

目 录

第一章 现浇梁施工工艺.....	3
第一节 施工准备.....	3
第二节 测量工作.....	4
第三节 支架施工.....	5
第四节 支架预压及观察.....	11
第五节 立模.....	14
第六节 绑扎底板、腹板钢筋.....	15
第七节 钢绞线的穿入定位.....	15
第八节 内模设计与安装.....	18
第九节 绑扎顶板钢筋.....	19
第十节 预埋件.....	19
第十一节 混凝土的运送、浇注和养护.....	19
第十二节 模板拆卸.....	20
第十三节 预应力的张拉.....	21
十五 压浆.....	25
第十六节 封锚.....	27
第十七节 支承系统的拆除拆除支架和模板.....	28

第二章 特殊天气施工措施.....	28
第一节 雨季施工安排.....	28
第二节 夏季高温施工措施.....	29
第三节 夜间施工措施.....	29
第四节 冬季施工.....	30
第三章 资源配置.....	36
一 劳动力配置及使用计划.....	36
二 主要机械设备.....	36
三 主要材料供给计划.....	37
第四章 质量、安全、环境保护和文明施工.....	37
一 质量管理目的和确保措施.....	37
三 环境保护及水土保持工作.....	52
四 协议管理.....	54
五 文明施工.....	55
第五章 工期确保措施、投资控制、协议管理.....	56
1. 工期确保措施.....	56
2. 投资控制.....	59
3. 协议管理.....	60

马家坳大桥上部构造施工方案

第一章 现浇梁施工工艺

现浇箱梁采用军用墩配合钢管作支架现浇，所搭设的支架要有足够的强度、刚度及稳定性，支架搭设前对地基进行处理，严格控制支架的沉降。

施工过程如下：首先进行地基处理；支架并进行预压；安装底模与侧模；绑扎底板、腹板钢筋，安装波纹管，安装钢绞线；安装内模；绑扎定板钢筋；整体浇筑砼；养护；张拉预应力钢束；压浆；拆除支架和模板。

第一节 施工准备

复核图纸，平整场地，检修施工设备，检验原材料及水电供给，确保正常施工。

1 熟悉和审查设计文件，了解设计意图，指出施工图中的疑难问题并上报业主、监理站和设计单位予以回复。对桥梁的中心线和水准点进行复测，若有偏差，调整后报监理工程师审批。

2 张拉设备

根据设计张拉力的大小选择吨位、行程合适的千斤顶及与之配套的高压油泵和油表。因预应力值的精确性对箱梁的质量的影响至关重要，所以张拉施工之前必须校核张拉设备，张拉机具必须由专人操作。张拉机具使用次数超出 200 次或停用时间超出 6 个月时，须对千斤顶及油表再次校核。

3 压浆设备

压浆泵密封性能好，不漏浆、漏气。

压浆采用的水泥浆，由精确称量的一般硅酸盐水泥和水配制而成，掺入适量的膨胀剂，配合比按照中心试验室下的配合比施工。所使用水泥龄期不超出一种月，水泥浆的泌水率最大不超出 3%，拌和后 3 小时泌水率应不不不不小于 2%，二十四小时泌水应完全吸收。封锚段混凝土浇筑前，将现浇梁端部混凝土构造面浮浆人工凿除，并用清水冲洗洁净，然后才立模板、绑扎钢筋、浇筑混凝土，并振捣密实。

4 钢筋及预应力钢筋

预应力钢绞线采用 ASTM 416M-1998 原则 270 级钢绞线，公称直径 $\Phi 15.24\text{mm}$ ，公称截面积 $A=140\text{mm}^2$ ，原则抗拉强度 $R_bY=1860\text{MP}$ ，松弛率为 3.5%。非预应力钢筋符合技术规范要求。

施工所用的钢筋及预应力钢绞线，进场时，必须有出厂合格证，并进行外观检验，表面不能有裂纹、毛刺、机械损伤、油污、死弯等缺陷。在外观检验合格后，钢筋进场时每批 10 吨一种取样单位，预应力钢绞线每批 20 吨为一种取样单位，进行拉力试验（屈服点、抗拉强度、伸长率）等试验，检测合格后方可使用。钢绞线切断采用砂轮锯，禁止使用电弧。

钢筋寄存在采用砧硬化的钢筋棚内，距地面 20 厘米以上。

5 砂、石料、水泥

砂石料进场前，必须以《铁路混凝土工程施工技术指南》的原则为根据，进行试验，确保不合格的材料不进场。浇筑混凝土前，由监理工程师、指挥部质检人员现场检验砂石料质量，如有疑问，则再次进行试验，确保不合格材料的使用。对于不符合质量要求的砂、石料立即清除出施工现场。每批水泥进场时，必须有出厂检验报告单，同步工地试验室以 100 吨为一批进行取样试验，不足 100 吨仍按一批进行试验，合格后方可使用。水泥用仓库寄存，并垫高 30cm，预防水泥受潮。

6 外加剂

施工中采用高效减水剂，以提升混凝土和易性。外加剂掺量由试验拟定，使用前经试验室做配合比试验，同步在施工中严格的控制掺入量。减水剂应专库寄存，不能直接寄存于施工现场。

7 混凝土配合比

由试验室专门做出配合比，施工中严格按配合比进行配料、拌和，并严格控制坍落度。

压浆采用的水泥浆，由精确称量的一般硅酸盐水泥和水配制而成，水泥龄期不超出一种月，水泥浆的泌水率最大不超出 4%，拌和后 3 小时泌水率应不不不小于 2%，二十四小时泌水应完全吸收。

第二节 测量工作

1 简支箱梁施工阶段轴线放样

墩施工完毕，在墩顶进行中心点投测，并做好标志，为下道工序做好准备。在支架预压完毕，以上述放样好的中心点为测站，以另一桥墩中心点为后视，后视尽量远，定出箱梁底模上的侧模边线。投测完毕之后，用钢卷尺校验底模两侧相相应的点之间的距离。该距离为理论的计算长度。对箱梁翼缘轴线要控制的是桥面构造最外端的侧模轴线。因为箱梁翼缘与水平面存在一种角度，且全部朝向中心线倾斜。所以依然采用桥墩中心点对其进行控制。桥面轴线的放样主要涉及桥梁纵向轴线及部分横桥向轴线，尽量利用周围建筑物顶向桥面进行放样。若无法从周围建筑物顶向桥面放样，则采用自地面基准点，使用全站仪向桥面引入转站。以桥面上的转站为测站，后视地面控制点，进行桥面轴线的放样，定护栏的线形。

2 箱梁以上部位的高程测量

箱梁以上部分主要涉及箱梁底板高程控制、翼缘高程控制、桥面高程控制等。箱梁底板部分的高程放样直接使用控制网中的点位，引测至梁两端的墩身上。使用模线连接两端标高，从而为底模的高程建立控制线。翼缘部分存在一种倾斜的底面，该部分采用控制网中的点，引测至桥跨两上端面翼缘的下方。因为翼缘是倾斜的，所以建立高下两个控制标高。将两端标高点联络起来，便形成了翼缘底模的高程控制线。在混凝土施工时纵向、横向均应对标高控制点进行加密。桥面系施工阶段，箱梁砼面已经达成设计强度。所以只要将高程从地面高程控制点引至桥面进行施工控制。

