

博斯腾湖湿地沉积物渗透特性研究

李平平¹, 迪丽努尔·阿吉^{1,2}, 曼孜然·吐尔逊¹, 李波¹

(1. 新疆师范大学地理科学与旅游学院, 乌鲁木齐 830054;

2. 新疆干旱区湖泊环境与资源重点实验室, 乌鲁木齐 830054)

摘要: 渗透系数是重要的水文地质参数之一, 其大小直接或间接地影响着地表水与地下水的转化能力, 准确推算湿地床渗透系数具有重要的意义。以博斯腾湖湿地为研究对象, 将博斯腾湖湿地分为黄水沟区、大湖区、小湖区3个单元, 分别采用野外现场竖管试验法和室内颗粒分析法对其沉积物渗透系数进行测定。结果表明: (1) 2种实验方法均显示, 博斯腾湖湿地3个单元沉积物渗透系数大小关系为: $K_{\text{大湖}} > K_{\text{黄水沟}} > K_{\text{小湖}}$; (2) 对博斯腾湖湿地沉积物颗粒粒度进行分析发现, 湿地沉积物主要以黏土为主, 砂土次之。3个单元黏土含量关系为: 大湖区 < 黄水沟区 < 小湖区, 沉积物渗透系数与黏土含量呈负相关关系; (3) 对沉积物渗透系数进行空间变异性分析得知, 博斯腾湖湿地沉积物渗透系数自西向东、自北向南依次递增, 渗透系数最高的地段主要集中在白鹭洲附近。

关键词: 博斯腾湖湿地; 渗透系数; 野外现场竖管试验; 室内颗粒分析法

中图分类号: S714 **文献标志码:** A **文章编号:** 1674-3075(2017)02-0025-06

湿地是自然界水循环的重要组成部分, 其循环过程中包含地表水与地下水之间的相互转化, 这种转化对于水资源调节、维持生态系统正常的结构和功能具有十分重要的意义(范晓梅等, 2008)。在研究地表水和地下水系统水量交换关系时, 湿地沉积物渗透系数是重要的水文地质参数之一, 直接或间接地影响着地表水与地下水的转化能力(David et al., 2008)。渗透系数是指单位水势梯度下, 单位时间内通过一定面积的水量(雷华阳等, 2000); 也是岩土透水性强弱的数量指标, 又称水力传导度(伍艳等, 2011)。准确估算湿地沉积物渗透系数, 对确定地表水-地下水之间的转化关系、水量交换和污染物运移的量值与范围至关重要(赵佳莉等, 2014)。

近年来, 国内外学者对河床沉积物渗透系数试验高度重视并开展了大量研究。Chen(2005)在对内布拉斯加州东部沿普拉特河的研究中得出渗透系数符合正态分布; Christine等(2010)对Pajaro河河床沉积物渗透系数随时间和空间的变异性进行了分析, 认为地表水与地下水交换主要受到河流排泄、河

床输沙量以及河床水力性质的影响; 宋进喜等(2009)在美国布拉斯加州的普拉特河和布鲁河的试验结果显示, 河床上层沉积物的渗透系数数值比下层大; 张波等(2013)对影响渭河沉积物渗透系数的因素进行了研究, 结果表明锰、总磷、铁对沉积物渗透系数有影响, 且渗透系数有随着其含量增大而增大的趋势。以上对沉积物渗透系数的大量研究, 为定量分析地表水与地下水之间的水质、水量关系提供了有力支持。

博斯腾湖为新疆巴音郭楞蒙古自治州重要的水源地, 随着社会经济的发展, 地下水被大量开采, 导致地下水位下降, 并诱发了一系列生态环境负效应。由于近年来大规模工农业开发活动、自然环境的变迁以及焉耆盆地人口数量的剧增, 导致博斯腾湖生态环境急剧恶化。正确认识和运用自然规律, 采取科学方法解决好博斯腾湖环境变化带来的挑战已迫在眉睫。本文采用野外现场竖管试验法和室内颗粒分析法对博斯腾湖湿地沉积物渗透特性进行定量研究, 并运用Kriging空间插值法探讨博斯腾湖湿地沉积物渗透系数的空间变化规律, 旨在为水资源合理配置和湖泊科学管理提供决策参考。

