

团 体 标 准

T/CCTAS XX—2023

预制装配式混凝土桥梁墩台技术规范

Technical Specification for Prefabricated Concrete Bridge Piers and
Abutments

（征求意见稿）

2023 年 7 月

XXXX – XX – XX 发布

XXXX – XX – XX 实施

中国交通运输协会 发 布

目录

前言.....I

引言.....1

1. 范围.....2

2. 规范性引用文件.....2

3. 术语和符号定义.....2

4. 基本规定.....5

5. 材料.....6

 5.1 混凝土.....6

 5.2 钢筋.....6

 5.3 高强无收缩水泥灌浆料.....7

 5.4 砂浆垫层.....7

 5.5 灌浆连接套筒.....8

 5.6 金属波纹管.....8

 5.7 环氧粘结剂.....9

 5.8 预应力筋-锚具组装件.....9

6. 装配式墩台设计.....10

 6.1 一般规定.....10

 6.2 连接设计.....10

 6.3 墩柱.....13

 6.4 盖梁.....16

7. 装配式墩台抗震设计.....18

 7.1 一般规定.....18

 7.2 抗震验算.....18

8. 构造设计.....22

9. 构件预制.....23

 9.1 一般规定.....23

 9.2 场地要求.....24

 9.3 立柱预制.....25

 9.4 盖梁预制.....26

 9.5 灌浆连接套筒安装.....26

 9.6 灌浆金属波纹管安装.....27

 9.7 养护及脱模规定.....27

 9.8 构件转场与存放.....28

10. 运输与成品保护.....28

 10.1 一般规定.....28

 10.2 吊装.....29

 10.3 场外运输.....29

11. 现场拼装.....29

 11.1 一般规定.....29

 11.2 施工准备.....30

 11.3 立柱与承台拼装.....30

 11.4 盖梁与立柱拼装.....30

11.5	立柱间节段拼装	30
11.6	盖梁间节段拼装	31
11.7	灌浆连接工艺	31
12.	施工安全与绿色施工.....	31
12.1	一般规定	31
12.2	施工安全	32
12.3	绿色施工	32
13.	质量检验.....	33
13.1	一般规定	33
13.2	构件进场	35
13.3	安装与连接	37
13.4	文件与记录	38
附录 A	高性能混凝土原材料性能指标要求.....	40
附录 B	高强无收缩水泥灌浆料技术指标试验方法.....	41
附录 C	质量验收记录.....	42

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。

本文件由中国交通运输协会交通工程设施分会提出。

本文件由中国交通运输协会标准化技术委员会归口。

本文件起草单位：中铁大桥局集团有限公司、中铁大桥局集团第五工程有限公司、中铁大桥局第九工程有限公司、中铁大桥局上海工程有限公司、铁四院（湖北）工程监理咨询有限公司、舟山市铁路建设中心、贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司。

本文件主要起草人：毛伟琦、李江、田继开、叶绍其、徐秋红、蔡学峰、姚发海、孙铮、陈仁光、陈家骞、孙国红、毛优达、朱旭东、刘丹飞、王长银、李德昆、万成钢、邱攀、陈爱军、李康、章人宏。

引言

近几年来，预制技术从预制梁向其它桥梁构件扩展，我国的东海大桥、杭州湾跨海大桥、上海长江大桥、港珠澳大桥等工程的桥墩立柱均采用分节预制安装取代传统的现浇施工方法，通过工程表明，该方法安全、优质、高效，为我国江、海上桥梁立柱施工开辟了一条新途径。从这些工程实例可知，桥梁预制拼装技术已有较多的工程实例，与传统的现浇桥梁相比，其优势已经得到体现。

虽然国内部分省市已有装配式桥梁的实施案例，但因地域性差异，其预制拼装设计及施工技术路线也各有不同，国家层面尚未制定预制拼装桥梁施工方面的技术标准。

为了适应预制拼装技术在桥梁结构建造的应用需要，明确预制装配式桥梁的设计技术要求，规范施工技术标准，统一施工质量检验、验收标准，确保工程质量，保证施工质量和安全，制定本文件。

预制装配式混凝土桥梁墩台技术规范

1. 范围

1.1 本文件适用于非抗震设计及抗震设防烈度为 6 度和 7 度抗震设计的地区，采用预制装配式桥梁下部结构的设计和施工。

1.2 本文件适用于公路和市政桥梁工程。

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 50666 混凝土结构工程施工规范；
GB/T50080 普通混凝土拌合物性能试验方法标准；
GB 175 通用硅酸盐水泥
GB/T50948 水泥基灌浆材料应用技术规范；
GB/T8077 混凝土外加剂匀质性试验方法；
GB/T17671 水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）
JTG/T3650 公路桥涵施工技术规范；
JTG D60 公路桥涵设计通用规范
JTG 3362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范；
JTG F80/1 公路工程质量检验评定标准；
JTG/T 2231-01 公路桥梁抗震设计规范；
JTG 3363 公路桥涵地基与基础设计规范；
JGJ 33 建筑机械使用安全技术规范；
JGJ 107 钢筋机械连接技术规程；
JGJ 63 混凝土用水标准；
JG 225 预应力混凝土用金属波纹管
CJJT 111 预应力混凝土桥梁预制节段逐跨拼装施工技术规范
CJJ 166 城市桥梁抗震设计规范

3. 术语和符号定义

3.1 术语

3.1.1

装配式桥梁墩台 Assembled bridge pier and abutment

通过预制拼装及连接构造形成的混凝土桥梁立柱、盖梁或系梁。

3.1.2

灌浆套筒连接 grouted sleeve coupler connection

通过高强无收缩水泥灌浆料填充在钢筋与连接套筒间隙，硬化后形成接头，将一根钢筋中的力传递至另一根钢筋的连接构造。

3.1.3

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。

3.1.4

灌浆连接套筒 grouted coupler for rebar splicing

通过水泥灌浆料的传力作用将钢筋对接连接所用的金属套筒，通常采用铸造工艺或者机械加工工艺制造。

3.1.5

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

高强无收缩水泥灌浆料是以高强度材料作为骨料，以水泥作为结合剂，辅以高流态、微膨胀、防离析等物质配制而成，它在施工现场加入一定量的水，搅拌均匀后填充于套筒或金属波纹管和钢筋间隙内。

3.1.6

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。

3.1.7

调节垫块 adjustment cushion block

设置在不同类型构件拼接缝之间的垫块，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。

3.1.8

专用定位板 special locating plate

根据预制构件钢筋位置精确钻孔的钢板，用于钢筋笼加工精度检测、构件预制台座钢筋定位或预留钢筋定位。

3.1.9

调节设备 adjustment equipment

用于调整预制构件空间姿态的设备。

3.1.10

砂浆拼接缝 mortar joint

采用高强无收缩砂浆进行找平连接的接缝，常用于立柱与承台、立柱与盖梁之间的拼接。

3.1.11

环氧拼接缝 epoxy joint

采用环氧粘结剂进行连接的接缝, 常用于立柱节段之间以及盖梁节段之间的拼接。

3.1.12

节段 segment

混凝土立柱、盖梁或上部结构梁体等构件沿其长度方向划分成的柱段或梁段等。

3.1.13

节段预制拼装混凝土桥梁 precast segmental concrete bridge

工厂或现场预先制作的混凝土节段通过可靠的连接方式拼装而成的混凝土桥梁。

3.1.14

多重剪力键 multiple shear keys

混凝土构件预制节段接缝表面用于承担剪切等作用、凹凸密接匹配的多重键块和键槽。

3.1.15

短线预制法 short-line method precasting

将混凝土构件沿纵向划分成若干节段, 在台座上用固定的模板, 依次将已浇筑好的节段作为匹配节段, 逐段匹配、流水制作节段的预制施工方法。

3.2 符号

d_s ——纵向钢筋直径;
 d ——灌浆连接套筒外径;
 E_c ——混凝土弹性模量;
 I_{eff} ——有效截面抗弯惯性矩;
 M_y ——屈服弯矩;
 θ_p ——潜在塑性铰区域的塑性转角;
 θ_u ——塑性铰区域的最大容许转角;
 Δ_d ——地震作用下柱顶的位移;
 Δ_u ——立柱容许位移;
 ϕ_y ——截面的等效屈服曲率;
 ϕ_u ——极限破坏状态的曲率;
 K ——延性安全系数;
 L_p ——等效塑性铰长度;
 H ——悬臂柱的高度或塑性铰截面到反弯点的距离;
 b ——矩形截面的短边尺寸或圆形截面直径;
 f_y ——纵向钢筋抗拉强度标准值;
 ε_{cu} ——混凝土极限压应变;
 ε_{su}^R ——约束钢筋的折减极限应变;
 ε_{lu} ——纵向钢筋的折减极限应变;
 V_{c0} ——剪力设计值;
 f_{cd} ——混凝土抗压强度设计值;

A_e ——核心混凝土面积;
 A_g ——立柱塑性铰区域截面全面积;
 μ_Δ ——立柱位移延性系数;
 P_c ——立柱截面最小轴压力;
 A_{sp} ——螺旋箍筋面积;
 A_v ——计算方向上箍筋面积总和;
 S ——箍筋的间距;
 f_{kh} ——箍筋抗拉强度标准值;
 b ——立柱的宽度;
 D' ——螺旋箍筋环的直径;
 h_0 ——核心混凝土受压边缘至受拉侧钢筋重心的距离;
 ϕ ——抗剪强度折减系数;
 A_k ——破坏面上剪力键根部的面积;
 f_c ——混凝土的立方体极限抗压强度;
 σ_n ——接缝上的压应力;
 A_{sm} ——破坏面上的摩擦接触面积;
 η_a ——预应力筋-锚具组装件静载试验测得的锚具效率系数;
 ε_{apu} ——预应力筋-锚具组装件达到实测极限拉力时的总应变。

4. 基本规定

- 4.1.1 装配式桥梁设计应遵循安全、耐久、适用、环保、经济、美观的原则。
- 4.1.2 装配式桥梁应满足标准化、工厂化、机械化要求。
- 4.1.3 在预制拼装桥墩初步设计阶段,应满足通用性和少规格的要求,同时参考既有预制拼装工程桥墩类型,结合工程实际情况确定合理的桥墩尺寸和形状,选择适宜的拼接构造和节段划分方式。
- 4.1.4 在现浇桥墩施工图设计阶段,重点进行结构设计,严格控制预制拼装的精度,保证预制节段之间连接的准确性。
- 4.1.5 装配式构件连接应构造简单,传力明确。
- 4.1.6 应根据所处环境条件进行装配式结构的拼接缝及预制构件的耐久性设计。
- 4.1.7 装配式混凝土墩台抗震设计应符合《公路桥梁抗震设计规范》JTG/T 2231-01 及《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166 的要求。
- 4.1.8 应根据环境条件、跨度、结构形式等工程实际情况,合理地确定构件的形状和尺寸,预制构件的最大尺寸和重量应结合起重和运输工具的能力、道路状况和建筑限界等要求确定,并应尽可能简化构件类型和减少连接节点数量,遵循少规格、易组合、便于施工的原则。
- 4.1.9 灌浆套筒连接可用于预制桥墩立柱与承台、盖梁、墩身立柱节段之间的连接,并可布置在同一断面;灌浆金属波纹管连接可用于预制立柱与承台和立柱与盖梁之间的连接。
- 4.1.10 设计单位在各项工序施工前应编制设计交底文件,并进行设计交底。交代设计意图,明确关键技术点。
- 4.1.11 预制构件的运输应符合下列规定:
 - a) 预制构件的运输线路应根据道路、桥梁的实际条件确定,场内运输宜设置循环线路;

- b) 运输车辆应满足构件尺寸和载重要求;
 - c) 装卸构件时应考虑车体平衡, 避免造成车体倾覆;
 - d) 应采取防止构件移动或倾倒的绑扎固定措施;
 - e) 运输细长构件时应根据需要设置水平支架;
 - f) 对构件边角部或链索接触处的混凝土, 宜采用垫衬加以保护。
- 4.1.12 节段预制拼装混凝土桥梁的建造, 应自工程设计阶段起, 全过程协调建设、设计、制作、施工等各方关系, 并应加强交通工程、排水工程、照明工程等专业之间的配合。
- 4.1.13 工程质量验收应在施工单位自检基础上, 按照检验批、分项工程、分部工程(子分部工程)、单位工程顺序进行。单位工程完成且经监理工程师预验收合格后, 应由建设单位按相关规定组织工程验收。各项单位工程验收合格后, 建设单位应按相关规定及时组织竣工验收。
- 4.1.14 验收后的桥梁工程, 应结构坚固、表面平整, 色泽均匀、棱角分明、线条直顺、轮廓清晰, 满足城市景观要求。
- 4.1.15 预制构件的堆放应符合下列规定:
- a) 场地应平整、坚实, 并应有良好的排水措施;
 - b) 应保证最下层构件垫实, 预埋吊件宜向上, 标识宜朝向堆垛间的通道;
 - c) 垫木或垫块在构件下的位置宜与脱模、吊装时的起吊位置一致。重叠堆放构件时, 每层构件间的垫木或垫块应在同一垂直线上;
 - d) 堆垛层数应根据构件与垫木或垫块的承载能力及堆垛的稳定性确定, 必要时应设置防止构件倾覆的支架;
 - e) 施工现场堆放的构件, 宜按安装顺序分类堆放, 堆垛宜布置在吊车工作范围内且不受其他工序施工作业影响的区域;
 - f) 预应力构件的堆放应考虑反拱的影响;
 - g) 对于外形复杂的构件宜采用插放架或靠放架直立堆放、直立运输。插放架、靠放架应有足够的强度、刚度和稳定性。采用靠放架直立堆放的预制构件宜对称靠放, 倾斜角度不宜小于 80° 。

