

潮白河大桥设计

徐德标 惠 斌

(北京市市政工程设计研究总院 北京 100045)

摘 要: 潮白河大桥为三塔单索面预应力混凝土矮塔斜拉桥。本文主要介绍了该桥的设计构思及设计要点, 论述了该桥施工方案的选择及施工要点, 最后简单介绍了我国在矮塔斜拉桥技术方面的现状。

关键词: 三塔矮塔斜拉桥 设计构思 施工方案 技术现状

1. 潮白河大桥概况

潮白河大桥位于京承高速公路(高丽营至沙峪沟)跨越潮白河段, 是京承高速公路桥梁建设的重点。潮白河河道宽浅, 中间有明显的行水深槽, 两侧行洪滩地开阔, 百年一遇洪水位39.3m(近年来一直处于干枯状态), 无通航要求。潮白河河床持力层地质以40~60mm卵石为主, 并夹有大于140mm的漂石。根据业主提

出的“丰富北京市的桥梁型式, 以进一步美化北京”的总体思路, 我院在安全、适用、经济、美观的前提下, 对潮白河大桥进行了多个桥型方案设计比较, 最终采用既经济又美观的三塔矮塔斜拉桥接连续梁跨越潮白河方案。

大桥全长920m, 由东引桥、主桥、西引桥三部分组成。主桥为(72m+120m+120m+72m)=384m的三塔矮塔斜拉桥, 桥梁总布置图如图1所示。

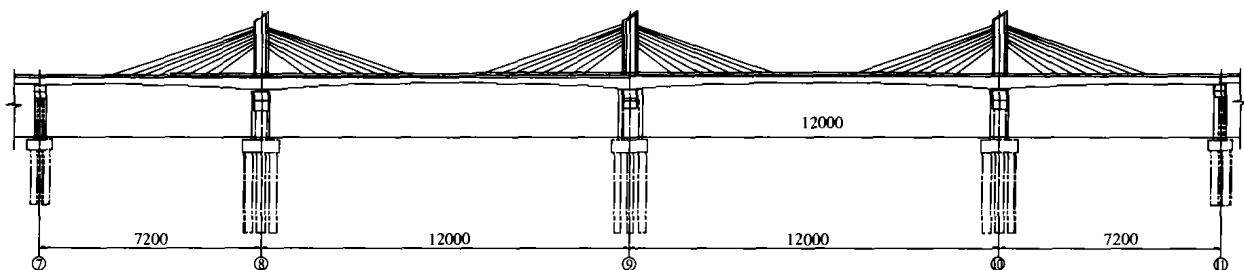


图1 主桥立面布置图

2. 潮白河大桥主要技术标准

- (1) 设计荷载: 汽车 - 超20级; 挂车 - 120。
- (2) 桥面净宽: 29.5m (0.75m+12.5m+3m+12.5m+0.75m)。
- (3) 桥面横坡: 双面坡2%。
- (4) 基本风压: 600Pa。
- (5) 地震基本烈度: 8度。
- (6) 水位和流量: 100年一遇设计洪水位39.3m, 设计洪峰流量3570m³/s。
- (7) 桥下净空: 与巡河路及县道相交处大于4.5m。

3. 潮白河大桥设计

3.1 总体设计构思

潮白河大桥为三塔单索面矮塔斜拉桥, 跨径组合为: 72m+120m+120m+72m。中间桥塔为梁塔墩固结体系; 两次边桥塔为梁塔固结, 在桥墩上设置支座和阻尼器; 主梁采用预应力混凝土变截面箱梁; 主桥两侧设置D240型伸缩缝; 这样的结构既能满足动力稳定性的要求, 又能满足桥梁纵向位移的要求。考虑到施工的方便, 塔柱采用实心截面; 由于线路与潮白河斜交, 为了斜桥正做, 以降低设计和施工难度, 减少工程造价, 所以桥墩采用圆形薄臂截面。

3.2 塔柱设计

大桥三个索塔布置在中央分隔带上。索塔桥面以上高21.5m, 上塔柱采用工字型截面, 断

面尺寸为4.4m×3.0m；中塔柱采用实体截面，截面尺寸为4.4m×2.0m。索塔采用C50混凝土。

主桥墩身采用圆形薄壁结构，中塔墩柱直径8m，壁厚1.5m；边塔墩柱直径6m，壁厚1.2m；边墩直径4m，壁厚1m。中塔和边塔墩柱下承台尺寸15m×12m，厚4m，下设3排方桩，每排4根，桩长26m；边墩下承台尺寸7m×8m，厚3m，下设2排方桩，每排2根，桩长18m。主桥方桩截面尺寸为2.5m×1.0m。

