



## 计算荷载 ★

1. 公路桥涵设计采用的作用分为永久作用、可变作用、偶然作用和地震作用四类。

### 3.1.3 桥梁施工准备 ★★

1. 桥梁施工准备：熟悉设计文件，对桥梁结构尺寸和关键施工参数进行核对，设计单位应进行设计交底。

2. 桥梁施工准备：施工调查及现场核对完成后，结合设计要求、合同条件及现场情况等，编制实施性施工组织设计。

3. 桥梁施工准备：技术复杂或危险性较大的分部分项工程，应制定安全可靠、技术可行、经济合理的专项施工方案。

4. 桥梁施工准备：对工程所需临时受力结构和大型临时设施，应进行专项设计与验算，明确质量和安全的验收标准，并应编制安装、使用、维护和拆除的专项方案。



施工准备：建立健全质量保证体系和质量管理体系、安全生产管理体系、  
环保管理体系、施工组织机构、工地试验室。

6. 桥梁施工准备：水泥、砂、石、外加剂等施工原材料的选择应通过试验确定。

7. 桥梁施工准备：对拟采用新技术、新工艺、新材料和新设备的工程项目，应提前做好试验研究和论证等工作。

### 3.1.4 桥梁施工测量 ★

1. 施工前应由勘测设计单位对控制性桩点进行现场交桩，施工单位在复测原控制网的基础上，根据需要适当加密、优化，建立施工测量控制网。

2. 桥梁工程施工的平面控制测量要求：在布设平面控制点时，四等及以上平面控制网中相邻点之间的距离不得小于 500m；一级平面控制网中相邻点之间的距离在平原、微丘区不得小于 200m，重丘、山岭区不得小于 100m；最大距离应不大于平均边长的 2 倍。特大桥及特殊结构桥梁的每一端应至少埋设 3 个平面控制点。

3. 桥梁工程施工的高程控制测量要求：大桥和特大桥的每端应至少设置 2 个水准点，作为水准网的控制点。



水域和海上桥梁的基础工程施工测量宜采用卫星定位测量，并在水域和海上建立专门的测量平台。

### 3.2 常用模板、支架和拱架设计与施工

#### 3.2.1 常用模板、支架设计与施工 ★★★

1. 模板与混凝土的接触面应涂刷隔离剂，不得采用废机油等油料。
2. 在模板上设置吊环应采用HPB300钢筋，严禁采用冷加工筋制作。每个吊环应按两肢截面计算，吊环（允许）拉应力应不大于65MPa。
3. 支架不得与应急安全通道相连接。
4. 模板背面应设置主肋和次肋作为其支承系统。支架或支撑的着力点应设置在主肋上。
5. 验算模板、支架的刚度时，其变形值不得超过下列允许值：结构表面外露的模板，挠度为模板构件跨度的1/400；结构表面隐蔽的模板，挠度为模板构件跨度的1/250；钢模板的面板变形为1.5mm；
6. 模板、支架的抗倾覆稳定系数应不小于1.3。

板不宜与脚手架连接。

8. 模板在安装过程中，必须设置防倾覆的临时固定设施。

9. 梁、板的底模板宜设置预拱度。

10. 支架宜采用钢构件。

11. 木支架：相邻立柱接头宜在不同水平面上。主要压力杆宜使用对接法；次要构件可采用搭接法。

12. 支架（拱架）安装完成后应全面检查：平面位置、顶部高程、节点连接、纵向稳定性。

13. 支架预压规定：刚性地基：可不预压。软土地基：宜预压。目的：消除地基不均匀沉降和支架的非弹性变形。

14. 支架预压荷载宜为支架所承受荷载的 $1.05\sim1.10$ 倍，预压荷载的分布宜模拟结构荷载+施工荷载。

15. 支架预拱度值=结构预拱度+施工预拱度。

16. 施工预拱度考虑因素：模板、支架承受施工荷载引起的弹性变形；受载后由于杆件接头的挤压和卸落装置压缩而产生的非弹性变形；支架地基在受载后的沉降变形。



架应设置木楔、木马、砂筒、千斤顶等卸落模板的装置，并结合结构形式、承受荷载大小确定卸落量。

18. 非承重侧模拆除：混凝土抗压强度达到 2.5MPa。

19. 预应力混凝土结构模板支架拆除：侧模：预应力张拉前；底模、支架：建立预应力后。

20. 模板、支架拆除顺序原则：后支先拆、先支后拆。墩台模板：宜在上部结构施工前拆除。

21. 拆除梁、板等结构的承重模板时，在横向应同时、在纵向应对称均衡卸落。简支梁、连续梁模板：宜从跨中向支座方向依次循环卸落；悬臂梁模板：宜从悬臂端开始顺序卸落。

