

DOI: 10.13476/j.cnki.nsbdqk.2014.02.037

浅谈湍河渡槽结构形式比选

朱清帅¹, 马永征², 王玉岭³, 张阳阳⁴, 邹 华⁴

- (1. 南水北调中线干线工程建设管理局 河南直管建管局, 郑州 450016;
2. 国务院南水北调工程建设委员会办公室, 北京 100038;
3. 中国水利水电第五工程局有限公司, 成都 610225;
4. 焦作黄河河务局 沁阳沁河河务局, 河南 沁阳 454550)

摘要: 湍河渡槽是南水北调中线一期工程的一种交叉渠系建筑物, 针对其跨度大、流量大、结构复杂等特点, 综合分析后提出采用双槽矩形断面形式。通过对比4种方案, 从槽下净空、上游雍水、应力控制、施工、投资等5个方面分析计算, 认为“U”型槽为最优方案, 但也需要调整槽跨才能满足壅水高度标准。

关键词: 南水北调; 湍河渡槽; 双槽矩形断面

中图分类号: TV 68 **文献标识码:** A **文章编号:** 1672-1683(2014)02-0157-03

Comparison of Structure Form in Tuanhe Aqueduct

ZHU Qing shuai¹, MA Yong zheng², WANG YU-ling³, ZHANG Yang yang⁴, ZOU Hua⁴

- (1. Construction and Administration Bureau of South to North Water Diversion Middle Route Project Henan Branch, Zhengzhou 450016, China; 2. Office of the South to North Water Diversion Project Commission of the State Council, Beijing 100038, China; 3. China Water Conservancy and Hydropower Engineering Bureau Fifth Company Limited, Chengdu 610225, China; 4. Qin He Qinyang Bureau of Yellow River jiaozuo Bureau, Qinyang 454550, China)

Abstract: Tuanhe aqueduct is one of the cross canal structures of the first phase of South to North Water Transfer Project. Due to its characteristics of large structure span, great discharge, and complex structure, double chamfer rectangle section is selected for the aqueduct. Four schemes were compared from the five following aspects: net space below chamfer, upstream backwater, stress control, construction, and investment, and “U”-type aqueduct scheme was considered as the best. However, the structure span has to be adjusted to meet the backwater height requirements. Key words: South to North Water Transfer; Tuanhe aqueduct; double chamfer rectangle section

Key words: South to North Water Transfer; Tuanhe aqueduct; double chamfer rectangle section

1 工程概况

湍河渡槽是南水北调中线一期工程总干渠大型跨河建筑物之一, 位于河南省邓州市小王营与冀寨之间。西距内乡至邓州公路3 km, 南距邓州市26 km, 北距内乡县20 km。建筑物包括渠道和跨河建筑物共计总长1 030 m, 其中主体跨河渡槽长度为720 m, 干渠总桩号为36+289~37+319 m, 设计流量为350 m³/s, 加大流量为420 m³/s^[12]。

湍河渡槽顺总干渠流向, 自起点至终点, 依次由右岸渠道连接段、进口渐变段、进口闸室段、进口连接段、槽身段、出口连接段、出口闸室段、出口渐变段、左岸渠道连接段等9段组成, 其中右岸渠道连接段设退水闸1座。主要建筑物为1

级, 次要建筑物为3级, 渡槽槽身属1级建筑物。渡槽顺总干渠流向, 河谷形态呈浅“U”形。河床地形平坦, 两侧漫滩呈不对称发育, 左岸宽阔, 低漫滩宽50~200 m, 高漫滩宽200~400 m, 高出低漫滩约2 m, 右岸漫滩不连续狭窄分布, 宽20~50 m, 前缘与河床呈低坎或缓坡相连。工程区地震动峰值加速度为0.05 g, 设防烈度为6度。多年平均气温为15.0℃, 全年盛行的风向为NE, 多年平均风速1.9 m/s, 实测最大风速19.0 m/s。

2 槽身结构布置

渡槽设计为双槽矩形断面形式, 拟定了多纵梁方案、多纵梁调整方案、开口箱梁方案和“U”型槽方案^[37]共4种方案

收稿日期: 2013-06-15 修回日期: 2014-01-15 网络出版时间: 2014-03-10

网络出版地址: <http://www.cnki.net/kcms/doi/10.13476/j.cnki.nsbdqk.2014.02.001.html>

作者简介: 朱清帅(1985-), 男, 河南邓州人, 助理工程师, 主要从事水利水电工程设计工作。E-mail: zhuqsh2009@126.com

并进行了比较。

2.1 多纵梁方案

本方案采用双线双槽多纵梁渡槽。槽身段长 730.4 m，跨径布置为 44 m × 16.6 m，槽内净空尺寸 10.3 m × 8.0 m，设计水深 6.60 m，加大水深 7.60 m。双线布置总宽 29.4 m。

