



T/CECS G XXXX: 202X

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

公路改扩建工程软土地基工程地质勘察技术  
规程

Technical Specification for Engineering Geological Survey of Soft Soil Foundation in  
Highway Reconstruction and Extension Project

(征求意见稿)

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  
Standard of China Association for Engineering Construction  
Standardization

**Technical Specification for Engineering  
Geological Survey of Soft Soil Foundation  
in Highway Reconstruction and Extension  
Project**

T/CECS G: XXXX-202X

主编单位:

批准部门: 中国工程建设标准化协会

实施日期: 202X 年 XX 月 XX 日

人民交通出版社股份有限公司

# 前 言

根据中国工程建设标准化协会《关于开展 2019 年第一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》（中建标公路[2019]84 号）的要求，由广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司承担《公路改扩建工程软土地基工程地质勘察技术规程》的编制工作。

编制过程中，编制组对国内外公路改扩建工程中的软土地基勘察工作进行了大量的工程调研，分析总结了公路改扩建软土地基勘察的工程经验和科技成果，广泛征求了业内有关单位和专家的意见和建议，制订本规程。

本规程分为 8 章，主要内容包括总则、术语和符号、基本规定、调查勘探与测试、可行性研究勘察、初步勘察、详细勘察和勘察成果报告等。

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 **xxxxxx** 负责具体技术内容的解释。在执行过程中如有意见或建议，请函告本标准日常管理组，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](mailto:shc@rioh.cn)），或主编单位联系人李水清（地址：广东省广州市天河区沙东街道范屋路 37 号之一；邮编：510000；传真：xx；电子邮箱：xxx）。

主 编 单 位： 广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司

参 编 单 位： 中交第二公路勘察设计研究院有限公司、中交第一公路  
勘察设计研究院有限公司、湖北省交通规划设计院股份  
有限公司

主 编： 李水清

主要参编人员： 何伟兵 程小勇

主 审：

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.....              | 5  |
| 4 调查、勘探与测试.....          | 7  |
| 4.1 一般规定.....            | 7  |
| 4.2 既有公路调查.....          | 8  |
| 4.3 工程地质调绘.....          | 11 |
| 4.4 原位测试.....            | 12 |
| 4.5 勘探和取样.....           | 14 |
| 4.6 室内试验.....            | 16 |
| 4.7 监测.....              | 18 |
| 5 可行性研究勘察.....           | 19 |
| 6 初步勘察.....              | 20 |
| 6.1 一般规定.....            | 20 |
| 6.2 路基.....              | 20 |
| 6.3 支挡工程.....            | 21 |
| 6.4 涵洞通道.....            | 22 |
| 6.5 桥梁.....              | 23 |
| 7 详细勘察.....              | 25 |
| 7.1 一般规定.....            | 25 |
| 7.2 路基.....              | 26 |
| 7.3 支挡工程.....            | 27 |
| 7.4 涵洞通道.....            | 27 |
| 7.5 桥梁.....              | 28 |
| 8 勘察成果报告.....            | 30 |
| 8.1 一般规定.....            | 30 |
| 8.2 岩土参数的分析与选定.....      | 30 |
| 8.3 成果报告的基本要求.....       | 31 |
| 8.4 工程地质图件.....          | 32 |
| 附录 A：软土的物理力学性质指标.....    | 35 |
| 附录 B：高速公路改扩建路段的加宽形式..... | 37 |
| 本规范用词说明.....             | 38 |
| 条文说明（已附在前面各条款后）.....     | 38 |

# 1 总则

**1.0.1** 为规范公路改扩建工程软土地基工程地质勘察，制定本规程。

**1.0.2** 本规程适用于各等级公路改扩建工程的软土地基工程地质勘察。

**1.0.3** 公路改扩建工程软土地基的工程地质勘察，应体现软土地区公路改扩建的特点，要重视对既有公路资料的收集及分析工作，加强既有公路的调查，结合现场地形地质条件、构筑物设计、拼宽方案及各勘察手段的特点，精心勘察、精心分析，提出资料完整、真实准确、评价正确的勘察报告。

**1.0.3** 公路改扩建工程软土地基工程地质勘察应积极采用成熟可靠的新工艺、新技术、新方法。

**1.0.4** 公路改扩建工程软土地基工程地质勘察除应符合本规程的规定外，尚应符合国家和行业现行有关标准的规定。

征求意见稿

## 2 术语和符号

### 2.1 术语

#### 2.1.1 软土 soft soil

天然含水率高、孔隙比大、压缩性高、抗剪强度低的细粒土。泛指软黏土、淤泥质土、淤泥、泥炭质土、泥炭等软弱土。

#### 2.1.2 软土地基 soft foundation

由强度低、压缩量较高的软弱土层组成的地基。

#### 2.1.3 路基 subgrade

按照路线位置和一定技术要求修筑的带状构造物，是路面的基础，承受由路面传来的行车荷载。

#### 2.1.4 公路改扩建 highway reconstruction & extension

在现有公路基础上，为提高技术等级、通行能力或改善技术指标而进行的公路建设工程，包括公路的改建、扩建等。

#### 条文说明

公路改扩建是指在现有公路的基础上，为提高公路技术等级、增加公路容量或改善公路技术指标而进行的公路建设工程，包括公路的“改建”、“扩建”等多种含义。值得注意的是，“改建”工程主要是指公路等级、行车指标提升或改变功能的公路建设工程，“扩建”工程大多是指行车技术指标不变，仅是对车道数量进行增加拓宽等。

对于改扩建工程，拟改扩建公路在既有公路两边或单边紧邻布设，涉及到路基、路面及桥梁结构的拼接设计与施工，对施工期间的交通通信与交通安全会产生较大影响，且不同的交通组织会影响具体实施方案的确定。。对于新建工程，拟建公路与既有公路临近或完全分离，有一定距离，其勘察设计与既有公路无关或影响很小。因此，公路改扩建时首先应对改扩建方案和新建方案进行比选论证。通过对工程规模、建设条件、交通组织、交通安全等技术经济指标进行全面分析比较之后，确定最优方案。

