

# Y 髻沙大桥转体施工技术

秦立方 许其彪

U (445) 448.22

**【摘要】** Y 髻沙大桥转体施工工艺集竖转和平转于一体, 单个转体体系重量达13685吨, 创造了国内大跨径拱桥转体施工的新纪录, 本文论述了该桥钢管拱肋竖转加平转的工艺流程及施工技术。

**【关键词】** 钢管拱肋 | 转体

竖转工艺

满堂支架法

## 一、工程概述

Y 髻沙大桥是广州市东南西环高速公路上跨越珠江主航道的一座大桥, 全长1084米。主桥为76+360+76米的三跨连续自锚中承式钢管砼拱桥, 副桥为160米跨径的连续刚构。主拱肋采用中承式双肋悬链线无铰拱, 计算跨度344米, 计算矢高76.45米, 矢跨比1/4.5。每片拱肋由6×750mm钢管组成, 内、中、外三根钢管通过平联板形成能共同受力的肋板式结构。上、下钢管间通过Φ450×12及Φ351×10的腹杆组成稳定的空间结构, 两条拱肋中心距为35.95米, 共设置6组米字横撑和2组K字横撑。

桥宽: 拱桥段桥梁外缘总宽32.4 m, 其余段桥梁外缘总宽32.5m, 单向行车道宽3×3.75 m。

主桥纵坡: 广氮段2.7%, 沙贝段2.03%, 桥面设R=15000 m的竖曲线。

桥面横坡: 1.5%

桥梁设计荷载为: 汽超-20, 挂-120, 双向六车道。

最高通航水位: 7.00 m (施工水位5.00 m)。

主航道通航净高: 34 m。

地震烈度: 按8度设防。

## 二、施工方案选择

传统的钢管拱桥主拱的施工方法可归纳为缆索吊装法、满堂支架法、转体法。缆索吊装法的

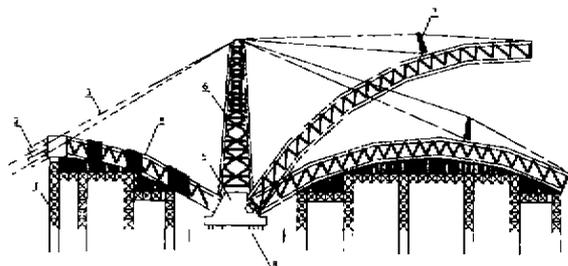
施工工艺是在施工现场架设吊机, 钢管拱肋各节段可在工厂预制好后水运到位, 起吊拼装。此法需要大吨位的吊机, 且在高空作业。Y 髻沙大桥主拱肋采用分段制作, 单件最大重量达120 t, 采用此法有明显的困难。

满堂支架法是在设计桥位处搭设支架, 现场拼焊钢管拱肋。此法不仅高空作业, 而且需要占用河道搭设工作架, 不仅需要大量支架材料, 而且严重影响航道的正常航运、工期长、造价高。

转体法是在偏离设计桥位的地方将桥梁浇注或拼装好后再利用动力设备将桥转至设计桥位, 进行合拢接整及桥面作业。转体法起到了化零为整、将大吨位结构的水上高空吊装改为地面卧拼, 其合拢成形时间短, 可保证桥下安全通航, 降低工程成本。转体施工根据转动体系所在的转动平面分为竖转和平转。根据Y 髻沙大桥桥位的地理特征及保证大桥钢管肋的拼焊符合设计图纸要求, 提出了竖转与平转相结合的转体施工方案。竖转与平转相结合的工艺方法, 是在两岸搭设主拱、边拱组拼支架, 在两支架上分别拼装完成主拱半拱拱肋和边拱劲性骨架。然后在拱座上安装临时索塔, 利用先进的液压同步技术控制信号从主控台发出, 以液压泵站作为被控目标, 液压千斤顶作为执行元件。通过索塔、索鞍、牵引索等辅助设施将主拱肋提升竖转24.7°, 通过转盘、滑道及平转牵引索将两岸转动体系平转沿桥轴线就位, 利用合拢装置调整拱曲线, 然后合拢

