

深 圳 市 工 程 建 设 标 准

SJG 71-2020

桥梁工程设计标准

Bridge Design Standard

2020-03-31 发 布

2020-05-01 实 施

深圳市住房和建设局 发布

深圳市工程建设标准

桥梁工程设计标准

Bridge Design Standard

SJG 71-2020

2020 深圳

前　　言

为建设国际化城市的需要，根据深圳市委深圳市人民政府《关于进一步加强一流国际化城市环境建设的决定》、《深圳市国际化城市建设重点工作计划（2014—2015年）》、《深圳市推进国际化城市建设行动纲要》等文件精神，编制组立足国家和行业既有标准与规范，遵循可持续发展理念，借鉴国际化城市桥梁设计成功案例，并在广泛征求意见的基础上，由深圳市交通运输局组织编制了本设计标准。

本标准主要特点包括：1、结合国家政策导向，推进钢结构和钢—混组合结构的建设和发展；2、稳步推进深圳市预制装配式桥梁的发展；3、推进新材料和高强材料在桥梁工程中的运用；4、在桥梁全过程设计中引入建筑景观设计，构造特色城市景观，借以提升城市形象；5、引入全寿命周期设计理念。

本标准共分八章，主要技术内容包括：1.总则；2.术语；3.一般规定；4.景观设计；5.桥梁结构设计；6.照明设计；7.桥梁给排水设计；8.桥梁立体绿化。

本标准由深圳市交通运输局提出并归口管理，深圳市住房和建设局批准发布。深圳市市政设计研究院有限公司负责具体技术内容的解释。本标准在执行过程中如发现需要修改和补充之处，请将意见和有关资料寄送至深圳市市政设计研究院有限公司（地址：深圳市福田区笋岗西路3007号市政设计大厦，邮编：518029），以供今后修订时参考。

本标准主编单位：深圳市市政设计研究院有限公司

本标准参编单位：上海市政工程设计研究总院（集团）有限公司

本标准主要起草人：贺晓彬 王学坤 陈少华 周 浩 何 涛
彭栋木 朱 勤 何晓晖 郝维索 李志强
宋立天 李福鼎 余剑青 戴东琼 吴岐贤
邓杰楠 代 亮 夏少华 陈建森 龙小湖
凌雄进 贾 鹏 付顺璋 邹 纶 陈卓然

本标准主要审核人：谭也平 丁茂瑞 袁振友 黄 枫 薛锡芝
郑文星 李 锋

本标准业务归口单位主要指导人员：

于宝明 贾丽巍 何政军 吴东强 孔祥岁

目 录

1 总则	1
2 术语	2
3 一般规定	3
4 桥梁景观设计	5
4.1 适用范畴	5
4.2 设计方法	5
4.3 总体要求	5
4.4 主梁	6
4.5 桥墩	6
4.6 桥台、承台	7
4.7 防撞护栏	7
4.8 绿化	7
4.9 声屏障	8
4.10 材质和色彩	8
5 桥梁结构设计	9
5.1 总体要求	9
5.2 上部结构	9
5.3 下部结构	11
5.4 耐久性设计	12
5.5 改扩建桥梁	14
5.6 附属结构	14
5.7 施工组织方案设计	15
5.8 检修及养护	15
6 桥梁照明设计	17
6.1 总体要求	17
6.2 功能照明设计	17
6.3 景观照明设计	17
6.4 照明灯具和配件	18
6.5 供电和控制	18
6.6 防雷与接地	18
6.7 节能标准和措施	19
7 桥梁给排水设计	20
8 桥梁立体绿化	21
8.1 总体要求	21
8.2 新建桥梁绿化设计	21

8.3 既有桥梁绿化设计	22
8.4 U型种植槽设计	22
附录A 深圳市桥梁立体绿化植物名录	24
相关标准规范汇总	25
本标准用词说明	27
附件 《桥梁工程设计标准》(SJG71-2020) 条文说明	28
1 总则	30
2 术语	31
3 一般规定	32
4 景观设计	33
5 桥梁结构设计	36
8 桥梁立体绿化	52

Contents

1	General Provisions	1
2	Terms	2
3	General Requirements	3
4	Bridgescape Design	5
4.1	Scope of Application	5
4.2	Design Methods	5
4.3	General Requirements	5
4.4	Main Beam	6
4.5	Pier and Cushion Cap	6
4.6	Abutment	7
4.7	Anti-Collision Guardrail	7
4.8	Planting	8
4.9	Noise Barrier	8
4.10	Texture and Colore	8
5.	Structure Design	9
5.1	General Requirements	9
5.2	Superstructure	9
5.3	SubStructure	11
5.4	Durability Design	12
5.5	Reconstruction and Extension Bridge	14
5.6	Auxiliary Facility	14
5.7	Construction Scheme Design	15
5.8	Examination and maintenance	16
6.	Lighting Design	17
6.1	General Requirements	17
6.2	Functional Lighting Design	17
6.3	Landscape Lighting Design	17
6.4	Luminaire and parts	18
6.5	Power Supply And Control	18
6.6	Lightning Protection and Grounding	18
6.7	Energy Saving Standards and Measures	19
7.	Water Supply And Drainage Design	20
8.	Bridge Stereoscopic Planting	21
8.1	General Requirements	21
8.2	New Bridge Planting Design	21
8.3	Existing Bridge Planting Design	22
8.4	Planter Design	22

Appendix A Lists of Shenzhen Bridge Stereroscopic Plants.....	24
Summary of Relevant Standards.....	25
Terminology Specification.....	27
Attachment 《Bridge Design Standard》 (SJG71-2020) explanation items.....	28
1 General Provisions	30
2 Terms	31
3 General Requirements.....	32
4 Bridgescape Design	33
5 Structure Design.....	36
8 Bridge Stereoscopic Planting	52

1 总则

1.0.1 本标准适用于深圳市域范围内新建、改建和扩建的城市桥梁工程设计，非公共设施桥梁（不对外开放，仅供特定单位、群体使用的桥梁）设计可参照使用。

1.0.2 城市桥梁工程设计除应符合本标准外，尚应符合国家和行业现行有关标准、规范和规程的规定。

1.0.3 深圳市桥梁的设计基准期为 100 年。

1.0.4 深圳市桥梁的设计安全等级为一级。

1.0.5 桥梁应加强耐久性设计。设计桥梁主体结构和可更换部件的设计使用年限不应低于表 1.0.5 的规定。

表 1.0.5 桥梁各主要构件设计使用年限（单位：年）

主体结构	可更换及需维护部件			
	支座	防腐涂装	沥青桥面铺装	混凝土桥面铺装、伸缩装置
100	30	25	15	20

1.0.6 桥梁应进行抗风、抗震、防撞、防洪等减灾防灾设计。

1.0.7 桥梁的设计应遵循以人为本、绿色低碳、节能环保和可持续发展的原则。

1.0.8 桥梁除满足基本的交通功能以外，还应进行景观设计，并与周边景观协调。

1.0.9 桥梁设计应根据深圳市的总体规划要求，合理选型、布跨，符合安全、耐久、美观、环保、经济的原则，并考虑因地制宜、便于施工和后期管养等因素。

1.0.10 桥梁上部结构型式应根据桥梁平面布置、跨度以及施工条件等方面确定，优先选用全预制拼装预应力混凝土结构、钢-混组合结构和钢结构。城市快速路和主干路上的桥梁不宜采用装配式铰接空心板结构。

1.0.11 桥梁设计时应考虑桥梁各部件检查、维护、更换的相关措施。

2 术语

2.0.1 高性能混凝土 high performance concrete

采用混凝土的常规材料、常规工艺，在常温下，以低水胶比、大掺量优质掺合料和严格的质量控制措施制作的，具有良好的施工工作性能且硬化后具有高耐久性、高尺寸稳定性及较高强度的混凝土。

2.0.2 超高性能混凝土 ultra-high performance concrete

采用水泥、矿物掺合料、化学外加剂、细骨料、短纤维，加水拌和后，以严格的质量控制措施制作的，具有超高强度的混凝土。

2.0.3 超高韧性混凝土 super toughness concrete

由水泥、矿物掺合料、细集料、钢纤维和减水剂等材料或由上述材料制成的干混料先加水拌合，再经凝结硬化后形成的一种具有高抗弯强度、高韧性、高耐久性的水泥基复合材料。

2.0.6 装配式桥梁 assembled bridge

由预制构件或部件通过各种可靠的方式连接组合成整体的桥梁。

2.0.5 灌浆套筒连接 grouted sleeve coupler connection

在金属套筒中插入单根带肋钢筋并注入灌浆料拌合物，通过拌合物硬化形成整体并实现传力的钢筋对接。

2.0.6 灌浆金属波纹管连接 grouted duct connection

在金属波纹管中插入单根带肋钢筋并注入灌浆料拌合物，通过拌合物硬化形成整体并实现传力的钢筋对接。

2.0.7 承插式连接 socket connection

将预制构件一端插入相接构件的预留孔内，通过浇筑混凝土（不低于预制构件混凝土强度）填实预留孔内间隙，使构件连接成整体的连接构造。

3 一般规定

3.0.1 设计原则

1 城市桥梁设计应树立全寿命周期成本的设计理念，方案应综合考虑建设成本、运营成本、管理养护成本，拆除再利用成本，应从自然资源、社会资源和社会效益等方面进行综合研究，确定合理的设计方案。

2 对于新建城市桥梁，为减少施工对城市交通和环境的影响，保证工程质量，宜优先采用预制装配式结构设计。

3 预制装配式结构桥梁的设计与施工应有利于工业化利用，同时应积极应用新技术、新工艺、新材料和新设备。

4 桥梁设计应引入建筑信息模型（BIM）技术，提高交通工程项目全生命期各参与方的工作质量和效率。

5 桥梁选址时应注意避免对环境敏感点造成不良影响；避免迁移古树名木和破坏古建筑；宜保持水系的自然形态，降低对自然环境的破坏，避免水土流失。

3.0.2 桥梁的景观设计应遵循以下原则：

1 整体性原则：不宜单纯突出桥梁工程的单体形象，而忽视城市整体景观效果，同时应符合道路整体设计的主题和理念，有片区整体城市设计的区域，景观设计应遵从其规定。

2 地域性原则：按照深圳海洋性气候特点以及亚热带植物的生长状况，体现现代化都市的时代气息。

3 文化传承原则：把握城市的历史文脉，塑造具有文化内涵的城市景观桥梁。

4 人性化原则：以人为本，体现便捷、舒适和美观。

5 美学原则：对形、色、质、环境的处理做到多样统一，给人以视觉上的享受和心理上的愉悦。

6 环境生态原则：体现人与自然和谐相处。

3.0.3 技术指标

1 桥梁工程汽车荷载一般采用城—A 级，但对设计汽车荷载有特殊要求的桥梁，应根据交通特征进行专项论证。

2 当缺乏风观测资料时，深圳市的基本风速采用 37.5m/s。

3 特大桥、高架桥应避免长大纵坡，不宜在桥上设凹曲线。

3.0.4 桥下净高应符合下列规定：

1 跨高速公路、城市快速路和跨城市主干道的桥梁，桥下最小净高为 5.0m；跨城市次干道和支路的桥梁，桥下最小净高为 4.5m。

2 快速路或主干路的辅道应采用同主线一致的净高。

3 桥下净高设置应考虑施工误差、结构变形和桥下道路维修等因素的影响，宜增加富余量。当净高受限时，应根据车流类型，加强限高设施设计。

3.0.5 应进行桥下地面线设计，地面线应结合规划、景观、绿化、排水和功能等综合考虑。

3.0.6 桥梁工程设计应满足海绵城市设计的相关要求。

3.0.7 桥梁墩柱的防撞隔离设施等结构设计时，应满足道路侧向安全净距要求。

3.0.8 桥梁工程设计应根据规划预留轨道交通、市政设施等的实施条件，并考虑与周围环境的协调。

3.0.9 桥梁涉水（跨河跨堤）相关水务技术要求，参照相关的国家规范及行政部门的技术要求执行。

3.0.10 经过敏感建筑的桥面宜考虑降噪路面设计。

3.0.11 经过水源保护区等生态敏感区宜考虑桥梁排水、防撞栏及防抛网等的设计需求。

3.0.12 过桥管线的设置应符合国家规定。过桥管线应结合桥梁整体景观设计统一考虑。

4 桥梁景观设计

4.1 适用范畴

本节所称桥梁，是指普通城市道路配套的高架梁桥及立交桥，单体桥梁需另行专项研究。

4.2 设计方法

4.2.1 建筑和景观专业应从方案设计阶段开始参与桥梁设计，主导确定桥梁的造型、材质、色彩等涉及桥梁景观设计方面的内容。

4.2.2 桥梁景观设计应在满足桥梁使用功能的基础上，以体现结构美为重点，使桥梁整体外观简洁、线条流畅、体量均衡、色彩和谐。

4.2.3 根据所处环境条件选用适宜的桥梁结构形式，并不应造成桥址自然景观的破坏，对于无法避免的自然景观改变，应进行适当的生态景观恢复。

4.2.4 根据环境调查与分析结果确立主桥、引桥桥型及其主要受力构件的基本形态、材质及色彩。

4.2.5 确立一个或几个造型元素供桥梁构件造型设计使用，造型元素可与周边人文、自然环境关联、提取或创造。

4.2.6 桥下空间宜同步进行景观设计。

4.2.7 桥梁设计存在多单位合作以及分期建设预留情况的，为使相同区域范围内的桥梁类型、桥墩桥台的刻槽、倒角等外观视觉形成风格上的统一，桥梁外观造型应保持协调一致。

