

# 南充清泉寺嘉陵江大桥设计

郭晓东 杨稚华

**【摘要】**南充清泉寺嘉陵江大桥是成都至南充高速公路在南充环型连接线上跨越嘉陵江的一座特大桥，位于南充市北面。上部主跨为 $2 \times 110$ 米的连续刚构；引桥为40孔30米的部分预应力(A类)简支T梁，5孔一联，桥面连续。主跨下部为 $\Phi 2.2$ 米群桩基础，双薄壁墩身；引桥为 $\Phi 2.0$ 米双柱式墩，预应力盖梁。文章从设计的角度对该桥的一些特点作较详细的介绍，以期能抛砖引玉，不足之处，望大家指正。

**【关键词】**单箱单室箱梁 三向预应力体系 合龙顺序 预应力盖梁 柱式墩

## 1、概述

南充清泉寺嘉陵江大桥位于南充市嘉陵江上游，下距达成铁路桥约1.0公里，距南充市嘉陵江一号桥6.0公里。大桥西端起于顺庆区清泉寺村，东端止于高坪区小龙乡(镇)下徐村。大桥跨越多种地貌单元，两端为构造剥蚀浅丘坡地；中部为漫滩，河床(嘉陵江)，江心洲及漫滩牛扼湖等；东端为冰水堆积高阶地。总的地形趋势是桥西高而陡，桥东低而缓，桥址处河道顺直，主河槽偏清泉寺岸，小龙岸主要为河漫滩宽浅式河床。地层从上到下分别为种植土、粘质土、淤泥质土、粉质土、砂土层、卵石土层、泥岩(按风化程度分全风化、强风化、中风化、微风化四层)。主河槽有部分砂岩，大桥主桥墩桩基即利用中风化砂岩为持力层。桥区内未发现断裂构造和其它不良地质

现象，地震基本烈度小于VI度，区域稳定性好。清泉寺大桥桥址处属亚热带湿润气候区，季风气候明显，四季分明，具有盆地特有的冬暖夏热，日照少，降雨量多，蒸发量较大等特征。据南充市气象站资料：多年年平均气温 $17.6^{\circ}\text{C}$ ；极端最高气温 $41.3^{\circ}\text{C}$ ；极端最低气温 $-2.8^{\circ}\text{C}$ ；多年平均降雨量1018.4mm；相对湿度76%最大风速25.3m/s。每年6~9月为雨季，11月至次年3月为旱季。根据南充水文站的水文资料统计分析，最高洪水位276.25m(1981年7月15日)，最低枯水位261.24m(1973年3月3日)，最低平均水位261.51m。

大桥全长1553.74米，其中主桥长346米，引桥长1207.74米。主桥为(63+2 $\times$ 110+63米)四跨一联的连续刚构桥，见图1。

清泉寺岸引桥为5 $\times$ 30米简支T梁，小龙岸引

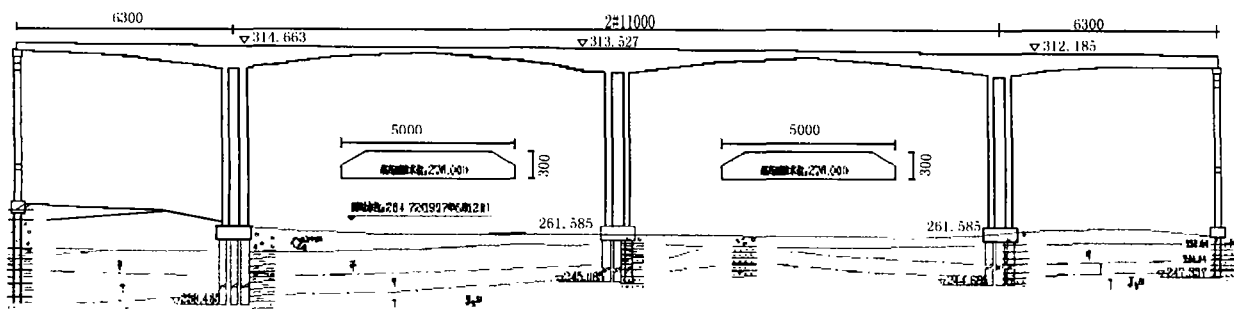


图 1

郭晓东、杨稚华：四川省公路规划勘察设计研究院

桥为35×30米简支T梁,均采用5跨一联,桥面连续。

大桥桥面宽度24.5米,双向六车道,设中央分隔带和防撞护栏,无人行道。荷载标准为汽超—20级,挂车—120。设计洪水频率:1/300,通航等级为IV-(2)级,地震基本烈度小于6度,按7度设防。全桥采用-1.22%的纵坡,2%的双向横坡。

