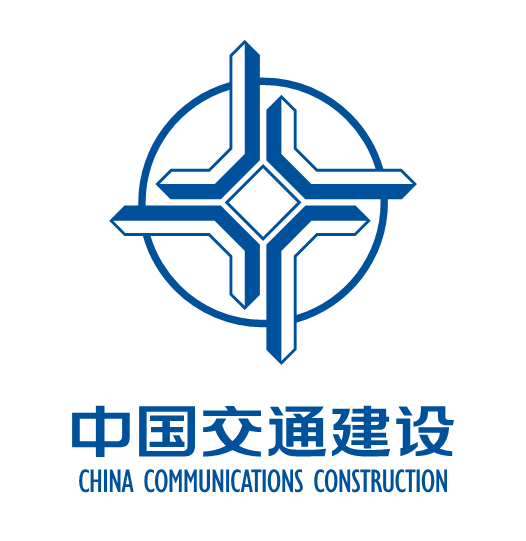
**Addis至Adama高速公路项目**

**桥梁工程施工方案**



**编制：**

**审核：**

**审定：**

**中交一公局海外公司埃塞AA高速公路项目经理部**

**桥梁分部**

**二O一O年八月**

**目 录**



[1 工程概况 1](#_Toc271293265)

[2 施工条件及工程特点 1](#_Toc271293266)

[3 施工总体部署 2](#_Toc271293267)

[4 主要工程项目施工方案 2](#_Toc271293268)

[4.1 钻孔灌注桩施工 2](#_Toc271293269)

[4.2 承台施工 8](#_Toc271293270)

[4.3 墩、台基础施工 10](#_Toc271293271)

[4.4 墩、台身及系梁施工 12](#_Toc271293272)

[4.5 墩、台帽施工 13](#_Toc271293273)

[4.6 箱梁的预制及安装 14](#_Toc271293274)

[4.7 湿接头及横向湿接缝施工 16](#_Toc271293275)

[4.8 桥面系施工 18](#_Toc271293276)

[4.9 桥头搭板及枕梁施工 19](#_Toc271293277)

[5 雨季施工措施 20](#_Toc271293278)

[6 施工质量标准 21](#_Toc271293279)

[7 施工进度计划 24](#_Toc271293280)

[8 主要机械设备及人员配备 25](#_Toc271293281)

[9 质量保证措施 26](#_Toc271293282)

[10 安全技术措施 27](#_Toc271293283)

# 1 工程概况

Addis至Adama高速公路项目（简称AA高速公路项目）全长79.655公里，共有桥梁51座，其中主线桥8座；互通区立交桥3座；跨线桥40座。主线桥分为左右幅，桥宽31m，互通区匝道桥桥宽15.5m，跨线桥桥宽分为三种，人行天桥桥宽6.5m，车行天桥桥宽10m或15.5m。桥台设计为两种型式，一种是下面为浆砌片石基础或砼基础，上面为浆砌片石U型桥台；一种是下面为桩基础、钢筋砼框架式承台，上面为肋板式桥台。桥墩基础有桩基础和扩大基础两种。桥墩分为钢筋砼圆端形实体墩和圆形墩柱两种。桥梁上部结构均设计为预制预应力砼箱梁（先简支后结构连续形式），跨径分为20米、25米两种。共计预制箱梁371片，其中20m跨径80片，25m跨径291片。桥面铺装为内设钢筋网的C40砼。护栏有钢筋砼护栏和波形钢护栏两种，单幅桥两侧设置钢筋砼护栏，双幅桥的外侧设置钢筋砼护栏，内侧设置波形钢护栏。

# 2 施工条件及工程特点

**2.1 施工条件**

本项目位于埃塞俄比亚中西部高原，海拔2200m-1500m 之间。路线纵向起伏较大，起点至终点地势逐渐下降；横向起伏则较小，但冲沟发育，沟深10-20m，大多横穿路线，且左侧地势高于右侧。项目路线处于Weina-Dega 气候区，年平均温度在15-20℃之间。Addis Ababa的年降雨量达1185mm， Debre Zeit 的年降雨量为857mm，降雨量多集中在6-9 月的雨季。本项目跨越Gogecha River、Dukem River、Modjo River、Golja River 等主要河流，其中除了Modjo River 为常流水河流外，其余均为季节性流水河流。项目起点至K16 之间以及K50 至K70 处，地形起伏较大，桥位进入困难。在路线其他地段，地形相对较平坦。

多数已有便道通行条件较差，且有些便道崎岖不平，重型车辆如运输材料的料车及运梁车等难以通行，需对已有便道进行加固修缮。

部分便道穿越村庄，上有低位电线跨越，可能对运送箱梁及架桥机造成障碍。

有些桥位无便道可到达。现有可利用的既有公路，连接Addis Ababa与Adama，距拟建公路4km近乎平行于拟建公路，可根据实际情况修筑便道连接该公路与相应桥位处。

多数桥位处附近无水源，施工用水较困难。

部分桥位所在区域通讯信号较差，施工组织联络困难。

某些施工材料缺乏，采购困难，如黄砂，施工前须提前备足。

**2.2 工程特点**

由于全线桥梁数量较多，桥型均不大，但很分散，平均每1.6公里一座桥，增加了施工组织难度，加之上部箱梁预制又不多，合理选择箱梁预制安装方案及拌合站的设置显得尤为重要。

20m、25 m箱梁的预制及安装是桥梁工程的施工重点，在埃塞俄比亚的公路建设中是首次使用，C40砼、预应力工艺都非常少见。多数大宗材料及设备需从国内采购，相关的试验检测也需在国内进行，增加了施工准备的难度。

部分桥梁位于平曲线上，设计上为保证箱梁预制（主要指长度）的统一性，对桥墩和桥台进行了调桩，测量放样时应特别重视。

# 3 施工总体部署

由于本工程项目路线长，桥位分散，因此多点施工将是本项目的主要特点。根据工程项目施工条件及参建施工队伍的实际情况，计划建设三个营地，即K7+800拌合站、K40大型预制场、K60拌合站。K7+800拌合站负责起点至K20段所有桥梁下部结构、桥梁上部桥面系以及K3～K8桩号内盖板通道的砼供给。K40预制场安装2套1m3的砼拌和站，负责全线的箱梁预制和安装，以及K20-K50的桥梁下部结构及桥梁上部桥面系的砼供给。K60拌合站负责K50至终点的桥梁下部结构及桥梁上部桥面系的供给。个别桥位砼罐车难以进入时，可在现场设置滚筒式砼搅拌机，进行桥梁结构的砼施工。箱梁的安装，采用运梁车运送至桥位，双导梁架桥机架梁。

# 4 主要工程项目施工方案

## 4.1 钻孔灌注桩施工

全线共有5座桥基础设计为桩基，其中主线桥2座，跨线桥3座，共计80根桩，桩径1.2m，桩长20-30m不等。采用冲击钻机，冲击成孔方式成孔。

4.1.1 施工工艺流程图

搭设工作平台

钢筋验收

砼制备及运输

制作护筒

场地准备

钻 孔

钢筋骨架制作，运输及安放导向设备

测量沉淀厚度

埋设护筒

桩位放样

拆除护筒

钻机就位

检验钻架等设备

检验钻机和备件

泥浆制备

测量钻孔深度、斜度直径，做好钻孔记录

清 孔

钻孔完毕后

移去不用的设备

吊装钢筋骨架

检验导管等设备

接装导管和砼料斗

灌注水下砼

试块制作

试块检测

截除桩头、无损检测

4.1.2 各施工工艺要点

4.1.2.1施工准备

施工前应进行场地平整，清除杂物，钻机位置处平整夯实，准备场地，同时对施工用水、泥浆池位置，动力供应，施工便道，做统一的安排。测量放线，根据设计图纸用全站仪现场进行桩位精确放样，在桩中心位置钉以木桩，并设护桩，放线后由主管技术人员进行复核，施工中护桩要妥善看管，不得移位和丢失。

4.1.2.2 护筒的制作与埋设

护筒因考虑多次周转，采用3-10mm钢板制成。使用冲击钻，护筒内径比桩径大20-30cm，埋置护筒要考虑桩位的地质和水文情况，为保持水头护筒要高出施工水位（或地下水位）1.5m，无水地层护筒宜高出地面0.3-0.5m，为避免护筒底悬空，造成蹋孔，漏水，漏浆，护筒底应坐在天然的结实的土层上（或夯实的粘土层上），护筒四周应回填粘土并夯实，护筒平面位置的偏差应不超5cm，倾斜度偏差小于1%。护筒埋置深度：在无水地区为2倍的护筒直径，在有水地区入土深度为水深的1倍（无冲刷之前）或者确保护筒在施工期间稳定的深度为止。在岸滩上埋设护筒时应在护筒底口下及四周围填粘土，并分层夯实，可用锤击、加压、震动等方法下沉护筒。

