

ICS
CCS

团体标准

T/CI XXX-2024

UHPC预制桥面板综合施工技术规范

(征求意见稿)

Technical specification for comprehensive construction of UHPC
prefabricated bridge deck

2024-X-XX 发布

2024-X-XX 实施

中国国际科技促进会

发布

目次

前言	II
1 范围	1
2 规范性引用文件	2
3 术语和定义	3
4 基本规定	4
5 UHPC 制配及性能要求	5
6 生产线设计	7
6.1 一般规定	7
6.2 工装设备设计	7
6.3 生产线总体设计	9
7 UHPC 预制桥面板施工	10
7.1 一般规定	10
7.2 UHPC 模板施工	11
7.3 钢筋工程	11
7.4 拌合物的生产及运输	12
7.5 混凝土浇筑	12
7.6 混凝土养护及拆模	12
7.7 吊装及存放	13
8 检验及质量验收	14
8.1 检验	14
8.2 质量验收	15
9 智能建造管理	17
附录 A	18

前 言

本文件按照 GB/T 1.1-2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中交一公局第二工程有限公司提出。

本文件由中国国际科技促进会归口。

本文件起草单位：中交一公局第二工程有限公司、中交一公局第四工程有限公司、甘肃路桥建设集团有限公司、中铁四局集团第一工程有限公司、山东高速集团有限公司、中铁二十三局集团轨道交通工程有限公司、中交一公局海威工程建设有限公司、新疆天天向上建材有限公司、中铁二十二局集团第四工程有限公司、北京中企建标准技术有限公司、北京科促创标咨询有限公司、北京中企慧智标准化技术服务中心等

本文件主要起草人：周晨、王志金、杨黎明、王安会、薛志超、胡志勇、孙亚刚、廖义兵、邓寿军等

1 范围

本文件规定了超高性能混凝土（UHPC）预制桥面板的材料制配及性能、生产线设计、施工、检验、质量验收以及智能建造管理的基本要求。

本文件适用于 UHPC 预制桥面板的设计、施工以及质量检验评定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

- | | |
|------------|------------------|
| GB 50205 | 钢结构工程施工质量验收标准 |
| GB 6566 | 建筑材料放射性核素限量 |
| GB 8076 | 混凝土外加剂 |
| GB/T 196 | 普通螺纹 基本尺寸 |
| GB/T 14684 | 建设用砂 |
| GB/T 18736 | 高强高性能混凝土用矿物外加剂 |
| GB/T 23439 | 混凝土膨胀剂 |
| GB/T 31387 | 活性粉末混凝土 |
| GB/T 50081 | 混凝土物理力学性能试验方法标准 |
| JC/T 2361 | 砂浆、混凝土减缩剂 |
| JGJ 63 | 混凝土用水标准 |
| T/CBMF 37 | 超高性能混凝土基本性能与试验方法 |

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1 预制桥面板 prefabricated bridge deck

由钢筋混凝土、预应力混凝土或其他适合材料预先制造的用于组装成桥梁桥面部分的构件。

3.2 UHPC 模板 UHPC formwork

一种用于浇筑 UHPC 桥面板的模具系统，用于形成桥梁的桥面部分。

3.3 芯模 core die

为混凝土提供形成内部空间结构的支撑，用于制作混凝土构件中空孔洞或管道等内部结构的模板。

3.4 智能建造管理平台 intelligent construction management platform

利用信息技术手段，对建筑施工过程中的资源、人员、进度、质量等进行集中管理和智能化决策的平台。

4 基本规定

4.1 UHPC 桥面板施工应包括 UHPC 桥面板配合比设计、UHPC 桥面板配合比设计验证及性能研究、UHPC 湿接缝配合比设计、UHPC 湿接缝配合比设计验证及性能研究、UHPC 桥面板预制生产线设计及建设、UHPC 桥面板综合预制施工生产工艺研究、UHPC 桥面板智能建造管理等关键内容。

4.2 UHPC 应严格按照预混料供应厂商确定的配比进行拌合。

4.3 UHPC 应采用即拌、即浇、即平、即养护的方式施工。

4.4 UHPC 预制桥面板宜采用智能化设备、标准化工艺进行施工，减少施工随机因素对桥面板质量的影响。

4.5 UHPC 预制桥面板应编制专项施工方案，建立健全质量保证体系，控制全过程施工质量。

4.6 施工中采用的机械设备、工程材料、试验及监测仪器等应符合现行有关标准的规定。

4.7 预制桥面板应在室内生产线上、采用集约化形式生产。

4.8 应对参加施工的各类人员进行技术培训和交底，以确保施工人员对工艺流程、质量标准和安全规定的理解和落实。

4.9 施工技术交底的内容包括但不限于下列内容：

- a) 工程设计文件：包括结构设计图纸、构造图、详图等；
- b) 施工工艺流程：包括 UHPC 材料的配合比例、搅拌方法、浇筑工艺、养护方式等环节；
- c) 质量标准和验收要求：包括 UHPC 桥版面的尺寸、强度、密实度等。

4.10 应加强施工现场的环境管理，保持施工现场整洁，正确处理废弃物和污水。

5 UHPC 制配及性能要求

5.1 根据实际调研情况、设计文件、GB/T 31387 中的相关要求，UHPC 配置需要胶结料（水泥、微珠、硅灰）、石英砂、外加剂和钢纤维四种基本材料。材料的选取应满足下列规定：

