

灌河大桥索导管及钢锚梁施工的几点经验

付欣 宋莉莉

(路桥集团第一公路工程局第三工程公司 北京 430034)

摘要:索导管、钢锚梁是灌河大桥斜拉索塔内锚固的重要组成部分,它的施工难点是如何安装,如何高效的精确定位,如何减少施工对其精确定位的影响。本文就实际工程谈几点施工的经验。

关键词:索导管 钢锚梁 精确放样 施工误差

1. 概述

斜拉索是斜拉桥的重要组成部分,斜拉索一端锚固在上塔柱,另一端则锚固在梁体上。锚固在塔柱一端的锚拉形式分为两种,一种将拉索直接锚固在塔柱混凝土上,塔柱设置环向预应力(如图1);另一种则采用在上塔柱内壁中增设混凝土牛腿,将钢制锚梁放置在牛腿的支撑板上,然后将拉索对称锚固在钢锚梁上(如图2)。方式一较常见,很多桥梁均采用这种锚固形式,他的优点是操作空间较大,方便挂索施工及后期的维护。缺点是:一、由于锚拉力直接作用于混凝土,要求塔壁厚度大,导致上塔柱缺乏应有的柔性;二、由于索套管受锚压力影响与混凝土容易分离,使混凝土表面形成沿索套管径向辐射状裂缝,带来质量隐患。方式二虽然没有方式一普遍,但已有东海大桥等先例,它的优点是上塔柱结构轻巧,并且锚固力转化为钢锚梁的内力,使混凝土塔壁只承受竖向压力,结构受力比较明确。缺点是增加了钢锚梁安装这项工艺,工序繁琐,且操作空间小,在施工张拉及后期调索维护上存在困难。

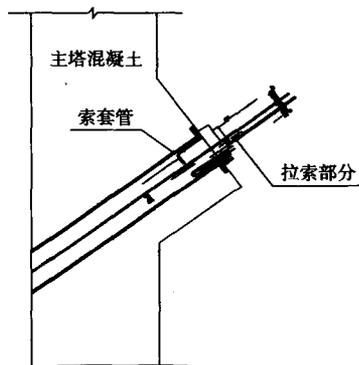


图1

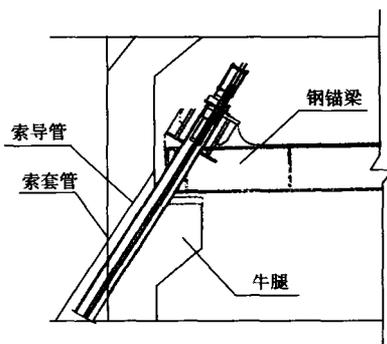


图2

两种方式有一个共同的特点,即都要进行钢管物件的预埋安装,不同的是第一种方式直接预埋斜拉索配套索套管(精度要求高),第二种埋置的是索导管。在这个环节中如何高效、精确定位索导管的空间位置,是斜拉桥上锚点施工的重点。

2. 工程概况

灌河特大桥采用的是混凝土牛腿支撑钢锚梁,锚固拉索的方式。每个索塔设有对称的13对张拉索,斜拉索导管采用 $\phi 399\sim 558\text{mm}$ 的焊接钢管,全桥索导管共104根,导管最长为4.13米,最重为0.416吨。由于拉索的锚固钢板设置在索套管上,而索导管上并无锚固钢板,所以质量相对较轻,移动定位较容易。上塔柱塔壁厚度为0.5m,塔柱内净空为5.8m \times 2.8m,内倒角尺寸为0.5m \times 1.5m,所以塔内最窄处只有1.8m,内腔空间较小。混凝土牛腿为0.6m宽,上设有5cm厚的砂浆调平层,在牛腿顶面埋设四个螺栓用于锚固支撑钢锚梁用的支撑钢板,在支撑钢板与钢锚梁之间设有四氟板。钢锚梁与拉索一一对应,为安装简便,设计时将钢锚梁由中心处分开,再用高强螺

栓进行连接,其中最重的一对钢锚梁为5.4t。钢锚梁顺桥向长5.66m,与塔柱只有2cm的空隙;钢锚梁横桥向长1.02m,与塔柱距离为0.9m。钢锚梁的锚固顶板随斜拉索角度的不同而变化,加之混凝土牛腿的距离由下而上逐渐变小,使钢锚梁的安装高度逐渐变小,安装时上下可移动的空间最小处只有0.218m。钢锚梁顺桥向方向采用预埋在塔壁上的弧形钢板限位,横桥向方向采用固定在支撑钢板上的挡块进行限位。所以钢锚梁的施工空间较狭小,同样也是一个施工难点。钢锚梁及索导管形式如图3。