4.1.2.3 钻机就位

钻机选用冲击钻机。钻头采用十字型冲击钻头。钻机安装就位时，底座用枕木垫实塞紧，安装时，顶端暂时用风绳固定平稳，待八字支架安装完毕后即可拆除风绳。确保在钻孔过程中，钻机（架）平稳，不发生位移和沉陷。

4.1.2.4 泥浆制备

泥浆在冲击钻孔中起护壁和悬浮钻碴的作用。应备用足够的造浆优质粘土。制备泥浆应选用塑性指数IP＞10的粘性土或膨润土，泥浆性能指标应符合下列要求：

（1）对不同土层泥浆比重可按下列数据选用：

粘性土和亚粘土可以就地造浆，泥浆比重1.1-1.2。

粉土和砂土应制备泥浆，泥浆比重1.5-1.25。

砂卵石和流砂层应制备泥浆，泥浆比重1.3-1.5。

（2）粘度 一般地层的泥浆粘度为16-22S，松散易坍地层泥浆粘度为19-28S。

（3）含砂率 含砂率大，会降低粘度，增加沉淀，磨损钻具。新制泥浆的含砂率不宜大于4%。

（4）胶体率 胶体率高，则粘土颗粒不易沉淀，悬浮钻碴的能力高，否则反之。泥浆胶体率不小于95%。

（5）PH值 PH值过小，失水量会急剧上升，PH值过大，泥浆滤液将渗透到孔壁的粘土中使孔壁表面软化，粘土颗粒之间的凝聚力减弱，造成裂解而使孔壁坍塌。PH值应大于6.5，一般以8-10为适当。PH值偏小时，可根据试验在泥浆中投放适量的NaOH或Na2Co 3。

4.1.2.5 钻孔

（1）冲击钻孔，为防止冲击振动使邻孔壁坍塌或影响邻孔刚灌注的混凝土的凝固，应待邻孔混凝土达到2.5MPa抗压强度后，一般经24h后，方可开钻。

（2）开孔阶段：在护筒底口标高以上1米左右开孔，开孔前应在孔内多投放一些粘土，并加适量粒径不大于15cm的片石，顶部抛平，用低冲程冲砸（钻机冲程0.5～1.0m），泥浆比重1.6左右。钻进出护筒口以后，再回填粘土和碎石（粘土和碎石比例为1:1），继续以低冲程冲砸。如此反复二、三次，待冲砸至护筒底口以下3—4米时，方可加高冲程正常钻进。4—5米后，则采用取渣筒，勤取钻渣。钻进中应随时注意，保持孔位正确。

（3）钻进时起落钻头速度要均匀。不得过猛或骤然变速，以免碰撞孔壁或护筒，或因提速过快而造成负压引起坍孔。

（4）钻孔时要察看钢丝绳回弹和回转情况。要注意掌握少松绳的原则，但也不能过于少松。以免落空锤，损坏机具。

（5）在不同的地层，采取不同的冲程。

a 在淤泥及夹砂互层，及时投放粘土和小片石，以低冲程冲进，冲程为0.5～1米，必要时反复冲砸。

b 在砂夹卵石层，只投粘土以中等冲程冲砸，冲程2～3m。

c 粘土层只投入适量碎石，宜用中、低冲程，冲程为1～2m。碎石可防止吸钻现象。

d 基岩宜用高冲程，冲程3～5m，不得超过6米。

e 岩面倾斜较大，或高低不平，最易偏孔，可回填坚硬片石，低锤快打，造成一个平台后，方可采用较高冲程。

f 抽渣或停钻后再钻时，应由低冲程逐渐加高到正常冲程。

（6）钻头直径磨耗不应超过1.5cm。应经常检查，及时用耐磨焊条补焊，并常备两个钻头轮换使用、修补。为防止卡钻，一次补焊不宜过多，且补焊后在原孔使用时，宜先用低冲程冲击一段时间，方可用较高冲程钻进。

（7）当孔内泥浆含渣量增大，钻进速度减慢，一般每进尺0.5～1.0m抽渣一次，每次抽4～5筒或抽至泥浆内钻渣明显减少，无粗颗粒，比重降至正常为止。取渣筒用5～10毫米厚的钢板卷制成直圆柱形状其直径为孔径的60%～80%，高度为1.5～2.0米，下端为碗形活门。

（8）为控制泥浆比重和抽渣次数，需及时用取样罐放到需测深度，取泥浆进行检查，及时向孔内灌注泥浆或投碎粘土。抽渣后应测深一次，再分批投碎粘土，直到泥浆比重达到正常为止。冲孔时，每隔3～4h，将钻头或抽碴筒在孔内上下提放几次，把下面的泥浆拉上来，以护孔壁。

（9）为保证孔形正直，钻进中，应常用检孔器检孔，检孔器可用钢筋制成，其高度为桩孔直径的4～6倍，直径与钻头直径相同。更换钻头前，必须经过检孔，将检孔器检到孔底，通过后才可放入新钻头。如检孔器不能沉到原来已钻到的深度，或钢丝绳拉紧的位置偏移护筒中心时，则考虑可能发生了弯孔，斜孔或缩孔等情况应及时采取补救措施。

钻孔达到设计标高后，应对孔位、孔径、孔深和孔形等进行检查，孔位偏差不应大于10厘米，斜度不可大于1%。

4.1.2.6 清孔

清孔的目的是清除钻渣和沉淀层，尽量减少孔底沉淀厚度，防止桩底存留过厚沉渣而降低桩的承载力，为灌注水下混凝土创造良好条件，使测深正确，灌注顺利。钻孔达到要求标高后，先用取渣筒取渣，然后采用泥浆管道直插孔底，压入新鲜泥浆进行正循环清孔，直到满足以下要求：比重＜1.25；含砂率＜4%；PH值＞6.5；沉渣厚度为零；粘度18～20S。

4.1.2.7 钢筋笼制作及吊装

钢筋笼采用加工场统一加工，制作时均需在型钢焊制的骨架定位平台进行，以保证制作的钢筋笼的整体直度及主筋焊接接长时的对位度，对于20m桩长的钢筋笼可只分一节,直接加工成形，对于30m桩长的钢筋笼可分二节制作。钢筋笼用炮车运至现场。采用2台25T吊车配合安装，现场在孔口采用挤压连接器连接下放，缩短孔口操作时间，避免塌孔事故的发生。当底节骨架下降到孔口上只有一个箍圈时，用钢管将骨架临时支承于孔口，此时可吊来第二节骨架进行连接，连接完毕后，稍提骨架，抽去临时支承，将骨架缓慢下放。注意不要碰撞孔壁。下放钢筋笼时，在钢筋笼内部间隔一定距离焊十字撑，以提高钢筋笼的刚度。钢筋笼顶部通过钢筋与护筒口焊接相连，以预防钢筋笼在砼灌注过程中上浮。

4.1.2.8 水下砼灌注

灌注砼前，检测孔底沉淀厚度，大于规范要求时，须再次清孔。混凝土采用拌和站拌和，搅拌运输车送至现场。运至灌注地点时，检查混凝土的均匀性和坍落度，合格后，卸入料斗中，当地形受限时，可用输送泵配合灌注。导管为直径30cm壁厚10mm的钢管，浇注前要复核导管长度，进行必要的水密、承压和接头抗拉试验。因导管很长，自重大，尤其是要确保接头的抗拉力满足要求，导管用高密封快插接头连接，用卡子固定好后，安设漏斗，导管底部至孔底有40cm的距离，且首批砼的数量由计算确定，满足导管初次埋置深度≥1米的需要。

连续灌注和灌注砼的质量保证桩基的首要条件，在灌注砼之前认真做好一切浇筑准备工作。初灌砼时用的大斗容量必须满足第一批下料后导管的首次埋置深度和填充导管底部的需要，首批混凝土的数量按规范要求的公式进行计算，具体为：

V≥πD2/4(H1+H2)+πd2/4(h1)

式中：V—灌注首批混凝土所需数量（M3）

　　　D—桩孔直径（M）；

　　　H1—桩孔底至导管底端间距，一般为0.4M；

　　　H2—导管初次埋置深度（M）

　　　d—导管内径（M）；

　　　h1－桩孔内混凝土埋置深度H2时，导管内混凝土柱平衡导管外（或泥浆）压力需的高度（M），即h1＝HWυW/υc

　　　HW—桩孔内泥浆的深度（M）；

　　　υW—桩孔内泥浆的重度（KN/M3）；

　　　υC—混凝土拌和物的重度（取24KN/M3）。

灌注时，先将漏斗用水湿润，向内灌一盘1：2的水泥砂浆，再用砼将漏斗装满，使下去的砼确保能埋住导管至少1m以上，然后拨球，在导管内砼顺管下落的同时，随即迅速将漏斗内以及搅拌运输车内的砼注入导管，以增加导管的埋深，防止导管内进水。为防止钢筋笼被砼顶托上升，在灌注下段砼时应尽量加快，当孔内砼面接近钢筋笼时，应保持较深的埋管，放慢速度，当砼进入钢筋笼1～2m后，应减少埋入深度。灌注过程中不得停顿，以保证桩的质量。灌注时及时拆除埋深了的导管，经常用测深锤检测孔内混凝土面位置，管底应在混凝土面下2～4米，最深不得超过6m，及时调整导管埋深，不要埋置过浅或过深，以免造成质量事故。溢流出的泥浆应引至泥浆池，禁止随意排放，污染环境。

