**安县先林大桥建设工程项目标段施工招标**

**投 标 文 件**

**投标文件内容：**

**投标人： （法定名称）**

**年 月 日**

**一、施工组织设计**

1、投标人编制施工组织设计的要求：编制时应采用文字并结合图表形式说明施工方法；拟投入本标段的主要施工设备情况、拟配备本标段的试验和检测仪器设备情况、劳动力计划等；结合工程特点提出切实可行的工程质量、安全生产、文明施工、工程进度、技术组织措施，同时应对关键工序、复杂环节重点提出相应技术措施，如冬雨季施工技术、减少噪音、降低环境污染、地下管线及其他地上地下设施的保护加固措施等。

2、施工组织设计除采用文字表述外可附下列图表，图表及格式要求附后。投标人根据其施工组织设计的要求可自行把下列图表添加到相应的项目中。

附表一 拟投入本标段的主要施工设备表

附表二 拟配备本标段的试验和检测仪器设备表

附表三 劳动力计划表

附表四 计划开、竣工日期和施工进度网络图

附表五 施工总平面图

附表六 临时用地表

[第一章 工程概况及特点](#_Toc283599125)

[第一节、工程概况](#_Toc283599126)

[第二节、设计特点](#_Toc283599127)

[第三节、结构设计特点](#_Toc283599128)

[第四节、设备安装设计特点](#_Toc283599129)

[第五节、建设地点特征](#_Toc283599130)

[第二章 施工准备工作计划](#_Toc283599131)

[第一节、现场准备](#_Toc283599132)

[第二节、技术准备](#_Toc283599133)

[第三节、人员准备](#_Toc283599134)

[第三章 施工方案](#_Toc283599135)

[第一节 工程概况](#_Toc283599136)

[第二节 施工流程](#_Toc283599137)

[第三节 施工总体方案](#_Toc283599138)

[第四节 下部结构](#_Toc283599139)

[第五节 上部结构](#_Toc283599166)

[第六节、管道摩阻测试试验方案](#_Toc283599198)

[第七节、桥面系](#_Toc283599213)

[第七章 质量管理措施和保证体系](#_Toc283599234)

[第一节、质量管理体系建立](#_Toc283599235)

[第二节、编制施工组织设计](#_Toc283599236)

[第三节、保证技术力量](#_Toc283599237)

[第四节、做好施工前的技术准备工作](#_Toc283599238)

[第五节、做好技术资料管理](#_Toc283599239)

[第六节、关键工序质量保证措施](#_Toc283599240)

[第七节、雨季施工安排](#_Toc283599241)

[第八节、成品半成品保护措施](#_Toc283599242)

[第八章 安全管理措施和保证体系](#_Toc283599243)

[第一节、安全生产目标](#_Toc283599244)

[第二节、安全事故应急预案](#_Toc283599245)

[第三节、安全保证措施](#_Toc283599246)

[第十一章、环境保护管理体系与措施](#_Toc283599247)

[第一节、文明施工措施](#_Toc283599248)

[第二节、现场场容、场貌布置措施](#_Toc283599249)

[第三节、生活卫生措施](#_Toc283599250)

[第四节、环境保护及水土保持措施](#_Toc283599251)

[第九章 工程进度计划与措施](#_Toc283599252)

[第一节、保证工期方案](#_Toc283599253)

[第二节、保证工期组织机构与体系](#_Toc283599254)

[第三节、工期保证的管理措施](#_Toc283599255)

[第四节、劳动力保障措施](#_Toc283599256)

[第五节、机械设备保障措施](#_Toc283599257)

[第六节、资金保证措施](#_Toc283599258)

[第七节、实行工程进度管理奖罚制度](#_Toc283599259)

[第八节、施工、生活、后勤保障措施](#_Toc283599260)

[第九节、重点工程工期保证措施](#_Toc283599261)

[第五章 资源配备计划](#_Toc283599262)

[第一节、劳动力需用量计划](#_Toc283599263)

[第二节、主要材料需用计划](#_Toc283599264)

[第三节、机械设备需用量计划](#_Toc283599267)

[附表一：拟投入本标段的主要施工设备表](#_Toc283599268)

[附表二：拟配备本标段的试验和检测仪器设备表](#_Toc283599269)

[附表三：劳动力计划表](#_Toc283599270)

[附表四：计划开、竣工日期和施工进度网络图](#_Toc283599271)

[附表五：施工总平面图](#_Toc283599272)

[附表六 临时用地表](#_Toc283599273)

第一章 工程概况及特点

第一节、工程概况

安县位于四川盆地西北部，距成都110公里，距绵阳科技城10公里。安县基础设施完善，区位优势突出。县城已是绵阳科技城城市功能辐射的卫星城，紧靠宝成铁路和“成(都)—绵(阳)—广(元)”高速公路，紧邻绵阳南郊飞机场；县内交通四通八达，人流、物流进出快捷方便。

先林大桥，位于塔九路（县道）安县境内，横跨安昌河，旧桥被洪水毁坏。为了适应经济的发展，连接东西两岸，必须重建，推动城市基础设施建设，城乡一体化建设，推动区域经济发展。

第二节、设计特点

（1) 道路等级：城市主干道Ⅲ级

（2) 设计行车速度： 40km/h

（3) 基本车道数：双向四车道，两侧设 3.5m 人行道

（4) 设计荷载：汽车荷载，公路－Ⅰ级；人群荷载-3.5kN/m2

（5) 结构设计基准期：100 年

（6) 结构安全等级：一级

（7) 桥下净空：跨河堤处净空：2.3m

（8) 防洪标准：100 年一遇

（9) 设计基本地震加速度： 0.15g

（10) 场地特征周期值： 0.45

（11) 抗震设防类别烈度：Ⅶ度

（12) 抗震设防类别：B 类

第三节、结构设计特点

（1）主桥上部结构：

主拱拱轴线均为悬链线线，中拱跨度38m、矢高9.5m，矢跨比f/L=1/4；边拱跨径为38m，矢高随纵坡影响逐渐减小，矢跨比逐渐减小。拱圈采用钢筋混凝土箱型拱，主拱高1.3m，拱圈标准段顶、底板厚度均为15cm，边腹板厚度为0.4m，中腹板厚度为0.3m。

腹拱圈因跨径较小， 拱轴线设为圆曲线， 跨度为15m， 矢高从边腹拱到中腹拱分别为3.25m、3.44m、3.65m。腹拱圈采用钢筋混凝土实腹拱，拱圈厚度为0.6m。

腹拱与主拱连接位置采用6mm厚的包以锌片的铅板铰接，铅板铰采用石棉密封。

在全桥主、腹拱圈上分别接19m(20.4m)简支空心板。空心板断面布置为：边板2块，中板13块，边板顶板宽1.74m ,其中悬臂段长0.5m，底板宽1.24m;中板顶、底板宽1.26m；边板及中板顶、底板厚度均为0.12m，空心板高0.95m。

（2）主桥下部结构：

桥墩外形采用圆端形，桥墩宽度为21m,厚度为4.5m;基础采用8根直径1.8m的钻孔灌注桩;承台长度22.8m， 宽度7.5m， 高度2.5m;桥台采用重力式桥台,前墙置于河堤前缘， 与河提平齐，背墙跨越河提，置于之后，前墙与背墙间采用简直空心板连接。

（3）附属设施：

1.桥面铺装

桥面铺装总厚度为 18cm，具体结构见下：

细粒式密级配沥青混合料 AC-13C 4cm

中粒式密级配沥青混合料 AC-16C 5cm

聚合物改性沥青基防水涂料（PBⅡ型） 不小于 1mm

防水混凝土 C40 10cm

2.桥面排水

在空心板边板的翼缘上顺桥向设置泄水管，利用桥梁横、纵坡，将水排入河道内。

3.伸缩装置

在两侧桥台位置预留 2cm 伸缩缝，安装 EM-80 伸缩装置，其余简支板处，采用桥面连续。

4.人行道栏杆

在桥面两侧人行道外侧设置砼人行道栏杆，栏杆高度为 1.2m。

5.桥面排水

桥梁排水采用横、纵坡将水引至人行道路缘石处，由人行道板内预埋的 PVC 管将水排入河道中。

第四节、设备安装设计特点

1、施工放样前应全面了解设计图纸、资料、查明图纸本身及相互之间关系，如发现图纸中有矛盾应及时与设计单位联系，以便解决或更正。严格按施工图要求进行施工，并处理好桥梁施工先后次序，作好基坑围护，防止桥梁墩台发生位移，保证桥梁安全。

2、本合同先林大桥上部结构为预应力连续刚构，设计采用挂篮悬臂施工，施工技术难度较大。桥梁工程高空作业存在诸多不安全因素，施工中需做好各项安全防范措施，以确保安全施工。

3、施工单位在开工前应做好施工组织设计，经审查后方可施工，在分项工程施工前应做好相应的准备工作，提出具体的施工方案。施工单位在施工过程中发现意外情况或质量问题时，应及时与监理、业主及设计单位取得联系。

第五节、建设地点特征

1、气候条件

安县属中亚热带湿润季风气候区，具有气候温和，雨量充沛，无霜期长、四季分明的特点。 根据安县气象局资料， 多年平均气温16.4℃， 极端最高气温36.5℃， 极端最低气温－4.8℃，多年平均降雨量 842.7 毫米，多年平均降雨日数 162 日，多年平均相对温度 79％，多年平均日照数 1058.7 小时，多年平均无霜期 300 天，实测最大风速 17m/s。

2、水文条件

安昌河为涪江右岸一级支流，发源于北川县天麻山南麓，由西北流向东南，经安昌、黄土、 花荄、 永兴于绵阳市城南汇入涪江。 全流域面积 1032km2。 流域地势由西北向东南倾斜。

地貌特征以安昌镇附近为界，上游为山地峡谷地形，天然植被良好，河流坡陡流急，河床比降达 51.7‰。下游则为平坝丘陵地区，植被一般，土地大都已开发利用。河谷开阔，水流平缓，河床比降 2.1‰。流域水系图见附图水文-1。工程位于安昌河中段，工程以上集水面积为759km2，占整个流域集水面积的 80％。工程区河段平均比降 3.33‰。

场地内地下水丰富，径流、排泄条件好，补给条件良好，水文地质条件总体上较简单。

第二章 施工准备工作计划

第一节、现场准备

1、生产与生活临建设施

根据本桥的实际工程量，职工每人4m2，劳务工每人3m2，拟采用以下措施：

全部临建分为两大类：一类包括办公室、会议室等，此类房屋要求御寒防暑；另一类包括住房、食堂、库房和操作间等，其标准可适当降低，以减少开支。

施工办公室及职工宿舍分设在三个地方：办公室、会议室等设在主桥桥跨一侧附近，具体详见施工平面布置图。

房屋结构采用活动板房与砖混结构房屋相结合，屋内地面采用水泥地面，周围设围墙。

2、现场作业棚、施工便道、施工用水用电、施工通讯、预制厂设置，详见第六章施工平面图

第二节、技术准备

1、工程开工前，做好技术准备工作，熟悉施工图纸，审查图纸。根据总平面图及设计交底的现场控制点测设控制网，定好轴线桩，将全线控制点、水准点引入现场适当的位置，施工前请建设、设计、监理单位进行验线。

2、工程开工前完成施工现场调查，了解设计意图，消除错、漏、碰、缺等问题，解决施工技术与施工工艺之间的矛盾。

3、计算分项工程的工程量、疏通材料供应渠道，分析劳动力和技术力量，建立健全施工技术管理机构。

4、编制实施性的施工组织设计时要兼顾全面、突出重点，以施工图、施工规范、质量标准、安全操作规程为组织施工的指导文件。

5、每道工序开始前要进行技术交底，对施工工艺上的难点和质量通病要提前预防，并制定出有效的处理办法。

第三节、人员准备

我公司高度重视本合同工程，中标后将其列为本年度重点在建工程，实行项目法管理，成立项目经理部，项目经理部内设项目经理、项目工程师、计划管理员、财务负责人、桥梁工程师、测量工程师、试验工程师、计量工程师、质量管理员、材料管理员、安全管理员、施工员、资料员等人员，并根据该工程的施工进度安排配备足够管理技术人员。

第三章 施工方案

第一节 工程概况

主桥上部结构采用搭设满堂支架的施工方法，从两边同时，分段逐跨浇筑主拱圈，最后

合拢中跨,待主拱圈砼达设计强度后，再以从边到中的顺序逐步拆卸支架；再搭设腹拱圈支架

浇筑腹拱圈。 待腹拱圈砼达到设计强度后， 吊装拱上简支空心板； 在水中围堰施工桩基及承台，桩基础采用机械钻孔施工。预计全桥施工总工期18个月。

主要施工步骤：

1.施工桥墩基础并施工桥台；

2.桥墩施工；

3.搭设主拱圈支架并预压；

4.从边跨对称施工主拱圈；

5.主拱圈中跨合拢；

6.从边跨对称拆除主拱圈支架；

7.搭设腹拱支架，施工腹拱圈；

8.拆除支架，从两侧对称吊装拱上简支板；;

9.施工桥面铺装及附属工程。

10.完成河堤两侧接线处理及河提改建。

第二节 施工流程

施工阶段 1：基础、承台、承台系梁、拱座施工。

施工阶段 2：采用支架现浇施工第一、六两边跨主拱拱圈。

施工阶段 3：采用支架现浇施工第二、五两跨主拱拱圈。

施工阶段 4：采用支架现浇施工第三、四两中跨主拱拱圈。

施工阶段 5~7：待主拱圈达设计强度后，依次从两边对称拆除支架。

施工阶段 8：搭设腹拱支架并同时浇筑边腹拱。

施工阶段 9：同时浇筑两次中腹拱。

施工阶段 10：浇筑中腹拱。

施工阶段 11~13：全桥落架，并从两侧同时对称吊装简支板。

施工阶段 14：施工桥面铺装、河堤恢复、接线等附属工程。

施工阶段 15：全桥施工完成，静载试验，交付竣工。

第三节 施工总体方案

根据预应力混凝土连续箱梁桥的特点，计划采用以下施工方法：

桩基：采用人工挖孔桩施工；

墩柱：采用翻模法施工；

上部结构：采用挂篮悬臂浇注法进行施工。在主墩上部旁搭设三角支架，进行0、1#块箱梁施工。待0、1#块箱梁施工完毕后，用塔吊在其上安装三角形挂篮，布置4对8副三角形挂篮，两端对称悬臂浇筑2～19#箱梁节段。箱梁节段施工到一定程度，搭设满膛支架法进行边跨现浇段施工，然后进行边跨合拢段施工，最后进行中跨合拢段施工。

施工材料运输采用塔吊，4～7#墩上人梯道采用电梯，其余墩位在塔吊处用万能杆件搭设上人梯。

砼采用商品砼，由砼泵送车运输至施工现场，用拖泵泵送到浇筑部位。

第四节 下部结构

### 一、桩基

人工挖孔施工采用卷扬机提升料斗出渣，自卸车运输弃渣，水泥砼护壁，采用串筒或导管灌注砼、插入式振捣器振捣的施工工艺。

### 1、准备工作

在施工前，平整好作业场地，用全站仪放出桩孔中心点，中心点位误差在允许范围内，中心点确定后，根据桩孔直径及护壁厚度放出开挖线，报专业监理工程师验线，合格后砌筑砖砌护筒，检查开挖准备情况，一切就绪后即可进行开挖。

### 2、开挖

开挖采用人工十字镐，将挖除料装入料斗，用人力绞车提升出渣，每开挖1米衬砌1米。装料时注意不得将料斗装满。所装料必须距料斗顶面3～5cm，以免料斗在提升过程中抛洒土料伤人。为保证施工安全，所有作业人员都必须配戴安全帽、安全绳。挖孔工作暂停时，孔口必须加盖，进出孔采用软梯，发现意外情况时及时将作业人员撤出。

孔内遇有岩石时采用风镐作业，风镐作业人员必须持证上岗，除配备一般人员防护用具外，风镐作业人员必须佩戴防护面具，避免过多吸入粉尘，造成伤害，必要时采用湿法作业。在挖孔时应保持孔壁的垂直度，避免挖成斜孔，如遇塌孔，应回填合格土质夯实后重新进行开挖。

人工挖孔作业时，最大进尺不允许超过1m，挖孔实际直径比设计桩径大20cm-30cm，随进尺情况支设模板，浇筑砼护壁，护壁厚度不小于10cm。护壁完成，经检查确认无异常情况后方可继续掘进作业。如果遇到碎石、流砂段落，必须减小进尺，每进尺不得大于50cm，并适当加厚护壁厚度。

### 3、出渣方案

孔内设置料斗，孔口设置支架，利用人工手摇辘轳提升料斗出孔。地面用人力手推车通过排渣通道将挖出的土方堆放到指定地点。提升料斗时注意缓慢、匀速，尽量减少料斗晃动，以免料斗中土料掉出伤人。提升设施施工前，必须进行检查，保证提升绳及设备完好，以确保安全。

### 4、现浇混凝土护壁

在挖孔前距孔壁边约20厘米处用M7.5砂浆砌筑一砖厚的环形护筒，高50cm，以避免井口进水。孔内采用150mm厚现浇C15混凝土护壁，护壁模板采用刚度较好的定型外圆钢模板，外径与桩基直径相同。

### 5、降、雨水措施

孔内如渗水量不大，可以采用人工雨水，当挖到桩底时，可在桩位的一角挖一个0.6×0.5×0.5的集水坑，用潜水泵抽水，渗水较大应边施工边抽水，如同墩台有几个桩孔同时施工，可以安排超前井挖，使地下水集中在一孔内排除。一般说砼衬砌有较好的防水作用，是挖孔桩护壁支撑的首选施工方案。

### 6、通风措施

人工挖孔施工时，配备鼓风机通过∮50的塑料管不断的将新鲜空气运到孔底，将孔内浊气利用成孔的风道作用排出孔外。每孔配备一套，另外，在施工现场备用2～3台鼓风机，以备个别鼓风机维修时能及时调换。

施工现场配备有害气体监测设备一套，每日开工前监测孔内有害气体含量，特别是杂填土地段，必须加大监测频率，随时监测，以确保施工人员安全。中间停工再复工前将井底的空气也要彻底抽换。每次爆破后应随即进行通风排烟清孔，由负责人检查孔内无毒后，施工人员再下孔操作。孔深超过10m时，应经常检查孔内二氧化碳浓度，如超过0.3%，应增加通风措施。

### 7、照明及警示设施

在已挖好的承台基坑顶四周用彩条旗做围护标志并树立警示牌，夜间设置红色灯具警示。孔内照明配备低压（36V）照明灯具，低压照明线路通过专用调压器与地面照明线路相连，确保孔内施工人员安全。

### 8、清孔

①终孔检验合格后，立即进行清孔作业，采用掏渣法清孔。清孔排渣时，必须注意保持孔内水头，防止塌孔。

②清孔时将附着于护筒壁的泥浆清洗干净，并将孔底钻渣及泥砂等沉淀物清除。在清孔过程中，应不断置换泥浆，直至浇注水下混凝土；

③清孔后桩底沉淀层厚度不大于10cm时，即可终止清孔。

### 9、钢筋骨架制作与安装

①钢筋骨架在钢筋加工场集中制作，根据起吊高度分段制作。为使钢筋骨架有足够的刚度以保证在运输和吊装过程中不产生变形，每隔2m～2.5m用φ18mm钢筋设置一道加强箍。

②钢筋骨架运至现场后用汽车吊吊入孔内，第一段放入孔内后用钢管或型钢临时搁支在护筒口，再起吊另一段，对正位置焊接后逐段放入孔内至设计标高，注意焊接接头的数量应符合设计及规范要求。最后将最上面一段的挂环挂在孔口并临时与筒口焊牢，防止混凝土灌注过程中钢筋笼浮起或位移。

③钢筋骨架在下放时安放要对准孔位，防止碰撞孔壁，就位后应立即固定。在安放钢筋骨架时，为确保钢筋的保护层厚度，在钢筋骨架箍筋周径上点焊耳形钢筋，沿桩长的间距不超过2m，以控制钢筋骨架与孔壁净距。钢筋笼吊装完成后，应进行隐蔽工程验收，合格后应立即浇注混凝土。

### 10、灌注混凝土

钢筋笼入孔后四小时内必须灌注砼，尽快为好。灌注砼后桩顶标高比设计标高预加一定高度，以便清楚浮浆确保桩顶砼均匀密实，强度符合要求。预加高度应按实际情况通过实践试验求出，暂定为1-2m。

①砼采用输送泵泵送砼，当桩孔内基本无水时，采用常规的砼浇筑方法。水下混凝土必须具备良好的和易性，配合比应通过试验确定，坍落度宜为180mm～220mm，每方水下混凝土水泥用量不宜小于350kg，为改善和易性和缓凝，水下砼宜掺外加剂、粉煤灰等材料，不少于300kg。水下混凝土的含砂率宜为0.4～0.5，并宜选用中粗砂，水灰比宜采用0.5～0.6。粗骨料的最大粒径不应大于40mm。

②当地下水位较高时，水下砼采用导管法进行灌注，导管内径一般为25-35cm，导管使用前要进行闭水试验（水密、承压、接头抗拉），合格的导管才能使用，导管应居中稳步沉放，不能接触到钢筋笼，以免导管在提升中将钢筋笼提起，导管可吊挂在钻机顶部滑轮上或用卡具吊在孔口上，导管底部距桩底的距离应符合规范要求，一般0.25-0.4m，导管顶部的贮料斗内砼量，必须满足首次灌注后导管端能埋入砼中0.8-1.2m，施工前要仔细计算贮料斗容积，向导管内倾倒砼宜徐徐进行防止产生高压气囊。施工中导管内应始终充满砼。随着砼的不断浇入，及时测量砼顶面高度和埋管深度，及时提拔拆除导管，使导管埋入砼中的深度保持2—6m间。砼面检测锤随孔深而定，一般不小于4Kg。

③每根导管内的水下砼浇筑工作，应在该导管首批砼初凝前完成，否则应掺入缓凝剂，推迟初凝时间。砼的坍落度应满足设计要求，砼浇筑应连续进行，为保证桩的质量，应留比桩顶标高出0.5-1.0m左右的桩头，处于干处的桩头，可在砼初凝后，终凝前清除。

### 11、破桩头及桩的检测

为确保桩顶质量，实际挖孔桩顶标高比设计高出0.5m左右，以保证混凝土强度，多余部分在承台施工前必须凿除，残余桩头应无松散层。凿毛桩顶砼，将桩身嵌入承台150mm。挖孔桩施工完成且桩基混凝土达到的设计强度的80%后，请勘察设计部门对桩进行检测，一般采用超声波检测法即可检测出桩基的施工质量是否符合设计要求。技术人员应对挖孔桩各项原始记录及时进行整理签认。

### 二、承台

本工程承台为矩形，5、6号承台体积为14×24×4.5=1512m3,引桥承台最小尺寸为11m×7m×2.5m=192.5m3,均为大体积混凝土，根据温控设计和浇筑能力，单个承台一次浇筑完成。承台混凝土浇筑时均需布对混凝土配合比进行合理设计，同时设温控管来控制混凝土浇筑时的水化温度。

### 1、模板

承台模板采用定型组合钢模板，外侧用12×15cm方木夹杠固定，[10槽钢做竖向夹杠，中间设Ф16穿墙螺栓，与横纵向主筋对称焊接，对拉螺栓布置间距为60cm×60cm。

### 2、钢筋

承台钢筋绑扎时要注意墩身预埋钢筋的位置、尺寸；高度较高时制做钢筋定位框。过渡墩承台需在上部预埋钢板，与落地钢管支架底部焊接以保证钢管支架的稳定性。

### 3、冷却水管制安

（1）、在浇注前预先在混凝土内按0.8m的层距(距顶底面距离为50cm)布设降温冷却水管(Φ32m左右的薄壁钢管)，混凝土浇注后或每层循环水管被混凝土覆盖并振捣完成后，即可在该层水管内通水。通过水循环，带走基础内部的热量，使混凝土内部的温度降低到要求的限度。控制循环冷却水进、出水的温差不大于5℃。

（2）、管路拟采用回形方式，水平铺设，水平管层间距为100cm，共分3层：距混凝土边缘为50cm。各层间进出水管均各自独立，以便根据测温数据相应调整水循环的速度，以充分利用混凝土的自身温度，即中部温度高、四周温度低的特点，在循环过程中自动调节温差，产生好的效果。 冷却水管安装时，要以钢筋骨架和支撑桁架固定牢靠。水管之间的联接使用胶管，为防堵管和漏水，灌注混凝土前应做通水试验。

