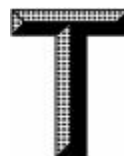


ICS93 040
CCSP51



团 体 标 准

T/CSPSTC91—2022

钢-UHPC组合梁桥施工及评定规程

Code of practice for construction and evaluation of steel-UHPC composite
girder bridges

2022-06-09发布

2022-07-08实施

中国科技产业化促进会 发 布

目 次

前言 III

引言 IV

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义、符号..... 1

 3.1 术语和定义 1

 3.2 符号 2

4 材料 3

 4.1 UHPC原材料 3

 4.2 UHPC性能指标 4

 4.3 钢材 7

 4.4 猫结层材料 7

 4.5 磨耗层材料 8

5 施工 8

 5.1 基本要求 8

 5.2 施工准备 8

 5.3 钢-UHPC轻型组合桥面结构 8

 5.4 钢-UHPC组合结构 12

6 质量检验与评定 13

 6.1 基本要求 13

 6.2 进场检验 13

 6.3 钢-UHPC轻型组合桥面结构质量检验 14

 6.4 钢-UHPC组合结构质量检验 16

 6.5 质量评定 21

附录 A（规范性） UHPC用钢纤维性能检验方法 22

附录 B（资料性） UHPC试件的制作及试验方法 24

附录 C（规范性） UHPC轴心抗拉性能试验方法 25

附录 D（规范性） UHPC纤维取向系数的确定方法及取值..... 29

附录 E（规范性） UHPC抗压强度、抗弯拉强度、轴心抗拉强度及性能评定 31

参考文献 32

前 言

本文件按照 GB/T1.1—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。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别专利的责任。

本文件由黄河勘测规划设计研究院有限公司提出。

本文件由中国科技产业化促进会归口。

本文件起草单位：黄河勘测规划设计研究院有限公司、湖南大学、中铁山桥集团有限公司、云南建投绿色高性能混凝土股份有限公司、湖北省城建设计院股份有限公司、湖南中路华程桥梁科技股份有限公司、中交路桥建设有限公司、湖北省路桥集团有限公司、中铁桥研科技有限公司、林同楼国际工程咨询（中国）有限公司、江苏省水利建设工程有限公司、中国建筑第五工程局有限公司、中铁大桥局集团有限公司、中国铁建大桥工程局集团有限公司、广东冠生土木工程技术有限公司、保利长大工程有限公司、中铁二十局集团第一工程有限公司、湖北交投建设集团有限公司、嘉兴市快速路建设发展有限公司、宁波路宝科技实业集团有限公司、安徽省公路桥梁工程有限公司、中铁一局集团桥梁工程有限公司、中交路桥华南工程有限公司、长沙市公路桥梁建设有限责任公司、中铁上海工程局集团第五工程有限公司、郑州市建设工程质量检测有限公司、创新联盟认证中心有限公司、标准联合咨询中心股份公司。

本文件主要起草人：景来红、杨纪、础旭东、曹阳、怀臣子、曹君辉、邢扬、李章建、陈晓虎、孟杰、吴新印、卢冠柿、周乐木、何昌杰、周帅、陶亚成、曾玉昆、侍刚、贾海涛、吴建峰、赵健、梁国燎、徐青、秦定松、连玮、杨朝光、彭申凯、钱盈、张法、任自铭、徐减、黎顿、陈刚、唐俊、高世强、钱云龙、杨磊、赵减、李冲、王文成、余方亮、黄毅、张永江、高永吉、孙引浩、徐速、安路明、叶子健、侯劲松、柴飞、梁丽敏、李世华、张帆、崔健、杨洪武、郭乐、何鹏、陈露一、王衍、喻满、础宗喧、赵海增、曾向往、宋银平、阅瑞、郎威溶、张建树、刘江军、沈理减、伞艺、肖向荣、易代红、周志敏、卢成绪。

引 言

随着经济社会及城市化的发展，大跨桥梁的需求越来越多，钢-UHPC组合梁作为新型梁式结构，桥梁跨径适应范围广。针对大跨预应力混凝土（prestressed concrete，PC）梁桥普遍存在的腹板开裂、梁体下挠等病害难题，以超高性能混凝土（ultra-high performance concrete，UHPC）为基础，提出了跨中采用钢-UHPC组合梁段的新结构，包括钢-UHPC轻型组合桥面结构、钢-UHPC组合结构两类形式，以期降低梁体自重，缓解大跨预应力混凝土梁桥的上述两大病害难题，并显著提升桥面结构的耐久性。

