



四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

四、钢管混凝土拱

(1) 钢管拱肋制作应符合下列规定：

1) 拱肋钢管的种类、规格应符合设计要求，应在工厂加工，具有产品合格证。

2) 钢管拱肋加工的分段长度应根据材料、工艺、运输、吊装等因素确定。在制作前，应根据温度和焊接变形的影响，确定合龙节段的尺寸，并绘制施工详图，精确放样。

3) 弯管宜采用加热顶压方式，加热温度不得超过 800°C 。





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

四、钢管混凝土拱

4) 拱肋节段焊接强度不应低于母材强度。所有焊缝均应进行外观检查；对接焊缝应100%进行超声波探伤，其质量应符合设计要求和国家现行标准规定。

5) 在钢管拱肋上应设置混凝土压注孔、倒流截止阀、排气孔及扣点、吊点节点板。

6) 钢管拱肋外露面应按设计要求做长效防护处理。

【口诀】气质板鸭

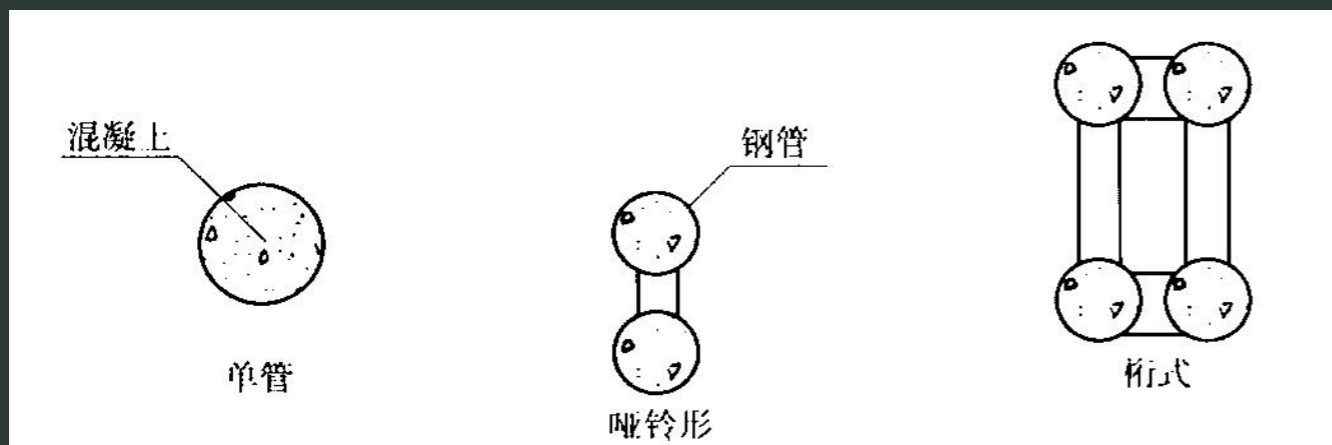




四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

钢管混凝土工作的基本原理

钢管混凝土是指在钢管中填充混凝土而形成的构件。钢管混凝土的原理可类比于螺旋配筋的钢筋混凝土柱来比拟：核心混凝土在密集的螺旋筋的作用下处于三向受压状态，因而使得核心混凝土的抗压强度明显提高。由于钢管对混凝土的紧箍力作用，大大提高管内混凝土的承载力，反之，混凝土对钢管的约束作用，提高了钢管抗失稳的能力，二者结合是完美的。





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

钢管砼的优点

- (1) 构件承载力大大提高
- (2) 具有良好的塑性和韧性
- (3) 结构自重和造价均有降低
- (4) 施工简单、缩短工期
- (5) 防腐、防火性能好
- (6) 结构造型美观

钢管砼的主要缺点

- (1) 钢管的接头连接存在的缺陷
- (2) 钢管内灌注砼的密实度问题
- (3) 钢管的养护问题
- (4) 钢管砼的动力性能及疲劳性能





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

(2) 钢管拱肋安装应符合下列规定：

1) 钢管拱肋成拱过程中，应同时安装横向连系，未安装连系的不得多于一个节段，否则应采取临时横向稳定措施。

2) 节段间环焊缝的施焊应对称进行，并应采用定位板控制焊缝间隙，不得采用堆焊。

3) 合龙口的焊接或栓接作业应选择在环境温度相对稳定的时段内快速完成。

4) 采用斜拉扣索悬拼法施工时，扣索采用钢绞线或高强钢丝束时，安全系数应大于2。





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

(3) 钢管混凝土浇筑施工质量控制，参见
1K420104节中的相关内容





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

一、钢管混凝土施工质量控制

(P365)