### 4、混凝土配合设计

（1）、本工程采用商品砼，根据经验和对大体积混凝土开裂因素(水泥水化热、混凝土内外温差、混凝土收缩徐变)的研究，大体积砼的配合比应根据实际施工时所采用的砂石料、水泥、粉煤灰及外加剂的性能进行交叉配合比设计。

（2）、采用低水化热水泥，掺加粉煤灰及外加剂，在保证砼强度的前提下，尽可能降低水泥用量，改善砼的性能，减小砼水化热。降低水灰比。

（3）、改善骨料级配，防止水泥、砂、石料在太阳中暴晒，砼泵管用草袋遮盖并洒水降温，降低混凝土入模温度的办法。将混凝土的浇注时间选在下午6点以后，一夜内浇注完一个承台。

### 5、混凝土的浇筑

优化浇筑工艺，“斜面分层，薄层浇注，连续推进；降低混凝土内外温差，“内排”并“外保”。具体实施办法为：  
 （1）、承台按照钢筋一次绑扎，混凝土浇筑两次施工完成施工，以错开混凝土的水化热高峰时间，以减少混凝土水化热的影响。分层高度在2m高度处。混凝土分层浇筑，分层振捣，每层浇筑厚度40cm，然后按照规范处理，设置施工缝联结钢筋。并在横桥向方向按1：2的坡度全断面摊铺，待每薄层混凝土全断面布料振捣完毕，再沿横桥向向循环浇注。  
 （2）、因承台高达4.5m，下部2m部分的混凝土浇注需用溜槽、串筒入模。分层浇筑，每层灌注须在下层混凝土未初凝前完成，以防出现施工冷缝。  
 （3）、混凝土振捣采用直径70mm左右的插入式振捣器。振捣时插入下层混凝土10cm左右，并保证在下层混凝土初凝前进行一次振捣，使混凝土具有良好的密实度和整体性。振捣中既要防止漏振，也不能过振。为保证振捣质量可在模板上安装一定数量的附着式振捣器配合插入式振捣器进行混凝土施工。  
 （4）、浇筑过程中设专人检查钢筋和模板的稳固性，发现问题及时处理。混凝土在浇筑振捣过程中会产生多少不等的泌水，需配备一定数量的工具如小水泵、大铁勺等用以排出泌水。浇筑过程中还要注意及时清除粘附在顶层钢筋表面上的松散混凝土。另外，绑扎承台钢筋前，应将地基进行清理使之符合要求。灌注混凝土时，当地基干燥时应先将地基湿润；如果是岩石地基，在湿润后，先铺一层厚2cm左右的水泥砂浆，然后再浇筑混凝土。

### 6、混凝土养护

1）、混凝土浇注完毕后即转入养护阶段，此时浇注混凝土的水化作用已基本确定，温度的控制转为降温速度和内外温差的控制，这可通过给浇注体表面覆盖保温材料进行保温养护来实现。覆盖材料可采用草袋，也可用水直接覆盖在基础表面，本桥拟采用水覆盖法。  
 （2）、采用蓄水养护，蓄水深度取50cm以上。在升温阶段，蓄水层能吸收混凝土的大量水化热、减少外部低温环境的影响，起到保温养护与间接散热、降温的双重作用。在降温阶段，蓄水层能起到延缓混凝土内部的降温速度、减少混凝土表面的热扩散、保持均匀散热的作用，能有效地防止混凝土因急剧降温而产生的裂缝。经验证明该方法效果较好。  
  （3）、根据需要，可在埋设冷却水管时在混凝土中一起布设测温点，并在养护中通过量测测温点的温度，用于指导降温、保温工作的进行，从而控制混凝土内外温差在20℃左右。  
 （4）、大体积混凝土的裂缝特别是表面裂缝，主要是由于内外温差过大产生的。浇筑后，水泥水化热使混凝土温度升高，表面易散热温度较低，内部不易散热温度较高，相对地表面收缩内部膨胀，表面收缩受内部约束产生拉应力。对大体积混凝土这种拉应力较大，容易超过混凝土抗拉强度而产生裂缝。因此，加强养护是防止混凝土开裂的关键之一。在养护中要加强温度监测和管理，及时调整保温和养护措施，延缓升降温速率，保证混疑土不开裂。养护需要7天以上（浇筑完7天内是混凝土水化热产生的高峰期），具体时间将根据现场的温度监测结果而定。  
 冷却水管使用完毕后用与承台强度等同的水泥浆封闭。

### 7、大体积混凝土浇筑

承台属于大体积砼，大体积混凝土的施工技术要求比较高，特别在施工中要防止混凝土因水泥水化热引起的温度差产生温度应力裂缝。因此需要从材料选择上、技术措施等有关环节做好充分的准备工作，才能保证基础底板大体积混凝土顺利施工。

（1）冷却管布置

①冷却水管布置说明

冷却管采用电焊钢管，型号为YBZ42-63。冷却管规格为φ40x2.5mm，分层布置，每层冷却管有一个进水口，两个出水口。

本工程承台的冷却管按混凝土上下面各1m开始布控，两层冷却管层距超过1.5m加设一层。冷却管横桥向通长布置，距纵桥向模板1m后弯头连接，纵桥向间距按1m布控。

冷却管采用短筋架立，并多点焊接固定。

②冷却水管制安

冷却水管安装时，将其按设计位置固定在支架上，做到管道通畅，接头可靠，不漏水、阻水。冷却水管安装完成后，进行通水检查。

冷却水管的出水口和进水口采取集中布置、统一管理，并标识清楚。管内循环水由潜水泵提供。温控完成后，冷却管采用水泥浆压注封堵。

在混凝土内预埋φ40x2.5mm的散热管和测温管，通过冷却水管内水的热交换作用和循环流动，由循环水带出混凝土内水化热的热量，降低混凝土结构内的温度以达到减少内外温差的目的。散热管设置后，进行检查是否畅通，如有堵塞或漏水，需及时处理。

每层冷却水管均在混凝土浇筑至水管标高后，根据温升情况开始通水，通水流量根据温控计算结果确定，确保水流降温效果。施工时要做好进出水温的测量记录，以便调整控温措施。

在混凝土养生期间，散热管连续通水，进出水口流量根据温差进行调节。用水泵抽水，保证冷却管进水口有足够的压力，进出水管的水温相差在5-10℃之间，承台从浇注起至浇注完成后半月内不间断注水。

在承台混凝土浇筑完毕后，散热作业完成后，对散热水管进行压注纯水泥浆处理，在压注浆之前需用拌和用的清洁淡水冲洗冷水管。



（2）混凝土配比

大体积混凝土的配合比根据实际施工时所采用的砂石料、水泥、粉煤灰及外加剂的性能进行配合比试验，确定最佳的混凝土施工配合比。但遵循以下总的原则：大体积混凝土采用低水化热水泥，并采用“双掺技术”（即掺加粉煤灰及外加剂），降低混凝土的入仓温度等措施，以改善混凝土的性能，减小混凝土的水化热。混凝土的性能要求如下：

◇ 初凝时间：不小于4小时；

◇ 坍落度：12～18cm；

◇ 具有良好的流动性、和易性及可泵性。

◇ 混凝土要求具有微膨胀性能，以避免由于混凝土收缩而使两个侧面产生收缩裂缝，影响混凝土整体结构受力。

　　①砼原材料选择

　　水泥：考虑普通水泥水化热较高，特别是应用到大体积混凝土中，大量水泥水化热不易散发，在混凝土内部温度过高，与混凝土表面产生较大的温度差，使混凝土内部产生压应力，表面产生拉应力。当表面拉应力超过早期混凝土抗拉强度时就会产生温度裂缝，因此确定采用水化热比较低的矿渣硅酸盐水泥，标号为525#，通过掺加合适的外加剂可以改善混凝土的性能，提高混凝土的抗渗能力。

　　粗骨料：采用碎石，粒径5-25mm，含泥量不大于1%。选用粒径较大、级配良好的石子配制的混凝土，和易性较好，抗压强度较高，同时可以减少用水量及水泥用量，从而使水泥水化热减少，降低混凝土温升。

　　细骨料：采用中砂，平均粒径大于0.5mm，含泥量不大于5%。选用平均粒径较大的中、粗砂拌制的混凝土比采用细砂拌制的混凝土可减少用水量10%左右，同时相应减少水泥用量，使水泥水化热减少，降低混凝土温升，并可减少混凝土收缩。

　　粉煤灰：由于混凝土的浇筑方式为泵送，为了改善混凝土的和易性便于泵送，考虑掺加适量的粉煤灰。按照规范要求，采用矿渣硅酸盐水泥拌制大体积粉煤灰混凝土时，其粉煤灰取代水泥的最大限量为25%。粉煤灰对水化热、改善混凝土和易性有利，但掺加粉煤灰的混凝土早期极限抗拉值均有所降低，对混凝土抗渗抗裂不利，因此粉煤灰的掺量控制在10%以内，采用外掺法，即不减少配合比中的水泥用量。按配合比要求计算出每立方米混凝土所掺加粉煤灰量。

外加剂：设计无具体要求，通过分析比较及过去在其它工程上的使用经验，混凝土采用减水剂，每立方米混凝土2kg，减水剂可降低水化热峰值，对混凝土收缩有补偿功能，可提高混凝土的抗裂性。

②拌制混凝土的原材料均需进行检验，合格后方可使用。同时要注意各项原材料的温度，以保证混凝土的入模温度与理论计算基本相近。在混凝土搅拌站设专人掺入外加剂，掺量要准确。

　　③施工现场对商品混凝土要逐车进行检查，测定混凝土的坍落度和温度，检查混凝土量是否相符，严禁混凝土搅拌车在施工现场临时加水。

（3）施工准备工作

准备浇筑混凝土时预埋的测温管、砼浇筑时的振捣设备、保温养护的塑料薄膜、麻袋等。

（4）大体积混凝土温度和温度应力计算

对现浇砼进行温度检测，高温一般在混凝土浇筑后3d左右产生，以后趋于稳定不再升温，并且开始逐步降温。规范规定，对大体积混凝土养护，应根据气候条件采取控温措施，并按需要测定浇筑后的混凝土表面和内部温度，将温差控制在设计要求的范围内；当设计无具体，要求时，温差不宜超过25度；本工程设计无具体要求，即按规范执行。表面温度的控制可采取调整保温层的厚度。

　　（5）大体积混凝土施工

　　混凝土采用商品混凝土，用混凝土运输车运到现场，采用2台混凝土输送泵送筑。

　　①混凝土浇筑时应采用“分区定点、一个坡度、循序推进、一次到顶”的浇筑工艺。钢筋泵车布料杆的长度，划定浇筑区域，每台泵车负责本区域混凝土浇筑。浇筑时先在一个部位进行，直至达到设计标高，混凝土形成扇形向前流动，然后在其坡面上连续浇筑，循序推进。这种浇筑方法能较好的适应泵送工艺，便每车混凝土都浇筑在前一车混凝土形成的坡面上，确保每层混凝土之间的浇筑间歇时间不超过规定的时间。同时可解决频繁移动泵管的问题，便于浇筑完的部位进行覆盖和保温。

②混凝土浇筑应连续进行，间歇时间不得超过6h，如遇特殊情况，混凝土在4h仍不能连续浇筑时，需采取应急措施。即在己浇筑的混凝土表面上插12短插筋，长度1米，间距50mm，呈梅花形布置。同时将混凝土表面用塑料薄膜加草席覆盖保温。以保证混凝土表面不受冻。

　　③混凝土浇筑时在每台泵车的出灰口处配置3～4台振捣器，因为混凝土的坍落度比较大，在1.5米厚的底板内可斜向流淌1米远左右，2台振捣器主要负责下部斜坡流淌处振捣密实，另外1-2台振捣器主要负责顶部混凝土振捣。

　　④由于混凝土坍落度比较大，会在表面钢筋下部产生水分，或在表层钢筋上部的混凝土产生细小裂缝。为了防止出现这种裂缝，在混凝土初凝前和混凝土预沉后采取二次抹面压实措施。 　　现场按每浇筑100方（或一个台班）制作3组试块，1组压7d强度，1组压28d强度归技术档案资料用；l组作仍14d强度备用。

　　⑤、混凝土测温

　　混凝土浇筑时应设专人配合预埋测温管。测温管的长度分为两种规格，测温管应按测温平面布置图进行预埋，预埋时测温管与钢筋绑扎牢固，以免位移或损坏。每组测温线有2根（即不同长度的测温线）在线的上端用胶带做上标记，便于区分深度。测温线用塑料带罩好，绑扎牢固，不准将测温端头受潮。测温线位置用保护木框作为标志，便于保温后查找。

　　试验部门设专人负责测温及保养的管理工作，发现问题应及时向项目技术负责人汇报。配备专职测温人员，按两班考虑。对测温人员要进行培训和技术交底。测温人员要认真负责，按时按孔测温，不得遗漏或弄虚作假。测温记录要填写清楚、整洁，换班时要进行交底。

　　测温工作应连续进行，每测一次，持续测温及混凝土达到设计，并经技术部门同意后方可停止测温。

　　测温时发现混凝土内部最高温度与外部温度之差达到25度或温度异常，应及时通知技术部门和项目技术负责人，以便及时采取措施。

　　测温采用液晶数字显示电子测温仪，以保证测温及读数准确。

　　⑥、混凝土养护

　　混凝土浇筑及二次抹面压实后应立即覆盖保温，先在混凝土表面覆盖二层麻袋，然后在上面覆一层塑料薄膜。

　　新浇筑的混凝土水化速度比较快，盖上塑料薄膜后可进行保温保养，防止混凝土表面因脱水而产生干缩裂缝，同时可避免麻袋因吸水受潮而降低保温性能。

停止测温的部位经技术部门和项目技术负责人同意后，可将保温层及塑料薄膜逐层掀掉，使混凝土散热。

### 三、桥墩

墩柱为双薄壁工字型墩柱，该类型墩柱施工难度较大，采取翻模施工法。墩柱施工流程：首节墩身立模浇筑→第一节翻模立模施工→第二节翻模立模施工→第三节翻模立模施工→第一节翻模翻到第四节浇筑→第二节翻模翻到第五节浇筑→第三节翻模翻到第六节浇筑→循环直至直线段浇筑完成。

拟采用人工翻转模板与脚手架相结合、混凝土输送泵运送混凝土、塔吊和倒链吊运材料和模板的施工方法；人员上下在左4～7#墩位处采用施工电梯，其余墩位处人员上下采用塔吊。采用激光铅直仪进行墩身位置控制，在墩中心位置浇注砼平台，安放激光铅直仪，并加保护罩。

### 1、模板工程

（1）、模板设计  
 ①翻升模板由两节大块模板(外模采用钢模板、内模采用竹胶合板)与支架、内外钢管脚手架工作平台组合而成（施工中随着墩柱高度的增加将支架与已浇墩柱相连接，以增加支架的稳定性）。每节模板高2.5m。施工时第一节模板支立于基顶，第二节模板支立于第一节段模板土。当第二节混凝土强度达到3MPa以上、第一节混凝土强度达到l0MPa以上时，拆除第一节模板并将模板表面清理干净、涂上脱模剂后，用塔吊和手动葫芦将其翻升至第二节模板上。此时全部施工荷载由已硬化并具有一定强度的墩身混凝土传至基顶。依此循环，形成接升脚手架→钢筋接长绑扎→拆模、清理模板→翻升模板、组拼模板→中线与标高测量→灌注混凝土和养生的循环作业，直至达到设计高度。  
 ②每一节翻转模板主要由内外模板及纵横肋、刚度加强架、内外脚手架与作业平台、模板拉筋、安全网等组成。内外模板均分为标准板和角模板两种，每大节模板高度5m(每节模板由高度2.5m的两个小节模板拼组而成)。  
 ③模板之间用Φ30螺栓连接，用[12槽钢支撑拉筋垫板，[12槽钢间距不超过1m，拉筋用Φ16mm的圆钢或螺纹钢。在拉筋处的内外模板之间设Φ18mmPVC硬管，以便拉筋抽拔及再次利用。灌注混凝土前在模板顶面按1.5m的间距设临时木或铁支撑，以控制墩身壁厚。内外模板均设模板刚度加强架，以控制模板变形。内外施工平台搭设在内外脚手架上，在内侧施工平台上铺薄钢板，临时存放用空中索道运送来的混凝土。在外侧施工平台顶面(脚手架)的周边设立防护栏杆，并牢固地挂立安全网。  
 （2）、模板施工要点  
 ①安装内外脚手架，为兼顾钢筋绑扎与混凝土灌注两方面的因素，内平台与待灌节段的混凝土顶面基本平齐，外平台与待绑扎钢筋的顶部基本平齐。 脚手架安装完毕后安装防护栏杆和安全网，搭设内外作业平台。  
 ②立模准备

根据墩身中心线放出立模边线，立模边线外用砂浆找平，找平层用水平尺抄平。待砂浆硬化后即可立模。  
 ③首节模板安装

模板用塔吊吊装，人工辅助就位。先拼装墩身一个面的外模，然后逐次将整个墩身的第一节外模板组拼完毕。外模板安；装后吊装内模板；然后上拉筋。模板连接用2X30螺栓。每节模板安装时，可在两节模板间的缝隙间填塞薄钢板纠偏。  
 ④立模检查

每节模板安装后，用水准仪和全站仪检查模板顶面标高；中心及平面尺寸。若误差超标要调整，直至符合标准。测量时用全站仪对三向中心线(横向、纵向、45°方向)进行测控，用激光铅直仪对墩中心进行复核。每次测量要在一个方向上进行换手多测回测量。测量要在无太阳强光照射、无大风、无振动干扰的条件下进行。

### 2、钢筋工程

①钢筋在加工棚内制作，要保证制作钢筋的精度。为验证钢筋制作的精度，可在弯制少量钢筋后，先在地面平地上进行绑扎试验，并根据实验结果调整弯制方法与尺寸。形状与尺寸已确定的钢筋可采取经常拉尺检查的办法对精度进行有效地控制。精扎粗钢筋必须严格进料、出库管理，加工好的钢筋分类存放，挂牌标识。标识内容包括规格、型号、安装位置等，对检验不符合要求的材料做好标识，防止误用。  
 ②钢筋采用现场绑扎法,对Φ25mm以上的主筋采用滚扎直螺纹连接接长；对直径25mm以下的钢筋采用电弧搭接焊接法，接焊时，I级钢采用T422焊条，Ⅱ级钢筋采用T506以上焊条。机械接头需作破坏试验，焊接接头应做焊接工艺试验。当钢筋竖直长度超过6m时，应将其临时支撑固定在脚手架上，以防钢筋倾斜不垂直。  
 ③以保证模板安装顺利。由于模板高度5m，因此每次钢筋绑扎的最低高度不小于5m加钢筋搭接长度。若钢筋绑扎长度大于6m，则需将钢筋的中上部支撑在脚手架上，以防钢筋倾斜。

### 3、混凝土工程

①模板安装并检查合格后，在内外模板和钢筋之间安装L混凝土灌注漏斗，混凝土经混凝土输送泵送至内施工平台土，通过漏斗由人工铲送入模。混凝土采用商品砼、混凝土输送泵运送、串筒入模、插入式振捣器振捣的施工方法。

②灌注混凝土前应检查模板、钢筋及预埋件的位置、尺寸和保护层厚度，确保其位置准确、保护层足够。  
 ③由于混凝土施工高度大于2m，为使混凝土的灌注时不产生离析，混凝土将通过串筒滑落。为保证混凝土的振捣质量，振捣时要满足下列要求：  
 ④混凝土采用水平分层灌注，每层厚度40cm左右，用插入式振捣器振捣，不要漏捣和过度振捣。振捣前振捣棒应垂直或略有倾斜地插入砼中，倾斜适度，否则会减小插入深度而影响振捣效果。插入振捣棒时稍快，提出时略慢，并边提边振，以免在混凝土中留下空洞。  
 ⑤振捣棒的移动距离不超过振捣器作用半径的1．5倍，并与模板保持5—10cm的距离。振捣棒插入下层混凝土5～10cm，以保证上下层混凝土之间的结合质量。      
 ⑥混凝土浇注后随即进行振捣，振捣时间一般控制在30秒以上，有下列情况之一时即表明混凝土已振捣密实：  
 A、混凝土表面停止沉落或沉落不明显；  
 B、振捣时不再出现显著气泡或振动器周围无气泡冒出；  
 C、混凝土表面平坦、无气体排出；  
 D、混凝土已将模板边角部位填满充实。  
    ⑦墩身高度施工至距墩顶梁底面75cm高度位置，施工中预埋好托架预埋件及竖向预应力筋的波纹管，进行后续的托架安装施工。  
 ⑤混凝土的浇注要保持连续进行，若因故必须间断，间断时间要小于混凝土的初凝时间，其初凝时间由试验确定。如果间断时间超过了初凝时间，则需按二次灌注的要求，对施工缝进行如下处理：凿除接缝处混凝土表面的水泥砂浆和松弱层，凿除时混凝土强度要达到5MPa以上。在浇注新混凝土前用水将旧混凝土表面冲洗干净并充分湿润，但不能留有积水，并在水平缝的接面上铺一层l～2cm厚的同级水泥砂浆。根据混凝土保护层厚度采用相应尺寸的垫块，垫块数量按底模5～7个／m2、侧模3～5个／m2放置。在混凝土强度达到10MPa以上时即可拆模。进行不少于7天的标准养护，养护用水与拌合用水相同。

### 4、模板翻升。

①待第一节混凝土强度达到10MPa、第二节混凝土强度达到3MPa以土时，做翻升模板、施工第三节混凝土的准备。  
 ②将第一节模板用手动葫芦挂在第二节模板上，松开并抽出第一节模板之间的拉筋，用塔吊和手拉葫芦分别起吊第一节模板的各部分并运至第二节模板顶部或地面，清理模板涂刷脱模剂后在第二节模板顶按上述次序安装固定各组成部分。如此循环，直至墩顶。  
 ③墩顶段施工。当模板翻升至墩顶实心段底部时，拆除墩身内施工平台和脚手架，搭设外侧施工平台和安装防护栏杆与安全网，并在墩身内侧安装封闭段托架和模板。然后绑扎钢筋、安装外模板、灌注混凝土、养生。墩柱施工高度至墩柱截面变化的底面处。  
 ④模板拆除。待模板内混凝土强度大于10MPa时，拆除所有外模板。拆除时按先底节段后顶节段的顺序进行。

### 5、墩身线形控制

在承台浇注完混凝土后，利用护桩恢复墩中心，对其校核后准确放出墩身大样，然后立模、施工墩身实心段混凝土。实心混凝土施工完后，在桥墩中心处设置一直径为40cm、高40cm的钢筋混凝土圆台，将墩中心准确地定位在预埋的钢筋头土。每提升1次模板根据墩不同高度，利用全站仪或经纬仪对四边的模板进行检查调整。施工中要检查模板对角线，将误差控制在5mm以内，以保证墩身线形。检查模板时，已灌混凝土的模板上每个方向作2个方向点，检查模板时间在每天上午9点以前或下午4点以后，避免日照对墩身的影响；墩身上的后视点要量靠近承台，每次检查前校核各个方向点是否在一条直线上。

第五节 上部结构

预应力混凝土连续刚构上部结构的施工流程为：(1)单T采用悬臂挂篮逐块对称现浇施工；(2)两边跨现浇段采用整体式支架模板；(3)边跨合拢段浇筑采用悬臂挂篮现浇施工(合拢段中设置劲性骨架)；(4)中跨合拢段浇筑采用吊架模板现浇施工(合拢段中设置劲性骨架)，主桥连续刚构体系形成。

### （一）、墩顶块箱梁托架法施工

1、托架设计

托架是支撑在墩身上部以承担块支架、模板、混凝土和施工荷载的重要受力结构，其设计荷载考虑：混凝土自重、模板、支架重量、人群机具重量、风载、冲击荷载等。

块托架底梁（主支撑梁）采用贝雷梁，贝雷梁上部铺工字钢做为分配梁，最上层铺方木找平，在墩身正面距墩顶280cm的位置预埋钢板，用于设置斜撑，斜撑采用I25，连接在主支撑梁端部和墩身，起到加强主支撑梁和减少主支撑梁的悬臂变形。

在主支撑梁上布置横桥向分配梁，分配梁采用I25,墩身之间范围内间距44cm，墩身外侧间距50cm。在分配梁上铺设二次分配梁及底模，二次分配梁采用[14槽钢，腹板部位33cm等间距布设，底板其余部位按63.6cm等间距布设，再在二次分配梁上铺设6mm厚钢板底模。在墩身侧面距墩顶65cm 及380cm的位置预埋钢板用于设置水平支撑梁及斜撑，其中水平支撑梁采用32号工字钢，斜撑采用I25，在水平支撑梁顶面布置长12.27m的I25分配梁，并在其上搭设碗扣式满堂支架，用于支撑外侧模。

