

# 现浇支架预应力施工方案

## 一、现浇连续箱梁方案概述

某标段陆地区共布置 14 孔 30m 跨预应力连续箱梁，分两联，每联 7 孔，长 210m。主梁采用梁高为 1.8m 的等高预应力混凝土连续箱梁，分左右两幅布置，每幅箱梁顶宽为 16.0m，底宽为 7.53m，翼悬臂长为 4.0m，为单箱双室斜腹板截面。箱梁采用膺架现浇法施工，七孔一联一次搭设完成，膺架基础利用相邻墩承台，中间设一临时墩，基础为钢管桩基础。纵向承重梁为 64 式军用梁拼装的桁架梁。底模和外模采用大块钢塑模板，内模采用组合钢模。混凝土采用拌合站集中拌和，混凝土运输车运输，泵送入模，一联七孔分次浇筑成型。施工时先施工右幅，右幅施工完成之后，将支架拆除，再施工左幅。

## 二、 施工方法

### 1、基础处理

首先将场地平整，由测量班将临时支墩基础位置准确放线，放线时首先定出桩基的位置，在边排桩以外 2m（根据现场施工情况定）处，设置纵、横方向的定位板（定位框架）。

准备工作完成之后，用 5 吨振动打桩锤将钢管桩打入，汽车吊配合施工，打桩时从中间向两边对称进行。钢管桩采用  $\Phi 325$  钢管。钢管桩打到施工设计标高后，在桩顶加设  $400\text{mm} \times 400\text{mm} \times 20\text{mm}$  的钢板桩帽，在桩帽上焊接由 45#槽钢焊接的框架式承台。在框架式承台上搭设支架墩，支架墩采用单根承载力 117 吨的 83 式军用墩，每个支架墩由 3 排 18 根 83 墩组成，83 墩间由连接系连成整体，支架墩墩顶标高要严格控制。

### 2、支架搭设步骤及预压

在搭设好的支架墩墩顶安装砂箱、垫梁和纵向承重梁。砂箱每个都要超载预压，并在搬动和安装过程中不得扰动砂箱中沙子。纵向承重梁由 64

式铁路军用梁拼装而成，承重梁为两跨连续结构。在纵向承重梁上满孔铺设 10#槽钢，槽钢纵桥向间距 50~80cm。

支架搭设好以后，按 90%设计荷载进行预压检测，加载方式一般用砂袋，逐步施加荷载至 90%设计荷载，对测点每隔 2 小时进行一次观测，加载预压时间按监理工程师指令办，一般为 5~7 天，加载期间注意观测支架各部位的沉降量并做好记录，与原设置的支架沉降量核对，以便以后施工参考。同时观测支架的强度和稳定性，对变形超过设计变形的要立即停止加载，查明原因后再继续施工。

因支架基础为桩基础，整体为刚结构，沉降和自身变形很小，除为抵消支架弹性变形而设置的预拱度外，支架不设预拱度。

预压荷载于混凝土浇注过程中逐步撤除。

### 3、模板安装

支架经加载预压，并经观测完全达到设计与规范的要求后，并经监理工程师批准，即可进行模板安装。

(1)箱梁底板底模必须平整。

(2)底模边线和箱形梁底尺寸同宽，严格控制标高及两侧边线。

(3)在底板、腹板钢筋绑扎完成后可安装侧模，侧模应严格控制垂直度，且固定牢固，保证腹板尺寸。

(4)箱梁模板必须满足规范要求，不合格模板严禁使用，脱模剂采用同一型号，禁止使用废机油。

(5)模板应紧固牢靠，楔块必须质地坚硬，平整牢靠。

### 4、钢筋绑扎及安装

(1)按底板底层钢筋距离位置，用粉笔在模板上作记号，以便绑扎。在布设钢筋时，如有相互碰撞，按照分布筋让主筋，细让粗的原则进行处理。

(2)支座钢筋骨架绑扎。

(3)腹板钢筋绑扎，底板底层钢筋绑扎。

(4)底板上部钢筋及分布筋绑扎，对于支座及伸缩缝的锚固螺栓要保证

其位置的准确性。

(5)浇筑底板及腹板梁砼后，及时绑扎顶板钢筋及预埋件。

(6)所有钢筋加工均在加工场进行，肋板可制成骨架形式进行吊装。

## 5、砼浇筑施工

立模、绑扎钢筋完成后，经监理工程师检查合格并批准后，即可进行混凝土浇筑，浇筑时先浇筑底板，再浇筑腹板，最后浇筑顶板，浇筑方法一般采用水平分层（分层厚度控制在30cm以内）、纵向分段、横向对称的浇筑方法。在此采用纵向按分段一次浇筑。方向由一端向另一端依次进行浇筑，底板一般为一次浇筑，腹板根据高度分层浇筑，顶板一次一层浇完。振捣时不能漏振，并应控制好砼的和易性与坍落度。

