中 国 公 路 建 设 行 业 协 会 标 准

**T/CHCA XXX-202X**

西南山区高速公路改扩建设计指南

Design guide for the renovation and expansion of highways in southwest mountainous areas

（征求意见稿）

202X-XX-XX发布 202X-XX-XX实施

**中国公路建设行业协会** 发 布

目 录

[前 言 I](#_Toc178084239)

[1总则 1](#_Toc178084240)

[2术语与符号 2](#_Toc178084241)

[3基本规定 3](#_Toc178084242)

[4总体设计 5](#_Toc178084243)

[4.1一般规定 5](#_Toc178084244)

[4.2技术标准 5](#_Toc178084245)

[4.3改扩建形式 7](#_Toc178084246)

[4.4改扩建总体设计要点 10](#_Toc178084247)

[5路线 12](#_Toc178084248)

[5.1一般规定 12](#_Toc178084249)

[5.2横断面设计 13](#_Toc178084250)

[5.3平面设计 14](#_Toc178084251)

[5.4纵面设计 15](#_Toc178084252)

[6路基 17](#_Toc178084253)

[6.1一般规定 17](#_Toc178084254)

[6.2既有路基调查与分析 17](#_Toc178084255)

[6.3路床拼宽 20](#_Toc178084256)

[6.4一般填方路基拼宽 20](#_Toc178084257)

[6.5高路堤与陡坡路堤拼宽 23](#_Toc178084258)

[6.6一般挖方路基拼宽 23](#_Toc178084259)

[6.7深路堑拼宽 24](#_Toc178084260)

[6.8软土地区路基拼宽 24](#_Toc178084261)

[6.9路基拼宽排水 27](#_Toc178084262)

[6.10路基临时工程 28](#_Toc178084263)

[7路面 30](#_Toc178084264)

[7.1一般规定 30](#_Toc178084265)

[7.2既有路面调查与分析 30](#_Toc178084266)

[7.3拼宽新建路面设计 31](#_Toc178084267)

[7.4既有路面处治 31](#_Toc178084268)

[7.5路面拼接 32](#_Toc178084269)

[7.6再生利用 32](#_Toc178084270)

[7.7路面防排水设计 33](#_Toc178084271)

[8桥涵 34](#_Toc178084272)

[8.1一般规定 34](#_Toc178084273)

[8.2常规桥梁改扩建 35](#_Toc178084274)

[8.3高墩桥梁改扩建 37](#_Toc178084275)

[8.4特大桥改扩建 37](#_Toc178084276)

[8.5通道、涵洞改扩建 37](#_Toc178084277)

[8.6桥涵拆除、桥梁顶升、桥涵加固 38](#_Toc178084278)

[9隧道 40](#_Toc178084279)

[9.1一般规定 40](#_Toc178084280)

[9.2方案选择 40](#_Toc178084281)

[9.3隧道改建 43](#_Toc178084282)

[9.4隧道扩建 44](#_Toc178084283)

[9.5隧道增建 45](#_Toc178084284)

[10互通式立体交叉 46](#_Toc178084285)

[10.1一般规定 46](#_Toc178084286)

[10.2既有互通调查分析 46](#_Toc178084287)

[10.3既有互通运行情况、通行能力评价 46](#_Toc178084288)

[10.4改扩建互通形式 47](#_Toc178084289)

[10.5原位互通改扩建 47](#_Toc178084290)

[11改扩建交通组织 49](#_Toc178084291)

[11.1一般规定 49](#_Toc178084292)

[11.2交通组织总体设计 49](#_Toc178084293)

[11.3区域路网交通组织设计 50](#_Toc178084294)

[11.4路段交通组织设计 51](#_Toc178084295)

[11.5 应急情况下的交通组织及保障措施设计 55](#_Toc178084296)

[11.6临时交通工程设施设计 56](#_Toc178084297)

[12交通工程及沿线设施 57](#_Toc178084298)

[12.1一般规定 57](#_Toc178084299)

[12.2交通安全设施 57](#_Toc178084300)

[12.3服务设施 59](#_Toc178084301)

[12.4管理设施 60](#_Toc178084302)

[规范性引用文件 64](#_Toc178084303)

[本指南用词用语说明 65](#_Toc178084304)

# 前 言

根据中国公路建设行业协会印发的（中路建协发[2022]037号）“关于下达《公路工程施工班组规范化管理》等32项协会标准编制的通知”，由重庆高速公路集团有限公司、中铁长江交通设计集团有限公司为主编单位，进行《西南山区高速公路改扩建设计技术指南》（以下简称“本指南”）的编制工作。

位于重庆、四川、贵州等省市的西南地区山岭众多，相对高差大、起伏变化频繁、横坡陡峭，地质条件复杂，岩溶、滑坡、软土、不稳定斜坡、陡崖等不良地质发育，高速公路构筑物更多，桥隧占比高。相较于平原地区，西南山区高速公路的技术标准较低，以设计速度80km/h双向四车道技术标准为主，半径小、长达纵坡较多。其改扩建在总体方案选择，技术标准提高，桥梁、路基拼宽，隧道扩挖，互通立交及沿线设施改造，交通组织设计方面比平原地区面临更多困难与挑战。现行标准规范针对西南山区改扩建工程设计的规定较少，并缺乏系统性。编制组结合西南典型山区地形地貌和地质条件，经广泛调查研究，分析总结实践经验，依据国家及行业有关标准和规范，在广泛充分征求行业意见的基础上，制定本指南。

本指南主要技术内容是：1.总则；2.术语和符号；3.基本规定；4.总体设计；5.路线；6.路基；7.路面；8.桥涵；9.隧道；10.互通式立体交叉；11.改扩建交通组织；12.交通工程及沿线设施；规范性引用文件；用词用语说明等。

本指南由中国公路建设行业协会负责管理，由重庆高速公路集团有限公司、中铁长江交通设计集团有限公司、四川省公路规划勘察设计研究院有限公司、贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司、重庆中环建设有限公司负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请函告本规程日常管理组中国公路建设行业协会（XXX），或中铁长江交通设计集团有限公司陈学刚（地址：重庆市渝北区财富大道17号，财富2号C栋，邮编：401121，传真：023-63064000），以便下次修订时参考。

组织单位：中国公路建设行业协会

主编单位：重庆高速公路集团有限公司

中铁长江交通设计集团有限公司

参编单位：四川省公路规划勘察设计研究院有限公司

贵州省交通规划勘察设计研究院股份有限公司

重庆中环建设有限公司

主 编：

主要参编人员：敬世红、刘小辉、胡旭辉、陈学刚、黄导、秦鸿、梁鹏、原昊、罗耀平、谭琪、徐晨晓、章文峰、李信臻、敬忠勇、肖了林、杨莉、刘光辉、李波、张来福、田钢、刘伟、李强、岳伟勤、熊雅、黄治国、崔英明、吴勇、岳通、陶家全、陈定乔、何灼祥、龚静、苗超杰、李莹英、余浩、何恩怀、杨昌凤、刘鹏、王联、林国进、王道雄、宋开辉、杨枫、包曙光、屈汪汪、刘建军、刘远祥、叶洪平、蒲德龙、刘岳燕、郭玮宏、柏小勇、方正、万阳、马坤、贾家银、王明刚、王冠、李曼菲、葛运起、周世均、颜国强、罗浩东、张铭森

主 审：

主要审查人员：

参 加 人 员：

# 1总则

**1.0.1**为指导、规范西南山区高速公路改扩建设计，制定本指南。

**1.0.2**本指南适用于西南山区高速公路改扩建工程，其他山区高速公路改扩建可参照执行。

**1.0.3**西南山区高速公路改扩建设计，应贯彻环境保护、耕地保护和资源节约的政策，遵循“利用与改扩建充分结合、建设与运营相互协调”的原则，进行多方案论证，结合西南山区地形地貌特点，提出符合“运营安全、可靠耐久、经济合理、绿色智慧、资源节约、施工便利、包容韧性”要求的合理设计方案。

**1.0.4**西南山区高速公路改扩建应在既有的高速公路技术状况调查、分析、评价的基础上，确定改扩建的总体原则。

**1.0.5**对原路加宽的既有高速公路，应结合改扩建需求、现有高速公路技术状况，予以充分利用。

**1.0.6**本指南根据改扩建特殊条件与困难程度所规定的部分指标，设计时应结合工程实际具体分析，在安全的前提下合理采用。

**1.0.7**西南山区高速公路改扩建设计，应结合改扩建工程特点，积极稳妥地采用新技术、新材料、新设备、新工艺。

**1.0.8**西南山区高速公路改扩建设计，应结合改扩建工程特点，既有高速智慧化的现状，“智慧高速”建设的要求，积极推进项目的“智慧高速”设计。

**1.0.9**西南山区高速公路改扩建设计，除应符合本指南外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

# 2术语与符号

**2.0.1**加宽 Widening

对既有高速公路路幅宽度进行拓展的改造活动，一般分为双侧加宽、单侧加宽及分离增建形式加宽。

**2.0.2**拼宽 Wide fight

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。

**2.0.3**拼接 Montage

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。

**2.0.4**原位改扩建 In situ renovation and expansion

在既有道路的建、构造物有关联或影响的廊带内进行改造或扩建的建设活动。

**2.0.5**线形拟合 Linear fitting

利用实测几何数据，按照还原既有公路现状的原则，进行路线平纵横指标拟合。

**2.0.6**同向车道分隔带 Same-direction lane divider

单侧拼宽时，既有中央分隔带保留形成的作为分割同向行驶车道用的带状设施。

**2.0.7**车道转换带 Lane change strip

单侧拼宽时，既有中央分隔带改造为路面后，供同向车道分隔带两侧车辆转换行驶的带状区域。

**2.0.8**隧道改建 Tunnel reconstruction

对既有隧道进行土建结构、机电及其他设施的增补、升级、改善的建设工程。

**2.0.9**隧道扩建 Tunnel expansion

拆除既有隧道衬砌结构、扩大净空断面的工程行为。

**2.0.10**隧道增建 Tunnel construction

在既有隧道附近新建隧道以提高路段通行能力的工程行为。

# 

# 3基本规定

**3.0.1**应按统筹规划、适度超前的原则，进行区域路网交通适应性分析，确定高速公路通道规模。

**3.0.2**应对利用既有高速公路改扩建、另建新线进行论证，合理确定高速公路通道建设方案。

**3.0.3**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、高速公路收费到期等因素，确定高速公路改扩建建设时机和实施方式。高速公路改扩建时机宜选择在服务水平下降至三级服务水平下限之前实施。

**3.0.4**应对高速公路改扩建方案做技术、经济、运营和环境等方面的论证和比选，合理确定高速公路的改扩建形式。

**3.0.5**应在既有高速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，论证确定改扩建项目的设计速度。

**3.0.6**设计交通量应按20年预测，起算年为该项目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。

**3.0.7**应根据改扩建后的高速公路功能，合理选用设计服务水平，且应不低于三级服务水平。

**3.0.8**应考虑施工及营运安全、区域交通影响等因素，结合工程技术方案进行交通组织设计。维持通车的施工路段，其服务水平可较正常路段降低一级。

**3.0.9**应对既有公路技术状况与营运安全状况进行调查、检测、评价，合理确定既有工程的直接利用、维修加固后利用或重建等方案。

**3.0.10**利用或再生利用既有资源、防止污染、处治废弃物时，应满足环境协调与生态保护要求。

**3.0.11**高速公路改扩建分期修建时，不得采用横向分幅分期修建的方案，应采用纵向分段分期的方式，分期修建的长度应考虑施工工期、运营影响、收费管理等因素。分期修建应做好分期前后路段设计的衔接，使前期工程为后期工程的修建创造有利条件。

**3.0.12**高速公路改扩建设计应契合高速公路改扩建工程特点，积极稳妥地推行工业化、装配化、标准化、信息化的应用研究，推动高速公路改扩建高质量建设，实现修旧如新乃至修旧超新。

**3.0.13**施工阶段应重点对隐蔽工程的实际状况进行跟踪、检验、监测，印证设计方案，根据需要进行动态调整设计。

# 4总体设计

## 4.1一般规定

**4.1.1**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、建设规模、建设时机、实施方式、建设工期、施工期交通组织方案等基础上，进行总体设计。

**4.1.2**在项目功能定位分析论证的基础上，综合考虑建设条件、既有工程利用、施工期保通及车辆分流对区域路网的影响、建设与运营管理、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。

**4.1.3**应科学论证改扩建项目的技术标准、建设规模及建设方案，统一协调路线、路基、路面、桥梁、隧道、路线交叉、交通工程及沿线设施、绿化及环境保护、交通组织等专业关系，统筹做好各专业设计方案的协调。

**4.1.4**应分析施工与营运相互干扰的程度，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。

**4.1.5**改扩建工程的总体设计除考虑与新建工程共性的因素外，应根据西南山区高速公路改扩建建设条件，考虑以下因素：

1 既有公路技术状况及运营安全性评价结果。

2 特殊桥梁、特长隧道、大型枢纽、高填深挖等控制性工程路段的利用与改造。

3 互通式立体交叉、大型管理设施、服务设施等的增设、改移与改造的需求。

4 整体式断面单侧加宽后，双向行驶改为单向行驶的行车安全性。

5 车道数增加、行驶方向改变等引起的爬坡车道、避险车道调整。

6 路基拼宽或路面加铺后对限界、净空的影响。

7 施工期交通组织对运行安全、施工方案和工期的影响。

8 既有公路运营及改扩建施工队沿线周边环境、居民生产生活的影响。

9 既有隧道路段通行能力及服务水平的利用。

10 既有高速公路改扩建后，对区域路网的交通影响。

## 4.2技术标准

**4.2.1**高速公路改扩建工程经论证可分段采用不同的设计速度，但设计速度不宜频繁变换；设计速度分段长度不宜小于15km，特殊困难路段可经论证确定；相邻段设计速度差不宜大于20km/h，其变化点宜设置在地形、地物明显变化处或互通式立体交叉等节点处，并做好前后端的线形衔接。

**4.2.2**对维持原设计速度的路段，可论证分车道、分车型采用不同限制速度的可行性，实现横向分车道提速的目标。

**4.2.3**高速公路改扩建设计速度不应低于原标准。对原高速公路设计速度为80km/h项目，设计速度宜提高一级，采用设计速度为100km/h，条件受限时可局部路段维持原设计速度。维持原80km/h设计速度时，可依据限制速度100km/h的停车视距及C值等参数要求进行设计，按分车道设计理念，研究论证内侧车道提升限制速度。

**4.2.4**车道数的确定应符合下列规定：

1 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。

2 单向整幅不宜大于5个车道，分离增建时各分幅应不少于2个车道。

3 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。

4 同向分离长隧道路段交通量特别大时，应计算隧道通行能力，当隧道通行能力不足时，可在隧道段基本路段车道总数基础上增加1个车道。

5 将既有双洞双向隧道改造为双洞单向通行时，应核查隧道断面布置、净空及通风设置等的适应性，应充分论证交通量的适应性，做好小客车与大货车分道行驶。

**4.2.5**公路横断面各组成中，部分宽度值可采用下列规定：

1 8车道及以上高速公路内侧车道仅限小客车通行时，其宽度可采用3.5米。

2 当原路设置有爬坡车道，扩建时完全利用原路扩宽至6车道及以上时，可不设置爬坡车道。

3 右侧硬路肩宽度宜采用一般值3.0米，受上跨构造物、高边坡、抗滑桩等限制的局部困难路段，右侧硬路肩可适当压缩，但不应小于1.5米，并应设置变宽过渡段和相应的交通安全设施，其过渡段的渐变率不应大于1:50。

4 局部特别受限路段，可按整体式护栏的形式压缩中央分隔带宽度，紧邻中分带车道仅限小型车辆通行时，中央分隔带的路缘带宽度可论证采用最小值0.5m。

**4.2.6**拼宽路段、新建部分应按新建公路建筑限界的规定执行；利用既有公路部分建筑限界可按既有公路建筑限界标准执行。

**4.2.7**桥梁荷载等级的选用应符合下列规定：

1 既有桥涵的检测评价应采用原设计荷载等级。

2 拼宽桥涵的新建部分与既有桥涵结构连接时，应进行整体验算和评价。既有桥涵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；正常使用极限状态应满足原设计标准的要求，并应在设计中提出有针对性的运营管理和维护措施。

3 分离增建桥涵、拼宽桥涵的新建部分设计，应采用现行荷载等级。

4 分离增建时，既有桥涵可维持原设计荷载等级。

5 20米及以下跨径拟拼接加宽利用的既有桥梁，不满足《标准》6.0.10条第3款极限承载能力要求但使用状况良好的，为充分利用现有桥梁、并减少浪费，当满足以下条件及要求时，可按照分车道布载的计算方法进行验算（详见附件），经论证后通过分车道管理予以利用。

