

# \*\*\*大桥转体施工控制测量

## 一、工程简介

\*\*\*大桥是广州市东南西环高速公路跨越\*\*的一座特大桥梁。其主桥采用76m+36m+76m 三跨连续自锚中承式钢管混凝土拱桥桥型。大桥按六车道高速公路标准设计，采用岸上立支架拼装，然后竖转加平转合拢成拱的先进方法施工。

转体施工是\*\*\*大桥工程的核心部分，必须通过可靠的技术措施，保证转体施工安全、顺利地实施。而转体观测又是确保大桥转体施工过程按设计要求安全、准确地实施的重要工作。为使转体观测工作有计划、高效率地进行，特制定了观测方案和操作规程，通过全体观测人员的认真努力和协调配合，成功地实施了转体施工的控制，使各项指标均满足设计要求。

## 二、准备工作

针对此次施工观测的重要性和特殊性，多次召开有关工作会议，对观测工作提出了严格要求，并要求全体人员把这次工作提升到一个高度去认识，要深刻意识到观测工作对转体成败至关重要作用。甚至向全体观测人员作出指示：“只许成功，不许失败”。

### 1、人员组织安排

这么重要的工作必须依靠严密认真的组织安排，各位人员的协调配合才能做好。根据工作需要，设立观测组组长一名，总体负责此次观测工作；两位副组长，一人分管一岸的工作；两岸各设一名主管测量工程师，具体负责各岸的所有观测工作；另设测工若干名。做到人人有岗、人人有责，保证观测工作顺利进行。

### 2、技术准备

(1)熟悉有关技术资料。全体观测人员必须认真学习有关转体施工设计文件、图纸、施工方案及实施细则，了解有关观测工作的要求。

(2)技术交底。由总工办和技术部向全体观测人员作全面的技术交底，使每个成员都清楚自己的岗位职责、工作内容及有关技术要求。

(3) 转本施工观测记录计算表格的准备。

3、仪器购置与检校。由于观测项目很多，原有仪器不够用，需购置一部分仪器及配套设备，原有仪器全部经过检校，确保观测成果的精度。

4、通讯设备。为了保证信息指令的畅通，通讯工具（主要是对讲机）必须有足够数量。

### 三、观测方案

#### 1、测点布置

根据转体施工的需要，观测项目比较多（见表一），需设的测点较多，而测点怎么布置又关系测站点布置。所以必须熟悉转体各阶段以及各阶段的具体观测项目，然后周密考虑，制定出切实可行的观测方案。

