

# 斜拉索桥的结构体系与控制措施分析

王小勇 张黎 黄鑫

柳州欧维姆机械股份有限公司

**摘要:**在我国桥梁结构建设和发展的过程中,人们已将关注桥梁结构形式能满足各项基本功能的重心转移到桥型的美观化、轻薄化以及安全系数上。当下大跨度桥梁的主要桥型是斜拉桥,其施工质量必须得到保障,工程中的每个细节每道工艺以及工序都要符合标准,做到精益求精。鉴于此,本文以剑榕高速清水江特大桥为例分析斜拉索桥结构体系和施工控制措施。

**关键词:**斜拉索桥;拉索;主梁

【DOI】10.12254/j.issn.2096-6539.2021.20.064

## 一、引言

清水江大桥是剑河至榕江高速公路工程上的一座特大桥梁,本项目位于贵州中东部的黔东南州剑河县、榕江县,起点位于剑河县、三穗县交界的寨头。

主桥长540m,为双塔双索面预应力混凝土斜拉桥,跨径布置为120+300+120,索塔下塔柱采用双薄壁空心断面,上塔柱采用矩形空心断面。斜拉索采用扇形布置主梁采用大悬臂单箱五室预应力混凝土主梁,全宽28m,索塔采用单柱型索塔,索塔两侧各布置23对斜拉索,中跨及边跨斜拉索梁上标准间距为6m,边跨尾索区斜拉索标准间距为4m斜拉索在主梁和塔上均采用混凝土齿块销固,索塔设井字型预应力。

## 二、斜拉桥的结构体系

与双塔对称体系斜拉桥相比,多塔对称体系斜拉桥的特点是不存在锚固索,因此,桥梁的强度和刚度会有很大程度的降低,使结构体系柔性较大,易产生较大挠度。同时当索塔数量增加,梁体跨径增大,温度效应产生的变形和挠度更明显。

### (一)斜拉桥的结构体系

双塔或多塔斜拉桥结构形式和受力状态都表现为对称性,相邻段梁体的轴力互相平衡,塔柱可以在水平方向不受剪力作用的影响,相邻梁体的竖向轴力也可基本保持平衡。

#### (1)常规对称体

斜拉桥在斜拉索作用下,塔索两侧均受力平衡,而塔索水平分力引起的轴向力能各自平衡,在使用状态下可变荷载引起的作用效应占比较小,同时对结构体系引起的破坏也较小。但是在施工过程和运营时温度变化和收缩徐变的作用较大,对主梁的轴力产生较大的变化,塔柱不同时刻会承受不同程度的弯矩且弯矩作用不能忽视。因此需要采用半地锚对称体系。

与双塔对称体系斜拉桥相比,多塔对称体系斜拉桥的特点是不存在锚固索,因此,桥梁的强度和刚度会有很大程度的降低,使结构体系柔性较大,易产生较大挠度。同时当索塔数量增加,梁体跨径增大,温度效应产生的变形和挠度更明显。

#### (2)高低塔体系

高低塔斜拉桥主要通过高差进行控制。当两塔塔高相差较小时,在结构受力分析时应同时将两塔作为控制性索塔,受力特点与双塔体系相近。当两塔之间的高差大时,将高塔作为受力分析的控制性结构,低塔作为辅助结构,二者协同工作且相辅相成。两塔高差越大时,其结构类型与受力分析越接近独塔斜拉桥。

### (二)独塔体系

#### (1)单跨体系

单跨体系斜拉桥造型上与其他斜拉桥不同,该桥归类于异形斜拉桥。从结构受力情况分类为单跨体系小偏心受压构件。

#### (2)双跨体系

双跨体系斜拉桥与独塔单跨体系基本相同,主梁水平轴力无法实现梁体内部的自身平衡,故需要借助承台或锚锭的土侧压力等来实现结构体系的平衡。

#### (3)三跨体系

独塔三跨体系斜拉桥相比独塔单跨及双跨体系斜拉桥,应用范围要相对广泛,通长称其为常规结构体系。独塔三跨体系斜拉桥由于边主跨轴力存在较大差值,使得主塔承担部分剪力作用,故而需采用塔梁固结体系。

## 三、斜拉桥技术状况评定

目前,我国在役桥梁的定期检查中,现行的技术状况评定方法主要有两种:一是作为公路桥梁技术状况评定依据的《公路桥梁技术状况评定标准》(JTG/T H21-2011)与《公路桥涵养护规范》(JTG H11-2019);二是作为城市桥梁技术状况评定依据的《城市桥梁养护技术标准》(CJJ99-2017)。

桥梁技术状况评定流程总体分为三大部分:制订计划、现场检查及技术状况的评定。

《公路桥梁技术状况评定标准》中规定公路桥梁技术状况的评定包括桥梁构件、部件、桥面系、下部结构和上部结构,以及全桥评定,采用分层综合评定与14项“5类”桥梁单项控制指标相结合的方法。

