

---

# 国道主干线重庆-湛江公路（重庆境） 上桥至界石段马桑溪长江大桥

## 施 工 组 织 设 计

编    制：  
复    核：  
总工程师：  
经    理：

重庆市渝通公路工程总公司马桑溪长江大桥项目部

二 00 四年五月十八日

# 目 录

## 第 1 章 全桥施工组织设计概述

- 1.1 编制说明
- 1.2 下部结构说明 1
- 1.3 上部结构说明
- 1.4 施工进度安排及施工组织措施
- 1.5 施工组织措施
- 1.6 主要施工方法
- 1.7 施工场地布置及临时设施
- 1.8 安全、质量及工期保证措施
- 1.9 机构说明

## 第 2 章 马桑溪大桥正桥 2 号墩下部结构施工组织设计

- 2.1 马桑溪大桥正桥 2 号墩下塔柱及横梁施工组织设计
- 2.2 马桑溪大桥正桥 2 号墩中塔柱施工组织设计
- 2.3 马桑溪大桥正桥 2 号墩上塔柱施工组织设计

## 第 3 章 上部马桑溪长江大桥结构施工组织设计

- 3.1 概述
- 3.2 施工进度安排及施工组织设计
- 3.3 施工组织措施
- 3.4 主要施工方法及施工要点
- 3.5 主梁标准号块悬浇施工
- 3.6 主梁 29' 号块、29'' 号块施工
- 3.7 29' 号块、29'' 号块湿接缝施工、主梁 30 号块合拢
- 3.8 斜拉索施工
- 3.9 施工测量
- 3.10 混凝土工厂及混凝土输送、浇筑

## 第 4 章 附件

- 4.1 马桑溪大桥桥型布置图
- 4.2 组织框图
- 4.3 主塔 2 号墩施工图
- 4.4 0 号块施工图
- 4.5 1 号块施工图
- 4.6 2~29 号标准节段施工图
- 4.7 主塔 2 号墩及东岸主梁施工作业计划表
- 4.8 主梁标准节段施工程序图
- 4.9 29 号块及合拢段劳动力组织计划

## 第 1 章 全桥施工组织设计概述

### 1.1 编制说明

#### 1.1.1 编制依据

重庆市马桑溪长江大桥施工图设计文件。

上界高速公路马桑溪长江大桥招标文件（勘察资料）。

马桑溪长江大桥开工典礼有关指示。

工程工期自一九九八年十月二十七日下达开工令之日起 36 个月。

公路规划勘察设计院“设计修改通知单（渝）字 2 号”。

#### 1.1.2 工程概况及水文地质

工程概况：

国道主干线重庆～湛江公路（重庆境）上桥至界石段工程项目 C 合同段路长 1540.5m，起点桩号为 K9+159.50，止点桩号为 K10+700，其中 K9+159.5～K9+393.488（长 233.988m）为道路，K9+393.488～K10+119.648（长 726.16m）为正桥，K10+119.648～K10+497.718（长 378.07m）为引桥，K10+497.718～K10+700（长 202.282m）亦为道路。正桥为 179m+360m+179m 三跨双塔空间索面漂浮体系斜拉桥，桥面宽 30.6m。引桥为 9×40m 预应力钢筋混凝土简支 T 梁桥，桥面宽 28.6m。

本合同段西岸自 K9+159.05 至 K9+760.648（长 601.598m）区段的工程由铁道部大桥局五桥处承建，东岸自 K9+760.648 至 K10+700（长 939.352m）区段由重庆市渝通公路工程总公司承建。

大桥五处承建的工程为：道路 233.98m；主塔 1 号墩及桥台 0 号台下部结构施工；上部结构分离式三角形箱梁节段混凝土浇筑及斜拉索的施工；承建区段桥面施工。

渝通总公司承建的工程为：道路 202.282m；主塔 2 号墩及桥台 12 号台下部结构施工；上部结构分离式三角形箱梁节段混凝土浇筑及斜拉索的施工。

交界 3 号墩及引桥 4～11 号墩下部结构施工，上部结构 108 片 40m 预应

力混凝土简支 T 梁制造及架设；承建区段桥面系施工。

## 1.2 下部结构说明

主塔墩 1 号墩、2 号墩均采用桩基承台，其中 1 号墩设置 3 排共 15 根  $\phi 3.0\text{m}$  挖孔桩，承台厚 5.0m；2 号墩设置 4 排共 20 根  $\phi 2.5\text{m}$  钻孔桩，承台厚 5.0m；墩身均为空心墩，上下游设置了实心的圆弧分水尖，墩身高 32.5m；索塔为倒 Y 形，箱形断面，其中下塔柱高 28.89m，由两片斜度为 3.4345：1 的空心箱组成；中塔柱高 61.89m，由两片斜度为 3.214：1 的空心箱组成；上塔柱高 35.76m，为斜拉索锚固区，箱形断面；中塔柱和下塔柱交界处设置横梁，整个索塔墩高 164.04m。

主塔墩 1 号墩桩基 C30 混凝土  $1219.33\text{m}^3$ ；承台 C30 混凝土  $3200\text{m}^3$ ；主塔墩 2 号墩桩基 C30 混凝土  $2405.28\text{m}^3$ ；承台 C30 混凝土  $3200\text{m}^3$ ；1 号、2 号索塔墩身 C30 混凝土  $7573.95\text{m}^3$ ；下塔柱 C40 混凝土  $1695.08\text{m}^3$ ；索塔横梁 C40 混凝土  $1321.60\text{m}^3$ ；中塔柱 C50 混凝土  $2057.89\text{m}^3$ ；上塔柱 C50 混凝土  $605.49\text{m}^3$ ；共计混凝土数量：

1 号墩： $17673.34\text{m}^3$ ； 2 号墩： $18859.29\text{m}^3$ 。

正桥 0 号台为 4 根  $\phi 2.5\text{m}$  挖孔桩，L 形钢筋混凝土桥台，台座厚 3.0m。施工时先做台座部分，台背部分待主梁预应力筋张拉封锚后再浇筑。桩基 C25 混凝土  $235.62\text{m}^3$ ；台身 C25 混凝土  $1756.13\text{m}^3$ ；共计混凝土  $1991.75\text{m}^3$ 。

引桥 12 号台为扩大基础，U 型桥台，基础采用 7.5 号浆砌 30 号块石；桥台前墙台帽（含台帽）以下部分台身采用 7.5 号浆砌 30 号块石，以上部分采用现浇 C25 混凝土，7.5 号砂浆砌 30 号粗料石镶面；台帽为 C25 混凝土。共计 C25 混凝土  $154.32\text{m}^3$ ；7.5 号砂浆砌 30 号粗料石  $1223.3\text{m}^3$ ；7.5 浆砌 30 号块石  $3120.8\text{m}^3$ 。

交界墩 3 号墩为 8 根  $\phi 2.0\text{m}$  挖孔桩，承台厚 3.0m；墩身由两个圆端型空心墩组成，墩身顶由盖梁连成一体，盖梁高 4.0m。桩基 C30 混凝土  $477.52\text{m}^3$ ；

承台 C30 混凝土  $440.40\text{m}^3$ ；墩身盖梁 C30 混凝土  $1603.36\text{m}^3$ ；共计混凝土

土 2521.28m<sup>3</sup>。

引桥 4~11 号墩每墩 3 根  $\phi 2.0\text{m}$  挖孔桩；墩身由 3 个直径为  $\phi 2.0\text{m}$

圆柱组成，随桩基延续，墩身设有系梁，系梁高 1.6m；墩身顶由盖梁连成一体，桩基 24 根 C30 混凝土 3232.35m<sup>3</sup>；系梁 8 个 C30 混凝土 155.52m<sup>3</sup>；盖梁 8 个 C30 混凝土 1000m<sup>3</sup>；共计混凝土 4387.87m<sup>3</sup>。下部结构混凝土总计 45587.85m。

### 1.3 上部结构说明

主梁采用预应力钢筋混凝土分离式三角箱形断面，梁中心高度 3.0m。主梁标准块件每 6m 为一节段，重约 300t。根据活载挠度、拉索徐舒、混凝土收缩徐变因素，在主桥边跨和中跨分别设置二个二次抛物线预拱度，其值分别为 50cm 和 100cm。主梁从索塔处开始分块，0 号块长 10m，中跨 1 号~29 号、边跨 1'~28' 号块为长 6m 的块件，边跨 29'（西岸）长 10.76m，边跨 29''（东岸）长 11.24m，跨中合拢段 30 块件长 2.0m。

主梁（0 号块）2 个，C50 混凝土  $319.20 \times 2 = 638.4\text{m}^3$ ；主梁（1 号块、1' 号块）各 2 个，C50 混凝土  $132.64 \times 4 = 530.56\text{m}^3$ ；主梁标准块件（2~29 号块、2'~28' 号块）共 110 个，C50 混凝土  $107.85 \times 110 = 11863.5\text{m}^3$ ；主梁（29' 号块）2 个，C50 混凝土  $826.14 \times 2 = 1652.28\text{m}^3$ ；主梁合拢段（30 号块）1 个，C50 混凝土 32.0m<sup>3</sup>；共计混凝土数量 14716.74m<sup>3</sup>。

斜拉索由单根独立包裹 PE 材料的钢绞线，经下料→安装→张拉→锚固→紧缩→整体张拉→总体防护→锚头浇筑砂浆而形成，本桥规格如下：

每根斜拉索钢绞线根数：        22     29     34     43     47     50

全桥根数：                        32     72     50     32     16     30

引桥上部结构为 40m 预应力混凝土简支梁，全桥共计 108 片。其中内梁 90 片，预制 40 号混凝土 40.38m<sup>3</sup>，每片梁现浇 40 号混凝土 3.60m<sup>3</sup>，单片梁吊重 101.0t；

外梁 18 片，每片梁预制 40 号混凝土 39.06m<sup>3</sup>，现浇 40 号混凝土 1.80m<sup>3</sup>，

单片梁吊重 97.6t; 共计混凝土 4693.68m<sup>3</sup>。上部结构混凝土总计 19410.42m<sup>3</sup>。承建工程总计混凝土数量 64998.27m<sup>3</sup>。

该桥位于大渡口区马桑溪至巴南区花溪镇先锋村古石子山区间, 距下游李家沱大桥 6km。桥址处长江流向北, 施工水位(枯水施工保证期 150d)为 168.11m, 此时索塔墩 1 号墩中心距马桑溪长江岸边约 7~8m。根据勘察资料及现场实测, 1 号墩墩位范围岩面标高大约为 163.5~169.0m, 岩层主要为粉砂质泥岩及砂岩, 地质钻孔(孔号 CK3)抽水试验, 其涌水量为 0.87L/s。墩位上游侧河床局部有以细砂和卵石充填的块石层, 勘察资料表明层厚约 1.5m, 墩位下游侧河床因涡流淤积大量细砂层, 经探测层厚约 1.0~2.2m。

2 号墩墩位范围岩面标高大约为 153.5~161.5m, 岩层主要为粉砂质泥岩及砂岩, 地质钻孔(孔号 CK11)抽水试验, 其涌水量为 1.14L/s。墩位处河床积大量砂卵石覆盖层, 层厚 4.78~7.86m。

0 号桥台位于长江西岸标高约 229.5m 的陡坎上, 下有重钢铁路专用线、成渝铁路线及重钢主煤气管道。岩层主要为粉砂质泥岩及石英砂岩, 地表局部覆盖有粉质土或块石夹少量砂及黏土。

桥址区属于平行岭谷状地貌之“谷”, 其特点是丘陵与沟谷相同排布, 标高 160~260m, 高差 50~90m。全年 5~9 月为雨季, 占全年降水量的 2/3, 一日最大降水量 192.9mm, 一次连续最大降水量 190.9mm。夏季月平均最高气温 36.7℃, 极端最高气温为 42.2℃, 冬季月平均最低气温 7.7℃, 极端最低气温-1.8℃。

年平均风速 1.3m/s, 最大风速 26.7m/s(西北向)。年平均相对湿度 79%, 年平均绝对湿度 11.7hpa。年平均雾日 66d。

汛期一般在每年的 7~9 月, 300 年一遇洪水位为 197.71m。

## 1.4 施工进度安排及施工组织措施

### 1.4.1 总原则

根据本桥总体工期要求, 结合当地施工条件及水文地质等情况, 承建工

程形象进度安排的总原则是：力争 33.5 个月完成承建工程，1 个月完成现场清理及竣工交验；确保 1999 年 4 月中旬索塔墩 1 号墩、2 号墩身混凝土波灌注至标高 180.0m，汛期连续施工。根据有关汛期水文资料，1998 年最高洪水位约为 187.00m，因此汛期应考虑防洪措施。以此原则编排施工作业计划。

#### 1.4.2 施工进度安排

承建工程下部结构施工作业进度主要控制在索塔墩 1 号墩、2 号墩墩身在 1999 年 4 月中旬达到标高 180.0m，以保证汛期墩身连续施工。为此，应充分利用枯水期抓紧实施 1 号墩筑岛围堰方案和 2 号墩换填筑岛方案，同时尽快筹备实施生产、生活房屋及大的临时设施的建设。桥位桩复测及控制网布测工作应在 1998 年 11 月中旬完成并将成果资料报上界高等级公路指挥部和监理部，以便监理部组织对控制网进行复测。复测工作应在 12 月 20 日前完成，确保控制网按期使用；试验仪器设备应在 1998 年 12 月 20 日安装完毕并经计量局鉴定认可。施工平台（或场地）及东西岸栈桥的修建应于 1999 年 1 月初开始，1999 年 3 月底完成，确保材料设备汛期安全渡洪；东岸陆地混凝土工厂及西岸水上混凝土工厂建安在 1998 年 12 月中旬开始，1999 年 1 月下旬完成，投入生产，工期 40d。

#### 1.4.3 1 号索塔墩

主体工程 1 号索塔墩是承建区段施工重点，其筑岛围堰又是重中之重，是能否实现目标工期的关键，全部筑岛围堰至 1998 年 12 月 8 日完成抽水，其工期为 40d；桩基、承台开挖及灌注混凝土应于 1999 年 2 月底完成，工期 80d；索塔墩墩身应于 1999 年 4 月 15 日灌注至标高 181.5m，工期 45d；250t·m 塔吊基础混凝土应在承台混凝土灌注完成后即刻开挖灌注，同时筹备运输塔吊节段至墩位，尽快安排拼装并试吊投入使用，工期 15d。

#### 1.4.4 2 号索塔墩

2 号墩是本桥的施工重点，工期紧，难度大。经设计院优化设计，其桩

基改为 20 根  $\phi 2.5\text{m}$  钻孔桩，采用冲击成孔。为保证钢护筒顺利插打下沉、钻孔桩安全成孔及承台基坑开挖，原回填砂卵石挖出换填黏土，其黏土筑岛应于 12 月 20 日完成，期间同时安排拼装钢护筒导向架，筹备打桩、钻孔设备；12 月 21 日开始插打钢护筒，分两期插打，于 12 月 30 日护筒插打到位，同时安排钻架组拼；12 月 31 日钻架就位，筹备开钻准备工作，1999 年 1 月 1 日开钻，现场具体施工可考虑护筒插打和钻孔同步进行，但应保证插打护筒的桩位和钻孔的桩位之间的距离，避免插打护筒造成钻孔桩坍孔。钻机安排 10 台，分 2 个周期钻孔，每周期成桩 20d，于 1999 年 2 月 20 日全部完成；承台基坑开挖、吊箱组拼、封底、混凝土灌注等施工共计 40d，于 3 月 20 日施工完毕；索塔墩墩身应在 1999 年 4 月 30 日灌注至标高 181.5m，工期 40d；250t·m 塔吊其基础混凝土应在承台混凝土灌注完成后即刻开挖灌注，同时筹备运输塔吊节段至墩位，尽快安排拼装并试吊投入使用，工期 15d。

#### 1.4.5 0 号桥台

主体工程 0 号桥台施工虽不控制工期，但由于下设的铁路线及煤气管道的安全，要求 0 号桥台桩基和承台开挖不得爆破，必须采用人工开采，因此在不影响索塔墩施工，劳动力、机具设备配备充足的情况下，应安排施工。计划在 1999 年 4 月中旬完成台座混凝土灌注，具体施工安排可视情况调整。

#### 1.4.6 3 号交界墩

3 号墩为交界墩，位于河滩上，地面标高 168.43~169.01m。汛期前可利用滩地临时混凝土工厂近距离灌注该墩混凝土，计划 4 月底完成该墩施工，为此，挖孔桩应在 1 月底完成，3 月 1 日前完成承台施工，4 月底完成墩身施工，工期 150d。

#### 1.4.7 引桥 4~11 号墩

引桥 4~11 号墩位于长江漫滩及石子山顶部分，地面标高在 180.4~



216.0m 之间，地面高差约 36m。引桥墩施工进度虽不控制全桥工期，但为了充分利用主塔墩机械设备的投入，提高其使用效率，引桥应尽快安排施工，力争 4 月底引桥下部结构全部完成，以便汛期后集中精力筹备预制梁厂的建设 and 梁片预制。

东桥台施工根据现场劳动力、机具设备及材料供应情况适时安排进行。

### 1.5 施工组织措施

由于本桥工期紧迫，工程量大，施工难度大，场地狭窄，施工条件差，如何创造在 1999 年 4 月份索塔墩墩身出水，是一个必须严密组织的系统工程，项目经理部应组织强有力的管理职能部门，加强管理，精心安排，严格实行全面质量管理，目标工期管理及分部分项分工序施工负责制，建立健全各项规章制度和约束机制，严格执行施工计划，规范运作，确保工程质量和工期目标的实现。

主桥 1 号、2 号索塔墩是全桥总工期的控制性工程，其施工准备工作量大，施工工序多，施工难度大，又受长江汛期影响，因此项目部集中了大量人力、机械设备、材料突击围堰的填筑和钻孔桩施工，整个施工作业实行三班倒及交接班制度，控制质量，确保工期。

由大桥局重庆指挥部、大桥局五桥处项目经理部、重庆市渝通公路工程总公司项目经理部共同组成技术攻关组，负责全桥重大技术方案的制定、解决重大技术难题、协调两岸测量和实验工作、交流施工经验，指导及督促本桥各项施工沿着正确的方案进行。

加强机具设备维修工作，提高完好率和利用率，根据施工任务合理分配机具设备，设专职部门统一管理供电、供水、加强核算，控制浪费。

水上混凝土工厂、施工平台、施工栈桥、塔吊及模板近期安排筹划，强化超前意识，确保分项工程如期施工。

水上混凝土工厂及陆地混凝土工厂设立生产作业队，配备自动计量设施及试验管理人员，控制原材料质量，负责对混凝土生产、原材料进行质量管

理。

## 1.6 主要施工方法

### 1.6.1 主塔 1 号墩基础施工方案

主桥 1 号墩基础为 15 根  $\phi 3.0\text{m}$  挖孔桩，承台为  $32\text{m} \times 20\text{m}$ ，厚  $5.0\text{m}$  的钢筋混凝土承台，承台底标高  $164.5\text{m}$ ，桩底标高  $153.0\text{m}$ ，岩面标高约  $163.5 \sim 169.0\text{m}$ ，地面标高约  $166.0 \sim 170.0\text{m}$ 。

