

山东省工程建设标准



DB37/T 5100—2017

J 13939—2017

城市轨道交通桥墩预制拼装技术规程

Technical specification for prefabricated
precast urban viaduct piers

2017 - 07 - 31 发布

2017 - 10 - 01 实施



统一书号:155160 · 1115
定 价:30.00 元

山东省住房和城乡建设厅
山东省质量技术监督局

联合发布

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
precast urban viaduct piers**

DB37/T 5100—2017

住房和城乡建设部备案号：J 13939—2017

批准部门：山东省住房和城乡建设厅

山东省质量技术监督局

实施日期：2017 年 10 月 01 日

2017 济南

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

precast urban viaduct piers

DB37/T 5100—2017

住房和城乡建设部备案号：J 13939—2017

*

出版：**中国建材工业出版社**

地址：北京市海淀区三里河路1号

各地新华书店、建筑、建材书店经销

印刷：北京鑫正大印刷有限公司

开本：850mm×1168mm 1/32 印张：2.375 字数：60千字

2017年9月第一版 2017年9月第一次印刷

*

统一书号：155160·1115

定价：30.00元

版权所有 翻印必究

如有印装质量问题，可寄本社退换

(邮政编码 100044)

网上书店：<http://www.jecbs.com>

山东省住房和城乡建设厅
山东省质量技术监督局
关于发布《城市轨道交通预制简支 U 型梁施工技术规程》等三项山东省工程建设标准的通知

鲁建标字〔2017〕23 号

各市住房城乡建委（建设局）、质监局，各有关单位：

由济南轨道交通集团有限公司等单位主编的《城市轨道交通预制简支 U 型梁施工技术规程》《城市轨道交通清水混凝土施工技术规程》及《城市轨道交通桥墩预制拼装技术规程》业经审定通过，批准为山东省工程建设标准，编号分别为 DB37/T 5098—2017、DB37/T 5099—2017 及 DB37/T 5100—2017，现予以发布，自 2017 年 10 月 1 日起施行。

本标准由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由济南轨道交通集团有限公司负责具体技术内容的解释。

山东省住房和城乡建设厅
山东省质量技术监督局
2017 年 7 月 31 日

前 言

按照山东省住房和城乡建设厅统一安排，济南轨道交通集团有限公司会同有关单位，借鉴国家相关标准，经广泛调研，总结国内其他城市预制桥墩拼装技术经验，将预制桥墩拼装经验和研究成果进行总结，制定本规程。

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

本规程由山东省住房和城乡建设厅负责管理，由济南轨道交通集团有限公司负责具体技术内容的解释。

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轨道交通集团有限公司（地址：济南市高新区舜华路2000号舜泰广场2号楼18F，邮编：250101，联系电话：0531-66695030，邮箱：peiyang 2006@126.com），以供今后修订时参考。

本规程主编单位、参编单位、主要起草人员和主要审查人员：

主 编 单 位：济南轨道交通集团有限公司

参 编 单 位：北京城建设计发展集团股份有限公司

中建八局第二建设有限公司

山东省建设监理咨询有限公司

济南市工程质量与安全生产监督站

主要起草人员：王国富 陈思斌 修春海 刘家海

张 伟 陈 刚 王 震 黄 超

白唐瀛 王永军 靖国飞 陈国华

商金华 李中会 丁 琦 许 浩
主要审查人员：文望青 嵇 飙 张维汇 王桂玲
李学乾 王有志 杨荣泉 卢文良
李盼到 李 辉 于 坤

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	原材料	5
4.1	一般原则	5
4.2	混凝土	5
4.3	钢材	5
4.4	预应力筋 - 锚具组装件	6
4.5	灌浆料	7
4.6	垫层	7
4.7	连接套筒	8
4.8	波纹管	8
4.9	环氧粘结剂	9
5	拼装构造	10
5.1	设计计算	10
5.2	构造要求	10
6	预制施工	12
6.1	一般规定	12
6.2	场地要求	13
6.3	墩柱预制施工	13
6.4	盖梁预制施工	14
6.5	连接套筒施工	15
6.6	波纹管施工	16

6.7	预制构件存放	16
7	运输及安装	17
7.1	一般规定	17
7.2	吊装	18
7.3	运输	18
7.4	预制墩柱和承台安装	18
7.5	预制盖梁与墩柱连接	19
7.6	预制墩柱节段拼装	19
7.7	灌浆连接工艺	20
8	质量控制与验收	22
8.1	一般规定	22
8.2	检验规则	22
8.3	工程质量验收单元的划分	23
8.4	工程施工质量验收的程序和组织	25
8.5	预制构件的制造验收	26
8.6	预制构件的安装验收	29
	本规程用词说明	31
	引用标准名录	32
	附：条文说明	35