本文件对钢-UHPC组合梁桥的材料、施工、质量检验与评定做出规定，是相关国家标准、行业标准的补充。本文件规范钢-UHPC组合梁桥的材料选用、施工过程、质量检验与评定，形成标准可控的施工方案和工序，并为钢-UHPC组合梁桥施工各工序的验收提供有效可靠的检验内容、方法及要点，促进钢-UHPC组合梁桥结构的发展。

钢-UHPC组合梁桥施工及评定规程

1 范围

本文件规定了钢-UHPC组合梁桥的材料、施工、质量检验与评定的内容与要求。

本文件适用于大跨预应力混凝土梁桥跨中钢-UHPC组合梁段的材料选用、施工、质量检验与评定。

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。

GB175 通用硅酸盐水泥
GB/T1596 用于水泥和混凝土中的粉煤灰
GB8076 混凝土外加剂
GB/T10433 电弧螺柱焊用圆柱头焊钉
GB/T18046 用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉
GB/T27690 砂浆和混凝土用硅灰
GB/T31387 活性粉末混凝土
GB/T50081 混凝土物理力学性能试验方法标准
GB50119 混凝土外加剂应用技术规范
GB50204 混凝土结构工程施工质量验收规范
JG/T237 混凝土试模
JGJ/T221 纤维混凝土应用技术规程
JTG D50 公路沥青路面设计规范
JTG D64 公路钢结构桥梁设计规范
JTG/TD64-01 公路钢混组合桥梁设计与施工规范
JTG F40 公路沥青路面施工技术规范
JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准 第一册 土建工程
JTG3362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
JTG3420 公路工程水泥及水泥混凝土试验规程
JTG/T3650 公路桥涵施工技术规范
JT/T722 公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件

3 术语和定义、符号

3.1 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1.1

超高性能混凝土 ultra-high performance concrete ; UHPC

由水泥、矿物掺合料、集料、钢纤维和外加剂等材料或由上述材料制成的干混料加水拌和，经凝结硬化后形成的一种具有超高强度、超高韧性和超高耐久性的水泥基复合材料。

[来源：T/CCES27—2021，2.1.1，有修改]