2、搭设翼缘板支架

在翼板下方的托架分配梁上搭设腕扣式标准钢管支架，立杆纵横向间距均为90cm×90cm，纵、横向水平杆间距为60cm。支架立杆顶纵向铺设长方木，立杆顶和底都设调节杆，可以调节支架高度，在方木上设置箱梁外侧模。

3、托架预压

为验证托架的稳定性、刚度及强度，消除支架非弹性变形，需采用支架预压措施。

（1）、托架预压荷载及范围

托支架预压范围为底板正下方部分支架，翼板部分支架不作考虑。支架预压荷载按该部分箱梁自重的1.1倍计算，预压荷载在支架预压结束后拆除。支架预压采用水箱。

采用分级均匀加载，按三级进行，即25%、75%和100%的加载总重，每级加载后均静载3小时后分别测设支架变形量，做好记录。加压过程中要注意土袋要均匀加载，防止支架偏压。加载全部完成后，等到支架稳定后，方可进行卸载。

（2）、变形现测

变形观测是一道重要的程序，支架预压的结果要通过变形观测得出，仪器采用专用精密测量仪器。

①、测点布置

支架要设三个观测断面，每个断面设三个测点，即底板两侧、中心处，支架上的点位采用挂钢丝垂球绑钢尺的办法。

② 观测阶段

观测分成五个阶段：预压加载前，25%荷载、75%荷载、100%荷载、卸载后。每个观测阶段要观测2次。堆载结束后，测量观测每天安排一次，持载观察三天，若变形不明显趋于稳定将卸载，卸载后继续观测一天。变形结束后，方可卸载。

③观测成果

变形观测数据要如实填写在变形观测记录表上。计算出支架弹性压缩量，支架的弹性压缩结果用于支架起拱设置（底模起拱）。

④变形观测应注意事项

a、变形观测仪器为专用精密仪器，要专职测量人员负责,

b、测站点要固定，三脚架的位置用红漆作标识,

c、不能随意更换测量人员，防止出现人为误差

d、如实填写观测数据，如出现意外数据，应分析原因，不得弄虚作假。

4、模板设计及施工：

模板分为底模、外侧模、内侧模、顶模及端头模。分别做如下设计：

（1）、底模

0、1#段箱梁底模，采用大块的厚6mm的钢模板，直接铺设在[14槽钢二次分配梁上。

（2）、外侧模

采用6mm厚的整体钢模板，模板支架用[10、双拼[14槽钢组焊成桁架结构，考虑模板的通用性，外模使用每个T构上2个挂篮的外模，从而解决10m左右的外模，另需加工1块2.4m长的模板即可满足0、1#块的施工要求。

（3）、内侧模、顶模

①考虑0、1#块内梁体截面变化大，模板通用性差，横隔板模板及内侧模拟采用钢木组骨架框架贴竹胶制成模板，内模就位后，与外侧模用穿心拉杆相连，加固，同时在可行的位置设置自撑体系。洞孔模板，洞孔模板用组合钢模拼装，用满堂木支架支撑。

②端头模上有钢筋和预应力管道伸出，位置要求准确，模板拟采用钢模。模板内模及内部顶部模板除梗肋部分做特殊加工外，其余部分采用组合模板，使用螺栓及U型卡联结成整体，竖向用型钢作为背楞，横向用型钢通过扣件及拉杆将内、外模框架拉紧，内模就位后用方木将内外侧模顶紧，用脚手架及可调式承托配合，将顶模顶紧，并设剪力撑将各杆件联成整体。在过人洞处截面复杂，制作使用整体钢模板，在该处顶部钢筋封顶前放入。为方便混凝土浇筑及振捣，箱室内模及顶模预留施工用振捣及观察窗，待混凝土浇筑接近预留口时再将钢筋按照规范连接后进行封堵。

③拆模时先将内模的支撑卸掉，然后松下模板的内外拉杆即可拆除模板。内外模板的端头间拉杆螺栓联结并用钢管做内撑以控制混凝土浇筑时模板的位移及变形，确保腹板厚度准确。

（4）、端头模板：

端头模板是保证0、1#块端部及预应力管道成型要求的关键，端模架拟利用∠100mm×10mm角钢加工制作成钢结构骨架，用螺栓与内外模联结固定，板面使用6mm的钢板，以便拆模。

（5）、托架、支架、模板的安装、拆除：

①、利用塔吊就位，人员站在工作脚手架上，在塔吊、倒链的配合下，将单片托架调整就位，并在临时固定后进行焊接，全部安装到位后进行整体联结。安装托架时要将托架顶部调整到同一水平面上，以便支架安装并保证托架均匀受力，确保安全。

②安装完毕后进行支架安装，安装过程中要严格检查托架、支架顶面标高是否符合设计标高，与预埋件联结是否牢固，焊缝长度、厚度是否足够，不符合要求的要及时改正。

③、托架、支架安装完成后安装底模板，安装时首先在支架上划出立模边线，用塔吊、倒链配合，调整底模到位，然后将两片外侧模安装就位后将其固定在支架上，并有必要的拉杆及内撑杆将其联成整体。

④、待横隔板进入洞顶以下部位的全部底板、腹板、横隔板钢筋绑扎完成后即可安装外侧模板、端头模。

⑤、待底腹板和横隔板的全部钢筋绑扎和预应力管道固定后，将钢木组合模板吊入箱内安装固定，并按照施工需要预留进人和振捣孔。

⑥、最后绑扎顶板钢筋。

综上，0、1块托架、支架、模板的安装顺序为：托架安装→支架安装→平台步行板、栏杆、安全网安装→底模安装→横隔板进入洞顶以下部位的底板、腹板、横隔板钢筋绑扎→外模安装→端头模安装→腹板和横隔板剩余钢筋的绑扎和预应力管道固定→内模安装→顶板钢筋绑扎。而拆除顺序与安装相反。

5、模板的制作与拼装

箱梁采用钢板作底模，以保证整个工程箱梁砼表面光洁、色泽统一，同时加工制作整体钢模作箱梁外侧模。模板的拼接缝下面，铺设胶带，缝隙嵌薄海绵条，表面用腻子刮平、打光，横缝下须有木横档。模板及支撑不得有松动、跑模或下沉等现象。模板体系搁置在支架体系上，分三次立模，第一次为底板、外侧模、第二次为内侧模板，第三次为顶模，立模时应留设预应力张拉孔、工作孔。

模板表面涂刷脱模剂，要求涂刷均匀。施工缝处腹板和翼板的模板上垂直于纵轴线一条2cm宽0.5cm厚的木条，使外侧接缝顺直。

6、砼浇筑

（1）、原材料

主桥箱梁悬灌全部采用泵送砼，为防止砼泵送过程中堵管和能耗加大，砼所选原材料的骨料级配，含砂率应满足泵送技术要求，添加泵送剂等外加剂，以增强砼的流动性和和易性，加快悬灌施工速度。

（2）、配合比设计

a、箱梁设计为C50混凝土，其配合比由试验室按设计要求，通过实地试验选定，并根据季节、施工条件的变化可作相应的调整。

（3）、砼拌制和输送

砼采用商品砼、拖式泵直接泵送至0#块。

（4）、砼浇筑

①由于0、1#块砼方量较大，且管道、钢筋密集，为减轻托架负载和保证砼浇筑质量，采用分三层水平浇筑。箱梁砼采用泵送，纵向分段，横向分层浇筑，第一次浇筑至距底板5m处。待混凝土达到一定的强度后，立模进行第二次浇筑，待砼强度达到一定强度后绑扎顶板钢筋，进行第三次浇筑顶板。浇筑前前一层砼界面的浮浆必须凿除，用水冲洗干净且铺设一层砂浆。分层浇筑如图所示：

②砼的浇筑应连续进行，浇筑砼期间，应设专人检查支架、模板、钢筋、预埋件等稳固情况，当发现有松动、变形或移位，及时处理。浇筑砼时，填写砼施工记录，并做三组试块。砼浇筑完成后，对砼裸露面及时进行修整，抹平，待其收浆后，即尽快洒水养护，保持砼面始终潮湿状态。浇筑砼时，砼由低往高处浇，先浇筑箱梁底板，后浇筑腹板砼，腹板砼振捣后设专人检查以防漏振。砼的供应速度30～50m3/小时左右，并要保证砼的单位小时供应量，以确保砼浇筑速度，缩短浇筑时间。

②待底板和侧板混凝土达到一定强度、并按工作缝处理后（即凿除老混凝土表层的水泥浆和较弱层，并冲洗干净），再支芯模，绑扎顶板钢筋，浇筑顶板混凝土。浇筑顶板及翼板混凝土时，对称浇筑，以防支架受力不均产生变形。浇筑顶板时，先预留开口，以便于取出芯模。待顶板混凝土达到一定强度后，再拆除芯模，浇筑开口处砼。

③混凝土从拌和机出来后，直接用砼输送泵泵送至待浇部位。由于腹板、横隔板砼落差较大，因此采用串筒辅助配合，平面布置图如下。

 ④箱梁的振捣，采用插入式振捣器和平板式振捣器配合进行。顶板及翼板以插入式振捣为主，最后用平板式振捣器拖平；腹板、底板以插入式为主。振捣与混凝土浇注同步进行，在振捣时既不漏振，也不过振，同时防止撞动钢筋及波纹管。混凝土振捣，必须振动到该部位混凝土密实为止。密实的标志是混凝土停止下沉、无明显气泡冒出、表面呈现平坦、泛浆。

⑤混凝土的浇筑应连续进行，如因故必须间断时，其间断时间小于前层混凝土的初凝时间。同时应符合《公路桥涵施工技术规范》JTJ041-2000规定。

⑥在砼浇筑期间，派专职施工员进行旁站监督，随时检查支架、模板、钢筋及预埋件的位置，查看砼施工情况，以便及时预防和纠正施工中临时出现的各种不利情况。

⑦结构混凝土浇筑完成后，对混凝土裸露面应及时进行修整、抹平，等定浆后再抹第二遍并压光或拉毛。

⑧箱梁砼养生

箱梁砼养生在施工中是一个重要环节，混凝土浇筑完成后，在收浆后尽快予以覆盖和洒水养护。覆盖时，不得损伤或污染混凝土表面，覆盖物不得采用容易腿色的物质。模板未拆除前，应保持模板经常湿润。同时必须保证养护用水质量，一般养护用水和拌和用水条件相同。混凝土洒水养护时间一般为7天，养护必须由专人负责。由于0、1#块底板及横隔板厚度较大，水化热较大，因此当砼终凝后及时在底板蓄水30cm，作为养护用水；当砼内外温差超过10℃时，及时通入冷却水，当内外温差超过20℃时，应加快冷却水的循环速度，从而减小砼的内外温差。

7、张拉

根据设计要求，张拉时砼强度需要达到设计强度的90%以上且龄期不小于7天。为了使砼在7d能够满足强度及弹性模量要求，我项目部采取如下措施：

a、采用高标号水泥；

b、采用高性能减水剂；

c、优化试验配合比；

d、对现场结构物进行保温、保湿养护。

①、预应力体系

本桥梁体设纵、竖两向预应力。主桥箱梁顶板预应力钢束采用17-φｓ15.20、22-φｓ15.20及相应的M15.20-17J、M15.20-22J锚具；下弯钢束采用17-φs15.20及相应的M15.20-17J锚具；边跨底板钢束采用19-φs15.20及相应的M15.20-19J锚具；边跨合拢段顶板钢束采用采用17-φs 15.20及相应的M15.20—17J锚具；中跨底板钢束采用25-φs 15.20及相应的M15.20-25J锚具；中跨合拢段顶板钢柬采用17-φs 15.20及相应的M15.20-17J锚具。竖向预应力筋：采用Φ32精扎螺纹钢。双向预应力的张拉顺序为先纵向后竖向；竖向预应力筋逐根张拉到位，张拉三次，反复到顶。

②、孔道预设

　　孔道预设正确与否是施工过程中的关键之一。孔道的直径一般比预应力筋(束) 外径、钢筋对焊接头处外径或必须穿过孔道的锚具外径大10～15 mm。安徽省皖河口公路大桥纵向预应力筋为高强钢丝,管道采用金属波纹管预埋制孔。金属波纹软管是由镀锌薄钢带经波纹卷管机压波卷成,具有重量轻、刚度好、弯折方便、连接简单、与混凝土粘结较好等优点。

纵横向预应力孔道

　　用金属波纹软管留孔,可以根据设计的任意曲线形状固定于模板内,采用600～800mm间距的井字形钢筋托架或吊架,该托架或吊架均应与构件的非预应力钢筋可靠地固定在一起,以防止灌注混凝土时的冲击力或浮力影响孔道的线形,影响预应力体系的施工甚至产生不可预料的事故。采用波纹管的孔道成型法,应特别注意防止波纹管在绑扎钢筋和浇注混凝土时被压扁或破损而导致漏浆,给下一道工序的施工造成极大的困难。

　　对连续结构中呈波浪状布置的曲线束在高差较大时,应在孔道的每个峰顶处设置泌水孔；起伏较大的曲线孔道应在弯曲的低点处设置排水孔；对于较长的直线孔道,应每隔12～15m 设置排气孔、泌水孔、排水孔。排气孔的制作方法如下:在波纹管上开洞,然后将一块特别的带嘴塑料弧形接头板用铅丝同管子绑扎在一起,再用塑料管插在嘴上,并将其引出构件顶面,一般应高于混凝土顶面至少400mm。接头板的周边可用宽塑料胶带缠绕数层封严,或在接头板与波纹管之间垫海棉垫片。

　　波纹管的连接可采用大一号的同型号波纹管,接头管的长度为200 mm ,用密封胶带封口。但是由于施工中的不慎,每节段预留出的波纹管极易被损坏,这时就必须采用内接头。由于小一号的同型号波纹管制造的内接头存在毛刺且有很高的韧性,在进行穿束工作时很容易产生堵管现象,严重影响工程的施工进度。用小一号的PVC管替代内接头的施工方法。由于PVC 管为脆性结构,不会形成团状物而堵塞孔道,用此方法施工孔道无一发生堵孔。

　　需要注意的是,在构件浇注混凝土的过程中,应定时派专人负责通孔,以防由于波纹管中未被发现的小孔漏浆(或由于振动棒操作不慎击穿波纹管) 而造成堵孔现象。

竖向预应力孔道

　　竖向预应力筋均采用高强钢丝,孔道采用金属波纹管制孔,与纵横向预应力孔道相同。

③、穿束

在桥梁施工中,穿束通常有2 种方法,一是在孔道成型前就将钢束穿入波纹管中,二是在孔道成型后再进行穿束。我们采用第二种方法。在孔道长度较短的情况下,可采用单根编号穿束,即每根端部贴医用胶布并编上号,逐根穿入孔道,并对应安装锚具。当孔道较长时宜采用编束穿孔并需使用梳形板,以防钢绞线打绞影响张拉操作和构件的使用安全,此时需用卷扬机拖拉穿束。为减小孔道摩阻力,可事先采用碱性肥皂水灌洗孔道,需注意不可在钢绞线上涂润滑油。

④、张拉

张拉前须注意钢绞线的保护，一是防止被电焊，二是防止生锈，拟利用绒布和粘胶带将钢绞线缠绕密实不外露。

锚具安装前，必须将钢绞线（粗钢筋）上的杂物、锈迹等清除干净，再安装锚具、工作夹片，以免钢绞线滑丝。另外工具夹片也必须清除干净，确保张拉顺利。

本桥纵向预应力筋采用φs15.2高强度、低松弛钢绞线。预应力钢束在箱梁截面应保持对称张拉，张拉时两端要保持同步，张拉时采用张拉应力和伸长量双控，张拉顺序严格按设计要求进行。

根据设计张拉吨位，纵向预应力束张拉选用配套千斤顶。本桥竖向预应力筋采用φ32精扎螺纹粗钢筋，采用单端单根张拉，张拉控制应力为837KN，亦采用张拉吨位与延伸量双控。按照设计图纸要求张拉程序如下：

纵向及横向预应力筋的张拉程序如下：0.15σcon（持荷3分钟）→σcon（持荷3分钟）→0.75fpk锚固。

直径32mm的精轧螺纹粗钢筋的张拉程序如下：初始张拉力0.15σcon（持荷3分钟）→σcon（持荷3分钟）→0.9fpk锚固。

当钢束张拉达到设计张拉吨位时，其实际与理论引伸量之间的允许误差应控制在5%-10%之间。钢束实际引伸量应扣除钢束的非弹性变形影响，按下式推算：

△=（△0P/（P-P0））-δ

式中：△为实际引伸量值

P为设计张拉吨位

P0为初始张拉吨位

δ为夹片回缩值，由实测决定。如果引伸量超过允许误差，应停止张拉，查明原因；同时要求同一断面的断丝率不得大于1%，且不允许整根钢绞线拉断。在张拉时采用三次张拉，反复到顶的办法，确保张拉预应力达到设计指标。钢绞线、粗钢筋张拉完毕后，检查张拉力和伸长量是否符合设计及规范要求，如不满足要求，应立即与设计及监理单位商量解决。如钢绞线出现滑丝情况，应分析原因后，进行补张拉。张拉时必须做好原始记录，并由现场监理确认。

张拉前，应对砼构件进行检验，外观和尺寸应符合质量标准要求。张拉时，应使千斤顶的张拉力作用线与预应力钢绞线的轴线重合一致。张拉时检查波纹管是否有堵塞，对有堵塞的波纹管均先进行处理，检查锚具是否有裂纹、伤痕、锈蚀等，检查无碍后，方可进行张拉前的准备工作，包括安装锚具，夹片等。

8、孔道压浆、封锚

（1）预应力筋张拉完成后,应立即进行孔道压浆工作,以防锈蚀,增加结构的耐久性。灌浆前孔道应湿润、洁净。对于水平孔道,灌浆顺序应先灌下层孔道, 后灌上层孔道。对于竖直孔道,应自下而上分段灌注,每段高度视施工条件而定,下段顶部及上段底部应分别设置排气孔和灌浆孔。灌浆压力以0. 5～0. 6 MPa 为宜。灌浆应缓慢均匀进行,不得中断,并应排气通畅。

（2）本工程孔道压浆采用真空辅助压浆工艺。真空灌浆是后张预应力混凝土结构施工中的一项新技术，其基本原理是：在孔道的一端采用真空泵对孔道进行抽真空，使之产生一定的真空度，然后用灌浆泵将优化后的特种水泥浆从孔道的另一端灌入，直至充满整条孔道，并施加一定的正压力，以提高预应力孔道灌浆的饱满度和密实度。

（3）预应力钢束张拉完后及时压浆，严禁撞击锚头和钢束，钢绞线和粗钢筋多余的长度用切割机切割。管道压浆密实，水灰比不大于0.4，不掺氯盐，掺减水剂，其掺量由试验决定。为减少收缩掺入0.02倍水泥用量的外加剂做为膨胀剂。压浆配合比要仔细比选，压浆标号不得低于C50，水泥浆稠度宜控制在14-18s之间，水泥浆在使用过程中经常搅动。压浆缓慢均匀地进行，压浆时正向压力保持在0.7～1.2MPa的范围内（梁体竖向预应力孔道压浆的最大压力可控制在0.3～0.4MPa），管道充满浆体后保持0.8MPa的压力，持荷2min，确保管道压浆密实。压浆过程中，真空泵应保持连续工作。压浆由处于孔道最低点处的压浆孔压入，从处于孔道最高点处的排气孔排出，压浆时，应达至孔道另一端饱满和出浆，并在达到排气孔排出与规定稠度相同的水泥浆为止，同时，留取不少于3组试块，标准养护28天，检查其抗压强度作为水泥浆质量的评定依据。

（4）对埋置在梁体内的锚具，压浆后先将其表面清理干净并将周围的砼面凿毛，然后设置钢筋网，和浇筑封锚砼，封锚砼标号与构件砼相同，等压浆试块强度达到设计要求后，即可落架，落架时宜由中间向两面边缓慢松开扣件，然后逐步拆除支架。

压浆完毕后，进行封锚，封锚前必须将锚具及封锚区域冲洗干净并凿毛。

### （二）、施工质量通病及预防措施

1、预应力连续箱梁局部出现裂缝

根据以往的施工经验，我们发现梁体或多或少都存在着一些裂缝，主要出现位置有：0、1#块和合拢段过人孔位置、腹板位置、底板位置、翼板根部、齿板下缘口、顶板底部。预应力混凝土箱形结构产生裂缝很常见，但也可避免或减少。因此我们要认真研究施工图，在施工过程中严格控制，避免或减少裂缝。以下就如何防止预应力连续箱梁施工中出现裂缝具体说明如下：

（1）底板裂缝

a、裂缝的形态

裂缝主要出现在底板的1/2和1/4处，延纵向发展。并在施工阶段既已产生。

b、裂缝产生的原因

裂缝产生的主要原因有温度变化、混凝土收缩和施工不当等方面。施工不当是由于支架横梁刚度不够引起，混凝土浇筑顺序一般为先浇底板再腹板、翼板、顶板，当浇筑翼板、顶板时，底板混凝土基本到终凝状态，因上部荷载的传递，使横梁的变形，底板混凝土在尚未有强度的情况下出现拉应力。

裂缝产生的另一原因是混凝土在凝固过程中产生收缩，因两侧腹板的约束，在底板内部产生自应力而开裂。

c、防治方法：

增加支架横梁的刚度，施工时采取措施减小混凝土的水化热产生。施工时合理安排砼浇注顺序及浇筑速度, 使砼浇筑的过程中消除部分温差。施工完成后结构外露面覆盖麻袋、海绵等浇水湿治养护等方法以加强早期砼养护以降低砼中水份蒸发速率。夏季施工时骨料要洒水降温, 冬季施工时砼表面应覆盖保温。

（2）腹板裂缝

a、裂缝的形态

该裂缝呈斜向而分布，一般出现在通车以后，如下图所示：



b、裂缝产生的原因

腹板的裂缝的产生主要是因为腹板配筋不足或竖向预应力筋张拉应力无法达到设计要求而出现剪切破坏的。如果施工工艺不当，锚具及预应力筋回缩变形可能较大，从而引起预应力损失过大，必然使竖向预应力筋达不到原设计的抗剪能力要求。所以在施工方面应采取措施减少预应力的损失量。

c、防治措施：

采用超张拉的方法，填补预应力的损失。采用多次张拉方法，减少各部位间隙和变形产生的预应力损失。

（3）顶板底部裂缝

顶板底部的裂缝常呈纵向发现，如图：

箱梁顶板底部出现的纵面裂缝与横截面温度应力有着密切关系。当室内宽度较大时，在强烈的日照下，结构截面的上、下温差很大，在竖向和横向温度荷载的共同作用下，会产生较大的横向温度应力。而且由于纵向预应力管道对截面的削弱作用，使顶板混凝土的横向抗拉能力降低，所以配置足够的温度变形钢筋。

2、箱梁顶、底板砼的厚度及平整度超标

（1）为了保证箱梁顶、底板砼的平整度以及顶板砼的横坡，在顶板、底板的钢筋上焊接支撑钢筋，然后采用圆钢筋焊接数条轨道，轨道顶标高即为顶板、底板的实际标高。在顶板或底板砼浇筑完毕时，采用刮尺、滚筒将砼表面整平，然后抹压。

（2）为了防止底板超厚，在底板砼浇筑完成后，在底板上设置反压模板，使底板砼不会上翻。

3、箱梁砼外观质量控制

（1）为确保箱梁外观质量，所有垫块采用专用塑料垫块。

（2）严格控制模板的拼装质量，接缝之间采用双面胶贴后打磨或采用质量较好的汽车腻子补缝，然后打磨。

（3）适当延长砼的拌和时间，保证拌和质量。

（4）对砼振捣进行技能培训，增强质量意识。

（5）砼养生采用洁净的清水。

4、预应力张拉误差控制

（1）预应力管道安装过程中严格控制，保证定位准确、管道畅通，减少孔道摩阻力。

（2）加强张拉施工控制。千斤顶及油表严格配套标定、配套使用，读表准确、量尺准确。

（3）施工中发现实际伸长量与设计值误差超标，立即停止作业，查明原因。

5、波纹管内漏浆控制

（1）波纹管接头用比被接长的波纹管直径大一个号的波纹管旋入套接，两端用胶带缠包，防止漏浆。

（2）纵、竖向波纹管与喇叭管连接方式是将波纹管套入喇叭管口直线段处。用棉砂塞实，并用胶布密封。

（3）向波纹管内插入比波纹管内径小3～5mm球，在砼浇筑到初凝往返抽动，当砼初凝后拔出。

（4）禁止用振捣棒触及波纹管。

6、防止波纹管上浮的措施

（1）严格按图纸要求安装定位网及定位钢筋，并在波纹管拐弯处适当加密。

（2）减慢波纹管密集处砼浇筑速度。

### 二、挂篮施工

### （一）、节段划分

0#段长度采用10m，1～3#段长度均为3m，4～7#段块长度均为3.5m，8～13#段长度均为4.0m，14～19#段长度均为4.5m，悬臂浇注梁段最大控制重量约为236.13t。