### 3.2.2 常用拱架设计与施工 ★

1. 拱架受载后：落地式拱架，弹性挠度应不大于相应结构跨度的 1/2000；拱式拱架，弹性挠度应不大于相应结构跨度的 1/1000。

2. 拱架的抗倾覆稳定系数应不小于 1.5。



混凝土拱圈的拱架拆卸：拱圈混凝土强度 $\geq$ 设计强度的 85%。

4. 浆砌石拱桥卸落：砂浆强度 $\geq$ 设计强度的 85%。
5. 满布式落地拱架卸落：从拱顶向拱脚；拱式拱架卸落：两支座处同时。
6. 石拱桥的拱架卸落：跨径 $<10m$  的小拱桥，宜在拱上建筑全部完成后卸架；中等跨径的实腹式拱，宜在护拱砌完后卸架；较大跨径的空腹式拱，宜在拱上小拱横墙砌好（未砌小拱圈）时卸架。

### 3.3 钢筋、混凝土和钢结构施工

#### 3.3.1 钢筋工程施工 ★★

1. 钢筋应具有出厂质量证明书、试验报告单，进场时分批抽取试样进行力学性能检验。钢筋在工地存放时间 $\leq 6$  个月。
2. 钢筋需要代换时，应得到设计认可。吊环必须采用未经冷拉的热轧光圆钢筋制作，且使用时的计算拉应力应 $\leq 65MPa$ 。
3. 成盘（弯曲）的钢筋应调直才能使用。
4. 箍筋弯钩的弯曲直径应 $>$ 被箍受力主钢筋的直径。弯钩平直部分长度，一般



的 5 倍，有抗震要求结构  $\geq$  箍筋直径的 10 倍。

5. 钢筋的连接宜采用 焊接或机械连接。绑扎仅施工困难时方可采用，轴心受拉和小偏心受拉构件 不应采用绑扎。

6. 焊接宜采用 闪光对焊，或采用电弧焊、电渣压力焊或气压焊，但电渣压力焊仅可用于 竖向钢筋连接。

7. 每批钢筋焊接前应进行 试焊，合格后方可正式施焊。

8. 电弧焊宜采用 双面焊，仅在双面无法施焊时方可采用单面。采用帮条电弧焊时，帮条应采用 与主筋相同的钢筋。电弧焊接头的焊缝长度，对双面焊  $\geq 5d$ ，单面焊  $\geq 10d$ （ $d$  为钢筋直径）。电弧焊接与钢筋弯曲处的距离  $\geq 10d$ ，且不宜位于构件的最大弯矩处。（简记 10d）

9. 钢筋的机械连接宜采用：镦粗直螺纹、滚轧直螺纹、套筒挤压。

10. 机械连接件的混凝土保护层厚度  $\geq 20\text{mm}$ ；连接件之间或连接件与钢筋之间的横向净距  $\geq 25\text{mm}$ 。

11. 受力钢筋焊接或绑扎接头应设置在内力较小处，并 错开布置。对于绑扎接头，两接头间距离不小于 1.3 倍搭接长度。焊接接头和机械接头，在接头长度区段内，同一根钢筋不得有 两个接头。

接时，不同直径钢筋的中心线应在同一平面上，较小直径钢筋下面宜垫钢板。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。相邻焊缝应采用分区对称跳焊，不得顺方向一次焊成。

13. 钢筋与模板之间应设置垫块，混凝土垫块应 $\geq$ 结构混凝土强度。垫块的制作厚度不应出现负误差，正误差应 $\leq 1\text{mm}$ 。垫块不应横贯混凝土保护层的全部截面进行设置。垫块在结构侧面和底面布设数量应 $\geq 4\text{个}/\text{m}^2$ 。

14. 灌注桩钢筋骨架：主筋接头应错开布置。骨架外侧垫块间距在竖向 $\leq 2\text{m}$ ，在圆周 $\geq 4$ 处。

15. 预应力筋进场时应分批验收。应对其质量证明书、包装、标志、规格等进行检查。

16. 预应力筋进场检查：钢丝：每批 $\leq 60\text{t}$ ，抽查 5%且 $\geq 5$ 盘，进行表面质量检查。如不合格，则应对该批逐盘检查。进行抗拉强度、弯曲、伸长率试验。

