

## 箱梁钢筋工程作业指导书

### 1 主题内容：

本指导书规定了箱梁的钢筋混凝土和预应力混凝土结构使用的钢筋技术要求及要点。

### 2 适应范围

适用于中铁二十一局容城制梁场客运专线 32 米后张预应力简支箱梁的钢筋作业指导。本作业指导书可作为客运专线预制箱梁工艺规程的附录，也可以独立文件下发执行。

### 3 一般规定：

#### 3.1.1 钢筋砼和预应力砼结构使用的钢筋品种应符合下列现行国家标准

《钢筋砼用热轧光圆钢筋》（GB13013）

《钢筋砼用热轧带肋钢筋》（GB1499）

《钢筋砼用余热处理钢筋》（GB13014）

《钢筋砼用钢绞线》（GB15224）

《低碳钢热轧圆盘条》（GB701）

3.1.2 经检验合格的钢筋在加工和安装过程中出现异常现象（如脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等）时，应作化学成分分析。

3.1.3 余热处理钢筋严禁用于铁路桥梁内。

3.1.4 热处理钢筋不得用作焊接和点焊钢筋。

3.1.5 钢筋的牌号、级别、强度等级、直径应符合设计要求。

3.1.6 钢筋在运输、贮存过程中，应防止锈蚀、污染和避免压弯，装卸钢筋时不得从高处抛掷。

3.1.7 钢筋按厂名、级别、规格分批架空堆置在仓棚内，分类立标牌。

3.1.8 钢筋应有出厂质量证明书或试验报告单，钢筋表面或每捆钢筋应有标志。

3.1.9 进场时按炉罐（批）号及直径 d 分批检验。

### 4 钢筋进场检验、存放

4.1 钢筋进场后，应按规定的批量、频次项目进行检验。其要求应符合《客运专线暂行技术条件》的规定。其中热轧带肋钢筋及热轧光圆钢筋同厂家、同品种、同规格、

同批号钢筋每批不大于 60t 为一个批次进行抽检。其抽检项目有抗拉强度、屈服强度、伸长率、冷弯；对于任何新选厂家供应的热轧带肋钢筋及热轧光圆钢筋均要进行复检，其检验项目有抗拉强度、屈服强度、伸长率及冷弯；每批进场的钢筋“质量证明书”所附的“试验检验报告”除包括全部复检项目外，对于热轧带肋钢筋 HRB335 还须有“碳当量”的指标。

4.2 每批钢绞线应由同一牌号、同一规格、同一交货状态的钢绞线组成，且不大于 30t。

4.3 钢绞线应从每批中任选 3 盘进行表面质量、直径偏差和捻距的外观检查及力学性能的试验。每批不小于 3 盘，逐盘进行检查。

4.4 钢绞线力学性能的抽样检验，应在选定的各盘端部正常部位截取 1 根试样，进行拉力试验。

4.5 进场抽检合格的钢筋方可验收入库。验收入库的钢筋应及时建立“原材料管理台帐”。台帐内容：包括进货日期、材料名称、品种、规格、数量、生产厂家、供货单位、“质量证明书”编号、“试验检验报告”编号及进厂检验合格报告等。“原材料管理台帐”应填写正确、真实、项目齐全。

4.6 钢筋入库后应分类存放（品种、等级、规格、直径），有固定存放地点、明确的标识。钢筋不得直接放在地面，要有支垫且具备防雨及排水设施。

## 5 钢筋加工、连接

5.1 钢筋在加工弯制前应调直，且符合下列规定：

- a、钢筋表面无油渍、漆污、水泥浆、锈迹。
- b、钢筋应平直、无局部折曲。
- c、加工后的钢筋表面不应有削弱钢筋截面的伤痕。

5.2 钢筋调直一律使用机械调直，不得采用冷拉调直。

5.3 所有钢筋的连接均应采用闪光对焊的方法进行。从事钢筋焊接的焊工必须持有焊工考试合格证，才能上岗操作，过隧梁翼缘板连接钢筋采用双面搭接焊，焊接长度不小于 10d。

直径 16mm 以下 HPB235、直径 14mm 以下 HRB335 钢筋、应使用容量为 80KV.A 对焊机采用“闪光焊”的方式进行焊接；直径 18~20mmHPB235、直径 16~18mm HRB335

钢筋应使用容量为 100KV.A 对焊机采用“连续闪光焊”的方式进行焊接；直径 20~22mm 的 HPB235 或 HRB335 钢筋应使用容量为 160KV.A 对焊机采用“连续闪光焊”的方式进行焊接；直径为 25mm 以上的各类钢筋应使用容量为 160KV.A 对焊机采用“预热闪光焊”（端面平整时）或“闪光—预热闪光焊”（端面不平整时）。

钢筋对焊接头的质量按批进行外观检验及力学性能检验。合格后方可进入下一道工序。检验批量频次及合格判定按 TZ210-2005《铁路混凝土工程施工技术指南》“在同条件下（指钢筋生产厂家、批号、级别、直径、焊工、焊接工艺和焊机等均相同）完成外观检查合格的焊接接头，以 200 个作为一批（不足 200 个也按一批计），从中切取 6 个试件，3 个做拉力试验，3 个做冷弯试验，进行质量检验的规定执行”。力学性能实验方法及检验报告均应符合 JGJ/T27-2001《钢筋焊接接头试验方法标准》的要求。

每班同一焊工，焊接同品种、同直径的钢筋、开班前均应焊接 2 个试件，经冷弯检验合格后，方能按所选定的焊接参数进行批量焊接。

依据规范布置接头的位置，使构件“同一截面”内受力钢筋接头的截面面积与受力钢筋总截面面积百分率不超过 50%。“同一截面”系指：两焊接接头在钢筋直径 35 倍范围以内且不小于 500mm。钢筋接头位置设在钢筋承受应力较小处，并应分散布置。

5.4 同一钢筋上少设接头，同一截面内同一根钢筋上接头不得超过 1 个，同一根钢筋接头不应超过 2 个。

5.5 冬期钢筋的闪光对焊宜在室内进行，焊接时的环境气温不低于 0℃，对焊接头的抗拉强度不低于该级别的规定值。

5.6 每批钢筋闪光对焊前，应先选定焊接工艺和参数，按实际条件进行试焊，并检验接头外观质量及规定的力学性能，仅在试焊质量合格和焊接工艺（参数）确定之后，方可成批焊接。

5.7.1 搭接接头钢筋的端部应预弯，搭接钢筋的轴线应位于同一直线上。

5.7.2 搭接焊焊缝高度  $h$  应等于或大于  $0.3d$ ，并不得小于 4mm，焊缝宽度  $b$  应等于或大于  $0.7d$ ，并不得小于 8mm。

5.7.3 搭接焊时，应在钢筋的一端引弧，在搭接钢筋端头上收弧，弧坑应填满。

5.7.4 搭接接头应逐个进行外观检查，并符合下列规定：

a、用小锤敲击接头时，钢筋发出与基本钢材同样的清脆声。

- b、表面应平顺、无缺口、裂纹和较大金属焊瘤。
- c、在同条件下，以 200 个接头作为一批，抽取 3 个作拉伸试验。

#### 5.8 闪光对焊质量要求：

- 5.8.1 接头周围应有适当的镦粗部分，并呈均匀的毛刺外形。
- 5.8.2 表面不应有明显的烧伤或裂纹。
- 5.8.3 接头弯折的角度不大于  $4^{\circ}$ 。
- 5.8.4 接头轴线偏移不大于  $0.1d$ ，并不大于 2mm。

5.9 钢筋的下料弯制按图纸设计尺寸和形状全部采用机械加工。按照施工图纸进行复核无误后，填写《钢筋下料配料单》配料单的项目应当完整，填写应当准确。

各型号钢筋均应在平台上放大样加工，并进行首件检查验收。合格后方可继续下料加工；钢筋弯曲成型后，表面不得有裂纹或断裂的现象。

热轧光圆钢筋的末端应体成  $180^{\circ}$  半圆形弯钩，弯钩弯心直径不得小于 2.5 倍钢筋直径，钩端留有直线段不小于 3 倍钢筋直径。热轧带肋钢筋的末端应采用直角弯钩，弯钩直径不小于 5 倍钢筋直径，钩端直线段长度不小于 3 倍钢筋直径。

加工好的钢筋按规格型号进行编号，分类存放，并挂牌标识。存放场地应能满足防雨、防潮、防污染的要求。

## 6 钢筋骨架的制作

6.1 箱梁的梁体钢筋骨架分为底腹板钢筋和顶板钢筋以及相互间的连接筋，各部位加工好的钢筋运到绑扎台位后，进行绑扎。绑扎台应当标出各号钢筋的位置标识。钢筋的绑扎应做到：所有交叉点均应用钢丝绑扎结实，必要时可以点焊，除设计规定外梁中箍筋应与主筋垂直，箍筋末端应向内弯曲；箍筋转向与钢筋混凝土的交叉接点要绑扎牢；箍筋的接头（弯钩接合处），在梁中应沿纵向线方向交叉布置；钢筋应对准相应的标识线。

6.2 梁体钢筋采取整体绑扎的方法。先进行底板和腹板钢筋的绑扎，然后进行顶板钢筋的绑扎，梁体钢筋与预应力钢筋相碰时，可适当移动或适当弯折。

6.3 所有预留孔处均设有螺旋筋，且吊装孔及桥面泄水孔除环状筋外还设有井字形加强钢筋，绑扎钢筋时应特别注意。吊点附近腹板钢筋及倒角钢筋绑扎时要准确定位。吊点处新增设的附加钢筋必须保证位置的准确及相应的数量。桥面泄水孔处的钢筋可以

适当移动。

6.4 桥面预埋筋分别有挡碴墙、预埋钢筋、电缆槽竖墙预埋钢筋。挡碴墙预埋钢筋，电缆槽竖墙预埋钢筋的功能是确保挡碴墙与梁体的整体性。绑扎梁体钢筋时一定要确保预埋钢筋的位置及数量的准确。

6.5 梁体预埋件及预埋钢筋的绑扎。梁体内根据设计需要分别设预埋支座板（必须的），防落梁措施预埋钢板以及下锚接触网支柱梁体预设基础或一般接触网支柱，预设基础等。

在梁体钢筋绑扎时要求分别做到：

a、预埋支座板时，应注意按设计图所规定在梁底支座钢板上部设置三层钢筋网片。支座螺栓套筒所焊的锚筋可不作弯钩，但不将减小下料长度。

b、防落梁装置的预埋钢板的沿梁体方向中心线要做到与预埋支座板沿梁体方向中心线相同；其横梁方向的中心线应根据该梁所处位置桥墩垫石的尺寸确定。

c、预埋支座板，防落梁装置预埋钢板之螺栓套筒的尺寸应按该梁所处地震烈度确定。其定位采取螺栓固定法，位置准后方可适当使用短钢筋整理预埋钢筋与梁体钢筋点焊连接使其垂直。

d、接触网支柱基础的钢筋要根据总体设计的要求确定是否设置接触网支柱基础，是设置下锚接触网支柱基础或一般接触网支柱基础，是设置梁的 1/4 跨处还是设置在梁的 1/2 跨处或 3/4 跨处。对设置下锚接触网支柱基础的桥梁还应设置下锚拉线基础，下锚基础中心线距梁上翼缘外边 1050mm，下锚拉线基础中心线沿梁纵向距下锚基础中心距离为 7000mm，每个下锚支柱基础两边（梁纵向）各 1 个下锚拉线基础。设置接触网支柱基础时其增设钢筋的位置，数量及需要替代的梁体钢筋均必须按设计图所规定的进行设置和绑扎。接触支柱基础，拉线基础的预埋螺栓分别为 M36 及 M20，并分别与各自配套的预埋钢板上焊牢。其设置垂直度应在全长方向偏差不得大于 1mm。在设置以上基础钢筋螺栓预埋钢板如与梁体钢筋挡碴，可以适当移动梁体钢筋。预埋螺栓的材质为 16Mn 或 35# 优质碳素钢。

e、按总体设计单位要求设置综合接地预埋钢筋，预埋钢筋设置梁端钢筋骨架内，如遇与支座钢筋及梁体钢筋锚栓相碰时应移动接地钢筋。梁体施工时先拧上螺栓防止螺母中掉入杂物。

6.6 梁体钢筋绑扎时应注意预留孔的位置，及预应力管道的位置。除预应力筋管道外，预留孔分别有吊装孔、桥面泄水孔、梁底泄水孔、以及腹板通风孔。其相互关系应按以下原则操作，通风孔位置与预应力管道相冲突，必须保证预应力管道的位置，而移动通风孔的位置；吊装孔、桥面泄水孔、梁底泄水孔与梁体钢筋相冲突，要保证这些预留孔的位置而适当移动梁体钢筋。

6.7 预应力筋孔道定位网片的制作与绑扎。

a、预应力筋孔道定位网片按设计图规定的坐标编号焊接成型。所用钢筋为直径不小于 12mm 的 HPB235 光圆钢筋。方孔内净空尺寸为  $93^0_{-1}$  mm，并按规定编号。焊接工作中应在样板上进行，确保尺寸无误。

b、预应力筋孔道定位网片的绑扎与梁体钢筋同时进行。各号网片的设置位置在梁体钢筋绑扎台位上要有准确明显的标识。

c、绑扎完毕经检查无误后应用短筋与腹板、底板钢筋点焊连接以防钢筋骨架移动时发生位移。

6.8 所有预埋件的钢筋、预埋钢板等及预留孔的附加钢筋增应与梁体钢筋同时绑扎。

6.9 钢筋骨架绑扎完成后经核对无误后，对钢筋骨架进行点焊加固，为保证混凝土保护层厚度，在钢筋笼外侧绑扎保护层垫块。所有绑扎丝头均应弯向钢筋内侧，不得侵入保护层内，垫块每平方米不少于 4 个。保护层垫块钢筋垫高尺寸应为  $36^0_{+2}$  mm。

6.10 钢筋骨架绑扎或点焊必须稳定、牢固。结构钢筋骨架软弱处可增设立筋。特别是钢筋吊架挂钩吊点处更应增设立筋，确保骨架在吊运时不松动，不变形。架立筋可用 W 型或矩形的架筋立钢筋。

6.11 钢筋安装时，钢筋的位置和砼保护层厚度应符合设计要求，绑扎丝头不得伸向保护层内。

## 7 钢筋的入模安装

钢筋骨架应用整体吊架吊运，钢筋吊架的长、宽尺寸应当与桥梁尺寸相当。由型钢桁架组成，其起吊重量需保证至少 60t。吊钩的设置要均匀吊索的长短应根据吊挂部位保证长短一致。挂钩要求挂于顶板、底板、翼板的下层钢筋处。凡是吊点距架立筋距离较大的部位均应加焊架立筋。

7.1 在钢筋绑扎台位上绑扎好的箱梁钢筋骨架，经检查合格后，整体用龙门吊吊运至箱梁预制台座入模安装。

7.2 钢筋骨架安装后核定结构线及钢筋骨架，预应力孔道、钢筋保护层垫块及预埋件位置，进行全面的检查，其质量应符合表 2 的要求。并且注意梁端保护层不得大于 40mm。

7.3 允许偏差：

表一 钢筋骨架加工允许偏差 (mm)

序号	项目	允许偏差	
1	受力钢筋顺长度方向的净尺寸	钢筋长度	钢筋长度
		L>5000	L≤5000
		±20	±10mm
2	弯起钢筋的位置	±20 mm	

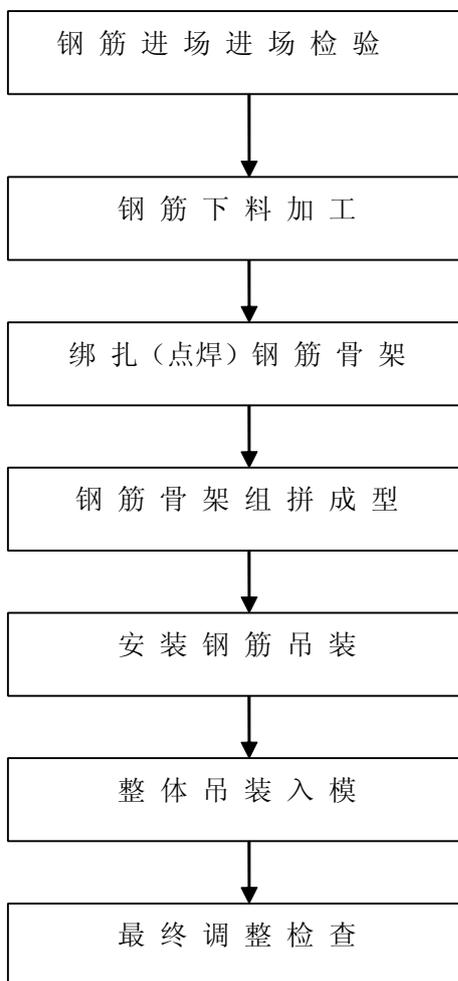
表二 钢筋绑扎允许偏差

序号	名称	允许偏差	
1	钢筋总截面面积的偏差	-2%	
2	双排钢筋、排间距局部钢筋	±5mm	
3	同一排中受力钢筋局部偏差	±10mm	
4	分布钢筋间距偏差	±20mm	
5	箍筋间距偏差	±10mm	
6	弯起点的偏差(加工偏差 20mm 包括在内)	±30mm	
7	最外层钢筋的位置偏差	C≥35mm	-5, 10mm
		C<35mm	-2, 5 mm

注：c 为钢筋砼的保护层厚度。

## 8 钢筋加工安装施工工艺流程图

### 钢筋加工安装施工工艺流程图



## 模板施工作业指导书

### 1 主题内容

用做客运专线箱梁模板安装、拆卸施工的作业指导，规范模板施工作业程序。

### 2 适用范围

适用于中铁二十一局晋江制梁场客运专线 32 米后张预应力简支箱梁的模板作业指导。本作业指导书可作为客运专线预制箱梁工艺规程的附录，也可以独立文件下发执行。

### 3 模板安装、拆模施工工艺、方法：

3.1.工艺流程：箱梁模板分侧模，端模，内模与底模四大部分。

工艺流程图附后：

#### 3.1.1 底模

底模通过条形基础预埋钢板焊接与底模基础相连接，调节底模各段的标高设置预设反拱度（割翼箱梁 22mm,整孔箱梁 25mm）；内模的位置固定螺杆通过预留的泄水孔位置与底模基础连接。

底模拼装完毕后，在底模板上划出纵横向中心线，梁体端线，并且作好标志。底模在使用前，检查底模的平整度，预设反拱度，长度（考虑压缩量），宽度，对角线，直线度等参数，符合规范要求后，才能投入使用。

#### 3.1.2 内模

箱梁内模采用液压伸缩式钢结构，由顶板、纵梁、侧板、纵向移动辊道及液压系统组成。分成端截面、变截面及普通截面三大类，纵梁为箱形截面，顶板与纵梁用螺栓固定连接，侧板与顶板在转动处铰结，两边的侧板用液压缸分两次转动折叠实现伸缩。

#### 3.1.3 侧模

采用分节制作，相邻两节刚性联接，现场整体拼装为一整体；侧模按设计设置反拱。侧模底部与基础之间铰接，外侧安置液压油缸和铁楔子，上部水平拉杆横向固定，侧模与端模之间用螺栓连接。

#### 3.1.4 端模

端模用钢板和型钢制作，为了减小变形和安装方便，端模分为上下三部分拼装，制造时保证钢绞线锚具的定位尺寸准确，模板平整，端模用龙门吊吊装就位，与侧模、内模用螺栓联接。

### 3.2 施工方法:

3.2.1 底模安装: 在制梁台座上准确定位出底模位置, 并按预设反拱值调整底模, 认真检查其中线位置、平整度、长度、宽度, 发现超标及时处理。

3.2.2 侧模安装: 腹板外模利用 10t 龙门吊吊装, 人工配合组装施工, 升降支架丝杆, 保证整体模板的长、宽、高尺寸、腹板及翼板的厚度及角度准确, 最后焊接底模及外模。

3.2.3 内模安装: 箱梁钢筋骨架吊装调整就位后, 开始安装内模。首先安装内模走形轨道, 调整完毕后, 推动内模进入箱梁, 依靠油缸的驱动能使模板张开和收缩, 其张开状态的外形尺寸与箱梁的孔洞尺寸吻合, 其收缩状态小于箱梁端隔墙的内腔, 以利于整体内模车通过端隔墙。为保证腹板厚度, 防止灌注混凝土时内模左右移动, 将内模与外模(在通风孔处)及端模用螺栓联结, 内模拼装完毕后检查腹板的厚度, 不可因模板偏向一侧而使腹板的厚度改变。

3.2.4 端模的安装: 端模板安装前先将锚下垫板安装在端模板上, 端模板安装在钢筋绑扎、内模安装后进行。将抽拔管穿过相对的端模孔慢慢就位, 因管道较多, 安装模型时应特别注意不要将抽拔管或金属波纹管挤弯, 否则会造成端部有死弯。另一方面要注意锚垫板在对位时避免顶撞钢筋骨架, 以免引起支座板移位。

将端模板用龙门吊吊至台座端部的安装位置, 然后将橡胶棒与锚下垫板用喇叭形橡胶管密封。调正端模板, 待侧模板安装到位后, 再用螺栓将侧模板与端模板连接、紧固在一起。

端模板预留孔偏离设计位置不应大于 3mm;

3.2.5 模板拆除: 待砼强度达到规定值时, 先拆除端模, 再内模通过液压油缸脱模, 用卷扬机将内模沿内模支架上铺设的导轨整体拉出, 侧模拆除(仅梁端 4 米)通过支架上可调节丝杆完成拆侧模。

