

DB 44

广东省地方标准

DB44/T XX—XXXX

立体复合通道总体设计指南

General design guide for grade-separated composite corridors

(送审稿)

在提交反馈意见时，请将您知道的相关专利连同支持性文件一并附上

2026-XX-XX 发布

2026-XX-XX 实施

广东省市场监管局 发布

目次

前言 III

引言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 2

3 术语和定义 3

4 总则 4

5 总体设计 5

 5.1 一般规定 5

 5.2 交通组织 6

 5.3 设计标准 7

 5.4 叠层形式 7

 5.5 建设规模和技术方案 8

6 路线 10

 6.1 一般规定 10

 6.2 交通量分析 10

 6.3 平面 11

 6.4 纵断面 11

 6.5 横断面 12

 6.6 设计检验与安全评价 13

7 路线交叉 14

 7.1 一般规定 14

 7.2 单接式互通立交 14

 7.3 双接式互通立交 15

 7.4 转换道 15

 7.5 地面层道路交叉 17

8 桥梁 18

 8.1 一般规定 18

 8.2 上部结构 18

 8.3 下部结构 19

 8.4 双层钢桁梁桥 21

 8.5 桥梁建养一体设计 22

9 隧道 23

9.1	一般规定	23
9.2	桥梁与隧道叠合设计	23
9.3	路基与隧道叠合设计	24
9.4	隧道围护设计	24
9.5	隧道主体设计	25
10	交通工程	27
10.1	一般规定	27
10.2	交通安全设施	27
10.3	管理设施	29
11	排水工程	31
11.1	一般规定	31
11.2	路基路面排水	31
11.3	桥梁排水	32
11.4	隧道排水	33
12	环保景观	34
12.1	一般规定	34
12.2	环境保护设计	34
12.3	绿化景观设计	34
12.4	结构物景观设计	35
13	防灾减灾设计	36
13.1	一般规定	36
13.2	防火	36
13.3	防风	36
13.4	防震	36
13.5	防撞	37
14	管线综合和预留预埋设计	38
14.1	一般规定	38
14.2	管线综合	38
14.3	预留预埋设计	38

前 言

本文件按照GB/T 20001.7-2017《标准编写规则 第7部分：指南标准》和GB/T 1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

请注意本文件的某些内容可能涉及专利。本文件的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本文件由广东省交通运输厅提出并组织实施。

本文件由广东省交通运输标准化技术委员会公路工程分技术委员会（GD/TC 133/SC 1）归口。

本文件起草单位：广东省公路建设有限公司、中交第二公路勘察设计院有限公司、中交公路规划设计院有限公司。

本文件主要起草人：XXX

引 言

随着我国经济快速发展，近年来粤港澳大湾区对交通通道的需求快速增长，土地资源日趋紧张。为集约节约利用国土空间资源，公路工程设计采用高速公路与高速公路或其它道路上下层叠合方式形成的立体复合通道类项目越来越多。但我国现行公路工程和城市道路工程勘察设计标准，只对常规的单层公路和城市道路的设计作出了具体规定，若将其直接应用于两层及以上的公路立体复合通道设计，指导作用存在较大局限。

为保证公路立体复合通道工程建设的科学性、合理性、安全性，在我国现行公路工程和城市道路工程标准体系基础上，通过调研、总结近年来广东省典型的公路立体复合通道勘察设计经验，充分考虑多层立体复合通道上下层复合后的特殊性，针对公路立体复合通道上下层的功能定位、空间布局、交通量研究、防灾减灾和应急救援设计、横断面组成、上下层平纵面设计、上下层转换道及与互通群耦合方案论证、桥梁结构设计、复合通道交通安全设施设计、交通安全评价及各专业之间的衔接等方面，吸收《广东省高速公路标准化设计规范》成果，编制形成本指南，用于指导国内特别是广东地区的公路立体复合通道项目勘察设计，填补公路立体复合通道设计领域标准的空白，促进行业技术标准体系的完善。

立体复合通道总体设计指南

1 范围

- 1.1.1 本文件提供了公路立体复合通道设计指导，为提升项目建设质量与运营效率，指导同类项目规范化设计，制定本指南。
- 1.1.2 本文件适用于高速公路与高速公路或其他道路叠层通行的立体复合通道设计。
- 1.1.3 公路立体复合通道设计除应符合本指南的规定外，尚应符合国家和行业现行有关强制性标准的规定。

2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中，注日期的引用文件，仅该日期对应的版本适用于本文件；不注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本文件。

GB 50014 室外排水设计标准

GB 50017 钢结构设计标准

GB 50268 给水排水管道工程施工及验收规范

GB/T 50363 节水灌溉工程技术标准

GB 50688 城市道路交通设施设计规范

GB 5768.2 道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志标线

CJJ 11 城市桥梁设计规范

CJJ 193 城市道路路线设计规范

CJJ 221 城市地下道路工程设计规范

CJJ 37 城市道路工程设计规范

JTG 2112 城镇化地区公路工程技术标准

JTG/T 2231-01 公路桥梁抗震设计规范

JTG/T 3360-01 公路桥梁抗风设计规范

JTG 3370.1 公路隧道设计规范 第一册 土建工程

JTG B01 公路工程技术标准

JTG B02 公路工程抗震规范

JTG B04 公路环境保护设计规范

JTG D20 公路路线设计规范

JTG/T D21 公路立体交叉设计细则

JTG D30 公路路基设计规范

JTG/T D33 公路排水设计规范

JTG D60 公路桥涵设计通用规范

JTG D64 公路钢结构桥梁设计规范

JTG/T D70 公路隧道设计细则

JTG D81 公路交通安全设施设计规范

JTG D82 公路交通标志和标线设置规范

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

公路立体复合通道 highway grade-separated composite corridors

高速公路与高速公路或其他道路共用走廊，以竖向上下叠层布局形式，分层提供不同交通服务功能，实现交通流分离、高效转换与协同运转的新建综合交通服务通道。

3.2

单接式互通立交 single-connected interchange

被交路仅与公路立体复合通道的上层或下层的其中一层设置交通转换匝道的互通式立体交叉。

3.3

双接式互通立交 dual-connected interchange

被交路与公路立体复合通道的上、下层均设置部分方向或全方向交通转换匝道的互通式立体交叉。

3.2

转换道 transformation roadway

为连接公路立体复合通道上下层、最大化利用通道资源，提高上下层间通行效率和应急救援处置效能等，设置的服务于上下层道路交通流高效转换的专用匝道。

3.3

“一”字型匝道 straight-type ramp

平面线形采用大半径或直线的直连匝道。

3.4

顺坡匝道 downslope-aligned ramp

与上层主线纵坡方向一致的直连匝道。

3.5

反坡匝道 upslope-aligned ramp

与上层主线纵坡方向相反的直连匝道。

3.6

互通群 interchange group

干线路网存在三个及以上小间距互通组合。

4 总则

4.1.1 遵循“便捷顺畅、安全高效、绿色集约、智慧协同”的原则，贯彻全生命周期、一体化协同设计理念，构建上下层功能匹配、设施协同，兼顾近期需求与远期拓展空间的公路立体复合通道工程。

4.1.2 优先利用既有道路走廊，最大化节约土地资源，减少空间占用，在综合考虑交通组织规划、空间资源、生态红线、水源保护区、不良地质区和各相关专业的的基础上，进行总体设计。

4.1.3 路线设计需符合公路立体复合通道功能分层定位，上下层路线走向保持基本平行，平纵线形设计需匹配各层设计速度与交通功能，注重行车安全、舒适及工程经济性，同时满足结构、互通、配套设施整体布局需求，优先采用集约占地的路线方案。

4.1.4 互通立交布局需符合上下层功能定位，优先保障跨区长距离车流快速通行，兼顾城市集散车流灵活衔接，结合共用走廊集约要求，密集交通节点融入双层互通群+微循环设计理念，增设应急转换匝道，提升路网通行韧性，以满足公路立体复合通道交通需求。

4.1.5 双层桥梁优先选用预制拼装技术，跨江跨海段采用钢桁梁为主的大跨径结构，陆地段采用预制节段梁，墩柱需兼顾上下层整体与分层受力，保障结构协同稳定。

4.1.6 交通工程设施需上下层独立布设，护栏、标志标线分级适配，同步配套车道级监控、气象监测及智慧管控系统，接入广东省智慧高速管控平台。

4.1.7 鼓励采用新理论、新技术、新材料、新工艺，推广BIM全周期应用、智能勘察、模拟驾驶安全评价等创新技术，推行智能建造技术。

4.1.8 统筹协调路网衔接、城镇规划、管线布局、航道通航、生态环保等要求，降低工程实施难度与环境影响。

4.1.9 在设计阶段需进行公路项目交通安全性评价，开展防灾减灾、建筑景观、智慧交通等专项设计。

5 总体设计

5.1 一般规定

5.1.1 公路立体复合通道遵循“功能分层、主次分离、转换灵活、安全协同、集约高效”的原则，开展总体设计。

5.1.2 公路立体复合通道需结合路网规划、交通需求预测及项目特点论证确定各层功能、技术标准、建设规模与建设方案、交通管控与应急救援。

5.1.3 需根据国家 and 地区路网结构与规划，地区特点、交通特性和建设目标等综合分析通道在路网中的地位和作用，论证确定公路立体复合通道的功能。

5.1.4 公路立体复合通道功能定位需明确：

a) 各层道路需明确主次功能定位，使各层道路相互协调，互为补充，充分发挥各层功能和通道整体功能；

b) 上层以承载交通走廊主流向及长距离过境交通为主，下层以承担短距离区域集散与城市交通为主，设计优先保障上层需求，下层原则上服从上层布局。

5.1.5 根据各层道路功能定位，结合交通量、地形条件及空间资源等因素，合理选用各层技术等级及主要技术指标。

5.1.6 总体设计需结合通道功能、各层道路技术标准、交通组成、既有道路现状及国土空间规划，合理论证选择通道走向、走廊带。

5.1.7 路线走向及主要控制点的选定需考虑以下内容：

a) 路线起终点，需连接的城镇、重要园区、厂矿企业、综合交通枢纽，以及指定的特大桥、特长隧道等的位置，是路线基本走向的重要控制点；

b) 特大桥、大桥、特长隧道、长隧道、互通式立体交叉、铁路交叉等的位置，应作为路线走向控制点，原则上服从路线基本走向；

c) 中、小桥，涵洞，短隧道及一般构造物的位置需服从路线走向。

5.1.8 总体设计应统筹协调路线、路基、桥涵、隧道、路线交叉、交通工程等各专业内、外部关系，明确相关设计界面和接口，合理划分专业模块，构建完整的复合型系统，符合安全便捷、集约高效、智能环保、可持续发展的总体目标。

5.1.9 综合考虑国家和地区路网规划、交通特性以及建设环境，结合总体设计原则和总体方案，合理论证确定公路立体复合通道断面形式、交通组织方式、同向各层的转换方式。

5.1.10 路线选线需在路线走向及主要控制点的基础上，对地形地貌、地质水文、气候气象、环境敏感区等进行调查，开展比选论证；当路线方案起终点有多个可行方案时，结合不同立体布局形式对各设计方案进行综合比选。

5.1.11 需统筹协调与农田水利建设、矿产资源开发及城市发展等规划的衔接，充分利用建设用地，严格保护耕地，保护文物、水源地和自然保护区、生态环境，并按照有关要求专项评价、设计。

5.1.12 在路线所经区域、走廊带内，深入调查沿线的工程地质和水文地质，查明对公路工程的影响程度；针对不良地质，需结合其对路线的影响程度，对绕、避、穿等方案进行比选论证。