1）经检测评估，桥梁技术状况良好；

2）拆除重建对交通运行、社会环境、资源节约等具有较大的不利影响；

3）通过严格采用分车道交通组织管理方式，实现运营安全。

6 拼宽桥梁，采用分车道交通组织管理时应严格按以下要求执行。

1）按车辆类型在拼宽桥梁施行分车道交通组织管理，降低拼宽桥中既有桥梁的荷载效应。既有桥梁部分主要承担轻型车荷载，新建桥梁部分主要承担重型车荷载。

2）采用分车道交通组织管理方式和实梁承载力试验确定继续使用的空心板桥梁，应急或维养时应采取交通疏导措施以控制实际通行荷载，有关单位加强对利用部分桥梁的日常检查。

**4.2.8**新建桥梁桥下净空应满足现行《公路工程技术标准》（JTG B01）的规定，拼宽桥梁下净空应不小于原设计时的净空要求。

**4.2.9**交通工程及沿线设施改扩建的技术标准与规模与主体工程相协调，并同步实施。

## 4.3改扩建形式

**4.3.1**高速公路改扩建形式选择应遵循“安全、经济、绿色、低碳”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，合理确定方案。

**4.3.2**高速公路的改扩建宜采用两侧加宽，条件受限制时可采用单侧加宽或分离增建。采用单侧加宽时，应加强原路侧车道转换带、交通工程等设计。

**4.3.3**一般路基段宜采用拼宽形式加宽；高填、陡坡、深挖路段，地质条件复杂路段，加筋土、桩板式挡土墙等特殊挡土墙路段，可采用新建分离式路基的形式扩建。

**4.3.4**长、特长隧道宜采用分离增建形式，独立短隧道宜采用原位扩建。

**4.3.5**拱桥、悬索桥、斜拉桥、大跨度连续梁桥等桥梁宜采用分离增建的行驶加宽。其他桥梁宜服从路段加宽行驶采用拼宽或分离增建。

**4.3.6**改扩建加宽的基本形式宜为拼宽，高边坡、隧道、复杂结构桥梁等特殊困难路段，可根据其特点合理地采用分离增建的形式。路段加宽形式见图4.3.6。

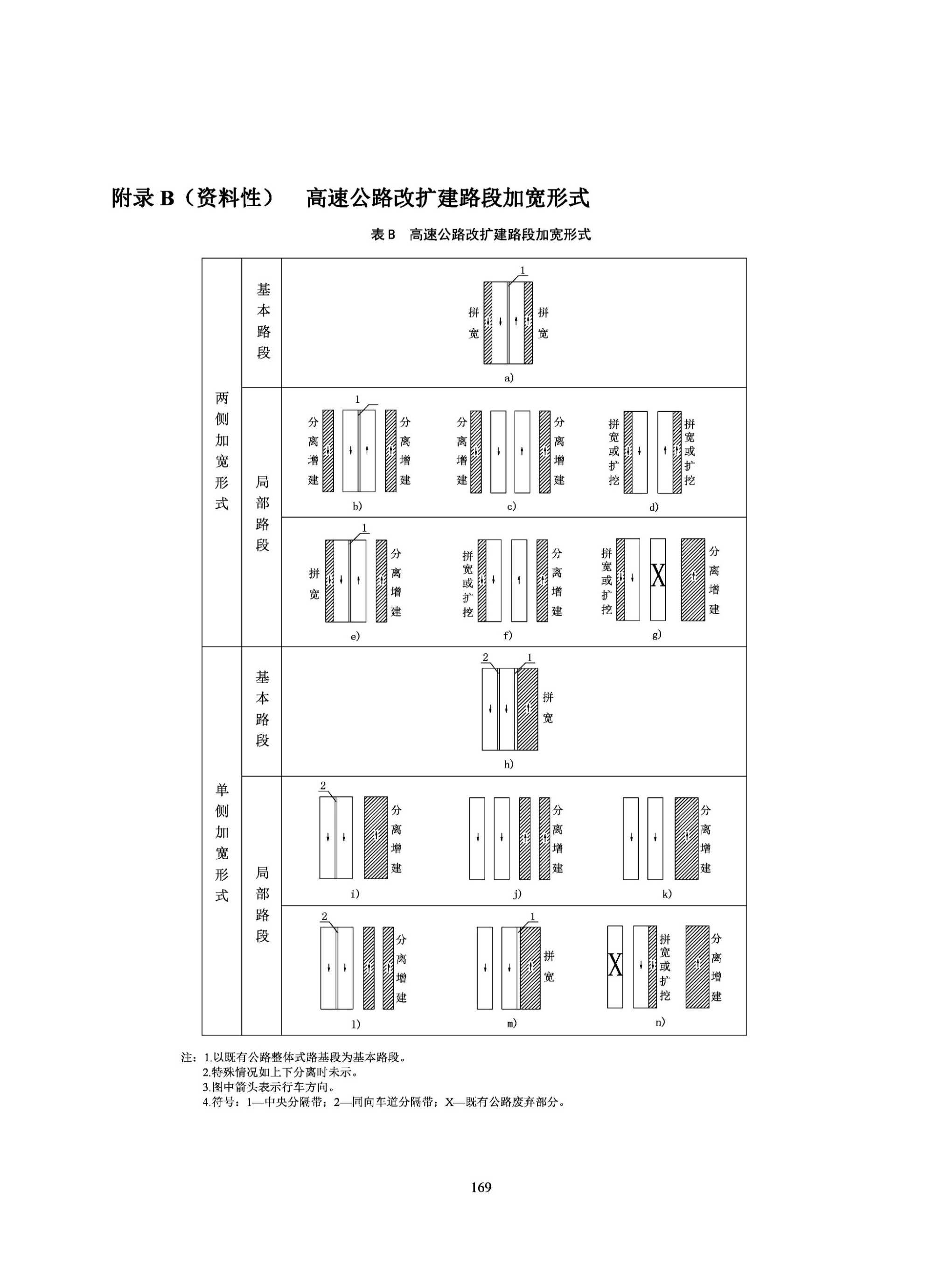


图4.3.6 高速公路改扩建形式路段加宽形式

**4.3.7**不同加宽形式之间应设置衔接过渡段，且应符合下列规定：

1 宜设置在平纵面指标较好的一般路段，并考虑与主线出入口、隧道构造物的距离等因素。

2 应满足平纵面衔接顺适、断面过渡合理等要求。

3 单侧拼宽，既有高速公路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、桥梁结构物、与互通式立体交叉间距等因素，与主线出入口间的最小净距不宜小于2km；车道转换带长度不应小于2km；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。

4 应加强交通组织和交通工程设计。

## 4.4改扩建总体设计要点

**4.4.1**改扩建工程起、终点确定应符合改扩建规划要求，并宜选择在互通式立体交叉处；应与前后路网及连接路段道路的设计速度、车道数、路基宽度等技术标准相适应，并做好衔接。

**4.4.2**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。

**4.4.3**互通式立体交叉和服务区范围的主线宜采用单向整幅式断面进行改建。特殊情况下采用分离式断面时，应保证主线的车道数平衡，且各分离式路基不应少于2个车道。

**4.4.4**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。

**4.4.5**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果和改扩建交通组织方案等因素，交通工程及沿线设施的建设标准及设计指标不宜低于相同技术标准的新建高速公路。

**4.4.6**施工组织方案应与保通交通组织方案同步编制，统筹协调，并采取相应工程措施，以满足施工路段的通行能力与通行安全。

**4.4.7**上跨主线的分离式立体交叉及天桥应根据周边路网、交通通行情况、施工期交通组织方案，综合论证移位改建或原位改建方案，采用原位改建时且不能中断交通时，应考虑临时保通措施。

**4.4.8**应结合交通组织，分析关键工点施工工序，编制施工方案，合理确定工期。

**4.4.9**环境保护与资源利用应符合下列规定：

1 改扩建工程应综合考虑沿线生态红线、基本农田、饮用水源等因素，通过多方案比选确定改扩建形式，保护环境。

2 应分析土石方调运利用，大型结构物拆除及整个改扩建工程队环境的影响，制定相应对策。

3 对原路各分项工程挖除或拆除的材料，宜结合本工程及沿线地方道路规划建设等，进行综合利用。

4 应充分利用原路已征用地，减小新增用地，实现集约、节约用地。

# 5路线

## 5.1一般规定

**5.1.1**改扩建路线设计，应根据总体设计方案，结合既有公路调查和评价结论、利用和改造要求，合理选用技术指标。

**5.1.2**对既有公路事故多发、安全性评价有安全隐患路段、平纵指标不满足现行规范要求路段，经充分论证后，在路线设计时应采取措施予以解决。

**5.1.3**路线设计应在对既有道路测量、老路拟合的基础上开展，基础资料应满足以下要求：

1 获取既有公路数据宜采用车载激光或机载激光雷达测量技术，条件允许情况下可采用人工测量，路面数据精度平面中误差小于5cm，高程中误差小于2cm。

2 采用人工测量时应符合下列规定：

1）平面线形测量时，应在左、右幅中央分隔带边缘和右侧硬路肩外边缘四条线上布设测点，左、右幅的测点宜基本位于同一断面上。

2）测点纵向间距应不大于25m，半径较小的圆曲线路段和特殊路基路段应适当加密；桥梁、桥式通道、主线上跨的分离式立体交叉桥梁等明示构造物两端100m范围内，测点纵向间距应不大于10m。

3）纵面线形测量时，应与平面线形布设的测点一一对应。

4）既有公路横断面测量应包括断面布置、边沟形式、边坡坡度、平台尺寸等特征点。

3 平、纵、横指标拟合应符合下列规定：

1）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成果拟合平面设计线，平面线形、纵断面、横断面宜左右分幅拟合，尽量使拟合线元范围内的实测点与线元垂距加权平方和最小，并可通过构造物测点进行加权控制，使拟合出的线位与实测点的偏差最小。

2）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，应在充分调查建设、运营、病害处置等历史条件，分析偏差产生的原因，必要时进行现场实测校核。

3）平面拟合偏差，明式构造物等主要控制点宜不大于10cm，一般路段宜不大于20cm。

**5.1.4**改扩建设计应运用运行速度对路线线形进行检验，重点针对以下路段：

1 不同设计速度路段相衔接处。

2 平、纵面指标变化大的路段。

3 受条件限制，采用了平、纵面指标低限值的路段。

4 平纵面线形组合不佳的路段。

5 交通事故多发的路段。

6 特殊桥梁、隧道群等具备山区特点的路段。

**5.1.5**路线设计应综合考虑既有桥梁、隧道、支挡防护等结构物的充分利用，并遵循以下原则，合理确定路线方案。

1 充分利用既有桥梁、隧道、抗滑桩等结构物。

2 重视地质选线，绕避滑坡等不良地质。

3 尽可能避让不可移动文物、水源地和自然保护区。

4 尽量避免既有路基段抗滑桩、高挡墙、高边坡防护结构等的拆除。

5 应按现行规范核查互通、服务区停车区、隧道等路段线形指标，不满足部分应采取相应措施。

6 路线设计宜充分考虑平纵指标的均衡性和组合要求。

**5.1.6**扩建方式采用分离式断面，分离新建或另择走廊新建一幅时：

1 新建路段的技术标准、主要技术指标应符合现行部颁标准、规范要求。

2 扩建工程整体式路基与分离式路基间的分岔、合流段，宜设置在线形指标较高路段。

3 既有公路的行驶上、下行方向发生改变时，应分析其所涉及的平、纵、横技术指标，对超高进行验算，不满足时应改进或采取相关技术、管理措施。

4 应解决山区既有高速公路长下坡问题，提高营运安全性。

## 5.2横断面设计

**5.2.1**应根据各组成部分的功能需求，同时结合交通组织方案进行路基标准横断面设计。

**5.2.2**结合施工期交通组织方案，论证桥梁拼接宽度。

**5.2.3**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结合交通安全评价论证增设避险车道。

**5.2.4**中央分隔带宽度不同时，宜对变宽进行线形设计。条件受限时，可设置变宽过渡，其渐变率不应大于1:100。

**5.2.5**中央分隔带范围原则上不宜设置桥墩。中央分隔带范围内设置桥墩及交通安全设施构造时，其宽度应满足设置防撞设施的要求。

**5.2.6**既有路面直接利用时，需充分验证现有道路平、纵、横指标是否符合规范要求及排水和超高设置要求，并充分考虑横向路拱坡度差对行车安全的影响。

**5.2.7**单侧拼宽或新建时，既有道路改造为半幅通行，其行车方向发生改变的路段，路拱横坡和超高按下列原则设计：

1 保留原有分隔带，采用单向分幅通行时，可维持原有路拱横坡和超高。应充分考虑是否提速、半幅右侧硬路肩位置调整等情况带来的各项技术指标、路面承载力、安全设施等的适应性问题。

2 拆除原有分隔带，直接将既有道路改造为整体标准半幅时，宜结合道路构造物设置、中央分隔带改造等，对路拱横坡和超高进行相应改造。

**5.2.8**两侧拼宽路段左右幅宜分别独立进行既有横向坡度拟合及横坡和超高设计。

**5.2.9**双向八车道及以上车道高速公路的平缓路段结合路面排水分析可采用双向路拱坡度。

**5.2.10**横断面地面线数据宜采用绝对高程法。

## 5.3平面设计

**5.3.1**平面设计按以下原则进行：

1 两侧拼宽路段，左右两幅宜独立进行平面线形拟合设计。

2 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。

**5.3.2**既有高速公路中间带设置护栏或防眩设施导致可能存在视距不良路段，应进行视距检验，视距不符合要求时，宜调整左右幅平面线位或加宽内侧路缘带宽度改善视距条件。

**5.3.3**两侧拼宽时，平面线形拟合设计应符合下列规定：

1 平面线形设计，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，采用左、右硬路肩外缘点进行校核。

2 长大圆曲线路段，可采用多圆复曲线线形进行拟合。

3 长大直线路段，可采用分段小偏角曲线进行顺接。

4 对于布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。

**5.3.4**既有道路利用时，同向圆曲线最小直线长度（以m计）不宜小于设计速度（以km/h计）的3倍；反向圆曲线最小直线长度（以m计）不宜小于设计速度（以km/h计）的1倍。加强运行安全性性模拟及评价

**5.3.5**改扩建平面圆曲线半径运用应符合下列规定：

1 在既有公路拟合基础上，对事故多发，圆曲线半径较小路段，应进行平面线形优化提升，圆曲线半径宜不小于对应设计速度的一般值。

2 当拟合旧路的平面圆曲线半径或采用半径小于视距所需圆曲线半径时，左右幅平面线形宜采用不同圆曲线半径，增大左右线间距，加宽内侧路缘带宽度，以满足视距所需横向净距要求。

**5.3.6**缓和曲线长度不满足改扩建后超高过渡段长度时，宜结合既有公路利用与改造进行优化调整。

**5.3.7**超高及超高过渡按以下原则进行设计：

1 既有公路超高满足线形标准要求时，超高设计可按既有明式构造物的横坡进行控制。

2 当超高过渡段中缓和坡段过长时，宜分段设置超高渐变率。

3 当超高过渡段长度大于老路缓和曲线长度时，宜调整平面，增大缓和曲线长度；受特殊条件限制，调整平面困难时，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。

**5.3.8**主线分岔和合流应符合下列规定：

1 主线分岔和合流的设计应遵循车道平衡的原则。

2 应根据交通组成选择合理的分岔和合流方式。

3 分岔段和合流段宜设置在曲线半径较大的路段。

4 衔接过渡段的线形指标应连续、均衡。

5 在分流鼻端两侧，应在行车道边缘设置偏置加宽。

6 分流鼻端之前，应具有满足现行标准规定的判断出口所需的识别视距。

## 5.4纵面设计

**5.4.1**纵面设计按以下原则进行：

1 两侧拼宽路段左右两幅宜独立进行纵断面线性拟合设计，既有路面需要加铺改造时，可通过拼接位置的加铺厚度进行设计验证。

2 单侧加宽路段纵断面设计应最大程度利用既有道路，结合既有道路横坡和超高调整、路面加铺等综合确定。

**5.4.2**纵断面设计应核查既有公路路基、桥梁设计高度是否满足设计水位要求，不满足时应抬高纵断面线位或采取其他有效措施。

**5.4.3**采用既有公路拟合纵断面，经安全性评价，最大纵坡可增加1%，纵面设计可采用3S设计速度行程长度控制竖曲线长度设计。

**5.4.4**纵面设计中应对旧路超规、超限纵坡进行优化调整，保证行车安全。

**5.4.5**针对旧路缓坡段，纵面设计可拟合旧路维持原有纵面，但同时应增设排水路面等必要措施，避免路面积水。

**5.4.6**两侧拼宽纵断面设计应符合下列规定：

1 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。

2 应满足路面加铺、补强需要。

3 纵面设计需满足沿线交叉道路、河流、管道等构建筑物的净空要求。

4 除受净空以及构造物限制的路段外，一般路段设计宜遵循“宁填勿挖”的原则。

5 特殊困难路段竖曲线可采用高次抛物线。

6 桥头处存在纵坡差值时，可设置渐变段进行高度渐变。

# 6路基

## 6.1一般规定

**6.1.1**改扩建路基设计，应充分收集原设计、施工、竣工及监测、养护资料并予以分析，同时，应对既有路基进行必要的调查和试验检测，分析评价拼宽路基、分离增建路基对既有或邻近建构筑物变形、稳定性的影响，合理确定工程技术方案，保证改扩建公路路基的强度、拼接路基整体性和稳定性，满足使用功能，提升路基工程服务品质。

