

# 浅谈沙河渡槽的连接通道布置

郑晓阳<sup>1</sup> 张建伟<sup>2</sup>

1. 南水北调中线干线工程建设管理局河南分局 河南郑州 450000

2. 中国南水北调集团江汉水网建设开发有限公司 湖北武汉 430040

**摘要:** 南水北调中线干线沙河渡槽工程是南水北调中线工程关键建筑物之一, 工程运行期间由于原设计预留的上下及横向连接通道较少, 给运行管理造成了一定的困难。文章对不同形式连接通道进行对比, 选取合适的连接形式, 解决了工程运行的缺陷。

**关键词:** 渡槽; 楼梯间; 连接通道; 网架

## Discussion on the arrangement of connecting passage of Shahe aqueduct

Xiaoyang Zheng<sup>1</sup>, Jianwei Zhang<sup>2</sup>

1. Henan Branch of the Construction Administration of the Middle Route of the South-to-North Water Diversion Project, Zhengzhou, Henan, 450000

2. China South-to-North Water Diversion Group Jiangnan Water Network Construction and Development Co., Ltd., Wuhan, Hubei, 430040

**Abstract:** The Shahe Aqueduct Project of the middle route of the South-to-North Water Diversion Project is one of the key structures of the Middle Route of the South-to-North Water Diversion Project. During the operation of the project, the few upper and lower and horizontal connection channels reserved in the original design, it has caused certain difficulties in operation and management. The article compares different forms of connection channels, selects the appropriate connection form, and solves the defects of project operation.

**Keywords:** aqueduct, stairwell, connecting passage, grid frame

### 1 工程概况

沙河渡槽工程, 建筑物全长9050 m, 是世界规模最大的渡槽工程。其中, 沙河梁式渡槽长1410m、大浪河梁式渡槽长300m, 上部槽身采用预应力钢筋混凝土U形槽结构型式, 共2联4槽, 单槽半径4m, 净高7.4m, 槽身纵向为简支梁型式, 跨径30m。

沙河~大浪河箱基渡槽长3534m, 上部为矩形槽双槽, 单槽净宽12.5m, 净高7.8m, 下部为涵洞式支承。大浪河~鲁山坡箱基渡槽长1820m, 其结构型式、孔数

及净宽同沙河~大浪河箱基渡槽。

### 2 渡槽连接通道增设的必要性分析

沙河渡槽为南水北调中线工程重要输水建筑物, 共有各类安全监测仪器测点有5504支(个/套), 受原设计影响, 渡槽顶部缺少横向连接通道, 不利于安全监测工作的开展和突发应急事件时处置工作的开展, 鉴于此横向连接通道的布设非常必要。

### 3 连接方式探讨

#### 3.1 不同上下连接通道处理方式优缺点分析

本项目对简易钢管排架式、开敞式钢结构爬梯和混凝土封闭式楼梯间三种布置方案简要分析如下。

**简易钢管排架式:** 该结构形式多用于施工期1-6个月的短期施工, 优点是结构简单、搭设方便、易于施工、造价低廉等; 缺点是日常维护成本高, 尤其是沙河渡槽下部与渡槽槽顶高差较大, 如采用该种形式结构安全及

**作者简介:** 郑晓阳, 1978年6月生, 男, 汉族, 陕西华阴市, 就职于: 南水北调中线干线工程建设管理局河南分局, 职务: 副处长, 高级工程师, 2003年毕业于西安理工大学水利水电工程专业, 学士学位, 研究方向: 水利工程管理方面, 邮箱: 313781502@qq.com。

稳定性较差, 不能满足工程需要。

开敞式钢结构爬梯式: 该结构形式钢爬梯多用于施工工期1-3年的中短期的施工, 优点是结构简单, 模块化施工搭设方便, 造价相对较低等; 缺点是该结构的横向受力需让渡槽槽身承担, 不利于渡槽的结构稳定, 不能满足工程需要。

混凝土封闭式楼梯间: 该形式楼梯间使用年限一般为不少于50年; 优点是外形美观、结构稳定性、经久耐用, 且可为运行人员在提供临时遮风挡雨场所; 缺点是造价略高。为解决沙河渡槽槽身部分上下通行问题, 基于工程现状、安全管理等因素, 可满足工程需要。

### 3.2 箱基渡槽单跨横向连接通道连接方式对比分析

箱基渡槽单跨侧壁间距12.60m, 横向连接可采用正放四角锥螺栓球网架与贝雷桥设置方式。

贝类桥形式具有承载能力高、经久耐用、便于维护等优点, 但缺点是造价相对较高, 施工周期相对较长, 对施工场地要求相对较高, 且桥梁整体自重较大不利于渡槽的整体稳定。

正放四角锥螺栓球网架具有跨越能力大、通用性好、拆装快捷、安全可靠、运输方便、造价较低等优点, 但该结构施工精度要求较高, 采用销轴铰接, 拼装及吊装时纵梁的线型控制较难, 支架成型后的标高、线型对梁部施工影响较大, 必须由专业技术能力强的技术人员施工。由于沙河渡槽连接通道主要是过人, 对承载力要求相对较小, 考虑到渡槽自身稳定, 采取正放四角锥螺栓球网架形式效果更佳。