第三节 支架施工

马家坳大桥为预应力简支箱梁，待墩柱浇注完毕砼强度达成 90%以上，方可进行支架现浇连续箱

梁的施工。箱梁上部宽度为 13.4m，其中箱梁部分 6.7m，底部箱梁部分 5.5m，翼缘板宽 3.35m；内部净高最大 2.47m，最小 1.74m。箱梁采用满堂支架现浇施工，因为箱梁内净空较小，为确保箱梁底板浇筑质量，以便施工，箱梁砼每孔采用纵向一次浇注、一次张拉预应力束的施工方案。

1 地基处理

因为桥址所在地域上部为残坡积、坡洪积粉质黏土，下伏基岩为板岩，岩体较完整，无区域性构造带，且埋深较浅，详细见工点图的全桥布置图。为此箱梁下基础采用挖孔桩基础，横向布置见支架跨中横断面图中的半 1-1/半 2-2 断面图及支架两端横断面图

或支架挖孔桩支架布置图。

2 支架搭设间距

支架纵向间距为 10.39m+11.386m+10.39m，横向间距为 3.65m+3.6m+3.65m。根据上部荷载和地基情况，其组合方式见支架挖孔桩支架布置图及马家坳支架整体布置示意图。

3 支架的验算

3.1、荷载计算：

查图纸：一联合计砼用量为 327m³，则平均每米砼用量为：327/31.1=10.5 m³/m，砼自比重按 $\rho = 2.5T/m^3$ 来计算，则平均每米箱梁自重为：26.28T，模板重量为 100t，平均每米 100/31.1=3.2t/m，加上 1.2 的系数为 $(26.28+3.2) * 1.2 = 35.376t/m$ 。

3.2、顶层 I20b 工字钢验算

一跨拟采用 14 贝雷梁作为主要构件，四组贝雷梁平均间距详细布置见附图，其上铺一层长度为 10m，纵桥向间距为 1.5 m 的 2I20b 工字钢，用作支承方木用。一跨 31.1m，则所需 10m 长 I20b 工字钢根数约为 64 根，则平均分配到每根 I20b 工字钢上的均布荷载为：

$$q_2 = (35.376 \times 31.1) / (32 \times 14) = 2.4558t/m$$

(1) 强度验算：

取最不利受力情况，按简支状态来验算

查表得 I20b 工字钢： $I_x = 2500cm^4$ $W_x = 250 cm$

跨中最大弯矩为：

$$Mc=1/8qL^2=1/8 \times 2.4558 \times 1.5^2=0.69T \cdot m \approx 6.9KN \cdot m$$

由强度公式可知：

$$\sigma_{\max}=Mc/W_x=6.9 \times 10^3/250 \times 10^{-6}=27.6MPa < [\sigma]=210MPa \text{ 强度符合要求。}$$

(2) 挠度验算：

因受均布荷载，由公式： $f=5qL^4/384EI$ 可得：

$$f_{\max}=5qL^4/384EI= (5 \times 1.5 \times 10^4 \times 1.5^4 \times 10^3) / (384 \times 210 \times 10^9 \times 2500 \times 10^{-8}) =0.18mm$$

$$f_{\max}=0.18 < f_{\text{允}}=L/400=1500/400=3.75mm \text{ 挠度符合要求。}$$

3.3、纵桥向贝雷梁验算：

(1) 荷载计算：

a、I20b 工字钢以上部分重量：按取 $\rho=2.5T/m^3$ 来考虑，已涉及了该部分重量，则重量： $G1=2.5$

$$\times 327=817.5t$$

b、32 根 I20b 工字钢重量：

$$G2=64 \times 14 \times 0.0311=27.86t$$

c、14 组贝雷梁自重：

取贝雷梁上下加强则平均每片贝雷梁自重为：450kg

则一组 31.1m 长贝雷梁重量为： $31.1/3 \times 0.45=4.95t$

则 14 组 31.1m 贝雷梁重量为： $G3=4.95 \times 14=69.3t$

d、箱梁模板重量：根据加工的模板数量为 $G4=120t$ 。

e、平均分配到每延米双排单层贝雷梁上的均布荷载为：

$$q_3 = (817.5 + 27.86 + 69.3 + 120) / (14 \times 31.1) = 2.376 \text{ T/m}$$

(2) 强度计算

查计算手册，双层单排贝雷梁： $I_x = 1154868.8 \text{ cm}^4$ $W_x = 15398.3 \text{ cm}^3$

a、按最不利受力情况，简支状态来进行验算：

跨中弯距 M_c ：

$$M_c = 1/8 q L^2 = 1/8 \times 2.376 \times 11.666^2 = 38.5 \text{ T} \cdot \text{m} \approx 385 \text{ KN} \cdot \text{m}$$

查手册，双排单层贝雷梁允许最大弯距为： $M = 3375 \text{ KN} \cdot \text{m}$

$M_c = 385 \text{ KN} \cdot \text{m} < M_{\text{允}} = 3375 \text{ KN} \cdot \text{m}$ 符合要求

强度计算

由公式可知：

$$\sigma_{\text{max}} = M_c / W_x = 385 \times 10^3 / 15398.3 \times 10^{-6} = 25.0 \text{ MPa} < [\sigma] = 210 \text{ MPa} \text{ 强度符合要求}$$

挠度计算：

由公式可得：

$$f_{\text{max}} = 5qL^4 / 384EI = (5 \times 2.376 \times 10^4 \times 11.666^4 \times 10^3) / (384 \times 210 \times 10^9 \times 1154868.8 \times 10^{-8})$$

$$= 2.14 \text{ mm}$$

$f_{\text{允}} = L/400 = 113860/400 = 28.465 \text{ mm}$ 符合要求。

剪力计算：

支点处剪力为： $Q_A=qL/2=(11.666\times 2.376\times 10)/2=135.265\text{KN}$

双排单层贝雷梁允许剪刀 $Q_{允}=490.5\text{KN}$ ， $Q_A<Q_{允}$ 符合要求。

b、按实际受力情况，取等跨连续梁来进行验算

最大弯矩计算：

$M=K_m\cdot qL^2$ ：取弯矩系数 $K_m=0.07$

则： $M=K_m\times qL^2=0.07\times 2.376\times 10\times 11.666^2=215.6\text{KN}\cdot\text{m}$

挠度计算：取挠度系数 $K_w=0.521$

则有： $f_{\max}=K_w\times (qL^4/100EI)$

$\therefore f_{\max}=0.521\times ((2.376\times 10^4\times 11.666^4\times 10^3)/(100\times 210\times 10^9\times 1154868.8\times 10^{-8}))\approx 0.86\text{mm}$

符合要求

剪力计算：

取剪力系数 $K_v=0.625$

$Q=K_v\cdot qL=0.625\times 2.376\times 10\times 11.666=84.54\text{KN}<490.5\text{KN}$ 符合要求