**6.1.2**改扩建路基设计，应根据公路沿线的地形地貌和地质特点、既有路基现状、管养历史及拼宽后的交通组成等，经综合比选，合理采用直接利用、整治利用、挖除重建等方案。

**6.1.3**拼宽路基、分离增建路基的回弹模量应符合现行JTG D30《公路路基设计规范》的规定，且拼宽新建路基顶面回弹模量不应小于既有公路设计时的要求值。

**6.1.4**拼宽路基差异沉降和工后沉降控制应符合现行JTG/T L11《高速公路改扩建设计细则》的规定。分离增建路基沉降控制应符合现行JTG D30《公路路基设计规范》的规定。

**6.1.5**应对改扩建直接利用或整治利用路段的既有路基病害进行排查及处治，满足拼接和使用要求。

**6.1.6**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。

**6.1.7**应提出既有防护和排水设施拆除方案，分析论证路基填料和绿化植物挖除再利用方案。无法利用的应妥善处理，避免环境污染。

**6.1.8**高路堤、陡坡路堤、深路堑及特殊路基等拼宽路段，应进行工点设计和监测设计，监测周期应为公路建成运营后不少于一年。重点不良地质地段有条件时宜采用自动化、智能化手段长期监测。

**6.1.9**应贯彻国家有关技术经济政策，积极推行路基标准化施工，路基小型预制构件宜采用工厂化生产、装配化施工的设计方案。

## 6.2既有路基调查与分析

**6.2.1**既有路基调查包括既有路基主体使用状况，既有路基支挡结构物、防护工程、排水系统工作状况，软土地区既有路基工后沉降情况等。

**6.2.2**路基分析评价应采取收集资料、现场调查、检测、监测以及勘探试验相结合的综合分析评估方法，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，提出处治建议及利用方案。

**6.2.3**一般路基调查、检测应符合下列规定：

1 结合既有路基使用情况和改扩建方式，选择有代表性断面及病害路段，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值等指标检测，各项测试应符合现行JTG 3450《公路路基路面现场测试规程》的有关规定。

2 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。收集营运期监测资料，佐证分析既有边坡稳定性和防护措施有效性。

3 调查既有路基支挡结构、防护工程的工程地质条件、结构形式和使用状况，必要时对支挡工程和边坡防护进行有针对性的勘探试验。

4 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。城市化路段应补充调查周边地下管网排水设施的具体位置、型式、断面尺寸和使用状况，分析排水困难路段利用城市管网进行排水可行性。

**6.2.4**特殊路基调查、检测应符合下列规定：

1 既有深路堑直接利用路段应查明既有边坡病害详细分布，并评价既有边坡稳定性和防护措施有效性。对存在开裂、变形等缺陷的边坡应根据其防护形式开展专项检测和稳定性评估，提出加固处理措施。

2 高路堤路段宜采用探坑试验，对其承载能力、填料性质、压实度等进行检测。

3 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。对纵断面抬高路段应评价路基稳定性、计算工后沉降。对既有路基采用堆载预压、排水板等排水固结类软基处治方式，计算分析附加荷载增加后的既有路基沉降量，工后沉降不满足要求时应采取必要措施。

4 调查既有特殊路基路段的范围、处治措施及效果。调查分析改扩建纵断面抬高路段既有地基及路基加高后稳定性。提出适合各种特殊路基的扩建工程处治措施。

**6.2.5**路基分析评价应符合下列规定：

1 根据调查、测量和水文资料，确定既有路基高程能否满足现行JTG D30《公路路基设计规范》中路基设计洪水频率的规定。

2 确定既有路基承载能力能否满足规范要求。

3 确定既有路基填料能否满足路基土最小CBR值、液塑限的要求。

4 确定既有路基的湿度状态，分析评价既有路基最小高度能否满足路床处于干燥、中湿状态的临界高度。

5 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改进措施，对拼宽抬高条件下既有路基的可利用程度进行评价。

6 分析评价不良地质路段原建设期处治效果。

7 结合养护资料，对运营期路基病害处治措施的效果进行分析评价。

8 分析评价既有排水系统技术状况对路基的稳定性影响。

9 分析评价拼宽或新增路基对既有路基的稳定性影响。

表6.2.5路基检测内容表

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 检测项目 | | 检测方法 | 检测位置 | 检测频率 | 备注 |
| 路基主体 | 承载能力 | 承载板法 | 硬路肩或行车道 | 10km/处 | 开挖探坑 |
| 压实度 | 密度法 |
| 含水率 | 燃烧法 |
| 填料组成 | 筛分法 |
| 湿度状态 | 电偶法 | 硬路肩或行车道 | 分段连续检测 |  |
| 防护工程 | 技术状况 | 人工调查 |  | 全线普查 |  |
| 锚索锚杆应力 | 拉拔试验 |  | 3%抽检 | 存在开裂、变形等不稳定结构 |
| 挡墙强度 | 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 | 回弹法 |  | 3%抽检 |
| 稳定性验算 |  |  |  |
| 排水工程 | 技术状况 | 人工调查 |  | 全线普查 |  |

## 6.3路床拼宽

**6.3.1**拼宽路基、分离增建路基的路床填料应符合现行JTG D30《公路路基设计规范》的规定，并不宜低于既有路基路床填料标准。潮湿路段，路床宜采用透水性材料。

**6.3.2**路床拼宽压实应符合以下规定：

1 既有路床渗水等影响导致强度不足时，可采用截排水、换填等措施进行处理，以降低地下水位，提高路床刚度；处理深度应结合交通等级、交通量、水文条件、处治方法、换填材料选用综合确定。

2 拼接结合部宜采用液压夯实。

3 填方路堤可在路床下部加铺土工格栅减少不均匀沉降。

**6.3.3**低填浅挖拼宽路段的路床，应结合工程地质条件分析环境对路床长期性能的影响，采取换填、补强压实等处理措施。当地下水发育且排水条件较好时，可设置盲沟、大石封底等疏排地下水及路面下渗水。

## 6.4一般填方路基拼宽

**6.4.1**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加铺补强方案，合理确定既有路基的利用与处治措施：

1 既有路基强度满足改扩建设计要求且无开裂、失稳等病害时，宜直接利用既有路基。

2 既有路基强度不足，病害较轻微，不满足改扩建要求，但经补强处治后路基能满足改扩建要求时，应对病害路段路基处治后进行利用。

3 既有路基病害严重，补强处治方案不可行的路段，应对既有路基进行挖除重建。

**6.4.2**填方路基拼宽地基表层处理前，充分考虑临时截排水措施，并与既有排水设施形成完善的排水系统。

**6.4.3**路基填料应符合现行JTG D30《公路路基设计规范》的规定，宜采用与既有路基填料性质相近或更利于拼接的材料。

**6.4.4**在路基填料性能良好情况下，拼宽路基相应层位压实度宜较新建高速公路压实度提高1%，按表6.4.4确定。

表6.4.4路基压实度建议值

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| 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 |

**6.4.5**路基拼接应符合下列规定：

1 应在保证路基稳定的前提下清除既有路基边坡绿化、圬工、未经充分压实的土或其它非适用土，边部削坡厚度不宜小于50cm。

2 应加强新填路基的地基填前碾压，压实度（重型）不应小于91%。

3 拼宽路基与既有路基宜按图6.4.5所示采用开挖台阶拼接，并应以路床部位台阶断面为基准，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、边坡稳定性等确定，不宜小于1.5m。

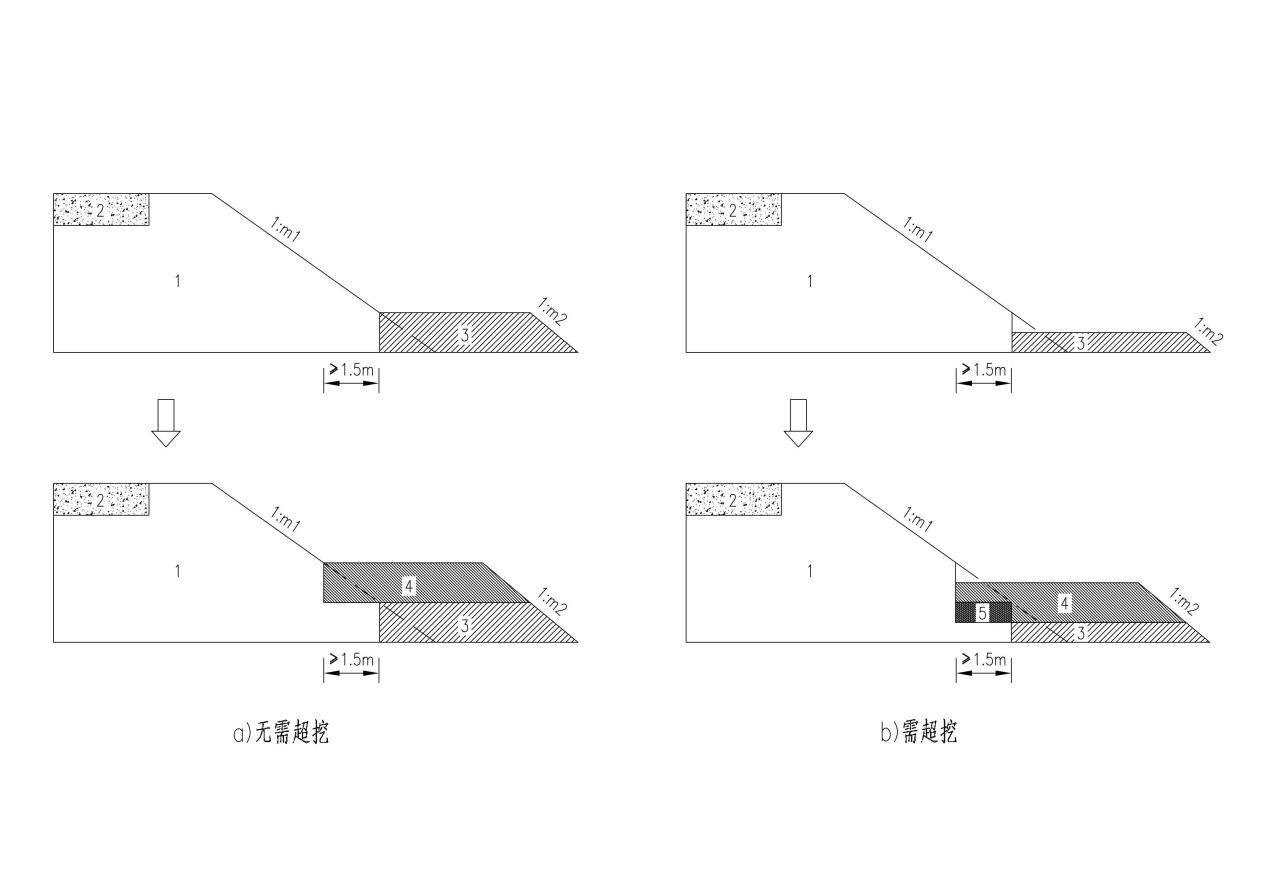
4 拼宽宽度小于2.5m等非标准断面拼宽路基，可采用超宽填筑、超挖既有路基、挡土墙、轻质土等措施。

5 拼宽路基应增强补压，确保拼宽路基填筑密实，压实标准应符合表6.4.1的规定。

6 路基拼宽填筑前应在既有路基边坡开挖台阶处检测相应层位压实度，若不满足现行JTG D30《公路路基设计规范》要求时，应采用超挖台阶、液压补强等措施。

7 路基拼接可在路床和路堤底部、路堤中部铺设土工合成材料，增强拼宽路基稳定性，降低差异沉降影响。

8 当拼宽路基临近既有建构筑物且用地受限时，拼宽路基可采用轻质材料路堤、挡土墙等方案。



1- 既有路基 2- 既有路面 3- 前次填的路基 4- 本次填的路基 5- 超挖路基

图6.4.5路基拼接台阶开挖方式

**6.4.6**路线纵断面抬升路段，应结合工程地质条件、抬升方案、施工条件、占地等条件，分析加载对新老路堤变形及稳定性影响，确定路堤填筑材料、填筑方式，加强路段排水设计。

**6.4.7**泡沫轻质土路基拼接应符合下列规定：

1 泡沫轻质土底面宽度不宜小于2.0m；泡沫轻质土路堤直立填筑高度不宜超过12m，最小填筑高度不宜小于1.0m。

2 泡沫轻质土路堤与一般填土路堤间设置台阶式过渡段，台阶宽度不小于1.5m。当泡沫轻质土高宽比大于2或衔接面坡率大于1：0.75时，衔接面设置锚固措施。

3 既有路基与泡沫轻质土路基结合部顶面应进行防渗处理。

4 既有泡沫轻质土段拼宽时，应在新旧泡沫轻质土之间设置连接锚杆等措施。

5 泡沫轻质土路基应符合现行JTG D30《公路路基设计规范》的有关规定。

6 如既有路基变形仍在持续，不宜直接采用泡沫轻质土拼宽路基，但可结合基底处理合并使用。

7 受洪水淹没、填挖交接侧部或底部有明显渗水点路段不宜采用泡沫轻质土路基拼宽。

**6.4.8**支挡路基拼接应符合下列规定：

1 应根据既有挡土墙工作状态、拼宽路基高度与宽度、周边环境和地形地质条件，合理确定挡土墙路基拼接方案和既有挡土墙利用方案。

2 当既有挡土墙外侧填土放坡时，应拆除既有支挡结构上部一定范围的结构物，拆除后的结构物顶部距离路床顶部不宜小于1.0m，拆除时选用安全合理的拆除工艺和拆除时序。

3 当既有挡土墙外侧需设置支挡结构时，应对新旧支挡结构之间应根据具体情况分别选用注浆、无砂混凝土、细石混凝土、碎石土、级配碎石、轻质土等的路基填料，同时对拼接和压实工艺应提出相应要求。

**6.4.9**一般填方路基拼宽宜优先采用生态防护。城镇化地区高速公路或景观要求较高的路段，路基边坡高度要结合安全、经济、生态恢复难易程度、景观要求等合理确定，可采用预制拼装挡墙、植被恢复较好的路基防护与支挡设计方案。

## 6.5高路堤与陡坡路堤拼宽

**6.5.1**高路堤与陡坡路堤拼宽，应综合考虑拼宽地形地质条件、路基差异沉降控制、施工周期及交通组织复杂程度等因素，对拼宽方案进行技术经济比选和专项设计。

**6.5.2**宜采取优质填料、填石路基、土工合成材料加筋、提高压实要求等措施减小差异沉降。加筋层位宜分别设置于路床、路堤中部及底部。

**6.5.3**为满足高路堤与陡坡路堤拼宽稳定性要求，可采用调整边坡分级、加宽填方平台、放缓边坡坡率等措施。路堤稳定性应符合下列规定：

1 高路堤及陡坡路堤拼接，应考虑改扩建对地表、地下水系等因素对路基稳定性的影响，除应对路堤堤身稳定性、路堤与地基整体稳定性、路堤沿斜坡地基或软弱层滑动的稳定性进行验算外，还应对沿新路堤与既有路堤结合面滑动的稳定性进行验算，安全系数应满足相关规范要求。

2 当地基分布有软弱土层时，应按本指南6.9节的规定，做好地基加固处理。当稳定性不足时，应采取地基处理、支挡、反压护道、加筋等加固措施。

3 当高路堤及陡坡路堤拼接，宜充分合理利用既有支挡结构，拼接填筑时临近既有路基、结构物处可采用小型机具薄层夯压密实，并应做好排水的衔接设计。

## 6.6一般挖方路基拼宽

**6.6.1**挖方路基拼宽设计，应综合考虑既有边坡调查与检测评价情况、边坡地质条件、周边环境条件、交通组织、运营与施工安全、施工难度、土石方调运等因素，在满足边坡稳定性要求、保证行车安全的基础上，确定边坡坡率、平台宽度以及防护方案。

**6.6.2**既有挖方路基边坡病害经多年整治已趋稳定的路段，改扩建时应减少拆除工程，不宜扰动既有边坡，必要时可根据需要对既有边坡采取预加固措施。

**6.6.3**维持通车的挖方路基拼宽路段应考虑开挖量、开挖方式、挖方调运、运营等因素，加强可实施性、实施便捷性的比选分析，在确保方案可靠、保通安全的基础上，充分考虑交通条件和机械化程度。维持通车的挖方路基拼宽路段开挖时，宜根据边坡岩性优先采用机械开挖或其他非爆破开挖，同时采取施工围挡及防抛落措施。

