

DOI: 10.20040/j.cnki.1000-7709.2023.20221264

# 沙漠高温干旱地区海绵城市雨水调蓄池渗流分析

燕 乔, 王 硕, 张 笋

(三峡大学水利与环境学院, 湖北 宜昌 443002)

**摘要:**为解决沙漠地区城市所存在的“雨季看海,旱时无水用”的问题,基于常规地区海绵城市的理念,结合某沙漠地区的实际气候地质情况,根据实地 N5-1 区域土层渗透试验所得到的试验数据进行计算,得出地下深度 5~50 m 土层的渗透系数,建立若干雨水调蓄池渗流分析方案,并对不同方案进行建模计算。结果表明,在雨水调蓄池周围填充高渗透材料及底部增设垂直回灌井相结合的结构方案可较好解决雨水无法有效渗透到地下含水层中的问题。

**关键词:** 沙漠高温干旱地区; 海绵城市; 雨水调蓄池; 渗透试验; 渗流分析

**中图分类号:** TV641.1

**文献标志码:** A

**文章编号:** 1000-7709(2023)03-0121-03

## 1 引言

目前沙漠地区城市存在的“逢雨必涝、雨后即旱”的现象使得城市雨水管理面临着降雨期间大量雨水未被有效收集利用而流走外排造成城市内涝成为影响城市安全发展的主要隐患,与未降雨期间沙漠地区城市严重缺水、水资源供应严重不足的矛盾日益突出<sup>[1]</sup>。沙漠地区城市可借鉴常规地区“低影响开发雨水系统”设计理念,即“海绵型城市”理念,以使得该地区在遭遇洪涝和干旱时具有较强的应对能力<sup>[2]</sup>;而雨水收集利用是“海绵型城市”实现的重要措施,该措施被认为是一种优化可利用水资源的新战略<sup>[3]</sup>,在所有的雨水收集利用方案中,雨水调蓄池受到了最大的关注<sup>[4]</sup>;研究表明,利用适当大小的雨水调蓄池收集雨水可用来控制雨水径流、减少城市内涝<sup>[5]</sup>;收集的雨水可被储存于雨水调蓄池或渗透池中,重新渗入土壤,减少对公共水源的需求<sup>[6]</sup>。经过地质勘测发现沙漠地区的土壤渗透率较低且地下水位较深,土壤渗透率低将使雨水在雨水调蓄池中滞留时间过长,从而使雨水调蓄池在短时间暴雨期间无法存放过多的雨水导致雨水外排,再次造成城市内涝的发生;地下水位较深使收集到的大部分雨水不能到达地下含水层中,不能有效补充该地区匮乏的地下水资源,这就导致目前常规地区的雨水调

蓄池结构不能有效解决沙漠地区城市所存在的问题。为此,本文以某沙漠地区为例,基于常规地区的雨水渗透相关结构措施,针对该地区的地质条件进行优化改进,通过建立实际地质条件下雨水调蓄池结构模型,得出能够较好解决地质条件所带来问题的最优渗透结构措施。

## 2 N5-1 区域渗透系数计算分析

### 2.1 渗透试验目的

某沙漠地区住房基础设施建设项目包含 8 个社区(N5-N12),其中 N5-1 为 5 号社区的 1 号雨水调蓄池。根据土层渗透试验所确定的预设修建雨水调蓄池区域水平地面以下 50 m 的不同深度的土层的渗透系数,可为对雨水调蓄池进行渗流模拟分析提供重要的参考数据。

### 2.2 渗透试验原理

土壤的渗透系数  $K$  是根据试验规范<sup>[7]</sup>的方法来确定。该测试方法采用套管钻井技术对 N5-1 地区土壤渗透系数进行现场测量。每经过 5、10、15、20、25、30、45、60、90、120 min 记录每个时间间隔立管处测量的水位。此后,钻孔被推进到下一个深度,以相同的步骤,直到水平地面以下 50 m。