3.3 主梁设计

主梁采用单箱3室箱形结构，梁高由4.2m按照二次抛物线型式渐变到2.2m。边室顶板厚26cm，底板厚24cm；中室顶板厚50cm，底板厚24cm；中腹板厚60cm，边腹板厚80cm。主梁采用三向预应力结构。纵向预应力和横向预应力采用高强低松弛钢绞线，竖向预应力采用高强精轧螺纹粗钢筋。主梁采用C50混凝土。主梁采用变截面混凝土箱梁是基于以下几点考虑的：1、与常规的斜拉桥不同的是，矮塔斜拉桥的主梁以受弯为主，尤其塔根部的弯矩较大，这就需要主梁尤其塔根部的主梁具有较大抗弯能力的截面；2、由于该桥采用景观效果较好的单面索形式，则桥梁的抗扭需要由主梁来承担；3、采用混凝土主梁可以减少后期维护费用，降低工程造价；4、采用变截面形式，即在受力较大的塔根部采用较大的截面，而在受力较小的跨中及梁端部附近采用较小的截面，并用二次抛物线对两种截面形式进行过渡，这样不仅设计上受力合理，降低了工程造价，而且建成后桥梁纵向变化的线形将给人以力的韵律美感，但给施工带来一定的麻烦。

3.4 斜拉索体系设计

目前斜拉桥拉索主要采用两种体系，即钢绞线体系和平行钢丝体系。由于本桥为矮塔斜拉桥，为了尽量减少塔高，导致塔上索间距比较小，如果采用平行钢丝体系，则塔上张拉空间不够，因而只能采用钢绞线体系；通过预埋塔里的鞍座转向至主梁里锚固，并在主梁里进行张拉。这也是近年来矮塔斜拉桥普遍采用

的一种斜拉索体系。

国内外工程目前采用的钢绞线体系索主要是全封闭镀锌或喷涂环氧钢绞线，锚具采用夹片群锚，是可更换的新型拉索体系。而喷涂环氧钢绞线的强度及耐疲劳性能较全封闭镀锌钢绞线高，因而本桥斜拉索采用环氧涂层标准强度为1860MPa高强低松弛钢绞线（41根和43根两种），热挤压PE护套，斜拉索允许应力幅为200MPa；锚具采用可换索式夹片锚具。

每个索塔上挂8对斜拉索，在横向分为2排。斜拉索在塔上间距为0.8m，通过鞍座穿过塔身。以前国内外矮塔斜拉桥普遍采用的鞍座构造是由内、外管组成，成桥后在内管内灌注环氧砂浆进行封闭锚固。这种形式的鞍座厂家生产容易、现场穿索方便快捷，但也存在以下几个缺点：1、拉索不能进行单根调整张拉，只能整束张拉；2、由于环氧砂浆将钢绞线与内管粘在一块，这给今后换索带来一定的困难；3、斜拉索存在相互挤压的现象；4、抗滑性能不佳；5、鞍座处的主塔内部劈裂应力较大。为了克服以上问题，该桥鞍座采用分丝管形式，分丝管为41根或43根内径为22mm、壁厚为3mm的铁管组焊而成（鞍座构造见图2），每根分丝管穿一根钢绞线，以便将来可以单根换索。索鞍的斜拉索出口处设抗滑锚板，以防止钢绞线滑动。斜拉索在主梁上间距5m，锚固在箱梁中室内，主梁相应位置设置一道横隔梁。

