

DOI: 10.3969/j.issn.1004-4701.2015.03.10

竹银水库深厚淤泥基础处理工程

— 竹银水库工程 ...

(中水珠江规划勘测设计有限公司, 广东 广州 510610)

摘要: 竹银水库工程为Ⅱ等大(2)型工程,位于广东省珠海市斗门区,是国务院批准的《保障澳门、珠海供水安全专项规划报告》的重点工程。其中竹银水库是竹银水源工程的核心工程,是解决澳门和珠海供水问题的关键性措施之一。竹银水库2008年项目建设、可行性研究、初步设计相继批复,2008年年底开工建设,2010年年底开始初期蓄水,工程设计、施工的时间紧,任务重。特别是主坝坝基深厚淤泥基础处理问题成为制约项目里程碑目标完成的关键。如何结合软弱基础特性,统筹工程质量、投资、工期等因素,达到综合效益最大化,是基础处理的关键。本文详细分析了软基特性,在确保质量优良、投资可控、工期保障的前提下,经过综合比选,最终选取全开挖置换方案,成功地解决了主坝坝基深厚淤泥基础处理问题。

关键词: 竹银水库; 深厚淤泥; 基础处理; 全开挖置换

中图分类号: TV223 **文献标识码:** B **文章编号:** 1004-4701(2015)03-0194-04

0 引言

竹银水源工程为Ⅱ等大(2)型工程,位于广东省珠海市斗门区,是国务院批准的《保障澳门、珠海供水安全专项规划报告》的重点工程。其中竹银水库是竹银水源工程的核心工程,是解决澳门和珠海供水问题的关键性措施之一^[1]。竹银水库2008年项目建设、可行性研究、初步设计相继批复,2008年年底开工建设,2010年年底开始初期蓄水,工程设计、施工的时间紧,任务重。特别是主坝坝基深厚淤泥基础处理问题成为制约项目里程碑目标完成的关键^[2]。如何结合软弱基础特性,统筹工程质量、投资、工期等因素,达到综合效益最大化,是基础处理的关键。本文详细分析了软基特性,在确保质量优良、投资可控、工期保障的前提下,经过综合比选,最终选取全开挖置换方案,成功地解决了主坝坝基深厚淤泥基础处理问题。

1 工程概况

竹银水库坝址位于广东省珠海市斗门区,由一座主坝、两座副坝和一座溢洪道组成。主坝坝型为土石分区坝,最大坝高66.00 m,主坝坝基存在厚4.25 m~14.30 m的软土淤泥层,其含水量高,压缩性大,抗剪强度低,承载力低,存在压缩变形、抗滑稳定及震陷等问题,其下的淤泥质粉细砂层亦存在震动液化问题。

1.1 方案论述

根据坝地质条件,基础处理考虑3种方案进行比较。

(1) 第一种方案:全挖除方案

该方案为全部清除坝基以下淤泥或淤泥质土,坝体利用全风化层或残坡积层作持力层,承载力可满足土坝要求,坝基设置截水槽和帷幕防渗。

(2) 第二种方案:部分挖除结合砂石桩排水固结方案

该方案为挖除竖式排水体以上坝基以下坝基清除表层3.00 m淤泥土层后,对淤泥地层进行砂石桩排水加固处理。砂石桩设计桩径采用0.60 m,间排距2.00 m,长13.00 m。

(3) 第三种方案:水泥搅拌桩方案

该方案为不清除淤泥或淤泥质土,坝基软土层全面采用水泥搅拌桩,目的通过置换形成复合地基,以提高坝基承载力,减少沉降。搅拌桩设计置换率为0.302,桩径采用0.60 m,间排距1.00 m,长13.00 m。

1.2 工程量及投资

3种基础型式坝体的主要工程量及投资比较见表1。

1.3 方案比选

竹银水库对澳门供水里程碑目标意义重大,其施工工期短,工程进度控制要求高,在方案选择上施工工期是重要考虑因素。

第一种方案施工相对简单,但基础开挖深,淤泥开

收稿日期:2015-04-13

基金项目:广东省水利科技专项(2014-2015)资助项目

表 1 地基型式主要工程量及投资比较表

项 目	第一种方案(全开挖)	第二种方案(砂石桩)	第三种方案(搅拌桩)
软基开挖/m ³	1 214 251	839 810	356 761
坝体土料填筑/m ³	3 722 124	3 464 444	2 870 349
塑性土/m ³	0	0	43 056
弃渣回填/m ³	373 800	239 400	105 000
坝内反滤料填筑/m ³	213 181	215 701	213 181
排水棱体/m ³	12 217	12 217	12 217
帷幕灌浆/m	8 663	8 663	9 663
固结灌浆/m	1 650	1 650	1 375
桩基(桩径 0.6m)/m	0	120 120	1 111 151
投资概算/万元	11 211.80	12 145.87	13 871.64

