

第一部分 施工前准备工作

1. 1. 技术准备

技术准备是施工准备的核心，一定要有前瞻性，在开工之前将所有技术问题解决好暂时无法解决的及时备案，以待签证。

一、熟悉、审查施工图纸和有关资料。

参与施工的技术人员在开工之前要对施工图纸进行审核，审查几何尺寸、坐标、标高、图纸说明等有无矛盾之处。尤其要注意的是图纸的完整性、一致性，检查说明与设计是否一致，平、纵、横三剖面是否一致，构造物设计功能与实际布置是否一致。这些问题在以往的施工中都出现过，给工程造成不必要损失，在进度、效益上造成一定的不良影响。

二、参照图纸进行现场勘查

对施工地点的地质构造、土的性质和类别、地基承载力、地震级别、地下水、地表水、河流、滩地、气候条件如冻结线、霜期、雨季雨量等情况进行考察。制定施工方案时必须参照这些情况。

三、对施工场地征用，地方材料的品质，产量，运输等方面进行考察。对以上各方面审查结果进行整理归纳，形成文件。准备充分之后参加由建设单位，设计单位施工单位联合召开的图纸汇审会议。经与建设单位，设计单位沟通，研究之后，对所有问题一一记录，形成《图纸会审纪要》。

四、学习，研审业主的招标文件技术合同部分，对拟建工程的技术要求，管理规程。了解该工种的适用规范，并准备齐相关资料，作为施工的质量要求的约束条件与预期目标。

五、根据以上各点编制施工方案。

1. 2. 人员配备

在工程技术实现上，按操作层和管理层配备施工人员，操作层分为以下几个工种，模板工，钢筋工，砼工，电焊工，架子工，力工，以及其它特殊工种。管理层人员分为：工段长，外业技术管理员，质量管理员，试验员，安全管理员。所有以上在开工前都要进行上岗前培训。合格后方可上岗。

1. 3. 机械设备准备

根据工程特点进行机械种类数量的配备。常用设备砼搅拌机，砼运输车（吨翻）特殊结构常配备的机械如下：
钻孔桩：粘土，砂土一般配备回旋钻机。

砂砾，岩质土配备冲击钻，压纹钻等。也可采用回旋钻（但效率不高不能应付所有情况）

钻孔桩砼灌注由于拔导管的一般需要配备吊车，为应付卡导管建议配备大吨位吊车。

由于现在招标时就规定必须使用大块模板，所以支模考虑用八吨或八吨以上的吊车。

桥面：振捣棒，平板振捣器，提浆辊，振捣梁。

下部：由于结构较高，在柱模支立及砼浇筑时建议采用吊车。高于 20M 时，建议采用砼输送泵进行浇筑。

其他机械如振拔机，螺旋钻等只在特殊情况下使用。钢筋加工机械有切断机，弯曲机，电焊机等。

当涉及地表水、地下水时应配备水泵。

1. 4. 试验室准备工作

桥涵工程开工前，首先建立健全完备的试验室，做各种材料的进场试验，为施工提供准确的指导性数据。

1.4.1 试验室的人员的准备：

建立以有专业素质的且有丰富的试验经验的试验人员为首的试验队伍，

1.4.2 试验仪器的配备：

- 1、万能试验机
- 2、胶砂搅拌机
- 3、胶砂振动台
- 4、水泥稠度仪
- 5、水泥凝结时间测定仪
- 6、雷氏夹环型试模
- 7、混凝土试模（15cm×15cm×15cm）
- 8、砂浆试模（7.07cm×7.07cm×7.07cm）
- 9、套筛（砂、碎石各一套）
- 10、电烘箱（105±5℃）

1.4.3 材料试验

水泥

水泥细度试验：

细度是指水泥颗粒粗细的程度，细度愈细，水泥与水起反应的面积愈大，水化愈充分，水化速度愈快，所以水泥细度愈大，早期强度愈高，凝结速度快，析水量减少，已经有人研究：水泥颗粒粒径在 45 μm 以下才能充分地水化，在 75 μm 以上，水化不完全，实践表明，细度提高，可使用水泥混凝土的强度提高，工作性得到的改善。水泥细度的试验方法有以下两种：

- 1、比表面积法：以每千克水泥总表面积表示，比表面积法采用勃压透气法测定。
- 2、筛析法：以 80 μm 方孔筛上的筛余量百分率表示，筛析法有两种：负压筛析法和水筛法

水泥凝结时间试验：

为了使得水泥凝结时间和安定性得测定结果有可比性，在两项试验进行之前，必须采用标准稠度的水泥净浆，我国现行规定，水泥净浆稠度是采用稠度仪测定，以试锥沉入深度为 28±2mm 时的净浆“标准稠度”，此时的用水量为标准用水量。

凝结时间

凝结时间是水泥从加水开始，到水泥浆失去可塑性所需的时间，凝结时间可分为初凝时间和终凝时间，初凝时间为从加水开始到水泥净浆开始失去塑性的时间，终凝时间是从加水开始到水泥净浆完全失去塑性的时间。

凝结时间测定，我国国标规定采用凝结时间测定仪测定，方法是标准稠度用水量制成的水泥净浆装在试模中，在凝结时间测定仪上，以标准指针测试，从加水时起，至试针沉入净浆中，距底版为 0.5~1.0mm 时所经历的时间“初凝时间”；从加水时起，至试锥沉入净浆中不超过 1.0mm 时为终凝时间，

水泥的凝结时间对水泥混凝土的施工有重要的意义，初凝时间太短，将影响混凝土拌合料的运输和浇筑，；终凝时间过长，则影响混凝土工程的进度，我国现行国标规定，普通硅酸盐水泥初凝时间不得早于 45 分，终凝时间不得迟于 10 小时。

安定性试验

水泥与水拌制成的水泥浆体，在凝结硬化过程中，一般都会发生体积变化。如果这种体积变化是在凝结硬化过程中的，则对桥涵质量并没什么影响，但在混凝土硬化以后，由于水泥中的某些有害成分的作用，在水泥石内部产生剧烈的，不均匀的体积变化时，在桥涵结构中产生破坏应力，导致桥涵结构强度降低，若破坏应力超过桥涵结构的强度，则会引起桥涵构造物的开裂、崩塌等严重的质量事故，表征水泥硬化后体积变化均匀性的物

理指标，称为水泥的体积安定性。

安定性检验方法：

沸煮法：由于三氧化硫引起的安定性不良，可用沸煮法，按我国现行试验规定采用试饼法和雷氏法。

- ① 试饼法：是将水泥拌制成标准稠度的水泥净浆，制成直径 70~80mm、中心厚 10mm 的试饼，在湿气养护箱内养护 24 小时，然后在沸煮箱中 30 分加热到沸腾，后恒沸 3 小时，最后根据试饼的变形来判其安定性。
- ② 雷氏法：是将标准稠度净浆装于雷氏夹的环型试模后，经湿气养护 24 小时后，然后在沸煮箱中 30 分加热至沸腾，继续恒沸 3 小时，测定试件两指针尖端距离，两个试件在煮后，针尖端增加的距离平均值不大于 5.0mm 时，即认为水泥安定性为合格。

压蒸法：由于氧化镁引起的安定性不良时，可采用压蒸法，按我国现行试验法是将水泥制成净浆试体，经压蒸，膨胀率不超过 0.5%则认为合格

水泥强度试验：

强度是水泥技术要求中最基本的指标，它直接反映了水泥的质量水平和使用价值，水泥强度测定时，可以将水泥制成水泥净浆，水泥砂浆，水泥混凝土试件来检验其强度，净浆法只能反映水泥将浆的内聚力，未能反映水泥浆对砂石材料的胶结力，与水泥在混凝土中实际使用情况有差距，因此通常不采用此方法，混凝土法虽可较好地反映水泥在使用中的实际情况，但砂石材料条件不统一，并且会增加检验工作的复杂性，我国采用水泥胶砂来评定水泥的强度。

砂：

筛析试验：就是将集料试样用一整套规定筛孔尺寸的标准筛，筛分为各种不同粒径范围的集料，然后求得各筛上得存留得集料质量，根据其存留质量和总质量即可求出分计筛余百分率，累计筛余和通过筛分率等级配参数。通过以上参数求得粗度，粗度是评价砂粗细程度的一种指标，通常用细度模数表示，细度模数亦称细度模量，是各号筛的累计筛余百分率之和除以 100 之商，细度模数

$$\mu_f = \frac{0.50 \sum A_i}{\frac{0.16}{100}}$$

$$=1/100 (A_{2.5}+A_{1.25}+A_{0.63}+A_{0.315}+A_{0.16})$$

当砂中含有大于 5mm 颗粒则按下列公式

$$\mu_f = \frac{(A_{2.5}+A_{1.25}+A_{0.63}+A_{0.315}+A_{0.16}) - 5A_5}{100 - A_5}$$

细度模数愈大，表示砂愈粗，我国现行规定砂的粗细按细度模数可分为三级：

μ_f 在 3.7~3.1 为粗砂

μ_f 在 3.0~2.3 为中砂

μ_f 在 2.2~1.6 为细砂

细度模数的数值决定于 0.16mm 和 2.50mm 筛 5 个粒径的累计筛余量。I 区砂属于粗砂范畴，有 I 区砂配置同时，应较 II 区砂采用较大的砂率，否则新拌混凝土的内摩擦阻力大，保水性差，不易捣实，II 区砂是中砂和一部分偏粗的细砂组成，III 区砂是细砂和一部分的偏细的中砂组成，当应用 III 区配制混凝土时，应较 II 区采用较小的砂率，因应用

含泥量试验

由于细集料中含有妨碍水泥水化或能降低集料与水泥粘附性，以及能和水泥水化产物产生不良化学反映的物质，砂子中含有泥，它会妨碍集料和水泥净浆的粘结，影响混凝土的强度和耐久性，

混凝土强度等级	含泥量	泥块含量
≥30	≤3.0	≤1.0
<30	≤5.0	≤2.0

石料

筛析试验：

为了获得更高、高强的混凝土，并能节约水泥要求粗细集料组成的矿质混合料要有良好的级配，矿质混合料的级配首先取决于粗集料的级配，混凝土用粗集料的级配采用连续级配或间断级配均可。

粗集料中公称粒级的上限称为该粒级的最大粒径，新拌砼随着最大粒径的增大，单位用水量相应地减少，在固定的用水量和灰水比的条件下，加大最大粒径，可获得较好的和易性，或减少灰水比而提高砼的强度和耐久性，通常在结构允许下，尽量加大粒径，以节约水泥。

粗集料的粒型接近正方形为佳，不宜含有较多的针状或片状的颗粒，

砼用粗集料针片状颗粒含量限值

砼强度等级	≥ 30	< 30
针片状颗粒含量（%）	15	25

压碎值试验：

为了保证砼的强度，要求碎石必须有一定的强度，以石料压碎值来体现，

岩石品种		砼强度	碎石压碎值不大于（%）
碎石	沉积岩	C55~C40	10
		$\leq C35$	16
	变质岩或深成浆岩	C55~C40	12
		$\leq C35$	20
	喷出岩浆岩	C55~C40	13
		$\leq C35$	30
	卵石	C55~C40	12
		$\leq C35$	16

含泥量试验：

粗集料中的泥或 泥块，它对砼强度和耐久性和砂一样，

砼强度等级	含泥量	泥块含量
≥ 30	≤ 1.0	≤ 0.5
< 30	≤ 2.0	≤ 0.7

钢筋

钢筋抗拉试验：

检验钢筋的抗拉强度，因为砼只能承受受压，而钢筋在钢筋砼中承受拉，故此钢筋抗拉强度必须合格。

冷弯试验

钢筋在冷的状态下进行弯曲试验，以表示其承受弯曲成的角度及形状的能力，该试验是检验钢筋钢筋冷弯中，是否有裂纹，起层或断裂等情况，

1. 5. 材料准备

1. 6. 各种图表. 报表. 施工表格

按施工惯例准备下列图表,“六图”为施工平面布置图,纵断面布置图,气象图,施工计划网络图,组织机构人员设置图,方针目标展开图;“四表”:施工进度计划表,材料进场一览表,机械设备使用一览表,出勤表。

1. 7. 场地布置的基本原则

- 1. 节约用地,尽可能利用原有建筑物;尤须注意少占农田面积。
- 2. 施工场地应布置在施工期内不会受水淹没和不受沟谷山洪威胁之处。
- 3. 施工场地布置应做到方便,合理,运输和装卸时间与费用。力求来料,加工直至成品堆放,形成流水作业。运距愈短愈好,大型或笨重的机具,材料,构件,尽可能放在使用地点。
- 4. 注意卫生福利条件,满足职工的生活,文化娱乐的要求和必要的医疗急救设施。
- 5. 施工场地布置时,对易燃,易爆等危险品的存放地点应符合安全和消防的有关规定和要求。
- 6. 根据场内运输要求,合理布置临时道路(便道),并充分考虑到场内过河运输问题,区别不同情况采用便桥.索道或渡船来解决。

当然,在实际施工中,不可能有满足所有条件的施工场地,而应根据情况,结合上述原则,因地制宜加以布置。

1. 8. 桥涵施工放样

概述

以往测设曲线的方法很多都是采用传统的作法随着高等级公路侧设方法的改进,光电测距、全站仪和电子计算机的应用,曲线的测设方法也随之改进。

现在高速公路测设是先沿初步选定的路线,建立测量控制,测绘大比例尺带状地形图,在图上定线进行初步设计,然后把图上定好的路线,以测图时布设的导线为基准放到实地上。

桥涵施工准备阶段及施工过程中,测量工作主要有:

- 1. 根据桥涵的形式、跨径及设计要求的施工精度,确定利用原设计网点加密或重新布设控制网点。
- 2. 补充施工需要的水准点、桥涵轴线、墩台控制桩。

以下分平面水准控制测量及质量要求,坐标法计算原理,施工放样三个部分加以介绍。

第一部分 平面、水准控制测量及质量要求

- 1、平面控制网可采用三角测量、导线测量
三角测量、导线测量的等级的确定应符合表 1 的规定:

表 (1)

等级	桥位控制测量
二等三角	>5000m 的特大桥
三等三角	2000-5000m 的特大桥
四等三角	1000-2000 的特大桥
一级小三角	500-1000 的特大桥

二级小三角	<500 的大、中桥
-------	------------

表 2：导线及图根导线的主要技术要求

等级	测角中误差 (")	方向角闭 合差 (")	符合导线 长度 (km)	平均边长 (m)	测距中误 差 (mm)	全长相对 误差
一级	±5	$\pm 10 \sqrt{n}$	3. 6	300	±15	1: 1.4 万
二级	±8	$\pm 16 \sqrt{n}$	2. 4	200	±15	1: 1 万
三级	±12	$\pm 24 \sqrt{n}$	1. 5	120	±15	1: 0.6 万
图 根	±30	$\pm 60 \sqrt{n}$				1: 0.2 万

2、平面控制网三角测量。

三角网的基线不应少于 2 条，依据当地条件，可设于河流的一岸或两岸，基线的一端应与桥轴线连接，并尽量近于垂直，当桥轴线较长时，应尽可能两岸均设基线，长度一般不小于桥轴线的 0.7 倍。困难地段不小于 0.5 倍，设计单位布设的基线桩精度够用时应予以利用。三角网的所有角度宜布设在 30° -120° 之间，困难情况下不应小于 25° 。

1)、三角测量的技术要求应符合表 3~表 6 的规定：

表 3 三角测量的技术要求

等级	平均边 长(km)	测角中的误 差 (")	起始边边长 相对中误差	最弱边边长 相对中误差	测回数			三角形最大 闭合差 (")
					DJ ₁	DJ ₂	DJ ₆	
二等	3.0	±1.0	≤1/250000	≤1/120000	12			±3.5
三等	2.0	±1.8	≤1/150000	≤1/70000	6	9		±7.0
四等	1.0	±2.5	≤1/100000	≤1/40000	4	6		±9.0
一级小三角	0.5	±5.0	≤1/40000	≤1/20000		3	4	±15.0
二级小三角	0.3	10	≤1/20000	≤1/10000		1	3	±30.0

表 4 水平角方向观测法的技术要求

等级	仪器 型号	光学测微器两次重 合读数之差 (")	半测回归零差 (")	一测回中 2 倍照 准较差 (")	同一方向值各测回较 差 (")
四等及以 上	DJ ₁	1	6	9	6
	DJ ₂	3	8	13	9
一等及以 下	DJ ₂	—	12	18	12
	DJ ₆	—	18	—	24

注：当观测方向的垂直角±3° 时，该方向一测回中 2 倍照准差较差，可按同一观察时段内相邻测回同方向进行比较。

表 5 测距的主要技术要求

平面控制 网等级	测距仪精 度等级	观测次数		总测回数	一测回读数 较差 (mm)	单程各测回 较差 (mm)	往返 较差
		往	返				
二、三等	I	1	1	6	≤5	≤7	≤ $\sqrt{2}$ (a+b× D)
	II			8	≤10	≤15	
四等	I	1	1	4~6	≤5	≤7	
	II			4~8	≤10	≤15	
一级	II	1	—	2	≤10	≤15	

	III			4	≤ 20	≤ 30	
二级	II	1	—	1~2	≤ 10	≤ 15	
	III			2	≤ 20	≤ 30	

注：测回是指照准目标 1 次，读数 2-4 次的过程；

1. 标称精度中的固定误差 (mm)；
2. 标称精度中的比例误差系数 (mm/km)；
- 1) 测距长度 (km)。

表 6 测量精度等级

测距仪精度等级	每公里测距中误差 m_D (mm)	
I 级	$m_D \leq 5$	$m_D = \pm (a + b \times D)$
II 级	$5 \leq m_D \leq 10$	
III 级	$10 < m_D \leq 20$	

2) 三角网平差一般按角度的条件平差为主，平差计算结束后，验算精度应符合表 4 的规定。

1. 三角网测角中误差按下式计算

$$m_\beta = \sqrt{(WW) / 3n}$$

式中： m_β ——测角中误差 (″)

W ——三角形闭合差 (″)

n ——三角形的个数

2. 测边单位权中误差按下式计算

$$\mu = \sqrt{(Pdd) / 2n}$$

式中： μ ——测边单位权中误差；

d ——各边往、返距离的较差 (mm)，应不超过按仪器标称精度的极限值 (2 倍)；

n ——测距的边数；

P ——各边距离测量的先验权，其值为 $1/\delta_D^2$ ， δ_D 为测距的先验中误差，可按测距仪的标称精度计算。

3. 任一边的实际测距中误差按下式计算

$$m_{Di} = \mu \sqrt{1/P_i}$$

式中： m_{Di} ——第 i 边的实际测距中误差 (mm)；

P_i ——第 i 边距离测量的先验权；

μ ——测边单位权中误差。

当网中的边长相差不大时，可按下式计算平均测距中误差

$$m_p = \sqrt{dd/2n}$$

m_p ——平均测距中误差

3、桥位测量的精度要求

表 7 桥轴线相对中误差

测量等级	桥轴线相对中误差
二等	1/130000
三等	1/70000
四等	1/40000
一级	1/20000
二级	1/10000

2、高程控制测量

1)、水准测量等级确定应符合下列要求：2000m 以上的特大桥一般为三等，1000—2000m 以上的特大桥为四等，1000m 以下的桥梁为五等，水准测量的等级划分及主要技术要求见表 8

表 8 水准测量的主要技术要求

等级	每公里高差中数中误差 (mm)		水准仪的型号	水准尺	观测次数		往返较差,附和或环线闭合差 (mm)
	偶然中误差 M_{Δ}	全中误差 M_W			与已知点联测	附和或环测	
二等	± 1	± 2	DS ₁	因瓦	往返各一次	往返各一次	$\pm 4\sqrt{L}$
三等	± 3	± 6	DS ₁	因瓦	往返各一次	往一次	$\pm 12\sqrt{L}$
			DS ₃	双面		往返各一次	
四等	± 5	± 10	DS ₃	双面	往返各一次	往一次	$\pm 20\sqrt{L}$
五等	± 8	± 16	DS ₃	单面	往返各一次	往一次	$\pm 30\sqrt{L}$

2)、水准测量精度计算应符合表 9 的规定

1. 高差偶然中误差 M_{Δ}

$$M_{\Delta} = \sqrt{(1/4n) / (\Delta \Delta / L)}$$

式中: M_{Δ} ——高差偶然中误差;

Δ ——水准路线测段往返高差不符值 (mm);

L ——水准测段长度 (km);

n ——往返测的水准路线测段数。

2. 高差全中误差 M_W

$$M_W = \sqrt{(1/N) (WW/L)}$$

式中: M_W ——高差全中误差 (mm);

W ——闭合差 (mm);

L ——计算各闭合差时相应的路线长度 (km);

N ——附和路线或闭合路线环的个数。

3. 特大、大、中桥施工时设立的临时水准点, 高程偏差 (Δh) 不得超过下式计算的值:

$$\Delta h = \pm 20\sqrt{L}$$

式中: L ——水准点间距离 (km)。

对单跨跨径 $\geq 40m$ 的 T 形刚构, 连续梁、斜拉桥等的偏差 (Δh) 不得超过下式的计算:

$$\Delta h_1 = \pm 10\sqrt{L}$$

在山丘区, 当平均每公里单程测站多于 25 站时, 高程偏差 (Δh) 不得超过下式的计算:

$$\Delta h_2 = \pm 4\sqrt{n}$$

第二部分 坐标法计算原理

如图 , 以大地坐标系为计算坐标, Jd_{i-1} , Jd_i , Jd_{i+1} 为某高等级公路部分中线在坐标系中的位置。

1. 路线交点坐标、曲线要素、元素和主点桩号的计算

1. 路线交点的坐标，此项设计部门直接给定。
2. 交点转角的计算，可用交点的坐标反求路线的方位角 $\alpha_{(i-1)-I}$ ， $\alpha_{i-(i+1)}$ ，然后根据路线方位角求路线转角 α 。

$$\alpha = \alpha_{i-(i+1)} - \alpha_{(i-1)-I}$$

当 $\alpha_{i-(i+1)} > \alpha_{(i-1)-I}$ 时，为右转角 α_y ；

当 $\alpha_{i-(i+1)} < \alpha_{(i-1)-I}$ 时， α 为右转角 α_z ；

3. 计算 JD_i 的缓和曲线要素，即切线角 β_0 ，内移值 p ，切线增长值 q 。

$$\beta_0 = 28.6479 \times l_s / R \text{ (度)}$$

$$p = l_s^2 / 24R$$

$$q = l_s / 2 - l_s^2 / 240R^2 \approx l_s / 2$$

4. 计算缓和曲线元素，即 T_H ， L_H ， E_H ， D_H

$$\text{切线长 } T_H = (R+p) \tan(\alpha/2) + q$$

$$\text{曲线长 } L_H = R(\alpha - 2\beta_0) \pi / 180 + 2l_s$$

$$\text{外失距 } E_H = (R+p) \sec(\alpha/2) - R$$

$$\text{切曲差 } D_H = 2T_H - (2l_s - 2R\beta_0 \pi / 180)$$

5. 计算缓和曲线的主点桩号，即 ZH ， HY ， QZ ， YH ， HZ 。

$$\text{直缓点 } ZH = JD - T_H$$

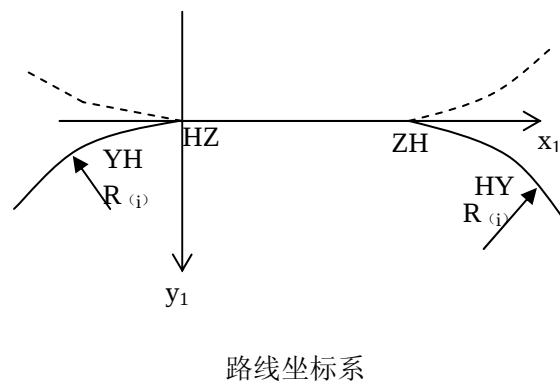
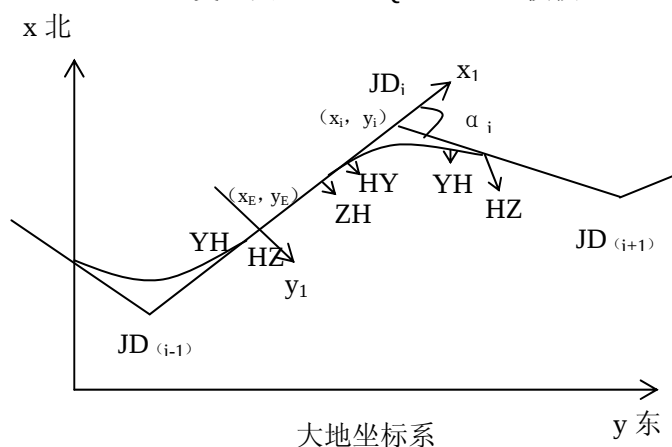
$$\text{缓圆点 } HY = ZH + l_s$$

$$\text{圆缓点 } YH = HY + L$$

$$\text{缓直点 } HZ = YH + l_s$$

$$\text{曲中点 } QZ = HZ - L_H / 2$$

$$\text{交点 } JD = QZ + D_H / 2 \text{ (校核)}$$



2. 计算路线上任一点在路线坐标系中的坐标

1、路线坐标系是以各曲线的缓直点 HZ 为坐标原点（圆曲线的 YZ 为原点）。缓直点的切线方向为纵轴 X_1 （路线前进方向为正），纵轴的垂直方向为横轴 Y_1 ，建立路线坐标系，全线共有 $N+1$ 个（ N 为交点数）路线坐标系。第一个坐标原点取在起点处，最后一个坐标原点取在最后一个曲线的缓直点上。如图 每个路线坐标系的计算范围为它所在曲线 YH 点至下一个曲线的 YH 点。

2. 计算路线上任一点在路线坐标系中的坐标

- (1)、当计算点在 YH 点至 HZ 点之间时

$$X_1 = -(l - l^5 \times l_{si}^2 / 40R_i)$$

$$Y_1 = \pm (l^3 / 6R_i l_{si} - l^7 / 336R_i^3 l_{si}^3) \quad (i=1, 2, 3, \dots, N)$$

（图中实线路线取“+”，虚线路线取“-”，下同）

式中：l——计算点至 HZ 点的距离。

- (2)、当计算点在 ZH 点至 ZH 点之间时

$$X_1=S$$

$$Y_1=0$$

式中：S——计算点至 HZ 点的距离。

- (3)、当计算点在 ZH 点至 HY 点之间时

$$X_1=l-l^5/40R^2_{(i+1)}l^2_{s(i+1)}+ZH_{i+1}-HZ_i$$

$$Y_1=\pm (l^3/6R_{(i+1)}l_{s(i+1)}-l^7/336R^3_{(i+1)}l^3_{s(i+1)})$$

式中：l——计算点至 ZH 点的距离。

- (4)、当计算点在 HY 点至 YH 点之间时

$$X_1=q+R_{(i+1)} \times \sin \phi + ZH_{i+1}-HZ_i$$

$$Y_1=\pm (p+R_{i+1} \times (1-\cos \phi))$$

式中：q——切线增长值

$$\phi = (ls_{(i+1)} + 2l) / 2R_{(i+1)}$$

p——内移值

l——计算点至 HY 点的距离。

3. 计算路线上任一点在大地坐标系中的坐标

1. 路线坐标原点在计算坐标系中的坐标

$$X_E=X_i+T_i \times \cos \alpha_{i-(i+1)}$$

$$Y_E=Y_i+T_i \times \sin \alpha_{i-(i+1)}$$

式中：X_E、Y_E——缓直点的坐标

α_i ——路线方位角

2. 路线任一点在大地坐标系中的坐标

由于路线坐标系相对于大地坐标的转角 γ 即路线方位角 $\alpha_{i-(i+1)}$ ，则可按下式进行坐标换算，求得路线点在大地坐标系中的坐标

$$X=X_E+X_1 \cos \gamma - Y_1 \sin \gamma$$

$$Y=Y_E+Y_1 \sin \gamma + X_1 \cos \gamma$$

式中：X_E、Y_E——路线原点的大地坐标

X₁、Y₁——路线上任一点的路线坐标

第三部分 施工放样

由于已经建立了桥涵施工的临时平面控制网，高程控制点，构造物的每一细部点坐标的可计算性，通过使用全站仪，就可以得到任一所求的位置。

(一)、桥梁墩台位置测定

如图：通过以上的介绍，我们可以计算出 O 点的大地坐标系中的坐标，现在求 1[#]桩的坐标：

$$X_1=X_0+b \cos (\alpha \pm \theta)$$

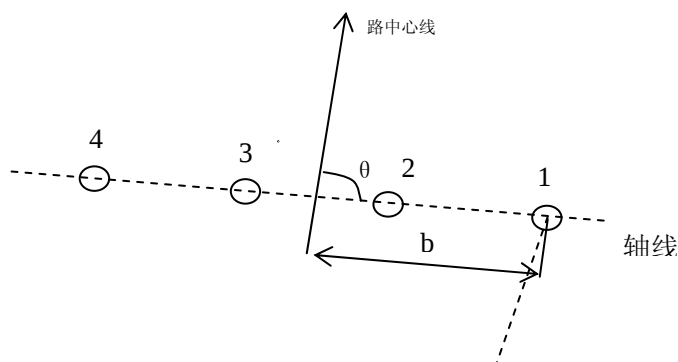
$$Y_1=Y_0+b \sin (\alpha \pm \theta)$$

注：X₁、Y₁为 1[#]桩中心坐标

X₀、Y₀为路中心线与桩位轴线的交点

α ——O 点的方位角

θ ——轴线与路前进方向的交角，向左转时为“-”，向右转时为“+”。



现将全站仪立于 B 点，瞄准 A 点定向，设置测站后输入 1#桩点坐标 (X₁, Y₁)，然后旋转至 0° 00′ 00″ 指挥持杆人员走到此方向，测距至基本接近点位时为至，然后立站标，通此指挥精确定位，这样就求出了所要得到的点位，根据实际情况订木桩或钢钉等。然后测量高程。

