



CECS XXX: 2022

中国工程建设协会标准

公路混凝土梁桥斜向预应力桥面铺装技术规程

Technical specifications for cross-tensioned prestressed concrete bridge deck
pavement of highway concrete beams bridges

(征求意见稿)

中国工程建设协会标准

公路混凝土梁桥斜向预应力桥面铺装 技术规程

Technical specifications for cross-tensioned prestressed concrete
bridge deck pavement of highway concrete beams bridges

（征求意见稿）

主编单位：陕西交通控股集团有限公司

批准单位：中国工程建设标准化协会

施行日期：20XX 年 XX 月 XX 日

前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于开展 2019 年第二批中国工程建设标准化协会标准（CECS G）制修订项目编制工作的通知》的要求，编制组通过调查研究，总结经验，提出了公路混凝土梁桥斜向预应力混凝土桥面铺装设计与施工技术和质量管理与验收相关技术，以完善和提升斜向预应力混凝土桥面铺装为重点，以推广应用该新结构、新技术为目的，并在广泛征求意见的基础上，编制本规程。

本规程共分为 7 章，主要内容包括：总则，术语、符号，结构设计，材料，施工方法和技术要求，质量检查与验收。

本规程基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本规程提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本规程相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会归口管理，由西安公路研究院有限公司负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本规程日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或李娜（地址：西安市高新六路 60 号；邮编：710065；电子邮箱：7795547@qq.com），以便修订时研用。

主 编 单 位：陕西交通控股集团有限公司

参 编 单 位：西安公路研究院有限公司

陕西路桥集团有限公司

主 编：曹支才

主要参编人员：李娜、任万鹏、赵宝俊、王海峰、苟静波、贾德生、韩微微、张东省、徐希娟。

主 审：王秉纲

目 录

1 总则	1
2 术语、符号	1
2.1 术语	1
2.2 符号	1
3 结构设计	3
3.1 一般规定	3
3.2 设计标准	3
3.3 几何尺寸	4
3.4 预应力筋布设	4
3.5 构造钢筋布置	5
3.6 锚 固 区	7
4 材料	7
4.1 混凝土材料	7
4.2 预应力筋	7
4.3 普通钢筋	8
4.4 缓凝胶粘材料	8
4.5 锚具系统	8
4.6 外加剂	8
5 施工方法和技术要求	9
5.1 施工机具	9
5.2 施工准备	9
5.3 施工工序	9
5.4 桥梁梁板处理	10
5.5 预应力筋及普通钢筋加工	11
5.6 立模板	11
5.7 预应力筋及普通钢筋铺放	11
5.8 桥梁梁板植筋工艺	12

5.9 斜向预应力混凝土桥面铺装浇筑	12
5.10 预应力筋张拉	13
5.11 养护	13
5.12 特殊气候条件下的施工	14
6 质量管理与验收	14
6.1 一般规定	14
6.2 施工工序检查	15
6.3 构造钢筋的加工与安装	15
6.4 预应力筋的布设和张拉	15
6.5 植筋的加工与安装	16
6.6 斜向预应力混凝土桥面质量检查	16
附录 A 斜向预应力混凝土桥面铺装应力分析	18
A.1 荷载疲劳应力分析	18
A.2 温度疲劳应力分析	18
附录 B 斜向预应力混凝土桥面铺装预应力筋张拉记录表	18

公路混凝土梁桥斜向预应力桥面铺装技术规程

1 总则

1.0.1 为适应公路交通发展和建设需要，研发斜向预应力混凝土桥面铺装，规定使用技术，提升桥面铺装的使用品质和耐久性，制定本规程。

1.0.2 本规程规定了斜向预应力混凝土桥面结构设计、材料、施工、质量管理与验收。

1.0.3 本规程适用于各等级公路新建和改扩建工程。

1.0.4 斜向预应力混凝土桥面铺装工程应用除应符合本规程规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准规范的规定。

2 术语、符号

2.1 术语

2.1.1 斜向预应力混凝土桥面铺装 cross-tensioned prestressed concrete deck pavement

桥面铺装层内布置两层斜向预应力筋，预先在桥面铺装工作截面施加压应力，以提高桥面铺装混凝土的受力特性。

2.1.2 缓凝胶粘材料 retarding adhesive material

涂敷在预应力筋表面，具有缓凝、防腐特性和一定厚度的专用胶粘材料。

2.2 符号

A —— 为桥面铺装层断面计算面积（ m^2 ）；

A_c —— 桥面铺装层混凝土计算断面的面积（ m^2 ）；

A_p —— 预应力筋公称截面积， mm^2 ；

E_c —— 桥面铺装混凝土弹性模量（ MPa ）；

k_f ——考虑设计基准期内荷载应力累计疲劳作用的疲劳应力系数；
 l ——斜向预应力筋沿纵向布设距离，mm；
 N_e ——设计基准期内设计轴载累计作用次数，
 R_c ——桥面铺装层混凝土的抗拉强度（MPa）；
 T_g ——最大温度梯度（ $^{\circ}\text{C}/\text{mm}$ ）；
 σ_f ——铺装层断面提供的抗拉强度（MPa）；
 σ_{pr} ——设计轴载在面层临界荷位处产生的荷载疲劳应力（MPa）；
 σ_{ps} ——梁板体活载应力，MPa；
 σ_t ——温度翘曲应力（MPa）；
 σ_{tr} ——温度疲劳应力（MPa）
 σ_c ——桥面铺装层混凝土计算断面提供的拉应力（MPa）；
 σ_{con} ——预应力筋张拉控制应力，MPa；
 σ_l ——预应力总损失值，%；
 σ_{py} ——桥面铺装层混凝土计算断面中斜向预应力筋所提供的拉应力（MPa）；
 α_t ——混凝土线膨胀系数，约 1×10^{-5} ；
 α ——斜向预应力筋与路面纵向的夹角， $^{\circ}$ ；
 μ ——混凝土泊松比，一般取 0.15。