#### 2.1.5 路基（路面）拼接 subgrade joint construction

使新老路基（路面）连接成为整体的工程措施。

### 2.1.6 拼宽桥梁 widened parts of bridge

桥梁的加宽部分及其衔接部。

### 2.1.7 原位测试 in-situ test(IST)

在岩土体原来所处的位置,基本保持岩土体的结构、含水率和原位应力状态,直接或间接地测定岩土体工程特性的测试方法的总称。

### 2.1.8 现场监测 in-situ monitoring

在现场对岩土性状和地下水的变化,岩土体和结构物的应力、位移进行系统监视和观测。

### 2.1.9 静力触探试验 static cone penetration test (CPT)

用静力将一定规格的锥形探头匀速贯入土层中,同时测记贯入过程中探头所受到的比贯入阻力或端阻、侧阻、孔隙水压力的试验方法。

### 2.1.10 十字板剪切试验 vane shear test (VST)

将一定规格的十字形板头插入土中,按一定速率旋转,量测土在破坏时的抵抗力矩,测定软土的不排水抗剪强度(峰值强度、残余强度、重塑土强度)的试验方法。

## 2.2 符号

### 2.2.1 岩土的物理指标

$w$ —天然含水率;

$e$ —天然孔隙比;

$I_L$  - 液性指数;

$I_p$  -塑性指数;

$w_p$ —土的塑限;

$w_L$ —土的液限;

$S_r$ —土的饱和度;

$g$ —岩土的重力密度(重度);

$r$ —岩土的质量密度(密度)。

### 2.2.2 岩土の力学指标

$c$ — 岩土の粘聚力；

$j$ — 岩土の内摩擦角；

$a$ — 土の压缩系数；

$n$ — 岩土の泊松比；

$E$ — 岩土の变形模量；

$[f_{ao}]$ — 地基承载力特征值；

$q_{ik}$ — 桩侧土の摩阻力标准值；

$q_u$ — 无侧限抗压强度；

$R_c$ — 岩石单轴饱和抗压强度。

### 2.2.3 岩土の测试参数

$N$ — 标准贯入试验锤击数；

$N_{63.5}$ — 重型圆锥动力触探锤击数；

$N_{120}$ — 超重型圆锥动力触探锤击数；

$p_s$ — 静力触探比贯入阻力；

$q_c$ — 双桥静力触探锥尖阻力；

$f_s$ — 双桥静力触探侧壁摩阻力；

$K_v$ — 岩体完整性系数。

### 3 基本规定

**3.0.1** 应充分收集既有公路勘察设计、施工、养护、监测和专题研究等与软基相关资料，调查既有公路的技术状况和运营现状，结合路线及沿线各类构筑物的设计，对既有公路及拓宽改建范围采用工程地质调绘、钻探、室内试验、原位测试等手段进行综合勘察。

**3.0.2** 公路改扩建工程软土地基工程地质勘察应在综合分析既有公路工程地质勘察资料的基础上，重点查明既有公路软土地基沉降与稳定状态、拓宽改建范围软土地基工程地质条件，分析评价新老路之间差异沉降及对老路的沉降和稳定的影响程度。。

**3.0.3** 公路改扩建工程软土地基工程地质勘察可分为可行性研究阶段勘察（含预可、工可）、初步设计阶段工程地质勘察（简称初步勘察）和施工图设计阶段工程地质勘察（简称详细勘察），当工程需要时，增加施工勘察阶段。

**3.0.4** 呈软塑~流塑状，具有压缩性高、强度低、透水性差、灵敏度高等特点的粘性土宜定名为软土。软土主要鉴别指标如下：

表 3.0.4 软土鉴别指标

| 土类           | 天然含水率/% |     | 天然孔隙比 | 压缩系数<br>/MPa <sup>-1</sup> | 快剪内<br>摩擦角/° | 十字板剪<br>切强度<br>(kPa) | 静力触探锥<br>尖阻力<br>(kPa) |
|--------------|---------|-----|-------|----------------------------|--------------|----------------------|-----------------------|
| 粘性土、有<br>机质土 | ≥35     | ≥液限 | ≥1.0  | >0.5                       | <5           | <35                  | <750                  |
| 粉质土          | ≥30     |     | ≥0.90 | >0.3                       | <8           |                      |                       |

#### 条文说明

大量公路工程实践表明，很多情况下，土体的天然含水率、天然孔隙比达不到软土的范围，但实际的原位测试强度较低，若按照非软土不进行处理，极易造成路基较严重的不均匀沉降。比如广东粤东某高速地基土体里分布一层已固结的软土层，管桩处理时没有穿透该层，但工后沉降远超容许值，路基不均匀沉降严重，值得重视。此外，在丘陵区、山区洼地内的饱水黏土，其含水量高、抗剪强度低、根据物理指标极易当做非软土处理。因此，本规程建议将天然含水率、天然孔隙比等物理指标及原位测试力学指标进行了双控，扩大软土的确定范围。

**3.0.5** 软土按形成地理环境，可分为平原、三角洲的较深厚软土，以及丘陵区、山区的浅层软土。本规程中的改扩建工程软土路基勘察主要针对深厚、需要

深层处理的软土。

**3.0.6** 当遇到下列情况之一，应进行施工勘察：

- 1 地基基础施工过程中，地质条件有差异，并影响到地基基础的设计及施工时；
- 2 因客观因素，勘察设计阶段不具备勘察条件时；
- 3 在施工阶段，设计变更或施工需要时。