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	Basic Requirements	4
4	Raw material	5
4.1	Basic requirements	5
4.2	Concrete	5
4.3	Reinforcement	5
4.4	Steel strand	6
4.5	Cement grouting material	7
4.6	Cushion	7
4.7	Connecting sleeve	8
4.8	bellows	8
4.9	Epoxy binder	9
5	Design	10
5.1	Design calculation	10
5.2	Detailing design	10
6	Construction technology	12
6.1	Basic requirements	12
6.2	Site requirements	13
6.3	Procast columns	13
6.4	Procast cap beams	14
6.5	Installation of the grouting couplers	15
6.6	Installation of the grouting ducts	16

6.7	Storage of component	16
7	Transportation and installing	17
7.1	Basic requirements	17
7.2	Hoisting	18
7.3	Transportation	18
7.4	Assembly between column and pile footing	18
7.5	Assembly between column and cap beam	19
7.6	Assembly between columns	19
7.7	Grouting precedures	20
8	Quality control and acceptance	22
8.1	Basic requirements	22
8.2	Inspection rules	22
8.3	Unit division	23
8.4	Acceptance procedure and organization	25
8.5	Construction	26
8.6	Assembly	29
	The instructions of this regulation	31
	Reference standard directory	32
	Addition: Explanation of provisions	35

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、确保质量和施工安全，统一检测验收标准，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于山东省内抗震设防烈度为 7 度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内容除应符合本规程外，尚应符合国家、行业及山东省有关规范、标准的规定。

2 术 语

2.0.1 预制混凝土构件 precast concrete component

在预制厂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 piers

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

2.0.3 钢筋套筒灌浆连接 rebar splicing by grout-filled coupling sleeve

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 钢筋连接用灌浆套筒 the grouting coupler for rebars splicing

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 波纹管连接 rebar lapping in grout-filled hole formed with metal bellow

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。

2.0.6 钢筋的最小保护层厚度 The minimum thickness of protection layer of steel

从混凝土表面到最外层钢筋外缘之间的最小距离。对后张法预应力筋，为管道或孔道外边缘到混凝土表面的距离。

2.0.7 混凝土抗剪粗糙面 concrete rough surface for shear resisting

预制构件结合面上用于抗剪的凹凸不平或骨料显露的表面，

简称粗糙面。

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 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，并进行试验验证套筒连接的可靠性。

3.0.2 在预制桥墩设计阶段，应协调和加强设计、预制、运输、施工等单位之间的关系和配合，应遵循通用化、模数化、标准化的原则，合理确定预制构件的尺寸和形状。

3.0.3 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。

3.0.4 预制墩柱、预制盖梁等构件应在专业预制场生产。预制构件验收合格后方可出场，出厂前应在明显位置进行标识，包含工程名称、位置、施工、监理单位，编号、日期等。

3.0.5 预制桥墩应按 100 年使用寿命设计。

3.0.6 施工前应进行全过程样板施工，作为后续施工验收的依据。

3.0.7 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，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追溯。

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

3.0.9 在预制桥梁构件连接部位宜预埋监测元件，进行长期监测。

4 原材料

4.1 一般原则

4.1.1 原材料应有供应商提供的出厂检验合格证书，并应按有关检验项目、批次规定，严格实施进场检验。

4.1.2 所有原材料的采购厂家、料源必须报审，必须经检验合格并得到监理工程师的书面认可方可进场。

4.1.3 对检验合格的场内材料必须进行复检，并经监理工程师批准方可使用。

4.1.4 原材料在运输或工地存贮时应有固定的地点和明确的标识，不得混入影响质量的有害杂质，应按照不同品种、规格分开存放。

4.1.5 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 综合考虑预制桥墩构件的重要性、施工单位的施工水平等因素，混凝土宜采用高性能混凝土，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、《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 的相关要求。

4.3 钢 材

4.3.1 钢筋混凝土结构用钢筋的品种应符合下列现行国家标准

的规定：

《钢筋混凝土用钢 第 1 部分：热轧光圆钢筋》GB/T 1499.1

《钢筋混凝土用钢 第 2 部分：热轧带肋钢筋》GB/T 1499.2

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 钢筋在施工过程中，应采取适当措施，防止钢筋产生锈蚀。对预留钢筋外露部分，宜采取包裹、涂刷防锈材料或其他有效方式，进行临时性防护。

4.3.4 钢筋级别、种类、直径应按设计规定采用，当需要代换时，应得到设计人员的书面认可。

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，也可采用精轧螺纹钢。

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要求：

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

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

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》JGJ 92 的相关要求。

4.4.3 新型预应力筋－锚具组装件应经过有资质的检测单位检测，并出具相应的合格报告，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 外，尚应符合表 4.5.1－1 的规定。

表 4.5.1－1 水泥灌浆料的主要技术指标

序号	项目		指标
1	流动度	初始	≥300mm
2		30min	≥260mm
3	抗压强度	1d	≥35MPa
4		3d	≥60MPa
5		28d	≥100MPa
6	竖向自由膨胀率（24h 与 3h 之差）		0.02% ~0.50%
7	氯离子含量		≤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（7MPa），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，细度模数应不低于 2.6，含泥量应不大于 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 灌浆连接套筒宜采用高强球墨铸铁制作，应符合现行行业标准《钢筋连接用灌浆套筒》JG/T 398 的技术要求。

