

鄱阳湖区堤防工程地质问题及评价

吉 勇, 吴学林

(江西省水利规划设计院, 江西 南昌 330029)

摘要:提出鄱阳湖湖区的工程地质分区可划分为河流冲积阶地平原区、河流尾间三角洲平原区、残积丘陵区 and 湖积湖滩区; 分析了圩堤的主要工程地质问题和堤基渗透(漏)产生机理。

关键词:堤防; 工程地质; 鄱阳湖

中图分类号:TV221.2

文献标识码:B

文章编号:1006-7647(2001)07-0027-03

鄱阳湖湖区是长江中下游地区五大平原之一, 包括南昌、九江、上饶、宜春、景德镇5个地(市)的15个县(市), 总面积26280 km², 据1997年资料统计, 湖区有保护耕地33.3 hm²以上的大小圩堤420座, 堤线总长3161 km, 保护面积8255 km², 保护耕地39.1万 hm², 平均每米堤线保护农田0.12 hm², 人口1.91人。其中保护耕地面积0.67万 hm²(十万亩)以上的重点圩堤14座, 0.33~0.67万 hm²(5~10万亩)的重点圩堤30座, 0.07~0.33万 hm²(1~5万亩)的大小圩堤54座。圩堤保护区内尚有南昌市、九江市及南昌、永修、德安、都昌、波阳、余干、乐平、丰城等县(市), 有浙赣、皖赣、京九、向乐等铁路设施及向塘机场等重要设施。

湖区地貌由水道、洲滩、岛屿、内湖、汉港组成。入湖水道中最大的水道赣江在南昌市以下分为4支, 主支在吴城与修河汇合, 为西水道, 向北至蚌湖, 有博阳河注入; 赣江南、中、北支与抚、信、饶河先后汇入主湖区, 为东水道。东、西水道在渚溪口汇合后为入江水道, 至湖口注入长江。洲滩有沙滩、泥滩、草滩三种类型, 共3130 km²。全湖主要岛屿有41个, 面积103 km²。主要港汊共约20处。

湖区位于7个不同的四级构造单元, 又经历了燕山运动以来的构造运动, 特别是新构造运动的影响, 形成了湖区复杂多样的地貌景观。区内地层发育较完全, 从远古界至新生界地层均有分布。第四系地层的厚度变化大, 一般为10~40 m, 局部如九江凹陷区可达100 m左右。

1 工程地质分区

根据地貌单元、成因类型和工程地质条件, 鄱阳

湖区工程地质分区可划分为以下4个区。

a. 河流冲积阶地平原区。位于5条河流下游地带, 阶地具二元结构, 上部为粘土, 厚度为3.0~10.0 m, 一般为可塑~硬塑状, 中等压缩性, 物理力学性质较好, 承载力较高, 为较好的持力层, 防渗性能好, 为良好天然防渗铺盖。但局部堤段有淤泥类土, 为不良地基土, 承载力甚低。有的天然防渗铺盖变薄、缺失。下部为粉细砂、中细砂和砂(卵)砾石层厚度2~10 m, 为强含水层。粉细砂较松散, 中细砂和砂(卵)砾石具中密~稍密状态。

b. 河流尾间三角洲平原区。堤基上部一般以青灰色粘土、壤土、淤泥质土、淤泥质粉细砂和粉细砂为主, 下部一般为中砂、砾砂和砂卵(砾)石层。最大厚度可超过40 m。东部信江尾间、饶河尾间, 上部多为黄褐色粘土、粉质粘土、壤土及砂壤土等, 部分为淤泥类, 下部为粉细砂, 砂砾石层等, 总厚度20 m。

c. 残积丘陵区。土层为砂壤土、含粘碎石土、网纹状粘性土和含砾粘土。砂壤土和含碎石土具透水性, 呈可塑~硬塑状态; 网纹状粘性土和含砾粘土为中、上更新统残坡积老粘性土, 坚硬, 呈半胶结状态。

d. 湖积湖滩区。湖积湖滩区地层结构的特点是上部土层一般为壤土, 局部有淤泥类土, 下部为中更新统网纹状老粘土。

2 圩堤的主要工程地质问题及评价

2.1 圩堤的主要工程地质问题

鄱阳湖区圩堤的持力层大多为粘土和壤土, 呈软~可塑状态, 中等压缩性, 物理力学性质较好, 具有一定的承载能力和防渗性能。但厚度变薄或缺失堤段, 堤身置于淤泥类土和粉细砂层上者, 堤基和堤