**3.0.7** 对软土工程地质条件极复杂或既有道路发生多次软基病害的，宜开展专项勘察工作。

征求意见稿

## 4 资料收集、调查、勘探与测试

### 4.1 一般规定

**4.1.1** 公路改扩建工程软土地基工程地质勘察，要重视对既有公路资料的收集、综合分析及利用工作，结合现场地形地质条件、软基处治方案、构筑物设计及拼宽方案等，采用合适的勘察方案开展勘察工作，其成果应作为岩土工程评价的基本资料。

**4.1.2** 勘探、取样、室内试验和原位测试的适用范围、仪器标准、方法和有关要求，应与改扩建公路工程特点相适应。对可能导致地基失稳的特殊路段，如沿河、傍山、暗浜（塘）等，应加强勘察，探明软土层分布及厚度在纵横向的变化。

#### 条文说明

路堤拓宽改变了原有地基应力场，沿河、塘、傍山等特殊地质条件下路基稳定性显著会减低，此时软土的发育在横向、纵向上往往变化较大，需重点查明。

**4.1.3** 改扩建公路软土地区应根据公路沿线岩土条件、设计对参数的要求和测试方法的适用性等因素选择适合的原位测试方法，以查明软土的原位强度。

**4.1.4** 原位测试应与勘探、取样室内试验相结合，成果的使用应考虑地区性和经验性，采用与地区经验相结合的原则合理确定岩土工程参数，进行岩土工程评价。

#### 条文说明

原位测试有多种方法，各种方法的应用受一定条件的限制，不同的方法能够获取的岩土参数也不完全相同。勘察中采用何种原位测试方法需充分考虑工程勘察的目的和场地土层的性质、分布以及地下水位等条件进行选择。在开展原位测试之前，充分收集和研究工作区既有的工程地质资料，有利于了解和把握工作的重点、难点，有针对性地选择原位测试方法和设备，制订符合工程实际的原位测试方案。布置原位测试孔（点），避开地下管线、隐蔽工程、朽木、块石等有碍测试的地下障碍物，对生产安全和保证工程的顺利进行都是必要的。

各种原位测试方法获取的试验数据，造成误差的因素较为复杂，一般可由测试仪器、试验条件、试验方法、操作技能、土层的不均匀性等引起。其中测试仪器的使用性能是否符合要求是一个重要的方面。因此，对原位测试设备进行定期

的校验和维护，确保其正常使用，对保证测试质量十分必要。

#### 4.1.5 公路改扩建工程要重视勘察过程中的安全问题：

1 管线问题：勘察前应收集相关管线资料，包括管线布置图、管线类型和地下埋设物分布概况等资料；随后，组织专人进行实地查勘；钻孔开空前，采用洛阳铲等人工开挖至原土层方能开钻，一般开挖深度 3-5m。

2 道路作业：钻探作业前，应按照路政相关规定办理施工许可手续；作业时，机台四周必须有可靠的围蔽措施，护栏要沿着钻机四周按铁马密扣无缝隙闭合围蔽。高速公路等高等级公路路面作业必要时可设置防撞车。

#### 条文说明

虽然搜集了相关资料、走访了附近居民、现场进行了查勘，但仍然无法肯定钻孔处有无管线，为了确保施工的安全，有必要时采取洛阳铲先行进行探查，洛阳铲一般情况下能探查 5~6m 深，这基本上超过了绝大部分管线的埋深，为勘察施工提供了很大的安全保障，这种手段往往是最有效的。经实践证明，洛阳铲在管线工程勘察中作用明显，效果良好，是勘察工作的有力保障，被广大工程勘察人员所认可。

### 4.2 既有公路地质资料收集与利用

4.2.1 高速公路改扩建软基勘察应充分收集和研究原勘察、设计、施工和运营期的各项相关资料，既有高速的地质资料收集，应包括如下内容：

- 1 应充分收集既有高速公路详细勘察工程地质勘察报告和与软基相关的专题研究报告。
- 2 应收集既有高速公路施工图软基处理、地基基础等设计文件及设计变更资料。
- 3 应收集既有高速公路竣工资料，宜收集施工过程中的与软基相关的施工资料。
- 4 应收集既有高速公路运维阶段软基病害、处治相关的地质资料。
- 5 应收集既有高速施工阶段及运营阶段的软基路段相关变形监测资料。

#### 条文说明

对于改扩建工程，除了要按新建工程进行相关资料收集及调查外，为最大限

度地利用既有高速，对已有地质资料、地基基础等工程实践经验进行总结，可作为既有高速土建工程为改扩建部分的先行原位试验，是同位扩建工程类比的依据。因此，运维病害、监测等资料十分重要。

#### 1、既有公路勘察设计资料收集及筛选

全面收集既有公路地质调查、平剖面、钻探原始资料及成果、试验成果及文字报告等资料。

#### 2、既有公路施工资料的收集

对于路基工程，应收集软基处理施工过程中地质描述资料、软基监测资料，了解原路施工时的地质变化情况，可分析评价既有公路软土地基沉降与稳定状态，确定既有路基的软土地基固结度和剩余沉降（包括主固结和次固结）。

#### 3、既有公路运营资料的收集

对于路基工程，应收集利用既有公路沉降观测以及病害养护等资料，了解一般路基工程地质条件，软土分布范围及其工程特性、地基加固处理形式等。

**4.2.2 既有高速地质资料利用**，应根据既有资料的可靠性、准确性和适宜性来综合确定，应符合如下规定：

- 1 对收集的既有高速的地质资料，应进行深入研究，对其重点工程的钻孔资料应现场调查、抽查验证、综合分析，并按现行规范、标准进行修订后加以利用。
- 2 在既有高速 15-30m 范围内的路桥勘探资料，应予以利用。
- 3 在既有高速验证无运维软基病害的勘探、测试、试验等资料，应予以利用，否则宜参照利用。

通过上述仍难以满足需要时，应按照新建项目的勘察要求加强勘察。

#### 条文说明

对既有高速收集资料的综合分析，包括勘察成果总结、设计处治方案、施工经验和运维病害等，可作为改扩建工程先行原位试验方式的工程类比，为改扩建勘察工作的开展、各岩土参数的提取、勘察成果结论提供依据。