灌注到桩顶，应使桩顶标高高于设计标高50cm～100cm，防止顶部浮浆较多，出现“.虚桩”，造成接桩难度大，因此施工中按超灌1米控制。

灌注过程中对混凝土的均匀性和坍落度进行检查，设有专人随时测量砼面的高度，计算导管的埋置深度，做好灌注记录，记下灌注过程中的灌注时间、盘数、方量、导管埋深和故障处理时间等情况，同时认真做好砼试块并按要求养护。

4.1.2.9 拆除护筒、验桩

将护筒周围的土方挖除后即可拔除护筒。护筒拔出后将桩头上的浮浆和松散部分全部凿除，直至标高符合设计要求和表面无松散现象。桩头凿除后，采用超声波动测法对桩身质量进行检测，确保每根桩的质量符合设计和规范要求。

4.1.3 冲击钻成孔常见事故的处理和预防措施见表1。

表1 常见事故的处理和预防措施

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 事故现象 | 事故原因 | 处理和预防 |
| 1 | 桩孔不圆，取渣筒下入困难 | 1、钻头的转向装置失灵，冲击时钻头未转动；  2、泥浆粘度过高，冲击转动阻力太大，钻头转动困难；  3、冲程太小，钻头得不到充分转动或转动很小 | 1、发现孔不圆，可用碎石粘土回填钻孔重新冲击；  2、经常检查转向装置的灵活性。  3、调整泥浆的粘度和比重；  4、用短冲程和长冲程交替冲击修整孔形 |
| 2 | 钻孔偏斜 | 1、孔内探头石、漂石大小不均，钻头受力不均；  2、基岩面形状较陡；  3、钻进时钻塔移位 | 1、钻遇基岩时采用短冲程，并使钻头充分转动，加快冲击频率，进入基岩后采用长冲程钻进，若发现孔斜，应回填重钻；  2、发现探头石后，应回填碎石或将钻塔稍移向探头石一侧，采长冲程猛击探头石，破碎后再钻进  3、经常检查钻塔是否发生位移及时调整 |
| 3 | 冲击钻头被卡提不起来 | 1、钻孔不圆，钻头被狭窄部位卡住；  2、未及时补焊钻头，钻头直径逐渐变小使补焊后的钻头入孔冲击被卡；  3、上部孔壁坍落物卡住钻头；  4、在粘土层中冲程太长，泥浆粘度过高，以致钻头被吸住；  5、放绳太多，冲击钻头倾倒顶住孔壁 | 1、应正确判断卡钻的原因，不要盲动，防止越卡越紧；若孔不圆、钻头向下有活动余地，可向下活动并转动至孔径较大处提起钻头，处理时可用打捞钩或打捞活套助提；  2、使用合乎规格的钻头；  3、向孔内泵送性能良好的泥浆，清除坍落物，替换孔内的粘度过高的泥浆；  4、及时修补钻头，若孔径已变小，应严格控制钻头直径并在孔径变小处反复冲刮孔壁以增大孔径；  5、使用专用工具将顶在孔壁上的钻头拨正 |
| 4 | 钻头脱落 | 1、钢丝绳在转向装置连接处被磨断或在靠转向装置处被扭断或绳卡松脱；  2、转向装置与顶锥的连接处脱开；  3、冲锥本身在薄弱截面折断 | 1、用打捞活套打捞；  2、用打捞钩打捞；  3、用冲抓锥来抓取掉落的冲锥；  4、勤检查易损部位和机构 |

## 4.2 承台施工

4.2.1 施工工艺流程图

测量放样

基坑开挖

承台底处理

钢筋加工

模板制作

砼拌和、运输

钢筋绑扎

模板安装

砼浇注

砼养生及拆模

4.2.2 各施工工艺要点

4.2.2.1 基坑开挖

承台施工在桩基施工完毕并经检测合格后，进行承台施工。按设计图纸准确放样后，即可进行基坑开挖。当承台位置处于干处时，直接采用明挖基坑，当承台位置位于水中时，需先设围堰，围堰的形式根据地质情况、水深、流速、设备条件等因素综合考虑。基坑开挖一般采用机械开挖，并辅以人工清底找平，基坑的开挖尺寸要求根据承台的尺寸，支模及施工操作的要求等因素进行确定。基坑的开挖坡度以保证边坡的稳定为原则，根据地质条件，开挖深度，现场的具体情况确定，当基坑壁坡不易稳定或放坡开挖受场地限制，或放坡开挖工作量大不经济时，可按具体情况采取加固坑壁措施。基坑顶面应设置防止地面水流入基坑的措施，如截水沟等。

4.2.2.2 承台底处理

当承台底层土质有足够的承载力，又无地下水时，可按天然地基上修筑基础的施工方法进行施工。当承台底层有地下水，且土质为松软土时，需排出地下水，并挖除松软土，换填10-30cm厚砂砾土垫层，使其符合基底的设计标高并整平。

4.2.2.3 钢筋、模板施工

钢筋应按设计图纸及规范要求下料、成型和绑扎。墩身的预埋钢筋位置要准确、牢固，钢筋的搭接长度要满足规范要求。调整桩顶钢筋，作好喇叭口。模板采用组合钢模，纵、横椤采用型钢，以保证使模板有足够的强度、刚度和稳定性，能可靠的承受施工过程中可能产生的各项荷载，保证结构各部形状、尺寸的准确。模板内设拉筋，周边用钢管或方木支顶牢固。模板要求平整，接缝严密。

4.2.2.4 砼浇注

由于承台砼方量较大，应按大体积砼进行施工。为防止承台砼结构因水泥水化热引起的热升温，引起内外温差过大而产生裂纹，应优化砼配合比，改善骨料级配、降低水灰比、以减小水泥用量。采用低水化热水泥，粗骨料采用级配良好的碎石，细骨料采用优质中砂，细度模量在2.60左右，含泥量小于1%。采用优质高效缓凝减少剂，改善和提高砼和易性，延缓水泥水化热峰值出现的时间。并采取有效降温措施： 遮盖砂石料，减少太阳直射升温，并用水冲洗石料，降低石料的温度，用冷却水搅拌混凝土，以降低入仓温度。避开高温时间施工，降低砼入模温度。

砼采用拌合站集中搅拌，砼罐车运输，输送泵辅助溜槽灌注。砼应分层连续灌注，一次成型。分层厚度为30cm左右，分层间隔灌注时间不得超过砼初凝时间，砼振捣采用插入式振捣器，振捣深度应超过每层的接触面一定深度，保证下层在初凝前进行一次振捣，使其具有良好的密实度。承台砼灌注完毕后，开始抹面收浆，待砼初凝后，用土工布覆盖洒水养生。当砼强度达到2.5MPa后方可拆模。

## 4.3 墩、台基础施工

桥台基础有浆砌片石和C20片石砼两种。桥墩基础除钻孔桩外，其余为扩大基础，C25钢筋砼。

4.3.1 施工工艺流程图

4.3.1.1 桥墩扩大基础施工工艺流程

施工准备 测量放样 基坑开挖（若有水，围堰基坑抽水） 基底处理 检测基底承载力 钢筋绑扎 模板安装 浇注砼（砼养护） 拆模

4.3.1.2 桥台基础施工工艺流程

施工准备 测量放样 基坑开挖（若有水，围堰基坑抽水） 基底处理 检测基底承载力 浆砌片石（或支模浇注片石砼） 砼养护 拆模

4.3.2 各施工工艺要点

4.3.2.1 施工准备

依据设计图纸进行测量放样，定出基坑开挖线及基础实际位置。砂、石料、水泥、钢筋等原材料经试验室检验合格。混凝土配比已报监理工程师并已批复。

4.3.2.2 基坑施工

4.3.2.2.1 施工放样后，采用人工配合机械进行挖基作业。当基础位置位于水中时，需先在上游设围堰，围堰采用土石堤坝对水流进行改向，使水流绕过基坑。并将基坑内的水抽排干净。基坑顶面应设置防止地面水流入基坑的设施，基坑顶有动荷载时，坑顶边与动荷载间应留有不小于1m宽的护道，如动荷载过大宜增宽护道。如工程地质和水文地质不良，应采取加固措施。

4.3.2.2.2 基坑坑壁坡度不易稳定并有地下水影响，或放坡开挖场地受到限制，或放坡开挖工程量大，应根据设计要求进行支护。设计无要求时，应结合实际情况选择适宜的支护方案。