2～19#梁段共计71米长采用挂篮施工；边跨现浇段长度为8.8m，采用搭设落地支架施工；中跨合拢段长2.0m，边跨合拢段长2.0m，合拢段施工采用挂篮悬吊施工方法。

### 1、挂篮设计

根据本桥连续梁段设计的外形尺寸、断面型式等因素，确定采用自锚平衡式三角形挂篮进行施工。此类型挂篮具有节点少、刚度大、变形小、重量轻、施工灵活等优点，挂篮采用型钢加工。

（1）、挂篮结构形式

三角形挂篮由三角形桁架、提吊系统、模板系统、走行锚固系统及张拉操作平台共五大部分组成，

①、三角形桁架

三角形桁架是挂篮的主要承重结构，桁架由型钢加工而成，分两片立于箱梁腹板位置，其间用角钢组成平面联结系，每片桁架均用槽钢组焊而成，节点处用节点板和螺栓联接。在三角形桁架的前上节点设一片槽钢钢组拼而成的桁架式横梁。前上横梁上设数个吊点，用于吊外侧模、内模、吊底模。

②、提吊系统

（a）、前吊带

前吊带的作用是将悬臂灌注的底板、腹板、顶板砼及底模板重量传至桁架上。前吊采用预应力精扎螺纹粗钢筋。前吊带下端与底模架前横梁连接，上端吊在前上横梁上，每组吊带用2个螺旋千斤顶及扁担梁调节底模标高。

（b）、后吊带

后吊带的作用是将底模模板荷载传至已成箱梁底板。后吊带采用16Mn或性能更好的钢板并布设销孔而成，一般约每3m一段，分段间用销轴连接，以适应不同梁高的需要。上部设置若干调节孔，以适应梁底板厚度的变化，下端与底模架后横梁连接，上端穿过箱梁底板（预留孔），每个吊带用2个螺旋千斤顶及扁担支撑在已成箱梁的底板上。

③、模板系统

（a）、外模

外模框架由槽钢与角钢组焊而成，模板围带采用槽钢，模板面板采用6mm厚钢板制作。外模为架桁整体式，支承在外模走行梁上，走行梁前端通过吊杆悬吊前上横梁上，后端通过吊杆悬吊在已灌好的箱梁顶板上（在灌注顶板时设预留孔），吊杆与走行梁间设有吊架，吊架上装有滚动轴承。挂篮行走时，外模落放于外侧模走行梁上，外模走行梁与外模一起沿吊架向前滑行。

（b）、内模

内模由内模桁架、竖肋、斜支撑以及组合钢模等组成。内模安置在由内模桁架、竖肋和斜支撑组成的内模框架上，内模框架支承在内模走行梁上，走行梁前端通过吊杆悬吊在前上横梁上，后端通过吊杆吊在已灌好的箱梁顶板上（在灌注顶板时设预留孔），吊杆与走行梁间设有后吊架，吊架上装有滚动轴承，挂篮行走时，内模走行梁与内模一起沿吊架向前滑行。

（c）、底模

底模直接承受悬浇梁段的施工重力，由底模架和底模板组成。底模纵梁由槽钢和角钢组焊成桁架式，底模横梁分前后横梁，采用槽钢制作，底模面板采用6mm厚钢板。底模的后横梁通过后吊杆吊在已灌好的箱梁底板上（在灌注底板时设预留孔），前横梁通过前吊带吊于三角形桁架的前上横梁上。底模架前端连有角钢可组成操作平台，供梁段张拉及其他操作。挂篮行走时，底模通过前后吊装置吊挂于三角形桁架上，与桁架同时向前移动。

④、走行及锚固系统

（a）、走行系统

在每片三角形桁架下的箱梁顶面各铺设一根轨道（轨道用钢板组焊），轨道锚固在梁体的竖向预应力筋上，主桁前端设有前支座，沿轨道滑行（支座与轨道间设四氟乙烯滑板），主桁后端设有后支座，后支座用反扣轮沿轨道下缘滚动，不需要平衡重，用两个倒链牵引，挂篮即可前移。轨道分节长度按梁段长度制作。

（b）、锚固系统

挂篮的锚固是借用箱梁的竖向预应力精扎螺纹粗钢筋把轨道锚固在已成箱体上，再通过后锚扁担梁把三角形桁架后节点锚固在轨道上。需锚固的竖向预应力粗钢筋每片桁架用4根，整套挂篮共用12根。

### 2、挂篮制作、拼装及试压

（1）、挂篮制作

挂篮设计要有较大的安全系数，拟寻找具有雄厚的技术力量和丰富加工经验的专业工厂进行工程机械制造，制造好后在工厂进行质量检查，合格后拉运到施工现场进行试拼，再对底模前后横梁上的吊带、三角形桁架等重要部位的焊接质量，逐一进行检验，合格后方可投入现场拼装。

（2）、挂篮拼装

在墩顶０、1段现浇段施工完成后（含预应力施工及压浆），用塔吊在0、1#块上进行分块拼装，安装时注意桥墩两侧的挂篮应尽量对称同步，不均衡荷载要控制在设计规定偏载范围以内。

（3）、挂篮试压

①两套挂蓝对称安装完毕以后，应对其进行预压。预压的目的在于消除挂篮的非弹性变形和确定弹性变形值，以利于箱梁悬浇标高控制。

②两套挂蓝的预压应同步对称进行，预压重量不少于1.1倍的结构物自重。压重模拟最大箱梁块件的荷载分布进行。预压的变形测量分以下十一个阶段进行：

a、预压前，设置变形观测点，作好标识，第一次进行初始数据的测量与记录。

b、压重0.8倍结构物自重，进行第二次观测。

c、压重增至1.0倍结构物自重，进行第三次观测。

d、压重增至1.1倍结构物自重，进行第四次观测。

e、预压72小时后，进行第五次观测，观测完后准备卸载。

f、压重卸载至1.0倍结构物自重，进行第六次观测。

g、压重卸载至0.8倍结构物自重，进行第七次观测。

h、压重卸载至0.6倍结构物自重，进行第八次观测。

i、压重卸载至0.4倍结构物自重，进行第九次观测。

j、压重卸载至0.2倍结构物自重，进行第十次观测。

k、压重全部卸载后，进行第十一次观测。并对各次观测数据进行分析整理，得出挂蓝结构的非弹性变形值及弹性变形值，为后续施工提供技术参数。

### 3、悬灌施工

（1）、挂篮的前移、定位及注意事项

待已浇筑梁段强度和弹性模量达到设计要求指标后，对预应力筋进行张拉并压浆。压浆完毕后，先对前一块件或0、1#块的高程、桥轴线作详细复核，符合图纸和施工控制要求后，再进行轨道的测量放样，并做好测量标志，并在已浇好的箱梁块段上用细砂找平，铺设枕梁和轨道，以控制两边主桁步调一致，保持挂蓝中心线与箱梁中心线平行。轨道锚固后，放松底模架前后吊带并将底模架后横梁用2个10t倒链悬挂在外侧模滑梁上；拆除后吊带与底模架的联接，先放松所有后吊带再放松前吊带，用2个5t倒链牵引前支座使三角形桁架带动底模和外侧模前移就位，然后安装底模后吊带，将底模吊起。

挂蓝移动注意事项：

①挂篮走行时模板与箱梁砼面应完全脱离，并仔细检查有无障碍物挂住模板；特别注意模板对拉是否已全部抽出。

②挂篮前移动，上下后横梁之间用钢丝绳做保险绳，以防吊杆由于晃动而发生意外。

③挂篮前移时，应事先做好测量标志，以控制两边主桁步调一致，并保持其中心线与箱梁中心线平行。

④挂篮主纵梁走行到位后调整纵梁标高，纵梁前端略高于后端以使砼浇筑后纵梁前后端水平。

（2）、挂篮底模、侧模标高、位置控制

当挂篮安装完成后，即可进行模板标高及中线调整。模板控制标高=设计标高+施工预留拱度。设计标高由设计院提供。施工预留拱度由设计院提供的理论预留拱度结合现场挂篮施压测试数值（如弹性变形值）及已完箱梁的实测标高等因素计算而得。悬臂浇筑每节段施工的标高控制包括三个关键工况：挂篮前移定位标高；混凝土浇筑后标高；预应力张拉后标高。

①挂篮前移定位标高：

挂篮前移定位标高由四项内容组成。其一是结构成型的设计标高；其二是结构施工期的预变位，可根据结构成型线形反馈计算求得；其三是活载引起的预抛高；其四是挂篮体系在节段混凝土浇筑过程中的变形预抛高。定位标高是控制结构线形的关键内容，故在挂蓝前移的过程中，应保证前吊带的均匀受力、后吊带与后锚收紧、控制点定位标高的正确。  
 ②混凝土浇筑后控制标高   
 混凝土浇筑后各控制点的标高，主要用于已建结构状态的校核，以便修正已建结构标高的计算值和预测待浇节段的计算参数、调整与优化成桥线形，得到待浇节段的施工标高。

③预应力张拉后标高

预应力张拉后结构控制标高的测量，目的在于获得与利用实测结构参数反馈计算值的差异，从而了解预加力值是否发生偏差、预应力的线形模拟是否恰当、预应力损失是否估计得正确以及决定是否修改预加力的理论值。

测量员每次测量应在次日天亮以后太阳没有照到箱梁之前，对箱梁的标高点进行测量，以减少温度对箱梁标高的影响。

⑶模板

①内外模支架拼装时要垫密实，尽量减少分配梁，钢（木）支架，模板之间的缝隙，减少砼灌注过程中的非弹性变形。

②钢模板第一次使用前以钢刷除锈，用肥皂水清洗反复几次。除锈结束后晾干，再涂轻机油。每次涂机油后及时用干布擦拭，使机油均匀，并防止机油过多而发生流淌。

③砼灌注前预先准备好压舱板及反压支撑，以防腹板砼振捣过程中底板砼上翻，影响振捣质量。

④腹板拉杆衬管下料应比腹板厚度大2mm，并将其作为模板内撑，在拉杆拧紧过程中由衬管作支撑，保证腹板厚度。

⑤内顶模调整标高时，模板前端比所要达到的标高低1.5cm，将后端吊杆预拉3-5吨，使模板与已浇砼面贴死，再张拉前吊杆，使前端达到所需标高，此时前吊杆预拉力也为3-5吨，否则放松前后拉杆重新调整。外翼缘模板与已浇注砼搭接部分也要用千斤顶将支架与砼面顶紧，再用锲块垫密实。

（4）、绑扎钢筋、安装波纹管道

①、钢筋按要求下料弯制，成型后挂牌分类堆放，需要钢筋时利用汽车吊装至挂篮位置，人工绑扎；

②、先安装底板端头模，绑扎底板、腹板钢筋，并安装竖向预应力筋、底、腹板波纹管道，待内模前移到位后绑扎顶板底层钢筋，安装顶板预应力管道，绑扎顶板钢筋、安装顶板预埋件；

③、全桥预应力管道，均采用塑料波纹管成孔。

④、如预应力管道位置与构造钢筋位置矛盾时，可适当移动构造钢筋的位置，要绝对保证预应力管道按设计位置定位，并采取加粗定位钢筋直径，加密定位钢筋网片、网片与箱梁构造筋点焊牢固等措施，保证预应力管道位置在浇筑砼时不移位、不破损（漏浆）；

⑤、在灌注砼前应检查预应力管道的接头是否连接紧密，管身是否完好，并在预应力管道内穿入橡胶棒，在砼灌注过程中随时抽动橡胶棒，若发现管道内漏浆时，立即将橡胶棒抽出，并用高压水冲洗管道。砼捣固时，插入振动器不得直接接触预应力管道，以防其移位、破损、漏浆。

（5）、悬浇箱梁砼施工

混凝土集中拌合，搅拌车运输，输送泵泵送。

①摊铺与振捣

砼浇筑按水平分层进行，每层砼的厚度控制在30-40cm。砼振捣时，准备足够的照明以观察腹板内砼的振捣情况，保证砼浇筑质量。现场同时准备大，小振动棒，用小振动棒配合大振动棒施工。振动棒采用快插慢提的方式插入混凝土，插入时要垂直，插点分布要均匀，振捣器移动间距不超过作用半径的1.5倍，在振捣上一层时，应将振动棒插入下层5-10cm，并避免振动棒碰撞模板，钢筋及预应力管道等。

②砼浇筑顺序

a、底板砼浇筑顺序：纵桥向从块段较低端向高端，横桥向先两侧腹板向箱梁块段中轴方向对称均衡进行。

b、腹板：纵向水平分层，每层砼的厚度以30-40cm控制，两侧腹板左右相互交替连续浇注。

c、顶板砼：先浇注腹板及上倒角处砼，横桥向先翼缘板后中部顶板，纵桥向由块段悬臂端部向根部进行。

d、平整度的控制

为了保证箱梁顶，底板砼的平整度以及顶板砼的横坡，在顶板，底板的钢筋上焊接支点钢筋，为顶标高，底板的实际标高。在顶板或底板砼浇筑完毕后，采用刮尺将砼表面整平，然后抹压。

③砼养生

a、顶板砼养生：顶板砼浇筑完初凝后，覆盖海绵或土工布保温养生，养生时间不少于7天，在养生期间始终保持海绵或土工布的湿润。

b、箱梁腹板和底板：采用人工操作高压水枪喷洒办法养生，或采用喷洒养护剂进行养生。

c、箱梁外侧腹板的养生：采用人工操作高压水枪喷洒或喷洒养护剂的办法。养生安排专人专职负责，保证砼表面湿润，从而确保砼的内外强度同期增长，避免由于温差效应导致结构砼出现温度裂缝。

④施工荷载控制

施工中要严格控制不平衡荷载的分布及大小。主要注意以下几个方面：

a、拆模后废弃的模板，钢带等杂物及时清理到地面。

b、砼浇注时控制两悬臂端的上料速度。

c、已浇梁体上严格控制材料的堆放。

（6）、预应力施工

当砼达到设计规定的强度和龄期后，方可张拉，张拉工艺及压浆、封锚施工方法与0、1#块现浇段施工工艺相同，不再重复叙述。

### 4、挂篮施工工艺流程图

### （二）、悬臂浇筑中施工安全和变形的控制

1、在悬臂浇筑中施工安全度控制

在悬臂浇筑施工中，确保施工期主梁稳定性是非常重要的。为保证施工期的稳定性，根据墩身、承台尺寸的大小采取了在墩旁两侧设置临时钢管支承。

在施工期间所能承受的力是有限制的，尤其在合拢前的最大悬臂状态与合拢体系转换过程中,存在风荷载，悬浇结构自重的偏差，挂篮偏移等施工不平衡荷载，因此，对最不利状态的安全可靠进行分析，求出最大的荷载偏差。

2、在悬臂浇筑中的变形控制。

在悬臂浇筑中的变形控制是为了确保施工中的结构安全和结构形成的构件外形和内力状态符合设计要求。在分段浇筑施工过程中，根据施工监测的已浇梁段的变形和受力情况，对计算结果进行误差分析，并预测和对下一阶段的立模标高进行调整。这属于施工控制中一个很重要的内容。在箱梁对称悬臂浇筑施工时，必须对悬臂挠度严格进行控制，与业主委托的专业监控单位加强联系，做好测量监控工作。另外在施工中我施工方现场控制的主要内容主要有：

（1）、结构构件断面尺寸。任何施工都可能存在截面尺寸误差，以及规范允许出现的不超过限值的误差。而这种误差将直接导致截面特性的误差，从而直接影响结构内力和变形的分析结果。所以控制过程中应对实际尺寸进行测量取值分析。

（2）、结构材料的弹性模量。结构材料弹性模量和结构变形有直接关系。特别是对现浇混凝土梁，混凝土的强度和弹性模量有关外，还与混凝土的龄期有关，波动较大。因此，在施工过程中必须经常现场抽样试验，在控制分析中对弹性模量的取值进行及时修正。

（3）、材料容重。实际施工容重与设计值可以存在一定误差，特别是混凝土材料，不同的集料与不同的钢筋都会对容重产生影响。施工控制中必须对其进行精确识别。

（4）、施工荷载。施工临时荷载对受力和变形的影响在控制中是不可以忽略的。

（5）、预加力。预加应力是预应力混凝土结构内力与变形控制中要特别考虑的重要结构参数，但预加力值的大小受很多因素影响。包括预应力设备、管道摩阻等预应力损失。通过现场测试，以确定实际有效的预应力。

（6）、温度影响和观测。温度是影响主梁挠度的最主要因素之一。因此，要加强对梁体内外温差的观测。

高程进行测量，明确箱梁挠度曲线变化历程，保证箱梁悬臂端的合拢挠度和桥面线型。

### 三、边跨现浇段

### （一）、工程概述

边跨现浇段施工拟搭设落地钢管支架，对基础进行处理后，搭钢管支架，顶部铺钢管横梁，分配梁，竹胶板。砼一次性连续浇筑完成。

### （二）、施工工艺流程

### （三）、主要施工方法

### 1、支架搭设

（1）地基处理

先用推土机将表层耕质土、有机土推平并压实；承台基坑清淤后采用分层回填戈壁土并整平压实。原有地基整平压实后，再在其上填筑水稳料，并选择最佳含水量时用振动压路机进行辗压，如果发现弹簧土须及时清除。然后在处理好的水稳层上浇筑20cm厚的C20砼基础，按照安装满堂支架脚手钢管立杆所对应的位置在砼初凝时在基础顶预埋钢板，与砼基础衔接密实。为避免处理好地基受水浸泡，在四周开挖排水沟，排水沟分段开挖形成坡度，使雨水流向外侧。保证施工场地内不因积水浸泡地基而降低承载力。

（2）支架搭设

在支架搭设前进行支架受力验算，根据验算数据确定支架搭设方案。计划沿过渡墩向主桥方向采用Φ600mm钢管搭设12m长，横桥向宽出桥区1m的钢支架。为使钢管施工过程中不产生不均匀沉降，承台外侧横桥向每排钢管下部采用条形扩大基础，在基础内对应每个支撑钢管预埋800×800×20mm钢板，与钢管焊接。

钢管支架采用Φ600mm，壁厚t=15mm，长12m，法兰连接。Φ600mm钢管顶、底部采用70×70×2cm钢板封口。塔吊分节段吊装，为增加稳定性，钢管间采用Φ200mm钢管焊接成整体。在已完成的整体支架上设施工操作人员的上下梯道。

### 2、模板工程

边跨现浇段底模采用钢模，钢模板铺放在门式支架顶端分配梁上，并安设底模卸落装置。

边跨现浇段外侧模采用大块定型钢模拼装，内侧模用竹胶板现场拼装，内、外侧模用φ18圆钢作对拉螺杆，并分别支撑在脚手架上。

堵头模板采用钢模板制成，通过螺栓与侧模固定并设外支撑。堵头模板上的波纹管孔洞必须精确放样，并安装准确，以保证纵向管道位置准确。

伸缩缝槽口位置模板利用钢板制作而成。

### 3、钢筋工程

边跨现浇段钢筋根据施工工艺要求分三次绑扎到位，首先绑扎底板及腹板钢筋；第二次绑扎顶板底层钢筋；第三次绑扎顶板顶层钢筋。钢筋接头采用绑扎、焊接接头。

钢筋绑扎必须考虑与预应力管道是否冲突，砼浇筑通道，钢筋之间间距能否保证砼通过，必要时可适当弯折或移动普通钢筋位置，钢筋如须切断，则在纵向预应力管道施工完毕后，必须利用等直径钢筋（可弯折）绑焊恢复。在无预应力管道冲突部位的普通钢筋必须保证间距均匀一致，符合设计要求。

钢筋保护层厚度控制在设计及规范要求的范围内，保护层垫块数量布置适当，强度不小于砼强度，为保证外观质量，保护层垫块应不外露。

伸缩缝槽口位置顶留钢筋严格按设计要求进行绑扎，不得遗漏。

### 4、砼浇筑及养护：

边跨现浇段砼强度等级为C50，砼要求振捣密实，无漏振、过振，无蜂窝、麻面、空洞，振捣器快插慢拔，振捣间距控制在20cm左右，直至砼表面无气汽为止。砼分层厚度按30cm控制，第二层砼振捣时振捣棒必须插入上一层砼内5-10cm，以确保每层砼充分结合在一起，砼表面无明显分层现象。砼布料要求对称均匀，保证支架受力一致。

由于砼浇筑量较大，须考虑砼的防裂措施。要求严格控制砼材料的计量，延长砼的搅拌时间，加强砼振捣控制，以获得质量均匀的砼，减少应力集中，减少出现裂缝的机会。

浇筑砼时，底板砼采用先周围后中央，薄层均匀上升的方法，以便散发早期水化热，减少砼内外温差。两侧腹板对称均匀上升浇筑，两侧腹板砼表面高差控制在50cm以内。

砼浇完后，在箱梁内底板和腹板进行洒水养护，顶板砼在其上覆盖土工布饱水养护，以达到保湿养护和防止砼出现干缩裂缝的目的。

### 5、预应力工程

边跨现浇段包括纵、竖向两种预应力管道。

竖向预应力工程施工时将预应力粗钢筋放在波纹管内一起埋入，管道安装时，每隔1m设置定位筋保证粗钢筋位置准确。预应力粗钢筋施工时严禁电气焊。

纵向管道安装时严格按设计的坐标定位，按设计要求曲线段30cm、直线段70cm设一道定位网片，定位网片固定在顶板或腹板钢筋上，要求焊接牢固可靠，在腹板内的弯曲部位的管道应严格按设计位置进行安装，禁止出现急弯，弯曲部位加强钢筋设置可靠，以保证管道顺畅，位置准确。管道接头采用外接头，并与波纹管缠密实，不得使用内接头，为保证管道畅通，拟在纵向管道安装完毕，穿入比其直径略小的聚乙烯软管，并在砼浇筑时经常转动，以免漏浆堵塞。

纵、竖向各种压浆管必须预先埋设好，并固定牢固，压浆管要求硬度可靠，不会被压瘪。施工注意事项：

（1）预应力管道位置准确牢固，当普通钢筋与预应力筋冲突时，以预应力筋为主，预应力筋严禁电弧焊。

（2）波纹管口无倒刺，接头密实，不得漏浆。

（3）波纹管安装前应仔细检查有无孔洞，砂眼，发现问题，立即处理方可使用。

（4）压浆管牢固通畅，锚垫板必须垂直波纹管。

（5）砼振捣时，严禁碰撞波纹管。

张拉工艺及压浆、封锚施工方法与0、1#块现浇段施工工艺相同，不再重复叙述。

### 四、合拢段

### （一）、合拢顺序

合拢段采用C50砼，合拢段长度2m，砼量为28.9m3，重量约为73.695t。

合拢顺序为先边跨后中跨。中跨合拢要求在当天温度不高于20℃条件下安装合拢段劲性骨架并浇筑合拢段混凝土。边跨合拢要求在当天温度不高于20℃的条件下浇筑合拢段混凝土。

1、先将挂篮改装为吊篮。

2、在悬臂端施加配重水箱。

3、安装模板，绑扎钢筋及预应力管道，选择最佳合拢温度对合拢段进行锁定(焊死劲性骨架，张拉临时钢束)。

4、浇注砼，同时水箱同步放水，保持悬臂端稳定。

5、养护砼强度至设计张拉强度后，张拉预应力钢束，压浆，封锚。

### （二）、施工工艺流程图

### （三）、合拢吊篮改装及配重

### 1、边跨合拢段

在19#块完成浇注后，待砼到达拆模强度后，对称拆除挂篮内芯模。19#块张拉、压浆完成后，边跨挂篮前移2m，将挂篮改装成吊篮,吊篮、支架、模板重量控制在85t。拆除中跨方向挂篮，将挂篮构件放置于中跨箱梁顶面。采用在悬臂端的水箱中加水的方法设平衡重，将用6mm钢板制作的水箱(4×4×5m)放置于19＃块箱梁顶面，注水重量与水箱重量合计为73.5t。在合拔段砼浇注过程中，按新浇注砼的重量分级卸去平衡重（即分级放水），保证平衡施工。

