

山东省工程建设标准 DB

DB37/T 5100-2024

J*****-2024

城市轨道交通桥墩预制拼装
技术规程

Technical specification for prefabricated bridge piers
in urban rail transit

2024-07-12发布

2024-09-01实施

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局

山东省工程建设标准

城市轨道交通桥墩预制拼装 技术规程

Technical specification for prefabricated bridge piers
in urban rail transit

DB37/T 5100-2024

住房和城乡建设部备案号：J*****-2024

主编单位：济南交通发展投资有限公司

批准部门：山东省住房和城乡建设厅

山东省市场监督管理局

实施日期：2024 年09月01日

*****出版社

2024年济南

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局

关于批准发布《智慧工地建设技术标准》等5
项山东省工程建设标准的公告

鲁建标字〔2024〕7号

各市住房城乡建设局、市场监管局，各有关单位：

《智慧工地建设技术标准》《建筑工程机械拆除安全管理标准》《城市轨道交通桥墩预制拼装技术规程》《城市轨道交通清水混凝土施工技术规程》《城市轨道交通预应力混凝土预制U型梁施工技术规程》等5项山东省工程建设标准，业经审定通过，批准为山东省工程建设标准，现予以发布，自2024年9月1日起施行。原《城市轨道交通桥墩预制拼装技术规程》DB37/T 5100-2017、《城市轨道交通清水混凝土施工技术规程》DB37/T 5099-2017、《城市轨道交通预制简支U型梁施工技术规程》DB37/T 5098-2017同时废止。

以上标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由主编单位负责具体技术内容的解释。

附件：山东省工程建设标准发布名单

山东省住房和城乡建设厅
山东省市场监督管理局
2024年7月12日

附件

山东省工程建设标准发布名单

序号	标准名称	标准编号	主编单位
1	智慧工地建设技术标准	DB37/T 5287-2024	山东省建设工程质量安全中心 清华大学
2	建筑工程机械拆除安全管理标准	DB37/T 5288-2024	山东建筑大学 山东三箭建设工程股份有限公司
3	城市轨道交通桥墩预制拼装技术规程	DB37/T 5100-2024	济南交通发展投资有限公司
4	城市轨道交通清水混凝土施工技术规程	DB37/T 5099-2024	济南交通发展投资有限公司
5	城市轨道交通预应力混凝土预制U型梁施工技术规程	DB37/T 5098-2024	济南交通发展投资有限公司

前言

根据山东省住房和城乡建设厅、山东省市场监督管理局《关于发布〈关于印发2022年第二批山东省工程建设标准制修订计划的通知〉的通知》（鲁建标字〔2022〕14号）的要求，规程编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内有关标准，并在广泛征求意见的基础上，修订了《城市轨道交通桥墩预制拼装技术规程》DB37/T 5100-2017。

本规程主要包括：总则、术语、基本规定、材料、拼装构造、预制施工、运输及安装、质量控制与验收等内容。

本规程修订的主要内容包括：

1. 调整了章节顺序。
2. 对基本规定进行了优化调整。
3. 增加了灌浆连接套筒的技术要求，修改了钢筋套筒灌浆连接接头的技术要求。
4. 调整了工程施工质量验收的程序和组织的相关要求。

本规程由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由济南交通发展投资有限公司负责具体内容的解释。本规程在执行过程中，如发现需要修改和补充之处，请将有关的意见和建议反馈给济南交通发展投资有限公司（地址：济南市历下区解放东路5号济南轨道交通大厦，邮编250101，联系电话：0531-59998814，jnjtgs2019@126.com），以供今后修订时参考。

主编单位：济南交通发展投资有限公司

参编单位：北京城建设计发展集团股份有限公司

山东济铁工程建设监理有限责任公司

中铁十四局集团第五工程有限公司

中交路桥华北工程有限公司

济南轨道交通集团有限公司

山东交通学院

济南市交通工程质量与安全中心

兆丰工程咨询有限公司

主要起草人员：路林海 刘 颂 杜以臣 陈轶鹏 任贵山 魏玉峰
王 鹏 王治国 李大宁 周立民 闫循军 姜 涛
王日升 许 浩 罗绪昌 张 艳 王 选 朱胜军
张瑞平 杨振宇 胡冰冰 张洪霞 曲全勇 张富荣
孙捷城 朱术林 谭现江

主要审查人员：文望青 嵇 飙 刘甲荣 李虚进 周广强 徐常泽
尚 勇 李磊磊 杨荣泉

目 录

1总 则	1
2术 语	2
3基本规定	4
4材 料	5
4.1一般规定	5
4.2混凝土	5
4.3钢 材	5
4.4 预应力筋-锚具组装件	5
4.5灌浆料	6
4.6垫 层	6
4.7连接套筒	6
4.8波纹管	7
4.9环氧粘结剂	7
5拼装构造	8
5.1一般规定	8
5.2构造要求	8
6 预制施工	10
6.1 一般规定	10
6.2场地要求	10
6.3墩柱预制施工	10
6.4盖梁预制施工	11
6.5连接套筒施工	12
6.6波纹管施工	12
6.7预制构件存放	12
7运输及安装	14
7.1一般规定	14
7.2吊 装	14

7.3运 输	14
7.4预制墩柱安装	15
7.5预制盖梁与墩柱连接	15
7.6预制墩柱节段拼装	15
7.7灌浆连接	16
8 质量控制与验收	18
8.1一般规定	18
8.2检验规则	18
8.3工程质量验收单元的划分	18
8.4工程施工质量验收的程序和组织	20
8.5 预制构件的制造验收	20
8.6预制构件安装的验收	23
本规程用词说明	24
引用标准目录	25
附：条文说明	26

Contents

1 GeneralProvisions	1
2 Terms	2
3 Basic requirements	4
4 Rawmaterial	5
4.1 Basic requirements	5
4.2 Concrete	5
4.3 Reinforcement	5
4.4 Prestressing tendon -anchorage	6
4.5 Cement grouting material	6
4.6 Grout pad	7
4.7 Connecting sleeve	7
4.8 Bellows	7
4.9 Epoxy binder	7
5 Detailing design	9
5.1 Basic requirements	9
5.2 Detailing requirements	9
6 Precast construction	11
6.1 Basic requirements	11
6.2 site requirements	11
6.3 Procast column	12
6.4 Procastcap cap beam	12
6.5 Instalation of the grouting coupler	13
6.6 Instalation of the metal bellow	13
6.7 Storage of component	14
7 Transportation and installing	15
7.1 Basic requirements	15
7.2 Hoisting	15
7.3 Transportation	15
7.4 Assembly ofprefabricated column	16
7.5 Assembly of column and cap beam	16
7.6 Assembly of segmental columns	17
7.7 Grouting connection	17

8 Quality control and acceptance	19
8.1 Basic requirements	19
8.2 Inspection rules	19
8.3 Unit division for acceptance of engineering quality	19
8.4 Procedure and organization for acceptance of engineering quality	21
8.5 Precasting acceptance of the prefabricated components	21
8.6 Installing acceptance of the prefabricated components	24
Explanation of wording	24
List of quoted standards	26
Addition : Explanation of Provisions	27

1 总 则

1.0.1 为了指导城市轨道交通桥墩预制拼装施工，做到安全适用、经济合理、技术先进、确保施工质量和安全，统一验收标准，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于山东省抗震设防烈度7度及以下地区的城市轨道交通桥墩预制拼装施工。

1.0.3 预制墩柱与承台、墩柱与盖梁和墩柱节段之间采用灌浆套筒(波纹管)连接时，应采取相应的构造保证措施。

1.0.4 城市轨道交通桥墩的预制、拼装施工和质量控制除应符合本规程外，尚应符合现行国家及山东省有关标准的规定。

2 术语

2.0.1 预制混凝土构件 precast concrete component

在预制场预先生产制作的混凝土桥墩(柱)、盖梁, 简称预制构件。

2.0.2 桥墩拼装 prefabricated bridge pier

预制混凝土桥墩(柱)、盖梁等构件, 通过各种可靠的拼装方式, 形成整体的桥墩结构。

2.0.3 灌浆套筒连接 grouted sleeve coupler connection

在预制混凝土构件内预埋的金属套筒中插入钢筋并灌注灌浆料拌合物, 通过拌合物硬化形成整体并实现传力的钢筋连接方式。

2.0.4 灌浆套筒 grouting coupler

通过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, 包括全灌浆套筒和半灌浆套筒两种形式。

2.0.5 灌浆波纹管连接 grouted and corrugated duct connection

在预制混凝土构件中预埋波纹管形成孔道, 在孔道中插入需搭接的钢筋, 并灌注灌浆料而实现的钢筋搭接连接方式。

2.0.8 灌浆料 grout

在钢筋连接用的套筒(波纹管)中灌注的一种材料。灌浆料以水泥为基本材料, 配以适当的细骨料, 以及少量的混凝土外加剂和其他材料混合组成, 加水搅拌后具有大流动度、早强、高强、微膨胀等特性。

