

# 宜宾中坝金沙江大桥工程设计与技术特点

黄道全 李本伟 张贵忠 谢邦珠

**【摘要】** 宜宾中坝金沙江大桥主桥是252m+175m独塔双索面预应力混凝土斜拉桥，本文着重介绍该桥的总体布局、构造特点、主要计算内容和科研试验。

**【关键词】** 预应力砼斜拉桥 剪力滞效应 喷涂环氧钢绞线

## 1 概况

宜宾中坝金沙江大桥位于宜宾市西郊，是宜宾市总体规划中三条城市快速干道中的一座跨越金沙江的特大型桥梁。经初步设计方案比选，最终实施方案采用独塔斜拉桥方案，大桥全长976米，由北引桥、主桥、南引桥三部分组成。

主桥为252+175 (m) PC独塔斜拉桥，采用飘浮体系，边跨设有2个辅助墩，其主跨跨径在同类型桥梁中位居世界第一。桥面设有竖曲线，

竖曲线半径10000m，变坡点位于塔梁交界处。坡度分别为+2.4%和-1.0%，桥面设1.5%横坡。

引桥采用跨度25米简支空心板结构。

桥梁总体布置见图1。

## 2 主要技术标准

设计荷载：汽车—超20级，挂车—120，人群3.5kN/m<sup>2</sup>

桥面净宽：全宽30m (3.0+3×3.75+1.5+3×3.75+3.0)

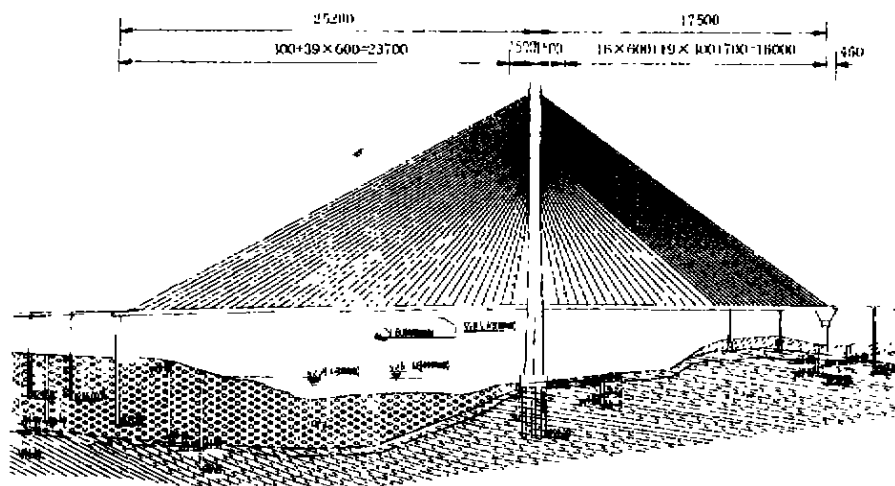


图1 总体布置图

黄道全、李本伟、四川交通厅公路规划勘察设计院

设计时速：60km/h  
设计洪水频率：1/300  
通航等级：[I]级  
地震烈度：VII度

### 3 主塔

#### 3.1 主塔基础

根据地质条件，主塔河床表面有70cm厚的漂卵石，以下为粉砂质泥岩与细砂岩层，为良好的持力层，因此，主塔基础均设计为嵌岩群桩基础，采用3排共15根 $\Phi 2.8\text{m}$ 的大直径钻（挖）孔灌注桩，桩长24~26米。

施工方法采用钢笼围堰方法施工。

#### 3.2 承台和塔柱

承台采用30号砼，索塔采用50号砼。承台高度6.5米，长30.5米，宽16.5米，承台底面位于强风化粉砂质泥岩中，顶面露出河床表面2~4米。

结合景观效果，受力性能，方便施工等因素，本设计采用H型索塔（见图2）。塔柱设上下横梁将整个索塔分为上、中、下塔柱；横梁采用箱型断面，壁厚1m，上横梁截面高度为5m，下横梁截面高度6m。桥面以上高度为117.45m，

承台以上的高度为154.11m，塔柱锚固区直柱段高度为64.81m，截面顺桥向长7m，横桥向宽4m，由上横梁至塔底利于导流，下塔柱在横桥向设有分尖，索塔顺桥向尺寸呈直线变化，由7m变为11m，由下横梁至塔底，索塔横桥向尺寸由4m变为8m，塔柱下部设有4m高的塔座，以分散塔底反力。为减小下塔柱的流水压力，利于导流，下塔柱在横桥向设有分尖，上塔柱锚固段壁厚顺桥向为1.2m，横桥向为0.8m；中、下塔柱壁厚顺桥向为1.2m，横桥向为1.0m。斜拉索在塔内张拉，拉索锚固段内壁采用10mm厚的包裹钢板护壁。用环向U型预应力束以平衡拉索索力产生的内力，U型预应力束均采用15—15，15—12型高强度、低松弛钢绞线。由于金属波纹管在预应力束成孔方面不能满足小半径的弯曲及U型束的布束要求，为减小摩擦损失，本设计采用一种新型成孔材料—塑料波纹管。为确保上塔柱锚固区预应力管道压浆的质量，采用了真空吸浆法的压浆工艺。