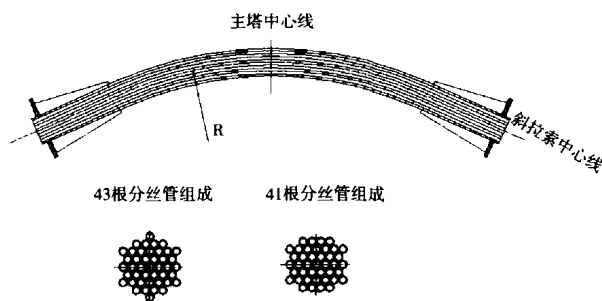


图2 鞍座构造图

4. 潮白河大桥的施工

由于受工期条件的约束，参建各方开会讨论决定该桥采用支架法施工，认为该桥采用支

架法施工既可以满足工期要求,又可以保证桥梁的施工质量。但是该桥为三塔斜拉桥,如采用整体满堂支架法施工,则存在以下几个问题:1、满堂支架施工存在全桥体系转换的问题,这势必增加施工监控过程索力调整计算的工作量,也给施工单位索力张拉操作带来一定的麻烦,比如:施工单位为了节约成本,则三塔之间存在千斤顶调换的问题;2、全桥主梁共需混凝土1万多方,如何保证主梁混凝土的供应;以及如何来养护如此大面积的混凝土,以防止混凝土的水化热造成的温差和混凝土的收缩徐变而导致的裂缝,这给施工质量的保证造成了困难,也给施工单位提出了严峻的课题。

综上所述,该桥采用设置合拢段的支架施工方法,即在支架上先分别形成三个独立的单塔斜拉桥,然后浇筑边、中跨合拢段以完成全桥体系转换。这种施工方案不仅降低了施工监控过程的计算难度,而且给施工单位进行施工组织带来了方便,对保证桥梁的施工质量有一定的好处。全桥具体的施工顺序为:桩、承台、墩柱等基础施工→临时支架基础处理→搭设支架分别浇筑3个塔柱处0#块混凝土(塔柱附近约17m长)→塔柱混凝土浇筑,以及塔柱里分丝管的预埋→搭设支架浇筑非合拢段主梁混凝土→张拉主梁纵向、竖向预应力筋→挂索张拉斜拉索,完成第一次体系转换→拆除主梁临时支架(保留两次边墩塔柱附近临时支架)→在每侧悬臂端部加100吨配重→搭设支架浇筑两边跨合拢段(2m长)→张拉边跨底板预应力筋→拆除边跨合拢段支架,完成第二次体系转换→搭设支架浇筑两中跨合拢段(3.4m长)→张拉中跨底板预应力筋→拆除中跨合拢段临时支架,完成第三次体系转换→去除配重→拆除两次边墩塔柱附近临时支架,完成第四次体系转换→张拉腹板预应力筋→桥面铺装、防撞设施等二期恒载施工→成桥。

值得提出的是,该桥施工过程中配重的处理及作用与以往桥梁合拢段的配重有其不同之

处。以前多数桥梁配重处理方式是:一边浇筑合拢段混凝土,一边卸同等混凝土重量的配重,以保证合拢段在稳定的挠度下浇筑完成,确保合拢段混凝土的施工质量。由于本桥在支架上合拢,则合拢段混凝土浇筑过程中的该处挠度变化比较小,可以确保合拢段混凝土的施工质量;又由于该桥边、中跨的无索区比较长,配重在单塔悬臂状态下施加、在全桥合拢后再卸载,将给边、中跨底板一定的压应力筹备,对调整边、中跨受力以及减少配筋有较大的好处。

5. 结语

矮塔斜拉桥是近年来才在我国发展起来的桥型,由于其经济、美观、施工方便等优点,今后我国大部分中等跨径的桥梁将有可能普遍采用,但我国关于矮塔斜拉桥的相关规范及技术还不太完善,如用于鞍座的分丝管的检验标准目前还没有、拉索在塔里的最小转弯半径的规定、拉索在鞍座处的抗滑性措施、塔柱在鞍座处的抗劈裂性能评价等等。以上技术的解决,目前一般都是通过生产厂家和设计院合作做模型实验,以及施工单位在施工现场根据设计的最不利条件作1:1模型实验来实现。这将在一定程度上影响工程进度,增加工程造价。

该桥施工过程中也将对以上一些针对本桥的技术通过实验或有限元分析作进一步的确定,以确保工程质量。

目前该桥正在施工中,预计2005年10月份将建成通车。

参考文献

- [1] 黄道全,谢邦珠.宜宾中坝金沙江大桥的设计特点.第十五届全国桥梁学术会议论文集,2002.12.同济大学出版社
- [2] 广州大学路顺道桥工程检测中心.中山市歧江大桥主塔鞍座阶段模型试验研究报告.2004.
- [3] 顾安邦,徐君兰.矮塔斜拉桥.中国公路学会桥梁和结构工程学会.2001年桥梁学术讨论会论文集.2001.8.人民交通出版社