2.0.9 接缝 joint

预制构件与预制构件或现浇构件混凝土之间的交界面。

2.0.10 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。

2.0.11 调节垫块 adjustment cushion block

设置在不同类型预制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。

2.0.12 调节设备 adjustment equipment

用于调整预制构件空间姿态的设备。

3基本规定

3.0.1 预制桥墩的设计工作年限应为100年。

3.0.2 在预制桥墩设计阶段，应加强建设、设计、制造、运输、安装等单位间的配合，合理确定预制构件的尺寸和形状。

3.0.3 施工前应进行全过程样板施工，作为后续施工验收的依据。

3.0.4 灌浆套筒(波纹管)用于预制桥墩拼装之间的连接时，应采取必要的构造保证措施，并进行试验验证连接的可靠性。

3.0.5 各项工序施工前，应根据施工技术现状、技术水平、设计要求、施工和安装精度要求、现场情况等编制施工组织设计。

3.0.6 预制墩柱、预制盖梁等构件应在预制场内生产。预制构件验收合格后方能出场，出场前应在明显位置进行标识，包含工程名称、位置、施工单位、监理单位、编号、日期等。

3.0.7 宜运用BIM信息化技术，实现设计、施工的信息化管理。宜建立预制构件质量可追溯的编码标识系统和信息管理系统。

3.0.8 预制拼装桥墩应按分部工程进行验收，过程资料按单个构件归档，灌浆连接资料随套筒(波纹管)所处构件归档。

3.0.9 预制桥墩构件连接部位宜预埋监测元件，进行长期监测。

4 材料

4.1 一般规定

4.1.1 预制桥墩所用材料均应符合现行国家、行业标准的要求，并应在进场时对其性能和质量进行检验。

4.1.2 堆放场地地面应硬化，设置顶棚，防风保温，地面应平整、排水通畅。

4.2 混凝土

4.2.1 预制拼装桥墩混凝土强度等级不宜低于C40。

4.2.2 预制拼装桥墩所使用混凝土应符合现行行业标准《铁路混凝土》TB/T 3275和《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005的有关规定。

4.3 钢材

4.3.1 钢筋混凝土结构用钢筋的品种应符合现行国家标准《钢筋混凝土用钢第1部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1和《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2的规定。

4.3.2 钢筋应具有出厂质量证明书，进场时除应检查外观和标识外，尚应按批号、规格等分批抽样进行力学性能检验。

4.3.3 钢筋级别、种类、直径应按设计规定采用，当需要代换时，应由设计单位确认。

4.3.4 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，防止钢筋产生锈蚀和弯折。

4.4 预应力筋-锚具组装件

4.4.1 预制桥墩拼装用预应力筋宜采用预应力钢绞线。

4.4.2 预制桥墩拼装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：

1 锚具的静载锚固性能应符合下式规定：

$$\eta_a \geq 0.95 \quad (4.4.2-1)$$

$$E_{apu} \geq 2.0\% \quad (4.4.2-2)$$

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；

E_{apu} —预应力筋-锚具组装件达到实测极限拉力时的总应变。

2 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。

3无粘结预应力筋耐久性应满足现行行业标准《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ92 的规定。

4.4.3 新型预应力筋-锚具组装件应经过有资质的单位检测，出具合格报告后方可使用。

4.5灌浆料

4.5.1 灌浆套筒(波纹管)连接用水泥灌浆料应为高强无收缩水泥灌浆料，其技术指标，除应符合现行行业标准《水泥基灌浆材料》JC/T 986和《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408的有关规定外，尚应符合表4.5.1的规定。

表4.5.1水泥灌浆料的主要技术指标

序号	项目		指标
1	流动度	初始	$\geq 300\text{mm}$
2		30min	$\geq 260\text{mm}$
3	抗压强度	1d	$\geq 35\text{MPa}$
4		3d	$\geq 60\text{MPa}$
5		28d	$\geq 100\text{MPa}$
6	竖向自由膨胀率(24h与3h之差)		0.02%-0.50%
7	氯离子含量		$\leq 0.03\%$
8	钢筋握裹力		不低于钢筋应力
9	泌水率		0.00%

4.5.2 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，开封后应立即使用，如有剩余应废弃处理。

4.6垫层

4.6.1 不同类型构件拼接缝间的垫层宜采用高强无收缩灌浆料。

4.6.2 当垫层采用高强度无收缩砂浆时，28d抗压强度应不低于60MPa，且高出被连接构件强度一个等级，28d竖向膨胀率应控制在0.02%~0.10%。

4.6.3 砂浆垫层应选用石英砂或质地坚硬、级配良好的中砂，细度模数不应低于2.6，含泥量不应大于1%，且不应有泥块存在。

4.6.4 砂浆垫层初凝时间宜大于2h。

4.7连接套筒

4.7.1 灌浆连接套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T398 和《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355的有关规定。

4.7.2 灌浆连接套筒一端为预制安装端，一端为现场拼装端，中间应设钢筋限位挡板，两端钢筋伸入长度均不应小于 $10d_s$ ；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 $\pm 2\text{mm}$ 。

4.7.3 灌浆连接套筒与高强无收缩水泥灌浆组合体系性能应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 中 I 级连接接头要求，钢筋套筒灌浆连接接头的抗拉强度不应小于连接钢筋抗拉强度标准值，且破坏时应断于接头外钢筋；钢筋套筒灌浆连接接头应由具有相应资质的检验单位出具检验报告。

4.7.4 厂家应提供与灌浆连接套筒配套使用的附属配件，包含压浆管、出浆管、止浆塞等。

4.8 波纹管

4.8.1 灌浆连接用波纹管应为金属波纹管。

4.8.2 金属波纹管应符合现行行业标准《预应力混凝土用金属波纹管》JG/T 225 的有关规定，直径应大于 $2d_s$ ，全长不应低于 $24d_s$ ，且不得拼接，内径不宜小于 $d_s+40\text{mm}$ ，内径尺寸允许偏差为 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

4.8.3 波纹管下端应设压浆口，连接压浆管，上端应设置出浆口，连接出浆管，压浆口下缘与端部净距应为20mm~40mm，浆管的设置应考虑整体美观要求。

4.8.4 波纹管储存和运输过程中应有防雨淋、锈蚀、污染和损伤等的防护措施。

4.9 环氧粘结剂

4.9.1 环氧粘结剂除应符合本节要求外，尚应符合国家现行标准《混凝土结构加固设计规范》GB 50367和《公路桥梁加固设计规范》JTG/T J22中的结构加固用粘结剂A 级胶的要求。

4.9.2 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，构件拼接边缘应有均匀的挤出量，并仅有滴挂而无流淌现象。

4.9.3 环氧粘结剂1d 抗压强度标准值应大于40MPa,7d 抗压强度标准值应大于60MPa,7d 抗拉强度标准值不应小于9MPa,7d 抗剪强度标准值不应小于21MPa。

4.9.4 环氧粘结剂应有防老化、防碳化、防腐蚀功能。

5 拼装构造

5.1 一般规定

5.1.1 预制拼装桥墩可按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002和《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092的规定进行验算。

5.1.2 灌浆连接套筒(波纹管)布置在预制墩柱中时,应考虑套筒(波纹管)对墩柱刚度及相关构造的影响。

5.1.3 在主力组合效应下,拼接缝处正截面受拉边缘不允许出现拉应力,在主力和附加力组合效应下,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与预制构件材料的允许设计拉应力。

5.2 构造要求

5.2.1 预制桥墩构造设计除应满足本规程规定外,尚应符合现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB10002、《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092的有关规定。

5.2.2 预制桥墩设计中,应考虑预应力管道、钢筋、连接套筒(波纹管)之间的合理布置。

5.2.3 预制墩柱纵向钢筋宜采用大直径钢筋,纵向钢筋之间的中心间距宜小于200mm,且每隔一根钢筋宜用箍筋或拉筋固定。

5.2.4 预制拼装桥墩中的连接套筒和主筋净保护层厚度不宜小于35mm,套筒间净距不宜小于25mm、骨料最大粒径的1.5倍、被连接纵向钢筋的直径三者中的最大值。

5.2.5 采用灌浆套筒(波纹管)连接的预制桥墩,应在灌浆套筒(波纹管)压浆口和出浆口下缘各设一道箍筋。

5.2.6 预制桥墩中的波纹管净距不应小于50mm,且不应小于管道直径的1倍,保护层厚度宜符合现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092的规定。

5.2.7 预制桥墩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。

5.2.8 对于抗震设防烈度7度地区,连接套筒(波纹管)设置在墩身内且位于潜在塑性铰区域内时,箍筋的配置还应符合:箍筋加密区的长度不应小于连接套筒(波纹管)的高度加5d;连接套筒(波纹管)高度加5d范围外箍筋量应逐渐减少。

5.2.9 墩柱的纵向钢筋应延伸至盖梁和承台的另一侧面，纵向钢筋的锚固长度应在现行行业标准《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092规定的基础上增加 $10d_s$ 。

5.2.10 预制拼装桥墩塑性铰加密区配置的箍筋应延伸至盖梁和承台内，当连接套筒(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不应小于连接套筒(波纹管)的高度。