秦立方 柳州市建筑机械总厂助理工程师  
许其彪 柳州市建筑机械总厂助理工程师

成拱。



1.组拼支架; 2.转体千斤顶; 3.牵引索;  
4.边拱; 5.拱座; 6.临时索塔I; 7.临时索塔II

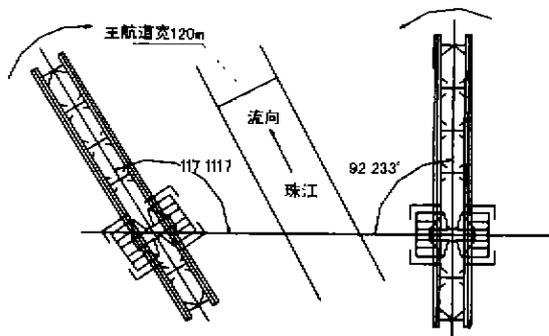


图1 转体方案示意图

丫髻沙大桥转体施工的主要参数:

转动体结构几何尺寸:258.71×39.4×862.85 m  
平转角度:广氮岸(9墩)117.1117°,沙贝岸(10墩)92.223°

平转速度:角速度 $\omega \leq 0.01 \text{ rad/min}$  主拱端  
水平线速度 $v \leq 1.2 \text{ m/min}$

转盘环道:直径33m 宽1.1m

平转结构总重量:13685 t

平转设备:OVM转体系统(ZTD-200型千斤顶)

主拱竖转结构总重:2058 t

竖转速度:角速度 $\omega \leq 0.0025 \text{ rad/min}$  主拱  
端速度 $v \leq 0.42 \text{ m/min}$

索塔高:64.428 m

转体风速:不大于10m/s(5级风)

### 三、转体施工

本文论述的转体施工是指滑道、转盘、撑脚的制作安装、索塔搭设、穿索及转体就位阶段的工艺流程及施工技术,主要施工工序流程见图2。

#### 1、滑道、转盘、撑脚的制作安装

丫髻沙大桥平转滑道直径33 m,宽1.1 m;中心转盘直径2 m,转盘付上钢板厚50 mm、下钢板厚30 mm;中间定位轴直径300 mm,长800 mm。滑道及上转盘制作安装是转体工艺成败的关键,滑道及中心转轴钢板要求光洁度必须达到6.3。环道劲性骨架顶面相对高差小于5 mm;钢板顶面应平整,局部平面度不大于0.5 mm;环道不平整度小于1/5000D,3m直尺相对高差不超过1mm;轴线允许偏差 $\pm 10 \text{ mm}$ 。中心转轴定位轴垂直度小于1/1000,轴线偏差小于3 mm。

为确保平转时的摩阻力符合设计要求,在滑道上加铺了不锈钢板,撑脚、走板与滑道之间、中心转轴的上下钢板之间均匀涂抹四氟粉与润滑油脂的混合物并内嵌四氟蘑菇头,四氟蘑菇头外露5mm,合计约使用了6万个四氟蘑菇头。

#### 2、索塔搭设

索塔为钢管砼组成的变截面桁架,每座索塔由4根600×10的钢管砼通过351×10的空钢管连接而成。塔高63.4m,总重量495t。为平衡索塔的受力,在索塔上设置了三组平衡索。每组张拉端在塔顶,锚固端:一组锚于边肋上,另两组锚于索塔前后的拱座上。