## 2、桥梁结构及设计要点

### 2.1 主桥

#### 2.1.1 主桥下部

6~8号墩为主桥墩,墩身承台及桩基立面见图2,每个主墩基础由8根Φ2.2米的群桩组成,

为减少承台尺寸,桩基采用梅花形布置,其平面图见图3。桩基均为嵌岩桩,将中-微风化层砂岩作为持力层,6~8号墩桩基根据岩层的分布情况,其桩长分别为23.1、12.5、12.9米。为保证成孔及桩基的质量,设计要求桩基成孔应间隔施工,灌注前彻底清孔,同时每根桩设三根供作超声波检测的钢管。

承台尺寸为顺桥向10.0米,横桥向16.2米,厚4.0米。承台为钢筋砼结构,底面设两层Φ25的钢筋网,顶面设三层Φ25的钢筋网,桩基与薄壁墩身的钢筋均深入到承台内1.0米。为降低砼浇筑时产生的水化热,分层设置了冷却管,为保证承台的整体性,要求承台砼必须一次浇筑并不得抛填块石。

承台以上为连续刚构的双薄壁墩身,单墩横桥向与上部箱梁底同宽,为13.0米,单壁厚1.8米,6~8号墩高(从承台顶至主梁底间距离)分别为46.669米、45.327米、43.985米,单壁厚度的选择充分结合了上部跨径、桥宽及墩高的具体尺寸和相互关系,其强度与刚度是适宜的。为减少水流对墩身的冲击,防止船只或漂流物的撞击并兼顾美观,在主墩各壁上、下游均设置实心三角形钢筋砼分水尖。分水尖轮廓尺寸为1.8×0.6米,底面起于承台顶,顶面标高均为278.0米,分水尖同薄壁墩为一整体并同步浇筑。

5号、9号墩为主引桥的交界墩,采用了四根

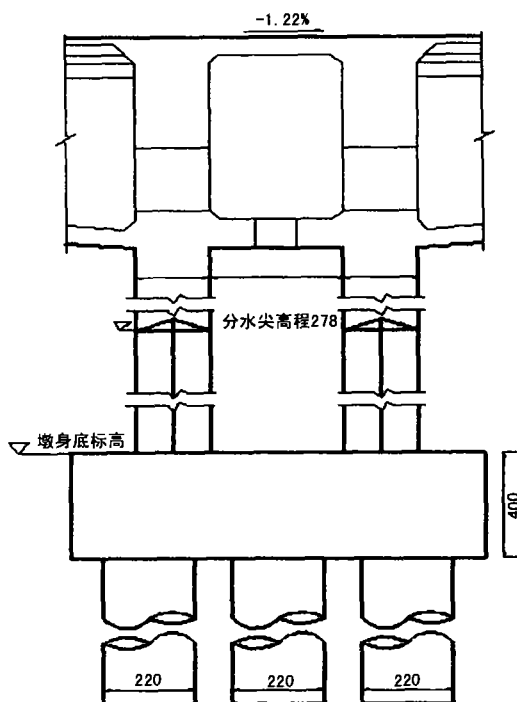


图 2

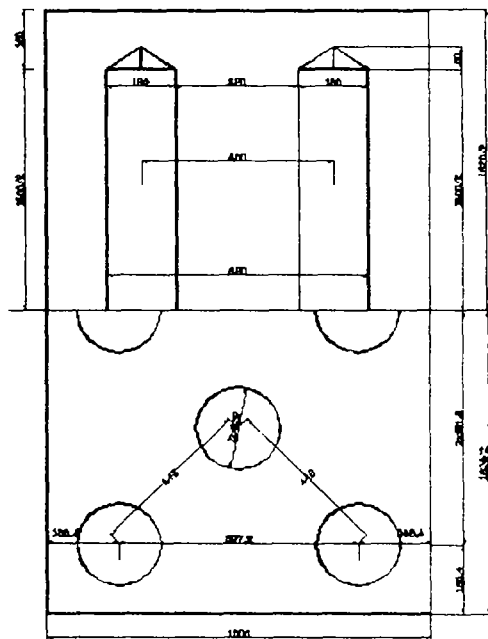


图 3

Φ 2.0 米的单排桩基础, 承台横桥向 17.2 米, 顺桥向 4.0 米, 厚 3.0 米。墩身为厚 2.0 米, 宽 16.0 米的单薄壁墩, 为减轻重量, 在最高通航水位线以上 2.0 米至盖梁底下 2.0 米间将薄壁墩身横向挖空, 中间挖空宽度为 8.0 米, 倒棱 2.0 × 1.0 米。盖梁因主、引桥梁高的不一致而设计成“L”型, 由于是大悬臂的普通砼结构, 故设置了加强钢筋。