- a) 水泥保证足够的力学性能和良好的耐久性能；
- b) 矿物掺合料厂家应提供批次合格证明，并提供含水率、细度、需水量比及不同龄期的活性指标，所有矿物粉体材料放射性符合 GB 6566 的规定；
- c) 硅灰、微珠符合 GB/T 18736、GB/T 31387 的相关规定；
- d) 所选骨料宜为单粒级石英砂或石英粉，性能指标符合 GB/T 14684 的规定，技术指标达到 I 类要求；
- e) 减水剂符合 GB 8076 的规定，宜选用高性能减水剂，减水率宜大于 30%；
- f) 膨胀剂符合 GB/T 23439 的规定；
- g) 减缩剂符合 JC/T 2361 的规定；
- h) 拌合用水和养护用水均符合 JGJ 63 的规定；
- i) UHPC 用短切圆直钢纤维性能和质量要求如表 1 所示。

表1 短切圆直钢纤维质量要求

性能	要求
锈蚀状态	目测无锈蚀
抗拉强度/MPa	≥ 2000
直径合格率/%	≥ 90.0
重量合格率/%	≥ 85.0 单纤维检验
	≥ 90.0 纤维组检验
杂质与表面污染状态	无

5.2 UHPC 桥面板及湿接缝配合比的确定包括级配设计、凝胶材料比例试验、水胶比及外加剂掺量试验，具体设计要求应符合下列规定：

- a) UHPC 桥面板及湿接缝配合比宜采用绝对体积法进行试验研究；
- b) 初选级配宜采用容重控制试配；
- c) 骨料试验方法可选择石英砂筛分曲线适配法、最大堆积密度法；
- d) 胶凝材料比例适配可通过水泥与硅灰的不同比例组合进行标准抗压试验或在前一

种方法试配比例的基础上，制备水泥胶砂试块进行两种胶材的比例试配，以此作为辅助性验证试验；

e) 确定各档石英砂和各种胶凝材料比例后，通过改变胶砂比（不掺钢纤维）进行对比试验，选取最优胶砂比；

f) 试配好的外加剂掺量在生产过程中不允许随意调整，确保实际生产水胶比准确。

5.3 按照确定的UHPC桥面板及湿接缝初步配合比进行搅拌工艺、物理力学性能、耐久性的确定，应符合下列规定：

a) 搅拌工艺的要求应符合 T/CBMF 37 中的相关规定，加料顺序按照颗粒材料、水和减水剂、钢纤维的顺序进行；

b) 模拟现场施工情况，对其初始坍落扩展度和 1h 静置后的坍落扩展度分别进行检测；

c) 依据 T/CBMF 37 中相关要求制作试块并进行抗压强度试验、抗拉试验、抗渗试验和数据统计分析；

d) 依据 GB/T 31387 和 GB/T 50081 相关方法及要求，采用四点弯曲试验方式，对UHPC弹模试件进行抗折强度检测及抗压弹性模量检测。

5.4 预制桥面板用超高性能混凝土预混料（Premix with Fibers for Ultra-High Performance Concrete, PF-UHPC）性能要求应符合表 2 中规定。

表 2 预制桥面板用 PF-UHPC 性能要求

性能类别	检查项目	性能要求
预混料	外观	钢纤维表面应干燥、无污染物、无锈蚀
	匀质性	抗压强度波动 $\leq\pm 15\%$
拌合物性能	工作性	$650 \leq F < 750$
	静停 1h 工作性	$600 \leq F < 750$
	凝结时间	根据施工工艺和施工条件确定
	含气量	根据施工工艺和施工条件确定
硬化性能	抗压性能	$f_{cu} \geq 150\text{MPa}$
	抗拉性能	$f_{tc} \geq 7\text{MPa}$, $f_{tt} \geq 9\text{MPa}$, $f_{tw}/f_{tc} \geq 1.1$
	初裂抗弯强度	$\geq 12\text{MPa}$
	极限抗弯强度	$\geq 20\text{MPa}$
	弹性模量	40-55GPa, 波动 $\leq\pm 4\text{MPa}$
	抗渗性能	$D_{Cl} \leq 20 \times 10^{-14} \text{m}^2/\text{s}$

6 生产线设计

6.1 一般规定

6.1.1 预制生产线设计总体设计原则应以满足总体工期要求为前提，提炼影响 UHPC 桥面板生产的关键因素，以施工工艺、工装设备、生产线设计相匹配为原则进行工装设备及施工工艺的优化，明确施工功效及资源配置，确保预制厂设计的合理性及经济性。

6.1.2 生产线应包括 UHPC 模板、投料设备、搅拌机、拌合物运输机、布料机、振捣机、覆膜机。

6.1.3 生产线应布置合理，宜控制搅拌机与布料机之间的距离，尽量减小运距和运输时间；布料机、覆膜机应沿浇筑方向布置，沿浇筑方向数字化控制行走。

6.2 工装设备设计

6.2.1 UHPC 模板

6.2.1.1 UHPC 桥面板模板应具备下列功能：

- a) 足够的强度、刚度和稳定性，重复定位精度高，可反复使用；
- b) 搭载桥面板移动功能，且需与浇筑、振捣、养生设备配合使用，不能有干涉现象；
- c) 调节共用功能，应对多种类齿块；
- d) 预制板钢筋网的精确定位及张紧；
- e) 预制板形状、外形尺寸的精度控制。