6 预制施工

6.1 一般规定

6.1.1 预制构件生产前，应对设计文件进行交底和会审，生产单位应根据批准的设计文件制作加工详图。

6.1.2 预制构件生产前，应编制生产方案；雨季、冬期和预应力构件还应编制专项施工方案。

6.1.3 预制构件生产应建立首件验收制度。在工程实施前，应进行样板施工，经建设、设计、监理和施工等相关单位确认后，方可实施。

6.1.4 桥墩预制施工用钢筋笼绑扎胎架、钢筋笼定位板、预制台座、模板、吊具等设备应根据具体施工工艺和精度进行专项设计。

6.1.5 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。

6.1.6 室外日平均气温连续3d 稳定低于5℃或最低气温低于-3℃时，应采取冬季施工措施，进行蒸汽养护。

6.1.7 预制构件场应有固定场所，并宜自建混凝土拌合站，拌合站建设符合有关标准的要求。

6.2 场地要求

6.2.1 预制场地应根据工程量、工程进度、作业条件、运输条件等因素综合确定，并应封闭管理。

6.2.2 预制台座及存放台座应进行专项设计。

6.2.3 预制场地基处理应考虑预制台座、存放台座、机械设备和其他生产工具的荷载大小，具备足够的承载能力，预制台座和存放台座应无不均匀沉降。

6.2.4 预制场地规划和布置应进行专项设计，应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、混凝土拌合系统、大吨位起重设备、专用台座、混凝土浇筑养生系统、运输道路、防排水设施等。

6.3 墩柱预制施工

6.3.1 预制墩柱宜竖向施工，混凝土宜一次性浇筑完成。

6.3.2 预制墩柱混凝土施工前应进行样板施工试验，确定合理的配合比及施工工

艺。

6.3.3 墩柱预制长度应考虑拼接缝处调节垫层的厚度。

6.3.4 预制墩柱预留伸出的钢筋、灌浆套筒应设置防腐、防损坏措施。

6.3.5 预制墩柱主要受力钢筋的下料长度应严格控制，同时钢筋端部应打磨平整。

6.3.6 预制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，钢筋笼制作允许误差均为 $\pm 2\text{mm}$ 。

6.3.7 预制墩柱钢筋笼吊点处应局部加强，并安装吊装所需的吊点预埋件、现场调节设备预埋件、支座预埋件、套筒(波纹管)、注浆管等各类预埋件。

6.3.8 预制墩柱钢筋笼中的灌浆连接套筒应采取加固措施保证吊装、混凝土浇筑时不发生变形或移位。

6.3.9 预制墩柱模板应进行专项设计，宜采用钢模板，钢模板应满足刚度、承载力、稳定性要求。

6.3.10 混凝土浇筑前应进行隐蔽工程验收，应对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 $\pm 1\text{mm/m}$ 。

6.3.11 混凝土浇筑后应对墩柱尺寸、灌浆连接套筒(波纹管)定位或钢筋定位进行复测。

6.4 盖梁预制施工

6.4.1 预制盖梁混凝土宜一次性浇筑完成，浇筑时宜先行浇筑灌浆连接套筒(波纹管)范围内混凝土。

6.4.2 预制盖梁混凝土施工前应进行样板施工试验，确定合理的配合比及施工工艺。

6.4.3 预制盖梁预留伸出的钢筋、灌浆套筒应设置防腐、防损坏措施。预制盖梁预留的孔道应及时进行封堵，并采取防堵塞措施。

6.4.4 预制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不变形，钢筋笼制作允许误差均为 $\pm 2\text{mm}$ 。

6.4.5 预制盖梁钢筋笼吊装吊点处应局部加强，并应安装吊装所需的吊点预埋件、现场调节设备预埋件、支座预埋件、套筒(波纹管)、注浆管等各类预埋件。

6.4.6 预制盖梁钢筋笼中的灌浆连接套筒应采取加固措施保证钢筋笼吊装、混凝土浇筑时不发生变形或移位。

6.4.7 预制盖梁模板应进行专项设计，宜采用钢模板，钢模板应满足刚度、承载力、稳定性要求。

6.4.8 混凝土浇筑前应进行隐蔽工程验收，应对盖梁钢筋笼及灌浆连接套筒(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 $\pm 1\text{mm}$ ，平度允许偏差为 $\pm 1\text{mm/m}$ 。

6.4.9 混凝土浇筑后应对盖梁尺寸、预埋件、灌浆连接套筒(波纹管)定位等进行复测。

6.5 连接套筒施工

6.5.1 连接套筒安装前应对套筒外观质量、尺寸和配件等进行检查。

6.5.2 半灌浆套筒连接，机械连接端的钢筋丝头加工、连接安装、质量检查等应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ107 的有关规定。

6.5.3 连接套筒压浆管、出浆管和对应的压浆口、出浆口的连接应密封牢固，压浆管、出浆管长度应预留准确，并用止浆塞塞紧。

6.5.4 连接套筒现场拼装端应采用装有定位销的定位钢板定位，安装允许偏差为 2mm 。

6.5.5 连接套筒与箍筋连接应采用绑扎连接，不得采用焊接连接。

6.5.6 构件拆模后，应及时检查灌浆套筒内是否干净通畅，确保无水泥浆等杂物。

6.6 波纹管施工

6.6.1 连接波纹管应满足国家现行有关标准及本规程的技术要求，并应在进场后进行质量检验。

6.6.2 金属波纹管应采取有效措施保证预制过程中不变形、不漏浆。

6.6.3 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、出浆管长度应根据结构尺寸预留准确，并用止浆塞塞紧。

6.6.4 应设置定位筋，保证波纹管位置准确。

6.6.5 构件拆模后，应及时检查波纹管内是否干净通畅，确保无水泥浆等杂物。

6.7 预制构件存放

6.7.1 预制构件的存放场地应硬化，不得积水，存放台座不应有不均匀沉降。

6.7.2 预制构件应按吊运及安装顺序进行存放，构件应标识明确。

6.7.3 预制构件应按照其刚度及受力情况制定对应的存放方案，竖向放置时，应考虑必要的支护措施。

6.7.4 外露钢筋应采取防弯折措施，外露预埋件和连接件等外露金属件应按不同环境类别进行防护。

6.7.5 预制构件在预制场内运输、存放及出场装运时的容许悬出长度，应满足设计要求。

6.7.6 冬期生产和存放的预制构件的非贯穿孔洞应采取措施，防止雨水、雪水进入。

7 运输及安装

7.1 一般规定

7.1.1 应根据预制构件的大小、重量合理选择运输车辆、吊装设备，运输前应对路线实地勘察并优选运输线路。

7.1.2 构件运输前应对运输线路的道路路面进行实地勘察、检测，并对路线所经桥梁进行鉴定评估。

7.1.3 构件吊装运输方案应符合现行行业标准《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33 的规定。

7.1.4 预制构件验收合格后方可运输。

7.1.5 承台施工时，应控制墩柱与承台拼接面的高程和水平度，高程允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ，水平度允许偏差为 $\pm 1\text{mm/m}$ ，拼装施工前应对拼接面的高程和水平度进行复测。

7.1.6 拼装施工前，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。

7.1.7 拼装施工前，应对各级人员进行施工工艺和安全风险源交底。

7.1.8 拼装施工前，应进行匹配拼装。

7.1.9 当拼装施工气温低于 5°C 时，应对灌浆料进行保温，温度不应低于 10°C 且不高于 40°C ；同时应对拌合所需的水进行加热，温度不应低于 30°C 且不高于 65°C ，拌合灌浆料成品工作温度不应低于 10°C 。

7.2 吊装

7.2.1 门式起重机、吊车、吊具、吊架等大型吊装设备应按规定进行检测，并进行定期维护保养。操作人员应进行专业培训，并取得相应的证书。

7.2.2 吊装各类构件、钢筋笼用的吊具、吊架、吊点等应进行专项设计。

7.2.3 起吊前应进行试吊装。

7.2.4 起吊时，混凝土强度应满足吊点和构件的受力安全；构件在翻身时，应采取措施防止构件出现裂缝。

7.3 运输

7.3.1 运输路线应平坦，地基应有足够的承载能力，纵横向坡度应满足车辆行驶和制动的安全要求，最小曲率半径不应小于运输车的允许转弯半径，同时在运

运输车通过的界限内，不得有任何障碍物。

7.3.2 运输车装载构件时，支撑保护方案应专项设计并报送相关单位，方案批复后方可运输；运输前应按支撑方案检查，确保构件运输方向准确及支撑措施牢固可靠。

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

7.3.4 构件运输时，应采取防护措施，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。

7.4 预制墩柱安装

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

7.4.2 预制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。

7.4.3 在拼接缝位置，承台上应布置调节垫块。

7.4.4 预制墩柱应按以下工艺流程进行拼装：

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 → 墩柱吊装 → 调节设备安装 → 垂直度、高程测量 → 调节墩柱垂直度 → 墩柱就位、调节设备锁定 → 连接施工。

7.4.5 调节设备宜采用千斤顶等工具。

7.4.6 预制墩柱拼装就位后应设置临时支撑措施。

7.4.7 砂浆垫层和灌浆料在拌浆时应留置试块，每个拼接部位不应少于3组。

7.4.8 砂浆垫层应及时采取有效措施进行养护。

7.5 预制盖梁与墩柱连接

7.5.1 墩柱与承台拼装时，在拼接缝位置上，应布置调节垫块，材质和强度应符合设计要求。

7.5.2 预制盖梁应按以下工艺流程进行拼装：

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 → 盖梁吊装 → 调节盖梁空间坐标、就位 → 连接施工。