### 2、中跨合拢

将中跨吊篮锚固，将用6mm钢板制作的水箱(4×4×5m)放置于中跨19＃块箱梁顶面，注水重量与水箱重量合计为73.5t。

### 3、吊篮改装注意事项如下：

（1）预留吊带孔

图1、图2分别为边跨合拢和中跨合拢预留吊带孔。直线现浇段浇筑好后，靠合拢段一端需要沿纵向长拆除1m支架(经计算支架仍能满足施工荷载承载要求,为增强其稳定性要求,在箱室下面增设两道纵向剪刀撑),以满足合拢段施工的空间要求。

（2）合拢段施工时，必须保证8.8m现浇段不受施工载荷。

### 4、普通钢筋施工

普通钢筋根据施工工艺要求分二次绑扎到位，首先绑扎底板及腹板钢筋；第二次绑扎顶板钢筋。

### 5、预应力管道施工

（1）箱梁合拢段预应力管道施工包括纵、竖向两种预应力管道。除竖向预应力粗钢筋采用铁皮波纹管外，其余预应力筋管道均采用塑料波纹管成孔。

（2）在底板底层钢筋及腹板外侧钢筋绑扎完毕后，即进行底板纵向、腹板及竖向预应力管道安装，管道定位准确可靠。在顶板底层钢筋绑扎完毕后，即进行顶板纵向预应力管道施工。

（3）由于纵向管道无法再穿内衬管，波纹管安装前应仔细检查有无孔洞，砂眼，存在问题的不准使用。两端接头必须用胶带纸密封固定。定位钢筋设置满足图纸要求，砼振捣时，严禁碰撞波纹管。

（4）由于合拢段施工中，预应力束道的施工工程量大、数量多，为了能够在混凝土强度和弹性模量达到张拉要求后，做到及时张拉，在合拢段波纹管安装好后，将所有钢绞线全部提前穿入各自孔道。这样做有两点好处：1）可以防止混凝土浇注后穿钢绞线可能有困难、影响及时张拉；2）为临时预应力合拢束的张拉创造条件。

### 6、内侧模板及顶板底模拼装

箱梁内模及顶板底模均采用竹胶板，在纵向钢筋合纵、竖向管道安装完毕后即可进行内侧模板及顶板底模拼装。内外侧模板通过对拉螺杆连接在一起，顶板底模通过钢管支架支撑。注意在内模安装时在未焊接的劲性骨架一端预留一孔洞，以方便在设计合拢温度时焊接进行骨架锁定合拢段。

### 7、合拢段锁定

为防止合拢段砼在达到强度进行预应力张拉前开裂，须对合拢段两端的箱梁进行锁定。

（1）合拢段锁定利用劲性骨架焊接和合拢段临时预应力合拢束张拉来完成。劲性骨架焊接和合拢段临时预应力合拢束的部分张拉应选择在温度变化较小的时候进行，上述工作完毕，即进行砼浇筑。注意中跨合拢时需要进行顶推，顶推力大小根据监控提供的数据进行。

（2）需要注意的是，劲性支撑须在配重完毕后方能安装，这样做两大好处：抵消悬臂的预抛高，否则，易造成桥梁线性不柔顺；防止劲性支撑受过大剪应力。

（3）根据设计要求，合拢温度为16-20℃，在此温度时焊死劲性骨架，即将刚性杆与锚固杆之间的连接钢板焊死，并同时用薄钢板填实顶紧刚性杆与锚固杆之间的空隙，然后张拉合拢段临时预应力合拢束。

（4）为缩短劲性骨架的焊接时间，预先将4根劲性骨架的刚性杆在合拢段箱梁一端与锚固杆之间的连接钢板焊死，另一端待达到设计要求的合拢温度时进行焊接，然后张拉临时钢束，浇注箱梁合拢段的砼。

（5）如果合拢时温度无法满足设计要求，则需考虑强迫合拢措施，在合拢段两侧腹板正面预埋钢板，根据气温高低确定顶、拉措施及力的大小(具体布置根据设计院要求确定)。

### 8、砼浇注

在灌注合拢段混凝土之前几天不断湿润合拢段两端交接面的混凝土。交接面的凿毛也需要严格控制，要到位。

（1）合拢段混凝土浇注时间应选在一天气温中最低的时间，浇注完毕后气温开始回升,这样混凝土膨胀受压比较有利。箱梁边、中跨合拢段混凝土的方量为28.9m3，混凝土浇注可在3小时完成。我们将根据合拢前当地昼夜气温分布规律和混凝土浇注所需时间，基本控制在凌晨2点左右开始。

（2）砼浇注时应特别注意劲性骨架位置处砼的振捣，保证该处箱梁砼振捣密实，无蜂窝、麻面。

（3）合拢段混凝土灌注完毕后，需对合拢段混凝土进行覆盖养护，合拢段左右各2-3米范围内也应一起洒水养护，箱内箱外均应不间断洒水，养护时间不少于7天。强调一点的是：合拢段混凝土浇注后，需要对该跨的顶板采取些隔热措施，以免箱梁顶底板温差变化太大。合拢段混凝土收浆后，再予以覆盖和洒水养生，如混凝土面有模板覆盖时，在养护期间应使模板保持湿润。

### 9、预应力施工

砼达到设计规定的强度和龄期后方可张拉，张拉工艺及压浆、封锚施工方法与0、1#块现浇段施工工艺相同，不再重复叙述。

第六节、管道摩阻测试试验方案

本工程砼强度达到设计强度的90%,对预应力筋进行张拉。为准确计算理论伸长量及验证设计计算时采用的K、μ值的合理性，重点测试纵向钢束的管道摩阻损失，验证设计参数取值，掌握箱梁的实际预应力度。拟在预应力张拉施工之前进行管道摩阻试验。

### 一、预应力管道摩阻试验的原理及步骤

1、原理及仪器安装

预应力管道摩阻试验的基本原理及方法：通过测定出孔道预应力损失来反推管道摩阻K、μ值。图1为孔道摩阻测试安装示意图。安装示意图说明几点：1）张拉端千斤顶设置数量要通过张拉伸长量和每台千斤顶的行程来确定；2）张拉端的所有千斤顶中心要求在一条直线上；3）为避开锚口预应力损失，测定时张拉端不安装工作锚板；

2、试验步骤及数据计算

① 张拉端分三级控制进行张拉（0.2P,0.6P,1.0P）,测出被拉端的应力。

② 按上述方法反复进行测试三次，取平均值可得到P被、P主。

③ 张拉端与被拉端对调，重复步骤①、②

④ 对两端再次平均，可得到P被、P主的统计数，它作为计算K、µ值的已知数据。

⑤ 试验过程中所测得的所有数据均填写在表1中。

⑥ 有了预应力损失值，便可通过式（1）、（2）计算出摩阻系数µ、摩阻因数K。

µ=[-ln(P被/P主)-KL]/θ (1)

K=-[µθ+ln(P被/P主)]/K (2)

式中µ—摩阻系数，即预应力筋与孔道壁的摩擦系数；

K—摩阻因数，即孔道每米局部偏差对摩擦的影响因素；

P主—张拉端的控制力，单位：KN；

P被—被动端的测力，单位：KN；

θ—累计转角，单位：rad；

L—束长，单位：m；

通过公式（1）、（2）来计算K、μ值时，只要把K（取0.0015）看为固定值，可计算出μ值，或把μ（取0.25）看为固定值，可计算出K值。有了K、μ值，可验证它的合理性，也可进行理论伸长量的计算，并上报各相关单位审批。

摩阻系数μ值测试计算结果

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 钢束规格 | | φ15.24 1860级 控制应力 1395Mpa | | | | | | | | |
|  | 读数 | 0.2P | | 0.6P | | 1.0P | | 累计转角 θ（rad） | 束长L（m） | 摩阻系数μ |
| 钢束编号 |  | Mpa | kN | Mpa | kN | Mpa | kN |
| N1南 | 主拉端 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 被动端 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| N1北 | 主拉端 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 被动端 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| N9南 | 主拉端 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 被动端 |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

### 二、试验对象及仪器选定

项目部拟进行14条预应力索道的现场试验。初步选定：1）滩涂工区箱梁A32#墩的腹板N11一束、N1一束、横隔梁H3、H4、H5、H6分别一束；2）陆地工区Al4#～A15#箱梁的F1a、F3a、F5a、F7a、B1a分别一束，B2a两束。其它所需要的设备和仪器见图1。

第七节、引桥施工程序如下：

施工基础(注意桩底清孔)，浇筑桥墩及盖梁→导梁架设小箱梁，必须按对称、均衡的原则进行安装→连接(焊接)各片小箱梁的横隔板，浇筑湿接头纵缝砼→绑扎、焊接简支端及连续端钢筋，浇筑其砼→浇筑桥面铺装层及安装防撞护墙。

### （一）、施工部署

本工程在桥两侧各设一个箱梁预制场，在引道基本成型后在其上平整出预制场地。最长的箱梁为39.89m，东侧引桥30片箱梁，西侧引桥头40片箱梁，共计70片箱梁。在东、西侧引桥位置各设一个预制场地分别进行预制，根据施工工期，每侧箱梁预制场占地长180/230m，宽25m，设6个预制梁座，2排存梁座，预制场采用一组两台80T龙门吊来移梁、支拆模板、浇筑混凝土。订做3套定型钢模板作外模板，6套内模板来完成预制梁的工作。梁场场地布置图如下：

180/230米

梁场场地布置图

### （二）、具体布置

（1）场地硬化

预制场平整场地，经测量放线后，所有填土需用刮平机刮平后再用振动压路机碾压（翻浆的地方需换土后碾压），保证地基承载力。考虑箱梁自重大，碾压后铺设20cm水泥稳定砂砾，用刮平机刮平，用振动式压路机碾压，梁场硬化做成平坡。

（2）门吊基础

采用C25混凝土，构造见下图，两门吊基础中心线间距25米，长度180/230米，基础内设钢筋，主筋为φ16螺纹钢，箍筋φ8，间距30cm。在门吊基础上铺设铁轨，铁轨两侧预埋地脚螺栓，具体结构见下图：

（3）场地排水

在预制场区内纵向向两侧设横坡。预制场区四周在铺设水泥稳定砂砾时预埋排水管道φ10塑料管，使场区内的积水（如图1-1所示）排入交通道；交通道应向外侧做成1－2%横坡，根据地形情状纵坡设成1%左右，汇水后排出施工交通道。

（4）交通道

交通道沿预制场区环绕设置，宽度为7米，以方便错车，交通道用振动压路机压实，并始终做好维护工作，尤其混凝土浇注前必须修整车道，防止陷车中断混凝土浇注。

（5）电线、电缆布置

与电力部门联系，在现场设变压哭，从变压器引出一条主线接入预制场作为总电源，设置总电箱，在预制场内（如图1-1所示）位置设四个分电箱，再从四个分电箱接出16个电源，供每一个预制台使用，在铺设水泥稳定砂砾时将主要的电线、电缆预埋好。

（6）地锚布置

布置台座时应在每块模板中心对应的地方设置地锚，浇注混凝土时预埋钢筋，避免拆模时拉裂混凝土，最外侧的拆模地锚单独设立，至少应浇注0.8m×0.8m×1m深的混凝土，用长0.7m、12mm\*15mm的方木作为横杠并预埋钢筋（总之，必须能抵抗拆模的拉力）。见下图：

（7）台座制作

箱梁座基础

梁座基础长度为42米，在箱梁长基础上两侧各长1米。采用C25混凝土铺设厚度为10-20cm，在基础的两侧沿预埋钢筋与角钢焊接，角钢上沿梁长方向铺设厚度为8mm的钢板，钢板宽度与梁同宽（结构见下图）。计算反预拱度，在制作砼基础时考虑预拱度。

先打上10㎝左右的一条混凝土，预埋钢筋，再支模板浇注混凝土墩。（间距在70㎝左右，以模板能穿对拉螺栓为主）在混凝土墩的上面剔出钢筋，根据反拱数据焊上4×4角钢，上面再焊0.8㎝左右钢板，制作出台座。打10～20㎝厚的一层底板，宽度为1.0m纵断按照反拱计算数据抹面，在底板上按箱梁底板宽度尺寸横向放12×15㎝木方（平放）间距70㎝左右，以模板对拉螺栓能穿过为主，可适当调整，每隔一根12×15㎝木方在两头往混凝土底板上钉一根∮16以上钢筋，以固定12×15㎝木方。使之和板连成整体。12×15㎝木方上纵向放两层9×9木方。接头处不能悬空。再按照反拱计算数据重新测高度，在9×9要方上铺钉1.3～1.5㎝的竹模板，（竹模板需用手钻钻眼，用铁钉钉入9×9木方上）。）在梁头位置为了张拉不把底板带起，底板两端需做50㎝厚，上面罩一块1.0㎝厚钢板（1×0.6㎝）钢板上焊预埋筋埋入砼中，钢板中间∮10㎝围孔，利于混凝土浇注时振捣棒插入。

（8）门吊的使用

实践证明不但是出梁，还担负着支拆模板的重任，所以能否充分利用龙门吊也是决定箱梁预制工期的一个重要环节。另外，在使用过程中还经常会发生吊钩脱钩，钢丝绳断裂，滑轮损伤，小滑车掉轨等安全事故。因此，一定要勤检查，发现问题及时维修，在这里特别要提两点注意事项。

A：吊钩制作用10×10槽钢背靠背焊在一起，在拐角受力的地方加焊1.6㎝厚以上的钢板（钢板为整体，不要断开）。吊钩和模板接触的前端焊一根钢筋做挡块，防止起吊后脱钩。

B：吊钩的角度应使起吊后模板尽量垂直，方便支拆模板。

在使用时，挂钩处和龙门吊的吊钩用8﹟线捆绑，防止钢丝绳下落过大造成脱钩。使用过程中随时检查是否有开焊或断裂的地方，避免发生安全事故。

### （三）、钢筋及预埋件制安

钢筋在钢筋加工区制作成型，人工运输、绑扎。

钢筋绑扎严格按图纸施工，误差在“规范”允许范围内，钢筋位置如发生矛盾，按预应力钢绞线（波纹管）-骨架钢筋-受力筋-箍筋顺序安排布筋位置。钢筋绑扎成型后，经监理工程师检验合格后，方可进行下道工序施工。

钢筋绑扎完成之后，按设计图纸位置预埋波纹管，预埋时，节间接头采用胶带缠牢，安装前对波纹管坐标进行复核，确定无误后安装，为保证波纹管曲线座、坐标位置，每隔一米设一根限位钢筋，避免波纹管变形走位。波纹管内衬硬塑料管芯（混凝土浇筑完成后抽出），两端管口封死，避免混凝土在浇注时进入。

### （四）、模板安装

模板采用定型钢模板，钢筋经检查合格后开始安装模板，预制场采用人工操控单台龙门吊进行内外模板的支设工作。安装前，要认真检查模板的平整度和洁净度，均匀涂刷脱模剂；立模前，准确标出梁的边线和模板位置，做到几何尺寸准确，模板接缝要严密平顺，模板支撑稳固，外模的上下均采用Φ18钢筋对拉螺栓紧固。

### （五）、混凝土浇筑

模板安装完成经监理检查合格之后，进行混凝土浇注，浇注时，按水平分层法灌注，在浇注过程中，派专人检查模板、振捣器、波纹管、钢筋等，发现问题立即予以处理。

振捣以附着式振捣器为主，插入式振捣器为辅配合使用，布置间距根据具体振捣器规格、型号及振动半径来确定。振捣器要紧贴模板，以保证振捣效果，掌握好振捣时间，避免过振、漏振。

在浇注混凝土同时作好混凝土试块，与梁板同步、同条件养护。

### （六）、养护及拆模

混凝土浇注完毕后，尽快覆盖塑料膜，待混凝土凝固后，人工洒水养护。

当混凝土强度达到5mpa以上时拆除外模板并及时洒水养护。内模的拆除时间应经试验确定，以混凝土强度达到能保持构件不变形为宜。

最后移梁至存梁区。

### （七）、移梁

预制板用一组两台80T龙门吊车移梁至存梁区，保持边缘及角隅完整和平整，如有损坏应及时修补。预制梁施工完后，标记不易擦掉的记号，记录制造的生产线、浇筑日期和张拉日期及桥桩号，预制梁强度合格后应尽快安装，存放时间不能超过3个月。

### （八）、箱梁的安装

本桥箱梁吊装地面运输采用轨道运梁吊装就位，采用龙门吊喂梁，架桥机吊装就位的安装方案。在制梁场用龙门吊将箱梁提升移至运梁轨道的运梁车上，由运梁车运梁到架桥机处，由DJ50-170-4.5型架桥机安装。

#### 1.运梁

运梁台车在梁场停放后，采用梁场龙门吊或其他方式将梁片吊或移至运梁台车上方。

运梁车装梁时，梁片重心应落在台车纵向中心线上，偏差值不得超过20mm，在曲线上装梁时，可使梁片中心线与台车纵向中心线略成斜交。

梁片落在机动平车上时，梁前端应超出台车支承横梁2-3mm，如施工条件限制，可按照规范利用其最大悬出位置，梁片与台车支承间应垫放硬木板或纤维板，以保护梁片混凝土。

运梁台车运送梁时，应在两台车上分别由专人护送，预防梁片支撑松动，梁片支撑应稳定可靠。

运梁台车载重速度为5m/min，由专人操作控制动力。

运梁轨道基础应坚实平整，不得有死角，三角坑等，枕木排列间距应小，且两轨间应有横联定位，以保证规矩准确，两轨应保持水平。

#### 2.捆梁与吊梁

捆梁作业应在梁片底面转角与吊梁钢丝绳接触处，安放护梁铁瓦以免混凝土被挤碎、吊梁绳割伤，且两边护瓦要对正放牢，捆梁钢丝绳应垂直，无铰花和两股互压现象，并置于护瓦中间。

捆梁钢丝绳应采用6×37型、6×61型交互捻制钢丝绳，按荷载与绳径选定单绕、双绕或三绕形式，其长度按断面大小计算确定，破断安全系数应大于10，经常检查捆梁钢丝绳和各部钢丝绳的磨损情况，超过限制时应及时更换，不得凑合使用。

捆梁应符合纵向限位的规定，按梁体长度进行选择设计的悬出范围。

机臂上应设有专人，其任务是：防止吊梁行车卷筒钢丝绳掉槽、扰乱绳，如发现应马上停止作业，立即处置。

卷扬用钢丝绳应采用6W（19）型，交互捻制的钢丝绳，其安全系数不得小于6。

吊梁时应保持左右两侧卷扬升降速度一致，受力正常，前后行车吊梁高度差不应太大，保持梁体水平为佳。

#### 3. 落梁

落梁顺序应由外边梁---外次边梁---中梁进行架设，运梁应根据架梁顺序进行。

梁体横移轨道应水平，三条轨道间距离应符合设计尺寸，误差不得大于15mm。应在降低梁体高度的情况下作横移，增强架梁作业安全稳定性。

落外边梁需在外边梁位置临时存放，应在梁体与垫石间加垫面积大的硬木板或纤维胶板，保护梁体混凝土，保证梁体稳定支护。

在机臂横移时，应先检查滑道是否有杂物，应急时清理，并涂好润滑脂，减少阻力。横移挡块应在满足架设情况下设置，不得有太多余量。

当落完外边梁后，应及时将机臂回返原位。

当架设第一片梁时，应注意梁体稳定可靠，对防护支撑要求较高，防护措施应安全可靠万无一失，严禁非工作人员上梁走动，避免危险。

在两片梁相临就位后，应及时对横隔板联接焊牢，保证梁体稳定。梁间横隔板梁接板施焊是高空作业，要做好安全措施。

#### 4.梁片就位及支座放置

依据设计要求摆放支座，要注意放置支座线准确

梁片到达就位支座上方后，应精细调整梁片和支座平面、立面上的位置，使之符合有关规定要求后落梁就位。

梁片就位后撤除捆梁的钢丝绳，在保证钢丝绳不带荷载下卷扬，以免揭翻梁片，出现危险情况。

#### 5.箱梁湿接

箱梁的湿接头采用悬吊模板进行后浇段混凝土的施工。为使湿接缝底面光滑，两侧边缘采用苯板粘结固定，底模铺地板革。浇筑湿接头与架桥机安装梁片时错开，防止架桥机振动影响湿接头混凝土质量。

（六）、后张法预应力工程

### 1、穿束

①、用高压水进行清孔，再用高压风吹净波纹管内的存水，必要时用钢制梭形器清孔，若有灰浆进入一定要反复细致地清孔，并将杂物全部清孔出去。穿束时先把几根钢绞线的头部焊在一起由一端穿入，必要时可在钢绞线束头部焊上一个钢筋的小环，由另一端穿入的高强钢丝拉过去。

②、预应力钢绞线束的制备要按规范要求进行。对所用钢绞线应先进行检查，保证其无锈蚀、无硬伤。钢绞线下料时应先在切口两侧各5cm用细铅线绑扎紧以防散开。

③、钢绞线的下料严格按照“设计长度＋工作长度＝所需长度”的原则，用切断机或砂轮锯切割，绑扎成束，进行编号挂牌堆放。

### 2、张拉前的准备工作

通过实验测出钢绞线的实际弹性模量值,并以此计算钢绞线的延伸量。再通过实验确定梁体混凝土的强度达到设计要求的张拉强度时，方可进行张拉。张拉前应先依次安装工作锚、工作夹片、限位板、千斤顶、工具锚、工具夹片（为卸顶方便，在工具夹片外侧垫上一层塑料薄膜）。安装时工作锚、工具锚、千斤顶与钢绞线一定要保持同心。并出顶2-3cm，使它们顶紧。准备好各种工具、记录表格。安全措施、人员要到位。千斤顶的起吊采用自制的人字扒杆。  
 根据钢束类型选用不同的千斤顶，应采用后卡式千斤顶，不允许使用前卡式千斤顶。张拉前应检查千斤顶内摩阻是否符合有关规定要求，否则应停止使用。  
 对张拉所使用的千斤顶及其配套使用的油表、油泵一并送至业主和监理工程师认可的法定计量技术机构进行检验校正，并设立专人使用和管理，定期维护和校验。根据校验得出的张拉力与油表读数之间的回归方程，计算出实际张拉时各级张拉力所对应的油表读数。并将各级张拉力值和油表读数值标记于油泵上，便于操作时使用。

### 3、张拉

预应力钢束张拉程序：0→预应力（0.15σcon）→锚下控制张拉应力σcon（0.75fpk）→持荷2分钟→锚固

式中σ为预应力筋的设计张拉控制力

①、箱梁砼强度达到设计强度90%，且砼龄期不小于10天时，方可张拉腹板预应力钢束。预应力张拉采用张拉力与引伸量双控，以引伸量校核，锚下控制应力为0.75fpk，钢束实际伸长值与理论伸长值的差值应控制在6％以内，否则应停止张拉并查明其原因后再行施工。施工前应根据实测钢绞线弹性模量、截面积和管道摩阻系数等参数对钢束伸长量进行校核。左右腹板对称均匀张拉，顶板束在腹板束张拉完成后，由箱梁两侧向中间采用单端交替张拉。

②、施工时应确保锚垫板与预应力束垂直。张拉端锚垫板下（含连接器锚垫板下）应布设钢筋网和螺旋筋，该处砼应振捣密实，砼强度达到设计强度后方可张拉预应力钢束，以防止锚下砼局部破损。

③、油压表精度选用0.4级。采用油压表读数与伸长值双向控制，使张拉力控制准确，先用千斤顶单根张拉钢绞丝，调整各钢绞线的初应力为设计张拉应力的10%，使初应力一致。再用石笔在钢绞线上距支承板100mm处画出一道起始标距线，作测量伸长值用。然后接通高压油泵的油路电路给千斤顶供油，整体张拉至钢绞线的设计张拉应力的105%，持荷2min，测量伸长值的长度，预应力采用引伸量与张拉力双控，引伸量误差在+6％～-6％范围，伸长值误差在+10％至-5%范围内。如超过此值，应暂停张拉，查明原因采取措施予以调整后，方可继续张拉。

