

# 某排涝站防洪堤损毁修复工程地质分析评价

廖伟 侯光星

广西水利电力勘测设计研究院有限责任公司, 广西 南宁 530023

**[摘要]**文中根据某排涝站防洪堤损毁现状,采取针对性的勘察手段,查勘破损区的工程地质条件,分析了堤防损毁产生的原因及其可能存在的工程地质问题,并提出了可靠的处理措施建议。

**[关键词]**防洪堤; 损毁; 岸坡稳定; 沉降

DOI: 10.33142/ec.v5i4.5855

中图分类号: TU42

文献标识码: A

## Engineering Geological Analysis and Evaluation of Damaged and Repaired Flood Embankment of a Drainage Station

LIAO Wei, HOU Guangxing

Guangxi Water & Power Design Institute Co., Ltd., Nanning, Guangxi, 530023, China

**Abstract:** According to the damage status of the flood control embankment of a drainage station, this paper adopts targeted investigation means to investigate the engineering geological conditions of the damaged area, analyzes the causes of embankment damage and its possible engineering geological problems, and puts forward reliable treatment measures and suggestions.

**Keywords:** flood dike; damage; bank slope stability; settlement

### 1 工程概况

该排涝站工程位于田东县城西南侧右江河左岸鱼梁航运枢纽工程库区内,是包括田东县城生活污水排泄、内涝洪水抽排及右江洪水防护等功能一体的泵站,主要建筑物有:排涝站进水渠、泵站前池及控制闸、排涝泵机组段、防洪排涝闸、排涝站出水渠及交通桥、防洪堤及堤顶路面、排涝站副厂房等。该工程后期发现排涝站出水渠两侧防洪堤岸库混凝土面板下沉破损、堤顶混凝土路面沉降及围墙开裂。发生损毁段防洪堤为该排涝站的外江防洪部分,与县城区防洪堤相接,该段防洪堤原设计为土堤,长340m(其中交通桥长47.35m),顶高程104.0m,顶宽7m,设计填土压实度为0.93。外侧护岸岸坡坡比为1:2,坡面设20cm的砂卵石反滤层及20cm厚的混凝土面板护坡,内侧地面高程填平至101.0m高程。

### 2 破损现状调查

根据现场查勘情况,破损区主要位于排涝站出水渠边墙两侧及部分原泵站基坑开挖范围。建筑物区破损情况主要有:

排涝站出水渠重力式混凝土边墙两侧边坡混凝土面板下沉开裂,宽度为左边墙往右江下游、右边墙往右江上游各约10m,破坏高程约为96m至堤顶104m,混凝土面板下局部掏空垂直高度约1.1m。



图1 护岸破损照片

(2) 交通桥两侧边墩及基坑填土回填区域路面混凝土下沉开裂,管理区外围围墙开裂(交通桥下游围墙已拆除),破损范围为上游侧范围约为交通桥右侧(面向右江)边墩往上游方向约22m,下游侧范围约为交通桥左侧(面向右江)边墩往下游方向约12m,最大沉降超过5cm,局部有空鼓现象。



图2 防洪堤沉降、地面及围墙裂缝

### 3 破损区工程地质条件

工程区位于右江河谷两岸,为开阔的I级阶地,阶地台面高程一般为99.6~101.2m。该排涝站修建后,防洪堤、交通桥及管理区地面高程为104m左右,内侧低洼处地面填平至101.0m高程,防洪堤外侧修建混凝土护坡,迎水坡比为1:2,坡底混凝土齿墙高程约为95~96m。排涝站进水渠、泵站前池底高程为92m,排涝闸出水渠底高程为97m,勘察期间外江水位为正常蓄水位高程99.6m,排涝站内侧进水渠水位高程约为95m。

