中华人民共和国行业标准

城市桥梁工程施工与质量验收规范

Code for construction and quality acceptance of bridge works in city

CJJ 2－2008

J 820－2008

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 0 9 年 7 月 1 日

中国建筑工业出版社

2008 北 京

中华人民共和国行业标准

城市桥梁工程施工与质量验收规范

Code for construction and quality acceptance of bridge works in city

CJJ 2－2008

*

中国建筑工业出版社出版、发行（北京西郊百万庄）

各地新华书店、建筑书店经销

北京红光制版公司制版

北京市兴顺印刷厂印刷

*

开本：850×1168 毫米 1/32 印张：9⅜ 字数：260 千字

2009 年 3 月第一版 2009 年 3 月第一次印刷

定价：45.00 元

统一书号：15112·17217

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

第140号

关于发布行业标准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》的公告

现批准《城市桥梁工程施工与质量验收规范》为行业标准，编号为CJJ 2－2008，自2009年7月1日起实施。其中，第2.0.5、2.0.8、5.2.12、6.1.2、6.1.5、8.4.3、10.1.7、13.2.6、13.4.4、14.2.4、16.3.3、17.4.1、18.1.2条为强制性条文，必须严格执行。原行业标准《市政桥梁工程质量检验评定标准》CJJ 2－90同时废止。

本规范由我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

2008年11月4日

前　言

根据建设部“关于印发《二〇〇二～二〇〇三年度工程建设城建、建工行业标准制订、修订计划》的通知”（建标［2003］104号）的要求，标准编制组在深入调查研究，认真总结国内外科研成果和大量实践经验，并在广泛征求意见的基础上，全面修订了本规范。

本规范的主要内容是：总则，基本规定，施工准备，测量，模板、支架和拱架，钢筋，混凝土，预应力混凝土，砌体，基础，墩台，支座，混凝土梁（板），钢梁，结合梁，拱部与拱上结构，斜拉桥，悬索桥，顶进箱涵，桥面系，附属结构，装饰与装修，工程竣工验收等。

本次修订的主要内容：1. 新增了施工技术要求条款；2. 修订了单位工程、分部工程（子分部工程）、分项工程、验收批的质量检验内容、标准和程序；3. 质量检验分为主控项目和一般项目两类；4. 新增施工现场质量管理要求条款；5. 明确了强制性条文。

本规范以黑体字标志的条文为强制性条文，必须严格执行。

本规范由住房和城乡建设部负责管理和对强制性条文的解释，由北京市政建设集团有限责任公司负责具体技术内容的解释。

本规范主编单位：北京市政建设集团有限责任公司（地址：北京市南礼士路17号；邮政编码：100045）

北京市公路桥梁建设集团有限公司

本规范参编单位：中国市政工程协会

北京市市政二建设工程有限责任公司

上海市市政公路工程质量安全监督站
上海市第一市政工程有限公司
天津第一市政工程有限公司
重庆桥梁工程有限责任公司
广州市第一市政工程有限公司
深圳市市政工程总公司

本规范主要起草人：张　闽　果有刚　张　汎　屈铁山
孙承万　沈建庭　李会东　余　为
张定高　赖建吾　张春发　赵天庆
董凤凯　许亚斋　刘卫功　崔玉萍
杨玉杰　高俊合　田云涛

目　次

1　总则 …… 1
2　基本规定 …… 2
3　施工准备 …… 4
4　测量 …… 6
4.1　一般规定 …… 6
4.2　平面、水准控制测量及质量要求 …… 7
4.3　测量作业 …… 12
5　模板、支架和拱架 …… 13
5.1　模板、支架和拱架设计 …… 13
5.2　模板、支架和拱架的制作与安装 …… 15
5.3　模板、支架和拱架的拆除 …… 16
5.4　检验标准 …… 17
6　钢筋 …… 21
6.1　一般规定 …… 21
6.2　钢筋加工 …… 21
6.3　钢筋连接 …… 23
6.4　钢筋骨架和钢筋网的组成与安装 …… 29
6.5　检验标准 …… 32
7　混凝土 …… 35
7.1　一般规定 …… 35
7.2　配制混凝土用的材料 …… 36
7.3　混凝土配合比 …… 37
7.4　混凝土拌制和运输 …… 40
7.5　混凝土浇筑 …… 41
7.6　混凝土养护 …… 43

7.7 泵送混凝土 …… 43
7.8 抗冻混凝土 …… 44
7.9 抗渗混凝土 …… 46
7.10 大体积混凝土 …… 47
7.11 冬期混凝土施工 …… 47
7.12 高温期混凝土施工 …… 49
7.13 检验标准 …… 50
8 预应力混凝土 …… 53
8.1 预应力材料及器材 …… 53
8.2 预应力钢筋制作 …… 55
8.3 混凝土施工 …… 55
8.4 预应力施工 …… 56
8.5 检验标准 …… 61
9 砌体 …… 64
9.1 材料 …… 64
9.2 砂浆 …… 64
9.3 浆砌石 …… 65
9.4 砌体勾缝及养护 …… 66
9.5 冬期施工 …… 67
9.6 检验标准 …… 68
10 基础 …… 70
10.1 扩大基础 …… 70
10.2 沉入桩 …… 71
10.3 灌注桩 …… 75
10.4 沉井 …… 79
10.5 地下连续墙 …… 83
10.6 承台 …… 84
10.7 检验标准 …… 85
11 墩台 …… 98
11.1 现浇混凝土墩台、盖梁 …… 98

11.2 预制钢筋混凝土柱和盖梁安装 …… 99
11.3 重力式砌体墩台 …… 99
11.4 台背填土 …… 100
11.5 检验标准 …… 100
12 支座 …… 108
12.1 一般规定 …… 108
12.2 板式橡胶支座 …… 108
12.3 盆式橡胶支座 …… 108
12.4 球形支座 …… 109
12.5 检验标准 …… 109
13 混凝土梁（板） …… 111
13.1 支架上浇筑 …… 111
13.2 悬臂浇筑 …… 111
13.3 装配式梁（板）施工 …… 112
13.4 悬臂拼装施工 …… 115
13.5 顶推施工 …… 117
13.6 造桥机施工 …… 120
13.7 检验标准 …… 120
14 钢梁 …… 128
14.1 制造 …… 128
14.2 现场安装 …… 128
14.3 检验标准 …… 134
15 结合梁 …… 139
15.1 一般规定 …… 139
15.2 钢—混凝土结合梁 …… 139
15.3 混凝土结合梁 …… 139
15.4 检验标准 …… 140
16 拱部与拱上结构 …… 141
16.1 一般规定 …… 141
16.2 石料及混凝土预制块砌筑拱圈 …… 141

16.3 拱架上浇筑混凝土拱圈 …… 143
16.4 劲性骨架浇筑混凝土拱圈 …… 144
16.5 装配式混凝土拱 …… 144
16.6 钢管混凝土拱 …… 146
16.7 中下承式吊杆、系杆拱 …… 147
16.8 转体施工 …… 147
16.9 拱上结构施工 …… 150
16.10 检验标准 …… 151
17 斜拉桥 …… 162
17.1 索塔 …… 162
17.2 主梁 …… 163
17.3 拉索和锚具 …… 165
17.4 施工控制与索力调整 …… 166
17.5 检验标准 …… 167
18 悬索桥 …… 178
18.1 一般规定 …… 178
18.2 锚碇 …… 178
18.3 索塔 …… 178
18.4 施工猫道 …… 179
18.5 主缆架设与防护 …… 179
18.6 索鞍、索夹与吊索 …… 181
18.7 加劲梁 …… 182
18.8 检验标准 …… 183
19 顶进箱涵 …… 194
19.1 一般规定 …… 194
19.2 工作坑和滑板 …… 194
19.3 箱涵预制与顶进 …… 195
19.4 检验标准 …… 196
20 桥面系 …… 199
20.1 排水设施 …… 199

20.2 桥面防水层 …… 199
20.3 桥面铺装层 …… 201
20.4 桥梁伸缩装置 …… 202
20.5 地袱、缘石、挂板 …… 204
20.6 防护设施 …… 205
20.7 人行道 …… 205
20.8 检验标准 …… 206
21 附属结构 …… 216
21.1 隔声和防眩装置 …… 216
21.2 梯道 …… 216
21.3 桥头搭板 …… 216
21.4 防冲刷结构（锥坡、护坡、护岸、海墁、导流坝） …… 217
21.5 照明 …… 217
21.6 检验标准 …… 217
22 装饰与装修 …… 224
22.1 一般规定 …… 224
22.2 饰面 …… 224
22.3 涂装 …… 225
22.4 检验标准 …… 226
23 工程竣工验收 …… 230
附录 A 验收表 …… 238
本规范用词说明 …… 246
附：条文说明 …… 247

1 总　　则

1.0.1 为加强城市桥梁工程施工技术管理，规范施工技术标准，统一施工质量检验、验收标准，确保工程质量，制定本规范。

1.0.2 本规范适用于一般地质条件下城市桥梁的新建、改建、扩建工程和大、中修维护工程的施工与质量验收。

1.0.3 原材料、半成品或成品的质量应符合国家现行有关标准的规定。

1.0.4 城市桥梁工程的施工及验收，除应执行本规范外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

2 基本规定

2.0.1 施工单位应具备相应的桥梁工程施工资质。总承包施工单位，必须选择合格的分包单位。分包单位应接受总承包单位的管理。

2.0.2 施工单位应建立健全质量保证体系和施工安全管理制度。

2.0.3 施工前，施工单位应组织有关施工技术管理人员深入现场调查，了解掌握现场情况，做好充分的施工准备工作。

2.0.4 施工组织设计应按其审批程序报批，经主管领导批准后方可实施；施工中需修改或补充时，应履行原审批程序。

2.0.5 施工单位应按合同规定的或经过审批的设计文件进行施工。发生设计变更及工程洽商应按国家现行有关规定程序办理设计变更与工程洽商手续，并形成文件。严禁按未经批准的设计变更进行施工。

2.0.6 工程施工应加强各项管理工作，符合合理部署、周密计划、精心组织、文明施工、安全生产、节约资源的原则。

2.0.7 施工中应加强施工测量与试验工作，按规定作业，内业资料完整，经常复核，确保准确。

2.0.8 施工中必须建立技术与安全交底制度。作业前主管施工技术人员必须向作业人员进行安全与技术交底，并形成文件。

2.0.9 施工中应按合同文件规定的国家现行标准和设计文件的要求进行施工过程与成品质量控制，确保工程质量。

2.0.10 工程质量验收应在施工单位自检基础上，按照检验批、分项工程、分部工程（子分部工程）、单位工程顺序进行。单位工程完成且经监理工程师预验收合格后，应由建设单位按相关规定组织工程验收。各项单位工程验收合格后，建设单位应按相关规定及时组织竣工验收。

2.0.11 验收后的桥梁工程，应结构坚固、表面平整、色泽均匀、棱角分明、线条直顺、轮廓清晰，满足城市景观要求。

2.0.12 桥梁工程范围内的排水设施、挡土墙、引道等工程施工及验收应符合国家现行标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的有关规定。

3 施工准备

3.0.1 开工前，建设单位应召集施工、监理、设计、建设单位有关人员，由设计人员进行施工设计交底，并形成文件。

3.0.2 开工前，建设单位应向施工单位提供施工现场及其毗邻区域内各种地下管线等建（构）筑物的现况详实资料和气象、水文观测资料，并应向施工单位的有关技术管理人员和监理工程师进行详细的交底；应研究确定施工区域内管线等建（构）筑物的拆移或保护、加固方案，并应形成文件后实施。

3.0.3 开工前，建设单位应组织设计、勘测单位向施工单位移交现场测量控制桩、水准点，并形成文件。施工单位应结合实际情况，制定施工测量方案，建立测量控制网。

3.0.4 开工前，施工单位应组织有关施工技术人员学习工程招投标文件、施工合同、设计文件和相关技术标准，掌握工程情况。

3.0.5 施工单位应根据建设单位提供的资料，组织有关施工技术管理人员对施工现场进行全面、详尽、深入的调查，掌握现场地形、地貌环境条件；掌握水、电、劳动力、设备等资源供应情况。并应核实施工影响范围内的管线、建（构）筑物、河湖、绿化、杆线、文物古迹等情况。

3.0.6 开工前，施工单位应组织有关施工技术人员对施工图进行认真审查，发现问题应及时与设计人联系进行变更，并形成文件。

3.0.7 开工前，施工单位应根据合同、设计文件和现场环境条件编制施工组织设计。施工组织设计应包括施工部署、计划安排、施工方法、保证质量和安全的技术措施，以及必要的专项施工方案与施工设计等。当跨冬、雨期和高温期施工时，施工组织

设计中应包含冬、雨期施工方案和高温期施工安全技术措施。

3.0.8 施工单位应根据施工文件的要求，依据国家现行标准的有关规定，做好原材料的检验、水泥混凝土的试配与有关量具、器具的检定工作。

3.0.9 开工前，应将工程划分为单位（子单位）、分部（子分部）、分项工程和检验批，作为施工控制的基础。

3.0.10 开工前，应对全体施工人员进行安全教育，组织学习安全管理规定，并结合工程特点对现场作业人员进行安全技术培训，对特殊工种应进行资格培训。

3.0.11 应根据当地政府的有关规定结合工程特点、施工部署及计划安排，支搭施工围挡、搭建现场临时生产和生活设施，并应制定文明施工管理措施，搞好环境保护工作。

4 测　量

4.1 一 般 规 定

4.1.1 施工测量开始前应完成下列工作：

1 学习设计文件和相应的技术标准，掌握设计要求。

2 办理桩点交接手续。桩点应包括：各种基准点、基准线的数据及依据、精度等级。施工单位应进行现场踏勘、复核。

3 根据桥梁的形式、跨径及设计要求的施工精度、施工方案，编制工程测量方案，确定在利用原设计网基础上加密或重新布设控制网。补充施工需要的水准点、桥涵轴线、墩台控制桩。

4 对测量仪器、设备、工具等进行符合性检查，确认符合要求。严禁使用未经计量检定或超过检定有效期的仪器、设备、工具。

4.1.2 开工前应对基准点、基准线和高程进行内业、外业复核。复核过程中发现不符或与相邻工程矛盾时，应向建设单位提出，进行查询，并取得准确结果。

4.1.3 施工单位应在合同规定的时间期限内，向建设单位提供施工测量复测报告，经监理工程师批准后方可根据工程测量方案建立施工测量控制网，进行工程测量。

4.1.4 供施工测量用的控制桩，应注意保护，经常校测，保持准确。雨后、春融期或受到碰撞、遭遇损害，应及时校测。

4.1.5 开工前应结合设计文件、施工组织设计，提前做好工程施工过程中各个阶段工程测量的各项内业计算准备工作，并依内业准备进行施工测量。

4.1.6 应建立测量复核制度。从事工程测量的作业人员，应经专业培训、考核合格，持证上岗。

4.1.7 应做好桥梁工程平面控制网与相接道路工程控制网的衔

接工作。

4.1.8 测量记录应按规定填写并按编号顺序保存。测量记录应字迹清楚、规整，严禁擦改，并不得转抄。

4.2 平面、水准控制测量及质量要求

4.2.1 平面控制网可采用三角测量和GPS测量。桥梁平面控制测量等级应符合表4.2.1的规定。

表4.2.1 桥梁平面控制测量等级

多跨桥梁总长（m）	单跨桥长（m）	控制测量等级
$L\geqslant3000$	$L\geqslant500$	二等
$2000\leqslant L<3000$	$300\leqslant L<500$	三等
$1000\leqslant L<2000$	$150\leqslant L<300$	四等
$500\leqslant L<1000$	$L<150$	一级
$L<500$		二级

4.2.2 采用平面控制网三角测量，三角网的基线不得少于2条，根据条件，可设于河流的一岸或两岸。基线一端应与桥轴线连接，并宜垂直。当桥轴线较长时，宜在两岸均设基线，其长度不宜小于桥轴线长度的0.7倍。三角网所有角度宜布设在30°～120°，当条件不能满足时，可放宽，但不得小于25°。

4.2.3 三角测量、水平角方向观测法和测距的技术要求以及测距精度应符合表4.2.3-1～表4.2.3-4的规定。

表4.2.3-1 三角测量技术要求

等级	平均边长（km）	测角中误差（″）	起始边边长相对中误差	最弱边边长相对中误差	测回数			三角形最大闭合差（″）
					DJ_1	DJ_2	DJ_6	
二等	3.0	±1.0	≤1/250000	≤1/120000	12	—	—	±3.5
三等	2.0	±1.8	≤1/150000	≤1/70000	6	9	—	±7.0
四等	1.0	±2.5	≤1/100000	≤1/40000	4	6	—	±9.0
一级	0.5	±5.0	≤1/40000	≤1/20000	—	3	4	±15.0
二级	0.3	±10.0	≤1/20000	≤1/10000	—	1	3	±30.0

表 4.2.3-2　水平角方向观测法技术要求

等级	仪器型号	光学测微器两次重合读数之差（″）	半测回归零差（″）	一测回中2倍照准差较差（″）	同一方向值各测回较差（″）
四等及以上	DJ_1	1	6	9	6
	DJ_2	3	8	13	9
一级及以下	DJ_2	—	12	18	12
	DJ_6	· ·	18	· ·	24

注：当观测方向的垂直角超过±3°的范围时，该方向一测回中2倍照准差较差，可按同一观察时段内相邻测回同方向进行比较。

表 4.2.3-3　测距技术要求

平面控制网等级	测距仪精度等级	观测次数		总测回数	一测回读数较差（mm）	单程各测回较差（mm）	往返较差
		往	返				
二、三等	Ⅰ	1	1	6	≤5	≤7	≤2(a+b·D)
	Ⅱ			8	≤8	≤15	
四等	Ⅰ			4～6	≤5	≤7	
	Ⅱ			4～8	≤10	≤15	
一级	Ⅱ		—	2	≤10	≤15	—
	Ⅲ			4	≤20	≤30	—
二级	Ⅱ			1～2	≤10	≤15	—
	Ⅲ			2	≤20	≤30	—

注：1　测回是指照准目标1次，读数2～4次的过程；

2　根据具体情况，测边可采取不同时间段观测代替往返观测；

3　表中 a——标称精度中的固定误差（mm）；b——标称精度中的比例误差系数（mm/km）；D——测距长度（km）。

表 4.2.3-4 测 距 精 度

测距仪精度等级	每公里测距中误差 m_D（mm）	
Ⅰ级	$m_D \leqslant 5$	$m_D = \pm(a + b \cdot D)$
Ⅱ级	$5 < m_D \leqslant 10$	
Ⅲ级	$10 < m_D \leqslant 20$	

4.2.4 三角测量精度计算应符合下列规定：

1 三角网测角中误差应按下式计算：

$$m_\beta = \sqrt{\frac{WW}{3N}} \tag{4.2.4-1}$$

式中 m_β——测角中误差（″）；

W——三角形闭合差（″）；

N——三角形的个数。

2 测边单位权中误差应按下式计算：

$$\mu = \sqrt{\frac{Pdd}{2n}} \tag{4.2.4-2}$$

式中 μ——测边单位权中误差；

d——各边往、返距离的较差（mm），应不超过按仪器标称精度的极限值（2 倍）；

n——测边的边数；

P——各边距离测量的先验权，其值为 $1/\delta_D^2$，δ_D 为测距的先验中误差，可按测距仪的标称精度计算。

3 任一边的实际测距中误差应按下式计算：

$$m_{Di} = \mu\sqrt{\frac{1}{P_i}} \tag{4.2.4-3}$$

式中 m_{Di}——第 i 边的实际测距中误差（mm）；

P_i——第 i 边距离测量的先验权。

4 当网中的边长相差不大时，可按下式计算平均测距中误差：

$$m_D = \sqrt{\frac{dd}{2n}} \tag{4.2.4-4}$$

式中 m_D——平均测距中误差（mm）。

4.2.5 桥位轴线测量的精度要求应符合表 4.2.5 的规定。

表 4.2.5 桥位轴线测量精度

测 量 等 级	桥轴线相对中误差
二等	1/130000
三等	1/70000
四等	1/40000
一级	1/20000
二级	1/10000

注：对特殊的桥梁结构，应根据结构特点确定桥轴线控制测量的等级与精度。

4.2.6 采用 GPS 测量控制网时，网的设置精度和作业方法应符合国家现行标准《公路勘测规范》JTG C10 的规定。

4.2.7 高程控制测量应符合下列规定：

1 水准测量等级应根据桥梁的规模确定。长 3000m 以上的桥梁宜为二等，长 1000～3000m 的桥梁宜为三等，长 1000m 以下的桥梁宜为四等。水准测量的主要技术要求应符合表 4.2.7 的规定。

表 4.2.7 水准测量的主要技术要求

等级	每公里高差中数中误差（mm）		水准仪的型号	水准尺	观测次数		往返较差、附合或环线闭合差（mm）
	偶然中误差 M_Δ	全中误差 M_w			与已知点联测	附合或环线	
二等	±1	±2	DS_1	铟瓦	往返各一次	往返各一次	$\pm 4\sqrt{L}$
三等	±3	±6	DS_1	铟瓦	往返各一次	往一次	$\pm 12\sqrt{L}$
			DS_3	双面		往返各一次	
四等	±5	±10	DS_3	双面	往返各一次	往一次	$\pm 20\sqrt{L}$
五等	±8	±16	DS_3	单面	往返各一次	往一次	$\pm 30\sqrt{L}$

注：L 为往返测段、附合或环线的水准中线长度（km）。

2 水准测量精度计算应符合下列规定：

1）高差偶然中误差（M_Δ）应按下式计算：

$$M_\Delta = \sqrt{\left(\frac{1}{4n}\right)\left(\frac{\Delta\Delta}{L}\right)} \qquad (4.2.7\text{-}1)$$

式中 M_Δ——高差偶然中误差（mm）；

Δ——水准路线测段往返高差不符值（mm）；

L——水准测段长度（km）；

n——往返测的水准路线测段数。

2）高差全中误差（M_w）应按下式计算：

$$M_w = \sqrt{\left(\frac{1}{N}\right)\left(\frac{WW}{L}\right)} \qquad (4.2.7\text{-}2)$$

式中 M_w——高差全中误差（mm）；

W——闭合差（mm）；

L——计算各闭合差时相应的路线长度（km）；

N——附合路线或闭合路线环的个数。

当二、三等水准测量与国家水准点附合时，应进行正常水准面不平行修正。

3 特大、大、中桥施工时设立的临时水准点，高程偏差（Δh）不得超过按式（4.2.7-3）计算的值：

$$\Delta h = \pm 20\sqrt{l}(\text{mm}) \qquad (4.2.7\text{-}3)$$

式中 l——水准点间距离（km）。

对单跨跨径大于或等于 40m 的 T 形刚构、连续梁、斜拉桥等的高程偏差（Δh_1）不得超过按式（4.2.7-4）计算的值：

$$\Delta h_1 = \pm 10\sqrt{l}(\text{mm}) \qquad (4.2.7\text{-}4)$$

在山丘区，当平均每公里单程测站多于 25 站时，高程偏差（Δh_2）不得超过按式（4.2.7-5）计算的值：

$$\Delta h_2 = \pm 4\sqrt{n}(\text{mm}) \qquad (4.2.7\text{-}5)$$

式中 n——水准点间单程测站数。

高程偏差在允许值以内时，取平均值为测段间高差，超过允许偏差时应重测。

4 当水准路线跨越江河时，应采用跨河水准测量方法校测。跨河水准测量方法应按照国家现行标准《公路勘测规范》JTG C10 执行。

4.3 测量作业

4.3.1 测量作业必须由两人以上进行，且应进行相互检查校对并作出测量和检查核对记录。经复核、确认无误后方可生效。

4.3.2 桥涵放样测量应符合下列规定：

1 采用直接丈量法进行墩台施工定位时，应对尺长、温度、拉力、垂度和倾斜度进行修正计算。

2 大、中桥的水中墩、台和基础的位置，宜采用校验过的电磁波测距仪测量。桥墩中心线在桥轴线方向上的位置误差不得大于±15mm。

3 曲线上的桥梁施工测量，应按照设计文件及公路曲线测定方法处理。

4.3.3 桥梁施工过程中的测量应符合下列规定：

1 桥梁控制网应根据需要及时复测。

2 施工过程中，应测定并经常检查桥梁结构浇砌和安装部分的位置和标高，并作出测量记录和结论，如超过允许偏差时，应分析原因，并予以补救和改正。

3 桥轴线长度超过 1000m 的特大桥梁和结构复杂的桥梁施工过程，应进行主要墩、台的沉降变形监测。

5 模板、支架和拱架

5.1 模板、支架和拱架设计

5.1.1 模板、支架和拱架应结构简单、制造与装拆方便，应具有足够的承载能力、刚度和稳定性，并应根据工程结构形式、设计跨径、荷载、地基类别、施工方法、施工设备和材料供应等条件及有关标准进行施工设计。

5.1.2 钢、木模板、拱架和支架的设计应符合国家现行标准《钢结构设计规范》GB 50017、《木结构设计规范》GB 50005、《组合钢模板技术规范》GB 50214 和《公路桥涵钢结构及木结构设计规范》JTJ 025 的有关规定。

5.1.3 设计模板、支架和拱架时应按表 5.1.3 进行荷载组合。

表 5.1.3 计算模板、支架和拱架的荷载组合

模板构件名称	荷载组合	
	计算强度用	验算刚度用
梁、板和拱的底模及支承板、拱架、支架等	①+②+③+④+⑦	①+②+⑦
缘石、人行道、栏杆、柱、梁板、拱等的侧模板	④+⑤	⑤
基础、墩台等厚大结构体的侧模板	⑤+⑥	⑤

注：①模板、拱架和支架自重；

②新浇筑混凝土、钢筋混凝土或圬工、砌体的自重力；

③施工人员及施工材料机具等行走运输或堆放的荷载；

④振捣混凝土时的荷载；

⑤新浇筑混凝土对侧面模板的压力；

⑥倾倒混凝土时产生的荷载；

⑦其他可能产生的荷载，如风雪荷载、冬季保温设施荷载等。

5.1.4 验算水中支架稳定性时，应考虑水流荷载和流冰、船只及漂流物等冲击荷载。

5.1.5 验算模板、支架和拱架的抗倾覆稳定时，各施工阶段的稳定系数均不得小于 1.3。

5.1.6 验算模板、支架和拱架的刚度时，其变形值不得超过下列规定数值：

1 结构表面外露的模板挠度为模板构件跨度的 1/400；

2 结构表面隐蔽的模板挠度为模板构件跨度的 1/250；

3 拱架和支架受载后挠曲的杆件，其弹性挠度为相应结构跨度的 1/400；

4 钢模板的面板变形值为 1.5mm；

5 钢模板的钢楞、柱箍变形值为 $L/500$ 及 $B/500$（L— 计算跨度，B— 柱宽度）。

5.1.7 模板、支架和拱架的设计中应设施工预拱度。施工预拱度应考虑下列因素：

1 设计文件规定的结构预拱度；

2 支架和拱架承受全部施工荷载引起的弹性变形；

3 受载后由于杆件接头处的挤压和卸落设备压缩而产生的非弹性变形；

4 支架、拱架基础受载后的沉降。

5.1.8 设计预应力混凝土结构模板时，应考虑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。

5.1.9 模板宜采用标准化的组合钢模板。设计组合模板时，除应计算本节规定的荷载外，尚应验算吊装时刚度。支架、拱架宜采用标准化、系列化的构件。

5.1.10 支架立柱在排架平面内应设水平横撑。碗扣支架立柱高度在 5m 以内时，水平撑不得少于两道，立柱高于 5m 时，水平撑间距不得大于 2m，并应在两横撑之间加双向剪刀撑。在排架平面外应设斜撑，斜撑与水平交角宜为 45°。

5.2 模板、支架和拱架的制作与安装

5.2.1 模板与混凝土接触面应平整、接缝严密。

5.2.2 组合钢模板的制作、安装应符合现行国家标准《组合钢模板技术规范》GB 50214 的规定。

5.2.3 采用其他材料作模板时，应符合下列规定：

1 钢框胶合板模板的组配面板宜采用错缝布置。

2 高分子合成材料面板、硬塑料或玻璃钢模板，应与边肋及加强肋连接牢固。

5.2.4 支架立柱必须落在有足够承载力的地基上，立柱底端必须放置垫板或混凝土垫块。支架地基严禁被水浸泡，冬期施工必须采取防止冻胀的措施。

5.2.5 支架通行孔的两边应加护桩，夜间应设警示灯。施工中易受漂流物冲撞的河中支架应设牢固的防护设施。

5.2.6 安装拱架前，应对立柱支承面标高进行检查和调整，确认合格后方可安装。在风力较大的地区，应设置风缆。

5.2.7 安设支架、拱架过程中，应随安装随架设临时支撑。采用多层支架时，支架的横垫板应水平，立柱应铅直，上下层立柱应在同一中心线上。

5.2.8 支架或拱架不得与施工脚手架、便桥相连。

5.2.9 安装模板应符合下列规定：

1 支架、拱架安装完毕，经检验合格后方可安装模板。

2 安装模板应与钢筋工序配合进行，妨碍绑扎钢筋的模板，应待钢筋工序结束后再安装。

3 安装墩、台模板时，其底部应与基础预埋件连接牢固，上部应采用拉杆固定。

4 模板在安装过程中，必须设置防倾覆设施。

5.2.10 当采用充气胶囊作空心构件芯模时，模板安装应符合下列规定：

1 胶囊在使用前应经检查确认无漏气。

2　从浇筑混凝土到胶囊放气止，应保持气压稳定。

3　使用胶囊内模时，应采用定位箍筋与模板连接固定，防止上浮和偏移。

4　胶囊放气时间应经试验确定，以混凝土强度达到能保持构件不变形为度。

5.2.11　采用滑模应符合现行国家标准《滑动模板工程技术规范》GB 50113 的规定。

5.2.12　浇筑混凝土和砌筑前，应对模板、支架和拱架进行检查和验收，合格后方可施工。

5.3　模板、支架和拱架的拆除

5.3.1　模板、支架和拱架拆除应符合下列规定：

1　非承重侧模应在混凝土强度能保证结构棱角不损坏时方可拆除，混凝土强度宜为 2.5MPa 及以上。

2　芯模和预留孔道内模应在混凝土抗压强度能保证结构表面不发生塌陷和裂缝时，方可拔出。

3　钢筋混凝土结构的承重模板、支架和拱架的拆除，应符合设计要求。当设计无规定时，应符合表 5.3.1 规定。

表 5.3.1　现浇结构拆除底模时的混凝土强度

结构类型	结构跨度（m）	按设计混凝土强度标准值的百分率（%）
板	≤2	50
	2～8	75
	>8	100
梁、拱	≤8	75
	>8	100
悬臂构件	≤2	75
	>2	100

注：构件混凝土强度必须通过同条件养护的试件强度确定。

5.3.2 浆砌石、混凝土砌块拱桥拱架的卸落应符合下列规定：

1 浆砌石、混凝土砌块拱桥应在砂浆强度达到设计要求强度后卸落拱架，设计未规定时，砂浆强度应达到设计标准值的80%以上。

2 跨径小于10m的拱桥宜在拱上结构全部完成后卸落拱架；中等跨径实腹式拱桥宜在护拱完成后卸落拱架；大跨径空腹式拱桥宜在腹拱横墙完成（未砌腹拱圈）后卸落拱架。

3 在裸拱状态卸落拱架时，应对主拱进行强度及稳定性验算，并采取必要的稳定措施。

5.3.3 模板、支架和拱架拆除应按设计要求的程序和措施进行，遵循“先支后拆、后支先拆”的原则。支架和拱架，应按几个循环卸落，卸落量宜由小渐大。每一循环中，在横向应同时卸落，在纵向应对称均衡卸落。

5.3.4 预应力混凝土结构的侧模应在预应力张拉前拆除；底模应在结构建立预应力后拆除。

5.3.5 拆除模板、支架和拱架时不得猛烈敲打、强拉和抛扔。模板、支架和拱架拆除后，应维护整理，分类妥善存放。

5.4 检 验 标 准

主 控 项 目

5.4.1 模板、支架和拱架制作及安装应符合施工设计图（施工方案）的规定，且稳固牢靠，接缝严密，立柱基础有足够的支撑面和排水、防冻融措施。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察和用钢尺量。

一 般 项 目

5.4.2 模板制作允许偏差应符合表5.4.2的规定。

表 5.4.2 模板制作允许偏差

项目			允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
				范围	点数	
木模板	模板的长度和宽度		±5	每个构筑物或每个构件	4	用钢尺量
	不刨光模板相邻两板表面高低差		3			用钢板尺和塞尺量
	刨光模板和相邻两板表面高低差		1			
	平板模板表面最大的局部不平(刨光模板)		3			用 2m 直尺和塞尺量
	平板模板表面最大的局部不平(不刨光模板)		5			
	榫槽嵌接紧密度		2		2	用钢尺量
钢模板	模板的长度和宽度		0 −1		4	
	肋高		±5		2	
	面板端偏斜		0.5		2	用水平尺量
	连接配件(螺栓、卡子等)的孔眼位置	孔中心与板面的间距	±0.3		4	用钢尺量
		板端孔中心与板端的间距	0 −0.5			
		沿板长宽方向的孔	±0.6			
	板面局部不平		1.0			用 2m 直尺和塞尺量
	板面和板侧挠度		±1.0		1	用水准仪和拉线量

5.4.3 模板、支架和拱架安装允许偏差应符合表 5.4.3 的规定。

表 5.4.3 模板、支架和拱架安装允许偏差

项目		允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
相邻两板表面高低差	清水模板	2	每个构筑物或每个构件	4	用钢板尺和塞尺量
	混水模板	4			
	钢模板	2			
表面平整度	清水模板	3		4	用 2m 直尺和塞尺量
	混水模板	5			
	钢模板	3			

续表 5.4.3

项目			允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
				范围	点数	
垂直度	墙、柱		$H/1000$，且不大于 6	每个构筑物或每个构件	2	用经纬仪或垂线和钢尺量
	墩、台		$H/500$，且不大于 20			
	塔柱		$H/3000$，且不大于 30			
模内尺寸	基础		±10		3	用钢尺量，长、宽、高各 1 点
	墩、台		+5 −8			
	梁、板、墙、柱、桩、拱		+3 −6			
轴线偏位	基础		15		2	用经纬仪测量，纵、横向各 1 点
	墩、台、墙		10			
	梁、柱、拱、塔柱		8			
	悬浇各梁段		8			
	横隔梁		5			
支承面高程			+2 −5	每支承面	1	用水准仪测量
悬浇各梁段底面高程			+10 0	每个梁段	1	用水准仪测量
预埋件	支座板、锚垫板、连接板等	位置	5	每个预埋件	1	用钢尺量
		平面高差	2		1	用水准仪测量
	螺栓、锚筋等	位置	3		1	用钢尺量
		外露长度	±5		1	
预留孔洞	预应力筋孔道位置（梁端）		5	每个预留孔洞	1	用钢尺量
	其他	位置	8		1	用钢尺量
		孔径	+10 0		1	

续表 5.4.3

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
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
对角线差	板	7		1	用钢尺量
	墙板	5			
	桩	3			
侧向弯曲	板、拱肋、桁架	$L/1500$		1	沿侧模全长拉线，用钢尺量
	柱、桩	$L/1000$，且不大于 10			
	梁	$L/2000$，且不大于 10			
支架、拱架	纵轴线的平面偏位	$L/2000$，且不大于 30		3	用经纬仪测量
拱架高程		+20 −10			用水准仪测量

注：1 H 为构筑物高度（mm），L 为计算长度（mm）；

2 支承面高程系指模板底模上表面支撑混凝土面的高程。

5.4.4 固定在模板上的预埋件、预留孔内模不得遗漏，且应安装牢固。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

6 钢　筋

6.1 一 般 规 定

6.1.1 混凝土结构所用钢筋的品种、规格、性能等均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 1499.1、《钢筋混凝土用钢　第2部分：热轧带肋钢筋》GB 1499.2、《冷轧带肋钢筋》GB 13788和《环氧树脂涂层钢筋》JG 3042等的规定。

6.1.2　钢筋应按不同钢种、等级、牌号、规格及生产厂家分批验收，确认合格后方可使用。

6.1.3 钢筋在运输、储存、加工过程中应防止锈蚀、污染和变形。

6.1.4 钢筋的级别、种类和直径应按设计要求采用。当需要代换时，应由原设计单位作变更设计。

6.1.5　预制构件的吊环必须采用未经冷拉的HPB235热轧光圆钢筋制作，不得以其他钢筋替代。

6.1.6 在浇筑混凝土之前应对钢筋进行隐蔽工程验收，确认符合设计要求。

6.2 钢 筋 加 工

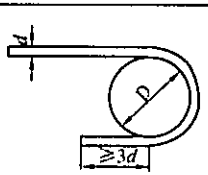
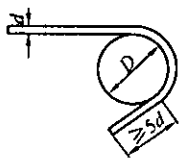
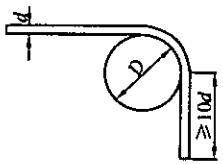
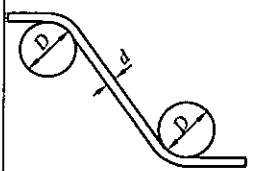
6.2.1 钢筋弯制前应先调直。钢筋宜优先选用机械方法调直。当采用冷拉法进行调直时，HPB235钢筋冷拉率不得大于2%；HRB335、HRB400钢筋冷拉率不得大于1%。

6.2.2 钢筋下料前，应核对钢筋品种、规格、等级及加工数量，并应根据设计要求和钢筋长度配料。下料后应按种类和使用部位分别挂牌标明。

6.2.3 受力钢筋弯制和末端弯钩均应符合设计要求，设计未规

定时，其尺寸应符合表 6.2.3 的规定。

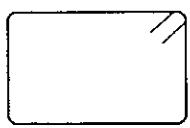
表 6.2.3　受力钢筋弯制和末端弯钩形状

弯曲部位	弯曲角度	形状图	钢筋牌号	弯曲直径 D	平直部分长度	备注
末端弯钩	180°		HPB235	≥2.5d	≥3d	d 为钢筋直径
	135°		HRB335	ϕ8～ϕ25 ≥4d	≥5d	
			HRB400	ϕ28～ϕ40 ≥5d		
	90°		HRB335	ϕ8～ϕ25 ≥4d	≥10d	
			HRB400	ϕ28～ϕ40 ≥5d		
中间弯制	90°以下		各类	≥20d		

注：采用环氧树脂涂层钢筋时，除应满足表内规定外，当钢筋直径 d≤20mm 时，弯钩内直径 D 不得小于 4d；当 d>20mm 时，弯钩内直径 D 不得小于 6d；直线段长度不得小于 5d。

6.2.4　箍筋末端弯钩的形式应符合设计要求，设计无规定时，可按表 6.2.4 所示形式加工。

表 6.2.4 箍筋末端弯钩

结构类别	弯曲角度	图 示
一般结构	90°/180°	
	90°/90°	
抗震结构	135°/135°	

箍筋弯钩的弯曲直径应大于被箍主钢筋的直径，且 HPB235 钢筋不得小于箍筋直径的 2.5 倍，HRB335 不得小于箍筋直径的 4 倍；弯钩平直部分的长度，一般结构不宜小于箍筋直径的 5 倍，有抗震要求的结构不得小于箍筋直径的 10 倍。

6.2.5 钢筋宜在常温状态下弯制，不宜加热。钢筋宜从中部开始逐步向两端弯制，弯钩应一次弯成。

6.2.6 钢筋加工过程中，应采取防止油渍、泥浆等物污染和防止受损伤的措施。

6.3 钢筋连接

6.3.1 热轧钢筋接头应符合设计要求。当设计无规定时，应符合下列规定：

1 钢筋接头宜采用焊接接头或机械连接接头。

2 焊接接头应优先选择闪光对焊。焊接接头应符合国家现

行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的有关规定。

3 机械连接接头适用于 HRB335 和 HRB400 带肋钢筋的连接。机械连接接头应符合国家现行标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107 的有关规定。

4 当普通混凝土中钢筋直径等于或小于 22mm 时，在无焊接条件时，可采用绑扎连接，但受拉构件中的主钢筋不得采用绑扎连接。

5 钢筋骨架和钢筋网片的交叉点焊接宜采用电阻点焊。

6 钢筋与钢板的 T 形连接，宜采用埋弧压力焊或电弧焊。

6.3.2 钢筋接头设置应符合下列规定：

1 在同一根钢筋上宜少设接头。

2 钢筋接头应设在受力较小区段，不宜位于构件的最大弯矩处。

3 在任一焊接或绑扎接头长度区段内，同一根钢筋不得有两个接头，在该区段内的受力钢筋，其接头的截面面积占总截面面积的百分率应符合表 6.3.2 规定。

表 6.3.2 接头长度区段内受力钢筋接头面积的最大百分率

接头类型	接头面积最大百分率（%）	
	受拉区	受压区
主钢筋绑扎接头	25	50
主钢筋焊接接头	50	不限制

注：1 焊接接头长度区段内是指 $35d$（d 为钢筋直径）长度范围内，但不得小于 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可不受此限制；

3 环氧树脂涂层钢筋绑扎长度，对受拉钢筋应至少为涂层钢筋锚固长度的 1.5 倍且不小于 375mm；对受压钢筋为无涂层钢筋锚固长度的 1.0 倍且不小于 250mm。

4 接头末端至钢筋弯起点的距离不得小于钢筋直径的 10 倍。

5 施工中钢筋受力分不清受拉、压的，按受拉办理。

6 钢筋接头部位横向净距不得小于钢筋直径，且不得小于25mm。

6.3.3 从事钢筋焊接的焊工必须经考试合格后持证上岗。钢筋焊接前，必须根据施工条件进行试焊。

6.3.4 钢筋闪光对焊应符合下列规定：

1 每批钢筋焊接前，应先选定焊接工艺和参数，进行试焊，在试焊质量合格后，方可正式焊接。

2 闪光对焊接头的外观质量应符合下列要求：

1）接头周缘应有适当的镦粗部分，并呈均匀的毛刺外形。

2）钢筋表面不得有明显的烧伤或裂纹。

3）接头边弯折的角度不得大于3°。

4）接头轴线的偏移不得大于$0.1d$，并不得大于2mm。

3 在同条件下经外观检查合格的焊接接头，以300个作为一批（不足300个，也应按一批计），从中切取6个试件，3个做拉伸试验，3个做冷弯试验。

4 拉伸试验应符合下列要求：

1）当3个试件的抗拉强度均不小于该级别钢筋的规定值，至少有2个试件断于焊缝以外，且呈塑性断裂时，应判定该批接头拉伸试验合格；

2）当有2个试件抗拉强度小于规定值，或3个试件均在焊缝或热影响区发生脆性断裂[1]时，则一次判定该批接头为不合格；

3）当有1个试件抗拉强度小于规定值，或2个试件在焊缝或热影响区发生脆性断裂，其抗拉强度小于钢筋规定值的1.1倍时，应进行复验。复验时，应再

---

[1] 当接头试件虽在焊缝或热影响区呈脆性断裂，但其抗拉强度大于或等于钢筋规定抗拉强度的1.1倍时，可按在焊缝或热影响区之外呈延性断裂同等对待。

切取 6 个试件，复验结果，当仍有 1 个试件的抗拉强度小于规定值，或 3 个试件在焊缝或热影响区呈脆性断裂，其抗拉强度小于钢筋规定值的 1.1 倍时，应判定该批接头为不合格。

5 冷弯试验芯棒直径和弯曲角度应符合表 6.3.4 的规定。

表 6.3.4 冷弯试验指标

钢筋牌号	芯棒直径	弯曲角（°）
HRB335	$4d$	90
HRB400	$5d$	90

注：1 d 为钢筋直径；

2 直径大于 25mm 的钢筋接头，芯棒直径应增加 $1d$。

冷弯试验时应将接头内侧的金属毛刺和镦粗凸起部分消除至与钢筋的外表齐平。焊接点应位于弯曲中心，绕芯棒弯曲 90°。3 个试件经冷弯后，在弯曲背面（含焊缝和热影响区）未发生破裂❶，应评定该批接头冷弯试验合格；当 3 个试件均发生破裂，则一次判定该批接头为不合格。当有 1 个试件发生破裂，应再切取 6 个试件，复验结果，仍有 1 个试件发生破裂时，应判定该批接头为不合格。

6 焊接时的环境温度不宜低于 0℃。冬期闪光对焊宜在室内进行，且室外存放的钢筋应提前运入车间，焊后的钢筋应等待完全冷却后才能运往室外。在困难条件下，对以承受静力荷载为主的钢筋，闪光对焊的环境温度可降低，但最低不得低于 −10℃。

6.3.5 热轧光圆钢筋和热轧带肋钢筋的接头采用搭接或帮条电弧焊时，应符合下列规定：

1 接头应采用双面焊缝，在脚手架上进行双面焊困难时方

❶ 当试件外侧横向裂纹宽度达到 0.5mm 时，应认定已经破裂。

可采用单面焊。

2 当采用搭接焊时，两连接钢筋轴线应一致。双面焊缝的长度不得小于 $5d$，单面焊缝的长度不得小于 $10d$（d 为钢筋直径）。

3 当采用帮条焊时，帮条直径、级别应与被焊钢筋一致，帮条长度：双面焊缝不得小于 $5d$，单面焊缝不得小于 $10d$（d 为主筋直径）。帮条与被焊钢筋的轴线应在同一平面上，两主筋端面的间隙应为 2～4mm。

4 搭接焊和帮条焊接头的焊缝高度应等于或大于 $0.3d$，并不得小于 4mm；焊缝宽度应等于或大于 $0.7d$（d 为主筋直径），并不得小于 8mm。

5 钢筋与钢板进行搭接焊时应采用双面焊接，搭接长度应大于钢筋直径的 4 倍（HPB235 钢筋）或 5 倍（HRB335、HRB400 钢筋）。焊缝高度应等于或大于 $0.35d$，且不得小于 4mm；焊缝宽度应等于或大于 $0.5d$，并不得小于 6mm（d 为钢筋直径）。

6 采用搭接焊、帮条焊的接头，应逐个进行外观检查。焊缝表面应平顺、无裂纹、夹渣和较大的焊瘤等缺陷。

7 在同条件下完成并经外观检查合格的焊接接头，以 300 个作为一批（不足 300 个，也按一批计），从中切取 3 个试件，做拉伸试验。拉伸试验应符合本规范第 6.3.4 条第 4 款规定。

6.3.6 焊接材料应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ18 的有关规定。

6.3.7 钢筋采用绑扎接头时，应符合下列规定：

1 受拉区域内，HPB235 钢筋绑扎接头的末端应做成弯钩，HRB335、HRB400 钢筋可不做弯钩。

2 直径不大于 12mm 的受压 HPB235 钢筋的末端，以及轴心受压构件中任意直径的受力钢筋的末端，可不做弯钩，但搭接长度不得小于钢筋直径的 35 倍。

3 钢筋搭接处，应在中心和两端至少 3 处用绑丝绑牢，钢筋不得滑移。

4 受拉钢筋绑扎接头的搭接长度，应符合表 6.3.7 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长度的 0.7 倍。

5 施工中钢筋受力分不清受拉或受压时，应符合受拉钢筋的规定。

表 6.3.7 受拉钢筋绑扎接头的搭接长度

钢筋牌号	混凝土强度等级		
	C20	C25	>C25
HPB235	35d	30d	25d
HRB335	45d	40d	35d
HRB400	—	50d	45d

注：1 当带肋钢筋直径 d>25mm 时，其受拉钢筋的搭接长度应按表中数值增加 5d 采用；

2 当带肋钢筋直径 d<25mm 时，其受拉钢筋的搭接长度应按表中值减少 5d 采用；

3 当混凝土在凝固过程中受力钢筋易受扰动时，其搭接长度应适当增加；

4 在任何情况下，纵向受拉钢筋的搭接长度不得小于 300mm；受压钢筋的搭接长度不得小于 200mm；

5 轻骨料混凝土的钢筋绑扎接头搭接长度应按普通混凝土搭接长度增加 5d；

6 当混凝土强度等级低于 C20 时，HPB235、HRB335 钢筋的搭接长度应按表中 C20 的数值相应增加 10d；

7 对有抗震要求的受力钢筋的搭接长度，当抗震烈度为七度（及以上）时应增加 5d；

8 两根直径不同的钢筋的搭接长度，以较细钢筋的直径计算。

6.3.8 钢筋采用机械连接接头时，应符合下列规定：

1 从事钢筋机械连接的操作人员应经专业技术培训，考核

合格后，方可上岗。

2 钢筋采用机械连接接头时，其应用范围、技术要求、质量检验及采用设备、施工安全、技术培训等应符合国家现行标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107、《带肋钢筋套筒挤压连接技术规程》JGJ 108 的有关规定。

3 当混凝土结构中钢筋接头部位温度低于－10℃时，应进行专门的试验。

4 型式检验应由国家、省部级主管部门认定有资质的检验机构进行，并应按国家现行标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107 规定的格式出具试验报告和评定结论。

5 带肋钢筋套筒挤压接头的套筒两端外径和壁厚相同时，被连接钢筋直径相差不得大于 5mm。套筒在运输和储存中不得腐蚀和沾污。

6 同一结构内机械连接接头不得使用两个生产厂家提供的产品。

7 在同条件下经外观检查合格的机械连接接头，应以每 300 个为一批（不足 300 个也按一批计），从中抽取 3 个试件做单向拉伸试验，并作出评定。如有 1 个试件抗拉强度不符合要求，应再取 6 个试件复验，如再有 1 个试件不合格，则该批接头应判为不合格。

6.4 钢筋骨架和钢筋网的组成与安装

6.4.1 施工现场可根据结构情况和现场运输起重条件，先分部预制成钢筋骨架或钢筋网片，入模就位后再焊接或绑扎成整体骨架。为确保分部钢筋骨架具有足够的刚度和稳定性，可在钢筋的部分交叉点处施焊或用辅助钢筋加固。

