

高速公路改扩建工程设计规范

Specification for design of expressway engineering reconstruction and widening

2025 - 06 - 11 发布

2025 - 09 - 11 实施

目 次

前言 IV

引言 V

1 范围 1

2 规范性引用文件 1

3 术语和定义 2

4 基本规定 2

5 既有公路调查、检测与评价 3

 5.1 一般规定 3

 5.2 路线调查与评价 3

 5.3 路基调查、检测与评价 5

 5.4 路面调查、检测与评价 7

 5.5 桥涵调查、检测与评价 10

 5.6 隧道调查、检测与评价 12

 5.7 路线交叉调查与评价 13

 5.8 交通工程及沿线设施调查、检测与评价 14

 5.9 交通组织调查与评价 15

 5.10 环境保护与景观调查与评价 15

 5.11 既有公路安全性评价 16

6 总体设计 16

 6.1 一般规定 16

 6.2 技术标准 16

 6.3 改扩建形式 19

 6.4 总体设计要点 19

7 路线 20

 7.1 一般规定 20

 7.2 横断面设计 21

 7.3 平面设计 21

 7.4 纵面设计 22

8 路基 22

 8.1 一般规定 22

 8.2 路床拼宽 23

 8.3 一般填方路基拼宽 23

 8.4 高路堤与陡坡路堤拼宽 24

 8.5 一般挖方路基拼宽 25

 8.6 深路堑拼宽 25

 8.7 软土路基拼宽 25

8.8 路基拼宽排水..... 26

8.9 路基装配式设计..... 26

8.10 路基临时工程..... 27

9 路面..... 27

9.1 一般规定..... 27

9.2 设计要求..... 27

9.3 拼宽新建路面设计..... 28

9.4 既有路面设计..... 28

9.5 路面拼接..... 29

9.6 再生利用..... 32

9.7 路面防排水设计..... 32

10 桥梁、涵洞..... 33

10.1 一般规定..... 33

10.2 设计标准..... 33

10.3 桥梁拼宽..... 34

10.4 时效作用控制..... 34

10.5 通道、涵洞接长..... 35

10.6 桥涵加固改造..... 35

10.7 桥涵拆除..... 36

10.8 桥梁顶升..... 37

10.9 工业化建造..... 37

11 隧道..... 37

11.1 一般规定..... 37

11.2 增建隧道..... 38

11.3 扩建隧道..... 39

11.4 隧道改建..... 40

11.5 四车道隧道设计..... 41

12 路线交叉..... 42

12.1 一般规定..... 42

12.2 互通式立体交叉..... 43

12.3 分离式立体交叉、通道、天桥..... 43

12.4 管线交叉..... 43

13 交通工程及沿线设施..... 44

13.1 一般规定..... 44

13.2 交通安全设施..... 44

13.3 服务设施..... 45

13.4 管理设施..... 45

13.5 房屋建筑..... 46

13.6 智慧高速..... 47

14 交通组织..... 47

14.1 一般规定..... 47

14.2 交通组织总体设计..... 48

14.3 区域路网交通组织设计..... 48

14.4 路段交通组织设计 48

14.5 应急情况下的交通组织及保障措施设计 49

14.6 临时交通工程设施设计 50

15 绿色公路 50

15.1 一般规定 50

15.2 绿色公路总体设计 50

15.3 绿色公路路线设计 51

15.4 绿色公路路基设计 51

15.5 绿色公路路面设计 51

15.6 绿色公路桥梁、隧道设计 51

15.7 绿色公路景观与环保设计 52

附录 A（规范性） 涵洞技术状况评定..... 53

附录 B（资料性） 高速公路改扩建路段加宽形式..... 54

附录 C（资料性） 车道转换带长度计算..... 55

附录 D（资料性） 主线同向分合流与匝道出入口最小间距计算..... 57

附录 E（资料性） 典型路面结构型式..... 60

参考文献 62

前 言

本文件按照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归口。

本文件起草单位：广东省高速公路有限公司、中交第二公路勘察设计研究院有限公司、广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司、招商局重庆交通科研设计院有限公司、广东华路交通科技有限公司、中铁西北科研院有限公司、同济大学、清华大学。

本文件主要起草人：余国红、张晟斌、陈达章、邱志雄、郭昱葵、庄稼丰、卢绍鸿、杨明、江星宏、朱玉、李善强、袁怡、张世平、刘庆元、高洪波、宋军、陈亚振、刘敏、黄建峰、何江陵、牟太平、刘新舟、洪旋、陈德华、张磊、何斌、黄昊、曾文博、李昕、胡祖敏、陈阳丽。

引 言

高速公路改扩建已成为广东省公路建设发展的重点方向，与新建项目不同，改扩建项目设计面临更多的专业协调，但当前各专业标准、规范之间尚存在诸多脱节和空白的内容，对改扩建设计指导性较弱。

本文件在JTG/T L11—2014《高速公路改扩建设计细则》等现行标准基础上，通过系统地总结广东省高速公路改扩建项目设计经验，广泛征求主管部门、业主、设计、施工、检测以及相关单位的意见，结合本地区的地形、地质、气候、交通量、运营需求，形成相关条文，规范了高速公路改扩建设计，促进了新时期高速公路改扩建的高质量发展。

高速公路改扩建工程设计规范

1 范围

本文件规定了高速公路改扩建设计的既有公路调查、检测与评价、总体设计、路线、路基、路面、桥涵、隧道、路线交叉、交通工程及沿线设施、交通组织、绿色公路的要求。

本文件适用于广东省区域内高速公路改扩建工程的设计，其他高等级公路的改扩建可参照执行。

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 5768 道路交通标志和标线
- GB/T 51141 既有建筑绿色改造评价标准
- GB 55015 建筑节能与可再生能源利用通用规范
- GB 55022 既有建筑维护与改造通用规范
- JTG B01 公路工程技术标准
- JTG B05 公路项目安全性评价规范
- JTG D20 公路路线设计规范
- JTG D30 公路路基设计规范
- JTG D40 公路水泥混凝土路面设计规范
- JTG D50 公路沥青路面设计规范
- JTG D60 公路桥涵设计通用规范
- JTG D81 公路交通安全设施设计规范
- JTG J21 公路桥梁承载能力评定规程
- JTG H12 公路隧道养护技术规范
- JTG 3362 公路钢筋混凝土及预应力混凝土桥涵设计规范
- JTG 3450 公路路基路面现场测试规程
- JTG 5120 公路桥涵养护规范
- JTG 5210 公路技术状况评定标准
- JTG 3370.1 公路隧道设计规范
- JTG/T D21 公路立体交叉设计细则
- JTG/T D33 公路排水设计规范
- JTG/T H21 公路桥梁技术状况评定标准
- JTG/T L11 高速公路改扩建设计细则
- JTG/T 5532 公路桥梁支座和伸缩装置养护与更换技术规范
- JGJ/T 117 民用建筑修缮工程查勘与设计标准

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

拼宽 widened by lateral physical contact

公路加宽新建部分与既有部分通过横向物理联系组合成整体。

[来源: JTG/T L11—2014, 2.0.1]

3.2

拼接 splicing

将公路构造物或其构件的加宽新建部分与既有部分进行连接。

[来源: JTG/T L11—2014, 2.0.2]

3.3

线形拟合 alignment fitting

利用实测线位数据,按照逼近既有公路现状的原则,进行路线平纵面设计。

[来源: JTG/T L11—2014, 2.0.4]

3.4

同向车道分隔带 belt-like divider for separating unidirectional traffic flow

既有中央分隔带保留形成的作为分隔同向行驶车道用的带状设施。

[来源: JTG/T L11—2014, 2.0.5, 有修改]

3.5

车道转换带 belt-like region for changing lane

既有中央分隔带部分改造为路面,供同向车道分隔带两侧车辆转换行驶的带状区域。

[来源: JTG/T L11—2014, 2.0.6, 有修改]

4 基本规定

4.1 应按统筹规划、绿色集约、安全智慧的原则,结合区域路网交通适应性分析,确定高速公路改扩建通道规模、项目功能定位和建设标准。

4.2 应对高速公路改扩建方案作技术、经济、运营和环境等方面的论证和比选,确定高速公路改扩建形式。

4.3 应综合考虑交通量发展趋势、改扩建技术难度、施工及运营安全、区域交通影响等因素,确定高速公路改扩建建设时机和实施方式。高速公路改扩建宜在出现下列情形之一时实施:

- a) 服务水平下降至三级服务水平下限之前;
- b) 年平均日交通量与设计通行能力之比达到80%以上,且无直接可替代线路规划的;
- c) 由于相关路网建设,将导致拟改建项目交通量急剧增长,现有公路明显不适应的。

4.4 应在既有公路设计速度基础上,综合考虑改扩建公路功能、建设条件、运行速度、土地利用等因素,结合技术经济比较,论证确定改扩建项目的技术标准。

4.5 应对既有公路及附属设施的技术状况与运营安全状况进行调查、检测、评价,确定既有工程的直接利用、维修加固后利用或重建等方案。

4.6 应考虑改扩建工程实施中施工及运营安全、区域交通影响等因素,结合工程技术方案进行施工期交通组织设计。维持通车的施工路段,其服务水平可较正常路段降低一级。

4.7 施工阶段应对既有公路实际状况进行跟踪、检验、监测,根据需要进行动态调整设计方案。

4.8 利用或再生利用既有资源和处治废弃物时,应满足环境与生态保护要求。

5 既有公路调查、检测与评价

5.1 一般规定

- 5.1.1 改扩建设计应根据项目需求，结合专业特点和内容，对既有公路进行调查、检测与评价，分既有公路运营安全性及既有公路技术状况两部分。
- 5.1.2 既有公路调查、检测应采用资料收集、现场调查、测量、勘察、试验检测等方法，宜推广应用对既有公路和现状交通影响较小的电磁技术、遥感技术、无损技术等测量勘察手段。
- 5.1.3 既有公路资料收集应包括设计、施工、监测、养护、运营管理等相关资料，具体包含且不限于表1的规定。

表1 既有公路改扩建收集资料表

收集资料分类	收集资料内容
技术标准与依据	1、既有公路设计与建设各阶段批复文件与相关函件
	2、既有公路建设及后期改造采用的标准规范及技术标准
	3、既有公路交通量、交通组成及交通流特性数据
	4、既有公路运营期交通事故及事故多发点资料
设计文件	5、既有公路勘察、设计、施工及变更、竣工验收文件
	6、既有公路批复用地及红线图
	7、既有公路建成后增加的互通、桥梁、分离式立交设计文件
	8、历次大修、技术改造施工图文件
监测成果	9、历年既有公路高边坡、桥涵结构、隧道等监测报告
养护资料	10、历年养护、检查检测、维修加固文件及评估报告
控制因素	11、区域路网布局与规划
	12、沿线国土、规划、环保、文物、林业、特殊设施的现状及规划资料
	13、沿线学校、医院、机关、疗养院、居民区等环境敏感点相关资料
	14、与既有公路交叉、并行、衔接的道路、铁路、地铁、航道、管线的相关资料

- 5.1.4 应在充分收集和分析既有公路工程地质勘察资料、不良地质和特殊性岩土处治方案的基础上，采用钻探、物探、原位测试等综合勘察手段开展改扩建工程地质勘察工作，并分析评价。调查范围宜覆盖地质或地貌单元或整个公路建（构）筑物，试验检测点应具有普遍代表性。
- 5.1.5 应运用定性评估、指标对照、统计分析、结构计算等方法，从行车安全性、承载能力、稳定性、耐久性、规范符合性、功能适应性等方面，对既有公路及附属设施进行定性或定量评价。
- 5.1.6 既有公路检测频率或样本数量应满足相关规范要求或统计分析最小数量要求。
- 5.1.7 既有公路调查、检测与评价宜在初步设计阶段完成。在施工图设计阶段应在初步设计阶段成果基础上补充、验证、核对、完善和更新。

5.2 路线调查与评价

- 5.2.1 路线调查与评价应采用资料收集、工程测量等方式，采集既有公路平、纵、横信息，拟合还原既有公路现状技术指标，并根据原设计标准及现行设计标准进行规范符合性、运营安全性评价，为路线改扩建方案的比选与制定提供依据。
- 5.2.2 工程测量与数据采集应符合下列规定：

- a) 改扩建工程控制网工程带坐标系统应采用国家 2000 大地坐标，边长变形误差应 ≤ 2.5 cm/km。同一改扩建工程项目应采用同一平面和高程系统，与其交叉或相衔接项目应建立平面和高程系统转换关系；
- b) 平面控制测量应采用 GNSS 测量方法建立首级四等平面控制网和次级公路一级平面控制网。首级四等平面控制网应与国家等级平面控制点进行联测；
- c) 高程控制测量应采用水准测量方法建立首级三等水准网和次级四等水准网。首级三等水准网应与国家等级水准点进行联测；
- d) 应对既有公路平面线形、纵面线形和横断面进行测量；
- e) 工程测量与数据采集宜在初步设计阶段一次性实施。条件受限时，平面线型测量应在初步设计阶段实施，纵面线型和横断面测量可在施工图设计阶段实施；
- f) 获取既有公路路面数据宜采用车载激光或机载激光扫描测量技术，也可采用现场实测。
- g) 车载激光或机载激光扫描测量技术布设路面靶标控制点应符合下列规定：
 - 1) 在道路两侧交叉布设，一侧靶标点间距不大于 400 m，保证道路两侧每 200 m 一个靶标点。桥梁伸缩缝处应加设靶标控制点；
 - 2) 应采用易于激光点云识别的材质进行敷设，可直接采用道路上具有明显位置特征且能在激光点云中准确识别的点。具有明显中心位置的几何图形，形状宜为“T”形、“十”形、块状或扇形等；
 - 3) 布设在既有公路两侧靠近护栏的平整路面处，其中心点距离道路硬路肩外侧边缘不小于 0.2 m，不大于 0.5 m；
 - 4) 靶标控制点测量，平面应满足公路一级平面控制点精度，高程应满足四等水准精度要求。
- h) 既有公路路面、边坡激光点的平面和高程中误差应小于表 2 的规定。

表2 既有公路路面、边坡激光点的平面和高程中误差

单位为米（m）

中误差	路面	边坡
平面	0.05	0.10
高程	0.02	0.10

- i) 激光点云密度宜不小于表 3 的规定。

表3 激光点云密度

单位为点/m²

工程类型	改扩建公路	
	路面	路外
机载激光扫描测量	40	4
车载激光扫描测量	400	/

- j) 改扩建公路工程利用路面控制点对激光数据进行精化处理，应符合下列规定：
 - 1) 采用分段仿射变换修正；
 - 2) 分段长度 5 km~10 km；
 - 3) 每个分段包含的路面平面控制点个数不少于 3 个，相邻分段公共点不少于 1 个。
- k) 激光点云精度检查应符合下列规定：
 - 1) 抽检率不少于 5%，应覆盖项目全路段；且检测样本均匀分布，兼顾不同的地形、地貌；

- 2) 按点云类别采用高程显示、三维透视及晕渲等方法，目视检查分类点后，对模型不连续、不光滑处重新核实地面点分类的可靠性，有疑问区域用剖面图进行查询、分析；
- 3) 应利用现场实测方法检测激光点云数据。
- 1) 现场实测方法测点布置如图 1 所示，并应符合下列规定：
 - 1) 在左侧路缘带和右侧硬路肩内、外边缘布设测点，左、右幅的测点宜位于同一断面上；
 - 2) 测点纵向间距不大于 25 m，半径较小的圆曲线路段和特殊路基段适当加密。桥梁、桥式通道、主线上跨分离式立体交叉桥梁等明式构造物两端 100 m 范围内，测点纵向间距不大于 10 m。精度要求同表 2；
 - 3) 既有公路横断面测量包括断面布置、边沟形式、边坡坡度、平台尺寸等特征点。

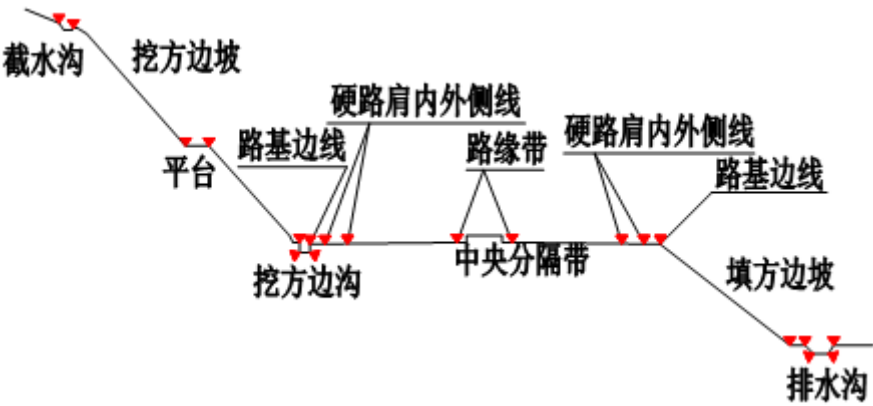


图1 现场实测方法测点布置图

m) 建筑物、铁塔、管线、铁路、公路被交道等工点测量应按设计要求进行测量。

5.2.3 平纵横指标拟合应符合下列规定：

- a) 应结合既有公路设计线元参数，根据道路中央分隔带两侧标线的测量数据拟合出中心线，纵面及横断面可左右分幅拟合，使拟合线元范围内的实测点与线元垂距加权平方和最小，并对构造物测点进行加权控制，使拟合出的线位跟实测点的偏差最小；
- b) 拟合的平纵横指标可根据竣工图文件进行核对。拟合线元与原设计偏差较大时，应结合建设、运营、管养历史的调查，分析偏差原因，进行现场实测校核；
- c) 平面拟合偏差桥梁构造物等主要控制点宜不大于 10 cm，一般路基段宜不大于 20 cm。

5.2.4 路线评价应符合下列规定：

- a) 应在收集运营期的交通事故资料的基础上，对交通事故多发及存在安全隐患的路段进行运营阶段安全性评价；
- b) 应按照原设计及 JTG B01、JTG D20 的相关规定对既有公路线形指标进行符合性评价；
- c) 应根据 JTG B05 等规范标准的相关规定进行运行速度协调性和设计速度协调性等方面的安全性评价。

5.3 路基调查、检测与评价

5.3.1 路基调查、检测与评价应采取资料收集、现场调查和检测、监测以及勘探试验相结合的综合方法，评价既有路基承载能力、稳定性和技术状况，对既有路基的可利用程度进行评价，综合分析路基病害成因，提出病害处治建议；

5.3.2 路基调查、检测应符合下列规定：

- a) 对既有路基进行分段测试与评价，检测参数和频率宜符合表 4 规定；

- b) 结合既有路基使用情况和改扩建方式，选择有代表性路段，开展既有填方路堤和挖方路床土的物理力学性质试验，确定路基承载能力、湿度状态、含水率、压实度以及 CBR 值等指标，各项测试应符合 JTG 3450 的有关规定；
- c) 根据调查、检测情况，对缺乏地勘资料的路段应开展勘探试验，为拼宽台阶设置和基底清表等提供设计依据；
- d) 调查既有路基支挡工程基础形式、地基地质条件和使用状况，缺乏地勘资料时应对支挡工程地基进行勘探试验；
- e) 调查既有路基地表、地下排水系统的结构形式和使用状况；
- f) 结合建设期资料，对填平区路段的路基状况和排水设施进行详细调查。

表4 路基现场检测内容表

检测项目		检测方法	检测频率
路床	承载能力	T0943-2008 承载板法	1处/10 km
	压实度	T0921-2019 灌砂法	
	含水率	T0104-1993 燃烧法	
	填料组成	T0115-1993 筛分法	
	湿度状态	电偶法	分段连续检测
支挡与防护工程	技术状况	现场调查	全线普查
	锚索锚杆应力	拉拔试验	3%抽检
	挡墙强度	T0954-1995 回弹法	3%抽检
	挡墙密实度	雷达法	3%抽检
	抗滑桩桩身完整性	低应变法	3%抽检
	抗滑桩强度	T0954-1995 回弹法	3%抽检
排水工程	技术状况	现场调查	全线普查

- 5.3.3 边坡防护调查、检测应符合下列规定：
- a) 既有路基边坡防护调查宜采用无人机摄像与现场实地调查量测相结合的方法；
 - b) 调查既有路基边坡具体位置、防护形式、坡率、坡面植被生长状况等。
- 5.3.4 排水设施调查、检测应符合下列规定：
- a) 既有路基排水设施调查宜采用无人机摄像与现场实地调查量测相结合的方法；
 - b) 调查既有路基地表排水和地下排水设施的具体位置、型式、断面尺寸和使用状况，确定水流进出的方向和去处，评价排水效果；
 - c) 调查既有路基沿线沟渠分布情况，高度城市化路段应补充调查周边地下管网排水设施和使用状况，确定水流与地下管网的衔接状况。
- 5.3.5 路基分析评价应符合下列规定：
- a) 根据调查、测量、试验和水文分析资料，确定既有路基高程能否满足 JTG D30 中路基设计洪水频率的规定；

- b) 确定既有路基承载能力能否满足规范要求;
 - c) 确定既有路基填料能否满足路基土最小 CBR 值、路基压实度的要求;
 - d) 确定既有路基的平衡湿度, 分析评价路基相对高度的合理性;
 - e) 分析评价既有路基边坡的稳定状态、各种防护排水设施的有效性及其改进措施;
 - f) 分析评价不良地质路段处治措施效果;
 - g) 分析评价填平区排水设施使用状况对路基稳定性的影响;
 - h) 分析评价拼宽或新增路基对既有路基稳定性的影响;
 - i) 分析评价既有路基病害的类型、分布范围、规模、成因, 以及既有路基病害整治工程设施的效果, 并提出路基病害整治措施。
- 5.3.6 高路堤路段调查、检测与评价应符合下列规定:
- a) 高路堤路段应适当加密探坑试验, 对其承载能力、填料性质、压实度等进行检测;
 - b) 查明既有高路堤路段病害详细分布, 对存在开裂、变形等缺陷的路段应开展检测勘察工作, 分析其稳定性;
 - c) 结合检测及测量资料开展高填方路基工后沉降及运行多年后路基沉降评价分析;
- 5.3.7 深路堑直接利用路段的边坡调查、检测与评价应符合下列规定:
- a) 既有深路堑高边坡调查宜采用无人机摄像与现场调查量测相结合的方法;
 - b) 深路堑高边坡主要调查技术状况、使用状况、边坡环境、坡表变形、坡体变形、工程结构工作环境以及工程结构变形等;
 - c) 应查明既有边坡病害详细分布和评价其使用技术状况, 对存在开裂、变形等缺陷的边坡应根据其防护形式开展地质勘查、专项检测和稳定性评估;
 - d) 对出现较严重病害和运营期加固维修过的支挡结构应结合监测资料进行稳定性验算分析。
- 5.3.8 软土路基调查、检测与评价应符合下列规定:
- a) 软土路基应通过资料收集、布设监测断面等调查与检测方法, 评价既有路基工后沉降情况;
 - b) 分析评价既有路基下各种地基处理路段的软土地基固结度、固结系数、压缩变形发展规律和抗剪强度增长规律, 确定既有路基下各种地基处理路段的软土地基固结度和剩余沉降值;
 - c) 结合路基填料调查情况, 分析评价既有软土地基处理方法的效果, 提出改进措施;
 - d) 分析评价拼宽路基与既有路基之间的稳定性和差异沉降, 路基拼宽对既有路基沉降影响程度;
 - e) 分析软土地基路段桥头跳车情况, 根据沉降观测资料推算路基残余沉降, 评价各种处治措施的效果。
- 5.3.9 特殊路基应调查其分布范围和处治措施, 分析评价路基稳定与变形状态、各种处治措施的有效性及其改进措施。

5.4 路面调查、检测与评价

5.4.1 路面调查、检测与评价应进行资料收集、现场调查和检测及室内试验, 查明既有路面病害分布, 分析路面病害成因, 评价既有路面承载能力和技术状况, 对既有路面的可利用程度进行评价, 提出病害处治建议, 评价现状路面结构及材料性能参数。

5.4.2 路面调查、检测应符合下列规定:

- a) 收集既有路面及排水设施设计、施工及历史养护维修资料, 开展现场调查、检测工作;
- b) 调查既有路面的结构形式、使用状况、破损形式、排水状况等;
- c) 检测既有沥青路面的结构层类型与厚度、弯沉、路表及路面内部破损状况、平整度、车辙等;
- d) 检测既有水泥路面的结构层类型与厚度、断板率、路表、板底脱空、接缝传荷系数等;
- e) 检测既有复合式路面的结构层类型与厚度、路表及路面内部破损状况、平整度、车辙以及既有水泥面板板底脱空、接缝传荷系数等;