#### 1. 砌筑土围堰

由于 1 号墩临近长江边，施工水位  $168.11\text{m}$  时墩中心距岸边仅  $7 \sim 8\text{m}$ ，因此在墩位处砌筑三面围堰，抽水后桩基和承台可进行导裂爆破，人工开挖，以加快施工进度。

11 月 1 日开始砌筑围堰时，水位为  $170.5\text{m}$ ，较施工水位  $168.11\text{m}$  尚高出  $2.4\text{m}$ 。考虑水位退至施工水位时，岩面最底处水深乃为  $4.61\text{m}$ ，水压力

较大，故围堰顶面宽  $4.0\text{m}$ ，堰顶高出水面  $0.5\text{m}$ ，边坡  $1:1$ ，围堰最高达  $5.0\text{m}$ 。为防止江水冲刷及围堰渗水，在围堰两侧边坡由堰顶至坡脚满铺彩条布，并加堆编织袋层作防护，宽约  $0.8\text{m}$ 。为避免因围堰局部漏水堵漏占用围堰内净空以及满足围堰内施工场地，围堰坡脚至承台边缘设为  $8\text{m}$ （平面尺寸见附图）。

由于墩位上游侧江水流速较大，故在围堰上游侧  $6\text{m}$  处筑一宽  $2\text{m}$  的挑水坝，避免江水直接冲刷围堰，挑水坝由钢丝网、编织袋组成网兜，抛填而成，其长度较围堰外缘超出约  $10\text{m}$ 。

墩位下游侧因回流淤积砂层，厚度约  $1.0 \sim 2.2\text{m}$ ，为避免因砂层渗漏造成流砂引起围堰塌方，在堰身范围内用吸砂泵将积砂吸出，确保围堰座落在岩面上。

围堰砌筑步骤：

抛筑挑水坝，阻止江水冲刷。

边吸砂边填筑堰身黏土，形成三面围堰，出水后人工夯实。

潜水工下水铺设彩条布，堆码黏土编织袋。

抽水堵漏，在围堰内用黏土编织袋砌筑截水沟及挖设汇水井，备用 4 台水泵抽水，保证基坑在无水或少水的条件下开挖。

## 2. 承台基坑及桩基开挖和混凝土灌注

围堰内抽水后，清理围堰内淤砂，测放承台边线，其边线较承台设计尺寸小约 20cm。沿边线用风钻钻孔，采用导裂爆破对承台周边进行导裂，再由人工开挖至承台底标高以上约 0.2m 处停止基坑开挖，承台开挖爆破应严格按爆破有关规定执行，严禁违章作业。对岩面标高低于承台底标高的部位，利用开挖石碴和石块回填夯实，确保混凝土灌注过程中不发生沉降。

基坑在无水或少水的情况下，清除积砂，测放桩位，开始挖孔桩施工。

孔上部风化范围内可适当加大孔径，以便浇筑混凝土锁口及护壁，挖孔时采用风钻钻孔，再装药爆破，人工清渣，电动葫芦（或卷扬机）吊运，应采用浅眼爆破法，严格控制炸药用量，每次爆破深度约 50~70cm。

孔内爆破后，应先通风排烟，经检查无毒气后，施工人员方可下井继续作业。为加快挖孔进度，主桥 1 号索塔墩 15 根桩同时开挖。

桩孔挖至设计标高以上 0.5m 后，应采用人工凿后找平，进行孔底处理至监理工程师检验认可，即可在孔内绑扎钢筋笼、经监理工程师检查签证后，即可灌注桩身混凝土。

当各桩挖孔进度不同步时，原则上已灌注混凝土的桩孔，其相邻桩孔不得再爆破。对岩面标高低于桩顶标高的桩孔，可采用钢护筒或砖砌围圈、黏土编织袋围圈等方法接高。

挖孔桩施工完毕后，采用人工开挖基坑 0.2m 至设计标高，设置截水沟及汇水井，确保承台基坑范围内无水干燥状态下进行承台施工作业。

承台顶标高在岩面标高以下部分直接利用基坑作模板，以上部分视情况可采用木模或黏土编织袋砌码。承台模具安装好后，即可绑扎钢筋（钢筋在车间弯制、焊接成形，现场绑扎），经监理工程师检查签证，方可灌注承台

混凝土。

基础混凝土采用现场混凝土工厂生产，混凝土输送泵输送至灌注地点，现场混凝土工厂配备 2 台 JS-1500 搅拌机。承台混凝土灌注时，由于混凝土数量大，另在灌注点增设两台 JS-500 搅拌机，同时搅拌灌注。施工中严格按设计要求安装制冷管，并自混凝土灌注时即通入制冷水，测量进出水流速、流量、水温，及时调整。为提高其制冷效果，制冷管内径由原设计  $\phi 25$  改为  $\phi 50$  黑钢管。

施工中应加强养护并采取措施防止温度裂纹的发生，如选用中低热矿渣水泥和优质粉煤灰及缓凝型高效泵送剂、优化混凝土配合比以提高其抗裂性、

采用蓄热保温养护措施以确保混凝土的完整和不产生裂纹。

### 1.6.2 主塔 2 号墩基础施工方案

主桥 2 号墩基础为 20 根  $\phi 2.5\text{m}$  钻孔桩，承台为  $32\text{m} \times 20\text{m}$ ，厚  $5.0\text{m}$  的钢筋混凝土承台，承台底标高  $164.5\text{m}$ ，桩底标高  $140.0\text{m}$ ，原砂卵石覆盖层顶面标高  $160.37 \sim 166.78\text{m}$ ，岩面标高约  $163.5 \sim 169.0\text{m}$ 。

由于目前墩位处筑岛采用的砂卵石对钢护筒插打、钻孔桩施工、承台基坑开挖均不利，故回填砂卵石及河床既有砂卵石应挖出换填黏土，换填范围按 2 号墩场地布置图执行，深度应尽可能挖至岩面。

换填黏土并待黏土层稳定密实后即可插打钢护筒，钢护筒内径  $\phi 2.8\text{m}$ ，壁厚  $16\text{mm}$ ，采用国-160 打桩机震打，插打深度应尽可能至岩面，如达不到此要求可考虑钻进过程中复打跟进，直至岩面。

钻孔桩采用冲击成孔，水下混凝土成桩。钻机采用  $10\text{t}$  以上的单筒快速卷扬机，正循环钻进，具体方法是将泥浆管出浆口固定在钻头上，桩顶处固定在钢丝绳上，通过泥浆泵将新鲜的泥浆不断压入孔底，从而将钻碴浮出孔顶排除，通过滤浆池清除钻碴，过滤的泥浆流入泥浆池再压入孔底，循环钻进。每 2 台钻机共用 1 套泥浆系统，10 台钻机共 5 套泥浆系统。

钻孔桩施工完成后，即可开挖承台基坑至承台底以下不小于 1.5m。基坑开挖按 1：1.25 放坡。承台施工采用无底钢套箱围堰，在承台基坑开挖完成后，拼装钢套箱，然后浇筑水下混凝土封底，待混凝土强度达到设计要求后，即可抽水施工。其余同 1 号墩。

### 1.6.3 主塔 1 号墩、2 号墩墩身施工方案

主塔墩身采用翻模施工。墩身为 12m×26m 的空心薄壁钢筋混凝土结构，墩高 32.5m。内外模板各制造 3 节，每节高 3m，外模设计为钢模，内模设计为木模（部分钢模），内外模设对拉螺栓，采用套筒螺栓，施工时利用塔吊装拆模板，实现三节模板循环交替上升。在每节模板顶部焊接安装斜三角平台，作为操作人员的工作平台，随模板一起往上翻。上节模板支撑在底节模板上，底节模板通过拉杆固定在已浇筑的墩身上。

施工塔身隔板时，在内部搭钢管支架，顶部安装分配梁，铺设隔板底模并预留洞口，作为拆除钢管支架和底模的出口。

### 1.6.4 主桥 0 号台施工方案

0 号桥台设计为 4 根  $\phi 2.5\text{m}$  挖孔桩，L 型钢筋混凝土桥台，台座厚 3.0m，桥台混凝土数量较大，其降低混凝土初期水化热的措施同 1 号墩承台。由于 0 号桥台位于长江西岸标高约 229.5m 的陡坎上，下有重钢铁路专用线、成渝铁路线及重钢主煤气管道，为确保线路、管道、行人安全，基坑开挖前在桥台前方约 7~10m 处用风钻按间距 1.5m 钻两排孔，孔径  $\phi 50$ ，孔距 1.0m，孔深 0.80m，在孔内插入  $\phi 48.5$  的钢管，并安装横、斜支撑，形成双排钢管防护网架，网架自地面起高 3.0m，总长 50m。在网架内侧铺设  $\delta=50\text{mm}$  厚木板，防止桥台施工中石块、碎碴滑落。

桥台基坑开挖按先开挖路堑，后开挖基坑及桩孔的顺序安排施工，且基坑及桩孔开挖禁止爆破作业。基坑采用人工开挖的方式挖掘，出碴从台后路堑出入，桩孔开挖同 1 号墩。钢筋制造成形、绑扎及混凝土拌制、灌注均设在现场。混凝土采用 2 台 JS-500 搅拌机拌制，混凝土输送泵输送，台座混

凝土可考虑采用滑槽输送。

台座部分利用基坑做模具，台背部分混凝土采用组合钢模板关模。

### 1.6.5 交界墩 3 号墩施工方案

3 号墩为 8 根  $\phi 2.0\text{m}$  挖孔桩，其桩基和承台施工方法同旱桥施工。

墩身为排柱式结构，高度 60m，立柱为圆端型空心截面钢筋混凝土薄壁结构，墩身采用提升模架施工。模架用万能杆件拼装，在平面上构成整体钢架，并在顶面安装防护栏杆，既作为模板提升的支撑结构，又作为施工平台。模板制造 4 节，每节高 2m，上节模板支撑在下节模板顶上，待上节模板浇筑完混凝土，达到一定的强度后，拆除下节模板，提升模架并将下节模板安装在下节模板上，四节模板交替上升，完成墩身施工。

## 1.7 施工场地布置及临时设施

由于桥址区属于平行岭谷状地貌之“谷”，丘陵与沟谷相间排布，标高 160~260m，高差 50~90m，施工场地狭窄，受汛期洪水影响较大，根据有关水文资料，1998 年汛期最高洪水位达 187.0m，因此永久性生产、生活设施应安排在最高洪水位以上，枯水期在最高洪水位以下可考虑安排临时生产、生活设施，汛期拆除。

### 1.7.1 生产、生活区布置

西岸：生活住房和办公主要以重钢运输部办公楼为主，另外租用部分马桑溪街民房和搭设简易工棚作为住房、库房、车间；实验设在江边距 1 号墩约 300m、标高在最高洪水位以上的场地，并砌筑砖房，面积约  $80\text{m}^2$ ；在墩位附近塔吊起吊范围内搭设一大型施工平台，平台顶面标高应高出最高洪水位，作为钢筋加工、模板整修、材料倒运、洪水期通道等场地。平台基础采用  $500\text{mm} \times 500\text{mm}$  的钢筋混凝土墩柱，上设工钢分配梁，铺设钢轨及钢板，平台面积约  $300\text{m}^2$ ；平台上游侧修建一座施工栈桥，洪水期作为上下班及小型材料工具倒运的通道。栈桥前端与桥墩相连，桥长约 40m，布设两

跨，基础采用钢筋混凝土与型钢组合框架墩，墩顶标高应高出最高洪水

位，梁部采用钢结构三角桁架，桥面宽 2.5m，设人行栏杆高 1.5m。

东岸：生活住房、生产车间（车、钳、铆、焊、电）和办公、库房及混凝土工厂等生产设施布置在引桥 6~9 号墩下游侧地势较高处，开工前期枯水季节在 2 号墩下游侧搭设临时工棚，设临时混凝土工厂，以保证 2 号主墩及引桥部分墩尽快开工投入使用，汛期拆除。引桥 6~9 号墩永久生产设施也应尽快完善。为保证主塔墩汛期连续施工，由主塔墩至引桥 5 号墩建一施工栈桥，桥全长 270m，作为汛期施工、材料、人员进场通道。栈桥墩身、梁部均采用万能杆件拼装结构，桥面宽 6.0m，设人行栏杆高 1.5m。

### 1.7.2 施工便道及材料机具进场渠道

西岸：材料机具装卸码头汛期设在墩位附近，枯水期设在墩位上游约 200m 的河湾处，该处河床较底，施工水位 168.2 时水深达 5~7m，无孤石阻道。码头用块石砌筑，由码头开凿出一条施工便道至墩位处，施工便道宽 3.5m，枯水期材料机具水运至装卸码头，吊机卸货，汽车运输至墩位。汛期材料机具直接水运至墩位附近，墩旁塔吊卸货至施工平台。

0 号台进场道路于 K9+130 处直接修筑一条便道至台后，已由建设单位外包。

东岸：利用建设单位提供的施工便道进入施工红线内及河漫滩，并及早打通 K10+200 至 K10+700 的线内通道。材料、设备直接汽车运至工点，汛期 2 号、3 号墩通过栈桥用轨道平车运至墩位。

### 1.7.3 生产、生活供电及供水

生产、生活供电东西岸由建设单位各安装一台 630kVA 的变压器，提供电源，

目前该项工作已经完成。为防止停电影响，西岸自备 250kW 柴油发电机一台，东岸自备 400kW 柴油发电机一台及 200kW 柴油发电机 3 台。

西岸生活供水利用马桑溪街和重钢自来水或打井取水，主桥生产用水由江中抽取，西桥台生产用水利用重钢水源安装水管引至台位。东岸打井取水。

### 1.7.4 混凝土工厂及混凝土输送

西岸：水上混凝土工厂采用两艘 400t 铁驳通过万能杆件横联组成一体。铁驳全长 40.3m，宽 8.0m，两铁驳净距 8.0m，总体面积  $24.0\text{m} \times 40.3\text{m}$ ，有效使用面积  $24.0\text{m} \times 30.0\text{m}$ 。配备 2 台 JS-1500 拌合机、1 台  $60\text{m}^3/\text{h}$  混凝土高压输送泵及磅秤等混凝土拌制计量设备，储存水泥约 100t、碎石约  $220\text{m}^3$ 、砂约  $200\text{m}^3$ 、粉煤灰及附加剂。混凝土原材料水运至混凝土工厂，人工卸料，灌注混凝土时组织 6~10 台铁驳运送。

水上混凝土工厂枯水期设在墩位上游约 200m 的河湾处，与装卸码头相邻，

锚绳可利用江中孤石埋锚锚锭和在岸边埋地锚锚锭。汛期可拖运至墩位下游抛锚和地锚锚锭。

东岸：枯水期在 2 号墩下游设  $35\text{m}^3/\text{h}$  混凝土拌合站，在 6 号墩设  $50\text{m}^3/\text{h}$  混凝土拌合站，两台  $60\text{m}^3/\text{h}$  混凝土输送泵输送。汛期用引桥 6~9 号墩永久混凝土工厂，混凝土通过栈桥上输送泵至灌注墩位。

### 1.8 安全、质量及工期保证措施

本承建工程任务重，工期紧，场地狭窄，施工条件差，每一环节的差错，将对全桥总工期造成影响，为此，东西岸分别成立安全、质量领导小组

组，负责本桥安全、质量工作。领导小组人员如下：

西岸

东岸

组长：

组长：

副组长：王

副组长：

组员：5 人（安质部、工程部、物机部）      组员：5 人（质检室、工程室、安全室、机料室）

为了确保安全、优质，如期完成承建工程的施工任务，拟定如下措施：

#### 1.8.1 安全保证措施



项目经理部职工、协力队及民工，进入工地前应组织安全、技术培训，以提高技术人员、管理人员、操作人员的质量、安全意识，牢固树立“安全第一，预防为主”的思想，并对关键工种严格持证上岗制度。

经理部各作业班组、协力队应针对各工种编制安全操作规程，挂牌施工，并坚持每周两小时的安全学习，学习分为上大课、专业课、班组讨论三种形式，经理部领导应深入班组检查。

在编制生产、技术、财务计划的同时，必须编制安全措施计划，根据工项制定相应的安全措施，其所需的设备、材料，应列入物资供应计划。

经理部建立安全质量监察部，下属单位设置相应的安全质量监察员，脱产专职人员进行安全质量监察工作，并给予专职安质人员相应的权利和一定的待遇。

经理部领导应亲自不定期查纪律、查隐患、查措施，狠抓事故苗头不放，抓措施、抓落实，解决实际问题。

### 1.8.2 质量保证措施

每重要工项开工前，项目经理部先要制订相应的施工工艺，根据施工中出现的问题必要时经理部还要编制“补充工艺”和“补充细则”。

每分项工程开工前应由该分项技术负责人对操作人员进行技术交底，重要分项由经理部派员进行技术交底，并组织安全、质量技术研讨会制定保证措施。

严格执行三检制及监理工程师检查制度，建立工艺流程卡，开展全面质量管理活动，行使质量否决权。

实行责任承包制，单项承包与质量挂钩，对施工中质量特别好的工项，除给予施工班组奖励外，还要作为样板工程组织各班组有关人员参观，在经理部形成一个赶超样板工程的局面。

建立 QC 小组，对技术质量难关进行 QC 课题研究，使其质量事故的机率降低到最低限度。

建立健全质量保证体系和质量信息反馈体系。

### 1.8.3 工期保证措施

严把安全质量关，杜绝安全、质量事故的发生，避免由此造成的工期损失。

对控制工程除组织强有力的管理班子以及足够的劳动力和机具设备外，实行目标工期奖。

绘制网络图，利用网络编制计划控制工期，指导各工序施工，督促各班组将已拖后的项目采取措施，设法赶上，确保全桥总体工期的实现。

组织技术人员深入现场，摸索经验，吸取合理化建议，从技术上优化施工方法，以加快施工进度。

根据经理部总体施工进度安排及月、季施工作业计划，编制材料供应计划，落实料源能力及进场运输能力，确保物资材料的供应。

文明施工，落实工完料尽场地清，保持施工场地整洁。

## 1.9 机构说明

本桥由重庆市渝通公路工程总公司和铁道部大桥局五桥处联合施工，总体上组成联合项目经理部，具体机构如下：

西岸项目经理部：

副经理：

工委书记：

总工程师：

项目经理部下设四部一室

副总工程师：

工程部：部长——

副部长——

测量组长——

实验室主任——

技术人员——2 人

测量工——2 人

实验工——2 人

调度员——	
安质部：部长——	副部长——
质量监督室	质检员——1 人
安全监督室	安全员——1 人
资料室	资料员——1 人
计财部：部长——	
计划统计室	计统员——1 人
财务室	会计员——1 人
	出纳员——1 人
验工计价室	定额员——1 人
物机部：部长——	
材料室	材料计划员——3 人
机械室	机管员——1 人
办公室：主任——	
人事档案室	1 人
宣传教育室	1 人
秘书室	1 人
小车司机	1 人
生产作业队	
队长——	20 人
运输作业队	
队长——	5 人
机电作业队	
队长——	8 人
水上作业队	
队长——	30 人