## 4 模板安装要求:

4.1 预制箱梁台座承重墙为 3 支点条形墙, 在安装底模前, 采用全站仪放出承重墙中心线并测量 3 条形承重墙预埋件顶面标高。

4.2 在承重墙中心线定位好后, 利用 10t 龙门吊将底模吊到台座上, 利用全自动水准并测量底模标高, 按设计垫块并按设计要求进行调整反拱值。

4.3 在底模反拱值、平整度、长宽、尺寸符合设计及施工要求后, 再利用全站仪定位模板中心线、端模边线及底模外边线。

4.4 在安装腹板前,利用经校验合格的 50m 钢卷尺反复测量,对定位尺寸进行校核。

4.5 腹板安装好后,利用经校核合格的坡度尺寸对模板进行校核。

4.6 模板上的重要拉杆采用螺纹钢杆并配以垫圈或垫板。

4.7 支架结构的立面或平面均应安装牢固,并能抵抗振动或偶然撞击作用,在两个互相垂直的方向对支架的立杆加以固定。

5 模板及支架拆除要求:

5.1 砼强度达到设计强度的 60% 以上时方可拆模。

5.2 拆模时,砼芯部与表层、箱内与箱外、表层与环境温差均不得大于 15℃,且大风或气温急剧变化时不宜拆模。

5.3 拆模时不得影响或中断砼养护工作。

5.4 模板、支架拆除后,应及时对其进行维修整理。

5.5 不允许采用猛烈敲打然后强扭等方法拆除模板支架。

6 模板反拱值及压缩量:

6.1 31.5m 整孔预制箱梁反拱值预留为 25mm,模板上缘压缩量为 8mm,下缘压缩量为 16mm。

6.2 31.5m 预制割翼箱梁反拱值预留为 22mm,模板上缘压缩量为 8mm,下缘压缩量为 22mm。

7 质量检验及质量要求:

7.1 检验要求:模板、支架安装完成后,在砼浇筑前以及砼浇筑过程中,应对模板、支架、预埋件及梁支座等分别加以检查,具体检查内容为:

7.1.1 模板的高程,截面尺寸以及施工预留反拱度及坡度、倾斜度。

7.1.2 模板、支架等结构的可靠程度。

7.1.3 拆除支架器具的装备状态。

7.1.4 模板、支架的安装精度。

7.2 质量要求:

7.2.1 模板接缝应严密不漏浆。

7.2.2 表面平整度符合要求。

7.2.3 相邻模板高差不大于 2mm。

7.2.4 模板表面洁净无污渍及锈迹现象。

7.2.5 表面应涂脱模剂。

8 其它注意事项及要求：

8.1 除污：底模板杂物清理，当模板安装验收合格后，在钢筋笼吊装入模前，应清除模板上杂物和污垢。在钢筋笼吊装入模就位及内模组装就位后，用空压机吹除模板上杂物。

8.2 除锈：在模板合格后，应时对模板进行除锈工作。采用砂布纸进行表面除锈，保证模板表面光洁。

8.3 涂刷：在模板验收合格及除锈、除污工作结束后，应对模板表面喷涂一薄层脱模剂，脱模剂采用喷雾器喷洒，喷洒均匀。

8.4 防漏：底模及腹板连接间缝隙，采用嵌双面胶带堵漏，表面粘双层胶带。腹板间缝隙采用焊接措施，薄焊并打磨。

8.5 调整：在进行下一片梁浇筑之前，应对模板截面尺寸、反拱值、平整度、腹板坡率、倾斜度、中心线进行检查。若发现有问題，应进行及时调整，使之符合规范要求。

8.6 预埋件：砼浇筑前，应仔细检查预埋件位置，并核对（用经核检合格的尺寸复核其位置），安放牢固，确保施工无误。

8.7 通风孔、吊孔施工：通风孔在腹板内外侧面按设计要求开口，保证其位置准确，在孔内安装 PVC 硬质塑料管。塑料管内填装砂子，用布条封墙 PVC 管端口；吊孔在顶板上按设计位置开孔，周围布设螺旋筋及加强筋，吊孔内安装 PVC 管，PVC 管硬质管填装砂子，用钢板封墙并承托。

9 模板安装允许偏差：

序号	项目	要求
1	模板总长	±10mm
2	底模板宽	0、+5mm
3	底模板中心线与设计位置偏差	≤2mm
4	桥面板中心线与设计位置偏差	≤10mm
5	模板倾斜度偏差	≤3‰
6	底模不平整度	≤2mm/m
7	桥面板宽	±10mm
8	腹板厚度	0、+10mm
9	底板厚度	0、+10mm
10	顶板厚度	0、+10mm
11	腹板中心线与设计位置偏差	≤10mm

## 10 安全管理

模板施工工序复杂,工艺繁多,人员及机械设备较多,坚持安全第一,预防为主的方针,做到安全工作常抓不懈。

10.1 建立健全安全管理制度和措施,做到操作人员规范施工,管理人员有的放矢进行安全防范。

10.2 加强安全教育,严格执行安全生产制度和操作规程。

10.3 强化岗前培训,使每个操作人员熟悉施工工艺,尽职尽责的干好本本职工作。

10.4 施工操作人员穿好工作服、戴好安全帽,工作时间严禁打闹嬉戏,擅离工作岗位。

10.5 机械设备、电器、运输装置经常检查,定员定机,严格操作规程,严格交接班制度。

10.6 施工范围内,设置醒目的标志牌、警告牌等,确保交通安全。

## 11 文明施工保证措施:

加强标准化文明工地建设,把铁道部信誉评价检查工作全部精神,渗透到预制梁工作的方方面面,并指导全部工作。

11.1 合理布置施工场地,保持施工场地整洁。

11.2 施工现场及时整理、清理.做到工完料尽。

11.3 夜间施工不得大声喧哗,尽量减少噪音污染,对生活污水及施工废水做好沉淀处理,减少水土流失,加强环境保护。

# 混凝土搅拌作业指导书

## （关键、特殊工序）

### 1 主题内容

用做客运专线箱梁高性能混凝土拌和施工的作业指导，规范作业程序。

### 2 适用范围

适用于中铁二十一局晋江制梁场客运专线 32 米后张预应力简支箱梁的高性能混凝土拌和施工作业指导。本作业指导书可作为客运专线预制箱梁工艺规程的附录，也可以独立文件下发执行。

### 3 拌和站应具备的条件

#### 3.1 总体要求

本梁场混凝土工程采取集中拌和、统一供应的方式进行施工。混凝土集中搅拌站投产前，由工程技术部制定完备的质量管理制度、生产工艺流程，安质环保部制定环境保护方案及各种预案。主要工作操作人员应持证上岗，搅拌、检测设备和计量器具配置应符合要求。经项目经理部初验合格，报请监理工程师验收后，在报业主验收后，方可投产使用。

混凝土拌和质量必须满足《铁路混凝土工程施工质量验收补充标准》（铁建设[2005] 160 号）及《客运专线高性能混凝土暂行技术条件》的要求。

#### 3.2 人员配备

拌和站设有站长、副站长各 1 人，每条拌和生产线每工作班配备搅拌司机 4 人。

#### 3.3 管理制度

拌和站应制定完善的设备操作规程和管理制度，包括拌和机操作规程、日常管理制度等。

#### 3.4 机械设备

拌和站选用的拌和设备均为强制式搅拌机，并配有相应的自动计量设备、混凝土运输设备；拌和站的生产能力必须满足现场混凝土浇筑量的要求。

拌和站计量设备均应有合格证，计量系统应经计量部门检定，并有检定证书原件。

拌和站备有 200KW 和 500KW 发电机各 1 台。

#### 3.5 原材料储存场地

拌和站根据选定的原材料的规格配备相应的储存场地且分区存放（5-10mm、10-20mm 碎石区、粗砂区、已检区和待检区），建造 55\*49\*10m（长\*宽\*高）钢结构风雨棚，既起到遮阳作用可降低砼的入模温度，又可保证下雨不会影响骨料的正常含水率，全部场地采用砼硬化处理。

拌和站具有独立完善的排水系统和供电系统。

拌和站建立健全完整的设备、材料、混凝土生产台账以及相关的检验报告等技术资料。

#### 4 原材料质量控制

##### 4.1 源头控制

物资部根据料源供货情况，不定期到各料源头进行了解材料的生产能力、质量状况，保证有充足合格的材料供应。必要时进驻源头，杜绝不合格材料装车。

##### 4.2 进场控制

原材料由物资部联系进场，进场后由试验室进行现场取样，并根据相应的国家和行业规范进行检验、验收，检验后出具报告通知物资部使用，若不合格不得进场。

#### 5 主要人员的质量职责

##### 5.1 物资部长对原材料的控制责任

物资部长负责材料统计工作并按生产计划制定材料需求计划。经目测合格后可先卸货并标识，索取质量证明书（产品合格证），达到一个检验批时 30 分钟内通知实验员进行抽样检验，并填写《进厂材料通知单》一式两份，双方各留一份。根据实验员反馈的试验结果，材料员对材料进行重新标识或处置。

物资部长负责材料的覆盖，以免雨淋和灰尘等污染。

物资部长对原材料质量控制环节是否到位的责任追究有拌和站站长负责检查并实施。当发现擅自接收明显不合格材料、标识不及时、覆盖工作不到位。将视情况给以 50-100 元的罚款处理，情节严重者更换岗位。

##### 5.2 试验员质量责任

试验员负责原材料的取样、送检（检验）报告、检验结果反馈等工作。试验员接到材料员的原材料进场通知后，及时完成取样和送检工作，检验结果出来后，及时反馈到物机部。

试验员按照试验室的授权范围完成砂石料等的日常检验；需送中心试验室检验的，

应填写《试验委托报送单》一式两份，双方各留一份。自检合格后报监理工程师进行材料报验。

对试验员不按要求取样送检或先使用后送检或工作马虎造成误用不合格材料的情节对其实施 100-200 元的罚款，情节严重者将调离工作岗位。

### 5.3 拌和站站长质量责任

5.3.1 拌和站站长是拌和站质量第一责任人，负责混凝土拌和站日常管理工作。因其工作不到位，致使他人不能完成工作时，由站长接收相应处罚。严格按照质量保证体系运行，服从试验人员的监督，规范操作程序，执行配合比通知单，确保混凝土质量。

5.3.2. 严把原材料检验关，标识清晰、明确，严格分仓，确保原材料质量合格。

5.3.3 保证计算准确，计量器具必须经国家技术监督局认可的部门检验合格。

5.3.4 严格执行安全技术操作规程，持证上岗，按规定佩戴劳动防护用品，确保站内人员、交通、用电、消防及台风等安全。

5.3.5. 根据施工进度要求，保证全天候 24 小时及时提供混凝土。

5.3.6 场地卫生，保护环境，展牌规范，文明施工。

### 5.4 混凝土搅拌司机岗位职责

5.4.1 应熟悉和掌握砼性能和施工基本知识，本工种所使用的机具性能，作业对象的技术要求和安全操作规定。

5.4.2 作业前应检查作业场所的环境、安全状况、安全防护设施等，确认符合有关安全规定后，方可进行作业。

5.4.3 严格按照试验室给出的配合比进行施工，在工作过程中，随时注意配料误差并及时作出调整。

5.4.4 当拌和机运转时，不准将工具伸入搅拌筒内作业，也严禁将头或手伸入进料斗或机架间查看情况。进入搅拌筒内清除残存砼或其它作业前，应将电源切断，取出保险，确认安全可靠方可进入。

5.4.5 经常清除配料机平皮带下的砂石料，下料斗下撒落的混凝土要及时回收。

### 5.5 装载机司机岗位职责

5.5.1 爱护车辆，做好维护保养工作，保持车容车貌整洁，技术状况素质应保持良好的。定期清理料斗内残留集料。

5.2. 采用装载机上料时，骨料向装料车内倾卸时，其它人员不得站在料斗架与装载

机之间，以防被装载机撞伤。

5.3.上料时，严格按照试验室配合比进行分仓上料，未检砂石严禁使用。发现砂石质量不符合要求时，及时向主管工程师反映，并由试验员核实。

## 6、混凝土运输司机岗位职责

6.1.应熟悉和掌握砼性能和施工基本知识，作业前应检查机械运转性能、准确状况、安全防护设施等，确认符合有关安全规定后，方可进行作业。

6.2.在装运混凝土前，应认真检查运输设备是否存留有积水，或内壁粘附的混凝土是否清除干净。每天工作后或浇注中断 30min 及以上时间再进行搅拌混凝土时，必须再次清洗搅拌筒。

6.3.运输过程中，应确保混凝土不发生离析、漏浆、严重泌水及坍落度损失过多等现象，运至浇筑地点的混凝土应保持均匀和规定的坍落度。当运至现场的混凝土发生离析现象时，应在浇筑前对混凝土进行二次搅拌，但不得再次加水。

6.4 为了避免日晒、雨淋对混凝土质量的影响，防止局部混凝土温度升高，需要时应将运输车加上遮盖物。

6.5.运送已搅拌好的混凝土时，运输过程中宜以 2~4r/min 的转速搅动；当搅拌运输车到达浇灌现场时，应高速旋转 20~30s 后再将混凝土拌和物喂入输送泵受料斗中。

6.6.运输车每天使用完后应清洗干净，凿除粘附在内壁的混凝土。

## 7 混凝土生产

### 7.1 拌和计划责任

混凝土应在有计划的状态下组织生产。预制梁工段应提前以《混凝土生产通知单》向拌和站站长递交需求计划，内容包括混凝土类别、数量、灌注部位即要求等。并应在浇注混凝土前二小时通知拌和站站长。拌和站必须在约定的时间内保证混凝土供应。

由于生产供应不及时（超时）或浪费有站长承担相应责任。对其处以 500-1000 元罚款。

### 7.2 拌和质量

实验员负责混凝土拌制前即拌制中砂石含水率的测定并验证各种掺入料的合格报告，根据测试结果、环境条件、各种性能要求等提出施工配合比，使混凝土配合比和水胶比符合设计的要求。有见证要求时，需经监理工程师确认后交拌和站司机。

不按上述规定操作，致使混凝土水胶比超限，每发现一次对实验员处以 200 元罚款。

拌制混凝土时，拌和站司机必须严格按照实验员下达的施工配料单以及拌和时间、技术交底进行数据输入、控制，对电脑数据的真实性和可靠性负责。对拌和中发现的异常现象，应及时向试验站长、调度反映，通过合法程序进行纠正，不得擅自改变参数和程序。拌和司机应密切注意所生产混凝土的配料误差情况，确保各种材料计量误差，不超过水泥、矿物参合料、外加剂和拌和用水 $\pm 1\%$ ，粗细骨料 $\pm 2\%$ 的规定。

拌和司机不按技术交底参数操作或拌和中发现异常情况不解决、不汇报，由拌和站站长对其处以 50-200 罚款。

7.3.在每次开始混凝土生产以前，实验员和拌和站司机应注意监视和检测前 2-3 盘混凝土的和易性。入有异常，应立即分项情况并处置，直至拌和物的和易性符合要求，方可持续生产。当施工配合比调整后，亦按开始生产时的程序检查混凝土的质量。

实验员负责拌和站混凝土的和易性检测并做好纪录，和易性包括坍落度、坍落流动度、含气量和温度。分项失控将对实验员处以 200 以内罚款。

混凝土的运输能力应与搅拌、浇筑能力相适应，并应以最少的运转次数，最短的时间将混凝土从拌和站运至浇筑地点，以保证拌和物于浇筑时仍具有施工所需要的和易性要求，并保持良好的工作性。

## 8 砼搅拌站作业

### 8.1 混凝土搅拌

8.1.1 开盘前试验人员每天必须测定砂、石含水率，根据现场具体情况，将混凝土理论配合比换算成施工配合比，计算每盘混凝土实际需要的各种材料量。严格按照规范要求，水、胶凝材料及外加剂的用量应准确到 $\pm 1\%$ ，粗细骨料的用量应准确到 $\pm 2\%$ ，拌合用水准确到 $\pm 1\%$ 。

8.1.2 混凝土配料和计量：拌合站进行混凝土拌制前，必须有试验室出具的开盘通知单（见附表一），并应有试验人员值班，方可进行下步工作。

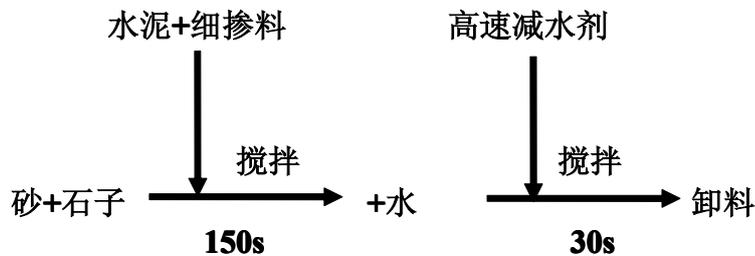
8.1.3 开盘前，所有的原材料都必须检验合格后才能使用，核实使用原材料与配合比通知单是否相符，数量是否足够生产一片梁，严禁将待检的砂、石料和大临建设的砂、石料放在料仓中。

8.1.4 开盘前应校核上料计量装置，使误差控制在规范的范围，并有校验记录（见附表二），检查客运转设备是否完好，保证开盘后设备能正常运转。

8.1.5 开盘前应校准确掌握天气预报情况，对各种不利气候有准确措施，如夏季的

施工措施、降温措施、雨天的防雨措施，另外与电力部门沟通，是否有停电情况，备用电源准备充电情况。

8.1.6 混凝土搅拌采用强制式搅拌机，搅拌时间不宜小于 150s。采用混凝土运输车送混凝土时，应考虑运输的时间。下为搅拌流程图：



8.1.7 减水剂采用溶液加入，为充分发挥减水剂的作用，在搅拌时溶液宜用后添法，加入减水剂后，混凝土搅拌料在搅拌机持续搅拌时间不得小于 30s。

8.1.8 前三盘应逐盘测试混凝土的坍落度、观测和易性，并适合调整用水量，直到混凝土和易性及坍落度符合配合比要求为止。

## 8.2 混凝土的运输、浇筑

8.2.1 混凝土直接从拌合站采用输送泵接输送管加布料机，进行混凝土浇筑。

8.2.2 泵送混凝土前，应先泵送一部分水泥砂浆，以润滑管道，最先送出的砂浆及混凝土用装载机接走，不得用于梁体灌注。

8.2.3 混凝土泵开始工作后，中途不得停机，如非停机不可，停机时间不宜超过 30min，炎热气候不能超过 10min，停机期间应每隔一定时间必须动几次，以防混凝土凝固堵塞管道。

8.2.4 泵送管道在高温季节进行覆盖，不宜在太阳下暴晒。当温度过高时应洒水降温。

8.2.5 混凝土泵送完毕后应立即彻底清洗管道，直到管道排出清水为止。

8.2.6 混凝土浇筑采用 2 台回转半径为 18cm 的布料机，分别对称布置于制梁台座两侧的 1/2 跨。

8.2.7 布料机出口处采用一节软管放料，每个软管有两个掌握放料方向，浇筑底、腹板混凝土时出料口处不得针对预应孔制孔器，也不宜对着外模翼板。粘附在翼板上的水泥浆，在浇筑混凝土至宜板前应及时清除，避免翼板底部形成干灰、夹渣及麻面。

8.2.8 混凝土拌合物入模温度宜在 5 至 30℃，模板温度 5 至 35℃，含气量在 2 至 4%（开盘检查连续 5 盘），坍落度确保在施工配合比允许范围（观察及抽样）45min 内损

失不宜大于 10%。不合格混凝土（明显砂率大及已离析的混凝土）严禁入模。在每片箱梁浇筑过程中入模含气量及坍落度检验频率不大于 50m<sup>3</sup>，入模温度检验频率为不大于 100 m<sup>3</sup>/次，（见附表三）

### 8.3 混凝土质量检查

8.3.1 混凝土开始浇筑后，应在浇筑底板、腹板和桥面时分别取混凝土制作试件，每次取样数量基本相同。

8.3.2 每浇筑一片梁制取试件不少于 23 组，其中标样试件 12 组，同条件试件 9 组，同条件养护 600℃/d 试件 2 组，每 3 块试件为一组。

8.3.3 每浇筑一片梁应做弹模量试件 6 组，其中标养试件 3 组，同条件养护试件 3 组，每 6 块试件为一组。

8.3.4.除标准养护试件外，施工用试件随梁体养护，其养护条件与梁体养护条件相同。

8.3.5 当现场梁体养护结束，试件脱模后，标养试件应立即放入标养池养护。施工用试件继续用梁体同条件养护，直到规定龄期或试压为止。

### 8.4 混凝土的夏季施工要求

8.4.1 当室外温度超过 35℃或混凝土拌合站物出盘温度达到 30℃及以上时，应按夏季施工办法处理。

8.4.2 夏季浇筑混凝土时应注意时间选择，尽量安排在上午 11:00 以前浇筑完或下午 16:00 以后开盘浇筑。

8.4.3 当混凝土的出盘温度超过 30℃时，应采取降温措施。如对砂石料洒水降温或加冰水搅拌降温。

8.4.4 若混凝土出盘温度超过 30℃或气温过高，尚应对模板外表面洒水降温，对混凝土运输车滚动洒水降温，混凝土运输送泵管应用湿麻袋覆盖并经常洒水降温。洒水时应注意不得将水洒入模板内。在有条件情况下应将模板及钢筋遮板住。

