ICS 93.040
CCS P 28

DB 21

辽 宁 省 地 方 标 准

DB 21/T XXXX—2023

普通公路装配式混凝土桥梁下部工程施工技术规范

Technical Specification for Structural Safety Monitoring Systems of Highway bridges

2023－XX－XX 发布　　2023－XX－XX 实施

辽宁省市场监督管理局　　发 布

目　次

前言 II
1 范围 1
2 规范性引用文件 1
3 术语和定义 2
4 符号 4
5 基本规定 4
6 材料 4
7 预制 9
8 装配 12
9 安全与环保 16
10 质量验收 16
附 录 A（规范性）高性能混凝土原材料性能指标要求 21
附 录 B（规范性）高强无收缩水泥灌浆料技术指标试验方法 22

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。

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。

本文件由辽宁省交通运输厅提出并归口。

本文件起草单位：辽宁省交通运输事务服务中心、辽宁丰赢建设工程有限公司、辽宁大通公路工程有限公司。

本文件主要起草人：

本文件发布实施后，任何单位或个人如有问题和意见建议，均可以通过来电或来函等方式进行反馈，我们将及时答复并认真处理，根据实际情况依法进行评估及复审。

归口管理部门通讯地址：沈阳市和平区十三纬路19号，联系电话：024-23867960。

起草单位通讯地址：沈阳市和平区十三纬路18甲2号，联系电话：024-81670358。

普通公路装配式混凝土桥梁下部工程施工技术规范

1 范围

1.1 本文件规定了普通公路装配式混凝土下部工程施工的规范性引用文件、术语、符号、基本规定、材料、预制、装配、安全环保、及质量验收等。

1.2 本文件适用于普通公路装配式桥梁工程中采用灌浆套筒连接或灌浆金属波纹管连接的装配式混凝土下部结构的设计、预制、装配和验收。

1.3 普通公路装配式混凝土下部工程的设计、预制、装配和验收除应按本文件执行外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

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 175 通用硅酸盐水泥

GB/T 1499.2 钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋

GB/T 5223.3 预应力混凝土用钢棒

GB/T 6067 起重机械安全规程

GB/T 8077 混凝土外加剂匀质性试验方法

GB 12523 建筑施工场界环境噪声排放标准

GB/T 14370 预应力筋用锚具、夹具和连接器

GB/T 17671 水泥胶砂强度检验方法(ISO 法)

GB/T 25823 单丝涂覆环氧涂层预应力钢绞线

GB/T 50080　普通混凝土拌合物性能试验方法标准

GB/T 50107　混凝土强度检验评定标准

GB/T 50448　水泥基灌浆材料应用技术规范

CJJ 2　城市桥梁施工与质量验收规范

JG/T 225　预应力混凝土用金属波纹管

JG/T 387　环氧涂层预应力钢绞线

JG/T 398　钢筋连接用灌浆套筒

JG/T 408　钢筋连接用套筒灌浆料

JGJ 18　钢筋焊接及验收规程

JGJ 33　建筑机械使用安全技术规程

JGJ 46　施工现场临时用电安全技术规范

JGJ 63　混凝土用水标准

JGJ 107　钢筋机械连接技术规程

JGJ 355　钢筋套筒灌浆连接应用技术规程

JTG 3362　公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范

JTG/T F50　公路桥涵施工技术规范

JTG F80　公路工程质量检验评定标准

JTJ/T 385　高性能混凝土评价标准

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

装配式混凝土桥墩 assembled concrete pier

通过预制拼装构造形成的混凝土桥墩，包括墩柱、盖梁。

3.2

灌浆套筒连接 grouted sleeve coupler connection

在金属套筒中插入单根带肋钢筋并注入灌浆料，通过灌浆料固结形成整体并实现传力的钢筋对接连接。

3.3

全灌浆套筒 wole grout sleeve

两端均采用灌浆套筒连接的灌浆套筒。

3.4

半灌浆套筒 grout sleeve with mechanical splicing end

一端采用灌浆套筒连接，另一端采用机械连接方式连接钢筋的灌浆套筒。

3.5

灌浆料拌合物 mixed cementitious grout

灌浆料按规定比例加水搅拌后，具有早强、高强、硬化后微膨胀及规定流动性等性能的浆体。

3.6

灌浆金属波纹管连接 grouted duct connection

通过高强无收缩水泥灌浆料填充在钢筋与金属波纹管间隙，硬化后形成对钢筋的锚固构造。

3.7

高强无收缩水泥灌浆料 high-strength non-shrinkage grouting material

以高强度材料为骨料，水泥为结合剂，辅以外加剂配制而成的材料，具有高强度、高流态、微膨胀和防离析等性能。

3.8

砂浆垫层 bedding mortar

填充在不同类型构件拼接缝之间的高强无收缩砂浆过渡层。

3.9

调节垫块 adjustment cushion block

用于调节构件标高、水平度、垂直度以及控制砂浆垫层的厚度，设置在不同类型构件拼接面之间的垫块。

3.10

钢筋锥套锁紧接头 tapered sleeve locking-type mechanical splicing

采用带有齿型内表面、圆柱外表面端部为锥面的一副锁片将待接的两根带肋钢筋包裹住，通过套在锁片外侧带有与锁片外锥面相匹配的内锥面两个锥套向内夹紧、使锁片沿径向也向内收紧而实现的钢筋连接方法。