安全系数 $K\approx 5.8$

3.4、跨中临时支墩上横梁计算

9 跨中拟布置一排四根 $\phi 1\text{cm}$ 的挖孔桩，桩中心间距为 3.65m，墩上设系梁，系梁上采用军用墩支撑，

七排军用墩横向间距 2.0m。军用墩上采用 I40b 工字钢支撑贝雷架，军用墩顶标高由桥下净空来控制。

(1) 荷载计算：

临时支墩上拟采用 2 根 14m 长的 I40b 工字钢：

查手册：I40b 工字钢： $I_x=22780\text{cm}^4$ $W_x=1140\text{cm}^3$

横梁以上部分总重为： $G_5=817.5+27.86+69.3+120=1034.66\text{t}$ 。

合计有七组横梁，则平均每组横梁所受荷载为： $G_6=1034.66/7=147.8\text{t}$ 。

2 根 14m 长 I40b 工字钢自重为： $G_7=2 \times 14 \times 0.0738=2.00664\text{t}$

则平均每根 I40b 上所受荷载为： $q_4=0.0783\text{t/m}$

七个集中荷载：

$P_1=P_2=P_3=P_4=P_5=P_6=P_7=147.8/7=21.1\text{T} \approx 211.1\text{KN}$

则跨中弯矩

$M_c=91.9\text{KN}\cdot\text{m}$

2 根 I40b 工字钢拼焊成一根整梁，按单根来算

$M_c=[\sigma] \times W_x=210 \times 10^9 \times 1140 \times 10^{-6}=239.4 \text{KN}\cdot\text{m}$

总弯矩为： $M_c=91.9\text{KN}$ ，而 4 根 I30b 工字钢所能承受最大弯矩为：

$M_{\text{允}}=2 \times 239.4=478.8\text{KN}\cdot\text{m} > M_c=91.9 \text{KN}\cdot\text{m}$

所以采用 2 根 I40b 工字钢作横梁符合要求。

3.5、军用墩单向承载力为 100t，在此只受竖向压力能够不予验算。

3.6、一跨跨中临时钻孔桩桩长计算

a、每根桩所承受的轴向压力计算：计算过程见桩基承载力附表。

平均每根桩所受轴压为 $p=433.8\text{KN}=43.38\text{t}$

从安全角度出发，取 $K=2$ 的安全系数：则 $p=43.38 \times 2=86.76\text{T} \approx 867.6\text{KN}$

b、桩长计算按单桩轴向受压允许承载力公式反算

公式为： $[p]=1/2U \sum L_i \tau_i + \lambda M_o A \{ [\sigma_o] + K_2 \gamma_2 (h-3) \}$

反算则可求出桩长 h ：

c、参数拟定

(1) 临时桩桩径采用 1.0m ，则周长取 $C=2 \pi r = \pi \times 1.3=4.084\text{m}$

(2) λ ：桩入土长度影响的修正系数

取 $\lambda=0.85$

(3) 考虑孔底沉淀淤泥影响的清孔系数：取 $m_o=0.7$

(4) A ：桩底截面积： $A = \pi r^2 = \pi \times (0.52)^2 = 0.85\text{m}^2$

(5) $[\sigma_o]$ ：桩底取处土的允许承载力：

取 $[\sigma_o]=350\text{KPa}$

(6) k_2 ：地基土允许承载力随深度的修正系数：取 $k_2=3$

(7) γ_2 ：桥附近土层： $e_o=0.8 \sim 0.085$ ，查地质资料：取 $\gamma_2=19\text{KN/m}^3$

(8) τ ：极限摩阻力：根据马家坳大桥附近取 $\tau=55\text{KPa}$

由公式可得：

$867.6=1/2 \times 4.084 \times h \times 55 + 0.85 \times 0.7 \times 0.85 \{ 170 + 3 \times 19 \times (h-3) \}$

解方程得

$$h=6.1\text{m}$$

实际施工时取桩长为 8m 来施工。

4. 军用墩及钢管脚架搭设注意事项

立杆：在竖立杆时要注意杆件的长短搭配使用。立杆的接头除梗肋处可采用搭接头外，必须采用对接扣件实施对接。搭接时的搭接长度不应不不不小于 1m，用不少于 3 个旋转扣件来扣牢，扣件的外边沿到杆端距离不应不不不小于 100mm。相邻两立杆的接头应相互错开，不应在同一步高内，相邻接头的高度差应不不不小于 1500mm。

大横杆：大横杆的长度不宜不不不小于三跨，一般不不不不小于 6m。大横杆对立杆起约束作用。故立杆和大横杆必须用直角扣件扣紧，不得漏掉。上下相邻的大横杆应错开布置在立杆的里侧和外侧，以降低立杆的偏心受荷情况。同一水平内的内外两根大横杆的接头和上下相邻的两根大横杆的接头均应相互错开，不得出目前同一跨间内，相邻接的水平距离应不不不小于 1500mm。

小横杆：小横杆紧贴立杆布置，用直角扣件扣紧，拆模前在任何情况下不得拆除贴近立杆的小横杆。

斜杆：纵向支撑的斜杆与地面夹角宜在 $45^{\circ}\sim 60^{\circ}$ 范围内。斜杆的搭设是将一根斜杆扣在立杆上，另一根斜杆扣在小横杆的伸出部分上，这么能够预防两根斜杆相交时把钢管别弯。斜杆用扣件与脚手架扣紧的连接头两端距脚手架节点不不不小于 200mm，除两端扣紧外，中间尚需增长 2~4 个扣结点。斜杆的最下面一种连接点距地面不宜不不不小于 500mm，以确保支架的稳定性。斜杆的接长宜采用对接扣件的对接连接。当采用搭接时，搭接长度不不不不小于 400mm

，并用两只旋转扣件扣牢。

立杆纵横距和步距按支撑设计方案进行施工，立杆间设剪刀撑，剪刀撑应联络 3~4 根立杆，斜杆与地面夹角为 45~60 度，剪刀撑应沿步高连续布置，在相邻两排剪刀撑之间，设大斜撑，剪刀撑的斜杆除两端用旋转扣件与脚手架的立杆或大横杆扣紧外，在中间应增长 2~4 个扣结点。

扣件式外脚手架的搭设顺序是：做好搭设的准备工作→按支撑施工图放线→按立杆间距排放底座→放置扫地杆→逐根拉立杆并随即与扫地杆扣牢→安装第一步大横杆（与各立杆扣牢）→安装第一步小横杆→第二步大横杆→第二步小横杆→第三、四步大横杆和小横杆→接立杆→加设剪刀撑。

满堂支撑需待砼达成设计强度方可拆除，拆除顺序和搭设顺序相反。先搭的后拆，后搭的先拆。先从钢管支架顶端拆起。拆除顺序为：剪刀撑→小横杆→大横杆→立杆→……

立杆与横杆必须用直角扣扣紧，不得隔步设置与漏掉。相邻立杆的接头位置应错开布置，在不同的步距内，与相近横杆的距离不宜不不不小于纵距的 1/3，上下横杆的接长位置应错开布置，在不同的立杆步距中，与相近立杆的距离不不不不小于纵距的 1/3。相邻步距的横杆应错开布置在立杆的里侧和外侧，以降低立杆偏心受载情况。

剪刀撑沿架高连续布置，横向也连续布置，纵向每隔 5 根与立杆设一道，每片架子不少于三道，剪刀撑的斜杆除两端用旋转扣件与脚手架的立杆或横杆扣紧外，在其中应增长 2~4 个扣结点。

因为排架搭设是依托扣件螺栓紧固完毕的，所以每节点的扣件螺栓施工中都必须用力矩扳手进行检验。

支撑排架是箱体顶板的关键工序，排架搭设结束后由专人对排架进行验收，验收合格后方可支模。

最终，钢管支架完毕后应做预压试验，以检验支架的压缩量和稳定性。预压可采用施工静载法，水静压法，沙袋静压法等。

第四节 支架预压及观察

1 支架预压

(1) 支架预压目的

为预防在砼施工时，支架不均匀下沉，消除支架和地基的塑性变形，精确测出支架和地基的弹性变形量，为预留模板拱度提供根据，为确保施工安全、提升现浇梁质量，事先对支架进行预压。