### 2.3 渗透试验结果

根据 N5-1 区域现场渗透试验每隔 5 m 进行记录,共记录 10 组试验数据进行渗透系数计算分

收稿日期: 2022-06-17, 修回日期: 2022-09-14

基金项目: 国家重点研发计划(2021YFC3001903-3)

作者简介: 燕乔(1975-),男,博士、副教授、硕导,研究方向为高坝设计理论与施工技术, E-mail: 2984894975@qq.com

析。为尽可能地减少测量时的误差,本文通过试验数据先拟合出能够表达出  $K_1$  值的与时间相关的幂函数曲线,最终得出曲线公式,这样能够较好地剔除误差较大的值,之后根据间隔时间代入到

曲线公式求出  $K'_1$  值,再利用  $K'_1$  值求出时间加权平均值即可得出较准确的渗透系数  $K$  值。

先将渗透试验得到的初始试验数据代入曲线公式求出不同时间段的  $K_1$  值,见表 1。

表 1 不同深度土层  $K_1$ 、 $K'_1$  值

Tab. 1  $K_1$  and  $K'_1$  values of soil layers at different depths

cm/s

渗透 系数	时间 /s	不同深度/m										
		5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	
$K_1$	300	$2.62 \times 10^{-5}$	$2.31 \times 10^{-5}$	$2.02 \times 10^{-5}$	$6.15 \times 10^{-6}$	$2.31 \times 10^{-6}$	$3.46 \times 10^{-6}$	$4.33 \times 10^{-6}$	$5.48 \times 10^{-6}$	$3.85 \times 10^{-6}$	$2.31 \times 10^{-6}$	
	600	$2.99 \times 10^{-5}$	$3.55 \times 10^{-5}$	$2.21 \times 10^{-5}$	$5.67 \times 10^{-6}$	$2.69 \times 10^{-6}$	$2.88 \times 10^{-6}$	$4.61 \times 10^{-6}$	$5.19 \times 10^{-6}$	$4.23 \times 10^{-6}$	$3.08 \times 10^{-6}$	
	900	$5.47 \times 10^{-5}$	$8.42 \times 10^{-5}$	$4.13 \times 10^{-5}$	$1.23 \times 10^{-5}$	$6.44 \times 10^{-6}$	$7.30 \times 10^{-6}$	$8.94 \times 10^{-6}$	$1.14 \times 10^{-5}$	$8.27 \times 10^{-6}$	$4.61 \times 10^{-6}$	
	1 200	$5.86 \times 10^{-5}$	$8.81 \times 10^{-5}$	$4.60 \times 10^{-5}$	$1.24 \times 10^{-5}$	$4.90 \times 10^{-6}$	$7.30 \times 10^{-6}$	$9.51 \times 10^{-6}$	$1.16 \times 10^{-5}$	$9.32 \times 10^{-6}$	$6.34 \times 10^{-6}$	
	1 500	$8.76 \times 10^{-5}$	$1.47 \times 10^{-4}$	$6.33 \times 10^{-5}$	$1.85 \times 10^{-5}$	$9.13 \times 10^{-6}$	$1.11 \times 10^{-5}$	$1.35 \times 10^{-5}$	$1.79 \times 10^{-5}$	$1.30 \times 10^{-5}$	$7.88 \times 10^{-6}$	
	1 800	$9.20 \times 10^{-5}$	$1.56 \times 10^{-4}$	$6.52 \times 10^{-5}$	$1.86 \times 10^{-5}$	$9.13 \times 10^{-6}$	$1.11 \times 10^{-5}$	$1.66 \times 10^{-5}$	$1.80 \times 10^{-5}$	$1.42 \times 10^{-5}$	$9.23 \times 10^{-6}$	
	2 700	$5.62 \times 10^{-5}$	$1.13 \times 10^{-4}$	$4.39 \times 10^{-5}$	$1.16 \times 10^{-5}$	$6.08 \times 10^{-6}$	$7.30 \times 10^{-6}$	$8.48 \times 10^{-6}$	$1.22 \times 10^{-5}$	$8.26 \times 10^{-6}$	$5.70 \times 10^{-6}$	
	3 600	$5.34 \times 10^{-5}$	$1.32 \times 10^{-4}$	$3.98 \times 10^{-5}$	$1.33 \times 10^{-5}$	$6.21 \times 10^{-6}$	$7.62 \times 10^{-6}$	$1.07 \times 10^{-5}$	$1.15 \times 10^{-5}$	$8.48 \times 10^{-6}$	$5.96 \times 10^{-6}$	
	5 400	$4.53 \times 10^{-5}$	$1.40 \times 10^{-4}$	$5.37 \times 10^{-5}$	$1.17 \times 10^{-5}$	$5.66 \times 10^{-6}$	$7.50 \times 10^{-6}$	$8.73 \times 10^{-6}$	$1.25 \times 10^{-5}$	$8.33 \times 10^{-6}$	$5.33 \times 10^{-6}$	