7.5.3 预制盖梁拼装就位前应设置临时支撑措施。

7.6 预制墩柱节段拼装

7.6.1 拼装前应对墩柱节段拼接缝表面处理，确保表面无油、无水及无可见灰

粉。

7.6.2 预制墩柱节段应按以下工艺流程进行拼装：

表面处理并充分干燥→拼接缝测量→涂刷环氧粘结剂→墩柱节段拼装→安放调节设备→垂直度、标高测量→调节墩柱垂直度→连接施工。

7.6.3 预制墩柱节段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 $\pm 2\text{mm}$ ，水平度允许偏差为 $\pm 1\text{mm/m}$ 。

7.6.4 当墩柱节段、盖梁采用环氧树脂胶接缝时，应符合下列规定：

1应根据不同的使用环境，通过试验选定环氧树脂胶，主要性能指标应符合本规程第4.9节的规定。

2 环氧树脂胶应采用机械拌和，涂抹方式应根据环氧树脂胶的产品特性确定，环氧树脂胶应涂抹均匀并覆盖整个匹配面涂抹厚度以 3mm 为宜。

3涂抹环氧树脂胶时，应对预应力钢筋管道口采取防护措施，防止施加临时预应力时环氧树脂胶进入孔道内。

4在施加临时预应力后，应确保环氧树脂胶能够在全断面均匀挤出。

5涂刷前、后均应采取防雨、雪、尘措施；冬季施工时，应对环氧树脂胶采取保温措施。

7.6.5 预制墩柱节段间应设置调节设备，用于调节的预埋件应在墩柱预制时安装。

7.6.6 预制墩柱节段拼装就位后应设置临时支撑措施防止倾覆。

7.7 灌浆连接

7.7.1 灌浆连接施工前应检查所有材料、机具、人员是否完全到位，材料是否充足，并应对套筒或波纹管进行检查，确保内腔通畅无杂物。

7.7.2 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，并符合本规程第4.5节的规定后方可用于现场拼装连接。

7.7.3 灌浆工艺应满足下列要求：

1应依据设计要求和试验测试结果，精确控制配合比；

2应采用专用设备进行搅拌和灌浆，并严格控制搅拌、灌浆工艺参数；

3宜采用先进工艺保证灌浆套筒内浆体的密实度；

4 灌浆操作人员需持证上岗，宜在现场进行压浆考核；

5灌浆时，应逐个灌浆点保留影像资料。

7.7.4 灌浆作业应采用压浆法从灌浆套筒下灌浆孔注入，当灌浆拌合物从构件其他灌浆孔、出浆孔稳定流出后应及时封堵。

7.7.5采用连通灌浆时，宜采用一点灌浆的方式，当一点灌浆遇到问题而改变灌浆点时，各灌浆套筒已封堵灌浆孔、出浆孔应重新打开，待灌浆料拌合物再次稳定流出后进行封堵。

7.7.6灌浆料在拌浆时应留置试块，每个拼接部位不应少于3组，分别测试1d、3d和28d龄期抗压强度。

7.7.7灌浆施工应保持连续，现场应配置应急发电设备或高压水枪等应急设施。

7.7.8灌浆料应在加水后30min内使用，散落和剩余的灌浆料拌合物不得二次使用，灌浆完成后应及时清理残留在构件上的多余浆体。

7.7.9套筒或波纹管内灌浆料强度大于35MPa后方可进行下一步施工。

8 质量控制与验收

8.1 一般规定

8.1.1 施工质量控制应包含下列内容：

1 采用的主要材料、配件和设备，应对其外观、规格、型号和质量证明文件等进行验收。凡涉及结构安全和使用功能的，施工单位应进行检验，监理单位应按规定进行平行检验或见证取样检测。

2 每道工序完成后，施工单位应进行检查，并形成记录。

3 工序之间应进行交接检验，上道工序应满足下道工序的施工条件和技术要求，工序之间的交接检验应经监理工程师检查认可，未经检查或经检查不合格的不得进行下道工序施工。

8.1.2 施工质量验收应符合下列规定：

1 应符合本规程、国家现行工程质量验收有关标准的规定；

2 工程施工质量应符合设计文件的要求；

3 工程施工质量的验收均应在施工单位自行检查评定的基础上进行；

4 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行验收。

8.2 检验规则

8.2.1 施工检验应分材料和配件检验、出场检验。

8.2.2 材料和配件检验应符合下列规定：

1 预制桥墩用水泥、骨料、掺合料、外加剂、拌和水、养护用水、钢筋、波纹管、套筒、钢配件等应进行进场检验。

2 供应商提供的每批材料或配件的出厂检验报告应包括进场检验中所有项目的检验结果。

8.2.3 出场检验包括预制构件制造过程控制检验和成品出场检验。

8.2.4 钢筋灌浆套筒连接检验规则应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355的规定。

8.3 工程质量验收单元的划分

8.3.1 预制桥墩施工质量验收单元应划分为分部工程、分项工程和检验批。分部工程应按一个完整部位或主要结构及施工阶段划分。分项工程应按工种、工

序、材料、施工工艺等划分。检验批可根据施工及质量控制和验收需要按施工段或部位等划分。

8.3.2 分部工程的质量管理检查记录应符合表8.3.2的规定。

表8.3.2分部工程质量管理检查记录

单位名称				开工日期	
建设单位				项目负责人	
设计单位				项目负责人	
监理单位				总监理工程师	
施工单位		项目负责人		项目技术负责人	
序号	项 目	内 容			
1	开工报告				
2	形成质量管理体系				
3	质量责任制				
4	工程质量检验制度				
5	施工技术标准				
6	施工图纸现场核对情况				
7	地质勘查资料				
8	交接桩、施工复测及测量控制网资料				
9	施工组织设计、施工方案和环境 保护方案及审批				
10	主要专业工种操作上岗证书				
11	施工检测设备及计量器具设置				
12	材料、设备管理制度				
结论： (施工单位)负责人： 年 月 日		结论： (监理单位)负责人： 年 月 日			
结论： (设计单位)负责人： 年 月 日		结论： (建设单位)负责人： 年 月 日			

8.3.3 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

1 分项工程所含的检验批均应符合合格质量的规定。

2 分项工程所含的检验批的质量验收记录应完整。

8.3.4 检验批的质量验收应包括以下内容：

1 对材料、配件和设备等的检验应按进场的批次和本规程规定进行抽样检验。

2 对混凝土性能指标的检验，应符合国家现行有关标准和本规程规定的抽样检验。

8.3.5 检验批合格质量应符合下列规定：

1 主控项目的质量经抽样检验全部合格。

2 一般项目的质量经抽样检验全部合格。其中，有允许偏差的抽查点除有专门要求外，80%及以上的抽查点应控制在规定允许偏差内，最大偏差不得大于规定允许偏差的1.5倍。

3 具有完整的施工操作依据、质量检查记录。

8.3.6 当检验批质量不符合要求时，应按以下规定进行处理：

1 经返工重做的或更换配件、设备的检验批，应重新进行验收。

2 当对试块的试验结果有怀疑时，或因试块试件丢失损坏、试验资料丢失等无法判断实体质量时，应由有资质的检测单位对实体质量进行检测鉴定，凡达到设计要求的检验批可予以验收。

8.3.7 通过返修或加固处理仍不能满足安全和使用功能要求的分部工程，不得验收。

8.4 工程施工质量验收的程序和组织

8.4.1 检验批应由施工单位自检合格后报监理单位，由监理工程师组织施工单位专职质量检查员等进行验收，监理单位应对全部主控项目进行检查。对一般项目的检查内容和数量可根据具体情况确定，检验批质量验收记录应填写记录表格。

8.4.2 分项工程应由监理工程师组织施工单位技术负责人等进行验收，并应填写记录。

8.4.3 分部工程应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和技术、质量负责人等进行验收，并应填写记录。

8.5 预制构件的制造验收

8.5.1 模板和支架主控项目应符合下列规定：

1 模板及支架安装和拆除的检验应符合本规程的有关规定。

2 拆模时的构件混凝土强度应符合设计要求。当设计无具体要求时，混凝

土强度应达到设计强度的50%及以上，且能保证棱角完整。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：施工单位拆模前进行一组同条件养护试件强度试验，监理单位检查强度试验报告或见证试验。

3拆模时的构件混凝土芯部与表层、表层与环境温差均不宜大于15℃，气温急剧变化时不宜拆模。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：施工单位用温度计量测温度、监理单位检查测温记录。

8.5.2模板和支架一般项目应符合下列规定：

预制构件模板安装允许偏差和检验方法应符合本规程的规定。

检验数量：施工单位全部检查。

检验方法：观察和尺量。

8.5.3钢筋主控项目应符合下列规定：

1钢筋进场后，应按本规程的有关规定进行力学性能检验。

检验数量：符合相应规范要求。

检验方法：检查产品合格证，出厂检验报告和复验报告。

2受力钢筋的品种、级别及数量应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察和尺量。

3受力钢筋的接头及布置应符合设计要求。

检验数量：符合相应规范要求。

检验方法：检查产品合格证、接头力学性能报告。

8.5.4钢筋一般项目应符合下列规定：

1钢筋的加工、连接和安装的检验应符合本规程的有关规定。

2钢筋安装允许偏差和检验方法应符合以下规定：

检验数量：施工单位全部检查；监理单位平行检验每项目不少于2处，并检查施工记录。

检验方法：观察和尺量。

8.5.5混凝土主控项目应符合下列规定：

1混凝土各种原材料、配合比设计和施工的检验应符合本规程的有关规定。

2预制构件混凝土养护时，应符合本规程的规定。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：施工单位用温度计量测温度、监理单位检查测温记录。