1 材料与方法

1.1 研究区概况

博斯腾湖位于新疆维吾尔自治区巴音郭楞蒙古自治州天山南坡焉耆盆地东南, 地理位置 $41^{\circ}45' \sim 42^{\circ}15'N$, $86^{\circ}00' \sim 87^{\circ}26'E$ (图1)。博斯腾湖水位

收稿日期: 2016-05-04

基金项目: 国家自然科学基金项目(41261003); 自治区自然科学基金项目(2014211A048); 新疆维吾尔自治区科技支撑计划项目(201533111); 新疆师范大学地理科学与旅游学院地理学博士点支撑学科开放课题(XJNU-DL-201505)。

作者简介: 李平平, 1989年生, 女, 硕士研究生; 主要从事自然资源开发与规划研究。E-mail: 1656345148@qq.com

在 1 048.50 m 时,水域面积为 1 210.50 km² (伊丽努尔·阿力甫江等, 2015), 是新疆最大的湖泊, 也是我国最大的内陆淡水湖泊。博斯腾湖深居亚欧大陆腹地, 远离海洋, 因高山阻挡, 受海洋水汽影响微弱, 属于典型的大陆性干旱气候。该区域干旱少雨、蒸发强烈、日照长, 年平均气温 8.0~8.6℃, 最高气温 39℃, 最低气温 -30.40℃。年平均降水量为 50~100 mm, 降水主要集中在 7~9 月, 蒸发量达 2 000~2 450 mm。博斯腾湖是一个吞吐型的湖泊, 湖水主要依赖地表径流补给。它既是开都河的尾间, 又是孔雀河的源头, 兼有开都河来水的水资源调控、孔雀河流域农田灌溉、工业及城乡生活用水、区域生态环境保护 and 向塔里木河中下游紧急调水等多种功能。对于干旱地区来说, 博斯腾湖作为重要的自然资源和经济保障, 对维护当地的生态安全、经济发展和社会稳定具有无法替代的重要作用。

1.2 单元划分及采样点布设

将博斯腾湖湿地划分成若干独立的单元, 通过遥感数据和地形图, 并结合实地调研对研究区进行了分析。根据 1986-2011 年中的 8 张 Landsat TM 和 Landsat ETM⁺ (分辨率分别为 30 m 和 15 m) 遥感影像数据的解译结果, 获得了研究区水面分布情况, 并且利用 GIS 分析软件使用博斯腾湖湿地地形图生成 DEM 数字高程图, 将水面分布图和 DEM 图进行叠加分析后发现, 博斯腾湖湿地在丰水年份常常形成大的连续水体, 丰水年份过后, 由于干旱区强烈的蒸发, 湿地水量逐渐减少, 连续的水体随之开始破碎化, 在博斯腾湖西南及西北部分往往形成若干存水的洼地状态, 使得博斯腾湖湿地形成若干相对独立的湿地单元。

本文据此将博斯腾湖湿地划分为黄水沟区(A区)、大湖区(B区)和小湖区(C区)3个湿地单元(图1)。于2015年11月7-11日, 实施了野外布点和采样, 将图1所示的A₁、A₂、A₃和B₁、B₂、B₃、B₄以及C₁、C₂、C₃分别作为黄水沟区、大湖区、小湖区的野外现场竖管试验及室内颗粒分析试验点展开试验研究; 其中, 大湖区的西部为主要产流区, 渗透特性变化较为剧烈, 而大湖区东部、南部为渗流区, 渗透特性基本相似, 因此该区采样点选择主要集中在大湖区西岸进行。野外现场竖管试验结束后, 在上述3个单元的湖泊断面, 距离竖管实验0.5m处, 自上而下分别采集10 cm、20 cm、40 cm深度处的沉积物, 将其装在备好的洁净塑料袋中, 带回实验室进行室内颗粒分析试验。