6.4.2 钢筋骨架制作和组装应符合下列规定：

1 钢筋骨架的焊接应在坚固的工作台上进行。

2 组装时应按设计图纸放大样，放样时应考虑骨架预拱度。简支梁钢筋骨架预拱度宜符合表 6.4.2 的规定。

表 6.4.2 简支梁钢筋骨架预拱度

跨度（m）	工作台上预拱度（cm）	骨架拼装时预拱度（cm）	构件预拱度（cm）
7.5	3	1	0
10～12.5	3～5	2～3	1
15	4～5	3	2
20	5～7	4～5	3

注：跨度大于 20m 时应按设计规定预留拱度。

3 组装时应采取控制焊接局部变形措施。

4 骨架接长焊接时，不同直径钢筋的中心线应在同一平面上。

6.4.3 钢筋网片采用电阻点焊应符合下列规定：

1 当焊接网片的受力钢筋为 HPB235 钢筋时，如焊接网片只有一个方向受力，受力主筋与两端的两根横向钢筋的全部交叉点必须焊接；如焊接网片为两个方向受力，则四周边缘的两根钢筋的全部交叉点必须焊接，其余的交叉点可间隔焊接或绑、焊相间。

2 当焊接网片的受力钢筋为冷拔低碳钢丝，而另一方向的钢筋间距小于 100mm 时，除受力主筋与两端的两根横向钢筋的全部交叉点必须焊接外，中间部分的焊点距离可增大至 250mm。

6.4.4 现场绑扎钢筋应符合下列规定：

1 钢筋的交叉点应采用绑丝绑牢，必要时可辅以点焊。

2 钢筋网的外围两行钢筋交叉点应全部扎牢，中间部分交叉点可间隔交错扎牢。但双向受力的钢筋网，钢筋交叉点必须全部扎牢。

3 梁和柱的箍筋，除设计有特殊要求外，应与受力钢筋垂直设置；箍筋弯钩叠合处，应位于梁和柱角的受力钢筋处，并错开设置（同一截面上有两个以上箍筋的大截面梁和柱除外）；螺旋形箍筋的起点和终点均应绑扎在纵向钢筋上，有抗扭要求的螺旋箍筋，钢筋应伸入核心混凝土中。

4 矩形柱角部竖向钢筋的弯钩平面与模板面的夹角应为

45°；多边形柱角部竖向钢筋弯钩平面应朝向断面中心；圆形柱所有竖向钢筋弯钩平面应朝向圆心。小型截面柱当采用插入式振捣器时，弯钩平面与模板面的夹角不得小于15°。

5 绑扎接头搭接长度范围内的箍筋间距：当钢筋受拉时应小于$5d$，且不得大于100mm；当钢筋受压时应小于$10d$，且不得大于200mm。

6 钢筋骨架的多层钢筋之间，应用短钢筋支垫，确保位置准确。

6.4.5 钢筋的混凝土保护层厚度，必须符合设计要求。设计无规定时应符合下列规定：

1 普通钢筋和预应力直线形钢筋的最小混凝土保护层厚度不得小于钢筋公称直径，后张法构件预应力直线形钢筋不得小于其管道直径的1/2，且应符合表6.4.5的规定。

表6.4.5 普通钢筋和预应力直线形钢筋最小混凝土保护层厚度（mm）

构件类别		环境条件		
		Ⅰ	Ⅱ	Ⅲ、Ⅳ
基础、桩基承台	基坑底面有垫层或侧面有模板（受力主筋）	40	50	60
	基坑底面无垫层或侧面无模板（受力主筋）	60	75	85
墩台身、挡土结构、涵洞、梁、板、拱圈、拱上建筑（受力主筋）		30	40	45
缘石、中央分隔带、护栏等行车道构件（受力主筋）		30	40	45
人行道构件、栏杆（受力主筋）		20	25	30
箍筋				
收缩、温度、分布、防裂等表层钢筋		15	20	25

注：1 环境条件Ⅰ—湿暖或寒冷地区的大气环境，与无侵蚀性的水或土接触的环境；Ⅱ—严寒地区的大气环境、使用除冰盐环境、滨海环境；Ⅲ—海水环境；Ⅳ—受侵蚀性物质影响的环境；

2 对于环氧树脂涂层钢筋，可按环境类别Ⅰ取用。

2 当受拉区主筋的混凝土保护层厚度大于 50mm 时，应在保护层内设置直径不小于 6mm、间距不大于 100mm 的钢筋网。

3 钢筋机械连接件的最小保护层厚度不得小于 20mm。

4 应在钢筋与模板之间设置垫块，确保钢筋的混凝土保护层厚度，垫块应与钢筋绑扎牢固、错开布置。

6.5 检 验 标 准

主 控 项 目

6.5.1 材料应符合下列规定：

1 钢筋、焊条的品种、牌号、规格和技术性能必须符合国家现行标准规定和设计要求。

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。

2 钢筋进场时，必须按批抽取试件做力学性能和工艺性能试验，其质量必须符合国家现行标准的规定。

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 也按一批计，每批抽检 1 次。

检验方法：检查试件检验报告。

3 当钢筋出现脆断、焊接性能不良或力学性能显著不正常等现象时，应对该批钢筋进行化学成分检验或其他专项检验。

检查数量：该批钢筋全数检查。

检验方法：检查专项检验报告。

6.5.2 钢筋弯制和末端弯钩均应符合设计要求和本规范第 6.2.3、6.2.4 条的规定。

检查数量：每工作日同一类型钢筋抽查不少于 3 件。

检验方法：用钢尺量。

6.5.3 受力钢筋连接应符合下列规定：

1 钢筋的连接形式必须符合设计要求；

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

2 钢筋接头位置、同一截面的接头数量、搭接长度应符合设计要求和本规范第 6.3.2 条和第 6.3.5 条的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用钢尺量。

3 钢筋焊接接头质量应符合国家现行标准《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18 的规定和设计要求。

检查数量：外观质量全数检查；力学性能检验按本规范第 6.3.4、6.3.5 条规定抽样做拉伸试验和冷弯试验。

检验方法：观察、用钢尺量、检查接头性能检验报告。

4 HRB335 和 HRB400 带肋钢筋机械连接接头质量应符合国家现行标准《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107、《带肋钢筋套筒挤压连接技术规程》JGJ 108 的规定和设计要求。

检查数量：外观质量全数检查；力学性能检验按本规范第 6.3.8 条规定抽样做拉伸试验。

检验方法：外观用卡尺或专用量具检查、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。

6.5.4 钢筋安装时，其品种、规格、数量、形状，必须符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用钢尺量。

一 般 项 目

6.5.5 预埋件的规格、数量、位置等必须符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用钢尺量。

6.5.6 钢筋表面不得有裂纹、结疤、折叠、锈蚀和油污，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。

6.5.7　钢筋加工允许偏差应符合表 6.5.7 的规定。

表 6.5.7　钢筋加工允许偏差

检查项目	允许偏差（mm）	检查频率		检查方法
		范　围	点 数	
受力钢筋顺长度方向全长的净尺寸	±10	按每工作日同一类型钢筋、同一加工设备抽查 3 件	3	用钢尺量
弯起钢筋的弯折	±20			
箍筋内净尺寸	±5			

6.5.8　钢筋网允许偏差应符合表 6.5.8 的规定。

表 6.5.8　钢筋网允许偏差

检查项目	允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
		范围	点数	
网的长、宽	±10	每片钢筋网	3	用钢尺量两端和中间各 1 处
网眼尺寸	±10			用钢尺量任意 3 个网眼
网眼对角线差	15			用钢尺量任意 3 个网眼

6.5.9　钢筋成形和安装允许偏差应符合表 6.5.9 的规定。

表 6.5.9　钢筋成形和安装允许偏差

检查项目			允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
				范围	点数	
受力钢筋间距	两排以上排距		±5	每个构筑物或每个构件	3	用钢尺量，两端和中间各一个断面，每个断面连续量取钢筋间（排）距，取其平均值计 1 点
	同排	梁板、拱肋	±10			
		基础、墩台、柱	±20			
	灌注桩		±20			
箍筋、横向水平筋、螺旋筋间距			±10		5	连续量取 5 个间距，其平均值计 1 点
钢筋骨架尺寸	长		±10		3	用钢尺量，两端和中间各 1 处
	宽、高或直径		±5		3	
弯起钢筋位置			±20		30%	用钢尺量
钢筋保护层厚度	墩台、基础		±10		10	沿模板周边检查，用钢尺量
	梁、柱、桩		±5			
	板、墙		±3			

7 混 凝 土

7.1 一 般 规 定

7.1.1 混凝土强度应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GBJ 107 的规定检验评定。

7.1.2 混凝土宜使用非碱活性骨料，当使用碱活性骨料时，混凝土的总碱含量不宜大于 3kg/m³；对大桥、特大桥梁总碱含量不宜大于 1.8kg/m³；对处于环境类别属三类以上受严重侵蚀环境的桥梁，不得使用碱活性骨料。混凝土结构的环境类别应按表 7.1.2 确定。

表 7.1.2 混凝土结构的环境类别

环境类别		条 件
一		室内正常环境
二	a	室内潮湿环境；非严寒和非寒冷地区的露天环境、与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
	b	严寒和寒冷地区的露天环境、与无侵蚀性的水或土壤直接接触的环境
三		使用除冰盐的环境；严寒和寒冷地区冬季水位变动的环境；滨海室外环境
四		海水环境
五		受人为或自然的侵蚀性物质影响的环境

注：严寒和寒冷地区的划分应符合现行国家标准《民用建筑热工设计规范》GB 50176 的规定。

7.1.3 混凝土的强度达到 2.5MPa 后，方可承受小型施工机械荷载，进行下道工序前，混凝土应达到相应的强度。

7.2 配制混凝土用的材料

7.2.1 水泥应符合下列规定：

1 选用水泥不得对混凝土结构强度、耐久性和使用条件产生不利影响。

2 选用水泥应以能使所配制的混凝土强度达到要求、收缩小、和易性好和节约水泥为原则。

3 水泥的强度等级应根据所配制混凝土的强度等级选定。水泥与混凝土强度等级之比，C30 及以下的混凝土，宜为 1.1～1.2；C35 及以上混凝土宜为 0.9～1.5。

4 水泥的技术条件应符合现行国家标准《通用硅酸盐水泥》GB 175 的规定，并应有出厂检验报告和产品合格证。

5 进场水泥，应按现行国家标准《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204 的规定进行强度、细度、安定性和凝结时间的试验。

6 当在使用中对水泥质量有怀疑或出厂日期逾 3 个月（快硬硅酸盐水泥逾 1 个月）时，应进行复验，并按复验结果使用。

7.2.2 矿物掺合料应符合下列规定：

1 配制混凝土所用的矿物掺合料宜为粉煤灰、火山灰、粒化高炉矿渣等材料。

2 矿物掺合料的技术条件应符合现行国家标准《用于水泥和混凝土中的粉煤灰》GB/T 1596、《用于水泥中的火山灰质混合材料》GB/T 2847 等的规定，并应有出厂检验报告和产品合格证。对矿物掺合料的质量有怀疑时，应对其质量进行复验。

3 掺合料中不得含放射性或对混凝土性能有害的物质。

7.2.3 细骨料应符合下列规定：

1 混凝土的细骨料，应采用质地坚硬、级配良好、颗粒洁净、粒径小于 5mm 的天然河砂、山砂，或采用硬质岩石加工的机制砂。

2 混凝土用砂一般应以细度模数 2.5～3.5 的中、粗砂为宜。

3 砂的分类、级配及各项技术指标应符合国家现行标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的有关规定。

7.2.4 粗骨料应符合下列规定：

1 粗骨料最大粒径应按混凝土结构情况及施工方法选取，最大粒径不得超过结构最小边尺寸的 1/4 和钢筋最小净距的3/4；在两层或多层密布钢筋结构中，不得超过钢筋最小净距的1/2，同时最大粒径不得超过 100mm。

2 施工前应对所用的粗骨料进行碱活性检验。

3 粗骨料的颗粒级配范围、各项技术指标以及碱活性检验应符合国家现行标准《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的有关规定。

7.2.5 拌合用水应符合国家现行标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

7.2.6 外加剂应符合现行国家标准《混凝土外加剂》GB 8076 的规定。

7.3 混凝土配合比

7.3.1 混凝土配合比应以质量比计，并应通过设计和试配选定。试配时应使用施工实际采用的材料，配制的混凝土拌合物应满足和易性、凝结时间等施工技术条件，制成的混凝土应符合强度、耐久性等要求。

7.3.2 混凝土配合比设计应符合国家现行标准《普通混凝土配合比设计规程》JGJ/T 55 的规定。

7.3.3 混凝土的最大水胶比和最小水泥用量应符合表 7.3.3 的规定。

表 7.3.3 混凝土的最大水胶比和最小水泥用量

混凝土结构所处环境	无筋混凝土		钢筋混凝土	
	最大水胶比	最小水泥用量（kg/m³）	最大水胶比	最小水泥用量（kg/m³）
温暖地区或寒冷地区，无侵蚀物质影响，与土直接接触	0.60	250	0.55	280
严寒地区或使用除冰盐的桥梁	0.55	280	0.50	300
受侵蚀性物质影响	0.45	300	0.40	325

注：1 本表中的水胶比，系指水与水泥（包括矿物掺合料）用量的比值。

2 本表中的最小水泥用量包括矿物掺合料。当掺用外加剂且能有效地改善混凝土的和易性时，水泥用量可减少 25kg/m³。

3 严寒地区系指最冷月份平均气温低于－10℃且日平均温度在低于 5℃的天数大于 145d 的地区。

7.3.4 混凝土的最大水泥用量（包括矿物掺合料）不宜超过 500kg/m³；配制大体积混凝土时水泥用量不宜超过 350kg/m³。

7.3.5 配制混凝土时，应根据结构情况和施工条件确定混凝土拌合物的坍落度，可按表 7.3.5 选用。

表 7.3.5 混凝土浇筑时的坍落度

结构类别	坍落度（mm）（振动器振动）
小型预制块及便于浇筑振捣的结构	0～20
桥梁基础、墩台等无筋或少筋的结构	10～30
普通配筋率的钢筋混凝土结构	30～50
配筋较密、断面较小的钢筋混凝土结构	50～70
配筋较密、断面高而窄的钢筋混凝土结构	70～90

7.3.6 当工程需要获得较大的坍落度时，可在不改变混凝土的

水胶比、不影响混凝土的质量情况下，适当掺外加剂。

7.3.7 矿物掺合料可作为水泥替代材料或混凝土拌合物的填充材料掺于水泥混凝土中，其掺量应根据对混凝土各龄期强度和耐久性要求、混凝土的工作性及施工条件等因素通过试验确定。

7.3.8 在混凝土中掺外加剂时，应符合现行国家标准《混凝土外加剂应用技术规范》GB 50119 的规定，并应符合下列规定：

1 外加剂的品种及掺量应根据混凝土的性能要求、施工方法、气候条件、混凝土的原材料等因素，经试配确定。

2 在钢筋混凝土中不得掺用氯化钙、氯化钠等氯盐。无筋混凝土的氯化钙或氯化钠掺量，以干质量计，不得超过水泥用量的 3%。

3 混凝土中氯化物的总含量应符合现行国家标准《混凝土质量控制标准》GB 50164 的规定。位于温暖或寒冷地区，无侵蚀性物质影响及与土直接接触的钢筋混凝土构件，混凝土中的氯离子含量不宜超过水泥用量的 0.30%；位于严寒的大气环境、使用除冰盐环境、滨海环境，氯离子含量不宜超过水泥用量的 0.15%；海水环境和受侵蚀性物质影响的环境，氯离子含量不宜超过水泥用量的 0.10%。

4 掺入加气剂的混凝土的含气量宜为 3.5%～5.5%。

5 使用两种（含）以上外加剂时，应彼此相容。

7.3.9 当配制高强度混凝土时，配合比尚应符合下列规定：

1 当无可靠的强度统计数据及标准差时，混凝土的施工配制强度（平均值），C50～C60 不应低于强度等级的 1.15 倍，C70～C80 不应低于强度等级值 1.12 倍。

2 水胶比宜控制在 0.24～0.38 的范围内。

3 纯水泥用量不宜超过 550kg/m^3；水泥与掺合料的总量不宜超过 600kg/m^3。粉煤灰掺量不宜超过胶结料总量的 30%；沸石粉不宜超过 10%；硅粉不宜超过 8%。

4 砂率宜控制在 28%～34%的范围内。

5 高效减水剂的掺量宜为胶结料的 0.5%～1.8%。

7.4 混凝土拌制和运输

7.4.1 混凝土应使用机械集中拌制。

7.4.2 拌制混凝土宜采用自动计量装置，并应定期检定，保持计量准确。

7.4.3 混凝土原材料应分类放置，不得混淆和污染。

7.4.4 拌制混凝土所用各种材料应按质量投料。

7.4.5 使用机械拌制时，自全部材料装入搅拌机开始搅拌起，至开始卸料时止，延续搅拌的最短时间应符合表 7.4.5 的规定。

表 7.4.5 混凝土延续搅拌的最短时间

搅拌机类型	搅拌机容量 (*L*)	混凝土坍落度 (mm)		
		<30	30～70	>70
		混凝土最短搅拌时间 (min)		
强制式	≤400	1.5	1.0	1.0
	≤1500	2.5	1.5	1.5

注：1 当掺入外加剂时，外加剂应调成适当浓度的溶液再掺入，搅拌时间宜延长；

2 采用分次投料搅拌工艺时，搅拌时间应按工艺要求办理；

3 当采用其他形式的搅拌设备时，搅拌的最短时间应按设备说明书的规定办理，或经试验确定。

7.4.6 混凝土拌合物应均匀、颜色一致，不得有离析和泌水现象。混凝土拌合物均匀性的检测方法应符合现行国家标准《混凝土搅拌机》GB/T 9142 的规定。

7.4.7 混凝土拌合物的坍落度，应在搅拌地点和浇筑地点分别随机取样检测，每一工作班或每一单元结构物不应少于两次。评定时应以浇筑地点的测值为准。如混凝土拌合物从搅拌机出料起至浇筑入模的时间不超过 15min 时，其坍落度可仅在搅拌地点取样检测。

7.4.8 拌制高强度混凝土必须使用强制式搅拌机。减水剂宜采

用后掺法。加入减水剂后，混凝土拌合物在搅拌机中继续搅拌的时间，当用粉剂时不得少于 60s，当用溶液时不得少于 30s。

7.4.9 混凝土在运输过程中应采取防止发生离析、漏浆、严重泌水及坍落度损失等现象的措施。用混凝土搅拌运输车运输混凝土时，途中应以每分钟 2～4 转的慢速进行搅动。当运至现场的混凝土出现离析、严重泌水等现象，应进行第二次搅拌。经二次搅拌仍不符合要求，则不得使用。

7.4.10 混凝土从加水搅拌至入模的延续时间不宜大于表 7.4.10 的规定。

表 7.4.10 混凝土从加水搅拌至入模的延续时间

搅拌机出料时的混凝土温度（℃）	无搅拌设施运输（min）	有搅拌设施运输（min）
20～30	30	60
10～19	45	75
5～9	60	90

注：掺用外加剂或采用快硬水泥时，运输允许持续时间应根据试验确定。

7.5 混凝土浇筑

7.5.1 浇筑混凝土前，应对支架、模板、钢筋和预埋件进行检查，确认符合设计和施工设计要求。模板内的杂物、积水、钢筋上的污垢应清理干净。模板内面应涂刷隔离剂，并不得污染钢筋等。

7.5.2 自高处向模板内倾卸混凝土时，其自由倾落高度不得超过 2m；当倾落高度超过 2m 时，应通过串筒、溜槽或振动溜管等设施下落；倾落高度超过 10m 时应设置减速装置。

7.5.3 混凝土应按一定厚度、顺序和方向水平分层浇筑，上层混凝土应在下层混凝土初凝前浇筑、捣实，上下层同时浇筑时，上层与下层前后浇筑距离应保持 1.5m 以上。混凝土分层浇筑厚度不宜超过表 7.5.3 的规定。

表 7.5.3 混凝土分层浇筑厚度

捣实方法	配筋情况	浇筑层厚度（mm）
用插入式振动器	—	300
用附着式振动器	—	300
用表面振动器	无筋或配筋稀疏时	250
	配筋较密时	150

注：表列规定可根据结构和振动器型号等情况适当调整。

7.5.4 浇筑混凝土时，应采用振动器振捣。振捣时不得碰撞模板、钢筋和预埋部件。振捣持续时间宜为 20～30s，以混凝土不再沉落、不出现气泡、表面呈现浮浆为度。

7.5.5 混凝土的浇筑应连续进行，如因故间断时，其间断时间应小于前层混凝土的初凝时间。混凝土运输、浇筑及间歇的全部时间不得超过表 7.5.5 的规定。

表 7.5.5 混凝土运输、浇筑及间歇的全部允许时间（min）

混凝土强度等级	气温不高于 25℃	气温高于 25℃
≤C30	210	180
>C30	180	150

注：C50 以上混凝土和混凝土中掺有促凝剂或缓凝剂时，其允许间歇时间应根据试验结果确定。

7.5.6 当浇筑混凝土过程中，间断时间超过本规范第 7.5.5 条规定时，应设置施工缝，并应符合下列规定：

1 施工缝宜留置在结构受剪力和弯矩较小、便于施工的部位，且应在混凝土浇筑之前确定。施工缝不得呈斜面。

2 先浇混凝土表面的水泥砂浆和松弱层应及时凿除。凿除时的混凝土强度，水冲法应达到 0.5MPa；人工凿毛应达到 2.5MPa；机械凿毛应达到 10MPa。

3 经凿毛处理的混凝土面，应清除干净，在浇筑后续混凝土前，应铺 10～20mm 同配比的水泥砂浆。

4 重要部位及有抗震要求的混凝土结构或钢筋稀疏的混凝

土结构，应在施工缝处补插锚固钢筋或石榫；有抗渗要求的施工缝宜做成凹形、凸形或设止水带。

5 施工缝处理后，应待下层混凝土强度达到 2.5MPa 后，方可浇筑后续混凝土。

7.6 混凝土养护

7.6.1 施工现场应根据施工对象、环境、水泥品种、外加剂以及对混凝土性能的要求，制定具体的养护方案，并应严格执行方案规定的养护制度。

7.6.2 常温下混凝土浇筑完成后，应及时覆盖并洒水养护。

7.6.3 当气温低于 5℃时，应采取保温措施，并不得对混凝土洒水养护。

7.6.4 混凝土洒水养护的时间，采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥或矿渣硅酸盐水泥的混凝土，不得少于 7d；掺用缓凝型外加剂或有抗渗等要求以及高强度混凝土，不得少于 14d。使用真空吸水的混凝土，可在保证强度条件下适当缩短养护时间。

7.6.5 采用涂刷薄膜养护剂养护时，养护剂应通过试验确定，并应制定操作工艺。

7.6.6 采用塑料膜覆盖养护时，应在混凝土浇筑完成后及时覆盖严密，保证膜内有足够的凝结水。

7.7 泵送混凝土

7.7.1 泵送混凝土的原材料和配合比应符合下列规定：

1 水泥应采用保水性好、泌水性小的品种，混凝土中的水泥用量（含掺合料）不宜小于 300kg/m^3。

2 细骨料宜选用中砂，粒径小于 300μm 颗粒所占的比例宜为 15%～20%，砂率宜为 38%～45%。

3 粗骨料宜采用连续级配，其针片状颗粒含量不宜大于 10%；粗骨料的最大粒径与所用输送管的管径之比宜符合表 7.7.1 的规定。

表 7.7.1 粗骨料的最大粒径与输送管管径之比

石子品种	泵送高度（m）	粗骨料最大粒径与输送管径之比
碎 石	<50	≤1：3.0
	50～100	≤1：4.0
	>100	≤1：5.0
卵 石	<50	≤1：2.5
	50～100	≤1：3.0
	>100	≤1：4.0

4 掺入粉煤灰后，砂率宜减小 2%～6%。粉煤灰掺入量，硅酸盐水泥不宜大于水泥重量的 30%、普通硅酸盐水泥不宜大于 20%、矿渣硅酸盐水泥不宜大于 15%。

5 混凝土的配合比除应满足设计强度和耐久性要求外，尚应满足泵送要求。泵送混凝土入泵坍落度不宜小于 80mm；当泵送高度大于 100m 时，不宜小于 180mm。水灰比宜为 0.4～0.6。

7.7.2 泵送混凝土施工应符合下列规定：

1 混凝土的供应必须保证输送混凝土的泵能连续工作。

2 输送管线宜直，转弯宜缓，接头应严密。

3 泵送前应先用与混凝土成分相同的水泥浆润滑输送管内壁。

4 泵送混凝土因故间歇时间超过 45min 时，应采用压力水或其他方法冲洗管内残留的混凝土。

5 泵送过程中，受料斗内应具有足够的混凝土，以防止吸入空气产生阻塞。

7.8 抗冻混凝土

7.8.1 抗冻混凝土应选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥，不宜使用火山灰质硅酸盐水泥。

7.8.2 抗冻混凝土宜选用连续级配的粗骨料，其含泥量不得大于 1%，泥块含量不得大于 0.5%；细骨料含泥量不得大于 3%，

泥块含量不得大于1%。

7.8.3 抗冻混凝土的水胶比不得大于0.5。

7.8.4 位于水位变动区的抗冻混凝土，其抗冻等级不得低于表7.8.4的规定。

表7.8.4 水位变动区混凝土抗冻等级

构筑物所在地区	海水环境		淡水环境	
	钢筋混凝土及预应力混凝土	无筋混凝土	钢筋混凝土及预应力混凝土	无筋混凝土
严重受冻地区（最冷月的月平均气温低于−8℃）	F350	F300	F250	F200
受冻地区（最冷月的月均气温在−4～−8℃之间）	F300	F250	F200	F150
微冻地区（最冷月的月平均气温在0～−4℃之间）	F250	F200	F150	F100

注：1 试验过程中试件所接触的介质应与构筑物实际接触的介质相近；

2 墩、台身和防护堤等构筑物的混凝土应选用比同一地区高一级的抗冻等级；

3 面层应选用比水位变动区抗冻等级低2～3级的混凝土。

7.8.5 抗冻混凝土必须掺入适量引气剂，其拌合物的含气量应符合表7.8.5的规定。

表7.8.5 抗冻混凝土拌合物含气量控制范围

骨料最大粒径（mm）	含气量（%）	骨料最大粒径（mm）	含气量（%）
10.0	5.0～8.0	40.0	3.0～6.0
20.0	4.0～7.0	63.0	3.0～5.0
31.5	3.5～6.5		

7.8.6 处于冻融循环下的重要工程混凝土，宜进行骨料的坚固性试验，坚固性试验的失重率，细骨料应小于8%；粗骨料应小于5%。

7.8.7 处于干湿交替、冻融循环下的混凝土，粗、细骨料中的水溶性氯化物折合氯离子含量均不得超过骨料质量的0.02%。如使用环境的季节或日夜温差剧烈，应选用线胀系数较小的粗骨

料，以提高混凝土的抗裂性。

7.8.8 抗冻混凝土除应检验强度外，尚应检验其抗冻性能。

7.9 抗渗混凝土

7.9.1 抗渗混凝土应按设计要求分别采用普通抗渗混凝土、外加剂抗渗混凝土和膨胀水泥抗渗混凝土。

7.9.2 抗渗混凝土应选用泌水小、水化热低的水泥。采用矿渣水泥时，应加入减小泌水性的外加剂。

7.9.3 抗渗混凝土的粗骨料应采用连续粒级，最大粒径不得大于40mm，含泥量不得大于1%；细骨料含泥量不得大于3%。

7.9.4 抗渗混凝土宜采用防水剂、膨胀剂、引气剂、减水剂或引气减水剂等外加剂。掺用引气剂时含气量宜控制在3%～5%。

7.9.5 抗渗混凝土宜掺用矿物掺合料。

7.9.6 配制抗渗混凝土时，其抗渗压力应比设计要求提高0.2MPa。

7.9.7 抗渗混凝土中的水泥和矿物掺合料总量不宜小于320kg/m^3；砂率宜为35%～45%；最大水胶比应符合表7.9.7的规定。

表7.9.7 抗渗混凝土的最大水胶比

抗渗等级	≤C30	>C30
P6	0.6	0.55
P8～P12	0.55	0.50
P12以上	0.50	0.45

注：1 矿物掺合料取代量不宜大于20%；

2 表中水胶比为水与水泥（包括矿物掺合料）用量的比值。

7.9.8 抗渗混凝土搅拌时间不得小于2min。

7.9.9 抗渗混凝土湿润养护时间不得小于14d。

7.9.10 抗渗混凝土拆模时，结构表面温度与环境气温之差不得大于15℃。地下结构部分的抗渗混凝土，拆模后应及时回填。

7.9.11 抗渗混凝土除应检验强度外，尚应检验其抗渗性能。

7.10 大体积混凝土

7.10.1 大体积混凝土施工时，应根据结构、环境状况采取减少水化热的措施。

7.10.2 大体积混凝土应均匀分层、分段浇筑，并应符合下列规定：

1 分层混凝土厚度宜为1.5～2.0m。

2 分段数目不宜过多。当横截面面积在200m^{2}以内时不宜大于2段，在300m^{2}以内时不宜大于3段。每段面积不得小于50m^2。

3 上、下层的竖缝应错开。

7.10.3 大体积混凝土应在环境温度较低时浇筑，浇筑温度（振捣后50～100mm深处的温度）不宜高于28℃。

7.10.4 大体积混凝土应采取循环水冷却、蓄热保温等控制体内外温差的措施，并及时测定浇筑后混凝土表面和内部的温度，其温差应符合设计要求，当设计无规定时不宜大于25℃。

7.10.5 大体积混凝土湿润养护时间应符合表7.10.5规定。

表7.10.5 大体积混凝土湿润养护时间

水泥品种	养护时间（d）
硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥	14
火山灰质硅酸盐水泥、矿渣硅酸盐水泥、低热微膨胀水泥、矿渣硅酸大坝水泥	21
在现场掺粉煤灰的水泥	

注：高温期施工湿润养护时间均不得少于28d。

7.11 冬期混凝土施工

7.11.1 当工地昼夜平均气温连续5d低于5℃或最低气温低于－3℃时，应确定混凝土进入冬期施工。

7.11.2 冬期施工期间，当采用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥配

制混凝土，抗压强度未达到设计强度的30%时；或采用矿渣硅酸盐水泥配制混凝土抗压强度未达到设计强度的40%时；C15及以下的混凝土抗压强度未达到5MPa时，混凝土不得受冻。浸水冻融条件下的混凝土开始受冻时，不得小于设计强度的75%。

7.11.3 冬期混凝土的配制和拌合应符合下列规定：

1 宜选用较小的水胶比和较小的坍落度。

2 拌制混凝土应优先采用加热水的方法，水加热温度不宜高于80℃。骨料加热温度不得高于60℃。混凝土掺用片石时，片石可预热。

3 混凝土搅拌时间宜较常温施工延长50%。

4 骨料不得混有冰雪、冻块及易被冻裂的矿物质。

5 拌制设备宜设在气温不低于10℃的厂房或暖棚内。拌制混凝土前，应采用热水冲洗搅拌机鼓筒。

6 当混凝土掺用防冻剂时，其试配强度应较设计强度提高一个等级。

7.11.4 冬期混凝土的运输容器应有保温设施。运输时间应缩短，并减少中间倒运。

7.11.5 冬期混凝土的浇筑应符合下列规定：

1 混凝土浇筑前，应清除模板及钢筋上的冰雪。当环境气温低于−10℃时，应将直径大于或等于25mm的钢筋和金属预埋件加热至0℃以上。

2 当旧混凝土面和外露钢筋暴露在冷空气中时，应对距离新旧混凝土施工缝1.5m范围内的旧混凝土和长度在1m范围内的外露钢筋，进行防寒保温。

3 在非冻胀性地基或旧混凝土面上浇筑混凝土，加热养护时，地基或旧混凝土面的温度不得低于2℃。

4 当浇筑负温早强混凝土时，对于用冻结法开挖的地基，或在冻结线以上且气温低于−5℃的地基应做隔热层。

5 混凝土拌合物入模温度不宜低于10℃。

6 混凝土分层浇筑的厚度不得小于20cm。

7.11.6 冬期混凝土施工应根据结构特点和环境状况，通过热工计算确定养护方法。当室外最低气温高于－15℃时，地下工程或表面系数（冷却面积和体积的比值）不大于 $15m^{-1}$ 的工程应优先采用蓄热法养护。

7.11.7 冬期混凝土拆模应符合下列规定：

1 当混凝土达到本规范第 5.3.1 条规定的拆模强度，同时符合本规范第 7.11.2 条规定的抗冻强度后，方可拆除模板。

2 拆模时混凝土与环境的温差不得大于 15℃。当温差在 10～15℃时，拆除模板后的混凝土表面应采取临时覆盖措施。

3 采用外部热源加热养护的混凝土，当环境气温在 0℃以下时，应待混凝土冷却至 5℃以下后，方可拆除模板。

7.11.8 冬期混凝土养护方案中应根据不同的养护方法规定测温方法及频率。

7.11.9 冬期施工的混凝土，除应按本规范第 7.13 节规定制作标准试件外，尚应根据养护、拆模和承受荷载的需要，增加与结构同条件养护的试件不少于 2 组。

7.12 高温期混凝土施工

7.12.1 当昼夜平均气温高于 30℃时，应确定混凝土进入高温期施工。高温期混凝土施工除应符合本规范第 7.4～7.6 节有关规定外，尚应符合本节规定。

7.12.2 高温期混凝土拌合时，应掺加减水剂或磨细粉煤灰。施工期间应对原材料和拌合设备采取防晒措施，并根据检测混凝土坍落度的情况，在保证配合比不变的情况下，调整水的掺量。

7.12.3 高温期混凝土的运输与浇筑应符合下列规定：

1 尽量缩短运输时间，宜采用混凝土搅拌运输车。

2 混凝土的浇筑温度应控制在 32℃以下，宜选在一天温度较低的时间内进行。

3 浇筑场地宜采取遮阳、降温措施。

7.12.4 混凝土浇筑完成后，表面宜立即覆盖塑料膜，终凝后覆

盖土工布等材料，并应洒水保持湿润。

7.12.5 高温期施工混凝土，除应按本规范 7.13 节规定制作标准试件外，尚应增加与结构同条件养护的试件 1 组，检测其 28d 的强度。

7.13 检 验 标 准

主 控 项 目

7.13.1 水泥进场除全数检验合格证和出厂检验报告外，应对其强度、细度、安定性和凝固时间抽样复验。

检验数量：同生产厂家、同批号、同品种、同强度等级、同出厂日期且连续进场的水泥，散装水泥每 500t 为一批，袋装水泥每 200t 为一批，当不足上述数量时，也按一批计，每批抽样不少于 1 次。

检验方法：检查试验报告。

7.13.2 混凝土外加剂除全数检验合格证和出厂检验报告外，应对其减水率、凝结时间差、抗压强度比抽样检验。

检验数量：同生产厂家、同批号、同品种、同出厂日期且连续进场的外加剂，每 50t 为一批，不足 50t 时，也按一批计，每批至少抽检 1 次。

检验方法：检查试验报告。

7.13.3 混凝土配合比设计应符合本规范第 7.3 节规定。

检验数量：同强度等级、同性能混凝土的配合比设计应各检查 1 次。

检验方法：检查配合比设计选定单、试配试验报告和经审批后的配合比报告单。

7.13.4 当使用具有潜在碱活性骨料时，混凝土中的总碱含量应符合本规范第 7.1.2 条的规定和设计要求。

检验数量：每一混凝土配合比进行 1 次总碱含量计算。

检验方法：检查核算单。

7.13.5 混凝土强度等级应按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GBJ 107 的规定检验评定，其结果必须符合设计要求。用于检查混凝土强度的试件，应在混凝土浇筑地点随机抽取。取样与试件留置应符合下列规定：

1 每拌制 100 盘且不超过 $100m^3$ 的同配比的混凝土，取样不得少于 1 次；

2 每工作班拌制的同一配合比的混凝土不足 100 盘时，取样不得少于 1 次；

3 每次取样应至少留置 1 组标准养护试件，同条件养护试件的留置组数应根据实际需要确定。

检验数量：全数检查。

检验方法：检查试验报告。

7.13.6 抗冻混凝土应进行抗冻性能试验，抗渗混凝土应进行抗渗性能试验。试验方法应符合现行国家标准《普通混凝土长期性能和耐久性能试验方法》GBJ 82 的规定。

检验数量：混凝土数量小于 $250m^3$，应制作抗冻或抗渗试件 1 组（6 个）；250～$500m^3$，应制作 2 组。

检验方法：检查试验报告。

一 般 项 目

7.13.7 混凝土掺用的矿物掺合料除全数检验合格证和出厂检验报告外，应对其细度、含水率、抗压强度比等项目抽样检验。

检验数量：同品种、同等级且连续进场的矿物掺合料，每 200t 为一批，当不足 200t 时，也按一批计，每批至少抽检 1 次。

检验方法：检查试验报告。

7.13.8 对细骨料，应抽样检验其颗粒级配、细度模数、含泥量及规定要求的检验项，并应符合《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定。

检验数量：同产地、同品种、同规格且连续进场的细骨料，每 $400m^3$ 或 600t 为一批，不足 $400m^3$ 或 600t 也按一批计，每批

至少抽检 1 次。

检验方法：检查试验报告。

7.13.9 对粗骨料，应抽样检验其颗粒级配、压碎值指标、针片状颗粒含量及规定要求的检验项，并应符合《普通混凝土用砂、石质量及检验方法标准》JGJ 52 的规定。

检验数量：同产地、同品种、同规格且连续进场的粗骨料，机械生产的每 400m³ 或 600t 为一批，不足 400m³ 或 600t 也按一批计；人工生产的每 200m³ 或 300t 为一批，不足 200m³ 或 300t 也按为一批计，每批至少抽检 1 次。

检验方法：检查试验报告。

7.13.10 当拌制混凝土用水采用非饮用水源时，应进行水质检测，并应符合国家现行标准《混凝土用水标准》JGJ 63 的规定。

检验数量：同水源检查不少于 1 次。

检验方法：检查水质分析报告。

7.13.11 混凝土拌合物的坍落度应符合设计配合比要求。

检验数量：每工作班不少于 1 次。

检验方法：用坍落度仪检测。

7.13.12 混凝土原材料每盘称量允许偏差应符合表 7.13.12 的规定。

表 7.13.12 混凝土原材料每盘称量允许偏差

材料名称	允许偏差	
	工地	工厂或搅拌站
水泥和干燥状态的掺合料	±2%	±1%
粗、细骨料	±3%	±2%
水、外加剂	±2%	±1%

注：1 各种衡器应定期检定，每次使用前应进行零点校核，保证计量准确；

2 当遇雨天或含水率有显著变化时，应增加含水率检测次数，并及时调整水和骨料的用量。

检验数量：每工作班抽查不少 1 次。

检验方法：复称。

8 预应力混凝土

8.1 预应力材料及器材

8.1.1 预应力混凝土结构中采用的钢丝、钢绞线、无粘结预应力筋等，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、《无粘结预应力钢绞线》JG 161 等的规定。每批钢丝、钢铰线、钢筋应由同一牌号、同一规格、同一生产工艺的产品组成。

8.1.2 预应力筋进场时，应对其质量证明文件、包装、标志和规格进行检验，并应符合下列规定：

1 钢丝检验每批不得大于 60t；从每批钢丝中抽查 5%，且不少于 5 盘，进行形状、尺寸和表面检查，如检查不合格，则将该批钢丝全数检查；从检查合格的钢丝中抽取 5%，且不少于 3 盘，在每盘钢丝的两端取样进行抗拉强度、弯曲和伸长率试验，试验结果有一项不合格时，则不合格盘报废，并从同批未检验过的钢丝盘中取双倍数量的试样进行该不合格项的复验，如仍有一项不合格，则该批钢丝为不合格。

2 钢绞线检验每批不得大于 60t；从每批钢绞线中任取 3 盘，并从每盘所选用的钢绞线端部正常部位截取一根试样，进行表面质量、直径偏差检查和力学性能试验，如每批少于 3 盘，应全数检查，试验结果如有一项不合格时，则不合格盘报废，并再从该批未检验过的钢绞线中取双倍数量的试样进行该不合格项的复验，如仍有一项不合格，则该批钢绞线为不合格。

3 精轧螺纹钢筋检验每批不得大于 60t，对表面质量应逐根检查；检查合格后，在每批中任选 2 根钢筋截取试件进行拉伸试验，试验结果如有一项不合格，则取双倍数量试件重做试验，如仍有一项不合格，则该批钢筋为不合格。

8.1.3 预应力筋锚具、夹具和连接器应符合国家现行标准《预应力筋锚具、夹具和连接器》GB/T 14370 和《预应力锚具、夹具和连接器应用技术规程》JGJ 85 的规定。进场时，应对其质量证明文件、型号、规格等进行检验，并应符合下列规定：

1 锚具、夹片和连接器验收批的划分：在同种材料和同一生产工艺条件下，锚具和夹片应以不超过 1000 套为一个验收批；连接器应以不超过 500 套为一个验收批。

2 外观检查：应从每批中抽取 10%的锚具（夹片或连接器）且不少于 10 套，检查其外观和尺寸，如有一套表面有裂纹或超过产品标准及设计要求规定的允许偏差，则应另取双倍数量的锚具重做检查，如仍有一套不符合要求，则应全数检查，合格者方可投入使用。

3 硬度检查：应从每批中抽取 5%的锚具(夹片或连接器)且不少于 5 套，对其中有硬度要求的零件做硬度试验，对多孔夹片式锚具的夹片，每套至少抽取 5 片。每个零件测试 3 点，其硬度应在设计要求范围内，如有一个零件不合格，则应另取双倍数量的零件重新试验，如仍有一个零件不合格，则应逐个检查，合格后方可使用。

4 静载锚固性能试验：大桥、特大桥等重要工程、质量证明文件不齐全、不正确或质量有疑点的锚具，经上述检查合格后，应从同批锚具中抽取 6 套锚具（夹片或连接器）组成 3 个预应力锚具组装件，进行静载锚固性能试验，如有一个试件不符合要求，则应另取双倍数量的锚具（夹片或连接器）重做试验，如仍有一个试件不符合要求，则该批锚具（夹片或连接器）为不合格品。一般中、小桥使用的锚具（夹片或连接器），其静载锚固性能可由锚具生产厂提供试验报告。

8.1.4 预应力管道应具有足够的刚度、能传递粘结力，且应符合下列要求：

1 胶管的承受压力不得小于 5kN，极限抗拉力不得小于 7.5kN，且应具有较好的弹性恢复性能。

2 钢管和高密度聚乙烯管的内壁应光滑，壁厚不得小于 2mm。

3 金属螺旋管道宜采用镀锌材料制作，制作金属螺旋管的钢带厚度不宜小于 0.3mm。金属螺旋管性能应符合国家现行标准《预应力混凝土用金属螺旋管》JG/T 3013 的规定。

8.1.5 预应力材料必须保持清洁，在存放和运输时应避免损伤、锈蚀和腐蚀。预应力筋和金属管道在室外存放时，时间不宜超过 6 个月。预应力锚具、夹具和连接器应在仓库内配套保管。

8.2 预应力钢筋制作

8.2.1 预应力筋下料应符合下列规定：

1 预应力筋的下料长度应根据构件孔道或台座的长度、锚夹具长度等经过计算确定。

2 预应力筋宜使用砂轮锯或切断机切断，不得采用电弧切割。钢绞线切断前，应在距切口 5cm 处用绑丝绑牢。

3 钢丝束的两端均采用墩头锚具时，同一束中各根钢丝下料长度的相对差值，当钢丝束长度小于或等于 20m 时，不宜大于 1/3000；当钢丝束长度大于 20m 时，不宜大于 1/5000，且不得大于 5mm。长度不大于 6m 的先张预应力构件，当钢丝成束张拉时，同束钢丝下料长度的相对差值不得大于 2mm。

8.2.2 高强钢丝采用镦头锚固时，宜采用液压冷镦。

8.2.3 预应力筋由多根钢丝或钢绞线组成时，在同束预应力筋内，应采用强度相等的预应力钢材。编束时，应逐根梳理顺直，不扭转，绑扎牢固，每隔 1m 一道，不得互相缠绞。编束后的钢丝和钢绞线应按编号分类存放。钢丝和钢铰线束移运时支点距离不得大于 3m，端部悬出长度不得大于 1.5m。

8.3 混 凝 土 施 工

8.3.1 拌制混凝土应优先采用硅酸盐水泥、普通硅酸盐水泥，不宜使用矿渣硅酸盐水泥，不得使用火山灰质硅酸盐水泥及粉煤灰硅酸盐水泥。粗骨料应采用碎石，其粒径宜为 5～25mm。

8.3.2 混凝土中的水泥用量不宜大于 550kg/m^3。

8.3.3 混凝土中严禁使用含氯化物的外加剂及引气剂或引气型减水剂。

8.3.4 从各种材料引入混凝土中的氯离子最大含量不宜超过水泥用量的0.06%。超过以上规定时，宜采取掺加阻锈剂、增加保护层厚度、提高混凝土密实度等防锈措施。

8.3.5 浇筑混凝土时，对预应力筋锚固区及钢筋密集部位，应加强振捣。后张构件应避免振动器碰撞预应力筋的管道。

8.3.6 混凝土施工尚应符合本规范第7章的有关规定。

8.4 预应力施工

8.4.1 预应力钢筋张拉应由工程技术负责人主持，张拉作业人员应经培训考核合格后方可上岗。

8.4.2 张拉设备的校准期限不得超过半年，且不得超过200次张拉作业。张拉设备应配套校准，配套使用。

8.4.3 预应力筋的张拉控制应力必须符合设计规定。

8.4.4 预应力筋采用应力控制方法张拉时，应以伸长值进行校核。实际伸长值与理论伸长值的差值应符合设计要求；设计无规定时，实际伸长值与理论伸长值之差应控制在6%以内。

8.4.5 预应力张拉时，应先调整到初应力(σ_0)，该初应力宜为张拉控制应力(σ_{con})的10%～15%，伸长值应从初应力时开始量测。

8.4.6 预应力筋的锚固应在张拉控制应力处于稳定状态下进行，锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量，不得大于设计规定。当设计无规定时，应符合表8.4.6的规定。

表8.4.6 锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量允许值（mm）

锚具类别	内缩量允许值
支承式锚具（镦头锚、带有螺丝端杆的锚具等）	1
锥塞式锚具	5
夹片式锚具	5
每块后加的锚具垫板	1

注：内缩量值系指预应力筋锚固过程中，由于锚具零件之间和锚具与预应力筋之间的相对移动和局部塑性变形造成的回缩量。

8.4.7 先张法预应力施工应符合下列规定：

1 张拉台座应具有足够的强度和刚度，其抗倾覆安全系数不得小于1.5，抗滑移安全系数不得小于1.3。张拉横梁应有足够的刚度，受力后的最大挠度不得大于2mm。锚板受力中心应与预应力筋合力中心一致。

2 预应力筋连同隔离套管应在钢筋骨架完成后一并穿入就位。就位后，严禁使用电弧焊对梁体钢筋及模板进行切割或焊接。隔离套管内端应堵严。

3 预应力筋张拉应符合下列要求：

1） 同时张拉多根预应力筋时，各根预应力筋的初始应力应一致。张拉过程中应使活动横梁与固定横梁保持平行。

2） 张拉程序应符合设计要求，设计未规定时，其张拉程序应符合表8.4.7-1的规定。张拉钢筋时，为保证施工安全，应在超张拉放张至$0.9\sigma_{con}$时安装模板、普通钢筋及预埋件等。

表8.4.7-1 先张法预应力筋张拉程序

预应力筋种类	张 拉 程 序
钢筋	0→初应力→$1.05\sigma_{con}$→$0.9\sigma_{con}$→σ_{con}（锚固）
钢丝、钢绞线	0→初应力→$1.05\sigma_{con}$（持荷2min）→0→σ_{con}（锚固）
	对于夹片式等具有自锚性能的锚具： 普通松弛力筋 0→初应力→$1.03\sigma_{con}$（锚固） 低松弛力筋 0→初应力→σ_{con}（持荷2min锚固）

注：σ_{con}张拉时的控制应力值，包括预应力损失值。

3） 张拉过程中，预应力筋的断丝、断筋数量不得超过表8.4.7-2的规定。

表8.4.7-2 先张法预应力筋断丝、断筋控制值

预应力筋种类	项 目	控制值
钢丝、钢绞线	同一构件内断丝数不得超过钢丝总数的	1%
钢 筋	断 筋	不允许

4 放张预应力筋时混凝土强度必须符合设计要求。设计未规定时，不得低于设计强度的75%。放张顺序应符合设计要求。设计未规定时，应分阶段、对称、交错地放张。放张前，应将限制位移的模板拆除。