5. 材料

5.1 混凝土

- 5.1.1 预制构件混凝土宜采用高性能混凝土, 强度等级不宜低于 C40。
- 5.1.2 相邻预制构件间(湿接段)浇筑的混凝土应采取相应措施减少混凝土裂缝发生。
- 5.1.3 钢纤维混凝土应符合现行行业标准《钢纤维混凝土》JG/T 472 的规定。
- 5.1.4 高性能混凝土应符合现行标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 的相关规定, 原材料具体性能指标还应符合附录 A 的规定。
- 5.1.5 超高性能混凝土 90 天氯离子扩散系数不应大于 $5.0 \times 10^{-14} \text{ m}^2/\text{s}$ 、标准立方体抗压强度不应小于 120MPa、抗折强度不应小于 18MPa。

5.2 钢筋

- 5.2.1 装配式桥墩中钢筋应采用 HRB400 级及以上热轧钢筋。

5.2.2 钢筋应具有出厂质量证明书和试验报告单，进场时除应检查其外观和标志外，尚应分批抽取试验进行力学性能检验，检验合格后方可使用。

5.2.3 钢筋的表面应洁净、无损伤，钢筋应平直、无局部弯折，主要受力钢筋端头切断后应磨平，外露钢筋应采取临时防护措施，防止钢筋产生锈蚀。

5.2.4 不锈钢钢筋应符合现行国家标准《钢筋混凝土用不锈钢钢筋》（GB/T 33959）的规定。

5.3 高强无收缩水泥灌浆料

5.3.1 灌浆连接套筒或灌浆金属波纹管中使用的高强无收缩水泥灌浆料应符合《钢筋连接用套筒灌浆料》JGT 408 的规定，钢筋连接用灌浆材料的技术指标与检验方法，应符合表 1 的规定。

表 1 高强无收缩水泥灌浆料技术指标

检测项目		性能指标	检验方法
流动度	初始	$\geq 300\text{mm}$	《水泥基灌浆材料应用技术规程》GB/T50448
	30min	$\geq 260\text{mm}$	
抗压强度	1d	$\geq 35\text{MPa}$	
	3d	$\geq 60\text{MPa}$	
	28d	$\geq 100\text{MPa}$	
竖向自由膨胀率	24h 与 3h 差值	0.02%~0.50%	
氯离子含量		$\leq 0.03\%$	《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T8077
泌水率		0.00%	《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T50080

注：表中技术指标试验方法应符合本规范附录 B 的规定。

5.3.2 产品检验分型式检验及现场检验。型式检验项目应包括灌浆料的初始流动度，30min 流动度，1d、3d、28d 抗压强度，竖向自由膨胀率，氯离子含量，泌水率，尚应包括灌浆套筒连接接头拉伸试验检验；现场检验应符合本规范第 10.6.2 条及 10.6.9 条的规定。

5.3.3 高强无收缩水泥灌浆料宜采用配套灌浆掺合料，规格不宜大于每袋 25kg，包装袋上应标识详尽的使用说明。

5.3.4 高强无收缩水泥灌浆料在干燥条件下未开封包装前有效存放时间不得大于 3 个月，开封包装后应立即使用，如有剩余应做废弃处理。

5.4 砂浆垫层

5.4.1 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，28d 抗压强度应不小于 60MPa 且高出被连接构件强度等级的一个等级（7MPa），28d 竖向膨胀率应控制在 0.02%~0.10%。

5.4.2 砂浆垫层宜选用质地坚硬、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%，且不应有泥块存在。

5.4.3 砂浆垫层初凝时间宜大于 2h。

5.5 灌浆连接套筒

5.5.1 灌浆连接套筒宜应符合现行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的技术要求。

5.5.2 灌浆连接套筒按钢筋连接方式可制作成整体灌浆连接型或一端灌浆连接一端机械连接型。

5.5.3 整体灌浆连接型套筒一端为预制安装端，另一端为现场拼装端，套筒中间应设置钢筋限位挡板；预制安装端及现场拼装端钢筋伸入长度均不应小于 $10d_s$ （ d_s 为被连接纵向钢筋直径）；套筒下端应设置压浆口，套筒上端应设置出浆口，压浆口下缘与端部净距应大于 20mm；套筒制作允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ；安装时套筒方向应正确放置。

5.5.4 一端灌浆连接一端机械连接型套筒，钢筋机械连接端为预制安装端，另一端为现场拼装端；现场拼装端长度不应小于 $10d_s$ （ d_s 为被连接纵向钢筋直径）；现场拼装端下端应设置压浆口，上端应设置出浆口，压浆口下缘与端部净距应大于 20mm；套筒制作允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。

5.5.5 灌浆连接套筒与高强无收缩水泥灌浆料组合体系性能应符合国家现行标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 中 I 级连接接头要求，且接头试件实测抗拉强度应不小于被连接钢筋的实际拉断强度。

5.5.6 灌浆连接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门质检部门试验检测，并出具相应型式试验的合格报告。

5.5.7 厂家应提供与灌浆连接套筒相关的合格附属配件，包括止浆塞、压浆管、出浆管、定位销等。

5.5.8 灌浆连接套筒在储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。

5.5.9 灌浆连接套筒工厂内安装前应进行单向拉伸强度试验，单向拉伸强度试验的检验方法及要求应符合《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355 的相关规定，检验每批数量不大于 600 个，试验试件不应少于 1 个。

5.6 金属波纹管

5.6.1 金属波纹管内衬管应选用符合 GB/T13793 规定的直缝电焊钢管或符合 GB/T8162 规定的无缝钢管。

5.6.2 金属波纹管应符合国家现行标准《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225 及《钢筋锚固用灌浆波纹管》T/CECS 10098-2020 的相关规定，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 （ d_s 为被连接纵向钢筋直径）+40mm，内径尺寸允许偏差为 $\pm 0.50\text{mm}$ ；

对于内径不大于 10cm 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。

5.6.3 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 20~40mm。

5.6.4 封口板应选用符合 GB/T699、GB/T1591 规定的优质碳素结构钢、低合金高强度结构钢。进浆孔、出浆孔应选用符合 GB/T8162 规定的无缝钢管。

5.6.5 金属波纹管在储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。

5.7 环氧粘结剂

5.7.1 环氧树脂粘结剂应符合表 2 的规定

表 2 预制构件的拼接面连接用环氧基粘结剂技术要求

项目		性能指标
物理性能	可施胶时间	$\geq 20\text{min}$
	可粘结时间	$\leq 60\text{min}$
	触变性	$\leq 30\text{min}/10\text{分钟}$
	吸水率	$\leq 0.5\%$
	水中溶解率	$\leq 0.1\%$
	耐热性	$\geq 50^\circ\text{C}$
力学性能	抗剪强度标准值 (MPa)	7 天 ≥ 21
	抗压强度标准值 (MPa)	24 小时 ≥ 40 ; 7 天 ≥ 60
	抗拉强度标准值 (MPa)	7 天 ≥ 9
	抗剪弹性模量 (MPa)	瞬间 ≥ 1500 ; 1h 后 ≥ 1200 ; 28d 后 ≥ 1000
	受压时弹性模量 (MPa)	瞬间 ≥ 8000 ; 1h 后 ≥ 6000
化学性能	化学稳定性	经 50°C 、98%湿度恒定作业 90d 后, 在常温下试件的钢-钢拉伸抗剪强度的下降幅度不得超过参比试件强度的 10%。

5.7.2 同类构件之间用的环氧粘结剂初步固化时间不应小于 1h 粘结时应在规定的两面涂刷厚度条件下, 发生均匀的挤出量, 并仅有滴挂而无流淌现象。

5.7.3 环氧粘结剂应有防老化、防碳化、防强腐蚀性的功能。

5.8 预应力筋-锚具组装件

5.8.1 装配式桥墩中用到的预应力筋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精轧螺纹钢。

5.8.2 装配式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, 应符合下列规定:

a) 锚具的静载锚固性能应符合下式要求:

$$\eta_a \geq 0.95 \dots\dots\dots (1)$$

$$\varepsilon_{apu} \geq 2.0\% \dots\dots\dots (2)$$

式中 η_a ——预应力筋-锚具组装件静载试验测得的锚具效率系数;

ε_{apu} ——预应力筋-锚具组装件达到实测极限拉力时的总应变。

- b) 预应力筋-锚具组装件的抗震周期荷载性能, 应确保预应力筋在锚具夹持区域不发生破断。
 - c) 无粘结预应力筋耐久性应满足现行规范的要求。
- 5.8.3 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. 装配式墩台设计

6.1 一般规定

6.1.1 满足本规范对连接材料和构造要求时, 预制装配式下部结构可按国家现行标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362、《公路桥涵地基与基础设计规范》JTG 3363、《城市桥梁设计规范》CJJ 11、《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 等规范进行验算。

6.1.2 构件计算应考虑持久状况(承载能力极限状态、正常使用极限状态)、短暂状况、偶然状况及地震状况四种设计状况, 符合下列规定:

- a) 对持久设计状况承载能力极限状态, 应对预制构件进行承载能力和稳定验算;
- b) 对持久设计状况正常使用极限状态, 应对预制构件进行变形、裂缝控制验算;
- c) 对制作、运输和堆放、安装等短暂设计状况下的预制构件, 应进行承载能力极限状态验算, 必要时应进行正常使用极限状态验算, 并符合现行国家标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 和《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ2 的有关规定;
- d) 对偶然状况下的预制构件应进行承载能力极限状态验算;
- e) 对地震设计状况应采用作用的地震组合进行承载能力极限状态设计, 地震作用应按现行《公路工程抗震规范》JTG B02 和《公路桥梁抗震设计规范》JTG/T 2231-01 的有关规定计算; 预制拼装下部结构的构件竖向布置应连续、均匀, 抗侧力结构的侧向刚度和承载力沿竖向不应突变, 其抗震设计、分析计算、验算和延性构造应选取现行国家标准《公路桥梁抗震设计规范》JTG/T 2231-01 和《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166 两者中最不利计算情况的要求。

6.1.3 预制构件进行脱模验算时, 等效静力荷载标准值应取构件自重标准值乘以相应的动力系数后与脱模吸附力之和, 且不宜小于构件自重标准值的 1.5 倍。动力系数与脱模吸附力应符合下列规定:

- a) 动力系数不宜小于 1.2;
- b) 脱模吸附力应根据构件和模具的实际情况取用, 且不宜小于 1.5 kN/m²。

6.2 连接设计

6.2.1 预制构件之间的连接应满足结构传递内力的要求, 同时应便于构件安装, 连接设计包括连接接头的选用和连接节点的构造设计。

6.2.2 预制构件的连接方式应根据结构形式、抗震设防烈度、施工、运输、拼装等因素综合确定:

表 3 墩台预制构件间主要连接方式及适用范围

序号	连接方式	适用范围
1	灌浆套筒	墩台各构件的竖向连接, 承台、盖梁与立柱连接
2	灌浆金属波纹管	立柱、台身与承台、盖梁连接

3	插槽式	立柱与盖梁连接
4	承插式	立柱与承台连接，桩基与承台连接
5	后张预应力筋	盖梁、立柱节段连接

6.2.3 应根据所处环境条件考虑预制拼装构件接缝的耐久性设计，接缝处环氧粘结剂或砂浆垫层应满足耐久性性能指标要求，可根据桥梁运营和所处环境的要求而定，且应符合下列规定：

a) 在荷载长期效应组合下，预应力连接构件接缝处正截面受拉边缘不允许出现拉应力（不得消压）；

b) 在荷载短期效应组合下，接缝处正截面受拉边缘可出现拉应力，但拉应力应小于接缝界面材料及预制构件材料的允许设计拉应力。

6.2.4 应对连接件、焊缝、螺栓或铆钉等紧固件在不同设计工况下的承载力进行验算，并应符合相关现行国家标准的规定。

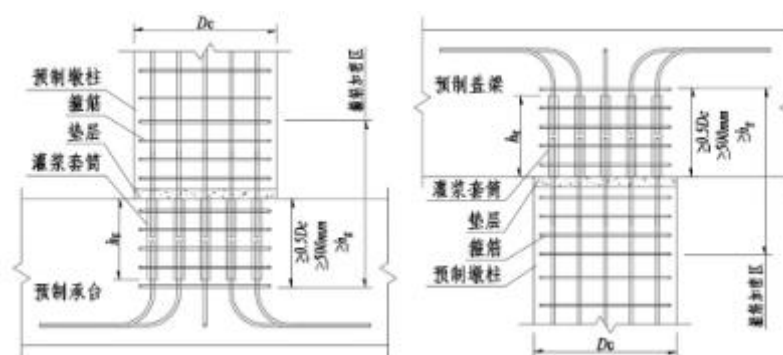
6.2.5 预制立柱与承台、立柱与盖梁不同类型构件之间的拼装接缝砂浆垫层厚度宜为 10mm~30mm，同类型构件之间的环氧接缝厚度宜为 1mm~3mm。