5.1.13 调查沿线各类敏感点、易燃、易爆等危险源及污染源、矿产资源和征地拆迁控制点，研究其对路线方案的影响，合理选择线位。

5.1.14 综合协调桥梁、隧道等构造物与互通式立体交叉、服务区的位置和高程等关系，结合立体复合通道层间交通流转换、应急疏散等需求，合理设置转换道。

5.1.15 综合考虑与相关公路、铁路、输电线路、油气管道等的平行或交叉关系，合理利用走廊带资源，节约占地，与地下管线交叉时，应采用涵式构造物通过，并与墩台保持安全距离。

5.1.16 转换道设置方案需在交通量预测的基础上，结合交通需求、应急转换、邻近互通布设、控制因素、实施条件、收费敏感性、经济性等多方面因素，对各种可能的组合方案进行多方案综合比选后确定。

5.1.17 需结合立体复合通道断面形式、交通组织方式及安全设施设置要求，同步推进安全设施的设计、施工和使用。

5.2 交通组织

5.2.1 公路立体复合通道交通组织方式可分为主次分离、客货分离、长短途分离、混行式等。

条文说明

本条文提出了公路立体复合通道的主要交通组织方式：

- a) 主次分离：干线交通车辆和集散交通车辆分层行驶；
- b) 客货分离：客运交通车辆和货运交通车辆分层行驶；
- c) 长短途分离：长途与短途交通分层行驶；
- d) 混行式：车辆行驶不受路层限制。

5.2.2 公路立体复合通道设计应根据公路功能、路网规划、预测交通量及组成，结合沿线区域交通需求，综合分析论证确定交通组织方式，并符合下列规定：

- a) 公路立体复合通道兼具干线交通直达与城市交通集散功能，且干线交通车辆与集散交通车辆占比相当时，交通组织宜采用主次分离；
- b) 公路立体复合通道客车与货车的交通组成占比相当时，交通组织宜采用客货分离；
- c) 公路立体复合通道需为沿线区域的中长途车辆提供畅通直达的服务，且兼具短途车辆行驶时，交通组织宜采用长短途车辆分离；
- d) 公路立体复合通道主要承担干线交通，且交通组成以客车或货车为主时，交通组织可采用混行式，但应在各层进行分车型分车道管理。

条文说明

对于公路立体复合通道而言，合理的交通组织方式可有效提高通道运行速度与通行能力，减少行程时间、交通事故及燃油消耗等。立体复合通道普遍存在交通量大、车道数多、交通冲突点密集且分散于不同竖向空间、交通环境复杂等显著特征，同时上下层车流功能定位不同（如上层以干线快速通行为主、下层以集散衔接为主），跨层转换需求多样且转换节点易形成通行瓶颈，叠加沿线区域交通需求、交通发生与吸引强度、各区段流量及交通组成、长短途出行特征等存在明显差异，因此本条文提出对立体复合通道的总体交通组织方式开展综合分析论证。这一要求的核心目标是通过科学适配的交通组织设计，提升项目总体交通运行安全与通行效率，并为后续设计速度、技术标准的选取及总体方案设计奠定基础。

5.3 设计标准

5.3.1 公路立体复合通道需根据各层道路功能定位、交通特性、建设条件，结合交通组织方式及其与沿线路网衔接，综合论证确定各层设计速度。

5.3.2 采用“上层跨区高速、下层短途集散”立体分层模式，实现交通分流，上层高速公路主线可按 100km/h 设计、预留 120km/h 条件，下层城市快速路或一级公路可按 60~80km/h 设计。

5.3.3 公路立体复合通道各层可采用不同的设计速度，各层的设计速度选用符合下列规定：

- a) 承担干线交通的路幅设计速度不应小于 80km/h；承担集散交通的路幅设计速度不应大于 80km/h，受建设条件限制的局部特殊困难路段，经综合论证，设计速度可采用 60km/h；
- b) 交通组织为客货分离时，承担客运交通的路幅设计速度不宜小于 100km/h；承担货运交通的路幅设计速度不应大于 100km/h；
- c) 交通组织为长短途车辆分离时，承担中长途交通的路幅设计速度不宜小于 100km/h；承担混行交通的路幅设计速度不宜大于 100km/h。

5.3.4 应根据通道功能、设计交通量，确定各层道路的车道数，车道数增加时应按双数增加，单向同层的车道数不应少于 2 车道。

5.3.5 应根据各层设计速度、设计交通量、沿线环境和横断面各组成部分的功能，综合确定立体复合通道各层道路横断面组成及宽度。

5.3.6 应根据各层的设计速度、交通组成、沿线地形、地质、建设环境、国土空间规划等因素，合理确定各层道路及转换道设置等主要技术指标。

5.4 叠层形式

5.4.1 公路立体复合通道需根据各层道路等级、技术指标、建设条件、控制性工程、交通需求、道路现状及路网规划，可采用“桥梁+路基”“桥梁+桥梁”“桥梁+隧道”“路基+隧道”等方案布局形式进行比选论证。常见断面形式见图 1。

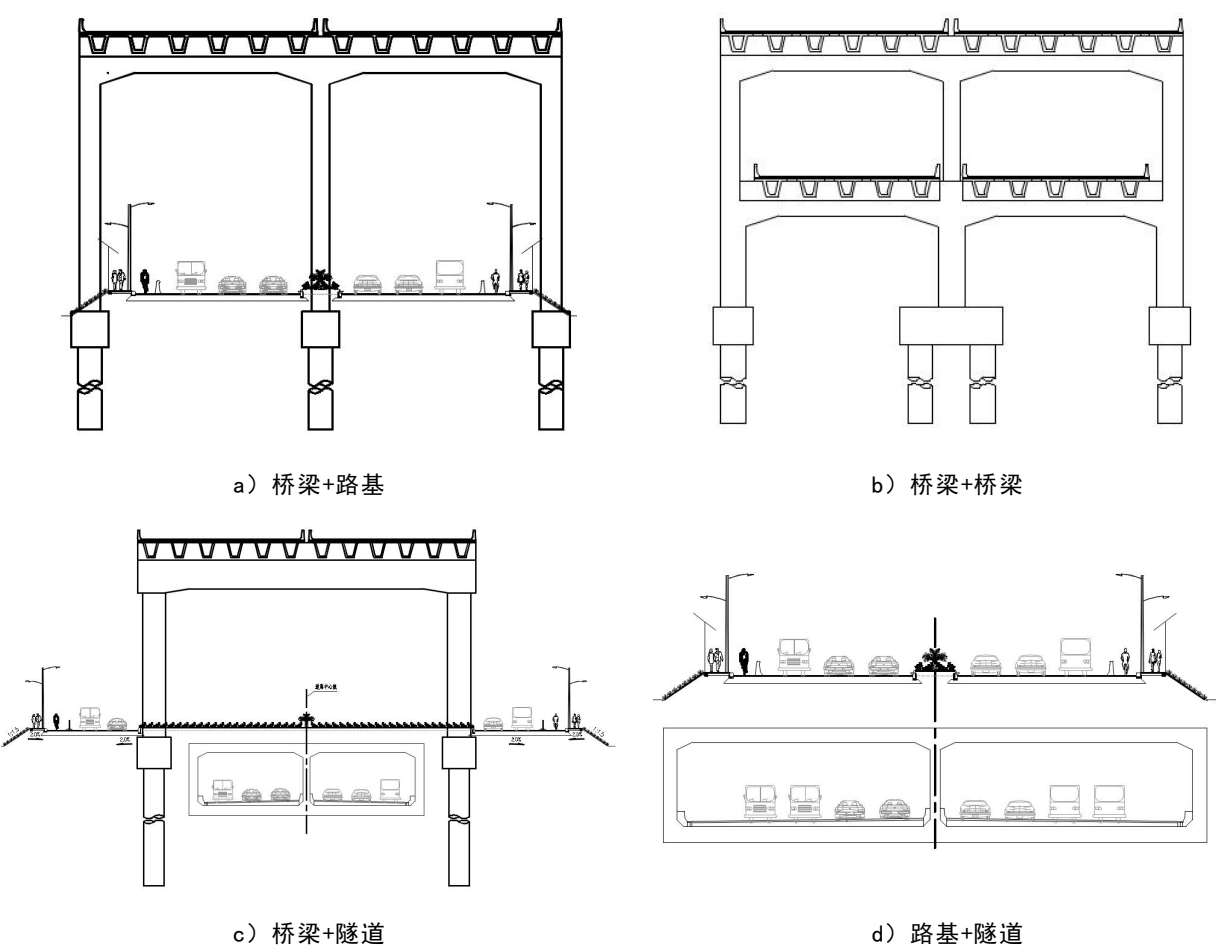


图 1 立体复合通道常见断面形式

5.4.2 上层采用高架桥形式时，下层布局形式需综合考虑交叉道路功能需求、填土高度、交叉河流、铁路、轨道交通和建设条件等因素来确定。

5.4.3 需结合控制因素，对可行的立体布局方案的可实施性、环境适应性、征拆规模及经济性等方面进行综合比选，确定设计方案。当采用不同的设计速度、技术指标或设计方案对运营安全、工程造价、自然环境、社会经济效益等有明显影响时，应进行同等深度的技术经济论证。

5.5 建设规模和技术方案

5.5.1 应根据公路立体复合通道功能和公路网规划，综合考虑通道走廊带范围的路网、铁路、轨道、水路、航空、管道等综合交通运输体系的布局与规划，沿线市县乡镇的现状与发展规划，生态环保、自然资源开发利用状况等，研究确定路线起终点、主要控制点、路线长度、各层道路布置、交叉数量、转换道数量、管理与服务设施配置等，确定建设规模。

5.5.2 复合通道与邻近铁路、轨道、管线、航道等相互布置关系，应在充分调查掌握相关设施的走向、位置的基础上根据相关标准要求合理确定，条件受限时可在安全论证基础上进行综合布置。

5.5.3 应根据各层的功能定位、交通需求、交叉路网结构、交通组织，论证互通式立体交叉设置原则、设置位置和交叉方式，并符合下列规定：

- a) 承担干线、客运或中长途交通的路层，应充分结合路网条件，交通需求，减少连接数量、加大互通间距，提高通行效率和安全性；
- b) 承担集散、货运或短途交通的路层以满足周边区域交通需求为主，互通立交间距可适当减小。

5.5.4 公路立体复合通道应根据路网布局、复合式断面节点连接、断面交通量、交通组成以及应急救援等，论证上下层之间的转换位置、转换数量和连接方式。

5.5.5 交通工程及沿线设施应与主体工程同步设计，并应根据各层的功能、设计速度、交通组织方式及安全与运营管理等，论证交通安全设施、收费站场、服务区、停车区等管理和服务设施的位置、形式、间距和配置规模。

6 路线

6.1 一般规定

6.1.1 公路立体复合通道设计应遵循“安全便捷、集约高效、智慧协同、绿色经济”的原则，根据项目功能、使用任务及其在路网规划中的作用，综合考虑技术等级和建设条件等因素，合理论证并确定路线走廊带。

6.1.2 在所选定走廊带及主要控制点的基础上，考虑对多个可行的路线方案进行比选，确定设计方案。

6.1.3 建议根据沿线环境保护、土地规划、文物保护、地表及地下建（构）筑物等，充分比选各类立体复合断面形式的可行性、安全性和经济性等，灵活选用上下层道路的空间布局组合。

6.1.4 综合考虑城镇规划、地形地物、不良地质、水文地质、环境景观、文物保护及航道、水利、轨道等相关因素，兼顾桥梁、隧道等特殊节点结构的实施可行性，合理选用几何技术指标；总体线形宜满足顺适、均衡且协调一致的要求。

