

洪水位以下穿越软基堤防的取水管道结构设计

陈飞龙¹ 陈耀杰² 王文州³

1. 南京嵩晨建设工程有限公司, 中国·江苏 南京 211500
2. 南京市六合区冶山街道水利管理服务中心, 中国·江苏 南京 211500
3. 南京河川建设工程有限公司, 中国·江苏 南京 211500

摘要:一种洪水位以下穿越软基堤防的取水管道结构, 破堤开挖到管道穿堤设计高程后, 满堂红布置水泥土搅拌桩, 在闸阀井下方布置高压旋喷桩连续墙。浇筑混凝土垫层、闸阀井、混凝土刺墙、混凝土管床, 安装取水管道, 闸阀井后方的管道用混凝土包裹。回填粘土时放置土工格栅, 并分层填土。用泥结石路面恢复堤顶。闸阀井设闸阀, 上接操作杆。还公布了取水管道设计洪水位以下穿越软基堤防的结构的施工方法。可消除穿堤段不均匀沉降, 截断管道与堤身接触处渗流通道, 提高堤坡抗滑稳定性, 结构新颖, 实施方便。

关键词: 穿越软基; 堤防; 取水管道; 结构设计

Structural Design of Water Intake Pipeline Crossing Soft Foundation Embankment Below Flood Level

Feilong Chen¹ Yaojie Chen² Wenzhou Wang³

1. Nanjing Songchen Construction Engineering Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 211500, China
2. Yeshan Street Water Conservancy Management Service Center, Liuhe District, Nanjing City, Nanjing, Jiangsu, 211500, China
3. Nanjing River Construction Engineering Co., Ltd., Nanjing, Jiangsu, 211500, China

Abstract: A water intake pipeline structure that crosses a soft foundation embankment below the flood level. After breaking the embankment and excavating to the design elevation of the pipeline crossing the embankment, cement soil mixing piles are arranged throughout the hall, and high-pressure rotary jet grouting pile continuous walls are arranged below the gate valve well. Pour plain concrete cushion layer, gate valve well, concrete piercing wall, concrete pipe bed, install water intake pipeline, and wrap the pipeline behind the gate valve well with concrete. When backfilling clay, place geogrids and fill the soil layer by layer. Restore the embankment top with mud stone pavement. The gate valve well is equipped with a gate valve and connected to an operating rod. The construction method for crossing soft foundation embankments below the designed flood level of the water intake pipeline was also announced. It can eliminate uneven settlement in the embankment section, cut off the seepage channel at the contact between the pipeline and the embankment body, improve the anti sliding stability of the embankment slope, have a novel structure, and are easy to implement.

Keywords: crossing soft foundation; embankment; water intake pipeline; structural design

1 背景技术

自来水厂常从河道取水, 取水管道必然要穿越堤防, 对堤防而言, 新增了薄弱环节。为减小对堤防造成的不利影响, 管底需要高于堤防设计洪水位。当水泵布置于堤后时, 受大气压强的限制及取水流量的影响, 有效吸程一般只有 5~6m。当流量较大时, 有效吸程还会更小。若河水位变幅较大, 设计洪水位与常水位差值超过 6m 时, 堤后水泵将不能按设计流量从河道取水。若将泵房设置在河道中, 由于水泵扬程可达几十米甚至上百米, 可轻松翻越堤防, 直达水厂。但位于河道内的泵房阻水面积较大, 将影响河道行洪。若将泵房设置在堤后, 仅保留取水口在河道中, 这样阻水面积可大为减小, 对河道行洪影响也较小, 但需要将穿堤管道底高

程降低, 使管道从堤防设计洪水位以下穿过。

管道在设计洪水位以下穿越堤防, 在管道与堤身接触处, 存在接触冲刷隐患, 管道还存在破损漏水的可能, 这对堤防渗流稳定及抗滑稳定均产生明显不利影响。当堤防下面存在淤泥等软弱地基时, 还会带来不均匀沉降, 甚至可能溃堤, 后果将不堪设想, 为此我们提出一种洪水位以下穿越软基堤防的取水管道结构用于解决上述问题。