(I) 灌浆套筒连接

6.2.6 在各种设计工况下，采用灌浆套筒连接的装配式下部结构可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析，若灌浆套筒置于立柱里应对转动能力进行单独设计。

6.2.7 灌浆连接套筒按钢筋连接方式可制作成全灌浆套筒或半灌浆套筒。

6.2.8 当灌浆套筒预埋在预制承台或盖梁内时，在满足现行抗震设计规范构造要求的情况下，配置的加密箍筋延伸到承台或盖梁的距离（图 1）应不小于灌浆套筒的高度。

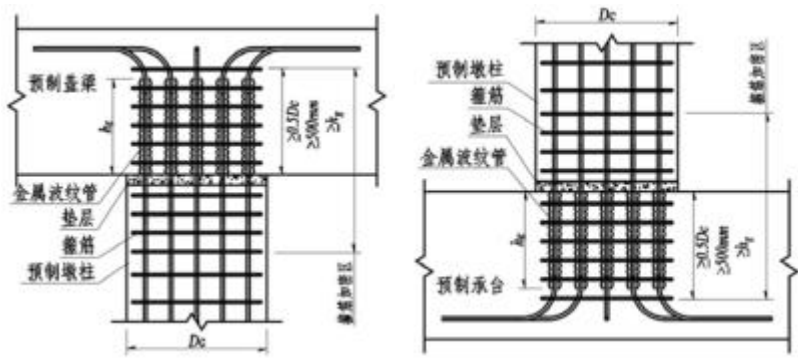


a) 预制立柱与预制承台的连接 b) 预制立柱与预制盖梁的连接

图 1 灌浆套筒在预制承台或盖梁内时箍筋加密区

(II) 灌浆金属波纹管连接

6.2.9 当灌浆金属波纹管预埋在预制承台、盖梁或台帽内时，预制构件内应布置加密箍筋（图 2），且在满足现行抗震设计规范构造要求的情况下，立柱箍筋加密区延伸到预制承台、盖梁或台帽的距离不应小于立柱长边尺寸的 1/2、500mm 及波纹管高度的最大值。



a) 预制立柱与预制承台的连接 b) 预制立柱与预制盖梁的连接

图 2 金属波纹管在预制承台或盖梁内时箍筋加密区

6.2.10 预制构件中的圆形金属波纹管净距不应小于 50mm，且不应小于管道直径，保护层厚度应符合现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362 的规定。

(III) 插槽式连接

6.2.11 插槽孔洞应具有足够的水平容差，且水平容差需考虑与相连接构件的联合容差。孔洞在顺桥向、横桥向的尺寸容差不应小于 50mm；

(IV) 承插式连接

6.2.12 承插的孔洞推荐采用金属波纹管、梯形或锥形孔洞，当采用梯形或锥形孔洞时，孔洞混凝土表面可不设置剪力键和凿毛处理。孔周边应设置补强钢筋，并与承台钢筋连接。

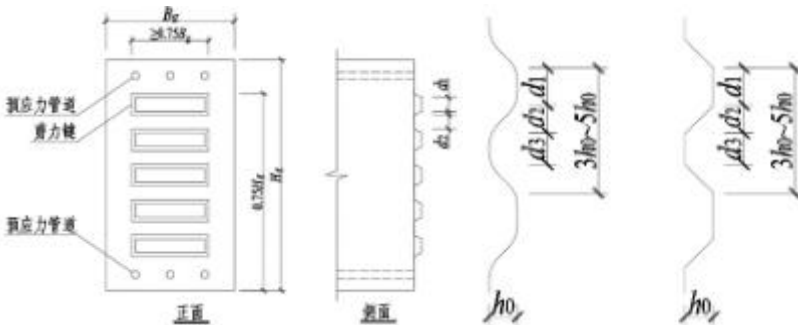
6.2.12 填充料宜选用高强无收缩混凝土，其强度等级不应低于承台自身混凝土强度。

(V) 后张预应力连接

6.2.13 节段拼装下部结构中用到的预应力筋可采用钢绞线、精轧螺纹钢、预应力钢棒；预应力钢筋或管道间的净距保护层应符合现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362 的规定。

6.2.14 节段拼装盖梁、立柱结构应按全预应力或 A 类部分预应力混凝土结构设计，施工阶段应进行预制节段存放、移运、提升、架设安装和施加预应力、体系转换等施工阶段的结构计算。

6.2.15 预制节段后张预应力连接应与剪力键（槽）配合环氧树脂配合使用且宜设置粗糙面，粗糙面的面积不宜小于结合面的 80%。剪力键厚度宜取 1mm~3mm，构造示意图如图 3 和图 4。



a) 剪力键构造 b) 剪力键大样

图 3 盖梁剪力键构造尺寸示意图

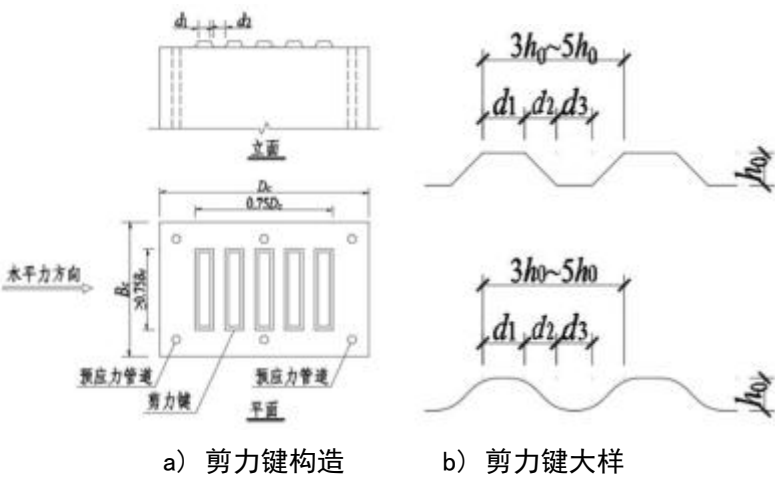


图 4 立柱剪力键构造尺寸示意图

6.2.16 为便于环氧树脂挤出，可将剪力键（槽）一侧设置成与构件表面平齐，或在剪力槽设置一道出胶口，并对构件匹配面施加压应力，匹配面混凝土压应力不得小于 0.3MPa，剪力槽构造示意图如图 5。

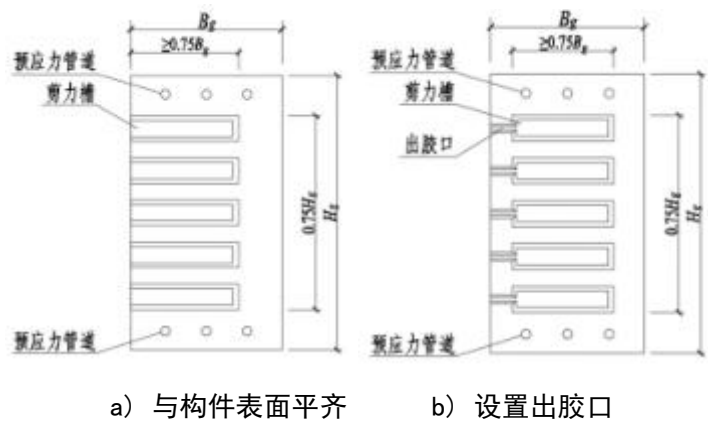


图 5 剪力槽构造示意图

6.3 墩柱

(1) 一般规定

6.3.1 满足本规范对灌浆连接套筒、金属波纹管、高强无收缩水泥灌浆料以及砂浆垫层等连接材料和构造要求时，预制拼装桥墩可按国家现行标准《公路桥涵设计通用规范》JTG D60 和《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62 进行验算。

6.3.2 预制拼装桥墩计算应进行极限状态设计：

- a) 持久状况应进行承载能力极限状态和正常使用极限状态设计；
- b) 短暂状况应作承载能力极限状态设计，可根据需要进行正常使用极限状态设计；
- c) 偶然状况应作承载能力极限状态设计；
- d) 地震状况应作承载能力极限状态设计。

6.3.3 预制拼装桥墩计算应符合下列要求：

- a) 在进行持久状况承载能力极限状态计算时，作用（或荷载）的效应宜采用基本组合，立柱、盖梁应进行承载能力计算；

b) 在进行持久状况正常使用极限状态计算时,应采用作用(或荷载)的短期效应组合长期效应组合或短期效应组合并考虑长期效应组合的影响,对立柱和盖梁进行抗裂、裂缝宽度和变形的验算;

c) 在进行持久状况和短暂状况构件的应力计算时,作用(或荷载)除有特别规定外均采用标准值,汽车荷载应考虑冲击系数,对立柱和盖梁进行持久状况和短暂状况的应力验算。

6.3.4 预制柱进行设计时,应考虑上下砂浆拼接缝厚度的影响,确定立柱预制长度。

6.3.5 对于设防烈度为 7 度的区域,灌浆连接套筒可布置在预制立柱中,此时应考虑套筒对立柱刚度及相关构造的影响。

6.3.6 采用匹配法施工的预制节段拼缝处宜采用环氧粘结剂,采用非匹配法施工的预制节段拼缝处宜采用砂浆垫层。

6.3.7 预制立柱和盖梁分段拼装时,在节段间的环氧固化过程中,立柱节段间压应力应不小于 0.3MPa。

6.3.8 立柱间节段拼装应符合下列规定:

a) 拼装前应对立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。

b) 拼装前应对立柱阶段拼装接缝表面进行复测,标高允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$,水平度允许偏差为 $\pm 1\text{mm/m}$ 。

c) 环氧粘接剂应均匀涂刷,涂刷时间宜控制在 30min 内,涂刷前、后应采取防雨、尘措施。

(II) 立柱与承台的连接构造

6.3.9 立柱与承台采用灌浆套筒连接时,相应构造要求可根据本规范 6.2 节相关条文执行。

6.3.10 立柱与承台可采用后张预应力连接如图所示(图 6)。

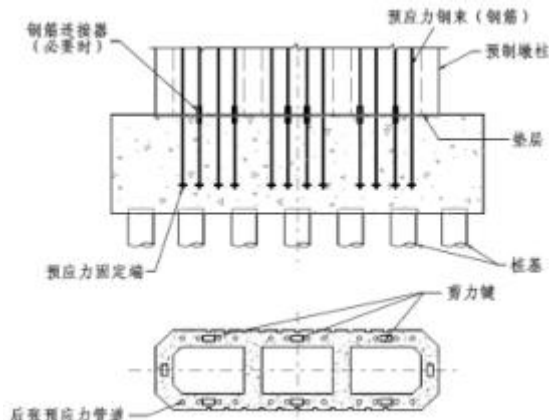
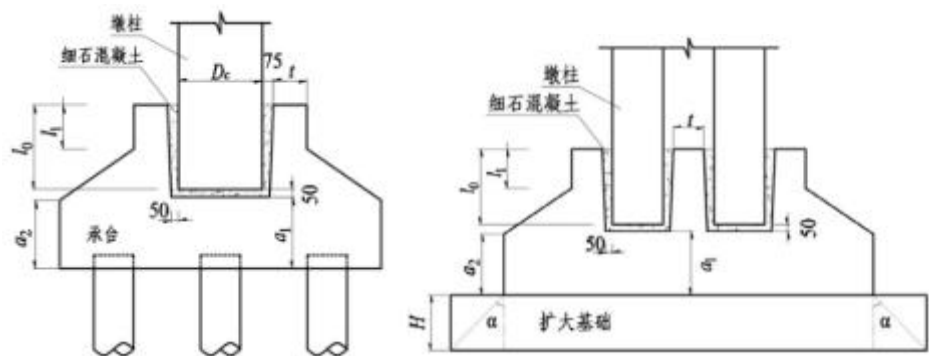


图 6 预制承台与预制立柱的后张预应力连接

6.3.11 立柱与承台可采用承插式连接(图 7),适用于抗震设防烈度为 7 度的区域,且柱截面长边尺寸小于 2000mm。预制立柱承插插入深度可按表 4 选用,并应满足锚固长度与稳定性要求,即 $l_0 \geq 0.05$ 倍吊装时的柱长。



a) 单杯口群桩基础 b) 双杯口扩大基础

图 7 预制立柱与承台和基础的承插式连接

表 4 立柱的插入深度 l_0 (cm)

