

按强度控制疏浚淤泥堆场围堰稳定性的设计方法

张 帅¹ 黎 冰² 唐 强¹ 洪振舜¹

(1. 东南大学交通学院, 江苏 南京 210096; 2. 东南大学土木工程学院, 江苏 南京 210096)

摘要 现行规范关于疏浚淤泥堆场围堰稳定性的规定不明确,通过对不同工况下疏浚淤泥堆场围堰的稳定性分析发现,围堰的稳定性主要取决于整体抗滑稳定性和基底压应力最大值与最小值的比值,而围堰的抗倾覆稳定性和基底面抗滑稳定性可以忽略。基于疏浚淤泥堆场围堰整体抗滑稳定性验算过程中围堰坡比与筑堰材料强度之间的对应关系,提出按强度控制疏浚淤泥堆场围堰稳定性的设计方法,即在围堰基底压应力最大值与最小值的比值满足稳定性要求的前提下,以满足围堰整体抗滑稳定性最低要求的筑堰材料强度值作为围堰稳定性的控制条件,并验证了该方法的可行性。

关键词 围堰 稳定性分析 抗滑稳定 基底压应力 疏浚淤泥

中图分类号 :TV551.3 文献标识码 :A 文章编号 :1006-7647(2008)06-0057-05

Stability design method for cofferdam of dredged silt stock yard with shear strength control//ZHANG Shuai¹, LI Bing², TANG Qiang¹, HONG Zhen-shun¹(1. School of Transportation, Southeast University, Nanjing 210096, China; 2. School of Civil Engineering, Southeast University, Nanjing 210096, China)

Abstract :In the current specifications, the stability design of a cofferdam of dredged silt stock yard is still not clearly defined. In this study, a new stability design method with shear strength control of the cofferdam materials is proposed. The stability calculation results under different conditions indicate that the stability of the cofferdam is mainly determined by the slope stability and the ratio of the maximum to the minimum foundation stress. The overturning stability and cofferdam bottom sliding stability have less effect on the stability of the cofferdam and can be ignored. Based on the relationship between the slope ratio and material strength of the cofferdam, the stability design method adopts shear strength control: with the precondition that the ratio of the maximum to the minimum foundation stress meets the stability demands, the material strength for the lowest anti-slip stability demand is taken as the control condition. A series of calculations validated the method.

Key words :cofferdam; stability analysis; shear strength; bottom stress; dredged silt stock yard

大量的废弃疏浚淤泥经常发生在航道、港口、海洋、湖泊、水利等疏浚工程中^[1-2],内陆的疏浚淤泥通常采用堆场方式进行处置。堆场设计的主要内容之一是堆场围堰设计,围堰的设计水平与堆场的稳定和堆场占地面积均有着密切的关联。目前我国涉及淤泥堆场围堰的规范主要有《疏浚工程施工技术规范》^[3]和《疏浚工程技术规范》^[4],这 2 项规范主要规定了疏浚淤泥吹填施工的方法以及围堰设计的要求,包括排泥区围堰的布置及填筑、围堰高度及地基处理、筑堰取土以及断面设计等。关于疏浚淤泥堆场围堰稳定性的规定却非常简单且不明确。《疏浚工程施工技术规范》规定:当堰高大于 4 m 或在超软基上填筑围堰时,宜分期填筑,其断面尺寸应通过稳定分析确定。《疏浚工程技术规范》规定:在软基上筑堰

或堰高超过 3 m 时,应对围堰进行稳定性计算。可以发现,这 2 项规范只是规定了在堰高超过某一高度或者地基土性质较差时需要进行稳定性计算,但具体的稳定性计算内容和计算方法没有明确规定。另外,在堰高小于 3 m(或 4 m)或者地基土性质相对较好时,疏浚淤泥堆场围堰也是完全有可能失稳的。因此,《疏浚工程技术规范》和《疏浚工程施工技术规范》中关于疏浚淤泥堆场围堰稳定性的规定不明确且存在一定的不合理性。

