

# 浅析青草沙水库工程风险因素及对策

宋少红

(上海青草沙原水工程有限公司,上海市 200237)

**摘 要:**青草沙水库位于长江南北港分流口下游,河势、地形及水动力条件非常复杂,存在施工期的滩势变化与风暴潮影响以及运行期的水质恶化、咸潮入侵加剧、水污染突发事件与供水系统事故等多种风险因素。该文通过各方面的风险因素分析,提出相应的对策,以保证工程的顺利建设和运行。

**关键词:**青草沙水库;长江口;风险因素;滩势变化;风暴潮;对策;施工期;运行期

**中图分类号:**TV62 **文献标识码:**A **文章编号:**1009-7716(2007)04-0044-03

## 1 研究背景

青草沙水库工程作为上海市重要水源地基础设施项目,承担着向上海市提供 719 万  $\text{m}^3/\text{d}$  的供水任务,其供水规模占全市原水供应总规模的 50% 以上。水库前期工程已经启动,整个工程预计将于 2010 年初步建成,受益人口超过 1 000 万。该工程地处长江口南北港分流口下游,长兴岛西侧和北侧的中央沙、青草沙以及北小泓、东北小泓等水域范围。水库总面积  $66.26 \text{ km}^2$ ,有效库容 4.35 亿  $\text{m}^3$ ,围堤总长 48.786 km。

由于该工程所处地理位置特殊,河道较宽,暗沙较多,风、洪、潮、沙等自然因素多变,动力因素机理复杂,影响面广,且水库工程量大,施工周期长,施工工艺、技术及设备要求高。另外,咸潮入侵规律也尚未完全掌握,水库蓄淡避咸的运行调度难度较大,因此,有必要对工程建设、运行可能产生的主要风险进行全面分析,提出防范、减轻风险的必要措施。本文针对工程建设、运行过程中可能产生的建设投资、供水安全等方面的主要风险因素进行了分析,并提出应对措施,对工程建设具有一定的指导作用。

## 2 施工期风险及对策

施工期风险主要表现为工程规模、施工安全、施工难度、建设工期和投资等风险。工程施工安全必须通过精心组织施工和加强防寒、防台防汛及施工安全措施规避此类风险。现主要分析滩势变化、风暴潮及施工过程地形改变等因子对工程的影响。

### 2.1 滩势变化

青草沙水库位于长江口南北港分流口下方,

长兴岛北侧和西侧的中央沙、青草沙以及北小泓、东北小泓等水域范围,工程区域周边水域有北港主槽、新桥通道、南沙头通道和长兴岛涨潮沟等。该水域暗沙较多,且滩面为粉砂土层,受长江径流和外海潮流双重动力作用,水动力条件十分复杂,特别是长江大洪水和强风暴潮影响,极易引起大的河势变化,而且水库围堤的施工过程必然引起周边流场的变化,河床地形也随之发生新的动态调整。工程投资与河床冲深的深度成平方关系,当河床地形发生大的滩面冲深,则极有可能引起工程量和工程投资的巨大增加。

据青草沙水库防洪影响评价及相关河演分析研究成果,中央沙圈围工程实施后,中央沙沙头附近受工程保护冲刷后退速度受到抑制,但青草沙水库北堤上段(靠新桥通道侧)所在滩面可能出现较大冲刷。为了防范、减轻此类风险,拟与先期实施的中央沙圈围工程同步实施青草沙水库北堤上段护底工程,有效控制青草沙水库北堤河床的稳定。河势与滩势变化是持续的过程,因此,工程建设必须注重动态管理,如建立现场观测系统,配备先进的测试手段,及时掌握水库堤线附近河床冲淤及水、沙运动变化情况,利用河演分析、数学和物理模型研究动态跟踪预测,适时地采取诸如“超前护底”等工程措施和必要的设计变更,调整施工方案或施工计划。

### 2.2 风暴潮影响

风暴潮影响主要表现在施工过程中因在建围堤抗风暴潮能力低而导致较大规模毁损的风险。青草沙水库工程位于河口江心,工程战线长,施工期需跨三个主汛期,且基本为水下施工,常年受风、浪、流影响,特别是冬夏季不可避免会遭遇到冬季大风、夏季台风、潮汛的影响,施工过程中极有可能遭遇风暴潮。尽管在工程设计中考虑了施工过程中的防台度汛措施,但一旦出现超设计标准的极端情况,仍会发生对已施工但未完成的围

