

重庆市工程建设标准

混凝土桥梁节段预制拼装施工及验收标准

Construction and acceptance standards for precast
assembly of concrete bridge segments

DBJ50/T-484-2024

主编单位:重庆交通建设(集团)有限责任公司

重庆建工住宅建设有限公司

批准部门:重庆市住房和城乡建设委员会

施行日期:2024年10月01日

2024 重 庆

重庆工程建设

重庆市住房和城乡建设委员会文件

重庆市住房和城乡建设委员会 关于发布《混凝土桥梁节段预制拼装施工及 验收标准》的通知

各区县(自治县)住房城乡建委,两江新区、重庆高新区建设局,万盛经开区住房城乡建设局、双桥经开区建设局、经开区生态环境建设局,各有关单位:

现批准《混凝土桥梁节段预制拼装施工及验收标准》为我市工程建设地方标准,编号为 DBJ50/T-484-2024,自 2024 年 10 月 1 日起施行。标准文本可在标准施行后登录重庆市住房和城乡建设技术发展中心官网免费下载。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,重庆交通建设(集团)有限责任公司负责具体技术内容解释。

重庆市住房和城乡建设委员会

2024 年 7 月 3 日

重庆工程建设

前 言

根据重庆市住房和城乡建设委员会《关于下达 2021 年度重庆市工程建设标准制定修订项目立项计划(第一批)的通知》(渝建标〔2021〕25 号)文件要求,标准编制组经广泛调查研究,认真总结工程实践经验,参考有关国家、行业标准,经过反复讨论、修改,并在充分征求意见的基础上,结合重庆市实际情况,制定本标准。

本标准的主要技术内容包括:1. 总则;2. 术语;3. 基本规定;4. 材料与设备;5. 节段预制;6. 节段拼装;7. 信息化施工。

本标准由重庆市住房和城乡建设委员会负责管理,由重庆交通建设(集团)有限责任公司负责技术内容解释。本标准的实施、应用过程中,希望各单位将发现的问题和意见函告交重庆交通建设(集团)有限责任公司(地址:重庆市渝北区香锦路 4 号,邮编:401121,电话:023-63426640,传真:023-63426635,邮箱:cqckzb@163.com),以便今后修订时参考。

本标准主编单位、参编单位、主要起草人和审查人员：

主 编 单 位：重庆交通建设(集团)有限责任公司

重庆建工住宅建设有限公司

参 编 单 位：中交二航局第二工程有限公司

重庆交通大学

重庆城投基础设施建设有限公司

重庆大学

重庆建工集团股份有限公司

重庆市住房和城乡建设工程质量安全总站

重庆城建控股(集团)有限责任公司

重庆建工市政交通工程有限责任公司

重庆建工高新建材有限公司

北京城建设计发展集团股份有限公司

中建科技集团西部有限公司

重庆建工第七建筑工程有限责任公司

重庆华硕建设有限公司

重庆对外建设(集团)有限公司

主要起草人：张庆明 向 兵 罗 璐 徐鹏洁 高 果

于海祥 程明华 尚 也 刘海城 刘安金

文 斌 张 意 吴岱峰 刘小勇 王君山

徐略勤 何青骏 杨海清 冉 旭 叶 业

陈 勇 张 昶 刘书丞 应 杰 李云付

李小红 梁月炼 田 梁 段文川 刁 吉

兰国权 宋庆仁 周俊波 尤晓波 刘景红

万 飞 丁 渝 张 沁 华 涛 谭晓翀

姚 笛 王 勇 邓海容 徐粒寒 史绍明

杨寿忠 阳长江 刘 懿 周 杰 李 潇

徐 立 李晓倩 徐 涛 王 忍 刘 恩

王 涛 冯 果 赵亚新 刘茂娜 魏 民

徐巧成 汪岳健 马勤义 梅加春 周富豪
杨远辉 周 波 刘 骁 胡 军 吉 伟
王 博 王曙光 周罗华 李 进 吴双江
李 俊 陶 强 汤晓亮 叶 萍
审 查 人 员: 向中富 余 斌 陈怡宏 李德坤 钟明全
代 彤 杜春林

重庆工程建设

目 次

1	总则	1
2	术语	2
3	基本规定	4
4	材料与设备	5
4.1	一般规定	5
4.2	混凝土材料	5
4.3	钢筋及预应力钢筋材料	6
4.4	模板材料	7
4.5	连接及附属材料	10
4.6	设备、设施	15
5	节段预制	19
5.1	一般规定	19
5.2	场地规划与布置	20
5.3	测量控制	20
5.4	钢筋及预埋件工程	20
5.5	混凝土施工	23
5.6	存放	25
5.7	验收	26
6	节段拼装	28
6.1	一般规定	28
6.2	吊装与运输	28
6.3	墩柱拼装	29
6.4	盖梁拼装	31
6.5	主梁节段逐跨拼装	33

6.6 主梁节段悬臂拼装	38
6.7 拼装测量控制	39
6.8 验收	41
7 信息化施工	45
本标准用词说明	46
引用标准名录	47
条文说明	49

Contents

1	General provisions	1
2	Terms	2
3	Basic requirements	4
4	Materials and equipment	5
4.1	General provisions	5
4.2	Concrete material	5
4.3	Materials for reinforcement and prestressing tendons	6
4.4	Template materials	7
4.5	Connections and accessory materials	10
4.6	Equipment and facilities	15
5	Sections prefabricated	19
5.1	General provisions	19
5.2	Site planning and layout	20
5.3	Measurement control	20
5.4	Rebar and embedded parts engineering	20
5.5	Concrete construction	23
5.6	Storage	25
5.7	Acceptance inspection	26
6	Sections assembled	28
6.1	General provisions	28
6.2	Hoisting and transportation	28
6.3	Pier assembly	29
6.4	Cover beam assembly	31

6.5	Girder segment by span assembly	33
6.6	Main beam segment cantilever assembly	38
6.7	Assembly measurement control	39
6.8	Assembly acceptance	41
7	Information construction	45
	Explanation of Wording in this standard	46
	List of quoted standards	47
	Explanation of provisions	49

1 总 则

1.0.1 为规范混凝土桥梁节段预制拼装施工及验收,促进桥梁现代工业化建造和装配式技术发展,制定本标准。

1.0.2 本标准适用于城市新建混凝土梁式桥主梁、墩身节段预制拼装施工及验收。

1.0.3 节段预制拼装施工应积极推广应用智能建造技术。

1.0.4 节段预制拼装施工及验收除应符合本标准外,尚应符合国家、行业和地方现行有关标准的规定。

2 术 语

2.0.1 节段 segment

墩柱、盖梁或主梁梁体等构件沿其高度、长度方向划分成的柱段或梁段等。

2.0.2 胎架 bed-jig

用于节段钢筋骨架整体制作的一种专用工艺装备。

2.0.3 剪力键 multiple shear keys

节段间用于匹配拼合并承担剪切等作用的凹凸密接匹配的键块和键槽。

2.0.4 环氧胶接缝 epoxy joint

节段的匹配面采用涂抹环氧树脂胶的接缝。

2.0.5 灌浆套筒连接 grouting sleeve connection

在节段制作时将套筒预先埋入节段的连接端,拼装时另一个节段的外露钢筋插入套筒,通过向套筒与钢筋的间隙灌注专用灌浆料,灌浆料凝固后将钢筋锚固在套筒内实现连接。

2.0.6 灌浆金属波纹管连接 grouting metal bellows connection

在节段预制时将金属波纹管预先埋入节段的连接端,拼装时另一个节段的外露钢筋插入金属波纹管,通过向金属波纹管与钢筋的间隙灌注专用灌浆料,灌浆料凝固后将钢筋锚固在金属波纹管管内实现连接。

2.0.7 短线法预制 short-line method prefabricating

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,逐段流水制作节段的预制施工方法。

2.0.8 长线法预制 long-line method prefabricating

混凝土构件沿纵向划分成若干节段,以构件长度作为预制台座长度,在台座上按一定次序逐段匹配制作的预制施工方法。

2.0.9 体外预应力束的转向器 diverter of external prestress tendon

使体外预应力钢束集中弯转的器件。

2.0.10 逐跨拼装法 span-by-span construction method

预制混凝土节段通过专用设备逐跨拼装、逐跨施加预应力的施工方法。

2.0.11 悬臂拼装法 cantilever construction method balanced

在以桥墩为中心的顺桥向两侧,采用专用设备对称平衡地逐段向跨中拼装主梁节段,并逐段施加预应力的施工方法。

2.0.12 临时预应力 temporary prestress

节段拼装过程中,在结构永久预应力施工之前,为使相邻节段紧密连接而施加的预应力。

3 基本规定

- 3.0.1 节段预制拼装施工前,应编制专项施工方案,并进行技术交底。
- 3.0.2 节段预制拼装施工应实行首件制。
- 3.0.3 主梁节段可选用短线法或长线法进行预制,墩柱、盖梁节段可采用整体或分段进行预制。
- 3.0.4 节段的预制、运输及拼装设备应满足节段尺寸及重量、运输条件、架设安装工艺等要求。
- 3.0.5 节段的预制拼装过程中所使用的支架等临时结构,应通过安全验算。
- 3.0.6 应制定节段预制、拼装施工全过程控制测量方案,分别在预制场地及拼装现场建立控制网。
- 3.0.7 节段预制、拼装施工过程中误差超过规定时,应停止施工、分析原因,必要时可采取纠偏措施。
- 3.0.8 节段预制拼装施工应采用信息化管理。
- 3.0.9 节段预制拼装施工应按国家、行业安全生产的有关规定,建立健全安全生产管理体系。
- 3.0.10 节段预制、拼装施工应符合国家、行业环境保护的有关规定。

4 材料与设备

4.1 一般规定

4.1.1 节段预制拼装材料的选用应符合设计要求,并按照国家 and 行业现行有关标准的规定进行质量检查和验收。

4.1.2 用于节段预制拼装的起重设备的检验、检测,应符合特种设备安全技术标准的有关规定。

4.1.3 拼装设备、支撑等临时结构的安装、调试、使用、拆除等,应编制专项施工方案。

4.2 混凝土材料

4.2.1 粗集料和细集料应符合现行行业标准《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 的规定。

4.2.2 混凝土原材料配料设备称量应准确,所有原材料,除水可按体积计外,其余均应按质量进行称量,集料称量的允许偏差应为 $\pm 2\%$,其他原材料称量的允许偏差应为 $\pm 1\%$ 。

