

西气东输穿河管道对泰州引江河防洪的影响评估

郭玉法¹, 陈 斌², 付 兵²

(1. 江苏省水文水资源勘测局南京分局, 江苏 南京 210008; 2. 江苏省洪泽湖水利工程管理处, 江苏 洪泽 223100)

摘要 介绍泰州引江河地区的水文地理与地质特性。依据“泰州引江河高港枢纽闸站二期工程初步设计”和相关资料并结合流域水文地质特性,采用前苏联《水工手册》参数和瑞典圆弧滑动公式,计算分析西气东输管道穿越泰州引江河对河道岸坡稳定的影响,并据此得出穿河管道对引江河河道防洪和南水北调送水基本无影响的结论。对工程实施中应该注意的问题提出了建议。

关键词 西气东输穿河管道, 泰州引江河, 防洪评估

中图分类号: TV143+.3 文献标识码: B 文章编号: 1006-764X(2009)S1-0094-03

2005 年西气东输天然气管道在泰州市穿越引江河向泰州主城区西部及台商工业园区供气。而泰州引江河是一条以防洪、引水为主,灌、排、航综合利用的河道,引江河南接长江,北接新通扬运河,是重要的防洪与水源工程,是我国南水北调东线源头工程,承担着里下河地区腹部(锅底洼)的防洪排涝任务。在确保区域防洪安全和国家南水北调工程安全运行的前提下,还要确保国家西气东输重大工程的顺利建设^[1]。

根据《中华人民共和国水法》和《中华人民共和国防洪法》等法规规定,跨越河道的管道必须符合防洪和航运的要求,为给有关部门决策、审批时提供重要依据,需要做西气东输天然气管道穿越泰州市引江河洪水影响评价。

1 区域自然与水文地质情况

1.1 自然地理与水文特性

泰州引江河工程所处通南地区,属于亚热带湿润气候区,季风显著,四季分明。多年平均降水量为 1 089.9 mm。降雨天数为 116 d,降雨量年际变幅较大,最大年降水量达 1 794 mm,最小仅为 412 mm,60% 以上年内降雨集中在汛期 6~9 月。里下河及沿江圩区地势低洼,特殊的地形条件和地理位置使境内 70% 的面积位于江淮洪水位以下,历史上雨涝灾害严重,是著名的“锅底洼”,而龙卷风和冰雹虽影响范围较小但也时有发生^[2-3]。

1.2 地质条件

泰州引江河范围的区域地质构造分区属晚白垩纪至第三纪形成的苏北拗陷区。勘察断面岩土体共划分为 10 个工程地质层,上部为长江近期高漫滩砂型沉积物,下部为古泻湖黏性土夹沙性土薄层沉积物,底部为土黄色亚砂土,从工程地质角度看,地基主层可为上层。工程区地震特点是频度低、强度弱,属弱震地区,该地区划为地震基本烈度 7 度区。

2 防洪影响分析

2.1 施工新技术

施工采用牵引拖管新技术,在不开挖河堤的情况下用导向钻凿技术。施工员在地面导航仪的引导下,从起点向终点钻 1 个与设计轨迹相吻合的导向孔,垂直及平面误差控制在 1.5% 以内,依据铺设管线的管径大小,用回扩器分次逐级扩孔,扩孔完毕后,将管线与回扩器相连,采用前拉法将管线拉入孔内,通过回拖从孔中引出管线,完成管线铺设。该次穿越主管铺设拟采用 FKW-36 导向钻机,其主要性能指标为:钻机输出扭矩为 18 kN·m,钻机回拖力为 36 kN,给进行程为 6 400 mm,泥浆泵最大排量为 2×320 L/min,输出转速为 0~50 rpm 和 0~100 rpm,给进力为 36 kN,铺管能力为 800 m(管径为 325 mm),行走方式为履带自行走式。

2.2 对现状河道防洪的影响

管道穿越引江河两岸河道底部,埋深在现有河床以下 11.5 m,规划河床以下 9.0 m,因此管道穿越

将不会影响目前河道的防洪。

2.3 对规划河道防洪的影响

根据泰州引江河高港枢纽闸站二期工程初步设计报告,管道工程所在的引江河断面第二期工程开挖至实际高程-6.0m,底宽80m,顶宽不变,并完成全部护砌工程。目前,引江河二期工程还没有实施。由于管道埋深在规划河床以下9.0m,管道穿越对规划河道防洪也没有影响。