3.1.2

钢-UHPC组合结构 steel-UHPC composite structure

由钢梁和 UHPC层通过剪力连接件连接形成的组合结构。

3.1.3

钢-UHPC轻型组合桥面结构 steel-UHPC lightweight composite deck structure

由正交异性钢桥面板和 UHPC层通过剪力连接件形成的组合桥面结构。

注：包括铺设在其顶面的猫结层和磨耗层。

3.1.4

蒸汽养护 steam curing

浇筑的 UHPC终凝后在蒸汽环境中持续养护后达到强度等级的养护过程。

3.1.5

抗弯拉强度 flexural strength

按标准方法制作、养护的棱柱体试件，在 28d或设计规定龄期以标准试验方法测得的抗弯拉强度值。

3.1.6

猫结层 bonding layer

介于 UHPC层与磨耗层之间，起到猫结作用的薄层构造。

3.1.7

磨耗层 wearing surface

位于钢-UHPC轻型组合桥面结构顶面的沥青混凝土铺装层。

3.1.8

干混料制备 dry mixes preparation

将各种固体原材料在工厂拌和均匀，经包装后运至使用现场，按一定比例加水和其他液体组分并搅拌均匀后，成为浇筑用 UHPC的过程。

3.1.9

现场制备 on-site preparation

在使用现场，先按一定投料顺序加入固体原材料并搅拌均匀后，再加水和其他液体组分搅拌均匀后完成 UHPC的制备的过程。

3.2 符号

下列符号适用于本文件。

UC120：边长 100mm的立方体抗压强度标准值为 120MPa的 UHPC

UC140：边长 100mm的立方体抗压强度标准值为 140MPa的 UHPC

UC160：边长 100mm的立方体抗压强度标准值为 160MPa的 UHPC

UC180：边长 100mm的立方体抗压强度标准值为 180MPa的 UHPC

UC200：边长 100mm的立方体抗压强度标准值为 200MPa的 UHPC

UF19：100mmX100mmX400mm的棱柱体抗弯拉强度标准值为 19MPa的 UHPC

UF22：100mmX100mmX400mm的棱柱体抗弯拉强度标准值为 22MPa的 UHPC

UF25：100mmX100mmX400mm的棱柱体抗弯拉强度标准值为 25MPa的 UHPC

UF28：100mmX100mmX400mm的棱柱体抗弯拉强度标准值为 28MPa的 UHPC

UHPC22：抗弯拉强度标准值为 22MPa的 UHPC

UHPC25：抗弯拉强度标准值为 25MPa的 UHPC

UHPC28：抗弯拉强度标准值为 28MPa的 UHPC

UT6：哑铃形试件轴心抗拉强度标准值为 6MPa的 UHPC

UT7：哑铃形试件轴心抗拉强度标准值为 7MPa的 UHPC

UT8：哑铃形试件轴心抗拉强度标准值为 8MPa的 UHPC

UT9：哑铃形试件轴心抗拉强度标准值为 9MPa的 UHPC

α_c ：UHPC的温度线膨胀系数

E_c ：UHPC的弹性模量

G_c ：UHPC的剪切变形模量

f_{cd} ：UHPC轴心抗压强度设计值

f_{ck} ：UHPC轴心抗压强度标准值

$f_{cu,k}$ ：UHPC立方体抗压强度标准值（试件边长 100mm）

$f_{cu,m}$ ：UHPC立方体抗压强度的平均值

$f_{cu,min}$ ：UHPC立方体抗压强度的最小值

f_{Fd} ：UHPC抗弯拉强度设计值

f_{Fk} ：UHPC抗弯拉强度标准值

$f_{F,m}$ ：UHPC抗弯拉强度的平均值

$f_{F,min}$ ：UHPC抗弯拉强度的最小值

f_{td} ：UHPC轴心抗拉强度设计值

f_{te} ：UHPC弹性极限抗拉强度

f_{tk} ：UHPC轴心抗拉强度标准值

f_{tu} ：UHPC极限抗拉强度

S_{Fcu} ：同一批 UHPC抗压强度的标准差

μ_c ：UHPC的泊松比

$\varepsilon_{crack,d}$ ：UHPC的初裂应变设计值

ε_{td} ：UHPC的极限拉应变设计值（不考虑配筋）

ε_{tu} ：UHPC极限拉应变（不考虑配筋）

4 材料

4.1 UHPC原材料

4.1.1 水泥宜采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，并符合 GB175的规定。

4.1.2 矿物掺合料宜采用 I级粉煤灰、S95等级以上的粒化高炉矿渣粉、二氧化硅含量（质量分数）不低于90%的硅灰等材料，且应符合 GB/T1596、GB/T18046、GB/T27690的规定。当采用其他矿物掺合料时，应通过试验进行验证。

4.1.3 细集料宜为石英砂，性能指标应符合表 1的规定。石英砂和石英粉的筛分试验和粒径应符合 GB/T31387的规定。

表 1 石英砂的性能指标

项目	技术指标 %
二氧化硅含量（质量分数）	> 97
氯离子含量（质量分数）	≤ 0.02
硫化物及硫酸盐含量（质量分数）	≤ 0.50
云母含量（质量分数）	≤ 0.50

4.1.4 本文件不包括含粗骨料的 UHPC。

4.1.5 减水剂应符合 GB8076和 GB50119的规定。宜选用高性能减水剂，减水剂的减水率宜大于 30%。

4.1.6 掺用改善拌和物和 UHPC性能的其他外加剂时，其性能应符合 GB/T31387的规定，且应通过试验确定 UHPC性能满足工程应用要求。

4.1.7 钢纤维应采用高强度钢纤维（可镀铜），其性能指标应符合表 2的规定，其性能检验按照附录 A 的规定进行检验。

表 2 钢纤维的性能指标

项目	性能指标
轴心抗拉强度	> 2000MPa
长度合格率（12mm、14mm或 7mm、8mm纤维比例） ^a	> 96%
直径合格率（0.18mm、0.22mm或 0.12mm、0.14mm纤维比例） ^b	> 90%
形状合格率	> 96%
杂质含量（质量分数）	≤ 1.0%
^a 50根试样的长度平均值应在 12mm、14mm或 7mm、8mm范围内。	
^b 50根试样的直径平均值应在 0.18mm、0.22mm或 0.12mm、0.14mm范围内。	

4.2 UHPC性能指标

4.2.1 钢-UHPC轻型组合桥面结构

4.2.1.1 UHPC的抗弯拉强度、抗压强度标准值和设计值应符合表 3的规定。

表 3 UHPC强度等级

强度等级	抗弯拉强度 MPa		抗压强度 MPa		
	f_{Fk}	f_{Fd}	$f_{cu,k}$	f_{ck}	f_{cd}
UHPC22	22	15.2	120	77.4	53.4
UHPC25	25	17.2	140	90.3	62.3
UHPC28	28	19.3	160	103.2	71.2
注：UHPC抗弯拉强度等级根据 100mmX100mmX400mm棱柱体抗弯强度标准值划分。测试抗压强度的试件尺寸为 100mmX100mmX100mm。					