2 技术方案

技术方案:一种洪水位以下穿越软基堤防的取水管道结构, 包括高压旋喷桩连续墙, 高压旋喷桩连续墙浇筑在堤防顶部靠近临水侧的挖坑内, 高压旋喷桩连续墙上浇筑安装闸阀井, 闸阀井两端内腔固定套接管道, 管道的一端贯穿闸

阀井的外壁并紧密贴合高压旋喷桩连续墙上，高压旋喷桩连续墙上的管道浇筑包裹在混凝土管桩内，高压旋喷桩连续墙和闸阀井侧壁上填充回填黏土，回填黏土的顶部铺设泥结石路面，管道远离高压旋喷桩连续墙的一端伸至堤防临水侧坡脚正上方，且堤防坡脚固定埋设桩架，管道的端面底部固定焊接在桩架上，且管道的端面固定安装取水口。

高压旋喷桩连续墙底部的堤防内固定浇筑多个水泥土搅拌桩，水泥土搅拌桩的顶面固定连接高压旋喷桩连续墙的底部，高压旋喷桩连续墙边缘的土坑内浇筑素混凝土垫层。

水泥土搅拌桩底部伸入堤基软土层以下 2m，水泥土搅拌桩为间距 1.2m × 1.2m 的梅花型满堂红布置，水泥土搅拌桩区域面积两侧距离闸阀井边缘距离大于 1m。

闸阀井包括钢筋混凝土底板，钢筋混凝土底板固定浇筑在高压旋喷桩连续墙靠近堤防临水侧的一端顶部，钢筋混凝土底板四边固定浇筑混凝土支座，混凝土支座的内腔两端均安装有闸阀，闸阀贯穿混凝土支座的管道，闸阀的顶部安装闸阀操作杆。

钢筋混凝土底板和混凝土支座的两侧均一体浇筑混凝土刺墙，混凝土支座的两端外壁均开有套接管道的通孔。

混凝土管床为下宽上窄的梯台状结构，回填黏土的压实度大于 0.95，回填黏土内每隔厚 0.5m 土层铺一层土工格栅 5。

桩架和闸阀井间的堤防上固定埋设多根钢管桩，钢管桩的顶部均紧密支撑在管道的底面，取水口底部的堤防坡脚上铺设格宾护垫，格宾护垫上铺设碎石找平层，且碎石找平层位于取水口的正下方。

3 附图说明

取水管道结构示意图见图 1，图 1 沿管道方面纵剖面图 (AA 剖面图) 见图 2，图 1 闸阀井处垂直于管道方面横剖面图 (BB 剖面图) 见图 3，图 1 管床段垂直于管道方面横剖面图 (CC 剖面图) 见图 4。

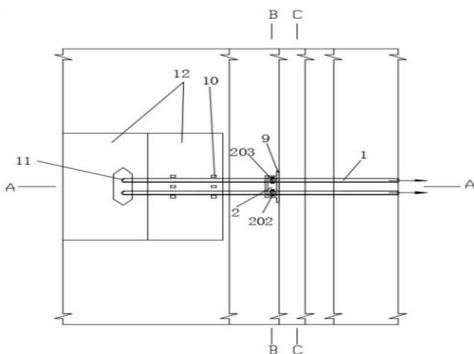


图 1 取水管道结构示意图

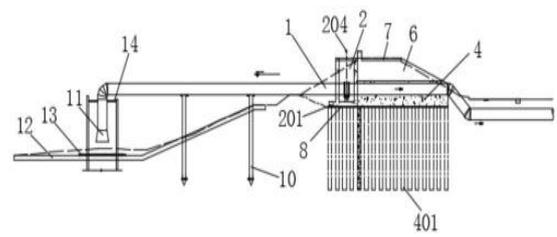


图 2 图 1 沿管道方面纵剖面图 (AA 剖面图)

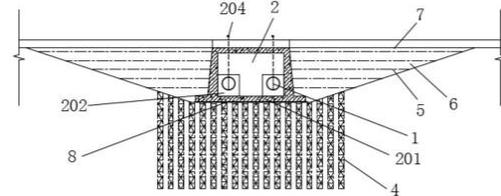


图 3 图 1 闸阀井处垂直于管道方面横剖面图 (BB 剖面图)

