

振动水冲法加密技术在三峡工程二期围堰中的应用

屈庆余

(中国葛洲坝集团公司城区建设管理局, 湖北 宜昌 443002)

摘要:为确保三峡工程二期围堰深槽防渗墙施工槽孔稳定, 水下抛填的低密度风化砂应达到一定密实度。采用振动水冲法加密技术对三峡工程二期围堰深水抛填风化砂进行加密, 最大振冲深度达 30 m, 使振冲后风化砂达到中密至密实状态, 风化砂干密度大于 1.80 t/m^3 , 确保了防渗墙施工造孔顺利进行。工程实践表明, 振动水冲法加密技术对围堰深水抛填风化砂进行加密是可行的。

关键词: 振冲加密; 振动水冲法; 围堰; 三峡水利枢纽

中图分类号: TV551.3

文献标识码: B

文章编号: 1006-7647(2002)06-0036-03

三峡工程二期深水土石围堰水下填筑深度大, 工期紧, 是三峡工程的重大技术难题之一, 而围堰防渗墙施工的成败, 直接影响到大坝施工期间的安全。为了构筑围堰防渗体, 沿防渗墙轴线上、下游两侧一定范围内, 设计采用风化砂材料填筑。为保证在建造深防渗墙造孔过程中槽壁的稳定, 水下抛填的低密度风化砂应达到一定密实度, 设计要求对风化砂填筑体进行加密处理。经过研究与论证, 决定采用振动水冲法技术进行加密处理, 先后进行了生产性试验, 预进占段施工, 河床段主体工程施工 3 个阶段。单墙区振冲桩布置在围堰防渗轴线上、下游两侧水下抛填风化砂部位(图 1), 双墙区振冲桩布置在围堰防渗轴线上、下游两侧及两防渗轴线之间水下抛填风化砂部位(图 2), 最大振冲深度为 30 m。上游围堰完成振冲桩 1 432 根, 进尺 33 986.3 m, 填料 $26 919 \text{ m}^3$, 下游围堰完成振冲桩 1 783 根, 进尺 45 256.5 m, 填料 $27 941.1 \text{ m}^3$ 。

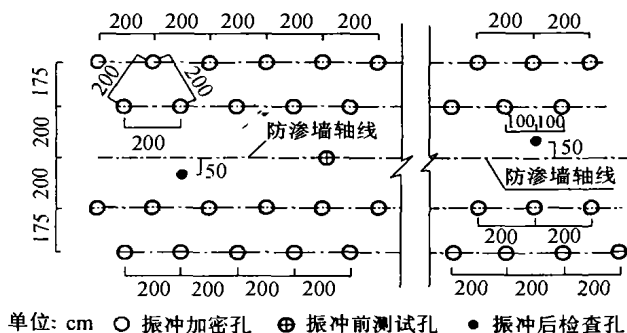


图 1 上、下土石围堰振冲孔位布置(单墙区)

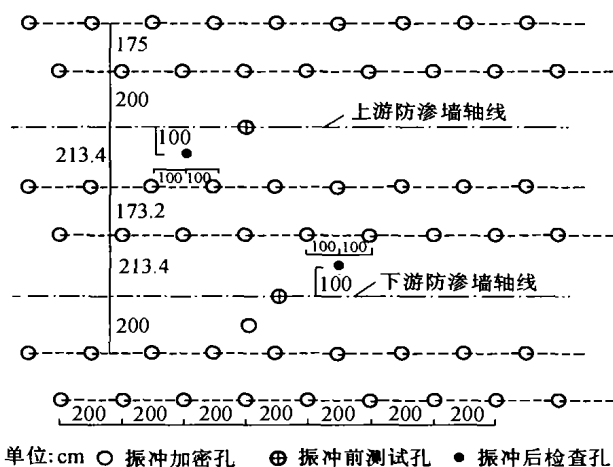


图 2 上游围堰振冲孔位布置(双墙区)

1 振冲加密施工工艺及设计技术要求

施工采用液压驱动变频 150 kW 和 130 kW 振冲器及 75 kW 电动振冲器两种机型, 其施工工艺如下:

a. 造孔. 吊车起吊振冲器对准桩位, 启动高压水泵和振冲器, 使其运行正常后, 徐徐下放振冲器贯入土体开始造孔。造孔中, 保持振冲器始终处于悬垂直状态, 保证振冲的精度。

b. 清孔. 造孔结束后, 上提振冲器一定高度(4~8 m), 使振冲孔块石滚落孔底, 避免填料加密时卡钻。

c. 填筑加密. 清孔结束后开始填料加密, 减小水泵压力至 0.3~0.5 MPa, 用装载机向孔中填料, 每次约 0.5 m^3 。振冲器利用自身的激振力将填料部分挤入风化砂堰体内, 以形成致密的碎石桩体。当达到

密实标准后,上提 30 ~ 50 cm,进行下一段次的加密施工。

施工中优先选用功率大(150 kW)、导向性好、精度高的液压驱动振冲器,振冲加密油压 18 MPa,工作转速 2000 r/min 留振时间 15 s。

按照设计文件要求,振冲加密后的质量应达到:振冲加密后风化砂标贯击数大于或等于 15 击;振冲加密后风化砂干密度平均值大于或等于 1.8 t/m^3 ,最小值应不小于 1.75 t/m^3 ;干密度合格率为 90%;动探击数与旁压模量对加密质量指标作相关规律性验证。