- f) 检测既有硬路肩路面的结构层类型与厚度、路表及路面结构内部破损状况等;
 - g) 采取钻芯取样、探坑取样、路面雷达等检测方法, 探明既有路面各结构层层间结合和病害影响程度, 并取样进行室内试验, 测定结构层强度、模量等力学参数, 分析路面材料组成与老化情况;
 - h) 采用落锤式弯沉仪检测路面结构强度时, 一般路段检测频率为 1 点/50 米, 病害集中路段和历年养护维修路段可适当加密;
 - i) 路面检测宜采用自动化检测设备进行, 并根据 JTG 5210 的要求, 计算和评价既有公路各车道及硬路肩各表观指标, 评价单元宜按照 100 米进行, 并分车道绘制病害平面布置图。
- 5.4.3 路面现场检测主要包含路面破损、平整度、车辙、抗滑表观指标、结构强度、结构层厚度、基层缺陷等; 检测范围宜涵盖各行车道及硬路肩。沥青路面、水泥路面及复合式路面现场检测内容宜分别符合表 5、表 6 与表 7 的规定。

表5 沥青路面现场检测内容

检测项目	检测方法	检测频率	评定单元
基层缺陷	探地雷达	根据需要	10 m
路面损坏	T0974-2019 路况检测车	全线连续	100 m
路面结构强度	T0953-2008 落锤式弯沉测试仪	1 点/50 m	100 m
	T0957-2019 激光动态弯沉仪	全线连续	100 m
路面平整度	T0934-2008 路况检测车	全线连续	100 m
路面抗滑系数	T0965-2008 横向力系数车	全线连续	100 m
路面车辙	T0973-2019 路况检测车	全线连续	100 m
各结构层强度	落锤式弯沉仪	1 点/50 m	100 m
	T0945-2008 动力锥贯入仪	根据需要	每点
	开挖探坑	根据需要	每点
钻芯取样	车拖式钻芯机	1 处/km	每点

表6 水泥路面现场检测内容

检测项目	检测方法	检测频率	评定单元
路面损坏	T0974-2019 路况检测车	全线连续	100 m
断板率	T0974-2019 路况检测车	全线连续	100 m
路面平整度	T0934-2008 路况检测车	全线连续	100 m

表6 水泥路面现场检测内容（续）

检测项目	检测方法	检测频率	评定单元
路面抗滑系数	T0965-2008 横向力系数车	全线连续	100 m
脱空、传荷系数	T0975-2019 落锤式弯沉仪	逐板检测	逐板
基层缺陷	探地雷达	根据需要	逐板
钻芯取样	车拖式钻芯机	1处/km	每点
各结构层强度	落锤式弯沉仪	1点/50 m	100m
	T0945-2008 动力锥贯入仪	根据需要	每点
	开挖探坑	根据需要	每点

表7 复合式路面现场检测内容

检测项目	检测方法	检测频率	评定单元
路面损坏	T0974-2019 路况检测车	全线连续	100 m
路面平整度	T0934-2008 路况检测车	全线连续	100 m
路面车辙	T0973-2019 路况检测车	全线连续	100 m
路面抗滑系数	T0965-2008 横向力系数车	全线连续	100 m
脱空、传荷系数	T0975-2019 落锤式弯沉测试仪	逐板检测	逐板
基层缺陷	探地雷达	根据需要	逐板
钻芯取样	车拖式钻芯机	1处/km	每点
各结构层强度	落锤式弯沉仪	1点/50 m	100m
	T0945-2008 动力锥贯入仪	根据需要	每点
	开挖探坑	根据需要	每点

5.4.4 路面分析评价应结合钻芯取样、探坑取样以及室内试验进行，既有路面材料性能试验要求应符合表8的规定。

表8 既有路面材料性能试验要求

序号	结构层位	试验项目	试验方法及要求
1	沥青面层	材料组成分析；旧沥青针入度、延度、软化点；沥青层空隙率、劈裂强度、单轴压缩强度、浸水飞散试验、混合料级配等	JTG E20
2	基层	材料组成分析、无侧限抗压强度、劈裂强度、单轴压缩模量等。	JTG E51
3	水泥混凝土面层	弯拉强度	T0558-2005 抗弯拉强度试验方法

5.4.5 路面分析评价应符合下列规定：

- a) 分析评价路面结构承载能力，明确各结构层厚度和回弹模量，为加铺层设计提供依据；
- b) 沥青路面应分析评价路面破损、平整度、车辙以及抗滑性能等指标，结合既有路面病害特点，可采用裂缝率、横向裂缝间距、网裂面积率和修补率等指标进行补充评价；
- c) 水泥路面应评价断板率、板底脱空状况和传荷能力；
- d) 复合式路面应评价水泥面板接缝反射率、既有水泥路面板底脱空状况和传荷能力；
- e) 根据既有路面调查、检测结果综合分析病害原因，判断路面病害的层位、破坏程度、发展趋势，明确病害的类型以及分布范围，提出病害处治建议；
- f) 结合室内物理和力学试验分析，提出路面结构验算参数和材料的回收利用方案。

5.5 桥涵调查、检测与评价

5.5.1 应在初步设计阶段进行桥涵调查、检测与评价，检测深度及评价结论应能满足初步设计及施工图设计要求。

5.5.2 桥涵现状调查应符合下列规定：

- a) 应搜集既有桥涵的勘察设计、施工、监测、养护检测及维修加固、运营管理等方面的技术资料；
- b) 应现场核查上、下部结构形式，孔跨布置、几何尺寸、交叉角度、净宽净高、墩台位置，伸缩缝、桥面连续结构等桥面系各构件情况，维修加固情况等；
- c) 应现场调查既有公路桥涵构造物的使用状态及适应性，核查构造物排水、灌溉、通航、通行等功能要求；
- d) 收集特殊桥监测资料；
- e) 收集通航桥梁防撞资料。

5.5.3 桥涵测量应符合下列规定：

- a) 暗通、暗涵应采集外侧前墙与八字墙的交点四个角点处的平面坐标以及对应跨中中心线板底及涵底高程，其中板底高程须采用水准测量。与跌水井相接的，应采集跌水井角点平面坐标及井底高程。测量布点如图 2 所示；

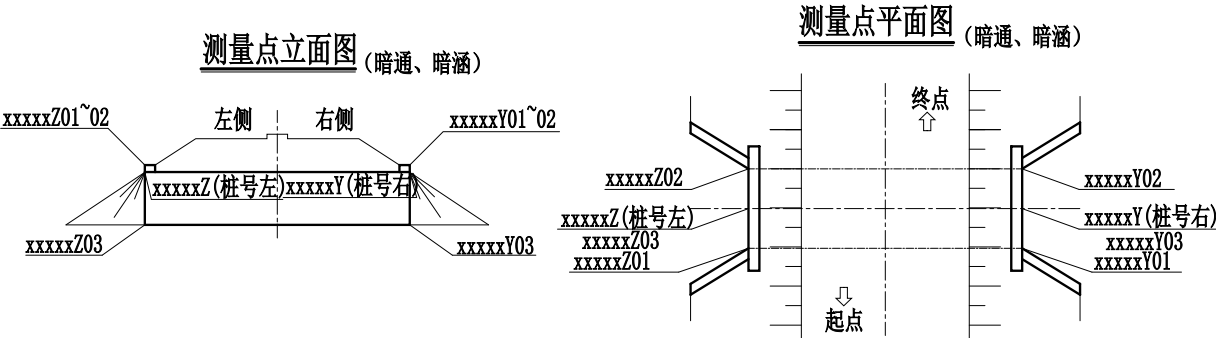


图2 暗通、暗涵测量布点

- b) 小桥、明通、明涵，在暗通、暗涵测量要求基础上，还需采集桥面特征点坐标和高程。测量布点如图 3 所示；

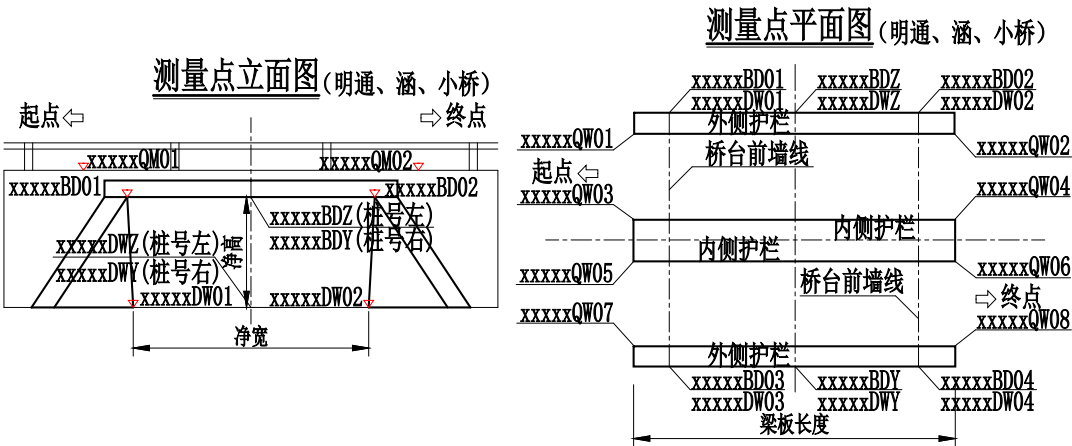


图3 小桥、明通、明涵测量布点

- c) 采用预制空心板、分体箱梁、T 梁的特大、大、中桥应采集 1/4 跨径护栏内侧桥面坐标及高程，间距不大于 10 m，桥面高程需采用水准测量。测量布点如图 4 所示：

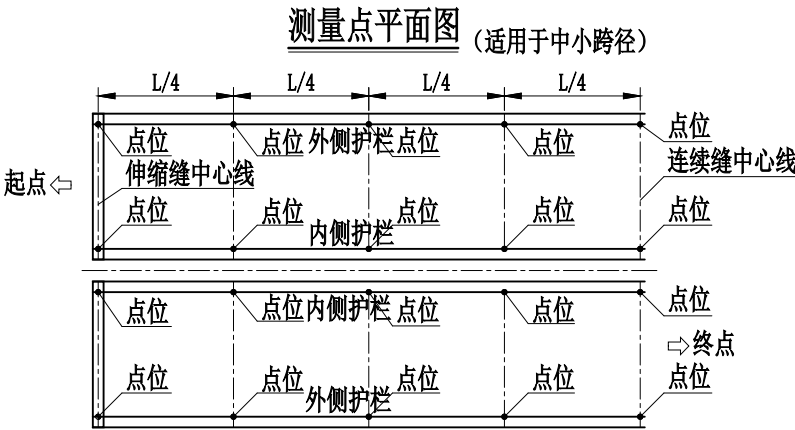


图4 预制空心板、分体箱梁、T 梁桥测量布点

- d) 采用连续现浇箱梁结构的特大、大、中桥应等间距对称采集桥面点平面及高程，布置间距不大于 5 m，桥面高程需采用水准测量。测量布点如图 5 所示：

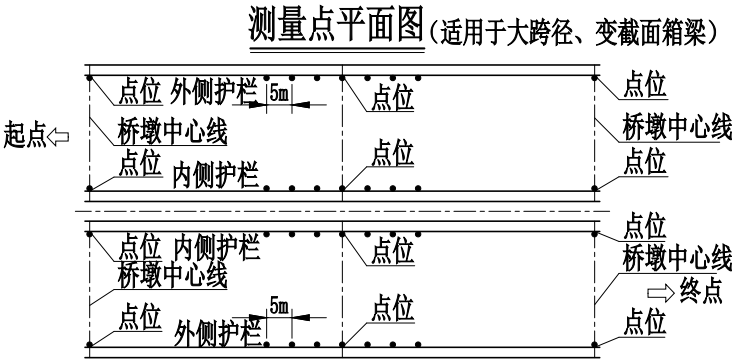


图5 连续现浇箱梁桥测量布点

5.5.4 桥涵现场检测应符合下列规定：

- a) 现场检测宜包含既有桥涵技术状况检测、承载能力检测、耐久性检测及荷载试验检测等。应按照 JTG 5120、JTG/T J21、JTG/T 5214、JTG/T 5122、JTG/T L11、JTG/T J21-01、JTG/T H21、JTG/T 5532 的规定执行；
- b) 承载能力检测宜包含几何形态参数检测、恒载变异状况检测、材质强度检测、钢筋锈蚀电位检测、混凝土氯离子含量检测、混凝土电阻率检测、混凝土钢筋保护层厚度检测及自振频率检测等；
- c) 耐久性检测宜包含外观耐久状态劣化指标检测和钢筋锈蚀剩余耐久年限检测指标等；
- d) 荷载试验检测应按 JTG/T J21-01 执行，多梁体系结构尚应进行横向分布系数检测；
- e) 应对水下桥墩、桥台搭板、空心板腔内、浆砌片石内部等部位开展有针对性的检测，以评价其利用程度；
- f) 对于特殊结构形式桥梁，应根据结构特点，增加相关检测参数，宜包含拉索索力检测、拉索内部缺陷检测、焊缝内部缺陷检测、钢结构涂层厚度检测等；
- g) 不超过 1 年的桥涵定期检测报告经现场核对后可直接引用。

5.5.5 桥涵评价应符合下列规定：

- a) 应按 JTG 5120 和 JTG/T H21，结合历年检测结果，分析主要病害发展趋势和成因，评定桥涵技术状况，提出维修加固建议；
- b) 应按 JTG/T J21 和 JTG/T L11 的要求，根据桥涵技术状况评定结果，结合结构形式，选择技术状况最差的桥跨进行承载能力评定；
- c) 涵洞评价应符合附录 A 的规定；
- d) 拟直接利用的既有桥涵，应按原设计荷载标准进行承载能力评定。若满足要求，常规病害维修处治后可直接利用。若不满足要求，应提出加固改造措施或拆除重建建议；
- e) 拟拼宽利用的既有桥涵，应按原设计荷载标准进行承载能力评定，且应按现行设计荷载标准评估其极限承载能力。若满足要求，常规病害维修处治后可拼宽利用；若不满足要求，应提出加固改造措施或拆除重建建议；
- f) 20 米及以下跨径拟拼接加宽利用的既有桥梁，不满足 JTG B01 第 6.0.10 条第 3 款极限承载能力要求但使用状况良好的，可按照 JTG B01 第 6.0.10 条补充说明中分车道布载的计算方法进行验算，经论证后通过分车道管理予以利用；
- g) 当作用效应与抗力效应的比值符合 JTG/T J21 第 3.2.4 中的条文规定，应通过荷载试验评定其承载能力；
- h) 改扩建项目可开展既有桥梁结构耐久性检测与评定工作，对钢筋及预应力混凝土构件应按照桥梁所在的环境条件和桥梁表现的耐久性病害进行外观耐久状态和剩余耐久年限检测评定；后张预应力混凝土构件尚应进行预应力体系耐久性检测评定；

5.5.6 应充分利用技术状况检测评定、承载能力检测评定及荷载试验结果，并结合耐久性检测评定结果，开展既有桥涵利用评价。

5.6 隧道调查、检测与评价

5.6.1 隧道调查、检测与评价应包含现状调查与测量、现场检测、技术状况评定及承载能力评定等内容。隧道调查、检测与评价应在初步设计阶段进行，施工图设计阶段可根据需要开展相应的补充检测与评价，检测深度及评价结论应能满足当前设计阶段的要求；

5.6.2 隧道现状调查与测量应符合下列规定：

- a) 应搜集既有隧道的勘察设计、施工、监测、运营、养护检测以及维修加固等方面的技术资料；

- b) 现场调查应核查隧道结构形式、隧道排水设施布置形式、洞口场地、边仰坡防护、洞口排水设施布置，应调查土建结构与附属设施的病害处治、通风照明及其他机电设施的运营状况、运营期间交通事故及其产生的原因等；
- c) 隧道测量应包含隧道平面线形、纵断面线形、路面横坡、隧道净空断面、进出口变宽路段、隧道内部港湾式停车带等；
- d) 应调查既有隧道消防救援机构的设置、消防设备的配置及使用情况，隧道火灾事故情况及其产生的原因等。

5.6.3 隧道土建结构现场检测应符合下列规定：

- a) 应对隧道洞口、洞门、衬砌、路面、检修道、排水系统、吊顶预埋件、内装饰、标志、标线等进行外观检测；
- b) 应对衬砌和内装饰的剥落、掉块，衬砌裂缝分布、长度、深度进行测量和检测，并绘制平面展开图，对关键裂缝的发展及衬砌稳定性进行必要的监测；
- c) 应调查隧道当前渗漏水部位、水量及其随季节变化的关系；
- d) 应对隧道路面病害情况进行调查与检测，检查内容应满足本文件 5.4.3 的规定，应检查路面横向、纵向错台和变形；
- e) 不超过 1 年的隧道定期检测报告经现场核对后可直接引用；
- f) 应结合隧道外观检测结果及历史加固情况，拟定专项检测方案，以便于进一步分析隧道病害产生原因，了解当前结构状态；
- g) 有腐蚀性地下水的隧道，应对地下水的性质、侵蚀类型及侵蚀指标，侵蚀的特征、部位、范围及深度，残存衬砌厚度及强度，以及整治情况进行调查和检测；
- h) 有瓦斯及其它有害气体的隧道，应对气体深入隧道的部位、浓度进行检测，对改扩建施工、运营及养护人员的危害进行分析；
- i) 应辅以对应的长期监测手段，对衬砌结构的裂缝、应力、变形等进行监测，以便于了解隧道结构的稳定性；
- j) 对于出现较大变形、变位，或在加固施工及日常养护过程中存在侵占净空现象的，应加大隧道净空断面抽检频率；
- k) 对于隧道存在较严重的结构病害或材质劣化现象，应开展衬砌厚度、衬砌混凝土强度、衬砌钢架及钢筋布置和保护层厚度、衬砌背后空洞情况等检测；
- l) 应按照 JTG H12 的规定执行。

5.6.4 隧道评价应符合下列规定：

- a) 评价既有隧道的平面线形、纵断面线形和净空断面，提出拟采用的技术标准；
- b) 按现行标准对既有隧道的结构承载能力和结构安全性进行评价；
- c) 分析评价增建隧道或扩挖隧道对临近既有隧道安全性的影响；
- d) 评价既有隧道的交通运营安全性，分析事故成因，提出相关设施的改进建议；

5.7 路线交叉调查与评价

5.7.1 路线交叉调查与评价可采用资料收集、现场调查与工程测量等方式，对既有路线交叉、被交道路、构造物和管线等，进行功能符合性、规范符合性和安全性评价，为制定路线交叉改扩建方案提供依据；

5.7.2 路线交叉资料收集与调查应符合下列规定：

- a) 在收集互通式立体交叉设计、竣工文件的基础上，调查既有被交道路的等级、技术状况、交通现状和路网规划；
- b) 采集既有路线交叉的平、纵、横几何信息，进行线形拟合，确定技术指标；

- c) 既有被交道路桥涵、隧道调查应满足本文件 5.5 和 5.6 的要求；
- d) 既有被交道路通道调查应满足本文件 5.4 和 5.5 的要求；
- e) 调查与既有公路交叉或并行各种管线的性质、规模、等级、交叉角度、地面标高和地下埋置深度等；
- f) 调查路线交叉范围内的建筑限界和规划用地红线情况。

5.7.3 路线交叉评价应符合下列规定：

- a) 对既有路线交叉与城镇交通规划进行功能符合性评价；
- b) 应评价互通式立交、分离式立交、通道、天桥、平面交叉的运行状况和交通量适应性，提出利用和改善措施；
- c) 按 JTG B01、JTG B05、JTG D20、JTG/T D21 的规定对既有路线交叉进行规范符合性和安全性评价；
- d) 对既有路线交叉施工期临时交通组织进行评价。

5.8 交通工程及沿线设施调查、检测与评价

5.8.1 应对既有交通工程及沿线设施开展全面的调查、检测与评价，并结合运营中存在的问题、运营管理部门及使用者的需求，对其可利用性综合分析，制定利用方案。

5.8.2 交通工程及沿线设施的调查应符合下列规定：

- a) 交通工程及沿线设施调查可采取资料收集、现场勘察、问卷、座谈等形式；
- b) 应收集既有交通工程及沿线设施相关竣工文件、系统升级改造竣工文件、近 3 年专项改造竣工文件、设备维护更新记录或其他资料，并对相关内容进行现场核实；
- c) 应结合安全评价，分析既有公路发生重大交通事故的路段、事故率偏高和经常出现交通拥堵路段的基本情况，以及后期采取的改善措施；
- d) 调查电动汽车混入率，作为隧道通风和服务区充电桩等的设计输入资料；
- e) 调查相关单位和道路使用者对既有交通工程及沿线设施的使用效果评价、对各设施设置情况的反馈意见和其他需求，以及对改扩建的建议；
- f) 调查与收集运营管理机构现状及运营管理需求；
- g) 调查既有交通工程及沿线设施的建成年份，系统升级改造、专项改造的年份及主要改造内容，设备更新维护等情况；
- h) 调查既有设备、设施的规格型号，其功能、规模和使用情况；
- i) 调查隧道变电所内设备使用情况，运营电费及节能措施；
- j) 管理、服务设施所在区域地方污水管网、雨污分流系统及污水处理设施情况。

5.8.3 交通工程及沿线设施利旧时检测应符合下列规定：

- a) 再利用的房屋建筑应进行结构安全检测；
- b) 再利用的波形梁钢护栏应包含波形梁板基底金属厚度、立柱基底金属壁厚、钢构件防腐涂层检测；
- c) 再利用的标志板应检测交通标志板的平整度、拼接缝；
- d) 再利用照明设施的检测指标应包括路面平均亮度、总均匀度、纵向均匀度。

5.8.4 应根据调查、检测的结果，对既有公路交通工程及沿线设施的使用效果、改造和再利用的可行性做出评价，评价应符合下列规定：

- a) 应对护栏的设置与现行标准规定符合性及安全性进行评价；
- b) 应对既有护栏材料利用可行性进行评价；
- c) 应对既有标志版面及结构利用可行性进行评价；
- d) 应对既有隔离栅、防眩设施、防护网利用可行性进行评价；

- e) 应根据现行标准结合运营管理的需求,对既有公路监控、收费、通信、供配电照明、通风消防等设施的技术水平、可靠性、再利用的可行性及扩容能力等进行评价;
- f) 应对管理设施的扩容能力及再利用的可行性进行评价;
- g) 应对建筑物及场区绿化、环保、消防、供配电等配套设施的扩容能力及再利用的可行性进行评价。

5.8.5 隧道机电设施检测评价应符合下列规定:

- a) 机电设施检测评定内容应涵盖供配电设施、通风设施、照明设施、消防设施、监控与通信设施等;
- b) 隧道通风、照明设施检测,应充分考虑当前交通情况,并综合考虑改扩建技术要求;
- c) 机电设施检测应根据日常养护检测资料,结合设备完好率检测结果进行综合评定。

5.9 交通组织调查与评价

5.9.1 交通组织调查与评价应在设计阶段分别进行,调查与评价应能满足各阶段交通组织设计的要求。

5.9.2 调查与评价可与主体工程的可行性研究及勘察设计结合进行,可在利用可行性研究时收集的社会、经济、交通、国防、环境、气候、重大社会经济活动等资料的基础上,根据交通组织设计的需要开展调查。

5.9.3 调查成果应满足交通组织总体设计、区域路网分流、保通路段交通组织设计、交通组织应急预案编制和交通组织配套设施设置的要求。

5.9.4 交通组织调查应包括下列内容:

- a) 施工期间的社会经济活动;
- b) 路网道路条件;
- c) 路网交通条件;
- d) 节假日和恶劣天气路网交通流量、流向及交通组成。

5.9.5 交通组织评价应符合下列规定:

- a) 交通组织方案应包括分析改扩建工程各分项专业的设计方案、施工方案与交通组织方案的相互协调性;
- b) 应评价项目影响区内施工期间的社会经济活动、路网道路条件、路网交通条件及节假日和恶劣天气路网交通量、流向及交通组成对项目交通组织设计的影响类型、范围、时间和程度;
- c) 提出交通组织方案建议。

5.10 环境保护与景观调查与评价

5.10.1 环境保护与景观调查与评价应注重对既有公路基础设计资料的收集及现状调查,整合路域文化及自然景观资源,结合现有标准及地方性要求进行评价,为改扩建工程环境保护与景观设计提供依据。

5.10.2 环境保护与景观调查应符合下列规定:

- a) 应收集既有公路环境保护与景观设计的设计文件、竣工图、管养资料、气候水文和环评报告等资料;
- b) 调查路中心线两侧 200 m 范围内的居民区、学校、医院、政府机构等声环境敏感点,重点调查敏感点房屋类型、数量、与路线位置关系;
- c) 既有声环境保护措施,重点调查声屏障的设置位置、长度、高度、材料,声屏障型式等;
- d) 调查项目沿线饮用水源保护区、II 类以上地表水体等水环境敏感点与路线位置关系;
- e) 调查既有水环境保护设施,重点调查沉淀池的规模、位置、使用状况及存在问题;
- f) 既有道路植物配置,重点调查互通式立交、服务区、隧道出入口等重要节点植物的栽植风格、生长习性、花色、花期、树形等;