**6.6.4**封闭交通施工的挖方路基拼宽路段应综合考虑既有建构筑物分布、环境影响等因素，合理选用边坡开挖方式。封闭交通施工时，宜采用机械开挖或控制爆破开挖的方式，降低爆破施工对既有道路沿线设施的影响。

**6.6.5**挖方路基拼宽采用单侧拼宽而无需重新开挖，经验算边坡稳定性不满足规范要求时，应进行边坡加固处理；当边坡稳定性验算满足要求，且既有挖方边坡为锚喷、浆砌片石护面等圬工防护时，可采用锚杆格梁+植生袋、种植攀援植物等措施对既有边坡进行复绿。

## 6.7深路堑拼宽

**6.7.1**深路堑拼宽段宜优先采用分离新建的加宽形式或单侧拼宽形式避开高边坡，减少运营干扰，保证运营安全。

**6.7.2**深路堑拼宽设计应加强与既有边坡工程的类比、地质复核和现场信息反馈，合理确定潜在变形范围和破坏模式，并结合工点特征、贯彻动态设计原则，采用施工安全工艺技术。

**6.7.3**改扩建深挖路基需加强对边坡工程地质条件分析和既有防护工程工作状态分析，既有深路堑拼宽边坡场地受限，在满足边坡稳定性和行车安全的前提下，经论证可采取设置支挡预加固、调陡挖方边坡坡率并加强坡面支护、增设棚洞结构等措施，减少深路堑路段的开挖量及对运营的影响。

**6.7.4**当在既有深路堑等特殊路段扩挖时，必须进行专项设计，分析开挖过程中的边坡稳定性及既有防护设施的受力、变形等情况，并提出合理的安全措施，以保证安全。

**6.7.5**深路堑拼宽边坡应与既有边坡作为整体进行稳定性分析计算，具体计算方法按照现行JTG D30《公路路基设计规范》执行。

## 6.8软土地区路基拼宽

**6.8.1**应在对既有公路沉降与稳定状况作充分调查和评价的基础上，根据沉降协调并满足稳定性的原则分段进行拼宽路段软基处理设计，并符合下列规定：

1 对于两侧拼宽，当地形地质差异较大时，宜分幅进行软基处理设计。

2 拼宽抬高路段应分别进行拼宽地基处理设计和抬高路段地基处理设计，软基段既有路基抬升高度过大时，路基方案应与桥梁方案从稳定性、经济性等方面综合比选确定。

3 对于运营期软基路段沉降原因不明确的，应开展既有路基补充勘察和沉降监测。

**6.8.2**拼宽路基沉降控制应符合下列规定：

1 工后沉降计算年限宜不小于15年。

2 拼宽路基工后沉降应符合表6.8.2.1的要求。

表6.8.2.1拼宽路基容许工后沉降

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| 桥台与路基相邻处 | 涵洞、通道处 | 其他一般路段 |
| ≤5cm | ≤10cm | ≤15cm |

3 差异沉降控制应符合表6.8.2.2的要求。

表6.8.2.2拼宽路基容许差异沉降

|  |  |
| --- | --- |
| 改扩建后半幅路基路拱横坡横向变化差异值 | 相邻路段差异沉降引起的纵坡变化 |
| ≤0.5% | ≤0.4% |

**6.8.3**施工期和运营期的路基整体稳定安全系数应不小于表6.8.3的规定值。

表6.8.3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  Janbu条分法 |
| 不考虑固结 | 考虑固结 | 不考虑固结 | 考虑固结 |
| 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 | 1.3 | - |
| 三轴有效剪切指标 | - | - | - | - | 1.4 |
| 注：当需要考虑地震力时，稳定安全系数减小0.1。 | | | | | | |

**6.8.4**拼宽路基地基处理设计应符合以下规定：

1 根据软土的性质、埋深和厚度、既有路基的固结度和剩余沉降情况、路堤高度和稳定性、施工环境、拼接形式等条件及工期要求，宜采取换填、加固土桩刚性桩、轻质材料路堤等控制拼宽路基沉降。

2 当为浅层软土或拼宽荷载较小，沉降容易控制时，可采用换填、加固土桩等方法；当为深厚软土时，可采用管桩、素混凝土桩等复合地基，不宜采用对既有路基产生严重影响的排水固结法或强夯法；当拼宽荷载较大，对既有公路影响过大时，可采用设置地基隔离墙的方法。

3 轻质材料路堤宜采用现浇泡沫混凝土。

4 地基处理方法选用时，应考虑拟选方案在拼宽地基处理施工时的挤土、震动对既有路堤或临近构筑物的影响，以及地基处理对软土的扰动。

5 在满足路堤稳定的前提下，宜使地基处理尽量向既有公路靠近，以利于减少路基差异沉降。

6 必要时，可采取增设边坡桩、钢板桩后直立开挖、削陡边坡、加厚工作垫层+削陡边坡等方式对既有边坡范围进行处理，减少路基差异沉降。

**6.8.5**纵面抬升路基工后沉降不大于拼宽路基容许工后沉降的路段可不进行地基处理。纵面抬升路基工后沉降大于拼宽路基容许工后沉降的路段应符合以下规定：

1 抬高小于新建路面结构厚度时，可采用换填轻质土、高压旋喷桩复合地基、挤扩支盘桩复合地基、钢花管+筏板等地基处理措施。

2 抬高大于新建路面结构厚度、小于3m时，可采用高压旋喷桩复合地基、挤扩支盘桩复合地基、换填轻质土、刚性桩+筏板等地基处理措施。

3 抬高大于3m时，可采用刚性桩复合地基、挤扩支盘桩复合地基、高压旋喷桩复合地基等地基处理措施。

**6.8.6**软土地区路基拼宽监测应符合下列规定：

1 软土地基填方拼宽较高的路堤和桥头路堤应设置监测断面；每个桥头路段监测断面不应少于1个，其他路段监测断面间距宜100～200m。

2 监测断面均应进行地表沉降监测；在桥头高路堤应进行纵向位移监测。必要时，可结合软弱下卧层情况进行分层沉降监测。

3 地质条件差的高路堤、沿河（塘）等路段应布置测斜管，对地基内部土体水平变形进行观测，并与沉降观测同步进行；测斜管应进入软基处理深度以下不少于2m，或超过地基压缩层不少于2m，并应使滑槽位于垂直路堤方向。

4 既有路基和拼宽路基应同时观测，观测点应布置在同一断面上，并设置在既有公路路中、路肩及拼宽部分中部、外侧；既有公路路中、路肩沉降观测可采用在路表埋设观测点的方法，拼宽部分宜采用埋设沉降板的方法。

5 邻近既有桥梁、房屋等建（构）筑物的软基路段应监测建（构）筑物的水平位移、沉降、倾斜等，深层水平位移监测点宜设置在靠近路基的基础附近，沉降、倾斜监测点应设置测值较大、容易测量的部位。

6 沉降观测应满足二等水准测量的精度要求；应结合填筑过程，提出沉降期不同阶段的观测频率要求。

7 填筑速率和路面面层施工应根据软土地基监控成果确定。当采用排水固结法时填筑速率宜小于0.8m/月，采用刚性或半刚性桩复合地基法时填筑速率宜小于1.5m/月；沉降速率宜小于5mm/天；侧向位移宜小于3mm/天。路面面层施工前，连续2个月沉降速率应小于2mm/月。

**6.8.7**原地表存在人工填土、杂填土等欠密实堆土时，应详细查明人工填土、杂填土等的分布、厚度及工程特性，加强路堤变形及稳定性验算，采用清除、换填、重型压实、强夯或复合地基等相应处理措施。地下水位较低时，复合地基宜采用挤密碎石桩、强夯碎石墩等处理方式。

## 6.9路基拼宽排水

**6.9.1**改扩建路基排水设计应根据既有路基路面状况调查与评价结果、排水系统及排水设施情况、改扩建方式和施工条件等，在充分利用既有排水设施的基础上，完善排水系统设计，并修复既有排水设施的病害。对排水设施不健全、排水不良路段应增加相应的排水设施，宜采用利于拆卸或更换的排水设施。

**6.9.2**应避免路基改扩建对既有稳定边坡排水设施及排水方式的影响。对于边坡支护工程的修复加固，应同步做好防排水系统的修复。对于分离同向单侧拼宽路基，应维持或改造利用旧路段的既有排水设施。

**6.9.3**改扩建新老路基结合部排水设计应符合下列规定：

1 当采用细粒土填筑时，应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，排除路基内部渗水。

2 盲沟可采用碎、砾石等粗粒材料并在表面包裹反滤土工布。

**6.9.4**改扩建公路中央分隔带排水设计应结合实际排水需要综合确定，并符合下列设计规定：

1 既有中央分隔带挖除重建时，应按现行规范要求重新布设中分带排水设施。

2 利用既有中央分隔带路段的排水效果不良时，排水设施的修复及增设应满足该路段路基路面排水所需的泄流量要求；可采用既有横向排水管疏通并接长处理，并适当增设纵向渗沟和横向排水管，恢复既有路基排水系统。

**6.9.5**应加强宽幅、纵坡合成坡度较小、凹曲线底部及超高缓和等路段的综合排水设计，并符合下列设计规定：

1 对于合成坡较平缓排水不畅路段，可适当加大路面横坡，以加速路面排水；当根据排水计算，横坡坡度增加0.5%或以上时，应进行行车安全性分析。

2 当凹曲线底部或超高路段排水不畅时，应对既有排水设施扩建前后的排水能力进行验算，对破损的排水设施进行修复，当排水能力不足时，应增设集水井及横向排水管。横向排水管根据实际情况可采用明挖或顶管、定向牵引法施工。

3 在满足路面使用功能条件下，可采用排水路面。

**6.9.6**应加强路基拼宽填挖交界、路基与桥隧过渡段、排水方式变换等排水衔接部位的防冲刷设计。

**6.9.7**位于环境敏感区或排水环保等级要求严格的拼宽路段，应做好排水收集及处理系统设计，达标排放。

**6.9.8**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，合理布设公路范围内的各种地下管网，并与周边市政排水有效衔接顺畅；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。

**6.9.9**当扩建后的既有公路车道为同向道路时，应对既有道路的横坡、排水系统进行复核，并修复或增设排水系统。

## 6.10路基临时工程

**6.10.1**改扩建路基拼宽的临时工程设计，应综合地形地质条件、既有路基类型、拼宽断面形式、施工难度、交通组织及永久设施等因素，在确保既有道路行车与施工安全的基础上，合理确定临时排水、防护与支挡工程方案。

**6.10.2**改扩建路基临时排水工程设计应符合以下规定：

1 既有路基排水设施需改造或拆除重建时，应设计必要的临时排水设施，并与永久排水设施相结合，保证施工期排水系统的顺畅。

2 对于水塘、河流等路段，采用排水清淤时，应采取防渗、隔水措施后方可降水。

3 宜在纵断面抬高路段或下挖路段的保通道路内侧路肩设置临时排水设施。

**6.10.3**改扩建路基临时防护与支挡工程设计应符合以下规定：

1 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，应结合开挖方案进行稳定性分析，选用必要的临时支护措施。

2 当雨水冲刷或者遭受日晒，开挖台阶表层易产生失水松散、崩塌时，可喷射2～3 cm砂浆作为临时保护层。

3 纵断面抬高路段拼接，应结合道路保通的施工组织要求和路基填筑结构，设置中分带钢板桩、挡土墙、预制面板等临时支挡措施。

4 维持通车的挖方路基拼宽路段应考虑开挖、爆破、清渣调运等因素，提出相应临时防护与施工要求，保证通行安全，保护路面。

5 软基换填处理时，应根据换填基坑高度+填土高度临空情况，在路基坡脚设置钢板桩进行临时防护。

6 穿越鱼塘等浸水路段时，宜对施工便道进行专项设计，可作为永久护坡道或反压护道使用。

7 鱼塘及基坑降、排水不得快速降水，宜慢速排水，并及时实施复合地基或换填等，做好回填及路基填筑。

# 7路面

## 7.1一般规定

**7.1.1**改扩建路面设计，应结合既有路面损坏特点、现有的技术状况和改扩建后的平、纵断面、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，综合确定方案。新建、拼宽和既有路面结构应按现行《公路沥青路面设计规范》（JTGD50）和《公路水泥混凝土路面设计规范》（JTGD40）结合最新的交通量预测进行设计和验算。

**7.1.2**改扩建路面设计包括拼宽新建路面、既有路面利用标准及处治、路面拼接、再生利用和路面结构防排水设计五个部分，应重视各部分的相互协调。

**7.1.3**应根据既有路面结构检测评价结果进行设计，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。

**7.1.4**改扩建段路面设计应与路线平面、纵断面、横断面、构造物加固或拆除设计等相协调，根据加铺、补强需要，对平纵横设计提出相应要求。

**7.1.5**改扩建路面设计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。

**7.1.6**路面结构防排水设计，应根据既有公路路面排水评价结果及平纵调整情况，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。

## 7.2既有路面调查与分析

**7.2.1**对既有路面调查应包括基础资料、路面技术状况检测、专项数据检测、原施工图设计资料及竣工资料调查等内容。

**7.2.2**基础资料应包含技术标准、养护信息、交通状况、自然条件、经济参数、筑路材料等。交通量和交通组成数据宜至少包含最近3年的观测资料。

**7.2.3**既有路面的检测与评价应按现行《公路技术状况评定标准》(JTG5210)的规定进行，评价单元可按实际路段实际情况确定，宜为1000米。对于沥青路面应检测结构层厚度、弯沉、破损率、平整度、车辙、抗滑性能等；对于水泥混凝土路面应检测水泥路面的结构层厚度、断板率、破损率、错台量、接缝传荷系数、抗滑性能等。

**7.2.4**路面病害的调查、检测与分析应结合路线、路基、构造物、交通特点以及路基病害进行综合考虑，查明病害根源。评价既有路面的承载力和技术状况，对既有路面的可利用程度进行评价，提出病害处治的建议。

## 7.3拼宽新建路面设计

**7.3.1**拼宽新建路面设计应分析既有路面结构使用状况、损坏形式及原因，合理选择结构形式，提高路面耐久性。对于扩建后双向八车道及以上高速公路，在交通调查中有明确数据表明各车道交通荷载差异较大的情况下，可进行分车道路面结构设计。

**7.3.2**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。

**7.3.3**既有公路为水泥混凝土路面时，宜加铺沥青面层并采用同样结构复合式路面进行拼宽，也可在既有公路加铺沥青面层后直接采用沥青混凝土路面拼宽。

## 7.4既有路面处治

**7.4.1**既有路面处治设计应消除既有路面结构病害，恢复路面结构强度，改善其使用性能。

**7.4.2**应根据既有路面调查与评价结果，合理确定处治路段，并依据交通荷载等级、气候与环境因素综合确定处治方案。处治后的路面结构强度及使用性能应满足改扩建后的使用要求。

**7.4.3**既有沥青混凝土路面处治应符合下列规定：

1 根据既有路面检测评价结果，路面技术状况不能满足改扩建后设计标准和使用要求，但路表弯沉小于0.50mm或路面破损率小于10%时，可直接进行加铺设计。否则，应根据损坏情况对面层或基层、路基病害予以处治后，再进行加铺设计。

2 既有路面技术状况满足改扩建后路面结构设计标准但不满足表面功能要求时，应采取措施恢复其表面功能。

3 既有路面加铺时采用的表面层混合料类型宜与新建路面一致。

4 局部病害处治可按现行相关规范进行。

**7.4.4**根据既有水泥混凝土路面检测评价结果，路面技术状况不能满足改扩建后设计标准和使用要求，但路面断板率不大于5%、平均错台量不大于3mm且接缝传荷系数不小于80时，既有路面可直接进行加铺设计。否则，应按现行《公路水泥混凝土路面设计规范》(JTG040）的要求处治后，再进行加铺设计。