4 符号

下列符号适用于本文件。

D_s-纵向钢筋直径

D-钢筋公称直径

L-接头长度

5 基本规定

5.1 装配式桥梁各部件宜统筹设计、生产运输、安装施工，实现全过程协同。

5.2 墩柱、盖梁等构件应在预制构件厂或专用加工场地生产，优先考虑预制构件厂生产。

5.3 所有原材料应按本文件具体规定和相关规范进行检测。

5.4 装配式混凝土桥墩施工涉及新技术、新工艺、新材料和新设备的各类人员应经过专门培训合格后方可上岗。

6 材料

6.1 一般规定

6.1.1 装配式混凝土承台、桥墩、盖梁预制和装配中使用的原材料、半成品或成品的质量标准，均应符合现行国家和行业标准的规定。

6.1.2 原材料、半成品或成品的验收应符合现行国家和行业标准的规定。

6.2 混凝土

6.2.1 装配式混凝土桥墩采用的高性能混凝土强度不应低于 40MPa，装配式混凝土桥墩采用离心工艺制备时混凝土强度不应低于 70MPa。

6.2.2 高性能混凝土的原材料性能指标除应符合本文件附录 A 的规定外，还应符合 JTJ/T 385《高性能混凝土评价标准》的规定。

6.3 钢筋

6.3.1 钢筋应采用 HRB400 级及以上的热轧带肋钢筋，并符合 GB/T 1499.2《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》的规定。

6.3.2 钢筋应按照不同钢种、等级、牌号、规格及生产厂家分批验收，分别堆存，不得混杂，且应设立识别标志。

6.3.3 钢筋应具有出厂质量证明书和试验报告单，应分批抽取试样进行力学性能检验，检验合格后方可使用。

6.4 灌浆料

6.4.1 灌浆料宜选用高强无收缩水泥灌浆料，并与灌浆套筒或灌浆金属波纹管匹配使用，灌浆料的技术性能应符合表 1 的规定。

表 1 灌浆料的技术性能

检测项目		性能指标
流动度（mm）	初始	≥300
	30min	≥260
抗压强度（MPa）	1d	≥35
	3d	≥60
	28d	≥100
竖向膨胀率（%）	3h	≥0.02
	24h与3h差值	0.02～0.50
氯离子含量（%）	≤0.03	
泌水率（%）	0	
注：表中技术指标试验方法应符合JG/T 408《钢筋连接用套筒灌浆料》的规定。		

6.4.2 灌浆料应采用防潮袋（筒）包装，且不应小于标志质量的 99%，包装袋（筒）上应标明产品名称、净重量、使用说明、生产厂家、生产批号、生产日期、保质期等内容。

6.4.3 灌浆料在运输和贮存时不应受潮或混入杂物，贮存于通风、干燥、阴凉处，运输过程中宜避免

阳光长时间照射；灌浆料应在生产保质期内使用，进场检验超过 3 个月应重新检验，合格后方可使用，开封包装后应立即使用，如有剩余应做废弃处理。

6.4.4　灌浆料性能及试验方法尚应符合 JG/T 408《钢筋连接用套筒灌浆料》的规定。

6.5　座浆料

6.5.1　座浆料的技术性能应符合表 2 的规定。

表 2　座浆料的技术性能

检测项目		性能指标
最大骨料粒径（mm）		≤4.75
截锥流动度（mm）	初始值	≥290
	30min	≥260
竖向膨胀率（%）	3h	0.1%～3.5%
	24h 与 3h 的膨胀值之差	0.02%～0.50%
抗压强度（MPa）	1d	≥20
	3d	≥40
	28d	≥60
氯离子含量（%）		＜0.1
泌水率（%）		0
注：表中技术指标试验方法应符合 GB/T 50448《水泥基灌浆材料应用技术规范》的规定。		

6.5.2　座浆料其他性能指标应满足 GB/T 50448《水泥基灌浆材料应用技术规范》中 III 类水泥基灌浆材料的规定。

6.6　砂浆

6.6.1　不同类型构件拼接缝间的砂浆垫层，应采用高强无收缩砂浆。28 天抗压强度应高出被连接构件强度较高者一个等级（5MPa）且不小于 60MPa，28 天竖向膨胀率应控制在 0.02%～0.10%。

6.6.2　砂浆宜选用质地坚硬、级配良好的中砂，细度模数应不小于 2.6，含泥量应不大于 1%，且不应存在泥块。

6.6.3　砂浆垫层初凝时间宜大于 2h。

6.7　灌浆套筒

6.7.1　灌浆套筒采用铸造工艺制造时宜选用高强球墨铸铁，采用机械加工工艺制造时宜选用优质碳素结构钢、低合金高强度结构钢和合金结构钢。

6.7.2　灌浆套筒长度应根据试验确定，且套筒灌浆连接钢筋在灌浆套筒中的灌浆锚固长度不宜小于 8 倍钢筋直径，灌浆套筒中间轴向定位点两侧应预留钢筋安装调整长度，预制端不应小于 10mm，装配端不应小于 20mm；灌浆套筒内腔最小内径与被连接钢筋公称直径差不应小于 10mm；灌浆套筒内、外表面及端面不应有影响接头性能的缺陷。

6.7.3　灌浆套筒的尺寸偏差应符合表 4 的规定。

表 4　灌浆套筒的尺寸偏差

项 目	灌浆套筒尺寸偏差					
	铸造套筒			机械加工套筒		
钢筋直径(mm)	12～20	22～32	36～40	12～20	22～32	36～40
内、外径允许偏差(mm)	±0.8	±1.0	±1.5	±0.5	±0.6	±0.8
壁厚允许偏差(mm)	±0.8	±1.0	±1.2	±0.5	±0.6	±0.8
长度允许偏差(mm)	±2.0			±1.0		

6.7.4　灌浆套筒应与经形式检验确认的灌浆料匹配使用组成接头，其钢筋灌浆接头的强度和变形性能应符合 JGJ 355《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》的规定。

6.7.5　灌浆套筒与灌浆料组合体系性能应经过有资质检测单位试验检测，同一批号、同一类型、同一规格的灌浆套筒，不超过 1000 个为一批，每批随机抽取 10 个灌浆套筒，以对灌浆质量进行验证性试验，并出具相应形式试验的合格报告，在灌浆施工单位与工艺检验施工单位不同的情况下，应重新进行工艺检验。

6.7.6　灌浆套筒表面应刻印持久清晰的标识，采用纸箱或木箱等可靠包装。包装物表面应标明产品名称、型号、数量、制造日期、生产批号和厂家名称等信息。包装内应附有产品合格证及产品质量说明书。