- g) 调查道路红线范围内具有移栽价值的大树品种、数量及分布情况；
- h) 收集调查红线范围内的自然景观资源和人文景观资源，掌握公路景观资源分布概况及主要景观要素的利用情况；
- i) 调查主体构造物及附属设施的分布情况、设计风格及材料，提取可利用的景观要素；
- j) 重点核查有无因绿化设计产生的行车安全隐患。

5.10.3 环境保护与景观设计评价应符合下列规定：

- a) 对既有声屏障设置位置合理性进行评价；
- b) 对环评报告的落实情况进行核查评价；
- c) 对既有声屏障材料利用可行性进行评价；
- d) 对既有沉淀池结构可利用性进行评价；
- e) 结合广东省森林绿地的分类和植被区划的差异性，按绿色通道品质提升，对绿化设计方案的合理性进行评价；
- f) 从观赏价值、生态价值和经济价值、生长状况等角度对道路红线范围内的大树进行评估是否具有可移栽价值；
- g) 针对既有路上外来物种的处理，进行植物的安全性评估；
- h) 以行车视角出发，评价路侧植物对于行车视线的诱导情况、对路线外部景观的遮挡情况，以及对司乘人员造成的视觉及心理影响情况。

5.11 既有公路安全性评价

5.11.1 既有公路安全性评价应采取资料收集、现场调查、座谈问卷和速度观测等方法，根据现行技术标准对既有公路技术状况与运营安全状况进行评价，提出可行的安全改进建议。

5.11.2 既有公路安全性评价内容应包括路线、路基、路面、桥涵、隧道、互通式立体交叉、平面交叉、交通工程及沿线设施等评价，评价内容应符合 JTG B05 的相关规定。

5.11.3 既有公路运营阶段安全性评价有安全隐患的路段，应采取改善措施。

6 总体设计

6.1 一般规定

6.1.1 应在批复的工程可行性研究报告确定的改扩建形式、技术标准与规模、建设时机、实施方式、建设工期等基础上，进行总体设计。

6.1.2 应遵循“利用与扩建充分结合、建设与运营相互协调”的原则，统筹做好路线、路基、路面、桥涵、隧道、路线交叉、交通工程及沿线设施、环境保护、交通组织等各专业设计方案的协调。

6.1.3 应综合考虑功能定位、建设条件、既有公路评价与利用、施工期对区域路网的影响、建设与运营管理、安全性、经济性等因素，通过多方案比选，确定总体设计方案。总体设计方案应包括工程技术方案和施工期交通组织方案。

6.1.4 应分析施工与运营相互干扰的程度，工程技术方案与施工期交通组织方案应相互协调，尽量减少对既有公路运营的干扰，采取有效措施确保行车和施工安全。

6.2 技术标准

6.2.1 设计交通量应按 20 年预测，起算年为工程可行性研究报告中的计划通车年。设计小时交通量不应小于年第 30 位小时交通量。

6.2.2 应根据改扩建后的高速公路功能，选用设计服务水平，应不低于三级。城镇化地区高速公路，

设计服务水平可降低至四级。

6.2.3 应在工可批复设计速度的基础上，考虑改扩建公路功能、建设条件、运行速度、土地利用、工程规模等因素，分段论证确定改扩建项目的设计速度，相邻路段设计速度差不宜大于 20 km/h。

6.2.4 车道数的确定应符合下列规定：

- a) 应根据预测交通量、设计速度、服务水平论证确定基本车道数；
- b) 单向整幅的基本车道数宜不大于 5 个，分离增建时各分幅车道数应不少于 2 个；
- c) 同向分离的其中一幅交通量特别大时，应根据预测交通量确定车道数。

6.2.5 拼宽路段、新建路段应按新建公路建筑限界的规定执行；利用既有公路路段建筑限界可按既有公路建筑限界标准执行。

6.2.6 单侧拼宽或单侧分离增建后，既有公路为整体式断面，双向行驶改为单向行驶时，既有中央分隔带保留的路段设置同向车道分隔带，为满足两侧车辆行驶转换需要，将中央分隔带改造为路面的路段，设置为车道转换带，如图 6 所示，其建筑限界应符合图 7 的规定。新建、扩建隧道建筑限界应符合 JTG B01 的规定。

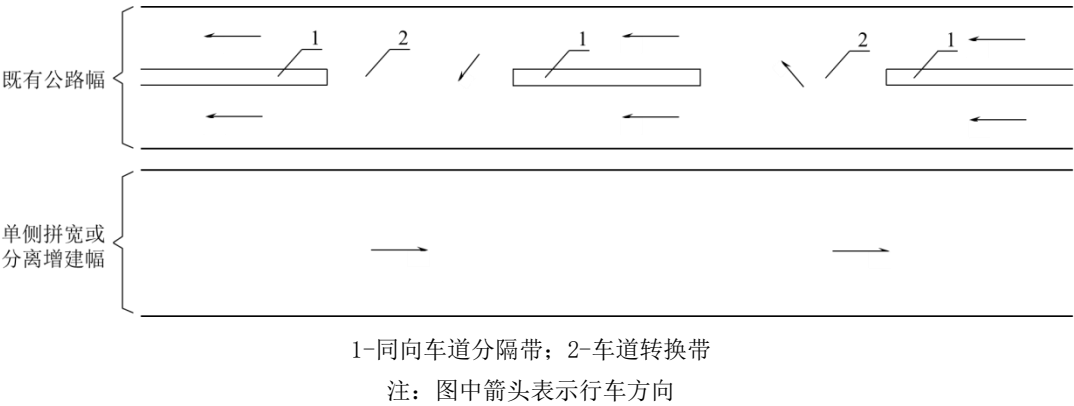


图6 整体式断面单侧加宽的平面示意

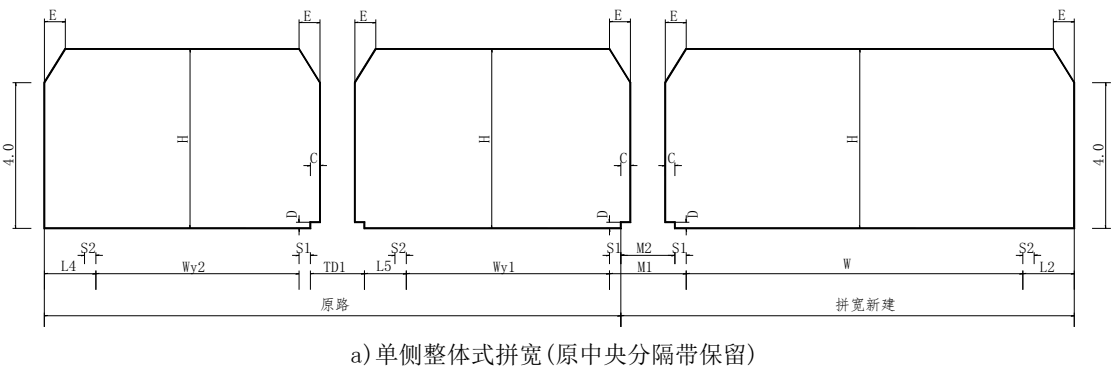
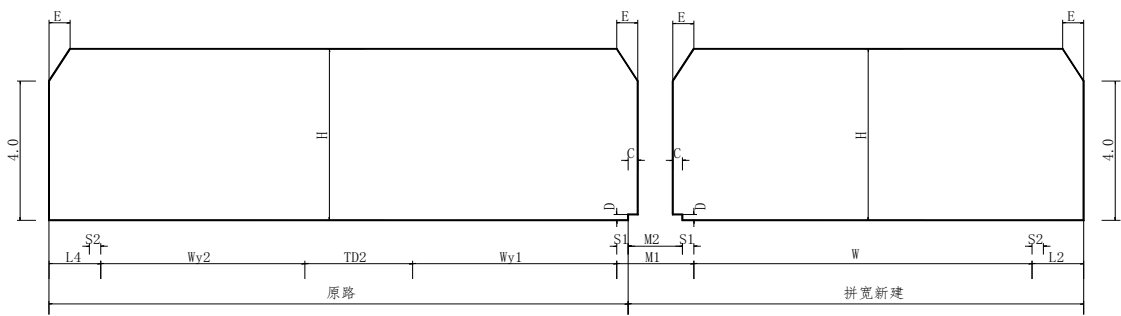
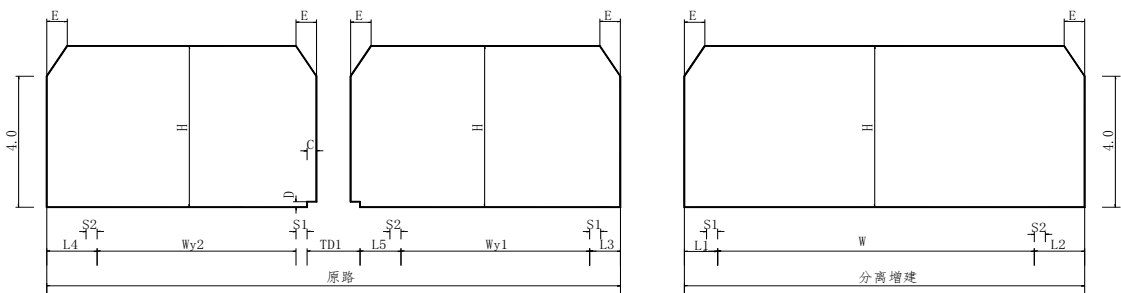


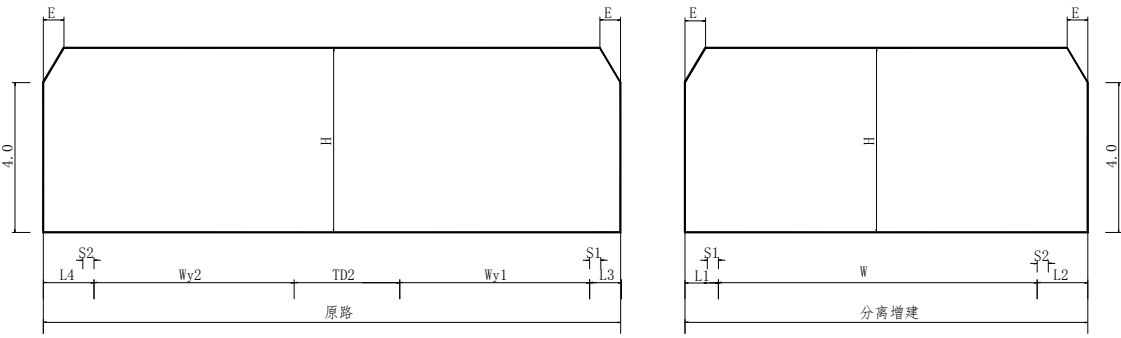
图7 原整体式断面单侧加宽的建筑限界



b) 单侧整体式拼宽(原中央分隔带改造)



c) 单侧分离增建(原中央分隔带保留)



d) 单侧分离增建(原中央分隔带改造)

- W、W_{y1}、W_{y2} -- 行车道宽度；
L₁、L₃ -- 左侧硬路肩宽度，L₃可按既有公路设计标准取用；
L₂、L₄、L₅ -- 右侧硬路肩宽度，L₄、L₅可按既有公路设计标准取用；
S₁ -- 左侧路缘带宽度；
S₂ -- 右侧路缘带宽度；
C -- 设计速度大于或等于100 km/h时为0.5 m，小于100 km/h时为0.25 m；
D -- 路缘石高度，小于或等于0.5 m；一般情况下，高速公路可不设路缘带；
M₁ -- 中间带宽度；
M₂ -- 中央分隔带宽度；
TD₁ -- 同向车道分隔带宽度；
TD₂ -- 车道转换带，TD₂=TD₁+L₅+S₁；
E -- 建筑限界顶角宽度：当硬路肩宽度小于或等于1 m时，取硬路肩宽度；当硬路肩宽度大于1 m时，取1 m；
H -- 净空高度。

图 7 原整体式断面单侧加宽的建筑限界（续）

6.3 改扩建形式

- 6.3.1 高速公路改扩建形式选择应遵循“安全、节约、方便和充分利用”的原则，结合既有公路现状及工程实施的改善情况、既有工程可利用程度、拼宽改造的约束条件、公路运营和社会影响等因素，对新建高速公路复线、局部分离增建和拼宽等技术方案进行比选论证，确定最优方案。
- 6.3.2 高速公路改扩建形式宜采用两侧加宽。特殊路段，经论证可采用分离增建、单侧加宽的形式。路段加宽形式参见附录 B。
- 6.3.3 不同加宽形式之间应设置衔接过渡段，且应符合下列规定：
- a) 设置在平纵面指标较好的一般路基段，并考虑与主线出入口、隧道的间距离等因素；
 - b) 满足平纵面衔接顺适、断面过渡平顺等要求；
 - c) 对交通标志、标线及护栏防护进行专项设计。
- 6.3.4 既有公路整体式断面，双向行驶改为单向行驶时，宜将既有公路中央分隔带拆除后改建为同向整体断面。不拆除既有中央分隔带采用同向分隔断面时，应开展车道转换带及交通工程针对性设计。
- 6.3.5 既有公路整体式断面，双向行驶改单向行驶时，主线出入口附近应设置车道转换带，其位置选择要考虑线形、桥隧结构物、互通式立体交叉间距等因素，车道转换带与主线出入口间的最小净距不宜小于 2km。车道转换带长度参见附录 C 规定执行，既有公路为四车道的高速公路车道转换带最小长度应符合表 9 的规定。当互通式立体交叉间距较小，不满足设置条件时，可论证确定。

表9 既有公路为四车道的高速公路车道转换带计算值

主线设计速度/(km/h)	120	100	80
车道转换带长度/m	1640	1180	940

- 6.3.6 主线同向分流与匝道出口的最小间距、主线同向合流与匝道入口的最小间距应满足指路标志设置及交通运行换道要求，计算方法参见附录 D。
- 6.3.7 在高度城镇化地区，资源条件受限情况下，高速公路改扩建形式可采用立体复合改扩建的形式。

6.4 总体设计要点

- 6.4.1 改扩建工程起、终点确定应符合改扩建规划要求，并宜选择在沿线联接的重要城市或互通式立体交叉处。
- 6.4.2 设计速度的变换不宜频繁，并做好前后路段的线形衔接和交通工程措施；变化点宜设置在地形、地物明显变化处或互通立体交叉等节点处。
- 6.4.3 采用分离增建形式扩建的路段，其新建部分与既有高速公路部分的距离应符合下列规定：
- a) 在桥梁路段，宜尽量靠近既有高速公路，并满足施工、管养空间要求；
 - b) 在隧道路段，应与既有隧道保持合适的安全距离；
 - c) 高边坡、滑坡体等严重不良地质路段，应采取绕避措施。
- 6.4.4 改扩建拼宽设计同一幅内不宜采用桥梁与路基拼接的形式。
- 6.4.5 一般路基路段，宜采用拼宽的形式加宽。高填、陡坡、深挖路段，地质条件复杂路段，加筋土、锚定板、桩板式挡墙等特殊挡墙路段，结合总体设计，可采用分离增建的形式加宽。
- 6.4.6 空心板、T 梁、小箱梁、工字梁等中小跨径桥梁宜按总体改扩建形式加宽，拱桥、悬索桥、斜拉桥、大跨度连续梁桥等特殊桥梁宜采用分离新建的形式加宽。
- 6.4.7 隧道路段宜采用分离增建的形式加宽。条件受限制时，中短隧道可采用原位扩挖隧道方案。
- 6.4.8 互通式立体交叉和服务区范围的主线宜采用整体式断面进行改建。采用分离式断面时，应保证主线的车道数平衡，且各分离式断面不应少于 2 个车道。
- 6.4.9 交通工程及沿线设施改扩建应与主体工程的总体设计同步进行，同步实施，并应综合考虑主体

工程的设计方案、既有公路安全性评价结论、改扩建交通组织方案等因素，交通工程及沿线设施的设计指标不宜低于相同技术标准的新建高速公路，并注重永临结合设计。

6.4.10 编制交通组织方案时，应采取相应工程措施，以满足施工路段的通行能力与通行安全。

6.4.11 应结合交通组织设计，分析一般路段及关键工点的施工组织，使交通组织、施工组织协调统一，并应结合工期计划安排，对两者进行评估，必要时应优化调整交通组织方案或各分项工程改扩建设计方案。

6.4.12 安全性评价应重点针对既有公路安全状况、平纵线形、不同加宽形式衔接过渡、路侧设计、互通立交、各类设施的拼接、交安设施、交通组织等进行评价，并提出相应的改善措施建议。

6.4.13 改扩建工程的总体设计除应考虑沿线地形、地质与自然条件等因素外，尚应考虑下列因素：

- a) 既有公路技术状况及运营安全性评价结果；
- b) 桥梁、隧道、路基、路面等构筑物的利用与改造；
- c) 互通式立体交叉、大型管理设施、服务设施等的增设、改移与改造需求；
- d) 单侧加宽后，双向行驶改为单向行驶的行车安全性；
- e) 车道数增加、行驶方向改变等引起的避险车道调整；
- f) 主线同向分、合流的行车安全性；
- g) 路基拼宽或路面加铺后对限界、净空的影响；
- h) 路基拼宽对超高过渡段长度的影响；
- i) 路面拼宽排水对行车安全的影响；
- j) 施工期交通组织对运营安全、施工方案和工期等的影响；
- k) 既有公路运营及改扩建施工对沿线周边环境、居民生产生活的影响；
- l) 施工期需对现状运营高速进行整体的施工组织安全评价。

7 路线

7.1 一般规定

7.1.1 改扩建路线设计，应根据总体设计方案，结合既有公路的利用与改造要求，选用技术指标。

7.1.2 拼宽路段应进行平纵横拟合设计和指标评价。

7.1.3 既有公路运营阶段安全性评价中确定的与路线相关的安全隐患路段，在路线设计时应采取措施予以改善。

7.1.4 改扩建设计应采用运行速度对路线线形进行检验，运行速度检验主要针对下列路段：

- a) 不同设计速度路段相衔接处；
- b) 平、纵面指标变化大的路段；
- c) 受条件限制，采用了平、纵面指标低限值的路段；
- d) 平纵面线形组合不良的路段；
- e) 实际行驶速度与设计速度不一致的路段；
- f) 交通事故多发的路段。

7.1.5 扩建方式采用分离式断面，分离新建路基或另择走廊新建一幅时：

- a) 新建路段的技术标准、技术指标应符合 JTG B01、JTG D20 的相关规定；
- b) 扩建工程整体式路基与分离式路基间主线的分岔、合流段，宜设置在线形指标较高路段；
- c) 既有公路的行驶上、下行方向发生改变时，应对其所涉及的平、纵、横技术指标进行分析，对超高进行验算，不满足要求时，应改善技术指标或采取相应管理措施。

7.1.6 既有公路进行线路调整时，应考虑区域综合交通规划、保通条件、工程规模等选择路线指标。

7.2 横断面设计

- 7.2.1 应根据各组成部分的功能需求,进行路基标准横断面组成设计,各部分宽度取值应满足 JTG B01 规定。
- 7.2.2 设计速度不低于 100 km/h 的改扩建路段,中央分隔带余宽 C 宜采用 0.5 m。
- 7.2.3 既有公路的长大纵坡路段,因连续下坡而发生事故频率较高时,应增设避险车道。条件受限时,应完善交通安全设施设计或采取其他工程措施。
- 7.2.4 中间带宽度有变化时,宜对变宽过渡段采用左右分幅线形设计。条件受限制时,且中间带宽度变化小于 3.0 m 时,变宽过渡段可采用渐变率不大于 1:100 的渐变设计。
- 7.2.5 中央分隔带内不宜设置桥墩。需要设置桥墩及交通安全设施时,其宽度应满足设置防撞设施及安全视距的要求。
- 7.2.6 受上跨构造物、高边坡等限制的局部困难路段,右侧硬路肩宽度可适当压缩,但应不小于 1.5 m,路段长度宜不大于 500 m,并应设置变宽过渡段和相应的交通安全设施,过渡段的渐变率应不大于 1:50。
- 7.2.7 既有路面直接利用时,在满足排水和超高设置要求的前提下,拼宽新建部分路拱横坡可顺接既有横坡。
- 7.2.8 单侧拼宽或新建时,既有道路改造为半幅通行时,其行驶方向发生改变的路段,应结合道路构造物设置、中央分隔带改造以及主要通行车辆类型等因素,论证路拱横坡和超高改造方案。
- 7.2.9 两侧整体拼宽路段左右两幅宜独立进行既有横坡坡度的拟合分析:
- 通过既有道路运营后的实际横坡与原设计值的差异分析,为路面改造方案提供基础信息资料;
 - 确定既有公路路面实际超高渐变段的位置及长度,扩建后超高设置宜与既有公路保持一致,以节省路面工程数量。两侧拼宽桥梁采用既有横坡时,路基和桥梁衔接处应保持横坡一致。
- 7.2.10 位于降雨强度较大地区的高速公路项目,路拱坡度可增大。
- 7.2.11 应根据保通要求,结合施工期交通组织方案,论证路基和桥梁拼接宽度。

7.3 平面设计

- 7.3.1 两侧拼宽路段左右两幅宜独立进行平面线形拟合设计。
- 7.3.2 既有高速公路中间带设置护栏或防眩设施存在视距不良路段,采用加宽中央分隔带宽度的方式改善视距时,应采用左右分幅线形设计。
- 7.3.3 两侧拼宽时,平面线形拟合设计应符合下列规定:
- 应以桥梁、隧道、互通式立体交叉和分离式立体交叉等为控制点,利用左、右幅中央分隔带边缘点进行拟合,并采用左、右幅硬路肩外缘点进行校核;
 - 对拟合允许偏差,明式构造物等主要控制点宜不大于 10 cm,一般路基路段宜不大于 20 cm;
 - 长大圆曲线路段,可采用多圆复曲线线形进行拟合;
 - 长直线路段,可采用分段小偏角曲线进行顺接;
 - 对于不设超高的平曲线半径,拟合后圆曲线半径与原设计值之差小于 3% 时,可采用原设计值计算其他指标。
- 7.3.4 单侧拼宽路段,宜以既有公路平面线形为基础,进行拼宽部分的平面线形设计。
- 7.3.5 既有道路利用时,同向圆曲线间最小直线长度(以 m 计)以不小于设计速度(以 km/h 计)的 4 倍为宜;反向圆曲线间最小直线长度(以 m 计)以不小于设计速度(以 km/h 计)的 2 倍为宜。
- 7.3.6 既有公路超高值满足现行标准要求时,超高设计可按既有明式构造物的横坡进行控制。当超高过渡段中缓坡段过长时,宜分段设置超高渐变率。当超高过渡段长度大于老路缓和曲线长度时,可考虑将部分超高渐变段布设于直线或圆曲线上,但应对横向力系数进行验算,保证车辆行驶安全及舒适性。
- 7.3.7 超高过渡段宜结合既有道路横坡拟合情况并按路面宁填勿挖的原则设置。

7.3.8 主线分岔和合流应符合下列规定：

- a) 主线分岔和合流的设计应遵循车道平衡的原则；
- b) 应根据交通组成选择分岔和合流方式；
- c) 分岔段和合流段宜设置在曲率半径较大的路段；
- d) 衔接过渡段的线形指标应连续、均衡；
- e) 在分流鼻端两侧，应在行车道边缘设置偏置加宽；
- f) 分流鼻端之前，判断出口所需的识别视距应满足 JTG D20 的规定。

7.3.9 主线多车道分岔、合流时，应设置必要的交织段长度，提高行车安全性，同时加强行车道线形连续性检验。

7.4 纵面设计

7.4.1 既有公路路基高度不满足设计水位要求时，应抬高纵面线形或采取其他工程措施。

7.4.2 两侧拼宽路段左右两幅宜独立进行纵面线形拟合设计。

7.4.3 纵面线形设计应符合下列规定：

- a) 应以既有明式构造物为控制点，与既有桥梁的改造利用方案相协调；
- b) 既有路面需加铺改造时，可通过拼接线位置的加铺厚度进行设计验证，以保证路面改造方案的经济和施工统一性；
- c) 应考虑桥面加铺增加的自重对其承载能力的影响；
- d) 应考虑隧道路面加铺对其建筑限界的影响；
- e) 除受净空以及构造物限制的路段外，一般路段纵面设计宜遵循宁填勿挖的原则，确须下挖时，应进行设计方案论证；
- f) 特殊困难路段竖曲线可采用高次抛物线；
- g) 桥头处存在纵坡差值且坡差代数差小于 1%时，可设置渐变段进行高程渐变，渐变段长度根据高程差值计算，同时进行排水能力验算。