17. 预应力筋进场检查：钢绞线：每批 $\leq 60\text{t}$ ，取 3 盘，进行表面质量、直径偏差、力学性能试验。

18. 预应力筋进场检查：螺纹钢筋：每批 $\leq 100\text{t}$ ，对表面质量应逐根目视检查，外观检查合格后在每批中任选 2 根钢筋截取试件进行拉伸试验。



拉伸试验的试件，不允许进行任何形式的加工。

20. 钢丝束采用镦头锚具时，宜采用等长下料法。

21. 预应力筋可采用切断机、砂轮锯切断，严禁采用电弧切割。

### 3.3.2 混凝土工程施工 ★★★

1. 进行混凝土强度试配和质量检测时，混凝土抗压强度应以边长为 150mm 的立方体尺寸标准试件测定，且应取其保证率为 95%。

2. 混凝土抗压强度应为标准方式成型的试件，置于标准养护条件下（温度为 20 ± 2°C 及相对湿度不低于 95%）养护 28d 所测得的抗压强度值 MPa 进行评定。

3. 混凝土配合比应以质量计量。

4. 混凝土中掺入外加剂应符合下列规定：在钢筋混凝土和预应力混凝土中，均不得掺用氯盐（氯化钙、氯化钠）。

5. 混凝土的总碱含量，对一般桥涵宜 ≤ 3.0 kg/m³，对特大桥、大桥和重要桥梁宜 ≤ 2.1 kg/m³。混凝土结构处于受严重侵蚀的环境时不得使用有碱活性反应的集料。

6. 泵送混凝土：胶凝材料用量宜 ≥ 300 kg/m³。应掺用适量泵送剂或减水剂，且



合料。

7. 设计和试配确定的配合比应填写试配报告单，提交施工监理工程师或有关方面批准。混凝土拌制前应将理论配合比换算为施工配合比。

8. 混凝土的配料宜采用自动计量装置。计量器具应定期标定，迁移后应重新标定。

9. 在施工现场集中拌制的混凝土，应检测其拌合物的均匀性。

10. 混凝土搅拌完毕后，应检测坍落度及其损失，一般在搅拌地点和浇筑地点分别取样检测，每一工作班或每一单元结构物应不少于两次，评定时以浇筑地点的测值为准。

11. 当混凝土从搅拌机出料起至浇筑入模的时间≤15min时，其坍落度可仅在搅拌地点取样检测。

12. 泵送混凝土的泵送间歇时间宜≤15min。

13. 混凝土运至浇筑地点后发生离析、严重泌水、坍落度不符合要求时，应进行二次搅拌。二次搅拌时不得任意加水。确有必要时，可同时加水、相应的胶凝材料和外加剂并保持其原水胶比不变；二次搅拌仍不符合要求时，则不得使用。

14. 根据待浇筑结构物的情况、环境条件及浇筑量等制定合理的浇筑方案，对施



筑顺序、浇筑工具、防裂措施、保护层控制等作出明确规定。

15. 浇筑混凝土前的准备工作：对混凝土的均匀性和坍落度等性能进行检测。

16. 自高处向模板内倾卸混凝土时，应防止混凝土离析。直接倾卸时，自由倾落高度宜≤2m；倾落高度>2m时，应通过串筒、溜管（槽）、振动溜管（槽）下落；倾落高度>10m时，应设置减速装置。

17. 混凝土应按一定厚度、顺序和方向分层浇筑，应在下层混凝土初凝或能重塑前浇筑完成上层混凝土。上下层同时浇筑时，上、下层前后浇筑距离应保持>1.5m。

18. 混凝土分层浇筑厚度（用插入式或附着式振动器）：≤300mm。

19. 振动器振捣混凝土应符合下列规定：插入式振动器的移位间距应≤振动器作用半径的1.5倍。每一振点的振捣延续时间宜为20~30s，以混凝土停止下沉、不出现气泡、表面呈现浮浆为度。

20. 混凝土的浇筑应连续进行，如因故必须间断时，其间断时间应<前层混凝土的初凝时间或能重塑的时间。超出时应按浇筑中断处理，须留置施工缝并作好记录。

21. 施工缝处混凝土表面的光滑表层、松弱层应予凿除，凿毛深度应≥8mm。施工缝处混凝土的强度：用水冲洗凿毛时，应达到0.5MPa；人工凿除时，应达到2.5MPa；用风动机凿毛时，应达到10MPa。