4.2.1.2 UHPC具有轴心抗拉应变硬化特性。UHPC22、UHPC25、UHPC28的 f_{td} 宜分别取 7 MPa、8 MPa、9 MPa， ϵ_{td} 宜取 2000 $\mu\epsilon$ 。 $\epsilon_{crack,d}$ 应根据 f_{td} 和 4.2.1.3规定的 E_c 计算确定，见图 1。

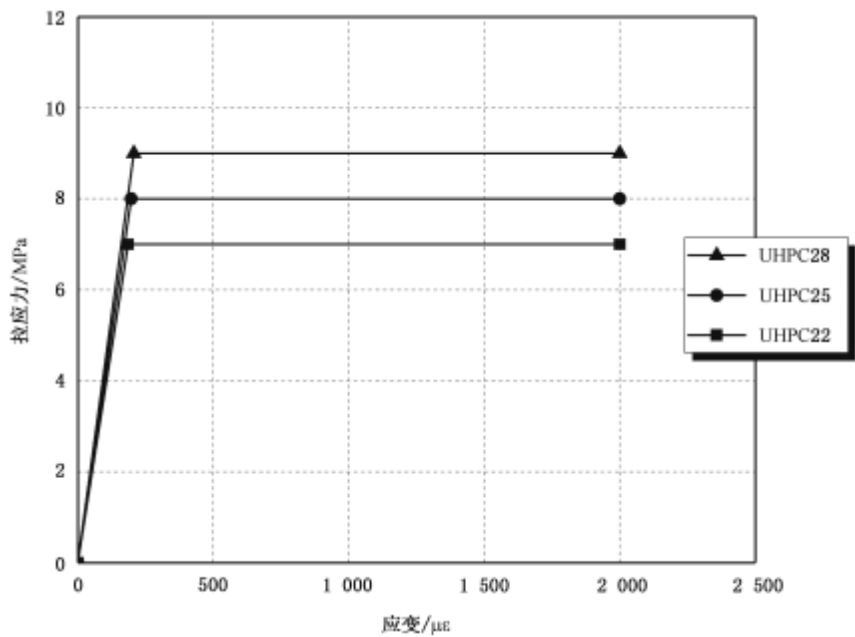


图 1 UHPC轴心抗拉应力-应变曲线

4.2.1.3 E_c 应按照 GB/T31387的规定通过试验确定，当无相关试验资料时，可按照表 4采用。

表 4 不同强度等级的 E_c

单位为吉帕

UHPC强度等级	UHPC22	UHPC25	UHPC28
弹性模量	37.6	40.7	43.5

4.2.1.4 G_c 可按照表 4中 E_c 值的 0.4倍采用， μ_c 可取为 0.2。

4.2.1.5 a_c 可取为 1.1×10^{-5} 节⁻¹。

4.2.1.6 UHPC宜采用蒸汽养护，养护结束后，收缩应变和徐变系数终值可按照表 5采用。

表 5 UHPC的收缩应变和徐变系数终值

养护条件	收缩应变 $\mu\epsilon$	徐变系数
蒸汽养护	0	0.2

注：相关研究和工程经验表明，蒸汽养护能加速 UHPC的水化过程，提高了材料的密实度，使得收缩基本完成且能降低徐变。为保证 UHPC的性能，宜进行蒸汽养护，非蒸养的 UHPC不在本文件中约定。

4.2.1.7 UHPC的抗氯离子渗透性应不大于 100C（电通量法）。

4.2.2 钢-UHPC组合结构

4.2.2.1 UHPC的抗压强度等级应根据 100 mm 立方体抗压强度标准值确定，强度等级划分为 UC120、UC140、UC160、UC180、UC200。

4.2.2.2 UHPC的轴心抗拉强度等级应根据附录 C规定的轴心抗拉试验的弹性性能极限抗拉强度标准值确定,强度等级划分为 UT6、UT7、UT8、UT9。

4.2.2.3 UHPC的抗弯拉强度等级应根据 100mmX100mmX400mm 棱柱体抗弯拉强度标准值确定,强度等级划分为 UF19、UF22、UF25、UF28。UHPC的轴心抗拉强度与抗弯拉强度有一定相关性,在缺乏相关试验数据情况下,可参考表 6选用 UHPC抗弯拉强度等级。

表 6 UHPC轴心抗拉强度等级与抗弯拉强度等级建议关系

轴心抗拉强度等级	UT6	UT7	UT8	UT9
抗弯拉强度等级	>UF19	>UF22	>UF25	>UF28

4.2.2.4 UHPC应具有轴心抗拉应变硬化特性,并应符合表 7的规定。

表 7 UHPC轴心抗拉性能

轴心抗拉性能分类	f_{te}/f_{tk}	f_{tu}/f_{te}	f_{tu}/f_{tk}	ε_{tu}
应变硬化型	>1.0	>1.0	>1.1	>2000 $\mu\varepsilon$
注:轴心抗拉性能是 UHPC的重要技术性能指标。用 f_{te} 、 f_{tk} 、 f_{tu} 和 ε_{tu} 四个参数表征,并用 f_{te}/f_{tk} 、 f_{tu}/f_{te} 、 f_{tu}/f_{tk} 来表征 UHPC拉伸应变硬化指标要求。				