7.4.4 当受构造物控制且纵坡不大时，在满足视距的前提下，纵面设计可采用 3 秒设计速度行程的竖曲线长度来控制设计。

7.4.5 条件受限的局部路段，前后纵坡差不大于 0.6%时，设计最小坡长不宜小于 JTG D20 要求的 75%。

7.4.6 高速公路改扩建合成坡度不宜小于 0.5%。在超高过渡的变化处、凹型竖曲线底部、超宽路段等位置，合成坡度小于 0.5%时，应充分论证综合排水设计方案。

8 路基

8.1 一般规定

8.1.1 改扩建路基设计，应对既有路基进行调查评价，分析拼宽路基、分离增建路基对既有路基或桥梁变形、稳定性的影响，确定工程技术方案。

8.1.2 应根据公路沿线的地形地貌和地质条件、既有路基现状、管养历史及改扩建后的交通组成，综合比选确定既有路基的利用与拼宽方案。

8.1.3 拼宽路基、分离增建路基的回弹模量应符合 JTG D30 的规定，且拼宽新建路基回弹模量不应小于既有公路设计要求值。

8.1.4 应控制拼宽路基和既有路基之间的差异沉降，并保持有效结合。拼宽路基相应层位压实度应符合表 10 的规定。

8.1.5

表10 拼宽路基压实度

填挖类型		路床顶面以下深度/cm		压实度/%
		轻、中等及重交通	特重、极重交通	
填 方 路 基	上路床	0~30	0~30	≥97
	下路床	30~80	30~120	≥97
	上路堤	80~150	120~190	≥95
	下路堤	150以下	190以下	≥94
零填及路堑路床		0~80	0~120	≥97

- 8.1.6 拼宽路基沉降控制应满足差异沉降、工后沉降及总沉降要求。分离增建路基沉降控制应符合 JTG D30 的规定。
- 8.1.7 应对改扩建直接利用的填平区路堤、路堑边坡、高路堤、支挡结构等既有路基病害进行排查及处治。必要时可结合现场情况对填平区补充勘察，核查填平区压实度及下伏软基等不良地质及排水情况。
- 8.1.8 应维持或改善既有公路中央分隔带及超高路段排水设施功能，排水设施损坏的应进行修复，排水设施功能不满足改扩建后的使用要求时应进行改造或新建增设。
- 8.1.9 应提出既有防护和排水设施、路基填料和绿化植物的再利用方案。
- 8.1.10 高路堤及陡坡路堤、深路堑及特殊路基等拼宽路段，应进行监测。

8.2 路床拼宽

- 8.2.1 拼宽路基、分离增建路基的路床填料应符合 JTG D30 的规定，并不宜低于既有路基填料标准。地下水发育路段，应增设排水垫层或排水渗沟。
- 8.2.2 低填浅挖拼宽路段的路床，应结合地质条件分析环境对路床长期性能的影响，采取换填、补强等处理措施。
- 8.2.3 路床拼接部位宜增强补压，保证拼接密实；既有路床渗水时，可采用截水、排水、换填透水性材料等措施进行处理，处理深度应满足既有路床排水顺畅。

8.3 一般填方路基拼宽

- 8.3.1 应根据既有路基调查与评价情况，综合考虑既有路基利用与路面改造方案，确定既有路基的利用与处治措施，并应符合下列规定：
- a) 既有路基整体稳定、强度满足要求时，宜直接利用；
 - b) 既有路基整体稳定，但存在强度不足、病害轻微等，宜对既有路基进行补强处治后利用；
 - c) 既有路基病害严重，宜挖除重建。
- 8.3.2 应加强拼宽路段的地基填前碾压，压实标准应符合 JTG D30 的规定，并与既有路基的排水设施做好衔接。
- 8.3.3 当地表存在素填土、杂填土等欠密实堆土时，应详细查明素填土、杂填土等的分布、厚度及工程特性。素填土、杂填土路段应进行路堤变形及稳定性验算，宜采用清除换填、增强补压或复合地基等处理措施，复合地基宜采用挤密碎石桩等处理方式。
- 8.3.4 拼宽路基的地基处理强度不宜弱于既有地基处理强度，并符合新旧路基变形协调规定。
- 8.3.5 路基填料应符合 JTG D30 的规定，宜采用与既有路基填料性质相近或更利于拼接、压实的材料。
- 8.3.6 路基拼接应符合下列规定：
- a) 应在保证路基稳定的前提下清除既有路基边坡绿化、圬工、压实度不足的土，边部削坡厚度不宜小于 50 cm；

- b) 拼宽路基与既有路基宜采用开挖台阶拼接, 并应以路床部位台阶断面为基准, 按图 8 所示自上而下进行台阶断面分层设计。台阶宽度应根据既有边坡的填筑材料、压实度、稳定性等确定, 不宜小于 1 m;
- c) 拼宽宽度小于 2.5 m 等非标准断面拼宽路基, 可采用超宽填筑、超挖既有路基、设置挡土墙、轻质土等措施, 并做好拼宽路基与既有路基的排水通道;
- d) 拼宽路基结合面以外不小于 2 m 的范围应增强补压;
- e) 路基拼接可采用铺设土工格栅、土工格室等土工合成材料增强整体性, 宜布设在上路床、下路床及路堤底部;
- f) 临近道路、河流、水渠等用地受限路段, 拼宽路基可采用轻质土路堤、桩板式无土路基或挡土墙方案。临近河流、水渠时, 应查明常水位、洪水位、冲刷深度等。采用轻质土路堤时, 应进行抗浮验算。

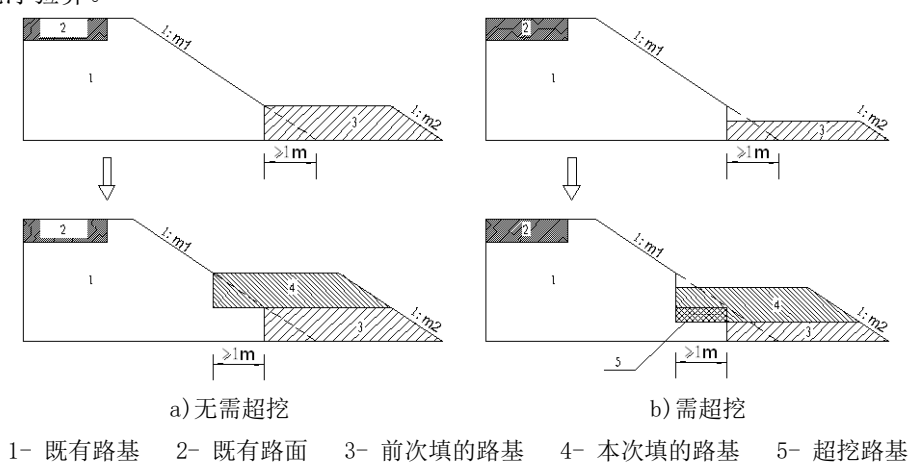


图8 路基拼接台阶开挖方式

8.3.7 既有路基纵断面抬高路段, 应根据保通断面要求采用石笼挡土墙、钢板桩等方案收缩坡脚, 并进行临时排水设计。

8.3.8 既有路基为特殊填料时, 路基拼接应符合下列规定:

- a) 填砂路基、粉土路基、粉煤灰路基等可采用单坡填筑拼接, 且应设置必要的防排水设施;
- b) 既有填平区路段拼接, 应结合现场地形条件、地表径流量和路径等, 做好拼宽路基与既有路基、涵洞通道排水衔接。

8.3.9 既有支挡结构路基拼接应符合下列规定:

- a) 应根据既有挡土墙路基状况、路基高度与拼宽宽度, 以及周边地形地物和地质条件, 确定挡土墙路基拼接方案;
- b) 既有挡土墙路基拼接时, 上部支挡结构物应拆除, 拆除高度应低于路床底面, 宜在拆除后的顶面设置碎石层或加筋层。既有挡土墙外侧需设置支挡结构时, 应在拼接面设置透水层。

8.4 高路堤与陡坡路堤拼宽

8.4.1 应结合地形地质条件、路基高度及坡形坡率等, 验算高路堤及陡坡路堤拼接稳定性, 并应符合下列规定:

- a) 应对路堤堤身稳定性、路堤和地基的整体稳定性、路堤沿斜坡地基或软弱层滑动的稳定性、沿新路堤与既有路堤结合面滑动的稳定性进行验算, 还应计算拼宽后既有路堤稳定性。验算方法对于路堤堤身稳定性、路堤和地基的整体稳定性, 宜采用简化毕肖普 (Bishop) 法; 其余工况可采用不平衡推力法, 安全系数应符合 JTG D30 的规定;

b) 当稳定性不足时,可通过对边坡分级高度、平台宽度、边坡坡率等作特殊设计提高稳定性,或采取加固措施。

8.4.2 宜采取优质填料、土工合成材料加筋、增强补压等措施控制差异沉降。加筋层位宜设置在路床底部、路堤中部及底部,其余部位增设加筋层间距不应小于 4 m、摊铺宽度宜为 4 m。

8.4.3 应进行变形与稳定监测设计,明确监测路段、监测项目、监测点的数量及位置、监测方法及控制标准等要求。监测周期应为公路建成运营后不少于一年。

8.5 一般挖方路基拼宽

8.5.1 应综合既有边坡调查与检测评价、地质条件、交通组织、施工难度、土石方调运、运营与施工安全等因素,确定边坡坡率、平台宽度以及防护方案。

8.5.2 路基扩挖可采用平行开挖、边坡预加固后中下部陡开挖、直立挡墙等方式。

8.5.3 既有边坡稳定,且防护加固结构性能良好,改扩建时应减少对既有边坡的扰动,必要时可采取预加固措施,减少对既有防护加固工程的拆除。

8.5.4 对于不需要扩挖的既有挖方边坡,边坡稳定性不满足要求时应进行加固设计,采用锚喷、浆砌片石护面等圬工防护的边坡,可采用锚杆格梁+植生袋、种植攀援植物等措施进行复绿。

8.6 深路堑拼宽

8.6.1 深路堑边坡应进行地质条件复核、监测资料分析,可通过监测曲线特征值、优势结构面组合及工程类比等方法确定潜在变形范围和破坏模式,稳定性分析方法及安全系数应符合 JTG D30 的规定。

8.6.2 应根据边坡稳定性计算结果进行加固设计。不宜采用平行开挖时,可采取既有边坡预加固后边坡中下部陡开挖,并加强支护。

8.6.3 应进行深路堑边坡监测设计,明确监测路段、监测项目、监测点的数量及位置、监测要求等,并符合 JTG D30 的规定。监测周期应为公路监测运营后不少于一年,对不良地质或特殊土等重点深路堑边坡宜进行长期监测。

8.7 软土路基拼宽

8.7.1 应根据新旧路基变形协调并满足稳定性的原则分区段进行拼宽路段软基处理设计,并符合下列规定:

- a) 对于两侧拼宽,应分幅进行软基处理设计。当纵面抬高时,应分别对拼宽路基和既有路基进行软基处理设计;
- b) 对于建设期、运营期软基路段发生过滑塌、变形或沉降仍在发展的路段,宜开展专题研究。

8.7.2 拼宽路基沉降控制应符合下列规定:

- a) 工后沉降计算年限不宜小于 15 年;
- b) 拼宽路基工后沉降应符合表 11 的要求;
- c) 拼宽路基的路拱横坡度增大值不应大于 0.5%、相邻路段差异沉降引起的纵坡变化不应大于 0.4%。

表11 拼宽路基容许工后沉降

单位为厘米 (cm)

桥台与路基相邻处、桥涵之间短路基	涵洞、通道处	一般路段
≤5	≤10	≤15

8.7.3 施工期和运营期的路基整体稳定安全系数不应小于表 12 的规定值,当考虑地震力时,稳定安全系数可比表中规定值减小 0.1。

表12 稳定安全系数规定值

计算方法		有效固结应力法		改进总强度法		简化Bishop法
		不考虑固结	考虑固结	不考虑固结	考虑固结	扬布(Janbu)条分法
规定值	直剪快剪、直剪固快	1.1	1.2	—	—	—
	静力触探、十字板剪切	1.2	1.25	1.2	1.3	—
	三轴有效剪切指标	—	—	—	—	1.4

8.7.4 应结合软土分布和性质、路堤高度、拼宽路基沉降控制标准、路基稳定性、对既有路堤及构筑物影响、施工环境、工期要求等条件进行拼宽路基的软基处治设计，并应符合下列规定：

- 应通过技术经济综合比选，选用换填、排水固结、就地固化、加固土桩、刚性桩或轻质材料路堤等处治措施；
- 地基处理范围、处理深度等应满足表 10 和表 11 的要求；
- 在满足路堤稳定的前提下，宜使地基处理向既有公路靠近，减小差异沉降；
- 既有路基纵面抬高路段，应控制拼宽路基和既有路基差异沉降，分析论证既有路基的处理方案。

8.7.5 软土路基拼宽监测应符合下列规定：

- 深厚软土的桥头路段监测断面不应少于 1 个，一般路段监测断面间距宜 100 m～200 m；
- 桥头高路堤应进行深层位移和分层沉降监测。

8.8 路基拼宽排水

8.8.1 应根据既有路基路面状况调查与评价结论、改扩建方式和施工条件等，在充分利用和衔接既有排水设施的基础上，完善排水系统设计，并应符合 JTG/T D33 的相关规定。对排水不良路段应增加排水设施，宜采用利于养护的排水设施。

8.8.2 应核查边坡防护与支挡工程的排水效果，做好排水系统的修复。

8.8.3 应排除既有路基的渗水，加强拼宽路基与既有路基间的排水设计，必要时可增设盲沟、横向排水管等排水措施。盲沟深度应根据水位下降曲线确定。

8.8.4 路基拼宽填挖交界、路基与桥隧过渡段、排水方式变换等部位，水流汇集、易于冲刷，应增设排水沟、急流槽等。

8.8.5 城镇化地区改扩建公路排水设计应结合所在区域现有和规划的各种管网布设情况，布设公路范围内的各种地下管网，并与周边市政排水设施衔接顺畅；城镇化地区的改扩建公路边沟可采用暗沟或与城市道路相协调的管式暗沟型式。

8.8.6 改扩建后的既有公路车道为同向道路时，应对既有路基的排水系统进行复核，并完善排水系统。

8.9 路基装配式设计

8.9.1 改扩建路基防护、支挡、排水等结构可采用预制装配式设计。

8.9.2 装配式挡土墙可作为路肩墙用于公路改扩建防护工程，也可作为既有路基纵坡抬高、中央分隔带临时挡土墙；位于生态敏感区、景观要求较高的路段，可采用装配式生态挡土墙。

8.9.3 装配式挡土墙设计应符合下列规定：

- 装配式挡土墙的构件设计应符合 JTG 3362 及 JTG D30 的规定；
- 可根据挡土墙高度可采用悬臂式装配挡土墙、整体扶壁式装配挡土墙、组合扶壁式装配挡土墙；
- 单个挡土墙预制件的最大重量宜与项目实施条件相匹配，节段划分应满足运输要求；
- 应对挡土墙高度级差、挡土墙与护栏关系等进行设计；
- 预制构件采用钢结构连接，连接件防腐涂装宜采用热镀锌处理；
- 墙身应设置泄水管排水，并做好泄水孔布设、墙背反滤排水。

8.9.4 装配式锚索格构梁可用于挖方边坡支挡结构，构件设计应根据锚固工程布置方案、锚固荷载、基底地质条件等因素确定，并确保节点构件以及构件连接有效，单元构件最大重量宜与项目实施条件相匹配。

8.9.5 装配式无土桩板结构可用于既有路基沉降变形稳定的路段拼宽。上部结构宜采用标准跨径预制钢筋混凝土板，下部结构宜采用预应力混凝土管桩。应做好装配式无土桩板结构与既有路基的连接。

8.10 路基临时工程

8.10.1 应综合地形地质条件、既有路基类型、拼宽断面形式、施工期交通组织及永久设施等因素，确定临时防护、支挡与排水工程方案。

8.10.2 改扩建路基临时防护与支挡工程设计应符合下列规定：

- a) 路基拼宽的边坡、桥头、涵洞通道等特殊部位及单坡填筑拼接开挖工点，应结合开挖稳定性分析确定临时支护措施；
- b) 开挖表层易产生失水松散、崩塌时，可喷射砂浆、挂网喷射混凝土等作为临时保护层；
- c) 纵断面抬高路段结合道路保通需求，可设置钢板桩、挡土墙等临时支挡措施。

8.10.3 改扩建路基临时排水工程设计应符合下列规定：

- a) 既有路基排水设施需改造或拆除重建时，应设计临时排水设施，并与永久排水设施相结合；
- b) 既有路基临近水塘、河流的路段，排水清淤时应采取防渗、隔水措施，防止既有路基开裂或失稳；
- c) 应在纵断面抬高路段或下挖路段的保通道路设置临时排水设施，防止积水。

9 路面

9.1 一般规定

9.1.1 应结合既有路面调查与评价结论、改扩建后的设计使用年限、交通特性等因素进行，按充分利用、合理补强、根治隐患的原则，综合确定改扩建路面设计方案。

9.1.2 改扩建路面设计包括拼宽新建路面设计、既有路面设计、路面拼接设计、再生利用和路面结构防排水设计等内容，应重视各部分的相互协调。

9.1.3 既有路面技术状况满足改扩建设计标准和使用要求时，可直接利用。

9.1.4 综合考虑全寿命周期耐久性、多车道交通荷载分布特点，进行路面结构分车道均衡设计研究论证。

9.1.5 综合考虑排水降噪、特殊路段需求，进行功能性设计。

9.1.6 既有沥青路面宜加铺两层沥青面层，表面层混合料类型应与新建路面一致。加铺后的沥青面层厚度不宜小于 18 cm。

9.1.7 应与路线纵断面设计的协调，根据加铺、补强需要，对纵断面设计提出相应要求。

9.1.8 应重视既有路面材料的循环利用，铣刨、挖除的路面材料应进行再生或再利用。

9.1.9 应根据既有公路路面排水评价结果，确定路面排水设施的改造方案，并与路基排水相协调，形成完整的路基路面综合排水系统。

9.1.10 宜采用动态设计理念，施工阶段宜逐段调查既有路面变化状况后完善设计。

9.1.11 有保通需求的拼宽路段应满足通车需求，综合考虑施工期交通组织和临时安全设施后制定保通路方案。

9.2 设计要求

- 9.2.1 路面结构的目标可靠度不应低于 95%，目标可靠指标不应低于 1.65。
- 9.2.2 拼宽新建沥青路面与处治加铺后沥青路面应具有相同的设计使用年限，其设计使用年限不应低于 15 年。
- 9.2.3 路面结构设计标准轴载为双轮组单轴 100 kN，轮胎压力为 0.7 MPa。重载车道可根据实际调查的轴载谱进行路面结构设计。
- 9.2.4 路面结构层材料设计参数宜采用 JTG D50 中规定水平一，通过室内试验实测确定。
- 9.2.5 改扩建路面设计方法应按照 JTG D50 执行，设计指标为沥青混合料层层底拉应变、无机结合料稳定层层底拉应力、路基顶面竖向压应变、沥青结构层永久变形，同时给出路面验收弯沉值。
- 9.2.6 路面交通数据调查应包括交通量及增长率、方向系数、车道系数、车辆类型组成、轴组组成和轴重等。
- 9.2.7 车道系数宜根据同一区域、同类型运营组织方案的高速公路改扩建项目实测交通量数据，统计设计方向不同车道上车辆的数量，确定车道系数。
- 9.2.8 宜采用寿命均衡设计理念，根据不同运营组织方案计算不同车道上的当量设计轴载累计作用次数，使不同车道路面结构均具有相同的使用寿命。

9.3 拼宽新建路面设计

- 9.3.1 拼宽新建路面设计应分析既有路面结构使用状况、破损形式及原因，选择结构形式，提高路面耐久性。
- 9.3.2 拼宽新建路面设计应符合 JTG D50、JTG D40 的相关规定。
- 9.3.3 既有公路为沥青混凝土路面时，拼宽新建路面应为沥青混凝土路面，路面结构形式宜保持一致。
- 9.3.4 既有公路为水泥混凝土路面时，拼宽新建路面宜采用水泥混凝土路面，中间应采用植入拉杆进行连接，同时需减少运营车辆对新扩路面的施工扰动。
- 9.3.5 既有公路为复合式路面时，拼宽新建路面宜采用复合式路面，基层可选用水泥混凝土基层或碾压混凝土基层。不同类型典型路面结构形式参见附录 E。
- 9.3.6 拼宽新建路面沥青面层厚度应不小于既有路面沥青层厚度，底基层下应设置厚度不小于 15 cm 的透水性材料垫层。
- 9.3.7 保通侧的临时路面，路基段可采用下面层作为临时保通结构层，混合料类型宜为改性沥青 GAC-20。桥梁段宜在整体化层上铺筑一层热拌沥青混合料薄层作为临时保通结构层，交通转换后可将热拌沥青混合料薄层铣刨再铺筑桥面铺装层。

9.4 既有路面设计

- 9.4.1 既有路面设计包含既有路面病害处治、加铺和补强，以改善路面外观使用性能、消除既有路面结构病害、恢复路面结构强度。
- 9.4.2 应根据既有路面调查与评价结论，确定处治路段，并依据交通荷载等级、气候与环境因素、宁补勿挖原则综合确定处治方案。
- 9.4.3 既有路面加铺设计应满足 JTG D50 的要求，沥青结合料类材料层结构模量宜采用弯沉盆模量反算或芯样实测的方法确定。无机结合料稳定层结构模量，宜根据路面基层使用状况确定。基层状况良好的宜采用弯沉盆或芯样实测方法确定，基层呈块状开裂的宜采用粒料类材料模量。
- 9.4.4 应结合扩建后交通量、既有路面结构承载能力、纵断面调整等确定既有路面的加铺厚度。
- 9.4.5 既有公路为沥青路面时，根据检测评价结论，路面技术状况不能满足改扩建后设计标准和使用要求，但结构性能满足要求的路段，既有路面弯沉小于原设计路表弯沉的 125%、破损率小于 10%、裂缝间距大于 15 m 时，在处治局部病害后，可直接进行加铺设计。
- 9.4.6 既有路面破损严重或结构性能不足的路段，应根据损坏情况采用整体性处理方式，主要包括直

接采用较厚的结构层加铺、整段铣刨至某一结构层后加铺和厂拌热再生后加铺等。

9.4.7 既有路面处治方案应符合 JTG 5142 的规定，且满足下列要求：

- a) 根据车辙深度和高温性能试验综合确定车辙路段修复方案，车辙大于 15 mm 路段应铣刨上面层后回铺沥青层；
- b) 路表浅层存在局部病害，如沥青上面层浅层裂缝，仅应对浅层局部病害进行修复，如灌缝、聚酯玻纤布防反射裂缝处治等；
- c) 根据钻芯及雷达检测结论，存在明显深层结构破损，如贯穿性裂缝、坑槽等，需进行修复，如局部挖除修补、铣刨重铺处治等，处治深度应至结构损坏最底部；
- d) 基层及以下结构层存在脱空等路面结构病害，但沥青层使用状况良好，需要对路面结构基层及以下结构层病害处进行注浆补强处治。

9.4.8 既有公路为水泥混凝土路面时，根据检测评价结论，路面技术状况不能满足设计要求，但路面断板率不大于 5%、平均错台量不大于 3 mm 且接缝传荷系数不小于 80 时，既有路面局部处治后可进行加铺设计。既有水泥混凝土面层损坏状况严重时，应按 JTG D40 的要求选用打裂压稳或碎石化方案处治后，再进行加铺设计。

9.4.9 根据“白+黑”复合式路面检测评价结论，路面技术状况满足设计要求时，宜至少加铺一层沥青上面层。路面技术状况不能满足设计要求时，既有复合式路面处治应符合下列规定：

- a) 板底脱空病害，应进行注浆补强处治；
- b) 传荷失效造成的裂缝，宜采用板底注浆加固处治；
- c) 断板、裂缝板造成的裂缝病害，应采用换板处治；
- d) 面层损坏状况严重时，可铣刨沥青路面后，采用打裂压稳或碎石化方案处治。

