

UDC

中华人民共和国行业标准



CJJ/T 290 – 2019

备案号 J 2685 – 2019

P

城市轨道交通桥梁工程施工及 验收标准

Standard for construction and acceptance of
bridge engineering in urban rail transit

2019 – 04 – 19 发布

2019 – 11 – 01 实施

中华人民共和国住房和城乡建设部 发布

中华人民共和国行业标准

城市轨道交通桥梁工程施工及
验收标准

Standard for construction and acceptance of
bridge engineering in urban rail transit

CJJ/T 290 - 2019

批准部门：中华人民共和国住房和城乡建设部
施行日期：2 0 1 9 年 1 1 月 1 日

中国建筑工业出版社

2019 北 京

中华人民共和国行业标准
城市轨道交通桥梁工程施工及验收标准
Standard for construction and acceptance of
bridge engineering in urban rail transit

CJJ/T 290 - 2019

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京海淀三里河路9号）
各地新华书店、建筑书店经销
北京红光制版公司制版
天津翔远印刷有限公司印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：4 $\frac{1}{8}$ 字数：129 千字
2019 年 10 月第一版 2019 年 10 月第一次印刷
定价：**35.00 元**

统一书号：15112 · 34315

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 100037）

本社网址：<http://www.cabp.com.cn>

网上书店：<http://www.china-building.com.cn>

中华人民共和国住房和城乡建设部 公 告

2019 年 第 98 号

住房和城乡建设部关于发布行业标准 《城市轨道交通桥梁工程施工及验收标准》的公告

现批准《城市轨道交通桥梁工程施工及验收标准》为行业标准，编号为 CJJ/T 290-2019，自 2019 年 11 月 1 日起实施。

本标准在住房和城乡建设部门户网站(www.mohurd.gov.cn)公开，并由住房和城乡建设部标准定额研究所组织中国建筑工业出版社出版发行。

中华人民共和国住房和城乡建设部

2019 年 4 月 19 日

前 言

根据住房和城乡建设部《关于印发〈2014 年工程建设标准规范制订、修订计划〉的通知》（建标〔2013〕169 号）的要求，标准编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，参考有关国际标准和国外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，编制了本标准。

本标准的主要技术内容是：1 总则；2 术语和符号；3 基本规定；4 施工准备与施工测量；5 模板与支架工程；6 钢筋工程；7 混凝土工程；8 预应力工程；9 装配式混凝土构件预制与运输；10 基础；11 墩台；12 支座；13 混凝土梁式桥梁；14 其他类型桥梁；15 桥面与附属工程；16 涂装与装饰；17 质量验收。

本标准由住房和城乡建设部负责管理，由中铁十一局集团有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送中铁十一局集团有限公司（地址：湖北省武汉市武昌区中山路 277 号，邮政编码：430061）。

本标准主编单位：中铁十一局集团有限公司

中铁十一局集团第五工程有限公司

本标准参编单位：北京市轨道交通建设管理有限公司

武汉地铁集团有限公司

中国铁道科学研究院集团有限公司

北京市政建设集团有限责任公司

上海公路桥梁（集团）有限公司

北京城建设计发展集团股份有限公司

中铁十二局集团有限公司

中铁十六局集团有限公司

中铁十七局集团有限公司

中铁十八局集团有限公司
中铁十九局集团有限公司
中铁二十三局集团有限公司
中铁二十五局集团有限公司
武汉市市政建设集团有限公司
石家庄市市政建设总公司
重庆单轨交通工程有限责任公司

本标准主要起草人员：何义斌 张树海 张丕界 周少东
罗富荣 唐达昆 李 明 刘 斌
林文书 王更峰 张开顺 王 鹏
陈 龙 徐浩然 王元清 李 勇
谭 均 唐双林 沐云锋 张成平
姚春桥 梁天福 高亚彬 夏明铤
刘 晖 朱胜利 张 勇 胡 强
王会丽 阙 孜 马 栋 张晓林
贾优秀 王建弘 徐华轩 邱 瑞
杨利全 李亚军 孙建新 邓继杰
刘延龙 张文丽 王小青 田天长
黄祥国 傅旭东 尹 涛 黄 明
黄新艺 方 焘 王传永 李新义
苏龙海

本标准主要审查人员：韩振勇 张 汎 汪建刚 郑凯锋
唐传政 周开国 杜官民 闫光明
周超舟 刘 纲

目 次

1	总则	1
2	术语和符号	2
2.1	术语	2
2.2	符号	3
3	基本规定	5
4	施工准备与施工测量	6
4.1	施工准备	6
4.2	施工测量	6
5	模板与支架工程	8
5.1	一般规定	8
5.2	设计	8
5.3	安装	11
5.4	使用与拆除	13
5.5	检验标准	14
6	钢筋工程	17
6.1	一般规定	17
6.2	钢筋加工	17
6.3	钢筋连接	17
6.4	钢筋骨架制作与安装	19
6.5	检验标准	20
7	混凝土工程	24
7.1	一般规定	24
7.2	混凝土运输与输送	24
7.3	混凝土浇筑	25
7.4	混凝土养护	26

7.5	检验标准	27
8	预应力工程	29
8.1	一般规定	29
8.2	预应力筋和管道的制作与安装	29
8.3	预应力施加	32
8.4	压浆及封锚	34
8.5	检验标准	36
9	装配式混凝土构件预制与运输	40
9.1	一般规定	40
9.2	预制场建设	40
9.3	构件预制	41
9.4	构件移运与存放	44
9.5	构件运输	45
9.6	检验标准	46
10	基础	51
10.1	一般规定	51
10.2	扩大基础	51
10.3	桩基础	52
10.4	沉井基础	53
10.5	承台	53
10.6	检验标准	54
11	墩台	57
11.1	一般规定	57
11.2	桥墩与桥台	57
11.3	台帽与盖梁	58
11.4	台后过渡段	59
11.5	检验标准	59
12	支座	62
12.1	一般规定	62
12.2	支座安装	62

12.3	检验标准	64
13	混凝土梁式桥梁	66
13.1	一般规定	66
13.2	现浇施工	66
13.3	装配式梁现场施工	68
13.4	顶推施工	70
13.5	水平转体施工	72
13.6	检验标准	74
14	其他类型桥梁	80
14.1	一般规定	80
14.2	钢梁桥	80
14.3	钢-混凝土组合梁桥	82
14.4	钢管混凝土拱桥	82
14.5	检验标准	84
15	桥面与附属工程	87
15.1	伸缩装置	87
15.2	防落梁装置	87
15.3	防水与排水工程	88
15.4	接触网基础	88
15.5	声屏障施工	89
15.6	栏杆与电缆槽	90
15.7	桥上救援疏散与检查设施	90
15.8	防雷接地与防杂散电流	91
15.9	检验标准	91
16	涂装与装饰	101
16.1	一般规定	101
16.2	涂装	101
16.3	装饰	102
16.4	检验标准	103
17	质量验收	105

17.1 一般规定	105
17.2 质量验收划分	105
17.3 质量验收要求	108
本标准用词说明.....	111
引用标准名录.....	112
附：条文说明.....	115

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms and Symbols	2
2.1	Terms	2
2.2	Symbols	3
3	Basic Requirements	5
4	Construction Preparation and Construction	
	Investigation	6
4.1	Construction Preparation	6
4.2	Construction Investigation	6
5	Formwork and Support Engineering	8
5.1	General Requirements	8
5.2	Formwork and Support Design	8
5.3	Installation of Formwork and Support	11
5.4	Use, Demolishing of Formwork and Support	13
5.5	Inspection Standard	14
6	Reinforcement Engineering	17
6.1	General Requirements	17
6.2	Reinforcement Fabrication	17
6.3	Reinforcement Connection	17
6.4	Manufacture and Fixing of Reinforcement Skeleton	19
6.5	Inspection Standard	20
7	Concrete Engineering	24
7.1	General Requirements	24
7.2	Transport and Conveying of Concrete	24
7.3	Concrete Casting	25

7.4	Concrete Curing	26
7.5	Inspection Standard	27
8	PreStressing Engineering	29
8.1	General Requirements	29
8.2	Manufacture, Installation of Prestressing Tendon and Pipeline	29
8.3	Prestress Application	32
8.4	Grouting and Anchorage Protection	34
8.5	Inspection Standard	36
9	Prefabrication of Assembled Concrete Component	40
9.1	General Requirements	40
9.2	Construction of Prefabrication Yard	40
9.3	Manufacturing of Precast Component	41
9.4	Lifting and Storage of Component	44
9.5	Component Transportation	45
9.6	Inspection Standard	46
10	Foundation	51
10.1	General Requirements	51
10.2	Expanded Foundation	51
10.3	Pile Foundation	52
10.4	Open Caisson Foundation	53
10.5	Cap	53
10.6	Inspection Standard	54
11	Abutments	57
11.1	General Requirements	57
11.2	Pier and Abutment	57
11.3	Abutment Coping and Capping Beam	58
11.4	Abutment Backfill	59
11.5	Inspection Standard	59
12	Bearing	62

12.1	General Requirements	62
12.2	Installation of Bearing	62
12.3	Inspection Standard	64
13	Concrete Beam Bridge	66
13.1	General Requirements	66
13.2	Cast-in-situ Construction	66
13.3	Component Assembly	68
13.4	Incremental Launching Construction	70
13.5	Horizontal Swing Construction	72
13.6	Inspection Standard	74
14	Other Types of Bridges	80
14.1	General Requirements	80
14.2	Steel Beam Bridge	80
14.3	Steel-Concrete Composite Beam Bridge	82
14.4	Concrete-filled Steel Tube Arch Bridge	82
14.5	Inspection Standard	84
15	Bridge Deck and Ancillary Engineering	87
15.1	Expansion and Contraction Device	87
15.2	Fall-proof Device for Beam	87
15.3	Waterproofing and Drainage Engineering	88
15.4	Foundation of Overhead Contact Line	88
15.5	Noise Barrier Construction	89
15.6	Handrail and Cable Tray	90
15.7	Evacuation and Inspection Facility	90
15.8	Lightening Protection and Stray Current Prevention	91
15.9	Inspection Standard	91
16	Coating and Ornament	101
16.1	General Requirements	101
16.2	Coating	101
16.3	Ornament	102

16.4	Inspection Standard	103
17	Acceptance	105
17.1	General Requirements	105
17.2	Partition of Acceptance	105
17.3	Request of Acceptance	108
	Explanation of Wording in This Standard	111
	List of Quoted Standards	112
	Addition: Explanation of Provisions	115

1 总 则

1.0.1 为加强城市轨道交通桥梁工程施工技术管理，规范工程施工，统一施工质量检验及验收标准，保障工程质量，制定本标准。

1.0.2 本标准适用于钢轮钢轨式城市轨道交通桥梁的新建、扩建和改建工程的施工及质量验收。

1.0.3 城市轨道交通桥梁工程的施工及质量验收，除应执行本标准外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 术语和符号

2.1 术 语

2.1.1 城市轨道交通桥梁 urban rail transit bridge

为城市轨道交通线路跨越天然、人工障碍物等而修建的构筑物。

2.1.2 支架预压 support prepressure

模拟梁体荷载对支架进行预加载,以检验支架承载能力、稳定性和变形的施工工序。

2.1.3 施工预拱度 construction camber

为抵消梁、拱、桁架等结构在荷载作用下产生的位移(挠度),而在施工或制造时所预留的与位移方向相反的校正量。

2.1.4 预应力智能张拉设备 intelligent prestress tensioning equipment

利用计算机控制技术,实现预应力施加全过程自动化的设备。

2.1.5 装配式混凝土构件 precast concrete member

在工厂或现场预制、通过可靠连接方式装配形成桥梁结构的混凝土构件。

2.1.6 匹配浇筑 match casting

后一节段浇筑时,利用已完成的前一节段作为一侧端模的混凝土浇筑方式。

2.1.7 短线法 short-line method

预制台座底模长度为一个节段长度,利用预制完的前一节段作为后一节段的一侧端模,固定的端模作为另一侧端模,逐段进行预制的施工方法。

2.1.8 长线法 long-line method

预制台座底模长度为整跨梁长，将整跨主梁分为若干段，在按线形设计的台座上匹配浇筑形成节段直至完成整跨梁的施工方法。

2.1.9 预制节段逐跨拼装 segmental construction span by span

将预制好的梁体混凝土节段利用相关设备逐跨拼装，并逐跨施加预应力的施工方法。

2.1.10 顶推施工法 incremental launching construction

在台位上逐段浇筑或拼装梁体，用千斤顶或其他设备纵向顶推或牵引，使梁体通过各墩顶的临时滑动支座面就位的施工方法。

2.1.11 转体施工法 construction by swing method

在同桥轴线存某一夹角（水平角或竖直角）的位置预先制作全部或部分桥体，形成临时稳定结构后借助转动装置（平面或竖向）转体就位的施工方法。

2.1.12 声屏障 noise barrier

安装于噪声源和受声点之间的配以吸声和隔声材料组成的声学障板。

2.1.13 防杂散电流系统 stray current prevention system

防止轨道交通车辆运行时泄漏到轨道及周围介质的迷流的系统。

2.1.14 检验批 inspection lot

按同一生产条件或按规定的方式汇总起来供检验用的，由一定数量样本组成的检验体。

2.2 符 号

A_p ——预应力筋的截面面积；

D ——牵引力偶臂；

E_p ——预应力筋的弹性模量；

f ——铰面摩擦系数；

G ——转体总重力；

L ——预应力筋的长度；
 ΔL_L ——预应力筋的理论伸长值；
 N_C ——撑脚支承荷载；
 R' ——环道中心半径；
 R ——铰的半径；
 T ——牵引力。

3 基本规定

3.0.1 应建立健全工程项目施工安全、质量保证体系和管理制度。

3.0.2 工程项目应进行施工调查和现场核对，应编制实施性施工组织设计及关键工序作业指导书，明确施工作业标准和工艺、安全要求。

3.0.3 对于技术条件复杂或危险性较大的分部分项工程应编制安全可靠、技术可行、经济合理的施工技术专项方案和施工安全专项方案。

3.0.4 施工人员的配置应满足工程施工的需要，施工前应向施工人员进行技术和安全交底，并应形成文件。特殊工种施工人员应取得相应资格证书后方可上岗。

3.0.5 应加强现场管理、规范现场布置、合理利用资源、做好环境保护和水土保持等工作。

3.0.6 钢筋加工、混凝土拌制、预制梁和小型构件预制宜采用工厂化生产，现浇梁施工宜满足工厂化生产条件。

3.0.7 应按设计及相关规定进行供电、通信、信号、轨道等各系统设备及管线的设置，并应符合相关限界条件的要求。

3.0.8 当施工与既有交通线路交叉时，应按相关部门的要求设置施工辅助设施及交通警示、引导等标识标牌。

3.0.9 施工使用的原材料、安全防护用品、机械设备和生产工具等应为合格产品。仪器仪表、量具和量器应检定或校准。

3.0.10 工程质量验收应在施工单位自检基础上，按检验批、分项工程、分部工程（子分部工程）、单位工程的顺序进行。

4 施工准备与施工测量

4.1 施 工 准 备

4.1.1 施工前应熟悉施工现场及其毗邻区域内包括地下管线等的各种建筑物、构筑物的现况资料以及危险源分析、交通、地质、气象和水文观测资料；应做好原始资料收集、数据记录工作，必要时形成施工调查报告。

4.1.2 施工前应移交现场测量控制桩、水准点；应结合实际情况，制定施工测量方案；应对控制桩进行复测并建立测量控制网。

4.1.3 对于施工区域内的各种建（构）筑物，应研究制定安全可靠、技术可行、经济合理的拆移或保护、加固方案，并应形成文件后方可实施。

4.1.4 应组织施工技术人员对施工图进行复核，发现问题应及时按规定程序办理设计变更。

4.1.5 应根据有关规定并结合工程特点、施工部署及计划安排，合理布置施工现场，支搭施工围挡、搭建现场临时生产和生活设施。

4.2 施 工 测 量

4.2.1 施工测量应符合国家现行标准《工程测量规范》GB 50026、《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308 和《城市测量规范》CJJ/T 8 的有关规定。

4.2.2 施工测量应进行复测和复核，并应符合下列规定：

1 施工前应校测既有管道、建（构）筑物与拟建工程衔接的平面位置和高程；

2 施工前应复核计算桥梁各墩台的控制里程桩号、基础坐

标、设计高程等数据，确认无误后再施测；

3 控制桩、水准点有遗失或变位时，应及时补桩校正；

4 临时水准点和管道轴线控制桩的设置应便于观测、不易被扰动，并应采取保护措施；沿线临时水准点，每 200m 不宜少于 1 个；

5 临时水准点、控制桩、高程桩应经复核后使用，并应不定期检测和定期校核，校核周期不宜大于 6 个月。

4.2.3 应编制施工测量成果计算书。

4.2.4 桥墩、桥台基础放样应依据线路中线控制点或精密导线点进行。放样后应进行检核。

5 模板与支架工程

5.1 一般规定

5.1.1 模板工程应编制施工技术专项方案和施工安全专项方案。滑模、爬模等工具式模板工程及高大模板支架工程的专项方案，应通过技术论证后方可实施。

5.1.2 支架工程应编制包括支架设计、拼装、预压、使用和拆除等内容的施工技术专项方案和施工安全专项方案。

5.1.3 模板和支架宜选用轻质、高强、耐用的材料，材料的性能指标应符合国家现行有关产品标准的规定。支架宜采用标准化、系列化、通用化构件。连接件宜选用标准定型产品。

5.1.4 模板和支架应保证结构和构件各部分形状尺寸和位置准确，且应便于钢筋安装和混凝土浇筑、养护。

5.1.5 进场的模板、支架和构配件应按品种、规格分类存放，挂设材料标识牌，并应采取防止锈蚀、污染的措施。

5.2 设计

5.2.1 模板、支架设计应包括下列内容：

- 1 模板及支架的结构选型和构造；
- 2 模板及支架的荷载和荷载效应计算；
- 3 模板及支架的承载力、刚度和稳定性验算；
- 4 模板及支架的施工图；
- 5 地基承载力验算。

5.2.2 模板、支架的结构选型应根据工程结构形式、荷载、地基类别、施工方法、施工设备和材料性能确定，并应符合下列规定：

1 满堂式支架、梁柱式支架适用范围应符合表 5.2.2 的规定。

表 5.2.2 满堂式和梁柱式支架适用范围

支架类型	适用范围
满堂式支架	1) 支架高度不大于 20m; 2) 混凝土梁体的高度不大于 7m; 3) 地基不需特殊处理即可满足承载力和沉降变形要求
梁柱式支架	1) 地形高差大; 2) 跨越既有铁路、公路、城市轨道交通、河道和管线等; 3) 特殊地质条件

2 用于混凝土现浇的满堂式支架不宜采用扣件式钢管支架。

5.2.3 模板、支架设计应符合下列规定：

1 设计计算宜采用极限状态法；

2 模板、支架设计时各项荷载和荷载组合以及刚度、稳定性验算应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定；

3 支架的地基与基础设计应符合现行国家标准《建筑地基基础设计规范》GB 50007 的规定。

5.2.4 梁板结构的模板、支架应设置施工预拱度。施工预拱度应根据结构预拱度、支架受荷后的弹性变形、接头挤压等引起的非弹性变形和基础沉降确定。

5.2.5 预应力混凝土结构模板设计应根据施加预应力后构件的弹性压缩、上拱及支座螺栓或预埋件的位移等计算。

5.2.6 组合模板设计应验算吊装刚度，并应注明支点及吊点位置。

5.2.7 模板的构造应符合下列规定：

1 模板背面主肋和次肋布置应根据模板的荷载和刚度要求确定，次肋配置方向应与模板的长度方向相垂直；

2 模板的配板应根据配模面的形状、几何尺寸及支撑形式确定，宜选用大规格模板，模板拼接缝应规则、整齐；

3 墩柱、梁板的转角及模板面的交接部分宜采用连接简便、

结构牢固、易于拆除的模板；

4 应采取措施减少或避免在模板面板上钻孔。当确需钻孔时，不应影响模板的周转使用。

5.2.8 支架跨越通航河道、公路、铁路、城市轨道交通、高压线路和管道等既有设施时，应符合下列规定：

1 支架下净空应满足既有设施的安全限界要求；

2 支架应按规定设置导向、限高、限宽、减速等标识标牌及防撞设施；

3 既有设施正上方的支架底部应全部封闭，两侧应设置防护设施；

4 跨电气化铁路和城市轨道交通的支架，应设置防渗水、静电屏蔽防护和接地防护装置；

5 跨道路的支架宜在道路边缘设置混凝土防撞墙，支架距道路边缘净距不应小于 0.5m。

5.2.9 落架装置应根据支架结构形式、荷载及需要的落架量，在支架适当部位设置。

5.2.10 梁柱式支架的构造应符合下列规定：

1 同一桥跨的支架宜采用相同类型的基础、立柱和承重梁结构；

2 支墩的立柱底面应设置预埋件，预埋件与立柱及基础应密贴并连接牢固，立柱顶端应与横梁连接牢固；

3 当采用型钢作支架横梁或纵梁时，应采用垫板、加劲肋等将两根及以上型钢连接成整体，同跨内全部纵梁应通过横向连接系连接成整体；

4 当采用拼装式桁架结构做支架横梁或纵梁时，应符合下列规定：

1) 应设置通长横向连接系将同跨内全部纵梁连接成整体；桁架梁两端及支承位置均应设置通长横向连接系；

2) 应在桁架结构支承位置设置侧向限位装置，不应将桁架梁直接焊接在其支承结构上。

5.2.11 支架附属设施应符合下列规定：

1 支架顶面四周宜设置作业平台，平台面应满铺脚手板，临空面应设置栏杆及挡脚板；

2 当支架设置作业平台时，应设置相应的人形梯架或坡道、防护栏杆和安全网。

5.3 安 装

5.3.1 模板安装应符合下列规定：

1 模板应按设计要求准确就位；

2 对安装在支架上的模板，应在支架检验合格后方可安装模板；

3 模板在安装过程中应设置防倾覆的临时固定设施；

4 当模板妨碍绑扎钢筋时，宜待钢筋工序结束后再安装模板；

5 模板与混凝土的接触面应清理干净并涂刷脱模剂，脱模剂不得污染钢筋和混凝土接槎处；

6 模板安装应接缝严密，接缝中宜放置橡胶条或泡沫塑料条等弹性密封条。

5.3.2 组合钢模板的安装应符合现行国家标准《组合钢模板技术规范》GB/T 50214 的规定。

5.3.3 组合铝合金模板的安装应符合现行行业标准《组合铝合金模板工程技术规程》JGJ 386 的规定。

5.3.4 提升模板应设置脚手平台、接料平台、挂吊脚手及安全网等辅助设施。

5.3.5 翻转模板、爬升模板和滑升模板应满足强度、刚度和稳定性要求，施工应符合下列规定：

1 混凝土应达到规定的强度后方可拆模及模板翻转或爬架爬升，爬模上的接料平台、脚手平台和拆模吊栏的荷载应均衡，不得超载，混凝土吊斗不应碰撞爬模系统；

2 模板沿墩身周边方向应始终保持顺向搭接，施工过程中，

应随时检查爬模的中线、水平位置和高程，发现问题应及时纠正；

3 液压爬升模板施工应符合现行行业标准《液压爬升模板工程技术标准》JGJ/T 195 的规定；

4 滑升模板施工应符合现行国家标准《滑动模板工程技术标准》GB/T 50113 的规定。

5.3.6 支架安装前，应进行施工放样，并应按施工图安装。节点连接应可靠。

5.3.7 当支架立柱直接支承在地基上时，其底端应放置传力垫板或预埋件。支架地基应采取防排水措施，不应被水浸泡。寒冷和严寒地区的支架地基应采取防冻胀及融沉措施。

5.3.8 支架预压应符合下列规定：

1 支架宜选择有代表性区域进行预压，并应在首次浇筑前预压；

2 支架预压荷载不应小于支架所承受最大施工荷载的110%，宜按支架预压荷载的60%、100%、110%分级预压；

3 支架宜采用钢材、预制块等材料预压，不宜采用沙袋预压；

4 支架预压加载范围不应小于现浇混凝土结构物的实际投影面，预压荷载分布宜与支架施工时承受的荷载分布一致；

5 支架预压的加载和卸载应对称、分层、分级，不应集中加载和卸载。

5.3.9 支架预压的位移监测应符合下列规定：

1 监测内容应包括基础沉降、支架竖向位移、支架顶面水平位移、梁柱式支架纵（横）梁挠度和近邻结构物沉降。

2 支架监测应选取不少于2个典型断面，每断面的监测点不应少于5个。

3 沉降、竖向位移和挠度监测宜采用水准仪，测量精度应满足二等水准测量要求。水平位移宜采用全站仪监测。

4 预压监测频率和卸载条件应符合下列规定：

- 1) 支架加载前, 应监测初始值;
- 2) 每级加载完成 1h 后应监测 1 次, 以后每间隔 6h 监测 1 次, 当相邻两次监测位移平均值之差不大于 2mm 时, 可进行下一级加载;
- 3) 全部预压荷载施加后, 应每间隔 6h 监测 1 次, 当相邻两次监测位移平均值之差不大于 2mm 时, 方可卸除预压荷载;
- 4) 支架完全卸载 6h 后应监测 1 次。