**7.4.5**桥面铺装病害处治应满足桥梁设计的荷载和净空要求，隧道路面病害处治应满足隧道净空的要求。桥面沥青铺装采用铣刨重铺方式时，铺装层宜整体铣刨并对水泥混凝土界面进行处治。

## 7.5路面拼接

**7.5.1**路面结构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、反射开裂和渗水等提出针对性措施。

**7.5.2**路面拼接设计时，基层拼接缝宜避开轮迹带。

**7.5.3**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0.25m，面层台阶搭接宽度不宜小于0.15m。

**7.5.4**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0.25m，面层台阶搭接宽度不宜小于0.30m。

**7.5.5**当新路面与既有路面结构厚度不一致时，可依据各结构层厚度不小于最小厚度原则进行台阶搭接设计，保证结构层搭接后稳定。

**7.5.6**在基层顶面接缝部位应设置土工合成材料、应力吸收层等，抑制拼接部位反射裂缝的产生。

## 7.6再生利用

**7.6.1**既有路面铣刨、挖除的材料应采用再生技术加以利用；无法利用的材料应集中收集处理，不得污染环境。

**7.6.2**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。半刚性基层材料宜采用就地冷再生方式；沥青面层材料宜采用厂拌热再生方式；水泥混凝土路面材料宜采用现场破碎方式，也可采用工厂集中破碎方式。

**7.6.3**再生半刚性基层混合料和再生沥青混合料应进行再生混合料组成设计，确定再生施工工艺控制标准和质量检验标准。

**7.6.4**路面材料再生利用应符合下列规定：

1 再生的半刚性基层混合料可用于基层。

2 再生沥青混合料可用于沥青路面下面层，不得用于路面表面层。

3 破碎的水泥混凝土材料可用于路面结构底基层或路床。

## 7.7路面防排水设计

**7.7.1**改扩建路面设计应考虑路面结构防排水，遵循“以防为主、以排为辅”的原则。应综合原有路面排水系统进行统筹设计，避免堵塞原排水系统。

**7.7.2**路面拼接缝部位应采取防水黏结措施。

**7.7.3**桥面、隧道路面沥青铺装整体铣刨重铺时应设置防水黏结层。桥面边部宜设置排水盲沟。

# 8桥涵

## 8.1一般规定

**8.1.1**桥涵改扩建设计时，应对现状桥涵调查与评价，判定桥涵的技术状况，原则如下：

1 桥涵调查宜采用资料收集、现场调查和试验检测相结合的方法，调查桥涵的结构形式、使用状态、缺损状况、技术状况和适应性等。

2 收集既有桥涵原设计文件和竣工文件，核查既有桥涵现状与原设计、竣工文件的符合性。

3 现场核对既有桥涵状况（材质、变形变位等）与检测报告的符合性。

**8.1.2**既有桥涵利用应符合下列规定：

1 桥梁总体技术状况评价等级为1类、2类时可原位利用，3类经维修、加固后达到1类或2类时可利用，4类宜拆除重建，5类应拆除重建。

2 桥梁主要部件技术状况评价等级为1类或2类时可利用。

3 涵洞技术状况评价等级宜符合JTG 5120规定，评定等级为“好”的涵洞、通道可直接利用；评定等级为“较好”的涵洞、通道，经改造加固后达到“好”的评级时可利用；评定等级为“较差”的涵洞、通道宜拆除重建；评定等级为“差”、“危险”的涵洞、通道应拆除重建。

**8.1.3**桥涵荷载等级的选用应符合下列规定：

1 既有桥涵的检测评价应采用原设计荷载等级。

2 对拼宽部分与既有部分结构连接进行整体计算，评价正常使用极限状态时应采用原设计荷载等级，评价承载能力极限状态时应采用现行荷载等级。

3 分离增建桥涵、拼宽桥涵的新建部分设计，应采用现行荷载等级。

4 分离增建新桥涵时，既有桥涵可维持原设计荷载等级。

**8.1.4**桥梁拼宽方案应充分考虑施工可行性，拼宽部分上、下部结构形式、跨径、外观宜与旧桥保持一致，受地形、地质、规划、水资源保护、管线、通航等因素限制时，宜分离增建或特殊设计。

**8.1.5**拼宽桥梁设计应考虑新桥与旧桥间的相互作用，如基础差异沉降、结构差异变形、混凝土差异龄期、宽跨比变化等，进行结构计算。

**8.1.6**既有桥梁改扩建时，应加强水文基础资料调查、收集和计算。对冲刷较大或存在冲刷隐患的桥梁，应对桥梁基础进行防护，并对桥位处河道或冲沟进行处治。

**8.1.7**桥梁附属结构改建方案宜满足如下规定：

1 桥梁拼宽部分伸缩装置，宜与既有桥梁对应设置并整条更换。如既有桥梁伸缩缝利用，接长伸缩缝型号、类型、材质等宜与既有桥梁保持一致，接缝位置宜避开轮迹带，橡胶条宜整条更换。

2 当既有桥梁支座需要更换时，对多梁式桥梁横桥向同一支撑线上所有支座宜同时更换，新桥支座选择宜与既有桥梁支座类型、规格一致。

3 拼宽搭板宜与既有搭板连接，且搭板长度宜与既有桥梁保持一致。既有搭板病害严重影响使用时，应拆除重建。

4 桥面排水设施应整套更换，靠近城镇、旅游景点、水源保护区的桥梁，应采用集中排水设计。

5 拼接新建或者拆除重建桥梁防撞护栏，其技术指标应符合JTG/T D81和JTG D81中的相关要求，当既有桥梁防撞护栏不满足要求时，应结合《提升公路桥梁安全防护能力专项行动技术指南》的要求进行提升改造。

**8.1.8**拼宽桥涵新建部分与铁路、管线交叉应满足公路与铁路、公路与管线交叉相关规范、标准、规程的要求。

**8.1.9**改扩建路段上的分离式立交桥、天桥、渡槽应体现绿色、环保、低碳的设计理念，合理利用原结构或原有构件，改建或拆除重建桥梁应充分考虑施工方案对桥下净空的影响和建设期间的交通组织问题。

## 8.2常规桥梁改扩建

**8.2.1**桥梁拼宽方式可采用上部与下部结构均连接或上部结构连接、下部结构不连接方式，当新建桥梁较窄自身稳定性差时，应采取上部结构与下部结构均连接的拼宽方式。

**8.2.2**新旧桥梁上下部均连接时，应充分考虑新旧桥梁收缩徐变不同的影响，新桥上下部结构宜在上部梁（板）架设完成3～6个月后再与旧桥连接。

**8.2.3**位于地形纵横坡较陡路段的拼宽新建部分桥梁，应做特殊设计，以减少对既有路堤和挖方边坡的扰动为原则，合理采用桥台型式及台背填料，加强台后路基支挡防护设计，防止台尾路基失稳、溜坡和坍塌。

**8.2.4**拼宽桥梁桩基础设计应符合下列规定：

1 地形平缓处同一墩台新建部分的桩底高程不宜高于既有桥梁桩底高程，且应满足承载力要求。

2 新建部分桩基布置应考虑既有桥梁桩基位置和施工设施等因素的影响；新建部分桩基与既有桥梁桩基的最小中心距除应满足现行标准要求外，还应满足施工作业空间要求。

**8.2.5**桥梁拼接设计应符合下列规定：

1 新建部分上部结构梁（板）横向布置和上、下部结构接缝设计应结合拼接宽度、边梁（板）悬臂构造等因素确定。

2 下部结构不连接时，同一梁板不应骑跨墩（台）的分隔缝布置。

3 空心板常用拼接方法有湿接缝半刚性连接或刚性连接，设计时宜结合上部空心板跨径、构造尺寸、耐久性、行车舒适性等因素综合确定。

4 T梁、小箱梁拼宽宜采用翼缘板半刚性连接或新旧桥横隔板和翼缘板均相连的刚性连接。

5 新旧桥梁上部结构湿接缝宽度不宜小于25cm，且不应小于钢筋的搭接长度。

**8.2.6**长联、长大纵坡、高桥隧比路段宜采用单侧新建桥梁方式改扩建，既有桥梁左右幅是否连接应结合总体改扩建方案、行车安全、行车舒适性等因素综合考虑，若连接成整体作为改扩建后单幅桥梁使用，应进行整体验算，连接部位应进行局部验算。

**8.2.7**拼宽桥梁应采用施工工期短、对既有桥梁干扰小、施工质量易控制的施工工艺，宜采用标准化、预制化施工。

**8.2.8**新旧桥拼宽接缝混凝土宜采用补充收缩混凝土或钢纤维混凝土等耐久性较好的材料。

**8.2.9**新旧桥拼接时，宜明确施工作业顺序和施工相关注意事项，施工注意事项有如下要求：

1 新旧桥差异沉降不宜大于5mm，否则应验算结构受力。

2 旧桥边梁（板）拆除部分宽度应根据钢筋搭接长度和施工空间确定。

3 新旧桥梁拼接前，宜对新建桥梁预压，消除主梁上拱和新旧桥梁沉降差，预压荷载和时间宜根据计算确定，拼接处湿接缝浇筑时环境温度宜控制在20°左右。

4 新旧混凝土结合面均应凿毛处理，结合面涂刷界面结构胶，拼接湿接缝处混凝土强度未达到设计要求时，如需通车保畅，应对拼接湿接缝处采取保护措施。

**8.2.10**施工过程中应确保拼宽梁体稳定，可采取剪刀撑、斜支撑、工字钢平联等临时连接措施。

## 8.3高墩桥梁改扩建

**8.3.1**合理拟合高墩桥梁改扩建段路线平、纵、横指标，减少对既有桥梁平面线形、纵面高程的影响，桥梁采用单侧拼宽或双侧拼宽应结合拓宽车道宽度确定。

**8.3.2**高墩桥梁拼宽连接方式应结合新建部分拼接宽度综合考虑，一般采用上部连接，下部不连接的连接方式。当上下部均与旧桥连接时，应充分考虑新旧桥梁桥墩竖向和主梁纵向收缩徐变差异的影响。

**8.3.3**施工阶段拼宽桥梁应满足自身稳定的要求，运营阶段桥梁整体应满足稳定性要求。

**8.3.4**拼宽盖梁和旧桥盖梁的连接应进行整体计算，连接方式宜采用刚性连接。

**8.3.5**新旧桥墩连接系梁的尺寸和位置应根据计算确定，连接方式宜采用刚性连接。

**8.3.6**桥墩类型、尺寸宜根据上部结构宽度、墩高、承载力和自身稳定性等因素综合确定。

**8.3.7**位于斜坡上的墩台，应适当提高桩顶（承台）标高，减少对自然坡体的开挖和扰动；桥墩宜优先选择两柱或多柱式桥墩，当两柱或多柱式桥墩不能满足要求时，可采用其他结构形式墩台；同一桥墩内外侧桩长不得相差过大，一般情况下宜控制在1/5桩长及5m以内。

## 8.4特大桥改扩建

**8.4.1**较大跨度的变高连续梁桥、变高连续刚构桥、拱桥、斜拉桥、转体桥等宜采用单侧新建方式改扩建。

**8.4.2**新建桥梁的结构形式宜与既有桥梁保持一致，当受地形、不良地质、航道提升、行洪等因素影响，无法保持一致时，新建桥梁宜考虑总体协调性较好的结构形式。

**8.4.3**新旧桥梁横向净距除满足施工作业要求外，还不应小于路基中央分隔带宽度。

**8.4.4**城市附近桥梁、跨江桥梁、风景区桥梁、峡谷桥梁改扩建时，应充分考虑桥梁景观和环保要求。

## 8.5通道、涵洞改扩建

**8.5.1**原涵现状应进行全面调查和检测，根据调查资料和检测数据合理评定既有原涵技术状况等级。

**8.5.2**原涵接长时，新建部分结构形式宜与原涵结构形式一致，孔径宜采取标准跨径设计，且不应小于原涵孔径。

**8.5.3**接长部分涵洞、通道与原涵之间沉降差和平面偏差应满足结构功能使用要求，接长部分与原涵宜采用沉降缝连接，接缝处应进行防水处理，接长部分基底地基应结合地质情况的优劣合理处治。

**8.5.4**原涵接长时，应根据原涵洞口形式、洞口拆除方案对既有填方路堤临空面进行支护设计。

**8.5.5**原涵接长前，应对原涵进出口和洞身内部进行清淤处理，原涵技术状况评定等级为“较好”及以下时，应加固处理。

**8.5.6**重视近年特大洪水、河道变迁、自然地形、地貌变化等方面的调查，结合水文调查和数值计算结果核查原涵孔径的合理性。

## 8.6桥涵拆除、桥梁顶升、桥涵加固

**8.6.1**既有桥涵拆除宜遵循下列原则：

1 既有桥涵拆除应坚持安全、适用和经济的原则，拆除方案宜结合文明施工、环境保护和交通组织等因素综合分析制定，并进行安全论证。

2 桥涵拆除常用方法有：机械切割法、机械破碎法、控制爆破法、静态爆破法、支撑拆除法等，施工时应结合桥涵结构形式、桥涵技术状况、交通组织等因素，选择安全保障高、环境影响小、交通干扰少的拆除方法。

3 桥梁拆除顺序宜采用原桥施工顺序的倒序进行，即“先上部、后下部；先水上，后水下；先附属，后主体”的顺序。

4 桥梁拆除时应对利用部分采取保护措施，并对其承载能力进行检测评定。

5 现浇箱梁桥、连续刚构桥、拱桥、钢桥等特殊结构桥梁拆除方案应进行专项设计。

6 上跨分离式立交桥、天桥、渡槽拆除前，应细化交通组织方案，充分考虑拆除方案对既有高速通行的影响，避免中断交通或减少中断交通的时间，做好既有高速管道、通信光缆、电缆等地下构造物保护或改移工作。

7 不满足现行规范要求的既有预制装配式混凝土梁桥上部预制构件，可用于荷载等级要求低的公路工程或破碎后作为再生材料或填料利用。

**8.6.2**因改扩建路线纵面高程和横坡的调整引起既有桥梁设计高程和横坡不满足要求，需要对既有桥梁进行顶升，在顶升设计与施工过程中应符合如下规定：

1 在桥梁顶升前和顶升后应对桥梁状态进行检查（如外观、混凝土强度、混凝土碳化深度等），必要时应进行荷载试验。

2 桥梁加高方式应结合桥梁结构形式、顶升高度等因素综合确定。

3 梁（板）顶升时，简支结构宜整孔顶升，连续结构宜整联顶升，同一墩台上的各梁板支撑总高增加的总厚度宜一致，顶升误差不得超过结构的受力容许范围，墩柱接长顶升时应整桥顶升。

4 桥梁结构设计时，应加强顶升阶段结构的强度、刚度和稳定性验算。

5 顶升限位装置、顶升临时支撑装置和顶升反力装置等相关构件应进行受力分析，以确保安全。

6 顶升过程中，应对桥面纵向偏差、立柱倾斜率、梁体纵向位移、桥面高程、桥梁底面高程、结构变形等进行监控量测。

**8.6.3**当既有桥涵强度、刚度、整体性和耐久性不满足要求时，应对其进行加固，既有桥涵加固宜遵循如下原则：

1 桥涵加固前应根据相关规范、标准、规程等对其技术状况、承载能力进行检测、评定；根据检测评定结果、病害特点、加固目标、施工条件等提出合理、可操作性强的方案。

2 改造方案应进行充分比选，比选应考虑经济性、技术性以及社会影响等因素。

3 应尽量保持原结构的完整性，尽可能使所有构件参与受力，避免对原结构构造成大的扰动和削弱，避免加固过程中产生新的病害。

4 改造后结构应保持可检性，且应预留再次加固的空间和可行性。

5 改扩建中小跨径梁板桥加固改造设计，宜首选桥面补强加固法和增强横向联系加固法。

# 9隧道

## 9.1一般规定

**9.1.1**隧道改扩建设计应根据改扩建公路采用的技术标准，结合路线总体设计、地质条件、既有隧道现状、交通组织、资产增值保值、洞外接线、运营安全等条件，应对原位扩建、分离增建及其组合等多方案进行技术经济比较，择优推荐。

**9.1.2**隧道扩建、增建应采用现行公路技术标准。隧道改建宜采用现行公路技术标准，当工程量较大、风险较高、改建条件困难时，经论证后隧道主体结构可维持原技术标准，交通工程与附属设施应采用现行技术标准。

**9.1.3**隧道改建维持原技术标准时，隧道设计行车速度与隧道前后路段设计行车速度差不应大于20km/h。

**9.1.4**直接利用既有隧道改扩建时，应对既有隧道技术与运营安全状况进行调查、检测、评价，土建工程改造与交通工程、附属设施协同设计，改建后的隧道结构强度、稳定性和耐久性应满足现行规范要求。

**9.1.5**增建隧道应根据既有隧道运营要求、结构现状、地质条件等因素，结合增建隧道施工工法、施工水平、环境因素等条件综合考虑布设增建隧道平面位置，并核查对既有隧道安全影响。

**9.1.6**改扩建隧道设计与施工应选择对岩体扰动小、运营干扰低的方案，施工时宜对周边建构筑物进行监测，必要时采取防护措施。

**9.1.7**隧道改扩建施工应加强地质超前预报及监控量测工作，动态设计，信息化施工。

**9.1.8**隧道改扩建交通组织应遵循保障安全、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。

**9.1.9**改扩建隧道设计与施工应开展安全风险评估。

**9.1.10**当设计速度提升时，对利用的既有隧道应重新确定建筑限界及线形。

## 9.2方案选择

**9.2.1**隧道改扩建可分为改建、扩建、增建，增建包括利用既有隧道和不利用既有隧道的分离增建。

**9.2.2**隧道路段需增加车道时宜采用利用既有隧道的分离增建方案，条件受限时可采用原位扩建方案，并符合下列规定：

1 既有连拱隧道不宜采用原位扩建方案。

2 临近城市周边，受规划、城镇现状、征地等因素制约的中、短隧道，可采用原位扩建方案。

3 既有双向四车道隧道扩建为六车道隧道时，可采用增建单洞三车道隧道方案。

4 既有双向四车道隧道扩建为八车道隧道，既有隧道技术标准满足改扩建设计技术标准，对于客车、货车车型比例相差不大的路段，可采用2+2+2+2客货分流方案，增建两个两车道隧道。对于双向交通量明显不均衡的路段，可采用2+2+4方案，增建一个单洞四车道隧道。