4.7.2 灌浆连接套筒宜采用整体灌浆的方式。

4.7.3 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 10ds（ds 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 $\pm 2\text{mm}$ 。

4.7.4 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现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 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；应由具有相应资质的检验单位出具检验报告。

4.7.5 厂家应提供与灌浆连接套筒相关的合格附属配件，包含压浆管、出浆管、止浆塞等。

4.8 波纹管

4.8.1 预应力波纹管可为金属波纹管或塑料波纹管。

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 225 的相关规定，塑料波纹管应符合现行行业标准《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》JT/T 529 的相关规定；直径

应大于 $2d_s$ (d_s 为被连接纵向钢筋直径), 全长不应低于 $24d_s$ (d_s 为被连接纵向钢筋直径), 且不得拼接; 内径不宜小于 $d_s + 40\text{mm}$, 内径尺寸允许偏差 $\pm 0.5\text{mm}$ 。

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 $20 \sim 40\text{mm}$, 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、日晒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, 尚应符合现行国家标准《混凝土加固设计规范》GB 50367 和现行行业标准《公路桥梁加固设计规范》JTG/T J22 中的结构加固用粘结剂中 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, 发生均匀的挤出量, 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 抗拉强度标准值应不小于 9MPa , 7d 抗剪强度标准值应不小于 21MPa 。

4.9.4 环氧粘结剂应有防老化、防碳化、防腐蚀性的功能。

5 拼装构造

5.1 设计计算

5.1.1 满足本规程对灌浆连接套筒（波纹管）、高强无收缩水泥浆灌浆材料及砂浆垫层等连接材料和构造要求时，预制拼装桥墩、盖梁可按现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002、《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 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 应根据所处环境条件，考虑预制拼装墩柱和盖梁的拼装缝、墩柱和盖梁预制构件的耐久性设计，拼接缝处环氧粘结剂和垫层应满足耐久性能指标要求。

5.1.4 拼接缝处正截面受拉边缘不允许出现拉应力。

5.2 构造要求

5.2.1 预制桥墩构造设计除满足本规程要求外，尚应符合现行行业标准《铁路桥涵设计规范》TB 10002、《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 10092 和《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62 中的相应条款要求。

5.2.2 预制桥墩及预制盖梁设计中，应考虑预应力管道、钢筋、连接套筒（波纹管）之间的合理布置，并应在设计图中明确各自的优先顺序。

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 。

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 预制拼装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 预制拼装施工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不宜大于 2mm。

5.2.8 对于设防烈度 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（连接套筒外径）；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 的基础上增加 10 d_s （ d_s 为纵向钢筋的直径）。

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还应不小于连接套筒（波纹管）的高度。

5.2.11 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。

6 预制施工

6.1 一般规定

6.1.1 预制构件生产前，应由建设单位组织设计、监理、施工、生产单位对设计文件进行交底和会审，必要时，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，具体内容应包括生产计划及工艺、模具方案、技术质量控制措施，成品存放、运输、保护方案、混凝土施工方案等；雨季、冬期和预应力构件还应编制专项方案。

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认可后，方可实施。

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

6.1.5 应按照设计要求、本规程具体规定和现行相关规范要求对施工用原材料质量、钢筋加工性能、混凝土性能、构件结构性能等进行检查和检验，合格后方可使用，应具有完整的生产操作依据和质量检验记录。

6.1.6 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，并用洁净水冲洗干净。

6.1.7 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，可进行蒸气养护措施。

6.1.8 预制构件厂应有固定场所，并宜自建混凝土拌合站，拌合站建设符合当地主管部门及国家标准的要求。

6.2 场地要求

6.2.1 预制厂场地应根据工程量、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 预制厂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，应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 预制厂应合理规划，设置钢筋加工车间、钢筋绑扎区、混凝土施工区、养护区、存放区及混凝土拌合站、工人宿舍及办公区等，并应考虑预制构件的预制施工工艺、运输吊装工艺等条件。

6.3 墩柱预制施工

6.3.1 预制墩柱宜竖向施工，混凝土一次性浇筑完成。

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座上制作加工成型，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 预制墩柱钢筋笼吊装吊点处应局部加强，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。

6.3.8 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, 优先采用钢模板, 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 预制盖梁混凝土一次性浇筑完成, 浇筑时应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进行及时封堵。

6.4.4 应严格控制预制盖梁主要受力钢筋的下料长度, 同时钢筋端部应打磨平整。

6.4.5 预制盖梁钢筋笼应在专用胎座上制作加工成型, 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为 $\pm 2\text{mm}$ 。

6.4.6 预制盖梁钢筋笼吊装吊点处应局部加强, 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。

6.4.7 预制盖梁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。

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

6.4.9 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 $\pm 1\text{mm}$ ，水平度允许偏差为 $\pm 1\text{mm/m}$ 。