(岸)坡不稳定,且易产生渗漏和渗透稳定问题,现将普遍存在的工程地质问题归纳如下:

a. 堤身渗漏问题.堤身渗漏较为普遍,表现为圩堤内坡和坡脚渗水,汛期集中漏水.堤身填土土质较差,为弱透水的砂壤土和粉细砂,或粘性土夹透水性较好的砂类土、砂(碎)砾石和垃圾等.有的堤段堤身单薄,达不到设计段面;有的填筑不够密实,造成渗漏;有的堤身有白蚁穴和老鼠洞,有坟墓和窑,都会造成漏水.

b. 堤基渗漏和渗透稳定问题.堤基渗漏现象各圩堤均有发生,堤内出现泡泉和管涌.堤基和地表大多有相对隔水的粘性土,为较好的天然防渗铺盖和持力层.但有些堤段天然防渗铺盖甚薄或缺失,或者在取土筑堤、挖塘建渠时厚度被减薄甚至被挖穿.汛期堤外河湖水位高涨,河湖水补给地下水,使之形成较高的压力水头,地下水从无铺盖地段涌出,或顶破薄弱铺盖涌出,形成泡泉和管涌.管涌带出粉细砂,发生渗透破坏,危及大堤安全.

c. 堤基变形问题.堤基的持力层或下卧层为淤泥和淤泥类土,其含水量 $W = 40\%$ 左右,孔隙比 $e = 1.0 \sim 1.5$,内摩擦角 $\varphi = 3^\circ \sim 5^\circ$,具高压缩性,为不良地基.其特点是排水不畅,固结时间长,沉降量很大,抗剪强度特低,易造成圩堤沉降变形、不均匀沉降、堤身开裂和滑动等,在汛期由于堤基变形往往溃堤决口.

d. 堤(岸)坡稳定问题.①堤身滑坡.堤身土质和填筑质量较差,堤坡较陡,汛期堤坡渗水会造成滑坡,历年冬修圩堤加宽加高,新、老填土结合不牢,汛期泡水后,新填土滑坡.由于堤基渗透变形,从堤内脚开始,使堤脚下沉,继而引起滑坡.堤段迎流顶冲或受浪蚀作用也往往使外坡失稳.②岸坡失稳.地处河流凹岸岸坡,受冲刷,粉细砂和淤泥类土抗冲性能差,坡脚被掏空,造成塌岸和崩岸等不良工程地质问题.有些岸坡长期受浪蚀地质作用,形成潮蚀崖,由于岸坡过陡而崩塌.

2.2 圩堤的工程地质评价

2.2.1 堤身土

重点圩堤由于建堤时间、施工条件、填筑土料的差异,导致各堤堤身质量的不同.总体来讲,已建圩堤均已运行多年,经长期自重压密,多数圩堤堤身土具稍密~中密状.各圩堤的局部堤段由于施工碾压不够,堤身土密实性差,据取样试验,干容重为 1.4 g/cm^3 左右.各圩堤堤身填土土料,多为就地取材,主要为粘性土、粉土及砂壤土等.砂壤土及粉土段堤身质量较差.粘性土(粘土、粉质粘土)为堤身的主要土料,其物理力学性能指标如下:天然含水量 $W =$

$22\% \sim 31\%$,干容重 $1.45 \sim 1.55 \text{ g/cm}^3$,湿容重 $1.80 \sim 1.95 \text{ g/cm}^3$,孔隙比 $e = 0.70 \sim 0.91$,塑性指数 $I_p = 14.5 \sim 17.6$,液性指数 $I_L = 0.26 \sim 0.58$,压缩系数 $a_{1-2} = 0.25 \sim 0.41 \text{ MPa}^{-1}$,凝聚力 $c = 10 \sim 30 \text{ kPa}$,内摩擦角 $\varphi = 8^\circ \sim 18^\circ$,渗透系数 $K = n \times 10^{-5} \sim n \times 10^{-7} \text{ cm/s}$,承载力标准值建议 $f_k = 90 \sim 130 \text{ kPa}$.

2.2.2 堤基土

鄱阳湖区不同的地质单元,由于其形成环境不同,堤基所出露的地层不尽相同,厚度不一,其各类土的物理力学性状也有差异.一般来说,大部分圩堤的堤基是处在具二元结构的近代河流冲积层上,上部一般为粘土、粉质粘土、壤土、淤泥质土、或砂壤土等;下部多为粉细砂、细砂、中砂及砂砾石层等.厚度不等.比较典型的地层如成朱联圩 $0+000 \sim 18+183 \text{ m}$ 段的滨湖相.作为圩堤的堤基,各土层主要特征描述如下:

a. 砂壤土.黄色,稍湿,较疏松,属新近沉积物.厚度小于 2.0 m .堤基承载力标准值 $f_k = 110 \sim 130 \text{ kPa}$.