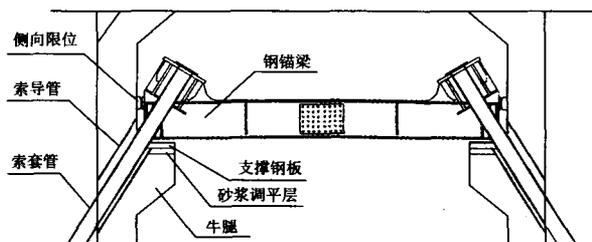


图3

3. 索导管安装的几点经验

3.1 测量准备

索导管安装的规范要求标高误差不超过5mm,空间位置误差不超过10mm。在施工监测中发现,塔柱顺日光照射每天有8mm~5mm的扭曲变形,已经超过规范要求,如果将全站仪设立在地面固定点上测量放样,塔柱随日照变形无法消除和估算。为了解决以上问题,选择无风力影响,无施工干扰的夜间,将导线点引置在塔柱的上横梁上(见图4)。将这两导线点作为测放的基准点,由于其与塔柱同步变形,因此利用其进行测放可有效的避免日照影响。这里我们要注意的,设置导线点必须在多个工作日不同时段内进行复核来确定其空间坐标。

3.2 索导管加工

灌河特大桥索导管的形状如图5。由于采用钢锚梁锚固斜拉索的先例不多,在设计图纸中、规范中并无要求,设计中索导管与索套管有30mm~50mm的间隙,其定位要求相对精确,因此采用在工地切割,允许钢管有少量的变形,只

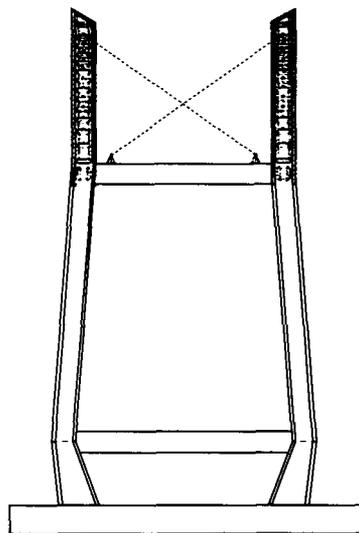


图4

须在钢管的两端准确找出中心点位置,就可以满足施工要求。首先在下料时,钢管长度确定在比理论长度长5cm,并将精确长度反馈给测量组,用作放样计算,并且在安装前进行复核,及时调整计算数据。其次为了在测量放样时能够准确得出中心点位置,索导管上端管口不切割,并且用内切于管口的钢板进行封口,防止在施工时物品坠落,然后在上端管口用5号角钢设置一个十字框,将钢管中心点设置在角钢交接处。钢管另一侧,用放好样的油毡纸包裹,进行气割,气割后用砂轮机打磨光滑,并且同样用5号角钢设置十字框,准确找出中心点,由测量组符合,最后在钢管上部焊接吊耳,锚固钢筋,对索导管内径表面进行刷漆,防止索导管锈蚀污染塔身。如图6。

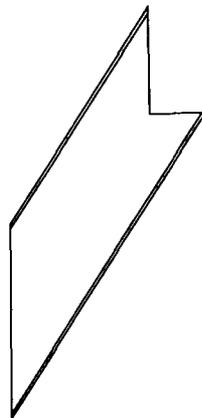


图5

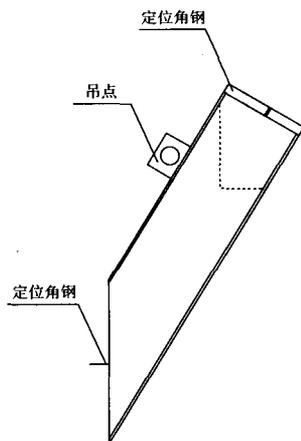


图6

3.3 索导管安装工序

工序方面,为了顺利调节索导管位置,将索导管安装工序放在索塔劲性骨架安装、支立竖向主筋之后和索管部位安装横向水平筋之前,这样可以避免在施工竖向主筋时,由于吊装等原因塔柱主筋碰撞劲性骨架,导致索导管定位失效。在索导管定位结束后再进行水平筋的施工,确保索导管安装的充分空间。