4.2.3 超高性能混凝土中的水泥、矿物掺合料、集料等应符合国家现行标准《通用硅酸盐水泥》GB 175、《用于水泥、砂浆和混凝土中的粒化高炉矿渣粉》GB/T 18046、《砂浆和混凝土用硅灰》GB/T 27690 和《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定。化学外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定。钢纤维的抗拉强度不应小于 2000MPa,合成纤维应符合《纤维混凝土试验方法标准》CECS13 的规定,玻璃纤维的外观、抗拉强度等力学性能指标应符合《土木工程用玻璃纤维增强筋》JG/

T 406 的规定。并应符合现行行业标准《纤维混凝土应用技术规程》JGJ/T 221 的规定。

4.2.4 对新浇筑混凝土的养护,应根据施工对象、环境条件、水泥品种、外加剂或掺合料以及混凝土性能等因素,制订具体的养护方案。

4.3 钢筋及预应力钢筋材料

4.3.1 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,应按不同的钢种、等级、牌号、规格及生产厂家分批抽取试样进行力学性能检验,检验试验方法应符合现行国家标准的规定。钢筋经进场检验合格后方可使用。

4.3.2 钢筋应符合现行《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、《钢筋混凝土用余热处理钢筋》GB 13014、《冷轧带肋钢筋》GB/T 13788 的规定;环氧涂层钢筋应符合现行《钢筋混凝土用环氧涂层钢筋》GB/T 25826 的规定;其他特殊钢筋应符合其相应产品标准的规定。

4.3.3 预应力钢筋的性能和质量,应符合国家和行业现行有关标准的规定。钢丝应符合《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223 的规定;钢绞线应符合《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的规定;螺纹钢筋应符合《预应力混凝土用螺纹钢筋》GB/T 20065 的规定。

4.3.4 预应力钢筋进场时应分批验收,验收时,除应按合同要求对其质量证明书、包装、标志等进行检查外,尚应按《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 的规定进行检验。

4.3.5 当节段预制混凝土桥梁采用环氧树脂涂层钢筋时,应符合现行行业标准《环氧树脂涂层钢筋》JG/T 502 的规定。

4.3.6 预应力混凝土构件中的钢绞线、钢丝和精轧螺纹钢筋应

符合现行国家标准《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224、《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223 和《预应力混凝土用螺纹钢筋》GB/T 20065 的规定。

4.3.7 无粘结钢绞线应符合现行行业标准《无粘结预应力钢绞线》JG 161 和《无粘结钢绞线体外预应力束》JT/T 853 的规定。

4.3.8 体外预应力所采用的材料应符合下列规定：

1 体外预应力钢筋选用高强度低松弛预应力钢绞线时，其性能和质量应符合现行《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 的规定；

2 体外束的外套管选用高密度聚乙烯管或镀锌钢管时，其性能和质量应符合相应产品标准的规定。外套管和连接接头应完全密闭防水，在使用期应有可靠的耐久性；外套管应与预应力钢筋和防腐材料具有良好的兼容性，且应能抵抗运输、安装和使用过程中所受的各种作用力而不被损坏。

4.3.9 预应力钢筋应保持清洁，在存放和搬运过程中应避免使其产生机械损伤和有害的锈蚀。进场后的存放时间宜不超过 6 个月，且宜存放在干燥、防潮、通风良好、无腐蚀气体和介质的仓库内；在室外存放时，不得直接堆放在地面，应支垫并遮盖，防止雨露和各种腐蚀性介质对其产生不利影响。

4.3.10 环氧涂层钢绞线应符合《环氧涂层七丝预应力钢绞线》GB/T 21073、《单丝涂覆环氧涂层预应力钢绞线》GB/T 25823 和《环氧涂层预应力钢绞线》JG/T 387、《填充型环氧涂层钢绞线体外预应力束》JT/T 876 的规定。

4.3.11 预应力钢筋验收时，应检查预应力钢筋合格证和检验报告。

4.4 模板材料

4.4.1 节段预制应采用专门设计的钢模板，钢模板及其支撑除

应满足强度、刚度和稳定性的要求外,应满足多次重复使用不变形及保证节段预制精度的要求。模板应严格实行准入制度。用长线法预制节段时,同一连续匹配浇筑的梁段应在同一长线台座上制作;采用短线法时,应在台座上匹配预制,并应符合下列规定:

1 端模及侧模应采用钢模板,端模应铅直、牢固,匹配节段移出就位时应根据梁体曲线精确定位,待浇节段的侧模及底模均应符合节段的线形要求;

2 匹配节段应有可靠精确的空间调整装置;

3 内模宜安装在可移动的台车支架上做成可调整的模板系统,应保证其刚度及承载能力满足节段预制的精度要求;

4 模板应与匹配节段连接紧密、无漏浆,其安装质量应符合表 4.4.1 的规定。

表 4.4.1 模板安装质量验收标准

序号	项目		允许偏差(mm)	检验频率	
				范围	点数
1	相邻两板表面高低差		2	每个节段	4
2	表面平整度		2		4
3	垂直度		$H/1000$,且 ≤ 3		4
4	内模尺寸	长度	-3,0		3
		宽度	0,+2		3
		高度	0,+3		4
5	轴线偏移量		2		3
6	匹配节段定位	纵轴线	2		2
		高差	± 2		3

注: H 为节段梁的高度(mm)。

4.4.2 模板宜采用钢材、胶合板或其他适宜的材料制作;支架宜采用钢材或常备式定型钢构件等材料制作。钢材的性能和质量应符合现行《碳素结构钢》GB/T 700 的规定;胶合板的性能和质

量应符合现行《混凝土模板用胶合板》GB/T 17656 或现行《混凝土模板用竹材胶合板》LY/T 1574 的规定；其他材料应符合其相应国家或行业标准的规定，常备式定型钢构件应符合该产品相应的技术规定。

4.4.3 模板的设计可按现行《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162 的规定执行，采用冷弯薄壁型钢时应符合现行《冷弯薄壁型钢结构技术规范》GB 50018 的规定，采用定型组合钢模板时应符合现行《组合钢模板技术规范》GB/T 50214 的规定。钢支架的设计应符合现行《钢结构设计标准》GB 50017 的规定。木模板和木支架的设计应符合现行《木结构设计标准》GB 50005 的规定。采用定型钢管脚手架作为支架材料时，支架的设计应分别符合现行《建筑施工碗扣式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 166、《建筑施工门式钢管脚手架安全技术标准》JGJ/T 128、《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130、《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ 231 或《桥梁用蟹钳式三角钢管支架》JT/T 1107 的规定。

4.4.4 模板和支架应符合下列规定：

1 模板和支架应具有足够的强度、刚度和稳定性，应能承受施工过程中所产生的各种荷载；

2 模板、支架的构造应简单、合理，结构受力应明确，安装、拆除应方便；

3 模板应能与混凝土结构或构件的特征、施工条件和浇筑方法相适应，应保证结构物各部位形状尺寸和相互位置的准确；

4 模板的板面应平整，接缝处应严密且不漏浆；模板与混凝土的接触面应涂刷隔离剂，但不得采用废机油等油料，且不得污染钢筋及混凝土的施工缝；

5 支架应稳定、坚固，应能抵抗在施工过程中可能发生的振动和偶然撞击；

6 支架不得与应急安全通道相连接。

4.5 连接及附属材料

4.5.1 锚具应根据预应力钢筋类型、锚固要求和张拉工艺等需求选用,以保持预应力钢筋的强度。

4.5.2 锚具、夹具和连接器应符合下列规定:

1 锚具、夹具和连接器出厂时应成箱包装并符合包装相关规定,包装箱内必须附有产品合格证、说明书、装箱单和质量证明书;

2 锚具、夹具和连接器进场时,每一合同批应附有上述产品质量证明材料和装箱单;

3 锚具、夹具和连接器应符合《预应力钢筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 的规定,并设有专人保管。

4.5.3 管道的进场检验应符合下列规定:

1 进场时应对其外观、尺寸、集中荷载下的径向刚度、荷载作用后的抗渗漏及抗弯曲渗漏等进行检验。检验试验方法应分别符合现行《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225 和《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》JT/T 529 的规定;

2 管道应按批进行检验。金属波纹管每批应由同一钢带生产厂生产的同一批钢带所制造的产品组成,每批数量应不超过 50000m;塑料波纹管每批应由同一配方、同一生产工艺、同设备稳定连续生产的产品组成,每批数量应不超过 10000m;

3 检验时应先进行外观质量的检验,合格后再进行其他指标的检验。当其他指标中有不合格项时,应取双倍数量的试件对该不合格项进行复验;复验仍不合格时,该批产品为不合格。

4.5.4 PE 套筒的各项技术性能应符合设计要求和《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》JT/T 529 的规定。

4.5.5 钢筋的连接宜采用焊接接头或机械连接接头。直径不小于 20mm 的钢筋均应采用 I 级机械接头接长,接头类型宜采用套

筒挤压或镦粗直螺纹接头,其技术标准应符合《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107 的有关规定。

4.5.6 当采用焊接接头时,主要受力钢筋宜采用闪光接触对焊,须有冷弯试验合格保证,并须符合《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的要求。

4.5.7 梁体钢筋及骨架应采用自动化加工及制作,采用数控钢筋弯曲机、数控弯箍机等智能化设备集中加工成型,利用胎架集中绑扎、成型骨架整体吊装。

4.5.8 预应力管道应符合下列规定:

1 金属波纹管应符合《预应力混凝土用金属波纹管》JG/T 225 的规定,并应对其在荷载下的径向刚度、荷载作用后的抗渗漏及抗弯曲渗漏等进行检验;

2 塑料波纹管进场时,应对其密封性进行检测,并应符合《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》JT/T 529 的规定;

3 所有预应力管道应采取保护措施。

4.5.9 预应力钢束应符合下列规定:

1 预应力钢束应采用整体穿束工艺;

2 预应力钢束张拉应采用智能化数控张拉设备。在张拉过程中对智能张拉系统自动采集计算结果进行初步判定。

4.5.10 钢筋灌浆套筒和灌浆波纹管锚固连接采用的灌浆料应满足设计要求,设计未规定时,应按表 4.5.10 规定执行,并应符合国家现行标准《水泥基灌浆材料应用技术规范》GB/T 50448 和《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的规定。

表 4.5.10 钢筋灌浆套筒和灌浆波纹管锚固连接用灌浆料的技术性能

项目(性能指标单位)		性能指标
流动性(mm)	初始	≥300
	30min	≥260

续表4.5.10

项目(性能指标单位)		性能指标
抗压强度(MPa)	1d	≥ 35
	3d	≥ 60
	28d	≥ 100
膨胀率(%)	3h	≥ 0.02
	24h 与 3h 差值	0.02~0.50
氯离子含量(%)		≤ 0.03
沁水率(%)		0