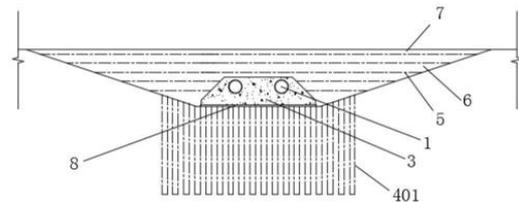


图 4 图 1 管床段垂直于管道方面横剖面图 (CC 剖面图)

图中：1—管道；2—闸阀井；201—钢筋混凝土底板；202—混凝土支座；203—闸阀；204—闸阀操作杆；3—混凝土管床；4—高压旋喷桩连续墙；401—水泥土搅拌桩；5—土工格栅；6—回填粘土；7—泥结石路面；8—素混凝土垫层；9—混凝土刺墙；10—钢管桩；11—取水口；12—格宾护垫；13—碎石找平层；14—桩架；15—土质围堰；16—土工膜；17—砂包。

4 具体实施方式

请参阅图 1 至图 4，一种洪水位以下穿越软基堤防的取水管道结构，包括高压旋喷桩连续墙 4，高压旋喷桩连续墙 4 浇筑在堤防顶部靠近临水侧的挖坑内，高压旋喷桩连续墙 4 上浇筑安装闸阀井 2，闸阀井 2 两端内腔固定套接管道 1，管道 1 的一端贯穿闸阀井 2 的外壁并紧密贴合高压旋喷桩连续墙 4 上，高压旋喷桩连续墙 4 上的管道 1 浇筑包裹在混凝土管床 3 内，高压旋喷桩连续墙 4 和闸阀井 2 侧壁上填充回填黏土 6，回填黏土 6 的顶部铺设泥结石路面 7，管道 1 远离高压旋喷桩连续墙 4 的一端伸至堤防临水侧坡脚正上方，且堤防坡脚固定埋设桩架 14，管道 1 的端面底部固定焊接在桩架 14 上，且管道 1 的端面固定安装取水口 11。

进一步的，沿堤防坡脚设置土质围堰 15 到设计高程，土质围堰 15 临水侧坡面上铺设一道防渗土工膜 16，土工膜 16 外用砂包 17 压顶防护，抽干土质围堰 15 和堤防坡顶间的积水，从而便于将堤防坡顶露出水面并干燥，便于挖坑安

装高压旋喷桩连续墙 4、闸阀井 2 等结构,便于施工。

高压旋喷桩连续墙 4 底部的堤防内固定浇筑多个水泥土搅拌桩 401,水泥搅拌桩 401 的顶面固定连接高压旋喷桩连续墙 4 的底部,高压旋喷桩连续墙 4 边缘的土坑内浇筑素混凝土垫层 8,堤基软弱土层采用水泥土搅拌桩 401 加固,减小了堤基不均匀沉降,闸阀井 2 下方采用高压旋喷桩连续墙 4,增加了堤基防渗性能。

水泥土搅拌桩 401 底部伸入堤基软土层以下 2m,水泥土搅拌桩 401 为间距 1.2m×1.2m 的梅花型满堂红布置,水泥土搅拌桩 401 区域面积两侧距离闸阀井 2 边缘距离大于 1m。

闸阀井 2 包括钢筋混凝土底板 201,钢筋混凝土底板 201 固定浇筑在高压旋喷桩连续墙 4 靠近堤防临水侧的一端顶部,钢筋混凝土底板 201 四边固定浇筑混凝土支座 202,混凝土支座 202 的内腔两端均安装有闸阀 203,闸阀 203 贯穿混凝土支座 202 的管道 1,闸阀 203 的顶部安装闸阀操作杆 204。

钢筋混凝土底板 201 和混凝土支座 202 的两侧均一体浇筑混凝土刺墙 9,混凝土刺墙 9 可增加水流渗径,减小水力坡降,有利于保护堤身填土免受接触冲刷,混凝土支座 202 的两端外壁均开有套接管道 1 的通孔。