## 6、砼养护

在梁部顶面覆盖条纹布或土工布进行洒水养护，侧面直接浇水养护，养护时间不少于7天。

## 7、拆模

为防治混凝土裂缝和边棱破损，并满足局部强度要求，混凝土强度达到25Mpa时方可拆除侧模，混凝土强度达到30Mpa时方可拆除顶模板。支架在预应力混凝土张拉后及混凝土强度达到95%设计强度后方可拆除，卸架时从跨中向两边卸架。

预应力施工前，对预应力材料（包括钢绞线、钢筋、锚具、波纹管等），设备（包括千斤顶、电动油泵及压力表等）委托有相应资质的检查单位定期进行检验及校验，检验其是否合格。钢绞线标准强度 $f_{pk}=1860\text{Mpa}$ ，弹性模量 $E_p=1.95\times 10^5\text{Mpa}$ ；32mm IV级钢筋标准强度 $f_{pk}=835\text{Mpa}$ ，弹性模量 $E_p=2.0\times 10^5\text{Mpa}$ 。

### （一）钢绞线的下料、编束和穿束。

1、下料：钢绞线按设计下料长度并考虑千斤顶的型号及穿束方式下料。采用砂轮切割机切割，在切口处20cm范围内用细铁丝绑扎牢，梳直理顺后，每隔一米绑扎一道铁丝，防止钢束松散，互相缠绕。

2、按设计钢束编号编束，挂牌存放。

3、穿束：中短钢束穿入端绑扎紧密后用人工穿入管道，长钢束采用卷扬机拖拉穿束，具体方法是：在长束穿入端套一锥形套环，在钢束中打入一钢楔，将钢束与套环楔紧，穿入端在编束时事先留钢绞线，将卷扬机钢丝绳拉过管道另一端，钢丝绳与钢束穿入端的钢绞线联接，开动卷扬机，将钢束拉过管道。

## （二）张拉前的准备工作

1、检查梁段混凝土强度及弹性模量是否达到设计及规范要求。

2、检查锚垫板下混凝土是否有蜂窝和空洞，必要时采取补强措施。

3、计算钢束理论伸长值，根据张拉控制应力及超张拉应力换算张拉油压表读数。

4、准备记录表，按表中要求记录项目逐项记录有关数据。

## （三）张拉操作程序

张拉锚具：12-7 $\Phi$ 5 纵向束采用 VLM15-12 锚具， $\Phi$ 90 波纹管成孔；19-7 $\Phi$ 5 纵向束采用 VLM15-19 锚具， $\Phi$ 100 波纹管成孔；5-7 $\Phi$ 5 横向束采用 VLM15B-5 锚具，90\*19mm 波纹管成孔；竖向束采用 JLM-32 轧丝锚， $\Phi$ 43 铁皮管成孔。

张拉程序：当混凝土达到设计强度的 90%后，方可进行预应力束张拉，张拉程序为先纵向，再横向，后竖向；纵向预应力束张拉程序为：先顶板，后腹板；先长束，后短束；横向、竖向预应力束张拉程序为：先根部，后端部。

张拉设备：12-7 $\Phi$ 5 纵向束采用 YCW-250 型千斤顶；19-7 $\Phi$ 5 纵向束采用 YCW-400 型千斤顶；5-7 $\Phi$ 5 横向束采用 YDB1000 型千斤顶；竖向束采用 YC 60-A 型千斤顶；张拉电动油泵统一采用 ZB4-500 型油泵。

锚下控制应力：12-7 $\Phi$ 5 纵向束为 23443.6KN；19-7 $\Phi$ 5 纵向束为 3710.7KN；横向束为 976.5KN；竖向束为 503.7KN。

张拉操作施工工艺框图见图 7-9。

## （四）张拉伸长值

张拉采用张拉力为主、张拉伸长量作为校核的原则进行双控，当实际伸长值与理论伸长值不相符，并超过 $\pm 6\%$ 时，应停止张拉，查明原因，采取措施且予以克服。

#### （五）滑、断丝的处理

在张拉过程中，如发现滑丝，断丝，立即停止操作，查明原因，作好记录。若滑丝、断丝的数量超过有关规定时，经监理工程师检查同意后重新换束。

筑龙网 WWW.ZHULONG.COM



图 7-9 张拉操作工艺框图

## （六）纵向预应力束张拉

两端对称张拉时，张拉人员用对讲机互相联系，互报压力表读数和伸长值，以保持油压上升速度一致，并尽量使两端伸长量相等。锚固时，一端先锚固后，看另一端油压表读数是否一致，若下降予以补足，再行锚固，张拉要对称进行。

