

板桥河闸扩建工程深基坑施工降排水研究

张登亮¹, 吴晓飞¹, 姜一楠²

(1. 南京振高建设有限公司, 江苏 南京 211300 ; 2. 南京市雨花台区水利工程建设处, 江苏 南京 210017)

摘要: 复杂地质条件下的水闸扩建工程, 在原水闸拆除及深基坑降排水施工方案编制时, 既应考虑老闸拆除对保留部分结构的影响, 又要考虑深基坑开挖及施工降排水对老闸保留部分结构及周边环境的影响。本文采用减压降水井 + 减压降水导渗管组成减压降排水装置联合降排水方案, 减压降水井和减压降水导渗管相连通, 地下水流向减压降排水装置中, 当地下水上升到控制水位时, 减压降水井中的水泵自动抽水外排, 使基坑底部动水力方向由向上减小为向下或持平, 使深基坑基底无隆起、边坡稳定, 降排水得到有效控制, 老闸底部地下水位保持稳定, 老闸室结构完好。

关键词: 复杂地质; 水闸扩建; 基坑降排水; 导渗减压降排水施工装置; 施工工法

中图分类号: TV551.4+1 **文献标识码:** B **文章编号:** 1007-7839 (2016) 11-0060-05

Research on construction draining water of deep foundation pit in Banqiaohe sluice extension project

ZHANG Dengliang¹, WU Xiaofei¹, JIANG Yinan²

(1. Nanjing Zhengao Construction Co., Ltd, Nanjing 211300, Jiangsu;

2. Water Conservancy Project Construction Division of Yuhuatai District, Nanjing 210017, Jiangsu)

Abstract: When the scheme of original sluices demolition and construction of deep foundation pit draining is prepared for lock expansion project under complex geological conditions, the effect of demolition on old gate structure as well as effect of the deep foundation pit excavation and drainage on the retain part of the structure and the surrounding environment should be considered. The joint draining scheme of drainage device which is composed of reducing precipitation well and reducing rainfall infiltration pipe is adopted. Reducing precipitation well is connected with reducing precipitation guide tube. When the groundwater goes up to the control water level, the water pump in the dewatering well will automatically pump out the water, so that the direction of the hydrodynamic force of the bottom of the foundation pit can be reduced from up to down or flat, so that the deep foundation pit flat, slope stability, reducing drainage is effectively controlled. The underground water level at the bottom of old gate remained stable, and lock chamber structure is intact.

Key words: complex geological; lock expansion; foundation pit draining; guide seepage pressure drop drainage construction unit; construction method

0 引言

处于复杂地质条件下不良地质层中的水闸扩

建工程, 施工降水是施工中的重要环节。施工过程中, 若降水处置不当, 将使地基土体产生扰动,

收稿日期: 2016-08-30

作者简介: 张登亮 (1974-), 男, 工程师, 主要从事水利工程施工建设与管理的科研工作。

极易产生较大的地层变位,从而导致老闸发生沉降不均匀或引起老闸结构抗浮、抗沉降不满足要求,导致老闸底板开裂、闸墩沉降、倾斜等结构破坏。因此,复杂地质条件下的水闸扩建工程,在老闸拆除及深基坑降排水施工方案编制时,既应考虑老闸拆除对保留部分结构的影响,又要考虑深基坑开挖及施工降排水对老闸保留部分结构及周边环境的影响。

1 工程概况

南京市雨花台区原板桥河闸分3孔,单孔净宽6.0 m,闸底板顶高程3.0 m(吴淞高程,下同),该闸的作用是汛期长江高水位时关闸挡洪,低水位时拦蓄上游来水,满足引水灌溉和景观的需要。闸两侧边墩外各附属1座排涝泵站,安装4台泵机,设计流量 $10.0\text{ m}^3/\text{s}$,其作用是在汛期板桥河闸关闸挡洪时,向长江侧抽排板桥河内上游来水。板桥河闸中孔长江侧附属,1座溢流闸,其作用是保持闸上游7.5 m的景观水位。现状板桥河闸存在局部损害,水闸、泵室不均匀沉降,消能设施损坏和混凝土强度不满足规范要求等问题。

