



T/CECS G XXXX: 2026

中国工程建设标准化协会标准  
Standard of China Association for Engineering Construction  
Standardization

湿热地区高速公路路基改扩建  
技术规程

(征求意见稿)

Technical Specification for Reconstruction and Extension of  
Expressway Subgrade in Hot and Humid Regions

中国工程建设标准化协会 发布

Issued by China Association for Engineering Construction Standardization



中国工程建设标准化协会标准

# 湿热地区高速公路路基改扩建技术规程

Technical Specification for Reconstruction and Extension of Expressway  
Subgrade in Hot and Humid Regions

T/CECS G: DXX-XX-2026

主编单位：长沙理工大学

发布机构：中国工程建设标准化协会

实施日期：20XX年XX月XX日

人民交通出版社股份有限公司

北京

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于开展 2025 年第二批中国工程建设标准化协会标准（CECS G）制修订项目编制工作的通知》（建标协字〔2025〕310 号）的要求，由长沙理工大学会同有关单位承担《湿热地区高速公路路基改扩建技术规程》（以下简称“本规程”）的制订工作。

本规程编制组依托国家重点研发计划项目、国家自然科学基金重点项目等科研项目的持续支持，围绕湿热地区公路改扩建路基的老路基湿化评价、新老路基拼接、差异沉降控制、防排水衔接等关键技术开展了系统研究，相关成果已先后在江西、湖南等省高速公路改扩建工程中全面应用，并推广至山西、河南、广东、海南、广西等地高速公路改扩建工程。编制组经广泛调查研究，认真总结莲株高速公路、长株高速公路、南宁绕城高速公路、合六高速公路等湿热地区公路改扩建工程实践经验，参考国内外相关先进标准，并在大纲评审专家意见的基础上，编制本规程。

本规程共分 10 章和 5 个附录，主要内容包括：总则、术语和符号、基本规定、既有路基调查与勘察、既有路基评价、既有路基病害处治与利用、填方路基拓宽设计与施工、挖方路基拓宽设计与施工、路基防排水、路基变形监测与质量验收。

第 1 章“总则”规定了本规程的制订目的、适用范围、基本原则及与现行标准的关系。

第 2 章“术语和符号”给出了湿热地区、改扩建、拼宽、拼接、既有路基、新老路基差异沉降、增强压实、复式渗沟等核心术语和主要符号。

第 3 章“基本规定”规定了路基拼接方案与总体设计的协调、维持通车条件下拼接作业要求、排水系统总体要求、新技术应用及环境保护与资源节约要求。

第 4 章“既有路基调查与勘察”规定了路基及周边环境调查、工程勘察与测量、既有路基检测的技术要求。

第 5 章“既有路基评价”规定了一般路段、特殊土与特殊路段以及既有设施利用的评价内容与判定原则。

第 6 章“既有路基病害处治与利用”规定了路基病害处治、特殊土路段病害处治及既有设施处治与利用的技术要求。

第 7 章“填方路基拓宽设计与施工”规定了地表与坡面处理、一般填方路基拼宽、特殊路基拼接及施工期临时支挡与防护的技术要求。

第 8 章“挖方路基拓宽设计与施工”规定了一般挖方路基拼接和特殊挖方路基拼接的技术要求。

第 9 章“路基防排水”规定了既有排水设施处理、防排水设计和防排水施工的技术要求。

第 10 章“路基变形监测与质量验收”规定了变形监测、长期服役性能监测与

快速评估及质量检测与验收的技术要求。

附录 A 给出了湿热地区分布；

附录 B 给出了既有路基检测评价方法及评价表；

附录 C 给出了水平位移、沉降观测记录表；

附录 D 给出了剖面沉降观测记录表；

附录 E 给出了湿热地区高速公路路基改扩建工程典型案例。

请注意本规程的某些内容可能直接或间接涉及专利，本规程的发布机构不承担识别这些专利的责任。

本规程的主要技术已在湖南、广东、广西、江西、海南、浙江等湿热地区多项高速公路改扩建工程中验证应用，可供类似工程参考使用。

本规程基于通用的工程建设理论及原则编制，适用于本规程提出的应用条件。对于某些特定专项应用条件，使用本规程相关条文时，应对适用性及有效性进行验证。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会负责归口管理，由长沙理工大学负责具体技术内容的解释，在执行过程中如有意见或建议，请函告本规程日常管理组，中国工程建设标准化协会公路分会（地址：北京市海淀区西土城路 8 号；邮编：100088；电话：010-62079839；传真：010-62079983；电子邮箱：shc@rioh.cn），或张军辉（地址：湖南省长沙市天心区长沙理工大学云塘校区公路工程实验中心；邮编：410114；传真：0731-85258255；电子邮箱：zjhseu@163.com），以便修订时研用。

**主编单位：**长沙理工大学

**参编单位：**广西交科集团有限公司

山东大学

中南大学

华东交通大学

重庆交通大学

**主 编：**张军辉

**主要参编人员：**

**主 审：**吴万平

**参与审查人员：**

**参 加 人 员：**

# 目 录

|                      |    |
|----------------------|----|
| 1 总则 .....           | 1  |
| 2 术语和符号 .....        | 2  |
| 2.1 术语 .....         | 2  |
| 2.2 符号 .....         | 3  |
| 3 基本规定 .....         | 4  |
| 4 既有路基调查与勘察 .....    | 6  |
| 4.1 一般规定 .....       | 6  |
| 4.2 路基及周边环境调查 .....  | 6  |
| 4.3 工程勘察与测量 .....    | 7  |
| 4.4 既有路基检测 .....     | 7  |
| 5 既有路基评价 .....       | 9  |
| 5.1 一般规定 .....       | 9  |
| 5.2 一般路段评价 .....     | 9  |
| 5.3 特殊土与特殊路段评价 ..... | 10 |
| 5.4 既有设施利用评价 .....   | 10 |
| 6 既有路基病害处治与利用 .....  | 12 |
| 6.1 一般规定 .....       | 12 |
| 6.2 路基病害处治 .....     | 12 |
| 6.3 特殊土路段病害处治 .....  | 13 |
| 6.4 既有设施处治与利用 .....  | 14 |
| 7 填方路基拓宽设计与施工 .....  | 15 |
| 7.1 一般规定 .....       | 15 |
| 7.2 地表与坡面处理 .....    | 16 |
| 7.3 一般填方路基拼宽 .....   | 17 |
| 7.4 特殊路基拼接 .....     | 19 |
| 7.5 施工期临时支挡与防护 ..... | 20 |
| 8 挖方路基拓宽设计与施工 .....  | 22 |
| 8.1 一般规定 .....       | 22 |
| 8.2 一般挖方路基拼接 .....   | 22 |
| 8.3 特殊挖方路基拼接 .....   | 23 |

|                                  |    |
|----------------------------------|----|
| 9 路基防排水 .....                    | 24 |
| 9.1 一般规定 .....                   | 24 |
| 9.2 防排水设计 .....                  | 25 |
| 9.3 防排水施工 .....                  | 27 |
| 10 路基变形监测与质量验收 .....             | 29 |
| 10.1 一般规定 .....                  | 29 |
| 10.2 监测对象与适用条件 .....             | 29 |
| 10.3 监测项目与指标 .....               | 30 |
| 10.4 仪器要求与观测断面布置 .....           | 31 |
| 10.5 监测频率 .....                  | 32 |
| 10.6 数据处理与预警 .....               | 33 |
| 10.7 长期服役性能监测与快速评估 .....         | 33 |
| 10.8 质量检测与验收 .....               | 33 |
| 附录 A 湿热地区分布 .....                | 34 |
| 附录 B 既有路基检测评价方法及评价表 .....        | 36 |
| 附录 C 水平位移、沉降观测记录表 .....          | 37 |
| 附录 D 剖面沉降观测记录表 .....             | 38 |
| 附录 E 湿热地区高速公路路基改扩建工程典型案例 .....   | 39 |
| 附件 《湿热地区高速公路路基改扩建技术规程》条文说明 ..... | 39 |
| 1 总则 .....                       | 39 |
| 2 术语和符号 .....                    | 39 |
| 3 基本规定 .....                     | 40 |
| 4 既有路基调查与勘察 .....                | 40 |
| 5 既有路基评价 .....                   | 41 |
| 6 既有路基病害处治与利用 .....              | 42 |
| 7 填方路基拓宽设计与施工 .....              | 43 |
| 8 挖方路基拓宽设计与施工 .....              | 44 |
| 9 路基防排水 .....                    | 45 |
| 10 路基变形监测与质量验收 .....             | 45 |

# 1 总则

1.0.1 为规范湿热地区高速公路路基改扩建工程的设计与施工，控制新老路基差异沉降，保证路基工程质量，制定本规程。

1.0.2 本规程适用于湿热地区高速公路路基改扩建工程的设计、施工与质量验收。其他等级公路的改扩建工程可参照执行。

1.0.3 公路改扩建应贯彻环境保护、耕地保护和资源节约的基本原则，遵循“利用与改扩建充分结合、建设与运营相互协调”的理念，践行“平安百年品质工程”建设要求，积极倡导路基弃料的再生循环利用。

1.0.4 本规程的主要技术内容包括：既有路基调查与勘察，既有路基评价，既有路基病害处治与利用，填方路基拓宽设计与施工，挖方路基拓宽设计与施工，路基防排水，路基变形监测与质量验收。

1.0.5 路基拼接方案应与改扩建工程总体设计相协调，拼接形式、拼宽宽度、分期实施方案应结合路线平纵面调整、桥涵隧道等构造物改扩建方案、交通组织方案及施工时序综合确定。

1.0.6 路基拼接与防排水的勘察、设计、施工及监测，除应执行本规程外，尚应符合国家、行业现行有关标准的规定。

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 湿热地区 hot-humid region

泛指 7 月月平均气温不低于 25℃、1 月月平均气温大于 0℃、年均相对湿度超过 60%、年均降水量超过 800 mm，即气温高、降水量大、湿度高的地区，具体范围见附录 A。

#### 2.1.2 改扩建 reconstruction and extension

对既有公路实施加宽（含两侧拼宽、单侧拼宽、分离增建）或改造的工程建设行为；本规程以拼宽为主要技术内容，并涵盖既有路基改造、路肩利用等其他改扩建形式。

#### 2.1.3 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。

#### 2.1.4 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。

#### 2.1.5 既有路基 existing subgrade

改扩建工程中已建成并运营的原有公路路基。

#### 2.1.6 新老路基差异沉降 differential settlement between existing and widened subgrade

拼宽路基与既有路基在填筑施工期及运营期产生的沉降差。

### 2.1.7 增强压实 enhanced compaction

在常规压实的基础上，对路基拼接部位采用压路机补压、冲击碾压或夯实等措施，进一步提高其压实质量的压实方法。

### 2.1.8 复式渗沟 composite underdrain

在渗沟内同时设置带孔排水管和碎石（砾石）反滤体，形成管、沟双重排水通道的地下排水设施。

### 2.1.9 特殊路基 special subgrade

位于特殊土（岩）地段、不良地质地段及受水、气候等自然因素影响强烈，需要进行特殊设计的路基。

## 2.2 符号

本规程符号采用规范术语全称为主，避免过多使用缩略语；常用符号规定如下：

h——高度或填土厚度；

l——长度或距离；

d——深度、厚度或直径。

CBR——加州承载比（California Bearing Ratio），以百分率（%）表示；

EPS——聚苯乙烯泡沫塑料（Expanded Polystyrene）；

GPR——探地雷达（Ground Penetrating Radar）。

### 3 基本规定

3.0.1 路基拼接方案应与改扩建工程总体设计相协调，拼接形式、拼宽宽度、分期实施方案应结合路线平纵面调整、桥涵隧道等构造物改扩建方案、交通组织方案及施工时序综合确定。