5 既有双向四车道隧道扩建为八车道隧道，既有中、短隧道技术标准不满足改扩建设计标准，可对隧道进行原位扩建，同时根据中、远期预测交通量增长和车型比例采用增建两个两车道隧道或一个单洞四车道隧道。

6 既有双向四车道隧道扩建为八车道隧道，既有长、特长隧道技术标准不满足改扩建设计标准，可将既有双向四车道隧道调整为满足改扩建技术要求的双向两车道隧道或供小客车行驶的双向四车道隧道，同时新增两个三车道隧道。

7 既有双向六车道隧道扩建为十车道或十二车道隧道，可采用增建两个两车道或三车道隧道方案。

8 受地形、敏感环境或征地等因素制约时，隧道可采用叠层布置或单洞双层结构隧道方案。

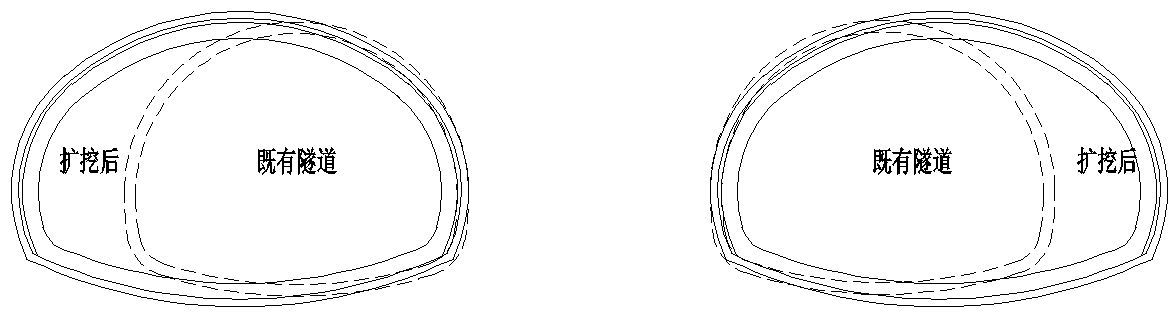


图9.2.2.1既有隧道原位扩建方案

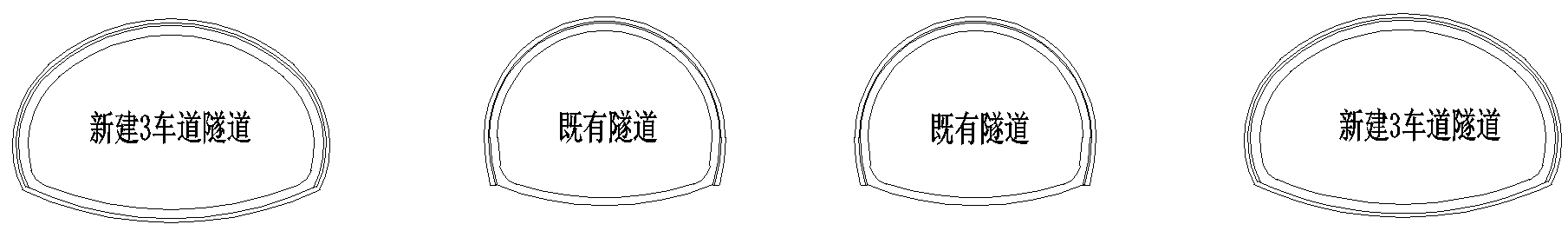


图9.2.2.2既有双向四车道隧道扩建为六车道隧道的分离增建方案

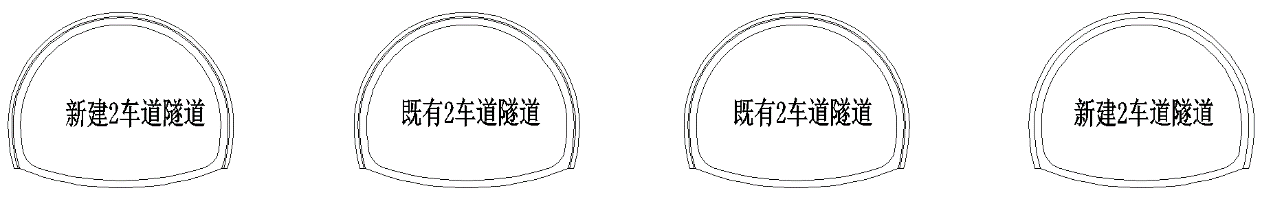


图9.2.2.3既有双向四车道隧道扩建为八车道隧道的2+2+2+2分离增建方案（既有隧道满足改扩建技术标准）

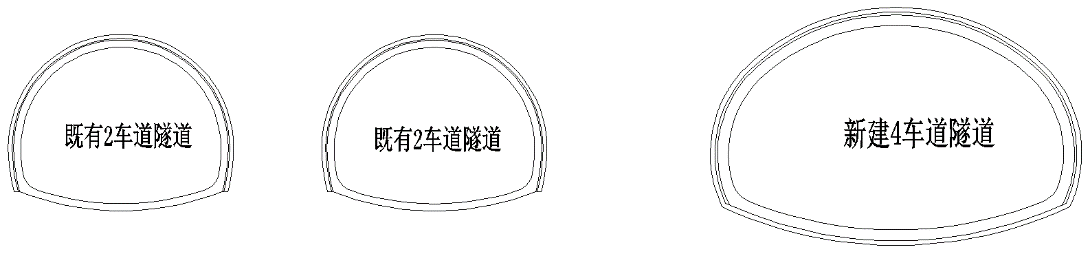


图9.2.2.4既有双向四车道隧道扩建为八车道隧道的2+2+4分离增建方案（既有隧道满足改扩建技术标准）

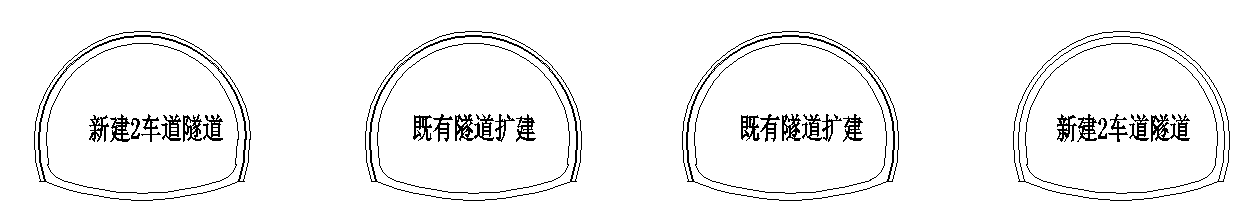


图9.2.2.5既有双向四车道隧道扩建为八车道隧道的2+2+2+2原位扩建+分离增建方案（既有隧道不满足改扩建技术标准）

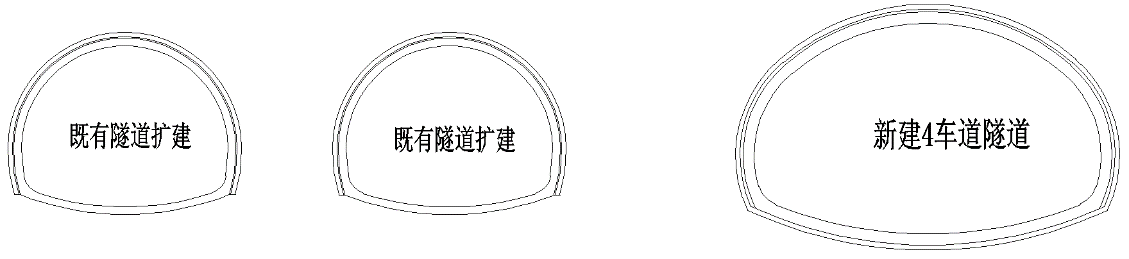


图9.2.2.6既有双向四车道隧道扩建为八车道隧道的2+2+4原位扩建+分离增建方案（既有隧道不满足改扩建技术标准）

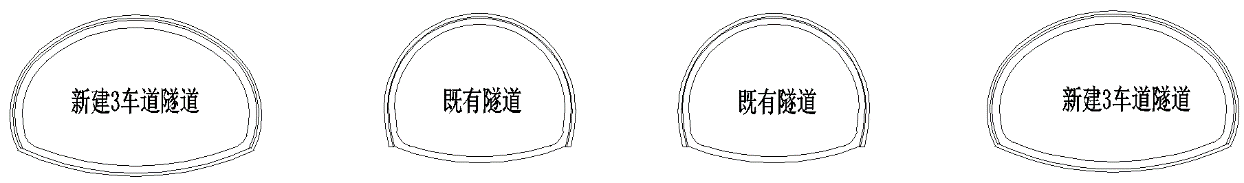


图9.2.2.7既有双向四车道隧道扩建为八车道隧道的3+1（2）+1（2）+3分离增建方案（既有隧道不满足改扩建技术标准）

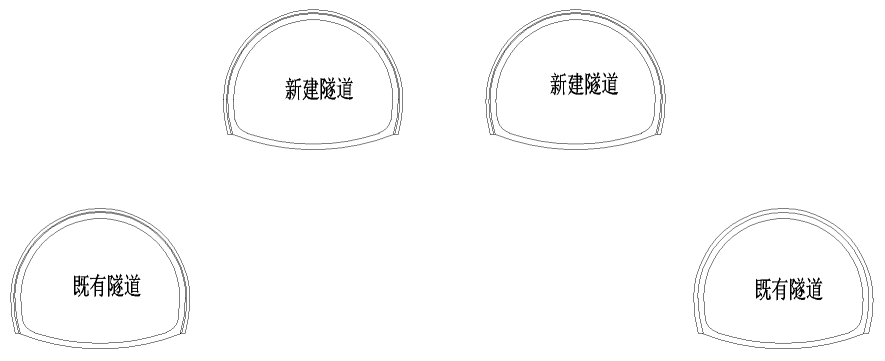


图9.2.2.8叠层布置方案一：既有隧道上方内侧新建隧道

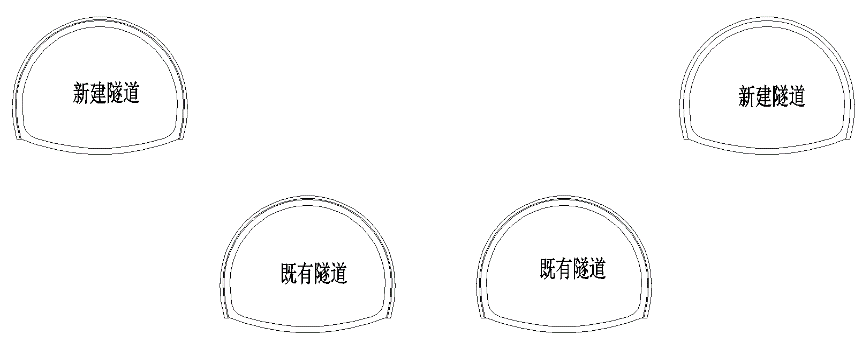
****

图9.2.2.9叠层布置方案二：既有隧道上方外侧新建两座隧道

**9.2.3**当既有隧道技术标准不满足改扩建设计技术标准或技术状况不满足使用要求时，可采用不利用既有隧道的分离增建方案，并符合下列规定：

1 不利用既有隧道的分离增建方案应符合现行新建公路隧道技术标准。

2 改扩建后对不再作为通车使用的既有隧道，可作为维修、养护服务通道或应急疏散救援通道等，并应根据新用途确定隧道结构安全等级和附属设施技术标准。

## 9.3隧道改建

**9.3.1**为提升既有隧道道路等级、增强隧道系统稳定性及行车安全性对隧道结构、机电系统等设施进行补强、升级，可采用改建方案。

**9.3.2**隧道改建时，宜对既有隧道进行土建结构病害处治和机电设施改造升级。

**9.3.3**隧道改建前应调查既有隧道结构形式、使用状态、病害情况、机电及交通工程设施运行情况、交通事故发生情况和适应性等。

**9.3.4**既有隧道应进行质量检测与评估，对结构缺陷和病害的成因、程度及发展趋势等进行分析评估，根据隧道病害情况及评估结果对既有隧道进行加固设计。

**9.3.5**既有隧道横断面及维修加固、机电系统改造后的横断面应符合改建设计标准，不得侵入建筑限界。

**9.3.6**隧道改建工程技术方案应与施工期交通组织方案相互协调，降低施工对运营的影响。

## 9.4隧道扩建

**9.4.1**隧道扩建平纵线形设计时，应根据既有隧道断面、围岩条件、隧道净距等因素拟合既有隧道，纵面高程、平面线形宜与既有隧道一致，尽量降低扩挖风险和节约扩挖工程量。

**9.4.2**隧道围岩级别宜根据既有隧道竣工资料和现行《公路隧道设计规范》(JTG 3370.1)进行综合判定。

**9.4.3**隧道扩建勘察时，需对发生过塌方、涌突水、衬砌空洞等位置进行针对性的补充勘察工作。

**9.4.4**隧道扩挖宜优先采用单侧扩挖方式，条件受限时可采用两侧扩挖或周边扩挖方式。

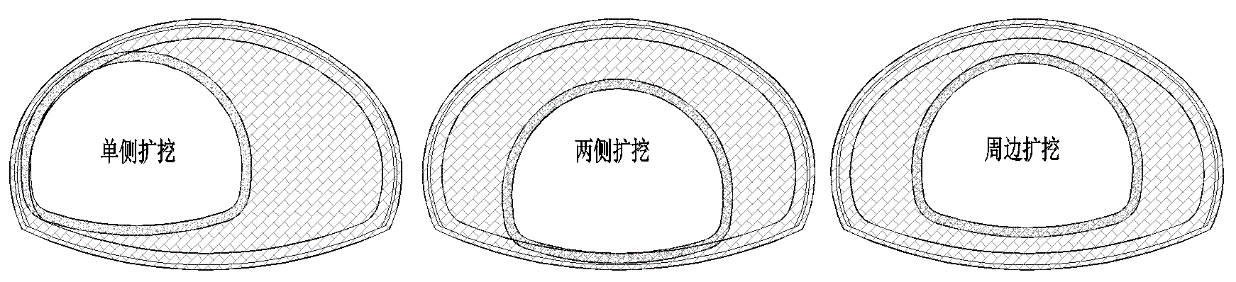


图9.3.4既有隧道扩方案

**9.4.5**扩建隧道结构设计应包括既有隧道结构拆除和临时支护方案设计，并进行扩建施工多种工况下的结构受力状态和围岩稳定性计算，衬砌结构应符合现行《公路隧道设计规范》(JTG 3370.1)的相关规定。

**9.4.6**既有隧道支护结构的拆除及扩挖施工应符合下列规定：

1 应根据既有隧道的结构形式、结构状况、围岩条件等合理确定支护结构的拆除与扩挖施工方案。

2 扩挖施工的循环进尺与支护结构拆除分段长度宜相同，支护结构的拆除宜采用机械破除方式。

3 采用爆破施工应考虑既有隧道的结构稳定，宜采用预裂爆破或静态爆破等弱爆破方式，控制爆破震速。

## 9.5隧道增建

**9.5.1**分离增建隧道设计应符合下列规定：

l 增建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布置；当按小净距隧道布置时应按围岩压力验算既有隧道结构的安全性，必要时应对既有隧道采取结构加固或围岩加固技术措施。