6.1.5 公路立体复合通道空间线形布设需考虑视线遮挡、立体层构造物光影影响，宜采用三维透视图、BIM 三维模型进行视距检验。

6.2 交通量分析

6.2.1 公路立体复合通道交通量预测年限应符合 JTG B01 和 CJJ 193 的规定，重要的立体复合通道交通量预测年限宜在满足上述标准基础上适当提高。

条文说明

重要公路立体复合通道一般指跨越江、河、湖、海等天险阻隔的立体复合通道项目。

6.2.2 公路立体复合通道交通量预测需基于交通大数据资源构建公路模型+城市交通模型的多层次一体化交通模型体系，重点进行城市交通分析。

条文说明

公路模型+城市交通模型的多层次一体化交通模型构建阶段，依托丰富、详实的交通大数据构建一体化模型体系，通过模型测试、分析与评估，研判不同方案/场景下的交通需求变化；路网分析需衔接国土空间总体规划，梳理城市道路现状及规划情况；竞争性通道分析需涵盖城际铁路、城市轨道交通、国省道、平行高速公路、快速路及主次干路等相关通道。

6.2.3 公路立体复合通道交通量预测应强化项目功能定位及上下层道路功能定位与交通量预测的联系。

条文说明

公路立体复合通道的功能定位决定了项目在路网中的地位和作用、交通量的占比和合理性；根据长途过境、对外交通、城市短途出行比例，可确定远期本项目交通量的主要组成；同时，上下层功能定位是判断分层交通量预测是否合理的关键。

6.2.4 公路立体复合通道交通量分析与总体方案设计需要多次迭代反馈、相互印证，其结果可作为总体方案制定的重要依据。

条文说明

不同于常规道路，公路立体复合通道交通量预测应考虑与总体设计方案耦合的影响。根据预测交通量对总体设计方案进行优化，对优化后的总体设计方案再次进行交通量预测，多次迭代后得出最优总体方案。

6.2.5 公路立体复合通道交通量预测需加强重要交叉节点总体设计方案与交通量预测之间的迭代分析。

条文说明

公路立体复合通道衔接道路较多（含相关高速、国省干线及城市道路），敏感性控制因素多、衔接方式多样；被交路交叉口形式、主交通流方向、上下转换车道、转向匝道数量及服务水平是设计需关注的核心内容；立体复合通道的互通形式复杂，涵盖上层衔接、下层衔接、上下层转换道衔接等模式及全互通、半互通、不完全互通等设计方案，且转向交通量大、预测精度要求高，需要通过互通转向交通量与设计方案多次印证实现相互支撑。

6.2.6 公路立体复合通道交通量预测宜重点分析转换道对不同层道路交通量分布的影响。

条文说明

转换道交通来源以费用敏感型车流为主，区域中长距离出行联系车流为辅。应结合不同转换道设置方案及上下层收费模式，开展交通量影响评估。

6.3 平面

6.3.1 公路立体复合通道的平面设计应处理好直线与圆曲线的衔接，合理设置回旋线、超高等。

6.3.2 线形设计需考虑上下层车辆行驶舒适，视觉良好。

6.3.3 上下层道路平面线形宜保持一致；当受征拆、地形等条件影响时，局部路段可以采用不同的平面线形。

6.3.4 公路立体复合通道上下层道路均宜采用整体式路基形式，当局部建设条件受限时，上下层可灵活采用分离式路基形式。

6.4 纵断面

6.4.1 纵面设计应综合考虑道路等级、控制因素等明确上下层纵面设计原则。

6.4.2 纵面设计一般遵循先下层后上层的原则。根据相关技术标准、控制因素等拟定下层纵面，合理控制上下层高差，进而确定上层纵面。

条文说明

拟定下层纵面后，从满足功能出发，综合考虑结构物型式、行车净空、标志标牌设置、施工空间、邻避建筑、桥下景观等因素，合理确定上下层高差，上下层纵面需要相互反馈，进而优化调整。

6.4.3 公路立体复合通道一般路段下层净空不宜小于 8m。

条文说明

层间净空一般最小按 8m 控制，能改善视觉效果，同时可以满足标志标牌设置和常规桥梁结构架梁施工需求。

6.4.4 下层纵面设计以满足技术标准、合理控制工程规模为原则；上层纵面设计注重平纵组合，尽量降低互通匝道衔接处高程，满足互通立交范围超宽车道排水需求。

条文说明

下层纵面的拟定需综合考虑路基最小填土高度、通航、防洪、现状及规划道路、沿线地块标高等控制因素。

6.4.5 采用不同设计标准的上下层纵面可采用不同的曲线要素，但对于特殊桥梁路段（如双层钢桁梁），为方便桥梁结构的实施建造，上下层纵面宜采用相同的曲线要素。

6.4.6 设计标高宜采用中央分隔带的外侧边缘高程，上下层宜采用相同原则。

6.5 横断面

6.5.1 公路立体复合通道横断面组成应根据项目交通功能、设计交通量、建设条件等因素分层综合确定。

条文说明

横断面的确定是立体复合通道总体设计的重要内容，方案的制定受建设条件、远期规划、地方习惯、工程造价以及桥梁结构影响。在满足功能和设计规范要求的前提下，兼顾规范性和灵活性。

6.5.2 公路立体复合通道应根据城镇规划、交通特性及地形地物等，结合上层道路桥梁结构选型，遵循最大程度利用桥下空间，方便道路后期扩建的原则确定：

- a) 路基标准横断面组成和对应宽度应结合远期交通量灵活选取，断面过渡区宜设置于交叉口或互道路段；
- b) 下层道路中央分隔带及侧分带宽度宜适用上层桥梁桥墩布置，并保持一定连续性，不宜频繁变化；
- c) 路基标准横断面组成和对应宽度宜结合地方交通习惯和用地限制综合比选；
- d) 非机动车道和人行道布置宜结合地方习惯进行布置，局部受限路段可结合实际情况进行灵活调整；
- e) 当受征拆、地形、视距等条件影响时，局部路段可结合桥梁结构方案对中分带宽度进行灵活调整；
- f) 在条件容许情况下，下层道路断面的确定建议确保下层道路红线位于上层道路红线范围内，以节约土地资源。

6.5.3 隧道横断面布置应综合考虑机动车道、非机动车道、人行道和隔离设施等因素，采用主辅分离的节点需考虑优先将人行道和非机动车道设置于辅道。

6.5.4 隧道横断面机动车道宽度、管沟宽度等应结合周边辅道、上层桥墩及其他控制因素确定，空间受限路段经论证后可适当采用较小宽度。

6.5.5 下层隧道路段中分带不宜设置桥墩，隧道外需尽快调整中央分隔带宽度，满足上层桥梁落墩需求。

6.5.6 横断面布置需考虑叠层设计的需求，路基横断面宜与桥梁、隧道横断面等衔接过渡一致。

6.6 设计检验与安全评价

6.6.1 公路立体复合通道设计建议根据不同层道路的设计车型，分别对上下层的几何技术指标、线形组合设计以及不同技术标准路段之间的衔接设计进行分析检验。

6.6.2 公路立体复合通道需分别对不同层道路进行安全性评价，结合空间布局关系，对复合通道交通安全影响进行综合分析，提出优化路线设计方案、安全防护等级、交通安全设施和交通管控措施建议。

6.6.3 除常规的安全评价外，宜采用 BIM+模拟驾驶手段进行补充安全性评价，准确直观评估立体复合道路安全性。

条文说明

我国高等级复合通道的应用尚不成熟，仍处于探索阶段，且缺乏成套技术经验；加之复合通道面临大量多样化的通行需求，交通组织模式复杂，工程建设难度极高。因此有必要在设计阶段，于传统安全性评价方法的基础上开展深化评估。

具体而言，可依托 BIM 技术的信息化优势辅助建设方案的生成与优化，同步开展模拟驾驶实验，基于采集的驾驶人行为特征数据，对主线路段、互通立交及连接段的道路安全性开展客观量化评价。该方式既能还原真实的驾驶场景，获取驾驶员-车辆-环境协同作用下的多维实验数据，提炼传统设计难以量化的关键指标，又能为复杂道路设计的优化完善提供科学依据，从而实现对立体复合通道安全性的精准研判，对提升工程建设质量具有重要指导意义。

7 路线交叉

7.1 一般规定

7.1.1 公路立体复合通道按照“功能分层、主次分离、转换灵活、安全协同、集约高效”的原则，上层一般与高速公路、快速路连接，承担长距离、过境及对外交通；通道下层与城市主干道、次干道连接，承担城市内部集散、短距离交通；两层之间设置转换道，完善路网功能和立交功能，充分发挥复合通道长距离便捷转换、短距离快速集散的作用。

7.1.2 公路立体复合通道高速公路层与公路、城市道路相交均应采用立体交叉形式。

7.1.3 下层道路与主干道、次干道等交叉时，可根据交通需求、交叉道路等级、交通量等因素，合理选择简易互通式立交、分离式立交、主道平交或主道分离+辅道等交叉形式。

7.1.4 立交设计应突出复合通道上下层的路网功能，简化和明晰互通立交区域的交通组织，结合上下层转换道，设置合理的立体交通转换体系。

7.1.5 公路立体复合通道立交设计以道路交通安全为前提，根据区域路网布局及交通量分布特点，梳理路网交通转换的层次关系，确立互通立交总体布局的主次关系，坚持主流向交通便捷畅通，次流向交通间接畅通的布设原则。

7.1.6 公路立体复合通道互通式立交以单接式互通立交为主；当被交路与上下层均有交通转换需求，且因各种因素控制，必须集中设置时，经综合比选论证后方可设置上下层双接式互通立交。

7.1.7 公路立体复合通道受用地、前后互通间距等因素控制时，可考虑互通和服务区合并设置。当互通、服务区合并设置时，出入口变速车道应结合互通转向交通量及服务区出入交通量综合确定。

7.2 单接式互通立交

7.2.1 公路立体复合通道中互通功能设计应全局统筹考虑，可结合周边立交及转换道对功能进行适当取舍。

条文说明

公路立体复合通道在大型水体两岸的互通及上下层转换道范围内，宜构建功能闭环，形成各区域独立的微循环系统，可结合连接匝道功能统筹规划，对互通功能进行合理简化。

7.2.2 公路立体复合通道立交设计应在上下层转换道位置与形式基本确定的条件下，根据路网功能、组团产业需求，先确定互通功能方案，再结合现场建设条件、主交通流向确定互通的几何布局方案。灵活运用辅助车道、集散车道或匝道相连等方式处理邻近互通的复合关系。

条文说明

针对互通立交密集路段，一般采用三种连通方案：一是设置辅助车道贯通，将前后互通的相邻出入口直接连通；二是采用与主线分隔的集散车道，将主线一侧的所有出入口连通；三是通过匝道相连并采用立体交叉形式，实现相邻两处互通立交间的无交织运行。

7.2.3 互通立交匝道跨越立体复合通道主线时，匝道宜置于上下层之间。

7.2.4 下层道路路幅较宽时，主线出入口前后段匝道设置应考虑上层桥墩横向的影响，匝道与上层主线平面应尽快分离。

7.3 双接式互通立交

7.3.1 公路立体复合通道互通立交建议尽量避免采用上下层双接形式，当双接互通在完善路网功能、邻避控制因素、减少征拆规模和工程规模等方面具有明显优势时，经论证比选后可以采用。

条文说明

由于立体复合通道中上下层道路交通功能不同，与高速公路或地方道路交叉时，可能有上下层双接的需求。以十字形交叉为例，若采用上下层双接且全方向布设匝道的方案，则需要设置 16 条匝道，不仅匝道交叉关系复杂、占地规模及工程规模巨大，同时因转向方向太多，易导致交通指引困难、驾驶人辨识路径失误。因此建议尽量避免上下层双接互通，可通过单层衔接后，经上下层连接匝道再次选择行驶方向，从而规避转向交通过度集中引发的各类问题。

7.3.2 条件允许时也可采用上层、下层交替设置+上下层转换道形成互通群组进而实现全方向互联、互通的需要。

7.3.3 对于必须设置上下层双接式互通立交的情形，应开展充分论证；需按主次关系梳理转向交通流，将主交通流设置双接匝道，避免全方向均设置双接匝道；同时双接匝道需加强交通指引设计，避免误行。

