

# 预应力箱梁施工技术总结

张圣洁

新疆兵团勘测设计院集团股份有限公司 新疆乌鲁木齐 830002

**摘要:**随着公路路网的全面覆盖,新建的许多公路都跨越山谷、河流地带,并以桥梁的形式存在,桥梁结构的安全稳定性能直接影响到公路通车运行后的通行质量,其中桥跨结构作为桥梁建成通车后承受车轮荷载的直接受力构件,其施工质量的把控至关重要。伴随社会经济飞速发展,国家和人民对项目建设周期要求越来越高,促使承建单位不断提高施工效率。箱梁预制作为桥梁梁板施工中常用的施工工艺,能有效缩短桥梁建成通车时间,大大提高施工效率。所以对预应力箱梁的施工工艺的研究和总结,就显得格外重要。

**关键词:**预应力箱梁;施工

## 一、箱梁预制

### (一) 施工顺序

修整底模→底板及腹板钢筋制安→制作安装孔道→侧模、内模及端模安装→顶板钢筋及预埋筋安装→穿预应力钢绞线→混凝土浇筑→脱模→养护→张拉→清理孔道→压浆、封锚。

### (二) 主要材料

#### 1. 混凝土

水泥:选用高强度等级的硅酸盐水泥,硅酸盐水泥的选用在同一座桥的预应力箱梁混凝土施工中应保持一致,即生产厂家、强度等级等方面要保持一致。

粗骨料:骨料应保持级配连续,中间不得出现间断情况,碎石生产工艺应采用锤击式破碎工艺。碎石的最大粒径应符合混凝土配合比的要求。

混凝土:预应力混凝土箱梁采用标号为C50的高强度混凝土。

#### 2. 普通钢材

钢板应采用优质钢材,并符合规范《碳素结构钢》中的规定;光圆钢筋型号为HPB300型,进场应进行检测,其材料特性应符合规范《钢筋混凝土用热轧光圆钢筋》中的规定;热轧螺纹钢型号为HRB400型,进场材料应检测合格,其材料特性应符合规范《钢筋混凝土用热轧带肋钢筋》中的规定;。

#### 3. 预应力钢绞线

预应力钢绞线应采用公称面积 $140\text{mm}^2$ 、公称直径 $15.2\text{mm}$ 的低松弛高强度钢绞线,预应力钢绞线的抗拉强度标准值 $1860\text{Mpa}$ ,其他相应的力学性能指标如屈服

强度、抗腐蚀性、扭转次数、断裂伸长率等参数应符合《预应力钢绞线力学性能》中的要求。

### (三) 箱梁预制

#### 1. 材料检验

预制梁所用模板、钢材、钢绞线、金属波纹管、锚具,水泥和砂石料均要检验合格并经监理同意方可使用。

#### 2. 模板安装

箱梁模板采用从厂家定制的定型钢制模板,每节模板长 $3.0\text{m}$ 左右。在腹板模板两侧安装 $1.5\text{kW}$ 的附着式平板振动器,沿预应力箱梁模板长度方向上通长布置,同时注意两侧布置的附着式平板振动器应交错布置,确保腹板部位混凝土振捣效果达到最佳,保证混凝土振捣达到外美内实的效果。

使用前必须认真校核模板尺寸、平整度及安装后尺寸和拼缝情况,两块模板间用螺栓拉杆连接,缝内垫 $1\text{cm}$ 厚橡胶垫块。模板使用时,必须先进行清刷、除锈、打磨,然后均匀涂刷脱模剂。

模板严格按照规范要求安装,安装完毕后进行全面检查,超过允许偏差,及时纠正。

#### 3. 钢筋、管道及钢绞线制安

钢筋在钢筋加工房中加工制作,然后运至现场绑扎。严格控制好保护层厚度,保证无露筋现象。钢筋施工中先绑扎底板与腹板的钢筋,提前安装好腹板处的预应力管道,吊装至箱梁模板内后,等箱梁内模安装就位后,绑扎顶板部位钢筋并提前预埋顶板处预应力管道。