4.3 总体要求

4.3.1 梁桥跨径布置及桥面标高设计应综合地形条件、道路线形、净空要求等因素统筹考虑，主要体现桥梁的水平延伸效果。

4.3.2 梁桥的边跨跨径不宜大于中跨跨径；等截面梁桥边跨跨径宜为中跨跨径的 0.8 倍，变截面梁桥边跨跨径宜为中跨跨径的 0.6 倍。

4.3.3 等截面梁桥跨径不宜超过墩高的 5 倍。

4.4 主梁

4.4.1 等截面连续梁桥宜选用合适的梁体高度与桥跨之比。

4.4.2 变截面梁桥，桥墩位置梁高宜控制在跨中位置梁高 2 倍以内。

4.4.3 当主梁视觉高度过大时，宜采用以下手段削减主梁视觉体量：

- 1 将腹板设计成倾斜腹板，减小主梁下部体量。
- 2 腹板与底板采用切角或弧形过渡，降低主梁的视觉高度。

4.4.4 为达到梁桥与环境间的景观协调，应根据环境条件选用与其相协调的主梁外形。

4.4.5 不同梁高相接处应考虑过渡设计。

4.5 桥墩

4.5.1 桥墩宽度设计宜参照以下规定：

- 1 对于实体护栏梁桥，桥墩顺桥向宽度宜控制在护栏及梁高之和的 0.25~0.5 倍。
- 2 对于镂空护栏梁桥，桥墩顺桥向宽度宜控制在梁高的 0.5~0.7 倍。

4.5.2 带等截面盖梁桥墩造型设计宜参照以下规定：

- 1 盖梁高度不宜小于桥墩顺桥向宽度。
- 2 悬臂长度宜控制在 2 倍盖梁高度内，多墩柱时，且不宜大于 0.5 倍相邻墩柱中心间距。

4.5.3 带变截面悬臂盖梁的桥墩造型设计宜参照以下规定：

- 1 对于单墩柱，墩柱横桥向宽度宜控制在盖梁宽度的 0.4 倍；悬臂翼缘高度宜控制在悬臂根部高度的 0.5 倍。
- 2 对于多墩柱，墩柱横桥向总宽度宜控制在盖梁宽度的 0.2 倍；盖梁悬臂尺寸宜控制在相邻柱间距的 0.5 倍；外侧悬臂翼缘高度宜控制在悬臂根部高度的 0.5 倍。

4.5.4 实体桥墩造型设计宜参照以下规定：

- 1 对于实体窄墩，桥墩下部宽度可适当减少，下部宽度宜控制在顶部宽度的 0.7 倍，以保证桥墩的稳定感及灵巧感。
- 2 对于实体宽墩，桥墩下部宽度可适当减少，桥墩立面外缘宜设置 1:4 的宽度渐变，侧面外缘宜设置 1:16 的宽度渐变，以增加桥墩的灵巧感。

4.5.5 复杂立交桥，宜选用视觉较通透的墩型。

4.5.6 桥墩高度变化较大时，高、低墩宜采用造型相同或相近的墩型。

4.5.7 桥墩较粗或较宽时，可采用宽度渐变、转角处倒角或立面上刻槽等方式进行视觉上的体量削减。

4.5.8 在景观要求较高的区域，宜采用隐形盖梁，以降低对主梁连续效果的影响。

4.5.9 直桥墩宜与直腹板箱梁搭配，Y型桥墩宜与斜腹板箱梁搭配。当桥宽大于桥墩高度时，不宜选用鱼腹箱梁和碗型箱梁。

4.6 桥台、承台

4.6.1 在景观要求较高区域，桥台支座两侧不宜外露。

4.6.2 承台与桥墩应采用相近的造型元素进行设计，并保持体量的协调。

4.6.3 位于潮汐水域的承台宜设置外围挡板，避免落潮时桩基外露影响观瞻及桥梁安全。

4.7 防撞护栏

4.7.1 防撞护栏的景观设计应考虑视觉安全，并融入桥梁总体景观设计中确立的造型元素。

4.7.2 主梁高度较大时，宜采用通透性较好的护栏以减轻主梁的视觉体量。

4.7.3 防撞护栏的起止处宜设置高度渐起和渐落段，以达到视觉衔接效果。

4.8 绿化

4.8.1 桥上绿化种植槽宜结合防撞护栏造型和构造统筹考虑，并应保证相关设施的安全性。

4.8.2 桥下绿化宜结合地面道路绿化景观统筹考虑。

4.9 声屏障

4.9.1 声屏障应与桥梁结构进行景观一体化设计。

4.9.2 声屏障宜采用透明材料，并满足功能和环保的要求。

4.9.3 桥梁设计宜考虑预留后期安装声屏障的工程条件。

4.10 材质和色彩

4.10.1 桥梁色彩设计应结合桥梁所在地区环境调查与分析结果，选用协调的色彩组合。

4.10.2 每一座桥梁主体色彩不宜超过2种，特殊情况专题论证确定。

4.10.3 为方便桥梁检修维护并符合低碳环保原则，混凝土构件表面原则上保持原色，并应采取适当的施工措施，以保证表面外观的整洁美观；有特殊景观要求的专题论证设计。

4.10.4 桥梁色彩涂装设计应避免对当地生态环境造成不良影响。

5 桥梁结构设计

5.1 总体要求

5.1.1 城市桥型方案除应考虑安全可靠、适用耐久、技术先进、经济合理等因素，还应重点考虑桥梁美学及与周围环境的协调性。

5.1.2 城市桥梁应采用行车舒适、耐久性好、养护方便的结构型式，宜采用梁式连续结构体系。

5.1.3 城市桥梁应采用预制装配式构件，构件应满足“标准化设计、工厂化生产、装配化施工、智能化应用”要求。

5.1.4 钢箱梁设计，应考虑节段分割与运输条件。

5.1.5 上跨既有道路的桥梁，其梁体、盖梁设计时，应选择合适的结构和工艺，以满足既有道路的交通通行。

5.1.6 城市中小跨径钢结构，桥梁用钢量不宜超过 $400\text{kg} / \text{m}^2$ 。

5.2 上部结构

5.2.1 混凝土结构

- 1 混凝土结构常采用的预制拼装结构有预制小箱梁、节段预制梁和预制整孔箱梁等。
- 2 预应力混凝土小箱梁宜采用广东省交通厅小箱梁通用图。
- 3 等宽桥梁宜采用预制拼装结构，小半径匝道和异形变宽桥梁应进行预制节段梁、钢-混组合梁和钢结构箱梁三个方案综合比选，择优选择，不宜采用现浇混凝土箱梁方案。
- 4 装配式混凝土结构应进行施工和运营期间抗倾覆验算，抗倾覆验算稳定系数大于 2.5。
- 5 对于斜、弯、宽等复杂桥梁，应充分考虑剪力滞效应、薄壁效应、内外腹板受力分布等空间效应对结构内力、支反力的影响，宜采用实体单元模型、空间梁格模型、空间网格模型等精细化分析模型，配筋（束）应考虑内外腹板受力不均影响。
- 6 应对上部结构混凝土材料、配合比、添加剂和模板等提出具体要求，保证外观质量，整洁美观。
- 7 防撞栏杆应结合吊装能力，有条件时宜同小箱梁边梁或预制节段箱梁一同预制、运输和安装。
- 8 预制拼装混凝土桥梁宜采用高性能混凝土或超高性能混凝土，强度等级不应低于

C50。

5.2.2 钢结构

1 对于设计使用年限为 100 年的钢结构桥梁，主要受力构件宜采用 Q345qC 及以上强度桥梁用结构钢，并满足《桥梁用结构钢》要求。其他钢结构主材宜选用 Q355C 及以上强度的钢材，并满足《低合金高强度结构钢》要求。

2 钢结构桥梁构造设计应充分考虑养护维修空间要求。对于有可能受到水、潮湿空气或其它腐蚀性物质侵蚀的部位，应从构造上预留检查、养护及维修空间和条件。在难以到达的部位，宜焊接密闭。

3 钢结构桥梁板件组装应尽可能在工厂完成，减少现场工作量。现场连接优先采用高强度螺栓连接。

4 钢桥面正交异性板宜采用刚性组合铺装方案，减小钢桥面板疲劳应力，提高耐久性。

5 车行道桥面板厚度不应小于 16mm，腹板、底板厚度不应小于 12mm，隔板、加劲板厚度不应小于 10mm，辅助构造板件不小于 6mm。

6 一般情况下，钢箱梁高跨比可取 1/20~1/28，高跨比随着跨径的减小而增加，但应考虑施工和养护空间需求。

5.2.3 钢-混凝土组合结构

1 组合钢箱梁

1) 组合钢箱梁应根据结构受力、运输吊装能力、养护条件等因素选择合理断面形式。

2) 对于跨径较小，桥面较宽的城市高架桥优先采用窄箱室槽型断面，便于结构运输和安装。

3) 对于弯桥、施工过程承受较大扭矩的桥梁宜采用闭口钢梁断面。

4) 为了便于运输和养护，窄箱室槽型断面组合梁单片主梁宽度不宜大于 3.5m，箱室内部净高不宜小于 1.8m。

5) 一般情况下，组合钢箱梁桥梁高跨比可取 1/20~1/24，高跨比随着跨径的减小而增加，但应考虑施工和养护空间需求。

6) 常规跨径组合钢箱梁采用桥面板强配筋限制负弯矩裂缝宽度，大跨度组合钢箱梁应采用措施改善桥面板受力，如桥面板施加预应力的支点升降法、减小中支点负弯矩的间断浇筑法、将钢梁预先反弯处理的预弯梁法、在负弯矩区布置抗拔不抗剪栓钉等。

7) 对钢-混组合梁桥面结构负弯矩区，宜采用新技术、新材料以改善裂缝控制水平，提高结构的耐久性。

2 组合钢板梁

1) 组合钢板梁根据主梁横向布置可分为双主梁和多主梁形式，三车道以内的平直路段宜优先采用双主梁形式。

2) 结构异形变宽、结构高度受限、现场运输和起吊能力受限、宽跨比较大等情况下可采用多主梁结构。

3) 小半径曲线段上不宜采用组合钢板梁形式。

- 4) 钢主梁可根据跨径、桥宽、荷载等级等条件，宜选择槽钢、工字钢、H型钢等。
- 5) 组合钢板梁桥面板采用大横梁时，大横梁间距应尽可能相等，一般间距宜为4m，跨径也可优化为大横梁间距的倍数关系。采用小横梁时，桥面板仅与主梁纵向结合，小横梁间距较大，不超过8m。
- 6) 组合钢板梁桥主梁翼缘宽度顺桥向宜等宽，厚度根据受力位置变化，对于少主梁结构，最小板厚不宜小于25mm，最大板厚由受力计算确定。
- 7) 组合钢板梁桥腹板最小厚度取14~16mm，最大厚度由计算确定，一般不大于30~35mm。
- 8) 位于平曲线上的组合钢板梁桥主梁翼缘和腹板也应按曲线设置。
- 9) 焊钉间距通常根据桥面板断面而变化，布置间距不应小于200mm，支座附近可适当加密焊钉。焊钉多在主梁上翼缘布置4~6排，内侧两排焊钉的间距宜适当加大，便于各类自动机械沿主梁上翼缘行走。
- 10) 一般情况下，组合钢板梁桥梁高跨比可取1/22~1/28，高跨比随着跨径的减小而增加。

5.3 下部结构

5.3.1 桥墩、桥台

- 1 下部结构应进行结构形式和尺寸的比选，应考虑受力合理、施工方便、结构美观、经济性好等方面的因素。
- 2 桥墩立柱宜通过刻槽、倒角、倒圆等形式赋予外形一定的变化，增强美感。
- 3 下部结构应考虑上部结构类型和宽度的不同、墩柱的高低等因素划分下部结构品种，宜采用预制装配式构件。
- 4 预制装配式下部构件应标准化设计，统一桥墩截面形式，减少立柱品种及模板数量。
- 5 桥梁不应采用单支座，弯梁应采取横向预调偏心等措施，改善支座的不均匀受力。
- 6 设计时应预留支座检修、更换的空间，梁底与墩顶间距不小于30cm。
- 7 预制装配式结构的立柱、盖梁等构件应在专业预制厂内加工。
- 8 节段预制拼装墩柱可采用现浇混凝土连接、环氧胶连接、灌浆金属波纹管连接、灌浆套筒连接、承插式连接、预应力连接等接缝形式，也可采用其他可靠的连接形式，应经过工艺试验，力学抗震研究试验验证。
- 9 接头位置宜设在立柱底部与承台连接处、立柱顶部与盖梁连接处。灌浆套筒连接可用于预制立柱与承台、立柱与盖梁和立柱墩身节段之间的连接，并可布置在同一断面，灌浆金属波纹管连接可用于预制立柱与承台和立柱与盖梁之间的连接。
- 10 盖梁宜整体预制，受运输起吊条件限制时可分段预制，节段间宜采用现浇和胶接两种连接方式。
- 11 盖梁预应力的锚固宜采用深埋锚具。
- 12 桥台处梁底距离桥下设计地面的高度宜控制在1.5m~2.5m之间，便于检查维修。
- 13 墩台应对混凝土材料、配合比和模板等提出具体要求，保证外观质量，整洁美观。