7.3.4 对于双接式互通立交，需综合考虑规范要求、交通需求、工程条件、环境影响及工程造价等因素，择优推荐。

7.4 转换道

7.4.1 转换道的设置和功能应结合附近互通功能、应急需要、建设规模及城镇规划等因素确定。

条文说明

上下层转换道是为上下层道路交通流提供转换的主要通道，主要起到完善路网功能需求、平衡上下层交通流、为紧急疏散、应急救援提供临时通道的作用。是否设置上下层转换道和如何设置转换道是立体复合通道总体设计重难点，应从交通出行功能、交通量分析、应急救援疏散、实施条件和经济性等多方面综合比选确定，保证极端情况下上下层相互疏散是转换道设置主要的考虑因素。转换道与常规互通式立体交叉的匝道有所不同，在线形指标和速度上具有更多主线特征，同时运行中没有车辆转向，驾驶员在转换道上行驶时，对于车辆运行速度的期望值比互通式立体交叉的匝道上要高。

7.4.2 转换道宜设置在立体复合通道主桥（隧）两侧。

7.4.3 转换道建议设置于邻近互通范围内，与互通匝道合并设置以减少主线出入口个数。

7.4.4 带落地服务功能的上下层转换道按常规互通匝道设计。

7.4.5 上下层连接匝道设置不宜过密，如需考虑应急救援需求，可适当加密设置。

7.4.6 转换道形式及选择：

a) 条件良好时, 转换道建议采用“一”字型匝道;

条文说明

“一”字型匝道线型指标良好, 工程规模和用地规模较省, 根据与主线纵坡的衔接方式的不同, 可以分为两种方式:

- 顺坡匝道: 连接匝道采用纵坡与主线同向的衔接方式 (见图 2), 匝道展线需同坡克服高差, 展线长度相对较长, 工程规模较大。
- 反坡匝道: 连接匝道采用纵坡与主线反方向的衔接方式 (见图 3), 展线长度相对较短, 工程规模相对较小。

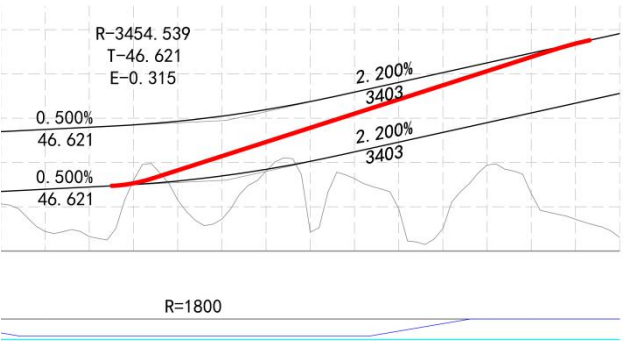


图 2 顺坡匝道

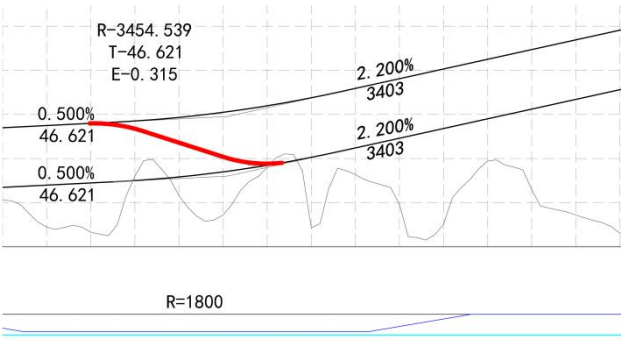


图 3 反坡匝道

“一”字匝道可以分为 3 个部分: 出口接线段、“一”字段 (无收费站时, 可理解为加速车道或减速车道), 入口接线段。出口、入口一般都在道路右侧, 因此进出口的设计速度宜采用主线的外侧车道行车速度 (等于主线设计车速或不低于主线设计速度 20km/h), 且不宜低于 40km/h, 不宜高于 80km/h。

b) 当条件受限时转换道可考虑采用环形匝道进行螺旋展线。

条文说明

当上下层道路高差较大、前后互通间距较密、无足够条件设置“一”字型匝道时, 可采用环形匝道进行螺旋展线, 能够提高匝道纵面指标、压缩对主线影响范围、增大互通间距。

7.4.7 上下层转换道设计速度应结合转换道的线形、收费站设置情况确定, 一般选用 60~80km/h, 其平纵面指标应满足 60km/h 和 80km/h 对应技术标准, 见表 1。

表 1 上下层转换道平纵面指标

匝道设计速度 (km/h)			80	60
圆曲线最小半径 (m)	一般值		280	150
	极限值		230	120
最大纵坡 (%)	出口匝道	上坡	3	4
		下坡	3	3
	入口匝道	上坡	3	3
		下坡	3	4

7.4.8 匝道标准路基宽度可采用 10.5m 或 12.5m。

a) 当上下层转换道单独设置时, 一般采用单车道匝道技术标准, 标准路基宽度宜采用 10.50m, 其中行车道宽度为 3.50m, 左侧硬路肩 (含路缘带) 宽度为 1.00m, 右侧硬路肩 (含路缘带) 宽度为 4.50m, 土路肩宽度为 0.75m;

条文说明

为尽量减少工程规模，建议转换道单独设置时采用单车道标准，避免设置辅助车道，特殊情况下也可开放右侧硬路肩作为车道使用。

- b) 当上下层转换道与互通式立交匝道合并设置时，需对匝道通行能力和服务水平进行评估，匝道车道数应结合交通量和匝道长度进行确定，其中单向单车道匝道标准路基宽度为 10.50m，无紧急停车带的单向双车道匝道标准路基宽度为 10.50m，有紧急停车带的单向双车道匝道标准路基宽度为 12.50m。

条文说明

按照广东省高速公路设计标准化要求，单车道匝道标准路基宽度为 10.5m，其中右侧硬路肩宽度为 4.5m。当条件受限时，右侧硬路肩宽度可压缩至 3.0m，单车道匝道标准路基宽度为 9.0m。

7.5 地面层道路交叉

7.5.1 公路立体复合通道地面层道路与被交路设置平面交叉时，应综合考虑被交路交通功能、技术等级、交通量、交通管理方式、用地条件和工程造价等因素，选用主要道路或主要交通流畅通、冲突点少、冲突区小的形式。

7.5.2 当被交路交通量较大且无交通转换需求时，可采用分离交叉形式。

7.5.3 当被交路交通量较小时，可采用渠化交通、信号控制的平面交叉形式。

7.5.4 公路立体复合通道地面层平面交叉设计，应结合上层桥梁墩柱位置，合理调整交叉角度、线形、中央分隔带、转向车道位置、交通岛大小等，尽量满足对机动车、非机动车和行人的视距要求。条件受限不能满足要求时，应采取必要的控制与警示诱导措施。

7.5.5 地面层道路非机动车与行人过街设施应根据上层桥梁墩柱、上下层净空、非机动车与行人过街需求、公路技术等级、设计速度、横断面宽度和交通管理方式等因素，合理选择人行横道、人行天桥或人行通道等过街形式。

8 桥梁

8.1 一般规定

8.1.1 桥涵设计需坚持“安全、高效、绿色、集约、智慧、韧性”的基本原则，根据上下层道路功能、等级、通行能力及抗洪防灾要求，结合规划、地形、水文、地质、通航、环境、施工条件、造价等条件进行综合设计。

8.1.2 建议综合考虑安全性、经济性、美观性、施工便利性、桥下空间利用率和扩展性等因素，对桥梁跨径、结构类型和体系、上下部结构形式及造型等，进行多方案比选。

8.1.3 公路立体复合通道双层桥梁建议统一上下层桥梁设计标准（如设计年限、荷载等级、重要性系数等），具体取值建议根据专项研究确定，若无专项研究作为依据时，可按照高标准要求进行统一设计。

8.1.4 对于上下双层共用的上下部结构，横向车道布载、荷载制动力等叠加荷载建议根据桥梁受力特点和需求开展专项技术论证，若无专项技术论证作为依据时，可按照最不利荷载叠加方式进行考虑。

8.1.5 为了给桥下道路使用者提供良好的行车体验，立体复合通道桥梁结构进行美学专项设计是十分必要的。

8.1.6 地震烈度较高区域的立体复合通道双层桥梁结构建议进行专项抗震设计，对于上下层道路技术标准不同时，建议按照最不利标准进行考虑。

8.1.7 双层桥上下层建议采用相同跨径、结构形式和分联位置。

8.1.8 桥梁施工组织设计需考虑水文地质条件、交通组织、管线迁改、上下层施工工序、设备作业净空需求、施工速度、安全性、经济性等因素，选取合理的施工方案。

8.2 上部结构

8.2.1 桥梁跨径需根据地形、地质、水文条件、使用要求、经济性、施工及景观需求等因素，进行综合比选确定。主线桥梁建议采用 30m 及以上跨径，避免采用小跨径桥梁。

条文说明

较小跨径会导致墩柱密集，通透性差，对立面视线影响较大，给下层道路使用人员造成视觉上的紧张和心理上的不稳定，因此在满足经济指标的同时尽可能选用较大跨径桥梁，增加桥下空间的通透感。

8.2.2 上部结构形式应结合施工便利性、景观性、行车视觉等因素确定，建议采用外观更为美观的等高箱型结构。

条文说明

等高箱型结构具备较好的线性连续性，可以有效改善桥下景观效果。

8.2.3 结构类型可根据跨径需求选用预制混凝土梁、钢混组合梁、钢桁梁等。

条文说明

常规跨径可选用预制小箱梁结构，其具备刚度大，整体性和景观性较好等优点，并且架设难度相对较小，设计施工标准化程度高，工艺成熟，能较好地控制内在质量和外观形态，有效保证结构耐久性；中等跨径可选用钢箱组合梁，其具备自重轻，经济性高，占用建筑空间少，施工快速等优点；跨越大型河流、道路等的大跨双层桥，双层钢桁梁在经济指标、结构性能、施工便利性等方面相对于其它结构类型具有明显优势。

8.2.4 上部结构设计需考虑上下层架梁方式和施工工序的影响，下部结构采用大悬臂桥墩时，建议采用对称架梁。

条文说明

双层桥梁可根据架梁条件采用上下层分别架梁、上层架梁等施工方案，大悬臂结构采用对称架梁可有效控制大悬臂结构偏载导致的盖梁墩柱连接节点应力问题，若无法实现对称架梁时，应进行施工节段单侧架梁工况验算。