4.2.2.5 f_{ck} 和 f_{cd} 应按表 8的规定采用, f_{tk} 和 f_{td} 应按表 9的规定采用。

表 8 UHPC轴心抗压强度

强度类型	强度等级				
	UC120	UC140	UC160	UC180	UC200
$f_{cu,k}/\text{MPa}$	120	140	160	180	200
f_{ck}/MPa	84	98	112	126	140
f_{cd}/MPa	58	68	77	87	97

表 9 UHPC轴心抗拉强度

强度类型	强度等级			
	UT6	UT7	UT8	UT9
f_{tk}/MPa	6	7	8	9
f_{td}/MPa	4.1/K	4.8/K	5.5/K	6.2/K
K 为 UHPC纤维取向系数,按附录 D的方法测定。若无实测数据,整体纤维取向系数(K_{global})宜取 1.25,局部纤维取向系数(K_{local})宜取 1.75。				

4.2.2.6 承载能力极限状态 UHPC受压的应力与应变关系应按式(1)、式(2)、式(3)取用。

$$\left\{ \begin{array}{l} \sigma_c = f_{cd} \left(\frac{\varepsilon}{\varepsilon_0} \right) \quad (\varepsilon \leq \varepsilon_0) \\ \sigma_c = f_{cd} \quad (\varepsilon_0 \leq \varepsilon \leq \varepsilon_{cu}) \end{array} \right. \quad \dots\dots\dots (1)$$

$$\varepsilon_0 = f_{cd}/E_c \quad \dots\dots\dots (2)$$

$\epsilon_{cu} = 0.0042 - (f_{cu,k} - 120) \times 10^{-5} \dots\dots\dots (3)$

式中：

σ_c — UHPC受压应力；

ϵ — UHPC受压应变；

ϵ_0 — UHPC受压峰值应变；

ϵ_{cu} — UHPC受压极限应变。

4.2.2.7 E_c 宜根据 GB/T31387的规定进行测试。若无实测数据，可按表 10取用。

表 10 UHPC的弹性模量

单位为吉帕

强度等级	UC120	UC140	UC160	UC180	UC200
E_c	43.4	45.7	47.5	49.1	50.4

4.2.2.8 其余 UHPC性能指标见 4.2.1。

4.3 钢材

4.3.1 连接件的材料性能应符合 GB/T10433的规定。

4.3.2 UHPC中的普通钢筋宜选用 HRB400或 HRB500钢筋，钢筋的材料性能指标应按照 JTG3362的规定取用。

4.3.3 钢材相关设计指标应按JTG D64的规定取用。

4.4 猫结层材料

猫结层材料宜采用高猫高弹沥青、环氧沥青猫结剂、改性环氧树脂猫结剂，主要性能指标及要求应符合表 11的规定。

表 11 猫结层养护固化后主要性能指标及要求

序号	项目	技术要求		
		I型 (高猫高弹沥青、环氧沥青猫结剂)	II型 (改性环氧树脂猫结剂)	
1	复合试件剪切强度/MPa	25 节	>0.8	>1.6
		60 节	>0.4	>0.8
2	附着力拉拔强度 (与 UHPC)/MPa	25 节	>1.0	>2.0
		60 节	>0.3	>0.8
3	抗冻性	—20节~20节冻融循环	20次不开裂	
4	耐腐蚀性(20 节)	Ca(OH) ₂ 中浸泡 15d	无异常	
		3%盐水浸泡 15d	无异常	
5	抗酪破	轮碾机碾压 30次	不穿孔	
附着力拉拔强度由附着力拉拔试验测得，附着力拉拔试验可采用圆形拉拔头(直径 50mm)或正方形拉拔头(边长 50mm)。				