5.3.2 基础

- 1 高架桥下存在地面道路时, 承台基础应尽可能控制在地面道路分隔带或分隔岛范围内; 否则应增加基础埋置深度, 承台顶面应置于路面以下一定深度(宜大于0.8~1m)。
- 2 应根据地质情况, 选用合适的桩型。对于端承桩, 宜采用大直径桩, 减少承台尺寸及桩基数量, 加快施工速度。
- 3 针对各类特殊的地质情况, 如溶洞、溶岩发育地段, 设计单位应明确施工方案、施工措施, 可考虑采用施工超前钻、管波、CT等措施探明溶洞分布情况。
- 4 满足运输和起吊条件下, 承台也可采用预制拼装。
- 5 桩基钢筋保护层内定位措施应采用预制混凝土块, 不应采用定位钢筋, 避免产生锈蚀通道。
- 6 城市地下构筑物保护区域(地铁、高压燃气管等)的桩基施工, 应采用无振动施工工艺; 对于城区, 宜采用无泥浆施工工艺。

5.4 耐久性设计

5.4.1 基本要求

- 1 城市桥梁应根据结构特点、使用年限、环境条件、施工条件等进行耐久性设计。
- 2 耐久性设计应满足《混凝土结构耐久性设计规范》(GB/T 50476)、《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T 3310)、《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》(JTG 3362) 和《公路桥梁钢结构防腐涂装技术条件》(JT/T 722) 的相关规定。
- 3 耐久性设计应包括下列内容:
 - 1) 确定结构所处的环境类别和环境作用等级;
 - 2) 桥梁结构各构件的设计使用年限;
 - 3) 混凝土材料的耐久性基本要求;
 - 4) 混凝土的耐久性防护措施;
 - 5) 钢材的耐久性防护措施;
 - 6) 钢筋的混凝土保护层厚度要求;
 - 7) 附属结构的耐久性技术措施;
 - 8) 结构使用阶段的检测和养护要求;
 - 9) 特殊环境条件下的耐久性技术措施;
 - 10) 关键结构部位的特殊耐久性技术措施。

5.4.2 环境类别和环境作用等级

- 1 根据《混凝土结构耐久性设计规范》(GB/T 50476)、《公路工程混凝土结构防腐蚀技术规范》(JTG/T 3310) 的规定确定桥梁结构的环境类别和环境作用等级, 深圳地区参考的环境类别和作用等级可按表 5.4.2 选取。

表 5.4.2 环境作用等级表

环境类别		环境条件	桥梁部位	环境作用等级
I	一般环境	室外环境	主梁、附属	B
			桩基、承台、墩台	B
		干湿交替环境	桥墩	C
III	近海或海洋氯化物环境	离涨潮岸线 300~1.2km 陆上地区	主梁、附属	C
			承台、桥墩	C
			桩基	C
III	近海或海洋氯化物环境	离涨潮岸线 100~300m 陆上地区	主梁、附属	D
			承台、桥墩	D
			桩基	C
		离涨潮岸线 100m 以内陆上地区	主梁、附属	E
			桥墩	E
			承台、桩基	C
		离平均水位 15m 以上海上大气区	主梁、附属	D
			承台、桥墩	D
			桩基	C
		离平均水位 15m 以下海上大气区	主梁、附属	E
			桥墩	E
			承台、桩基	C
		潮汐区和浪溅区	承台、桥墩	F

5.4.3 混凝土结构耐久性要求

- 耐久性设计应对混凝土原材料的选取和性能指标提出技术要求。
- 混凝土构件应根据各自的环境作用等级对混凝土强度等级、最大水灰比、最小水泥含量、水泥种类、氯离子含量、碱含量、氯离子扩散系数、钢筋净保护层等提出相关技术要求。
- 处于近海或海洋氯化物环境中的混凝土桥梁构件宜采用海工混凝土。
- 对于近海和海洋氯化物环境中的混凝土构件可采取附加防腐蚀措施，如采用高性能混凝土、表面涂装、表面憎水处理、采用环氧涂层钢筋或不锈钢钢筋、添加钢筋阻锈剂、疏水化合物孔栓物、电化学保护等。

5.4.4 钢结构耐久性要求

- 钢结构的防腐与涂装应采用性能可靠、附着力强、耐候性好、防腐蚀强、成熟可靠，其保护年限在 25 年以上的长效涂装体系。
- 钢结构涂装体系中，钢材表面宜采用热喷铝或锌处理，或是采用冷喷锌或水性冷喷锌涂装；面层宜采用氟碳面漆或聚硅氧烷。
- 附属结构必须采取防腐措施，对于不可更换的钢预埋件、支座垫板等宜进行热浸锌等处理。

5.4.5 附属结构耐久性要求

- 1 桥梁结构中附属结构应明确设计使用年限,设计中应预留措施保证运营期间可到达、可检测、可更换。
- 2 支座位置处的构造应考虑检查、维修和更换的可实施性,宜采用钢支座。
- 3 预埋在砼中的支座螺栓是不易更换的,可采用不锈钢材料或预留一定的锈蚀余量。
- 4 伸缩缝应选择材质优良、性能可靠的产品,特别是其中的橡胶的性能直接影响其使用寿命,减少设计基准期内置换次数。
- 5 注重伸缩缝处的排水设计,防止伸缩缝处积水和渗漏。
- 6 永久及临时的预埋件应与主体结构一次安装完成,并采取防腐措施。临时预埋件应预先考虑后期拆除的便捷性和对主体结构外观恢复的影响。

5.5 改扩建桥梁

5.5.1 基本要求

改扩建项目需对原有老桥结构进行全面检测,必要时需进行承载力试验,确定老桥健康状况作为改扩建桥梁设计的依据。

5.5.2 新老桥拼缝处理

- 1 新老桥间的拼缝形式应进行多方案比选,拼接可分为柔性方案、铰接方案、刚接方案、纵向设缝方案几种方式。
- 2 新老桥下部结构之间不宜采用刚性连接。
- 3 新老桥拼接时新桥上部结构应尽量采用和老桥相同的布跨和结构形式。
- 4 新老桥拼接时需采取措施减小新老桥的沉降差异,具体措施包含新建桥梁建成后放置一段时间再与老桥拼接、桩底注浆处理、增加桩长提高承载力等。

5.6 附属结构

5.6.1 支座

- 1 桥梁支座应在全生命周期的技术经济比选的基础上,进一步确定采用耐久性较好的支座类型,宜优先采用耐久性较好的球型钢支座,不宜采用板式橡胶支座。
- 2 桥梁支座设计时应考虑支座方便检测、维护和更换。
- 3 桥梁在正常使用极限状态下,支座不应出现负反力,并宜留有10%以上支座承载力的储备。
- 4 单幅桥每个墩台采用多于两个支座设置的连续箱梁,相邻支座间距与梁高之比值不宜小于2,每个支点处支座个数不宜大于4个,且应确保支座在任何状态下不脱空,承载力不超限。
- 5 对于需要设置限位装置或抗震设施的墩台,可考虑将该项功能纳入常规支座的联合设计。

5.6.2 伸缩缝

- 1 桥梁伸缩装置的设置应充分考虑防水、止水措施，加强防水锈和污渍的专项设计。
- 2 新建桥梁伸缩装置不宜采用浅埋嵌缝式。
- 3 应根据温度变化、混凝土收缩、徐变、车辆制动引起梁体的伸长量和缩短量，适当考虑施工误差来选择伸缩缝装置类型和型号。
- 4 伸缩缝宜方便检查、维修和更换。
- 5 伸缩缝宜具有减震、降噪的功能。
- 6 根据设计条件，可优先采用无伸缩缝桥梁的结构形式。

5.6.3 防撞隔离措施

- 1 位于分隔带上的墩柱应设置防撞隔离措施。
- 2 桥梁位于水利工程管理和保护范围时，应做好防抛、防撞、防跌落等措施，位于饮用水源水库集雨区域内的，应采取全面、有效的防护措施，保障在任何突发情况下不会出现因道路运输或桥梁设计造成水源污染。

5.6.4 桥上人行道

带人行道的桥梁，人行道板、伸缩缝和栏杆等的设计除符合国家和行业现行有关标准、规范和规程的规定外，还应参照《深圳市人行天桥和连廊设计标准》有关要求执行。

5.6.5 桥梁预埋件

永久和临时预埋件都应考虑提前预埋和防腐处理。

5.6.6 桥上声屏障

按照《深圳市道路声屏障设计指引》(SJG 57) 执行。

5.6.7 桥梁标志、标牌、标线

按照深圳市现行有关标准执行。

5.7 施工组织方案设计

5.7.1 桥梁工程应进行指导性施工组织设计，对有交通疏解等大型临时设施的工程，应提供有关图纸和工程数量。

5.8 检修及养护

5.8.1 桥梁在设计过程中，应考虑检修、养护、维修等措施，从全寿命周期的角度出发，

根据需要设置检修通道、维修平台等附属结构。

5.8.2 桥梁检修措施的设计，应考虑施工人员的作业安全性、施工便捷性，避免对正常交通造成影响。

6 桥梁照明设计

6.1 总体要求

6.1.1 照明设计需和其周边的道路照明形成良好的协调和补充。

6.1.2 景观照明设计应利用灯光照明手法，充分结合桥梁造型，依桥构景，突显桥体特色，丰富现代化城市夜色空间环境，并做到避免光污染。

6.1.3 电气设计除应符合本标准的规定外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

6.1.4 不同区域的桥梁景观照明都应符合《深圳市城市照明专项规划》要求。

6.2 功能照明设计

6.2.1 桥梁照明标准应满足现行《城市道路照明设计标准》（CJJ 45）的要求，深圳地区应选取标准中的高档值。

6.2.2 立交上的出入口、并线区等应按交汇区照明标准。

6.2.3 应避免桥梁照明设施给行人和机动车驾驶员造成眩光影响。

6.2.4 在设计桥梁照明时，应确保其具有良好的诱导性。

6.2.5 多条机动车道的高架道路不宜采用护栏灯照明作为功能照明。

6.2.6 桥梁匝道需进行照明设计，照明标准与主线一致。

6.3 景观照明设计

6.3.1 景观照明应突显桥梁造型及景观特色，不宜破坏桥梁本身造型及景观特色。

6.3.2 灯光颜色的选择及控制方式不应与交通信号灯造成视觉上的混淆，并应符合交通部门相关要求，桥底及桥墩景观照明不宜采取彩色和动态变化设计。

6.3.3 景观照明设计应考虑对眩光的限制。

6.3.4 景观照明设计规定:

- 1 景观照明设计应结合桥梁本身造型及景观特色,再融合周边人文气息,利用现代照明手法去突显及加强其本身特色,做到白天为桥,夜间以桥为景;
- 2 景观照明设计尽量突显桥梁夜间的立体感及整体视觉效果,力求简洁自然;
- 3 景观照明设计应依桥构景,不宜以灯造景;
- 4 灯具及相关设施安装设计应与桥体装饰结合;
- 5 有片区整体城市设计的区域,景观照明设计应遵从其规定。

6.3.5 桥梁景观照明应与桥梁同时设计、同时施工及同时验收投入使用。

6.4 照明灯具和配件

6.4.1 照明灯具应符合下列规定:

- 1 灯具应为防触电保护等级I类设备,能触及的可导电部分应与固定线路中的保护(PE)线可靠连接。
- 2 灯具应采用LED灯具。
- 3 桥梁照明灯具的防护等级不应低于IP65。

6.4.2 桥梁上灯具应满足防振要求,并应加设防坠落装置,宜采用短臂路灯。

6.4.3 桥梁景观照明灯具应采用标准化产品,不得与结构一体,应方便拆卸更换。

6.5 供电和控制

6.5.1 桥梁电力负荷一般为三级负荷,城市中的重要道路、交通枢纽等区段的桥梁照明可为二级负荷。不同等级负荷的供电要求应符合国家标准《供配电系统设计规范》(GB 50052)的规定。

6.5.2 供配电系统设计应符合下列规定:

- 1 正常运行情况下,照明灯具端电压应为额定电压的90%~105%。
- 2 应在各供电单元总进线处设置电能计量测量装置。
- 3 配电系统设计应考虑漏电保护措施和抗浪涌保护措施。

6.5.3 照明应采用智能调光控制。

6.6 防雷与接地

6.6.1 应按现行防雷规范《建筑物防雷设计规范》(GB 50057)执行,地下承台钢筋可作为接地极,墩柱的主筋可作为接地引下线。

6.7 节能标准和措施

参见《城市道路照明设计标准》（CJJ 45）和《LED 道路照明工程技术规范》（SJG 22）的要求。

7 桥梁给排水设计

7.0.1 桥梁设计时要充分考虑雨水排放。

7.0.2 桥面每 $100m^2 \sim 120m^2$ 宜在低点设置一个雨水口或雨水斗收集桥面雨水，经雨水立管有组织排放；雨水立管宜采用隐蔽或半隐蔽布置方式。