基于上述现状,笔者通过对一系列的设计工况进行稳定性验算,在分析疏浚淤泥堆场围堰稳定性特点的基础上,提出了按强度控制疏浚淤泥堆场围堰稳定性的分析方法。

1 疏浚淤泥堆场围堰的稳定性分析

1.1 围堰断面设计及计算参数

根据《疏浚工程施工技术规范》的规定,围堰断面形式应为梯形,且围堰高度需考虑不小于 0.5 m 的风浪超高。考虑最不利情况,取风浪超高为 0.5 m。围堰计算剖面如图 1 所示。

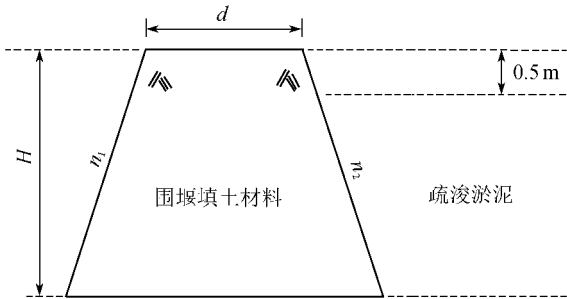


图 1 疏浚淤泥堆场围堰计算剖面

依据《疏浚工程施工技术规范》及《疏浚工程施工技术规范》,考虑不同堰高 H 和堰顶宽度 d 的组合: ① $H=2.5\text{ m}$, $d=1\text{ m}$, 1.5 m ; ② $H=4\text{ m}$, $d=1\text{ m}$, 1.5 m , 2 m ; ③ $H=6\text{ m}$, $d=1\text{ m}$, 1.5 m , 2 m ; ④ $H=8\text{ m}$, $d=1\text{ m}$, 1.5 m , 2 m 。在每种堰高和堰顶宽度的组合下,考虑 4 种内外坡比,分别为: ① $n_1=1:1.0$, $n_2=1:1.5$; ② $n_1=1:1.5$, $n_2=1:2.0$; ③ $n_1=1:1.5$, $n_2=1:2.5$; ④ $n_1=1:2.0$, $n_2=1:2.5$ 。

由于上述 2 项规范对疏浚淤泥堆场围堰的稳定性未作明确的规定,所以在围堰稳定性验算过程中参考《堤防工程设计规范》^[5]中的相关规定。此外,由于疏浚淤泥堆场围堰一般属于临时性工程,故在考虑荷载效应组合时只考虑基本荷载。筑堰材料的强度指标取不排水强度指标,参照《堤防工程设计规范》的规定,围堰稳定性计算包括整体抗滑稳定性验算、基底抗滑稳定性验算、抗倾覆稳定性验算以及基底应力比值验算 4 方面的内容,根据经验计算所需淤泥密度取为 $1\,500\text{ kg/m}^3$,围堰填土密度为 $1\,850\text{ kg/m}^3$,地基土密度为 $1\,750\text{ kg/m}^3$ 。

1.2 整体抗滑稳定性验算

疏浚淤泥堆场围堰在其自重和疏浚淤泥的共同作用下,存在失稳的可能性。如果土体内部某一个面上的滑动力超过土体抵抗滑动的能力,就会发生滑坡^[6]。采用瑞典圆弧滑动法进行围堰的整体抗滑

稳定计算。通过计算,得到满足疏浚淤泥堆场围堰整体抗滑稳定性最低要求的筑堰材料的不排水强度 c_u 值,如表 1 所示。

为了有效地反映坡比对筑堰材料临界 c_u 值的影响,引入围堰平均坡比的概念。围堰平均坡比定义为

$$n' = n_1 + n_2 \tag{1}$$

式中: n' 为围堰的平均坡比; n_1 和 n_2 分别为围堰的内坡比和外坡比。将内外坡比由比值换算为小数,即将 $1:1.0$, $1:1.5$, $1:2.0$ 和 $1:2.5$ 分别换算为 1 , 0.67 , 0.50 和 0.40 ,然后代入式(1)计算平均坡比,得到对应表 1 中 4 种坡比组合的平均坡比分别为 1.67 , 1.17 , 1.07 和 0.90 。