6.7.7　灌浆套筒及附属配件在贮存和运输过程中，应有防止雨淋、锈蚀、沾污和损伤等防护措施，并按规格型号分别码放。

6.7.8　灌浆套筒应符合 JG/T 398《钢筋连接用灌浆套筒》的规定。

6.8　金属波纹管

6.8.1　金属波纹管宜选用圆形不锈钢波纹管，制作金属波纹管的钢带应为软钢带。

6.8.2　金属波纹管全长不应小于 $24D_S$(D_S 为被连接纵向钢筋直径），且不得拼接；内径不宜小于 D_S+40mm，内径尺寸允许偏差为±0.50mm；对于内径不大于 100mm 的波纹管，其钢带厚度(壁厚)应不小于 0.45mm，波纹管肋高应不小于 3.10mm。

6.8.3　金属波纹管折叠咬口的重叠部分宽度不应小于钢带厚度的 8 倍，且不应小于 2.5mm；折叠咬口部分之间的凸起波纹顶部和根部均应为圆弧过度，不应有折角。

6.8.4　金属波纹管下端应设置压浆口连接压浆管，上端应设置出浆口连接出浆管或直接由端部出浆；压浆口下缘与端部净距应大于 20mm。

6.8.5　金属波纹管包装内应附有产品质量说明书及产品检验报告。

6.8.6　金属波纹管搬运时应轻拿轻放，吊装工艺应确保金属波纹管不受损伤，贮存时应采取防潮和通风等措施，堆放高度不宜超过 3.0m。

6.8.7　金属波纹管尚应符合 JG 225《预应力混凝土用金属波纹管》的规定。

6.9　环氧粘结剂

6.9.1　环氧粘结剂的技术性能应符合表 5 的规定。

表 5　环氧粘结剂的技术性能

项 目		性能指标	
物理性能	可施胶时间（min）	≥20	
	可粘结时间（min）	≥60，≤240	
	触变性（mm/10min）	≤30	
	吸水率（%）	≤0.5	
	水中溶解率（%）	≤0.1	
	耐热性（℃）	≥50	
力学性能	抗压强度标准值(MPa)	1d	＞40
		7d	＞60
	抗拉强度标准值(MPa)	7d＞9	
	抗剪强度标准值(MPa)	7d＞21	

6.9.2　环氧粘结剂应有抗老化、抗碳化、抗强腐蚀的功能。

6.10　预应力筋-锚具组装件

6.10.1　装配式混凝土桥墩中用到的预应力材料宜采用预应力钢绞线，也可采用热轧、轧后余热处理或热处理的精轧螺纹钢。预应力材料应符合 GB/T 5223.3《预应力混凝土用钢棒》、GB/T 25823《单丝涂覆环氧涂层预应力钢绞线》、CJJ 2《城市桥梁施工与质量验收规范》、JG/T 387《环氧涂层预应力钢绞线》和 JTG 3362《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》的规定。

6.10.2　装配式混凝土桥墩中的无粘结或有粘结预应力筋-锚具组装件的锚固性能，应符合 GB/T 14370《预应力筋用锚具、夹具和连接器》的规定。

6.10.3　新型预应力筋-锚具组装件应经过有资质检测单位试验检测，并出具相应的合格报告。

6.11　模具

6.11.1　底模宜采用钢模台，侧模宜采用钢材或铝合金等材料制作。

6.11.2　预制混凝土桥墩表面有纹理装饰要求时，可使用装饰造型衬模铺贴。装饰造型衬模材料应满足无收缩、无变形、易脱模、抗撕裂以及耐压、耐温等要求。

6.12　锥套索

6.12.1　锥套锁紧接头应有有效的国内产品认证。

6.12.2　锥套锁紧接头连接件应按每种形式、规格在工程结构中随机截取不少于 3 根试件，做极限抗拉强度试验。

6.12.3　钢筋锥套索紧接头连接件的抗拉极限强度不应小于 335MPa、400MPa 及 500MPa 级钢筋极限抗拉强度的 1.2 倍。

6.12.4　连接件的混凝土保护层厚度宜符合 JTG 3362《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》中的规定，必要时可对连接件采取防锈措施。

6.12.5　在桥梁桩基础钢筋笼、桩身、墩身、沉台及盖梁等混凝土结构中，在不影响混凝土质量的情况下，同一连接区段内锥套锁紧接头面积百分率可 100%。

6.12.6　锥套索钢筋接头连接件进场的外观和尺寸检验符合表 6 的规定。

表 6　锥套锁紧钢筋接头连接件入场检验要求

检验项目			规格									
			16	18	20	22	25	28	32	36	40	50
尺寸 mm	长度	锥套公差 ±1.0	40	44	48	52	56	60	64	68	72	84
		锁片公差 ±0.5	85	93	101	109	117	125	133	141	149	173
	外径	锥套公差 ±0.5	31	35	38.5	43	49	54.0	61.0	69	76.5	96.0

7　预制

7.1　一般规定

7.1.1　预制构件制作前，建设单位应组织设计、预制、施工和监理单位进行技术交底，明确各阶段质量控制要点。

7.1.2　预制单位和施工单位应制订专项方案。专项方案应包括预制工艺、模具制作、生产计划、技术质量控制措施、成品保护、堆放及运输方案等内容。

7.1.3　预制构件制作前，构件制作单位应熟悉设计文件，掌握设计意图，完成施工图深化设计和模板设计。

7.1.4　预制构件的运输及安装设备应满足节段重量、运输条件架设安装工艺等要求。安装设备、支撑等临时结构的安装、调试、使用、拆除等应编制专项施工技术方案，并应制订相应的安全生产应急预案。