混凝土的强度达到 2.5MPa 之前，不得使其承受行人、运输工具、模板、支架及脚手架等荷载。

23. 混凝土养护 严禁采用海水。洒水保湿养护时间应  $\geq 7d$ 。当气温  $< 5^{\circ}\text{C}$  时，应采取保温养护措施，不得向混凝土表面洒水。

24. 混凝土强度未达到设计强度等级的 80%前不得受冻。

25. 大体积混凝土宜选用低水化热和凝结时间长的水泥品种。粗集料宜采用连续级配，细集料宜采用中砂。外加剂宜采用缓凝剂、减水剂；掺合料宜采用粉煤灰、粒化高炉矿渣粉等。

26. 大体积混凝土：配合比设计时，在保证混凝土强度、和易性及坍落度要求的前提下，宜采取改善粗集料级配、提高掺合料和粗集料的含量、降低水胶比等措施，减少单方混凝土的水泥用量。

27. 大体积混凝土配合比设计及质量评定时，可按 60d 龄期的抗压强度控制。

28. 对大体积混凝土进行温度控制时，应使其内部最高温度  $\leq 75^{\circ}\text{C}$ 、内表温差  $\leq 25^{\circ}\text{C}$ ，混凝土表面与大气温差  $\leq 20^{\circ}\text{C}$ 。

29. 大体积混凝土分层浇筑时，在上层混凝土浇筑前应对下层混凝土的顶面作凿毛处理，且新浇混凝土与下层已浇筑混凝土的温差宜小于 20  $^{\circ}\text{C}$ ，并将各层间的浇筑



制在 7d 以内。

30. 大体积混凝土分块浇筑时，块与块之间的竖向接缝面应平行于结构物的短边。

31. 大体积混凝土的浇筑宜在气温较低时进行，但混凝土入模温度应 $\geq 5^{\circ}\text{C}$ ；热天施工时，宜采取措施将混凝土入模温度控制在 28 以下。

32. 大体积混凝土温度控制宜按照“内降外保”的原则，混凝土内部设置冷却水管循环通水、混凝土外部采取覆盖蓄热或蓄水保温等措施进行。水温与内部混凝土温差宜 $\leq 20^{\circ}\text{C}$ 。

33. 大体积混凝土采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥时，浇筑后养护时间不宜少于 14d。

34. 高强度混凝土的水泥用量宜 $\leq 500\text{kg/m}^3$ ，胶凝材料总量宜 $\leq 600\text{kg/m}^3$ 。

35. 高强度混凝土的设计配合比确定后，尚应采用该配合比进行 $\geq 6$  次的重复试验进行验证，其平均值应不低于配制强度。

36. 高强度混凝土应采用强制式搅拌机拌制，不得采用自落式搅拌机搅拌。搅拌混凝土时高效减水剂宜采用后掺法，且宜制成溶液后再加入，如为粉剂则应扣除溶液体积用水量。

37. 高性能混凝土水泥宜选用强度等级 $\geq 42.5$  级的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水

广渣硅酸盐水泥、火山灰质硅酸盐水泥、粉煤灰硅酸盐水泥或复合硅酸盐水泥，不宜采用早强水泥。

### 3.3.3 预应力混凝土工程施工 ★★★

1. 预应力钢筋和金属管道室外存放时间宜不超过6个月，不得直接堆放在地面上。
2. 锚具、夹具和连接器均应专人保管。
3. 锚具应满足分级张拉、补张拉、放松预应力要求。
4. 夹具应具有良好的自锚、松锚和安全重复使用性能，可重复使用的次数应不少于300次。
5. 混凝土结构或构件中的永久性预应力筋连接器，应符合锚具的性能要求；用于先张法施工且在张拉后还需进行放张和拆卸的连接器，应符合夹具的性能要求。
6. 锚垫板应具有足够的强度和刚度，且宜设置锚具对中止口以及压浆孔或排气孔，压浆孔的内径宜不小于20mm。
7. 锚具、夹具和连接器进场时，除应按出厂合格证和质量证明书核查锚固性能

规格及数量外，还应按下列规定进行验收：外观检查、尺寸检验、硬度检验、静载锚固性能试验。

8. 对锚具用量较小的一般中、小桥梁工程，如生产厂能提供有效的静载锚固性能试验合格的证明文件，则仅需进行外观检查和硬度检验。

9. 锚具的每个验收批宜不超过2000套；夹具、连接器的每个验收批宜不超过500套；获得第三方独立认证的产品其验收批可扩大1倍。检验合格的产品，在现场的存放期超过1年时，再用时应进行外观检查。