渡槽纵向以 7 根筒支“工”字形普通钢筋混凝土梁承担水体重量及槽体结构自重，槽体侧墙墙厚 35 cm，底板 50 cm。渡槽槽身按双向预应力设计，预应力材料均采用 Φ15.2 高强度低松弛钢绞线。下部结构采用圆端形空心墩加桩基础的形式。多纵梁方案结构布置见图 1。

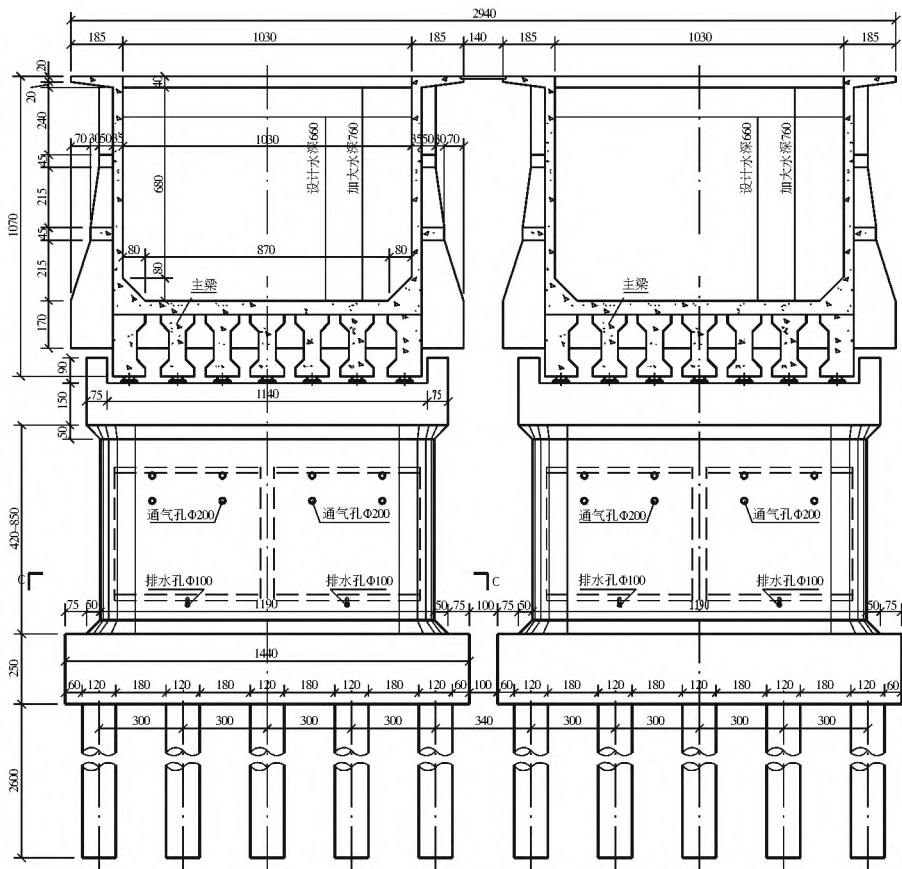


图 1 多纵梁方案结构布置图

Fig. 1 Structural layout of multi-longitudinal beam scheme

2.2 多纵梁调整方案

本方案是在多纵梁方案的基础上调整渡槽过水断面尺寸为 12.5 m × 7.0 m，其余保持不变。

2.3 开口箱梁方案

本方案采用双线双槽矩型开口箱梁渡槽。槽身段长 730.4 m，跨径布置为 44 m × 16.6 m，上部结构为预应力箱型筒支梁。槽内净空尺寸 10.00 m × 7.70 m，设计水深 7.70 m。双线布置总宽 26.60 m。箱梁底板在跨中厚 0.50 m，支座断面厚 0.95 m，梁高在跨中为 8.70 m，支座断面为 9.15 m。腹板厚度在跨中断面由顶部的 0.5 m 向底部的 0.7 m 过渡，在支座断面渡槽全高范围均为 0.7 m 厚。渡槽腹板顶部沿纵向每 2.1 m 设置一根 0.3 m × 0.5 m (宽 × 高) 拉杆，以减少腹板底部弯矩和增强开口箱梁的抗扭能力。渡槽槽身按双向预应力设计，预应力材料均采用 Φ15.2 高强度低松弛钢绞线。下部结构采用圆端形空心墩加桩基础的形式。每个承台下 10 根桩，桩径 1.2 m，桩长 28 m。