挖量大,软土开挖施工不方便;第二种方案虽减少淤泥开挖和坝体填筑,但碎石桩基础排水固结时间长,坝体填筑速度要控制,工期相对延长;第三种方案淤泥开挖和坝体填筑量最少,施工相对较易,但搅拌桩工程量大,工期相对最长。从施工工期角度考虑,第一种方案基础不需要排水固结时间,坝体填筑速度不受基础的限制,施工工期最短。同时,第一种方案工程的投资也最省,因此最终选择第一种方案,即:全部清除坝基以下淤泥或淤泥质土,使今后安全运行不留后患。

2 结 论

2.1 施工方法

竹银水库主坝淤泥基础基坑最深需开挖至-15.00 m,最大开挖深度约 16.00 m,直接开挖具有较大的技术风险和安全风险。常规的围护基坑开挖方案虽然采用钢板桩、水泥搅拌桩等方式围护基坑能有效挡淤,减少开挖方量,但技术要求复杂,需用的设备、材料数量多,费用高,而且也同样存在被围护的基坑土体排水固结时间长和不便使用大型机械施工的缺陷。本工程充分利用现场施工场地充裕的优势,详细分析坝基软土的特性,为降低造价、缩短工期,采用放坡大开挖,抛石挤淤堤支护坡脚方案。

具体施工方案为:

(1)地面至-9.50 m 高程由上至下采用自然放坡分层开挖,淤泥分层厚度约为 3.50 m,上、下游开挖坡面分别在-2.50 m 和-6.00 m 处设 8.00 m 宽马道。

(2)在形成-9.50 m 高程基面后采用块石挤淤法填筑,形成上、下游拦淤堤,随后采用封闭式开挖-9.50 m 高程内基坑淤泥,同时加固拦淤堤。为保障施工安全,

上、下游拦淤堤戗堤触底宽度必须大于 20 m,堤内淤泥开挖层厚不得大于 3 m。

(3)坝基开挖共布置 4 条主干出渣道路和 10 条临时施工道路,施工道路从两岸向基坑延伸,均布置于开挖清除淤泥后的设计坝基面上。基坑共布置 9 个出渣点,每个出渣点布置 1~2 台挖掘机,共安排 12~15 台挖掘机出渣。

(4)上、下游戗堤是拦淤开挖的重要安全措施,也是坝体的一部分,对保证戗堤填筑料质量和提高戗堤填筑速度极为重要。挤淤采用的坚硬块石,其粒径大于 0.50 m 的须不少于 50%,软化系数大于 0.8;完成挤淤开挖后,加固戗堤可采用风化岩,其粒径大于 0.30 m 的须不少于 50%。

2.2 基坑开挖及支护工序

在形成-9.5 m 高程基面后,上、下游基坑的坡脚和开挖支护均采用挤淤法进行开挖,上游基坑通过两次抛填块石、下游基坑通过 4 次抛填块石,最终完成全部开挖工作。

2.2.1 上游基坑坡脚开挖支护

(1)先在上游坡脚处抛填粒径大于 0.50 m 的块石,铺填 1.00~2.00 m 厚、10.00 m 宽,垂直下挤。待碾压层面沉降稳定后,从抛石边缘开挖淤泥,开挖深度 2.00 m,宽>80.00 m。

(2)二次抛填块石(10m 宽)并采用振动碾碾压至沉降稳定后,开挖至基底,开挖深度<2.00 m,宽>30.00 m,并尽快填风化石至-9.50 m 高程,形成宽 30.00 m 的堆(抛)石戗堤支护。

(3)当戗堤坡脚处开挖清基宽度大于 20.00 m 时,加固拦淤堤,用风化石填筑加宽(>10.00 m),加高(-8.00 m

高程以上), 分层铺填厚度 0.40 m, 20 t 振动碾压 6 遍以上, 相对密度 > 0.85。

2.2.2 下游基坑坡脚开挖支护

(1) 先抛填粒径大于 0.50 m 的块石于上游坡脚处, 铺填 1.00~2.00 m 厚、10.00 m 宽, 垂直下挤。当碾压层面沉降稳定时, 从抛石边缘开挖淤泥, 开挖深度 2.00 m, 宽 > 110.00 m。