10. 工作锚不得作为工具锚使用。

11. 在后张有粘结预应力混凝土结构或构件中，预应力筋的孔道宜由浇筑在混凝土中的刚性或半刚性管道构成，或采取钢管抽芯、胶管抽芯及金属伸缩套管抽芯等方法进行预留。

12. 管道进场时除应按合同检查出厂合格证和质量保证书，核对其类别、型号、规格及数量外，尚应对其外观、尺寸、集中荷载下的径向刚度、荷载作用后的抗渗漏及抗弯曲渗漏等进行检验。

13. 管道进场检验时应先进行外观质量的检验，合格后再进行其他指标的检验。

14. 波纹管在搬运时应采用非金属绳捆扎。

项的额定张拉力宜为所需张拉力的 1.5 倍，且不得小于 1.2 倍。

16. 张拉用千斤顶与压力表应配套标定、配套使用，标定应在经国家授权的法定计量技术机构定期进行。当处于下列情况之一时，应重新进行标定。使用时间>6 个月；张拉次数>300 次。

17. 用作测量张拉力的测力传感器应按相关国家标准的规定每年送检一次。

18. 当施工中需要超张拉或计入锚圈口预应力损失时，可比设计要求提高 5%，但任何情况下不得超过设计规定的最大张拉控制应力。

19. 预应力筋采用应力控制方法张拉时，应以伸长值进行校核，实际伸长值与理论伸长值的差值应控制在±6% 以内，否则应暂停张拉，待查明原因并采取措施予以调整后，方可继续张拉。

20. 预应力筋张拉时，应先调整到初应力，该初应力宜为张拉控制应力  $\sigma_{con}$  的 10%~25%，伸长值应从初应力时开始量测。

21. 预应力筋张拉控制应力的精度宜为±1.5%。

22. 张拉锚固后，建立在锚下的实际有效预应力与设计张拉控制应力的相对偏差应不超过±5%，且同一断面中预应力束的有效预应力的不均匀度应不超过±2%。

23. 预应力筋在实施张拉或放张作业时，应采取有效的安全防护措施，预应力筋



站人和穿越。

## 24. 先张法

承力台座应具有足够的强度、刚度和稳定性，其抗倾覆安全系数应 $\geq 1.5$ ，抗滑移系数应 $\geq 1.3$ 。

25. 先张法锚固横梁受力后挠度应 $\leq 2\text{mm}$ 。

26. 先张法预应力筋的安装宜自下而上进行。预应力筋与锚固横梁间的连接，宜采用张拉螺杆。

27. 先张法同时张拉多根预应力筋时，应预先调整其初应力，使相互之间的应力一致，再整体张拉；张拉过程中，应使活动横梁与固定横梁始终保持平行，并应抽查预应力筋的预应力值，其偏差的绝对值不得超过按一个构件全部预应力筋预应力总值的5%。

28. 先张法张拉时，同一构件内预应力钢丝、钢绞线的断丝数量不得超过总数的1%，张拉螺纹钢筋不容许断筋。

29. 先张法预应力筋张拉完毕后，其与设计位置的偏差应 $\leq 5\text{mm}$ 且 $\leq$ 构件最短边长的4%，宜在4h内浇筑混凝土。

30. 先张法预应力筋放张时构件混凝土的强度和弹性模量（或龄期）应符合设计规定；设计未规定时，混凝土的强度应 $\geq$ 设计强度等级值的80%，弹性模量应 $\geq$ 混