6.2.1.2 UHPC 模板应由底模模板、底模支架、底模小车、横向侧模、纵向侧模组成。

各部分应满足下列要求：

- a) 底模采用模板与支架分离结构，在 T 型预埋板位置断开。预埋板位置设有凹台，凹台深度与预埋板一致，埋板落在凹台内，T 型预埋板底部设有锁紧螺杆，防止预埋板窜动；
- b) 底模与支架通过支撑螺栓与连接螺栓连接，支撑螺栓可微调模板高度，保证各底模高度统一；
- c) 浇筑后待桥面板有一定强度应将临时支腿拆除，保留四角位置固定支腿，底模小车在底模下移梁；
- d) 底模小车宜为液压顶升、旋转，电机带滚轮走行结构。可通过顶升油缸将小车顶起，通过旋转油缸将走行轮旋转 90° ，换向走行；
- e) 在底模模板的基础上更换齿块模板满足带齿块节段的预制；
- f) 齿块模板可分为基础齿块模板和互换块，通过更换不同的互换块和调整基础齿块模板和互换块的位置，满足不同节段齿块浇筑；

g) 边模及芯模（横桥向燕尾榫及纵桥向楔形槽）设置在面板四周，组成一个方框形结构，平面尺寸与厚度桥面板的外形相吻合。燕尾榫模板采用三层设计，便于钢筋通过及混凝土浇筑后的拆除。纵桥向楔形槽采用整拆整装设计。芯模与混凝土接触面宜设计为 1:10 的拔模斜度。

6.2.2 搅拌机

6.2.2.1 搅拌机应具备下列特性：

- a) 扭矩大、噪音低、耐用性强；
- b) 搅拌主机运行平稳可靠、搅拌效率高；
- c) 底部为平面，无轴端漏浆现象；
- d) 设置液体精计量系统，控制混凝土性能；
- e) 设置脉冲反吹除尘与钢纤维投料降噪装置，保证绿色环保施工。

6.2.2.2 搅拌主机宜采用立轴行星式混凝土搅拌机，由电机通过联轴器带动减速机运转，减速机产生的动力使搅拌臂既做公转运动又做自转运动，使侧刮板臂及底刮板臂做公转运动。搅拌装置的公转和自转应经过深入研究以及不断的测试确定。

6.2.2.3 搅拌机宜采用螺旋状喷头，使加水呈分散状态，快速使物料混合均匀。

6.2.2.4 整套拌合系统应由控制电脑和控制器自动控制，通过控制电脑预设干拌时间、加水时刻、湿拌时间、布撒纤维时间、纤维拌合时间及开仓下料时间。

6.2.3 布料、振捣及覆膜机

6.2.3.1 宜采用自动化布料机布料，通过布料斗行进速度控制出料量，并配置称重检测传感器和布料速度传感器，实现均匀布料。

6.2.3.2 振捣器沿预制板短边方向应具有全断面振动能力。工作时振捣器最低位置与两边模上表面齐平，控制预制板厚度，保持与混凝土接触，使振波有效的整平混凝土。

6.2.3.3 振捣器底部前进方向一侧宜设计为弧形倒角，利于在行进过程中将多出的混凝土赶平，减少和避免混凝土在振捣器前端的堆积。

6.2.3.4 在完成 2~3 盘混凝土整平后覆膜机将保水薄膜铺贴至预制板上表面，覆膜机宜采用自动化设备，实现自动覆膜，自动剪裁，并行走至下一工位。

6.2.4 养护系统

6.2.4.1 UHPC 桥面板应采用蒸汽养护，蒸汽养护周期分为升温期、保温期和降温期，分别对应不同的蒸汽温度要求和养护时间：

- a) 升温期：以不超过 10℃/h 的速度，升温到 90℃±1℃；

- b) 保温期：温度保持 $90^{\circ}\text{C} \pm 1$ ，保温养护 48 个小时；
- c) 降温期：以不超过 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 的速度，从 90°C 降温到 $20^{\circ}\text{C} \pm 5^{\circ}\text{C}$ 。

6.2.4.2 蒸汽养护系统由锅炉及燃料、蒸汽管道系统、保温养护棚和智能控制系统组成，各组成部分应满足下列要求：

- a) 锅炉采用由锯木、木屑等农林废弃物物理加工成型的生物质燃料，具有环保、成本低、不易燃、不易爆等优势；
- b) 在蒸汽管道的末端加疏水器，设置排水沟。为避免高温蒸汽通过地沟散失或冷凝，先挖地沟后铺设管道，在铺设管道后再回填，将地沟封闭；
- c) 养护棚同时兼顾内保温和外保温，外保温可采用聚氨酯保温板，内保温可采用聚氨酯喷漆。