此法同样用于桥台、涵洞、基础等的放样。

桥（涵）台锥坡放样

桥涵台锥坡一般在平面上呈 1/4 椭圆形，立面呈锥体，其边坡根据路堤填土高低有两种或只有一种，按规定小于 6 米只设一种边坡，大于 6 米就需要设两种边坡，底层较缓，上层可以较陡，锥体护坡放样，先求出坡脚椭圆的轨迹线，测设到地面上，其放样方法较多，现介绍几种：

(一)、 对角线上量曲线坐标法：如图（a）

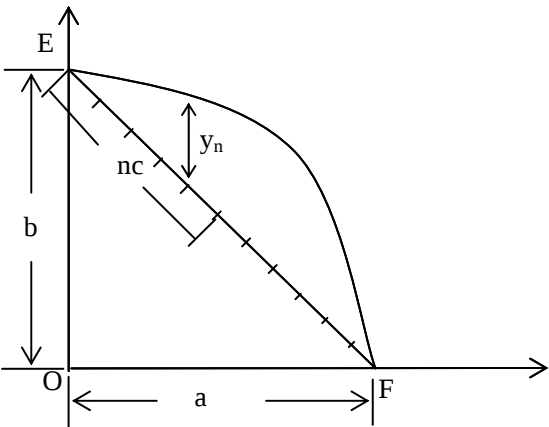


图 a

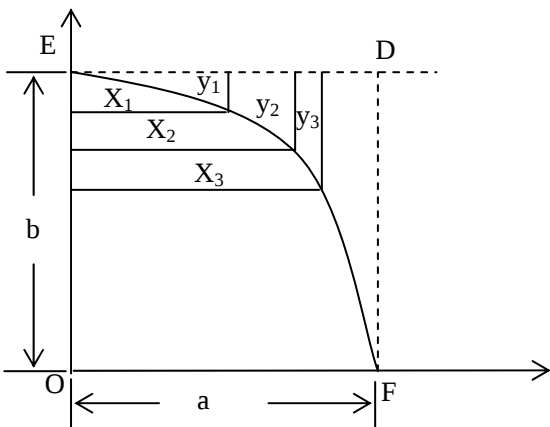


图 b

以 EF 连线为基线，分 EF 线为 10 等分，在此线上由 E 点量出 nc 距离，并在平行于 OE 轴线方向量 y_n 值得 P_n 点。
y_n=b (√(1-h²)+n-1)，用同样方法定出各点，连成曲线如图 a，曲线上各点的坐标值如下表：

距 E 点 距 离	0.1c	0.2c	0.3c	0.4c	0.5c	0.6c	0.7c	0.8c	0.9c	0.95C	F
纵向 y _n	0.095b	0.180b	0.254b	0.317b	0.366b	0.400b	0.414b	0.400b	0.336b	0.262b	0

E 和 F 为两固定点，方向准确，易于放样。

(二)、 椭圆曲线外侧量距法：在桥涵挖基础筑时，有时将弃土堆在锥坡内心上，E 和 F 两点不易联上，就在椭圆曲线外侧即在 OX 轴对面的平行线 ED 上按直角坐标值测定曲线上各点，如图 b，其值如下表：

等分 n 值	1/10	2/10	3/10	4/10	5/10	6/10	7/10	8/10	9/10	9.5/10	10/10
横坐标	X ₁	X ₂	X ₃	X ₄	X ₅	X ₆	X ₇	X ₈	X ₉	X _{9.5}	a
X 值	0.1a	0.2a	0.3a	0.4a	0.5a	0.6a	0.7a	0.8a	0.9a	0.95a	a
纵坐标	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅	y ₆	y ₇	y ₈	y ₉	y _{9.6}	b
Y 值	0.005b	0.020b	0.046b	0.083b	0.134b	0.200b	0.286b	0.400b	0.564b	0.688b	b

斜桥锥坡放样

(一)、定曲线坐标值：知斜桥的斜角，从下表中找出相应的系数 c。

桥梁斜角 α	8°	16°	21°	25°	28°	30°
系数 c=sec α	1.01	1.04	1.07	1.11	1.13	1.15

与长轴 a 相乘得 ED 线上距 E 点的长度为 X，其各点坐标值如下表：

等分点	1/10	2/10	3/10	4/10	5/10	6/10	7/10	8/10	9/10	9.5/10	10/10
距 E 点长度值 X	0.1ac	0.2ac	0.3ac	0.4ac	0.5ac	0.6ac	0.7ac	0.8ac	0.9ac	0.95ac	ac
纵向 y 值	0.005b	0.020b	0.046b	0.083b	0.134b	0.200b	0.286b	0.400b	0.564b	0.688b	b

第二部分 桥梁基础工程

2. 1. 明挖基础

坑顶面应该设置防止地面水流入基坑的设施，如截水沟、挡水坝等。基坑顶面有动荷载时，坑顶也与动荷载间应留有不小于 1m 宽的护道，如动荷载过大增宽护道如工程地质和水文地质不良，应采取加固措施，基坑坑壁坡度不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，或根据设计要求进行支护，设计有要求时，应结合实际情况选择适当的支护方案。

一、不需加固坑壁的基坑

- 1、在干涸无水，或者有水但能够排出的地方。坑壁可不加固
- 2、地下水位低于基底，或渗透量小，不影响对抗壁的稳定且深度不大开挖量不大的基坑，在开挖时无须对抗壁特别加固，只须放坡或加设台阶即可，甚至可以考虑坑壁垂直。
- 3、当基坑为渗水的土质基底时，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要基坑大小而定。一般基底应比基础的平面尺寸增宽 0.5-1.0m，如不设模板时，可按基础底的尺寸开挖基坑。
- 3、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，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、当基坑有地下水时，地下水位以上部分可以放坡开挖。

基坑放坡可参照下表：

坑壁土质	坑壁坡度		
	基坑顶缘无载重	基坑顶缘有静载	基坑顶缘有动载
砂类土	1: 1	1: 1.25	1: 1.5
碎、卵石类土	1: 0.75	1: 1	1: 1.25
亚砂土	1: 0.67	1: 0.75	1: 1
亚黏土	1: 0.33	1: 0.5	1: 0.75
黏土夹有石块	1: 0.25	1: 0.33	1: 0.67
硬质页岩	1: 0	1: 0.1	1: 0.25

岩石	1: 0	1: 0	1: 0
----	------	------	------

5、基坑不可长期暴露，当采用机械开挖时坑底应保留不少于 30CM 的厚度，在浇筑混凝土前，再用人工挖至基底标高。

二、加固坑壁的基坑

当基坑土质不易稳定，并有地下水影响或者放坡开挖工程量过大又或者受场地限制时，应考虑加固坑壁。坑壁支撑主要形式有：木挡板支撑坑壁，混凝土护壁等形式。方形基坑一般采用木挡板，圆形或椭圆形基坑一般采用细石速凝混凝土支持护壁。限于篇幅，此处就不展开来叙述了，具体施工时参阅有关资料。

三、水中挖基

桥梁墩台位于地表水位以下时，或处于河流中，基础常采用的施工方法有围堰和改河。

当受场地限制无法进行河流改道时一般采用围堰的方法。根据水深、流速地质情况基础形式进行选择围堰形式，详见 2.4 围堰一节。围堰必须达到如下要求：

- 1、围堰顶必须高出施工期间最高水位 50~70CM。
- 2、围堰外形应适应水流的排泄，不应过多地压缩过水断面，堰身必须具有足够的强度刚度和稳定性，保证其在使用期间不至发生破裂、滑动、或倾覆
- 3、应尽量减少渗漏，以减轻排水工作。对围堰外围边坡的冲刷和筑围堰后引起的河床冲刷均应有防护措施。
- 4、围堰施工最好选择水量不大的时机进行。

四、 明挖基础的混凝土浇筑

基础混凝土浇筑严禁进水，基坑内有水必须设法排出，不许用混凝土将水赶出模板外的方法，基础边缘部分应严密隔水，水下部分必须等到初凝后才允许浸水。

2. 2. 钻孔灌注桩基础

概述

钻孔灌注桩是指用钻孔机具在土中钻进边破碎土体，边土渣面成孔，然后在孔内放入钢筋骨架，灌注砼面形成的桩。

一、 钻孔方法的种类与原理

常见的钻孔方法有以政几种：

1. 正循环旋转钻进成孔

正循环旋转钻进成孔是利用钻具的旋转切削土体钻进，在钻进的同时，泥浆泵将泥浆压进泥浆笼头，通过钻杆中心人钻头喷入钻孔内，泥浆挟带钻渣沿钻孔上升，从护筒顶部排浆孔排出至沉淀地，钻渣在此沉淀而泥浆仍进入泥浆地循环使用，连续钻进至设计标高而成孔。

2. 反循环旋转钻进成孔。

2. 反循环旋转钻进成孔

反循环旋转钻进成孔与正循环相同的成孔原理，只是泥浆循环程序正好与正循环相反，它是将泥浆用泥浆泵送

至钻孔内，然后由真空泵或空气吸泥机将泥浆与钻渣从钻杆下口吸进，通过钻杆中心排出到沉淀池，泥浆沉淀后再循环使用。

3、冲击钻进成孔

利用钻锥（重为 10—35KN）不断地提锥、落锥反复冲击孔底土层，把土层中的泥砂、石块挤向四壁或打成碎渣，钻渣悬浮于泥浆中，利用掏渣筒取出。重复上述过程冲击钻进成孔。

常见的钻孔方法还有冲抓钻进成孔，潜水钻机钻进成孔，空心锥冲击钻进成孔，振动钻孔机成孔，人工推钻和机动推钻成孔等方法，但最常用的是前三种方法，本章节所有工艺方法均是指前三种而言。

二、各种钻孔方法适用范围及优缺点

1、正反循环旋转钻进成孔

由于旋转钻进成孔的施工方法受到机具和动力的限制，一般适用于较细，软的土层，如各种塑状的粘性土、砂土夹少量粒径小于是 100—200mm 的砂卵土层，在实际施工中，利用反循环钻机也有钻进风化和弱风化的泥岩中。

正循环适用于孔径 80—160cm、孔深在 30—100m 的桩，而反循环适用 于在 80—120cm、孔深在 35—65m 的桩。

正反循环的共同优点是钻进与排渣同时连续进行，不象其它所有的钻进方法，在钻进时不能排渣，排渣时不能钻进。所以在适用土层中较其它钻进方法钻孔速度快的多。它们共同缺点是需要设置泥浆槽、沉淀池、储浆池等。施工地点占地较大，需用大量水和泥浆原料。

在正反循环中，由于泥浆流向不同，所以，正循环的护壁效果较反循环要好。反循环坍孔的可能性较正循环大。但由于反循环钻进速度快，所以在实际施工中，只要不是粉砂等特别土质都会采用反循环方法。

2、冲击钻进成孔

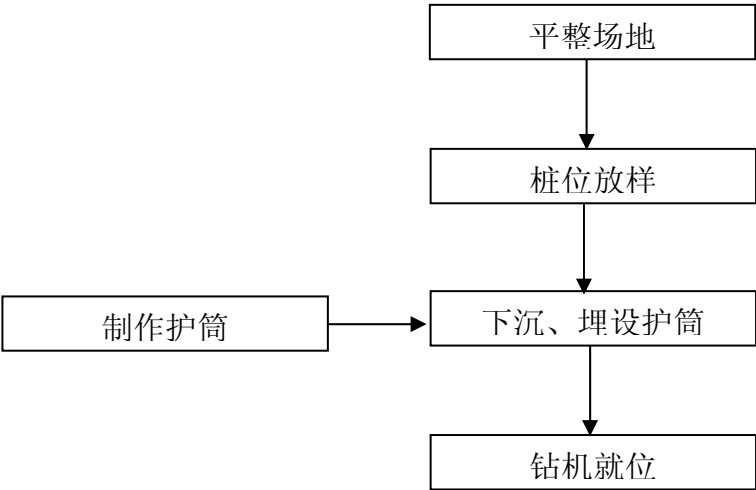
冲击钻的优点是适用土质广泛，可谓“无坚不摧”。其对于含有漂卵石、大块石的土层及岩层，首选方法即是冲击钻。同时冲击锥在下冲时，有些钻渣可被挤入孔壁。可起加强孔壁防止坍孔，并增加土层与桩间的侧摩阻力作用。其缺点是钻普通土时，进度比其它方法都慢，另外冲击钻还有其它用途。在后文中再述。

冲击钻适用的孔径为 80—200cm。孔深为 50m。

第一节 钻孔灌注桩准备工作

一 施工工艺流程

钻孔灌注桩的施工有很多工序。因成孔方法的不同和现场情况各异，施工工艺流程也不会完全相同。在同时进行几根桩施工时，要注意它们之间的密切配合，避免互相干扰和冲突。同时要保证钻孔、灌注机具有足够的场地，基本工艺流程如下图所示：



二. 场地准备工作

钻孔场地的平面尺寸应按桩基设计的平面尺寸, 钻机数量和钻机底座平面尺寸, 钻机移位要求, 泥浆池位置, 泥浆槽走向, 施工方法及其它配合施工机具设施布置等情况决定。

施工场地或工作平台的高度应考虑施工期间可能出现的高水位或潮水位, 并高出其上 0.5—1.2m。

施工场地应按以下不同情况进行整理:

- (一) 场地为旱地时, 应平整场地, 清除杂物, 换除软土, 夯打密实。钻机底座不宜直接置于不坚实的填土上, 应垫枕木加以稳固, 以免产生不均匀沉陷。
- (二) 场地为陡坡时, 可用机械、木挑架搭设坚固稳定的工作平台。
- (三) 场地为浅水时, 应采用筑岛方法。当水面深, 流进不大, 不影响群众利益, 根据技术经济比较, 采取截流或临时改流方案有利时, 也可改水中钻孔为旱地钻孔
- (四) 场地为深水时, 可搭水上工作平台, 工作平台可用木桩, 钢筋砼桩基桩, 顶面由纵横梁、支撑架搭设。平台要有足够的强度支钻孔机具, 灌注机具的重量; 也要有足够的刚度, 保持稳定, 并考虑洪水季节能使钻机顺利进入和撤出场地。
- (五) 场地在深水中, 水流较平稳时, 也可将施工平台架设在浮船上, 就位锚固稳定后在水上钻孔。

三 护筒

1、护筒的作用

护筒有固定桩位，引导钻锥方向，隔离地面水免其流入井孔，保护孔口不坍塌，并保证孔内水位（泥浆）高出地下水位，或施工水位。一定高度，形成静水压力（水头），以保护孔壁不致坍塌等作用。

2、护筒要求：护筒内径应比钻孔桩设计直径大。一般应加大 20—30cm 护筒 的种类有多种，但现在施工中多用用钢护筒，一般用 3—5mm 钢板制作。钢护筒坚固耐用，重复使用次数多，用料较省，在无水河床、岸滩和深水中都可使用。

3、护筒埋设

护筒埋设工作是钻孔灌注桩施工的开端。护筒埋设质量对成孔，成桩的质量都有重大影响。护筒埋设时，护筒中心轴线正测量标定的桩位中心，其偏差应小于 5cm；并应严格保持护筒的竖直位置。护筒周围和护筒底脚应夯实紧密，不透水。入水口周围直接受水（泥浆）的冲刷，极易将护筒周围填土淘走，而导致护筒底漏水，严重时可能造成孔口坍塌事故。因而入水口周围必须要注意，可用丝口袋装土夯实等方法来加固。并在钻孔过程中随时检查护筒周围是否有裂缝，发现问题及时处理。

护筒顶面标高应高出地下水位和施工最高水位 1.5—2.0m 在无水地层钻孔，因护壁顶部没有溢浆口，因此筒顶也应高出地面 0.2—0.3m。

护筒底面应低于施工最低水位。

四 泥浆

泥浆在钻孔中的作用是：1）在孔内产生较大的悬浮液压力可防止坍孔；2）泥浆向孔外土层渗漏，在钻进过程中，由于钻头的活动，孔壁表面形成一层胶泥，具有护壁作用，同时将孔内外水流切断，能稳定孔内水位；3）泥浆比重大，具有浮渣作用，利于钻渣的排出。因此在钻孔过程中，孔内应保持一定稠度的泥浆，一般比重以 1.1—1.3 为宜。在冲击钻进大卵石层时可用 1.4 以上，粘度为 10—25S，含砂率小于 6%。在较好的粘土层中钻孔，也可灌入清水，使钻孔时孔内自造泥浆，达到固壁效果。调制泥浆以粘土塑性指数不宜小于 15。

调制泥浆时，可将粘土或膨润土倒入泥浆池中，用人工搅拌。但在施工实际中，经常是将粘土或膨润土直接倒入井孔内，钻机开机但不进尺或缓慢进尺，来完成制造泥浆并护壁的过程，直至泥浆的各项指标均达到要求，再正常进尺钻进。

第二节 清孔

一清孔的目的

清孔的目的是抽换孔内泥浆，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淀土而降低桩的承载力。其次，清孔还为灌注水下砼创造良好条件，使测深正确，灌注顺利。

终孔检查后，应迅速清孔，不得停歇过久，使泥浆钻渣沉淀增多，造成清孔工作的困难甚至坍孔。清孔后应在最短时间内灌注砼。

二、清孔的方法

清孔方法应根据设计要求，钻孔方法，机具设备和土质情况决定。

1、抽浆法。

抽浆清孔比较彻底，适用于各种钻孔方法的摩擦桩、嵌岩桩。但孔壁易坍塌的钻孔使用抽浆法清孔时，操作要注意防止坍孔。

1）用反循环钻孔时，可在终孔后停止进尺，利用钻机的反循环系统的泥浆泵持续吸渣 5—15 分钟左右，使孔底钻渣清除干净。

2）以导管作为吸泥泵的吸浆管清孔，清孔完毕，将特制弯管拆除即可开始灌注水下砼，争取时间。

2、换浆法

正循环终孔后，用 1.1—1.25 比重的纯泥浆中迅速压进孔内，把孔内悬浮钻渣较重的泥浆换出。其方法最适宜正循环钻孔。

3、喷射清孔法

本方法是在灌注砼前对孔底进行高压射水或射风数分钟，使沉淀物漂浮后，立即灌注水下砼。常与其它方法清孔后或清孔过程中配合使用。钻孔工作完毕，由于有拆卸钻杆、钻头、下钢筋骨架及导管等工序，沉

淀厚度可能会增大，以致导管无法插至孔底，故常用喷射法，将沉淀层冲起飘浮。但此法在灌注砼后期易使沉淀物增厚，不易测准标高。

此外，还有掏渣、用砂浆置换钻渣清孔法等清孔方法。

三. 孔的质量要求

1. 摩擦桩

清孔后的泥浆指标含砂率 4—8%，比重 1.1—1.25，粘度 18—20S。孔底沉淀土的厚度中，小桥应小于 0.4—0.6 倍桩直径，大桥按 6 设计文件规定。

2. 支撑桩（柱桩，嵌岩桩）

含砂率小于 4% 沉淀度小于 5CM。其它要求同摩擦桩。

第二节 钻孔事故的预防及处理

一. 坍孔

各种钻孔方法都可能发生坍孔事故，坍孔的表征是孔内水位突然下降，孔口冒细密的水泡，出渣量显著增加而不见进尺，钻机负荷显著增加等。

（一）坍孔原因：

1. 泥浆比重不够及其它泥浆性能指标不符合要求，使孔壁未形成坚实泥皮；
2. 由于掏渣后未及时补充水或泥浆，或河水潮水上涨，或孔内出现承压水，或钻孔通过砂砾等强透水层，孔内水流失等而造成孔内水头高度不够；
3. 护筒埋置太浅，下端孔口漏水。坍塌或孔口附近地面受水浸湿泡软，或钻机装置在护筒上，由于振动使孔口坍塌，扩展成较大坍孔。
4. 在松软砂层中钻进，进尺太快；
5. 提住钻锥钻进，回转速度过快，空转时间太长；
6. 冲击（抓）锥或掏渣筒倾倒，撞击孔壁，或爆破处理孔内孤石。探头石。炸药量过大，造成过大振动；
7. 水头太大，使孔壁渗浆或护筒底形成反空孔；
8. 清孔后泥浆比重、粘度等指标降低，用空气吸泥机清孔，泥浆吸趟后未及时补水，使孔内水位低于地下水位，清孔操作不当，供水字咀直接冲刷孔壁，清孔时间过久或清孔后停顿过久。
9. 吊入钢筋骨架时碰撞孔壁。

（二）坍孔的预防和处理

1. 在松散粉砂土或流砂中钻进时，应控制进尺速度，选用较大比重、粘度、胶体率的泥浆。
2. 汛期或潮汐地区水位变化过大时，应采取升高护筒，增加水头，或用虹吸管、连通管等措施保证水头相对稳定；
3. 发生孔口坍塌时，可立即拆除护筒并回填钻孔，重新埋置护筒再钻；
4. 如发生孔内坍塌，判明坍塌位置，回填砂和粘土混合物到坍孔处以上 1—2M，如坍孔严重时，应全部回填，待回填物沉积实后再行钻进；
5. 清孔时应指定专人补水，保证钻孔内必要的水头高度。供水管最好不直接插入钻孔中，应通过水槽或水池使水减速后流入钻孔中，可免冲刷孔壁。应扶正吸泥机，防止触动孔壁。不宜使用过大的风压，不宜超过 1.5—1.6 倍钻孔中水柱压力。如坍孔严重需按前述方法处理；
6. 吊入钢筋骨架时应对准钻孔中心竖直插入。

二. 钻孔偏斜

各种钻孔方法均可能发生钻孔偏斜事故。

（一）偏斜原因：

1. 钻孔中遇有较大的孤石或探头石；
2. 在有倾斜度的软硬地层交界处，岩面倾斜处钻进；或者粒径大小悬殊的砂卵石层中钻进，钻头受力不均；
3. 扩孔较大处，钻头摆动偏向一方；

4. 钻机底座未安置水平或产生不均匀沉陷;

5. 钻杆弯曲, 接头不正。

(二) 预防和处理:

1. 安装钻机时要使转盘、底座水平, 起重滑轮缘、固定钻杆的卡孔和护筒中心三者应在一条竖直线上, 并经常检查校正;

2. 由于主动钻杆较长, 钻动时上部摆动过大。必须在钻架上增设导向架, 控制钻杆上的提引水笼头, 使其沿着导向架向中钻进;

3. 钻杆、接头应逐个检查, 及时调直。主动钻杆弯曲, 要用千斤顶及时调直;

4. 在有倾斜的软、硬地层钻进时, 应吊着钻杆控制进尺, 低速钻进。

按检查钻孔方法, 查明钻孔偏斜的位置和偏斜情况后, 一般可在偏斜处吊住钻头上下反复扫孔, 使钻孔正直。偏斜严重时应回填砂粘土到偏斜处, 待沉积密实后再继续钻进。

三. 掉钻落物

各种钻孔方法均可能发生掉落物事故。

(一) 掉钻落物原因:

卡钻早强提强扭, 操作不当使钢丝绳或钻杆疲劳断裂。钻杆接头不良或滑丝。马达接线错误。不应反转的钻机反转钻杆松脱。冲击钻头合金套灌注质量差钢丝绳拔出。转向环、转向套等接处断开。钢丝绳与钻头联结钢丝绳卡数量不足或松弛等。操作不慎落入扳手撬棍等物。

(二) 预防和处理:

预防措施:

1. 开钻前应清除孔内落物, 零星铁件可用电磁铁吸取较大落物和钻具, 也可用冲抓锥打捞。然后在护筒口加盖;

2. 经常检查钻具、钻杆、钢丝绳和联结装置;

3. 为便于打捞落锥, 可在冲锥上预先焊打捞环, 打捞杠或在锥身上围捆几圈钢丝绳等。

处理方法: 掉钻后应及时摸清情况, 若钻锥被沉淀物或坍孔土石埋住应首先清孔, 使打捞叉、打捞钩、打捞活套、偏钩和钻锥平钩、打捞钳等打捞工具能接触钻锥。

对严重的坍孔埋锥, 可采用比泵锥直径大的冲击锥或冲抓锥将坍在原锥上面的土、石清除掉, 接触原锥后, 再和比原锥直径稍大的栅式圆柱形的空心锥, 冲钻至原锥底部, 使原锥与周围孔壁分离后, 提出空心, 再将前述的打捞钩入孔钩捞, 先将原锥一身扶正, 再用卷扬机会同链滑车同时提拉。

四. 糊钻

糊钻(吸锥)常出现于正反循环回转进和冲击锥钻进。在软塑土层回转钻进, 回进尺快, 钻渣量大, 出浆口堵塞而造成糊钻。预防处理方法: 应控制进尺, 选用刮板齿小、出浆口大的钻锥。若已严重糊钻, 应将钻锥提出孔口, 清除钻锥进行预防措施是减少冲程, 降低泥浆稠度, 在粘土层上回填部分砂、砾石。

五. 扩孔和缩孔

扩孔是孔壁坍塌而造成的结果, 各种钻孔方法均可能发生, 若只孔内局部发生坍塌而扩孔, 钻孔仍能达到设计深度则不必处理, 只是砼灌注量大大增加。若因扩孔后继续坍塌影响钻进, 应按坍孔事故处理。

缩孔原因有二种: 一种是钻锥焊补不及时, 严重磨耗的钻锥往往钻出较设计桩径稍小的孔。另一种是由于地层中有软塑土(俗称橡皮土), 遇水膨胀后使孔径缩小。各种钻孔方法均可能发生缩孔。可采用上下反复扫孔的方法以扩大孔径。

六. 梅花孔

常发生在以冲击锥钻进时。当冲击成十字槽或梅花形状, 即称为梅花孔, 其原因是由于转向装置失灵, 泥浆太稠, 阻力大, 冲击锥不能自由转动, 或冲程太小, 冲锥刚提起又落下, 得不到足够的转动时间, 改换不了冲击位置, 形成梅花孔。

预防的办法: 应经常检查转向装置的灵活性, 选用适当粘度和比重的泥浆, 适时掏渣。用低冲程时, 隔一段时间要更换高一些的冲程, 使冲有足够的转动时间。

出现梅花孔后，可用片、卵石混合粘土回填钻孔重新冲击。

七、卡钻

卡钻也常发生在以冲击钻进时，其原因是由于形成了梅花孔，钻头磨损未及时补焊，孔直径逐渐变小，而新钻头或补焊后的钻头直径过大，冲锥倾倒，遇到探头石或孔内掉入物件卡住钻头。

卡钻后不宜强提，以免发生坍孔埋钻严重事故。可用小冲击锥冲击或用冲。有的方法将卡住钻头周围的钻渣松动后再提出。但宜细心地冲，吸防止坍孔。在打捞过程要继续搅拌泥浆，以防止沉淀埋钻。

八、钻杆折断

常发生在人力、机动推钻和正、反循环回转钻进时。

（一）折断原因：

- 1、用地质或水文地质钻探小孔径钻孔的钻杆来做桥梁大孔径钻孔桩用，其强度、刚度太小，容易折断；
- 2、钻进中选用的转速不当，使钻杆扭转或弯曲折断；
- 3、钻杆使用过久，连接处有损伤或接头磨损过甚；
- 4、地层坚硬，进尺太快，超负荷引起。

（二）预防和处理：

1. 不使用弯曲严重的钻杆，要求连接处丝扣完好，以螺套连接的钻杆接头，要有防止反转松脱的固锁设施。
2. 应控制进尺，遇坚硬、复杂地层要仔细操作；
3. 经常检查钻具各部分的磨损情况，损坏的要及时更换；
4. 如已发生钻杆折断事故，可按前述打捞方法将掉落钻杆打捞上来。并检查原因，换用新或大钻杆继续钻进。

八、钻孔漏浆

在透水性强或有地下水流动的地层中，稀泥浆会向孔外漏失，护筒埋设太浅，回填土不密实或护筒接缝不严密，会在护筒刃脚或接缝处漏浆，也能由于水头过高使孔壁渗浆。

为防止漏浆，可加稠泥浆或倒入粘土慢速转动，或回填土掺片卵石，反复冲击增强扩壁，在有护筒防护范围内，接缝处漏浆，可由潜水工用棉絮堵塞，封闭接缝。

第四节 钢筋骨架的运输及起吊

1. 骨架的运输

无论采取何种方法运输骨架，都不得使骨架变形当骨架长度在 6M 以内时可用两部平板车直接运输。当长度超过 6 米时，应在平板车上加托架。在实际应用中，有多种方法可以运输，如用钢管焊成一个或几个爬犁架内翻斗车牵引，可运输各种长度的钢筋笼，或用炮架车用翻斗车牵引或人工推，也可运输一般长度的钢筋笼。施工实践中证明此方法可运输 24 米长的钢筋笼子而不致“塌腰”弯曲变形。

在场内运输时，若受地形或运输工具的限制，也可用人工抬运。抬运时，应在若干加劲筋处尽量靠近骨架中心穿入抬棍，各抬棍要受力均匀。

2. 骨架的起吊和就位

钢筋骨架可利用钻机搭架，人字扒杆，独脚扒杆或缆索，吊车等机具起吊。施工中常用吊车起吊，此方法方便简单，灵活，并且吊车还可用于随后的砼灌注，

为了保证骨架起吊时不变形，对于长骨架，起吊前应在骨架内部临时绑扎数根杉木杆，以加强其刚度，以吊车起吊为例，吊点的位置一般在骨架的三分之二处，若骨架超过 20 米，则应设在离上端四分之一处，用长钢丝绳配合吊环，将骨架慢慢吊起垂直地面。离开地面后，将其摆正，徐徐放入孔口。严禁摆动碰撞孔壁。骨架进入钻孔后，可由下至上逐个解去绑扎杉木杆的绑点。解去后，杉木杆受水的浮力自行浮出水面后即可取去。但在杉木杆上浮过程中，要时查数木杆的个数，以防被钢筋骨架卡住，带入孔内，若发现缺少木杆，一定要把钢筋笼吊起，找到木杆后再续降骨架，当骨架下降到吊点附近的加劲箍筋接近孔口时，可用木杆或钢钎（视骨架轻重而定）等穿过加劲箍筋的下方，将骨架临时支承于孔口的枕木或木方上，将吊环移至骨架上端，取出