4.5.11 预制构件接缝采用砂浆垫层时,应采用高强无收缩水泥基砂浆,其性能指标应满足设计有关规定,初凝时间不应小于 2h。砂浆宜选用质地坚硬、级配良好的中砂,砂子的细度模数不应小于 2.6,含泥量不应大于 1%,且不应含有泥块。

4.5.12 当预制节段接缝采用环氧树脂胶时,应满足设计要求,设计未规定时,其胶体主要性能应按表 4.5.12 规定执行。

表 4.5.12 环氧树脂胶主要性能要求

性能项目			性能要求	试验方法标准
物理性能	可施胶时间(min)		≥ 20	GB/T 7123.1
	可粘结时间(min)		≥ 60 , 且 ≤ 240	GB/T 12954.1
	固化速度 (低限温度条件)	12h 抗压强度(MPa)	≥ 40	GB/T 17671
		24h 抗压强度(MPa)	≥ 60	
		7d 抗压强度(MPa)	≥ 80	
	1h		≥ 6000	GB/T 17671
	压缩弹性模量 * (MPa)	瞬时	≥ 8000	
		1h	≥ 6000	
	剪切弹性模量 * (MPa)	瞬时	≥ 1500	—
		1h	≥ 1200	—

续表4.5.12

性能项目			性能要求	试验方法标准
物理性能	在结构立面上无流挂现象的涂胶层厚度(mm)		≥ 3	—
	不挥发物含量(固体含量)(%)		≥ 99	GB/T 2793
	吸水率(高限温度条件)(%)		$\leq 0.5\%$	—
	水中溶解率(高限温度条件)(%)		$\leq 0.1\%$	—
	高限温度条件 固化 7d 的热变 形温度(℃)	0℃ $\leq$ 适用温度 $<10^{\circ}\text{C}$	45	GB/T 2793
		10℃ $\leq$ 适用温度 $<30^{\circ}\text{C}$	50	
		30℃ $\leq$ 适用温度 $<60^{\circ}\text{C}$	60	
	伸长率(%)		≥ 1.0	GB/T 2567
力学性能	抗压强度(MPa)		≥ 80	GB/T 17671
	钢-钢拉伸抗剪强度标准值(MPa)		≥ 14	GB/T 7124
	与混凝土的正拉粘结强度(MPa)		≥ 3.0 , 且为混凝土内聚破坏	JG/T 157
化学性能	耐湿热老化性	50℃、95% 相对湿度的环境条件下老化 90d 后, 常温条件下钢-钢拉伸抗剪强度降低率	$\leq 10\%$	GB 50728
	耐盐雾性	5%氯化钠溶液、喷雾压力 0.08MPa、试验温度 $(35\pm 2)^{\circ}\text{C}$ 、每 0.5h 喷雾一次、每次 0.5h、作用持续时间 90d, 到期钢-钢拉伸抗剪强度降低率	$\leq 5\%$, 且不得有裂纹或脱胶	GB 50728

4.5.13 体外预应力钢筋的保护应符合下列规定:

- 1 在运输及施工过程中, 应对成品体外预应力护套进行保护;
- 2 使用时完全暴露于空气中, 应采用防腐材料保证其耐久性;

3 锚具应设置全密封防护罩,对不可更换的可在防护罩内灌注水泥浆或其他防腐蚀材料;对可更换的应保留必要的预应力钢筋长度,在防护罩内灌注油脂或其它可清洗的防腐蚀材料。

4.5.14 体外束的防腐材料应满足下列要求:

1 水泥基压浆料在施工过程中应按填满外套管,连续包裹预应力钢筋全长,并使气泡含量最小;套管应能承受 1.0N/mm^2 的内压;

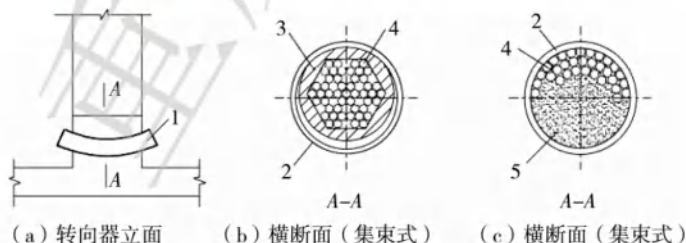
2 防腐蚀材料的耐久性能应与体外束所处的环境类别和相应设计使用年限的要求相一致;

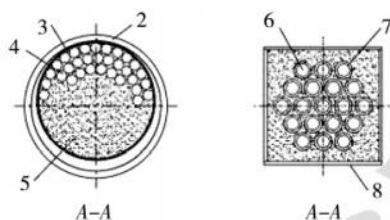
3 对刚性外套管,应具有可靠的防腐蚀性能,使用一段时间后,应重新涂刷防腐蚀涂层;对高密度聚乙烯等塑料外套管,应保证长期使用的耐老化性能,必要时进行更换;

4 钢绞线束应设置保护层以隔离腐蚀介质,金属保护层宜采用镀锌层防腐,非金属保护层宜采用环氧树脂涂层防腐;同时束体外宜设置套管,钢绞线张拉完成后,在套管内灌注填充材料进行防腐处理;

5 防腐蚀材料在体外束的加工制作、运输、安装和张拉等过程中,应保持稳定性、柔性以及无裂纹。

4.5.15 体外预应力钢束的转向器(图 4.5.15)可采用集束式转向器或散束式转向器,转向器应保证预应力可靠地传递给结构主体。在箱形截面梁中,可采用隔梁、肋梁或独立的转向块等形式实现转向。转向器处的钢套管鞍座应预先弯曲成型,埋入混凝土中。





(d) 横断面 (集束式) (e) 横断面 (散束式)

图 4.5.15 转向器截面示意图

1—转向器;2—钢管;3—外护套;4—钢绞线;5—水泥浆;

6—无粘结钢绞线;7—引导管;8—附属结构

4.5.16 转向装置宜采用不锈钢件、镀锌钢件等抗腐蚀钢材。

4.5.17 减振器安装应根据实际束体位置,同时结合理论点位置确定减振器的安装位置,并将其固定。固定方式可采用支撑架与梁体预埋件连接的形式。

4.5.18 应检查预应力用锚具、夹具和连接器合格证、抽检记录或检验报告,以及波纹管合格证和抽检记录。

4.6 设备、设施

4.6.1 钢筋应采用数控化机械设备在专用厂房中集中下料和加工,其形状、尺寸应符合设计的规定;加工后的钢筋,其表面不应有削弱钢筋截面的伤痕。

4.6.2 钢筋应采用信息化管理系统进行生产加工,实现物料的精准管控和自动配送。

4.6.3 钢筋数控设备使用前应进行定期保养与维护。

4.6.4 钢筋数控设备需经过培训的专业操作人员使用,操作人员需穿戴专用服装进行操作。

4.6.5 预应力千斤顶应根据预应力筋和锚具种类选用,其张拉力及行程应选择适当。

4.6.6 孔道灌浆应采用可连续作业的活塞式灌浆泵。

4.6.7 用于后张孔道灌浆的设备性能应符合下列规定：

1 搅拌机的转速应不低于 1,000r/min,搅拌叶的形状应与转速相匹配,其叶片的线速度宜不小于 10m/s,最高线速度宜限制在 20m/s 以内,且应能满足在规定的时间内搅拌均匀的要求；

2 用于临时储存浆液的储料罐亦应具有搅拌功能,且应设置网格尺寸不大于 3mm 的过滤网；

3 设备电器控制部分应具有防水、防震、防尘措施；

4 真空辅助压浆工艺中采用的真空泵应能达到 0.10MPa 的负压力。

4.6.8 运输车辆应符合下列规定：

1 运输车辆在梁场停放后,应配合梁场龙门吊或其他方式将节段吊或移至运输车辆上方；

2 运输车辆停运时,应及时放置止轮器。

4.6.9 拼装设备、支承等临时结构的安装、调试、使用、拆除等,应编制专项施工方案。

4.6.10 节段拼装可采用架桥机、桥面吊装、起重机、龙门吊等架设设备。

4.6.11 架桥机的拼装、移动等施工顺序及工况,应在桥梁下部结构和主梁节段预制施工前确定。

4.6.12 当架桥机进行节段拼装、移动就位、维护保养等作业时,必须按架桥机操作手册、保养手册的有关规定进行操作。

4.6.13 应对所架主梁和所通过的结构进行运输车辆及架桥机施工荷载检算。架桥机的技术要求应满足《架桥机安全规程》GB 26469 的要求。对于新设计、首次使用的架桥机应进行型式试验。用于梁体架设安装的架桥机其起重参数应满足架梁的安全要求。

4.6.14 架桥机、起重机及龙门吊等应经试吊确认安全后方可用于正式施工。架桥机进行安装作业时其抗倾覆稳定系数应不小于 1.3;架桥机过孔时,应将起重小车置于对稳定最有利的位臵,且其抗倾覆稳定系数不应小于 1.5。

4.6.15 龙门吊轨道基础承载能力应达到安全要求。龙门吊轨道纵向坡度不能大于 1%，两轨间水平误差不超过间距的 1%。

4.6.16 龙门吊运行须注意以下事项：

1 检查龙门吊轨道和地面上及运行范围内是否有人或障碍物，并检查起升高度和行走限位开关是否灵敏。开动前，先鸣铃示意；

2 起吊物件要缓起缓放，禁止猛起急落，应慢速先把钢丝绳收紧，然后用常速起吊，吊大件严禁用快速；

3 吊运物件时要在安全通道上空运行，不准从人和机器设备上通过，如无安全通道，而必须在有人的地方通过时，应先鸣铃示意，待人躲开后再通过；

4 吊运重大物件时，须先将重物吊移到安全通道上空，然后再运行。

4.6.17 当采用架桥机拼装节段应符合下列规定：

1 架桥机的起吊装置必须具备过载保护装置、卷扬机的过缠绕和欠缠绕保护装置、限位及缓冲装置、风速报警装置、避雷装置等；

2 架桥机安装、调试完成后，必须进行静载和动载试验，并应符合下列规定：

1) 施工前应按施工荷载对起吊设备进行强度、刚度验算，其安全系数应不小于 2；

2) 节段起吊安装前，应对起吊设备进行全面安全技术验收，并应分别进行 1.25 倍设计荷载的静载和 1.1 倍设计荷载的动载试验。

3 应检查起重设备的荷载显示装置、刹车装置、钢丝绳缠绕装置、限位装置是否正常工作。

4.6.18 当采用支架法拼装施工时，除应满足支架施工相关规范外，还应满足下列规定：

1 严格按批准的专项施工方案进行支架施工，搭设完成后，

应视根据不同情况确定是否进行预压；

2 支架搭设施工前,应检查支撑体系结构与施工荷载、计算方法、节点构造和安全措施,设计审批手续应齐全；

3 支架支撑体系计算时,应进行地基承载力的验算,支撑系统范围内的地基承载力应满足桥梁拼装施工时总荷载的要求；

4 支架的构造应满足节段拼装后的防滑移要求以及完成张拉作业后落架拆除的要求。

5 节段预制

5.1 一般规定

5.1.1 预制节段上需要设置临时预埋件、预留孔时,应经设计单位确认。

5.1.2 预制节段标识应包括节段编号、制作日期、合格状态、生产单位、监理单位等内容。

5.1.3 节段预制前,在预制场应设置平面控制点、水准点,且各不少于3个;当采用短线法预制主梁节段、分段预制墩柱或盖梁时,前一节段产生的线形偏差应在后续节段预制时进行修正。