7.1.5　预制构件在脱底模、移运、堆放、吊装时，混凝土的强度不应低于设计所要求的强度。

7.1.6　对于孔道压浆的预应力混凝土构件，其孔道灌浆的强度不应低于设计要求。

7.1.7　预制构件的预埋件、吊点等应在设计图纸的基础上进行深化设计。

7.1.8　施工单位应根据构件体积、质量选择合理的吊装设备及运输车辆，运输前应对运输路线实地勘察并优选运输路线，运输应符合有关规定。

7.1.9　构件预制用钢筋笼胎架、钢筋笼定位板、预制台座、模板、吊具等设备应根据具体预制工艺和精度要求进行专项设计，宜采用 BIM 设计。

7.1.10　构件钢筋笼加工、灌浆套筒或金属波纹管安装定位、预埋件埋设、台座标高等应符合设计文件的要求，验收合格后方可使用。

7.1.11　构件表面拼接缝处在浇筑完成后应及时凿毛至完全露出新鲜密实混凝土的粗集料，并应用洁净水冲洗干净。

7.1.12　应根据混凝土性能制订具体养护方案，构件预制完成后应及时洒水养护，养护时间应不小于 7

天，不得采用海水或含有害物质的水。对离心工艺生产的管桩宜采用蒸汽养护或其他方式进行养护。采用蒸汽养护应符合下列要求：

1） 从管桩混凝土离心成型完毕后开始计时，静停 2 至 3 小时，蒸汽养护 12 小时。
2） 加热均匀。
3） 升温、降温速率控制值应符合表 7 的要求。

表 7　升温、降温速率控制值

表面系数（m^{-1}）	升温速率（℃/h）	降温速率（℃/h）
≥6	15	10
＜6	10	5

4） 恒温阶段蒸汽养护温度宜控制在 55 至 65℃。
5） 恒温状态相对湿度宜控制在 90%至 100%。
6） 管桩混凝土蒸汽养护完毕后，宜进行水养 15 天。
7） 混凝土配合比试验应与蒸汽养护温度控制试验同步进行。

7.1.13　室外昼夜日平均气温连续 5 天稳定低于 5℃时，构件预制应采取冬季施工的措施，严寒期不宜进行施工，且应符合 CJJ 2《城市桥梁施工与质量验收规范》的规定。

7.1.14　预制构件生产完成后，应进行出厂检验，检验合格后出具出厂合格证，合格证内容应包含混凝土强度等级、保护层厚度、隐蔽检查记录等。

7.1.15　预制厂场地地基处理宜充分考虑预制台座、存放台座、机械设备和其他生产工具的荷载大小，应具有足够的承载能力，预制台座及存放台座应无不均匀沉降，预制台座及存放台座应进行专项设计。

7.1.16　预制厂场地规划和布置应进行专项设计，宜考虑预制构件的预制工艺和运输吊装工艺，应设置钢筋加工车间、混凝土拌和系统、大吨位起重设备、专用台座、混凝土浇筑养护系统、运输道路、防排水设施等。

7.1.17　模具应定期进行检修，固定模台或移动模台应每 6 个月进行一次检修，钢或铝合金等型材模具应每 3 个月或每周转生产 60 次进行一次检修，装饰造型衬模应每个月或每周转 20 次进行一次检修。

7.2　预制桩

7.2.1　预制桩预制长度应根据设计文件，考虑预制长度及型号。

7.2.2　混凝土搅拌应采用电脑控制的强制式搅拌机。

7.2.3　混凝土的搅拌、布料及预应力张拉所需时间不宜超过 30 分钟。

7.2.4　预制桩标志内容包括制造厂厂名或产品注册商标、预制桩标记、制造日期或编号、合格标识。

7.2.5　预制桩桩身混凝土强度等级达到设计强度的 100%后，才能出厂。

7.3　墩柱

7.3.1　墩柱预制长度应根据设计文件，考虑拼接缝处砂浆垫层的厚度。

7.3.2　墩柱主要受力钢筋的下料长度应符合规定，允许偏差为±5mm，且钢筋端部应平整。

7.3.3　墩柱钢筋笼应在专用胎架上制作加工成型，胎架上支撑 定位体系布置应保证主要受力钢筋不变

形，钢筋笼制作允许偏差为±5mm。

7.3.4　墩柱钢筋笼应安装墩柱成品吊装所需的吊点预埋件、现场调节设备用的预埋件、支座预埋件等各类预埋件。

7.3.5　墩柱钢筋笼制作完成后应采用专用定位板进行复测。

7.3.6　墩柱钢筋笼中的灌浆套筒应采取加固措施保证吊装及混凝土浇筑时不发生变形或移位。

7.3.7　墩柱模具应进行专项设计，宜采用钢模具，预制混凝土表面有纹理装饰要求时，可使用装饰造型衬模铺贴。钢模具及铺贴装饰衬模的组合模具应满足强度、刚度、承载能力、稳定性要求，对拉螺杆宜采用高强度精轧螺纹钢，且位置应对称均匀。

7.3.8　混凝土浇筑前应再次对墩柱钢筋笼及灌浆套筒定位进行检查，允许偏差均为±2mm；同时应对台座表面标高及水平度进行复测，标高允许偏差为±1mm，水平度允许偏差为±1mm/m。

7.3.9　预制墩柱节段混凝土应一次性浇筑完成，空心桥墩宜采用离心工艺成型。

7.3.10　墩柱预制完成后应对墩柱尺寸、灌浆套筒定位和钢筋定位进行复测，各向允许偏差均为±2mm。

7.4　盖梁

7.4.1　盖梁钢筋笼应在专用胎架上制作加工成型，胎架上支撑定位体系布置应保证主要受力钢筋定位准确。

7.4.2　灌浆套筒或灌浆金属波纹管应与箍筋、锚固钢筋制作成整体模块后置于盖梁钢筋笼内，混凝土浇筑时模块应不变形。

7.4.3　灌浆套筒或灌浆金属波纹管安装定位允许偏差应为±2mm。

7.4.4　盖梁钢筋笼吊装吊点处应局部加强，同时应安装盖梁成品所需的吊点预埋件、现场调节设备用的预埋件、支座预埋件等各类预埋件。

7.4.5　盖梁模具应进行专项设计，宜采用钢模具，预制混凝土表面有纹理装饰要求时，可使用装饰造型衬模铺贴。钢模具及铺贴装饰衬模的组合模具应满足强度、刚度、承载能力、稳定性要求。