b. 壤土.黄色、灰黄色,可塑~软塑状.厚度一般为 $0.5 \sim 4.2 \text{ m}$.堤基承载力标准值 $f_k = 150 \sim 170 \text{ kPa}$.

c. 粘土.灰黄色,可塑~软塑状,厚度变化大,约 $0.5 \sim 8.8 \text{ m}$.主要物理力学指标如下:天然含水量 $W = 29\% \sim 35.7\%$,孔隙比 $e = 0.80 \sim 0.97$,液性指数 $I_L = 0.68 \sim 0.92$,压缩系数 $a_{1-2} = 0.252 \sim 0.363 \text{ MPa}^{-1}$,凝聚力 $c = 8 \sim 37 \text{ kPa}$,内摩擦角 $\varphi = 3^\circ \sim 17^\circ$,渗透系数 $K = n \times 10^{-5} \sim 10^{-7} \text{ cm/s}$,承载力标准值 $f_k = 160 \sim 180 \text{ kPa}$.

d. 淤泥及淤泥质粘土.灰色,淤泥质粘土一般呈软塑~可塑状,淤泥则多呈软塑~流塑状.淤泥质粘土及淤泥厚度各地不一,变化大,介于 $0.5 \sim 14.2 \text{ m}$ 之间,天然含水量 $W = 32.6\% \sim 50.7\%$,孔隙比 $e = 0.82 \sim 1.28$,压缩系数 $a_{1-2} = 0.571 \sim 0.651 \text{ MPa}^{-1}$,凝聚力 $c = 2 \sim 13 \text{ kPa}$,内摩擦角 $\varphi = 1.7^\circ \sim 7.8^\circ$,抗剪强度低.淤泥 $f_k = 60 \sim 80 \text{ kPa}$;淤泥质粘土 $f_k = 100 \sim 120 \text{ kPa}$.

e. 淤泥质粉、细砂.灰色,饱和,结构松散,厚度各地不一.淤泥质粉砂一般较厚,为 $5.0 \sim 12 \text{ m}$, $f_k = 80 \sim 100 \text{ kPa}$,允许水力坡降 $J = 0.10 \sim 0.12$;淤泥质细砂较薄,厚度一般为 $0.7 \sim 2.3 \text{ m}$, $f_k = 100 \sim 120 \text{ kPa}$,允许水力坡降 $J = 0.12 \sim 0.15$.

f. 中砂.灰黄色,含少量泥质及细砾,稍密状,一般厚 $3 \sim 4 \text{ m}$, $f_k = 130 \sim 150 \text{ kPa}$;允许水力坡降 $J = 0.14 \sim 0.18$.

g. 粗砂.灰褐色,含砾约 $15\% \sim 20\%$,呈稍密~

中密状,承载力标准值 $f_k = 180 \sim 200 \text{ kPa}$; 允许水力坡降 $J = 0.18 \sim 0.20$.

h. 砾砂、圆砾,砾石占 30% ~ 50%,圆砾中含卵石约 20%. 中密状,砾砂 $f_k = 260 \sim 280 \text{ kPa}$; 允许水力坡降 $J = 0.20 \sim 0.25$. 圆砾承载力标准值 $f_k = 280 \sim 300 \text{ kPa}$; 容许水力坡降 $J = 0.25 \sim 0.30$.

由河流侵蚀堆积形成阶地型的圩堤堤基,与上述滨湖三角洲的地层又有不同. 具典型的二元结构. 如赣东大堤 0 + 300 ~ 12 + 800 段,堤基地层为第四系全新统冲积层,上部岩性一般为粘土和壤土,下部为细砂、砾砂和砾卵石层等. 粘土和壤土层厚分别为 0.5 ~ 6.7 m, 0.9 ~ 4.7 m, 呈可呈塑状,局部为淤泥质粘土或砂壤土,层薄,呈零星分布. 土的主要物理力学指标为: 粘土,天然含水量 $W = 26\% \sim 30.5\%$, 孔隙比 $e = 0.75 \sim 0.85$, 压缩系数 $a_{1-2} = 0.25 \sim 0.28 \text{ MPa}^{-1}$, 凝聚力 $c = 30 \text{ kPa}$, 内摩擦角 $\varphi = 14^\circ \sim 16^\circ$, $f_k = 160 \sim 200 \text{ kPa}$; 允许水力坡降 $J = 0.4 \sim 0.45$. 壤土,天然含水量 $W = 20\% \sim 31\%$, 孔隙比 $e = 0.60 \sim 0.90$, 压缩系数 $a_{1-2} = 0.22 \sim 0.35 \text{ MPa}^{-1}$, 凝聚力 $c = 18 \sim 30 \text{ kPa}$, 内摩擦角 $\varphi = 15^\circ \sim 20^\circ$, $f_k = 160 \sim 220 \text{ kPa}$; 允许水力坡降 $J = 0.20 \sim 0.25$. 淤泥质粘土,天然含水量 $W = 38\%$, 孔隙比 $e = 0.9 \sim 1.0$, 压