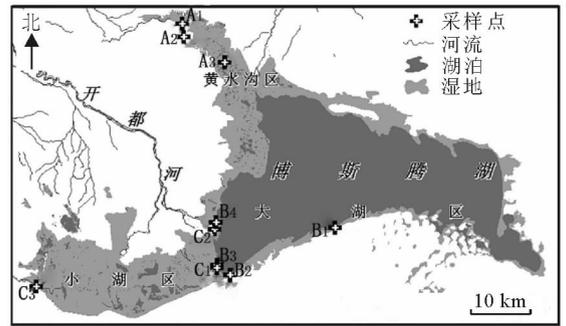


图1 博斯腾湖湿地样点

Fig.1 Location of the sampling sites in Bosten Lake wetland

1.3 野外现场竖管试验

分别在黄水沟区、大湖区、小湖区设置野外现场竖管试验点, 采用水头下降竖管渗透试验法测定湿地沉积物渗透系数(图2)。首先, 将长为 1 m、管径分别为 75 mm 和 110 mm 的直状 PVC 管依次快速插入湿地沉积物 50~60 cm 深处。插入过程中始终保持竖管直立, 这样竖管内将会形成厚度为 L 的沉积物, 向竖管注满试验点湖水, 立即测定管内外水位和管内沉积物厚度。根据竖管内水位变化情况, 每隔约 10 min 记录 1 次管内水位下降值, 至少 4 次, 共获得 30 组数据。计算渗透系数(Chen, 2004)。

$$K = \frac{L}{t_2 - t_1} \ln \frac{h_1}{h_2} \quad (1)$$

式中: K 为渗透系数(m/d); h 为竖管内水面相对于管外水面的高度(m); L 为管内沉积物厚度(m); h_1 、 h_2 分别为 t_1 、 t_2 时刻管内水位(m)。

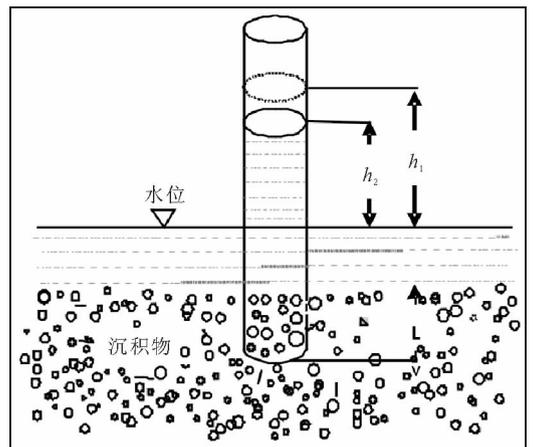


图2 竖管示意图

Fig.2 Schematic diagram of the wild field standpipe used for field testing of sediment permeability

1.4 沉积物粒径

将采集的土样进行除杂、晾晒、研磨等处理后, 于 2015 年 12 月送中国科学院新疆生态与地理研究

所中心实验室进行颗粒分析, 颗粒分析采用马尔文激光粒度分析仪 (Mastersizer 2000, 英国)。参考 Alyamani & Sen(1993) 公式计算沉积物样品的渗透系数值:

$$K = 1300 [I_0 + 0.025(d_{50} - d_{10})]^2 \quad (2)$$

式中: K 为渗透系数 (m/d); I_0 是由点 (d_{50} , 50%) 和 (d_{10} , 10%) 形成的直线在粒径轴上的截距, 因此与 d_{50} 、 d_{10} 具有相同的量纲 (mm); d_{10} 为有效粒径 (mm); d_{50} 为中线粒径 (mm), 且 d_{50} 、 d_{10} 可以从颗粒级配曲线上查读。

2 结果与分析

2.1 湿地沉积物渗透系数随深度的变化

依据野外现场竖管试验及测定所得数据, 通过式(1)对沉积物渗透系数进行计算, 结果表明, 黄水沟区、大湖区、小湖区 3 个单元渗透系数值在 0.01 ~ 10.83 m/d, 平均值为 1.54 m/d (图 3)。沉积物渗透系数随其深度增加呈递减态势。黄水沟区沉积物渗透系数为 0.01 ~ 0.20 m/d, 平均值为 0.12 m/d; 其中 A_1 、 A_2 、 A_3 试验点, 当竖管管径分别为 75 mm 和 110 mm 时, 沉积物渗透系数随其深度增加而减小, 但其变化较小; 大湖区沉积物渗透系数为 0.01 ~ 10.83 m/d, 平均值为 2.53 m/d。当竖管管径分别为 75 mm 和 110 mm 时, 大湖区 B_3 、 B_4 、 B_1 试验点沉积物渗透系数随其深度增加而减小。当竖管管径为 75 mm, 沉积物深度为 20 cm 时, 渗透系数达到最大值, 为 10.83 m/d, 沉积物深度为 40 cm 时, 渗透系数出现最小值, 为 0.01 m/d。当管径为 110 mm 时, 大湖区 B_2 试验点沉积物渗透系数随其深度增加亦呈递减态势。当竖管管径为 110 mm 时, 结果则相反。小湖区沉积物渗透系数为 0.01 ~ 0.09 m/d, 平均值为 0.03 m/d。在 C_1 、 C_2 、 C_3 试验点, 当竖管管径为 75 mm 时, 沉积物渗透系数随其深度增加而减小, 与之相反, 当竖管管径为 110 mm 时, 沉积物渗透系数则随其深度增加而增加。沉积物深度为 40 cm 时, 沉积物渗透系数达到最大值, 为 0.06 m/d。