7.4.6　混凝土浇筑前应再次对灌浆套筒或灌浆金属波纹管定位进行检查，允许偏差均为±2mm；同时应对台座表面标高及水平度进行复测，标高允许偏差为±1mm，水平度允许偏差为±1mm/m 。

7.4.7　预制盖梁混凝土应一次性浇筑完成，浇筑时宜先行浇筑灌浆套筒或灌浆金属波纹管范围内混凝土。对灌浆套筒或波纹管两端进行临时密封处理，避免混凝土浇筑时进入灌浆套筒或波纹管。

7.4.8　盖梁预制完成后应对盖梁空间尺寸进行复测，灌浆套筒定位或灌浆金属波纹管定位各向允许偏差均为±2mm。

7.5　存放与运输

7.5.1　预制厂场地选址宜充分考虑厂内外运输条件。

7.5.2　预制构件堆放的场地应平整压实，不应有积水现象。

7.5.3　预制构件应按吊运及安装次序进行堆放，且应留有通道。

7.5.4　预制构件应按照其刚度及受力情况制订对应的堆放方案，竖放时宜考虑必要的支护措施。

7.5.5　预制构件存放时间应符合设计规定。当设计未规定时，不宜少于 14 天；预应力混凝土构件的存放时间不宜超过 3 个月。

7.5.6　运输路线应平坦、通畅，地基应有足够的承载能力，最小曲率半径应不小于运输车的允许转弯半径。

7.5.7　运输车装载构件时，构件运输方向、支承点设置、外露钢筋的保护等应进行专项设计；运输前应按支承方案检查，确保构件运输方向准确及支承措施牢固可靠。

7.5.8　应根据预制构件体积、质量合理选择吊装机械设备和运输车辆。运输前应对路线实地勘察并优化运输路线。

7.5.9　运输车装载构件时，应再次检查构件运输顺序、运输方向、支承点设置、构件固定措施和外露钢筋保护措施。

7.5.10　运输车起步和运行应缓慢，平稳前进，严禁突然加速或紧急制动；当运输车接近目的地时应减速徐停。

7.5.11　在装卸和运输过程中，构件与钢丝绳等刚性物件之间应放置橡胶垫等，并采取有效措施防止构件变形。

7.5.12　大型设备应进行专项检测并出具安全检验合格证。吊具、吊架应定期探伤检查和维护。

8　装配

8.1　一般规定

8.1.1　施工前应在复测原控制网的基础上，根据施工需要适当加密、优化，并建立满足拼装精度要求的施工测量控制网。

8.1.2　承台施工时应控制墩柱与承台拼接面的坐标、标高和水平度，坐标及标高允许偏差为±2mm，水平度允许偏差为±1mm/m，拼装前应对拼接面的坐标、标高和水平度进行复测。

8.1.3　施工前，施工、监理单位应对拼装方案中的材料及设备到场情况、吊装区域地基处理情况进行复查。

8.1.4　施工前应对施工现场进行全面调查和核对，并应根据现场实际条件编制科学可行的拼装方案。

8.1.5　施工前应按管理规定对各级人员进行施工工艺和安全风险源交底。

8.1.6　构件拼装前应进行匹配试拼装。

8.1.7　灌浆套筒或金属波纹管内灌浆料强度应大于 35MPa 后方可进行下一工序施工。

8.1.8　当拼装时气温低于 5℃时，应对高强无收缩水泥灌浆料进行保温，温度应不低于 10℃且不高于 40℃；同时应对拌和所需的水进行加热，温度应不低于 30℃且不高于 65℃；拌和灌浆料成品工作温度应不低于 10℃。

8.2　施工准备

8.2.1 施工前，应进行测量放线，拌制灌浆料、水泥砂浆，设置构件安装定位标识，复核构件位置、节点连接构造及临时支撑方案，核实现场环境、天气、道路等状况是否满足吊装施工要求。

8.2.2 施工前，应检查复核吊装机械设备及吊索具安全操作状态。

8.2.3 施工前，宜选择有代表性的单元进行构件试拼装。必要时，根据试拼装结果及时调整完善施工方案和施工工艺。

8.3 吊装

8.3.1 吊装方案应进行专项设计，并应符合 GB/T 6067《起重机械安全规程》和 JGJ 33《建筑机械使用安全技术规程》的规定。

8.3.2 吊装方案应经专家论证后方能实施作业。施工时应采取必要的安全防护措施，防止发生安全事故。

8.3.3 大型设备应进行专项检测并出具安全检验合格证。

8.3.4 吊索具应定期进行擦伤检查和维护。

8.3.5 吊装设备应符合使用要求，使用前，应检查机具的维修、使用、检验记录。

8.3.6 构件吊装就位时，应缓慢平稳，防止撞伤。

8.4 预制桩施工

8.4.1 沉桩应选用合适的设备及工艺。

8.4.2 沉桩、接桩、送桩宜连续进行。

8.4.3 沉桩的控制深度应根据地质条件、贯入度、压桩力、设计桩长、标高等因素综合确定。

8.5 墩柱与基础拼装

8.5.1 墩柱与基础拼装前应进行拼接面预处理。

8.5.2 承台混凝土浇筑前后应对预留钢筋、灌浆套筒或灌浆金属波纹管定位进行检查，允许偏差为±2mm。

8.5.3 墩柱与承台拼装前应进行匹配拼装，同时应对外露钢筋进行除锈处理。

8.5.4 墩柱与承台拼装应按以下工艺流程：拼接面处理→拼接缝测量→调节垫块找平→充分湿润拼接缝表面→铺设垫层→调节设备安放→垂直度、标高测量→调节立柱垂直度→灌浆连接。

8.5.5 墩柱与承台间宜采用锥套进行钢筋连接同时浇筑座浆料，当采用锥套进行钢筋连接时，应满足以下要求：

1） 锥套的规格应与钢筋规格一致。
2） 锥套锁片安装时，三片轴线位置相应误差不应大于 3mm。
3） 接头连接前钢筋的径向、轴向允许误差范围应符合表 8 的规定。
4） 预制墩柱在安装前应检查承台、墩柱结合面的凿毛情况，凿毛最小深度不应小于 8mm。
5） 锥套索连接时，应参照表 9 中连接挤压工作压力或观察两个锥套索与保持架并紧，或两个锥套间距 5mm 时可停止接头挤压。连接时，长度尺寸应符合表 9 的规定。