雨花台区板桥河闸扩建工程,主要为扩大水闸的规模,确保板桥河闸在规划洪水标准条件下能满足行洪要求,并维持现有水闸挡长江洪水和关闸蓄水的功能;同时,结合水闸工程新建引水泵站,以满足上游灌溉的需要和兼顾景观水位的要求。扩建板桥河闸采用闸站结合的布置型式,保留现状板桥河闸中间3孔,拆除现状板桥河闸两侧附属的排涝泵站及中孔长江侧溢流闸,在保留的现状板桥河闸两侧各新建闸室,扩建完成后板桥河闸共分5孔布置,每孔净宽6.0 m,闸底板高程3.0 m,基坑底面高程1.3 m,局部0.95 m,堤顶高程12.5 m,设计流量为 $450.0\text{ m}^3/\text{s}$;在水闸扩建工程两侧同时各新建的补水泵站,基底高程1.0 m,泵室顶面高程12.5 m,其上为新建房屋建筑工程^[1]。

2 工程地质及水文

2.1 工程地质

工程地质勘察揭露的地层主要为第四系全新统(Q4)粉质粘土、淤泥质粉质粘土、粉土、细砂等。工程场地各土层的分布自上而下可划分为4层11

个亚层:

①₁ 堤身填土(含碎石粉质粘土):灰黄色,主要由碎石及粉质粘土组成,其中碎石含量约30%,碎石呈次棱角状;粉质粘土含量约70%,构成板桥河堤身。层厚1.30 m~1.80 m。

① 堤身填土(粉质粘土):普遍分布,灰黄色,可塑,主要由粉质粘土组成,力学强度较低,工程性质一般,构成板桥河堤身。层厚1.30~3.90 m,顶板埋深0.00~1.80 m。

①₂ 人工抛石:杂色,层厚0.40~0.60 m。

①₃ 淤泥:新近淤积,灰色,流塑,含腐殖质,稍有臭味。层厚0.40~0.60 m。

①₄ 素填土(粉质粘土、粉土):灰黄色,主要由粉质粘土组成,局部为粉土。力学强度低,工程性质较差。层厚4.60~4.80 m。

② 粉质粘土:灰黄色,可塑,中压缩性。土质较均匀。层厚1.40~7.30 m,顶板埋深4.00~4.50 m。

③₁ 淤泥质粉质粘土:青灰色,流塑,高压缩性。具层理,土质不太均匀,局部夹薄层粉土、粉砂。该土层普遍分布,含水量大,压缩性高,力学强度低,易触变,在荷载作用下易产生大的沉降,侧向流变,层厚1.50~7.90 m,顶板埋深5.50~13.00 m。

③₂ 粉质粘土(软塑~流塑):普遍分布,具有高含水量、大孔隙比、高压缩性、低强度的特点,易产生沉降、不均匀沉降和抗滑稳定性差的问题,为不良工程地质层。层厚2.00~10.50 m,顶板埋深2.80~11.30 m。

③₃ 粉土/粉砂:灰色,饱和,中密,局部稍密,中压缩性。呈薄层状或透镜体状分布于③₁ 淤泥质粉质粘土、③₂ 粉质粘土(软塑~流塑)层中。力学强度中等,中等透水。层厚1.40~4.50 m,顶板埋深1.00~15.00 m。

④₁ 细砂(中密):灰色,饱和,中密。土质不太均匀,细砂为主,局部为粉砂,含云母碎片,中等透水。层厚8.50~15.80 m,顶板埋深9.30~17.80 m。

④₂ 细砂(密实):普遍分布。灰色,饱和,密实。土质不太均匀,细砂为主,局部为粉砂。含云母碎片。该层未揭穿,最大可见层厚30.00 m,顶板埋深20.50~28.00 m。

闸(站)室位置工程地质条件较差,场地浅部普遍分布③₁ 淤泥质粉质粘土,力学强度低、含水量大、压缩性高、易触变等特点,工程地质差,在荷载作用下易产生大的沉降、不均匀沉降、侧向流