6.3 生产线总体设计

6.3.1 生产线设计需要确定的参数包括预制及蒸汽养护台数量、钢筋台架数量、存放台座数量、模板配置、场地需求。

6.3.2 生产线设计应分别对预制区、存放区及总体平面布局进行设计。

6.3.3 UHPC 预制区应分为拌合区、施工区、养护区三部分，并宜采用钢结构厂棚全封闭管理。

6.3.4 桥面板存放区应设计足够的空间，存放提前储备的生产量。

7 UHPC 预制桥面板施工

7.1 一般规定

7.1.1 UHPC 预制桥面板施工前，应根据招标文件、设计文件、施工合同、有关技术标准的要求，结合梁段、结构、材料特点、制造设备特点，编制专项施工方案。

7.1.2 UHPC 桥面板施工的工艺流程如图 1 所示。

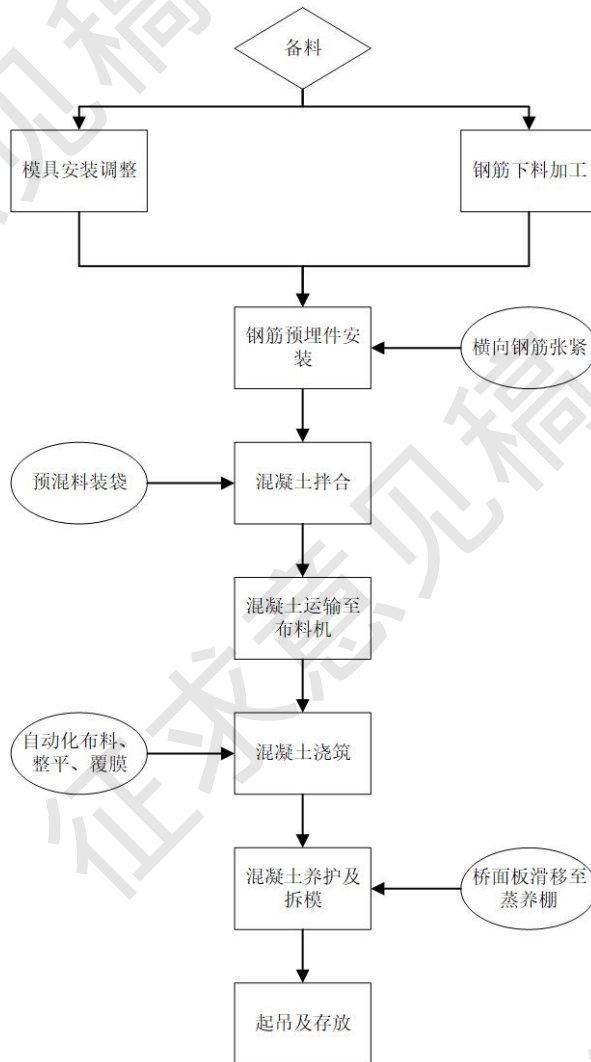


图 1 UHPC 桥面板施工工艺流程

7.1.3 工装设备应按模板安装、施工平台安装、振捣梁安装的顺序进行，具体安装要求如下：

- 以模板轨道为基准，安装模板；
- 模板滑移至蒸汽养护棚后安装施工平台；
- 施工平台安装完成后，安装振捣梁，振捣梁一侧轨道设置于平台上。

7.1.4 UHPC 桥面板施工时应有专人负责指挥，同一协调。应进行技术复核以及交底，

核对原材料，检查并确认施工现场实施条件准备情况。

7.2 UHPC 模板施工

7.2.1 底模安装完成后应利用水准仪和水平尺对分块的底模标高进行调整，确保分块底模平整度和模具整体标高，并进行模板面板平整度检测。

7.2.2 模具组装前应对模面打磨并涂刷脱模剂，脱模剂应涂刷均匀，模具面不应留有聚集的脱模剂液体。

7.2.3 预埋件和底模应标记有安装基准线。模板安装完成后应对预埋钢板的型号和位置进行复核确认，安装 T 型预埋件和预埋钢板。

7.2.4 预埋件安装时应进行预埋钢板平整度检测，同时对预埋钢板与底模接缝进行错台调整。

7.2.5 侧模上设有预应力管道定位孔，安装时应根据桥面板类型确认管道数量与位置。

7.3 钢筋工程

7.3.1 钢筋进场及检测

7.3.1.1 供应商应提供钢筋的质量证明文件，经检查合格的钢筋才能进场堆放至加工车间。

7.3.1.2 应对钢筋进行标识，包括批号、规格、直径、炉管号、检验状态等信息。

7.3.1.3 钢筋进场后应按批抽取试件完成屈服强度、抗拉强度和伸长率指标测定及冷弯试验。

7.3.2 钢筋加工

7.3.2.1 钢筋加工时，根据出具的钢筋配料单进行放样、制样复核，试制合格后可成批制作。

7.3.2.2 应按批次对半成品钢筋进行尺寸检查，满足设计图纸要求的半成品钢筋悬挂标识牌后整齐堆放。

7.3.2.3 预制板横桥向钢筋应进行车丝处理，丝头有效螺纹长度、丝头中径、牙型角需满足设计要求，丝头螺纹尺寸按 GB/T 196 确定，丝头有效螺纹中径的圆柱度（每个螺纹的中径）误差不得超过 0.20mm。

7.3.3 钢筋绑扎

7.3.3.1 UHPC 桥面板钢筋应采用模具内绑扎工艺，确保上下层钢筋网间距，控制钢筋施工质量，具体的绑扎工艺应满足下列要求：

a) 底层钢筋网的下层钢筋利用模板定位孔精确安装；

- b) 底层钢筋网的上层钢筋两端采用螺栓与边定位拉力板固定并张紧；
- c) 绑扎底层钢筋与已张紧钢筋关键点位；
- d) 采用 a)-c) 的工艺安装定位顶层钢筋网并进行关键点和拉筋的绑扎。

7.3.3.2 钢筋绑扎完毕后应用吸尘器对模具内吸尘,进行绑扎作业的人员应穿软鞋底鞋并穿戴鞋套,确保模具内清洁。

7.3.4 预埋件安装

7.3.4.1 吊装孔及护栏预留孔处应预埋钢管,预埋时通过各孔间相对间距及与模板边缘间距进行双控,确保预埋精度。

7.3.4.2 为防止焊接固定污染及损伤模板,应采用螺杆对吊装孔进行固定,在预埋管上用带螺母平垫片与螺杆连接,下口与预埋钢板预留吊装孔位处使用垫片,螺杆下部使用螺母拧紧拉紧预埋钢管。

7.4 拌合物的生产及运输

7.4.1 原材料准备应根据搅拌工艺要求将活性粉末混凝土原材料中的活性粉末、细骨料、钢纤维用吨袋预先根据配合比与单盘浇筑混凝土方量精计量包装,外加剂称量后采用桶装。