8.2.5 简支梁桥和连续梁桥上部结构梁端至墩、台帽或盖梁边缘距离建议按照上层防落梁要求进行考虑，对于采用暗盖梁的桥梁，可结合盖梁的限位专题研究防落梁措施。

8.2.6 下层桥梁上部结构与上层桥墩柱净距建议根据施工需求进行确定，一般可按照不小于0.25m 进行控制。

条文说明

下层桥梁上部结构与上层桥墩柱净距往往根据架梁和护栏施工需求确定，出于减少盖梁跨度和经济性需求，净距宜适当选择小一点的值。

8.3 下部结构

8.3.1 桥墩型式选择时，需考虑下层道路路基断面形式、周边城市规划、景观、地形、环境条件、桥跨、上部结构、墩台高度、施工条件等因素。

8.3.2 单层桥路段可选用独柱大悬臂墩、双柱大悬臂墩和三柱式门架墩等；双层桥路段可选用分离式大悬臂墩、三柱式门架墩、双柱式门架墩、干字型墩等。

条文说明

公路立体复合通道单层桥梁常用形式有双柱大悬臂墩、独柱大悬臂墩和门架式墩，见图4。

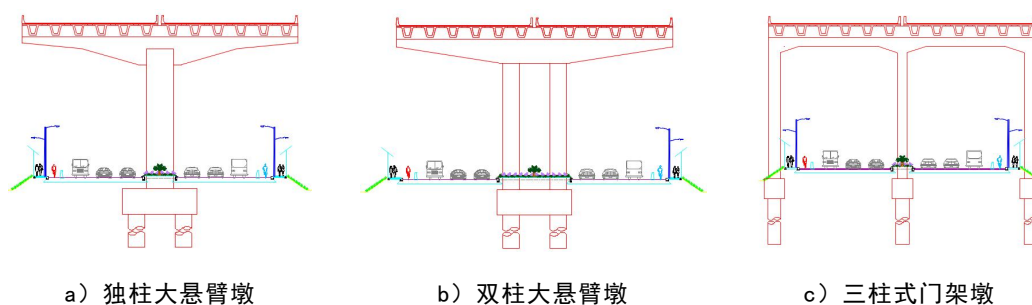


图4 单层桥主要桥墩型式

双层桥梁常用的形式有分离式大悬臂墩、三柱式门架墩、双柱式门架墩、干字型墩等，见图5。

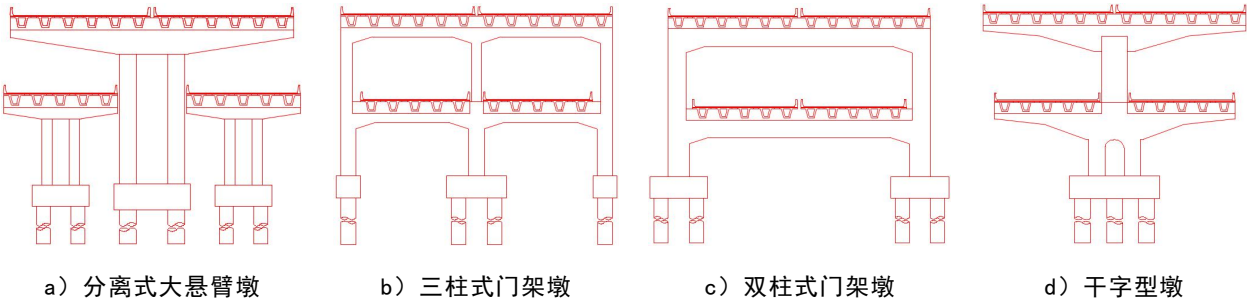


图 5 双层桥主要桥墩型式

8.3.3 对于仅下层断面宽度频繁变化，上层宽度变化较少时，下部结构建议选择大悬臂桥墩；当上层断面宽度频繁变化时，下部结构建议选择灵活性较强的门架墩，不同路段可以根据实际条件选用不同的桥墩形式，但不宜频繁变化。

条文说明

门架墩对于上下层断面宽度变化的适应性较强，可综合盖梁高度、景观性和经济性等因素选择外伸横梁和增设辅助墩的方式。互通立交区主线桥梁，上层桥梁横向跨度大于标准跨度时，一般可采用外伸横梁方式。当桥宽较大时，根据下层道路断面布设形式，可采用拉开墩柱间距（见图 6）或增设辅助墩的方式来适应主线桥面加宽（见图 7）。

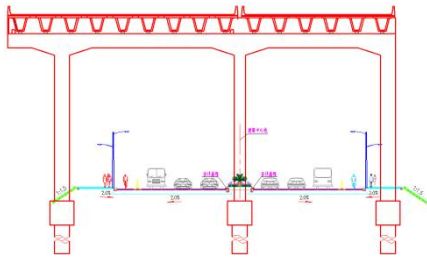


图 6 外伸横梁门架墩

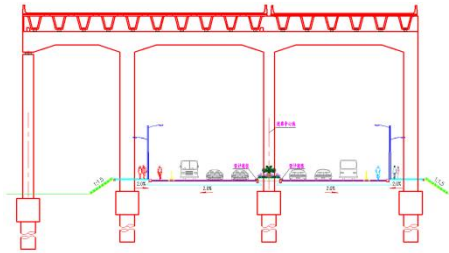


图 7 增设辅助墩门架墩

当匝道并行主线条件受限时，主线桥和匝道桥可采用共用墩柱的形式。若主线与匝道桥面高差较小，可采用门架盖梁上设置加高块的方式（见图 8）；若高差相差较大，可采用墩柱设置牛腿支撑匝道主梁的方式（见图 9）。

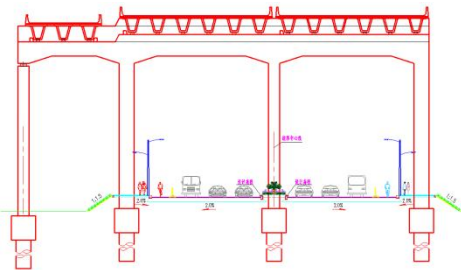


图 8 设置加高块门架墩

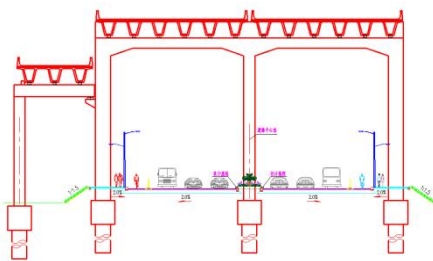


图 9 设置牛腿门架墩

8.3.4 当立体复合通道下层净空受限时，桥墩建议采用倒 T 型盖梁（暗盖梁），以增加行车净空或降低上层纵面高度。

条文说明

下层净空受限路段暗盖梁设计能有效降低结构物高度，减少结构厚重感和空间压迫感，改善桥梁景观。

8.3.5 下部结构采用大悬臂结构时进行超载工况验算是至关重要的，必要时开展专题试验研究。

条文说明

应加强大悬臂盖梁结构设计,严格控制挠跨比,建议结合近年来桥梁事故超载车情况,考虑超载工况,确保大悬臂结构的绝对安全。超载车辆工况下结构承载能力验算时,构件材料强度按照标准值,具体超载车辆参数可根据实际交通车型统计结果确定。若无统计数据时,超载车辆工况可将最外侧车道汽车荷载效应(含汽车冲击力)分项系数调整为3.4,其余车道分项系数不变。

8.3.6 上层采用桥梁、下层采用路基时,基础设计需考虑路基处治方案的影响。

条文说明

当上层桥梁承台位于下层道路行车道以下时,应考虑承台和路面结构的刚度差异,将承台深埋处理,埋置深度不应小于1.5m,承台施工完成后回填可按照台背回填标准进行设计。若桥址位于软基路段,宜先进行下层路基软基处理。采用堆载预压处理的路段,宜在堆载预压完成且连续观测沉降较小后进行桥梁基础施工,并充分考虑不良地质导致的负摩阻影响。

8.3.7 双层桥梁的桥台形式建议结合建设条件和结构受力进行选择,可选择上下层共用的组合式和不共用的分离式桥台。

条文说明

采用分离式桥台路段需注意上层基础结构的空間关系,容易出现上层桥墩承台与下层桥台盖梁平面重叠情况,一般采用缩小桥墩承台尺寸、压低桥墩承台标高等方式解决。

8.4 双层钢桁梁桥

8.4.1 桁梁纵面宜位于对称纵坡段,跨中宜为竖曲线顶点处,平面宜位于直线段。

8.4.2 梁式桁梁结构体系宜采用简支体系,采用连续体系时宜采用小边中跨比,跨径150m以上时宜采用变桁高桁架或拱梁组合体系。跨径大于300米也可采用索支撑结构。

条文说明

采用简支体系可充分利用双层钢桁梁上下层共同受力的优势,以减小工程规模,提高经济性。连续体系采用小边中跨比以达到类似的效果。

8.4.3 主桁高度应根据结构型式及受力、行车舒适性、防灾、检修等综合确定。

8.4.4 钢桁梁横断面宜采用整幅式,横向桁片数可根据桥面宽度采用双主桁或三主桁。

8.4.5 钢桁梁上层桥面宽度大于下层桥面宽度时,断面可采用倒梯形布置(见图10)或上层桥面外伸悬臂布置(见图11)。

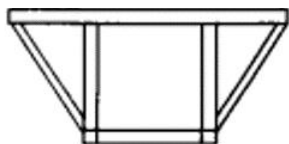


图10 倒梯形布置

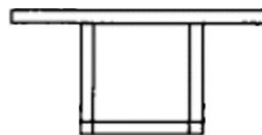


图11 外伸悬臂布置

8.4.6 桥面系宜采用正交异性钢桥面板、UHPC(超高性能混凝土:Ultra-High Performance Concrete,后简称UHPC)组合桥面板及混凝土桥面板等结构形式。

8.4.7 桥面板采用正交异性钢桥面板、UHPC组合桥面板结构形式时,在车行道范围纵向加劲肋宜采用闭口加劲肋,车行道以外范围可采用开口肋。

8.4.8 上层车行道范围内桥面板及纵、横梁之间的连接宜采用焊接或者环槽铆钉连接。

条文说明

螺栓连接的螺栓存在延迟断裂现象，为避免因螺栓断裂后掉落影响下层行车安全，尽量采用焊接或者环槽铆钉连接。采用高强螺栓栓接时，注意设置螺栓掉落防护措施，如结合防火设置顶层底面的封闭层等。

8.4.9 双层钢桁梁设计需考虑施工方案的可行性，如预制组合面板安装时上下层的相互干扰等。

8.5 桥梁建养一体设计

8.5.1 桥梁全寿命周期应构建公路设计、施工、养护、运营等“一套模型、一套数据”，宜提交符合统一数据标准的三维数字化模型及属性数据，满足养护管理系统对接需求。

8.5.2 公路立体复合通道宜建立桥梁养护管理系统，设置固定或移动式智能化巡查设备，实现日常养护的智能检测，建立巡检养护管理数据库，确定合理的养护工程技术措施，实现桥梁养护管理规范、决策科学。

8.5.3 对大型及特殊结构桥梁结构应开展实时监测。结构监测系统应与机电工程同步设计、与交工荷载试验同步试运行、与土建工程同步验收。

8.5.4 对于斜拉桥、悬索桥等特殊结构桥梁，为全面检查桥梁结构技术状况、为养护维修工作提供操作平台，应建立全桥检修平台和通道。响应韧性城市建设，宜设置强震动监测设施。

8.5.5 大跨径桥梁梁底应分幅布置载人检查车，并预留检查车充电需求，满足桥梁日常巡检维养作业需求。宜预留无人机巡检设备接口或起降平台。

8.5.6 对于下层设计速度小于 60km/h 且桥墩高度不大的路段，常规桥梁一般采用升降车进行上层桥梁检修；对于下层道路设计速度大于 60km/h 路段或者桥墩较高常规桥梁，宜设置上层桥梁检修设施。

8.5.7 桁架梁设计需考虑支座更换，预先设置加劲。

9 隧道

9.1 一般规定

9.1.1 公路立体复合通道的土建设计需综合考虑建设条件与功能需求,选择上层桥梁与下层隧道、上层路基与下层隧道或双层隧道叠合等布置形式;其中双层隧道方案需综合考虑通风排烟、消防疏散及与既有道路的衔接兼容性。

9.1.2 隧道结构设计应以“结构为功能服务”为原则,满足城市规划、行车运营、环境保护、抗震、防水、防火、防腐蚀及施工等要求,并做到结构安全、耐久、技术先进、经济合理。

9.1.3 隧道防排水应遵循“防、排、截、堵相结合,因地制宜、综合治理”的原则,采取与其相适应的防排水措施;隧道工程防水应以混凝土结构自防水为主,以接缝防水为重点,辅以防水层加强防水,并应满足结构使用要求。

9.1.4 公路立体复合通道下穿交叉路口的隧道优先采用明挖工法。

9.1.5 明挖隧道建议采用分段式施工方式,方便道路保通和管线迁改。

9.2 桥梁与隧道叠合设计

9.2.1 桥隧叠合布置时,需考虑施工、运营期间桥梁和隧道的相互影响,并采取经济、合理的措施确保桥隧结构安全。

9.2.2 桥梁和隧道叠合时,宜采用先隧后桥梁基础的施工时序。应考虑桥梁桩基下列因素对隧道结构的不利影响:

- a) 施工阶段及正常使用阶段承台侧面及底部附加应力、桩顶水平荷载、桩侧摩阻力和桩端阻力等引起的隧道结构受力状态变化;
- b) 桩基础施工及正常使用阶段的地基变形引起的隧道结构附加应力及变形。

条文说明

公路立体复合通道线路交叉位置,上层桥梁与下层隧道通常距离较为接近,为减小施工过程中相互影响,宜隧道施工完成后施工桥梁。

9.2.3 当条件受限,必须采用先桥后隧施工时序时,应考虑隧道施工过程中对桥梁结构影响,根据需要采用针对性措施控制隧道施工对桥梁桩基的影响。

9.2.4 隧道结构变形缝宜远离桥梁基础。

条文说明

变形缝是隧道运营期发生渗漏的主要节点。隧道渗漏水不仅会引起隧道结构本身的变形及病害,还会导致周围土体的进一步固结或水土流失,因此隧道结构变形缝宜远离桥梁基础。

9.2.5 隧道结构侧墙与桥梁结构的位置关系需满足下列条件:

- a) 当隧道结构底板埋深低于桥梁承台底面时,隧道结构与桥梁承台边净距应满足隧道围护结构施工的需要,一般不宜小于 2m;
- b) 当基坑不需做支护结构且结构底板埋深高于承台顶面时,隧道结构侧墙投影线不应与桥梁承台重叠。

条文说明

隧道结构底板埋深低于承台底面时,桥下挖土深度往往较深,需考虑土体开挖、支护和主体结构施工对桥梁的影响。承台底面距离地面深度一般在 3m 左右,综合开挖坡率、支护与既有桥梁基础的距离等因素,因此作出净距要求。

9.2.6 桥梁基础设置于隧道顶面时,应综合考虑桥隧结构受力及沉降变形。

9.3 路基与隧道叠合设计

9.3.1 隧道结构顶面填土厚度需考虑满足路面结构层、横穿管线布置空间需要。

9.3.2 隧道结构设计需充分考虑上部道路车辆荷载的影响,以保证隧道结构安全及正常使用功能。

9.3.3 当路基宽度大于隧道结构宽度,且隧道采用明挖放坡施工工法,回填材料建议选用渗水性好,易密实填料,防止路基与隧道结构间的不均匀变形。

9.3.4 当隧道上部路基回填厚度较大时,为减少隧道结构荷载,可采用减少路堤重度或土压力的轻质路堤填料,但不宜用于洪水淹没地段;轻质材料路堤设计,应根据使用目的、荷载等级、地形地质条件、环境条件及路基几何参数特点,合理选择轻质材料类型、路基结构与断面形式,确定材料设计参数。

9.3.5 路基设计时,需统筹考虑隧道结构及防水层保护。

9.4 隧道围护设计

9.4.1 隧道围护设计应根据基坑深度、工程地质、水文条件、基坑周边环境要求选用合适的围护形式。

条文说明

公路立体复合通道隧道工程以下沉式明挖隧道为主,在交叉节点围护形式受到周边既有建构筑物或新建建构筑物影响较大时,围护形式可选择地下连续墙、钻孔灌注桩、钻孔咬合桩及型钢水泥土搅拌桩等形式。

9.4.2 地下水控制应根据工程地质、水文条件、周边环境要求及围护形式选用截水、降水、集水明排或其组合方法。

条文说明

地下水控制的方式受基坑周边环境条件制约,地下水控制应符合国家和地方法规对地下水资源、区域环境的保护要求,符合基坑周边建筑物、市政设施保护的要求。当降水不会对基坑周边环境造成损害且国家和地方法规允许时,可优先考虑采用降水,否则应采用基坑截水。基坑支护设计时应首先确定地下水控制方法,然后再根据选定的地下水控制方法,选择支护结构形式。

9.4.3 当地下水较高时,优先考虑在隧道基坑支护结构外侧设置截水帷幕,不建议采用坑外抽降

地下水，同时需考虑止水帷幕施工过程中对基坑周边既有建构筑物的影响。

9.4.4 根据周边环境、管线迁改及建筑物拆迁进度，统筹考虑制定隧道工筹。隧道的施工分期原则上不宜超过3期，尽量减少交通疏解、便道和管迁工程量。

9.4.5 隧道基坑设计需综合考虑地上建构筑物、地下区间结构及设备管线等因素，建议施工时采取分区、分层、对称、均衡开挖，不超挖等措施，减轻对周边环境的影响。

条文说明

考虑到周边环境复杂，隧道常见于路线交叉节点，并可能涉及地铁区间结构等，采用分区、分层、对称、均衡开挖方式进一步减小对周边管线及建构筑物影响。

9.5 隧道主体设计

9.5.1 隧道主体结构应确定结构设计工作年限、结构安全等级、抗震设防类别、结构上的作用和作用组合；应进行结构承载能力极限状态、正常使用极限状态和耐久性设计，并应符合工程的功能和结构性能要求。

条文说明

针对隧道整体结构、结构构件，应进行结构承载能力极限状态（包括可能的不同设计状况下的承载力极限状态）、正常使用（如变形、裂缝等）极限状态设计及耐久性设计，其结果应符合建筑工程的功能和结构性能要求，包括承载力、变形（构件挠度、结构侧向位移等）、裂缝、耐久性等基本要求。

9.5.2 隧道主体结构净空尺寸应满足建筑限界、使用功能及施工工艺等要求，并应考虑施工误差、结构变形和后期沉降的影响。

条文说明

隧道主体结构的净空尺寸，在满足隧道建筑限界或其他使用及施工工艺要求的前提下，应考虑施工误差、结构变形和后期沉降等影响而留出必要的余量。

9.5.3 隧道主体结构可采用整体式现浇钢筋混凝土（预应力混凝土）框架结构或装配式钢筋混凝土（预应力混凝土）框架结构。

条文说明

装配式衬砌工业化程度高、施工速度快、施工不受低温天气的影响，具有良好的防水、抗震性能，并可提高隧道抵抗纵向不均匀沉降的能力。

9.5.4 现浇混凝土及钢筋混凝土结构横向分段浇注的施工缝位置及间距应结合结构形式、受力要求、施工方法、气象条件及变形缝的间距等因素，按类似工程的经验确定。

条文说明

明挖结构的情况则较为复杂。施工缝的间距与结构内外部的约束条件以及伸缩缝的形式和间距等关系密切。深圳地铁采用8m~12m；上海地铁诱导缝之间的距离为24m左右时，中间不再设置横向施工缝；北京地铁一般也是在两条伸缩缝之间不再设置横向施工缝。京沪两地的实践证明，对于内外部约束条件较弱的放坡开挖或采用复合式侧墙的结构，情况良好，结构表面的干缩裂缝基本能够控制；而当采用叠合式侧墙时，裂缝则较多。施工缝的间距还与混凝土浇筑时的外部气象条件有关，热天混凝土温度变化较大时取小值。

9.5.5 隧道主体结构宜建造在密实、均匀、稳定的地基上，选址尽量避开不良地质地段。当处于

软弱土、液化土或者断层破碎带等不利地段时，应分析其对隧道结构抗震稳定性的影响，并采取相应措施。

条文说明

明挖隧道的地震响应受建设场地的地形、地质条件影响较大，其变形对周围地层有追随性。故其选择在密实、均匀、稳定等地质条件优良的地基上建造，且地表起伏尽量较小，有利于结构在经受地震作用时保持稳定。

9.5.6 桥隧叠合型立体复合通道隧道宜加强结构强度和防水措施。

条文说明

桥隧叠合型立体复合通道由于土体扰动后的再固结、区域沉降等原因，长期运营后隧道均会产生变形，软土地区尤甚。隧道的不均沉降易导致隧道结构开裂、漏水，加大隧道与桥梁的相互作用。因此，为减少隧道运营期病害对桥梁的影响以及考虑到交通荷载的长期性、其对结构影响的难以预测性，隧道可采用配筋量适当增加或掺钢纤维等结构强度加强措施。

同时，为减小隧道漏水对桥梁的影响，需加强隧道防水措施，如提高防水等级、半包防水改为全包防水等。

10 交通工程

10.1 一般规定

10.1.1 交通工程及沿线设施的建设规模与标准建议根据立体复合通道各自道路功能、设计速度、交通量、交通形式、上下层桥梁形式、声屏障及其他环境等因素综合确定。

10.1.2 交通工程及沿线设施总体设计需考虑道路总体设计的要求，相互匹配，协调统一，充分发挥上下层道路的整体效益。

10.1.3 交通安全设施、机电外场设备和声屏障等设施的设置避免相互干扰是十分必要的。

10.1.4 下层道路交通标志、机电外场设备设置位置建议结合上层桥墩结构形式和位置进行确认，必要时可结合上层桥墩或主梁进行设计。

10.1.5 公路立体复合通道规模大，分层多、车道多、路径多、车辆多，交通组织复杂，建议在信息感知、交通诱导、行为管制、安全防护和应急救援等方面的进行智慧交通设计。

10.2 交通安全设施

10.2.1 交通标志、标线建议结合运营期交通组织方案进行总体布局、合理设置，重要信息应重复设置或连续设置。

10.2.2 下层道路交通标志、标线的可视性与连续性需考虑声屏障、上下层净空高度和上层桥梁墩柱位置确定，可采用驾驶模拟试验进行检验。

10.2.3 综合考虑规范要求和桥梁工程方案的经济性，上层道路声屏障影响路段和下层道路的交通标志需考虑上下层净空合理确定尺寸和版面样式；当净空高度受限时，标志可取消英文对照，汉字高度经论证后可降低，但不应低于 GB 5768.2 中规定值的 80%。

10.2.4 指路标志信息应结合功能需求做到层次分明、简洁准确，避免信息过载。

10.2.5 上层道路指引承担长距离、过境及对外交通的指路标志信息宜采用中、远程信息；下层道路指引承担城市内部集散、短距离交通的指路标志信息宜采用中、近程信息。

10.2.6 匝道出入口、交通量较大、交通组织复杂等重点路段可采用可变信息标志，上下层转换道处指路标志建议采用可变信息标志。

条文说明

采用可变信息标志一方面可用于对道路进行主动管控，尤其是对于潮汐交通现象明显的道路，通过调整指路信息对不同出行目的的车辆进行动态引导，以缓解交通拥堵，最大程度利用交通资源；另一方面在发生突发事件时，也可发布信息避免车辆驶入事故路段，保障救援通道的畅通，对于调控立体复合通道上下层交通流分布具有重要作用。

10.2.7 立体复合通道可变信息标志可与静态标志配合使用，并符合下列规定：

- a) 需考虑分析道路使用者及公路管理单位的信息需求，确定需要同时设置可变信息标志和静态标志的路段；
- b) 可变信息标志和静态标志在功能上形成互补是十分必要的；
- c) 可变信息标志与静态标志的面板可设置于同一结构上，也可将可变信息部分嵌入在静态标志内；
- d) 应合理安排可变信息标志和静态标志的设置位置，避免相互遮挡；
- e) 标志信息在内容上应相互协调，避免出现矛盾或冲突的情况。

条文说明

动态标志能够实时更新信息，与静态标志结合使用，可以弥补静态标志信息固定的不足，提高信息发布的灵活性和准确性。

静态标志提供稳定的导航和安全警示信息，而动态标志则提供实时交通信息。两者结合使用，可以增强交通标志的功能互补性，提高道路的安全性和效率。

结合设计可以使交通标志更加直观、易懂，方便驾驶者快速获取所需信息，从而提升驾驶者的体验和满意度。

10.2.8 可结合路线走向适当设置发光标志，并与机电智慧管控设施相结合。

条文说明

发光标志能够解决东西走向的道路日出、黄昏时刻逆光以及暴雨影响下能见度降低时的视认问题，可结合建设、维护成本和使用需求等因素综合考虑。

10.2.9 立体复合通道交通标志宜与机电设备共杆设置，并符合下列规定：

- a) 交通标志与机电设备共杆时应确保能够满足各自功能需求，不得相互干扰；
- b) 交通标志与机电设备共杆时应做好交安专业和机电专业间的技术衔接。

条文说明

高速公路网的不断完善和城镇化进程的加速，使得互通立交变得愈发密集，相应的指路标志也随之增多；高速公路智慧化水平不断提升，沿线所布设的前段感知设备日益密集。高速公路附属设施的空间整合不仅能够直接提升行车安全性和通行效率，还能在资源利用、环境保护以及促进智慧交通发展等方面产生深远的积极影响。