预应力钢绞线采用高速砂轮切割机下料,钢绞线下料长度应包括锚具长度、张拉工作长度。钢绞线编

束时每隔1 ~ 1.5m绑扎一道铁丝，然后挂牌堆放，注意防锈，还要特别注意预应力钢绞线不能被电焊或氧割碰伤。

预应力管道采用在预应力箱梁中提前预埋金属波纹管形成孔道，金属波纹管进场后应做相关力学性能试验和灌水试验，通过以上试验检查金属波纹管的力学性能是否满足规范要求，检查金属波纹管是否密封，确定金属波纹管力学性能符合使用要求、密封性能良好后，方可将金属波纹管用于预应力箱梁施工中。

预应力管道的位置应严格按照设计图纸上提供的管道位置坐标进行定位，管道位置的固定采用定位筋固定，定位筋通过与预应力箱梁腹板处的钢筋焊接起到固定预应力管道的作用，现场施工中务必要保证预应力管道位置准确与固定牢固，定位筋的间距可以视现场实际情况而定，如果预应力管道的位置与箱梁钢筋的位置发生冲突，则优先保证预应力管道位置，箱梁钢筋可以挪动以避免预应力管道。

预应力管道安装过程中，可以提前穿入铁丝束，箱梁混凝土浇筑完成后，即可使用铁丝束连接钢绞线，穿入预应力管道中。预应力钢绞线下料长度应满足施工使用要求。

#### 4. 砼浇筑

混凝土浇筑前，模板安装、钢筋安装等工序应向监理工程师报检，经监理工程师验收合格后，方可进行预应力箱梁混凝土的浇筑。

混凝土由自动计量拌合站生产，搅拌时间不小于120s，冬季搅拌时间不小于180s。混凝土浇筑采用门式起重机起吊料斗入模，不宜集中猛投而发生挤塞。混凝土浇筑采用斜向分段、水平分层连续浇筑。

振捣时，不允许振捣器触及管道、预埋件和模板等部位。预应力箱梁两端处为张拉端、锚固端，该部位钢筋、钢板布置密集，为混凝土浇筑作业带来了一定难度，混凝土浇筑过程中一定要注意加强振捣，保证混凝土密实性，混凝土振捣棒可采用小直径的30振捣棒。混凝土初凝后及时洒水养护，养护期间保证砼充分湿润。

#### 5. 张拉

(1) 张拉设备采用数控张拉机，并应在进场时委托相关机构进行校核。使用期间，当千斤顶使用次数超过300次、使用时间超过六个月，以及在使用过程中出现不正常现象时应当再次检验校核。

(2) 预应力钢束必须待梁体混凝土强度达到设计强

度的80%后，且混凝土龄期不小于7d，两者同时满足时方可对钢绞线进行张拉。预应力施加前应仔细进行工作夹片的安装。工作夹片安装时应均匀整齐，采用钢管捣齐，使之均匀受力。

(3) 张拉时采用数控张拉机配套的千斤顶在两端同时进行预应力施加，张拉时两台千斤顶同步进行。

预应力施加过程中从零开始，施加至初应力(0.1倍的张拉控制应力)，随后施加至张拉控制应力，在该荷载下保持5分钟后对钢绞线进行锚固。张拉过程中注意观察应力与伸长量之间的关系的变化，同时应有效的控制两台千斤顶的同步加力，每级预应力施加后待其稳定后方可进行下级预应力的施加。

(4) 预应力张拉控制采用“双控法”进行控制，即同时进行伸长量(应变)和张拉应力控制，以张拉力为主、伸长量校核，张拉时必须两端同时张拉和顶锚或两端同时张拉待一端先顶锚后另一端补足张拉应力后再顶锚。张拉后应测量钢绞线的伸长量，并与通过计算得出的理论伸长量进行比较，按照施工技术规范约定实际伸长量与理论伸长量的差值应控制在±6%以内(实际引伸量值应扣除钢束的非弹性变形影响)，如超过允许范围要查明原因，采取相应措施后方可进行下道工序的施工。张拉时及张拉后每根钢绞线断丝或滑丝数不得超过1丝，同时要求每断面钢绞线滑丝数或断丝数不得超过该断面钢丝总数的1%。张拉过程中注意上拱度的变化，各梁板钢束张拉完梁体跨中上拱度若超过规范要求时应及时采取在顶板加压措施。