3混凝土表面裂缝宽度应满足设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察和用刻度放大镜检查。

8.5.6 混凝土一般项目应符合下列规定：

1构件外形尺寸允许偏差和检验方法应规定。

检验数量：施工单位全部检查，监理单位平行检查10%。

检验方法：观察、尺量。

2 混凝土平整密实，整洁，不露筋，无空洞，对空洞、蜂窝、漏浆、掉角等缺陷，需修整并养护到规定强度。蜂窝深度不大于5mm，长度不大于10mm，不多于5个/m²。

检验数量：施工单位全部检查，监理单位平行检查10%。

检验方法：观察、尺量。

8.5.7 灌浆套筒主控项目应符合以下规定：

1施工材料、制作和安装的检验应符合本规程的有关规定。

2 施工工艺应符合本规程和设计要求。

3 应抽取套筒并采用与之匹配的灌浆料制作对中连接接头试件，进行抗拉试验。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。对抗拉试验，同一批号、同一类型、同一规格的套筒，不超过900个为一批，每批随机抽取3个制作试件。

检验方法：施工单位观察、计量检测，监理单位观察、见证检测，监理单位逐片进行旁站监理。

8.5.8 灌浆套筒一般项目应符合下列规定：

施工材料制作和安装应符合设计要求。当设计无特殊要求时，其检验应符合本规程的有关规定。

8.5.9 灌浆料主控项目应符合下列规定：

施工现场钢筋套筒灌浆连接用的灌浆料强度应满足设计要求。灌浆料拌浆时应留置试块，每个拼接部位不少于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。

检验数量：同一成分、同一批号的灌浆料，不超过50t为一批，每批按现行行业标准《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408的有关规定随机抽取灌浆料制

作试件。

检验方法：检查质量证明文件和抽样检验报告。

8.6 预制构件安装的验收

8.6.1 预制桥墩规格和质量应符合设计及本规程的规定。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：检查材料质量证明文件、试验报告、施工记录和对外观进行检查。

8.6.2 墩台坐标、承台位置应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：施工单位复测，监理单位检查复测资料或见证。

8.6.3 预制构件存放和运输支点位置应符合设计和本规程的要求，支点应位于同一平面上。支点相对高差不得大于2mm。安装时吊点位置应符合设计要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察、尺量和水平仪测量。

8.6.4 预制构件安装后，桥墩偏差应符合要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：施工单位测量，监理单位观察、见证检测。

8.6.5 预制桥墩安装后应稳固，均匀，构件无损伤。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：观察、尺量。

8.6.6 灌浆应密实饱满，所有出浆口均应出浆。

检验数量：全数检查。

检验方法：观察，检查灌浆施工记录。

本规程用词说明

1为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1)表示很严格，非这样做不可的：

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

2)表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

3)表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4)表示有选择，在一定条件下可以这样做的采用“可”。

2条文中指明应按其他有关标准执行的写法为“应符合....的规定”或“应按.....执行”。

引用标准目录

1. 《混凝土结构加固设计规范》GB 50367
2. 《钢筋混凝土用钢第1部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1
3. 《钢筋混凝土用钢第2部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2
4. 《普通混凝土拌合物性能试验方法标准》GB/T 50080
5. 《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231
6. 《铁路桥涵设计规范》TB 10002
7. 《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005
8. 《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092
9. 《铁路桥涵工程施工质量验收标准》TB 10415
10. 《铁路混凝土》TB/T3275
11. 《钢筋机械连接技术规程》JGJ107
12. 《建筑机械使用安全技术规程》JGJ33
13. 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355
14. 《无粘结预应力混凝土结构技术规程》JGJ 92
15. 《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104
16. 《预应力混凝土用金属波纹管》JG/T 225
17. 《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398
18. 《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408
19. 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362
20. 《公路桥梁加固设计规范》JTG/T J22
21. 《公路桥梁抗震设计规范》JTG/T2231-01
22. 《城市桥梁抗震设计规范》CJJ166
23. 《节段预制混凝土桥梁技术标准》CJJ/T 111
24. 《水泥基灌浆材料》JC/T 986
25. 《城市轨道交通预制简支U 型梁施工技术规程》DB37/T 5098
26. 《预制拼装桥梁技术规程》DG/TJ08-2160

山东省工程建设标准

城市轨道交通桥墩预制拼装
技术规程

Technical specification for prefabricated bridge piers
in urban rail transit

DB37/T 5100-2024

条文说明

目 次

1 总 则.....	29
3 基 本 规 定.....	31
4 材 料	32
4.1 一般规定	32
4.2 混凝土	32
4.3 钢 材	32
4.4 预应力筋-锚具组装件	32
4.5 灌浆料	32
4.6 垫层	33
4.7 连接套筒	33
4.8 波纹管	33
4.9 环氧粘结剂	34
5 拼装构造	35
5.1 一般规定	35
5.2 构造要求	35
6 预制施工	37
6.1 一般规定	37
6.2 场地要求	38
6.3 墩柱预制施工.....	38
6.4 盖梁预制施工	39
6.5 连接套筒施工.....	40
6.6 波纹管施工	40
6.7 预制构件存放	40
7 运输及安装	42
7.1 一般规定	42
7.2 吊 装	43
7.3 运输	42

7.4 预制墩柱安装.....	43
7.5 预制盖梁和墩柱安装	43
7.6 预制墩柱节段拼装.....	43
7.7 灌浆连接.....	44
8 质量控制与验收	45
8.3 工程质量验收单元的划分	45
8.4 工程施工质量验收的程序和组织	45
8.5 预制构件的制造验收.....	45

1 总则

1.0.1 装配式混凝土结构在建筑行业开始应用，并形成了《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T 51231、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355等国家、行业标准，预制装配式住宅在济南轨道交通1号线的安置房建设中实践应用；预制技术在桥梁上部箱梁、T梁中，早已广泛应用，但在桥梁下部墩柱、盖梁中尚未进行大规模应用。

据调查，预制桥墩在上海嘉闵高架、安徽祁江大桥、港珠澳大桥进行了探索应用。预制拼装桥墩、盖梁技术的应用，既符合国家节能减排和绿色施工的要求，又可以缩短施工工期，降低施工对交通和社会环境的干扰，进一步保证安全质量，实现施工工程化、机械化，特别是轨道交通多在市区内，意义更加深远。

预制桥梁应包含预制梁、预制盖梁、预制柱、预制桩等各构件，轨道交通预制U梁，已在山东省工程建设地方标准《城市轨道交通预制简支U型梁施工技术规范》DB37/T 5098进行详细规定；预制桩已经十分成熟，各行业都有不同的标准规范，在此不赘述、不规定，本规程所述桥墩为桥梁盖梁和墩柱的总称。

预制拼装桥墩有很多连接方式，综合国内外有关的报道、研究成果及技术的成熟度，本规程仅针对研究成果和实际应用技术相对成熟的灌浆套筒(波纹管)连接或承插式连接予以规定。其中，灌浆套筒连接是通过高强无收缩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，已在建筑施工中广泛应用；灌浆金属波纹管连接是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作用。

1.0.2 国内外关于采用灌浆套筒连接或灌浆金属波纹管连接的预制拼装桥墩抗震性能研究成果表明，灌浆套筒设置在墩身塑性铰区域，其抗震性能总体表现与传统现浇混凝土桥墩相近，但因塑性铰区套筒的存在，对塑性铰区域的损伤、破坏机理有影响，与传统现浇混凝土桥墩的破坏行为不同。考虑到高地震危险性地区桥梁延性抗震对塑性铰区延性变形能力有更高的要求，而现有有限的试

验数据尚不足以支持其在地震危险地区的推广应用，故本条对预制桥墩的应用范围进行了适当的规定。

1.0.4 本规程不能替代所有技术标准，故预制桥墩拼装设计及施工除应符合本规程外，尚应符合《装配式混凝土建筑技术标准》GB/T51231、《铁路桥涵设计规范》TB 10002、《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355 等标准以及山东省有关技术标准的规定。

3基本规定

3.0.2 预制桥梁拼装方案和预制能力、运输能力、拼装场地条件、吊装能力等因素关系密切，因此在设计阶段应加强和相关单位的沟通协作，因地制宜地制定桥墩预制尺寸和形状，并尽量统一，使得预制拼装技术真正实现标准化、集约化生产。根据对上海、安徽及山东等地的调研及济南轨道交通1号线实际情况，构件的预制方案主要受限于运输条件，故宜结合本地实际情况，在充分调研运输路线上道路、桥涵限载及空间限制条件的基础上，确定预制构件的控制重量。

3.0.3 通过制作样板构件，可以对模板工程、混凝土工程及相关施工工艺进行验证，对施工人员进行培训和技术交底。

3.0.4 本条主要是突出体现灌浆套筒连接的重要性。

3.0.7 在工程实践中，BIM 技术应用已经非常成熟，但存在设计、生产、施工各自割裂的问题，而且不能及时指导施工，因此有必要进行 BIM 的技术应用，对施工进行指导，还可以对施工工人进行技术交底指导。质量可追溯的编码标识系统和信息管理系统的应用，便于预制构件在设计、生产、存放、运输、安装和使用过程中的信息查询和质量追溯。

