槽土样装填高度为 40cm,分 8 层逐次填土并压实,并在对应位置埋设传感器。EKG 由导电铜丝编织网、土工织布及排水板构成,铜丝网电极向内贴近土体,土工织布层向电极外侧布置,40cm×35cm 矩形排水板紧接布置在土工布外侧,形成具有排水通道的阴阳两极板。土工织布作为反滤层起到过滤滤液并防止颗粒堵塞排水通道作用;排水板水平与模型槽壁保持一定间距,防止电极对周围土体产生影响,竖向与试验槽底部预留 3cm 距离,方便导流电渗水至阴极蓄水池内,通过排水孔流入量筒。试验过程中通过测定量筒增加的体积确定电渗排水量,试验装置立面图如图 1(a)所示。

试验检测元器件包括电势测针、位移计、负孔隙水压力传感器、TDR 土壤水分传感器等。负孔隙水压力传感器布置在距试验槽底部 20cm 处,测点用 a~e 表示;试验土样表面 A、B、C 和 D 4 点放置位移计观测电渗过程土体的沉降变化;电势测针采用 5 根直径 1mm、长度 30cm 的不锈钢丝,待土样装填完成后,将测针竖直插入试验槽上方 15cm,D1~D5 表示 5 个电势测点。各测点布置间距如图 1(b)所示。

2 试验结果分析

2.1 负孔隙水压力

试验装置通电后,每 10h 进行一次测点检测,180h 后停止通电,试验记录的 5 个负孔隙水压力随时间变化曲线如图 2 所示,产生的这种压力也可以看成是基质吸力,它与土颗粒孔隙之间的含水率密切相

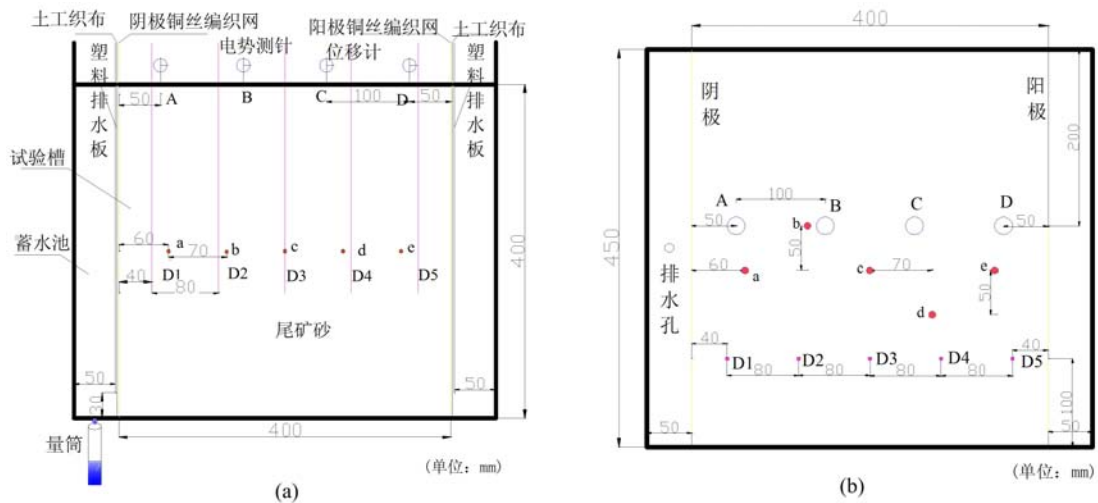


图 1 试验装置示意图

Fig. 1 Schematic diagram of test device

关^[14]。随着试验的进行,尾矿砂中的水分子在外电场作用下不断从阳极流向阴极,试验土体含水率降低,孔隙水压力逐渐消散,负孔隙水压力开始增加;同一水平高度,相同试验时间,越靠近阳极测点,其压力值越大,产生的压力梯度促进水分子迁移,电渗效果显著。电渗过程中,土中气体与水相互连通,收缩膜表面张力变大,基质吸力开始增加,颗粒产生向外的反力,表面黏聚力产生,土体强度增大;末期土体含水量明显减少,水分子间将不再连续,弯液面消失,不再产生表面黏聚力,随吸力的持续增大和电场驱动的作用,阳极附近含水率继续降低,土体强度开始减小。