变等,抗滑稳定性差;同时,地基土体在上下游水位差作用下,地下水渗流会引起渗透破坏。

2.2 水文

板桥河是南京市重要的通江河道之一,中上游位于南京市江宁区,下游位于南京市雨花台区,河道总长 20.21 km(公塘水库~入江口),其中江宁区境内长度 11.83 km,雨花台区境内长度 8.38 km,流域面积约 125.9 km²,其中江宁区境内流域面积 85.5 km²,雨花台区境内流域面积 40.4 km²。

每年 6 月中旬到 7 月上旬,太平洋暖湿空气与北方冷空气交会于长江中下游一带,形成梅雨季节。本流域洪涝灾害,多发生在汛期。从本流域历次洪涝灾害分析可以看出,流域洪涝灾害由两方面造成,一方面是本流域强降雨,另一方面是本地降雨同时受下游长江高水位顶托的影响。板桥河流域历史上洪涝灾害频繁。

平均年降水量 1012.1 mm,最大降水量 2015.2 mm,最少降水量 479.8 mm。7 月是全年雨量最多月,月雨量达 183.8 mm。本工程施工期间是 2015 年 10 月至 2016 年 5 月上旬,10 年一遇设计洪水为 27 m³/s。

板桥河堤防堤顶标高一般 11.32 ~ 12.45 m,堤内地面标高一般 6.39 ~ 12.03 m。地貌属长江漫滩。

地下水主要为孔隙潜水,局部承压水,地下水位变化主要与长江、板桥河水位有较为密切的水力联系。层间径流为场地地下水主要排泄方式。紧靠板桥闸基坑左岸 10 ~ 50 m 处还有导流渠,径流性强,补给性较大,深基坑降水过程存在风险。

3 基坑降排水风险分析

3.1 基坑边坡失稳风险

工程地质资料显示,由于土体颗粒级配和土体结构的不同,地基土体在汛期上下游水位差作用下,地下水渗流会引起流土、管涌、接触冲刷和接触流失等渗透破坏。基坑开挖深 11.55 m,临近既有建筑、道路及高压线杆等,受周边环境限制,基坑开挖形成高陡边坡。高陡边坡虽然采取有效支护,施工期间受降排水影响及荷载作用,极可能出现基坑渗水、基底隆起、边坡塌滑、失稳,对既有建筑结构及道路等造成破坏,直接影响施工安全。

3.2 老闸结构破坏风险

新扩建的闸室和老闸室底板均位于③₁淤泥质粉质粘土、③₂粉质粘土(软塑~流塑)上,该土层为场地不良工程地质层,具有高含水量、大孔隙比、高压缩性、低强度的特点,易产生沉降、不均匀沉降,抗滑稳定性差。施工期间由于对老闸两侧扩建部位的开挖,钻孔灌注桩距老闸闸墩边缘 0.6 m,大型施工机械在老闸边缘碾压、冲击、挤土使保留的原有板桥河闸地基土产生扰动,同时,上部附加应力也将引起地基土的不均匀沉降。因此,施工降排水控制稍有不妥,将引起老闸室底板抗浮、抗沉降不满足要求,导致闸室不均匀沉降,使老闸发生底板开裂、闸墩倾斜等结构破坏的风险。

3.3 降水不均、降水困难风险

板桥河闸扩建工程场地地下水类型主要为孔隙潜水,其次为微承压水,地下水与板桥河水位有较为密切的水力联系。地表水的渗入补给为地下水的主要补给来源,层间径流为场地地下水主要排泄方式。地下水稳定水位埋深 3.80 ~ 5.50 m,稳定水位标高 6.60 ~ 8.35 m,场地地下水水位主要受板桥河水位的影响,变幅 2.0 ~ 3.0 m。地基土透水性极为不均,土的渗透系数 0.001 m/d、0.0022 m/d,局部 50 m/d。因此,常规的管井、轻型井点等降水方式,很难控制地下水降水量,存在降水不均、降水困难风险。

4 基坑降排水方案

针对板桥河闸扩建工程实际情况,施工期间,降排水既要考虑降水过多或过低,使老闸结构发生破坏及基底隆起、边坡塌滑、失稳等情况,又要避免地下水位降不下去或地下水降深不足,无法保证基坑施工干作业。因此,施工前,项目部通过施工复勘及充分讨论,确定采用减压降水井+减压降水导渗管组成减压降排水装置联合降排水方案,并结合公司的省级工法《复杂地质条件下深基坑联合降水施工工法》(ZGGF008-2015)^[2]和《复杂地质条件下深基坑预降承压水施工工法》(ZGGF005-2013)^[3],使之在板桥河闸扩建工程中进行推广应用,不断完善。