上下横梁均设置了水平面内的预应力束，上横梁共布置了28束15—19型钢绞线，下横梁共布置了60束15—19型钢绞线。预应力束采用凹槽式锚固，用封锚混凝土补平，使塔的外观均保持一致，无结构外露件；上横梁通过设置弧线型装饰板形成双曲线造型，增强了正面视觉效果。在塔冠上设有避雷针塔座，与避雷针装置连接，保护桥梁不受雷击。

鉴于一些桥梁塔柱混凝土易产生裂纹，本设计在中塔柱内顺桥向设置了预应力束；整个索塔除设置构造钢筋和受力钢筋外，在四周表面均设置了一层 $\Phi 6$ 带肋防裂钢筋网。

### 4 主梁

现代PC斜拉桥正向着更大的跨径发展，尤其是城市斜拉桥的桥面也越来越宽，PC斜拉桥主梁截面常采用双主肋式或分离式双箱结构，这

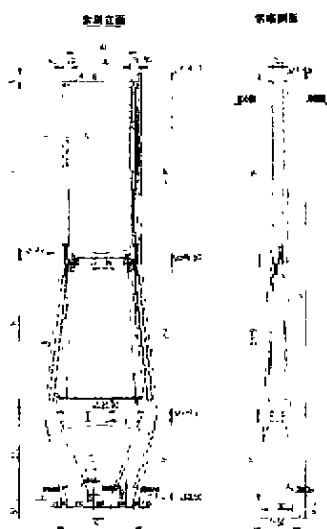


图2 索塔构造图

种主梁结构存在截面上的正应力沿宽度不均匀分布的剪力滞效应, 但该剪力滞效应与普通梁式结构的剪力滞并不同; 由于斜拉桥主梁是压弯构件, 而且横隔梁布置较密, 因此, 不能简单地套用规范中关于梁式结构对剪力滞的修正方法。空间分析表明, 随着主梁截面宽度的增大, 其正应力分布并非是规范中所述的正剪力滞效应; 而是呈负剪力滞效应, 即腹板处的正应力小于正应力平均值, 而横断面跨中点的正应力大于正应力平均值; 而且横隔梁越稀, 其主梁负剪力滞效应越大。所以, 为抑制剪力滞效应, 改善主梁受力性能, 本设计主梁首次采用一种改进的双主肋结构, 即在双主肋之间, 设两道小纵梁与横隔梁一起形成正交异性砵板结构, 横隔梁间距取为6m, 如图3所示。主梁顶宽30m, 主肋边距宽能为26.7m, 梁高2.68m, 双主肋高度2.5m, 宽1.7m, 小纵梁高1.05m, 宽0.5m, 桥面板厚0.25m, 横隔梁厚度0.28m, 横隔梁底标高比主梁底高0.2m, 主梁与横隔梁均采用60砵。

主跨252m和边跨110m范围内的主梁标准梁段(16m长标准梁段)采用预应力混凝土双主肋+小纵梁截面, 采用牵索挂篮悬臂施工, 为了消除边墩支座的负反力并增加主跨结构刚度, 边跨端部70m梁段采用箱型断面逐渐过渡, 横隔梁间距为3m, 同时箱内填片石砵压重, 边跨尾部设配重块, 该70m梁段采用搭架现浇施工。

主梁合拢段长均为3m, 合拢段混凝土采用预压重法, 即预先在合拢段一端加水箱按合拢段

混凝土重量注水压重, 待浇注混凝土时边浇边放水, 合拢段刚性连接待压重水平衡后再施焊。

主梁纵向预应力束布置为每根主肋上缘布置2束15—19型钢绞线, 下缘布置2束15—12型钢绞线, 标准强度为1860MPa; 主肋之间桥面板布置15根 $\Phi 32$ 精轧螺纹钢, 标准强度为1750MPa, 梁段之间采用连接器连接。