4.3.2.2.3 不支护加固基坑坑壁的施工要求

a.基坑尺寸应满足施工要求。当基坑为渗水的土质基底，坑底尺寸应根据排水要求(包括排水沟、集水井、排水管网等)和基础模板设计所需基坑大小而定。一般基底应比基础的平面尺寸增宽0.6m。当不设模板的基底比基础的平面尺寸增宽0.5m.

b.基坑坑壁坡度应按地质条件、基坑深度、施工方法等情况确定。当为无水基坑、且土层构造均匀时，基坑坑壁坡度可按表2确定。

表2 基坑坑壁坡度

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 坑壁土类 | 坑壁坡度 | | |
| 坡顶无荷载 | 坡顶有静荷载 | 坡顶有动荷载 |
| 砂类土 | 1∶1 | 1∶1.25 | 1∶1.5 |
| 卵石、砾类土 | 1∶0.75 | 1∶1 | 1∶1.25 |
| 粉质土、粘质土 | 1∶0.33 | 1∶0.5 | 1∶0.75 |
| 极软岩 | 1∶0.25 | 1∶0.33 | 1∶0.67 |
| 软质岩 | 1∶0 | 1∶0.1 | 1∶0.25 |
| 硬质岩 | 1∶0 | 1∶0 | 1∶0 |

注：①坑壁有不同土层时，基坑坑壁坡度可分层选用，并酌设平台；

②坑壁土类按照现行《公路土工试验规程》(JTJ051)划分。

4.3.2.2.4 如土的湿度有可能使坑壁不稳定而引起坍塌时，基坑坑壁坡度应缓于该湿度下的天然坡度。

4.3.2.2.5 当基坑有地下水时，地下水位以上部分可以放坡开挖；地下水位以下部分，若土质易坍塌或水位在基坑底以上较深时，应加固开挖。

4.3.2.2.6 如遇石方地段，需要进行爆破施工。施工时采用凿岩机钻孔，人工装药控制爆破。开挖时基坑底部每边加宽30㎝，以方便模板施工及加固。

4.3.2.2.7 土方基底开挖距设计高程15～20cm时，用小型械具和人工进行清理到设计标高，以免扰动基槽。基坑开挖的淤泥和其它弃物运输到指定的弃土场。

4.3.2.2.8 基坑检验及处理

基坑开挖到设计标高后，用触探仪对基底承载力进行检测，如符合设计要求，请监理工程师签认后，再进行后续工序；如地基承载力不能满足要求，则报告监理工程师并申请相应的经其批准同意的方案对地基进行处理，直到符合要求。

4.3.2.3 基础施工

基坑经监理工程师验收合格后，测量放样，对于浆砌桥台基础，具体方案参见《浆砌施工方案》。对于桥墩扩大基础，按设计要求绑扎钢筋（片石砼基础无此工序）、立模。模板采用组合钢模板，背后用钢管或者方木做斜撑，将模板加固牢靠。砼浇筑前应检查轴线偏位，模板安装和基础高程合格后方能进行浇筑。砼由拌和站集中拌和，严格按配合比进行拌和，坍落度、和易性应符合设计要求。砼搅拌车运输至施工现场。现场用吊车和灰斗配合运送混凝土入模。基础砼应分层振捣。振捣应密实。混凝土振捣采用插入式振捣器。混凝土初凝后，用土工布覆盖洒水养生，养护时间不少于7天。当混凝土强度达2.5MPa时可拆除侧模板。

## 4.4 墩、台身及系梁施工

桥台台身有浆砌片石及肋板式钢筋砼两种。桥墩有钢筋砼圆端形实体墩和圆形墩柱两种。浆砌片石桥台方案详见《浆砌施工方案》。以下内容主要为钢筋砼墩台身及系梁施工方案。

4.4.1 施工工艺流程图

测量放线 钢筋绑扎 模板安装 浇注砼 砼养护 拆模

4.4.2 各施工工艺要点

4.4.2.1 测量放线

在基础（或承台）顶面准确放出墩台中线和边线，考虑砼保护层后，标出主钢筋就位位置。

4.4.2.2 钢筋绑扎

将加工好的钢筋运至工地现场绑扎，在配置第一层垂直筋时，应使其有不同的长度，以保证同一断面钢筋接头数量符合规范规定。随着绑扎高度的增加，用钢管搭设脚手架进行绑扎，作好钢筋网片的支撑并系好保护层垫块。系梁的钢筋绑扎前，需先搭设钢管支架并支好底模，在底模上进行钢筋绑扎，并设置足够的钢筋保护层垫块。

4.4.2.3 模板安装

为保证模板的使用性能和吊装时不变形，模板必须有足够的强度、刚度和稳定性，模板采用组合钢模板进行拼装。对于肋板式桥台、圆端形实体墩及系梁，用夹具将工字钢立柱和模板片竖向连接，横向销钉和槽钢横肋，将整个模板连成整体，安装就位，用临时支撑支牢，待另一面模板吊装就位后，用圆钢拉杆外套塑料管并加设锥形垫，外加垫块螺帽，内加横内撑，将二面模板横向连成整体，校正定位。端头模板要和墙面模板牢固连接，防止跑模、漏浆。对于圆形墩柱，采用两片半圆形钢模板进行组装，吊车吊装配和安装就位，模板底脚处用钻入承台内的短钢筋固定，墩身用钢管斜撑及斜拉筋固定在承台上。

4.4.2.4 砼浇注

浇注砼前须进行测量复核，检查模板尺寸、平面位置及高程是否准确，若有偏差，应及时校正。待钢筋模板报验完成符合要求后，即可浇注砼。砼由拌合站集中拌合，砼罐车运输至桥位，将砼倒入灰斗，由吊车运送砼入模。若墩台身较高，应分层浇筑。砼下落高度超过2m时，要使用漏斗、串筒。砼应分层、整体、连续浇筑，逐层振捣密实。砼浇筑时要随时检查模板、支撑是否松动变形、预留孔、预埋件是否移位，发现问题要及时采取补救措施。砼浇筑完成应适时覆盖洒水养生。待砼强度达到2.5MPa时即可拆模。

## 4.5 墩、台帽施工

4.5.1 施工工艺流程图

4.5.1.1 盖梁施工工艺流程图

测量放样 搭设支架 安装底模 钢筋骨架制作及吊装 安装侧模 浇注砼

砼养生 拆模

4.5.1.2 台帽施工工艺流程图

测量放样 钢筋加工及绑扎 安装模板 浇注砼 砼养生 拆模

4.5.2 各施工工艺要点

4.5.2.1 测量放样

放样前，应先复核墩台的平面位置及高程是否准确，合格后，按设计图纸要求准确放出墩、台帽的中线及边线。

4.5.2.2 搭设支架

墩柱施工完成后，搭设盖梁支架。支架采用碗扣式落地支架，用人工将扩大基础回填土整平夯实，并在支架底托下浇注砼条形基础。支架搭设完成后要进行预压。地基处理的同时要做好排水工作。防止地表水对支架下地基的浸泡而造成支架的不均匀沉降。当桥墩处于水中无法搭设支架时，可在桥墩施工时预埋剪力销，在其上安设抱箍，作为盖梁模板安装的支撑构件。

4.5.2.2 安装底模

支架顶托标高调整完毕后（或抱箍上贝雷架按设计要求的标高安设完毕后），即可安装横梁，横梁采用10×10方木，安装前为保证底模平整度及标高的准确度，先统一经过压刨处理，待横梁安装完毕，最后再测控制点标高，其余拉线校验，然后安装底模。根据测量人员放出的盖梁边线确定侧模的位置，按照侧模上拉杆的位置，适当调整部分方木间距，使得拉杆不与方木相重叠，然后吊装底模，最后将各块底模连成整体，底模联系要牢固、平整，再在方木两头铺木板，安装护栏悬挂安全网。

4.5.2.3 钢筋加工及安装

对于台帽钢筋，按图纸要求下料后运至现场进行绑扎。对于盖梁钢筋，在营地钢筋棚统一加工制作，运至现场焊接成型。骨架要求采用双面焊。焊接要求钢筋的轴线在一条直线上，焊缝饱满，无气泡或烧焊的现象。骨架尺寸要准确，不变形。为确保保护层厚度，在侧、底面绑足够数量的混凝土垫块。合理设置吊点。由吊车将骨架直接吊上底模。就位时保证位置与标高的准确。

4.5.2.4 安装模板

模板采用大块拼装钢模板，对称吊装侧模，并穿上、下对拉拉杆，再吊端模，并将拉杆穿入预留孔内，分别旋紧螺母即可，在端模外用木楔顶紧并拉住端模，同样上紧侧模，为防止漏浆各块模板连接处都要放橡胶条，最后检查模板尺寸，通过对拉螺栓调节，直至完全符合标准。