5.1.4 节段出场前,应对节段的质量进行检查验收,经检查验收合格的节段方可出场。

5.1.5 长线法预制节段应符合下列规定:

- 1 同一连续匹配浇筑的节段应在同一个长线台座上制作;
- 2 台座应坚实可靠,地基变形应满足节段预制精度要求;
- 3 模板宜采用钢模板。模板及支撑应满足刚度、承载能力、稳定性和多次使用的要求。

5.1.6 短线法预制节段应符合下列规定:

- 1 端模及侧模应采用钢模板,端模应铅直、牢固,匹配节段移出就位时应根据梁体曲线精确定位,待浇节段的侧模及底模均应符合节段的线形要求;
- 2 匹配节段应有可靠精确的空间调整装置;
- 3 模板应与匹配节段连接紧密、无漏浆,并应满足反复使用的质量要求;
- 4 内模宜安装在可移动的台车上做成可调整的模板系统,

应保证其刚度及承载能力满足节段预制的精度要求。

5.2 场地规划与布置

5.2.1 预制场地应根据预制设备的施工能力、构件的生产效率合理规划与布置,并应划分各区的功能。

5.2.2 预制场地除应便于节段移运、存放、养护及出运外,还应符合下列规定:

- 1 应配有给水排水、电气等管网和养护系统;
 - 2 预制台座、修整区台座、存梁台座及场内移运道路应具有足够的承载力;
 - 3 预制场宜采用标准化厂房。
- 5.2.3 墩柱钢模板整体翻转宜采用专业的翻转台座。

5.3 测量控制

5.3.1 预制场测量控制系统分为有塔形式和无塔形式;节段梁、墩柱及盖梁节段预制宜按有塔形式布置。

5.3.2 测量控制点应远离热源、振动源,并有保护装置。

5.3.3 施工过程中,应对测量控制点进行复测,复测周期应不超过6个月;当对测量控制点的稳定性有疑问时,应立即进行复测。

5.3.4 测量所用的仪器、设备等应经法定计量机构检定和校验,合格后方可使用。

5.3.5 节段内用于节段测量控制的预埋件应采取有效的防护措施。

5.4 钢筋及预埋件工程

5.4.1 钢筋制作、安装应符合下列规定:

- 1 节段钢筋应加工成钢筋骨架后整体放入模板；
- 2 钢筋骨架的制作宜在胎架上完成；
- 3 钢筋骨架应采用多点起吊；
- 4 节段钢筋骨架的几何尺寸、钢筋型号、数量、规格、等级、间距、搭接长度及钢筋接头位置的布置均应满足设计要求。

5.4.2 预应力管道的安装应符合下列规定：

- 1 管道采用抽拔管或预埋管的形式；
- 2 定位钢筋宜采用环箍钢筋与普通钢筋相连接的形式；
- 3 抽拔管或预埋管的定位钢筋间距不应大于 500mm；位于曲线上的管道和扁平波纹管应适当加密；
- 4 预埋的管道口应设置临时密封装置。

5.4.3 墩柱及盖梁灌浆套筒安装应符合下列规定：

- 1 灌浆套筒安装应采用装有定位销的定位板定位，安装允许偏差均为 2mm；
- 2 灌浆套筒预制安装端应放入止浆塞，并确保密封牢固；
- 3 灌浆套筒采用箍筋定位固定，灌浆套筒与箍筋连接应采用绑扎，不得采用焊接连接；
- 4 灌浆套筒压浆管、出浆管和对应的压浆口、出浆口连接应密封牢固，压浆管、出浆管长度应根据墩柱或盖梁尺寸预留准确，并用止浆塞塞紧，止浆塞与模板应紧密贴合；
- 5 拆模完成后，应及时检查灌浆套筒内腔是否干净通畅，确保无水泥浆等杂物。

5.4.4 节段的预埋件有定位并固定。

5.4.5 节段梁浇筑前，应对钢筋、预埋件及预应力孔道空间位置进行质量验收，符合表 5.4.5-1 规定；墩柱及盖梁浇筑前，应对钢筋及预埋件空间位置进行质量验收，符合表 5.4.5-2 规定。

表 5.4.5-1 节段梁钢筋及预埋件安装验收标准

序号	检验项目		允许偏差	检验频率		
				范围	点数	
1	受力钢筋间距	两排以上钢筋间距	±5	每个钢筋骨架	4	
		同排钢筋间距	±5		4	
2	箍筋、横向水平钢筋间距		±10		4	
3	钢筋定位		5		4	
4	弯起钢筋位置		±10		4	
5	保护层厚度		0,+5		6	
6	预埋件	剪力键	位置	每个剪力键	1	
			平面高差		2	1
		支座板、锚垫板等预埋钢板	位置	每个预埋	1	
			平面高差		2	1
		螺栓、锚筋等	位置		5	1
			外露尺寸		±5	1
7	吊孔	位置	2	每个预留孔洞	1	
8	预应力钢筋孔道	位置	5		3	

表 5.4.5-2 墩柱及盖梁钢筋及预埋件安装验收标准

序号	项目		规定值或允许偏差	检验频率	
				范围	点数
1	受力钢筋间距(mm)	两排以上排距	± 5	每个骨架	4
		同排	± 5		4
2	箍筋、构造筋、螺旋筋间距(mm)		± 10		4
3	钢筋骨架尺寸(mm)	长、宽、高或直径	± 5		4
4	弯起钢筋位置(mm)		± 20		30%
5	保护层厚度(mm)		± 10		8

续表5.4.5-2

序号	项目			规定值或 允许偏差	检验频率	
					范围	点数
6	预埋件	支座板等 预埋钢板	位置(mm)	3	每个预埋件	1
			平面高差(mm)	2		1
		螺栓及其它 预埋件	位置(mm)	5		1
			平面高差(mm)	±5		1
7	吊孔(mm)			2	每个预留孔洞	1

5.5 混凝土施工

5.5.1 混凝土浇注符合下列规定：

- 1 节段混凝土应一次浇筑完成；
- 2 在运输过程中，应控制混凝土不离析、不分层，性能应满足施工要求；
- 3 混凝土应分层布料，对称浇筑，分层厚度不宜大于 300mm；
- 4 混凝土入模温度宜控制在 $5^{\circ}\text{C} \sim 28^{\circ}\text{C}$ ；
- 5 混凝土振捣应以附着式振捣器为主，插入式振捣器为辅；
- 6 插入式振捣器应避免碰及管道、灌浆套筒、剪力键等各类预埋件；
- 7 应控制混凝土坍落度；
- 8 室外昼夜日平均气温连续 5d 稳定低于 5°C 时，节段预制应采取冬期施工措施；
- 9 节段混凝土浇筑前宜在节段的匹配面及端模板表面均匀涂刷对混凝土无害并便于清洗的脱模剂；
- 10 试块数量除应满足标准养护需求外，还应满足同条件养护、测定混凝土阶段性强度的要求。

5.5.2 混凝土养护应符合下列规定：

根据环境温度、水泥品种、外加剂、施工进度要求以及混凝土性能的要求等制定洒水或蒸汽养护等方式,并符合下列规定:

1 混凝土的洒水保湿养护时间应不少于 14d,对重要工程或有特殊要求的混凝土,应根据环境湿度、温度、水泥品种以及掺用的外加剂和掺合料等情况,酌情延长养护时间,并应使混凝土表面始终保持湿润状态;

2 对节段的外立面混凝土宜采用喷湿或其他适宜的方式进行养护;

3 墩柱宜采用养护棚(罩)进行养护,梁节段宜搭设养护棚进行养护;

4 热期养护宜采用智能喷淋系统,冬期养护宜采用蒸汽养护;

5 采用蒸汽养护时,应符合下列要求:

1) 静停阶段应在 2h~6h 之间;

2) 加热应均匀;

3) 升温、降温速率控制值应符合表 5.5.2 的要求;

表 5.5.2 升温、降温速率控制值

表面系数(m^{-1})	升温速度($^{\circ}C/h$)	降温速度($^{\circ}C/h$)
≥ 6	15	10
< 6	10	5

4) 恒温阶段温度宜控制在 $55^{\circ}C \sim 65^{\circ}C$;相对湿度应不低于 90%;

5) 节段在养护过程中,应进行温度测量,当外界与节段表面温差不大于 $15^{\circ}C$ 时,方可拆除蒸汽养护设施,并采用喷湿方式进行养护;

6) 混凝土配合比试验应与蒸汽养护温度控制试验同步进行。

6 匹配面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。

5.5.3 模板拆除应符合下列规定:

- 1 脱模时间应符合设计要求。当设计无要求时,在混凝土抗压强度符合设计强度标准值的 75% 要求后,方可拆除内外模板;
- 2 脱模或移动节段时,应防止伤及棱角和剪力键等部位;
- 3 模板拆除后应及时对节段进行检查验收,测量其外形尺寸,并标出梁高及纵横轴线。

5.6 存 放

5.6.1 节段存放方式应根据截面形式、受力特点确定。

5.6.2 节段吊离预制台座、移运、堆存时,混凝土的强度应达到设计要求。设计无要求时,应达到混凝土抗压强度设计强度 80%。

5.6.3 节段在预制场内移运、装车时,宜采用搬运机、龙门起重机等移动起吊装置。匹配梁与新浇梁脱开时,必须微动操作,避免造成剪力键损坏。

5.6.4 节段在转运及存放过程中不应出现损伤和变形。对施工过程中意外受损的剪力键视损坏程度情况进行修复,尽量不修复,防止出现拼接误差。

5.6.5 节段存放应符合下列规定:

- 1 节段应按其安装顺序编号存放;
- 2 节段吊离预制台座移至存放区后应及时进行养护;
- 3 墩柱宜采用竖向存放,梁节段可根据实际结构形式采取叠放或单层存放;
- 4 梁节段多层叠放时,层与层之间宜采用枕木、橡胶板等弹性支撑物进行支承,支撑位置应设在设计规定的支点处;
- 5 梁节段存放层数应符合设计要求。设计无要求时,存放层数不宜超过两层。

5.6.6 节段应满足设计规定的存放时间。设计无要求时,不宜

少于 28d。

5.7 验 收

5.7.1 主梁节段预制质量应符合表 5.7.1 的要求。

表 5.7.1 主梁节段预制质量验收标准

序号	项目		规定值或 允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
				范围	点数	
1	混凝土抗压强度		在合格 标准内	每个 节段		按现行国家标 准要求进行
2	顶部表面平整度		5		4	用 2m 直尺检验
3	长度		0,-2		3	用尺量
4	断面尺寸	宽度	±3		2	用尺量
		高度	±5		2	
		厚度	0,+5		8	
5	轴线偏移量	纵轴线	2		1	用经纬仪测量
		横隔梁轴线	2		1	
6	剪力键	位置	2	每个剪 力键	1	用尺量
		平面高差	2		1	用水准仪测量
7	预埋件	支座板、锚 垫板等预 埋件	位置	每个预 埋件	1	用尺量
			高程		1	用水准仪测量
			平面高差		1	用水准仪测量
		螺栓、钢 筋等	位置		1	用尺量
			外露尺寸		1	用尺量
8	预留孔	吊孔	位置	每个预 留孔洞	1	用尺量
		预应力孔 道位置	位置		1	
			孔径		1	用内卡尺量

5.7.2 墩柱、盖梁节段预制质量验收标准应符合表 5.7.2 的要求。

表 5.7.2 墩柱、盖梁节段预制质量验收标准

序号	检查项目			规定值或 允许偏差	检验频率		检验方法
					范围	点数	
1	混凝土强度(MPa)			在合格 标准内	每个 节段		按现行国家标 准要求进行
2	构件 尺寸 (mm)	长度		± 2	每个 节段	2	尺寸
		宽度		± 2		2	
		高度		± 2		2	
3	灌浆套筒或灌浆波 纹钢管(mm)	位置		2	每个 节段	2	尺寸
4	用于灌浆套筒或灌浆 波纹钢管锚固连接 的主筋(mm)	位置		2		2	尺寸
		预留长度		$-2,0$		2	
5	预埋件 (mm)	支座板等 预埋件	位置	10	每个	1	尺寸
			平面高差	5		1	
		螺栓及其 他预埋件	位置	5		1	
			外露尺寸	± 5		1	
6	吊孔(mm)	位置		5	每个	1	尺寸

6 节段拼装

6.1 一般规定

- 6.1.1 拼装前,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复查。
- 6.1.2 预制节段拼装前应进行试拼装。
- 6.1.3 灌浆套筒或灌浆金属波纹管内灌浆料强度应大于 35MPa 后方可进行下一工序施工。
- 6.1.4 拼装前应复测、加密原测量控制网,建立满足拼装精度要求的施工测量控制网。

6.2 吊装与运输

6.2.1 吊装应符合下列规定:

- 1 墩柱、盖梁、节段梁(吊具、吊架、吊点等)的吊装方案应进行专项设计;
- 2 吊具、吊架应定期进行探伤检查和维护;
- 3 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;
- 4 正式吊装前应进行试吊装。

6.2.2 运输应符合下列规定:

- 1 墩柱宜采用卧式运输,应采取必要的防护措施,防止墩柱底部损坏;盖梁节段运输时应安装临时支撑进行稳固;主梁节段可根据实际采取立式或卧式的方式进行节段运输;
- 2 节段运输应根据运输路线的最大纵坡、横坡,合理设置支

撑点,并对节段进行受力验算;

3 节段陆路运输时,应符合下列规定:

- 1) 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;
- 2) 节段运输时,起步和运行应缓慢,应平稳前进,严禁突然加速或紧急制动。当运输车辆接近卸梁地点或架桥机时,应减速徐停;
- 3) 应对节段运输通过的桥梁的承载力进行验算;
- 4) 运输车辆行驶应设置警示标识和警示灯光。

4 节段水路运输应符合下列规定:

- 1) 应事先了解气象、河流水文情况,与港监、水务等相关取得联系并取得认可,确定运输时间;
- 2) 应结合水位条件,勘查运输线路上的桥孔通航限高条件;
- 3) 运输出航前,应根据气象、水文条件确认是否满足船舶出航运输的要求。

6.3 墩柱拼装

6.3.1 墩柱与承台拼装应符合下列规定:

- 1 承台混凝土强度达到 100%后,方可进行墩柱拼装;
- 2 墩柱拼装前,应对承台匹配面的坐标、高程、平整度及预留钢筋的位置和坐标进行复核,匹配面坐标及高程允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$,胶接缝平整度允许偏差为 $\pm 1\text{mm/m}$,高强低收缩砂浆接缝平整度允许偏差为 $\pm 2\text{mm/m}$,预留钢筋的长度和坐标允许偏差值为 $\pm 2\text{mm}$;
- 3 墩柱拼装前应对承台预留连接钢筋进行除锈、去毛刺等处理;
- 4 墩柱拼装前应对承台匹配面凿毛处理,直到露出骨料,并

对凿毛区域进行清理、湿润；

5 匹配面区域四周应设置坐浆围挡，高度宜超过高强低收缩砂浆层 2cm~3cm，距离匹配面边沿不小于 5cm；

6 承台匹配面应设置调节垫块。调节垫块宜采用有承载力的不锈钢板、橡胶垫块等；

7 承台预留钢筋上应设置环形止浆橡胶垫片；

8 墩柱起吊翻转时，底部应设置具备缓冲能力的支垫；

9 高强低收缩砂浆应按照产品说明书进行配制，人工进行摊铺，中心位置略高，摊铺厚度符合设计要求；

10 环氧胶的施工应符合本标准第 6.5.3 条规定；

11 墩柱拼装就位应在铺设的高强低收缩砂浆垫层开始失去塑性前完成，墩柱拼装就位后应及时清除匹配面多余砂浆；

12 墩柱安装时应严格控制精度。

6.3.2 墩柱节段拼装应符合下列规定：

1 墩柱节段拼装前，应对下节墩柱预留连接钢筋坐标和高程、墩柱匹配面高程及水平度复测，坐标、高程及水平度应符合相关规定；

2 节段墩柱拼装前，匹配面表面浮浆、杂质应及时清理，确保匹配面干燥、干净。同时对外露部分的连接钢筋进行除锈、去毛刺等处理；

3 节段墩柱匹配面涂抹的环氧胶应均匀覆盖整个结合面，涂抹厚度应满足设计规定，设计无规定时，涂抹厚度宜为 3mm~5mm。拼装时构件边缘应有均匀的挤出量，不能出现流淌现象。环氧胶配制至拼装完成所使用时间应小于 30min；

4 应通过竖直度预埋件对墩柱节段进行竖直度调整；

5 墩柱节段拼装就位后应设置临时支撑，以保证墩柱稳定。

6.3.3 墩柱拼装灌浆连接工艺应符合下列规定：

1 节段接缝采用高强无收缩水泥基砂浆作为垫层时，其性能指标应满足设计要求；

2 灌浆前应再次检查灌浆套筒或灌浆金属波纹管,确保通畅无杂物;

3 高强无收缩水泥灌浆料在拼装前应对材料相关指标进行测试;

4 高强无收缩水泥灌浆料在拌制时应制取试件,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;

5 灌浆作业应连续,如遇中断,应将灌浆套筒或灌浆金属波纹管冲洗清理干净,待干燥后重新进行灌浆;

6 应根据不同的施工季节和气温,及时调整高强无收缩水泥灌浆料的水胶比。灌浆施工环境温度还应符合灌浆料产品使用说明书要求;

7 排浆管口冒出浓浆 3s~5s 后停止灌浆,灌浆料回落稳定后,出浆口浆液高于灌浆套筒及灌浆金属波纹管内腔灌浆料填充区时,关闭进浆管阀门,停止压浆。压浆完成后应及时清理构件表面的残余浆液;

8 其他未尽事项,应满足《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355 与《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 相关规定。

6.4 盖梁拼装

6.4.1 盖梁拼装应符合下列规定:

1 墩柱混凝土强度达到 100%后,方可进行盖梁拼装;

2 盖梁拼装前,应对墩柱匹配面的坐标、高程、平整度及预留钢筋的位置和坐标进行复核,匹配面坐标及高程允许偏差为 $\pm 2\text{mm}$,胶接缝平整度允许偏差为 $\pm 1\text{mm/m}$,高强低收缩砂浆接缝平整度允许偏差为 $\pm 2\text{mm/m}$,预留钢筋的长度和坐标允许偏差值为 $\pm 2\text{mm}$;

3 盖梁拼装前应对墩柱预留连接钢筋进行除锈、去毛刺等

处理；

4 盖梁拼装前应对墩柱匹配面凿毛处理，直到露出骨料，并对凿毛区域进行清理、湿润；

5 匹配面区域四周应设置坐浆围挡，高度宜超过高强低收缩砂浆层 2cm~3cm，距离匹配面边沿不小于 5cm；

6 墩柱匹配面应设置调节垫块。调节垫块宜采用有承载力的不锈钢板、橡胶垫块等；

7 墩柱预留钢筋上宜设置环形止浆橡胶垫片，确保灌浆套筒或灌浆金属波纹管密封；

8 高强低收缩砂浆应按照产品说明书进行配制，人工进行摊铺，中心位置略高，摊铺厚度符合设计要求；

9 环氧胶的施工应符合本标准第 6.5.3 条规定；

10 盖梁拼装就位应在铺设的高强低收缩砂浆垫层失塑前完成，盖梁拼装就位后应及时清除匹配面多余砂浆。

6.4.2 盖梁节段拼装应符合下列规定：

1 盖梁节段拼装前，匹配面应清理干净；

2 盖梁节段拼装分为胶接与湿接两种形式。胶接缝采用环氧树脂胶进行连接，湿接缝采用混凝土进行连接；

3 拼接时匹配面涂抹的环氧胶应均匀覆盖整个结合面，涂抹厚度符合设计规定，设计无规定时，涂抹厚度宜为 3mm~5mm，预制节段边缘应有均匀的挤出量，不能出现流淌现象；