	7 200	$5.59 \times 10^{-5}$	$1.65 \times 10^{-4}$	$4.94 \times 10^{-5}$	$1.30 \times 10^{-5}$	$5.95 \times 10^{-6}$	$8.23 \times 10^{-6}$	$1.08 \times 10^{-5}$	$1.33 \times 10^{-5}$	$9.03 \times 10^{-6}$	$4.86 \times 10^{-6}$	
	$K'_1$	300	$5.98 \times 10^{-5}$	$7.72 \times 10^{-5}$	$3.69 \times 10^{-5}$	$1.32 \times 10^{-5}$	$5.43 \times 10^{-6}$	$6.39 \times 10^{-6}$	$7.90 \times 10^{-6}$	$1.11 \times 10^{-5}$	$1.20 \times 10^{-5}$	$5.60 \times 10^{-6}$
		600	$5.77 \times 10^{-5}$	$9.10 \times 10^{-5}$	$3.89 \times 10^{-5}$	$1.25 \times 10^{-5}$	$5.49 \times 10^{-6}$	$6.58 \times 10^{-6}$	$8.17 \times 10^{-6}$	$1.16 \times 10^{-5}$	$1.13 \times 10^{-5}$	$5.56 \times 10^{-6}$
		900	$5.65 \times 10^{-5}$	$1.00 \times 10^{-4}$	$4.01 \times 10^{-5}$	$1.22 \times 10^{-5}$	$5.52 \times 10^{-6}$	$6.70 \times 10^{-6}$	$8.33 \times 10^{-6}$	$1.19 \times 10^{-5}$	$1.09 \times 10^{-5}$	$5.53 \times 10^{-6}$
		1 200	$5.57 \times 10^{-5}$	$1.07 \times 10^{-4}$	$4.09 \times 10^{-5}$	$1.19 \times 10^{-5}$	$5.54 \times 10^{-6}$	$6.78 \times 10^{-6}$	$8.44 \times 10^{-6}$	$1.21 \times 10^{-5}$	$1.06 \times 10^{-5}$	$5.51 \times 10^{-6}$
1 500		$5.51 \times 10^{-5}$	$1.13 \times 10^{-4}$	$4.16 \times 10^{-5}$	$1.17 \times 10^{-5}$	$5.56 \times 10^{-6}$	$6.85 \times 10^{-6}$	$8.54 \times 10^{-6}$	$1.22 \times 10^{-5}$	$1.04 \times 10^{-5}$	$5.50 \times 10^{-6}$	
1 800		$5.47 \times 10^{-5}$	$1.18 \times 10^{-4}$	$4.22 \times 10^{-5}$	$1.16 \times 10^{-5}$	$5.57 \times 10^{-6}$	$6.90 \times 10^{-6}$	$8.61 \times 10^{-6}$	$1.23 \times 10^{-5}$	$1.03 \times 10^{-5}$	$5.48 \times 10^{-6}$	
2 700		$5.35 \times 10^{-5}$	$1.30 \times 10^{-4}$	$4.35 \times 10^{-5}$	$1.12 \times 10^{-5}$	$5.61 \times 10^{-6}$	$7.02 \times 10^{-6}$	$8.78 \times 10^{-6}$	$1.26 \times 10^{-5}$	$9.90 \times 10^{-6}$	$5.46 \times 10^{-6}$	
3 600		$5.27 \times 10^{-5}$	$1.40 \times 10^{-4}$	$4.45 \times 10^{-5}$	$1.10 \times 10^{-5}$	$5.63 \times 10^{-6}$	$7.11 \times 10^{-6}$	$8.90 \times 10^{-6}$	$1.28 \times 10^{-5}$	$9.65 \times 10^{-6}$	$5.44 \times 10^{-6}$	
5 400		$5.16 \times 10^{-5}$	$1.53 \times 10^{-4}$	$4.58 \times 10^{-5}$	$1.07 \times 10^{-5}$	$5.66 \times 10^{-6}$	$7.24 \times 10^{-6}$	$9.08 \times 10^{-6}$	$1.31 \times 10^{-5}$	$9.31 \times 10^{-6}$	$5.41 \times 10^{-6}$	
7 200		$5.09 \times 10^{-5}$	$1.64 \times 10^{-4}$	$4.68 \times 10^{-5}$	$1.05 \times 10^{-5}$	$5.69 \times 10^{-6}$	$7.33 \times 10^{-6}$	$9.21 \times 10^{-6}$	$1.34 \times 10^{-5}$	$9.07 \times 10^{-6}$	$5.39 \times 10^{-6}$	

