

· 施 工 ·



疏浚工程中的土工管袋技术

楚维国, 张志军, 陈琦

(中交天津港航勘察设计院有限公司, 天津 300461)

摘要: 介绍了以疏浚土为主要填充材料的土工管袋围堰在滇池疏浚工程中的应用概况、结构设计和工程效益, 并从多方面与传统的碾压土石结构相比较, 指出了土工管袋技术在疏浚工程中的先进性。

关键词: 湖泊疏浚; 土工管袋; 围堰; 污染底泥; 环保

中图分类号: U 616⁺.26

文献标志码: A

文章编号: 1002-4972(2014)06-0151-03

Geo-textile tube technology in dredging projects

CHU Wei-guo, ZHANG Zhi-jun, CHEN Qi

(CCCC Tianjin Port & Waterway Prospection and Design Research Institute Co., Ltd., Tianjin 300461, China)

Abstract: This paper introduces the application, structural engineering and project benefits of the geo-textile tube cofferdam, the main filling of which are dredged materials of the Dianchi Lake dredging project. A comparison is made with the traditional structure of rolled earth-rock filling in various aspects to introduce the advantages of geo-textile tube technology in the dredging project.

Key words: lake dredging; geo-textile tube; cofferdam; polluted sediment; environmental protection

土工管袋围堰是利用高强度土工织物缝制成的滤水土工管袋(直径1.5~5.0 m)充灌疏浚淤泥,以代替传统的碾压土石围堰,达到既清淤又节省筑堤建筑材料的目的^[1]。采用土工管袋技术^[2],避免了大规模的取土和运输,既保护了生态环境^[3],施工时又不受降雨等自然条件的限制,具有经济、灵活的特点。

1 工程背景

滇池疏浚工程是滇池水污染防治“十一五”计划实施的项目,对彻底清除滇池主要内源污染、改善滇池水域水质、恢复水生态环境起到十分重要的作用,是滇池污染综合治理的重要工程措施。滇池疏浚工程主要在柳苑堆场设置土工管袋围堰,柳苑堆场吹填设计高程为1 890.60 m,相应设计水位为1 890.80 m,最高限制水位为1 890.90 m。

2 土工管袋围堰

2.1 土工管袋材质与围堰结构

土工管袋的材质一般是具有抗老化性和较高强度的聚丙烯或聚脂的高分子聚合物。本工程使用的聚丙烯土工管袋材料为GEOTEX4×6高性能机织土工织物。

柳苑基底修复区围堰平均高度为5.0 m。根据试验资料,土工管袋吹填固结后,形成高度不小于管袋直径的1/2^[1]。因此选择管径为5.0 m的土工管袋,其内充填疏浚淤泥,充填后高度2.5 m。高程1 888.7 m以下为风化土加土工格栅,高度约为2.5 m土石堰体,顶宽约15.0 m,两侧边坡1:1.5。迎水面采用二布一膜复合土工膜^[4](125 g/0.25 mm/125 g)防渗,底部嵌入基础以下1.0 m。土工管袋围堰结构见图1。