4.5 磨耗层材料

磨耗层材料性能应符合JTG D50的规定。

5 施工

5.1 基本要求

5.1.1 施工前，施工单位应根据项目结构特点、受力特性、环境条件等编制合理的专项施工方案和作业指导书，明确质量安全控制措施，确定施工质量的有效控制方法。

5.1.2 施工环境气温范围宜为 0℃~38℃，风力不宜大于 6级，否则应采取特殊气候施工措施。

5.1.3 本文件未明确规定的施工事项应符合JTG/TD64-01、JTG/T3650的相关规定。

5.2 施工准备

5.2.1 UHPC混合料配合比应根据设计要求进行设计。

5.2.2 施工前应进行试验段施工，通过试验段施工确定 UHPC的拌和设备、摊铺设备选型及工艺参数，确保拌和能力、摊铺能力满足施工强度需求，确保拌和料均匀稳定，不应出现粉团或钢纤维结团的情况。

5.2.3 原材料、袋装干混料储存应防潮、防雨，并应按照品种、批号分别堆放，不应混堆。应备足养护设备和材料。

5.3 钢-UHPC轻型组合桥面结构

5.3.1 钢桥面处理遵守下列规定。

- a) 应对钢桥面进行联测，测定基面的纵向线型和横向线型。
- b) 新建 PC梁跨中钢梁部分可保留钢面板车间底漆，直接在钢桥面板顶面进行 UHPC施工。当桥面板锈蚀时应做除锈处理，并做好相应的涂装。
- c) 在役 PC梁跨中钢梁部分 UHPC施工前，基面处理工艺应符合下列规定：
 - 1) 应按照设计深度铣刨原桥面铺装层，不应损伤桥面钢板；
 - 2) 检查钢桥面板有无损伤及病害，清除桥面污垢，并按照设计要求做相应修补；
 - 3) 按JT/T722的规定及设计要求喷砂除锈及防腐涂装。
- d) 连接件焊接前，应将焊接处的钢桥面板表面局部打磨平整、光滑。

5.3.2 钢-混结合段普通混凝土桥面搭接段处理遵守下列规定。

- a) 应对普通混凝土桥面进行联测，测定基面的纵向和横向线型。
- b) UHPC施工前，应对普通混凝土桥面进行凿毛处理。
- c) UHPC施工前，普通混凝土基面处理工艺应符合下列规定：
 - 1) 应按照设计深度凿毛，不应损伤纵横向钢筋及预应力筋；
 - 2) 清除凿毛面混凝土碎屑及松动混凝土；
 - 3) 普通混凝土桥面凿毛清理后铺设钢筋网；
 - 4) 浇筑 UHPC之前，将普通混凝土桥面喷水润湿，但不应有积水。

5.3.3 连接件焊接应遵守下列规定。

- a) 在焊接工作之前，应对焊接材料进行焊接工艺评定。焊接工艺评定应按照JTG/T3650执行。
- b) 焊接圆柱头焊钉时，应按照JTG/T3650执行，并遵守下列规定：
 - 1) 在钢桥面板上划线定位焊钉的位置；
 - 2) 当焊钉的设计位置与钢主梁拼接焊缝位置冲突时，应将焊钉一左一右顺序偏离焊缝边界 2cm~3cm，不应将焊钉直接焊接在拼接焊缝处；

- 3) 应采用电弧螺柱焊机焊接焊钉；
 - 4) 焊接完后应对连接件进行敲击检查；
 - 5) 设置 UHPC施工接缝时，应预留焊钉的焊接位置；
 - 6) 焊接完焊钉后，应在钢桥面板四周 500mm宽区域内进行防腐涂装。
- c) 焊接其他形式连接件时，应按照JTG/T3650执行。
- 5.3.4 钢筋网铺设应根据设计图纸进行纵向、横向、竖向定位，钢筋直径、钢筋搭接长度、钢筋网高度及钢筋网间距应符合 6.3.4的规定，钢筋应平直，扎丝头不应位于钢筋顶面。
- 5.3.5 UHPC摊铺施工遵守下列规定。
- a) UHPC干混料制备满足下列要求：
 - 1) UHPC宜优先选用干混料制备，应采用专用设备，且应确保钢纤维分布均匀不结团；
 - 2) UHPC原材料生产的计量应采用电子计量系统，各采用的计量偏差应符合表 12要求。

表 12 UHPC原材料计量允许偏差

原材料品种	水泥	集料	水	外加剂	掺合料	钢纤维
每盘计量允许偏差/%	±2	±3	±1	±1	±2	±1
累计计量允许偏差/%	±1	±2	±1	±1	±1	±1
注：累计计量允许偏差是指每一运输车中各盘混凝土的每种材料计量和的偏差。						