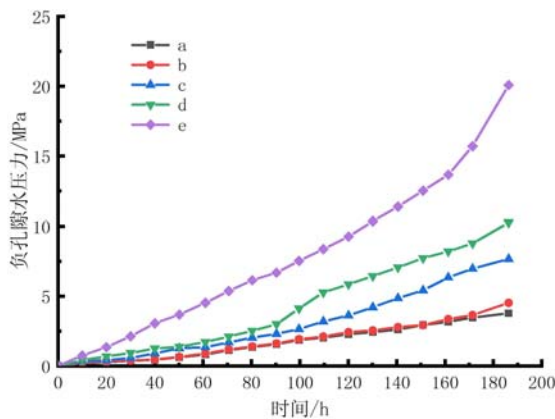


图 2 负孔隙水压力随时间变化曲线

Fig. 2 The curves of negative pore water pressure versus time

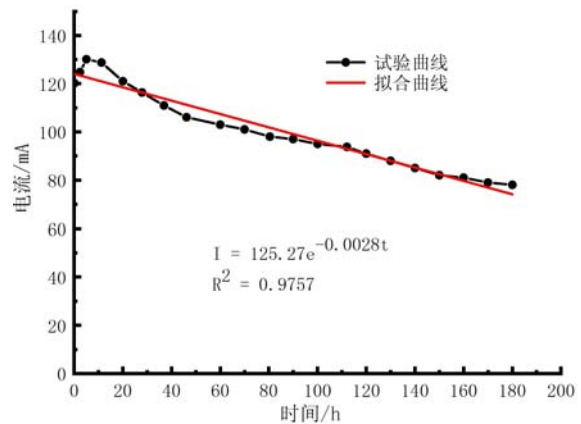


图 3 电流随时间变化曲线

Fig. 3 The curve of current versus time

2.2 电流

用高精度电流表每 10h 测量一次随时间变化的电流值,得到如图 3 所示电流随时间变化曲线。由图 3 可知:电流呈现出先短暂增加,后逐渐衰减的规律,衰减趋势符合负指数函数形式,这与电渗法处理软黏土地基和油砂尾矿的研究结果相似,但变化规律不同。受尾矿砂复杂的组成成分影响,初始阶段土体水分含量较高,水充当良好导电介质,与尾矿自身含有的导电物质共同增强土体导电能力,前 20h 内试验电流比初始电流大;电渗作用加强,滤液加速排出,土体含水率降低,电阻增大,电流开始发生衰减;随着两极间负孔隙水压力梯度的增大,促进土中水迁移,土体电阻对电流的抑制作用降低,电流衰减的曲线斜率逐渐减小。

2.3 电势

将高精度万能表轻触电势测针尖端 5cm 处,测得距离底面 15cm、从阴极到阳极 5 个不同位置的电

势随时间变化曲线。由图4电势分布曲线可知:除靠近两极测点外,电势几乎呈线性分布,在距离阳极40cm处发生显著电势降;同一位置0h电势最大,试验开始后电势发生降低,末期电势降数值趋于稳定。电势发生的损失与土体电阻率增大密切相关,若不考虑电流引起电阻率的变化,即0h电场均匀,从阴极至阳极电势呈直线分布;电渗开始后,土体含水率降低,介质改变引起电场发生不均匀变化,从而各点电势出现不均匀损失;阳极附近极性分子迁移数量最多,含水率最低,界面电阻最大,出现显著电势降;后期电化学作用产生的气体及难溶物质被EKG及时排出,降低了阴极区电阻增加趋势。

尾矿砂主要成分为石英,其导电能力很弱,当土体通电时,孔隙水及孔隙水中金属物质是传导电流的主要介质,随着土中各点孔隙水排出,土体孔隙比减小引起饱和度降低,土颗粒周围连续水膜消失,电阻率迅速变大。电渗过程是能量的转换,电能驱动极性分子运动,土体离子活跃性变强,滤液减少,电阻率增大。随着电渗的加深,土体体积缩小,电流面扩散,导电面积比减小,同时电能的消耗需求加速阳极发生质量损失,钝化的电极与土体界面间电阻变大,电流作用降低,电势降发生。