4 环氧胶配制至盖梁节段拼装完成所使用时间应小于 30min，应对预应力孔道做好防护，环氧胶不能进入预应力孔道；

5 盖梁节段湿接拼装时，匹配面应进行凿毛处理，两端盖梁的预应力管道采用相同材质的预应力波纹管进行连接，湿接头处的模板应具有足够的强度和刚度，应严密不漏浆；

6 拼装完成前盖梁节段之间应设置临时锚固系统，宜采用精轧螺纹钢进行连接。

6.4.3 盖梁拼装灌浆连接工艺可按照本标准 6.3.3 条的规定执行。

6.5 主梁节段逐跨拼装

6.5.1 主梁节段的提升及悬挂应符合下列规定：

1 应根据设计要求选择节段提升方式；设计无要求时，可根据现场施工环境、桥梁结构特征合理选择节段提升方式，并取得设计认可；

2 节段的提升应缓慢、匀速，提升速度宜控制在 $2\text{m}/\text{min}$ 内；

3 架桥机承载主梁的前后悬臂端起吊节段时，应保证提升卷扬机的位置处于架桥机的安全范围内；

4 悬挂状态下的节段之间应设置防撞垫块；

5 采用架桥机提升或旋转节段时，应暂时封闭作业影响范围内的道路交通或水路通航。开放交通时，节段底部最低点应满足净空要求。

6.5.2 节段拼装施工应符合下列规定：

1 节段拼装前，应对匹配面进行清除尘土、油脂等污染物及松散混凝土与浮浆处理；

2 节段拼装过程中，应逐块控制、复核节段的轴线和高程；

3 拼装施工时，架桥机的主梁应处在有约束的状态；

4 应在匹配面预应力孔道口设置密封构造，密封构造的设置不应影响接缝的密贴；

5 采用下行式架桥机拼装时，应采取有效措施抵抗支承面倾斜时节段重量对装载小车及架桥机产生的水平分力；

6 采用上行式架桥机拼装时，应考虑节段预应力筋张拉后悬吊体系内力重分布的效应，并根据工况验算悬吊体系的安全系数。

6.5.3 环氧胶接缝施工应符合下列规定：

1 环氧胶应根据性能要求、使用环境、施工环境，通过试验确定；

2 环氧树脂胶施工气温应控制在 $5^{\circ}\text{C} \sim 40^{\circ}\text{C}$ 范围内；

3 环氧胶应采用机械拌和；

4 环氧胶涂抹前应对节段梁匹配面进行清洁处理，并应保持干燥；

5 环氧胶的涂抹方式应根据产品特性确定，涂抹应均匀并覆盖整个匹配面，涂抹厚度不应小于 3mm；节段梁施加临时预应力后，环氧胶应在全断面均匀挤出；

6 当环氧胶涂抹及节段梁施加临时预应力时，应采取措施防止环氧胶进入预应力钢筋管道；

7 节段拼装后，除顶面外的结构外露表面挤出的环氧胶应清除。

6.5.4 节段拼接的临时预应力应符合下列规定：

1 应根据节段的断面形式均匀布置临时预应力；

2 临时预应力筋的张拉力应符合设计要求，并应满足反复多次张拉的作业要求。节段匹配面的混凝土受压应力不得小于 0.35MPa；

3 临时预应力应在桥跨永久预应力张拉完成且支承在下部结构上之后，方能拆除。

6.5.5 根据桥梁结构设计体系形式，墩顶支承结构可采用永久支座、临时支座或临时千斤顶，并应符合下列规定：

1 支承转换前应使梁底与支座间接触，但不应使支座受压；

2 连续梁的中支点宜采用临时支座。临时支座的安全系数应不小于 2.0。

6.5.6 湿接头施工应符合下列规定：

1 对湿接头处的梁端，应按施工缝的要求进行凿毛处理。永久支座应在设置湿接头底模之前安装；

2 湿接头处的模板应具有足够的强度和刚度，与梁体的接触面应密贴并具有一定的搭接长度，各接缝应严密不漏浆；

3 预应力管道应连接平顺，与梁体预留管道的接合处应密封；预应力锚固区预留的张拉齿板应保证其外形尺寸准确且不被

损坏；

4 湿接头的混凝土宜在一天中气温相对较低的时段浇筑，且一联中的全部湿接头应尽快浇筑完成。湿接头混凝土的养护时间应不少 14d；

5 湿接头按设计要求施加预应力、孔道压浆且浆体达到规定强度后，应立即拆除临时支座，按设计规定的顺序完成体系转换；

6 同一跨梁的临时支座应同时拆除。

6.5.7 预应力施工在张拉前，施工现场应已具备经批准的张拉顺序、张拉程序和施工作业指导书。

6.5.8 采用金属或塑料波纹管构成后张预应力混凝土结构或构件的孔道时，应符合下列规定：

1 管道的规格、尺寸应符合设计规定，设计未规定时，应按施工允许确定；

2 管道应按设计规定的坐标位置进行安装，采用定位钢筋固定，使其能牢固地置于模板内的设计位置，在混凝土浇筑期间不产生位移；

3 金属波纹管接头处的连接管宜采用大一级直径的同类管道，其长度宜为被连接管道内径的 5 倍~7 倍。连接时不应使接头处产生角度变化及在混凝土浇筑期间发生管道的转动或移位，并应缠裹紧密，防止水泥浆的渗入；

4 塑料波纹管应采用专用焊接机进行热熔焊接或采用具有密封性能的塑料结构连接器连接。当采用真空辅助压浆工艺进行管道压浆时，管道的所有接头应具有可靠的密封性能，并应满足真空度的要求；

5 所有预应力管道均应在全长的顶点设排气孔，必要时在全长的低点设排水孔，每个顶点和两端设检查孔；

6 预应力管道安装完毕后，其端口应采取可靠措施临时封堵，防止水或其他杂物进入。

6.5.9 预应力筋张拉前，应计算所需张拉力大小、张拉伸长值，

说明张拉顺序和方法,填写张拉申请单。

6.5.10 张拉时应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 的规定;张拉控制应力不应超过 $0.7f_{pk}$ (负弯矩张拉控制力不应超过 $0.6f_{pk}$), f_{pk} 为体外预应力钢筋的抗拉强度标准值。

表 6.5.10 预应力筋张拉初应力取值范围

预应力筋长度(m)	$L \leq 30$	$30 < L \leq 60$	$60 < L \leq 100$	$L > 100$
张拉初应力	$10\% \leq \sigma_{con} < 15\%$	$15\% \leq \sigma_{con} < 20\%$	25%	现场试验确定

6.5.11 体内预应力施工应符合下列规定:

1 管道安装后,在其附近进行焊接作业时必须对管道采取保护措施;

2 纵向预应力钢筋管道压浆时,管道内的负压不应小于 0.06MPa ;

3 进行预应力筋作业时,严禁采用加热焊接或电弧切割在预应力筋附近对其他部件进行气割,焊接时应防止预应力筋受焊接火花或接地电流的影响;

4 预应力筋采用先穿束法或后穿束法穿入管道应根据结构特点、施工条件和工期等要求确定;

5 后张法有粘结预应力筋张拉完毕并经检查合格后,应尽早压浆;

6 压浆前,对锚具夹片空隙和其他可能漏浆处,需采用高标号水泥浆或结构胶等封堵,待封堵料达到一定强度后方可压浆;

7 切割后预应力筋的外露长度应不小于 30mm ,且应不小于 1.5 倍预应力筋直径。锚具应采用封端混凝土保护,当需长期外露时,应采取防止锈蚀的措施;

8 锚具封闭前应将周围混凝土冲洗干净,凿毛,对凸出式锚头应配置钢筋网片;

9 锚具封闭宜采用与构件同强度等级的细石混凝土,也可采用微膨胀混凝土、低收缩砂浆等;

10 预应力筋锚具封闭前,无粘结筋端头和锚具夹片应涂防腐油脂,并套上塑料帽,也可涂刷环氧树脂;

11 环形预应力施工宜采用分离式交叉搭接法;

12 环形同跨预应力筋均应分批张拉;

13 环形预应力张拉应通过测试摩阻力,调整管道摩阻力系数和管道转角系数确定理论伸长值与张拉力;

14 环形预应力张拉时应做到管道、锚环与千斤顶三对中,张拉过程应均匀,张拉完毕后应检查端部和其他部位是否有裂隙。

6.5.12 施工时,预应力筋张拉完毕经检查合格后,应尽早压浆,压浆前应全面检查预应力管道、压浆孔、排气孔、泌水管等是否畅通。对抽芯成型的混凝土管道宜用水冲洗后压浆,对预埋管成型的管道不得用水冲洗,必要时可采用压缩空气清孔。

6.5.13 体内预应力筋的施工应符合《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 的规定。

6.5.14 竖向、横向预应力施工应遵从清孔、预应力筋安装、油压表及千斤顶配套安装、张拉、持荷、检测、补拉(如需要),切除多余精轧螺纹钢、压浆、封锚的标准工序。

6.5.15 体外预应力

1 在运输及施工过程中,应对成品体外预应力护套进行保护;

2 锚具应设置全密封防护罩,对不可更换的可在防护罩内灌注水泥浆或其他防腐材料;对可更换的应保留必要的预应力筋长度,在防护罩内灌注油脂或其它可清洗的防腐材料;

3 穿束安装可采用整体穿束或人工单根穿束,对箱形截面梁,应对称布置在梁腹板的内侧;

4 体外预应力在转向处应设置转向器。体外束宜锚固在横梁上或顶、底板与腹板内角处凸块上,锚固横梁的厚度、锚固块的长度均不宜小于 1000mm;

5 拉索固定端可采用挤压锚;张拉端可采用夹片锚,锚板外应配螺母以整体微调束力,夹片处应设置特殊的防松装置。

6.5.16 预应力防腐应符合下列规定：

1 预应力筋应根据所处环境以及结构特点等条件采取相应的防腐措施；

2 体内预应力筋管道在接缝处应采取密封措施；

3 体外套管可采用钢套管、塑料套管、钢管加强的塑料套管、不锈钢或铜皮包装的套管等；对拉索体系应采取可靠的防腐蚀措施和耐老化措施。

6.6 主梁节段悬臂拼装

6.6.1 节段拼装施工前，应对预制节段的匹配面进行必要的处理，并应确定接缝施工的方法和工艺。在拼装施工过程中，应跟踪监测各节段梁体的挠度变化情况，控制其中轴线及高程；当实测梁体线形与设计值有偏差时，应及时进行调整。