5 支架安全性评价和立模标高应根据监测数据计算分析基础沉降量、支架弹性和非弹性变形量及平面位移量确定, 并应形成支架预压报告。

5.4 使用与拆除

5.4.1 模板、支架应在检查和验收合格后方可浇筑混凝土。

5.4.2 模板、支架在使用过程中, 应符合下列规定:

1 应设专人对模板和支架进行观察和维护, 发现异常情况应立即停止施工, 并应迅速撤离作业面人员, 排除险情后方可继续施工;

2 支架结构或局部作业层上的施工荷载不得超过设计允许荷载;

3 当受冬期气温、洪水、大风等因素暂停施工时, 支架应采取临时安全稳固措施, 恢复施工前应对支架全面检查, 合格后方可进行后续施工。

5.4.3 模板、支架拆除应符合下列规定:

1 当承重模板、支架拆除底模时, 若梁板和拱的跨度大于 8m 或悬臂结构的跨度大于 2m, 混凝土强度不得低于设计强度; 其余情况, 混凝土强度不得低于设计强度的 80%;

2 预应力混凝土结构的侧模应在预应力张拉前拆除; 底模及支架支撑系统应在结构建立预应力后拆除;

3 拆除作业前, 应先检查支架结构的稳定性;

4 当只拆除部分支架时，拆除前应对不拆的支架结构进行加固；

5 当支架结构设有缆风绳时，缆风绳应对称同步拆除；

6 当暂停拆除施工时，应采取临时固定措施，已拆除和松开的构配件应妥善安置；

7 模板、支架的拆除顺序应按后支先拆、先支后拆，且宜按横桥向同步、纵桥向先跨中后两侧，对称均匀的顺序分阶段拆除。

5.4.4 在低温、干燥或大风环境下拆除模板，应采取措施防止混凝土表面产生裂缝。当气温急剧变化时，不宜进行拆模作业。

5.5 检 验 标 准

主 控 项 目

5.5.1 模板、支架的安装应符合施工技术专项方案的规定，并应稳固牢靠、接缝严密。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和用钢尺量。

5.5.2 支架基础的地基承载能力应符合设计要求。

检查数量：对满堂式支架，每 100m²不少于 3 点；对梁柱式支架明挖基础，每个基础不少于 3 点。

检验方法：用触探仪等测试。

5.5.3 支架立柱应有足够的支撑面和排水、防冻融、防冲刷和防碰撞措施。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和用钢尺量。

一 般 项 目

5.5.4 模板和支架的安装允许偏差应符合表 5.5.4 的规定。

表 5.5.4 模板和支架的安装允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	相邻模板 表面高差	清水模板	2		4	用钢尺或塞 尺量
2		混水模板	4			
3		钢模板	2			
4	表面平 整度	清水模板	3		4	用 2m 直尺 和塞尺量
5		混水模板	5			
6		钢模板	3			
7	垂直度	墙、柱	$H/1000$, 且 ≤ 6	每个 构筑物或 每个 构件	2	用经纬仪或 垂线和钢 尺量
8		墩、台	$H/500$, 且 ≤ 20			
9	模内尺寸	基础	± 10		3	用钢尺量, 长、宽、 高各 1 点
10		墩、台	+5 -8			
11		梁、板、墙、 柱、桩	+3 -6			
12		基础	15		2	经纬仪测量, 纵、横向 各 1 点
13	轴线偏位	墩、台、墙	10			
14		梁、柱、拱	8			
15		悬浇各梁段	8			
16		横隔梁	5			
17	支承面高程		+2 -5	每支 承面	1	用水准仪 测量
18	悬浇各梁段底面高程		+10 0	每个 梁段	1	用水准仪 测量
19	预埋 件	支座板、锚垫 板、连接板等	位置	每个 预埋 件	1	用钢尺量
20			平面高差		1	用水准仪 测量
21		螺栓、锚筋等	位置		1	用钢尺量
22			外露长度		1	用钢尺量
23	预留 洞口	预应力筋孔道位置 (梁端)		每个 预留 孔洞	1	用钢尺量
24		其他	位置		1	用钢尺量
25			孔径		1	

续表 5.5.4

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
26	梁底模拱度		+5 -2	每根梁、每个构件、每个安装段	1	沿底模全长拉线，用钢尺量
27	对角线差	板	7		1	用钢尺量
28		墙板	5			
29		桩	3			
30	侧向弯曲	板、拱肋、桁架	$L/1500$		1	沿侧模全长拉线，用钢尺量
31		柱、桩	$L/1000$ ， 且 ≤ 10			
32		梁	$L/2000$ ， 且 ≤ 10			
33	支架、拱架	纵轴线的平面偏差	$L/2000$ ， 且 ≤ 30		3	用经纬仪测量

注：1 H 为构筑物高度 (mm)， L 为计算长度 (mm)。

2 支承面高程指模板底模上表面支承混凝土面的高程。

5.5.5 固定在模板上的预埋件、预留孔内模的数量和位置应符合设计要求，且应安装牢固。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

5.5.6 模板与混凝土接触面应清理干净，钢、木模板宜涂刷脱模剂。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

6 钢筋工程

6.1 一般规定

- 6.1.1 进场钢筋应经检验合格后方可使用。
- 6.1.2 施工过程中应采取措施防止钢筋等级、牌号、规格混淆以及受到锈蚀、污染和变形。进场钢筋存放时间不宜超过 6 个月。
- 6.1.3 钢筋工程宜采用专业化生产的成型钢筋。
- 6.1.4 预制构件的吊环应采用未经冷拉的热轧光圆钢筋制作，使用时的计算拉应力不得大于 65MPa。
- 6.1.5 受力钢筋与箍筋的弯制和末端弯钩形式、钢筋骨架的制作、组装和质量验收应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定。

6.2 钢筋加工

- 6.2.1 钢筋加工前应将表面清理干净。表面带有颗粒状、片状老锈或有损伤的钢筋不得使用。
- 6.2.2 成盘钢筋和有弯折的钢筋加工前应调直，调直宜采用机械设备。当采用冷拉方法调直钢筋时，HPB300 级钢筋冷拉率不宜大于 2%；HRB400 级钢筋冷拉率不宜大于 1%。
- 6.2.3 钢筋机械连接丝头的外观质量及尺寸应满足设计要求。加工后的丝头应采取防止污损的保护措施。

6.3 钢筋连接

- 6.3.1 钢筋连接方式宜采用机械连接或焊接连接。
- 6.3.2 钢筋接头应设置在应力较小处，并应符合下列规定：
 - 1 同一根钢筋上应少设接头，同一接头长度区段内不得有

两个接头；

2 同一接头长度区段内，有接头的受力钢筋截面面积占受力钢筋总截面面积的百分率应符合表 6.3.2 的规定；

3 钢筋接头应避免钢筋弯曲处，接头末端至钢筋弯起点的距离不得小于钢筋直径的 10 倍。

表 6.3.2 接头长度区段内受力钢筋截面接头面积占
受力钢筋总截面面积的最大百分率

接头形式	受拉区		受压区
	受弯构件	轴心受拉构件	
主筋机械连接接头	50%	25%	—
主筋焊接接头	50%	25%	—
主筋绑扎接头	25%		50%

注：1 焊接接头长度区段是指 $35d$ (d 为钢筋直径) 长度范围，但不小于 500mm；
绑扎接头长度区段是指 1.3 倍搭接长度。

2 装配式构件连接处的受力钢筋焊接接头不受此限制。

6.3.3 钢筋的机械连接接头应符合下列规定：

1 钢筋机械连接接头的材料、制作、施工以及质量检验和验收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；

2 钢筋机械连接接头的等级应选用Ⅱ级；

3 钢筋机械连接件的最小混凝土保护层厚度，应符合设计受力主筋混凝土保护层厚度的规定，且不得小于 20mm；连接件之间或连接件与钢筋之间的横向净间距不宜小于 25mm；

4 连接套筒、锁母和丝头在加工、运输和储存过程中应采取防护措施防止雨淋、沾污和损伤。

6.3.4 钢筋焊接的接头形式、焊接方式、焊接工艺、焊接材料以及质量检验和验收应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定。

6.3.5 钢筋闪光对焊冬期施工宜在室内进行，且室内温度不宜低于 0°C 。钢筋电弧焊应采取防风、防雪及保温措施。焊接后焊

接头不应立即接触冰雪；当环境温度低于 -20°C 时，不得进行焊接。

6.3.6 钢筋的绑扎接头应符合下列规定：

1 在钢筋搭接部分的中心及两端至少 3 处应采用绑丝绑扎结实。

2 受拉钢筋绑扎接头的最小搭接长度应符合表 6.3.6 的规定；受压钢筋绑扎接头的搭接长度应取受拉钢筋绑扎接头搭接长度的 0.7 倍。

表 6.3.6 受拉钢筋绑扎接头的最小搭接长度

钢筋类别	受拉区		受压区	
	低于 C30	C30 及以上	低于 C30	C30 及以上
光圆钢筋	$35d$ 且 $\geq 300\text{mm}$	$30d$ 且 $\geq 300\text{mm}$	$25d$ 且 $\geq 200\text{mm}$	$20d$ 且 $\geq 200\text{mm}$
带肋钢筋	$55d$ 且 $\geq 300\text{mm}$	$45d$ 且 $\geq 300\text{mm}$	$40d$ 且 $\geq 200\text{mm}$	$30d$ 且 $\geq 200\text{mm}$

注：1 表中 d 为钢筋直径，C30 为混凝土强度等级。

2 环氧树脂涂层带肋钢筋的最小搭接长度，对受拉钢筋应按表中相应数值乘以系数 1.5 取用且不小于 375mm；对受压钢筋按表中规定取值且不小于 250mm。

3 对有抗震设防特殊要求的结构构件，受力钢筋的最小搭接长度按现行行业标准《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166 的规定加长。

4 两根不同直径钢筋的搭接长度，以较细的钢筋直径计算。

3 绑扎接头中钢筋的横向净距不应小于钢筋直径，且不应小于 25mm。

6.4 钢筋骨架制作与安装

6.4.1 钢筋宜预制成钢筋骨架或钢筋网片，再入模形成整体骨架。

6.4.2 现场绑扎钢筋应符合下列规定：

1 钢筋在交叉点处应绑扎牢固，必要时可采用点焊焊牢；

2 绑扎钢筋的铁丝丝头不应伸入混凝土保护层内；

3 钢筋骨架的箍筋宜与主筋垂直紧靠；

4 结构或构件拐角处钢筋交叉点应全部绑扎，中间平直部分的钢筋交叉点可交错扎结，绑扎的交叉点宜占全部交叉点的40%以上；

5 多层钢筋之间可设置必要数量的架立钢筋，架立钢筋端头不得伸入混凝土保护层内。

6.4.3 钢筋骨架与模板之间应设置垫块，垫块应符合下列规定：

1 混凝土垫块应具有足够的强度和密实性，不得采用砂浆垫块；

2 垫块厚度应根据钢筋最小保护层厚度确定，垫块厚度允许偏差应为 $\pm 1\text{mm}$ ；

3 垫块应互相错开、分散布置，不得横贯保护层的全部截面。

6.4.4 钢筋骨架在运输、安装和浇筑混凝土过程中不得出现变形、开焊或松脱现象。

6.5 检 验 标 准

主 控 项 目

6.5.1 进场钢筋、焊条的品种、牌号、规格和技术性能应符合国家现行相关标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告。

6.5.2 进场钢筋应按批抽取试件做力学性能和工艺性能试验，其质量应符合国家现行相关标准的规定。

检查数量：以同牌号、同炉号、同规格、同交货状态的钢筋，每60t为一批，不足60t按一批计。每批抽检1次。

检验方法：检查各批次检验报告。

6.5.3 钢筋机械连接用套筒及锁母的材料、品种、规格应符合型式试验确定的技术要求。

检查数量：以同批、同材料、同型式、同规格的套筒或锁母，每 2000 个为一批，不足 2000 个按一批计。每批抽检 2%，且不少于 20 个。

检验方法：观察、检查质量证明文件，内螺纹尺寸及公差采用螺纹塞规量测。

6.5.4 直螺纹接头加工应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定。

检查数量：每工作班生产的钢筋丝头抽检 10%，且不少于 4 个。

检验方法：观察和尺量，丝头的螺纹尺寸采用螺纹环规量测。

6.5.5 受力钢筋的连接方式应符合设计要求。受力钢筋接头位置、同一截面接头数量、搭接长度应符合本标准第 6.3.2 条和第 6.3.6 条的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用钢尺量。

6.5.6 钢筋的机械连接接头质量应符合现行行业标准《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107 的规定。

检查数量：外观质量全数检查；力学性能检验按每 300 个为一批，不足 300 个按一批计，从中抽取 3 个试件做单向拉伸试验。

检验方法：外观用卡尺或量具检查，检查合格证和出厂检验报告，检查进场验收记录和性能复验报告。

6.5.7 钢筋的焊接质量应符合现行行业标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定。

检查数量：外观质量全数检查；力学性能检验按每 300 个为一批，不足 300 个按一批计，当采用闪光对焊时，从中切取 6 个试件，3 个做拉伸试验，3 个做冷弯试验；当采用搭接或帮条电弧焊时，从中切取 3 个试件做拉伸试验。

检验方法：观察、用钢尺量、检查接头性能检验报告。

6.5.8 安装的钢筋品种、级别、规格、数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量。

6.5.9 钢筋保护层垫块规格、位置和数量应符合本标准第 6.4.3 条的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量。

一 般 项 目

6.5.10 钢筋应平直、无损伤，表面无裂纹、油污、颗粒状或片状老锈。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

6.5.11 钢筋焊接接头表面不得有夹渣、焊瘤。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

6.5.12 钢筋锚固板、预埋件的规格、数量和位置应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、尺量。

6.5.13 钢筋安装及钢筋保护层厚度允许偏差应符合表 6.5.13 的规定。

表 6.5.13 钢筋安装及钢筋保护层厚度允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	受力钢筋排距		± 5	每个构筑物或每根构件	3	尺量，两端、中间各 1 处连续量，取平均值为 1 点
2	同一排中受力钢筋间距	基础、墩台	± 20			
		板、梁	± 10			

续表 6.5.13

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
3	分布钢筋间距		± 10	每个构筑物或每根构件	3	尺量
4	箍筋间距		± 10			
5	弯起点位置		± 20		30%	尺量，两端、中间各 1 处
6	钢筋保护层 厚度	基础	± 10		6	尺量，两端、中间各 2 处
		柱、梁	± 5			
		板	± 3			

7 混凝土工程

7.1 一般规定

7.1.1 混凝土施工宜采用预拌混凝土。预拌混凝土应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定，并应符合下列规定：

1 混凝土质量判定时，坍落度及含气量应以浇筑现场检验结果为准；

2 应按分项工程分混凝土品种、强度等级提供预拌混凝土出厂合格证。

7.1.2 混凝土强度检验评定应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107 执行。混凝土耐久性检验评定应按现行行业标准《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193 执行。

7.1.3 混凝土运输、输送、浇筑过程中不应加水。

7.1.4 混凝土强度未达到 2.5MPa 前，不得承受行人、运输工具、模板、支架及脚手架等荷载。

7.2 混凝土运输与输送

7.2.1 混凝土运输和输送过程中不得出现混凝土离析、漏浆、严重泌水及坍落度损失较大等现象。

7.2.2 混凝土运输设备和运输能力应满足混凝土凝结速度和浇筑速度的要求。

7.2.3 混凝土输送宜采用泵送方式。输送泵的选择、布置和泵送应符合现行行业标准《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10 的规定，并应满足施工要求。

7.2.4 输送混凝土的管道、容器、溜槽不应吸水、漏浆，输送应通畅。输送时应根据环境条件采取保温、隔热、防雨等措施。

7.2.5 混凝土从运输到输送入模的延续时间不宜超过表 7.2.5

的规定。掺入早强型减水剂、早强剂的混凝土及有特殊要求的混凝土，延续时间应根据设计及施工要求进行试验。

表 7.2.5 混凝土从运输到输送入模的延续时间 (min)

条件	气温	
	$\leq 25^{\circ}\text{C}$	$> 25^{\circ}\text{C}$
不掺外加剂	90	60
掺外加剂	150	120

7.3 混凝土浇筑

7.3.1 混凝土浇筑的准备工作应符合下列规定：

1 应制定浇筑工艺方案，对防裂措施、保护层控制和施工缝设置等作出明确规定；

2 应确认支架、模板、钢筋、预埋件和保护层垫块符合设计要求，模板内的杂物、积水及钢筋上的污物应清理干净；

3 模板的缝隙或孔洞应堵塞严密且不漏浆。

7.3.2 自高处向模板内浇筑混凝土时，应防止混凝土离析。自由倾落高度不得超过 2m；当超过 2m 时，应通过串筒、溜管（槽）或振动溜管（槽）等设施下落；当倾落高度超过 10m 时，应设置减速装置。

7.3.3 混凝土分层浇筑厚度、顺序以及施工缝的留置部位、处理方式应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定。

7.3.4 混凝土振捣应符合下列规定：

1 应采用插入式振动棒、平板振动器或附着式振动器，必要时可采用人工辅助振捣；

2 不同振捣方式的操作应符合现行国家标准《混凝土结构工程施工规范》GB 50666 的规定；

3 振捣应均匀、密实，不应漏振、过振、欠振。

7.3.5 混凝土浇筑应连续进行。当混凝土运输、浇筑和间隙的

全部允许时间超过表 7.3.5 的规定时，应设置施工缝。

表 7.3.5 混凝土运输、浇筑和间歇的全部允许时间 (min)

条件	气温	
	$\leq 25^{\circ}\text{C}$	$> 25^{\circ}\text{C}$
不掺外加剂	180	150
掺外加剂	240	210

7.3.6 混凝土浇筑时，当裸露面面积较大或气候不良时，应采取防止混凝土表面失水过快。

7.3.7 浇筑混凝土期间，应随时检查支架、模板、钢筋、预应力管道和预埋件等稳固情况，当发现有松动、变形、移位时，应及时处理。

7.3.8 混凝土振捣完成后，应及时修整、抹平混凝土裸露面，待定浆后再抹第二遍并压光或拉毛。抹面时不应洒水。

7.4 混凝土养护

7.4.1 混凝土养护方案应根据施工对象、环境条件、水泥品种、外加剂或掺合料以及混凝土性能等确定。

7.4.2 混凝土带模养护期间，应采取带模包裹、浇水、喷淋洒水等保湿养护或采用蒸汽养护方式。

7.4.3 自然养护期间应在混凝土浇筑完毕后 1h 内对混凝土进行保湿养护，养护时间应符合表 7.4.3 的规定。

表 7.4.3 混凝土保湿养护时间要求

水胶比	大气潮湿 ($RH \geq 50\%$)，无风，无阳光直射		大气干燥 ($20\% \leq RH < 50\%$) 有风或阳光直射		大气极端干燥 ($RH < 20\%$) 大风，大温差	
	日平均气温 T ($^{\circ}\text{C}$)	养护时间 (d)	日平均气温 T ($^{\circ}\text{C}$)	养护时间 (d)	日平均气温 T ($^{\circ}\text{C}$)	养护时间 (d)
> 0.45	$5 \leq T < 10$	21	$5 \leq T < 10$	28	$5 \leq T < 10$	56
	$10 \leq T < 20$	14	$10 \leq T < 20$	21	$10 \leq T < 20$	45
	$T \geq 20$	10	$T \geq 20$	14	$T \geq 20$	35

续表 7.4.3

水胶比	大气潮湿 ($RH \geq 50\%$), 无风, 无阳光直射		大气干燥 ($20\% \leq RH < 50\%$) 有风或阳光直射		大气极端干燥 ($RH < 20\%$) 大风, 大温差	
	日平均气温 T ($^{\circ}\text{C}$)	养护时间 (d)	日平均气温 T ($^{\circ}\text{C}$)	养护时间 (d)	日平均气温 T ($^{\circ}\text{C}$)	养护时间 (d)
≤ 0.45	$5 \leq T < 10$	14	$5 \leq T < 10$	21	$5 \leq T < 10$	45
	$10 \leq T < 20$	10	$10 \leq T < 20$	14	$10 \leq T < 20$	35
	$T \geq 20$	7	$T \geq 20$	10	$T \geq 20$	28

7.4.4 混凝土养护期间预应力箱梁混凝土芯部与表层、表层与环境的温差不得超过 15°C ; 其余结构芯部与表层、表层与环境的温差不得超过 20°C 。

7.4.5 混凝土养护用水不得采用海水或含有有害物质的水。当日最低气温低于 5°C 时, 不得采用洒水养护。

7.4.6 当采用覆盖养护时, 塑料薄膜在混凝土浇筑后应及时覆盖并紧贴混凝土表面, 塑料薄膜内应保持有凝结水。

7.4.7 喷涂养护剂不得对混凝土产生不利影响, 且应具有可靠的保湿效果。

7.5 检验标准

主控项目

7.5.1 预拌混凝土进场质量应符合现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 的规定。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 检查质量证明文件。