场地无活动性断裂构造带及规模较大的断层破碎带通过,场地构造简单,节理裂隙不发育,岩体完整性较好,岩层结构单一,产状稳定,为单斜地层。根据《中国地震

动参数区划图(GB18306—2015)》,工程区场地地震动峰值加速度为0.15g,相应地震基本烈度为Ⅶ度。

场地地下水主要是孔隙水及裂隙水,孔隙水主要赋存于第四系覆盖土层中,裂隙水主要赋存于下伏基岩的裂隙中。本次勘察在钻孔内进行了注水水文试验,一般按约5m一段进行试验,注水试验成果统计见表3-2。填土( $Q^s$ )①渗透性差异较大,为中等~弱透水性;含淤泥质粘土( $Q_4^{al2}$ )②为中等~弱透水性;砂质粘土、粘土质砂( $Q_4^{al1-2}$ )③及圆砾( $Q_4^{al1-1}$ )④为中等透水性;半成泥岩为弱透水性。勘察期间外江水位为99.6m,防洪堤顶勘探孔内水位埋深为8~9m,对应高程为95~96m,排涝站内侧进渠水位约为95m,地下水流向为外江水向平马沟内补给。

根据勘探成果,破损区的地质结构及其性质从上至下依次为:

层为填土( $Q^s$ ),回填厚度约8~9m,以细粒土为主且夹有碎石,工程性质差异较大,填土上部3~6m性质稍好,多呈硬塑~可塑状,局部亦夹有淤泥质土及软塑粘土,下部填土性质较差多以软塑状粘土及淤泥质土为主。修正后的标贯击数2.8~11.7击,压缩系数在0.17~0.57MPa<sup>-1</sup>之间,压缩模量在3.6~9.5MPa之间,为中等~高压缩性土。此外本次勘察在填土层( $Q^s$ )取二组填土进行了击实试验,测得填土层的最大干密度分别为1.70g/cm<sup>3</sup>及1.71g/cm<sup>3</sup>,平均最大干密度为1.705g/cm<sup>3</sup>,根据表3-3,填土层干密度为1.24~1.63g/cm<sup>3</sup>,平均干密度为1.52g/cm<sup>3</sup>,压实度为0.73~0.94,平均压实度为0.89,原设计要求压实度为0.93,填土层( $Q^s$ )的压实度偏低,不满足设计要求。

层为含淤泥质粘土( $Q_4^{al2}$ ),呈软塑夹流塑状,饱和,修正后的标贯击数2.6击,压缩系数为0.49MPa<sup>-1</sup>,承载力较低,为中等接近高压缩性土,工程性质较差,该层主要分布于岸坡中下部表层。

③-1层为砂质粘土、粘土质砂( $Q_4^{al1-2}$ )含水率高,饱和,粘土质砂呈松散状,砂质粘土呈软塑~可塑状,修正后的标贯击数为2.7~13.5击,平均击数6.7击,压缩系数在0.23~0.43MPa<sup>-1</sup>之间,承载力较低,为中等压缩性土,部分接近高压缩性土,中等透水性,工程性质较差。

③-2层为粘土质砂夹砂质粘土( $Q_4^{al1-2}$ )以细砂为主,呈稍密~中密状,局部夹有软塑~可塑状砂质粘土,修正后的标贯击数5.8~28.0击,平均击数13.4击,压缩系数平均值为0.19MPa<sup>-1</sup>,为中等压缩性土,中等透水性,该层层厚一般4~8m,承载能力及工程性质一般。

④层为圆砾( $Q_4^{al1-1}$ ):稍密~中密为主,砾石含量70~80%,多呈亚圆形,修正后的圆锥动力触探击数2~12.5击,平均值6.7击,该层为低压缩性土,中等透水性,承载力及工程性质较好,厚度一般约0.5~4.5m。

⑤层为泥岩( $E_{2-3b}$ ):未完全固结,半成岩,指甲可

刻划,遇水易软化,岩石强度低,属软~中软岩。修正后的标贯击数18.6~29.0击,平均击数22击,压缩系数平均值为0.28MPa<sup>-1</sup>,该层为中等压缩性土,弱透水性,承载力及工程性质较好。