7.0.3 桥梁的雨水排水重现期应根据城区类型、道路条件等因素综合确定。

7.0.4 桥面雨水排放应按海绵城市建设要求，有组织的排水，应就近接入海绵设施净化，并不得散排。

7.0.5 主梁、桥台、防撞护栏等均应考虑滴水构造措施。

7.0.6 桥面排水应全部收集并排出饮用水源水库集雨区域外，禁止直接或间接排入饮用水源水库，不得擅自改变水库的集雨面积。

8 桥梁立体绿化

8.1 总体要求

8.1.1 桥梁立体绿化不得妨碍道路交通和遮挡交通指示标志，注意遮光防眩。

8.1.2 新建桥梁与绿化必须采用整体或局部的结构一体化设计。桥梁绿化应和道路、桥梁融为一体，并与周围景观、环境协调一致。新建桥梁绿化设计，包括道路桥梁隔离带绿化等，竖向的桥梁墩柱、盖梁等不应绿化。

8.1.3 桥梁绿化应采用种植土分层种植，并对其重量进行限制，单线荷载不宜超过 4kN/m 。

8.1.4 选择的植物应具有浅根性、穿刺性弱、吸尘抗噪性强、品种花期长、色泽鲜艳的特点。

8.1.5 供水系统

1 新建和改建桥梁绿化宜采用自动浇灌系统，喷头、电磁阀及时间控制器应安装在具有良好防盗防损坏功能的控制箱内。

2 自动浇灌系统供水水压应满足灌溉要求。

3 给水管应隐蔽铺设，在桥梁伸缩缝处应设置伸缩节。

8.1.6 排水系统

新建和改建桥梁绿化应采用有组织排水，禁止排向桥面，最终收集的排水应排入市政排水系统。

8.1.7 供电系统

1 应保证滴灌系统的安全供电。

2 应预留滴灌系统的市政用电接口。

8.2 新建桥梁绿化设计

8.2.1 中央隔离带绿化

应结合道路中央隔离带绿化进行设计，绿化植物宜选株型紧凑、粗生易管的灌木种类。

8.2.2 梁体两侧绿化

梁体两侧种植槽的布置可以连续也可间断。

8.2.3 梁体两侧绿化植物品种, 可参照但并不全部包含在附录 A《深圳市桥梁立体绿化植物名录》。

8.2.4 桥下绿化空间

- 1 桥下绿化空间, 选择耐荫植物品种。
- 2 植物品种的种植, 应注意与各类管线设施的距离, 同时也应满足净高对植物生长的要求。

8.3 既有桥梁绿化设计

8.3.1 既有桥梁未进行结构一体化绿化设计的, 不应在桥体上直接摆放植物。

8.3.2 既有桥梁绿化设计, 应先对桥梁进行结构安全检测评估工作, 以确定合适的桥梁立体绿化方案。

8.4 U型种植槽设计

8.4.1 新建桥梁在桥梁结构设计时, 应留足种植槽的空间位置, U型种植槽内径宽度0.4~0.6m, 深度0.5~0.8m。

8.4.2 种植槽应与防撞护栏进行结构一体化设计。

8.4.3 U型种植槽内部结构

1 种植槽内应设隔水排水系统, 每个相邻种植槽相通, 每个种植槽下设一个排水管, 收集水排至市政管道, 种植槽的防水应符合一级防水标准, 设计年限参照现行业标准《城市桥梁桥面防水工程技术规程》(CJJ 139)。

2 排水层与栽植基质高度比例为1:8, 在排水层上铺设可透水的土工布过滤层, 土工布要求完全覆盖排水层, 四周比排水层宽5cm。

3 种植槽防腐蚀: 混凝土结构可采用水泥结晶涂刷两道+聚氨酯防水涂料两道; 钢结构采用热喷铝工艺+聚氨酯防水涂料两道。

4 种植槽防根穿刺: 采用土工布或其他材料。

5 应设置自动滴灌、给养系统, 保证植物养料水分充足。应设置水电控制阀门等。

8.4.4 种植槽土壤

- 1 种植槽土壤层应进行分层设计。
- 2 种植槽土壤(种植土)要求采用轻质土。轻质土容重(专门配制)350~500kg/m³, 饱和容重≤1100kg/m³。

8.4.5 U型种植槽外观设计及材质参数要求

U型种植槽混凝土结构壁厚100~120mm, 钢结构板厚不小于6mm。

附录 A 深圳市桥梁立体绿化植物名录

序号	名称	拉丁名	科	属、种	备注
1	薜荔	<i>Ficus pumila</i> Linn.	桑科	榕属	
2	络石	<i>Trachelospermum jasminoides</i> (Lindl.) Lem.	夹竹桃科	络石属	
3	常春藤	<i>Hedera nepalensis</i> K. Koch var. <i>sinensis</i> (Tobl.) Rehd	五加科	常春藤属	
4	扶芳藤	<i>Euonymus fortunei</i> (Turcz.) Hand.-Mazz	卫矛科	扶芳藤	
5	使君子	<i>Quisqualis indica</i> L.	使君子	使君子	
6	金银花	<i>Lonicera japonica</i> Thunb.	忍冬科	忍冬属	
7	星果藤	<i>Tristellateia australasiae</i>	金虎尾科	三星果属	
8	喜林芋属	<i>Philodendron</i> Schott	天南星科	喜林芋属	
9	龟背竹	<i>Monstera deliciosa</i> Liebm	天南星科	龟背竹属	
10	簕杜鹃	<i>Bougainvillea glabra</i>	紫茉莉科	叶子花属	
11	美丽桢桐	<i>Clerodendrum speciosissimum</i> Van. Geert	马鞭草科	美丽桢桐	
12	马缨丹	<i>Lantana camara</i> L	马鞭草科	马缨丹属	
13	蔓马缨丹	<i>Lantana montevidensis</i>	马鞭草科	马缨丹属	
14	龙吐珠	<i>Clerodendrum thomsoniae</i> Balf.	马鞭草科	大青属	
15	狐尾天门冬	<i>Asparagus densiflorus</i> 'Myers'	百合科	天门冬属	
16	吉祥草	<i>Reineckia carnea</i> (Andr.) Kunth	百合科	吉祥草属	
17	软枝黄蝉	<i>Allamanda cathartica</i> L.	夹竹桃科	黄蝉属	
18	紫芸藤	<i>Podranea ricasoliana</i>	紫葳科	粉花凌霄	
19	希美莉	<i>Hamelia patens</i>	茜草科	长隔木属	
20	紫竹梅	<i>Setcreasea purpurea</i> Boom.	鸭跖草科	鸭跖草属	
21	云南黄素馨	<i>Jasminum mesnyi</i>	木犀科	素馨属	
22	炮竹红	<i>Salvia splendens</i> Ker-Gawler	唇形科	鼠尾草属	
23	蒜香藤	<i>Mansoa alliacea</i> (Lam.) A.H.Gentry	紫葳科	蒜香藤属	
24	白蝉	<i>Gardenia jasminoides</i> Ellis	茜草科	茜草属	

注：所列植物种类仅供参考使用；

攀援类植物宜使用乡土植物。

相关标准规范汇总

深圳市桥梁工程设计除执行本标准外，尚应满足现行国家和行业有关标准和规范。现行国家和行业有关标准和规范部分汇总如下：

- 1 《公路桥涵设计通用规范》（JTG D60）
- 2 《公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范》（JTG 3362）
- 3 《公路钢结构桥梁设计规范》（JTG D64）
- 4 《公路桥涵地基与基础设计规范》（JTG D63）
- 5 《公路工程抗震设计规范》（JTG B02）
- 6 《公路桥梁抗震设计细则》（JTG/T B02-01）
- 7 《公路斜拉桥设计细则》（JTG/T D65-01）
- 8 《公路悬索桥设计规范》（JTG/T D65-05）
- 9 《公路钢管混凝土拱桥设计规范》（JTG/T D65-06）
- 10 《公路钢混组合桥梁设计与施工规范》（JTG/T D64-01）
- 11 《公路桥梁抗风设计规范》（JTG/T 3360-01）
- 12 《城市桥梁设计规范》（CJJ 11）
- 13 《城市桥梁抗震设计规范》（CJJ 166）
- 14 《钢结构设计标准》（GB 50017）
- 15 《桥梁用结构钢》（GB/T 714）
- 16 《碳素结构钢》（GB/T 700）
- 17 《城市桥梁设计荷载标准》（CJJ 77）
- 18 《铁路桥梁钢结构设计规范》（TB 10091）
- 19 《铁路钢桥制造规范》（Q/CR 9211）
- 20 《城镇桥梁钢结构防腐蚀涂装工程技术规程》（CJJ/T 235）
- 21 《城市桥梁桥面防水工程技术规程》（CJJ 139）
- 22 《桥梁球型支座》（GB 17955）
- 23 《深圳市道路声屏障设计指引》（SJG 57）
- 24 《钢管混凝土结构设计与施工规程》（CECS28: 90）
- 25 《城市道路工程设计规范》（CJJ 37）
- 26 《城市桥梁养护技术规范》（CJJ 99）
- 27 《公路交通安全设施设计规范》（JTG D81）
- 28 《公路交通安全设施设计细则》（JTG/T D81）
- 29 《公路桥梁伸缩装置》（JT/T 327）
- 30 《大体积混凝土温度测控技术规范》（GB/T 51028）
- 31 《建筑与桥梁结构监测技术规范》（GB 50982）
- 32 《钢管混凝土结构技术规范》（GB 50936）
- 33 《钢管混凝土拱桥技术规范》（GB 50923）

- 34 《钢-混凝土组合桥梁设计规范》（GB 50917）
- 35 《钢筋连接用灌浆套筒》（JG/T 398）
- 36 《市政公用工程设计文件编制深度》
- 37 《20kV 及以下变电所设计规范》（GB 50053）
- 38 《供配电系统设计规范》（GB 50052）
- 39 《低压配电设计规范》（GB 50054）
- 40 《电力工程电缆设计规范》（GB 50217）
- 41 《视频安防监控系统工程设计规范》（GB 50395）
- 42 《城市道路照明设计标准》（CJJ 45）
- 43 《LED 道路照明工程技术规范》（SJG 22）
- 44 《城市夜景照明设计规范》（JGJ/T 163）
- 45 《民用建筑电气设计规范》（JGJ 16）
- 46 《建筑物防雷设计规范》（GB 50057）
- 47 《建筑物电子信息系统防雷技术规范》（GB 50343）
- 48 《室外排水设计规范》（GB 50014）
- 49 《绿化种植土壤》（CJ/T 340）
- 50 《城市用地竖向规划规范》（CJJ 83）
- 51 《种植屋面工程技术规范》（JGJ 155）
- 52 《风景园林基本术语标准》（CJJ/T 91）
- 53 《城市道路绿化规划与设计规范》（CJJ 75）
- 54 《节水灌溉工程技术标准》（GD/T 50363）
- 55 《灌溉与排水工程设计规范》（GB 50288）
- 56 《给水排水构筑物工程施工及验收规范》（GB 50141）
- 57 《城市桥梁桥面防水工程技术规程》（CJJ 139）
- 58 《广东省立体绿化技术指引（试行）》
- 59 《公路桥梁景观设计规范》（JTG/T 3360-03）
- 60 《深圳市城市规划标准与准则》
- 61 《深圳经济特区绿化条例》
- 62 《涉河建设项目防洪评价和管理技术规范》（SZDB/Z 215）
- 63 《水库大坝安全管理条例》
- 64 《广东省水利工程管理条例》
- 65 《深圳经济特区饮用水源保护条例》
- 66 《深圳市小型水库管理办法》
- 67 《深圳市东江水源工程管护办法》
- 68 《城市工程管线综合规划规范》（GB 50289）

本标准用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对于要求严格程度不同的用词说明如下：

1) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：

正面采用“应”；

反面采用“不应”或“不得”。

2) 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、规范的规定执行的写法为，“应按……执行”或“应符合……要求（或规定）”。如非必须按指定的其他有关标准、规范的规定执行，其写法为“可参照……”。

附件

深圳市工程建设标准

桥梁工程设计标准

SJG 71-2020

条文说明

制 订 说 明

本标准是编制组根据深圳市桥梁工程设计工作开展的需要,借鉴国际化城市桥梁设计的成功经验和绿色低碳的城市发展理念,经充分研究,认真总结实践经验,参考有关标准,并在广泛征求各方意见和专家审查后编制而成。

为便于设计、施工、管理和维护单位的相关人员在使用本标准时能正确理解和执行条文规定,《深圳市桥梁工程设计标准》编制组按章、节、条顺序编制了本标准的条文说明,对条文规定的目的、依据以及执行中需要注意的有关事项进行了说明。但是,本条文说明不具备与标准正文同等法律效力,仅供使用者作为理解和把握标准规定的参考。

1 总则

1.0.5 耐久性指标的统一和提升级旨在提高深圳市桥梁工程的工程品质，提升设计水平。

2 术语

本章仅将本标准出现的、人们比较生疏的术语列出。

本标准的主体符号如关材料性能、作用效应和抗力、几何参数、计算系数等，按现行国家标准的规定采用；当现行国家标准无统一规定时，则按习惯采用。

3 一般规定

3.0.3 技术指标

3 桥梁竖曲线一般设置为直线或凸曲线，避免造成桥面积水。若受条件限制必须设置竖曲线时，需要确保桥梁及接入的市政管网的排水能力，避免桥面积水。

3.0.4 桥下净高的规定与《深圳市道路设计标准》规定相对应。桥下净高设置应在满足本条基本规定的前提下，考虑到施工误差、结构变形和桥下道路维修等因素的影响，宜适当增加富余量，一般可取 0.2~0.3m。