## 9 注意事项

9.1 搅拌站工作过程中如遇到停电，应迅速通知值班室电工，打开备用电源，保证施工的连续进行。

9.2 搅拌站工作过程，为防止出现堵管影响施工，应预备一条输送管道。

9.3 搅拌站工作过程中，为防止输送泵出现机械故障，应预备一台输送泵和装载机。

9.4 搅拌站应与实验室工作人员密切配合，严格按照设计施工规范作业。

9.5 搅拌站施工作业严格按照本作业指导书进行操作。

# 箱梁混凝土施工作业指导书

## （关键、特殊工序）

### 1 主题内容：

用做客运专线后张法铁路双线简支箱梁混凝土施工的作业指导。

### 2 适用范围：

适用于中铁二十一局晋江制梁场客运专线 32 米后张预应力简支箱梁的混凝土施工作业指导。本作业指导书可作为客运专线预制箱梁工艺规程的附录，也可以独立文件下发执行。

### 3 原材料

3.1.1 水泥：选用符合国标的普通硅酸盐水泥，强度等级不低于 42.5 低碱普通硅酸盐水泥，C<sub>3</sub>A 含量小于 8%。

3.1.2 细骨料：选用细度模数为 2.3-3.0 的天然洁净河砂，其各项指标应符合规范要求。

#### 3.1.3 粗骨料：

a、粗骨料应选用级配合理，粒形良好，质地均匀坚固，线膨胀系数小的洁净碎石。

b、粗骨料应选用二级级配，粒径为 5-20mm。

c、压碎指标小于 8%，针片状粒径含量小于 5%。

d、其余各项检测指标应符合规范要求。

3.1.4 矿物掺合料：选用一级粉煤灰，其掺量应符合配合比要求，各项检测指标应合格。

#### 3.1.5 外加剂：

合理掺加具有减水率高、坍落度损失小，适量引气，能明显改善或提高砼耐久性能好的聚羧酸高减水剂。

### 4 砼原材料的储存与管理：

4.1 水泥，矿物掺合料等宜采用散料仓分别存储，袋装粉状材料在运输和存放期间应用专用库房存放，不得露天堆放，且应特别注意防潮。

4.3 水泥应分级堆垛，堆垛高度宜小于 1.5m，堆垛应架高地面 0.2m 以上。

4.4 储存散装水泥过程中，应采取措施降低水泥的温度或防止水泥升温。

4.5 不同砼原材料应有固定的堆放地点和明确标识，标明材料名称、品种、生产厂家、生产日期和进场日期，且有堆放分界标识。

4.6 原材料进场后，应及时建立“原材料管理台账”，“原材料管理台账”应填写正确、真实、项目齐全。

4.7 粗骨料实行分级采购，分级运输，分级堆放，分级计量。

5 砼拌制：

5.1 材料配合比：

a、 搅拌站必须严格掌控砼配合比，并在搅拌机旁挂牌公布。

b、 原材料允许称重偏差：

水泥、矿物掺合料、外加剂：+1%

粗细骨料：+2%

拌和水：+1%

5.2 装料顺序与搅拌时间：

a、 砼应充分搅拌，使砼的各种组成材料混合均匀，颜色一致。

b、 搅拌时间应控制 1.5-2.0min。

c、 投入顺序：

细骨料→水泥和矿物掺合料→搅拌→水 → 粗骨料 →搅拌 → 外加剂

5.3 搅拌设备：现场砼中心拌和站，拌和物采用自动计量装置计量。

5.4 拌制质量：

高性能砼出机检查的工作性主要是坍落度、含气量、砼温度和泌水状况，拌和质量应符合设计要求。

6 季节施工措施：

6.1 雨季施工：

a、 雨季施工期间应严格测定骨料的含水率，对配合比用水量进行调整，一般情况下，含水量每班抽测 2 次，时晴时雨时，应适当增加骨料含水率的测定频率。

b、 雨季浇注施工砼时，应采取防雨措施，保证砼的和易性（如搭设活动雨棚）

c、 暴雨时不得浇注砼。

## 6.2 炎热季节施工:

炎热季节, 浇注温度是高性能砼质量控制的重要环节, 高性能砼的浇注温度控制不超过 30℃。炎热季节搅拌砼时可采取如下几项措施:

- a、用冷却水或加冰拌和。
- b、堆场材料进行遮阳防晒保护, 必要时采用冷水淋晒, 使其散热。
- c、避免使用较热的水泥, 水泥进入搅拌机的温度不宜大于 40℃。
- d、料筒外壳涂成白色并加以保护。
- e、搅拌站料斗、储水器、皮带运输机、搅拌楼都要尽可能采取遮阳措施, 尽量缩短搅拌时间, 并经常测定砼坍落度。

## 6.3 砼拌制按排在一天中气温较低时施工。

## 7 砼浇注:

7.1 浇注要保证砼的均匀性和密实性, 保证结构的整体性、尺寸准确和钢筋、预埋件位置正确, 拆模后砼表面平整、光洁, 为了保证浇筑质量, 浇筑前应做好如下准备工作:

- a、制定浇筑工艺, 明确浇筑顺序和浇筑时间。
- b、制定温控、防风抗裂措施。
- c、仔细检查模板、支架、钢筋、预埋件的紧固程度和保护层垫块的位置、数量等, 并指定专人作重复性检查。

## B7.2 砼浇筑:

- a、砼浇筑应在一天中气温较低时进行, 避开高温时段浇筑, 选择早晨或晚上浇筑。
- b、浇筑应沿高度均匀分段分层浇筑, 箱梁砼浇筑时应先两侧腹板, 再底板顺序进行。

7.3 在炎热季节浇筑砼时, 宜将砼原材料进行遮盖, 并用冷却水搅拌砼或采用冷却骨料, 搅拌时加冰屑等方法降低入仓温度。

7.4 在遇气温骤降时, 应覆盖保温, 加强养护。

7.5 尽量减小砼浇筑厚度。

7.6 应快速、稳定、连续、可靠的浇筑方式在全梁范围内水平分层连续浇筑成型。

7.7 应连续浇筑, 不允许间断浇筑。

7.8 砼采用汽车泵输送，布料机浇筑。

7.9 砼浇筑时含气量控制在 2-4%。

## 8 砼振捣

砼浇筑过程中，应随时对砼进行振捣并使其均匀密实，预应力箱梁砼采用附着式振捣器侧振（高频振捣器），并辅以插入式振捣器振捣成型。砼振捣过程中，应避免重复振捣，防止过振，在砼浇筑过程中，应加强检查模板支撑的稳定性和接缝的密合情况，防止在振捣过程中产生漏浆。

采用机械振捣砼时，应符合如下规定：

8.1 采用插入式振捣器振捣砼时，插入式振捣器的移动间距不宜大于振捣器作用半径的 1.5 倍。

8.2 当振动完毕需变换振捣棒在砼拌和物中的水平位置时，应边振动边竖向缓慢提出振动棒，不得将振动棒放在拌和物内平拖，不得用振动棒驱赶砼。

8.3 附着式振动器设置间距和振动能量应通过试验确定，并应与模板紧密连接。

8.4 振捣过程中应避免碰撞模板，钢筋及其他预埋部件。

8.5 每一振点的振捣延续时间宜为 10-20s，以砼不再沉落，不出现气泡，表面呈现浮浆为度，防止过振、漏振。

8.6 箱梁腹板与底板及顶板连接处的承托等其他钢筋密集部位，宜特别注意振捣。

## 9 砼养护

9.1 箱梁砼的养护包括自然养护和蒸汽砼养护期间，重点加强砼湿度和温度控制，尽量减少砼表面的暴露时间，采用篷布或塑料布等进行覆盖，防止表面水分蒸发，暴露面保护层砼初凝前，应卷起覆盖物，用抹子搓压表面至少二遍，使之平整后再覆盖，覆盖物不要直接接触砼表面，直至终凝为止。

9.2 砼蒸汽养护分静停、升温、恒温、降温四个阶段，蒸汽养护应符合下列规定。

- a、静停期间应保持环境温度不低于 5℃，浇筑结束 4-6h 且砼终凝后方可升温。
- b、升温速度不宜大于 10℃/h。
- c、恒温期间砼内部温度不宜超过 60℃，最大不超过 65℃。
- d、降温速度不大于 10℃/h。

9.3 砼去除表面覆盖物或拆模后，对砼可采用蓄水、浇水或覆盖洒水等措施进行

潮湿养护。

9.4 在任意养护时间，若淋洒于砼表面的养护水温度低于砼表面温度时，二者温度不得大于 15℃。

9.5 养护期间应采取保温措施，防止砼表面温度受环境因素影响而发生剧烈变化，养护期间砼芯部与表层，表层与环境之间的温度不宜超过 20℃。

9.6 养护期间，应定时测定砼芯部温度、表面温度以及环境的气温，相对湿度，并根据参数及时调整养护制度。

#### 10 砼拆模：

10.1 拆模后砼不得有能量测到的挠度或扭动，更不能因拆模作业使砼产生明显的损坏。

10.2 砼内部温度开始降温以前及砼内部温度最高时不得拆模。

10.3 砼拆模时不能浇筑凉水进行养护。

10.4 在炎热和大风干燥季节，应采取逐段拆模，边折边盖的拆模工艺。

10.5 拆除模板时，不得影响或中断砼养护工作。

10.6 砼芯部与表层，表层与环境之间温度大于 20℃不得拆模。

10.7 砼强度达到设计强度要求时方可拆模。

10.8 砼拆模不得损坏砼表面。

#### 11 砼运输：

11.1 基本要求：不产生离析现象，保证规定的坍落度，含气量和在砼初凝之前能有充分时间浇筑和捣实。

11.2 搅拌运输车搬运：在运输途中，砼搅拌筒始终不停慢速转动 2-4r/min，保证砼不产生离析，搅拌运输车输送砼时注意事项：

- a、 采用适当的保温隔热措施，防止夏季砼吸热升温过快。
- b、 在最短时间内均匀无离析的排出，出料干净。
- c、 砼运送至工地后，应使罐车高速旋转 20-30s，再将砼拌和物喂入砼料斗。

#### 12 砼质量控制要点：

12.1 砼原材料。

12.2 砼的温度控制。

- a、模板温度控制在 5-35℃。
- b、砼拌和物入模温度控制在 10-30℃。

### 12.3 养护与拆模：

#### a、拆模条件

- ①砼强度达到设计强度的 60%以上。
- ②砼芯部与表层，箱内与箱外，表层与环境温度不大于 15℃。

#### b、自然养护条件

- ①保持砼表面充分潮湿。
- ②相对湿度在 60%以上，不应小于 14d，否则不应小于 28d。

#### c、蒸养

①静停时，棚温不低于 5℃，灌完保持 4 小时，升温速度不应大于 10℃/h，恒温不超过 45℃，降温速度不大于 10℃/h。

②蒸养过程中，梁体芯部温度不超过 60℃，芯部与表层，表层与环境温差不超过 15℃。

③蒸养结束后，立即进入自然养护，时间不小于 10 天。

### 13 砼灌注工艺要求：

13.1、砼胶凝总量不应超过 500kg/m<sup>3</sup>，水胶比不大于 0.35，砼原材料的配合比，拌和浇筑应满足《客运专线高性能砼暂行条件》的有关规定和要求。

13.2、粗骨料中的含水率应及时测定，并按实际测定值调整用水量，粗细骨料用量，禁止拌和料出机后加水。

13.3、钢筋保护层垫块数量至少应为 4 个/m<sup>2</sup>，绑扎垫块和钢筋的铁丝头不得伸入保护层内。

13.4、砼应连续灌注一次成型，灌注时间不宜超过 6h 或不得超过砼初凝时间。

13.5、砼总碱含量小于 3.0kg/m<sup>3</sup>。

13.6、不得采用具有碱-碳酸反应骨料，优先采用非活性骨料。

13.7、预制砼应具有良好的密实性，采用插入式振捣棒与附着式振动器振捣砼。

13.8、每件预制梁各部位砼弹性模量不小于 2 组，其中一组为随梁养护的终张拉/放拉试件，一组为 28d 标养试件，试件弹性模量应满足设计要求。

13.9、试生产前，应进行砼配合比选定试验，制做抗冻性、抗渗性、抗氯离子渗透性、抗碱-骨料反应性、护筋性等砼耐久性试件各一组，进行耐久性试验。

13.10、预制梁在砼浇筑过程中，随机取样制做标养和施工用砼强度、弹性模量试件，并从箱梁底板、腹板及顶板分别取样，试件随梁体或同条件下振动成型、养护，28d标准试件按标准养护处理。

13.11、砼拌和物中各种原材料引入的  $cl^-$  含量不得超过胶凝材料总量的 0.06%。

14 砼质量要求：

14.1、砼强度等级、弹性模量不低于设计值。

14.2、砼抗冻性试件在冻融循环次数 200 次后，重量损失不应超过 5%，相对弹性模量不低于 60%。

14.3、抗  $cl^-$  渗透性试件的  $cl^-$  渗透电量不大于 1200c。

14.4、砼护筋性试件中钢筋不出现锈蚀。

14.5、预制梁成品的砼保护层厚度在 95% 保证率下不小于 30mm（抽样总数不小于 600 点）

## 混凝土养护作业指导书

### 1 主题内容：

本指导书规定了箱梁的蒸汽养护、自然养护以及封端桥面保护层的养护技术要求及控制要点。

### 2 适应范围

适用于中铁二十一局晋江制梁场客运专线 32 米后张预应力简支箱梁的混凝土养护作业指导。对于其它有耐久性要求的高性能混凝土构筑物也可参照执行。本作业指导书可作为客运专线预制箱梁工艺规程的附录，也可以独立文件下发执行。

### 3 梁体蒸汽养护

#### 3.1 蒸汽养护工艺流程：

养护设备置备→覆盖养护罩→布设温度控制器（温度计）→（静停 4h 后）蒸汽养护→升温、恒温、降温→试件检验→撤除养护罩。

#### 3.2 蒸护设备置备

##### 3.2.1 供汽设备

蒸汽锅炉、供气管路、控制阀、整体式养护罩及其专用吊架、海绵、塑料布等蓄水、覆盖物。

##### 3.2.2 计量器具

远传式压力温度计（长尾温度计）及安装柜、气象百叶箱（湿度计）

##### 3.2.3 设备及计量器具要求

- a、蒸汽锅炉应能满足六片梁同时蒸养；
- b、供气管路布置合理，各分支管路内蒸汽压力均衡，确保供汽均匀。
- c、整体式养护罩应能将整个箱梁（包括钢模）整体覆盖密封性良好，罩顶距箱梁顶面空间高度不小于 0.5m，其专用吊架有足够的刚度满足吊装需求。
- d、覆盖物应具有蓄水保湿功能

#### 3.3 布设温度控制器（长尾温度计）

箱梁蒸汽养护采用配有远传式压力温度计及热电偶和电位差计等组件的自动蒸汽养护系统。或使用长尾温度计进行测量，长尾温度的感温探头布置于各个测温点，读数

盘按集中设置在梁体两端柜内，并按测温点进行标识。测温点应分别布设于桥面、梁端、梁箱体内及两腹板内侧，在抽拔出成孔胶管的孔道内，也应布设于两腹板孔道中分别一个测温点，以监测混凝土内部温度，为使混凝土内部的温度监测值与混凝土内部的实际温度相对接近，应将设有温度计的孔道两端填塞使其不受环境及蒸汽影响。

### 3.4 覆盖蒸汽养护罩

混凝土养护期间,应重点加强混凝土的温度和湿度控制。尽量减少表面混凝土的暴露时间，及时对混凝土暴露面进行严密覆盖、防止表面水分蒸发。梁体表面搓压过程中将专用的梁体养护罩吊到箱梁灌筑区，待混凝土表面搓压完毕后将箱梁整体加罩盖严。

### 3.5 蒸汽养护程序及要求

#### 3.5.1 蒸汽养护程序

a、蒸汽养护分四个阶段进行，即静停、升温、恒温及降温阶段，静停期间环境温度应保持不低于 $5^{\circ}\text{C}$ ，静停时间从浇筑结束算起历时不小于4小时，且混凝土终凝方可开始升温。

b、升温速度不宜大于 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，历时4小时左右。

c、恒温期间的蒸养温度 $45^{\circ}\text{C}$ 。此时，混凝土内部温度不宜超过 $60^{\circ}\text{C}$ 。最大不得超过 $65^{\circ}\text{C}$ 。恒温的持续时间16小时左右。

d、降温速度不宜大于 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。历时约4小时。

e、整个蒸汽养护过程历时28~30小时。

f、蒸汽养护应由专人进行，并有专人定期检查。

### 3.6 蒸汽养护的质量控制要点

3.6.1 桥面施工时应随抹随盖、防止混凝土中水份散失。

3.6.2 静停时间至少4h并且混凝土达到终凝，静停时间宜长不宜短。

3.6.3 升温、降温的速度不能过快，严格控制在 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 以内。

3.6.4 恒温温度控制在 $45^{\circ}\text{C}$ 以内。恒温历时最终以试件强度达到梁体混凝土强度的80%以上。

3.6.5 养护中各温度监测点温差不得大于 $10^{\circ}\text{C}$ 。

3.6.6 养护中养护罩内湿度必须大于90%。

3.6.7 撤除养护罩时，梁体内外温差，梁体表面与环境温差不得大于 $15^{\circ}\text{C}$ 。

3.6 压试件：梁体蒸汽养护期间一般要压两次混凝土试件，第一次恒温 13~14h 时进行；第二降温之前即蒸养 16h 后进行。

3.7 梁体的洒水养护在初张拉阶段即应开始，也就是说只要钢模与梁体任何部位脱离即应进行补水，符合饮用水标准的水作为养护用水。

3.7.1 蒸汽养护罩拆除后，应对梁体混凝土采用蓄水，洒水或覆盖洒水等措施进行潮湿养护。

3.8 梁顶面、梁底板顶面等可以蓄水养护的地方均要采用蓄水的方式进行养护。蓄水的方式可以用覆盖海绵垫的方式进行。对于不能蓄水的梁体部分如腹板内、外侧、顶板底面脱模后应立即均匀喷洒两遍养护剂防止水份散失。

3.9 洒水养护的时间不少于 10d，并应根据气温，湿度等天气状况确定延长养护时间。

### 3.10 洒水洒水养护的基本要求

3.10.1 洒水养护时，水温低于混凝土表面温度时，二者温差不得大于 15℃。

3.10.2 拆模后，寒季注意保温，热季注意隔热，防止产生过大温差应力。

3.10.3 养护期间梁体混凝土表面始终处于潮湿状态。

3.10.4 对混凝土的洒水养护过程应详细记录，建立严格的岗位责任制。

### 3.11 其它有关规定

3.11.1 当昼夜平均气温低于 5℃或最低气温低于-3℃时，按冬季处理。冬季施工的原则以保温为主。

3.11.2 平均气温低于 5℃时，应停止洒水。

### 3.12 箱梁完全自然养护

3.12.1 箱梁的养护采用完全自然洒水养护对较之先蒸汽养护后继而进行洒水养护更能保证高性能混凝土的品质，因此，在可能的条件下可以采用这种养护工艺。

#### 3.12.2 完全自然养护的条件

- a、供梁工期较为宽松；
- b、梁体混凝土在短期内可以达到脱模强度；
- c、环境温度较高时，一般平均温度 $\geq 20^{\circ}\text{C}$ 时。

3.12.3 完全自然养护开始时间为梁体混凝土达到初凝；对于梁体混凝土胶凝材料中

掺矿物料时，持续保湿养护期限见表 D3.12.3

**表 3.12.3 持续保湿养护期限**

湿度 (RH)	天气状况	水胶比	日均气温 /湿养护期限		
			5~10℃/21d	10~20℃/14d	>20℃/10d
RH≥50%	无风、无阳光直射	≥0.45	5~10℃/21d	10~20℃/14d	>20℃/10d
RH<50%	有风、有阳光直射		5~10℃/28d	10~20℃/21d	>20℃/14d
RH≥50%	无风、无阳光直射	<0.45	5~10℃/14d	10~20℃/10d	>20℃/7d
RH<50%	有风、有阳光直射		5~10℃/21d	10~20℃/14d	>20℃/10d

总之，保湿养护期间应遵循：“水胶比越大养护期限宜长，气温越低养护期限宜长、湿度 (RH) 越低养护期限宜长；水胶比越小养护期限可短、气温越高养护期限可短、湿度 (RH) 越高养护期限可短” 的原则。

3.12.3 完全自然养护即采用洒水、蓄水、结合喷洒养护剂进行其规定和要求同第 D3.10 条及 D3.11 条。

3.13 封端及桥面保护后养护。

3.13.1 封端及桥面保护层养护采用完全自然（洒水）养护其要点如下：

- a、封端部位应覆盖麻袋、草袋、海绵等；
- b、桥面保护层采用蓄水养护方式；
- c、随时洒水以保持潮湿状态；

3.13.2 持续保湿养护期限参照表 3.12.3 执行，但不得少于 14d。

# 预应力施工作业指导书

## (关键、特殊工序)

### 1 主题内容:

用做客运专线后张法预应力混凝土预制箱梁的预应力施工的作业指导。

### 2 适用范围:

适用按通桥(2006)2221—II、IV、VI、VII及专桥(2007)9777系列图纸制造的箱梁的预应力作业施工,对于按其它图纸制造的结构类型相同的铁路混凝土后张法预制梁可以参考使用。

本指导书既可作为后张法简支箱梁工艺规程的附件,也可做单独的工艺文件发放。

### 3 编制依据:

铁科技[2004]120号 客运专线预应力混凝土预制梁暂行技术条件

TBJ10203-2002 铁路桥涵施工规范

TB10210-2001 铁路混凝土与砌体工程施工规范

TZ210—2005 铁路混凝土工程施工技术指南

TZ213-2005 客运专线铁路桥涵工程施工技术指南

JGJ85-2002 预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术指南

GB/T5224-2003 预应力混凝土钢绞线。

### 4 主要材料

#### 4.1 钢绞线

4.1.1 钢绞线为 $1\times 7-15.2-1860-GB/T5224-2003$ 。其技术质量指标为破断负荷 $\geq 260KN$ 、屈服负荷 $\geq 234KN$ 、弹性模量为 $195\pm 10Gpa$ 、极限伸长率 $\geq 3.5\%$ 、松弛率 $\leq 4.5\%$ 。

4.1.2 钢绞线的进场检验要求为:每批不大于30t同厂家、同品种、同规格、同批号钢绞线应做进场抽检,抽检项目为破断负荷、屈服负荷、弹性模量及极限伸长率;对于任何所选厂家每合同批号所提供的“质量证明书”所附“试验检验报告单”中除包括以上项目外还应有松弛率,弹性模量的指标应作为交货条件。