表 8　钢筋锥套-现浇连接接头钢筋位置允许误差

钢筋强度等级（MPa）	钢筋径向最大允差范围（mm）	钢筋轴向间隙最大允差范围（mm）
400	≤D	0～20
500	≤D	0～15
注：D-钢筋公称直径。		

表 9　锥套锁紧钢筋接头连接后的尺寸及公差要求

钢筋规格	16	18	20	22	25	28	32	36	40	50
L尺寸及公差±2mm	85	93	101	109	107	125	133	141	149	173
注：异径接头挤压后，长度参照比连接钢筋中较大型号。L-接头长度（mm）。										

8.5.6　在拼接缝位置，承台上应布置调节垫块，且其强度应高于构件强度，材质宜采用钢板垫块。调节垫块厚度不宜大于 2cm，调节垫块的材质与强度应符合设计要求。

8.5.7　调节设备宜采用千斤顶等工具，千斤顶的型号规格应满足调节需要。

8.5.8　灌浆连接工艺应符合本文件第 6.11 节的规定。

8.5.9　墩柱拼装就位后应设置临时支撑措施防止倾覆。

8.5.10　砂浆垫层施工环境温度宜为 5℃至 30℃，砂浆垫层在拌浆时应制取试件，对应每个拼接部位应制取不少于 3 组。

8.5.11　砂浆垫层应及时进行养护。

8.6　承台拼装

8.6.1　承台顶凹槽模板应严格按照设计尺寸进行支设，确保凹槽尺寸及形状精准，并对凹槽表面进行粗糙处理。

8.6.2　承台浇筑混凝土前，全部模板和钢筋预埋件、套筒或金属波纹管位置、压浆管、出浆管应按设计要求进行密闭性检查，未经监理工程师检查验收，不得浇筑混凝土。

8.6.3　承台浇筑混凝土前、后应对预留钢筋、灌浆连接套筒或金属波纹管定位进行检查，允许偏差为±2mm。

8.6.4　承台施工时应控制墩柱与承台拼装面的坐标、标高和水平度，坐标及标高允许偏差为±2mm，水平度允许偏差为±1mm/m，拼装前应对拼接面的坐标、标高和水平度进行复测。

8.6.5　承台中套筒或金属波纹管应采取有效的保护措施，防止积水及杂物进入套筒或金属波纹管中。

8.7　墩柱节段间拼装

8.7.1　应对墩柱节段拼接缝进行表面处理，确保表面无油、无水及无可见灰粉后方可进行拼装。

8.7.2　拼装前应对墩柱节段拼接缝表面进行复测，标高允许偏差为±2mm，水平度允许偏差为±1mm/m。

8.7.3　环氧黏结剂应均匀涂刷，涂刷时间宜控制在 30 分钟内，涂刷前后均应采取防雨、雪、尘措施。

8.7.4　上节墩柱应设置调节设备，用于调节的预埋件应在墩柱预制时安装。

8.7.5　灌浆套筒连接工艺应符合本文件第 6.11 节的规定。

8.7.6　墩柱拼装就位后应设置临时支撑措施防止倾覆。

8.8　墩柱与盖梁拼装

8.8.1　在拼接缝位置，墩柱上应布置调节垫块后，调节垫块总高度控制在 2cm～3cm，可按照工艺流程进行拼装。

8.8.2　盖梁与墩柱拼接工艺流程：拼接面处理→拼接缝测量→调节垫块找平→充分湿润拼接缝表面→铺设垫层→盖梁吊装就位→调节设备安放→灌浆金属波纹管连接。

8.8.3　调节设备、防倾覆措施及砂浆垫层应符合本文件的相关规定。

8.9　盖梁节段间拼装

8.9.1　盖梁节段拼装前应进行拼接面预处理。

8.9.2　盖梁节段拼装前应进行匹配拼装。

8.9.3　盖梁节段与墩柱拼装工艺应符合本文件第 6.9 节的规定。

8.9.4　环氧粘结剂应均匀涂刷，覆盖整个匹配面，涂刷时间宜 控制在 30min 内，施加临时预应力时，环氧黏结剂应在全断面均匀挤出，同时应对孔道口做好防护，严禁环氧黏结剂进入预应力筋孔道，冬季施工时应对环氧粘结剂采取保温措施。

8.9.5　临时预应力筋和永久预应力筋的布置、预应力筋类型、张拉顺序、张拉力应严格按照施工专项方案执行。

8.10　灌浆连接

8.10.1　灌浆前应再次检查灌浆套筒或金属波纹管，确保内腔通畅无杂物。

8.10.2　灌浆套筒灌浆连接施工应编制专项施工方案、灌浆施工操作人员应经专业培训后上岗等施工前准备。

8.10.3　灌浆套筒或灌浆金属波纹管中使用的高强无收缩水泥灌浆料的技术指标应符合设计规定。高强无收缩水泥灌浆料应在拼装前一天进行流动度测试及 1 天龄期抗压强度测试，符合设计要求后方可用于现场拼装连接。

8.10.4　高强无收缩水泥灌浆料在拌浆时应制取试件，对应每个拼接部位应制取同条件养护试块和标准养护试块，同条件养护试块强度用于指导拆模等时间控制，标准养护试块用于质量评定，测试其 28 天龄期抗压强度。

8.10.5　施工现场灌浆时应同步制作抗拉强度平行加工试件，其抗拉强度应符合设计要求。

8.10.6　灌浆施工应保持连续。当在灌浆过程中遇停电等突发状况时，现场应启用应急发电，采用高压水枪等设备进行清洗。

8.10.7　灌浆完成后应及时清理残留在构件上的多余浆体。

8.10.8 拼装定位固定后灌浆时间、灌浆压力要求、临时支撑措施拆除时间等应符合设计规定。

9 安全与环保

9.1 安全施工

9.1.1 起重吊装作业前必须对施工现场作业环境、架空电线、地上建筑物、地下构筑物、构件重量和分布等情况进行全面调查。吊装作业应在平整坚实的场地上进行，应有足够的工作场地满足吊装作业。起重臂杆起落及作业有效半径和高度的范围内不得有障碍物。