横隔梁下缘布置2束15—19型钢绞线, 上缘顶板内布置3束15—3型钢绞线。

根据飘浮体系需要, 在塔梁交界处设置了主梁纵横限位装置。

### 5 拉索

目前斜拉桥拉索常用两种体系, 即钢绞线体系和平行钢丝体系。国外较为流行全封闭镀锌或喷涂环氧钢绞线两端配以夹片群锚的新型拉索体系, 本设计采用OVM250喷涂环氧钢绞线拉索体系, 这在国内属于首次使用喷涂环氧钢绞线拉索体系, 其优点在于: (1) 喷涂环氧钢绞线拉索采用四层防腐(环氧+油脂+单根包裹PE+整束PE外套管)。防腐年限可达30年以上, 防腐性能明显优于平行钢丝拉索; (2) 施工方便, 可采用单根钢绞线吊装方法施工, 在施工现场组装拉索, 改变了以往厂家制作成品索的结构方案, 方便运输; (3) 外护套隔热试验结果表明, 由于钢绞线拉索特有的包裹结构, 其索梁温差只有平行钢丝拉索的1/4~1/3, 这对于大跨径斜拉桥而言显得比较有利; (4) 由于环氧喷涂工艺温度不高; 没有镀锌工艺所具有的强度损失大的特

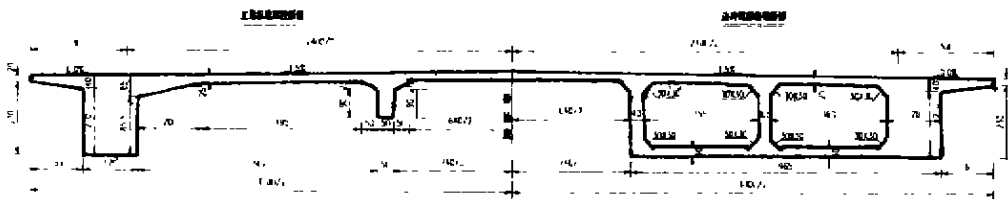


图3 主梁构造图

点,其强度仍可达到1860MPa(镀锌钢绞线为1770MPa),而且耐疲劳性能比镀锌钢绞线有所提高。

为验证喷涂环氧钢绞线的松弛与蠕变性能,委托上海铁道大学进行了光面钢绞线与喷涂环氧钢绞线的松弛、蠕变对比试验,试验结果表明,喷涂环氧钢绞线与光面钢绞线的松弛、蠕变性能并无明显差别。

主梁端拉索索距除0号索之间为8m,0号索、1号索间距11m外,其余为6m和3m两种,为拉索固定端;塔端拉索索距为1.2~4.1m,为拉索张拉端;拉索最小倾角为25.57°,根据各自的受力情况,选用OVM250-22、OVM250-27、OVM250-34、OVM250-37、OVM250-43、OVM250-50、OVM250-55等7种规格,全桥共41对(164根)拉索,系目前世界上拉索根数(一个塔)最多的斜拉桥。

#### 6 结构分析和试验研究

斜拉桥是设计与施工必须高度耦合的结构,其施工方法及流程不仅影响施工时的结构应力,而且将决定结构成桥时的应力状态。本桥采用我

院梁桥安装程序以及西南交大BSAS程序等多个软件模拟整个施工过程分析各施工阶段及运营状态的应力和变形情况,计算中计入了恒载、活载、混凝土收缩徐变、预应力、温度变化、制动力、施工荷载等荷载,同时考虑了斜拉索的非线性以及塔梁中轴对变形的二次力效应。计算结果表明,主梁及塔柱应力和变形均满足规范要求。

另外,还进行了主塔顺桥向、横桥向的整体计算、主塔拉索锚固区局部应力分析、桥面板局部应力分析、横隔梁受力分析等一系列分析。

为确保设计质量,委托西南交通大学对宜宾中坝金沙江大桥进行多项试验:(1)主梁节段模型风洞试验、抖振响应分析,裸塔气动弹性模型试验,以解决最大双悬臂和最大单悬臂的抗风稳定性问题;(2)主梁剪力滞后试验,采用1:5预应力混凝土结构做了6段主梁模型,验证剪力滞后的影响,目前这两项试验正在进行之中。

宜宾中坝金沙江大桥设计吸取了国内外同类桥型的先进经验,结合本桥具体情况又有所创新,取得了较好的设计经验。由于水平有限,文中不妥之处敬请同行不吝指教。

## YDC240QX-200型千斤顶通过厂内鉴定

日前,厂技术委员会在总工程师穆成君主持下,对《YDC240QX-200型千斤顶》项目进行厂内鉴定。

YDC240QX-200型千斤顶是在原YDC240Q基础上的改进产品。新产品增加了止转功能,避免在张拉时钢绞线带动油缸打转现象,受力更加均匀。整个设计结构合理,外形美观。

会议听取了项目负责人对项目设计、试制、

试验等情况的介绍,审阅了有关技术文件资料,进行了认真的讨论,提出了一些优化建议和要求,最后大家综合分析后认为,该项目的研制开发是成功的,一致通过鉴定,同意推广应用。

(谢正元)