3.0.2 路基拼接设计与施工应根据交通组织方案确定拼接作业的施工边界与实施时序；维持通车条件下拼宽施工时，应针对交通导改的不同阶段提出相应的台阶开挖、填筑顺序及临时防护、排水措施。

3.0.3 路基排水系统应完整、通畅、易养护，并兼顾临时设施与永久设施；既有排水设施应在评估后充分利用，破损或排水能力不足的应予以修复或改造。

3.0.4 宜根据公路路基改扩建工程特点，结合试验研究或工程案例分折，积极稳妥地采用新技术、新材料、新设备、新工艺。

3.0.5 路基改扩建工程应控制和减少对原地貌、地表植被和水文的扰动、损毁，保护原地表植被、表土及结皮层；施工临时防护工程设计应符合现行《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433）的有关规定。

3.0.6 水土流失重点区域及重点对象应按现行《生产建设项目水土保持监测与评价标准》（GB/T 51240）进行监测和评价。

3.0.7 路基改扩建应做好废弃土石の妥善处理，并与农田水利建设相结合；既有桥涵、防护支挡工程挖除的圬工及混凝土和老路路面挖除的材料应优先再生利用，无法利用的应妥善处置。

3.0.8 工程用地范围内的树木宜移植用于公路沿线绿化；施工完成后应进行生态恢复，恢复措施应符合现行《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610）的有关规定。

3.0.9 本规程未作规定的公路路基改扩建工程一般技术要求，应按现行《公路路基设计规范》（JTG D30）、《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610）、《高速公路改扩建设计细则》（JTG/T L11）等有关标准执行。

征求意见稿

## 4 既有路基调查与勘察

### 4.1 一般规定

4.1.1 既有路基调查、勘察与检测应在既有路基评价、病害处治及拼接设计与施工前完成，按调查目的、调查内容、调查手段、成果分析的程序开展，工作成果应满足改扩建方案制定、既有路基评价和拼接设计的需要。

### 4.2 路基及周边环境调查

4.2.1 应收集沿线地质、水文、地形、地貌、气象、桥涵、管线等资料，并对既有路基和改扩建场地进行调查、勘探和测试，查明既有路基的填料性质、含水率、密度、压实度、强度以及路基的养护和稳定情况。

4.2.2 地质勘察应查阅既有公路资料并结合现场钻探，查明弃石、土石混合料等老路弃渣的范围、深度、填料类型及方量，分析其可利用性。

4.2.3 应注重水文调查，收集沿线水系和水文资料，调查天然水沟、河道的位置、走向、断面面积、水流方向、地下水位变化和地面水滞留时间；存在翻浆、沉陷情况时，应查明导致病害的水源，作为排水系统设计的依据。

4.2.4 调查与勘察应采用资料分析和现场勘查相结合的方式，加强深路堑、高陡路堤、浸水路堤、软土路堤、支挡结构、桥头、涵洞、汇水及排水不畅路段、特殊性岩土、岩溶发育路段等特殊拼宽路段的调查与勘察；应采用钻探、物探等方法对湿热地区常见的软土、泥质粉砂岩风化层、花岗岩残积土、红黏土、岩溶等特殊性岩土进行综合勘察，查明其分布范围、发育程度及工程与水文地质条件。

4.2.5 应收集建设期和运营期的设计、施工、养护、维修加固等资料，查明既有

路基变形、稳定状况及水损害情况、原地基处理措施及其效果；软土区沉降资料不足的桥头、高填、傍山、临水等路段，宜增设沉降监测予以补充。

4.2.6 既有深挖路堑边坡应重点调查边坡坡率、支挡、防护和排水情况。

4.2.7 既有高路堤应重点调查基底处理、坡脚加固、路基分层填筑、边坡防护、路床和填挖交界处治、路基内部和坡面防排水情况。

### 4.3 工程勘察与测量

4.3.1 拼宽工程地质勘察应符合现行《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）和《公路工程水文勘测设计规范》（JTG C30）的有关规定，在既有公路勘察、设计、施工和运营期资料的基础上，采用工程地质调绘、钻探、物探、原位测试、室内试验等手段进行综合勘察。

4.3.2 工程地质勘察应查明高液限土、红黏土、花岗岩残积土、软土、膨胀土等特殊岩土分布范围、物理力学性质及水文地质条件，为既有路基评价与拓宽设计提供依据。

4.3.3 改扩建工程实施前，应按现行《公路勘测规范》（JTG C10）做好测量与复测工作，内容包括导线、中线、水准点复测，横断面检查与补测，增设水准点等；两侧拼宽时，应在既有路基两侧各布设一条附合导线并闭合；宜采用激光雷达等手段提取既有路基标高数据，为新老路基标高拟合提供基础。

4.3.4 勘察、测量与检测成果的深度和精度应满足既有路基评价、病害处治和拼接设计的要求。

### 4.4 既有路基检测

4.4.1 既有路基检测应结合湿热地区气候特点，合理选择检测季节与方法；含水率、回弹模量等湿度相关指标宜分别在雨季和旱季进行检测，必要时按最不利季节取值。

4.4.2 既有路基检测应包括填料性质、含水率、压实度、回弹模量等项目，检测频率宜为每公里 1~2 处，病害严重及特殊土路段应加密；检测评价方法及评价表可按本规程附录 B 采用。

4.4.3 应对既有中央分隔带排水设施进行专项检测与评价，查明其完好性、排水能力及其对既有路基湿化的影响，作为防排水改造设计的依据。

4.4.4 针对湿热地区广泛分布的软土、膨胀土、高液限土、红黏土、花岗岩风化土等典型特殊土路基，除常规检测项目外，尚应根据土的工程特性补充下列专项检测内容：

1 软土路基应查明软土层的分布范围、厚度及物理力学性质，检测含水率、孔隙比、液塑限、压缩与固结指标、抗剪强度等，宜采用钻探取样、静力触探、十字板剪切试验与室内试验相结合的方法；

2 膨胀土路基应检测自由膨胀率、膨胀力、收缩系数等胀缩性指标，查明大气影响深度及含水率变化特征；

3 高液限土路基应检测液限、塑限、塑性指数、天然含水率、稠度、压实度及 CBR，必要时进行浸水 CBR 试验，评价湿化条件下强度与刚度衰减特性；

4 红黏土路基应检测液塑限、天然含水率、孔隙比、收缩指标及裂隙发育程度，评价其失水收缩开裂与浸水软化特性；

5 花岗岩风化土（残积土）路基应检测颗粒级配、天然含水率、孔隙比及抗剪强度，评价其遇水软化、崩解及扰动后强度衰减特性。

4.4.5 特殊土路基的检测方法应按现行《公路土工试验规程》（JTG 3430）、《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450）和《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）执行，检测成果应满足特殊土路基评价与病害处治设计的需要。

## 5 既有路基评价

### 5.1 一般规定

5.1.1 既有路基及其支挡、防护、排水等附属设施应在评价的基础上充分利用；评价结论应明确直接利用、处治后利用或拆除重建的段落和范围。

5.1.2 既有路基评价应依据调查、检测、勘察资料，结合改扩建总体方案和关联性路面评价开展综合评价，评价以现场检测为主。既有路基检测评价方法及评价表可按本规程附录 B 采用。

5.1.3 既有路基评价应聚焦既有道路服役状况，重点查明湿热环境下路基湿化程度、强度与刚度衰减状况及变形稳定状态；病害处治的技术措施应按本规程第 6 章的规定执行。

### 5.2 一般路段评价

5.2.1 应根据现行标准评价既有路基的承载力、稳定性和技术状况，评价既有路基的可利用程度，对沿线路基沉陷、填料不合格、压实度不足等路段进行统计，提出病害处治措施。

5.2.2 一般路段既有路基评价应包括下列内容：

1 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现行《公路路基设计规范》（JTG D30）路基设计洪水频率规定；

2 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；

3 确定路基的平衡湿度，分析评价路基相对高度的合理性；

4 分析评价路基边坡的稳定状态、各种防护排水设施的有效性；

5 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。

### 5.3 特殊土与特殊路段评价

#### 5.3.1 软土地区既有路基的分析评价应包括下列内容：

- 1 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、沉降发展趋势、剩余沉降值；固结度和剩余沉降宜根据勘察试验成果和沉降观测资料分析确定；
- 2 分析评价既有软土地基处理的效果，提出改进措施；
- 3 分析评价拼宽路基与既有路基之间的稳定性和差异沉降，差异沉降可采用分层总和法或数值分析方法计算。

5.3.2 岩溶、红黏土、高液限土、花岗岩残积土、膨胀土等特殊岩土路段、不良地质路段、原地基特殊处治路段、特殊填料路段、特殊断面形式路段及病害多发路段的既有路基评价，应在一般路段评价要求的基础上增加下列内容：

- 1 分析工程建设前后路段地质条件的变化；
- 2 分析岩溶等特殊岩土的分布、发育程度及其对路基稳定的影响，评价既有特殊处治措施的有效性；
- 3 分析既有路基边坡稳定性、工后沉降稳定性及发展趋势。

### 5.4 既有设施利用评价

5.4.1 拼宽路段的路堤支挡结构物应进行利用和拆除重建方案的对比评价；路堑支挡结构物应进行拆除重建和预加固方案的对比评价；沿河路基防护工程应结合水文地质调查和冲刷防护要求综合确定利用或拆除重建方案；坡面植物防护宜对移植、废弃方案进行对比评价；应对防护、排水、路面工程等拆除材料及表土的利用进行评价。

5.4.2 应对既有道路路肩（含硬路肩、土路肩）的结构状况、承载能力及排水功能进行检测评估，提出直接利用、加固后利用或拆除重建的方案；具备条件的硬路肩宜改造利用为行车道或应急车道。

#### 5.4.3 既有路基及附属设施的利用与废弃应按下列原则判定：1 技术状况满足现

行标准要求且经评估可直接利用的，应优先利用；2 存在病害但经处治后可满足要求的，宜处治后利用；3 病害严重、处治技术难度大或经技术经济比较不合理的，应予拆除重建或废弃，废弃设施与材料应妥善处置并优先再生利用。

5.4.4 既有中央分隔带排水设施应结合检测结果评价其有效性；评价为失效或排水能力不足时，应提出封闭、修复或重新设置的技术方案。

征求意见稿

## 6 既有路基病害处治与利用

### 6.1 一般规定

6.1.1 既有路基病害处治应在调查、勘察、检测与评价的基础上进行，遵循“先处治、后拼接”的原则；处治方案应结合病害类型、成因、发展趋势及交通组织方案经技术经济论证后确定，处治后应进行检测验证。

6.1.2 对桥头过渡段、高填方路段、深挖路堑、半填半挖及拼宽结合部等特殊部位以及病害多发路段，应逐一查明病害成因，细化处治技术措施，明确处治范围、深度与质量验收指标。