收稿日期: 2013-11-27

作者简介: 楚维国(1981—),男,工程师,主要从事港航及水环境污染综合治理设计及研究工作。

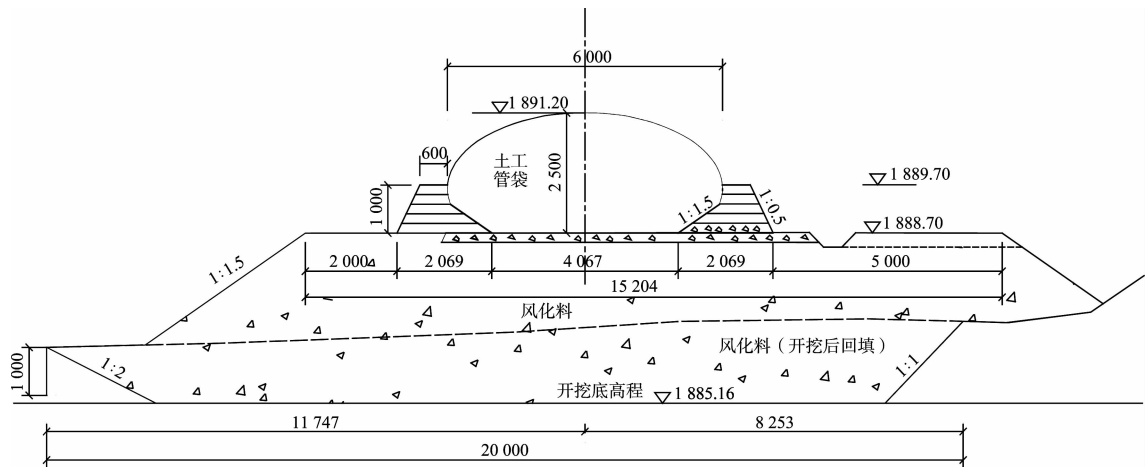


图1 管径5 m的土工管袋围埝结构

2.2 围埝的软基处理

管袋接地面积大，管内充灌底泥的湿密度为 1.05 t/m^3 ，小于土的湿密度 (1.70 t/m^3)，压强相对较小，对基础的要求不是很高。柳苑堆场地表堆积有厚度约为 4 m 的泥炭质土，为软弱地基。软基采用抛填块石换填的方式进行处理，用碎石找平后上铺土工布包裹的 0.2 m 的碎石层，放置土工管袋，向管袋内充灌疏浚淤泥，形成围埝。

2.3 结构计算

2.3.1 抗滑稳定计算

抗滑稳定计算方法采用总应力法^[5]，按瑞典圆弧法进行计算，搜索最小安全系数的临界滑弧。设计围埝断面最小临界滑弧的抗滑安全系数为 1.07，满足设计规范要求 (>1.05)。

2.3.2 管袋水平滑动稳定计算

定稳定系数 K 值应不小于 1.3。

$$K = \frac{F_r}{F_a} \quad (1)$$

式中： K 为安全系数； F_r 为水平抗滑阻力； F_a 为水平推力：

$$F_r = Gf, f = 0.4 \sim 0.6 \quad (2)$$

$$F_a = \frac{\rho_{\text{浮}} g H^2 \tan\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) + \rho_{\text{水}} g H^2}{2} \quad (3)$$

围埝管袋水平滑动稳定，经计算安全系数 $K = 1.38 > 1.30$ ，满足规范要求。

2.3.3 管袋抗倾计算

$$K_{\min} = -\frac{W}{\sum M} \quad (4)$$

式中： K 为安全系数； $\sum M$ 为倾覆力矩； W 为抗倾覆力矩。

围埝管袋抗倾安全系数 $K_{\min} = 3.56 > 1.50$ ，满足规范要求。

2.3.4 地基承载力计算

根据塑流区范围确定软土地基承载力的方法适用于建筑物的地基计算。围埝基础坐落于强度低、高压缩性、饱和的软弱层上，采用此方法进行地基承载力计算。土体的极限平衡条件为：

$$\sigma_3 = \sigma_1 \tan^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right) - H \left[1 - \tan^2\left(45^\circ - \frac{\varphi}{2}\right)\right] \quad (5)$$

式中： φ 为该点极限平衡的临界内摩擦角，以 φ_k 表示。

将式(5)的 σ_1, σ_3 改用 $\sigma_x, \sigma_y, \tau_{xy}$ 表示，使计算 φ_k 更加方便，可得：

$$\left(\frac{\sigma_x + \sigma_y}{2} + c \tan \varphi\right) \sin \varphi_k \geq \sqrt{\left(\frac{\sigma_y - \sigma_x}{2}\right)^2 + \tau_{xy}^2} \quad (6)$$

根据荷载和地基自重可求得地基内各点的应力，即可求出地基内各点临界内摩擦角。临界内摩擦角大于等于地基土的内摩擦角的区域为塑性流动区。允许塑性流动区的宽度采取 0.75 倍围埝底宽。经计算，地基承载力满足要求。