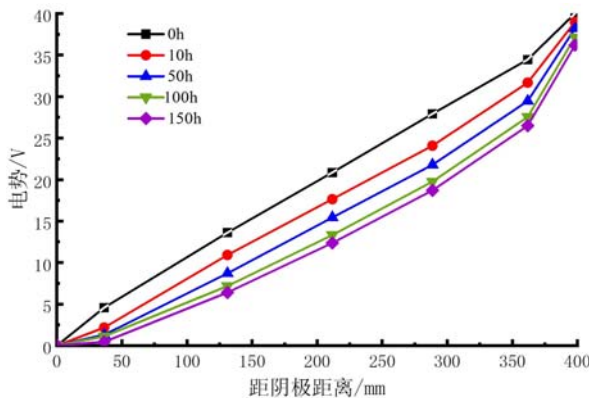


图4 距底面15cm处电势随时间变化曲线

Fig. 4 The curves of potential versus time at 15cm from the bottom

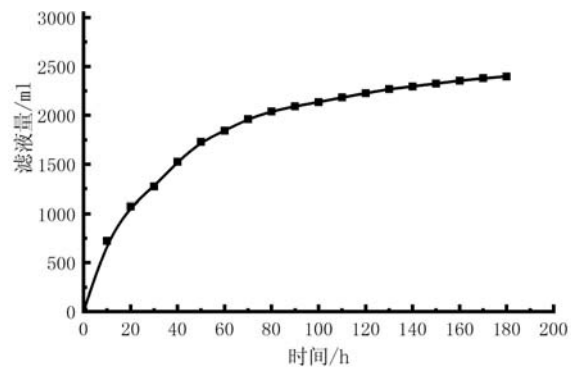


图5 滤液量随时间变化曲线

Fig. 5 The curve of filtrate versus time

2.4 滤液量与排水速率

随着试验的进行,每间隔10h观察一次量筒滤液体积,绘制如图5所示滤液量随时间变化曲线和图6所示电渗排水速率随时间变化曲线。试验前10h收集的滤液体积接近750ml,至滤液体积达2000ml后曲线随时间变化逐渐平缓,到试验末期速率稳定在5ml/h左右。有限含水量在EKG通电作用下排出的体积以快速增加后趋于饱和稳定,可归结为两点原因:一方面受尾矿自重影响,在本身水量相对较多的情况下滤液能容易地从土工织布过滤,流入量筒中;另一方面,电渗初期,导电介质发挥作用,电流强度增大,有效促进滤液排出。而中后期大部分水已得到顺利排除,剩下的土中弱结合水受张力作用,水分子迁移需要供给更多能量,同时伴随土体电阻的增大,能量需求也越来越大,这种能量的消耗依托于阳极铜丝网腐蚀,从而导致电极与土体接触表面电阻率增加,电流作用受到限制,排水速率变得十分缓慢。

2.5 尾矿砂物理力学性质分析

EKG室内脱水试验经过180h后断开电源,停止试验。观察4个位移计的变化,并用TDR传感器探头插入土样表层下20cm处检测A、B、C、D4个位置的含水率,最后从4个位移测点取试验尾矿砂做