东岸项目经理部

项目经理：

副经理：

副总工程师：

项目经理部下设

工程室：主任——

副主任——

技术人员——2 人

测量组长——

测量工 ——2 人

实验室主任——

实验工 ——3 人

质检室：

主任——

质检员——2 人

财务室：

主任——

会计——1 人

出纳——1 人

机料室：

主任——

材料员——3 人

设备管理员——3 人

办公室：

主任——

档案员——1 人

宣传员——1 人

安全室：

主任——

安全监察员——3 人

桥梁施工一队

队长——

施工员——8 人

桥梁施工二队

队长——

施工员——4 人

路基施工队

队长——

施工员——2 人

操作员——10 人

机电施工队

队长——

机电工——12 人

汽车运输队

队长——

驾驶员——10 人

项目经理部采用动态管理，常设人员约 70~80 人，主要为技术、管理人员，根据工程需要临时招聘工人，应聘工人相对固定，并对其进行相应的培训，持证上岗。

## 第2章 马桑溪大桥正桥2号墩下部结构 施工组织设计和施工工艺

### 2.1 马桑溪大桥正桥2号墩下塔柱及横梁施工组织设计和施工工艺

#### 2.1.1 概述

2号墩主塔为倒Y形，下塔柱由标高202.00~290.89m，高度28.89m。构造为变截面空心墩，截面为矩形，下端平面尺寸10m×7.97m，上端平面尺寸为5.723m×6.4m，顺桥向侧塔柱坡度比为16.05:1，横桥向两侧坡度比1:3.4008，从下至上向外斜设置，壁厚为1.0m及1.5m，内侧空心部分设置导角0.2m×0.2m，横梁由标高228.14~233.64m，高度为5.5m，

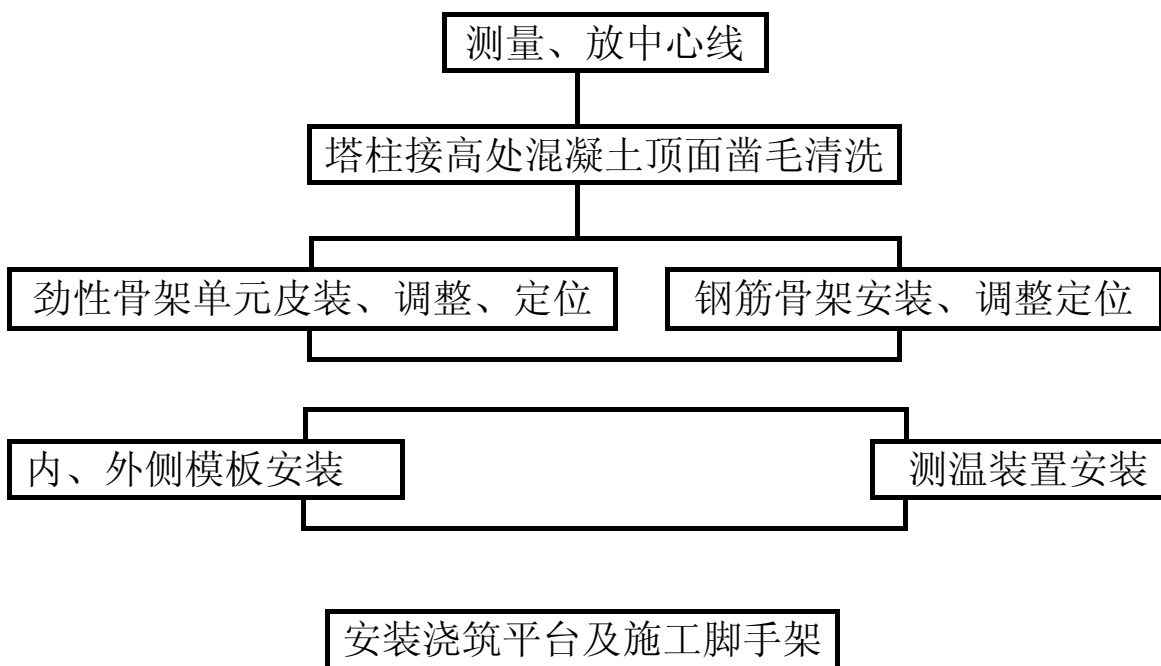
主要材料数量：

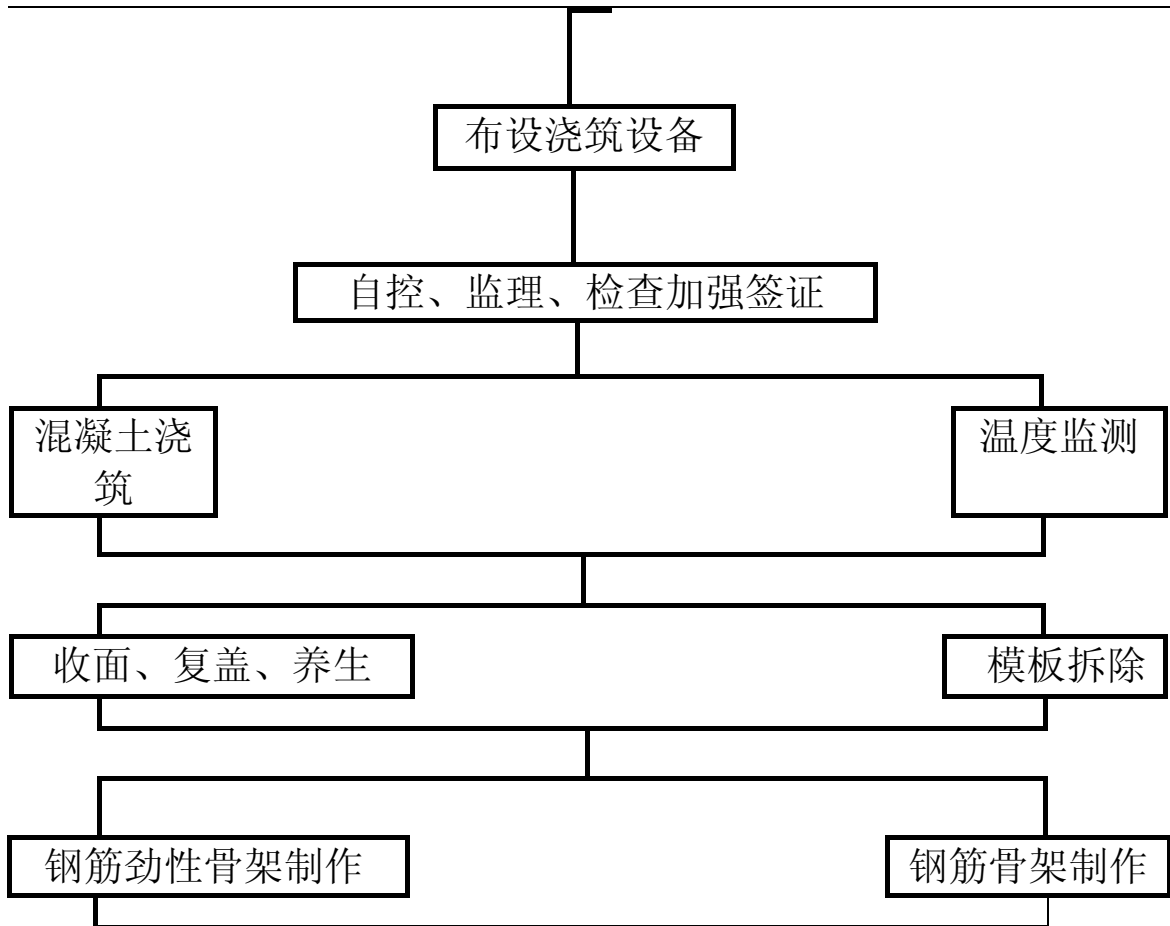
下塔柱：C40混凝土1695.08 m<sup>3</sup>，钢筋129.4t。

横梁：C40混凝土1321.60 m<sup>3</sup>，钢筋75.49t。

#### 2.1.2 工艺流程

下塔柱属于高耸结构无法一次浇筑到位，只能采用分节的浇筑方法，下塔柱段共分为8节，中间6节3.992m标准段，顶节2.75m与横梁共同浇筑。





有关施工图参见第 4 章附图。

## 2.2 马桑溪大桥正桥 2 号墩中塔柱施工组织设计和施工工艺

### 2.2.1 概述

中塔柱为空心箱形截面钢筋混凝土结构，总高度 48.130m，塔柱两肢内倾斜度 1：3.214。塔柱每肢断面横桥向宽 5.5m，纵桥向宽 6.4m，截面面积为 23.38m<sup>2</sup>，混凝土强度等级采用 C50，混凝土数量为 2057.89m<sup>3</sup>。

塔柱内设人梯平台，电气照明线路开关、通气孔、避雷针引线等。

中塔柱施工主要采用斜爬模施工，为保证两斜塔柱的施工斜度，在两斜柱间横梁上拼装万能杆件平衡支架，两个斜柱对称分段施工，施工后的塔柱节段由支架支撑，以保证斜塔柱受力与误差要求。

中塔柱最初节段 5.250m，为爬模起步段，采用支架法现浇施工，以后节段按 4.640m 逐段施工，直至接近合拢段位置（最后剩余 1.12m 与合拢段一起施工），两肢塔柱应按分段交错浇筑上升，斜爬升架施工技术的工作原

理,是采用爬架与劲性骨架或模板彼此之间互为支承结构,彼此交错固定后,作为支承结构,再相互提升,定位等作业,形成塔柱施工节段施工工序循环。

为方便施工人员上下高塔,在墩中心安装一台升降电梯。

### 2.2.2 中塔柱施工工艺流程

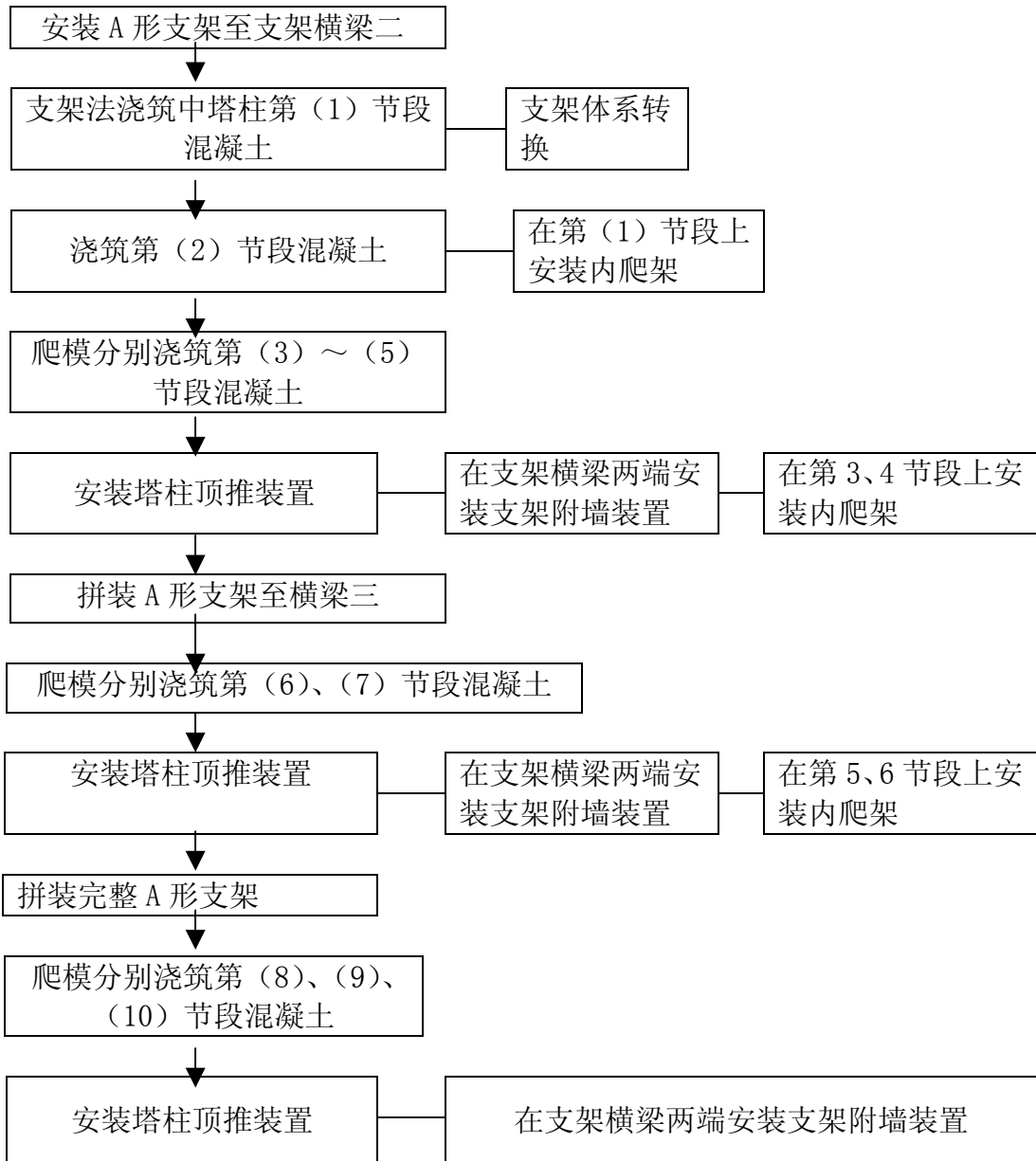


图 2-1 中塔柱施工工艺流程

### 2.2.3 中塔柱第 (1) 节段施工

中塔柱第 (1) 节段长 5.250m, 为一不规则结构, 其塔柱内箱空为一变截面箱室, 在塔柱根部俯面, 主塔横梁顶有一进入洞, 第 (1) 节段采用支架现浇法施工, 内模用钢、木模板, 外模东西侧及仰面采用爬模模板, 俯面采用新制钢模和爬模模板。俯面模板支撑在临时支架上, 其余三个面采用平