3.0.8 参考现行行业标准《铁路桥涵工程施工质量验收标准》TB 10415,预制拼装桥墩按分部工程进行验收，过程资料按单构件归档，为了便于查阅管理，将灌浆连接资料随套筒(波纹管)所处构件归档。

3.0.9 根据计算及分析，在各不利截面埋设监测元件，长期监测，可以更准确了解预制构件的受力状态及健康状态，以总结经验，指导以后的设计、施工。

4材料

4.1一般规定

4.1.1 预制构件用材料应按规定或本规程的要求，进行检验、验收，验收合格后，并经监理确认后方可使用。

4.1.2 材料的运输及存放要求，应根据各材料的特点，采用不同的方式。

4.2混凝土

4.2.1 由于预制构件采用工厂化生产模式，混凝土质量易控制，因此推荐使用高性能混凝土。现在的施工水平已有很多进步，为了达到集约、环保、和谐的要求，混凝土的标号不宜过低，特别是对于预应力构件，应提高其混凝土等级。

4.3钢材

4.3.4 预制拼装技术对精度提出了较高的要求，对钢筋加工精度也提出了要求，因此钢筋在下料时应确保钢筋平直、无弯折、端部磨平。

4.4预应力筋-锚具组装件

4.4.1~4.4.3 对于7度地震区，不同构件之间的拼装需采用特殊的预应力组合体系以提高桥梁整体抗震性能及耐久性，对于这些预应力筋-锚具组装件应经过有资质的检测单位试验检测合格后方可使用。

4.5灌浆料

4.5.1 高强无收缩水泥灌浆料是灌浆套筒和波纹管两种连接模式均需使用的填充料，其性能指标是保证结构安全可靠、耐久和可施工性的重要因素，其组分构成是以水泥作为结合剂，辅以高强骨料及高性能外加剂，如石英粉、微硅粉、纳米硅、聚羧酸碱水剂等材料。灌浆料抗压强度试件尺寸应按40mm×40mm×160mm 制作，其加水量应按灌浆料产品说明书确定，试件应按标准方法制作、养护。灌浆料拌合物的泌水率试验方法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的规定。

4.5.2 为确保高强无收缩水泥灌浆料质量可靠，应采购具有专业资质厂家生产的产品，同时为方便运输和投料，每袋重量不宜大于25kg。由于高强无收缩水泥灌浆料受潮后物理力学指标会发生较大改变，因此出厂后和开封后均应尽快使用，特别是开封后如有剩余应立即废弃。

4.6垫层

4.6.3 垫层用量小时，应选用石英砂作为填料，当用量大时，可选用当地的河砂经过水洗、筛分使用。

4.6.4 对于不同类型构件，如墩柱与承台、墩柱与盖梁，考虑到拼接缝的有效施工时间和强度等级，应选择有效施工时间较长的高强砂浆。

4.7 连接套筒

4.7.1 灌浆连接套筒的作用是将一根钢筋的力传递至另一根钢筋，因此预制安装部分可采用灌浆连接或者直接采用机械连接。本规程中采用现场灌浆连接的套筒为整体灌浆连接型套筒，采用机械连接的套筒为一端灌浆连接一端机械连接型套筒。

4.7.2 对于整体灌浆连接型套筒，为保证钢筋、灌浆料及套筒体系可靠，套筒一端钢筋锚固长度不能小于 $10d_s$ (d_s 为被连接纵向钢筋直径)；为保证压浆质量，压浆顺序应由下至上，并保证在压浆口下缘布置一道箍筋，因此，压浆口下缘与端部净距应大于20mm；由于整体灌浆连接型套筒分别现场拼装端和预制安装端，安装时应特别注意。

4.7.3 用于预制拼装桥墩的连接套筒，需满足现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107中对连接套筒性能的需求，同时考虑到塑性铰区反复地震荷载下套筒内钢筋存在拔出的风险，这会导致墩柱承载力和延性能力降低，因此提出断于钢筋母材，即灌浆套筒的抗拉强度应大于或等于被连接钢筋的实际拉断强度。

4.7.4 为满足预制和拼装施工，灌浆连接套筒生产厂家应提供一整套配件，包括压浆管、出浆管、压浆后的止浆塞、场内预制用的定位销等，其中压浆管、出浆管宜为非金属材料。

4.8 波纹管

4.8.1 为保证钢筋、波纹管、混凝土三者锚固可靠和耐久性，波纹管材质应为防腐性能较好的金属材质，形状应为圆形，故推荐采用圆形不锈钢波纹管。

4.8.2 根据试验研究，为确保灌浆波纹管连接可靠，本条文对波纹管的长度、直径等作出了一系列的规定。我国现行行业标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362-2018及《公路桥梁抗震设计规范》JTG/T 2231-01-

2020对受拉直筋锚固于强度大于C40 的混凝土上，建议锚固长度大于30ds(ds为被连接纵向钢筋直径)，考虑抗震影响，建议增加10ds。美国 AASHTO 规范建议的锚固长度计算见下式：

$$\text{Max}\left(\frac{0.02A_s f_y}{\sqrt{f'_c}} \times 0.8 \times 0.75, 0.06 d_b f_y\right) \approx 24 d_b$$

式中：Aa——钢筋面积；

f_y ——钢筋设计屈服强度；

f_c ——混凝土圆柱体设计抗压强度；

d ——钢筋直径。

考虑到预制墩柱中波纹管灌浆料强度可达100MPa，因此，波纹管中钢筋的锚固长度可适当缩短，参考国内外已有的试验成果，可缩短至24ds。考虑到抗震构造要求，波纹管预埋在盖梁或承台中时，应在24ds的基础上增加10ds。

4.8.3为保证压浆质量，压浆顺序应由下至上，并保证压浆口下缘布置一道箍筋，因此，压浆口下缘与端部净距应大于20mm。

4.9环氧粘结剂

4.9.1环氧粘结剂已经在公路桥梁的加固中广泛应用，在现行行业标准《公路桥梁加固设计规范》JTG/T J22中对其性能也有明确规定。

4.9.2同类构件之间如墩柱节段、盖梁节段，由于预制精度较高，节段间界面粘结剂应采用环氧树脂胶。合理控制环氧胶的固化时间是拼装施工的重要环节，既要确保有足够的涂抹、拼接可操作时间，也要保证拼装后的强度快速上升。

4.9.3参照现行行业标准《公路桥梁加固设计规范》JTG/T J22,对环氧粘结剂的性能进行规定。

4.9.4通过试验研究，环氧粘结剂的抗氧化能力较低，尤其在暴晒下，性能降低明显，因此要进行抗氧化性能的要求。

5 拼装构造

5.1 一般规定

5.1.1 采用灌浆连接套筒或灌浆波纹管连接建造的预制混凝土桥墩，已有的试验及上海市地方标准《预制拼装桥梁技术规程》DG/TJ08-2160 的研究表明，正常使用状态下，预制桥墩性能要求与传统现浇混凝土桥墩基本相同；考虑到轨道交通桥梁所承受的活荷载与公路桥梁的区别，在采取必要的试验验证后，可按现浇混凝土桥墩进行设计。

5.1.2 已有的试验表明，灌浆连接套筒布置在墩柱中时，将使得布置金属套筒范围的截面强度增大，同时，也将使得该局部区域刚度增大。因此，在墩柱静力计算时，应考虑金属套筒对该墩柱强度和刚度的影响。但由于截面与配筋形式多样，统一的影响系数难以给出，具体墩柱形式可通过试验或精细化分析予以考虑，如偏安全考虑，在验算墩柱强度和变形时，也可忽略该金属套筒导致的强度和刚度增加。

5.2 构造要求

5.2.1 采用灌浆连接套筒和波纹管连接建造的预制桥墩，尚应符合行业标准的构造要求。

5.2.2 采用灌浆连接套筒和波纹管连接建造的预制桥墩，一些构造细节和指标要求与传统现浇混凝土桥墩存在差异，这些差异包括灌浆套筒、波纹管的布置、进浆口、出浆口、管道、定位装置、吊点及构造设置等，均需在设计中予以考虑，并在设计图中给出说明。

5.2.3 试验研究表明，沿截面布置若干适当分布的纵向钢筋，纵向钢筋和箍筋形成整体骨架，当混凝土纵向受压、横向膨胀时，纵向钢筋也会受到混凝土的压力，这是箍筋给予纵向钢筋的约束作用。因此，为了确保对核芯混凝土的约束作用，墩柱的纵向配筋宜对称布置，纵向钢筋之间的距离不宜超过200mm，至少每隔一根纵向钢筋宜采用箍筋或拉筋固定。同时，为了减少套筒的数量以及避免套筒间距过小，建议采用36mm或40mm大直径钢筋。

5.2.4 考虑到预制桥墩的耐久性要求，预制拼装桥墩中的连接套筒和主筋净保护层厚度不应小于35mm。连接套筒通常纵向钢筋尺寸大，易导致截面拥挤，为确保混凝土浇筑密实，给出了套筒间净距的构造要求。