4.1.3 钢绞线复验与判定规则为:当破断负荷、屈服负荷、弹性模量及极限伸长率的某一项不符合指标要求,则该盘卷不予验收。并从同一批未经试验的盘卷中取双倍数

量的试样进行该不合格项目的复验，复验结果即使有一个试样不合格，则整批钢绞线不予验收。

4.1.4 钢绞线储存应防潮、分批堆放、挂上标识。钢绞线不得沾染油污及酸碱盐等腐蚀性物质。制作和安装时避免电火花。

4.2 锚具（工作锚）、夹具（工具锚）采用适用于直径为 15.2 mm 钢绞线的多孔（7 孔、8 孔、9 孔、10 孔、11 孔、12 孔钢质群锚锚具。锚具与夹具应当配套（即相同型式、型号）。质量应符合 GB/T14370《预应力筋用锚具、夹具和连接器》的要求。产品应通过省、部级签定。并经铁道部产品质量监督检验中心检验审查。

4.2.2 锚具的技术指标及检验项目有外观、硬度、锚固效率系数极限拉力总应变。

4.2.3 进场抽检要求：每批不大于 1000 套的同厂家、同品种、同批号的锚、夹具抽取 10% 做外观检验且不少于 10 套，抽取 5% 锚具做硬度检验，对多孔式锚、夹具每套至少抽取 5 片夹片进行硬度测试，每夹片测试 3 个点，抽取 3 套锚、夹具进行静载锚固性能检验，周期荷载试验，锚固性能应同时满足锚固效率系数  $\eta_a \geq 0.95$ ；极限拉力总应变  $\epsilon_{apu} \geq 2.0\%$ ，对于夹具  $\eta_a \geq 0.92$ 。同期荷载应能达到 50 个周期。

4.2.4 为观察经多次张拉锚固后，预应力筋内各根预应力钢材受力的均匀性及张拉发生故障时，将预应力筋全部放松的可能性还应对锚具进行张拉锚固工艺试验观察。

4.2.5 检验方法按 GB/T14370-2000 的规定进行。

## 5 箱梁张拉设备及量器具

5.1 张拉设备主要为 YDCW3500 型穿心式千斤顶。YZB40 型高压油泵。压力表、夹具（工具锚）、张拉台车、钢板尺、红蓝铅笔等。

5.1.1 千斤顶公称压力  $\geq 50\text{Mpa}$ ，张拉行程 200 mm，为穿心式的。

5.1.2 压力表采用防振型的，最大量程为 50Mpa 或 60Mpa，精度等级 0.4 级，且表盘直径  $\geq 100\text{ mm}$ 。

5.1.3 夹具（工具锚）应与工作锚相配套（同厂家、同型号的）。

5.1.4 锚具及成孔胶管，锚具由 7 孔、8 孔、9 孔、11 孔（用 23.5m 梁）及 10 孔、12 孔（用于 31.5m）；7 孔锚具配 70mm 胶管，8 孔、9 孔锚具配 80mm 胶管，10 孔、11 孔、12 孔锚具应使用 90mm 胶管成孔。

5.1.5 张拉台车应能满足 4~5 人在上面作业，且有放置千斤顶、油泵及高压油管的

位置，高度能保证张拉作业。并配以吊装千斤顶的手动倒链葫芦及移动滑道。台车下的移动轮有制动装置。

5.2 张拉设备及计量器具的校验。

5.2.1 张拉千斤顶的校验周期为一个月，校正系数不大于 1.05。

5.2.2 压力表的校验周期为一个月。

5.2.3 千斤顶应与压力表配套校验、配套使用，并在标定的有效期内使用。

5.2.4 张拉设备的计量标定应在国家授权的法定计量技术机构进行。

5.2.5 施工过程中如发生故障应重新校验。

5.2.6 张拉用千斤顶及压力表应建立校验使用台账及标识卡片并定期检查。

## 6 张拉工艺流程

制孔→预应力筋制作→穿束→张拉

## 7 施工工艺

### 7.1 制孔

7.1.1 预应力孔道成型采用成孔胶管抽芯成型。

7.1.2 成孔胶管用定位钢筋网片（以 $\Phi 12$ 以上钢筋焊制）按设计位置固定在钢筋骨架内，并应加密预应力管道的定位筋。

7.1.3 为保证胶管的刚度，保证管道位置准确，在胶管内穿 $\Phi 15.2\text{mm}$ 钢绞线。

7.1.4 成孔胶管的定位可以在钢筋骨架绑扎完成后穿入，也可与钢筋同时绑扎。

7.1.5 梁体混凝土浇筑完成后，当梁体混凝土强度达 $4\sim 8\text{Mpa}$ 左右，（一般经验判定采用拇指用力按压混凝土表面，不出现凹坑即可）用卷机将胶管抽出，预应力筋孔道即制成。

### 7.2 预应力筋制备

7.2.1 钢绞线的下料采用砂轮锯切割，不得使用电弧切割。

7.2.2 钢绞线下料应设置盘架及长度控制挡板确保钢绞线下料顺直及长度准确。

7.2.3 钢绞线下料长度按设计长度加张拉设备长度加工具锚外预留 $\geq 100\text{mm}$ ，按设计长度+ $1600\text{mm}$ 计，各号钢绞线下料长度见表 1-1~8。

7.2.4 钢绞线的编束要求各根平行、顺直、不得交叉盘绞，每隔 $1\sim 1.5\text{m}$ 用 $3\sim 5$ 根 $22\#$ 铁线绑扎一道，端头范围内每 $0.5\text{m}$ 扎一道，端头应增加一道。

7.2.5 编束时确定梁型钢丝束编号、根数、下料长度，按规格放在规定堆料架上并挂牌标识，以防混用。

7.2.6 钢绞线编束应在台架上进行，确保钢绞线平行、顺畅、不受污染。

### 7.3 穿束

7.3.1 钢绞线穿束前应使用大于钢绞线束直径 0.5~1.0mm 的疏孔器疏通预应力筋孔道。疏孔器应能畅通无阻地全程通过孔道。

7.3.2 穿束前还应进行清孔，清孔取用压缩空气吹净管道内的水分和砂石等杂物。

7.3.3 穿束时，将细钢丝绳穿过孔道与钢绞线相连接，以钢丝绳牵拉为主，以人工推送为辅将钢绞线束缓缓穿入。穿出孔道后应保证梁体两端钢绞线外露长度大体相等。

7.3.4 穿束前尚需确认梁型、钢绞线编号、根数以免错穿、误穿。

### 7.4 箱梁张拉

7.4.1 箱梁张拉分三个阶段进行，即预张拉、初张拉、终张拉。

7.4.2 箱梁张拉三个阶段的基本条件为：

a、预张拉：当梁体混凝土强度达到设计强度的 60%即 30Mpa 时，即可进行预张拉。

b、初张拉：当梁体混凝土强度达到设计强度的 80%以上即 40Mpa 时，且梁体混凝土弹性模量 $\geq 3.4 \times 10^4$ Mpa，即可进行初张拉。

c、终张拉：当梁体混凝土强度达到或大于设计强度即 50Mpa；梁体混凝土的弹性模量达到设计值以上即  $3.55 \times 10^4$ Mpa；而且梁体混凝土的龄期 $\geq 10$ d 时即可对梁体进行终张拉。

注：脱模时梁体混凝土强度高于设计强度的 80%且达到了相应的弹性模量可以直接进入初张拉阶段。

### 7.4.3 预应力筋张拉

7.4.3.1 张拉前应做好的准备工作：

a、人员具有专业技术知识，必须持证上岗，并经过岗前培训。

b、对梁体作全面检查，如有缺陷，经过修补且达到设计强度。

c、接到“张拉通知书”。

d、千斤顶和油表均已校验，并在有效期内。

- e、锚具按规定检查合格。
- f、清除锚垫板上的混凝土，保证锚具与锚垫板的密贴，清除锚垫板喇叭口内水泥浆。
- g、张拉机具的电路、高压油管、压力表连接可靠，并经过检查确认。
- h、校对钢绞线编号及根数。
- i、张拉现场设置了安全警示，且防护设施完好。

#### 7.4.3.2 张拉程序为

0→20%σ<sub>con</sub>（测伸长初始值）→100%σ<sub>con</sub>（持荷 5min）→补拉到 100%σ<sub>con</sub>（测伸长值）→锚固→测夹片外露长度。

7.4.3.3 生产初期，应对每种跨度第一、第二孔梁进行管道摩阻，喇叭口摩阻等预应力瞬时损失测试，并依据锚具供应厂家提供的锚具回缩量，计算由于管道摩阻，喇叭口摩阻和锚具回缩所产生的预应力损失，根据计算结果对张拉控制应力作以调整，确保有效应力值。

#### 7.4.3.4 预应力理论和实际伸长值的计算：

##### a、预应力理论伸长值的计算

后张法预应力筋理论伸长值及预应力筋平均张拉力的计算公式如下：

$$\Delta L = PP \times L / (AP \times EP) \quad (1)$$

$$PP = P \times [1 - e^{-(kx + \mu\theta)}] / (KL + \mu\theta) \quad (2)$$

式中：ΔL----预应力筋理论伸长值，mm

L----预应力筋的长度，mm

PP----预应力筋的平均张拉力，N

X ---- 从张拉端至计算截面孔道长度，m

AP ----预应力筋截面面积，mm<sup>2</sup>

EP ----预应力筋的弹性模量，Mpa，

P----预应力筋张拉端的张拉力，N

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----孔道每米局部偏差对磨擦的影响系数，取 0.0015

μ ----预应力筋与孔道壁的磨擦系数，对塑料波纹管取 0.14~0.17。

#### b、实际伸长量的量测及计算方法

预应力筋张拉前，应先调整到初应力  $0.2\sigma_{con}$ ，伸长量应从初应力时开始量测。实际伸长值除张拉时量测的伸长值外，还应加上初应力时的推算伸长量，对于后张法混凝土结构在张拉过程中产生的弹性压缩量一般可省略。实际伸长值的量测采用量测千斤顶油缸行程数值的方法。在初始应力下，量测油缸外露长度，在相应分级的荷载下量测相应油缸外露长度。实际伸长值 $\Delta L$ 的计算公式如下：

$$\Delta L=A+B1+B2-C1-C2$$

A — $0\sim 0.2\sigma_{con}$  终应力下的钢绞束的推算伸值；

B1 、 B2 — $0.2\sigma_{con}\sim 1.0\sigma_{con}$  预、初、终应力下梁端千斤顶的实际引伸量；

C1 、 C2 —夹片在各级控制应力下梁端夹片的回缩量，C1 、 C2 分别取 6mm。

#### 7.4.3.5 张拉油表读数计算

张拉油表读数=张拉力 $\div$ 千斤顶活塞面积 $\times$ 千斤顶校正系数 $\times$ 超张拉系数。

注：张拉力=控制应力 $\times$ 钢绞线束截面积，。（设计图中有张拉力值，按图取用）对于箱梁超张拉系数取 1.0。

#### 7.4.3.6 张拉操作工艺：

a 张拉前应将锚板（承压垫板）灌浆孔道内填塞封堵棉纱取出，并检查灌浆孔是否与预应力筋孔道畅通。不通则疏通。清除锚下垫板及喇叭口的残余灰浆，使锚具与垫板密贴、孔道扩大部分过渡平顺。

b 锚具安装按每束根数与相应的锚具配套，带好夹片，将钢绞线分别从锚具各孔夹片中穿入。将穿好钢绞线的锚具推向锚板并与锚板密贴，处于锚板的对中心圈内，调整各孔夹片使露出部分端部平齐。

c 安装千斤顶：将张拉千斤顶吊移对位，使钢绞线从千斤顶中心穿过并使锚具置于千顶前端对中圈内。

d 安装夹具（工具锚）：将通过千斤顶中心的钢绞线理顺穿入夹具各夹片孔内使夹具各孔与锚具各孔一一对应，用钢管将夹具的夹片一一轻轻打紧，安装相应规格的限位板。

e 张拉：向千斤顶油缸充油并对钢绞线进行张拉。张拉时当钢绞线的初始应力达  $0.2\sigma_{con}$  时暂停供油对锚具情况进行检查。确认完好后，测量伸长初始值。当油表达到  $\sigma$

con（张拉控制应力）时停止供油，静停持荷 5min 后补拉到  $\sigma_{con}$  测量伸长值，经校核验证两端伸长值之和在允许范围内即可回油锚固。并测量锚具回缩量，每端锚具回缩量应控制在 6mm 以内。

f 张拉过程中，梁两端的操作人员应有统一的联络信号，确保两端同步。

g 张拉油表读数及伸长值详见附表 2

#### 7.4.3.7 张拉要求

梁体张拉采用“双控”，张拉过程保持两端基本一致，以油表读数为主，以张拉伸长值为辅进行校核。

7.4.3.8 全梁断丝：滑丝总数不得超过钢丝总数的 0.5%，且同一束内断丝不得超过一丝，也不得在同一侧。

7.4.3.9 预张拉在生产台座上进行，仅需拆除端模，松开内模即可施工；初张拉在生产台座上进行退出内模，松开侧模后施工；终张拉在存梁台座上进行。

7.4.3.10 终张拉完成之后，在绞线上做好标记，历时 12h，未见滑丝现象，则可以用砂轮机切除钢绞线，进入压浆工序。钢绞线的切除要求锚外长度不能小于 30mm，也不大于 50mm。

严禁采用氧气乙炔火焰进行切割。

### 8 预应力施工常见问题及处理措施

#### 8.1、锚垫板面与孔道轴线不垂直或锚垫板中心偏离孔道轴线

##### 8.1.1、现象

张拉过程中锚环突然抖动或移动，张拉力下降。有时会发生锚环与锚垫板不紧贴的现象。

##### 8.1.2、原因分析

锚垫板安装时没有仔细对中，垫板面与预应力索轴线不垂直。造成钢绞线或钢丝束内力不一，当张拉力增加到一定程度时，力线调整，会使锚杯突然发生滑移或抖动，拉力下降。

##### 8.1.3、预防措施

锚垫板安装应仔细对中，垫板面应与预应力索的力线垂直。

锚垫板要可靠固定，确保在混凝土浇筑过程中不会移动。

#### 8.1.4、治理方法

另外加工一块楔形钢垫板，楔形垫板的坡度应能使其板面与预应力索的力线垂直。

### 8.2 锚头下锚板处混凝土变形开裂。

#### 8.2.1、现象

预应力张拉后，锚板下混凝土变形开裂。

#### 8.2.2、原因分析

通常锚板附近钢筋布置很密，浇筑混凝土时，振捣不密实，混凝土疏松或仅有砂浆，以致该处混凝土强度低。

锚垫板下的钢筋布置不够、受压区面积不够、锚板或锚垫板设计厚度不够，受力后变形过大。

#### 8.2.3、预防措施

锚板、锚垫板必须有足够的厚度以保证其刚度。锚垫板下应布置足够的钢筋，以使钢筋混凝土足以承受因张拉预应力索而产生的压应力和主拉应力。

浇筑混凝土时应特别注意在锚头区的混凝土质量，因在该处往往钢筋密集，混凝土的粗骨料不易进入而只有砂浆，会严重影响混凝土的强度。

#### 8.2.4、治理方法

将锚具取下，凿除锚下损坏部分，然后加筋用高强度混凝土修补，将锚下垫板加大加厚，使承压面扩大。

### 8.3、滑丝与断丝

#### 8.3.1、现象

锚夹具在预应力张拉后，夹片“咬不住”钢绞线或钢丝，钢绞线或钢丝滑动，达不到设计张拉值。

张拉钢绞线或钢丝时，夹片将其“咬断”，即齿痕较深，在夹片处断丝。

#### 8.3.2、原因分析

锚夹片硬度指标不合格，硬度过低，夹不住钢绞线或钢丝；硬度过高则夹伤钢绞线或钢丝，有时因锚夹片齿形和夹角不合理也可引起滑丝或断丝。

钢绞线或钢丝的质量不稳定，硬度指标起伏较大，或外径公差超限，与夹片规格不相匹配。

### 8.3.3、防治措施

锚夹片的硬度除了检查出厂合格证外，在现场应进行复验，有条件的最好进行逐片复检。

钢绞线和钢丝的直径偏差、椭圆度、硬度指标应纳入检查内容。如偏差超限，质量不稳定，应考虑更换钢绞线或钢丝的产品供应单位。

滑丝断丝若不超过规范允许数量，可不予处理，若整束或大量滑丝和断丝，应将锚头取下，经检查并更换钢束重新张拉。

## 8.4、制孔胶管线形与设计偏差较大

### 8.4.1、现象

最终成型的预应力孔道与设计线形相差较大。

### 8.4.2、原因分析

浇筑混凝土时，预应力成孔胶管没有按规定可靠固定。胶管被踩压、移动、上浮等，造成胶管变形。

### 8.4.3、预防措施

要按设计线形准确放样，并用 U 形钢筋按规定固定胶管的空间位置，再点焊牢固。曲线及接头处 U 形钢筋应加密。

浇筑混凝土时注意保护成孔胶管，不得踩压，不得将振动棒靠在胶管上振捣。

应有防止胶管在混凝土尚未凝固时上浮的措施。

## 8.5、张拉钢绞线延伸率偏差过大

### 8.5.1、现象

张拉力达到了设计要求，但钢绞线延伸量与理论计算相差较大。

### 8.5.2、原因分析

钢绞线的实际弹性模量与设计采用值相差较大。

孔道实际线形与设计线形相差较大，以致实际的预应力摩阻损失与设计计算值有较大差异；或实际孔道摩阻参数与设计取值有较大出入也会产生延伸率偏差过大。

初应力采用值不合适或超张拉过多。

张拉过程中锚具滑丝或钢绞线内有断丝。

张拉设备未作标定或表具读数离散性过大。

### 8.5.3、防治措施

每批钢绞线均应复验，并按实际弹性修正计算延伸值。

校正预应力孔道的线形。

按照钢绞线的长度和管道摩阻力确定合格的初应力值和超张拉值。

检查锚具和钢绞线有无滑丝或断丝。

校核测力系统和表具。

## 8.6、预应力损失过大

### 8.6.1、现象

预应力施加完毕后钢绞线松弛，应力值达不到设计值。

### 8.6.2、原因分析

锚具滑丝或钢绞线内有断丝。

钢绞线的松弛率超限。

量测表具数值有误，实际张拉值偏小。

锚具下混凝土局部破坏变形过大。

钢绞线与孔道间摩阻力过大。

### 8.6.3、防治措施

检查钢绞线的实际松弛率，张拉时应采取张拉力和引伸量双控制。事先校正测力系统，包括表具。

锚具滑丝失效，应予更换。

钢绞线断丝率超限，应将其锚具、预应力筋更换。

锚具下混凝土破坏，应将预应力释放后，用环氧混凝土或高强度混凝土补强后重新张拉。

8.6.4、改进钢束孔道施工工艺，使孔道线形符合设计要求，必要时可使用减摩剂。

## 9 各种保证措施

### 9.1 质量保证措施

9.1.1、严格按设计图纸和现行施工验收规范组织施工，具体操作严格按批准后的施工方案和预应力施工工法进行。

9.1.2、认真做好自检，互检等检验工作，并及时进行隐蔽工程验收，未经验收不得进行下一道工序的施工。

9.1.3、张拉施工前，应认真复核图纸与施工情况，在现场同条件养护的混凝土试块的试压强度达到设计允许的张拉强度后，方可进行张拉。

9.1.4、严格按图纸要求进行施工。发现问题应及时上报有关单位，经有关部门核定后继续施工。

9.1.5、张拉前应对待张拉梁的外观作必要的检查，确认混凝土浇捣质量合格，无蜂窝，空洞。

9.1.6、发现异常裂缝等后方可进行张拉；如有异常，应及时通知有关单位，查明原因，必要时调整张拉方案，经批准后再进行张拉。

## 9.2、安全、环保施工措施

9.2.1、严格执行安全操作规程进行施工，施工前要预先进行交底，每区域施工前应对张拉操作人员进行安全教育。

9.2.2、锚具、夹具应设专人妥善保管，避免锈蚀、玷污、遭受机械损伤或散失。施工时在终张拉完成后对锚具进行防锈处理。

9.2.3、张拉前仔细检查张拉平台的安全性，并在张拉平台上搭设高度适当的安全挡板，防止张拉中的意外事故伤及人身安全。

9.2.4、施工操作人员必须配备安全防护用品，进入施工现场，必须戴安全帽，高空作业时操作人员必须系安全带。

9.2.5、从施加预应力至锚固后封端期间，除非采取有效屏蔽措施，否则操作人员不得在锚具正前方活动。

9.2.6、张拉过程中，测量伸长值或拆卸工具锚时，操作人员应站在千斤顶侧面，应禁止非预应力施工人员进入张拉区域。

9.2.7、油压泵上的安全阀应调至最大工作油压下能自动打开的状态。油压表安装必须紧密满扣，油泵与千斤顶之间采用的高压油管连同油路的各部接头均须完整紧密，油路畅通，在最大工作油压下保持 5min 以上不得漏油。若有损坏者应及时修理更换。

9.2.8、特殊情况下，在更换夹具时，两端都应装上千斤顶，采取其它措施放松预应力筋时，应仔细做好施工现场的安全防护工作。

9.2.9、张拉设备使用前，应对高压油泵、千斤顶进行空载试运行，无异常情况方可正式使用。高压油管使用前应作耐压试验，不合格的不能使用。

9.2.10、电器设备由专人管理，电闸箱应符合技术要求，电源线在使用前应进行测试，不得违章作业，作业完毕后必须将总电源切断，所有电器设备应遮盖。严格遵守施工现场的用电制度。