9.4.10 水泥混凝土桥面的中小桥宜进行白加黑改造。桥面铺装病害处治及加铺应满足桥梁设计的荷载和净空要求。

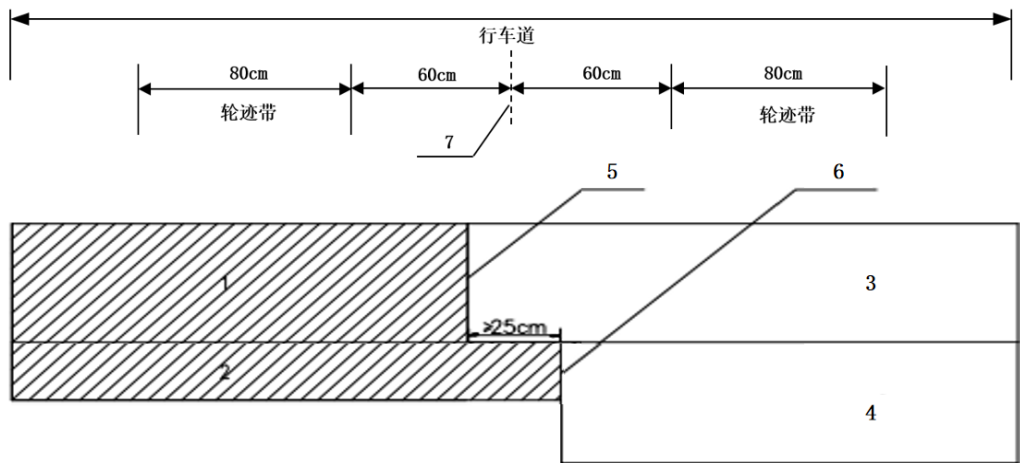
9.4.11 隧道水泥路面宜进行白加黑改造。已白加黑改造隧道路面宜铣刨后重铺沥青混凝土薄层。隧道路面病害处治及加铺厚度应满足隧道净空的要求。

9.5 路面拼接

9.5.1 路面拼接设计应考虑不同结构层的层间协调以及施工因素，针对拼接部位的连接、反射开裂和渗水等问题进行专项设计。

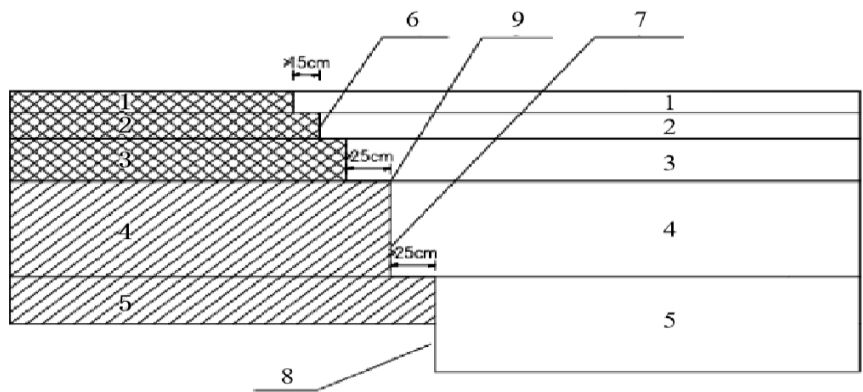
9.5.2 沥青路面拼接设计时，防治拼接缝反射应包括下列主要措施：

- a) 基层拼接缝宜避开轮迹带；
- b) 在基层顶面接缝部位应设置土工合成材料、应力吸收层等，延缓拼接部位反射裂缝的产生；在旧路面沥青层结合部铺设聚酯纤维布、格栅等土工合成材料；
- c) 新旧沥青面层接缝处使用 SBS 改性热沥青、沥青止水带等作为接缝的粘结料拼接；
- d) 沥青混凝土路面拼接应采用台阶搭接方式，基层、底基层台阶搭接宽度不应小于 25 cm，面层台阶搭接宽度不宜小于 15 cm，见图 9、10。



1、2-既有基层、既有底基层；3、4-新建基层、新建底基层；5、6-基层、底基层拼接缝；7-车道中心线

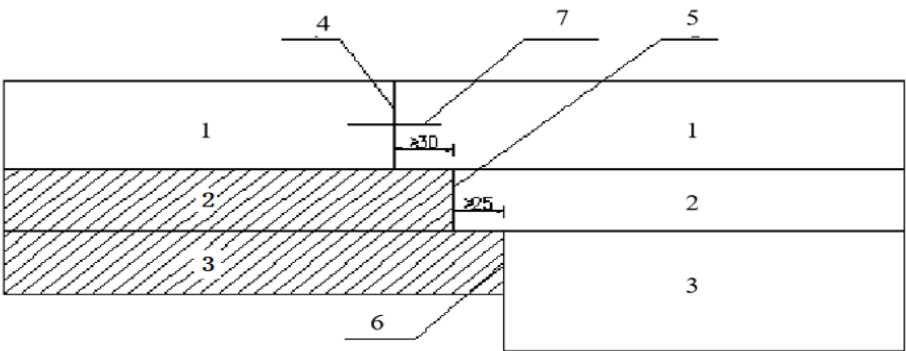
图9 基层拼接缝避开轮迹带示意图



1、2、3-上、中、下面层；4-基层；5-底基层；6、7、8-面层、基层、底基层拼接缝；9-防反射措施层

图10 沥青路面拼接沥青路面结构典型拼接示意图

9.5.3 水泥混凝土路面拼接应采用台阶搭接方式，基层、底基层台阶搭接宽度不应小于 25 cm。新旧水泥混凝土板纵缝处应增设拉杆。拉杆直径、长度和间距可参考 JTG D40 执行，最外侧的拉杆距横向接缝的距离不得小于 10 cm，如图 11。



1、2、3-面层、基层、底基层；4、5、6-面层、基层、底基层拼接缝；7-拉杆

图11 水泥混凝土路面拼接典型拼接构造图

- 9.5.4 复合式路面拼接沥青层拼接设计按 9.5.2 条执行，水泥混凝土层拼接设计按 9.5.3 条执行。
- 9.5.5 路面结构纵向搭接应采用台阶搭接方式进行分层拼接，各拼接结构层台阶搭接宽度不应小于 80 cm。
- 9.5.6 当新建路面与既有路面结构厚度不一致时，宜按新建路面结构厚度进行台阶拼接，也可依据各结构层厚度不小于最小压实厚度且不大于最大压实厚度原则进行台阶拼接设计，保证新旧路面搭接处稳定。
- 9.5.7 单侧拼宽，既有中分带拆除改造为路面且既有基层未整幅通铺时，拼接基层的最小宽度不宜小于 2.5 m，以保证最小基层施工作业面宽度，如图 12。也可采用素混凝土填平中分带，如图 13。

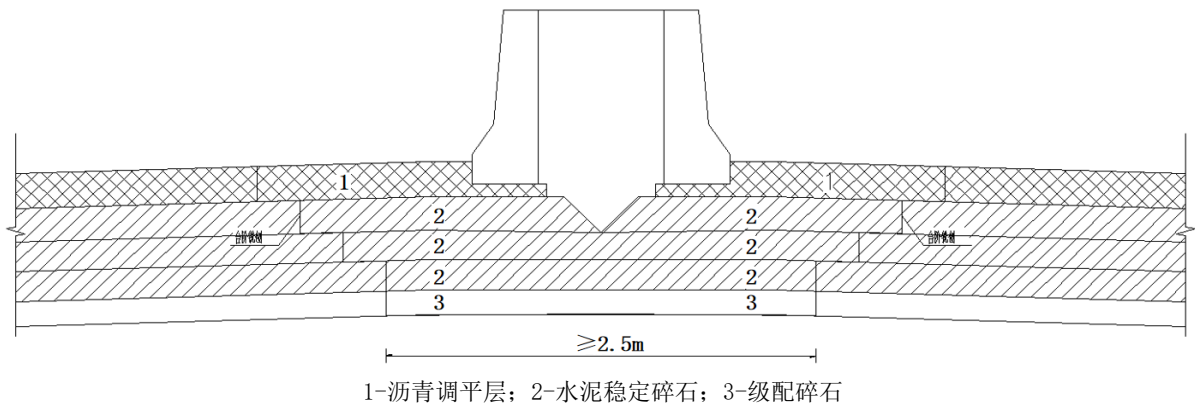


图12 中分带拆除改造为路面拼接构造示意图

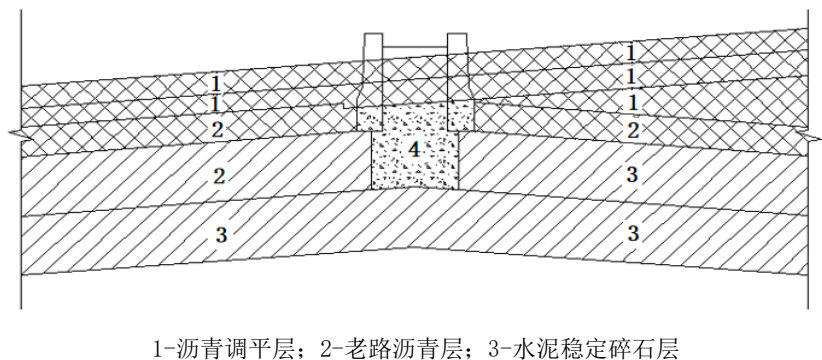


图13 中分带拆除改造素混凝土填平路面拼接构造示意图

- 9.5.8 既有水泥混凝土板下的基层和垫层较松散，难以成型台阶进行搭接拼宽时，可在既有混凝土板下设置混凝土枕梁。为保证新旧路面结构排水顺畅，在混凝土枕梁下方设置透水混凝土，如图 14。

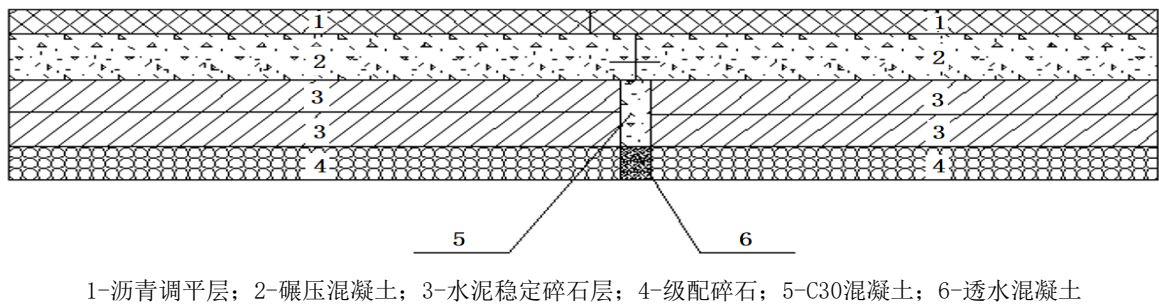
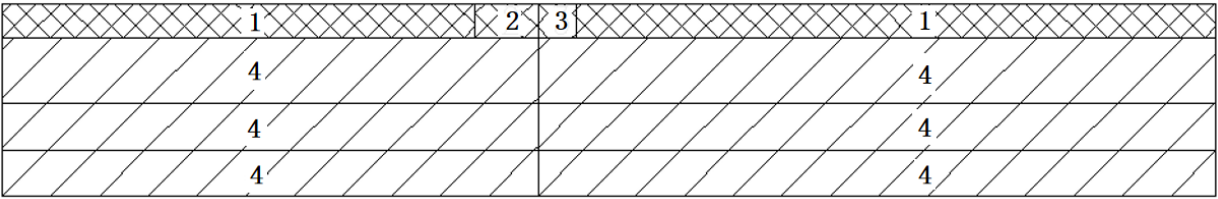


图14 混凝土枕梁+透水混凝土拼接构造图

9.5.9 新旧路面拼接部靠近临时护栏边部难以压实时，可在交通流整体转移后对拼接部增加二次拼接方案，如图 15。



1-沥青调平层；2-老路沥青；3-第一次拼接沥青；4-水泥稳定碎石层

图15 改扩建工程拼接部二次拼接方案图

9.6 再生利用

9.6.1 应充分利用路面铣刨、挖除的材料，采用成熟可靠的再生技术，应做到路面旧料 100%回收，高价值再生利用。

9.6.2 沥青混合料回收料和无机回收料再生利用应符合 JTG / T 5521 的相关规定，水泥混凝土再生集料再生利用应符合 JTG/T F31 的相关规定。

9.6.3 再生方式应综合考虑工程技术要求、环保、经济性和施工便利等因素论证确定。抬高路段沥青层铣刨材料宜采用厂拌热再生、厂拌冷再生。既有路面处治挖除的沥青面层材料宜采用厂拌热再生、厂拌冷再生。拼接挖除的基层及水泥混凝土板，破碎加工后可作为无机结合料基层或垫层材料。

9.6.4 沥青路面材料和基层无机回收材料再生方式及推荐使用层位应符合表 13 的规定。

表13 沥青路面材料和基层无机回收材料推荐使用层位

路面材料	再生方式	再生层的结构层位				
		表面层	中面层	下面层	基层	底基层
沥青路面材料	厂拌热再生	不宜使用	宜使用			-
	厂拌冷再生	不应使用		可使用	宜使用	-
基层无机回收材料	厂拌冷再生	不应使用			可使用	宜使用

9.6.5 再生材料使用前，应进行相应的配合比设计及性能试验分析，满足 JTG/T 5521 的相关规定。

9.6.6 沥青面层材料再生利用采用厂拌热再生或厂拌冷再生技术时，回收沥青路面材料应破碎、筛分成不少于 3 档集料，分区遮挡存放。

9.7 路面防排水设计

9.7.1 改扩建路面设计应遵循防排结合的原则，并应符合 JTG/T D33 的相关规定。

9.7.2 改扩建后宽幅路面，排水路径长，应进行路面排水计算，并符合下列规定：

- a) 单侧分离增建、纵坡抬高等路段标准横坡宜采用 2.5%。利用既有路面的拼宽路段可设置折线坡，既有路面 2.0%+拼宽路面 2.5%的横坡组合；
- b) 合成坡度小于 0.7%、超高过渡段、凹曲线底部、超宽断面等特殊路段，宜设置排水路面；
- c) 排水路面加铺范围宜不少于 300 m；
- d) 匝道分合流段在导流线部位宜增设排水沟，可采用缝隙式排水沟或 Ω 型排水沟，减小排水径流长度。

9.7.3 加铺层与既有路面层间宜设置封层。新建拼宽路面碎石垫层应与既有路面碎石垫层连通，保证路面层间排水顺畅。

9.7.4 应对超高路段排水设施的排水能力进行验算，并符合下列规定：

- a) 既有中央分隔带挖除重建时，应重新设置纵向排水沟、集水井、横向排水管；
- b) 既有超高排水设施满足排水要求时，对既有横向排水管接长，管径宜适当加大；
- c) 既有超高排水设施不满足排水要求时，应增设集水井及横向排水管等措施。

9.7.5 设置排水路面路段，边部不宜设置拦水缘石，土路肩应进行硬化处理，可在土路肩外侧设置纵向排水沟与急流槽相连。

10 桥梁、涵洞

10.1 一般规定

10.1.1 改扩建桥涵设计，包括既有结构物的处治和利用、新结构物的设计、新结构与既有结构连接等内容，应遵循“安全可靠、耐久适用、经济合理、统筹协调”的原则，根据改扩建工程的特点，综合确定设计方案。

10.1.2 既有桥梁、涵洞结构应按 JTG/T H21、JTG/T J21 及 JTG/T L11 进行综合评估，根据评估结论，选择采用直接利用、处治利用或拆除重建等处置方案：

- a) 桥梁总体技术状况评价等级为 1 类、2 类，且承载能力检测评定满足现行承载能力要求的可直接利用，3 类的经维修、加固后达到 1 类或 2 类的可利用，4 类的宜拆除重建，5 类的应拆除重建；
- b) 涵洞技术状况评定参照附录 A，评价等级为 1 类的可直接利用，2 类的经维修后可利用，3 类的宜拆除重建；
- c) 桥梁主要部件技术状况评价等级为 1 类或 2 类的可利用；
- d) 拼宽新建部分与既有桥涵结构连接时，应满足本文件 10.2.1 的要求。

10.1.3 新建桥梁、涵洞的设计应符合 JTG D60 的要求。

10.1.4 桥梁拼宽部分上部结构形式和跨径宜与既有桥梁保持一致，桥墩位宜对齐。

10.1.5 利用既有桥梁保通、新建桥梁建成后拆除既有桥梁时，可采用调整新建桥梁跨径的方式使桩基与既有桥梁桩基错开布置，满足桥梁拆建主体的下部结构同时施工条件。

10.1.6 桥梁错位拼接时，新旧桥面板可采用刚性连接、铰接形式，应进行结构强度、耐久性专项论证；当采用设置纵向伸缩缝连接时，应进行交通安全专项论证。

10.2 设计标准

10.2.1 桥梁、涵洞改扩建应符合下列规定：

- a) 新建部分（含拼接新建部分）应满足现行设计标准的要求；
- b) 对直接利用的既有桥梁、涵洞，应检测评估并满足原设计荷载标准要求；
- c) 拼接加宽利用的桥梁、涵洞，应进行检测评估并满足原设计荷载标准要求，且其极限承载能力应满足或采取加固措施后满足现行标准的要求。拟拼接加宽利用的既有桥梁，极限承载能力不满足现行标准的要求但使用状况良好的，可根据实际车流数据采用随机车流仿真分析方法对旧桥活载作用进行专题论证。20 m 及以下跨径拟拼接加宽利用的既有桥梁，极限承载能力不满足现行标准的要求但使用状况良好的，按本文件 5.5.5 e) 执行；
- d) 整体拼接桥梁的桥下净空，应考虑地方实际需求，并不小于原设计标准；
- e) 对直接利用或拼接加宽的桥梁、涵洞，应提出有针对性的运营管理和维护措施标准。

10.2.2 分离式扩建的既有桥梁、涵洞可采用原设计荷载标准。

10.2.3 分离式新建桥梁桥下净空应满足现行 JTG B01 及相关规范的规定。

10.3 桥梁拼宽

10.3.1 应综合考虑结构形式、跨径布置、拼宽部分自身稳定性、地质等因素，确定新结构与既有结构间是否连接。同一幅内新桥与既有桥梁的上部结构宜连接，下部结构不宜连接。

10.3.2 拼宽桥梁设计应考虑新结构与既有结构间的相互作用，包括基础差异沉降、结构差异变形、混凝土差异龄期等因素，进行结构计算。

10.3.3 单侧拼宽时，车道转换带范围内的桥梁上部结构应连接，并进行整体计算分析。

10.3.4 拼宽桥梁的桩基础设计应符合下列规定：

- a) 在满足承载力要求的前提下，同一墩台处新建部分的摩擦桩桩基长度宜不小于既有桥梁桩基长度；
- b) 桩基布置应考虑既有桥梁桩基位置以及施工设施等因素的影响；新建部分的桩基和既有桥梁桩基之间的中心距除应满足现行标准要求外，尚应满足施工作业空间要求；
- c) 新建部分的桩基直径和既有桥梁不同时，中心距应满足式（1）或式（2）的要求：

摩擦桩

$$d \geq 1.25 \times (d_1 + d_2) \dots\dots\dots (1)$$

端承桩

$$d \geq d_1 + d_2 \dots\dots\dots (2)$$

式中：

- d ——桩基中心距，单位为米（m）；
- d_1 ——既有桥梁桩基直径，单位为米（m）；
- d_2 ——新建部分的桩基直径，单位为米（m）。

10.3.5 拼宽桥梁的上构连接应符合下列规定：

- a) 空心板的拼接宜利用边板翼缘板采用湿接缝连接，翼缘钢筋宜焊接，湿接缝宽度宜采用15 cm～50 cm；
- b) T梁、小箱梁及中小跨径现浇箱梁的拼接宜采用拆除部分既有边梁翼缘板混凝土，采用湿接缝连接；
- c) T梁、小箱梁拼接时，除拼宽为单片梁时横隔板宜连接外，横隔板不宜连接；
- d) 整体式路基的左右幅大跨径预应力混凝土箱梁拼接为整幅时，可采用翼缘板湿接缝、增设横隔板等方式连接，确定植筋位置及翼缘板混凝土切割范围时，应考虑避免损伤既有纵、横、竖向预应力筋及锚下局部承压区的扰动等因素；
- e) 拼宽桥梁拼接的桥面连续构造和位置宜与既有桥梁桥面一致；
- f) 应结合接缝设计，确定交通组织方案，安排施工工序，做好接缝的施工方案设计，拼宽施工期间既有混凝土桥梁仍需通行的，拼宽应采用抗扰动性能高的混凝土材料并采取减小错动的临时控制措施。

10.3.6 需拼接的既有桥梁翼缘板宜采用高压水力工艺破除施工，临近既有桥梁的新建桥梁施工应选用不影响既有桥梁正常使用的小振幅施工设备，并对既有桥梁进行监控。

10.3.7 对差异沉降要求严格时，拼宽桥梁的拼接新建部分宜采用具有调整高度功能的支座，必要时可采用具有测力及调整高度功能的支座。

10.4 时效作用控制

10.4.1 桥梁拼接应采取措施控制时效作用的不利影响，包括基础沉降变形、混凝土的收缩徐变等。

10.4.2 空心板梁拼接采用铰缝拼宽时，新旧结构的沉降差不宜大于5 mm。

10.4.3 采用翼缘板湿接缝拼接的上部结构，新旧结构的沉降差应根据接缝两侧梁板间距、支座及翼缘

板受力确定。

10.4.4 群桩的沉降量应按 JTG3363 的相应规定计算。

10.4.5 单桩的沉降量可按 JGJ94 的相应规定计算。

10.4.6 拼宽桥梁新建部分可采用挤扩支盘桩、增加桩长、地基加固、扩大基础、减轻荷载和堆载预压等方法减小工后沉降量。

10.4.7 拼宽桥梁应考虑对支座横向承载力、下构承载力和伸缩缝装置正常工作的影响等因素，确定拼接联长及拼接时的混凝土收缩徐变龄期差。

10.4.8 拼宽桥梁应选择拼接时机，减少沉降差、收缩徐变差的不利影响，新建部分可放置 6 个月～9 个月后再与既有桥梁拼接。

10.5 通道、涵洞接长

10.5.1 接长通道、涵洞结构形式宜与既有结构相同，孔径应不小于既有通道、涵洞。采用不同结构类型进行既有结构接长时，接头部位应特殊设计。

10.5.2 暗涵新旧涵连接部宜设置沉降缝，并进行防水处理。明涵接长部分宜与既有涵洞刚性连接。

10.5.3 新建涵洞与既有涵洞连接处为整体式路基时，接长涵洞的涵底（铺砌）应与既有涵洞的涵底（铺砌）顺接。当为分离式路基时，应做好新建涵洞与既有涵洞间进出口的引水和排水工程。

10.5.4 进口侧接长涵洞涵底设计标高应考虑沉降影响，确保沉降稳定后标高不低于既有涵洞进口标高。

10.6 桥涵加固改造

10.6.1 应对既有桥涵的加固改造措施开展技术经济分析，应符合下列规定：

- a) 技术经济分析应基于桥梁全寿命周期的理念，综合考虑加固费用、加固效果、加固寿命及社会经济效益等方面因素的影响；
- b) 当既有桥涵的加固改造建筑安装工程费用超过拆除重建费用的 60%以上时，不宜考虑加固改造方案；
- c) 加固改造设计应给出表征主要加固措施效果的技术指标。

10.6.2 既有桥涵的加固改造设计应符合下列规定：

- a) 尽量减少加固改造对既有结构的损伤，尽量降低加固施工对交通和环境的影响；
- b) 拟拼宽利用的既有桥涵的加固改造设计应考虑新结构对既有结构的受力影响；
- c) 应注重既有桥涵的耐久性设计，宜采取措施使其与新结构相当。

10.6.3 应按照相关规范及改扩建技术标准对既有桥梁上部结构、下部结构、涵洞、通道等进行承载能力评定，并根据评定结果有针对性的进行加固改造。

10.6.4 中小跨径装配式梁桥的加固改造设计，宜采用桥面板增大截面法补强加固。

10.6.5 既有桥涵改造采用抬升纵断面并拆除扩孔时，下部基础宜适当错开，预留地方发展空间。

10.6.6 既有桥梁的支座需要更换时，宜选择合适的型号统一更换。

10.6.7 拼宽新建桥梁的伸缩缝宜与既有桥梁的伸缩缝对应，既有伸缩缝宜整条更换，新老结构形成完整的伸缩缝。纵断面抬升后，伸缩缝预留槽应相应改造。

10.6.8 既有桥涵桥头搭板轻微沉降的，可注浆加固板下土体；搭板破损严重的，应拆除重建。

10.6.9 既有桥涵中央分隔带护栏应根据改扩建设计速度、防护等级，按照 JTG D81 进行改造。

10.6.10 水中桩基可根据施工条件采用混凝土外包法或玻纤套筒外包法进行桩基耐久性加固。

10.6.11 应根据 JTG/T 2231-01 的设防标准，对桥梁进行抗震评估，确定不同地震水平下桥梁体系及构件的危险程度，并结合投资效益分析，确定桥梁是否需要加固以及加固后应达到的性能标准。桥梁抗震加固包括桥墩加固、基础加固、减隔震措施、防落梁措施等。