### 6.2 路基病害处治

6.2.1 当既有路基的路床因地下水、降雨、渗水等因素导致潮湿时，应采取隔断、疏导或降低地下水等有效措施，使路床处于干燥或中湿状态；处治方案应结合水文地质条件经技术经济论证后确定。

6.2.2 拟利用的边坡支护结构、排水设施的病害，应在稳定性分析的基础上予以修复、补设、加固。

6.2.3 行车道路基局部轻微塌陷或不均匀下沉时，宜先采用三维探地雷达（GPR）与弯沉检测相结合的方法查明路堤和路床的病害类型和位置，必要时辅以钻探验证，再因地制宜地选择注浆、开挖换填等方案进行处治。

6.2.4 既有路基的严重病害应结合交通组织方案予以处治；软土区桥头工后沉降大且未趋稳的路段，可采用换填轻质填料等措施；路基病害较重且频发的路段，可采用换填、增强补压等措施。处治方法可结合病害类型选用开挖换填、注浆加固、

挤密桩等常规方法，处治后应进行检测验证。

6.2.5 湿热地区既有路基典型病害主要包括路基湿化软化（翻浆、冒泥）、不均匀沉降与沉陷、路基纵向开裂、边坡冲刷与坍塌等；处治前应结合调查、检测与监测资料查明病害类型、成因、范围及发展趋势，逐段确定处治措施。

6.2.6 路基翻浆、冒泥等湿化病害，应先查明水源并采取截、排、堵等措施切断补给，再采取疏排路基内部积水、设置排水垫层或隔水层、开挖换填透水性材料等措施处治。

6.2.7 路基沉陷与不均匀沉降病害，应根据沉降成因及发展状态，选用注浆加固、开挖换填、轻质填料置换或桩承加筋等措施处治；差异沉降显著的路段，应结合拼接设计进行变形协调验算。

6.2.8 路基纵向开裂病害，应查明开裂与差异沉降、路基湿化等因素的关系，采取注浆充填、翻挖回填并增强补压、铺设土工合成材料等措施处治；边坡冲刷、坍塌病害应采取恢复坡面防护、完善截排水设施、增设支挡结构等措施处治。

### 6.3 特殊土路段病害处治

6.3.1 软土、膨胀土、高液限土、红黏土、花岗岩风化土（残积土）等特殊土路段的既有路基病害处治，应根据土的工程特性、病害类型及成因，采取换填、改良、封闭隔水、排水固结或增强补压等措施；处治材料与工艺参数应通过现场试验确定。

6.3.2 软土路段既有路基病害以过量沉降、不均匀沉降和稳定性不足为主，应根据剩余沉降与稳定性验算结果，选用堆载预压、真空预压等排水固结，水泥搅拌桩、高压旋喷桩、刚性桩等复合地基加固，轻质填料换填或反压护道等措施；处治施工应控制加载速率，并加强沉降与侧向位移监测。

6.3.3 膨胀土路段的病害处治应避免大开挖引起边坡失稳，处治后应及时封闭开挖面并做好防排水衔接；路基填料宜采用掺石灰、水泥改良或换填处治，并采取保

湿、封闭、坡面防护等措施抑制胀缩变形，处治深度应结合大气影响深度确定。

6.3.4 高液限土路段的病害处治应针对其含水率高、强度低、压实困难的特点，采取掺石灰、水泥改良、换填合格填料或增强补压等措施，并严格控制施工含水率；改良方案应通过现场试验确定。

6.3.5 红黏土路段的病害处治应针对其失水收缩开裂、浸水软化的特点，采取换填、封闭隔水、控制含水率及完善防排水等措施；对裂隙发育引起边坡坍滑的路段，应采取坡面封闭防护与支挡加固措施。

6.3.6 花岗岩风化土（残积土）路段的病害处治应针对其遇水软化、崩解及扰动后强度显著衰减的特点，减少开挖扰动并及时封闭暴露面，采取换填、改良、增强补压及完善防排水等综合措施。

## 6.4 既有设施处治与利用

6.4.1 改扩建拆除的桥涵圬工、混凝土、路面材料及清表土应优先再生循环利用，无法利用的应妥善处理；剥离表土应集中堆放并用于后期绿化恢复。

6.4.2 既有支挡结构的病害处治应符合下列规定：

1 处治前应查明支挡结构的病害类型、成因及发展状态，并复核其稳定性；支挡结构病害类型主要包括墙面开裂、外倾鼓肚、滑移、不均匀沉降、基础淘空、泄水孔堵塞、墙背填土流失及锚杆（索）失效等；

2 墙面开裂、局部破损的，可采取裂缝封闭、注浆或局部修补等措施；

3 墙身外倾、鼓肚或滑移的，可采取增设锚杆（索）、支撑或坡脚反压等加固措施，必要时拆除重建；

4 基础淘空、埋置深度不足的，应采取基础加固或增设护脚等措施；

5 泄水孔堵塞、墙背积水或墙背填土流失的，应恢复和完善墙背排水设施；

6 病害严重、加固技术难度大或经技术经济比较不合理的，应拆除重建；拆除作业不得危及既有路基稳定和运营安全。

## 7 填方路基拓宽设计与施工

### 7.1 一般规定

7.1.1 宜采用激光雷达提取既有路基标高数据并进行新老路基标高拟合。拼宽路基的平、纵、横三方面应进行综合设计，做到横断面合理、纵向均衡、平面顺适。

7.1.2 应清除既有路堤外侧的平台及边沟表面的杂草、树根、种植土、垃圾杂物，坡脚虚土应清除至硬地，按照再利用的要求提前移植路基用地范围内的乔木。

7.1.3 填方路基拓宽应重视新老路基间的相互影响，通过地基处理、优选填料、开挖台阶、补强压实和铺设土工合成材料等方式控制新老路基沉降变形，减小新老路基间的差异沉降；对于高填方路基的拓宽，可进一步采用改善路基填料、提高压实要求或局部加强等措施。

7.1.4 拼宽路基宜采用与既有路基填料性质相近或承载比及透水性不低于既有路基的填料，当为不良土质时，经技术论证后方可使用。

7.1.5 沿河、池塘路段路基拓宽应根据软土地基的厚度和性质、路堤高度、施工环境及工期要求，可采用换填、柔性桩、刚性桩等处理方案。

7.1.6 路基土石方的调配宜采用单边调配的方式。

7.1.7 对于施工中作为临时 U 转道口的路基段，应在工程结束时，对临时路基段做一次全面的维修保养，因施工过程中临时增加的非必要设施均应拆除，宜参照《高速公路改扩建设计细则》（JTG/T L11）。

7.1.8 路基拓宽应采用合理拼宽形式。当拓宽路段处于空间相对开阔时，优先采用双侧拼宽；当处于地形受限、或双侧拼宽施工难度大、经济性低的路段时，可采用单侧拼宽、分离分幅的路基形式。

7.1.9 在满足边坡稳定的前提下，经论证可采取调陡坡率并加强支护等措施，减少挖方路基开挖量及对运营的影响。

7.1.10 拓宽路堤宜选用透水性好、强度好、具有良好级配的砾类土、砂类土等粗粒土作为填料，以减少路堤工后沉降量。若粗粒土填料缺乏时，也可采用与既有路基填料性质相近或更利于拼接的填料。

7.1.11 新路基的设计与施工应符合现行规范的要求，如较原道路设计存在差异，需验证设计方案的可行性。

7.1.12 路基施工前，施工单位应全面熟悉设计文件，并对既有路基和加宽路基原地面进行复测，必要时加密补充测量横断面；对取自挖方、借土场、料场的路堤填料应进行复查和取样试验，土工试验项目应按现行《公路土工试验规程》（JTG 3430）执行。

## 7.2 地表与坡面处理

7.2.1 既有路堤外侧的平台及边沟表面的杂草、树根、种植土、有机物残渣、垃圾应清除，坡脚虚土应予清除至硬地，路基用地范围内的乔木，按照乔木再利用的要求，提前进行乔木移植。

7.2.2 对于需要两侧拼宽的老路两侧成林路段，因成林树木根系发达、埋藏深，清表后应挖至树坑底再进行回填压实，清表深度宜大于 50 cm。

7.2.3 应对取土坑的原地面表层腐殖土、表土、草皮等进行清理，清理深度不低于 30 cm；填方地段还应按设计要求整平压实，使压实度应达到 90%以上，清除的表层土应充分利用。

7.2.4 改扩建前应对旧路边坡进行清表，清除原绿化及圬工，并对不满足设计要求的浅层土进行清除，拆除的防护片石，集中在路线外堆放，可用于其他分项工程，拼接坡面处理需要挖台阶清除至相应压实度层位，不得将土（或边坡清表土）和石块混合后作为填料回填新路堤。

7.2.5 伸入既有公路硬路肩以下路基内的树根在清表至要求位置时进行切断处理，硬路肩范围内的土体清表和切除树根时应注意不得扰动既有路基，硬路肩范围外的树根可直接切除。

### 7.3 一般填方路基拼宽

7.3.1 路基拼接应符合下列规定：

- 1 拼宽部分路基与既有路基宜采用开挖台阶拼接；
- 2 台阶开挖、填筑方式见图 7.3.1；
- 3 台阶做成内倾斜斜坡，宜将斜坡倾斜度控制在 2%~4%；
- 4 当拼宽宽度过小时，可采用超宽填筑、翻挖既有路基、胶结材料、轻质泡沫混凝土土、挡墙等措施；
- 5 采用激光雷达提取既有路基标高数据并进行新老路基标高拟合。

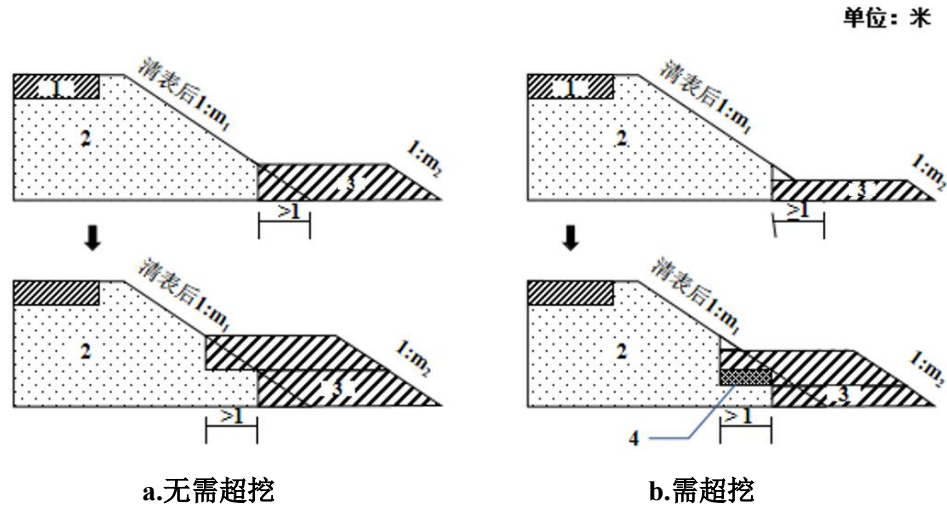


图 7.3.1 台阶开挖、填筑方式

7.3.2 对于既有路基边坡松散严重、台阶立面难以自稳的路段，可将台阶面最上层土翻松 20 cm 晾晒或进行改良处理，并和新路堤同步整平压实；或对既有路基台阶面进行液压夯实，在夯坑内填碎石，推土机推平后，用压路机碾压至符合压实度