通过室内颗粒分析发现, 大湖区 B_1 、 B_4 及小湖区 C_1 试验点沉积物渗透系数随其深度增加呈现显著的递增趋势 (图 4)。沉积物深度为 10 cm 时, 渗透系数最小; 40 cm 时, 渗透系数最大。黄水沟区 A_3 试验点沉积物渗透系数随其深度增加而递减, 沉积物深度为 10 cm 时, 渗透系数最大, 40 cm 时渗透系数最小; 其他各试验点沉积物渗透系数非常小, 并趋

于稳定。经比较分析发现, 野外现场竖管试验和室内颗粒分析测得湖泊湿地各单元沉积物渗透系数大小关系均为: $K_{\text{大湖}} > K_{\text{黄水沟}} > K_{\text{小湖}}$ 。

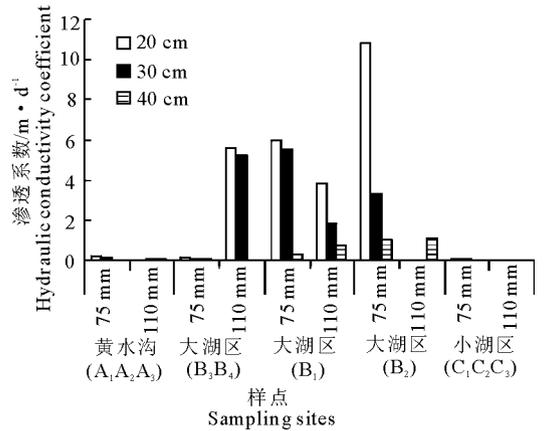


图 3 野外现场竖管试验结果

Fig. 3 Permeability coefficients in the three sampled areas of Bosten Lake wetland using the wild field standpipe method

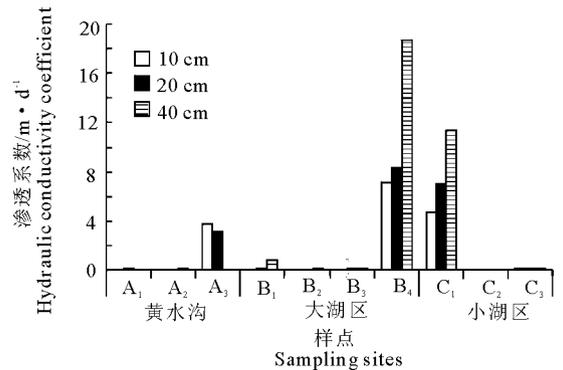


图 4 室内颗粒分析试验结果

Fig. 4 Permeability coefficients in the three sampled areas of Bosten Lake wetland determined by laboratory analysis

2.2 湿地沉积物颗粒粒度

粒度分析是对沉积物分析的重要手段之一 (王勇等, 2016)。参考 Chen(2007) 的划分方法, 将沉积物依据粒径范围分为黏土、砂土及砾石, 即: 粒径 < 0.075 mm 为黏土; 粒径 0.075 ~ 2.0 mm 为砂土; 粒径 > 2.0 mm 为砾石。分析结果表明, 博斯腾湖湿地沉积物主要由黏土和砂土组成, 基本不含砾石, 因此本文将忽略砾石对研究区沉积物渗透系数的影响。由表 1 可知, 大湖区、小湖区、黄水沟区三大单元黏土含量和其平均值分别为 3.3% ~ 89.92% 和 38.04%、65.47% ~ 86.75% 和 71.65%、13.36% ~ 91.75% 和 64.82%。黏土含量: 大湖区 < 黄水沟区 < 小湖区。对渗透系数的计算结果显示, 大湖区渗透系数较高, 范围在 6.9×10^{-5} ~ 18.87 m/d,