7.5.2 现场集中拌制混凝土的强度等级应符合设计要求。力学性能标准条件养护试件应在混凝土的浇筑地点随机抽取, 试件的取样与留置频率应符合下列规定:

1 当浇筑基础、盖梁等一般体积的混凝土时, 每一单元结

构筑物制取不得少于 2 组；

2 当连续浇大体积混凝土时，每拌制 100 盘且不超过 100m^3 的同配合比混凝土，取样不得少于一次；每工作班制取不应少于 2 组；

3 当一次连续浇筑相同配合比的混凝土量大于 1000m^3 时，每 200m^3 混凝土取样不得少于一次；

4 当浇筑桩基础时，每根桩应取样 3 组，其中有一组应为 7d 强度；

5 应根据施工要求，制取与结构物同条件养护试件。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查试验报告。

一般项目

7.5.3 混凝土拌合物现场坍落度的测定值应符合设计要求。

检查数量：每浇筑 50m^3 或每工作班不少于一次。

检验方法：用坍落度仪检测。

7.5.4 混凝土含气量应符合设计要求。

检查数量：每浇筑 50m^3 或每工作班不少于一次。

检验方法：检查试验报告。

7.5.5 钢筋保护层厚度应符合设计规定。应采用钢筋保护层厚度检测仪进行现场测定。

检查数量：抽检 5% 的梁、柱和墩台等混凝土构件。每个抽样构件测定不少于 3 处，每处不少于 10 点。

检验方法：检查测试报告。

8 预应力工程

8.1 一般规定

8.1.1 预应力工程施工应根据环境温度采取必要的质量保证措施，并应符合下列规定：

1 当环境温度低于 -15°C 时，不宜进行预应力筋张拉作业；

2 当环境温度高于 35°C 或冬期施工时，不宜进行管道压浆施工；在此条件下压浆时，应采取质量保证措施。

8.1.2 预应力筋张拉宜采用智能张拉设备，张拉控制宜采用数字信息化技术。

8.1.3 预应力材料的保护应符合下列规定：

1 预应力筋以及锚具、夹具和连接器在搬运和存放过程中应避免机械损伤、沾污和锈蚀，进场后存放时间不宜超过 6 个月；

2 管道在搬运时应采用非金属绳捆扎或框架装载，不得抛摔及在地面拖拉。管道的存放应远离热源及可能遭受各种腐蚀性气体、介质影响的地方。

8.2 预应力筋和管道的制作与安装

8.2.1 预应力筋下料应符合下列规定：

1 预应力筋下料长度应经计算确定；计算时应根据结构的孔道长度或台座长度、锚夹具厚度、千斤顶长度、镦头预留量、冷拉伸长值、弹性回缩值、张拉伸长值和外露长度等因素确定；

2 当钢丝束两端采用镦头锚具时，同束钢丝下料长度的偏差应符合表 8.2.1 的规定；

表 8.2.1 墩头锚具同束钢丝下料长度允许偏差

项目	允许偏差
束长>20m	钢束长度的 1/5000, 且不大于 5mm
束长 6m~20m	钢束长度的 1/3000, 且不大于 4mm
束长<6m	2mm

3 钢绞线下料后不得散头；

4 预应力筋宜采用切断机或砂轮锯切断，不应电弧切割。预应力筋切割过程中不得经受高温、焊接火花或接地电流的影响。

8.2.2 高强钢丝的墩头宜采用液压冷墩，墩头前应确认钢丝的可墩性。钢丝墩头的强度不得低于钢丝强度标准值的 98%。

8.2.3 制作挤压锚时，模具与挤压锚应配套使用，挤压力和挤压操作应符合产品说明书的规定。挤压后的预应力筋应露出挤压套筒 2mm~5mm。钢绞线压花锚成型时，梨形头的尺寸和直线锚固段长度不应小于设计值。

8.2.4 当预应力筋由多根钢丝或钢绞线组成且整束穿入孔道时，应预先编束。编束时应将钢丝或钢绞线逐根理顺，每隔 1m 捆绑一次并按编号分类存放。

8.2.5 当钢丝和钢绞线移运时，支点距离不得大于 3m，端部悬出长度不得大于 1.5m。

8.2.6 预应力筋锚具、夹具和连接器的性能和使用应符合下列规定：

1 锚固多根预应力筋的锚具应具有整束张拉的性能，且宜具有单根张拉的性能；用于承受低应力或动荷载的夹片式锚具，应具有防松性能；

2 夹具应能自锚、松锚和重复使用，主要锚固零件应具有良好的防锈性能，可重复使用的次数不应少于 300 次；

3 永久性预应力筋连接器应符合锚具的性能要求；

4 预应力筋用锚具产品应配套使用，同一结构或构件应采

用同一生产厂家的产品。工作锚不得作为工具锚使用。

8.2.7 先张法预应力筋的安装应符合下列规定：

- 1 预应力筋安装顺序宜自下而上，先穿直线预应力筋，再穿折线预应力筋；折线预应力筋应通过转折器进入相应的槽口；
- 2 预应力筋与锚固横梁宜采用张拉螺杆连接；
- 3 预应力筋安装过程中应采取防止隔离剂污染的措施。

8.2.8 管道的安装应符合下列规定：

1 管道安装前应先按设计规定的管道坐标放样，安装时应采用定位钢筋固定；直线管道的定位钢筋间距，当管道为钢管时，不宜大于 1m；当管道为波纹管或胶管时，不宜大于 0.5m；曲线管道的定位钢筋宜适当加密；

2 金属管道的连接管宜采用大一级直径级别同类管道，其长度宜为被连接管道内径的 5 倍~7 倍，接头处应缠绕紧密；

3 高密度聚乙烯波纹管的接头宜采用焊接，或采用本身具有密封性能且带有观察管的塑料结构连接器连接；

4 管道与锚垫板之间应采用同一材料、同一规格的连接头，连接后应采用密封胶封口；

5 管道与排气管应采用密封连接器连接，其密封性能应满足真空度要求；

6 所有管道均应设压浆孔和溢浆孔，排气孔宜设置在管道最高点处，排水孔宜设置在管道最低点处；

7 管道在模板内安装完毕后，应将其端部盖好。

8.2.9 后张法预应力筋的安装应符合下列规定：

1 预埋胶管宜在混凝土强度达到 6MPa~8MPa 时抽拔；

2 当混凝土浇筑前穿束时，应先确认锚垫板位置准确、管道完好后再穿束；预应力筋安装到位后，应能在管道内自由滑动；

3 当混凝土浇筑后穿束时，应先确认孔道畅通且孔道内无水和其他杂物；

4 穿束后应将管道端部的开口密封；

- 5 当采用蒸汽养护时，在养护完成之前不应安装预应力筋。
- 8.2.10 在安装有预应力筋的构件附件进行电焊作业时，应对全部预应力筋和金属件进行防护。
- 8.2.11 当预应力管道与钢筋位置冲突无法避让时，可调整钢筋间距、钢筋形状、弯钩方向或截断钢筋，钢筋调整应满足锚固设计要求。

8.3 预应力施加

8.3.1 预应力张拉设备选用及校验应符合下列规定：

1 预应力筋单束初调及张拉宜采用穿心式双作用千斤顶，整体张拉和整体放张宜采用自锁式千斤顶，千斤顶额定张拉力不得小于张拉力的 1.2 倍；

2 与千斤顶配套使用的压力表应选择防振型产品，表面最大读数应为张拉力的 1.5 倍~2.0 倍，精度不应低于 1.0 级；

3 张拉用的千斤顶和压力表应配套校准、配套使用，校准期不得大于 6 个月，张拉次数不得大于 200 次；

4 当采用力传感器测量张拉力时，传感器应在有效的检定期内。

8.3.2 智能张拉设备应符合下列规定：

1 张拉控制力的测量精度宜小于设计张拉力的 1%；位移测量精度不应大于 0.1mm；

2 应具有张拉应力、伸长量同步控制功能，各千斤顶张拉力之间的同步误差不应超过 2%；

3 千斤顶稳定持荷时间不应小于 5min；

4 当张拉力超过 1.03 倍设计张拉力或千斤顶行进到极限位置时，应自动报警并自动停机；

5 控制系统宜具有自动和手动控制方式，应能在界面上自动绘制“力-位移”、“力-时间”和“位移-时间”曲线；

6 智能张拉设备施工现场用电应符合现行国家标准《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194 的规定；

7 应具有自动保存张拉过程数据的功能，并应自动生成报告。

8.3.3 预应力张拉前应进行下列准备工作：

1 计算张拉力和张拉伸长值，应根据张拉设备校准结果确定油泵压力表读数；

2 应根据工程需要搭设安全可靠的张拉作业平台；

3 应清理锚垫板和张拉端预应力筋，并应检查锚垫板后的混凝土密实性。

8.3.4 预应力筋的张拉控制应力应符合设计要求。当需超张拉预应力筋或计入锚圈口预应力损失时，可比设计要求提高 5%，但不得超过设计规定的最大张拉控制应力。

8.3.5 预应力筋张拉伸长值的量测及偏差应符合下列规定：

1 伸长值应从预应力筋张拉至张拉控制应力的 10%~15% 时开始量测；

2 当采用应力控制进行张拉时，应校核伸长值。实际伸长值与理论伸长值的偏差不应超过 6%。

8.3.6 预应力筋的锚固应在张拉控制应力稳定后进行，锚固阶段张拉端预应力筋的回缩允许值应符合表 8.3.6 的规定。

表 8.3.6 预应力筋回缩允许值 (mm)

锚具、接缝类型		变形形式	允许值
钢制锥形锚具		预应力筋回缩、锚具变形	6
夹片式锚具	有顶压时	预应力筋回缩、锚具变形	4
	无顶压时		6
墩头锚具		缝隙压密	1
粗钢筋锚具（用于螺纹钢筋）		预应力筋回缩、锚具变形	1
每块后加的锚具垫板		缝隙压密	1
水泥砂浆接缝		缝隙压密	1
环氧树脂砂浆接缝		缝隙压密	1

8.3.7 预应力筋的理论伸长值可按下式计算：

$$\Delta L_L = \frac{P_p L}{A_p E_p} \quad (8.3.7)$$

式中： ΔL_L ——预应力筋的理论伸长值（mm）；

P_p ——预应力筋的平均张拉力（N）；

L ——预应力筋的长度（mm）；

A_p ——预应力筋的截面积（mm²）；

E_p ——预应力筋的弹性模量（N/mm²）。

8.3.8 先张法和后张法的预应力施工应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定。

8.3.9 预应力筋张拉及放张均应填写施工记录。

8.4 压浆及封锚

8.4.1 多跨连续且有连接器的预应力孔道，应张拉完一段灌注一段。

8.4.2 孔道浆体宜采用带有自动计量的拌合设备制备。浆体制备应符合下列规定：

1 水泥应采用强度等级不低 42.5 级的低碱硅酸盐或低碱普通硅酸盐水泥，矿物掺合料的品种宜为Ⅰ级粉煤灰、矿渣粉或硅灰；

2 水中不应含对预应力筋或水泥有害的成分，每升水中不得含有 350mg 以上的氯化物离子或其他有机物；

3 减水剂的减水率不应小于 20%，且应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 中高效减水剂一等品的要求；

4 不应掺入氯盐类、亚硝酸盐类或其他对预应力筋有腐蚀作用的外加剂；

5 浆体从拌制至压入孔道的延续时间不宜超过 40min，且在使用过程中应连续搅拌；不得通过加水来增加流动度；

6 浆体拌制均匀后，应经过网格尺寸不大于 3mm×3mm 的筛网过滤后方可压入孔道；

7 浆体的强度应符合设计要求。

8.4.3 压浆前应对孔道清洁处理，并应符合下列规定：

1 抽芯成型的混凝土空心孔道应冲洗干净，孔壁应完全湿润；金属管道和塑料管道应清除附着于孔道内壁的有害物质；

2 宜采用稀释后的中性洗涤剂或皂液冲洗孔道内的油污，并应采用不含油的压缩空气将积水吹出；

3 孔道清理完毕后应采用密封罩或水泥浆封闭锚具空隙。

8.4.4 预应力管道压浆宜采用真空辅助压浆，并应符合下列规定：

1 压浆前，管道真空度应为 $-0.06\text{MPa}\sim-0.10\text{MPa}$ ；

2 曲线孔道和竖直孔道应从最低点的压浆孔压入；对按上下分层设置的孔道，应按先下层后上层的顺序压浆；

3 同一孔道压浆应连续一次完成；

4 压浆时，应达到孔道另一端饱满且排气孔排出与规定流动度相同的水泥浆为止；关闭出浆口后，宜保持不小于 0.5MPa 的稳压期，稳压时间宜为 $3\text{min}\sim5\text{min}$ ；

5 水泥浆终凝后，方可卸拔压浆阀门。

8.4.5 压浆后应通过检查孔抽检压浆的密实情况。当有不密实情况时，应及时进行补压浆处理。

8.4.6 孔道压浆的施工记录应包括压浆材料、配合比、压浆日期、搅拌时间、出机初始流动度、浆液温度、环境温度、稳压压力及时间。当采用真空辅助压浆工艺时，还应包括真空度。

8.4.7 封锚施工应符合下列规定：

1 压浆完成后，应及时对锚具和预应力筋按设计要求进行防锈处理，并应将封锚处混凝土凿毛并冲洗干净；

2 锚穴内应按设计要求设置钢筋网；

3 封锚混凝土种类、强度等级及钢筋保护层厚度应符合设计要求；封锚混凝土填充宜先用较干硬的混凝土填充并捣鼓密实，再用正常稠度混凝土填平；

4 封锚混凝土应进行保温保湿养护，养护结束后，对封锚处混凝土面应按设计要求进行防水处理。

8.5 检 验 标 准

主 控 项 目

8.5.1 进场预应力筋的性能和质量应符合国家现行标准《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223、《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224 和《无粘结预应力钢绞线》JG/T 161 等的规定。

检查数量：每检验批钢丝质量不大于 60t，从每批钢丝中抽检 5%且不少于 5 盘；每检验批钢绞线质量不大于 60t，从每批钢绞线中任取 3 盘的端部正常部位截取 1 根试样；每检验批精轧螺纹钢质量不大于 60t，外观质量检查合格后任选 2 根钢筋截取试件。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场试验报告。

8.5.2 预应力筋用锚具、夹具和连接器的性能和质量应符合国家现行标准《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 和《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 的规定。

检查数量：每检验批锚具和夹片不超过 1000 套；每检验批连接器不超过 500 套。外观检查每检验批抽取 10%且不少于 10 套；硬度检查每检验批抽取 5%；静载锚固性能试验每检验批抽取 3 组（6 套）。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场试验报告。

8.5.3 预应力筋使用前应检查外观质量，不得有弯折，表面不得有裂纹、毛刺、机械损伤、氧化铁锈、油污等现象。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

8.5.4 预应力筋用锚具、夹具和连接器使用前应检查外观质量，表面不得有裂纹、机械损伤、锈蚀、油污等现象。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

8.5.5 预应力筋的品种、规格、级别和数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察或用钢尺量、检查施工记录。

8.5.6 预应力筋张拉和放张时混凝土强度不得低于设计强度的80%。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查同条件养护试件的试验报告。

8.5.7 先张法预应力筋张拉允许偏差应分别符合表8.5.7-1和表8.5.7-2的规定。

表 8.5.7-1 先张法钢筋张拉允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
			范围	点数	
1	接头在同一平面内的轴线偏位	2, 且 $\leq 1/10$ 直径	抽查 30%	1	用钢尺量
2	中心偏位	4%短边, 且 ≤ 5			
3	张拉应力值	符合设计要求	全数	1	检查张拉记录
4	张拉伸长率	$\pm 6\%$			

表 8.5.7-2 先张法钢丝和钢绞线张拉允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	墩头钢丝 同束长度 相对差	束长 $>20\text{m}$	$L/5000$, 且 ≤ 5	每批抽查 2 束	1	用钢尺量
2		束长 $6\text{m} \sim 20\text{m}$	$L/3000$, 且 ≤ 4			
3		束长 $<6\text{m}$	2			
4	张拉应力值		符合设计要求	全数	1	检查张拉记录
5	张拉伸长率		$\pm 6\%$			
6	断丝数		不超过总数的 1%			

注：L 为束长 (mm)。

8.5.8 后张法预应力筋的张拉应力、伸长率及断滑丝数量允许偏差应符合表 8.5.8 的规定。

表 8.5.8 后张法张拉应力、伸长率及断滑丝数量允许偏差

序号	项目		允许偏差	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	张拉应力值		符合设计要求	每束	1	查张拉记录
2	张拉伸长率		$\pm 6\%$		1	
3	断丝滑	钢束	总数的 1%		1	
4	丝数	钢筋	不允许		1	

8.5.9 孔道压浆的水泥浆强度应符合设计规定。压浆时排气孔、排水孔应有水泥浓浆溢出。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查压浆记录和水泥浆试件强度试验报告。

8.5.10 封闭锚具时混凝土强度等级不宜低于结构混凝土强度的 80%，且不得低于 40MPa。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查混凝土强度试验报告。

一 般 项 目

8.5.11 预应力管道进场时，应检查管道外观质量、径向刚度和抗渗漏性能，并应符合下列规定：

1 金属管道外观应清洁，内外表面应无锈蚀、油污、附着物、孔洞，波纹管不应有不规则褶皱，咬口应无开裂、脱扣；钢管焊缝应连续；

2 塑料波纹管的外观应光滑、色泽均匀，内外壁不应有气泡、裂口、硬块、油污、附着物、孔洞及影响使用的划伤；

3 波纹管的径向刚度和抗渗漏性能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 和《预应力混凝土

用金属波纹管》JG 225 的规定。

检查数量：外观全数检查；径向刚度和抗渗漏性能按进场的批次抽样复验。

检验方法：观察、检查质量证明文件和抽样检验报告。

8.5.12 锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量，应符合本标准第 8.3.6 条规定。

检查数量：每工作日抽查预应力筋总数的 3%，且不少于 3 束。

检验方法：用钢尺量、检查施工记录。

8.5.13 后张法预应力管道坐标和管道间距的偏差应符合表 8.5.13 的规定。

表 8.5.13 后张法预应力管道坐标和间距允许偏差

序号	项目		允许偏差	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	管道坐标	梁长方向	$\pm 30\text{mm}$	每根构件	30%且每根不少于 10 个点	用钢尺量
2		梁高方向	$\pm 4\text{mm}$			
3	管道	同排	6mm		抽查 30%，每根抽查 5 个点	用钢尺量
4	间距	上下层	6mm			

8.5.14 后张法预应力筋锚固后，锚具外预应力筋的外露长度不应小于预应力筋直径的 1.5 倍，且不应小于 30mm。

检查数量：在同一检验批内，抽查预应力筋总数的 3%，且不应少于 5 束。

检验方法：观察、尺量。

9 装配式混凝土构件预制与运输

9.1 一般规定

9.1.1 装配式构件宜在工厂内预制或在工厂化的专设场区内预制。

9.1.2 预制构件的外形尺寸应符合设计要求。对需控制成桥线形的梁体，其理论线形应根据自重、预应力张拉、混凝土收缩徐变和温差等因素确定。

9.1.3 预制构件内的预埋件、预留孔洞尺寸、位置应满足设计要求。影响结构受力的预埋件应进行局部防裂加固。

9.1.4 预制构件吊运时的混凝土强度不应低于设计强度的80%。

9.2 预制场建设

9.2.1 预制场选址和规模应根据施工组织设计、工程量和桥梁分布等因素综合确定，并应满足预制、移运及存放的施工作业要求。

9.2.2 预制场应进行功能划分及设计，宜设置生产区、储存区、发运区、钢筋及构配件加工存放区、仓库和办公生活区等。

9.2.3 预制场的场地应平整、坚实，应有必要的防排水设施。不同功能区的地基应满足承载力要求；当承载力不足时，应进行地基处理。

9.2.4 预制台座的建设应符合下列规定：

1 预制台座应坚固稳定；当用于预制后张预应力混凝土梁时，宜对台座两端及适当范围内的地基进行特殊加固处理；

2 预制台座的位置、相互间距应满足施工作业和预制构件养护要求；台座表面应光滑、平整；

3 预制台座预拱度应按构件要求和预应力混凝土梁、板施加预应力后的上拱值确定，必要时在预制台座上设置反拱；

4 先张法预制台座应按张拉荷载最大的梁型设置。

9.2.5 预制桥墩、柱和盖梁的地坪应平整坚实，必要时应进行地基处理。

9.2.6 储存区的面积应根据工艺要求、预制构件占用台座最短时间以及总体工期计划确定。储存区的存放台座应稳固稳定。

9.2.7 发运区及运输通道应满足发运车净空及载重要求。

9.3 构件预制

I 箱梁预制

9.3.1 预制箱梁的模板、钢筋和混凝土施工应符合下列规定：

1 模板预设反拱及预留压缩量应根据设计要求和计算张拉应力、弹性模量及上拱度数据确定；

2 钢筋宜在胎架上制作；当钢筋在模板中直接绑扎成型时，模板应有防止钢筋施工污染的保护措施；

3 混凝土应连续浇筑成型，浇筑宜采取斜向分段、水平分层方式；

4 混凝土浇筑期间，振捣器不得触及预应力波纹管。

9.3.2 拆模时，梁体混凝土芯部与表层、表层与环境的温差均不宜大于 15°C 。

9.3.3 预应力箱梁的预应力实际损失应根据预应力瞬间损失试验确定，必要时应由设计方调整张拉控制应力。试验数量应符合下列规定：

1 试生产期间，至少对 2 片梁体进行试验；

2 正常生产后，每 100 片梁体试验 1 次。

9.3.4 后张法预应力箱梁的预应力施加宜包括预张拉、初张拉和终张拉，并应符合下列规定：

1 预张拉时混凝土强度应达到设计强度的 60% 且模板应松

开，模板不得对梁体压缩造成阻碍；

2 初张拉应在混凝土强度达到设计强度的 80%且模板拆除后进行；

3 终张拉应在混凝土强度及弹模达到设计值且混凝土龄期不少于 10d 时进行。

II T 梁及槽形梁预制

9.3.5 预制 T 梁及槽形梁的模板、钢筋施工应符合下列规定：

1 模板宜采用钢模板，使用前应试拼装，检验合格后方可使用；

2 钢筋宜在胎架上制作后整体吊装入模；

3 模板配件应安装牢固、位置准确。支座锚固螺栓与支座不得直接焊接。

9.3.6 当采用长线法生产直线配筋先张梁时，生产台座的长度不应超过 3 片先张梁的长度。

9.3.7 梁体混凝土浇筑应符合下列规定：

1 混凝土应一次性浇筑成型，每片梁浇筑时间不宜超过 3.5h；

2 浇筑混凝土时应按设计坡度抹平，平整度不宜大于 3mm。

9.3.8 预应力施工应符合下列规定：

1 纵向预应力的张拉阶段宜分为初张拉和终张拉，初张拉和终张拉时混凝土强度应符合本标准第 9.3.4 条的规定；

2 后张法终张拉后梁体弹性上拱实测值不宜大于设计值的 1.05 倍；

3 横向预应力应一次张拉至张拉控制应力。

III 节段梁预制

9.3.9 节段梁预制时线形控制应符合下列规定：

1 预制场应建立水平控制网和高程控制网，节段预制梁线

形控制宜采用线形控制软件技术；

2 节段梁应匹配浇筑，预制过程中应进行测量监控及误差调整；

3 短线法预制节段时，应在后续节段预制时纠正前一节段线形偏差；

4 长线法预制节段时，同一连续匹配浇筑的节段应在同一长线台座上制作。

9.3.10 预制节段梁的模板、钢筋施工应符合下列规定：

1 模板宜采用钢模板，几何尺寸宜采用通用模数；

2 短线法预制使用的模板系统应设置三维调节装置；端模及侧模应采用钢模板，端模应铅直、牢固；匹配梁应根据理论坐标精确定位；

3 接口部位钢筋宜采用预留钢筋进行连接；

4 预埋钢筋套筒时，宜预留出套筒与后续钢筋的连接部分。

9.3.11 预制节段梁的预应力施工应符合下列规定：

1 预留金属螺旋管道定位应采用内衬管和定位钢筋；

2 临时预应力预留孔洞施工应按设计要求预留锚具及千斤顶安装空间；

3 曲线梁临时预应力管道在施工过程中应检查张拉杆件的穿杆空间。预制时可加内衬管辅助定位。

9.3.12 预制节段梁拼接面施工应符合下列规定：

1 当节段梁采用湿接和胶接拼装时，拼接面管道口应采取阻浆和阻胶措施，可在管道口周围设置的内凹圆台安装橡胶圈；

2 拼接面不宜修补。

9.3.13 预制节段的脱模时间应符合本标准第 5.4.3 条的规定，脱模时应防止伤及梁体棱角及剪力键。气温急剧变化时，不宜拆模。

IV 桥墩、柱和盖梁的预制

9.3.14 当桥墩、柱分节段预制时，节段长度应扣除拼接缝处调

节垫块厚度。

9.3.15 预制节段墩、节段柱和盖梁的模板、钢筋施工应符合下列规定：

- 1 模板宜采用钢模板，对拉螺杆宜采用高强度精轧螺纹钢；
- 2 当采用地坪作底模时，地坪应遍刷脱模剂，与侧模连接处宜夹密封条；

- 3 节段墩和节段柱应控制竖向钢筋的下料长度，钢筋端部宜打磨平整。

9.3.16 桥墩、柱的节段宜采用竖向预制，每节段混凝土宜一次性浇筑完成。

9.3.17 盖梁宜先浇筑灌浆连接套筒或灌浆金属波纹管范围内的混凝土。

9.3.18 灌浆连接套筒施工应符合下列规定：

- 1 节段现场拼装端的灌浆连接套筒定位应采用装有定位销的定位板；

- 2 灌浆连接套筒与钢筋的连接宜采用绑扎连接，不得采用焊接；

- 3 压浆管、出浆管的长度应根据桥墩、柱的尺寸准确预留，且应采用止浆塞塞紧。

9.4 构件移运与存放

9.4.1 预制构件吊装移运应符合下列规定：

- 1 移运、吊放预制构件时应匀速、缓慢；
- 2 后张预应力混凝土构件在压浆后移运时，压浆浆体强度不应低于设计强度的 80%，且移运过程中构件不应受到冲击或碰撞；