要求。

7.3.3 新路基与每层老路基台阶填平时，应采用压路机对拼接缝两侧不小于 2 m 的范围进行增强补压，确保拼接密实，并对拼接部位加强检测。

7.3.4 应在上路床、下路床及上路堤采用压路机对既有路基台阶面和新填路基部分进行增强补压；若路堤较高，应对每两个台阶高度的路基增强补压，增强补压界面竖向距土工合成材料表面至少两层填土高度。

7.3.5 当路堤高度超过 3 m 时，宜在新老路基拼接处横向铺设土工合成材料；材料宜选用整体性和耐久性好、强度高、变形小的土工格栅、高强土工织物、土工格室等，其种类、性能要求及设计参数应符合现行《公路土工合成材料应用技术规范》（JTG/T D32）的规定，性能测试应按现行《公路工程土工合成材料试验规程》（JTG E50）执行。

7.3.6 湿热环境下使用的土工合成材料应进行耐久性评价，抗紫外线、抗老化、耐酸碱及抗微生物侵蚀等耐久性指标应满足设计使用年限要求；铺设层面应平整，材料应拉直平顺、紧贴下承层，摊铺后至填筑覆盖的间隔时间不应超过 48 h；连接搭接、缝接或粘结要求及施工保护应按现行有关标准执行。

7.3.7 拼宽设计应预估新老路基差异沉降变形。差异沉降可采用分层总和法或数值分析方法计算，也可根据既有路基沉降观测资料和类似工程经验类比确定；既有路基剩余沉降应结合勘察试验成果与运营期沉降观测资料分析确定。

7.3.8 拼宽路基沉降变形控制标准应符合下列规定：

1 工后沉降：桥头路段不宜大于 5 cm，通道、涵洞等构造物衔接路段不宜大于 10 cm，一般路段不宜大于 15 cm；

2 差异沉降：差异沉降引起的路拱横坡增大值不应大于 0.5%，相邻路段差异沉降引起的纵坡变化不应大于 0.4%；

3 施工期沉降速率不应大于 5 mm/d，侧向位移速率不应大于 3 mm/d。

7.3.9 当预估差异沉降不满足控制标准时，应采取变形协调处理措施，包括拼宽侧地基加固处理、采用轻质或高模量填料、提高压实标准、铺设土工合成材料加筋、分期填筑与预压、预留沉降量及路面结构分期铺筑等；处理效果应通过沉降监测验证。

## 7.4 特殊路基拼接

### 7.4.1 特殊路基拼接应符合下列规定：

1 采用台阶法拼接填石路基、粉煤灰路基等可采用单坡填筑拼接，并设置必要的防排水措施；

2 采用轻质泡沫混凝土路基拼接时，应根据使用目的、荷载等级、地形地质条件、环境条件及路基几何参数，经过技术经济综合论证，合理选择轻质材料类型、路基结构与断面形式，确定材料设计参数，材料应符合《公路路基设计规范》（JTG D30）要求；轻质泡沫混凝土底部应考虑既有高速公路的排水通道；施工时单层填筑厚度宜控制在 0.3 m~1 m 的范围，最大厚度不宜超过 1.5 m，单层填筑厚度超过 1 m 时，应先施工厚度 1 m，不小于 30 min 后，当轻质泡沫混凝土有一定初凝强度，方可继续施工剩余 0.5 m；注意采取防止分层离析、塌落等质量控制措施；

3 既有挡土墙路基拼接时，上部构筑物应予以拆除，应将上部结构拆除至路床底面；剩余未拆除的部分不应新的路面结构层受力变形产生不利影响，并应对下部路基填料和拼接工艺提出相应要求；

4 加筋土挡墙、锚定板挡墙、桩板式挡墙、抗滑桩等特殊路基拼接时，应提出合理的拆除工艺，确保路基稳定。

7.4.2 既有路基为高液限土、红黏土、花岗岩残积土、膨胀土等特殊土路基时，拼宽时应避免直接使用不满足要求的特殊土作为填料，改良方案应通过试验确定；原膨胀土填料的包边土满足拼接要求时应予以保留。新老路基衔接处理应针对各类特殊土服役性能衰变特性和变形特点，符合下列规定：

1 高液限土路基衔接部位应采取开挖台阶、台阶面掺灰改良、增强补压及防排水封闭等措施，控制拼接区含水率差异，防止结合面湿化滑移；

2 红黏土路基衔接部位应防止施工期失水收缩开裂和雨水浸渗软化，台阶应随开

挖随填筑并及时封闭，必要时铺设土工合成材料加筋；

3 花岗岩残积土路基台阶开挖应避免扰动和雨水浸泡，暴露台阶面应及时回填压实，结合面宜掺灰改良或换填处理；

4 膨胀土路基拼接施工应避开雨季并缩短暴露时间，结合面应采取保湿、封闭措施，衔接部位填料胀缩性应与既有路基相协调，防止差异胀缩引起结合部开裂。

7.4.3 软土地区路基拓宽拼接前，应根据软弱土性质、厚度及水文地质条件，采用换填、粒料桩、水泥搅拌桩等进行地基处治；采用强夯和强夯置换等方法前，应评估其对既有路基稳定性的影响。

7.4.4 地面横坡陡于 1:2.5 的斜陡坡路堤拓宽拼接时，应进行拓宽路基整体稳定性验算；原地面应开挖宽度不小于 2 m、内倾 2%~4%的台阶，宜铺设多层土工格栅加筋，坡脚可设置挡墙、抗滑桩等支挡结构，并完善地表及地下排水设施。

7.4.5 高路堤拓宽拼接时，应提高拼宽侧地基处理标准和压实标准，采用分层错台填筑、增强补压与土工合成材料加筋等综合措施，必要时采用轻质填料减小附加荷载，并加强沉降与侧向位移监测。

7.4.6 半填半挖路基拓宽拼接时，挖方侧原地面台阶应内倾 2%~4%并与填方侧台阶对应设置；填挖交界部位应设置纵向渗沟或排水垫层引排地下水，并铺设土工合成材料增强路基整体性，防止填挖交界差异变形引起路面开裂。

7.4.7 雨季施工应根据天气和施工段的地质地形条件，制定合理的施工方案，且应做好临时排水，与永久排水设施衔接顺畅，对施工临时挤占的沟渠、河道，应进行排水计算，并采取措施保证不降低原有的排水能力。

## 7.5 施工期临时支挡与防护

7.5.1 改扩建施工过程中，对开挖台阶面、高陡边坡及邻近既有线的作业面，应根据稳定性验算结果设置临时支挡或防护措施，防止雨水冲刷、坍塌影响既有路基稳定和运营安全。

7.5.2 雨季及台风期施工时，应对新开挖坡面和填筑面采取临时遮盖、拦截等防水措施，并设置临时排水设施与永久排水设施衔接；暴雨、台风前后应加强巡查，发现水毁迹象应及时处置。

7.5.3 临时支挡与防护设施应在相应永久工程完成并验收合格后拆除，拆除作业不得扰动既有路基。

征求意见稿

## 8 挖方路基拓宽设计与施工

### 8.1 一般规定

8.1.1 挖路基、滑坡路段等应进行专项的边坡设计，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，宜编制合理的监测方案，及时进行监测预警。

8.1.2 在满足边坡稳定和行车安全的前提下，经论证可采取桩板墙、调陡坡率并加强支护、增设棚洞结构等措施，减少深挖路段的挖方，降低开挖边坡对运营的影响。

8.1.3 路床处治应按地质勘察准备、设计路段划分、稳定性验算、处理方案设计的流程进行，可采用换填、复合地基、注浆等措施；对地基土性质差、地基条件复杂或有特殊要求的地基处理工程，可采用两种或两种以上措施进行综合处理。

8.1.4 挖方路基拓宽以边坡稳定与路床拼接为技术重点，一般挖方路基的设计与施工要求应结合本章规定执行；本规程未涵盖的一般挖方路基内容应按现行《公路路基设计规范》（JTG D30）执行。

8.1.5 挖方施工过程中应根据边坡稳定性评估设置临时支挡与防护措施，开挖应分级进行并及时防护，暴雨前后应检查边坡及临时防护设施状态。

### 8.2 一般挖方路基拼接

8.2.1 挖方段路基改扩建设计时功能层高度应低于既有路基功能层，以利于排水。

8.2.2 路堑开挖前按照设计要求做好截水沟、边坡急流槽，边坡开挖后应及时防

护，开挖至设计标高后，及时施做路基边沟。

8.2.3 在挖方路段路床拼接部位应增强补压，确保拼接密实；受老路渗水影响，强度不足时，可采用换填、改良或排水等措施进行处理。

8.2.4 半填半挖路段，应将原地面设置成向内倾斜的台阶，台阶内倾坡度宜为2%~4%，再进行分层填筑，台阶宽度应按照设计要求进行开挖；在挖方一侧，台阶应与行车道方向一致，位置重合。

### 8.3 特殊挖方路基拼接

8.3.1 膨胀土路堑基床拓宽前应将路床表层全部换填符合现行《公路路基设计规范》（JTG D30）要求的填料，基床底层应采取换填、土质改良或其他地基加固措施处治后再进行拓宽，处治深度宜为1.0 m~1.5 m；拓宽施工应避开雨季，分段、跳槽开挖并及时封闭防护，防止坡面冲刷和浅层滑坍。

8.3.2 高液限土路堑拓宽时，路床应换填合格填料或掺灰改良，开挖暴露面应及时封闭，防止湿化引起强度衰减；拼接部位路床应增强补压，并完善边沟及地下排水设施。

8.3.3 红黏土、花岗岩残积土路堑拓宽时，应针对其失水开裂、浸水软化、扰动崩解的变形特点和病害情况，防止开挖面浸水软化，开挖后应及时封闭并做好截排水措施；边坡应分级开挖、及时防护，防止坡面冲刷和坍塌。

8.3.4 岩溶地区路基根据其类型、厚度、发育发展、危害程度等情况，采用回填、挖除换填、桩板结构、注浆及其他有效措施处治后进行拓宽。

# 9 路基防排水

## 9.1 一般规定

9.1.1 路基防排水设计应符合现行《公路排水设计规范》（JTG/T D33）的有关规定，根据公路沿线气象、水文、地形、地质以及桥涵、隧道设置情况，设置完善、通畅的防排水系统，做好路基防排水与地基处理、路基防护的综合设计，并与路面、桥梁、涵洞、隧道等防排水系统相协调。

9.1.2 既有公路排水设施的处理应符合下列规定：

- 1 既有路基排水设施宜充分利用，必要时加以修缮、改建或重建，失效的排水设施宜采取有效措施回填封堵并重新布设；
- 2 既有路基渗沟软弱路段，改扩建前应进行修复，严重部位应挖除后重新施作；
- 3 既有路基渗水路段，应先查明渗水来源，疏排路基内部水并对水源进行疏导，宜按图 9.1.2 进行排水设计，渗水点较多时可采用透水路堤；
- 4 水文不良地段的既有路基，应结合路基路面拼宽改建设计，增设排水垫层或地下排水渗沟。