平均值为 3.89 m/d; 黄水沟区范围和平均值为 $4.81 \times 10^{-4} \sim 3.73$ m/d 和 0.77 m/d; 小湖区范围和平均值为 0.01 ~ 0.08 m/d 和 0.02 m/d。比较各单元黏土含量及沉积物渗透系数, 并通过 SPSS17.0 软件分析可知, 博斯腾湖湿地沉积物渗透系数与沉积物黏土含量呈负相关关系(图 5), 即黏土含量高的试验点, 渗透系数低。

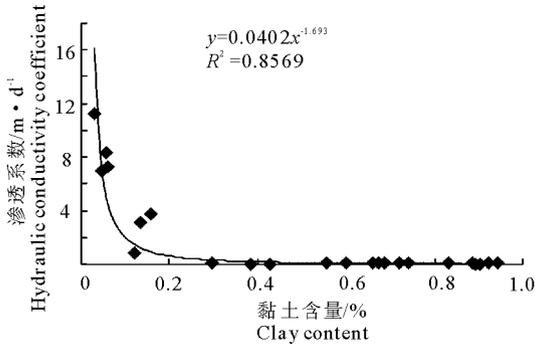


图5 博斯腾湖湿地沉积物渗透系数与沉积物黏土含量相关关系

Fig.5 Correlation of permeability with clay content in the sediments of Bosten Lake wetland

根据沉积物分类和命名(表 1)原则, 黄水沟区

和小湖区的沉积物类别较为接近, 均为含粗粒的细粒土, 按照窦宜等(1987)的划分方法, 则均属于低渗透性介质, 其渗透系数较为接近。大湖区实验点的沉积物为细粒土质砂, 属于中渗透性介质。各湿地单元测得沉积物粒径与野外现场竖管试验所得渗透系数趋于吻合。

2.3 湿地沉积物渗透系数的空间变异性

3 个湿地单元中, 大湖区沉积物渗透系数最大, 其野外竖管试验和室内颗粒分析试验所得渗透系数平均值分别为 2.53 m/d 和 3.89 m/d; 黄水沟区和小湖区沉积物渗透系数较小, 其中黄水沟区野外现场竖管试验法和室内颗粒分析法所得沉积物平均渗透系数为 0.12 m/d 和 0.77 m/d, 小湖区则为 0.03 m/d 和 0.02 m/d。

利用 Kriging 空间插值法对博斯腾湖湿地渗透系数空间变异性进行分析, 结果发现, 室内颗粒分析试验测得沉积物渗透系数空间变异较野外现场竖管试验测得空间变化更为显著(图 6), 但二者均显示共同的变异趋势, 即博斯腾湖湿地沉积物渗透系数自西向东、自北向南依次递增, 渗透系数最高的地段主要集中于白鹭洲附近。

表 1 博斯腾湖湿地沉积物分类和命名

Tab.1 Classification and nomenclature of sediments in the Bosten Lake wetland

实验点	粗砂	中砂	细砂	粉粒	粘粒	沉积物名称
	0.5 - 2.0 mm	0.25 - 0.5 mm	0.075 - 0.25 mm	0.005 - 0.075 mm	≤ 0.005mm	
黄水沟	0.27	9.55	27.70	47.41	15.07	含粗粒的细粒土
大湖区	4.93	26.22	37.23	27.76	3.87	细粒土质砂
小湖区	0.36	2.26	31.03	58.15	8.20	含粗粒的细粒土

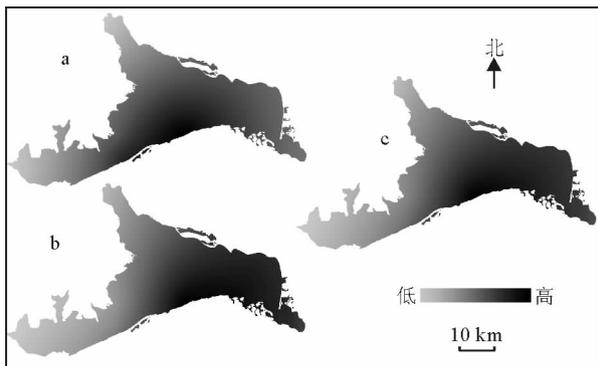


图 6 博斯腾湖湿地沉积物渗透系数空间分布

(a: 野外现场竖管试验; b: 室内颗粒分析法; c: 最终得出的博斯腾湖湿地渗透系数空间分布)

Fig.6 Spatial distribution of sediment permeability in Bosten Lake wetland

(a: results from field testing; b: results from lab analysis; c: final result using both methods)