2.4 对河道岸坡稳定的影响

2.4.1 分析方法

从偏安全考虑,岸坡稳定分析采用GB50286—98《堤防工程设计规范》规定的瑞典圆弧滑动法进行计算。其安全系数定义为每一土条在滑动面上所能提供的抗滑力矩之和与外荷载及滑动土体在滑裂面上所产生滑动力矩之比^[4]。

$$F_s = \frac{\sum [c'_i l_i + (w_i \cos \alpha_i - u_i l_i) \tan \omega'_i]}{\sum w_i \sin \alpha_i}$$

式中: c'_i 、 ω'_i 为有效抗剪强度指标; u_i 为孔隙应力; w_i 为土条自重; F_s 为安全系数。

2.4.2 设计流量、水位、流速

a. 引水期:泰州引江河工程规划总规模为1966年型,最大瞬时流量为1200(南)~1151m³/s(北),相应的水位和河道断面平均流速分别为3.04~1.80m及1.21~1.41m/s。平均流速大于0.7m/s的累计历时占整个旬引水过程时间的50%。瞬时最低水位为1.43(南)~1.34m(北)。

b. 排水期:根据里下河地区的排涝水位与同期长江潮位的组合情况分析,排水主要依靠高港抽水站抽排,抽排规模为300m³/s,站上最低水位为0.5m,河道最大流速不超过0.5m/s。

c. 非引排期间:泰州引江河在不引不排时水位在1.0m左右。

2.4.3 工程所在断面的计算水位选取

选用附近的泰州(引)、高港闸上、泰州(泰)3个站的水文资料进行分析,确定计算水位。

a. 最高水位。采用泰州(泰)1991年、2003年最高水位资料和泰州(引)2003年最高水位资料分析得出,1991年情况下泰州(引)最高水位为3.20m。在引水期间,工程所在断面的水位应低于高港枢纽闸上的最高设计水位3.04m。故从偏安全的角度考虑,工程所在断面的最高水位选用3.20m。

b. 最低水位。根据现有工程调度方案,里下河地区平时保证水位为1.00m,泰州(引)历年的最低水位为1.07m。从偏安全的角度考虑,工程所在断面的最低水位选用1.07m。

c. 常水位。采用泰州(引)多年平均水位1.57m。

2.4.4 计算过程

管道穿越处引江河堤防按3级堤防考虑,地震设防烈度为7度,根据GB50286—98《堤防工程设计规范》,抗滑稳定的容许安全系数在正常运用情况时应大于或等于1.20,非常运用情况时应大于或等于1.10。工程所在的引江河东岸无堤防,西岸为堆土区,河道断面为中心对称型式,为此,分3种工况分析工程位置现状和规划河道断面迎水侧堤防边坡稳定状况,以东岸为例进行分析。计算软件采用铁道部第三勘测设计院与北京理正软件设计研究院共同开发的“边坡稳定分析软件”(5.0网络版)进行分析计算。

a. 计算工况。分析计算考虑以下3种工况(其中地震按7度考虑,工况1、3为正常工况,工况2为非常工况):①枯水位稳定渗流期,河道最低水位为1.07m;②常水位稳定渗流期,遭遇地震,河道常水位为1.57m;③高水位稳定渗流期,堤顶行车荷载,河道高水位为3.20m。

b. 计算参数。计算所用土层密度、抗剪强度等物理力学指标见表1,堤顶荷载以汽-20计。

表1 计算所用物理、力学指标

土层	密度/ (kg·m ⁻³)	饱和密度/ (kg·m ⁻³)	黏聚力 c/ kPa	内摩擦角 φ/ (°)
灰黄色、灰色亚黏土, 灰色亚砂土互层	1850	1890	7.0	24.0
灰黑色亚黏土 夹亚黏土薄层	1840	1880	10.0	13.0
灰色、灰黄色黏土	12990	2040	40.0	16.0
棕黄色黏土	1950	2000	43.0	20.0
灰黄色亚黏土 夹亚砂土、黏土薄层	1960	2010	10.0	25.0

c. 计算结果。各种工况的抗滑稳定安全系数计算结果见表2。

表2 稳定计算结果

工况	抗滑稳定安全系数		
	现状断面	规划断面	规范允许值
1	1.449	1.440	≥1.20
2	1.301	1.299	≥1.10
3	1.367	1.370	≥1.20

由于河道断面为中心对称型式,两岸计算工况、计算参数和边界条件一致,故西岸的抗滑稳定性系数不再计算。

d. 稳定分析。根据上述计算结果,结合地质条件综合分析可知,该工程位置的迎水侧岸坡在计算工况下抗滑安全系数均满足规范要求。滑动弧底高程在管道穿越位置之上,滑动弧切出点远离定向钻

出入土点 ,此外 ,根据其施工设计 ,定向钻施工时要先钻导向孔 ,然后采用切割刀、扩孔器、喷泥浆的工艺进行扩孔 ,管道直径为 315 mm ,钻孔对周围土层扰动有限。因此 ,可以判断此段河道岸坡是稳定的 ,管道穿越不会对岸坡稳定带来明显不利影响。