- 3 构件吊点位置应符合设计规定；

- 4 当吊绳与构件的交角小于 60° 时，应设置吊架或起吊扁担。

9.4.2 预制构件滑移施工应符合下列规定：

1 压浆浆体的强度应达到设计强度的 80%后方可滑移施工；

2 滑道基础应坚固，地基应平整，两滑道之间的高差应小于 50mm，滑移时 4 个支点的相对高差应小于 4mm；

3 滑移的动力设施应经计算或试验确定。

9.4.3 预制场内梁体存放应符合下列规定：

1 预制构件存放的支垫应采用橡胶垫块、枕木等弹性材料；

2 当采用 4 支点存放时，各支点不平整量不应大于 2mm；

3 预制构件首次存储时应静停观察；当长期存放时，应采取必要措施防止构件过大上拱；

4 当构件双层及多层储存时，层与层之间应设置垫木。垫木应放置在支点处，上下层受力点应在同一竖直线上。

9.5 构件运输

9.5.1 预制构件的装卸应符合下列规定：

1 预制构件的吊装应符合本标准第 9.4.1 条的规定；

2 装卸时应采取绑扎固定措施保持车体或船体平衡。构件边角部位或与紧固用绳索接触部位，宜采用垫衬保护。

9.5.2 预制构件的运输应符合下列规定：

1 运输通过的路线、结构物应满足运输设备的荷载要求，且线路的纵横坡度、最小曲线半径和宽度等应满足运输设备的行走要求；

2 当采用车辆运输时，车辆应缓速起步、平稳前进、慢速徐停，不应突然加速或紧急制动，并应按有关要求车辆在车辆上悬挂标志；

3 当采用水运方式时，构件的支承应满足结构受力及运输要求，且应对构件采取紧固措施，并应满足水上作业的相关安全规定。

9.5.3 预制构件在装卸、运输过程中均不得受到任何形式的损伤。

9.6 检 验 标 准

主 控 项 目

9.6.1 混凝土预制构件施工应符合下列规定：

1 预制梁强度达到设计强度的 80% 后方能起吊、搬运、堆放。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查同条件养护试块强度报告。

2 结构表面不得出现超过设计规定的受力裂纹。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用裂缝观测仪或塞尺等量测。

9.6.2 预留、预埋钢筋和钢构件应设置齐全、位置正确。

检查数量：全数检查。

检验方法：尺量、检查施工记录。

一 般 项 目

9.6.3 预应力混凝土预制箱梁允许偏差应符合表 9.6.3 的规定。

表 9.6.3 预应力混凝土预制箱梁允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
			范围	点数	
1	梁长	± 20	每片梁	4	用尺量，检查桥面及底板两侧
2	梁高	$+10$ -5		4	用尺量，检查两端各 2 处
3	轴线偏差	≤ 10		2	用尺量，从两端支座螺栓中心线引向桥面
4	梁上拱	1/3000 梁长		2	放张/终张 30d 时用尺量

续表 9.6.3

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
5	厚度	顶、底板	+10 0	每片梁	2	用尺量, 检查最大误差处
		腹板	+10 -5		6	用尺量, 跨中、1/4跨、3/4跨各2处
		挡碴墙	±5		≥5	用尺量
6	宽度	底板	±5		8	用尺量, 跨中、1/4跨、3/4跨和梁两端
		桥面及挡碴墙内侧	±10			用尺量, 检查 1/4跨、跨中、3/4跨和梁两端
7	表面倾斜偏差		≤3/m		≥5	用尺量
8	平整度	梁面	≤3/m		≥15	用 1m 靠尺检查
		底板顶面	≤10/m			
9	支座板	边缘高差	≤1		全数	用水平尺靠量
		支座中线偏差	≤3		全数	
		螺栓孔中心偏差	≤2		全数	用尺量

9.6.4 预应力混凝土预制 T 梁及槽形梁允许偏差应符合表 9.6.4 的规定。

表 9.6.4 预应力混凝土预制 T 梁及槽形梁允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	梁长	跨度>16m	±20	每片梁	4	用钢卷尺及卡钳量, 检查桥面及底板内、外侧
		跨度≤16m	±10			
2	梁高		+10 -5		≥4	用钢卷尺、水平仪量, 检查梁两端

续表 9.6.4

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
3	桥面内外侧偏离设计位置		± 20 -10	每片梁	2	用水平样杆测量, 从支座螺栓中心放线引向桥面
4	厚度	腹板	$+10$ 0		4	用 U 形尺、钢板尺测量
		隔板	$+10$ -5		2	用 U 形尺、钢板尺测量最大偏差处
		挡渣墙	$+15$ 0		2	
5	宽度	下翼缘	$+10$ 0		8	用尺量, 检查跨中、1/4 跨、3/4 跨和梁两端
		桥面及挡渣墙内外侧	$+10$ -5			用尺量, 检查 1/4 跨、跨中、3/4 跨和梁两端
6	梁上拱	跨度 $\leq 16\text{m}$ 低高度梁	≤ 20		2	放张/终张 30d 时用尺量
		其他梁	1/1000 跨长			
7	表面垂直度		$\leq 3/\text{m}$		≥ 5	用 L 形尺、钢板尺测量, 检查两端, 抽查腹板
8	梁体表面平整度		$\leq 5/\text{m}$		≥ 15	用水平尺、钢板尺测量
9	支座板	边缘高差	≤ 1		全数	用水平尺靠量
		支座中线偏差	≤ 3		全数	
		螺栓孔中心偏差	≤ 2		全数	用尺量
10	横隔板、连接板偏差		≤ 10		全数	用尺量

9.6.5 预应力混凝土预制节段梁允许偏差应符合表 9.6.5 的规定。

表 9.6.5 预应力混凝土预制节段梁允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	梁长		0 -2	每节 段梁	3	用尺量
2	断面尺寸	宽度	+5 0		2	用尺量
		高度	±5		2	
		壁厚	+5 0		8	
3	节段梁纵轴线、 横隔梁轴线		≤5		1	用经纬仪测量
4	表面平整度		≤5		2	用 2m 直尺、塞尺测量
5	吊孔偏差		≤5	每吊孔	1	用尺量
6	锚栓、 锚筋等	位置	≤5	每预 埋件	1	用尺量
		高程	≤10			用水准仪测量
		平面高差	±10			

9.6.6 钢筋混凝土预制桥墩、柱允许偏差应符合表 9.6.6 的规定。

表 9.6.6 钢筋混凝土预制桥墩、柱允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	墩或柱长度		+5 -10	每根 构件	4	用尺量，检查构件 4 个面各 1 点
2	断面尺寸		±5		3	用尺量，检查构件两端及中部
3	表面平 整度	磨具面	3		3	用 2m 直尺、塞尺测量
		抹平面	5			
4	侧向弯曲		$l/1000$ 且 ≤10		2	调平尺在两端测量
5	翘曲		$l/1000$ 且 ≤5		2	调平尺在两端测量

注：l 为桥墩、柱的长度。

9.6.7 结构表面应无孔洞、漏筋、蜂窝、麻面和宽度超过0.15mm的收缩裂纹。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用裂缝观测仪或塞尺等量测。

9.6.8 支座板外露底面应平整、无损、无飞边、无空腹声，防锈应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：目测、锤击。

10 基 础

10.1 一 般 规 定

10.1.1 对工程地质、水文地质或技术条件特别复杂的地基，宜在施工前进行试开挖或试钻，获得相应工艺参数后再施工。

10.1.2 基础施工应有施工记录和监控手段。

10.1.3 扩大基础、预制沉入桩、灌装桩、沉井基础的施工和质量验收应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定。

10.2 扩 大 基 础

10.2.1 当基础位于旱地且无地下水时，基坑顶面应设置防止地面水流入基坑的设施。当基坑顶有动荷载时，坑顶边与动荷载间护道宽不应小于 1m。

10.2.2 弃土锥坡脚距坑顶边缘的距离不应小于基坑的深度。

10.2.3 基坑开挖完成后应进行实地验槽，地基承载力应满足设计要求。验收合格后应及时进行混凝土基础施工。

10.2.4 当地基承载力不满足设计要求或出现超挖、被水浸泡现象时，应按设计要求处理，并结合现场情况，编制专项地基处理方案。

10.2.5 基础施工完成后应及时回填，回填施工应符合下列规定：

- 1 回填材料及质量应符合设计要求；
- 2 基坑回填前，应排净积水、清除软弱层；
- 3 填土应分层填筑并压实。当回填涉及管道时，管线周围的填土密实度应符合相关管线的技术规定。

10.3 桩 基 础

10.3.1 钻孔施工应符合下列规定：

1 钻机选型宜根据环保、孔径、孔深、桩位水文、地质情况确定；

2 开孔位置应准确，孔位中心偏差不得大于 50mm；

3 钻孔应连续。当因故停钻时，有钻杆的钻机应将钻头脱离孔底 5m 以上，其他类型钻机应将钻头提出孔外，孔口应加护盖。

10.3.2 清孔施工应符合下列规定：

1 清孔前的孔径、孔深应符合设计要求；

2 不得采用加深钻孔深度方式代替清孔；清孔时应保持孔内水头；

3 清孔后的泥浆应无 2mm~3mm 颗粒，泥浆相对密度不应大于 1.10，含砂率应小于 2%，胶体率应大于 98%；

4 清孔后孔底沉渣厚度对摩擦桩不应大于 200mm，对端承桩不应大于 50mm。

10.3.3 水下混凝土灌注不应有夹层和松散层。

10.3.4 预制沉入桩施工方法的选取应符合下列规定：

1 锤击沉桩宜用于砂类土、黏性土；

2 振动沉桩宜用于锤击沉桩效果较差、密实的黏性土、砾石和风化岩；

3 静力压桩宜用于标准贯入度小于 20 的软黏土、淤质土；

4 钻孔埋桩宜用于黏土、砂土、碎石土，且河床覆土较厚的情况。

10.3.5 预制沉入桩施工应符合下列规定：

1 沉桩前应检查成品桩，并应符合相关质量要求；

2 沉桩施工应根据现场环境状况采取防噪声措施；

3 对地质复杂的大桥或特大桥，检验桩的承载力或确定沉

桩施工工艺、技术参数时，应进行试桩。

10.3.6 岩溶和采空区钻孔灌注桩施工应符合下列规定：

1 施工前应核对桩位处的地质勘察资料，有疑问时宜补充地质钻孔，探明情况；

2 施工前应制定应急预案，配备足够的抢险机具设备和材料；

3 泥浆密度宜大于一般地区所用泥浆的密度；

4 当发生漏浆或坍孔时，应按应急预案及时补浆或回填，并应采取保证平台、钻机和施工人员安全的措施。

10.4 沉井基础

10.4.1 沉井基础施工准备应符合下列规定：

1 应对附近的堤防、建（构）筑物采取有效的防护措施，并应在下沉过程中加强观测；

2 位于江、河、湖中的沉井基础应调查洪汛、凌汛、河床冲刷、通航及漂流物等情况，并应制定防汛措施及相应的安全措施；

3 对地质条件复杂的沉井宜补充施工钻探；

4 沉井全过程下沉系数应根据地质钻探资料、环境条件等计算，并应采取防止沉井无法下沉或突沉的预防措施。

10.4.2 沉井基础的封底和混凝土浇筑高度应符合下列规定：

1 沉井下沉到设计高程时，应清理、平整基底，基底地质条件应符合设计要求后方可封底，并应避免超沉；

2 混凝土面的最终灌注高度应比设计值高出 150mm 以上。

10.4.3 沉井基础施工应分阶段进行质量检验并填写检查记录。

10.5 承台

10.5.1 承台施工的施工准备应符合下列规定：

1 应进行基桩等隐蔽工程质量验收，并应符合设计要求；

2 桩顶混凝土表面应凿毛，并应符合水平施工缝的要求；

3 应修复清理桩头预留钢筋，桩体埋入承台长度及预留钢筋锚入长度应符合设计要求。

10.5.2 承台底部钢筋网施工应符合下列规定：

1 当基桩顶部主筋伸入承台进行连接时，越过桩顶处的钢筋网不应截断；

2 当基桩顶部桩身埋入承台进行连接时，碰及桩身的钢筋网可调整钢筋间距或改用束筋绕过；当确需截断钢筋时，应在截断处增设附加等强度钢筋连续绕过。

10.5.3 承台混凝土施工应符合下列规定：

1 当承台基底为软弱土层时，应按设计要求采取避免混凝土浇筑过程中产生不均匀沉降的措施；

2 承台混凝土宜在无水条件下浇筑；

3 承台混凝土宜一次连续浇筑完成，分层浇筑时，接缝应按施工缝处理；

4 承台混凝土满足设计强度后方可拆除模板及围堰，且基坑应按设计要求及时回填。

10.6 检 验 标 准

10.6.1 钻孔灌注桩质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 钻（冲）孔达到设计深度后，应核实地层承载能力，并应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录。

2 孔深、孔径大小应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、查验成孔记录和测量。

3 桩身混凝土抗压强度应符合设计要求。

检查数量：每根桩现场制作不少于 2 组混凝土试件进行

试验。

检验方法：检查试验报告。

4 桩身完整性应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：采用超声波反射法。如对检测结果有疑问，可对部分受检桩采用钻芯检验法。

一 般 项 目

5 钻（冲）孔灌注桩的允许偏差应符合表 10.6.1 的规定。

表 10.6.1 钻（冲）灌注桩允许偏差

序号	项 目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	桩位	群桩	100	每 根 桩	1	用全站仪测量
2		单排桩	50		1	
3	沉渣	摩擦桩	符合设计要求		1	用沉淀盒或标准测锤 量测，查灌注前记录
4	厚度	支承桩	不大于设计要求		1	
5	垂直 度	钻孔桩	$\leq 1\%$ ，且不大于 500		1	用测壁仪或钻杆 垂线和钢尺量测
6		挖孔桩	$\leq 0.5\%$ ，且不大于 200		1	用垂线和钢尺量测

6 桩顶面应平整，桩与其他部位连接处应无严重缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和用尺量。

10.6.2 混凝土承台质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 承台混凝土强度应符合设计要求。

检查数量：每承台现场制作不少于 2 组混凝土试件进行试验。

检验方法：检查试验报告。

一 般 项 目

2 混凝土承台浇筑的允许偏差应符合表 10.6.2 的规定。

表 10.6.2 混凝土承台浇筑允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
			范围	点数	
1	断面尺寸	+15 -10	每 承 台	6	用尺测量，检查长、宽、高各 2 点
2	轴线偏位	10		2	用经纬仪、尺测量，检查纵、横向
3	顶面高程	±10		5	用水准仪测量
4	预埋件中心偏位	5		2	用尺测量

3 承台表面应无孔洞、漏筋、缺棱掉角、蜂窝、麻面和宽度超过 0.15mm 的收缩裂缝。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，用裂缝观测仪和塞尺测量。

11 墩 台

11.1 一 般 规 定

11.1.1 桥墩、桥台施工完毕后应对全桥中线、高程及跨度贯通测量，并应形成施工记录。

11.1.2 墩台上应标出墩台中心线、支座十字线和梁端头线。

11.2 桥墩与桥台

11.2.1 现浇混凝土桥墩、桥台施工应符合下列规定：

1 桥墩与桥台施工前，应将基础顶面的混凝土凿毛处理，清除钢筋污锈，并应将表面的松散层和石屑等清理干净。

2 当桥墩与桥台高度超过 10m 时，可分节段施工。各节段混凝土的外观颜色宜一致。

3 模板施工应符合下列规定：

1) 安装前，应在基础顶面放出桥墩或桥台的轴线及边缘线；

2) 当分节段施工时，其首节模板安装的平面位置和垂直度应严格控制；

3) 模板在安装过程中应通过测量监控措施保证桥墩、桥台的垂直度，并应有防倾覆的临时措施；

4) 高墩且风力较大地区的墩身模板应满足抗风稳定性要求；

5) 墩台模板宜采用整体式钢模板。

4 当桥墩高度内有系梁连接时，系梁应与桥墩同步浇筑。

5 V 形墩柱的混凝土应对称浇筑。

11.2.2 预制钢筋混凝土桥墩安装应符合下列规定：

1 基础槽口的混凝土强度应达到设计要求后方可安装预制

桥墩；

2 预留槽口安装前应校核长、宽、高及顶面高程，基座槽口四周与桥墩边的空隙不应小于 20mm；

3 预留槽口与预制件接触面应凿毛处理；预埋件应除锈并应校核位置，合格后方可安装；

4 桥墩吊装前应进行吊装方案设计；

5 预制桥墩安装时，应在桥墩垂直度以及平面位置符合设计要求后，再用硬木楔或钢楔固定，并加斜撑保持桥墩稳定，在确保稳定后方可摘去吊钩；

6 安装后应及时浇筑槽口混凝土，待混凝土达到设计强度后方可拆除硬楔，再浇筑二次混凝土。待槽口混凝土达到设计强度的 80%后方可拆除斜撑。

11.3 台帽与盖梁

11.3.1 台帽和盖梁施工应在桥墩与桥台质量检验合格后方可进行。

11.3.2 在台帽与桥台、墩身与盖梁的连接处，模板与墩台身之间应密贴，不得出现漏浆现象。

11.3.3 当盖梁为悬臂梁时，混凝土浇筑应从悬臂端开始。预应力孔道压浆强度应达到设计强度后，方可拆除底模。

11.3.4 在交通繁华路段施工盖梁时，宜采用整体组装模板和快装组合支架。

11.3.5 预制盖梁安装应符合下列规定：

1 安装前，盖梁预留槽口位置应符合设计要求；

2 安装前应对接头混凝土表面凿毛处理，预埋件应除锈；

3 盖梁吊装前应进行吊装方案设计；

4 吊装时，预制盖梁的混凝土强度不应低于设计强度的 80%；

5 当在墩台柱上安装预制盖梁节段时，预制盖梁支架体系应稳定，盖梁支点应稳固；

6 当预制盖梁就位时,应检查轴线和各部尺寸,确认合格后方可固定并及时浇注槽口混凝土。接头混凝土达到设计强度后,方可拆除临时固定设施。

11.3.6 支座垫石的预埋钢筋及上部结构所需预埋件的位置应准确。

11.4 台后过渡段

11.4.1 台后过渡段填土宜采用砂性土、碎石或砂砾、中粗砂等透水性材料,不得使用含泥草、杂质、腐殖物或冻土块的土类。

11.4.2 台后过渡段的填土长度在顶面不应小于桥台高度加 2m;在底面不应小于 2m。

11.4.3 台后过渡段填土的施工顺序应符合下列规定:

1 台后过渡段填土与锥坡填土应同时进行,并应按设计宽度一次填足;

2 台后过渡段宜与路基填土同时进行,宜采用机械碾压,台背 0.8m~1.0m 内宜同时回填,并应采用小型设备压实或人工夯实;

3 轻型桥台的台后过渡段填土应待盖板和支撑梁安装完成后,两台对称均匀进行;

4 柱式桥台的台后过渡段填土宜在柱侧对称均匀进行;

5 位于软土地基处的桥台可先回填再进行基础和台身施工。

11.4.4 回填土应分层夯实,填土压实度应大于 96%。

11.5 检 验 标 准

11.5.1 现浇混凝土墩台、预制混凝土桥墩、台帽与盖梁的质量检验应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定。

11.5.2 预制混凝土盖梁的质量检验应符合下列规定:

主控项目

1 预制盖梁安装后的高程不应大于设计高程，且不应小于设计高程 5mm 以上。

检查数量：每支座中心处盖梁对应位置。

检验方法：用水准仪测量。

一般项目

2 预制混凝土盖梁制作允许偏差应符合本标准第 9.6 节的规定。

3 预制混凝土盖梁安装允许偏差应符合表 11.5.2 的规定。

表 11.5.2 预制混凝土盖梁安装允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
			范围	点数	
1	轴线偏位	8	每盖梁	5	用全站仪测量，纵、横向各 2 点
2	埋入墩柱深度	不小于设计要求		1	用钢尺量