《公路桥涵养护规范》中规定:全桥总体技术状况等级的评定可采用以下两种方法进行评定:考虑桥梁各

部件权重或按重要部件最差的缺损状况的综合评定法；对照桥梁技术状况评定标准进行评定。

《城市桥梁养护技术标准》则是首先根据城市桥梁在本道路系统中的地位，将城市桥梁养护类别分为“Ⅰ类~Ⅴ类”五类，其中Ⅰ类养护桥梁完好状态分为两个等级：合格级和不合格级。Ⅱ类~Ⅴ类养护的城市桥梁，桥梁技术状况是由桥梁完好程度和结构状况等级综合确定。桥梁完好程度根据桥梁状况指数BCI值确定，桥梁不同组成部位结构状况则通过桥梁结构指数BSI值来确定。评估时应采用“分层加权法”根据桥梁的定期检测记录，对桥面系、下部构造以及上部构造按标准“附录D”的评分等级和扣分表分别进行，最后综合评估出整座桥梁的技术状况。《城市桥梁养护技术标准》技术状况等级适用于Ⅱ类~Ⅴ类养护的城市桥梁，其依据养护桥梁完好状态分为5个等级：A级、B级、C级、D级、E级，分别对应《公路桥梁技术状况评定标准》中1类、2类、3类、4类、5类，每级（类）对应的分值范围会有所差别。

然而《城市桥梁养护技术标准》中缺少斜拉桥的评判标准。此外，还规定了不合格级15项单项控制指标或D级城市桥梁的单项控制指标，没有E级城市桥梁的单项控制指标，这些单项指标之中，多数与斜拉桥相关。

#### 四、斜拉索桥的控制措施

##### （一）质量控制措施

为了保质保量的完成施工任务，特精心编制施工组织设计，合理制定作业程序，科学策划，狠抓关键环节，突出重点，确保主体，同时又总揽全局，统筹兼顾，科学管理，确保工程按质如期竣工。其措施如下：

（1）快速组织施工人员、机械设备和物资材料进场，按工作内容和进度配齐各生产要素，抓住有利施工季节，实现施工进度的良好开端。（2）健全组织机构，做到事事有人主管，事事有人落实，事事有人督察，保证人员、设备等的快速调度和适时足量供应。

（3）精心编制实施性施工组织设计，科学组织施工，及时调整工程的施工进度计划和机械、劳力配置，合理安排施工。（4）根据总体目标和施工进度顺序、施工难度、环境等特点，提前预测可能发生的影响工期因素，超前谋势，采取有效措施，抓住关键，重点突破，并备有应急措施。

##### （二）进度计划控制措施

施工进度控制以项目施工工期的总目标为据确定分目标，将目标层层分解、落实，从技术管理等方面采取措施，以保证分目标的实现来确保总目标。

##### （1）现场技术控制

组织有丰富类似工程施工的技术骨干编制实施性施工组织及施工技术方案，施工方案应充分利用现有成熟工法，结合工程实际适时调整施工工艺和技术，不断提高生产效率；实施标准化管理，在施工中，做好技术交底、现场检测，确保正常施工，杜绝返工。

##### （2）进度计划动态管理

采用信息化施工技术、计算机辅助管理技术等方法进行进度控制。进行施工进度计划的编排、调整，以关键工序为纲，点面结合，优化施工程序，合理确定并控制好关键线路。做好冬雨季施工的安排和管理，提前做好抵御灾害性天气的各种准备，抢晴天，战雨天，最大限度的减小天气变化对工期的影响。

##### （三）资源保障控制措施

劳、材、机等资源配备充足、按期进场是工程按期开工的关键。对本工程所需各种资源我单位将积极进行调配和准备，及时落实。

##### （1）材料供应落实

开工前，组织专业人员编制各类物资和半成品计划，专人负责落实采购验收工作，做到材料、半成品按时按质供应，杜绝由于物资供应而影响施工进度现象发生。主要材料储备量保证满足施工要求。

##### （2）劳动力落实

安排技术能力高、有施工经验的工人、管理人员投入施工，施工人员使用我单位的基本力量，全公司范围内统一调配，在专业工种和劳动力数量等方面，满足现场施工需要。按施工进度计划和现场实际进度，控制劳动力进退场工作。现场工人安排作业要连续，工序搭接合理，并组织工人队组之间进行劳动竞赛。

##### （3）机械设备落实

优先安排本工程需要的一切施工机械，力求提高施工机械化水平，减少劳动强度，加速施工进度。做好现场设备维修、保养，确保机械完好率和正常运转，拟在现场设一个维修车间，重要机械配备整机或配件备用，以保证设备正常运转。

#### 五、结束语

随着社会的快速进步和经济、科技的跨越式发展，人们对桥梁的外观、跨径等方面提出了更高、更新的要求，此时，外形美好、受力性良好、跨越能力强的斜拉桥以其独特的优势成功吸引了施工人员的关注。但是在注重外观的同时必须严格把控工程质量，尤其斜拉桥的受力体系比较繁杂，所以解决此问题是保证高品质工程的关键。

##### 参考文献

[1]王世界.无应力状态法在斜拉索张拉控制中的实际应用[J].城市道桥与防洪,2020(08):231-233+24.