矩形或工字型墩柱				单肢管柱	双肢管柱
$D_c < 50$	$50 \leq D_c < 80$	$80 \leq D_c < 100$	$D_c \geq 100$		
$(1.0 \sim 1.2) D_c$	D_c	$\max(0.9 D_c, 80)$	$\max(0.8 D_c, 100)$	$\max(1.5 D_c, 50)$	$\max(\frac{1}{3} \sim \frac{2}{3} h_A, (1.5 \sim 1.8) h_B)$

注：a) D_c 为柱截面长边尺寸或管柱的外径； h_A 、 h_B 分别为双肢柱整个截面长边、短边尺寸。

b) 柱轴心受压或小偏心受压时， l_0 可适当减小；偏心距大于 $2D_c$ 时， l_0 应适当加大。

3 l_0 不应小于立柱纵筋的锚固长度。

6.3.12 承插式连接预留孔的柱底厚度和壁厚应符合表 5 的要求，并满足设计要求。

表 5 承插式连接预留孔的柱底厚度和壁厚 (cm)

柱截面长边尺寸 D_c	柱底厚度 a_1	壁厚 t
$D_c < 50$	$a_1 \geq 15$	$t = 15 \sim 20$
$50 \leq D_c < 80$	$a_1 \geq 20$	$t \geq 20$
$80 \leq D_c < 100$	$a_1 \geq 20$	$t \geq 30$
$100 \leq D_c < 150$	$a_1 \geq 25$	$t \geq 35$
$150 \leq D_c < 200$	$a_1 \geq 30$	$t \geq 40$

注：a) 双肢柱的 a_1 值可适当加大；

b) a_1 值应满足承台或基础的受力要求。

6.3.13 采用承插式连接的柱为轴心或小偏心受压且 $t/D_c \geq 0.65$ 时，或大偏心受压且 $t/D_c \geq 0.75$ 时，预留孔壁内可不配筋。当柱为轴心或小偏心受压且 $0.5 \leq t/D_c < 0.65$ 时，预留孔壁内可按表 6 配置钢筋网（图 8）。

表 6 孔口内壁配筋

柱截面长边尺寸 (mm)	$D_c < 1000$	$1000 \leq D_c < 1500$	$1500 \leq D_c < 2000$
钢筋直径 (mm)	12	12	12~16

注：钢筋采用 HRB400。

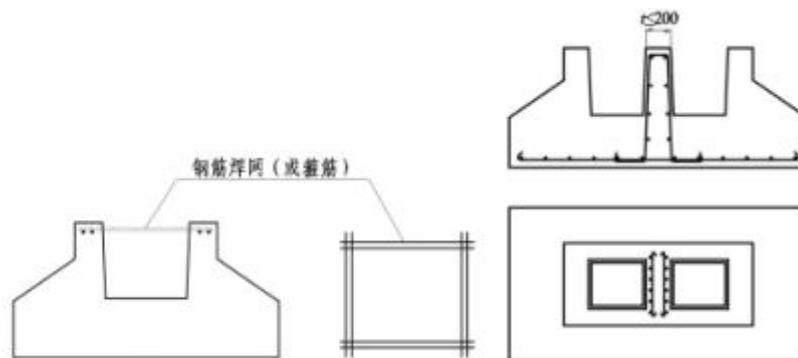


图 8 预留孔壁内配筋

6.3.14 承插式连接孔口部分的表面应凿毛，承台预留孔底部铺设一定厚度的砂浆，周围应用比承台混凝土强度等级高一级的细石混凝土填充密实，当其强度达到设计强度的 70%时，方可允许进行上部施工。

(III) 立柱间的连接构造

6.3.15 立柱与立柱间可采用后张预应力、灌浆套筒连接，其构造要求按本规范相关规定执行。

6.3.16 节段拼装预应力立柱可采用有粘结预应力筋粘结或无粘结预应力筋，应根据实际情况综合选用。

6.3.17 预应力固定端锚固系统宜设置在承台，张拉端设置在墩顶（图 9），波纹管连接处应密封。

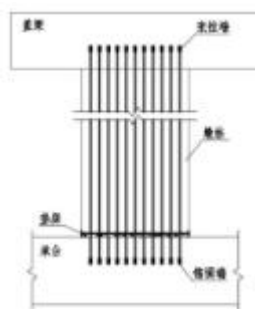


图 9 承台、立柱与盖梁的预应力连接

6.4 盖梁

(I) 一般规定

6.4.1 采用节段预制拼装建造的盖梁，预制构件的拼接面应采用剪力键方式，并根据规定进行设计。

6.4.2 采用节段预制拼装建造的盖梁，在进行正常使用极限状态计算时，宜保持盖梁正截面全截面受压；在进行承载能力极限状态计算时，应计入拼接缝张开时对盖梁承载能力的影响。

6.4.3 采用上下分层建造的预制拼装盖梁，可按现行标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362 中组合式受弯构件的有关规定执行。

6.4.4 在各种设计工况下，采用湿接头连接的盖梁可采用与现浇混凝土结构相同的方法进行结构分析。

(II) 盖梁与立柱的连接构造

6.4.5 预制盖梁与预制立柱的连接方式（图 10）主要有灌浆套筒（灌浆金属波纹管）连接、后张预应力连接等，连接的构造要求应按本规范的相关规定执行。

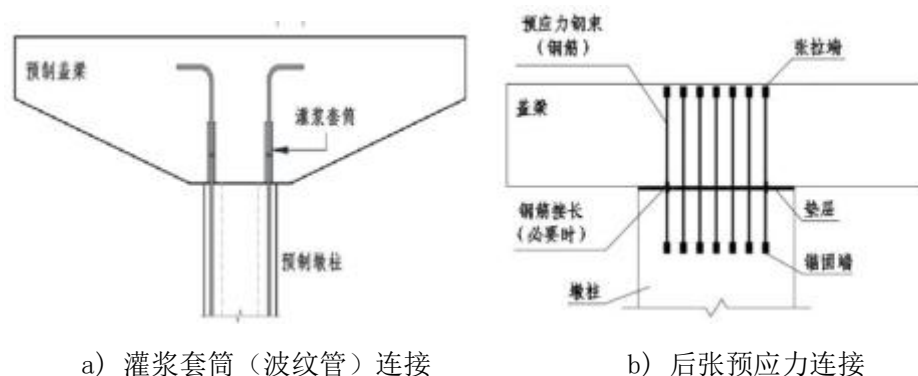


图 10 盖梁与立柱的主要连接方式

6.4.6 预制盖梁与预制立柱采用后张预应力连接时，预应力固定端锚固系统宜设置在立柱，张拉端设置在盖梁顶部。

(III) 盖梁节段间的连接构造

6.4.7 预制盖梁节段间主要有后张预应力连接和湿接头连接方式。

6.4.8 预制盖梁节段间的后张预应力连接适用于抗震设防烈度为 7 度地区的预应力混凝土盖梁节段连接（图 11），拼接面应采用剪力键（槽）配合环氧基胶粘剂的方式。

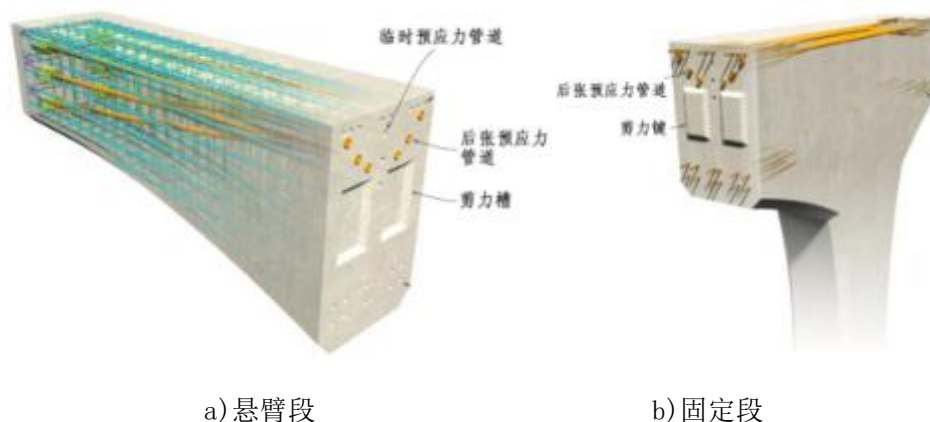


图 11 盖梁节段间的预应力连接

- 6.4.9 盖梁间可采用湿接头进行连接，湿接头的宽度应便于受力钢筋的连接施工，宜为 800mm～1200mm，宜避开构件最大受力截面，且须满足现行设计规范关于受力钢筋接头布置的构造要求的有关规定。
- 6.4.10 湿接头连接中构件间的纵向受力钢筋宜通过钢筋机械连接、焊接等方式进行连接，接头位置应按国家现行规范要求错开布置。
- 6.4.11 采用湿接头连接的构件端部应凿毛处理，或在构件端部采用免拆金属波纹板进行构件预制。
- 6.4.12 湿接头混凝土强度等级不应低于构件的设计强度，宜掺入适量微膨胀剂。

7. 装配式墩台抗震设计

7.1 一般规定

- 7.1.1 装配式桥墩抗震设计、分析计算、验算和延性构造应符合相关规范的要求。
- 7.1.2 在进行装配式桥墩抗震分析时，E1 地震作用下，立柱抗弯刚度可按毛截面计算，考虑柱身内连接套筒对立柱刚度的影响；E2 地震作用下，潜在屈服立柱的有效截面抗弯刚度应按式(3)计算：

$$E_c \times I_{eff} f = \frac{M_y}{\phi_y} \dots\dots\dots (3)$$

式中 E_c ——立柱的混凝土弹性模量 (kN/m²)；

I_{eff} ——立柱有效截面抗弯惯性矩 (m⁴)

M_y ——立柱屈服弯矩 (kN·m)

ϕ_y ——等效屈服曲率 (1/m)。

7.1.3 E1 地震作用下，预制拼装立柱在弹性范围内工作，基本不损伤，应校核其强度；E2 地震作用下，预制拼装立柱可发生损伤，产生弹塑性变形，耗散地震能量，但立柱的塑性铰区域应具有足够的塑性变形能力。

7.1.4 装配式桥墩中的盖梁和基础应按能力保护原则设计，在 E2 地震作用下基本不发生损伤。

7.2 抗震验算

7.2.1 E2 地震作用下，预制拼装立柱按式(4)验算潜在塑性铰区域沿顺桥向、横桥向的塑性转动能力，但对于规则桥梁，可按式(5)验算立柱顶的位移。

7.2.2 E2 地震作用下，应按式(6)验算立柱潜在塑性铰区域沿顺桥向、横桥向的塑性转动能力：

$$\theta_p \leq \theta_u \dots\dots\dots (4)$$

式中 θ_p ——在 E2 地震作用下，潜在塑性铰区域的塑性转角；

θ_u ——塑性铰区域的最大容许转角，按本规范第 7.2.4 条的规定计算。

7.2.3 在 E2 地震作用下，规则桥梁中的预制拼装立柱可按下式验算柱顶的位移：

$$\Delta_d \leq \Delta_u \dots\dots\dots (5)$$

式中 Δ_d ——E2 地震作用下柱顶的位移（cm）；

Δ_u ——立柱容许位移（cm），可按本规范第 7.2.5 条或 7.2.6 条的规定计算。

7.2.4 塑性铰区域的最大容许转角应根据极限破坏状态的曲率能力，按下式计算：

$$\theta_u = L_p(\phi_u - \phi_y) / K \dots\dots\dots (6)$$

式中 ϕ_y ——截面的等效屈服曲率（1/cm），可按本规范第 7.2.7 条的规定计算；

ϕ_u ——极限破坏状态的曲率能力（1/cm），可按本规范第 7.2.8 条的规定计算；

K ——延性安全系数，连接套筒位于柱身潜在塑性铰区域时取 2.2，连接套筒或金属波纹管位于承台或盖梁内时，取 2.0；

L_p ——等效塑性铰长度（cm），可取下两式计算结果的较小值：

$$L_p = 0.08H + 0.022f_y d_s \geq 0.044f_y d_s \dots\dots\dots (7)$$

$$L_p = \frac{2}{3}b \dots\dots\dots (8)$$

式中 H ——悬臂柱的高度或塑性铰截面到反弯点的距离（cm）；

b ——矩形截面的短边尺寸或圆形截面直径（cm）；

f_y ——纵向钢筋抗拉强度标准值（MPa）；

d_s ——纵向钢筋的直径（cm）。

7.2.5 预制单立柱容许位移应按下式计算：

$$\Delta_u = \frac{1}{3}H^2 \times \phi_y + (H - \frac{L_p}{2}) \times \theta_u \dots\dots\dots (9)$$