3 结构设计

3.1 一般规定

3.1.1 斜向预应力混凝土桥面铺装设计包括桥面板处理、铺装结构层和伸缩缝设计等，设计时应综合考虑桥梁类型、公路等级、交通荷载等级和气候条件等因素。

条文说明：桥面铺装层起保护桥梁结构、保障行驶安全、提高行驶舒适性的作用。工程实践表明，桥面沥青混合料铺装层比路基段路面更易出现病害，需多方面采取措施保证桥面铺装性能。

3.1.2 桥面铺装层结构宜与公路主线路面结构相协调。

3.1.3 桥面防水体系应具有足够的耐久性。

3.2 设计标准

斜向预应力混凝土桥面铺装结构设计应以混凝土铺装层在设计基准期内，在行车荷载、温度梯度的综合作用下，不产生断裂为设计标准，其设计表达式如式（3-1）：

$$\sigma_{tr} + \sigma_{pr} \leq \sigma_f \quad (\text{连续梁—负弯矩}) \quad (3-1)$$

式中： σ_f ——铺装层断面提供的抗拉强度（MPa）；

σ_{tr} ——温度疲劳应力（MPa）；

σ_{pr} ——荷载疲劳应力（MPa）。

铺装层的设计应以“整体工作阶段末期”的应力状态或应变状态作为计算桥面铺装层的依据。其应力的应大小应为混凝土承担的力与预应力筋产生的应力之和，其值为：

$$\sigma_f = \sigma_c + \sigma_{py} = \frac{A_c R_c}{A} + \sigma_{py} \quad (3-2)$$

式中： σ_c ——桥面铺装层混凝土计算断面提供的拉应力（MPa）；

σ_{py} ——桥面铺装层混凝土计算断面中斜向预应力筋所提供的拉应力（MPa）；

A_c ——桥面铺装层混凝土计算断面的面积（m²）；

R_c ——桥面铺装层混凝土的抗拉强度（MPa）；

A ——桥面铺装层断面计算面积（ m^2 ）。

条文说明：混凝土路面在经受行车荷载重复作用的同时还经受周围气温周期性变化的影响，即混凝土面层的疲劳损坏不仅是荷载重复作用的结果，还有周期性变化的温度翘曲应力重复作用的结果。因此，考虑疲劳断裂这种损坏模式下，确定斜向预应力混凝土桥面铺装层混凝土的设计标准为荷载应力和温度翘曲应力之和不超过混凝土的设计抗拉强度，其中斜向预应力混凝土桥面铺装层混凝土的抗拉强度为桥面铺装层混凝土提供的拉应力和斜向预应力筋所提供的拉应力之和。

3.3 几何尺寸

3.3.1 各等级公路桥面铺装可采用斜向预应力混凝土铺装层，铺装层厚度宜为 160~180mm。或可采用斜向预应力混凝土铺装，其上铺设沥青混凝土，斜向预应力混凝土铺装层厚度宜为 120~140mm。

条文说明：预应力混凝土铺装层厚度按照 3.2 设计标准及附录 A 进行试算；通常在 160~180mm 之间取值，通过试算得到符合要求的厚度。

3.3.2 高速公路、一级公路沥青混凝土桥面铺装层厚度不宜小于 70mm，二级及以下公路沥青混凝土桥面铺装层厚度不宜小于 50mm，宜采用一层结构。沥青混凝土桥面铺装应符合《公路沥青路面设计规范》JTG D50 的有关规定。

3.3.3 斜向预应力混凝土桥面铺装与桥梁共用伸缩缝，除设置伸缩缝外，一般不设置胀缩缝。

条文说明：斜向预应力混凝土桥面铺装层通过植筋方式与桥面板形成整体，因此斜向预应力混凝土桥面铺装与桥面板的伸缩是同步的，可与桥梁共用伸缩缝。

3.4 预应力筋布设

3.4.1 预应力筋的布设应符合下列要求：

3.4.1.1 预应力筋与行车道方向夹角为 $30^\circ \sim 45^\circ$ ，高速公路和一级公路取大值，二级及以下公路半幅施工时取小值；

3.4.1.2 预应力筋布设在铺装层 $1/2$ 厚度下 10~20mm 范围内，上下双层交叉布设。

3.4.2 斜向预应力筋纵向布置距离宜为 500~800mm，具体值根据经验确定。

条文说明：该经验值结合斜向预应力混凝土桥面铺装厚度和预应力值大小，由式（3-3）计算，并减 50mm 取整。

$$l = \frac{2(\sigma_{con} - \sigma_l) \times A_p \times \cos\alpha}{\sigma_{py} \times h \times \tan\alpha} \quad (3-3)$$