图 2 为堰高 4 m 和 8 m 时 n' 与筑堰材料临界 c_u 值的关系曲线,分析图 2 可以发现,对于同一种堰高一堰顶宽度组合,随着围堰的坡度变陡,满足围堰整体稳定性最低要求的筑堰材料的临界 c_u 值逐渐变大,这说明坡度越陡围堰越容易失稳。

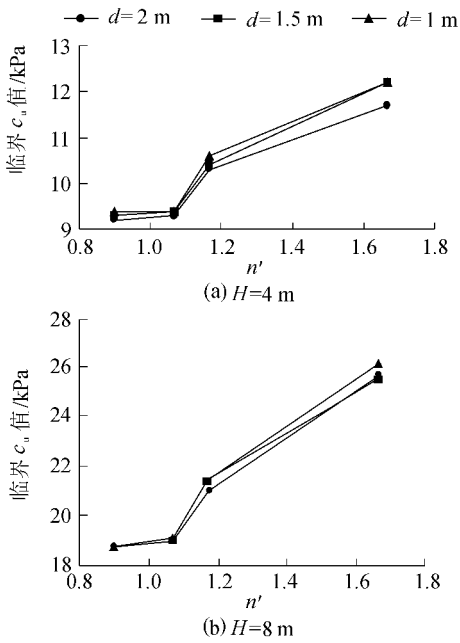


图 2 筑堰材料临界 c_u 值随 n' 的变化曲线

图 3 是在某一堰顶宽度时,不同 n' 下堰高与筑堰材料临界 c_u 值的关系曲线。由图 3 可知,在堰顶宽度和坡比相同的条件下,围堰越高,筑堰材料临界 c_u 值越大,围堰越容易失稳。

表 1 满足围堰整体抗滑稳定性最低要求的筑堰材料 c_u 值

n_1	n_2	$H=2.5\text{ m}$		$H=4\text{ m}$		$H=6\text{ m}$		$H=8\text{ m}$					
		$d=1\text{ m}$	$d=1.5\text{ m}$	$d=1\text{ m}$	$d=1.5\text{ m}$	$d=2\text{ m}$	$d=1\text{ m}$	$d=1.5\text{ m}$	$d=2\text{ m}$	$d=1\text{ m}$	$d=1.5\text{ m}$	$d=2\text{ m}$	$d=2\text{ m}$
1:1.0	1:1.5	8.4	7.5	11.7	12.2	12.2	19.0	18.9	16.9	26.1	25.5	25.6	
1:1.5	1:2.0	6.5	6.5	10.3	10.4	10.6	15.9	15.9	15.9	21.4	21.4	21.0	
1:1.5	1:2.5	5.9	5.9	9.3	9.4	9.4	14.1	14.1	14.0	19.1	19.0	19.0	
1:2.0	1:2.5	5.9	5.8	9.2	9.3	9.4	13.8	14.0	13.3	18.8	18.7	18.7	

kPa

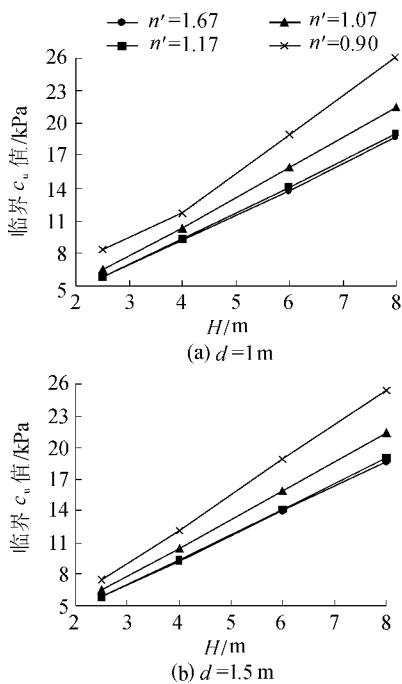


图3 不同 n' 下 H 与筑堰材料临界 c_u 值的关系曲线

1.3 基底抗滑稳定性验算

当疏浚淤泥的水平作用力大于围堰基底的摩阻力时,围堰可能发生沿基底面的滑动,所以需要验算其基底抗滑稳定性。围堰基底抗滑稳定安全系数采用公式(2)计算:

$$K_c = \frac{\sum G}{\sum H} \quad (2)$$

式中: K_c 为基底抗滑稳定安全系数; $\sum G$ 为围堰自重; $\sum H$ 为作用在围堰上平行于基底面的荷载。

根据式(2)计算得到各工况围堰基底抗滑稳定安全系数,如表2所示。分析表2中的数据可以发现,围堰基底抗滑稳定安全系数随着围堰坡比的增大而增大。分析其原因可知,由于坡比越大,相同堰顶宽度的围堰基底宽度越大,即围堰的自重越大,基底摩阻力也就越大,所以围堰基底抗滑稳定性越高。图4点绘出了堰高与基底抗滑稳定安全系数的关系曲线。由图4可知,对于同一堰顶宽度,围堰高度越大,基底抗滑稳定安全系数越小,围堰越容易发生沿基底面的滑动。因此,对于疏浚淤泥堆场围堰的基底抗滑稳定性而言,最危险工况出现在堰顶宽度最小、平均坡比和围堰高度最大时。《疏浚工程施工技术规范》规定基底抗滑稳定安全系数应不小于

表2 不同工况下围堰的基底抗滑稳定安全系数

n_1	n_2	$H = 2.5\text{ m}$		$H = 4\text{ m}$			$H = 6\text{ m}$			$H = 8\text{ m}$		
		$d = 1\text{ m}$	$d = 1.5\text{ m}$	$d = 1\text{ m}$	$d = 1.5\text{ m}$	$d = 2\text{ m}$	$d = 1\text{ m}$	$d = 1.5\text{ m}$	$d = 2\text{ m}$	$d = 1\text{ m}$	$d = 1.5\text{ m}$	$d = 2\text{ m}$
1:1.0	1:1.5	2.21	2.44	1.75	1.87	1.99	1.55	1.62	1.69	1.46	1.51	1.56
1:1.5	1:2.0	2.94	3.17	2.38	2.50	2.62	2.14	2.21	2.28	2.03	2.08	2.13
1:1.5	1:2.5	3.23	3.46	2.62	2.75	2.87	2.36	2.43	2.50	2.24	2.29	2.34
1:2.0	1:2.5	3.66	3.90	3.02	3.14	3.26	2.73	2.80	2.88	2.60	2.65	2.70

1.15,对比表2可知,本文设计的所有工况都能满足围堰的基底抗滑稳定要求,即使围堰的高度达到8 m(高度为8 m的疏浚淤泥堆场围堰是很少的),内外坡比分别为1:1,1:1.5时,围堰的基底抗滑稳定安全系数能较好地满足规范要求。

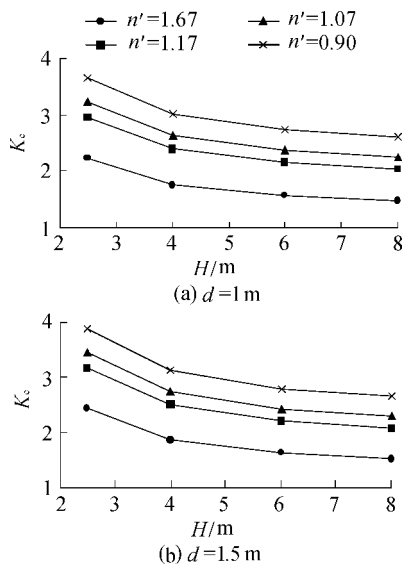


图4 不同 n' 及 d 下 K_c 随 H 的变化曲线

1.4 抗倾覆稳定性验算

在疏浚淤泥的水平作用力下,围堰存在绕前趾倾倒的可能性,所以需要验算其抗倾覆稳定性。采用公式(3)进行抗倾覆稳定性计算:

$$K_o = \frac{\sum M_y}{\sum M_H} \quad (3)$$

式中: K_o 为抗倾覆稳定安全系数; $\sum M_y$ 为对围堰基底的抗倾覆力矩; $\sum M_H$ 为对围堰的倾覆力矩。计算不同工况时围堰的抗倾覆稳定安全系数,如表3所示。