7.2.6 对于预制双柱墩、框架墩（图 14），其顺桥向的容许位移可按式 9 计算；横桥向的容许位移可在盖梁处施加水平力 F ，进行非线性静力分析，当立柱的任一塑性铰达到其最大容许转角时，盖梁处的横桥向水平位移即为容许位移。

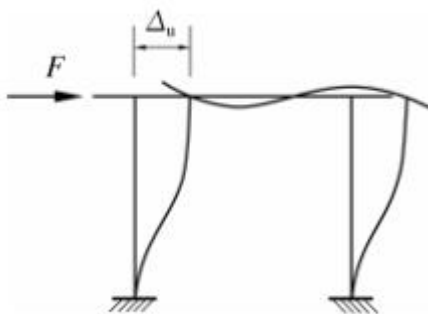


图 14 框架墩

7.2.7 理想弹塑性弯矩-曲率 ($M-\phi$) 曲线的等效屈服曲率 ϕ_y , 可根据图 15 中两个阴影面积相等求得, 计算中应考虑最不利轴力组合。

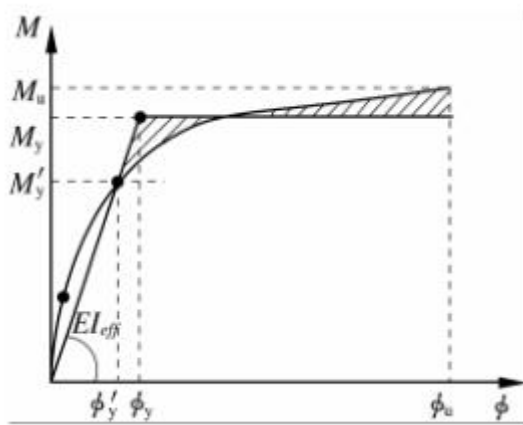


图 15 等效屈服曲率

7.2.8 极限破坏状态的曲率能力 ϕ_u 应通过考虑最不利轴力组合的 $M-\phi$ 曲线确定, 为混凝土应变达到极限压应变 ϵ_{cu} , 或约束钢筋达到折减极限应变 ϵ_{su}^R , 或纵向钢筋达到折减极限应变 ϵ_{lu} 时相应的曲率。

7.2.9 对于高宽比小于 2.5 的预制拼装矮立柱, 可不验算立柱的变形, 但应将其顺桥向和横桥向 E2 地震作用效应和永久作用效应组合后, 按现行的公路桥涵设计规范规定验算立柱的强度, 其中计算的弯曲强度应乘以 0.85 的强度折减系数。

7.2.10 预制拼装立柱塑性铰区域沿顺桥向和横桥向的斜截面抗剪强度应按下列公式验算:

$$V_{co} \leq \phi(V_c + V_s) \dots \dots \dots (10)$$

$$V_c = 0.1vcAc \dots \dots \dots (11)$$

$$vc = \begin{cases} 0, P_c \leq 0 \\ \alpha(1 + \frac{P_c}{1.38 \times A_g})\sqrt{f_{cd}} \leq \begin{cases} 0.355\sqrt{f_{cd}}, P_c > 0 \\ 1.47\alpha\sqrt{f_{cd}}, P_c > 0 \end{cases} \end{cases} \dots\dots\dots (12)$$

$$0.03 \leq \alpha = \frac{\rho_s f_{kh}}{10} + 0.38 - 0.1\mu_\Delta \leq 0.3 \dots\dots\dots (13)$$

$$\rho_s f_{kh} = \begin{cases} \frac{4A_{sp}}{sD'}, \text{圆形截面} \\ \frac{2A_v}{bs}, \text{矩形截面} \end{cases} \leq 2.4 \dots\dots\dots (14)$$

$$V_s = \begin{cases} 0.1 \times \frac{\pi A_{sp} f_{kh} D'}{2s}, \text{圆形截面} \\ 0.1 \times \frac{A_v f_{kh} h_o}{s}, \text{矩形截面} \end{cases} \leq 0.08\sqrt{f_{cd}} A_c \dots\dots\dots (15)$$

式中 V_{c0} ——剪力设计值 (kN)；

f_{cd} ——混凝土抗压强度设计值 (MPa)；

A_c ——核心混凝土面积，可取 $A_c = 0.8A_g$ (cm²)；

A_g ——立柱塑性铰区域截面全面积 (cm²)；

μ_Δ ——立柱位移延性系数，为立柱地震位移需求 Δ_d 与立柱塑性铰屈服时的位移 Δ_y 之比；

P_c ——立柱截面最小轴压力，对于框架墩横向需按本规范第 7.2.6 条计算 (kN)；

A_{sp} ——螺旋箍筋面积 (cm²)；

A_v ——计算方向上箍筋面积总和 (cm²)；

s ——箍筋的间距 (cm)；

f_{kh} ——箍筋抗拉强度设计值 (MPa)；

b ——立柱的宽度 (cm)；

D' ——螺旋箍筋环的直径#m)；

h_0 ——核心混凝土受压边缘至受拉侧钢筋重心的距离 (cm)；

ϕ ——抗剪强度折减系数， $\phi = 0.85$ 。

7.2.11 装配式立柱拼接缝处沿顺桥向和横桥向的抗剪强度应按下列公式验算：

$$V_j = A_k \sqrt{f'_c} (0.9961 + 0.2048\sigma_n) + 0.6A_{sm}\sigma_n \dots\dots\dots (16)$$

式中 V_j ——剪力设计值 (N)；

A_k ——破坏面上键根部的面积 (mm^2)

f'_c ——混凝土的圆柱体抗压极限强度 (MPa)

σ_n ——接缝上的压应力 (MPa)

A_{sm} ——破坏面上的摩擦接触面积 (mm^2)。

7.2.12 抗震设防烈度为 7 度，当灌浆套筒预埋在预制立柱且其位于潜在的塑性铰区域内时，配置的加密箍筋（图 16）应满足下列要求：

- 1 立柱箍筋加密区长度不应小于灌浆套筒连接区域并应向上延伸 500mm，且不应小于国家现行规范中的规定；
- 2 灌浆套筒上端第一个箍筋距离灌浆套筒顶部不应大于 50mm；
- 3 灌浆套筒高度加 500mm 范围外的箍筋量应逐渐减少；
- 4 立柱箍筋加密区应延伸到盖梁和承台内，延伸长度不宜小于立柱长边尺寸的 0.5 倍，且不应小于 500mm；
- 5 立柱在灌浆套筒长度范围内箍筋的混凝土保护层厚度不应小于 20mm。

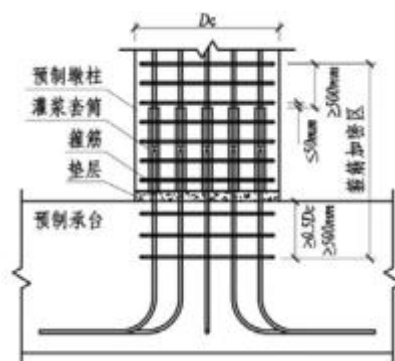


图 16 灌浆套筒在预制立柱内时箍筋加密区

8. 构造设计

8.1.1 装配式桥墩设计中应考虑预应力筋管道、钢筋、连接套筒或金属波纹管相互之间的合理布置，并在设计图中予以说明。

8.1.2 预制拼装立柱纵向钢筋宜采用大直径钢筋，纵向钢筋之间的中心距宜小于 200mm，且至少每隔一根宜用箍筋或拉筋固定。

8.1.3 装配式桥墩中的连接套筒和主筋净保护层厚度不宜小于 30mm，套筒间净距不宜小于下面三个条

件中的大值：25.4mm、骨料最大粒径的 1.33 倍、被连接纵向钢筋的直径 d_s 。

- 8.1.4 采用灌浆套筒连接建造的预制桥墩，应在灌浆连接套筒压浆口下缘处设一道箍筋。
- 8.1.5 装配式桥墩中的圆形金属波纹管净距不应小于 50mm，且不应小于管道直径的 1 倍，保护层厚度应符合国家现行标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362 的规定。
- 8.1.6 对于设防烈度 7 度地区，连接套筒设置在墩身且其位于潜在塑性铰区域内时，箍筋的配置还应符合下列要求：
- a) 箍筋加密区的长度不应小于连接套筒的高度加 5d（连接套筒外径）范围。
 - b) 连接套筒高度加 5d（连接套筒外径）范围外箍筋量应逐渐减少。
- 8.1.7 装配式桥立柱身塑性铰加密区域配置的箍筋应延伸到盖梁和承台内，当连接套筒或波纹管位于盖梁或承台内时，在满足现行抗震设计规范构造要求的情况下，延伸到盖梁和承台的距离还应不小于连接套筒或波纹管的高度。
- 8.1.8 预制拼装盖梁采用上下分层建造时，下层预制构件与上层现浇之间可不使用剪力键；预制拼装盖梁采用竖向分段预制拼装建造时，预制构件的拼接面宜采用剪力键方式。

9. 构件预制

9.1 一般规定

- 9.1.1 预制构件的生产应符合设计文件和国家现行有关标准的规定。
- 9.1.2 生产企业应具备保证产品质量要求的生产工艺设施、试验检测条件，建立完善的质量管理体系和可追溯的质量控制制度。
- 9.1.3 预制构件生产前，应由建设单位组织设计、施工等单位对设计文件进行交底和会审。必要时，生产单位应根据设计文件制作加工详图。
- 9.1.4 预制构件生产前，应编制生产方案，具体内容包括生产计划及生产工艺、模具方案及计划、技术质量控制措施、成品存放、运输、保护方案等。冬期施工和预应力构件尚应编制专项方案，且应符合《公路桥梁施工技术规范》JTG/T 3650 的相关规定。
- 9.1.5 生产企业的检测、试验、张拉、计量等设备及仪器仪表均应检定合格，并在有效期内使用。
- 9.1.6 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。
- 9.1.7 构件钢筋笼加工、灌浆连接套筒或金属波纹管安装定位、预埋件埋设、台座标高等精度控制应按照本章具体规定严格执行，验收合格后方可使用。
- 9.1.8 所有原材料应按照本规范具体规定和相关规范进行试验检测。
- 9.1.9 拼接缝处的构件表面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。
- 9.1.10 应根据混凝土性能制定具体养护方案，构件预制完成后应及时洒水养护，养护时间应不小于 7d，不得采用海水或含有害物质的水。
- 9.1.11 室外昼夜日平均气温连续 5d 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，具体措施应符合国家现行标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 第 25.2 节的规定。
- 9.1.12 预制构件生产宜建立首件验收制度。必要时在预制构件生产前进行样品试制，经建设、设计、施工和监理等相关单位认可后方可实施。
- 9.1.13 预制构件应标识构件产品信息。

9.2 场地要求

- 9.2.1 预制厂应按照工厂化、专业化、信息化的要求进行选址和规划。
- 9.2.2 台座基础、龙门吊基础与地基应满足强度要求，并不得出现不均沉降。
- 9.2.3 预制厂横向应做成 1.5%~2% 的双向坡。满足雨天场地不积水、不泥泞，晴天不扬尘。
- 9.2.4 预制厂的所有场地采用混凝土硬化处理。
- 9.2.5 预制厂根据构件制作要求宜划分为钢筋加工区、构件制作区、构件存放区、试验检测区和办公生活区等功能分区，并宜设置专用混凝土搅拌站。
- 9.2.6 钢筋加工区的设置应符合下列规定：
 - a) 按照其使用功能应分为钢筋存料区、钢筋下料制作区、半成品存放区三大部分；
 - b) 主要配备龙门吊及各种钢筋制作设备，钢筋制作设备应为智能化数控设备；
 - c) 钢筋制作区应靠近钢筋绑扎胎具，并应根据生产高峰来计算钢筋区大小；
 - d) 在钢筋存料区及半成品存放区应具备车辆吊装作业必需的空间；
 - e) 钢筋加工区内应悬挂《钢筋大样图》、《钢筋加工技术要求》和《机械安全操作规程》等标牌标识；
 - f) 钢筋存放区挂设钢筋标识牌，在钢筋半成品存放区挂设半成品检验标识牌。
- 9.2.7 钢筋绑扎胎架设置应符合下列规定：
 - a) 设置型式应满足施工工艺设计要求，宜紧邻钢筋加工车间布置，并且方便钢筋骨架吊装；
 - b) 施工时，应设置预埋件用于固定钢筋绑扎卡具；
 - c) 钢筋在胎架上绑扎成型后整体运至构件制作台座上，注意绑扎牢固，防止在吊运过程中变形；
 - d) 预制墩的底部胎架应满足钢筋骨架及模板的翻转要求。
- 9.2.8 预制构件台座的设置应符合下列规定：
 - a) 台座设置数量应根据预制构件的类型、大小、数量、预制场的生产规模及工期确定；
 - b) 台座应具有足够的强度、刚度及稳定性，应能满足各阶段施工荷载和施工工艺的要求；
 - c) 预制梁台座的强度应满足张拉要求，反拱度的设置应满足设计要求；
 - d) 预制墩的底座应满足构件重量、密封性的要求，变形钢筋骨架及模板的翻转要求。
- 9.2.9 混凝土拌合区的平面布置应考虑预制厂平面规划、混凝土供应区域规划、拌合区配套机械设备的参数等因素，应满足运料、上料、出料等搅拌作业要求，且应符合《建筑施工机械与设备混凝土搅拌站（楼）》GB/T 10171、《混凝土构件质量管理标准》JG/T 565 的相关规定。
- 9.2.10 预应力材料存放下料区布设应符合下列规定：
 - a) 预应力材料制作区宜紧邻制梁台座和存梁台座布置，以减少预应力筋下料后倒运工作量，且周边排水顺畅；
 - b) 预应力材料制作区应满足预应力筋下料和存放要求，并应防雨雪、防潮、通风良好。
- 9.2.11 预制构件存放区的设置规模应综合考虑制梁周期、存梁时间、架梁进度等因素。
- 9.2.12 起重设备的设置应符合下列规定：
 - a) 龙门吊吨位应满足构件其中运输要求；
 - b) 轨道基础的承载力应满足要求；
 - c) 轨道标高必须严格控制，轨道纵向坡度不得大于 1.5%；
 - d) 轨道采用专用道钉将短轨固定在混凝土基座上；
 - e) 轨道连接采用专用连接板连接，不得使用钢筋焊接；