9.2.11、切割钢绞线时应注意防止砂轮片破碎伤人。操作人员需带防护眼镜。

9.2.12、施工过程中防止工具或机具从高空坠落伤人。

附表 1-1 箱梁钢绞线预应力参数及下料尺寸

图号:通桥(2005)2221—II 跨度:31.5米 直(曲):直线 线间距:4.6米												
编号	规格	控制应力(Mpa)			锚外张拉力(KN)			伸长值(mm)			工作长度(mm)	下料长度(m)
		预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉		
N1a	12/10-7φ5	930		1339.20	1562.4		2249.86	139.31		200.6	31820	33.42
					1302		1874.88					
N1b	9/10-7φ5			1339.2			1687.39			200.6	31820	33.42
							1874.88					
N1c	12-7φ5		930	1339		1562.4	2249.86		141.48	203.7	32320	33.93
N1d	12-7φ5		930	1339.2		1562.4	2249.86		141.46	203.7	32320	33.93
N2	9/12-7φ5	930		1369.49	1171.8		1725.56	136.36		200.8	32330	33.93
					1562.4		2300.74					
N3	12-7φ5			1362.01			2288.18			199	32360	33.99
N4	12-7φ5		930	1362.01		1562.4	2288.18		135.54	198.5	32390	33.99
N5	12-7φ5			1362.01			2288.18			199.5	32420	34.05
N6	12-7φ5	930		1362.01	1562.4		2288.18	136.9		200.5	32448	34.05
N7	9/12-7φ5			1347.84			1698.28			199.4	32330	33.93
							2264.37					
N8	12-7φ5		930	1344.4		1562.4	2258.59		137.24	198.4	32360	33.99
N9	12-7φ5			1344.4			2258.59			198.6	32390	33.99
N10	12-7φ5		930	1344.4		1562.4	2258.59		138.07	199.6	32420	34.05
N11	12-7φ5			1344.4			2258.59			200.7	32448	34.05

注: 1.表中所列终张拉伸长值为设计值

2.表中所列预张拉伸长值、初张拉伸长值是根据设计图相应的控制应力推算的参考值

3.分数线上为无声屏障梁,分数线下为有声屏障梁,无分数线二者相同

附表 1-2 箱梁钢绞线预应力参数及下料尺寸

图号:通桥(2005)2221-II 跨度:31.5米 直(曲):曲线 线间距 4.6米												
编号	规格	控制应力(Mpa)			锚外张拉力(KN)			伸长值(mm)			工作长度(mm)	下料长度(m)
		预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉		
N1a	12-7φ5	930		1339.2	1562.4		2249.86	139.31		200.6	31820	33.42
N1b	10/12-7φ5			1339.2			1874.88			200.6	31820	33.42
							2249.86					
N1c	12-7 φ5		930	1339.2		1562.4	2249.86		141.46	203.7	32320	33.93
N1d	12-7 φ5		930	1339.2		1562.4	2249.86		141.46	203.7	32320	33.93
N2	10/12-7φ5	930		1369.49	1302.0		1917.49	136.36		200.8	32330	33.93
					1562.4		2300.74					
N3	12-7φ5			1362.01			2288.18			199	32360	33.99
N4	12-7φ5		930	1362.01		1562.4	2288.18		135.54	198.5	32390	33.99
N5	12-7φ5			1362.01			2288.18			199.5	32420	34.05
N6	12-7φ5	930		1362.01	1562.4		2288.18	136.9		200.5	32448	34.05
N7	10/12-7φ5			1347.84			1886.96			199.4	32330	34.93
							2264.37					
N8	12-7φ5		930	1344.4		1562.4	2258.59		137.24	198.4	32360	33.99
N9	12-7φ5			1344.4			2258.59			198.6	32390	33.99
N10	12-7φ5		930	1344.4		1562.4	2258.59		138.07	199.6	32420	34.05
N11	12-7φ5			1344.4			2258.59			200.7	32448	34.05

注: 1.表中所列终张拉伸长值为设计值

2.表中所列预张拉伸长值、初张拉伸长值是根据设计图相应的控制应力推算的参考值

3.分数线以上为无声屏障梁,分数线下为有声屏障梁,无分数线二者相同

附表 1-3 箱梁钢绞线预应力参数及下料尺寸

图号:通桥(2005)2221-IV 跨度:23.5米 直(曲):直线 线间距:4.6米												
编号	规格	控制应力 (Mpa)			锚外张拉力(KN)			伸长值(mm)			工作长度 (mm)	下料长度 (m)
		预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉		
N1a	8-7φ5			1339.2			1499.9			151.1	23840	25.44
N1b	8-7φ5	930		1339.2	1041.6		1499.9	105		151.2	23840	25.44
N1c	7-7φ5			1339			1312.4			154.3	24340	25.95
N1d	7-7φ5		930	1339.2		911.4	1312.42		107.2	154.3	24340	25.95
N2	8-7φ5			1369.49			1533.83			152.7	24350	25.95
N3	8-7φ5		930	1354.44		1041.6	1516.97		103	150	24428	26.03
N4	8-7φ5			1354.44			1516.97			150.7	24504	26.15
N5	8-7φ5	930		1354.44	1041.6		1516.97	104.4		152.1	24558	26.15
N6	8-7φ5	930		1347.84	1041.6		1509.58	104.5		151.5	24350	25.95
N7	8-7φ5			1341.73			1502.74			149.1	24428	26.03
N8	8-7φ5		930	1341.73		1041.6	1502.74		104.7	151.1	24504	26.15
N9	8-7φ5			1341.73			1502.74			152.5	24558	26.15

注: 1.表中所列终张拉伸长值为设计值

2.表中所列预张拉伸长值、初张拉伸长值是根据设计图相应的控制应力推算的参考值

附表 1-4 箱梁钢绞线预应力参数及下料尺寸

图号:通桥(2005)2221-IV 跨度:23.5 米 直(曲):曲线 线间距:4.6 米												
编号	规格	控制应力 (Mpa)			锚外张拉力(KN)			伸长值(mm)			工作长度 (m)	下料长度(m)
		预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉		
N1a				1339			1499.9			151.2	23840	25.44
N1b	8-7φ5	930		1339.2	1041.6		1499.9			151.2	23840	25.44
N1c				1339			1499.9			154.3	24340	26.95
N1d	8-7φ5		930	1339.2		1041.6	1499.9			154.3	24340	26.95
N2	8-7φ5			1369.49			1533.83			152.7	24350	26.95
N3	8-7φ5		930	1354.44		1041.6	1516.97			150	24428	26.03
N4	8-7φ5			1354.44			1516.97			150.7	24504	26.15
N5	8-7φ5	930		1354.44	1041.6		1516.97			152.1	24558	26.15
N6	8-7φ5	930		1347.84	1041.6		1509.58			151.5	24350	25.95
N7	8-7φ5			1341.73			1502.74			149.1	24428	26.03
N8	8-7φ5		930	1341.73		1041.6	1502.74			151.1	24504	26.15
N9	8-7φ5			1341.73			1502.74			152.5	24558	26.15

注：1.表中所列终张拉伸长值为设计值

2.表中所列预张拉伸长值、初张拉伸长值是根据设计图相应的控制应力推算的参考值

附表 1-5 箱梁钢绞线预应力参数及下料尺寸

图号:通桥(2006)2221-VI 跨度:23.5米 直(曲):直线 线间距:5米												
编号	规格	控制应力(Mpa)			锚外张拉力(KN)			伸长值(mm)			工作长度(mm)	下料长度(m)
		预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉		
N1a	9-7φ5		930	1376.4		1171.8	1734.26		105	155.4	23840	25.44
N1b	9-7φ5			1376.4			1734.26			155.4	23840	25.44
N1c	9-7φ5	930		1339.2	1171.8		1687.39	107.2		154.3	24340	26.95
N1d	9-7φ5			1339.2			1687.39			154.3	24340	26.95
N1e	9-7φ5		930	1339.2		1171.8	1687.39		107.15	154.3	24340	26.95
N2	9-7φ5			1369.49			1725.56			162.6	24350	26.95
N3	9-7φ5		930	1357.56		1171.8	1710.53		103.03	150.4	24402	26.03
N4	9-7φ5			1357.56			1710.53			151.7	24442	26.03
N5	9-7φ5	930		1353.1	1171.8		1704.91	104.3		151.7	24510	26.15
N6	9-7φ5		930	1347.84		1171.8	1698.28		104.53	151.5	24350	25.95
N7	9-7φ5			1341.46			1690.24			150.4	24402	26.03
N8	9-7φ5	930		1341.46	1171.8		1690.24	105.2		151.7	24442	26.03
N9	9-7φ5			1339.68			1688			152.2	24510	26.15

注:1.表中所列终张拉伸长值为设计值

2.表中所列预张拉伸长值、初张拉伸长值是根据设计图相应的控制应力推算的参考值

附表 1-6 箱梁钢绞线预应力参数及下料尺寸

图号:通桥(2006)2221-VI 跨度:23.5米 直(曲):曲线 线间距:5米												
编号	规格	控制应力(Mpa)			锚外张拉力(KN)			伸长值(mm)			工作长度(m)	下料长度(m)
		预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉		
N1a	9-7φ5		930	1376.4		1171.8	1734.26		105	155.4	23840	25.44
N1b	9-7φ5			1376.4			1734.26			155.4	23840	25.44
N1c	9-7φ5	930		1339.2	1171.8		1687.39	107.2		154.3	24340	26.95
N1d	9-7φ5			1339.2			1687.39			154.3	24340	26.95
N1e	9-7φ5		930	1339.2		1171.8	1687.39		107.15	154.3	24340	26.95
N2	9-7φ5			1369.49			1725.56			162.6	24350	26.95
N3	9-7φ5		930	1357.56		1171.8	1710.53		103.03	150.4	24402	26.03
N4	9-7φ5			1357.56			1710.53			151.7	24442	26.03
N5	11-7φ5	930		1353.1	1432.2		2083.77	104.3		151.7	24510	26.15
N6	9-7φ5		930	1347.84		1171.8	1698.28		104.53	151.5	24350	25.95
N7	9-7φ5			1341.46			1690.24			150.4	24402	26.03
N8	9-7φ5	930		1341.46	1171.8		1690.24	105.2		151.7	24442	26.03
N9	11-7φ5			1339.68			2063.11			152.2	25488	26.15

注:1.表中所列终张拉伸长值为设计值

2.表中所列预张拉伸长值、初张拉伸长值是根据设计图相应的控制应力推算的参考值

附表 1-7 箱梁钢绞线预应力参数及下料尺寸

图号:通桥(2006)2221-VII 跨度:31.5米 直(曲): 直线 线间距:5米												
编号	规格	控制应力(Mpa)			锚外张拉力(KN)			伸长值(mm)			工作长度(m)	下料长度(m)
		预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉		
N1a	12/10-7φ5	930		1320.60	1562.4		2218.61	139.3		197.8	31820	33.42
					1302		1848.85					
N1b	9/10-7φ5			1320.60			1663.97			197.8	31820	33.42
							1848.85					
N1c	12-7 φ5		930	1320.60		1562.4	2218.61		141.5	200.9	32320	33.93
N1d	12-7 φ5			1320.60			2218.61			200.9	32320	33.93
N2	9/12-7φ5		930	1350.47		1171.8	1701.59		136.4	198	32330	33.93
						1562.4	2268.79					
N3	12-7 φ5			1340.01			2251.22			195.7	32360	33.99
N4	12-7 φ5		930	1340.01		1562.4	2251.22		135.4	195.1	32390	33.99
N5	12-7 φ5			1340.01			2251.22			196.1	32420	34.05
N6	12-7 φ5	930		1340.01	1562.4		2251.22	136.9		197.2	32448	34.05
N7	9/12-7φ5			1329.12			1674.69			196.7	32330	33.93
							2232.92					
N8	12-7 φ5		930	1323.42		1562.4	2223.35		137.4	195.5	32360	33.99
N9	12-7 φ5			1323.42			2223.35			195.6	32390	33.99
N10	12-7 φ5	930		1323.42	1562.4		2223.35	138.2		196.7	32420	34.05
N11	12-7 φ5			1323.42			2223.35			197.7	32448	34.05

注: 1.表中所列终张拉伸长值为设计值

2.表中所列预张拉伸长值、初张拉伸长值是根据设计图相应的控制应力推算的参考值

3.分数线上为无声屏障梁, 分数线下为有声屏障梁, 无分数线二者相同

附表 1-8 箱梁钢绞线预应力参数及下料尺寸

图号:通桥(2006)2221-VII 跨度:31.5米 直(曲): 曲线 线间距:5米												
编号	规格	控制应力(Mpa)			锚外张拉力(KN)			伸长值(mm)			工作长度(mm)	下料长度(m)
		预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉	预张拉	初张拉	终张拉		
N1a	12-7φ5	930		1320.6	1562.4		2218.61	139.3		197.8	31820	33.42
N1b	10/12-7φ5			1320.6			1848.84			197.8	31820	33.42
							2218.61					
N1c	12-7φ5		930	1320.6		1562.4	2218.61		141.5	200.9	32320	33.93
N2d	10/12-7φ5			1320.6			2218.61			200.9	32320	33.93
N2	12-7 φ5		930	1350.47			1302.0		136.4	198	32330	33.93
							1562.4					
N3	12-7φ5			1340.01			2251.22			195.7	32360	33.99
N4	12-7φ5		930	1340.01		1562.4	2251.22		135.4	195.1	32390	33.99
N5	12-7φ5			1340.01			2251.22			196.1	32420	34.05
N6	12-7φ5	930		1340.01	1562.4		2251.22	136.9		197.2	32448	34.05
N7	10/12-7φ5			1329.12			1860.77			196.7	32330	33.93
							2232.92					
N8	12-7φ5		930	1323.42		1562.4	2223.35		137.4	195.5	32360	33.99
N9	12-7φ5			1323.42			2223.35			195.6	32390	33.99
N10	12-7φ5	930		1323.42	1562.4		2223.35	138.2		196.7	32420	34.05
N11	12-7φ5			1323.42			2223.35			197.7	32448	34.05

注: 1.表中所列终张拉伸长值为设计值

2.表中所列预张拉伸长值、初张拉伸长值是根据设计图相应的控制应力推算的参考值

3.分数线上为无声屏障梁, 分数线下为有声屏障梁, 无分数线二者相同

附表 2-1 箱梁张拉油表读数及伸长值

图号:通桥(2006)2221-II 跨度:31.5米 直(曲):直线 线间距:4.6米					
张拉阶段	张拉顺序	规格	油表读数(Mpa)	张拉伸长值(mm)	初应力伸长值(m)
预张拉	2N6	12-7φ5	24.12	128.7 ~145.1	40.1
	2N2	9/12-7φ5	18.09/24.12	128.2 ~144.5	40.16
	N1a	12/10-7φ5	24.12/20.1	130.9 ~147.7	40.12
初张拉	2N1d	10-7φ5	24.12	133.0 ~149.9	40.74
	2N4	12-7φ5	24.12	127.4 ~143.7	39.7
	2N10	12-7φ5	24.12	129.8 ~146.4	39.92
	2N8	12-7φ5	24.12	129.0 ~145.5	39.68
	2N1c	10-7φ5	24.12	133.0 ~150.0	40.74
终张拉	2N9	12-7φ5	34.87	186.7 ~199.8	39.72
	2N1c	10-7φ5	34.74	191.5 ~204.9	40.74
	N1a	12/10-7φ5	34.79/28.95	188.6 ~201.8	40.12
	2N11	12-7φ5	34.87	188.7 ~201.9	40.14
	2N5	12-7φ5	35.33	187.5 ~200.7	39.9
	2N3	12-7φ5	35.33	187.1 ~200.2	39.8
	2N7	9/12-7φ5	26.22/34.96	187.4 ~200.6	39.88
	2N1d	10-7φ5	34.74	191.5 ~204.9	40.74
	2N1b	9/10-7φ5	25.99/28.95	188.6 ~201.8	40.12
	2N6	12-7φ5	35.33	188.5 ~201.7	40.1
	2N10	12-7φ5	34.87	187.6 ~200.8	39.92
	2N4	12-7φ5	35.33	186.6 ~199.7	39.7
	2N8	12-7φ5	34.87	186.5 ~199.6	39.68
	2N2	9/12-7φ5	26.64/35.52	188.8 ~202.0	40.16

注: 1.表中所列伸长值为设计±6%之范围值。

2.张拉千斤顶油塞面积取 647.63cm<sup>2</sup>。

3.油表读数为校正系数为 1.0 时的计算值,实际使用中当需根据实际使用千斤顶的校正系数,活塞面积及“瞬间预应力损失值”进行调整。

4.分数线上为无声屏障梁,分数线下为有声屏障梁,无分数线二者相同

附表 2-2 箱梁张拉油表读数及伸长值

图号：通桥（2005）2221—II 跨度：31.5 米直（曲）：曲线 线间距：4.6 米					
张拉阶段	张拉顺序	规格	油表读数 (Mpa)	张拉伸长值 (mm)	初应力伸长值 (mm)
预张拉	2N6	12-7φ5	24.12	128.7 ~145.1	40.1
	2N2	10/12-7φ5	20.10/24.12	128.2 ~144.5	40.16
	N1a	12-7φ5	24.12	130.9 ~147.7	40.12
初张拉	2N1d	12-7φ5	24.12	133.0~149.9	40.74
	2N4	12-7φ5	24.12	127.4~143.7	39.7
	2N10	12-7φ5	24.12	129.8~146.4	39.92
	2N8	12-7φ5	24.12	129.0~145.5	39.68
	2N1c	12-7φ5	24.12	133.0~149.9	40.74
终张拉	2N9	12-7φ5	34.87	186.7~210.5	39.72
	2N1c	12-7φ5	34.74	191.5~215.9	40.74
	N1a	12-7φ5	34.74	188.6~212.6	40.12
	2N11	12-7φ5	34.87	188.7~212.7	40.14
	2N5	12-7φ5	35.33	187.5~211.5	39.9
	2N3	12-7φ5	35.33	187.1~210.9	39.8
	2N7	12-7φ5	29.14/34.96	187.4~211.4	39.88
	2N1d	12-7φ5	34.74	191.5~215.9	40.74
	2N1b	10/12-7φ5	28.95/34.74	188.6~212.6	40.12
	2N6	12-7φ5	35.33	188.5~212.5	40.1
	2N10	12-7φ5	34.87	187.6~211.6	39.92
	2N4	12-7φ5	35.33	186.6~210.4	39.7
	2N8	12-7φ5	34.87	186.5~210.3	39.68
	2N2	12-7φ5	29.61/35.52	188.8~212.8	40.16

注： 1.表中所列伸长值为设计±6%之范围值。

2.张拉千斤顶油塞面积取 647.63cm<sup>2</sup>。

3.油表读数为校正系数为 1.0 时的计算值，实际使用中当需根据实际使用千斤顶的校正系数，活塞面积及“瞬间预应力损失值”进行调整。

4.分数线上的为无声屏障梁，分数线下的为有声屏障梁，无分数线二者相同

表 2-3 箱梁张拉油表读数及伸长值

图号：通桥（2005）2221-IV 跨度：23.5米 直（曲）：直线 线间距：4.6米					
张拉阶段	张拉顺序	规格	油表读数 (Mpa)	张拉伸长值 (mm)	初应力伸长值 (mm)
预张拉	2N5	8-7φ5	16.08	98.2 ~110.7	30.42
	2N6	8-7φ5	16.08	98.3 ~110.8	30.3
	2N1b	8-7φ5	16.08	98.7 ~111.3	30.24
初张拉	2N1d	7-7φ5	14.07	100.7~113.6	30.86
	2N8	8-7φ5	16.08	98.4 ~111.0	30.22
	2N3	8-7φ5	16.08	96.8 ~109.2	30
终张拉	2N1c	7-7φ5	20.26	145.0 ~163.6	30.86
	2N4	8-7φ5	23.42	141.7 ~159.7	30.14
	2N2	8-7φ5	23.68	143.5 ~161.9	30.54
	N1a	8-7φ5	23.16	142.0 ~160.2	30.24
	2N9	8-7φ5	23.2	143.4 ~161.7	30.5
	2N7	8-7φ5	23.2	140.2 ~158.0	29.82
	2N1d	7-7φ5	20.26	145.0 ~163.6	30.86
	2N1b	8-7φ5	23.16	142.1 ~160.3	30.24
	2N5	8-7φ5	23.42	143.0 ~161.2	30.42
	2N8	8-7φ5	23.2	142.0 ~160.2	30.22
	2N3	8-7φ5	23.42	141.0 ~159.0	30
	2N6	8-7φ5	23.31	142.4 ~160.6	30.3

注： 1.表中所列伸长值为设计±6%之范围值。

2.张拉千斤顶油塞面积取 647.63cm<sup>2</sup>。

3.油表读数为校正系数为 1.0 时的计算值，实际使用中当需根据实际使用千斤顶的校正系数，活塞面积及“瞬间预应力损失值”进行调整。

附表 2-4 箱梁张拉油表读数及伸长值

图号：通桥（2005）2221-IV 跨度：23.5 米 直（曲）：曲线 线间距：4.6 米					
张拉阶段	张拉顺序	规格	油表读数 (Mpa)	张拉伸长值 (mm)	初应力伸长值 (mm)
预张拉	2N5	8-7φ5	16.08	143.0 ~161.2	30.42
	2N6	8-7φ5	16.08	142.4~160.6	30.3
	2N1b	8-7φ5	16.08	142.1 ~160.3	30.24
初张拉	2N1d	8-7φ5	16.08	145.0 ~163.6	30.86
	2N8	8-7φ5	16.08	142.0 ~160.2	30.22
	2N3	8-7φ5	16.08	141.0 ~159	30
终张拉	2N1c	8-7φ5	23.16	145.0 ~163.6	30.86
	2N4	8-7φ5	23.42	141.7 ~159.7	30.14
	2N2	8-7φ5	23.68	143.5 ~161.9	30.54
	N1a	8-7φ5	23.16	142.1 ~160.3	30.24
	2N9	8-7φ5	23.2	143.4 ~161.7	30.5
	2N7	8-7φ5	23.2	140.2 ~158	29.82
	2N1d	8-7φ5	23.16	145.0 ~163.6	30.86
	2N1b	8-7φ5	23.16	142.1 ~160.3	30.24
	2N5	8-7φ5	23.42	143.0 ~161.2	30.42
	2N8	8-7φ5	23.2	142.0 ~160.2	30.22
	2N3	8-7φ5	23.42	141.0 ~159	30
	2N6	8-7φ5	23.31	142.4 ~160.6	30.3