④、预应力的张拉班组必须固定，且应在有经验的预应力张拉工长的指导下进行，不允许临时工承担此项工作。

⑤、放张预应力钢绞线要在混凝土强度达到设计强度的90％以后进行，为减小徐变变形，龄期不小于7天。切断预应力钢绞线，应先两侧后中间分两批左右对称进行，不得一次完成。放张将千斤顶缓慢分次回油到零，再用砂轮切割机对称切割钢绞线。钢绞线端部作防锈处理后，用水泥砂浆封闭抹平。部分预应力钢绞线两端需用内径￠20黑铁管或被认可的材料包裹隔离。

⑥、注意事项  
 张拉过程中，做好张拉伸长值和油压表读数的记录；两个千斤顶张拉要同步，千斤顶的中心要和所有的钢绞线重心在同一平面内，使所有钢绞线受力均匀；每块板中不允许有一根钢绞线断裂，每根钢绞线束中断丝不得超过两丝；锚具内缩量两端之和不大于5mm；张拉时，严禁非工作人员进场，操作人员不得站在张拉千斤顶后，以防飞锚，断丝伤人，高压油管拉头要紧密，并随时检查，以防喷油伤人。

### 4、孔道压浆与封锚

①、孔道压浆前的准备工作

A、切割锚外钢绞线束，锚固时钢绞线回缩量不得大于3mm，严禁断丝和滑丝。

B、锚具外面的预应力筋间隙应用环氧树脂胶浆填塞，以免冒浆而损失灌浆压力。

C、冲洗孔道压力水冲洗孔道，最后用压缩空气排除孔内积水，但要保持孔道润湿，而使水泥浆与孔壁的结合良好。

②、孔道压浆

A、预应力钢束张拉完成应立即进行压浆，切割钢绞线必须用砂轮切割机。压浆嘴和排气孔可根据施工实际需要设置，管道压浆前用空压机清除管道内杂质，排除积水。管道压浆要求密实，水泥浆内可掺适量减水剂、微膨胀剂（应控制浆体膨胀率不大于5%），但不得掺入氯盐，标号不低于C40。水泥浆水灰比为0.4-0.45，掺入适量减水剂时，水灰比可减至0.35。预应力筋张拉后，孔道压浆应在30小时以内完成压浆。

水泥浆搅拌后，必须在20分钟用完，以免产生沉淀。压浆要求饱满密实，压浆质量应作抽检。发生异常现象应及时分析原因，立即纠正。

B、压浆顺序自下而上，并应将其中一个断面的孔道一次作业中压完，以免孔道漏浆堵塞邻近孔道，如集中孔道无法一次压完时，将相邻未压浆孔道用压力水冲洗，使继续压浆时通畅无阻。每个压浆锚塞进、出浆口均应安装一节带阀门的短管，以备压注完毕时封闭，保持孔道中的水泥浆在有压力的状态下凝结。

C、压浆采用活塞式压浆泵，不得使用压缩空气。压浆的压力以保证入孔内的水泥浆密实为准，开始压力要小，逐步增加。为了保证质量，拟采用二次压浆的方法，第一次压浆30分钟，再由另一端反向压浆，保持为0.6mPa～0.7mPa。每个孔道压浆至最大压力后，应有一定的稳定时间。压浆应达到孔道另一端饱满和出浆，并达到排气孔排出与规定稠度相同的水泥浆为止。

③、压浆结束后，立即用高压水对箱梁进行冲洗，防止浮浆粘结，影响垫层砼粘结质量。同时清除支承垫板、锚具及端面混凝土的污垢，并将端面混凝土凿毛，以备浇筑封端混凝土。

B、设置端面钢筋网。为固定钢筋网的位置，可将部分箍筋点焊在支承垫板上。

C、封锚端砼浇筑前须将预制板端部砼结合面浮浆清凿干净，才能浇筑新砼。预制空心板顶面应拉毛，锚固端面和铰缝面等新、旧砼结合面均应凿毛成凹凸不小于6mm的粗糙面，100×100mm面积中不少于1个点，以利于新旧砼良好结合。严格控制支座标高，避免支座脱空。

D、浇筑封锚混凝土时，要仔细操作并认真振捣，保证锚具处的混凝土密实。

## 第七节、桥面系

### （一）、桥面铺装砼

施工工艺为：桥面清理→测量放样→钢筋网铺设→浇筑钢筋砼铺装层→防水层→沥青砼铺装层。

### 1、桥面清理

为使桥面砼铺装层能与梁板砼很好的粘结，必须清除桥面上的木块、钢筋头、油污等，并用水冲洗干净；检查每块梁板顶面砼是否已经拉毛，否则，应进行人工凿毛，剔除表面浮石。

### 2、测量放样

沿半幅桥梁混凝土栏杆内侧，每隔5m打点标记，测量出每一点的实际标高，并和理论上计算出的标高相比较，从而得出该点桥面水泥砼铺装层的实际厚度，以此作为安装、调整模板标高的依据。

### 3、铺设钢筋网

桥面铺装层中的钢筋用量比较大，钢筋长度比较统一，因此，可直接购买定尺钢筋，减少钢筋加工工时，提高工效。钢筋绑扎前，先按照设计钢筋间距打好标记，用20＃扎丝进行绑扎。

绑扎完成后，统一按梅花型布置砼垫块。桥面连续钢筋在砼铺装层中埋设时，应保证其砼保护层厚度，并注意对变形缝内填料及锯缝的处理，施工时严格按相关图纸进行。

### 4、安装模板和标高复测

根据实测的桥面标高和理论桥面铺装层标高，对模板进行安装和调整，确保水泥混凝土铺装层厚度。

### 5、浇筑防水水泥砼铺装层

摊铺工作一旦开始，不得中断。把砼均匀浇筑在模板内，摊铺砼厚度略高于设计标高，先用平板振捣器振捣密实，再用整平板整平。整平完成后，局部表面有缺陷的地方用新鲜砼填补，镘刀成形。动力镘抹过后，接着用手工镘抹平，以消除不规整，对于棱角、孔周围，手工抹平。每段砼桥面浇注修整完工后半小时内，用监理工程师认可的方法对砼表面进行防护，以防暴晒或刮风使水分散失过快，造成裂纹。  
 需要特别注意的是：在进行桥面铺装时，按图纸所示位置及尺寸预留好伸缩缝的工作槽，并预埋伸缩装置的预埋件。桥面雨水进水口盖板与基座连接处插销采用Φ18圆钢，在进行桥面铺装施工时，注意基座与插销的定位埋设。

### （二）、桥面伸缩缝

伸缩缝施工质量的好坏，直接影响伸缩缝的耐久性、平整性和防水性，施工时我们拟安排专业队伍精心安装，采用先做桥面铺装后安装型钢伸缩缝的工艺。桥梁伸缩缝型钢定位应焊接牢固，型钢顶面标高、平整度应符合设计要求。伸缩缝内不得有杂物。

施工工艺：

桥面清理→型钢定位→钢筋绑扎→浇筑过渡段砼→养护→嵌密封橡胶带。

### 1、施工准备

检查梁、桥台内的预埋钢筋是否有遗漏，缝隙是否符合设计要求，如果存在问题就要采取补救措施。

### 2、桥面清理

先用人工凿除与伸缩缝相接处的桥面混凝土，用钢丝刷清除钢筋表面的铁锈和粘在表面的混凝土，并将伸缩缝表面用水冲洗干净。

### 3、型钢定位

根据现场情况，选定伸缩缝中线，并根据施工时气温，按照缝宽与气温对表，定出型钢缝宽B值，再按实际桥面纵、横坡定出型钢顶面的标高。型钢顶面标高比桥面标高低1mm，先点焊，检查无误后再满焊，绝对不能漏焊，满焊后及时卸除临时固定夹具。型钢分段连接处必须用小钢板焊接连成整体，接头处要用坡口形焊接，焊后表面磨平，涂防锈漆。

### 4、浇筑砼

安放过渡段区域内铺装分布筋，梁与盖梁、桥台之间的缝隙用泡沫板填塞紧，起端头模板作用，浇筑混凝土同时不能有漏浆外溢，用空压机和清水冲洗垃圾、杂物，一定要彻底干净。接着浇筑钢纤维混凝土。混凝土浇筑后振捣要密实，尤其在型钢底部混凝土要注意，型钢凹槽里不能留有砼或水泥浆，不能有空洞出现，混凝土表面要平整，平整度要与桥面平整度相对应，与沥青混凝土面层及型钢顶面接顺。

### 5、养护

混凝土表面覆盖湿麻袋，每天浇水养护，保持潮湿状态。达到设计强度时才能通车使用。

### 6、嵌橡胶条

清除型钢凹槽内杂物，除锈，型钢凹槽里涂一层粘结剂，从一端把橡胶条一侧先嵌入凹槽内，再嵌入另一侧，整条伸缩缝安装完成。板缝设计宽度为4cm,如果实际安装最终板缝大于6cm时，必须采取缩小板缝宽度的措施，然后才能安装型钢。

7、防撞护栏在伸缩缝处断开，缝宽同伸缩缝，伸缩缝处设钢遮板，在桥面连续处设断缝，缝宽1cm ,缝处设钢遮板。人行道枕梁在桥梁伸缩缝处对应设置4cm 变形缝，内塞防水填料。

### （三）、桥面沥青砼铺装层

### 1、沥青混合料种类

沥青混凝土路面结构中，沥青砼面层采用6cmAC-25C中粒式沥青砼+4cmSMA-13SBS改性沥青砼。面层添加0.1%聚酯纤维及0.3%木质纤维素。

### 2、混合料组成设计

细集料为天然砂。粗集料采用破碎砾石，碎石含泥量应小于1%，含水量应小于3%，碎石颗粒开头接近立方体，扁平细长粒含量应小于15%，粗集料应洁净、干燥、无风化、无杂质，具有足够的强度、耐磨性耗，与沥青结合料有良好的粘结力。填料采用矿粉，矿粉干燥、洁净、不含泥土杂质和团粒，通过0.075 mm筛子细粒重量比应大于75%，亲水系数应小于1。

### 3、透层油洒布

摊铺沥青砼前，在碎石层上均匀喷洒一层透层油，采用中、慢凝液体慢凝石油沥青，透层油洒布均匀，用量符合设计要求的0.9kg/m2，如果用量不均洒稀的地方面层与基层整体性不好，而洒稠的地方容易产生泛油现象，在洒透层油前将路缘石用塑料布进行覆盖防止污染。在与路面接茬或与检查井、雨水口等接触处，涂刷粘油层，用量符合要求。

### 4、沥青混凝土摊铺

①、摊铺时采取无接触式平衡梁以高程控制进行施工。摊铺采用摊铺机单幅半宽作业，初拟摊铺速度为2.0米/分，摊铺时要求摊铺机前有3—5辆料车等待，确保摊铺匀速不间断进行，摊铺时设专人对混合料温度进行检测。

②、混和料碾压分初压、复压、终压三个阶段，初压在温度110℃～140℃之间进行。沥青面层初压用双钢轮压路机、胶轮压路机各静压一遍，复压用双钢轮压路机振压3—4遍，终压用宽轮双钢轮压路机静压一遍。碾压时要求匀速慢行。碾压时压路机驱动轮路面向摊铺机从低处向高处碾压，碾压路线及方向不得突然改变，防止引起混合料的推移。

③、每层沥青碾压时，碾压轮重叠1/3—1/2轮宽，压路机呈梯队前进，压路机折返点每一次均不同，随摊铺机前进而改变，与摊铺机的距离保持在20m左右。对压路机压不到的死角、接头应用小振动夯压实。

④、碾压过程中如出现粘轮可向水中加少许洗衣粉，每天施工结束时产生的横缝用切割机切成直缝，第二天在横缝上涂上粘层油再开始摊铺。横缝碾压时应先横后纵，既先将压路机横向置于成型层上，每碾压一遍压路机便向新铺层推进20-30cm，直到压路机全部置于新铺层再作纵向碾压。

⑤、整个碾压过程中压路机不得在未成型和冷却的路线上转向、调头，当采用振动时应高幅、低频，每天完成的路面禁止任何车辆通行，且不能停放各种机械或车辆。当压路机行驶在冷却的路面上，禁止开振动。

⑥、如遇雨时要停止摊铺，拌和站应立即停拌，没有出厂的料放入料仓储存，储存时间不超过24小时，出厂料在确保质量的前提下应加快摊铺、碾压成型，来不及时应予以废弃。

⑦、施工缝的处理：

纵向缝：采用冷接缝，冷接缝有平接缝、自然缝。切除先铺的旧料，刷粘层油再铺新料，搭接10cm一起碾压。  
 横向缝：横接缝施工：横接缝为直线，用切割机切齐，接缝处应干燥、洁净，摊铺前必须上一层粘层沥青，摊铺时保证熨平板高度稳定不突变。碾压时先将压路机置于成型层上，碾压时每一遍向新铺层推进20-30cm，直到压路机全置于新铺层上再做纵向碾压。

### 5、沥青混凝土施工注意事项：

施工地表温度不低于10℃，混合料拌合、摊铺、碾压温度要符合规范要求，同时在碾压中设专人以3m直尺检测平整度，不平整处在较高温度时用压路机静压取平。

雨季时要停止摊铺沥青砼面层，要密切注意天气预报，现场尽量缩短施工段落，各工序要紧密衔接，运料车和工地备有防雨设施，下层潮湿时，不得摊铺沥青混合料。

### 6、改性沥青混合料路面施工工艺要点：

①、改性沥青混合料质量直接影响到沥青面层的施工质量和使用品质，混合料生产要严格把关，通过抽提试验和马歇尔试验对矿料级配、沥青用量、混合料的密度和空隙率等指标进行调控，同时检测其稳定度和流值；通过温度检测，对改性沥青生产的四大温度（沥青加热温度160～165℃，改性沥青制作温度165～170℃，改性沥青最高加工温度175℃，集料加热温度190～200℃）进行控制，做到不合格材料严禁进场，确保混合料的质量。一旦出现不合格的花料、焦料、过油料铺筑到路面上都应立即彻底铲除重铺，经人工修补后的路面是不可能有良好的平整度。

 施工温度通常比普通沥青混合料施工温度高10～20℃，一般情况下为初压温度不低于150℃、复压温度不低于130℃和终压温度不低于120℃，特殊情况经试验确定。

②、改性沥青混合料宜随拌随用，需要短时间贮存时，时间不宜超过24h，贮存期间温降不应超过10℃，且不得发生结合料老化、滴漏及粗细集料离析现象。  
 ③、改性沥青混合料运输中一定要覆盖，施工中应保持连续、均匀、间断摊铺。

④、按照“紧跟、慢压、高频、低幅”碾压八字方针进行碾压，这是与一般沥青混合料碾压方式最大的区别。因为黏稠，压路机必须紧跟在摊铺机后面，充分利用料温压实，只有在高温条件下碾压才能取得最好效果，慢压是针对目前碾压速度普遍过快的现象来说，一般要求的碾压速度不能超出4km/h～6km/h；高频和低幅方式对提高改性沥青路面的压实度，防止石料损伤，保持石料有良好的棱角性和嵌挤作用具有重要的意义，大振幅很容易造成碾压过度，使石料压碎或者马蹄服上浮，产生“过碾压弹簧”现象。碾压八字方针也是保证改性沥青路面平整的重要环节。

⑤、采用振动压路机碾压时，压路机轮迹的重叠宽度不应超过20cm，但在静载钢轮压路机工作时，轮迹重叠宽度不应少于20cm。碾压应均衡地进行，倒退时关闭振动，方向要渐渐地改变，不许拧着弯行走，对每一道碾压起点或终点可稍微扭弯碾压；消除碾压接头轮迹。 压路机不允许在新铺混合料上转向、调头、左右移动位置、突然刹车或停机休息；其他机械化不能在未冷却结硬的路面上停留。原则上所有机械，尤其是压路机从开始碾压进入角色后便不能停机，直至该段路面施工结束，否则容易产生局部波浪。

⑥、在桥梁、涵洞等构造物的接头处，以及匝道、港湾或紧急停车带等摊铺机和压路机难以正常操作的部位，要辅以小型机械或人工操作快速进行，保证其施工温度。

⑦、接缝是影响平整度的一个重要因素。应尽量减少接缝，特别是纵向接缝，所以应保持匀速、不间断连续摊铺以减少横向接缝，尽量做到一天只有一个接缝。

⑧、改性沥青路面接缝处理要比普通沥青混合料难一些，由于冷却后的改性沥青混合料非常坚硬，应想方设法防止出现冷接缝处理。为提高平整度，一般采用切割成垂直面的方法，可在改性沥青路面完工后，稍停一停，在其尚未冷却之前，就切割好。具体做法为：将3m直尺沿路线纵向靠在已施工段的端都，伸出端部的直尺呈悬臂状；以已施工路面与直尺脱离点定出接缝位置，用锯缝机割齐后铲除废料，并用水将接缝处冲洗干净；在下一次施工搭机前，涂刷粘层油，即可接下去铺筑混合料。

（四）、回填

台后填料应在桥梁上部构造架设完毕，台身砼达到90％以上设计强度时方可进行。桥梁台后填土应根据道路要求进行压实回填，填筑时应注意台前、台后均衡、对称填筑，压实度要求比同层次的路基密实度提高2个百分点。桥台周围(包括锥坡) 填土为减少土压力，不得用大型机械推土机筑高和镇压的方法，应用小型压实机械进行逐层夯实，在台后填土稳定后再浇筑桥头搭板，并与路面基层施工相协调。

第七章 质量管理措施和保证体系

科学、合理的施工技术措施是保工期、保质量、保安全、求效益的重要条件，我们将严格遵循招标文件提出的规范、规程要求，确保工程质量达到合格。

第一节、质量管理体系建立

建立以项目部、工程队工程师为主的各级技术人员参与的岗位责任制，逐级签订技术包保责任状，做到分工明确、责任到人，使技术管理工作有章可循，保证施工生产顺利进行。施工技术管理工作体系见《技术管理工作体系框图》。

第二节、编制施工组织设计

1、运用统筹法、网络计划等现代化管理方法，在经过周密调查研究取得可靠数据的基础上，编制可行的施工组织计划，并严格按网络计划组织实施，坚决杜绝计划执行过程中的随意性，使整个施工过程时时处于受控状态，做到环环相扣，井然有序。

2、认真编制施工技术方案，由单项工程技术负责人牵头，组织协调，针对所承担工程的技术难易程度和环境特点提出两个以上的施工技术方案，经过详细的技术经济分析后，提交给项目总工程师，总工程师组织有关人员，对所提出的施工技术方案进行对比分析、优化，最后确定一个实施方案。

第三节、保证技术力量

我单位将选调具有多年从事隧道工程施工经验的队伍，配备精良的设备投入本合同段工程施工。同时选派有施工经验、责任心强的工程技术人员参加该工程，以确保技术工作顺利进行。

第四节、做好施工前的技术准备工作

1、认真核对设计文件和图纸资料，切实领会设计意图，查找是否有丢、错、漏现象，及时会同设计、监理和建设单位解决所发现的问题。

2、认真进行技术交底。图纸会审后，由项目部的总工程师、施工技术科、工程队技术主管、单项工程技术主管逐级进行书面及口头技术交底，确保操作人员掌握各项施工工艺及操作要点、质量标准。

第五节、做好技术资料管理

施工过程中要做好详细记录，各种原始资料搜集齐全，用以组织后期施工，编制竣工文件，并进行施工技术总结，为做好技术档案和技术情报工作打下坚实的基础。

第六节、关键工序质量保证措施

1、施工测量与控制

（1）、空心高墩中心定位测量

首先使用全站议在桥位内或就近布置平面控制网，并定期进行复测，复测结果均要报监理工程师审批。

当日气温高于28℃时，墩身中心点的测设必须在早上八时之前完成，以避免温差的影响。

在每节模板安装过程中随时检测空心高墩中心点以及墩身四周角点的位置，凡发生偏差必须即刻纠正。在每一节整体式提升支架按测定的位置牢固，墩身钢筋也必须按测设的位置绑扎（含电焊）安装。架立安装模板就位也必须测量模板的位置正确，经监理检验合格后才能浇筑砼，轴线偏位为10mm，发生偏位及时纠正。

（2）、空心高墩高程测量

用三角网点进行墩台高程测量，依据设计单位测设的水准基准点，结合现场地形布设高程网，并定期进行复测，复测结果均要报监理工程师审批。

每个墩承台完成后，按测量规范的要求，在承台面测设临时水准点，做为墩身沉降观测的控制点。特别是墩身顶的高程要严格控制，其精度要达到施工规范规定的标准。墩身顶面高程为+10mm。

2、钻孔灌注桩：

容易出现的质量事故有：护圈砼坍塌或开裂、护圈掉落、护圈接缝处渗水严重、孔壁坍方底部管涌或降起。在施工前针对容易出现的质量事故制定具体的质量保证措施。

|  |
| --- |
| 质量保证措施 |
| 挖土成孔时，孔的垂直度或者每段护圈的同心度应予以确保，由技术熟练的操作人员下孔挖土，经常复核孔的中心位置（可由地面吊垂球至孔底）。护圈的壁厚只能大不能小，也即挖土宁可往外多挖一些，以保证有足够的壁厚。 |
| 竖向钢筋宜上下相扣，犹如发夹相连。一旦该段护圈外的摩阻减小，尚可借钢筋的拉力，不致使护圈整体下滑。护圈的模板应支护牢靠，不易产生变形，同时也要便于拆装，有条件时，尽可能用钢模 |
| 浇筑时宜用插棒或锤来敲击模板，以使砼达到密实。如用振动器振实混凝土，往往会振动土壤甚至挤出地下水，常使砼中掉入土块或使的使砼中的水泥浆流失，都会降低砼的质量。为防止每段护圈砼接缝处渗水，下段砼顶面应超出上段砼的底面，也即确保上节砼护圈能插入一部分到下段。 |
| 护圈砼的模板不能过早拆除，至少要保证一天，使砼强度不低于10MPa为好。 |
| 桩体砼浇筑时必须做到无大量地下水渗入，砼应通过串筒下到孔底，当不能排队大量渗水（渗水量超过0.3L/s）时，可用水下灌注砼方法施工桩体砼。 |

3、墩身混凝土外观的控制技术措施

（1）模板安装全过程测量必须全方位跟踪，为消除温差对测量的影响，对白天温度超过28℃的天气，墩身中线放样时间必须在上午八时或下午4点之后进行，同时尽量在同一温度范围内进行。采用天顶仪和水准尺作为模板微调准确定位的仪器工具。

（2）每次模板安装前表面必须清除一切杂物并涂上脱模剂，禁止涂用废弃机油。模板接缝用5毫米海绵条或黄面胶填实，混凝土浇筑后由于收缩造成砼与模板间有微小缝隙，当在下节模板上安装上节模板前用玻璃胶填塞，避免漏浆造成下节墩身污染和蜂窝。

（3）钢筋保护层采用标准的塑料垫块，钢筋定位前必须通过测量进行复测，确认位置准确后才可进入下道工序工作。

（4）混凝土下料必须通过串筒，且严格控制好分层的标高线，各层标高线事先在钢筋骨架上做好记号。每节混凝土浇注完毕对混凝土顶面必须进行修面调平，确保混凝土面接缝处于同一水平面。

（5）同一层混凝土的施工必须尽量均匀对称的进行。使用插入式振捣器时移动间距不超过振捣器作用半径的1.5倍。与侧模应保持5cm～10cm的距离，插入下层砼5cm～10cm；每一处振捣完应边振捣边提出振动棒，振动棒不能碰撞模板、钢筋及其它预埋件。振捣器振动砼时，必须振动到该处砼密实，密实的砼不下沉、不再冒出气泡，表面呈现平坦泛浆。

（6）在旧混凝土面上浇注混凝土之前必须进行清除浮渣并湿润旧混凝土表面。

（7）严格控制好混凝土的坍落度、入模温度，高温天气的骨料必须采用降温措施，泵管和运输车辆必须覆盖降温。

（8）针对墩身预埋件多的情况，对不同的预埋件采用不同的处理措施，如塔吊、电梯的预埋件采用预埋螺母的形式，拆除后用砼锥块加环氧树脂粘结剂封填；临时固定模板的对拉杆采用塑料管保护，拆模时一并把拉杆拔出，外露的塑料管切齐混凝土面。

4、悬浇施工

0、1#号块采用托架浇筑，顺桥向用扇形或门式托架将0、1#块梁段临时支承，设三角撑架焊接在墩柱预埋钢板上。2-19#号块采用挂篮悬臂浇筑，在施工前应对托架、挂篮进行设计，在砼浇筑前，对挂篮、模板、预应力筋管道、钢筋、预埋件、砼材料、配合比、机械设备、砼接缝处理情况进行全面检查，经确认后方可浇筑。