- f) 电缆应完好, 无破损。
- 9.2.13 试验室设置应符合下列规定:
- a) 试验室宜设置在预制场拌合站附近, 应根据工程规模、施工方法及进度要求确定建设规模;
 - b) 试验室功能应齐全、配套, 应设置力学室、水泥试验室、养护室、留样室、办公室等。
- 9.2.14 办公生活区设置应符合下列规定:
- a) 办公生活区宜配置制梁场的会议室、调度室、安保室、厨房、餐厅、活动室、宿舍、厕所等;
 - b) 办公生活区占地面积根据人员配置及制梁场的总体规划确定, 办公生活区房屋宜采用彩钢活动房, 其结构应牢固, 通风、采光良好;
 - c) 室外合理规划道路及排水排污系统;
 - d) 生活办公区宜具有独立的水电保障系统。
- 9.2.15 养护区宜采用自动喷淋养护系统对构件进行养护, 混凝土必须养护 7d 以上。小型预制构件在吊入成品区前必须在构件显著位置设置标识栏, 内容包括部位、施工日期等。成品应按不同规格分区域分层堆码。
- 9.2.16 模具应符合下列规定:
- a) 模具的数量应满足构件预制的数量、类型、生产工艺和周转次数等要求;
 - b) 模具应有足够的承载力、刚度、稳定性及良好的操作性能;
 - c) 模具的部件与部件之间应连接牢固、接缝应紧密, 并应采取有效的防漏浆和防漏水措施;
 - d) 自制模具应根据预制构件特点确定工艺方案并出具加工图纸, 结构造型复杂、外型有特殊要求或批量大的定型模具应制作样板, 经检验合格后方可批量制作;
 - e) 外购模具进场时应有设计图纸和使用说明书, 外观质量和尺寸偏差符合要求方可使用;
 - f) 构件模具的检验及结果应符合设计要求和《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015 等标准的有关规定; 其他预制构件的模具检验及结果应符合设计要求和相应的产品检验标准等的有关规定;
 - g) 固定在模具上的预埋件、预留孔和预留洞偏差值的检验和结果应符合《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204-2015 等标准的有关规定。

9.3 立柱预制

- 9.3.1 立柱预制长度应考虑拼接缝处调节垫块厚度。
- 9.3.2 立柱主要受力钢筋的下料长度应严格控制, 允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$, 同时钢筋端部应打磨平整。
- 9.3.3 立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均为 $\pm 2\text{mm}$ 。
- 9.3.4 立柱钢筋笼应安装立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。
- 9.3.5 立柱钢筋笼制作完成后应采用专用定位板进行复测。
- 9.3.6 立柱钢筋笼中灌浆连接套筒安装相关施工技术应符合本规范第 9.5 节的规定。
- 9.3.7 立柱钢筋笼中的灌浆连接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。
- 9.3.8 立柱模板应进行专项设计, 宜采用钢模板, 钢模板应满足刚度、承载能力、稳定性要求, 对拉螺杆宜采用高强度精轧螺纹钢。

- 9.3.9 混凝土浇筑前应再次对立柱钢筋笼及灌浆连接套筒定位进行检查，允许偏差均为 $\pm 2\text{mm}$ ；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 $\pm 1\text{mm}$ ，水平度允许偏差为 $\pm 1\text{mm/m}$ 。
- 9.3.10 预制立柱节段宜竖向预制，混凝土宜一次性浇筑完成。
- 9.3.11 立柱预制完成后应对立柱尺寸、灌浆连接套筒定位或钢筋定位进行复测，各向允许偏差均为 $\pm 2\text{mm}$ 。

9.4 盖梁预制

- 9.4.1 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。
- 9.4.2 灌浆连接套筒或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，必要时模块应进行加固以确保混凝土浇筑时模块不变形。
- 9.4.3 灌浆连接套筒或金属波纹管安装定位允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。
- 9.4.4 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。
- 9.4.5 盖梁钢筋笼中灌浆连接套筒安装相关施工技术应符合本规范第 9.5 节的规定，灌浆金属波纹管安装相关施工技术应符合本规范第 9.6 节的规定。
- 9.4.6 盖梁模板应进行专项设计，侧面宜采用钢模板，钢模板应满足刚度、承载能力、稳定性要求。
- 9.4.7 混凝土浇筑前应再次对灌浆连接套筒或灌浆金属波纹管定位进行检查，允许偏差均为 $\pm 2\text{mm}$ ；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 $\pm 1\text{mm}$ ，水平度允许偏差为 $\pm 1\text{mm/m}$ 。
- 9.4.8 盖梁混凝土应一次性浇筑完成，浇筑时宜先行浇筑灌浆连接套筒或灌浆金属波纹管范围内混凝土。
- 9.4.9 盖梁预制完成后应对盖梁空间尺寸、灌浆连接套筒定位或灌浆金属波纹管定位进行复测，各向允许偏差均为 $\pm 2\text{mm}$ 。

9.5 灌浆连接套筒安装

- 9.5.1 灌浆连接套筒工厂内安装前应按厂家提供的有效的型式检验报告及产品说明书检查套筒外观质量、尺寸和配件等。
- 9.5.2 一端灌浆连接一端机械连接型套筒中钢筋机械连接应符合国家现行标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 中第 4.3.4 条的规定。
- 9.5.3 整体灌浆连接型套筒预制安装端应放入止浆塞，并确保密封牢固。
- 9.5.4 灌浆连接套筒压浆管、出浆管和对应的压浆口、出浆口连接应密封牢固，压浆管、出浆管长度应根据承台、立柱或盖梁尺寸预留准确，并用止浆塞塞紧。
- 9.5.5 灌浆连接套筒现场拼装端应采用装有定位销的定位板定位，安装允许偏差均为 $\pm 2\text{mm}$ 。
- 9.5.6 灌浆连接套筒与箍筋连接应采用绑扎，不得采用焊接连接。
- 9.5.7 构件拆模完成后，应及时检查灌浆连接套筒内腔是否干净通畅，确保无水泥浆等杂物，如有漏浆或杂物，应及时清理套筒内腔。

9.6 灌浆金属波纹管安装

- 9.6.1 金属波纹管安装前应符合国家现行标准《预应力混凝土用金属波纹管》JG/T 225 的相关规定进行质量检验。
- 9.6.2 金属波纹管应采用内衬钢管等措施保证预制过程中不变形。
- 9.6.3 压浆管、出浆管和对应的金属波纹管压浆口、出浆口连接应密封牢固，压浆管、出浆管长度应根据承台或盖梁尺寸预留准确，并用止浆塞塞紧；如直接由上端出浆，端部应采取密封保护措施。
- 9.6.4 金属波纹管与箍筋连接应采用绑扎，不得采用焊接连接。
- 9.6.5 构件拆模完成后，灌浆金属波纹管内腔应干净通畅；如有漏浆或杂物，应及时清理管道。

9.7 养护及脱模规定

- 9.7.1 预制构件浇筑完毕后应进行养护，并可根据预制构件特点和生产任务量选择自然养护、自然养护加养护剂或加热养护方式；
- 9.7.2 脱模前的养护应符合下列规定：
 - a) 混凝土浇筑完毕或压面工序完成后及时覆盖；
 - b) 涂刷养护剂可在终凝后进行；
 - c) 加热养护可选择蒸汽加热、电加热或模具加热等方式；
 - d) 加热养护制度应通过试验确定，宜在常温下预养护 2h~6h，升、降温速度不宜超过 20℃/h，最高温度不宜超过 70℃，预制构件脱模时的表面温度与环境温度的差值不宜超过 25℃。
- 9.7.3 预制构件脱模应符合下列规定：
 - a) 脱模时，同条件养护的混凝土试件抗压强度应符合设计要求，且不应小于 15MPa；
 - b) 脱模顺序应与支模顺序相反进行，应先非承重模具后承重模具，先侧模和端模、最后底模；
 - c) 高宽比大于 2.5 的大型预制构件，应边脱模边加支撑避免预制构件倾倒。
- 9.7.4 预制构件脱模时采用的吊具应符合下列规定：
 - a) 根据预制构件形状、尺寸、重量以及吊装和设计受力特征选择吊具、卡具、索具、托架和支撑等吊装和固定措施；
 - b) 按现行国家标准的规定进行设计验算或试验检验，经验证合格后方可使用；
 - c) 构件多吊点起吊时，应保证各个吊点受力均匀；
 - d) 吊装过程中，吊索水平夹角不宜小于 60° 且不应小于 45°，尺寸较大或形状复杂的预制构件应使用分配梁或分配桁架类吊具，并应保证吊车主钩位置、吊具及预制构件重心在垂直方向重合；
- 9.7.5 预制构件脱模后的养护应符合下列规定：
 - a) 预制构件脱模后可继续养护，养护可采用水养、洒水、覆盖和涂刷养护剂等一种或几种相结合的方式；
 - b) 水养和洒水养护的养护用水不应使用回收水。水中养护应避免预制构件与养护池水有过大的温差，预制构件表面洒水养护应覆盖，洒水养护次数以能保持预制构件表面处于润湿状态为度；
 - c) 当不具备水养、洒水养护条件或当日平均气温低于 5℃时，可采用涂刷养护剂方式进行养护，养护剂不得影响预制构件与现浇混凝土面的结合强度。
- 9.7.6 预制构件粗糙面应符合设计要求。当设计无要求时，应符合下列规定：

- a) 模板面预涂缓凝剂，脱膜后采用高压水冲洗出露骨料；
- b) 混凝土终凝前叠合面进行拉毛处理制作的粗糙面；
- c) 凿毛粗糙面。

9.8 构件转场与存放

- 9.8.1 预制构件转场的设备应满足构件尺寸和载重要求。
- 9.8.2 预制构件用运输车辆进行转场时，宜按结构构件受力状态和形状选择不同放置方式，应进行受力验算，并正确选择支垫位置。
- 9.8.3 堆放场地应平整、坚实，并保持排水良好，构件与地面之间应留有一定空隙，堆放构件时应应用木方或垫块垫实，不宜直接堆放于地面上。
- 9.8.4 预制构件应按吊运及安装次序进行堆放，且要有一定的通道。
- 9.8.5 预制构件应按照其刚度及受力情况制定对应的堆放方案，竖放时应考虑必要的支护措施。
- 9.8.6 构件水平向存放时，支点位置应符合设计文件的规定要求，竖向存放时支撑稳固。
- 9.8.7 堆放场地应设置在吊装机械覆盖范围内，以避免起吊盲点及二次转运。堆放、吊装工作范围内，不得有障碍物，且不受其他施工作业影响。

10. 运输与成品保护

10.1 一般规定

- 10.1.1 施工单位应根据预制构件大小、重量选择合理的吊装设备及运输车辆，运输前应对路线实地勘察并优选运输路线。
- 10.1.2 预制节段陆路运输时，应符合以下规定：
 - a) 应根据道路限高、限宽、限载条件及道路的最大纵坡合理选择运输路线；
 - b) 应对沿线桥梁的承载力进行复核；
 - c) 运输车辆行驶应设置警示标识和警示灯光。
- 10.1.3 预制节段水路运输时，应符合以下规定：
 - a) 应结合水位条件勘查运输线路上的桥孔通航限高条件；
 - b) 运出航前，应根据气象、水文条件确认是否满足船舶出航运输的要求。
- 10.1.4 运输大型构件，属于超限运输的，应符合相关大件运输的规定。
- 10.1.5 施工单位编制上报的吊装运输方案应符合国家现行标准《建筑机械使用安全技术规程》、《起重机械安全规程》GB 6067.1 及 GB 6067.5 的要求。并且符合下列规定：
 - a) 装卸构件时，应采取保证车体平衡的措施；
 - b) 运输构件时，应采取防止构件移动、倾倒、变形等的固定措施；
 - c) 运输构件时，应采取防止构件损坏的措施，对构件边角部或链索接触处的混凝土，宜设置保护衬垫。
- 10.1.6 吊装方案应组织专家论证，方案经有关单位审批合格后方可实施。