注： 1.表中所列伸长值为设计±6%之范围值。

2.张拉千斤顶油塞面积取 647.63cm<sup>2</sup>。

3.油表读数为校正系数为 1.0 时的计算值，实际使用中当需根据实际使用千斤顶的校正系数，活塞面积及“瞬间预应力损失值”进行调整。

附表 2-5 箱梁张拉油表读数及伸长值

图号:通桥(2006)2221-VI 跨度:23.5米 直(曲):直线 线间距:5米					
张拉阶段	张拉顺序	规格	油表读数 (Mpa)	张拉伸长值 (mm)	初应力伸长值 (mm)
预张拉	2N1c	9-7φ5	18.09	100.7 ~113.6	30.86
	2N5	9-7φ5	18.09	98.0 ~110.5	30.34
	2N8	9-7φ5	18.09	98.9 ~111.5	30.34
初张拉	N1a	9-7φ5	18.09	98.7 ~111.3	31.08
	2N6	9-7φ5	18.09	98.3 ~110.8	30.3
	2N3	9-7φ5	18.09	96.8 ~109.2	30.08
	2N1e	9-7φ5	18.09	100.7 ~113.6	30.86
终张拉	2N9	9-7φ5	26.06	143.1 ~161.3	30.44
	2N1b	9-7φ5	26.77	146.1 ~164.7	31.08
	2N4	9-7φ5	26.41	142.6 ~160.8	30.34
	2N7	9-7φ5	26.1	141.4 ~159.4	30.08
	2N2	9-7φ5	26.64	152.8 ~172.4	32.52
	2N1d	9-7φ5	26.05	145.0 ~163.6	30.86
	N1a	9-7φ5	26.77	146.1 ~164.7	31.08
	2N1c	9-7φ5	26.05	145.0 ~163.6	30.34
	2N5	9-7φ5	26.33	142.6 ~160.8	30.34
	2N8	9-7φ5	26.1	142.6 ~160.8	30.34
	2N3	9-7φ5	26.14	141.4 ~159.4	30.08
	2N6	9-7φ5	26.22	142.4 ~160.6	30.3
	2N1e	9-7φ5	26.05	145.0 ~163.6	30.86

注: 1.表中所列伸长值为设计±6%之范围值。

2.张拉千斤顶油塞面积取 647.63cm<sup>2</sup>。

3.油表读数为校正系数为 1.0 时的计算值,实际使用中当需根据实际使用千斤顶的校正系数,活塞面积及“瞬间预应力损失值”进行调整。

附表 2-6 箱梁张拉油表读数及伸长值

图号:通桥(2006)2221-VI 跨度:23.5米 直(曲):曲线 线间距:5米					
张拉阶段	张拉顺序	规格	油表读数 (Mpa)	张拉伸长值 (mm)	初应力伸长值 (mm)
预张拉	2N1c	9-7φ5	18.09	100.7 ~113.6	30.86
	2N5	11-7φ5	22.11	98.0 ~110.5	30.34
	2N8	9-7φ5	18.09	98.9 ~111.5	30.34
初张拉	N1a	9-7φ5	18.09	98.7 ~111.3	31.08
	2N6	9-7φ5	18.09	98.3 ~110.8	30.3
	2N3	9-7φ5	18.09	96.8 ~109.2	30.08
	2N1e	9-7φ5	18.09	100.7 ~113.6	30.86
终张拉	2N9	11-7φ5	31.86	143.1 ~161.3	30.44
	2N1b	9-7φ5	26.77	146.1 ~164.7	31.08
	2N4	9-7φ5	26.41	142.6 ~160.8	30.34
	2N7	9-7φ5	26.22	141.4 ~159.4	30.08
	2N2	9-7φ5	26.64	152.8 ~172.4	32.52
	2N1d	9-7φ5	26.05	145.0 ~163.6	30.86
	N1a	9-7φ5	26.77	146.1 ~164.7	31.08
	2N1c	9-7φ5	26.05	145.0 ~163.6	30.86
	2N5	11-7φ5	32.18	142.6 ~160.8	30.34
	2N8	9-7φ5	26.1	142.6 ~160.8	30.34
	2N3	9-7φ5	26.41	141.4 ~159.4	30.08
	2N6	9-7φ5	26.22	142.4 ~160.6	30.3
2N1e	9-7φ5	26.05	145.0 ~163.6	30.86	

注: 1.表中所列伸长值为设计±6%之范围值。

2.张拉千斤顶油塞面积取 647.63cm<sup>2</sup>。

3.油表读数为校正系数为 1.0 时的计算值, 实际使用中当需根据实际使用千斤顶的校正系数, 活塞面积及“瞬间预应力损失值”进行调整。

附表 2-7 箱梁张拉油表读数及伸长值

图号:通桥(2006)2221—Ⅶ 跨度:31.5米 直(曲):直线 线间距:5米					
张拉阶段	张拉顺序	规格	油表读数(Mpa)	张拉伸长值(mm)	初应力伸长值(mm)
预张拉	2N10	12-7φ5	24.12	129.9 ~ 146.5	39.34
	2N6	12-7φ5	24.12	128.6 ~ 145.1	39.44
	N1a	12/10-7φ5	24.12/20.1	130.9 ~ 147.7	39.56
初张拉	2N8	10-7φ5	24.12	129.1 ~ 145.6	39.1
	2N4	12-7φ5	24.12	127.3 ~ 143.5	39.02
	2N2	9/12-7φ5	18.09/24.12	128.2 ~ 144.5	39.6
	2N1c	12-7φ5	24.12	188.8 ~ 213.0	40.18
终张拉	2N9	10-7φ5	34.33	183.9 ~ 207.3	39.12
	2N1d	12-7φ5	34.26	188.8 ~ 213.0	40.18
	2N1b	9/10-7φ5	25.69/28.55	185.9 ~ 209.7	39.56
	2N11	10-7φ5	34.33	185.8 ~ 209.6	39.54
	2N5	12-7φ5	34.76	184.3 ~ 207.9	39.22
	2N3	12-7φ5	34.76	184.0 ~ 207.4	39.14
	2N7	12-7φ5	25.86/34.48	184.9 ~ 208.5	39.34
	2N1c	9/12-7φ5	34.26	188.9 ~ 213.0	40.18
	N1a	10-7φ5	28.55	185.9 ~ 209.7	39.56
	2N6	10-7φ5	34.76	185.4 ~ 209.0	39.44
	2N10	12-7φ5	34.33	184.9 ~ 208.5	39.34
	2N4	12-7φ5	34.76	183.4 ~ 206.8	39.02
	2N8	12-7φ5	34.33	183.8 ~ 207.2	39.1
	2N2	9/12-7φ5	26.27/35.03	186.12~209.9	39.6

注: 1.表中所列伸长值为设计+6%之范围值。

2.张拉千斤顶油塞面积取 647.63cm<sup>2</sup>。

3.油表读数为校正系数为 1.0 时的计算值,实际使用中当需根据实际使用千斤顶的校正系数,活塞面积及“瞬间预应力损失值”进行调整。

4.分数线上的为无声屏障梁,分数线下的为有声屏障梁,无分数线二者相同

附表 2-8 箱梁张拉油表读数及伸长值

图号:通桥(2006)2221-VII 跨度:31.5米 直(曲):曲线 线间距:5米					
张拉阶段	张拉顺序	规格	油表读数 (Mpa)	张拉伸长值 (mm)	初应力伸长值 (mm)
预张拉	2N10	12-7φ5	24.12	129.9 ~146.5	39.34
	2N6	12-7φ5	24.12	128.6 ~145.1	39.44
	N1a	12-7φ5	24.12	130.9 ~147.7	39.56
初张拉	2N8	12-7φ5	24.12	129.1 ~145.6	39.1
	2N4	12-7φ5	24.12	127.3 ~143.5	39.02
	2N2	10/12-7φ5	20.10/24.12	128.2 ~144.5	39.6
	2N1c	12-7φ5	24.12	133.0 ~150.0	40.18
终张拉	2N9	12-7φ5	34.33	183.9 ~207.3	39.12
	2N1d	12-7φ5	34.26	188.8 ~213.0	40.18
	2N1b	10/12-7φ5	28.55/34.26	185.9 ~209.7	39.56
	2N11	12-7φ5	34.33	185.8 ~209.6	39.54
	2N5	12-7φ5	34.76	184.3 ~207.9	39.22
	2N3	12-7φ5	34.76	184.0 ~207.4	39.14
	2N7	10/12-7φ5	28.73/34.48	184.9 ~208.5	39.34
	2N1c	12-7φ5	34.26	188.8 ~213.0	40.18
	N1a	12-7φ5	34.26	185.9 ~209.7	39.56
	2N6	12-7φ5	34.76	185.4 ~209.0	39.44
	2N10	12-7φ5	34.33	184.9 ~208.5	39.34
	2N4	12-7φ5	34.76	183.4 ~206.8	39.02
	2N8	12-7φ5	34.33	183.8 ~207.2	39.1
	2N2	10/12-7φ5	29.19/35.03	186.1 ~209.9	39.6

- 注: 1.表中所列伸长值为设计+6%之范围值。  
 2.张拉千斤顶油塞面积取 647.63cm<sup>2</sup>。  
 3.油表读数为校正系数为 1.0 时的计算值, 实际使用中当需根据实际使用千斤顶的校正系数, 活塞面积及“瞬间预应力损失值”进行调整。  
 4.分数线上的为无声屏障梁, 分数线下的为有声屏障梁, 无分数线二者相同

## 提移梁施工作业指导书

### 1 目的

本指导书用做规范和指导客运专线后张法预应力混凝土预制箱梁的移梁作业工序。

### 2 适用范围:

适用于中铁二十一局晋江制梁场客运专线 32 米后张预应力简支箱梁的移梁工序作业指导。本作业指导书可作为客运专线预制箱梁工艺规程的附录，也可以独立文件下发执行。

### 3 移梁工作程序

为减少梁体占用台座时间，梁体进行初张拉后即可移出台座，到存梁场存放，32m 箱梁从预制台位到存梁台位间的移动采用 900T 提梁机移梁。

初张拉完毕后，经张拉工班、现场技术负责人和现场施工负责人核对无误后，最后以通知单形式通知移梁工段（见附表一）。移梁由五个步骤

#### 3.1 提移梁前的准备工作

3.1.1 检查行走轨道：接到通知单后，立即派专人检查行走范围内的轨道，不得有杂物、障碍物存在，轨道上要清扫干净。

3.1.2 检查箱梁周围各种状况：在内模滑出腹腔之后，检查各种预埋件的定位螺栓是否与模板松开，同时应检查箱梁腹腔内顶板及外侧是否影响吊移梁工作的杂物如（电缆、水管、等）存在。在确保其周围各种情况正常下，即可进行吊移梁。

3.1.3 安装存梁台座橡胶支座：安质部、技术部应提前检验存梁台座的垫石标高，是否满足四个垫石位于同一平面，误差不应大于 2 mm，对不满足此要求的垫石应另行作打磨处理，保证误差不应大于 2 mm。在安质部、技术部指定的台座上提前画出垫石中心，安装橡胶支座时保证橡胶支座中心与垫石中心重合，且精确测量 4 个橡胶支座的相对标高，保证高差不大于 2 mm。

3.1.4 起动移梁机：在接到起移梁通知单后，即派各工种操作人检查机械设备的性能状况，在确保各种状况正常下，即可起动提梁机。

#### 3.2 起梁，

3.2.1 解决以上后，方可启动提梁机，行走至箱梁上方。

3.2.2 安装吊杆：在提梁机行走于距吊装孔 50 mm 左右时，准确对位保证各吊杆垂直

均衡受力，吊杆从吊装孔落下后，即可安装吊杆螺帽（吊杆与螺帽必须编号，保证相互匹配）。各吊杆螺帽必须拧紧，保证各吊杆受力均匀，长度一致。

3.2.3 吊梁：提梁机将箱梁缓慢吊起脱离模板后立即停机，检查梁体纵横向水平度是否满足要求，对角高度误差控制在 2mm 以内，否则应将提梁机落下重新调整吊杆螺栓或提梁机起升高度，同时检查起升自动是否可靠，一切正常后方可继续作业。起吊至 100 mm 高左右时再次校核箱梁四角支座位置的相对高度，控制误差同前，若有偏差及时单独点动某一电机，待箱梁误差消除后方可继续。起吊至 1000mm 时再次校核无误后继续吊离模板。

### 3.3 移梁

在提升梁至一定高度（高于模板护拦），即可进行移梁，缓慢启动横移台车，将箱梁移向存梁台位，两端须同步行走。

### 3.4 对位落梁

应提前在箱梁两端部标明四个支点的中心位置，在移梁至存梁台座上上部时，即落梁至橡胶支座上方 100 mm 时，检查箱梁端部的支点中心是否与橡胶支座、垫石中心互相重合，否则应缓慢移动提梁机，保证各中心位置相互重合。再次检查存梁垫块的高差，并在垫石上垫 600x450x70mm 厚的橡胶板，梁体四支点必须位于同一平面上，误差不应大于 2mm；检查以上工序完成后即可落梁。

## 4 施工注意事项

4.1 轨道对地基不均匀沉降要求较高，必须保证基础的刚度。

4.2 在完成滑移后，必须对滑道进行清理、保养，防止砂尘、油污。

4.3 对存梁台座进行定期沉降观测，建立测量台帐，若每个存梁台座四个支墩高差超过 4mm，及时处理，以免造成不必要的损失。

4.4 严禁未接到移梁通知单，私自移梁的行为。

4.5 在吊移梁过程中、梁体正下方不能站人或行走。

4.6 在吊移过程中要统一指挥，信号明确，箱梁两端均安排有专人观察其滑移情况，如有异常应及时停机调整。

4.7 从事提移梁工作的所有人员均需进行培训，考试合格方可持证上岗。

4.8 在移梁过程中进行跟踪测量，严格控制四吊点高差在 2 mm 以内。

- 4.9 在吊移箱梁过程中，及时观测轨道基础的变形以便采取措施。
- 4.10 技术部应提前在存梁端部做好沉降观测点每 6 小时观测一次。并做好记录。
- 4.11 吊杆安装前，应提前于箱梁顶面上精确画出各吊杆的中心位置，吊装时必须吊杆与其重合。
- 4.12 梁体吊装时，应于吊杆螺帽上及橡胶支座上等部位做好梁体防护。

## 孔道压浆施工作业指导书

### 1 主题内容:

本指导书用做客运专线后张法预应力混凝土预制箱梁的孔道真空压浆的作业指导。

### 2 适用范围:

适用于中铁二十一局晋江制梁场客运专线 32 米后张预应力简支箱梁的钢筋作业指导。本作业指导书可作为客运专线预制箱梁工艺规程的附录,也可以独立文件下发执行。

### 3 编制依据

铁科技[2004]120 号客运专线预应力混凝土预制梁暂行技术条件

TBJ10203~2002 铁路桥涵施工规范

TB10210~2001 铁路混凝土与砌体工程施工规范

TZ210~2005 铁路混凝土工程施工技术指南

TZ213~2005 客运专线铁路桥涵工程施工技术指南

### 4 真空压浆工艺流程

机具准备 → 密封孔道 → 试抽真空 → 制浆 → 抽真空 → 压浆 → 清洗

### 5 施工方法、顺序,操作要点

5.1 真空压浆的配套设备有:真空泵、螺杆式压浆机,强制式灰浆搅拌机。孔道密封材料或专用的锚具垫板和接头附件等。

5.2 用钢丝刷清理锚座底面的水泥浆,保证锚座底面平整。

5.3 封锚:封锚采用无收缩水泥砂浆封锚,封锚时必须将锚圈及夹片外露钢绞线全部包裹,覆盖层厚度大于 15mm 并于 24-48h 内压浆。

封锚最好采用保护罩密封。保护罩是作为工具罩使用的,其安装方法为:将锚垫板表面清理干净,保证平整,在灌浆保护罩底和橡胶圈表面均匀涂上一层玻璃胶,装上橡胶密封圈,将保护罩和锚垫板上的安装孔对正,拧紧螺栓即可。压浆完毕后浆体无流动性时(一般约 3h)就可以拆除,并清洗以备二次使用。采用保护罩封锚则必须使用真空压浆专用的锚具垫板。

#### 5.4 压浆准备

5.4.1 张拉完成之后,切除外露钢绞线,清除管道并吹干积水,清理锚垫板上的灌浆孔,保证灌浆通道通畅。

5.4.2 确定抽真空端和灌浆端，安装引出管，球阀和接头，并检查其功能，确保所安装阀门能完全开启及关闭。

5.4.3 在安装完盖帽及设备后拧开排水口，利用高压风将管道内可能存在的水吹出。

5.4.4 将驳接在真空泵负压容器上的三向阀的上端出口用透明喉管道接到抽真空端的切换接头上。

### 5.5 试抽真空

5.5.1 将压浆阀、排气阀全部关闭，使整个孔道形成一个全密封系统，抽真空阀打开。

5.5.2 启动真空泵试抽真空，检查管路、锚头、排气孔、泌水孔等处的密封情况。

5.5.3 当真空压力表显示真空值达 $-0.07\sim 0.10\text{Mpa}$ 时停泵 1min，若压力能保持不变即可认为孔道能达到并维持真空。

### 5.6 制浆

5.6.1 搅拌水泥浆之前在搅拌筒内加水空转几分钟，再将积水倒尽，使搅拌机内壁充分湿润。搅拌好的灰浆要做到卸尽，在灰浆卸尽之前不得再投料。禁止边出料边进料。

5.6.2 压浆用的水泥强度等级为 42.5 的低碱水泥，掺入的粉煤灰应符合第 2.4 条的要求，所掺的外加剂应能使浆体达到第 C5.6.3 条的要求。

5.6.3 浆体水胶比不超过 0.34,水泥浆不泌水,0.14Mpa 压力下泌水率不得大于 2.5%,流动度不大于 25s,30min 后不大于 35s; 压入管道的浆体不得含未搅匀的水泥团块,初凝时间大于 3h,终凝时间不大于 12h。水泥浆 28d 抗压强度不小于 35Mpa,抗折强度不小于 7.0Mpa; 24h 内最大自由收缩率不大于 1.5%,标准养护条件下, 28d 浆体自由膨胀率为 0~0.1%.

5.6.4 配料按实验室出具的配合比通知单执行，配料误差控制在 $\pm 1\%$  以内。

5.6.5 压入管道的水泥浆采用高速搅拌设备进行施工，搅拌机的转速不低于 1000r/min,浆 叶的最高线速度限制在 15m/s 以内。

5.6.6 压浆时浆体温度不超过 35℃，浆体对钢绞线无腐蚀作用。

### 5.7 真空压浆

#### 5.7.1 要求

水泥浆搅拌结束后采用连续式压浆机连续压注，搅拌至压入管道的时间间隔不超过 40min。水泥浆泵应能保持管道中的压力，管道中压力无损失。压浆过程中应随机做 3

组 70.7×70.7 试件。

### 5.7.2 步骤

a 启动压浆机压出残存在压浆机及喉管的水份，并检查所排出的水泥浆的稠度。在满意的水泥浆从喉管排出后，暂停压浆机并将压浆喉管通过快换接头接到锚板的压浆快换接头上。

b 保持真空泵启动状态，开启压浆端阀门并将已搅拌好的水泥浆往管道压注。

c 待水泥浆从出浆端接往负压容器的透明喉管压出时，检查所压出水泥浆的稠度。直到稠度一致及流动顺畅后，关闭出浆端阀门，暂停压浆机。

d 打开设置于压浆盖上的出气孔，开动压浆机。直至水泥浆从出气孔流出，所流出的水泥浆稠度一致及流动顺畅时，暂停压浆机，密封出气孔。

e 开动压浆机，保持压力于 0.5-0.7Mpa,保压 2 分钟。

f 关闭压浆机及压浆端阀门，完成压浆。拆卸外接管路附件，清洗滤清器及阀门等。

### 5.8 注意事项

a、孔道密封检查：将灌浆阀、排气阀全部关闭，打开真空阀，启动真空泵抽真空，观察真空压力表读数，当管内真空度维持在-0.08Mpa 左右时停泵约 1min 时间，若压力保持不变即可认为孔道能达到并维持真空，否则重新检查密封。

b、水泥浆搅拌：搅拌好的水泥浆要做到基本卸尽，在全部灰浆卸出之前不得投入未拌和的材料，更不能采取边出料边进料的方法，严格控制浆体配比。

c、严格控制用水量，否则易造成管道顶端空隙。

d、对未及时使用而降低了流动性浆体，严禁采用加水的办法来增加灰浆的流动性，配制时间过长的浆体不应再使用。

e、水泥浆出料后应尽量马上泵送，否则应不停搅拌防止离析。

f、灌浆完成后，应及时拆卸、清洗管、阀、空气滤清器、灌浆泵、搅拌机等所有沾有水泥浆的设备和附件。

g、每条孔道一次灌注要连续完成，灌注完一条孔道换其它孔道时间内，继续启动灌浆泵，让浆体循环流动。

### 5.9 真空压浆质量控制要点

#### 5.9.1 质量控制要点：

- a、孔道的密封性；
- b、浆体配方控制；
- c、现场施工质量管理控制；

#### 5.9.2 其它注意事项：

- a、浆管应选用高强橡胶管，抗压能力大于 1Mpa，连接要牢固，不得脱管。
- b、灰浆进入灌浆泵前应通过 1.2mm 的筛网进行过滤。
- c、搅拌后的水泥浆必须做流动度、泌水性试验，并制作浆体强度试块。
- d、灌浆工作宜在灰浆流动性下降前进行（约 30~45 分钟），孔道一次灌注要连续。
- e、中途换管道时间内，连续启动灌浆泵，让浆体循环流动。
- f、灌浆孔数和位置必须作好记录，防止漏灌。
- g、储浆灌的储浆体积大于 1 倍所要灌注的一条预应力孔道体积。