### 4.3 既有公路调查

**4.3.1** 应采用现场调查、测量、试验检测等手段对既有公路的技术状况、运营现状进行调查、测量与检测。

#### 条文说明

对于改扩建工程，除了要进行一般新建工程的相关调查外，为最大限度地利用原有工程，应对公路现状进行深入地调查和评价研究，

原有公路的调查与评价实质上是对现有公路特性进行分析，是改扩建工程中的重要环节，是工程方案研究的基础。评价内容包括公路运行安全性评价、原有工程现状评价、交通量调查分析等内容。

#### 4.3.2 既有公路路堤的调查，应符合如下规定：

1、对既有公路软基路段根据路况进行分段，选择有代表性的路段，现场测量原有路基的变形情况。

2、对发生过软基病害的路堤段落，宜进行老路路基路面几何尺寸、弯沉、承载板测试，确定其回弹模量。

3、宜选择有代表性的路段，对原填方路堤土应进行下列试验：物理性质试验：天然含水量、天然密度、土粒相对密度、粒径组成、液限、塑限等；力学性质试验：重型击实、CBR、固结试验、直接快剪等。

4、调查原有路基支挡工程地地质条件、基础形式和使用状况。

5、运营期间的交通事故调查。

#### 条文说明

调查既有路基是否有过大的变形和开裂，按照现行标准的要求分析病害和隐患产生的地质原因，并在改扩建设计时提出避免和解决措施（工程经验表明，软基上的拓宽工程较难避免既有公路开裂）。路基产生较大变形时，往往反应到路面层的沉降、护栏的沉降错落、路堤边坡的开裂变形、支挡工程的开裂与不均匀沉降等，这些都是路堤调查的重点。

在调查评价的过程中，如需要可采取针对性的勘察、试验、检测、理论计算等手段，具体根据实际情况确定。软土地区既有路基工后沉降调查，一般采用测量高程变化，并考虑路面加铺等因素的方法。

#### 4.3.3 既有公路桥梁、涵洞的调查，应符合如下规定：

1、应调查软基路段既有涵洞的地地质条件、基础形式和使用状况，调查涵身和洞口的墙身错台、底板变形开裂等状况。

2、应对桥台结构及锥坡的基础形式和使用状况进行调查，包括桥台耳墙、支座的变形，桥下锥坡的开裂、坍塌等状况。

### 3、应调查桥台（涵墙）与路基的沉降情况。

#### 条文说明

桥台处软基处理不当时，往往造成台后土压力过大，导致桥台出支座向桥梁方向拉伸变形。涵洞基底的软基处理状况，直接会反映到涵身错台、底板开裂等现象。

4.3.4 对既有公路的监测资料，有条件时宜尽量收集，以获取准确的原路工后沉降量，推算既有道路软土地基的固结状态及剩余沉降量。

## 4.4 工程地质调绘

4.4.1 公路改扩建软基的工程地质调绘应体现软土地区公路改扩建的特点，充分结合既有公路修筑前原始地形图及改扩建现地形图，应包括以下内容：

1 工程地质调绘应结合既有公路、拟改扩建公路及构筑物的设置相结合，尽可能应用原始地形图，调查地形、地貌及第四纪沉积层的特征，划分地貌单元并进行工程地质分区。

2 软土的分布范围和分布规律，沿线微地貌与软土分布的关系。

3 调查湖塘、河流等地表水体的分布情况。

4 地下水的类型、埋深、补给、排泄和水位变化情况。

5 地表水的汇流和水位的季节变化、疏干条件及河流水文变化情况，地下水露头及其季节变化情况，地下水与地表水的关系等。

#### 条文说明

既有公路修筑前原始地形图很重要，对于软土的分布范围、赋存规律、划分地貌单位，以及填土的分布、厚度等的确定，更直观更有效。

4.4.1 工程地质调绘应沿既有公路两侧带状分布进行，调绘宽度应满足工程方案比选及工程地质条件评价的要求。调绘的比例尺不应小于工程地质图成图的比例尺。

4.4.3 既有公路及拟改扩建公路场地的调绘点在图上的密度每100mm×100mm不得少于6个，调绘点应设置在公路拼接处、软土的边界、地层接触线、断层、地下水出露点及桥梁、支护工程、填方路基段等部位，地貌单元的边界、河流阶地、山间盆地、山间沟谷地段等应布置调绘点。