2.4 “U”型槽方案

本方案采用三线三槽 U 型渡槽。渡槽槽身段长 730.4 m，跨径布置为 44 m × 16.6 m，上部结构为预应力筒支梁。

槽内净空尺寸 7.23 m × 9.0 m，设计水深 6.04 m，加大水深 6.71 m。三线布置总宽 34.90 m。槽高在跨中断面为 8.23 m，支座断面为 8.70 m，底部弧段内半径 4.50 m，两侧直段高为 2.73 m；槽壁厚度 0.35 m，槽底板厚度在跨中 1.00 m，支座断面厚 1.47 m；渡槽顶部沿槽身轴线方向每隔 2.5 m 设置一根 0.5 m × 0.5 m 的拉杆，以增加渡槽槽壁的侧向稳定。槽身按双向预应力设计，预应力材料均采用 Φ15.2 高强度低松弛钢绞线。下部结构采用圆端形空心墩加桩基础的形式。每个承台下 8 根桩，桩径 1.2 m，桩长 21 m。“U”型渡槽方案结构布置见图 2。

3 渡槽结构形式比选

3.1 槽下净空

经计算，多纵梁方案槽下净空为 0.50 m，多纵梁调整方案槽下净空为 1.5 m，开口箱梁方案槽下净空 1.77 m，“U”型槽方案槽下净空 2.81 m。多纵梁方案槽下净空不满足排漂要求；多纵梁调整方案、开口箱梁和“U”型槽方案槽下净空均满足排漂要求。

3.2 上游雍水高度

4 个方案跨度、墩数及墩宽一样，因此，阻水面积相同，上游

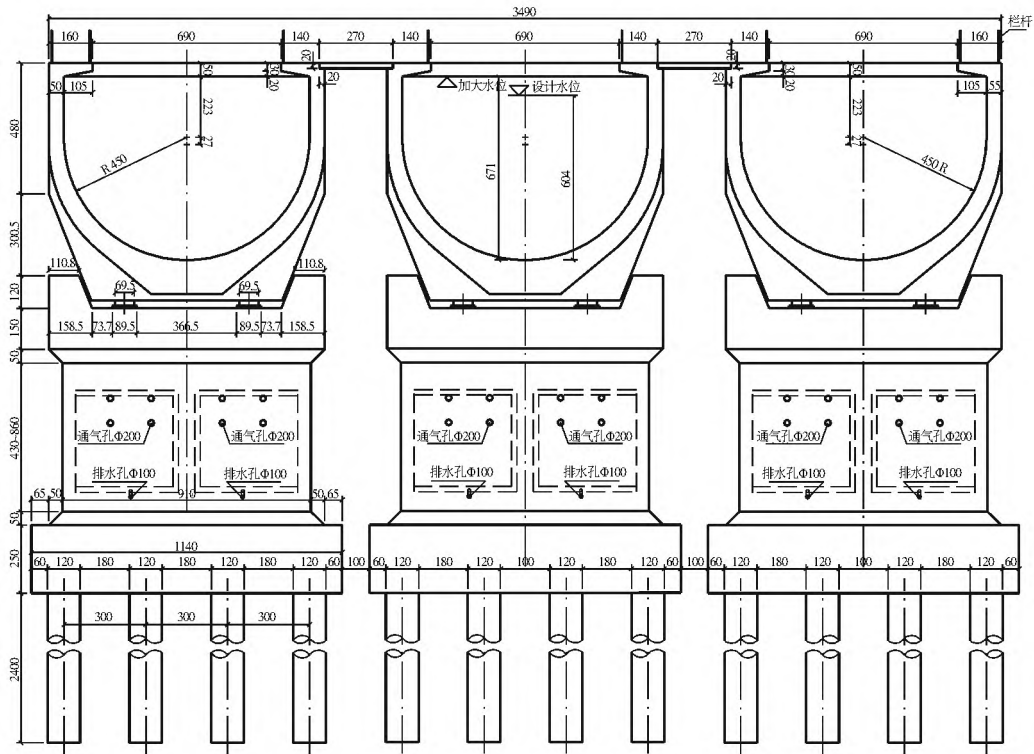


图2 “U”型渡槽方案结构布置图

Fig. 2 Structural layout of “U”-type aqueduct scheme

雍水高度均为 46 cm, 不能满足渡槽上游雍水高度控制标准。

3.3 应力控制标准复核情况

通过结构及预应力钢绞线的合理布置, 4 个方案槽身结构的应力及变形均能满足初设阶段的控制标准。

3.4 渡槽施工

多纵梁渡槽方案槽身可以采用底梁预制吊装、槽体现浇的施工方式, 减少满堂脚手架施工时所需的地基处理工程量。开口箱梁和“U”型槽方案槽身施工可以采用满堂脚手架、架槽机或造槽机施工, 脚手架施工需进行地基处理, 架槽机设备购置费用较高^[6]。