### 6 真空压浆施工中常见问题及处理措施

#### 6.1 预应力孔道注浆不密实

##### 6.1.1 现象

水泥浆从入口压入孔道后，前方通气孔或观察孔不见有浆水流过；或有的是溢出的浆水稀薄。钻孔检查发现孔道中有空隙，甚至没有灰浆。

##### 6.2.2 原因分析

灌浆前孔道未用高压水冲洗，灰浆进入管道后，水分被大量吸附，导致灰浆难以流动。

孔道中有局部堵塞或障碍物，灰浆被中途堵住。

灰浆在终端溢出后，持续荷载继续加压时间不足。

灰浆配制不当。如所用的水泥沁水率高、水灰比大，灰浆离析等。

##### 6.3.3、防治措施

孔道在灌浆前应以高压水冲洗，除去杂物、疏通和湿润整个管道。

配制高质量的浆液。选用的水泥可用强度等级不低于 32.5MPa 的普通硅酸盐水泥，灰浆水灰比宜控制在 0.1~0.45，沁水率宜小于 2%，最大不应超过 3%。灰浆应具有良好的流动度并不易离析，可掺入适量的减水剂和微膨胀剂，但不得使用对管道和预应力索有腐蚀作用的外掺剂，掺量和配方应根据试验确定。

## 6.2 预应力孔道灌不进浆

### 6.2.1 现象

灰浆灌不进孔道，压浆机压力却不断升高，水泥灰浆喷溢但出浆口未见灰浆溢出。

### 6.2.2 原因分析

管道或排气孔受堵，管道内径过小，穿束后管内不畅通，浆液通过困难。

孔道内落入杂物。

### 6.2.3 防治措施

用高压水多冲几次，尽可能清除杂物。

## 7 安全、环保施工措施

7.1 严格按安全操作规程进行施工，施工前要预先进行交底，施工前应对压浆操作人员进行安全教育。

7.2 压浆人员必须站在锚具两侧操作。

7.3 压浆时要注意防止浆液喷洒在梁体上。

7.4 压浆设备、阀门、管道、接头等的情况应在指定地点进行。

## 封锚施工作业指导书

### 1 主要内容:

本指导书用做客运专线后张法预应力混凝土预制箱梁的锚穴封端作业指导。

### 2 适用范围:

适用于中铁二十一局晋江制梁场客运专线 32 米后张预应力简支箱梁的锚穴封端作业指导。本作业指导书可作为客运专线预制箱梁工艺规程的附录，也可以独立文件下发执行。

### 3 准备工作

3.1 经技术人员检查确认该箱梁所有孔道压浆完毕，并办好签证手续（见附表）

3.2 对钢绞线外露部分、锚环、锚垫板涂刷聚氨酯防水涂料，做防水处理。

3.3 对锚穴周边混凝土进行凿毛处理，凿毛时应清除表层水泥浆直至见到新鲜混凝土为止，以增强粘结性。

3.4 凿毛完成后应用清水湿润并冲洗干净。

### 4 封锚

#### 4.1 安装钢筋网片:

封锚前应对锚穴进行凿毛处理，并利用一端带钩一端带有螺纹的短钢筋安装于锚垫板螺栓孔，与锚穴内钢筋网绑扎在一起。以保证封端混凝土与梁体连为一体，封锚后进行防水处理，在锚穴外部涂以 881-1 型聚氨酯防水涂料。

4.2 封端混凝土采用 C50 无收缩混凝土，将搅拌好的混凝土用装载机运送至封端现场；

4.3 封端混凝土用人工填塞至锚穴，并振捣密实，采用二次收浆抹平表面；

4.4 封端混凝土要加强养护，在其上覆盖塑料薄膜或再生棉，养护频率：白天 2—4 小时，夜间 4—8 小时，以保持混凝土表面充分湿润为度。当环境相对湿度小于 60%时，自然养护不应少于 7d；当环境相对湿度在 60%以上时，自然养护不应少于 14d。当环境温度低于 5℃时，预制梁表面应喷涂养护剂，并采取保温措施；禁止对混凝土洒水。

4.5 封锚混凝土养护结束后，对封端混凝土与梁体混凝土交界处涂刷聚氨脂防水涂料对的接缝作圆环状封边防水处理。

### 5 安全管理

5.1 强化岗前培训,使每个操作人员熟悉施工工艺,尽职尽责的干好本职工作。

5.2 施工操作人员穿好工作服、戴好安全帽,工作时间严禁打闹嬉戏,擅离工作岗位。

6 文明施工保证措施:

加强标准化文明工地建设,把铁道部信誉评价检查工作全部精神,渗透到预制梁工作的方方面面,并指导全部工作。

6.1 合理布置施工场地,保持施工场地整洁。

6.2 施工现场及时整理、清理,做到工完料尽。

6.3 夜间施工不得大声喧哗,尽量减少噪音污染,对生活污水及施工废水做好沉淀处理,减少水土流失,加强环境保护。

## 支座安装作业指导书

### 1、目的

明确支座安装工艺、操作要点和质量标准，规范和指导支座安装作业。

### 2、编制依据

《客运专线铁路桥涵工程施工质量验收暂行标准》

《客运专线铁路桥涵工程施工技术指南》

《施工图设计文件》

### 3、适用范围

客运专线预制箱梁的支座安装施工。

### 4、支座材料检验和存放

支座到达现场后，必须检查产品合格证、附件清单和有关材质报告单或检查报告。并对支座外观尺寸进行全面的检查。

支座和配件质量应满足设计要求，支座连接正常，不得任意松动上、下支座板连接螺栓。

支座存放应避免阳光直接照射、雨雪浸淋，并保持清洁；严禁与酸、碱、油类、有机溶剂等影响支座质量的物体接触，并距热源 1m 以上。

### 5、架梁前的准备工作

#### 5.1 测量工作：

具体根据每座桥的施工图，在桥墩顶帽及垫石上准确定位该孔箱梁的位置及高程。

#### 5.2 箱梁型式与位置的核对：

根据该跨的位置，结合具体施工图，准确核对该跨箱梁的支座、接触网支柱、防落梁挡块等附属设施的型式。

#### 5.3 材料及机具的准备：

应当提前准备灌注支座板与垫石顶面之间无收缩高强度灌注的材料及搅拌机具。

#### 5.4 凿毛支撑垫石表面，清除预留锚栓孔中的杂物，并用水冲洗表面。

### 6、预制箱梁架设支座安装

安装支座大体分两步：即支座顶板与箱梁底面的连接安装；支座底板在墩顶与垫石连接安装。

### 6.1 支座与箱梁底面的连接安装

支座与箱梁底面的连接安装在存梁台座进行，应按照线路纵向坡度复核活动支座及固定支座位置是否符合设计，特别是单向活动支座应注意单向活动方向，支座安装在箱梁底部后，应拧紧支座与梁体的连接螺栓。

架设箱梁时，根据测量定位的位置及高程，箱梁落梁应先落在千斤顶上，再准确就位，随后对支座下座板与支承垫石之间，锚栓孔内进行压力注浆。

### 6.2 千斤顶支点反力控制

落梁应采用支点反力控制。架梁时，首先应按设计位置将箱梁准确落在两端作为临时支点的测力千斤顶上，通过千斤顶调整梁体支点标高，同时应保证每支点反力与四个支点反力的平均值相差不超过 $\pm 5\%$ ，支座反力测量记录表见表 5-2-1；支承垫石顶面与支座底面间隙应控制在 20~30mm，采用注浆方式填充，待浆体填实并达到设计强度后，方可落梁。

表 5.2.1 支座反力测量记录表

桥名及中心里			
架梁方向		孔 跨	第 孔
跨 度		箱梁编号	
架梁日期		架梁天气及温度	
初 次 支 座	1#千斤顶支座反力 (KN)		四个支座反力平均值 (KN)
	2#千斤顶支座反力 (KN)		
	3#千斤顶支座反力 (KN)		
	4#千斤顶支座反力 (KN)		
最 终 支 座	1#千斤顶支座反力 (KN)		四个支座反力平均值 (KN)
	2#千斤顶支座反力 (KN)		
	3#千斤顶支座反力 (KN)		
	4#千斤顶支座反力 (KN)		

施工单位			
记录人		技术负责人	

## 6.2 支座重力灌浆

灌浆用模板与垫石顶面应采取可靠措施，如底面设一层橡胶防漏条、模板采用膨胀螺丝固定等方式，防止在重力注浆时发生漏浆。注浆应从支座中心部位向四周进行，直至注浆材料全部灌满为止。

在没有可靠保温措施，注浆材料保温性能未进行试验验证时，严禁在负温度条件下进行注浆施工。注浆材料达到强度后，拆除模板，对漏浆处进行补浆。

最后拧紧下支座板地脚螺栓，拆除支座上下盖板临时连接角钢。

在注浆材料强度大于 20Mpa 时才能拆除临时千斤顶，在拆除临时千斤顶前严禁架桥机过孔。

## 梁体缺陷修补作业指导书

### 1 目的

本作业指导书编制目的是为了规范梁体缺陷修补程序，以确保箱梁质量。

### 2 适用范围

本作业指导书仅适用于中铁二十一局福厦铁路晋江制梁场箱梁梁体裂纹缺陷的修补。

### 3 梁体裂纹的修补

#### 3.1 裂纹的修补原则

3.1.1 裂纹属下列情况者可不作处理：

宽度小于 0.05 毫米且未裂通；

宽度小于 0.05 毫米已裂通但张拉后闭合。

3.1.2 裂纹属下列情况者采用环氧树脂粘玻璃丝布修补：

宽度小于 0.05 毫米且裂通；

宽度在 0.05~0.1 毫米未裂通。

3.1.3 裂纹宽度大于 0.1 毫米，小于 0.2 毫米裂通者及宽度大于 0.2 毫米者采用环氧树脂压浆填充补强。

3.1.4 裂纹宽度大于 0.1 毫米，小于 0.2 毫米未裂通者采取凿 V 型槽，用环氧树脂砂浆修补。对预应力梁下翼缘斜坡上的裂纹应采用环氧树脂砂浆填充补强，稀释剂用量可放宽，但不超过 30%，试件抗拉强度不得小于 3MPa。

#### 3.2 裂纹观测及表面处理

3.2.1 仔细观察裂纹，在裂纹两边 3~5 厘米处作出标记。

3.2.2 将发现的裂纹按规定顺序编号，并详细记录裂纹的部位、走向、长度和宽度。

3.2.3 在裂纹两边的标记内，用小锤、手铲、钢丝刷将梁的表面基本整平。考虑梁体上翼板表面高低不平，必要时可用环氧树脂腻子(以下简称腻子)把凸凹不平处抹平。

3.2.4 裂纹及其附近粘玻璃丝布范围用棉纱、丙酮擦洗干净，尤其应把油污擦净，以免影响粘结力。但不宜用水冲洗，擦洗表面时不要把裂纹堵塞。

#### 3.3 粘结压浆嘴

3.3.1 观测裂纹时随时标出压浆嘴的位置。

3.3.2 布嘴原则：宽缝，嘴子应布得稀些；窄缝，嘴子布得密些。两嘴间的距离约为 10~20 厘米。对于断续裂纹，应在断续处设嘴；裂纹交错者，还要在交错处设嘴。

3.3.3 粘结压浆嘴时，首先把嘴子底盘用丙酮擦洗干净，然后用小铲把腻子抹在嘴子底盘底部，安放在裂纹上，然后再在底盘周围抹以腻子。(夏天气温超过 30℃时，粘嘴工作应采取遮阳措施，避免太阳曝晒)。

3.3.4 粘嘴时所用腻子数量及稀稠应均匀适宜。

### 3.4 封闭裂纹及试风

3.4.1 封闭裂纹包括：张贴玻璃丝布和封闭压浆嘴周围。裂纹封闭必须严密牢固，才能保证压浆工作顺利进行。

#### 3.4.1.1 粘贴玻璃丝布工序如下：

沿裂纹走向均匀地刷一道树脂浆，宽 7~8 厘米；

在树脂浆上立即贴玻璃丝布，时间相隔不宜过长，以保证玻璃丝布的密贴与牢固。玻璃丝布的宽度一般 5~7 厘米。贴至距离嘴子底盘边缘 5~10 毫米，接头处采取搭接，搭接长度 3~5 厘米；

待贴玻璃丝布的树脂浆固化后，用较硬的腻子在嘴子周围封成圆台形状，然后在玻璃丝布上刷一层树脂浆。

#### 3.4.1.2 粘贴玻璃丝布时应注意以下几点：

涂树脂浆时，如发现起泡、扯丝、抹时打滚等硬化现象，应重新配制。

凡压浆嘴丝扣上粘有树脂浆，应立即擦净，以免压浆时不好上螺丝。

3.4.2 梁体上翼板表面裂纹，因其周围混凝土面粗糙，可采用腻子进行封闭而不贴玻璃丝布，本法可在裂纹宽度小于 0.2 毫米处试用，其施工工序如下：

在已粘好嘴子的裂纹上顺裂纹方向先均匀地刷一道树脂浆；

沿裂纹腻子，抹成渔脊形状，连嘴子周围一起抹好；

再在封闭的腻子上刷一道树脂浆。

#### 3.4.3 在封闭裂纹工作完后 1-2 天可以开始试风。

通过压缩空气吹净缝内灰尘(吹风时在同条裂纹上应由小裂纹向大裂纹方向吹风)。

检查分析裂纹的裂通情况，以指导压浆。

检查封闭的质量是否严密。

3.4.4 试风工作一般由下而上进行，其工序如下：先开机压风，将缝内积尘吹净，除留有一出风口外，把其余嘴子用木塞塞上，在嘴子周围和玻璃丝布上刷肥皂水，观察透风情况，做出标记，一般试风可试下部、中部、上部三嘴(或左、中、右三嘴)，如裂纹较长，嘴子很多，可适当增加试风嘴子，对透风处应用棉纱擦净肥皂水后用腻子封闭，压缩空气必须经过滤器过滤。(试用后到压浆时间不要超过 2 天)。

### 3.5 压浆

3.5.1 压浆时对垂直裂纹和斜裂纹应自下而上压浆，对于水平裂纹应自一端向另一端压浆，对上翼板顶面裂纹从上往下压浆。如从上往下，有困难时也可以从下往上压浆。当采用双罐在梁的里外两面压浆时，最好错开裂缝对压，不要同时压一条缝的两面，以免由于两面风压不同造成裂纹内环氧树脂浆液(以下简称浆液)不饱满。同一条裂纹宽窄不同时，应由窄裂纹向宽裂纹方向压浆。

3.5.2 压浆管路联接顺序如下：



3.5.3 压浆程序：

首先将压浆罐进风开关关死，将放风开关打开，通过漏斗从进浆口倒入配制好的浆液。

关上进浆口。关死放风开关，缓缓打开进风开关，逐步增加风压，将浆液压入透明塑料管内(当浆液未压入裂纹之前，并在浆液未受风压状态下在塑料管上作出浆液顶面的标记，以便待压浆结束后管内浆液完全卸除风压状态下，量出液面的高差，以计算进浆量，并记入压浆记录表中。裂纹较窄，进浆困难的，风压宜大，在 5Kg/cm<sup>2</sup> 左右，裂纹较宽进浆通畅的，风压宜小，在 2~3Kg/cm<sup>2</sup> 左右。

当透明塑料管停止进浆后，持续 1~2 分钟，然后关死进风开关，打开放风开关，利用升降架，降低压浆罐的位置，使其低于正在压浆时的压浆嘴，然后卸下联接，朝上拿着，用木塞塞住压浆嘴后，再将联接装到下一个压浆嘴上，升起压浆罐，关死放风开关，缓缓打开进风开关，按 5.3.2 步骤继续进行压浆。

3.5.4 由于梁体裂纹较细，进浆较慢，故每次拌和浆液数量应适中，一般以每次拌 50 克为宜，宽纹及进浆较快处可适当加多。

3.5.5 压浆中当透明塑料管里浆液接近压完时就要停压，防止压缩空气进入裂纹内，

造成压浆困难及浆液不饱满。

3.5.6 考虑天冷浆液流动差及易受冻，气温在 15℃以下时应停止压浆。

3.5.7 立即用丙酮进行刷洗。

3.5.8 压浆中经常发生的问题及处理方法：

3.5.8.1 跑浆：主要由于封闭不好，试风时又未及时发现所致。发生跑浆现象时应立即关闭进风开关，打开放风开关，停止压浆，然后用水玻璃拌和水泥抹到跑浆处，停 5 分钟继续进行压浆，开始时风压要小一些，以后再逐步增大，风压要比原来小些。

3.5.8.2 压不进浆液

压不进浆液有以下三种原因：

- a 浆液粘度较大；
- b 浆液里有灰尘或粘嘴时疏忽把裂纹堵死；
- c 已压满浆液。

浆液粘稠多发生在夏季高温季节，致使固化速度加快。因此要酌情减少固化剂用量。若在压浆过程中发生堵塞现象，半小时内压不通应立即用高压空气吹掉浆液，已压满浆液要继续压几分钟后即移动压浆嘴。

3.5.8.3 压浆时发生喷浆：当裂纹封闭质量不好，浆液可能从嘴子边缘或封闭薄弱的地方喷浆，严重者能将压浆嘴冲掉。

发生喷浆时应立即关闭进风阀停止压浆。用水玻璃加水泥抹到喷浆的地方，待几分钟，再用低风压浆，掉嘴子的地方，用腻子堵死，待硬化后再压浆。

3.5.9 待浆液固化后，便将压浆嘴剔掉，然后用腻子抹平，通常贴上玻璃丝布，刷上一层带色的即调成基本与梁体颜色相同的稀腻子(用腻子封闭的可不贴)。

雨天在无特殊设施进行防护条件下或大气中湿度很大的情况下，不得进行压浆工作，待雨过天晴并经曝晒 2~3 天，使裂纹内水分晒干后再压浆。

对于桥面裂纹已贯通并已铺设防水层的梁片，原则上应采取措施做到保证压浆质量，必要时可凿除防水层，按正规方法进行压浆，如确有困难，可由上翼缘裂纹从下往上压浆，对于该梁的下翼缘斜坡仍应进行详细检查，有裂纹者仍需进行压浆补强工作。

整个压浆工序如贴玻璃布、试风、配料、压浆等都应做出详细记录，并附入梁体合格证中。

### 3.6 腻子及浆液的配制

3.6.1 按配方用量称出环氧树脂、稀释剂(二甲苯、501)、增塑剂(邻苯二甲酸二丁酯),混合后充分搅拌,待温度降到 35℃ 以下,再加入二胺或二乙烯三胺(或其它固化剂),搅拌均匀即可使用,拌和器皿宜用浅口料盒易于散热。

3.6.2 通过试验确定腻子、浆液配方如下:(均为重量比)

#### 粘嘴子用腻子

环氧树脂 6101	100
邻苯二甲酸二丁酯	15
二乙烯三胺	10
水泥	120(应过筛)

#### 贴玻璃丝布底层用树脂浆

环氧树脂 6101	100
二甲苯	15
邻苯二甲酸二丁酯	15
二乙烯三胺	10

#### 贴玻璃丝布表层用稀腻子

环氧树脂 6101	100
二甲苯	15
邻苯二甲酸二丁酯	15
二乙烯三胺	10
水泥	100(应过筛)
锌钡白	90

#### 压浆用浆液

环氧树脂 6101	100
二甲苯	15
501#	15
邻苯二甲酸二丁酯	15
二乙烯三胺	12

### 3.6.3 配料时的要求

各种配方中所用材料重量力求准确。

环氧树脂宜采用水浴加温，用多少温多少，防止反复加温老化。

在夏季高温季节环氧树脂拌和料在拌制过程中应注意防止出现发泡固化现象。

产生发泡固化的原因有：

- a 加入固化剂的拌和料温度过高。
- b 固化剂用量过大。
- c 拌和时的热量不易散发。

环氧树脂的配料一定要搅拌均匀，腻子或浆液在使用时出现粘稠扯丝、打滚不粘等现象，不得继续使用，必须重新配制。

### 3.7 环氧树脂压浆工具和设备

梁体采用环氧树脂进行修补时所用工具及设备具体见下表

环氧树脂压浆工具、设备

顺 号	名称规格	单 位	数 量	备 注
1	空气压缩机 0.5m <sup>3</sup> /分钟	台	1	
2	储风筒	个	1	
3	过滤器	个	1	
4	耐压胶管 内径 φ 10-20mm	米	若干	输送压缩空气用
5	压浆罐	个	2	
6	风压表 0-10kg/cm <sup>2</sup> . φ 60mm	块	3	
7	风压表 0-10kg/cm <sup>2</sup> . φ 100mm	块	1	储风筒
8	输浆管 透明硬质塑料管	米	若干	
9	压浆嘴	个	若干	按实际需要加工
10	联结	个	3	测浆液温度
11	温度计	只	1	
12	温度计	只	1	测气温用
13	压浆罐升降架	个	2	
14	刻度放大镜	个	1	