**4.4.4** 可能有软土发育的沟谷及低洼地带，应辅以简易勘探手段进行工程地质调绘。

**4.4.5** 工程地质调绘应提交与软基有关的文字说明、工程地质平面图、综合地层柱状图、工程地质断面图、照片以及相关调查图表等。

## 4.5 原位测试

**4.5.1** 软土地区工程地质测试宜采用静力触探、十字板剪切试验等原位测试方法查明软土的原位强度，并宜与钻探资料进行对比、验证，以合理确定软土的物理力学性质。

**4.5.2** 原位测试点作为指标参数对比孔时，应设置于钻探孔周边 2m 范围内，且宜先做原位测试，再进行钻探。

**4.5.3** 原位测试的试验项目、测定参数、主要试验目的可按下表的规定确定。

**4.5.3 软土原位测试项目**

| 试验项目    | 测定参数                                                                                  | 主要试验目的                                                                                     |
|---------|---------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------|
| 静力触探    | 单桥比贯入阻力 ( $P_s$ )、双桥锥尖阻力 ( $q_c$ )、侧壁摩阻力 ( $f_s$ )、摩阻力 ( $R_f$ )、孔压静力触探的孔隙水压力 ( $u$ ) | 1、判定土层均匀性和划分土层；<br>2、选择桩基持力层，估算单桩承载力；<br>3、估算地基土承载力和压缩模量；<br>4、判定沉桩可能性；<br>5、判别地基土液化可能性及等级 |
| 标准贯入试验  | 标准贯入击数 ( $N$ )                                                                        | 1、判定土层均匀性和划分土层；<br>2、判别地基土液化可能性及等级；<br>3、估算地基土承载力和压缩模量；<br>4、选择桩基持力层，估算单桩承载力；<br>5、判定沉桩可能性 |
| 十字板剪切试验 | 不排水抗剪强度 ( $C_u$ ) 和残余强度 ( $C'_u$ )                                                    | 1、测定原位应力条件下粘性土的不排水抗剪强度 ( $C_u$ )；<br>2、估算软粘土的灵敏度；<br>3、判断软粘土的应力历史                          |
| 载荷试验    | 比例界限压力 ( $p_0$ )、极限压力 ( $p_L$ )、压力与变形关系                                               | 1、确定地基土承载力；<br>2、估算地基土的变形模量；<br>3、计算地基土的基床系数                                               |
| 旁压试验    | 初始压力 ( $p_0$ )、临塑压力 ( $p_y$ )、极限压力 ( $p_L$ ) 和旁压模量 ( $E_m$ )                          | 1、测求地基土的临塑荷载和极限荷载，评定地基土的承载力和变形参数；<br>2、计算土的侧向基床系数；<br>3、自钻式旁压试验可确定土的原位水平应力和静止侧压力系数         |
| 扁铲侧胀试验  | 侧胀模量 ( $E_D$ )、侧胀土性指数 ( $I_D$ )、侧胀水平应力指数 ( $K_0$ )、侧胀孔压指数 ( $U_0$ )                   | 1、划分土层和判别土类；<br>2、计算土的侧向基床系数                                                               |

|      |                               |                                          |
|------|-------------------------------|------------------------------------------|
| 波速测试 | 压缩波速 ( $V_p$ )、剪切波速 ( $V_s$ ) | 1、划分场地土类别;<br>2、提供场地土动力参数;<br>3、估算场地卓越周期 |
|------|-------------------------------|------------------------------------------|

**4.5.4 软基原位测试勘察**，宜将静力触探测试、十字板剪切试验作为主要原位测试手段，将标准贯入试验、旁压试验等作为辅助的测试手段。

#### 条文说明

静力触探试验可分为单桥静力触探试验、双桥静力触探试验和孔压静力触探试验。适用于软土、黄土、黏性土、粉土、砂土、素填土及含少量碎石的土层，可用于划分土层，判定土类，测定地基承载力，预估单桩极限荷载，判定饱和砂土、粉土地基液化的可能性，测定地基土的物理力学参数。特别是对于地层情况变化较大的复杂场地及不易取得原状土的饱和砂土和高灵敏度的软粘土地层的勘察，更适合采用静力触探进行勘察。

考虑到既有公路车辆通行需求的实际情况，静力触探具有快速、精确、经济和节省人力等特点，对既有公路的通行影响最小。目前公路行业的静力触探，大多采用全液压传动静力触探（改装后的静力触探车），其动力来源可使用汽车本身动力，最大灌入力可达 200kN；采用双桥静力触探探头，能同时测定锥头阻力、侧壁摩擦阻力。探测深度最大达 60-70m，能够满足路基、桥涵等设计需求。

静力触探测试在近几年有着大量的应用，主要用于刚性桩复合地基（CFG 桩、素砼桩、大直径薄壁筒桩、预应力管桩、小直径支盘桩等）的软基处理中，在过程中发现如下问题：

1、广东地区软土地区，特别在冲积平原及山间谷地，地层层位变化大，在公路带状工程中表现突出，使得软基处理实施时，需查明地基土在水平和垂直方向上的变化，划分土层，确定土的类别；

2、需要确定地基土的承载力和变形模量，以及其他物理力学指标，给刚性桩软基处理设计提供可靠的力学参数；

3、刚性桩主要是利用软土层下的土层作为持力层，持力层的力学性质对软基处理方案至关重要，因此需要一种勘察手段来获取持力层的原位力学性质，以较为准确地计算单桩承载力；

为了保证软基处理质量，确保工程的安全可靠，在软基施工前，需要准确的获取地层的层位变化及地层的原位力学性质，因此采用静力触探方式作为软基路

段的一种主要的勘察手段。

**4.5.5** 采用静力触探方法评价土的强度和变形指标时，应结合本地区经验取值。应用静力触探曲线分层时，应综合考虑土的类别、成因和地下水条件等因素。

**4.5.6** 十字板剪切试验适用于测定软土的不排水抗剪强度及灵敏度等参数，测试深度不宜大于 30m。十字板剪切试验的试验孔位置及试验深度宜通过钻探、静力触探试验资料了解土层的分层情况后确定。

**4.5.7** 近年出现的新的原位测试方法，如旋转静力触探、钻孔内径向挤扩土压力原位测试等，有条件时宜在确保可靠稳定的前提下多采用。

#### 条文说明

常规的双桥静力触探对于埋深大于 35 m 的密实的粉土及砂土层很难穿透，深部土层物理力学指标的取得主要以钻探取样及标贯为主，触探孔深已经不能满足现阶段公路工程设计需要，寻求能够应用于较硬、较深地层的连续、快速、准确、无扰动的静力触探技术是岩土测试技术研究的新方向。

新型旋转静力触探是铁三院于 2008 年首次提出，其对地基土层的适用条件与常规的静力触探相同，但通过设置减磨器可减少探杆贯入时的摩擦阻力，并可贯入可旋转，勘探深度最大达到了 80 m，克服了常规的静力触探孔不能穿透厚层硬层，测试深度较浅的缺点，满足了设计要求。

钻孔内径向挤扩土压力原位测试，是广东省 2021 年立项的科研项目，其通过微型挤扩支盘机放入钻孔一定深度，原位径向挤扩孔壁土体，该测试方法不受深度的限制，能够适应强风化及以下所有的中硬土地层（约标贯 $\leq 70$  击）。根据其测得的挤扩压力值，可用于换算土的其它基本力学指标、地基基本承载力及变形参数等。