6.4.10 混凝土浇筑后应对盖梁尺寸、预埋件（预留孔洞）、灌浆连接套筒（波纹管）定位或钢筋定位进行复测。

6.5 连接套筒施工

6.5.1 连接套筒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。

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、质量检查应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 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，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、行业及本规程的技术要求，并应在进场后进行质量检验。
- 6.6.2** 波纹管应采取内衬管等措施保证预制过程中不变形。
- 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** 应设置波纹管定位筋，保证位置准确。
- 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** 预制构件存放的场地应硬化，不应有积水等现象，支撑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，且要有一定的通道，产品标识应明确、耐久，标识应朝外。
- 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。
- 6.7.7** 预制构件验收合格后方能发运。

7 运输及安装

7.1 一般规定

7.1.1 施工单位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 运输线路的道路路面应进行调研、检测，对路线所经桥梁应进行鉴定评估。

7.1.3 施工单位编制的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》JGJ 33 的要求，方案经相关单位批复后方可实施作业。

7.1.4 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 $\pm 2\text{mm}$ ，水平度允许偏差为 $\pm 1\text{mm/m}$ ，拼装施工前应对拼接面的坐标、标高和水平度进行复测。

7.1.5 拼装施工前，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严格复查。

7.1.6 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。

7.1.7 拼装施工前，应进行匹配拼装。

7.1.8 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。

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 。

7.2 吊 装

7.2.1 龙门吊、吊车、吊具、吊架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，并应进行定期维护保养。操作人员应进行专业培训，并取得相应的证书。

7.2.2 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。

7.2.3 运输前应进行试吊装。

7.3 运 输

7.3.1 运输路线应平坦，应对所通过路线的结构允许承受荷载进行确认。纵向坡度不宜大于3%，横向坡度（人字坡）不宜大于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限界内，不得有任何障碍物。

7.3.2 运输车装载构件时，支撑保护方案包含构件运输方向、支撑点设置、外露钢筋的保护等应专项设计并报送相关单位，方案批复后方能运输；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，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。

7.3.4 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 预制墩柱和承台安装

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→墩柱吊装就位→调节设备安装→垂直度、标高测量→调节立柱垂直度→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制取试件，对应每个拼接部位应制作不少于3组。

7.4.8 砂浆垫层应及时进行养护。

7.5 预制盖梁与墩柱连接

7.5.1 在拼接缝位置，墩柱应布置调节垫块。

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→盖梁吊装就位→调节盖梁空间坐标→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→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→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 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。

7.6.5 预制墩柱上节段应设置调节设备，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 灌浆连接工艺

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、材料是否充足等；并再次检查套筒或波纹管，确保内腔通畅无杂物。

7.7.2 操作人员应进行相关专业培训，合格后方可作业。

7.7.3 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，符合本规程第 4.5 款的规定后方可用于现场拼装连接。

7.7.4 灌浆施工时，应符合灌浆料产品说明书要求。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。

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。如果发生套筒堵塞等原因所造成的浆料无法从出浆口流出或下部漏浆等原因造成的灌浆失败，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 灌浆料应在加水后 30min 内用完，散落的灌浆料拌合物不得二次使用，剩余的拌合物不得再次使用，灌浆完成后应及时清理残留在构件上的多余浆体。

7.7.9 灌浆操作过程应有专职检验人员负责旁站监督，及时形成施工质量检查记录，并应留置影像资料。

8 质量控制与验收

8.1 一般规定

8.1.1 应按下列规定进行施工质量控制：

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，监理单位宜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 施工质量应按下列要求进行验收

1 应符合本规程、国家及行业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合格的基础上进行。

4 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行检查。

8.2 检验规则

8.2.1 施工检验应分原材料和配件检验、出场检验。

8.2.2 原材料和配件检验

1 预制桥墩用水泥、骨料、掺和料、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全面检验。

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

8.2.3 出场检验

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《钢筋套筒灌浆连接技术规程》JGJ 355。

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 分部工程的质量验收检验项目应符合表 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	地址勘察资料				

续表

序号	项目	内容			
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如下内容：

实物检查按下列方式进行：

- 1 对原材料、配件和设备等的检验应按进场的批次和本标准规定进行抽样检验。

2 对混凝土性能指标的检验，应符合现行有关标准和本标准规定的抽样检验。

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 当对试块试件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，应由有资质的法定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，严禁验收。

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

1 模板及支架安装和拆除的检验应符合本标准的相关规定。

2 拆模时的构件混凝土强度应符合设计要求。当设计无具体规定时，混凝土强度应到设计强度的 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。

一般项目

预制构件模板安装允许偏差和检验方法应符合本规范的规定。

检验数量：施工单位全部检查。

检验方法：观察和丈量。

8.5.2 钢筋

主控项目

1 钢筋进场后，应按本标准的相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：观察和丈量。

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。

一般项目

1 钢筋的加工、连接和安装的检验应符合本标准的相关规定。

2 钢筋安装允许偏差和检验方法应符合规范的规定。

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：观察和丈量。

8.5.3 混凝土

主控项目

1 混凝土各种原材料、配合比设计和施工的检验应符合本标准的相关规定。

2 预制构件混凝土养护时，应符合本标准的规定。

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。

一般项目

1 混凝土施工的检验应符合本标准的相关规定。

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。

2 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、监理单位平行检查 10%。

检验方法：观察、丈量。

3 混凝土平整密实，整洁，不露筋，无空洞，无石子堆垒，桥面流水畅通，对空洞、蜂窝、漏浆、硬伤掉角等缺陷，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、监理单位平行检查 10%。