11.5.3 台后过渡段填土施工质量检验应符合下列规定：

主控项目

1 土方回填时，台身混凝土强度不应低于设计强度的 80%。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查同条件养护试件试验报告。

2 台后过渡段填土的压实度应大于 96%。

检查数量：每 50m²压实层检查 1 点，不足 50m²时至少检查 1 点。

检验方法：灌砂法检验。

一般项目

3 台后过渡段填土的长度在顶面不应小于桥台高度加 2m；在底面不应小于 2m。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，用钢尺量，检查施工记录。

12 支 座

12.1 一 般 规 定

12.1.1 进场支座产品应按设计文件核对支座型号和数量，并应检查产品使用安装说明、装箱单、检验报告和支座产品合格证。

12.1.2 支座安装前，应确认桥梁跨径、支座位置、支座型号和方向、预留锚栓孔位置和尺寸，以及支座垫石的混凝土强度、顶面高程、平整度、坡度和坡向符合设计要求。

12.1.3 当环境温度与设计要求不同时，支座的安装位置应通过计算设置顺桥向的预偏量。

12.1.4 支座滑动面上的聚四氟乙烯滑板和不锈钢板位置应正确，不得有划痕、碰伤。

12.2 支 座 安 装

12.2.1 支座顶面与上部构件、支座底面与墩台顶面应密贴，不得脱空、偏斜，避免不均匀受力。

12.2.2 支座底板边缘距支承垫石外边缘的最小距离应符合设计要求。

12.2.3 板式橡胶支座安装应符合下列规定：

1 支座安装前应将垫石顶面清理干净，并应采用干硬性水泥砂浆抹平；

2 梁板吊装就位应准确，且应与支座密贴，否则应将梁板吊起，重新调整使支座位置控制在允许偏差内。安装时不应采用撬棍移动梁板。

12.2.4 盆式橡胶支座的安装应符合下列规定：

1 当支座在储存和搬运时，应避免日晒、雨雪浸淋和抛掷、撞击，不应与酸碱、油类及有机溶剂等接触，并宜距热源 1m

以上。

2 吊装前，安装在梁底的支座上座板与梁底预埋钢板间应密贴无缝隙。

3 吊装前，应凿毛支座就位部位的支承垫石表面，并应采用水浸湿，应清除预留锚栓孔中的杂物。

4 支座安装前先安装灌浆用钢模板，应通过膨胀螺栓固定在支座垫石顶面。

5 架梁时，梁体应先落在千斤顶上，通过千斤顶调整梁体位置及标高；各千斤顶的支点反力与所有千斤顶支点反力的平均值相差不应超过 $\pm 5\%$ 。

6 支座安装就位后，支座四角宜采用钢垫块调整到设计标高，在支座板与支承垫石顶面之间应留有 20mm~30mm 的空隙。

7 当确认支座中心位置及标高符合要求后，方可灌注无收缩的高强度注浆材料。注浆材料性能应符合表 12.2.4 的规定。

表 12.2.4 注浆材料性能

28d 抗压强度	$\geq 50\text{MPa}$	浆体水灰比	≤ 0.34 且不得泌水
28d 弹性模量	$\geq 30\text{GPa}$	流动度	$\geq 320\text{mm}$
24h 抗折强度	$\geq 10\text{MPa}$	30min 后流动度	$\geq 240\text{mm}$
标准养护条件下 28d 自由度膨胀率			0.02%~0.10%

注：当有特殊要求时，注浆材料可采用早强快硬材料。

8 重力灌浆应从支座中心部位向四周注浆，直至从钢模与支座底板周边间隙观察到灌浆材料全部灌满为止。

9 浆体材料达到设计强度后，应先拆除钢模板及支座上下连接钢板及螺栓，再撤除临时千斤顶。

10 张拉现浇混凝土梁体预应力筋前应拆除各支座上下连接钢板及螺栓；

11 支座防尘罩应及时安装，并应严密牢固，栓钉应齐全，防尘罩开启不应与防落梁或梁端限位装置相抵触。

12.2.5 球形支座的安装应符合下列规定：

1 支座进场验收合格后应储存于干燥平稳处，并应采取防雨淋、防水浸润的措施；

2 支座安装前应检查确认支座连接处于正常状况；因螺栓松动造成支座初始状态扰动时，应及时恢复；

3 当下支座板与墩台采用螺栓连接时，应先将下支座板四角调平，高程、位置符合设计要求后，方可用环氧砂浆灌注地脚螺栓孔及支座底面垫层；环氧砂浆硬化后，方可拆除四角钢楔，并用环氧砂浆填满楔块位置；

4 当下支座板与墩台采用焊接连接时，应采用对称、间断焊接方法将下支座板与墩台上预埋钢板焊接；焊接时应采取防止烧伤支座和混凝土的措施；

5 地脚螺栓、预埋钢板表面和支座涂装受损部分应按设计要求重新涂装，但支座不锈钢滑板表面不应涂装。

12.3 检 验 标 准

主 控 项 目

12.3.1 支座材料、品种、规格、性能、结构及涂装质量应符合设计要求和国家现行相关产品标准的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察并检查产品合格证、材料及性能检测报告、进场验收记录、进场复验报告。

12.3.2 支座的安装位置、安装方向应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：用尺测量。

12.3.3 支承垫石混凝土强度、垫层材料质量及强度应符合设计要求。

检查数量：按设计要求抽样。

检验方法：检查试件强度试验报告。

12.3.4 支座和梁底及垫石之间应密贴，局部空隙不应大于0.3mm。支座水平各层部件间应密贴无空隙。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和尺量。

12.3.5 支座锚栓质量、埋置深度和螺栓外露长度应符合设计要求。支座锚栓固结位置应准确。预埋锚栓孔应填满捣实，填料种类和质量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和尺量，检查灌浆材料的配合比通知单、产品合格证、进场验收记录。

一般项目

12.3.6 支座安装允许偏差应符合表 12.3.6 的规定。

表 12.3.6 支座安装允许偏差

序号	项目	允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
			范围	点数	
1	支座高程	±5	每支座	1	用水准仪量
2	支座偏差	3		2	用经纬仪、钢尺量

13 混凝土梁式桥梁

13.1 一般规定

13.1.1 跨越既有交通线路的梁段、大跨径连续梁桥应进行施工监控，梁体变形、内力及线形应符合设计要求。

13.1.2 临时性承重结构及其地基基础应进行设计，应具有足够的承载力、刚度和稳定性。

13.1.3 简支梁架设、连续梁合龙、挂篮和悬臂拼装的施工及验收应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定。

13.2 现浇施工

I 固定支架法现浇施工

13.2.1 固定支架法现浇施工宜采用满堂式支架、梁式支架或两者的组合形式。

13.2.2 固定支架、模板施工应符合本标准第 5 章的规定，并应符合下列规定：

1 满堂式支架位于坡道时，宜将地基的坡面挖成台阶；

2 混凝土浇筑时应监测支架、卸落设备的变形以及地基的沉降，发现超过允许的变形、变位时应及时采取处理措施。

13.2.3 混凝土浇筑施工应符合本标准第 7 章规定，并应符合下列规定：

1 梁体混凝土在顺桥向宜从低处向高处浇筑，在横桥向宜均匀、对称浇筑；

2 箱梁混凝土宜采取水平分层、斜向推进方式一次连续浇筑完成；水平分层的厚度不得大于 300mm，各层混凝土间隔浇

筑时间不得超过混凝土初凝时间；

3 U形梁可一次或两次完成混凝土浇筑；一次浇筑时宜先浇筑至底板承托顶面，待底板混凝土振实后再浇筑腹板；分两次浇筑时，宜先浇筑底板至底板承托顶面，按施工缝处理后，再浇筑腹板混凝土；

4 腹板底部为扩大断面的T梁应先浇筑扩大部分，待混凝土振实后再浇筑上部腹板；

5 在钢筋和预应力管道密布区域，应设置混凝土溜槽和插入式振捣器辅助导向等装置，保证该区域的混凝土振捣密实。

II 移动模架现浇施工

13.2.4 移动模架宜采用定型产品。

13.2.5 移动模架的安装和移动应符合下列规定：

1 应按产品操作手册安装；拼装完成后应检验拼装质量，并应在首孔梁浇筑前进行荷载试压试验，检验和试压合格后方可投入使用；

2 模架预拱度应经计算并根据荷载试验结果确定；

3 模板横向和纵向移动过孔前，应解除作用于模架上的全部约束；

4 纵向移动时，两侧承重钢梁不同步的最大距离偏差应符合产品设计的规定，且应有限位和紧急制动装置；

5 模架在移动过孔时的抗倾覆稳定系数不应小于1.5。

13.2.6 混凝土浇筑顺序及施工缝设置应符合下列规定：

1 在顺桥向，首孔梁宜从桥台或过渡墩向悬臂端浇筑；中间孔宜从悬臂端向已浇筑段浇筑；末孔宜从一联中最后一个墩位向已浇筑段浇筑；

2 在横桥向，混凝土应对称浇筑；

3 混凝土纵向分段接缝位置宜设在 $1/5$ 跨的弯矩零点附近。

13.2.7 移动模架的使用和拆除应符合下列规定：

1 每孔梁施工完成后应根据技术文件检查模架的关键部件

及支承系统，发现问题应及时处理；

2 外模架在梁体建立预应力后方可卸落；

3 移动模架拆除方案应根据施工环境条件确定，并应有可靠的起吊和拆除安全措施。

III 悬臂浇筑施工

13.2.8 墩顶及墩顶邻近梁段施工应符合下列规定：

1 混凝土浇筑可采用托架或支架；支架和托架应经过设计计算和加载预压，合格后方可投入使用；

2 当墩顶梁段与桥墩采用非刚性连接时，浇筑悬臂段混凝土前应将墩顶梁段与桥墩临时固结；

3 墩顶梁段宜全断面一次浇筑完成。

13.2.9 桥墩两侧悬臂梁段的浇筑应符合下列规定：

1 混凝土应对称、平衡浇筑，两端不平衡偏差不得大于设计规定；

2 混凝土应从悬臂端向已浇筑梁段分层推进浇筑，每梁段应一次浇筑完成；

3 边跨非对称现浇梁段混凝土应从已浇筑段向合龙口方向推进浇筑。

13.2.10 悬臂浇筑过程中宜采用变形和内力双控，应以变形控制为主。弹性变形应分次调整，每次调整值不得超过实际下挠量。

13.2.11 当完成梁段纵向预应力张拉后，方可将挂篮移至下一梁段，且移动时宜设置控制挂篮滑动的装置。挂篮移动就位后应立即锁定锚固点。

13.3 装配式梁现场施工

13.3.1 装配式构件整孔架设或节段拼装安装设备的强度、刚度和稳定性应验算，并应形成施工技术专项方案、安装工艺和施工安全专项方案。

13.3.2 简支梁的架设施工应符合下列规定：

1 安装前应检验桥墩、桥台的施工质量，并应复测支座或临时支座的平面位置和高程，合格后方可架设；

2 架桥机移动过孔时，严禁行人、车辆和船舶在作业区域的桥下通行；风力超过 10 级时应锚固架桥机；

3 当采用起重船架梁时，起重船的抛锚定位不得利用桥墩带缆，且应避免船体和梁体碰撞桥墩或承台；

4 梁体就位后应临时固定，且 T 梁和 I 形梁应与先安装的梁体横向连接；

5 同一孔梁体全部安装完成后，方可进行梁体之间的横向湿接缝施工。

13.3.3 先简支后结构连续的梁体施工应符合下列规定：

1 同一片梁两端临时固定支座的顶面相对高差应小于 2mm；

2 简支变连续的施工程序应符合设计要求；

3 湿接头混凝土的养护时间不应少于 14d；

4 当预应力管道内浆体达到规定强度后，应及时拆除临时支座并按设计规定的顺序完成体系转换；

5 同一榀梁的临时支座应同时拆除。

13.3.4 节段逐跨拼装的施工准备应符合下列规定：

1 施工中所采用的临时性工艺以及为拼装设置的预埋件、预留孔应经检验合格后，方可拼装施工；

2 应制定从节段预制到架设完成全过程的测量控制方案；匹配浇筑节段的几何尺寸、轴线位置以及成桥线形精度的控制宜采用线形控制软件技术。

13.3.5 节段逐跨拼装施工应符合下列规定：

1 预制节段的提升应匀速、缓慢，提升速度不宜大于 2m/min；

2 悬挂状态下的节段之间应设置防撞垫块；

3 下行式架桥机应采取抵抗支承面倾斜时节段对支承系统

产生水平分力的措施；

4 上行式架桥机应错层悬挂节段，错层的节段个数及节段纵向间距应满足拼装工艺的要求；

5 当节段拼装时，应对第一节段的梁体临时定位、固定；

6 应逐块控制、复核节段梁的轴线和高程，并应按设计线形及时调整。

13.3.6 节段逐跨拼装的预应力施工除应符合本标准第 8 章的规定外，尚应符合下列规定：

1 临时预应力应均匀布置，节段拼接面的混凝土压应力不得小于 0.3MPa；

2 临时预应力筋应可反复多次张拉，在结构永久预应力施加后方可拆除；

3 应做好预制节段体外预应力筋的保护，不应在其上堆放物体或抛掷撞击；

4 节段完成预应力张拉后，方可放松起吊吊钩，并应立即进行压浆和封锚。纵向预应力孔道宜采用真空压浆。

13.3.7 悬臂合龙施工应符合下列规定：

1 合龙顺序应符合设计规定，并应根据观测的两端悬臂梁段的轴线、高程偏移值确定合龙程序和调整参数；

2 合龙完成后应尽快拆除墩顶节段临时固结装置以及合龙梁段间的临时固结装置，并应按设计规定的程序完成体系转换和支座反力的调整。

13.4 顶 推 施 工

13.4.1 梁段预制场地、预制台座的设置应符合下列规定：

1 台座的轴线应与桥梁轴线的延长线重合，纵坡应一致，两轴线间的偏差不应大于 5mm；

2 纵桥向相邻两支承点台座滑移装置的顶面高程差不应大于 2mm。横桥向同一支承点上滑移装置的顶面高程差不应大于 1mm。

13.4.2 梁段预制、连接应符合下列规定：

1 梁段接缝面预应力孔道偏差不应大于 2mm；后浇梁段伸入已浇梁段的成孔胶管长度不应小于 300mm；金属波纹管长度不应小于 100mm；

2 工作缝表面应凿毛并清洗干净，作为解联的工作缝宜为干接缝并宜用临时预应力张拉紧密。

13.4.3 导梁和临时墩的设置应符合下列规定：

1 导梁长度、重量、结构类型及与梁体的连接方式应符合设计要求；

2 导梁底面应平直，并与梁体底面位于同一平面内；中线允许偏差不应大于 5mm，纵横向底面高程允许偏差不应超过 $\pm 5\text{mm}$ ；

3 临时墩应具有足够的承载力、刚度和稳定性，应经检算后方可使用。临时墩上的滑道应设有高程调整设施。

13.4.4 顶推装置应符合下列规定：

1 每一桥墩顶面两侧宜设置临时导向墩（架）作为横向导向设备；

2 梁底可采用聚四氟乙烯板作滑块，其面积应根据最大反力计算确定，长度不宜小于 400mm；

3 墩顶滑道（临时支座）表面应平整光滑，安装牢固；

4 滑道进出口坡度应小于 2° 。

13.4.5 顶推施工应符合下列规定：

1 顶推阶段的预应力筋应全部张拉后方可顶推；

2 顶升桥梁的起顶反力值不得大于计算反力值的 1.1 倍，顶升高度不得大于设计规定；

3 在单点顶推的开始和最后阶段，因摩擦力不足致使梁体不能前进时，宜采用助推措施；

4 导梁前端挠度过大无法上墩时，应在墩顶设置接引上墩设施；

5 滑道上的滑块不应少于两块，且应及时更换磨损严重的

滑块；

6 下坡顶推且纵坡大于3%时，应设置防滑、防溜装置。

13.4.6 落梁施工应符合下列规定：

1 拆除滑动装置时，顶梁和落梁应均匀对称；各顶点间升降高差不得大于5mm，同墩两侧不得大于1mm；

2 顶落梁时应有保险设施，并随千斤顶活塞起落及时加高或降低；

3 落梁时支点反力与设计反力的偏差不应超过设计反力的±10%。

13.4.7 梁体顶推就位后，应按设计张拉顺序张拉后期预应力筋，并应拆除临时预应力筋和临时墩。

13.5 水平转体施工

13.5.1 预制梁段尺寸允许偏差应为±5mm，质量允许偏差应为±2%，梁体轴线平面、立面的允许偏差应为±10mm。

13.5.2 转体牵引力的计算应符合下列规定：

1 中心支承状态下转体计算牵引力应按下式计算：

$$T = \frac{2fGR}{3D} \quad (13.5.2-1)$$

式中：T——牵引力（kN）；

f——铰面摩擦系数（无实验数据时，静摩擦系数可取0.1~0.12，动摩擦系数可取0.06~0.09）；

G——转体总重力（kN）；

R——铰半径（m）；

D——牵引力偶臂（m）。

2 中心和撑脚联合支承状态下转体计算牵引力应按下式计算：

$$T = \frac{\frac{2fGR}{3} + fN_c R'}{D} \quad (13.5.2-2)$$

式中：N_c——撑脚支承荷载（kN）；

R' ——环道中心半径 (m)。

3 牵引设备应按计算牵引力的 2 倍配置, 偏心值宜为 0.05m~0.15m。

13.5.3 转体系统制作、安装应符合下列规定:

1 上下转盘和转轴的制作、安装精度及表面摩擦系数应符合设计要求;

2 辅助支腿应对称均匀布置, 与下环道间距不应大于 5mm;

3 环形滑道基座应保持水平, 滑道在 3m 长度内的平整度不超过 $\pm 1\text{mm}$, 径向对称点高差不大于滑道直径的 $1/5000$;

4 转体系统应设置防超转限位装置;

5 转体牵引索在转盘固定端应与其外圆相切, 应在清除表面锈迹、油污并逐根顺次沿既定索道排列缠绕后, 穿过顶推千斤顶;

6 千斤顶应对称布置于上转盘两侧的另一水平面内, 千斤顶的中心线应与上转盘外圆相切、与上转盘预埋钢绞线的中心线齐平, 各千斤顶中心线到上转盘的距离应相等。

13.5.4 转体施工应符合下列规定:

1 试转前应清除转体障碍物, 并应根据实测不平衡力距配重;

2 应在转盘、转轴、滑道、辅助支腿、牵引系统等检查合格后, 方可试转;

3 二次配重应根据试转量测数据确定, 重心偏移量应满足设计要求;

4 转体时应均匀转动, 角速度不宜大于 0.02rad/min , 且桥体悬臂端线速度不宜大于 1.5m/min ;

5 平转接近设计位置 1m 时应降低转速, 牵引千斤顶应由连续作业变更为点动操作。接近设计位置 0.5m 时应放慢转速, 改用手动控制牵引千斤顶。距设计位置 100mm 时, 可停止外力牵引转动, 借助惯性就位。

13.5.5 转体到位后,应精确测量、调整中线位置,并应利用千斤顶调整梁体端部高程。调整就位后应及时浇筑转盘封固混凝土。

13.6 检验标准

13.6.1 固定支架法、移动模架法施工梁和板的质量检验应符合下列规定:

主控项目

1 结构表面不得出现超过设计规定的受力裂缝。

检查数量:全数检查。

检验方法:观察或观测。

一般项目

2 现浇混凝土梁和板的允许偏差应符合表 13.6.1 的规定。

表 13.6.1 现浇混凝土梁和板的允许偏差

序号	项目		规定值或允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	轴线偏位		10	每跨	3	用经纬仪测量
2	梁板顶面高程		±10		3~5	用水准仪测量
3	断面尺寸	高度	+5 -10		1个~3个断面	用钢尺量
		宽度	±30			
		壁厚	+10 0			
4	长度		+5 -10		2	用钢尺量
5	横坡		±0.15%		1~3	用水准仪测量
6	表面平整度 (mm/2m)		5		每侧面每10m测1点	用2m直尺、塞尺量

3 梁和板表面应无孔洞、露筋、蜂窝、麻面和宽度超过 0.15mm 的收缩裂缝。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察或观测。

13.6.2 预制节段预应力混凝土梁的质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 当预制节段梁采用悬臂拼装施工时，应对称进行，桥墩两侧平衡偏差和轴线挠度应符合设计规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查监控测量记录。

2 悬臂拼装合龙时两侧梁体的高差应符合设计规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：用水准仪测量，检查测量记录。

一 般 项 目

3 节段预制混凝土梁施工质量检验标准应符合表 13.6.2-1 的规定。

表 13.6.2-1 节段预制混凝土梁施工质量检验标准

序号	项目		规定值或允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	表面平整度		5	每个节段	2	用 2m 直尺及塞尺量
2	长度		0 -2		3	用尺量
3	断面尺寸	宽度	+5 0		5	用尺量，检查端部和 1/4 处和中间各 1 点
		高度	±5		5	
		壁厚	+5 0		5	
4	侧向弯曲		L/1000 且 不大于 10		2	沿梁段全长拉线，用钢尺量，左右各 1 点

续表 13.6.2-1

序号	项目		规定值或允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
5	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
6	预埋件	支座板、锚垫板等预埋钢板	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	
		螺栓、锚筋等	位置		1	用尺量
			外露尺寸		1	
7	预留孔	吊孔	位置	每个预留孔	1	用内卡尺量
		预应力孔道	位置		1	
			孔径		1	

注：L 为梁段长度（mm）。

4 节段逐跨拼装预应力混凝土梁施工质量检验标准应符合表 13.6.2-2 的规定。

表 13.6.2-2 节段逐跨拼装预应力混凝土梁质量检验标准

序号	项 目	规定值或允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
			范围	点数	
1	轴线偏移量	5	每跨	3	用全站仪或经纬仪测量
2	相邻节段间顶面接缝高差	3	每条接缝	2	用尺量
3	节段拼装立缝宽度	3	每条接缝	2	
4	梁长	-20 +10	每跨	3	
5	支座轴线偏位	5	每个支座	2	

5 悬臂拼装预应力混凝土梁的施工质量检验标准应符合表 13.6.2-3 的规定。

表 13.6.2-3 悬臂拼装预应力混凝土梁质量检验标准

序号	项目		规定值或 允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	轴线偏位	$L \leq 100\text{m}$	10	节段	2	用全站仪或经纬仪测量
		$L > 100\text{m}$	$L/10000$			
2	顶面高程	$L \leq 100\text{m}$	± 20	节段	2	用水准仪测量
		$L > 100\text{m}$	$\pm L/5000$			
		相邻节段高差	10	节段	3~5	用尺量
3	合龙后同跨 对称点高差	$L \leq 100\text{m}$	20	每跨	5~7	用水准仪测量
		$L > 100\text{m}$	$L/5000$			

注: L 为桥梁跨度 (mm)。

13.6.3 顶推施工梁式桥的质量检验应符合下列规定:

主 控 项 目

1 顶推时各墩的顶推设备应同步启动、同步运行。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 观察和尺量。