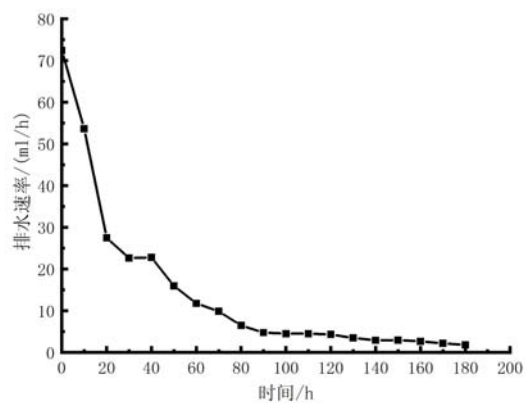


图6 电渗排水速率随时间变化曲线

Fig. 6 The curve of electroosmotic drainage rate versus time

直接剪切试验。电渗后 4 个不同位置的沉降值与黏聚力 c 值、内摩擦角 φ 值、含水率值分别如表 3、表 4 所示。

对电渗后的尾矿砂进行直剪试验发现: c 、 φ 值均提高, c 值最大提高到 1.94 倍,抗剪强度从阴极附近到阳极逐渐增加,在 C、D 间发生降低,此时阳极附近含水率减少 54.81%,测点沉降最大。根据有效应力原理,土体强度只随有效应力而变化,在对负孔隙水压力与含水率曲线分析时发现,负孔隙水压力的增大加快了孔隙水压力消散的速度,随表面黏聚力的产生,土体有效应力增加,强度提高。如表 3 所示,试验后的尾矿砂黏聚力较试验前显著提高,且随着距离阳极越近,负孔隙水压力越大,土体含水率越低,抗剪强度提高的越多;在 D 点 c 、 φ 值出现回落表明 CD 之间产生强度峰值,对应最佳含水率区间;负孔隙水压力继续增大,土体继续受压缩,体积逐渐减小,在阳极附近发生最大沉降。

表 3 电渗后不同位置的沉降值与 c 、 φ 值

Tab. 3 The value of sedimentation and c 、 φ at different positions after electroosmosis

测点/取样位置	A	B	C	D
沉降/mm	11.8	12.3	14.7	17.1
c/kPa	9.4	11.8	13.9	12.3
$\varphi/^\circ$	7.3	7.9	8.4	7.6

表 4 电渗后不同位置的含水率值

Tab. 4 The value of moisture content at different positions after electroosmosis

测点位置	阴极	B	C	阳极
含水率/%	17.7	15.6	13.8	12.2
减少百分比/%	34.44	42.22	48.89	54.81

EKG 通电 180h 后试验槽中尾矿砂含水率平均降至 15% 左右,经计算发现,电渗作用下实际减少的滤液体积远大于试验中从量筒获取的滤液体积。为进一步探究产生该结果的原因,假设水分子从阳极运动到阴极一次,试验经历时间为 t (单位:s),所得最终排水量用 Q_t 表示,单位 m^3 ,基于庄艳峰提出的电渗能级梯度理论^[15],考虑电流增量 Δm 对试验的影响,将试验电流的变化规律表达为时间的负指数函数形式:

$$I = (I_0 - \Delta m - I_t) e^{-at} + I_t \quad (1)$$

根据动量定理建立方程式:

$$t \cdot v(I_0 + \Delta m - I_t) = \rho Q_t \frac{\Delta x}{t} \quad (2)$$

式中, I 为电渗电流(A); I_0 是初始电流(A); Δm 为初始电流增量(A); I_t 为终止电流(A); t 为时间(s); a 为时间因子(s^{-1}); v 为电压(V); Δx 为两电极板间距(m); ρ 为水密度, $\rho=10^3 \text{ kg/m}^3$ 。电流增量与试验砂对电流的促进效果有关,金属尾砂或含导电物质的土样在电渗初期对电流的促进效果比一般工程土持续时间较长,电流增量值不应忽略。

假设存在一个流量系数 k_q 影响试验最终排水量 Q_t ,由式(1)和(2)可得:

$$Q_t = \frac{k_q v (I_{0\text{总}} + \Delta m - I_{t\text{总}})}{a^2 \Delta x} (1 - e^{-at}) \quad (3)$$

实际初始总电流:

$$I_{0\text{总}} = NI_1 \quad (4)$$

式中, N 是实际回路数; I_1 是初始单个回路电流(A)。

电渗排水流速计算公式表示为:

$$q = \frac{k_q v}{a^2 \Delta x} \frac{I_{0\text{总}} + \Delta m - I_{t\text{总}}}{A} e^{-at} \quad (5)$$

式中, Q_t 为最终排水量(m^3); q 为电渗排水流速($\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$); Δx 为阴极和阳极之间的距离(m); v 是通