4 景观设计

4.2 设计方法

4.2.2 桥梁景观营造应以桥梁结构本身为重点, 避免使用非功能性装饰结构, 杜绝“包装”式设计方法(简单的将桥梁结构外形贴面包封)。

4.4 主梁

4.4.1 梁体高度与桥跨的比数值变化较大, 在小跨度和大跨度梁桥不同情况下, 该比值一般介于 $1/5\sim 1/40$ 之间, 设计时需根据结构计算、经济指标和其它因素综合确定。

4.5 桥墩

4.5.4 实体桥墩分为窄墩和宽墩, 当立面宽度小于高度时, 视为窄墩; 当立面宽度大于高度时, 视为宽墩。

4.5.7 桥墩刻槽示意图:



图 4.5.7 桥墩刻槽示意图

4.7 防撞护栏

4.7.2 通透防撞护栏示意图:

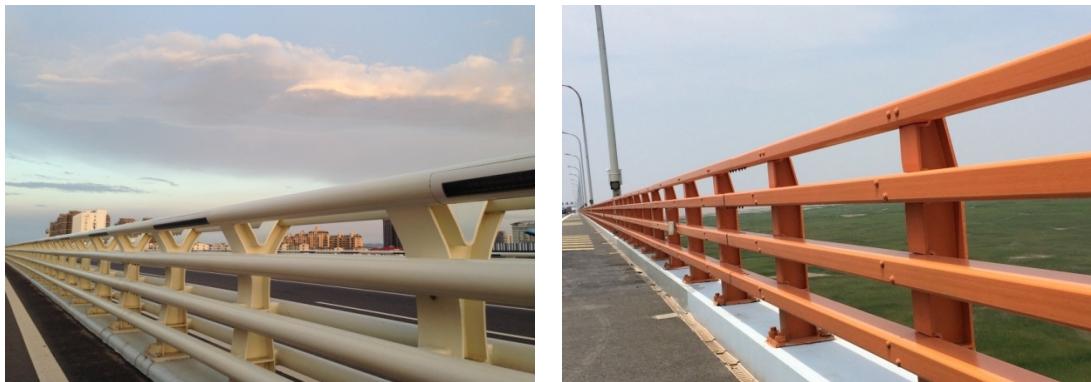


图 4.7.2 防撞护栏示意图

4.8 绿化

4.8.2 桥上绿化种植槽与护栏的结合示意图:



图 4.8.2 桥上绿化种植槽与防撞护栏的结合示意图

4.9 声屏障

4.9.2 声屏障示意图:

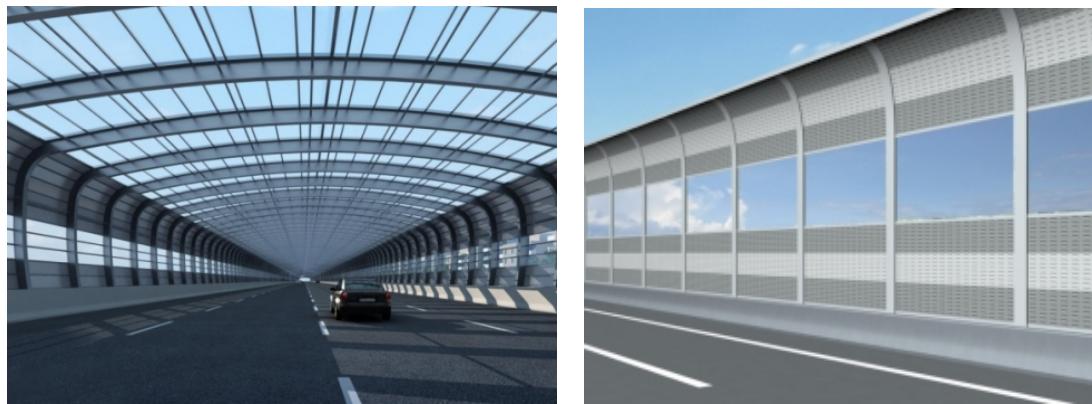


图 4.9.2 声屏障示意图

4.10 材质和色彩

4.10.3 桥梁表面材质示意图:



图 4.10.3 桥梁表面材质示意图

5 桥梁结构设计

5.1 桥梁选型

5.1.1 城市桥梁结构选型时应注重景观美学，并与周边建筑、周边环境协调统一，应对桥梁景观进行单独设计。

5.1.2 桥梁结构选型时应考虑行车舒适性、耐久性、管养等方面因素，可优先采用连续结构。

5.1.3 桥梁预制装配式结构主要包含上部结构、下部结构和附属结构。

上部结构装配式构件包含预应力混凝土小箱梁、预应力T梁、预制整孔箱梁、预制节段箱梁、钢-混凝土组合梁和钢箱梁等，常用几种结构推荐跨径详见下表5.1.3。

表 5.1.3 城市桥梁常用的预制装配式桥梁

序号	名称	结构形式	推荐跨径 (m)
1	预应力混凝土小箱梁	预制箱梁+湿接缝	20~35
2	预制节段箱梁	节段预制+环氧胶接缝或现浇混凝土接缝	30~100
3	钢箱梁	大节段预制拼装	30~150
4	组合钢板梁	钢板梁+混凝土桥面板	20~50
5	组合钢箱梁	槽型、闭口断面钢梁+混凝土桥面板	30~100

下部结构装配式构件包含预制管桩、预制承台、预制桥墩和预制盖梁等，附属结构装配式构件包含预制防撞栏杆、预制人行道板等。

5.2 上部结构

5.2.1 混凝土结构

城市混凝土桥梁应优先选择预制小箱梁、预制节段箱梁和预制整孔箱梁，如图5.2.1.1~图5.2.1.3所示。



图 5.2.1.1 架桥机架设节段预制梁示意图



图 5.2.1.2 悬臂吊装节段预制梁示意图

预制小箱梁适应于景观要求不高、道路平面线形曲率较小、桥梁变宽不剧烈的桥梁段；预制节段箱梁适用于直线段、平面曲率不大于1/150、等宽段桥梁，对于曲率大于1/150或异形变宽段桥梁要进行节段梁、钢-混组合梁和钢箱梁方案综合比选，根据运输吊装条件、工程造价、施工对现场的影响等方面择优选用。预制整孔箱梁适用于桥面宽度较窄，平面线形变化小的桥梁，主要运用于轨道交通桥梁。

装配式构件由于工厂预制再运输至现场安装，在运输和安装以及后期运营期间都存在倾覆风险，因此需要对装配式构件进行抗倾覆验算。

城市桥梁应注重混凝土外观质量，提高结构品质，对预制构件的混凝土原材料、配合比、添加剂和模板等提出相关技术要求。

考虑到加快施工速度，保证防撞栏杆、人行道栏杆、人行道板等附属结构外观质量，建议在有运输安装条件的位置，将能够预制的附属结构与主体结构一起预制、运输和安装。



图 5.2.1.3 架桥机吊装预制整孔大箱梁示意图

小箱梁与防撞栏杆整体吊装示意图：



图 5.2.1.4 小箱梁与防撞栏杆整体吊装示意图

预制混凝土构件宜采用高性能混凝土或超高性能混凝土,在预制构件连接位置应优先采用。几种高性能混凝土的性能参数如表5.2.1.1~5.2.1.2所示。

表 5.2.1.1 超高韧性混凝土 STC 性能表

序号	参数	指标
1	抗压强度 (MPa)	100~130
2	抗折强度 (MPa)	20~30
3	弹性模量 (GPa)	40~60
4	材料断裂韧性 (kJ/m ²)	20~40
5	氯离子扩散系数 (m ² /s)	< 0.02×10 ⁻¹²

表 5.2.1.2 低收缩高强韧性混凝土性能表

序号	检测项目名称	指标	试验方法
1	28d 抗弯拉强度/MPa	≥12	GB/T31387-2015
2	28d 抗压强度/MPa	≥80	
3	28d 弹性模量/GPa	≥40	GB/T50081-2002
4	坍落度/mm	60~90	GB/T50080-2016
5	混凝土限制膨胀率	水中 7d (转空气中 28d) ≥-0.010%	GB50119-2013 (终凝后 1h 测初长)
6	表观密度/kg/m ³	≤2650	GB/T 50081-2002
7	28d 等效弯曲强度, MPa	≥10	CECS13:2009/6.9 试件尺寸: 100*100*400 (mm)
8	抗渗等级	≥P20	GB/T 50082-2009
说明	① 水胶比不应小于 0.28; ② 粗骨料最大粒径不宜大于 13mm; ③ 配合比验证时应进行上述全项目检测, 现场留样试件评定时需进行抗弯拉强度、抗压强度、坍落度检测。		

5.2.2 钢结构

钢结构主要受力构件的主材常选用低合金高强度结构钢或是桥梁用结构钢，对于桥梁主体结构应优先选择桥梁用结构钢。随着国内钢厂产能和炼钢技术的提高，建议在桥梁主体结构中用高强钢，如Q390、Q420和Q500钢材。

钢结构桥梁构造设计应充分考虑养护维修空间要求，按“可达、可检和可修”的设计原则来进行桥梁构造合理性判断，对于构造受限，难以检修的部位，宜焊接密闭处理。

钢结构桥梁板件组装应尽可能在工厂完成，减少现场工作量。现场连接优先采用螺栓连接，尽量避免现场焊接工作量。应根据《城市桥梁养护技术规范》的要求，对螺栓进行定期检查。在无法避免现场焊接时，应避免采用仰焊，必要时可通过调整板件分块实现。

钢桥面正交异性板应根据地理环境、荷载等级、交通环境等因素选择合适的桥面铺装体系，为减小桥面板疲劳应力和提高耐久性，应采用刚性铺装方案。目前可参考的刚性组合铺装方案有：钢纤维混凝土、超高强韧性混凝土USFRC、超高韧性混凝土STC等。

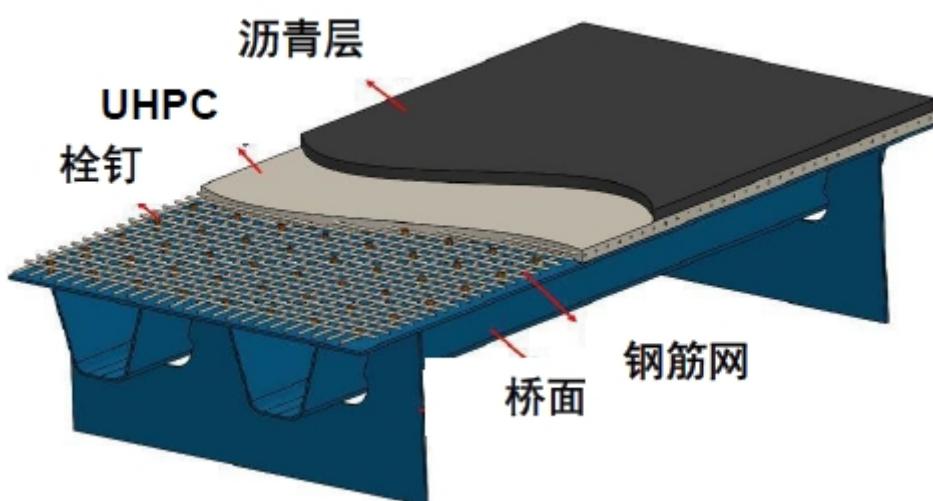


图 5.2.2.1 UHPC 刚性铺装方案 (STC)

钢箱梁板厚、矢跨比等参数是根据规范和相关工程经验确定。为了体现钢结构经济性，钢材指标应为重要的设计衡量指标，中小跨度钢材指标不宜超过 $400\text{kg}/\text{m}^2$ 。