(5) 顶锚：完成上述工序后，一端停止大缸供油，同时轻回回油阀，至此一端张拉完成。然后在另一端补足至张拉控制应力后，重复上述工序，一片梁张拉完成。钢束张拉时应及时做好现场记录，以便出现意外情况时备查。

(6) 钢绞线张拉完成后应采用砂轮锯或其他机械方法将多余长度割除，禁止采用电弧切断，切断后余留的端头不小于30mm，且应大于等于1.5倍预应力筋直径。

#### 6. 压浆

(1) 预应力钢筋张拉后应及时对管道进行压浆封闭，且不应超过24小时。

(2) 孔道压浆前应保证预应力管道清洁，必要时使用压力水对预应力管道进行冲洗，确保管壁清洁，管壁与压浆浆液有效结合，充分发挥作用。预应力管道内积水可采用接入空气压缩机办法排出。

(3) 压浆时每个孔道两端的锚塞进出浆口均应安装阀门, 以备压浆完毕时封闭。

(4) 压浆所选用材料为普通硅酸盐水泥, 水泥浆强度不小于50Mpa。

(5) 孔道压浆的宜先压下层孔道, 再压上层孔道。

(6) 压浆采用真空压浆技术。开始时压力要小, 孔道顺畅时再逐渐增大, 一般为0.5 ~ 0.7Mpa。每个孔道压浆再压浆机达到最大压力后, 应保持该压力一段时间, 待另一端管口有均匀压浆浆液流出后才能结束该注浆孔的压浆工作。