台及内模采用钢管支架做脚手架。

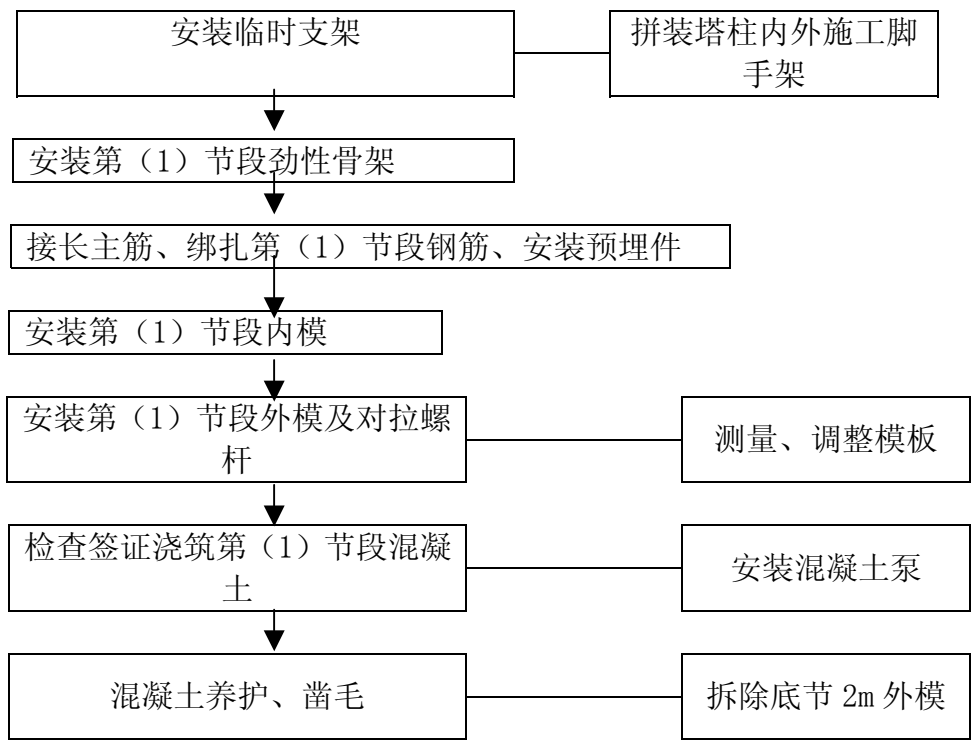


图 2-2 第（1）节段浇筑施工工序

施工注意事项：

严格按设计图组拼模板，拉杆孔位置要准确，确保拉杆孔位置与爬架附墙框拉杆位置一致。

俯面模板应与临时支架撑牢，仰侧内模拉杆应与劲性骨架连接，确保混凝土侧压力传递至劲性骨架上。

劲性骨架要焊接牢靠，且在第（1）节段混凝土顶面要与临时支架支撑，确保劲性骨架起到传力作用。

拆模时，外模应保留最上面一块模板。

每浇筑一节段混凝土之前应测接地电阻，且电阻不应大于  $4\Omega$ 。

认真检查预埋件，不得遗漏。

2.2.4 中塔柱第（2）节段施工

中塔柱第（2）节段长 4.64m，其截面为等箱形截面。本节段利用 A 形支架、外爬架和在第（1）节段塔柱内施工脚手上加拼脚手进行施工，此段

外模采用爬模模板，内模采用钢模。该节段施工工序如下：

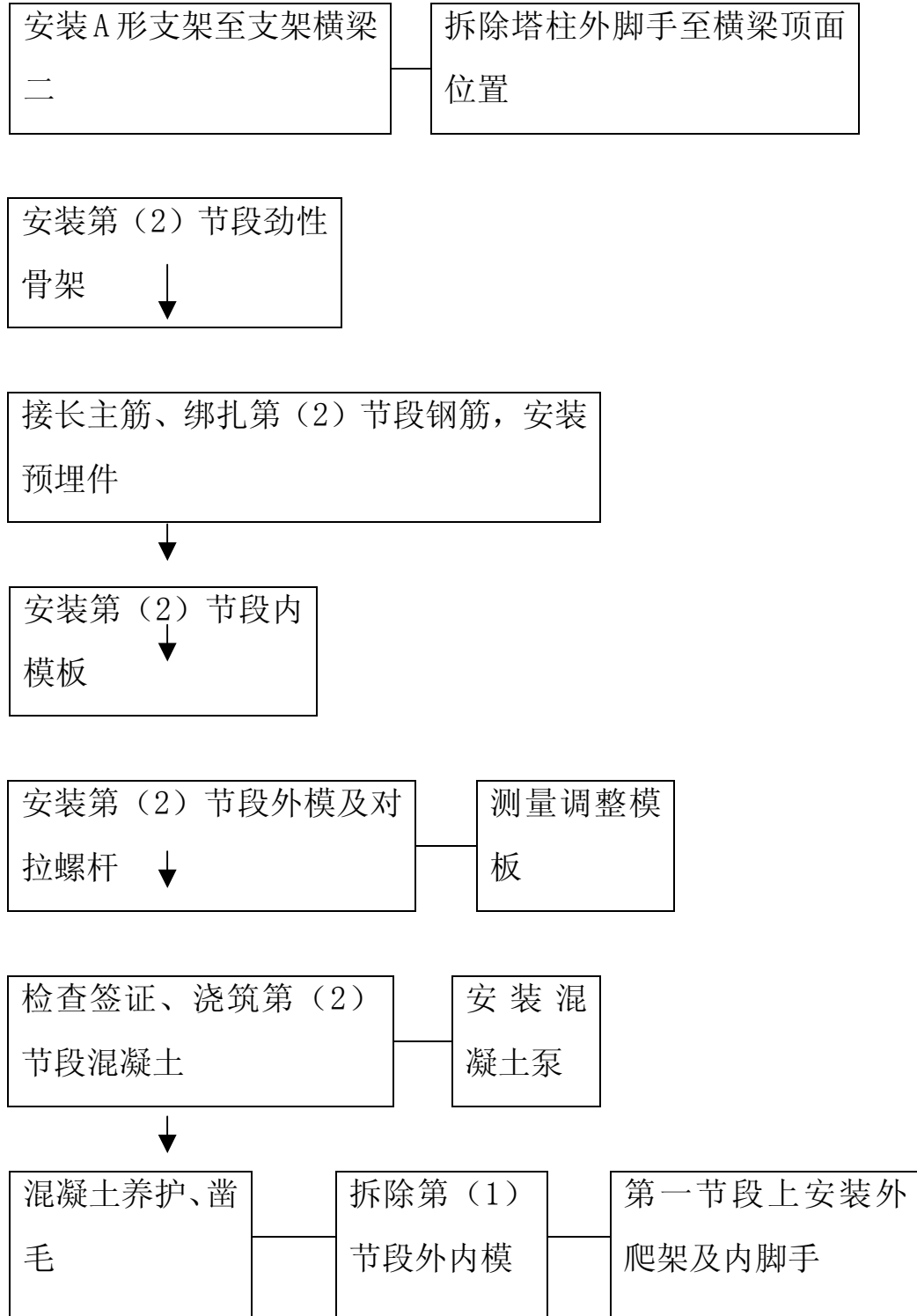


图 2-3 第（3）节段施工工序

### 2.2.5 中塔柱第（3）～（10）节段施工

第（3）～（10）节段完全采用爬架重复循环施工、施工工序如下：

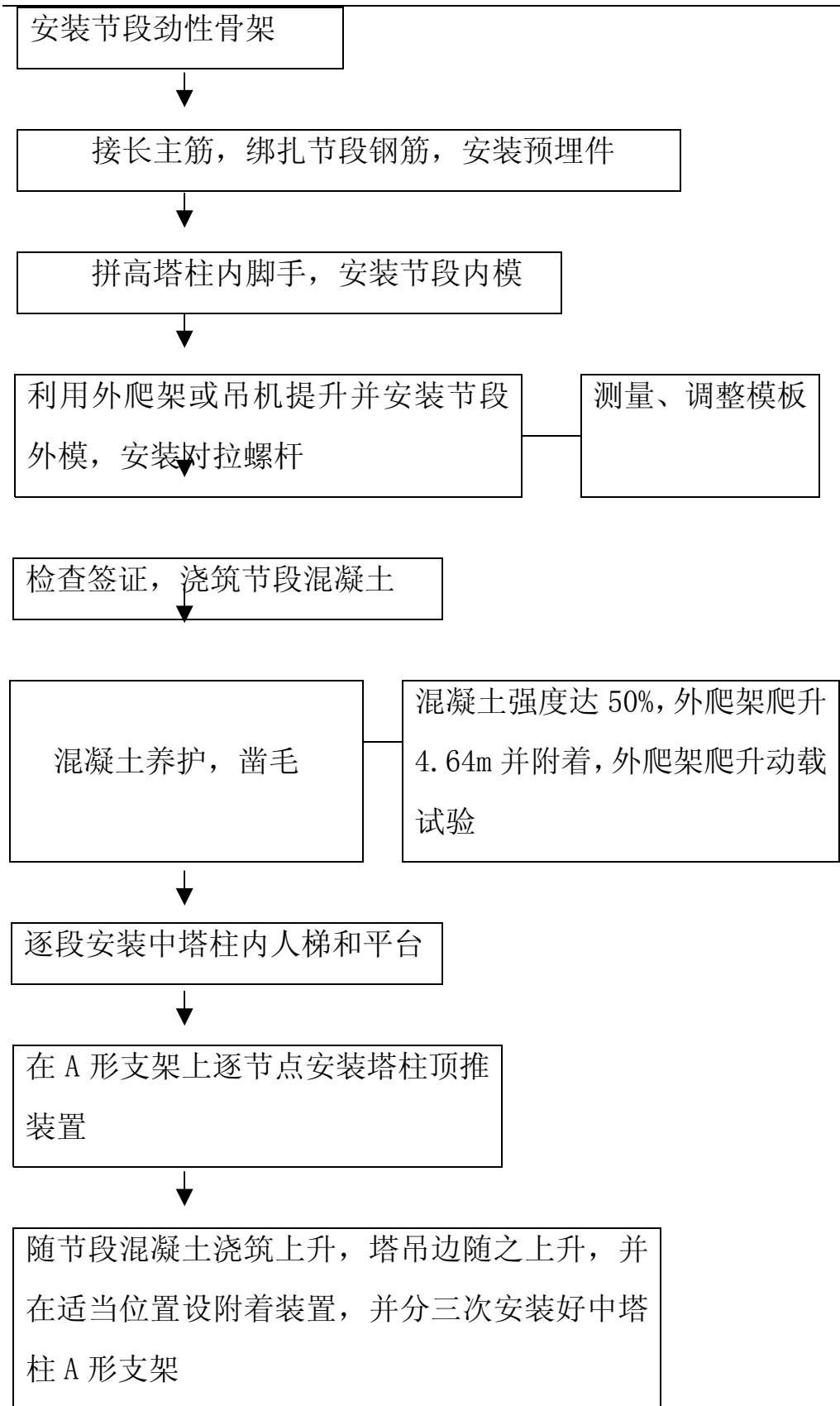


图 2-4 第（3）～（10）节段施工工序

### 2.2.6 中塔柱内侧支架（A 形支架）安装

由于中塔柱施工期间属于悬臂体系，为克服施工时塔柱的变形，在两塔柱间设置 A 形支架以保证塔柱的倾斜度和位置，具体见《中塔柱平衡支架施工图》。

A 形支架安装分三次进行：①拼装 A 形支架至横梁二；②拼装 A 形支架至横梁三；③拼装完整个 A 形支架。

由于中塔柱倾斜，因此为克服施工中的水平力，在 A 形支架节点上设置顶推装置，具体见《中塔柱平衡支架施工图》。顶推装置在塔柱节段浇筑、模板提升后，立即在支架节点位置设置，顶推装置从中塔柱第 2 节段开始设置。

由于支架拼装超前于中塔柱施工，电梯附着在 A 形支架上，为保证 A 形支架在施工过程中的稳定，需在横梁二、三、四处安装三道附墙，附墙安装后支架与塔柱形成一整体，增加支架的整体稳定性。

A 形支架既是中塔柱施工的支架和脚手，又是电梯的固定设施，因此在拼装时应严格按照设计要求施工，做到螺栓上满拧紧，以满足其受力要求。

爬架安装和试验：

为了保证爬架在施工过程中的安全，根据人群荷载及临时荷载的总和在第二节段位置做静载试验，试验荷载为  $500\text{kg}/\text{m}^2$ ，分为两层布置。

劲性骨架的安装：劲性骨架的制造和安装见“马桑溪大桥正桥 2 号墩下塔柱及横梁施工工艺”。

钢筋及预埋件安装：中塔柱钢筋构造见设计院《索塔中塔柱钢筋构造图》“110~115”，钢筋安装精度要求及施工质量要求参照《正桥 2 号墩下塔柱及横梁施工工艺》。

中塔柱施工预埋件：人梯、平台均附在塔柱空腹内侧，要求人梯、平台在节段混凝土浇筑时先埋预埋件（参见《索塔人行爬梯构造图》“165~169”），并逐节段安装人梯平台。

安装照明电器预埋件、电缆预埋管。

安装塔柱应力测试预埋件及温度测试预埋件。

各预埋件严格按图要求预埋，不得遗漏，塔柱表面预埋件应与模板密贴。

### 2.2.7 内、外模板安装

内模板安装：中塔柱内模板除第（1）节段 5.25m 高变截面模板采用钢、木模板外，其他均采用钢模板。

内模安装时，采用钢管架作为工作平台，内模提升采用塔吊提升，内模安装时与外模采用对拉螺杆连接，仰侧内模拉杆应与劲性骨架焊接确保混凝土侧压力传递至劲性骨架上。

外模安装：外模采用自制爬模施工，外模与内模采用对拉螺杆连接。

为确保塔柱表面美观，中塔柱内、外模一律采用 H 型螺母固定模板，该 H 型螺母部分还将作为爬升架附墙使用，因此 H 型螺母位置应准确，安装质量可靠，对拉拉杆螺纹拧入 H 型螺母不小于 3cm，安装时应在螺纹上划标志线复核检查，特别是对于作为爬架附墙的 H 型螺母逐个检查，使其安装符合要求。

为确保塔柱表面美观，内、外模板均涂清漆一层，每次浇筑前应涂脱模剂。

H 型螺母为倒用件，爬架底没有修饰脚手架，每次爬升前应将 H 型螺母拆除，并用砂浆装饰混凝土表面，砂浆颜色应与塔柱混凝土表面颜色一致。

模板在使用过程中发现变形或破损时应立即矫正或修补，确认无法再用的，应重新加工更换。

模板安装质量要求：参照《2 号墩下塔柱和横梁施工工艺》。

### 2.2.8 节段混凝土浇筑及养护

混凝土设计强度为 C50，其技术指标按下塔柱施工配合比并考虑气温、泵送高度等要求进行实施，现场实验室应在下塔柱混凝土施工配合比的基础上配制适合中塔柱施工的混凝土。

每节段塔柱混凝土浇筑采用泵管输送，每侧塔柱在劲性骨架上搭设平

台。混凝土按每层厚度 30cm 分层浇筑布料，混凝土振捣采用插入式高频振捣棒振捣密实，其振捣要求同《正桥 2 号墩下塔柱和横梁施工工艺》。根据施工情况，中塔柱混凝土浇筑应考虑接力泵输送混凝土。

为确保新浇混凝土与已浇节段混凝土表面接缝良好，浇筑前混凝土表面应用水冲洗干净。

每次混凝土浇筑完毕，强度达到 2.5MPa 后，混凝土表面应凿毛并清除干净，根据气温变化采用浇水养护。

混凝土强度达到 50%可以拆除模板，为使分节段浇筑的混凝土接缝良好，外模每次均保留顶层模板不拆除，下层模板拆除并倒用。

爬架附着段混凝土强度应达到设计强度的 80%。

水、电管路应随塔柱升高而接长，并根据实际情况安装接力泵。

混凝土按《泵送工艺》进行施工。

塔柱施工质量要求：

断面尺寸	20mm
轴线偏位	10mm
塔身倾斜率	$H/1500$

2.2.9 安全注意事项

塔吊升高应不超过其允许自由高度，否则应加附壁结构，塔吊作业应严格按吊重曲线作业，严禁违章操作。

塔吊附壁结构安装完毕，应立即进行检查。

爬架是中塔柱施工期间的主要脚手架，一定要确保安全，附墙螺栓，保险钢丝绳一定要按要求安装检查，经常检查爬升架各层平台是否牢靠，若有问题及时修补，架体之间的空隙应挂设安全网。

爬架与作为脚手架的构架以及施工电梯之间应设置可靠的安全通道、脚手架、栏杆齐全。

高空作业期间，施工人员应配带安全带。

泵管路应安装牢固，利用夹箍与构架联结。

夜间作业应有良好的照明。

5 级以上大风停止作业并采取防范措施。

本工艺未尽事宜，按相关《规范》执行。

## 2.3 马桑溪大桥正桥 2 号墩上塔柱施工组织设计和施工工艺

### 2.3.1 概述

主塔上塔柱（ $\nabla 292.95 \sim \nabla 328.51$ ）为空心箱形截面预应力钢筋混凝土结构，总高度为 35.76m。横桥向宽度 4.5m，纵桥向宽度 6.4m，截面面积为 28.8m<sup>2</sup>，混凝土强度等级 C50，混凝土数量为 605.49m<sup>3</sup>。

塔柱内设人梯、平台，电气照明线路开关，通气孔、避雷针引线等，还有劲性骨架、塔吊附着、施工电梯附着、索导管、A、B 型包裹钢板，斜拉索张拉、浇筑顶板等预埋件。

塔柱截面周边设环向预应力高强度钢丝，共 624 组，每组钢丝为 24  $\phi 5$ ，成孔波纹管  $\phi 50$ ，采用 OVM 预应力体系。

上塔柱采用爬模逐节施工，每节 4.64m，分 8 次浇筑，最后一节 3.28m 封顶。内外采用钢模，塔柱外侧顺桥向中心位置安一台电梯。

钢筋、模板、劲性骨架等项常规施工按“下塔柱及横梁施工工艺”要求执行。

爬模由翻模及附墙爬架、套筒拉杆等项组成。附墙爬架作为上塔柱的施工平台附着在混凝土上，四面设置，共约 10t，爬架高度 16m，每层作业面铺金属网片脚手板，作业面之间均安装上人梯，梯上、下端应与架体焊牢。

爬架制造时，各杆件之间均为双面连续焊缝，且焊缝长度不得小于杆件间接触长度。

爬架安装：首先应在上塔柱第一节段混凝土处预埋拉杆螺栓，根据两侧两种不同的爬架尺寸，预埋不同的螺栓数，爬架安装时，上端应及时拉设缆风与上塔柱劲性骨架相连，确保架体的安全与稳定。

爬架爬升时混凝土强度必须达到 50%，上一节模板不得松动，爬升原则是倒一次模板，爬一次架体，浇筑一次混凝土，循环进行直至塔顶。

爬架爬升可用塔吊来实施，爬架安装完毕，应按规定要求进行静载试验和爬升安装试验，试验荷载为  $500\text{kg}/\text{m}^2$ ，分两层布置，以确保平台安全稳定。

### 2.3.2 预应力束及锚具安装

上塔柱共设预应力孔道 624 束，采用  $\phi 50$  波纹管，波纹管的长度应按孔道的计算长度备料，每根波纹管在使用前仔细检查，确保无破损，合乎要求。

波纹管安装要保证顺直，曲线孔道要保证设计要求，并用定位网片固定牢靠。在混凝土浇筑过程中无任何松动，确保孔道的设计位置，伸入扩孔部份的波纹管应与孔道轴线一致。两端锚垫板安放应与孔道轴线垂直，孔口位置偏差不大于 2mm。波纹管安装时，其接头处应用大一号同型波纹管（约 30cm 长）连接，并用黑胶布密封好，以防漏浆。波纹管与锚垫板结合处应密封死。

波纹管采用  $\phi 12$  钢筋网片定位，网片间距约 100cm，并与主塔的钢筋焊接，钢筋定位网应使波纹管上、下、左、右均不能移动，要求任何方向的偏差不得大于 4mm，定位网孔应大于波纹管直径 2~3cm。

### 2.3.3 预应力张拉、压浆、封端

上塔柱设环向预应力，采用 24  $\phi 5$  低松驰高强度钢丝，公称抗拉强度 1600MPa。DM5A-24 墩头锚具，用于张拉端，DM5B-24 墩头锚板，用于固定端。张拉采用 YCW150 型千斤顶。预应力束单端张拉，另端固定。张拉控制应力 1200MPa。张拉顺序分两侧对称张拉，张拉完成后进行孔道压浆、封端。

钢丝下料应在专用平台上进行，根据图纸及墩头长度及锚具的尺寸计算出所需钢丝的长度。两端墩出的头应饱满、圆滑，不得有半边头、破头出现。为了保证每根钢丝受力均匀，每根钢丝下料长度误差不超过 2mm。高强钢丝下料后，应梳整编束，每隔 1~1.5m 用钢丝绑扎，钢束应顺直不得扭转，编类后分类编号存放。张拉端部应扩孔，扩孔直径  $\phi 80$ ，深度 15cm。锚杯伸



入扩孔内的长度为张拉伸长值 $\Delta L+5\text{mm}$ 。为了预防浇筑混凝土过程中波纹管破裂，造成预应力孔道堵塞，预应力束穿放应选在浇筑混凝土之前进行，在浇筑混凝土过程中，每道预应力束、每隔一定时间要来回抽动，待混凝土初凝之后停止。

预应力的张拉设备如油泵、压力表、张拉千斤顶、墩头器、油管路及其阀门等，必须经过检查，标定后才能正常使用，压力表应选用防振型，表内最大读数应力为张拉力的 1.5~2 倍。

锚具按规定检验合格，钢丝工地复检合格。

对操作人员进行技术交底，使每个操作人员都明白操作程序，注意事项。

### 1. 张拉操作方法

初始应力张拉：单端起顶，使钢丝束略为拉紧，调整锚具和千斤顶位置使孔道轴线和千斤顶轴线三者是一条直线上，同时调整钢丝的拉紧程度，使钢丝受力均匀。随后将千斤顶加载至钢丝控制应力  $\sigma_k$  的 15%左右的初始应力阶段，并划线作标记，记录伸长值和滑丝情况。

张拉应力与伸长量双控。单端逐级加载至  $\sigma_k$  至 105  $\sigma_k\%$ ，量伸长量，持荷 10min 至  $\sigma_k$ ，测量伸长量，并观测钢丝的滑丝情况，然后锁定、松顶、油压回零，测量回缩量。

每束钢丝的断丝、滑丝不得超过一丝，每个截面断丝之和不超过该截面钢丝的 1%。

### 2. 孔道压浆及封端

张拉锚固后应及时压浆，一般应在 48h 内完成。

压浆前应办理有关签证手续。

压浆时发现串孔现象应同时一并压浆。

压浆用普通 42.5 级水泥，水灰比不得大于 0.45，强度不得低于设计要求。

孔道压浆前应将锚板与锚具间的缝隙密实，防止孔道压浆时冒浆。

采用一次性压浆工艺，灰浆泵输送浆压力，以保证压入水泥浆饱满，密实为准。另一端压出浓浆持压 2min，水泥浆初凝后，方可拆除压浆阀。

压浆时，请注意出浆情况，务必采取措施，不得污染塔面。

压完浆后即进行封端处理，封端混凝土强度不得低于结构物的设计强度。

#### 2.3.4 混凝土浇筑及养护

上塔柱分段进行施工，全部采用爬模。

(1) 混凝土设计强度为 C50，42.5 级普通硅酸盐水泥，32.5mm 连续级配碎石，简阳中砂，坍落度 15~18cm，初凝时间为 12~15h。

(2) 混凝土浇筑采用接力泵送，混凝土由全自动混凝土搅拌站生产和供应，混凝土质量必须严格按泵送混凝土的要求执行。

(3) 浇筑混凝土前，应对节段内塔柱钢筋、模板、预应力体系、斜拉索体系、预埋件及脚手架进行一次彻底检查，逐一落实好其他各项工作，办理好各项签证手续，方可开始浇筑。