5.2.5 为确保灌浆套筒在箍筋约束下对核芯混凝土形成一个可靠的约束，同时便于施工中对套筒进行整体的安装，应在灌浆连接套筒压浆口下缘处设一道箍筋。

5.2.6 考虑到预制桥墩的耐久性要求，墩柱中的波纹管和主筋净保护层厚度不小于35mm；波纹管直径通常比纵向钢筋尺寸大，易导致截面拥挤，为确保混凝土浇筑密实，给出了波纹管间净距的构造要求。

5.2.7 实际施工中需通过垫层厚度调整平整度和墩柱高度，同时考虑到预制墩柱受力要求，砂浆垫层厚度不宜过大；墩柱节段之间的拼装应采用环氧粘接剂，其厚度需考虑受力和施工的要求。

5.2.8 考虑到设置在墩柱中的套筒对墩柱自身局部刚度的影响，为确保预制墩柱具有足够的延性变形能力和抗剪能力，避免塑性铰区域套筒处箍筋配筋率的突变，箍筋减少宜缓慢变化。此处 d 为连接套筒或波纹管外径。

5.2.9 此处 d_s 为纵向钢筋的直径。

5.2.10 当连接套筒或波纹管位于盖梁或承台时，为确保预制拼装桥墩柱身塑性铰区域具有可靠的延性变形能力，纵向钢筋与套筒或波纹管锚固可靠，参考现行行业标准《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166及《公路桥梁抗震设计规范》JTG/T 2231-01的要求，规定加密区域配置的箍筋应延续到盖梁和承台内，延伸长度不宜小于墩柱长边尺寸的1/2, 并不小于50cm, 建议在满足现有抗震设计规范要求的情况下，延伸到盖梁和承台的距离还不应小于连接套筒或波纹管的高度。

6 预制施工

6.1 一般规定

6.1.1 当原设计文件深度不够，不足以指导生产时，需要生产单位或专业公司另行制作加工详图，如加工详图与设计文件意图不同时，应经设计单位确认。

6.1.2 生产方案具体内容包括：生产工艺、生产计划、模具方案、技术质量控制措施、成品保护、存放及运输方案等内容，必要时，应对预制构件脱模、吊运、码放、翻转及运输等内容的承载力进行计算。

由于冬期较低的气温会对材料和预制构件生产工艺和质量产生影响，故针对性地编制专项生产方案，编制方案时，可参照现行行业标准《建筑工程冬期施工规程》JGJ/T 104的有关规定。

6.1.3 首件验收制度是指结构较复杂的预制构件或新型钢筋首次生产或间隔时间较长重新生产时，生产单位要会同建设、设计、监理共同进行首件验收，重点检查模板、模具、构件、预埋件、混凝土浇筑成型过程中存在的问题，确认该批预制构件生产工艺是否合理，质量能否得到保障，共同验收合格之后可批量生产。

6.1.4 预制构件一般都在工厂机械化、模具化生产，所使用工具应具有相应的功能，并经过具有资质单位进行专项设计，满足安全、质量的要求。

6.1.5 接缝处一般为构件的薄弱环节，为了保证连接有效、牢固，应对接触面进行处理。

6.1.6 冬季施工不得在混凝土中掺加防冻剂，蒸汽养护应分静停、升温、恒温、降温四个阶段，静停期间应保持环境温度不低于5℃，升温应在混凝土整体浇筑完成4h~6h后开始，升温速度不得大于10℃/h，当蒸汽温度升至50℃±5℃时应暂停通入热蒸汽，使温度保持在这个范围内而处于恒温养护阶段，恒温养护时间应根据构件脱模强度要求、混凝土配合比情况及环境条件等通过试验确定，降温速度不得大于10℃/h。采用蒸汽养护的混凝土，当养护完毕后的环境气温仍在0℃以下时，应待混凝土冷却至5℃以下，且混凝土与环境之间的温差不大于15℃后，方可拆除模板。

6.1.7 预制构件采用工厂化生产，为了有效控制质量，宜自建拌合站，保证混凝土质量，并及时供应。

6.2 场地要求

6.2.1 预制场地一般在市郊，场地一般不受限制，场地大小应根据工程建设的规模、时间计划安排、模板周转、混凝土养护条件、施工机具等条件，综合考虑。

6.2.2 预制生产场地应满足沉降的要求，并经过有专项资质的单位设计或核算。

6.2.3 应进行详细的荷载计算、以免产生不均匀沉降，对预制构件产生不利影响。

6.2.4 预制场地应工厂化生产，应合理规划，既要方便现场施工方便，又要具有保证场地合理利用。

6.3 墩柱预制施工

6.3.1 墩柱如采用水平预制，存在上表面不容易收光和套筒部位混凝土不密实现象，因此建议采用竖向预制。一次性施工可保持混凝土表面的色泽一致，质量统一。

6.3.2 样板施工可检验施工工艺的可行性，也可作为后期验收的依据。

6.3.4 对外露钢筋、灌浆套筒可采取包裹、覆盖措施进行防护，并防止套筒内部进入杂物。

6.3.5~6.3.6 由于采用预制拼装技术，对墩柱预制构件精度要求有了大幅度的提升，参照国外预制拼装精度控制标准，制定了墩柱预制构件的加工允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。

6.3.7 由于墩柱需要吊装，同时在现场拼装时需要调整空间姿态，因此在预制时需埋设相应的吊点预埋件和调节设备预埋件。

6.3.9 由于采用工厂化预制，模板周转次数较多，为保证墩柱浇筑质量，建议模板采用较厚的钢板。

6.3.10 浇筑混凝土之前，应进行隐蔽工程检查。隐蔽工程检查应包括以下内容：

1 纵向受力钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距；

2 灌浆套筒的型号、数量、位置及灌浆孔、出浆孔、排气孔的位置；

3 钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；

4箍筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、间距、位置，箍筋弯钩的弯折角度及平直段长度；

5预埋件的规格、数量和位置；

6.3.11混凝土浇筑后，应进行复测，复测标准建议如下表1所示。

表1预制墩柱灌浆套筒、外露钢筋允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
灌浆套筒中心位置		± 2	尺量
外露钢筋	中心位置	± 2	
	外露长度	+10, 0	

6.4盖梁预制施工

6.4.1由于灌浆连接套筒或灌浆金属波纹管定位精度为现场拼装的精度控制主要因素之一，因此在混凝土浇筑时宜先行浇筑连接部位范围内的混凝土，以减少扰动。

6.4.2样板施工可检验施工工艺的可行性，也可作为后期验收的依据。

6.4.3对外露钢筋、灌浆套筒可采取包裹、覆盖措施进行防护，并防止套筒内部进入杂物。

6.4.4由于采用预制拼装技术，对墩柱预制构件精度要求有了大幅度的提升，参照国外预制拼装精度控制标准，制定了墩柱预制构件的加工允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ 。

6.4.6盖梁钢筋笼制作应考虑后续施工如吊装、空间姿态调整、预应力张拉、支座安装等施工工序所需的预埋件。

6.4.7由于采用工厂化预制，模板周转次数较多，为保证墩柱浇注质量，建议模板采用面板较厚的钢板。

6.4.9浇筑混凝土之前，应进行隐蔽工程检查。隐蔽工程检查应包括下列内容：

- 1纵向受力钢筋的牌号、规格、数量、位置、间距；
- 2灌浆套筒的型号、数量、位置及灌浆孔、出浆孔、排气孔的位置；
- 3钢筋的连接方式、接头位置、接头质量、接头面积百分率、搭接长度、锚固方式及锚固长度；
- 4钢筋、横向钢筋的牌号、规格、数量、间距、位置，箍筋弯钩的弯折角

度及平直段长度；

5预埋件的规格、数量和位置；

6预应力筋及锚具的品种、规格、数量、位置等。

6.4.10 混凝土浇筑后，应进行复测，复测标准建议如下表2所示。

表2预制盖梁灌浆套筒、外露钢筋允许偏差及检验方法

项 目		允许偏差 (mm)	检验方法
灌浆套筒中心位置		± 2	尺量
外露钢筋	中心位置	± 2	
	外露长度	+10, 0	

6.5连接套筒施工

6.5.1 连接套筒应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》 JG/T398 的技术要求，安装前应按厂家提供的型式检验报告及产品说明书等检查套筒外观质量、尺寸和配件等。

6.5.3 灌浆连接套筒定位精度为现场拼装的精度控制主要因素之一，应对灌浆孔进行封堵，以保证后期灌浆的顺利。

6.5.4 为避免安装误差，引起结构受力不均匀，对结构产生影响，严格控制安装偏差。

6.5.5 为确保连接安全可靠，灌浆连接套筒上不得焊接。

6.6波纹管施工

6.6.2 满足本规程要求的金属波纹管在一般情况下不会在浇筑时发生变形和漏浆。在一些极端工况下，可根据施工工艺采取一定的措施，以保证其不变形、不漏浆。

6.6.3 对灌浆孔进行封堵，保证孔道的通畅，以保证后期灌浆的顺利。

6.6.4 为确保波纹管位置准确，应进行精确定位。

6.7预制构件存放

6.7.1 存放场地应进行硬化，不得积水，避免存放台座发生不均匀沉降，导致预制构件破坏。

6.7.2 预制构件按顺序存放，利于吊装运输，施工方便，标识应朝外，便于查找。

6.7.3应制定存放专项方案，以保护成品安全。

6.7.5悬出长度一定要进行设计核算，避免受力不均，产生裂缝等破坏。

7 运输及安装

7.1 一般规定

7.1.1-7.1.2 运输车辆和吊装设备应进行设计计算选择，满足荷载要求。运输前，应对运输线路进行勘察，如存在桥梁，应确认荷载要求，必要时，应进行桥梁进行鉴定评估。