## 4.6 勘探和取样

**4.6.1** 改扩建公路软基工程地质勘探应在既有公路调查及工程地质调绘的基础上进行，应根据现场公路沿线地形地质条件、工程结构设置、勘探的目的和要求，采用综合勘探方案，包括钻探、原位测试、室内试验和简易勘探等手段。

**4.6.2** 各勘察阶段勘探点布置应依据公路等级及地基复杂程度，结合地层条件、软土发育特点，以及拟改扩建公路构筑物的类型、规模及基础类型等综合确定，满足方案比选、地质评价、工程设计的需要。

#### 4.6.3 改扩建公路软基工程地质勘探点的布置应符合下列规定：

1 勘探点的布置应在已收集的既有公路相关地质资料基础上进行，视既有地质资料的完整性和可靠性来合理确定勘探工作量，原则上应以既有地质勘探孔为基础进行对比勘探试验，查明既有公路软基物理力学性质变化情况，以及拓宽范围软基地质情况。

2 既有公路的勘探点宜布置在既有路堤路肩和坡脚处。对排水固接法处治路段，宜采用钻探为主要勘探手段；对刚性桩复合地基，宜采用静力触探进行力学分层找准持力层；对发生过硬基病害的路段等需要验算路堤稳定性，尚应采用十字板剪切试验测试原位抗剪强度。

3 对于既有公路因软基发生过病害的路段，宜选择代表性断面对既有公路路面结构层、路床、路堤及地基进行勘探，测试软土的抗剪强度、路堤土的标贯击数和抗剪强度指标等参数。

4 扩建公路的勘探孔宜与既有公路勘探孔布设在同一横断面上。

#### 条文说明

考虑到既有公路车辆通行需求的实际情况，在既有公路上进行勘探，势必要进行封车道施工，对公路交通影响较大。静力触探具有快速、精确、经济和节省人力等特点，对既有公路的通行影响最小。因此既有公路的勘探建议优先选择影响最小的静力触探法。

对排水固接法处治路段，需要查明既有公路软土地基的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，确定既有路基的各种地基处理路段的软土地基固结度和剩余沉降(包括主固结和次固结)，计算评价剩余沉降量，分析评价新老路之间差异沉降及对老路的沉降和稳定的影响程度。需要在钻探过程过采区原状试验进行相关土工试验。

对于既有公路因软基发生过病害的路段，改扩建时既有可能对既有道路进行软基处治，因此从下部的地基土到上部的填筑土都是勘探的重点，需重点予以查明。

#### 4.6.4 勘探深度应符合下列规定：

1 路基、支挡工程及涵洞通道的浅基础，当软土厚度较薄时，勘探深度应穿过软土层至下卧硬层内 3-5m；软土厚度较大时，勘探深度应不小于地基压缩层

的计算深度或达到地基附加应力与地基土自重应力比为 0.10-0.15 时所对应的深度，并应超过地基处理深度。

2 桥梁深基础的勘探深度应达桩端或持力层以下 8-10m。

**4.6.6** 取样应符合下列规定：

1 在软土地层中采样，应严格控制钻探回次进尺，严禁扰动或改变试验样品的土体结构及含水状态。

2 取样前应清除孔内残留岩芯，并保持孔壁稳定。

3 采取软土试样的质量以及所使用取土器，应根据工程要求、所需试样的质量等级确定，软土取样应利用薄壁取土器采用压入法，极软淤泥宜采用固定活塞式取土器，取土器长度应大于 50cm。试样质量等级符合本规程附录的规定。

4 取土时，取土器的人土深度，严禁大于取土器的有效深度。

5 软土层的取样间距，视软土的均匀情况，在 0-5m 的深度范围内，宜取样 3 件（组）；5m 以下，应沿深度每 2-3m 取一组样；对于厚度大于 5m 的均质土层，在该层的上、中、下部各取一组样品。

**4.6.7** 土试样封装、运输、储存应符合下列规定：

1 取土器提出地面之后，应小心地将土试样卸下，并应妥善密封、防止湿度变化。土样应直立安放，严禁倒放或平放，并应避免曝晒或冰冻。

2 土试样运输前应妥善装箱，并充填缓冲材料，运输途中应行驶平稳，避免颠簸。对易于扰动的土试样，宜在现场进行试验工作。

3 土试样应储存在温度 10℃～30℃ 条件下，取后至试验前的存储时间不宜超过 3 天。

## **4.7 室内试验**

**4.7.1** 室内试验应根据既有公路及拟改扩建公路的工程要求选择土工试验、岩土矿物分析、水质分析等试验项目和试验方法，符合现行《公路土工试验规程》（JTG 3430）等相关标准的规定。

**4.7.2** 室内力学试验的加荷级别与标准、试验的边界条件应与工程场地的环境条件相适应，并结合施工、运营期及既有公路荷载实际情况综合确定。

**4.7.3** 软土测试的项目应主要根据基础处理方式及设计需求确定，测试的指

标应符合表 4.7.3 的规定：

表 4.7.3 软土测试指标

| 指标       | 天然地基 | 排水固结 | 水泥土桩 | 刚性桩  |
|----------|------|------|------|------|
| 天然含水率    | √    | √    | √    | √    |
| 天然重度     | √    | √    | √    | √    |
| 颗粒比重     | √    | √    | √    | √    |
| 天然孔隙比    | √    | √    | √    | √    |
| 塑限       | √    | √    | √    | √    |
| 液限       | √    | √    | √    | √    |
| 塑性指数     | ×    | ×    | √    | ×    |
| 液性指数     | √    | √    | √    | √    |
| 压缩曲线     | √    | √    | √    | √    |
| 压缩模量     | □(√) | □(√) | □(√) | □(√) |
| 压缩指数     | □(√) | □(√) | □(√) | □(√) |
| 固结系数     | √    | √    | √    | √    |
| 渗透系数     | √    | √    | √    | √    |
| 固结快剪黏聚力  | ×(√) | √    | ×(√) | ×(√) |
| 固结快剪内摩擦角 | ×(√) | √    | ×(√) | ×(√) |
| 水、土腐蚀性   | ×    | ×    | √    | √    |
| 钢筋腐蚀性    | ×    | ×    | ×    | √    |
| 酸碱度      | ×    | ×    | √    | ×    |
| 有机质含量    | ×    | ×    | √    | ×    |