浇筑砼时，从悬臂端开始，两个悬臂端对称均衡地进行浇筑，浇筑肋板砼时，两侧肋板应同时分层进行。浇筑顶板及翼板砼时，从外侧向内侧一次完成，以防发生裂纹。为使浇筑砼时砼策略不致引起挂篮变形，从而避免砼开裂，可采取下列措施：

浇筑砼前，先用水箱灌以相当于砼重的水，代替砼重；然后在浇筑砼过程中，逐渐放水使挂篮的负荷和挠度基本不变。根据浇筑砼重力的变化，随时调整吊带高度。将底模支承在千斤顶上，根据浇筑砼重力变化，随时调整底模下的千斤顶，抵消挠度变形。

为了使成桥后的桥面线形达到或接近设计曲线，在悬臂浇筑时进行标高控制，在施工中对已浇或准备浇筑的箱梁在各工序中的挠度、温度等进行观察，并以此随时调整悬浇段的立模标高。测点布置：桥轴轴线及上下腹板的中心轴线组成三条纵轴线，每段的前沿和三条纵轴的交叉点设置为测点。在0、1#块上设置临时水准点，按挂篮就位、砼浇筑前、砼浇筑后、张拉后几个阶段进行观测，对温度观测及应力的观测根据需要进行。

第七节、雨季施工安排

1、施工安排上合理调配，桥梁基础施工尽量避开雨季施工。

2、临设工程设计和施工充分考虑防雨要求，施工便道防排水系统安排专人维护，降雨前后定位巡查排险，并设置明显的通行指示标志。

3、雨季前，对所有用电设备进行安全检查，落实防雨措施；对现场机械设备的停放做出安排，确保施工工序不因雨患影响正常进行。

4、除及时掌握每日天气情况外，还与当地气象部门签订中长期天气预报协议，由当地气象部门定期提供旬、月气象预报，并据此合理进行施工安排。

5、雨季路基施工重点做好施工单元防排水。填方位置处遇急雨天气进行临时压实，减少雨水下渗；开挖机械作业跨线合理安排，保证作业单元不积水。

6、雨季砼作业根据天气预报进行进度安排，特殊地点配置专用排水设备。制梁作业备用防雨棚等设施，确保连续作业。

第八节、成品半成品保护措施

1、施工作业前应熟悉图纸，制订多工种交叉作业计划，既要考虑在时间上保证工程进度顺利进行，又要考虑保证交叉施工不产生相互干扰，防止盲目施工和不合理赶工期而造成的互相损坏、反复污染等现象的产生。

2、教育职工有保护成品和半成品的意识，以合同、协议等形式明确各工种对上道工序质量的保护责任及本工序工程的防护，提高产品保护的责任心。材料质量应符合标准或合同的规定，并有出厂合格证书，材料进场要进行验收，材料堆放、保管及运输应有防止损坏的措施。上道工序与下道工序应办理必要的交接手续，以明确各方的责任。在工程回填阶段，尤其是收尾阶段，应有专人分层、分片看管，以防产品损坏。

第八章 安全管理措施和保证体系

第一节、安全生产目标

生产安全事故死亡人数为零；

无重、特大事故、无瞒报、谎报、迟报事故；

重伤、轻伤事故率为0.4‰；

职责范围内火灾事故死亡人数为零；

职责范围内经济损失事故一万元（含一万元）以上为零；

职责范围内道路交通事故死亡人数为零。

第二节、安全事故应急预案

为确保施工时保障工人的生命财产安全，为提高快速反应和协调能力，加强突发事故应急抢救措施，结合本项目实际，制定安全事故应急预案。  
　1、组织机构  
　　项目部成立应急救援工作小组，突发事件一旦发生，应急救援工作小组将迅速运转。

（1）、应急救援工作小组组织机构如下：组长项目经理、副组长项目工程师、成员有关业务部门负责人组成。本项目的所有单位和人员都有参加急救抢险的义务。工作小组下设救援组、事故处理组、联络组、警戒组四个业务组，定联系方式通讯录。

（2）、应急救援工作小组为本项目安全事故应急救援工作的统一指挥机构，负责与业主、监理及监控单位的联系、协调，落实有关部门的安全指令，检查、督导本单位日常的应急准备工作。发生事故隐患后负责应急响应工作，调集抢险力量，并指挥进行抢险救灾、物资转移，及时与监理、业主及外部救援力量如110、120取得联系，寻求社会帮助；负责善后处理工作，形成书面材料报监理、业主及公司有关部门。  
　　救援组：主要负责人员和物资的抢救、疏散，排除险情及排除救援障碍。  
　　事故处理组：按事故预案使用各种安全可靠的手段，迅速控制事故的发展。并针对现场具体情况，向救援组提供相应的救援方法和必要的施救工具及条件。  
　　联络组：负责事故报警和上报，以及现场救援联络、后勤供应，接应外部专业救援单位施救。指挥、清点、联络各类人员。  
　　警戒组：主要负责安全警戒任务，维护事故现场秩序，劝退遣散现场围观人员，禁止无关人员进入现场保护区。  
　　2、应急准备  
　　工作小组在日常工作中组织相关人员学习应急预案，了解各自的工作职责，熟悉应急处理和响应程序。  
　　对安全隐患登记造册，实行日常监管和动态监管，督促有关单位及时整改，确保隐患整改率。  
　　各种应急器材准备要充分，认真研究部署位置，确保及时到位，加强对抢险物资、设备的维护保养和操作人员教育培训。  
　　保持现场的通讯、交通畅通，确保事故信息及时传递，抢险人员、设备能及时介入，实施有效救援。建立严格的现场安全值班制度。  
　　3、应急处理和响应工作程序  
　　在接到监控单位或现场险情通知后，救援工作小组人员在10分钟内必须迅速进入各自工作岗位，同时立即组织有关人员核实情况，下达人员撤离命令，并及时向监理、业主及公司有关业务部门通报险情情况并通报本单位进行救援、抢险和处理情况。  
　　急救业务组成员应在15分钟内到齐，按本部门应急预案协调做好救援、抢险和应急处理工作。  
　　各业务组按照分工迅速展开工作，并视情况及时与外部相关方联系寻求支援。  
　　根据发生事故的性质，各业务组及时制定临时应急处理措施，进行有效控制，防止事故的蔓延、扩大。随时向相关部门、监理、业主汇报现场应急处理情况，提出合理建议，并迅速落实上级部门的有关指示。  
　　4、应急救援措施  
　　①．应急救援原则  
　　以确保工作人员生命为第一原则，其次是控制设备和材料的损失。应急救援关键是速度，救援时间就是生命。此外要培养施工人员正确的处险意识，凡发现险情要立刻使用事故报警系统进行通报，应急救援响应者必须是应急救援成员，其他人员应该撤离至安全区域，并服从应急救援成员的指挥。  
　　发生安全事故隐患时，要充分利用现场的施救资源，采取必要的安全措施，首先迅速撤离施工人员，确保人员零伤亡。  
　　②．现场处置  
　　对可以安全撤离的机械设备、材料等进行有序指挥，可靠撤离，尽量减少损失。  
　　邀请监理、业主、监控单位及技术专家研究商讨处置方案，制定详细、周密的处置措施，对救援力量进行详细分工，严密组织实施落实，彻底消除现场不安全因素。  
　　③．事故报警  
　　一旦发生伤亡事故，要根据人员伤亡情况及时请求社会救援，做好事故现场的保护工作。  
　5、应急处理支持与反馈  
　　①．应急处理工作结束后，项目部在24小时内编制报告，报监理、业主及公司相关部门。报告应包括以下内容：发生事故的单位及事故发生的时间、地点、事故的简要经过、直接经济损失的初步估计、事故原因、性质的初步判断、事故抢救处理的情况、需要有关部门和单位协助、支持的事宜、事故报告人、报告时间等。  
　　②．紧急情况或事故处理结束后，项目部及相关人员应进行总结、分析，吸取事故教训，及时整改，防止类似事故再次发生。  
 　③．对在事故的抢救、指挥、信息报送等方面有突出贡献的单位和个人，项目部将按照有关规定给予表彰和奖励。

第三节、安全保证措施

1、安全技术保证措施

常见安全事故：触电、中毒或窒息、生物坠落、孔内坍方后大量土方伤人。在施工前针对这些事故制定具体的安全保证措施。

|  |  |
| --- | --- |
| 项目 | 安全保证措施 |
| 孔内坠物 | 孔内施工人员必须备戴安全帽，孔外应有专人监护，进行垂直运输时，需上下呼应，地面上的操作人员应为孔内人员着想，尽可能创造安全的施工条件。作业临时停止时，在孔口必须有盖子，防止人员从孔口掉入孔底。 |
| 避免坍孔 | 坍孔原因很多：开挖面暴露时间过长；每段护圈砼分段过高，致使开挖面过高；挖孔被水浸泡；渗水严重等均会造成坍孔。应加强对施工人员的业务培训，由有挖孔桩经验的操作人员人孔作业。当遇到极差土层，来不及支模浇筑护圈砼时，对这种情况，可用钢制护圈替代，以能够及时支护。对于当天挖完土的该段护圈，应将砼浇筑完成。 |
| 中毒或  窒息 | 挖孔桩施工前，必须对地层中的有毒气体作充分的调研，必要时戴防毒面具进行作业。当孔内有操作人员作业时，应有足够的、清新的空气送人。鼓风机最好是电动的，如用柴油作动力，宜对送入孔内的空气先予以过滤，为防万一出现事故，孔内应设置急救软梯，工地上要配置简单有效的吸氧设备 |
| 触电事故 | 对常用电器、电缆，应经常检查，防止断裂或走电。操作人员到孔内作业应穿行橡胶靴，杜绝一切触电事故。 |

2、制度保证  
（1）贯彻执行国家安全生产、劳动保护方面的方针、政策和法规。对职工进行安全教育，牢固树立“安全第一”的思想，坚持“安全生产、预防为主的”方针。  
（2）建立健全安全生产保证体系，建立和实施安全生产责任制。项目经理是安全第一负责人，主管施工生产的项目副经理是安全生产直接责任人，项目主抓安全的副经理对劳动保护和安全生产的工作负责。  
（3）根据施组和工程实际情况，编制详细的安全操作规程、细则、并制定切实可行的安全技术措施，分发至工班，组织逐条学习、落实，抓好“安全五同时”（即：在计划、布置、检查、总结、评比生产的同时，计划、布置、检查、总结、评比安全工作）和“三级安全教育”。  
（4）严格执行交接班制度，坚持工前讲安全、工中检查安全、工后评安全的“三工制”活动。坚持每周一的安全活动日活动。  
（5）每一工序开工前，做出详细的施工方案和实施措施及时做好施工技术及安全工作的交底，并在施工过程中督促检查，严格执行。  
（6）坚持特殊工种持证上岗。  
（7）坚持定期安全检查制度。项目部每月检查一次，工区每半个月检查一次，工班每天检查一次，发现不安全因素，立即指定专人限期整改。  
（8）设立安全专项基金，对安全生产好的个人和班组给予重奖，对违章指挥、违章操作忽视安全的行为给予重罚，对造成安全事故者视其情节严肃处理。  
（9）全员加强防雷电、防火、防洪等防灾期意识，建立防洪组织，配备消防设施，制订措施和管理制度，并落到实处。减少自然灾害造成损失。  
（10）加强安全教育，提高员工安全意识，树立安全第一的思想，培养安全生产所必须具备的操作技能。  
（11）做好职工的定期教育及新工人、变换工种工人、特种作业人员的安全教育，新进场工人（包括民工）未经三级教育不得上岗。新工法、新工艺、新设备、新材料及技术难度复杂的作业和危险较大的作业，要进行专门的安全教育，采取可靠的保证措施。  
（12）坚持每个安全活动日的安全学习活动。  
（13）规范执行安全检查制度。项目经理部保证检查制度的落实，规定检查时间和参加检查的人员。经理部每月检查一次，作业班组每天检查一次，非定期检查视工程情况进行，在施工准备前、危险性大、季节变化、节假日前后等情况下100%检查。  
（14）对检查发现的安全问题、安全隐患，要建立登记、整改、消项制度。定措施、定经费、定完成日期，在隐患没有消除前，必须采取可靠的仿护措施。如有危及人身安全的险情，立即停止施工，处理合格后方可施工。  
3、机械安全保证措施  
（1）施工现场实施机械安全管理及安装验收制度，施工机械、机具和电气设备，在安装前按照安全技术标准进行检测，经检测合格后 方可安装，经验收确认状况良好后方可运行。  
（2）车辆驾驶员和各类机械操作员，必须持证上岗，严禁无证操作。对驾驶员、机械操作人员定期进行《安规》教育。严禁酒后驾驶车辆和操作机械，车辆严禁“三超”，禁止使用“带病”的车辆、机械和超负荷运转，并坚持“三查一检”制。  
（3）机械设备在施工现场集中停放。严禁对运转中的机械设备进行检修、保养。机械作业的指挥人员，指挥信号必须准确，操作人员必须听从指挥，严禁违令作业。对机械设备、各种车辆定期检查，对查出的隐患按“三不放过”的原则进行处理，并制定防范措施，防止发生机械伤害事故。全部机械均应分别制定安全操作规程，并挂牌上墙。  
（4） 施工用电按《施工现场临时用电安全技术规范》（GJ46—88）要求进行设计、检测。  
（5）起重机、高空作业等严格执行安全交底的内容。  
4、塔吊安装及拆除安全保证措施  
（1）塔吊的轨道基础或混凝土基础必须经过设计验算，验收合格后方可使用，基础周围应修筑边坡和排水设施，并与基坑保持一定安全距离。  
（2）塔吊基础土壤承载能力必须严格按原厂使用规定或符合：中型塔为8～12t/㎡、重型塔为12～16t/㎡。   
（3）塔吊的拆装必须由取得建设行政主管部门颁发的拆装资质证书的专业队进行，拆装时应有技术和安全人员在场监护。   
(4）拆装人员应穿戴安全保护用品，高处作业时应系好安全带，熟悉并认真执行拆装工艺和操作规程。   
(5）风力达到四级以上时不得进行顶升、安装、拆卸作业。顶升前必须检查液压顶升系统各部件连接情况。顶升时严禁回转臂杆和其他作业。   
(6）塔吊安装后，应进行整机技术检验和调整，经分阶段及整机检验合格后，方可交付使用。在无载荷情况下，塔身与地面的垂直度偏差不得超过4/1000。塔吊的电动机和液压装置部分，应按关于电动机和液压装置的有关规定执行。   
(7）塔吊的金属结构、轨道及所有电气设备的金属外壳应有可靠的接地装置，接地电阻不应大于4Ω，并应设立避雷装置。   
(8）每道附着装置的撑杆布置方式、相互间隔和附墙距离应按原厂规定，自制撑杆应有设计计算书。   
(9）塔吊不得靠近架空输电线路作业，如限于现场条件，必须在线路旁作业时，必须采取安全保护措施。塔吊与架空输电导线的安全距离应符合规定。   
(10）塔吊作业时，应有足够的工作场地，塔吊起重臂杆起落及回转半径内无障碍物。   
(11）作业前，必须对工作现场周围环境、行驶道路、架空电线、建筑物以及构件重量和分布等情况进行全面了解。   
(12）在进行塔吊回转、变幅、行走和吊钩升降等动作前，操作人员应鸣声示意。检查电源电压应达到380V，其变动范围不得超过+20V、-10V，送电前启动控制开关应在零位，接通电源，检查金属结构部分无漏电方可上机。   
(13）塔吊的指挥人员必须持证上岗，作业时应与操作人员密切配合。操作人员也必须持证上岗，作业时应严格执行指挥人员的信号，如信号不清或错误时，操作人员应拒绝执行。如果由于指挥失误而造成事故，应由指挥人员负责。   
(14）操纵室远离地面的塔吊在正常指挥发生困难时，可设高空、地面两个指挥人员，或采用对讲机等有效联系办法进行指挥。   
(15）塔吊的小车变幅和动臂变幅限制器、行走限位器、力矩限制器、吊钩高度限制器以及各种行程限位开关等安全保护装置，必须齐全完整、灵敏可靠，不得随意调整和拆除。严禁用限位装置代替操纵机构。   
(16）塔吊作业时，起重臂和重物下方严禁有人停留、工作或通过。重物吊运时，严禁从人上方通过。严禁用塔吊载运人员。   
(17）塔吊机械必须按规定的塔吊起重性能作业，不得超载荷和起吊不明重量的物件。在特殊情况下需超载荷使用时，必须经过验算，有保证安全的技术措施，经企业技术负责人批准，有专人在现场监护，方可起吊，但不得超过限载的10%。   
(18）严禁起吊重物长时间悬挂在空中，作业中遇突发故障，应采取措施将重物降落到安全地方，并关闭电机或切断电源后进行检修。在突然停电时，应立即把所有控制器拨到零位，断开电源总开关，并采取措施将重物安全降到地面。   
(19）严禁使用塔吊进行斜拉、斜吊和起吊地下埋设或凝结在地面上的重物。现场浇筑的混凝土构件或模板，必须全部松动后方可起吊。   
(20）起吊重物时应绑扎平稳、牢固，不得在重物上堆放或悬挂零星物件。零星材料和物件，必须用吊笼或钢丝绳绑扎牢固后，方可起吊。标有绑扎位置或记号的物件，应按标明位置绑扎。绑扎钢丝绳与物件的夹角不得小于300°。   
(21）遇有六级以上大风或大雨、大雪、大雾等恶劣天气时，应停止塔吊露天作业。在雨雪过后或雨雪中作业时，应先经过试吊，确认制动器灵敏可靠后方可进行作业。   
(22）在起吊载荷达到塔吊额定起重量的90％及以上时，应先将重物吊起离地面20～50cm停止提升进行下列检查：起重机的稳定性、制动器的可靠性、重物的平稳性、绑扎的牢固性。确认无误后方可继续起吊。对于有可能晃动的重物，必须拴拉绳。   
(23）重物提升和降落速度要均匀，严禁忽快忽慢和突然制动。左右回转动作要平稳，当回转未停稳前不得作反向动作。非重力下降式塔吊，严禁带载自由下降。   
(24）塔吊吊钩装置顶部至小车架下端最小距离：上回转式2倍率时1000mm，4倍率时为700mm；下回转式2倍率时为800mm。4倍率时为400mm，此时应能立即停止起吊。   
(25）作业中，操作人员临时离开操制室时，必须切断电源，锁紧夹轨器。作业完毕后，塔吊应停放在轨道中间位置，起重臂应转到顺风方向，并松开回转制动器，小车及平衡重应置于非工作状态，吊钩宜升到离起重臂顶端2～3m处。  
5、高空作业安全保证措施  
(1）熟悉掌握本工种专业技术及规程。

(2）年满18岁，经体格检查合格后方可从事高空作业。凡患有高血压、心脏病、癫痫病、精神病和其它不适于高空作业的人，禁止登高作业。  
(3）距地面二米以上，工作斜面坡度大于45°，工作地面没有平稳的立脚地方或有震动的地方，应视为高空作业。  
(4）防护用品要穿戴整齐，裤角要扎住，戴好安全帽，严禁穿拖鞋，不准穿光滑的硬底鞋。要有足够强度的安全带，并应将绳子牢系在坚固的建筑结构件上或金属结构架上，不准系在活动物件上。  
(5）登高前，施工负责人应对全体人员进行现场安全教育。

（6）检查所用的登高工具和安全用具（如安全帽、安全带、梯子、跳板、脚手架、防护板、安全网）必须安全可靠，严禁冒险作业。

（7）高空作业区地面要划出禁区，用竹篱笆围起，并挂上“闲人免进”、“禁止通行”等警示牌。

（8）靠近电源（低压）线路作业前，应先联系停电。确认停电后方可进行工作，并应设置绝缘档壁。作业者最少离开电线（低压）2米以外。禁止在高压线下作业。  
（9）高空作业所用的工具、零件、材料等必须装入工具袋。上下时手中不得拿物件；并必须从指定的路线上下，不得在高空投掷材料或工具等物；不得将易滚易滑的工具、材料堆放在脚手架上；不准打闹。工作完毕应及时将工具、零星材料、零部件等一切易坠落物件清理干净，以防落下伤人，上下大型零件时，应采用可靠的起吊机具。  
（10）要处处注意危险标志和危险地方。夜间作业，必须设置足够的照明设施，否则禁止施工。

（11）严禁上下同时垂直作业。若特殊情况必须垂直作业，应经有关领导批准，并在上下两层间设备专用的防护棚或者其他隔离设施。  
 （12）严禁坐在高空无遮栏处休息，防止坠落。  
 （13）卷扬机等各种升降材料的设备严禁上下载人。  
 （14）不论任何情况，不得在墙顶上工作或通行。

（15）脚手架的负荷量、每平方米不能超过270公斤，如负荷量必须加大，架子应适当加固。  
 （16）超过3米长的铺板不能同时站两人工作。  
 （17）进行高空焊接、氧割作业时，必须事先清除火星飞溅范围内的易燃易爆器。  
（18）脚手板斜道板、跳板和交通运输道，应随时清扫。如有泥、水、冰、雪，要采取有效防滑措施，并经安全员检查同意后方可开工。当结冻积雪严重，无法清除时，停止高空作业。  
 （19）遇六级以上大风时，禁止露天进行高空作业。  
   6、桥梁施工安全基本要求  
（1）施工现场必须有严格的安全隔离设施，闲杂人员不准进入作业区，要有醒目的安全标志，交通繁忙地段和上下班高峰行人自行车多的路段，要指挥纠察，维持秩序，确保人车安全通行无阻。  
(2）施工前工地负责人必须向全体施工人员进行安全技术及安全注意事项交底，对特种人员、特殊设备主要部位要作出详细安全交底，交底内容要记录在当天施工日记中备案。  
(3）做好施工前对各种机械设备、施工机具进行安全检查，保证其健全、有效，不得带病运转，确保安全运行。  
(4）使用移动电具，必须配备移动标准电箱，操作人员要戴好绝缘手套和绝缘鞋。  
(5）必须戴好安全帽，登高作业人员必须系好安全带，穿防滑软底鞋。  
(6）施工区域的便道、便桥要牢固、平坦，交通要道要实行机非分流，便桥两端要设有安全警告、警示标志，夜间要点“闪光灯”示警。  
(7）起重、卷扬机必须完好无损，钢丝绳使用时要剩余3圈以上，要经常检查保养，凡发现有六分之一断丝现象，应停止使用，并立即更换。钢丝绳的接头处按规定使用三只扎头固定，操作人员要指派熟练专业人员，指挥信号要明确，不得多人指挥。

第十一章、环境保护管理体系与措施

## 第一节、文明施工措施

1、文明施工是我单位在建工程综合素质考核的指标之一。确定文明施工的目标,进行“创一流”的宣传教育，举办“双文明达标”活动。

2、建立文明施工组织机构,明确各部门人员的职责。

3、编制详尽的文明施工考核、管理办法和奖惩制度。

4、经常性检查,定期评比,奖惩分明,层层落实。

5、与项目法人制定工地规则，包含安全防卫、工程安全、工地出入制度、环境卫生、防火措施、周围及近邻环境保护的附加规则；施工现场按章作业，布置有序，重要或特殊位置安装护栏、警告标志。

6、设备机具：择优选购，按需配备；登记造册，定期检修；坏的封修，缺件补齐；妥善保管，正确使用；规矩摆置，标识清楚。

7、材料堆放场所:设备机具整洁；材料分类摆放；危险品按安全要求存放并专人管理登记。

8、生活区:整洁清新,雅致舒适，饮食卫生，饭菜可口。

## 第二节、现场场容、场貌布置措施

1、现场布置

根据现场实际合理进行布置，现场醒目位置设“五牌一图”，即施工单位及工地名称牌、安全生产宣传牌、防火须知牌、安全无重大事故牌、工地主要管理人员名单牌、施工总平面图。图牌规格统一，并在主要通道口有宣传标牌栏。现场设施设备按布置图设置堆放，并随结构进度进行场地布置和调整。

2、施工道路与场地

施工道路畅通、平坦、整洁，不乱堆乱放，无散落物，四周保持清洁，场地平整不积水，建筑垃圾集中处理堆放。

3、大堆材料、设备

施工设施、设备、模板等集中堆放整齐，大模板成对放稳，角度正确，脚手扣件分类分规格，钢材、钢筋分类集中堆放，整齐成线；特殊材料等均按要求保管，所有材料分类插标挂牌。