10.2 吊装

- 10.2.1 龙门吊、吊车等大型吊装设备应进行专项检测并出具有效安全检验合格证。
- 10.2.2 各类钢筋笼、各类构件（吊具、吊架、吊点等）的吊装方案应进行专项设计。
- 10.2.3 吊具、吊架应定期进行探伤检查和维护。
- 10.2.4 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。
- 10.2.5 构件吊装就位时，应缓慢平稳，防止撞伤。
- 10.2.6 构件运输前和现场拼装前都应进行试吊装。

10.3 场外运输

- 10.3.1 运输路线应平坦，地基应有足够的承载能力，纵向坡度应不大于 3%，横向坡度（人字坡）应不大于 4%，最小曲率半径应不小于运输车的允许转弯半径，同时在运输车通过的界限内，不得有任何障碍物。
- 10.3.2 运输车装载构件时，支保护方案包括构件运输方向、支承点设置、外露钢筋的保护等应专项设计并报送相关单位，方案批复后方可运输；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。
- 10.3.3 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。
- 10.3.4 构件运输时，均不得使其在装卸和运输过程中产生任何形式的损伤和变形。

11. 现场拼装

11.1 一般规定

- 11.1.1 拼装前应由勘测设计单位对控制性桩点进行现地交桩，并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。
- 11.1.2 承台施工时应控制立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 $\pm 2\text{mm}$ ，水平度允许偏差为 $\pm 1\text{mm/m}$ ，拼装前应对拼接面的坐标、标高和水平度进行复测。
- 11.1.3 拼装前，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严格复查。
- 11.1.4 拼装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。
- 11.1.5 登高作业宜采用专用高空作业车，作业人员应配备全身式安全带。
- 11.1.6 构件拼装前应进行匹配拼装。
- 11.1.7 套筒或金属波纹管灌浆料强度应大于 35MPa 后方可进行下一工序施工。
- 11.1.8 当拼装时气温低于 5°C 时，应对高强无收缩水泥灌浆料进行保温，温度应不低于 10°C 且不高于 40°C ；同时应对拌合所需的水进行加热，温度应不低于 30°C 且不高于 65°C ；拌合灌浆料成品工作温度应不低于 10°C 。

11.2 施工准备

11.2.1 安装施工前，应进行测量放线，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，满足吊装施工要求。如大型吊装设备站位处，地基承载能力是否满足要求，对于管线较多的城市环境，必要时进行雷达扫测，防止空洞或塌陷。

11.2.2 安装施工前，应检查复核吊装机械设备及吊索具安全操作状态。

11.2.3 拼装施工前，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。

11.3 立柱与承台拼装

11.3.1 承台混凝土浇筑前、后应对预留钢筋、灌浆连接套筒或灌浆金属波纹管定位进行检查，允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。

11.3.2 立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。

11.3.3 在拼接缝位置，承台上应布置调节垫块。

11.3.4 立柱应按以下工艺流程拼装：

拼接面清理→拼接缝测量→铺设挡浆模板→调节垫块找平→充分湿润拼接缝表面→铺设砂浆垫层→立柱吊装就位→调节设备安放→垂直度、标高测量→调节立柱垂直度→灌浆套筒连接或灌浆金属波纹管连接。

11.2.5 调节设备宜采用千斤顶等工具。

11.2.6 灌浆连接工艺应符合本规范第 10.6 节的规定。

11.2.7 立柱拼装就位后应设置临时支承措施。

11.2.8 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。

11.2.9 砂浆垫层应及时进行养护。

11.4 盖梁与立柱拼装

11.4.1 在拼接缝位置，立柱上应布置调节垫块。

11.4.2 盖梁应按以下工艺流程拼装：

拼接面清理→拼接缝测量→铺设挡浆模板→调节垫块找平→拼接缝表面充分湿润→铺设砂浆垫层→盖梁吊装就位→调节盖梁空间坐标→灌浆套筒连接或灌浆金属波纹管连接。

11.4.3 灌浆连接工艺应符合本规范第 11.6 节的规定。

11.4.4 调节设备、防倾覆措施及砂浆垫层相关要求符合本规范第 11.2.5、11.2.7、11.2.8、11.4.9 条的规定。

11.5 立柱间节段拼装

11.5.1 拼装前应对立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。

11.5.2 立柱应按以下工艺流程拼装：

表面处理并充分干燥→拼接缝测量→涂刷环氧粘结剂→立柱节段拼装→安放调节设备→垂直度、标高测量→调节立柱垂直度→灌浆套筒连接。

- 11.5.3 拼装前应对立柱节段拼接缝表面进行复测，标高允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ，水平度允许偏差为 $\pm 1\text{mm/m}$ 。
- 11.5.4 环氧粘结剂应均匀涂刷，涂刷时间宜控制在 30min 内，涂刷前、后均应采取防雨、雪、尘措施。
- 11.5.5 上节立柱应设置调节设备，用于调节的预埋件应在立柱预制时安装。
- 11.5.6 灌浆套筒连接工艺应符合本规范第 10.6 节的规定。
- 11.5.7 立柱拼装就位后应设置临时支承措施防止倾覆。

11.6 盖梁间节段拼装

- 11.6.1 盖梁间节段拼装前应进行拼接面预处理，清除尘土、油脂等污染物及松散混凝土与浮浆后，应进行冲洗，然后进行干燥处理。
- 11.6.2 盖梁间节段拼装前应进行匹配拼装。
- 11.6.3 盖梁节段与立柱拼装工艺应符合本规范第 11.3 节的规定。
- 11.6.4 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，环氧粘结剂应在全断面均匀挤出，同时应对孔道口做好防护，严禁环氧粘结剂进入预应力筋孔道，冬季施工时应应对环氧粘结剂采取保温措施。
- 11.6.5 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、张拉力应严格按照设计方案执行。

11.7 灌浆连接工艺

- 11.7.1 灌浆前应再次检查套筒或金属波纹管，确保内腔通畅无杂物。
- 11.7.2 灌浆连接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 1d 龄期抗压强度测试，符合设计规定后方可用于现场拼装连接。
- 11.7.3 灌浆连接应按以下工艺流程：
灌浆料倒入搅拌设备→计算水量并精确称重→专用设备高速搅拌→浆料倒入储浆装置→浆料倒入灌浆设备并连接压浆口压浆→出浆口出浆或端部出浆→持续出浆后停止压浆并塞入止浆塞→下一个套筒或金属波纹管压浆。
- 11.7.4 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不少于 3 组，分别测试 1d、3d 和 28d 龄期抗压强度。
- 11.7.5 灌浆施工应保持连续，如在压浆过程中遇停电等突发状况时，现场应配备应急发电设备或高压水枪等清理措施。
- 11.7.6 灌浆完成后应及时清理残留在构件上的多余浆体。

12. 施工安全与绿色施工

12.1 一般规定

- 12.1.1 运输和吊装工程的施工组织设计中应有安全和绿色施工的技术措施内容。
- 12.1.2 参加构件运输和吊装的作业人员应持有特种作业证件上岗。

12.1.3 吊装单位应对从事预制构件吊装作业及相关人员进行安全技术交底，明确预制构件进场、卸车、存放、吊装、就位各环节的操作部位、操作顺序、操作方法和安全技术措施，并提出危险预防和应急处理措施。

12.1.4 安装作业开始前，应对安装作业区进行围护并作出明显的标识，设置警戒区域，并派人看管，严禁与安装作业无关的人员进入。

12.1.5 吊装作业人员应熟悉使用的设备、吊索具的型号、规格和数量，并应定期对预制构件吊装作业所用的安装工器具进行检查和维护，发现存在安全隐患应立即排除，不能排除的禁止使用。

12.1.6 应做到节约资源、保护环境以及保障施工人员的安全与健康。

12.1.7 除应符合本规范规定外，尚应符合国家现行有关标准《建筑施工安全检查标准》JGJ 59、《建筑施工高处作业安全技术规范》JGJ 80、《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46、《建筑施工临时支撑结构技术规范》JGJ 300、《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《建筑机械使用安全技术规程》、《建筑工程绿色施工规范》GB/T 50905、《建筑工程绿色施工评价标准》GB/T 50640 等的规定。

12.2 施工安全

12.2.1 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、地下构筑物以及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。

12.2.2 起重机应尽量避免支设在各类管线和地下构筑物之上。如需支承在其上时，必须分析地下设施情况，采取加固防护措施并取得管理部门的同意，吊装前约请有关管理部门到现场监控。

12.2.3 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 以内方准作业人员靠近。

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

12.2.5 遇有五级以上大风或大雨、大雪、大雾等恶劣天气应停止吊装作业。

12.2.6 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《施工现场临时用电安全技术规范》JGJ 46 的有关规定执行。

12.2.7 高墩拼装作业时，应搭设脚手架作业平台及人员上下梯道。

12.3 绿色施工

12.3.1 应减少施工作业区域机械设备数量，机械设备的功率与负荷应相匹配，机械设备不宜低负荷运行，主要耗能施工设备应设有节能的控制措施。

12.3.2 施工场界环境应采取降尘、降噪措施，噪声排放应符合现行国家标准《建筑施工场界环境噪声排放标准》GB 12523。

12.3.3 现场种类预制构件应分别集中存放，并悬挂标识牌，严禁乱堆乱放，不得占用施工临时道路，并做好防护隔离。

12.3.4 预制构件施工中产生的粘接剂、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。

13. 质量检验

13.1 一般规定

13.1.1 采用专业厂家预制并现场装配式施工的桥墩构件进场及安装的质量验收应符合本规范规定。

13.1.2 作为施工质量检查、验收的基础，预制拼装桥墩立柱、盖梁应划分为分部工程或子分部工程。

13.1.3 检验批应分为进场构件检验批、安装与连接检验批。分部工程、分项工程以及检验批划分应符合表 7 的要求。

表 7 预制拼装桥墩分部(子分部)分项工程及检验批划分

分部工程（子分部工程）	分项工程	检验批
墩、台及系梁	预制墩、台、系梁	每个构件节段
	安装与连接	每个立柱
盖梁	预制盖梁	每个构件节段
	安装与连接	每个盖梁

13.1.4 监理单位和施工单位代表应驻厂监督生产过程，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。

检验数量:按照设计要求。若设计无要求时，全数检查。

检验方法:混凝土回弹、钢筋扫描、尺寸量测。

13.1.5 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。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察检查、检查施工记录或设计文件。

13.1.6 根据设计文件要求进行的混凝土预制构件结构性能检验应在见证下进行，承担结构性能检验的单位应具有相应资质。

13.1.7 检验批、分项工程的质量验收可按本规范附录 C 记录。

13.1.8 预制构件拼装前应进行匹配拼装。

13.1.9 预应力分项工程质量检查及验收应符合设计要求及国家现行有关标准。

13.1.10 预制构件模具尺寸允许偏差和检验方法应符合表 8 的规定。

表 8 预制构件模具尺寸允许偏差和检验方法

项次	检验项目、内容		允许偏差	检验方法
1	长度	$\leq 6\text{m}$	1, -2	用钢尺量平行构件高度方向，取其中偏差绝对值最大处
		$>6\text{m}$ 且 $\leq 12\text{m}$	2, -4	
		$>12\text{m}$	3, -5	
2	宽度、高（厚）度	墩（柱）、台、梁	1, -2	用钢尺测量两端或中部，取其中偏差绝对值最大处
		其他构件	2, -4	
3	底模表面平整度		2	用 2m 靠尺和塞尺量
4	对角线差		3	用钢尺量纵、横两个方向对角线
5	侧向弯曲		$L/1500$ 且 ≤ 5	拉线，用钢尺量测侧向弯曲最大处

6	翘曲		L/1500	对角拉线测量交点间距离值的两倍
7	组装缝隙		1	用塞尺量测，取最大值
8	端模与侧模高低差		1	用钢尺量
9	剪力键	中心线位置	± 2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		平面高差	± 2	钢直尺和塞尺检查

13.1.11 预埋件和留孔洞应定位准确，并固定牢固，其安装允许偏差应符合表 9 的规定。

表 9 预埋件、预留孔洞安装允许偏差

项次	检验项目		允许偏差 (mm)	检验方法
1	灌浆套筒及插筋	灌浆套筒中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		插筋中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		插筋外露长度	+5, 0	用尺量测
2	预埋钢板	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		平面高差	± 2	钢直尺和塞尺检查
3	预埋管和垂直方向的中心线位置偏移、预留孔浆锚搭接预留孔（或波纹管内）		2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
4	吊环	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		外露长度	+5, 0	用尺量测
5	预埋螺栓	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		外露长度	+5, 0	用尺量测
6	预埋螺母	中心线位置	2	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		平面高差	± 1	钢直尺和塞尺检查
7	预留洞模具	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		尺寸	+3, 0	用尺量测纵横两个方向尺寸，取其最大值
8	其他预留插筋	中心线位置	3	用尺量测纵横两个方向的中心线位置，记录其中较大值
		外露长度	+10, 0	用尺量测