8.4.8 后张法预应力施工应符合下列规定：

1 预应力管道安装应符合下列要求：

1）管道应采用定位钢筋牢固地固定于设计位置。

2）金属管道接头应采用套管连接，连接套管宜采用大一个直径型号的同类管道，且应与金属管道封裹严密。

3）管道应留压浆孔和溢浆孔；曲线孔道的波峰部位应留排气孔；在最低部位宜留排水孔。

4）管道安装就位后应立即通孔检查，发现堵塞应及时疏通。管道经检查合格后应及时将其端面封堵。

5）管道安装后，需在其附近进行焊接作业时，必须对管道采取保护措施。

2 预应力筋安装应符合下列要求：

1）先穿束后浇混凝土时，浇筑之前，必须检查管道，并确认完好；浇筑混凝土时应定时抽动、转动预应力筋。

2）先浇混凝土后穿束时，浇筑后应立即疏通管道，确保其畅通。

3）混凝土采用蒸汽养护时，养护期内不得装入预应力筋。

4）穿束后至孔道灌浆完成应控制在下列时间以内，否则应对预应力筋采取防锈措施：

——空气湿度大于70%或盐分过大时　　7d；

——空气湿度40%～70%时　　15d；

——空气湿度小于40%时　　20d。

5）在预应力筋附近进行电焊时，应对预应力钢筋采取保护措施。

3 预应力筋张拉应符合下列要求：

1）混凝土强度应符合设计要求；设计未规定时，不得低于设计强度的75%。且应将限制位移的模板拆除后，方可进行张拉。

2）预应力筋张拉端的设置，应符合设计要求；当设计未规定时，应符合下列规定：

——曲线预应力筋或长度大于或等于25m的直线预应力筋，宜在两端张拉；长度小于25m的直线预应力筋，可在一端张拉。

——当同一截面中有多束一端张拉的预应力筋时，张拉端宜均匀交错的设置在结构的两端。

3）张拉前应根据设计要求对孔道的摩阻损失进行实测，以便确定张拉控制应力，并确定预应力筋的理论伸长值。

4）预应力筋的张拉顺序应符合设计要求；当设计无规定时，可采取分批、分阶段对称张拉。宜先中间，后上、下或两侧。

5）预应力筋张拉程序应符合表8.4.8-1的规定。

表8.4.8-1 后张法预应力筋张拉程序

预应力筋种类		张拉程序
钢绞线束	对夹片式等有自锚性能的锚具	普通松弛力筋 0→初应力→1.03σ_{con}（锚固） 低松弛力筋 0→初应力→σ_{con}（持荷2min锚固）
	其他锚具	0→初应力→1.05σ_{con}（持荷2min）→σ_{con}（锚固）
钢丝束	对夹片式等有自锚性能的锚具	普通松弛力筋 0→初应力→1.03σ_{con}（锚固） 低松弛力筋 0→初应力→σ_{con}（持荷2min锚固）
	其他锚具	0→初应力→1.05σ_{con}（持荷2min）→0→σ_{con}（锚固）
精轧螺纹钢筋	直线配筋时	0→初应力→σ_{con}（持荷2min锚固）
	曲线配筋时	0→σ_{con}（持荷2min）→0（上述程序可反复几次） →初应力→σ_{con}（持荷2min锚固）

注：1 σ_{con}为张拉时的控制应力值，包括预应力损失值；

2 梁的竖向预应力筋可一次张拉到控制应力，持荷5min锚固。

6）张拉过程中预应力筋断丝、滑丝、断筋的数量不得超过表 8.4.8-2 的规定。

表 8.4.8-2 后张法预应力筋断丝、滑丝、断筋控制值

预应力筋种类	项　　目	控制值
钢丝束、钢绞线束	每束钢丝断丝、滑丝	1 根
	每束钢绞线断丝、滑丝	1 丝
	每个断面断丝之和不超过该断面钢丝总数的	1%
钢筋	断　筋	不允许

注：1 钢绞线断丝系指单根钢绞线内钢丝的断丝；

2 超过表列控制数量时，原则上应更换，当不能更换时，在条件许可下，可采取补救措施，如提高其他钢丝束控制应力值，应满足设计上各阶段极限状态的要求。

4 张拉控制应力达到稳定后方可锚固，预应力筋锚固后的外露长度不宜小于 30mm，锚具应采用封端混凝土保护，当需较长时间外露时，应采取防锈蚀措施。锚固完毕经检验合格后，方可切割端头多余的预应力筋，严禁使用电弧焊切割。

5 预应力筋张拉后，应及时进行孔道压浆，对多跨连续有连接器的预应力筋孔道，应张拉完一段灌注一段。孔道压浆宜采用水泥浆，水泥浆的强度应符合设计要求；设计无规定时不得低于 30MPa。

6 压浆后应从检查孔抽查压浆的密实情况，如有不实，应及时处理。压浆作业，每一工作班应留取不少于 3 组砂浆试块，标准养护 28d，以其抗压强度作为水泥浆质量的评定依据。

7 压浆过程中及压浆后 48h 内，结构混凝土的温度不得低于 5℃，否则应采取保温措施。当白天气温高于 35℃时，压浆宜在夜间进行。

8 埋设在结构内的锚具，压浆后应及时浇筑封锚混凝土。封锚混凝土的强度等级应符合设计要求，不宜低于结构混凝土强度等级的 80%，且不得低于 30MPa。

9 孔道内的水泥浆强度达到设计规定后方可吊移预制构件；

设计未规定时，不应低于砂浆设计强度的75%。

8.5 检 验 标 准

主 控 项 目

8.5.1 混凝土质量检验应符合本规范第7.13节有关规定。

8.5.2 预应力筋进场检验应符合本规范第8.1.2条规定。

检查数量：按进场的批次抽样检验。

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 预应力筋用锚具、夹具和连接器进场检验应符合本规范第8.1.3条规定。

检查数量：按进场的批次抽样检验。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场试验报告。

8.5.4 预应力筋的品种、规格、数量必须符合设计要求。

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。

8.5.5 预应力筋张拉和放张时，混凝土强度必须符合设计规定；设计无规定时，不得低于设计强度的75%。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查同条件养护试件试验报告。

8.5.6 预应力筋张拉允许偏差应分别符合表8.5.6-1～表8.5.6-3的规定。

表8.5.6-1 钢丝、钢绞线先张法允许偏差

项目		允许偏差（mm）	检验频率	检验方法
镦头钢丝同束长度相对差	束长＞20m	$L/5000$，且不大于5	每批抽查2束	用钢尺量
	束长6～20m	$L/3000$，且不大于4		
	束长＜6m	2		

续表 8.5-6-1

项　目	允许偏差（mm）	检验频率	检验方法
张拉应力值	符合设计要求	全数	查张拉记录
张拉伸长率	±6%		
断丝数	不超过总数的 1%		

注：L 为束长（mm）。

表 8.5.6-2　钢筋先张法允许偏差

项　目	允许偏差（mm）	检验频率	检验方法
接头在同一平面内的轴线偏位	2，且不大于 1/10 直径	抽查 30%	用钢尺量
中心偏位	4%短边，且不大于 5		
张拉应力值	符合设计要求	全数	查张拉记录
张拉伸长率	±6%		

表 8.5.6-3　钢筋后张法允许偏差

项　目		允许偏差（mm）	检验频率	检验方法
管道坐标	梁长方向	30	抽查 30%，每根查 10 个点	用钢尺量
	梁高方向	10		
管道间距	同排	10	抽查 30%，每根查 5 个点	用钢尺量
	上下排	10		
张拉应力值		符合设计要求	全数	查张拉记录
张拉伸长率		±6%		
断丝滑丝数	钢束	每束一丝，且每断面不超过钢丝总数的 1%		
	钢筋	不允许		

8.5.7　孔道压浆的水泥浆强度必须符合设计规定，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。

8.5.8　锚具的封闭保护应符合本规范第 8.4.8 条第 8 款的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用钢尺量、检查施工记录。

一 般 项 目

8.5.9 预应力筋使用前应进行外观质量检查，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。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

8.5.10 预应力筋用锚具、夹具和连接器使用前应进行外观质量检查，表面不得有裂纹、机械损伤、锈蚀、油污等。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

8.5.11 预应力混凝土用金属螺旋管使用前应按国家现行标准《预应力混凝土用金属螺旋管》JG/T 3013 的规定进行检验。

检查数量：按进场的批次抽样复验。

检验方法：检查产品合格证、出厂检验报告和进场复验报告。

8.5.12 锚固阶段张拉端预应力筋的内缩量，应符合本规范第 8.4.6 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。

9 砌　体

9.1 材　料

9.1.1 砌体所用水泥、砂、外加剂、水应符合本规范第 7.2 节有关规定。砂浆用砂宜采用中砂或粗砂，当缺少中、粗砂时也可采用细砂，但应增加水泥用量。砂的最大粒径，当用于砌筑片石时，不宜超过 5mm；当用于砌筑块石、粗料石时，不宜超过 2.5mm。砂的含泥量：砂浆强度等级不小于 M5 时，不得大于 5%；当砂浆强度等级小于 M5 时不得大于 7%。

9.1.2 石料的技术性能应符合下列规定：

1 石料应符合设计规定的类别和强度，石质应均匀、耐风化、无裂纹。

2 石料抗压强度的测定，应符合《公路工程岩石试验规程》JTG E41 的规定。

3 在潮湿和浸水地区主体工程的石料软化系数，不得小于 0.8。对最冷月份平均气温低于－10℃的地区，除干旱地区的不受冰冻部位外，石料的抗冻性指标应符合冻融循环 25 次的要求。

9.1.3 混凝土砌块的预制应符合本规范第 7 章有关规定。

9.2 砂　浆

9.2.1 砂浆的强度应符合设计要求。设计无规定时，主体工程用砂浆强度不得低于 M10，一般工程用砂浆强度不得低于 M5。设计有明确冻融循环次数要求的砂浆，经冻融试验后，质量损失率不得大于 5%，强度损失率不得大于 25%。

9.2.2 砂浆强度等级应制作边长为 70.7mm 的立方体试件，以在标准养护条件下 28d 的抗压极限强度表示（6 块为 1 组）。砂浆强度等级可分为 M20、M15、M10、M7.5、M5。

9.2.3 砂浆的配合比宜经设计，并通过试配确定。水泥砂浆中的水泥用量不宜小于 200kg/m³；水泥混合砂浆中水泥与掺合料的总量应为 300～350kg/m³，在满足稠度和分层度的前提下，掺合料的用量宜尽量减少。

9.2.4 砌筑砂浆应具有良好的和易性，保证砌体胶结牢固。砂浆稠度应以标准圆锥体沉入度表示，石砌体宜为 5～7cm。对吸水率较大的砌筑料石，天气干热多风时，可适当加大稠度值。

9.2.5 砂浆应使用机械搅拌，搅拌时间不得少于 1.5min。砂浆应随拌随用，并应在拌合后 4h 内使用完毕。在运输和储存中发生离析、泌水时，使用前应重新拌合，已凝结的砂浆不得使用。

9.3 浆 砌 石

9.3.1 在地下水位以下或处于潮湿土壤中的石砌体应采用水泥砂浆砌筑。当遇有侵蚀性水时，水泥种类应按设计规定选择。

9.3.2 采用分段砌筑时，相邻段的高差不宜超过 1.2m，工作缝位置宜在伸缩缝或沉降缝处。同一砌体当天连续砌筑高度不宜超过 1.2m。

9.3.3 砌体应分层砌筑，各层石块应安放稳固，石块间的砂浆应饱满，粘结牢固，石块不得直接贴靠或留有空隙。砌筑过程中，不得在砌体上用大锤修凿石块。

9.3.4 在已砌筑的砌体上继续砌筑时，应将已砌筑的砌体表面清扫干净和湿润。

9.3.5 浆砌片石施工尚应符合下列规定：

1 砌体下部宜选用较大的片石，转角及外缘处应选用较大且方正的片石。

2 砌筑时宜以 2～3 层片石组成一个砌筑层，每个砌筑层的水平缝应大致找平，竖缝应错开。灰缝宽度不宜大于 4cm。

3 片石应采取坐浆法砌筑，自外边开始。片石应大小搭配、相互错叠、咬接密实，较大的缝隙中应填塞小石块。

4 砌片石墙必须设置拉结石，拉结石应均匀分布，相互错

开，每 0.7m² 墙面至少应设置一块。

9.3.6 浆砌块石施工尚应符合下列规定：

1 用作镶面的块石，外露面四周应加以修凿，其修凿进深不得小于 7cm。镶面丁石的长度不得短于顺石宽度的 1.5 倍。

2 每层块石的高度应尽量一致，每砌筑 0.7～1.0m 应找平一次。

3 砌筑镶面石时，上下层立缝错开的距离应大于 8cm。

4 砌筑填心石时，灰缝应错开。水平灰缝宽度不得大于 3cm；垂直灰缝宽度不得大于 4cm。较大缝隙中应填塞小块石。

9.3.7 浆砌料石施工尚应符合下列规定：

1 每层镶面石均应先按规定灰缝宽及错缝要求配好石料，再用坐浆法顺序砌筑，并应随砌随填塞立缝。

2 一层镶面石砌筑完毕，方可砌填心石，其高度应与镶面石平，当采用水泥混凝土填心，镶面石可先砌 2～3 层后再浇筑混凝土。

3 每层镶面石均应采用一丁一顺砌法，宽度应均匀。相邻两层立缝错开距离不得小于 10cm；在丁石的上层和下层不得有立缝；所有立缝均应垂直。

9.4 砌体勾缝及养护

9.4.1 砌筑时应及时把砌体表面的灰缝砂浆向内剔除 2cm，砌筑完成 1～2 日内应采用水泥砂浆勾缝。如设计规定不勾缝，则应随砌随将灰缝砂浆刮平。

9.4.2 勾缝前应封堵脚手架眼，剔凿瞎缝和窄缝，清除砌体表面粘结的砂浆、灰尘和杂物等，并将砌体表面洒水湿润。

9.4.3 砌体勾缝形式、砂浆强度等级应符合设计要求。设计无规定时，块石砌体宜采用凸缝或平缝；细料石及粗料石砌体应采用凹缝。勾缝砂浆强度等级不得低于 M10。

9.4.4 砌石勾缝宽度应保持均匀，片石勾缝宽宜为 3～4cm；块石勾缝宽宜为 2～3cm；料石、混凝土预制块缝宽宜为 1～1.5cm。

9.4.5 块石砌体勾缝应保持砌筑的自然缝，勾凸缝时，灰缝应整齐，拐弯圆滑流畅、宽度一致，不出毛刺，不得空鼓脱落。

9.4.6 料石砌体勾缝应横平竖直、深浅一致，十字缝衔接平顺，不得有瞎缝、丢缝和粘接不牢等现象，勾缝深度应较墙面凹进5mm。

9.4.7 砌体在砌筑和勾缝砂浆初凝后，应立即覆盖洒水，湿润养护7～14d，养护期间不得碰撞、振动或承重。

9.5 冬 期 施 工

9.5.1 当工地昼夜平均气温连续5d低于5℃或最低气温低于－3℃时，应确定砌体进入冬期施工。

9.5.2 砂浆强度未达到设计强度的70%时，不得使其受冻。

9.5.3 砌块应干净，无冰雪附着。砂中不得有冰块或冻结团块。遇水浸泡后受冻的砌块不得使用。

9.5.4 砂浆宜采用普通硅酸盐水泥，水温不得超过80℃，当使用60℃以上的热水时，宜先将水和砂稍加搅拌后再加水泥，水泥不得加热。

9.5.5 砂浆宜在暖棚内机械拌制，搅拌时间不得小于2min，砂浆的稠度宜较常温适当增大，以4～6cm为宜。

9.5.6 砂浆应随拌随用，每次拌合量宜在0.5h内用完。已冻结的砂浆不得使用。

9.5.7 施工中应根据施工方法、环境气温，通过热工计算确定砂浆砌筑温度。石料、混凝土砌块表面与砂浆的温差不宜大于20℃。

9.5.8 掺加外加剂砌筑承重砌体时，砂浆强度等级应较常温施工提高一级。

9.5.9 在暖棚内砌筑时，应符合下列规定：

1 砂浆的温度不得低于15℃，砌块的温度应在5℃以上，棚内地面处温度不得低于5℃。

2 砌体保温时间应以砂浆达到其抗冻强度的时间为准。

3 应洒水养护，保持砌体湿润。

9.5.10 采用抗冻砂浆砌筑时，应符合下列规定：

1 抗冻砂浆宜优先选用硅酸盐水泥或普通硅酸盐水泥和细度模数较大的砂。

2 抗冻砂浆的温度不得低于5℃。

3 用抗冻砂浆砌筑的砌体，应在砌筑后加以保温覆盖，不得浇水。

4 抗冻砂浆的抗冻剂掺量可通过试验确定。

5 桥梁支座垫石不宜采用抗冻砂浆。

9.6 检 验 标 准

主 控 项 目

9.6.1 石材的技术性能和混凝土砌块的强度等级应符合设计要求。

同产地石材至少抽取一组试件进行抗压强度试验（每组试件不少于6个）；在潮湿和浸水地区使用的石材，应各增加一组抗冻性能指标和软化系数试验的试件。混凝土砌块抗压强度试验，应符合本规范第7.13.5条的规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查试验报告。

9.6.2 砌筑砂浆应符合下列规定：

1 砂、水泥、水和外加剂的质量检验应符合本规范第7.13节的有关规定。

2 砂浆的强度等级必须符合设计要求。

每个构筑物、同类型、同强度等级每100m³砌体为一批，不足100m³的按一批计，每批取样不得少于一次。砂浆强度试件应在砂浆搅拌机出料口随机抽取，同一盘砂浆制作1组试件。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查试验报告。

9.6.3 砂浆的饱满度应达到80%以上。

检查数量：每一砌筑段、每步脚手架高度抽查不少于5处。

检验方法：观察。

一 般 项 目

9.6.4 砌体必须分层砌筑，灰缝均匀，缝宽符合要求，咬槎紧密，严禁通缝。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

9.6.5 预埋件、泄水孔、滤层、防水设施、沉降缝等应符合设计规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用钢尺量。

9.6.6 砌体砌缝宽度、位置应符合表9.6.6的规定。

表9.6.6 砌体砌缝宽度、位置

项目		允许值(mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
表面砌缝宽度	浆砌片石	≤40	每个构筑物、每个砌筑面或两条伸缩缝之间为一检验批	10	用钢尺量
	浆砌块石	≤30			
	浆砌料石	15～20			
三块石料相接处的空隙		≤70			
两层间竖向错缝		≥80			

9.6.7 勾缝应坚固、无脱落，交接处应平顺，宽度、深度应均匀，灰缝颜色应一致，砌体表面应洁净。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

10 基　础

10.1 扩大基础

10.1.1 基础位于旱地上，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。基坑顶有动荷载时，坑顶边与动荷载间应留有不小于 1m 宽的护道。遇不良的工程地质与水文地质时，应对相应部位采取加固措施。

10.1.2 当基础位于河、湖、浅滩中采用围堰进行施工时，施工前应对围堰进行施工设计，并应符合下列规定：

1 围堰顶宜高出施工期间可能出现的最高水位（包括浪高）0.5～0.7m。

2 围堰应减少对现状河道通航、导流的影响。对河流断面被围堰压缩而引起的冲刷，应有防护措施。

3 围堰应便于施工、维护及拆除。围堰材质不得对现况河道水质产生污染。

4 围堰应严密，不得渗漏。

10.1.3 当采用集水井排水时，集水井宜设在河流的上游方向。排水设备的能力宜大于总渗水量的 1.5～2.0 倍。遇粉细砂土质应采取防止泥砂流失的措施。

10.1.4 井点降水应符合下列规定：

1 井点降水适用于粉、细砂和地下水位较高、有承压水、挖基较深、坑壁不易稳定的土质基坑。在无砂的黏质土中不宜使用。

2 井管可根据土质分别用射水、冲击、旋转及水压钻机成孔。降水曲线应深入基底设计标高以下 0.5m。

3 施工中应做好地面、周边建（构）筑物沉降及坑壁稳定的观测，必要时应采取防护措施。

10.1.5 当基坑受场地限制不能按规定放坡或土质松软、含水量较大基坑坡度不易保持时，应对坑壁采取支护措施。

10.1.6 开挖基坑应符合下列规定：

1 基坑宜安排在枯水或少雨季节开挖。

2 坑壁必须稳定。

3 基底应避免超挖，严禁受水浸泡和受冻。

4 当基坑及其周围有地下管线时，必须在开挖前探明现况。对施工损坏的管线，必须及时处理。

5 槽边堆土时，堆土坡脚距基坑顶边线的距离不得小于1m，堆土高度不得大于1.5m。

6 基坑挖至标高后应及时进行基础施工，不得长期暴露。

10.1.7 基坑内地基承载力必须满足设计要求。基坑开挖完成后，应会同设计、勘探单位实地验槽，确认地基承载力满足设计要求。

10.1.8 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，并在施工前结合现场情况，编制专项地基处理方案。

10.1.9 回填土方应符合下列规定：

1 填土应分层填筑并压实。

2 基坑在道路范围时，其回填技术要求应符合国家现行标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1的有关规定。

3 当回填涉及管线时，管线四周的填土压实度应符合相关管线的技术规定。

10.2 沉 入 桩

10.2.1 桩基施工场地应平整、坚实、无障碍物。

10.2.2 沉桩前应对预制桩进行检查，确认合格。

10.2.3 选择沉桩设备和施工方法应符合下列规定：

1 锤击沉桩宜用于砂类土、黏性土。桩锤可选择单动汽锤、柴油机锤；当沉入桩数量少，入土深度小，在交通不便地区亦可

使用落锤。

2 振动沉桩宜用于锤击沉桩效果较差的密实的黏性土、砾石、风化岩。

3 在密实的砂土、碎石土、砂砾的土层中用锤击法、振动沉桩法有困难时，可采用射水作为辅助手段进行沉桩施工。在黏性土中应慎用射水沉桩；在重要建筑物附近不宜采用射水沉桩。

4 静力压桩宜用于软黏土（标准贯入度 $N<20$）、淤泥质土。

5 钻孔埋桩宜用于黏土、砂土、碎石土，且河床覆土较厚的情况。

10.2.4 沉桩施工应根据现场环境状况采取防噪声措施。在城区、居民区等人员密集的场所不得进行沉桩施工。

10.2.5 对地质复杂的大桥、特大桥，为检验桩的承载能力和确定沉桩工艺应进行试桩。

10.2.6 当对桩基的质量发生疑问时，可采用无损探伤进行检验。

10.2.7 混凝土桩制作应符合下列规定：

1 在现场预制时，场地应平整、坚实、不积水，并应便于混凝土的浇筑和桩的吊运。

2 钢筋混凝土桩的主筋，宜采用整根钢筋，如需接长宜采用闪光对焊。主筋与箍筋或螺旋筋应连接紧密，交叉处应采用点焊或钢丝绑扎牢固。

3 混凝土的坍落度宜为 4～6cm。

4 混凝土应连续浇筑，不得留工作缝。

10.2.8 预制桩的起吊强度应符合设计要求；当设计无规定时，预制桩达设计强度的 75%方可起吊，起吊应平稳，不得损坏桩身混凝土。预制桩强度达到设计强度的 100%方可运输，运输时桩身应平置。

10.2.9 钢桩宜在工厂制作，现场拼接应符合本规范第 14 章的有关规定。

10.2.10 钢桩防腐应符合设计要求，并应符合下列规定：

1 钢桩位于河床局部冲刷线以下 1.5m 至承台底面以上 5～10cm 部分，应进行防腐处理。

2 防腐前应进行喷砂除锈，达到出现金属光泽，表面无锈蚀点。

3 运输、起吊沉桩过程中，防腐层被破坏时应及时修补。

10.2.11 桩的运输、堆放应符合下列规定：

1 堆放场地应平整、坚实、排水通畅。

2 混凝土桩的支点应与吊点上下对准，堆放不宜超过 4 层。

3 钢桩的支点应布置合理，防止变形，堆放不得超过 3 层。应采取防止钢管桩滚动的措施。

10.2.12 在黏土质地区沉入群桩，在每根桩下沉完毕后，应测量其桩顶标高，待全部沉桩完毕后再测量各桩顶标高，若有隆起现象应采取措施。

10.2.13 在软塑黏土质地区或松散的砂土质地区下沉群桩时，应对影响范围内的建（构）筑物采取相应的保护措施。

10.2.14 桩的连接接头强度不得低于桩截面的总强度。钢桩接桩处纵向弯曲矢高不得大于桩长的 0.2%。

10.2.15 锤击沉桩应符合下列规定：

1 混凝土预制桩达到设计强度后方可沉桩。

2 沉型钢桩时，应采取防止桩横向失稳的措施。

3 当沉桩的桩顶标高低于落锤的最低标高时，应设送桩，其强度不得小于桩的设计强度。送桩应与桩锤、桩身在同一轴线上。

4 开始沉桩时应控制桩锤的冲击能，低锤慢打；当桩入土一定深度后，可按要求落距和正常锤击频率进行。

5 锤击沉桩的最后贯入度，柴油锤宜为 1～2mm /击，蒸汽锤宜为 2～3mm /击。

6 停锤应符合下列要求：

1）桩端位于黏性土或较松软土层时，应以标高控制，

贯入度作为校核。如桩沉至设计标高，贯入度仍较大时，应继续锤击，其贯入度控制值应由设计确定。

2）桩端位于坚硬、硬塑的黏土及中密以上的粉土、砂、碎石类土、风化岩时，应以贯入度控制。当硬层土有冲刷时应以标高控制。

3）贯入度已达到要求，而桩尖未达到设计标高时，应在满足冲刷线下最小嵌固深度后，继续锤击 3 阵（每阵 10 锤），贯入度不得大于设计规定的数值。

7 在沉桩过程中发现以下情况应暂停施工，并应采取措施进行处理：

1）贯入度发生剧变；

2）桩身发生突然倾斜、位移或有严重回弹；

3）桩头或桩身破坏；

4）地面隆起；

5）桩身上浮。

10.2.16 振动沉桩应符合下列规定：

1 振动沉桩法应考虑振动对周围环境的影响，并应验算振动上拔力对桩结构的影响。

2 开始沉桩时应以自重下沉或射水下沉，待桩身稳定后再采用振动下沉。

3 每根桩的沉桩作业，应一次完成，中途不宜停顿过久。

4 在沉桩过程中如发生本规范第 10.2.15 条 7 款的情况或机械故障应即暂停，查明原因经采取措施后，方可继续施工。

10.2.17 射水沉桩应符合下列规定：

1 在砂类土、砾石土和卵石土层中采用射水沉桩，应以射水为主；在黏性土中采用射水沉桩，应以锤击为主。

2 当桩尖接近设计高程时，应停止射水进行锤击或振动下沉，桩尖进入未冲动的土层中的深度应根据沉桩试验确定，一般不得小于 2m。

3 采用中心射水沉桩，应在桩垫和桩帽上，留有排水通道，

降低高压水从桩尖返入桩内的压力。

4 射水沉桩应根据土层情况，选择高压泵压力和排水量。

10.2.18 采用预钻孔沉桩施工时，当钻孔直径大于桩径或对角线时，沉桩就位后，桩的周围应压注水泥浆；当钻孔直径小于桩径或对角线时，钻孔深度应为桩长的 1/3～1/2，沉桩应按本规范第 10.2.15 条第 6 款规定停锤。

10.2.19 桩的复打应符合下列规定：

1 在“假极限”土中的桩、射水下沉的桩、有上浮的桩均应复打。

2 复打前“休息”天数应符合下列要求：

1）桩穿过砂类土，桩尖位于大块碎石类土、紧密的砂类土或坚硬的黏性土，不得少于 1 昼夜；

2）在粗中砂和不饱和的粉细砂里不得少于 3 昼夜；

3）在黏性土和饱和的粉细砂里不得少于 6 昼夜。

3 复打应达到最终贯入度小于或等于停打贯入度。

10.3 灌 注 桩

10.3.1 钻孔施工准备工作应符合下列规定：

1 钻孔场地应符合下列要求：

1）在旱地上，应清除杂物，平整场地；遇软土应进行处理。

2）在浅水中，宜用筑岛法施工。

3）在深水中，宜搭设平台。如水流平稳，钻机可设在船上，船必须锚固稳定。

2 制浆池、储浆池、沉淀池，宜设在桥的下游，也可设在船上或平台上。

3 钻孔前应埋设护筒。护筒可用钢或混凝土制作，应坚实、不漏水。当使用旋转钻时，护筒内径应比钻头直径大 20cm；使用冲击钻机时，护筒内径应大 40cm。

4 护筒顶面宜高出施工水位或地下水位 2m，并宜高出施工

面高度。其高度应满足孔内泥浆面高度的要求。

5 护筒埋设应符合下列要求：

1）在岸滩上的埋设深度：黏性土、粉土不得小于 1m；砂性土不得小于 2m。当表面土层松软时，护筒应埋入密实土层中 0.5m 以下。

2）水中筑岛，护筒应埋入河床面以下 1m 左右。

3）在水中平台上沉入护筒，可根据施工最高水位、流速、冲刷及地质条件等因素确定沉入深度，必要时应沉入不透水层。

4）护筒埋设允许偏差：顶面中心偏位宜为 5cm。护筒斜度宜为 1%。

6 在砂类土、碎石土或黏土砂土夹层中钻孔应用泥浆护壁。

7 泥浆宜选用优质黏土、膨润土或符合环保要求的材料制备。

10.3.2 钻孔施工应符合下列规定：

1 钻孔时，孔内水位宜高出护筒底脚 0.5m 以上或地下水位以上 1.5～2m。

2 钻孔时，起落钻头速度应均匀，不得过猛或骤然变速。孔内出土，不得堆积在钻孔周围。

3 钻孔应一次成孔，不得中途停顿。钻孔达到设计深度后，应对孔位、孔径、孔深和孔形等进行检查。

4 钻孔中出现异常情况，应进行处理，并应符合下列要求：

1）坍孔不严重时，可加大泥浆相对密度继续钻进，严重时必须回填重钻。

2）出现流沙现象时，应增大泥浆相对密度，提高孔内压力或用黏土、大泥块、泥砖投下。

3）钻孔偏斜、弯曲不严重时，可重新调整钻机在原位反复扫孔，钻孔正直后继续钻进。发生严重偏斜、弯曲、梅花孔、探头石时，应回填重钻。

4）出现缩孔时，可提高孔内泥浆量或加大泥浆相对密

度采用上下反复扫孔的方法，恢复孔径。

5）冲击钻孔发生卡钻时，不宜强提。应采取措施，使钻头松动后再提起。

10.3.3 清孔应符合下列规定：

1 钻孔至设计标高后，应对孔径、孔深进行检查，确认合格后即进行清孔。

2 清孔时，必须保持孔内水头，防止坍孔。

3 清孔后应对泥浆试样进行性能指标试验。

4 清孔后的沉渣厚度应符合设计要求。设计未规定时，摩擦桩的沉渣厚度不应大于 300mm；端承桩的沉渣厚度不应大于 100mm。

10.3.4 吊装钢筋笼应符合下列规定：

1 钢筋笼宜整体吊装入孔。需分段入孔时，上下两段应保持顺直。接头应符合本规范第 6 章的有关规定。

2 应在骨架外侧设置控制保护层厚度的垫块，其间距竖向宜为 2m，径向圆周不得少于 4 处。钢筋笼入孔后，应牢固定位。

3 在骨架上应设置吊环。为防止骨架起吊变形，可采取临时加固措施，入孔时拆除。

4 钢筋笼吊放入孔应对中、慢放，防止碰撞孔壁。下放时应随时观察孔内水位变化，发现异常应立即停放，检查原因。

10.3.5 灌注水下混凝土应符合下列规定：

1 灌注水下混凝土之前，应再次检查孔内泥浆性能指标和孔底沉渣厚度，如超过规定，应进行第二次清孔，符合要求后方可灌注水下混凝土。

2 水下混凝土的原材料及配合比除应满足本规范第 7.2、7.3 节的要求以外，尚应符合下列规定：

1）水泥的初凝时间，不宜小于 2.5h。

2）粗骨料优先选用卵石，如采用碎石宜增加混凝土配合比的含砂率。粗骨料的最大粒径不得大于导管内径的 1/6～1/8 和钢筋最小净距的 1/4，同时不得大

于 40mm。

3）细骨料宜采用中砂。

4）混凝土配合比的含砂率宜采用 0.4～0.5，水胶比宜采用 0.5～0.6。经试验，可掺入部分粉煤灰（水泥与掺合料总量不宜小于 350kg/m³，水泥用量不得小于 300kg/m³）。

5）水下混凝土拌合物应具有足够的流动性和良好的和易性。

6）灌注时坍落度宜为 180～220mm。

7）混凝土的配制强度应比设计强度提高 10%～20%。

3 浇筑水下混凝土的导管应符合下列规定：

1）导管内壁应光滑圆顺，直径宜为 20～30cm，节长宜为 2m。

2）导管不得漏水，使用前应试拼、试压，试压的压力宜为孔底静水压力的 1.5 倍。

3）导管轴线偏差不宜超过孔深的 0.5%，且不宜大于 10cm。

4）导管采用法兰盘接头宜加锥形活套；采用螺旋丝扣型接头时必须有防止松脱装置。

4 水下混凝土施工应符合下列要求：

1）在灌注水下混凝土前，宜向孔底射水（或射风）翻动沉淀物 3～5min。

2）混凝土应连续灌注，中途停顿时间不宜大于 30min。

3）在灌注过程中，导管的埋置深度宜控制在 2～6m。

4）灌注混凝土应采取防止钢筋骨架上浮的措施。

5）灌注的桩顶标高应比设计高出 0.5～1m。

6）使用全护筒灌注水下混凝土时，护筒底端应埋于混凝土内不小于 1.5m，随导管提升逐步上拔护筒。

10.3.6 灌注水下混凝土过程中，发生断桩时，应会同设计、监理根据断桩情况研究处理措施。

10.3.7 在特殊条件下需人工挖孔时，应根据设计文件、水文地质条件、现场状况，编制专项施工方案。其护壁结构应经计算确定。施工中应采取防坠落、坍塌、缺氧和有毒、有害气体中毒的措施。

10.4 沉　　井

10.4.1 沉井下沉前，应对其附近的堤防、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。

10.4.2 在河、湖中的沉井施工前，应调查洪汛、凌汛、河床冲刷、通航及漂流物等情况，制定防汛及相应的安全措施。

10.4.3 就地制作沉井应符合下列规定：

1 在旱地制作沉井应将原地面平整、夯实；在浅水中或可能被淹没的旱地、浅滩应筑岛制作沉井；在地下水位很低的地区制作沉井，可先开挖基坑至地下水位以上适当高度（一般为1～1.5m），再制作沉井。

2 制作沉井处的地面承载力应符合设计要求。当不能满足承载力要求时，应采取加固措施。

3 筑岛制作沉井时，应符合下列要求：

1） 筑岛标高应高于施工期间河水的最高水位0.5～0.7m，当有冰流时，应适当加高。

2） 筑岛的平面尺寸，应满足沉井制作及抽垫等施工要求。无围堰筑岛时，应在沉井周围设置不少于2m的护道，临水面坡度宜为1∶1.75～1∶3。有围堰筑岛时，沉井外缘距围堰的距离应满足公式（10.4.3），且不得小于1.5m；当不能满足时，应考虑沉井重力对围堰产生的侧压力。

$$b \geqslant H \tan(45^\circ - \varphi/2) \qquad (10.4.3)$$

式中 b——沉井外缘距围堰的距离（m）；

H——筑岛高度（m）；

φ——筑岛用土含水饱和时的摩擦角。

3）筑岛材料应以透水性好、易于压实和开挖的无大块颗粒的砂土或碎石土。

4）筑岛应考虑水流冲刷对岛体稳定性的影响，并采取加固措施。

5）在斜坡上或在靠近堤防两侧筑岛时，应采取防止滑移的措施。

4 刃脚部位采用土内模时，宜用黏性土填筑，土模表面应铺 20～30mm 的水泥砂浆，砂浆层表面应涂隔离剂。

5 沉井分节制作的高度，应根据下沉系数、下沉稳定性，经验算确定。底节沉井的最小高度，应能满足拆除支垫或挖除土体时的竖向挠曲强度要求。

6 混凝土强度达到 25%时可拆除侧模，混凝土强度达 75%时方可拆除刃脚模板。

7 底节沉井抽垫时，混凝土强度应满足设计文件规定的抽垫要求。抽垫程序应符合设计规定，抽垫后应立即用砂性土回填、捣实。抽垫时应防止沉井偏斜。

10.4.4 沉井下沉应符合下列规定：

1 在渗水量小，土质稳定的地层中宜采用排水下沉。有涌水翻砂的地层，不宜采用排水下沉。

2 下沉困难时，可采用高压射水、降低井内水位、压重等措施下沉。

3 沉井应连续下沉，尽量减少中途停顿时间。

4 下沉时，应自中间向刃脚处均匀对称除土。支承位置处的土，应在最后同时挖除。应控制各井室间的土面高差，并防止内隔墙底部受到土层的顶托。

5 沉井下沉中，应随时调整倾斜和位移。

6 弃土不得靠近沉井，避免对沉井引起偏压。在水中下沉时，应检查河床因冲、淤引起的土面高差，必要时可采用外弃土调整。

7 在不稳定的土层或沙土中下沉时，应保持井内外水位一

定的高差，防止翻沙。

8 纠正沉井倾斜和位移应先摸清情况、分析原因，然后采取相应措施，如有障碍物应先排除再纠偏。

10.4.5 沉井接高应符合下列规定：

1 沉井接高前应调平。接高时应停止除土作业。

2 接高时，井顶露出水面不得小于150cm，露出地面不得小于50cm。

3 接高时应均匀加载，可在刃脚下回填或支垫，防止沉井在接高加载时突然下沉或倾斜。

4 接高时应清理混凝土界面，并用水湿润。

5 接高后的各节沉井中轴线应一致。

10.4.6 沉井下沉至设计高程后应清理、平整基底，经检验符合设计要求后，应及时封底。

10.4.7 水下封底施工应符合本规范第10.3.5条的有关规定，并应符合下列规定：

1 采用数根导管同时浇注时，导管数量和位置宜符合表10.4.7的规定。

表10.4.7 导管作用范围

导管内径（mm）	导管作用半径（m）	导管下口要求埋入深度（m）
250	1.1左右	2.0以上
300	1.3～2.2	
300～500	2.2～4.0	

2 导管底端埋入封底混凝土的深度不宜小于0.8m。

3 混凝土顶面的流动坡度宜控制在1∶5以下。

4 在封底混凝土上抽水时，混凝土强度不得小于10MPa，硬化时间不得小于3d。

10.4.8 浮式沉井施工应符合下列规定：

1 沉井制作应符合下列要求：

1）沉井的底节应做水压试验，其他各节应经水密试验，

合格后方可入水。

2）沉井的气筒应按受压容器的有关规定，经检验合格后方可使用。

3）沉井的临时性井底，除应做水密试验，确认合格外，尚应满足在水下拆除方便的要求。

2 沉井在浮运前，应对所经水域和沉井位置处河床进行探查，确认水域无障碍物，沉井位置的河床平整；应掌握水文、气象及航运等情况；应检查拖运、定位、导向、锚碇等设施状况，确认合格。

3 浮式沉井底节入水后的初定位置，宜设在墩位上游适当位置。

4 浮式沉井在悬浮状态下接高应符合下列要求：

1）沉井悬浮于水中应随时验算沉井的稳定性。

2）接高时，必须均匀对称地加载，沉井顶面宜高出水面 1.5m 以上。

3）应随时测量墩位处河床冲刷情况，必要时应采取防护措施。

4）带气筒的浮式沉井，气筒应加以保护。

5）带临时性井底的浮式沉井及双壁浮式沉井，应控制各灌水隔舱间的水头差不得超过设计要求。

5 浮式沉井着床定位应符合下列要求：

1）着床宜安排在枯水时期、低潮水位和流速平稳时进行。

2）着床前应对锚碇设备进行检查和调整，确保沉井着床位置准确。

3）着床前应探明墩位处河床情况，确认符合设计要求。

4）着床位置，应根据河床高差、冲淤情况、地层及沉井入土下沉深度等因素研究确定，宜向河床较高位置偏移适当尺寸。

5）沉井着床后，应尽快下沉，使沉井保持稳定。

10.5 地下连续墙

10.5.1 在堤防、建（构）筑物附近施工前，必须了解堤防、建（构）筑物结构及其基础情况，如影响其安全时，应采取有效防护措施，并在施工中加强观测。

10.5.2 用泥浆护壁挖槽的地下连续墙应先构筑导墙。

10.5.3 导墙的材料、平面位置、形式、埋置深度、墙体厚度、顶面高程应符合设计要求。当设计无要求时，应符合下列规定：

1 导墙宜采用钢筋混凝土构筑，混凝土等级不宜低于C20。

2 导墙的平面轴线应与地下连续墙平行，两导墙的内侧间距宜比地下连续墙体厚度大40～60mm。

3 导墙断面形式应根据土质情况确定，可采用板形、[形或倒L形。

4 导墙底端埋入土体内深度宜大于1m。基底土层应夯实。导墙顶端应高出地下水位，墙后填土应与墙顶齐平，导墙顶面应水平，内墙面应竖直。

5 导墙支撑间距宜为1～1.5m。

10.5.4 混凝土导墙施工应符合下列规定：

1 导墙分段现浇时，段落划分应与地下连续墙划分的节段错开。

2 安装预制导墙段时，必须保证连接处质量，防止渗漏。

3 混凝土导墙在浇筑及养护期间，重型机械、车辆不得在附近作业、行驶。

10.5.5 地下连续墙的成槽施工，应根据地质条件和施工条件选用挖槽机械，并采用间隔式开挖，一般地质条件应间隔一个单元槽段。挖槽时，抓斗中心平面应与导墙中心平面相吻合。

10.5.6 挖槽过程中应观察槽壁变形、垂直度、泥浆液面高度，并应控制抓斗上下运行速度。如发现较严重坍塌时，应及时将机械设备提出，分析原因，妥善处理。

10.5.7 槽段挖至设计高程后，应及时检查槽位、槽深、槽宽和

垂直度，合格后方可进行清底。

10.5.8 清底应自底部抽吸并及时补浆，沉淀物淤积厚度不得大于100mm。

10.5.9 接头施工应符合设计要求，并应符合下列规定：

1 锁口管应能承受灌注混凝土时的侧压力，且不得产生位移。

2 安放锁口管时应紧贴槽端，垂直、缓慢下放，不得碰撞槽壁和强行入槽。锁口管应沉入槽底300～500mm。

3 锁口管灌注混凝土2～3h后进行第一次起拔，以后应每30min提升一次，每次提升50～100mm，直至终凝后全部拔出。

4 后继段开挖后，应对前槽段竖向接头进行清刷，清除附着土渣、泥浆等物。

10.5.10 吊装钢筋骨架应符合本规范第10.3.4条的有关规定，且应符合下列规定：

1 吊放钢筋骨架时，必须将钢筋骨架中心对准单元节段的中心，准确放入槽内，不得使骨架发生摆动和变形。

2 全部钢筋骨架入槽后，应固定在导墙上，顶端高度应符合设计要求。

3 当钢筋骨架不能顺利的插入槽内时，应查明原因，排除障碍后，重新放入，不得强行压入槽内。

4 钢筋骨架分节沉入时，下节钢筋笼应临时固定在导墙上，上下节主筋应对正、焊接牢固，并经检查合格后方可继续下沉。

10.5.11 水下混凝土施工应符合本规范第10.3.5条的规定。

10.6 承　台

10.6.1 承台施工前应检查基桩位置，确认符合设计要求，如偏差超过检验标准，应会同设计、监理工程师制定措施并实施后，方可施工。

10.6.2 在基坑无水情况下浇筑钢筋混凝土承台，如设计无要求，基底应浇筑10cm厚混凝土垫层。

10.6.3 在基坑有渗水情况下浇筑钢筋混凝土承台，应有排水措施，基坑不得积水。如设计无要求，基底可铺 10cm 厚碎石，并浇筑 5～10cm 厚混凝土垫层。

10.6.4 承台混凝土宜连续浇筑成型。分层浇筑时，接缝应按施工缝处理。

10.6.5 水中高桩承台采用套箱法施工时，套箱应架设在可靠的支承上，并具有足够的强度、刚度和稳定性。套箱顶面高程应高于施工期间的最高水位。套箱应拼装严密，不漏水。套箱底板与基桩之间缝隙应堵严。套箱下沉就位后，应及时浇筑水下混凝土封底。

10.7 检 验 标 准

10.7.1 基础施工涉及的模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土、砌体质量检验应符合本规范第 5.4、6.5、7.13、8.5、9.6 节的规定。

10.7.2 扩大基础质量检验应符合下列规定：

1 基坑开挖允许偏差应符合表 10.7.2-1 的规定。

一 般 项 目

表 10.7.2-1 基坑开挖允许偏差

序号 项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
基底高程	土方	0 −20	每座基坑	5	用水准仪测量四角和中心
	石方	+50 −200		5	
轴线偏位		50		4	用经纬仪测量，纵横各 2 点
基坑尺寸		不小于设计规定		4	用钢尺量每边各 1 点

2 地基检验应符合下列要求：

主 控 项 目

1）地基承载力应按本规范第 10.1.7 条规定进行检验，确认符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查地基承载力报告。

2）地基处理应符合专项处理方案要求，处理后的地基必须满足设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录。

3 回填土方应符合下列要求：

主 控 项 目

1）当年筑路和管线上填方的压实度标准应符合表 10.7.2-2 的要求。

表 10.7.2-2 当年筑路和管线上填方的压实度标准

项 目	压 实 度	检验频率		检验方法
		范围	点数	
填土上当年筑路	符合国家现行标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的有关规定	每个基坑	每层 4 点	用环刀法或灌砂法
管线填土	符合现行相关管线施工标准的规定	每条管线	每层 1 点	

一 般 项 目

2）除当年筑路和管线上回填土方以外，填方压实度不应小于 87%（轻型击实）。检查频率与检验方法同表 10.7.2-2 第 1 项。

3）填料应符合设计要求，不得含有影响填筑质量的杂物。基坑填筑应分层回填、分层夯实。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查回填压实度报告和施工记录。

4 现浇混凝土基础的质量检验应符合本规范第 10.7.1 条规定，且应符合下列要求：

一 般 项 目

1）现浇混凝土基础允许偏差应符合表 10.7.2-3 的要求。

表 10.7.2-3 现浇混凝土基础允许偏差

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
断面尺寸	长、宽	±20	每座基础	4	用钢尺量，长、宽各 2 点
顶面高程		±10		4	用水准仪测量
基础厚度		+10 0		4	用钢尺量，长、宽向各 2 点
轴线偏位		15		4	用经纬仪测量，纵、横各 2 点

2）基础表面不得有孔洞、露筋。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

5 砌体基础的质量检验应符合本规范第 10.7.1 条规定，砌体基础允许偏差应符合表 10.7.2-4 的要求。

一 般 项 目

表 10.7.2-4 砌体基础允许偏差

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
顶面高程		±25	每座基础	4	用水准仪测量
基础厚度	片石	+30 0		4	用钢尺量，长、宽各 2 点
	料石、砌块	+15 0			
轴线偏位		15		4	用经纬仪测量，纵、横各 2 点

10.7.3 沉入桩质量检验应符合下列规定：

1 预制桩质量检验应符合本规范第 10.7.1 条规定，且应符合下列要求：

主 控 项 目

1）桩表面不得出现孔洞、露筋和受力裂缝。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

一 般 项 目

2）钢筋混凝土和预应力混凝土桩的预制允许偏差应符合表 10.7.3-1 的规定。

表 10.7.3-1 钢筋混凝土和预应力混凝土桩的预制允许偏差

项目		允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
实心桩	横截面边长	±5	每批抽查 10%	3	用钢尺量相邻两边
	长度	±50		2	用钢尺量
	桩尖对中轴线的倾斜	10		1	用钢尺量
	桩轴线的弯曲矢高	≤0.1%桩长，且不大于 20	全 数	1	沿构件全长拉线，用钢尺量
	桩顶平面对桩纵轴线的倾斜	≤1%桩径（边长），且不大于 3	每批抽查 10%	1	用垂线和钢尺量
	接桩的接头平面与桩轴平面垂直度	0.5%	每批抽查 20%	4	用钢尺量
空心桩	内径	不小于设计	每批抽查 10%	2	用钢尺量
	壁厚	0 −3		2	用钢尺量
	桩轴线的弯曲矢高	0.2%	全数	1	沿管节全长拉线，用钢尺量

3）桩身表面无蜂窝、麻面和超过 0.15mm 的收缩裂缝。小于 0.15mm 的横向裂缝长度，方桩不得大于边长

或短边长的 1/3，管桩或多边形桩不得大于直径或对角线的 1/3；小于 0.15mm 的纵向裂缝长度，方桩不得大于边长或短边长的 1.5 倍，管桩或多边形桩不得大于直径或对角线的 1.5 倍。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用读数放大镜量测。

2 钢管桩制作质量检验应符合下列要求：

主 控 项 目

1） 钢材品种、规格及其技术性能应符合设计要求和相关标准规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查钢材出厂合格证、检验报告和生产厂的复验报告。

2） 制作焊接质量应符合设计要求和相关标准规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查生产厂的检验报告。

一 般 项 目

3） 钢管桩制作允许偏差应符合表 10.7.3-2 的规定。

表 10.7.3-2 钢管桩制作允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范 围	点数	
外径	±5	每批抽查 10%	4	用钢尺量
长度	+10 0			
桩轴线的弯曲矢高	≤1%桩长，且不大于 20	全数	1	沿桩身拉线，用钢尺量
端部平面度	2	每批抽查 20%		用直尺和塞尺量
端部平面与桩身中心线的倾斜	≤1%桩径，且不大于 3		2	用垂线和钢尺量

3 沉桩质量检验应符合下列要求：

主 控 项 目

1）沉入桩的入土深度、最终贯入度或停打标准应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观查、测量、检查沉桩记录。

一 般 项 目

2）沉桩允许偏差应符合表 10.7.3-3 的规定。

表 10.7.3-3 沉桩允许偏差

项目			允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
				范围	点数	
桩位	群桩	中间桩	≤d/2，且不大于250	每排桩	20%	用经纬仪测量
		外缘桩	d/4			
	排架桩	顺桥方向	40			
		垂直桥轴方向	50			
桩尖高程			不高于设计要求	每根桩	全数	用水准仪测量
斜桩倾斜度			±15%tanθ			用垂线和钢尺量尚未沉入部分
直桩垂直度			1%			

注：1 d为桩的直径或短边尺寸（mm）；

2 θ为斜桩设计纵轴线与铅垂线间夹角（°）。

3）接桩焊缝外观质量应符合表 10.7.3-4 的规定。

表 10.7.3-4 接桩焊缝外观允许偏差

项目		允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
咬边深度（焊缝）		0.5	每条焊道	1	用焊缝量规、钢尺量
加强层高度（焊缝）		+3			
加强层宽度（焊缝）		0			
钢管桩上下节错台	公称直径≥700mm	3			用钢板尺和塞尺量
	公称直径<700mm	2			

10.7.4 混凝土灌注桩质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 成孔达到设计深度后，必须核实地质情况，确认符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录。

2 孔径、孔深应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录。

3 混凝土抗压强度应符合设计要求。

检查数量：每根桩在浇筑地点制作混凝土试件不得少于2组。

检验方法：检查试验报告。

4 桩身不得出现断桩、缩径。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查桩基无损检测报告。

一 般 项 目

5 钢筋笼制作和安装质量检验应符合本规范第10.7.1条规定，且钢筋笼底端高程偏差不得大于±50mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：用水准仪测量。