2 制梁台座相邻底模顶面高差允许偏差应为 2mm; 相邻墩滑道顶面高程允许偏差应为 2mm; 同墩两滑道顶面高差允许偏差应为 1mm。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 水准仪测量。

一 般 项 目

3 顶推施工的钢筋混凝土及预应力混凝土梁式桥允许偏差应符合表 13.6.3 的规定。

表 13.6.3 顶推施工的钢筋混凝土及预应力混凝土梁式桥允许偏差

序号	项目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	高程		±5	每段	5	用水准仪测量
2	中线		10		2~4	
3	落梁反力		不大于 1.1 倍 设计反力		次	用千斤顶油压 表计算
4	支座	相邻纵向支点	5		全数	用水准仪测量
5	高差	同墩两侧支点	1			

注：梁体顶面平整度应同时满足轨道的技术要求。

13.6.4 采用水平转体施工梁式桥的质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 转体纵横向稳定系数应大于 1.5。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查工艺设计资料。

2 转体系统承载力、上下转盘及平衡滑道表面摩擦系数、动力设施和锚固体系应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查测试资料、施工记录，尺量和观察。

3 封闭转盘和合龙段混凝土强度、外形尺寸应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查试验报告、施工记录，尺量和测试。

4 合龙段两侧高差应在设计允许范围内。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查施工记录，水准仪测量。

一 般 项 目

5 转体就位后梁体允许偏差应符合表 13.6.4 的规定。

表 13.6.4 转体就位后梁体允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
			范围	点数	
1	梁体轴线偏差	1/6000 桥梁跨度	每跨	5	用经纬仪测量
2	合龙前两悬臂端 相对高差	合龙段长的 1/100, 且不大于 15		5	用水准仪测量
3	顶面高程	± 20		2~4	用水准仪测量

14 其他类型桥梁

14.1 一般规定

14.1.1 大跨度桥梁施工应进行施工监控，成桥线形、内力应符合设计要求。

14.1.2 施工时应避开可能发生的灾害性天气，并应在施工中采取保证桥梁结构安全的预防措施。

14.1.3 钢桥制作与安装、钢-混组合梁制作、钢管拱肋制作与安装应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定。

14.2 钢梁桥

14.2.1 钢桥出厂前应试拼装。

14.2.2 钢桥的运输、存放应符合下列规定：

1 钢桥运输应符合本标准第 9.5 节及相应运输方式的有关安全规定；

2 水运时钢桥杆件或梁段的抗倾覆安全系数不应小于 1.5；

3 存放场地应坚实、平整，应有良好的排水措施，杆件或梁段的支承处不得产生不均匀沉降；

4 运输、存放过程中，杆件或梁段应不变形、不损坏、不散失。

14.2.3 钢桥现场施工准备和安装应符合下列规定：

1 安装前应计入环境、现场焊接变形等因素对钢桥线形、拱度及中心线位置的影响；

2 杆件宜预先组拼、栓合或焊接，扩大拼装单元后安装；

3 容易变形的构件应验算强度和稳定性，必要时应采取临时加固措施。

14.2.4 钢桥的高强度螺栓连接、焊接施工应符合下列规定：

1 焊缝施焊顺序应符合下列规定：

- 1) 箱形梁段间的焊缝应在梁段就位并经检查合格后方可施焊；
- 2) 应按顶板、底板、纵隔板的顺序对称施焊；
- 3) 梁段间的焊缝经检验合格后，应按先对接后角接的顺序焊接 U 形肋嵌补件。

2 当采用超声波探伤检验时，其内部质量等级应符合表 14.2.4-1 的规定。焊缝超声波探伤范围和检验等级应符合表 14.2.4-2 的规定。

表 14.2.4-1 焊缝超声波探伤内部质量等级

项目	质量等级	适用范围
对接焊缝	I	主要杆件受拉横向、纵向对接焊缝
	II	主要杆件受压横向、纵向对接焊缝
全熔透角焊缝	I	设计要求的熔透焊缝
角焊缝	II	主要角焊缝

表 14.2.4-2 焊缝超声波探伤范围和检验等级

项目	探伤数量	探伤部位（mm）	板厚（mm）	检验等级
I、Ⅱ级横向对接焊缝	全部焊缝	全长	10～80	B
I级纵向对接焊缝		焊缝两端各 1000		
Ⅱ级纵向对接焊缝				
I级全熔透角焊缝		全长		B（双面双侧）
Ⅱ级角焊缝		两端螺栓孔部位并延长 500，板梁主梁及纵、横梁跨中加探 1000	10～46	A
			46～80	B

14.3 钢-混凝土组合梁桥

14.3.1 钢主梁架设和混凝土施工前，应按设计或施工要求搭设施工支架。施工支架应根据钢桥拼接荷载、混凝土结构和施工荷载确定。

14.3.2 现浇混凝土组合梁浇筑应符合下列规定：

1 混凝土浇筑前，钢主梁的安装位置、高程、纵横向连接及临时支架应符合设计和施工要求；

2 钢桥顶面剪力钉、剪力键焊接应经检验合格后，方可浇筑混凝土；

3 混凝土桥面结构应全断面连续浇筑，顺桥向应由跨中开始向支点处浇筑或由一端开始浇筑；横桥向应由中间开始向两侧浇筑。

14.3.3 预制混凝土组合梁安装应符合下列规定：

1 预制组合梁的规格、质量、预留孔位置和尺寸应经检验符合设计要求后方可安装；

2 预制组合梁分段安装顺序、接缝方法、与钢梁间隙处理方式应符合设计要求；

3 相邻组合梁之间的预应力孔道应精确定位。

14.3.4 当采用施工支架时，应待混凝土强度达到设计要求且预应力张拉完成后，方可卸落施工支架。

14.4 钢管混凝土拱桥

14.4.1 钢管拱肋制作应符合本标准第 14.2 节的规定，并应符合下列规定：

1 钢管拱肋的种类、规格应符合设计要求，钢管拱肋应在工厂制作，开孔和焊接临时结构宜在工厂完成，并宜采取结构补强措施；

2 钢管拱肋混凝土压注孔、防倒流截止阀、排气孔及扣点、吊点节点板设置应符合设计要求；

3 钢管对接焊缝可采用有衬管的单面坡口焊或无衬管的双面熔透焊；两条直焊缝的间距应不小于钢管外径，两条螺旋焊缝的间距不应小于 3m；

4 拱肋节段焊接应与母材等强度焊接；所有焊缝应进行外观检查；所有对接焊缝应进行超声波探伤；两条焊缝交叉点应进行射线探伤；

5 合龙段拱肋的尺寸应计入制造误差、温度及焊接变形的影响；

6 钢管拱肋的外表面应按设计规定进行长效防腐处理；

7 拱肋节段制作完成并经检验合格后，应按节段顺序预拼装。预拼装可根据构造和跨径分别采用单层侧卧法、双层侧卧法和立拼法。

14.4.2 钢管拱肋的现场吊装与拼接应符合下列规定：

1 吊装前应检查拱脚的轴线位置、纵向仰角、横向垂直度和施工偏差，满足设计要求后方可吊装。

2 节段间环焊缝的施焊应对称进行，施焊前节段间应有可靠临时连接并用定位板控制焊缝间隙，不得采用堆焊。

3 钢管拱肋成拱过程中应同步安装横向连系。当未安装横向连系的拱肋超过 1 个节段时，应采取临时横向稳定措施。

4 支架法拼装拱肋应符合下列规定：

1) 拱肋节段接头处的拱架顶部应设置拱肋调整和焊接工作平台，平台顶应设置限位和调位装置；

2) 拱肋节段拼装应由拱脚向拱顶对称逐段安装至合龙，每段安装后应采取有效临时固定限位措施。

5 当采用斜拉扣索悬臂法施工时，宜采用多根钢绞线或高强钢丝束作扣索。扣索安全系数应大于 2。

14.4.3 钢管拱肋合龙施工应符合下列规定：

1 合龙段安装前，合龙段的余量切割长度应根据实时温度测量结果确定；

2 钢管拱肋合龙应选择在温度相对稳定时段内快速完成焊

接和拼装作业；

3 钢管拱肋合龙后解除施工辅助措施应有序、对称、均匀进行。应跟踪观测拱肋轴线和标高的变化，并应及时调整使成拱后的轴线符合设计要求。

14.4.4 混凝土浇筑施工应符合现行国家标准《钢管混凝土拱桥技术规范》GB 50923 的规定，并应符合下列规定：

1 所有现场焊缝应检测合格后方可浇筑混凝土；

2 混凝土输送泵的额定扬程应大于 1.5 倍浇筑顶面高度。输送泵额定速度宜大于 1.2 倍的一次性浇筑混凝土方量与混凝土初凝时间的比值。

14.4.5 吊索和系杆索的安装应符合下列规定：

1 钢管混凝土的强度达到设计强度且拱肋安装支架拆除后，方可进行吊索（系杆索）施工；

2 施工中不得损伤吊索、系杆索的保护层和锚具，不得压、弯、折索体；

3 系杆索的张拉顺序、张拉控制与索力调整应符合设计规定，施工中应采取张拉力为主、伸长值为辅的双控措施；

4 吊索与系杆索的调索应符合设计规定。在桥面铺装前，吊索处桥面标高应按设计要求再次观测。

14.5 检 验 标 准

14.5.1 钢-混凝土组合梁桥中混凝土结构的质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 混凝土板的浇筑或安装应对称进行。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

2 混凝土表面不得出现孔洞、露筋。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

一般项目

3 混凝土表面应平整，边缘线形直顺，无蜂窝、麻面和宽度大于 0.15mm 的收缩裂缝。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

14.5.2 钢管混凝土拱的质量检验应符合下列规定：

主控项目

1 钢管混凝土拱肋脱粘（角度）率不应大于 20%，脱粘空腔厚度不应大于 3mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：超声波检测与人工敲击相结合。

2 防护涂料规格和层数应符合设计要求。

检查数量：涂装遍数全数检查；涂层厚度每批构件抽查 10%，且同类构件不少于 3 件。

检验方法：观察，用干膜测厚仪检查。

一般项目

3 钢管混凝土拱肋允许偏差应符合表 14.5.2 的规定。

表 14.5.2 钢管混凝土拱肋允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)		检查频率		检验方法
				范围	数量	
1	轴线偏位	$L \leq 60\text{m}$	10	每跨 每肋	5	用经纬仪测量 拱脚、拱顶、 $L/4$ 处
		$60\text{m} < L \leq 200\text{m}$	30			
		$L > 200\text{m}$	$L/4000$ ， 且 ≤ 40		5	用水准仪测量拱脚、 拱顶、 $L/4$ 处
2	高程	$\pm L/3000$ ，且不超过 ± 50				

续表 14.5.2

序号	项 目	允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
			范围	数量	
3	对称点高差	$L/3000$, 且 ≤ 40		1	用水准仪测量 各接头处

注: L 为拱肋跨径 (mm)。

14.5.3 吊索、系杆索的制作与安装应符合下列规定:

主 控 项 目

1 吊索、系杆索及其锚具的材质、规格和技术性能应符合设计规定。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 检查产品合格证和出厂检验报告, 检查进场验收记录 and 复验报告。

2 吊索、系杆索索力应符合设计要求。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 检查施工记录。

一 般 项 目

3 系杆索的张拉伸长率不应超过 $\pm 6\%$ 。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 检查施工记录。

4 吊索的制作, 安装允许偏差应符合表 14.5.3 的规定。

表 14.5.3 吊索的制作与安装允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
			范围	数量	
1	吊索长度	$\pm l/1000$ 且不大于 10	每索	1	用钢尺测量
2	吊点位置	10		1	用经纬仪测量
3	吊点高程	± 5		1	用水准仪测量
4	两侧吊点高差	10		1	用水准仪测量

注: l 为吊索长度。

15 桥面与附属工程

15.1 伸 缩 装 置

15.1.1 伸缩装置在吊运、存放过程中，应采取防止变形、锈蚀和污染的措施。

15.1.2 伸缩装置的施工准备应符合下列规定：

1 成品验收应符合设计和产品说明的要求，合格后方可使用；

2 梁端预埋件及预留缝应符合设计要求。

15.1.3 伸缩装置安装应符合下列规定：

1 安装定位值应根据施工环境温度确定；

2 伸缩装置应定位准确、锚固可靠；

3 伸缩装置中心线与梁端预留缝中心线应对正重合，伸缩装置顶面各点高程应与桥面横断面高程对应一致；

4 伸缩装置宜采用后嵌法安装；

5 锚固段（过渡段）混凝土应符合设计要求，浇筑时伸缩缝不应堵塞。

15.2 防落梁装置

15.2.1 安装前应先将防落梁预埋件及套筒内的杂物清理干净，宜采用螺栓试装。

15.2.2 防落梁装置的安装应符合下列规定：

1 固定端、活动端的设置应符合设计要求并与桥墩上的支座类型相匹配；

2 防落梁装置的部件应齐全，且应连接可靠。

15.2.3 防落梁装置与梁体的间隙填塞应符合设计要求。

15.3 防水与排水工程

15.3.1 防水卷材和防水涂膜应具有高延伸率、高抗拉强度，并应具有良好的弹塑性、耐高温低温与抗老化性能。

15.3.2 防水基层面应坚实、平整、干燥，阴、阳角处应按规定半径做成圆弧。防水层施工前应将浮尘及松散物质清理干净，并应涂刷基层处理剂。

15.3.3 桥面防水层应采用满粘法施工。防水层总厚度和卷材或胎体层数应符合设计要求。防水层与汇水槽、泄水口之间应粘结牢固、封闭严密。

15.3.4 防水层完成后应加强成品保护，不得压破、刺穿、划痕损坏防水层。防水层应及时验收，在确认合格后应尽快铺设桥面铺装层。

15.3.5 防水层不应在雨雪天和 5 级及以上大风天气施工。气温低于 -5°C 时不宜施工。

15.3.6 卷材防水层施工应符合下列规定：

1 防水卷材纵向宜整长铺设；防水卷材搭接时，应先纵向后横向，纵向搭接接头应错开；

2 防水卷材搭接面应采用热熔焊接；焊接前搭接面应清理干净，焊接温度不应低于 230°C ，焊接宽度不宜小于 60mm。

15.3.7 泄水管位置应符合设计要求。

15.3.8 汇水槽、泄水口的顶面高程应低于桥面保护层 10mm～15mm。

15.3.9 泄水管宜通过竖向管道直接引至地面或雨水管线，其竖向管道应采用抱箍、卡环、定位卡等预埋件固定在结构物上。

15.4 接触网基础

15.4.1 接触网基础的施工准备应符合下列规定：

1 桥梁上预埋钢筋的油污、水泥浆应清理干净，与接触网基础底部相交的混凝土表面应凿毛；

- 2 预埋锚栓组、预埋钢板、螺母及垫圈应做防腐处理；
 - 3 预埋锚栓组间距应符合设计要求。
- 15.4.2** 接触网基础位置、侧面限界、外形尺寸、顶面标高以及预埋锚栓组至路线中心距离应经检查确认符合设计要求后，方可浇筑混凝土。
- 15.4.3** 接触网基础的混凝土浇筑应符合下列规定：
- 1 混凝土振捣宜采用插入式振捣棒，浇筑过程中宜垂直点振且不得平拉振捣棒；
 - 2 应随时检查预埋锚栓组的移位、偏斜，发现问题应及时复位；
 - 3 混凝土应连续浇筑，分层振捣密实；
 - 4 上部预埋钢板顶面应与基础顶面平齐。
- 15.4.4** 预埋锚栓外露长度宜大于 100mm。
- 15.4.5** 基础内的接地钢筋应与综合接地系统可靠连接。

15.5 声屏障施工

- 15.5.1** 声屏障基础施工应符合下列规定：
- 1 基础位置、形状尺寸和顶面标高应符合设计要求；
 - 2 基础预埋件位置应准确，宜与接触网基础一起施工，且应进行防锈处理；
 - 3 基础施工宜采用干法成孔工艺。
- 15.5.2** 声屏障制作应符合下列规定：
- 1 声屏障的加工模数宜由桥梁两伸缩缝之间的距离确定；
 - 2 立柱、吸（隔）声板和通透板的品种、规格和质量应符合设计要求。
- 15.5.3** 声屏障安装应符合下列规定：
- 1 在接触网带电区段安装声屏障时，应采取安全防护措施；
 - 2 安装过程中应有防风、防坠落措施，桥下应设置防护措施；
 - 3 封闭式声屏障钢结构安装前应试拼装，吊装时应有防止

框架扭曲变形的措施；

4 立柱就位后，应检查底座钢板水平度、立柱垂直度和相邻立柱间距，确认满足设计要求后，方可拧紧立柱固定螺母；

5 重力式砂浆的配合比应符合设计要求，砂浆灌注宜采用导流管从底部灌入，灌注后的立柱底部不得有缝隙；

6 单元板之间应连接紧密、牢固。

15.6 栏杆与电缆槽

15.6.1 栏杆、电缆槽应在桥梁上部结构混凝土的浇筑支架卸落后施工，其线形应流畅、平顺，高度应保持一致。

15.6.2 混凝土栏杆、电缆槽宜采用预制构件。安装前应对预制构件进行外观检查，不得有孔洞、疏松、露筋、缺棱掉角和断裂等缺陷。

15.6.3 预制混凝土栏杆采用榫槽连接时，临时固定采用的硬块应与预制栏杆混凝土强度等级相同。

15.6.4 当采用金属栏杆时，应连接牢固，并进行防锈防腐处理。

15.6.5 栏杆及防护网宜在桥面和人行道铺装完成后安装。

15.6.6 电缆槽盖板施工应符合下列规定：

1 盖板外形尺寸应符合设计规定；

2 盖板顶面宜设置花纹凹槽，盖板各方向的交角宜设置3mm倒角；

3 盖板应集中存放并分类堆码，存放场地应开阔、平整，盖板与地面用小方木支垫；堆码应稳固，高度不宜超过1.5m；

4 盖板安装时基底应平整，安装应平顺、无明显翘曲。

15.7 桥上救援疏散与检查设施

15.7.1 基础和立柱的结构形式、安装位置应符合设计要求。

15.7.2 安全门的结构形式、安装位置应符合设计要求，且应开启灵活、方向正确。

15.7.3 导向标志的设置应位置准确、安装牢固。

15.7.4 防护罩的结构形式应符合设计要求，安装应牢固。

15.8 防雷接地与防杂散电流

15.8.1 接闪带的安装应符合下列规定：

1 接闪带的敷设应平正顺直，在桥梁结构转角处应随形弯曲，弯曲角度不应小于 120° ；

2 安装于吊索的接闪带宜采用抱箍固定，并应每隔 5m 在接闪带上设置弯头。

15.8.2 当利用结构内部钢筋作防雷引下线时，应留出供测量接地电阻用的孔洞和与引下线相连的测试接头。

15.8.3 接地装置的施工应符合下列规定：

1 接地体的螺栓连接应使用双螺母；

2 当接地体的连接采用焊接时，镀锌扁钢的焊接长度不应小于扁钢宽度的 2 倍，且至少 3 个棱边焊接；镀锌圆钢焊接长度不应小于圆钢直径的 6 倍，并应双面焊接。

15.8.4 贯穿地线在伸缩缝处应留有余量，并应采用阻燃绝缘套管保护。

15.8.5 杂散电流防护施工应符合下列规定：

1 防杂散电流的钢筋焊接应牢固，形成可靠的电气连接；

2 两连接端子之间连接电缆的材质、截面面积应符合设计要求；

3 用作排流端子的钢筋在混凝土浇筑前应做好标识，并应有保护措施。

15.9 检验标准

15.9.1 伸缩装置的质量检验应符合下列规定：

主控项目

1 伸缩装置的形式和规格应符合设计要求，缝宽应根据设

计规定和安装时的气温进行调整。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，用钢尺测量。

2 伸缩装置安装时，焊接质量和焊缝长度应符合设计要求，焊缝必须牢固，严禁用点焊连接。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查焊缝检测报告。

3 伸缩装置锚固部位的混凝土强度应符合设计要求，表面应平整，与路面衔接应平顺。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查同条件养护试件强度试验报告。

一般项目

4 伸缩装置应无渗漏、无变形、无阻塞。

5 伸缩装置安装允许偏差应符合表 15.9.1 的规定。

表 15.9.1 伸缩装置安装允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法	
			范围	点数		
1	顺桥平整度	符合道路标准	每条缝	按道路检验标准检测		
2	相邻板差	2		每车道 1点	用钢尺和塞尺量	
3	缝宽	符合设计要求			用钢尺量	
4	与桥面高差	2			用钢尺和塞尺量	
5	长度	符合设计要求		2	用钢尺量	

15.9.2 桥面防水层质量检验应符合下列规定：

主控项目

1 原材料的品种、规格、性能和质量等应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查材料合格证、进场验收记录和质量检验

报告。

2 防水层、粘结层与基层之间应密贴，结合牢固。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

3 防水层的铺设范围、构造形式应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和尺量。

一 般 项 目

4 防水材料铺装或涂刷的外观质量和细部做法应符合下列规定：

1) 卷材防水层表面平整，不得有空鼓、脱层、裂缝、翘边、油包、气泡和皱褶等现象；

2) 涂料防水层的厚度应均匀一致，不应漏刷；

3) 防水层与泄水口、汇水槽接合部位应密封，不应漏封。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

5 混凝土、钢桥面防水层粘结质量和施工允许偏差应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定。

6 混凝土桥面铺装面层表面应坚实、平整、无裂缝；面层伸缩缝应直顺，灌缝应密实。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

15.9.3 桥面排水设施质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 桥面排水设施所用材料的品种、规格、质量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和尺量，检查质量证明文件。

2 桥面排水设施的设置应符合设计要求。排水设施应部件齐全，固定牢靠，无破损、无漏水。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

3 泄水管接头连接方式应符合设计要求，接头应严密、连接牢固。泄水管应畅通。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

一般项目

4 桥面泄水口应低于桥面铺装层 10mm~15mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和尺量。

15.9.4 接触网基础的质量检验应符合下列规定：

主控项目

1 基础混凝土强度等级应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查试件试验报告。

2 预埋件材质、防腐、数量、位置、型号和综合接地等应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和尺量。

一般项目

3 接触网支柱基础允许偏差应符合表 15.9.4 的规定。

4 基础表面应平整、棱角完整，无漏浆、露筋等现象。

检查数量：抽查不少于 30%。

检验方法：观察检查。

表 15.9.4 接触网支柱基础允许偏差

序号	项 目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	中心位置		5	每 100m 每侧	抽检 5 处	用尺量
2	长度		±15			用尺量
3	厚度		±5			用尺量
4	顶面高程		±10			用水准仪测量
5	顶面及侧面平整度		3			用 1m 靠尺、塞尺量
6	垂直度		3mm/m			用尺量
7	预留孔中心位置		15			用尺量
8	接触网 支柱基 础预埋 螺栓	螺栓外露长度	+20 0			用尺量
		螺栓相互间距	±2			
		螺栓间距位置	±2			
		螺栓埋深	+20 0			