临时支承，下降到骨架最后一个加劲箍处，再临时支承。然后吊起第二节骨架，对正后同第一节骨架焊接，接头完成后，再骨架下降，如此循环直至全部骨架降至设计标高为止。由于有时骨架的标高要在孔口以政几米处，无法卸吊环及控制标高，此时可在最后一节骨架顶端用粗钢筋 加焊两至四个大吊钩，或焊接引来吊骨架并控制标高，可用枕木调节吊钩与护筒顶标高的高度来控制钢筋骨架的顶标高，最后标高偏差不大于 5 厘米。

第五节 灌注水下砼

一. 灌注机具的准备

1. 导管：

导管是灌注水下砼的重要工具，用钢板卷制焊接而成。

导管分节长度应便于拆装和搬动。并小于导管提升设备的提升高度，中间节一般长 2—4 米左右。下端节可加长至 4—6 米。为便于调节漏斗高度及封底时导管高度，可在漏斗下配一根长约 1 米的上端导管。中间节两端和下端节上端焊有法兰盘，以使用螺栓互相连接。管与管的法兰盘之间加一胶皮垫以防止导管漏水。每使完一次，都要检查导管是否有漏水现象，胶皮垫是否老化漏水。如有应及时更换胶皮垫，导管有眼孔时，及时焊补。长提出一节用完的导管后，都应及时将导管用水清洗干净。码放整齐以备下次应用。

2. 漏斗

漏斗高度除应满足司管拆卸操作需要外，并应在灌注到最后阶段时，能满足对导管内砼柱高度的需要。在漏斗上口应对称焊 2—4 个吊环，以便在拆导管时将其移走。漏斗最小容量即首批砼储备量应使首批灌注下去的砼能满足导管初次埋置深度的需要。漏斗的容量最小应满足下式所需 V

$$V = h_1 \times \pi d^2 / 4 + H_C \times \pi D^2 / 4$$

式中 V—漏斗最小容量 (M³)

h_1 —孔内砼高度达到 H_C 时导管内砼柱与导管外水压平衡所需高度 (m)

$$h_1 = H_w r_w / r_c$$

H_C —钻孔初次灌注需要的砼面至孔底的高度，即导管次埋深 h_2 加导管底至孔底间距 h_3 ， h_2 至少为 1.0 米， h_3 为 0.3—0.4 米，当孔底有沉淀时，应将 h_3 值适当加大 (m)

H_w —孔内水面至初次灌注需要的砼面高度 (m)

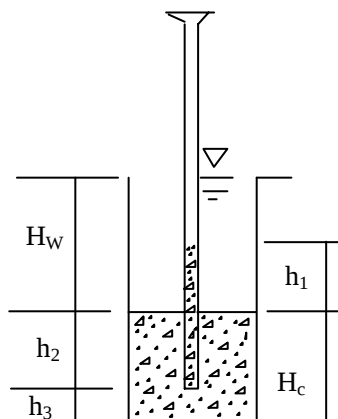
D—钻孔直径 (m)，有扩孔情况时，应按扩孔后的直径。

d—导管直径 (m)

r_w —孔内水或泥浆的容重 (吨 / m³)

r_c —砼拌合物的容重，取 2.4 (吨 / m³)

详见下图：



在实际施工中，漏斗储料量可按以下简易方法粗算：

即满足导管埋深的高度乘以钻孔截面面积，即为所需初次（封底）砼的体积。

二．砼的配制及灌注

（一） 砼配制

配制砼的材料除应符合《规范》规定外，适应符合下列要求：

1. 水泥性能除应符合国家现行标准的要求，其初凝时间用标准方法方式验不宜早于 2.5—3.5 小时，标号不低于 325，用量不小于 $350\text{kg} / \text{m}^3$ 。
2. 实践证明，粗骨料宜用卵石，用卵石可以避免一些灌注事故，并能加快灌注速度。如用碎石，含砂率应增加约 3%，应有良好的级配，粗骨料的粒径不可大于导管内径的 $1/6$ — $1/8$ 和钢筋最小净距的 $1/4$ ，同时不宜大于 40MM
3. 如使砼其有较好的和易性，砼的含砂率宜采用 40—50%，实践表明，50%的砂率在施工中是最实用的，水灰比宜采用 0.5—0.6，
4. 砼拌合后进入导管之前的坍落度以 16—22 厘米为宜，并宜有一定的流动度保持率，
5. 每根导管的砼灌注工作，应在首批砼初凝时间以前完成，在有条件的情况下应尽量延长砼初凝时间，影响砼凝结时间的因素有以下几个方面：1) 气温：湿度越高，凝结时间越快。2) 水泥品种：掺有混合料的水泥凝结时间较长，如砂渣水泥较同标号普通水泥凝结时间长。低标号水泥较高标号水泥凝结时间长。3) 砼标号：其它条件相同时，砼凝结时间随标号的提高而缩短。4) 水灰比：随着水灰比增高而凝结时间延长。5) 外加剂：掺入少量缓凝剂可以延长砼初凝时间和终凝时间。

当桩径较大，桩身较长，所需灌注时间较和，东能在初凝前灌注完时，可在首批砼中掺入缓凝剂。掺入量根据水泥种类，缓凝剂性能通过实验确定。

（三） 灌注砼测深和导管埋深控制。

1. 侧深：灌注水下砼时，应探测水面或泥浆面以下的孔深所灌注的砼面高度，以控制沉淀层厚度。埋导管深度和桩顶高度。如探测不准确，将造成沉淀过厚，导管提漏，埋管过深拔不出或短桩事故。因此，侧深在钻孔灌注桩中是一项非常重要的工作，一定要由具有高度责任心的人来操作。目前测深多用重锤法，用绳系锤吊入孔内，使之通过泥浆沉淀层而停留在砼表面（或表面下 10—20 厘米）根据测绳所示锤的沉入深度作为砼灌注深度。本方法完全凭探测者手中所提测锤在接触顶面以前与接触顶面以后不同重量的感觉而判别。测锤不能太轻，而测绳又不能太重，否则，探测者手感会不明显，在测深桩，测锤快接近桩顶面时，由于沉淀增加和泥浆变稠的原因，就容易发生误测。探测时必须仔细，并以灌注砼的数量校对以防误测。尤其正循环钻孔在将要灌注结束时，沉淀增加，泥浆变稠，测误经常发生，实际施工中就曾发生，因测不准而只能将桩顶往高提的现象。最后破除桩头时再除去。

2. 导管埋深控制

灌注砼时，导管埋入砼的深度，一般宜控制在 2—4 米较好。（拔出砼外）事故，大于 6 米以上时，易发生埋管出来的事故。因此控制导管埋深，直接影响成桩质量，故拔管前须仔细测探砼面深度用测深锤测控时，最好由 2 人或 2 人以上用测锤测深，防止误测。

（三） 水下砼的灌注

1. 灌注水下砼是钻孔桩施工的重要工序，应特别注意。钻孔应经面孔质量检验合格后，方可开始灌注工作。
2. 灌注前，对孔底沉淀层厚度应再次测定。如厚度超过规定，可用前述的喷射法向孔底喷射 3—5

分钟，使沉渣悬浮，然后立即灌注首批砼。

3. 打开漏斗阀门，放下封砼，首批砼灌入孔底后，立即探测孔内砼面高度，计算出导管内埋置深度，如符合要求，即可正常灌注。如发现导管内进水，或封底砼下不去，表明出现灌注事故应按后述事故处理方法进行处理。
4. 灌注开始后，应紧凑地，边疆地进行，严禁中途停工，在灌注过程中要防止砼拌合物从漏斗顶溢出或从漏斗外掉入孔底。使泥浆内含有水泥而变稠凝结。面合测深不准确。灌注过程中，应注意观察管内砼下降和孔内水位升降情况，及时测量孔内砼面高度，正确指挥导管的提升和拆除。拆除导管动作要快，时间一般不宜超过 15 分钟，要防止螺栓，橡胶和各种工具等掉入孔中注意安全。
5. 在灌注砼过程中，当导管内砼不满，含有空气时，后续砼要徐徐灌入，以至在导管内形成高压气囊挤出管节间的橡皮垫，而使导管漏水。
6. 为确保桩顶质量，在桩顶设计标高以上加灌一定高度，灌注结束后，将此段砼清除（俗称破桩头）。增加高度，可按孔深成孔方法，清孔方法确定，一般不宜小于 0.5 米。

为减少以后凿除桩头的工作,可以灌注结束后,砼凝结前,挖除多余的一段桩头,但应保留 10—20 厘米。以待随后修凿,接灌承台。

三. 灌注事故的预防及处理

（一） 导管进水

主要原因及预防和处理方法

1. 首批砼储量不足：砼储量，但导管 口距孔底的间距过大，砼下落后，不能埋深导管底口以致泥水从底口进入。

若管内进水，立即将导管提出，将散落在孔底的砼拌合物用空气吸泥机等机具清出。然后重新下管并准备足够储量的首批，重新灌注。

2. 导管接头不严，接头间橡皮垫被导管高气囊挤开，或焊缝破裂，水从接头或焊缝中流入，导管提升过猛或测深错，导管底口超出原砼面，底口涌入泥水。

视具体情况，拔换原管重下新管，或用原管插入续灌。但灌注前均应将进入导管内的水和沉淀土用吸泥和抽水的方法吸出。最后用潜水泵将管内的水抽出，灌注砼（此过程俗称二次封底实践证明，此方法对于处理拔漏等事故切实可行，避免了折桩等重大事故的发生。）

（二） 卡管

在灌注过程中，砼在导管中下不去，称为卡管。

1. 由于砼的坍落度过小，流动性差，夹有大卵、碎石，拌合不均匀，冬季施工中有砂冻块，运输途中产生离析，导管接缝处漏水，雨天运送砼未加遮盖，使砼中的水泥浆被冲击，粗骨料集中而造成导管堵塞。

处理办法可用长杆冲捣导管内砼，用吊绳抖动导管。在有一定埋深导管不致拔漏情况下提升导管，加灌注砼，加大压力。靠重力冲开卡管自的砼。

2. 机械发生故障或其它原因使砼在导管内停留时间过久，或灌注时间持续过长，最初灌注的砼已初凝，增大了管内砼下落的阻力，砼堵在管内。

其预防方法是灌注前应仔细检修灌注机械，并准备备用机械，发生故障立即调换备用机械，同时采取措施，加速砼灌注速度，必要时，可在首批砼中掺入缓凝剂，以延缓砼的初凝时间。

（三） 坍孔

在灌注过程中如发现孔护筒内水或泥浆水位忽然上升溢出，随即骤降并冒出气泡，则可能是坍孔征象，可用测锤测深，并与上次测深值及灌注砼量对比，可确定是否坍孔。

坍孔原因可能是护筒底脚四周漏水，孔内水位降低，附近有机器振动（如振动式压路机在工作）等均可引起坍孔。

发生坍孔后，应有原因，采取相应措施，防止继续坍孔，如坍孔不严重或不继续坍孔，可用吸泥机吸出坍入孔内的泥土，再正常灌注。

如坍孔继续，坍塌部位较深，宜将导管拔生，保存孔位，以粘土回填，这种桩则应按断桩采取补强处理。

（四）埋管

导管无法拔出称为埋管。其原因是：导管埋入砼过深，导管内外砼的初凝使导管与砼的摩阻力过大，或提管过猛将导管拉断。

预防方法：就按要求严格控制埋管深度不得超过 6 米，经常用吊绳抖动一下导管，防止导管周围的砼过早初凝，首批砼掺入缓凝剂，加快灌注速度。导管接头螺栓事先检查是否稳妥，提升导管时不可猛拔。

若埋管事故已发生，初时可用链滑车，千斤顶或吊车试拔。如仍拔不出，当桩孔较大时，已灌的表层砼尚未初凝时，可另下一根导管，按处理漏水事故方法处理，再灌砼，如表面砼已初凝，则应按断桩处理。

（五）卡笼

未发生埋管，但导管提升不上来，则不能是导管法兰盘卡在了钢筋骨架内箍筋上。产生原因可能是导管连接时导管不在一条直线上，出现弯曲现象，因而产生卡在箍筋上的现象，预防方法：在安导管接头螺栓时应对称紧固螺丝，防止导管接不直。

如导管尚能活动，则转动导管，转过一定角度再试着提升导管，重复几次还提升不起来时，则可将导管用力下压，然后再转动，提升。

（六）浇短桩头

产生原因：灌注将近结束时，浆渣过稠，用测深锤探测难于判断浆渣或砼面或由于测深锤太轻，沉不到砼表面，发生误测，拔出导管，中止灌注，造成浇短桩头事故。

预防方法：

1. 测深锤宜加重。重锤即是在砼处于坍落度尚大时可能沉入砼数十厘米，测深错误造成的后果只是导管埋入砼后的测算深度较实际的多数十厘米，而首批砼的坍落度到灌注后期会越来越小。重锤沉入砼的深度也越来越小。
2. 灌注将近结束时加注清水稀释泥浆并掏出部分沉淀土。

处理办法可按具体情况。如短桩长则按前述将护筒接长，然后抽水除渣，接浇普通砼。如短桩长度小也可将桩头处开挖闪开，然后凿除含有杂质的桩头部分，然后用同直径的圆柱模扣上，再浇注普通砼。

（七）封底砼落不下去

首批砼储量够，打开漏斗阀门后，砼并不落入导管，此时应先用测锤测一下沉淀层厚度，对比导管底的高度，判断是否坍孔，或沉淀超厚将导管底口封死或预留高度不足，以致砼冲不到孔底也可能是导管长度计算错误，致使导管底口顶到桩底。

处理方法：如果是坍孔，则按坍孔事故处理，如非坍孔，则可将导管与漏斗连成一体，后用吊车等设备将其向上提升 20—30 厘米抖动，当料冲下孔底，并孔口有水或泥浆快速溢出时，则立即将导管放下，以后可继续正常灌注。也可在首批砼冲下后，在能满足导管埋深的情况下用枕木将导管垫起 20—30 厘米，以便使灌注能顺利进行。

（八）断桩，夹泥。

大都是以上各种事故引起的次生结果。此外，由于清孔不彻底，或灌注时间过长，首批砼已初凝，流动性降低，而续灌的砼冲破顶层而上升，因而在两层砼中夹有泥浆渣土，甚至桩夹有泥浆渣土形成断桩。

对已发生或估计可能发生断桩，夹泥桩，应判明情况，确定需要补强还是按断桩处理。

谈挖孔桩工艺及

顾名思义，用机器或人工，挖孔，而不用钻机。主要适用于地下水位低，硬质粘性土。

挖孔桩较钻孔桩有无法比拟的优点：

- 一. 价格低廉，相同的桩基础，挖孔费用比钻孔费用节省 60%。可

平行作业。

二. 施工环境整洁，无噪音占地小。挖孔桩无泥浆池，既节省占地又不影响美观。无需为钻机设工作平台，弃土及时运走的情况下，无须封闭交通。

三. 施工简便，设备简单只需溜槽和缓降器，无需封底。

四. 施工透明度高，可直接观测到施工质量，如发生险情，救险人员可直接下到井下排险。

由以上优点决定，挖孔桩在一定地质情况下较钻机具有无可比拟的优越性。下面我们介绍一下挖孔桩的施工要点。

挖孔桩的施工重点在于挖孔，而不在于灌桩，挖孔质量好坏直接影响下钢筋笼子与灌注砼的工作质量。开挖很重要，挖孔首先要放样，若地质不好承载力弱，易坍方，决定下钢筋网护壁，更严重的埋设钢护筒或砌筑砖围攻堰。

挖孔时特别注意直径和垂直度的要求，规范要求垂直度不大于 1%，正常深挖 1m。就用垂球测量检查一遍，保证不超出规范要求，否则会为下钢筋笼子造成困难。且不能保证桩的承载力。

在挖孔时，时常会遇到不良土层危害工人安全，影响施工进度。所谓不良土层一种是土质不良，整体性不好，易坍方。例如，砂性土层，砂层，淤泥。处理方案有多种，最常用的是用钢筋网围上五彩布，直径略大于桩直径，下到不良土层处，将其打开撑起，护住孔壁，使土不坍落。若不良土层太厚，分节下落，在地面上用铁丝将护壁吊住固定，当护壁达到 10—15 层时不得用钢筋网护壁，需采用钢护筒，施

工方法与钢筋网护壁相同。

还有一种是透水性土层，例如渗水的砂土层，或是淤泥层。这种土层易坍落，渗水对下层孔壁危害极大，处理这种土层的方案，视渗水量大小及下层土质优劣而定。若渗水量小，下层土质良好，按上述方案即可。若渗水量或下层土质不好，例如湿陷性黄土等，需埋设钢护筒，方法同上。不过按缝焊死，保证不透水。护筒要伸入下层 40cm，而且，钢护筒与土层接触面夹满干海带，海带吸水膨胀，可保证不透水，又可握裹护筒，防止下沉。也可做砖围堰，后刷防水涂料，或喷砼固壁。喷砼，因水及速凝剂在拌和加入时间不同分为干喷，潮喷，湿喷。施工方法不同对砼无影响。

砼集料要求：

- 1) 水泥宜用普通硅酸盐水泥，也可用矿渣硅酸盐水泥，标号不低于 425 #，宜用早强剂减水剂。
- 2) 速凝剂：非常重要，初凝不超过 5 分钟，终凝不超过 10 分钟。
- 3) 砂宜用中砂或粗砂表面清洁，细度模数大于 2.5。
- 4) 石料粒径不大于 15mm。
- 5) 水：正常生活用水。

砼要求与土层岩层粘结力，拌和均匀。

喷射砼有以下施工要点：

- 1) 喷射前将表面用高压气体和水清除尘土，将松动土块清除。
- 2) 砼应严格按配合比执行，严格控制水灰比和外加剂用量，
喷到岩面上的砼应湿润光泽，粘塑性好，无干斑或滑落流淌现

象。

- 3) 分几次喷射，初喷厚度不得小于 4—6cm，下层砼要在前一层砼终凝后进行。
- 4) 喷射由下而上对称喷射，喷头不停且缓慢作横向环形移动循序渐进。
- 5) 当在砂层地段砼附着力差，不能直接喷砼。需铺设一层细钢筋网， $\Phi 6$ 或 $\Phi 8$ 即可，喷一层加大速凝剂量的水泥砂浆，减小喷射机的工作风压，形成初喷壳为后续喷射提供底层。
- 6) 当进入渗水土层时，改变配合比，增加水泥用量，先喷干混合料，待其与涌水融合后，再逐渐加水喷射，喷射时由远面近，逐渐向涌水点逼近，然后在涌水点安设导管，将水引出，再在导管附近喷射。
- 7) 突然断水或断料后，喷头立即迅速移离喷射面，严禁用高压气体，水冲击尚未终凝的砼。
- 8) 喷头与受喷面垂直，距离喷射面 0.6—1.2m。
- 9) 喷射工作人员必须穿戴安全帽，及安全防护用品。

挖孔桩砼灌注；

挖孔桩砼灌注需要的设备简单，只需导管，漏斗，灰槽，导管主要起到减速砼的目的，导管口距砼面不得超过 2m，其余与钻孔桩砼灌注相同。

为保证桩头有足够强度，在设计高程以下 2m 应震捣。达到 7 天强度后，凿除上层浮浆，即可检桩。

2. 4 . 围堰

一般规定：

- 2、围堰高度应高出施工期间可能出的最高水位（包括浪高）0.5-0.7m。
- 3、围堰外形应考虑河流断面被压缩后，流速增大引起水流对围堰、河床集中冲刷及影响通航、导流等因素，并应满足堰身强度和稳定的要求。
- 4、堰内平面尺寸应满足基础施工的需要。
- 5、围堰要求防水严密，减少渗漏。

土围堰

- 2、水深 1.5m 以内，水流流速 0.5m/s 以内，河床土质渗水较小时，可筑土围堰。
- 3、堰顶宽度可为 1.2m，高采用机械挖基时，应视机械的种类确定，但不宜小于 3m，堰外边坡迎水流冲刷的一侧，边坡坡度宜为 1：2-1：3，背水冲刷的一侧的边坡坡度可在 1：2 之内，堰内边坡宜为 1：1-1：1.5，内坡脚与基坑的距离根据河床土质及基坑开挖深度而定，但不得小于 1m。
- 4、筑堰材料宜用力系粒性土或砂夹粘土，填出水面之后应进行夯实，填土应自上游开始至下游合拢，
- 5、在筑堰之前，必须将堰底下河床底上树根，石块，及杂物，清出干净。
- 6、因筑堰引起流速增大，使堰外坡面有受冲刷的危险时，可在外坡面用草皮，柴排，片石、草袋或土工织物等加以防护，

土袋围堰

- 3、水深在 3m 以内，流速在 1.5m/s 以内，河床土质渗水性较小时，可筑土袋围堰。
- 4、围堰中心部分可填筑粘土及粘性芯墙，堰外边坡为 1：0.5---1：1 堰内边坡为 1：0.2—1：0.5
- 5、堆码的土袋上下层和内外层相互错缝，尽量堆码密实平整，

2. 5 . 钢板围堰

- 2、钢板桩围堰适用于各类土（包括强风化岩）的深水基坑。
- 3、钢板桩的机械性能和尺寸应符合规定要求，经过整修或焊接后的钢板桩，应用同类型的钢板桩进行锁口试验，检查，
- 4、钢板桩堆存，搬运，起吊时，应防止因自重而引起的变形及锁口损坏，
- 5、当起吊能力许可时，宜在打桩之前，将 2-3 块钢板桩拼为。一组并夹牢。

施打钢板时，应注意如下事项：

- 1、在施打钢板前，应在围堰上下游一定距离及两岸陆地设置经纬仪观测点，用以控制围堰长、短边方向的钢板桩的施打定位。
- 2、施打前，钢板桩的锁口应用止水材料捻缝，以防漏水。
- 3、施打钢板必须备有导向设备，以保证钢板的位置。
- 4、施打顺序按施工组织设计进行，一般由上游分头向下游合拢，施打时宜先将钢板桩逐根或逐组施打到稳定深度，然后依次施打至设计深度，在垂直度有保证的条件下，也可一次打倒设计深度。
- 5、钢板桩可用锤击、振动、射水等方法下沉，但在粘土中不宜使用射水下沉方法。
- 6、接边的钢板桩，其相邻两钢板桩的接头位置应上下错开。
- 7、同一围堰内使用不同类型的钢板桩时，宜将两种不同类型的钢板桩的各半块拼焊成一块异型钢板桩以便连结。

- 8、施打时，应随时检查其位置是否正确，桩身是否垂直，不符合要求的应立即纠正或拔起重新施打，拔桩前，宜向堰内灌水使内外水位持平，并从下游侧开始拔桩，拔桩时宜用射水、锤击等松动措施，并应尽可能采用振动拔桩法。

2. 6. 基底处理

一、一般规定

- 1、地基处理应根据地基的种类、强度和密度，按设计要求结合现场情况，采取相应的处理方法。
- 2、地基处理的范围至少应宽出基础之外 0.5m。
- 3、符合设计要求的细粒土，特殊土基底修整完善后，应尽快修建基础，不得使基底浸水和长期暴露。

二、细粒土及特殊土地基的处理

属细粒土或特殊土类的饱和软弱粘土层，粉砂土层及湿陷性黄土、膨胀土和粘土及季节性冻土，强度低，稳定性差，处理时应视该类土的处治深度、含水量等情况按基底的要求采取固结处理，以满足设计要求。

三、粗粒土和巨粒土地基的处理

对于强度和稳定性满足设计要求的粗粒土及巨粒土基底，应将其承重面平整夯实，其范围应满足基础要求，基底有水不能彻底排干时，应将水引至排水沟，然后在其上修筑基础。

四、岩层基底的处理

- 1、风化的岩层应挖至满足地基承载力要求或其他方面的要求为止。
- 2、在未风化的岩层上修建基础前，应先将淤泥、苔藓、松动的石块清除干净，并洗净岩石。
- 3、坚硬的倾斜岩层，应将岩层面凿平，倾斜度较大，无法凿平时，则应凿成多级台阶，台阶宽度不小于 0.3m。

五、多年冻土地基的处理

- 1、基础不应置于季节冻融土层上，并不得直接与冻土接触。
- 2、基础的基底修筑于多年冻土层上，基底的上层应设置隔温层或保温层材料，且铺筑宽度应在基础外缘加宽 1m。
- 3、按保持冻结的原则，设计的明挖基础其多年平均地温等于或高于 -3°C 时，应于冬季施工多年平均地温低于 -3°C 时，可在其他季节施工，但应避开高温季节，并按下列规定处理：
 - (1)、严禁地表水流入基坑
 - (2)、及时排除季节冻层内的地下水和冻土本身的融化水
 - (3)、必须搭设遮阳棚和防雨棚
 - (4)、施工前做好充分准备，组织快速，做好的基础应立即回填封闭，不宜间歇。必须间歇时，应以草袋、棉絮等加以覆盖，防止热量侵入。

施工时，明水应在距坑顶 10m 之外修排水沟，水沟之外应引于远离坑顶宣泄并及时排除融化水。

六、溶洞地基的处理

- 1、影响基底稳定的溶洞，不得堵塞溶洞水路。
- 2、干溶洞可用砂砾石、碎石、干砌或浆砌片石及灰土等回填密实。
- 3、基底干溶洞较大，回填处理有困难时，可采用桩处理，桩基应进行设计，并经有关单位批准。

七、泉眼地基的处理

- 1、可将有螺口的钢管紧紧打入泉眼，盖上螺帽并拧紧，阻止泉水流出，或向泉眼内压注速凝的水泥砂浆，在打入木塞堵眼。
- 2、堵眼有困难时，可采用管子塞入泉眼，将水引流至集水坑排出或在基底下设盲沟引流至集水坑排出，待基础圬工完成后，向盲沟压注水泥浆堵塞，采用引流排水时，应注意防止砂土流失，引起基底沉陷。
- 3、基底泉眼，不论采用何种方法处理，都不应使基底饱水。

八、当地基需要加固时应根据设计要求及有关规范处理。

第三部分 桥梁下部工程

3. 1. 砼墩台的施工

就地浇筑的砼墩台施有两个主要工序，一是制作与安装墩台模板，二是砼浇筑。

一) 墩台的模板

模板的设计与施工应符合如下要求：

1. 具有必须的强、刚度和稳定性，以可靠地承受施工过程中可能产生的各项荷载，保证结构物各部形状尺寸准确。
2. 尽可能采用组合钢模板，大块模板，以节约木材，提高模板的适应性和周转率。
3. 模板板面平整，接缝严密不漏浆。
4. 拆装容易，施工时操作方便，保证安全。模板一般用木材或钢料制成，木模重量轻，便于加工成结构物所需要的尺寸和形状。但装拆时易损坏，重复使用少，对于大量或定型的砼结构物，则多采用钢模板，钢模板造价较高，但可重复我多次使用且拆卸方便。

常用模板类型：

1. 拼装式模板：系用各种尺寸的标准模板利用销钉连接，并与拉杆，加筋构件等组成墩台所需武装的模板。
2. 整体吊装模板：系得墩台模板水平分成若干段，每段模板组成一个整体，在地面上拼装就位。
3. 组成型钢模板：系以各种长度、宽度及转角标准构件用定型的连接件将钢模拼成结构用模板。
4. 滑动钢模板：适用于各种类型的桥墩。各种模板的应用，可根据墩台高度，墩台型式机具设备，施工期限等条件，因地制宜合理选用。

模板安装前应对模板尺寸进行检查，安装时要坚实牢固，以免振捣砼引跑模，安装要符合结构设计的位置要求。

二) 墩台砼施工要点

在墩台砼施工中，要严格控制技术标准，主要应切实保证砼的配合比，水灰比和坍落度等指标要求。

1. 砼的运输：墩台砼的水、垂直运输相互配合方式与适用条件：(1) 当墩高小于 10M 时，用手推车（或轨道爬坡翻斗车）搭设脚手平台，铺设坡道，用卷扬机拖拉手推车上平台。或用皮带输送机；但倾角不宜超过 15° ，速度不超过 $1.2\text{M} / \text{S}$ 高度不足时，可用二台串联使用。(2) 当高度大于 10M 小于 20M 时，用履带（或轮胎）起重机起吊高度 $\approx 20\text{M}$ 。（或木制或钢制扒杆）用吊斗输送砼。当浇筑的平面面积过大，不能在前层砼初凝或能重塑前浇筑完成次层砼时，为保证结构的整体性，宜分块浇筑，分块时应注意各块面积不得小于 50M^2 ，每块高度不宜超过 2m。块与块间的竖向接缝面应与墩台身或基础平截面矩也平行。与平截面长也垂直，上下邻层间的竖向接缝应错开位置做成企口。并按施工缝处理，砼中填放片石应符合以下规定：
 - 1) 埋设石块的数量不宜超过砼结构体积的 25%；当设计为片石砼砌体时，石块含量可增加为 50%—60%。
 - 2) 应选用无裂纹，夹层且未被煅烧过的，高度不小于 15CM，具有抗冻性能的石块。

