

文章编号:1001-4179(2013)21-0040-03

# 围垦工程中浮运水闸闸基处理技术探讨

谢先坤

(上海市水利工程设计研究院有限公司,上海 200061)

**摘要:**由于浮运水闸闸基处理属水下施工,实施难度大,需采取特殊的结构及工艺措施;且闸址地质条件一般较差,表层淤泥覆盖层厚,天然地基承载力较低,水闸闸基防渗与地基处理往往相互关联,需结合各种条件考虑。根据水闸所处地质条件、荷载大小等因素,提出了基槽及封闭板桩两种防渗方案及预制桩、PHC管桩和水中深层搅拌桩3种地基处理方法。详细介绍了防渗和地基处理的实施过程及施工注意事项。

**关键词:**闸基处理;接头;灌浆;浮运闸;围垦工程

**中图分类号:**TV66 **文献标志码:**A

在沿海地区的围垦工程中,随滩地的降低,围堤填筑越来越高,致使围堤中易出现临时排水管断裂、并导致排水管处大堤路面塌陷,给工程带来安全隐患,因此急需采用一种新的临时排水措施。同时,为保证围区防洪安全,围区内需布置排水系统,这些排水系统需要与外界沟通而进行引排水,因此需修建穿堤水(涵)闸等永久性引排水建筑物。水(涵)闸的基础均位于水下,若采用常规的干地建闸方法,水(涵)闸整个施工均在围堰内进行,围堰高、工程量大,围堰工程费用占总工程费用的30%~56%,使工程经济效益明显降低,并且施工工期延长,浪费大量的筑堤材料。浮运水闸先于两侧圈围堤施工,圈围施工期可以排除吹填过程中积水及雨水,起临时排水作用;围堤建成后,浮运水闸与围内排水系统连接,可作为穿堤永久引排水建筑物。

围堤外侧潮位变化较大,高、低潮位时与围区内的水位差非常大,而且闸基处多为新近沉积的淤泥,强度低、透水性大,一般依靠闸室的长度难以满足防渗稳定的要求,防渗结构设计合理与否将直接关系到水闸运行期间的安全稳定。

闸址地质条件一般较差,表面淤泥覆盖层厚,天然地基承载能力较低,而且下部还埋藏有较厚淤泥质土层,压缩性大,而且闸两侧连接堤一般在浮运闸沉放定位后施工,连接堤产生的边荷载对闸的沉降和底板内

力影响非常大,需对闸室进行地基处理。

浮运闸基础在水下施工,其地基处理难以像在地上现浇水闸一样进行,因此浮运闸闸基处理应采用特殊的工艺。由于水闸防渗与地基处理一般结合在一起考虑,本文就浮运闸的防参与地基处理技术进行探讨。

## 1 闸基防渗处理

根据浮运水闸结构及水上施工特点,闸基防渗主要考虑采用两种方法。

(1) 防渗槽结构。在闸底板两端的水下先开挖倒梯形沟槽,并采用无纺土工布、黏土(含水量控制在30%以内)及橡皮等透水性低、与底板混凝土连接密封性好的柔性材料回填,以便与闸底板密封连接,根据回填材料与底板沉放的关系分两次沉放。首先填至底板底高程,待闸室沉放后再回填闸室底板底高程与闸室底板面高程范围,其具体结构见图1。防渗槽深度应根据地质条件、水位差及闸室长度等确定。

(2) 封闭钢板桩结构。在闸室四周打设封闭板桩,板桩之间密封搭接,板桩顶部高出闸底板底高程一定高度,板桩沉放到位后,桩顶铺设一层橡皮等柔性材料。闸室预制时,在底板四周钢板桩位置预留一定深度的连续凹槽,并在底板凹槽处预埋橡皮。闸室沉放时,保证板桩伸入底板凹槽,桩顶橡皮与底板预埋橡皮

紧密接触。闸室沉放到位后,采用混凝土浆灌入凹槽,使板桩与底板牢固连接,其具体结构见图 2。由于板桩伸入底板,板桩不仅具有防渗功能,而且能承受上部结构重量,抵抗一定水平作用的荷载。