7.4.2 桥面板混凝土搅拌前应检查搅拌设备状态,内壁应湿润且不留有明水,混凝土投料顺序为:干混料、减水剂和水、钢纤维。投料时间应与拌和、布料、振捣试件相协调,控制投料的总时间。

7.4.3 由于投料过程灰尘较大,宜对搅拌机四周进行封闭处理,同时搅拌机上方接脉冲反吹除尘器。

7.4.4 预制桥面板拌合物应采用料斗运至布料机,运送时间不超过 5min。

7.5 混凝土浇筑

7.5.1 确定混凝土浇筑工艺时,应避免振捣混凝土对已初凝的混凝土产生不利影响。

7.5.2 混凝土浇注后应立即进行振捣,确保混凝土密实、无空鼓和裂缝。

7.5.3 桥面板的混凝土平整后,应及时对混凝土表面覆盖薄膜保水,在振捣工作之后完成整个面板薄膜的全覆盖。

7.6 混凝土养护及拆模

7.6.1 UHPC 桥面板浇筑完成后,冬季应通过接通临时蒸汽管道至模板下方进行蒸养,养护棚对模板全覆盖,确保在不低于 20° C 条件下静置 24h,夏季应先覆水膜,常温静置 24h 后,再转移至蒸养棚蒸养。

7.6.2 拆除心模和边模过程中应避免 UHPC 的早期扰动和预制板表面及棱角的损坏,不

得采用敲击、冲击等剧烈方式。

7.6.3 拆模完成后应将桥面板与底模整体运输至全封闭智能数控蒸汽养护房进行高温蒸养。

7.7 吊装及存放

7.7.1 UHPC 桥面板在存放区应进行保湿养护，并应符合下列规定：

- a) 养护过程中加强巡查力度，发现有缺水部位时及时补水养护；
- b) 养护过程中不能对桥面板进行扰动。

7.7.2 桥面板存放至存放台座上，桥面板与台座之间、每层桥面板之间应设置混凝土垫块，垫块应使用 C30 及以上混凝土制成。支垫应尽量对齐，避免桥面板承受上层板件重量产生的弯矩。

8 检验及质量验收

8.1 检验

8.1.1 预制桥面板验收检验内容应包括下列内容：

- a) 尺寸检验：检查桥面板的长度、宽度、厚度等尺寸；
- b) 强度检验：抗渗、抗拉、抗压、抗折等力学性能试验；
- c) 表面质量检验：检查桥面板表面是否存在裂缝、破损、起砂、脱落等缺陷；

8.1.2 桥面板验收的检验方法、操作步骤应满足 GB 50205、GB/T 31387、GB/T 50081、T/CBMF 37 等相关规范和技术规程的要求。

8.1.3 预制桥面板的试件制配要求应符合下列规定：

a) 取样：每组试件所用的拌合物从同一包产品中取样，取样的量多于试验所需量的 1.5 倍。取样需具有代表性，宜采用多次采样的方法，在同一包三处分别均匀取样，第一次取样到最后一样取样不宜超过 5min；

b) 搅拌：采用可调速强制式搅拌机进行搅拌，搅拌总时间宜控制在 6min~15min；

c) 成型：从试模的一侧开始浇筑，一次浇筑完毕，不宜振动成型，可用橡胶锤轻敲侧模排除气泡；

d) 养护：预制桥面板用超高性能混凝土采用标准蒸汽养护，现浇湿接缝用超高性能混凝土采用标准常温养护。

8.1.4 标准蒸汽养护后的试件应在 GB/T 50081 规定的试验环境下存放至试验龄期，试验龄期宜为 7d；采用标准常温养护试件的试验龄期宜为 28d，可根据具体情况约定试验龄期。

8.1.5 UHPC 预制桥面板的检验应满足下列规则：

a) 预制桥面板用 UHPC 同一配料工艺条件、同一类型、同一性能等级产品宜按照 600~1000t 为一批次检验，不足一批时亦检验一批；

b) 全面检验时，预制桥面板用 UHPC 每批次抽检外观、扩展度、抗压强度、抗拉强度、抗弯强度；

a) 快速检验时，预制桥面板用 UHPC 每批次抽检外观、扩展度、抗压强度及抗弯强度；

b) 抗压强度指标检验批次为 1 块预制板，每批次检验组数 ≥ 1 组；

c) 抗弯强度指标检验批次为 4 块预制板，每批次检验组数 ≥ 3 组。

8.1.6 UHPC 拌合物的检验项目应包括塌落度、塌落度经时损失、凝结时间、离析、泌水、粘稠度、保水性、扩展度、含水量和表观密度。

8.2 质量验收

8.2.1 UHPC 模板的安装允许偏差如表 3 所示。

表 3 模板安装允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)
1	模板内部尺寸	+5
2	预埋件与底模接缝表面错台	2
3	模板板面对角线	3
6	模板表面平整度	5
7	预埋件中心位置	3
8	预留孔洞中心线位置	10
9	模板顶面高差	+2, -5