检验方法：观察、丈量。

8.5.4 套筒（波纹管）

主控项目

1 施工原材料、制作和安装的检验应符合本标准的相关规定。

2 施工工艺应符合本标准和设计要求。

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。

一般项目

施工原材料制作和安装应符合设计要求。当设计无特殊要求

时，其检验应符合本标准的相关规定。

8.5.5 灌浆料

主控项目

对 30min 流动度、泌水率及强度、竖向膨胀率差值进行检验。

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 预制构件的安装验收

主控项目

1 预制桥墩规格和质量应符合设计及本标准的要求。

检验数量：施工单位、监理单位全部检查。

检验方法：检查出厂合格证、试验报告、施工记录和对外观进行检查。

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。

3 预制构件存放和运输支点位置应符合设计和本标准的要求，支点应位于同一平面上。支点相对高差不得大于 2mm。架设时吊点位置必须符合设计要求。

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。

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。

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。

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”。

引用标准名录

1. 《钢筋混凝土用钢第 1 部分：热轧光圆钢筋》 GB 1499. 1
2. 《钢筋混凝土用钢第 2 部分：热轧带肋钢筋》 GB 1499. 2
3. 《混凝土加固设计规范》 GB 50367
4. 《通用硅酸盐水泥》 GB 175
5. 《混凝土外加剂》 GB 8076
6. 《建筑用砂》 GB/T 14684
7. 《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》 GB/T 1596
8. 《用于水泥和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》 GB/T 18046
9. 《高强高性能混凝土用矿物外加剂》 GB/T 18736
10. 《砂浆和混凝土用硅灰》 GB/T 27690
11. 《铁路桥涵设计规范》 TB 10002
12. 《铁路桥涵混凝土结构设计规范》 TB 10092
13. 《铁路混凝土结构耐久性设计规范》 TB 10005
14. 《铁路混凝土》 TB/T 3275
15. 《预应力混凝土用金属波纹管》 JG 225
16. 《无粘结预应力混凝土结构技术规程》 JGJ 92
17. 《钢筋机械连接技术规程》 JGJ 107
18. 《建筑机械使用安全技术规程》 JGJ 33
19. 《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》 JGJ 52
20. 《混凝土用水标准》 JGJ 63
21. 《钢筋连接用灌浆套筒》 JG/T 398
22. 《钢筋连接用套筒灌浆材料》 JG/T 408
23. 《公路桥涵钢筋混凝土及预应力混凝土结构设计规范》

JTG D62

- 24. 《公路桥梁加固设计规范》 JTG/T J22
- 25. 《公路桥涵施工技术规范》 JTG/TF 5026. 《水泥基灌浆料》 JC/T 986
- 27. 《城市桥梁抗震设计规范》 CJJ 166

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
precast urban viaduct piers

DB37/T 5100—2017

条文说明

目 次

1	总则	39
2	术语	41
3	基本规定	42
4	原材料	44
4.1	一般原则	44
4.2	混凝土	44
4.3	钢材	44
4.4	预应力筋 - 锚具组装件	44
4.5	灌浆料	45
4.6	垫层	45
4.7	连接套筒	46
4.8	波纹管	47
4.9	环氧粘结剂	47
5	拼装构造	49
5.1	设计计算	49
5.2	构造要求	50
6	预制施工	52
6.1	一般规定	52
6.2	场地要求	53
6.3	墩柱预制施工	53
6.4	盖梁预制施工	55
6.5	连接套筒施工	56
6.6	波纹管施工	56
6.7	预制构件存放	57

7	运输及安装	58
7.1	一般规定	58
7.2	吊装	58
7.3	运输	59
7.4	预制墩柱和承台安装	59
7.5	预制盖梁和墩柱安装	60
7.6	预制墩柱节段拼装	60
7.7	灌浆连接工艺	60
8	质量控制与验收	63
8.3	工程质量验收单元的划分	63
8.4	工程施工质量验收的程序和组织	63
8.5	预制构件的制造验收	64

1 总 则

1.0.1 装配式混凝土结构在建筑行业早已开始应用，并形成了《装配式混凝土结构建筑技术规范》GB/T 51231—2016、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ355—2015 等国家及行业标准，预制拼装住宅在济南轨道交通 R1 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、安徽济祁高速公路、港珠澳大桥等工程进行了探索应用。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，还可以缩短施工工期，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，已在另一本地方标准《轨道交通预应力混凝土 U 型梁施工及验收规程》中进行详细规定；预制桩已经十分成熟，各行业都有不同的标准规范，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，硬化成形成接头，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高地震危险地区的推广应用，故本规程要求在抗震地区的应用，应进行相关的抗震试验后，再进行实践。

