

# 奔牛水利枢纽立交地涵设计方案比选研究

王桂智<sup>1</sup>, 杨庆庆<sup>2</sup>, 武 蒙<sup>1</sup>, 孙云翰<sup>1</sup>, 李建刚<sup>1</sup>

(1. 江苏省水利勘测设计研究院有限公司, 江苏 扬州 225127; 2. 扬州市勘测设计研究院有限公司, 江苏 扬州 225007)

**摘要:**为使奔牛水利枢纽立交地涵结构可靠, 施工方便, 造价经济, 通过比较 2 种方案在投资、施工、管理等方面的优缺点, 优选出立交地涵设计方案, 最终确定采用开挖现浇钢筋混凝土箱涵方案。

**关键词:**立交地涵; 设计方案; 结构比选

中图分类号: TV131 文献标识码: B 文章编号: 1007-7839(2019)05-0009-03

## Study on the design scheme comparison of overpass culvert of Benniu hydro-junction project

Wang Guizhi<sup>1</sup>, Yang Qingqing<sup>2</sup>, Wu Meng<sup>1</sup>, Sun Yunhan<sup>1</sup>, Li Jiangang<sup>1</sup>

(1. Jiangsu Provincial Water Conservancy Survey and Design Institute Co., Ltd., Yangzhou 225127, Jiangsu;  
2. Yangzhou Surveying and Design Institute of Water Resource Co., Ltd., Yangzhou 225007, Jiangsu)

**Abstract:** In order to make the overpass culvert of Benniu Hydro-junction project structure reliable, convenient construction and economical cost, by comparing the advantages and disadvantages of the two schemes in investment, construction and management, the design scheme of the overpass culvert was optimized, and the excavation and cast-in-place is finally determined, and finally decided to adopt the scheme of excavating cast-in-place reinforced concrete box culvert.

**Key words:** overpass culvert; design scheme; structural comparison and selection

### 1 工程概况

太湖流域地处长江三角洲核心区域, 是我国经济最发达的地区之一。太湖位于流域中心, 是我国第三大淡水湖泊, 是流域内重要的水源地和洪涝水调蓄中心。受入湖污染物影响, 近年来太湖水环境问题突出, 太湖的水质指标逐年下降。为加快太湖流域治理, 加大引江及太湖洪水外排出路, 减少入湖洪水水量, 确保流域达到近期 50 年一遇、远期 100 年一遇的防洪标准, 有效降低湖西腹部平原及低洼圩区洪水位, 增强湖西地区引江能力, 改善流域地区水环境, 水利部太湖流域管理局拟实施“新孟河通道方案”, 即新孟河延伸拓浚工程。

奔牛水利枢纽为新孟河延伸拓浚工程干河枢纽工程之一, 位于常州市奔牛镇新孟河与京杭运河交汇处, 工程的主要任务包括防洪、引排水和通航, 枢纽由京杭运河立交地涵、船闸、节制闸和孟九桥组成。奔牛水利枢纽船闸尺度取: 闸室有效长度 135 m, 闸室及口门宽度 16 m, 门槛水深 3.45 m。节制闸设计排涝流量为  $128 \text{ m}^3/\text{s}$ , 节制闸闸室总净宽 12 m。拟建孟九桥分 2 段, 分别跨过立交地涵北侧引河、船闸和节制闸; 跨立交地涵北引河桥长为 165 m ( $20 \text{ m} + 25 \text{ m} \times 5 + 20 \text{ m}$ ), 跨船闸和节制闸桥梁长度为 95 m ( $20 \text{ m} + 25 \text{ m} \times 3$ ), 2 段间采用长度约 47 m 的填筑道路连接。奔牛水利枢纽工程总体布置见图 1。