备注：1 √表示应测试项目，□表示可选项目，×表示不测项目，()内为仅适用于既有路基软土测试指标；

**4.7.4** 改扩建段公路拼接处或与其他构造物相邻的高路堤段，宜取样进行高压固结试验，试验加载等级宜为 12.5kPa、25kPa、50kPa、100kPa、200kPa，以获取先期固结压力指标。软土层厚度较大时，宜在该层的上、中、下部分别测定一组完整的软土物理力学指标。

**4.7.5** 对桥头、通道、涵洞、挡土墙、路堤高度大于 8m 的路段，软塑、流速的黏性土应测试压缩指标、固结系数和抗剪强度指标等。

**4.7.6** 室内剪切试验应根据地基土类别、地基排水条件，并结合加载速率选用相应的试验方法和试验参数，有条件时宜选用三轴剪切试验；直接快剪试验宜在先期固结压力下固结后进行直接快剪试验，固结快剪试验的固结应力应大于前期固结应力，最大固结压力应大于软土自重应力与路堤荷载集度之和。

**4.7.7** 试验结果应按既有公路及拟改扩建公路划分工程地质单元、区段及层

位分别统计，并将取样方法、试验方法以及不同测试方法所得结果进行比较，评价其可靠性和适用性。

#### 条文说明

工程实践表明，桥头、通道、涵洞、挡土墙、路堤高度大于 8m 的路段，不属于软土的黏质土、粉质土下卧层产生的工后沉降往往占了较大比例，也可能产生稳定问题，因此，对上述位置处的不属于软土的黏质土和粉质土，也应测试对路堤稳定、沉降和固结有影响的物理力学指标。

直接快剪试验的目的是测试软土的原位抗剪强度。钻孔取土、运输、制样过程对土体结构扰动较大，导致根据直接快剪指标得到软土原位抗剪前度严重偏低，计算的路堤稳定安全系数与工程实际差别较大。为克服上述缺点，建议根据固结试验测定软土的前期固结压力，在前期固结压力下固结后再进行快剪，以提高软土原位抗剪强度的准确性。

### 4.8 监测

**4.8.1** 对既有公路的深厚软基重点路段，应充分收集施工阶段和运营阶段监测资料。对既有道路发生多次软基病害的，且监测资料缺乏或不齐全，宜在勘察设计阶段就布置变形监测点，并与原监测点布设在同一横断面上，利用监测成果来分析既有道路软土地基的固结状态，并推算剩余沉降量。

**4.8.2** 监测工作应符合《软土地基路基监控标准》（GB/T51275-2017）和《公路软土地基路堤设计与施工技术细则》（JTG/TD31-02-2013）的有关规定。

## 5 可行性研究勘察

**5.0.1** 可行性研究勘察应掌握既有公路线路走廊带内对拟改扩建线路方案有较大影响软土的分布及对工程可能产生的危害，为编制工程可行性报告提供工程地质资料。

**5.0.2** 可行性研究勘察应采用资料收集和工程地质调绘为主，重点复杂路段可辅以少量的勘探手段，对改扩建项目各工程方案的工程地质条件进行研究，完成下列内容：

1 收集区域地质、第四纪地质、工程地质、水文地质、地形地貌、气象及地震烈度等资料。

2 充分收集既有公路勘察设计、竣工、养护、监测、科研项目及试验工程成果等资料。收集线路通过区域的 1: 100000~1: 500000 地质图与说明书及其与线路有关的铁路、水电、矿山、城建等部门从事建设的地质资料。

3 应对拟改扩建线路走廊带的软土地基进行调查，工程地质调绘的比例尺，宜为 1:10000，范围应包括各路线走廊或通道所处的带状区域。对重点复杂路段可通过勘探钻孔或静力触探核查所收集的资料。

4 要对软土路段既有公路的技术状况及病害情况进行调查，尤其是重点调查软土路段既有路基沉降变形、边坡稳定、桥头跳车、构造物变形等情况，以评估既有公路软土地基工后沉降和稳定状态。

5 研究公路沿线软土成因类型、分布范围、工程地质特征及可能对工程产生的危害，初步分析既有公路软土地基的固结沉降稳定特性，及其扩建公路对既有公路软基的影响分析，并提出公路改扩建设计方案的建议。

**5.0.3** 可行性研究勘察报告文字说明应重点阐明既有公路及改扩建公路沿线范围中软土分布范围、成因类型、工程特性，对改扩建公路拼接方案作出评价，并提出对初步勘察工作的意见和建议。

**5.0.4** 可行性研究勘察报告图表资料应包括下列内容：

1 路线工程地质平面图及纵断面图，比例尺为 1: 10 000~1: 50000，图中应填绘各既有公路及改扩建路线方案和大型结构物位置，主要的地貌界限、地层界限、地质构造线、岩层产状、岩层产状、软土分布范围，地震基本烈度分区界限等。

2 既有公路及改扩建公路沿线分布复杂软土地段的工程地质平面图、工程地质纵断面图，比例尺为 1：2000～1：10000。

## 6 初步勘察

### 6.1 一般规定

**6.1.1** 初步勘察应先对收集的既有高速相关软基资料等进行综合分析，加强既有公路的调查，基本查明既有公路及拟改扩建公路的软土工程地质特性，为工程方案比选、处理方案设计及初步设计文件编制提供工程地质资料。

**6.1.2** 初步勘察应在工可勘察成果（含收集的既有公路资料）的基础上，结合既有公路及改扩建公路方案，根据现场地形地质条件，重点针对路基工程、支挡工程、涵洞通道及桥台工程采用工程地质调绘，钻探、室内试验、原位测试、简易钻探等手段相结合进行综合勘察。