在箱梁支架搭设完毕、箱梁底模铺好后，对支架进行预压。预压目的—是消除支架及地基的非弹性变形，二是得到支架的弹性变形值作为施工预留拱度的根据，三是测出地基沉降，为采用同类型的桥梁施工提供经验数据。

(2) 支架预压措施

预压重量为设计荷载（箱梁自重、内外模板重量及施工荷载之和）的 120%。加载时按照设计荷载的 60%、100%、120%分三级加载，测出各测点加载前后的高程。持荷 72 小时后，再分别按加载级别卸载，并分别测出每级荷载下各测点的高程值。

加载使用水囊或者混凝土预制块，先把水囊或者混凝土预制块放在支架顶，由人工摆放好。

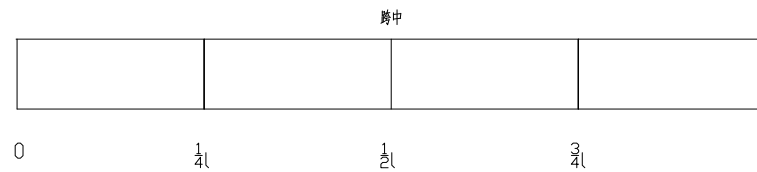
(3) 布置观察点

为精确测出整跨的沉降情况，每跨布置观察点不不不不不小于 5 排点，布点措施如下图，中间根据情况加密。

(4)沉降观察并绘制沉降曲线：照上图布好点后，进行编号，并进行观察：

①预压前对支架进行全方面检验，对全部点进行观察；

②加载分三次进行，每次加载重量为总重的 $1/3$ ，加载完毕后，均观察各点下沉量，在最终一次加载完毕后观察一次。

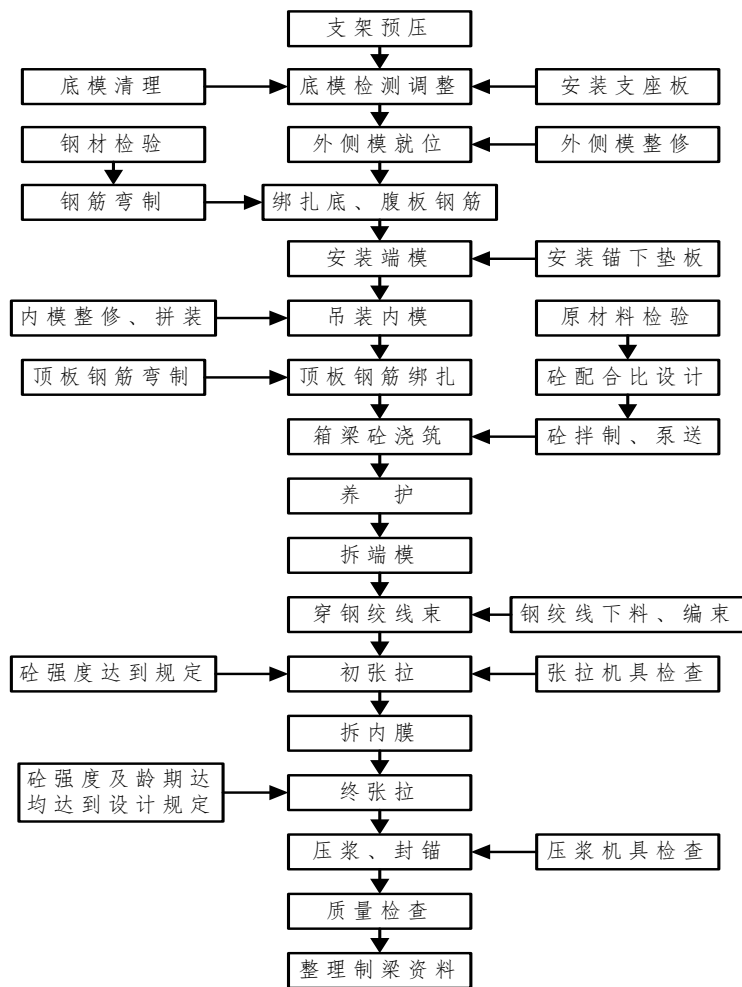


③后来每六小时观察一次，一直观察到各点均不再沉降为止；

④以时间为横轴，以沉降量为纵轴，画出每点的沉降曲线。

根据测得数据进行计算，得出各相应情况下的数值并和计算值进行对照、分析，并据之对立模标高进行调整。

支架法现浇筒支箱梁施工工艺框图



2 底模标高调整

预压后架体在预压荷载作用下基本消除了地基塑性变形和支架竖向各杆件的间隙即非弹性变形,并经过预压得出了支架弹性变形值。根据这些实测的数据,结合设计标高和梁底预拱度值,拟定和调整梁底立模标高=设计梁底标高+支架弹性变形值+设计预留拱度-张拉反拱。

3 卸载

沉降值稳定后,能够测出全部点的标高,然后卸载。全部卸完后,测量各点的标高,计算出支架和地基的弹性变形量,以便拟定支架模板精确的预拱度。

在预压结束，模板调整完毕后，再次检验支架和模板的扣件是否牢固，地基是否下陷，脚手架是否有明显变形等，发觉问题及时处理。根据预压得出的弹性变形量，调出底板的预拱度。

第五节 立模

现浇梁模板由底模、外侧模、内模和端头模构成。为提升梁体混凝土外观质量，模板均采用大块钢模。因为本桥现浇梁桥高一般为 8m 左右，故使用吊车进行模板吊装和拆除作业。

1 模板设计与安装

(1)底模设计与安装

底模按梁底面形状分块设计，以以便吊装与拆除、便于定位和控制线形为原则。分块长度除梁端部分根据梁底面形状合适调整外，其他部分统一成一种长度，以以便操作。根据经验，原则长度以 3m 左右为宜。

现浇梁底模在支架分配横梁上拼装，在拼装模板前对垫石高程进行测量，对于不符合设计和规范的垫石先处理合格，然后安装支座。在墩台顶面上标出梁体的中心线和端线，把底模按中心线和端线固定在横梁上。根据预压后拟定的立模标高，经过调整钢管排架顶部的承托将底模的高程误差控制在 2mm 以内。

(2)外侧模设计与安装

外侧模设计一样既要考虑以便吊装与拆除，还要考虑便于定位和控制线形，也要考虑降低接缝提升表面质量。分块长度除梁端部分根据梁体外侧线形做合适调整外，其他部分统一成一种长度，以以便操作。根据经验，外侧模原则长度以 4m 左右为宜。

外侧模吊装就位时，因为模板较大不易对位。根据经验，采用先使用千斤顶和倒链调整其纵横向位置，然后用倒链、模板支撑杆件和底部螺栓调整其高度和垂直度。

模板位置和垂直度调整好后，将各片外模之间用螺栓连成整体，使各模板接缝紧固密贴。全部模板接缝均设特制密封耐油橡胶条，预防浇筑混凝土时漏浆。在模板接缝的不平整度超出 1mm 时，用腻子找平后进行磨光处理，使其光滑平整，确保混凝土外观质量。