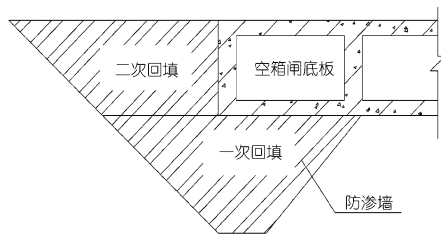


图 1 浮运闸防渗槽防渗处理示意

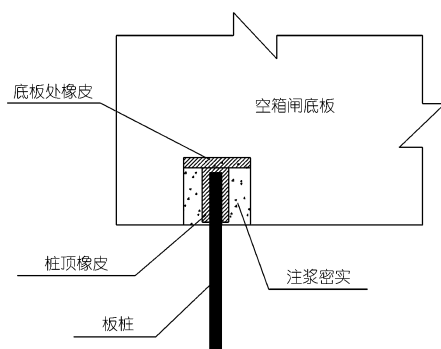


图 2 浮运闸封闭板桩防渗处理示意

## 2 地基处理

浮运水闸地基处理在水下进行,一般水下地基处理方案主要有:换填砂、基础灌浆、水下真空预压、水下桩基等。换填砂法和基础灌浆只能对表层土进行处理,提高地基承载力,增加闸室稳定性,但无法加固深层地基,难以控制沉降,而且围垦工程水闸两侧水位差较大,仅靠闸室难以满足稳定要求;水下真空预压法能减少工后沉降,提高地基强度,但所需设备多、工艺复杂、风险较大、时间较长,往往难以达到预期效果。对提高闸室的稳定性作用不大。

水下桩基可进入深层地基,对水闸的稳定和沉降控制均较好,而且水上施工比较方便,适合于围垦工程中浮运闸的地基处理。

桩基可采用柔性桩或刚性桩。刚性桩可采用预制桩,柔性桩可采用水下深层水泥搅拌桩。

### 2.1 刚性桩基法

刚性桩桩基与底板连接不能像干地施工那样将桩头钢筋伸入底板进行锚固,为保证桩头与底板连接牢固,增加闸室稳定性,桩顶与底板必须采用特殊结构。根据桩基类型不同,其连接方法也不同,本文主要针对经常采用的实心方桩和 PHC 管桩加以说明。

(1) 方桩接头。闸室底板预制时,在桩头位置预

留凹槽,将桩头伸入凹槽,并用水泥砂浆灌注密实,桩基相当于铰接在闸底板下,其结构形式见图 3 和图 4。桩基与底板连接为水下施工,为保证连接处平整,需采用特殊工艺。

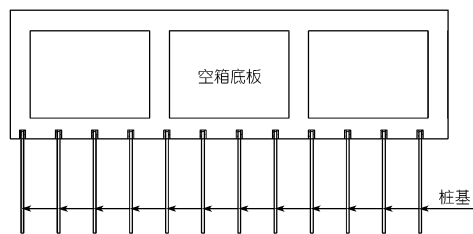


图 3 浮运闸桩基处理示意

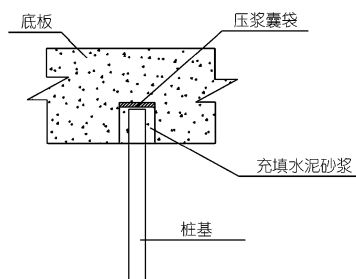


图 4 方桩与底板连接示意

闸室预制时,在底板凹槽对应桩基位置预埋压浆管和压浆囊袋。压浆囊袋折叠放置于底板底部。桩顶部焊接一块钢面板,在闸室沉放就位后,底板底面和桩顶留有约 20 cm 的间隙。直接通过压浆管向压浆囊袋注浆以达到底板底面和桩顶的密贴连接。然后对凹槽中桩与底板空隙部位灌注水泥砂浆,对基槽超挖形成的基底空隙处充填注浆以形成砂浆混合基础,与方桩共同承担荷载,使桩基础起到均匀传力、稳定闸室、避免产生不均匀沉降的作用。

基桩的竖向承载力根据土层力学指标及桩基尺寸确定,由于桩顶部钢筋未伸入底板内,基桩的水平承载力计算应按顶部铰接考虑,其计算方法与常规桩基计算方法相同。

(2) PHC 管桩接头。PHC 管桩与闸底板接头形式与干地施工类似,采用钢筋笼后填芯混凝土连接,但填芯方法及时间不同。闸室底板预制时,在桩头位置预留与桩直径相同大小的圆孔,底板面层钢筋遇孔断开并弯折贴于洞壁内,沉放前用钢盖板密封预留孔洞以便于浮运,闸室浮运就位后,打开钢盖板,充水下沉,闸室沉放定位后,潜水将连接钢筋笼沉入 PHC 管桩内,并将折贴于孔壁的钢筋扳平,浇灌水下不散混凝土,将 PHC 管桩与闸底板连成整体结构(见图 5)。