收稿日期:2007-03-09

作者简介:宋少红(1970-),男,山东蓬莱人,工程师,副总经理,长期从事工程建设、施工管理工作。



堤结构造成巨大破坏,从而增加工程修复或局部重新修建的工程难度,并增加投资。为防范和减轻此类风险,合理控制施工进度,选择合适的建筑材料与结构形式,极为重要。

### 2.3 施工进度对河床滩面的影响

长江口河床滩面因水流作用极易发生变化,会出现此固彼冲的现象。由于青草沙水库新建围堤长,而且还有施工隔堤等工程,尽管对施工顺序和施工进度进行了科学研究,提出合理的施工顺序安排和进度控制计划,并针对实际采取了诸如“超前护底”等必要工程保护措施,但由于工程区域水动力条件极其复杂,施工过程中不可避免地存在先后,因此仍极有可能因施工进度控制的不到位,或者因保护措施及保护部位的不到位造成局部尚未施工段冲刷,甚至形成大的冲刷坑,进而影响工程投资和工程安全。

鉴于工程投资估算中未考虑上述风险因子对工程投资产生的影响,应设立工程投资风险基金,以防一旦出现影响工程投资不可预计因素,有充足的投资保证工程如期建设。

## 3 运行期风险及对策

运行期环境对项目的风险主要表现水质变化如长江来水水质恶化、咸潮入侵加剧、取水口附近发生水污染突发性事件以及河势变化等对供水安全的影响。

### 3.1 长江来水水质恶化

青草沙水源地位于长江口江心区域,陆域污染源主要分布在长江口南岸。与青草沙水源地位取水口距离较远,且长江口中泓主流作为一个天然屏障,阻隔了长江沿岸的污水向江心扩散,在很大程度上降低了沿岸企业事故性排放对青草沙源地水质的影响。水环境影响预测分析表明青草沙源地水质主要受上游徐六泾断面来水的影响,长江口南岸企业排污基本上不会影响青草沙源地的水质。

根据水质模拟敏感性分析,当长江来水水质恶化20%后,青草沙水源地位取水口水质将受到一定程度的影响,除氨氮、总磷达到Ⅲ类水标准外,DO、BOD<sub>5</sub>等指标仍能满足Ⅱ类水标准,不会对城市供水造成威胁。为减轻上游来水恶化对青草沙水源地位供水可能造成的影响,有关部门应与长江流域和沿江各省环保部门保持密切联系,及时了解长江来水水质的变化情况,同时组织有关科研单位开展必要研究工作,科学地预测长江来水水质的变化趋势,提出进入长江口徐六泾断面

污染物合理的控制指标。

### 3.2 咸潮入侵加剧

咸潮入侵是长江口水源地开发的最大制约因素。多年的观测及研究成果表明,影响青草沙水源地位盐度变化有三个咸潮入侵源,即北支咸潮倒灌、南港和北港咸潮入侵。其中北支咸潮倒灌是青草沙水源地位咸潮入侵的主要来源。目前长江沿江引水工程的引水量越来越大,对长江口咸潮入侵影响较大。未来几十年,大通以下沿江抽取水的潜在增长量仍然较大,可能进一步加剧长江口的咸潮入侵。

根据工程设计,在咸潮期,青草沙水库可在设计连续不宜取水天数下(68 d)保证供水需求。咸潮期到来前提前开泵蓄水,使水库蓄水位达到设计蓄水位,发挥蓄淡避咸作用,缓解咸潮入侵对城市供水的影响。为应对咸潮入侵的风险,在工程上还可采取两方面措施:

一是北支咸潮倒灌控制工程。由于北支咸潮倒灌是青草沙水源地位咸潮入侵的主要来源,根据《长江口北支咸潮倒灌控制工程及南支水源地位建设专题研究》报告(2004年),实施长江口北支咸潮倒灌控制工程后,将大幅度地减缓咸潮入侵对南支水源地位的影响,因此为积极应对沿江抽取水等可能加剧长江口咸潮入侵问题,建议有关部门抓紧实施长江口北支咸潮倒灌控制工程。

二是青草沙水库扩容潜力巨大,水库设计还留有可挖深增容达1亿m<sup>3</sup>以上的调蓄容量,可满足设计工况下不可取水天数再增加约15 d的供水量,因此在必要时可通过挖深水库来调蓄库容。

此外,在青草沙水源地位建成投产后,还应采用非工程措施等调控手段,如保持与长江水利委员会和三峡开发总公司等有关部门的紧密联系,当大通流量达到一定的临界控制流量时,应建议有关部门采取“避让”措施控制南水北调东线调水量,或提前利用沿程的洪泽湖、骆马湖等湖泊的调蓄库容,同时加大三峡水库等上游水利控制工程的下泄量,尽可能减少或避免长江口咸潮入侵影响的加剧。