9.1.2 起重机不宜支设在各类管线和地下构筑物之上，支设时应分析地下设施情况，必要时采取加固防护措施。

9.1.3 起重机吊装区域内，应设置警戒线，非作业人员严禁进入。吊运预制构件时，构件下方严禁站人，应待预制构件降落至安装位 1m 以内后方准作业人员靠近。

9.1.4 构件应平起稳落。墩柱、盖梁就位后，必须连接牢固，支撑稳定后方可摘吊钩。

9.1.5 起重吊装作业应符合下列规定：

1） 指挥信号不明或违章指挥不吊；
2） 斜拉斜挂不吊；
3） 吊物重量不明或超负荷不吊；
4） 散物捆扎不牢固或物料装放过满不吊；
5） 吊物上有人不吊；
6） 埋在地下的物件不吊；
7） 安全装置失灵或带病不吊；
8） 现场光线阴暗看不清吊物起落点不吊；
9） 棱刃物与钢丝绳直接接触无保护措施不吊；
10）六级以上大风或大雨、大雪、大雾等恶劣天气不吊。

9.1.6 施工现场宜设置可靠的避雷装置。避雷、防触电和架空输电线路的安全距离应按 JGJ 46《施工现场临时用电安全技术规范》执行。

9.2 环保施工

9.2.1 合理配置施工作业区域机械设备，机械设备不宜低负荷运行，主要耗能施工设备应作好节能控制措施。

9.2.2 施工场界环境应采取降尘、降噪措施，噪声排放应符合 GB 12523《建筑施工场界环境噪声排放标准》的规定。

9.2.3 预制构件应分别集中存放，并悬挂标识牌，严禁乱堆乱放。

9.2.4 预制构件施工中使用的粘结剂、稀释剂等易燃、易爆化学制品的废弃物应及时收集运送至指定储存器内并按规定回收，严禁丢弃未经处理的废弃物。

10 质量验收

10.1 一般规定

10.1.1 质量验收应符合 JTG F80《公路工程质量检验评定标准》的规定。

10.1.2 预制构件厂应做好预制构件的质量控制，监理单位和施工单位宜驻厂监督，并对预制构件进行进场质量验收。预制构件验收合格后方能出厂，出厂前应在表面明显位置进行标识，标识内容应包括工程名称、施工单位名称、监理单位名称、构件编号和生产日期等。

10.1.3 装配式混凝土桥墩墩柱、盖梁应划分为分部工程或子分部工程。

10.1.4 检验批应分为预制构件检验批、安装与连接检验批。分部(子分部)工程、分项工程以及检验批划分应符合表 10 的要求。

表 10 分部(子分部) 工程、分项工程以及检验批划分

分部(子分部)工程	分项工程	检验批
墩、台	预制墩、台	每个构件节段
	安装与连接	每个墩柱
盖梁	预制盖梁	每个构件节段
	安装与连接	每个盖梁

10.1.5 检验批质量验收合格应符合下列规定：

1）主控项目的质量检验全部合格；
2）一般项目的质量检验合格；
3）一般项目中允许偏差项目的合格率不得小于 80%，允许偏差不得超过最大限制的 1.5 倍，且无影响结构安全、安装安全和使用安全要求的缺陷。

10.1.6 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

1）分项工程所含检验批的质量均应合格；
2）分项工程所含检验批的质量验收记录应完整。

10.1.7 分部工程质量验收合格应符合下列规定：

1）分部工程所含分项工程的质量均应验收合格；
2）质量控制资料应完整；
3）外观质量验收应符合要求；
4）构件实体检验结果符合要求。

10.1.8 预制构件拼装前应进行匹配拼装。

10.1.9 预应力分项工程质量检查及验收应符合国家现行有关标准的规定和设计要求。

10.2 构件进场

I 主控项目

10.2.1 监理单位和施工单位代表应延伸监理或单独设置驻厂监造监理，驻厂质量检验资料应随构件进场，混凝土预制构件进场后应进行构件实体检验。

检查方法：见证取样混凝土试块，钢筋安装验收。
检查数量：按照设计要求。当设计无要求时，全数检查。

10.2.2 预制构件临时固定措施应符合设计、专项施工方案的要求及相关技术标准的规定。

检查方法：观察检查、检查施工记录或设计文件。
检查数量：全数检查。

10.2.3 按混凝土预制构件进场批次检查其合格证，机械连接套筒 1000 个/批，水泥灌浆料 50t/批，出厂检验报告，钢筋套筒与高强无收缩水泥灌浆料组合体系性能应经过国家专业检测部门试验检测，并应提供型式检验报告，按标准图集批量生产的构件尚应提供结构性能检验报告;混凝土预制构件的标识应完整。

检查方法：检查质量证明文件、观察。
检查数量：全数检查。

10.2.4 混凝土预制构件的外观质量不应有严重的缺陷，且应无影响结构性能和安装、使用功能的尺寸偏差。

检查方法：观察、尺量;检查质量证明文件。
检查数量：全数检查。

10.2.5 混凝土预制构件的混凝土强度应符合设计要求。

检查方法：检查标养及同条件混凝土强度试验报告、非破损检测，混凝土强度评定遵循《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107。