6 混凝土灌注桩允许偏差应符合表10.7.4的规定。

表10.7.4 混凝土灌注桩允许偏差

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
桩位	群桩	100	每根桩	1	用全站仪检查
	排架桩	50		1	

续表 10.7.4

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
沉渣厚度	摩擦桩	符合设计要求	每根桩	1	沉淀盒或标准测锤，查灌注前记录
	支承桩	不大于设计要求		1	
垂直度	钻孔桩	≤1%桩长，且不大于 500		1	用测壁仪或钻杆垂线和钢尺量
	挖孔桩	≤0.5%桩长，且不大于 200		1	用垂线和钢尺量

注：此表适用于钻孔和挖孔。

10.7.5 沉井基础质量检验应符合下列规定：

1 沉井制作质量检验应符合本规范第 10.7.1 条规定，且应符合下列要求：

主 控 项 目

1）钢壳沉井的钢材及其焊接质量应符合设计要求和相关标准规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查钢材出厂合格证、检验报告、复验报告和焊接检验报告。

2）钢壳沉井气筒必须按受压容器的有关规定制造，并经水压（不得低于工作压力的 1.5 倍）试验合格后方可投入使用。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查制作记录、检查试验报告。

一 般 项 目

3）混凝土沉井制作允许偏差应符合表 10.7.5-1 的规定。

4）混凝土沉井壁表面应无孔洞、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。

表 10.7.5-1　混凝土沉井制作允许偏差

项目		允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
沉井尺寸	长、宽	±0.5%边长，大于24m时±120	每座	2	用钢尺量长、宽各1点
	半径	±0.5%半径，大于12m时±60		4	用钢尺量，每侧1点
对角线长度差		1%理论值，且不大于80		2	用钢尺量，圆井量两个直径
井壁厚度	混凝土	+40 −30		4	用钢尺量，每侧1点
	钢壳和钢筋混凝土	±15			
平整度		8		4	用2m直尺、塞尺量，每侧各1点

2　沉井浮运应符合下列要求：

主控项目

1）预制浮式沉井在下水、浮运前，应进行水密试验，合格后方可下水。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查试验报告。

2）钢壳沉井底节应进行水压试验，其余各节应进行水密检查，合格后方可下水。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查试验报告。

3　沉井下沉应符合下列要求：

主控项目

1）就地浇筑沉井首节下沉应在井壁混凝土达到设计强

度后进行，其上各节达到设计强度的75%后方可下沉。

检查数量：全数检查。

检验方法：每节沉井下沉前检查同条件养护试件试验报告。

一 般 项 目

2）就地制作沉井下沉就位允许偏差应符合表10.7.5-2的规定。

表10.7.5-2 就地制作沉井下沉就位允许偏差

项 目	允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
底面、顶面中心位置	$H/50$	每座	4	用经纬仪测量纵横向各2点
垂直度	$H/50$		4	用经纬仪测量
平面扭角	1°		2	经纬仪检验纵、横轴线交点

注：H为沉井高度（mm）。

3）浮式沉井下沉就位允许偏差应符合表10.7.5-3的规定。

表10.7.5-3 浮式沉井下沉就位允许偏差

项 目	允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
底面、顶面中心位置	$H/50+250$	每座	4	用经纬仪测量纵横向各2点
垂直度	$H/50$		4	用经纬仪测量
平面扭角	2°		2	经纬仪检验纵、横轴线交点

注：H为沉井高度（mm）。

4）下沉后内壁不得渗漏。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

4 清基后基底地质条件检验应符合本规范第 10.7.2 条第 2 款的规定。

5 封底填充混凝土应符合本规范第 10.7.1 条规定，且应符合下列要求：

一 般 项 目

1）沉井在软土中沉至设计高程并清基后，待 8h 内累计下沉小于 10mm 时，方可封底；

检查数量：全数检查。

检验方法：水准仪测量。

2）沉井应在封底混凝土强度达到设计要求后方可进行抽水填充。

检查数量：全数检查。

检验方法：抽水前检查同条件养护试件强度试验报告。

10.7.6 地下连续墙质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 成槽的深度应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：用重锤检查。

2 水下混凝土质量检验应符合本规范第 10.7.1 条规定，且应符合下列要求：

1）墙身不得有夹层、局部凹进。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查无损检测报告。

2）接头处理应符合施工设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录。

一 般 项 目

3）地下连续墙允许偏差应符合表 10.7.6 的规定。

表 10.7.6 地下连续墙允许偏差

项 目	允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
		范围	点数	
轴线偏位	30	每单元段或每槽段	2	用经纬仪测量
外形尺寸	+30 0		1	用钢尺量一个断面
垂直度	0.5%墙高		1	用超声波测槽仪检验
顶面高程	±10		2	用水准仪测量
沉渣厚度	符合设计要求		1	用重锤或沉积物测定仪（沉淀盒）

10.7.7 现浇混凝土承台质量检验，应符合本规范第 10.7.1 条规定，且应符合下列规定：

一 般 项 目

1 混凝土承台允许偏差应符合表 10.7.7 的规定。

表 10.7.7 混凝土承台允许偏差

项 目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
断面尺寸	长、宽	±20	每座	1	用钢尺量，长、宽各 2 点
承台厚度		0 +10		4	用钢尺量
顶面高程		±10		4	用水准仪测量测量四角
轴线偏位		15		4	用经纬仪测量，纵、横各 2 点
预埋件位置		10	每件	2	经纬仪放线，用钢尺量

2 承台表面应无孔洞、露筋、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、用读数放大镜观测。

11 墩　台

11.1 现浇混凝土墩台、盖梁

11.1.1 重力式混凝土墩台施工应符合下列规定：

1 墩台混凝土浇筑前应对基础混凝土顶面做凿毛处理，清除锚筋污锈。

2 墩台混凝土宜水平分层浇筑，每次浇筑高度宜为1.5～2m。

3 墩台混凝土分块浇筑时，接缝应与墩台截面尺寸较小的一边平行，邻层分块接缝应错开，接缝宜做成企口形。分块数量，墩台水平截面积在200m² 内不得超过2块；在300m² 以内不得超过3块。每块面积不得小于50m²。

11.1.2 柱式墩台施工应符合下列规定：

1 模板、支架除应满足强度、刚度外，稳定计算中应考虑风力影响。

2 墩台柱与承台基础接触面应凿毛处理，清除钢筋污锈。浇筑墩台柱混凝土时，应铺同配合比的水泥砂浆一层。墩台柱的混凝土宜一次连续浇筑完成。

3 柱身高度内有系梁连接时，系梁应与柱同步浇筑。V形墩柱混凝土应对称浇筑。

4 采用预制混凝土管做柱身外模时，预制管安装应符合下列要求：

1）基础面宜采用凹槽接头，凹槽深度不得小于5cm。

2）上下管节安装就位后，应采用四根竖方木对称设置在管柱四周并绑扎牢固，防止撞击错位。

3）混凝土管柱外模应设斜撑，保证浇筑时的稳定。

4）管接口应采用水泥砂浆密封。

11.1.3 钢管混凝土墩台柱应采用补偿收缩混凝土，一次连续浇

筑完成。钢管的焊制与防腐应符合本规范第 14 章的有关规定。

11.1.4 盖梁为悬臂梁时，混凝土浇筑应从悬臂端开始；预应力钢筋混凝土盖梁拆除底模时间应符合设计要求；如设计无规定，预应力孔道压浆强度应达到设计强度后，方可拆除底模板。

11.1.5 在交通繁华路段施工盖梁宜采用整体组装模板、快装组合支架。

11.2 预制钢筋混凝土柱和盖梁安装

11.2.1 基础杯口的混凝土强度必须达到设计要求，方可进行预制柱安装。

11.2.2 预制柱安装应符合下列规定：

1 杯口在安装前应校核长、宽、高，确认合格。杯口与预制件接触面均应凿毛处理，埋件应除锈并应校核位置，合格后方可安装。

2 预制柱安装就位后应采用硬木楔或钢楔固定，并加斜撑保持柱体稳定，在确保稳定后方可摘去吊钩。

3 安装后应及时浇筑杯口混凝土，待混凝土硬化后拆除硬楔，浇筑二次混凝土，待杯口混凝土达到设计强度 75%后方可拆除斜撑。

11.2.3 预制钢筋混凝土盖梁安装应符合下列规定：

1 预制盖梁安装前，应对接头混凝土面凿毛处理，预埋件应除锈。

2 在墩台柱上安装预制盖梁时，应对墩台柱进行固定和支撑，确保稳定。

3 盖梁就位时，应检查轴线和各部尺寸，确认合格后方可固定，并浇筑接头混凝土。接头混凝土达到设计强度后，方可卸除临时固定设施。

11.3 重力式砌体墩台

11.3.1 墩台砌筑前，应清理基础，保持洁净，并测量放线，设

置线杆。

11.3.2 墩台砌体应采用坐浆法分层砌筑，竖缝均应错开，不得贯通。

11.3.3 砌筑墩台镶面石应从曲线部分或角部开始。

11.3.4 桥墩分水体镶面石的抗压强度不得低于设计要求。

11.3.5 砌筑的石料和混凝土预制块应清洗干净，保持湿润。

11.4 台背填土

11.4.1 台背填土不得使用含杂质、腐殖物或冻土块的土类。宜采用透水性土。

11.4.2 台背、锥坡应同时回填，并应按设计宽度一次填齐。

11.4.3 台背填土宜与路基填土同时进行，宜采用机械碾压。台背0.8～1m范围内宜回填砂石、半刚性材料，并采用小型压实设备或人工夯实。

11.4.4 轻型桥台台背填土应待盖板和支撑梁安装完成后，两台对称均匀进行。

11.4.5 刚构应两端对称均匀回填。

11.4.6 拱桥台背填土应在主拱施工前完成；拱桥台背填土长度应符合设计要求。

11.4.7 柱式桥台台背填土宜在柱侧对称均匀地进行。

11.4.8 回填土均应分层夯实，填土压实度应符合国家现行标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1的有关规定。

11.5 检验标准

11.5.1 墩台施工涉及的模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土、砌体质量检验应符合本规范第5.4、6.5、7.13、8.5、9.6节的规定。

11.5.2 墩台砌体质量检验应符合本规范第11.5.1条规定，砌筑墩台允许偏差应符合表11.5.2的规定。

表 11.5.3-3　现浇混凝土挡墙允许偏差

项　目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
墙身尺寸	长	±5	每 10m 墙长度	3	用钢尺量
	厚	±5		3	用钢尺量
顶面高程		±5		3	用水准仪量测
垂直度		0.15%H，且不大于 10		3	用经纬仪测量或垂线和钢尺量
轴线偏位		10		1	用经纬仪测量
直顺度		10		1	用 10m 小线、钢尺量
平整度		8		3	用 2m 直尺、塞尺量

注：H 为挡墙高度（mm）。

6　混凝土表面应无孔洞、露筋、蜂窝、麻面。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

11.5.4　预制安装混凝土柱质量检验应符合本规范第 11.5.1 条规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1　柱与基础连接处必须接触严密、焊接牢固、混凝土灌注密实，混凝土强度符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录、用焊缝量规量测、检查试件试验报告。

一 般 项 目

2　预制混凝土柱制作允许偏差应符合表 11.5.4-1 的规定。

表 11.5.4-1 预制混凝土柱制作允许偏差

项目		允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
断面尺寸	长、宽(直径)	±5	每个柱	4	用钢尺量，厚、宽各2点(圆断面量直径)
高度		±10		2	用钢尺量
预应力筋孔道位置		10	每个孔道	1	
侧向弯曲		$H/750$	每个柱	1	沿构件全高拉线，用钢尺量
平整度		3		2	2m直尺、塞尺量

注：H 为柱高（mm）。

3 预制柱安装允许偏差应符合表 11.5.4-2 规定。

表 11.5.4-2 预制柱安装允许偏差

项目	允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
平面位置	10	每个柱	2	用经纬仪测量，纵、横向各1点
埋入基础深度	不小于设计要求		1	用钢尺量
相邻间距	±10		1	用钢尺量
垂直度	$\leqslant 0.5\%H$，且不大于20		2	用经纬仪测量或用垂线和钢尺量，纵横向各1点
墩、柱顶高程	±10		1	用水准仪测量
节段间错台	3		4	用钢板尺和塞尺量

注：H 为柱高（mm）。

4 混凝土柱表面应无孔洞、露筋、蜂窝、麻面和缺棱掉角现象。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

11.5.5 现浇混凝土盖梁质量检验应符合本规范第 11.5.1 条规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 现浇混凝土盖梁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。

一 般 项 目

2 现浇混凝土盖梁允许偏差应符合表 11.5.5 的规定。

表 11.5.5 现浇混凝土盖梁允许偏差

项目		允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
盖梁尺寸	长	+20 −10	每个盖梁	2	用钢尺量，两侧各 1 点
	宽	+10 0		3	用钢尺量，两端及中间各 1 点
	高	±5		3	
盖梁轴线偏位		8		4	用经纬仪测量，纵横各 2 点
盖梁顶面高程		0 −5		3	用水准仪测量，两端及中间各 1 点
平整度		5		2	用 2m 直尺、塞尺量
支座垫石预留位置		10	每个	4	用钢尺量，纵横各 2 点
预埋件位置	高程	±2	每件	1	用水准仪测量
	轴线	5		1	经纬仪放线，用钢尺量

3 盖梁表面应无孔洞、露筋、蜂窝、麻面。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

11.5.6 人行天桥钢墩柱质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 人行天桥钢墩柱的钢材和焊接质量检验应符合本规范第

10.7.3 条第 2 款的规定。

一 般 项 目

2 人行天桥钢墩柱制作允许偏差应符合表 11.5.6-1 的规定。

表 11.5.6-1 人行天桥钢墩柱制作允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
		范围	点数	
柱底面到柱顶支承面的距离	±5	每件	2	用钢尺量
柱身截面	±3			用钢尺量
柱身轴线与柱顶支承面垂直度	±5			用直角尺和钢尺量
柱顶支承面几何尺寸	±3			用钢尺量
柱身挠曲	≤H/1000，且不大于 10			沿全高拉线，用钢尺量
柱身接口错台	3			用钢板尺和塞尺量

注：H 为墩柱高度（mm）。

3 人行天桥钢墩柱安装允许偏差应符合表 11.5.6-2 的规定。

表 11.5.6-2 人行天桥钢墩柱安装允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
			范围	点数	
钢柱轴线对行、列定位轴线的偏位		5	每件	2	用经纬仪测量
柱基标高		+10 −5			用水准仪测量
挠曲矢高		≤H/1000，且不大于 10			沿全长拉线，用钢尺量
钢柱轴线的垂直度	H≤10m	10			用经纬仪测量或垂线和钢尺量
	H>10m	≤H/100，且不大于 25			

注：H 为墩柱高度（mm）。

11.5.7 台背填土质量检验应符合国家现行标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 有关规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 台身、挡墙混凝土强度达到设计强度的 75%以上时，方可回填土。

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 拱桥台背填土应在承受拱圈水平推力前完成。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

一 般 项 目

3 台背填土的长度，台身顶面处不应小于桥台高度加 2m，底面不应小于 2m；拱桥台背填土长度不应小于台高的 3～4 倍。

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 当实际支座安装温度与设计要求不同时，应通过计算设置支座顺桥方向的预偏量。

12.1.2 支座安装平面位置和顶面高程必须正确，不得偏斜、脱空、不均匀受力。

12.1.3 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。

12.1.4 墩台帽、盖梁上的支座垫石和挡块宜二次浇筑，确保其高程和位置的准确。垫石混凝土的强度必须符合设计要求。

12.2 板式橡胶支座

12.2.1 支座安装前应将垫石顶面清理干净，采用干硬性水泥砂浆抹平，顶面标高应符合设计要求。

12.2.2 梁板安放时应位置准确，且与支座密贴。如就位不准或与支座不密贴时，必须重新起吊，采取垫钢板等措施，并应使支座位置控制在允许偏差内。不得用撬棍移动梁、板。

12.3 盆式橡胶支座

12.3.1 当支座上、下座板与梁底和墩台顶采用螺栓连接时，螺栓预留孔尺寸应符合设计要求，安装前应清理干净，采用环氧砂浆灌注；当采用电焊连接时，预埋钢垫板应锚固可靠、位置准确。墩顶预埋钢板下的混凝土宜分 2 次浇筑，且一端灌入，另端排气，预埋钢板不得出现空鼓。焊接时应采取防止烧坏混凝土的措施。

12.3.2 现浇梁底部预埋钢板或滑板应根据浇筑时气温、预应力

筋张拉、混凝土收缩和徐变对梁长的影响设置相对于设计支承中心的预偏值。

12.3.3 活动支座安装前应采用丙酮或酒精解体清洗其各相对滑移面，擦净后在聚四氟乙烯板顶面满注硅脂。重新组装时应保持精度。

12.3.4 支座安装后，支座与墩台顶钢垫板间应密贴。

12.4 球形支座

12.4.1 支座出厂时，应由生产厂家将支座调平，并拧紧连接螺栓，防止运输安装过程中发生转动和倾覆。支座可根据设计需要预设转角和位移，但需在厂内装配时调整好。

12.4.2 支座安装前应开箱检查配件清单、检验报告、支座产品合格证及支座安装养护细则。施工单位开箱后不得拆卸、转动连接螺栓。

12.4.3 当下支座板与墩台采用螺栓连接时，应先用钢楔块将下支座板四角调平，高程、位置应符合设计要求，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。

12.4.4 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。

12.4.5 当梁体安装完毕，或现浇混凝土梁体达到设计强度后，在梁体预应力张拉之前，应拆除上、下支座板连接板。

12.5 检验标准

主控项目

12.5.1 支座应进行进场检验。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查合格证、出厂性能试验报告。

12.5.2 支座安装前，应检查跨距、支座栓孔位置和支座垫石顶面高程、平整度、坡度、坡向，确认符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：用经纬仪和水准仪与钢尺量测。

12.5.3 支座与梁底及垫石之间必须密贴，间隙不得大于0.3mm。垫层材料和强度应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察或用塞尺检查、检查垫层材料产品合格证。

12.5.4 支座锚栓的埋置深度和外露长度应符合设计要求。支座锚栓应在其位置调整准确后固结，锚栓与孔之间隙必须填捣密实。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

12.5.5 支座的粘结灌浆和润滑材料应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查粘结灌浆材料的配合比通知单、检查润滑材料的产品合格证、进场验收记录。

一 般 项 目

12.5.6 支座安装允许偏差应符合表12.5.6的规定。

表12.5.6 支座安装允许偏差

项 目	允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
支座高程	±5	每个支座	1	用水准仪测量
支座偏位	3		2	用经纬仪、钢尺量

13 混凝土梁（板）

13.1 支架上浇筑

13.1.1 在固定支架上浇筑施工应符合下列规定：

1 支架的地基承载力应符合要求，必要时，应采取加强处理或其他措施。

2 应有简便可行的落架拆模措施。

3 各种支架和模板安装后，宜采取预压方法消除拼装间隙和地基沉降等非弹性变形。

4 安装支架时，应根据梁体和支架的弹性、非弹性变形，设置预拱度。

5 支架底部应有良好的排水措施，不得被水浸泡。

6 浇筑混凝土时应采取防止支架不均匀下沉的措施。

13.1.2 在移动模架上浇筑时，模架长度必须满足分段施工要求，分段浇筑的工作缝，应设在零弯矩点或其附近。

13.2 悬臂浇筑

13.2.1 挂篮结构主要设计参数应符合下列规定：

1 挂篮质量与梁段混凝土的质量比值宜控制在0.3～0.5，特殊情况下不得超过0.7。

2 允许最大变形（包括吊带变形的总和）为20mm。

3 施工、行走时的抗倾覆安全系数不得小于2。

4 自锚固系统的安全系数不得小于2。

5 斜拉水平限位系统和上水平限位安全系数不得小于2。

13.2.2 挂篮组装后，应全面检查安装质量，并应按设计荷载做载重试验，以消除非弹性变形。

13.2.3 顶板底层横向钢筋宜采用通长筋。如挂篮下限位器、下

锚带、斜拉杆等部位影响下一步操作需切断钢筋时，应待该工序完工后，将切断的钢筋连好再补孔。

13.2.4 当梁段与桥墩设计为非刚性连接时，浇筑悬臂段混凝土前，应先将墩顶梁段与桥墩临时固结。

13.2.5 墩顶梁段和附近梁段可采用托架或膺架为支架就地浇筑混凝土。托架、膺架应经过设计，计算其弹性及非弹性变形。

13.2.6 桥墩两侧梁段悬臂施工应对称、平衡。平衡偏差不得大于设计要求。

13.2.7 悬臂浇筑混凝土时，宜从悬臂前端开始，最后与前段混凝土连接。

13.2.8 连续梁（T构）的合龙、体系转换和支座反力调整应符合下列规定：

1 合龙段的长度宜为2m。

2 合龙前应观测气温变化与梁端高程及悬臂端间距的关系。

3 合龙前应按设计规定，将两悬臂端合龙口予以临时连接，并将合龙跨一侧墩的临时锚固放松或改成活动支座。

4 合龙前，在两端悬臂预加压重，并于浇筑混凝土过程中逐步撤除，以使悬臂端挠度保持稳定。

5 合龙宜在一天中气温最低时进行。

6 合龙段的混凝土强度宜提高一级，以尽早施加预应力。

7 连续梁的梁跨体系转换，应在合龙段及全部纵向连续预应力筋张拉、压浆完成，并解除各墩临时固结后进行。

8 梁跨体系转换时，支座反力的调整应以高程控制为主，反力作为校核。

13.3 装配式梁（板）施工

13.3.1 构件预制应符合下列规定：

1 场地应平整、坚实，并采取必要的排水措施。

2 预制台座应坚固、无沉陷，台座表面应光滑平整，在2m长度上平整度的允许偏差为2mm。气温变化大时应设伸缩缝。

3 模板应根据施工图设置起拱。预应力混凝土梁、板设置起拱时，应考虑梁体施加预应力后的上拱度，预设起拱应折减或不设，必要时可设反拱。

4 采用平卧重叠法浇筑构件混凝土时，下层构件顶面应设隔离层。上层构件须待下层构件混凝土强度达到 5MPa 后方可浇筑。

13.3.2 构件吊点的位置应符合设计要求，设计无要求时，应经计算确定。构件的吊环应竖直。吊绳与起吊构件的交角小于 60° 时应设置吊梁。

13.3.3 构件吊运时混凝土的强度不得低于设计强度的 75%，后张预应力构件孔道压浆强度应符合设计要求或不低于设计强度的 75%。

13.3.4 构件移运及堆放应符合下列规定：

1 构件运输和堆放时，梁式构件应竖立放置，并应采取斜撑等防止倾覆的措施；板式构件不得倒置。支承位置应与吊点位置在同一竖直线上。

2 使用平板拖车或超长拖车运输大型构件时，车长应能满足支承间的距离要求，支点处应设活动转盘。运输道路应平整。

3 堆放构件的场地应平整、坚实。

4 构件应按吊运及安装次序顺序堆放。

5 构件堆放时，应放置在垫木上，吊环向上，标志向外。混凝土养护期未满的，应继续洒水养护。

6 水平分层堆放构件时，其堆放高度应按构件强度、地面承载力等条件确定。层与层之间应以垫木隔开，各层垫木的位置应在吊点处，上下层垫木必须在一条竖直线上。

7 雨期和冰冻地区的春融期间，必须采取措施防止地面下沉，造成构件断裂。

13.3.5 简支梁的架设应符合下列规定：

1 施工现场内运输通道应畅通，吊装场地应平整、坚实。在电力架空线路附近作业时，必须采取相应的安全技术措施。风

力 6 级（含）以上时，不得进行吊装作业。

2 起重机架梁应符合下列要求：

1）起重机工作半径和高度的范围内不得有障碍物。

2）严禁起重机斜拉斜吊，严禁轮胎起重机吊重物行驶。

3）使用双机抬吊同一构件时，吊车臂杆应保持一定距离，必须设专人指挥。每一单机必须按降效 25% 作业。

3 门式吊梁车架梁应符合下列要求：

1）吊梁车吊重能力应大于 1/2 梁重，轮距应为主梁间距的 2 倍。

2）导梁长度不得小于桥梁跨径的 2 倍另加 5～10m 引梁，导梁高度宜小于主梁高度，在墩顶设垫块使导梁顶面与主梁顶面保持水平。

3）构件堆放场或预制场宜设在桥头引道上。桥头引道应填筑到主梁顶高，引道与主梁或导梁接头处应砌筑坚实平整。

4）吊梁车起吊或落梁时应保持前后吊点升降速度一致，吊梁车负载时应慢速行驶，保持平稳，在导梁上行驶速度不宜大于 5m/min。

4 跨墩龙门吊架梁应符合下列要求：

1）跨墩龙门架应根据梁的质量、跨度、高度专门设计拼装。

2）门架应跨越桥墩及运梁便线（或预制梁堆场），应高出桥墩顶面 4m 以上。

3）跨墩龙门吊纵移时应空载，吊梁时门架应固定，安梁小车横移就位。

4）运梁便线应设在桥墩一侧，跨过桥墩及便线沿桥两侧铺设龙门吊轨道；轨道基础应坚实、平整，枕木中心距 50cm，铺设重轨，轨道应直顺，两侧龙门轨道应等高。

5）龙门吊架梁时，应将两台龙门吊对准架梁位置，大梁运至门架下垂直起吊，小车横移至安装位置落梁就位。

6）两台龙门吊抬梁起落速度、高度及横向移梁速度应保持一致，不得出现梁体倾斜、偏转和斜拉、斜吊现象。

5 穿巷式架桥机架梁应符合下列要求：

1）架桥机宜在桥头引道上拼装导梁及龙门架，经检验、试运转、试吊后推移进入架梁桥孔。

2）架桥机悬臂推移时应平稳，后端加配重，其抗倾覆安全系数不得低于1.5。风荷载较大时应采取防止横向失稳的措施。

3）架桥机就位后，前、中、后支腿及左右两根导梁应校平、支垫牢固。

4）桥梁构件堆放场或预制场宜设在桥头引道上，沿引道运梁上桥，大梁运进两导梁间起重龙门下，两端同时吊起，两台龙门抬吊大梁沿导梁同步纵移到架梁桥孔，龙门固定，起重小车横移到架梁位置落梁就位。

5）龙门架吊梁在导梁上纵移时，起重小车应停在龙门架跨中。纵移大梁时前后龙门吊应同步。起重小车吊梁时应垂直起落，不得斜拉。前后龙门吊上的起重小车抬梁横移速度应一致，保持大梁平稳不得受扭。

13.4 悬臂拼装施工

13.4.1 梁段预制应符合下列规定：

1 梁段应在同一台座上连续或奇偶相间预制。预制台座应符合本规范第13.3.1条的有关规定。

2 预制台座使用前应采用1.5倍梁段质量预压。

3 梁段间的定位销孔及其他预埋件应位置准确。

4 预制梁段吊移前，应分别测量各段顶面四角的相对高差，并在各梁段上测设与梁轴线垂直的端横线。

13.4.2 梁段起吊、运输应符合本规范第 13.3.3 和 13.3.4 条有关规定。

13.4.3 梁段在存放场地应平稳牢固地置于垫木上。底面有坡度的梁段，应使用不同高度的垫木。垫木的位置应与吊点位置在同一竖直线上。

13.4.4 桥墩两侧应对称拼装，保持平衡。平衡偏差应满足设计要求。

13.4.5 悬臂拼装施工应符合下列规定：

1 悬拼吊架走行及悬拼施工时的抗倾覆稳定系数不得小于 1.5。

2 吊装前应对吊装设备进行全面检查，并按设计荷载的 130%进行试吊。

3 悬拼施工前应绘制主梁安装挠度变化曲线，以控制各梁段安装高程。

4 悬拼施工应按锚固设计要求将墩顶梁段与桥墩临时锚固，或在桥墩两侧设立临时支撑。

5 墩顶梁段与悬拼第 1 段之间应设 10～15cm 宽的湿接缝，并应符合下列要求：

1）湿接缝的端面应凿毛清洗。

2）波纹管伸入两梁段长度不得小于 5cm，并进行密封。

3）湿接缝混凝土强度宜高于梁段混凝土一个等级，待接缝混凝土达到设计强度后方可拆模、张拉预应力束。

6 梁段接缝采用胶拼时应符合下列要求：

1）胶拼前，应清除胶拼面上浮浆、杂质、隔离剂，并保持干燥。

2）胶拼前应先预拼，检测并调整其高程、中线，确认

符合设计要求。涂胶应均匀，厚度宜为 1～1.5mm。涂胶时，混凝土表面温度不宜低于 15℃。

3）环氧树脂胶浆应根据环境温度、固化时间和强度要求选定配方。固化时间应根据操作需要确定，不宜少于 10h，在 36h 内达到梁体设计强度。

4）梁段正式定位后，应按设计要求张拉定位束，设计无规定时，应张拉部分预应力束，预压胶拼接缝，使接缝处保持 0.2MPa 以上压应力，并及时清理接触面周围及孔道中挤出的胶浆。待环氧树脂胶浆固化、强度符合设计要求后，再张拉其余预应力束。

5）在设计要求的预应力束张拉完毕后，起重机方可松钩。

13.4.6 连续梁（T 构）的合龙及体系转换除应符合本规范第 13.2.8 条有关规定外，在体系转换前，应按设计要求张拉部分梁段底部的预应力束，并在悬臂端设置向下的预留度。

13.5 顶 推 施 工

13.5.1 临时墩应有足够的强度、刚度及稳定性。临时墩应按顶推过程可能出现的最不利工况设计。设计时应同时计入土压力、水压力、风荷载及施工荷载，并应考虑施工阶段水流冲刷影响。

13.5.2 主梁前端应设置导梁。导梁宜采用钢结构，其长度宜为 0.6～0.8 倍顶推跨径，其刚度（根部）宜取主梁刚度的 1/9～1/15。导梁与主梁连接可采用埋入法固结或铰接，连接必须牢固。导梁前端应设牛腿梁。

13.5.3 制梁台座应符合下列要求：

1 台座可设在引道上或临时墩上。直线桥必须设在正桥轴线上，弯桥或坡桥的临时墩必须在与正桥同曲率的平曲线、竖曲线或其延长线上。

2 临时墩墩顶设置的滑座、滑块应按支承梁段顶推过程的竖向和水平荷载设计。

3　临时支架可设在天然地基上或支承桩上，并应设卸架装置。

4　托架宜采用钢结构，并与底模连成一体。其强度、刚度和变形应满足梁段制作要求。

5　整体升降底模与托架间可采用硬木楔调整局部高程，底模的平整度应符合要求。箱梁滑道部位的底模宜采用整条厚钢板（δ>10mm）铺设，其焊接接头处应刨光或打磨光滑。

13.5.4　顶推方式的选择应符合下列规定：

1　单点顶推：限用于直线桥、顶推梁段长度较短、桥墩可承受较大水平荷载、后座能提供足够的水平反力时。多数在箱梁两侧安设顶推千斤顶或拉杆牛腿。

2　多点顶推：可用于直桥、弯梁桥及设竖曲线的坡桥，梁段长度可达到500m或更长。桥墩承受水平荷载不大，可用于柔性墩顶推。顶推拉杆可设在箱梁两侧，亦可设在梁底桥梁轴线上。

13.5.5　顶推装置应符合下列规定：

1　千斤顶、油泵、拉杆应依据总推力值选定。千斤顶的总顶力不得小于计算推力的2倍。

2　拉锚器应按需要设置在箱梁底部或两侧，每一梁段宜设置一组，拉锚器宜采用插入钢牛腿形式，便于拆装。

3　滑道宜采用不锈钢或镀铬钢带包卷在铸钢底层上，铸钢采用螺栓固定在支座垫石上。滑道顺桥方向长度应大于千斤顶行程加滑块长度；其宽度应为滑块宽度的1.2～1.5倍。

4　滑块宜由埋入钢板的橡胶块粘附聚四氟乙烯板组成。

13.5.6　梁段预制除符合本规范第13.3.1条规定外，尚应符合下列规定：

1　梁段预制宜采用全断面一次浇筑。

2　预制梁段模板、托架、支架应经预压消除其永久变形。宜选用刚度较大的整体升降底模，升降及调整高程宜用螺旋（或齿轮）千斤顶装置。浇筑过程中的变形不得大于2mm。

3 梁段间端面接缝应凿毛、清洗、充分湿润。新浇梁段波纹管宜穿入已浇梁段 10cm 以上，与已浇梁段波纹管对严。

4 梁段浇筑前应将导梁安装就位，并校正位置后方可浇筑梁段混凝土。

13.5.7 梁段顶推应符合下列规定：

1 检查顶推千斤顶的安装位置，校核梁段的轴线及高程，检测桥墩（包括临时墩）、临时支墩上的滑座轴线及高程，确认符合要求，方可顶推。

2 顶推千斤顶用油泵必须配套同步控制系统，两侧顶推时，必须左右同步，多点顶推时各墩千斤顶纵横向均应同步运行。

3 顶推前进时，应及时由后面插入补充滑块，插入滑块应排列紧凑，滑块间最大间隙不得超过 10～20cm。滑块的滑面（聚四氟乙烯板）上应涂硅酮脂。

4 顶推过程中导梁接近前面桥墩时，应及时顶升牛腿引梁，将导梁引上墩顶滑块，方可正常顶进。

5 顶推过程中应随时检测桥梁轴线和高程，做好导向、纠偏等工作。梁段中线偏移大于 20mm 时应采用千斤顶纠偏复位。滑块受力不均匀、变形过大或滑块插入困难时，应停止顶推，用竖向千斤顶将梁托起校正。竖向千斤顶顶升高度不得大于 10mm。

6 顶推过程中应随时检测桥墩墩顶变位，其纵横向位移均不得超过设计要求。

7 顶推过程中如出现拉杆变形、拉锚松动、主梁预应力锚具松动、导梁变形等异常情况应立即停止顶推，妥善处理后方可继续顶推。

8 平曲线弯梁顶推时应在曲线外设置法线方向向心千斤顶锚固于桥墩上，纵向顶推的同时应启动横向千斤顶，使梁段沿圆弧曲线前进。

9 竖曲线上顶推时各点顶推力应计入升降坡形成的梁段自重水平分力，如在降坡段顶进纵坡大于 3%时，宜采用摩擦系数

较大的滑块。

13.5.8 当桥梁顶推完毕，拆除滑动装置时，顶梁或落梁应均匀对称，升降高差各墩台间不得大于 10mm，同一墩台两侧不得大于 1mm。

13.6 造桥机施工

13.6.1 造桥机选定后，应由设计部门对桥梁主体结构（含墩台）的受力状态进行验算，确认满足设计要求。

13.6.2 造桥机在使用前，应根据造桥机的使用说明书，编制施工方案。

13.6.3 造桥机可在台后路基或桥梁边孔上安装，也可搭设临时支架。造桥机拼装完成后，应进行全面检查，按不同工况进行试运转和试吊，并应进行应力测试，确认符合设计要求，形成文件后，方可投入使用。

13.6.4 施工时应考虑造桥机的弹性变形对梁体线形的影响。

13.6.5 当造桥机向前移动时，起重或移梁小车在造桥机上的位置应符合使用说明书要求，抗倾覆系数应大于 1.5。

13.7 检 验 标 准

13.7.1 混凝土梁（板）施工中涉及模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土的质量检验应符合本规范第 5.4、6.5、7.13、8.5 节的有关规定。

13.7.2 支架上浇筑梁（板）质量检验应符合本规范第 13.7.1 条规定，且应符合下列规定：

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：观察或用读数放大镜观测。

一 般 项 目

2 整体浇筑钢筋混凝土梁、板允许偏差应符合表 13.7.2 的规定。

表 13.7.2 整体浇筑钢筋混凝土梁、板允许偏差

检查项目		规定值或允许偏差 (mm)	检查频率		检查方法
			范围	点数	
轴线偏位		10	每跨	3	用经纬仪测量
梁板顶面高程		±10		3～5	用水准仪测量
断面尺寸 (mm)	高	+5 −10		1～3 个断面	用钢尺量
	宽	±30			
	顶、底、腹板厚	+10 0			
长度		+5 −10		2	用钢尺量
横坡 (%)		±0.15		1～3	用水准仪测量
平整度		8		顺桥向每侧面每 10m 测 1 点	用 2m 直尺、塞尺量

3 结构表面应无孔洞、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、用读数放大镜观测。

13.7.3 预制安装梁（板）质量检验应符合本规范第 13.7.1 条规定，且应符合下列规定：

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：观察或用读数放大镜观测。

2 安装时结构强度及预应力孔道砂浆强度必须符合设计要求，设计未要求时，必须达到设计强度的75%。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查试件强度试验报告。

一 般 项 目

3 预制梁、板允许偏差应符合表13.7.3-1的规定。

表13.7.3-1 预制梁、板允许偏差

项目		允许偏差（mm）		检验频率		检验方法
		梁	板	范围	点数	
断面尺寸	宽	0 −10	0 −10	每个构件	5	用钢尺量，端部、L/4处和中间各1点
	高	±5	—		5	
	顶、底、腹板厚	±5	±5		5	
长度		0 −10	0 −10		4	用钢尺量，两侧上、下各1点
侧向弯曲		L/1000且不大于10	L/1000且不大于10		2	沿构件全长拉线，用钢尺量，左右各1点
对角线长度差		15	15		1	用钢尺量
平整度		8			2	用2m直尺、塞尺量

注：L为构件长度（mm）。

4 梁、板安装允许偏差应符合表13.7.3-2的规定。

表13.7.3-2 梁、板安装允许偏差

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
平面位置	顺桥纵轴线方向	10	每个构件	1	用经纬仪测量
	垂直桥纵轴线方向	5		1	

续表 13.7.3-2

项目		允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
焊接横隔梁相对位置		10	每处	1	用钢尺量
湿接横隔梁相对位置		20		1	
伸缩缝宽度		+10 −5	每个构件	1	
支座板	每块位置	5		2	用钢尺量，纵、横各1点
	每块边缘高差	1		2	用钢尺量，纵、横各1点
焊缝长度		不小于设计要求	每处	1	抽查焊缝的10%
相邻两构件支点处顶面高差		10	每个构件	2	用钢尺量
块体拼装立缝宽度		+10 −5		1	
垂直度		1.2%	每孔2片梁	2	用垂线和钢尺量

5 混凝土表面应无孔洞、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、读数放大镜观测。

13.7.4 悬臂浇筑预应力混凝土梁质量检验应符合本规范第13.7.1条规定，且应符合下列规定：

主控项目

1 悬臂浇筑必须对称进行，桥墩两侧平衡偏差不得大于设计规定，轴线挠度必须在设计规定范围内。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查监控量测记录。

2 梁体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：观察或用读数放大镜观测。

3 悬臂合龙时，两侧梁体的高差必须在设计允许范围内。

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

4 悬臂浇筑预应力混凝土梁允许偏差应符合表 13.7.4 的规定。

表 13.7.4 悬臂浇筑预应力混凝土梁允许偏差

检查项目		允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
轴线偏位	$L\leqslant 100$m	10	节段	2	用全站仪/经纬仪测量
	$L>100$m	$L/10000$			
顶面高程	$L\leqslant 100$m	±20	节段	2	用水准仪测量
	$L>100$m	$\pm L/5000$			
	相邻节段高差	10		3～5	用钢尺量
断面尺寸	高	+5 −10	节段	1个断面	用钢尺量
	宽	±30			
	顶、底、腹板厚	+10 0			
合龙后同跨对称点高程差	$L\leqslant 100$m	20	每跨	5～7	用水准仪测量
	$L>100$m	$L/5000$			
横坡（%）	±0.15		节段	1～2	用水准仪测量
平整度	8		检查竖直、水平两个方向，每侧面每 10m 梁长	1	用 2m 直尺、塞尺量

注：L 为桥梁跨度（mm）。

5 梁体线形平顺，相邻梁段接缝处无明显折弯和错台，梁体表面无孔洞、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、用读数放大镜观测。

13.7.5 悬臂拼装预应力混凝土梁质量检验应符合本规范第13.7.1条和第13.7.3条有关规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 悬臂拼装必须对称进行，桥墩两侧平衡偏差不得大于设计规定，轴线挠度必须在设计规定范围内。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查监控量测记录。

2 悬臂合龙时，两侧梁体高差必须在设计规定允许范围内。

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 预制梁段允许偏差应符合表13.7.5-1的规定。

表13.7.5-1 预制梁段允许偏差

项目		允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
断面尺寸	宽	0 −10	每段	5	用钢尺量，端部、1/4处和中间各1点
	高	±5		5	
	顶底腹板厚	±5		5	
长度		±20		4	用钢尺量，两侧上、下各1点
横隔梁轴线		5		2	用经纬仪测量，两端各1点
侧向弯曲		$\leqslant L/1000$，且不大于10		2	沿梁段全长拉线，用钢尺量，左右各1点
平整度		8		2	用2m直尺、塞尺量

注：L为梁段长度（mm）。

4 悬臂拼装预应力混凝土梁允许偏差应符合表 13.7.5-2 的规定。

表 13.7.5-2 悬臂拼装预应力混凝土梁允许偏差

检查项目		允许偏差(mm)	检查频率		检查方法
			范围	点数	
轴线偏位	$L\leqslant100$m	10	节段	2	用全站仪/经纬仪测量
	$L>100$m	$L/10000$			
顶面高程	$L\leqslant100$m	±20	节段	2	用水准仪测量
	$L>100$m	$\pm L/5000$			
	相邻节段高差	10	节段	3～5	用钢尺量
合龙后同跨对称点高程差	$L\leqslant100$m	20	每跨	5～7	用水准仪测量
	$L>100$m	$L/5000$			

注：L 为桥梁跨度（mm）。

5 梁体线形平顺，相邻梁段接缝处无明显折弯和错台，预制梁表面无孔洞、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、用读数放大镜观测。

13.7.6 顶推施工预应力混凝土梁质量检验应符合本规范第 13.7.1 条和第 13.7.3 条有关规定，且应符合下列规定：

一 般 项 目

1 预制梁段允许偏差应符合本规范表 13.7.5-1 的规定。

2 顶推施工梁允许偏差应符合表 13.7.6 的规定。

表 13.7.6 顶推施工梁允许偏差

项 目	允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
轴线偏位	10	每段	2	用经纬仪测量
落梁反力	不大于 1.1 设计反力		次	用千斤顶油压计算

续表 13.7.6

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
支座顶面高程		±5	每段	全数	用水准仪测量
支座高差	相邻纵向支点	5或设计要求			
	同墩两侧支点	2或设计要求			

3 梁体线形平顺，相邻梁段接缝处无明显折弯和错台，预制梁表面无孔洞、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、用读数放大镜观测。

14 钢　梁

14.1 制　造

14.1.1 钢梁应由具有相应资质的企业制造，并应符合国家现行标准《铁路钢桥制造规范》TB 10212 的有关规定。

14.1.2 钢梁出厂前必须进行试装，并应按设计和有关规范的要求验收。

14.1.3 钢梁出厂前，安装企业应对钢梁质量和应交付的文件进行验收，确认合格。

14.1.4 钢梁制造企业应向安装企业提供下列文件：

1 产品合格证；

2 钢材和其他材料质量证明书和检验报告；

3 施工图，拼装简图；

4 工厂高强度螺栓摩擦面抗滑移系数试验报告；

5 焊缝无损检验报告和焊缝重大修补记录；

6 产品试板的试验报告；

7 工厂试拼装记录；

8 杆件发运和包装清单。

14.2 现 场 安 装

14.2.1 钢梁现场安装前应做充分的准备工作，并应符合下列规定：

1 安装前应对临时支架、支承、吊车等临时结构和钢梁结构本身在不同受力状态下的强度、刚度和稳定性进行验算。

2 安装前应按构件明细表核对进场的杆件和零件，查验产品出厂合格证、钢材质量证明书。

3 对杆件进行全面质量检查，对装运过程中产生缺陷和变

形的杆件，应进行矫正。

4 安装前应对桥台、墩顶面高程、中线及各孔跨径进行复测，误差在允许偏差内方可安装。

5 安装前应根据跨径大小、河流情况、起吊能力选择安装方法。

14.2.2 钢梁安装应符合下列规定：

1 钢梁安装前应清除杆件上的附着物，摩擦面应保持干燥、清洁。安装中应采取措施防止杆件产生变形。

2 在满布支架上安装钢梁时，冲钉和粗制螺栓总数不得少于孔眼总数的 1/3，其中冲钉不得多于 2/3。孔眼较少的部位，冲钉和粗制螺栓不得少于 6 个或将全部孔眼插入冲钉和粗制螺栓。

3 用悬臂和半悬臂法安装钢梁时，连接处所需冲钉数量应按所承受荷载计算确定，且不得少于孔眼总数的 1/2，其余孔眼布置精制螺栓。冲钉和精制螺栓应均匀安放。

4 高强度螺栓栓合梁安装时，冲钉数量应符合上述规定，其余孔眼布置高强度螺栓。

5 安装用的冲钉直径宜小于设计孔径 0.3mm，冲钉圆柱部分的长度应大于板束厚度；安装用的精制螺栓直径宜小于设计孔径 0.4mm；安装用的粗制螺栓直径宜小于设计孔径 1.0mm。冲钉和螺栓宜选用 Q345 碳素结构钢制造。

6 吊装杆件时，必须等杆件完全固定后方可摘除吊钩。

7 安装过程中，每完成一个节间应测量其位置、高程和预拱度，不符合要求应及时校正。

14.2.3 高强度螺栓连接应符合下列规定：

1 安装前应复验出厂所附摩擦面试件的抗滑移系数，合格后方可进行安装。

2 高强度螺栓连接副使用前应进行外观检查并应在同批内配套使用。

3 使用前，高强度螺栓连接副应按出厂批号复验扭矩系数，

其平均值和标准偏差应符合设计要求。设计无要求时扭矩系数平均值应为0.11～0.15，其标准偏差应小于或等于0.01。

4 高强度螺栓应顺畅穿入孔内，不得强行敲入，穿入方向应全桥一致。被栓合的板束表面应垂直于螺栓轴线，否则应在螺栓垫圈下面加斜坡垫板。

5 施拧高强度螺栓时，不得采用冲击拧紧、间断拧紧方法。拧紧后的节点板与钢梁间不得有间隙。

6 当采用扭矩法施拧高强度螺栓时，初拧、复拧和终拧应在同一工作班内完成。初拧扭矩应由试验确定，可取终拧值的50%。扭矩法的终拧扭矩值应按下式计算：

$$T_c = K \cdot P_c \cdot d \qquad (14.2.3)$$

式中 T_c——终拧扭矩（kN·mm）；

K——高强度螺栓连接副的扭矩系数平均值；

P_c——高强度螺栓的施工预拉力（kN）；

d——高强度螺栓公称直径（mm）。

7 当采用扭角法施拧高强螺栓时，可按国家现行标准《铁路钢桥高强度螺栓连接施工规定》TBJ 214的有关规定执行。

8 施拧高强度螺栓连接副采用的扭矩扳手，应定期进行标定，作业前应进行校正，其扭矩误差不得大于使用扭矩值的±5%。

14.2.4 高强度螺栓终拧完毕必须当班检查。每栓群应抽查总数的5%，且不得少于2套。抽查合格率不得小于80%，否则应继续抽查，直至合格率达到80%以上。对螺栓拧紧度不足者应补拧，对超拧者应更换、重新施拧并检查。

14.2.5 焊缝连接应符合下列规定：

1 首次焊接之前必须进行焊接工艺评定试验。

2 焊工和无损检测员必须经考试合格取得资格证书后，方可从事资格证书中认定范围内的工作，焊工停焊时间超过6个月，应重新考核。

3 焊接环境温度，低合金钢不得低于5℃，普通碳素结构

钢不得低于0℃。焊接环境湿度不宜高于80%。

4 焊接前应进行焊缝除锈，并应在除锈后24h内进行焊接。

5 焊接前，对厚度25mm以上的低合金钢预热温度宜为80～120℃，预热范围宜为焊缝两侧50～80mm。

6 多层焊接宜连续施焊，并应控制层间温度。每一层焊缝焊完后应及时清除药皮、熔渣、溢流和其他缺陷后，再焊下一层。

7 钢梁杆件现场焊缝连接应按设计要求的顺序进行。设计无要求时，纵向应从跨中向两端进行，横向应从中线向两侧对称进行。

8 现场焊接应设防风设施，遮盖全部焊接处。雨天不得焊接，箱形梁内进行CO_2气体保护焊时，必须使用通风防护设施。

14.2.6 焊接完毕，所有焊缝必须进行外观检查。外观检查合格后，应在24h后按规定进行无损检验，确认合格。

14.2.7 焊缝外观质量应符合表14.2.7的规定。

表14.2.7 焊缝外观质量标准

项目	焊缝种类	质量标准（mm）
气孔	横向对接焊缝	不允许
	纵向对接焊缝、主要角焊缝	直径小于1.0，每米不多于2个，间距不小于20
	其他焊缝	直径小于1.5，每米不多于3个，间距不小于20
咬边	受拉杆件横向对接焊缝及竖加劲肋角焊缝（腹板侧受拉区）	不允许
	受压杆件横向对接焊缝及竖加劲肋角焊缝（腹板侧受压区）	≤0.3
	纵向对接焊缝及主要角焊缝	≤0.5
	其他焊缝	≤1.0
焊脚余高	主要角焊缝	+2.0 0
	其他角焊缝	+2.0 −1.0

续表 14.2.7

项目	焊缝种类	质量标准（mm）
焊波	角焊缝	≤2.0（任意 25mm 范围内高低差）
余高	对接焊缝	≤3.0（焊缝宽 b≤12 时）
		≤4.0（12<b≤25 时）
		≤4b/25（b>25 时）
余高铲磨后表面	横向对接焊缝	不高于母材 0.5
		不低于母材 0.3
		粗糙度 R_a50

注：1 手工角焊缝全长 10%区段内焊脚余高允许误差为$^{+3.0}_{-1.0}$。

2 焊脚余高指角焊缝斜面相对于设计理论值的误差。

14.2.8 采用超声波探伤检验时，其内部质量分级应符合表 14.2.8-1 的规定。焊缝超声波探伤范围和检验等级应符合表 14.2.8-2 规定。

表 14.2.8-1 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	主要杆件受拉横向对接焊缝
	Ⅱ	主要杆件受压横向对接焊缝、纵向对接焊缝
角焊缝	Ⅱ	主要角焊缝