式中：

l —— 斜向预应力筋沿纵向布置距离，mm；

σ_{con} —— 预应力筋张拉控制应力，MPa；

σ_l —— 预应力总损失值，%；

A_p —— 预应力筋公称截面积，mm²；

α —— 斜向预应力筋与桥面铺装纵向的夹角，°。

3.4.3 预应力筋的预应力损失值计算应根据《混凝土结构设计规范》（GB 50010）的相关要求计算，也可按预应力筋张拉控制应力的 20% 确定。

3.5 构造钢筋布置

3.5.1 斜向预应力混凝土铺装层的起始端、终止端（始、终端）及桥梁的负弯矩区应满幅布设补强钢筋网，补强钢筋网距板底 50mm，见图 1。

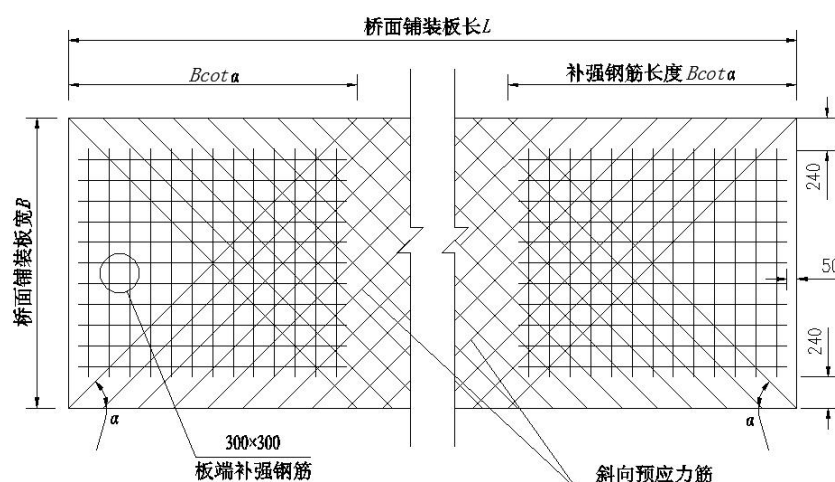


图 1 始、终端补强钢筋（单位：mm）

条文说明：由于斜向预应力混凝土桥面铺装中间不设置伸缩缝，由于预应力筋斜向布置，工程的始、终端有部分区域未能布置预应力筋，这些区域预应

力分布不均匀，因此斜向预应力混凝土桥面铺装工程的始、终端设置 $\phi 12$ 的300mm $\times$ 300mm 钢筋网，长度为 $B \cdot \cot \alpha$ 。