### 2.1.2 主桥上部

(1) 断面形式: 主桥均采用单箱单室三向预应力变高度箱梁见图 4。箱梁顶宽 24.5 米, 底板宽 13.0 米, 箱梁顶板设置成 2% 的双向横坡; 根部梁高 6.5 米, 底板厚 60 厘米; 跨中梁高 2.5 米, 底板厚 28 厘米; 为方便施工箱梁腹板均采用等厚 50 厘米。梁高与底板厚均按二次抛物线渐变。

(2) 节段划分: 三个 T 的前 15 个节段(含 0 号节段)的划分均相同, 箱梁 0 号节段长 9.8 米(包括主梁在墩顶两侧各外伸的 1.5 米), 1~14 号节段均为对称悬浇节段, 节段长度为 7 × 3.0 米、7 × 4.0 米; 第 15 节段共两个, 为中跨合龙段, 第 17 节段共两个, 为边跨合龙段, 合龙段长度均为 2.2 米; 第 16 节段共两个, 为中跨合龙完成体系转换后, 两边跨的最后一个对称悬浇段, 长 4.0 米;

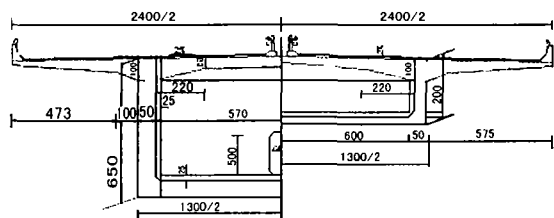


图 4

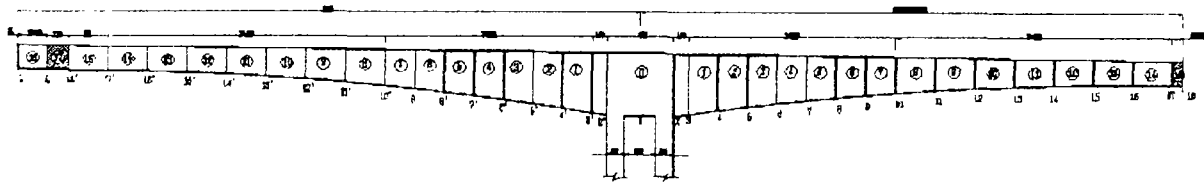


图 5

第 18 节段共两个为在交界墩上的支架现浇梁段, 长 2.68 米。悬浇梁段最重 2048.0kN。节段划分见图 5。

(3) 预应力体系: 鉴于主桥的宽跨比较大, 且采用大悬臂, 因此在设计中采用了三向预应力体系。纵向预应力采用大吨位的钢绞线群锚, 主要分顶板悬臂束和边中跨底板二期束两种, 最大型号为 OVM15-25, 设计张拉吨位 4888kN。每悬浇一个节段(1~14), 张拉四束钢绞线, 三个 T 同工况施工, 每个 T 的四束在横桥向关于桥轴线对称, 在纵桥向关于各自 T 的墩顶对称。第 16 节段的顶板束, 我们用带连接器的 OVM 群锚直接张拉锚固在两岸边跨的第 14 节段上。据查询, 我们首次在 T 构桥的设计中采用了带连接器的群锚体系。根据箱梁横截面的尺寸, 结合我院在大悬臂单箱单室横截面结构的设计经验, 横向预应力采用 OVM15-4 扁锚体系, 主桥全长布置, 纵向间距 40 厘米, 单根张拉吨位 195.3kN, 采用交错单端张拉方式进行张拉与锚固, 锚具对应形式分别为 OVM15B-4 和 OVM15H-4。在主梁腹板上沿纵桥向间距 40 厘米左右设置竖向预应力钢筋, 规格为 Φ L32, 每个腹板一根, 每截面二根, 单根张拉吨位 542kN, 采用在箱梁顶面一端张拉方式, 相应锚具为 YGM-32。所有预应力束的管道均以镀锌金属波纹圆管或扁管形成。