## 第三节、生活卫生措施

1、生活卫生纳入工地规划，落实卫生专职管理人员和保洁人员，落实责任制。

2、施工现场设茶水亭和茶水桶，做到有盖加配水杯，有消毒设备。

3、工地有男女厕所，有便溺设施，落实专人管理，保持清洁无害。

4、工地有男女更衣室，有防窃措施，保持室内清洁。

5、工地设简易浴室，保证供水，保持清洁。

6、现场采取消灭蚊蝇孳生措施。

7、施工营地和施工现场的生活垃圾，集中堆放。对于施工中废弃的零碎配件，边角料、水泥袋、包装箱等，及时收集清理并搞好现场卫生。生活废水排放按环卫部门有关规定执行。

## 第四节、环境保护及水土保持措施

项目经理部由综合办公室分管施工环境保护工作。进场后与地方政府环境保护机构联系，了解地方环保法规和对土建施工环境保护的具体要求，签订有关协议、制定报审具体办法。施工中严格履行合同段中对取弃土、排污等施工环境保护方面的承诺，任何时候都接受监理工程师、业主及地方政府环保机构工作人员的检查，执行其对环保工作的要求。

1、控制废气的排放

⑴ 严格遵守国家有关废气排放的标准，将所有施工设备的废气排放控制在规定标准范围内。

⑶ 在进场设备的选择上即考虑到废气排放的因素，尽可能的选择先进的低能耗的设备，这样废气的排放在源头上就得到了有效的控制。

⑶ 在施工过程中定期对设备的尾气排放进行检测，凡排放达不到标准的设备，立即责令其停工检修，检修后仍达不到排放标准的坚决责令其退场。

⑷ 所有设备的燃油，在采购时及使用前必须进行检测，凡达不到标准的燃油坚决不用，避免因燃油质量不合格，燃烧不完全造成空气污染。

⑸ 在未取得业主同意时，不安装任何炉具、锅炉，禁止在工地焚烧垃圾。

2、控制废水、废油及其它废弃物对环境的污染

⑴ 时刻维护工地内的排水系统，防止废水、废油、淤泥或可溶性物料流到临近的土地上；防止废水、废弃物积聚在工地上或临近的地方。

⑵ 对于施工废水、生活污水将按设计方案进行废水沉淀处理。

⑶ 燃料、油及其它有机化学物品保存在合适的安全容器中，存放在指定地点，进行严格的统一管理，坚决杜绝上述物品对环境造成污染。

⑷ 控制施工设备用油对环境的污染，定期对所有的用油设备的供油系统进行检查，力争杜绝设备用油过程中的跑、冒、滴、漏现象，如个别设备发生上述现象，则马上进行回收清理，使可能造成的污染控制在最小的范围内。同时责令违规设备停产检修。

3、作好施工场地竣工后的清理及复耕还田工作，保护自然环境。

4、配备专用洒水车，对施工现场和运输道路不断进行洒水湿润，减少扬尘，避免村镇居民区和农田受扬尘之害。

第九章 工程进度计划与措施

第一节、保证工期方案

1、选择具有多年桥梁施工经验的管理和技术人员组成项目管理机构，并配备专业化施工队伍上场施工。

2、充分细致做好开工前的各项工作准备。

3、按照总工期目标，制定详细的分段工期控制计划。

4、采用新工艺、新技术、新设备提高施工效率。

5、抓住物资供应关，保证物资供应满足进度要求。

6、按施工组织设计配齐生产要素。

7、运用计算机网络计划技术、实施动态管理。

第二节、保证工期组织机构与体系

成立由项目经理任组长，有关人员参加的领导小组。健全岗位责任制，从组织上、制度上、防范措施上保证总工期的实现。

第三节、工期保证的管理措施

1、快上场，早开工

中标后，抓紧签订施工合同。以快上场、创条件、保开工、抢重点的指导思想，充分做好开工前的施工准备工作，实行边准备边施工的原则。

拟参加本合同段工程施工的人员和机械设备主要从我处在临近省份即将竣工的工点调入，做到进场快、安家快、开工快。

2、建立岗位责任制，强化施工管理

实行工期目标管理，建立岗位责任制，签订包保责任状，明确各级管理人员的职责，完善考核及奖罚制度，实行分工负责。各职能部门进行目标管理，按工序分工把守，围绕工期制定进度计划、工作计划。每月检查落实情况，定期召开工程例会，及时掌握施工动态，了解各项目进度情况。，对未完成进度计划的查明原因，制订改进措施，使工程进度按计划进行，做到旬保月，月保总工期。关键控制工程经工艺试验后，确定工艺标准和各工序作业时间，列入考核指标。

3、合理配置资源，满足进度要求

根据本合同段工程的特点，按施工要求合理配置施工资源，对重点工程重点投入。按施工要求进行规划布置，做出设备进场计划、材料分期供应和采购计划以及资金使用计划，并在计划的时间内，完成施工准备工作。

4、优化施工方案，科学组织施工

根据本合同段工程的技术难点和环境特点，精心细化实施性施工组织设计，科学组织施工。运用网络计划技术，实行动态管理，及时调整各分项工程的进度计划，按工作内容和进度要求适时调整各生产要素，满足工期要求。合理安排工序，紧紧抓住关键工序不放，正确处理各工序之间的矛盾，做到环环相扣，井然有序。坚决杜绝计划执行过程中的随意性，使整个施工过程时时处于受控状态。广泛开展“小发明、小创造、小革新、小建议、小改进”五小活动，充分发挥科技就是生产力的作用，加快施工进度。

5、加强调度指挥，强化协调力度

强化施工调度指挥与协调工作，超前布局谋势，密切监控落实，及时解决问题，避免搁置延误。重点项目或工序，采取垂直管理、横向协调的强制手段，减少中间环节，提高决策速度和工作效率。

第四节、劳动力保障措施

劳动力配备按照施工进度计划安排中劳动力高峰期一次上足，并有10%～20%富余量。施工中，将根据月、季度计划安排动态调配。

第五节、机械设备保障措施

1、一次上足，备有余量

投入足够的机械设备和试验、测量、检测仪器，确保上场设备完好率100%，出勤率90%以上，备余量10%～20%。施工期间将根据工程实际

进度和监理工程师的要求进行动态调配。

2、备用和替换保障措施

机械设备是施工生产的三大要素之一，也是确保本合同段工程按期完成的关键所在。为此，我们根据工程任务量和工期要求，在配齐、配足各种机械设备（含车辆）的同时，留有充分余地，备足备用和替换设备。其保障措施是：

⑴ 项目经理部成立设备管理领导小组，队设专职设备管理员。负责机械设备管理、调配、考评及负责设备保养、维修等日常工作。

⑵ 加强设备日常管理工作，落实设备管理责任制，所有设备操作员持证上岗。

⑶ 加强机械设备维护保养工作，通过日常的维修保养，充分提高设备的完好率和利用率。

⑷ 备用设备和替换设备（已包括在拟投入主要机械设备表内），按封存标准封存，并进行轮换保养，施工备用的砼输送泵、发电机安装就位，确保可随时启用。

⑸ 替换下来的机械设备，立即组织抢修，达到完好标准后封存。

⑹ 备用和替换设备与正常投入施工的机械设备同时进场。

第六节、资金保证措施

资金保证是工程能如期完成的重要条件之一。一旦中标，我们将严格控制和合理、有效地使用业主拨付的预付款和工程款，保证不让资金外流，保证工程能够顺利进展。

一旦业主资金不能如期到位，根据我单位的实力，有足够数量的流动资金和一定的垫付能力，保证工程能正常施工，不会影响工期。

第七节、实行工程进度管理奖罚制度

1、该项目中标后，将列入处重点工程项目进行监督检查，并将工期进度纳入处对项目的考核范围，根据工期达标情况和业主评价实施奖罚。

2、项目中标后，项目经理部预留一定比例的工期保证金，对按期完成的项目返还其保证金；工期提前的项目在返还工期保证金的基础上予以适当奖励；对拖延工期的项目除扣除全部保证金外，并予以经济处罚。

3、项目经理部对所属施工队伍建立工期考核评比制度，每月进行检查评比，对连续三个月达不到进度要求的队伍予以撤换处理。

第八节、施工、生活、后勤保障措施

1、协调好与地方政府和群众的关系，把工作做到前面，以减少对施工的干扰，为施工全面展开创造条件。

2、细致了解掌握当地水文天气等方面的信息，制定可行的特殊季节施工措施，合理安排施工顺序，落实到位，保证进度。

3、加强设备管理与维护，提高设备的完好率、利用率和施工机械化作业程度。

4、配备足够的油罐车和洒（运）水车保证施工用油料与施工、生活用水。

5、各工程队配备生活车辆购买生活用品和送饭等。

6、项目经理部配备卫生所。

7、由综合办公室设专人疏导车辆，把原02省道公路的运营对施工的干扰降低到最小程度，以利工程的顺利展开。

第九节、重点工程工期保证措施

1、针对本合同段工程以桥梁工程为主的特点，中标后，立即组织力量，从人、财、物安排上全力确保桥梁工程正常施工。紧紧围绕重点工程，做好各项施工准备工作，为本合同段的顺利竣工创造条件。

2、精心编制重点工程实施性施工组织设计，运用网络技术，科学合理地安排各工序的工作时间。

3、应用新设备，推广新工艺、新技术，提高施工技术水平，不断加快施工进度。

4、建立健全领导机构，实行工期、质量、安全目标管理责任制。严格桥梁工程的各项质量、安全工作，坚决做到道道工序有专业技术人员跟班作业，杜绝返工、报验不合格等现象发生，以便工程施工顺利进行。

第五章 资源配备计划

## 第一节、劳动力需用量计划

1、根据施工总体安排，考虑施工区对施工生产的影响因素，针对每个分项工程挑选熟练的施工队伍，并保证施工操作的人数。据此共计安排500人先后上场施工。施工中将根据月、季度计划安排动态调配，劳力高峰期普工缺口采取倒班或雇佣季节工解决。

2、施工人员都提前进场，熟悉施工现场的情况。道路工程人员的进场可根据前面工程完工情况进行调节，并且分段进行流水作业。劳动力计划根据工程进度情况实行动态计划，根据具体情况进行调整，长期保持300人用于施工，施工高峰期可达到500人，确保劳动力充足和工程按预期进度施工。

3、根据本桥工程数量、工期进度等情况，安排桥梁工程三个队的施工力量负责施工。负责翻模施工和悬臂梁施工劳动力安排如下：

悬臂梁施工作业面劳动力安排

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工 种 | 人 数 | 工 种 | 人 数 |
| 施工现场负责人 | 1 | 模板支立 | 40 |
| 工长 | 4 | 钢筋绑扎 | 40 |
| 技术员 | 4 | 预应力张拉压浆 | 20 |
| 测量工 | 4 | 混凝土工 | 40 |
| 试验工 | 2 | 电工 | 6 |
| 挂篮走行 | 40 | 起重工 | 16 |

翻模作业劳动力安排

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 工 种 | 人 数 | 工 种 | 人 数 |
| 施工现场负责人 | 1 | 模板支立 | 30 |
| 工长 | 6 | 钢筋绑扎 | 40 |
| 技术员 | 6 | 混凝土工 | 18 |
| 测量工 | 6 | 电工 | 4 |
| 试验工 | 2 | 起重工 | 12 |

## 第二节、主要材料需用计划

### 1、材料供应计划

所有工程材料质量必须合格，符合有关要求，并严格执行进厂检验验收制度。

本工程所用的原材料，根据工程施工进度分期、分批进场，保证施工顺利进行。地材考虑料源的供应能力、工程进度、气候条件等因素，结合施工高峰期需要量，保证有充足的储备。

该工程主要材料的数量如下：

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 材料名称 | 单位 | 数量 |
| 1 | 预应力钢绞线 | t | 1076.92 |
| 2 | 后张法预应力钢筋φ32 | t | 177.06 |
| 3 | 钢筋 | t | 7566.01 |
| 4 | 预埋铁件 | t | 5.62 |
| 5 | 劲性钢结构 | t | 15.71 |
| 6 | 锚具M15.2-17J | 套 | 808 |
| 7 | 锚具 M15.2-19J | 套 | 96 |
| 8 | 锚具M 15.2-22J | 套 | 80 |
| 9 | 锚具M 15.2-25J | 套 | 112 |
| 10 | 锚具JL32 | 套 | 4704 |
| 11 | 锚具BM15-3 | 套 | 1078 |
| 12 | 扁锚BM15-3 | 套 | 1078 |
| 13 | 锚具M 15.2-5J | 套 | 840 |
| 14 | 锚具M 15.2-6J | 套 | 840 |
| 15 | 锚具M15.2-12J | 套 | 140 |
| 16 | 80型/D320型/160型伸缩缝 | m | 162.5/65/65 |
| 17 | 中粒式沥青砼AC-20C | m3 | 892.8 |
| 18 | 中粒式沥青砼AC-F | m3 | 595.2 |
| 19 | 防撞墙内预埋管PVC | m | 17856 |

### 2、材料、构配件管理

（1）、合理制定施工进度计划，准确做好进场材料计划，科学管理使用各种材料，使各工序都做到工完、料净、场清。做好现场材料的堆放、看管和防护措施。

（2）、待用材料分类放置，码放整齐，挂牌标示。需要防水的材料，作好防水、防潮、防雨措施。做好现场安全管理以防材料丢失。

（3）、采用限额领料制度，杜绝材料浪费。严格材料出入库的管理，对进场材料、构配件的数量、型号、批号、生产日期做详细记录。现场材料，构配件的出入库采取入库登记签名，出库清点检查。

（4）、对施工现场的机械、材料、人工进行合理的组织调配，避免怠工、窝工现象。

（5）、保质保量地完成操作程序，坚决杜绝因安排不当造成的返工浪费。

（6）、合理组织安排现场施工机械，严禁有任何机械的闲置和不必要的停留，减少非生产用工、用车。

（7）、严格执行市政劳动定额，实行计件工资制，保证工序工期不拖延。

## 第三节、机械设备需用量计划

根据本合同段工程数量、定额测算机械台班需要量和施工进度总体安排，结合我单位现有机械设备状况，将投入足够的机械设备和试验、测量、检测仪器，确保上场设备完好率100%，出勤率90%以上，备余量10%～20%。机械设备将根据工程实际进度和监理工程师的要求进行动态调配。如果因为客观原因需更换施工设备须经监理同意，在能够满足施工需要的前提下进行。

冷凝管布置示意图

0、1#块砼浇筑分层示意图

单位：m

串筒平面布置图

腹板裂缝示意图

裂缝

顶板底部裂缝示意图

钢筋及管道准备

张拉机具准备

挂蓝前移就位

安装箱梁底模平台及外侧模

模板制作

安装底板及腹板钢筋、管道

调整内滑梁、安装内侧模

安装顶板钢筋及管道

浇注梁段混凝土

制作试块

检查并清洁预应力管道

采用“双控”控制

穿设预应力筋

锚具准备

钢束编制

混凝土养生及接缝处理

切割多余的预应力筋

拆除吊带、准备挂篮前移

张拉预应力筋

管道压浆

压浆机具准备

制作试块

竖向预应力槽口模板安装

纵、竖向预应力张拉

基础处理

顶板第一次钢筋绑扎

钢管横梁分配梁铺设

钢管焊接

纵、竖向预应力管道安装

底板及腹板钢筋绑扎

顶板第二次钢筋绑扎

纵向管道及竖向预应力钢筋安装

砼浇筑、养生

内外侧模板安装

翼缘板及内顶板底模安装

箱梁内脚手架搭设

边跨现浇段支架图

制定施工方案报工程师审批

吊篮改装

劲性骨架安装

张拉临时钢束

普通钢筋绑扎

预应力管道施工

浇筑合拢段混凝土

混凝土养生、预应力张拉

封锚、压浆

等效放水

内侧模板安装

顶推

拆除模板、吊篮

配重水箱设置

边跨合拢段吊带孔平面布置示意图

中跨合拢段吊带孔平面布置示意图

泵2号

泵1号

**张拉端**

**被拉端**

8

1-工作锚板； 2-测力传感器； 3-钢绞线束 ；4-1号千斤顶 ； 5- 套筒

附表一：拟投入本标段的主要施工设备表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 设备  名称 | 型 号  规 格 | 数量 | 国别  产地 | 制造  年份 | 额定功率  （KW） | 生产  能力 | 用于施  工部位 | 备  注 |
| 1 | 水准仪 | DS3 | 2 | 中国北京 | 2006. | / | 良好 | 道路 | 自有 |
| 2 | 经纬仪 | 经Ⅲ型 | 2 | 中国西安 | 2007. | / | 良好 | 道路 | 自有 |
| 3 | 打夯机 | HW60 | 6 | 中国青州 | 2007 | / | 良好 | 道路 | 租赁 |
| 4 | 起重机 | 40T | 2 | 中国北京 | 2008 | 160 | 良好 | 道路 | 租赁 |
| 5 | 装载机 | ZL-50 | 3 | 中国厦门 | 2005 | 154.4 | 良好 | 道路 | 租赁 |
| 6 | 压路机 | 21T | 2 | 中国徐州 | 2008 | 74 | 良好 | 道路 | 租赁 |
| 8 | 推土机 | T140-1 | 2 | 中国宣化 | 2009 | 103 | 良好 | 道路 | 租赁 |
| 9 | 平地机 | PY160B | 2 | 中国天津 | 2009 | 118 | 良好 | 道路 | 租赁 |
| 10 | 轮胎压路机 | Y2-18 | 1 | 中国洛阳 | 2006. | 88 | 良好 | 道路 | 租赁 |
| 11 | 10t压路机 | Y10-21T | 2 | 中国洛阳 | 2007 | 29.4 | 良好 | 道路 | 租赁 |
| 12 | 振动压路机 | Y2168B | 1 | 中国徐州 | 2008 | 118 | 良好 | 道路 | 租赁 |
| 13 | 洒水车 | JYJ540 | 1 | 中国济南 | 2005 | / | 良好 | 道路 | 租赁 |
| 14 | 汽 车 | QD-332 | 5 | 中国青岛 | 2008 | 117.6 | 良好 | 道路 | 自有 |
| 15 | 全战仪 | TPC-1 | 1 | 日本 | 2006. | / | 良好 | 道路 | 自有 |
| 16 | 发电机 | / | 2 | 中国邢台 | 2007. | 120 | 良好 | 道路 | 自有 |
| 17 | 平板牵引车 | 20T | 3 | 中国徐州 | 2007 | / | 良好 | 道路 | 自有 |

附表二：拟配备本标段的试验和检测仪器设备表

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 仪器设备  名称 | 型号规格 | 数量 | 国别产地 | 制造年份 | 已使用  台数 | 用途 | 备注 |
| 1 | 灰浆搅拌机 | SJ-160B | 1 | 中国  成都 | 2006 | 200 | 砂浆 | 租赁 |
| 2 | 水泥抗折机 | DKZ-600 | 1 | 中国  江苏 | 2006 | 220 | 检测 | 租赁 |
| 3 | 砂标准筛 | ф300 | 1 | 中国  上海 | 2006 | 150 | 检测 | 自有 |
| 4 | 水泥留样筒 | ф200×250 | 1 | 中国  成都 | 2006 | 180 | 检测 | 自有 |
| 5 | 烘箱 | 45×55×55 | 1 | 中国  成都 | 2007 | 70 | 检测 | 租赁 |
| 6 | 容量瓶 | 500ml | 4 | 中国  成都 | 2007 | 60 | 检测 | 自有 |
| 7 | 台称 | 10kg、5g | 1 | 中国  成都 | 2005 | 300 | 检测 | 自有 |
| 8 | 容量筒 | 1L | 1 | 中国  成都 | 2007 | 100 | 检测 | 自有 |
| 9 | 电炉 | / | 1 | 中国  成都 | 2007 | 100 | 检测 | 租赁 |
| 10 | 天平 | 100g、0.2g | 1 | 中国  成都 | 2004 | 400 | 检测 | 自有 |
| 11 | 放大镜 | 5倍 | 2 | 中国  成都 | 2008 | 50 | 检测 | 自有 |
| 12 | 石子标准筛 | Ф300 | 1 | 中国  成都 | 2006 | 200 | 检测 | 自有 |
| 13 | 砼试模 | 150×150×150 | 12 | 中国  成都 | 2005 | 120 | 检测 | 自有 |

附表三：劳动力计划表

**单位：人**

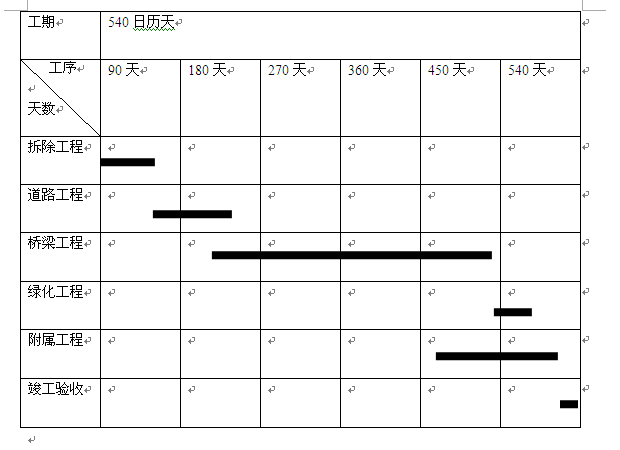
|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 工种 | 按工程施工阶段投入劳动力情况 | | | | | |
| / | 1~90 | 91~180 | 181~270 | 271~360 | 361~450 | 451~540 |
| 测量工 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 | 12 |
| 试验员 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 电工 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 机械操作员 | 20 | 20 | 30 | 30 | 20 | 20 |
| 道路工 | 0 | 0 | 80 | 80 | 80 | 60 |
| 维修工 | 10 | 10 | 12 | 12 | 10 | 10 |
| 混凝土工 | 0 | 20 | 20 | 30 | 30 | 0 |
| 电焊工 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 | 6 |
| 壮工 | 50 | 50 | 60 | 50 | 50 | 40 |
| 管理人员 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 | 30 |

附表四：计划开、竣工日期和施工进度网络图

1、投标人应递交施工进度网络图或施工进度表，说明按招标文件要求的计划工期进行施工的各个关键日期。

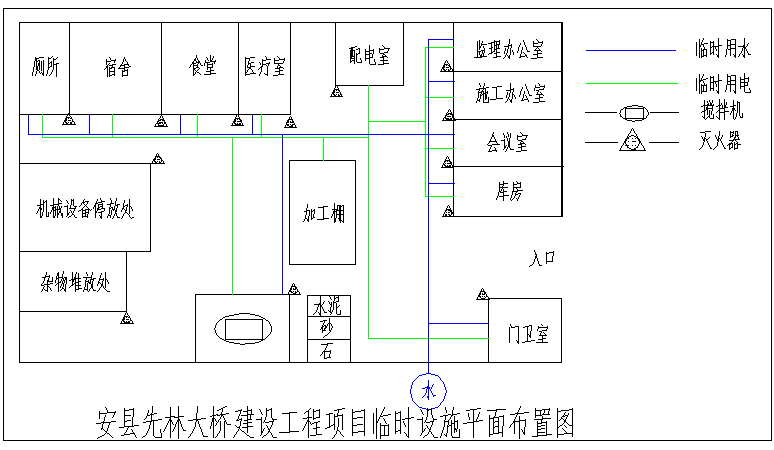
2、施工进度表可以采用网络图（或横道图）表示。

安县先林大桥建设工程项目施工进度横道图



附表五：施工总平面图

投标人应递交一份施工总平面图，绘出现场临时设施布置图表并附文字说明，说明临时设施，加工车间、现场办公、设备及仓储、供电、供水、卫生、生活、道路、消防等设施的情况和布置。



附表六 临时用地表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 用途 | 面积（平方米） | 位置 | 需要时间 |
| 监理办公室 | 20 | 详平面布置图 | 150日历天 |
| 施工办公室 | 30 | 详平面布置图 | 150日历天 |
| 医疗室 | 15 | 详平面布置图 | 150日历天 |
| 会议室 | 40 | 详平面布置图 | 150日历天 |
| 库房 | 20 | 详平面布置图 | 150日历天 |
| 食堂 | 50 | 详平面布置图 | 150日历天 |
| 宿舍 | 150 | 详平面布置图 | 150日历天 |
| 厕所 | 25 | 详平面布置图 | 150日历天 |
| 杂物堆放处 | 40 | 详平面布置图 | 150日历天 |
| 机械设备停放处 | 100 | 详平面布置图 | 150日历天 |
| 搅拌机 | 15 | 详平面布置图 | 150日历天 |
| 砂石水泥堆放处 | 50 | 详平面布置图 | 150日历天 |
| 钢筋加工房 | 30 | 详平面布置图 | 150日历天 |
| 配电房 | 10 | 详平面布置图 | 150日历天 |