表 14.2.8-2 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	10～45	B
			>46～56	B（双面双侧）
Ⅱ级纵向对接焊缝		两端各 1000	10～45	B
			>46～56	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	10～45	B
			>46～56	B（双面双侧）

14.2.9 当采用射线探伤检验时，其数量不得少于焊缝总数的10%，且不得少于1条焊缝。探伤范围应为焊缝两端各250～300mm；当焊缝长度大于1200mm时，中部应加探250～300mm；焊缝的射线探伤应符合现行国家标准《金属熔化焊焊接接头射线照相》GB/T 3323的规定，射线照相质量等级应为B级；焊缝内部质量应为Ⅱ级。

14.2.10 现场涂装应符合下列规定：

1 防腐涂料应有良好的附着性、耐蚀性，其底漆应具有良好的封孔性能。钢梁表面处理的最低等级应为Sa2.5。

2 上翼缘板顶面和剪力连接器均不得涂装，在安装前应进行除锈、防腐蚀处理。

3 涂装前应先进行除锈处理。首层底漆于除锈后4h内开始，8h内完成。涂装时的环境温度和相对湿度应符合涂料说明书的规定，当产品说明书无规定时，环境温度宜在5～38℃，相对湿度不得大于85%；当相对湿度大于75%时应在4h内涂完。

4 涂料、涂装层数和涂层厚度应符合设计要求；涂层干漆膜总厚度应符合设计要求。当规定层数达不到最小干漆膜总厚度时，应增加涂层层数。

5 涂装应在天气晴朗、4级（不含）以下风力时进行，夏季应避免阳光直射。涂装时构件表面不应有结露，涂装后4h内应采取防护措施。

14.2.11 落梁就位应符合下列规定：

1 钢梁就位前应清理支座垫石，其标高及平面位置应符合设计要求。

2 固定支座与活动支座的精确位置应按设计图并考虑安装温度、施工误差等确定。

3 落梁前后应检查其建筑拱度和平面尺寸、校正支座位置。

4 连续梁落梁步骤应符合设计要求。

14.3 检 验 标 准

14.3.1 钢梁制作质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 钢材、焊接材料、涂装材料应符合国家现行标准规定和设计要求。

全数检查出厂合格证和厂方提供的材料性能试验报告，并按国家现行标准规定抽样复验。

2 高强度螺栓连接副等紧固件及其连接应符合国家现行标准规定和设计要求。

全数检查出厂合格证和厂方提供的性能试验报告，并按出厂批每批抽取 8 副做扭矩系数复验。

3 高强螺栓的栓接板面（摩擦面）除锈处理后的抗滑移系数应符合设计要求。

全数检查出厂检验报告，并对厂方每出厂批提供的 3 组试件进行复验。

4 焊缝探伤检验应符合设计要求和本规范第 14.2.6、14.2.8 和 14.2.9 条的有关规定。

检查数量：超声波：100%；射线：10%。

检验方法：检查超声波和射线探伤记录或报告。

5 涂装检验应符合下列要求：

1）涂装前钢材表面不得有焊渣、灰尘、油污、水和毛刺等。钢材表面除锈等级和粗糙度应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用现行国家标准《涂装前钢材表面锈蚀等级和除锈等级》GB 8923 规定的标准图片对照检查。

2）涂装遍数应符合设计要求，每一涂层的最小厚度不应小于设计要求厚度的 90%，涂装干膜总厚度不得小于设计要求厚度。

检查数量：按设计规定数量检查，设计无规定时，检测5处，每处的数值为3个相距50mm测点涂层干漆膜厚度的平均值。

检验方法：用干膜测厚仪检查。

3）热喷铝涂层应进行附着力检查。

检查数量：按出厂批每批构件抽查10%，且同类构件不少于3件，每个构件检测5处。

检验方法：在15mm×15mm涂层上用刀刻划平行线，两线距离为涂层厚度的10倍，两条线内的涂层不得从钢材表面翘起。

一 般 项 目

6 焊缝外观质量应符合本规范第14.2.7条规定。

检查数量：同类部件抽查10%，且不少于3件；被抽查的部件中，每一类型焊缝按条数抽查5%，且不少于1条；每条检查1处，总抽查数应不少于5处。

检验方法：观察，用卡尺或焊缝量规检查。

7 钢梁制作允许偏差应分别符合表14.3.1-1～表14.3.1-3的规定。

表14.3.1-1 钢板梁制作允许偏差

名称		允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
梁高 h	主梁梁高 $h\leqslant 2m$	±2	每件	4	用钢尺测量两端腹板处高度，每端2点
	主梁梁高 $h>2m$	±4			
	横梁	±1.5			
	纵梁	±1.0			
跨度		±8		2	测量两支座中心距
全长		±15			用全站仪或钢尺测量
纵梁长度		+0.5 −1.5			用钢尺量两端角铁背至背之间距离
横梁长度		±1.5			

续表 14.3.1-1

名　称		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
纵、横梁旁弯		3	每件	1	梁立置时在腹板一侧主焊缝100mm处拉线测量
主梁拱度	不设拱度	+3 0			梁卧置时在下盖板外侧拉线测量
	设拱度	+10 −3			
两片主梁拱度差		4		1	用水准仪测量
主梁腹板平面度		$\leqslant h/350$，且不大于8			用钢板尺和塞尺量（h为梁高）
纵、横梁腹板平面度		$\leqslant h/500$，且不大于5			
主梁、纵横梁盖板对腹板的垂直度	有孔部位	0.5		5	用直角尺和钢尺量
	其余部位	1.5			

表 14.3.1-2　钢桁梁节段制作允许偏差

项　目	允许偏差（mm）	检验频率		检查方法
		范围	点数	
节段长度	±5	每节段	4～6	用钢尺量
节段高度	±2		4	
节段宽度	±3			
节间长度	±2	每节间	2	
对角线长度差	3			
桁片平面度	3	每节段	1	沿节段全长拉线，用钢尺量
挠度	±3			

表 14.3.1-3　钢箱形梁制作允许偏差

项　目		允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
			范围	点数	
梁高 h	$h\leqslant 2$m	±2	每件	2	用钢尺量两端腹板处高度
	$h>2$m	±4			
跨度 L		±（5+0.15L）			用钢尺量两支座中心距，L 按 m 计
全长		±15			用全站仪或钢尺量
腹板中心距		±3			用钢尺量
盖板宽度 b		±4			用钢尺量
横断面对角线长度差		4			
旁弯		3+0.1L			沿全长拉线，用钢尺量，L 按 m 计
拱度		+10 −5			用水平仪或拉线用钢尺量
支点高度差		5			用水平仪或拉线用钢尺量
腹板平面度		$\leqslant h'/250$，且不大于 8			用钢板尺和塞尺量
扭曲		每米≤1，且每段≤10			置于平台，四角中三角接触平台，用钢尺量另一角与平台间隙

注：1　分段分块制造的箱形梁拼接处，梁高及腹板中心距允许偏差按施工文件要求办理；

2　箱形梁其余各项检查方法可参照板梁检查方法；

3　h'为盖板与加筋肋或加筋肋与加筋肋之间的距离。

8　焊钉焊接后应进行弯曲试验检查，其焊缝和热影响区不得有肉眼可见的裂纹。

检查数量：每批同类构件抽查 10%，且不少于 3 件；被抽查构件中，每件检查焊钉数量的 1%，但不得少于 1 个。

检查方法：观察、焊钉弯曲 30°后用角尺量。

9　焊钉根部应均匀，焊脚立面的局部未熔合或不足 360°的

焊脚应进行修补。

检查数量：按总焊钉数量抽查1%，且不得少于10个。

检查方法：观察。

14.3.2 钢梁现场安装检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 高强螺栓连接质量检验应符合本规范第14.3.1条第2、3款规定，其扭矩偏差不得超过±10%。

检查数量：抽查5%，且不少于2个。

检查方法：用测力扳手。

2 焊缝探伤检验应符合本规范第14.3.1第4款规定。

一 般 项 目

3 钢梁安装允许偏差应符合表14.3.2的规定。

表14.3.2 钢梁安装允许偏差

项目		允许偏差(mm)	检查频率		检验方法
			范围	点数	
轴线偏位	钢梁中线	10	每件或每个安装段	2	用经纬仪测量
	两孔相邻横梁中线相对偏差	5			
梁底标高	墩台处梁底	±10		4	用水准仪测量
	两孔相邻横梁相对高差	5			

4 焊缝外观质量检验应符合本规范第14.3.1条第6款的规定。

15 结 合 梁

15.1 一 般 规 定

15.1.1 现浇混凝土结构宜采用缓凝、早强、补偿收缩混凝土。

15.1.2 桥面混凝土表面应符合纵横坡度要求，表面光滑、平整，应采用原浆抹面成活，并在其上直接做防水层。不宜在桥面板上另做砂浆找平层。

15.1.3 施工中，应随时监测主梁和施工支架的变形及稳定，确认符合设计要求；当发现异常应立即停止施工并采取措施。

15.2 钢—混凝土结合梁

15.2.1 钢梁制造、安装应符合本规范第 14 章的有关规定。

15.2.2 钢主梁架设和混凝土浇筑前，应按设计或施工要求设施工支架。施工支架除应考虑钢梁拼接荷载外，应同时计入混凝土结构和施工荷载。

15.2.3 混凝土浇筑前，应对钢主梁的安装位置、高程、纵横向连接及临时支架进行检验，各项均应达到设计或施工要求。钢梁顶面传剪器焊接经检验合格后，方可浇筑混凝土。

15.2.4 混凝土桥面结构应全断面连续浇筑，浇筑顺序，顺桥向应自跨中开始向支点处交汇，或由一端开始浇筑；横桥向应先由中间开始向两侧扩展。

15.2.5 设施工支架时，必须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。

15.3 混凝土结合梁

15.3.1 混凝土预制梁的制作、安装应符合本规范第 13 章的有关规定。

15.3.2 预制混凝土主梁与现浇混凝土龄期差不得大于3个月。

15.3.3 预制主梁吊装前，应对主梁预留剪力键进行凿毛、清洗、清除浮浆；应对预留传剪钢筋除锈、清除灰浆。

15.3.4 预制主梁架设就位后，应设横向连系或支撑临时固定，防止施工过程中失稳。

15.3.5 浇筑混凝土前应对主梁强度、安装位置、预留传剪钢筋进行检验，确认符合设计要求。

15.3.6 混凝土桥面结构应全断面连续浇筑，浇筑顺序，顺桥向可自一端开始浇筑；横桥向应由中间开始向两侧扩展。

15.4 检验标准

15.4.1 钢主梁制造、安装质量检验应符合本规范第14.3节有关规定。

15.4.2 混凝土主梁预制与安装质量检验应符合本规范第13.7.3条规定。

15.4.3 现浇混凝土施工中涉及模板与支架，钢筋、混凝土、预应力混凝土质量检验除应符合本规范第5.4、6.5、7.13、8.5节有关规定外，结合梁现浇混凝土结构允许偏差尚应符合表15.4.3的规定。

一 般 项 目

表15.4.3 结合梁现浇混凝土结构允许偏差

项目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
长度	±15	每段每跨	3	用钢尺量，两侧和轴线
厚度	+10 0		3	用钢尺量，两侧和中间
高程	±20		1	用水准仪测量，每跨测3～5处
横坡（%）	±0.15		1	用水准仪测量，每跨测3～5个断面

16 拱部与拱上结构

16.1 一 般 规 定

16.1.1 钢管混凝土拱桥、劲性骨架拱桥及钢拱桥的钢构件制造应符合本规范第 14 章的有关规定。

16.1.2 装配式拱桥构件在吊装时，混凝土的强度不得低于设计要求；设计无要求时，不得低于设计强度的 75%。

16.1.3 拱圈（拱肋）放样时应按设计规定预加拱度，当设计无规定时，可根据跨度大小、恒载挠度、拱架刚度等因素计算预拱度，拱顶宜取计算跨度的 1/500～1/1000。放样时，水平长度偏差及拱轴线偏差，当跨度大于 20m 时，不得大于计算跨度的 1/5000；当跨度等于或小于 20m 时，不得大于 4mm。

16.1.4 拱圈（拱肋）封拱合龙温度应符合设计要求，当设计无要求时，宜在当地年平均温度或 5～10℃时进行。

16.2 石料及混凝土预制块砌筑拱圈

16.2.1 拱石和混凝土预制块强度等级以及砌体所用水泥砂浆的强度等级，应符合设计要求。当设计对砌筑砂浆强度无规定时，拱圈跨度小于或等于 30m，砌筑砂浆强度不得低于 M10；拱圈跨度大于 30m，砌筑砂浆强度不得低于 M15。

16.2.2 拱石加工，应按砌缝和预留空缝的位置和宽度，统一规划，并应符合下列规定：

1 拱石应立纹破料，按样板加工，石面平整。

2 拱石砌筑面应成辐射状，除拱顶石和拱座附近的拱石外，每排拱石沿拱圈内弧宽度应一致。

3 拱座可采用五角石，拱座平面应与拱轴线垂直。

4 拱石两相邻排间的砌缝，必须错开 10cm 以上。同一排

上下层拱石的砌缝可不错开。

5 当拱圈曲率较小、灰缝上下宽度之差在30%以内时，可采用矩形石砌筑拱圈；拱圈曲率较大时应将石料与拱轴平行面加工成上大、下小的梯形。

6 拱石的尺寸应符合下列要求：

1）宽度（拱轴方向），内弧边不得小于20cm；

2）高度（拱圈厚度方向）应为内弧宽度的1.5倍以上；

3）长度（拱圈宽度方向）应为内弧宽度的1.5倍以上。

16.2.3 混凝土预制块形状、尺寸应符合设计要求。预制块提前预制时间，应以控制其收缩量在拱圈封顶以前完成为原则，并应根据养护方法确定。

16.2.4 砌筑程序应符合下列规定：

1 跨径小于10m的拱圈，当采用满布式拱架砌筑时，可从两端拱脚起顺序向拱顶方向对称、均衡地砌筑，最后在拱顶合龙。当采用拱式拱架砌筑时，宜分段、对称先砌拱脚和拱顶段。

2 跨径10～25m的拱圈，必须分多段砌筑，先对称地砌拱脚和拱顶段，再砌1/4跨径段，最后砌封顶段。

3 跨径大于25m的拱圈，砌筑程序应符合设计要求。宜采用分段砌筑或分环分段相结合的方法砌筑。必要时可采用预压载，边砌边卸载的方法砌筑。分环砌筑时，应待下环封拱砂浆强度达到设计强度的70%以上后，再砌筑上环。

16.2.5 空缝的设置和填塞应符合下列规定：

1 砌筑拱圈时，应在拱脚和各分段点设置空缝。

2 空缝的宽度在拱圈外露面应与砌缝一致，空缝内腔可加宽至30～40mm。

3 空缝填塞应在砌筑砂浆强度达到设计强度的70%后进行，应采用M20以上半干硬水泥砂浆分层填塞。

4 空缝可由拱脚逐次向拱顶对称填塞，也可同时填塞。

16.2.6 拱圈封拱合龙时圬工强度应符合设计要求，当设计无要求时，填缝的砂浆强度应达到设计强度的50%及以上；当封

拱合龙前用千斤顶施压调整应力时，拱圈砂浆必须达到设计强度。

16.3 拱架上浇筑混凝土拱圈

16.3.1 跨径小于16m的拱圈或拱肋混凝土，应按拱圈全宽从拱脚向拱顶对称、连续浇筑，并在混凝土初凝前完成。当预计不能在限定时间内完成时，则应在拱脚预留一个隔缝并最后浇筑隔缝混凝土。

16.3.2 跨径大于或等于16m的拱圈或拱肋，宜分段浇筑。分段位置，拱式拱架宜设置在拱架受力反弯点、拱架节点、拱顶及拱脚处；满布式拱架宜设置在拱顶、1/4跨径、拱脚及拱架节点等处。各段的接缝面应与拱轴线垂直，各分段点应预留间隔槽，其宽度宜为0.5～1m。当预计拱架变形较小时，可减少或不设间隔槽，应采取分段间隔浇筑。

16.3.3 分段浇筑程序应对称于拱顶进行，且应符合设计要求。

16.3.4 各浇筑段的混凝土应一次连续浇筑完成，因故中断时，应将施工缝凿成垂直于拱轴线的平面或台阶式接合面。

16.3.5 间隔槽混凝土，应待拱圈分段浇筑完成，其强度达到75%设计强度，且结合面按施工缝处理后，由拱脚向拱顶对称浇筑。拱顶及两拱脚间隔槽混凝土应在最后封拱时浇筑。

16.3.6 分段浇筑钢筋混凝土拱圈（拱肋）时，纵向不得采用通长钢筋，钢筋接头应安设在后浇的几个间隔槽内，并应在浇筑间隔槽混凝土时焊接。

16.3.7 浇筑大跨径拱圈（拱肋）混凝土时，宜采用分环（层）分段方法浇筑，也可纵向分幅浇筑，中幅先行浇筑合龙，达到设计要求后，再横向对称浇筑合龙其他幅。

16.3.8 拱圈（拱肋）封拱合龙时混凝土强度应符合设计要求，设计无规定时，各段混凝土强度应达到设计强度的75%；当封拱合龙前用千斤顶施加压力的方法调整拱圈应力时，拱圈（包括已浇间隔槽）的混凝土强度应达到设计强度。

16.4 劲性骨架浇筑混凝土拱圈

16.4.1 劲性骨架混凝土拱圈（拱肋）浇筑前应进行加载程序设计，计算出各施工阶段钢骨架以及钢骨架与混凝土组合结构的变形、应力，并在施工过程中进行监控。

16.4.2 分环多工作面浇筑劲性骨架混凝土拱圈（拱肋）时，各工作面的浇筑顺序和速度应对称、均衡，对应工作面应保持一致。

16.4.3 分环浇筑劲性骨架混凝土拱圈（拱肋）时，两个对称的工作段必须同步浇筑，且两段浇筑顺序应对称。

16.4.4 当采用水箱压载分环浇筑劲性骨架混凝土（拱肋）时，应严格控制拱圈（拱肋）的竖向和横向变形，防止骨架局部失稳。

16.4.5 当采用斜拉扣索法连续浇筑劲性骨架混凝土拱圈（拱肋）时，应设计扣索的张拉与放松程序，施工中应监控拱圈截面应力和变形，混凝土应从拱脚向拱顶对称连续浇筑。

16.5 装配式混凝土拱

16.5.1 大、中跨径装配式箱形拱施工前，必须核对验算各构件吊运、堆放、安装、拱肋合龙和施工加载等各阶段强度和稳定性。

16.5.2 少支架安装拱圈（拱肋）时，应符合下列规定：

1 拱肋安装就位后应立即检测轴线位置和高程，符合设计要求后方可固定、松索。并及时安设支撑和横向连系，防止倾倒。

2 现浇拱肋接头和合龙缝宜采用补偿收缩混凝土。横系梁混凝土宜与接头混凝土一并浇筑。

3 支架卸落应符合下列要求：

1）当拱肋接头及横系梁混凝土达到设计强度的75%或满足设计规定后，方可卸落支架。

2）拱圈的混凝土质量、台后填土情况经检查，确认符合设计要求后方可卸架。

3）支架卸落宜分两次或多次进行，使拱圈逐渐受力成拱。

4）卸架时应观测拱圈挠度和墩台变位情况，发现异常应及时采取措施。

5）多跨拱桥卸架应在各跨拱肋合龙后进行，当需提前卸架时，必须经验算确认桥墩能够承受不平衡水平推力。

16.5.3 无支架安装拱圈（拱肋）时，应符合下列规定：

1 拱圈（拱肋）安装应结合桥梁规模、现场条件等选择适宜的吊装机具，并制定吊装方案。各项辅助结构均应按相关规范经过设计确定。缆索吊机在吊装前必须按规定进行试吊。

2 拱肋吊装时，除拱顶段以外，各段应设一组扣索悬挂。

3 扣架应固定在墩台顶上，并应进行强度和稳定性验算。架顶应设置风缆。

4 各扣索位置必须与所吊挂的拱肋在同一竖直面内。

5 各段拱肋由扣索悬挂在扣架上时，必须设置风缆，拱肋接头处应横向连接。风缆应待全孔合龙、横向连接构件混凝土强度满足设计要求后才可撤除。

6 对中、小跨拱，当整根拱肋吊装或每根拱肋分两段吊装时，当横向稳定系数不小于4，可采取单肋合龙，松索成拱。

7 当跨径大于80m或单肋横向稳定系数小于4时，应采用双基肋分别合龙并固定双肋间横向联系，再同时松索成拱。

8 当拱肋分数段吊装时，均应先从拱脚段开始，依次向拱顶分段吊装，最后由拱顶段合龙。

9 多孔拱桥吊装应按设计加载程序进行，宜由桥台或单向推力墩开始依次吊装。

16.6 钢管混凝土拱

16.6.1 钢管拱肋制作时，应符合下列规定：

1 拱肋钢管的种类、规格应符合设计要求，应在工厂加工，具有产品合格证。

2 钢管拱肋加工的分段长度应根据材料、工艺、运输、吊装等因素确定。在制作前，应根据温度和焊接变形的影响，确定合龙节段的尺寸，并绘制施工详图，精确放样。

3 弯管宜采用加热顶压方式，加热温度不得超过800℃。

4 拱肋节段焊接强度不应低于母材强度。所有焊缝均应进行外观检查；对接焊缝应100%进行超声波探伤，其质量应符合设计要求和国家现行标准规定。

5 在钢管拱肋上应设置混凝土压注孔、倒流截止阀、排气孔及扣点、吊点节点板。

6 钢管拱肋外露面应按设计要求做长效防护处理。

16.6.2 钢管拱肋安装应符合下列规定：

1 钢管拱肋成拱过程中，应同时安装横向连系，未安装连系的不得多于一个节段，否则应采取临时横向稳定措施。

2 节段间环焊缝的施焊应对称进行，并应采用定位板控制焊缝间隙，不得采用堆焊。

3 合龙口的焊接或栓接作业应选择在环境温度相对稳定的时段内快速完成。

4 采用斜拉扣索悬拼法施工时，扣索采用钢绞线或高强钢丝束时，安全系数应大于2。

16.6.3 钢管混凝土浇筑施工应符合下列规定：

1 管内混凝土宜采用泵送顶升压注施工，由两拱脚至拱顶对称均衡地连续压注完成。

2 大跨径拱肋钢管混凝土应根据设计加载程序，宜分环、分段并隔仓由拱脚向拱顶对称均衡压注。压注过程中拱肋变位不得超过设计规定。

3 钢管混凝土应具有低泡、大流动性、收缩补偿、延缓初凝和早强的性能。

4 钢管混凝土压注前应清洗管内污物，润湿管壁，先泵入适量水泥浆再压注混凝土，直至钢管顶端排气孔排出合格的混凝土时停止。压注混凝土完成后应关闭倒流截止阀。

5 钢管混凝土的质量检测办法应以超声波检测为主，人工敲击为辅。

6 钢管混凝土的泵送顺序应按设计要求进行，宜先钢管后腹箱。

16.7 中下承式吊杆、系杆拱

16.7.1 钢筋混凝土或钢管混凝土拱肋施工应符合本规范第16.3～16.6节有关规定。

16.7.2 钢吊杆、系杆及锚具的材料、规格和各项技术性能必须符合国家现行标准规定和设计要求。

16.7.3 锚垫板平面必须与孔道轴线垂直。

16.7.4 钢吊杆、系杆防护必须符合设计和国家现行标准的规定。

16.8 转 体 施 工

16.8.1 转体施工应充分利用地形，合理布置桥体预制场地，使支架稳固，易于施工。

16.8.2 施工中应控制结构的预制尺寸、质量和转盘体系的施工精度。

16.8.3 有平衡重平转施工应符合下列规定：

1 转体平衡重可利用桥台或另设临时配重。

2 箱形拱、肋拱宜采用外锚扣体系；桁架拱、刚架拱宜采用内锚扣（上弦预应力钢筋）体系。

3 当采用外锚扣体系时，扣索宜采用精轧螺纹钢筋、带镦头锚的高强钢丝、预应力钢绞线等高强材料，安全系数不得低于

2。扣点应设在拱顶点附近。扣索锚点高程不得低于扣点。

4 当采用内锚扣体系时，扣索可利用结构钢筋或在其杆件内另穿入高强钢筋。完成桥体转体合龙，且浇筑接头混凝土达到设计强度时，应解除扣索张力。利用结构钢筋做锚索时应验算其强度。

5 张拉扣索时的桥体混凝土强度应达到设计要求，当设计无要求时，不应低于设计强度的80%，扣索应分批、分级张拉。扣索张拉至设计荷载后，应调整张拉力使桥体合龙高程符合要求。

6 转体合龙应符合下列要求：

1）应控制桥体高程和轴线，合龙接口相对偏差不得大于10mm。

2）合龙应选择当日最低温度进行。当合龙温度与设计要求偏差3℃或影响高程差±10mm时，应修正合龙高程。

3）合龙时，宜先采用钢楔临时固定，再施焊接头钢筋，浇筑接头混凝土，封固转盘。在混凝土达到设计强度的80%后，再分批、分级松扣，拆除扣、锚索。

7 转体牵引力应按下式计算：

$$T = \frac{2fGR}{3D} \tag{16.8.3}$$

式中 T——牵引力（kN）；

G——转体总重力（kN）；

R——铰柱半径（m）；

D——牵引力偶臂；

f——摩擦系数，无试验数据时，可取静摩擦系数为0.1～0.12，动摩擦系数为0.06～0.09。

8 牵引转动时应控制速度，角速度宜为0.01～0.02rad/min；桥体悬臂端线速度宜为1.5～2.0m/min。

16.8.4 无平衡重平转施工时，应符合下列规定：

1 应利用锚固体系代替平衡重。锚碇可设于引道或边坡岩层中。桥轴向可利用引桥的梁作为支撑，或采用预制、现浇的钢筋混凝土构件作支撑。非桥轴向（斜向）的支撑应采用预制或现浇的钢筋混凝土构件。

2 转动体系的下转轴宜设置在桩基上。扣索宜采用精轧螺纹钢筋，靠近锚块处宜接以柔性工作索。设于拱脚处的上转轴的轴心应按设计要求与下转轴的轴心设置偏心距。

3 尾索张拉宜在立柱顶部的锚梁（锚块）内进行，操作程序同于后张预应力施工。尾索张拉荷载达到设计要求后，应观测1～3d，如发现索间内力相差过大时，应再进行一次尾索张拉，以求均衡达到设计内力。

4 扣索张拉前应在支撑以及拱轴线上（拱顶、3/8、1/4、1/8跨径处）设立平面位置和高程观测点，在张拉前和张拉过程中应随时观测。每索应分级张拉至设计张拉力。

5 拱体旋转到距设计位置约5°时，应放慢转速，距设计位置相差1°时，可停止外力牵引转动，借助惯性就位。

6 当拱体采用双拱肋平转安装时，上下游拱体宜同步对称向桥轴线旋转。

7 当拱体采用两岸各预制半跨，平转安装就位，拱顶高程超差时，宜采用千斤顶张拉、松卸扣索的方法调整拱顶高差。

8 当台座和拱顶合龙口混凝土达到设计强度的80%后，方可对称、均衡地卸除扣索。

9 尾索张拉、扣索张拉、拱体平转、合龙卸扣等工序，必须进行施工观测。

16.8.5 竖转法施工时，应符合下列规定：

1 竖转法施工适用于混凝土肋拱、钢筋混凝土拱。

2 应根据提升能力确定转动单元，宜以横向连接为整体的双肋为一个转动单元。

3 转动速度宜控制在0.005～0.01rad/min。

4 合龙混凝土和转动铰封填混凝土达到设计强度后，方可拆除提升体系。

16.9 拱上结构施工

16.9.1 拱桥的拱上结构，应按照设计规定程序施工。如设计无规定，可由拱脚至拱顶均衡、对称加载，使施工过程中的拱轴线与设计拱轴线尽量吻合。

16.9.2 在砌筑拱圈上砌筑拱上结构应符合下列规定：

1 当拱上结构在拱架卸架前砌筑时，合龙砂浆达到设计强度的30%即可进行。

2 当先卸架后砌拱上结构时，应待合龙砂浆达到设计强度的70%方可进行。

3 当采用分环砌筑拱圈时，应待上环合龙砂浆达到设计强度的70%方可砌筑拱上结构。

4 当采用预施压力调整拱圈应力时，应待合龙砂浆达到设计强度后方可砌筑拱上结构。

16.9.3 在支架上浇筑的混凝土拱圈，其拱上结构施工应符合下列规定：

1 拱上结构应在拱圈及间隔槽混凝土浇筑完成且混凝土强度达到设计强度以后进行施工。设计无规定时，可达到设计强度的30%以上；如封拱前需在拱顶施加预压力，应达到设计强度的75%以上。

2 立柱或横墙底座应与拱圈（拱肋）同时浇筑，立柱上端施工缝应设在横梁承托底面上。

3 相邻腹拱的施工进度应同步。

4 桥面系的梁与板宜同时浇筑。

5 两相邻伸缩缝间的桥面板应一次连续浇筑。

16.9.4 装配式拱桥的拱上结构施工，应待现浇接头和合龙缝混凝土强度达到设计强度的75%以上，且卸落支架后进行。

16.9.5 采用无支架施工的大、中跨径的拱桥，其拱上结构宜利

用缆索吊装施工。

16.10 检 验 标 准

16.10.1 拱部与拱上结构施工中涉及模板和拱架、钢筋、混凝土、预应力混凝土、砌体的质量检验应符合本规范第5.4、6.5、7.13、8.5、9.6节的有关规定。

16.10.2 砌筑拱圈质量检验应符合本规范第16.10.1条规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 砌筑程序、方法应符合设计要求和本规范第16.2节有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、钢尺量、检查施工记录。

一 般 项 目

2 砌筑拱圈允许偏差应符合表16.10.2的规定。

表16.10.2 砌筑拱圈允许偏差

检测项目	允许偏差（mm）		检验频率		检验方法
			范围	点数	
轴线与砌体外平面偏差	有镶面	+20 −10	每跨	5	用经纬仪测量，拱脚、拱顶、$L/4$处
	无镶面	+30 −10			
拱圈厚度	+3%设计厚度 0				用钢尺量，拱脚、拱顶、$L/4$处
镶面石表面错台	粗料石、砌块	3		10	用钢板尺和塞尺量
	块石	5			
内弧线偏离设计弧线	$L\leqslant 30$m	20		5	用水准仪测量，拱脚、拱顶、$L/4$处
	$L>30$m	$L/1500$			

注：L为跨径。

3　拱圈轮廓线条清晰圆滑，表面整齐。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

16.10.3　现浇混凝土拱圈质量检验应符合本规范第 16.10.1 条规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1　混凝土应按施工设计要求的顺序浇筑。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录。

2　拱圈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：观察或用读数放大镜观测。

一 般 项 目

3　现浇混凝土拱圈允许偏差应符合表 16.10.3 的规定。

表 16.10.3　现浇混凝土拱圈允许偏差

项　目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
轴线偏位	板拱	10	每跨每肋	5	用经纬仪测量，拱脚、拱顶、$L/4$ 处
	肋拱	5			
内弧线偏离设计弧线	跨径 $L\leqslant 30$m	20			用水准仪测量，拱脚、拱顶、$L/4$ 处
	跨径 $L>30$m	$L/1500$			
断面尺寸	高度	±5			用钢尺量，拱脚、拱顶、$L/4$ 处
	顶、底、腹板厚	+10 0			
拱肋间距		±5			用钢尺量
拱宽	板拱	±20			用钢尺量，拱脚、拱顶、$L/4$ 处
	肋拱	±10			

注：L 为跨径。

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、用读数放大镜观测。

16.10.4 劲性骨架混凝土拱圈质量检验应符合本规范第16.10.1条规定，且应符合下列规定：

主控项目

1 混凝土应按施工设计要求的顺序浇筑。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录。

一般项目

2 劲性骨架制作及安装允许偏差应符合表16.10.4-1和表16.10.4-2的规定。

表16.10.4-1 劲性骨架制作允许偏差

检查项目	允许偏差（mm）	检查频率		检验方法
		范围	点数	
杆件截面尺寸	不小于设计要求	每段	2	用钢尺量两端
骨架高、宽	±10		5	用钢尺量两端、中间、*L*/4处
内弧偏离设计弧线	10		3	用样板量两端、中间
每段的弧长	±10		2	用钢尺量两侧

表16.10.4-2 劲性骨架安装允许偏差

检查项目		允许偏差（mm）	检查频率		检验方法
			范围	点数	
轴线偏位		*L*/6000	每跨每肋	5	用经纬仪测量，每肋拱脚、拱顶、*L*/4处
高程		±*L*/3000		3+各接头点	用水准仪测量，拱脚、拱顶及各接头点
对称点相对高差	允许	*L*/3000		各接头点	用水准仪测量
	极值	*L*/1500，且反向			

注：*L*为跨径。

3 劲性骨架混凝土拱圈允许偏差应符合表 16.10.4-3 的规定。

表 16.10.4-3 劲性骨架混凝土拱圈允许偏差

检查项目		允许偏差（mm）		检查频率		检查方法
				范围	点数	
轴线偏位		$L\leqslant 60$m	10	每跨每肋	5	用经纬仪测量，拱脚、拱顶、$L/4$ 处
		$L=200$m	50			
		$L>200$m	$L/4000$			
高程		$\pm L/3000$				用水准仪测量，拱脚、拱顶、$L/4$ 处
对称点相对高差	允许	$L/3000$				
	极值	$L/1500$，且反向				
断面尺寸		± 10				用钢尺量拱脚、拱顶、$L/4$ 处

注：1 L 为跨径；

2 L 在 60～200m 之间时，轴线偏位允许偏差内插。

4 拱圈外形圆顺，表面平整，无孔洞、露筋、蜂窝、麻面和宽度大于 0.15mm 的收缩裂缝。

检验数量：全数检查。

检验方法：观察、用读数放大镜观测。

16.10.5 装配式混凝土拱部结构质量检验应符合本规范第 16.10.1 条规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 拱段接头现浇混凝土强度必须达到设计要求或达到设计强度的 75%后，方可进行拱上结构施工。

检查数量：全数检查（每接头至少留置 2 组试件）。

检验方法：检查同条件养护试件强度试验报告。

2 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：观察或用读数放大镜观测。

3　预制拱圈质量检验允许偏差应符合表 16.10.5-1 的规定。

表 16.10.5-1　预制拱圈质量检验允许偏差

检查项目		规定值或允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
混凝土抗压强度		符合设计要求	每肋每片	按现行国家标准《混凝土强度检验评定标准》GBJ 107 的规定	
每段拱箱内弧长		0，−10		1	用钢尺量
内弧偏离设计弧线		±5		1	用样板检查
断面尺寸	顶底腹板厚	+10，0		2	用钢尺量
	宽度及高度	+10，−5		2	
轴线偏位	肋拱	5		3	用经纬仪测量
	箱拱	10		3	
拱箱接头尺寸及倾角		±5		1	用钢尺量
预埋件位置	肋拱	5		1	用钢尺量
	箱拱	10		1	

一　般　项　目

4　拱圈安装允许偏差应符合表 16.10.5-2 的规定。

表 16.10.5-2　拱圈安装允许偏差

检查项目		允许偏差（mm）		检验频率		检验方法
				范围	点数	
轴线偏位		$L\leqslant 60$m	10	每跨每肋	5	用经纬仪测量，拱脚、拱顶、$L/4$ 处
		$L>60$m	$L/6000$			
高程		$L\leqslant 60$m	±20			用水准仪测量，拱脚、拱顶、$L/4$ 处
		$L>60$m	$\pm L/3000$			
对称点相对高差	允许	$L\leqslant 60$m	20	每段、每个接头	1	用水准仪测量
		$L>60$m	$L/3000$			
	极值	允许偏差的2倍，且反向				

续表 16.10.5-2

检查项目	允许偏差（mm）		检查频率		检验方法
			范围	点数	
各拱肋相对高差	$L\leqslant 60$m	20	各肋	5	用水准仪测量，拱脚、拱顶、$L/4$ 处
	$L>60$m	$L/3000$			
拱肋间距	±10				用钢尺量，拱脚、拱顶、$L/4$ 处

注：L 为跨径。

5 悬臂拼装的桁架拱允许偏差应符合表 16.10.5-3 的规定。

表 16.10.5-3 悬臂拼装的桁架拱允许偏差

检查项目		允许偏差（mm）		检查频率		检验方法
				范围	点数	
轴线偏位		$L\leqslant 60$m	10	每跨每肋每片	5	用经纬仪测量，拱脚、拱顶、$L/4$ 处
		$L>60$m	$L/6000$			
高程		$L\leqslant 60$m	±20		5	用水准仪测量，拱脚、拱顶、$L/4$ 处
		$L>60$m	$\pm L/3000$			
相邻拱片高差		15			5	用水准仪测量，拱脚、拱顶、$L/4$ 处
对称点相对高差	允许	$L\leqslant 60$m	20			
		$L>60$m	$L/3000$			
	极值	允许偏差的2倍，且反向				
拱片竖向垂直度		≤1/300高度，且不大于20			2	用经纬仪测量或垂线和钢尺量

注：L 为跨径。

6 腹拱安装允许偏差应符合表 16.10.5-4 的规定。

表 16.10.5-4 腹拱安装允许偏差

检查项目	允许偏差（mm）	检查频率		检验方法
		范围	点数	
轴线偏位	10	每跨每肋	2	用经纬仪测量拱脚
拱顶高程	±20		2	用水准仪测量
相邻块件高差	5		3	用钢尺量

7 拱圈外形圆顺，表面平整，无孔洞、露筋、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、用读数放大镜观测。

16.10.6 钢管混凝土拱质量检验应符合本规范第 16.10.1 条规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 钢管内混凝土应饱满，管壁与混凝土紧密结合。

检查数量：按检验方案确定。

检验方法：观察出浆孔混凝土溢出情况、检查超声波检测报告。

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 钢管拱肋制作与安装允许偏差应符合表 16.10.6-1 的规定。

表 16.10.6-1 钢管拱肋制作与安装允许偏差

检查项目	允许偏差 (mm)	检查频率		检查方法
		范围	点数	
钢管直径	$\pm D/500$，且±5	每跨每肋每段	3	用钢尺量
钢管中距	±5		3	用钢尺量
内弧偏离设计弧线	8		3	用样板量
拱肋内弧长	0 −10		1	用钢尺分段量
节段端部平面度	3		1	拉线、用塞尺量

续表 16.10.6-1

检查项目		允许偏差（mm）	检查频率		检查方法
			范围	点数	
竖杆节间长度		±2	每跨每肋每段	1	用钢尺量
轴线偏位		L/6000		5	用经纬仪测量，端、中、L/4 处
高程		±L/3000		5	用水准仪测量，端、中、L/4 处
对称点相对高差	允许	L/3000		1	用水准仪测量各接头点
	极值	L/1500，且反向			
拱肋接缝错边		≤0.2 壁厚，且不大于 2	每个	2	用钢板尺和塞尺量

注：1 D 为钢管直径（mm）；

2 L 为跨径。

4 钢管混凝土拱肋允许偏差应符合表 16.10.6-2 的规定。

表 16.10.6-2 钢管混凝土拱肋允许偏差

检查项目		允许偏差（mm）		检查频率		检查方法
				范围	点数	
轴线偏位		L≤60m	10	每跨每肋	5	用经纬仪测量，拱脚、拱顶、L/4 处
		L=200m	50			
		L>200m	L/4000			
高程		±L/3000			5	用水准仪测量，拱脚、拱顶、L/4 处
对称点相对高差	允许	L/3000			1	用水准仪测量各接头点
	极值	L/1500，且反向				

注：L 为跨径。

5 钢管混凝土拱肋线形圆顺，无折弯。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

16.10.7 中下承式拱吊杆和柔性系杆拱质量检验应符合本规范第 16.10.1 条规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 吊杆、系杆及其锚具的材质、规格和技术性能应符合国

家现行标准和设计规定。

检查数量：全数检查或按检验方案确定。

检验方法：检查产品合格证和出厂检验报告、检查进场验收记录和复验报告。

2 吊杆、系杆防护必须符合设计要求和本规范第 14.3.1 条有关规定。

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、检查施工记录；用干膜测厚仪检查。

一 般 项 目

3 吊杆的制作与安装允许偏差应符合表 16.10.7-1 的规定。

表 16.10.7-1 吊杆的制作与安装允许偏差

检查项目		允许偏差（mm）	检验频率		检查方法
			范围	数量	
吊杆长度		$\pm l/1000$，且±10	每吊杆每吊点	1	用钢尺量
吊杆拉力	允许	应符合设计要求		1	用测力仪（器）检查每吊杆
	极值	下承式拱吊杆拉力偏差 20%			
吊点位置		10		1	用经纬仪测量
吊点高程	高程	±10		1	用水准仪测量
	两侧高差	20			

注：l 为吊杆长度。

4 柔性系杆张拉应力和伸长率应符合表 16.10.7-2 的规定。

表 16.10.7-2 柔性系杆张拉应力和伸长率

检查项目	规定值	检验频率		检查方法
		范围	数量	
张拉应力（MPa）	符合设计要求	每根	1	查油压表读数
张拉伸长率（%）	符合设计规定		1	用钢尺量

16.10.8 转体施工拱质量检验应符合本规范第16.10.1条规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 转动设施和锚固体系应安全可靠。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录、用仪器检测或量测。

2 双侧对称施工误差应控制在设计规定的范围内。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录。

3 合龙段两侧高差必须在设计规定的允许范围内。

检查数量：全数检查。

检验方法：用水准仪测量、检查施工记录。

4 封闭转盘和合龙段混凝土强度应符合设计要求。

检查数量：每个合龙段、转盘全数检查（至少留置2组试件）。

检验方法：检查同条件养护试件强度试验报告。

一 般 项 目

5 转体施工拱允许偏差应符合表16.10.8的规定。

表16.10.8 转体施工拱允许偏差

检查项目	允许偏差（mm）	检验频率		检查方法
		范围	数量	
轴线偏位	$L/6000$	每跨每肋	5	用经纬仪测量，拱脚、拱顶、$L/4$处
拱顶高程	±20		2～4	用水准仪测量
同一横截面两侧或相邻上部构件高差	10		5	用水准仪测量

注：L为跨径。

16.10.9 拱上结构质量检验应符合本规范第16.10.1条规定。

拱上结构施工时间和顺序应符合设计和施工设计规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查试件强度试验报告。

17 斜 拉 桥

17.1 索 塔

17.1.1 索塔施工应根据其结构特点与设计要求选择适宜的施工方法与施工设备。除应采用塔式起重机、施工升降机之外，还必须设置登高安全通道、安全网、临边护栏等安全防护装置。

17.1.2 索塔施工安全技术方案中应对高空坠物、雷击、强风、寒暑、暴雨、飞行器等制定具体的防范措施，实施中应加强检查。

17.1.3 索塔施工应选择天顶法或测距法等测量方法，测量方案编制、仪器选择和精度评价等应经过论证，索塔垂直度、索管位置与角度应符合设计所要求的精度。

17.1.4 倾斜式索塔施工时，必须对各个施工阶段索塔的强度与变形进行计算，并及时设置相应的对拉杆或钢管（型钢桁架）、主动撑等横向支撑结构。

17.1.5 索塔横梁模板与支撑结构设计时，除应考虑支撑高度、结构质量、结构的弹性与非弹性变形因素外，还应考虑环境温差、日照、风力等外界因素的影响，宜设置支座调节系统，并合理设置预拱度。

17.1.6 索塔施工中宜设置劲性钢骨架。索塔混凝土浇筑应根据混凝土合理浇筑高度、索管位置及吊装设备的能力分节段施工。劲性骨架的接头形式及质量标准应得到设计的确认。

17.1.7 索塔上的索管安装定位时，宜采用三维空间极坐标法，并事先在索管与索塔上设置定位控制点。

17.1.8 索塔施工的环境温度应以施工段高空实测温度为准。索塔冬期施工时，模板应采取保温措施。

17.1.9 当设计规定安装避雷设施时，电缆线宜敷设于预留孔道

中，地下设施部分宜在基础等施工时配合完成。

17.2 主　梁

17.2.1 施工前应根据梁体类型、地理环境条件、交通运输条件、结构特点等综合因素选择适宜的施工方案与施工设备。

17.2.2 当设计采用非塔、梁固结形式时，必须采取塔、梁临时固结措施，且解除临时固结的程序必须经设计确认。在解除过程中必须对拉索索力、主梁标高、索塔和主梁内力与索塔位移进行监控。

17.2.3 主梁施工时应缩短双悬臂持续时间，尽快使一侧固定，必要时应采取临时抗风措施。

17.2.4 主梁施工前，应先确定主梁上的施工机具设备的数量、质量、位置及其在施工过程中的位置变化情况，施工中不得随意增加设备或随意移动。

17.2.5 采用挂篮悬浇法或悬拼法施工之前，挂篮或悬拼设备应进行检验和试拼，确认合格后方可在现场整体组装；组装完成经检验合格后，必须根据设计荷载及技术要求进行预压，检验其刚度、稳定性、高程及其他技术性能，并消除非弹性变形。

17.2.6 混凝土主梁施工应符合下列规定：

1 支架法现浇施工应消除温差、支架变形等因素对结构变形与施工质量产生的不良影响。支架搭设完成后应进行检验，必要时可进行静载试验。

2 挂篮法悬浇施工应符合本规范第 13 章有关规定。

3 悬拼法施工主梁应符合下列要求：

1）应根据设计索距、吊装设备的能力等因素确定预制梁段的长度。

2）梁段预制宜采用长线台座、齿合密贴浇筑工艺。

3）梁段拼接宜采用环氧树脂拼接缝，拼前应清除拼接面的污垢、油渍与混凝土残渣，并保持干燥。严禁修补梁段的拼接面。

4）接缝材料的强度应大于混凝土结构设计强度，拼接时应避免粘结材料受挤压而进入预应力预留孔道。

5）梁段拼接后应及时进行梁体预应力与挂索张拉。

4 合龙段现浇混凝土施工应符合下列要求：

1）合龙段相毗邻的梁端部应预埋临时连接钢构件。

2）合龙段两端的梁段安装定位后，应及时将连接钢构件焊连一体，再进行混凝土合龙施工，并按设计要求适时解除临时连接。

3）合龙前应不间断地观测数日的昼夜环境温度场变化与合龙高程及合龙口长度变化的关系，同时应考虑风力对合龙精度的影响，综合诸因素确定适宜的合龙时间。

4）合龙段现浇混凝土宜选择补偿收缩且早强混凝土。

5）合龙前应按设计要求将合龙段两端的梁体分别向桥墩方向顶出一定距离。

17.2.7 钢主梁（构件）施工应符合下列规定：

1 主梁为钢箱梁时现场宜采用栓焊结合、全栓接方式连接，采用全焊接方式连接时，应采取防止温度变形措施。

2 当结合梁采用整体梁段预制安装时，混凝土桥面板之间应采用湿接头连接，湿接头应现浇补偿收缩混凝土；当结合梁采用先安装钢梁，现浇混凝土桥面板时，也可采用补偿收缩混凝土。

3 合龙前应不间断地观测数日的昼夜环境温度场变化、梁体温度场变化与合龙高程及合龙口长度变化的关系，确定合龙段的精确长度与适宜的合龙时间及实施程序，并应满足钢梁安装就位时高强螺栓定位、拧紧以及合龙后拆除墩顶段的临时固结装置所需的时间。

4 实地丈量计算合龙段长度时，应预估斜拉索的水平分力对钢梁压缩量的影响。

17.2.8 当采用转体法施工时，应符合本规范第 16.8 节有关规

定，并应制定专项方案。

17.3 拉索和锚具

17.3.1 拉索和锚具的制作和防护应符合下列规定：

1 拉索及其锚具应由具备相应资质的专业单位制作，应按现行国家及行业相关标准的要求进行生产，并应按标准或设计要求进行检查和验收。

2 对高强钢丝拉索，在工厂制作时应按 1.2～1.4 倍设计索力对拉索进行预张拉检验，合格后方可出厂。

3 锚杯、锚板、螺母和垫块等主要受力件的半成品在热处理后应进行超声波探伤，探伤合格后方可进入下一道工序。

4 拉索防护材料的质量应符合国家现行标准《建筑缆索用高密度聚乙烯塑料》CJ/T 3078 和产品技术要求。

5 拉索成品、锚具交货时应提供产品质量证书和出厂检验报告、产品批号、设计索号及型号、生产日期、数量等。

6 拉索成品和锚具出厂前，应采用柔性材料缠裹。拉索运输和堆放中应无破损、无变形、无腐蚀。

17.3.2 拉索的架设应符合下列规定：

1 拉索架设前应根据索塔高度、拉索类型、拉索长度、拉索自重、安装拉索时的牵引力以及施工现场状况等综合因素选择适宜的拉索安装方法和设备。

2 施工中不得损伤拉索保护层和锚头，不得对拉索施加集中力或过度弯曲。

3 安装由外包 PE 护套单根钢绞线组成的半成品拉索时，应控制每一根钢绞线安装后的拉力差在±5%内，并应设置临时减振器。

4 施工中，必须对索管与锚端部位采取临时防水、防腐和防污染措施。

17.3.3 拉索的张拉应符合下列规定：

1 张拉设备应按预应力施工的有关规定进行标定。

2 拉索张拉的顺序、批次和量值应符合设计要求。应以振动频率计测定的索力油压表量值为准，并应视拉索减振器以及拉索垂度状况对测定的索力予以修正，以延伸值作校核。

3 拉索应按设计要求同步张拉。对称同步张拉的斜拉索，张拉中不同步的相对差值不得大于10%。两侧不对称或设计索力不同的斜拉索，应按设计要求的索力分段同步张拉。

4 在下列工况下，应采用传感器或振动频率测力计检测各拉索索力值，并进行修正：

1）每组拉索张拉完成后；

2）悬臂施工跨中合龙前后；

3）全桥拉索全部张拉完成后；

4）主梁体内预应力钢筋全部张拉完成，且桥面及附属设施安装完成后。

5 拉索张拉完成后应检查每根拉索的防护情况，发现破损应及时修补。

17.4 施工控制与索力调整

17.4.1 施工过程中，必须对主梁各个施工阶段的拉索索力、主梁标高、塔梁内力以及索塔位移量等进行监测，并应及时将有关数据反馈给设计单位，分析确定下一施工阶段的拉索张拉量值和主梁线形、高程及索塔位移控制量值等，直至合龙。