(4) 节段混凝土采取水平分层，连续浇筑，一次完成。分层厚度 30cm，采用插入式振捣棒振捣密实。

(5) 为确保新、旧混凝土接缝良好，旧混凝土表面应进行凿毛并用水清洗干净。

(6) 预应力束波纹管布设区混凝土振捣要特别小心，防止碰伤波纹管，造成管内漏浆堵塞。

(7) 混凝土浇筑过程中，应有专人负责预应力孔道检查，可用水冲或来回抽动钢丝束的办法，防止波纹管漏浆堵塞。

(8) 每次节段混凝土浇筑完毕后，表面应进行抹面收浆，待初凝后用 2 层麻袋覆盖，保湿、养生。

(9) 当混凝土强度达到 2.5MPa 以上时，进行混凝土顶面凿毛，强度达到 50%时，拆除侧模，混凝土强度达到 80%时，方可进行预应力束张拉。

(10) 为了保证张拉时混凝土强度的准确性，每次混凝土除留足混凝土试件外，还必须多制作 2 组试件，作为张拉之前测定数据件，并做好记录，留足资料。

### 2.3.5 斜拉索导管的制作与安装

(1) 索导管是斜拉索体系中的重要组成部分，起制孔及导向作用。根据每根索不同的根数，选择不同直径的索导管。制作时，保证锚板中心与索导管轴线在一条直线上，并使锚板与索导管垂直。

(2) 索导管在安装时必须保证其位置的准确性，根据图纸及技术部门提供的安装大样图，控制各点坐标误差在 1cm 范围之内。

(3) 为了保证索导管安装时的牢固及准确性，避免在浇筑混凝土过程中松动、移位，造成无可挽回的后果。在索导管的上、中、下位置，使用三道胎具与劲性骨架相连。

(4) 索导管经反复检查无误后，加固。下口与模板接触处密封，钢筋恢复、加强。

(5) A、B 钢板既是锯齿成形板，又是内侧锯齿模板，为保证 A、B 钢板的位置，内侧加焊 8 根  $\phi 12$  钢筋。安装时，须保证 A 型板与索导管垂直，B 型板与索导管平行。

(6) 测量在同一时间段进行。

### 2.3.6 安全注意事项

(1) 塔柱施工中，应仔细检查内外施工脚手架，铺好脚手板，安装防护栏，挂好安全网，脚手板捆绑要牢靠，不得有空头板。

(2) 附着支架与塔体连接的套筒螺栓一定要上紧、上满。上面不得堆放钢筋、氧气瓶、大型机械等。

(3) 所有的作业人员必须按照作业的有关要求，戴好安全帽，系好安全带。

(4) 预应力张拉过程中，千斤顶后不得站人，高压管接头处加防护罩，

以防意外，压浆人员应戴好防护镜，以免水泥浆喷出伤人。

(5) 上塔柱施工前要作好技术交底，施工中认真作施工记录。

(6) 本工艺未及事宜按“下塔柱及横梁施工工艺”及 JTJ 041-1989 规范执行。

## 第3章 上部马桑溪长江大桥结构 施工组织设计

### 3.1 概述

#### 3.1.1 编制依据

重庆市马桑溪长江大桥施工图设计文件。

上界高速公路马桑溪长江大桥合同文件。

公路桥涵施工技术规范 TJT 041—1989。

上桥至界石工程项目技术规范（第 II 卷）。

工程工期自一九九八年十月二十七日下达开工令之日起 36 个月。

#### 3.1.2 工程概况

国道主干线重庆~湛江公路（重庆境）上桥至界石段工程项目 C 合同段全长 1540.5m，起点桩号为 K9+159.05，止点桩号为 K10+700，其中 K9+159.5~K9+393.488（长 233.988m）为道路，K9+393.488~K10+119.648（长 726.16m）为正桥，K10+119.648~K10+497.718（长 378.07m）为引桥，K10+497.718~K10+700（长 202.282m）亦为道路。正桥为 179m+360m+179m 三跨双塔空间索面漂浮体系斜拉桥，桥面宽 30.6m。引桥为 9×40m 预应力混凝土简支 T 型梁桥，桥面宽 28.6m。

上部结构主梁采用预应力混凝土分离式三角箱形断面，梁中心高度 3.0m。主梁标准块件每 6m 为一节段，重约 300t。根据活载挠度、拉索徐舒、混凝土收缩徐变因素，在主桥边跨和中跨分别设置二个二次抛物线预拱度，其值分别为 50cm 和 100cm。主梁从索塔处开始分块，0 号块长 10m，中跨 1~29 号、边跨 1'~28' 号（1''~28'' 号）块为长 6m 的块件，边跨 29' 号（29'' 号）块长 10.76m（11.24m），跨中合拢段 30 号块件长 2.0m。

全桥主梁 0 号块 2 个，C50 混凝土  $319.20 \times 2 = 638.4\text{m}^3$ ；主梁 1、1' 号（1'' 号）块各 2 个，C50 混凝土  $132.64 \times 4 = 530.56\text{m}^3$ ；主梁标准块件 2~29 号、2'~28' 号（2''~28'' 号）块共 110 个，C50 号  $107.85 \times 110 = 11863.5\text{m}^3$ ；主梁 29' 号（29'' 号）块各 1 个，C50 混凝土分别为  $826.14\text{m}^3$ （ $757.31\text{m}^3$ ）；

主梁合拢段(30 号块)1 个, C50 混凝土  $32.0\text{m}^3$ ; 共计混凝土数量  $14647.91\text{m}^3$ 。

主梁钢筋规格为:  $\phi 32$ 、 $\phi 28$ 、 $\phi 25$ 、 $\phi 22$ 、 $\phi 20$ 、 $\phi 16$ 、 $\phi 14$ 、 $\phi 12$ 。  
全桥主梁钢筋总计  $1960.4\text{t}$ 。

主梁预应力布置为: 横隔板采用  $19 \phi 15.24$  钢绞线, OVM15-19 锚具, 纵向预应力采用  $24 \phi 5$  高强钢丝 (DM5A-24 带连接器锚具)、 $22 \phi 15.24$  钢绞线 (OVM15-22、OVM15-22L 锚具)、 $25 \phi 15.24$  钢绞线 (OVM15-25、OVM15-25L 锚具),  $\phi 50$ 、 $\phi 107$ 、 $\phi 117$  波纹管成孔, 具体规格数量如下:

(1)  $24 \phi 5$  高强钢丝:  $86.54\text{t}$

DM5A-24 锚具: 3712 套          DM5C-24 锚具: 3584 套

DM5K-24 锚具: 3584 套

(2)  $19 \phi 15.24$  钢绞线:  $221.26\text{t}$

OVM15-19 锚具: 684 套

(3)  $22 \phi 15.24$  钢绞线:  $171.5\text{t}$

OVM15-22 锚具: 76 套          OVM15-22L 锚具: 432 套

(4)  $25 \phi 15.24$  钢绞线:  $104.6\text{t}$

OVM15-25 锚具: 48 套          OVM15-25L 锚具: 216 套

斜拉索由单根独立包裹 PE 材料的钢绞线, 经下料→安装→单根张拉→锚固→紧缩→整体张拉→总体防护→锚头注油而形成, 本桥规格如下:

每根斜拉索钢绞线根数: 22    29    34    43    47    50

全桥根数:                      16    36    25    16    8    15

钢绞线总重 (带 PE 材料  $\phi 15.24$ ):  $1188306.40\text{kg}$

PE 防腐材料:                       $141649.80\text{kg}$

斜拉索锚具: (采用威胜利香港有限公司 SSI2000 型锚具)

VSL SSI2000 6-22                      64 套

VSL SSI2000 6-29                      144 套

VSL SSI2000 6-34                      100 套

VSL SSI2000 6-43	64 套
VSL SSI2000 6-47	32 套
VSL SSI2000 6-50	60 套
HDPE 管:	29460m

钢绞线 数 量	V S L 型 号	固定端垫板			固定端导管		
		边长	厚度	板孔	外径	内径	壁厚
22	6-22	355	50	197	219	207	6
29	6-31	415	60	222	245	231	7
34	6-37	455	70	248	273	259	7
43	6-43	505	75	270	325	309	8
47	6-55	550	75	302	351	335	8
50	6-55	550	75	302	351	335	8

注：威胜利香港有限公司提供资料。

3.1.3 水文、气候及地形

该桥位于大渡口区马桑溪至巴南区花溪镇先锋村石子山区间，距下游李家沱大桥 6km。桥址处长江流向北，施工水位（枯水施工保证期 150d）为 168.11m，0 号桥台位于长江西岸标高约 229.5m 的陡坎上，下有重钢铁路专用线、成渝铁路线及重钢主煤气管道，西岸边跨跨越马桑溪街道及三条铁路线和一条主煤气管道。

桥址区属于平行岭谷状地貌之“谷”，其特点是丘陵与沟谷相间排布，标高 160~260m，高差 50~90m。全年 5~9 月为雨季，占全年降水量的 2/3，一日最大降水量 192.9mm，一次连续最大降水量 190.9mm。夏季月平均最高气温+36.7℃，极端最高气温为+42.2℃，冬季月平均最低气温+7.7℃，极端最低气温-1.8℃。

年平均风速 1.3m/s，最大风速 26.7m/s（西北向）。年平均相对湿度 79%，年平均绝对湿度 11.7hpa。年平均雾日 66d。

汛期一般在每年的 7~9 月，300 年一遇洪水位为 197.71m。

3.2 施工进度安排及施工组织措施

3.2.1 总原则

根据本桥总体工期要求，结合上部结构主梁施工工序要求及科学合理的工序时间安排，制定本桥上部结构主梁施工工期为一年。

### 3.2.2 施工进度安排

承建工程上部结构施工作业进度主要控制在 1 号、1' 号块施工及挂篮制造、拼装。1 号、1' 号块施工是上部结构施工的重点，必须尽快熟悉施工设计图纸，了解设计意图，掌握施工工艺要点、施工方案。挂篮制造、拼装决定了主梁标准号块按计划连续不间断施工及总体目标工期的实现。

#### 1. 主梁 1 号、1' 号块施工

主梁 1 号、1' 号块利用 0 号块膺架扩展拼装立模现浇，膺架扩展拼装应与 0 号块施工同步进行，并于 2000 年 8 月中旬完成膺架预压、分配梁布设及底模钢管支架拼装等准备工作，8 月 15 日开始 1 号、1' 号块施工作业，8 月 30 日完成。1 号、1' 号块模板在 0 号块模板的基础上补充，以保证施工顺利进行。

#### 2. 挂篮拼装试吊

挂篮应于 6 月中旬开始制造，8 月中旬完成并进行试验，挂篮拼装与 1 号、1' 号索挂设、张拉同时进行。挂篮拼装、试吊安排在 8~9 月份，1 号、1' 号块预应力应在混凝土强度达到 80%后张拉，并在 2d 内完成，以保证挂索、张拉工作在 8 月完成。

#### 3. 主梁标准号块施工

主梁标准号块施工安排在 2000 年 9 月 15 日开始，2001 年 6 月 30 日完成，标准号块为 2 号~29 号及 2' 号~28' 号，工期 285d。挂篮拼装试吊合格后，即可进行标准号块 2 号、2' 号块施工，待混凝土强度达到 80%后张拉预应力，2 号、2' 号索挂设、张拉，挂篮前移并接长大梁，到位并安装后锚固，进行 3 号、3' 号块等标准号块施工。

#### 4. 主梁 29' 号块施工

主梁 29' 号块采用膺架现浇施工，膺架拼装应于 12 月初开始，2001 年元月上旬完成拼装、预压工作，2001 年元月中、下旬进行主梁 29' 号块施工，2 月底完成混凝土现浇，等待主梁 28' 号标准号块悬浇后进行 29' 号



块湿接缝施工作业。

### 5. 主梁 29'' 号块施工

主梁 29'' 号块采用落地支架现浇施工，落地支架拼装应于 12 月初开始，2001 年元月上旬完成拼装、预压工作，2001 年元月中、下旬进行主梁 29'' 号块施工，2 月底完成混凝土现浇，等待主梁 28'' 号标准号块悬浇后进行 29'' 号块湿接缝施工作业。引桥简支 T 梁最后一跨在 29'' 号块浇筑完成后於 2001 年 3 月架设完毕。

### 6. 30 号合拢段、29' 号块、29'' 号块湿接缝施工

主梁标准号块 29' 号、28' 号块悬浇完成，29' 号块、29'' 号块现浇完成后，29 号、28' 号索挂设、张拉，调整斜拉索索力及主梁线形至符合设计规范要求，安装 30 号合拢段劲性骨架、拼装 30 号合拢段及 29' 号块、29'' 块湿接缝模板，绑扎钢筋，浇筑合拢段及湿接缝混凝土。该项工作应于 2001 年 7 月 1 日开始，7 月 15 日完成，工期 15d。

### 7. 桥面附属工程

桥面附属工程施工计划安排在 2001 年 7 月 16 日至 9 月底完成，工期 75d，桥面附属工程集中劳动力和机械设备，突击施工，9 月底全桥拉通，确保 10 月 27 日验通车。

为保证上部结构施工按计划完成，主塔墩于 2000 年 8 月中旬封顶，从而保证了劳动力调至主梁标准号块施工，避免双层作业，主塔预应力张拉作业作了超前安排，并于 8 月底完成。

## 3.3 施工组织措施

本桥自 1998 年 10 月 27 日开工以来，前期由于正确的施工方案和合理的劳动力组织，第一个目标工期顺利完成，即墩身在 1999 年 4 月中旬出水，保证了汛期墩身连续施工。

由于上部结构主梁施工工序性较强，每道工序因技术要求所需的工日决定了主梁施工工期的严肃性。为此在工期紧迫，工程量大，场地狭窄，施工

条件差，作业点单一的不利情况下，如何确保总体工期的实现，是一个必须严密组织的系统工程，项目经理部应组织强有力的管理职能部门，加强管理，明确责任、精心安排，超前考虑，实行目标工期管理及分部项分工序施工负责制，建立健全各项规章制度和约束机制，严格执行施工计划，规范动作，确保工程质量和工期目标的实现。

根据项目经理部劳动力组织情况，结合上部结构施工要求，配备结构合理的劳动力。由于主梁 1 号、1' 号块与主塔墩上塔柱同步施工，主塔墩施工 8 月维持不变，人员保证不少于 80 人，主要负责主塔墩上塔柱施工（不含预应力张拉），8 月中旬主塔封顶后转移至主梁施工；主梁 1 号、1' 号膺架及分配梁布置由支架工作业班负责拼装，人员 40 人，同时进行挂篮拼装、试吊；另建张拉作业班，6 月底到位，人员 16 人，主要从事主塔、主梁预应力张拉作业；现场零星杂工、工地小搬运等，人员 20 人；29' 号块、29'' 号块施工另行安排 60 人进行施工，桥面工程另行安排。上部结构施工作业人员总计 156 人，高峰期达 200 人。

两岸项目经理部管理人员及机电作业人员共计 90 人，分三部分：第一部分为机关科室，负责各科室常务性工作，人员 25 人；第二部分为主塔墩及主梁施工作业队，负责主体工程安全、质量、工期、效率的管理、协调、组织工作，人员 30 人；第三部分为机电作业队，负责施工现场机电作业及混凝土生产供应等工作，人员 35 人。

机具、设备基本维持不变，仅增加高强钢丝张拉设备，机具设备配置见附表。张拉设备 7 月中旬已筹备到位，7 月下旬开始上塔柱张拉作业，确保 8 月底完成转移至主梁张拉作业；混凝土生产、输送设备维持不变，8 月主塔墩和主梁同步施工，塔吊使用频率较高，应合理安排，应编制每日塔吊使用计划表，明确使用时间，确保主塔、主梁两不误，进入 9 月份后，塔吊仅作设备、材料提升用，3 号墩处配备一台 ZQ25 塔吊，负责中跨、边跨设备材料的倒运作业。

项目经理部成立主体工程施工管理承包组，负责安全、质量管理工作；机关安质部负责安全、质量检查、监督工作；项目部负责指导、协调、督促，明确安全、质量责任，严格实行三检制，确保工序质量。

斜拉索挂设、张拉及监控是斜拉桥施工的重要工序，由于本桥斜拉索由香港 VSL 公司施工，监控由西南交通大学实施，各施工单位的衔接、协调工作尤为重要，应加强联系，精诚合作，责任明确，控制工序时间，确保施工质量和目标工期的实现。

3.4 主要施工方法及施工要点

3.4.1 上部结构施工总体构思

主梁 1 号、1'号块采用膺架施工，现浇混凝土，标准号块 2~29 号及 2'~28'号采用挂篮施工，悬浇混凝土，29'号块采用膺架现浇施工，29''号块利用 3 号墩落地支架现浇混凝土，且 29'号块、29''号块增设湿接缝，主梁经索力、线形调整后，浇筑 29'号块、29''号块湿接缝、29 号块及 30 号合拢块。

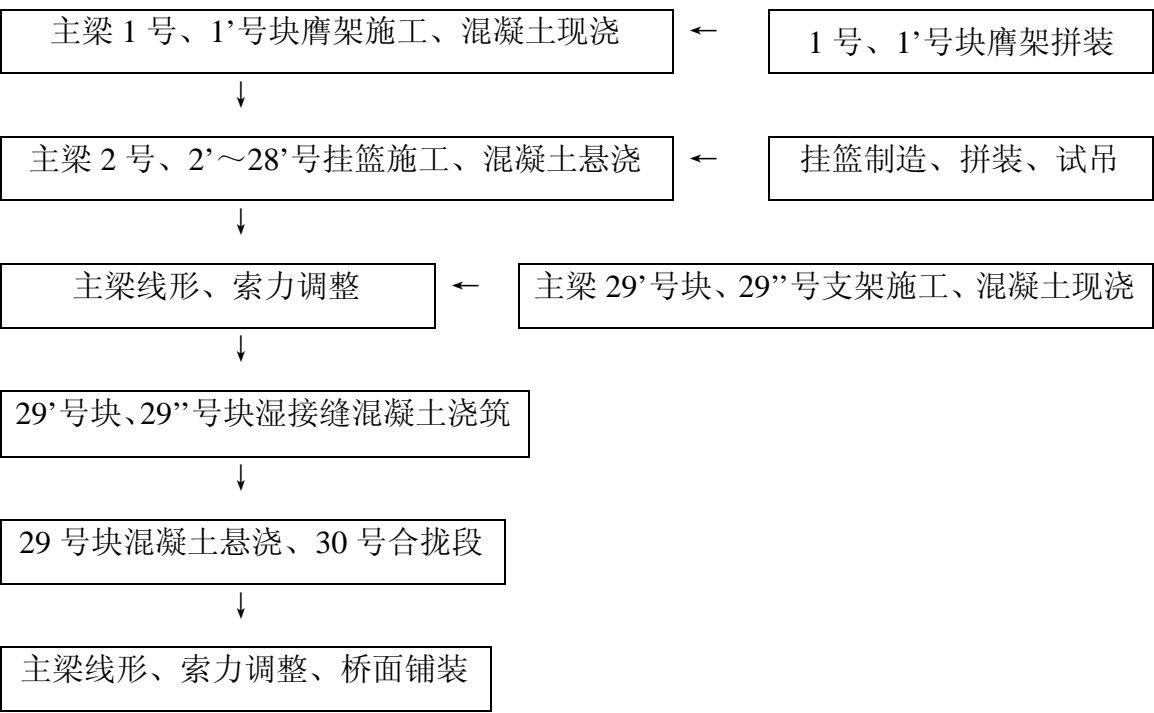


图 3-1 主梁总体施工步骤

主梁施工浇筑至 28 号块时，由于边跨 29'号块、现浇，边跨合拢后，边跨偏重会造成主塔墩向边跨偏移，为保证主梁施工阶段主塔垂直，通过索

力调整使主塔向中跨预偏或中跨挂篮提前移至 29 号块位置，平衡压重，待 29 号块混凝土悬浇后调整索力主塔恢复垂直状态。

### 3.4.2 主梁 1 号、1'号块施工

主梁 1 号、1'号块采用膺架及挂篮底平台后锚固于 0 号块上联合现浇，膺架由 0 号块膺架扩展而成，同样应对支架采取模拟静载试验预压，以消除支架非弹性变形和测量支架的弹性变形值。