根据试验数据求出的  $K_1$  值先剔除误差较大的值,之后不断调整选取的  $K_1$  值拟合出的幂函数公式见表 2。

表 2 不同深度土层拟合曲线公式

Tab. 2 Fitting curve formula of soil layers at different depths

不同深 度/m	拟合曲 线公式	不同深 度/m	拟合曲 线公式
5	$8 \times 10^{-5} \chi^{-0.051}$	30	$5 \times 10^{-6} \chi^{0.043}$
10	$2 \times 10^{-5} \chi^{0.24}$	35	$6 \times 10^{-6} \chi^{0.048}$
15	$2.4 \times 10^{-5} \chi^{0.075}$	40	$8 \times 10^{-6} \chi^{0.058}$
20	$2 \times 10^{-5} \chi^{-0.073}$	45	$2 \times 10^{-5} \chi^{-0.089}$
25	$5 \times 10^{-6} \chi^{0.015}$	50	$6 \times 10^{-6} \chi^{-0.012}$

将不同时间间隔代入表 2 所求曲线公式得出的不同土层  $K'_1$  值见表 1。

最终得到地下 5~50 m 深度渗透系数计算结果见表 3。

表 3 N5-1 不同深度土层渗透系数  $K$

Tab. 3 N5-1 soil permeability coefficient at different depths

土层深 度/m	渗透系数 $K$ /( $m \cdot s^{-1}$ )	土层深 度/m	渗透系数 $K$ /( $m \cdot s^{-1}$ )
5	$5.28 \times 10^{-7}$	30	$7.12 \times 10^{-8}$
10	$1.42 \times 10^{-6}$	35	$9.00 \times 10^{-8}$
15	$4.47 \times 10^{-7}$	40	$1.29 \times 10^{-7}$
20	$1.10 \times 10^{-7}$	45	$9.63 \times 10^{-8}$
25	$5.63 \times 10^{-8}$	50	$5.44 \times 10^{-8}$

### 3 雨水调蓄池渗流模拟分析

#### 3.1 工程概况

某沙漠地区一般降雨集中在每年的 11 月~次年的 3 月,且暴雨级别的降雨更为集中,比常规地区更容易发生城市内涝现象,有必要建造雨水调蓄池对大量雨水进行收集利用并让雨水渗透到地层中补充该地区匮乏的地下水资源;通过对 N5-1 地区渗透试验所得出的数据计算分析可知,该地区土层渗透率一般集中在  $10^{-6} \sim 10^{-8}$  m/s 范围内,而常规地区土层渗透速率一般在  $10^{-4}$  m/s 左右,该地区明显比常规地区土层渗透率低,且由地质资料可知,该地区的地下水埋深深度平均集中在 60 m 左右的范围内,部分区域可达 100 m 以上,而常规地区地下水位一般在 10~20 m 的范围,由此可知,该地区地下水位普遍比常规地区地下水位深。