- 3) 石块的抗压强度不应低于 25 或是 30Mpa 的码标号。
 - 4) 石块应清洗干净，应在捣实的码中埋入一半以上。
 - 5) 石块应分布均匀，净距不小于 10CM，距结构侧面和顶面净距不小于 15CM，对于片石码，石块净距可不小于 4—6CM，石块不得挨靠钢筋或预埋件。
 - 6) 受拉区码或当气温低于 0⁰C 时，不得埋放石块。
2. 码浇筑：为防止墩台基础第一层码中的水分被基底吸收或基底水分渗工，对墩台基底处理除应符合天然地基的有关规定外，当应符合以下规定：
- 1) 基底为非粘性土或干土时，应将基底润湿。
 - 2) 如为过湿土时，应在基底设计标高下夯填层 10—15cm 厚片石或碎石层。
 - 3) 基层面为岩石时，应加以润湿，一层厚 2—3CM 水泥砂浆，然后于水泥砂浆凝结到浇筑第一层码

墩台身钢筋的绑扎应和码的灌注配合进行，在配置第一层垂直钢筋时，应有不同的长度，同一断面的钢筋接头应符合规定要求，水增钢筋的接头也应内外上下直接错开，钢筋保护层的净厚度，应符合设计要求，如无设计要求时，则可取墩台身受力钢筋大于或等于 3cm，承台基础受力钢筋或等于 3。5cm。

3. 2. 石砌墩台的施工

在砌墩台具有就地取材和经久耐用等优点。

一) 石料、砂浆与脚手架

石砌墩台系用片石，块石及粗料石以水泥砂浆筑，石料与砂浆的规格要符合有关规定，浆砌片石一般适用于高度小于 6m 的墩台身，基础，镶面以及各式墩台身填腹，浆砌块石一般用于高度 6m 以上的墩台身，镶面或应力要求浆砌片砌体强度的墩台；浆砌粗料石则用于磨耗及冲击严重的分水体及破冰体的镶面工程以及有整齐美观要求的桥墩台身等。

将石料运并安砌到正确位置是砌石工程中比较困难的工序。当重量小或距地面不高时，可用简单的马凳跳板直接运送。当重量较大或距地面较高时，可采用固定式动臂吊机或桅杆吊机或井式吊机，将材料运到墩台上，然后再分到安砌地点用于砌石的脚手架应环绕墩台搭设，用以零放材料并支承施工人员砌镶面定位行列及勾缝用。脚手架一般常用固定式轻型脚手架（适用于 6m 以下的墩台）简易活动脚手架（能用在 25m 以下的墩台）以及悬吊式脚手架。

二) 墩台砌筑施工要点在砌筑前应按设计图放出实样，绕线砌筑砌筑基础的第一层砌块时如基底为土质只在已砌石块的侧面铺上砂浆即可不需坐浆，如基底为石质应将表其面清洗，润湿后，先坐浆再砌石，砌筑斜面墩台时，斜面应逐层放坡，以保证规定的坡度，砌块间用砂浆粘结并保持一定的缝厚，所有砌缝要求砂浆饱满，形状比较复杂的工程应先做出配料设计图，注明块石尺寸，形状比较简单的也要根据砌体高度，尺寸，错缝等，先行放样配好料再砌。

砌筑方法：同一层石料及水平灰缝的厚度要均匀一致，每层按水平砌筑，丁顺相间，砌石灰缝互相垂直，灰缝宽度和错缝按规定办理，砌石顺序为先角石，再镶面，后填腹，填腹石的分层高度应与镶面相同，圆端，尖端及转角形砌体的砌石顺序应自顶点开始，按丁顺排到接砌镶面石。

3. 3. 墩台帽施工

墩台帽是用以支承桥跨结构的，其位置高程及垫石表面。均要保证符合要求的精确度，以避免桥跨结构安装的困难或顶帽垫石呈裂纹影响墩台的使用与寿命，墩台顶帽施工的主要工序为：

1. 墩台帽模板：墩台帽系支承上部结构的重要部分，其尺寸位置和水平标高的准确度要求较严，浇筑砼应以墩台帽下约 30—50cm 处到墩台帽顶顶一次浇筑，以保证墩台帽底有足够厚度的紧密砼。台帽背墙模板特别注意纵向支撑或拉条的刚度。防止灌注砼时发生鼓肚，侵占梁端空隙。
2. 钢筋和支座垫板的安设：墩台帽钢筋绑扎应符合有关规定。墩台帽上的支座垫板的安装一般采用预埋支座垫板和预留锚栓孔的方法，前者须在绑扎墩台帽和支座垫石钢筋时，将焊有锚固钢筋的钢垫板安设在支座的准确位置上，即将锚固钢筋和墩台帽骨架钢筋焊接固定，同时将钢垫板作一木架，固定在墩台帽板上，此法在施工时垫板位置不易准确。应经常检查与校正，后者须在安装墩台帽模板时，安装好预留孔模板，在绑扎钢筋时，注意将锚栓孔位置留出，此法安装支座施工方便，支座垫板位置准确。

3. 4. 装配式墩台施工

1. 砌块式墩台施工

砌块式墩台的施工大体上与石砌墩台相同，只是预制砌块的形式因墩台形状不同面有很多变化，例如 1975 年建成的兰溪大桥，主桥墩身系采用预制的素砼过壳块分层砌筑面成。壳块按其砌筑位置和具体尺寸分为 5 种型号，每种块件等高，均为 35cm。块件单元重力为 900N—1200N。每砌三层为一段落，该桥采用预制砌块建造桥墩式，不仅节约砼数量约 20%，节省木材 50M³ 和大量铁件，而且砌缝整齐外貌美观更主要的是加快了施工进度，避免了洪水对施工的威胁。

装配式柱式墩墩系将墩分解成若干轻型部件，在工厂或工地集中预制，再运送到现场装配成桥梁。其形式有双柱式，排架式，板凳式和刚架式等。施工工序为预制构件。安装连接与砼填缝养护等。其中拼装接头是关键工序。既要牢固，安全，又要结构简单便于施工，常用的拼装接头有：

1. 承插式接头：将预制构件插入相应的预留孔内。插入长度一般为 1.2—1.5 倍的构件宽度底部铺设 2cm 砂浆。四周以半干硬性砼填充常用于立柱与基础的接头连接。
2. 钢筋锚固接头，构件上预留钢筋或型钢。插入另一构件的预留槽内或将钢筋互相焊接。在灌注半干硬性砼多用于立柱与顶帽处的连接。
3. 焊接接头：将预埋在构件中的铁件与构件的预埋铁件用电焊连接，外部再用砼封闭。这种接头易于调整误差，多用于水平连接杆与主柱的连接。
4. 扣环式接头：相互连接的构件按预定位置预埋环式钢筋。安装时柱脚先座落在承台的柱芯上。上下环式钢筋互相铸接。扣环间插入 U 形短钢筋牢。四周再绑扎钢筋一圈，立模浇筑外围接头砼要求上下扣环预埋位置正确施工较为复杂。
5. 法兰盘接头：在相连接构件两端安装法兰盘,连接时 法兰盘.新求法兰盘预埋位置必须与构件垂直。接头处可不用砼封闭。装配式柱式墩台应注意以下几点：
 - 1) 装配式柱构件与基础预留杯形基础座应编号，并检查各个墩，台高度和基底标高是否符合设计要求。基杯口四周与柱边的空隙不得小于 2cm。
 - 2) 墩台柱吊入基杯内就位时，应在纵横方向测量，使柱身竖直度或倾斜度以及平面位置均符合设计要求，对重大，细长的墩柱需用风缆或撑木固定。方可摘除吊钩。
 - 3) 在墩台柱顶安装盖梁前，应先检查盖梁上预算槽眼位置是否符合设计要求，否则应先修凿。
 - 4) 柱身与盖梁（顶帽）安装完毕并检查符合要求后，可在基杯空隙与盖梁槽眼处灌注砂浆，待其硬化后，撤除楔子，支撑或风缆，再在楔子孔中灌填砂浆。

3. 5. 柱式墩台施工

3. 6. 支座安装

一. 板式橡胶支座的安装。

板式橡胶支座在安装前的全面检查和力学性能检验。包括支座长，宽，厚，硬度，容许荷载，容许最大温差以及外观检查等。如不符合设计要求，不得使用。支座安装时，支座中心尽可能对准梁的计算支点，必须使整个橡胶支座的承压面上受力均匀，为此，应注意下述几点：

1. 安装前应将墩，台支座支垫处和梁底面清洗，干净。去除油垢，用水灰比不大于 0.5 的 1:3 水泥砂浆仔细抹平，使其顶面符合设计要求。
2. 支座安装尽可能安排接近年平均气温的季节里进行，以减少由于温差变化过大而引起的剪切变形。
3. 钢板安装时，必须细致稳定，使梁，板就位准确且与支座刻贴，易使支座产生剪变形，就位不准时，必须吊起重放，不得用撬杆移动梁板。
4. 当墩台两端标高不同，顺桥向或横桥向有坡度时，支座安装必须严格，按设计规定办理。
5. 支座周围应设排水坡，防止积水，并注意及时清除支座附近的尘土，油脂与污堆等。

二. 盆式橡胶支座的安设

盆橡胶支座面积大，支座下埋设在桥墩顶的钢垫板面积较大，浇筑墩顶砼时，必须有特殊措施，使垫板下砼能浇筑密实。盆式橡胶支座两主要部分是聚四氟乙烯，板与不锈钢板的滑动面和密封在钢盆内的橡胶垫块。两者都不能有污物和损伤，否则容易降低，使用寿命，增大摩擦系数。盆式橡胶各部件的组装满足的要求是：在支座底面和顶面的钢垫板必须埋置密实，垫与支座间平整密贴支座四周探测不得有 0.3mm 以上的缝隙，支座中线水平位置偏差不得大于 2mm 活动支座的聚四氟乙烯板和不锈钢板不得有到伤，撞伤，氯丁橡胶板块密封在钢盆内，安装时应排除空气，保持密封支座组拼要保持清洁，施工时应注意下列事项：

1. 安装前应将支座的各相对滑面和其他部分用丙酮或酒精擦拭干净。
2. 支座的顶板的底板可用焊接或锚固螺栓接在梁体底面和墩台顶面的预埋钢板上采用焊接时，应防止烧坏砼，安装锚固螺栓时，其外露螺杆的高厚不得大于螺母的厚度，上下支座安装顺序宜先将上底板固定在下梁上，尔后 其位置确定后盆在墩台的位置，最后予以固定。
3. 安装支座的标高应符合设计要求，平面纵横两个方向应水平。支座承压 $\leq 5000\text{KN}$ 时其四角高差不得大于 1mm。支座承压 $> 5000\text{KN}$ 时，不得大于 2mm。
4. 安装固定支座时，其上下各个部件纵轴线必须对正安装纵向活动支座时，上下各部件纵轴线必须对正横轴线应根据安装时温度与年平均的最高，最低温差，由于计算确定其错位的距离，支座上下导向挡块必须平等，最大偏差的交叉角不得大于 5。

另外，桥梁施工期间，砼将由于预应力和温差引起弹性压缩，徐变和伸缩面产生位移量，因此，要在安装活动支座时，对上下板预留偏移量，使桥梁建成后的支座位置能符合设计要求。

九. 其它支座的安设

对于跨径较小（10m 左右）的钢筋砼梁，板可采用油毡，石棉或铅板支府，安装这类支座时，应先检查墩台支承面的平整度和横向坡度是否符合设计要求。否则后修凿平整并以水泥砂浆抹平，平面铺垫油毡，石棉垫或铅板。梁板就位后梁板与支承间不得有空隙和翘动现象，否则将发生局部应力集中，使梁板受损，也不利于梁板的伸缩与滑动。

第四部分 桥梁上部及附属工程

4. 1. 装配式构件的预制

一. 预制施工要点:

构件在预制场内预制。

(一) 模板工作

模板是供浇筑砼的临时构造物，其结构坚固性，形状的正确程度，拼装的严密与否，都直接影响上部的质量，其性能优劣，装拆难易，以及周转次数多少又影响工程进度和造价。

1. 模板分类

模板分为木模，钢模，钢木结合模。

A、木模，制造容易，但周转次数少，木材耗损大，成本较高，主要适用于工程量小，或板梁芯模。

B、钢模，造价虽高，但由于周转次数多，实际成本低，结实耐用，接缝严密，能经受强力振捣，浇筑构件表面光滑美观，钢模正普遍推广。

C、钢木结合模，节约木料成本低，具有较大的刚度和稳定性。

2. 模板构造

模板主要包括底模，端模，空心梁还有芯模，箱梁需内模。

A、底模，底模可用钢模或钢板制成，俗称梁底。底模要求平整，直顺。其下场地要夯实，铺筑砼底座。

B、侧模，一般由 4—8mm 的钢壳板，角钢做成的水平肋，和竖向肋支托。固定侧模用的顶横杆和底部拉杆，以及安装在壳板上的振捣架。对于有翼板的构件如 T 梁，箱梁，板边梁，还有支托竖向肋的直撑，斜撑。侧模要求线形平顺，表面光洁。

C、端模，非预应力构件端模比较简单，只要求尺寸精确，预留孔位置正确。但对于预应力构件端模要求较高。

D、芯模，大多上木模制成，其结构形式力求简便经济，装拆容易，周转率高，所以现在芯模也可改用特制的气囊来完成，更先进的还有砼管，纸管，不抽拔管。

3. 支模

无论任何模板在拼装之前，必须表面光洁，且均匀涂抹脱模剂。我们常用的是动物油，能保持砼光泽。所有紧贴砼的接缝内都用止浆垫，使接缝密不漏浆，止浆垫大多采用 5-8mm 的橡胶板，或厚 10mm 左右的泡沫塑料，我公司在哈绕城公路项目试用双面胶条，效果不错。

支模施工要点:

1. 支撑要求坚固不变形，能承受强震捣。

2. 模板线形直顺，表面光洁。

3. 脱模剂均匀涂抹，不得在钢筋钢铰线上。

4. 螺丝拧紧，接缝严密不漏浆

5. 气囊不漏气，将表面涂浆清洗干净，不接触油酸碱等物质会引起橡胶变性，常用肥皂水做脱模剂。

6. 模板的尺寸角度要符合图纸规范要求，否则在板梁吊装时有可能放不进去。

7. 端模支撑坚固，预留孔位置正确。

二. 钢筋

(一) 钢筋进场钢筋

钢筋进场要妥善保存，底部用枕木或砖垫高离地面 30cm，并用雨布病好，预应力筋在堆放时，

要更加注意尽量用吊车，避免损伤，变形及腐蚀。

（二） 钢筋制作安装

钢筋在使用之前，Ⅰ级钢筋先调直，除锈，调直时，用卷扬机或机车拉伸，。除锈常用方法，将钢筋插入干砂堆来回穿插。钢筋的切断是用钢筋切断机或切割机切断，Ⅰ级钢筋也可用铁钳子。钢筋的弯制可用钢筋曲机或人工曲，对于样式简单，钢筋量大的，提介机器制，效率高，且规整，钢筋骨架的焊接及安装

对于钢筋骨架焊 在符合一般规范要求，在焊接时，为防止骨架变形提倡双面焊。实行跳焊，即从中到边对称向两端进行。即上，下分层交提焊接，焊完一面再焊另一面。实践证明，焊接后骨架会产生两端上翘的焊接变形，为防止这种情况，事先将骨架拼成具有一定的预拱度，再施焊。钢筋绑扎安装，钢筋笼子对于板梁要先绑扎底层钢筋，再绑扎侧面及上层钢筋，以于T梁，先安装骨架，再绑扎箍盘，在安装骨架时，为防止因自重面引起的变形，塌腰要增加支撑，对于梁肋钢筋先安放箍筋，再安下排主筋，再安增加斜筋。

钢筋安装工作要注意以下几点：

- 1) 为防止电焊时局部变形，拼接时应在其应焊接的位置先用楔形卡卡住，待所焊接布位卡好后，焊接两端以点焊定位然后进行焊缝施焊。
- 2) 在安装时，钢筋表面不要沾上油污，脱模剂也不要杂物弄脏模板。
- 3) 绑扎用的铁丝要向里弯，不得伸向保护层内。
- 4) 在骨架上的连接点处应加以焊接，为防止灌注砼过程中，不致松散，变形，移位，必要用增加加强钢筋。
- 5) 焊药皮要随焊随敲。
- 6) 水泥垫块要均匀密布防止钢筋贴模。

二. 砼浇筑

砼浇筑前，要先验收模板钢筋，保证钢筋不贴模，模板清洁脱模剂不漏涂，支撑牢固，气囊不漏气；检测砼拌和设备，运输，振捣设备。如条件允许，应安排备用设备。

砼拌和时，严格控制骨料，外加剂的比例，接配合比执行尽可能达到骨料粒径大砂率低水泥用量少，水灰比低。以减少砼收缩和徐变。拌和出砼以低塑性，坍落度不易大于4cm，若掺入减水剂，坍落度可适当增大，若为提高进度，早日脱模可加入早强剂。

拌和设备应离浇筑地点较近，且道路平整避免砼离析。若离析在浇筑地点需二次拌和。

浇筑时，若构件高度在0.5m以下可一次浇筑，若高于0.5m需分两层或几层浇筑，以保证砼质量。每层厚度为40cm。

浇筑中振捣工序非常关键，直接影响板梁的强度和外观。进而影响工程进度。所以，振捣必须保证模板各边角均有砼，且密实。振捣时常用插入式振捣棒和附着式振捣器。

当浇筑高而薄且配筋密的部位，如梁肋，砼不宜下落，应先用钢钎捣实砼，再用振捣棒振捣。若支撑与模板允许，可用附着式振捣器配合振捣棒振捣，可提高工作效率，振捣效果也好。浇筑矮而厚的部位如板梁。振捣棒即可。振捣棒在分层振捣时，应插入下层砼10CM，振捣时间为25S—40S为宜，其砼表面不沉落，不在出现显著气泡，砼表面平坦，即是振捣完毕。振捣棒缓慢提出，振捣时振捣棒切勿贴模，或碰到主筋骨架或预应力筋，防止骨架变形，预埋筋移位。

浇筑完毕后，调整预埋筋位置后，表面不压光，保持麻面，以保证与桥面结为一体。在冬季施工时，浇筑完毕应立即采取保温措施，覆盖塑料薄膜，使砼正常反应。

当砼抗压强度达到2.5MPA，可拆侧膜然后进行洒水养生，为了早日空出梁底，条件允许的话，采用蒸汽养生，温度不超过60℃。当达到设计强度70%可将梁吊出，空出梁底，进行下一片梁的预制。

4. 2. 先张法施工

先张法制作预应力混凝土构件，多在预制场的台座上进行。

(一)、张拉台座

张拉台座由承力支架、台面、横梁和定位板组成。台座的长度要结合工地施工情况决定，一般为 50~100m 左右。

1、承力支架

承力支架是台座的重要部分，在设计和建造时应保证承受预应力钢筋的全部张拉力，而不产生变形和位移。一般的承力支架多采用槽式，这种支架一般能承受 1000KN 以上的张拉力。

2、台面

台面是制作构件的底模，要求平整、光滑。一般可在夯实平整的基土上浇铺一层素混凝土，并按规定留出伸缩缝。

3、横梁

横梁是将预应力钢筋的张拉力传给承力支架的构件，可用型钢或混凝土制作，并根据横梁的跨度、张拉力大小通过计算确定其断面尺寸，以保证其刚度和稳定性，避免受力后产生变形和翘曲。

4、定位板

定位板是固定预应力钢筋位置的，一般都用钢板制作。其厚度必须保证承受张拉力后，具有足够的刚度。孔的位置按照梁体预应力钢筋的设计位置。孔径的大小应略比预应力钢筋大 2mm~5mm，以便穿筋。

(二)、预应力钢筋下料：

下料长度根据台座长度、张拉机具长度、钢筋弹性回缩率等因素来确定。公式如下：

$$L=I_0/(1+\delta_1-\delta_2)+n_1l_1+l_2$$

L：下料长度

δ_1 ：钢筋冷拉时的冷拉率

δ_2 ：钢筋弹性回缩率

n_1 ：对焊接头的数量

l_1 ：每个焊段的预留量

l_2 ：墩粗头的预留量

l_0 ：钢筋的要求长度， $l_0=l+l_3+l_4$

l_1 ：每个对接焊头的预留量

l_3 ：夹具长度

l_4 ：张拉机具所需的长度。

(三)、预应力张拉：

先张法预应力张拉前，必须对台座、横梁及各项张拉设备进行细致的检查，确保安全运转；对长线台座上铺放预应力钢材，应清除污垢，防止玷污预应力钢材。在张拉过程中，活动横梁应与固定横梁始终保持平行；并应抽查钢筋的预应力值，其偏差的绝对值不得大于或小于按一个构件全部钢筋预应力总值的 5%。

先张法预应力钢材张拉程序按钢材的种类分两种：

1、钢筋的张拉程序：0→初应力→ $105\sigma_k\%$ $\xrightarrow{\text{持荷 } 5\text{min}}$ $90\sigma_k\%$ → σ_k （锚固）

2、钢丝、钢绞线张拉程序：0→初应力→ $105\sigma_k\%$ $\xrightarrow{\text{持荷 } 5\text{min}}$ 0 → σ_k （锚固）

注：1、 σ_k 为张拉控制应力，包括估计到的预应力损失在内；

2、为施工安全起见，应在超张拉后放松至 90%控制应力下，装置预埋件、模板、钢筋等；

3、超张拉数值超过钢筋屈服点、钢丝、钢绞线的抗拉强度的 75%时，即按此值进行张拉；

4、多根预应力钢材同时张拉时，其初应力应一致。

先张法预应力张拉对断丝限制:

- 1、钢筋不允许出现断丝现象;
- 2、钢丝、钢绞线同一构件内断丝数不得超过钢丝总数的 1%。

预应力筋的放松:

预应力筋的放松方法: 多根整批放张时多采用千斤顶放张法, 用千斤顶放张时, 施加的钢筋内力不得超过张拉时的控制应力, 放松宜分数次完成。单根钢筋采用拧松螺母的方法放松时, 宜先两侧后中间, 分阶段、对称地进行, 不得一次将一根松完, 以免钢筋自行崩断。钢筋放松后可用乙炔—氧气切断, 但应防止烧坏钢筋端部。钢丝放松后, 可用切割、锯断或剪断的方法切断。预应力钢材张拉放松时, 混凝土强度须符合设计规定要求; 设计未规定时, 不应低于设计标号的 70%。

4. 3. 后张法施工

后张法的预应力可在构件上直接张拉不需专门的台座。有留孔、穿筋、灌浆、封锚等工序。

一、 预留孔道:

- 1、制孔器的种类可分为预埋式制孔器和抽拔式制孔器两类。预埋式制孔器一般采用薄铁皮卷制而成如常用的波纹管, 安钢绞线设计空间线型布设, 并固定在钢筋骨架上。
- 2、抽拔式制孔器有橡胶管制孔器、金属伸缩管制孔器、和钢管制孔器。抽拔式制孔器应把握好抽拔时机, 抽拔过早则容易造成孔道堵塞, 抽拔过迟, 则容易拔断。

抽拔时间可参考下表进行:

环境温度	>30	30~20	20~10	<10
抽拔时间(小时)	3	3~5	5~8	8~12

二、 预应力钢筋的制作

1、下料

钢丝下料时, 应根据锚具类型、张拉设备条件确定。公式如下:

$$L=L_0+N(L_1+0.15M)$$

L : 下料长度

L₀: 梁体的管道加两端锚具的长度

L₁: 千斤顶支撑端到夹具外源距离

N : 张拉端数量 (一端张拉或两端张拉)

- 2、编束: 先用梳形板将其理顺, 编孔成束。成束方法是先用梳丝板将其理顺, 然后每隔 1m~1.5m 衬以弹簧衬圈将钢丝沿管均匀排列, 并在各衬管处用 22 号铁丝缠绕 20~30 道。在露出梁端管道外的钢丝束内各加一个临时衬管, 以便在安装千斤顶时, 保持各根钢丝正确就位, 不致彼此交错。当千斤顶对位后, 立即将临时衬管拆除。

三、 预应力筋张拉

(一)、张拉原则

- 1、对曲线预应力或大于 25m 的直线预应力筋, 应在构件两端同时张拉。如设备不足时, 可先在一端张拉完毕后, 再在另一端补足预应力值。
- 2、无论在一端或两端同时张拉, 均应避免张拉时构件截面呈过大的偏心受压状态。因此应对称

于构件截面进行张拉。或张拉靠近截面重心处的预应力筋，后张拉距离截面重心较远处的预应力筋。

(二)、张拉程序

后张法预应力筋的张拉程序与配用的锚具型式有关。各种型式的锚具的张拉程序如下表：

后张法张拉程序

锚具	张拉程序
锥形锚	0 → 初应力 → 105% σ_k (持荷 5min) → σ_k
环销锚	0 → 105% σ_k (持荷 5min) → 0 初应力 → 105% σ_k → σ_k
星形锚	0 → 初应力 → 105% σ_k 初应力 → 105% σ_k → 初应力 → 105% σ_k
其他锚具	0 → 初应力 → 105% σ_k (持荷 5min) → σ_k (张拉钢筋和钢绞线)

(三)、操作方法

预应力筋张拉的操作方法与配用的锚具及千斤顶的类型有关。一般情况下，张拉钢丝束可配用锥形锚具或环销锚具、锥锚式千斤顶张拉粗钢筋可配用螺丝端杆锚具、拉杆式千斤顶；张拉钢筋束或钢绞线可配用 JM-12 型锚具、穿心式千斤顶；张拉钢绞线还可配用星形锚具、穿心式千斤顶。比较常用的是锥形锚具配锥锚式千斤顶，其操作方法如下：

- 1、张拉前准备工作：用钢丝穿过锚环，随着放入锚塞将钢丝均匀分布在锚塞周围，用手锤轻敲锚塞，装上对中套，并将钢丝用楔形块楔紧在千斤顶夹盘内。
- 2、初始张拉：两端同时张拉至钢丝达到初应力。由于钢丝在夹盘上未楔紧，此时，钢丝发生滑移，从而调整钢丝长度。当钢丝滑移停止后，可打紧楔块，使钢丝牢固地固定在夹盘上。打紧楔块时，应分两次进行，第一次均匀地将每只楔块敲击两锤，第二次则重击每只楔块使钢丝夹紧。在两端补足张拉的初应力。在分丝盘沟槽处的钢丝上标出测量伸长量的起点标记。在夹盘前端的钢丝上也标出用以辨认是否滑丝的标记。
- 3、正式张拉：两端轮流分级加载张拉，每级加载值为油压表读数 5000Kpa 的倍数，直至超张拉值。持荷 5min，以消除预应力筋的部分松弛损失。减载至控制张拉应力。测量钢丝长度。
- 4、顶锚：当张拉到控制应力后，此时钢丝伸长值若与计算伸长量相符合，即可进行顶压锚塞（顶锚力为控制张拉力的 50%~55%）。顶压锚塞时先从一端顶锚，此时钢筋因内缩而发生预应力损失，因此，应在另一端补足预应力损失。在进行另一端的顶锚。如果回缩量大于 3mm，将影响钢丝束最后建立的预应力值，必须再张拉，以补回预应力损失。

四、孔道压浆

预应力张拉完毕后，立即进行孔道压浆。压浆之前先用清水冲洗孔道，使之湿润，同时检查灌浆孔、排气孔是否畅通。

灰浆的水灰比应控制在 0.4~0.45 之间。压浆应先压下孔道，后压上孔道，并将集中一处的孔道一次压完，以免孔道串浆，并将附近孔道堵塞。如集中孔道无法一次压完，应先将相邻未压浆的孔道用压力水冲洗，使以后压浆时孔道畅通。曲线孔道由侧向压浆时，应由最低点的压浆孔压如水泥浆，并由最高点的排气孔排除空气和溢出水泥浆。

五、封锚

灌浆完毕后应将锚头用混凝土封闭严密。封锚时应注意预埋筋的完整性。一般来说封锚是混凝土构件的最后成型，应考虑构件的整体尺寸，封锚模具必须具有足够的刚度，同时安装要稳固。

4. 4. 钢筋砼连续梁桥的施工

连续梁式桥的支架、模板部分详见第七部分。这里主要叙述一下在支架上浇筑混凝土。

1、混凝土的运输

混凝土拌和料的运输，应尽可能使得运距、转载少，以缩短运输时间，满足浇筑速度的要求，并使混凝土保持应有的塑性。

在运输过程中，不得使混凝土发生离析现象，到位后，从运输机具所装混凝土料高度的 1/4、3/4 处取样其塌落度之差不得超过 3CM。

混凝土倾倒高度不得超过 1.5M，超过 1.5M 时应设串筒浇筑，或分层立模浇筑，或在侧模处开窗口浇筑。

2、水平运输及垂直运输的方法

1) 在桥面上运输：跨径不大的，可直接在上部构造的模板上用手推车、吨翻、轻轨斗车等，前两者须搭设跳板和马凳，后者的轻型铁轨下须垫枕木。

2) 索道吊机运输

索道吊机一般以顺桥方向跨越全部桥跨设置，可设一条或两条索道，在桥的横向可用牵引的方法或搭设平台的方法分送混凝土。

3)、吊车垂直起吊

当桥下作业现场允许时，可以采用吊车进行垂直运输，在桥面上用手推车分送混凝土。

3、混凝土的浇筑

1) 混凝土的浇筑速度

为达到桥跨结构的整体性要求和防止浇筑上层时破坏下层，浇筑层次的增加须有一定的速度，须使次一层的浇筑能在前一层的初凝之前完成。

2) 工作缝的设置及浇筑程序

①、设置工作缝的原因：

悬臂梁桥和连续梁桥的上部构造，与桥墩固结，成为整体连续的结构。而桥墩为刚性支撑，桥跨下的支架为弹性支撑，在浇筑上部构造的混凝土时，桥墩和支架将发生不均匀沉降。因此，在浇筑砼时，必须采取有效措施，以防止上部构造在桥墩处产生裂缝。通常采用的方法是，设置临时工作缝。