## 4、梁体缺陷的修补

### 4.1 修补所用材料

4.1.1 环氧树脂：胶结剂。可采用牌号 6101 或 643，一般用 6101。

4.1.2 乙二胺：硬化剂。硬化速度较快，采用纯度为 70%以上。

4.1.3 间苯二胺：另一种硬化剂。硬化速度较慢。

4.1.4 二甲苯：稀释剂。或用甲苯。

4.1.5 磷苯二甲酸、二丁脂：增塑料。

4.1.6 水泥：填充料。不限标号，无成团结块。

4.1.7 砂：填充料。通过  $\phi 3\text{mm}$  筛孔选，干燥。

4.1.8 石：填充料。 $\phi 5\sim 10\text{mm}$ ，应筛选干净干燥。

4.1.9 立德粉：改色填充料。

## 4.2 材料保管

4.2.1 环氧树脂应封存于干燥室内，不得置于火炉旁，不得和硬化剂接触。

4.2.2 乙二胺或间苯二胺应密封储存，使用时可分装成小瓶，使用乙二胺应注意随时盖严瓶口，防止有效物质挥发。

4.2.3 乙二胺、二甲苯、间苯二胺均为易燃物品，储存室内，不准有明火，室温不能过高，室内禁止吸烟，应备有灭火器，并有专人负责防火工作。

## 4.3 修补混凝土缺陷参数配方

### 4.3.1 树脂胶(底子)

用途：涂刷混凝土修补面，保证修补面，保证修补部分与原混凝土密切胶结。

配方：

环氧树脂	100 克
二甲苯	10 毫升
乙二胺	6 克/纯度(或 7 毫升)
立德粉	30 克

### 4.3.2 树脂砂浆

用途：修补局部较小体积的混凝土缺陷和底面混凝土缺陷。

配方：

环氧树脂	100 克
二甲苯	10 毫升

- 二丁脂 5 毫升
- 乙二胺 8 克/纯度(或 9 毫升/纯度)
- 砂(干燥) 800 克
- 水泥和立德粉 200 克

注：水泥和立德粉之比例视颜色情况确定，一般用立德粉 150 克，水泥 50 克。修补底面需用模板顶压挤实时，应配制流动性较大的砂浆。此时可减少水泥、立德粉和砂子用量(可使用配方中用量之 50~60%)。

#### 4.3.3 树脂混土

用途：修补较大体积的混凝土缺陷

配方：

- 环氧树脂 100 克
- 二甲苯 10 毫升
- 二丁脂 5 毫升
- 乙二胺 8 克/纯度(或 9 毫升/纯度)
- 石(5~10mm) 500 克
- 砂 600 克
- 水泥 50 克
- 立德粉 150 克

#### 4.3.4 湿接底子

用途：用于混凝土粘结

配方：

- 环氧树脂 100 克
- 甲苯 5 毫升
- 二丁脂 3 毫升
- 乙二胺(浓度 70%) 8 毫升
- 生石粉 50 克

注：生石粉通过  $\phi 0.6\text{mm}$  筛孔。

#### 4.4 拌和

4.4.1 树脂与稀释剂、增塑剂充分搅匀。

4.4.2 填充料单独拌和均匀。

4.4.3 将硬化剂倾入树脂罐内搅匀，然后倾倒在填充料上搅匀，搓揉均匀至流动度为止(拌和不匀，流动性较差)。

4.5 材料加温

4.5.1 夏季材料不加温，保持砂石干燥，烤干后应放凉。

4.5.2 冬季室外温度较低时砂石用文火加热(使其内部蓄热)可升温至 35~40℃。

4.5.3 树脂加温以能流动为度，不要用明火直接烘烤。

4.5.4 间苯二胺可用温水浴，加温熔化。

4.5.5 水泥、立德粉等均不加温。

4.6 修补

4.6.1 空洞修补

表面清理：彻底消除劣质混凝土，再对表面轻轻剔除，然后再吹净表面粉尘，烤干表面。

修补预留管道时，先穿入钢丝束，再用铁皮将钢丝束覆盖，以免堵塞管道。混凝土修补时应注意不得减少管口直径。

选择配方：

a 修补侧面混凝土空洞时，宜用低流动配方，以便分层砸实，防止流坍。

b 修补底面混凝土空洞时，宜用高流度的配方，便于利用模板顶紧挤实。

c 修补较大体积的混凝土空洞时，宜用树脂混凝土，分层砸实，最后用树脂砂浆照面抹平(在与原混凝土的接面上涂刷树脂胶后也应先铺一层树脂砂浆)。

4.6.2 修补操作

打底子：用树脂胶涂刷修补面，力求薄而匀，有些未除净粉尘则用刷子反复搓刷，使粉尘混入树脂胶，增强粘着力。

砸实和抹面：分二层砸实，表面树脂砂浆应刮平，然后将抹子加热抹光表面。注意修补完一段时间后，上部与旧混凝土粘接缝可能因树脂砂浆下坍而形成粘接不好，可以在树脂砂浆适当硬化后用热“抹子”二次赶压挤实。

修补底面片状空洞时，可将树脂砂浆(或腻子)先摊在底模板上，然后顶紧底模板直

至树脂砂将从四边挤出为止。

个别情况下，特别大的空洞也可以先立模灌造高台，采用低水灰比混凝土，然后待混凝土硬化拆模后，再沿新旧混凝土接缝处开槽，用树脂砂浆填补接缝接成整体。此时应该在新旧混凝土强度达设计标号混凝土，已大体完成收缩后进行。

#### 4.7 养生

4.7.1 在暖季一般采用自然养生，此时注意树脂未充分硬化之前防止淋水及潮汽，损坏粘接面。

4.7.2 在冬季或在希望修补部分的树脂砂浆迅速达到要求强度时，可采用加温养生。使环境温度较高促进硬化(此时对树脂混合物的粗集料先行加热)，推荐下列养生方法：

热砂袋保温法：将砂加热至 100℃左右，装成砂袋覆盖在修补面上，必要时在砂温下降后，再换一次热砂袋。

在修补部位搭成小暖棚，用暖汽片形成局部较高温度的环境养生，如无条件用暖气片时可用薄铁皮将修补面覆盖，再生小火炉烘烤。

较重要部位的修补应同时制作试件一组或二组，以鉴定强度。试件规格：树脂砂浆用 7.07×7.07×7.07cm 立方体，树脂混凝土用 10×10×10cm 立方体。强度鉴定方法与水泥混凝土相同。

#### 5 劳动保护和技术安全

5.1 腻子及浆液中所掺入的稀释剂、固化剂等化学材料对人体有一定的危害，因此施工人中应特别加强劳动保护，严格操作程序，防止中毒。

5.2 施工人员应选择身体强健的同志担任，在工作中定期进行体格检查。

5.3 腻子或浆液配制时要戴防毒口罩，活性炭要经常更换，压浆时要注意防止喷浆沾染人体，必要时要戴防护眼镜。

5.4 施工时与浆液接触的人员应配戴塑料套，避免化学药品沾手，一旦沾染应立即用酒精擦洗干净，工作中不要用手接触身体各部位，以防皮肤感染，工作完毕时一定要用肥皂洗手，严禁不洗手就抽烟、吃东西。

5.5 工作时注意环境通风，拌料时人尽可能站在上风头。

5.6 施工中使用的丙酮、二甲苯、酒精等经工材料属易燃、易爆物资，应注意烟火，妥善保管。

# 防水层施工作业指导书

## 1 主要内容:

本指导书用做铁路客运专线后张法预应力混凝土预制箱梁桥面防水层的施工作业指导。

## 2 适用范围:

适用于中铁二十一局晋江制梁场客运专线 32 米后张预应力简支箱梁[通桥（2005）2221—II、通桥（2006）2221—VII]桥面防水层及保护层的作业指导。本作业指导书可作为客运专线预制箱梁工艺规程的附录，也可以独立文件下发执行。

## 3 原材料:

防水层和保护层所用的材料都必须经过检验合格后，方可使用。

### 3.1 防水层的组成及规格

3.1.1 防水卷材： 选用 L 类防水卷材（纤维复合卷材），即双面热融无纺纤维布。

氯化乙烯卷材（L 类）每批（不大于 8000 m<sup>2</sup>同厂家、同品种、同批号的卷材应进行一次抽检。其抽检项目有，尺寸、外观（包括颜色）拉伸强度，断裂伸长率，热处理尺寸变化率，低温弯折性、不透水性等。任何新选厂家提供的“质量证明书”所附的“试验检验报告”除包括以上项目外还应有剪切状态下的粘合性，热老化处理后的外观（包括颜色）、拉伸强度变化率、断裂伸长率变化率，低温弯折性，耐化学侵蚀处理后的拉伸强度变化率，断裂伸长变化率，低温弯折性等项目指标。

### L 类防水卷材的物理力学性能指标

序号	项 目	指 标	试验方法
1	拉力 (N/cm)	≥160	GB12953
2	断裂伸长率 (%)	≥350	
3	热处理尺寸变化率 (%)	纵向≤2.5 横向≤1.5	
4	低温弯折性	-35℃, 无裂纹	
5	抗穿孔性	不渗水	
6	不透水性	不透水	
7	剪切状态下的粘和性 (N/mm)	≥3.0 或卷材破坏	
8	保护层混凝土与防水卷材粘接强度 (Mpa)	≥0.5	GB/T19250

9	热老化处理	外观质量	无气泡、疤痕、裂纹、粘结、孔洞	GB18244
		拉力 (N/cm)	≥150	
		断裂伸长率 (%)	≥350	
		低温弯折性	-25℃, 无裂纹	
10	人工气候加速老化	拉力 (N/cm)	≥150	GB12953
		断裂伸长率 (%)	≥350	
		低温弯折性	-25℃, 无裂纹	
11	耐化学侵蚀性	拉力 (N/cm)	≥150	GB12953
		断裂伸长率 (%)	≥350	
		低温弯折性	-25℃, 无裂纹	

3.1.2 粘结剂： L 类防水卷材采用水泥基胶粘剂粘贴。水泥基胶粘剂采用强度等级 42.5 普通硅酸盐水泥、390 水泥基胶粉、增强剂及水进行拌制。水泥基胶粘结剂的配置：水泥基胶粘结剂的配合比：水泥 100kg、水 30kg、专用胶粉 120g、增强剂 800g。配置方法：先将胶粉倒入清水内搅拌 5-8min，在加入增强剂搅拌约 2min，再加入水泥搅拌 10 分钟即可使用，对配制好的粘接剂应在 4 小时内用完。

3.1.3 防水卷材通过粘结剂粘贴后，在拉、压力幅为 6 Mpa，200 万次疲劳荷载作用下，卷材防水与混凝土粘结良好，无脱离、缝隙、裂缝。

序号	项目	指标	
1	初凝时间 (h)	≥8h	
2	终凝时间 (h)	≤12	
3	安定性	合格	
4	抗折强度 (Mpa)	3d	≥5.5
		28d	≥8
5	抗压强度 (Mpa)	3d	≥40
		28d	≥60
6	冻融循环 (50 次)	强度损失 (%)	10
		质量损失 (%)	≤2

7	抗渗性能	$\geq P20$	
8	拉伸胶粘强度 (Mpa)	$\geq 1.5$	
9	剪切强度 (Mpa)	无处理	$\geq 4.5$
		热老化处理	$\geq 3.5$
		冻融循环 (50 次)	$\geq 3.5$
		酸处理	$\geq 4.5$
		盐处理	$\geq 4.5$
10	防水卷材与水泥基层粘结剥离强度 (N/mm)	$\geq 5.0$	

### 3.2.保护层

采用 C40 细石纤维混凝土，其中纤维采用聚丙烯纤维网。

#### 3.2.1 原材料

粗骨料：为 5~10mm 碎石；

细骨料：细度模数 2.6~3.0 的中粗砂；

水泥：强度等级 42.5 普通硅酸盐水泥；

水：饮用水

外加剂：高效减水剂

聚丙烯纤维网：每立方米混凝土中聚丙烯纤维网的掺量为 1.8kg。聚丙烯纤维网应有足够的锚固长度，以增加保护层混凝土的柔韧性。

水泥、碎石、砂、水、外加剂应分别按要求进行检验。聚丙烯纤维网日常抽检项目为抗拉强度，弹性模量，极限伸长率，DBC 分析法。抽检频次为每批不大于 1t 同厂家、同品种、同批号的该产品。对任何新选厂家其进场时新提供的“产品质量证明书”中的“试验检验报告单”中除上述项目外还应有直径、长度、密度、熔点等项目。

3.2.2 保护层的混凝土为 C40 聚丙烯纤维网细石高性能混凝土，其指标应符合《客运专线高性能混凝土暂行技术条件》检验项目指标要求和检查频次。

### 纤维混凝土保护层检验项目，指标和频次

序号	检验项目	指标要求	检验频次
1	抗压强度	≥40Mpa	符合 TB10210
2	劈拉强度	≥3.5Mpa	每件预制梁 1 组
3	抗冻融循环	300 次	批不大于 1500m <sup>3</sup> 细石混凝土
4	抗渗性	P20	
5	抗氯离子渗透性	≤1000C	
6	抗碱—骨料反应	当骨料碱—硅酸反应砂浆棒膨胀率在 0.10~0.20%时，混凝土的碱含量≤3kg/m <sup>3</sup> 。	

#### 4 构造

4.1 泄水管口及挡碴墙根部在桥面整体铺设之前先进行附加层的粘贴。泄水管口的附加层粘贴采用厚度为 0.5 mm 防水卷材剪成长宽 400×350 mm 方块中间开洞，且剪成多个三角形后在泄水管口相应部位涂以聚胺酯防水涂料（粘贴型）将防水卷材进行粘贴，粘贴要求为长方向横桥面，50 mm 贴于挡碴墙，三角形紧贴泄水管口内壁，其余部分紧贴于桥面。

4.2 挡碴墙根的粘贴采用厚度为 0.5mm 防水卷材剪成宽度为 350mm，长度视材料具体情况而定，在挡碴墙根部桥面部分涂以宽度为大于 300mm 的聚胺酯防水涂料，在根部向上的挡碴墙面涂 60mm 的聚胺酯防水涂料，将防水卷材粘贴于挡碴墙于桥面相交部位，并用橡胶刮板刮实。挡碴根部的粘贴宽度大于 50 mm。粘贴型聚胺酯防水涂料的涂刷厚度为 1.2~1.5mm。

4.3 道碴槽内桥面上采用粘结剂铺设防水卷材，防水卷材上覆盖纤维混凝土保护层。

4.4 挡碴墙外侧防水处理与挡碴墙内有所不同，挡碴墙内桥面采用防水卷材和防水涂料双层保护方式，而其他部位采用聚氨酯防水涂料单层防护。

4.4.1 在挡碴墙、各竖墙之间的桥面上涂以直接用于防水层的聚胺酯涂料。并且在挡碴墙各竖墙过水孔与桥面交界处涂以直接用作防水层的聚胺酯涂料，涂料厚度为 2mm。竖墙 A、B、C、挡碴墙与桥面各交界角的涂刷高度依次为 152、145、143、135、133、125、120mm。

4.4.2 浇筑细石聚丙烯纤维网混凝土，其厚度自竖墙 A 处 72mm 按 2% 坡度速减至

挡碴墙过水孔出口的 40mm。

4.4.3 涂料的涂刷要均匀无气泡，细石混凝土浇筑要振捣密实。

4.4 防水卷材边缘及保护层混凝土与梁体接缝处均采用聚氨脂防水涂料封边，封边宽度不小于 80mm。

4.5 防水卷材搭接处采用聚氨脂防水涂料或水泥浆粘结及封边。

## 5 施工方法：

施工工艺及质量检查、验收应严格按照《客运专线桥梁混凝土桥面防水层暂行技术条件》的要求。

### 5.1 防水层施工

5.1.1 防水层施工前应先对基层面进行验收，基层应做到平整、无尖锐异物，不起砂、不起皮及无凹凸不平现象；平整度的要求：用 1 米长靠尺测量，空隙不大于 3mm，空隙只允许平缓变化，每米不应超过一处，桥面若有凸凹不平、蜂窝麻面、平整度超差，可以用凿除方法进行处理，或用水泥砂浆找平。用水泥砂浆找平时基底应清洁、湿润。用水泥砂浆作局部找平时，应在水泥砂浆中添加适量类似 107 胶的水溶性胶粘剂，以增强水泥砂浆与基底的连接。

5.1.2 桥面基层及防水涂料封边的部位应清洁，无浮碴、油污、浮灰等，同时挡碴墙内侧根部至上拐角的斜面、内边墙和端边墙根部至上口的立面应无蜂窝、麻面。对蜂窝、麻面作填补前，应清除蜂窝、麻面中的松散层、浮碴、浮灰、油污，并使于湿润。蜂窝应用水泥砂浆填补平整。麻面应用水泥净浆填补平整。对蜂窝、麻面的填补，均应在水泥砂浆、水泥净浆中添加适量类似 107 胶的水溶性胶粘剂增强水泥砂浆、水泥净浆与基底的连接。

5.1.3 涂刷水泥浆粘结剂前，应对基层进行湿润检查，如太干燥应对基层进行表面湿润；如遇雨季施工，只要雨停表面无积水即可施工。

#### 5.1.4 防水卷材的铺贴要求

5.1.4.1 备好防水卷材、粘结剂、圆形拌和桶、220V 电源、机械式搅拌器、量具、剪刀及刮板等。

5.1.4.2 粘结剂的配制：严格按照配合比施工，且对配制好的水泥粘结剂应在 4 小时内使用完，超过 4 小时禁止使用。

#### 5.1.4.3 聚氨酯防水涂料的配置

防水涂料由甲、乙两种组分组成，使用时必须按照产品使用说明进行配置[甲（主剂）：乙（固化剂）=4：1]，每组分的称量误差不得大于±2%。配置时按照先主剂、后固化剂的顺序将液体倒入容器，并充分搅拌使其混合均匀，搅拌时间3~5分钟。

5.1.4.4 防水卷材铺贴应按顺水方向，从低到高，从下往上，泄水管口及挡碴墙根部应先做防水附加层，附加层宽度为0.35m,长度为32m,与挡碴墙根部粘结高度为6cm,附加层卷材厚度不小于0.5mm（不含无纺布）。

5.1.4.5 铺贴防水卷材时，粘结剂应做到涂刮均匀，厚度应控制在1.2~1.5mm。搭接处两层防水层卷材之间的粘结剂厚度不得小于1mm。

5.1.4.6 防水卷材铺贴时，应边涂粘剂边铺贴卷材，同时用橡皮刮板在卷材上部来回刮实。严禁有起鼓、起泡等现象，卷材铺贴应做到平直，卷材的搭接应用聚氨脂防水涂料或水泥基胶粘剂进行密封。

5.1.4.7 铺贴防水卷材时，粘结剂要作到刮涂均匀，厚度控制在1.2~1.5mm，接处两层防水卷材之间的粘结剂厚度不小于1mm，在胶粘材料固化前不得在其上行走或进行后道工序的作业。

5.1.4.8 防水卷材纵向长度为32m,若纵向长度不足32m需搭接一次，搭接宽度不得小于120mm；横向采用5幅卷材，每幅卷材宽度为1.96m,其中横向搭接宽度不得小于100mm。

#### 5.1.4.9 质量检查

对铺贴的防水卷材应及时进行质量跟踪检查，可用肉眼观察其是否有空鼓、起泡、翘边等现象，如出现空鼓、起泡等现象应及时进行补救处理，保证防水层与梁体的粘结强度。铺贴防水卷材时气温不得高于35℃或低于5℃，超出其温度范围应采取相应措施。当环境温度较低，搅拌防水涂料时，可同时加入为防水涂料重量的3-8%二甲苯。也可用间接蒸汽对防水涂料甲、乙两组份分别预热，但预热时甲、乙两组份均不得受水，严禁明火加热。

### 5.2 纤维砼保护层施工

#### 5.2.1 砼的拌和及运输：

采用强制式拌和机JS750拌和砼，混凝土罐车运送砼至用料部位，采用多辆手推车

接料送至箱梁端头，利用电动葫芦提升手推车至梁顶板，再送料至所需部位。

5.2.2 严格按照试验室设计的保护层砼施工配合比备料、拌和，采用强制搅拌，将石子、砂子、水泥、水、减水剂和纤维同时倒入搅拌机中，搅拌时间就不少于 3 分钟，应拌和均匀。

5.2.3 将混合均匀的纤维混凝土均匀铺在粘结材料已固化的防水层，用平板振捣器捣实，在拉动平板振捣器时速度应尽量缓慢，使纤维混凝土的振捣时间达到 20 秒左右，并无可见空洞为止。

5.2.4 桥面坡度为 2%，平整度为 3mm/m。

5.2.5 混凝土接近初凝时方可进行抹面，抹刀应光滑以免带出纤维，抹面时不得过量加水，抹面次数不宜过多。

5.2.6 桥面保护层纵向每隔 4m 设置横向断缝，在梁体中心线处设纵向断缝，断缝宽约 10mm，深约 20mm。当保护层混凝土强度达到设计强度的 50%以上时，用聚氨脂防水涂料将断缝填实、填满，填充断缝时不得污染保护层及梁体。

5.2.7 混凝土面浇筑完成后，应采取必要的保水养护措施，避免失水太快。自然养护时，桥面应采用划草袋或麻袋覆盖，并在其上覆盖塑料薄膜，桥面混凝土洒水次数应能保持表面充分潮湿。当环境相对湿度小于 60%时，自然养护应不少于 28d；相对湿度在 60%以上时，自然养护应不少于 14d。

5.3 机具设备：

机具设备清单

序号	项目	单位	规格	数量	备注
1	平板振动器	台		2	
2	混凝土切割机	台		1	
3	手提式搅拌器	套		1	
4	刮尺	个		2	
5	梯子	个	5m	2	
6	斗车	个		3	
7	剪刀	把		4	
8	电源	套	220V	3	

9	净浆搅拌机	台		1	
10	摸子	把		5	
11	撮板	把		5	

5.4 人员配备:

人员配备清单

序号	项目	单位	数量	备注
1	技术人员	名	1	
2	管理人员	名	1	
3	施工人员	名	18	
4	合计	名	20	

6 其他注意事项:

6.1 防水涂料在运输和保存中, 严禁遇水, 严禁接近火源。

6.2 五级以上强风天气不宜进行防水体系施工。

6.3 氯化聚乙烯宽幅双面复合防水卷材和聚氨酯防水涂料禁止使用黑色及 W 类织物内增强的防水卷材。

6.4 氯化聚乙烯宽幅双面复合防水卷材, 双面复合层材料应采用丙纶短纤针刺无纺布, 其布双面各宜选用重 100g/m<sup>2</sup> 的布料, 禁止使用再生料生产的无纺布及长丝无纺布。

6.5 保护层混凝土的原材料、配合比及养护应根据桥梁所处环境, 按《铁路混凝土结构耐久性设计暂行规定》的有关规定执行。