收稿日期: 2018-12-03

作者简介: 王桂智 (1987—), 男, 硕士, 工程师, 研究方向为水利水电工程、水工设计。

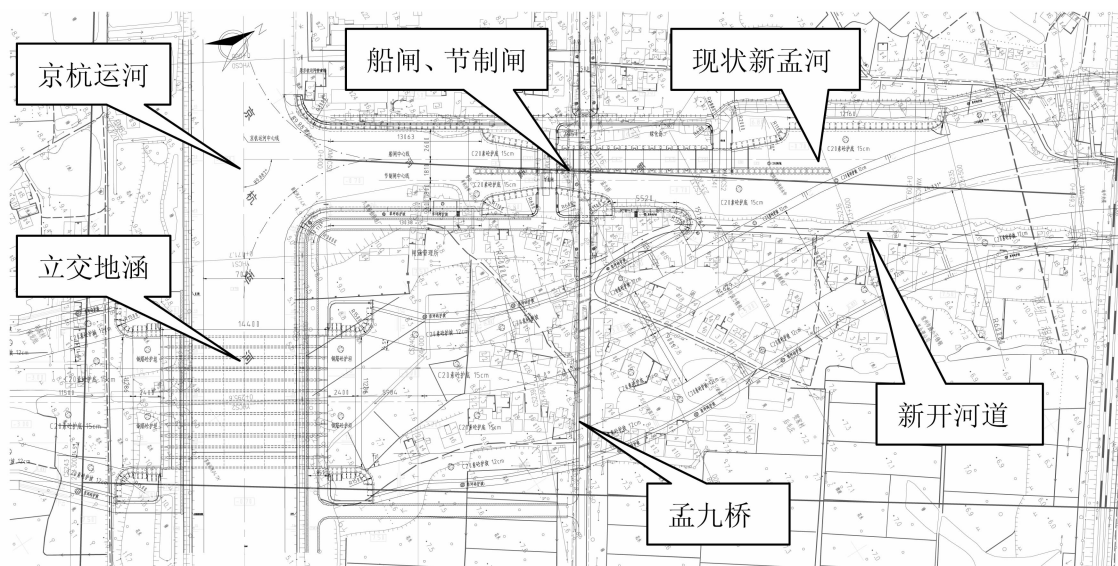


图1 奔牛水利枢纽工程总体布置图

京杭运河立交地涵的主要功能是:沟通京杭运河南、北侧新孟河河道,实现新孟河与京杭运河的立体交汇,保证新孟河延伸拓浚工程引水入太湖的水质和水量,兼顾京杭运河以南的太湖湖西地区通过立交地涵向北排涝入长江。

## 2 立交地涵方案设计

根据新孟河延伸拓浚工程总体规划要求,在新孟河引水入太湖时地涵设计引水流量  $565 \text{ m}^3/\text{s}$ ,在太湖湖西区域向长江排涝时地涵设计排涝流量为  $498 \text{ m}^3/\text{s}$ ;按照立交地涵过水规模,地涵过水断面总面积为  $618 \text{ m}^2$ 。

立交地涵设计方案主要可分为开挖方案和非开挖方案2种<sup>[1]</sup>,根据奔牛水利枢纽工程立交地涵的规模、运行控制及特征,对这2种立交地涵方案进行综合分析比选。

### 2.1 非开挖方案

在类似立交地涵的工程中非开挖方案主要包括顶管法和盾构法<sup>[2]</sup>。目前,根据我国顶管设计、施工技术水平,最大顶管内径为  $4.0 \text{ m}$ ,本工程地涵过水断面面积为  $618 \text{ m}^2$ ,如果采用内径  $4.0 \text{ m}$  的顶管,需49根。根据顶管布置的规范要求,顶管管间净距不应小于管道外径,管顶覆土厚度不小于1.5倍管径;设计顶管管道中心间距最小为  $9.60 \text{ m}$ ,管顶覆土厚度不小于  $6.0 \text{ m}$ ,以满足规范要求,按此要求布置在顶管两端的结构沿京杭运河堤线总长度约  $471.4 \text{ m}$ ,而新孟河新开河道的设计底宽为  $80.0 \text{ m}$  (南侧  $70 \text{ m}$ ),顶管端部布置横向宽度远大于河道设计宽度,工程占地面积巨大,且北侧受沪宁

城际铁路和京沪铁路的限制、南侧受京杭运河制约,铁路与运河间距为  $710 \text{ m}$ ,如采用顶管方案,立交地涵的工程布置势必对铁路或运河产生较大的影响,而该段铁路和运河对区域经济和社会的发展起着巨大的作用。因此,顶管方案在本工程中占地面积大,对铁路、运河及区域经济和社会影响大,工程投资高,顶管方案在奔牛水利枢纽立交地涵工程中不可行。

根据盾构设计原理和施工工艺,一般盾构机构筑的隧洞直径在  $6.0 \text{ m}$  以上;目前世界最大的盾构机成形隧洞直径能达到  $15 \text{ m}$  左右,国内超大型水下盾构工程主要有上海沪崇苏过江隧道和南京长江隧道,其盾构直径分别为  $15.44 \text{ m}$  和  $14.93 \text{ m}$ 。盾构作为地下输水隧洞的典型工程是南水北调中线采用盾构法施工穿越黄河河床覆盖层的输水隧洞,穿黄隧道的内径达到  $7.0 \text{ m}$ 。对本工程而言,要满足过水面积的要求,如采用直径为  $14.0 \text{ m}$  的大直径盾构输水隧洞,则还需4条。根据盾构隧洞布置的规范要求,借鉴我国双线盾构越江隧道的工程经验,盾构净距需大于  $0.8 D$ ,盾构隧洞间距需大于  $26.6 \text{ m}$ ,盾构隧洞的平面布置宽度约需  $110 \text{ m}$ ,按照过水隧洞检修抗浮要求,但隧洞上部覆土厚度需达到  $15 \text{ m}$  以上,隧洞埋置深度太深,致使北端连接段无法合理布置,施工难度高。因此,立交地涵非开挖方案在奔牛水利枢纽工程设计和施工时难度较大。