注：本表中螺栓相互间距、螺栓间距位置为法兰式混凝土支柱。

15.9.5 声屏障施工质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 声屏障基础与电缆槽、接触网支柱之间的缝隙处理应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

2 声屏障原材料的性能、规格应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查产品合格证、入场验收记录。

一 般 项 目

3 立柱安装允许偏差应符合表 15.9.5 的规定。

表 15.9.5 立柱安装允许偏差

序号	项 目	允许偏差	检查频率		检验方法
			范围	点数	
1	立柱高程	$\pm 5\text{mm}$	每立柱	1	用水准仪测量
2	相邻立柱高差	5mm		1	用水准仪测量
3	立柱垂直度	2‰		1	用经纬仪测量
4	纵、横向位置	5mm		1	用尺量

4 吸声板、相邻上下板错缝不应大于 1mm，立柱两侧同位置两板高差不应大于 2mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：尺量。

15.9.6 栏杆质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 混凝土栏杆的强度应符合设计要求。栏杆构件安装牢固、稳定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查混凝土试件强度试验报告。

2 金属栏杆、防护网的品种、规格应符合设计要求。栏杆构件安装牢固。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，用钢尺量，检查产品合格证和进场检验记录。

一 般 项 目

3 栏杆安装允许偏差应符合表 15.9.6-1 的规定。

表 15.9.6-1 栏杆安装允许偏差

序号	项 目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	直顺度	扶手	4	每跨侧	1	用 10m 线和钢尺量
2	垂直度	栏杆柱	3	每柱 (抽查 10%)	1	用垂线和钢尺量, 顺、横桥轴方向各 1 点
3	栏杆间距		±3			
4	相邻栏杆	有柱	4	每处 (抽查 10%)	1	用钢尺量
5	扶手高差	无柱	2			
6	栏杆平面偏位		2	每 30m	1	用经纬仪和钢尺量

4 防护网安装允许偏差应符合表 15.9.6-2 的规定。

表 15.9.6-2 防护网安装允许偏差

序号	项 目	允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
			范围	点数	
1	防护网直顺度	5	每 10m	1	用 10m 线和钢尺量
2	立柱垂直度	5	每柱 (抽查 20%)	2	用垂线和钢尺量, 顺、横桥轴方向各 1 点
3	立柱中距	±10	每处 (抽查 20%)	1	用钢尺量
4	高度	±5			

5 金属栏杆、防护网防护处理应符合设计要求, 不得漏涂、剥落。

检查数量: 抽查 5%。

检验方法: 观察, 用涂层测厚仪检查。

6 混凝土预制构件表面不得有孔洞、露筋、蜂窝、麻面、缺棱和掉角等缺陷, 线形应流畅平顺。

检查数量: 全数检查。

检验方法: 观察。

7 防护设施伸缩缝应与主梁伸缩缝相对应。

检查数量: 全数检查。

检验方法：观察。

15.9.7 电缆槽质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 电缆槽盖板应在明显部位标明生产日期和质量验收标志。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

2 电缆槽盖板承载能力、抗裂性应符合设计要求。

检查数量：承载能力检验按 0.1% 抽检；抗裂性检验按 1% 抽检。同一工艺正常生产的盖板不足 100 件时，同类型产品按一批计。

检验方法：检查检验报告。

一 般 项 目

3 电缆槽盖板制作允许偏差应符合表 15.9.7 的规定。

表 15.9.7 电缆槽盖板制作允许偏差

序号	项 目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
				范围	点数	
1	长度		+3 -2	每桥 每侧	抽查 5%， 且不少于 3 件	用钢尺量，检查 一端及中部， 取其最大值
2	高度/宽度		+3 -2			
3	厚度	板厚 $\leq 20\text{mm}$	+2 0			
4		板厚 $> 20\text{mm}$	+2 -1			
5	翘曲		$L/500$			用调平尺在 两端测量

注：L 为构件翘曲方向的总长度 (mm)。

15.9.8 桥上救援疏散及检查设施质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 桥上救援疏散设施原材料的品种、规格、质量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查质量证明文件。

2 疏散通道的梁、板、踏步和栏杆的结构形式、位置、质量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和测量，检查施工记录。

3 指示标志的设置位置、规格、数量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查质量证明文件。

4 安全门的结构形式、安装位置、开启方向及安装质量应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查质量证明文件。

一 般 项 目

5 混凝土搭板、枕梁不得有蜂窝、露筋，板的表面应平整，板边缘应顺直。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

6 搭板、枕梁支承处接触严密、稳固，相邻板之间的缝隙应嵌填密实。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

15.9.9 防雷接地及防杂散电流工程的质量检验应符合现行行业标准《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ 49 的规定，且应

符合下列规定：

主 控 项 目

1 防雷设备、材料应符合国家现行相关产品标准的规定及设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查质量证明文件。

2 贯通地线敷设深度、径路及接地电阻值应符合设计规定。接地电阻值在接地体任一点测量不应大于 1Ω 。

检查数量：全数检查。

检验方法：观测、尺量，用接地电阻测试仪检查。

3 距接触网带电体 5m 内站台混凝土内部纵向长度超过 2m 的全部金属结构应与综合接地系统可靠连接。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

4 距接触网带电体 5m 范围内混凝土构筑物中非预应力钢筋、金属管道接地应与综合接地系统可靠连接。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察，检查施工记录。

16 涂装与装饰

16.1 一般规定

16.1.1 新建桥梁涂装与装饰应在主体或基层质量检验合格之后方可施工。既有桥梁涂装与装饰前应对基层进行处理，并应达到设计要求。

16.1.2 涂装与装饰工程的施工准备应符合下列规定：

- 1 预埋件、预留孔洞尺寸和位置应符合设计要求；
- 2 基体表面的灰尘、油渍、污垢应清除干净。

16.1.3 涂装与装饰施工时，应采取控制施工现场粉尘、废气、振动等对周围环境造成污染和危害的措施。

16.1.4 环境温度在涂装时不宜低于 8°C ；在胶粘剂饰面时不宜低于 10°C ；在抹灰及镶贴板块饰面时不宜低于 5°C 。施工环境相对湿度不宜大于80%。

16.2 涂 装

16.2.1 腻子、封底材料、中间层涂料应与面层涂料相配套。溶剂型涂料应采用配套稀释剂。

16.2.2 涂装前对基层的处理应符合下列规定：

- 1 应铲除基层上的掉粉、起砂、空鼓、剥离和石灰爆裂点；
- 2 基层缺棱掉角处可采用1:3水泥砂浆或聚合物水泥砂浆修补，较大凹坑、缝隙应采用聚合物水泥浆填补找平；
- 3 基层应满刮腻子，待腻子干燥后应采用细砂纸磨平、打光，使表面平整光滑，线角顺直。

16.2.3 涂料的工作黏度或稠度应以施涂时不流坠、无刷纹为准。涂料在使用过程中不得添加稀释剂或水。

16.2.4 涂装施工应符合下列规定：

1 采用刷涂时,宜按先左后右、先上后下、先难后易、先边后面的顺序进行;

2 采用滚涂时,宜先用蘸取涂料的毛辊将涂料大致涂在基层上并使涂料均匀展开,再蘸取涂料按一定方向满滚一遍,阴角及上下收口处应采用排笔刷涂找齐;

3 采用机械喷涂时,喷枪应与墙面保持垂直并匀速平行移动,两行重叠宽度宜为前一次喷涂宽度的 $1/3$,喷枪压力宜为 $0.4\text{MPa}\sim 0.8\text{MPa}$;

4 多人配合流水涂装作业时,应顺同一方向涂饰并应处理好接槎部位;

5 采用机械喷涂时,应将不喷涂的部位遮盖,不得沾污。

16.2.5 施涂溶剂型涂料时,后一遍涂料应在前一遍涂料干燥后进行;施涂水性或乳液涂料时,后一遍涂料应在前一遍涂料表干后进行。

16.2.6 每层涂料施涂厚度应符合设计要求,涂层应均匀、色泽一致,层间结合牢固。同一墙面应采用同一批号的涂料。

16.3 装 饰

16.3.1 镶贴、安装饰面宜选用水泥基粘结材料。

16.3.2 镶贴、安装饰面基体的强度、刚度和稳定性应符合设计要求,且表面应处理成平整、粗糙的基面。

16.3.3 水泥砂浆抹面应符合下列规定:

1 不同材料基体结合处、暗埋管线的孔槽处应挂钢丝网或纤维网加强,网材与基体的搭接宽度不小于 100mm ;

2 抹面前,应先洒水湿润基体表面或涂刮水泥浆;

3 抹面应分层涂抹、分层赶平、修整和表面压光,各层抹面总厚度不宜大于 25mm ;

4 修补找平用水泥砂浆宜与大面积抹灰水泥砂浆一致,其强度等级不得低于大面积水泥抹灰砂浆。

16.3.4 饰面砖镶贴施工应符合下列规定:

1 镶贴基层表面应事先凿毛,刷界面剂、抹水泥砂浆底层,其含水率宜为 15%~25%;

2 镶贴前应挂控制线,应自下而上、逐层依序镶贴;饰面砖表面应平整,纹理通顺,接缝严密吻合,角度垂直,线条顺直;

3 露天饰面砖在顶面阳角处,应采用顶面面砖压立面面砖构造;在底面阳角处,应采用立面最低一排面砖压底面面砖构造。

16.3.5 饰面板安装应符合下列规定:

1 金属饰面板骨架的横竖杆件与结构的固定宜通过连接件,采用膨胀螺栓或与预埋锚固件焊接的方式;骨架安装后宜用经纬仪对横竖杆件进行贯通测量,中心线、表面标高应符合设计要求;

2 金属饰面板应自下而上安装,每安装两排应吊线检查一次,以便及时消除误差。板与板之间的缝隙应采用橡胶条或密封膏等弹性材料处理。

16.4 检验标准

16.4.1 涂装质量检验应符合下列规定:

主控项目

1 涂装材料的材质应符合设计要求。

检查数量:全数检查。

检验方法:检查产品合格证。

2 涂料涂刷遍数、范围、涂层厚度均应符合设计要求。

检查数量:同一个面按 500m² 为 1 检验批,一个面不足 500m² 也为 1 个检验批,每个检验批每 100m² 至少检验 1 处。

检验方法:观察,用干膜测厚仪测量。

一般项目

3 涂层涂刷后表面应平整光洁,色泽一致,不得有脱皮、

漏刷、返锈、透底、流坠和褶皱等现象。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

16.4.2 水泥砂浆抹面及镶饰面板、贴饰面砖的质量检验应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定。

17 质量验收

17.1 一般规定

17.1.1 施工质量控制应符合下列规定：

1 主要材料、半成品、成品、构配件、装置和设备应进场检验，凡涉及结构安全和环境保护的重要材料、产品应进行复验；

2 各专业工种之间的相关工序应交接检验，并应形成文件；

3 工程质量控制资料应齐全完整。

17.1.2 符合下列条件之一时，可按相关专业验收标准的规定适当调整复验、试验抽样数量，调整后的抽样复验、试验方案应经审核确认：

1 同一项目中由相同施工单位施工的多个单位工程，且使用同一生产厂家的同品种、同规格、同批次的材料、构配件、装置和设备；

2 同一施工单位在现场加工的成品、半成品、构配件用于同一项目中的多个单位工程；

3 在同一项目中，针对同一抽样对象已有检验成果可重复利用。

17.2 质量验收划分

17.2.1 施工质量验收应划分为单位工程、分部工程、分项工程和检验批。

17.2.2 单位工程应按一个完整工程或一个相当规模的施工范围划分，并应符合下列规定：

1 每座特大桥、大桥作为一个单位工程；

2 中桥、小桥不超过 5 座为一个单位工程，每座中、小桥

可作为子单位工程；

3 规模较大的桥梁可按招标文件确定的每一个独立合同划分为单位工程。

17.2.3 分部工程划分应符合下列规定：

1 可按专业性质、工程部位确定；

2 当分部工程较大或较复杂时，可按材料种类、工艺特点、施工工法等将分部工程划分为若干子分部工程。

17.2.4 分项工程可按主要工种、工序、材料、施工工艺等划分。

17.2.5 检验批可根据施工、质量控制和专业验收的需要，按工程量、施工段、部位等进行划分。

17.2.6 分部、分项工程和检验批划分宜符合表 17.2.6 的规定。

表 17.2.6 分部、分项工程和检验批划分

序号	分部工程	子分部工程	分项工程	检验批
1	地基与基础	扩大基础	地基	每个基坑
			模板、钢筋、混凝土	每个基础
		沉入桩	制桩（混凝土桩及钢管桩制作）、沉桩、接桩	每根桩
		桩	成孔、钢筋、混凝土	每根桩
		沉井基础	沉井制作、下沉、清基、填充	每节、每座
		桩基承台	垫层混凝土、模板、钢筋、混凝土	每个承台
2	下部结构	桥墩与桥台	模板和支架、钢筋、混凝土	每个浇筑段或每座墩台
		台帽与盖梁	模板和支架、钢筋、混凝土、预应力	每个台帽、盖梁
		台后过渡段	台后过渡段	每座桥台
3		支座	支座垫石、支座安装	每个支座

续表 17.2.6

序号	分部工程	子分部工程	分项工程	检验批
4	上部结构 (桥跨结构)	预制混凝土梁	模板、钢筋、混凝土、预应力	每片梁
		预制混凝土梁安装	安装	每孔梁
		支架上浇筑混凝土梁	模板和支架、钢筋、混凝土	每个浇筑段
			预应力	每个施工段
		节段拼装混凝土梁桥	模板和支架、钢筋、混凝土、预应力	每个预制节段
			悬臂拼装、逐跨拼装、预应力	每个拼装节段
		顶推施工混凝土梁	模板与支架、钢筋、混凝土、预应力	每个浇筑段
			梁段顶推	每孔（联）梁
		转体施工梁式桥	梁转体	每个转体段
		钢桥	构件制作、焊接、紧固件连接、构件组装、预拼装、构件安装、涂装	每个制作段、每孔、每联
			钢桥安装	每孔（联）梁
		钢-混凝土组合梁桥	钢梁安装	每孔（联）梁
			模板与支架、钢筋、混凝土	每个浇筑段
			预应力	每个施工段
		钢管混凝土拱桥	钢管拱肋架设	每个施工段
			钢管内混凝土浇筑	每个施工段
			吊索（系杆索）	每个施工段
5	桥面系与附属工程	桥面防水工程、防水层保护层、排水设施、栏杆、疏散及检查设施	每孔梁	
		伸缩装置	每道伸缩装置	
		防落梁挡块	每孔梁	

续表 17.2.6

序号	分部工程	子分部工程	分项工程	检验批
6	涂装与装饰		饰面、涂装	每孔梁、每个装饰面
7	其他		声屏障基础、接触网支柱基础、 电缆槽盖板	每孔梁

17.2.7 施工前，应制定分部分项工程和检验批的划分方案并通过审批。

17.3 质量验收要求

17.3.1 施工质量验收应符合下列规定：

- 1 工程质量验收应在施工单位自检合格的基础上进行；
- 2 检验批的质量应按主控项目和一般项目验收；
- 3 对有关结构安全、主要使用功能、节能和环境保护的试块、试件及材料，应在进场时或施工中按规定进行平行检测、见证取样检测；

- 4 隐蔽工程在隐蔽前应由相关单位进行验收，并应形成验收文件，验收合格后方可继续施工；

- 5 对有关结构安全和主要使用功能的重要分部工程，应在验收前按规定进行抽样检验；

- 6 工程的观感质量应由验收人员现场检查，并应共同确认。

17.3.2 检验批质量验收合格应符合下列规定：

- 1 主控项目的质量应经抽样检验合格；
- 2 一般项目的质量应经抽样检验合格；当采用计数检验时，一般项目的合格点率应达到 80% 及以上，且不合格点的最大偏差值不得大于规定允许偏差值的 1.5 倍；

- 3 具有完整的施工操作依据、质量验收记录。

17.3.3 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

- 1 所含检验批的质量均应验收合格；

2 所含检验批的质量验收记录应完整。

17.3.4 分部工程质量验收合格应符合下列规定：

1 所含分项工程的质量均应验收合格；

2 质量控制资料应完整；

3 涉及结构安全、主要使用功能、节能和环境保护的质量应按规定验收合格；

4 外观质量验收应符合相关标准的要求。

17.3.5 单位工程质量验收合格应符合下列规定：

1 所含分部工程的质量均应验收合格；

2 质量控制资料应完整；

3 所含分部工程中涉及结构安全、主要使用功能、节能和环境保护的控制资料应完整；

4 影响桥梁安全使用和周围环境的参数指标应符合相关标准的规定；

5 外观质量验收应符合相关标准的要求。

17.3.6 当施工质量不符合规定时，应按下列规定处理：

1 经返工或返修的检验批，应重新进行验收；

2 经有资质的检测机构检测鉴定能够达到设计要求的检验批，应予以验收；

3 经有资质的检测机构检测鉴定达不到设计要求、但经原设计单位核算认可能够满足安全和使用功能的检验批，可予以验收；

4 经返修或加固处理的分项、分部工程，满足安全及使用功能要求时，可按技术处理方案和协商文件的要求予以验收。经返修或加固处理仍不能满足安全或使用要求时，不应验收。

17.3.7 工程竣工验收内容应符合设计文件、相关标准及合同要求，并应符合下列规定：

主 控 项 目

1 分部工程有关结构安全和主要使用功能的检验资料应

完整。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查工程组卷资料，按规定进行工程实体抽查或对相关资料抽查。

一般项目

2 观感质量验收应符合现行行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2 的规定。

3 工程竣工验收时抽检各分项、分部工程的质量情况。

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 《建筑地基基础设计规范》GB 50007
- 2 《工程测量规范》GB 50026
- 3 《混凝土强度检验评定标准》GB/T 50107
- 4 《滑动模板工程技术标准》GB/T 50113
- 5 《建设工程施工现场供用电安全规范》GB 50194
- 6 《组合钢模板技术规范》GB/T 50214
- 7 《城市轨道交通工程测量规范》GB/T 50308
- 8 《混凝土结构工程施工规范》GB 50666
- 9 《钢管混凝土拱桥技术规范》GB 50923
- 10 《预应力混凝土用钢丝》GB/T 5223
- 11 《预应力混凝土用钢绞线》GB/T 5224
- 12 《混凝土外加剂》GB 8076
- 13 《预应力筋用锚具、夹具和连接器》GB/T 14370
- 14 《预拌混凝土》GB/T 14902
- 15 《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2
- 16 《城市测量规范》CJJ/T 8
- 17 《地铁杂散电流腐蚀防护技术规程》CJJ 49
- 18 《城市桥梁抗震设计规范》CJJ 166
- 19 《混凝土泵送施工技术规程》JGJ/T 10
- 20 《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18
- 21 《预应力筋用锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85
- 22 《钢筋机械连接技术规程》JGJ 107
- 23 《混凝土耐久性检验评定标准》JGJ/T 193
- 24 《液压爬升模板工程技术标准》JGJ/T 195
- 25 《组合铝合金模板工程技术规程》JGJ 386

- 26 《无粘结预应力钢绞线》JG/T 161
- 27 《预应力混凝土用金属波纹管》JG 225
- 28 《预应力混凝土桥梁用塑料波纹管》JT/T 529

中华人民共和国行业标准

城市轨道交通桥梁工程施工及
验收标准

CJJ/T 290 - 2019

条文说明

编制说明

《城市轨道交通桥梁工程施工及验收标准》CJJ/T 290 - 2019，经住房和城乡建设部 2019 年 4 月 19 日以第 98 号公告批准、发布。

本标准编制过程中，编制组进行了广泛而深入的调查研究，总结了我国工程建设中城市轨道交通桥梁建设的实践经验，同时参考了国外先进技术法规、标准及相关技术文献。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用标准时能正确理解和执行条文规定，《城市轨道交通桥梁工程施工及验收标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明，对条文规定的目的、依据以及执行中需注意的有关事项进行了说明。但是，本条文说明不具备与标准正文同等的法律效力，仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

目 次

1	总则	119
3	基本规定	120
4	施工准备与施工测量	121
4.1	施工准备	121
5	模板与支架工程	122
5.1	一般规定	122
5.2	设计	123
5.3	安装	124
5.4	使用与拆除	124
6	钢筋工程	126
6.1	一般规定	126
6.2	钢筋加工	126
6.3	钢筋连接	126
6.5	检验标准	127
7	混凝土工程	128
7.1	一般规定	128
7.2	混凝土运输与输送	128
7.4	混凝土养护	128
8	预应力工程	129
8.3	预应力施加	129
9	装配式混凝土构件预制与运输	131
9.1	一般规定	131
9.2	预制场建设	131
9.3	构件预制	131
9.4	构件移运与存放	132

9.6	检验标准	132
10	基础	133
10.2	扩大基础	133
10.3	桩基础	133
10.4	沉井基础	134
11	墩台	135
11.2	桥墩与桥台	135
12	支座	136
12.1	一般规定	136
12.2	支座安装	136
13	混凝土梁式桥梁	137
13.2	现浇施工	137
13.3	装配式梁现场施工	137
13.4	顶推施工	137
13.5	水平转体施工	138
14	其他类型桥梁	139
14.1	一般规定	139
14.2	钢梁桥	139
15	桥面与附属工程	140
15.3	防水与排水工程	140
15.6	栏杆与电缆槽	140
17	质量验收	141
17.2	质量验收划分	141
17.3	质量验收要求	141

1 总 则

1.0.1 制定本标准的目的是规范我国城市轨道交通桥梁工程施工要求，以及统一施工质量的验收方法和指标。

3 基本规定

3.0.1 工程项目施工应包括施工准备、地基与基础施工、上部结构施工、涂装与装饰以及竣工验收等环节。工程项目施工应有健全的质量管理体系，对工程施工质量进行全过程控制管理，落实质量责任终身追究制度。工程项目施工应建立健全安全保障体系，确保城市轨道交通桥梁工程施工过程中施工人员生命及国家财产的安全。

3.0.2 施工组织设计应包括施工部署、计划安排、施工方法、保证质量和安全的保障体系与技术措施、必要的专项施工方案与施工设计，以及环境保护、交通疏导等。当遇有跨冬、雨期和高温期施工时，施工组织设计中还应包含冬、雨期和高温期的施工方案和施工安全技术措施。

施工作业指导书是根据分部、分项工程施工具体要求，针对特殊过程、关键工序向施工人员交待作业程序、方法及注意事项，落实各项验收规范和标准，指导现场施工作业，严格控制工程质量，确保施工安全，满足节能环保要求等需要制定的作业及工艺标准。

3.0.7 城市轨道交通涉及供电、通信、信号、轨道等多个专业，在城市轨道交通桥梁工程施工中应综合考虑各专业施工的时间和空间关系，做到科学合理安排。

4 施工准备与施工测量

4.1 施 工 准 备

4.1.1 地下管线等建（构）筑物的现况详实资料应包括建（构）筑物的产权信息、类别、用途等。开工前施工单位应做施工调查，调查程序、方法、内容等可参照《城市轨道交通工程周边环境调查指南》（建质〔2012〕56号）执行。