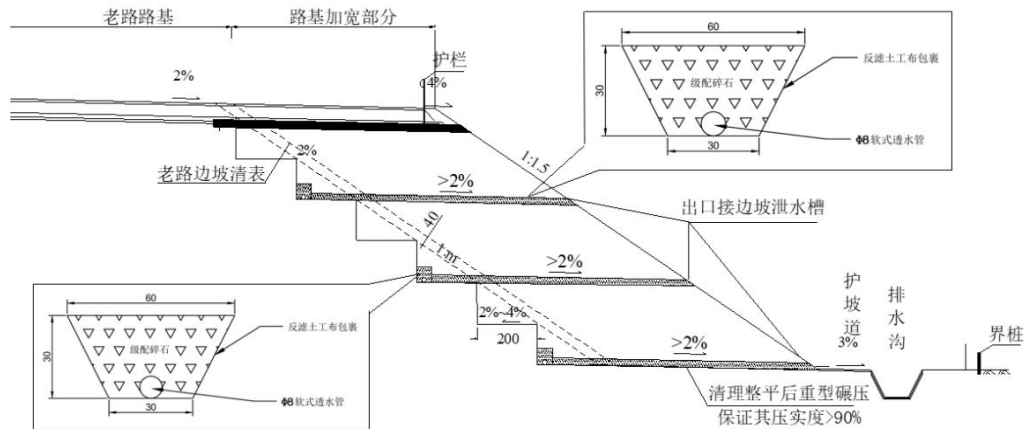


图 9.1.2 既有路基坡面渗水处治系统

9.1.3 施工场地临时性排水设施的布设，宜与永久性排水设施相结合。

9.1.4 路堑两侧均应设置纵向盲沟，纵向连续盲沟的纵坡宜与路线纵坡相同，地势较低的纵向盲沟处应设置一道以上横向盲沟，必要时加密横向盲沟道数。

9.1.5 各类排水设施应满足使用功能要求，结构安全可靠，便于施工、检查和养护维修。

9.1.6 应检查中央分隔带中的既有排水设施并评价其有效性，失效的排水设施应重新设置。

9.1.7 高路堤及陡坡路堤拼宽填筑时，应做好排水的衔接设计。

9.1.8 改扩建路基防排水设计应做好新建排水设施与既有排水设施的衔接，衔接部位应平顺、过水能力匹配；既有排水设施应在检测评价的基础上采取清淤、修复、扩容等改善提升措施，满足改扩建后的排水需求。

9.1.9 防排水设施应便于检查、清淤与养护，宜结合监测设施对重点排水设施的工作状态开展长期观测，保障运营期排水功能的长期有效。

## 9.2 防排水设计

9.2.1 深路堑地段应在渗水量大的部位设置仰斜式排水孔，并在边沟底设置复式渗沟，复式渗沟的构造如图 9.2.1 所示。

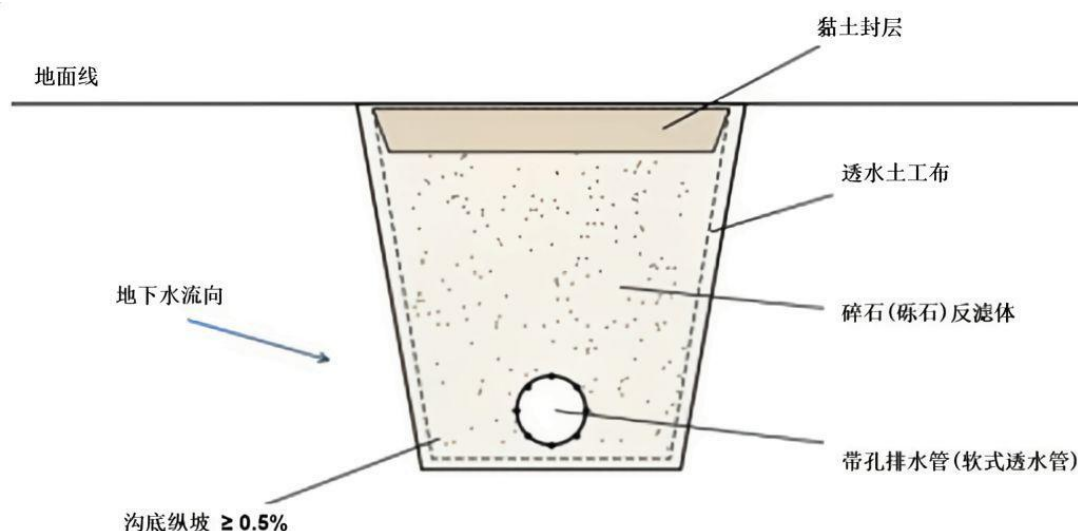


图 9.2.1 复式渗沟构造示意图

9.2.2 防排水措施应结合拼宽路基的填料类型和结构形式确定，并符合下列规定：

- 1 采用宕渣、碎石土等透水性填料拼宽时，应在拼接部位设置纵向渗沟或排水垫层，引排既有路基渗水；
- 2 采用黏性土、灰土等弱透水性填料拼宽时，应加强坡面防护和地表排水，防止雨水下渗滞留；
- 3 设置挡墙的拼宽路段，应做好墙背排水设施与墙前排水沟的衔接；
- 4 既有路基存在渗水的路段，应先引排渗水，再实施拼接填筑。

9.2.3 路基改扩建防排水应符合下列专项要求：

- 1 梅雨及台风期排水：年降水量大且集中的地区，施工期临时排水设施设计标准不应低于当地 5 年一遇暴雨强度，台风来临前应全面检查并疏通所有排水设施；防排水设计应考虑气候变化背景下暴雨等极端气象条件增多的影响，适当提高设计标准；
- 2 水网地区排水：河网水位变化大，路基排水出口应设置逆止阀或拍门，防止洪水倒灌；排水沟沟底高程应低于排水出口处河道（承泄区）常水位 0.3 m 以上，受条件限制无法满足时，应采用泵站强排；
- 3 既有中央分隔带无排水系统，且受交通组织方案限制无法改造新增时，可将中央分隔带表面予以封闭，避免雨水下渗。

### 9.3 防排水施工

9.3.1 施工前应做好临时排水设施，可在拼宽路堤边沟外侧开挖临时排水沟，集中设置排水通道排除既有路面的地表汇水，防止路面水冲刷既有路基开挖台阶。

9.3.2 对已破坏的既有边坡坡面，宜用砂浆、混凝土或水泥毯按原防护排水通道设置临时引水通道，将路面水引排至路基拼宽段以外；暴雨季节应安排人员巡视路基情况，防止既有路基水毁；施工过程中的路基排水宜按图 9.3.2 所示进行设计。

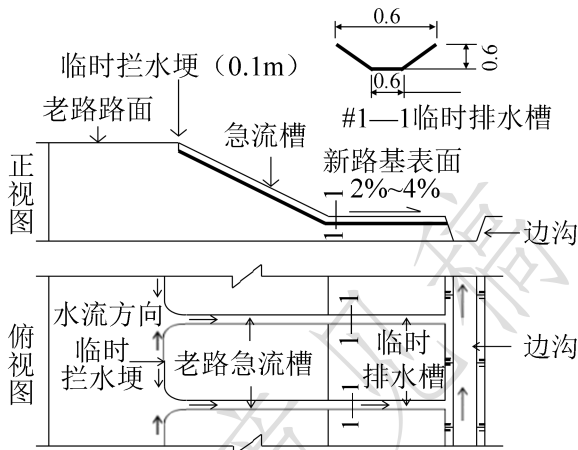


图 9.3.2 改扩建工程施工期路表排水系统

9.3.3 路基施工过程中，分层填筑的各层面间不得出现积水；纵坡抬高路段或超高改造段，路基拼宽范围填筑至设计标高时，应设置横向排水管临时排水。

9.3.4 超高路段路基拼宽施工时，横坡应先按 2% 施工，至路床顶标高前预留一层或两层进行超高横坡调平，调平材料宜采用未筛分碎石。

9.3.5 路堑高边坡路段设计有截水沟时，应在路堑开挖前先开挖截水沟并进行铺砌防护，防止山坡水流进入开挖现场；雨季施工时，应做好新开挖坡面防护前的临时防水，可采用遮挡、拦截等方式防止雨水、地表水对边坡的危害。

9.3.6 局部排水设计与实际地形不吻合时，应符合下列规定：

- 1 山坡截水沟以及路基、路面排水横向出口的设置，应保证排水口水流畅通；
- 2 挖方边沟施工应考虑与路侧渗沟、路面结构层边缘排水系统的衔接，以及超高

路段横向管位置的预留；

3 路肩墙路段施工时，应预留超高横向排水管、涵洞通道等的出口位置。

征求意见稿

## 10 路基变形监测与质量验收

### 10.1 一般规定

10.1.1 路基变形监测应达到评估路基稳定性、预测路基工后沉降、为施工安全预警提供依据的目的。

10.1.2 路基监测设计应收集工程地质、水文地质、路基设计、周边环境、勘测网等资料；设计内容应包括监测断面布置、监测项目选择、监测精度、测点布置、监测期限、监测频率、报警值等。

10.1.3 路基变形监测应以沉降和水平位移为主，并宜根据工程需要开展路基含水率监测，掌握拼接部位路基湿度状况。

### 10.2 监测对象与适用条件

10.2.1 拼宽路基沉降与水平位移观测应根据工程的重要性、地基的特殊性以及观测对施工的影响程度等确定，适用条件及观测范围应符合表 10.2.1 的规定。

表 10.2.1 适用条件及观测范围

| 地基条件                | 路堤高度及地形条件         | 观测要求                                                               |
|---------------------|-------------------|--------------------------------------------------------------------|
| 软土地基路段              | 不限                | 按 JTG/T D31-02 的要求进行沉降与水平位移观测；地质条件差、路堤较高及沿河（塘）路段尚应布设测斜管，观测地基深层水平位移 |
| 软弱土、红黏土、膨胀土等特殊土地基路段 | $\leq 3\text{ m}$ | 可不进行沉降与水平位移观测（浸水及受水影响明显路段除                                         |

|        |                                    |                  |
|--------|------------------------------------|------------------|
|        |                                    | 外)               |
|        | >3 m                               | 应按本规程进行水平位移观测    |
| 地基条件   | 路堤高度及地形条件                          | 观测要求             |
| 其它地基路段 | ≤5 m, 且地面横坡不陡于 1:2.5               | 可不进行沉降与水平位移观测    |
|        | >5 m, 或地面横坡陡于 1:2.5 的陡坡路堤及半填半挖拼宽路段 | 应按本规程进行沉降与水平位移观测 |

10.2.2 对有潜在失稳风险的边坡, 应进行深层水平位移监测。

### 10.3 监测项目与指标

10.3.1 地表监测项目及其作用应符合表 10.3.1 的规定。

表 10.3.1 地表监测项目表

| 观测项目       | 目的与用途                                                            |
|------------|------------------------------------------------------------------|
| 地表沉降       | 用于沉降管理: 根据测定数据调整填土速率, 预测沉降趋势, 确定等载预压卸载时间, 提供施工期间沉降土方量的计算依据       |
| 地表水平位移及隆起量 | 用于稳定管理: 检测地表水平位移及隆起情况, 以确保路堤施工的安全预稳定                             |
| 地下土分层水平位移量 | 用于稳定管理与研究: 用作掌握分层位移量, 推定土体剪切破坏的位置, 在软土指标较差、填土较高、填方路基在施工过程中易失稳时采用 |