3.5 工程量及工程投资比较

两个方案进行主要工程量及投资比较结果见表 1 和表 2。

表 1 不同方案主要工程量对比

Table 1 Comparison of main engineering quantities of different schemes

方案	混凝土/m ³					钢筋 /t	钢绞线/t
	槽身 C ₅₀	槽墩 C ₄₀	承台 C ₃₀	盖梁 C ₄₀	桩基 C ₂₅		
多纵梁	48 299	14 604	18 688	7 185	29 356	13 419	1 710
多纵梁调整	56 585	17 718	21 543	8 358	30 404	15 487	1 710
开口箱梁	31 142	18 922	18 688	7 524	29 356	11 357	1 836
“U”型槽	35 540	15 521	22 192	9 336	26 420	12 002	1 261

4 结论

4 种方案槽身应力及变形都可以满足控制标准, 但雍水高度不能满足标准要求, 需要通过调整槽跨减少雍水高度。除多纵梁方案外, 多纵梁调整方案、开口箱梁和“U”型槽方案槽下净空均满足排漂要求。

表 2 不同方案工程投资比较

Table 2 Comparison of engineering investment of different schemes

方案	万元			
	槽身	下部结构	临时工程	总投资
多纵梁	10 405	8 723	860	20 088
多纵梁调整	11 357	10 021	880	22 358
开口箱梁	9 103	8 903	2 803	20 909
“U”型槽	8 290	9 355	2 803	20 548

多纵梁方案、多纵梁调整方案纵向采用普通钢筋混凝土构件, 不适用于大跨度结构, 按防洪影响评价要求加大渡槽跨度时需要施加预应力措施, 费用将进一步提高。

槽下净空满足排漂要求的 3 个方案中, “U”型槽方案较优, 且槽体结构具有加大跨度的潜力, 推荐采用“U”型槽方案。

参考文献(References):

[1] 长江水利委员会长江勘测规划设计研究院. 南水北调中线一期工程总干渠陶岔渠首至沙河干渠工程渭河渡槽跨度方案专题报告[R]. 2011. (Yangtze River Water Resources Investigation Planning and Design Institute Board. First Phase of the South to North Water Transfer Project to Henan Span Main Canal Engineering Tuan River Aqueduct Project Special Report [R]. 2011. (in Chinese))

[2] 长江水利委员会长江勘测规划设计研究院. 南水北调中线一期工程总干渠陶岔渠首至沙河干渠工程渭河渡槽初步设计报告[R]. 2009. (Yangtze River Water Resources Investigation Planning and Design Institute Board. First Phase of the South to North Water Transfer Project to Henan Span Main Canal Engineering Tuan River Aqueduct Project the Preliminary Design Report [R]. 2009. (in Chinese)) (下转第 170 页)

8%、9%和10%，混凝土防渗墙削减的水头分别占总水头的35%、35%和35%。另外，结合削减水头、渗透坡降和渗透流量三个方面，对混凝土护坡和混凝土防渗墙组成的防渗体系的防渗加固效果进行了评价，认为该防渗加固体系施工质量可靠；加固后坝体各料区渗透坡降均满足规范要求，渗透安全有较大改善；加固后渗透流量大幅度减小，防渗效果明显。

参考文献(References):