(一) 质量标准

(1) 钢管（钢管柱和钢管拱）内浇筑混凝土施工质量是验收主控项目。

(2) 钢管内混凝土应饱满，管壁与混凝土紧密结合，混凝土强度应符合设计要求。

(3) 检验方法：观察出浆孔混凝土溢出情况，检查超声波检测报告，检查混凝土试件试验报告。





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

一、钢管混凝土施工质量控制

(二) 基本规定

(1) 钢管上应设置混凝土压注孔、倒流截止阀、排气孔等。

(2) 钢管混凝土应具有低泡、大流动性、收缩补偿、延缓初凝和早强的性能。

(3) 混凝土浇筑泵送顺序应按设计要求进行，宜先钢管后腹箱。

(4) 钢管混凝土的质量检测应以超声波检测为主，人工敲击为辅。





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

二、钢管柱混凝土浇筑

(1) 钢管柱加工简单、重量轻、便于吊装、安装方便等特点，在城市桥梁工程和轻轨交通工程中被广泛用作钢管墩柱。

(2) 钢管柱内混凝土浇筑和水平结构混凝土基本相同，一层一浇筑，施工时钢管上端口既作为混凝土入口又作为振捣口。

(3) 混凝土宜连续浇筑，一次完成。

(4) 终凝后应清除钢管柱内上部混凝土浮浆，然后焊接临时端口。





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

三、钢管拱混凝土浇筑

(一) 准备工作

(1) 应检查混凝土压注孔、倒流截止阀、排气孔等，保证通常。

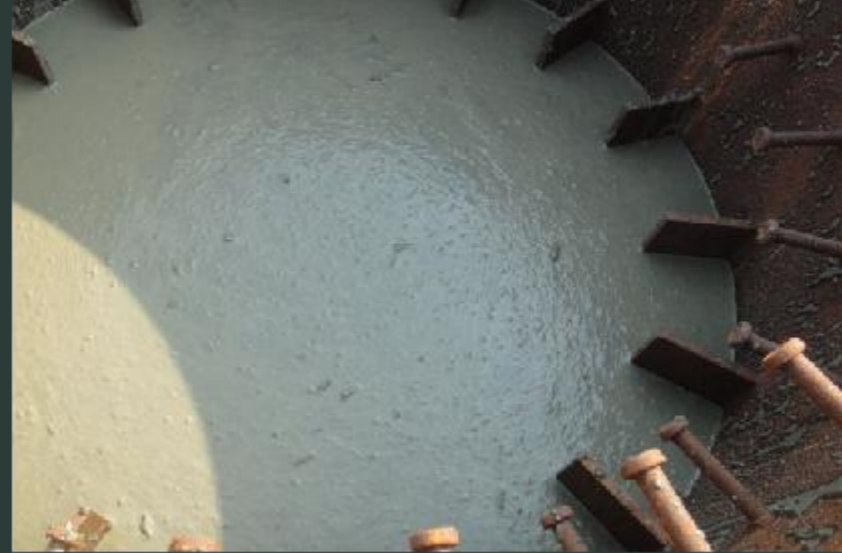
(2) 应清洗管拱内污物，并润湿管壁。

(3) 应按设计要求，确定浇注顺序。





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

(二) 浇筑作业

(1) 应采用泵送顶升压注施工，由两拱脚至拱顶对称均衡地连续压注一次完成。

(2) 应先泵入适量水泥浆再压注混凝土，直至钢管顶端排气孔排出合格的混凝土停止。压注混凝土完成后应关闭倒流截止阀。

(3) 大跨径拱肋钢管混凝土应根据设计加载程序，宜分环、分段并隔仓由拱脚向拱顶对称均衡压注。压注过程中拱肋变位不得超过设计要求。

(4) 钢管混凝土的泵送顺序宜先钢管后腹箱。

(5) 应按照施工方案进行钢管混凝土养护。



四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

组合体系桥



上海长江大桥



江苏苏通大桥





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

一、斜拉桥类型与组成 (P88)