10.3.2 路基含水率监测宜采用土壤水分计等仪器, 监测点宜布置在拼接部位的路床及路堤内部, 并宜与沉降观测断面相结合。

10.3.3 施工期监测控制指标应包括沉降速率、侧向位移速率和差异沉降, 控制标准应符合本规程第 7 章及第 10.6 节的有关规定; 运营期控制指标应根据设计要求确定。

## 10.4 仪器要求与观测断面布置

10.4.1 应根据项目特点和具体情况选择合适的沉降变形观测标志、元器件、仪器设备和数据管理方式，有条件时宜采用物联网、自动化数据采集、无线传输等技术，实现监测数据的实时采集与智能分析；观测元器件应具有足够的精度、稳定性和耐久性，满足观测期间的正常使用需求。

10.4.2 软土地基路段拼宽部分路基和既有路基应同时进行沉降观测，并应符合下列规定：

1 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、剖面沉降仪等方法；

2 沉降观测应满足三等水准测量的精度要求；

3 应结合填筑过程，明确沉降期不同阶段的观测频率；

4 地质条件差、路堤高、傍山、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。

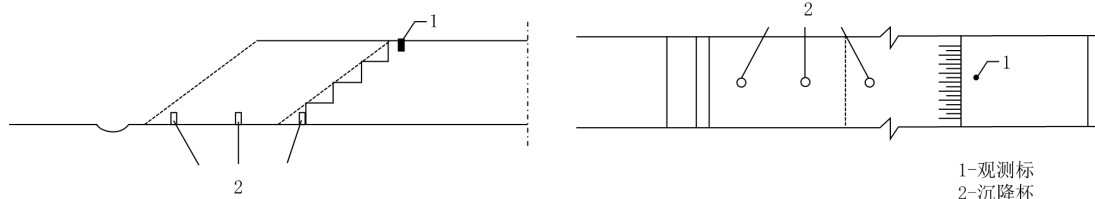
10.4.3 观测断面类型应符合下列规定：

1 加宽路基沉降与水平位移观测断面分为I、II、III型三种类型；

2 I型观测断面用于一般地段加宽路基（地基条件均匀良好且路堤高度大于 5 m、软弱土等特殊土地基路段且路堤高度大于 3 m）的沉降观测，见图 10.4.3-1，观测元件包括沉降观测标和沉降杯；

3 II型观测断面在观测范围内的桥头路堤段布置，见图 10.4.3-2，观测元件包括剖面沉降管；

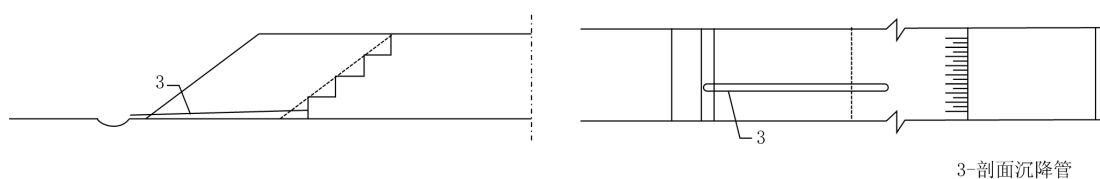
4 III型观测断面用于地基条件均匀良好且路堤高度大于 8 m、软弱土等特殊土地基路段且路堤高度大于 5 m 的地段，见图 10.4.3-3，观测元件包括沉降观测标、沉降计、剖面沉降管以及水平位移观测桩。



a) 横断面图

b) 平面图

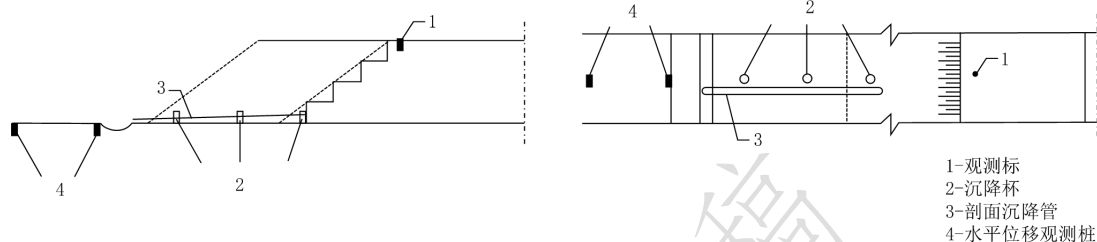
图 10.4.3-1 加宽路基位移观测断面布置示意图 (I型)



a) 横断面图

b) 平面图

图 10.4.3-2 加宽路基位移观测断面布置示意图 (II型)



a) 横断面图

b) 平面图

图 10.4.3-3 加宽路基位移观测断面布置示意图 (III型)

10.4.4 观测断面间距应符合下列规定:

- 1 一般软基路段观测断面沿路线纵向的间距宜为 100 m~200 m;
- 2 路堤填筑高度达到或超过天然地基极限填土高度的路段, 观测断面间距不宜大于 50 m, 并应设置在稳定性较差的部位;
- 3 沿河、沿塘软土地基路段, 观测断面间距不应大于 50 m;
- 4 桥头路段观测断面不宜少于 2 个, 第一个断面宜设于桥台后 5 m~10 m 处, 其余断面宜分设于过渡段及桥头路段与一般路段交界处; 跨度大于 30 m 的结构物两端相邻路堤段应各布设一处观测断面, 跨度小于或等于 30 m 时可仅在一端布设;
- 5 软土深度或填土厚度变化较大、地基条件差、地形变化大的部位, 应加密设置观测断面; 施工中地质条件发生变化时, 应相应调整观测断面位置。

## 10.5 监测频率

10.5.1 施工期监测频率应结合填筑阶段确定: 填筑期宜每日观测 1 次; 填筑间歇期和预压期宜每 3 d~7 d 观测 1 次; 变形异常或台风、暴雨后应加密观测。

10.5.2 路面施工完成后至运营初期，宜每月观测 1 次；变形趋于稳定后可适当延长观测间隔。

## 10.6 数据处理与预警

10.6.1 观测资料应采用统一的路基沉降与水平位移观测记录表格，水平位移、沉降与剖面沉降观测记录表分别见本规程附录 C、附录 D；观测数据的记录与整理应及时、准确，并应绘制沉降—时间、位移—时间关系曲线；宜加强监测数据与施工质量关键指标的关联性分析，支撑施工过程的动态调整。

10.6.2 应建立监测预警机制，按累计变形量和变形速率设置预警值；实测沉降速率大于 5 mm/d 或侧向位移速率大于 3 mm/d 时，应暂停填筑、分析原因，必要时采取卸载、反压等措施；达到预警值时应及时通知设计和施工单位。

## 10.7 长期服役性能监测与快速评估

10.7.1 改扩建路基交付运营后，宜对重点路段开展长期服役性能监测，监测内容可包括沉降、水平位移、含水率、孔隙水压力及排水设施工作状态，宜采用自动化采集与智能分析技术。

10.7.2 宜建立基于检测与监测数据的路基服役性能快速评估方法，定期评价路基工作状态，为运营养护决策提供依据。

## 10.8 质量检测与验收

10.8.1 改扩建路基各分项工程应按现行公路工程质量检验评定标准进行质量检验与验收；拼接部位的台阶开挖尺寸、压实度、含水率应作为重点检测项目。

10.8.2 路基拼接部位验收时，压实度检测频率应不低于相邻一般路段的 2 倍，检测结果应满足设计要求。

10.8.3 病害处治工程完成后应进行检测验证，处治效果满足设计要求后方可进行后续拼接施工。

# 附录 A 湿热地区分布

A.0.1 湿热地区按式（A-1）确定：

$$R=T_7\geq 25^{\circ}\text{C}\cap T_1>0^{\circ}\text{C}\cap H>60\%\cap P>800\text{mm} \quad (\text{A-1})$$

式中：R——本规程湿热地区；T<sub>7</sub>——7 月月平均气温（℃）；T<sub>1</sub>——1 月月平均气温（℃）；H——年均相对湿度，以百分率（%）表示；P——年均降水量（mm）。

A.0.2 湿热地区区划图见图 A-1。

A.0.3 湿热地区主要覆盖的省级和地级行政区域可按表 A-1 确定。

表 A-1 湿热地区主要覆盖行政区域

| 省级行政区   | 覆盖范围                                                                             |
|---------|----------------------------------------------------------------------------------|
| 上海市     | 全域                                                                               |
| 江苏省     | 全域                                                                               |
| 浙江省     | 全域                                                                               |
| 安徽省     | 全域                                                                               |
| 福建省     | 全域                                                                               |
| 江西省     | 全域                                                                               |
| 山东省     | 枣庄市                                                                              |
| 河南省     | 漯河市、三门峡市、南阳市、商丘市、信阳市、周口市、驻马店市                                                    |
| 湖北省     | 全域                                                                               |
| 湖南省     | 全域                                                                               |
| 广东省     | 全域                                                                               |
| 广西壮族自治区 | 全域                                                                               |
| 海南省     | 全域                                                                               |
| 重庆市     | 全域                                                                               |
| 四川省     | 成都市、自贡市、攀枝花市、泸州市、德阳市、绵阳市、广元市、遂宁市、内江市、乐山市、南充市、眉山市、宜宾市、广安市、达州市、雅安市、巴中市、资阳市、凉山彝族自治州 |
| 贵州省     | 全域                                                                               |



# 附录 B 既有路基检测评价方法及评价表

B.0.1 既有路基检测评价应符合现行《公路路基路面现场测试规程》（JTG 3450）和《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）的有关规定。

B.0.2 路基性能试验的检测目的是判定既有路基的填料性能和承载能力是否满足直接利用和拼接要求；压实度、回弹模量的检测频率宜为每公里 1~2 处，病害严重路段应增加检测密度。

B.0.3 既有路基检测评价表见表 B.1，既有路基病害记录表见表 B.2。

表 B.1 既有路基检测评价表

| 检测评价项目    |            | 评价范围  | 检测评价频率   | 性能评价 | 备注 |
|-----------|------------|-------|----------|------|----|
| 旧路基填料性能试验 | 颗粒分析       | 各分层试样 | 按路基钻孔数检测 |      |    |
|           | 含水率        |       |          |      |    |
|           | 液限、塑限、塑性指标 |       |          |      |    |
|           | CBR        |       |          |      |    |
|           | 有机质含量      |       |          |      |    |
|           | 土的工程分类     |       |          |      |    |
| 路基性能试验    | 压实度        | 各试验点  | 1~2 处/km |      |    |
|           | 回弹模量       |       |          |      |    |

表 B.2 既有路基病害记录表

| 病害类型 | 里程桩号 | 严重程度 | 处治措施 |
|------|------|------|------|
|      |      |      |      |
|      |      |      |      |
|      |      |      |      |

## 附录 C 水平位移、沉降观测记录表

表 C.1 水平位移、沉降观测记录表

[illegible]



## 附录 E 湿热地区高速公路路基改扩建工程典型案例

(资料性附录)

### E.1 工程概况

E.1.1 莲株高速公路改扩建工程(莲株公路升级改造工程)是湖南省首个二级汽车专用公路改扩建为高速公路的项目。路线起于湘赣界莲花冲,途经醴陵市、芦淞区、荷塘区,止于株洲市红旗立交东,主线全长 50.384 km;其中起点至醴陵段长 18.078km,采用双向四车道一级公路标准,设计速度 80 km/h,路基宽 21.5 m;醴陵至终点段长 32.306 km,采用双向四车道高速公路标准,设计速度 100 km/h,路基宽 24.5 m。