4.5.2.5 浇注砼

浇注砼前应对模板平面位置、尺寸及标高进行复测。准确无误后方可浇注砼。混凝土的浇注采用罐车运输，吊车吊灰斗入模的方式浇注。要保证混凝土的和易性和坍落度。浇注采用水平分层，下料时要连续均匀铺开，浇注方向是从盖梁的一端循序进展至另一端。分层下料、振捣。用插入式振捣棒一次振动厚度不能超过30 cm,以保证混凝土振捣密实。混凝土振捣密实的标志是：混凝土不在下沉，无显著气泡、泛浆。浇注完混凝土表面压光后覆盖土工布洒水养生。待混凝土等强度达到2.5Mpa时拆侧模，混凝土强度达到70%时，可拆除底模。

## 4.6 箱梁的预制及安装

箱梁的预制详见《20m、25m箱梁预制施工方案》。以下主要为箱梁的安装方案。箱梁安装采用双导梁架桥机进行安装。

4.6.1 施工工艺流程图

施工准备 组拼架桥机 按架梁状态吊梁试吊 架桥机纵移就位 运梁至架桥机主桁架内处于喂梁状态 吊梁走行到指定桥位 横移到位 落梁 逐片安装至该孔完毕 架桥机过孔 喂梁、按上述步骤安装下一孔箱梁至全部结束 拆卸架桥机运输至下一座桥位

4.6.2 各施工工艺要点

4.6.2.1 施工准备

首先对作业人员进行技术交底，熟读设备使用说明书及其它有关出厂技术文件，了解设备组成、结构特点、准备组装场地、机具和人力，明确具体组装任务。架桥机经装拆、运输到桥台处后，应检查清点各构件、联接件、机电设备总成部分、电气元件及电缆数量是否符合，结构和机电元件是否完好无损。清理各部件特别是运动机构附着杂物，达到整洁。检查电缆是否安全、可靠，须无断路和绝缘损坏现象。检查施工便道，修整加固，确保驮梁车运梁安全。吊装前复测桥位中心线，墩台支座中心偏位、高程、平整度，桥墩盖梁上安放临时支座，临时支座采用钢管沙筒制成，沙筒顶标高应与永久支座标高相同，或略高于永久支座标高（5mm左右为宜），沙筒底部侧面预留小孔，吊梁前塞紧，吊梁完成后体系转换时拔除。

4.6.2.2 组拼架桥机

在桥头路基上进行组装，组装场地平整、夯实，不得有局部路基松软。组装前应检查各联接部位有无损伤变形情况，各部螺栓和销子有无脱落、丢失、损坏等情况。组装时对所有栓接螺栓上紧上牢，保证受力均匀。组装完毕后应进行一次全面检查和试运转，充分了解各部分工作状态和可靠程度，项目包括：导梁纵移试验；整机横移运行及制动试验；行车运行试验；各油缸支腿伸缩试验；机械、电气设备、液压系统等设备及元件的检验。

4.6.2.3 按架梁状态吊梁试吊

为达到安全架设，架梁前应进行吊梁试吊作业，检查各部件运转情况是否正常，确保安全可靠后，再前移架桥机进行架梁。

4.6.2.4 架桥机就位吊梁作业

将架桥机推移到安装孔，并固定好架桥机。预制箱梁在预制场由龙门吊从存梁台座上吊起并安放在驮梁车上，安全固定后由驮梁车运至架桥机后跨进行喂梁，架桥机两端同时起吊，横移小行车置于梁跨正中并固定，将梁纵移到安装跨，固定纵移平车，用横移小平车将梁横移到设计位置下落就位。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，使之符合设计及规范要求后落梁就位。架梁作业顺序应严格按要求进行，不得擅自改变作业要求。应先架设中梁，由内向外逐片架设。落梁顺序应由中梁→次边梁→外边梁进行架设，运梁应根据架梁顺序进行。相邻两片梁要进行部分横向钢筋的焊接，以确保梁体稳定。待一跨梁全部吊完，前移架桥机，拆除前支架与墩顶联结螺栓，把前支架挂在鼻架上。重复上述程序进行下一跨梁的安装。吊梁示意图如下：

驮梁车喂梁



起吊箱梁



安装就位



4.6.2.5 架桥机拆卸

当整座桥梁架设完成后，对架桥机进行拆卸作业，拆卸应按以下顺序进行：同时收前支点、后支点降导梁于低位并支好；解除动力电源，撤除机上动力、控制电缆；先用吊车拆下前、后吊梁行车及横梁和横梁纵移台车；用风缆将前支点拉紧，拆除主导梁、引导梁横联；采用从后向前拆除方式，逐节拆除主导梁和引导梁；拆除前、后支点及走行机构；将所有构件归类码放整齐，便于运输装车；清点栓接、销接件及机电元件，不要造成损坏丢失。

## 4.7 湿接头及横向湿接缝施工

4.7.1 施工工艺流程图

安装永久支座 焊接连续端钢筋（横向湿接缝绑扎钢筋） 安装波纹管 安装模板 浇注砼 张拉负弯矩钢绞线 预应力孔道压浆 拆除临时支座

4.7.2 各施工工艺要点

4.7.2.1 安装永久支座

在纵向湿接头施工前应准确安装好永久支座，支座表面应呈水平状态，并应与梁底预埋上钢板密贴。永久支座在体系转换前应处于非受力状态，这样在体系转换后才能使各永久支座受力均匀，保证桥梁的运行安全。

4.7.2.2 钢筋加工及安装

按设计要求准确下料，运输到施工现场。湿接头钢筋焊接前，应先调顺箱梁预埋钢筋，是相互焊接的两根钢筋在一条直线上，不得扭曲。按照设计及规范要求进行焊接，保证足够的焊缝长度，焊缝应饱满，焊接完成后应敲掉焊渣。横向湿接缝钢筋应严格按照设计要求绑扎，保证足够的搭接长度。

4.7.2.3 安装波纹管

波纹管的安装主要是指墩顶湿接头处波纹管与箱梁顶板内预埋的波纹管进行连接。按照湿接头的宽度准确下料，准确连接。为防止浇注湿接头混凝土时浆液进入波纹管导致波纹管堵塞，应用宽胶带将波纹管外围缠绕起来。

4.7.2.4 安装模板

湿接头的模板安转主要指墩顶两侧堵头挡板的安装。堵头挡板采用竹胶板，竹胶板外用方木做背楞，用铁丝穿过模板拉在湿接头钢筋上使模板固定。墩顶永久支座周围用砂浆填塞并抹平，确保湿接头砼浇注时不漏浆。横向湿接缝模板采用竹胶板，方木做背楞，用铁丝悬吊模板作为横向湿接缝的底模，侧模挡板同样采用竹胶板。

4.7.2.5 浇注砼

为保证湿接头与横向湿接缝混凝土的强度不低于梁体混凝土强度，混凝土采用与梁体同标号的C40膨胀混凝土。浇注尽量在日最低温度的情况下浇筑接头，以降低接头处梁体内的温度应力。砼采用拌合站集中拌合，砼罐车运输至施工现场，吊车配合灰斗入模。当施工条件较差，吊车难以就位时，可采用小推车人工推灰入模。砼采用插入式振捣棒振捣，要求振捣均匀密实。

4.7.2.6 张拉负弯矩钢绞线及孔道压浆

顶板负弯矩钢绞线的张拉应在湿接头砼强度达到设计强度的100%后进行，先长束后短束对称张拉。张拉完成后及时进行压浆。张拉及压浆的具体施工控制措施详见《20m、25m箱梁预制施工方案》。

4.7.2.7 拆除临时支座

体系转换时，将同一墩顶处临时支座底部侧壁预留孔填塞物同时拔除，砂桶内砂子流出，使墩顶各永久支座同时受力，尽量避免应力集中现象，保证体系转换的安全。

## 4.8 桥面系施工

桥面系工程包括桥面铺装、排水设施、伸缩缝、防撞护栏及波形护栏等。

4.8.1 施工工艺流程图

4.8.1.1 桥面工程施工工艺流程图

清理桥面板 测量放样 铺设钢筋网 安装模板 安装泄水管 浇注桥面砼

安装护栏钢筋 安装护栏模板 埋设防护网预埋件 浇注护栏砼 安装防护网

4.8.1.2 伸缩缝施工工艺流程图

桥面砼划线切割 破除伸缩缝处的砼 调整预埋筋 伸缩缝安装就位 调整伸缩缝纵横向位置 调整伸缩缝高程 锚固伸缩缝 解开锁定 浇注砼

4.8.2 各施工工艺要点

4.8.2.1 桥面砼铺装

首先将桥面板清理干净，进行测量放样，弹出桥面铺装砼的边线。按照设计要求绑扎桥面铺装钢筋网，钢筋网下要设置足够的砼垫块，确保砼浇注时钢筋网不变形。模板采用方钢，下面垫木块调整桥面铺装标高，方钢两侧按照一定间距植入钢筋加以固定。按照设计位置安装泄水管。砼浇注前应检查模板尺寸及高程。砼采用拌合站集中拌合，砼罐车运输至桥位现场，人工手推车在运输道上运输入模，运输道用5cm厚木板及钢管支架铺设，严禁小推车直接压住桥面钢筋网。用平板振捣器将砼振捣密实，用滚轴赶平，再由人工收浆抹平，在砼初凝时间内横向拉毛。