(1) 斜拉桥类型

通常

混凝土叠合





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

一、斜拉桥类型与组成

(2) 斜拉桥组成：

斜拉桥有索塔、钢索和主梁组成。





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

二、施工技术要点

(1) 索塔施工的技术要求和注意事项：

1) 索塔的施工可视其结构、体形、材料、施工设备和设计要求综合考虑，选用适合的方法。**裸塔施工宜用爬模法，横梁较多的高塔，宜采用劲性骨架挂模提升法。**

2) 斜拉桥施工时，应避免塔梁交叉施工干扰。必须交叉施工时应根据设计和施工方法，采取保证塔梁质量和施工安全的措施。





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

二、施工技术要点

3) 倾斜式索塔施工时，必须对各施工阶段索塔的强度和变形进行计算，应分高度设置横撑，使其线形、应力、倾斜度满足设计要求并保证施工安全。



长沙洪山庙大桥



四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

(4) 索塔横梁施工时应根据其结构、重量及支撑高度，设置可靠的模板和支撑系统。要考虑弹性和非弹性变形、支承下沉、温差及日照的影响，必要时，应设支承千斤顶调控。体积过大的横梁可分两次浇筑。

(5) 索塔混凝土现浇，应选用输送泵施工，超过一台泵的工作高度时，允许接力泵送，但必须做好接力储料斗的设置，并尽量降低接力站台高度。





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

(6) 必须避免上部塔体施工时对下部塔体表面的污染。

(7) 索塔施工必须制定整体和局部的安全措施，如设置塔吊起吊重量限制器、断索防护器、钢索防扭器、风压脱离开关等；防范雷击、强风、暴雨、寒暑、飞行器对施工影响；防范掉落和作业事故，并有应急的措施；应对塔吊、支架安装、使用和拆除阶段的强度稳定等进行计算和检查。





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

(2) 主梁施工技术要求和注意事项

1) 斜拉桥主梁施工方法：

①施工方法与梁式桥基本相同，大体上可分为**顶推法、平转法、支架法和悬臂法**；悬臂法分悬臂浇筑法和悬臂拼装法。由于悬臂法适用范围较广而成为斜拉桥主梁施工最常用的方法。②悬臂浇筑法，在塔柱两侧用挂篮对称逐段浇筑主梁混凝土。

③悬臂拼装法，是先在塔柱区浇筑（对采用钢梁的斜拉桥为安装）一段放置起吊设备的起始梁段，然后用适宜的起吊设备从塔柱两侧依次对称拼装梁体节段。



四、拱桥、斜拉桥、悬索桥



3/2/2000



四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

(2) 混凝土主梁施工方法

(1)斜拉桥的零号段是梁的起始段，一般都在支架和托架上浇筑。支架和托架的变形将直接影响主梁的施工质量。在零号段浇筑前，应消除支架的温度变形、弹性变形、非弹性变形和支承变形。

(2)当设计采用非塔、梁固结形式时，施工时必须采用塔、梁临时固结措施，必须加强施工期内对临时固结的观察，并按设计确认的程序解除临时固结。



四、拱桥、斜拉桥、悬索桥





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

(2) 混凝土主梁施工方法

(3)采用挂篮悬浇主梁时，挂篮设计和主梁浇筑应考虑抗风振的刚度要求；挂篮制成后应进行检验、试拼、整体组装检验、预压，同时测定悬臂梁及挂篮的弹性挠度、调整高程性能及其他技术性能。

(4)主梁采用悬拼法施工时，预制梁段宜选用长线台座或多段联线台座，每联宜多于5段，各端面要啮合密贴，不得随意修补。



四、拱桥、斜拉桥、悬索桥





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

(5)大跨径主梁施工时，应缩短双向长悬臂持续时间，尽快使一侧固定，以减少风振时不利影响，必要时应采取临时抗风措施。

(6)为防止合龙梁段施工出现的裂缝，在梁上下底板或两肋的端部预埋临时连接钢构件，或设置临时纵向预应力索，或用千斤顶调节合龙口的应力和合龙口长度，并应不间断地观测合龙前数日的昼夜环境温度场变化与合龙高程及合龙口长度变化的关系，确定适宜的合龙时间和合龙程序。合龙两端的高程在设计允许范围之内，可视情况进行适当压重。合龙浇筑后至预应力索张拉前应禁止施工荷载的超平衡变化。