②、工作缝设置的位置：

工作缝的强度一般比梁的整体强度小，因此其位置应设在主梁拉应力与剪应力最小处，一般设在桥墩顶部或其附近。

③、工作缝构造：

工作缝两端以木板与主梁体隔开，并留出分布加强钢筋通过的孔洞。由主梁底一直隔到桥面板顶部，木板外侧用垂直木条钉牢。工作缝宽度一般为 80~100 厘米。工作缝两端穿过隔板设置长 65 厘米、直径 8~12 毫米的分布钢筋，上下间距 10 厘米。

④、混凝土浇筑程序：

灌筑顺序先浇筑梁主体，在强度达到标号的 70%后，再灌筑梁段的工作缝混凝土。当连续浇筑时，各段浇筑以边段由桥墩以远向墩身进行，可减少沉落应力；中间段由墩身向桥墩以远进行，是因主梁底板有坡度，这样灌筑可避免水泥浆流失。分段灌筑混凝土时，应就每一段的全部高度连同桥面板一起，沿上部结构整个横断面以斜坡层向前推进。斜坡层倾斜角为 20~25°。

浇筑工作缝混凝土时，先将两侧隔板拆除，再将接头混凝土面的浮沫清洗干净，并凿毛，以增强新旧混凝土的粘结。

4、混凝土养护及模板拆除

(1)、混凝土的养护

混凝土浇筑后应立即进行养护。在养护期间，应使其保持湿润，防止雨淋、日晒和受冻，因此，对混凝土外露面积，应在表面收浆、凝固后即用草帘等物覆盖，并应经常在模板及草帘上洒水，洒水养护的时间，应不少于《规范》所规定的时间。一般在常温下，对于硅酸盐水泥应不少于 7 昼夜。混凝土在养护期间或未达到一定强度之前，应防止遭受振动。

(2)、模板拆除

当混凝土强度达到设计标号的 25%以后，可拆除侧面模板；达到设计标号的 50%以后，可拆除跨径 3 米以内的板梁的模板；达到在桥跨结构静重作用下所必需的强度且不小于设计标号的 70%以后，可拆除各种梁模板。

梁的落模程序应从梁挠度最大处的支架节点开始，逐步卸落相邻节点。各节点并应分多次进行，以使梁的沉落曲线逐渐加大到梁的挠度曲线。

4. 5. 装配式梁桥的安装

二. 用跨墩龙门吊机安装

跨墩龙门吊机适用于架设水上岸滩的桥孔，也可用来架设水浅，流缓，不通航河流上的跨河桥孔。

两台跨墩龙门吊机分别设于待安装孔的前、后墩位置，预制由平车顺桥向动至安装孔的一侧，移动跨墩龙门吊机上的吊梁平车，对准梁的吊点放下吊架，将梁吊起。当梁底超过桥墩顶面后，停止提升，用卷扬机牵引吊梁平车慢慢横移，使梁对准桥墩上的支座，然后落梁就位。接着准备架设下一根梁。在水深不超过 5m，水流平缓，不通航的中小河流上的小桥孔，也可采用跨墩龙门吊机架梁。这时必须在水上桥墩的两侧，架设龙门吊机轨道便桥。便桥基础可用木桩或钢筋砼桩。在水浅流缓而无冲刷的河上，也可用木笼或草袋筑岛来作便桥的基础。便桥的梁可用贝雷组拼。

三. 用穿巷吊机安装

穿巷吊机可支承在桥墩和已架设的桥面上，不需要在岸滩或水中另搭脚手与铺设轨道。因此，它适用于在水深流急的大河上架设水桥孔。

根据穿巷吊机的导梁主桁架间净距的大小，可分为宽、窄两种。宽穿巷吊机可以进行边梁的吊起并横移就位；窄穿巷吊机的导梁主桁净距小于两边 T 形梁梁肋之间的距离，因此，边梁要先吊放在墩顶托板上，然后再横移就位。

宽穿巷吊机可以进行 T 梁的垂直提升、顺桥向移动、横桥向移动和吊机纵向移动等四种作业。吊机的构造虽然比较复杂，但工效却较高，而横移就位了很安全。

四. 用导梁、龙门架及蝴蝶架（联合桥机）安装

当桥很高，水又很深时，还可使用导梁、龙门架和蝴蝶架联合架梁。它是由跨过两个跨径的导梁和两台立于墩台上的龙门架及蝴蝶架联合使用来完成架梁工作的载着预制梁的平车沿导梁移至跨径上，由龙门架吊起将梁横移降落就位，最后一根梁吊起以后应将安装梁纵向拖拉至下一跨径，再将梁降落就位。

当一孔桥跨全部架好以后，龙门架就骑在蝴蝶架上沿着导梁和已架好的桥跨移至下一墩台上去。

五. 用扒杆“钓鱼”法安装

用扒杆“钓鱼”法安装即用立于安装孔墩台上的两付人字扒杆，配合运梁设备，以绞车牵引，把梁悬空吊过桥孔，再落梁就位。此法适用于小跨径桥的安装。

六. 用扒杆和导梁联合安装

用扒杆和导梁联合安装，即以扒杆两套设在安装孔前后两个桥墩上，预制梁从导梁上运到桥孔，移出导梁后，落在墩上经横移就位。

架梁前，先在安装孔的前方桥墩上立一人字扒杆，即前扒杆，用“钓鱼”法把组拼好的导梁架设在安

装孔上，在安装孔的后方桥台上立一人字扒杆，即后扒杆。落梁的方法，一种是移开导梁由扒杆直接落梁，另一种是用扒杆和横移设备联合落梁。此法设备比较简单，但在桥墩上立扒杆不方便，在我孔桥的安装中，移动扒杆也比较麻烦。

七. 自行式吊车安装

在梁的跨径不大，重量较轻，且预制梁就运抵桥头引道上时，直接用自行式伸臂吊车（汽车吊或履带吊）在桥上架梁甚为方便。显然，对于已架桥孔的主梁，当横向尚未联成整体时，必须核算用吊车通行和架梁工作时的承载能力。此种架梁方法，几乎不需要任何辅助作业。

八. 浮吊安装

在通航河道或水深河道上架桥，可采用浮吊安装预制梁。当预制梁分片预制安装时，浮船宜逆流而上，先远后近安装。

用浮吊安装预制梁，施工速度快，高空作业较少，吊装能力强，是大跨多孔跨河道桥梁的有效施工方法。采用浮吊架设要配置运输驳船，岸边设置临时码头，同时在使用浮吊架设时要有牢固锚碇，作业要注意施工安全。

九. 架桥机安装

铁路桥梁上所用的构架式架桥机，其机体与机臂均系钢构架组成。起吊量有 40t、65t、80t、130t 等多种。它们的机臂可以仰高和降落，但不能在水平面内旋转，本身重量较轻，使用也较为方便。

4. 6. 桥面及其附属工程

十. 伸缩装置及其安装

伸缩装置类型及其安装要求如下：

2. 常用伸缩装置的类型：

常用伸缩装置有：平板型伸缩装置、梳板型伸缩装置、板式橡胶伸缩装置、M 型或 W 型橡胶伸缩装置等各种形式。为满足特大桥梁的伸缩要求，可采用综合型伸缩装置。桥梁伸缩装置的选用，应根据设计要求，并能符合有关规范所规定的材料性能。

3. 伸缩缝的基本要求：

伸缩缝的位置、构造应按设计办理，所采用的伸缩装置应能保证上部结构自由伸缩并能承受车辆荷载作用；经久耐用，有良好的平整度、防水、防尘、便于养护更换。

4. 安装伸缩装置应注意事项：

- 1) 安装伸缩装置的二孔梁之间的伸缩缝宽度应符合设计要求，倘各梁端面不齐并超过允许偏差时，须采用调整梁位等措施，使缝宽符合设计要求；
- 2) 安装伸缩装置的梁面标高应符合设计要求，当各梁标高相差较大时，必须采取措施调整梁面标高，使误差在容许范围内；
- 3) 伸缩缝内的一切杂物必须清除干净，保证梁体在温度变化时能自由伸缩。安装伸缩装置时，应同时先将梁面扫净，使伸缩装置与梁面得以有效结合。
- 4) 当设计在伸缩缝内安装木屑板或其他弹性材料时，所用木屑板的厚度应与伸缩缝宽相等，其长度亦应根据伸缩缝长度备料，不应采用零碎、不规则的木屑板在现场临时杂凑拼用。

4. 梳板型钢板伸缩装置的安装：

- 1) 清扫伸缩缝中的杂物，以保证梁体结构随温度变化能自由伸缩；
- 2) 预埋槽钢或角钢的锚筋应与梁体的预留钢筋焊接牢固，预埋槽钢或角钢的顶面高程应符合桥的纵横坡度，不应有局部变形，以保证预埋件质量；
- 3) 两齿板宜由同一块钢板用仿形切割而成，安装时配对就位，锯齿的表面要有一定的光洁度，防止误差造成齿、槽相顶；

- 4) 为减少现与焊接的变形, 可在厂内加工制作成一定长度的单元段, 在施工现场进行安装焊接。
5. 平板型钢板伸缩装置的安装:
 - 1) 镀锌铁皮的弯制形状及其与预埋角钢的连接应符合设计要求;
 - 2) 锚筋与预埋角钢的焊缝长度应符合设计要求, 并应采用跳焊等工艺, 使角钢电焊后不产生影响使用的变形;
 - 3) 角钢安装应注意其顶面标高、平正度、线形及路拱等符合要求, 并使之定位牢固, 在浇筑砼时不会产生变位现象;
 - 4) 浇筑砼必须振捣密实, 捣插时应使振动棒不直接敲击预埋角钢, 防止产生位移;
 - 5) 清除预埋角钢上的水泥浆, 修补脱漆部位; 电焊钢盖板, 点焊间距不大于 50cm。
6. 采用橡胶伸缩装置的要求:

采用橡胶伸缩装置时, 橡胶材料的性能应符合有关规定。根据桥梁跨径的大小或连续梁(包括桥面连续的简支梁)的每联长度, 可分别选用板型、空心板型、M 型、管形或Ω 型、伸缩装置。安装时, 应根据气温高低, 对橡胶伸缩体进行必要的预压缩(亦即根据安装时的实际气温计算出预压缩量, 采用特制工具在安装时将橡胶板予以压缩)。
7. 后嵌式橡胶伸缩体的安装:

采用后嵌式时应在桥面砼干燥收缩完成且徐变也大部分完成后再进行安装。伸缩体块所需数量, 应根据总伸缩量决定。每一橡胶伸缩体块嵌入槽体时, 应按温度高低施加压力。
8. 平板型橡胶伸缩装置的选定:
 - 1) 板式橡胶装置的伸缩量可自 30—150mm, 为目前常用的桥梁伸缩, 湖按设计图纸的规定选用相应的型号;
 - 2) 橡胶伸缩装置所采用的原料一般有氯丁胶和三元丁胶两种, 可按设计规定或所在地区的气温决定;
 - 3) 所有附件(包括螺栓、螺母、弹簧垫圈、盖帽等)均应配套供应。
9. 板式橡胶伸缩装置的安装:
 - 1) 必须确保锚固螺栓的锚固强度和橡胶底部砼, 过渡段砼的强度以及橡胶板面的平整度, 为此, 要求必须按制订的施工方案, 组织施工, 确保安装质量;
 - 2) 安装伸缩缝前, 须清理缝中杂物, 以保证梁体结构随温度变化自由伸;
 - 3) 预制梁安装时必须注意: 要求梁面平整、梁端顺直, 伸缩缝的宽度基本一致, 误差应在容许偏差范围内;
 - 4) 在伸缩装置两边 30cm 宽的水泥砼过渡段中, 按设计要求布置钢筋网, 并按设计要求布置钢筋网, 并按设计要求安置预埋螺栓, 要求螺栓安置牢固, 位置正确, 垂直。
 - 5) 过渡段的砼浇筑强度宜为 40MPa 必须振捣密实, 表面平整, 立模浇筑砼前应对预埋螺栓加以防护, 以免损坏螺纹。
 - 6) 安置橡胶板时, 必须注意平整密贴, 旋紧螺栓, 在螺孔内灌注密封胶, 螺栓外无防蚀脂, 每段橡胶板拼装时, 在企口形连接处涂刷密封胶, 要求接缝平整严密不漏水;
 - 7) 橡胶板安装全部完成后, 方可安装盖帽, 完成安装工作;
 - 8) 橡胶板安装时, 宜略高于过渡段砼面。

十一. 梁间接缝施工

预制梁安装接缝施工要求:

1. 接缝要求

预制安装的板梁。T形梁及箱形梁在梁位和标高安装最后固定后，可进行梁与梁之间的接缝工作，梁间接缝，必须符合设计图纸及有关要求，T形梁和箱形梁的梁面应在安装前进行凿毛处理。

2. 板梁的接缝

板梁接缝的宽度一般为10mm，在接缝处安装底模板（因梁间接缝较窄，一般可在缝内吊挂铁丝间段固定底模即可）。充分浇水湿润后进行灌缝工作，缝间可灌水泥砂浆，上灌细石砼以钢钎捣插密实。

3. T形梁及箱形梁的现浇横隔梁操作平台支架

对梁现浇横隔梁的操作平台可利用梁间缝隙搭架悬吊支架，以利操作。

支架的搭设必须稳定、牢固，同时须注意在跨河或跨路处，应满足通航或通行的净空要求，在电焊影响范围内，应采取防火用防止焊渣，火花下溅的防拉措施。

4. 接缝钢筋接头的处置

接缝钢筋的接头应按设计要求进行焊接或绑接，当相接的横隔梁错位较大时应采取措施调正相接钢筋的位置，不得用重锤，敲击的办法强行调整钢筋位置，以免制作横隔梁

5. 拆模与修整

接缝砂浆。细石砼硬化后，所有底模均应拆除，如发现有接不密实时，应用同标号砂浆填嵌修补（松散或接缝不实处应先凿去后填嵌）。

对于板梁的接缝应用水泥砂浆进行勾缝，并保持线条顺直，外观整洁。

十二. 桥面水泥砼铺装

水泥砼面层铺装

1. 浇筑铺装层的准备工作

- 1) 浇筑面层铺装层时，必须在横和联结钢板焊接工作完成后方可进行，以免后焊的钢板涨缩引起地桥面砼在接缝处发生裂纹；
- 2) 浇筑前使预制桥面板表面粗糙，清洗干净，按设计要求铺设纵向接缝钢筋网或桥面钢筋网，然后浇筑。
- 3) 桥面铺装层如设计为防水层，施工时应按防水要求施工，防水层不得漏水或使水渗入结构本体。
- 4) 浇筑铺装层之前应测梁板面标高，如系预应力砼梁，则每跨至少复测跨中和支点处的中线和边线标高；如果铺装层的最小厚度不能满足设计要求时，就需调整设计标高，应事先取得有关方面的同意和签证。

2. 桥面钢筋绑扎

桥面钢筋的绑扎应根据设计要求和有关规定，一般可参照有关绑扎搭接要求，必须注意放正钢筋位置，对斜交桥梁，桥面钢筋应按图纸方向置放，防止有误；所有钢筋均应正确留有保护层厚度；对采用双层钢筋网时，两层钢筋之间应有足够数量的定位撑筋以保证两层钢筋的位置正确。

3. 层砼的分仓浇筑

铺装桥面层时，为防止铺装层出现收缩裂缝，宜采用分仓浇筑施工法，分仓原则可按桥面宽度以及无伸缩缝桥面的长度来考虑，并在施工组织设计中有计划地事先作好周密布署，重大工程尤其不可忽视。

4. 浇筑水泥砼土铺装层的注意事项

- 1) 浇筑铺装层时，必须严格要求，不得在钢筋上搁置重物或运料小车在钢筋网上推运及人行践踏而使钢筋变位，必须搭设走道支架架空，并在浇筑过程中，随时注意纠正钢筋位置；
- 2) 浇筑层时宜从下坡向上坡进行；要求路拱符合设计规定，面层必须平整，粗糙；由于桥面纵坡较大，因此必须进行压纹处理；
- 3) 当在水泥砼面层上，再需铺装沥青层时，则水泥砼面层上，必须采用特制工具在水泥砼初凝前加以重点扫毛，并要求其表面呈现深度为2—3mm的均匀凹槽，用以增加与沥青层面层的粘结。

沥青层面层宜采用粗糙度较大的防滑层结构；

4) 连续桥面的施工应符合有关设计规定的要求。

四. 桥面系其他附属工程

其他附属工程施工方法和要求

1. 防水层的铺设

- 1) 防水层材料应经检查, 符合规定标准后方可使用;
- 2) 防水层通过伸缩缝或沉降缝时, 应按设计规定铺设;
- 3) 防水层应横桥向闭合铺设, 底层表面要求平顺、干燥、清洁; 沥青防水层不宜在雨天或低温下铺设;
- 4) 水泥砼桥面铺装层当采用油毛毡或麻强物与沥青粘合的防水层时, 应设置隔断缝。

2. 泄水管与沉降缝的设置

泄水管设置的位置、数量和材料应按设计要求执行。泄水管应伸出结构物底面 10—15cm, 并确保桥面铺装后畅通无堵塞。

有关沉降缝设置的位置, 必须按设计规定, 接触面要求平整, 一般不必留缝宽, 用油毡等隔开即可。

3. 安全带及人行道的安装

- 1) 人行道板安装前, 必须精确进行放样定位, 包括路缘石、安全带、栏杆基座; 现浇砼的人行道板、梁等, 倘遇预埋钢筋位置不准时, 应予调整。
- 2) 悬臂式安全带和悬臂式人行道构件必须与主梁横向连结或拱上建筑完成后方可安装。
- 3) 安全带及人行道梁必须安放在未凝固的 20 号稠水泥、砂浆上, 并以此来形成人行道顶面设计的横向排水坡。
- 4) 人行道板必须在人行道梁锚固后方可安装(铺设), 对设计无锚固的人行道梁, 人行道板的铺设应按照由里向外的次序施工。
- 5) 人行道板安装高程控制, 应依据桥中线标高换算成路缘石顶面标高, 并于每孔梁的两端及跨中入出样桩, 标志的高程为准。
- 6) 预制人行道板在铺设前要检查验收, 凡发现有裂缝或破损时, 不应使用。
- 7) 铺设好的人行道板应安放稳固不摇动, 外侧边线顺直, 相邻板的高差不大于 5mm。
- 8) 在人行道面前, 应先按设计要求安装人行道伸缩装置, 与抹面粉刷相接的部位要立模, 模底部应与人行道棉贴, 防止水泥砂浆流入伸缩缝内。
- 9) 人行道板接缝处应用水泥浆嵌填, 并打扫干净后, 按规定绑扎钢筋网, 充分湿沾并清除积水后, 浇筑细石砼, 于初凝前完成抹平操作, 不应再加水泥浆抹面, 以防脱落。
- 10) 人行道面的划线分格, 应按设计要求执行, 并在砼初凝前完成; 当人行道考虑美观要求时, 可在道面粘贴彩色人行道板, 亦根据设计规定进行。

4. 路缘石、栏杆及防撞护栏的浇筑和设置。

- 1) 为减少从缘石与桥面铺装缝中渗水, 缘石宜采用现浇砼, 使其与桥面铺装的底层砼结为整体。
- 2) 对于现场浇筑砼的路缘石, 宜采用光洁度较高的模板, 立模必须支撑牢固, 线型要顺直, 纵坡和顺, 标高误不大于 2mm。
- 3) 防撞护栏、栏杆及灯桩的位置必须精确定位, 预埋钢筋的位置有出入时应予调整。
- 4) 防撞护栏与栏杆的伸缩缝应同桥面的伸缩缝在同一直线上。
- 5) 栏杆块件必须在人行道板铺设完毕后方可安装, 安装栏杆柱时, 必须全桥对直、校平(弯桥、坡桥要求平顺) 竖直后用水泥砂浆填缝固定。
- 6) 采用钢管作为栏杆扶手时, 钢管应在工厂内调直整形, 并根据钢管长度合理选择接头的位置。扶手端部应焊接端盖, 防止雨水侵入。
- 7) 用于栏杆的钢管宜在工厂内采用“酸洗”、“喷丸”等工艺进行充分除锈, 并在除锈后接着喷涂防锈底漆。
- 8) 钢管扶手安装完毕后, 应对电焊及脱落油漆的部位加以清理, 补涂防锈底漆后统一涂刷面漆。

- 9) 表面不加任何装饰的栏杆,其预制件与现场浇筑的立柱砼宜采用同品种、同标号的水泥,以保持色泽一致。
- 10) 砼浇筑完成后,应立即对现场进行清理,将被水泥浆溅落的部位冲刷干净,防止粘结,保持外观整洁。

4. 7. 桥涵附属工程

桥涵附属工程包括锥坡、护坡。

锥坡施工的重点首先是测量放样,放样的精确与否直接影响到外观质量。其工节在测量中已详细阐述。

在放出样后,开挖基坑砌基础,锥坡基础是否坚固,直接影响到锥坡的稳定性,对于易冲刷的桥梁更加注意。基础断面程长方形或梯形基础要求坐浆,灰浆饱满,砂浆强度满足标号要求。石头大面向下保证稳定性,基础顶面高程掌握好。

基础砌好后,挂线后按线刷坡,当填土不足时,必须填至正常坡度,每层 20—30cm。夯实至允许压实度,夯实设备最好用小型振动夯实机,效率高,压实度好。无条件也可用大石夯实,但要保证压实度达到 90%,否则锥坡在以后会发生沉陷。经过河水冲刷,进而毁坏锥坡。

- (2) 为防止溜坡坡脚伸入桥孔面堵塞泄水面积,在锥坡底脚下,需砌矮挡墙,代替基础,方法与基础相同,只是为了增强墙的整体性,每层石头隔 2m,设一道拉结石。方法是在设“拉结石”的地方,用长条石互相搭接,使墙前,墙提成为整体,防止从中间劈开。

桥涵附属工程包括锥坡、护坡。

锥坡施工的重点首先是测量放样,放样的精确与否直接影响到外观质量。其细节在测量中已详细阐述。

在放出样后,开挖基坑砌基础,锥坡基础是否坚固,直接影响到锥坡的稳定性,对于易冲刷的桥梁更加注意。基础断面程长方形或梯形基础要求坐浆,灰浆饱满,砂浆强度满足标号要求。石头大面向下保证稳定性,基础顶面高程掌握好。

为防止溜坡坡脚伸入桥孔面堵塞泄水面积,在锥坡底脚下,需砌矮挡墙,代替基础,方法与基础相同,只是为了增强墙的整体性,每层石头隔 2m,设一道拉结石。方法是在设“拉结石”的地方,用长条石互相搭接,使墙前,墙提成为整体,防止从中间劈开。

基础砌好后,挂线后按线刷坡,当填土不足时,必须填至正常坡度,每层 20—30cm。夯实至允许压实度,夯实设备最好用小型振动夯实机,效率高,压实度好。无条件也可用大石夯实,但要保证压实度达到 90%,否则锥坡在以后会发生沉陷。经过河水冲刷,进而毁坏锥坡。

刷坡完成后,填铺反滤层其作用主要是渗水,防止冻胀。材料一般用砂砾,寒冷地带也用碎石,厚度为 10—20cm。反滤层需夯实至允许压实度。

反滤层填铺完毕,开始砌石,砌石分为干砌、浆砌片石。干砌主要适用于少冲刷地区。用途很少,这里不详细阐述。

浆砌片石时在反滤层上铺 5CM 砂浆,砌上片石,把片石之间的缝隙用灰浆灌满。在灌时靠外露面预留深为 2CM 的空缝作勾缝用,勾缝有三种:平缝、凹缝、凸缝。按图纸要求施工。

浆砌片石要注意以下几点:

- 9) 要严格按线施工,在锥坡上应多挂线,风大时多拉线保证样线不走。
- 10) 片石应表面洁净,无风化现象,且有一面平整。强度达到标号要求。
- 11) 砌片石前将反滤层洒水润湿,片石也需洒水湿润。
- 12) 砂浆严格按配合比计量,拌合均匀,强度达到标号要求。
- 13) 各砌块之间要砂浆饱满,砌块按放稳固平整。
- 14) 锥坡坡角嵌入基础,以至结合紧密,不出现虚脚与空隙。
- 15) 砌石应互相咬合紧密不得出现通缝。

- 16) 当桥下流水速度太快，锥坡受风浪，冰块冲击时，需设双层铺砌，两层铺砌应交错咬紧。
- 17) 勾缝要严密不得有空洞，防止水渗入毁坏铺砌。
- 18) 在施工中及时将散落在石头面上的砂浆扫除，保证表面清洁美观。
- 19) 勾缝后需洒水或覆盖湿草袋 7—14d。
- 20) 当冬季施工时，砌筑完马上用保温材料加以覆盖，在砂浆中可适当加入早强抗冻剂或增大标号，使稠度增大。
- 21) 在施工时要安全生产，防止石头砸伤人。

第五部分 钢筋

5. 1. 钢筋的一般规定

一般规定要求

4、钢筋性能：

钢筋混凝土用的钢筋和预应力混凝土中的非预应力钢筋的力学性能必须符合 GB1499—84 的规定。

钢筋应有出厂质量保证书或试验报告单，并做机械性能试验。对中、小桥所用的钢筋，使用前可不进行抽验；对大桥所用的钢筋，应进行抽验。

3. 钢筋的验收、存放

钢筋必须按不同钢种、等级、牌号、规格及生产厂家分批验收，分别堆存，不得混杂，且应立牌标明以资识别。钢筋、存放，应避免锈蚀、污染，露天堆放时，应垫高并加遮盖。

4. 钢筋使用

钢筋外表有严重锈蚀、麻坑、裂纹夹砂和层等缺陷时，应予剔除不得使用。

5. 钢筋代换

钢筋的类别和直径应按设计规定采用。以另一种强度牌号或直径的钢筋代替设计中所规定的钢筋时，应了解设计意图和代用材料性能，并须符合桥涵设计规范有关规定。对于重要结构中的主钢筋，在代用时，应征得有关方面的同意。

6. 吊环钢筋的采用

预制构件的吊环钢筋，一般宜采用未经冷拉的 5 级热轧钢筋制作。

7. 进口钢筋的管理与使用

要加强对进口钢筋的管理，做到帐物相符，并按国别、级别、规格、原捆分批堆放，不得淆混，存放期间应避免锈蚀和污染。使用进口钢筋时，应严格遵守“先试验，后使用”的原则，严禁盲目使用。

5. 2. 钢筋加工

1、钢筋加工注意要点

2. 钢筋调直和清除污锈

钢筋的表面应洁净，使用前应将表面油渍、漆皮、鳞锈等清除干净，钢筋应调直，无局部弯折，成盘的钢筋和弯曲的钢筋均应调直，采用冷拉方法调直钢筋时，I 级钢筋的冷率不宜大于 2%；

II. III级钢筋的冷拉率不宜大于 1%。

3. 钢筋断配料要求

钢筋加工配料时，要准确计算钢筋长度，如有弯钩或弯起钢筋，应加其长度，并扣除钢筋弯曲成型的延伸长度，拼配钢筋实际需要长度。同直径同钢号不同长度的各种钢筋编号（设计编号）应先按顺序填写配料表，再根据调直后的钢筋长度，统一配料，以便减少钢筋的断头废料和焊接量。

4. 受力主筋制作和末端弯钩形状：

钢筋的弯起和末端弯钩应符合设计要求，如设计无规定时，应符合以下规定：（d 为钢筋直径，以 mm 计）

- 1) 末端弯钩弯曲角度为 180° 时，弯曲直径应 $\geq 2.5d$ （ $\phi 20-28$ 应 $\geq 5d$ ）平直部分长度应 $\geq 3d$ （I 级钢筋）
- 2) 末端弯钩弯曲角度为 135° 时，II 级钢筋弯曲直径应 $\geq 4d$ ，III 级钢筋应 $\geq 5d$ ，平直部分长度按设计要求，但一般应 $\geq 5d$ 。
- 3) 末端弯钩弯曲为 90° 时，II 级钢筋弯曲直径应 $\geq 4d$ ，III 级钢筋应 $\geq 5d$ ，平直部分长度按设计要求，但一般应 $\geq 10d$ 。
- 4) 中间弯起，弯曲角度在 90° 以下，各类钢筋弯曲直径都应 $\geq 15d$ 。

5. 箍筋末端的弯钩形式：

用级钢筋制作的箍筋，其末端应做弯钩，弯钩的弯曲直径应大于受力主筋直径，且不小于箍筋直径的 2.5 倍。弯钩平直部分长度，一般结构不宜小于箍筋直径 5 倍，有抗震要求的结构，不应小于箍筋直径的 10 倍。弯钩形式有抗震要求的结构按 $135^{\circ} / 135^{\circ}$ 形式加工，如无设计要求可按 $90^{\circ} / 180^{\circ}$ 或 $90^{\circ} / 90^{\circ}$ 形式加工。

6. 弯曲钢筋应先做样板：

弯曲钢筋时，应先反复修正并完全符合设计的尺寸和形状，作为样板（筋）使用，然后进行正式加工生产。

7. 机弯钢筋时不应任意逆转：

筋机弯曲钢筋时，在钢筋弯到要求角度后，先停机再逆转取下弯好和钢筋，不得在机器向前运转过程中，立即逆向运转，以免损坏机器。

8. 钢筋加工后的存放：

弯曲后的钢筋存入时，应注意下列要求：

- 1) 钢筋成型后，应详细检查尺寸和形状，并注意有无裂纹；
- 2) 同一类型钢筋应存放在一起，一种形式弯完后，应捆绑好，并挂上编号标签，写明钢筋规格尺寸，必要时还应注明使用的工程名称；
- 3) 成型 的钢筋，如须二根扎结或焊接者，应捆在一起；
- 4) 弯曲成型的钢筋在运输时，应谨慎装卸，避免变形，存放时要避免雨淋受潮生锈以及其他有害气体的腐蚀。