17.4.2 施工控制，在主梁悬臂施工阶段应以标高控制为主；在主梁施工完成后，应以索力控制为主。

17.4.3 施工控制应包括下列内容：

1 主梁线形、索塔的水平位移；

2 高程、轴线偏差；

3 拉索索力、支座反力以及梁、塔应力。

17.4.4 在施工控制中应根据梁段自重、主梁材料的弹性模量及徐变系数、拉索弹性模量的理论值与实际值之间的差异，对索力进行调整。

17.4.5 施工控制宜采用卡尔曼滤波法、最小二乘误差控制法或无应力状态控制法与自适应控制法等计算方法。主梁施工初期可采用经验参数或设计参数，设置混凝土弹性模量、拉索弹性模量、混凝土徐变系数、梁段混凝土及施工荷载、挂篮刚度等控制参数，并通过施工初期若干梁段的施工结果对上述参数进行验证与修正。

17.4.6 拉索的拉力误差超过设计规定时，应进行调整，调整时可从超过设计索力最大或最小的拉索开始（放或拉）调整至设计索力。调索时应对拉索索力、拉索延伸量、索塔位移与梁体标高进行监测。

17.4.7 为避免日照与温差影响测量精度，宜选择在日出之前或日落之后进行测量工作，并在记录中注明当时当地的温度与天气状况。

17.4.8 施工中，宜采用光电跟踪测量技术与计算机跟踪索力检测技术。

17.5 检 验 标 准

17.5.1 斜拉桥施工涉及模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土质量检验应符合本规范第 5.4、6.5、7.13、8.5 节的有关规定。

17.5.2 现浇混凝土索塔施工质量检验应符合本规范第 17.5.1 条规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 索塔及横梁表面不得出现孔洞、露筋和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、用读数放大镜观测。

2 避雷设施应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录、用电气仪表检测。

一 般 项 目

3 现浇混凝土索塔允许偏差应符合表 17.5.2 的规定。

表 17.5.2 现浇混凝土索塔允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
地面处轴线偏位	10	每对索距	2	用经纬仪测量，纵、横各 1 点
垂直度	≤H/3000，且不大于 30 或设计要求		2	用经纬仪、钢尺量测，纵、横各 1 点
断面尺寸	±20		2	用钢尺量，纵、横各 1 点
塔柱壁厚	±5		1	用钢尺量，每段每侧面 1 处
拉索锚固点高程	±10	每索	1	用水准仪测量
索管轴线偏位	10，且两端同向		1	用经纬仪测量
横梁断面尺寸	±10	每根横梁	5	用钢尺量，端部、L/2 和 L/4 各 1 点
横梁顶面高程	±10		4	用水准仪测量
横梁轴线偏位	10		5	用经纬仪、钢尺量测
横梁壁厚	±5		1	用钢尺量，每侧面 1 处（检查 3～5 个断面，取最大值）
预埋件位置	5		2	用钢尺量
分段浇筑时，接缝错台	5	每侧面，每接缝	1	用钢板尺和塞尺量

注：1 H 为塔高；

2 L 为横梁长度。

4 索塔表面应平整、直顺，无蜂窝、麻面和大于 0.15mm 的收缩裂缝。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用读数放大镜观测。

17.5.3 混凝土斜拉桥悬臂施工，墩顶梁段质量检验应符合本规范第17.5.1条规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 梁段表面不得出现孔洞、露筋和宽度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、用读数放大镜观测。

一 般 项 目

2 混凝土斜拉桥墩顶梁段允许偏差应符合表17.5.3的规定。

表17.5.3 混凝土斜拉桥墩顶梁段允许偏差

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
轴线偏位		跨径/10000	每段	2	用经纬仪或全站仪测量，纵桥向2点
顶面高程		±10		1	用水准仪测量
断面尺寸	高度	+5，−10		2	用钢尺量，2个断面
	顶宽	±30			
	底宽或肋间宽	±20			
	顶、底、腹板厚或肋宽	+10 0			
横坡（%）		±0.15		3	用水准仪测量，3个断面
平整度		8			用2m直尺、塞尺量，检查竖直、水平两个方向，每侧面每10m梁长测1处
预埋件位置		5	每件	2	经纬仪放线，用钢尺量

3 梁段表面应无蜂窝、麻面和大于0.15mm的收缩裂缝。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用读数放大镜观测。

17.5.4 支架上浇筑混凝土主梁质量检验应符合本规范第

17.5.1 条和第 13.7.2 条规定。

17.5.5 悬臂浇筑混凝土主梁质量检验应符合本规范第 17.5.1 条规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 悬臂浇筑必须对称进行。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

2 合龙段两侧的高差必须在设计允许范围内。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查测量记录。

3 混凝土表面不得出现露筋、孔洞和宽度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、用读数放大镜观测。

一 般 项 目

4 悬臂浇筑混凝土主梁允许偏差应符合表 17.5.5 的规定。

表 17.5.5 悬臂浇筑混凝土主梁允许偏差

项目	允许偏差（mm）		检验频率		检验方法
			范围	点数	
轴线偏位	$L\leqslant 200$m	10	每段	2	用经纬仪测量
	$L>200$m	$L/20000$			
断面尺寸	宽度	+5 −8		3	用钢尺量端部和 $L/2$ 处
	高度	+5 −8		3	用钢尺量端部和 $L/2$ 处
	壁厚	+5 0		8	用钢尺量前端
长度		±10		4	用钢尺量顶板和底板两侧
节段高差		5		3	用钢尺量底板两侧和中间

续表 17.5.5

项目	允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
		范围	点数	
预应力筋轴线偏位	10	每个管道	1	用钢尺量
拉索索力	符合设计和施工控制要求	每索	1	用测力计
索管轴线偏位	10	每索	1	用经纬仪测量
横坡（%）	±0.15	每段	1	用水准仪测量
平整度	8	每段	1	用 2m 直尺、塞尺量，竖直、水平两个方向，每侧每 10m 梁长测 1 点
预埋件位置	5	每件	2	经纬仪放线，用钢尺量

注：L 为节段长度。

5 梁体线形平顺、梁段接缝处无明显折弯和错台，表面无蜂窝、麻面和大于 0.15mm 的收缩裂缝。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用读数放大镜观测。

17.5.6 悬臂拼装混凝土主梁质量检验应符合本规范第 17.5.1 条和第 13.7.3 条有关规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 悬臂拼装必须对称进行。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

2 合龙段两侧的高差必须在设计允许范围内。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查测量记录。

一 般 项 目

3 悬臂拼装混凝土主梁允许偏差应符合表 17.5.6 的规定。

表 17.5.6 悬臂拼装混凝土主梁允许偏差

项 目	允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
		范围	点数	
轴线偏位	10	每段	2	用经纬仪测量
节段高差	5		3	用钢尺量底板、两侧和中间
预应力筋轴线偏位	10	每个管道	1	用钢尺量
拉索索力	符合设计和施工控制要求	每索	1	用测力计
索管轴线偏位	10	每索	1	用经纬仪测量

4 梁体线形应平顺，梁段接缝处应无明显折弯和错台。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

17.5.7 钢箱梁的拼装质量检验应符合本规范第 14.3 节有关规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 悬臂拼装必须对称进行。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

一 般 项 目

2 钢箱梁段制作允许偏差应符合表 17.5.7-1 的规定。

表 17.5.7-1　钢箱梁段制作允许偏差

项　目		允许偏差(mm)	检验频率		检　验　方　法
			范围	点数	
梁段长		±2	每段每索	3	用钢尺量，中心线及两侧
梁段桥面板四角高差		4		4	用水准仪测量
风嘴直线度偏差		$L/2000$，且≤6		2	拉线、用钢尺量检查各风嘴边缘
端口尺寸	宽度	±4		2	用钢尺量两端
	中心高	±2		2	用钢尺量两端
	边高	±3		4	用钢尺量两端
	横断面对角线长度差	≤4		2	用钢尺量两端
锚箱	锚点坐标	±4		6	用经纬仪、垂球量测
	斜拉索轴线角度(°)	0.5		2	用经纬仪、垂球量测
梁段匹配性	纵桥向中心线偏差	1		2	用钢尺量
	顶、底、腹板对接间隙	+3 −1		2	用钢尺量
	顶、底、腹板对接错台	2		2	用钢板尺和塞尺量

注：L 为梁段长度。

3　钢箱梁悬臂拼装允许偏差应符合表 17.5.7-2 的规定。

表 17.5.7-2　钢箱梁悬臂拼装允许偏差

项　目		允许偏差(mm)		检验频率		检　验　方　法
				范围	点数	
轴线偏位		L≤200m	10	每段	2	用经纬仪测量
		L>200m	$L/20000$			
拉索索力		符合设计和施工控制要求		每索	1	用测力计
梁锚固点高程或梁顶高程	梁段	满足施工控制要求		每段	1	用水准仪测量每个锚固点或梁段两端中点
	合龙段	L≤200m	±20			
		L>200m	$\pm L/10000$			
梁顶水平度		20			4	用水准仪测量梁顶四角
相邻节段匹配高差		2			1	用钢尺量

注：L 为跨度。

4　钢箱梁在支架上安装允许偏差应符合表 17.5.7-3 的规定。

项　目	允许偏差(mm)	检验频率		检　验　方　法
		范围	点数	
轴线偏位	10	每段	2	用经纬仪测量
梁段的纵向位置	10		1	用经纬仪测量
梁顶高程	±10		2	水准仪测量梁段两端中点
梁顶水平度	10		4	用水准仪测量梁顶四角
相邻节段匹配高差	2		1	用钢尺量

5　梁体线形应平顺，梁段间应无明显折弯。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

17.5.8　结合梁的工字钢梁段悬臂拼装质量检验应符合本规范第14.3节有关规定，且应符合下列规定：

一　般　项　目

1　工字钢梁段制作允许偏差应符合表17.5.8-1的规定。

表17.5.8-1　工字钢梁段制作允许偏差

项　目		允许偏差(mm)	检验频率		检　验　方　法
			范围	点数	
梁高	主梁	±2	每段每索	2	用钢尺量
	横梁	±1.5			
梁长	主梁	±3		3	用钢尺量，每节段两侧和中间
	横梁	±1.5		3	用钢尺量
梁宽	主梁	±1.5		2	用钢尺量
	横梁	±1.5			
梁腹板平面度	主梁	h/350，且不大于8		3	用2m直尺、塞尺量
	横梁	h/500，且不大于5		3	
锚箱	锚点坐标	±4		6	用经纬仪、垂球量测
	斜拉索轴线角度(°)	0.5		2	用经纬仪、垂球量测
梁段顶、底、腹板对接错台		2		2	用钢板尺和塞尺量

注：h为梁高。

2 工字梁悬臂拼装允许偏差应符合表 17.5.8-2 的规定。

表 17.5.8-2 工字梁悬臂拼装允许偏差

项目		允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
轴线偏位	$L\leqslant 200$m	10	每段每索	2	用经纬仪测量
	$L>200$m	$L/20000$			
拉索索力		符合设计要求		1	用测力计
锚固点高程或梁顶高程	梁段	满足施工控制要求		1	用水准仪测量每个锚固点或梁段两端中点
	两主梁高差	10			

注：L 为分段长度。

3 梁体线形应平顺，梁段间应无明显折弯。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

17.5.9 结合梁的混凝土板质量检验应符合本规范第 17.5.1 条规定，且应符合下列规定：

主控项目

1 混凝土板的浇筑或安装必须对称进行。

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 结合梁混凝土板允许偏差应符合表 17.5.9 的规定。

表 17.5.9 结合梁混凝土板允许偏差

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
混凝土板断面尺寸	宽度	±15	每段每索	3	用钢尺量端部和 $L/2$ 处
	厚度	+10 0		3	用钢尺量前端，两侧和中间
拉索索力		符合设计和施工控制要求		1	用测力计
高程	$L\leqslant 200m$	±20		1	用水准仪测量，每跨测 5～15 处，取最大值
	$L>200m$	$\pm L/10000$			
横坡（%）		±0.15		1	用水准仪测量，每跨测 3～8 个断面，取最大值

注：L 为分段长度。

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

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

17.5.10 斜拉索安装质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 拉索和锚头成品性能质量应符合设计要求和国家现行标准规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查原材料合格证和制造厂复验报告；检查成品合格证和技术性能报告。

2 拉索和锚头防护材料技术性能应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查原材料合格证和检测报告。

3 拉索拉力应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查施工记录。

4 平行钢丝斜拉索制作与防护允许偏差应符合表 17.5.10 的规定。

表 17.5.10 平行钢丝斜拉索制作与防护允许偏差

项 目		允许偏差(mm)	检验频率		检 查 方 法
			范围	点数	
斜拉索长度	≤100m	±20	每根每件每孔	1	用钢尺量
	>100m	±1/5000 索长			
PE 防护厚度		+1.0、−0.5		1	用钢尺量或测厚仪检测
锚板孔眼直径 D		$d<D<1.1d$		1	用量规检测
镦头尺寸		镦头直径≥1.4d，镦头高度≥d		10	用游标卡尺检测，每种规格检查 10 个
锚具附近密封处理		符合设计要求		1	观察

注：d 为钢丝直径。

5 拉索表面应平整、密实、无损伤、无擦痕。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

18 悬 索 桥

18.1 一 般 规 定

18.1.1 施工前应根据悬索桥的构造和施工特点，有计划地做好构件的加工、特殊机械设备的设计制作和必要的试验等施工准备工作。

18.1.2 施工过程中，应及时对成桥结构线形及内力进行监控，确保符合设计要求。

18.2 锚 碇

18.2.1 重力式锚碇混凝土应按大体积混凝土的要求进行施工，基坑开挖应符合本规范第 10.2 节的有关规定。

18.2.2 重力式锚碇锚固体系施工应符合下列规定：

1 型钢锚固体系的钢构件应由工厂制作，现场应进行成品检验，确认符合设计要求。

2 预应力锚固体系中，预应力张拉与压浆工艺，应符合设计和本规范第 8 章的要求。锚头应安装防护套，并注入保护性油脂。

18.2.3 隧道式锚碇在隧道开挖时应采用小药量爆破。开挖中应采取排水和防水措施，对于岩洞周围裂缝较多的岩石应加以处理。岩洞开挖到设计截面后，应及时支护并进行锚体混凝土灌筑。

18.3 索 塔

18.3.1 索塔施工应符合本规范第 17.1 节规定。

18.3.2 塔顶钢框架的安装必须在索塔上横系梁施工完毕，且达到设计强度后方能进行。

18.3.3 索塔完工后，必须测定裸塔倾斜度、跨距和塔顶标高，作为主缆线形计算调整的依据。

18.4 施工猫道

18.4.1 猫道形状及各部分尺寸应满足主缆工程施工的需要。猫道宜设抗风缆，上、下游猫道之间宜设置若干人行通道，确保其稳定性。

18.4.2 猫道承重索宜采用钢丝绳或钢绞线。承重索的安全系数不得小于3.0。

18.4.3 边跨和中跨的承重索应对称、连续架设。架设后应进行线形调整。各根索的跨中标高相对误差宜控制在±30mm之内。

18.4.4 猫道面层应从塔顶向跨中、锚碇方向铺设，并且上、下游两幅猫道应对称、平衡地铺设。

18.4.5 中跨、边跨的猫道架设进度，应以塔的两侧水平力差异不超过设计要求为准。在架设过程中必须监测塔的偏移量和承重索的垂度。

18.4.6 加劲梁架设前，应将猫道改吊于主缆上，然后解除猫道承重索与塔和锚碇的连接。

18.4.7 主缆防护工程完成后，方可拆除猫道。

18.5 主缆架设与防护

18.5.1 索股牵引应符合下列规定：

1 牵引过程中应对索股施加反拉力。

2 牵引最初几根时，应低速牵引，检查牵引系统运转情况，对关键部位进行调整后方能转入正常架设工作。

3 牵引过程中发现绑扎带连续两处切断时，应停机进行修补。监视索股中的着色丝，一旦发生扭转，必须采取措施加以纠正。

4 牵引到对岸，在卸下锚头前必须把索股临时固定。

5 索股两端的锚头引入锚固系统前，必须将索股理顺，对

鼓丝段进行梳理。

6 索股横移时，必须将索股从猫道滚筒上提起，确认全跨径的索股已离开猫道滚筒后，才能横向移到索鞍的正上方。横移时拽拉量不宜过大，索股下方不得有人。

18.5.2 在索鞍区段内的索股从六边形断面理成矩形，其钢丝在矩形断面内的排列应符合既能顺利入鞍槽又使空隙率最小的原则。整形过程应在索股处于无应力状态下使用专用的整形器进行。索股整形完毕方可放入鞍槽，并用木块楔紧。整形时应保持钢丝平顺，不得交叉、扭转、损伤。

18.5.3 索股锚头入锚后应进行临时锚固。索股应设一定的抬高量，抬高量宜为 200～300mm，并做好编号标志。

18.5.4 索股线形调整应符合下列规定：

1 垂度调整应在夜间温度稳定时进行。温度稳定的条件为：长度方向索股的温差不大于 2℃；横截面索股的温差不大于 1℃。

2 绝对垂度调整，应测定基准索股下缘的标高及跨长、塔顶标高及变位、主索鞍预偏量、散索鞍预偏量。主缆垂度和标高的调整量，应在气温与索股温度等值后经计算确定。基准索股标高必须连续 3d 在夜间温度稳定时进行测量，3 次测出结果误差在容许范围内时，应取 3 次的平均值作为该基准索股的标高。

3 相对垂度调整，应按与基准索股若即若离的原则进行。

4 垂度调整允许误差，基准索股中跨跨中为±1/20000 跨径；边跨跨中为中跨跨中的 2 倍；上下游基准索股高差 10mm；一般索股（相对于基准索股）为－5mm、10mm。

5 调整合格的索股不得在鞍槽内滑移。

18.5.5 索力的调整应以设计提供的数据为依据，其调整量应根据调整装置中测力计的读数和锚头移动量双控确定。实际拉力与设计值之间的允许误差应为设计锚固力的 3%。

18.5.6 紧缆工作应分两步进行，并应符合下列规定：

1 预紧缆应在温度稳定的夜间进行。预紧缆时宜把主缆全长分为若干区段分别进行。索股上的绑扎带采用边紧缆边拆除的方

法，不宜一次全部拆除。预紧缆完成处必须用不锈钢带捆紧，不锈钢带的距离可为5～6m，预紧缆目标空隙率宜为25%～28%。

2 正式紧缆宜采用专用的紧缆机把主缆整成圆形。正式紧缆的方向宜向塔柱方向进行。当紧缆点空隙率达到设计要求时，在紧缆机附近设两道钢带，其间距可取100mm，带扣应放在主缆的侧下方。紧缆点间的距离宜为1m。

18.5.7 主缆防护应符合下列规定：

1 主缆防护应在桥面铺装完成后进行。

2 防护前必须清除主缆表面灰尘、油污和水分等，并临时覆盖。待涂装及缠丝时再揭开临时覆盖。

3 主缆涂装应均匀，严禁遗漏。涂装材料应具有良好的防水密封性和防腐性，并应保持柔软状态，不硬化、不脆裂、不霉变。

4 缠丝作业宜在二期恒载作用于主缆之后进行，缠丝材料以选用软质镀锌钢丝为宜。缠丝作业应由电动缠丝机完成。

1）缠丝总体方向宜由高处向低处进行，在两个索夹之间应从低到高。

2）缠丝始端嵌入索夹内不应少于3圈（或按设计要求），并施以固结焊。

3）节间内钢丝需要焊接时，宜采用闪光对接焊。

4）缠丝终端嵌入索夹端部槽内不应少于3圈，并施以固结焊。

5）一个节间内缠好的钢丝宜采用固结焊固结。对接钢丝除施加对接焊外尚需采用固结焊固结。

5 钢丝缠绕应紧密均匀，缠丝张力应符合设计要求。

18.6 索鞍、索夹与吊索

18.6.1 索鞍安装应选择在白天连续完成。安装时应根据设计提供的预偏量就位，在加劲梁架设、桥面铺装过程中应按设计提供的数据逐渐顶推到永久位置。顶推前应确认滑动面的摩阻系数，控制顶推量，确保施工安全。

18.6.2 索夹安装应符合下列规定：

1 索夹安装前，必须测定主缆的空缆线形，经设计单位确认索夹位置后，方可对索夹进行放样、定位、编号。放样、定位应在环境温度稳定时进行。索夹位置处主缆表面的油污及灰尘应清除并涂防锈漆。

2 索夹在运输和安装过程中应采取保护措施，防止碰伤及损坏。

3 索夹安装位置纵向误差不得大于10mm。当索夹在主缆上精确定位后，应立即紧固索夹螺栓。

4 紧固同一索夹螺栓时，各螺栓受力应均匀，并应按三个荷载阶段（即索夹安装时、钢箱梁吊装后、桥面铺装后）对索夹螺栓进行紧固。

18.6.3 吊索运输、安装过程中不得受损坏。吊索安装应与加劲梁安装配合进行，并对号入座，安装时必须采取防止扭转措施。

18.7 加 劲 梁

18.7.1 加劲钢箱梁应由具有相应资质的企业制造，并应符合国家现行标准《铁路钢桥制造规范》TB 10212的规定。

18.7.2 加劲钢箱梁安装应符合下列规定：

1 索夹、吊索安装完毕，并完成各项吊装设备安装及检查工作，加劲梁方可适时运输与吊装。

2 吊装前必须进行试吊。

3 加劲梁安装应符合下列要求：

1）吊装必须符合高空作业及水上作业的安全规定。

2）加劲梁安装宜从中跨跨中对称地向索塔方向进行。

3）吊装过程中应观察索塔变位情况，宜根据设计要求和实测塔顶位移量分阶段调整索鞍偏移量。

4）安装时，应避免相邻梁段发生碰撞。

5）安装合龙段前，必须根据实际的合龙长度，对合龙段长度进行修正。

4 现场焊接除符合本规范第14.2.3条有关规定外，且应符合下列要求：

1）安装时应有足够数量和强度的固定点。当焊缝形成并具有足够的刚度和强度时，方能解除安装固定点。

2）焊接接头应进行100%的超声波探伤，并应抽取30%进行射线检查，当有一片不合格时，应对该接头进行100%的射线检查。

3）加劲肋的纵向对接接缝可只做超声波探伤。

18.7.3 现场涂装应符合本规范第14.2.10条规定。

18.8 检 验 标 准

18.8.1 悬索桥施工中涉及模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土质量检验应符合本规范第5.4、6.5、7.13、8.5节规定。

18.8.2 现浇混凝土索塔施工质量检验应符合本规范第17.5.2条有关规定。

18.8.3 锚碇锚固系统制作质量检验应符合本规范第14.3节有关规定，且应符合下列规定：

一 般 项 目

1 预应力锚固系统制作允许偏差应符合表18.8.3-1的规定。

表18.8.3-1 预应力锚固系统制作允许偏差

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
连接器	拉杆孔至锚固孔中心距	±0.5	每件	1	游标卡尺
	主要孔径	+1.0 0		1	游标卡尺
	孔轴线与顶、底面垂直度（°）	0.3		2	量具
	底面平面度	0.08		1	量具
	拉杆孔顶、底面平行度	0.15		2	量具
拉杆同轴度		0.04		1	量具

2 刚架锚固系统制作允许偏差应符合表 18.8.3-2 的规定。

表 18.8.3-2 刚架锚固系统制作允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
刚架杆件长度	±2	每件	1	用钢尺量
刚架杆件中心距	±2		1	用钢尺量
锚杆长度	±3		1	用钢尺量
锚梁长度	±3		1	用钢尺量
连接	符合设计要求		30%	超声波或测力扳手

18.8.4 锚碇锚固系统安装质量检验应符合本规范第 14.3 节有关规定，且应符合下列规定：

一 般 项 目

1 预应力锚固系统安装允许偏差应符合表 18.8.4-1 的规定。

表 18.8.4-1 预应力锚固系统安装允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
前锚面孔道中心坐标偏差	±10	每件	1	用全站仪测量
前锚面孔道角度 (°)	±0.2		1	用经纬仪或全站仪测量
拉杆轴线偏位	5		2	用经纬仪或全站仪测量
连接器轴线偏位	5		2	用经纬仪或全站仪测量

2 刚架锚固系统安装允许偏差应符合表 18.8.4-2 的规定。

表 18.8.4-2 刚架锚固系统安装允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)	检验频率		检 验 方 法
			范围	点数	
刚架中心线偏差		10	每件	2	用经纬仪测量
刚架安装锚杆之平联高差		+5 −2		1	用水准仪测量
锚杆偏位	纵	10		2	用经纬仪测量
	横	5			
锚固点高程		±5		1	用水准仪测量
后锚梁偏位		5		2	用经纬仪测量
后锚梁高程		±5		2	用水准仪测量

18.8.5 锚碇混凝土施工质量检验应符合本规范第 18.8.1 条规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 地基承载力必须符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查地基承载力检测报告。

2 混凝土表面不得有孔洞、露筋和受力裂缝。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

一 般 项 目

3 锚碇结构允许偏差应符合表 18.8.5 的规定。

表 18.8.5 锚碇结构允许偏差

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
轴线偏位	基础	20	每座	4	用经纬仪或全站仪测量
	榫口	10			
断面尺寸		±30		4	用钢尺量
基础底面高程	土质	±50		10	用水准仪测量
	石质	+50 −200			
基础顶面高程		±20			
大面积平整度		5		1	用 2m 直尺、塞尺量，每 20m² 测一处
预埋件位置		符合设计规定	每件	2	经纬仪放线，用钢尺量

4 锚碇表面应无蜂窝、麻面和大于 0.15mm 的收缩裂缝。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

18.8.6 预应力锚索张拉的质量检验应符合下列规定：

1 混凝土达到设计强度，方可进行张拉。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查同条件养护试件强度试验报告。

2 张拉应符合设计和本规范第 8.5 节的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查张拉施工记录。

3 压浆应符合设计和本规范第 8.5 节的有关规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查压浆记录。

18.8.7 索鞍安装质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 成品性能质量应符合设计要求和国家现行标准规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查原材料合格证和制造厂的复验报告；检查成品合格证和技术性能检测报告。

一 般 项 目

2 主索鞍、散索鞍允许偏差应符合表 18.8.7-1 和表 18.8.7-2 的规定。

表 18.8.7-1 主索鞍允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
主要平面的平面度	0.08/1000，且不大于 0.5/全平面	每件	1	用量具检测
鞍座下平面对中心索槽竖直平面的垂直度偏差	2/全长		1	在检测平台或机床上用量具检测
上、下承板平面的平行度	0.5/全平面		2	在平台上用量具检测上、下承板
对合竖直平面与鞍体下平面的垂直度偏差	<3/全长		1	用百分表检查每对合竖直平面
鞍座底面对中心索槽底的高度偏差	±2		1	在检测平台或机床上用量具检测
鞍槽轮廓的圆弧半径偏差	±2/1000		1	用数控机床检查

续表 18.8.7-1

项　目	允许偏差（mm）	检验频率		检　验　方　法
		范围	点数	
各槽深度、宽度	+1/全长，及累计误差+2	每件	2	用样板、游标卡尺、深度尺量测
各槽对中心索槽的对称度	±0.5		1	用数控机床检查
各槽曲线立面角度偏差(°)	0.2		10	
防护层厚度(μm)	不小于设计规定		10	用测厚仪，每检测面10点

表 18.8.7-2　散索鞍允许偏差

项　目	允许偏差（mm）	检验频率		检　验　方　法
		范围	点数	
平面度	0.08/1000，且不大于0.5/全平面	每件	1	用量具检测，检查摆轴平面、底板下平面、中心索槽竖直平面
支承板平行度	≤0.5		1	用量具检测
摆轴中心线与索槽中心平面的垂直度偏差	≤3		2	在检测平台或机床上用量具检测
摆轴接合面与索槽底面的高度偏差	±2		1	用钢尺量
鞍槽轮廓的圆弧半径偏差	±2/1000		1	用数控机床检查
各槽深度、宽度	+1/全长，及累计误差+2		1	用样板、游标卡尺、深度尺量测
各槽对中心索槽的对称度	±0.5		1	用数控机床检查
各槽曲线平面、立面角度偏差(°)	0.2		1	用数控机床检查
加工后鞍槽底部及侧壁厚度偏差	±10		3	用钢尺量
防护层厚度(μm)	不小于设计规定		10	用测厚仪，每检测面10点

3　主索鞍、散索鞍安装允许偏差应符合表 18.8.7-3 和表

18.8.7-4 的规定。

表 18.8.7-3 主索鞍安装允许偏差

项目		允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
最终偏差	顺桥向	符合设计规定	每件	2	用经纬仪或全站仪测量
	横桥向	10			
高程		+20 0		1	用全站仪测量
四角高差		2		4	用水准仪测量

表 18.8.7-4 散索鞍安装允许偏差

项目	允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
底板轴线纵横向偏位	5	每件	2	用经纬仪或全站仪测量
底板中心高程	±5		1	用水准仪测量
底板扭转	2		1	用经纬仪或全站仪测量
安装基线扭转	1		1	用经纬仪或全站仪测量
散索鞍竖向倾斜角	符合设计规定		1	用经纬仪或全站仪测量

4 索鞍防护层应完好、无损。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

18.8.8 主缆架设质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 索股和锚头性能质量应符合设计要求和国家现行标准规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查原材料合格证和制造厂的复验报告；检查成品合格证和技术性能检测报告。

一 般 项 目

2 索股和锚头允许偏差应符合表 18.8.8-1 的规定。

表 18.8.8-1 索股和锚头允许偏差

项 目	允许偏差（mm）	检验频率		检查方法
		范围	点数	
索股基准丝长度	±基准丝长/15000	每丝每索	1	用钢尺量
成品索股长度	±索股长/10000		1	用钢尺量
热铸锚合金灌铸率（%）	>92		1	量测计算
锚头顶压索股外移量（按规定顶压力，持荷 5min）	符合设计要求		1	用百分表量测
索股轴线与锚头端面垂直度（°）	±5		1	用仪器量测

注：外移量允许偏差应在扣除初始外移量之后进行量测。

3 主缆架设允许偏差应符合表 18.8.8-2 的规定。

表 18.8.8-2 主缆架设允许偏差

项 目			允许偏差（mm）	检验频率		检查方法
				范围	点数	
索股标高	基准	中跨跨中	±L/20000	每索	1	用全站仪测量跨中
		边跨跨中	±L/10000		1	用全站仪测量跨中
		上下游基准	±10		1	用全站仪测量跨中
	一般	相对于基准索股	+5 0		1	用全站仪测量跨中
锚跨索股力与设计的偏差			符合设计规定		1	用测力计
主缆空隙率（%）			±2		1	量直径和周长后计算，测索夹处和两索夹间
主缆直径不圆率			直径的 5%，且不大于 2		1	紧缆后横竖直径之差，与设计直径相比，测两索夹间

注：L 为跨度。

4 主缆架设后索股应直顺、无扭转；索股钢丝应直顺、无重叠和鼓丝、镀锌层完好。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录。

18.8.9 主缆防护质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 缠丝和防护涂料的材质必须符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查产品合格证和技术性能检测报告。

一 般 项 目

2 主缆防护允许偏差应符合表 18.8.9 的规定。

表 18.8.9 主缆防护允许偏差

项 目	允许偏差	检验频率		检 查 方 法
		范围	点数	
缠丝间距	1mm	每索	1	用插板，每两索夹间随机量测 1m 长
缠丝张力	±0.3kN		1	标定检测，每盘抽查 1 处
防护涂层厚度	符合设计要求		1	用测厚仪，每 200m 检测 1 点

3 缠丝不重叠交叉。缠丝腻子应填满。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

18.8.10 索夹和吊索安装质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 索夹、吊索和锚头成品性能质量应符合设计要求和国家现行标准规定。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查原材料合格证和制造厂的复验报告；检查成品合格证和技术性能检测报告。

一 般 项 目

2 索夹允许偏差应符合表 18.8.10-1 的规定。

项　目	允许偏差（mm）	检验频率		检　查　方　法
		范围	点数	
索夹内径偏差	±2	每件	1	用量具检测
耳板销孔位置偏差	±1		1	用量具检测
耳板销孔内径偏差	+1 0		1	用量具检测
螺杆孔直线度	$L/500$		1	用量具检测
壁厚	符合设计要求		1	用量具检测
索夹内壁喷锌厚度	不小于设计要求		1	用测厚仪检测

注：L 为螺杆孔长度。

3　吊索和锚头允许偏差应符合表 18.8.10-2 的规定。

表 18.8.10-2　吊索和锚头允许偏差

项　目		允许偏差（mm）	检验频率		检查方法
			范围	点数	
吊索调整后长度（销孔之间）	≤5m	±2	每件	1	用钢尺量
	>5m	$\pm L/500$			
销轴直径偏差		0 −0.15		1	用量具检测
叉形耳板销孔位置偏差		±5		1	用量具检测
热铸锚合金灌铸率（%）		>92		1	量测计算
锚头顶压后吊索外移量（按规定顶压力，持荷 5min）		符合设计要求		1	用量具检测
吊索轴线与锚头端面垂直度（°）		0.5		1	用量具检测
锚头喷涂厚度		符合设计要求		1	用测厚仪检测

注：1　L 为吊索长度；

2　外移量允许偏差应在扣除初始外移量后进行量测。

4　索夹和吊索安装允许偏差应符合表 18.8.10-3 的规定。

表 18.8.10-3 索夹和吊索安装允许偏差

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检查方法
			范围	点数	
索夹偏位	纵向	10	每件	2	用全站仪和钢尺量
	横向	3			
上、下游吊点高差		20		1	用水准仪测量
螺杆紧固力（kN）		符合设计要求		1	用压力表检测

18.8.11 钢加劲梁段拼装质量检验应符合本规范第 14.3 节有关规定，且应符合下列规定：

一 般 项 目

1 悬索桥钢箱梁段制作允许偏差应符合表 18.8.11-1 的规定。

表 18.8.11-1 悬索桥钢箱梁段制作允许偏差

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检查方法
			范围	点数	
梁长		±2	每件每段	3	用钢尺量，中心线及两侧
梁段桥面板四角高差		4		4	用水准仪测量
风嘴直线度偏差		$\leqslant L/2000$，且不大于 6		2	拉线、用钢尺量风嘴边缘
端口尺寸	宽度	±4		2	用钢尺量两端
	中心高	±2		2	用钢尺量两端
	边高	±3		4	用钢尺量两侧、两端
	横断面对角线长度差	4		2	用钢尺量两端
吊点位置	吊点中心距桥中心线距离偏差	±1		2	用钢尺量
	同一梁段两侧吊点相对高差	5		1	用水准仪测量
	相邻梁段吊点中心距偏差	2		1	用钢尺量
	同一梁段两侧吊点中心连接线与桥轴线垂直度误差（′）	2		1	用经纬仪测量

续表 18.8.11-1

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检查方法
			范围	点数	
梁段匹配性	纵桥向中心线偏差	1	每件每段	2	用钢尺量
	顶、底、腹板对接间隙	+3 −1		2	用钢尺量
	顶、底、腹板对接错台	2		2	用钢板尺和塞尺量

注：L 为量测长度。

2 钢加劲梁段拼装允许偏差应符合表 18.8.11-2 的规定。

表 18.8.11-2 钢加劲梁段拼装允许偏差

项目	允许偏差（mm）	检验频率		检查方法
		范围	点数	
吊点偏位	20	每件每段	1	用全站仪测量
同一梁段两侧对称吊点处梁顶高差	20		1	用水准仪测量
相邻节段匹配高差	2		2	用钢尺量

3 安装线形应平顺，无明显折弯。焊缝应平整、顺齐、光滑。防护涂层应完好。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

19 顶进箱涵

19.1 一般规定

19.1.1 箱涵顶进宜避开雨期施工，如需跨雨期施工，必须编制专项防洪排水方案。

19.1.2 顶进箱涵施工前，应调查下列内容：

1 调查现况铁道、道路路基填筑、路基中地下管线等情况及所属单位对施工的要求。

2 穿越铁路、道路运行及设施状况。

3 施工现场现况道路的交通状况，施工期间交通疏导方案的可行性。

19.1.3 施工现场采取降水措施时，不得造成影响区建（构）筑物沉降、变形。降水过程中应进行监测，发现问题应及时采取措施。

19.2 工作坑和滑板

19.2.1 工作坑应根据线路平面、现场地形，在保证通行的铁路、道路行车安全的前提下选择挖方数量少、顶进长度短的位置。

19.2.2 工作坑边坡应视土质情况而定，两侧边坡宜为1∶0.75～1∶1.5，靠铁路路基一侧的边坡宜缓于1∶1.5；工作坑距最外侧铁路中心线不得小于3.2m。

19.2.3 工作坑的平面尺寸应满足箱涵预制与顶进设备安装需要。前端顶板外缘至路基坡脚不宜小于1m；后端顶板外缘与后背间净距不宜小于1m；箱涵两侧距工作坑坡脚不宜小于1.5m。

19.2.4 开挖工作坑应与修筑后背统筹安排，当采用钢板桩作后背时，应先沉桩再开挖工作坑和填筑后背土。

19.2.5 土层中有水时，工作坑开挖前应采取降水措施，将地下水位降至基底 0.5m 以下，并疏干后方可开挖。工作坑开挖时不得扰动地基，不得超挖。工作坑底应密实平整，并有足够的承载力。基底允许承载力不宜小于 0.15MPa。

19.2.6 修筑工作坑滑板，应满足预制箱涵主体结构所需强度，并应符合下列规定：

1 滑板中心线应与箱涵设计中心线一致。

2 滑板与地基接触面应有防滑措施，宜在滑板下设锚梁。

3 为减少箱涵顶进中扎头现象，宜将滑板顶面做成前高后低的仰坡，坡度宜为 3‰。

4 滑板两侧宜设方向墩。

19.3 箱涵预制与顶进

19.3.1 箱涵预制除应符合本规范第 5、6、7 章的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 箱涵侧墙的外表面前端 2m 范围内应向两侧各加宽 1.5～2cm，其余部位不得出现正误差。

2 工作坑滑板与预制箱涵底板间应铺设润滑隔离层。

3 箱涵底板底面前端 2～4m 范围内宜设高 5～10cm 船头坡。

4 箱涵前端周边宜设钢刃脚。

5 箱涵混凝土达到设计强度后方可拆除顶板底模。

19.3.2 箱涵防水层施工应符合本规范第 20.2 节有关规定。箱涵顶面防水层尚应施作水泥混凝土保护层。

19.3.3 顶进设备及其布置应符合下列规定：

1 应根据计算的最大顶力确定顶进设备。千斤顶的顶力可按额定顶力的 60%～70%计算。

2 高压油泵及其控制阀等工作压力应与千斤顶匹配。

3 液压系统的油管内径应按工作压力和计算流量选定，回油管路主油管的内径不得小于 10mm，分油管的内径不得小

于 6mm。

4 油管应清洗干净，油路布置合理，密封良好，液压油脂应过滤。

5 顶进过程中，当液压系统发生故障时应立即停止运转，严禁在工作状态下检修。

19.3.4 顶进箱涵的后背，必须有足够的强度、刚度和稳定性。墙后填土，宜利用原状土，或用砂砾、灰土（水泥土）夯填密实。

19.3.5 安装顶柱（铁），应与顶力轴线一致，并与横梁垂直，应做到平、顺、直。当顶程长时，可在 4～8m 处加横梁一道。

19.3.6 顶进应具备以下条件：

1 主体结构混凝土必须达到设计强度，防水层及防护层应符合设计要求。

2 顶进后背和顶进设备安装完成，经试运转合格。

3 线路加固方案完成，并经主管部门验收确认。

4 线路监测、抢修人员及设备等应到位。

19.3.7 列车或车辆通过时严禁挖土，人员应撤离至土方可能坍塌范围以外。当挖土或顶进过程中发生塌方，影响行车安全时，必须停止顶进，迅速组织抢修加固。

19.3.8 顶进应与观测密切配合，随时根据箱涵顶进轴线和高程偏差，及时调整侧刃脚切土宽度和船头坡吃土高度。

19.3.9 挖运土方与顶进作业应循环交替进行，严禁同时进行。

19.3.10 箱涵的钢刃脚应切土顶进。如设有中平台时，上下两层不得挖通，平台上不得积存土方。

19.4 检 验 标 准

19.4.1 箱涵施工涉及模板与支架、钢筋、混凝土质量检验应符合本规范第 5.4、6.5、7.13 节有关规定。

19.4.2 滑板质量检验应符合本规范第 19.4.1 条规定，且应符合下列规定：

主 控 项 目

1 滑板轴线位置、结构尺寸、顶面坡度、锚梁、方向墩等应符合施工设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、检查施工记录。

一 般 项 目

2 滑板允许偏差应符合表 19.4.2 的规定。

表 19.4.2 滑板允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
中线偏位	50	每座	4	用经纬仪测量纵、横各 1 点
高程	+5 0		5	用水准仪测量
平整度	5		5	用 2m 直尺、塞尺量

19.4.3 预制箱涵质量检验应符合本规范第 19.4.1 条的规定，且应符合下列规定：

一 般 项 目

1 箱涵预制允许偏差应符合表 19.4.3 的规定。

表 19.4.3 箱涵预制允许偏差

项 目		允许偏差 (mm)	检验频率		检 验 方 法
			范围	点数	
断面尺寸	净空宽	±30	每座每节	6	用钢尺量，沿全长中间及两端的左、右各 1 点
	净空高	±50		6	用钢尺量，沿全长中间及两端的上、下各 1 点
厚度		±10		8	用钢尺量，每端顶板、底板及两侧壁各 1 点
长度		±50		4	用钢尺量，两侧上、下各 1 点
侧向弯曲		$L/1000$		2	沿构件全长拉线、用钢尺量，左、右各 1 点

续表 19.4.3

项　目	允许偏差（mm）	检验频率		检　验　方　法
		范围	点数	
轴线偏位	10	每座每节	2	用经纬仪测量
垂直度	≤0.15%H，且不大于 10		4	用经纬仪测量或垂线和钢尺量，每侧 2 点
两对角线长度差	75		1	用钢尺量顶板
平整度	5		8	用 2m 直尺、塞尺量（两侧内墙各 4 点）
箱体外形	符合本规范 19.3.1 条规定		5	用钢尺量，两端上、下各 1 点，距前端 2m 处 1 点

2　混凝土结构表面应无孔洞、露筋、蜂窝、麻面和缺棱掉角等缺陷。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

19.4.4　箱涵顶进质量检验应符合下列规定：

一　般　项　目

1　箱涵顶进允许偏差应符合表 19.4.4 的规定。

表 19.4.4　箱涵顶进允许偏差

项　目		允许偏差（mm）	检验频率		检　验　方　法
			范围	点数	
轴线偏位	L<15m	100	每座每节	2	用经纬仪测量，两端各 1 点
	15m≤L≤30m	200			
	L>30m	300			
高程	L<15m	+20 −100		2	用水准仪测量，两端各 1 点
	15m≤L≤30m	+20 −150			
	L>30m	+20 −200			
相邻两端高差		50		1	用钢尺量

注：表中 L 为箱涵沿顶进轴线的长度（m）。

2　分节顶进的箱涵就位后，接缝处应直顺、无渗漏。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

20 桥 面 系

20.1 排 水 设 施

20.1.1 汇水槽、泄水口顶面高程应低于桥面铺装层10～15mm。

20.1.2 泄水管下端至少应伸出构筑物底面 100～150mm。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。

20.2 桥面防水层

20.2.1 桥面应采用柔性防水，不宜单独铺设刚性防水层。桥面防水层使用的涂料、卷材、胶粘剂及辅助材料必须符合环保要求。

20.2.2 桥面防水层应在现浇桥面结构混凝土或垫层混凝土达到设计要求强度，经验收合格后方可施工。

20.2.3 桥面防水层应直接铺设在混凝土表面上，不得在二者间加铺砂浆找平层。

20.2.4 防水基层面应坚实、平整、光滑、干燥，阴、阳角处应按规定半径做成圆弧。施工防水层前应将浮尘及松散物质清除干净，并应涂刷基层处理剂。基层处理剂应使用与卷材或涂料性质配套的材料。涂层应均匀、全面覆盖，待渗入基层且表面干燥后方可施作卷材或涂膜防水层。

20.2.5 防水卷材和防水涂膜均应具有高延伸率、高抗拉强度、良好的弹塑性、耐高温和低温与抗老化性能。防水卷材及防水涂料应符合国家现行标准和设计要求。

20.2.6 桥面采用热铺沥青混合料作磨耗层时，应使用可耐140～160℃高温的高聚物改性沥青等防水卷材及防水涂料。

20.2.7 桥面防水层应采用满贴法；防水层总厚度和卷材或胎体

层数应符合设计要求；缘石、地袱、变形缝、汇水槽和泄水口等部位应按设计和防水规范细部要求作局部加强处理。防水层与汇水槽、泄水口之间必须粘结牢固、封闭严密。

20.2.8 防水层完成后应加强成品保护，防止压破、刺穿、划痕损坏防水层，并及时经验收合格后铺设桥面铺装层。

20.2.9 防水层严禁在雨天、雪天和5级（含）以上大风天气施工。气温低于－5℃时不宜施工。

20.2.10 涂膜防水层施工应符合下列规定：

1 基层处理剂干燥后，方可涂防水涂料，铺贴胎体增强材料。涂膜防水层应与基层粘结牢固。

2 涂膜防水层的胎体材料，应顺流水方向搭接，搭接宽度长边不得小于50mm，短边不得小于70mm，上下层胎体搭接缝应错开1/3幅宽。

3 下层干燥后，方可进行上层施工。每一涂层应厚度均匀、表面平整。

20.2.11 卷材防水层施工应符合下列规定：

1 胶粘剂应与卷材和基层处理剂相互匹配，进场后应取样检验合格后方可使用。

2 基层处理剂干燥后，方可涂胶粘剂，卷材应与基层粘结牢固，各层卷材之间也应相互粘结牢固。卷材铺贴应不皱不折。

3 卷材应顺桥方向铺贴，应自边缘最低处开始，顺流水方向搭接，长边搭接宽度宜为70～80mm，短边搭接宽度宜为100mm，上下层搭接缝错开距离不应小于300mm。

20.2.12 防水粘结层施工应符合下列规定：

1 防水粘结材料的品种、规格、性能应符合设计要求和国家现行标准规定。

2 粘结层宜采用高黏度的改性沥青、环氧沥青防水涂料。

3 防水粘结层施工时的环境温度和相对湿度应符合防水粘结材料产品说明书的要求。

4 施工时严格控制防水粘结层材料的加热温度和洒布温度。

20.3 桥面铺装层

20.3.1 桥面防水层经验收合格后应及时进行桥面铺装层施工。雨天和雨后桥面未干燥时，不得进行桥面铺装层施工。

20.3.2 铺装层应在纵向 100cm、横向 40cm 范围内，逐渐降坡，与汇水槽、泄水口平顺相接。

20.3.3 沥青混合料桥面铺装层施工应符合下列规定：

1 在水泥混凝土桥面上铺筑沥青铺装层应符合下列要求：

1）铺筑前应在桥面防水层上撒布一层沥青石屑保护层，或在防水粘结层上撒布一层石屑保护层，并用轻碾慢压。

2）沥青铺装宜采用双层式，底层宜采用高温稳定性较好的中粒式密级配热拌沥青混合料，表层应采用防滑面层。

3）铺装宜采用轮胎或钢筒式压路机碾压。

2 在钢桥面上铺筑沥青铺装层应符合下列要求：

1）铺装材料应防水性能良好；具有高温抗流动变形和低温抗裂性能；具有较好的抗疲劳性能和表面抗滑性能；与钢板粘结良好，具有较好的抗水平剪切、重复荷载和蠕变变形能力。

2）桥面铺装宜采用改性沥青，其压实设备和工艺应通过试验确定。

3）桥面铺装宜在无雨、少雾季节、干燥状态下施工。施工气温不得低于 15℃。

4）桥面铺筑沥青铺装层前应涂刷防水粘结层。涂防水粘结层前应磨平焊缝、除锈、除污，涂防锈层。

5）采用浇注式沥青混凝土铺筑桥面时，可不设防水粘结层。

20.3.4 水泥混凝土桥面铺装层施工应符合下列规定：

1 铺装层的厚度、配筋、混凝土强度等应符合设计要求。结构厚度误差不得超过－20mm。

2 铺装层的基面（裸梁或防水层保护层）应粗糙、干净，并于铺装前湿润。

3 桥面钢筋网应位置准确、连续。

4 铺装层表面应作防滑处理。

5 水泥混凝土施工工艺及钢纤维混凝土铺装的技术要求应符合国家现行标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1的有关规定。

20.3.5 人行天桥塑胶混合料面层铺装应符合下列规定：

1 人行天桥塑胶混合料的品种、规格、性能应符合设计要求和国家现行标准的规定。

2 施工时的环境温度和相对湿度应符合材料产品说明书的要求，风力超过5级（含）、雨天和雨后桥面未干燥时，严禁铺装施工。

3 塑胶混合料均应计量准确，严格控制拌合时间。拌合均匀的胶液应及时运到现场铺装。

4 塑胶混合料必须采用机械搅拌，应严格控制材料的加热温度和洒布温度。

5 人行天桥塑胶铺装宜在桥面全宽度内、两条伸缩缝之间，一次连续完成。

6 塑胶混合料面层终凝之前严禁行人通行。

20.4 桥梁伸缩装置

20.4.1 选择伸缩装置应符合下列规定：

1 伸缩装置与设计伸缩量应相匹配；

2 具有足够强度，能承受与设计标准相一致的荷载；

3 城市桥梁伸缩装置应具有良好的防水、防噪声性能；

4 安装、维护、保养、更换简便。

20.4.2 伸缩装置安装前应检查修正梁端预留缝的间隙，缝宽应符合设计要求，上下必须贯通，不得堵塞。伸缩装置应锚固可靠，浇筑锚固段（过渡段）混凝土时应采取措施防止堵塞梁端伸缩缝隙。