(4) 体系形成与转换: 清泉寺大桥有两个主跨和两个边跨。边、中跨之比为 0.573, 此值较小, 使边跨的现浇直线段短。主桥位于主河槽上, 主墩及交界墩均很高, 达 40 多米, 采用从地面搭设支架现浇边跨直线段不经济。我们在设计中, 创

新构思,先合龙中跨,后合龙边跨。施工顺序为:

- ①三个T分别钻孔成桩,钢围堰现浇承台,翻模施工薄壁墩身,墩顶预埋托架现浇0号节段,采用挂兰对称悬浇主梁1~14号节段,形成三个独立的T。
- ②采用平衡与压重,进行中跨合龙段砼浇筑,将三个T连接成整体,完成体系的第一次转换。
- ③在两岸交界墩上设置托架,现浇2.68米的边跨等高梁段;同时,采用挂兰悬浇两岸边跨的第16节段。
- ④浇筑边跨合龙段砼,完成体系的第二次转换。
- ⑤铺设全桥二期恒载,全桥建成。

## 2.2 引桥

### 2.2.1 引桥下部

引桥共40孔30米的部分预应力T梁,其中清泉寺岸5孔,小龙岸35孔,共38个引桥墩。每个引桥墩由预应力砼盖梁,钢筋砼系梁,两根 $\Phi 2.0$ 米的桩柱组成,其立面见图6。

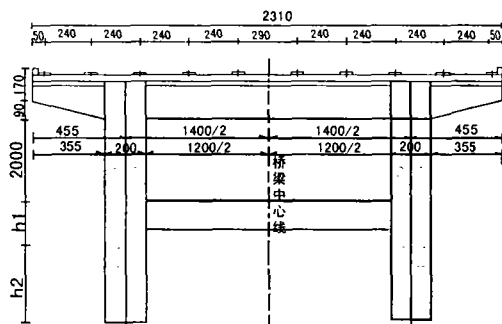


图 6

引桥墩盖梁设计成T形盖梁,为部分预应力A类构件,采用9束7 $\Phi$ J15.24的钢绞线。设计时重点考虑盖梁在各施工阶段的受力,因此对预应力进行了两次张拉(T梁架设前后各一次)处理。盖梁顶宽2.2米,底宽1.2米,高2.2米,盖梁横桥向全宽23.1米。盖梁顶面水平,2%的双向横坡由支座垫石高度及T梁翼缘坡度调整。

引桥墩高(从基底起)28~58米不等,均为双柱式墩及桩基,单桩直径2.0米,中间距14.0米,根据地质情况分别嵌入中风化或微风化泥岩中。每

根桩均要求设置三根供超声波检测用的钢管。为加强双柱间的横向刚度,全部引桥墩均设置了一道系梁,共38道,系梁高1.5米,宽1.2米。

结合两岸桥台处的地形、地质情况,均采用埋置式柱桩桥台,每岸台帽下设四根直径2.0米的柱桩,台前进行锥坡防护。

### 2.2.2 引桥上部

引桥上部为30米部分预应力简支T梁,梁高2.0米,主梁间距2.4米(中央分隔带处2.9米),每孔由10片T梁组成,横断面布置见图7。

T梁的预制宽度中梁1.8米,边梁2.1米,单片梁的吊装重量控制在65吨以内,采用郑州大方桥梁机械有限公司生产的DF30/70型架桥机运输及架梁。此T梁的设计较部颁标准图不同的一个特点就是为加强T梁间的横向联系,横隔板留有60厘米的现浇段同60厘米的现浇行车道板一同浇筑。这样有利于五片T梁的联合受力。2%的桥面横坡由T梁的翼缘板及现浇湿接缝形成,因此一般T梁的预制仅有边中梁之分,左右半幅可以互换。有伸缩缝处的T梁需预制四种,以适应左右半幅不同的横坡要求。引桥五孔一联,桥面连续,其中清泉寺岸引桥五孔,一联;小龙岸35孔,七联。各联间及桥台处设SSFB80型伸缩缝,主引桥间设SSFB240型伸缩缝。

## 3、设计特色

清泉寺嘉陵江大桥的桥型与结构虽均采用目前我国桥梁建设的常用形式,但结合这个桥位地质、地形、孔跨布置和主梁截面等要素,我们认为在下列三方面是有其设计特色的,尤其对四川