## （七）横向预应力束张拉

两端同时对称张拉，张拉方法同纵向张拉方法。

## （八）竖向预应力筋张拉

如设计需要冷拉时，首先进行冷拉，冷拉也应实行应力、伸长量双控制，冷拉后，放松，再张拉至设计控制应力，用伸长值校核应力，符合时，拧紧轧丝锚，再用扁铲锤子予以打紧。

## （九）管道压浆

### 1、压浆设备

根据孔道长度和压浆要求，选用 2UB5 型压浆泵配以 UJW6 灰浆拌合机进行压浆。

### 2、进浆孔和排气孔设置

纵向管道进浆孔和排气孔均设于锚垫板上，用铁管与喇叭管接通，曲线管道最高处及长管道每隔 30-40m 设置一排气孔。竖向管道是与竖向预应力筋、锚垫板和锚具连接后，安装于腹板内的，压浆孔设于管道上端，相邻竖向管道之间通过  $\Phi 32$  铁皮管联通，压浆时通过相邻管道排气。

### 3、灰浆调制及技术要求

（1）水泥浆使用的水泥及标号与梁体用的水泥相同，采用 525#普通硅酸盐水泥。

（2）灰浆强度不低于设计强度。

（3）水灰比不大于 0.45，并加入一定比例无腐蚀性的减水剂，搅拌 3h 泌水率不超过 2%，保证压浆密实。

（4）灰浆中可掺入适当剂量的微膨胀剂，以减少收缩，其掺量由试验确定。

#### 4、作业程序

(1) 张拉后，应立即将锚垫板、夹片周围用水泥浆封锚，待水泥浆强度达 10MPa 时，即可压浆。压浆应及时，以张拉完毕不超过 24h 为宜。同一管道压浆作业要一次完成，不得中断。长孔道压浆可利用排气孔接力压浆。

(2) 灰浆经 4900 孔/cm<sup>2</sup> 筛子过滤后存放在储浆桶内，并保持足够数量，以使每个孔道压浆能一次连续完成。对储浆桶内的水泥浆要低速搅拌，以保持灰浆均匀，水泥浆自调制至压入管道相隔时间不得大于 10min。

(3) 压浆泵输浆压力宜保持 0.5-0.7MPa，并适当稳压一段时间（一般 30s），以保证水泥浆密实。

(4) 压浆时压浆泵内不能出现空缺现象，在压浆泵工作暂停时，输浆嘴不能与压浆孔口脱开，以免空气进入孔内影响压浆质量。出浆孔流出浓浆后关闭球形阀门，压浆泵持压 30s 后，再关闭进浆口球形阀门。

(5) 每班应制作不少于 3 组水泥浆试件，用以评定水泥浆强度。

(6) 夏季施工，尽量选择在夜间气温较低时压浆。

### 八、线型控制

#### (一) 线型控制基本原理

线型控制即在预应力混凝土连续刚构梁悬臂法施工阶段，对桥跨结构所发生的几何变形运用控制软件，进行矫正，使其达到设计的理想状态。

线型控制的基本原理是：根据计算提供梁体各截面的最终挠度变化值（即竖向变形），设置施工预拱度，据此调整每块梁段模板安装时的前缘标高。用公式表示如下：

$$H_i = H_i' + f$$

式中： $H_i$ ——第  $i$  梁段的实际立模标高

$H_i'$  ——第  $i$  梁段的设计标高

$f$ ——综合考虑各种因素的影响而增设的施工预拱度（向上为正，向下为负）。

悬臂梁施工线型控制的关键是要分析每一施工阶段、每一施工步骤的

结构挠度变化状态，确定逐步完成的挠度曲线。影响挠度的因素根据施工过程主要有以下几种：

1、单 T 形成阶段由以下因素产生的悬臂挠度：

- (1) 梁段混凝土自重；
- (2) 挂篮及梁上其它施工荷载作用；
- (3) 张拉悬臂预应力筋的作用。

2、合拢阶段，将继续发生以下因素产生的连续挠度：

- (1) 合拢段混凝土重量及配重作用；
- (2) 模板吊架或梁段安装设备的拆除；
- (3) 张拉连续预应力束的作用。

3、在以上过程中，同时还会发生由于混凝土弹性压缩、收缩、徐变、预应力筋松弛、孔道摩阻预应力损失等因素引起的挠度。

## 8、预应力钢束张拉与压浆

箱梁预应力张拉前，选用和钢束匹配的千斤顶及油泵车和其它配套的各项器具，千斤顶、压力表、应配套加以校验。组织张拉人员熟悉设计和规范，学习并熟练掌握张拉工艺。

张拉时混凝土强度必须达到设计要求。

预应力张拉与压浆工艺较为普通，在这次初步施组中不详细叙述。