3.5.2 斜向预应力混凝土铺装张拉区与锚固区应布置构造钢筋，见图 2。

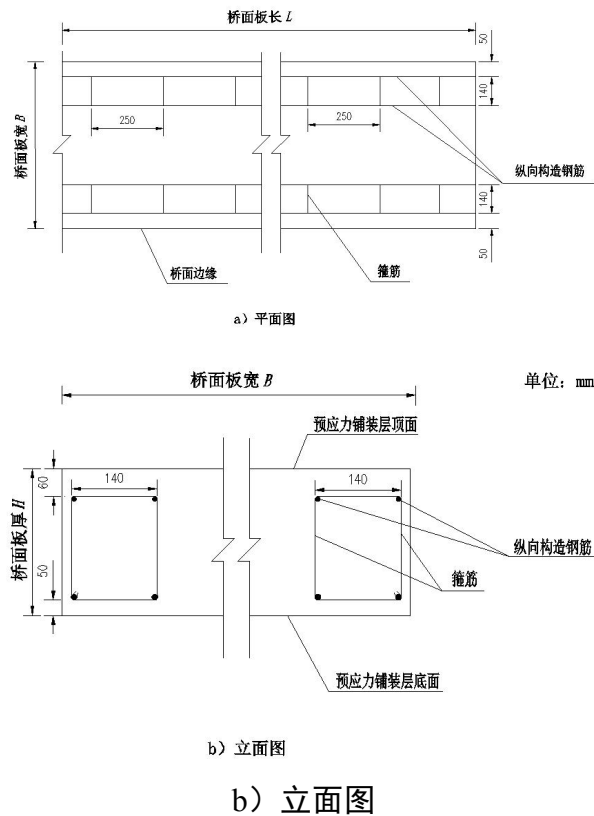


图 2 锚固区构造钢筋

3.5.3 桥梁梁板钻孔植筋以保证梁板与铺装层共同受力，见图 3。

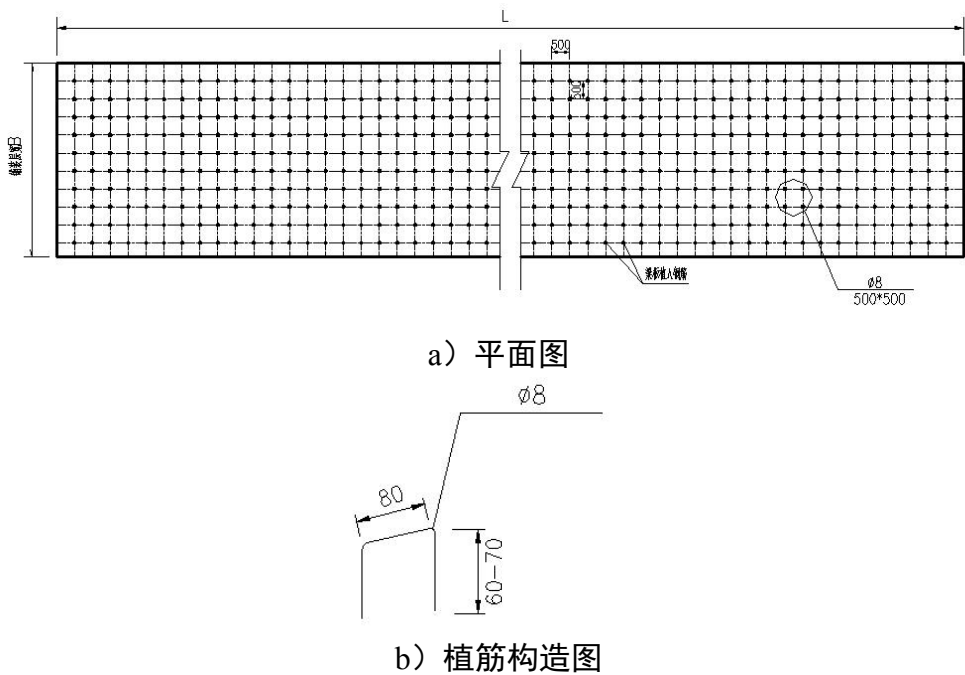


图 3 桥梁梁板筋植（单位：mm）

3.6 锚固区

3.5.1 斜向预应力混凝土桥面铺装张拉端的局部受压承载力计算应符合《混凝土结构设计规范》GB 50010 的有关规定。

3.5.2 斜向预应力混凝土桥面铺装张拉端构造如图 4 所示。

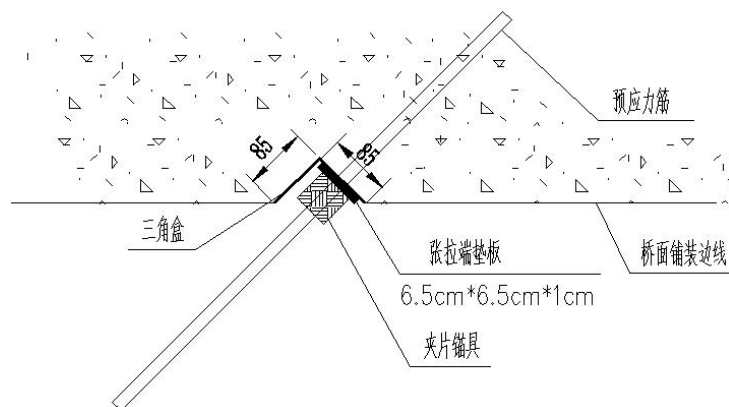


图 4 张拉端构造（单位：cm）

4 材料

4.1 混凝土材料

4.1.1 水泥应采用普通硅酸盐水泥。水泥的质量应符合现行《硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥》（GB 175）和《道路硅酸盐水泥》（GB 13693）的有关规定，不得使用早强型水泥。

4.1.2 斜向预应力混凝土桥面铺装使用的粗集料、细集料应符合《公路水泥混凝土路面施工技术细则》JTG/T F30 的有关规定。

4.1.3 清洗集料、拌和混凝土及养护所用的水应符合《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定。

4.1.4 混凝土的配合比设计应符合现行《公路水泥混凝土路面施工技术细则》（JTG/T F30）的有关规定；混凝土性能要求应符合现行《混凝土结构工程施工质量验收规范》（GB 50204）的有关规定。

4.1.5 水泥混凝土中宜掺加外加剂，减少干缩性。

4.2 预应力筋

4.2.1 斜向预应力混凝土桥面铺装用预应力筋选用预应力钢绞线，中间不得有接头。

4.2.2 预应力钢绞线性能应符合《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的有关规定。

4.2.3 预应力钢绞线不应有死弯，当有死弯时必须切断。

4.2.4 预应力钢绞线应采取措施填充表面坑凹，然后涂敷缓凝胶粘材料。

4.3 普通钢筋

斜向预应力混凝土桥面铺装用普通钢筋可根据使用部位和功能确定，其等级及规格见表 1。

表 1 钢筋等级及规格

部位和功能	钢筋等级	钢筋直径 (mm)	外形
锚固区纵向钢筋	HRB400	12	螺纹
箍筋	HPB300	6	光圆
始、终端及负弯矩区补强钢筋	HRB400	12	螺纹
梁板植筋	HRB400	10	螺纹

4.4 缓凝胶粘材料

4.4.1 缓凝胶粘材料应无毒、无害、无污染，有防腐功能，常温下呈半固态，在混凝土内具有早期无粘结后期固化的特性。

4.4.2 缓凝胶粘材料的缓凝期应为 7~14d。

4.5 锚具系统

4.5.1 斜向预应力混凝土桥面铺装用锚具应符合现行《预应力筋用锚具、夹具和连接器》（GB/T 14370）的有关规定。

4.5.2 锚具性能应符合现行《无粘结预应力混凝土结构技术规程》（JGJ 92）的有关规定。

4.6 外加剂

4.6.1 外加剂品种和掺量应根据设计要求，结合施工条件通过试验及技术经济比较确定。

4.6.2 外加剂的品种、掺量及使用性能应符合《混凝土外加剂应用技术规范》（GB 50119）的有关规定。

5 施工技术

5.1 施工机具

5.1.1 斜向预应力混凝土桥面铺装施工机具应满足施工进度和质量的要求。

5.1.2 搅拌和运输设备

5.1.2.1 混凝土拌合物可采用工厂生产或现场拌制。现场混凝土拌合机应采用强制式水泥混凝土搅拌机或搅拌站。

5.1.2.2 混凝土拌合物运输机具及运输要求应符合国家现行标准《公路水泥混凝土路面施工技术细则》JTG/T F30 和《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 的有关规定。