(3)端头模设计与安装

端头模预应力锚垫板的位置精确是否直接关系到张拉力能否精确建立，所以，为确保质量，端头模在工厂加工。

为控制端头模的变形、提升端头模的周转使用率，端头模采用在型钢框架上焊 6mm 钢板的设计措施。为以便装拆作业，尽量降低分块数量。

端头处的内外模固定前，将端头模与端头处的内外模一起固定，以便调整相互之间的位置，使彼此之间相互密贴。端头模与内外模之间由螺栓连接。安装端头模前，先将预应力锚垫板牢固安装在端头模上。

2 模板支撑

箱梁侧模采用定型钢模板，模板加固采用内撑外顶措施。

第六节 绑扎底板、腹板钢筋

在铺好的底模上进行标高复核，轴线测设，并经监理复核后再进行钢筋施工。

1 钢筋、钢绞线要有出厂质量证明书和试验报告单，并按规范要求的频率进行抽验，按不同规格挂

牌堆放，为预防锈蚀和污染，钢筋、钢绞线堆放在专设的钢筋棚内。

2 为降低支架上的钢筋绑扎工作，底板和腹板钢筋可按设计图预先在钢筋加工场加工成型，在箱梁上进行焊接。端横梁、中横梁骨架钢筋加工在下面严格按照图纸和规范进行加工成型再吊到桥面进行拼装。为加强钢筋骨架的整体性和牢固性，在必要的位置点焊固定，钢筋骨架加工完后来，要仔细检验钢筋尺寸、数量及焊接质量；最终绑扎顶板钢筋。

3 钢筋若与波纹管或预埋件有抵触时，可合适移动钢筋位置。钢筋之间相互干扰时，做合适调整。调整的原则是：构造钢筋让位于主钢筋，细钢筋让位于粗钢筋，一般钢筋让位于预应力钢筋。在钢筋位置调整之前，必须征得设计和监理工程师的同意。钢筋绑扎时，应注意支座、护栏和伸缩缝等预埋件的预埋。

4 为确保钢筋保护层的厚度，应在钢筋骨架与模板之间采用锯齿型塑料垫块支垫，垫块采用梅花型布置，钢筋骨架侧面的垫块应绑扎牢固。钢筋施工时要注意垫块的放置，损坏的垫块要及时更换，确保钢筋有足够的保护层。

第七节 钢绞线的穿入定位

1 预应力筋的检验

预应力筋穿入孔道前，应检验其品种、规格、长度、弹性模量和松弛及机械性能试验。

首先检验钢绞线有无出厂质量合格证明。然后，对进厂钢绞线进行外观检验。其表面不得有裂纹，润滑剂，油渍及锈蚀，麻坑，预防应力集中和耐疲劳强度的降低。

2 锚垫板安装

(1)制作端模板时，要在梁体锚孔口位置设置与锚垫板一样大小的板块（以留出锚具位置），并在锚垫板螺栓孔位置预留孔。在安装端、侧模前可用 $\phi 8$ 螺栓将锚垫板固定在模板上，拆模时只需将螺杆拧出即可将锚垫板与模板分离。

(2)在模板上安装锚垫板时，必须确保锚垫板十分牢固。要充分注意预防从模板与锚垫板之间漏进水泥浆，可在其间插垫较薄的橡胶垫或硬壳纸。

(3)当布设锚垫板时，一定要进行详细检验，以确保锚固面与预应力钢材垂直，锚垫板和套管的接缝部分不产生折线。不然，在施加张拉力后予以锚固时，就会有弯曲作用力矩作用到预应力钢筋上，造成预应力钢筋断裂。而且也造成摩阻在锚垫板附近明显增大，造成锚垫板破坏。所以施工时候一定要注意使锚垫板与一米左右的波纹管垂直。

3 安装预应力管道

(1)波纹管检验要求：

使用前取样进行试验。其一要满足在外力作用下有抵抗变形的能力；其二满足在混凝土浇注过程中，水泥浆不会渗透管内的要求。

波纹管要逐根进行外观检验，表面不得有砂眼，咬口必须牢固，不得有涣散现象。波纹管表面清洁，不得有杂质，不得有锈蚀现象。

(2)波纹管的铺设

严格按设计图纸预应力钢束坐标用架立钢筋定位，定位筋从中间向两端将预应力筋定位，并以“井”

字形固定，支架要与箱梁钢筋焊牢，预防管道上下左右移动，其位移偏差应不不不不小于相应质量原则。在拐点处一定要精确，形状圆滑，线形顺畅。若有钢筋与波纹管相接触时，可合适移动钢筋位置。

波纹管的接长时，在接头处用 40cm 长波纹管套裹，并用铁丝扎紧，以预防套管接口涣散、脱落。在其连接处应该用胶带缠紧，以防进入水泥灰浆。在施工过程中，要注意保护波纹管，施工人员不得随意踩塌，不得用振捣棒碰撞、撬波纹管，预防波纹管发生位移、被砸扁及孔道漏浆造成堵孔。

4 构造钢筋与预应力孔道布置操作要点

(1)检有构造钢筋，尤其是横梁、隔梁、锚区等钢筋较密部位是否与孔道位置有所矛盾。调整相应以孔道位置为主。

(2)核验孔道、锚区、横、隔梁等间隙较小的部位，看能否满足混凝土浇筑要求。加不满足，应与设计方面协商处理。

(3)构造钢筋绑扎时要尤其注意操作安装顺序。构造钢筋未成型时要有加固措施以确保位置精确，并能承受布束时的外力荷载。这一点在采用先穿束工艺时尤为主要。

(4)孔道布置施工中，必须设置架立筋，轨道筋以降低摩阻损失。一般架立筋间距以 75cm 为宜，轨道筋视详细情况设置单轨或双轨钢筋。

5 钢绞线穿束

(1)下料：

严格按技术交底书给的长度进行下料，留足千斤顶工作长度和在波纹管内部因为钢绞线不顺直造成

的长度损失。切断要用砂轮切割机，以确保切口平整，线头不散。

(2)穿束架的搭设：

钢绞线采用整束穿入法，在钢绞线的穿入和穿出端均应搭设支架，以便于操作。穿入端应搭设操作平台和斜坡道，以便于在钢绞线进入波纹管时人工重新梳理钢绞线和在钢绞线穿入时人工施加外力使钢绞线能够顺利进入波纹管。穿出端也应搭设操作平台，以便于工人随时掌握钢绞线的走向。不论在穿出和穿入端的波纹管外面均应搭设一横杆担住钢绞线，以防范钢绞线穿入、穿出时钢绞线对波纹管的破坏。

(3)钢绞线采用整体穿束。编束时，每隔 1.0-1.5m 绑扎一道铁丝，所用铁丝打结应顺一种方向，铁丝扣要打入铁丝束间隙中，以防刮破波纹管。钢绞线束应进行梳理顺直。

(4)穿束环节：

①现将单根的钢绞线穿入波纹管中，值得注意的是单根钢绞的长度应不小于整束钢绞线的长度 10cm 左右，以备下次再用而不至于在最终无法使用。

②将钢绞线的一端焊在一起，钢绞线中心顶端焊一 10cm 左右的钢筋；然后将做好的子弹头套上，最终将钢筋和已经传到波纹管的单根钢绞线焊接在一起。钢绞线要绑扎牢固，禁止相互缠绞和“骑马”现象。