2 根据隧道净距、围岩扰动影响，增建隧道爆破应符合现行《爆破安全规程》（GB 6722）规定并提出增建隧道爆破振速控制要求。

3 应对既有隧道提出监测要求，当对既有隧道影响大时应采取加固措施。

**9.5.2**增建隧道与既有隧道间车行横通道和人行横通道的设计除满足现行技术标准要求外，尚应符合下列规定:

1 横通道设置位置宜避开不良地质、隧道塌方以及既有隧道设备洞室地段。

2 横通道施工时应在既有隧道相应位置处设置临时防护并采取微震爆破、机械开挖等方法，减少爆破振动对既有隧道结构的影响；既有隧道衬砌接缝处应进行凿毛处理，混凝土衬砌、防排水设施应与既有隧道可靠连接。

**9.5.3**既有隧道宜采用与原设计相同的行车方向。当行车方向相反时，应进行土建工程、交通工程和附属设施改造。

**9.5.4**增建特长隧道需分段通风经需风量计算可利用既有隧道斜竖井时，应经技术经济比较后确定是否利用隧道斜竖井。

**9.5.5**增建长、特长隧道应在洞外适当位置设置联络道，当桥隧相连时，可在桥梁段设置渡线桥。

**9.5.6**增建隧道与既有隧道的洞门形式、绿化景观应协调统一。

# 10互通式立体交叉

## 10.1一般规定

**10.1.1**互通式立体交叉改扩建形式，应结合主线改扩建方式及线形指标、既有互通布局、与相邻结构物及设施间距、施工方案、交通组织等因素，对原位改扩建、移位新建等改扩建形式充分论证，合理选择互通式立体交叉改扩建形式。

**10.1.2**互通改扩建设计标准不宜低于既有互通。

**10.1.3**应根据改扩建确定的设计速度核查互通式立交主线路段平、纵面线形及与其他相邻结构物及设施之间的间距等技术指标与现行规范的符合性。

10.1.4改扩建路线交叉设计，应结合周边路网规划变化、交通量需求、既有高速公路桥隧、互通等结构物分布等综合论证互通的数量增减、互通总体布局。

10.1.5互通式立体交叉改扩建形式宜优先采用原位改扩建，当互通式立交与其他相邻结构物及设施之间的间距不满足要求时，综合考虑主线设计速度、车道数、交通组成、安全性评价等因素，可按复合式立体交叉进行设计。

**10.1.6**主线收费站、互通式立体交叉收费站车道数、车道分布和广场长度应综合考虑改扩建工程主线及转向交通量的变化、不停车收费（ETC）、计重和劝返调头等因素。

## 10.2既有互通调查分析

对互通交叉应调查应包括以下内容：

1 交叉范围内的建筑限界情况；

2 相邻互通式立体交叉、服务区、停车区、大桥、隧道等的间距；

3 交叉范围内的实际运营状况、交通事故、历史交通量等；

4 收费站车道数、设备配置情况，以及收费广场、匝道、被交线交叉口等的运营情况。

5 互通范围内路基、路面、桥梁等分项工程调查内容。

6 互通区主线、匝道、被交路的现状平纵横技术指标符合性分析。

## 10.3既有互通运行情况、通行能力评价

既有互通运行情况、通行能力评价包括以下内容：

1 应对路线交叉范围内事故多发的路段或工点，评价其视距、车道宽度、平纵线形、超高加宽、过渡段长度等技术指标的合理性。

2 应根据交通量预测评价互通式立体交叉通行能力适应性。

## 10.4改扩建互通形式

**10.4.1**结合互通间距，互通服务水平、既有互通型式，综合确定互通改扩建形式。

**10.4.2**在满足功能、安全、间距的前提下，宜采用原位改扩建。

**10.4.3**复合式互通宜根据预测交通量、既有互通条件及干扰程度等，综合比选论证集散道贯通复合、辅助车道贯通复合及多路交叉等互通形式，择优选取。

**10.4.4**移位新建互通，结合互通分布情况、交通量情况、周边城市发展情况等因素，综合论证确定互通位置及型式，且设计标准不宜低于原互通。

## 10.5原位互通改扩建

**10.5.1**互通式立体交叉原位改扩建经方案论证，满足运行安全、功能和交通需求时，宜选用既有立交型式。

**10.5.2**主线设计速度提升时，匝道与主线相连接的加(减)速车道长度应作相应调整。

**10.5.3**根据交通量预测结果和交通事故调查结论，不满足通行能力或存在安全隐患的匝道，应予以改造。局部运行条件较差的匝道有条件时也可一并改善。

**10.5.4**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。

**10.5.5**匝道局部改造有困难，经分析满足通行能力与运行安全要求时，匝道设计速度可适当降低，但不应小于30km/h。

**10.5.6**匝道线形组合设计应符合下列规定：

1 应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,视距变化应避免出现跳跃或间断的情况。

2 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。

3 设计速度不小于60km/h的匝道，线形设计应注重平、纵面合理组合及驾驶人对视觉和心理方面的要求。

**10.5.7**当改建段匝道硬路肩宽度宽于现状匝道时，应设置渐变段进行顺接，渐变率应不大于1:20。

# 11改扩建交通组织

## 11.1一般规定

**11.1.1**高速公路改扩建工程交通组织设计应遵循“整体性、层次性、安全性、动态性”的原则，采用“外部分流+自身消化”的方式，实现改扩建期间交通组织、施工组织、与通行效率相适应，保障项目影响区域内路网的通行安全、有序、畅通，保障项目施工的顺利进行。

**11.1.2**交通组织设计应与主体工程设计作为一个整体，在各个设计阶段同步进行，并动态调整。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。

**11.1.3**交通组织总体方案是一项系统方案，按照工程施工影响范围一般分为三个层次：一是面层交通组织，即区域分流方案；二是线层交通组织，即改扩建项目自身的整体保通方案；三是点层交通组织，即具体到各工点的保通方案。

**11.1.4**项目路段改扩建施工期间，应保证服务水平不低于四级。

**11.1.5**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。交通组织方案应充分考虑施工组织的需求，如土石方的运输通道、大型机械的进出通道、桥梁梁场的布设场地、预制梁片的运输通道等问题。

## 11.2交通组织总体设计

**11.2.1**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。

**11.2.2**交通组织总体设计应包含下列内容：

1 交通量调查与预测分析；

2 进行交通组织模式对比分析；

3 明确是否需要区域路网分流及分流交通量；

4 明确分阶段保通路段断面布置技术标准；

5 保通设计速度及分阶段限速方案；

6 保通阶段通行能力与服务水平分析；

7 改扩建作业区划分；

8 临时交通工程及沿线设施设置技术标准；

9 应急停车点、紧急撤离口等应急交通组织相关技术指标。

**11.2.3**交通组织模式可分为“边运营、边施工”、全封闭、单向封闭、单向部分车道封闭四种模式。高速公路改扩建交通组织宜采用边运营边施工的不少于原有道路车道数的保通交通组织方式。高速公路改扩建在采用“边运营、边施工”的交通组织模式时，在局部工点、特殊时段施工时，也可论证采用分段、分时、分车道封闭方案。

**11.2.4**原四（或六）车道改扩建双向交通流不对称且交通量相差较大时，保通方案可采用双向三（或五）车道保通的方案，即在交通量大的方向布设较多的车道数保通。

**11.2.5**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100km/h时，一般路段保通设计速度宜为80km/h。既有公路设计速度为80km/h时，一般路段保通设计速度宜为60km/h。特殊时段（节假日、高峰期、恶劣天气等）、特殊路段（特殊结构物如上跨桥拆除、中墩建设的路段，交通转换路段等）需进一步限速时，应增设必要的临时标志、标线。

**11.2.6**西部山区路网条件相对较差，当交通分流难度较大时，通过经济技术对比分析，在条件相差不大的情况下，宜优先考虑分离新建半幅的改扩建方式，利用新建半幅完成保通方案。新建半幅的宽度不宜小于22m，以保证新建半幅在临时保通过程中能双向设置宽度不小于2.5m的应急车道。对条件受限或不宜超拼，无法双向设置应急车道的情况，应保证单侧设置宽度不小于2.5m的应急车道，同时另一侧应根据实际情况以2～4km 间距设置紧急停车点。紧急停车点的技术标准应满足本指南11.4.5中的要求。

**11.2.7**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。

## 11.3区域路网交通组织设计

**11.3.1**应根据总体设计确定区域路网交通组织设计。应分析建设施工期内关键工点施工组织和安全保障要求，在出现以下情况时应进行路网分流：

1 高速公路施工期间道路在限速条件下服务水平低于四级时；

2 保通方案中路面或桥梁承载力对车型有特殊要求时；

3 关键工点施工对主线车辆有限高要求时；

4 关键工点施工需中断单向或双向交通时；

5 节假日车流量高峰期或发生重大交通事故时；

6 遭遇恶劣天气或重大事件，项目路需要保障救援物资和必要的客运需求时。

**11.3.2**区域路网交通组织设计应包含下列内容：

1 对区域路网交通量、交通组成、交通流特性的分析预测。

2 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。

3 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。

**11.3.3**区域路网交通组织设计应提供如下成果：

1 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。

2 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。

## 11.4路段交通组织设计

**11.4.1**应根据总体设计确定路段交通组织设计。

**11.4.2**路段交通组织设计应包含下列内容：

1 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。

2 对工程施工与营运的相互干扰程度的分析。

3 对施工期路段保通、限速、改道等分析。

**11.4.3**保通车道宽度应满足下列要求:

1 保通设计速度大于等于60km/h时，保通车道宽度≥3.5m；

2 保通车道仅供小型车行驶，且保通设计速度为60km/h时，因建设困难较大时可考虑采用3.25m的通行车道宽，但需进行专项行车安全论证。

**11.4.4**路段交通组织设计应提供下列成果:

1 结合施工标段、行政区划、构造物分布、施工方案等确定施工区段划分。

2 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。

3 应做好一般路段和关键工点保通设计。

**11.4.5**一般路段交通组织

1 阶段保通方案

高速公路扩建一般路段的保通方案主要分为双侧拼宽保通、单侧拼宽保通和分离新建保通等形式。不同的高速公路改扩建工程，施工期的保通交通组织方案具有差异性，具体保通方案可根据实际设计方案而定，以下以常规双向四车道双侧拼宽保通方案为例对阶段保通方案建议如下：

1）第1阶段：原有道路两侧拆除隔离栅，但不拆除护栏，两侧路基、结构物、桥梁施工；双向限速值与原道路限速值一致；

2）第2阶段：拆除一侧护栏先行施工，拼宽施工至可临时通车面层；先行施工一侧限速60km/h，另一侧限速与原道路限速值一致；

3）第3阶段：交通转换至先行施工一侧，双向4车道通行，另一侧封闭全部施工完成，双向限速60km/h；

4）第4阶段：交通转换至施工完成一侧，双向4车道通行，另一侧封闭全部施工完成，双向限速 60km/h。

5）第5阶段：交通工程施工完毕，全线通行。

2 路基、涵洞、既有通道等改扩建交通组织应符合下列规定：

1）应对施工区与行车道进行有效隔离与封闭。一般路段的临时隔离网安装在旧路路侧波形梁护栏外侧，通过抱箍安装在护栏立柱上；不设护栏的低填与浅挖路段应采用混凝土隔离墩等设施置于土路肩隔离。

2）在通道封闭施工时应有保障横向通行安全的措施与方案。

3）应满足路基完成后沉降时间的要求。

4）应充分考虑路基与构造物锥坡拆除或失稳对交通组织的影响。

5）路基路床以上施工时会破除土路肩或部分硬路肩，此阶段通行宽度受限，应急救援保障困难。对硬路肩宽度小于2.5m的保通路段，应根据实际情况以2～4km 间距设置紧急停车点，以500~750m间距设置紧急撤离口。

3 临时紧急停车点包括三个部分，即驶入段、停靠段、驶出段。临时紧急停车点应设置必要的提示及预告标志。临时紧急停车点的技术指标应符合下列要求：

1. 宽度一般不小于3m，当条件受限时，经安全性论证后可采用 2.5m。开口长度为 50m+50m+50m，条件受限时可适当降低指标，但不得低于10m+40m+10m。
2. 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。

4 紧急撤离口的设置应符合下列规定：

1）在临时紧急停车点处，应设置紧急撤离口。

2）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。

5 双向四车道高速公路改扩建为双向八车道高速公路时，路面施工交通组织应符合下列规定：

1）路面施工交通组织方式应根据路面改扩建方式、改扩建路面宽度、既有公路路面补强方案、路面面层加铺方案、施工组织方案等因素确定。

2）路面施工在单侧双向通行时，需设置临时中央隔离设施，应考虑夜间行车安全，做好夜间防眩措施。

3）路面施工过程中，在施工难度和进度影响不大时，宜先行施工重载交通较多的半幅。

6 中央分隔带保通开口长度应符合下列规定：

1）中央分隔带开口位置应选择在通视良好、平曲线半径较大的路段，尽量利用原中央分隔带开口位置，不得在通视不良或纵坡超过3%的陡坡路段内设置开口，开口不宜设置在通道、桥梁等处以及超高大于3%的弯道路段。

2）中央分隔带保通开口长度不应小于表11.4.5规定的一般值。

表11.4.5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 |
| 开口长度一般值（m） | 110 | 150 | 300 |

7 对主线通行有较大影响的工程是中央分隔带施工（包括中分带排水、通信管线埋设、中分带护栏、绿化等工程），宜在结束外部分流，开放全部车道交通之前，占用内侧车道（重复利用路面施工中的隔离墩进行临时隔离）进行中央分隔带施工。

**11.4.6**关键工点交通组织

1 主线桥梁交通组织应符合下列规定：

1）上部结构拼接前，宜保留既有桥梁护栏，维持既有通行状态。

2）既有桥梁外侧护栏拆除时，应设置临时护栏，并应在施工区外侧边缘设置防止车辆驶出车行道，越过施工区掉入桥下的设施。

3）上部结构拼接施工时的交通转换应与桥梁所在路段交通转换协调一致，必要时在桥头处设置过渡路段。

4）新老桥拼接施工时的交通组织和速度限制应考虑旧桥行车震动对接缝现浇混凝土的影响，保证接缝现浇混凝土的质量。必要时在拼接施工期间宜考虑交通管制措施或交通分流的可能性。

5）拆除重建的桥梁宜采用新建的拼宽桥梁或施工便桥（便道）保通。

2 跨线桥改扩建交通组织应符合下列规定：

1）跨线桥交通组织应符合“先增后改，移位先建后拆，间隔分批改造”的原则，即：先实施新增的支线上跨，再改造老的上跨桥；就近移位重建的需先建后拆，采用间隔分批改建。

2）上跨桥新建应在路基拼宽阶段完成，上跨桥拆除原则上不应晚于路面拼接阶段。

3）支线上跨桥结构形式尽量采用工期短、方便交通组织的桥型结构，利于施工组织。上部结构宜采用预制箱梁，架桥机过孔时需要半幅暂时封闭通行，架设完成后主线恢复通行。

4）上跨桥拆除施工采用吊装作业时，考虑安全风险，可临时进行局部交通封闭或采用半幅两车道双向通行方案交替拆除。

5）上跨桥桥梁桩基及下部构造施工阶段若需封闭中分带，占用两侧部分超车道，应利用应急车道保障通行。

6）应做好地方路保通及分流绕行方案。

3 互通式立体交叉改扩建交通组织应符合下列规定：

1）互通施工宜通过修建局部临时便道、先移位新建需改建的匝道然后废弃旧匝道等措施，维持施工阶段的正常交通通行。临时匝道、便桥的设计标准应满足通行要求。临时匝道的设计速度不宜低于30km/h。

2）枢纽互通施工保通时，为保证不断交通施工，宜先修建主要交通流方向的保通匝道和新建匝道，交通转移至保通匝道处后，原匝道废除。

3）改扩建互通施工难点在于进出匝道与主线形成的三角区域的施工，应先修建与主线不相交的匝道部分，并充分利用这些部分以永临结合的方式作为临时通车匝道进行交通组织。

4）施工期间互通改建对周边路网影响较大，为降低施工对周边车辆运行的影响，相同施工时间内，相邻互通采用间隔施工的交通组织方案时，宜采用区域内相邻互通交错封闭施工。相同施工时间内，相邻互通采用保通互补的交通组织方案时，宜采用相邻互通同时封闭相反方向匝道，保证区域内部分互通施工期间，车辆仍有临近互通可绕行。