(2) 二次抛填块石 (6.00 m 宽), 碾压至沉降稳定后, 从抛石边缘开挖淤泥, 开挖深度 2.00 m, 宽 > 110.00 m。

(3) 三次抛填块石 (6.00 m 宽), 碾压至沉降稳定后, 再从抛石边缘开挖淤泥, 开挖深度 < 2.00 m, 宽 > 70.00 m。

(4) 四次抛填块石 (4.00 m 宽), 碾压至沉降稳定后, 开挖至基底, 开挖深度 < 2.00 m, 宽 > 30.00 m, 并尽快填风化石至 -9.50 m 高程, 形成宽 30.00 m 的堆 (抛) 石戗堤支护。

(5) 当戗堤坡脚处开挖清基宽度大于 20.00 m 时, 加固拦淤堤, 用风化石填筑加宽 (> 10.00 m), 加高 (-8.00 m

高程以上), 分层铺填厚度 0.40 m, 20 t 振动碾压 6 遍以上, 相对密度 > 0.85。

上、下游抛石戗堤形成工序详图见图 1~图 3。

2.3 施工方法技术特点及难点

2.3.1 自然放坡分层开挖高程选择

本项目施工自然放坡开挖高程的选择需综合统筹开挖放坡场地条件、现有施工机具能力、主坝坝基宽度、基坑戗堤稳定安全等因素, 并在开挖方量与施工工期之间 (即投资与工期) 寻求最佳平衡。最终结合现场条件, 开挖高程选为 -9.50 m, 距地面高度约 8.00~11.00 m, 自然放坡约 1:6~1:10。

2.3.2 上、下游戗堤结构型式、填料选择及施工工序

形成垂直基坑开挖可有效减少软基淤泥开挖量, 同时也需要进行必要的基坑围护 (即上、下游戗堤)。上下游戗堤可有效防止四周软基滑塌, 避免增加开挖量和基坑外基础失稳, 其自身的稳定至关重要。上、下游戗堤自身稳定, 需考虑其填料强度、四周挡淤稳定安全

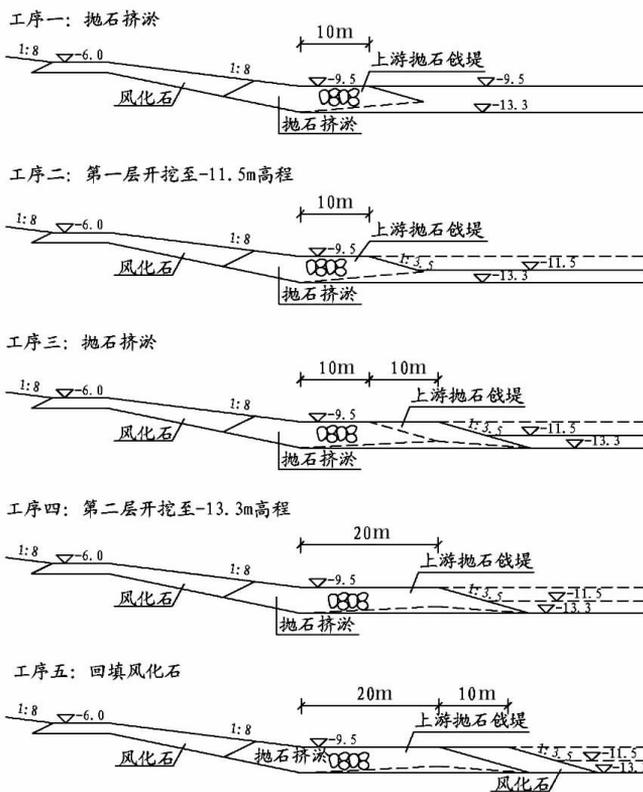


图 1 上游抛石戗堤形成工序详图 (单位 m)

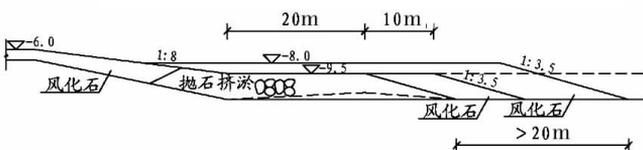


图 2 加固上下游抛石戗堤详图 (单位 m)