10.7 桥涵拆除

10.7.1 桥梁拆除设计应综合考虑待拆桥梁结构形式、桥梁技术状况、原桥施工方法、环境条件等因素，具体内容应包含拆除方式选择、拆除顺序确定、拆除计算等。

10.7.2 梁拆除可采用人工拆除、机械拆除、爆破拆除，或两种及两种以上方式的组合。桥梁拆除主要方法及其适用条件应符合表 14 的规定。

表14 桥梁拆除主要方法及其适用条件

一级分类	二级分类	适用条件
人工拆除法	——	适用于中小跨径的砌块材料砌筑和混凝土预制结构拼装为主修建的桥梁
机械拆除法	风镐冲碎法	不适宜爆破拆除，且能满足机械作业实施空间的桥梁
	破碎机拆除法	
	液压钳碎法	
	钟摆锤击拆除法	
	高压水流切割拆破碎除法	
	压劈裂机拆除法	
	链锯切割法	
爆破拆除法	炸药爆破法	周边场地空旷、建筑物不密集、生态环保允许情况下，对拆除方式无特殊要求的桥梁
	静态爆破法	

10.7.3 对于超静定结构的桥梁拆除，应综合考虑桥梁技术状况、施工条件和工程边界，对待拆桥梁进行全面的计算分析，应包含下列内容：

- a) 拆除前待拆桥梁的受力状态；
- b) 拆除过程中待拆桥梁的几何状态；
- c) 拆除过程中待拆桥梁的受力状态。

10.7.4 桥梁拆除工程中的主体结构除应进行承载能力计算外，还应参照 JTG 3362 对短暂状况构件进行验算，短暂状况混凝土构件正截面的最大压应力不宜大于 $0.70f_{ck}'$ （短暂状况混凝土轴心抗压强度标准值）。

10.7.5 桥梁拆除宜按成桥施工的逆序对整体结构进行分解和移除。结构连续梁桥应制定体系转换方案，对保留构件应采取安全防护措施。

10.7.6 预制拼装简支梁桥宜先解除横向连接构造，按单梁整体吊装移除。先简支后连续梁桥应先释放负弯矩预应力，断开中支点处的连接混凝土及纵向钢筋，使桥梁上部结构由连续体系转化为简支体系拆除。

10.7.7 曲线梁桥拆除时，应根据计算分析在曲线外侧设置临时支撑，防止拆除过程中发生梁体倾覆。

10.7.8 桥下有通行要求的桥梁拆除应预留通行空间，并做好防撞措施和交通组织方案。

10.7.9 上跨天桥的拆除可采用基于模块式台车的快速整体移除方法进行拆除。

10.7.10 桥墩、桥台或盖梁的高度大于 4 m 时应分段切割拆除，条件允许时，也可采用爆破拆除。承台和扩大基础宜采用分段切割拆除，条件允许时，也可采用爆破拆除。

10.7.11 桥梁拆除过程中，应对桥梁结构及支撑、吊装、运输系统等进行监控。

10.7.12 桩基可采用直接拔除、护筒水力冲洗法拔除、套管法拔除，对所留孔洞用桩位处类似岩土材料回填恢复。

10.7.13 桥梁拆除施工过程中应采取有效的安全与环境保护措施，并加强拆除废料的回收利用。

10.8 桥梁顶升

10.8.1 因路线纵断面调整，需要抬高的桥梁应开展桥梁顶升设计，桥梁顶升方案应考虑结构安全、施工安全、交通组织等因素，并进行论证。

10.8.2 桥梁顶升设计关键指标包括顶升量、顶升力、差异顶升量允许值等。差异顶升量不得超过结构的受力容许范围。

10.8.3 应根据既有桥梁结构特点、顶升量确定结构加高方式。中、小跨径梁桥顶升高度小于 50 cm 的，可采用垫石加高方式；顶升高度大于 50 cm 的，宜采用墩柱接长方式。

10.8.4 桥梁顶升宜优先采用整体同步控制系统实施顶升。简支结构宜整跨、连续结构宜整联同步顶升。

10.8.5 应对顶升过程中的整体结构及局部构件进行强度、刚度和稳定性验算，同时应对顶升施工过程中所采用的临时支撑、限位装置等构件进行验算。

10.8.6 宜对桥梁顶升的全过程进行结构状态的监测与控制，包括确定初始状态参数、施工过程监控等。施工过程应包括桥梁的位移和裂缝监测、宜监测结构应力或应变、结构和环境温度等。

10.9 工业化建造

10.9.1 对于现场施工环境复杂、环保要求较高或工期要求较紧，且具有一定桥梁工程规模的改扩建项目，可优先采用工业化建造技术。

10.9.2 中小跨径桥梁上部及下部结构设计应综合考虑预制、运输、安装、环保等施工因素，采用标准跨径、标准断面的装配式结构，并进行上下部结构的一体化设计。

10.9.3 桥梁桩基础应根据地质情况、施工条件、环保要求，对钻孔灌注桩、预制混凝土管桩、钢管桩等基础型式进行综合比选，条件适宜时，宜优先选用预制基础型式。

10.9.4 应综合考虑结构受力、耐久、施工、养护、环保等因素，选择桥梁上部结构与下部结构接缝的位置、形式及材料。

10.9.5 涵洞可采用全预制拼装的混凝土结构或波纹钢结构。

10.9.6 宜采用信息化技术等手段辅助桥涵工业化建造。

11 隧道

11.1 一般规定

11.1.1 隧道改扩建设计包括既有隧道的改建、扩建或增建隧道的设计，应遵循“安全、耐久、协调、经济、环保”的原则。

11.1.2 增建隧道、扩建隧道技术标准应按 JTG B01 和 JTG 3370.1 的要求执行。

11.1.3 既有隧道进行改建利用时，如通过经济技术比较，不宜对既有隧道主体结构进行重大调整，主体结构可遵循原技术标准，但隧道设计速度与隧道前后路段设计行车速度差应不大于 20 km/h。当既有隧道利用时，需采用的设计速度高于原设计，应重新确定既有隧道的使用功能定位，核定技术标准。

11.1.4 隧道改扩建方案宜优先考虑增建隧道，受用地范围限制时，除连拱隧道外的中短隧道可采用原位扩挖方案。对连拱隧道扩建较为复杂、拆除风险较大，应尽可能维持原结构。

11.1.5 改扩建设计应包含施工方案设计和交通组织设计，通过交通组织设计方案，保障隧道扩建期的路段通行能力。

11.1.6 同向分行的两个隧道间，洞外应设置交通诱导设施，并宜设置联络通道，洞外应根据运营安全的需要采取防撞措施。

11.1.7 隧道交通工程与附属设施的改扩建设计应与隧道土建总体改扩建设计方案相协调，应满足现行规范要求。设计应在满足现行标准要求的基础上“一次设计，分次实施”。

11.1.8 改扩建隧道设计，应根据总体设计，结合既有隧道的洞口条件、技术状况、运营情况、洞外接线条件与建设标准，综合考虑施工交通组织及运营安全、改扩建难易程度、交通量及组成等因素，进行隧道分离增建、原位扩挖及其组合等多方案比选，其主要方案组合如图 16 所示。条件受限时，分离增建经论证也可考虑竖向立体布置。






四改八方案一 增建两个两车道隧道	
四改八方案二 增建一个四车道隧道	
	
四改八方案三 增建四车道隧道+原位扩挖 (废弃一老洞)	
四改八方案四 原位扩挖	

图16 高速公路隧道改扩建常见方案组合（以四改八车道为例）

11.2 增建隧道

11.2.1 增建隧道设计应根据总体设计、既有隧道运营要求、结构现状、与既有隧道净距、围岩级别等因素，选择空间布局，并采取技术和管理措施，满足既有隧道结构与运营安全。

11.2.2 增建隧道施工应考虑爆破施工对相邻既有隧道结构、附属设施及周边建筑的影响。爆破震动控制指标宜根据隧道具体条件综合确定。运营中的既有交通隧道无重大病害时，隧道安全允许临界振速可取Ⅲ级围岩地段 8 cm/s~20 cm/s，Ⅳ级围岩地段 5 cm/s~15 cm/s，Ⅴ级围岩地段不超过 10 cm/s。

11.2.3 增建隧道结构设计应符合 JTG 3370.1 关于新建隧道的相关规定。当增建隧道与既有隧道为小净距时，应按小净距隧道考虑围岩压力。

11.2.4 增建隧道与既有隧道为小净距时，开挖施工前应对中夹岩进行预加固。当距离小于 1.0 倍洞径时可采用注浆加固方式；当小于 0.5 倍洞径且为软弱围岩时，可增加地表注浆或设置隔离桩、隔离墙等措施。

11.2.5 增建隧道开挖施工应符合以下规定：

- a) 开挖前应根据既有隧道安全评估结果，对既有隧道开展进一步隐患排查，必要时进行结构临时补强及设施加固。

- b) 隧道开挖方式应根据增建隧道与既有隧道的距离、围岩地质条件、既有隧道的情况等确定，尽量减少施工开挖对既有隧道的不利影响。当开挖需采用爆破施工时，严格控制新建隧道的最大装药量和开挖进尺，必要时采取减振措施，以减轻爆破振动的影响。
 - c) 应对既有隧道进行爆破振速监测、拱顶和水平收敛位移监控量测，施工过程中应根据监测结果及时调整优化爆破方案。
 - d) 增建隧道施工时，监控量测和超前地质预报参照新建隧道要求执行，同时参考既有隧道地质资料。
- 11.2.6 增建隧道与既有隧道距离小于 1.5 倍洞径时，相邻洞室应布置 2~3 个振动监控断面，每个断面宜不少于 3 个监控测点。
- 11.2.7 增建隧道洞口段施工时，应对既有边、仰坡布置不小于 3 个监测断面，每个断面不少于 5 个测点；浅埋段施工时，地面应布置不小于 5 个测点。
- 11.2.8 增建隧道人行、车行通道设置应满足公路隧道设计规范要求。当增建隧道与既有隧道距离较远，人行、车行通道设置困难时，可利用斜、竖井、平导等设置防灾救援通道，优先保证人员逃生能达到安全位置。
- 11.2.9 增建隧道与既有隧道间设置车行横通道或人行横通道时，应符合以下规定：
- a) 车行通道宜布置成 60° ~ 90°，满足车辆转弯半径要求；
 - b) 应避开不良地质段和既有隧道的坍方地段；
 - c) 横通道开洞位置应避开既有隧道衬砌结构变形缝和施工缝，避开距离不宜小于 2 m；
 - d) 横通道口应设置于同一板衬砌；
 - e) 与既有隧道衬砌接缝处应进行凿毛处理并采取防水措施，衬砌背后的防水板与排水管应确保可靠连接；
 - f) 施工应采取微震爆破、机械开挖等方法，减少爆破振动对既有隧道结构的影响；
 - g) 一般横通道施工时，应在距离原隧道保证一定安全距离时停工，待增建隧道通行后，剩余段从原隧道内施工完成。
- 11.2.10 增建隧道和既有隧道的洞门型式、绿化景观宜协调统一。

11.3 扩建隧道

- 11.3.1 扩建隧道应考虑技术状况、地质状况、施工安全、相邻隧道运营、交通组织等因素，结合改扩建总体方案综合分析制订扩建方式。
- 11.3.2 扩建隧道一般利用原有的隧道洞室作为临空面，通过单侧扩挖或两侧扩挖（周围扩挖）等形式进行建设。既有隧道新增紧急停车带时，宜采用单侧扩挖方式。如图 17~图 19 所示。

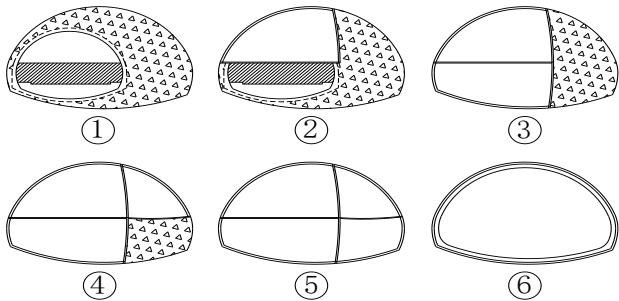


图17 隧道单侧扩挖主要工序

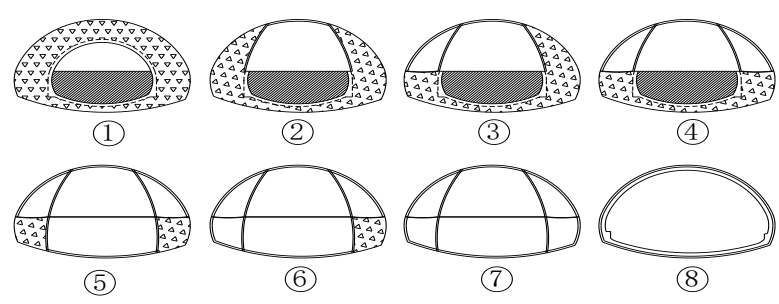
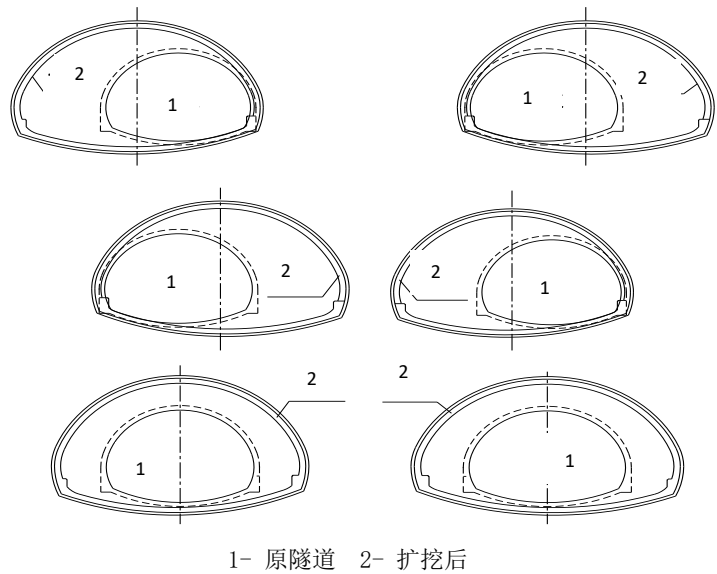


图18 隧道两侧（四周）扩挖主要工序



1- 原隧道 2- 扩挖后

图19 隧道原位扩挖的布置型式

- 11.3.3 扩建隧道前应采取必要的周边注浆、空洞回填、超前预加固和洞内临时加固等技术措施。
- 11.3.4 扩建隧道围岩压力计算一般可参照新建隧道进行，并应符合下列规定：
- a) 既有隧道施工时发生过坍方地段，原坍方高度小于按规范计算得出的围岩垂直均布压力等效高度时，参照新建隧道计算围岩压力；大于时，按坍方体高度计算；
 - b) 既有隧道坍方发生在侧面时，应充分考虑扩建隧道周边围岩压力不一致造成的偏压；
 - c) 扩挖隧道与相邻隧道为小净距时，按小净距隧道考虑围岩压力；
 - d) 既有隧道存在衬砌背后空洞或影响结构安全的纵、环向裂缝时时，应结合病害发育情况综合确定围岩压力。
- 11.3.5 扩建隧道施工时，应参考本文件 11.2.3 及 11.2.4 的规定，采取可靠的技术措施保证相邻洞室及设施的安全。
- 11.3.6 既有隧道支护结构的拆除及扩挖爆破施工应根据其结构型式、结构现状、围岩条件等，确定循环进尺和爆破振速。扩挖施工的循环进尺与支护结构拆除分段长度宜相同。V级围岩宜为 0.5 m~1 m，IV级围岩宜为 1 m~1.5 m，III级围岩宜为 2.0 m~2.5 m。初期支护拆除宜采用机械法逐榀拆除。
- 11.3.7 原有二次衬砌拆除时，宜采用机械法。需爆破施工时，应采用预裂爆破或静态爆破等弱爆破的方法，控制好爆破振速，减少对前方既有隧道结构破坏。
- 11.3.8 扩建隧道洞口设计应结合原隧道洞门、明洞、边仰坡情况，进行稳定性评价后，确定进洞方案。

11.4 隧道改建

11.4.1 改建前，应对既有隧道的现状进行全面调查、检测，根据其技术状况制定改建方案。

11.4.2 隧道改建包括对既有隧道进行衬砌结构加固、路幅调整、路面返修、排水沟改造、电缆沟改造、增设横通道和改造紧急停车带，以及局部提高技术指标和安全性能，改善服务功能等，应符合下列规定：

- a) 隧道改建应按 JTG B01 执行，受技术和经济条件限制不宜对既有隧道主体结构进行重大调整时，可采用原技术标准；
- b) 除必要的临时加固外，隧道改建实施宜在增建隧道施工完成后进行；
- c) 隧道改建时应保证既有隧道主体结构的完整性。

11.4.3 既有隧道土建结构在保证通行能力和运营安全的前提下，应尽可能利用，不宜改变既有结构和衬砌背后的排水系统，不堵塞原有的排水系统。

11.4.4 隧道改建需增加紧急停车带时，应采用局部扩挖方式，符合 11.3 的相关规定。

11.4.5 应结合既有隧道前后路段的交通事故调查及分析成果，对隧道洞口事故多发点进行改造，使隧道内外线形顺畅，指标均衡，指示清晰。

11.4.6 隧道路面渗漏水、翻浆冒泥、底鼓和不均匀沉降等病害，应查明原因，针对性采取重做路面下排水系统、基底混凝土换填、桩基加固、增设仰拱、仰拱配筋或仰拱加深等措施。对隧道事故较多的水泥混凝土路面宜采用沥青混凝土加罩路面。

11.4.7 既有隧道排水系统堵塞严重时，除疏通或重构隧道排水系统外，还应调查地下水及结晶物成分，并采取针对性措施。

11.4.8 隧道土建结构改造时，设计应明确监控量测方案。改建隧道应对新老结构衔接部分差异沉降和内力大小及变化幅值进行监测。

11.4.9 既有隧道不涉及系统升级和兼容的洞内电缆、照明灯具、通风设备等设施，在保证通行能力和运营安全的前提下可充分利用；交通控制、监控等系统应结合工程需要，予以利用或统一更换。

11.4.10 隧道维修加固应根据通风、照明、消防、监控等设施改扩建的需要，做好土建的预留预埋。

11.5 四车道隧道设计

11.5.1 四车道隧道设计衬砌支护采用复合式衬砌设计，结构设计应满足 JTG 3370.1 的相关要求。衬砌可分两次或三次施作，初期支护刚度不足，不能满足安全施工要求时，可施作双层初期支护。

11.5.2 增建或扩挖四车道隧道与既有隧道净距宜按两洞结构彼此不产生有害影响的原则，并结合隧道洞口接线、围岩地质条件、断面形状和尺寸、结构设计、施工方法、工期要求等因素综合确定。两洞净距宜取 1.0~2.5 倍开挖跨度（以较大洞室跨度控制）。

11.5.3 既有隧道扩挖成四车道隧道或新建四车道隧道应进行开挖工序设计，明确各施工工序的开挖分部、临时支护措施及参数。关键开挖支护工序应进行初期支护及临时支撑的稳定性验算。

11.5.4 四车道隧道结构计算应充分考虑埋深和地质偏压影响，对典型的不利界面进行验算。

11.5.5 四车道隧道宜采用分部开挖，V 级围岩宜采用双侧壁导坑法或 CRD 法施工，IV 级围岩宜采用 CRD 法或 CD 法施工。每一分部开挖支护完成后，应将衬砌背后空洞加固密实，各分部支护基础应采用可靠的加固措施。

11.5.6 四车道隧道的复合式衬砌支护参数应根据实际地形地质条件，结合拟定的施工开挖方法，进行围岩稳定分析或进行结构强度校核后，可参照表 15 确定。

表15 四车道隧道复合式衬砌支护参数

围岩 级别	初期支护								二次衬砌厚度（cm）	
	喷射混凝土厚度 （cm）		锚 杆（m）			钢筋网 间 距 （cm）	钢 架		拱、墙 混凝土	仰 拱 混凝土
	拱、墙	仰拱	位 置	长 度	间 距		间 距 （m）	截面高 （cm）		
I	8~12	-	局部	2.5~3.0	-	-	-	-	40	-
II	12~20	-	局部	2.5~3.5	-	局部 @25×25	-	-	40	-
III	22~24	-	拱、墙	3.0~3.5	1.0~1.2	拱、墙 @25×25	拱、墙 1.0~1.2	16~18	45~50钢 筋砼	0~50
IV	26~28	26~28	拱、墙	4.0~4.5	0.8~1.0	拱、墙 @20×20	拱、墙 0.75~1.0	18~20	55~60钢 筋砼	55~65钢 筋砼
V	28~30	28~30	拱、墙	4.5~5.0	0.5~0.75	拱、墙 （双层） @20×20	拱、墙、 仰拱 0.5~0.75	22~25	65~75钢 筋砼	65~75钢 筋砼
V*	24~26	26~28				拱、墙 （双层） @20×20	拱、墙、 仰拱 0.5~0.75	20~22	60~70钢 筋砼	60~70钢 筋砼
	16~22							14~20格 栅		
VI	通过试验、计算确定									

11.5.7 应遵循动态设计与信息化施工的原则，在实际施工过程中核对现场地形地质条件，实施围岩监控量测，根据地质条件的变化和监控量测结果及时调整支护参数，保证施工安全。

12 路线交叉

12.1 一般规定

12.1.1 改扩建路线交叉设计，应在适应规划路网结构和远景交通量需求的前提下，以既有工程为基础，根据相交道路的功能、等级以及交叉工程建设条件、工程规模、运营安全、施工期交通组织等因素，综合确定方案。

12.1.2 既有互通式立体交叉形式，满足改扩建后的运行安全、功能和交通需求时，宜采用原位改扩建方案。

12.1.3 互通式立体交叉移位改造时，应综合考虑路网的现状及规划情况，充分调查关联控制因素，从工程规模、实施难度、路网协调性等方面进行综合比选，确定位置及形式。

12.1.4 互通式立体交叉增减应综合考虑周边路网规划调整、与其他相邻结构物及设施之间的间距、施工期交通组织等因素，与既有布置进行综合对比，确定布局及形式。

12.1.5 互通式立体交叉改扩建应充分考虑被交路通行能力，被交路通行能力不足应进行升级改造，无法改造应从路网全局考虑，移位连接满足远景转换交通量的被交路。

12.1.6 在用地红线范围受限时，应从适应远景转换交通量前提下，灵活设计各条匝道平纵线形，实现路网交通流安全转换功能。

12.1.7 应综合考虑主线及转向交通量的变化、计重和不停车收费等因素，确定互通式立体交叉收费站车道数和广场布置。

12.1.8 分离式立体交叉、通道和天桥等设施改扩建需中断交通时，应制定分流保通方案。

12.2 互通式立体交叉

12.2.1 主线设计速度提高，与其连接的变速车道长度应作调整。

12.2.2 互通主线纵坡超过规范规定值，纵坡调整受限时，通过论证，满足主线分、合流路段交通运行安全的可维持。

12.2.3 一般互通式立体交叉改为枢纽互通式立体交叉，既有匝道和构造物经论证能满足运行安全及交通需求时，可予以利用。

12.2.4 根据交通量预测结果和交通事故调查结论，对不满足通行能力或存在安全隐患的匝道，应予以改造。

12.2.5 互通式立体交叉经论证满足安全性及交通需求时，可完全利用既有匝道断面；新建匝道原则上采用单向双车道标准，当采用单车道标准时，宜采用 10.5 m 断面，按单车道交通标线设计。

12.2.6 互通式立体交叉的间距应符合下列规定：

- a) 相邻互通式立体交叉的最小间距、互通式立体交叉与相邻的服务区或停车区之间的最小间距，应符合现行规范要求。小于规定间距要求时，应按复合式进行设计，并应加强路段标志、标线及安全设施综合设计；
- b) 拟新增互通式立体交叉时，应针对间距变化，对主线通行能力和交通安全的影响进行分析；
- c) 互通式立体交叉与相邻的服务区或停车区距离过近，改扩建时宜考虑合并设计方案，以减少主线出入口。

12.2.7 受条件制约时，经安全性分析论证，在满足出口识别视距的前提下，变速车道及分合流区域以外路段的主线纵面指标可按一般路段的标准控制。

12.2.8 匝道出口识别视距不满足要求时，可增加弹性交通柱，使驾驶员易于识别分流鼻端。

12.2.9 在同向分离主线路段上，互通式立体交叉出口宜设置在外侧路幅右侧，与前主线分流点间距应满足交通标识、标牌设置要求。

12.2.10 受用地、拆迁等因素制约，匝道设计速度小于 40 km/h 时，应分析匝道的通行能力与运行安全要求，并加长变速车道。

12.2.11 匝道线形组合设计应符合下列规定：

- a) 综合考虑各项技术指标的均衡性和连续性，避免技术指标不利值的相互叠加，视距变化避免出现跳跃或间断的情况；
- b) 匝道平面线形应均衡、顺畅、连续，曲率过渡应与路段内行车速度的变化相适应；
- c) 设计速度不小于 60 km/h 的匝道，线形设计应注重平纵组合及驾驶员视觉和心理方面的要求。