二. 弯起钢筋长度计算

弯起钢筋的长度计算在施工中具有重要作用，如计算不准确，则有可能出现废品钢筋或浪费钢筋，甚至使构造物保护层减少或没有了保护层，因此，一定要计算准确，起钢筋长度的计算如下表所示：

弯起高度						
	底长	斜长	底长	斜长	底长	斜长

100	17	20	10	14	6	12
150	25	30	15	21	9	17
200	36	40	20	28	12	23
230	40	46	23	32	13	26
250	43	50	25	35	15	29
280	48	56	28	39	16	32
300	52	60	30	42	17	35
330	57	66	33	47	19	38
350	61	70	35	49	20	40
380	66	76	38	54	22	44
400	69	80	40	56	23	46
430	74	86	43	61	25	49
450	78	90	45	63	26	52
480	83	96	48	68	28	55
500	87	100	50	71	29	58
530	92	106	53	75	31	61
550	95	110	55	78	32	63
580	100	116	58	82	34	67
600	104	120	60	85	35	69
630	109	126	63	89	37	72
650	112	130	65	92	38	75
680	118	136	68	96	39	78
700	121	140	70	99	41	81
730	126	146	73	103	42	84
750	130	150	75	106	44	86
780	135	156	78	110	45	90
800	139	160	80	113	46	92
850	147	170	85	120	49	98
900	156	180	90	127	52	104
950	164	190	95	134	55	109
1000	173	200	100	141	58	115
1050	182	210	105	148	61	121
1100	190	220	110	155	64	127
1150	199	230	115	162	67	132
1200	208	240	120	169	70	138
1250	216	250	125	176	73	141
1300	225	260	130	180	75	147
1380	238	276	138	194	80	159
1450	250	290	145	205	84	167

梁板弯起钢筋增加长度表：

三、钢筋加工机械
常用钢筋加工机械有机械传动或钢筋切断机，钢筋调直机，及钢筋弯曲机，弯箍机等。

5. 3. 钢筋接头

- 一、钢筋接头的有关规定
- 2. 钢筋接头方法的采用：
钢筋的接头一般应采用焊接，螺纹钢可采用挤压套管接头。挤压套管接头方法在现代施工中，正被越来越广泛地应用。此方法对于直径>22mm 的螺纹钢既经济又能节省大量时间，从而加快工程进度。对于直径等于或小于 25mm 的钢筋，在无焊接条件时，可采用绑扎接头，但对轴心受拉和小偏心受拉构件中的主钢筋均应焊接，不得采用绑扎接头。

5、钢筋的纵向焊接
应采用闪光电焊；当缺乏闪光对焊条件时可采用电弧焊（帮条焊，搭接焊；熔槽帮条焊等）。钢筋交叉连接，无电阻点焊机时，可采用手工电弧焊。钢筋的焊接接头形式，焊接方法和适用范围详见表 5-3

- 3. 采用搭接或帮条电弧焊要求
钢筋接头采用搭接或帮条电弧焊时，要求尽量做成双面焊缝，只有当不能作成双面焊缝时，者允许采用单面焊缝。
钢筋接头采用搭接电弧焊，两钢筋搭 端部应预先折向一侧，使两接合钢筋轴线一致；接头双面焊缝的长度不应小于 5d，单面焊缝的长度不应小于 10d（d 为钢筋直径）。
钢筋接头采用帮条电弧时，帮条应采用与主 2 级别的钢筋，其总截面面积不应小于被焊钢筋的塔面面积，帮条长度，如用双面焊缝不应小于 5d，如用单面焊缝不应小于 10d（d 为钢筋直径）。

- 4. 电弧焊接使用的焊条
其性能应符合低碳钢和低合金钢电焊条标准的有关规定，并符合设计要求采用。在设计未作规定时，可参照下列选用：

钢筋电弧焊接使用焊条			
序号	钢筋级别	搭接焊，帮条焊	熔槽帮条焊
1	I 级	结 421	结 426
2	II 级	结 502，结 506	结 556
3	III级	结 606	结 606

10. 头位置与接头截面积

受力钢筋焊接或绑扎接头应设置于内力较小处，并错开布置，两接头间距不小于 1.3 倍搭接长度。配置在搭接长度区段内的受力钢筋，其接头的截面面积占截面面积的百分率，应符合下列是规定：

搭接长度区段内受力钢筋接头面积的最大百分率		
接头形式	接头面积最大百分率（%）	
	受拉区	受压区
主钢筋绑扎接头	25	50
主钢筋焊接接头	50	不限制

搭接长度区段内是指 $30d$ (d 为钢筋直径) 长度范围内, 但不得小于 50cm ; 在同一根钢筋上应尽量少设接头; 装配式构件连接处的受力钢筋焊接接头, 可不受以上限制。

11. 接头与钢筋弯曲处的距离

电弧焊接和绑扎接头与钢筋弯曲的不应小于 10 倍钢筋直径, 也不宜位于构件的最大弯矩处。

12. 钢筋绑扎搭接长度。

钢筋绑扎搭接最小长度				
钢筋种类	混凝土标号			
	15		≥30	
	受力情况			
	受拉	受压	受拉	受压
I 级钢筋	35d	25d	30d	20d
II 级钢筋	40d	30d	35d	25d
III级钢筋	45d	35d	40d	30d

d 为钢筋直径; 位于受拉区的搭接长度同时不应小于 25cm , 位于受压区的搭接长度同时不应小于 20cm ; 当受拉和受压分不清时, 搭接长度按受拉区规定。

13. 钢筋绑扎接头末端的弯钩。

受拉区内的级钢筋绑扎接头的末端应做弯钩, 级钢筋的绑扎接头不端可不做弯钩, 但搭接长度要增加 20% 。

直径等于和小于 12mm 的受压级钢筋的末端, 以及轴心受压构件中任意直径的受力钢筋的末端, 或钢筋搭接处, 应在中心和两端用铁丝扎牢。

二. 钢筋焊接接头型工及适用范围

钢筋焊接方法适用范围见下表:

序号	焊接方法			适用范围	
				钢筋级别	直径 (mm)
1	电阻点焊			I . II 级冷拔低碳钢丝	$6-14$ $3-5$
2	闪光对焊			I ~ II 级 IV 级	$10-40$ $10-25$
3	电 弧 焊	帮 条 焊	双面焊	I ~ III 级	$10-40$
			单面焊	I ~ III 级	$10-40$
		搭 接 焊	双面焊	I . II 级	$10-40$
			单面焊	I . II 级	$10-40$
		熔槽 绑条焊		I ~ III 级	$25-40$
		坡 口 焊	平焊	I ~ III 级	$18-40$
			立焊	I ~ III 级	$18-40$
	焊	钢筋与钢 板搭接焊		I . II 级	$8-40$
		预	贴角焊	I . II 级	$6-16$

		埋件 T形 接头 焊	穿孔塞焊	I . II 级	≥ 18
--	--	---------------------	------	----------	-----------

钢筋帮条及搭接接头电弧焊电流选择：

焊接位置	钢筋直径(mm)	焊条直径(mm)	焊接电流(A)
平焊	10~12	3.2	90~130
	14~22	4	130~180
	25~32	5	180~230
	36~40	5	190~240
立焊	10~12	3.2	80~110
	14~22	4	110~150
	25~32	4	120~170
	36~40	5	170~220

5. 4. 钢筋骨架（网）的组成和安装

一. 钢筋骨架和钢筋网的组成和安装

6. 钢筋骨架片和钢筋网片的预制。

在钢筋工程中，对适于预制钢筋骨架或钢筋网的构件，宜先预制成钢筋骨架片或钢筋网片，在工地就位后进行拼装（绑扎或焊接）以保证安装质量并加快施工进度。

预制成的钢筋骨架，必须具有足够的刚度和稳定性，以利运输。吊装和浇筑混凝土过程中不致松散、移位、变形，必要时可在钢筋骨架的某些连接点处加以焊接或增设加强钢筋。

7. 骨架的焊接拼装要求

- 1) 拼装时应按设计图约放大样，同时还应考虑焊接变形并预留拱。
- 2) 钢筋拼装前，对有焊接接头的钢筋应检查每根接头的焊缝有无开焊、变形，如有开焊应及时补焊。
- 3) 为防止电焊时局部变形，拼接时需要在需要焊接的位置先用楔形卡卡住，待所有焊接点卡好后，焊缝两端以点焊定位，然后进行焊缝施焊。
- 4) 骨架焊接时，不同直径钢筋的中心线应在同一平面上。因此，在焊接较小直径钢筋时，下面宜垫以厚度适当的钢板。
- 5) 施焊顺序宜由中到边对称地向两端进行，先焊骨架下部，后焊骨架上部；相邻的焊缝采用分区对称跳焊，不得顺着一个方向一次焊成，药皮应随焊随敲除。

8. 钢筋网焊点的焊接要求

钢筋网焊点应符合设计规定。当设计无规定时，可按下述要求：

- 1) 当钢筋网的受力钢筋为变形钢筋时，网内焊点的数目和位置可按运输和安装条件决定。
- 2) 当焊接网的受力钢筋为 I 级或冷拉 I 级钢筋时，如焊接网只有一个方向为受力钢筋，网两端

边缘的四周边的两根钢筋的全部相交中均应焊接；如焊接网的两个方向均为受力钢筋，则沿网四周边的两根钢筋的全部相交点均应焊接；其余的相交点，可根据运输和安装条件决定。一般可焊接或绑扎一半交叉点。

- 3) 当焊接网的受力钢筋为冷拔低碳钢丝，而另一方向的间距小于 10cm 时，除网两端边缘的两根锚固横向钢筋的全部相交点必须焊接外，中间部分的焊点距离可增至 25cm。
4. 现场绑扎钢筋时有关规定
 - 1) 钢筋的交叉点应用铁丝绑扎结实，必要时，亦可用点焊焊牢。
- 6) 除设计有特殊规定者外，柱和梁中的箍筋应与主筋垂直。
- 7) 箍筋的末端应向内弯曲；箍筋转角与钢筋的交接点均应绑扎牢（钢筋与箍筋平直部分的相交点可成梅花式交叉扎牢）。
- 8) 箍筋的接头（弯钩迭合处），在 应尚竖向线方向交叉布置；在梁中应沿纵向线方向交叉布置。
- 9) 墩、台身、中的竖向钢筋搭接时，转角处的钢筋弯钩应与模板成 45° ，中间钢筋的弯钩应与模板成 90° 。如采用插入式振动器浇筑小型塔面柱时，弯钩与模板的角度最小不得小于 15° ，在浇筑过程中不得松动。
- 10) 绑扎用的铁丝要向里弯，不得伸向保护层内。
9. 对先绑扎后入模的骨架安装要求
 - 1) 绑扎梁、柱、桩等钢筋骨架，宜在绑扎工作台上进行；
 - 2) 运送、搬移钢筋骨架要轻起轻落，不得猛摔或翻滚；
 - 3) 抬动钢筋骨架时，应注意不使骨架有变形情况；必要时可加斜筋加以撑固或拉设吊点；
 - 4) 钢筋在入模前，在底部应加好垫块，在侧部绑好垫块，以保证应有的保护层厚度；
 - 5) 钢筋入模前，对模板上的浮油要加以清除，以免油污钢筋影响质量；
 - 6) 已经绑扎好的钢筋骨架或钢筋网上不得践踏或在其上放置重物。

二. 扎钢筋用铁丝及所需长度

绑扎钢筋用的铁丝长度应掌握准确，铁丝长了会出现浪费，铁丝短了又不能保证绑扎质量。在施工中经常会发生铁丝下长现象造成浪费。绑扎钢筋用铁丝及所需长度见下表：

绑扎用铁丝规格选择参考														
绑扎钢筋直径（mm）			<12			12—25			25—32					
常用铁丝规格号数			22			20			18					
绑扎钢筋用铁丝长度（cm）														
钢筋直径 （mm）	3— 4	5	6	8	10	12	14	16	18	20	22	25	28	32
3—4	11	12	12	13	14	15	16	18	19					
5		12	13	13	14	16	17	18	20	21				
6			13	14	15	16	18	19	21	23	25	27	30	32
8				15	17	17	18	20	22	25	26	28	30	33
10					18	19	20	22	24	25	26	28	31	34
12						20	22	23	25	26	27	29	31	34
14							23	24	25	27	28	30	32	35
16								25	26	28	30	31	33	36
18									27	30	31	33	35	37
20										31	32	34	36	38
22											34	35	37	39

三. 钢筋砼结构受力钢筋的保护层

钢筋砼结构中受力钢筋的砼保护层应按设计规定施工。在设计图纸未注明时可按下表选用：

序号	结构类别		保护层厚度（mm）
1	墙和板	厚度 ≤ 100 （mm）	10
		厚度 > 100 （mm）	15
2	桩、梁和柱		25
3	基础	有垫层	35
		无垫层	70
4	箍筋和横向钢筋		15
5	分布钢筋（板和墙中）		10

第六部分 混凝土、预应力混凝土

6. 1. 桥涵混凝土的一般规定

混凝土在桥涵工程中应用非常广泛，例如桥梁的基础，下部构造承台、墩台、盖梁，上部构造梁等都是混凝土结构，所以桥涵工程对桥涵混凝土有很多规定。

- 1、桥涵混凝土必须有足够的强度。
- 2、混凝土的耐久性好。
- 3、混凝土的抗冻性好。
- 4、混凝土的抗渗性好。
- 5、混凝土的抗侵蚀性。

6. 2 配制混凝土所用的材料

6. 2. 1 水泥

水泥是混凝土原材料中起主导作用的材料，拌制混凝土时，应该考虑水泥的特性对混凝土的强度、耐久性和使用条件是否有不利的影响。

6. 2. 2 细骨料

桥涵混凝土的细骨料应采用级配良好、质地坚硬、颗粒洁净、粒径不大于 5mm 的河砂，如果在施工现场附近，河砂不易得到，也可用山砂或用硬质岩加工的机制砂，细骨料不可以用海砂，由于海砂中氯盐量大，溶解后氯离子对钢筋混凝土有很大的影响。

6. 2. 3. 粗骨料

桥涵混凝土粗骨料，应采用坚硬的卵石或碎石，粗骨料的颗粒级配，可采用连续级配或连续级配与单粒级配合使用。在特殊情况下，通过试验证明混凝土无离析现象，也可采用单粒级配。

粗骨料最大粒径应按混凝土结构情况及施工方法选取，但最大粒径不得超过结构最小边尺寸 $1/4$ 和钢筋最小净距的 $1/2$ 。同时最大粒径不得超过 100mm。

施工前应对石料进行碱活性检验，在条件允许时，尽量避免使用有碱活性反应的骨料。

6. 2. 4. 拌和用水

拌和用水，一般来说，饮用水就可以，符合下列要求：

- 1. 水中不应含有影响水泥正常凝结，与硬化的有害物质，或油脂，糖类及游离酸类。
 - 2. 如果饮用水比较少，较困难，清水也可以。PH 值小于 5 的酸性水及合硫酸盐量按 SO_4^{2-} 计超过水的质量 $0.27\text{kg} / \text{cm}^3$ 的水不可使用。
- 使用饮用水时，一般不必做上述试验。

6. 2. 5. 外加剂

- (1) 普通减水剂，以木质磺酸盐或腐植酸盐等为主要成分可以改善混凝土的和易性和节约水泥，适用于普通混凝土，大体积混凝土，大流动度混凝土，防水混凝土及滑模混凝土的施工。
- (2) 高效能减水剂，以萘磺酸甲醛缩合物， β -萘磺酸盐或芳香族树脂为主要成分，可显著改善混凝土的和易性和节约水泥。适用于高强度水泥混凝土，耐久性要求高的混凝土，预应力混凝土。
- (3) 早强减水剂。以木钙和硫酸钠，萘磺酸盐和硫酸钠为主要成分，适用于有减水及早强要求的混凝土。
- (4) 缓凝减水剂，以糖蜜，蔗糖化钙或木钙衍生物为主要成分，适用于大体积混凝土，钻孔灌注桩水下混凝土，夏季施工的混凝土。
- (5) 引气减水剂。以松香热聚物，松脂皂等为主要成分，适用于防冻，抗渗要求混凝土。
- (6) 抗冻剂，以明矾石，石膏等为主要成分，适用抗冻要求的混凝土拌和物。
- (7) 膨胀剂，以明矾石，石膏等主要成分，适用于地下防水混凝土混凝土构件接头。
- (8) 早强剂。有早强要求的混凝土可采用氯化钙，三乙醇胺等早强剂。
- (9) 阻锈剂，有阻锈要求的钢筋混凝土可采用亚硝酸钠等阻锈剂。
- (10) 防水剂。氯化铁，硅酸钠，引气剂，三乙醇胺等外加剂可用于防水，抗冻要求的混凝土。

6. 3. 混凝土配合比

配合比是水泥，砂，石料，水拌合时的质量比，并通过试配和设计选定，试配时应使用施工实际采用的材料。以配合比，拌合的混凝土，能满足桥涵混凝土的要求满足施工和易性，凝结速度等技术要求。配制混凝土时，应根据结构情况和施工条件确定混凝土拌和物的坍落度，当工程需要获得较大的坍落度，可在不改变混凝土的水灰比，不影响混凝土的质量的情况下适当掺加外加剂。

结构类型	坍落度（mm）
小型预制块及便于浇筑振捣结构	0—20
桥涵基础，墩台等无盘或少盘的结构	10—30
普通配盘率的钢筋混凝土结构	30—50
配筋较密，断面较小钢筋混凝土结构	50—70
配筋较密，断面高而窄的钢筋混凝土结构	70—90
钻孔桩混凝土	180—200
泵送混凝土	

（如果人工捣实，坍落度增加 20—30mm）

混凝土配合比，对水灰比和水泥用量有如下要求

混凝土最大水灰比合最小水泥用量

序号	混凝土结构所处的位置	无筋混凝土		钢筋混凝土	
		最大水灰比	最小水泥用量	最大水灰比	最小水泥用量

1	严寒地区受严重冰冻、水流侵蚀作用	0.60	275	0.55	300
2	温暖地区有寒冷地区受的一般雨、雪、水流作用	0.65	250	0.60	275
3	最底冲刷线、冰冻线以下不直接受自然条件影响	0.70	225	0.65	250
注：当掺用外加剂能够改善混凝土的和易性时，可减少水泥 $25\text{Kg}/\text{m}^3$ ，有抗渗性要求的水泥用量不小于 $300\text{Kg}/\text{m}^3$ 。					

混凝土配合比的确定

项目	混凝土配合比确定
最大水泥用量	混凝土最大水泥用量不宜超过 $500\text{kg}/\text{m}^3$ 。大体积混凝土不宜超过 $350\text{kg}/\text{m}^3$ 。
外加剂掺入量	混凝土中掺入外加剂时，可节约水泥，改善和易性，其掺入量应参照产品说明和试配情况确定，但应注意下列有关要求： 1、在钢筋混凝土中不得掺入氯化钙、氯化钠等氯盐。 2、钢筋混凝土从各种组成材料中引入氯离子含量，当结构处于干燥环境中或于水中或地下时，不宜超过水泥用量得 0.5% ；当处于干湿交替状态下或常年湿度大于 80% ，不宜超过水泥用量得 0.2% ；如大于 0.2% 小于 0.5% 时，应采取洁净水和无氯骨料时，氯离子含量可主要以外加剂或混合料的氯离子含量控制。 3、无筋混凝土的氯化钠或氯化钙掺量，以干质量计算不得超过水泥用量的 3% 。
泵送混凝土配合比	一般宜符合下列要求： 1、砂率宜为 $40\%—50\%$ ； 2、最小水泥用量 $280—300\text{kg}/\text{m}^3$ ， 3、混凝土拌合物的坍落度宜在 $8—18\text{cm}$ ； 4、泵送混凝土中，宜掺入外加剂。

混凝土配合比设计

序号	内容	计算公式	说明
1	确定混凝土试配强度	$R_h = R_D + \sigma_0$	R_h ——混凝土试配强度 (Mpa) R_D ——混凝土设计强度 (Mpa) σ_0 ——施工单位混凝土强度标差历年统计水平 (Mpa)
		施工单位无历史资料时 σ_0 参考	
		混凝土设计强度 R_D (Mpa)	10—20 25—40 50—60
		混凝土强度标准差 σ_0 (Mpa)	4 5 6

2	计算水灰比 (W/C)		[W/C]=AR _c / (R _h +ABR _c)			R _h —混凝土试配强度 (Mpa) R _C —水泥的实际强度 (Mpa), 当无法取道水泥的实际强度时, 可由 R _c =K _c R _c ^b 求得 其中: K _c 为水泥标号富裕系数 R _c ^b 为水泥标号强度值 (Mpa) A, B—实验系数由下列采用			
			骨料类别			实验系数			
						A		B	
			碎石			0.46		0.52	
			卵石			0.48		0.51	
3	查表或下式确定 W ₀ =1/3 (T+K _T)					T—坍落度 (以 mm 计) KT—常数, 由下列表查得			
	确定用水量 (W ₀)	常数	碎石			卵石			
		K _T	10	20	40	10	20	30	
			575	530	485	545	500	455	
4	确定单位用灰量		[C ₀]=W ₀ C/W			C ₀ —单位用灰量 (Kg/m ³)			
5	确定砂率		混凝土砂率选用表						
			水灰比	卵石最大粒径 (mm)			碎石最大粒径 (mm)		
				10	20	40	15	20	40
			0.4	26-32	25-31	24-30	30-35	29-34	27-32
			0.5	30-35	29-34	28-33	33-38	32-37	30-35
		0.6	33-38	32-37	31-36	36-41	35-40	33-38	
		0.7	36-41	35-40	34-39	39-44	38-43	36-41	
		注: 1、表列数值系中得选用砂率, 对细砂或粗砂, 可相应底地减少或增加砂率,							
		2、砂率表适用于坍落度 10—60mm 的混凝土, 坍落度如大于 60mm 或小于 10mm 时, 应相应地增加或减少砂率。							
		3、只用一个单粒级骨料配制混凝土时, 砂率值应适当地增加。							
		4、掺有各种外加剂或掺合料时, 其合理砂率应经试验或参照有关规定说明。							
6	确定	用体积法计算时	C ₀ — 每 1m ³ 混凝土水泥用量 G ₀ — 每 1m ³ 混凝土粗骨料用量 S ₀ — 每 1m ³ 混凝土细骨料用量 W ₀ — 每 1m ³ 混凝土用水量						
		有用质量法计算时	ρ ₀ —水泥真实密度 ρ _c —粗骨料的表观密度 ρ _s —细骨料的表观密度						

			ρ_w —水的密度 α —混凝土含气量百分数，可取 1。 ρ_h —混凝土拌合物的假定密度，可取 2400-2450Kg/m ³ S_D —砂率
--	--	--	---

普通混凝土配合比调整规律

性能	变更因素	调整幅度	性能改变
1、强度	水泥标号		按公式或曲线
	水灰比		按公式或曲线
	加水量	$\pm 25\text{Kg/m}^3$	$\mp 3.5\sim 4.5\text{Mp}$
	水泥量	$\pm 50\text{Kg/m}^3$	$\pm 5\sim 8\text{Mp}$
	石子	碎石代卵石	+10%
2、耐久性	水灰比	-0.1	抗渗标号 4~8
	用于受压区混凝土	水灰比-0.05	保持耐久性不降
	用于受拉区砼	水泥用量+25 Kg/m ³	保持耐久性不降
	用于冰融循环部位	水灰比-0.10 水泥用量+50Kg/m ³	保持耐久性不降
	受海水作用	水灰比-0.05	保持耐久性不降
3、工作性	加水量	$\pm 10\sim 15\text{L/m}^3$	坍落度 $\pm 2\sim 3\text{cm}$
	水灰比	± 0.05	砂率 $\pm 1\%$ 维持工作性
	石子最大粒径	40 $\rightarrow$ 20cm	加水量+10~15 L/m ³ 维持工作性
	砂子	中砂 $\rightarrow$ 细砂	加水 5~10 L/m ³ 维持工作性
	砂的细度模数	± 0.1	砂率 $\pm 1\%$ 维持工作性
	石子	碎石代卵石	砂率 $\pm 2\sim 3\%$ 维持工作性
	气温	>40℃	加水量 $\pm 10\text{ Kg/m}^3$ 维持工作性
			水泥量+3%维持工作性 加水量+3%维持工作性

6. 4. 混凝土的浇筑

- 浇筑混凝土前，应对支架，模板，钢筋和预埋进行检查，模板内的杂物，积水和钢筋上的污垢层，清理干净，模板如有缝隙，应填塞严密，模板内面层涂刷脱模剂。浇筑混凝土前，并应检查混凝土的均匀性和坍落度。
- 自高处向模板内倾卸混凝土时，为防止混凝土离析，应符合下列规定：
 - 当倾落高度超过 2m 时，应通过串筒，溜管或振动溜管等设施下落。倾落高度超过 10M 时，并应设置减速装置。
 - 在串筒出口口下面，混凝土堆积高度不宜超过 1m。
 - 人高度直接倾卸时，其自由倾落高度一般不宜超过 2m。以不发生离析为度。
- 混凝土应按一定厚度，顺序和方向浇筑。应在下层混凝土初凝或能重塑到浇筑完成上层混凝土，上层同时浇筑时，上层与下前后浇筑距离应保持 1.5m 以上。在倾斜面上浇筑混凝土时，应人低自开始逐层展开。保持水平分层。混凝土分层浇筑厚度不宜超过表 10. 6. 3 的规定。
- 浇筑混凝土时，除少量塑性混凝土可用人工捣实外，一般应采用振动器振实。用振动器振捣时，应符合下

列规定。

- (1) 使用插入式振动器时，移动间距不应超过振动器作用半径的 1.5 倍。与侧模保持 5—10cm 的距离。插入下层混凝土 5—10cm。每一处振动完毕后应徐徐提出振动棒，应避免振动棒碰撞模板，钢筋及其他预埋件。

(2) 表面振动器的移位间距，应以使振动器平板能覆盖已振部分 10cm 左右为宜。

(3) 附着式振动器的布置距离，应根据构造物形状的振动器等情况并通过试验确定。

(4) 对每一振动部位必须振动到该部混凝土密实为止。密实的标志是混凝土停止下沉。不再冒出气泡，表面呈现平坦泛浆。

(5) 混凝土浇筑应连续进行，如因故发须间断时，其间断时间应小于前层混凝土的初凝时，或能重塑的时间，间断时间应经试验确定若超过间断时间，须采取保证质量措施或按工作缝处理。

(6) 施工缝应按下列要求进行处理。

1) 应凿除处理层混凝土表现的水泥浮浆，和松弱层。但凿除时，处理层混凝土须达到下列强度：

A、用水冲洗凿毛时，须达到底 0.5MPA

B、用人工凿除时，须达到 2.5MPA

C、用风动机凿毛时，须达到 1.0MPA

11

11) 经凿毛处理的混凝土面，应用水冲洗干净在浇筑次层混凝土前，对垂直施工缝应刷一层水泥净浆，对水平缝应铺一层 1—2CM 的 1: 2 水泥净浆。

12) 重要部位及有防震要求结构或钢筋稀疏的钢筋结构，应在施工缝处插锚固钢筋或石榫，有抗渗要求的施工缝宜作或凹形凸形位置止水带。

13) 施工缝为斜面时，应浇筑或凿成台阶状。

14) 施工缝处理后，须待处理层混凝土达到一强度后，才能继续浇筑混凝土。需要达到的强度，一般最低为 1.2MPA，当结构物为钢筋混凝土时，不得低于 2.5MPA

15) 在浇筑过程中或浇筑完成时如混凝土表面泌水较多，须在不 6 扰动已浇筑混凝土条件政，采取措施不排除，继续浇筑混凝土时，应查明原因采取措施防止泌水。

16) 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。当裸露面面积较大或气候不良时，应加盖防护，但在开始养生时覆盖物不得接触混凝土面。

17) 浇筑混凝土期间，应设人检查支架，模板，钢筋和预埋件等稳固情况，当发现有松动，变形，移位时，应及时处理。

18) 浇筑混凝土时，应填写混凝土施工记录。

十. 墩台混凝土的浇筑

1. 对墩台其底的处理，除应符合天然地基的有关规定外，尚应符合下列规定：

(1) 底为非粘性土或干土时，应将其润湿。

(2) 基面为岩石时，应加以润湿，铺一层厚 2—3CM 水泥耕浆，然后于水，泥耕浆凝结到浇筑第一层混凝土。

2. 一般 墩台及基础混凝土，应在整个平塔面范围水平分层进行浇筑。

3. 大体积墩台基础混凝土平塔面过大，不能在前层混凝土初凝或能重塑到浇筑完成 次层混凝土时，可分一块进行浇筑，分块浇筑时应符合下列规定：

(1) 分块应合理布置，各分块平面面积不宜小于 50M²

(2) 每块高度不宜超过 2M。

(3) 块与块间的竖向接缝，应错开位置做成企口，并按施工缝处理。

4. 大体积混凝土, 应参照下述方法控制混凝土水化热温度:
 - (1) 用改善骨料级配, 降低水灰比, 掺加混和料, 掺加外加剂, 掺入片石等方法减少水泥用量。
 - (2) 采用水化热低的大坝水泥, 矿渣水泥。粉煤灰水泥或低标号水泥。
 - (3) 减小浇筑层厚度, 加快混凝土散热速度。
 - (4) 混凝土应避免日光曝晒, 以降低初始温度。
 - (5) 在混凝土内埋设冷却管通水冷却。
5. 较大体积的混凝土墩台及其基础, 可在混凝土中埋放厚度不小于 15CM 的石块。埋放时应符合下列规定。
 - 1) 埋放石块的数量不宜超过混凝土结构体积 25%。
 - 2) 应先用无裂纹, 夹层且未烧过的, 具有抗冻性能的石块。
 - 3) 石块的抗压强度不应低于 30MPA 及混凝土标定。
 - 4) 石块应清洗干净, 应在捣实的混凝土中埋入一半左右。
 - 5) 石块应分布均匀, 净距不小于 10CM。距结构侧面和顶面净距, 不小于 15CM。石块不得接触钢筋和预埋件。
 - 6) 受拉区混凝土或当气候低于 0⁰C 时, 不得埋放石块。
6. 采用滑开模板, 浇筑墩台混凝土时, 应附和下列规定:
 - 1) 宜采用低流动或半干硬混凝土。
 - 2) 浇筑应分层分段进行。各段应浇筑到距模板上口不小于 10—15CM 的位置。
 - 3) 应采用插入式或振动器振捣。
 - 4) 为加速模板提升, 可掺入一定数量的早强剂。
 - 5) 在滑升中需防止千斤顶或油管接头在混凝土或钢筋处漏油。
 - 6) 每一整体结构的浇筑应连续进行, 若因故中途停工, 应按施工缝处理。
 - 7) 混凝土脱模时的强度宜为 0.2—0.5MPA 脱模剂脱模后, 如表面有缺陷时, 及时处理。