交通标志与可变情报板共杆时，建议由机电专业设计门架结构和基础，并为交通标志预留安装杆件及空间。交安专业提供共杆点位的标志面板尺寸、重量和安装高度需求，并负责标志面板及抱杆连接件设计。

交通标志与监控设备共杆时，建议由交安专业设计门架或悬臂结构和基础，并为监控设备预留安装杆件及空间。机电专业提供安装方式、设备数量和安装高度需求，提供门架或悬臂立柱上设备机箱安装法兰、检修门、穿线孔、基础内镀锌钢管以及接地引线预留需求，并负责监控设备安装支架设计。

10.2.10 互通式立交及上下层转换道分合流处宜采用雨夜反光标线，并设置突起路标。

10.2.11 在满足安全的条件下，护栏选型还需综合考虑美观和预留预埋的便捷性。

10.2.12 互通式立交及上下层转换道，分流端应设置可导向防撞垫，防撞垫防护等级满足 JTG D81 的规定。

10.2.13 建议在上下层转换道连续设置轮廓标。

10.2.14 防落网、防坠网、防眩设施、声屏障等可根据功能需求统筹设置。

条文说明

在设置上述设施时，一方面需要考虑功能的重复，如声屏障一般能够起到防落网的作用，在设置有声屏障的路段无需再设置防落网；另一方面可考虑功能的融合，如防眩网通常采用钢板网制作，高度低于防落网，网孔规格比防落网更小，在需要同时设置防落网和防眩网的路段，可以设置高度满足防落网要求的防眩网以同时满足多功能需求。

10.3 管理设施

10.3.1 管理设施包括监控、收费、通信、供配电、照明和管理养护等设施，立体复合通道需考虑根据运营管理、交通量、通行能力、交通组成等因素合理设置管理设施。

10.3.2 监控系统设计应符合下列规定：

- a) 建议在立体复合通道出入口、转换道出入口等关键节点设置信息采集设施，实现交通运行状况监测、预警等功能；
- b) 建议在立体复合通道分合流区前设置交通事件检测、匝道控制、动态信息发布及交通诱导等设施，实现动态信息发布和交通诱导管控；
- c) 监控中心建议采用云-边-端协同控制的逻辑架构，项目级监控中心能获取相邻路段、关联区域的交通运行状态信息；
- d) 立体复合通道建议设置结构健康监测系统。

10.3.3 收费站建议设置于路基段，条件受限时可设置桥上收费站。

10.3.4 桥上收费站选用荷载较小的建筑形式是十分必要的，桥梁需考虑桥上收费站及机电设施等永久荷载及可变荷载。

10.3.5 综合考虑交通专网需求、社会租赁需求和扩容需求等确定通信设施光缆芯数和通信管道容量。

10.3.6 综合各类运营设施用电需求，合理选择电源点容量及出线回路配置；结合主体线形，合理选择照明灯具布置方式。

10.3.7 公路立体复合通道设置照明时，需考虑下列规定：

- a) 照明设施布设需综合考虑交通量、视距条件以及互通式立体交叉设置位置确定；
- b) 需考虑上下层均设置照明设施，下层照明设施可结合上层桥梁梁板、桥墩布置；
- c) 上层桥梁路段上的照明(含补光灯)需考虑不影响下层路的驾驶员视觉感知，可采用配置遮光板或格栅的灯具；
- d) 互通式立体交叉区域照明需考虑不产生视线诱导错觉，可采用配置遮光板或格栅的灯具；
- e) 照明需考虑不影响标志的视认性；
- f) 照明建议采用光控和时控相结合的智能控制方式，有条件时可采用集中远程控制系统；
- g) 照明杆柱建议采用综合杆柱并具备联调联控功能，照明亮度可分别根据同向各层交通流自适应调节。

10.3.8 管理(分)中心、养护工区等营运管理设施需考虑结合管理需求设置，宜与收费站合建。

10.3.9 管理设施建议向数字化设备转型，构建智慧管理平台，提高运行效率、降低安全事故发生率，提升服务水平。

10.3.10 智慧交通宜考虑上下层交通流均衡调度，平衡入口匝道处公路上、下游交通量，制定匝道动态控制方案。

10.3.11 宜建设重点车辆追踪管控系统，实现对重点车辆的上下层精准追踪管控，获取车辆位置、运行状态、特征属性、车辆轨迹和交通事件等数据集。

10.3.12 智慧交通宜具备快速应急处置能力，通过事故监测与预警、应急救援处置决策、应急救援规划等应用服务，为隐患治理、应急指挥、综合评估、决策研判等提供支撑，形成跨部门应急救援“一键协同”，提升安全监管、应急管理智慧化水平。

11 排水工程

11.1 一般规定

11.1.1 公路立体复合通道排水系统需考虑与区域内的排水规划、防洪排涝规划、道路交通、轨道交通、城市居住区、管线工程和地下空间开发等相协调。维持区域排水系统的完整和一致性。

11.1.2 建议根据城镇类型、区域地形特点和气候特征等因素，综合考虑立体复合通道的排水需求，合理确定雨水管渠设计重现期。当排水设施服务于周边地块时，暴雨强度重现期取值需考虑地块规划的要求。

11.1.3 排水工程需考虑源头减排、过程控制、末端处理的原则。控制面源污染，防治内涝灾害，提高雨水利用程度都是十分必要的。如非机动车道、人行道可采用透水路面结构。桥下绿化带可设置海绵设施，通过雨落管断接的方式将桥面的雨水收集至源头减排设施中进行消纳。

11.1.4 下层道路排水和防涝设计需统筹考虑上层桥面来水的影响，开展联合设计。

11.1.5 对公路立体复合通道凹形竖曲线底部、超高缓和段及平坡段、局部超宽段(立交分合流)等特殊路段，为保证排水顺畅，道路几何指标可按下列规定设计：

- a) 调整道路横坡,可按不小于 2.5%控制；
- b) 调整道路合成坡度,可按不小于 0.7%控制；
- c) 调整超高渐变率；
- d) 设置双路拱或移动路拱。

11.1.6 路基施工临时性排水设施，应与永久性排水设施相结合。各类排水设施的设计应满足使用功能要求，同时应结构安全可靠，便于施工、检查和养护维修。

11.2 路基路面排水

11.2.1 合成坡度较小的超高缓和段和凹形竖曲线底部需进行路表最大水膜厚度验算，并结合验算结果进行综合设计，确保行车安全。

11.2.2 城镇化路段道路参照市政道路有关规定进行排水设计。城市建成区内道路宜采用管道、偏沟、雨水口和连接管等排水设施，接入城镇排水系统；郊区道路可采用边沟、排水沟、截水沟、急流槽和涵洞等排水设施。

11.2.3 地表排水设施的布设需充分利用城市排水系统、天然水系和地形，选择合理进出口位置，并应使水流顺畅。排水沟管排放的水流不得直接排入饮用水水源。

11.2.4 下层道路设计高程与对应的下游水体的规划设防洪水位密切相关，设计中需重点关注，并根据下游水体的现状情况进行复核。

11.2.5 在凹形竖曲线底部、匝道出入口、桥头路基段、填挖交界处等易水毁部位，需高度重视排水设计。

11.2.6 分隔带、人行道的绿化带排水设计应符合下列规定：

- a) 分隔带表面水的防排水设计需根据所在地区降雨量及分隔带宽度等因素综合考虑，尽量避免雨水进入路基内部；
- b) 分隔带部分被连续高架桥遮挡的路段可不设置分隔带排水设施；
- c) 绿化带宜设置横坡，坡率不宜小于 2%。

11.2.7 当道路雨水以自流的形式排放时，排水管出水口需设置必要的防冲刷措施，并根据需要设置标志。当出水口跌水较大时，考虑采取消能措施。

11.2.8 当路基范围内地下水位较高、路基干湿状态不满足要求，且路基标高受限时，有必要采用地下排水设施，或路侧降水措施，以降低地下水位，使路床处于中湿状态。

11.2.9 低影响雨水开发设施可考虑采用下沉式绿地、透水铺装、渗透管沟、入渗井等排水方式。

11.2.10 排水管与涵洞、通道等交叉时，平面和高程上无法避开时宜根据排水能力、结构受力、交接点标高等合理设置交汇井。

11.3 桥梁排水

11.3.1 高架桥桥面雨水建议通过竖向落水管引至地面排水系统，当下层为路基段落时需结合下层道路边沟、雨水系统等排水措施整体设计，高墩区段落水管与地面排水系统衔接位置建议设置消能措施。

条文说明

对于上层桥梁下层路基区段，下层道路往往会根据道路性质设置排水边沟或雨水管等排水系统，上层桥梁排水宜优先考虑引流至下层排水系统，双层桥梁区段可结合周边条件考虑是否设置桥下排水沟。竖向排水管高差大时，落地后雨水流速过快，冲击力强，容易溢出排水渠形成飞溅，进而影响下层道路行车，造成部分雨水无法有效进入排水系统。根据调研反馈情况，设置消能措施可以有效解决上述问题。

11.3.2 无法通过落水管引流排放至地面的双层桥梁，建议将上层桥面雨水引流至下层再进行直排，避免上层桥面泄水管直排。

条文说明

公路立体复合通道上层桥梁采用桥面泄水管直排易导致上层雨水飞溅至下层道路，进而影响下层行车和行人，无法引流至桥墩落水管的区段往往位于双层钢桁梁等特殊桥梁区段，可通过侧边弦杆引至下层再经泄水管进行直排。

11.3.3 对于采用暗盖梁设计方式的桥梁建议逐孔设置竖向排水管将桥面水引到地面，减少纵向排水管道绕墩。

11.3.4 上层高架桥在排水困难路段宜加强桥面排水设计：

- a) 桥面泄水口间距建议根据排水需求进行选择，在桥梁伸缩缝的上游方向应增设泄水口，在桥宽较大、桥面凹形竖曲线底部和零坡路段建议进行加密，互通加宽段可设置纵横向

排水沟；

- b) 为快速排出桥面铺装层积水，应在铺装边缘设置渗沟，也可采用边部明沟排水，互通加宽段可设置纵横向排水沟。

11.3.5 双层桥梁下层桥面排水设计宜考虑上层桥梁遮盖效果对于下层雨量的折减，可根据需求适当降低下层桥面排水能力。

11.3.6 上下层排水方向一致的双层桥梁上下层落水管宜合并设置，排水方向不一致的桥梁可根据实际排水条件采用分离排水的方式。

11.4 隧道排水

11.4.1 隧道防排水需考虑道路防排水设计，遵循总体规划、合理布局、防排疏结合、少占农田、保护环境的原则，设置完善、通畅的防排水系统。

11.4.2 隧道敞口段与道路衔接处的驼峰设计需综合考虑内涝防洪设计并减少隧道倒灌风险，必要时开展内涝安全评估。建议接地点处增设水位报警措施，以便对衔接道路积水的水位及时预警。