模量的 80%。当采用混凝土龄期代替弹性模量控制时应  $\geq 5d$ 。

31. 先张法预应力筋放张后，应采用机械切割的方式切断钢丝和钢绞线；螺纹钢筋可采用乙炔—氧气切割，但应采取必要措施防止高温对其产生不利影响。

32. 长线台座上预应力筋的切断顺序，应由放张端开始，依次向另一端切断。

33. 先张法工艺流程：张拉台座准备→穿预应力筋、调整初应力→张拉预应力筋→钢筋骨架制作→立模→浇筑混凝土→混凝土养护→拆模→放松预应力筋→成品存放、运输。

34. 后张法：管道内横截面面积应  $\geq$  预应力筋净截面面积的 2 倍。

35. 后张法：用定位钢筋固定管道。管道与普通钢筋重叠时应移动普通钢筋。定位钢筋间距，波纹管宜  $\leq 0.8m$ 。

36. 后张法：管道接头处的连接宜采用大一级直径的同类管道。

37. 后张法：所有管道均应在每个顶点设排气孔及需要时在每个低点设排水孔，在每个顶点和两端设检查孔。

38. 后张预应力管道安装的允许偏差：梁长方向  $\pm 30mm$ ；其他均为  $\pm 10mm$ 。

39. 后张法：预应力筋可在浇筑混凝土前或后穿入孔道。

40. 后张法：采用蒸汽养护混凝土时，养护完成前不应安装预应力筋。



42. 后张法：预应力张拉前，宜对不同类型的孔道进行至少一个孔道的摩阻测试。

43. 后张法：张拉时，混凝土的强度应 $\geq$ 设计强度等级值的 80%，弹性模量应 $\geq$ 混凝土 28d 弹性模量的 80%。当采用混凝土龄期代替弹性模量控制时应 $\geq$ 5d。

44. 后张法：锚固完毕并经检验确认合格后，方可切割端头多余的预应力筋。切割时应采用砂轮锯，严禁采用电弧进行切割并不得损伤锚具。

45. 后张法：切割后预应力筋的外露长度应 $\geq$ 30mm 且 $\geq$ 1.5 倍预应力筋直径。

46. 后张法：预应力筋张拉锚固后，孔道应尽早压浆并在 48h 内完成。

47. 后张法：压浆时，曲线孔道和竖向孔道应从最低点的压浆孔压入；水平直线孔道可从任意一端的压浆孔压入；结构或构件中按上下分层的孔道，应按先下后上的顺序进行压浆。同一孔道的压浆应连续进行并一次完成。压浆应缓慢、均匀地进行，不得中断，并应将所有最高点的排气孔依次打开和关闭，使孔道内排气通畅。

48. 后张法：浆液自拌制完成至压入孔道的延续时间宜 $\leq$ 40min，且在使用前和压注过程中应连续搅拌。对因延迟使用所致流动度降低的水泥浆，不得通过额外加水来增加其流动度。

的试件，标准养护 28d，进行抗压强度和抗折强度试验，作为质量评定的依据。

50. 后张法：压浆过程中及压浆后 48h 内，结构或构件混凝土的温度及环境温度不得低于 5°C，否则应采取保温措施，并按冬期施工的要求处理，浆液中可适量掺用引气剂，但不得掺用防冻剂。当环境温度高于 35°C 时，压浆宜在夜间进行。

51. 后张法：封锚应采用与结构或构件同强度的混凝土。

52. 后张预制构件在孔道压浆前不得安装就位；压浆完成且浆液强度达到规定的强度后方可移植和吊装。

53. 孔道压浆填写以下施工记录：压浆材料、配合比、压浆日期、搅拌时间、出机初始流动度、浆液温度、环境温度、压浆量、稳压压力及时间。采用真空辅助压浆工艺时应包括真空度。

### 3.3.4 钢结构与钢混组合结构工程施工 ★★★

1. 钢结构施工：进场材料除应有生产厂家的质量证明书外，制造厂还应按相关标准的规定对其进行抽样检验，检验合格后方可使用。



施工：钢材应按同一厂家、同一材质、同一板厚、同一出厂状态，每号抽验 1 组试件。

3. 钢结构施工：焊接工作宜在室内进行，焊接环境的相对湿度应<80%。主要钢构件应在组装后 24h 内焊接。

4. 钢结构施工：露天焊接时，主要钢构件应在组装后 12h 内焊接。

5. 钢结构施工：焊接完毕待焊缝冷却至室温后，对所有焊缝进行外观检查。焊缝经外观检查合格后方可进行无损检测，无损检测应在焊接 24h 后进行。

6. 钢结构施工：采用超声波、射线、磁粉等多种方法检验的焊缝，应达到各自的质量要求，该焊缝方可认为合格。

7. 钢结构桥梁应按试装图进行厂内试拼装，未经试拼装检验合格，不得成批生产。

8. 对大跨径桥的钢梁，每批梁段制造完成后，应进行连续匹配试拼装，每批试拼装的梁段数量应不少于 3 段。

9. 高强度螺栓连接规定：由制造厂处理的钢结构构件的摩擦面，安装前应复验所附试件的抗滑移系数，合格后方可安装。

10. 高强度螺栓连接规定：高强度螺栓、螺母和垫圈应按制造厂提供的批号配套

钢构件的摩擦面应保持清洁、干燥，并不得在雨中进行安装作业。

11. 高强度螺栓连接规定：高强度螺栓安装穿入方向应全桥一致，且应自由穿入孔内，不得强行敲入；不能自由穿入螺栓的孔，应采用铰刀进行铰孔修整，严禁采用气割方法扩孔。