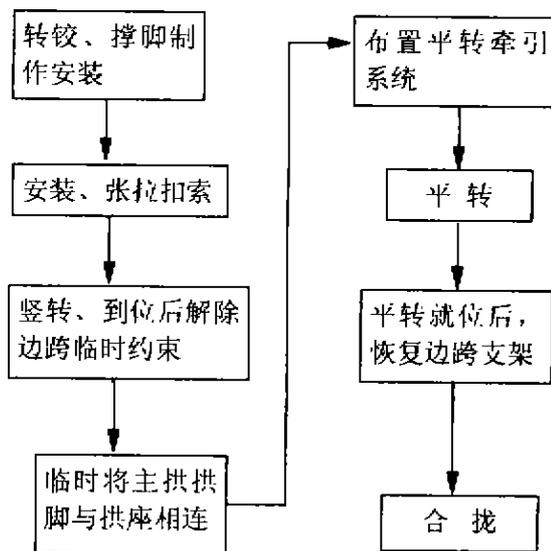


图2 主要施工工序流程图

## 转体技术

## 3、穿索

该桥采用液压千斤顶进行动力输出, 预应力工具夹片作为牵引索的夹持、张开机具, 采用 $\Phi 15.24$ , 1860MPa的高强度低松弛预应力钢绞线为牵引索, 两岸共有504根钢绞索。丫髻沙大桥钢管拱每根竖转牵引索的一端用P型锚锚固在每条拱肋的锚箱上。平转牵引索的一端用夹片锚锚固在上转盘的锚固座上, 在牵引索绕过转向索鞍或转向滑轮挂好后分散为4束, 穿入千斤顶。为确保每根钢绞线受力均匀, 避免出现索塔或钢管拱偏载导致结构破坏, 穿索后应对每根钢绞线进行预紧, 每根钢绞线预紧力2吨。故穿索是保证顺利转体的重要工艺工序。

## 4、转体就位

丫髻沙大桥定于十月十八日开始进入转动体系转体就位阶段, 先主拱竖转, 后整个转体平衡体系平转。钢管拱就位后应符合下表的要求:

项次	检查项目	规定值或允许偏差
1	轴线偏位 (mm)	10
2	拱顶高程 (mm)	$\pm 10$
3	相邻上部构件高差 (mm)	10

## (1) 竖转

主拱、边拱、索塔、牵引索及拱上撑架组成竖转体系。竖转即是利用液压同步千斤顶张拉牵引索使附着地面制作的半拱绕拱脚铰转至设计标高。如图所示竖转牵引索的锚固端有两处分别在主拱端部及距主拱端部 $L/4$ 处。每岸的竖转采用20台200吨的液压千斤顶, 每条拱肋10台, 布置在边拱端部。竖转时将随动测取的油压值与位移值送到计算机内, 通过计算对泵站比例阀发出控制信号, 调节流量以达到确保每束钢绞线受力均匀及运动同步。

竖转前进行试转, 在主拱脱离支架后静置一天, 检测转动体系的可靠性然后正式竖转, 竖转

到位后将主拱拱脚山单铰转换为多铰状态, 形成平转体系。每个转动体系实际竖转平均张拉力2600吨, 转体历时14小时。

## (2) 平转

上下转盘、牵引系统组成平转体系, 为增加转体稳定性, 设计环道承担大部分转体重量, 中心转轴主要起定位作用。该桥的平转牵引体系由48根牵引索、8台200吨的牵引千斤顶、8台60吨辅助顶推千斤顶组成, 起动牵引力达1720吨。牵引千斤顶张拉牵引索克服动摩擦力, 辅助顶推千斤顶克服起动时静、动摩擦力之差。根据国内许多转体桥梁测试结果, 动摩擦系数在4%~5%之间, 静摩擦系数在7%~8%之间, 设计按10%控制。平转的总重量13685吨, 按上述数值计算转体牵引力为350吨左右, 起动牵引力为1236吨。每转动第一次启动张拉力1100吨, 转体时平均张拉力360吨, 转体历时8小时。

## 四、结束语

1、丫髻沙大桥竖转加平转的转体施工工艺为国内建桥史上首创, 集中体现了拱桥施工的技术难度和复杂性。为修建大跨度拱桥提供了工程实例。

2、该桥实际转体力远小于计算值, 说明了在转体施工中认真作好环道及转铰的安装、维护及润滑材料的涂抹是减小摩阻力的有力保障。

3、穿索时应将牵引索山内到外排列整齐不打搅, 以避免造成预紧力不均匀, 转体时牵引索因脱离转盘松弛而造成一部分牵引索不受力。

4、正式转体前应让掌握整个转动体系由静止到启动或由转动到静止的惯性, 以有利于精确定位, 避免过转。

## 参考文献

- 1、《广州东南西环线丫髻沙大桥转体施工设计图》;
- 2、《丫髻沙大桥转体施工工艺》。