#### 3.2 雨水调蓄池渗流分析方案

针对该地区土层渗透率较低的现状,考虑在常规地区雨水调蓄池结构基础上的渗流分析方案为在雨水调蓄池四周及底部填充一层高渗透砾石材料;针对该地区地下水位较深的现状,考虑在

雨水调蓄池底部区域增设垂直回灌井,并在垂直回灌井内部安装 PVC 管道使得雨水能够快速进入到垂直回灌井中渗透到更深的地层中。

建立若干数值模型来比较分析基于常规地区雨水渗透措施对该地区雨水调蓄池渗透速率提升的效果,比较分析出能够有效解决该地区问题的最优雨水调蓄池渗流措施。本文建模分析雨水调蓄池高为 3 m,长为 50 m,渗流分析方案见表 4。

表 4 渗流分析方案

Tab. 4 Seepage analysis scheme

方案编号	方案内容	目的
S1	常规地区雨水调蓄池结构	与结构优化过后的雨水调蓄池对比渗透速率
S2	在雨水调蓄池底部增设一层 1.5 m 厚的高渗透砾石材料	高渗透砾石材料对渗透速率的影响
S3	在雨水调蓄池的底部及四周均增设一层 1.5 m 厚的高渗透砾石材料,并且将雨水调蓄池雨水调蓄池底部向外扩展 5 m	与 S2 比较渗透速率是否有明显的提高
S4	在 S3 的基础上增设深度为 30 m 的垂直回灌井,并在其内部设置直径为 300 mm 的 PVC 套管	与未增设垂直回灌井的雨水调蓄池比较渗透速率是否有提升
S5	在 S3 的基础上增设深度为 50 m 的垂直回灌井,并在其内部设置直径为 300 mm 的 PVC 套管	与 S4 比较加深垂直回灌井深度对渗透效果是否能有所提高

### 3.3 结果与分析

图 1 为方案 S1~S5 结果云图,图 2 为不同方案模拟结果累积渗透量曲线。由图 1、2 可知:① S2 计算得到的浸润线范围比 S1 包含的浸润线范围更大,在设置 2 d 的分析步骤内,S2 模型方案的增长趋势比 S1 速度更快,且 2 d 内的累积渗透流量是 S1 的 2 倍,充分说明了增加高渗透性砾石材料对雨水调蓄池渗透速率的提高有较好的辅助作用。②高渗透性砾石材料对提升渗透速率的效