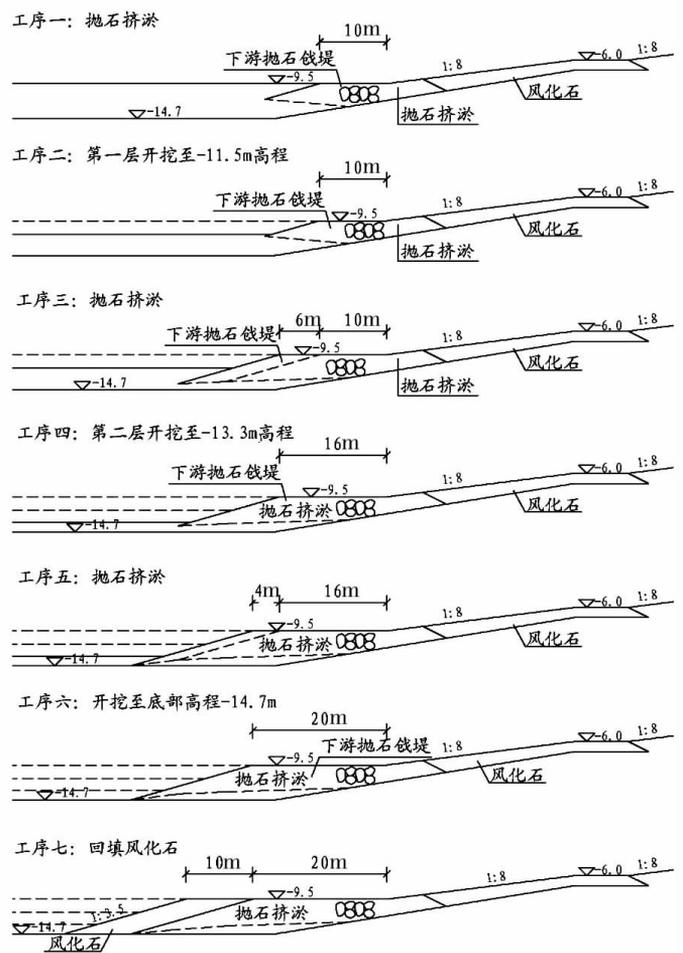


图 3 下游抛石戗堤形成工序详图 (单位 m)

及施工期稳定安全,因此需紧密结合软基特性,综合统筹填料选择、结构型式和施工工序。同时上下游戗堤最终将作为坝体的一部分,对坝体填筑的质量与后期沉降稳定控制亦是关键问题。最终上游戗堤分五序施工、下游戗堤分七序施工;填筑软化系数大于0.8,大颗粒粒径风化石料;采用20t振动碾压分层碾压。

3 结论

深厚淤泥基坑开挖是一项受质量、投资和工期等多种复杂因素互相影响的系统工程,是工程技术上的难点。竹银水库主坝坝基深厚淤泥采用挖除方式,其施工方法是放坡大开挖,抛石挤淤堤支护坡脚。该施工方法建立在充分掌握和分析坝基软土特性的基础上,安全合理、因地制宜的解决了自然放坡分层开挖高程选择和上

下游戗堤结构型式、填料选择及施工工序等问题,在短期内完成121万 m^3 软基开挖。该施工方法施工速度快,无污染且工程造价低,施工周期短,是一种较理想的淤泥深基坑施工方法。竹银水库按期完工,质量合格,并于2010年年底开始初期蓄水供水。近5年来,该水库大坝运行正常,基础稳定可靠,为深厚淤泥基础处理提供了一个成功的工程案例,也为类似工程在质量、投资、工期等多条件制约下选取制定深厚淤泥基坑处理方案拓宽思路、提供借鉴。

参考文献

- [1] 黄刚强,等. 珠海市竹银水源工程可行性研究报告[R].广州:中水珠江规划勘测设计有限公司.2008.6.
- [2] 黄刚强,等. 珠海市竹银水源初步设计报告[R].广州:中水珠江规划勘测设计有限公司.2008.10.

Treatment construction method of deep silt layer for the main dam foundation of Zhuyin Reservoir

Xiong Hanwen, TU Xiaoxia

China Water Resources Pearl River Planning Surveying and Designing Co.LTD, Guangzhou 510610, China

Abstract: The new Zhuyin reservoir is one of the key measures to solve the problem of water supply in Zhuhai and Macao. The deep silt foundation treatment of this dam foundation is a key problem restricting this project milestone target. This paper introduced the successful case of Zhuyin Reservoir dam foundation with deep silt foundation treatment scheme. The scheme selection, construction scheme and its process are focused on. It can provide reference for similar projects.

Key words: Zhuyin Reservoir; Deep silt layer; Construction method.

— ...>£ " " , 9

声 明

本刊已许可中国学术期刊(光盘版)电子杂志社在中国知网及其系列数据库产品中以数字化方式复制、汇编、发行、信息网络传播本刊全文。该社著作权使用费与本刊稿酬一并支付。

作者向本刊提交文章发表的行为即视为同意我部上述声明。如果作者不同意上述声明,请在来稿时声明,本刊将作适当处理。

《江西水利科技》编辑部