8.2.2 钢筋下料及绑扎检验指标如表4所示。

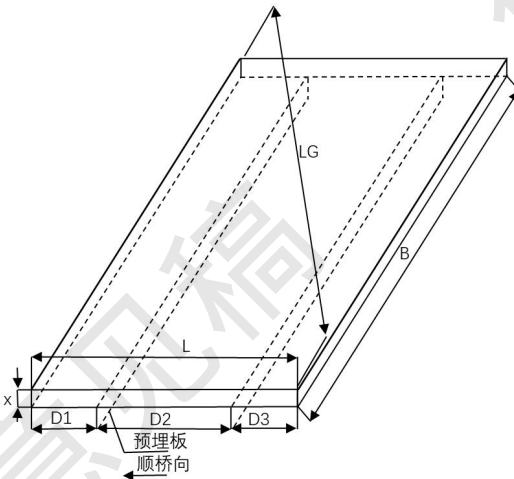
表4 钢筋下料及绑扎检验指标

序号	检验标准	控制精度
1	钢筋下料长度	-4mm 且不允许正误差
2	套筒连接后钢筋长度	比预制板结构每端小 3mm
3	短钢筋张紧力	4KN \pm 0.5KN
4	长钢筋张紧力	2KN \pm 0.5KN
5	钢筋张紧后套筒端与相邻模具距离	2~3mm
6	短边方向钢筋间距	\pm 1mm
7	长边方向钢筋间距	\pm 2mm
8	钢预埋件位置	\pm 1.5mm

8.2.3 预制桥面板不应出现表面及棱角损坏, 不应存在孔洞、露筋、蜂窝、疏松及夹渣情况, 麻面总面积不应超过所在面面积的 2%, 掉皮、起砂、污染等缺陷总面积不应超过所在面面积的 2%, 外观美观, 所有线条要横平竖直。

8.2.4 预制桥面板各结构精度要求如表 5 所示。

表5 预制桥面板结构精度要求

名称	简图	说明	允许偏差 (mm)
预制桥面板		横桥向宽度B	±3
		顺桥向宽度L	±3
		斜向长度LG	±4
		预制板厚度H	+5, -2
		顺桥向平整度	2.5/800
		横桥向平整度	2.5/1000
		预埋板定位尺寸D	±1.5

9 智能建造管理

9.1 宜基于 BIM 建立 UHPC 预制桥面板智能建造管理平台，通过工序级质检流程及验收标准管控、可视化进度管控、预制构件全寿命周期追踪、可视化智能仓储管控等手段，实现预制桥面板的自动化、流水化生产。

9.2 UHPC 预制桥面板智能建造管理平台可实现人员管理、材料管理、工序质量管理、生产线管理、进度查询与分析、智能仓储管理以及技术管理，具体内容如下：

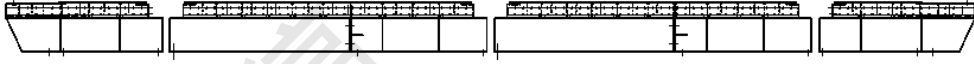
- a) 人员管理：包括对项目经理人和劳务人员管理；
- b) 材料管理：对原材料领用、库存、损耗等情况绑定记录，明确每个预制构件所用材料批次，实现原材料可追溯化管理；
- c) 工序质量管理：定义各预制构件类型的预制工序及其对应的检查项及验收合格流程，对关键工序的关键指标进行验收记录，实现各项工序的手机在线质量检查，实测值与标准值实时比对，系统自动统计各工序质量合格率，并对出现质量问题的构件进行全过程追踪及预警；
- d) 生产线管理：可通过 BIM 平台，实时查看分析各生产线生产进度、质量、原材、仓储等问题；
- e) 进度查询及分析：实时显示项目的各个节点的进度情况，对预制桥面板项目的进度数据进行分析，提供各种统计图表和报告；
- f) 智能仓储管理：跟踪和管理预制桥面板所需的各种原材料和零部件的库存情况，通过智能算法和数据分析，优化预制桥面板的仓储布局、作业流程和作业路径，提高仓储作业效率和准确性；
- g) 设备管理：通过在现场安装传感器硬件，实时将现场监测数据对接到平台，实现项目建设的动态可视化；
- h) 技术管理：将施工图纸、施工方案、交底记录等文档上传供相应人员查阅。

附录 A

(资料性)