工法的原理是在管井井点中安装导渗减压降排水施工装置,使之成为集有效处理地下水、排

除基坑内水功能的同一系统。导渗减压降排水施工装置其作用主要为导渗、反滤、降排水,使基坑地下水的动水压力减小或平衡,使动水压力方向由向上减为向下,从而避免流砂、潜蚀、管涌现象。同时,由雨水导渗窝兼得及时排除基坑雨水和施工用水,确保基坑施工干作业。导渗减压降排水施工装置中的管井井点用于降低中部无隔水层土层渗透系数较大的施工范围。减压降水井和减压降水导渗管相连通,地下水流向减压降排水装置中,当地下水上升到控制水位时,减压降水井中的水泵自动抽水外排,使基坑底部动水力方向由向上减小为向下或持平,使老闸底部地下水位保持稳定。导渗减压降排水施工装置各功能分工合理,能有效处理上层滞水、地下潜水、承压水及地面雨水,能使动水压力方向向上减为向下,避免地下水对工程产生不良影响。导渗减压降排水施工装置见图 1。

沉,直至达到设计要求,井口高程 5.00 m 左右,井底高程经设计计算确定,基坑底面以上的井筒随基坑土方开挖下降而适时拆除上部超高的井筒,直至基坑底部。

(2) 减压降水井的井筒选购钢质废油桶经切割去底除盖,并在桶壁开孔成为带孔的井筒,井筒壁焊有钢环和骑缝接口,外包滤网,井筒数量按需要配置。

(3) 井筒内安装潜水泵,检查合格,即可进行试抽水,并测量减压降水井和观测井内的水位变化情况,作好记录。

5.2 减压降水导渗管设置

(1) 减压降水导渗管的端部伸入减压降水井口即可。

(2) 减压降水导渗管的设置深度视地层条件、地下水及土的渗透系数等因素确定,一般 1 ~ 2 m;埋设方法可为直接挖沟敷设或在沟槽两侧先打入

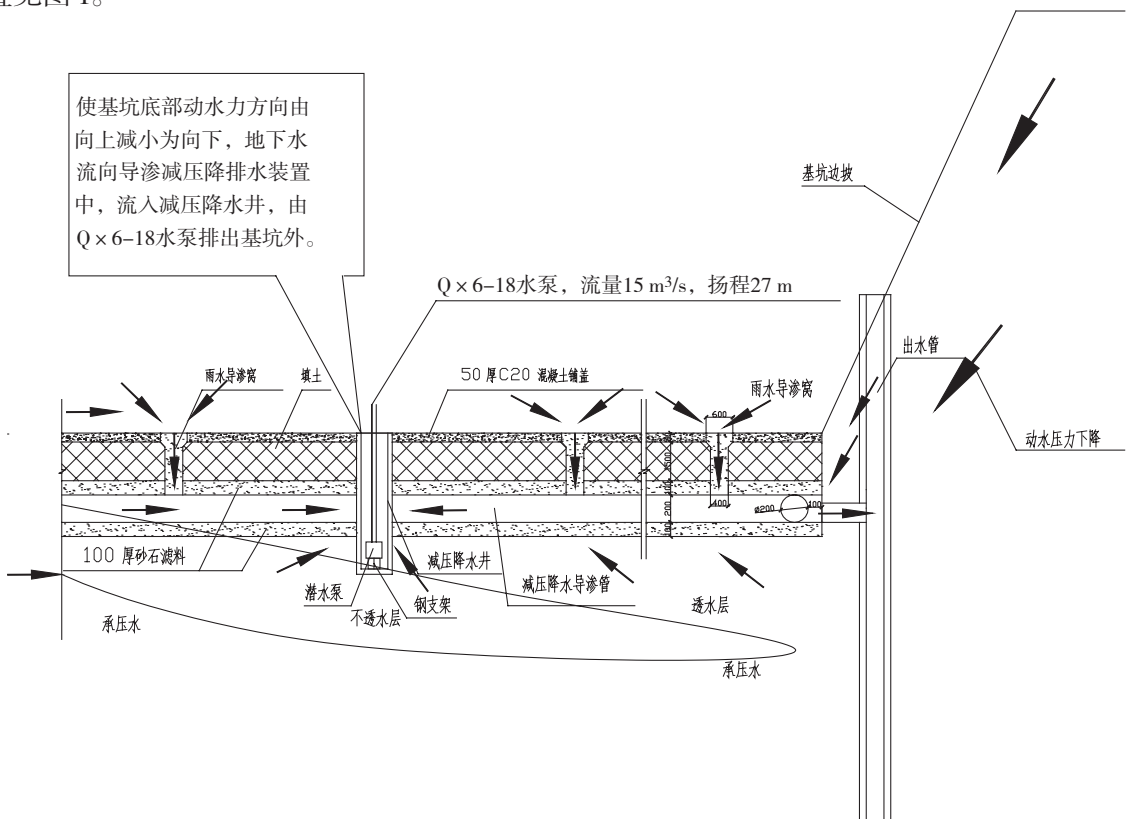


图 1 导渗减压降水装置构造图

5 基坑降排水方案的实施

5.1 减压降水井设置

(1) 在基坑开挖过程中预先在选定的位置设置减压降水井。减压排水井井筒采用分节挖土下

挡土板作临时支撑后再挡土板中逐段边挖土、边敷设、边回填,逐段拆除临时支撑挡土板。

(3) 减压降水导渗管选购 DN110 ~ 200UPVC 排水孔经钻孔加工而成,外包透水性土工布或滤网。