- b) UHPC干混料的储存遵守下列规定。
 - 1) UHPC干混料宜采用防潮包装袋包装，含有钢纤维时，包装袋应满足防钢纤维扎破的要求。
 - 2) UHPC干混料每袋净含量不应少于其标识质量的 99%。随机抽取 20袋，总质量（含包装袋）应不少于标识质量的总和。
 - 3) UHPC干混料包装袋上宜标明产品名称、标记、商标、加水量范围、净含量、使用说明、储存条件及保质期、生产日期或批号、生产单位、地址和电话等信息。
 - 4) UHPC干混料在储存过程中不应受潮和混入杂物，不同品种、规格型号和批号的 UHPC干混料应分别储存，不应混杂，且宜先存先用。
 - 5) 袋装 UHPC干混料应储存于干燥环境中，应有防雨、防潮、防扬尘措施。储存过程中，包装袋不应破损。
 - 6) 袋装 UHPC干混料的保质期自生产日期起为 3个月。当存放时间超过 3个月时，应复验合格后方可使用。
- c) UHPC干混料的运输应遵守下列规定：
 - 1) UHPC干混料运输时，应有防雨、防潮、防扬尘等措施；
 - 2) 袋装 UHPC干混料搬运时，应确保包装完好。
- d) UHPC的湿拌应采用强制式搅拌机，并遵守下列规定。
 - 1) 采用预拌干混料方式时，干混料的容许计量偏差不应大于 2%，水的容许计量偏差不应大于 1%；拌和时置于同一包装件中的干混料应一次搅拌完成，不应分盘搅拌。
 - 2) 采用现场集中拌和方式时，钢纤维与水的计量允许偏差应符合表 12的要求。
 - 3) 搅拌前，应检查搅拌设备状态，严格按施工配合比或干混料使用说明书进行拌和。应清理搅拌机，湿润搅拌缸，但不能有积水。
 - 4) 应使用强制式搅拌设备，宜优选 UHPC专用搅拌设备，搅拌设备的生产能力应保证 UHPC的连续浇筑。

- 5) 搅拌时间应根据混合物的黏聚性、均质性及搅拌机类型,经试拌确定,且每盘混合料的净搅拌时间不宜少于 8min,待 UHPC 流化之后继续搅拌 2min,且同一包装的干混料应一次搅拌完成,不应分盘搅拌。
- 6) 搅拌应保证拌和物均匀,出料口拌和物中不应有粉团或钢纤维结团现象。
- 7) UHPC 的均质性除应符合 JTG/T 3650 的规定之外,尚应对每一工作班或单元结构物的 UHPC 中钢纤维含量随机进行检测,检测次数不应少于两次,且连续两次测值的相对误差不应大于 5%,检测方法应符合 JGJ/T 221 的规定。
- 8) 搅拌结束后,应及时清洗搅拌设备。
- 9) UHPC 搅拌完毕后,应检测 UHPC 的坍落扩展度,取样地点和频次应符合 JTG/T 3650 的规定。
- e) 应采用专用摊铺机进行 UHPC 摊铺施工,布料应均匀,振捣应充分,表面平整密实,并遵守下列规定。
 - 1) 浇筑前应检查模板、钢筋以及保护层厚度、预埋件位置、尺寸,确认无误后,方可进行浇筑。
 - 2) UHPC 拌合物应采用附着式振动器或模外振动器振捣成型。
 - 3) UHPC 拌合物的自由下落高度不应超过 1.5m。当倾落高度大于 1.5m 时,应加串筒、斜槽、溜管等辅助工具。
 - 4) UHPC 应由构件的一端开始均匀连续浇筑,自由流淌的水平距离不宜超过 3m。
 - 5) 摊铺过程中应按照表 13 的规定进行混凝土总厚度及净保护层厚度检测。

表 13 UHPC 层摊铺施工实测项目

项次	检测项目	允许偏差	检测方法和频率
1	混凝土总层厚	±3 mm	摊铺过程中,将钢钉插入到 UHPC 的底部,以直尺测量钢钉的浸润深度,每 100m ² 检测 1 处
2	净保护层厚度	±2 mm	摊铺过程中,将钢钉插入到横向钢筋顶部,以直尺测量钢钉的浸润深度,每 100m ² 检测 1 处