一种典型的钢箱梁断面图示意图：

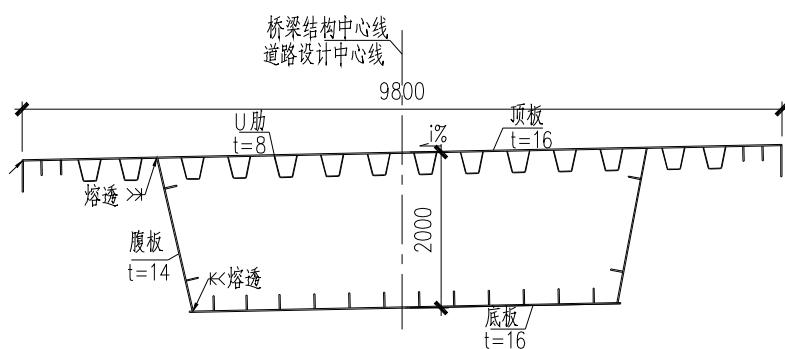


图 5.2.2.2 典型的钢箱梁断面图示意图

5.2.3 钢-混凝土组合结构

1 组合钢箱梁

组合钢箱梁应根据结构受力、运输吊装能力、养护条件等因素选择合理断面形式，常见的几种断面形式如下：

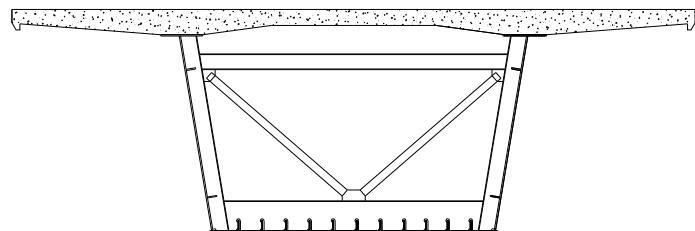


图 5.2.3.1 断面一 槽型断面组合钢箱梁

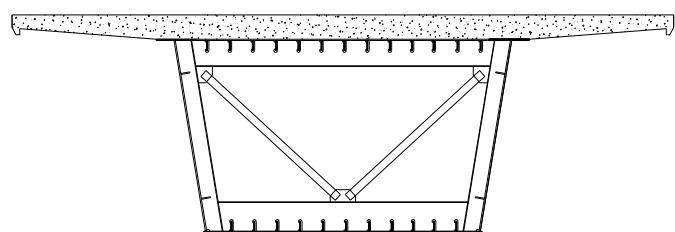


图 5.2.3.2 断面二 闭口断面组合钢箱梁



图 5.2.3.3 断面三 窄箱室槽型断面组合钢箱梁



图 5.2.3.4 断面四 波形刚腹板组合梁

2 组合钢板梁

组合钢板梁根据主梁横向布置可分为双主梁和多主梁形式，三车道以内的平直路段宜优先采用双主梁形式。变宽段、当结构高度受限、现场运输和起吊能力受限、宽跨比较大等情况下可采用多主梁结构。多主梁结构的中间需设置横梁及相应的竖向加劲肋。

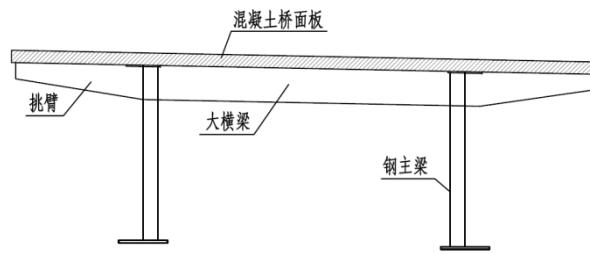


图 5.2.3.5 双主梁形式（大横梁）示意图

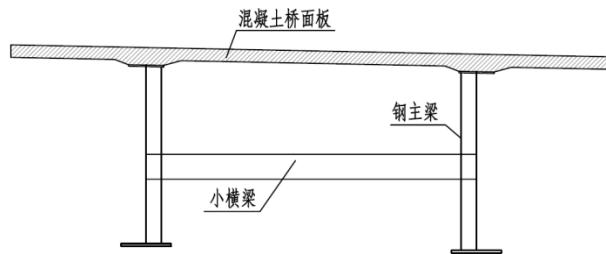


图 5.2.3.6 双主梁形式（小横梁）示意图

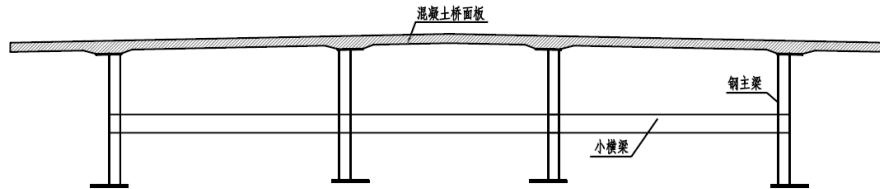


图 5.2.3.7 多主梁形式示意图

由于钢板梁钢主梁抗扭性能较弱，不适合半径较小的曲线段。

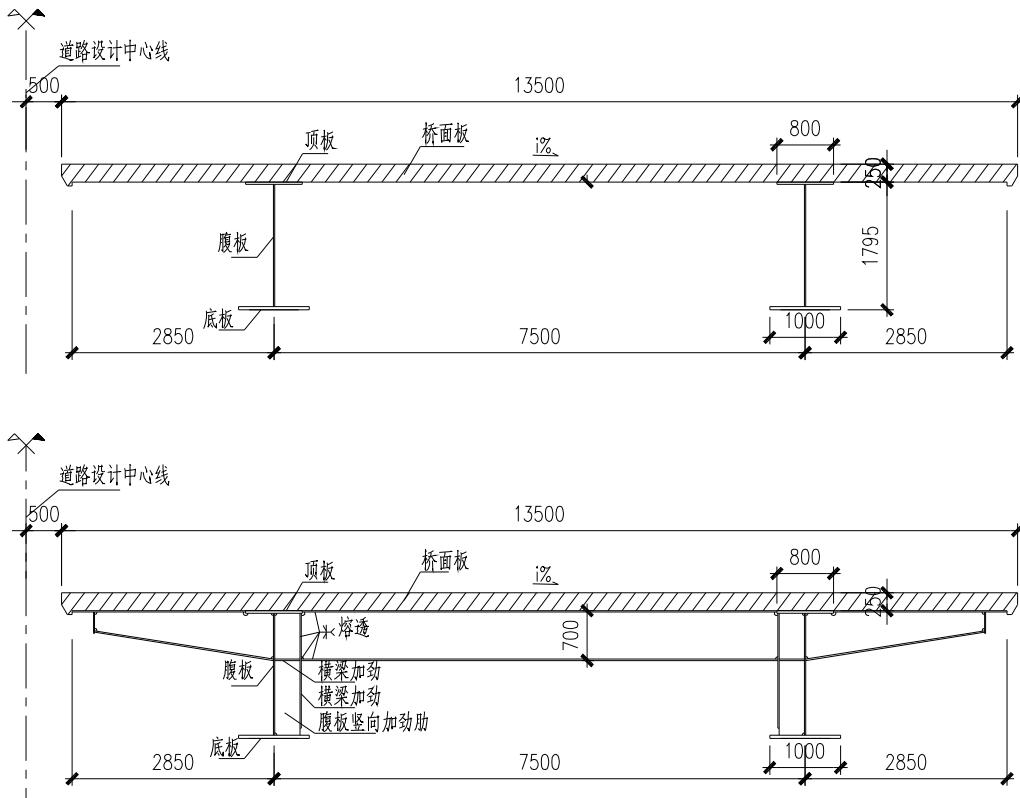


图 5.2.3.8 一种典型的钢板梁桥断面图（40m 跨）



图 5.2.3.9 组合钢板梁效果图



图 5.2.3.10 组合钢板梁实桥图

组合钢板梁桥可根据建设条件选择大横梁体系或小横梁体系，大横梁的间距一般是等间距布置，常规采用4m，也可选择3.5或4.5m。小横梁的间距一般比大横梁大，一般不超过8m。

组合钢板梁桥主梁翼缘宽度尽量保证等宽，通过受力决定板厚，当跨径较大、板厚较厚时，顶板可以顺桥向变宽。

由于钢板梁的抗扭刚度较小，钢板梁按曲梁设计时应控制角跨比，根据日本经验，建议单跨中心角度不宜大于5度，对于常规30m跨钢板梁曲线半径不宜小于350m。

组合梁矢跨比是根据规范和相关工程经验确定。为了体现钢结构经济性，钢材指标应为重要的设计衡量指标，中小跨度钢材指标可取160~230kg/m²。



图 5.2.3.11 组合钢箱梁效果图 1



图 5.2.3.12 组合钢箱梁效果图 2

当组合钢箱梁跨径较小，桥面较宽，尤其是和预应力小箱梁一起使用时，应优先采用窄箱室槽型断面，便于结构运输和安装。对于弯桥、施工过程承受较大扭矩的桥梁宜采用闭口钢梁断面，也可采用加强顶板横联和平联方式。

为了便于运输和养护的方便，对窄箱室槽型断面的宽度和箱室内净高提出要求，条件受限时可以突破，但梁宽最大不宜超高5m，室内净空不宜小于1.5m。

为了体现钢结构经济性，钢材指标应为重要的设计衡量指标，中小跨度标准段钢材指标可取 $250\sim320\text{kg/m}^2$ 。

连续钢-混组合结构跨径在100m以下建议负弯矩桥面板采用强配筋限制裂缝宽度，跨径100m以上时可考虑支点升级、钢梁反弯等措施减小负弯矩受力。同时也可采用一些新技术、新材料改善受力和限制裂缝宽度。

5.3 下部结构

5.3.1 桥墩、桥台

下部结构选型除了考虑受力合理、施工方便、结构美观、经济性好等因素，要注重景观美学，桥墩截面应进行刻槽、倒角、切角等一些变化。

下部结构应考虑上部结构类型和宽度的不同、墩柱的高低等因素划分下部结构品种。按工厂化制作需要进行归类，标准化设计，桥墩截面形式应尽量统一，减少立柱品种及模板数量。可根据运输起吊条件分块预制。

考虑耐久性，应在全生命周期的技术经济比选的基础上，进一步确定采用的支座类型。设计时应预留支座检修、更换的空间，梁底与墩顶间距不小于30cm。

梁墩柱以及桩基的受力主筋当直径大于25mm时，宜采用机械连接。

盖梁分段预制示意图：



图 5.3.1.1 盖梁分段预制示意图

常用的节段预制拼装墩柱可采用下列接缝形式示意图：

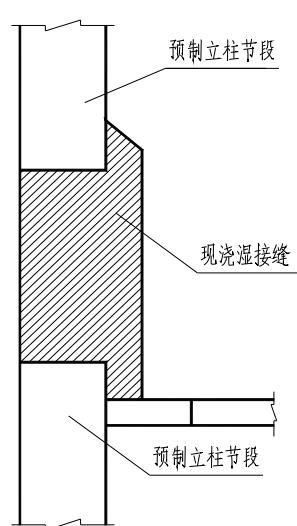


图 5.3.1.2 现浇混凝土连接示意图

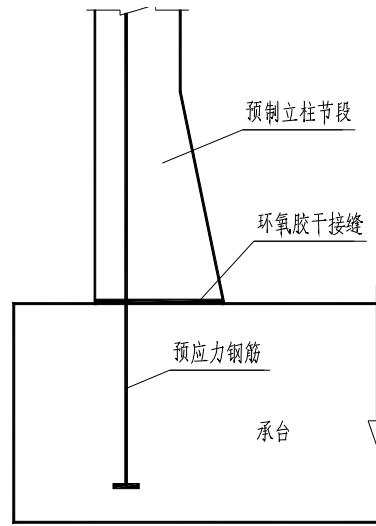


图 5.3.1.3 环氧胶连接示意图

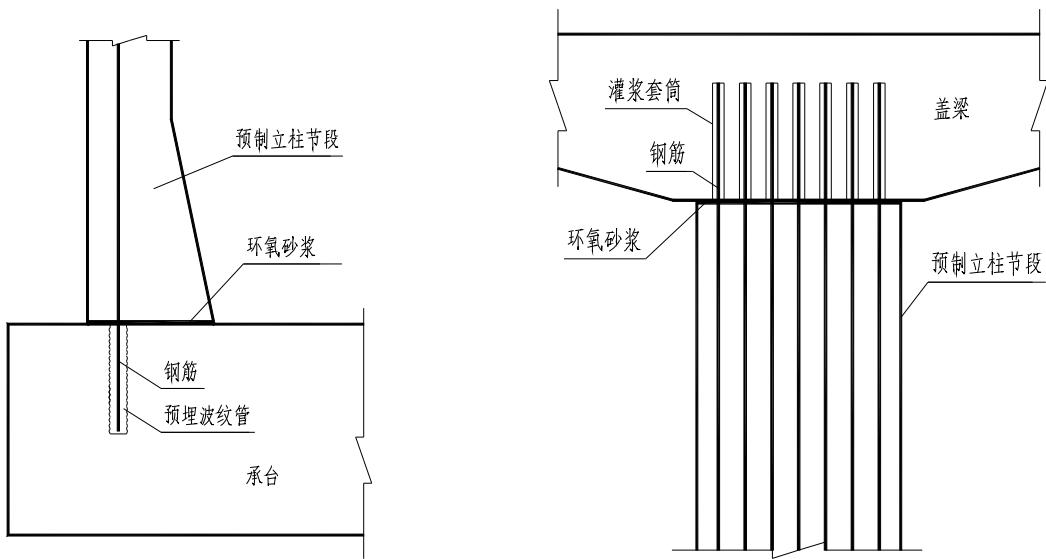


图 5.3.1.4 灌浆金属波纹管连接示意图

图 5.3.1.5 灌浆套筒连接示意图

当采用环氧胶、灌浆金属波纹管及灌浆套筒方式连接，且地震作用下接缝位置出现塑性铰时，接缝设计应符合抗震设计规范的规定，或进行专门研究。

为减小挡墙高度，利于城市景观，同时便于检查维修，桥台处梁底距离桥下设计地面的高度宜控制在1.5m~2.5m之间。

盖梁预应力的锚固宜采用深埋锚具，如下图所示。

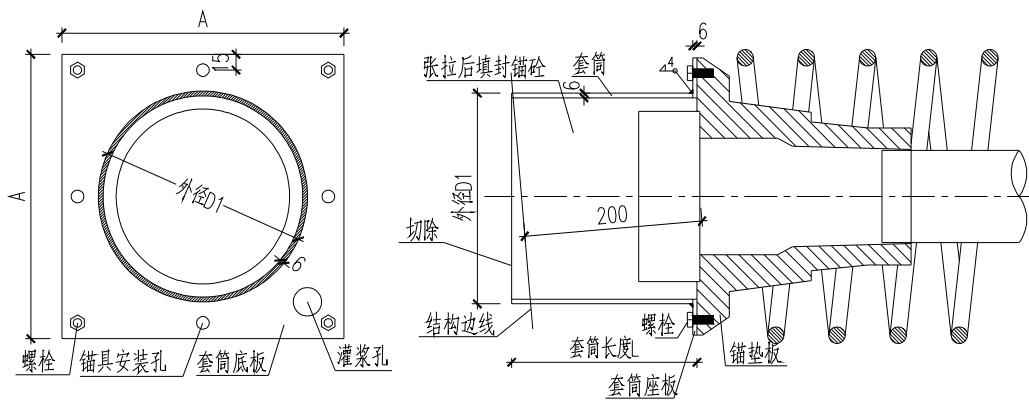


图 5.3.1.6 深埋锚具、套筒及座板示意图



图 5.3.1.7 某桥预制盖梁深埋锚具示意图

5.4 耐久性设计

5.4.1 基本要求

按城市桥梁“安全可靠、使用耐久、技术先进、经济合理、与环境协调”总体设计原则，注重桥梁结构的耐久性设计，将耐久性设计作为一个重要内容体现在桥梁设计中。耐久性设计的主要内容根据结构形式、材料、环境类别等确定。