12.2.12 变速车道路段的加宽部分超高宜与主线一致。受匝道线形限制或桥涵影响时，超高应在主线分合流鼻端前设置渐变率过渡段，且横坡差应不大于 6%。

12.3 分离式立体交叉、通道、天桥

12.3.1 上跨结构物在中央分隔带设墩时，应符合下列规定：

- a) 桥墩基础不宜侵入路面范围，侵入时，基础顶面在路面下的埋深不应小于 1 m。桥梁上构和盖梁应满足桥下道路净高、净宽限界要求；
- b) 中墩两侧应设置防撞护栏，并预留护栏变形的空间；
- c) 应满足管线和排水设施设置要求。

12.3.2 下穿道路需维持通行时，上跨结构物改扩建设计应预留施工空间。

12.4 管线交叉

工程管线与道路交叉时，应符合下列规定：

- a) 根据管网规划和建设情况，为近期管线实施提供建设条件，为远期管线预留走廊空间；
- b) 宜利用既有工程管线，少作迁、改；
- c) 管线不宜布置在行车道下。

13 交通工程及沿线设施

13.1 一般规定

13.1.1 交通工程及沿线设施改扩建设计包括交通安全设施、服务设施和管理设施等内容，应结合改扩建项目特点考虑永临结合、新旧结合，并体现智慧高速建设需求。

13.1.2 应根据主体工程改扩建设计方案、预测交通量、交通事故、气象环境状况等条件，结合既有交通工程及沿线设施调查、检测与评价进行技术经济比较，综合分析确定交通工程及沿线设施改扩建设计重点和设计方案。

13.1.3 交通工程及沿线设施改扩建设计应突出系统性，充分理解主体工程的设计意图，考虑公路使用者出行便利性，实现交通工程及沿线设施与主体工程设计方案、以及交通工程设施内部的相互协调。

13.1.4 应结合安全评价结论，结合既有公路道路条件以及主体工程改扩建设计方案进行针对性设计，并对交通事故重点路段进行专项设计。

13.1.5 交通工程及沿线设施改扩建设计应贯彻安全提升、服务提升、管理提升的理念，为公路使用者提供高品质服务。

13.1.6 应充分考虑交通组织的需求，设置相应的临时设施。临时设施应充分考虑利旧。

13.1.7 施工期间的场外供电可利用作永久供电设施。

13.2 交通安全设施

13.2.1 高速公路改扩建应设置完善的交通标志、交通标线、护栏、视线诱导设施、隔离栅、防落网、防眩设施及防撞垫等安全设施。

13.2.2 既有交通安全设施再利用时应符合下列要求：

- a) 既有交通安全设施符合现行标准规定，且能满足改扩建后使用需求的，宜继续使用；
- b) 既有交通安全设施符合现行标准规定，但不能满足改扩建后使用需求的，并经经济技术比较后，确定改造后再利用方案；
- c) 既有交通安全设施难以整体利用时，可对其材料作为永久或临时设施加以利用。

13.2.3 标志、标线改扩建设计除应符合现行标准外，还应着重加强下列方面设计：

- a) 优化路网条件下指路体系设计，完善指路标志信息体系和重点路段指路标志设计；
- b) 综合利用各类警告、指示及指引类标志，加强对沿线设施、特殊运行环境等的预告和指示。

13.2.4 对局部同向分离的侧分隔带、设置集散车道的路段、互通立交间距小于 5 km 的路段、不同加宽方式之间的过渡路段，应结合安全性评价结论，强化相关安全设施综合设计。

13.2.5 应按照总体设计的要求布设车道功能划分标志和标线，交通标志宜采用门架式或悬臂式结构，当采用门架式时宜采用交安机电设施合杆的一体化门架结构。

13.2.6 交通标志板通过拼接再利用时，新板应与原板厚度一致，且拼缝不得与标志中的图形、文字和重要符号相重合。拼接后的标志板面整体强度不得低于整板。

13.2.7 交通标志结构除应保证整体结构强度符合受力要求外，标志面板、背部支撑等局部构件也应符合强度要求。

13.2.8 主体工程采用立体复合式交通时，交通安全设施设计应根据主体设计意图设置标志标线，引导

公路使用者上下公路。

13.2.9 应根据既有公路调查与评价结论，结合改扩建后的交通安全、交通组织的需要，按照下列要求确定全线运营期护栏布设方案：

- a) 对于原事故率较高但主体工程设计已经优化调整的路段，应结合安全评价结论确定护栏防护等级；
- b) 对于主体工程设计限于客观条件未调整或调整后技术指标仍受限的路段，或因主体工程改扩建新出现的重点路段，应结合公路项目安全评价结论，适当提高护栏防护等级，并采取综合措施提高路段安全水平；
- c) 既有公路护栏宜与永久护栏、临时护栏综合考虑，永临结合利用。

13.2.10 应根据路段运行环境设置交通标线，并注重与互通立交改扩建方案相协调，清除不符合交通组织的交通标线。

13.3 服务设施

13.3.1 服务设施改扩建设计应根据既有公路调查、检测与评价结果，结合主体工程改扩建方案、预测交通量、沿线区域经济状况、用地条件、运营需求和周边高速公路服务设施布局统筹确定，并应符合下列规定：

- a) 停车、如厕、加油、充电、车辆维修、餐饮与购物等服务设施建设规模的技术指标或功能不满足使用需求时，应进行改扩建；
- b) 满足使用安全、节能环保及功能需求的可直接利用；
- c) 改扩建后互通式立体交叉与服务设施间距小于 1 km 时，宜合并设置。服务设施与互通式立体交叉共用出入口匝道时，出入口匝道的车道数不应小于 2 条。

13.3.2 服务设施改扩建设计可采用移位、增设或原址改扩建等方式。

13.3.3 服务设施改扩建设计应根据预测交通量和车型组成、车辆停留率、周转率、节假日服务系数等参数重新核算规模，结合既有公路服务设施的现状以及广东省高速公路服务区布局规划，确定改扩建后的规模。

13.4 管理设施

13.4.1 应在对管理设施进行调查与评价的基础上，分析其适应性，对既有公路不满足需求的管理养护机构、监控设施、收费设施、通信设施、供配电设施、照明设施等进行改造或升级，并考虑必要的临时保通设施。

13.4.2 管理设施的改扩建设计应符合下列规定：

- a) 应结合高速公路管理规划及需求，可对现有管理体制进行调整；
- b) 应结合系统升级和技术进步的需要，经调查和评估后充分利用现有设施，更换落后设备。

13.4.3 应根据调查和评价结论，结合设计需求，考虑兼容性、可靠性、可维护性、经济性，综合判定管理设施是否可再利用。

13.4.4 结合相关的检测评估结论，机电设备再利用时，可作为正式运营设备、临时设施或备品备件使用，不同情况的适用条件应符合下列规定：

- a) 状况完好、功能满足运营管理要求的机电设备，宜在交通工程设计时作为正式运营设备使用；
- b) 状况完好、但功能不满足运营管理要求的机电设备，宜通过改造后使用、或作为临时设施、备品备件使用；
- c) 状况完好、但即使改造后仍无法与新系统兼容的机电设备，可作为临时设施、备品备件使用；
- d) 对于设备功耗大、故障率高、运营费用高、面临淘汰的机电设备，不应用作正式运营设备，可作为临时设施使用。

13.4.5 应按照保障通行能力、提升服务水平、提高运营管理水平的原则对监控设施进行改造、升级和扩容。

13.4.6 应按无盲区、全覆盖的原则，在道路外场设置全程视频监控设施，并视需要在局部路段设置交通事件检测、信息发布和警示设施。

13.4.7 收费设施的改扩建设计应符合下列规定：

- a) 可采用增加一榀桁架的方式对主线 ETC 门架进行改扩建；
- b) 可通过现有系统升级、增加收费站及收费车道数、增加 ETC 车道、采用纵向交错式收费广场、设置复式收费车道等方式增加收费系统服务容量，满足交通量发展的需要：
 - 1) 在无法增加广场宽度的情况下，可通过重新规划广场布局、收费岛窄岛化等方式增加收费车道数；
 - 2) 在无法增加车道数的情况下，可重新规划广场布局；
- c) 改扩建后的收费车道，应保证电子不停车收费系统全覆盖；
- d) 应结合现有收费站拒超运行情况，在征地条件允许时，研究优化收费站拒超方式；
- e) 有条件时，可设置 ETC 和自助收费为主的收费站。

13.4.8 应根据调查与评价，对不满足需求的通信设施进行改造，并应按照通信各子系统进行分析判断。具体改造原则应符合下列规定：

- a) 既有通信设施能正常运行，能满足改扩建后通信业务需求，且符合全省通信规划时，应保留并继续使用；
- b) 既有通信设施运行基本正常，经过升级扩容即能满足改扩建后通信业务需求，且升级扩容后符合全省通信规划时，可对其改造后继续使用；
- c) 既有通信设施可靠性不满足需求，或容量不能满足改扩建后业务需求和全省通信规划，且升级扩容困难时，应新建通信设施。

13.4.9 通信管道改扩建设计应根据土建、绿化、交安、智慧交通等专业综合考虑，并符合下列规定：

- a) 考虑改扩建的需求后冗余管道的折算子管数不少于 3 孔的，可不新增通信管道；
- b) 考虑改扩建的需求后冗余管道折算子管数少于 3 孔的，应进行通信管道的扩建；
- c) 新建通信管道时，其新建管孔折算子管数不宜少于 9 孔；
- d) 原中央分隔带保留时，宜保留既有中央分隔带通信管道。当需要扩建通信管道时，可将新建的通信管道敷设于原通信管道的上方，或在路侧重新敷设；
- e) 应根据改扩建后的需要，调整或新增人、手孔，对于改扩建后仍利用的原人、手孔应保留并修复。

13.4.10 应在对既有供配电设施和照明设施的运行状况进行调查和评价的基础上，结合运营管理需求，对供配电设施、照明设施进行扩容和改造。

13.4.11 新增房建站点的供配电设计，应统筹考虑全线电力分布及其他站点供配电设施选用方案。

13.4.12 照明设施改扩建设计应积极推广使用环保节能型灯具。

13.4.13 分离式增建的隧道，应增加交通流的车道选择指示标志。

13.4.14 既有隧道段改变行驶方向的，应根据设计调整隧道机电工程的设置，并满足现行规范要求。

13.4.15 改建前，应对既有隧道的机电设施进行评估，对现状机电设备状况进行评估，制定隧道机电改建方案。

13.4.16 既有隧道、扩建隧道、改建隧道的交通工程及附属设施的技术标准及建设规模应根据新的公路功能、技术等级、交通量、隧道长度等确定，既有隧道机电设置不满足新技术标准的应进行改造。

13.4.17 隧道的机电改造方案应制定改扩建期间发生交通或火灾事故的应急处理预案。

13.5 房屋建筑

13.5.1 房屋建筑是为公路服务、管理设施而修建的建、构筑物 and 场地，应符合下列规定：

- a) 改扩建方案的确定与主体工程、机电工程相互协调统一；
- b) 服务设施房屋建筑的改扩建应根据周边路网、现状用地、运营情况、交通量等信息确定改扩建方案；
- c) 管理设施房屋建筑的改扩建应根据改扩建后采用的管理体制与改扩建路段特点，综合考虑考虑建筑规模，并尽可能利用既有房建设施；
- d) 对既有建筑的修缮的应满足 JGJ/T 117 的规定；
- e) 对既有建筑的改造应满足 GB 55022、GB/T 51141 以及 GB 55015 等相关规范要求。

13.5.2 服务区、停车区总平面改扩建应根据主体工程改扩建方案进行，既有服务区、停车区采取后置式布置时，综合服务楼可考虑保留；新增房建单体应结合既有总平规划统筹考虑，提高场地综合使用效率。

13.5.3 管理设施站区改扩建宜优先考虑原址改扩建，充分利用现有房屋设施。当场区内既有房屋建筑布局与主体工程冲突且无法避开时，可拆除占压建(构)筑物新建。

13.5.4 对现有场区内的道路、广场等构造物，以及给排水、供配电等设备根据评估、鉴定后的结果进行利用或改造。

13.5.5 站区的改扩建应做好供水、供电、空调等配套设施及管线的布置设计，改造的设备管线应满足现行规范要求，并贯彻节能减排的原则，选用节能降耗产品和技术方案。

13.5.6 单体的改扩建应符合下列规定：

- a) 对利用的既有单体进行改扩建时，应根据检测结果制定改扩建方案；
- b) 单体改扩建应与既有建筑的形式、功能及结构等相结合，可采用拼接、新旧单体组合等技术措施与既有建筑进行组合；
- c) 需要保留的单体应根据功能及使用需求进行修缮或者改造；
- d) 因改造投资大于新建等原因不宜改造的建(构)筑物，宜拆除新建。

13.5.7 收费天棚的改扩建应符合下列规定：

- a) 对既有天棚改进行改扩建时，应根据检测结果制定改扩建方案；
- b) 原址扩建的收费天棚可采用单侧或双侧拼接方案，并保持保持建筑风格协调统一；
- c) 移位或者原位新建的收费天棚结构设计应符合国家相关技术规范的要求，宜采用框架、钢网架、轻钢或其他大跨径结构形式，不得采用砖混结构。

13.6 智慧高速

13.6.1 应提升改扩建项目区域路网及项目路的数字化能力、降低安全事故风险和提高服务水平。

13.6.2 改扩建高速公路智慧高速建设的智慧化等级应采用 G2、G3 级。

13.6.3 宜采用数字孪生、北斗导航、高精度地图、互联网+等技术搭建一体可视化的高速公路改扩建安全管控平台，平台可面向施工期。

14 交通组织

14.1 一般规定

14.1.1 交通组织设计应遵循保障安全、通行有序、保护环境、减少社会影响的原则，协调好运营与施工的关系。

14.1.2 交通组织设计应在交通组织方案研究成果基础上与主体工程设计同步进行，并应动态调整。

14.1.3 在改扩建工程的可行性研究阶段，应同步开展交通组织方案专题研究，并编制专题研究报告；

在初步设计及施工图设计阶段，应在可行性研究阶段专题成果的基础上进一步深化，重点对区域路网分流、保通路段交通组织、应急预案、临时交通工程设施等做细化设计，并编制相应的设计文件及交通组织概、预算。

14.1.4 高速公路改扩建交通组织设计应与施工组织设计协调统一。

14.1.5 交通组织设计应包含总体设计、区域路网交通组织设计、路段交通组织设计、应急预案及保障措施设计，并应设置相应的临时交通工程设施。

14.1.6 交通组织设计应与机电设计相互协调，并应对监控保通、收费保通、通信保通、供电等设计进行统筹考虑。

14.1.7 宜利用现代智慧交通技术提升交通组织智慧化和信息化管理水平。

14.2 交通组织总体设计

14.2.1 交通组织总体设计应与高速公路改扩建工程总体方案协调统一，相辅相成。

14.2.2 交通组织总体设计应包含下列内容：

- a) 调查与预测分析；
- b) 进行交通组织模式对比分析；
- c) 明确是否需要区域路网分流及分流交通量；
- d) 明确分阶段保通路段断面布置技术标准
- e) 保通设计速度及分阶段限速方案；
- f) 通行能力与服务水平，服务水平不宜低于四级；
- g) 改扩建作业区划分；
- h) 临时交通工程及沿线设施设置技术标准；
- i) 紧急停车点、紧急撤离口等应急交通组织相关技术指标。

14.2.3 交通组织模式可分为边运营边施工和封闭交通两种，高速公路改扩建交通组织宜采用边运营边施工的双向四车道保通交通组织方式；采用其他交通组织模式时，应做专项论证。

14.2.4 保通设计速度应结合项目路的道路技术条件、交通量、交通事故、运行速度等因素综合确定，既有公路设计速度大于等于 100 km/h 时，一般路段保通设计速度宜为 80 km/h，交通转换段宜降低限速。

14.2.5 交通组织总体设计除应统筹考虑影响交通组织方案的各类前提条件和施工因素，还应统筹考虑公安交通管理部门的意见。

14.3 区域路网交通组织设计

14.3.1 应根据总体设计确定区域路网交通组织设计。

14.3.2 区域路网交通组织设计应包含下列内容：

- a) 对区域路网交通量、交通组成、交通流特性的分析预测；
- b) 对区域路网布局、沿线城镇分布、公路技术状况等的调查、分析；
- c) 对路网分流点、分流车型、分流路径、实施计划安排等方面进一步分析论证，制定细致的分流、绕行、管制方案。

14.3.3 区域路网交通组织设计应提供如下成果：

- a) 对施工期项目路及周边路网各自的通行能力、服务水平及可承担分流能力与容量的分析；
- b) 应编制总体区域路网交通组织设计方案，内容应包括分流路径、分流车型、分流交通量，诱导点、分流点、管制点设置，以及必要的分流路段改造、维修方案等。

14.4 路段交通组织设计

- 14.4.1 应根据总体设计确定路段交通组织设计。
- 14.4.2 路段交通组织设计应包含下列内容：
- a) 对施工期各路段、各阶段的通行能力及可容纳交通量的分析预测；
 - b) 对工程施工与运营的相互干扰程度的分析；
 - c) 对施工期路段保通、限速、改道等分析。
- 14.4.3 保通车道宽度应满足下列要求：
- a) 保通设计速度为 80 km/h 时，保通车道宽度 ≥ 3.5 m；
 - b) 保通车道仅供小型车行驶，且保通设计速度为 60 km/h 时，因建设困难较大时可考虑采用 3.25 m 的通行车道宽，但需进行专项行车安全论证。
- 14.4.4 路段交通组织设计应满足下列要求：
- a) 结合施工标段、行政区划、构造物分布、施工方案，确定区段划分；
 - b) 应在满足施工安全和工期的前提下，做好施工标段间、区段间的交通协调；
 - c) 应做好一般路段和关键工点保通设计。
- 14.4.5 互通式立体交叉保通应结合互通的间距、互通转向交通量以及匝道保通难易程度灵活选择，保通匝道设计速度应不低于 30 km/h。
- 14.4.6 中央分隔带采用单向两车道转序的保通开口长度应满足保通设计速度对应的线形指标要求，各保通设计速度下最小开口长度可参考表 16。

表16 中央分隔带保通开口长度推荐最小值

保通设计速度/(km/h)	40	60	80
推荐最小值/m	110	150	260

- 14.4.7 隧道改扩建交通组织宜利用新建隧道双向保通，当采用单洞四车道隧道双向四车道保通时，应进行专项研究。
- 14.4.8 硬路肩宽度小于 2.5 m 的保通路段，宜设置临时紧急停车点和紧急撤离口。
- 14.4.9 临时紧急停车点包括三个部分，即驶入段、停靠段、驶出段。
- 14.4.10 临时紧急停车点的技术指标应符合下列要求：
- a) 宽度一般不小于 3 m，当条件受限时，经安全性论证后可采用 2.5 m。开口长度为 50 m+50 m+50 m，条件受限时可适当降低指标，但不应低于 5 m+40 m+5 m；
 - b) 临时紧急停车点和紧急撤离口的设置间隔宜根据线形指标和交通事故等确定，避免设置在临崖、邻水路段；
 - c) 临时紧急停车点宜布设于路基段，一般路段设置间距宜为 2 km~4 km；条件受限时，布设间距宜根据路段实际情况综合考虑。
- 14.4.11 紧急撤离口的设置应符合下列规定：
- a) 有硬路肩保通状态时，紧急撤离口的布设间距宜为 500 m~750 m；
 - b) 无硬路肩保通状态时，紧急撤离口的布设可结合工程实施难度加密；
 - c) 在临时紧急停车点处，应设置紧急撤离口；
 - d) 紧急撤离口处的隔离栅应设置临时疏散门，并设置必要的提示及警示标志。

14.5 应急情况下的交通组织及保障措施设计

- 14.5.1 应针对施工期间可能发生的各种情况，进行应急情况下的交通组织及保障措施设计。
- 14.5.2 应急情况下的交通组织及保障措施设计应包含下列内容：
- a) 对交通管理、安全保障、应急预案等方面的总体框架；
 - b) 实施机构的组成及联络机制；

- c) 交通组织方案的审批及日常管理机制;
- d) 应急及响应机制;
- e) 相关的临时交通工程设施;
- f) 经费保障。

14.5.3 应急情况下的交通组织及保障措施设计应符合下列规定:

- a) 应提出针对各种突发事件的应急预案;
- b) 应提出应急预案的启动时机、反应机制等。

14.6 临时交通工程设施设计

14.6.1 临时交通工程设施设计应与总体设计协调统一,并在区域路网分流设计、路段保通交通组织设计的基础上进行。

14.6.2 临时交通工程设施设计应体现安全、绿色公路、永临结合的设计理念,坚持“系统性、容错性、资源节约、循环利用”的原则,为项目路保通及通行安全提供基本的指路、指示、警告、禁令等信息服务,并维持改扩建高速公路施工期基本的隔离、封闭的功能。

14.6.3 应根据作业区施工组织计划的推进,对临时交通工程设施的设置、拆除、移位、重复利用进行统筹考虑,并计列相应工程量。

14.6.4 临近路基拼宽作业区的临时护栏防护等级宜符合下列规定:

- a) 保通设计速度为 80 km/h 时,不宜低于三(A)级;
- b) 保通设计速度为 60 km/h 时,不宜低于二(B)级;
- c) 当作业区位于主线桥梁时,防护等级宜适当提高;
- d) 25 t 及以上货车自然数占比超过 20%,中央及路侧临时护栏宜提升一个等级。

14.6.5 单幅双向通行的保通路段,保通设计速度大于等于 60 km/h 时,宜设置临时护栏隔离对向交通,且临时护栏等级宜不低于三(A)级。

14.6.6 临时交通工程设施永临结合应包括下列内容:

- a) 宜采用永临结合的施工工序,将永久交通工程设施,在不影响使用的前提下,按照永临结合的方式设置;
- b) 可用作永临结合的交通工程设施包括:标线、轮廓标、隔离墩、混凝土护栏、防眩板、监控等设施。

14.6.7 临时交通工程设施应考虑夜间行车安全的需求,设置必要的视线诱导、闪光等设施。

14.6.8 应配合施工期交通组织智能化与应急管理的要求,配置必要的智慧交通设施。

15 绿色公路

15.1 一般规定

15.1.1 高速公路改扩建绿色公路设计应充分考虑在公路的全寿命周期内,最大限度地节约资源,保护环境和减少污染,注重智慧化管理与服务品质提升,为人们提供安全、舒适、便捷、美观的公路使用环境,与自然和谐共生的设计理念。

15.1.2 应将可持续发展理念融入到公路的设计阶段,开展全寿命周期技术经济论证及环境影响分析,在满足公路使用功能要求的基础上,充分考虑公路在施工建设、运营养护阶段可能对环境、资源造成的影响,采取科学、合理、灵活的设计措施,促进公路向更节能、更环保、更安全、更舒适的方向发展。

15.1.3 高速公路改扩建工程宜进行全寿命周期技术经济论证及环境影响分析作为绿色评估内容。

15.2 绿色公路总体设计

15.2.1 绿色公路总体设计应与高速公路改扩建工程总体方案协调统一，相辅相成。

15.2.2 绿色公路总体设计应满足下列要求：

- a) 结合安全、节地、节能、生态、环保、景观、服务等要求，分项细化和完善各专业设计方案；
- b) 利用既有通道资源，做到资源节约、节能高效；
- c) 统筹既有工程材料回收、再生利用；
- d) 采用 BIM 技术，提高基础设施数字化率；
- e) 推进结构工程设计标准化和工业化建造；
- f) 布设沿线服务设施，促进公路与旅游融合发展；
- g) 统筹绿色养护、绿色运营，落实全寿命周期绿色管理。

15.3 绿色公路路线设计

15.3.1 绿色公路路线设计应注重安全、绿色的选线原则，包含平面线形设计、纵断面线形设计、线形组合设计等内容。

15.3.2 路线设计应注意保护基本农田，避让环境敏感区，减少沿线民房厂房征拆。

15.3.3 平纵面线形设计过程中应灵活运用平面指标，使路线适应地形起伏，与地形、地物、环境和景观相协调，并与纵面线形和横断面设计相互配合，保持线形连续性与均衡性，充分利用既有公路资源。