主梁 1 号、1'号块模板利用 0 号块模板改装，外模采用钢模，以保证模板周转，降低模板损耗。内模采用钢模（部分木模），模板尺寸要确保其拆除方便；

混凝土采取平衡、对称的方法浇筑，其不平衡荷载应根据计算确定，且混凝土的浇筑方向应自梁端向 0 号块合拢，避免因支架变形出现接缝裂纹；

主梁 1 号、1'号块设 1 号斜拉索各 2 根，其索导管安装方法同上塔柱索道管安装，锚座混凝土同主梁一起浇筑。1 号斜拉索待主梁（1 号、1'号块）预应力张拉完成后挂索张拉；

主梁 1 号、1'号块混凝土现浇完成后，待混凝土强度达到设计强度的 80%后即可张拉横向预应力和纵向预应力，张拉次序为：张拉上缘预应力→张拉下缘预应力→张拉横向预应力→斜拉索挂索、张拉；

主梁 1 号、1'号块施工要点：

（1）膺架预压测算弹性变形值，在安装 1 号、1'号块底模时预抬以补偿弹性变形造成的下沉；

（2）由于膺架纵横向悬臂 6m，主梁桥面宽度较大，钢结构主副面不明确，设计将主面设在横桥向，纵向按副面杆件设计，因此预压按 100%重量加载，模拟预压以测试膺架承载能力；

（3）膺架预压东西向可分别进行，预压吨位 360t；

（4）1 号块、1'号块横隔板和边箱底模下分配梁应控制标高，并布设硬木楔以便于调整底模标高和卸载拆模；

(5) 混凝土浇筑应从两端向中间浇筑合拢，以减少支架变形所造成的影响，保证 1 号块、1'号块浇筑过程中不出现变形裂纹；

(6) 钢筋绑扎和模板拼装次序应合理安排，对先扎钢筋后拼模板的部位，应设定位钢筋控制钢筋绑扎的位置，避免因钢筋偏位影响模板拼装；

(7) 波纹管安装应严格按照先定位网后穿波纹管的顺序施工，严禁安装波纹管后使用电弧焊，避免造成波纹管破洞无法补救；

(8) 边箱斜腹板混凝土浇筑应在内模开洞，震动棒插入振捣，辅以附着震动器，但附着震动器振捣时间不宜过长，一般采用点振，每次振捣时间 5~10s；

(9) 主梁 1 号块、1'号块混凝土浇筑应严格控制桥面标高和截面尺寸，应采取措施确保桥面横坡（测放标高控制点），杜绝主梁超重；

(10) 斜拉索导管的安装采用轴线定位法定位，并固定牢固，其方式可利用锚箱底模和顶板定位架固定；

(11) 主梁 1 号块、1'号块设有挂篮预埋件、预留孔，电梯支架设有锚固件，人行道栏杆、防撞栏杆、泄水管灯具等预埋钢筋或预埋件，施工中应注意不得遗漏，其位置应准确无误；

(12) 关模前应清除底模杂物，关模后注意勿将杂物落入模板内，特别应防止上塔柱坠落物，必要时采用彩条布遮盖；

(13) 为保证预应力孔道压浆通畅、密实，在 1 号块、1'号块顶板自波纹管接出压浆管；

(14) 模板施工应注意模板与 0 号块混凝土搭接密贴，确保号块接缝平顺不漏浆；

(15) 1 号、1'号块波纹管与 0 号块预留的波纹管头连接应平顺牢固不漏浆，波纹管安装检查无误后穿入钢绞线（或高强钢丝），取消芯棒；

(16) 预应力张拉前应拆除中箱边角部分木模，避免因张拉预应力挤紧模板造成模板拆除困难；

### 3.4.3 主梁 1 号、1'号块施工步骤如下

- (1) 膺架扩展拼装及完善，布设膺架分配梁；
- (2) 膺架预压消除非弹性变形和测算弹性变形值，螺栓补拧；
- (3) 拼装中箱顶板和边箱斜腹板钢管支架，底模及钢管支架布设木方；
- (4) 拼装中箱顶板底模、侧模、边箱斜腹板底模、横隔板内侧模。模板自中心线向外拼装，调整模板至满足规范要求；
- (5) 绑扎横隔板、边箱底板、竖腹板、斜腹板钢筋，安装边箱底板及横隔板预应力；
- (6) 安装边箱内模，绑扎边箱空腹隔板钢筋，接穿波纹管及预应力索，安装边箱外腹内模；
- (7) 安装索导管，初步定位；
- (8) 绑扎顶板钢筋和预应力定位网，穿顶板波纹管及预应力索；
- (9) 索导管、预应力波纹管调整，精确对位；
- (10) 模板调整，拉杆、支撑安装，测量检查，索导管复查，签证；
- (11) 对称浇筑 1 号、1'号块混凝土，养护；
- (12) 待混凝土强度达到设计要求的 80% 后，按顺序张拉纵横向预应力；
- (13) 模板拆除，外观修饰；

### 3.4.4 预应力张拉设备

- (1) 横向预应力采用 YCD6500 型穿心油压千斤顶张拉，配置 19 孔限位板和工具锚；
- (2) 纵向预应力  $24\phi 5$  高强钢丝采用 YCW150 型油压千斤顶张拉，配备 ZB4-500 油泵及 LD10 镦头器；
- (3) 纵向预应力  $24\phi 15.24$ 、 $25\phi 15.24$  钢绞线采用 YCW650A 型穿心式油压千斤顶张拉，连接器挤压头采用 GYJA 型挤压器挤压成型；

### 3.4.5 挂篮拼装及试吊

(1) 主梁标准号块采用挂篮悬浇施工，挂篮为自制普通三角形挂篮，大梁全长 21m，三角架高 6m。挂篮主体结构部分由三角架承重大梁、三角架立柱、三角架拉板、三角架横联、底平台（万能杆件组拼）及锚固点和吊点分配梁组成。吊点部分由前吊杆、前起落吊杆、后吊杆（后起落吊杆）组成。锚固及支点部分由前支点、后支点（锚固点）组成。走行部分由三角架走行下滑道、后挂钩滑道、后走行挂钩、前走行滑道、前走行小车组成，挂篮三角桁架、底平台、模板体系总吨位控制在标准号块重量的 0.6，即  $0.6 \times 300 = 180t$ 。

(2) 由于 1 号、1'号块膺架未考虑挂篮重量，而挂篮在已浇筑的 1 号、1'号块上拼装，其重量主要集中在前端 1 号、1'号块，因此挂篮拼装前 1 号、0 号、1'号块预应力必须张拉完成，且 1 号、1'号斜拉索必须挂索张拉，以确保主梁结构安全；

(3) 中跨和边跨挂篮拼装必须对称进行，安装步骤一致，确保加载等级基本同步，避免偏载。吊装应考虑塔吊起重能力，不得超载；

(4) 由于 1 号、0 号、1'号块总长 22m，挂篮承重大梁前支点至尾端长 12.8m（总长 21m），故挂篮拼装长度不够，为此设计将挂篮承重大梁改为两节，第一节前支点至尾端长 10.4m（全长 18.6m），第二节 2.4m，首次挂篮拼装 10.4m，边跨及中跨挂篮长  $10.4 \times 2 = 20.8m$ ，两挂篮尾端尚余 1.2m，待挂篮悬浇 2 号、2'号块后挂篮前移，接长承重大梁至 12.8m；

### 3.4.6 挂篮拼装步骤如下

(1) 布置三角架走行滑道，并通过预埋件固定牢固，走道应抄平顺直；

(2) 安装前支点滑板座及上支座并将上支座两端抄垫牢固，顶面抄平，安装后支点组装结构，并抄垫稳定，位置正确；

(3) 对称逐根将承重大梁吊装至前后支点安装，拧紧连接螺栓，临时设置后端支撑，安装后锚固横梁后，后端支撑拆除，三角架每组大梁形成稳定结构；

(4) 在后锚固预埋吊带和横梁上安装分配梁、上吊带、钢垫块、限位座、起顶梁，并布置 50t 千斤顶，起顶并抄垫使后锚固受力；

(5) 塔吊将三角架按拼装位置分别吊至相应位置存放，然后利用中塔柱第一道横联挂导链按先立柱、后拉板的次序分别起吊提升组装成三角架，吊装横联剪刀撑，三角架两两相连；

(6) 安装前吊点横梁及起顶吊点装置、后吊点垫梁及前后起落吊点装置并固定牢固；

(7) 利用 1 号、0 号、1'号块膺架已拼装好的挂篮万能杆件底平台，并安装前后起落吊点，施顶将挂篮底平台脱离膺架；

(8) 在已浇筑的号块顶面两侧铺设底平台后挂钩滑道，安装后挂钩及前走行挂钩和前走行滑车，利用前后吊点装置起落底平台至、前后挂钩持力，前后挂钩设顶或导链，将底平台前移至悬浇 2 号、2'号块位置；

挂篮拼装完成。

### 3.4.7 挂篮试验

为了保证主梁施工安全完成，挂篮在生产厂家进行预拼，对挂篮承重部分每单片的强度、刚度、变形情况、模拟施工状况进行试验。

#### 1. 试验前的准备

试验之前选择好场地，按挂篮的施工状态、受力状况，制作试验平台和反锚固点，并对拼装好的单片承重部分的螺栓构件、前后支点、拉带等部位进行检查，并用仪器对挂篮的平面位置，相对高程逐一调整，作好观察标记。

#### 2. 试验荷载及试验方法

试验荷载按挂篮单片承重大梁节段悬浇时前吊点反力进行试验，考虑到挂篮施工期位于洪水阶段，无法实施锚固措施，因此，在地面制作了试验台座，两片承重大梁相互作用，在前支吊位置用千斤顶张拉。

#### 3. 试验检测

为了反映标准节施工过程中挂篮在各种工况下的准确性，对检测强度的构件设置应变仪。对挂篮的刚度、变形情况用测量仪器检测。加载到位后，



持荷 24h，在原标记位置测量变形，位移。作好记录与试压前的测量记录作比较，得出数据，为挂篮正式施工提供技术参数。试验过程中每隔 2h 检查各支点、吊点、结构稳定情况，并作好记录。

#### 4. 卸载

试压 24h 后，进行卸载，卸载方式按试压反程序进行。

### 3.5 主梁标准号块悬浇施工

斜拉桥主梁采用从主塔墩对称双向悬臂浇筑混凝土的施工方法，浇筑节段重 300t，节段长 6m，节段数量 27 块。其中：中跨 28 个号块，边跨 27 个号块；

由于受 0 号块、1 号、1'号块节段长度的限制，浇筑节段时，后锚及三角架承重大梁会有所变化，通过结构变化使挂篮过度到标准号块施工；

主梁标准号块模板、钢筋、预应力、索道管施工要点及步骤基本同 1 号、0 号、1'号块节段施工，但需特别注意以下几点：

(4) 为减轻模板重量，标准号块除倒角模板及结构使用要求必须采用钢模外，部分钢模取消改为竹胶模板，模板装拆时应注意，不得强拉硬撬，避免模板变形和损坏；

(2) 端模周边预留钢筋处采用角钢开槽口的形式，取消木模钻孔，提高模板使用周转率；

(3) 中箱内侧模采用水平移动脱模，顶板底模利用挂篮平台自重脱模，中箱内撑架采用角钢焊连成桁架与底平台固定组成整体，底平台下落时各吊点应对称均匀；

(4) 模板与已浇筑号块重叠处应垫泡沫橡胶，通过拉杆或千斤顶将泡沫橡胶压至 2mm，以保证浇筑混凝土过程中不跑浆，按缝处无台阶；

(5) 主梁纵向钢筋对接采用挤压接头，钢筋接头严格按照施工规范和工艺执行，钢筋下料应综合考虑标准号块的结构长度和料长的关系，同时预留长度不宜太长，避免端模拆除困难；

(6) 纵向预应力布置有钢绞线和高强钢丝，其钢绞线采用带连接器的锚具通过挤压器将钢绞线挤压连接，连接处安装防护套，高强钢丝通过连接杆锚头连接，采用大直径波纹管套接，连接处应牢固、密封，不得漏浆；

(7) 挂篮预埋件或预留孔的埋置位置应准确无误，号块顶板浇筑厚度应严格控制，避免梁体超重；

### 3.5.1 主梁挂篮悬浇施工步骤如下

(1) 利用支架现浇主塔墩横梁，在墩顶拼装 0 号、1 号、1'号块现浇支架；

(2) 在支架及横梁上拼装钢管架，安装临时支座，铺设底模，立内模及外侧模，对称浇筑 0 号块混凝土；

(3) 在支架上拼装钢管架，0 号块临时支座锚固锁定，铺设 1 号、1'号块底模，立内模及外侧模板，对称浇筑 1 号、1'号块节段混凝土；

(4) 张拉 1 号斜拉索，利用 1 号、0 号、1'号块拼装挂篮走道，支腿、三角架及前后横梁，利用 0 号块、后锚梁锚固三角架；

(5) 拆除横梁两侧支架杆件，接长悬臂作拼装平台，利用万能杆件拼装挂篮底平台；

(6) 利用起落设备提升底平台至前后走行吊杆上，底平台脱离支架支承；

(7) 在底平台上组拼挂篮模板，分配梁，后走行吊杆设顶进装置，前走行吊杆设导链辅助底平台及模板沿三角架大梁前移至混凝土浇筑位置；

(8) 底平台纵向走行到位后，前后吊点同时提升底平台及模板体系，前走行吊杆松钩，后走行吊杆设辅助边吊点，挂篮精确对位，模板与老混凝土密贴，墩中心两侧对称浇筑 2 号块混凝土；

(9) 张拉 2 号斜拉索，前后吊点放松，底平台及模板体系整体下落，前吊点松钩，底平台及模板脱离三脚架，靠前后起落吊杆支承于 2 号块上；

(10) 接长 2 号块箱顶挂篮走道梁，在挂篮走道梁上设置顶进千斤顶，

三角架沿走道梁纵向滑行，到位后接长三角架大梁后端尾梁，后支点后移至相应位置，利用 0 号块后锚梁锚固三角架；

(11)前后起落吊杆提升底平台及模板体系，并转移至前后走行吊杆上，底平台沿三角架前移到位，前后吊点提升底平台，调节模板纵横向位置及标高，浇筑 3 号节段混凝土；

(12)混凝土强度达到设计要求后，张拉 3 号斜拉索。从 4 号节段开始，挂篮标准节段施工，其施工步骤如下：

1) 铺设挂篮前移走道梁并与梁体顶板锚筋固定；

2) 前后吊点松顶，底平台及模板体系靠其自重与混凝土脱开，前吊点松钩，前起落吊杆承重，底平台脱离三角架，靠前起落吊杆、后吊杆（后起落吊杆）悬挂于节段上；

3) 三角架前支点与走道梁间千斤顶施顶，三角架沿走道梁向节段浇筑方向滑移，纵向走行到位后，利用预埋在节段横隔墙内的拉板作为后锚，后锚设千斤顶调节；

4) 接长梁顶缘底平台滑槽；

5) 前后起落吊杆提升底平台及模板体系并转移至前后走行吊杆上，三角架及底平台滑槽承重，底平台沿三角架大梁及滑槽前移，前移主要靠后走行吊杆和下滑槽间千斤顶施顶完成，前走行吊杆设导链辅助工作；

6) 底平台纵向到位后，前后吊点提升底平台，调节模板纵横向位置及标高；

7) 浇筑节段混凝土；

主梁标准号块施工至 28 号、28'号块并浇筑混凝土挂索张拉后，中跨挂篮不动，首先施工 29''号块湿接缝，然后移中跨挂篮施工 29 号块。由于中、边跨不平衡，需设计院计算、西南交大监控调整索力，使塔柱预偏，以达到 29 号块混凝土悬浇后塔柱恢复至设计位置；

### 3.6 主梁 29'号块、29''号块施工

主梁 29'号块、29''号块为边跨非标准号块，号块分别重 2000 余吨。考虑到挂篮和 0 号台、3 号墩为两个不同刚度的结构体系，其不均匀沉降可能导致 29'号块、29''号块出现裂纹，故采用膺架和支架承载现浇混凝土；

主梁 29'号块、29''号块模板利用 0 号块、1 号块模板和旧模板改制，内模采用组合钢模，支架采用万能杆件拼装，支架顶布设分配梁、钢管架与方木支撑模板体系；

主梁 29'号块、29''号块施工要点及施工步骤基本与 1 号块、1'号块相同，但需注意以下几点：

(1) 支架部分必须进行模拟预压，以消除非弹性变形和测算弹性变形，立模标高应为设计计算标高（监控单位提供）加弹性变形值；

(2) 主梁 29'号块、29''号块各设有 LY20000ZX 盆式橡胶支座 2 个，立模板时应将支座按设计位置安装就位，并布置分配梁支撑，增设锁梁装置，待湿接缝混凝土浇筑完成且混凝土强度达到设计强度后，张拉纵横向预应力，斜拉索挂索、张拉，即可拆除分配梁，支座受力；

(3) 混凝土浇筑采取自支架端向梁体尾端浇筑的方向进行，且采取斜向分层、一次浇筑到位的次序；

(4) 为保证湿接缝混凝土浇筑过程中牢固不变位，主梁 28'号块、29'号块、29''号块相对湿接缝处增设劲性骨架；

### 3.7 29'号块、29''号块湿接缝施工、主梁 30 号块合拢

主梁挂篮悬浇至 28 号、28'号块后，挂索张拉并全面调整中跨、边跨索力、线形，满足设计要求后，方可进行主梁体系转换；

主梁合拢前，应进行上部结构体系转换，即安装并浇筑横向限位支座，取消 0 号块临时支座，主梁形成漂浮体系，29'号块、29''号块湿接缝混凝土，29 号块施工，浇筑 30 号块合拢段；

主梁合拢施工步骤如下：

(1) 主梁挂篮悬浇至 28 号、28'号块，29'号块、29''号块已采用支架

现浇；

(2) 安装 0 号块横向限位支座，(支座安装时 0 号块侧支座及支座混凝土结构施工标高应较设计标高高出 50mm，中塔柱侧支座及支座混凝土结构施工标高维持不变，以补偿体系转换后 0 号块的下沉)立模浇筑支座混凝土；