2 振冲加密工程的难点及技术措施

在振冲加密过程中,主要难点有:

a. 随着振冲深度的增加,孔内条件复杂,在造孔和加密过程中易造成卡钻、卡料等特殊情况,风化砂颗粒本身不稳定,在激振力作用下变细、粉碎,较难加密。

b. 在深孔条件下,约有 15 ~ 20 m 的风化砂无法由高压水冲携带出,挤抱在导管周围,产生摩擦力,抵消振冲器向下贯入的能力,使之无法继续向下造孔。

c. 在振冲器贯入砂卵石层中时,孔内无法冲出的风化砂粗颗粒沉到孔底,与砂卵石层在振冲器激振力的作用下,自行加密,形成硬层,使振冲器抱死或贯入困难。

d. 风化砂中的块球体易使振冲孔发生偏斜。

针对上述难点,在深孔施工中采取的主要措施有:

a. 连接振冲器的导管采用高强度、大直径的钢管,并加强焊接,增大其抗起拔能力。

b. 优化振冲机具的断面设计,减少其与孔壁的摩阻力,并减少异径断面的差异,采用渐变过渡,尽量消除卡钻的可能性。

c. 在振冲器的侧壁焊接侧水管,当发生卡孔现象时,加大侧水管水量,冲刷孔壁,待块石松动后强力起拔。

d. 在造孔过程中,始终保持振冲器处于悬垂状态,并注意孔斜情况及时调整纠偏。当振冲器遇到硬层或大块石,放慢造孔速度,增大或减小水压和供水量,以穿过硬层和块石。如确定不能穿过时应根据深度情况采取相应措施,当孔深小于设计深度 80% 时,采取加密孔措施。

e. 加密过程中,按设计规定严格控制加密电流值、留振时间、加密段长度。在加密过程中,根据振冲孔返水及吊车受力情况改变主侧管压力,原则是孔浅水压要降低,侧水管出地面应停止冲水。

3 振冲加密技术的工程实施

3.1 振冲加密生产性试验

生产性试验安排在右下、右上、左下三个接头段进行,试验目的是在水上及水下风化砂填筑体内采用不同的布桩形式、不同的施工参数及施工工艺,对抛填风化砂进行振冲加密,并对振冲前后的风化砂作原位及取样测试,评定振冲加密效果,为二期围堰风化砂的振冲加密确定设计参数、施工方法及施工参数。通过三个接头段的试验施工及质量检测,得到以下几点结论:

a. 采用国产电动 75 kW 振冲器加密 30 m 深抛填风化砂技术上是可行的,且经济合理。

b. 三峡坝区花岗岩风化砂不同于河砂,在振冲器侧向强激振力的作用下液化现象不明显,不能自行加密。

c. 以粗颗粒风化砂作回填料振冲加密风化砂填筑体在技术上是可行的,但施工效率低,用料量大,成本高且不能满足工期要求。

d. 回填碎、卵石料振冲加密风化砂采用 2 m 正三角形布桩,质量优良,经济合理,能够满足设计的质量及进度要求。

3.2 预进占段及深槽段风化砂填筑体振冲加密

三峡工程二期上、下游围堰左、右岸预进占段振冲加密布桩方案为防渗轴线上、下游侧按 2 m 正三角形布桩两排,加密深度设计要求穿过覆盖层,达到全风化顶板。

三峡工程二期下游围堰深槽段振冲加密布桩方案为防渗墙上、下游侧按 2 m 正三角形各布桩两排,另外为增加深槽段背水侧抗力,增大墙体稳定安全度,在背水侧两排振冲桩外又以 1.75 m 排距和 2.0 m 桩距增加 3 排振冲桩。

4 振冲加密质量检测

a. 检测程序。根据设计要求,每个钻孔每 5 m 一段分别取风化砂原状样及做动探、标贯、旁压原位试验。按照先钻取原状样,然后进行动探、标贯及旁压试验的次序进行检测,清孔后再做下一循环的检测。

b. 检测孔布置。为了检测振冲效果,设计要求按振冲加密桩数的 2% 布置检测孔,检测孔一般按下述方法布置:检测孔均应布置在距防渗墙轴线上游(或下游)0.5 m 处,具体孔位由现场监理工程师根据振冲施工情况指定布置。

c. 干密度检测。上游围堰振冲后干密度实测值离散性较大,干密度最小值为 1.61 t/m^3 ,最大值为 2.179 t/m^3 ,平均值为 1.936 t/m^3 。其干密度处于中密

至密实状态,合格率 96.4%,满足设计要求.下游围堰振冲后风化砂实测干密度最小值为 1.68 t/m^3 ,最大值为 2.146 t/m^3 ,平均值为 1.932 t/m^3 .其干密度的密度及实测结果离散性基本与上游围堰相同.由下游围堰实测干密度与设计要求干密度对比可以看出,振冲后实测干密度值小于 1.75 t/m^3 ,占统计总数的 1.6%,且大于 1.80 t/m^3 合格保证率为 93.7%,能满足设计要求.