### 2.2 开挖方案

立交地涵采用大开挖现浇钢筋混凝土箱涵方案,是我省类似立交地涵普遍采用的设计方案<sup>[3]</sup>。

按照地涵过水规模,地涵单孔净尺寸为 8 m×6.5 m (宽×高),共布置 12 孔,能满足过水面积的要求,地涵横向布置总宽度为 115.2 m,便于工程总体布置。立交地涵采用干塘施工,施工难度较小,施工质量有保证,工程投资相对较为节省。由于现状京杭运河具有行洪和通航的功能,且航道等级为Ⅲ级。因此,该方案主要难点是需在京杭运河上设置拦河截流围堰,且在立交地涵施工期需另开辟导流导航河道。

2.3 地涵建筑物型式比选

根据奔牛水利枢纽工程立交地涵的规模,从工程征占地、工程技术、施工安全及影响、工程投资、工程管理等方

面进行比选,具体参见表 1。

们可以得出大型工程立交地涵的设计应注意以下几个方面:

(1)由工程所在位置的地形地貌情况以及相交河流的相对位置情况选择确定合理的地涵立交型式<sup>[4]</sup>;

(2)从工程征占地、工程技术、施工安全及影响、工程投资、工程管理等方

参考文献:

[1] 丁国莹,陶玮,吕大为.灌河地涵立交型式优选研究

表 1 立交地涵方案对比表

非开挖方案		开挖方案		备 注
顶管法	盾构法			
工程征占地	按照输水规模,需 49 根内径 4 m 的顶管,地涵洞身横向布置总宽约 471.4 m。	按照输水规模,需 4 根内径 14 m 的涵洞,地涵洞身横向布置总宽约 110 m。	按照输水规模,需 12 孔净宽 8 m、高 6.5 m 的涵洞,地涵洞身横向布置总宽约 115.2 m。	顶管方案占地是开挖方案的 4 倍;盾构方案由于埋深大,导致工程影响范围占地大;从工程场地区地形来看,开挖现浇钢筋混凝土箱涵方案优于非开挖方案。
工程技术	工程难度较大,技术较为复杂	直径大,且 4 根并列布置,工程难度大,技术复杂	水利工程中常用的水上立交方案,工程技术较为成熟	
工程施工及影响	施工难度较大,工期长;工程布置范围大,施工对区域影响较大	施工难度大,工程长;施工影响范围较大,引起地面沉降大,对京杭运河航道及两侧堤防的安全影响较大	施工技术成熟,工期相对较短;工程施工需截断京杭运河,需在运河南侧布置施工期导流/导航河道	非开挖方案施工难度大,施工影响难以控制;开挖方案施工安全措施单一、可控
工程投资	地涵每延米约 147 万元	地涵每延米约 95 万元	地涵每延米约 57 万元	洞身直接费,按顺水流向以延长米计
工程管理	孔口较多,不利于管理调度运行,检修难度大	检修困难	管理方便,易于检修	

综上可知,对本工程立交地涵而言,从工程征占地、工程技术、施工安全及影响、工程投资、工程管理等方

3 结语

面开挖现浇钢筋混凝土箱涵方案优于非开挖方案。因此,奔牛水利枢纽立交地涵建筑物型式选用开挖现浇钢筋混凝土箱涵方案。

本文结合奔牛水利枢纽工程立交地涵设计方案的比选研究,分析了不同方案的优缺点,通过综合比选确定最终设计方案。根据本文研究思路,我

[C].北京:建筑科技与管理学术交流会议论文集,2014.6:7-8.

[2] 张燎军,朱岳明,刘勇军,等.淮河入海水道淮安立交地涵初设方案有限元分析[J].水运工程,2001(11):1-2.

[3] 赵公俭,叶志才,叶兴成.沐河退水地涵工程设计[J].江苏水利,1998(09):34-35.

[4] 黄辉,刘建龙.灌河地涵顶管工作井和接收井施工技术[J].中国农村水利水电,2009(12):111-114.