6.6.2 墩顶节段安装前，应在每一联梁中建立其独立的三维坐标系，对该联各墩顶节段安装的平面位置和高程进行测量放样，纵向、横向两个方向的放样精度宜不大于 1mm，高程方向的放样精度宜不大于 2mm。安装时，应对其安装精度进行严格控制。墩顶梁段采用现浇方式施工时，对与之相邻的拼装起始节段的放样精度控制，亦应符合上述规定。

6.6.3 悬臂拼装施工中涉及到环氧胶接缝、临时预应力等内容应参照本标准 6.5.3、6.5.4 中的相关条款执行。

6.6.4 拼装作业时，应在待拼节段的端面外侧安置张拉作业平台。

6.6.5 悬臂拼装应符合下列规定：

1 应采取有效的墩梁临时固结措施，确保悬臂结构整体稳定；

2 节段悬臂拼装时，桥墩两侧的节段应对称起吊，且应保证桥墩两侧平衡受力，最大不平衡力应符合设计规定。

6.6.6 合龙和体系转换施工应符合下列规定：

1 合龙的程序和顺序应符合设计规定；

2 合龙施工前应对两端悬臂梁段的轴线、高程和梁长受温度影响的偏移值进行观测,并根据实际观测值进行合龙的施工计算,确定准确的合龙温度、合龙时间及合龙程序;

3 悬臂梁段采用施加水平推力的方式调整梁体的内力时,千斤顶的施力应对称、均衡;

4 合龙时,宜采取措施将合龙口两侧的悬臂端予以临时刚性连接后,再浇筑合龙段混凝土。宜在合龙口两侧的梁体顶面设置等重压载水箱,并在浇筑合龙段混凝土时同步卸载;

5 合龙段的混凝土宜在一天中气温最低且稳定的时段内浇筑,浇筑后应及时覆盖洒水养护,养护时间宜不少于 14d;

6 合龙时在桥面上设置的全部临时施工荷载应符合施工控制的要求。对预应力混凝土连续梁,合龙后应在规定的时间内尽快拆除墩梁临时固结装置,按设计规定的程序完成体系转换和支座反力调整。

6.7 拼装测量控制

6.7.1 当采用逐跨拼装法施工时,应根据设计图纸确定每跨首节段的平面位置及高程,首节段安装质量验收标准应符合表 6.7.1 的规定。

表 6.7.1 逐跨拼装法每跨首节段安装质量验收标准

项目	允许偏差
立面高程(mm)	± 2
中心线偏位(mm)	± 2
横向坡度	± 0.001
纵向坡度	± 0.001

6.7.2 当采用逐跨拼装法施工时,每个节段拼装完成后,应及时监测节段的高程与轴线,节段安装质量验收标准应符合表 6.7.2

的规定。

表 6.7.2 逐跨拼装法节段安装质量验收标准

项目	允许偏差
立面高程(mm)	± 10
中心线偏位(mm)	± 10
纵向长度(mm)	± 10
横向坡度	± 0.001
纵向坡度	± 0.003
拼缝错台(mm)	3

6.7.3 当采用悬臂拼装法施工时,应根据设计图纸确定每跨墩顶节段的平面位置及高程,墩顶节段安装质量验收标准应符合表 6.7.3 的规定。

表 6.7.3 悬臂拼装法墩顶节段安装质量验收标准

项目	允许偏差
立面高程(mm)	± 5
中心线偏位(mm)	± 5
横向坡度	± 0.001
纵向坡度	± 0.003

6.7.4 当采用悬臂拼装法施工时,每对节段对称拼装完成后应及时复测节段的高程与轴线,节段安装质量验收标准应符合表 6.7.4-1 的规定,且合龙段两侧节段允许偏差应符合表 6.7.4-2 的规定。

表 6.7.4-1 悬臂拼装法节段安装质量验收标准

项目	允许偏差
立面高程(mm)	± 10

续表6.7.4-1

项目	允许偏差
中心线偏位(mm)	10
纵向长度(mm)	±10
横向坡度	±0.001
纵向坡度	±0.003
拼缝错台(mm)	3

表 6.7.4-2 悬臂拼装法合龙段两侧节段允许偏差

项目	允许偏差
立面高程(mm)	±20
中心线偏位(mm)	±10

6.8 验 收

6.8.1 墩柱拼装质量检验及标准应符合表 6.8.1 规定。

表 6.8.1 墩柱节段拼装质量验收标准

项目	规定值或允许偏差	检验方法和频率
高强低收缩砂浆抗压强度(MPa)	≥60	符合 JG/T 408 附录 B 的规定
灌浆料抗压强度(MPa)	在合格标准内	符合 JG/T 408 附录 B 的规定
轴线偏位(mm)	3	全站仪;每施工节段测顶面边线和两轴线交点
顶面高程(mm)	±3	每施工节段测顶面边线和两轴线交点
全高竖直度(mm)	0.1%,且≤6	全站仪;纵、横各测 2 点
节段间错台(mm)	≤2	尺量;每节每侧面
相邻墩柱间距(mm)	±5	全站仪;检查 3 处

6.8.2 盖梁拼装质量检验及标准应符合表 6.8.2 的规定。

表 6.8.2 盖梁拼装质量验收标准

项目	规定值或允许偏差	检验方法和频率
高强低收缩砂浆抗压强度(MPa)	≥ 60	符合 JG/T 408 附录 B 的规定
灌浆材料抗压强度(MPa)	在合格标准内	符合 JG/T 408 附录 B 的规定
轴线偏位(mm)	3	全站仪;每施工节段测顶面边线和两轴线交点
顶面高程(mm)	± 3	水准仪;检查 5 处
全高竖直度(mm)	0.1%,且 ≤ 6	全站仪;纵、横各测 2 点
节段间错台(mm)	2	尺量;每节每侧面
湿接头混凝土强度(MPa)	在合格标准内	按 JTG F80/1 附录 D

6.8.3 逐跨节段拼装质量检验及标准应符合表 6.8.3 的规定。

表 6.8.3 逐跨拼装施工质量标准

序号	项目		规定值或允许偏差(mm)	检验频率	检测方法
1	湿接头、合龙段混凝土强度		在合格标准内	2 组	强度检测
2	轴线偏位 (mm)	$L \leq 50m$	10	每个节段 检查 2 处	全站仪或经纬仪
		$L > 50m$	$L/5000$		
3	顶面高程 (mm)	$L \leq 50m$	± 20	每个节段 检查 2 处	水准仪
		$L > 50m$	$\pm L/2500$		
		相邻节段高差	10	检查 3~5 处	尺量
4	同跨对称点 高差(mm)	$L \leq 50m$	20	每跨检查 5~7 处	水准仪
		$L > 50m$	$L/2500$		

6.8.4 悬臂节段拼装质量检验及标准应符合表 6.8.4 的规定。

表 6.8.4 悬臂节段拼装施工质量标准

序号	项目		规定值或允许偏差(mm)	检验频率	检测方法
1	湿接头、合龙段混凝土强度		在合格标准内	2 组	强度检测
2	轴线偏位 (mm)	$L \leq 100\text{m}$	10	每个节段 检查 2 处	全站仪或经纬仪
		$L > 100\text{m}$	$L/10000$		
3	顶面高程 (mm)	$L \leq 100\text{m}$	± 20	每个节段 检查 2 处	水准仪
		$L > 100\text{m}$	$\pm L/5000$		
		相邻节段高差	10	检查 3~5 处	尺量
4	同跨对称点 高差(mm)	$L \leq 100\text{m}$	20	每跨检查 5~7 处	水准仪
		$L > 100\text{m}$	$L/5000$		

6.8.5 预应力施工验收应符合下列规定：

1 预应力验收时,应检查下列文件和记录：

- 1) 预应力筋合格证和检验报告；
- 2) 预应力用锚具、夹具和连接器合格证、抽检记录或检验报告；
- 3) 波纹管合格证和抽检记录；
- 4) 张拉千斤顶及油压表的配套检验记录；
- 5) 波纹管铺设的隐蔽工程验收记录；
- 6) 预应力筋张拉记录；
- 7) 管道压浆记录及试块立方强度试验记录。

2 后张预应力孔道应采用专用压浆料或专用压浆剂配制的浆液进行压浆；

3 预应力张拉施工质量检测各项的控制要求和允许偏差应符合表 6.8.5-1~6.8.5-2；

表 6.8.5-1 张拉控制精度

项目		控制精度
张拉同步性	预应力筋	$\pm 2\%$
张拉控制应力	预应力筋	$\pm 1.5\%$

表 6.8.5-2 预应力筋有效应力检测质量汇总

项目		允许偏差
不均匀度	有效预应力同束不均匀度	$\pm 5\%$
	有效预应力同断面不均匀度	$\pm 2\%$
大小	单根钢绞线有效预应力大小	$\pm 5\%$
	整束平均预应力大小	$\pm 5\%$

4 宜将张拉施工质量检测的结果当日形成报告,对预应力张拉施工质量进行综合分析。

7 信息化施工

7.0.1 应建立信息化管理平台,通过信息化技术对人员、设备、材料、生产计划、质量、安全、环保、物流、仓储、出场、拼装等方面实行全过程管理。

7.0.2 宜采用监控探头、传感器、工业照相机、手机以及智能终端等硬件设备对构件生产中的人员、设备运行参数等进行数据采集,结合 5G、云技术、工业物联网等技术,通过 BIM、MES 等信息化管理平台对数据进行智能分析处理,实现预制节段生产全过程信息化管理。

7.0.3 预制节段应标识基本信息和预制、拼装全过程信息:

1 基本信息应包括节段名称、编号、浇筑日期等;

2 预制全过程信息应包括原材料、成品检测和验收结果,应采用二维码或芯片等信息技术在节段上予以标识,并可采用移动终端进行实时查看。

7.0.4 预应力混凝土工程中的钢束张拉和后张孔道压浆宜采用信息化施工。

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,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 《钢结构设计标准》GB 50017
- 2 《架桥机安全规程》GB 26469
- 3 《环氧涂层七丝预应力钢绞线》GB/T 21073
- 4 《单丝涂覆环氧涂层预应力钢绞线》GB/T 25823
- 5 《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223
- 6 《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224
- 7 《体外预应力索技术条件》GB/T 30827
- 8 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370
- 9 《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650
- 10 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG 3362
- 11 《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1
- 12 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 13 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 14 《钢筋套筒灌浆连接应用技术规程》JGJ 355
- 15 《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408
- 16 《预应力混凝土用金属波纹管》JG/T 225
- 17 《城市桥梁设计规范》CJJ 11
- 18 《节段预制混凝土桥梁技术标准》CJJ/T 111
- 19 《城市桥梁工程施工与质量评定标准》CJJ 2
- 20 《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》JT/T 722
- 21 《无粘结钢绞线体外预应力束》JT/T 853
- 22 《填充型环氧涂层钢绞线体外预应力束》JT/T 876
- 23 《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》JT/T 529