15.3.4 线形组合设计应考虑平纵线形吻合地形，避免大挖大填，减少对环境的影响。

15.3.5 采用先进勘测手段获取既有公路数据，推进数字化设计，提高勘测效率，减少勘测耗能。

15.4 绿色公路路基设计

15.4.1 路基设计应综合考虑地形、地貌、地质、气候等因素，确定路基断面形式，做到节材与材料循环利用。

15.4.2 路基方案设计应确保新旧路基有效衔接，使新旧路基变形协调，减少新旧路基不均匀沉降。

15.4.3 应注重永临结合，形成自然和谐的路基防护和支挡工程设计、高效环保的特殊路基处治方案。

15.4.4 应加强土石方调配和综合利用，做到“零弃方、少借方”。

15.5 绿色公路路面设计

15.5.1 绿色公路路面设计应基于全寿命周期成本理念，根据预测交通量评价既有路面承载能力，在保证耐久性和功能性基础上实现既有路面循环利用。

15.5.2 应注重路面结构优化与材料选择，设计中尽可能采用路面再生与再利用技术及其他节能环保技术，最大限度提高既有资源利用水平。

15.5.3 宜采用废旧路面材料再生利用技术及温拌沥青技术、冷拌冷铺沥青混合料、沥青铣刨料冷再生利用等节能环保技术。

15.5.4 宜通过优化路面铣刨方案、精细化既有路面病害处治、应用智能化施工设备等措施，提高既有路面的耐久性。

15.6 绿色公路桥梁、隧道设计

15.6.1 在确保质量安全的前提下，应充分利用既有设施。确定既有桥梁、隧道改造利用方案，提升结构耐久性。

15.6.2 既有桥梁改造过程中宜提高工业化建造水平，优化桥梁拼接与加固方案，满足耐久性要求，提高既有桥梁使用率。

15.6.3 桥梁宜注重美学设计，融入必要的工程美学和景观设计，体现工程与自然人文的和谐、融合与共享，实现桥梁与环境的协调。

15.6.4 隧道洞口和洞门设计应与周边建设条件相适应，与环境自然融合。

15.6.5 隧道防排水设计应符合工程特点，有效降低对区域水环境的影响。

15.7 绿色公路景观与环保设计

15.7.1 宜通过景观利用与营造，使公路与路域环境自然融合、和谐共生，并恰当展现地域文化底蕴。

15.7.2 应注重对沿线植被的保护恢复。遵循“保护优先”原则避让目标植被，对受路线影响的天然植被与特色人工植被，加强植被保护设计，提出就地保护或迁移保护方案。

15.7.3 对水环境、声环境、大气环境保护宜做专项设计，推广采用排水降噪沥青路面、生态景观型声屏障、服务区海绵一体化等新技术。

15.7.4 应遵循交旅融合发展的设计目标和设计理念，灵活布设服务设施，做好特色标识及智慧信息系统。

附 录 A
(规范性)
涵洞技术状况评定

A.1 涵洞技术状况等级划分应符合表 A.1 的规定。

表A.1 涵洞技术状况等级

技术状况等级	涵洞技术状况描述
1类	全新状态，功能完好
2类	有缺损，对涵洞使用功能无影响
3类	有重度缺损，不能正常使用，危及路基稳定
注：凡需要开挖路基才能维修的缺损，为重度缺损。	

A.2 涵洞的主要检查内容应符合表 A.2 的规定。

表A.2 涵洞主要检查内容

检查项目	检查内容
进水口	铺砌、翼墙、护坡、挡水墙、沉砂井的完整性，洞口连接的平顺性
出水口	铺砌、翼墙、护坡、挡水墙的完整性，排水的顺畅性
涵身两侧	侧墙的渗漏水、开裂、变形或倾斜情况；砌体砂浆脱落、砌块松动情况；基础沉降、冲刷情况
涵身顶部	盖板或拱顶开裂、漏水、变形情况；拱顶砌块松动、脱落情况
涵底铺砌	有无淤塞阻水，铺砌的完整性
涵附近填土	渗水、冲刷、空洞、稳定情况
过水能力	位置的适当性，孔径是否足够，涵底纵坡是否合适

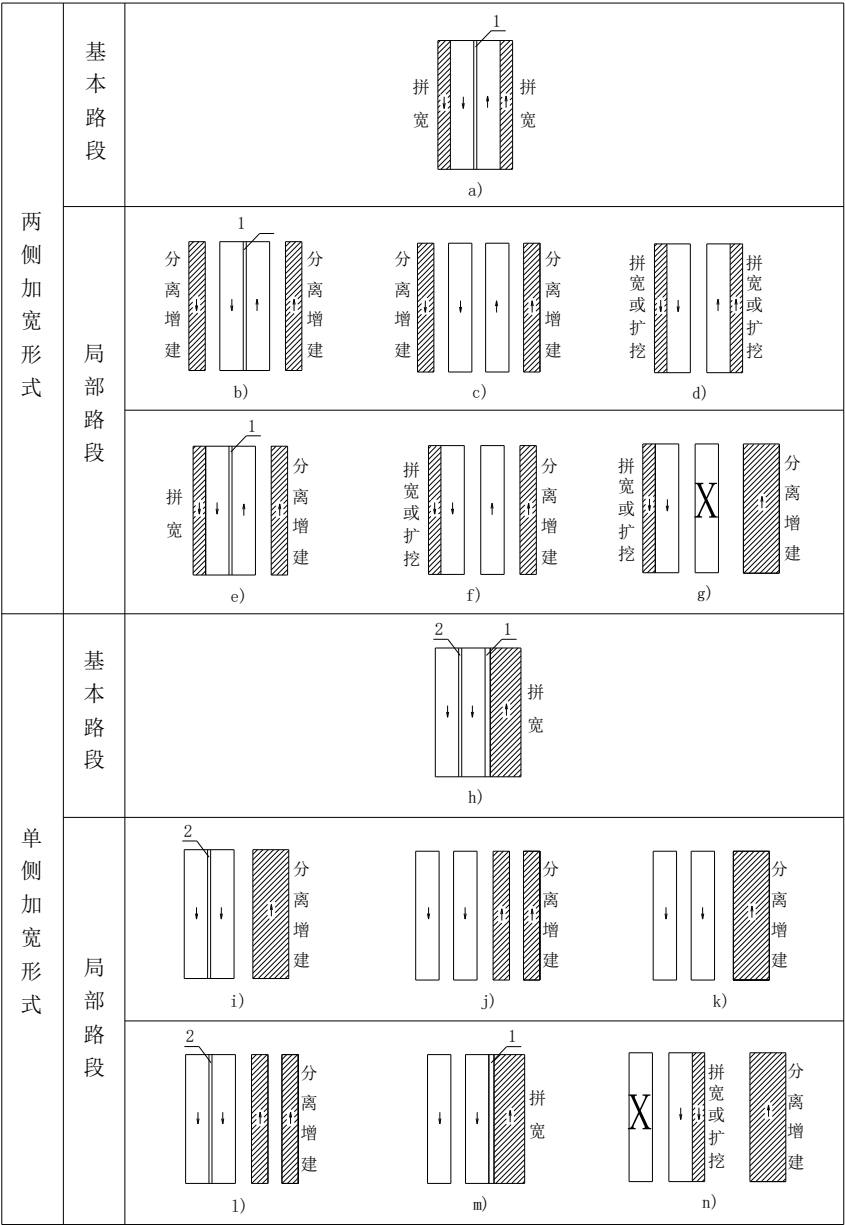
A.3 涵洞的技术等级评定应符合表 A.3 的规定。

表A.3 涵洞技术等级评定

等级	评定标准
1类	涵体无任何缺损，排水顺畅
2类	涵洞淤塞，排水不畅
	侧墙出现渗漏水现象，局部开裂、变形或轻微倾斜；基础发生少量沉降
	涵顶盖板或拱顶出现开裂、变形、渗漏水，但情况不严重
	砌体灰缝脱落，局部砌体块件松动或脱落
	接头或铰接缝处填料脱落
	压力式涵洞或虹吸管的涵顶路面出现浸渍
3类	涵洞整体沉降严重，洞内水位低于出水口
	局部沉降严重，出现错台、管节错位
	涵底、侧墙开裂严重，侧墙严重倾斜
	严重漏水，致使路基有空洞
	浆砌结构的缺口、开裂导致严重漏水，涵洞外侧、基底有冲刷
	涵顶路面出现浸渍，必须开挖路基维修；拱涵的涵顶砌块出现掉落，缺损

附录 B
(资料性)
高速公路改扩建路段加宽形式

B.1 高速公路改扩建路段加宽形式见图 B.1。

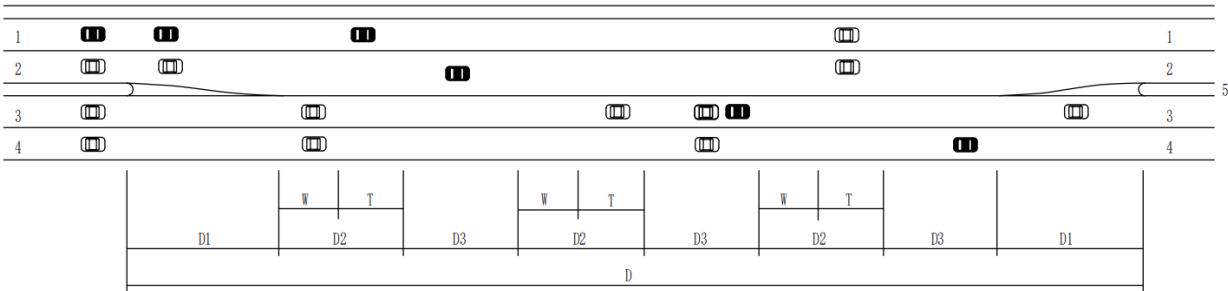


注：1. 以既有公路整体式路基段为基本路段。
2. 特殊情况如上下分离时未示。
3. 图中箭头表示行车方向。
4. 符号：1—中央分隔带；2—同向车道分隔带；X—既有公路废弃部分。

图B.1 高速公路改扩建路段加宽形式

附录 C
(资料性)
车道转换带长度计算

C.1 车道转换运行过程示意图见图 C.1。



1-4-行车道;5-同向分隔带;D₁-标线渐变段长度;D₂-寻找间隙距离;D₃-变换车道距离;D-换道距离;W-等待间隙;T-调整车位。

图C.1 车道转换运行过程示意图

C.2 根据 GB 5768 规定，标线渐变段按中分带标线渐变段长度取值，标线渐变段长度D₁为：

$$D_1 = 0.625vW \dots\dots\dots (C.1)$$

式中：
v——主线设计速度，单位为千米每小时（km/h）；
W——分隔带缩减宽度。
由式C.1计算得到常用标线渐变段长度D₁见表C.1。

表C.1 常用标线渐变段长度D₁

主线设计速度/(km/h)	120	100	80
标线渐变段长度/m	378	228	190

C.3 根据《互通式立体交叉设计原理与应用》，寻找间隙距离包括两部分，一是车辆在等待目标车道出现可插入间隙期间行驶的距离，二是变换车道前调整车位期间行驶的距离。寻找间隙距离D₂为：

$$D_2 = 1.157vt_w \dots\dots\dots (C.2)$$

式中：
v——主线设计速度，单位为千米每小时（km/h）；
t_w——可插入间隙平均等待时间，单位为秒（s）。
由式C.2计算得到常用寻找间隙距离D₂见表C.2。

表C.2 常用寻找间隙距离D₂

主线设计速度/(km/h)	120	100	80
寻找间隙距离/m	167	136	102

C.4 车辆在调整好车速和车头位置后，即可横移变换至目标车道，实施横移操作并完成车道转换所需的距离即变换车道距离D₃：

$$D_3 = vt / 3.6 \dots\dots\dots (C.3)$$

式中：

v ——主线设计速度，单位为千米每小时（km/h）；

t ——车辆横移一个车道所需时间，单位为秒（s）。根据现有研究结论，该时间一般为3.75 s。

由式C.3计算得到常用变换车道距离 D_3 见表C.3。

表C.3 常用变换车道距离 D_3

主线设计速度/(km/h)	120	100	80
变换车道距离/m	125.00	104.17	83.33

根据上述各式计算长度，对于既有公路为四车道的高速公路车道转换带的计算值见表C.4：

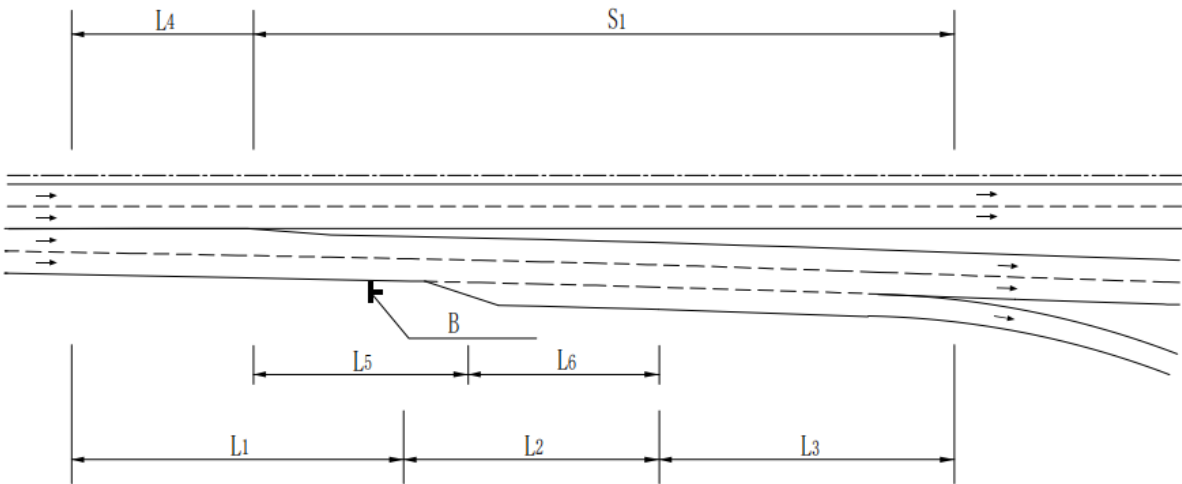
表C.4 既有公路为四车道的高速公路车道转换带计算值

主线设计速度/(km/h)	120	100	80
车道转换带长度/m	1640	1180	940
车道转换的计算值为 $2D_1+3D_2+3D_3$			

附 录 D
(资料性)

主线同向分合流与匝道出入口最小间距计算

D.1 主线同向分流与互通出口的最小间距应考虑驾驶人对分流指路标志识认反应、匝道分流车辆连续换道、匝道减速车道几何构造长度等因素，见图 D.1。



S₁-主线同向分流与互通出口间距;L₁-标志可视距离;L₂-标志前置距离;L₃-减速车道长度;L₄-标志认读距离;L₅-换道距离;L₆-出口确认距离;B-标志位置;

图D.1 同向分流与互通出口的间距示意图

通过对标志识认距离，驾驶人对标志的认读、判别距离及车辆的连续换道过程进行分析，并考虑减速车道长度的影响，建立主线同向分流与互通出口间距计算模型，见式D.1。

$$S_1 = \max\{L_1 + L_2 - L_4 + L_3, N \times (L_5 + L_6) + L_3\} \dots\dots\dots (D.1)$$

式中：

- L₁——标志可视距离，单位为米（m），按设计速度取值，见表D.1；
- L₂——标志前置距离，单位为米（m），按设计速度取值，见表D.2；
- L₃——减速车道长度，单位为米（m），按设计速度取值，见表D.3；
- L₄——标志认读距离，单位为米（m），按设计速度取值，见表D.4；
- L₅——换道距离，单位为米（m），按设计速度取值，见表D.5；
- L₆——出口确认距离，单位为米（m），按设计速度取值，见表D.6；
- N——换道次数；
- S₁——主线同侧连续出口最小间距，单位为米（m），按设计速度取值，见表D.7。

表D.1 标志可视距离L₁

主线设计速度/(km/h)	120	100	80	60
字高/m	0.7	0.6	0.55	0.45
标志可视距离/m	125	107	98	80

表D.2 标志前置距离 L_2

主线设计速度/(km/h)	120	100	80	60
标志前置距离/m	45	34	16	5

表D.3 减速车道长度 L_3

主线设计速度/(km/h)	120	100	80	60
减速车道/m	245 (615)	215 (520)	190 (440)	165 (380)
注：减速车道包括渐变段、变速车道及辅助车道；括号内为出口双车道的减速车道长度。				

表D.4 标志识认距离 L_4

主线设计速度/(km/h)	120	100	80	60
标志识认距离/m	100.00	83.33	66.67	50.00

表D.5 换道距离 L_5 （寻找间隙行驶距离和换道行驶长度）

主线设计速度/(km/h)	120	100	80	60
寻找间隙行驶距离/m	167	136	102	69
换道行驶长度/m	125.00	104.17	83.33	62.5

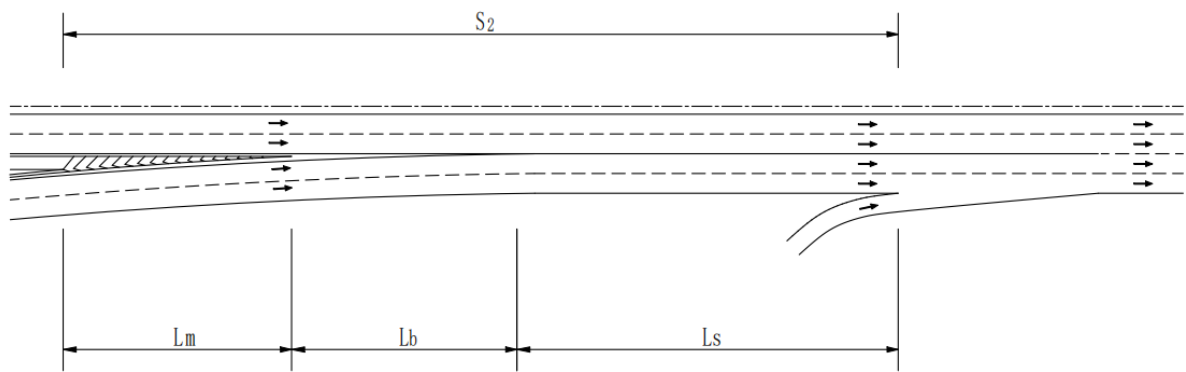
表D.6 出口确认距离 L_6

主线设计速度/(km/h)	120	100	80	60
出口确认距离/m	100.00	83.33	66.67	50.00

表D.7 双向八车道高速公路同向分流与互通出口的最小间距 S_1

主线设计速度/(km/h)	120	100	80	60
满足标志识认布设/m	315 (685)	372.67 (677.67)	237.33 (487.33)	200.00 (415)
满足分流转换行车/m	637 (1007)	538.5 (843.5)	442 (692)	346.5 (561.5)
推荐取值/m	640 (1010)	540 (850)	450 (700)	350 (570)
注：括号内为出口双车道推荐取值。				

D.2 主线同向合流与互通入口间距取决于上游主线合流几何长度及下游匝道与主线合流区主线安全视距，见图 D.2。



S_2 -互通入口与主线同向合流间距； L_m -合流楔形端标线； L_b -主线合流渐变段； L_s -合流安全视距

图D.2 互通入口与同向合流的间距示意图

主线同向合流与互通入口最小间距计算模型，见式D. 2。

$$S_2 = L_m + L_b + L_s \cdots \cdots \cdots (D. 2)$$

式中：

- L_m —— 主线合流楔形端标线长度，单位为米（m），取180 m；
- L_b —— 主线合流渐变段长度，单位为米（m），取300 m；
- L_s —— 主线合流安全视距，单位为米（m），取值见表D. 8；
- S_2 —— 主线同向合流与互通入口最小间距，单位为米（m），取值见表D. 9。

表D. 8 主线合流安全视距 L_s

主线设计速度/(km/h)	120	100	80	60
主线合流安全视距/m	174	164	142	98

表D. 9 主线同向合流与互通入口最小间距 S_2

主线设计速度/(km/h)	120	100	80	60
主线同向合流与互通入口间距/m	655	645	625	580

附 录 E
(资料性)
典型路面结构型式

E.1 既有公路为沥青混凝土路面时，推荐的半刚性基层沥青路面拼宽新建路面结构典型型式见表 E.1，其中既有路面结构强度较好时，可取消新加铺层。复合式基层沥青路面拼宽新建路面结构典型型式见表 E.2。

表E.1 半刚性基层沥青路面拼宽新建路面结构

既有路面	材料类型	新建路面	材料类型
新加铺层	3 cm~5 cm细粒式沥青混凝土	上面层	3 cm~5 cm细粒式沥青混凝土
新加铺层	4 cm~5 cm细粒式沥青混凝土、 5 cm~6 cm中粒式沥青混凝土	中面层	4 cm~5 cm细粒式沥青混凝土、 5 cm~6 cm中粒式沥青混凝土
旧加铺层	3 cm~5 cm细粒式沥青混凝土	下面层	7 cm~10 cm粗/中粒式沥青混凝土
上面层	4 cm~5 cm细粒式沥青混凝土		
中面层	5 cm~6 cm中粒式沥青混凝土	上基层	11 cm~14 cm 沥青稳定碎石/冷再生沥青混合料
下面层	6 cm~8 cm粗粒式沥青混凝土		
上基层	18 cm~20 cm水泥稳定级配碎石	下基层	18 cm~20 cm水泥稳定级配碎石
下基层	18 cm~20 cm水泥稳定级配碎石		18 cm~20 cm水泥稳定级配碎石
底基层	18 cm~20 cm水泥稳定级配碎石	底基层	18 cm~20 cm水泥稳定级配碎石
垫层	15 cm~20 cm级配碎石	垫层	15 cm~20 cm级配碎石

表E.2 复合式基层沥青路面拼宽新建路面结构

既有路面	材料类型	新建路面	材料类型
新加铺层	3 cm~5 cm细粒式沥青混凝土	上面层	3 cm~5 cm细粒式沥青混凝土
上面层	4 cm~5 cm细粒式沥青混凝土	中面层	4 cm~5 cm中粒式沥青混凝土
中面层	5 cm~6 cm中粒式沥青混凝土	下面层	11 cm~14 cm粗粒式沥青混凝土
下面层	6 cm~8 cm粗粒式沥青混凝土		
上基层	9 cm~11 cm沥青稳定碎石	上基层	9 cm~11 cm 沥青稳定碎石/冷再生沥青混合料
下基层	18 cm~20 cm水泥稳定级配碎石	下基层	18 cm~20 cm水泥稳定级配碎石
底基层	18 cm~20 cm水泥稳定级配碎石	底基层	18 cm~20 cm水泥稳定级配碎石
垫层	15 cm~20 cm级配碎石	垫层	15 cm~20 cm级配碎石

E.2 既有公路为水泥混凝土路面时，推荐的水泥混凝土路面拼宽新建路面结构典型型式见表 E.3。

表E.3 水泥混凝土路面拼宽新建路面结构

既有路面	材料类型	新建路面	材料类型
新加铺层	3 cm～5 cm细粒式沥青混凝土	上面层	3 cm～5 cm细粒式沥青混凝土
新加铺层	5 cm～6 cm中粒式沥青混凝土	中面层	5 cm～6 cm中粒式沥青混凝土
面层	26 cm～28 cm水泥混凝土	下面层	26 cm～28 cm水泥混凝土
基层	18 cm～20 cm水泥稳定级配碎石	基层	18 cm～20 cm水泥稳定级配碎石
底基层	18 cm～20 cm水泥稳定级配碎石	底基层	18 cm～20 cm水泥稳定级配碎石
垫层	15 cm～20 cm级配碎石	垫层	15 cm～20 cm级配碎石

E.3 既有公路为复合式路面时，推荐的复合式路面拼宽新建路面结构典型型式见表 E.4。

表E.4 复合式路面拼宽新建路面结构

既有路面	材料类型	新建路面	材料类型
新加铺层	3 cm～5 cm细粒式沥青混凝土	上面层	3 cm～5 cm细粒式沥青混凝土
旧加铺层	4 cm～18 cm沥青混凝土	中面层	4 cm～18 cm沥青混凝土
面层	26 cm～28 cm水泥混凝土	下面层	26 cm～28 cm水泥混凝土
基层	18 cm～20 cm水泥稳定级配碎石	基层	18 cm～20 cm水泥稳定级配碎石
底基层	18 cm～20 cm水泥稳定级配碎石	底基层	18 cm～20 cm水泥稳定级配碎石
垫层	15 cm～20 cm级配碎石	垫层	15 cm～20 cm级配碎石

参 考 文 献

- [1] 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
 - [2] GB/T 28651 公路临时性交通标志
 - [3] JTG C20 公路工程地质勘察规范
 - [4] JTG 2112 城镇化地区公路工程技术标准
 - [5] JTG 5110 公路养护技术标准
 - [6] JTG/T L80 高速公路改扩建交通工程及沿线设施设计细则
 - [7] JTG/T 3392 高速公路改扩建交通组织设计规范
 - [8] DB44/T 2452—2023 高速公路服务设施建设规模设计规范
 - [9] GDJT 001-07—2022 广东省智慧高速公路建设指南
-

广东省地方标准

高速公路改扩建工程设计规范

DB44/T 2689—2025

*

广东省标准化研究院组织印刷
广州市海珠区南田路 563 号 1304 室
邮政编码：510220
电话：020-84250337