4.8.2.2 护栏施工

除主线桥内侧设置波形钢护栏外，其余桥梁外侧均设置钢筋砼防撞护栏。由于箱梁预埋钢筋露出梁体部分可能会发生变形，因此施工前将预留钢筋进行调整，并与护栏内钢筋绑扎，搭接长度应符合设计及规范要求。预埋件的预埋位置要准确。护栏在每个墩顶及伸缩缝位置均设置一条宽2cm的断缝，此处钢筋应断开，用木板隔断，其余地方每隔5m设置一道切缝，切缝采用机械切割，缝宽5mm，深15mm。模板采用定型组合式钢模。模板的形状、尺寸应准确，板面平整，拼接应紧密牢固，内侧尺寸符合设计要求。安装护栏模板时，在护栏底部采用与砼同标号的小石子砼抹平，作为装模的基础面，并选用弹性较好的海绵止浆带贴于双侧模板的底部作为密封措施止浆。在模板外侧底脚处向箱梁内植入钢筋作为模板外模支撑与加固点，并设置钢管斜撑及钢筋拉杆，在模板上下设置对拉螺杆。模板安装完毕后，应对其平面位置、顶部标高、加固措施，进行全面检查，符合要求后，方可进行砼的浇筑。砼采用拌合站集中拌合，砼罐车运输至桥位现场，人工铲灰入模。防撞护栏砼浇筑采用分三层斜向浇筑的方法，第一层控制在25cm左右，第二层浇筑到防撞栏斜面处，然后再浇筑顶部剩余的砼，使气泡、水泡逸出，使气泡水泡减少到最低限度。振捣采用插入式振捣器进行振捣，对每层砼必须振捣密实，不再出现气泡，表面平坦为止，振捣过程中严禁过振，避免砼表面产生流砂或泌水而影响外观。振捣时严禁碰撞模板，以免造成模板受损伤，给砼外观留下痕迹。砼浇筑完后要及时进行养护，避免风干使砼表面缩裂。待砼强度达到设计要求后即可安装防护网及波形钢护栏。

4.8.2.3 伸缩缝安装施工

桥面砼铺筑层完毕后，在伸缩缝中心位置处将铺筑层凿沟断开，沟宽应符合设计要求，以保证梁体能够自由伸缩。待桥面砼养护成型后，放出伸缩缝中线，量出伸缩缝水泥砼铺筑层边线，并据此画出切割标线。用砼切缝机按标线位置切割砼铺筑层。为保证切缝顺直，切缝机必须走专用轨道。用空压机配合人工清除切割线范围内的沥青砼及其他杂物。破除厚度应符合设计要求，操作时要确保沥青砼断面的边角整齐。破除工作要彻底，严禁梁端之间有连接砼。破除的各种杂物清理干净后，再用空压机吹除碎屑及尘土，然后用水车彻底清洗。伸缩缝运至工地后，应选择平稳的场地存放，并进行适当覆盖，且不得碰撞、不得产生弯曲变形。放工时做好安全防护，吊装前应检查合格。人工配合吊车将伸缩缝装置多点吊装入位。伸缩缝装置入槽后，检查其平面位置及高程是否准确，如不准确，需及时调整。调整完毕后，将伸缩缝装置与预埋钢筋进行焊接，焊接完毕后，用气割解除锁定。用宽胶带纸将伸缩缝口封严，然后盖上土工布，即可浇注砼。砼应均匀浇注在伸缩缝装置的两侧，振捣密实，然后表面收浆。砼表面高度应与伸缩缝装置及两边的沥青砼面层一致。待砼接近初凝时，要及时进行第二次压浆抹面，使砼表面平整光滑。二次抹面结束后用土工布覆盖，并洒水养护14天。养护期间桥面严禁车辆通行。

## 4.9 桥头搭板及枕梁施工

全线桥梁桥头搭板的搭设设计成两种形式，一种是靠近桥台端搭在桥台背墙上，远离桥台端搭在枕梁上，此时搭板下设计为砂砾垫层；另一种是靠近桥台端搭在桥台背墙上，远离桥台端直接搭在水稳碎石上，此时搭板下设计为水稳碎石垫层。

4.9.1 施工工艺流程图

4.9.1.1 枕梁施工工艺流程图

测量放样 枕梁基槽开挖 基底平整 钢筋绑扎 安装模板 浇注砼 砼养护 拆模 基槽回填

4.9.1.2 搭板施工工艺流程图

测量放样 基底平整 钢筋绑扎 安装模板 浇注砼 砼养护 拆模

4.9.2 各施工工艺要点

4.9.2.1 枕梁施工

在台背砂砾垫层上准确放出枕梁的平面位置，用白灰撒出基槽开挖线，进行基槽开挖，基槽开挖时应预留模板安装位置。基槽开挖到设计标高后，对基底进行压实平整。下好料的钢筋运至施工现场进行绑扎，钢筋的规格、数量、间距应符合设计要求。模板采用竹胶板，方木做背楞，模板外侧用圆木做斜撑，模板内用方木条做支撑。砼浇注前应检查模板平面位置、尺寸及标高是否准确。砼采用拌合站集中拌合，砼罐车运输至施工现场，装载机铲灰入模。砼振捣采用插入式振捣器，要求振捣均匀密实。砼浇注完毕后应及时进行洒水养生。待砼强度达到2.5MPa时，即可拆除模板，并及时用砂砾进行基槽回填。

4.9.2.2 桥头搭板施工

按照设计图纸放出搭板的平面位置，对搭板下垫层进行局部整平，确保搭板砼的厚度符合要求。现场绑扎搭板钢筋，上下层钢筋网之间应设置足够的架立筋，保证砼浇注时钢筋网不变形。下层钢筋下面应放置足够的砼垫块，使钢筋的保护层符合设计要求。桥台背墙上预埋钢筋应涂刷两道沥青，并在搭板与桥台背墙间预留2cm的缝隙，用来填塞沥青树脂。搭板与桥台背墙的接触面应设置两层油毡（1cm厚）。模板采用竹胶板，方木做背楞，模板外侧采用圆木做斜撑，内层用铁丝与钢筋网连接固定。砼采用拌合站集中拌合，砼罐车运输至施工现场，装载机铲灰入模。砼振捣采用插入式振捣器，要求振捣均匀密实。砼浇注完毕后应及时进行洒水养生。砼强度达到2.5MPa时，即可拆除模板。待砼强度达到设计强度的100%后方可进行搭板上沥青砼的摊铺。

# 5 雨季施工措施

工程要经历两个雨季，为保证不因雨季而耽误施工，应全面考虑防水、排水、集水，各种电器、机械设备及水泥等原材料存放在适宜的场地，同时作好防雨、防潮、临时排水工作。

进行合理的施工组织，混凝土浇筑尽量避开雨天，且施工前充分做好运输、劳力准备，缩短混凝土拌和、运输、浇筑等各工序间歇。混凝土在拌和时随时测定砂、石料含水量，及时调整配合比。

修建临时排水设施，保证雨季作业的场地能及时排除地面水。

运输便道做好防排水工作，道路路面采用红土填铺并硬化。

施工期间应掌握天气预报和气候变化资料，做好雨具、棚布、防水胶布、防滑靴等物资准备工作。

施工中注意防止钢筋的锈蚀及模板和支架的变形、下沉。

在浇筑砼时遇雨采用塑料棚布防护。

预制场根据需要搭设雨棚施工。

施工人员配备雨衣、雨鞋等防雨用品。

贮备足够的工程材料和生活物资。

现场所有露天的电气设备应加设防雨罩。

下雨时加强值勤，认真巡查施工工地，发现问题及时解决。

# 6 施工质量标准

**6.1 钻孔灌注桩**

6.1.1钻孔桩成孔质量标准，见表3。

表3 钻孔桩成孔质量标准

|  |  |
| --- | --- |
| 项 目 | 允 许 偏 差 |
| 孔的中心位置（mm） | 群桩：100；单排桩：50 |
| 孔径（mm） | 不小于设计直径 |
| 倾斜度 | 小于1% |
| 孔深 | 摩擦桩：不小于设计规定；  支撑桩：比设计深度超深不小于50mm |
| 沉淀厚度（mm） | 摩擦桩：符合设计要求，当设计无要求时，对于直径≤1.5m的桩，≤300mm；对于直径＞1.5m的桩或桩长＞40m或土质较差的桩，≤500mm；  支撑桩：不大于设计规定 |
| 清孔后泥浆指标 | 相对密度：1.03～1.10；粘度：17～20pa.s；含砂率：＜2%；胶体率：＞98%； |