该接头形式因其采用了连接钢筋笼,桩顶与底板锚固比较好,基桩的水平承载力计算可按顶部固结考虑,其水平承载力相对方桩接头要大。

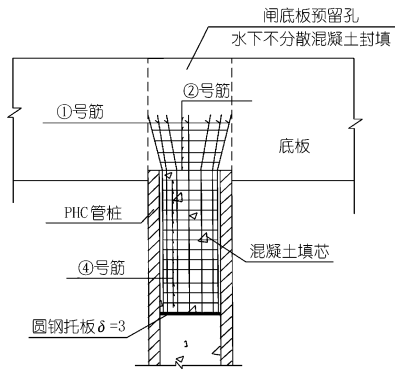


图 5 PHC 管桩与底板连接示意

## 2.2 水下深层水泥土搅拌法

水下深层水泥搅拌法是采用专门的水下深层搅拌机,将预先制备好的水泥浆等材料注入水下地基土层中,并与地基土强制搅拌均匀形成拌合土,利用水泥的水化及其与土粒的化学反应获得强度而使地基得到加固<sup>[1]</sup>。水下搅拌桩的直径不宜小于 1.0 m。设计前应采用拟加固区现场的取土和当地的水进行不同的水灰比、不同水泥品种和掺量、不同外加剂和不同龄期的试验,为设计选择合理的配合比提供依据,水泥掺入比宜为 7% ~ 15%,外掺剂宜选用早强、缓凝和减水的材料,并应避免污染环境。

水下深层搅拌桩施工应采用专业作业船进行。搅拌船的最大加固深度、搅拌功率和作业效率应满足工程条件,搅拌船应有自动定位系统,平面定位允许偏差为  $\pm 5$  cm,搅拌船应有自动调控系统,对作业船进行纵倾和横倾调平,并对主要施工参数进行调控和逐桩自动记录。

为保证水下搅拌桩加固效果,场地应予以整平,并在基础底面设计高程以上留有 1 ~ 2 m 厚的覆盖层,设计停浆面宜高出基础底面标高 500 mm,待搅拌桩达到一定强度后,再挖除上部覆土整平。

## 3 防渗与地基处理方法的选取

水闸闸基防参与地基处理往往相互关联,需结合起来考虑。根据前述的防参与地基处理方案,应根据不同的特性进行组合以满足防渗、稳定和沉降要求。

当采用基槽法防渗处理时,只能起到防渗作用,地基处理应采用刚性桩以满足水闸抗滑稳定和沉降要求;当采用封闭板桩防渗处理时,板桩不但能防渗,而且还可以承担抗压和抗水平荷载,此时应根据上部竖向及水平荷载大小,选用水下水泥土搅拌桩还是选用刚性桩,使工程安全可靠、经济合理。

## 4 结语

闸基处理是浮运水闸设计中最重要的一部分,直接关系到工程成败。由于闸基处理水下施工、实施难度大,需采取特殊的结构和工艺。本文提出了基槽及封闭板桩两种防参与预制方桩、PHC 管桩及水下深层搅拌桩 3 种地基处理方法,而在实际工程设计时,可根据闸基地质条件、荷载大小等因素采用合适的防参与地基处理组合方法。

### 参考文献:

[1] JTJ/T 259 - 2004 水下深层搅拌法加固软土地基技术规程[S].

(编辑:徐诗银)

## Foundation treatment for floating sluice in reclamation engineering

XIE Xiankun

(Shanghai Water Engineering Design & Research Institute Co., Ltd, Shanghai 200061, China)

**Abstract:** Special structure and technology are required in foundation treatment construction of floating sluice, which is characterized as underwater construction with lots of difficulties. Moreover, the sluice foundation is usually adverse with thick muddy overburden, thus resulting in a low bearing capacity of foundation and a consideration of anti-seepage and foundation treatment. According to the geological condition as well as its loading degree, three kinds of foundation treatment solutions, precast pile, PHC pile and deep mixing-pile, and two seepage control schemes of foundation groove and closed sheet-pile, are proposed for a floating sluice construction in an offshore land reclamation project in Shanghai. The construction process and remarks in foundation treatment are presented in detail.

**Key words:** foundation treatment; locking joint; grouting; floating sluice; reclamation project