5.4.2 环境类别和环境作用等级

根据现行的《混凝土结构耐久性设计规范》(GB/T 50476)、《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T 3310) 规范要求，按高标准确定深圳区域桥梁结构的环境类别和环境作用等级。

5.4.3 混凝土结构耐久性要求

根据《混凝土结构耐久性设计规范》(GB/T 50476)、《公路工程混凝土结构耐久性设计规范》(JTG/T 3310) 规范，按高标准确定混凝土强度等级最低要求、钢筋混凝土保护层最小厚度，推荐如下。

表 5.4.3.1 不同环境作用等级下混凝土强度等级最低要求

环境作用等级	上部结构		下部结构				附属	
	预应力主梁	钢筋混凝土主梁	盖梁	墩柱	承台和系梁	桩基	防撞护栏	人行道基座
I-B	C45	C40	C35	C35	C35	C30	C30	C30
I-C	C45	C40	C35	C35	C35	无	C30	C30
III-C	C45	C45	C45	C45	C45	C35	C35	C35
III-D	C45	C45	C45	C45	C45	无	C35	C35
III-E	C50	C50	C50	C50	无	无	C35	C35
III-F	无			C55	C55	无		

表 5.4.3.2 不同环境作用等级下钢筋净保护层厚度最小要求

构件类别	环境作用等级					
	I-B	I-C	III-C	III-D	III-E	III-F
主梁	25	30	35	40	40	无
桩基	40	无	65			无
承台和系梁	基坑底有垫层或侧面有模板	40	40	45	50	50
	基坑底无垫层或侧面无模板	40	45	65	70	75
墩柱和盖梁	30	35	45	50	50	55
附属结构	25	25	30	30	30	无
面层防裂钢筋	25	25	30	30	30	

5.4.4 钢结构耐久性要求

(1) 钢结构的防腐与涂装应采用性能可靠、附着力强、耐候性好、防腐蚀强、成熟可靠, 其保护年限在25年以上的长效涂装体系。涂装体系的选择应考虑结构所处环境、内部是否封闭、是否除湿等因素, 推荐涂装体系如表5.4.4.1所示。

表 5.4.4.1 外表面长效涂装体系 (参考)

方案	表面净化处理		无油无污、干燥
涂装方案一	喷砂除锈	表面清洁度	Sa3 级
		表面粗糙度	Rz60~100 μm
	热喷铝或锌		150 μm
	环氧封闭漆 2 道		2×25 μm
	环氧中间漆 2 道		2×60 μm
	氟碳面漆/聚硅氧烷 2 道		2×45~50 μm
	总干膜厚度 (涂层)		260~270 μm
涂装方案二	表面净化处理		无油无污、干燥
	喷砂除锈	表面清洁度	Sa2.5 级
		表面粗糙度	Rz60~100 μm
	水性冷喷锌/冷喷锌 2 道		2×40~45 μm
	冷喷锌封闭漆 2 道		2×60 μm
	氟碳面漆/聚硅氧烷 2 道		2×45~50 μm
	总干膜厚度		290~310 μm

表 5.4.4.2 非封闭环境内表面长效涂装体系 (参考)

方案	表面净化处理		无油无污、干燥
涂装方案一	喷砂除锈	表面清洁度	Sa2.5 级
		表面粗糙度	Rz30~70 μm
	环氧富锌底漆 1 道		60 μm
	环氧中间漆 2 道		2×60 μm
	耐磨环氧厚浆漆 1 道		80 μm
	总干膜厚度 (涂层)		260 μm

续表 5.4.4.2

方案	表面净化处理		无油无污、干燥
涂装方案二	喷砂除锈	表面清洁度	Sa2.5 级
		表面粗糙度	Rz30~70 μm
	水性冷喷锌/冷喷锌 2 道		2 \times 45 μm
	总干膜厚度 (涂层)		90 μm

注:冷喷锌和水性冷喷锌应满足《桥梁钢结构冷喷锌防腐技术条件》(JT/T1266) 的相关要求。

5.4.5 附属结构耐久性要求

附属结构应明确设计使用年限，并根据此年限进行耐久性设计设。

5.5 改扩建桥梁

5.5.1 基本要求

为保证新老桥结构受力和刚度基本一致，新桥上部结构尽量采用和老桥相同的布跨和结构形式。

新老桥拼接时需采取必要措施减小沉降差异，保证拼缝的耐久性。

5.5.2 新老桥拼缝处理

新老桥间的拼缝形式主要的拼接方式有柔性方案、铰接方案、刚接方案、纵向设缝方案，具体方案特点如下：

1 柔性拼接方案是主梁结构分离，拼缝处桥面层可采用高性能弹性混凝土。本方案适应范围广泛，效果较好，但当新老桥竖向刚度差异较大时不宜采用。

2 铰接方案是主梁结构铰接、桥面层连续的形式，铰接只传递剪力不传递弯矩，有效减小新老桥之间的振动差异，适用于新老桥结构形式差异较大的拼缝处。

3 刚接方案是采用新老桥主梁结构刚性连接的方式，新老桥整体性较好，但运用范围较窄，适用于结构形式和跨径完全相同的新老桥拼缝处。

4 纵向设缝方案是采用全分离形式，在新老桥间设置纵向伸缩缝，施工和后期运营阶段对老桥影响都较小，但不适应于设计车速较高的桥梁拼缝处，存在安全隐患。

5 新老桥下部结构之间采用刚性连接，拼接处受力较大，易开裂。

5.6 附属结构

5.6.2 桥梁伸缩装置的设置应充分考虑防水、止水措施，加强防水锈和污渍的专项设计。

具体作法参考见：

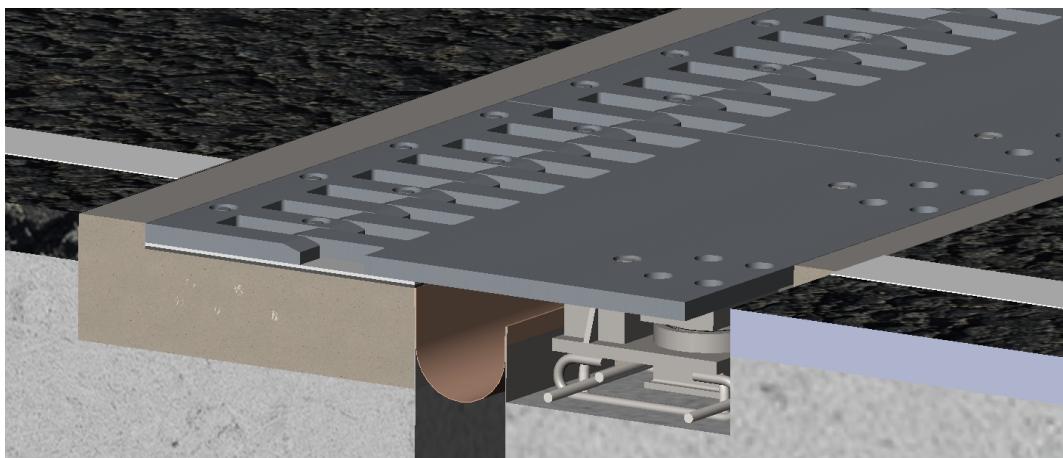


图 5.6.2.1 伸缩缝效果图（一）

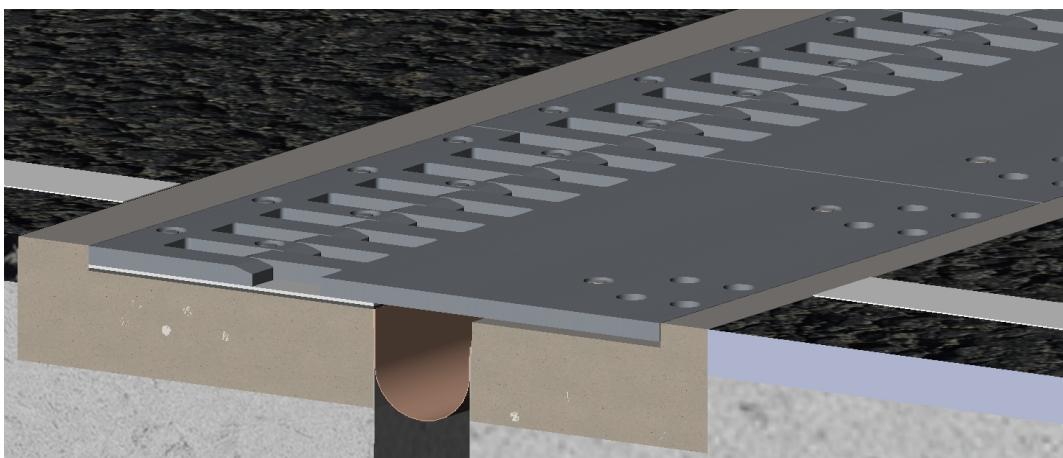
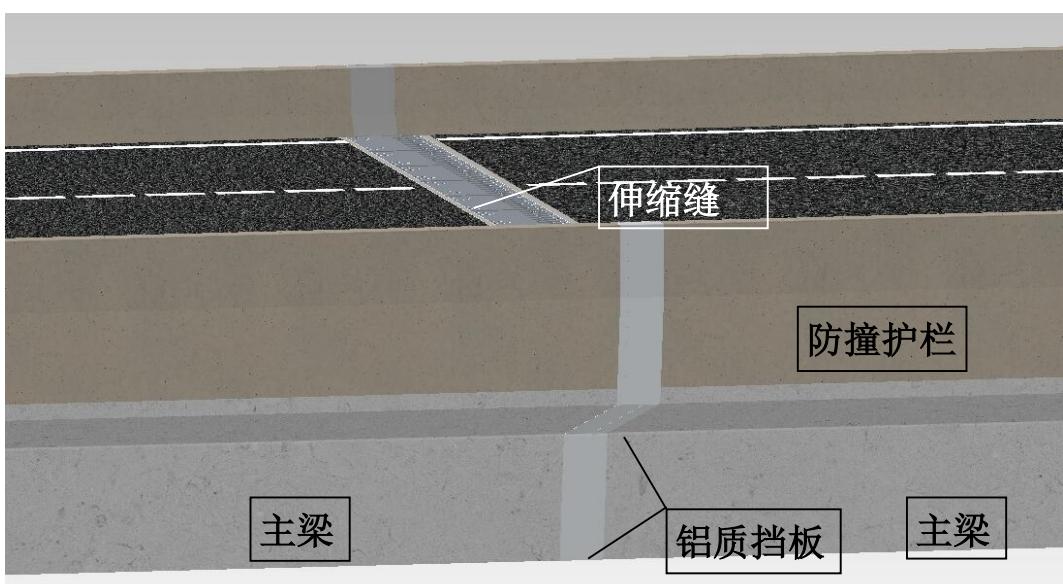