5.1.3 混凝土的摊铺成型可采用滑模摊铺机、三辊轴整平机、轨道摊铺机铺筑，所需的摊铺成型机应按现行《公路水泥混凝土路面施工技术细则》（JTG/T F30）、《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650）的有关规定选用。

5.2 施工准备

5.2.1 预应力混凝土桥面铺装施工前应由设计单位向施工单位进行技术交底。设计文件、图纸、资料应齐全。

5.2.2 材料进场时应按相关规范的规定进行进场验收；预应力混凝土桥面铺装施工前，应检查所需材料的储量、性能，确保所有材料的数量和质量。

5.2.2 桥面铺装工作应在梁体的横向联结钢板焊接工作或湿接缝浇筑完成后，方可进行。

5.3 施工工序

5.3.1 各等级公路斜向预应力混凝土桥面铺装的施工应有施工组织设计和施工技术看案，并经审查批准。

5.3.2 斜向预应力混凝土桥面铺装的施工可按图 2 所示的工序进行。

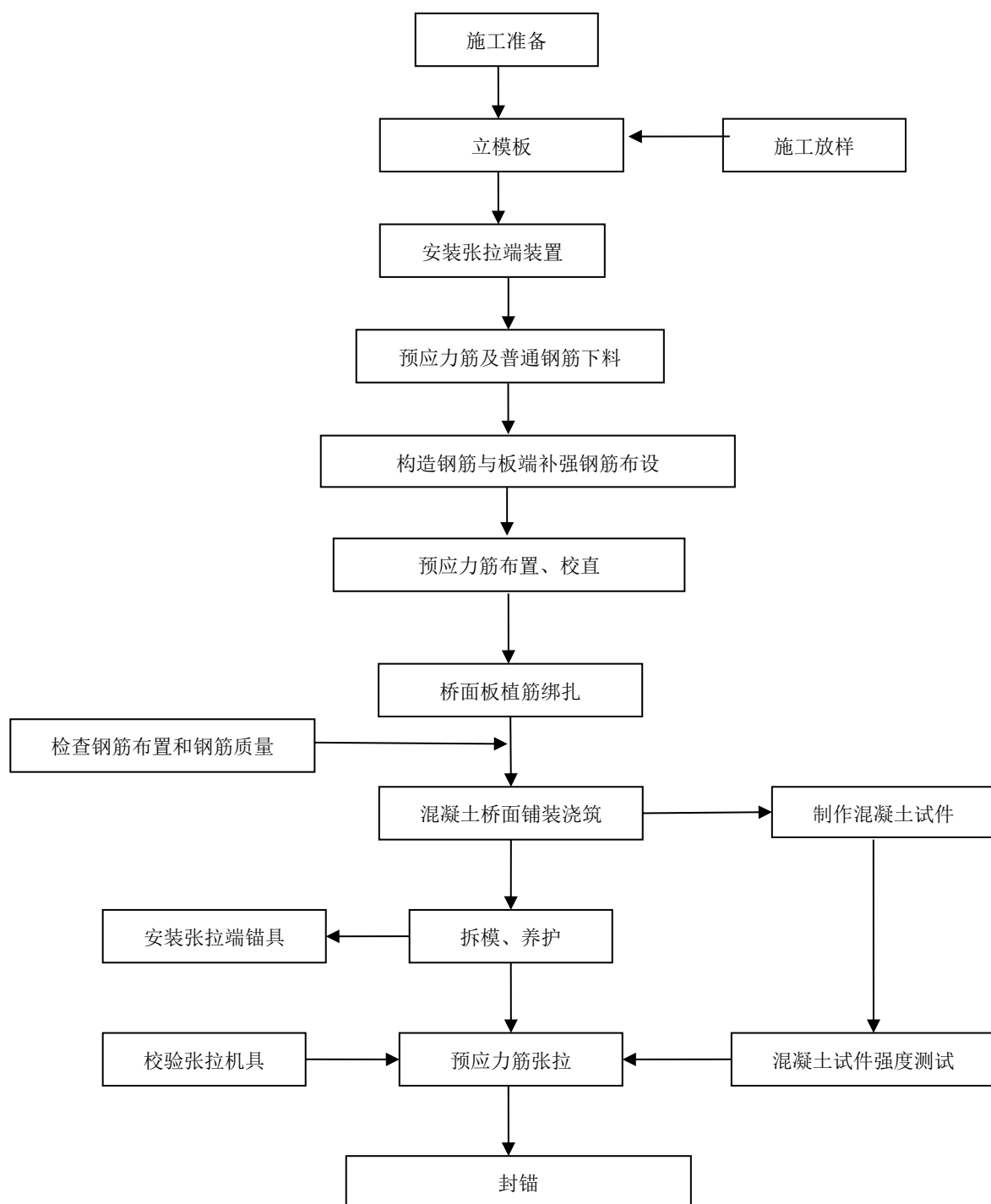


图 2 斜向预应力混凝土桥面铺装施工工序

5.4 桥梁梁板处理

5.4.1 梁顶面和梁间湿接缝的各种杂物、水泥残渣、浮浆需用吹风机清扫、冲洗干净，局部不密实的混凝土用风镐或人工凿除，保证新老混凝土之间的连结。

5.4.2 对梁板的高程进行测量，对于局部较高的区域采用小型铣刨机进行铣刨

处理，确保桥面铺装的厚度。

5.5 预应力筋及普通钢筋加工

5.5.1 检查预应力筋、构造钢筋、纵向植筋的规格尺寸和数量。

5.5.2 预应力筋应使用机械切割，严禁使用电焊或者气割。

5.5.3 预应力筋下料中应保持直度，弯曲度过大的应剔除。

5.5.4 架立钢筋应能稳定支撑，受垂直力的作用下不倾倒。

5.6 立模板

模板应采用刚度足够的钢模板，不应使用木模板和塑料模板。模板的架设与拆除应符合现行《公路水泥混凝土路面施工技术细则》（JTG/T F30）的有关规定。

5.7 预应力筋及普通钢筋铺放

5.7.1 预应力筋及普通钢筋的铺放应按设计图纸施工。

5.7.2 预应力筋铺放前，应先铺放锚固区构造钢筋，构造钢筋铺放应符合以下规定：

5.7.2.1 构造钢筋网的接头应绑扎，防止跑位。

5.7.2.2 用支撑架将构造钢筋网架至设计位置，严禁使用水泥混凝土块架立构造钢筋。

5.7.3 预应力筋布置定位应符合下列要求：

5.7.3.1 预应力筋铺设时应根据设计图纸位置进行校直，固定端和张拉端预应力筋应与垫板垂直，预应力筋交叉处应绑扎定位。

5.7.3.2 用架立钢筋将预应力筋架至设计位置，严禁使用水泥混凝土块架立构造钢筋。

5.7.3.3 逐根检查预应力筋绑扎和定位情况，允许偏差应符合现行国家标准《预应力混凝土路面工程技术规范》（GB 50204）的有关规定。

5.7.4 预应力筋铺放之后，应进行的板端构造钢筋铺放，将其与预应力筋绑扎定位。