优选的一种实施案例,混凝土管桩 3 为下宽上窄的梯台状结构,避免锐角,有利于压实回填的粘土,回填黏土 6 的压实度大于 0.95,回填黏土 6 内每隔厚 0.5m 土层铺一层土工格栅 5,土工格栅 5 可大大消除回填粘土 6 的不均匀沉降,提高堤坡的抗滑稳定性。

优选的一种实施案例,桩架 14 和闸阀井 2 间的堤防上固定埋设多根钢管桩 10,钢管桩 10 的顶部均紧密支撑在管道 1 的底面,取水口 11 底部的堤防坡脚上铺设格宾护垫 12,格宾护垫 12 上铺设碎石找平层 13,且碎石找平层 13 位于取水口 11 的正下方,采用格宾护垫防护 12,有利于河床稳定,取水口 11 下方的碎石,有效防止泥砂吸入取水口。

工作原理:通过土质围堰 15 对堤防坡顶进行防水,从而使得堤防坡顶露出水面,便于施工,通过开挖堤防顶部并埋设多根水泥土搅拌桩 401,水泥土搅拌桩 401 的顶面固定连接高压旋喷桩连续墙 4 的底部,高压旋喷桩连续墙 4 边缘的土坑内浇筑素混凝土垫层 8,堤基软弱土层采用水泥土搅拌桩 401 加固,减小了堤基不均匀沉降,闸阀井 2 下方采用高压旋喷桩连续墙 4,增加了堤基防渗性能,同时钢筋混

土底板 201 和混凝土支座 202 的两侧均一体浇筑混凝土刺墙 9,混凝土刺墙 9 可增加水流渗径,减小水力坡降,有利于保护堤身填土免受接触冲刷,管道 1 与闸阀井 2 连接后,闸阀井 2 后端的管道 1 通过混凝土管床 3 进行支撑固定,且混凝土管床 3 为下宽上窄的梯台状结构,避免锐角,有利于通过回填黏土 6 将堤防顶部挖坑进行填充并压实,且回填黏土 6 内铺设的土工格栅 5 可大大消除回填粘土的不均匀沉降,提高堤坡的抗滑稳定性,从而有效的在软基堤防上安装取水管道,保证堤防稳定性,取水口 11 附近的河床,采用格宾护垫 12 防护,有利于河床稳定,取水口 1 下方的碎石,有效防止泥砂吸入取水口 11,便于取水。

5 有益效果

①闸阀井内的闸阀,在突发紧急情况下,可迅速切断管道内的水流。

②闸阀井两侧混凝土刺墙可增加水流渗径,减小水力坡降,有利于保护堤身填土免受接触冲刷。

③穿管处堤基软弱土层采用水泥土搅拌桩加固,减小了堤基不均匀沉降。

④闸阀井下方采用高压旋喷桩连续墙,增加了堤基防渗性能。

⑤闸阀井后采用混凝土管桩,并用下宽上窄的断面,避免锐角,有利于压实回填的粘土。

⑥土工格栅可大大消除回填粘土的不均匀沉降,提高堤坡的抗滑稳定性。

⑦堤顶处设置的泥结石路面,有助于观察堤顶不均匀沉降,及时发现裂缝等异常现象。

⑧取水口附近的河床,采用格宾护垫防护,有利于河床稳定。

⑨取水口下方的碎石,有利于防止泥砂吸入取水口。

参考文献:

- [1] 郭栋,江辉煌.浅析大面积堆载预压淤泥处理中不均匀沉降的分布与发展规律[C]//中国土木工程学会港口工程技术交流大会暨第十届工程排水与加固技术研讨会,2017.
- [2] 赵娟,吴友仁,韩瑞芳.排水板堆载预压加固软基中固结度和沉降的计算[J].第七届全国工程排水与加固技术研讨会,2008.
- [3] 徐书平,刘祖德,鲍华,等.堆载预压过程中的地基稳定性计算方法[J].岩土力学,2005,26(6):4.