4.1.4 设计文件是施工的重要依据，开工前应结合现场情况对设计文件做全面核对，了解设计意图，审核图纸，确定工程数量。对设计文件应该核对以下内容：

- 1 地形、地貌、水文和地质条件；
- 2 桥梁的结构、孔径、跨度及与其他构筑物的协调、空间关系；
- 3 施工方案和技术措施；
- 4 采用的新技术、新工艺和新材料；
- 5 主要工程数量、物资与设备的品种、规格；
- 6 桥梁的平面位置、设计高程和主要结构尺寸；
- 7 征用土地界限及构筑物的拆迁补偿数量；
- 8 排水系统和导流设备；
- 9 既有交通及影响程度。

4.1.5 本条主要是对施工现场布置的规定。围挡施工除满足本标准要求外，还应符合现行行业标准《施工现场临时建筑物技术规范》JGJ/T 188、《建设工程施工现场环境与卫生标准》JGJ 146 和《建筑施工安全检查标准》JGJ 59 的相关规定。

5 模板与支架工程

5.1 一般规定

5.1.1、5.1.2 模板工程施工方案的编制，除应符合相关管理文件的要求外，尚应符合国家现行相关标准的规定，如《混凝土结构工程施工规范》GB 50666、《组合钢模板技术规范》GB/T 50214、《建筑施工模板安全技术规范》JGJ 162、《钢框胶合板模板技术标准》JGJ 96、《液压爬升模板工程技术标准》JGJ/T 195、《液压滑动模板施工安全技术规程》JGJ 65、《建筑工程大模板技术标准》JGJ 74 等。

模板和支架工程施工技术方案宜包括下列内容：模板及支架的类型；模板及支架的材料要求；模板及支架的计算书和施工图；模板及支架安装、拆除相关技术措施；施工安全和应急措施（预案）、文明施工、环境保护等技术要求。

本条中“滑模、爬模等工具式模板工程及高大模板支架工程”的界定应按《危险性较大的分部分项工程安全管理规定》（建质〔2018〕37号）的规定执行。

专项施工方案的技术论证包括专家评审。

5.1.3 为符合节能环保要求，提倡“以钢代木”，提倡采用轻质、高强、耐用的模板材料，如铝合金和增强塑料等。支架材料宜选用钢材或铝合金等轻质高强的可再生材料，不提倡采用木支架。

支架主要有满堂式支架、梁柱式支架及其组合形式支架。不论采用何种类型的支架，标准化、系列化、通用化都是简化制作拼装工序、加快进度、保证工程质量和施工安全的重要手段，因此推荐在实际施工中采用。连接件将面板和支架连接为可靠的整体，采用标准定型连接件有利于操作安全、连接可靠和重复使用。

5.2 设 计

5.2.1 模板和支架采用钢结构时的设计应符合现行国家标准《钢结构设计标准》GB 50017 的规定；采用冷弯薄壁型钢时应符合现行国家标准《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国家标准《组合钢模板技术规范》GB 50214 的规定。木模板的设计应符合现行国家标准《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，支架的设计应符合现行行业标准《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规范》JGJ 128、《建筑施工承插型盘扣式钢管支架安全技术规程》JGJ 231 和《建筑施工扣件式钢管脚手架安全技术规范》JGJ 130 的规定。采用其他材料的模板、支架设计应符合相应的技术规定。

5.2.7 第 1 款 模板次肋的配置方向应与模板的长度方向相垂直，应能直接承受模板传递的荷载，其间距应按荷载数值和模板的力学性能计算确定；主肋应能承受次肋传递的荷载，且应能起到加强模板结构的整体刚度和调整平整度的作用，支架或支撑的着力点应设置在主肋上。

5.2.8 本条的规定主要是考虑到支架跨越通航河道、公路、铁路、城市轨道交通等既有设施时的桥梁施工安全和桥下的河道通航、公路和铁路交通、城市轨道交通运营的运营安全。

第 1 款 支架下净空安全限界需满足既有设施产权单位或管理部门的有关要求。

第 4 款 静电屏蔽防护、安装接地防护装置是跨越近邻电气化铁路、城市轨道交通施工的重要安全措施，需根据支架与铁路电气化、城市轨道交通设施间的相对安全距离进行专门设计。

5.2.10 第 4 款 拼装式桁架结构包括贝雷梁、万能杆件、军用梁等结构。

5.3 安 装

5.3.7 支架立柱底端放置垫板或混凝土垫块是为扩散应力，确保浇筑混凝土后立柱不至于产生超过允许的沉降。如采用扩散压力的方法不能满足要求，应加固地基或采用扩大基础、桩基础形式，提高其承载力，扩大基础和桩基础的构造、尺寸应通过计算确定。

5.3.8 第1款 支架预压是为了掌握支架在荷载作用下的沉降、变形规律，为梁体预拱度的合理设置提供依据，同时检验支架的安全可靠性。

第2款 在预压荷载标准的选取上，参考现行行业标准《钢管满堂支架预压技术规程》JGJ/T 194 和其他相关施工技术规范。

第4款 要求预压荷载在支架上的分布应与支架实际承受荷载情况相一致，目的是真实反映支架上实际荷载分布特点和荷载集中情况，以保证预压效果和质量。

第5款 强调支架预压过程中对称、分层、分级加载和卸载，是为了避免偏载或局部集中荷载过大对支架造成不利影响；不对称、不合理的加载或卸载程序容易造成支架局部变形过大而引发支架结构失稳倒塌事故。

5.4 使用与拆除

5.4.2 第2款 在施工过程中，当支架结构实际荷载超过支架设计规定时，将存在安全隐患，甚至导致发生支架失稳、垮塌等安全事故。本条的规定旨在防止支架结构因超载而影响支撑结构安全。

5.4.3 本条规定了支架结构拆除应遵守的要求，有利于拆除过程中保证支架结构的整体稳定性。卸落模板、支架时，总的原则要求是由变形最大处向变形最小或无变形处过渡，对称、少量、多次、逐渐完成，使结构物逐步承受荷载，其目的是避免结构物

在卸落模板、支架的过程中发生开裂等质量事故。

5.4.4 在低温、干燥或大风环境下拆除模板时，外界的不良环境会使混凝土的内外温差过大或使混凝土的表面过快失水，从而导致混凝土的表面出现裂纹，严重者会产生裂缝，故规定应采取必要的措施予以防止。

6 钢 筋 工 程

6.1 一 般 规 定

6.1.1 城市轨道交通桥梁工程中所用普通钢筋应符合设计要求和国家现行标准《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、《钢筋混凝土用钢 第3部分：钢筋焊接网》GB/T 1499.3、《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；环氧树脂涂层钢筋应符合现行行业标准《环氧树脂涂层钢筋》JG/T 502的规定；其他特殊钢筋应符合其相应产品标准的规定。

6.2 钢 筋 加 工

6.2.1 钢筋除锈的方法可采用除锈机、风砂枪等机械方法，也可采用人工除锈。除锈后的钢筋不应长期存放，应尽快使用。除锈后如发现有严重的钢筋表面缺陷，如麻坑、斑点等，可能会影响钢筋力学性能及其他应用性能时，应对该批钢筋的性能按相关标准重新检验，并根据检验结果进行处置。

6.2.2 钢筋弯折一般指钢筋中心线同直线的偏差超过全长的1%。

6.3 钢 筋 连 接

6.3.1 由于钢筋连接的形式对钢筋的应力传递和结构的受力性能有一定影响，目前轨道交通桥梁主要按照铁路行业规范和地铁规范设计，由于活载比例较大，钢筋应力幅较大，疲劳问题明显，受拉钢筋在条件容许时宜采用机械连接或焊接连接。

6.3.2 钢筋接头是结构中的薄弱环节，应设置在承受应力较小

处,根据现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204,对焊(连)接接头和绑扎接头的配置、接头避开弯曲点的距离作出了规定。

“同一连接区段”的定义引自现行国家标准《混凝土结构设计规范》GB 50010,取消原“同一截面”概念。对于接头百分率,同一连接区段内当受力钢筋总根数 n 为奇数时,受力钢筋总截面面积按 $n+1$ 进行计算。“同一连接区段”长度:焊接接头或机械连接接头为 $35d$ (d 为纵向受力钢筋的较大直径)且不小于500mm,绑扎接头为1.3倍搭接长度且不小于500mm。凡接头中点位于该连接区段长度内的接头均属于同一连接区段。

6.5 检验标准

6.5.9 垫块可为施工单位自制或专业厂家制作。对于专业厂家制作的垫块,施工单位应要求厂家提供相关质量证明文件,包括试验检测报告等。

6.5.10 钢筋进场和使用前,应对其外观质量进行检验,当发现表面有裂纹、弯折损伤、颗粒状或片状老锈等缺陷,应处理并不得作为受力钢筋。经过钢丝刷处理后,试样的重量、尺寸、横截面积和拉伸性能仍不低于国家现行相关标准的要求时,锈皮、表面不平整或氧化铁皮可不作为拒收的依据,但在使用前应进行除锈等处理。

6.5.13 根据现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204,结合城市轨道桥梁工程实际,对钢筋安装及其保护层厚度允许偏差作出了规定。鉴于钢筋混凝土保护层的厚薄对结构承载力和耐久性可能有显著影响,因此,对钢筋保护层厚度允许偏差值作了从严规定。

7 混凝土工程

7.1 一般规定

7.1.1 由于城市轨道桥梁工程均位于城市圈内，而各城市为改善城市环境，推进建筑业技术进步，对预拌混凝土企业与生产质量均作出了更具体的规定和质量控制，且在现行国家标准《预拌混凝土》GB/T 14902 中，对混凝土用原材料标准、混凝土的拌制质量与质量控制均作出了明确要求。因此，为保证标准要求的一致性，本标准不再对混凝土原材料性能提出要求。

7.2 混凝土运输与输送

7.2.1 采用预拌混凝土时，由于预拌混凝土生产场所到混凝土浇筑地点往往有一定的距离，所以混凝土运输到达施工现场后应进行检查，确保混凝土不会出现离析、漏浆等现象。

7.2.3 混凝土输送泵的选择及布置应根据工程特点、浇筑量、混凝土输送高度和距离、混凝土工作性能等因素确定。

7.4 混凝土养护

7.4.1 混凝土养护可分为保湿养护和蒸汽养护。保湿养护可分为洒水、覆盖和喷涂养护剂等方式。

8 预应力工程

8.3 预应力施加

8.3.2 智能张拉设备目前已开始应用于城市轨道桥梁预应力张拉，且可能逐步推广应用。因此，根据标准可适度超前的原则，对当前多种智能张拉设备的功能、组成进行了总结，在此基础上提出了本条规定。

8.3.5 第2款 预应力张拉施工时，应重视首次张拉施工，重点检测实际伸长值和理论伸长值的差值，若超过6%，应停止张拉施工，待查明原因后方可恢复施工。对某些特殊部位且曲率半径较小的预应力筋，工程实践表明其预应力筋的实际伸长值与计算伸长值的相对偏差不能满足±6%的规定，故规定此类预应力筋宜通过试验确定其实际控制伸长值。

8.3.7 预应力筋平均张拉力按下式计算：

$$P_p = \frac{P(1 - e^{-(kx + \mu\theta)})}{kx + \mu\theta}$$

式中： P_p ——预应力筋平均张拉力（N）；

P ——预应力筋张拉端的张拉力（N）；

x ——从张拉端至计算截面的孔道长度（m）；

θ ——从张拉端至计算截面曲线孔道部分切线的夹角之和（rad）；

k ——孔道每米局部偏差对摩擦的影响系数，可按表1确定；

μ ——预应力筋与孔道壁的摩擦系数，可按表1确定。

注：当预应力筋为直线时 $P_p = P$ 。

表 1 系数 k 及 μ 取值表

管道类型	k	μ 值	
		钢丝束、钢绞线	螺纹钢筋
预埋铁皮管道	0.0030	0.35	0.4
预埋钢管	0.0010	0.25	—
抽芯成型孔道	0.0015	0.55	0.60
预埋金属波纹管	0.0020~0.0030	0.20~0.26	0.50
预埋塑料波纹管	0.0015	0.14~0.17	0.45

9 装配式混凝土构件预制与运输

9.1 一般规定

9.1.1 为保证预制构件的施工质量，降低扬尘、施工噪声等影响，特规定预制构件的生产场地。

9.1.3 预埋件作为梁体接口工程，是预制施工中的重点控制项目。结构永久预埋件及临时安装用预埋件的安装定位均以后续工程施工项目的需求为重点，施工中应确保符合设计要求。

9.2 预制场建设

9.2.1 城市范围内的土地是稀有资源，城市功能及市政规划复杂，预制场场地选择应根据当地的城市布局及规划进行重点分析。宜在不与城市发展格局、环境污染、人文文化冲突的前提下，合理确定专业工厂化预制场地。预制场选址应遵循“因地制宜、节约资金、降低成本、确保安全及质量”的原则，场址应尽量满足地质条件好、场地开阔、运距合理、供应集中的要求。

9.2.4 预制场流水线生产流程的特点之一是生产台座利用率高，模板周转次数多，要求模板在设计选材及生产加工质量方面考虑模板的周转损耗，提高模板使用寿命，降低质量风险。同时，为缩短流水线生产的周期，标准构件模型与特殊部位构件模型应独立考虑。

9.3 构件预制

9.3.9 第2款 节段梁进行匹配预制时，梁体模型应考虑直、曲线匹配预制时模型的匹配、调换操作需具备的范围和精度，同时应考虑测量塔布置、测量工艺对模型的要求。

9.3.10 第3、4款 预制节段梁后续的架设或安装往往需要预

留钢筋搭接，预留的方式一般有直接预留钢筋及预埋钢筋套筒等。直接预留挑出钢筋应考虑后期施工时接口部位冲突问题；预埋套筒时，应考虑后期套筒钢筋连接时的施工作业需求，可将套筒的操作部分用铁算子网等隔开预留在梁体外。

9.3.12 第2款 匹配预制梁的拼接面修补对后期安装时拼接面的紧密度会造成不利影响，一般缺陷不予修补，特别是匹配预制后不宜修补。

9.4 构件移运与存放

9.4.3 梁体储存应根据预制场生产线的布置，在满足设计荷载计算的要求下，考虑梁体的储存层数、倒运频率等影响，合理布置过人或过叉车通道，同时应考虑梁体之间、梁体与龙门吊行走轨道之间直线范围内的安全距离。

9.6 检验标准

9.6.3 表 9.6.3 的制定参照了现行行业标准《客货共线铁路预制后张法预应力混凝土简支梁》TB/T 3043、《预应力混凝土桥梁预制节段逐跨拼装施工技术规程》CJJ/T 111 等。

10 基 础

10.2 扩 大 基 础

10.2.3 按桥梁跨径、地基土质复杂（如溶洞、断层、软弱夹层、易溶岩等）程度及结构对地基有无特殊要求，可采用以下方法进行地基检验：

1 对于小桥的地基检验，可采用直观或触探方法，必要时可进行土质试验；

2 对于大、中桥和地基土质复杂、结构对地基有特殊要求的地基检验，宜采用触探和钻探（钻深至少 4m）取样做土工试验，或按设计要求进行荷载试验；

3 对于特大桥或特殊结构桥梁的地基检验，应符合设计规定。

10.3 桩 基 础

10.3.1 冲击钻机适用于卵石、坚硬漂石、岩层及各种复杂地质的桩基施工。正循环钻机适用于黏性土、粉土、砂性土；反循环钻机适用于黏性土、砂性土、卵石土和风化岩层。套管钻机适用于砂类土或黏性土层钻孔。旋挖钻机适用于各种土层和中等硬度以下的基岩。

采用泥浆护壁时，黏性土的塑性指数大于 15 且浮渣能力能满足施工要求时，可利用孔内原土造浆护壁；冲击钻机钻孔，可将黏土加工后投入孔中，利用钻头冲击造浆。泥浆性能指标可参考下列规定：

1 相对密度：正循环旋转钻机、冲击钻使用管形钻头钻孔时，入孔泥浆相对密度可为 1.1~1.3；冲击钻机使用实心钻头时，孔底泥浆相对密度不宜大于：黏土、粉土 1.3；大漂石、卵

石层 1.4；岩石 1.2。反循环钻机入孔泥浆相对密度可为 1.05～1.15。

2 黏度：入孔泥浆黏度，一般地层为 16s～22s；松散易坍地层为 19s～28s。

3 含砂率：新制泥浆不大于 4%。

4 胶体率：不小于 95%。

5 pH 值：应大于 6.5。

10.3.5 第 3 款 除地质不复杂并有可靠的数据或实践经验的一般中、小桥沉桩工程外，其他沉桩工程均应在施工前进行工艺试桩和承载力试桩，确定沉桩的施工工艺、技术参数和检验桩的承载力。试桩的数量不宜少于 2 根且附近应有钻探资料；试桩的规格应与工程桩一致，所用船机应与正式施工时相同。

10.4 沉井基础

10.4.1 第 1 款 沉井下沉过程中应加强观测，随时进行纠偏，保持竖直下沉，每下沉 1m 至少应检查 1 次。当沉井出现倾斜时，应及时校正。下沉至设计高程以上 2m 左右时，应适当放慢下沉速度并控制井内的除土量和除土位置，使沉井能平稳下沉，准确就位。当沉井倾斜方向有利于纠正位移时，应继续下沉，待沉井底面中心接近设计中心时，再纠正倾斜。

11 墩 台

11.2 桥墩与桥台

11.2.1 第3款 对分节段施工的桥墩和桥台，首节模板的平面位置和垂直度应准确，如定位不准确，后续节段的模板安装将较困难，且不易保证桥墩、桥台的外形尺寸和垂直度。

第4款 实践表明，承台与桥墩、桥台连接底部附近的混凝土非常容易产生裂缝，尤其薄壁墩身更易产生裂缝。究其原因在于承台一般为大体积混凝土结构，其温度应力的变化、混凝土龄期不同都会对桥墩、桥台结构的变形产生影响，加上承台与墩身在连接处构造尺寸的突变，使墩身薄壁结构的变形与承台结构的变形不一致，容易产生裂缝。为解决这个问题，防止裂缝产生，除从设计着手考虑外，还应在施工时将首节段墩身与承台之间的施工间歇期尽量缩短，以避免因混凝土龄期相差过大而产生裂缝。

12 支 座

12.1 一 般 规 定

12.1.1 当前支座的种类和规格较多，支座使用应符合设计要求。支座在安装前应进行全面检验，不合格者不应使用。

12.2 支 座 安 装

12.2.1 支座顶面、底面应与梁底或墩台顶面密贴，使支座全面积承受上部构造传递的竖向荷载，以保证支座的承载能力。

13 混凝土梁式桥梁

13.2 现 浇 施 工

13.2.1 支架结构形式应根据桥长、桥下净空、通行（通航）要求、桥位地质和环境条件、不同支架形式的特点等因素，按“安全可靠、经济合理”的原则选定。

13.2.5 进行荷载试验的目的主要是消除移动模架的各种非弹性变形，检验支承系统的承载能力及刚度，为施工过程中设置预拱度提供依据。

13.3 装配式梁现场施工

13.3.2 第4款 梁体就位后，为防止梁体侧向倾倒，应及时采取有效措施将梁体临时固定。由于T梁和I形梁的高宽比较大，就位后易产生侧向倾倒，应与先安装的构件进行可靠的横向连接，防止倾倒。

13.3.4 第2款 预制节段桥梁的线形基本上取决于节段的预制精度，故本条建议采用线形控制软件来确保节段预制和现场拼装精度满足设计要求。

13.4 顶 推 施 工

13.4.3 临时墩可以减小主梁的顶推跨径，从而减小顶推时最大正负弯矩以及主梁截面应力。临时墩应能承受顶推时的最大荷载，不致产生超过允许的沉陷，且能承受顶推时的最大水平摩阻力，不致发生超过允许的水平位移。在通航或流冰河流中设立临时墩时，还应防范船只和流冰的冲撞。

13.4.5 第2款 用竖向千斤顶将梁顶高的最大升高应有所限制，否则梁被顶高时将产生临时局部弯矩，此值过大可能使梁顶

板和底板的上缘产生裂纹。

13.4.7 预应力混凝土桥梁在顶推过程中，各截面要多次承受交替变化的正负弯矩，因此需要在顶推阶段增设临时预应力筋以防止梁体发生破损，待梁体顶推到位后再全部拆除临时预应力筋。临时预应力筋张拉后不应压浆，锚具外多余的预应力筋也不必切除。

13.5 水平转体施工

13.5.2 转动支承系统宜采用中心支承、撑脚支承、中心与撑脚共同支承三种类型。中、小跨径的桥梁转体施工可采用中心支承；跨径较大、转动体系重心较高的桥梁转体施工，宜采用中心与撑脚共同支承。

14 其他类型桥梁

本章根据城市轨道交通特点，将轨道交通桥梁工程中有别于混凝土结构的简支梁桥、连续梁桥的其他桥梁统称为其他类型桥梁。根据已建城市轨道交通桥梁的主要形式特征，本章对钢梁桥、钢—混凝土组合梁、钢管混凝土拱桥这 3 类桥梁施工与简支梁桥、连续梁桥这 2 类普通桥梁施工的不同之处作了相关规定。钢梁桥、钢—混凝土组合梁和钢管混凝土拱桥的基础、墩柱、钢结构制作及桥面附属结构与装饰的施工要求可参照本标准的相关规定执行。

14.1 一般规定

14.1.1 大跨度桥梁主要是指单孔跨径大于 100m 的桥梁。对设计规定需要施工监控的桥梁，可突破跨径规定的限制。

14.2 钢梁桥

14.2.1 钢桥试拼装的目的是为了校核钢桥各部件的制造精度是否匹配，能否满足设计和施工现场安装的要求，是钢桥制造中非常重要的一道工序。

15 桥面与附属工程

15.3 防水与排水工程

15.3.2 为保证防水层与基面粘结牢固，规定基面浮尘、松散物等应清理干净并涂刷处理剂。

15.3.5 施工的环境气温、雨雪天对防水施工质量均有影响，故对此进行了限定。

15.3.9 泄水管安装要牢固顺直，拐角位置应避免直弯；泄水管应设置检查孔。

15.6 栏杆与电缆槽

15.6.1 栏杆、隔离设施具有安全防护功能，所以要求栏杆、隔离设施安装牢固。同时，在城市中的桥梁观感美也不容忽视，故对其外观质量要求从严控制。

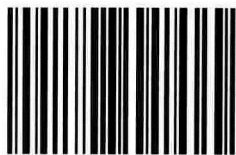
17 质量验收

17.2 质量验收划分

17.2.2 目前，绝大多数城市轨道中桥工程的规模较小，所以和小桥作同等规定。受空间限制，城市轨道桥梁在城市中往往采用全程高架或隧道，为方便编制工程资料，特规定按合同段划分单位工程。

17.3 质量验收要求

17.3.6 经返修或加固处理仍不能满足安全或使用要求的分部工程及单位工程，表明其工程质量存在严重缺陷，导致无法正常使用，且可能存在严重安全隐患，会危及人身和财产安全。因此，此类工程不应验收并投入使用，需专门研究处理方案。



1 5 1 1 2 3 4 3 1 5

统一书号: 15112 · 34315
定 价: **35.00** 元