12. 高强度螺栓连接规定：高强度螺栓不得作为临时安装螺栓使用，亦不得采用塞焊对螺栓孔进行焊接。

13. 高强度螺栓连接规定：高强度螺栓连接副施拧前，应按出厂批号分批测定其扭矩系数。每批号的抽验数量应 $\geq 8$ 套。

14. 施工高强度螺栓时，应按一定顺序，从板束刚度大、缝隙大之处开始，对大面积节点板应从中间部分向四周的边缘进行施拧，并在当天终拧完毕；施拧时，不得采用冲击拧紧和间断拧紧的方式作业。大六角头高强度螺栓的施拧，仅在螺母上施加扭矩。

15. 高强度螺栓施拧采用的扭矩扳手，作业前后均应进行校正。

16. 采用扭矩法施拧高强度螺栓连接副时，初拧、复拧和终拧应在同一工作日内完成。初拧扭矩宜为终拧扭矩的50%，复拧扭矩等于初拧扭矩。

17. 扭矩检查应在螺栓终拧1h以后、24h之前完成。



接规定：箱形梁梁段间的焊接连接，应按**顶板**、**底板**、**纵隔板**的顺序对称进行。

19. 工地焊接规定：当桥梁钢结构为焊接与高强度螺栓合用连接时，栓接结构应在**焊缝检验合格**后再终拧高强度螺栓连接副。

20. 工地焊接应在除锈后的**12h**内进行。

21. 工地焊接时应设立防风、防雨设施，遮盖全部焊接处。工地焊接的环境要求为：风力应<**5**级；温度应>**5**℃；相对湿度应<**80%**。

22. 钢 - 混凝土组合梁中的钢构件安装前，应复测桥梁的墩台**顶面高程**、**中线**及**各孔跨径**；钢 - 混凝土接头中的钢构件安装前，应复测混凝土结合面的高程、纵横向轴线和表面平整度。

23. 支架上安装钢梁应符合下列规定：钢梁节段宜从孔跨的一端向另一端顺序安装。吊装节段时，应待其完全固定后方可松钩卸载。安装过程中，每就位一节段应测量其**纵横向平面位置**、**高程**和**预拱度**，如不满足要求应及时进行调整。

24. 钢混组合结构：预制混凝土桥面板的场内搬运和存放：应在混凝土强度达到设计强度的**85%**后，方可从预制台座上起吊、搬运。预制混凝土桥面板的存放时间按混凝土龄期计宜不少于**6**个月。



组合结构：湿接缝混凝土的强度在未达到设计强度的 85% 前，不得在桥面上通行车辆、堆放材料或进行影响其受力的其他施工作业。

26. 钢混组合结构：对桥面板施加预设应力的方法，除按常规对桥面板中设置的纵横向预应力钢束进行张拉外，主要还有支点位移法和反拱法等。

27. 钢 - 混凝土组合梁采用“先组合后拼装”施工应符合下列规定：桥面板混凝土应制定专门的养护方案，保湿养护的时间应不少于 14d。场内搬运和存放时，桥面板混凝土的抗压强度应在达到设计强度的 85% 后方可对组合节段进行起吊和场内搬运作业。

28. 钢 - 混凝土组合梁采用“先组合后拼装”施工应符合下列规定：组合节段的存放高度不宜超过 两层，两层之间应采用垫木或其他适宜的物体隔开支承。组合节段的存放时间宜不少于 90d。