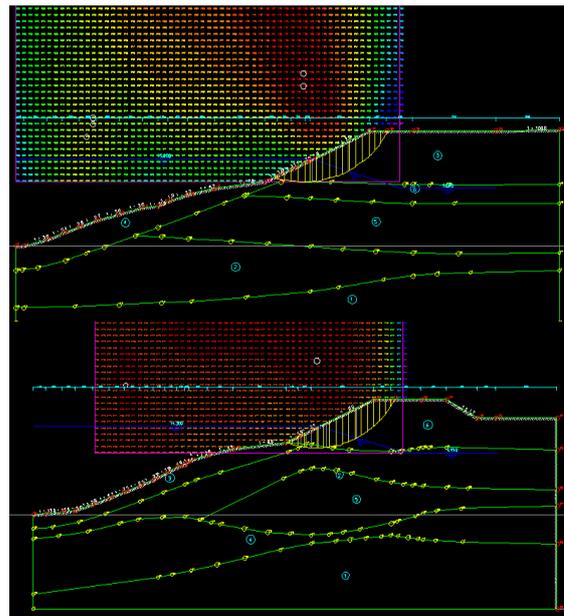
## 4 破损区工程地质分析和评价

### 4.1 堤防岸坡稳定性问题

为分析堤防岸坡的稳定性,在破损区出水池上、下游侧各取典型断面在理正软件中计算稳定性系数,评价其稳定性,计算结果见表1。根据计算结果可知,出水池上、下游堤防岸坡在天然和暴雨工况下均处于稳定状态。根据现场地质调查情况,破损区防洪堤上靠外江侧未见有沿堤轴线方向的拉裂缝,护坡破损处未见有明显剪出裂缝,该段堤防未见有向外江滑动的迹象,岸坡处于整体稳定状态,与稳定性计算结果基本一致。

表1 各种工况下的安全系数

计算工况	出水池上游侧	出水池下游侧
天然	1.70	1.73
暴雨	1.60	1.67



### 4.2 地震液化问题

工程区场地地震动峰值加速度为0.15g,依据GB50487—2008《水利水电工程地质勘察规范》附录P土的液化判别,对地基土作以下评价:

(1)填土( $Q_4^s$ )①:粒径<5mm的颗粒含量为95.4%,粒径<0.005mm的颗粒含量平均值为41.6%,>17%判别标准,可判为不液化土层。

(2)含淤泥质粘土( $Q_4^{al2}$ )②:粒径<5mm的颗粒含量为100%,粒径<0.005mm的颗粒含量平均值为41.6%,>17%判别标准,基本可判为不液化土层。

(3)粘土质砂、粘土质砂( $Q_4^{al1-2}$ )③-1:粒径<

5mm 的颗粒含量为 100%，粒径 < 0.005mm 的颗粒含量平均值为 20.2%，> 17% 判别标准，可判为不液化土层。

(4) 粘土质砂夹砂质粘土 ( $Q_4^{al1-2}$ ) ③-2：粒径 < 5mm 的颗粒含量为 100%，粒径 < 0.005mm 的颗粒含量平均值为 6.5%，< 17% 判别标准，按 P. 0. 4 公式进行复判，取该层平均埋深  $d_s=15m$ ，地下水位 8.5m， $N_0=10$ ，粘粒含量 6.5%，计算得  $N_{cr}=10.54$ ，该层平均标贯计数  $N$  为 17.75， $N > N_{cr}$  可判为不液化土层。

(5) 圆砾 ( $Q_4^{al1-1}$ ) ④：结合前期场地勘察资料，粒径 < 5mm 的颗粒含量 < 30% 判别标准，可判为不液化土层。

综上所述，场地土基本不存在地震液化问题，与前期的勘察结论基本一致。

#### 4.3 渗流稳定性问题

根据水文试验情况，填土 ( $Q^s$ ) ① 渗透性差异较大，为中等~弱透水性；含淤泥质粘土 ( $Q_4^{al2}$ ) ② 为中等~弱透水性；砂质粘土、粘土质砂 ( $Q_4^{al1-2}$ ) ③-1、③-2 及圆砾 ( $Q_4^{al1-1}$ ) ④ 为中等透水性；半成泥岩为弱透水性。施工阶段在堤上布置有高压旋喷灌浆孔，形成一道连续的防渗墙，灌浆顶部高程为 91.5m，灌浆底高程为 80.0m，进行过防渗处理，延长了渗径，内外江水头差较小，基本不会产生渗透变形破坏。