3 讨论

3.1 野外现场竖管实验影响因素分析

通过野外现场竖管试验和室内颗粒分析试验研究博斯腾湖湿地不同单元沉积物渗透系数, 发现 $K_{大湖} > K_{黄水沟} > K_{小湖}$, 但垂直方向上沉积物渗透系数变化规律不尽相同。野外现场竖管试验显示, 沉积物渗透系数随其深度的增加呈现递减趋势, 沉积物结构中, 下层由于沉积时间长, 同时上层沉积物对其压力作用而使下层结构更致密, 因而导致对于比较松散的上层沉积物其渗透性略小(来文立等, 2013)。室内颗粒分析试验则显示沉积物渗透系数随其深度增加呈现递增态势。这可能与野外现场竖管法采用一维垂流, 其测定的渗透系数是土壤平行于试验管方向的属性有关, 竖管内的湖水渗透管内沉积物之后, 流出管口后继续垂直向下渗透, 同

时向水平或非垂直方向渗透(王志华,2007);此外,有学者认为用颗粒物粒径公式计算渗透系数较适合于砂质或松散的沉积物,对黏土和淤泥渗透系数的计算适应性较差(朱正军等,2003;卫伟等,2007)。博斯腾湖湿地沉积物主要是以黏土为主,砂土次之,故其渗透系数测量受到影响。

3.2 室内颗粒分析影响因素分析

一般认为河湖沉积物渗透系数主要由沉积物颗粒粒径大小决定。大粒径含量较多的试验点,颗粒之间孔隙较大,水的渗透路径较畅通,河流通过沉积物颗粒进入河床的渗透率较大;小粒径沉积物具有较小的孔隙率,且由于其粒径较小,颗粒在大颗粒中填充,在一定程度上会降低沉积物的渗透能力,当粒径很小的颗粒物大量堆积时就会产生淤塞(王珍等,2013)。室内颗粒分析发,博斯腾湖沉积物以黏土为主,砂土次之,3个单元渗透系数为:小湖区 < 黄水沟区 < 大湖区,可见沉积物颗粒大小及黏土含量是影响沉积物渗透系数关键因素;这与罗兰等(2016)的研究趋于吻合。大湖区南部接壤艾力森乌拉沙漠北缘,说明沙漠是主要影响因子;小湖区黏土含量最大,主要与该地芦苇沼泽泥炭层有关,根据长春地理研究所调查资料显示,西南小湖区芦苇沼泽区泥炭层的最大厚度可达 3.49 m,泥炭层中含黏土和细沙,主要由沉积物构成(刘月杰,2004);每个研究单元沉积物的理化性质和成因均有所不同因而测定的 K_v 。此外,沉积物的盐化情况也能影响沉积物渗透性,在干容重相同的情况下,渗透系数随着含盐量的增加而减小(邓友生,2006)。

参考文献

邓友生,何平,周成林,等,2006. 含盐土渗透系数变化特征的试验研究[J]. 冰川冻土,28(5):772-775.

窦宜,1987. 土工实验与测定技术[M]. 北京:水利电力出版社:25-40.

范晓梅,刘高焕,束龙仓,等,2008. 黄河三角洲沉积环境和沉积物渗透系数的现场实验测定[J]. 水资源与工程学报,19(5):6-10.

雷华阳,张文殊,张喜发,2000. 盐渍土渗透性测试和渗透系数计算方法[J]. 长春科技大学学报,30(2):173-176.

刘月杰,2004. 博斯腾湖芦苇湿地生态恢复研究[D]. 北京:北京化工大学.

罗兰,武胜利,刘强吉,2016. 博斯腾湖湖岸沉积物磁化率和粒度特征分析[J]. 水土保持研究,23(6):346-351.

王勇,韩广,杨林,等,2016. 河岸沙丘粒度分布特征[J]. 干旱区研究,33(1):210-214.

王珍,宋进喜,沈鹏云,等,2013. 河床沉积物物理化学性质对渗透系数的影响研究:以渭河为例[J]. 水土保持通报,33(5):50-54.

来文立,宋进喜,沈鹏云,2013. 渭河河床沉积物垂向渗透系数深度变化分析[J]. 西北大学学报:自然科学版,43(1):109-114.

王志华,2007. 黄河下游渗漏补给地下水水量研究[D]. 南京:河海大学.