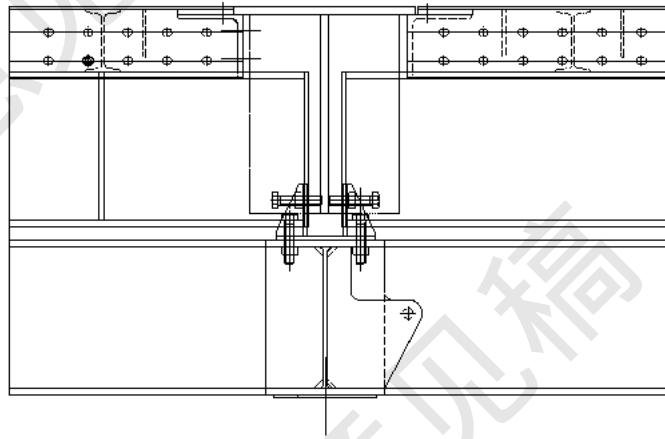
UHPC 模板组成部分结构及作用图

A.1 图 A.1 给出了 UHPC 桥面板模板分块形式。



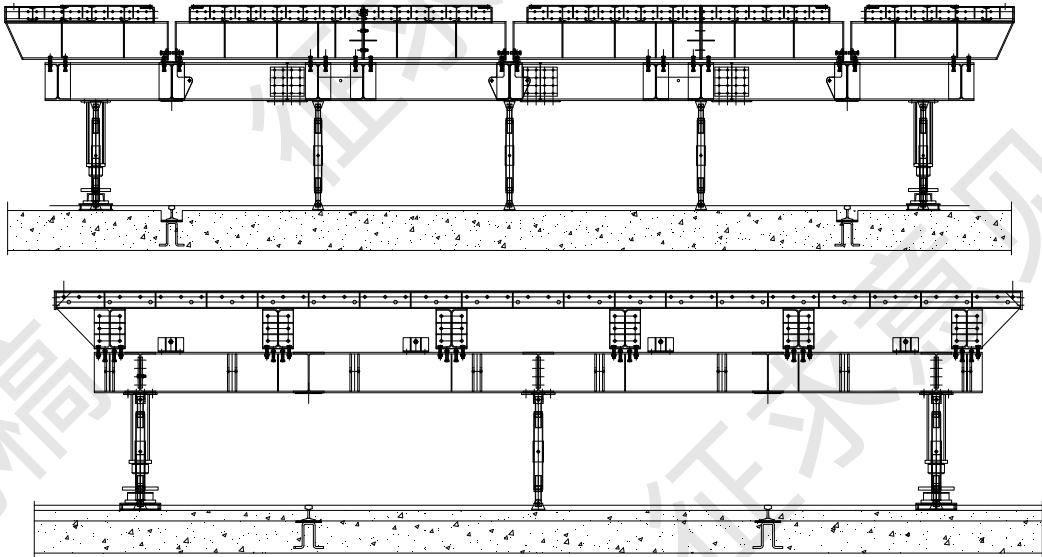
图A.1 UHPC桥面板模板分块图

A.2 图 A.2 给出了 T 型预埋板底部锁紧螺杆固定示例。



图A.2 T型预埋板底部锁紧螺杆固定图

A.3 图 A.3 为桥面板底模模板及支架设计图。



图A.3 桥面板底模模板及支架设计图

A.4 图 A.4 为桥面板底模支腿体系转换示意图。

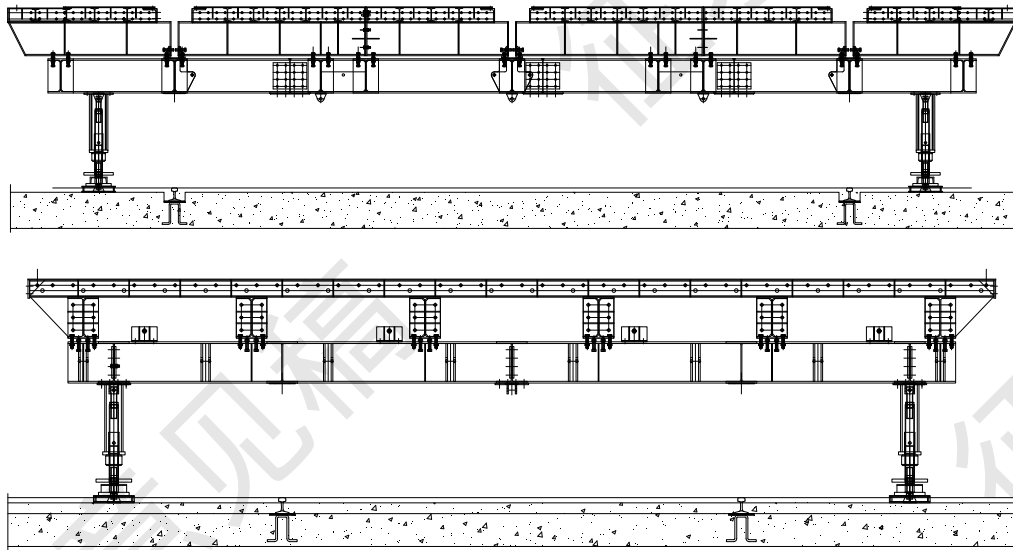
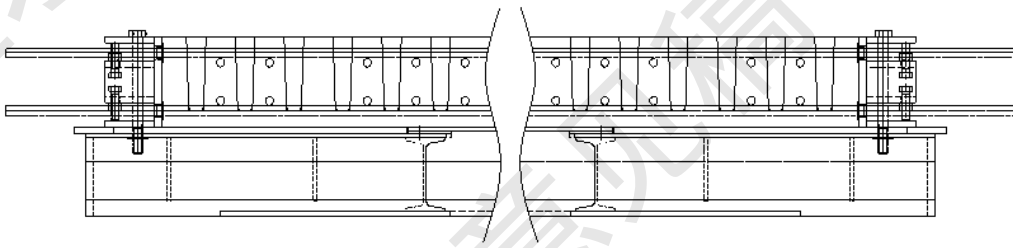