2.5 河床稳定分析

泰州引江河具有双向水流及航道要求 ,河床为平底河床 ,管道穿越工程所在的引江河河段河床地层土质为河湖相沉积层 ,土质以含铁猛结核的硬粉质黏土为主 ,工程地质、水文地质条件均较优越。根据泰州引江河可行性研究报告和原苏联《水工手册》水流允许流速表 ,计算出该河段不冲(允许)流速约为 1.40 m/s ,在引水期 ,自流引江 600 m³/s。平均流速在 0.76 m/s 左右 ,最大瞬时流速也不超过 1.40 m/s。

此外根据泰州引江河闸上实测大断面资料分析 ,此河床属于微冲、微淤型 ,比较稳定。2002 年和 2005 年泰州引江河闸上实测大断面变化对照见表 3。

表 3 2002 年、2005 年泰州引江河闸上实测大断面变化对照

起点距 (左岸)/ m	河底高程/m		起点距 (左岸)/ m	河底高程/m	
	2002 年	2005 年		2002 年	2005 年
0	4.08	4.08	110	- 2.92	- 2.84
30	- 0.09	- 0.11	130	- 2.99	- 2.77
50	- 1.77	- 1.85	140	- 2.71	- 2.49
70	- 2.87	- 2.78	160	- 0.47	- 0.40
90	- 2.97	- 2.88	190	3.41	3.41

从表 3 可知 ,泰州引江河闸上断面变化趋势是淤、冲刷不大。管道穿越所在点距泰州引江河闸上断面约 20 km ,在引水时处于下游 ,相应的冲刷也不大。管道埋深在现有河床以下 11.5 m 处 ,在规划河床以下 9.0 m 处。因此可以断定管道不会对河床稳定造成明显不利影响。

2.6 管道对护岸及其他工程设施的影响分析

管道穿越出入土点距离堤防较远 ,入土点位于西岸 85 m 处 ,出土点位于东岸 121.4 m 处 ,距管道最近的水利工程是 20 km 外的高港枢纽 ,附近没有其他水利工程 ,也无码头及取水口 ,因此管道不会对护岸和其他工程造成不利影响。

3 结论与建议

a. 根据流域防洪规划 ,泰州引江河二期河道加深到 - 6.00 m ,并无退堤和加宽堤防的规划 ,管道穿越引江河河道不影响流域行洪 ,河床将维持现状。因此 ,工程对整个流域的防洪规划及河道整治没有影响。

b. 根据岸坡稳定及河床稳定分析结果 ,在正常运用情况和非常运用情况下各种安全系数都满足规

范要求 ,最小安全系数的滑动面都在穿越管道之上 ,满足岸坡稳定要求 ,河床是稳定的。

c. 工程建成后 ,管道不占用引江河的河道行洪断面 ,不会影响河道现有的行洪能力 ,管道不占用引江河护岸 ,对防汛抢险不会有太大影响。

d. 工程建成后 ,不占用引江河的河道断面 ,不影响泰州引江河的通航能力。

e. 由于管道在引江河河道河床下 11.5 m、规划河床下 9.0 m 深处 ,河床比较稳定 ,所以河道行洪对河床下管道也基本没有影响。

f. 穿越引江河的施工方案采用定向钻 ,施工中不需在河道内设置任何阻碍行洪和通航的设施 ,因此 ,施工时不影响河道的行洪能力和通航。对于可能发生的粉砂液化、渗漏问题 ,建设单位均已考虑相应技术措施 ,可以确保安全。

g. 该项目为定向穿越河床 ,上下游 2 km 范围内无水利工程设施 ,该管道穿越都埋于土层下 ,为隐蔽工程 ,对邻近的工程基本没有影响。

h. 管道穿越断面距泰州大桥仅约 30 m ,建议穿管点向南移 10 m 以上 ,以避免对大桥产生影响。

i. 由于施工期预定为汛期 ,建议尽量缩短施工期 ,尽快恢复施工现场 ,以免给防汛抢险带来影响。

参考文献 :

[1]徐明.2003 年泰州引江河对里下河地区排涝影响分析 [J].人民长江 2009 41-43.
[2]泰州市地方志编纂委员会.泰州志 [M].南京 :江苏古籍出版社 ,1998.
[3]泰兴水利史志编纂委员会.泰兴水利志 [M].江苏古籍出版社 2001.
[4]卢廷浩.土力学 [M].2 版.南京 :河海大学出版社 2004.
(收稿日期 2009-04-14 编辑 :方宇彤)