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，尚应符合国家现行标准《铁路桥涵设计基本规范》TB 10002、《铁路桥涵混凝土结构设计规范》TB 100092、《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166、《装配式混凝土结构建筑技术规范》GB/T 51231、《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 等国家和山东省相关技术标准的规定。

2 术 语

本规程所有术语都是对本规程内的具体解释及约束。

3 基本规定

3.0.1 根据灌浆套筒连接、灌浆金属波纹管连接及承插式连接不同的锚固力学机理及施工可行性，本条提出了灌浆套筒连接、灌浆金属波纹管连接的使用范围，其中灌浆套筒连接、灌浆金属波纹管连接模式由于制作工艺及压浆工艺的可靠度高于常规的连接模式，因此可布置在同一断面。由于高立柱受限于运输吊装条件，可采用分段预制、节段间连接；采用灌浆套筒连接的方案，分段数量建议尽量少，以减少现场工作量。

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，因此在设计阶段必须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 R1 号线实际情况，构件的预制方案主要受限于运输条件，建议预制构件的运输重量控制在 150t 以内。

3.0.3 预制构件生产、安装还在探索、研究及尝试使用阶段，有必要编制设计、施工方案，并应组织有经验的专家进行咨询。

3.0.4 为进一步保证成品质量，立柱、盖梁应在专业的预制工厂内生产，工厂应配备如钢筋数控加工、胎架、台座、模板、混凝土搅拌、混凝土浇筑、混凝土养生、预应力张拉、大型吊装、运输等一整套设备和相应的生产工具。

3.0.6 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。

3.0.7 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。

3.0.8 按《铁路桥涵工程施工质量验收标准》，预制拼装桥墩应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 原材料

4.1 一般原则

4.1.1 – 4.1.2 预制构件用原材料应按规定或本规范规定的要求进行检验、验收，验收合格并监理确认后方可使用。

4.1.4 – 4.1.5 原材料的运输及存放要求，应根据各原材料的特点，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，混凝土质量较容易控制，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，特别是对预应力构件，应提高其混凝土等级。

4.2.2 混凝土原材料应符合现行行业标准《铁路混凝土》TB/T 3275、《铁路混凝土结构耐久性设计规范》TB 10005 的要求。粗集料应选用花岗岩或者石灰岩，以此控制石粉含量。细集料应严控含泥量，因为含泥量增加，会破坏混凝土的性能。

4.3 钢 材

4.3.1 – 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两种连接模式均需使用的填充料，其物理力学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。在参考国外和国内房屋建筑预制拼装相应灌浆料技术指标的基础上，灌浆料抗压强度试件尺寸应按 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 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 砂浆垫层用量小时，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，如立杆与承台、立柱与盖梁，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 由于球墨铸铁具备良好的物理、力学、机械加工性能，同时强度－成本比优势非常明显，因此建议采用球墨铸铁，当有抗震及受力性能要求时，也可使用不锈钢制作。

4.7.2 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，因此在工厂预制安装采用现场连接或者直接采用机械连接。本规程称工厂预制安装采用现场灌浆连接的套筒为整体灌浆连接型套筒，工厂预制安装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。

4.7.3 根据上海地方标准《预制拼装桥墩技术规程》DG/TJ 08—2160—2015，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有现场拼装端和预制安装端，安装时应特别注意。

4.7.4 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，这会导致立柱承载力和延能力降低，因此提出断于母材（钢筋），即灌浆套筒的抗拉强度大于等于被连接钢筋的实际拉断强度。

4.7.5 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、厂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、波纹管与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或塑料波纹管，形状应为圆形。但应保证波纹管的环刚度，以免施工破损、漏浆。

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、肋高等作出了一系列的规定。我国现行标准《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62 及《公路桥梁抗震设计细则》JTG/B02-01 对受拉直径锚固于强度大于 C40 混凝土，建议锚固长度大于 30ds，考虑抗震影响，建议增加 10ds，美国 AASHTO 建议的锚固长度计算见下式：

$$\max \left(\frac{0.02A_s f_y}{\sqrt{f_c}} \times 0.8 \times 0.75, 0.06d_s f_y \right) \approx 24d_b$$

考虑到预制立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，参考国内外已有的实验成果，可缩短至 24ds。

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《公路桥梁加固设计规范》JTG/TJ 22 中对其性能也有明确规定。

4.9.2 同类构件之间如立柱节段、盖梁节段，由于工厂预制精

度较高，节段间界面粘结剂应采用环氧类粘结剂。

4.9.3 参考《公路桥梁加固设计规范》JTG/TJ 22，对环氧粘结剂的性能进行规定。

4.9.4 通过实验研究，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 设计计算

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，已有的试验及上海地方标准《预制拼装桥墩技术规程》DG/TJ 08—2160—2015 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立柱中时，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，在立柱静力计算时，应考虑金属套筒对该立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，具体立柱形式可通过试验或精细化分析予以考虑，如偏安全考虑，在验算立柱强度和变形时，也可忽略该金属套筒导致的强度和刚度增加。