十一. 钢筋混凝土梁在支架上浇筑

1. 浇筑简支梁的混凝土时, 一般宜按梁的全部横断面斜向分段, 水平分层地连续浇筑, 上层与下层浇筑距离应附合下图规定。并注意质地均匀, 不得离析。
2. 在支架上浇筑一般跨径悬臂梁混凝土时, 应人跨中向两端墩台进行。其邻跨悬臂应从悬臂向墩台进行。悬臂梁. 桥吊梁的混凝土应在悬臂梁混凝土强度达到设计标号的 70% 后进行浇筑。
3. 在支架上浇筑较大跨径简支梁及在其低钢性不同的支架上浇筑连续梁或悬臂梁的混凝土时, 应按下列方法进行。
 - (1) 加快浇筑作业, 使全梁混凝土在最初浇筑的混凝土初凝前浇筑完毕。
 - (2) 在支架上预加等于梁身重力的荷载, 使支架充分变形预加荷载于混凝土浇筑过程中逐步撤除, 预压后的支架标高与设计不符时, 应进行调整。
 - (3) 将梁分成数段, 按适当顺序分段浇筑, 以消除支架沉降不均匀的影响。梁板组合结构, 应保证梁与板良好结合, 采用预制梁和现浇板时, 即使设计计入梁和板的收缩差影响, 混凝土龄期差, 一般也不宜超过三个月。

6. 5. 预应力混凝土的浇筑

一. 后张法预应力钢材孔道的预留。

1. 预应力钢材孔道, 可根据预应力钢材直径, 长度和形状等, 选用预埋铁皮波纹管. 胶管抽芯. 钢管抽芯. 金属伸缩套管抽芯. 充气充水胶管抽芯等方法进行预留。制孔管应有一定的强度, 管壁严密不易变形, 安装位置应准确, 管节连接平顺, 孔道锚固端的预埋钢板应垂直于孔道中心线。

预留的孔道，应根据需要适当设置压浆孔及排气孔。

2. 制孔采用胶管抽芯法时，胶管内应插入芯棒，以增加风度。采用钢管抽芯法时，钢管表面应光滑，焊接接头应平顺；结构混凝土浇筑完成后，应定时转动钢管，防止钢管与混凝土粘结。
3. 制孔采用充气或充水胶管抽芯法时，应预先进行胶管的充气或充水试验。充气充水胶管外径应符合孔道直径要求，管内压力不应低于 0.5MPa，并保持不变，直至抽拔。
4. 制孔采用抽芯法时，抽芯时间应通过试验确定，一般以混凝土抗压强度达到 0.4—0.8MPa 时为宜。抽拔时不应损伤结构混凝土。

抽芯后，应用通孔器或压气、压水等法对孔道进行检查，如发现孔道堵塞或有残留物或与邻孔有串通，应及时处理。

二. 混凝土浇筑的一般要求

1. 混凝土用料及配合比应符合钢筋一般规定，可掺入适量的外加剂，但不得掺入氯化钙、氯化钠等氯盐及引气剂，亦不宜掺用引气型减水剂。从混凝土的各种组成材料引进混凝土中的氯离子总含量（折合氯盐含量），不宜超过水泥用量的 0.1%；当大于 0.1%、小于 0.2% 时，宜采取防锈措施（掺加阻锈剂、凿保护层厚度、提高混凝土密实性等）；对于干燥环境中的小型构件，氯离子含量可提高一倍。
2. 浇筑混凝土时，宜用插入式、附着式及平板式等振动器进行振动。箱梁腹板与底板及顶板连接处的承托、预应力钢材锚固端以及其他钢筋密集部位，宜特别注意振捣。浇筑混凝土时，先张构件应避免振动器碰撞预应力钢材；后张构件应避免振动器碰撞预应力钢材的管道、预埋件等。应经常注意检查模板、管道、锚固端钢板及支座预埋件等，以保证其位置及尺寸符合设计要求。
3. 纵向拼接的后张梁，梁段接缝应符合设计要求，一般可采用平接、齿接、榫接等形式。为达到接缝吻合，预留孔道通顺，预制时可按各梁段先后顺序或交错浇筑。几个梁段或全梁同时浇筑或单块浇筑。按顺序或交错浇筑时，接缝处应涂刷易于清洗的隔离剂；几个梁段或全梁同时浇筑时，接缝处应设置隔离钢板；单块浇筑时，端模宜采用尺寸精确的模板。
4. 浇筑箱形梁段混凝土时，应尽可能一次浇筑完成；梁身较高时也可分二次或三次浇筑。分次浇筑时，先底板及腹板根部，其次腹板，最后顶板及翼板。
5. 混凝土浇筑完成并初凝后，应即开始养护。采用蒸气养护时，应控制恒温不超过 60°C。

三. 后张法预应力混凝土简支梁的预制

1. 预制台座应坚固、无沉陷，台座各墩间距适宜，以保证底模挠度不大于 2mm。梁跨径大于 20m 时，应按设计设置反拱。
2. 梁体混凝土一般应水平分层、一次整体浇筑成型。梁体混凝土数量较大时，可采取斜向分段、水平分层的方法连续浇筑。浇筑时除用附着式振动器振动外，应以插入式振捣器振实各部位。

四. 预应力混凝土梁在支架上浇筑

1. 在支架上浇筑预应力混凝土时，应根据混凝土的弹性和非弹性变形及支架可能产生的弹性和非弹性设置施工预拱度。
2. 全部混凝土一般宜在最初浇筑混凝土初凝前浇筑完。当跨径较大、混凝土数量较多，不能在最初浇筑混凝土初凝前完成时，应考虑新浇混凝土对已初凝混凝土的影响或设置工作缝，或按适当顺序分段浇筑。

五. 预应力混凝土梁悬臂浇筑

1. 如梁身与桥墩设计为非刚性连结，悬臂浇筑梁身混凝土时，应先将墩顶梁段与桥墩临时固定。
2. 悬臂浇筑混凝土用的挂篮桁架在已完成的梁段上行走时，后梁应压重稳定；浇筑混凝土时，后梁应锚固于已完成的梁段上。挂篮桁架行走时和浇筑混凝土时的稳定系数，均小于 1.5。挂篮组拼后，应全面检查安装质量，并作载重试验，以测定其各部件变形量，并设法消除其永久变形。
3. 桥墩两侧梁段悬臂施工进度应对称，平衡偏差不得超过设计规定。
4. 悬臂浇筑段前段底板和桥面的标高，应根据挂篮前端的垂直变形，各阶段混凝土梁的弹、塑性变形（包括预施应力、收缩和徐变、桥面系静荷、1/2 汽车荷载以及体系转换）设置预拱度。悬臂浇筑段模板

应与前段梁段紧密结合；浇筑混凝土时，可从前端开始浇筑，在根部与前段混凝土连接。

5. 连续梁合拢段长度一般以 2M 左右为宜。合拢前应调整两端中线标高，将合拢跨一侧墩的临时锚固改成活动支座，同时在设计合拢温度时将两悬臂端的合拢口予以临时锁定。锁定力应大于释放任何一侧各墩的全部活动支座的摩擦力。合拢前应在两端悬臂预加压力，并于浇筑混凝土过程中逐步撤除，使悬臂挠度保持稳定。合拢宜在一天中最低气温时完成。合拢段的混凝土标号可提高一级，以便尽早张拉。合拢混凝土浇筑完成后，应加强养护，悬臂端应覆盖，防止日晒。
6. 有悬臂浇筑法施工的连续梁的梁跨体系转换工作应在合拢段纵向连续预应力钢材张拉，压浆完成及临时固结解除后进行。即合拢后将各墩临时支座的反力全部按连续梁支点反力的要求进行转换。2 座反力的调整，应以标高控制为主，反力作为校核。
7. T 型刚构或悬臂梁挂孔的预制挂梁通过悬臂梁段架地，应检算悬臂梁段的应力及稳定，工应对悬臂端预埋件及支座位置进行校核。

6. 6. 混凝土的养护

- 一. 一般塑性混凝土在浇筑完成后，应在收浆后尽快予以覆盖和洒水养护，对于硬性混凝土炎热天气浇筑的混凝土以及桥面等大面积裸露的混凝土，有条件的可在浇筑完成后立即加设棚罩，待收浆后再予以覆盖和洒水养生。覆盖时不得损伤或污染混凝土的表面，混凝土面有模板覆盖时，应在养护期间经常使模板保持湿润。当气温低于 5°C 时，应覆盖保温，不得向混凝土面上洒水。混凝土养护用水的条件与拌和用水相同。

混凝土的洒水养护时间，一般为 7d。可根据空气的湿度，温度和水泥品种及掺用的外加剂等情况，酌情延长或缩短。每天洒水次数以能保持混凝土表面经常自于湿润状态为度。用加压成型，真空吸水等施工混凝土其养护时间可酌情缩短。采用塑料薄膜或喷化学浆液等保护层时，可不洒水养护。当结构物与流动性的地表水或地下水接触时，应采取防水措施。保证混凝土在浇筑后 7D 以内不受水的冲刷侵袭。当环境水具有侵蚀作用时应保证混凝土在 10D 以内强度达到设计，标号的 70% 以前，不受水的侵袭混凝土强度达到 2.5MPa 前，不得使其承受行人，运输工具，模板支架及脚手架等荷载。

用蒸汽养护混凝土时，应符合下列规定：

1. 用硅酸盐水泥或普通水泥拌制的混凝土，其配制标号应比正常养护时适当提高，用快硬水泥拌制的混凝土不得使用蒸汽养护。
2. 混凝土浇筑完毕后，应在养护棚内静放后再加温，静放时间：塑性为 2—4h。干硬的为 1h，掺有缓凝型外加剂的为 4—6h，静放的环境温度不宜低于 10°C。
3. 升温速度：塑性混凝土不宜超过 10—15°C / h，干质混凝土不宜超过 30—35°C / h。厚大构件不宜超过 10°C / h。
4. 恒温温度：硅酸盐水泥，普通水泥拌制的混凝土不宜超过 60°C，其他类别水泥拌制的混凝土不宜超过 80—85°C。恒温时间全通过试验确定，以达到要求的强度为准。
5. 降温速度：不宜超过 15—20°C / h，对厚大构件不宜超过 10°C / h。
6. 构件出池或撤除保温设施时，表面温度与环境温度的差不宜大于 20°C。
7. 及时填写蒸汽养护检查记录。

第七部分 模板．拱架与支架

7. 1. 一般要求

1. 模板一般要求

- 1. 必须具有足够的强度，刚度和稳定性。能可靠的承受施工中可能产生的各项荷载，保证结构各部位形状，尺寸准确。
- 2. 尽可能采用组合钢模板和大块模板。
- 3. 模板板面平整，接缝严密不漏浆。
- 4. 拆装容易，施工时操作方便，保证安全。
- 5. 模板时应预算和平估砣对模板各面的侧压力

2. 设计的一般要求

- 1. 绘制模板，拱架和支架总装图，细部构造图。
- 2. 在计算荷载作用下对模板，拱架及支架结构按受力程度分别验算其强度，刚度及稳定性。
- 3. 制定模板拱架和支架结构的安装，使用，拆卸保养等有关技术安全措施和注意事项。
- 4. 编制模板．拱架及支架材料数量表。
- 5. 编制模板拱架及支架设计说明书。

7. 2. 计算中考虑的因素

- 1. 自重
- 2. 新浇筑砣及安设的钢筋的重力。
- 3. 施工人员，施工设备等的荷载。
- 4. 振捣砣时产生的荷载。
- 5. 新浇筑砣对模板的侧压力。
- 6. 倾倒砣时产生的冲击力。
- 7. 其他可能产生的荷载，如较高结构的风荷载等。

荷载组合表

项次	模板构件名称	荷载组合	
		计算强度	验算刚度
1	梁．板和拱的底模板以及支承板．拱架．支架等	1+2+3+4	1+2+7

2	缘石. 人行道. 栏杆. 柱. 梁. 板. 拱等的侧模板	4+5	5
3	基础. 墩台等厚大建筑物的侧模板	5+6	5

8. 设于水中的支架, 应该考虑水流压力, 流水压力等验算倾覆系数不得小于 1.3。
9. 双曲拱, 组合箱型拱, 如系就地浇筑, 其拱架和支架的设计荷载可只考虑承受拱肋重力及施工操作时的附加荷载。
10. 验算模板, 拱架及支架刚度其变形值不得大于下列数值:
 - 1) 结构表面外露的模板, 挠度为模板构件跨度的 $1 / 400$ 。
 - 2) 结构表面隐蔽的模板, 挠度为模板构件跨度的 $1 / 350$ 。
 - 3) 拱架, 支架受载后挠曲的杆件 (盖梁, 纵梁) 其弹性挠度为相应结构跨度的 $1 / 400$ 。
 - 4) 钢模板面板变形为 1.5mm 。
 - 5) 钢模板的钢模柱箍变形为 3.0mm 。

7. 3. 模板. 支架和拱架常见构造及宜用材料

一、拼装式模板

- 1、标准模板: 一般采用钢、木、胶合板等材料制作, 边框多用角钢制作。
- 2、异形模板: 对墩台圆弧或拐角处, 应制作定型模板, 如角模、梯形、弧形模。

二、滑升模板:

滑升模板适用于较高的墩台和吊桥、斜张的索塔等。一般用钢材定型制作。

三、支架、拱架

根据所采取的支架拱架形式, 采用不同的材料。一般由木杆、木方、工字钢、钢管、万能杆件等按一定形式拼装组合而成。

- 1、满布式木支架: 此种支架主要适用于桥位处在水位不深的桥梁, 其形式可根据支架所需跨径的大小等条件, 采用排架式、人字、八字式。排架为最简单的满布式支架, 由立柱、纵梁等构成, 适用于跨径不大于 4M 的结构。在排架的纵梁架设人字支撑, 加强支撑可增大跨距, 但在混凝土浇筑时应由两边均匀地向中间进行, 以使架子总体受力均匀、平衡。
- 2、钢木混合支架: 用工字钢、槽钢材料做满布式支架的纵梁。
- 3、万能杆件拼装: 用万能杆件拼装的成 2M 、 4M 、 6M 长的行架。其跨度与杆件本身长度成倍数。行架组装时有如下规则: 2M 高时腹杆拼接为三角形; 4M 时腹杆拼接为菱形; 高度超过 6M 时, 腹杆拼接多斜杆的

形式。用万能杆件拼装支架，在荷载作用下的变形较大，且难以计算，因此在使用前必须用相当于混凝土重量的重物进行预压处理。

- 4、用装配式公路桥行节拼装支架。
- 5、轻型钢支架：用工字钢、槽钢、或钢管等拼装
- 6、墩台自承式支架：在墩台上留下承重台或预埋钢棒等设施，在其上、安装横梁（可采用工字钢或槽钢），用以当作模板的支架。

7. 4. 模板制作安装要点

- 1、钢模板的采用：钢模板的采用：钢模板宜采用标准化，系列化和通用化的组合模板。
- 2、木模板的制作：木模与砼接触面要求平整，光滑多次使用的木模板应在内侧加钉薄铁皮，以利重复利用木模接缝可为平缝，搭接缝或企口缝。
- 3、脱模剂的使用：浇筑砼前应于模板内侧涂刷脱模剂，外露面板模板的脱模剂应采用同一品种，不得使用易粘在砼或使砼变色油料。
- 4、模板与钢筋安装的配合进行。模板安装要与钢筋安放协调进行，妨碍扎钢筋的部分模板应待钢筋安装完毕后安装补全。
- 5、模板要与脚手架互不联系。模板与脚手架整体设计者除外。二者之间应不相联系，以免在脚手架上运存材料和工人操作时引起模板变形。
- 6、侧模板的安装要求。侧模板的安装，应考虑防止模板移位和突出。基础模板可在模板外侧设置支撑固定，墩台，梁的侧模可设拉杆固定。浇注在砼的拉杆，应按拉杆拔或不拔的要求采用相应的措施。（如需拔出时，可在砼浇注后不转动拉杆或在拉杆外加设套管，待拆模时抽出拉杆等）对小型结构物，可使用金属线代替拉杆（不予抽出）。
- 7、预埋件或预留孔须准确固定。固定于模板的预埋件和预留孔洞尺寸，位置必须准确并安装牢靠。防止浇注砼过程中的走动移位。
- 8、纵向预拱度的设置。当结构自重和汽车荷载（不计冲击力）产生的向下挠度超过跨径的 $1 / 1600$ 时，钢筋砼梁，板的底模应设置预拱度，其值等于结构自重和 $1 / 2$ 汽车荷载（不计冲击力）所产生的挠度纵向。纵向预拱度可做成抛物线或圆曲线。
- 9、模板检查合格后浇注砼。模板安装完毕后，须经检验合格后，方可浇注砼。检验主要包括平面位置，顶部标高，节点联系及纵向稳定性检查。若发现问题及时予以纠正。
- 10、采用充气胶囊作空心构件内模时的有关要求。
 - 1) 胶囊在使用前应经检查，不得漏气，使用前应有人专门检查钢丝头，钢丝头应弯向内侧，每次使用后，应将其表面的水泥浆清洗干净妥善保存，防止日晒，并不得接触油、酸、碱等有害物质。
 - 2) 人开始浇筑砼到胶囊放气时止，其充气应保持稳定。
 - 3) 浇筑砼时，为防止胶囊上浮或偏位，应用定位箍筋与外模联系加以固定。并保对称浇注。
 - 4) 胶囊的放气时间应经试验确定，以砼强度达到能保持构件不变形为宜。
11. 采用滑升模板要求。滑升模板适用 高的墩台和吊桥，斜拉桥的索塔施工。
 - 1) 滑动模板在结构上要有足够的强度，刚度，稳定性，每段模板高度一般为 $1.0-1.2$ 米，滑升模板的支承杆及提升设备，应能保证模板竖直均衡上升。为此应采用液压千斤顶同步提升，其提升速度以 $10-30\text{cm} / \text{h}$ 为宜。
 - 2) 滑升模板施工时就连续进行。如因故中断，在中断前应将砼浇筑平齐。中断期间模板每隔适当时间应略微提升一次直至砼不与模板粘为止。

7. 5. 拱架. 支架安装要点

- 1) 拱架和支架应根据设计进行制作和安装, 并进行强度和稳定性验算。
- 2) 为保证结构竣工后尺寸准确, 拱架和支架应预留施工拱度。
- 3) 预留出支架, 拱架结构在施工中沉落部分。木架在制作时应尽量减少杆件的接头, 两相邻立柱的连接接头处应分设在不同的水平面上。纵向受压杆件的连接应该对头接, 接头处用木夹板或钢夹板加固, 尽量杜绝搭接, 整个架子构造, 应力求简单。
- 4) 拱架在安装前, 对拱架立柱和拱架支承面应详细检查, 准确调整拱架支撑面和顶部标高。复测跨度, 确府无误后方可进行安装, 各片拱架在同一节点处的标高尽量一致, 以便于拼装平联杆件。在风力较大的地区, 应设置风缆。
- 5) 拱架和支架的稳定性要求比较高, 有如下要求。
 - A 支架立柱必须安装在有足够承载力的地基上, 立柱底端应设置垫木, 用以分布和传递压力, 并保证浇注砼后不发生超容许的沉降量。
 - B 构造物的模板支架不应与施工用的脚手架和便桥相连接。以免施工振动时影响浇注砼的质量。
 - C 船只或汽车通行孔的两边支架设护桩, 夜间应用灯光标明行驶方向, 施工中易受漂流物冲撞的河中支架应设加固设备。

7. 6. 模板. 拱架和支架的拆卸

模板的拆除, 在拆除模板之前要观察好钢模板的受力点, 准备好拆模的有关工具。如搬手, 手锤, 大头楔子和小撬杠。模板拆时要注意模板本身的主板和模板的表面。模板拆除后, 要把模板表面擦净抹上油质, 摆放整齐。支架和拱架的拆除。

在拆除支架, 拱架之前要观察架体的外力和内力结构。首先要清除外力对架体的各种影响, 在人上部逐一拆解, 拆解的各种型状的物体摆放在一起有宜于下次拼装用。在摆放时要注意钢质自身的变形。主要是由于自重产生的重力。

7. 7. 其他有关事项

在拆除后要统一摆放, 在拆除过程中要注意安全。要检察好安全袋, 对螺丝也要好了的检察。螺丝, 钢板要抹油摆放, 模板在倒运时不能有硬撞的事情发生, 保持模板的平整度。

第八部分 混凝土表层缺陷的类型及产生原因

8. 1. 缺陷的种类及其产生的原因

一、缺陷的种类

根据缺陷的特征混凝土表层缺陷可分为: 蜂窝、麻面、露筋、孔洞、层隙、剥落、表面裂纹、掉角、模板走样、

接缝不平、等

蜂窝：指骨料颗粒之间没有填满砂浆而存有的空隙。

孔洞或称狗洞：指由于混合料浇筑过程中缺乏震捣或模板严重漏浆而导致骨料和砂浆未能充填所形成的洞穴。

层隙：指施工缝、温度缝处理不当，或混凝土内因外来杂物而造成的偶然性夹层。

剥落：指混凝土表面的砂浆脱落骨料外裸的现象。

二、缺陷的产生原因

- 1、蜂窝：施工不当所致。混凝土浇筑中震捣不到位；分层浇筑时违反操作规程；运输时混凝土产生离析；模板拼缝不严，水泥浆流失；设计配筋太密，或混凝土骨料粒径过大，塌落度过小。
- 2、露筋：浇筑时保护层垫块移位，钢筋贴模；保护层处混凝土震捣不到位。
- 3、麻面：施工时采用模板表面不光滑，模板湿润又不够，致使构件表面混凝土内的水分被吸去。
- 4、空洞：结构上钢筋布置过密，施工时混凝土被卡住，又未充分振捣就继续浇筑上层混凝土，此外严重漏浆亦能产生空洞。
- 5、构件变形、接触不平：施工不善或荷载作用下形成的变形。

8. 2. 桥梁结构表层缺陷修补常用材料配比及性能

一、表层缺陷修补的常用材料

为使砼结构在修补后能够坚固耐久，用于修补的材料范围是很有限的。应用最多的是与原结构相同的水泥混凝土和水泥砂浆，其水泥和骨料的品种则应力求与原材料品种相同。结构的损坏部分没修补好，在大多数情况下都是由于新旧砼之间粘结效果有关。而两者之间所产生的粘结力，则直接与底层混凝土是否经过妥善处理以及修补材料的粘结性能有关。因此，混凝土胶粘剂、环氧树脂高分子粘结材料等粘结性能良好的材料，已广泛应用于公路桥梁结构损坏的修补工程中。

1、混凝土材料：可采用与原来级配相同的混凝土，也可采用比原来标号混凝土高一级的细石混凝土。一般说来，修补用的混凝土的技术指标不得低于原混凝土，所用水泥不得低于原混凝土的水泥标号，一般采用 325 号以上的普通硅酸盐水泥为宜，水灰比应尽量选用较小值，并通过试验确定。为了提高修补混凝土的和易性，亦可加入适量的减水剂。

2、水泥砂浆材料：最好采用与原混凝土同品种的新鲜水泥拌制的水泥砂浆。砂浆的配合比要通过试验求得。

3、混凝土胶粘剂：该材料可根据不同要求拌制成净浆、砂浆及混凝土几种形式，并分别采用表面封涂、灌浆、粘结、浇筑等方法对缺陷进行修补。

4、环氧树脂类有机粘结材料：环氧树脂类材料用于混凝土结构表层缺陷修补的有环氧胶液、环氧砂浆、环氧混凝土等。由于环氧材料的价格比其他材料昂贵，施工工艺较为复杂，因此，只有在修补质量要求较高的部位，或当其他材料无法满足要求时，才考虑使用。环氧类材料的主剂是环氧树脂，此外还得加入硬化剂、增塑剂、稀释剂，有时还加入石英粉、水泥、石棉纤维等填充材料。

常用的各种环氧树脂高分子粘结材料的配方及适用范围列于下表。

剂 称	材料名称	配合比（按重量百分比计算）			
		氧胶液	环氧胶泥	环氧砂浆	环氧沥青砂

		1	2	3	4	5	6	7	8	9
主剂	环氧脂 E-44 (610*)	100	100	100	100	100	100	100	100	100
硬化剂	乙二胺 (EDA) 间苯二胺 (NPDA) 酮亚胺水	16	6~8	15	10	15~17	10	12	10~12	12
增塑剂	邻苯二甲酸二丁脂 304 号聚脂胺树脂	20~30	10~20	30	20~25	20~30	10~15	10	10	10
稀释剂	690 号活性溶剂 甲苯 丙酮	15~20 0~5		15~20 0~5			15~20	10~15		
填充材料	石英粉 细砂 水泥 煤沥青 石棉纤维 石子			70	400	100~200 400~600	450 150	150 550	450 150 20	200 100 20 10

备注：①、表中第 1、2 两种配比的环氧基液，适于一般做新老混凝土的土的结合剂。

②、第 3、4、5、6、7 五种配比适用于一般混凝土表层缺陷及裂缝的修补工程。

③、第 6、8、、9、10 四种配比适用于潮湿环境内的混凝土缺陷及裂缝的修补工程。

④、第 11、12 两种配比适用于一般混凝土的表层缺陷的修补工程。

⑤、第 13、14、15 三种配比适宜和于混凝土表层缺陷及裂缝的水下修补工程。

8.3、混凝土桥梁结构表层修补的常用方法

一、对于有缺陷的混凝土结构进行修补，都必须尽可能地把已损坏的混凝土除掉，直到露出完好的混凝土，并扩展到为出去钢筋上的铁锈需要的范围。清除损坏的混凝土的方法有：

- 1、人工凿除法 适用于浅层或面积较小的损坏。
- 2、气动工具凿除法 适用于损坏面积较大且有一定深度的缺陷，气动工具凿除后，对个别部位尚不能满足要求的，再用手工工具补凿，直到满足要求为止。
- 3、高速射水清除法 适用于浅层且面积较大的缺陷。

二、混凝土的修补法

对于混凝土桥梁结构中出现的蜂窝、空洞以及较大范围的破损等缺陷，一般采用新鲜混凝土进行修补。用于修补的混凝土，要级配良好，并须特别注意保证具有良好的和易性，以减少捣实工作的困难。

为了浇筑工作的顺利进行，应把构件中的蜂窝或空洞部分尽可能凿除，同时还要对混凝土修补部位进行凿毛处理，并老混凝土表面保持湿润清洁，不沾尘土。然后在钢筋和其周围的混凝土上涂抹一层水泥浆液或胶粘剂，（如用 1：0.4 的铝粉水泥浆液、1：1 的铝粉砂浆，来造成一种强碱性环境，以强化老混凝土与新混凝土之间的粘结。）然后立即浇筑上新的混凝土。

混凝土浇筑可采用直接浇筑、喷射、压浆（预填粗骨料，然后灌入水泥砂浆）。当修补面积较大时可支立模板，捣实，养护。

2、水泥砂浆修补法

当损坏面积较小、较浅时可采用这种简单方法。使用本方法时特须注意的是加强压实。凝固后应在四周涂抹环氧树脂胶液、铝粉水泥浆液或其他胶粘剂。

3、混凝土粘结剂修补法

(一)、对于露筋、小面积的破损一般可采用混凝土胶结剂表面封涂的方法进行修补。用人工封涂法修补时，应由低向高，由内向外填抹，并保证在封涂缺陷的周围有 2cm 粘附面，封涂层的厚度一般不小于 2.5cm 为宜。

(二)、对于混凝土结构破坏较大且深入构造内一定深度时，可采用混凝土胶结剂浇筑涂层的方法加以修补。施工时应注意充分捣实，修补部位在早期、中期应避免高温。在雨季施工应采取遮盖措施，避免表面起砂，影响修缮质量。

4、环氧树脂材料修补法

环氧树脂具有较高的强度和抗蚀、抗渗能力，但由于环氧材料价格较贵，且工艺操作要求较高，因此，通常只有在特别需要的情况下使用。

(一)、修补表面处理的一般技术要求

1、混凝土表面要求做到无水湿，无有渍、无灰尘及其他污物，物软弱带。对混凝土面加以凿毛，保持平整、干燥、坚固、密实。

2、混凝土表面处理可用人工凿毛，然后用高压水或压缩空气吹净，或采用风砂枪喷砂除净的方法。

(二)、修补施工工艺要求

1、涂抹环氧树脂基液

(1)、为使老混凝土表面能充分被环氧树脂浆液所湿润，保持良好的粘结力，在涂抹环氧砂浆或浇灌环氧混凝土时，应先在表面涂一层环氧基液。

(2)、涂刷时，应力求薄而均匀，钢筋和凸凹不平难于涂刷的部位，须特别注意，反复多刷几次。涂刷基液厚度，应不超过 1mm。

(3)、涂刷方式，可用毛刷人工涂布，也可用喷枪喷射。为便于涂匀，还可在基液中加入少量丙酮（3~5%）。

(4)、已涂刷基液的表面，应注意保护，严防杂物、灰尘落入其上。

(5)、涂刷基液后，须间隔一定时间，使基液中的气泡清除后，再涂抹环氧砂浆或浇筑环氧混凝土。时间间隔一般为 30-60 分钟。

2、涂抹环氧砂浆

(1)、平面涂抹时应摊铺均匀，每层厚度不宜超过 1.0-1.5cm，底层厚度应在 0.5-1.0cm，并用铁抹子反复压抹，使表面翻出浆液，如有气泡必须刺破压紧。

(2)、斜、立面涂抹时，由于砂浆流淌，应用铁抹子不断的压抹，并适当增加砂浆内的填料，使环氧砂浆稠度增大。厚度以 0.5-1.0cm 为宜，如过厚应分层涂抹，超过 4cm 时最好立模浇筑。