- f) UHPC 摊铺完成后,应立即覆盖养护薄膜进行保湿养护,并应遵守下列规定。
 - 1) 宜采用适宜的材料进行覆盖、保湿养护,养护薄膜应搭接铺设,搭接位置宜采用压板或砂粒覆盖,搭接宽度应大于 20cm。
 - 2) 保湿养护过程中发现 UHPC 表面缺水变干时,应及时喷雾补水。
 - 3) 保湿养护时间不宜少于 24h,并应控制养护水温与构件表面的温差不大于 15℃。
 - 4) UHPC 终凝后,应撤除养护薄膜,开始蒸汽养护。保湿养护与蒸汽养护时间间隔不宜大于 7d,间隔期间应做好构件的防晒、防雨措施。
- g) UHPC 的蒸汽养护应满足下列要求。
 - 1) 应根据现场条件和养护要求编制蒸养方案,确定网架搭设、蒸汽发生器、管道布置。
 - 2) 对于钢-UHPC 组合桥面结构,蒸养温度在 90℃及以上时,蒸养时间不少于 48h;或蒸养温度在 80℃~90℃时,蒸养时间不应少于 72h;蒸养过程中蒸汽蒸养棚内的相对湿度不应低于 95%;对于钢-混结合段处普通混凝土-UHPC 组合桥面结构,蒸养温度在 50℃~58℃时,蒸养时间不少于 120h;蒸养过程中蒸汽蒸养棚内的相对湿度不应低于 95%。
 - 3) 蒸汽养护时升温阶段,升温速度不应大于 12℃/h;养护结束后,降温速度不应大于 15℃/h。
 - 4) 对于 UHPC 分幅、分段施工,蒸汽养护棚覆盖范围至少应超过接缝 2m。

- 1) 抛丸施工前应通过试验确定 UHPC板表面的粗糙度指标。
- 2) 抛丸施工前应清除 UHPC表面的油渍、锈迹、杂物、积水等杂质,桥面应干燥、洁净。
- 3) 大面积抛丸施工前应通过抛丸工艺试验,确定最佳丸料规格、丸料流量,即最佳电机负载、抛丸设备行走速度等关键工艺参数。
- 4) 抛丸过程应连续作业,如因特殊原因造成抛丸停机,在下次重抛之前应将机器倒退 30cm 左右,再重新开始抛丸,待机器行走过去后,应及时检查搭接区域抛丸质量,如有遗漏再进行补抛。
- 5) 抛丸施工时,抛丸设备两次施工行车道之间需搭接 1cm~5 cm。
- 6) 抛丸后应清洗桥面,UHPC板表面应具有良好的清洁度,无浮灰、浮浆、碎屑等杂物;并对桥面进行保护,避免二次污染桥面。

5.3.8 猫结层与磨耗层施工应遵守下列规定:

- a) UHPC表面宜采用抛丸方式处理,抛丸后应注意 UHPC表面防污染处理;
- b) 猫结层施工应按照JTG F40执行;
- c) 磨耗层施工应按照JTG F40执行。

5.4 钢-UHPC组合结构

5.4.1 钢梁施工应遵守下列规定。

- a) 钢梁的制造、包装、存放、运输和安装应遵守JTG/T3650和JTG/TD64-01的相关规定。
- b) 钢梁的表面清理和涂装除应遵守JTG/T3650的相关规定之外,尚应遵守下列要求:
 - 1) 上翼缘板顶面和剪力连接件视情况进行除锈、防腐蚀处理;
 - 2) UHPC桥面板蒸汽养护过程中,应对主梁钢结构采取必要的防护措施,减少蒸汽养护对钢结构表面涂装的影响;
 - 3) UHPC桥面板蒸汽养护结束后,应对局部损伤的涂层按JTG/T3650进行表面处理,并按原设计涂层补涂各层涂料。

5.4.2 模板施工遵守下列规定:

- a) 模板宜采用整体钢模;
- b) 模板应保证密封性;
- c) UHPC构件采用带模蒸汽养护时,模板应能适应蒸汽养护条件,采用钢模板时表面尚应进行防腐防锈处理;
- d) 宜根据振动器的作用范围,在模板上交错布置附着式振动器;
- e) 钢筋网铺设应根据设计图纸进行纵向、横向、竖向定位,钢筋直径、搭接长度、钢筋网高度及间距应符合 6.3.4的要求,钢筋应平直,扎丝头不应位于钢筋顶面。

5.4.3 UHPC摊铺施工遵守下列规定:

- a) UHPC摊铺施工也应遵守 5.3.5的规定;
- b) UHPC构件的脱模强度和吊装强度在设计未规定时,脱模强度不应低于 40 MPa,吊装强度不宜低于设计强度的 85% ;
- c) 拆模后,应及时去除构件表面和棱角处露出的钢纤维。

5.4.4 钢-UHPC组合梁预制安装遵守下列规定。

- a) 钢梁与 UHPC桥面板的预制、存放场地、存放和运输应遵守JTG/T3650的相关规定。
- b) UHPC桥面板的预制安装施工除应遵守JTG/T3650的相关规定之外,还应遵守下列要求:
 - 1) 桥面板预制所用的侧向模板宜采用定型模板,并应根据设计图中钢筋的位置在模板上设置相应槽口;
 - 2) 预制桥面板的存放时间应符合设计要求;

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：

<https://d.book118.com/988134035063006050>