#### (1) 转体阶段

按设计分为三个阶段：竖转、平转、合拢。

#### (2) 观测项目

①主、边拱特征截面的轴线偏位及标高。

②索塔的纵横向偏位。

③拱座特征点标高变化。

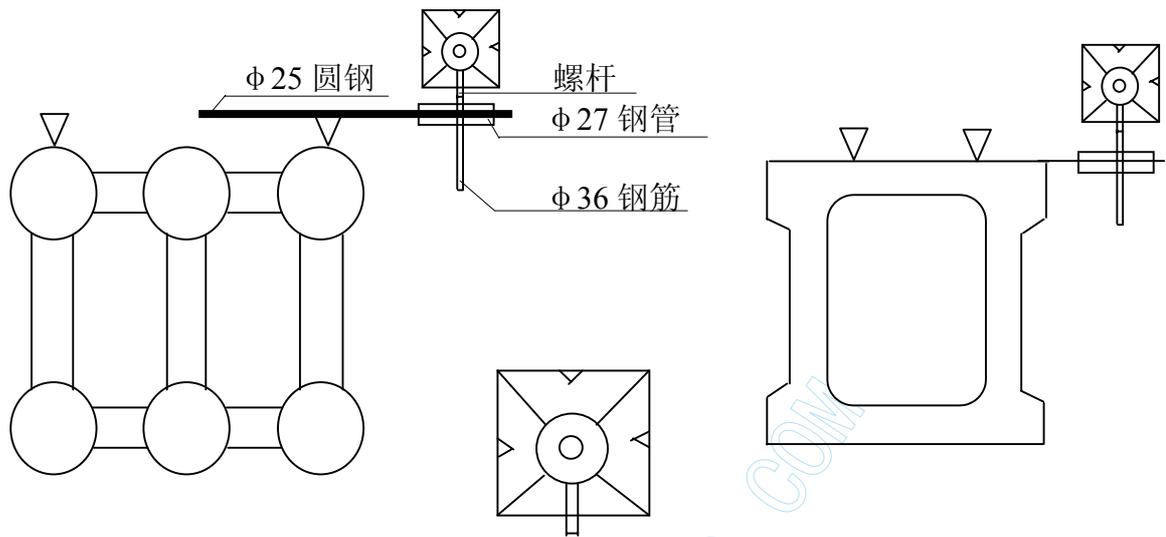
#### (3) 测点布置

①测点布置要求：必须保证在转体任何阶段都能观测到所需的数据；从安全方面考虑最好不用人工持镜，而是采用采取措施将棱镜或是标尺固定；测点要安全可靠。

②测点布置方法：根据观测项目的要求和测点布置原则，采取以下方法进行观测。

a、主、边拱及索塔的轴线偏位采用经纬仪观测标尺法，在主、边拱的特征截面对应处横撑中轴线点巾的标尺，在索塔横撑中轴线点及索鞍纵向面上贴同样的标尺，分别用经纬仪观测其轴线偏位。

b、主、边拱标高用全站仪观测法。测点布置见图二。



**主拱 12、24、33、44 节点观测点**

**边拱 11、19 节点观测点**

在拱肋特征截面上用一根  $\phi 25$  圆钢伸出拱肋外弦管 1m 左右（保证通视良好），将圆钢焊接固定在拱肋上。然后加工一个棱镜套安放棱镜。用一根 20cm 长的  $\phi 27$  钢管，在中部底面焊一根 50cm 长  $\phi 36$  钢筋，然后在  $\phi 27$  钢管中部顶面上焊一个与棱镜套头相适应的螺杆，把棱镜拧上去，将钢管套入圆钢并固定。这样既不需要人持镜，也能保证在任何阶段都能观测。

c、拱座标高变化测量精度要求高，为了减小人工立尺造成的误差，也将标尺绑贴固定在各特征点处。测点布置见图三所示。

## 2、测站点布置

为了确保观测成果的可靠性，必须对两岸的施工控制点进行复核。按照观测需要布置合适的测站点。

(1) 施工控制点复核。从设计院提供的控制点  $G_{19}$ 、 $G_{51}$  引出一个把两岸都纳于其中的控制网，导线点于水准点同时复核。满足误差要求的控制点保留使用。不满足误差要求的控制点需计算采用新值。

(2) 测站点布置要求。必须保证在转体施工任何阶段都能观测所需数据，最好不搬动仪器，如果实在由于通视受阻，也应尽量少搬动仪器；要充分考虑各阶

段的需要，并且增设部分备用点；平转到位轴线控制点特别关键，要保证其精度。

(3) 测站点布置如图四所示，以广氮岸为例具体介绍。

#### 竖转阶段

a、主、边拱标高测站点。由于测点布置有利，将测站点布置在两拱肋外侧靠近拱座的  $S_1$ 、 $S_2$  点，而且对各个特征点都通视，可以满足竖转全过程的观测要求，不需搬动仪器。

主、边拱轴线偏位观测站点设于轴线上，根据通视情况，设于承台边靠主拱侧的  $Z_2$  点。

b、索塔纵横位移测点。纵向位移测站点设于索塔横轴向的远点  $Z_5$ ，横向位移测站点设于桥轴线上远离拱座的  $Z_4$  点。

c、拱座标高测站点。根据需要，拱座上设一台水平仪，承台内拱座两边各设一台水平仪。

#### 平转阶段

##### I、平转过程

平转过程虽然要求观测项目不多，但是为了掌握转体的状态，确保转体的安全，要求对平转过程也作跟踪观测。将观测站点设于拱座上的外侧  $P_3$ 、 $P_4$ 。

##### a、主、边拱轴线偏位观测

将全站仪对准棱镜，平转过程中观察十字丝偏离棱镜风牌中心的情况即可判断轴线偏线。标高仍照前观测。

b、索塔的观测无法进行。

c、拱座标高同样观测，只是随平转进行需搬动仪器。

##### II、平转到位时的观测站点

在两岸承台靠江边上精确设立一个桥轴线上的点  $P_1$ 。平转到位的轴线控制是关键，整个大桥成桥轴线偏位就由此控制。两岸  $P_1$  点相互后视，相互校核，确保桥轴线的准确。

#### 合拢阶段

平转到位合拢后，拱座正固定，则又可把  $P_3$ 、 $P_4$  作为标高测站点，把  $P_1$  点作为主拱轴线偏位观测站点。

### 三、转体施工观测

准备工作做好以后，在正式转体施工之前，我们搞一次“实战演习”，全体观测人员按照观测计划和要求，实际操作演练一下。一方面是熟悉操作；另一方面是发现问题，如果还存在什么问题，好及时解决。

转体施工观测项目精度要求允许误差见表二。

#### （一）竖转阶段

竖转前，所用的观测项目都观测一次初始值，作为以后比较的依据。

##### 1、主拱脱架

主、边拱标高在主拱脱架前四个张拉阶段各测一次，配合竖转组提供的张拉力来判断其所处状态。由于扣索事前已经张拉，所以整个过程的各阶段并不一定完全按照设计张拉力进行张拉。