电电压(V); A 为电流通过的截面面积(m^2)。

当 $t \rightarrow \infty$ 时, 流量系数 k_q 与最终滤液量 Q_∞ 的关系为:

$$k_q = \frac{Q_\infty a^2 \Delta x}{v(I_0 + \Delta m - I_\infty)} \quad (6)$$

由式(3)、(5)及(6)可知, 流量系数 k_q 对电渗排水量和排水流速均有影响, 且 k_q 的大小与电极布设、电流增量有关。将各已知值代入式(6)得到流量系数 k_q , 并代入式(3), 计算出 Q_t , $Q_{\text{测}} < Q_t < Q_{\text{实}}$ ($Q_{\text{测}}$ 为试验获得滤液量, $Q_{\text{实}}$ 为实际排出滤液量)。上述关系建立的前提是电能全部用于驱动极性分子向阴极移动, 而实际过程中部分电能则以热能的形式耗散掉, 且电流面存在扩散问题, 当电渗进一步加深, 电流扩散面将变大, 受电流密度影响, 电流作用下的极性分子并非全部到达阴极区。此外, 土中水的质量还受周围温度与电解作用影响, 因而出现理论公式计算值略小于实际减少值, 大于量筒收集到的滤液体积的结果。

阴极到阳极之间含水率分布、位移沉降值的浮动与电渗过程水分子移动方向一致; 试验处理土方 0.072m^3 , 总耗电 $0.709\text{kW} \cdot \text{h}$, 每立方米耗电 $9.8\text{kW} \cdot \text{h}$; 试验后阳极铜丝网钝化, 阴极铜丝网未发生任何变形, 两端土工织物无破损, 排水板外观完好无异样, 电渗消耗只在阳极导电物质中产生质量损失。

3 结论

通过 EKG 室内排水加固细粒尾矿砂试验, 研究其负孔隙水压力变化对抗剪强度的影响, 及试验中电流电势随时间变化的规律, 得出以下结论:

(1) 越靠近阳极测点, 负孔隙水压力梯度越大, 负孔隙水压力消散速度加快, 产生表面黏聚力, 土体有效应力增加, 电渗脱水效果显著。

(2) 受尾矿砂复杂的矿物组成成分影响, 电渗电流先增加, 后以负指数的规律衰减, 电流增量与流量系数 k_q 呈负相关关系, 土体电阻率随含水率降低而增大, 电流面扩散, 电流利用率降低, 阳极附近发生显著电势降。

(3) 经 EKG 作用 180h 后的尾矿砂含水率平均降低 45%, 抗剪强度提高, 土样表面沉降均匀, 表现出较好的排水固结加筋效果。

参考文献:

- [1] 傅灿, 文枚, 杨国刚, 等. 尾矿干堆工艺技术应用分析[J]. 有色金属(矿山部分), 2013, 65(2): 60—63 (FU Can, WEN Mei, YANG Guogang, et al. Application analysis of tailings dry stacking technology[J]. Non-Ferrous Metals (Mine Section), 2013, 65(2): 60—63 (in Chinese))
- [2] 于广明, 宋传旺, 潘永战, 等. 尾矿坝安全研究的国外新进展及我国的现状和发展态势[J]. 岩石力学与工程学报, 2014, 33(S1): 3238—3248 (YU Guangming, SONG Chuanwang, PAN Yongzhan, et al. Review of new progress in tailing dam safety in foreign research and current state with development trend in China[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics & Engineering, 2014, 33(S1): 3238—3248 (in Chinese))
- [3] LIU Hanlong, CUI Yunliang, SHEN Yang, et al. A new method of combination of electroosmosis, vacuum and surcharge preloading for soft ground improvement[J]. China Ocean Engineering (English Version), 2014, 28(4): 511—528.
- [4] 王军, 张乐, 刘飞禹, 等. 真空预压—电渗法联合加固软黏土地基试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2014, 33(S1): 4181—4192 (WANG Jun, ZHANG Le, LIU Feiyu, et al. Experimentai study of vacuum preloading combined reinforcement with electro-osmosis in soft clay ground[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics & Engineering, 2014, 33(S1): 4181—4192 (in Chinese))
- [5] 邹维列, 杨金鑫, 王钊. 电动土工合成材料用于固结和加筋设计[J]. 岩土工程学报, 2002, 24(3): 319—322 (ZOU Weilie, YANG Jinxin, WANG Zhao. Design methods of electro-kinetic geosynthetics for consolidation and soil reinforcement[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2002, 24(3): 319—322 (in Chinese))
- [6] 邱晨辰, 沈扬, 励彦德, 等. EKG 电极真空—电渗处理软黏土室内试验研究[J]. 岩土工程学报, 2017, 39(S1): 251—255 (QIU Chenchen, SHEN Yang, LI Yande, et al. Laboratory tests on soft clay using electro-osmosis in