E.1.2 既有公路经多年运营,老路地基基本稳定,但老路基含水率和压实度已较完工时发生显著变化。对二标二工区老路基断面开挖测试表明,老路基含水率明显高于施工期水平、压实度普遍偏低,边坡松散、台阶开挖面难以自稳,全风化花岗岩路段尤为突出;长期现场测试表明,旧路堤平衡含水率较施工设计含水率最大提高 65%。新老路基性质差异大,控制差异沉降、保证拼接质量是本工程的关键技术问题。

E.1.3 改扩建方案以两侧拼宽为主。为解决湿热多雨环境下新老路基拼接问题,建设单位会同长沙理工大学课题组开展了专题研究,通过查阅资料、现场调研、室内试验及专家咨询,形成《莲株公路升级改造工程新老路基拼接技术指南》并在全线实施。

### E.2 拼接施工总体要求

E.2.1 清表和台阶开挖应自下而上随填土进度逐层完成,严禁一次施工到位,暴露台阶时间一般不超过 3 d~4 d;台阶开挖后未及时填筑即遇降雨的,应在雨后清

除表层过湿土后再开始填筑。

E.2.2 新老路基拼接按下列工序实施：开挖临时排水沟→清淤回填、填前压实（压实度不低于 90%）→清表并开挖第一级台阶→台阶平面地基处理（碎石换填、液压夯实，保证压实度不低于 90%）→台阶平面和新填路基用 32 t 压路机补强 2 遍→铺设第一层土工格室→新路基填土→逐层循环作业，每两个台阶高度用 32 t 压路机补强 2 遍→填筑至 93 区顶补强 2 遍→96 区一次开挖形成最后一级台阶并铺设最后一层土工格室→96 区顶面以下 15 cm 处用 32 t 压路机补强 2 遍。

E.2.3 台阶宽度 2 m。开挖前用白石灰在老路边坡沿行车方向划线标记台阶位置，挖掘机沿灰线垂直下切形成粗糙台阶后人工修整；台阶开挖应落在坚实土基上，严禁为保持台阶线性一致而以虚土人工培护台阶。

E.2.4 老路基边坡松散严重、台阶立面难以自稳的路段，将松散范围内的边坡土全部清除；台阶面含水率高、无法压实时，将台阶面最上层土翻松 20 cm 晾晒或掺灰处理，并和新路堤同步整平压实，或对台阶面进行液压夯实、夯坑内回填碎石；全风化花岗岩路段严禁大面积清表和台阶开挖。

### E.3 增强压实与土工格室应用

E.3.1 每级老路基台阶宽度范围采用液压夯增强处理：夯点两排呈梅花形布置，各夯坑相切，夯锤落距 0.8 m，每个夯点夯击 2 遍，夯后补料碾压整平。

E.3.2 常规压实后，在下路堤底面（原地面覆盖后）、93 区顶及 96 区以下 15 cm 界面处，采用 32 t 重型压路机对老路基台阶面和新填路基部分进行增强补压，碾压 2 遍（2 个来回），碾压宽度 4 m（老路基台阶 2 m+相邻新填路基 2 m）。

E.3.3 在路床底面（最上层台阶）、路堤底面（最下层台阶）及两层中间部位台阶各铺设一层土工格室；土工格室从老路台阶立面开始按设计横向宽度铺设，预先张拉并用 U 形钉固定，最外 U 形钉距路基边缘 20 cm；铺设面平整，距土工格室 10cm 以内路基填料最大粒径不大于 12 cm；铺设后及时回填碾压，严禁暴晒。

E.3.4 在 K1112+000~K1112+100 段开展现场试验验证：液压夯增强后，台阶面压实状况明显改善；32 t 重型压路机碾压 2 遍后，老路基台阶面压实度分别提高 3.01%和 3.21%，相邻新路基压实度分别提高 5.57%和 5.55%，增强补压效果显著，全线推广实施。

#### E.4 施工期排水与老路基渗水处治

E.4.1 施工期排水系统包括临时拦水埂、新路堤表面临时排水槽、新路堤表面横坡、新路堤边沟等：沿老路路缘石内侧修筑临时拦水埂，路面水经老路基坡面急流槽集中引排至拼接段以外；在新路堤边沟外侧开挖临时排水沟，纵坡不小于 3%；各施工层表面不得积水，填筑面做成 2%~4%排水横坡；暴雨季节安排专人值班巡查，老路基开挖面避免长时间暴露，气候骤变时及时覆盖。

E.4.2 老路基渗水按“标本兼治”原则处理，疏排路基内部积水并封堵水源：局部渗水路段在渗水点修筑横向盲沟；渗水点在同一高度连续分布的用纵向盲沟连通，纵向盲沟每隔约 20 m 设一道横向盲沟并与边沟相连；盲沟与新填路基相邻界面用防水土工布包裹，透水界面用透水土工布包裹，盲沟内设置 $\Phi 10$  cm 软式透水管；盲沟设置时从碾压面反开挖进行。

#### E.5 沉降控制与实施效果

E.5.1 拼宽路基沉降控制标准：工后沉降计算年限不小于 15 年；工后沉降桥头处不大于 5 cm、通道及涵洞处不大于 10 cm、其他一般路段不大于 15 cm；差异沉降按路拱横坡度增大值不大于 0.5%、相邻路段差异沉降引起的纵坡变化不大于 0.4%控制。施工期沉降速率小于 5 mm/d、侧向位移小于 3 mm/d；路面面层施工前连续两个月沉降速率应小于 2 mm/月；不能满足要求的路段采用堆载预压加速沉降。

E.5.2 实施效果与经验：莲株工程按上述技术路线实施后，有效控制了新老路基差异沉降，保证了拼接质量。其工程经验表明：改扩建前应对既有路基进行系统的调查、检测与评价，开挖断面实测含水率与压实度以准确掌握老路基状态；台阶开挖应与填筑紧密衔接、随填逐层开挖并及时覆盖封闭；液压夯与重型压路机增强补

压、土工格室铺设可显著提高结合部强度与压实均匀性；施工期排水与老路基渗水处治是防止拼接区病害的关键环节。相关技术要点已吸收至本规程第 7 章、第 9 章的有关条文。

征求意见稿

附件

# 《湿热地区高速公路路基改扩建技术规程》

(T/CECS G: DXX-XX-2026)

条文说明

## 1 总则

1.0.1 湿热地区高温多雨、特殊土广泛分布，老路基在长期运营中湿化持续发展，台阶开挖面湿软化、新老路基差异沉降、排水系统衔接等问题突出，路基拼接纵向开裂屡见不鲜。制订本规程旨在规范湿热地区高速公路路基改扩建工程的设计与施工，控制新老路基差异沉降，保证改扩建路基工程质量。

1.0.2 本规程以高速公路路基改扩建工程为主要适用对象。其他等级公路的改扩建工程在技术指标、交通荷载等方面要求相对较低，可参照执行。

1.0.3 改扩建工程利用既有公路走廊带，应贯彻环境保护、耕地保护和资源节约原则，践行“平安百年品质工程”建设要求，与现行《高速公路改扩建设计细则》（JTG/T L11）的理念相衔接。

## 2 术语和符号

2.1.1 湿热地区的界定综合考虑气温、降水与湿度等气象要素，以“气温高、降水量大、湿度高，路基长期处于高含水状态”为本质特征：7月月平均气温不低于 25℃、1月月平均气温大于 0℃、年均相对湿度超过 60%、年均降水量超过 800 mm，主要涵盖我国南方各省区，具体范围见附录 A。

2.1.2~2.1.4 改扩建、拼宽、拼接三个术语的界定参考了现行《高速公路改扩建设计细则》（JTG/T L11）及行业惯用表述：改扩建是涵盖加宽与改造的工程建设行为，本规程以拼宽为主要技术内容，并涵盖既有路基改造、路肩利用等其他改扩建形式；拼宽强调新建部分与既有部分的横向物理联系组合成整体；拼接则指构造物或其构件新旧部分的连接。

2.1.6 新老路基差异沉降是控制拼接质量的核心指标，贯穿施工期与运营期两个阶段，本规程第 7 章、第 10 章分别给出设计与施工控制、监测与验收要求。

2.1.7 增强压实（增强补压）是针对拼接部位压实质量难以保障问题提出的工

艺措施，包括压路机补压、冲击碾压或夯实等，相关技术要求见第 7 章。

2.1.8 复式渗沟是湿热地区既有路基坡面渗水处治的常用设施，管、沟双重排水通道可提高排水能力与耐久性，构造要求见第 9 章。

### 3 基本规定

3.0.1 路基拼接方案受路线平纵面调整、构造物改扩建、交通组织及施工时序等多因素制约，必须与改扩建工程总体设计相协调。拼接形式选择（双侧拼宽、单侧拼宽、分离增建等）应结合地形条件、施工难度与经济性综合确定，见第 7 章 7.1.8 条。

3.0.2 维持通车条件下拼宽施工是改扩建工程区别于新建工程的显著特点。交通导改不同阶段拼接作业边界与实施时序不同，台阶开挖、填筑顺序及临时防护、排水措施应针对各阶段分别提出，保障运营与施工双重安全。

3.0.3 老路排水系统普遍存在淤塞、变形问题。本条确立“评估后充分利用、破损或能力不足予以修复改造”的总体原则，与第 9 章 9.1.2 条、9.1.8 条的具体规定呼应。

3.0.4~3.0.8 鼓励采用新技术、新材料、新设备、新工艺，同时强调水土保持、生态恢复与资源循环利用要求，与现行《生产建设项目水土保持技术标准》（GB 50433）、《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610）等标准相衔接。

3.0.9 本规程为专项技术标准，未作规定的公路路基改扩建工程一般技术要求，按现行《公路路基设计规范》（JTG D30）、《公路路基施工技术规范》（JTG/T 3610）、《高速公路改扩建设计细则》（JTG/T L11）等有关标准执行，避免与上位标准重复。

### 4 既有路基调查与勘察

4.1.1 既有路基调查、勘察与检测是评价、处治与拼接设计的基础。湿热地区

老路基湿化程度空间变异大，调查工作应在评价、处治及拼接设计与施工前完成，按调查目的、内容、手段、成果分析的程序开展，成果深度应满足改扩建方案制定、既有路基评价和拼接设计需要。

4.2 路基及周边环境调查强调资料收集与现场勘查相结合。4.2.4 条针对深路堑、高陡路堤、浸水路堤、软土路堤、桥头、涵洞、汇水及排水不畅路段等特殊拼宽路段提出重点调查要求，并采用钻探、物探等方法对湿热地区常见的软土、泥质粉砂岩风化层、花岗岩残积土、红黏土、岩溶等特殊岩土综合勘察——这些特殊性岩土是湿热地区路基病害的主要地质根源。

4.3 改扩建工程勘察应充分利用既有公路各阶段资料，采用工程地质调绘、钻探、物探、原位测试、室内试验等综合手段。4.3.3 条测量与复测要求中，激光雷达提取既有路基标高数据为新老路基标高拟合提供了高效手段，已在国内多个改扩建工程中成功应用。