5.7.5 预应力筋配套锚具的安装应符合国家现行标准《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92 的有关规定。

5.8 桥梁梁板植筋工艺

- 5.8.1 定位。根据设计图纸，对植筋的部位进行定位放线。
- 5.8.2 钻孔。在标定的位置钻孔。遇到钢筋时，可调整钻孔位置，孔深应达到设计深度。
- 5.8.3 清孔。钻孔完成后，将孔周围灰尘清理干净，用毛刷将孔内清理干净。再用棉丝清刷空洞内壁，使孔内达到清洁干燥。清孔完成后，用干净的面纱将空洞严密封堵，以防有灰尘和异物落入。
- 5.8.4 植筋。将粘结剂灌入孔深 2/3 左右，同时将钢筋锚固部分插入孔中，将孔中空气排出。放置钢筋时要沿一个方向，稍加墩实即可固定钢筋，植入困难时应及时用锤敲击。钢筋植入后以少量胶体溢出孔口为宜。
- 5.8.5 固化养护。植好的钢筋，应做好保护，不能让其松动，以免影响其粘结强度，在未固化前应避免与水接触，固化养护时间为 24~36 小时。
- 5.8.6 植筋施工工艺流程如图 3。

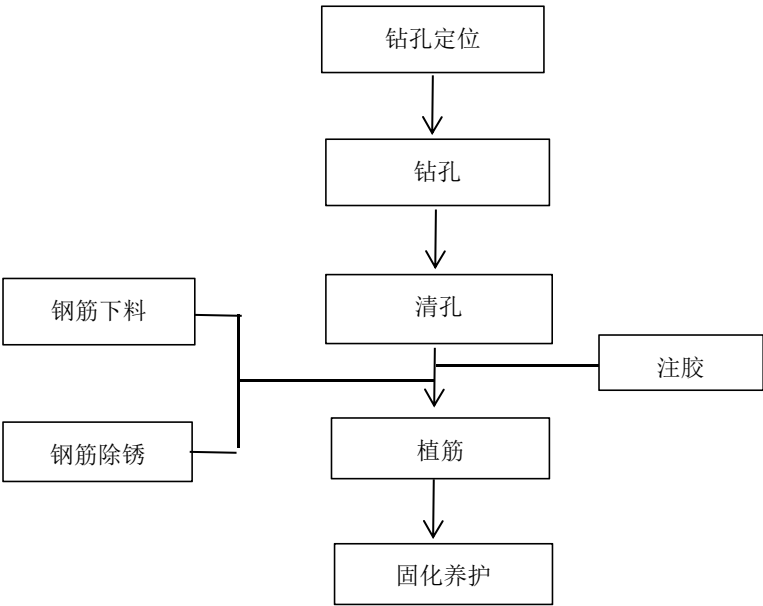


图 3 梁板植筋施工工艺流程

5.9 斜向预应力混凝土桥面铺装浇筑

- 5.9.1 斜向预应力混凝土桥面铺装浇筑应符合现行《公路水泥混凝土路面施工技术细则》（JTG/T F30）、《公路桥涵施工技术规范》（JTG/T 3650）的有关规定。

5.9.2 浇筑混凝土时，还应符合以下规定：

a) 预应力筋铺设、安装完毕后，应进行隐蔽工程验收，当确认合格后方可浇筑混凝土。

b) 混凝土浇筑时，宜用混凝土泵车配合摊铺，严禁踏压碰撞预应力筋、构造钢筋以及支撑架。

c) 锚固区混凝土应加强振捣。

5.10 预应力筋张拉

5.10.1 斜向预应力混凝土桥面铺装采用后张法施工，宜采用自动数控张拉设备。

5.10.2 预应力筋的张拉除应符合现行《无粘结预应力混凝土结构技术规程》（JGJ 92）的规定外，还应符合下列规定：

a) 张拉前进行张拉设备校验，提供给操作人员准确的张拉力。

b) 预应力筋的张拉顺序应从铺装一端向另一端依次进行，采用对称张拉。

c) 预应力筋采用二次张拉工艺。第一次张拉宜在桥面铺装浇筑完成 24h 后，且混凝土强度不低于设计抗压强度的 30%，第一次张拉力宜为 $0.3\sigma_{con} \sim 0.5\sigma_{con}$ ；第二次张拉在面板浇筑完成 6~7d 后，且混凝土强度不低于设计抗压强度的 75%，第二次采用超张拉，张拉应力为 $1.05\sigma_{con}$ ，持荷 2min，再卸荷至 σ_{con} 后锚固，或第二次张拉时直接张拉至 $1.03\sigma_{con}$ 后锚固。在进行预应力筋张拉的过程中应严格控制张拉力大小和加力速度。