③在穿出端将钢绞线经过合适的联结方式和装载机（或挖掘机）相连。

④装载机（或挖掘机）向前走，钢绞线进入波纹管中。穿束过程中应注意的事项：

a 钢绞线在穿入的时候应随时用工人进行二次梳理，同步应用人工帮助机械穿束。

b 在穿束过程中应有专人指挥装载机（或挖掘机）随时和梁上的人联络，以预防在钢绞线刺破波纹管时能立即停止下来。

6 安装排气孔

(1)穿束后，要仔细检验波纹管是否出现漏洞，发觉后及时用胶带贴好。锚垫板、连接器、螺旋筋就位后，波纹管接头用胶带缠紧，预防因进浆而堵塞管道。

(2)为确保压浆一次成功，排气孔设置于预应力孔道最高处即于中横梁设一处，排气管与波纹管接合处用胶带贴好，严防进浆。排气管采用 2 根直径 20mm 带阀门的钢管，排气管应高出梁顶 20-25cm。

第八节 内模设计与安装

因内模拆除靠人工在箱梁内进行，施工条件差，劳动强度大，故内模设计成轻型拆装式，原则分节长度不超出 2m，以便人工作业。模板可考虑采用钢模板，以提升质量。

内模由钢模板与型钢框架组合而成。内模钢模板与框架间用钩头螺栓相连，钢模板间用 U 形卡扣和螺栓联接。为确保内模拼装尺寸精确、连接紧密，各分节的钢模板与单片型钢框架加工好后，根据内模安装图将内模的各片框架摆放在硬化的地面上，将每分节的两片型钢框架相连形成一种整体，调整各片型钢框架的高度和垂直度，使型钢框架在水平和垂直方向位置正确，使安装钢模板时钢模板与型钢框架之间的螺栓孔、各节钢模板之间的螺栓孔能精确对位。

内模各节组装调整好后，用吊车将其吊入已绑好的底腹板钢筋笼内，用锥形钢支撑将内模型钢框架支撑在底模上。内外模之间用 $\phi 18$ 拉筋连接固定。为以便灌注混凝土时下料至底板，在内模顶板中间处留出 $30 \times 30\text{cm}$ 的窗口，窗口间距 2.5m 左右。

第九节 绑扎顶板钢筋

在铺好的内模上进行标高复核，轴线测设，并经监理复核后再进行钢筋施工。同步预埋伸缩缝钢筋和护栏钢筋，且预埋要精确。用波纹管或木塞精确地预埋出泄水孔的位置。

第十节 预埋件

防撞墙钢筋、电缆槽竖墙钢筋、接触网锚固螺栓及加强钢筋等预埋件要严格按照要求的数量、规格、位置进行预埋。

通风孔的位置及增设的钢筋要按照要求进行施工；泄水管检验孔的位置和间距要严格按照设计控制。

综合接地的位置、钢筋和桥面、梁底预埋连接螺母按照要求进行施工。

第十一节 混凝土的运送、浇注和养护

1 混凝土浇筑工艺

混凝土在浇筑前，采用鼓风机、吸尘器清理底板上泥土、铁锈、焊渣等杂物，然后用高压水冲洗，确保底板光洁无杂物。经监理工程师检验合格后方可进行混凝土浇筑。

混凝土由搅拌站集中拌合后用运输车运至工地后，由泵车布料入模，用插入式震动器捣固，一孔箱梁一次浇筑成型。为确保混凝土浇筑质量，一孔箱梁的混凝土在最初灌注的混凝土初凝前全部灌注完毕。

根据灌注能力并考虑实际需要，将一孔箱梁的浇筑时间控制在6个小时左右，有关的施工人员和混凝土设备据此进行配置。在温度较高时如夏天需合适压缩浇筑时间，在温度较低时如春秋季节可合适延长浇筑时间，以满足在最早灌注的混凝土初凝前灌注完全部混凝土的要求。

2 混凝土浇筑顺序

混凝土灌注按“变形小处先灌，变形大处后灌”的原则，用两台泵车从梁两端向中间灌注，斜向、竖向分层，纵向分段，均匀连续浇筑。

3 混凝土养护

混凝土养护根据气温实际，采用麻袋覆盖后洒水养护措施。混凝土初凝后即开始养生，养护时间执行规范要求，洒水次数根据当初本地的气温、风速和环境湿度决定。当气温低于 5℃时采用包裹棉被的养护措施。

第十二节 模板拆卸

1 拆模顺序

在混凝土超出设计强度的 50%且其棱角不因拆模而受损时，可拆除不承重的外侧模即端头模；在混凝土强度达成设计强度的 60%后，可拆除内模及承重的外侧模；对于承受梁体大部分重量的底模，须待梁体混凝土达成设计要求的强度和弹性模量后并进行一期张拉后，才干拆除。

2 拆模环节

(1)拆外侧模环节

逐段松开内外模拉筋，连接好外模保险绳和起吊钢丝绳，逐段解开外模拼接螺栓，调整外模升降螺栓降低外模，取出外模背楞楔块，将外模逐节吊离支架。

拆除外模时从两端向中间拆，一次拆除一节外模，以确保安全。拆除时由专人负责指挥协调，严格执行起重操作规程，在拆模前先装安全绳，除要拆的模板外禁止拆除不拆模板上的多种螺栓和安全绳。

(2)拆内模环节

松开内外模拉筋，卸下内模横撑，拆除内模框架，从下向上顺序拆除内模腹板、顶板的模板。拆除时亦从两端向中间拆。拆除的模板按顺序连接成待用状态，以备下一片梁使用。拆除时，施工人员站在要拆模板的外侧，禁止站在内侧，以确保安全。

(3)拆端头模环节

先拆除端头模与预应力锚垫板间的连接，然后从上往下拆除端头模。

(4)拆底模环节

底模在张拉完毕后进行。因简支箱梁在张拉后跨中拱起，底模与梁底自然分离，本着“先易后难”的原则，底模拆除顺序与外侧模和内模不同，从跨中向梁两端进行。为了操作安全，只将与每次要拆底模有关联的支架承托松开（不关联的承托暂不松开）。拆除底模时一样要统一指挥，拆除过程中由专人负责观察梁体变化情况，并做好统计。

拆除模板时，注意保护梁体混凝土，预防损毁或碰伤混凝土。对有缺陷的部位按监理同意的方案予以修补。

第十三节 预应力的张拉

1 构件检验、清理

施加预应力前，应对梁外观和尺寸进行检验，符合设计及规范要求方可进行预应力施工。张拉时梁体混凝土强度应达成设计强度 90%。

穿束前应检验锚垫板和孔道的位置，灌浆排气孔应满足施工要求，孔道内应通畅，无水份和杂物，锚具、垫板接触处板面上的焊渣、混凝土残渣等要清除洁净。

2 张拉

钢绞线为低松弛高强度预应力钢绞线应符合 ASTM416-92a 的要求，单根钢绞线直径 $\Phi 15.24\text{mm}$

，钢绞线面积 $A_p=140\text{mm}^2$ ，原则强度 $R_y^b=1860\text{Mpa}$ 。

(1)张拉设备的选择

①千斤顶的需用张拉力

$$N_k=NA\sigma_k$$

其中：N—每束钢绞线根数；

A—每根钢绞线的计算面积；

σ_k —控制应力，施工时钢绞线束不同取值不同；

为确保张拉钢束安全可靠，选用张拉机具的吨位数等于钢绞线张拉力的 1.2 倍即。根据设计提供的张拉力计算以及预应力锚具厂家提供的锚具与张拉用千斤顶的关系决定使用 2 台 YDC250 千斤顶，其张拉力为 250t，张拉行程为 20cm。