(3) 待横向支座混凝土达到设计强度后，解除 0 号块四个临时支座(采用人工凿除)，主梁完成体系转换形成漂浮体系，支座解除时应基本保持各支座同时卸荷，避免不均匀下沉造成梁体裂纹；

(4) 调整斜拉索索力及主梁线形至满足设计监控要求，边跨 29'号块、29''号块湿接缝，劲性骨架安装，锁定主梁边跨合拢，29'号块、29''号块预应力张拉施工，29 号块悬浇混凝土；

(5) 进行 30 号块合拢段和湿接缝钢筋、预应力、模板施工，浇筑混凝土；

(6) 待混凝土强度达到设计强度的 80%后，张拉 30 号合拢段纵向预应力，主梁合拢完成；

合拢段和湿接缝锁定工序尤为重要，其锁定措施应确保合拢处两号块在混凝土张拉前无相对位移，避免由此造成合拢处出现裂纹，故锁定措施应重新考虑；

主梁合拢后复测索力、线形符合设计要求后，进行桥面铺装，上后期恒载；

### 3.8 斜拉索施工

在合肥 VSL 公司将斜拉索锚具组拼完成后送货到工地。在施工现场提前准备好储放场地，提供充足空间容纳所需的全部材料。理想的场地应能够防止材料受损、塑料构件受热变形以及铁制构件受潮生锈。在塔柱上及主梁上准备好斜拉索临时施工工作平台。预制斜拉索外套管，卸货并接收高密度聚乙烯管，高密度聚乙烯及其附件运至集装箱口。高密度聚乙烯管和连接套管平行放置在大约 1000mm×1000mm×12000mm 的矩形木箱内，因此，所有的集

装箱运到现场后，把木箱从集装箱内运出。

### 3.8.1 镜面对焊

(1) 焊接工作需一大约  $2\text{m} \times 100\text{m}$  的矩形工作区。桥面建设刚开始时，由于桥面太短，须在地面上操作。如果条件允许时，焊接区应靠近塔柱或尽可能靠近江岸。

(2) 按正确长度切割高密度聚乙烯管

(3) 据外部温度定切割长度。

### 3.8.2 搬运并储放已焊高密度聚乙烯管

由于管子是奶油色，容易弄脏和留下刮痕，因此，焊接前后，小心搬运高密度聚乙烯管显得非常重要，并且包包塑料皮应保留到最终安装。焊接完毕后，整根索管将非常重，因此须使用滑轮车支撑索管，一般在索管下每隔  $6 \sim 8\text{m}$  放一滑轮车。在现场须有一合适的区域储放已焊好的斜拉索外套管，这样做将防止管子受损且不影响其他的操作，确保储放时不会超过管子的最大弯曲半径。

### 3.8.3 斜拉索锚具安装

#### 1. 锚具安装前的准备工作

(1) 确保锚具安装处的通道和工作平台已准备好且是安全的，工作平台对塔内外张拉端锚具和桥面下锚固端锚具都是可行的。

(2) 桥面锚具安装处须配备承载能力  $1\text{t}$  的起重设备，以助于安装工作；对塔柱锚具，须用塔吊把预制锚具吊到塔顶然后将其降入塔内就位，当然也可用卷扬机来进行上面的操作。

(3) 锚具安装需临时固定设施。除了象吊构和吊索类的标准设施外，某些专用设施也需预制。

#### 2. 安装桥面锚具

(1) 检查以确保预制锚具已集中于桥面锚具安装处。

(2) 提升预制锚具并运到桥面下安装处。

(3) 倾斜锚具使导向管端部穿过锚垫板孔进入钢制预埋管。

(4) 用葫芦把锚具提升。此步骤通过一单孔锚具，2 个 0.6 英寸的锚夹具，一根一定长度的钢绞线，一个带有焊接孔的单孔锚具及一 1m 长钢棒。

(5) 同时，确保 1 号钢绞线孔洞位。

(6) 一旦锚具平贴在锚垫板上，用角钢或钢梁把其固定。一般通过螺纹杆把其固定到锚垫板上，螺纹杆拧入锚垫板孔洞内。最安全的方式是用一贯穿锚具的钢梁连接；或者用角钢连接，角钢可交叉固定或固定在锚具端部。

### 3. 安装塔柱锚具

(1) 用塔吊把锚具吊到塔顶，然后用塔吊或卷扬机把其放入塔内就位。

(2) 检查以确保预制锚具已集中于塔柱锚具安装处。

(3) 把锚具从仓库运到桥面上靠近塔柱处。

(4) 连接塔吊钢索到锚具上的两眼螺栓上。

(5) 把锚具吊到塔顶，然后把其降入塔内通道。

(6) 连接卷扬机钢索到锚具上的两个螺栓孔上。

(7) 锚具荷载传递到卷扬机钢索上。

(8) 把锚具放入塔内相应锚具安装处。

(9) 用固定在塔柱壁上的葫芦把锚具放入预埋钢管内。

(10) 在预埋钢管内缓慢滑动锚具直到锚头停靠在锚垫板顶部（如果有必要，再用一根塔柱外的钢丝绳以保护滑动过程。）

(11) 一旦锚具平贴在锚垫板上，用角钢或钢梁把其固定。

(12) 从锚具上移走起重螺栓。

### 4. 安装斜拉索外套管

把第 1 根钢绞线安装到外套管内，安装外套管所用的第 1 根钢绞线须放在特制钢绞线卷上，其他钢绞线卷须根据每根索的长度进行设计。第 1 根钢绞线的皮子须在预定位置处沿径向和环向割掉。桥面锚具处的皮子应保留尽可能的长度。

固定钢绞线,钢绞线穿过后,起吊管子前,须把钢绞线固定于塔柱端,可使用角钢或 2 个钢丝夹子来固定。

### 5. 处理桥面端外套管

- (1) 把卷扬机放在 1.5t 重的混凝土块上,并用螺栓固定。
- (2) 卷扬机放在安装拉索的预埋管后面。
- (3) 斜拉索外套管附件安装到高密度聚乙烯管上。
- (4) 把铁制摩擦夹子装到高密度聚乙烯管上并固定到外护钢板上。

### 6. 用塔吊起吊斜拉索外套管的准备工作

- (1) 将 HDPE 管连接主塔的一端面向主塔放置在小推车上。
- (2) 把膨胀延伸管及其导向管的连接环滑到塔柱端的外套管上,直到大约 1.5m。
- (3) 把摩擦夹子固定到外套管上,螺栓眼向上。
- (4) 用尼龙绳把膨胀延伸管和摩擦夹子连接好。
- (5) 用钢绞线夹钳夹紧钢绞线,留出包括连接螺栓在内约 300mm 的长度。

- (6) 通过中心孔及 D 型锁扣把塔吊钢丝绳和摩擦夹子连接好。

上述工作准备好后,起吊斜拉索外套管

### 7. 穿钢绞线

钢绞线利用塔顶卷扬机进行单根穿索。

### 8. 张拉斜拉索

钢绞线进行单根张拉。

### 9. 调整斜拉索张拉力

根据监控单位提供的数据进行斜拉索张拉力调整。监控作业由西南交通大学承担,具体监控方案见附件。

## 3.9 施工测量

主梁的施工控制为测量控制,施工测量的控制分塔柱、0 号块、1 号块、



标准节、斜挂索张拉、合拢段等中线、位移、挠度和高程测量。0 号块、1 号块、1'号块标准节段施工根据监控方提供的数据进行挂篮定位。

在主塔 1 号墩、2 号墩、0 号块上面设置中心点和高程点，作为主梁施工全过程的控制点。由于施工过程中温度变化，测量时间不同，测量精度及加载不等有关因素的存在，而引起的中心线偏差及高程误差。要不定期对 0 号块上的临时中心高程点进行复测修正，以保证主梁位置及线型要求。

主梁施工时间紧，工期长，跨越年度历时一个冬季、两个夏季，为了使测量误差减少到最低限度，夏季测量时间：上午六点～十点；冬季测量时间：上午十点～下午四点。

### 3.10 混凝土工厂及混凝土输送、浇筑

西岸水上混凝土工厂采用两艘 400t 铁驳通过万能杆件横联组成一体。铁驳全长 40.3m，宽 8.0m，两铁驳净距 8.0m，总体面积  $24.0\text{m} \times 40.3\text{m}$ ，有效使用面积  $24.0\text{m} \times 30.0\text{m}$ 。配备 2 台 JS-1500 拌合机、2 台  $60\text{m}^3/\text{h}$  混凝土高压输送泵及配料机等混凝土拌制计量设备，储存水泥约 100t、碎石约  $220\text{m}^3$ 、砂约  $200\text{m}^3$ 、粉煤灰及附加剂。水上混凝土工厂设在墩位上游约 270m 的河湾处，锚绳利用江中孤石埋锚锚锭和在岸边埋地锚锚锭。

东岸利用岸上的两套混凝土搅拌站拌制混凝土，分别为 HZS50 及 HZS35 全自动搅拌站。

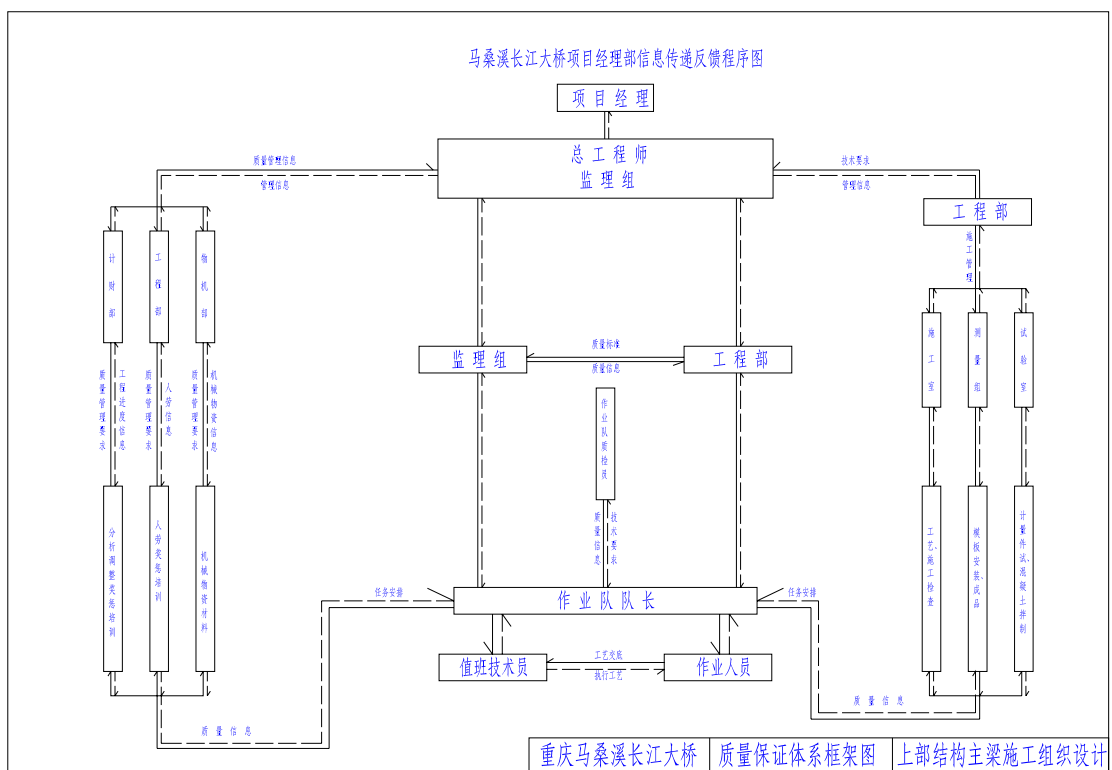
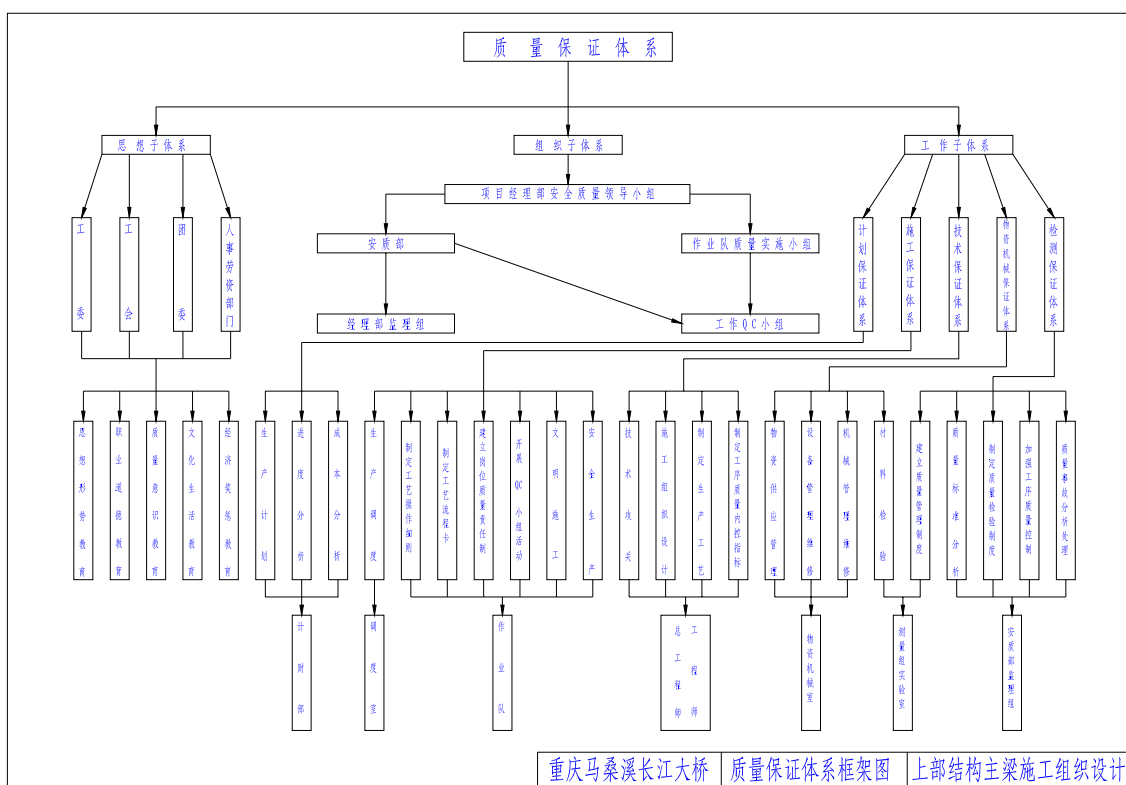
混凝土由混凝土工厂通过输送泵泵至 0 号块，进入 0 号块接力泵，再由接力泵泵出一段直管后分支至中跨或边跨浇筑点，分支处安装一个三通，设开启阀门，混凝土浇筑过程中边、中跨交替进行（浇筑中跨时，中跨阀门开启，边跨阀门关闭，反之）；

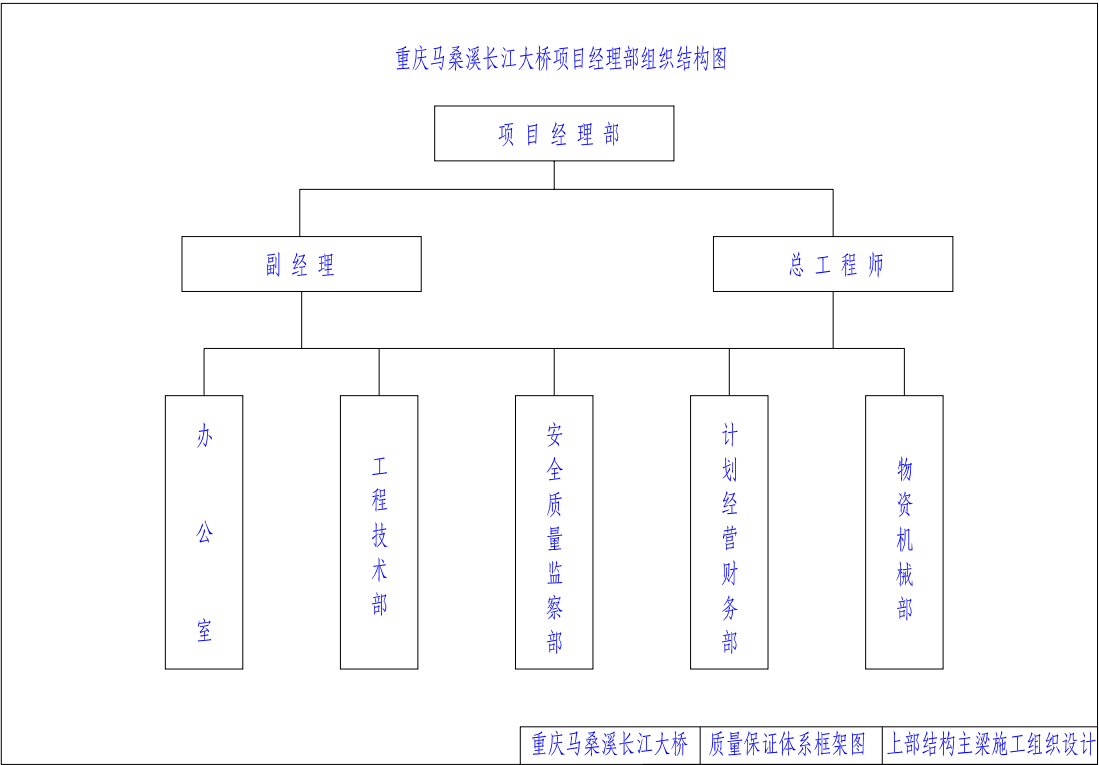
混凝土浇筑过程中应控制中、边跨的浇筑量，尽可能的保持平衡，其容许不平衡荷载的值应经计算决定；