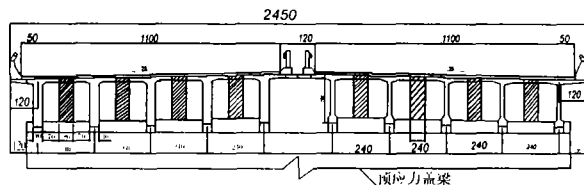


图 7

山区的建桥,具有一定的可借鉴性。

### 3.1 单箱单室大悬臂箱梁设计

在工可及初设阶段,原设计均采用双幅桥的形式,从桥梁的宽跨比例上是适宜的和常用的,但其施工相互影响,工期长,造价高。双幅桥也造成下部结构尺寸加大,桩基数量增加,使整个工程造价较高。同时加大了对河道的干扰,不利于嘉陵江河道的渠化。因此我们在施工图设计阶段,对主桥箱梁采用单箱单室大悬臂箱梁设计,充分发挥三向预应力的作用,使箱梁底宽13.0米,单侧悬臂长5.75米,均处于此类结构的前列,尤其是宽高比达9.8(24.5/2.5),超出连续刚构桥的常用范围。通过对结构尺寸和预应力束布置的优化,使箱梁的受力始终处于良好的状态。于2001年2月进行的大桥静动载试验表明结构的承载能力、变形、抗裂性能和动力特性满足设计荷载标准和使用要求。

### 3.2 预应力盖梁

引桥下部为直径2.0米的桩柱式墩,柱间距14.0米,悬臂长4.55米,因此,盖梁的设计对引桥的安全与稳定很重要。我们引入预应力盖梁的设计理念,将引桥下部的桩墩数量减少了一半,除降低工程造价、减少洪水影响、缩短工期外,使建筑物更加简洁,更适应人们的审美要求。预应力盖梁的设计同时减少本身的自重和普通钢筋的用量,与同跨径的普通钢筋砼盖梁的综合造价节约20~30%。并且在施工中结合具体情况,将盖梁预应力的张拉由常规的两次(T梁架设前后各一次),优化为架梁前一次将预应力张拉到最终设计值,避免张拉设备的反复吊运、安装,方便了施工。

### 3.3 先边跨后中跨的合龙顺序

连续刚构通常的合龙顺序一般都是先合龙边跨,然后合龙中跨,完成结构的体系转换。江津长江公路大桥、黄石长江公路大桥等均如此。但南充清泉寺嘉陵江大桥如沿用此模式,则需在河

滩上搭设两处长10米,高约45米的现浇支架,且从工期安排上正处于嘉陵江的丰水期,从造价及安全上均不适合。因此,我们根据跨径不大,边跨直线段不长,而离地很高的实际情况,采用了先合龙中跨,将三个T连成整体,仍利用挂篮对称悬浇两边跨各一个4.0米节段的箱梁。同时利用5#、9#抗弯能力强的交界墩,采用托架现浇2.68米的边跨直线段箱梁,完成边跨直线段的浇筑,最后边跨合龙。通过上述施工工艺,既避免了搭设支架的烦琐,又尽可能地增加了边跨自重对支座的压力,避免了中跨满布荷载时产生支座负反力,不会使支座脱空,影响构件的寿命。经过施工表明上述,其设计是具有特色的,适宜的。对于四川山高沟深的地形,设计和施工此类桥型具有一定的适用性。合龙中跨后合龙边跨的施工工艺;边跨直线段采用挂篮与托架施工;保持支座全工况均受压等设计是适宜的,其设计是具有特色的,适宜的。

## 4、结束语

清泉寺大桥经过大家的共同努力,已于2001年5月建成通车,提前了工期并节约了投资,交工验收被评为优良工程。大桥的特点是主桥先合龙中跨后合龙边跨;边跨直线段利用挂篮与托架共同施工并保持支座全工况受压;引桥T梁加强了湿接缝刚度,下部采用预应力盖梁等。每座桥梁的设计除按照规范要求,遵循通常的结构受力特点,施工措施与工艺外,都应根据其所处的地形,地质情况和功能要求等,挖掘其个性的东西,展示不同的设计理念,满足安全、经济、适用与美观的要求。清泉寺嘉陵江大桥的设计特色有其共性的方面,也是结合实际产物。因此,笔者在思索这种特色的拓展性,以期为目的西(昌)攀(枝花)路,都(江堰)汶(川)路以及宜(宾)水(富)路上类似桥梁提供一些设计思路。