《疏浚工程施工技术规范》规定,围堰抗倾覆稳定安全系数在1.5~2.0之间。从表3中可以看出,各种工况下疏浚淤泥堆场围堰的抗倾覆稳定安全系数均远大于规范所要求的最小值,即疏浚淤泥堆场围堰发生倾覆破坏的可能性极小,因此可以认为抗倾覆稳定性验算是疏浚淤泥堆场围堰稳定性验算的次要内容。

1.5 基底应力比值验算

为了防止结构产生过大的不均匀沉陷及倾覆性破坏,需对围堰基底压应力最大值与最小值的比值

作出限制。由于《疏浚工程施工技术规范》和《疏浚工程技术规范》对基底压应力最大值与最小值的比值均无规定,所以参照《堤防工程设计规范》中的相关规定:土基上的防洪墙基底的压应力最大值与最小值之比的允许值,黏土宜取 1.5~2.5,砂土宜取 2.0~3.0。对于本文所研究的疏浚淤泥堆场围堰,基底的压应力最大值与最小值之比的允许值取 2.0。基底压应力按式(4)计算:

$$\sigma_{\max} = \frac{\sum P}{A} + \frac{\sum M}{W}$$
$$\sigma_{\min} = \frac{\sum P}{A} - \frac{\sum M}{W}$$

(4)

式中: $\sum P$ 为作用在围堰上垂直于基底地面的荷载; $\sum M$ 为作用在围堰上的全部荷载对基底面形心轴的力矩之和; A 为基底底面的面积; W 为围堰基底底面的截面系数。

通过式(4)计算出围堰基底压应力最大值、最小值,并计算出基底压应力最大值与最小值之比,如表4所示。从表4中可以看出,随着堰高的增大、边坡的变陡和堰顶宽度的减小,基底压应力最大值与最小值的比值也逐渐增大,当内外坡比分别为1:1.0、1:1.5,堰高为8m,堰顶宽度为1m时,基底压应力最大值与最小值的比值达1.908。可以推断,当围堰的边坡更为陡峭、堰高更高、堰顶宽度更小时,基底压应力最大值与最小值的比值有可能不满足规范的要求。

2 围堰稳定分析方法的提出

通过对不同工况下疏浚淤泥堆场围堰的稳定性验算结果分析可知,围堰的稳定性主要取决于围堰的整体抗滑稳定性和基底压应力最大值与最小值的比值,而基底抗滑稳定性和抗倾覆稳定性可以忽略。此外,围堰整体抗滑稳定性验算的结果还表明,在堰高、堰顶宽度、地基土性质和疏浚淤泥密度一定的条

件下(通常情况下,堰高主要是由疏浚淤泥堆场的大小确定,堰顶宽度主要是由工程使用的要求确定),围堰的坡比和筑堰材料的强度之间存在一定的对应关系,因此,如果已知围堰内外坡比,则可以确定满足围堰稳定性的筑堰材料强度的最小值。

基于围堰坡比和筑堰材料强度之间的对应关系,在围堰基底压应力最大值与最小值的比值满足要求的前提下,提出按强度控制疏浚淤泥堆场围堰稳定性的设计方法,即以满足围堰整体抗滑稳定性最低要求的筑堰材料强度值作为围堰稳定性的控制条件。

3 方法的可行性验证

为了验证按强度控制疏浚淤泥堆场围堰稳定性设计方法的可行性,设计如表5所示的疏浚淤泥堆场围堰,分别验算各工况下基底应力和整体抗滑稳定性情况,得到围堰基底压应力最大值与最小值的比值和满足各工况整体抗滑稳定性最低要求的筑堰材料的临界 c_u 值,具体结果分别如表5和表6所示。从表5中可以看出,所有工况的基底压应力最大值与最小值的比值都能满足围堰的稳定性要求。在围堰基底压应力最大值与最小值的比值满足围堰稳定性要求的前提下,就可以将表6中满足围堰整体抗滑稳定性最低要求的筑堰材料强度值作为围堰稳定性的控制条件,进而对疏浚淤泥堆场围堰进行设计。