5.1.3—5.1.4 为确保预制桥墩满足当前我国规范对桥梁的耐久性要求，条文对预制立柱从材料、施工质量及受力状态等作出了相关的规定。采用灌浆连接套筒或灌浆波纹管连接的预制混凝土桥墩，其耐久性主要考虑预制立柱节段自身以及拼接缝垫层的耐久性，预制立柱节段自身的耐久性与传统现浇混凝土桥墩类似，故可以采用相同的规定；对于墩身内布置灌浆连接套筒的预制立柱，根据国外的应用实践和研究成果，通过提供一定的保护层厚度即可满足要求。对于拼接缝垫层耐久性，主要是确保拼接缝不开裂，以及垫层材料自身的耐久性要求，因此，参考国内外相关

研究成果，高强砂浆垫层通过材料成分及施工质量两方面控制，即可满足要求；对于采用环氧粘结剂为垫层的，从环氧粘结剂材料和施工质量等方面对其提出耐久性要求规定，这些要求均已体现在本规程的相关条文中。

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一整体骨架，当混凝土纵向受压、横向膨胀时，纵向钢筋也会收到混凝土的压力，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，至少每隔一根宜用箍筋或拉筋固定。同时，为了减少套筒的数量以及避免套筒间距过小，建议采用大直径（36mm、40mm）钢筋。

5.2.4 考虑到预制立柱的耐久性要求，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筋。

5.2.6 考虑到预制桥墩的耐久性要求，立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立柱高度和平整度的要求，同时考虑到预制立柱受力要求，砂浆垫层厚度不宜过大；立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 考虑到套筒设置在立柱中对立柱自身局部刚度的影响，为确保预制立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。

5.2.10 考虑到当链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及纵向钢筋与套筒或波纹管可靠的锚固，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则》JTG/T B02-01 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。

5.2.11 从施工和受力角度，盖梁节段截面上宜采用剪力键方式，剪力键方式可参考预制节段箱梁剪力键的构造要求。

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，应经设计单位确认认可。

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。预制施工完成后应及时洒水养护，养护时间不应小于 7d，不得采用海水或含有有害物质的水。

由于冬期较低的气温会对原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《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，生产企业要会同建设、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、刚度的要求。

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

6.1.7 冬季施工严禁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°C ，升温应在混凝土整体浇筑完成 $4\sim 6\text{h}$ 后开始，升温速度不得大于 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ ，当蒸汽温度升至 $50^{\circ}\text{C}\pm 5^{\circ}\text{C}$ 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 $10^{\circ}\text{C}/\text{h}$ 。采用蒸汽养护的混凝土，当养护完毕后的环境气温仍在 0°C 以下时，应待混凝土冷却至 5°C 以下，且混凝土与环境之间的温差不大于 15°C 后，方可拆除模板。

6.1.8 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，合理规划，既要方便现场施工，又要保证场地合理利用。

6.3 墩柱预制施工

6.3.1 立柱如采用水平预制，上表面不容易收光和导致套筒部位混凝土存在不密实现象，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。

6.3.3 立柱实际长度应考虑与承台和盖梁拼接缝间的调节垫块厚度。

6.3.4 对外露钢筋、灌浆套筒采取包裹、封盖措施可保护外露钢筋、避免污染，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，对立柱、盖梁等预制构件精度要求相比传统式有了大幅度的提升，参照国外预制拼装精度控制标准，制定了立柱、盖梁预制构件的加工允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ，包含了钢筋、套筒、金属波纹管构件成品。

6.3.7 由于立柱需要吊装，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，为保证立柱浇注质量，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。

6.3.11 混凝土浇筑后，应进行复测，复测标准建议如下。

项目		允许偏差（mm）	检验方法
灌浆套筒中心位置		+2，0	尺量
外露钢筋	中心位置	+2，0	
	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应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、灌浆套筒采取包裹、封盖措施可保护外露钢筋、避免污染，并防止套筒内部进入杂物。

6.4.4 – 6.4.5 由于采用预制拼装技术，对立柱、盖梁等预制构件精度要求相比传统有了大幅度的提升，参照国外预制拼装精度控制标准，制定了立柱、盖梁预制构件的加工允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$ ，包含了钢筋、套筒、金属波纹管构件成品。

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。

6.4.8 由于采用工厂化预制，模板周转次数较多，为保证立柱浇注质量，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。

项目		允许偏差（mm）	检验方法
灌浆套筒中心位置		+2，0	尺量
外露钢筋	中心位置	+2，0	
	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》JGT 398 的技术要求，安装前应认真核对，以免出现错误。