d) 二次张拉完成后，及时浇筑后浇带，混凝土应与桥面铺装的混凝土性能一致。

e) 预应力筋张拉时应详细填写施工记录。

5.11 养护

5.11.1 斜向预应力桥面铺装铺筑完成后应立即进行养护，可采用喷洒养护剂或保湿覆盖的方式。在雨天或养护用水充足的情况下，也可采用覆盖保湿膜、土工毡、土工布等洒水养护方式，不宜使用围水养护。

5.11.2 为防止斜向预应力混凝土桥面铺装夜间产生收缩裂缝，宜加盖聚乙烯薄膜进行养护。

5.11.3 养护时间应根据混凝土弯拉强度增长情况而定,不宜小于设计弯拉强度的 80%。应特别注重 7d 的保湿(温)养护。一般养护天数宜为 14~21d,高温天气不宜少于 14d,低温天气不宜少于 21d。

5.11.4 混凝土养护初期,严禁行人、畜、车辆通行,在达到设计强度的 40% 后,行人方可通行。达到设计强度后,方可开放交通。

5.12 特殊气候条件下的施工

5.12.1 斜向预应力混凝土桥面铺装铺筑期间,应注意天气变化,收集天气预报资料,遇有影响混凝土铺装施工质量的天气时,应暂停施工或采取必要的防范措施,制订特殊气候的施工方案。

5.12.2 斜向预应力混凝土桥面铺装的特殊气候条件下的施工应符合现行《公路水泥混凝土路面施工技术细则》(JTG/T F30)、《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)及其他相关标准的有关规定。

6 质量管理与验收

6.1 一般规定

6.1.1 斜向预应力混凝土桥面铺装施工质量的控制、管理与检查应严格要求,对每个施工环节进行严格控制把关,对出现的问题,应立即进行纠正。

6.1.2 斜向预应力混凝土钢筋工程及模板应符合现行《公路水泥混凝土路面施工技术细则》(JTG/T F30)、《混凝土结构工程施工质量验收规范》(GB 50204)及本标准的有关规定。

6.1.3 斜向预应力混凝土桥面铺装施工中的检验项目及质量评定标准应符合现行《公路水泥混凝土路面施工技术细则》(JTG/T F30)、《公路桥涵施工技术规范》(JTG/T 3650)和《公路工程质量检验评定标准》(JTJ F80/1)的有关规定。

6.1.4 斜向预应力混凝土桥面铺装应检验在预应力张拉前的混凝土抗压强度,包括养护室和同步养护两种情况、28d 龄期的抗压强度和抗折强度,检验的方法应按《混凝土强度检验评定标准》(GBJ 107)的规定分批检验评定。

6.2 施工工序检查

施工工序按照本标准第 6.3 条规定进行检查。

6.3 构造钢筋的加工与安装

6.3.1 实测项目

构造钢筋加工及安装的实测项目见表 2、表 3。

表 2 锚固区构造钢筋实测项目

项次	检查项目		允许偏差 (mm)	检查方法和频率
1	箍筋间距		± 10	尺量, 每 50m 检查 5~10 个间距
2	纵向构造钢筋	长	± 30	尺量, 按 30%抽查
		宽、高	± 30	

表 3 始终端补强钢筋网实测项目检查

项次	检查项目	允许偏差 (mm)	检查方法和频率
1	网的长、宽	± 10	尺量, 全部
2	网眼尺寸	± 10	尺量, 抽查 3 个网眼
3	对角线差	15	尺量, 抽查 3 个网眼对角线

6.3.2 外观检查

钢筋表面应无锈蚀, 外观无明显的缺陷。

6.4 预应力筋的布设和张拉

6.4.1 实测项目

预应力筋布设和张拉的实测项目应符合表 4、表 5 的要求。

表 4 预应力筋网眼实测项目

项次	检查项目	允许偏差 mm	检查方法和频率
1	网眼尺寸	± 20	尺量, 每 10m 抽查 3 个网眼
2	对角线差	30	尺量, 每 10m 抽查 3 个网眼对角线

表 5 预应力筋实测项目

项次	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	预应力筋位置允许偏	$\pm 10\text{mm}$	尺量, 每 50m 抽查 3 处

	差		
2	预应力角度允许偏差	$\pm 5^\circ$	尺量，每 50m 抽查 3 处
3	张拉力值	符合设计要求	查油表读数，全部
4	张拉伸长率	符合设计要求（%）	尺量，全部