勘察期间在外江正常蓄水下未见有较大的渗漏及渗流破坏发生，在外江高水位期，运营单位曾将排涝站内水渠放空，亦未发现有明显的渗漏破坏。

#### 4.4 沉降变形分析评价

根据勘探情况，其中①层填土性质不均匀，碾压不实，压实度达不到要求，部分填土仍为高压压缩性土，可压缩性较强；③-1 层为砂质粘土、粘土质砂，受水库蓄水水位上升及前期工程开挖基坑后施工作业的扰动影响，该层性质较差，承载力较低，为中等接近高压压缩性土，可压缩性较强。③-2 层粘土质砂夹砂质粘土、④层圆砾、⑤层泥岩为中等~低压缩性土，压缩模量指标较高，且埋深较深，附加应力较小，产生的沉降量亦较小。

根据现场地质调查情况，破损区范围主要为排涝站出水渠边墙两侧及部分原排涝站基坑开挖范围，损毁的主要表现形式为防洪堤路面及建筑物（出水池左侧边墙）下沉开裂，以及护坡处面板的架空开裂及后期淘蚀。根据本次勘察成果以及收集到的施工阶段的勘察、设计及施工资料，综合分析推断堤防损毁的主要原因为上部填土的压实度

不够，在自重及过往车辆碾压下，填土①及下伏地基③-2 的压缩变形过大导致上部混凝土路面、出水池边墙的下沉开裂，以及岸坡混凝土面板与反滤层、填土层的脱空并造成面板的下沉开裂，在水位变幅区，库水将下部土层及反滤料沿开裂处带出，导致脱空进一步扩大，破损情况逐渐严重。

#### 5 工程措施建议

针对该工程现状，建议在水库低水位期将破损区水位以上的填土层挖除，对下部填土及③-1 层的砂质粘土、粘土质砂进行地基处理，建议可采用搅拌法、复合地基及灌浆补强等对地基进行加固，改善下部填土及③-1 层砂质粘土、粘土质砂的工程性质，增强其承载能力及降低压缩性。地基处理完毕后，再将上部填土重新分层压实回填，减少工后沉降。此外水下岸坡受水浸泡，土层较为松软，也可考虑采用水下抛石进行护坡加固。

#### 6 结语

根据勘察揭露的地质情况，通过理论分析结合现场调查情况，损毁区基本不存在岸坡抗滑稳定、地震液化、渗流破坏等工程地质问题。根据本次勘察成果以及收集到的施工阶段的勘察、设计及施工资料，综合分析推断防洪堤损毁的主要原因为：在自重及过往车辆碾压下，填土①及下伏地基③-2 的压缩变形过大导致上部混凝土路面、出水池边墙的下沉开裂，以及岸坡混凝土面板与反滤层、填土层的脱空并造成面板的下沉开裂。针对该工程损毁现状，可采用地基处理、压实填土、岸坡水下抛石等措施进行处理及加固。

#### 【参考文献】

- [1] 中华人民共和国住房和城乡建设部. 水利水电工程地质勘察规范: GB50487-2008[S]. 北京: 中国计划出版社, 2008.
  - [2] 中华人民共和国水利部. 水闸设计规范: SL188-2005[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005.
  - [3] 中华人民共和国水利部. 中小型水利水电工程地质勘察规范: SL55-2005[S]. 北京: 中国水利水电出版社, 2005.
  - [4] 中国地震局地球物理研究所. 中国地震动参数区划: GB18306-2015[S]. 出版社: 中国标准出版社, 2015.
- 作者简介: 廖伟 (1990-) 男, 湖北洪湖市人, 广西水利电力勘测设计研究院有限责任公司工程师, 硕士, 主要从事水利水电工程地质勘察设计工作。