## 第 4 章 附件

### 4.1 马桑溪大桥桥型布置图

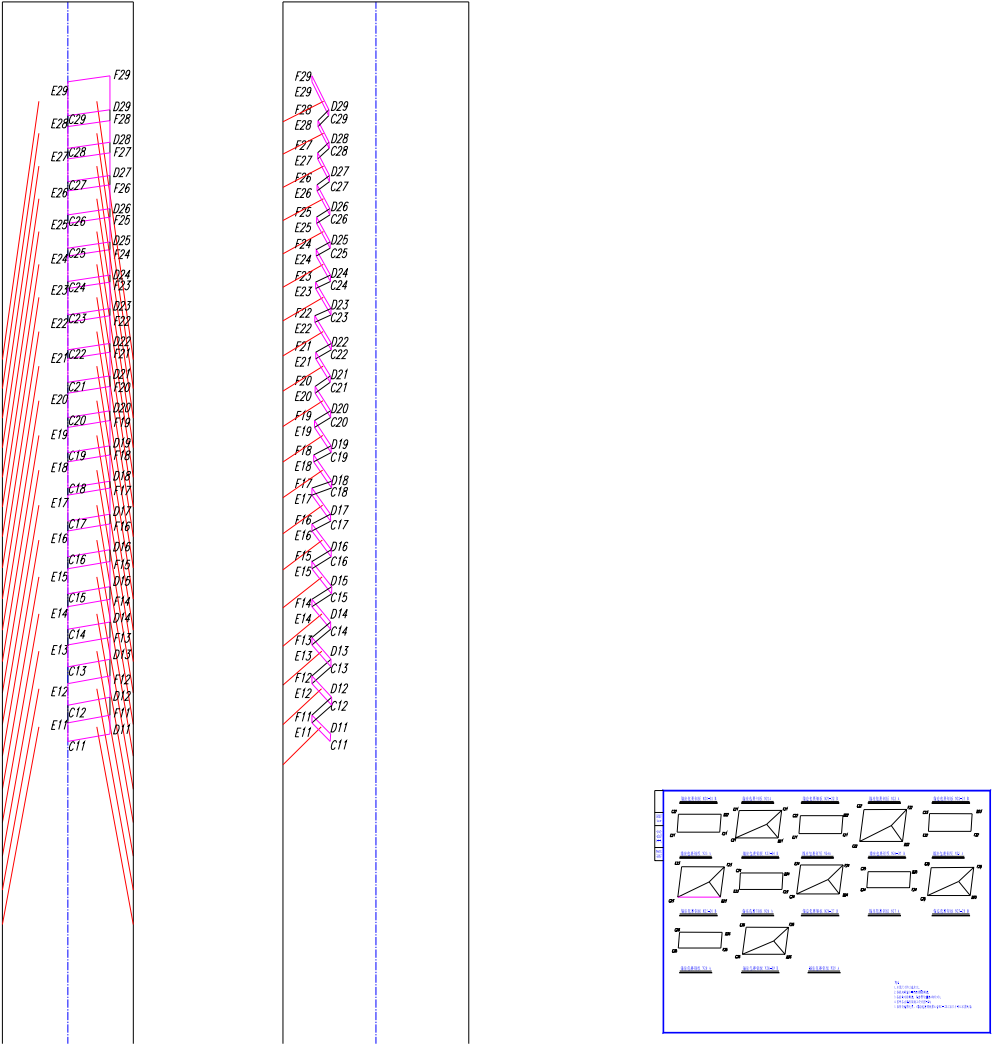
## 4.2 组织框图



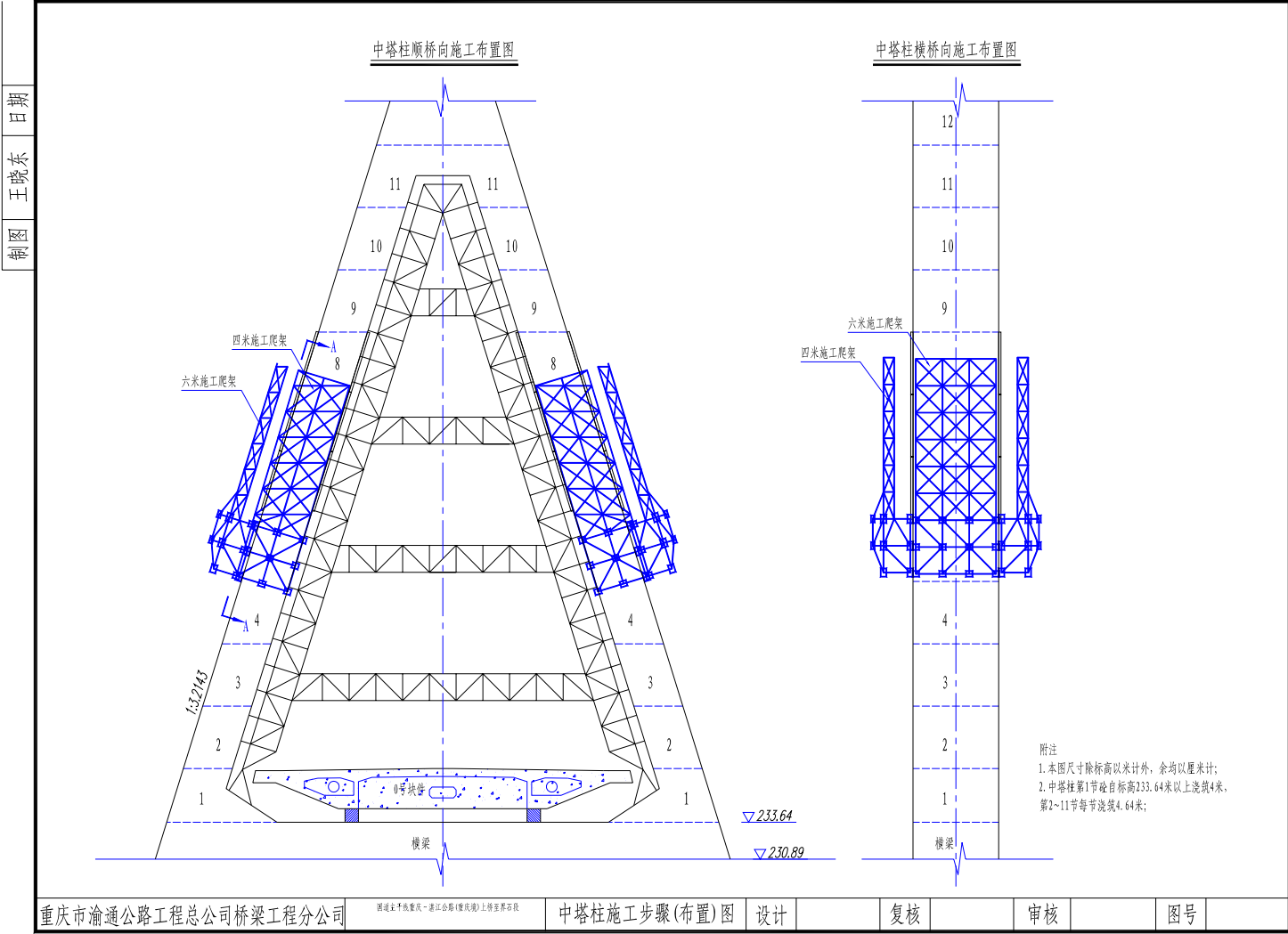




横梁施工方案图

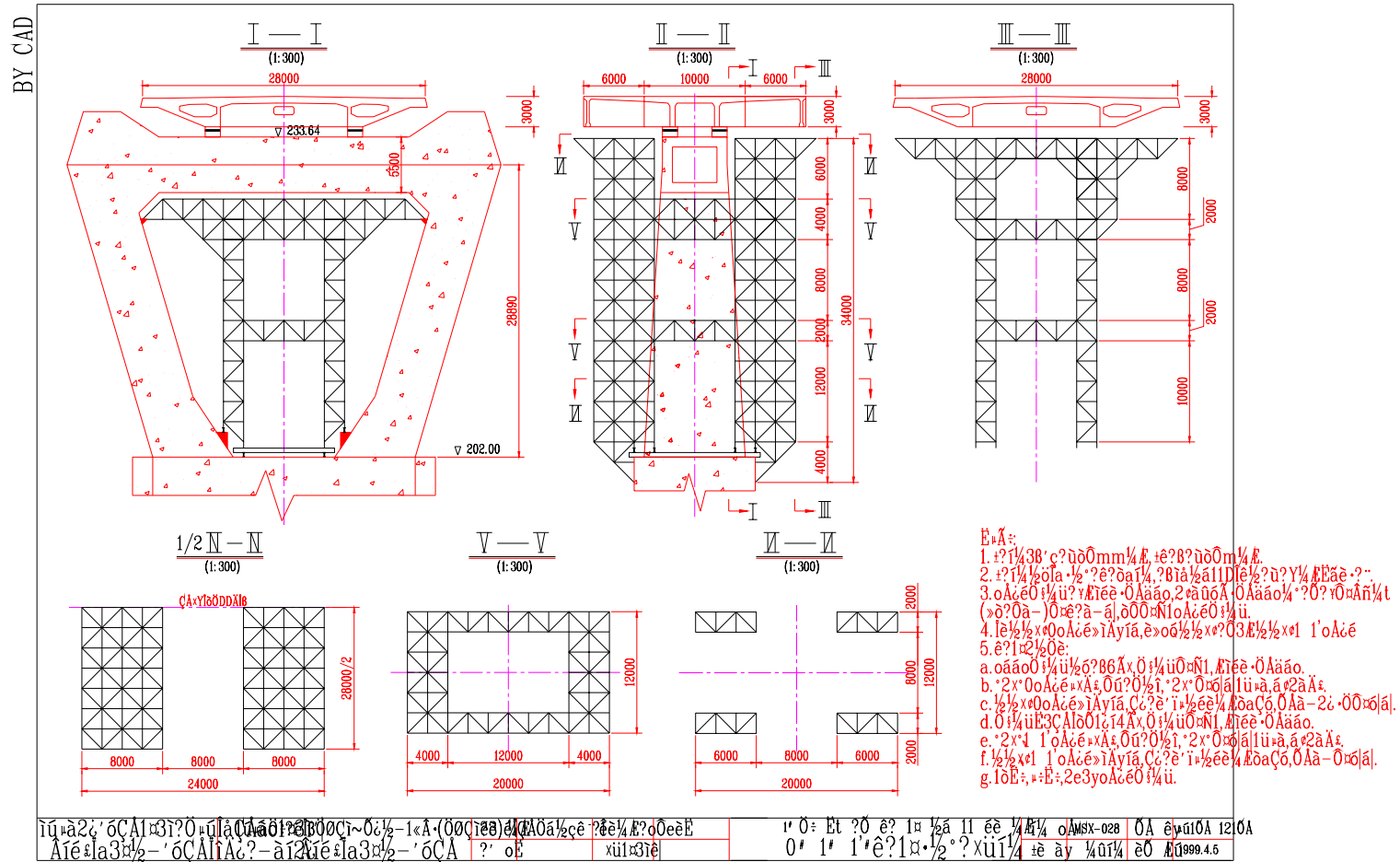


上塔柱尺寸图



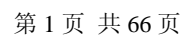
中塔柱施工方案图

## 4.4 0号块施工图









4.7 主塔 2 号墩及东岸主梁施工作业计划表

上界公路马桑溪长江大桥施工进度计划

序号	工程项目	起止时间	单位	工程数量	时间 (天)	二 零 零 零 年											
						一 季 度			二 季 度			三 季 度			四 季 度		
						1月	2月	3月	4月	5月	6月	7月	8月	9月	10月	11月	12月
一	主塔墩横梁																
1	横梁施工	1月1日-1月20日	项	1	20												
二	主塔墩中塔柱8.95m(59.11m)																
2	中塔柱内撑架拼装、导索安装	1月21日-1月22日	项	1	2												
3	第一节中塔柱砼灌注2.5米	1月21日-1月26日	m <sup>3</sup>	107.1	6												
4	0#、1#块托架扩展拼装	1月21日-1月28日	项	1	8												
5	第二节中塔柱砼灌注6.445米	1月27日-2月10日	m <sup>3</sup>	224.6	16												
三	0#、1#块砼灌注																
6	0#、1#块托架布置分配梁及预压	1月29日-2月5日	项	1	8												
7	0#块砼灌注(10m)	2月6日-2月25日	m <sup>3</sup>	319.2	20												
8	1*、1#块砼灌注(2x6m)	4月16日-5月15日	m <sup>3</sup>	2x132.64	30												
四	主塔墩中塔柱50.16m(59.11m)																
9	爬架拼装	2月11日-2月20日	项	149.7	10												
10	第三节中塔柱砼灌注4.297米	2月21日-2月27日	m <sup>3</sup>	149.7	7												
11	第四节中塔柱砼灌注4.297米	2月28日-3月5日	m <sup>3</sup>	149.7	6												
12	第五节中塔柱砼灌注4.297米	3月6日-3月12日	m <sup>3</sup>	149.7	7												
13	第六节中塔柱砼灌注4.297米	3月13日-3月19日	m <sup>3</sup>	149.7	7												
14	第七节中塔柱砼灌注4.297米	3月20日-3月26日	m <sup>3</sup>	149.7	7												
15	第八节中塔柱砼灌注4.297米	3月27日-4月2日	m <sup>3</sup>	149.7	7												
16	第九节中塔柱砼灌注4.297米	4月3日-4月9日	m <sup>3</sup>	149.7	7												
17	第十节中塔柱砼灌注4.297米	4月10日-4月16日	m <sup>3</sup>	149.7	7												
18	第十一节中塔柱砼灌注4.297米	4月17日-4月23日	m <sup>3</sup>	149.7	7												
19	安装底模托架、更换特制模板	4月24日-4月28日	项	1	5												
20	第十二节中塔柱砼灌注4.297米	4月29日-5月6日	m <sup>3</sup>	189.4	9												
21	第十三节中塔柱砼灌注4.0米	5月7日-5月14日	m <sup>3</sup>	122	8												
22	第十四节中塔柱砼灌注3.195米	5月15日-5月21日	m <sup>3</sup>	67.5	7												
五	主塔墩上墩柱(35.76m)																
23	爬架拆除、改制、安装	4月22日-5月20日	项	1	29												
24	第一节上塔柱砼灌注4.5米	5月22日-5月29日	m <sup>3</sup>	76.2	8												
25	第二节上塔柱砼灌注4.5米	5月30日-6月5日	m <sup>3</sup>	76.2	7												
26	第三节上塔柱砼灌注4.5米	6月6日-6月12日	m <sup>3</sup>	76.2	7												
27	第四节上塔柱砼灌注4.5米	6月13日-6月19日	m <sup>3</sup>	76.2	7												
28	第五节上塔柱砼灌注4.5米	6月20日-6月26日	m <sup>3</sup>	76.2	7												
29	第六节上塔柱砼灌注4.5米	6月27日-7月3日	m <sup>3</sup>	76.2	7												
30	第七节上塔柱砼灌注4.5米	7月4日-7月10日	m <sup>3</sup>	76.2	7												
31	第八节上塔柱砼灌注4.26米	7月11日-7月17日	m <sup>3</sup>	76.2	7												
32	主梁节段现浇(标准块件6m)																
33	爬架、爬模拆除	7月18日-7月28日	项	1	11												
34	1#索挂索	5月16日-5月31日	项	1	16												
35	挂杆拼装、试吊	6月1日-6月30日	套	2	30												
36	2#、2*—14#、14*#块悬浇	7月21日-12月24日	m <sup>3</sup>	2804.1	157												
37	15#、15*#—29#、29*#块悬浇	12月25日-6月22日	m <sup>3</sup>	3953.8	180												
38	调索	6月23日-6月30日	项	1	8												
39	合拢段30#砼浇注	7月1日-7月15日	m <sup>3</sup>	32	15												
40	桥面系工程	7月16日-9月30日	项	1	77												
七	其它																
41	现场清理及竣工验收	10月1日-10月27日	项	2	27												

编制:

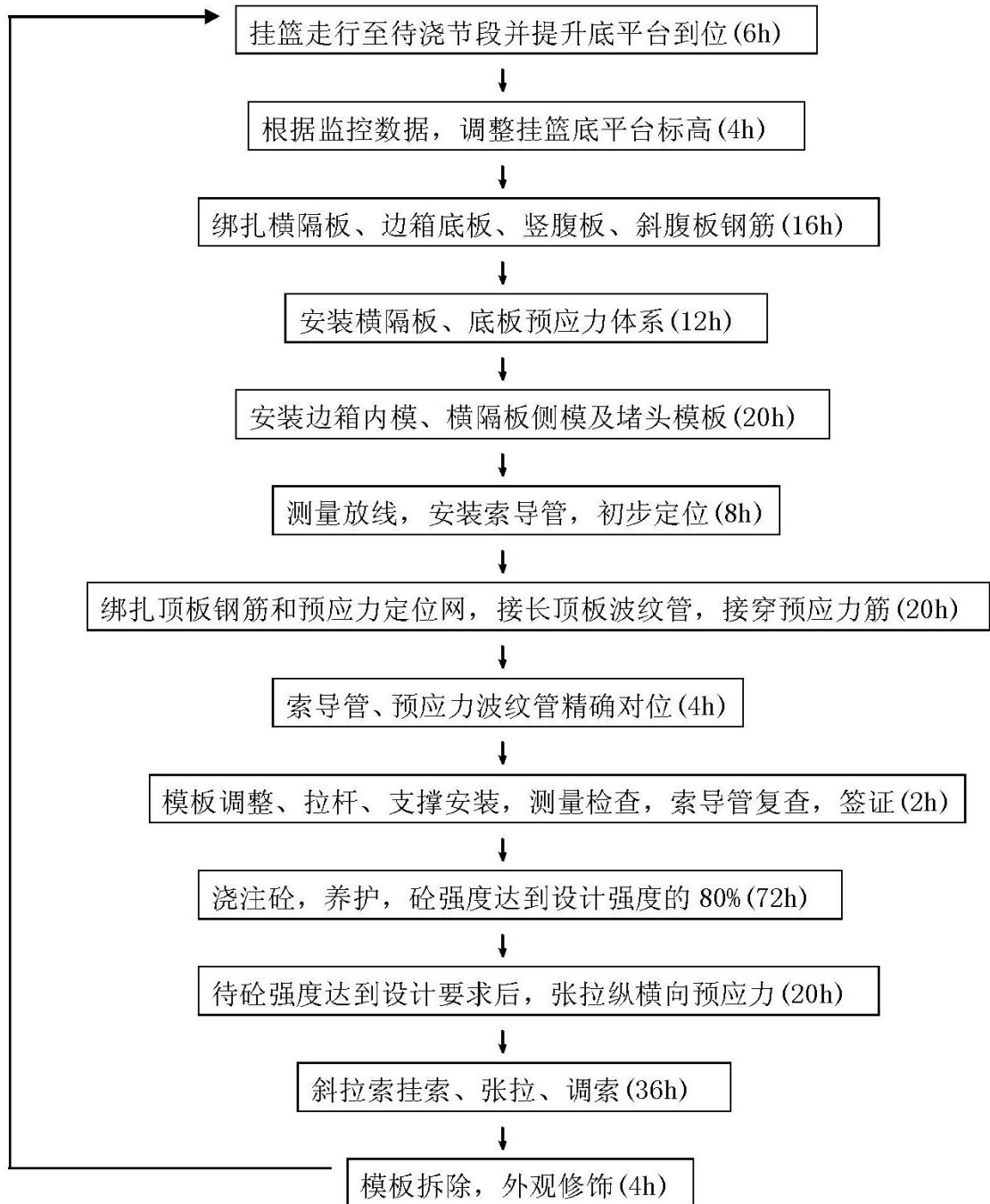
复核:

审核:

日期:二〇〇〇年 月 日

## 4.8 主梁标准节段施工程序图

## 主梁标准节段施工程序图



4.9 29”号块及合拢段劳动力组织计划

29"号块及合拢段劳动力组织计划

序号	项目	人员	序号	项目	人员
1	塔吊司机	8			
2	搅拌机司机	10			
3	吊车司机	2			
4	装载机	2			
5	模板修理、补焊、打磨				
A	焊工	4			
B	打磨人员	4			
C	其他人员	2			
6	模板安装人员	20			
7	钢筋制作				
A	钢筋挤压	6			
B	钢筋工	40			
8	木工	8			
9	劲性骨架制作	8			
10	其他普工、搬运、打杂等	20			
11	技术人员	11			
	合 计	145			