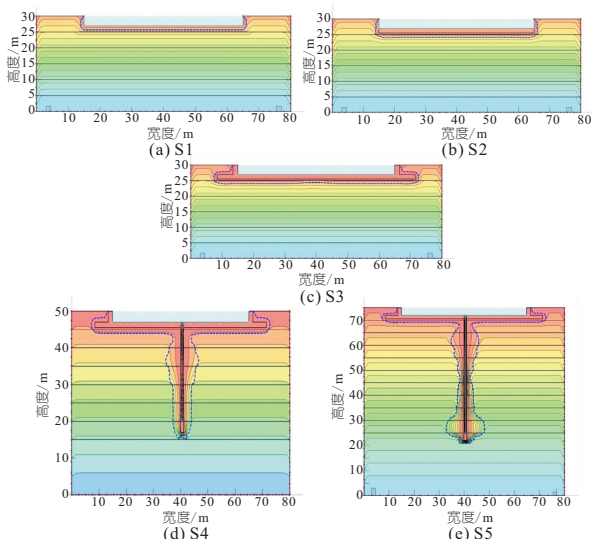


图 1 方案 S1~S5 结果云图

Fig. 1 Cloud chart of results of schemes S1-S5

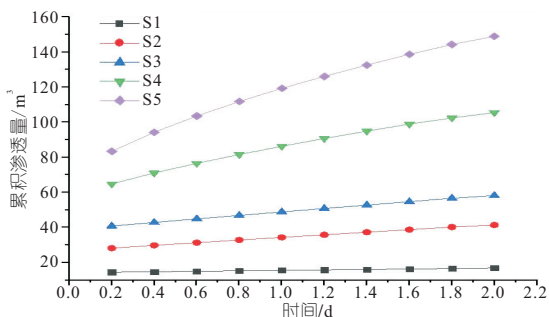


图 2 不同方案模拟结果累积渗透量曲线

Fig. 2 Cumulative permeability curve of simulation results of different schemes

果较为理想,模型 S3 的浸润线范围与 S2 相比有了进一步的扩大,虽然 S3 和 S2 的累积渗流量折线图增长趋势基本一致,但 S3 的 2 d 内的累积渗透量与 S2 相比有 40.54% 的提升,说明采用 S3 模型结构对渗透速率的提升效果明显。③雨水调蓄池基础结构采用 S3 结构方案对渗透速率有较大的提升,模型结构 S4 的浸润线明显比 S3 的浸润线范围更大,且向底部区域延伸明显,模型 S4 渗流量比 S3 增长趋势更快,2 d 内的累积渗透量接近模型 S3 的 2 倍,不仅提高了雨水调蓄池的渗流量,且可将雨水引入到更深的地层进行渗透的效果明显。④在雨水调蓄池底部增设垂直回灌井取得了较好的效果,将垂直回灌井的深度由 30 m 延伸到 50 m 的深度,使得雨水调蓄池累积渗透量增长了 26.2%,虽然垂直回灌井深度进一步减缓了雨水调蓄池渗透速率的提升趋势,但垂直回灌井周围的扩散区域并非均匀不变,而是随着不同土层的渗透能力不断变化,可较好地解决一些区域浅层土层的渗透系数低、较深区域土层渗透系数较高的问题,另外,增加垂直回灌井深度可穿透高渗透区域,有效提高了这些区域雨水调蓄池渗透速率。

## 4 结论

本文提出在雨水调蓄池周围填充高渗透材料及底部增设垂直回灌井相结合的结构方案,不仅可使雨水调蓄池的渗透效率得到有效提升,且可使雨水能够快速渗透到更深的地层中,较好地解决了雨水无法有效渗透到地下含水层中的问题。

### 参考文献:

[1] 伍业钢. 海绵城市设计:理念、技术、案例[M]. 北京:江苏凤凰科学技术出版社,2016.  
 [2] 孙洪磊. 低影响开发与绿色建筑雨水控制的利用[J]. 科技展望,2015,25(9):23.  
 [3] PANDEY D N, GUPTA A K, ANDERSON D M, et al. Rainwater harvesting as an adaptation to climate change[J]. Current science, 2003, 85(1):46-59.

作用下,三峡电站水资源利用率、蓄满率、电能指标显著提升。

### 参考文献:

- [1] 水利部长江水利委员会. 长江三峡水利枢纽初步设计报告[M]. 武汉:水利部长江水利委员会, 1992.
- [2] 刘攀, 郭生练, 王才君, 等. 三峡水库动态汛限水位与蓄水时机选定的优化设计[J]. 水利学报, 2004, 35(7):86-91.
- [3] 胡挺, 周曼, 王海, 等. 三峡水库中小洪水分级调度规则研究[J]. 水力发电学报, 2015, 34(4):1-7.
- [4] 李雨, 郭生练, 郭海晋, 等. 三峡水库提前蓄水的防洪风险与效益分析[J]. 长江科学院院报, 2013, 30(1):8-14.