6.4.2 外观检查

预应力筋表面清洁，无锈迹，粘结涂层均匀。

6.5 植筋的加工与安装

6.5.1 实测项目

植筋加工与安装的实测项目应符合表 6 的要求。

表 6 植筋实测项目

项次	检查项目	允许偏差	检查方法和频率
1	植筋深度	-10mm	尺量，每 100 个抽查 5 个
2	植筋牢固性	不松动	每 100 个抽查 5 个

6.5.2 外观检查

钢筋表面无锈迹。

6.6 斜向预应力混凝土桥面质量检查

6.6.1 实测项目

6.6.1.1 水泥混凝土桥面的基本要求同水泥混凝土路面。

6.6.1.2 斜向预应力混凝土桥面的实测项目见表 7。

6.6.1.3 斜向预应力混凝土桥面水泥混凝土铺装的实测项目见表 8。

表 7 斜向预应力混凝土桥面实测项目

项次	检查项目	规定值或允许偏差		检查方法和频率
		高速公路、一级公路	其它公路	
1	混凝土强度（MPa）	符合设计要求		标准小梁法或钻芯劈裂法
2	层厚（mm）	+10，-5		以同梁体产生相同下挠变形的点为基准点，测量桥面浇筑前后相对高差，每 100m 测 5 处

3	平整度	σ （mm）	1.8	2.5	采用平整度仪全桥每车道连续检测,每 100m 计算 σ 和 IRI
		IRI(mm/km)	3.0	4.2	
		最大间隙 h(mm)	-	5	3m 直尺, 每 100m 测 3 处× 3 尺
4	抗滑构造深度 （mm）		符合设计要求		铺砂法, 每 200m 测 3 处
5	横坡（%）		±0.15		水准仪, 每 100 米测 3 断面
注：表中 σ 为平整度仪测定的标准差；IRI 为国际平整度指数； h 为 3m 直尺与面层的最大间隙。					

表 8 斜向预应力混凝土桥面水泥混凝土铺装实测项目

项次	检查项目		规定值或允许偏差	检查方法和频率
1	混凝土强度 (MPa)		符合设计要求	标准小梁法或钻芯劈裂法
2	层厚 (mm)		+10, -5	对比桥面浇筑前后标高检查, 每 100m 测 5 处
3	平整度	σ	2.5	采用平整度仪全桥每车道连续检测, 每 100m 计算 σ 和 IRI
		IRI (mm/km)	4.2	
		最大间隙 h (mm)	5	3m 直尺, 每 100m 测 3 处 $\times$ 3 尺
4	横坡 (%)		± 0.15	水准仪, 每 100 米测 3 断面

附录 A

斜向预应力混凝土桥面铺装应力分析

A.1 荷载疲劳应力分析

标准轴载在临界荷位处产生的荷载疲劳应力按公式 (A.1~A.2) 计算。

$$\sigma_{pr} = k_f \sigma_{ps} \quad (\text{A.1})$$

$$k_f = (N_e)^{0.057} \quad (\text{A.2})$$

式中:

σ_{pr} ——设计轴载在面层临界荷位处产生的荷载疲劳应力, MPa;

σ_{ps} ——梁板体活载应力, MPa;

k_f ——考虑设计基准期内荷载应力累计疲劳作用的疲劳应力系数;

N_e ——设计基准期内设计轴载累计作用次数, 按《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTG D40) 中附录 A 的公式 (A.5) 计算;

A.2 温度疲劳应力分析

临界荷位处产生的温度疲劳应力按公式 (A.3~A.5) 计算。

$$\sigma_{tr} = k_t \sigma_t \quad (\text{A.3})$$

$$\sigma_t = \frac{E_c \alpha_t \cdot T_g \cdot h}{2(1-\mu)} \quad (\text{A.4})$$

$$k_t = \frac{f_r}{\sigma_{t,\max}} \left[a_t \left(\frac{\sigma_{t,\max}}{f_r} \right)^{b_t} - c_t \right] \quad (\text{A.5})$$

式中: σ_{tr} ——温度疲劳应力 (MPa);

σ_t ——温度翘曲应力, MPa;

α_t ——混凝土线膨胀系数, 约 1×10^{-5} ;

T_g ——最大温度梯度 ($^{\circ}\text{C}/\text{mm}$), 见表 A.1;

μ ——混凝土泊松比, 一般取 0.15;

E_c ——桥面铺装混凝土弹性模量，MPa。

f_r ——混凝土弯拉强度标准值，MPa；

a_i ——回归系数，按所在地区的公路自然区划查表 A.2 确定；

b_i ——回归系数，按所在地区的公路自然区划查表 A.2 确定；

c_i ——回归系数，按所在地区的公路自然区划查表 A.2 确定。

表 A.1 斜向预应力混凝土桥面铺装的最大温度梯度计算值

公路自然区划	不同板厚的最大温度梯度 T_g ($^{\circ}\text{C}/\text{mm}$)	
	120mm	140mm
II、V	0.107~0.113	0.102~0.108
III	0.117~0.123	0.111~0.117
IV、VI	0.111~0.118	0.106~0.113
VII	0.119~0.126	0.114~0.121

表 A.2 回归系数 a_i 、 b_i 和 c_i

系数	公路自然区划					
	II	III	IV	V	VI	VII
a_i	0.828	0.855	0.841	0.871	0.837	0.834
b_i	1.323	1.355	1.323	1.287	1.382	1.270
c_i	0.041	0.041	0.058	0.071	0.038	0.052

附 录 B

斜向预应力混凝土桥面铺装预应力筋张拉记录表

合同段_____

工程名称		桩号范围		张拉日期	
张拉设备 编号					
预应力筋 编号		张拉前长度 (mm)	张拉后长度 (mm)	实际伸长量 (mm)	滑断丝情况及处理 措施
张拉人				记录人	