缩系数 $a_{1-2} = 0.50 \text{ MPa}^{-1}$, 凝聚力 $c = 8 \text{ kPa}$, 内摩擦角 $\varphi = 6^\circ \sim 8^\circ$, 承载力标准值 $f_k = 80 \text{ kPa}$; 允许水力坡降 $J = 0.20 \sim 0.25$. 砂壤土,天然含水量 $W = 15\%$, 孔隙比 $e = 0.62$, 压缩系数 $a_{1-2} = 0.20 \text{ MPa}^{-1}$, 凝聚力 $c = 10 \text{ kPa}$, 内摩擦角 $\varphi = 22^\circ$, 承载力标准值 $f_k = 140 \text{ kPa}$; 允许水力坡降 $J = 0.15 \sim 0.20$. 砂类土中,中、细砂的内摩擦角 $\varphi = 28^\circ \sim 26^\circ$, $f_k = 140 \sim 120 \text{ kPa}$; 允许水力坡降 $J = 0.20 \sim 0.10$. 砾砂及砾卵石层,内摩擦角 $\varphi = 36^\circ \sim 40^\circ$, 承载力标准值 $f_k = 250 \sim 300 \text{ kPa}$; 允许水力坡降 $J = 0.25 \sim 0.35$.

3 结 语

综上所述,湖区内各圩堤的工程地质条件复杂,各项地质单元差异性较大. 由于上述堤防均为逐年加高培厚而成,建堤时间、施工条件、填筑土料的差异,导致各堤身质量的不同. 一般来讲,建堤时间长、运行多年的堤身土较为密实,堤身质量较好. 新建圩堤或碾压不够密实的老堤,质量较差,在高水位下,在圩堤内坡和坡脚处容易产生渗水,汛期集中漏水. 因此,对鄱阳湖堤坝区工程地质研究越来越引起了当地政府和专家的注意.

(收稿日期:2001-07-02 编辑:张志琴)

(上接第 26 页)

但该线进口高程较高,与其配套的长须枢纽坝高需 270 m,而与长—恰线配套枢纽坝高仅 150 m 就满足要求,因此,总体工程投资会随之增大,而且,长须枢纽的工程地质条件较差,问题较多,不宜建巨型高坝;隧洞出口处出水水流与河流交角过大,对输水的流泄不利.

3.3.3 长—恰线的优劣

该线路隧洞出口洞段岩性单一,构造简单,成洞条件较好,出口边坡稳定,出水水流与河流交角合理;与线路配套的长须枢纽坝高为 150 m,同长—达线相比,枢纽工程投资较小. 但长—恰线要通过地震烈度 9 度区,区域构造稳定性差;洞线所穿越较大的断层多达 10 余条,居三条线之首;隧洞中 II 类围岩洞段累计长为 52 km,约占隧洞总长的 40%,优良围岩最少;隧洞进口及前段断裂发育,断层交汇,穿俄木河谷隧洞段上覆岩体厚仅 16 m,呈碎石状散体结构,存在塌方、冒顶、涌水等严重问题,为 V 类围岩,成洞条件差;该线最长,也是迄今世界上最长的隧洞.

通过上述对三条自流引水隧洞方案的分析比较,仅就隧洞地质条件而言,以长—达线为优,温—

达线和长—恰线次之.

3.4 抽水引水方案的比选

“4180 m”方案的工程地质条件有较多不利因素,加之洞线较长(比“4280 m”方案长 20 km),故以“4280 m”方案作为优选方案推荐(具体比选内容略).

西线南水北调工程的实施对我国西北、华北地区未来的经济发展和加快开发黄河水电资源都具有重要的战略意义,工程规模宏大,涉及面广,调水线路的引水方式方案,关系重大. 因此,除了进行沿线工程地质条件的比选外,还应综合水工、施工、运行、管理、投资等诸多因素进行技术经济条件的论证,以选定更合理的方案.

参考文献:

- [1] 李金都,陈书涛. 南水北调西线调水区地质条件与关键工程地质问题分析[J]. 人民黄河, 1999, 21(2): 22 ~ 24.

(收稿日期:2001-06-25 编辑:熊水斌)