20.4.3 伸缩装置安装前应对照设计要求、产品说明，对成品进行验收，合格后方可使用。安装伸缩装置时应按安装时气温确定安装定位值，保证设计伸缩量。

20.4.4 伸缩装置宜采用后嵌法安装，即先铺桥面层，再切割出预留槽安装伸缩装置。

20.4.5 填充式伸缩装置施工应符合下列规定：

1 预留槽宜为 50cm 宽、5cm 深，安装前预留槽基面和侧面应进行清洗和烘干。

2 梁端伸缩缝处应粘固止水密封条。

3 填料填充前应在预留槽基面上涂刷底胶，热拌混合料应分层摊铺在槽内并捣实。

4 填料顶面应略高于桥面，并撒布一层黑色碎石，用压路机碾压成型。

20.4.6 橡胶伸缩装置安装应符合下列规定：

1 安装橡胶伸缩装置应尽量避免预压工艺。橡胶伸缩装置在 5℃以下气温不宜安装。

2 安装前应对伸缩装置预留槽进行修整，使其尺寸、高程符合设计要求。

3 锚固螺栓位置应准确，焊接必须牢固。

4 伸缩装置安装合格后应及时浇筑两侧过渡段混凝土，并与桥面铺装接顺。每侧混凝土宽度不宜小于 0.5m。

20.4.7 齿形钢板伸缩装置施工应符合下列规定：

1 底层支撑角钢应与梁端锚固筋焊接。

2 支撑角钢与底层钢板焊接时，应采取防止钢板局部变形措施。

3 齿形钢板宜采用整块钢板仿形切割成型，经加工后对号

入座。

4 安装顶部齿形钢板，应按安装时气温经计算确定定位值。齿形钢板与底层钢板端部焊缝应采用间隔跳焊，中部塞孔焊应间隔分层满焊。焊接后齿形钢板与底层钢板应密贴。

5 齿形钢板伸缩装置宜在梁端伸缩缝处采用U形铝板或橡胶板止水带防水。

20.4.8 模数式伸缩装置施工应符合下列规定：

1 模数式伸缩装置在工厂组装成型后运至工地，应按国家现行标准《公路桥梁橡胶伸缩装置》JT/T 327对成品进行验收，合格后方可安装。

2 伸缩装置安装时其间隙量定位值应由厂家根据施工时气温在工厂完成，用定位卡固定。如需在现场调整间隙量应在厂家专业人员指导下进行，调整定位并固定后应及时安装。

3 伸缩装置应使用专用车辆运输，按厂家标明的吊点进行吊装，防止变形。现场堆放场地应平整，并避免雨淋曝晒和防尘。

4 安装前应按设计和产品说明书要求检查锚固筋规格和间距、预留槽尺寸，确认符合设计要求，并清理预留槽。

5 分段安装的长伸缩装置需现场焊接时，宜由厂家专业人员施焊。

6 伸缩装置中心线与梁段间隙中心线应对正重合。伸缩装置顶面各点高程应与桥面横断面高程对应一致。

7 伸缩装置的边梁和支承箱应焊接锚固，并应在作业中采取防止变形措施。

8 过渡段混凝土与伸缩装置相接处应粘固密封条。

9 混凝土达到设计强度后，方可拆除定位卡。

20.5 地袱、缘石、挂板

20.5.1 地袱、缘石、挂板应在桥梁上部结构混凝土浇筑支架卸落后施工，其外侧线形应平顺，伸缩缝必须全部贯通，并与主梁

伸缩缝相对应。

20.5.2 安装预制或石材地袱、缘石、挂板应与梁体连接牢固。

20.5.3 尺寸超差和表面质量有缺陷的挂板不得使用。挂板安装时，直线段宜每 20m 设一个控制点，曲线段宜每 3～5m 设一个控制点，并应采用统一模板控制接缝宽度，确保外形流畅、美观。

20.6 防护设施

20.6.1 栏杆和防撞、隔离设施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，伸缩缝必须全部贯通，并与主梁伸缩缝相对应。

20.6.2 防护设施采用混凝土预制构件安装时，砂浆强度应符合设计要求，当设计无规定时，宜采用 M20 水泥砂浆。

20.6.3 预制混凝土栏杆采用榫槽连接时，安装就位后应用硬塞块固定，灌浆固结。塞块拆除时，灌浆材料强度不得低于设计强度的 75%。采用金属栏杆时，焊接必须牢固，毛刺应打磨平整，并及时除锈防腐。

20.6.4 防撞墩必须与桥面混凝土预埋件、预埋筋连接牢固，并应在施作桥面防水层前完成。

20.6.5 护栏、防护网宜在桥面、人行道铺装完成后安装。

20.7 人行道

20.7.1 人行道结构应在栏杆、地袱完成后施工，且在桥面铺装层施工前完成。

20.7.2 人行道下铺设其他设施时，应在其他设施验收合格后，方可进行人行道铺装。

20.7.3 悬臂式人行道构件必须在主梁横向连接或拱上建筑完成后方可安装。人行道板必须在人行道梁锚固后方可铺设。

20.7.4 人行道施工应符合国家现行标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的有关规定。

20.8 检 验 标 准

20.8.1 排水设施质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 桥面排水设施的设置应符合设计要求，泄水管应畅通无阻。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

一 般 项 目

2 桥面泄水口应低于桥面铺装层 10～15mm。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

3 泄水管安装应牢固可靠，与铺装层及防水层之间应结合密实，无渗漏现象；金属泄水管应进行防腐处理。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

4 桥面泄水口位置允许偏差应符合表 20.8.1 的规定。

表 20.8.1 桥面泄水口位置允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
高程	0 −10	每孔	1	用水准仪测量
间距	±100		1	用钢尺量

20.8.2 桥面防水层质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 防水材料的品种、规格、性能、质量应符合设计要求和

相关标准规定。

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。

一 般 项 目

3 混凝土桥面防水层粘结质量和施工允许偏差应符合表20.8.2-1的规定。

表20.8.2-1 混凝土桥面防水层粘结质量和施工允许偏差

项 目	允许偏差（mm）	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
卷材接茬搭接宽度	不小于规定	每20延米	1	用钢尺量
防水涂膜厚度	符合设计要求；设计未规定时±0.1	每200m²	4	用测厚仪检测
粘结强度（MPa）	不小于设计要求，且≥0.3（常温），≥0.2（气温≥35℃）	每200m²	4	拉拔仪（拉拔速度：10mm/min）
抗剪强度（MPa）	不小于设计要求，且≥0.4（常温），≥0.3（气温≥35℃）	1组	3个	剪切仪（剪切速度：10mm/min）
剥离强度（N/mm）	不小于设计要求，且≥0.3（常温），≥0.2（气温≥35℃）	1组	3个	90°剥离仪（剪切速度：100mm/min）

4 钢桥面防水粘结层质量应符合表20.8.2-2的规定。

表 20.8.2-2　钢桥面防水粘结层质量

项　目	允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
		范围	点数	
钢桥面清洁度	符合设计要求	全部	GB 8923 规定标准图片对照检查	
粘结层厚度	符合设计要求	每洒布段	6	用测厚仪检测
粘结层与基层结合力（MPa）	不小于设计要求	每洒布段	6	用拉拔仪检测
防水层总厚度	不小于设计要求	每洒布段	6	用测厚仪检测

5　防水材料铺装或涂刷外观质量和细部做法应符合下列要求：

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，不得有漏涂处；

3）防水层与泄水口、汇水槽接合部位应密封，不得有漏封处。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

20.8.3　桥面铺装层质量检验应符合下列规定：

主　控　项　目

1　桥面铺装层材料的品种、规格、性能、质量应符合设计要求和相关标准规定。

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　水泥混凝土桥面铺装层的强度和沥青混凝土桥面铺装层的压实度应符合设计要求。

检查数量和检验方法应符合国家现行标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1 的有关规定。

3　塑胶面层铺装的物理机械性能应符合表 20.8.3-1 的规定。

表 20.8.3-1　塑胶面层铺装的物理机械性能

项　目	允许偏差	检验频率		检　验　方　法
		范围	点数	
硬度（邵 A，度）	45～60	按(GB/T14833)5.5“硬度的测定”		
拉伸强度（MPa）	≥0.7	按(GB/T 14833)5.6“拉伸强度、扯断伸长率的测定”		
扯断伸长率	≥90%	按(GB/T 14833)5.6“拉伸强度、扯断伸长率的测定”		
回弹值	≥20%	按(GB/T 14833)5.7“回弹值的测定”		
压缩复原率	≥95%	按(GB/T 14833)5.8“压缩复原率的测定”		
阻燃性	1级	按(GB/T 14833)5.9“阻燃性的测定”		

注：1　本表参照《塑胶跑道》GB/T 14833—93 的规定制定；

2　“阻燃性的测定”由业主、设计商定。

一　般　项　目

4　桥面铺装面层允许偏差应符合表 20.8.3-2～表 20.8.3-4 的规定。

表 20.8.3-2　水泥混凝土桥面铺装面层允许偏差

项　目	允许偏差	检验频率		检　验　方　法
		范围	点数	
厚度	±5mm	每 20 延米	3	用水准仪对比浇筑前后标高
横坡	±0.15%		1	用水准仪测量 1 个断面
平整度	符合城市道路面层标准	按城市道路工程检测规定执行		
抗滑构造深度	符合设计要求	每 200m	3	铺砂法

注：跨度小于 20m 时，检验频率按 20m 计算。

表 20.8.3-3　沥青混凝土桥面铺装面层允许偏差

项　目	允许偏差	检验频率		检　验　方　法
		范围	点数	
厚度	±5mm	每 20 延米	3	用水准仪对比浇筑前后标高
横坡	±0.3%		1	用水准仪测量 1 个断面

续表 20.8.3-3

项 目	允许偏差	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
平整度	符合道路面层标准	按城市道路工程检测规定执行		
抗滑构造深度	符合设计要求	每 200m	3	铺砂法

注：跨度小于 20m 时，检验频率按 20m 计算。

表 20.8.3-4 人行天桥塑胶桥面铺装面层允许偏差

项目	允许偏差	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
厚度	不小于设计要求	每铺装段、每次拌合料量	1	取样法：按 GB/T 14833 附录 B
平整度	±3mm	每 20m²	1	用 3m 直尺、塞尺检查
坡度	符合设计要求	每铺装段	3	用水准仪测量主梁纵轴高程

注："阻燃性的测定"由业主、设计商定。

5 外观检查应符合下列要求：

1）水泥混凝土桥面铺装面层表面应坚实、平整，无裂缝，并应有足够的粗糙度；面层伸缩缝应直顺，灌缝应密实；

2）沥青混凝土桥面铺装层表面应坚实、平整，无裂纹、松散、油包、麻面；

3）桥面铺装层与桥头路接茬应紧密、平顺。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

20.8.4 伸缩装置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必须符合设计要求，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、钢尺量测。

2　伸缩装置安装时焊接质量和焊缝长度应符合设计要求和规范规定，焊缝必须牢固，严禁用点焊连接。大型伸缩装置与钢梁连接处的焊缝应做超声波检测。

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　伸缩装置安装允许偏差应符合表 20.8.4 的规定。

表 20.8.4　伸缩装置安装允许偏差

项目	允许偏差（mm）	检验频率		检　验　方　法
		范围	点数	
顺桥平整度	符合道路标准	每条缝	按道路检验标准检测	
相邻板差	2		每车道 1 点	用钢板尺和塞尺量
缝宽	符合设计要求			用钢尺量，任意选点
与桥面高差	2			用钢板尺和塞尺量
长度	符合设计要求		2	用钢尺量

5　伸缩装置应无渗漏、无变形，伸缩缝应无阻塞。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

20.8.5　地袱、缘石、挂板质量检验应符合下列规定：

主　控　项　目

1　地袱、缘石、挂板混凝土的强度必须符合设计要求。

检查数量和检验方法，均应符合本规范第 7.13 节有关规定。对于构件厂生产的定型产品进场时，应检验出厂合格证和试件强

度试验报告。

2 预制地袱、缘石、挂板安装必须牢固，焊接连接应符合设计要求；现浇地袱钢筋的锚固长度应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

一 般 项 目

3 预制地袱、缘石、挂板允许偏差应符合表 20.8.5-1 的规定；安装允许偏差应符合表 20.8.5-2 的规定。

表 20.8.5-1 预制地袱、缘石、挂板允许偏差

项目		允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
断面尺寸	宽	±3	每件（抽查10%，且不少于5件）	1	用钢尺量
	高			1	
长度		0 −10		1	用钢尺量
侧向弯曲		$L/750$		1	沿构件全长拉线用钢尺量（L为构件长度）

表 20.8.5-2 地袱、缘石、挂板安装允许偏差

项目	允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
直顺度	5	每跨侧	1	用10m线和钢尺量
相邻板块高差	3	每接缝（抽查10%）	1	用钢板尺和塞尺量

注：两个伸缩缝之间的为一个验收批。

4 伸缩缝必须全部贯通，并与主梁伸缩缝相对应。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

5 地袱、缘石、挂板等水泥混凝土构件不得有孔洞、露筋、蜂窝、麻面、缺棱、掉角等缺陷；安装的线形应流畅平顺。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

20.8.6 防护设施质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 混凝土栏杆、防撞护栏、防撞墩、隔离墩的强度应符合设计要求，安装必须牢固、稳定。

检查数量：全数检查。

检查方法：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，安装必须牢固。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、用钢尺量、检查产品合格证、检查进场检验记录、用焊缝量规检查。

一 般 项 目

3 预制混凝土栏杆允许偏差应符合表 20.8.6-1 的规定。栏杆安装允许偏差应符合表 20.8.6-2 的规定。

表 20.8.6-1 预制混凝土栏杆允许偏差

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
断面尺寸	宽	±4	每件（抽查10%，且不少于5件）	1	用钢尺量
	高			1	
长度		0 −10		1	用钢尺量
侧向弯曲		$L/750$		1	沿构件全长拉线，用钢尺量（L 为构件长度）

表 20.8.6-2 栏杆安装允许偏差

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
直顺度	扶手	4	每跨侧	1	用10m线和钢尺量
垂直度	栏杆柱	3	每柱（抽查10%）	2	用垂线和钢尺量，顺、横桥轴方向各1点

续表 20.8.6-2

项目		允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
栏杆间距		±3	每柱（抽查 10%）	1	用钢尺量
相邻栏杆扶手高差	有柱	4	每处（抽查 10%）		
	无柱	2			
栏杆平面偏位		4	每 30m	1	用经纬仪和钢尺量

注：现场浇筑的栏杆、扶手和钢结构栏杆、扶手的允许偏差可按本款执行。

4 金属栏杆、防护网必须按设计要求作防护处理，不得漏涂、剥落。

检查数量：抽查 5%。

检验方法：观察、用涂层测厚检查。

5 防撞护栏、防撞墩、隔离墩允许偏差应符合表 20.8.6-3 的规定。

表 20.8.6-3 防撞护栏、防撞墩、隔离墩允许偏差

项目	允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
直顺度	5	每 20m	1	用 20m 线和钢尺量
平面偏位	4	每 20m	1	经纬仪放线，用钢尺量
预埋件位置	5	每件	2	经纬仪放线，用钢尺量
断面尺寸	±5	每 20m	1	用钢尺量
相邻高差	3	抽查 20%	1	用钢板尺和钢尺量
顶面高程	±10	每 20m	1	用水准仪测量

6 防护网安装允许偏差应符合表 20.8.6-4 的规定。

表 20.8.6-4 防护网安装允许偏差

项目	允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
防护网直顺度	5	每 10m	1	用 10m 线和钢尺量
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
立柱中距	±10	每处（抽查 20%）	1	用钢尺量
高度	±5			

7 防护网安装后，网面应平整，无明显翘曲、凹凸现象。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

8 混凝土结构表面不得有孔洞、露筋、蜂窝、麻面、缺棱、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。

9 防护设施伸缩缝必须全部贯通，并与主梁伸缩缝相对应。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

20.8.7 人行道质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 人行道结构材质和强度应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查产品合格证和试件强度试验报告。

一 般 项 目

2 人行道铺装允许偏差应符合表 20.8.7 的规定。

表 20.8.7 人行道铺装允许偏差

项 目	允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
		范围	点数	
人行道边缘平面偏位	5	每 20m 一个断面	2	用 20m 线和钢尺量
纵向高程	+10 0		2	用水准仪测量
接缝两侧高差	2		2	
横坡	±0.3%		3	
平整度	5		3	用 3m 直尺、塞尺量

21 附属结构

21.1 隔声和防眩装置

21.1.1 隔声和防眩装置应在基础混凝土达到设计强度后，方可安装。施工中应加强产品保护，不得损伤隔声和防眩板面及其防护涂层。

21.1.2 防眩板安装应与桥梁线形一致，防眩板的荧光标识面应迎向行车方向，板间距、遮光角应符合设计要求。

21.1.3 声屏障加工与安装应符合下列规定：

1 声屏障的加工模数宜由桥梁两伸缩缝之间长度而定。

2 声屏障必须与钢筋混凝土预埋件牢固连接。

3 声屏障应连续安装，不得留有间隙，在桥梁伸缩缝部位应按设计要求处理。

4 安装时应选择桥梁伸缩缝一侧的端部为控制点，依序安装。

5 5级（含）以上大风时不得进行声屏障安装。

21.2 梯 道

21.2.1 梯道平台和阶梯顶面应平整，不得反坡造成积水。

21.2.2 钢结构梯道制造与安装，应符合本规范第14章有关规定。

21.3 桥头搭板

21.3.1 现浇和预制桥头搭板，应保证桥梁伸缩缝贯通、不堵塞，且与地梁、桥台锚固牢固。

21.3.2 现浇桥头搭板基底应平整、密实，在砂土上浇筑应铺3～5cm厚水泥砂浆垫层。

21.3.3 预制桥头搭板安装时应在与地梁、桥台接触面铺 2～3cm 厚水泥砂浆，搭板应安装稳固不翘曲。预制板纵向留灌浆槽，灌浆应饱满，砂浆达到设计强度后方可铺筑路面。

21.4 防冲刷结构（锥坡、护坡、护岸、海墁、导流坝）

21.4.1 防冲刷结构的基础埋置深度及地基承载力应符合设计要求。锥、护坡、护岸、海墁结构厚度应满足设计要求。

21.4.2 干砌护坡时，护坡土基应夯实达到设计要求的压实度。砌筑时应纵横挂线，按线砌筑。需铺设砂砾垫层时，砂粒料的粒径不宜大于 5cm，含砂量不宜超过 40%。施工中应随填随砌，边口处应用较大石块，砌成整齐坚固的封边。

21.4.3 栽砌卵石护坡应选择长径扇形石料，长度宜为 25～35cm。卵石应垂直于斜坡面，长径立砌，石缝错开。基脚石应浆砌。

21.4.4 栽砌卵石海墁，宜采用横砌方法，卵石应相互咬紧，略向下游倾斜。

21.5 照　　明

21.5.1 钢管灯柱结构制造应符合本规范第 14 章有关规定。

21.5.2 桥上灯柱必须与桥面系混凝土预埋件连接牢固，桥外灯杆基础必须坚实，其承载力应符合设计要求。

21.5.3 灯柱、灯杆的电气装置及其接地装置必须符合设计要求，并符合相关的国家现行标准。

21.6 检 验 标 准

21.6.1 附属结构施工中涉及模板与支架、钢筋、混凝土、砌体和钢结构质量检验应符合本规范第 5.4、6.5、7.13、9.6、14.3 节有关规定。

21.6.2 隔声与防眩装置质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 声屏障的降噪效果应符合设计要求。

检查数量和检查方法：按环保或设计要求方法检测。

2 隔声与防眩装置安装应符合设计要求，安装必须牢固、可靠。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、用钢尺量、用焊缝量规检查、手扳检查、检查施工记录。

一 般 项 目

3 隔声与防眩装置防护涂层厚度应符合设计要求，不得漏涂、剥落，表面不得有气泡、起皱、裂纹、毛刺和翘曲等缺陷。

检查数量：抽查 20%，且同类构件不少于 3 件。

检验方法：观察、涂层测厚仪检查。

4 防眩板安装应与桥梁线形一致，板间距、遮光角应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用角度尺检查。

5 声屏障安装允许偏差应符合表 21.6.2-1 的规定。

表 21.6.2-1 声屏障安装允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
中线偏位	10	每柱（抽查 30%）	1	用经纬仪和钢尺量
顶面高程	±20	每柱（抽查 30%）	1	用水准仪测量
金属立柱中距	±10	每处（抽查 30%）		用钢尺量
金属立柱垂直度	3	每柱（抽查 30%）	2	用垂线和钢尺量，顺、横桥各 1 点
屏体厚度	±2	每处（抽查 15%）	1	用游标卡尺量
屏体宽度、高度	±10	每处（抽查 15%）	1	用钢尺量

6　防眩板安装允许偏差应符合表 21.6.2-2 的规定。

表 21.6.2-2　防眩板安装允许偏差

项　目	允许偏差（mm）	检验频率		检　验　方　法
		范围	点数	
防眩板直顺度	8	每跨侧	1	用 10m 线和钢尺量
垂直度	5	每柱（抽查 10%）	2	用垂线和钢尺量，顺、横桥各 1 点
立柱中距	±10	每处（抽查 10%）	1	用钢尺量
高度				

21.6.3　梯道质量检验应符合本规范第 21.6.1 条规定，且应符合下列规定：

一　般　项　目

1　混凝土梯道抗磨、防滑设施应符合设计要求。抹面、贴面面层与底层应粘结牢固。

检查数量：检查梯道数量的 20%。

检验方法：观察、小锤敲击。

2　混凝土梯道允许偏差应符合表 21.6.3-1 的规定。

表 21.6.3-1　混凝土梯道允许偏差

项　目	允许偏差（mm）	检验频率		检　验　方　法
		范围	点数	
踏步高度	±5	每跑台阶抽查 10%	2	用钢尺量
踏面宽度	±5		2	用钢尺量
防滑条位置	5		2	用钢尺量
防滑条高度	±3		2	用钢尺量
台阶平台尺寸	±5	每个	2	用钢尺量
坡道坡度	±2%	每跑	2	用坡度尺量

注：应保证平台不积水，雨水可由上向下自流出。

3　钢梯道梁制作允许偏差应符合表 21.6.3-2 的规定。

表 21.6.3-2 钢梯道梁制作允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
梁高	±2	每件	2	用钢尺量
梁宽	±3		2	
梁长	±5		2	
梯道梁安装孔位置	±3		2	
对角线长度差	4		2	
梯道梁踏步间距	±5		2	
梯道梁纵向挠曲	≤L/1000，且不大于 10		2	沿全长拉线，用钢尺量
踏步板不平直度	1/100		2	

注：L 为梁长（mm）。

4 钢梯道安装允许偏差应符合表 21.6.3-3 的规定。

表 21.6.3-3 钢梯道安装允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
梯道平台高程	±15	每件	2	用水准仪测量
梯道平台水平度	15			
梯道侧向弯曲	10			沿全长拉线，用钢尺量
梯道轴线对定位轴线的偏位	5			用经纬仪测量
梯道栏杆高度和立杆间距	±3	每道		用钢尺量
无障碍 C 型坡道和螺旋梯道高程	±15			用水准仪测量

注：梯道平台水平度应保证梯道平台不积水，雨水可由上向下流出梯道。

21.6.4 桥头搭板质量检验应符合本规范第 21.6.1 条规定，且应符合下列规定：

一 般 项 目

1 桥头搭板允许偏差应符合表 21.6.4 的规定。

表 21.6.4 混凝土桥头搭板（预制或现浇）允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检 验 方 法
		范围	点数	
宽度	±10	每块	2	用钢尺量
厚度	±5		2	
长度	±10		2	
顶面高程	±2		3	用水准仪测量，每端 3 点
轴线偏位	10		2	用经纬仪测量
板顶纵坡	±0.3%		3	用水准仪测量，每端 3 点

2 混凝土搭板、枕梁不得有蜂窝、露筋，板的表面应平整，板边缘应直顺。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

3 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。

21.6.5 防冲刷结构质量检验应符合本规范第 21.6.1 条规定，且应符合下列规定：

一 般 项 目

1 锥坡、护坡、护岸允许偏差应符合表 21.6.5-1 的规定。

表 21.6.5-1 锥坡、护坡、护岸允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
		范围	点数	
顶面高程	±50	每个，50m	3	用水准仪测量
表面平整度	30	每个，50m	3	用 2m 直尺、钢尺量
坡度	不陡于设计	每个，50m	3	用钢尺量
厚度	不小于设计	每个，50m	3	用钢尺量

注：1 不足 50m 部分，取 1～2 点；

2 海墁结构允许偏差可按本表 1、2、4 项执行。

2 导流结构允许偏差应符合表 21.6.5-2 的规定。

表 21.6.5-2 导流结构允许偏差

项目		允许偏差(mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
平面位置		30	每个	2	用经纬仪测量
长度		0 −100		1	用钢尺量
断面尺寸		不小于设计		5	用钢尺量
高程	基底	不高于设计		5	用水准仪测量
	顶面	±30			

21.6.6 照明系统质量检验应符合本规范第 21.6.1 条规定，且应符合下列规定：

主控项目

1 电缆、灯具等的型号、规格、材质和性能等应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：检查产品出厂合格证和进场验收记录。

2 电缆接线应正确，接头应作绝缘保护处理，严禁漏电。接地电阻必须符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、用电气仪表检测。

一般项目

3 电缆铺设位置正确，并应符合国家现行标准的规定。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、检查施工记录。

4 灯杆（柱）金属构件必须作防腐处理，涂层厚度应符合设计要求。

检查数量：抽查 10%，且同类构件不少于 3 件。

检查方法：观察、用干膜测厚仪检查。

5 灯杆、灯具安装位置应准确、牢固。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察、螺栓用扳手检查、焊缝用量规量测。

6 照明设施安装允许偏差应符合表 21.6.6 的规定。

表 21.6.6 照明设施安装允许偏差

项目		允许偏差（mm）	检验频率		检验方法
			范围	点数	
灯杆地面以上高度		±40	每杆（柱）	1	用钢尺量
灯杆（柱）竖直度		$H/500$			用经纬仪测量
平面位置	纵向	20			经纬仪放线，用钢尺量
	横向	10			

注：表中 H 为灯杆高度。

22 装饰与装修

22.1 一 般 规 定

22.1.1 饰面与涂装材料的性能与环保要求应符合国家现行标准的规定，其品种、规格、强度和镶贴、涂饰方法以及图案等均应符合设计要求。

22.1.2 饰面与涂装应在主体或基层质量检验合格后方可施工。饰面与涂装施工前，应将基体表面的灰尘、污垢、油渍等清除干净。

22.1.3 饰面与涂装施工时的环境温度和湿度应符合下列规定：

1 抹灰、镶贴板块饰面不宜低于5℃；

2 涂装不宜低于8℃；

3 胶粘剂饰面不宜低于10℃；

4 施工环境相对湿度不宜大于80%。

22.2 饰 面

22.2.1 镶贴、安装饰面宜选用水泥基粘结材料。

22.2.2 镶贴、安装饰面的基体应有足够的强度、刚度和稳定性，其表面应平整、粗糙。光滑的基面在镶贴前应进行处理。

22.2.3 水泥砂浆抹面应符合下列规定：

1 配合比、稠度以及外加剂的加入量均应通过试验确定。

2 抹面前，应先洒水湿润基体表面或涂刮水泥浆，并用与抹面层相同砂浆设置控制标志。

3 抹面应分层涂抹、分层赶平、修整、表面压光，涂抹水泥砂浆每遍的厚度宜为5～7mm。

4 抹面层完成后应在湿润的条件下养护。

22.2.4 饰面砖镶贴应符合下列规定：

1 基层表面应凿毛、刷界面剂、抹1∶3水泥砂浆底层。

2 镶贴前，应选砖预排、挂控制线；面砖应浸泡2h以上，表面晾干后待用。

3 面砖应自下而上、逐层依序镶贴，贴砖砂浆应饱满，镶贴面砖表面应平整，接缝横平竖直，宽度、深度一致。

22.2.5 饰面板安装应符合下列规定：

1 墙面和柱面安装饰面板，应先找平，分块弹线，并按弹线尺寸及花纹图案预拼。

2 系固饰面板用的钢筋网，应与锚固件连接牢固，锚固件宜在结构施工时预埋。

3 饰面板安装前，应按品种、规格和颜色进行分类选配，并将其侧面和背面清扫干净，净边打孔，并用防锈金属丝穿入孔内留作系固之用。

4 饰面板安装就位后，应采取临时固定措施。接缝宽度可用木楔调整。

5 灌注砂浆前，应将接合面洒水湿润，接缝处应采取防漏浆措施。

22.3 涂　　装

22.3.1 涂装前应将基面的麻面、缝隙用腻子刮平。腻子干燥后应坚实牢固，不得起粉、起皮和裂纹。施涂前应将腻子打磨平整光滑，并清理干净。

22.3.2 涂料的工作黏度或稠度，应以在施涂时不流坠、无刷纹为准，施涂过程中不得任意稀释涂料。

22.3.3 涂料在施涂前和施涂过程中，均应充分搅拌，并在规定的时间用完。

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

22.3.5 采用机械喷涂时，应将不喷涂的部位遮盖，不得沾污。

22.3.6 同一墙面应用同一批号的涂料，每遍涂料不宜施涂过厚，涂层应均匀、色泽一致，层间结合牢固。

22.4 检验标准

22.4.1 水泥砂浆抹面质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 砂浆的强度应符合设计要求。

检查数量：全数检查。

检验方法：检查试件强度试验报告。

2 水泥砂浆面层不得有裂缝，各抹面层之间及其与基层之间应粘结牢固，不得有脱层、空鼓等现象。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用小锤轻击。

一 般 项 目

3 普通抹面表面应光滑、洁净、色泽均匀、无抹纹，抹面分隔条的宽度和深度应均匀一致，无错缝、缺棱掉角。

检查数量：按每 500m² 为一个检验批，不足 500m² 的也为一个检验批，每个检验批每 100m² 至少检验一处，每处不小于 10m²。

检查方法：观察、用钢尺量。

4 普通抹面允许偏差应符合表 22.4.1-1 的规定。

表 22.4.1-1 普通抹面允许偏差

项 目	允许偏差 (mm)	检查频率		检验方法
		范围	点数	
平整度	4	每跨、侧	4	用 2m 直尺和塞尺量
阴阳角方正	4		3	用 200mm 直角尺量
墙面垂直度	5		2	用 2m 靠尺量

5 装饰抹面应符合下列规定：

1）水刷石应石粒清晰，均匀分布，紧密平整，应无掉粒和接茬痕迹。

2）水磨石应表面平整、光滑，石子显露密实均匀，应无砂眼、磨纹和漏磨处。分格条位置应准确、直顺。

3）剁斧石应剁纹均匀、深浅一致、无漏剁处，不剁的边条宽窄应一致，棱角无损坏。

检查数量：按每 500m² 为一个检验批，不足 500m² 的也为一个检验批，每个检验批每 100m² 至少检验一处，每处不小于 10m²。

检查方法：观察、钢尺量。

6 装饰抹面允许偏差应符合表 22.4.1-2 的规定。

表 22.4.1-2 装饰抹面允许偏差

项目	允许偏差（mm）			检查频率		检验方法
	水磨石	水刷石	剁斧石	范围	点数	
平整度	2	3	3	每跨、侧	4	用 2m 直尺和塞尺量
阴阳角方正	2	3	3		2	用 200mm 直角尺量
墙面垂直度	3	5	4		2	用 2m 靠尺量
分格条平直	2	3	3		2	拉 2m 线（不足 2m 拉通线），用钢尺量

22.4.2 镶饰面板和贴饰面砖质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 饰面所用的材料（饰面板、砖，找平、粘结、勾缝等材料），其品种、规格和技术性能应符合设计要求及国家现行标准规定。

检查数量：按进场的批次和产品的抽样检验方案确定。

检验方法：观察、用钢尺或卡尺量、检查产品合格证、进场验收记录、性能检测报告和复验报告。

2 饰面板镶安必须牢固。镶安饰面板的预埋件（或后置预

埋件）、连接件的数量、规格、位置、连接方法和防腐处理应符合设计要求。后置预埋件的现场拉拔强度应符合设计要求。

检查数量：每 100m² 至少抽查一处，每处不小于 10m²。

检验方法：手扳、检查进场验收记录和现场拉拔强度检测报告、检查施工记录。

3 饰面砖粘贴必须牢固。

检查数量：每 300m²（不足 300m² 按 300m² 计）同类墙体为 1 组，每组取 3 个试样。

检验方法：检查样件粘结强度检测报告和施工记录。

一 般 项 目

4 镶饰面板的墙（柱）应表面平整、洁净、色泽协调，石材表面不得有起碱、污痕，无显著的光泽受损处，无裂痕和缺损；饰面板嵌缝应平直、密实，宽度和深度应符合设计要求，嵌填材料应色泽一致。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、钢尺量。

5 贴饰面砖的墙（柱）应表面平整、洁净、色泽一致，镶贴无歪斜、翘曲、空鼓、掉角和裂纹等现象。嵌缝应平直、连续、密实，宽度和深度一致。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察、用小锤轻击。

6 饰面允许偏差应符合表 22.4.2 的规定。

表 22.4.2 饰面允许偏差

项目	允许偏差（mm）						检验频率		检验方法
	天然石			人造石		饰面砖	范围	点数	
	镜面、光面	粗纹石麻面条纹石	天然石	水磨石	水刷石				
平整度	1	3		2	4	2	每跨侧，每饰面	4	用 2m 直尺和塞尺量

续表 22.4.2

项目	允许偏差（mm）						检验频率		检验方法
	天然石			人造石		饰面砖	范围	点数	
	镜面、光面	粗纹石麻面条纹石	天然石	水磨石	水刷石				
垂直度	2	3		2	4	2	每跨侧，每饰面	2	用 2m 靠尺量
接缝平直	2	4	5	3	4	3		2	拉 5m 线，用钢尺量，横竖各 1 点
相邻板高差	0.3	3		0.5	3	1		2	用钢板尺和塞尺量
接缝宽度	0.5	1	2	0.5	2			2	用钢尺量
阳角方正	2	4		2		2		2	用 200mm 直角尺量

22.4.3 涂饰质量检验应符合下列规定：

主 控 项 目

1 涂饰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、涂层厚度均应符合设计要求。

检查数量：按每 500m^2 为一检验批，不足 500m^2 的也为一个检验批，每个检验批每 100 m^2 至少检验一处。

检验方法：观察、用干膜测厚仪检查。

一 般 项 目

3 表面应平整光洁，色泽一致。不得有脱皮、漏刷、返锈、透底、流坠、皱纹等现象。

检查数量：全数检查。

检验方法：观察。

23 工程竣工验收

23.0.1 开工前，施工单位应会同建设单位、监理单位将工程划分为单位、分部、分项工程和检验批，作为施工质量检查、验收的基础，并应符合下列规定：

1 建设单位招标文件确定的每一个独立合同应为一个单位工程。当合同文件包含的工程内容较多，或工程规模较大、或由若干独立设计组成时，宜按工程部位或工程量、每一独立设计将单位工程分成若干子单位工程。

2 单位(子单位)工程应按工程的结构部位或特点、功能、工程量划分分部工程。分部工程的规模较大或工程复杂时宜按材料种类、工艺特点、施工工法等，将分部工程划为若干子分部工程。

3 分部工程（子分部工程）中，应按主要工种、材料、施工工艺等划分分项工程。分项工程可由一个或若干检验批组成。

4 检验批应根据施工、质量控制和专业验收需要划定。

5 各分部（子分部）工程相应的分项工程宜按表 23.0.1 的规定执行。本规范未规定时，施工单位应在开工前会同建设单位、监理单位共同研究确定。

表 23.0.1 城市桥梁分部（子分部）工程与相应的分项工程、检验批对照表

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	基坑开挖、地基、土方回填、现浇混凝土（模板与支架、钢筋、混凝土）、砌体	每个基坑
		沉入桩	预制桩（模板、钢筋、混凝土、预应力混凝土）、钢管桩、沉桩	每根桩

续表 23.0.1

序号	分部工程	子分部工程	分项工程	检验批
1	地基与基础	灌注桩	机械成孔、人工挖孔、钢筋笼制作与安装、混凝土灌注	每根桩
		沉井	沉井制作（模板与支架、钢筋、混凝土、钢壳）、浮运、下沉就位、清基与填充	每节、座
		地下连续墙	成槽、钢筋骨架、水下混凝土	每个施工段
		承台	模板与支架、钢筋、混凝土	每个承台
2	墩台	砌体墩台	石砌体、砌块砌体	每个砌筑段、浇筑段、施工段或每个墩台、每个安装段（件）
		现浇混凝土墩台	模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土	
		预制混凝土柱	预制柱（模板、钢筋、混凝土、预应力混凝土）、安装	
		台背填土	填土	
3	盖梁		模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土	每个盖梁
4	支座		垫石混凝土、支座安装、挡块混凝土	每个支座
5	索塔		现浇混凝土索塔（模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土）、钢构件安装	每个浇筑段、每根钢构件
6	锚锭		锚固体系制作、锚固体系安装、锚碇混凝土（模板与支架、钢筋、混凝土）、锚索张拉与压浆	每个制作件、安装件、基础
7	桥跨承重结构	支架上浇筑混凝土梁(板)	模板与支架、钢筋、混凝土、预应力钢筋	每孔、联、施工段
		装配式钢筋混凝土梁(板)	预制梁（板）（模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土）、安装梁（板）	每片梁
		悬臂浇筑预应力混凝土梁	0#段（模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土）、悬浇段（挂篮、模板、钢筋、混凝土、预应力混凝土）	每个浇筑段

续表 23.0.1

序号	分部工程	子分部工程	分项工程	检验批
7	桥跨承重结构	悬臂拼装预应力混凝土梁	0#段（模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土）、梁段预制（模板与支架、钢筋、混凝土）、拼装梁段、施加预应力	每个拼装段
		顶推施工混凝土梁	台座系统、导梁、梁段预制（模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土）、顶推梁段、施加预应力	每节段
		钢梁	现场安装	每个制作段、孔、联
		结合梁	钢梁安装、预应力钢筋混凝土梁预制（模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土）、预制梁安装、混凝土结构浇筑（模板与支架、钢筋、混凝土、预应力混凝土）	每段、孔
		拱部与拱上结构	砌筑拱圈、现浇混凝土拱圈、劲性骨架混凝土拱圈、装配式混凝土拱部结构、钢管混凝土拱（拱肋安装、混凝土压注）、吊杆、系杆拱、转体施工、拱上结构	每个砌筑段、安装段、浇筑段、施工段
		斜拉桥的主梁与拉索	0#段混凝土浇筑、悬臂浇筑混凝土主梁、支架上浇筑混凝土主梁、悬臂拼装混凝土主梁、悬拼钢箱梁、支架上安装钢箱梁、结合梁、拉索安装	每个浇筑段、制作段、安装段、施工段
		悬索桥的加劲梁与缆索	索鞍安装、主缆架设、主缆防护、索夹和吊索安装、加劲梁段拼装	每个制作段、安装段、施工段
8	顶进箱涵		工作坑、滑板、箱涵预制（模板与支架、钢筋、混凝土）、箱涵顶进	每坑、每制作节、顶进节
9	桥面系		排水设施、防水层、桥面铺装层（沥青混合料铺装、混凝土铺装—模板、钢筋、混凝土）、伸缩装置、地袱和缘石与挂板、防护设施、人行道	每个施工段、每孔

续表 23.0.1

序号	分部工程	子分部工程	分项工程	检验批
10	附属结构		隔声与防眩装置、梯道（砌体；混凝土—模板与支架、钢筋、混凝土；钢结构）、桥头搭板（模板、钢筋、混凝土）、防冲刷结构、照明、挡土墙▲	每砌筑段、浇筑段、安装段、每座构筑物
11	装饰与装修		水泥砂浆抹面、饰面板、饰面砖和涂装	每跨、侧、饰面
12	引道▲			

注：表中“▲”项应符合国家现行标准《城镇道路工程施工与质量验收规范》CJJ 1的有关规定。

23.0.2 施工中应按下列规定进行施工质量控制，并进行过程检验、验收：

1 工程采用的主要材料、半成品、成品、构配件、器具和设备应按相关专业质量标准进行验收和按规定进行复验，并经监理工程师检查认可。凡涉及结构安全和使用功能的，监理工程师应按规定进行平行检测、见证取样检测并确认合格。

2 各分项工程应按本规范进行质量控制，各分项工程完成后应进行自检、交接检验，并形成文件，经监理工程师检查签认后，方可进行下一个分项工程施工。

23.0.3 工程施工质量应按下列要求进行验收：

1 工程施工质量应符合本规范和相关专业验收规范的规定。

2 工程施工应符合工程勘察、设计文件的要求。

3 参加工程施工质量验收的各方人员应具备规定的资格。

4 工程质量的验收均应在施工单位自行检查评定的基础上进行。

5 隐蔽工程在隐蔽前，应由施工单位通知监理工程师和相关单位进行隐蔽验收，确认合格后，形成隐蔽验收文件。

6 监理应按规定对涉及结构安全的试块、试件、有关材料

和现场检测项目，进行平行检测、见证取样检测并确认合格。

7 检验批的质量应按主控项目和一般项目进行验收。

8 对涉及结构安全和使用功能的分部工程应进行抽样检测。

9 承担见证取样检测及有关结构安全检测的单位应具有相应资质。

10 工程的外观质量应由验收人员通过现场检查共同确认。

23.0.4 隐蔽工程应由专业监理工程师负责验收。检验批及分项工程应由专业监理工程师组织施工单位项目专业质量（技术）负责人等进行验收。关键分项工程及重要部位应由建设单位项目负责人组织总监理工程师、专业监理工程师、施工单位项目负责人和技术质量负责人、设计单位专业设计人员等进行验收。分部工程应由总监理工程师组织施工单位项目负责人和技术质量负责人、专业监理工程师等进行验收。

23.0.5 检验批合格质量应符合下列规定：

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，除有专门要求外，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和质量检查记录。

23.0.6 分项工程质量验收合格应符合下列规定：

1 分项工程所含检验批均应符合合格质量的规定。

2 分项工程所含检验批的质量验收记录应完整。

23.0.7 分部工程质量验收合格应符合下列规定：

1 分部工程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 涉及结构安全和使用功能的质量应按规定验收合格。

4 外观质量验收应符合要求。

23.0.8 单位工程质量验收合格应符合下列规定：

1 单位工程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 单位工程所含分部工程中有关安全和功能的控制资料应完整。

4 影响桥梁安全使用和周围环境的参数指标应符合规定。

5 外观质量验收应符合要求。

23.0.9 单位工程验收程序应符合下列规定：

1 施工单位应在自检合格基础上将竣工资料与自检结果，报监理工程师申请验收。

2 总监理工程师应约请相关人员审核竣工资料进行预检，并据结果写出评估报告，报建设单位组织验收。

3 建设单位项目负责人应根据监理工程师的评估报告组织建设单位项目技术质量负责人、有关专业设计人员、总监理工程师和专业监理工程师、施工单位项目负责人参加工程验收。

23.0.10 工程竣工验收应由建设单位组织验收组进行。验收组应由建设、勘察、设计、施工、监理与设施管理等单位的有关负责人组成，亦可邀请有关方面专家参加。工程竣工验收应在构成桥梁的各分项工程、分部工程、单位工程质量验收均合格后进行。当设计规定进行桥梁功能、荷载试验时，必须在荷载试验完成后进行。桥梁工程竣工资料须于竣工验收前完成。

23.0.11 工程竣工验收内容应符合下列规定：

主 控 项 目

1 桥下净空不得小于设计要求。

检查数量：全数检查。

检查方法：用水准仪测量或用钢尺量。

2 单位工程所含分部工程有关安全和功能的检测资料应完整。

检查数量：全数检查。

检查方法：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。

3 桥梁实体检测允许偏差应符合表 23.0.11 的规定。

表 23.0.11 桥梁实体检测允许偏差

项目		允许偏差 (mm)	检验频率		检验方法
			范围	点数	
桥梁轴线位移		10	每座或每跨、每孔	3	用经纬仪或全站仪检测
桥宽	车行道	±10		3	用钢尺量每孔 3 处
	人行道				
长度		+200，−100		2	用测距仪
引道中线与桥梁中线偏差		±20		2	用经纬仪或全站仪检测
桥头高程衔接		±3		2	用水准仪测量

注：1 项目 3 长度为桥梁总体检测长度；受桥梁形式、环境温度、伸缩缝位置等因素的影响，实际检测中通常检测两条伸缩缝之间的长度，或多条伸缩缝之间的累加长度；

2 连续梁、结合梁两条伸缩缝之间长度允许偏差为±15mm。

4 桥梁实体外形检查应符合下列要求：

1）墩台混凝土表面应平整，色泽均匀，无明显错台、蜂窝麻面，外形轮廓清晰。

2）砌筑墩台表面应平整，砌缝应无明显缺陷，勾缝应密实坚固、无脱落，线角应顺直。

3）桥台与挡墙、护坡或锥坡衔接应平顺，应无明显错台；沉降缝、泄水孔设置正确。

4）索塔表面应平整，色泽均匀，无明显错台和蜂窝麻面，轮廓清晰，线形直顺。

5）混凝土梁体（框架桥体）表面应平整、色泽均匀、轮廓清晰、无明显缺陷；全桥整体线形应平顺、梁缝基本均匀。

6）钢梁安装线形应平顺，防护涂装色泽应均匀、无漏

涂、无划伤、无起皮，涂膜无裂纹。

7）拱桥表面平整，无明显错台；无蜂窝麻面、露筋或砌缝脱落现象，色泽均匀；拱圈（拱肋）及拱上结构轮廓线圆顺、无折弯。

8）索股钢丝应顺直、无扭转、无鼓丝、无交叉，锚环与锚垫板应密贴并居中，锚环及外丝应完好、无变形，防护层应无损伤，斜拉索色泽应均匀、无污染。

9）桥梁附属结构应稳固，线形应直顺，应无明显错台、无缺棱掉角。

检查数量：全数检查。

检查方法：观察。

23.0.12 工程竣工验收时可抽检各单位工程的质量情况。

23.0.13 工程竣工验收合格后，建设单位应按规定将工程竣工验收报告和有关文件，报政府建设行政主管部门备案。

附录A　验　收　表

桥梁工程验收应采用下列表格：

表 A-1　检验批质量验收记录

表 A-2　____分项工程质量验收记录

表 A-3　____分部（子分部）工程质量验收记录

表 A-4　单位（子单位）工程质量竣工验收记录

表 A-5　单位（子单位）工程观感检查记录

表 A-6　单位（子单位）工程质量控制资料核查记录

表 A-7　单位（子单位）工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录

表 A-1　检验批质量验收记录　　编号

工程名称			验收部位	
分项工程名称			施工班组长	
施工单位			专业工长	
施工执行标准名称及编号			项目经理	
主控项目	质量验收规范的规定		施工单位检查评定记录	监理（建设）单位验收记录
	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
	7			
	8			
	9			

续表 A-1

一般项目	1			
	2			
	3			
	4			
	5			
	6			
施工单位检查评定结论		项目专业质量检查员　　年　月　日		
监理（建设）单位验收结论		监理工程师 （建设单位项目专业技术负责人）　　年　月　日		

表 A-2 _____分项工程质量验收记录 编号

工程名称				检验批数	
施工单位		项目经理		项目技术负责人	
分包单位		分包单位负责人		分包项目经理	

序号	检验批部位、区段	施工单位检查评定结果	监理（建设）单位验收结果
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			

检查结论	项目专业 技术负责人 年 月 日	验收结论	监理工程师 （建设单位项目专业技术负责人） 年 月 日

表 A-3 _____分部（子分部）工程质量验收记录 编号

工程名称		项目经理	
施工单位		项目技术负责人	
分包单位		分包技术负责人	

序号	分项工程名称	检验批数	施工单位检查评定结果	验收意见
1				
2				
3				
4				
5				
6				

质量控制资料		
安全和功能检验（检测）报告		
观感质量验收		

验收结论		
验收单位	分包单位	项目经理　　年　月　日
	施工单位	项目经理　　年　月　日
	勘察单位	项目负责人　　年　月　日
	设计单位	项目负责人　　年　月　日
	监理（建设）单位	总监理工程师 （建设单位项目专业负责人）　　年　月　日

表 A-4　单位（子单位）工程质量竣工验收记录　　编号

工程名称				工程规模	
施工单位		技术负责人		开工日期	
项目经理		项目技术负责人		竣工日期	

序号	项目	验收记录	验收结论
1	分部工程	共　　分部，经查　　分部，符合标准及设计要求　　分部	
2	质量控制资料核查	共　　项，经审查符合要求　　项，经核定符合规范要求　　项	
3	安全和主要使用功能核查和抽查结果	共核查、　项，符合要求　　项，共抽查　　项，符合要求　　项	
4	观感质量验收	共抽查　　项，符合要求　　项	
5	综合验收结论		

参加验收单位	建设单位	监理单位	设计单位	施工单位
	（公章） 单位（项目）负责人 年　月　日	（公章） 总监理工程师 年　月　日	（公章） 单位（项目）负责人 年　月　日	（公章） 单位负责人 年　月　日

表 A-5　单位（子单位）工程观感检查记录　　编号

工程名称					
施工单位					
序号	项　　目	抽查质量状况	质量评价		
			好	一般	差
1	墩（柱）、塔				
2	盖梁				
3	桥台				
4	混凝土梁				
5	系梁				
6	拱部				
7	拉索、吊索				
8	桥面				
9	人行道				
10	防撞设施				
11	排水设施				
12	伸缩缝				
13	栏杆、扶手				
14	桥台护坡				
15	涂装、饰面				
16	钢结构焊缝				
17	灯柱、照明				
18	隔声装置				
19	防眩装置				
观感质量综合评价					
检查结论					
施工单位项目经理　　年　月　日		总监理工程师（建设单位项目负责人）　　年　月　日			