### 7. 封锚

压浆作业完成后, 应对锚具附近进行清洁处理, 对

封锚处混凝土进行凿毛, 凿毛应满足施工技术规范要求, 凿毛工作完成后安装封锚钢筋网, 钢筋网施工完成后进行封锚混凝土浇筑工作。

### 8. 存放

在压浆强度达到设计要求后, 用龙门吊将箱梁移至存梁区存放。

## 二、梁板安装

### (一) 桥梁架设顺序

测量放线→运梁、移梁→架桥机就位→架桥机吊梁→落梁→调整梁体位置→下片梁体准备吊梁→本跨梁体架设完毕→架下孔梁。

梁板安装施工工艺流程图见图1。

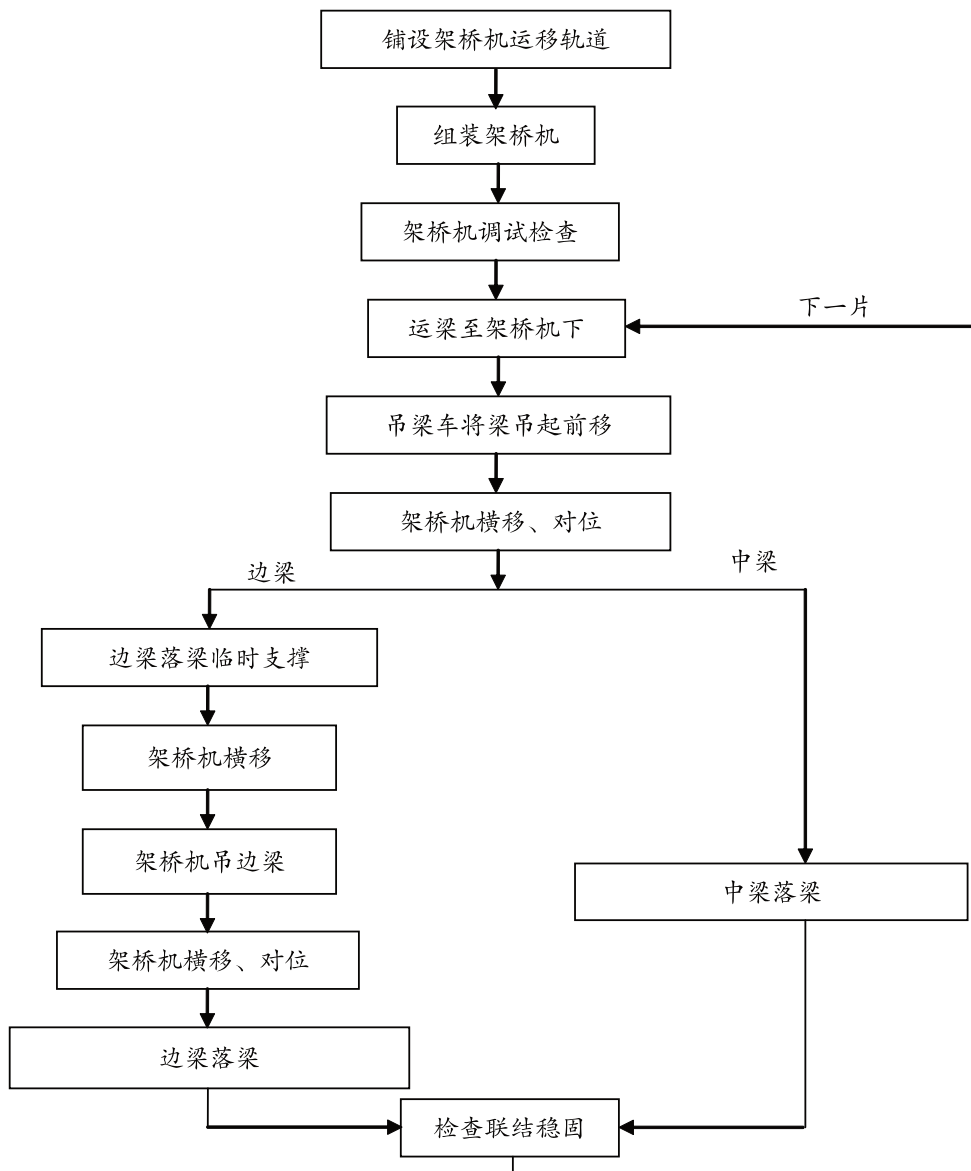


图1 梁板安装施工工艺流程图

## （二）预制梁运输

1. 梁体在脱底模、吊装时，其孔道水泥浆的强度不应低于设计要求。

2. 用龙门吊在存梁场将预制梁吊至运梁小车上运到施工现场，架立支承，用导链固定牢固，再由运梁小车运至双导梁架桥机下。

3. 预制梁在运输和起吊过程中要轻吊轻放，必须保证筒支状态，并注意梁体横向稳定。运梁过程中，运梁车不得变速。

## （三）梁体架设

1. 架桥机组拼顺序：使用全站仪放线定位→拼装导梁及左、右主梁→安装临时斜撑和前、后框架→安装导梁支腿→安装主梁前支腿→铺设运梁平车纵向轨道→安装运梁平车→安装起吊平车→安装液压与电气系统→初步运行→检查调试。

### 2. 架设

架桥机属于特种设备，组装完成后应按照规定报当地质量监督部门进行审核，审核合格后方可投入使用。

梁板安装应先架设中梁，再架边梁。

（1）安装中梁：喂梁→起吊预应力箱梁→移动运

输至下一跨制定位置→安装临时支座并落梁→位置调整准确。

（2）安装边梁：喂梁→起吊预应力箱梁→移动运输并横移至下一跨制定位置→安装临时支座并落梁→位置调整准确。

## （四）梁板安装注意事项

（1）预应力箱梁架设前应保证预应力箱梁合格，避免箱梁架设后出现返工情况。预应力箱梁混凝土成品施工完成后，应对箱梁混凝土进行混凝土强度检测，确保混凝土标号符合设计图纸要求，其次对箱梁外观质量进行检查，箱梁表面不应出现应力裂缝，裂缝现象较多的预应力箱梁应谨慎使用。经监理工程师验收合格的箱梁应统一编号，按照施工技术规范要求进行存放。

（2）架桥机架梁属于危险较大的工作，安全管理人员应全程旁站，监督作业区域施工人员安全文明施工工作。

## 参考文献

- [1] 《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650-2020)
- [2] 《公路工程质量检验评定标准》(JTG F80/1-2017)