卫伟,陈利顶,傅伯杰,等,2007. 黄土丘陵沟壑区极端降雨事件及其对径流泥沙的影响[J]. 干旱区地理,30(6):896-901.

伍艳,王玮屏,任海平,等,2011. 水-土作用对土体渗透系数的影响研究[J]. 水文地质工程地质,38(6):39-43.

伊努努尔·阿力甫江,海米提·依米提,麦麦提吐尔逊·艾则孜,等,2015. 1958-2012年博斯腾湖水位变化驱动力[J]. 中国沙漠,35(1):240-247.

张波,宋进喜,曹明明,2013. 渭河河床沉积物颗粒组成对渗透系数的影响[J]. 水土保持通报,33(5):40-44.

赵佳莉,王文科,王周锋,等,2014. 河床沉积物渗透系数空间变异性研究:以滦河下游为例[J]. 水文地质工程地质,41(3):13-20.

朱正军,赵克荣,2003. 干旱半干旱区径流调控造林技术研究[J]. 中国水土保持,(9):26-28.

Alyamani M S, Sen Z, 1993. Determination of hydraulic conductivity from complete grain-size distribution curves [J]. Ground Water, 31(4):551-555.

Chen X H, 2004. Streambed hydraulic conductivity for rivers in south-central Nebraska [J]. Journal of the American Water Resources Association, 40(3):561-573.

Chen X H, 2005. Statistical and geostatistical features of streambed hydraulic conductivities in the Platte River Nebraska [J]. Environmental Geology, 48(6):693-701.

Chen X H, 2007. Hydrologic connection of a stream aquifer-vegetation zone in south-central Platte River Valley, Nebraska [J]. Journal of Hydrology, 333(2):554-568.

Christine E H, Andrew T F, Chris R R, et al, 2010. Spatial and temporal variations in streambed hydraulic conductivity quantified with time-series thermal methods [J]. Journal of Hydrology, 389:276-288.

David P G, Scott Leahy, Helena Mitasova, et al, 2008. Spatial and temporal variability of streambed hydraulic conductivity in West Bear Creek, North Carolina, USA [J]. Journal of Hydrology, 358:332-353.

Permeability of Sediment in the Bosten Lake Wetland

LI Ping-ping¹, Dilinuer · Aji^{1,2}, Manzira · Tursun¹, LI Bo¹

(1. School of Geographic Science and Tourism, Xinjiang Normal University, Urumqi 830054, P. R. China;

2. Xinjiang Laboratory of Lake Environment and Resources in Arid Zone, Urumqi 830054, P. R. China)

Abstract: Permeability is an important hydrogeological parameter, directly and indirectly affecting the storage capacities of surface and groundwater. Thus, it is important to accurately determine the permeability of wetland soils and sediments. Bosten Lake is a key water resource of Bayangol Mongol Autonomous Prefecture in Xinjiang and plays a vital role in maintaining the local ecology, economic development and social stability. In this study, we investigated the permeability of sediments in Bosten Lake wetland using wild field standpipe testing and laboratory particle analysis. The results were then used to analyze the spatial variation in sediment permeability. From November 7–11, 2015, wild field standpipe tests were carried out at three units of the Bosten Lake wetland: Huangshuigou, Great Lakes and Small Lakes, with three sites in each unit. Sediment samples collected at 10 cm, 20 cm and 40 cm from each site were transported to the lab for analysis. Results show that: (1) Wild field standpipe testing gave sediment permeability coefficient ranges for Great Lakes, Huangshuigou and Small Lakes of 0.01–10.83 m/d, 0.01–0.20 m/d and 0.01–0.09 m/d, with an overall average value of 1.54 m/d, and the permeability decreased with increasing sediment depth. (2) Particle analysis indicated that sediments in Bosten Lake wetland were mainly clay, followed by sand. The order of clay content in the three units was as follows: Great Lakes < Huangshuigou < Small Lakes, and the permeability coefficient was negatively correlated with clay content. Based on laboratory analysis, the average permeability coefficient was highest in Great Lakes (3.89 m/d), followed by Huangshuigou (0.77 m/d) and Small Lakes (0.02 m/d), consistent with the order obtained by field measurements. (3) The permeability of sediments in the Bosten Lake wetland increased from west to east and from north to south, with the highest permeability coefficient in the area near Bailu Shoal.

Key words: Bosten Lake wetland; permeability coefficient; wild field standpipe test; laboratory particle analysis