图 5.6.2.2 伸缩缝效果图（二）



注：在梁体伸缩缝的侧面及底面设置铝质挡板

图 5.6.2.3 伸缩缝挡板示意图

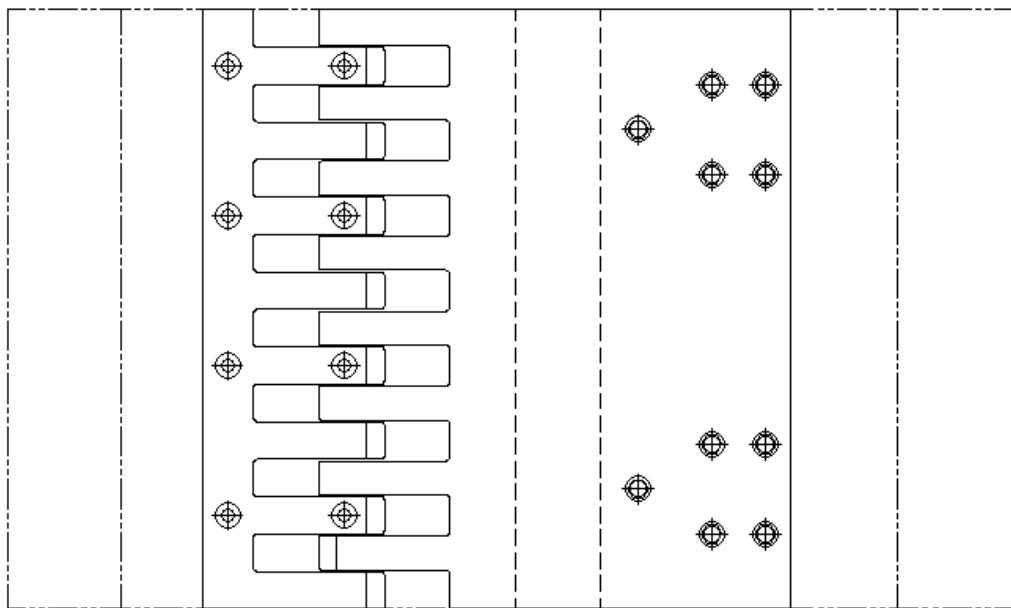


图 5.6.2.4 伸缩缝平面示意图

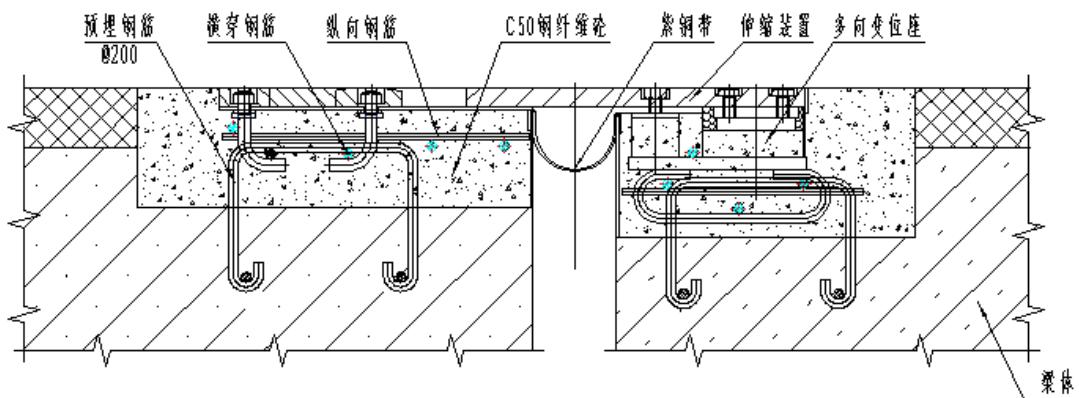


图 5.6.2.5 伸缩缝立面示意图

5.6.4 防撞隔离措施, 根据具体情况可采用不同的类型。

1 多级复合材料消能防撞装置。由多种性能优良的材料构成, 主要由缓冲结构、主要消能结构、承台和其他构件组成, 实际结构形式可以根据实际桥墩类型和防撞要求变化。其特点如下:

- 1) 结合多种材料, 充分利用不同材料的特点, 具备良好缓冲效果, 耐撞性指标高。
- 2) 具有改变车向、卸载作用, 对桥梁和汽车均有较好的保护作用。
- 3) 新型吸能板架结构受力变形均匀, 减小局部破坏。
- 4) 纤维增强复合材料重量轻, 强度高, 吸能效果好, 耐撞性指标高。
- 5) 高分子缓冲吸能材料填充于结构空隙中, 其重量轻, 刚度小, 弹性大, 变形恢复能力强, 具有良好的缓冲吸能效果, 阻尼特性好, 有利于减少碰撞冲击振动, 消耗撞击能量。
- 6) 工艺性优良, 防腐性能好, 成本低, 易于生产、安装。

多级复合材料消能防撞装置示意见图 3.6.4.1, 防撞装置中新材料的厚度不小于 30cm, 高度不小于 120cm。

多级复合材料消能防撞装置示意图:

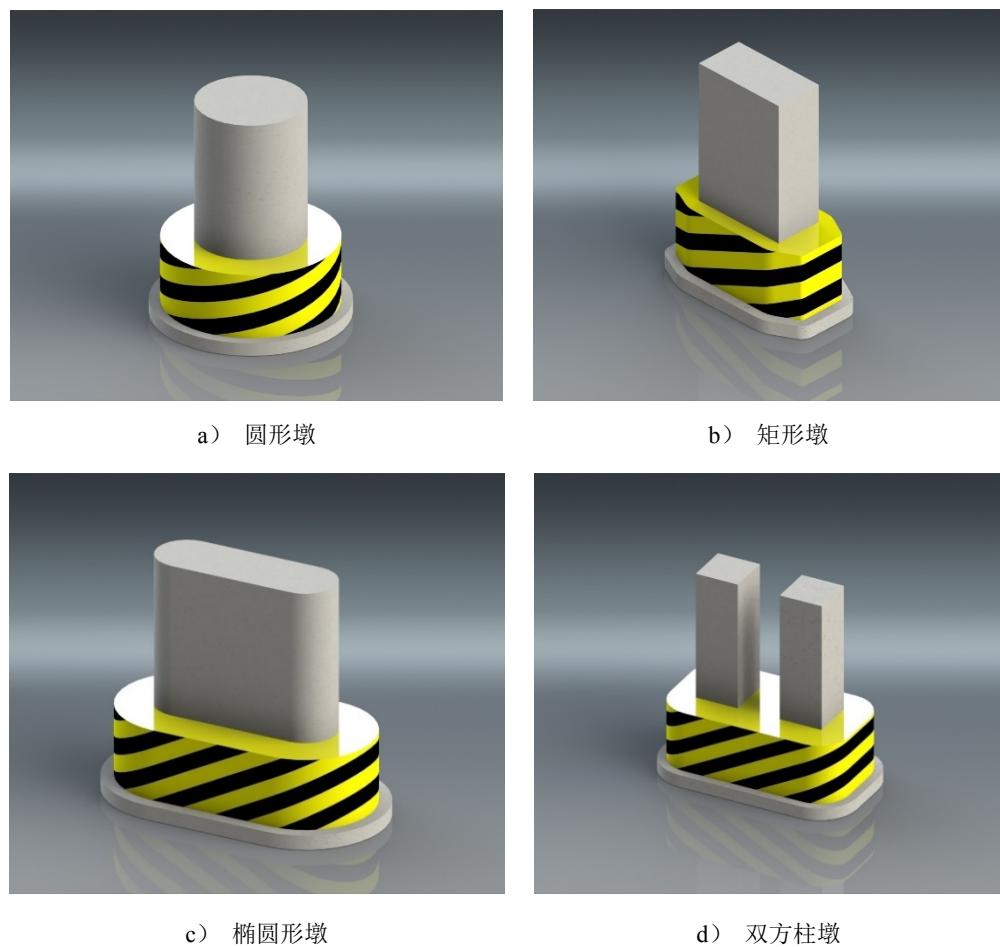


图 5.6.4.1 多级复合材料消能防撞装置示意图

2 新型桥墩防撞装置示意图:



图5.6.4.2 新型桥墩防撞装置示意图

8 桥梁立体绿化

8.1 一般规定

8.1.1 桥梁立体绿化实例示意图:



图8.1.1 桥梁立体绿化实例示意图

8.1.2 所谓桥梁立体绿化的结构一体性设计，是指桥梁新（改）建园林工程必须与桥梁工程同时设计，同时施工，同时投入生产和使用。

同时设计，要求在编制建设项目的工作文件时，必须同时编制桥梁立体绿化的结构一体性设计文件，不得不编制或者延迟编制。

8.2 新建桥梁绿化设计

8.2.2 梁体两侧种植槽外形应依据桥梁景观统筹设计，可连续，也可间断布设。间断布设的种植槽间的间距应考虑植物品种、大小及要求间隔距离而定。具体示意如下：



图8.2.2.1 桥梁两侧绿化示意图（一）



图8.2.2.2 桥梁两侧绿化示意图（二）

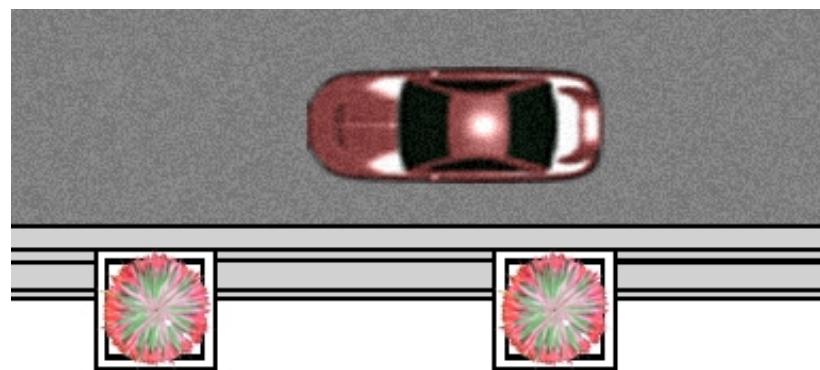


图8.2.2.3 桥梁两侧绿化示意图（三）

8.4 种植槽设计

8.4.2 U型种植槽与防撞护栏进行一体化设计，实现了桥梁绿化的功能，同时满足了道路桥梁安全、防撞的功能。轻质土的分层设计，满足桥梁安全荷载的要求，同时实现了绿化自动浇灌的工作。

U型种植槽类型及构造参照下图：

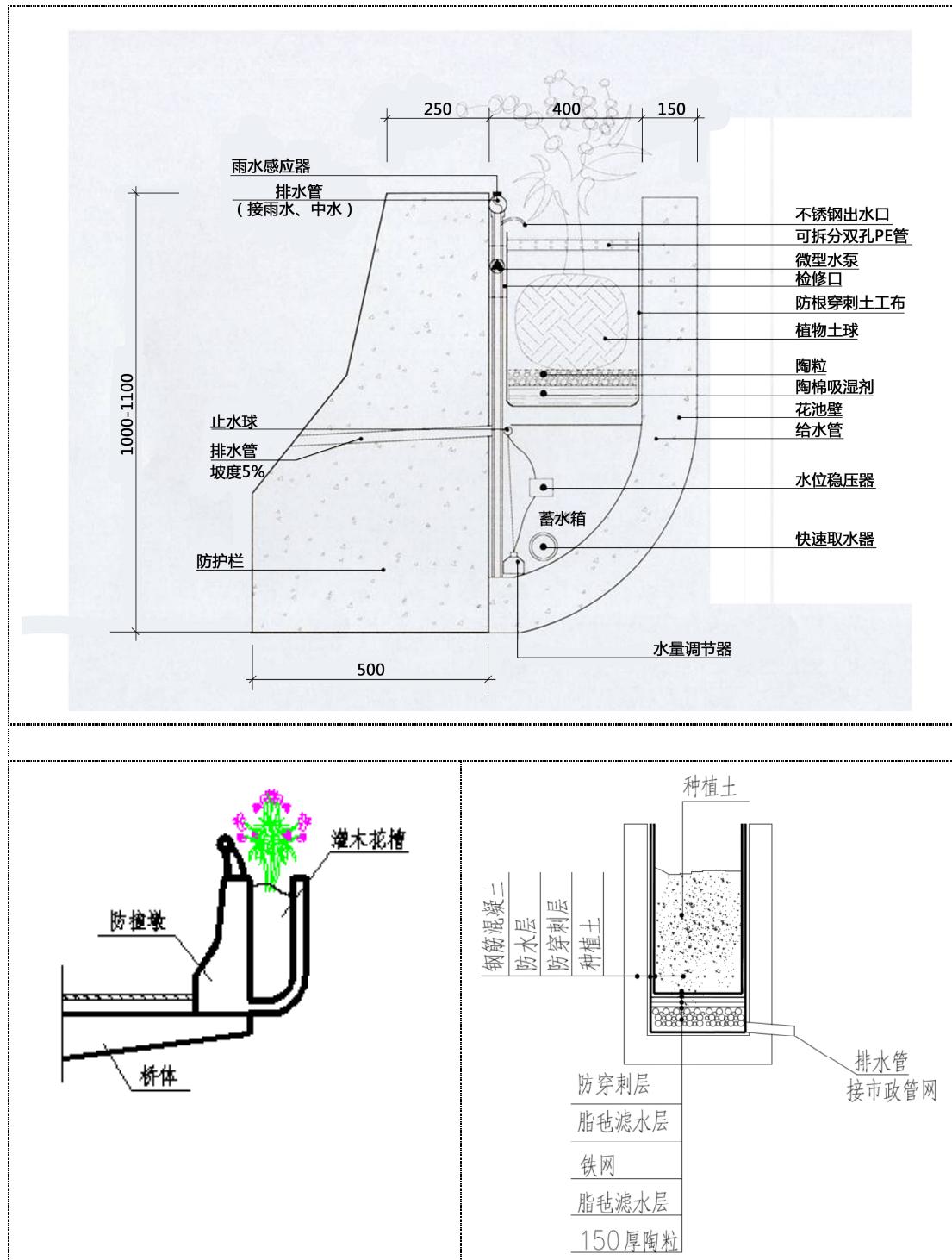


图 8.4.2 种植槽构造示意图