4 结 论

a. 疏浚淤泥堆场围堰的稳定性主要取决于围堰整体抗滑稳定性和基底压应力最大值与最小值的比值,而围堰的抗倾覆稳定性和基底抗滑稳定性可以忽略。

b. 基于疏浚淤泥堆场围堰整体抗滑稳定性计算过程中坡比与筑堰材料强度之间的对应关系,提

表3 不同工况下围堰的抗倾覆稳定安全系数

n_1	n_2	$H=2.5\text{ m}$		$H=4\text{ m}$			$H=6\text{ m}$			$H=8\text{ m}$		
		$d=1\text{ m}$	$d=1.5\text{ m}$	$d=1\text{ m}$	$d=1.5\text{ m}$	$d=2\text{ m}$	$d=1\text{ m}$	$d=1.5\text{ m}$	$d=2\text{ m}$	$d=1\text{ m}$	$d=1.5\text{ m}$	$d=2\text{ m}$
1:1.0	1:1.5	46.68	54.66	32.71	36.33	40.12	27.08	29.12	31.22	24.68	26.09	27.54
1:1.5	1:2.0	83.11	93.63	60.41	65.29	70.33	51.11	53.89	56.73	47.12	49.05	51.02
1:1.5	1:2.5	105.08	117.04	76.79	82.36	88.09	65.17	68.35	71.60	60.19	62.40	64.64
1:2.0	1:2.5	130.02	143.08	96.57	102.70	108.99	82.72	86.24	89.82	76.75	79.20	81.69

表4 基底压应力最大值与最小值的比值

n_1	n_2	$H=2.5\text{ m}$		$H=4\text{ m}$			$H=6\text{ m}$			$H=8\text{ m}$		
		$d=1\text{ m}$	$d=1.5\text{ m}$	$d=1\text{ m}$	$d=1.5\text{ m}$	$d=2\text{ m}$	$d=1\text{ m}$	$d=1.5\text{ m}$	$d=2\text{ m}$	$d=1\text{ m}$	$d=1.5\text{ m}$	$d=2\text{ m}$
1:1.0	1:1.5	1.518	1.460	1.704	1.648	1.600	1.834	1.787	1.744	1.908	1.868	1.830
1:1.5	1:2.0	1.362	1.332	1.470	1.443	1.419	1.541	1.519	1.499	1.580	1.562	1.545
1:1.5	1:2.5	1.332	1.308	1.427	1.406	1.387	1.489	1.473	1.457	1.523	1.510	1.497
1:2.0	1:2.5	1.287	1.267	1.366	1.349	1.334	1.417	1.404	1.391	1.445	1.434	1.423

表 5 基底压应力最大值与最小值的比值

n_1	n_2	$H = 3\text{ m}$		$H = 5\text{ m}$			$H = 7\text{ m}$		
		$d = 1\text{ m}$	$d = 1.5\text{ m}$	$d = 1\text{ m}$	$d = 1.5\text{ m}$	$d = 2\text{ m}$	$d = 1\text{ m}$	$d = 1.5\text{ m}$	$d = 2\text{ m}$
1:1.0	1:1.0	1.660	1.580	1.880	1.800	1.740	1.980	1.930	1.880
1:1.0	1:1.5	1.594	1.535	1.779	1.728	1.682	1.875	1.832	1.792
1:1.5	1:2.0	1.407	1.378	1.511	1.487	1.465	1.563	1.543	1.525
1:1.5	1:2.5	1.372	1.349	1.464	1.445	1.428	1.519	1.504	1.489
1:2.0	1:2.5	1.320	1.301	1.457	1.437	1.419	1.400	1.390	1.379

表 6 满足各工况围堰整体抗滑稳定性最低要求的筑堰材料临界 c_u 值 kPa

n_1	n_2	$H = 3\text{ m}$		$H = 5\text{ m}$			$H = 7\text{ m}$		
		$d = 1\text{ m}$	$d = 1.5\text{ m}$	$d = 1\text{ m}$	$d = 1.5\text{ m}$	$d = 2\text{ m}$	$d = 1\text{ m}$	$d = 1.5\text{ m}$	$d = 2\text{ m}$
1:1.0	1:1.0	10.76	10.78	18.80	18.60	18.50	27.70	27.30	26.60
1:1.0	1:1.5	8.96	8.86	15.52	15.50	15.30	22.50	22.00	22.20
1:1.5	1:2.0	7.79	7.73	13.00	13.20	13.20	18.50	18.70	18.60
1:1.5	1:2.5	6.64	6.80	11.60	11.60	11.80	16.30	16.60	16.30
1:2.0	1:2.5	6.93	7.01	11.35	11.60	11.60	16.30	17.85	16.50