3.4 劲性骨架制作及索导管的初定位

一般的斜拉桥上塔柱多为直塔,其劲性骨架是可以减少的,但索导管的附着点就在劲性骨架上,又要求有足够强度支撑索导管,本桥采取将劲性骨架分开制作,设立合理的分节点,只增加索导管部位劲性骨架的局部强度,以减少索导管因劲性骨架而引起的弹性变形,同时减少索导管定位偏差。由于每对索导管的间距都不一样,以及劲性骨架制作安装的误差,很难在地面上将索导管定位准确,所以将初定位、终定位均放到塔柱上进行,更能保证精度和节约时间。具体做法是先将劲性骨架统一制作,安装到上塔柱的位置,然后测量放样索导管的位置,对索导管位置处的劲性骨架进行加固,根据测量放样位置设置托架及吊点,最后将索导管放置在托架上,进行初次的定位。初定位时,根据索导管的倾斜角度,先用手拉葫芦吊起索导管,适当调整托架位置,以不超过测量放样索导管下口最下边的高度为准,焊接托架托住索导管底,然后调节手拉葫

芦形成初定位的角度,最后用紧弦器固定索导管的位置(如图7)。



图7

3.5 精确定位

索导管放置在劲性骨架上后,要进行精确定位。根据前期一系列的准备,还必须将索导管的上下口放置在测量组指定的位置,分四个方向循环调整索导管的空位位置(如图8所示),以达到规范的要求。在精确定位前必须对索导管进行检查,检查定位角钢是否位置正确,索导管的实际长度是否与测量组计算的长度一致,索道管内壁油漆是否涂刷合格等。安装步骤如下:步骤一(如图9)、由测量组将全站仪棱镜放置在索导管上口中心点处,复核此时索道管的偏差,通过手拉葫芦及紧弦器调整索导管的位置。同样,由测量组将全站仪棱镜放置在索导管下口中心点处,Y方向可用厚度不同的钢板进行支垫,X、Z方向可用紧弦器调整;步骤二(如图10)、用水平靠尺放在索导管上下口的定位角钢上,调整紧弦器及固定葫芦,使水平泡居中,即可以将索导管自身N方向调整达规范要求,这样将第一、第二步循环进行调整,最终使索导管的位置误差达到规范允许的范围;步骤三、对索导管进行固定。由于索导管精确定位后不再允许索导管有任何位移、变形,采取在索导管周围的劲性骨架上焊接废旧的 $\phi 32$ 钢筋,使钢筋尽量多的从各个角度对索导管形成支顶,使索导管完全固定在钢筋支顶力下,且杜绝在索导管上随意焊接;步骤四、将在索导管顶上预先焊接好的锚固钢筋按图

纸与主筋焊接,确定索导管完全固定牢固后,解除手拉葫芦、紧弦器等临时锚固设施。以上四个步骤均在测量组配合下进行,直至临时锚固设施拆除。在浇注完混凝土后,对索导管进行复测,并记录安装误差为下一步钢锚梁的安装做好准备。在灌河特大桥南北两塔索导管施工中,速度最快时仅用了15分钟即完成一根索导管的定位,效率是非常高的。