6.1.2 钻孔灌注桩实测项目，见表4。

表4 钻孔灌注桩实测项目

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 检查项目 | | | 规定值或允许偏差 | 检查方法和频率 |
| 1 | 混凝土强度（Mpa） | | | 在合格标准内 | 试件大于等于10组时，按数理统计方法评定；试件小于10组时，按非统计方法评定； |
| 2 | 桩位（mm） | 群桩 | | 100 | 全站仪或经纬仪：每桩检查 |
| 排架桩 | 允许 | 50 |
| 极值 | 100 |
| 3 | 孔深（m） | | | 不小于设计 | 测绳：每桩量测 |
| 4 | 孔径（m） | | | 不小于设计 | 探孔器：每桩量测 |
| 5 | 钻孔倾斜度（mm） | | | 1%桩长，且不大于500 | 用测斜仪或钻杆垂线法：每桩检查 |
| 6 | 沉淀厚度（mm） | | 摩擦桩 | 符合设计规定，设计未规定时按施工规范要求 | 沉淀盒或标准测锤：每桩检查 |
| 支撑桩 | 不大于设计规定 |
| 7 | 钢筋骨架底面高程（mm） | | | ±50 | 水准仪：测每桩骨架顶面高程后反算 |

**6.2 基坑开挖质量标准**

6.2.1 平面周线位置不小于设计要求。

6.2.2 基底标高：土质 ±50mm；石质 +50mm，-200mm。

6.2.3 轴线偏位：25mm。

**6.3 钢筋加工及安装质量标准**

6.3.1 加工钢筋的检查项目，见表5。

表5加工钢筋的检查项目

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项次 | 项 目 | 允许偏差（mm） | 检查方法 |
| 1 | 受力钢筋顺长度方向加工后的全长 | ±10 | 按照受力筋总数30%抽查 |
| 2 | 弯起钢筋各部尺寸 | ±20 | 抽查30% |
| 3 | 箍筋、螺旋筋各部分尺寸 | ±5 | 每个构件检查5~10个间距 |

6.3.2 焊接网及焊接骨架的允许偏差，见表6。

表6 焊接网及焊接骨架的允许偏差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 项目 | 允许偏差(mm) | 项目 | 允许偏差(mm) |
| 网的长、宽 | ±10 | 骨架的宽及高 | ±5 |
| 网眼的尺寸 | ±10 | 骨架的长 | ±10 |
| 网眼的对角线差 | 10 | 箍筋间距 | 0,-20 |

6.3.3 钢筋位置允许偏差，见表7。

表7 钢筋位置允许偏差

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 检 查 项 目 | | | 允许偏差(mm) | 检查方法 |
| 受力钢筋间距 | 两排以上排距 | | ±5 | 每个构件检查2个断面，用尺量 |
| 同排 | 梁、板、拱肋 | ±10 |
| 基础、锚碇、墩台、柱 | ±20 |
| 灌注桩 | | ±20 |
| 箍筋、横向水平钢筋、螺旋筋间距 | | | 0，-20 | 每个构件检查5~10个间距 |
| 钢筋骨架尺寸 | | 长 | ±10 | 按骨架总数的30%抽查 |
| 宽、高或直径 | ±5 |
| 弯起钢筋位置 | | | ±20 | 每骨架抽查30% |
| 保护层厚度 | | 柱、梁、拱肋 | ±5 | 每构件沿模板周边检查8处 |
| 基础、锚碇、墩台 | ±10 |
| 板 | ±3 |

**6.4 模板、支架安装质量标准**

模板、支架安装的允许偏差，见表8。

表8 模板、支架安装的允许偏差

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 项目 | | 允许偏差（mm） |
| 模板标高 | 基础 | ±15 |
| 柱、墙和梁 | ±10 |
| 墩台 | ±10 |
| 模板内部尺寸 | 上部构造的所有构件 | +5，0 |
| 基础 | ±30 |
| 墩台 | ±20 |
| 轴线偏位 | 基础 | 15 |
| 柱或墙 | 8 |
| 梁 | 10 |
| 墩台 | 10 |
| 模板相邻两板表面高低差 | | 2 |
| 模板表面平整 | | 5 |
| 预埋件中心线位置 | | 3 |
| 预留孔洞中心线位置 | | 10 |
| 预留孔洞截面内部尺寸 | | +10，0 |
| 支架 | 纵轴的平面位置 | 跨度的1/1000或30 |

**6.5 预应力筋张拉及孔道压浆施工控制标准**

详见《20m、25m箱梁预制施工方案》。

**6.6 砌体施工控制标准**

详见《浆砌施工方案》。

**6.7 墩、台安装质量标准**

墩、台安装允许偏差，见表9。

表9 墩、台安装允许偏差

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 检查项目 | 允许偏差（mm） | 检查项目 | 允许偏差（mm） |
| 轴线平面位置 | 10 | 倾斜度 | 0.3%墩、台高，且不大于20 |
| 顶面高程 | ±10 | 相邻墩、台柱间距 | ±5 |

**6.8 箱梁安装就位质量控制**

箱梁安装就位后，支座重心偏位允许偏差为5mm，竖直度允许偏差为1.2%。

# 7 施工进度计划

由于全线结构物众多，为确保工期，需要合理进行施工组织，并设定节点工期，各工序的进度计划不能影响施工总体计划。实际施工中，按照施工总体进度计划进行细化分解成各分项工程进度计划。施工进度总横道图见表10。

表10 施工进度总横道图

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 时间  工程名称 | 2010 | | | | | 2011 | | | | | | | | | | | | | 2012 | | | | | | | | | | |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| K4+090(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K5+865(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K7+803(VOB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K12+140(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K13+775(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K21+740(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K23+620(VOB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K24+110(VOB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K25+025(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K26+625(VOB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K28+145(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K41+032(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K52+180(VOB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K52+380(互通立交) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K56+120(VOB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K60+530(VOB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K61+338(VOB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K63+010(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K64+590(VOB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K65+800(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K67+139(主线桥) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K67+290(主线桥) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K71+649(主线桥) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K71+580(主线桥) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K76+505(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K9+630(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

表10 施工进度总横道图

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 时间  工程名称 | 2010 | | | | | 2011 | | | | | | | | | | | | 2012 | | | | | | | | | | |
| 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| K11+718（主线桥） |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K12+595(主线桥) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K16+930(互通立交) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K19+495(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K32+780(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K33+640(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K33+804(互通立交) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K34+480(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K36+350(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K37+230(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K38+155(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K39+569(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K41+863(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K43+090(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K46+730(主线桥) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K47+880(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K49+950(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K50+950(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K53+666(主线桥) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K58+150(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K69+000(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K70+000(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K72+350(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K73+000(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| K73+957(POB) |  |  |  |  |  | |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

注：1、桩号K20之前的桥梁下部结构为桥梁分部自营段，其余工程由分包商工程队施工。2、此表桥梁施工顺序是根据各桥位处的施工便道、地形地貌等施工条件确定的。3、表中涂灰部分为雨季，施工进度按折半考虑。

# 8 主要机械设备及人员配备

主要机械设备配备情况见表11。

表11 主要机械设备表

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 机械 | 台（辆）数 | 机械 | 台（辆）数 |
| 架桥机 | 1 | YCW110千斤顶 | 2 |
| 100t龙门吊 | 1 | ZB4-500高压油泵 | 2 |
| 20t龙门吊 | 2 | 压浆设备 | 1 |
| 1m3砼拌和站 | 4 | 空压机 | 1 |
| 0.3m3滚筒式拌合站 | 1 | BX1-500电焊机 | 4 |
| 6m3砼罐车 | 7 | 钢筋调直机 | 3 |
| 挖掘机 | 3 | 钢筋切断机 | 3 |
| 装载机 | 4 | 钢筋弯曲机 | 3 |
| 冲击钻机 | 3 | 自卸汽车 | 若干 |
| 25t汽车吊 | 3 | 砂浆搅拌机 | 4 |
| 8t随车吊 | 1 | 牵引车 | 2 |
| 160KW发电机 | 1 | 平板车 | 2 |
| 75KW发电机 | 2 | 插入式振捣棒 | 若干 |
| 20KW发电机 | 1 | 平板式振捣器 | 2 |
| 凿岩机 | 1 | 附着式振动器 | 2 |
| 水车 | 2 |  |  |

人员配备情况见表12。

表12 人员配备情况表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 序号 | 职能 | 人数 | 序号 | 职能 | 人数 |
| 1 | 模板工 | 30 | 8 | 质检员 | 2 |
| 2 | 钢筋工 | 30 | 9 | 技术员 | 5 |
| 3 | 电工 | 3 | 10 | 安全员 | 2 |
| 4 | 机修工 | 2 | 11 | 测量员 | 3 |
| 5 | 起重工 | 4 | 12 | 试验员 | 3 |
| 6 | 混凝土工 | 30 | 13 | 张拉员 | 4 |
| 7 | 普工 | 80 | 合计 | | 198 |