出按强度控制疏浚淤泥堆场围堰稳定性的设计方法,即在围堰基底压应力最大值与最小值的比值满足稳定性要求的前提下,以满足围堰整体抗滑稳定性最低要求的筑堰材料强度值作为围堰稳定性的控制条件,并通过设计工况验证了该方法的可行性。

验算中未考虑施工方式对围堰稳定性的影响,需要通过模型试验等进行验证。屈庆余等^[7]、何宗彬等^[8-9]就施工方式对围堰稳定性的影响进行了讨论,主要探讨了防渗墙施工以及运用振动水冲法技术对围堰深水抛填风化砂进行加密。施工过程中多种因素对围堰稳定性的影响还有待进一步的研究。

参考文献:

[1] 邓东升,张铁军,张帅,等.南水北调东线工程高含水量疏浚淤泥材料化处理方法[J].河海大学学报:自然科学

版,2008,36(4):559-562.

[2] 朱伟,张春雷,刘汉龙,等.疏浚淤泥处理再生资源技术的现状[J].环境科学与技术,2007,25(4):39-41.
[3] SL17—1990 疏浚工程施工技术规范[S].
[4] JTJ319—1999 疏浚工程技术规范[S].
[5] GB50286—1998 堤防工程设计规范[S].
[6] 殷宗泽,余湘娟,卢廷浩,等.土工原理[M].北京:中国水利水电出版社,2007.
[7] 屈庆余,何宗彬.三峡二期上游围堰防渗施工[J].水利水电科技进展,2004,24(1):44-46.
[8] 何宗彬,屈庆余.三峡二期上游围堰安全监测[J].水利水电科技进展,2003,23(7):25-27.
[9] 何宗彬,屈庆余.振动水冲法加密技术在三峡工程二期围堰中的应用[J].水利水电科技进展,2002,22(6):36-38.

(收稿日期:2008-04-25 编辑:骆超)

(上接第43页)

不当之处,欢迎批评指正。希望通过共同研讨更好地进行补充和修正,俾使《规范》更加完善。为此,建议尽快对《规范》进行修订或近期先行发布补充条款。

参考文献:

[1] SDJ336—89 混凝土大坝安全监测技术规范[S].
[2] DL/T5178—2003 混凝土坝安全监测技术规范[S].
[3] 赵志仁,杨天生.关于《混凝土坝安全监测技术规范》的若干问题[J].水力发电学报,2008,27(2):93-96.
[4] GB/T3411—94 差动电阻式渗压计[S].
[5] SL319—2005 混凝土重力坝设计规范[S].
[6] 中国水利水电科研院.大朝山水电站枢纽工程竣工验收安全鉴定报告[R].北京:中国水利水电科学院,2003.
[7] ICOLD. Dam monitoring general consideration(Bulletin 66).

France ICOLD,1988.

[8] 赵志仁.刘家峡混凝土重力坝扬压力的观测研究[J].水利学报,1986(9):54-61.
[9] 赵志仁.混凝土坝外部观测技术[M].北京:水利电力出版社,1988:220-231.
[10] 赵志仁.大坝安全监测设计[M].郑州:黄河水利出版社,2003:61-67.
[11] DL/T948—2005 混凝土坝监测仪器系列型谱[S].
[12] 赵志仁.大坝安全监测的原理与应用[M].天津:天津科技出版社,1992:237-242.
[13] 赵志仁.水工建筑物观测值的数据统计特性及其质量控制[J].葛洲坝水利水电学院学报,1981(2):11-21.
[14] 赵志仁.控制大坝内部观测值质量的原理与方法[J].海河水利,1986(6):35-41.
[15] 沈振中,吴中如,温志萍.二滩拱坝安全监测在线监控系统[J].水利水电科技进展,2000,20(3):33-35,66.

(收稿日期:2008-05-22 编辑:骆超)