13.2 构件进场

I 主控项目

13.2.1 按混凝土预制构件进场批次检查其合格证，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。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查质量证明文件、观察。

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

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、尺量；检查质量证明文件。

13.2.3 预制构件出模后应及时对其外观质量进行全数目测检查。预制构件外观质量缺陷可根据其影响结构性能、安装和使用功能的严重程度按表 10 规定划分为严重缺陷和一般缺陷。

表 10 构件外观质量缺陷分类

名称	现象	严重缺陷	一般缺陷
露筋	构件内钢筋未被混凝土包裹而外露	纵向受力钢筋有露筋	其他钢筋有少量露筋
蜂窝	混凝土表面缺少水泥砂浆而形成石子外露	构件主要受力部位有蜂窝	其他部位有少量蜂窝
孔洞	混凝土中孔穴深度和长度均超过保护层厚度	构件主要受力部位有孔洞	其他部位有少量孔洞
夹渣	混凝土中夹有杂物且深度超过保护层厚度	构件主要受力部位有夹渣	其他部位有少量夹渣
疏松	混凝土中局部不密实	构件主要受力部位有疏松	其他部位有少量疏松
裂缝	缝隙从混凝土表面延伸至混凝土内部	构件主要受力部位有影响结构性能或使用功能的裂缝	其他部位有少量不影响结构性能或使用功能的裂缝
连接部位缺陷	构件连接处混凝土缺陷及连接钢筋、连接件松动，插筋严重锈蚀、弯曲，灌浆套筒堵塞、偏位灌浆孔洞堵塞、偏位、破损等缺陷	连接部位有影响结构传力，性能的缺陷	连接部位有基本不影响结构传力性能的缺陷
外形缺陷	缺棱掉角、棱角不直、翘曲不平等	清水或具有装饰的混凝土构件内有影响使用功能或装饰效果的外形缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外形缺陷
外表缺陷	构件表面麻面、掉皮、起砂、沾污等	具有重要装饰效果的清水混凝土构件有外表缺陷	其他混凝土构件有不影响使用功能的外表缺陷

13.2.4 混凝土预制构件的混凝土强度应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

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。

13.2.5 混凝土构件的粗糙面的质量应符合设计要求。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察。

13.2.6 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。

检查数量:全数检查。检查方法:非破损检测。

13.2.7 混凝土预制构件的构件实体检验结果不满足设计要求时,应委托具有相应资质等级的检测机构按国家有关标准的规定进行检测,检测结果不合格时,应由原设计单位核算并确认;对满足结构安全和使用功能的检验批,可予以验收。

II 一般项目

13.2.8 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。

检查数量:全数检查。

检查方法:观察、检查技术处理方案。

13.2.9 预制构件不应有影响结构性能、安装和使用功能的尺寸偏差。对超过尺寸允许偏差且影响结构性能和安装、使用功能的部位应经原设计单位认可,按技术处理方案进行处理,并重新检查验收。混凝土预制构件的尺寸偏差及检验方法应符合表 11 的要求。

检查数量:全数检查。

检查方法:钢尺、靠尺、塞尺、垂球检查。

表 11 混凝土预制构件的尺寸偏差及检验办法

项目		允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
长度	立柱	±5	每个构件	2	用钢尺量,两侧各 1 点
	盖梁	+20, -5	每个构件	2	用钢尺量,两侧各 1 点
宽度	立柱	±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,两侧及中间各 1 点
高(厚)度	立柱	±10	每个构件	2	用钢尺量,两侧各 1 点
	盖梁	±5	每个构件	3	用钢尺量,两侧及中间各 1 点
表面平整度	立柱	3	每个构件	2	2 米靠尺和塞尺量
	盖梁		每个构件		
侧向弯曲	立柱	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			

13.3 安装与连接

I 主控项目

13.3.1 钢筋套筒灌浆连接的灌浆应饱满密实。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查灌浆施工质量检查记录。

13.3.2 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1d、3d和标准养护28d龄期抗压强度。

检查方法：检查灌浆料强度试验报告及评定记录。

13.3.3 钢筋采用焊接连接时，其接头质量应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》的规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》和《混凝土结构通用规范》GB 55008-2021的有关规定确定。

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。

13.3.4 钢筋采用机械连接时，其接头质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》的规定。

检查数量：按现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》的有关规定确定。

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。

13.3.5 构件底部接缝砂浆垫层强度应满足设计要求。

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1d、3d和标准养护28d龄期抗压强度。

检查方法：检查座浆材料强度试验报告及评定记录。

13.3.6 施工完成后，构件外观质量不应有严重缺陷或一般缺陷。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察检查，检查处理记录。

II 一般项目

13.3.7 预制拼装桥墩结构安装完毕，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的规定。

检查数量：按每个立柱、盖梁划分检验批，全数检查。

表12 构件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		检验方法
			范围	点数	
轴线位置	立柱	10	每个柱、盖梁	2	经纬仪及尺量
	盖梁				
顶面高程	立柱	±10	每个柱、盖梁	1	水准仪测量

	盖梁				
相邻间距	立柱	± 5	每个立柱	1	钢尺量
垂直度	立柱	$\leq 0.3\%H$ 且不大于 15	每个柱、盖梁	2	经纬仪测量或垂线、尺量，纵横向各 1 点
	盖梁	$\leq 0.3\%H$ 且不大于 10			
相邻节段间错台	立柱	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	立柱	± 5	每个接头	2	尺量
	盖梁				

13.4 文件与记录

13.4.1 分项工程检验批质量验收合格应符合下列规定：

- a) 主控项目全部合格；
- b) 一般项目的质量检验合格；
- c) 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，且没有出现影响结构安全、安装安全和使用安全要求的缺陷。

13.4.2 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

- a) 所含检验批的质量均应合格；
- b) 所含检验批的质量验收记录应完整；
- c) 观感质量验收合格；
- d) 构件实体检验结果符合要求。

13.4.3 预制拼装桥墩验收时，应按现行国家标准的要求提供文件和记录，主要提供下列文件和记录：

- a) 工程设计文件、预制构件制作和安装的深化设计图；
- b) 预制构件、主要材料及配件的质量证明文件、进场验收记录、抽样复验报告；
- c) 预制构件安装施工记录；
- d) 预制构件的安装验收记录；
- e) 预应力筋用锚具、连接器的质量证明文件和抽样检验报告；
- f) 预应力筋安装、张拉的检验记录；
- g) 钢筋接头的试验报告；
- h) 灌浆连接接头试验报告
- i) 套筒灌浆连接及预应力孔道灌浆施工记录；
- j) 预拌混凝土的质量证明文件；
- k) 混凝土、灌浆料、砂浆垫层材料强度检测报告；

- l) 预制拼装结构分项工程质量验收文件;
- m) 预制拼装工程的重大质量问题的处理方案和验收记录;
- n) 隐蔽工程验收记录;
- o) 分项工程验收记录;
- p) 结构实体检验记录;
- q) 设计要求或合同约定的其它文件。

13.4.4 预制拼装桥墩分部工程施工质量验收合格后，应按有关规定将验收文件存档备案。

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 92.5 的硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，并应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 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国家现行标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T F50 中第 6.7 节和第 6.15.8 条的规定。
- A.3 高性能混凝土粗骨料应满足以下条件：粒径不大于 20mm，针片状含量不大于 8%，含泥量不大于 1%，泥块含量不大于 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现行国家标准《水泥胶砂强度检验方法（ISO 法）》GB/T 17671 的规定。
- B.2 高强无收缩水泥灌浆料拌合用水应符合国家现行标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的有关规定，宜采用生活饮用水。
- B.3 试验室的温度和湿度应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 附录 A.1 的规定。
- B.4 流动度试验应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 附录 A.2 的规定。
- B.5 抗压强度试验应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 附录 A.4 的规定。
- B.6 竖向膨胀率试验应符合现行国家标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 附录 A.5 的规定。
- B.7 氯离子含量试验应符合现行国家标准《混凝土外加剂匀质性试验方法》GB/T 8077 的规定。
- B.8 泌水率试验应符合现行国家标准《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080 中第 5.1 节的规定。

附录 C
(资料性)
质量验收记录

表 C.1 构件进场检验批质量验收记录

单位 (子单位)				分部(子分部) 工程名称			分项工程 名称		
施工单位				项目负责人			检验批 容量		
预制厂家				预制厂家 项目负责人			检验批 部位		
施工执行标准名称及编号						验收依据			
验收项目				设计要求及规范规定 (mm)		检验频率	应检 点数	检查 记录	检查 结果
主控 项目	1	构件资料		质量证明文件齐全,表示 清晰完整		每个构件			
	2	外观质量		不应有严重缺陷		每个构件			
	3	实体检验		应符合设计要求		每个构件			
	4	粗糙面		应符合设计要求		每个构件			
一般 项目	1	外观质量		不宜有一般缺陷		每个构件			
	2	长度	立柱	±5		每个构件	2		
			盖梁	±20, -10		每个构件	2		
		宽度	立柱	±5		每个构件	2		
			盖梁	+10, 0		每个构件	3		
	3	高(厚)度	立柱	±10		每个构件	2		
			盖梁	±5		每个构件	3		
	4	表面平整 度	立柱	3		每个构件	2		
			盖梁			每个构件			
	5	侧向弯曲	立柱	H/750		每个构件	1		
			盖梁	L/750		每个构件			
	6	预留孔	中心线位置		5	每个构件	4		
			孔尺寸		±2				
	7	预留插筋	中心线位置		2	每个构件	4		
			外露长度		±5				
	8	键槽	中心线位置		5	每个构件	4		
长度、宽度、深度			±5						
施工单位检查结果				施工员: 项目专业质检员: 年 月 日					
监理单位验收结论				专业监理工程师 年 月 日					

表 C.2 构件安装检验批质量验收记录

单位（子单位）		分部（子分部） 工程名称		分项工程名称			
施工单位		项目负责人		检验批容量			
预制厂家		预制厂家 项目负责人		检验批部位			
施工执行标准名称及编号		验收依据		班组长		施工员	
验收项目			设计要求及规范规定（mm）		样本数量	检验频率	检查记录
主控项目	1	构件临时固定措施		应符合设计、专项施工方案要求			
	2	灌浆施工质量		灌浆应饱满；灌浆强度应符合设计要求			
	3	灌浆料强度		应符合设计要求			
	4	钢筋焊接		应符合规范要求			
	5	钢筋机械连接		应符合规范要求			
	6	焊接、螺栓连接材料		应符合设计及规范要求			
	7	后浇混凝土强度		应符合设计要求			
	8	接缝坐浆强度		应符合设计要求			
	9	施工完成后构件外观质量		不应有严重缺陷或一般缺陷			
一般项目	1	轴线位置	立柱	10	每个立柱、盖梁	2	经纬仪及尺量
			盖梁				
	2	顶面高程	立柱	±10	每个立柱、盖梁	1	水准仪测量
			盖梁				
	3	相邻间距	立柱	±5	每个立柱	1	钢尺量
	3	垂直度	立柱	±10	每个立柱、盖梁	2	经纬仪测量或垂线尺量，纵横各1点
			盖梁	±5			
	4	相邻节段间错台	立柱	3	每个接头	2	钢板尺和塞尺，纵横各1点
			盖梁				
	5	支座垫石预埋件位置	立柱	H/750	每处	2	尺量
6	接缝宽度	中心线位置		5	每个接头	2	尺量
		孔尺寸		±2			
施工单位检查结果			施工员： 项目专业质检员： 年 月 日				
监理单位验收结论			专业监理工程师 年 月 日				

表 C.3 分项工程质量验收记录

单位（子单位）工程名称				分部（子分部）工程名称		
分项工程数量				检验批数量		
施工单位			项目负责人		项目技术负责人	
分包单位			分包单位项目负责人		分包内容	
序号	检验批名称	检验批容量	部位/区段	施工单位检查结果	监理单位验收结论	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
说明						
施工单位检查结果		项目专业负责人： 年 月 日				
监理单位验收结论		专业监理工程师： 年 月 日				

本规范用词说明

- 1 执行本规范条文时，对于要求严格程度不同的用词说明如下，以便在执行中区别对待。
 - a) 表示很严格，非这样做不可的用词：
正面词采用“必须”。
反面词采用“严禁”。
 - b) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词：
正面词采用“应”。
反面词采用“不应”或“不得”。
 - c) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词：
正面词采用“宜”；
反面词用“不宜”。。
 - d) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。
- 2 本规范条文中指定应按其他有关标准、规范执行时，写法为“应符合……的规定”或“应按……执行”。