29. 钢 - 混凝土接头中的混凝土应符合设计的规定，且宜采用经专门设计的高流动性、低收缩率的自密实混凝土。



## 3.4.1 杆基础施工 ★★★

1. 沉桩顺序宜由一端向另一端进行，当基础尺寸较大时，宜由中间向两端或四周进行；如桩埋置有深浅，宜先沉深的，后沉浅的；在斜坡地带，应先沉坡顶的，后沉坡脚的。

2. 锤击沉桩：宜采用较低落距。

3. 锤击沉桩：应考虑锤击振动对其他新浇筑混凝土结构物的影响，当结构物混凝土强度 $<5\text{ MPa}$ 时，距结构物30m范围内，不得进行沉桩。

4. 锤击沉桩控制：设计桩尖土层为一般黏性土时，应以高程控制。

5. 锤击沉桩控制：设计桩尖土层为砾石、密实砂土或风化岩时，应以贯入度控制。

6. 锤击沉桩控制：设计桩尖土层为硬塑状黏性土或粉细砂时，应以高程控制为主，贯入度作为校核。

7. 振动沉桩：开始沉桩时宜利用桩自重下沉或射水下沉，待桩身入土一定深度确认稳定后，再振动下沉。单根沉桩作业宜一次完成。



作为校核。

9. 在砂类、碎石类土层中，锤击沉桩困难时，可采用射水锤击沉桩，以射水为主，锤击配合；在黏性土、粉土中采用射水锤击沉桩时，应以锤击为主，射水配合。

10. 射水锤击沉桩时应根据土质情况随时调节射水压力，控制沉桩速度。当桩尖接近设计高程时应停止射水，改用锤击，保证桩的承载力。

11. 钻孔灌注桩：桩位位于浅水区时，宜采用筑岛法施工。

12. 钻孔灌注桩：桩位位于深水区时，宜搭设钢制平台，当水位变动不大时，亦可采用浮式工作平台。

13. 钻孔灌注桩：各类施工平台顶面高程应高于桩施工期间可能的最高水位1.0m以上。

14. 钻孔灌注桩：护筒能稳定孔壁、防止塌孔，还有隔离地表水、保护孔口地面、固定桩孔位置和起到钻头导向作用等。

15. 钻孔灌注桩：护筒顶宜高于地面0.3m或水面1.0~2.0m，同时应高于桩顶设计高程1m。

16. 钻孔灌注桩：护筒的埋置深度在旱地或筑岛处宜为2~4m。对有冲刷影响的



沉入施工期局部冲刷线以下 1.0~1.5m。

17. 钻孔泥浆由水、黏土（或膨润土）、添加剂按适当配合比配制而成。

18. 钻孔泥浆具有浮悬钻渣、冷却钻头、润滑钻具，增大静水压力，并在孔壁形成泥皮，隔断孔内外渗流，防止塌孔的作用。

19. 冲击钻成孔：特别适合于在有孤石的砂砾石层、漂石层、硬土层、岩层中使用（万能）。

20. 旋挖钻机特殊的桶型钻斗直接取土出渣，不需接长钻杆。

21. 钻孔灌注桩：钻孔达到设计深度后，应进行成孔检查，符合要求后，方可清孔。

22. 钻孔灌注桩在终孔后，应对桩孔的孔位、孔径、孔形、孔深、倾斜度进行检验；清孔后，应对孔底的沉淀厚度进行检验。

23. 钻孔灌注桩：孔深可采用专用测绳检测。采用钻杆测斜法量测桩的倾斜度时，量测应从钻孔平台顶面起算至孔底。

24. 钻孔灌注桩：清孔的方法：有抽浆法、换浆法、掏渣法、喷射法、砂浆置换法。

25. 钻孔灌注桩：在清孔排渣时必须保持孔内水头，防止塌孔。



注桩：清孔后，孔底沉淀厚度：对桩径 $\leq 1.5m$ 的摩擦桩宜 $\leq 200mm$ ，对桩径 $\geq 1.5m$ 或桩长 $>40m$ 以及土质较差的摩擦桩宜 $\leq 300mm$ ；对支承桩宜 $\leq 50mm$ 。

27. 钻孔灌注桩：在吊入钢筋骨架后，灌注水下混凝土之前，应再次检查孔内泥浆的性能指标和孔底沉淀厚度，如超过规定，应进行第二次清孔，符合要求后方可灌注水下混凝土。

28. 钻孔灌注桩：不得采用加深钻孔深度的方式代替清孔。

29. 钻孔灌注桩：不得直接将钢筋骨架支承在孔底。

30. 水下混凝土宜采用钢导管灌注。导管使用前应进行水密承压和接头抗拉试验，严禁采用压气试压。进行水密试验的水压应不小于孔内水深1.3倍的压力，亦应不小于导管壁和焊缝可能承受灌注混凝土时最大内压力的1.3倍。

31. 钻孔灌注桩水下混凝土的配制要求：粗集料宜选用卵石，如采用碎石宜适当增加混凝土配合比中的含砂率，粗集料的最大粒径应不大于导管内径的 $1/8 \sim 1/6$ 和钢筋间距的 $1/4$ ，同时应不大于37.5mm；细集料宜采用级配良好的中砂。

32. 钻孔灌注桩：混凝土可经试验掺配适量缓凝剂。

33. 钻孔灌注桩：混凝土拌合物应具有良好的和易性，灌注时应能保持足够的流动性，坍落度宜为 $160 \sim 220mm$ 。