5）相同施工时间内，与互通相邻的服务区或停车区宜临时改建为开放式服务区或停车区，增加服务区或停车区的临时落地功能，宜对待改建互通全封闭，降低交通组织难度。

4 隧道改扩建交通组织应符合下列规定：

1）采用两侧新建隧道改扩建方案时，宜采用先建后改造的原则，维持改扩建公路隧道路段的正常运营。

2）无需设置横洞的分离式隧道应在新隧洞建成后将交通转移至新隧道，并应在路基段提前设置过渡段。

3）需设置横洞的同向隧道在扩建横洞施工时宜采用半幅封闭施工、另半幅双向通行的交通组织方式。

5 服务区、停车区改扩建交通组织应符合下列规定：

1）改造期间应保证服务区的基本服务功能。加油站、公厕、停车场等设施宜先建，餐饮、休息区宜后建，宜建成一部分向社会开放一部分功能的方式进行施工。

2）同一方向相邻服务区应间隔封闭，保证相邻服务区服务功能互补。

3）进出服务区、停车区的临时匝道设计标准应满足通行的要求，设计速度不宜低于30km/h。

## 11.5 应急情况下的交通组织及保障措施设计

**11.5.1**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。主要包括以下情况：

1 公路交通突发事件；

2 恶劣天气和自然灾害；

3 重大节假日及社会经济活动。

4 改扩建工程生产安全事故应急预案的交通组织联动。

**11.5.2**应急情况下的交通组织及保障措施设计应包含下列内容：

1 交通管理、安全保障、应急预案等方面的总体框架；

2 实施机构的组成及联络机制；

3 交通组织方案的审批及日常管理机制；

4 应急及响应机制；

5 相关的临时交通工程设施；

6 经费保障。

## 11.6临时交通工程设施设计

**11.6.1**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。

**11.6.2**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。

**11.6.3**在改扩建项目施工区间内宜设置移动式可变信息标志为主。宜在高速公路改扩建工程的施工起终点各设置一套可变信息标志；对于特大桥、事故多发地段等重要路段增设必要的立柱式可变信息标志；收费站广场前，尤其是在与被交道路段交叉口处，设置悬臂式可变信息标志。

**11.6.4**应在施工作业区的警告区、上游过渡区、缓冲区、工作区、下游过渡区及终止区设置科学、完善的临时交通工程及沿线设施。

**11.6.5**临近路基拼宽作业区的临时护栏防护等级应符合下列规定：

1 保通设计速度为80km/h时，不宜低于三(A)级；

2 保通设计速度为60km/h时，不宜低于二(B)级。

3 当作业区位于主线桥梁时，防护等级宜适当提高。

4 25t及以上货车自然数占比超过20%，中央及路侧临时护栏应提升一个等级。

**11.6.6**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。

# 

# 12交通工程及沿线设施

## 12.1一般规定

**12.1.1**改扩建交通工程及沿线设施应对既有高速公路开展调查，结合主体工程改扩建方案同步设计。

**12.1.2**改扩建交通工程及沿线设施建设规模及技术标准应根据高速公路的功能、交通量、道路条件、运营条件等综合论证确定。

**12.1.3**应结合既有高速公路安全性评价结果，对发生过重大交通事故或交通事故发生率相对较高的路段进行专项论证，提出针对性的改扩建交通工程及沿线设施设计方案。

**12.1.4**改扩建交通工程及沿线设施应考虑利旧与兼容，充分考虑既有高速公路交通工程及沿线设施的建设现状。

**12.1.5**应在高速公路改扩建工程保通段根据交通组织方案开展临时交通工程及沿线设施设计。

## 12.2交通安全设施

**12.2.1**交通标志

1 应结合改扩建后周边路网、旅游资源等情况，调整指路标志体系，完善旅游标志设置。

2 互通式立体式交叉间距小于5km的路段应设置组合出口预告标志。

3 单向车道数大于或等于4条高速公路可按车道功能划分设置标志，宜采用门架式支撑形式。

4 交通标志可通过更换反光膜、更换面板、标志移位、标志拼接等方式利旧使用，并应与既有交通标志使用需求一致。

5 宜结合周边旅游景观资源。

**12.2.2**交通标线

1 交通标线应与交通标志协调配合。

2 交通标线的重新施划应在正常使用年限内具备良好的视认性，交通标线的分类、颜色、形状、字符、图形、尺寸等应符合GB5768.3的规定。

3 改扩建时未重新铺筑路面的路段，当交通流特性发生变化时应对既有交通标线重新施划。当交通流特性未发生变化时，既有交通标线使用状况良好时可利旧使用。

**12.2.3**护栏

1 高速公路改扩建工程改造或新设护栏标准段、护栏过渡段、开口护栏、防撞端头及防撞垫的防护等级、结构形式及性能，应满足JTGB05-01的规定，需要采用其他防护等级、结构形式或碰撞条件时，应进行特殊设计，并经实车碰撞试验。

2 高速公路改扩建工程改造或新设路基护栏、桥梁护栏的一般构造、设置位置、高度、埋设深度等应符合JTGD81、JTG/TD81及设计规定。

3 在同向分离起点、不同加宽方式过渡段等路段应增设缓冲设施。

4 单侧拼宽路段应结合行车方向对应设置护栏搭接、护栏端头、轮廓标等。

5 混凝土护栏可通过加高或在其顶部加装有效防撞构件等方法改造，桥梁混凝土护栏改造时应对桥梁结构局部受力进行验算。

6 护栏立柱可通过内套管或外套管加长立柱、加密立柱等方式利用，护栏板可通过加强或组合等方式利用，护栏利用的防腐处理符合GB/T18226的规定。

**12.2.4**其他设施

1 拆除的隔离栅、防落网等设施经局部修补或翻新等方式处理、检验合格后，宜利旧使用或作为施工期间临时设施使用。

2 防落网、防眩设施、轮廓标、防撞垫等其他安全设施应符合JTGD81的规定。

**12.2.5**临时交通安全设施

1 临时交通安全设施应包括路网分流、通行保障和施工保障等场合的设施。

2 路网分流的临时交通安全设施应设于改扩建施工路段具有交通流分流转换关系的区域路网，应结合改扩建施工交通组织方案，在路网各分流点设置交通分流标志、标线、隔离设施等易于拆装及挪移和重复使用的临时交通安全设施。

3 高速公路出口预告、方向地点、限速标志等用于路段同行保障的交通标志，在拆除前应设置临时交通标志替代，可设置在中央分隔带，不得侵入建筑限界。

4 服务区和互通式立体交叉前宜增设3km临时预告标志。

5 施工保障的临时交通安全设施应根据施工交通组织的需要设置，并应符合JTG H30的规定。

6 高速公路改扩建应设置完善的施工区临时标志，应在施工区交通转换时设置临时交通标志。维持通行的车道和施工作业区之间以及对向行车的车道之间应设置临时隔离设施。当维持通行路段的车速为60km/h及以上时，宜设置用以分隔对向交通的临时护栏，且临时护栏的防护等级不宜低于二（B）级。

7 在满足使用条件下，临时标志支撑结构可采用附着于护栏立柱、跨线桥、移动支架灯形式。

## 12.3服务设施

**12.3.1**改扩建服务设施建设规模应结合交通量、车型组成、车辆停留时长、周转率等参数综合论证确定。

**12.3.2**改扩建服务设施总体布局应综合考虑地形特征、周边环境、交通安全以及与高速公路主线的关系等，综合楼、停车场、加油区、维修区和附属用房区等功能分区应满足为人服务、为车服务等功能。

**12.3.3**改扩建为开放式服务区时，开放设置应符合JTGB01、JTGB04的规定，不得改变服务区在高速路网中的功能定位，并应具备与城镇市政道路、普通公路良好的通达条件。

**12.3.4**原址改扩建服务区可保留综合楼等配套设施，并根据场地进深确定总平面布局形式，场地进深不小于135m时宜采用中置式，小于135m时宜采用后置式。

**12.3.5**服务区改扩建选址及征扩用地应充分考虑道路线形、地形地质、交通区位、资源禀赋、交通流量、环境特征、沿线基础设施条件及工程投资等因素，多利用荒山、荒坡地和废弃地，不占或少占耕地，减少拆迁和土方的填挖量，并预留远期发展空间。

**12.3.6**当主体工程采用分离式加宽时，宜在加宽一侧增设单侧服务设施，并宜按行车方向对原有设施进行改造。

**12.3.7**改扩建服务区宜结合周边旅游景观资源提供基础服务、咨询服务、营地服务等，可结合沿途旅游资源做服务区+产业融合打造。

**12.3.8**应预留电动汽车充电设施建设安装条件，充电车位数量不宜小于客车车位的10%，有条件的服务区可设置汽车换电站，并符合GB 50966的规定。

**12.3.9**临时服务设施

1 改扩建施工影响既有高速公路服务区设施的正常使用时，宜设置加油站、临时公厕等临时服务设施。

2 临时服务设施应符合经济适用、安全环保、方便拆移的原则，并配套设置指引标识。

## 12.4管理设施

**12.4.1**监控设施

1 应对监控分中心、基础管理单元、沿线监控外场设施、隧道监控设施以及配套软件、信号传输、供配电等不能满足高速公路改扩建后需求的一并改造。

2 监控等级应不低于相同交通量及车道数的新建高速公路，并依据监控等级配置信息采集设备和信息发布设备。

3 对已发生过或可能发生气象、地质灾害的路段宜设置车辆检测器、气象检测器、事件检测器、外场摄像机、可变信息标志等。

4 新增沿线监控外场设施、隧道监控设施宜利用现有通信及电源条件，设置位置宜靠近分歧管线处。

5 整体式拼接加宽高速公路外场设施供电电缆宜敷设在拼接加宽后路侧，分离式加宽高速公路外场设施供电可利用既有供电路由，敷设电缆应配置安全防护措施。

6 针对已发生过灾害事故或存在较大风险隐患区域宜加密设置视频监控设施、信息发布设备等。

**12.4.2**收费设施

1 高速公路改扩建后的收费设施应服从路网规划，与公路设计采用的服务水平相协调，符合全国联网收费要求。

2 收费车道规模变化时应按照JTG6310重新核实各项设备设计交通量配置情况，如仅需调整部分收费车道，调整或新增收费车道应与既有收费车道保持协调统一。

3 调整或新增ETC门架与互通式立体交叉、入/出口匝道端部、被交道路直线距离宜为1km～3km，布设位置宜优选供电、安装、通信方便的地点，靠近临近的收费站，并应确保能顺利接入联网收费系统。

4 调整或新增入口检测车道宜设置于收费广场外广场，出口抽查车道宜设置于出口超宽车道，并应与既有称重检测系统性能匹配。

5 改扩建收费分中心、收费站、收费车道、ETC门架等设施设备性能参数符合JTG6310及高速公路路网联网收费要求的要求时可利旧使用要求。

6 新建收费岛宜与收费广场现有收费岛保持一致。

7 改扩建收费土建设置要求应符合《收费公路联网收费技术要求》（交通部2007年第35号公告）的规定。

**12.4.3**通信设施

1 高速公路改扩建后通信设施的规模和技术方案应通信业务需求、区域通信联网需要保持协调匹配。

2 高速公路改扩建后通信系统容量、带宽应考虑冗余设计，满足通信业务拓展需要。

3 既有通信管道在考虑改扩建通信需求后仍留有不少于3孔余量的情况，可不新增通信管道。

4 新建通信管道数量应与通信需求匹配，通信主干管道容量不宜低于12子孔，应至少按1处/公里预留2个标准管孔横穿过路分歧管道，其他分歧管道容量设置应符合表12.4.3.1的规定。

表12.4.3.1分歧管道容量配置表

|  |  |
| --- | --- |
| 用途 | 数量（不低于） |
| 路段通信分中心 | 6 |
| 收费站 | 6 |
| 隧道管理站、桥梁管理站 | 4 |
| 服务区、停车区 | 6 |
| 养护工区 | 1 |
| 监控外场设备 | 2 |
| 紧急电话 | 1 |
| 枢纽互通 | 6 |
| 特大桥桥头 | 4 |
| 隧道洞口 | 符合JTG/T3383-01附录B的规定 |

注：表中管控的直径标称内径大于等于φ90mm的标准管控，一个管孔等效成3个子孔。

5 新建桥梁上通信管箱横断面应大于管箱内管道横截面积之和的2倍，并符合表12.4.3.2的规定。

表12.4.3.2通信管箱选用表

|  |  |
| --- | --- |
| 通信管道容量 | 横断面：宽×高（mm） |
| 小于等于12子孔 | 250×150 |
| 12～18 | 306×160、310×190 |
| 大于18 | 定制 |

6 改扩建通信管道埋设位置宜依次选择中央分隔带、边坡、护坡道、土路肩或路堑排水沟两侧、硬路肩，与其他地下管线及建筑物间的最小净距要求、管道埋设深度、通信管道段长和转弯半径要求、管道敷设要求等应符合JTG/T3383-01的规定。

**12.4.4**供配电照明设施

1 应结合改扩建后系统需要，重新确定负荷分级及回路配置。

2 应结合改扩建后负荷容量核算变压器、柴油发电机设施，负载率超过90%或小于40%时应更新，能耗指标应符合GB20052的规定。

3 应在低压配电回路并联设置电力电容器组作为无功补偿装置，由树干式系统供电的配电箱，进线开关应选用带保护的开关，由放射式系统供电的配电箱，进线开关可采用隔离开关，自变压器输出侧至用电设备之间的低压配电级数不宜超过三级，低压配电屏和各级配电箱的备用回路宜为总回路数的25%。

4 宜根据实际运营使用情况重新核算需要系数kx，功率因素cosφ等，并符合《工业与民用配电设计手册》的规定，有功功率同时系数宜取0.8～1，无功功率同时系数宜取0.93～1。

5 应结合运营管理需求对照度不达标和能效指标较差的区域进行照明设施的更新和改造，改扩建照明系统设计应符合GB/T24969的规定。

**12.4.5**房屋建筑

1 改扩建房屋建筑的建设规模应符合JTGD80的规定，应与功能需求、安全性能等条件相匹配。

2 经改造或新建的建筑物宜与原有建筑风格相协调，并应与原有建筑的形式、功能及结构等结合，满足功能及使用需求。

3 收费天棚改扩建宜采用对收费业务影响较小的结构形式，并采取必要的安全保障措施。

**12.4.6**临时管理设施

1 结合交通组织方案应配套设置移动式可变信息标志、摄像机等临时监控设施，可采用太阳能、风能等供电方式，并利用运营商公网通信。

2 改扩建过程中可设置便携式收费终端、移动收费亭等临时收费设施，利用收费备用路由维持收费系统运行，同时应兼顾网络安全防护。

3 改扩建施工影响通信管线正常使用时可设置临时通信线路或运营商公网传输。临时通信线路可采用架空、直埋或穿管埋设的方式。

4 改扩建过程中可设置移动式发电机组等临时供电设施并按需配置临时照明设施。

# 规范性引用文件

JTG B01-2014《公路工程技术标准》

JTG/T L11-2014《高速公路改扩建设计细则》

JTG/T 3392-2022《高速公路改扩建交通组织设计规范》

JTG C10-2007《公路勘测规范》

JTG D20-2017《公路路线设计规范》

JTG D30-2015《公路路基设计规范》

JTG/T D33-2012《公路排水设计规范》

JTG D50-2017《公路沥青路面设计规范》

JTG D40-2011《公路水泥混凝土路面设计规范》

JTJ B02-2013《公路工程抗震设计规范》

JTG 5210-2018《公路技术状况评定标准》

JTG D60-2015《公路桥涵设计通用规范》

JTG 3370/1-2018《公路隧道设计规范<第一册 土建工程>》

JTG D70/2-2014《公路隧道设计规范<第二册 交通工程与附属设施>》

JTG/T D70-2010《公路隧道设计细则》

GB6722-2014《爆破安全规程》

JTG/T D21《公路立体交叉设计细则》

JTG D80-2006《高速公路交通工程及沿线设施设计通用规范》

JTG/T L80-2014《高速公路改扩建交通工程及沿线设施设计细则》

GB 5768.1-2009《道路交通标志和标线 第1部分：总则》

GB 5768.2-2022《道路交通标志和标线 第2部分：道路交通标志》

GB 5768.3-2009《道路交通标志和标线 第3部分：道路交通标线》

JTG D81-2017《公路交通安全设施设计规范》

JTG/T D81-2017《公路交通安全设施设计细则》

JTG D82-2009《公路交通标志和标线设置规范》

JTG 6310-2022《收费公路联网收费技术标准》

交通部2007年第35号公告《收费公路联网收费技术要求》

交通运输部2012年第3号公告《高速公路监控技术要求》

交通运输部2012年第3号公告《高速公路通信技术要求》

# 本指南用词用语说明

1 为便于在执行本指南条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

（1）表示很严格，非这样做不可的:

正面词采用“必须”，反面词采用“严禁”；

（2）表示严格，在正常情况均应这样做的:

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

（3）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的:

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

（4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。