3 土工管袋围埝与传统碾压土石围埝的比较

两种围埝结构形式各有其优点。对于碾压土石围埝来说,具有筑堰材料来源广泛、施工工艺简单、价格低廉的优点;对于土工管袋围埝则充分利用清淤弃料填筑堰体自身,避免大规模取土和运输,保护了生态环境,施工期不受降雨等自然条件的限制。

从工程投资上来看,土工管袋围埝由于减少了土石耗量,造价明显降低。土工管袋围埝由于利用清淤弃料,可进一步减小对土地的征用。碾压土石围埝因需大量土石材料,对土料料场势必造成新的环境破坏。

土工管袋围埝与传统碾压土石围埝的比较见表1。

表1 碾压土石围埝和土工管袋围埝的比较

围埝	材料	施工	运输	整体性	气候限制
碾压土石围埝	取用大量的土石材料,对土料场造成新的环境破坏	施工工艺简单,劳动动力密集	土石总量大,运输、装卸困难	整体性较差,易于人为破坏和水土流失	风雨天无法施工,对气候要求高
土工管袋围埝	用湖泊疏挖出的污染底泥充填管袋,就地取材,合理利用疏浚土,保护生态,防止水土流失 ^[6]	机械化程度高,人工投入少,效率高	材料新颖、质轻,充填料管道输送	整体性坝体,稳定性高,结构紧密,人力不可搬移,不易水土流失 ^[7]	风雨天均可施工,不受天气影响

由表1可以看出,土工管袋技术先进,不但利于工程施工,而且充分发挥了经济效益、社会效益和环保效益,是疏浚土有益利用的一项创新应用。

4 结语

1) 土工管袋充灌后,管袋淤泥渗透水经过土工管袋过滤,水体中淤泥、悬浮物、重金属元素等污染物含量明显下降,淤泥、悬浮物的去除效果达到97%,重金属元素去除效果达到90%,水质完全符合排放标准。将污染底泥作为筑埝材料,避免了使用大量土石造成的环境问题和生态问题,实现了疏浚土的资源化。在本工程中,用于建造围埝的疏浚土为7.66万m³,有效减少堆场面积2.4万m²,节省了土地资源。

2) 在疏浚工程中采用科技含量高的土工管袋做围埝,是目前环保治理工程的趋势。污染底泥充填管袋代替土石结构,可以避免开山取土对生态环境造成的破坏^[7]以及避免大规模运输给交通系统带来的冲击和破坏。同时,由于目前污染底泥堆场场地用地紧张,土工管袋方案也为底泥脱水提供了技术途径。总之,该工程的实施将为滇池治理提供新的设计和施工方法,为综合治理滇池提供依据和范例。

3) 土工管袋技术很好地实现了疏浚土的有益利用,有力地体现了经济效益、社会效益和环保效益。随着环保疏浚进程的不断开展,土工管袋技术也将在许多工程中得到应用,也必定推动我国环保疏浚事业不断向前发展。

参考文献:

- [1] 蓝蓉.滇池环保疏浚工程中的新型土工管袋围埝[J].云南环境科学,2002(1):39-42.
- [2] Bray R N. Environmental Aspects of Dredging [M]. The Netherlands: Taylor & Francis, 2008: 301-351.
- [3] Cheek P M, Yee T W. The use of geosynthetic containers for disposal of dredge sediments-a case study [C]// Yokohama, Japan: Proceedings of the Eighth International Conference on Geosynthetics, 2006: 753-756.
- [4] JTJ 239—2005 水运工程土工合成材料应用技术规范[S].
- [5] DL/T 5078—1999 水电水利工程围堰设计导则[S].
- [6] 吕振江. 土工冲泥管袋在四灶浦围涂工程中的应用[J]. 浙江水利科技, 2002(4): 27-28
- [7] Yee T W, Lim L K, Choi J C. Geotextile containment, dewatering and disposal of contaminated dredged material [C]// Incheon, Korea: Proceedings of the International Conference on New Developments in Geoenvironmental and Geotechnical Engineering, 2006: 428-439.