(4) 减压降水导渗管周边填 100 mm 厚砂石滤料, 上部回填粘土的同时, 每隔 4 ~ 8 m 设一雨水导渗窝, 上表面铺盖 50 mm 厚 C20 混凝土硬化, 整个基坑内看不到一条明沟^[4]。

5.3 降水运行

降水运行与基坑土方开挖密切配合, 降水过程中, 经常检查降水是否正常, 对出现故障的降水设备及时维修。

5.4 施工监测

(1) 监测项目。对耸立于基坑中央的原 3 孔老闸沉降、位移、倾斜、裂缝变形监测; 基坑边坡、周边道路及地面竖向位移、变形; 地下水位、降水情况。

(2) 监测工作在降排水及土方开挖前进行监测点布置, 测定初始值。施工中, 监测频率根据施工进度及工况确定, 当监测数据达到安全预警值时, 采用必要的安全技术措施, 水下工程完成或监测数据稳定, 即可停止施工监测^[5]。

5.5 减压降水系统的拆除

(1) 水闸工程底部结构施工完成后, 并经抗浮稳定性验算, 满足要求, 即可拆除。

(2) 拆除作业用小型挖掘机配合人工进行, 先高后低逐段拆除逐段回填粘土, 并分层夯实; 回填粘土时, 沟槽低处应继续降水, 直至填筑到

最后一段; 位于水闸上下游铺盖或消力池中的减压降水井, 则采用混凝土进行封堵。

6 结语

南京市雨花台区板桥河闸扩建工程施工中, 成功应用公司编写的两个江苏省建设工程省级工法, 使深基坑基底无隆起、边坡稳定, 降排水得到有效控制, 老闸室结构完好, 老闸室最大沉降量 2 mm, 老闸结构无裂缝、无倾斜、无变形、无位移, 效果明显。

参考文献:

- [1] 南京市水利规划设计院有限责任公司. 南京市雨花台区板桥河闸扩建工程初步设计报告[R]. 南京: 南京市水利规划设计院有限责任公司, 2015.9.
- [2] ZGGF008-2015, 复杂地质条件下深基坑联合降水施工工法[S].
- [3] ZGGF005-2013, 复杂地质条件下深基坑预降承压水施工工法[S].
- [4] 潘海防. 深基坑深井降水的施工实践[J]. 科技创新导报, 2011(23).
- [5] GB50497-2012, 建筑基坑工程监测技术规范[S].

(责任编辑: 王宏伟)