# 9 质量保证措施

9.1 建立完善的质量保证体系：由分部经理，总工程师，内部监理工程师主抓质量，分部下设工程部负责工程质量工作，各工区设质量检查员严把工区质量关。各工程段、工班、组、操作工人各自负责本职工作的工程质量，组成从上到下完整的质量保证体系。施工过程中应严格自检、互检、工序交接检查。质量管理及质量控制框图如下：

桥梁分部经理

总工程师

副经理

经

营

部

测量队

试

验

室

工

程

部

各工区施工班组

9.2施工前，总工程师组织技术人员和施工管理人员仔细阅读设计文件，了解设计意图，明确施工技术重点、难点，进行技术交底。

9.3设立工地试验室，对进场原材料、配合比、中间工序的试验、检测进行控制，并负责对交工验收的分项工程质量进行评定。

9.4实行施工质量责任挂牌制，注明管理者、操作者，谁施工谁负责。

9.5坚持施工过程的检查制度，确保每道工序100%合格。

9.6严格测量放线工作，测量要求准确，放线及时，做到正确指导施工。

9.7混凝土施工应严格按照配合比进行，在施工中严格计量工作，依据规范定时、定点抽样检查。

9.8 施工中采用相同规格和品质的水泥、砂石料等，防止结构物外部颜色不一致，即使砼标号相同，也不能随意更换配合比。

9.9 灌注砼时，检查钢筋位置是否变动，保护层厚度是否准确，不得在砼浇注完成后出现漏筋现象。

9.10 在砌体和混凝土施工完毕后，认真作好养护工作。

9.11 砼浇注完毕后，严格控制拆模时间，不得为赶进度过早拆模，导致砼粘模或缺边掉角现象的发生。

9.12 严格做到施工前测量放样，施工后测量复核,避免因施工测量错误，导致窝工、返工甚至工程报废等质量事故出现。

# 10 安全技术措施

**10.1 箱梁预制场相关安全技术措施**

如：钢绞线张拉施工、吊梁移梁及其他预制场内施工的安全技术措施详见《20m、25m箱梁预制施工方案》。

**10.2 箱梁运输安全技术措施**

10.2.1 箱梁装运前，首先要认真测量检查运梁便道的宽度和净空是否满足运架设备的运输需要，提前联系相关单位和部门彻底清除影响运架安全的所有走行限界内的障碍物。

10.2.2 确认运梁车所通过的线路和结构允许承受运梁车的荷载。

10.2.3 操作人员必须熟悉运梁车的结构及各项技术参数。开始作业前，要作好运梁车各项检查工作，待检查通过后方可作业。

10.2.4 装梁前，应仔细核对待架箱梁各项参数，检查外观、梁长、编号等，核对无误后方可吊装。

10.2.5 运梁车装载箱梁启动起步应缓慢平稳，严禁突然加速或急刹车。重载运行速度控制在3～5km/h，曲线、坡道地段应严格控制在3km/h以内。

10.2.6 在整个运梁过程中，操作人员应高度集中精力，密切注意运梁车及前方道路情况，发现异常，及早采取相应措施，非紧急情况，严禁高档位急起急停。

10.2.7 恶劣气候条件下，不得进行运梁作业。

10.2.8 梁前端接近架桥机尾部时运梁车应提前减速，在得到指令后才可慢速喂梁。必要时点动对位，严禁冲撞、挂碰架桥机任何部位。

**10.3 箱梁架设安全技术措施**

10.3.1 检查架桥机各部件是否运转正常，包括检查各类限位器是否牢固可靠，吊点、吊具有无变形、缺损，卷扬机、减速器的控制是否可靠，钢丝绳、绳卡及其排列情况是否符合要求，液压、电气的连结情况有无异常等等，以上情况如有异常，应及时有效处理。

10.3.2 前后支腿站位偏差、主梁前后支腿位置处的高差是否符合要求。

10.3.3 吊梁前应严格按照要求进行箱梁试吊，发现问题及时处理。

10.3.4 在吊梁纵移时，要有专人观察箱梁的运行位置，绝对禁止箱梁碰挂架桥机的任何部位，如发现异常情况，立即停车检查处理。当接近设计位置时要提前减速，必要时点动对位。每次点动时必须待上一次晃动平稳后方可再次点动，禁止连续起、停动作，以免架桥机纵向晃动过大。

10.3.5 落梁过程中，要有专人监视起重天车上的卷扬机、制动器。下落箱梁与已架箱梁不得相碰，并保持梁底水平度偏差符合设计要求。就位时先对位固定支座端，后对位活动支座端。起重天车横移时禁止连续起、停点动，以免架桥机横向晃动过大。

10.3.6 当风力达到6级及其他恶劣天气 时不得进行吊梁作业，并采取相应防护措施。

10.3.7 过孔前，应检查及测量桥面行走轨道是否铺设完好。桥面走行轨道铺设偏差是否符合设计要求。

10.3.8 运梁车驮运架桥机转场时，应确保架桥机各部件无缺失，并落实各项检查签证制度，确保架桥机完好转场。

**10.4 施工现场安全用电措施**

10.4.1 电缆线沿地面敷设时，不采用老化脱皮旧电缆，中间接头牢固可靠保持绝缘强度；过路处穿管保护，电源端设漏电保护装置。

10.4.2 电气设备和电气线路必须绝缘良好。

10.4.3 移动的电气设备的供电线，使用橡胶套电缆。

10.4.4 手持电动工具和单机回路的照明开关箱内必须装设漏电保护器。

10.4.5 各种型号的电动设备按使用说明书的规定接地或接零。传动部位按设计要求安装防护装置。维修、组装和拆卸电动设备时，断电挂牌，防止其他人私接电动开关发生伤亡事故。

10.4.6 现场的配电箱要坚固、完整、严密，有门、有锁、有防雨装置，同一配电箱超过3个开关时，设总开关。熔丝及热元件，按技术规定严格选用，严禁用铁丝、铝丝、铜丝等非专用熔丝代替。

10.4.7 移动式发电机在施工中使用频繁，应派专人负责操作、维护、保养。

10.4.8 施工现场临时用电定期进行检查，对检查不合格的线路、设备及时予以维修或更换，严禁带故障运行。

**10.5 施工机械安全技术措施**

10.5.1 各种机械操作人员和车辆取得操作合格证，不准将机械设备交给无本机操作证的人员操作。

10.5.2 操作人员按照机械说明规定，严格执行工作前的检查制度和工作中注意观察、工作后的检查保养制度。

10.5.3 保持机械操作室整洁，严禁存放易燃易爆物品。不酒后操作机械，机械不带病运转、超负荷运转。

10.5.4 起重作业严格按照规定的要求执行。

10.5.5 定期组织机电设备、车辆安全大检查。对检查中查出的安全问题进行调查处理，制定防范措施，防止机械事故的发生。

**10.6 爆破作业的安全技术措施**

10.6.1 爆破器材的使用、运输、保管符合相关规定的要求。要在当地管理部门申请办理采购、运输、储存、使用的各种认证手续及许可证件。爆破材料库房要与公路、居民点保持规定的安全距离。炸药、雷管要分库存放，设专人看守。严格爆破材料的领发料制度，防止多领少用，私藏余料，杜绝流失和被盗。

10.6.2 爆破物品使用前根据规定要求进行质量检验。引线与雷管的联结应在指定地点进行、专人负责。

10.6.3 爆破器材搬运和爆破作业人员，严禁穿着化纤衣物。进入爆破物品储备库，严禁任何火种带入。

10.6.4 执行爆破作业安全规则，设专人进行监督检查，确保爆破和爆破器材安全。各施工班组间，各道工序间，应建立完善的交接班制度，并做好交接班记录。

10.6.5 施工时严格按爆破设计要求控制用药量。装药工作由施工负责人指定有爆破操作合格证的爆破工执行；严禁无证人员参加爆破作业。装炮区内严禁吸烟点火，装炮完毕检查并记录装炮个数、地点，以便起爆后核对有无瞎炮，并进行技术处理。

10.6.6 爆破前按警戒距离划定警戒区，设置防护人员，疏散施工人员，撤离施工机具到安全地点，并由专人负责检查，当符合安全要求并在防护工作一切就绪后，方可发出点炮信号。

10.6.7 发生瞎炮后严禁掏挖或在原眼内重装炸药。

**10.7 高空作业的安全措施**

10.7.1 高空作业时，应设置有效的安全防护措施，如安全防护网、安全护栏等。

10.7.2 从事高空作业人员，定期进行体格检查，凡不适宜高空作业的人员，不得从事此项工作。

10.7.3 作业人员需系安全带、戴安全帽、穿防滑鞋。

10.7.4 高空作业人员配给工具袋。小型工具及材料应放入袋内，较大的工具，拴好保险绳。不得随手乱放，防止堕落伤人，严禁从高空向下乱扔乱丢。

10.7.5靠近交通要道施工时，设置必要的封闭隔离措施或设置防护人员及有关施工标志。