10.2.6 混凝土构件的粗糙面的质量应符合设计要求。

检查方法：观察。
检查数量：全数检查。

10.2.7 混凝土预制构件中主要受力钢筋数量及保护层厚度应满足国家现行标准及设计文件的要求。

检查方法：非破损检测。
检查数量：全数检查。

II 一般项目

10.2.8 混凝土预制构件的外观质量不宜有一般缺陷。对已经出现的一般缺陷，应按技术处理方案进行处理，并重新检查验收。

检查方法：观察、检查技术处理方案。
检查数量：全数检查。

10.2.9 混凝土预制构件的尺寸偏差及检查方法应符合表 11 的要求。

检查方法：钢尺、靠尺、塞尺、垂球检查。
检查数量：全数检查。

表 11　混凝土预制构件的尺寸偏差及检查方法

项 目		允许偏差 (mm)	检验频率		检查方法
			范围	点数	
长度	墩柱	±5	每个构件	2	用钢尺量，两侧各1点
	盖梁	+20，-10	每个构件	2	用钢尺量，两侧各1点
宽度	墩柱	±5	每个构件	2	用钢尺量，两侧各1点
	盖梁	+10，0	每个构件	3	用钢尺量，两端及中间各1点
高(厚)	墩柱	±10	每个构件	2	用钢尺量，两侧各1点
度	盖梁	±5	每个构件	3	用钢尺量，两端及中间各1点
表面平整度	墩柱	3	每个构件	2	2m靠尺和塞尺量
	盖梁				
侧向弯曲	墩柱	H/750	每个构件	1	沿构件全长(全高)拉线，用钢尺量
	盖梁	L/750			
预留孔	中心线位置	2	每个构件	4	尺量
	孔尺寸	±2			
预留插筋	中心线位置	2	每个构件	4	尺量
	外露长度	±5			
键槽	中心线位置	5	每个构件	4	尺量
	长度、宽度、深度	±5			

10.3　安装与连接

I 主控项目

10.3.1　钢筋套筒灌浆连接的灌浆应饱满密实。

检查方法：检查灌浆施工质量检查记录。
检查数量：全数检查。

10.3.2　施工现场钢筋套筒灌浆连接及浆锚搭接用的灌浆料强度应满足设计要求。

检查方法：检查灌浆料强度试验报告及评定记录。
检查数量：灌浆料拌浆时应制取试件，对应每个拼接部位制取不少于 3 组 40mm ×40mm×160mm 的长方体试块，分别测试 1 天、3 天和标准养护 28 天龄期抗压强度。

10.3.3　钢筋采用焊接连接时，其接头质量应符合 JGJ 18《钢筋焊接及验收规程》的规定。

检查方法：检查质量证明文件、施工记录、焊接工艺检验报告及平行试件的检验报告。
检查数量：按 JGJ 18《钢筋焊接及验收规程》的规定确定。

10.3.4　钢筋采用机械连接时，其接头质量应符合 JGJ 107《钢筋机械连接技术规程》的规定。

检查方法：检查质量证明文件、施工记录、型式检验报告、连接工艺检验报告及平行试件的检验报告。
检查数量：按 JGJ 107《钢筋机械连接技术规程》的规定确定。

10.3.5 构件底部接缝的砂浆垫层强度应满足设计要求。

检查方法：检查座浆材料强度试验报告及评定记录。

检查数量：砂浆在拌浆时应制取试件，对应每个拼接部位制取不少于 3 组边长 70.7mm 的立方体试块，分别测试 1 天、3 天和标准养护 28 天龄期抗压强度。

10.3.6 施工完成后，构件外观质量不应有严重缺陷或一般缺陷。

检查方法：观察检查，检查处理记录。

检查数量：全数检查。

Ⅱ 一般项目

装配式混凝土桥墩结构安装完毕，预制构件的位置、尺寸偏差应符合设计要求；当设计无具体要求时，应符合表12规定。

检查数量：按每个墩柱、盖梁划分检验批，全数检查。

表 12 安装位置和尺寸允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差 (mm)	检验频率		检查方法
			范围	点数	
轴线位置	墩柱	10	每个墩柱、盖梁	2	经纬仪及尺量
	盖梁				
顶面高程	墩柱	±10	每个墩柱、盖梁	1	水准仪测量
	盖梁				
相邻间距	墩柱	±5	每个墩柱	1	钢尺量
垂直度	墩柱	≤0.3%H且不大于15	每个墩柱、盖梁	2	经纬仪测量或垂线、尺量，纵横向各1点
	盖梁	≤0.3%H且不大于10			
相邻节段间错台	墩柱	3	每个接头	2	钢板尺和塞尺，纵横向各1点
	盖梁				
支座垫石预埋件位置	中心线 位置	10	每处	2	尺量
接缝宽度	墩柱	+5	每个接头	2	尺量
	盖梁				

附 录 A

（规范性）

高性能混凝土原材料性能指标要求

A.1 水泥应选用品质稳定、强度等级不低于 42.5 的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，并应符合 GB 175《通用硅酸盐水泥》的规定。

A.2 高性能混凝土所用的粉煤灰、磨细矿渣粉和硅灰等矿物掺合料应符合 CJJ 2《城市桥梁施工与质量验收规范》和 JTG/T F50《公路桥涵施工技术规范》的规定。

A.3 高性能混凝土粗骨料粒径应不大于 20mm，针片状含量应不大于 8%，含泥量应不大于 1%，泥块含量应不大干 0.5%。

A.4 高性能混凝土细骨料宜采用级配Ⅱ区的中砂，含泥量应不大于 3%，泥块含量应不大于 1%。

A.5 高性能混凝土减水剂应采用高性能聚羧酸减水剂，减水率应不小于 25%。

附 录 B

（规范性）

高强无收缩水泥灌浆料技术指标试验方法

B.1 高强无收缩水泥灌浆料试件制作及标准养护条件应符合 GB/T 17671《水泥胶砂强度检验方法(ISO 法）》的规定。

B.2 高强无收缩水泥灌浆料拌合用水应符合 JGJ 63《混凝土用水标准》的规定，宜采用生活饮用水。

B.3 试验室的温度和湿度应符合 GB/T 50448《水泥基灌浆材料应用技术规范》的规定。

B.4 流动度试验、抗压强度试验、竖向膨胀率试验应符合 GB/T 50448《水泥基灌浆材料应用技术规范》的规定。

B.5 氯离子含量试验应符合 GB/T 8077《混凝土外加剂匀质性试验方法》的规定。

B.6 泌水率试验应符合 GB/T 50080《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》规定。