- [1] 严祖文, 魏迎奇, 张国栋. 病险水库除险加固现状分析及对策[J]. 水利水电技术, 2010, 41(10): 76-79. (YAN Zu wen, WEI Ying qi, ZHANG Guo dong. Status Analysis and Countermeasures for Risk Elimination and Reinforcement of Dangerous Reservoir[J]. Water Resources and Hydropower Engineering, 2010, 41(10): 76-79. (in Chinese))
- [2] 黄荣卫. 低弹模混凝土防渗墙在土石坝工程中的应用[J]. 大坝与安全, 2006, (3): 50-52. (HUANG Rong wei. Application of Low Elastic Modulus Concrete Anti-seepage Wall in Embankment Dams[J]. Dam and Safety, 2006, (3): 50-52. (in Chinese))
- [3] 梁亮, 沈振中, 张倩. 橡胶坝坝基防渗措施有限元分析[J]. 水电能源科学, 2010, 28(11): 58-60. (LIANG Liang, SHEN Zhen zhong, ZHANG Qian. Seepage Stability and Its Control Measure for Dam Foundation by FEM[J]. Water Resources and Power, 2010, 28(11): 58-60. (in Chinese))
- [4] 沈振中, 赵坚, 吴玲莉. 渗透参数反演的可变量差法[J]. 水电能源科学, 1999, 17(1): 5-8. (SHEN Zhen zhong, ZHAO Jian, WU Xiu li. A Flexible Tolerance Method of Inverting the Percolation Parameter[J]. Water Resources and Power, 1999, 17(1): 5-8. (in Chinese))
- [5] 速宝玉, 沈振中, 赵坚. 用变分不等式理论求解渗流问题的截止负压法[J]. 水利学报, 1996, (3): 22-29. (SU Bao yu, SHEN Zhen zhong, Zhao Jian. The Cut off Negative Pressure Method for Soling Filtration Problems Based on the Theory of Variational Inequalities[J]. Journal of Hydraulic Engineering, 1996, (3): 22-29. (in Chinese))
- [6] 沈振中, 毛春梅. 稳定渗流场流网的计算与自动化绘制[J]. 河海大学学报, 1994, 22(5): 75-77. (SHEN Zhen zhong, MAO Chun mei. Calculation of Steady Seepage Field and Automation Draw Nets[J]. Journal of Hohai University(Natural Sciences), 1994, 22(5): 75-77. (in Chinese))
- [7] Shen Zhenzhong, Xu Liqun, Qi Shuwen. A New Interpolation Meshing Method for Calculating Section Seepage Flux. The 10th National Conference on Percolation Mechanics, Wuhan, 2009. (in Chinese))
- [8] 李琛亮, 沈振中, 张华. 乌塔沟分洪道试验段堤防渗流场分析与渗流控制研究[J]. 水电能源科学, 2009, 27(5): 55-57. (LI Chen liang, SHEN Zhen zhong, ZHANG Hua. Seepage Field Analysis and Seepage Control of Embankment for Some Floodway Test Section[J]. Water Resources and Power, 2009, 27(5): 55-57. (in Chinese))

(上接第159页)

- [3] 赵瑜, 赵平. 大型预应力混凝土箱形渡槽结构三维有限元分析[J]. 长江科学院院报, 1999, 16(2): 17-20. (ZHAO Yu, ZHAO Ping. Large Prestressed Concrete Box Aqueduct Structure of Three dimensional Finite Element Analysis[J]. Journal of Yangtze River Scientific Research Institute, 1999, 16(2): 17-20. (in Chinese))
- [4] 潘旦光, 张国栋. 超大型U型渡槽有限元分析[J]. 武汉水利电力大学(宜昌)学报, 2000, 22(1): 16-19. (PAN Dan guang, ZHANG Guo dong. Very Large U-shaped Aqueduct of Finite Element Analysis[J]. Journal of Wuhan University of Hydraulic & Electric Engineering(Yichang), 2000, 22(1): 16-19. (in Chinese))
- [5] 季日臣, 陈尧隆, 房振叶. 大型多纵梁矩形渡槽受力分析与结构形式选择[J]. 水力发电学报, 2007, 26(3): 49-53. (JI Ri chen, CHEN Yao long, FANG Zhen ye. The Structure Analysis and Selection of Large Rectangular Aqueduct Bridge with Multi longitudinal Beams[J]. Journal of Hydroelectric Engineering, 2007, 26(3): 49-53. (in Chinese))
- [6] 夏富洲, 王长德, 曹为民, 等. 大流量预应力渡槽设计和施工技术研究[J]. 南水北调与水利科技, 2009, 7(6): 20-25. (XIA Fu zhou, WANG Chang de, CAO Wei min, et al. Research on Design and Construction Technology for Large Flow Prestressed Concrete Aqueduct[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2009, 7(6): 20-25. (in Chinese))
- [7] 冯光伟, 左丽, 王彩玲, 等. 南水北调中线沙河梁式渡槽结构选型与跨度分析研究[J]. 南水北调与水利科技, 2010, 8(4): 27-30. (FENG Guang wei, ZUO Li, WANG Cai ling, et al. Structure Form Selection and Study on Construction Scheme for the Shahe River Aqueduct in the South to North Water Diversion Project[J]. South to North Water Transfers and Water Science & Technology, 2010, 8(4): 27-30. (in Chinese))