4.4 既有路基检测应结合湿热地区气候特点合理选择检测季节：含水率、回弹模量等湿度相关指标在雨季和旱季差异显著，宜分别检测并按最不利季节取值。既有中央分隔带排水设施年久失修或未设置的情况在湿热地区老路中较为普遍，其专项检测与评价是防排水改造设计的重要依据。针对湿热地区广泛分布的软土、膨胀土、高液限土、红黏土、花岗岩风化土等典型特殊土路基，4.4.4 条补充了专项检测内容与方法：软土侧重分布厚度、固结与强度特性，膨胀土侧重胀缩性指标，高液限土和红黏土侧重湿化条件下强度衰减特性，花岗岩风化土侧重遇水软化、崩解特性，检测采用钻探取样、原位测试与室内试验相结合的方法。

## 5 既有路基评价

5.1.1~5.1.3 既有路基及其附属设施应在评价基础上充分利用，评价结论应明确直接利用、处治后利用或拆除重建的段落和范围。评价聚焦既有道路服役状况，重点查明湿热环境下路基湿化程度、强度与刚度衰减状况及变形稳定状态；病害处治措施按第 6 章执行，实现“调查—评价—处治—拼接”的技术链条。

5.2 一般路段评价内容的五个方面（设计洪水频率符合性、填料 CBR 与压实度、平衡湿度与路基相对高度、边坡稳定与防护排水设施有效性、病害成因与整治效果）与现行《公路路基设计规范》（JTG D30）改扩建章节相衔接，并结合湿热地区特点强化湿度评价。

5.3 软土地区评价强调固结度与剩余沉降分析，差异沉降可采用分层总和法或数值分析方法计算，为拼接设计与差异沉降控制提供依据。特殊岩土路段评价在一般路段评价基础上增加地质条件变化分析、特殊岩土分布发育程度及其对路基稳定的影响分析等内容。

5.4 既有设施利用评价覆盖支挡结构物、防护工程、路肩、排水设施及拆除材料。5.4.2 条将路肩状况评估及再利用纳入评价内容，具备条件的硬路肩改造利用为行车道或应急车道可显著节约用地与造价；5.4.3 条规定利用与废弃判定三原则，体现“充分利用、区别对待”的技术经济理念。

## 6 既有路基病害处治与利用

6.1.1 “先处治、后拼接”是改扩建工程的基本原则。病害处治应在调查、勘察、检测与评价的基础上进行，处治方案经技术经济论证确定，处治后检测验证合格方可进行后续拼接施工，与 10.8.3 条形成闭环。

6.2 湿热地区既有路基典型病害主要包括路基湿化软化（翻浆、冒泥）、不均匀沉降与沉陷、路基纵向开裂、边坡冲刷与坍塌等。路床潮湿处治以“隔断、疏导、降低”为技术路线，使路床处于干燥或中湿状态。行车道路基局部塌陷或不均匀下沉采用三维探地雷达（GPR）与弯沉检测相结合的方法查明病害类型和位置，必要时辅以钻探验证，体现了无损检测优先、针对性处治的技术思路。6.2.5～6.2.8 条针对典型病害分别给出处治技术措施：翻浆、冒泥病害先截断水源，再疏排换填；沉陷与不均匀沉降按成因选用注浆加固、开挖换填、轻质填料置换或桩承加筋；纵向开裂查明与差异沉降、路基湿化的关系后采取注浆充填、翻挖回填并增强补压、铺设土工合成材料等措施；边坡冲刷、坍塌采取恢复坡面防护、完善截排水设施、增设支挡结构等措施。

6.3 湿热地区软土、膨胀土、高液限土、红黏土、花岗岩风化土（残积土）等特殊土广泛分布，特殊土路段病害处治强调根据土的工程特性、病害类型及成因选择措施，处治材料与工艺参数通过现场试验确定。软土路段病害以过量沉降、不均匀沉降和稳定性不足为主，处治选用排水固结、复合地基加固、轻质填料换填或反压护道等措施；膨胀土路段避免大开挖引起边坡失稳，采取掺灰改良、保湿封闭等措施抑制胀缩变形；高液限土路段针对含水率高、强度低、压实困难的特点采取改良、换填或增强补压措施；红黏土路段针对失水收缩开裂、浸水软化的特点采取换填、封闭隔水措施；花岗岩风化土路段针对遇水软化、崩解及扰动后强度衰减的特点，减少开挖扰动并及时封闭暴露面。

6.4 既有设施处治与利用体现资源节约原则，拆除材料优先再生循环利用。既有支挡结构病害类型主要包括墙面开裂、外倾鼓肚、滑移、不均匀沉降、基础淘空、泄水孔堵塞、墙背填土流失及锚杆（索）失效等，处治前应查明病害类型、成因并复核结构稳定性，按病害程度采取裂缝封闭、注浆修补、锚固加固、坡脚反压、基础加固、完善墙背排水或拆除重建等措施。涵洞、通道等构造物不属于路基工程范围，其接长利用应按现行桥涵有关标准执行。

## 7 填方路基拓宽设计与施工

7.1 一般规定确立拼宽形式选择原则（双侧优先、单侧或分离分幅用于地形受限路段）与新老路基相互影响控制路线（地基处理、优选填料、开挖台阶、补强压实、铺设土工合成材料）。填料要求与既有路基填料性质相近或承载比及透水性不低于既有路基，以减少新老路基变形不协调。

7.2 地表与坡面处理是保证拼接质量的前置环节。成林路段根系发达、埋藏深，清表后挖至树坑底再回填压实；拼接坡面处理需挖台阶并清除至相应压实度层位，严禁将土石混合回填。

7.3 台阶开挖拼接是新老路基结合的核心工艺：台阶内倾 2%~4%可防止结合面积水，每层台阶填平后对拼接缝两侧不小于 2 m 范围增强补压，路堤高度超过 3

m 时横向铺设土工合成材料。7.3.6 条针对湿热环境补充土工合成材料耐久性评价要求（抗紫外线、抗老化、耐酸碱、抗微生物侵蚀），并规定摊铺后至填筑覆盖间隔不超过 48 h，防止暴晒老化与雨水浸泡。7.3.7~7.3.9 条补充了新老路基差异沉降变形预估方法、控制标准及变形协调处理措施：差异沉降可采用分层总和法、数值分析方法计算或根据沉降观测资料与类似工程经验类比确定；控制标准按工后沉降、差异沉降和施工期变形速率分类控制，与附录 E 典型案例及第 10 章监测预警指标相衔接；预估差异沉降不满足控制标准时，采取地基加固、轻质或高模量填料、提高压实标准、加筋、分期填筑与预压、预留沉降量等变形协调处理措施，并通过沉降监测验证处理效果。

7.4 特殊路基拼接针对填石路基、粉煤灰路基、轻质泡沫混凝土路基、既有挡土墙路基及特殊土路基分别提出技术要求。轻质泡沫混凝土单层填筑厚度与分层施工时距控制源于工程实践经验。7.4.2 条根据高液限土、红黏土、花岗岩残积土、膨胀土等特殊土路基服役性能衰变特性和变形特点，规定了拓宽拼接时新老路基衔接处理措施，核心是控制结合面含水率差异、防止结合面湿化滑移与差异胀缩开裂。7.4.3 条软土地地区路基拓宽拼接地基处治要求由原第 8 章 8.3.2 条调整而来，软土地段不存在挖方路基。7.4.4~7.4.6 条补充了斜陡坡路堤、高路堤、半填半挖路基拓宽拼接的处理设计要求，强调稳定性验算、台阶开挖、加筋支挡与排水衔接。

7.5 施工期临时支挡与防护针对台阶面、高陡边坡及邻近既有线作业面，雨季及台风期采取临时遮盖、拦截与排水措施，临时设施在永久工程验收合格后拆除，保障运营安全与施工质量。

## 8 挖方路基拓宽设计与施工

8.1 挖方路基拓宽以边坡稳定与路床拼接为技术重点。一般挖方路基的设计与施工要求结合本章执行，未涵盖内容按现行《公路路基设计规范》（JTG D30）执行，避免与上位标准重复。深挖路段可采取桩板墙、调陡坡率加强支护、增设棚洞等措施减少开挖量及对运营的影响。

8.2 挖方段功能层高度低于既有路基功能层以利于排水；路床拼接部位增强补

压，受老路渗水影响强度不足时采用换填、改良或排水措施处理。半填半挖路段原地面设置向内倾斜 2%~4%台阶的要求与填方拼接协调一致。

8.3 特殊挖方路基拼接根据各类特殊土挖方路基变形特点和病害情况，针对膨胀土、高液限土、红黏土、花岗岩残积土及岩溶地区路堑分别规定拓宽拼接处理要求：膨胀土路堑基床表层全部换填、基床底层处治深度 1.0 m~1.5 m，施工避开雨季并及时封闭防护；高液限土路堑路床换填合格填料或掺灰改良，开挖暴露面及时封闭；红黏土、花岗岩残积土路堑针对失水开裂、浸水软化、扰动崩解的特点，防止开挖面浸水软化，边坡分级开挖、及时防护并做好截排水；岩溶地区路基按类型、厚度、发育程度采用回填、挖除换填、桩板结构、注浆等处治。软土地段不存在挖方路基，其拓宽拼接地基处治要求已纳入本规程第 7.4 节。

## 9 路基防排水

9.1 一般规定确立“充分利用既有设施、新旧衔接、长期有效”的总体原则。湿热地区老路排水设施淤塞、渗沟失效问题突出，9.1.2 条对既有排水设施利用、修缮、改建、重建、渗沟修复重作及渗水引排作出系统规定；中央分隔带排水设施应检查评价，失效的重新设置。

9.2 防排水设计强调与拼宽填料类型和结构形式相适应：透水性填料拼宽时设置纵向渗沟或排水垫层引排既有路基渗水，弱透水性填料拼宽时加强坡面防护和地表排水。9.2.3 条针对梅雨及台风期提出专项要求：施工期临时排水设施设计标准不低于当地 5 年一遇暴雨强度，防排水设计考虑气候变化背景下极端气象条件增多趋势并适当提高设计标准。

9.3 防排水施工坚持“先排水、后开挖”原则：路堑开挖前先开挖截水沟并铺砌防护，超高路段先按 2%横坡施工、路床顶前预留调平层，分层填筑各层面间不得积水，保证施工期路基免受水害。

## 10 路基变形监测与质量验收

10.1~10.4 变形监测以沉降和水平位移为主，并宜开展路基含水率监测掌握拼

接部位湿度状况。观测断面按地基条件与路堤高度分类（I、II、III型），软土地基路段拼宽部分与既有路基同步观测、同一断面布置，沉降观测满足三等水准测量精度要求，有条件时采用物联网、自动化数据采集与无线传输技术。

10.5~10.6 监测频率结合填筑阶段确定，填筑期每日观测 1 次，变形异常或台风、暴雨后加密观测。预警机制按累计变形量和变形速率设置：实测沉降速率大于 5 mm/d 或侧向位移速率大于 3 mm/d 时暂停填筑、分析原因，必要时采取卸载、反压等措施。

10.7 长期服役性能监测与快速评估是保障改扩建路基长期性能的重要环节，监测内容包括沉降、水平位移、含水率、孔隙水压力及排水设施工作状态，为运营养护决策提供依据。

10.8 质量检测与验收将拼接部位台阶开挖尺寸、压实度、含水率列为重点检测项目，拼接部位压实度检测频率不低于相邻一般路段的 2 倍，病害处治工程检测验证合格后方可进行后续拼接施工，形成“设计—施工—监测—验收”的质量闭环。