##### ①主边拱标高观测

每次张拉完后，我们立即观测、记录、计算，尽快将数据报指挥中心。两侧拱肋尽量做到同步观测，保证观测成果的一致性和真实性。然后直至观测到主拱脱架。

##### ②主、边拱轴线偏位观测

主拱轴线偏位是和两拱肋高差变化同步，当两拱肋高差较大时，轴线偏线偏位相应就大。每次张拉完后，同样是立即观测、记录，把观测数据报指挥中心。

##### ③索塔偏位观测

此项观测结果对判断转体施工的安全性很重要，观测人员随时随地都要向指挥中心报告观测值。

##### ④拱座标高观测

同样也按要求每阶段都进行观测记录。

##### 2、主拱正式竖转

如果竖转过程操作正常，竖转速度基本上可以按照设计方案进行。各观测点照常按要求观测、记录，向指挥中心报数据。当指挥中心发现某项值误差过大时，会下令竖转组暂停张拉，经过分析，然后下令观测组与竖转组配合对索力作相应调整，使其误差符合要求。实际施工过程中只要主拱轴线偏位超过 8cm 或两侧拱

肋高差达 20cm 时，就要对索力进行调整；索塔纵向偏移达 5cm（朝主拱方向）时也要调整索力。

### 3、竖转到位

竖转到位时主拱 L/2 处标高控制很重要，按要求应比设计值低不少于 20cm，绝对不能超转。这关系到竖转施工的安全。竖转组介绍强调。竖转张拉设备中，张拉扣索有两道保险，而放松扣索则只有一道保险，如果超转要入扣索则很危险。为了保证施工安全，我们就按比设计值低 30cm 来控制竖转到位标高。

离控制值还有 1m 时，我们观测值就采用倒读数来报值，使指挥中心和竖转组随时知道当前的状态，便于把握提升的速度。就这样逐渐提升至控制标高。

整个竖转过程最后是由 L/2 处标高来控制，所以必须对它实行跟踪观测，当然还有 L/4 处及其他点，也是提供调整扣索张拉力的依据。

## （二）平转阶段

1、平转前对主拱进行 24 小时连续的温度挠度变化观测，为合拢阶段应力调整提供依据。

2、平转过程中，跟踪观测主拱 L/2 处标高及轴线偏位，这两项值都未发生多大变化，轴线偏位在 1cm 以内，两拱肋高差在 3cm 以内。

### 3、平转到位

平转到位时主拱轴线控制很重要，在 P<sub>3</sub>、P<sub>4</sub> 点观测到离轴线还有一段距离时就搬一台全站仪到 P<sub>1</sub> 点，作好准备。先对后视，然后将镜头倒向主拱 L/2 处的轴线上的标尺读数。指挥平转组张拉，同样采取倒读数，逐渐慢慢的接近轴线位置。最后到位时轴线偏位只有 2mm，完全达到设计要求，而且精度还比较高。

为了增加保险，防止超转，在平转到位后的撑脚处设置限卡。因为正方向张拉没问题，如果超转则不能反向张拉，只有用助推千斤顶顶推回来，而这样做很困难。

## （三）合拢阶段

1、瞬时合拢前（主拱脚步临时固结已解除，拱顶花蓝螺和杆未顶紧）作一次主拱 L/2、L/4 处标高和轴线观测。

### 2、合拢过程

①跟踪观测主拱  $L/2$  处标高，提升主拱，使  $L/2$  处标高达到设计合拢标高。

②此时观测  $L/4$  处标高，比较其误差值。顶紧并调整花篮螺杆和  $L/4$  处扣索力直至拱肋内力与线形达到设计理想状态。

③完成瞬时合拢，观测  $L/2$ 、 $L/4$  处标高。

### 3、瞬时合拢至无铰拱状态

①合拢段焊接过程观测  $L/2$ 、 $L/4$  处标高。

②放松扣索的后，整个拱结构呈两铰拱状态，此时观测  $L/2$ 、 $L/4$  处标高及轴线偏位。

③主拱脚上下弦杆连接段焊接过程观测  $L/2$ 、 $L/4$  处标高及轴线偏位。

④主拱脚混凝土封固完成后，观测  $L/2$ 、 $L/4$  处标高及轴线偏位。

至此，整个转体施工就全部结束。

## 四、转体施工观测工作体会

1、必须做好准备工作，要周密全盘计划，扎扎实实把各项准备工作完全做好，保证观测工作准确、顺利地进行。

2、观测、记录、计算必须认真、准确，保证所报数据的真实可靠。

3、对竖转到和平转到位的控制要做到绝对准确，不容出错。