d. 含水量检测.上游围堰风化砂振冲后实测含水量最大值为 15.57%,最小值为 4.36%,平均值为 10.93%.下游围堰振冲后含水量检测最小值为 4.23%,最大值为 16.44%,平均含水量为 11.83%.

e. 颗粒级配分析.上游围堰振冲后风化砂 P5 含量平均值为 20.76%,含泥量($<0.1 \text{ mm}$)平均值为 11.94%,较填料设计含泥量($\leq 10\%$)偏高.下游围堰振冲后风化砂 P5 含量平均值为 19.17%,含泥量($<0.1 \text{ mm}$)平均值为 10.36%,较填料设计含泥量($\leq 10\%$)偏高.

f. 原位检测.①标贯检测:上游围堰风化砂振冲后标贯击数最小值为 16,最大值为 49,平均击数为 25.8 击,合格率为 100%,能够满足设计要求.下游围堰风化砂振冲后标贯击数最小值为 11 击,最大值为 48 击,平均值为 23.7 击,标贯击数低于设计要

求的占总数的 5.3%,这反映出下游围堰局部部位风化砂填筑密度小,较松散.②动探试验:上游围堰振冲后动探击数最小值为 9,最大值为 32 击,平均值为 15.6 击,且小于平均值的百分数占 63.9%.下游围堰振冲后动探击数最小值为 6,最大值为 39,平均值为 15.9.实测动探击数频数曲线与标贯相同,即规律性相一致.

5 结 语

通过对三峡工程二期上、下游围堰风化砂振冲后的 48 个检测孔的振冲施工质量检测,以及对成果资料的分析,可以得出如下结论:

a. 振冲施工后上、下游围堰风化砂密实度达到中密至密实状态,风化砂的平均干密度值大于 1.80 t/m^3 ,干密度大于 1.80 t/m^3 的保证率在 90% 以上.

b. 振冲在上、下游围堰标贯击数大于 15 击的合格保证率分别为 100% 和 94.7%.作为相关验证的动探和旁压试验的规律性基本与标贯的结果相同.

c. 二期上、下游围堰振冲施工质量已达到预期目的,振冲加密风化砂效果能够满足设计要求,为后期防渗墙施工造孔提供了可靠的保障.

(收稿日期:2002-02-25 编辑:马敏峰)

(上接第 29 页)活垃圾和工业或医院危险固体废弃物,应采取建立垃圾卫生填埋场和安全焚烧措施进行无害化处理,防止露天堆放,以免渗漏液污染地表和地下水.在水利规划与设计应充分考虑生态环境保护内容,应有具体的设施或措施去体现,如水库调度运用要先保证下游生态用水,禁止在湿地中引排水和在湿地上游河流上修建水库工程^[4].在湿地中修建引水工程,其渠堤将阻断水陆连续性,所以湿地应限制一切引水穿越.在三江平原现已划定为自然保护区(如洪河、挠力河、长林岛等国家和省级湿地自然保护区)的周边,应防止超采地下水、引排地表水和向保护区排放农田退水^[5].

3.4 引进先进的水资源价值理论,激活水利市场

应在区域水务部门的决策层,深入学习水资源价值源、水资源价值流、水资源价值突变、水资源耦合价值模型、水资源价值量核算、均衡代际转移及水资源财富等理论,引进水价调节机制,激活水利市场.将资源水价、工程水价与环境水价引入新建水利工程的供水价格中,这有利于体现水资源价值观,同时促进水环境保护.

3.5 实施多环节调控,营造节水社会环境

应结合区域经济、社会、知识资源状况,提出相

应的法规条款,实现水资源的法制化管理.在工农业项目开发、小城镇化体系建设和生活用水中,对给排水系统设计、污水净化等环节,贯彻资源价值和循环经济理论,运用中水道工程技术,做好可持续发展的规划与指导,开展节水、治污与调水等多方案的比较研究,加强大型灌区管理的连续性和统一性,按农业用水量控制灌溉水量.在三江平原综合节水体系中,不仅要充分发挥水利节水技术的作用,而且要重视农业节水措施,选育耐旱作物品种,推广保墒耕作技术和节水栽培技术,调整农业布局和种植结构等.

参考文献:

- [1] 何珏.中国三江平原[M].哈尔滨:黑龙江科学技术出版社,2000.417~418.
- [2] 刘兴土,马学慧.三江平原自然环境变化与生态保育[M].北京:科学出版社,2002.59~173.
- [3] 姚章村,刘景瑞,刘正茂.开发利用三江平原水资源初议[J].黑龙江水专学报,2000,27(4):4~7.
- [4] 刘正茂,杨晓明,那辉.生态环境影响评价中环保措施的编制[J].黑龙江环境通报,1999,26(4):31~33.
- [5] 刘正茂,赵春辉,刘清慧,等.黑龙江垦区湿地恢复建设及其可持续利用研究[J].环境保护,2001(7):32~34.

(收稿日期:2001-09-24 编辑:熊水斌)