(3)、顶面涂抹时极易往下脱落，在涂刷底层基液时，可使用粘度较大的基液，并力求均匀。环氧砂浆涂层的厚度以 0.5cm 为宜，如超过 0.5cm 时，应分层涂抹，每层厚度可控制 3-0.5cm，每次涂抹均需用力压紧。

3、浇筑混凝土

环氧混凝土浇筑的工艺要求与普通混凝土基本相同，铺筑时应注意防止扰动已涂刷的环氧基液。平面浇筑时须充分插捣，再用铁抹反复压抹；侧模及顶面浇筑时均须架立模板，并插捣密实。

4、环氧材料的养护

(1)、环氧砂浆的养护与水泥砂浆不同，最重要的是控制温度，夏季工作面向阳的，应设凉棚，避免阳光直接照射。冬季温度太低，应加温保暖。一般养护温度以 20℃±5℃为宜，养护温差不得超过 5℃。

(2)、养护时间，在夏季一半天即可；冬季则须 7 天以上。

(3)、养护期的前 3 天，不应有水浸泡或其它冲击。

第九部分 通道涵. 盖板涵. 箱涵. 圆管涵

9. 1. 准备工作

根据图纸, 进行模板、支架的设计工作, 编写设计图与数量表。并做好施工放样及场地的清理工作, 机械设备进场, 为施工做好一切准备。

9. 2. 管涵施工

钢筋砼圆管涵施工技术方案

1. 基坑开挖采用挖掘机粗挖, 人工细挖的方法。

1). 制定开挖方案交工程师审批。

2). 场地清理, 清除场地内垃圾、杂物, 堆到工程师指定位置。

3). 基坑开挖按设计尺寸标高, 基坑在地面放样时, 充分考虑基坑安全坡度和工作面的预留, 并按工程师指示办理。

4). 开挖时, 在接近设计标高时 1m 左右, 测工跟班, 随时检查挖深, 避免超深。

5). 基坑挖到设计标高后, 进行基底处理。

2. 材料要求: 符合规范要求。

3. 基础处理后, 用经纬仪准确放出轴线, 确定基础平面尺寸支基础模板。经轴线标高检查无误后, 浇注垫层砼。

4. 在基础施工时注意横坡和沉降缝的设置, 然后养生拆模。

5. 垫层砼养生到一定程度时, 采用吊车安装圆管, 安装涵管内径应平顺, 管身应与基础管座接触密实, 使管受力均匀。管缝不大于 1 厘米, 并用沥青麻絮填塞。

6. 管节沉降缝与基础沉降缝要一致, 要用沥青麻絮塞实。管外侧接缝应用 20 号砼箍缝, 并很好的进行养生。

7. 基础砼强度达 80%时, 支端墙模板, 浇注砼。浇注砼时要注意模板的支撑是否牢固以及线形的美观。

8. 端墙砼强度达到 70%时, 进行灰土分层压实回填。做锥坡土体, 砌片石。

9. 整修之后, 报监理工程师进行竣工验收。

9. 3. 通道涵. 箱涵. 盖板涵施工

钢筋砼箱涵施工技术方案

1. 基坑开挖采用挖掘机粗挖，人工细挖的方法。
2. 制定开挖方案交监理工程师审批。
3. 清理场地，用经纬仪放出轴线和基础开挖线。
4. 基坑用挖掘机开挖接近设计标高时，采用人工细挖的方法进行清理修整，然后进行基底处理。
5. 在接近设计标高时 1m 左右，测工跟班，随时检查挖深，避免超深。
6. 基底处理完毕之后，迅速进行混凝土垫层的施工，支立底板的模板，绑扎底板的钢筋，浇注底板的混凝土。
7. 当底板混凝土的强度达到 75%时，报监理工程师，合格后，进行下一道工序。
8. 绑扎墙身钢筋，支立墙身模板和箱涵顶板底模，绑扎顶板钢筋。
9. 经检验合格后进行墙身和顶板的砼浇注，在浇注过程中，可在墙身外侧留有窗口，待砼浇至窗口处再封死，以方便施工。
10. 进行顶板砼浇注后的二次收浆抹面，覆盖养生。
11. 待砼的强度达到设计的 80%以上时，拆掉顶板模板。

在箱涵施工时，要特别注意模板的不沉稳变形和砼的浇注质量，严格控制每一道施工工序的工程质量，以确保在进行下一道施工工序时不致影响其施工的质量。

通道涵施工技术方案

1. 用经纬仪放出中线及基础开挖边线，用挖掘机挖基，人工清理基础及边坡，进行基础底基夯实。
2. 进行灰土处理，然后精确放出基础平面尺寸，支立模板绑扎钢筋，经检验后，浇注砼基础。然后进行养护，拆基础模板。
3. 基础砼强度达到 75%时，即可绑扎墙身钢筋，支墙身模板。
4. 墙身施工时应注意结合部凿毛、沉降缝的一致。墙身模板采用组合钢模板拼装，钢管肋，模板支好经检查后浇注砼，砼用吊车斗送入模板，插入式振捣器捣密实。浇注时要控制每层厚度为 30 厘米，待强度达到 80%时拆模。
5. 盖板集中在预制厂预制，模板采用钢模，盖板预制后在场内编号堆放。盖板养生强度达到

设计标号的 80%时起吊堆放，并注意堆放支点位置。

6. 台帽上经测量放出准确位置后安装盖板。而后浇注桥面砼，桥面砼要严格控制标高，横坡和平整度，并注意覆盖养生。

7. 通道的回填严格按设计图纸和技术规范要求进行，分层夯实至设计标后，再进行搭板和边坡施工。

9. 4. 填土

涵洞的填土在整个路基的施工中是非常重要的环节，其填土的好坏，直接影响到整条路的使用寿命，所以一定要认真对待。

①. 对于桥涵头的填土设专人进行负责，严格把好质量关，在职工中树立质量重于一切的观念。

②. 桥涵头的施工采用少上土、多压实的方法进行施工，采取对称压实的办法，即由路基两侧向道路中央进行碾压。

③. 每次上土的厚度控制在设计的 1/2 左右，做到上一层碾压一层，压实一层，压实度控制在 98% 以上。

④. 压实厚度每层控制在 10cm-15cm, 采用强夯和振动夯进行压实，压实的遍数是普通路基的两倍。

⑤. 大型压实设备无法到达的区域采用小型手扶振动夯进行压实；

第十部分 施工安全技术

架子工：

架子工属特殊作业人员，必须持证上岗。

在搭设架子之前，严格检查使用工具和脚手杆。跳板斜道。靠梯等防护设施检查。不合质量标准，不合规格标准不但使用。

凡绑扎或拆除脚手架，超过三步架以上，必须系好安全带，安全带要挂在牢固的地方。

高杆底端需埋入地下 50 厘米，并应夯实，如土质疏松或无法挖坑时，需绑扫地杆子。

高杆的接头不准在同一水平线上，必须错开绑接。

六尺杠子插入干墙内不得少于 25 厘米，在主要环节处将六尺杠子绑上，遇脚手板不平时，应用木块垫牢，如门窗口过大应绑扎吊杆。

六尺杠子加垫地方，禁止使用砖石等易碎和滑动物品，应用坚固木块垫实绑扎牢固。

脚手板的接头须搭好，不准有探头板，探头板不得超过六尺杠子 15 厘米。

脚手架子出入口地方应垫平，不用的出入口应立即用六尺杠子封闭上。

超过三步架子以上的脚手架，必须绑扎十字杆和压栏子，压栏子底端需要钉木桩子顶牢。

每八根高杆，必须绑一个十字架，马道和平台下部必须绑扎剪子股支撑。

翻脚手板时，必须先把脚手板上的碎料和杂物清除干净后工作。

马道板和飞桥板必须钉防滑条，间距不大于 30 公分；板条厚度 1.5 公分，宽度 3 公分。

脚手架子距离街太近和四周条件不允许设压栏子时，可将架子用铁线连接在建筑物上或使用反压栏子。

凡跨越电线的拖拉绳，必须搭设防护架子或套胶皮管等。

凡杨、柳、榉、桦、油松等木材和其他腐朽、折裂、枯节、弯曲等易折木杆一律禁止使用。

绑架子用的铁丝以 8 号铁丝为标准必须经过回火后，方可使用。

架杆均以剥皮杉松为标准，小头直径不能小于 7 公分，6 尺杠子以柞木和坚韧的硬木为标准，小头直径不能小于 8 公分。

脚手板以红白松木为标准，标准长度十、四、六公尺，宽度不得窄于 20 公分，厚度为 5 公分。

凡超过十二步架，无法绑压栏子时，须将架子连接在建筑物上，每隔二步架用 8 号线或 6 毫米钢筋连接。

在三步架上翻板时，每一步架五根立杆处绑一根六尺杠子，并应交错绑立杆或横杆上。

钢管脚手应用外径 48—51 毫米，壁厚 3—3.5 为宜。对有严重锈蚀、弯曲、压扁或裂纹的钢管不得使用。

钢管脚手架的立杆应垂直稳放在金属底座上。

拆除脚手架，周围应设围栏或警戒标志，并设专人看管，禁止无关人员入内，拆除应按顺序由上而下，一步一清，不准下同时作业。

拆下的脚手杆、脚手板、钢管、扣件、钢丝绳等材料，应向下传递或用绳吊下，禁止往下投扔。

凡拆带钉子脚手杆、板，应将钉子起掉或打弯并应堆放在安全地点。

凡拆除高处各种脚手架时，必须带好安全带并要挂在牢固地方。

在下暴雨、大雾和刮六级以上大风的时候，应停止露天高处作业。

在高空作业前，严禁喝酒，有心脏病、高血压、癫痫等症的工人不准从事高空作业。

高空作业的工人应穿软底鞋，不许穿皮鞋或塑料凉鞋。

2. 起重工

起重工经专业培训，考试合格持有效操作证，方能参加起重操作，并做到定期接受业务考核。

现场用电力设备必须接地可靠，绝缘良好，移动灯具要使用安全电压（36 伏以下）。

多人操作要有专人负责指挥，统一信号，交底清楚，严格按着指挥命令或信号工作。如遇操作者看不清手势时应设中转助手，以保证准确传递信号（操作人员必须熟知信号）。

工作前必须戴好安全帽，将帽系牢，检查各种设备、工具、索具，是否完好可靠，要进行试吊，看捆绑是否牢固，绳索经过有棱角快口处应设垫衬，然后试吊，吊离地面 0.5 米，不准超负荷使用，经检查确认稳妥可靠后方可起吊。

使用起重扒杆定位要准确，封底要牢固，不许在受力后产生弯曲沉斜等现象。

操作卷扬机必须听从指挥，看清信号，严格做到信号不明、钢丝绳跑偏、超负荷、刹车不灵不开车。

用卷扬机作牵引时中间不经滑轮不准作业。

使用千斤顶时，底基要坚实、平稳，顶历与重物间应垫木块缓速顶升，随顶随垫，多台顶升时要动作一致。

使用缆风绳应不少于三根，固定位置要牢靠，不准系结在电线杆、机电设备和管支架上。风缆绳与地面夹角应小于 45 度。

卧式滚移重物时，地面平整，枕木垫要硬，钢管要圆直，物件前后不准站人。起重区周围应设警戒线，严禁非工作人员通行，六级风时，严禁露天起重吊装。

吊物悬空时，严禁在吊臂上下逗留或通过，在卷扬机滑轮前及牵引钢丝绳边不准站人。

3. 砟工

搬运水泥，应戴好品罩，遇风天应戴好风镜。

向基坑下送料时，应设滑槽或漏斗，并应与基坑人员联系，通知躲开，操作人员须戴安全帽。

用推车运料时，卸料要双手扶牢车柄倒料，严禁双手脱把，防止翻车伤人。

用吊车、料斗浇筑砟时，指挥操纵料斗人员要与吊车驾驶员密切配合，运料、放料时，料斗正下方严

禁站人。

后张予应力孔道压浆时，应戴眼镜，以防灰浆喷出射伤眼睛。

浇筑离地面 2 米以上的桥面或盖梁时，应搭设脚和架，并设专人指挥。操作人员必须系好安全带。

龙门吊浇筑砼时，吊斗要到位，不准用人强行推拉。

4. 钢筋工

严格执行下列操作规程确保工作过程安全。

钢筋工操作应戴手套，防护镜，着三紧工作服，严禁穿拖，凉鞋。

拉直钢筋，卡头要卡牢，地锚要牢固，拉筋沿线二米内禁止行人。人工绞磨拉直，不准用胸，肚接触推扛，要缓慢松解，不得一次松开。

展开盘贺钢筋要一头卡牢，防止回弹，切断时先用脚踩。

人工断料，工具必须牢固。打锤人和把剁子人应站成斜角，注意打锤区域内的人和物体。切断小于 30 公分的短钢筋，应用钳子夹牢，禁止用手把扶，并在外侧设置箱笼罩。

人工锯断钢筋时，需使锯路顺直，垂直且勿歪扭，以免锯条断裂伤人。

多人合运钢筋，起，落，转，停动作要一致，人工上下传送不得在同一垂直线上。钢筋堆放要分散，稳当，防止倾倒和滑落。

制好钢筋骨架，下方禁止站人，必须待骨架降落离地 1 米以内时靠近，就位支撑好后方可摘钩。

安放钢筋骨架或搬运钢筋时，附近有电线时，需设法预防触电，要事先将电源关闭，以防意外伤人。

高空绑扎柱子和无平台的梁时，要脚手架上操作，系挂好安全带，戴好安全帽。

绑扎基坑钢筋时，要站在铺好的脚手板上操作，进入基坑时应使用梯子上下。禁止在支撑或横板上，并不得利用支撑或模板攀登上下。

5. 电焊工

必须经培训取得有效合格证方准上岗。应戴工作帽，帆布手套，镜和穿三紧工作服，鞋等。

电焊机应安设在干燥，通风良好的地点，周围严禁存放易燃易爆物品。

电焊机外壳，必须接地良好，其电源的装卸应由电工进行。

电焊机要设单独的开关，开关应放在防雨的闸箱内，拉合时应戴绝缘手套侧向操作。施焊完毕，拉闸上锁，遇雨雪天或六级风时，应停止露天作业。

焊钳与把线必须绝缘良好，连接。在潮湿地点工作作业人员应站在绝缘胶板或木板上。

严禁在带压力的容器或管道上施焊，焊接带电设备时，必须先切断电源。

焊接贮存过易燃，易爆有毒物品的容器或管道，必须将残存物质清除干净，并将所有孔口打开。

在密闭金属容器内施焊时，容器必须可靠接地，通风良好，并应有人监护，容器内照明电压不得超过 36 伏。焊工身体应用绝缘材料与容器壳体隔离开。严禁向容器内输入氧气。

焊接预热工件时，应有石棉布或挡板等隔热措施。

把线，地线，禁止与钢丝绳接触，更不得用钢丝绳或机电设备代替零线，所有地线接头，必须连接牢固。

更换场地移动电焊机时，必须切断电源，检查现场，清在高空焊接时，必须系好安全带，焊接点周围应备有消防设备。

焊接模板中的钢筋，钢板时，施焊部位下面应垫石棉板或铁板。

工作结束，应切断电焊机电源，并检查操作地点，确认无火险隐患后，方可离开。

6. 电工

1) 一般要求

电工必须经培训取得有效合格证方可上岗并定期验证。工作时要按规定穿戴好用品，不准喝酒，女工必须戴工作帽。操作时应戴绝缘手套，穿绝缘靴，并有人监护。挂好指示标牌。

所有绝缘，检验工具，应妥善保管，严禁他用，并应定期检查。

线路上禁止带负荷接电或断电，并禁止带电作业。必要时经批准并设专人监护方可作业。

雷雨时，禁止用仪表进行测量工作。

电工要学会紧急救护法。有人触电应立即切断电源，急救。电气着火，应立即将有关电源切断，使用干粉灭火器或干砂灭火。

接线，配线，设置开头，接用设备都要按规定操作，电线，电气设备运行中要经常检查运行情况，发现隐患，立即进行整改，确保安全用电。

2) 设备及内线安装

安装高压油开关，自动空气开关等有返回弹簧的开关设备时，应将开关置于断开位置。

多台配电箱并列安装时，手指不得放在两盘的接合处，也不得触摸连接螺孔。

修理电气设备时，首先要用验电笔试验是否有电，确认无电方可操作。

大修设备时，要把保险取下来，由操作者保管。

电气设备周围二米的地方不准堆放任何东西。用电设备电源开关周围一米处不得有任何障碍物。高压设备和开关设备应设防护栏。各种电气设备试车前，必须经过检查，确保电气主件，线路，接地，接零，刀闸开关都处于良好状态之后，方可试车。

剔槽打眼时，锤头不得松动，铲子应卷边，裂纹，戴好防护眼镜。

3) 现场电工

施工现场原则上要远离高压线。电工必须接近高压电进行局部操作时。操作人员或工作物与导电部分应保持一定的安全距离。

施工现场架设的低压线路不得用裸导线，所架设的高压线与建筑物应保持一定的安全距离做防护区。在防护区内严禁建房屋，搭设工棚，种植树木等。

凡是施工工程的工期超过3个月者，所安装的电气设备，线路应按正式工程要求架设，不得架设临时线路。架设临时线路时，其高度应考虑车辆装载通行。

现场装设变压器应符合供电部门要求标准，做好重复接地，接地电阻不应大于4欧姆，地面装设变压器一定要设防护栏，设门架锁，专人负责，并设有“注意有电”“切勿靠近”的标志牌。

各种电器开关，设备的金属外壳均应确实接地或接零，同时要注意在同一供电系统的一致性。不能有的接地，有的接零。

各种电气设备均应安装专用开关插销应装防护木箱，箱内禁止存放杂物，门应加锁。

现场敷设临时线路时，必须用绝缘支持物。不得随便把电线缠绕在钢筋，角钢龙门架，树木和钢管脚手架等上面。

行灯电压不得超过36伏，如在金属容器内或特别潮湿的地方工作时，电压不许超过12伏。变压器金属外壳和二次线端需保持接地或接零。

合用碘钨灯，高压水银灯，200瓦以上的炽灯，要远离易燃物品。最低距离1米，距易燃物品应在3米以上，一般灯泡距易燃物品应不小于60厘米，燃，易爆，场所，应用防爆灯，室外照明灯应装防雨罩。

施工现场夜间临时照明灯具高度应不低于2.5米。

凡属流动的电气机具设备的电线跨过路面时，应埋入地下或穿入硬管内。

照明灯泡大于100W的必须用磁灯头。潮湿环境的照明需要防水灯头。但灯泡不得大于100W。

8. 张拉工

预应力钢束张拉施工前，应遵守下列规定：

- (1) 张拉作业区，无关人员不得进入。
- (2) 检查张拉设备。工具是否符合施工及安全的要求。压力表应按规定的周期进行校定。
- (3) 锚环及锚塞使用前应经检验，合格后方可使用。
- (4) 高压油泵与千斤顶之间的连接点，各接口必须完好无损。油泵操作人员要戴防护镜。
- (5) 油泵开动时，进、回油速度与压力表指针升降相符，应平稳、均匀。

致。安全阀要保持灵敏可靠。

- (6) 张拉前，操作人员要确定联络信号。张拉两端相距较远时，宜设对讲机等通讯工具。

在已拼装或悬浇的箱梁上进行张拉作业，其张拉作业平台，拉伸机支架要搭设牢固，平台四周应加设护栏。高处作业时，应设上下扶梯及安全网。施工的吊篮应安挂牢固，并备有安全设施。张拉时千斤顶，的前后面严禁站人，作业人员应站在千斤顶的两侧。

张拉操作中若出现异常现象应立即停机进行检查。

张拉钢束完毕，退销时应采取安全防护措施。人工拆卸销子时，不得强击。张拉完毕后，对张拉施锚两端，应妥善保管，不得压重物。管道尚未灌浆前，梁端应设围护和挡板。严禁撞击锚具，钢束及钢筋。

先张法张拉施工时，除按本节的关规定施工外，还应做到：

- 1) 张拉前，对台座，横梁等进行检查；
- 2) 先张法张拉中和未浇砼之前，周围不得站人和进行其它作业。浇筑砼时，震捣器不得撞击钢丝用卷扬机滑轮组张拉小型构件时，张拉完成后应切断电源和卡固钢丝绳。精轧螺纹钢张拉前，除对张拉台座检查外，还应应对锚具，连接器进行检查，试验。预应力钢筋冷拉时，在千斤顶的端部及非张拉端部，均不得站人。钢筋张拉或冷却时，螺丝端杆，套筒螺丝必须有足够的长度；夹具应有足够的夹紧能力，防止锚夹不牢而滑出。管道压浆时，应严格按照规定压力进行。施压前应调整好安全阀门时，作业人员应站在侧面。

9. 机械钻孔工

工作前，应穿绝缘胶鞋，戴安全帽，帆布手套并穿工作服。

钻机就位后，要对钻孔及配套设备如卷扬机，钢丝绳，滑车电器装置是否完好正常。各润滑部位状况进行检查，合格后方可开钻。

钻机皮带传动部位，必须设有完整的防护装置，所需的动力电线，一律使用防水电缆，以确保施工安全。

各类钻机在施工中，除本机或经机管负责人指定操作人员外，不得任意登机操作。

对潜水钻机的电缆线要严格检查有无碰伤，漏电现象，发现后要及时处理。

拆装钻杆，应保证连接牢靠，避免小工具及肖轴螺帽掉进孔内，拆钻杆搬手利用卷扬机牵引时，要注意反正扣，两侧不许站人，以搬手缓扣伤人。

每班完成后或休息时，应将钻头提起，不得留在钻孔内，以防坍孔埋死钻头。

10. 力工

应根据人事的工作性质，按规定发给防护用品。

一般工作

- 1) 通过基坑或基坑上下搭设的跳板，不准用横板代替，双行跳板其宽度不得窄于 15 厘米，跳板要我要好防滑条，中部要用顶柱顶好。
- 2) 所用的工具要随时检查是否可靠，操作时防止工具碰伤人。
- 3) 往基坑运料时，基坑上下人员应取得联系，上下呼应在下边人躲开后，再进行运送。
- 4) 在砌筑后，清理地沟时，首先检查土方是否有坍塌危险，确认安全后再下去工作。
- 5) 一般清理，应先清除草袋子，水泥浆和带钉子的横板持。
- 6) 在脚手架上工作时，就穿软底鞋，如超过二米应系安全带，禁止穿硬底或带钉子的鞋。
- 7) 在搬运时，前后距离保持两米以外，上下脚手架时，禁止跑和跳。

抬石工作

抬石料前，应仔细检查使用的扁担，石托，绳子等。确认安全后，再进行搬运。

往地槽子下放石料时，必须注意下方是否有人操作，如基础较深须设溜放槽，，不准直接向下投扔。用手推车或单轮车推车运石时，应检查车子各部位是否完好，通道，跳板是否安全牢固，确认安全后方准进行工作。

11. 机动翻斗车司机

司机禁止酒后驾驶，行驶前检查各部位和仪表是否良好，驾驶时禁止交谈和吸烟。

起步时应平稳，不得突然加大油门，不得用二，三档起步。

如遇泥泞，溶软沥青路面，或灰砂 较差的道路，都应低速行驶，不得急剧加速猛冲。不准超速行驶施工现场不得超过 20km / 小时，路况，路线不平或坡度较大时，应提前换挡，低速行;步坡及转弯时，严禁脱档滑行。卸料前应检查上方空中是否有高压线路，接近坑边应减速行驶，并与坑边保持一米的安全距离。在卸料时，不得行驶或平土作业。斗内载荷时，严禁在车底下作业。遵守有关安全行车规定。

驾驶员不准超重行驶，在厂内汽车行驶速度不得超过 10 公里 / 小时，狭窄及人多拥挤的地点，不得超过 5 公里 / 小时，施工路段不准超过 20 公里 / 小时。行驶至交叉路口，窄狭道路，桥梁坡路，人车繁杂地区时，必须减速，鸣笛，做好停车准备。倒车前必须先排除周围不安全因素。不见指挥信号不准倒车。

车辆装土场地，必须平整坚实，当用机械装土时，汽车就位需拉手闸，装载均匀，不得偏载。

在冰雪路面行驶时，不准开快车，不准使用急刹车。

在陡坡，高坡，坑连或土方连处卸土时，停卸地点必须平整坚实，地面宜有反坡，与边缘必须保持安全距离。

在危险地段卸土，应有专人指挥。

在过火车道口时，必须做到一停二看三通过。

用摇把发动时，不准同时使用起动机发动，以防摇把子倒向伤人。

车入库时，要采用倒车进入车库，车头要面向库门。

严禁任何人在车下乘凉，休息。

除驾驶室内按规定乘人外，其它部位，不准载人。

砼搅拌机操作人员

搅拌机必须安置在坚实的地方，根据当地的水文情况，设在高.处。

搅拌机的电机，必须进行接地保护，并使用防水线。

搅拌机操作人员必须佩带劳动保护用品。

开动搅拌机前应检查离合器、制动器、钢丝绳状态是否良好。

开动搅拌机后要先进进行空车试运转，确认无误后方可进行作业。

在机械运转中，严禁用铁锹、铁铲等物件深入滚筒内操作。

停机在滚筒内清渣时，外面要悬挂“有人操作，禁止合闸”的标志。

进料斗升起时，严禁任何人在料斗下工作或通过。

大型拌合站开机前必须认真检查各部位操作人员是否都处在安全位置，确认无误后方可合闸。

垂直部分，弯管部分要用绳索、钢丝等绑紧固定好。

不要将接头、配管、扳手等放在有坠落危险的地方。

悬臂前端要接长配管时，一定要使用连接软管。

不准做在料斗上，不可在悬臂正下方作业。

操作人员要有统一的联络用语、手势，要有严格的分工。

泵车工作时，要经常检查输送管道，发现破裂，漏出及时修理。

钢筋切断机操作工

1、操作工必须戴防护镜，防护手套，穿三紧工作服。

2、接送料工作台面应和切刀下部保持水平。

- 3、起动前，切刀应无裂纹，刀架螺栓紧固，防护罩牢靠。检查齿轮咬合间隙，调整切刀间隙，必须安装漏电保护器。
- 4、起动后，先空转，检查各传动部分及轴承运转正常后，方可作业。
- 5、断料时，手与刀口距离不得少于 15 厘米，活动刀片前进时禁止送料。
- 6、切断钢筋禁止超过负载运行。
- 7、切长钢筋应有专人扶料，操作时动作要一致，不得任意拖拉。
- 8、运转中，严禁用手直接清除切刀附近的断头和杂物。
- 9、作业后，用钢刷清除切刀间的杂物，进行整机清洗保养。

钢筋弯曲机操作工

- 1、操作工必须戴防护镜，防护手套，穿三紧工作服。
- 2、开机前，检查芯轴、当块、转盘有无损坏和裂纹，防护罩是否可靠。经空运转正常后，方可作业。
- 3、钢筋要贴紧挡板，注意放入插头的位置和回转方向，不得开错。
- 4、弯曲长钢筋，应有人扶料，并站在钢筋弯曲的外面，不得拖拉。
- 5、弯曲的半成品应堆放整齐，弯钩不得超上，更换插头、加油和清理，必须停机后进行。

吊车司机吊车人员

- 1、使用前应检查式吊，钢丝绳在卷筒上必须排列整齐，尾部卡牢，工作中最少保留三圈以上。
- 2、作业前应地面处理平坦放好支架，调平机架，检查距尾部周转范围 50 厘米无障碍物，支腿未完全伸出时，禁止作业。
- 3、两台或多台车台吊时，必须有统一指挥，吊重应分配合理，不得超过单机允许重量的 80%。
- 4、操作中要听从指挥人员的信号，信号不明，不准操作。
- 5、起重臂、物件必须与架空电线保持二米以上的距离。
- 6、凡起吊物件必须拉溜绳，速度均匀，禁止突然制动和变换方向。
- 7、起吊在接近满负荷时，严禁降落臂杆或同时进行两个动作。
- 8、严禁斜吊和吊拔埋在底下或凝结在地面设备上的物件。
- 9、起重机停止作业时，应将起吊物件放下，刹住制动器，操纵杆放在空挡，并关门上锁。
- 10、吊运物件不许紧贴地面移动，如绳扣不良或物件有倾倒危险时，应立即停止吊运。
- 11、夜间作业时，必备足够的照明设施和畅通的吊运通道。
- 12、起吊作业中，不准扳动支脚手柄，如必须调整支腿时，应先将重物落下，再进行调整。
- 13、起吊额定负荷时，吊臂的左右旋转角度都不准超过 45°，也不应横吊，以防翻车。
- 14、起吊时，先推吊钩操纵杆慢慢抬起离合器踏板。
- 15、起吊时，操纵杆不准扳得太紧，防止过紧而卡住。
- 16、起重作业完毕后，在行驶之前，必须将稳定器松开，四支腿返回原位。