- combination with vacuum preloading[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2017, 39(S1):251—255 (in Chinese))
- [7] 孙召花, 余湘娟, 高明军, 等. 真空—电渗联合加固技术的固结试验研究[J]. 岩土工程学报, 2017, 39(2):250—258 (SUN Zhaohua, YU Xiangjuan, GAO Mingjun, et al. Experimental studies on vacuum preloading incorporated with electro-osmosis consolidation for dredger fill[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2017, 39(2):250—258 (in Chinese))
- [8] Jones C J F P, Glendinning S, Huntley D T, et al. Case history-in-situ dewatering of lagooned sewage sludge using electrokinetic geosynthetics[C]. Geosynthetics International Conference on Geosynthetics, 2006:539—542.
- [9] Tyagi V K. Remediation of municipal wastewater sludge by electrokinetic geobox[J]. Geosynthetics International, 2006, 13(2):47—58.
- [10] Evans M D, Henry K S, Hayden S A, et al. The use of geocomposite drainage layers to mitigate frost heave in soils[M]. ASCE, 2014.
- [11] Shang J Q, Guo Y. A study on electrokinetic dewatering of oil sands tailings[J]. Environmental Geotechnics, 2014, 1(2):121—134.
- [12] Sebastien B G, Patricia D, Eric B, et al. Dewatering of oil sands tailings with an electrokinetic geocomposite[J]. Minerals Engineering, 2017, 100:177—186.
- [13] 焦丹, 龚晓南, 李瑛. 电渗法加固软土地基试验研究[J]. 岩石力学与工程学报, 2011, 30(S1):3208—3216 (JIAO Dan, GONG Xiaonan, LI Ying. Experimental study of consolidation of soft clay using electro-osmosis method[J]. Chinese Journal of Rock Mechanics & Engineering, 2011, 30(S1):3208—3216 (in Chinese))
- [14] 林鸿州, 李广信, 于玉贞, 等. 基质吸力对非饱和土抗剪强度的影响[J]. 岩土力学, 2007, 28(9):1931—1936 (LIN Hongzhou, LI Guangxin, YU Yuzhen, et al. Influence of matric suction on shear strength behavior of unsaturated soils[J]. Rock & Soil Mechanics, 2007, 28(9):1931—1936 (in Chinese))
- [15] 庄艳峰. 电渗排水固结的设计理论和方法[J]. 岩土工程学报, 2016, 38(S1):152—155 (ZHUANG Yanfeng. Theory and design method for electro-osmotic consolidation[J]. Chinese Journal of Geotechnical Engineering, 2016, 38(S1):152—155 (in Chinese))

Experimental study on EKG for drainage and reinforcement of fine tailings

YI Fu¹, YU Zhong-yin², DU Chang-bo²

(1. College of Architecture and Transportation, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China;

2. College of Civil Engineering, Liaoning Technical University, Fuxin 123000, China)

Abstract: Experimental study on the indoor electricity dewatering of non-saturated fine tailings with electro-kinetic geosynthetics (EKG) is performed aiming to understand the problem that tailings dam is affected by external water and internal pore water in the late dry storage of tailings. Dehydration treatment is conducted to study the effect of EKG on the moisture content, sedimentation amount and shear strength of unsaturated mine tailings and the electrochemical effects. The results show that as the cathodic electro-osmosis water is continuously drained, matric suction increases and particle surface cohesion appears, resulting in the increase of effective stress and soil strength. The current appears to increase briefly, and then decays as a function of negative exponents. The potential shows a significant drop near the anode with increasing the soil resistivity. End-electro-osmosis effect is inhibited by the interface resistance and the drainage rate becomes slow. After the EKG indoor dehydration test, the moisture content of the tailings sand decreases, and the shear strength increases, showing a better reinforcement effect.

Keywords: electro-kinetic geosynthetics (EKG); fine tailings; dewatering test; moisture content; shear strength