千斤顶油料要用经过过滤的清洗机械油，油中不得有水。接好油路进行运转，千斤顶行程应不少于要求值，千斤顶内存有空气应完全排出为止。试运转中，千斤顶不得有油外渗。

液压控制的顶压阀密封性能检验各项均应合格，若有一项不合格，则应该对该阀进行检修或更换新阀。

②油泵

根据预应力锚具厂家提供的数据决定使用 ZB4-500 油泵。使用前检验油泵所用油是否有杂质，用前要过滤，油中不得掺有水分；预先进行开车试运转，将泵内空气排出，试车时要观察压力表是否稳定，油泵运转时，若杂音过大，则应修理，症状消除后再使用。

③压力表的选用

首先检验千斤顶的张拉油缸面积 A_u ，为确保压力表使用安全和不致损坏，实际压力表最大读数选用 $1.5P_u$ 。

$$\begin{aligned} \text{实际压力表读数 } P_u &= 1.5P_u = 1.5N_k / A_u = (243.73 \times 10000) \div (734 \times 10^{-4}) \times 10^{-6} \\ &= 1.5 \times 31.6 \text{Mpa} = 49.8 \text{Mpa} \end{aligned}$$

根据预应力机具使用的要求选用 1.5 级，直径 150mm 的压力油表的量程为 50Mpa。利用内插法计算油表读数。动工前或使用前，首先要对压力表进行单独校验，并要有计量单位的计量认证。

(2) 预应力筋和锚夹具的检验、张拉机具检验

①预应力筋的检验

预应力筋穿入孔道前，应检验其品种、规格、长度和有关的冷拉统计及机械性能试验首先检验钢绞线有无出厂质量合格证明。然后，对进厂钢绞线进行外观检验。其表面不得有裂纹，润滑剂，油渍及锈蚀，麻坑。预防应力集中和耐疲劳强度的降低。

②锚具的检验：

a 应有产品出厂质量合格证明文件。

b 进场后应对锚具进行外观质量检验。其表面不得有裂纹和超出产品要求尺寸的允许误差。检验锚环的锚孔是否光滑，有无毛刺及小坑。夹片表面不得有砂眼，裂缝和小坑。

c 本桥所用锚具均按要求做了锚环、夹片的硬度试验以及锚具的净载试验。

③孔道摩阻和锚口阻力试验

在进行第一孔梁张拉时需要对经过孔道摩阻、孔圈口摩阻损失试验进行测量，拟定实际摩阻损失，根据实测成果在张拉过程中合适调整张拉控制应力，以确保有效应力值：张拉控制应力=设计张拉控制应力+损失应力。

④锚具、千斤顶的安装

a 安装顺序：

安装工作锚板→安装工作锚夹具→安装限位板→安装千斤顶→安装工具锚→安装工具锚夹片。

b 钢束外伸部分保持洁净，不得有油污、泥沙等杂物，施工人员不得随意踩踏。

c 锚环及夹片使用前用煤油或柴油清洗洁净，不得有油污、铁屑、泥沙等杂物。

d 工作锚须精确放在锚垫板定位槽内，并与孔道对中。

e 工作锚和工具锚孔中各装入夹片，用胶圈套好，用长约 30 厘米的铁管穿入钢绞线向前将夹片顶齐，注意不可用力过猛，夹片之间的间隙要均匀，用改锥仔细调整。每个孔中须有要求的夹片数量，不得有缺乏现象。

f 夹片安装完后，其外露长度一般为 4-5mm，并均匀一致，若外露太多，要对所用夹具及锚环孔尺寸及锥度进行检验，发觉有不合格者则要进行更换。

g 穿入工作锚、工具锚的钢束要顺直，末端须对号入座，不得使钢束扭结、交叉。

h 安装千斤顶时不要推拉油管及接头，油管要顺直，不得扭结成团。

i 工具锚安装前，将千斤顶活塞伸出 3-5cm

，钢束穿入工具锚时，位置要与工作锚钢束位置一一相应，不得交叉扭结。

j 为了能使工具锚顺利退下，在工具锚的夹片光滑面或工具锚的锚孔中涂润滑剂。润滑剂石蜡，也可用石墨。采用石蜡时，将其熔化，涂在夹片上；采用石墨时石墨：黄油：机油=6：4：1。

k 工具锚的夹片须与工作锚的夹片分开放置，工具锚夹片的反复使用次数不得超出 10 次。

(3) 预应力筋伸长值计算

① 钢绞线理论伸长值

a 钢绞线的平均张拉力

$$P_{\text{均}}=P[1-e^{-(kx+u\theta)}]/(kx+u\theta)$$

式中 P—顶预应力钢材张拉端的张拉力 (N)；

x—从张拉端至计算截面的孔道长度 (m)；

θ —从张拉端至计算截面曲线孔道部分切线的夹角之和 (rad)

k—孔道每 m 局部偏差对摩擦的影响系数；

u—预应力钢筋与孔道的摩擦系数。

b 理论伸长值 (从固定端至张拉端)

$$\Delta L=P \times L / (A \times E_g)$$

其中： E_g —本批钢绞线实测弹性模量 (N/mm²)；

P—钢绞线的平均张拉力 (N)；

L—钢绞线的计算长度 (m)；

A 钢绞线的截面面积 (mm^2);

②实际伸长量

预应力钢绞线张拉前,应先调整到初应力 σ_0 。(为张拉控制应力的 10%),再开始张拉和量测伸长值。

实际伸长值除量测的伸长值,应加上初应力时的推算伸长值。

③预应力张拉顺序

张拉顺序遵照如下原则:

a 首先张拉接近形心的钢束;

b 均匀分级张拉;

④张拉机具检验

为确保预应力的精确,应定时对张拉设备油压系统各构成部分(千斤顶、油泵、高压胶管、油压表)

进行检验校正,校验期限一般为 3 个月,使用次数 200 次。

⑤张拉工作控制要求

a 梁体混凝土强度达成设计值 80%方可进行预应力早期部分张拉;在梁体混凝土强度达成设计强度的 100%且弹性模量达成 100%时,混凝土龄期满足 10d 方能进行张拉。

b 在张拉前,应校准千斤顶的张拉力和油表的应力之间的相应关系;

c 在张拉过程中,应边张拉边测量伸长值。张拉时采用应力、应变双控制,实际伸长值与理论伸长值误差应控制在 $\pm 6\%$ 以内,如发觉伸长值异常应暂停张拉。待查明原因并采取措施加以调整后方可继续张拉。

d 钢绞线张拉程序

I 首先将钢绞线束略微张拉以消除钢束的松弛状态，然后检验孔道轴线、锚具和千斤顶是否在一条直线上，确保钢束中每根钢绞线受力均匀。

II 当钢束预应力达成 $10\text{—}20\% \sigma_{\text{con}}$ 时，可在钢丝上划一记号作为量测延伸率的参照点，并检验钢丝有无滑动。

III 预应力束采用两端张拉，应力应变双控制，应力控制为主，按下列程序进行：

0—初应力 $10\% \sigma_{\text{con}}$ —持荷 2 分钟—开始量测伸长值— $20\% \sigma_{\text{con}}$ — σ_{con} —持荷 5 分钟—补拉 σ_{con} （量测伸长值）—（锚固）。

e 张拉时，假如锚头处出现滑丝、断丝或锚具损坏，应立即停止操作进行检验，并作出详细统计，当滑丝、断丝数量超出规范要求时应抽换钢绞线。规范要求每束钢绞线断丝、滑丝不得超出 1 根，每个断面断丝之和不得超出该断面钢丝总数的 1%。