11.4.3 隧道排水系统设计重现期建议根据城镇类型、汇水地区性质综合确定，并满足当地主管部门的要求。

11.4.4 隧道排水建议采用高水高排、低水低排且互不联通的系统，需考虑采取措施封闭汇水范围，避免客水汇入。

11.4.5 隧道地面径流具备自流条件的，可采用自流排除，不具备自流条件的，需考虑设置雨水泵站，并校核泵站和配电设备的安全高度，采取措施防止变配电设施受淹。

11.4.6 隧道排水建议设置独立的排水系统，并防止倒灌。当没有条件设置独立排水系统时，收纳排水系统需满足地区和隧道排水设计流量要求。

11.4.7 隧道需考虑设置横截沟和边沟，横截沟及边沟尺寸需根据排水流量确定。横截沟设置建议考虑清淤和沉泥。横截沟和边沟盖板的设置需保证车辆和行人安全。

12 环保景观

12.1 一般规定

- 12.1.1 环保景观设计需遵循因地制宜、安全适用、生态环保、经济美观的原则。
- 12.1.2 环保景观总体设计需与主体工程设计相协调，综合考虑立体复合通道定位、功能、宽度、走向等因素，发挥立体复合通道环保景观的综合效益。
- 12.1.3 绿化景观设计建议与红线外的城镇绿地相结合，统筹协调立体复合通道绿化景观与周边城镇环境的关系，构建立体复合通道绿化景观体系。
- 12.1.4 需根据降噪要求、结合现场条件，按照上下层分别设置声屏障，声屏障的设计需满足立体复合通道的荷载、行车、采光、安全、景观等要求。
- 12.1.5 需注重对原生植被的保护与利用，绿化景观设计需充分考虑原生植被的回迁利用，条件允许时，宜进行就地保护。
- 12.1.6 公路立体复合通道需落实海绵城市专项规划要求时，需考虑与相关市政专项规划相衔接。

12.2 环境保护设计

- 12.2.1 需结合主体工程设计及环境影响报告书的要求，按照上下层分别开展声环境保护设计，建议优先采用声屏障降噪措施。
- 12.2.2 声屏障空间位置不得侵入相应的建筑限界，桥梁主线和上匝道交汇处、地面道路和下匝道交汇处的声屏障需满足行车视距要求。
- 12.2.3 声屏障宜根据受力需求设置可纵向伸缩结构。桥梁主体结构伸缩缝处的声屏障，需考虑不低于主体结构的伸缩量。
- 12.2.4 上层桥梁声屏障屏体宜采用限位钢板焊接固定，同时采取防坠落措施。

条文说明

螺栓连接的螺栓存在延迟断裂现象，为避免因螺栓断裂后掉落影响下层行车安全，尽量采用焊接，采用栓接时，注意设置螺栓掉落防护措施。

- 12.2.5 上层全封闭声屏障需设置集中排水，避免影响下层道路通行。

12.3 绿化景观设计

- 12.3.1 绿化景观设计需根据上下层绿地的不同特点，选择适宜的植物及配置形式。上层绿化景观设计宜选择满足荷载和承重要求、耐修剪、低维护的植物品种；下层绿化景观设计需根据光照程度选择耐荫、抗逆性强的植物品种。
- 12.3.2 绿化景观设计不得影响车辆和行人的通行安全、不得遮挡行车视线，行车安全视距范围

内需考虑采用通透式植物配置。

12.3.3 宜优先采用预置槽式沿口绿化，同步设计桥墩等部位的垂直绿化，提升视觉环境品质。

12.3.4 需依据桥墩高度、绿地宽度等条件合理进行竖向（微地形）设计，不得影响结构物的安全性、功能性和耐久性。微地形的坡向、坡度需与排水系统相衔接。

12.3.5 绿地需遵循节水型绿化建设原则，建议采用智能灌溉系统，并符合 GB/T50363 相关要求。

12.3.6 有海绵城市建设要求的立体复合通道绿地，建议选择既能耐短期水淹又耐旱、抗污染、有较强净水能力的植物。

12.4 结构物景观设计

12.4.1 桥墩的造型和横向布置需考虑上下层道路宽度变化等因素进行优化，形成统一、连续、通透、齐整的视觉景观。

条文说明

公路立体复合通道应对桥墩盖梁、墩柱及盖梁与墩柱连接处线条进行美学设计，提升桥梁景观。

12.4.2 建议对主线桥梁盖梁高度进行适当归并，避免盖梁高度反复变化。

条文说明

盖梁高度应避免突变并保持一定的连续性，提升视觉顶部线条韵律。

12.4.3 建议上层桥梁与下层道路净空在满足建筑界限净空的前提下适当加大，以改善视觉通透性，提高行车舒适性，同时满足标志标牌设置需求和下层架梁施工需求。

条文说明

根据建筑学“十分之一理论”，即外部空间可采用内部空间尺寸的 8~10 倍的尺度。人在高架桥下车内的视角，按照一般距离和高度之比 D/H 为 2，仰角 27° 时，人在车辆内视觉上压抑感较小，因此下层道路最小净空宜在规范要求的基础上适当提高。

12.4.4 上下层道路宽度变化时，建议保持边柱与下层道路边缘距离基本一致，为桥下道路使用者提供规律的视角环境。

条文说明

如对于上层变宽下层等宽且采用门架式桥墩路段，宜采用门架墩间距不变，调整盖梁外伸悬臂长度的方式适应上层桥宽变化。

12.4.5 立体复合通道建议对上层桥梁梁底、墩柱进行涂装或装饰，改善视觉效果。

13 防灾减灾设计

13.1 一般规定

13.1.1 公路立体复合通道的功能设计应确保应急状态下上下层交通流顺畅转换。

13.1.2 为满足维修、养护和应急抢险的需要，立体复合通道高速层应结合互通及转换道分布设置中分带开口，满足 2~5km 范围内掉头的需要。

13.1.3 桥梁结构应按规定设置安全设施，安全设施与主体工程应同时设计、同时施工、同时投入使用。

13.1.4 应针对强风、暴雨、地震等极端事件，在设计中进行监测预警设施布设、排水系统加强、易损构件加固或冗余设计，为制定管养应急预案提供工程基础。

13.2 防火

13.2.1 宜进行消防专题研究，并根据需要配置消防站；跨径较大双层钢结构桥梁和中、长隧道需进行防火专项设计；明确不同结构类型桥梁的耐火极限要求。

条文说明

在双层高架桥和下层半封闭空间的设施配套方面，应进行防火和消防设计，明确交通安全、机电工程、火灾报警、消防灭火和应急救援系统的布设方案。

13.2.2 对于载有危险品货车和油罐车在立体复合通道下层钢结构桥梁上的通行应结合专题研究成果制定管控策略，应完成策略所需的硬件基础设计。

条文说明

研究和试验表明火源功率 100MW（载有危险品货车）和火源功率 200MW（油罐车）在下层通行发生事故时对于钢桥结构危害性较大。采用卡口摄像机与 ETC 设备结合的方式，建立本地危化品车辆数据库，可实现危化品车辆的有效捕获，通过对危化品车辆的标注，采用雷视一体机设备可实现危化品车辆的实时跟踪。

13.3 防风

13.3.1 结构验算需关注双层桥横向静风荷载的增加和侧向稳定性。

13.3.2 需要将双层桥视为一个气动与结构相互耦合的整体系统进行设计与分析。

13.3.3 抗风设计需覆盖施工期与运营期，并考虑设置风屏障等附属设施带来的二次影响。

13.3.4 对于特别重要、复杂的双层桥，需进行风洞试验研究。

13.4 防震

13.4.1 设防等级：根据上下层交通功能，根据对应抗震要求，就高选取。

- 13.4.2 对下层墩柱宜进行强剪弱弯、高延性设计。
- 13.4.3 需要采用三维空间模型进行非线性时程分析，考虑空间地震动输入。
- 13.4.4 支座设计需适应多维位移，并有防脱落措施。
- 13.4.5 重点分析上下层相互作用的耦合振动。
- 13.4.6 对于特别重要、复杂的双层桥，需进行抗震性专项研究。

13.5 防撞

- 13.5.1 公路立体复合通道需要同时考虑船舶撞击桥墩和车辆撞击桥面两种主要风险。
- 13.5.2 下层桥梁护栏防护等级宜比 JTG D81 要求提高一级设置。

条文说明

下层车辆发生意外时，易撞击钢桁梁的腹杆，因此下层护栏防护等级宜提高一级，以降低车辆撞击桁梁腹杆产生次生灾害的风险。

14 管线综合和预留预埋设计

14.1 一般规定

14.1.1 公路立体复合通道下层建议根据城镇规划需求，设置综合管廊，将电力、通信、给排水、燃气等多种管线集中敷设在管廊内，为管线增容、改造和维护预留空间。

14.1.2 需考虑给排水、燃气、电力等管线的铺设需求，合理规划管线路径和检查井位置，使其相互协调。

14.1.3 各类预留预埋应与总体设计契合，交安机电、声屏障、检修平台、防雷接地等设施的预留预埋设置需结合立体复合通道各类结构形式的特点进行综合考虑。

14.1.4 护栏内交安机电和声屏障等预留预埋构件建议共同考虑，适当归并预埋件尺寸，减少结构尺寸样式，增加景观效果，必要时可共用预埋件。需护栏加宽时，需考虑护栏加宽的连续性和协调性。

条文说明

对于没有条件合并设置时，可整体考虑增大预埋位，一起放置。

14.1.5 预留预埋位置的选择需考虑净空高度、结构受力、构件空间、景观效果等综合因素，必要时可灵活调整预埋件位置。

14.1.6 需在钢结构等特殊结构中设置预埋件时，建议钢结构预留件由主体一并设计。

14.1.7 上层桥的管线预留需充分考虑发展空间。

14.2 管线综合

14.2.1 位于立体复合通道范围内的现状管线需考虑满足公路施工荷载和新建公路荷载标准，必要时建议采取保护措施。

14.2.2 管线横断面布置需考虑与路灯基础、标志标牌基础、乔木、路缘石等道路设施相协调。

14.2.3 管线迁改需综合考虑路基软基处理方式、施工交通组织、道路施工时序。

14.2.4 市政管线过河道时，宜采用管道桥或利用桥涵，也可在河道下方敷设。

14.2.5 对于承台附近管线，考虑适当扩大承台钢板桩基坑，与承台共用钢板桩基坑。

14.3 预留预埋设计

14.3.1 下层交安机电设施预留预埋需结合桥梁结构净空选择预埋件设置位置，标志、标牌、机电部分预埋件可根据实际需求设置在上层桥墩、盖梁等结构内，但设置时需考虑连续性和统一性。

条文说明

预留预埋位置选择宜避免设置上层主梁等薄壁构造，因条件受限需设置于主梁时，宜选择设置于横隔板处，设置于底板时，可适当增加底板厚度，同时应对主梁承载能力、底板局部承压能力等进行验算，尤其需考虑标志标牌承受的风荷载等。

14.3.2 下层护栏设置预留预埋构件时需考虑避开上层墩柱，避免侧向宽度限制导致安装困难，声屏障等连续设施难以避开上层墩柱时，预埋件宜采用小尺寸预埋件或采用墩柱预埋。

条文说明

上层桥梁墩柱与护栏间隙往往较小，各类设施预埋后易结构冲突，同时部分构件较大时需增加护栏宽度，易导致结构间隙进一步减小而导致施工困难，甚至冲突。

14.3.3 桥上设置收费站时，桥面现浇层和铺装需考虑机电管道埋置深度的需求。

14.3.4 桥面上收费装置、称重平台等预埋构件需考虑主体结构形式和受力特点，预埋件和预埋钢筋位置选择应避开主梁薄弱和受力不利位置，同时建议预埋钢筋与主体结构配筋结合设计。

14.3.5 声屏障设置于悬索桥、斜拉桥大跨度结构时，需根据结构受力合理选择预埋位置。若设置于钢护栏上，需对护栏进行专项设计。

14.3.6 对于部分跨越水源保护区、水敏感区等桥面排水无法尽快引入地面排水系统的桥梁路段，桥上大直径纵向排水管建议采用预埋构件形式进行固定。

14.3.7 对于隧道敞口段需设置声屏障等设施时，预埋件位置的选择需考虑隧道的构造形式进行确定，可设置于隧道护栏或侧墙上。