## 4 渡槽连接通道

### 4.1 总体设置情况

考虑到沙河渡槽不同的槽体结构, 沙河梁式渡槽单槽在连系梁上布置花纹钢板(一类)连接通道, 槽与槽之间布置正放四角锥螺栓球网架(二类b)连接通道详见图1; 箱基渡槽在槽与槽之间设置正放四角锥螺栓球网架(二类a)连接通道详见图2。在确保能满足各类功能需求的情况下, 经过测算, 间隔约500m布置连接通道最为经济。

### 4.2 上下通行楼梯

结合渡槽高度, 封闭式混凝土楼梯间主体层数为五层, 主体高度约18m。楼梯结构型式为剪力墙结构, 墙体采用200厚混凝土加气块砌筑。

#### 4.2.1 楼梯间地基承载力复核

根据《建筑结构荷载规范》GB 50009—2012 第3.2.3条, 上部建筑物传递下来的荷载值为:

屋面层:  $1.2 \times 6.0 + 1.4 \times 0.5 = 7.9 \text{ kN/m}^2$ ,

楼层:  $1.2 \times 6.0 + 1.4 \times 3.5 = 12.1 \text{ kN/m}^2$ , 考虑墙体重量, 楼层荷载取值  $18.8 \text{ kN/m}^2$ ,



图1 梁式渡槽连接通道布置图

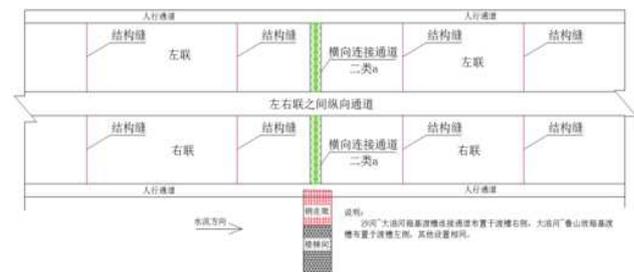


图2 箱基渡槽连接通道示意图

根据《建筑地基与基础设计规范》GB 50007—2011 第5.2.1条

传递到基础的荷载总计:

$$p_{1k, \text{平均}} = 7.9 + 18.8 \times 5 = 101.9 \text{ kPa},$$

$$\text{基础自重和基础上的土重 } p_{2k} = 20 \times 2 = 40 \text{ kPa}$$

$$\text{修正后地基承载力为 } f_a = 160 + 1.6 \times 9.3 \times (2.5 - 0.5) = 189.76 \text{ kPa}$$

故  $101.9 + 40 = 141.9 \text{ kPa} < 189.76 \text{ kPa}$ , 满足。

根据《建筑地基基础设计规范》(GB 50007—2011)、《建筑抗震设计规范》(GB 50011—2010)相关内容进行计算, 楼梯间筏板基础最大压力  $163 \text{ kN/m}^2$ , 最小压力  $131 \text{ kN/m}^2$ 。

### 4.3 箱基渡槽横向通道选取

箱基渡槽横向连接通道共6座(二类a), 见图3。该横向连接通道采用正放四角锥螺栓球网架, 走道板采用镀锌钢格栅, 该型网架1长12.6m, 宽1.6m, 覆盖面积  $20.12 \text{ m}^2$ 。

#### 4.3.1 渡槽部分结构复核

根据箱基渡槽横跨钢架桥布置, 四个支座反力均为  $26 \text{ kN}$ , 支座大小为  $0.2 \text{ m} \times 0.2 \text{ m}$ , 对箱基渡槽抗冲切、剪切、局部受压及受弯承载力进行复核。

##### 1) 渡槽抗冲切复核

根据《水工混凝土结构设计规范》(SL191—2008) 6.7.1节公式进行复核计算, 箱基渡槽结构抗冲切满足设计要求。

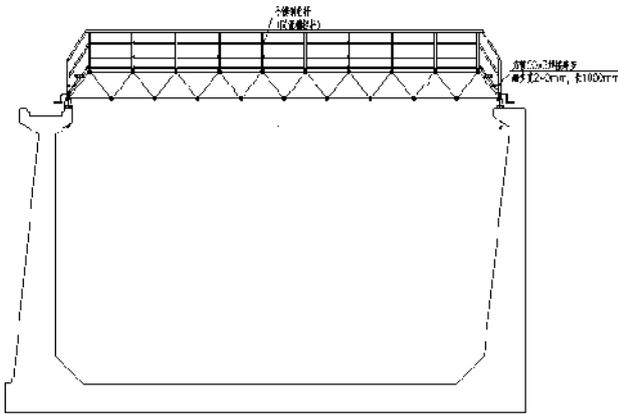


图3 二类a横向连接通道示意图

$$KF_1=35.1\text{kN} < 0.7\eta\beta_h f_t u_m h_0 = 120.12\text{kN}$$

式中: K——冲切强度安全系数, 根据规范, K取1.35;

$F_1$ ——局部荷载设计值或集中反力设计值, N;

$f_t$ ——混凝土轴心抗拉强度设计值,  $\text{N}/\text{mm}^2$ ;