⑥张拉时应注意的问题：

a 安装锚具及千斤顶时必须确保锚板、锚环、千斤顶均在一条直线上。在安装夹片时必须先检验钢绞线锚固部位及夹卡是否清洁，合格后方可安装，安装时必须使夹片外露部分平齐，开缝均匀。

b 当钢束较长或曲线较多相应先不安装夹片从两端反复张拉屡次，可有效的降低摩阻系数。

c 切割多出钢束，一般应使用砂轮切割机。如确需加热切割时，应采用保护措施使夹片不至受热失锚。

十五 压浆

1 孔道压浆前的准备工作

水泥浆配合比：水灰比 0.35~0.4，并掺减水剂和不含氯盐的膨胀剂。掺入膨胀剂后水泥浆的自由膨胀率控制在 2%左右；水泥采用强度等级不低于 42.5 级的低碱硅酸盐或低碱一般硅酸盐水泥；若掺入粉煤灰，则符合有关要求；初凝时间不不小于 3h，终凝时间不不小于 24h。

切割锚外多出钢绞线：使用砂轮机切割，余留长度不低于 3cm。

压浆前，用 107 胶（水玻璃）水泥砂浆封闭工作锚周围的钢丝间隙和孔洞，10h 后即可压浆。

冲洗孔道：孔道在压浆前用压浆机冲洗，以排除孔道和灌浆孔内杂物，确保孔道通畅。冲洗后用空压机吹去孔内积水。检验设备完好性。

2 孔道压浆

(1) 水泥浆拌制

①灰浆搅拌前应注意检验配合比计量的精确性，投料顺序，搅拌时间及灰浆的流动性灰浆的原则拌和时间为 5min。投料顺序：水→水泥→膨胀剂和缓凝减水剂

②水泥浆的拌制，严格按配合比施工，水泥浆液采用 42.5#一般硅酸盐水泥配制，配制时可掺入 10% 的膨胀剂。搅拌灰浆用水应该为清洁水，灰浆的水灰比为 0.35~0.4 之间。当外温较高时，选用大值。要求灰浆拌好后，其泌水率不得小于 2%，最大不得超出 4%，且二十四小时后，泌水须全部被灰浆吸受。

(2)

孔道压浆应自下而上的顺序进行。灰浆进入电动灰浆泵前，应经过筛子，不然轻易使灰浆泵发生故障或堵塞灌浆孔道灌浆时，其速度一定要缓慢，不然灰浆流淌不均匀，回流有空隙要检验排气孔流出灰浆的浓度当灰浆从排气孔流不出来时，应立即改从排气孔压浆。满浆的孔道应予以保护，在一天内不得震动

(3)灌浆压力以 0.6~0.7Mpa 为宜。预应力孔道较长时，合适增长压力。当另一端冒出浓浆后来保持 0.7Mpa 压力不少于 2 分钟。压浆拌和机应能制造出胶状稠度的水泥浆，压浆机必须能以 0.7Mpa 的常压连续作业。

(4) 每一孔道灌浆均应一次完毕，半途不应停止不然须将所压部分水泥浆冲洗洁净，从头开始。

(5)灌浆后，应该填写灌浆统计，检验孔道密实情况，假如有不适，应急时处理，压浆中每一工作班须留取不少于 3 组 7.07*7.07*7.07(CM) 试件，作为灰浆强度的评估根据。满浆的孔道应予以保护，在一天内不受振动。

3 质量控制措施

针对曲线孔道的特点，在每根波纹管道的最高点设置泌水管。

灰浆进入灌浆泵之前经过 1.2mm 的筛网进行过滤，以预防堵管。在现场对搅拌后的水泥浆做流动度、泌水性试验，并制作浆体强度试块。

每根孔道的压浆连续进行，水泥浆搅拌结束至压入管道的时间以确保水泥浆在初凝时间内压注完为度。

孔道压浆顺序为先下后上，同一管道压浆连续一次完毕。冬季或气温低于 5℃ 情况下压浆采用可靠

保温措施，或掺入不具腐蚀性的防冻剂。

4 压浆注意事项

压浆在张拉质量确认后二十四小时内完毕，并尽早进行。

压浆泵上输浆管选用抗压能力 10MPa 以上的抗高压橡胶管，压浆系统上各连接件之间的连接要牢固可靠。

灌浆在灰浆流动性下降时进行。同一管道的压浆连续进行。因意外中断时，用高压水冲洗洁净并处理好后再压浆。

第十六节 封锚

封锚在张拉二十四小时后进行。浇筑封端混凝土前，首先确认无漏压的管道。然后对混凝土面凿毛，将锚垫板和锚具、钢绞线上的混凝土、砂浆等清除洁净，对锚圈与锚垫板的交接缝涂抹聚氨酯防水涂料，对锚具和外露钢绞线进行防腐处理。

绑扎端部钢筋网，并将钢筋网焊在端面预留钢筋上。然后牢固地固定封端模板，以免模板移动。并在立模后校核伸缩缝宽度。

浇筑封端混凝土。浇筑时，细心插捣使混凝土密实，以免形成裂缝。

封端混凝土是确保锚具和钢绞线免受腐蚀的主要屏障之一，浇筑混凝土后，养护时间不少于 7d，以确保混凝土不开裂。封端混凝土养护结束后，采用聚氨酯防水涂料对封端处新老混凝土的接缝进行防水处理。

为提升封端混凝土的抗裂能力，采用无收缩混凝土。其强度与梁体同标号，或不低于设计要求。试验室随机制作混凝土试件，以检验质量。

第十七节 支承系统的拆除拆除支架和模板

在箱梁混凝土达成设计强度 90%后且张拉压浆完毕后，再行拆模板和支架。支架拆除，应在管道压浆强度达成设计强度 80%以上，方可进行，对满堂支架的拆除，要从每孔的跨中向两端对称进行。落支架时，应按全孔多点、对称、缓慢、均匀的原则，从跨中向支点进行，每次拆支架，只允许在一孔内进行。

脚手架的拆除应遵照如下操作：

(1)拆除脚手架前的准备工作：全方面检验脚手架，要点检验扣件连接固定、支撑体系等是否符合安全要求；根据检验成果及现场情况编制拆除方案并经有关部门同意；进行技术交底；根据拆除现场的情况，设围栏或警戒标志，并有专人看守；清除脚手架中留存的材料、电线等杂物。

(2) 拆除架子的工作地域，禁止非操作人员进入。

(3) 拆架前，应有现场施工责任人同意手续，拆架子时必须有专人指挥，做到上下呼应，动作协调。

(4) 拆除顺序应是后搭设的部件先拆，先搭设的部件后拆，禁止采用推倒或拉倒的拆除做法。

(5)固定件应随脚手架逐层拆除，当拆除至最终一节立管时，应先搭设临时支撑加固后，方可拆固定件与支撑件。

(6) 拆除的脚手架部件应及时运至地面，禁止从空中抛掷。

(7) 运至地面的脚手架部件，应及时清理、保养。根据需要涂刷防锈油漆，并按品种、规格入库堆放。

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/108102020071006102>