四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

3) 钢主梁施工方法

①钢主梁应由资质合格的专业单位加工制作、试拼，经检验合格后，安全运至工地备用。堆放应无损伤、无变形和无腐蚀。

②钢梁制作的材料应符合设计要求。焊接材料的选用、焊接要求、加工成品、涂装等项的标准和检验按有关规定执行。

③应进行钢梁的连日温度变形观测对照，确定适宜的合龙温度及实施程序，并应满足钢梁安装就位时高强螺栓定位所需的时间。





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

三、斜拉桥施工监测

(1) 施工监测目的与监测对象

1) 施工过程中，**必须对主梁各个施工阶段的拉索索力、主梁标高、塔梁内力以及索塔位移量等进行监测。**

2) 监测数据应及时将有关数据反馈给设计等单位，以便分析确定下一施工阶段的拉索张拉量值和主梁线形、高程及索塔位移控制量值等，直至合龙。



四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

(2) 施工监测主要内容

1) 变形：主梁线形、高程、轴线偏差、索塔的水平位移；

2) 应力：拉索索力、支座反力以及梁、塔应力在施工过程中的变化；

3) 温度：温度场及指定测量时间塔、梁、索的变化。



四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

1K432022悬索桥的索鞍、索夹与吊索施工技术要点（P465）悬索桥的索鞍、索夹与吊索施工技术要点如下：

（1）索鞍安装应选择在晴朗的白天连续完成。安装时应根据设计提供的预偏量就位，在加劲梁架设、桥面铺装过程中应按设计提供的数据逐渐顶推到永久位置。顶推前应确认滑动面的摩阻系数，控制顶推量，确保施工安全。





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥



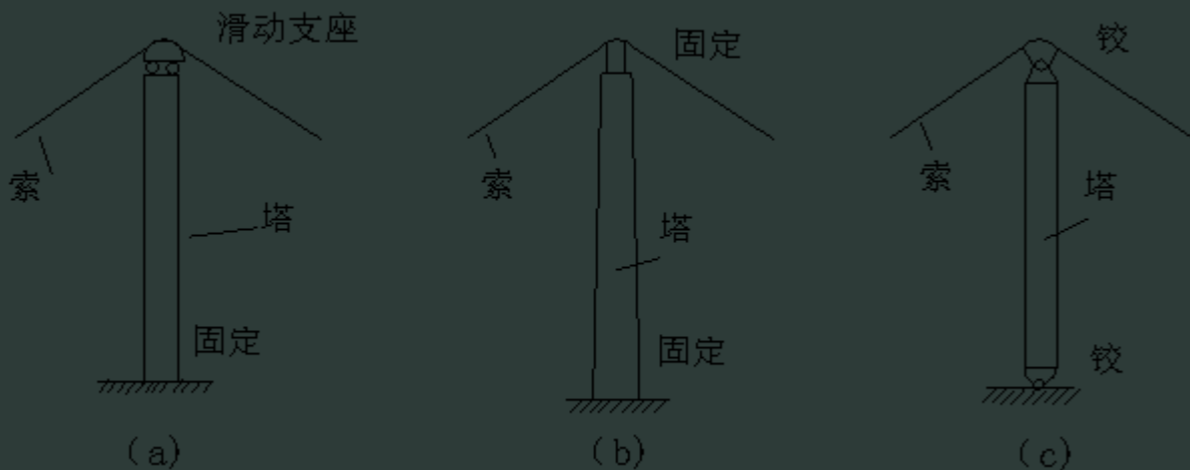
悬索桥的主要构造





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

塔与索鞍的联结形式





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

(2) 索夹安装应遵守下列规定：

1) 索夹安装前，必须测定主缆的空缆线形，经设计单位确认索夹位置后，方可对索夹进行放样、定位、编号。放样、定位应在环境温度稳定时进行。索夹位置处主缆表面的油污及灰尘应清除并涂防锈漆。

2) 索夹在运输和安装过程中应采取保护措施，防止碰伤及损坏。

3) 索夹安装位置纵向误差不得大于10mm。当索夹在主缆上精确定位后，应立即紧固索夹螺栓。



四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

4) 紧固同一索夹螺栓时，各螺栓受力应均匀，并按三个荷载阶段（即索夹安装时、钢箱梁吊装后、桥面铺装后）对索夹螺栓进行紧固。

（3）吊索运输、安装过程中不得受损坏。吊索安装应与加劲梁安装配合进行，并对号入座，安装时必须采取防止扭转措施。





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥





四、拱桥、斜拉桥、悬索桥

(3) 吊索运输、安装过程中不得受损坏。吊索安装应与加劲梁安装配合进行，并对号入座，安装时必须采取防止扭转措施。



读一书
增一智