$u_m$ ——临界截面周长, mm;

$h_0$ ——板的有效高度, m;

$\beta_h$ ——截面高度影响系数;

$\beta_s$ ——局部荷载或集中反力作用面为矩形时的长边与短边尺寸比值;

$\eta$ ——局部荷载或集中反力作用面形状的影响系数。

#### 2) 渡槽局部抗剪复核

根据《水工混凝土结构设计规范》(SL191-2008)6.5.1节公式进行复核计算, 箱基渡槽结构抗剪满足设计要求。

$$KV=35.1\text{kN} < 0.25 f_c b h_0 = 143\text{kN}$$

式中: K——承载力安全系数, 根据规范, K取1.35;

V——构件斜截面上最大剪力设计值, N;

$f_c$ ——混凝土轴心抗压强度设计值,  $\text{N}/\text{mm}^2$ ;

b——截面宽度, mm;

$h_w$ ——截面腹板高度, mm;

#### 3) 渡槽局部受压复核

根据《水工混凝土结构设计规范》(SL191-2008)6.8.1节公式进行复核计算, 箱基渡槽结构局部受压满足设计要求。

$$KF_1=35.1\text{kN} < 1.5\beta_1 f_c A_1 = 1486.1\text{kN}$$

式中: K——承载力安全系数, 根据规范, K取1.35;

$F_1$ ——局部受压面上作用的局部荷载或局部压力设计值, N;

$\beta_1$ ——混凝土局部受压时强度提高系数;

$f_c$ ——混凝土轴心受压强度设计值,  $\text{N}/\text{mm}^2$ ;

$A_1$ ——混凝土局部受压面积,  $\text{mm}^2$ ;

$A_b$ ——局部受压时的计算底面积,  $\text{mm}^2$ 。

#### 4) 渡槽抗弯承载能力复核

在横跨桥荷载作用下, 渡槽空槽工况为最不利工况。根据《水工混凝土结构设计规范》(SL191-2008)6.2.1节公式进行复核计算, 箱基渡槽结构空槽状态下侧墙最大弯矩 $87.56\text{kN}\cdot\text{m}$ , 轴力 $-161.25\text{kN}$ , 侧墙厚 $1.25\text{m}$ , 配筋 $\phi 25@150$ , 经复核结构满足设计要求。

#### 4.4 梁式渡槽横向通道

##### 4.4.1 横向通道布置

梁式渡槽顶部设置有两种形式连接通道, 其中渡槽左右联之间采用2座(二类b)网架(见图1), 网架长 $6.3\text{m}$ , 宽 $1.6\text{m}$ , 覆盖面积 $10.08\text{m}^2$ ; 渡槽槽身顶部横向通道采用一类横向连接通道(见图4), 梁式渡槽槽顶布置 $0.5\text{m}$ 宽横向拉杆, 在渡槽接缝处铺设花纹钢板并加焊栏杆作为渡槽横跨通道。花纹钢板厚 $5\text{mm}$ , 铺设的钢板宽 $1\text{m}$ , 长度 $6.7\text{m}$ 。钢板整体防锈处理, 颜色与混凝土接近。不锈钢栏杆与花纹钢板边缘净距 $5\text{cm}$ , 在栏杆立柱位置拉杆上植 $\Phi 25$ 锚筋一根, 用于固定栏杆, 植入深度 $\geq 25\text{cm}$ 。栏杆尺寸与渡槽槽顶栏杆一致, 并与槽顶栏杆对应焊接。

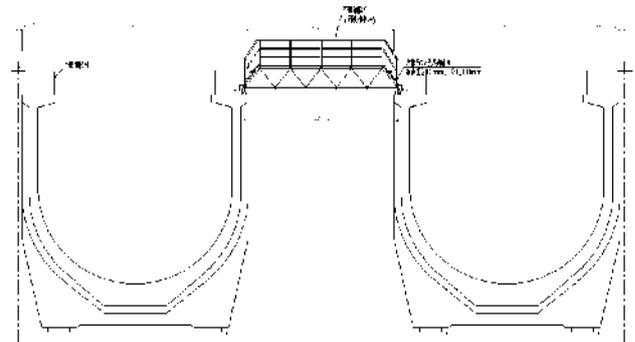


图4 二类b横向连接通道示意图

##### 4.4.2 渡槽部分结构复核

根据梁式渡槽横跨钢架桥布置, 四个支座反力均为 $20\text{kN}$ , 支座大小为 $0.2\text{m} \times 0.2\text{m}$ , 对梁式渡槽抗冲切、剪切、局部受压及受弯承载力复核同箱基渡槽部分结构复核。

#### 5 结语

沙河渡槽工程连接通道有效解决了沙河渡槽中部上下无通道、横向不连通问题, 提高了安全监测效率及应急处置能力, 工程安全保障能力进一步提升。

#### 参考文献:

[1]中华人民共和国住房和城乡建设部《建筑结构荷载规范》(GB 50009-2012)北京: 中国建筑工业出版社, 2012年。

[2]中华人民共和国水利部《水工混凝土结构设计规范》(SL191-2008)北京: 中国水利水电出版社。