注：质量评为差的项目，应进行返修。

表 A-6　单位（子单位）工程质量控制资料核查记录　　编号

工程名称					
施工单位					
序号	资料名称		份数	核查意见	核查人
1	图纸会审、设计变更、洽商记录				
2	工程定位测量、交桩、放线、复核记录				
3	施工组织设计、施工方案及审批记录				
4	原材料出厂合格证书及进场检(试)验报告				
5	成品、半成品出厂合格证及试验报告				
6	施工试验报告及见证检测报告				
7	隐蔽工程验收记录				
8	施工记录				
9	工程质量事故及事故调查处理资料				
10	分项、分部工程质量验收记录				
11	新材料、新工艺施工记录				

检查结论：

施工单位项目经理
年　月　日

总监理工程师
（建设单位项目负责人）
年　月　日

表 A-7　单位（子单位）工程安全和功能检验资料核查及主要功能抽查记录

编号

工程名称				
施工单位				
序号	安全和功能检查项目	份数	核查、抽查意见	核查、抽查人
1	地基土承载力试验记录			
2	基桩无损检测记录			
3	钻芯取样检测记录			
4	同条件养护试件试验记录			
5	斜拉索张拉力振动频率试验记录			
6	索力调整检测记录			
7	桥梁的动、静载试验记录			
8	桥梁工程竣工测量资料			

结论：

施工单位项目经理

年　月　日

总监理工程师

（建设单位项目负责人）

年　月　日

本规范用词说明

1 为便于在执行本规范条文时区别对待，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”；

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”。

中华人民共和国行业标准

城市桥梁工程施工与质量验收规范

CJJ 2－2008

条 文 说 明

前　言

《城市桥梁工程施工与质量验收规范》CJJ 2－2008 经住房和城乡建设部 2008 年 11 月 4 日以第 140 号公告批准发布。

本规范第一版的主编单位是北京市市政工程局，参加单位是上海市第一市政工程公司、北京市第二市政工程公司、天津市第一市政工程公司。

为便于广大设计、施工、科研、学校等单位有关人员在使用本规范时能正确理解和执行条文规定，《城市桥梁工程施工及验收规范》编制组按章、节、条顺序编制了本规范的条文说明，供使用者参考。在使用中如发现本条文说明有不妥之处，请将意见函寄北京市政建设集团有限责任公司（地址：北京市复兴门外南礼士路 17 号；邮政编码：100045）。

目　次

1　总则 …… 250
2　基本规定 …… 251
3　施工准备 …… 252
4　测量 …… 253
5　模板、支架和拱架 …… 254
6　钢筋 …… 255
7　混凝土 …… 257
8　预应力混凝土 …… 259
9　砌体 …… 260
10　基础 …… 261
11　墩台 …… 263
12　支座 …… 264
13　混凝土梁（板） …… 265
14　钢梁 …… 267
15　结合梁 …… 269
16　拱部与拱上结构 …… 270
17　斜拉桥 …… 275
18　悬索桥 …… 280
19　顶进箱涵 …… 283
20　桥面系 …… 285
21　附属结构 …… 287
22　装饰与装修 …… 288
23　工程竣工验收 …… 289

1 总　　则

1.0.2 界定本规范的适用地域和工程性质、规模。城市桥梁工程包括高架桥、立交桥、人行天桥等工程。桥梁小修工程，可依据合同规定参照使用本规范。本规范未对木桥进行规定。

2 基本规定

2.0.1 本条是对从事桥梁工程施工的施工企业进行资质管理的规定，强调市场准入制度，是新增加的管理方面的要求。

2.0.5 本条为强制性条文，强调指出施工单位必须遵守的规定，应严格执行。在施工过程中，当发生设计变更，为了保证对设计意图的理解，不产生偏差，以确保满足原结构设计的要求，办理设计变更文件。

2.0.8 安全交底与技术交底并列，形成制度，应是今后的方向。

3 施 工 准 备

3.0.1～3.0.3 规定了建设单位在工程开工前应进行的准备工作。

3.0.4～3.0.7 规定了施工单位在编制实施性施工组织设计前进行的先期准备工作。

4 测　　量

本章参照《公路桥涵施工技术规范》JTJ 041－2000 第 3 章编制。

5 模板、支架和拱架

本章适用于现浇和预制的混凝土、钢筋混凝土、预应力混凝土和砌体所用模板、拱架和支架的设计与施工。本章节内容不是工程实体项目，但考虑到与构造物成型质量、功能作用有着直接重要联系，故此仍列一章。但检验资料可不收入竣工资料，只作为过程控制的一种手段。

5.1.7 对跨度较大的现浇钢筋混凝土梁、板和拱，为消除其自重和桥台位移产生的挠度，往往施工图中设预拱度。本条中支架和拱架中所设施工预拱度是由两部分组成，其中第1款为设计规定的预拱度，第2～4款为消除施工过程中支架和拱架受各种因素影响产生的变位。

5.2.3 钢框胶合板模板的制作、安装等应参照国家现行标准《钢框胶合板模板技术规程》JGJ 96－95的相关规定。

5.2.4 支架立柱底端放置垫板或混凝土垫块是为扩散压力，确保浇筑混凝土后立柱不至于产生超过允许的沉降量。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。

5.2.12 本条是对混凝土和砌体工程施工过程所使用的模板、支架和拱架提出的基本要求，是确保工程质量和施工安全的强制性条文，因此必须严格执行。

6 钢　筋

6.1.1 冷轧带肋钢筋一般用于桥面铺装混凝土中；环氧树脂涂层钢筋一般用于沿海和使用除冰盐地域。

6.1.2 钢筋是混凝土结构中的主要组成部分，对结构的承载力至关重要，使用的钢筋是否符合标准和设计要求，直接影响建筑物的质量和安全，因此钢筋进场时，必须按批抽取试件做力学性能和工艺性能试验。其质量必须符合现行国家标准的规定和设计要求。

6.1.5 预制构件有多种结构形式，通常设计图纸给出预制构件的吊装形式，应按设计要求施作。吊环材质必须采用未经冷拉的HPB 235 热轧光圆钢筋制作，不得以其他钢筋代替。

6.2.1 规定冷拉法调直钢筋的伸长率为防止冷拉影响钢筋的力学性能。

6.2.5 钢筋如果一次弯钩不到位，调整后再次弯曲后，可造成钢筋的损伤，严重的甚至断裂。

6.3.1 本条规定是参照《钢筋焊接及验收规范》JGJ 18－2003、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62－2004、《公路桥涵施工技术规范》JTJ 041－2000 和《铁路混凝土与砌体工程施工规范》TB 10210－2001 相关内容制定的。

条文规定采用绑扎搭接是在确无条件施行焊接时，且直径25mm 以下的钢筋方可使用。有的规范允许直径为 22mm 或25mm，钢筋连接是混凝土结构质量的关键，应严格控制，本规范取上限值。

6.3.2 本条规定是参照《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2002 和《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62－2004 相关内容制定的。

6.3.4 条文中出现的“在同条件下……”是指钢筋生产厂、批号、级别、直径、焊工、焊接工艺和焊接机等均相同。闪光对焊接头的外观质量和试件检测是参照《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18－2003 制定的，对气压焊接头也适用。

6.3.5 本条规定是参照《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62－2004 制定的。其中帮条焊和搭接焊的焊缝宽度，从 0.7d 增加至 0.8d；钢筋与钢板进行搭接焊时，焊缝宽度从 0.5d 增加至 0.6d 以上，是依据《钢筋焊接及验收规程》JGJ 18－2003 制定的。

6.3.8“锥螺纹套筒接头”连接形式，在桥梁工程中使用较少。本规范只保留了“套筒挤压接头”的内容。鉴于 HRB500 钢筋在《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62－2004 未予选用，因此本规范对 HRB500 钢筋未进行规定。只对 HRB335 和 HRB400 带肋钢筋的接头作了规定。

条文中出现的“在同条件下……”是指同等级、同规格和同接头形式。

关于机械连接的检验规定应按设计要求和《钢筋机械连接通用技术规程》JGJ 107－2003、《带肋钢筋套筒挤压连接技术规程》JGJ 108－96 规定执行。

6.4.5 保护层厚度是依据《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》JTG D62－2004 制定的。

7 混 凝 土

本章适用于城市桥梁一般混凝土、特殊混凝土的施工。

7.3.9 在高强度混凝土的配合比设计上，应遵循低水胶比、低砂率的原则。同时应符合先试验、后使用的原则。

7.5.2 自高处自由倾落高度超过 2m 时，采用串桶或振动溜管可降低混凝土降落速度，防止混凝土离析。

7.6.3 当气温低于 5℃时，混凝土的水化凝结速度大为降低，应当覆盖保温。

7.7.1 泵送混凝土原材料的规定是基于下列原因：

1 水泥品种及用量：由于矿渣水泥保水性差、泌水量大，不宜制备泵送混凝土；但矿渣水泥的水化热低，对大体积泵送混凝土亦有其有利的一面，故本条未加限制。

2 骨料与级配：碎石的最大粒径与输送管内径之比不宜大于 1∶3；卵石不宜大于 1∶2.5；这是从三颗石子在同一断面处相遇最容易堵塞的原理推算而得。

3 泵送混凝土的坍落度偏小易阻塞，过大易离析。因此需根据试验确定掺用外加剂和矿物掺合料，根据泵送条件严格控制坍落度。

7.8.4 混凝土抗冻等级是依据《水运工程混凝土质量控制标准》JTJ 269－96 制定。

7.9.1 普通抗渗混凝土是用调整配合比的方法，提高普通混凝土自身密实性，从而达到具有抗渗功能的混凝土。

外加剂抗渗混凝土是用掺入少量有机或无机物外加剂来改善混凝土和易性、密实性和抗渗性的一种抗渗混凝土。用于抗渗混凝土的外加剂主要有引气剂、减水剂、防水剂等。

膨胀水泥抗渗混凝土是以膨胀水泥为胶结料，经配制而成的

具有补偿收缩性能的一种抗渗混凝土；在常用的硅酸盐类水泥中掺入适量混凝土膨胀剂，也可配制成具有补偿收缩性能的抗渗混凝土。

7.9.10 抗渗混凝土产生干缩裂缝将大大降低其抗渗功能。本条规定拆模时温差要求不超过 15℃，是为了预防混凝土开裂。地下结构部分的抗渗混凝土，拆模后应及时回填，也是为了防止混凝土开裂。

7.10 大体积混凝土定义，目前世界各国解释不尽一致，美国混凝土学会规定："任何就地浇筑的混凝土，必须采取措施解决水化热及随时引起的混凝土内最高温度与外界温度之差将超过25℃的混凝土，称之为大体积混凝土"。

7.10.1 大体积混凝土中掺膨胀剂，可使混凝土减少收缩而成为补偿收缩混凝土。补偿收缩混凝土可减少当量温差达 3～5℃。

当量温差系将混凝土收缩的变形，换算为引起同样变形所需的温度。减少收缩变形，能降低混凝土的当量温差。

7.10.4 大体积混凝土在高温期施工同样可采取蓄热保温措施。

7.11.3 规定砂、石加热温度不应高于 60℃，是因温度过高水分损失加大，骨料的吸水率增加，将影响拌合物的和易性。同时，也应防止骨料局部灼热而遭到破坏，影响混凝土强度。

规定含有冰雪和冻块的骨料不得投入搅拌机内，是因骨料中的冰雪、冻块难于在搅拌机内短时融化，将影响混凝土质量。

8 预应力混凝土

8.3.1 本条明确规定不宜使用矿渣硅酸盐水泥，这是因为该水泥早期强度低，不适合预应力混凝土早强的要求。

8.4.3 预应力筋的张拉控制应力对于保证预应力结构物的抗裂性能及承载力至关重要，故必须符合设计要求，并严格执行。

8.4.7 第3款第1项，如混凝土未达到要求的强度即行张拉，混凝土收缩、徐变所引起的预应力损失值将大为增加，同时可使锚下混凝土产生裂纹甚至破碎。依据《混凝土结构工程施工质量验收规范》GB 50204－2002，规定了构件张拉时的混凝土的最低强度。

第4款，后张法多根（束）预应力筋张拉时，应使张拉的合力作用线处在构件核心截面内，以防构件截面产生过大偏心受压和边缘拉力。因此，张拉宜分批、分阶段、对称地进行。分批张拉时，按控制应力先张拉的预应力筋会因后批预应筋张拉时所产生的混凝土弹性压缩而引起应力损失。一般设计上安排张拉顺序时已考虑到这种应力损失的补偿问题，故应按设计规定的顺序和张拉力进行。设计未规定张拉顺序时，在编制张拉方案时应考虑应力损失的问题。

8.4.8 第5款，为使水泥浆能全部充满预应力筋周围的孔隙，以压注纯水泥浆为宜。当孔隙较大，且为单根力筋时，为减少收缩，可在水泥浆中掺入适量（不大于水泥质量的50%）细砂。

后张预应力混凝土施工中，保证预应力管道的畅通是很关键的，故管道安装就位后，为防止杂物进入，应将管端封堵，且在混凝土浇筑过程中，采取措施防止砂浆堵塞管道。

9 砌　　体

9.1.2 石料的软化系数，指石料在含水饱和状态下的抗压极限强度与石料在干燥状态下的抗压极限强度比值，是石料受水影响和风化影响的一个重要指标。

石料抗冻性指标指石料在含水饱和状态下经过冻结和融化的循环次数（－5～－15℃和低于－15℃的地区冻融循环分别为15次和25次）。经过试验后的石料应无明显的损伤（裂缝、脱层），强度不应低于试验前的70%。

10 基　础

10.1.7 地基承载力对结构的安全和使用寿命至关重要。基坑挖至基底设计高程或已按设计要求加固、处理完毕后，基底检验应及时并形成验收记录。

10.2.16、10.2.17 振动沉桩和射水沉桩有各自的优缺点，通常是射水与振动或锤击相辅使用。

10.3.1 第7款，优质泥浆可减少坍孔和埋钻，悬浮钻渣能力强，清孔后沉淀量小。

10.3.7 人工挖桩施工不应是首选方法，其施工条件较差，极易发生安全事故。即使在地质条件好的地区选用人工挖孔桩工法，也必须有可靠的安全防护措施。

10.4.1 沉井下沉时，位于邻近的土体可能随之下沉，土体范围内的堤防、建筑物和施工设施将受到危害，必须采取有效的防护和下沉方案。一般不采取抽水除土下沉方案，采取不排水取土下沉方案时，应维持沉井内水位不低于沉井外水位，防止井外土、砂涌进井内而使地面下沉。

10.4.4 第8款，沉井倾斜和位移的原因一般有：取土不均、刃脚下土层软硬不均、一侧刃脚被障碍物搁垫、井内大量翻砂、外侧土压力不平衡等。

纠偏一般以在井顶高的刃脚下偏除土为主，也可采用外侧射水（或外侧偏除土）等措施。偏压重和顶部施加水平力的方法只在沉井下沉初期才有效。也有在低刃脚下设垫块，迫使该侧刃脚停止下沉以纠偏。

10.4.5 在松软的土层中，接高第一、二节沉井时，有可能发生突然下沉或倾斜，因此应考虑在刃脚下回填或支垫。

10.5 本节适用于在土层或软岩地层中，采用机械挖槽、泥浆护

壁、现浇钢筋混凝土地下连续墙施工。地下连续墙常用于几何尺寸大、结构复杂的桥基。在城市中进行地下连续墙施工前，必须制定保护现况构筑物安全的措施。

10.5.2 导墙不仅对地下连续墙挖槽起导向作用，而且承受土压、施工荷载，同时是钢筋笼、导管、锁口管顶拔时的临时支承体。因此要求其具有一定的强度和刚度，并连接成整体。

10.5.9 地下连续墙的接头分施工接头和结构接头两大类，后者是地下连续墙与承台、墩柱连接时的构造性接头，连接处的钢筋、预埋件等构造和施工要求，应按设计要求办理。施工接头是地下连续墙划分若干单元节段，分段挖槽、分段灌注水下混凝土。施工接头部位是薄弱环节，施工时应严格质量控制，保证其连续性和防渗性能。

11 墩　台

11.1.3 采用钢管混凝土墩柱，可提高墩柱承载力和表面质量，应采用微膨胀混凝土，控制钢管内混凝土的饱满度，两者之间有缝隙会降低钢管混凝土的功效。

12 支　座

当前支座的种类和规格较多，支座使用必须符合设计要求。支座在安装前必须进行全面检验，不合格者，不得使用。

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直荷载，以保证支座的承载能力。

13 混凝土梁（板）

本章适用于钢筋混凝土及预应力钢筋混凝土梁（板）式桥的现浇及预制安装、钢与混凝土结合梁、混凝土结合梁的现场施工。

13.1.1 支架上浇筑混凝土可采取支架预压、设置预拱度、合理的浇筑顺序和分段浇筑、使用缓凝剂等措施，防止因支架变形引起混凝土开裂和梁体线形不顺适。

13.1.2 移动支架总长一般为桥跨的2.5倍。第一次浇筑到第二孔的第一个反弯点处，此时的位置一般为0.2L附近，以后每次都把工作缝设在此处。

13.2.1 施工挂篮是预应力混凝土连续梁、T形刚构和悬臂梁分段施工的一项主要设备。它能够沿轨道整体向前。施工挂篮可用桁架式挂篮、三角式挂篮、菱形挂篮和斜拉式挂篮。

13.2.4 悬臂浇筑可用于T形刚构和预应力混凝土连续梁，后者梁与桥墩不是刚性连接。为了使桥墩能承受在悬臂浇筑梁时产生的不平衡弯矩，应将梁与墩临时固结或在墩旁设置支承托架。

13.2.6、13.4.4 悬臂浇筑、悬臂拼装对称、平衡是保证施工安全、结构安全及工程质量的前提条件。

13.2.7 悬浇连续梁合龙前，合龙段两端结构受温度的影响产生纵向伸缩，使合龙间距产生变化，从而导致合龙段混凝土产生裂缝。因此，合龙段的临时锁定应到合龙段混凝土养护到一定强度，并施加预应力后，才能拆除。

13.4.1 梁体节段在条件可能时，应尽量采用与桥跨等长、等形的台座预制，以保证桥梁悬拼的线形。

13.4.5 第3款，悬臂拼装时，随着梁段一对对的安装，悬臂端梁段和已安装的中间梁段的挠度经常在变化，事先绘制主梁安装

时的挠度变化曲线，以控制梁段安装高程是必要的。此曲线应由设计提供，当设计未提供时，施工单位应会同设计单位绘制。

13.4.5 第4款，预应力连续梁桥、悬臂梁桥的主梁与桥墩间不是连成整体的结构（设有支座），悬拼时，需要采取临时措施，以承受墩两侧悬拼产生的不平衡力矩。

13.4.5 第6款，采用环氧树脂接缝时，涂胶并将梁段靠拢调整后，即应开始张拉部分预应力束，对梁段进行挤压才能粘结良好。挤压力大小与胶粘剂种类有关。

13.4.6 预应力连续梁桥在用悬臂拼装时，梁顶部是承受负弯矩，即预应力筋都布置在梁截面上部，两个悬臂在跨中合龙以后，跨中附近变为正弯矩，即该部位梁截面下部成为受拉状态，梁上部变换为受压状态，若在合龙前不采取措施，则原在梁截面上部张拉的预应力筋拉应力松弛，如预应力筋置于明槽内侧可能向上漂浮，如梁下部未曾张拉预应力筋时，则拼装的块件就会折断坠落。

13.5 顶推施工适用于跨径40～60m预应力混凝土等截面（等高）连续梁架设。顶推施工可架设直桥、弯桥、坡桥。顶推施工可选用单点顶推或多点顶推方式。

13.6 本节参照《铁路桥涵施工规范》TB 10203－2002制定。利用造桥机可进行连续梁桥（T构）悬臂浇筑和悬臂拼装施工。

14 钢　梁

本章适用于在工厂内焊接制造，在工地用高强度螺栓栓接或焊缝连接的钢梁施工；适用于钢—混凝土结合梁的钢结构制造与安装。桥梁工程中钢护栏、钢支架、照明塔架等其制作、焊接也可参照本章规定执行。本规范未对铆接工艺进行规定。本规范未作规定的，应遵循国家现行标准或其他行业标准的有关规定。

14.1.2 钢梁试拼装是为检查其制作的整体性，试拼装除检查各部尺寸外，还采用试孔器检查板叠孔的通过率。钢梁试拼装记录应包括试拼布置图、轮廓尺寸、主桁拱度、工地栓（钉）孔重合率、磨光顶紧及板缝检查等。

14.2.4 高强螺栓扭矩值采用螺母松扣、回扣法检查时，先在螺栓与螺母的相对位置划一细直线作为标记，然后将螺母拧松，再用扳手拧回原来位置（划线处重合）读得此时扭矩值；采用紧扣法检查时，读取刚刚紧扣微小转动的扭矩值。上述扭矩值读数分别与规定值比较，超拧值或欠拧值均不大于规定值的10%者为合格。高强螺栓连接是钢梁施工的关键工序，对结构承载力至关重要，必须当班检验。

14.2.5 第1款，焊接工艺评定报告是编制焊接工艺单的依据，焊接工艺单是焊工操作的唯一依据。通过评定选择合适的焊接材料、焊接方法、施焊条件及焊接工艺参数，以保证焊接接头的力学性能达到设计要求。

第5款，预热处理可减少施焊时钢材变形和残余应力，是保证焊接质量的有效措施。

14.2.7～14.2.9 焊缝外观检查和内部质量检查是参照《钢结构工程施工质量验收规范》GB 50205－2001、《钢焊缝手工超声波探伤方法和探伤结果分级》GB 11345－89、《金属熔化焊焊接接

头射线照相》GB/T 3323－2005 和《建筑钢结构焊接技术规程》JGJ 81－2002 制定。

14.2.10 第 3 款，当温度超过 43℃时，钢板表面漆膜易产生气泡而局部鼓起，附着力降低；当相对湿度大于 85%，漆膜附着力降低；4h 内涂完是为了防止锈蚀，保证涂装质量。

15 结 合 梁

本章适用于钢—混凝土结合梁、混凝土结合梁，并适用于分段架设连梁。

16 拱部与拱上结构

本章适用于砌石及混凝土预制块砌筑拱桥、就地浇筑钢筋混凝土拱桥、装配式拱桥、钢管混凝土拱桥、劲性骨架现浇混凝土拱桥以及转体就位拱桥的拱部与拱上结构施工。

16.2.4 第1款，满布式拱架和拱式拱架在拱圈砌筑过程中的沉降情况是不同的，前者砌块荷载通过立柱直接传到地基；后者砌块荷载通过拱架传到墩旁立柱再传到地基，因此每一砌块的加载都影响全拱架的变形，故条文对两种拱架砌筑程序分别作了规定。

16.2.4 第2款，跨径10～25m的拱圈，因跨径较大，拱圈较厚，砌块质量大，分多段砌筑，防止拱架发生较大变形造成已砌拱圈开裂。

16.2.4 第3款，跨径＞25m的拱圈，一般为变厚度的悬链线拱，应按设计规定程序砌筑。

16.2.5 第1款，设置空缝是为了避免拱架变形导至节段间砌缝开裂，预留空缝设在拱圈易于变形开裂的部位。空缝还在捣实填塞砂浆时产生挤压力可使拱圈升高脱离模板，便于拱架的拆除。

16.2.5 第3款，填塞空缝捣固砂浆时，对拱圈产生一定的冲击力和挤压力，故应待拱圈砌缝砂浆达到设计强度的70%后才能填塞空缝。

16.2.6 拱圈封顶合龙一般均在各空缝砂浆填塞完毕并有一定强度后进行。如设计规定不采取刹尖封顶（用铁楔击入）时，则待空缝砂浆强度达到设计强度的50%即可进行；如采用刹尖法封顶时会对两侧已砌拱圈产生压力，应待空缝砂浆强度达到设计强度的70%时进行；若用千斤顶预加压力时，则关系到压力大小、施加方法、时间等许多问题，应由设计规定。

16.3.1 在拱脚处留一隔缝，是为防止拱脚处最先浇筑的混凝土开裂。

16.3.2 设置间隔槽是为避免混凝土因拱架下沉而开裂，间隔槽的位置设在拱圈易于变形开裂的部位。分段浇筑时拱架易于拆除，较大跨径拱圈还可在间隔槽内用千斤顶施加压力，使拱架更易于拆除。间隔槽过大，本身有较大的收缩量，不利于与拱段接合，故条文规定为0.5～1.0m。

16.3.3 分段浇筑程序应符合设计要求，应对称于拱顶进行，使拱架变形保持均匀和尽可能的最小，以保证浇筑过程中拱圈变形均匀，不发生开裂。

16.3.4 一般分段长度为6～15m。拱圈是以轴向受压为主的结构，因此施工缝应处理成垂直于拱轴线的平面或台阶式接合面。

16.3.5 浇筑间隔槽混凝土与分段混凝土间隔时间较长，可使拱圈各段混凝土在合龙前完成一部分收缩，可减少合龙后拱圈产生的收缩裂缝。

16.3.6 为避免整根钢筋随气温变化和拱架的沉陷产生附加应力或隆起变形，规定不得采用整根钢筋。有钢筋接头的间隔槽，一般选择2个对称位置即可。

16.3.7 分环分段浇筑拱圈并分环合龙的施工方法可使已合龙的环层产生拱架作用，在浇筑后一环层混凝土时，可减轻拱架的负担。但施工周期较长，故适用于大跨径拱圈混凝土浇筑。

16.4.2 分环多工作面浇筑劲性骨架混凝土拱圈（拱肋）的关键是分次多点均衡加载，使劲性骨架变形均匀，并有效地控制结构内力和稳定性。

16.4.4 水箱压载法，即在拱圈（或拱肋）顶部布置水箱，随着混凝土浇筑面从拱脚向拱顶的推进，根据拱圈（或拱肋）变形和应力的观测值，通过对水箱注水加载和放水卸载来实现对拱轴线竖向变形的控制。

16.4.5 斜拉扣索法就是在拱圈（拱肋）适当位置选取扣点，用钢绞线作为斜拉扣索，两岸设置临时塔架，在混凝土浇筑过程

中，根据各断面的应力情况进行张拉或放松，实现从拱脚到拱顶连续浇筑混凝土。

16.5 本节适用于箱形拱、肋拱及箱肋组合拱（以下均称为箱形拱）的少支架或无支架施工。少支架是相对满堂支架而言，仅在拱肋或拱片接头处设立单排或双排支架，进行接头连接施工，称为少支架施工。只要河床地形允许，无洪水威胁，应采用少支架施工，因它比无支架施工方便和安全。

16.5.1 装配式拱桥的各个施工阶段的强度和稳定安全度，常小于拱桥建成后的安全度，因此，对拱圈、拱肋必须在条文所述各个阶段进行强度和稳定性的施工验算。对吊运、安装过程中的验算尚应考虑1.2～1.5的冲击安全系数。

16.5.3 第4款，扣索位置如果偏移拱肋的竖直面，就会使所扣挂的拱肋偏移设计平面位置，造成拱肋横向失稳。

16.6.1 第3款，采用加热顶压方式弯管时，如果加热温度超过800℃，加热次数超过2次，钢材会起微观组织的变化，导致力学性能变坏，可能破坏钢管材质。

16.6.3 第5款，通过人工敲击听声音的变化，可以检查出钢管混凝土与钢管内壁间的空隙，精确度可达1～2mm，这是最常用的方法，但准确性不够理想。超声检测可以检查管内混凝土是否均匀、缺陷大小、混凝土与钢管是否密贴及混凝土密实度和强度，精确度较高。

16.6.3 第6款，先钢管后腹箱的程序可避免钢管产生压扁变形。

16.8 转体施工有平转和竖转两种方法。平转施工主要适用于刚构梁式桥、斜拉桥、钢筋混凝土拱桥及钢管混凝土拱桥。竖转施工主要适用于转体重量不大的拱桥或某些桥梁预制部件安装。因转体施工在拱桥上采用的比较多，故将此内容放在16章中。其他章可参考。

平转施工基本原理是，将桥体（上部结构）整跨或从跨中分成两个半跨，利用两岸地形搭架或设胎预制，在桥梁墩（台）处

设置转盘，将待转桥体的部分或全部置于其上预制，通过张拉锚扣体系实现脱架和对于转轴的重力平衡，再以适当动力（卷扬机、千斤顶等）牵引转盘，将桥体平转至合龙位置，浇筑合龙段接头混凝土，封固转盘，完成平转施工。

竖转施工基本原理是，将桥体从跨中分成两个半跨，在桥轴方向上的河床设架预制，待转桥体的岸端设铰，桥台或台后设临时塔架支承提升系统，通过卷扬机提升牵引绳，将桥体竖转至合龙位置，浇筑合龙段接头混凝土，封固转铰完成竖转施工。

16.8.1、16.8.2 转体施工的拱桥的桥体、转盘体系必须精心施工，各部分的几何尺寸如发生较大的偏差，易产生转体不平衡等恶果，故对预制场地的选择、桥体结构尺寸和旋转环道精度作出规定。

16.8.3 第2款，外锚扣体系是用外加扣索或拉杆扣住桥跨中点附近的扣点后，进行张拉、锚扣；内锚扣体系是利用结构本身做拉杆，如桁架拱或刚架拱的上弦。

16.8.3 第3款，外锚扣体系的扣点宜采用一个，便于内力计算和施工。为使扣点处的扣索能产生向上的分力和横向分力，便于调整悬臂端的高程和轴线，故规定扣索锚点高程不得低于扣点。

16.8.3 第4款，内锚扣体系适用于桁架拱、刚构拱等，如经过计算在桁架拱上弦内布设钢筋（加设部分钢筋）可代替扣索，可节约用钢量。

16.8.3 第6款，拱是轴向承力结构，严格控制合龙温度有利于成拱受力状态与计算值更吻合。

16.8.3 第7款，按公式计算的转体牵引力，根据实际情况增加适当富余量后作为配备牵引机具的依据。

16.8.4 第1款，代替平衡重的锚固体系由锚碇、尾索、支撑、锚梁（锚块）及立柱组成。

16.8.4 第2款，转动体系由拱体、上转轴、下转轴、下转盘、下环道和扣索组成。

16.8.5 转动系统由转动铰、提升体系（滑轮组、牵引绳等）、

锚固体系（锚索、锚碇等）组成。

16.9.1 大跨径拱桥的拱上结构较重，纵向分配较长，故需进行加载程序的施工验算和施工观测，使施工过程中的压力线（实际拱轴线）与设计轴线尽量接近，防止拱纵向失稳。

16.9.2、16.9.3 不卸拱架施工拱上构造时，拱圈尚未承受拱上结构的荷载，只是受到拱上结构施工时的振动，主拱圈混凝土和砂浆达到设计强度的30%时可承受此项振动荷载。

相邻腹拱施工进度同步是为防止腹拱产生的水平推力造成立柱或横墙变位。

16.9.4 中、小跨径装配式拱桥主拱圈现浇混凝土强度达到设计强度的75%以后，已能承受拱上结构荷载，故可先卸除支架。同时可以避免拱上结构完成后卸架拱圈沉降不均匀，造成拱上结构开裂。

17 斜 拉 桥

本章仅对斜拉桥与其他桥梁的不同之处作出相关规定，有关斜拉桥的基础、墩柱、钢结构、桥面及附属结构与装饰的施工要求可参照本规范的相关规定执行。

斜拉桥的施工组织设计应含以下内容：

1 基础、墩、塔和主梁的施工方法与施工工艺；

2 拉索制作、安装、张拉、锚固与防护工艺；

3 塔、梁施工线形与内力、拉索索力的监控方案；

4 施工区域内及周边地区的交通组织安排；

5 对邻近地上、地下构筑物的保护措施；

6 对航道、铁路、主干道等交通通道的限制要求、防护措施与应急预案；

7 深基坑、吊装、张拉、支架以及大型施工设备安装、调试、使用、拆除等涉及施工安全关键项目的专项安全技术方案。

17.1.3 索塔施工的测量方法、控制手段不仅影响到索塔自身的施工质量，还会影响索管的预埋精度与桥梁整体的抗扭性能，故本条对索塔测量提出了具体的要求。

17.1.4 目前的混凝土斜拉桥的索塔大多采用A字形、倒Y形以及菱形，塔柱具有一定的倾斜度。在施工过程中，索塔处于自由状态，自重和施工荷载会在下塔柱或中塔柱根部形成较大的弯矩，产生较大的拉应力而引起混凝土开裂，产生的倾覆力矩将使塔肢产生向内或向外的位移。成桥后，由于初始力矩的存在而使截面的拉、压应力超出设计要求，从而影响索塔的使用寿命。因此，在施工过程中必须采取必要的措施，把索塔截面的初始应力控制在设计允许范围内。

1 下塔柱施工防倾措施

菱形索塔的下塔柱向外倾斜，一般采用手拉葫芦连接钢丝绳的方式或用钢筋对拉上下游的索塔模板。必要时，可用钢管或型钢焊接在预先布置在索塔混凝土表面的预埋钢板上，以抵消索塔的外倾力矩，也可利用精轧螺纹钢筋等预应力材料对上下游塔肢进行临时预应力对拉。

2　中塔柱施工防倾措施

第一种方法是在中塔柱施工过程中采用大直径的钢管或型钢桁架，逐根水平支撑在预先确定的位置，并与已经浇筑完成的索塔混凝土临时固结，形成框架结构，平衡倾斜塔肢所产生的倾覆力矩。这种方法具有刚度大、安装方便的特点，但不能克服支撑安装前已经产生的因自重和施工荷载所引起的变形和应力，不能有效保证成塔后的线形和应力状态。

第二种方法是采用主动撑的方法，即在安装水平钢管支撑时，用千斤顶向塔肢内壁施力，变被动支撑为主动支撑，有效克服索塔施工过程中因自重和施工荷载所引起的变形和应力。采用这种方法时，主动施力的大小是控制的关键，必须对变形和应力进行双控，在满足中塔柱各截面内力的同时确保线形。

17.1.5　索塔横梁距离桥面较高，其模板支撑系统是横梁施工的关键，故本条对索塔横梁支撑的设计应考虑的因素作了明确规定。设支座调节系统和预拱度均是为解决支撑结构的变形问题。在底模安装完成后，宜采用水箱压重等方法消除非弹性变形。

17.1.6　索塔采用劲性钢骨架可以保证索管空间定位精度和钢筋架立精度。

17.2.2　斜拉桥的支承情况可分为：①漂浮体系——塔墩固结，塔梁分离；②支承体系——塔墩固结，塔梁分离，梁墩支承；③塔梁固结体系——塔梁固结，梁墩支承；④刚构体系——塔墩梁固结。由于索塔、拉索对主梁施工阶段内力与标高的影响，使斜拉桥主梁悬臂施工的技术要求高于常规的连续梁桥悬臂施工，并必须对所涉及的结构内力、结构位移进行必要的监测与控制。

17.2.6　合龙段混凝土浇注前，将合龙段两端的梁体分别向桥墩

方向顶出一定距离是为对合龙段混凝土提供一定的预压力，保证拼接严密。

17.3.1 成品高强钢丝拉索在出厂前应进行质量检验，主要检验内容如下：

1 用1.2～1.4倍的设计索力进行预张拉，以检验拉索的抗拉弹性模量、延伸率、锚固板的内缩值、锚具的锚固力等，当设计索力小于或等于3MN时，取1.4倍；当设计索力大于3MN且小于6MN时，取1.3倍；当设计索力大于6MN时，取1.2倍。

2 组成拉索所有原材料与组件均应有质保单和合格证，并符合《斜拉桥热挤聚乙烯高强钢丝拉索技术条件》GB/T 18365－2001的技术标准。

3 拉索表面不能有深于1mm的划痕，不能有面积大于3cm^{2}的损伤；两端锚具的外表面镀层及螺纹不得有任何的损伤；锚圈和锚杯能完全自由旋合。

17.3.2 在索塔上张拉并向上安装拉索时，索塔上张拉端锚具上应安装连接器与引出杆，从锚箱预埋管内伸出，拉索提升到引出杆的连接器时，即可与拉索的锚具连接，再由索塔上张拉千斤顶将拉索安装就位。拉索锚具引出就位后，应将引出用的千斤顶引出杆、连接器等拆除，再按设计要求的索力进行张拉。

在索塔上张拉并向下安装拉索时，可将拉索提升到安装高度后，牵引钢丝绳可从索塔锚箱预埋管内引出并栓住张拉端锚具，配合提升作业将锚具自锚箱预埋管中伸出，并旋紧锚具的螺母，使其初步定位，然后再用特制的夹持工具将锚固端锚具伸入主梁锚箱预埋管道中直至露出锚具，并初步旋紧定位，然后再按设计要求的索力进行张拉。

采用在主梁下方张拉方案时，拉索的安装方法与上文基本一致。

安装由单根外包PE护套钢绞线组成的钢绞线半成品拉索时，宜采取两阶段张拉法。先化整为零，首先完成三根定位钢绞

线的安装定位，然后逐根安装、逐根初张拉，当每根拉索的所有钢绞线全部安装完成之后再一次性整体张拉到位。安装时设置临时减振器是为避免 PE 护套受振击而破坏。

17.3.3 顺桥向两侧拉索应同步张拉以避免索塔向一侧偏斜、导致索塔根部出现裂缝；横桥向两侧拉索应同步张拉以避免侧向受力不均匀、发生扭转导致梁体出现裂纹。

17.4.1 施工控制是斜拉桥主梁与拉索施工阶段设计计算的延伸与完善。

斜拉桥属高次超静定结构，其主要特点是施工与设计高度耦合。斜拉桥的施工方法和程序对成桥后主梁线形和结构恒载内力具有决定性的作用，由于设计所采用的材料特性、结构断面、施工荷载数值与分布、主梁梁段自重、主梁预应力张拉值、拉索张拉力值等参数不可能与实际情况完全一致，导致施工过程中的主梁线形、拉索索力、塔梁内力、索塔位移量偏离设计值，并对后续梁段及合龙段的施工带来不利影响，因此需要对各个工况的实际状况进行分析、处理，并以试验与监测数据作为分析验算的控制参数，经过温度修正和标准化处理并与设计值的偏差作出分析、判断，对偏差超限作出调整对策，由此确定下一工序的控制内容、控制方法与控制值，直至合龙、成桥，从而确保全桥线形符合设计要求、索力与结构内力在安全范围内。

17.4.2 所谓“标高控制为主”，并非只控制主梁的标高，而不顾及拉索索力的调整。施工中应根据结构本身的特性和施工方法的不同，采取相应的控制策略。如果主梁刚度较小，拉索索力微小的变化将引起悬臂端标高较大的变化，拉索张拉时应以高程测量控制为主。如果主梁刚度较大（或主梁与桥墩连接后导致结构刚度大大增加），拉索索力变化了很多而悬臂端标高的变化却极为有限，则施工中应以拉索索力控制为主，并根据标高的实测情况对索力进行适当的调整。

17.4.6 对拉索调整的数值及调整顺序，应会同设计或施工控制单位确定。

对于索力与主梁标高产生的偏差，常用以下两种方法解决：

1　一次张拉法

在施工过程中每一根斜拉索张拉至设计索力后不再重复张拉。对于施工中出现的悬臂端挠度和索塔顶部水平位移偏差不用索力调整，或任其自由发展，或通过下一节段接缝转角进行调整，直至跨中合龙，跨中合龙时的主梁标高偏差采用压重等方法强迫合龙。一次张拉法简单易行，施工方便，但对节段的制作要求较高。由于对已完成的主梁标高和索力不予调整，因此主梁线形较难控制，跨中强迫合龙则扰乱了结构理想的恒载内力状态。

2　多次张拉

在整个施工过程中对拉索进行分期分批张拉，使施工各阶段结构的内力较为合理，梁塔的受力处于大致平衡的状态，即梁塔仅承受轴向力和数值不大的弯矩。主梁的线形主要是通过斜拉索索力在一定范围内的微量调整而加以控制的。

17.5　斜拉桥检验标准，参照《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1 - 2004 和《铁路桥涵工程施工质量验收标准》TB 10415 - 2003编制。

18 悬 索 桥

本章仅对悬索桥与其他桥梁的不同之处作出相关规定，相同之处则执行本规范有关章、节规定。

18.1.2 悬索桥的施工精度要求很高，每个环节都不能忽视，随着工程进度要及时做好监控工作，防止施工中出现结构位移与应力过大现象，确保施工质量、结构安全。

18.2 锚碇是悬索桥的主要受力结构，要抵抗来自主缆的拉力，并传递给地基基础。锚碇由锚块、锚块基础、主缆的锚固架及固定装置组成。锚碇按受力形式分为重力式锚碇和隧道式锚碇。重力式锚碇是靠庞大体积混凝土的自重抵抗主缆的拉力，根据主缆索股锚固位置的不同可分为前锚式和后锚式，其锚固体系又分型钢锚固体系和预应力锚固体系。隧道式锚碇是在特定的地质条件下，即基岩坚实、完整的情况下，它可直接采用岩体作为锚碇，也可先开挖成隧道再浇筑混凝土成为锚碇。

18.2.2 型钢锚固体系统主要由锚架和支架组成，锚架包括锚杆、前锚梁、拉杆、后锚梁等，是主要的传力构件，支架是安放锚杆、锚梁并使之精确定位的支撑结构。预应力锚固体系是索股锚头由两根螺杆和锚固连接器相连，再对穿过锚块混凝土的预应力束施加预应力，使锚固连接器与锚块连接成整体，承受索股的拉力。

18.3.2 塔顶钢框架是支承主索鞍的构件，安装精度要求较高，如果在索塔上系梁未施工完安装，将会影响索鞍安装精度。

18.4.1 猫道是为悬索桥主缆架设、紧缆、索夹安装、吊索架设、缠丝、加劲梁架设等需要而架设的施工便桥。除应具有足够的强度和抗风稳定性外，还要考虑施工的方便、操作空间及放置机械的需要而确定其标高和宽度。

18.4.3 猫道承重索一般是边跨和中跨分开设置，这样施工比较方便。大跨悬索桥承重索架设过程中，要求对其施加较大的牵引力和反拉力才能使其保持在不影响通航的高度，这样对卷扬机的功率要求较高。在这种情况下，可先架设托架，托架承重绳较细，对卷扬机功率要求较低，然后再通过托架架设猫道承重索是比较经济又安全的办法。

18.4.4 猫道面层的铺设采用预制卷的方法，是本规范推荐的方法。采用这种方法时，在下滑过程中，为了下滑能顺利进行和安全，面层前端应设置导向装置，并设置反向滑轮系统控制下滑速度。

18.4.6 为了便于施工，要求猫道线形与主缆线形保持一致。加劲梁开始架设后，主缆受集中荷载线形发生突变，为了适应这种情况，要求在吊装钢梁前必须将猫道改吊于主缆上，使猫道线形与主缆线形保持一致。

18.5.1 目前常用的牵引索股的方法是曳拉器牵引和轨道小车牵引。

索股牵引先在主缆位置的侧边进行，牵引完毕后，经过横移，将其移到索鞍的正上方。横移过程是先把索股从猫道滚筒上提起，为了不损伤索股，要确定全跨径索股已离开猫道滚筒后，才能横向移动。

18.5.4 绝对垂度调整即对基准索股标高的调整。相对垂度调整指一般索股相对于基准索股的垂度调整。

18.6.1 索鞍安装时的预偏量为调整主缆拉力而设置的。悬索桥主缆在空缆状态下索塔两侧的水平拉力是平衡的，但在上部构造施工过程中，这种平衡很难保持，尤其是单跨悬索桥在加劲梁架设时及桥面铺装时，中跨主缆拉力明显加大，这将导致索塔受弯，弯曲量过大时将会危及索塔结构安全。通过设置预偏量，逐渐调整索鞍位置，可以不断调整主缆拉力，达到确保结构安全的目的。

18.6.2 第1款，目前设计主缆时，其弹性模量基本是采用主缆

高强钢丝的弹性模量，实际上主缆与主缆钢丝的弹性模量有一定差别，另外还有索股制作及架设所产生的误差，导致实际的空缆线形与设计的空缆线形不一致。因此在确定索夹位置前，必须先测定实际的主缆线形，对原理论空载线形进行修正，相应修正其索夹位置。

18.6.2 第3款，索夹结构类型分为有吊索索夹和无吊索索夹。无吊索索夹可分为骑跨式和销结合式。销结合方式在我国的施工应用较少。

18.8 悬索桥检验标准，参照《公路工程质量检验评定标准》JTG F80/1－2004编制。

19 顶进箱涵

当新建道路需从现有铁路、道路路基下面通过时，在对原有铁路、道路采取必要的加固措施后，可采取顶入法施工箱涵。顶进箱涵可根据设备和现场条件选用整体顶进法、中继间法、对顶法、多箱分次顶进法、顶拉法、牵引法和气垫法等。

19.2.1 顶进箱涵的工作坑占地较大，在城市区域内进行工作坑开挖，受环境条件限制较多，工作坑必须确保边坡土体稳定，确保工作坑周围现况构筑物和铁路路基的安全。

19.2.6 滑板虽然是临时构筑物，但关系到顶进箱涵的施工质量，因此对其要求还是多方位的，包括滑板的几何尺寸、强度（承载能力）、顶面平整度、滑板稳定性（锚固性能）和坡度等。

19.3.1 箱涵预制成前大后小的形式；在工作坑滑板与预制箱涵底板间铺设润滑隔离层等措施均是为减少顶进阻力。

常用的润滑隔离层为石蜡掺机油（机油用量为10%～20%），气温高时机油用量酌减。石蜡表面铺洒一层厚度1mm的滑石粉，然后在其上铺设一层塑料薄膜即成为较好的润滑隔离层。

在箱涵底板前端底部设船头坡，主要是控制箱涵下滑板后产生的下扎现象，必要时应作枕梁或进行土基处理。

19.3.3 应根据计算的最大顶力确定顶进设备的配置。由于千斤顶新旧程度、工作性能和同步性等因素的影响，应考虑一定的顶力储备和备用千斤顶。

斜交箱涵顶进，由于土的侧压力作用，在配置千斤顶时，对尾端锐角一侧应有一定的顶力储备（一般按10%～15%考虑）。

19.3.4 后背必须承受顶进中出现的最大顶力，并有一定的安全储备。顶进时后背变形应较小，以减少千斤顶顶程损失，提高效

率。当前采用的后背有桩板式、拼装式及重力式等形式，应根据现场情况和施工条件选用后背形式。

19.3.5 横梁的作用是避免顶柱受压失稳。为防止顶柱接长后向上拱起、或左右拱出的情况，可在顶柱上填土碾压，一般填土厚度 1.0～1.5m。

19.3.6 铁路箱涵顶进应按铁路运营部门批准的施工计划施工，当有变化时应积极与运管部门联系，确保行车安全。

20 桥 面 系

20.2.2 规定防水层在桥面板或垫层混凝土达到设计强度，并验收合格后施作，是为防止基层混凝土继续水化释水造成防水层粘结不牢；或基层混凝土继续干缩开裂导致防水层开裂。

20.2.4 规定基面浮尘、松散物清理干净并涂处理剂是为了防水层与基面粘结牢固。

20.2.9 施工环境气温、雨雪天对防水质量均有影响。

20.3.3 第2款，因钢桥面在荷载和温度作用下变形较大，不适合施作卷材和涂膜防水。在钢桥面上施作沥青混合料铺装层前应先除锈、除尘、除污；再做全面防腐喷涂；最后满涂防水粘结层。该层承上启下，既具有防水作用，又将铺装层与钢桥面牢固粘结。

20.3.5 人行天桥塑胶混合料面层铺装，参照《塑胶跑道》GB/T 14833编制。

20.4.2 伸缩装置在安装时，应用3m直尺检查其自身平整度和与桥面衔接的平整度，确保行车舒适性。“大型伸缩装置”是指斜拉桥、悬索桥中所使用的伸缩装置。

20.4.5 填充式伸缩装置适用于伸缩量50mm以下的中小跨径桥梁。

20.4.6 常用橡胶伸缩装置有橡胶压块伸缩装置；板式合成橡胶伸缩装置（由合成橡胶加强板经硫化合成）；组合式橡胶伸缩装置（由橡胶板与钢托板组成）三种。

20.4.7 齿形钢板伸缩装置由齿形钢板、底层支承钢板、角钢和预埋锚固筋（件）焊接组成。防止焊接变形是关键，因此要求严格按焊接工艺操作，减少变形，保证安装质量。

20.4.8 模数式伸缩装置必须在工厂组装，按照施工单位提供的

施工安装温度定位后出厂，若施工安装温度有变化，一定要重新调整定位方可安装就位。

20.5 地袱、缘石、挂板等不仅关系到桥梁整体线形的美观，而且城市桥梁工程的地袱、挂板施工通常为高处作业，施工安全十分重要。

20.6 栏杆、防撞、隔离设施首先具有安全防护功能，要求安装、连接牢固；同时在城市桥梁中其观感美也不容忽视，故对其外观质量要求应从严。

21 附属结构

21.1 隔声装置是城市桥梁工程为符合国家环保法规及各城市地方环保法规所采取的防护措施，因此要求隔声装置施工符合设计要求，达到预期效果。

隔声与防眩装置在安装时应保持其连续性，当其出现断档、间隙，会降低其功效性。

隔声屏、防眩板通常采用钢塑材料。隔声屏按质轻、牢固、抗风、透明的原则选用。

21.3 桥头搭板是防止桥头跳车的设施，因此现浇搭板的基底压实度应符合要求，预制搭板的安装应稳固，而且搭板与路面衔接处的平整度应保证，防止桥头跳车现象外移。

21.5 城市桥梁工程中景观照明也日益受到重视，本规范中增加了照明内容。

22 装饰与装修

22.1.2、22.1.3 基体处理和施工温度的控制是保证施工质量的重要条件。

22.2 饰面，参照国家现行标准《建筑装饰装修工程质量验收规范》GB 50210－2001 编制。

22.2.1 有机粘贴材料普遍存在老化现象，采用水泥基粘结材料，其具有优异的耐老化性能，是其他材料无法替代的。

22.3 涂装，参照国家现行标准《建筑涂饰工程施工及验收规范》JGJ/T 29－2003 编制。

23 工程竣工验收

23.0.1 本条对桥梁工程分部（子分部）工程及相应的分项工程作了原则规定与划分。桥梁工程按地域不同、特点不同，分项工程的数量、内容会有所不同，因此工程开工前，施工单位均宜按本条第5款要求，与监理工程师作具体划定，并形成文件，作为工程检查验收的依据。