- 24 《重庆市城市桥梁工程施工质量验收规范》DBJ50/T-086
- 25 《重庆市市政基础设施工程预应力施工质量验收规范》
DBJ50/T-134
- 26 《上海市预制拼装桥墩技术规程》DB/TJ08-2160 J12992

重庆市工程建设标准

混凝土桥梁节段预制拼装施工及验收标准

DBJ50/T-484-2024

条文说明

2024 重 庆

重庆工程建设

目 次

4	材料与设备	53
4.4	模板材料	53
5	节段预制	54
5.2	场地规划与布置	54
5.3	测量控制	54
5.5	混凝土施工	54
6	节段拼装	56
6.1	一般规定	56
6.2	吊装与运输	56
6.3	墩柱拼装	56
6.5	主梁节段逐跨拼装	57
6.6	主梁节段悬臂拼装	59
6.8	验收	60

重庆工程建设

4 材料与设备

4.4 模板材料

4.4.1

4 模板系统应能适应混凝土的养护,安装拆除便捷、长期周转使用方便的要求。短线法主梁节段预制模板系统一般分为固定端模及支架、活动端模、外侧模及支架、内模及移动支架、底模及底模台车、液压系统等几部分组成。

短线法节段预制的特点是在固定的预制台座上进行节段预制。在节段预制前,应精确调整匹配节段的空间位置并予以固定。必须要注意的是对固定端模监测,当发现其松动移位超限必须对其重新调整。当有平曲线、竖曲线和超高变化时,匹配节段匹配面只产生相对角度变化,这一微小的角度变化并不会对模板位置产生影响。

5 节段预制

5.2 场地规划与布置

5.2.1 预制场地按功能可划分为钢筋加工区、钢筋绑扎区、节段预制区、混凝土养护区、修整区、存梁区、出运码头、材料堆存区、生活办公区及其他配套辅助生产设施功能区等。

5.3 测量控制

5.3.1 预制场测量控制系统分为有塔形式和无塔形式。

有塔形式,现场设有测量塔,测量塔按二个一组布置,分布预制台座两侧。测量塔控制点连线与预制台座待浇梁段的中轴线重合。测量塔在施工期间应不出现沉降和变形。

无塔形式,两侧不布置测量塔,预制台座布置与有塔形式一致由鉴定钢尺直接丈量多个测量点之间长度来完成匹配段放样、复核以及数据采集。节段上部应考虑长度测量所需空间,同时测量数据应考虑钢尺的温度及拉力修正。

5.5 混凝土施工

5.5.1

3

- 2) 混凝土入模温度《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 的 6.13.2 大体积混凝土的浇筑宜在气温较低时进行,但混凝土的入模温度应不低于 5℃;热期施工

时,宜采取措施降低混凝土的入模温度,且其入模温度宜不高于 28℃。

5 表面脱模剂的选择对混凝土成型外观质量影响较大,节段预制过程中应选用性能稳定、使用方便、效果满足要求的成熟产品,从而保证节段预制外观质量。

5.5.2 水仍然是混凝土最好的养护剂。决定混凝土养护所需时间的原则,是以混凝土获得正常强度、停止养护后表面不再产生干缩裂纹时为标准,正常强度值大小与水泥品种、气候条件及养护方法有关。

1 《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 规定“混凝土的洒水保湿养护时间应不少于 7d,对重要工程或有特殊要求的混凝土,应根据环境湿度、温度、水泥品种以及掺用的外加剂和掺合料等情况,酌情延长养护时间,并应使混凝土表面始终保持湿润状态。”;

5 蒸汽养护具有提高混凝土强度增长速度的特点,适用于低温条件下预制生产,并可加快节段预制速度。

1) 静停阶段指从节段混凝土全部浇筑完毕至蒸汽养护开始之间的养护时间,该阶段可以增加混凝土在升温阶段对结构破坏作用的抵抗能力,使混凝土获得一定的初始结构强度,静停阶段的长短与外界温度、混凝土性能及混凝土强度有关;

5) 测温时间间隔应符合设计要求;设计无要求时,混凝土浇筑后 1d~3d 为 2h,4d~7d 为 4h,其后为 8h。

6 节段拼装

6.1 一般规定

6.1.3 为减少对灌浆料的扰动,确保连接质量及施工安全,灌浆料施工完成后应达到 1d 强度后,方可进行下一道工序施工,根据《钢筋连接用套筒灌浆料》JG/T 408 的规定,灌浆套筒或灌浆金属波纹管中使用的高强无收缩水泥灌浆料 1d 抗压强度不小于 35MPa。

6.2 吊装与运输

6.2.1

4 因预制节段吊装重量较大,吊装前应进行试吊;试吊前参加吊装人员应按岗位分工,严格检查吊耳、起重机械和索具的性能情况,确认符合方案要求后才可试吊。重物吊离 200mm~500mm 后停止提升,检查吊装设备的稳定性,制动器的可靠性,重物的平衡性,绑扎的牢固性,确认无误后,方可继续提升。

6.2.2

1 运输过程中应采用专用绑带捆扎固定、防止倾覆,在支撑点和捆绑点的位置设置土工布或橡胶垫块防止损伤,预留钢筋采用塑料套管保护。

6.3 墩柱拼装

6.3.1

5 连接面连接一般采用高强低收缩砂浆,为保证连接面坐

浆饱满,需设置高强低收缩砂浆模板系统,此模板系统称为坐浆围挡;

6 设置调节垫块的目的是为调整墩柱竖直度及墩顶高程。

6.3.2

4 为确保竖直度满足要求,需在墩柱节段上设置预埋件用于竖直度的调整。

6.5 主梁节段逐跨拼装

6.5.1

1 根据现场施工环境,节段提升方式多种多样:有梁底提梁、梁上运梁架桥机端部喂梁等。

6.5.3

1 涂抹厚度是根据以往的经验而拟定的,且宜单面涂抹;

2 当结构胶涂抹在接缝表面后,形成了一层明露在空气中的粘结薄膜,硬化速度大大加快,必须在失去粘合能力之前进行胶接并及时施加临时预应力以避免失效,故本条规定了有效工作时间的范围;

3 结构胶在梁体的全断面都挤出,可以有效地保证接缝的密闭效果。控制结构胶和易性指流动性、黏聚性,可以保证胶黏剂在涂抹时能挂住不垂滴,在压力作用下可流动、可塑,并与结合面粘结。

6.5.4

1 根据设计要求,布设临时预应力;设计无要求时,根据张拉力大小、梁顶及梁底宽度进行计算临时预应力数量、间距、位置;

2 《公路桥涵施工技术规范》JTG/T 3650 规范中“17.6.15 接缝的处理应符合下列规定:对胶接缝施加临时预应力进行挤压时,挤压力宜为 0.2MPa ”。在近年来的工程实践中,编写单位注意到在某些吊杆体系转换或永久预应力张拉的临时工况下,部分

接缝存在短时受拉的可能性。为了确保逐跨拼装施工时节段匹配面始终不受拉、从而确保结构的耐久性,并综合考虑实际工程中的可操作性,本规范将该值提高至 0.35MPa 。

6.5.5

1 主要参照《城市轨道交通预应力混凝土节段预制桥梁技术标准》CJJT 293 规定 7.4.7 施工临时支座的安全系数不应小于 2.0。

6.5.11

11 分离式交叉搭接法既便于预应力张拉,又便于施工时拆模。预应力施加较均匀,避免张拉端部应力集中而造成端部预压应力过大,同时可补充跨中原有预应力损失;

13 张拉伸长值采用以张拉力为主,伸长值校验的方法控制,调整采用预先张拉法。

6.5.14

1 竖向预应力筋安装的控制重点是毛板端头伸入长度,以连接器部位的钢筋端部居中控制;

2 竖向预应力筋要张拉及时,要求滞后纵向预应力张拉,且应逐根张拉,严禁遗漏;

3 张拉前先清理张拉槽,竖向预应力筋伸入连接器长度符合要求;

4 压浆后应从压浆孔和出浆孔检查压浆的密实情况,如有不实,应及时补灌,保证管道完全密实;

5 各节段先张拉纵向再横向再竖向,并及时压浆;

6 当预应力管道与普通钢筋位置发生冲突时,允许进行局部调整,调整原则是先普通钢筋,后竖向、横向预应力钢筋,保持纵向预应力钢筋管道位置不动;

7 横向预应力筋张拉时按照先中间后边缘的顺序将梁体左右对称束同时张拉。

6.5.15

3 体外束钢绞线穿束安装采用人工单根穿束的步骤如下:

- 1) 检查转向器设置,走势应平滑顺直,曲线顺畅,无死弯硬折,无破损。穿束前应先将转向器孔擦拭干净,并在孔内涂抹少量黄油;
- 2) 在指挥下,将第一根从通过孔处穿入,到达转向器内;
- 3) 将从束盘上牵入整个穿束通道,直至到达一端锚具处,在梁内各个转向器分管入口处经人工将钢绞线逐一向前穿送,在每个转向器处的弯折角不宜大于 15° 。再将钢绞线反向牵引到后端锚具处,预留足够的张拉长度后,安装夹片锚固,另一端做同样处理;
- 4) 在通过孔、转向器和锚头处设置 PVC 套管,穿索通道下设置密目网并按一定间距布置塑料滚轮架;
- 5) 重复上述步骤直至将该束所有安装完毕,穿束时按钢绞线编号从下往上的顺序,依次穿束。

6.5.16

3 包括防腐蚀、锚固区自防腐蚀以及传力节点防腐蚀。

6.6 主梁节段悬臂拼装

6.6.6

1 在浇筑合龙段混凝土前将两端悬臂临时刚性连接的目的,是为保护合龙段混凝土在形成强度之前不会承受额外的拉压应力;

2 预应力混凝土连续梁在悬臂浇筑施工时是静定结构体系,梁与墩是临时固结;合龙后转换为超静定结构体系。因此在转换体系时,需要将临时固结尽快解除,将梁落于永久支座上,并按高程调整支座高度和反力,这些工作均需按设计的规定进行。

6.8 验 收

6.8.5

1 预应力施工验收,除检查文件、记录外,还应进行外观抽查。