6.5.2 半灌浆套筒连接的标准进行规定。

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，灌浆连接套筒不得焊接。

6.6 波纹管施工

6.6.1 波纹管应符合国家、行业的标准，进场后应进行质量检验，合格后才可使用。

6.6.2 波纹管刚度比较小，在安装和混凝土浇筑过程中如果不采取增大刚度的措施则容易变形，因此必须采取一定的措施，如

内衬管保证其不变形。

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，避免预制结构污染，产生破坏。

6.7.2 按顺序存放，利于吊装运输，施工方便，标识朝外，便于查找。

6.7.3 应制订存放专项方案，以保护成品的安全。

6.7.4 对孔道封堵，利于后期施工顺利进行。

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。

6.7.7 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 运输及安装

7.1 一般规定

7.1.1、7.1.2 运输车辆应经设计计算选择，满足荷载要求，吊装设备应进行核算，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方案。

7.1.4 预制构件安装前，应核对拼接面的坐标、标高和水平度。

7.1.5 为了确保施工安全和工程质量，拼装施工前，应对材料和现场条件进行复查。

7.1.6 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，并应形成培训和交底记录。

7.1.8 灌浆料具备一定强度后，才可进行下一步施工，以保证结构的耐久性。

7.1.9 冬期施工，除符合本条要求外，尚应专门制定冬期施工方案。

7.2 吊 装

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

7.2.3 吊具、吊架及吊点多次使用后容易出现损伤，因此应对

吊具和吊架及时进行检查和调换。

7.3 运 输

7.3.1 运输道路应进行现场勘察，对路线条件进行规定，确保构件运输中的质量安全。

7.3.2 由于立柱、盖梁等下部结构构件对运输方向、支承点的设置要求不同于预制小箱梁、T 梁等上部结构，因此须专项设计场外运输方案，同时在运输过程中应对外露钢筋进行保护，防止其变形而影响现场拼装。

7.3.4 构件在运输中，应做好成品保护，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链锁接触处的混凝土损伤。

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，进行承载力和刚度验算。

7.4 预制墩柱和承台安装

7.4.2 拼装前应利用吊车将立柱与承台进行现场拼装以测试两者的匹配精度。

7.4.3 调节垫块是控制立柱标高、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 参考济南轨道交通 R1 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。应充分湿润但不能有明显多余水分，因为如果有多余水将造成接缝处的薄弱。

7.4.5 对于立柱与承台拼接，立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 $40\text{mm} \times 40\text{mm} \times 160\text{mm}$ 尺寸，试验 1 组，备用 2 组。

7.5 预制盖梁和墩柱安装

7.5.1 调节垫块是控制立柱标高、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 参考济南轨道交通 R1 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 预制墩柱节段拼装

7.6.1 环氧类胶粘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 参考济南轨道交通 R1 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 参考现行行业标准《预应力混凝土桥梁预制节段逐跨拼装施工技术规程》CJJT 111，对立柱节段间环氧胶粘剂做出了具体的施工要求。

7.6.5 立柱节段拼装设置调节设备对上节立柱进行空间姿态调整。

7.7 灌浆连接工艺

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。

7.7.3 为保证每个连接部位高强无收缩水泥灌浆料强度都达到设计要求，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 灌浆料产品使用说明书规定了灌浆施工的操作说明，压浆法灌浆有机械、手工两种常用方式，分别采用专用机械、专用设备，具体的灌浆压力、灌浆速度可根据现场施工条件确定。可参考《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。当灌浆中遇到问题时，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。

7.7.6 灌浆工艺中，某一个套筒压浆如不保持连续，则该套筒失效，因此，为了保证每个套筒的可靠度，必须考虑应急预案。

7.7.7 灌浆过程中及灌浆施工后应对灌浆孔、出浆孔及时检查，其上表面没有达到规定位置或灌浆料拌合物灌入量小于规定要求，即可确定为灌浆不饱满。对灌浆施工中的问题，应及时发现、查明原因并采取措施。

对于灌浆套筒完全没有充满的情况，当在灌浆料加水拌合 30min 内，应首选在灌浆孔补灌；当在 30min 外，灌浆料拌合物可能已无法流动，此时可从出浆孔补灌，应采用手动设备压力灌浆，并采用比出浆孔小的细管灌浆以保证排气。

当灌浆料拌合物未凝固并具备条件时，易将构件吊起后冲洗灌浆套筒、连接面与连接钢筋，并重新安装、灌浆。

补灌应在灌浆料拌合物达到设计规定的位置后停止，并应在灌浆料凝固后再次检查其位置符合设计要求。

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，本条规定灌浆料宜在加水后 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 如果灌浆不能保证全部灌满，将直接影响被连接构件的整体结构性能，所以必须完全保证灌浆的质量。

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按结构类型和不同的跨度作出规定。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（由水泥水化热引起）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，结构或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 20°C （预应力箱梁和截面较为复杂时，温差大于 15°C ）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°C 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。

8.5.2 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，直接影响建筑物的质量和安全，因此钢筋进场时，必须按批抽取试件作力学性能（屈服强度、抗拉强度和伸长率）试验和工艺性能（冷弯）试验。其质量必须符合设计要求和现行国家标准《钢筋混凝土用钢》GB 1499 等标准的规定。

8.5.3 混凝土配合比选定的好坏，直接关系到结构物的寿命和整个工程的经济效益。混凝土配合比的设计不仅考虑强度等级而且要考虑耐久性能等。