- [5] 何小聪, 鲍正风, 鲁军, 等. 三峡水库汛期末段洪水资源利用调度方式[J]. 水电能源科学, 2016, 34(2):41-44.
- [6] 戴凌全, 蔡卓森, 刘海波, 等. 三峡水库枯水期不同运行方式对洞庭湖生态补水效果研究[J]. 水资源与水工程学报, 2019, 30(3):170-175.
- [7] 叶琰, 马光文, 龙训建, 等. 金沙江下游及三峡梯级空间径流均匀度变化[J]. 水电能源科学, 2013, 31(12):18-20, 41.
- [8] 张曙光. 三峡水库优化调度研究与实践[M]. 北京: 中国三峡出版社, 2020.
- [9] 龚文婷, 邢龙, 胡挺, 等. 新调度规程下三峡工程防洪综合效益分析[J]. 水电能源科学, 2021, 39(10):89-92.

## Analysis of Power Generation Capacity of Three Gorges Reservoir Under Normal Operation Conditions

TAN Zheng-yu, HU Ting, ZHOU Man, ZHANG Song, GUO Shuai, SHI Yu-long

(River Basin Hub Operation Management Center of China Three Gorges Group Co., Ltd., Yichang 443133, China)

**Abstract:** In order to review the power generation capacity of the Three Gorges Reservoir under normal operation conditions, and explore the impact of different dispatch modes and upstream reservoir regulation, the preliminary design scheme, optimized operation scheme, and 2015/2019 edition scheme were taken as the calculation model. Considering the main control reservoirs in the upstream, the natural runoff series in Yichang station from 1946 to 1975 used in the preliminary design were selected to calculate the natural flow derivation for reflecting the inflow runoff characteristics of the Three Gorges Reservoir in the current stage. Using natural/return runoff as four dispatch models' scenarios, the power generation capacity was analyzed. The results show that under current stage, the power generation capacity of the Three Gorges Reservoir is 100.8 billion kW·h, 14.3% higher than the design value; By optimizing the dispatch mode, the full storage rate in October can be improved. Compared with the design mode, the power generation capacity is increased by 5.5-9 billion kW·h; By the regulation of the upstream reservoir, the inflow runoff and the utilization rate of water resources is improved. The power generation capacity is increased by 0.8-2.8 billion kW·h.

**Key words:** dispatch mode; reservoir regulation; generating capacity; Three Gorges Reservoir

(上接第 123 页)

- [4] IMTEAZ M A, SHANABLEH A, RAHMAN A, et al. Optimisation of rainwater tank design from large roofs: a case study in Melbourne, Australia [J]. Resources conservation & recycling, 2011, 55(11):1022-1029.
- [5] AAD M P A, SUIDAN M T, SHUSTER W D. Modeling techniques of best management practices: rain barrels and rain gardens using EPA SWMM-5 [J]. Journal of hydrologic engineering, 2010, 15(6):434-443.

- [6] TAÍS MARIA NUNES CARVALHO, FILHO FRANCISCO DE ASSIS DE SOUZA, MARCOS ABÍLIO MEDEIROS DE SABÓIA. Performance of rainwater tanks for runoff reduction under climate change scenarios: a case study in Brazil [J]. Urban water journal, 2020, 17(10):912-922.
- [7] American Society for Testing and Materials. Standard test method for field measurement of hydraulic conductivity using borehole infiltration [S]. ASTM D6391-11.

## Seepage Analysis of Rainwater Storage Pond in Sponge City in Desert High Temperature Arid Area

YAN Qiao, WANG Shuo, ZHANG Wei

(College of Hydraulic & Environmental Engineering, China Three Gorges University, Yichang 443002, China)

**Abstract:** In order to solve the problem of "seeing the sea in rainy season and having no water to use in drought" in cities in desert areas, taking Kuwait as an example, based on the concept of sponge city in conventional areas, combined with the actual climatic and geological conditions in desert area, the permeability coefficient of 5-50 m underground layer was calculated according to the experimental data obtained from the soil permeability test in N5-1 region. A number of seepage analysis schemes of rainwater storage tank were established, and different schemes were modeled and calculated. The results show that the combination of filling high permeability material around the rainwater storage tank and adding vertical recharge well at the bottom can solve the problem that rainwater cannot penetrate into the underground aquifer effectively.

**Key words:** desert high temperature arid area; sponge city; rainwater storage tank; penetration test; seepage analysis