7.1.3 为保证施工的安全、质量，实施前，应编制吊装运输的专项施工方案。

7.1.4 做好产品交接，是责任划分的重要依据。交接前，一定要做好检查验收。

7.1.5 预制构件安装前，应核对拼接面的坐标、标高和水平度。

7.1.6 为了确保安全、工程质量，拼装施工前，应对材料和现场条件进行复查。

7.1.7 拼装施工，是一项精密的工艺，如果出现偏差，将会对桥梁结构的受力产生不利影响。因此施工前，应对现场的施工人员，进行工艺培训和安全风险源交底，并形成培训和交底记录。

7.1.9 冬期施工，除符合本条要求外，尚应制定专项施工方案。

7.2 吊装

7.2.1 门式起重机、吊车、吊具等属于特种设备，施工前，应进行特种设备检验，取得合格证后方可使用。操作人员应具有相应的培训合格证书。

7.2.2 吊点设置应充分考虑构件重心位置、刚度及受力情况。

7.2.4 构件出场前，需要将墩柱由竖直状态翻转至水平状态，进行接触面凿毛、构件中灌浆套筒通畅性检查等工作。翻转过程中应做好混凝土保护措施，采取布卷、木方等柔性无污染搁垫物，不宜使用橡胶制品。

7.3 运输

7.3.1 运输道路应进行现场勘察，确保构件运输中的质量与安全。

7.3.2 由于墩柱、盖梁等下部结构在运输阶段临时支点位置与设计支承位置可能有偏差，需要对构件整体安全性进行验算。

7.3.4 构件在运输中，应做好成品保护及安全，建议：

1应根据预制构件种类，采取可靠的固定措施，避免装卸车、运输过程中发生倾覆、预制构件变形和移位。

2 应设置柔性垫片，避免预制构件边角部位或连接部位的混凝土损伤。

3应用塑料薄膜包裹垫块，避免预制构件外观污染。

4托架、靠放架、插放架应进行专门设计，并进行承载力和刚度验算。

7.4 预制墩柱安装

7.4.2 拼装前应利用吊车将墩柱与承台进行现场拼装以测试两者的匹配精度。

7.4.3 调节垫块是控制墩柱标高、垂直度和砂浆垫层厚度的重要部件，考虑其调节功能和拼接缝的强度，垫块高度不宜过大，材料可以是不锈钢、四氟板、橡胶支座材料等。

7.4.4 参照济南轨道交通1号线的施工经验，调研上海嘉闵高架的预制构件施工，对施工工艺流程进行建议。充分湿润但不能有明显多余水，如果有多余水将造成接缝处的薄弱处。

7.4.5 对于墩柱与承台拼接而言，墩柱上应设置调节设备，可采用常见的千斤顶。

7.4.7 砂浆垫层或灌浆料的试块，采用40mm×40mm×160mm 尺寸，试验1组，备用2组。

7.5 预制盖梁与墩柱连接

7.5.1 调节垫块是控制墩柱标高、垂直度和砂浆垫层厚度的重要部件，考虑其调节功能和拼接缝的强度，垫块高度不宜过大，材料可以是不锈钢、四氟板、橡胶支座材料等。

7.5.2 参照济南轨道交通1号线的施工经验总结，调研上海嘉闵高架的预制构件施工，对施工工艺流程进行建议。充分湿润但不能有明显多余水，如果有多余水将造成接缝处的薄弱处。

7.6 预制墩柱节段拼装

7.6.1 环氧类粘结剂对界面的要求比较严格，因此拼装前应对拼接缝处进行处理。

7.6.2 参照济南轨道交通1号线的施工经验，调研上海嘉闵高架的预制构件施工，对施工工艺流程进行建议。

7.6.4 参照现行行业标准《节段预制混凝土桥梁技术标准》CJJ/T 111对墩柱节段间环氧粘结剂做出了具体的施工要求。

7.6.5 墩柱节段拼装设置调节设备对上节墩柱进行空间姿态调整。

7.7 灌浆连接

7.7.1 考虑到灌浆施工的重要性，根据各地的实际工程经验，要求应有专职检验人员负责现场监督并及时形成施工检验记录。施工前，应对孔道进行全面检查。灌浆应连续施工，如果停顿会造成灌浆施工的失败。

7.7.2为保证每个连接部位高强无收缩水泥灌浆料强度达到设计要求，在拼装前一天对每批次灌浆料进行流动度测试及1d龄期抗压强度测试，符合本规程规定后方可用于现场拼装连接。

7.7.4 灌浆施工时，施工工艺应符合灌浆料产品说明书要求，灌浆料产品使用说明书均会规定灌浆施工的操作说明。灌浆压力、灌浆速度可根据现场施工条件确定。灌浆施工还应符合现行行业标准《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355的规定。

7.7.5 连接灌浆施工的封堵顺序及封堵时间尤为重要。封堵时间应以出浆孔流出圆柱体灌浆料拌合物为准。采用连通腔灌浆时，宜以一个灌浆孔灌浆，其他灌浆孔、出浆孔流出的方式；但当灌浆中遇到问题，可更换另一个灌浆孔灌浆，此时各灌浆套筒已封闭，灌浆孔、出浆口应重新打开，以防止已灌浆套筒内的灌浆料拌合物在更换灌浆孔过程中下落，待灌浆料拌合物再次流出后再进行封堵。

7.7.7 灌浆工艺中某一个套筒如不连续，则该套筒失效。因此，为了保证每个套筒的可靠度，应考虑应急预案。如果发生套筒堵塞等原因造成的浆料无法从出浆口流出，或下部漏浆等原因造成灌浆失败时，应立即采用高压水枪将已经注入的灌浆料全部冲出，查明失败原因，并解决问题后再重新实施灌浆操作。

7.7.8 灌浆料拌合物的流动度指标随时间会逐渐下降，为保证灌浆施工，本条规定灌浆料应在加水后30min内用完。灌浆料拌合物不得再次添加灌浆料、水后混合使用，超过规定时间后的灌浆料及使用剩余的灌浆料只能丢弃。

7.7.9 灌浆料具备一定强度后，才可进行下一步施工，以保证结构的安全及耐久性。

8 质量控制与验收

8.3 工程质量验收单元的划分

8.3.6 工程质量不符合要求的情况，多在检验批质量验收阶段出现，否则会影响相关分项工程质量的验收。

1 对于返工重做、更换构配件的检验批，应该重新进行验收。当重新抽样检查后，检验项目符合本规程规定的，应判定该检验批合格。

2 个别试块试件的强度不能满足要求的情况，包括试块试件失去代表性、试块试件缺少、试验报告有缺陷或对试验报告有怀疑等。这种情况下，应由有资质的检测单位进行检验测试，如果测试结果证明该检验批的质量能够达到原设计的要求，则该检验批予以合格验收。

对于其他不合格的现象，因情况复杂，本规程不能给出明确的处理方案。由各方根据具体情况按程序协商处理。

8.4 工程施工质量验收的程序和组织

8.4.1-8.4.3 工程施工质量验收的程序和组织应把握以下要点：

1 施工单位自检合格是验收工作的基础；

2 监理单位应对所有主控项目进行检查，对一般项目可根据施工单位质量控制情况确定检查项目；

3 参加验收的各方人员应具备相应的资格，主要是能够负质量责任，当发生质量问题时具有可追溯性。

8.5 预制构件的制造验收

8.5.1 为保证拆模时混凝土表面及棱角不致因拆模被损坏、断裂或因强度不足导致混凝土变形、坍塌，因此对拆模时混凝土应达到的强度作出规定。拆模时混凝土达到的强度应以同条件养护试件的抗压强度试验为准。

混凝土的拆模时间除需考虑拆模时的混凝土强度应满足规定外，还应考虑拆模时混凝土的温度不能过高，以免混凝土接触空气时降温过快而开裂，更不能在此时浇注凉水养护。混凝土内部开始降温以前以及混凝土内部温度最高时不得拆模。

一般情况下，构件芯部混凝土与表层混凝土之间的温差、表层混凝土与环境之间的温差大于15℃时不宜拆模。大风或气温急剧变化时不宜拆模。在寒冷

季节，若环境温度低于0℃时不宜拆模。在炎热和大风干燥季节，应采取逐段拆模、边拆边盖的拆模工艺。

8.5.3 钢筋是混凝土结构中的主要组成部分，使用的钢筋是否符合标准，直接影响构件质量和安全，因此钢筋进场时，应按批抽取试件作力学性能试验和工艺性能（冷弯）试验。其质量应符合设计要求和现行国家标准《钢筋混凝土用钢（系列）》GB/T 1499等标准的规定。

8.5.5 混凝土配合比选定的好坏，直接关系到构件的寿命的经济效益。混凝土配合比的设计不仅考虑强度等级而且还要考虑耐久性能等。