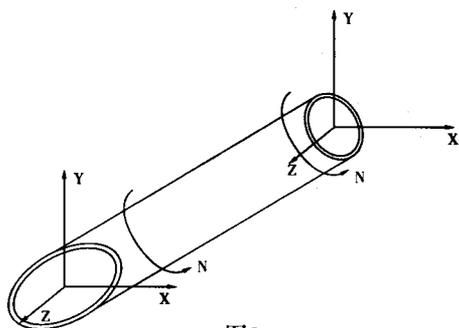


图8

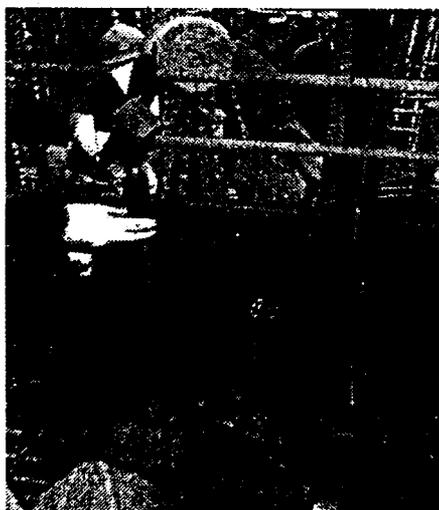


图9

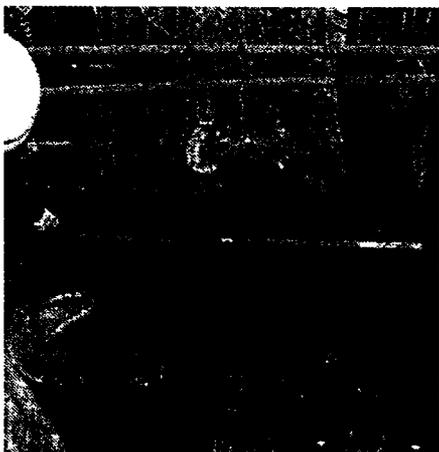


图10

4. 钢锚梁安装的几点经验

4.1 测量准备。

塔柱施工完毕后,很难将控制点引至塔内,且在安装过程中,钢锚梁及混凝土牛腿均影响测放的通视,为了解决这个问题,将未切割的索导管上口中心点作为对应钢锚梁安装的基础点,由此得出钢锚梁的安装标高及轴线位置。通过对索导管的记录误差的修正,确保由索导管引出的标高及轴线点的误差在规范允许的范围内。由于索导管与钢锚梁是一一对应的,利用索导管作基础点放样,可以充分解决测量放样的通视问题,简化了施工工艺,只需用卷尺、垂球、水准仪就可以得到较准确的钢锚梁的空间位置。



图11 引出标高测量



图12 从索导管引出钢锚梁的轴线位置

4.2 钢锚梁的安装

钢锚梁安装前首先要进行混凝土砂浆调平层、支座预埋的施工。此项工程的施工等同于一般桥梁的支座安装，在施工中务必保证安装后支座水平。前面提到钢锚梁安装的空间十分狭小，尤其时顺桥向方向，理论空间只有2cm，所以本桥采取的方法是，在安装完钢锚梁支撑钢板后，先安装半个钢锚梁，再安装另外半个钢锚梁，调节位置到规范要求，然后焊接所有的限位块，尤其是顺桥向方向的弧形档块，这样可以增加10cm的安装空间，满足安装要求。此种方法存在的缺点是侧向档块的焊缝不能保证为四面焊缝，只能焊接三面，但侧向档块只承受压应力，所以根据计算三面焊缝可以满足施工要求。在施工混凝土垫层及支撑钢板时采用自上而下的顺序进行，边安装，边拆除脚手架，为塔吊运输混凝土及支撑钢板提供了方便；安装钢锚梁时则采取自下而上的顺序，保证钢锚梁的顺利吊装。

钢锚梁安装步骤如下：

步骤一、前期准备。浇注混凝土垫层；安装支撑钢板及四氟板；焊接型钢成扁担梁；用钢管搭设人走的简易脚手架；铺设简易平台供施工时使用。

步骤二、将事先做好的扁担梁钢搭设于准备安装钢锚梁的上一级牛腿上（图13）。

步骤三、吊装半个钢锚梁放到施工平台一侧，转化吊点，用手拉葫芦吊起钢锚梁挂于扁担梁上（图14）。

步骤四、塔吊配合将钢锚梁的位置尽量靠近塔壁（两个方向）。

步骤五、将另半个钢锚梁放置在施工平台另一侧，同样利用扁担梁、塔吊调整位置，将两个钢锚梁调至与桥梁轴线平行，并且尽量靠近牛腿处的塔壁（图15）。

步骤六、精调钢锚梁位置，将两个钢锚梁向顺桥向中心线移动，由于重合后的理论空隙只有120mm，移动时应注意防止两钢锚

梁的碰撞。

步骤七、用拼接钢板将钢锚梁连接，进行高强螺栓的施拧；

步骤八、按照设计图纸焊接所有定位档块。

步骤九、拆除支架及吊点进行下一个钢锚梁的安装（图16）。



图13 前期准备



图14 后期准备

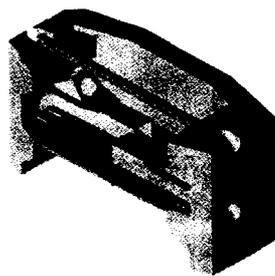


图15 精调位置

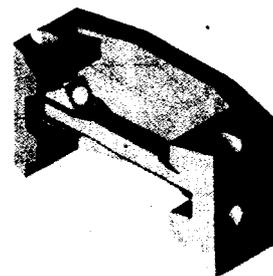


图16 安装完毕

灌河特大桥南岸，自9月9日前期测量放样开始，至10月25日最后一个钢锚梁安装完毕，扣除天气及机械影响，实际用时为31天，由于安装空间狭小，每个工作日有5-9名工人进行施工，由此可见采用此种方法，即不影响整个工程的施工工期，又节约了大量的人力、物力，是行之有效的。

5. 结束语

近几年采用钢锚梁锚固斜拉桥斜拉索上锚点的形式越来越多，它的优点越来越明显，此种形式可以使上塔柱的塔壁变薄，其柔度能充分满足设计要求；同时可以避免由于施工误差致使索导管受力，引起混凝土开裂造成质量隐患等。灌河特大桥索导管及钢锚梁施工做到了高效精确，几点经验希望能给今后类似工程提供帮助。

参考文献

- [1] JTJ041-2000《公路桥涵施工技术规范》