### 3.3 水污染突发性事件

青草沙水源地位水污染突发性事件主要是指航运船舶等“移动源”突发性污染风险事件。由于北港航道距青草沙水库取水口最近距离仅为300 m,一旦在青草沙取水口附近发生船舶泄漏事故(特别是危险化学品泄漏事故),有可能在短时间内迅速影响水源地位内的生态环境和供水系统。水污染突发性风险事件主要防范措施有:(1)建立青草



沙水源地水质自动监测系统对水源地特别是取水口附近水域进行自动、全面、系统的水质监测,加强实时动态的监测与跟踪,以便在水污染突发性风险事件发生时能第一时间作出反映。(2)安排专职值班人员负责24 h不间断警戒,随时掌握北港航道的船舶航行动态,并配备有效通讯设备,以在发生突发性船舶事件时及时获得环保、水务、海事主管机构的应急援助。(3)为降低突发性污染事件发生后的风险,主要取决于突发性事件信息的及时性,应建立与海事等部门信息快速互通系统,及时快速关闭水闸,截断水库与长江水体的交换,利用水库中的存水(可至少满足正常供水12 d),同时用上游取水泵闸和下游水闸抢引未受污染的长江原水,补充青草沙水库的蓄水量,保证青草沙水库供水安全。

### 3.4 河势变化

青草沙水库拟建取水口设在北港进口的新桥通道内,因此新桥通道河势稳定与否直接影响水库取水口的安全运行。根据南北港分流通道的演变规律,在自然状态下,预计新桥通道至2025年将可能完全消失,新新桥通道将发展并完全取代新桥通道,成为北港的主要通道,届时新南沙头可能会并靠中央沙,取水口位置将出现严重淤积。实施青草沙水库围堤工程后,中央沙沙头和新桥通道下边界得到控制,新南沙头下移将受到限制,因此新桥通道将趋于稳定。根据动床物理模型试验研究成果,水库工程实施后,取水口附近区域没有发现明显的淤积现象,取水口位置设置在河势上是可行的。此外,交通部拟计划在中央沙沙头固定的基础上,结合实施新浏河沙护滩工程和南沙头通道限流工程。工程实施后,中央沙沙头的稳定将得到进一步巩固,同时新浏河沙体及南北港各主要分流通道的也将得到稳定,因此新桥通道将得到进一步稳定,河势变化对取水口取水安全风险不大。

运行期河势的激烈变化对水库大堤的安全的风险主要表现在深槽逼岸影响大堤的稳定,深槽逼岸影响大堤安全的主要部分是水库堤头及库尾东堤与北堤连接段。南堤侧深槽逼岸的可能性主要取决于新浏河沙护滩工程及南沙头通道限流工

程效果。深槽逼岸对水库安全威胁是巨大的,因此必须加强观测,及时采取必要的护滩护脚工程措施,在实施时留有适当的安全余量以应对不测,是十分必要的。同时为了保证工程的长治久安,应积极支持交通部工程的实施,并呼吁有关部门尽早实施南北港分流口工程。

### 3.5 水库供水系统发生事故

水库供水系统涉及众多输水管网和泵闸设施,其中某一环节出问题,均会影响系统供水安全。鉴于输水线路较长,存在管道损坏等事故,在设计中考虑了事故工况,按照相关规范的要求,事故工况供水量应为70%正常供水量。为保证管道得到及时维修,输水闸内设置两个单独流道,分别采用闸门控制,将集中供水系统发生事故所造成的损失降低至最小程度。另一方面,建立长江陈行水源地、长江青草沙水源地和黄浦江水源地之间连通互动的原水系统,在青草沙水源地集中供水系统发生事故时,其受水区域原水供应可通过调引长江陈行水源地和黄浦江水源地原水进行补充。

## 4 结语

本文对青草沙水库建设与运行过程的主要风险因素进行了探讨与分析,提出初步的对策设想。青草沙水库具有规模大、建设期长、地理位置特殊、水流条件复杂、地质条件差等特点,有必要对该工程进行系统的风险分析,以达到合理控制工程投资及风险的目的。工程建设过程中除施工安全风险外,还存在可能受河势与河床变化以及风暴潮影响的投资风险,需采取超前护底、动态管理、设立风险基金等防范措施,以保证工程建设的顺利进行。水库运行过程中存在长江来水水质恶化、咸潮入侵加剧、水污染突发事件、河势变化及供水系统出现事故等影响供水安全的风险因素,需采取加强动态监测。建议有关部门抓紧实施长江口北支咸潮倒灌控制工程或者通过长江流域统一调配水资源等措施降低风险。

### 参考文献

- [1]GB 50201-1994,防洪标准[S].
- [2]CJJ 50-1992.城市防洪工程设计规范[S].