图 A.4 桥面板底模支腿体系转换图

A.5 图 A.5 为底模小车设计图。



图A.5 底模小车设计图

A.6 图 A.6 为底模小车走行旋转示意图。

走行轮旋转 90°

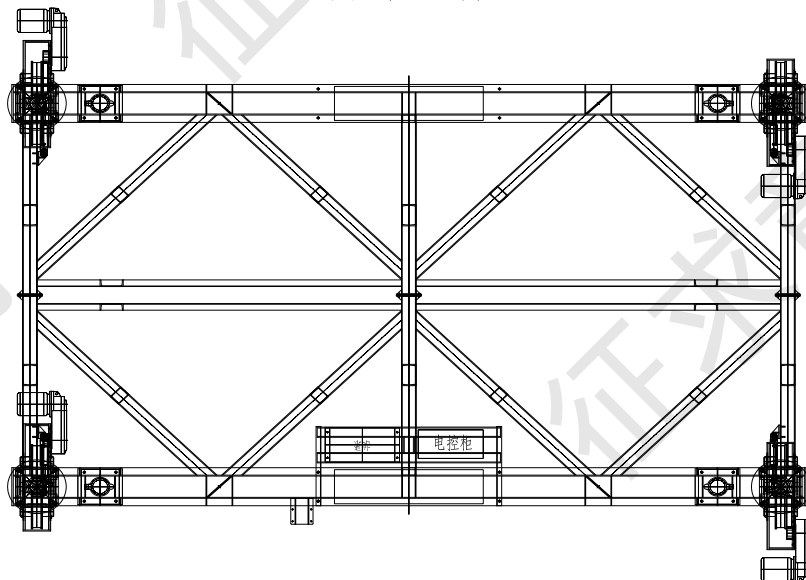


图 A.6 底模小车旋转示意图

A.7 顶升油缸分为两组：上顶升油缸和下顶升油缸，上顶升油缸用于将底模模板和梁段顶起，再通过行走系统行走。下顶升油缸用于将底模小车、底模及梁段整体顶起，走行轮脱离轨道，然后利用旋转油缸将4个走行轮组同时旋转90°，再将下顶升油缸缩回，走行轮落于交叉的另外一组轨道上，启动行走系统，使小车换向行走。图A.7为上顶升油缸将底模模板和梁段顶起示意图，图A.8为下顶升油缸将底模小车、底模及梁段整体顶起的示意图。

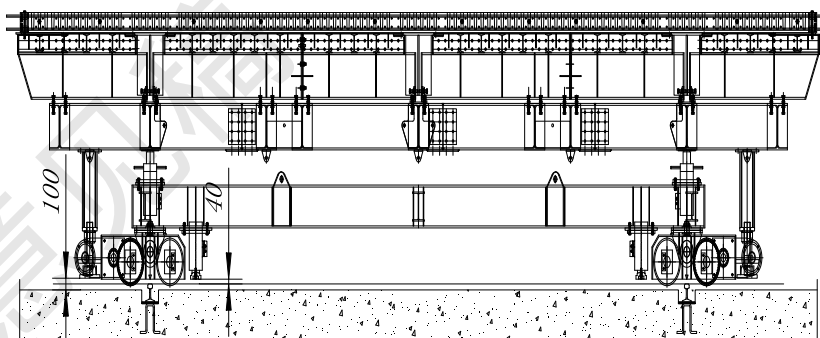


图 A.7 上顶升油缸将底模模板和梁段顶起示意图

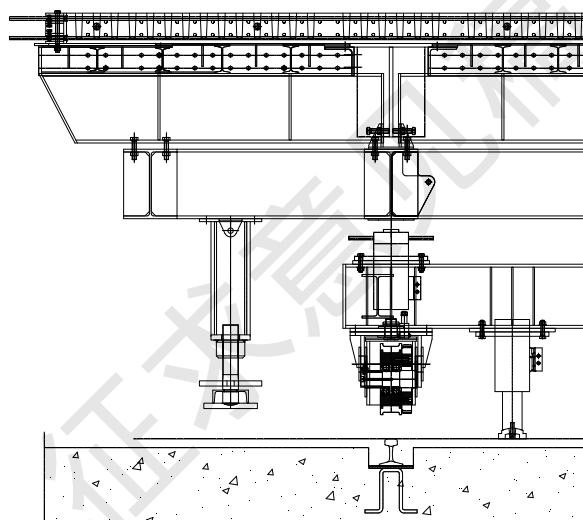
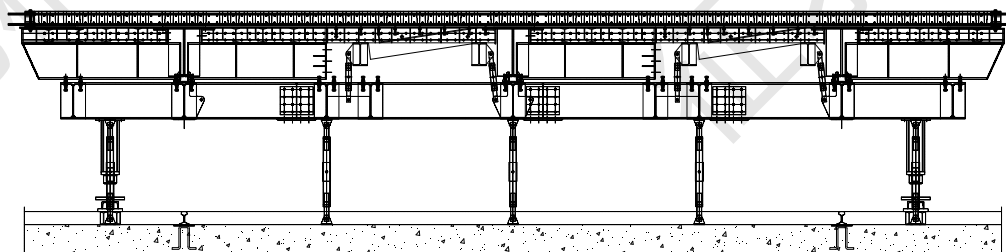


图 A.8 下顶升油缸将底模小车、底模及梁段整体顶起示意图

A.8 在底模模板的基础上更换齿块模板满足带齿块节段的预制，为便于脱模，齿块模板通过撑杆支撑在底模支架上，通过调节撑杆可将齿块模板先降低，脱离混凝土。图A.9为齿块模板通过调节撑杆调节的示意图。



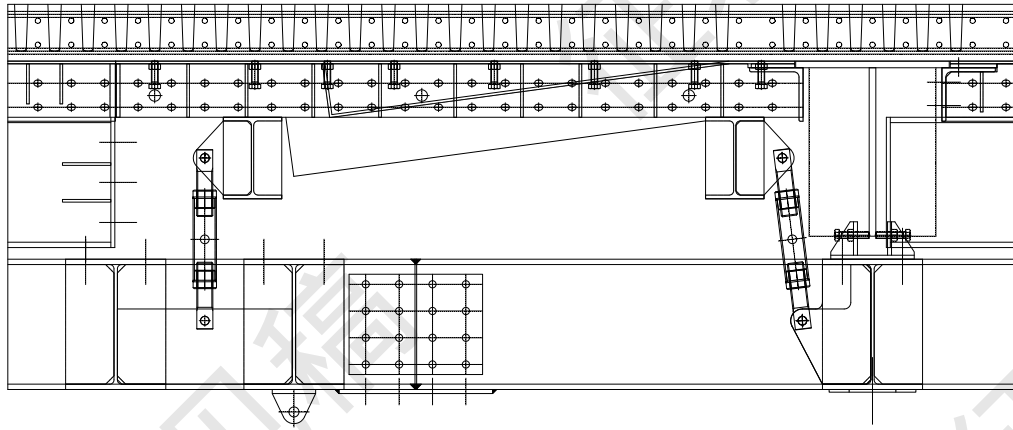


图 A.9 齿块模板调节示意图