**6.1.3** 公路改扩建软土地基初步勘察应包括下列内容：

- 1 基本查明软土的成因类型、分布规律、地层结构、砂土夹层分布和均匀性，以及地下水的补给排泄条件、变化规律及工程特性；
- 2 基本查明既有公路及改扩建公路的软土层强度与变形特征指标，固结情况和土体结构扰动对强度和变形的影响；
- 3 判定地基产生失稳和不均匀变形的可能性，当地面有大面积堆载时应分析其对相邻构筑物的不利影响；
- 4 提出地基处理或基础形式的建议。

**6.1.4** 对既有公路的勘察，初勘阶段宜根据既有地质资料的完整性和可靠性，可不布或少量布置勘探点，尽量利用既有公路的地质资料，对既有道路营运期软基病害较多的重点段落可采取静力触探与钻探相结合的勘探手段。

### 6.2 路基

**6.2.1** 公路改扩建工程的软土路堤初勘应先调查路堤、路面现状及工后沉降情况，根据现场地形地质条件，结合既有公路修筑前原始地形图划分工程地质区段，基本查明软基的地形地貌、成因、类型、分布、形态特征和地表植被情况；软基覆盖层的厚度、土质类型、含水状态和物理力学性质及分布范围，地下水和地表水发育情况及腐蚀性。

**6.2.2** 公路改扩建工程的软土路基初勘工程地质调绘宜与路线工程地质调绘一并进行，应符合下列规定：

1 二级及以上公路，应进行工程地质调绘。三级及以下公路，当工程地质条件简单时，可仅作工程地质调查；当工程地质条件复杂或较复杂时，宜进行工程地质调绘。

2 工程地质调绘的比例尺为 1:2000。

3 工程地质调绘应沿路线及其两侧的带状范围进行，调绘宽度沿路线左右两侧的距离各不宜小于 200m。地貌单元的边界、河流阶地、山间盆地、山间沟谷地段等应布置调绘点。

4 对有比较价值的工程方案应进行同深度工程地质调绘。

**6.2.3** 公路改扩建工程的软土路堤初勘勘探、测试应符合下列规定：

1 对于地质条件简单且无软基病害的一般路基、高填和高陡路基，既有公路可不布置或少量布置勘探点，扩建公路每公里勘探点不得少于 2 个。

2 对于软基深厚及营运期软基病害较多的重点段落，应布置横向勘探断面，断面间距 200~300m，每条断面上勘探点不少于 2 个，其中既有公路的路肩宜布置 1 个勘探点，坡脚处及以外宜采用钻探与静力触探、十字板剪切试验等原位测试相结合的综合勘探。

3 地质条件变化大时，宜结合物探进行综合勘探，勘探深度应达持力层以下的稳定地层中不小于 3m。

4 地下水发育时，应量测地下水的初见水位和稳定水位。

5 钻探深度、取样及室内试验要求应符合 4.5 和 4.6 条的规定。

**6.2.4** 公路改扩建软土路堤初勘的工程地质条件评价，应结合试验与测试指标进行。对于既有公路，应评价既有公路软基的固结状态；对扩建路堤，应评价路堤产生过量沉降、不均匀沉降及剪切滑移失稳的可能性。并初步提出地基处理或基础形式的建议。

## **6.3 支挡工程**

**6.3.1** 改扩建公路软基支挡工程初勘应调查既有公路支挡结构、防护工程的实际状况，调查支挡工程地基的承载力情况及地基变形特征，基本查明支挡路段的地形地貌特征、斜坡坡度和自然稳定状况；软基的地层结构、发育情况、土质

类型及其物理力学性质；地下水的类型、分布及其对边坡稳定的影响。

**6.3.2** 支挡路段应进行 1: 2000 工程地质调绘，调绘范围宜包括既有公路支挡工程和拟改扩建段可能产生变形失稳的土体以外不小于 100m 的区域。

**6.3.3** 工程地质勘探、测试应符合下列规定：

1 改扩建公路软基上对拟新建的支挡工程沿支护设计轴线进行布设勘探横断面，间距为 60m~100m。每个支挡工程应不少于 1 个勘探横断面，既有公路路基或支挡工程墙址、拓宽改建路基的新建支挡工程墙址等勘探点均不应少于 1 个。

2 地质条件变化大时，宜结合物探进行综合勘探，勘探深度应达持力层以下的稳定地层中不小于 3m。

3 对支挡路段进行稳定性分析计算时，应选择代表性位置布置横向勘探断面，每条勘探断面上探坑、钻孔的数量不应少于 2 个，勘探深度应穿过滑动面至其下的稳定地层中不小于 1m。

4 有地下水发育时，应量测地下水的初见水位和稳定水位，取样做水质分析。

**6.3.4** 改扩建公路软基支挡工程应分工点进行工程地质条件进行说明。对拟改扩建段支挡工程的边坡、基底的稳定性进行分析、评价。评价既有公路支挡工程的稳定性，并预测拼接路基处拆除支挡工程后地基稳定情况，并提出地基处理措施建议。

## 6.4 涵洞通道

**6.4.1** 改扩建公路软基涵洞通道初勘应调查既有涵洞通道的实际状况及工后沉降情况，基本查明地形地貌、软弱土层的成因、土质类型、厚度、地层结构、发育情况、物理力学性质及地基承载力。

**6.4.2** 工程地质条件简单时，涵洞通道工程地质调绘可与路线路基工程地质调绘一并进行；工程地质条件复杂或较复杂时，应进行 1: 2000 工程地质调绘。工程地质调绘的范围应包括拟建及已有涵洞两侧各不小于 100m 的区域。

**6.4.4** 工程地质勘探、测试应符合下列规定：

1 勘探点的布置应在已收集的既有公路的相关地质资料基础进行，视既有地质资料的完整性和可靠性来合理确定勘探工作量，原则上对既有地质资料尽量加以利用。

2 应根据改扩建方案设计、现场地形地质条件和台背回填高度等确定勘探测试点的数量和位置。既有涵洞通道应沿其轴线及拼接接长范围布设勘探断面，既有涵洞和拼接段勘探点均不应少于 1 个，为双边拼接的，两边拼接范围勘探点均不应少于 1 个。

3 勘探测试可采用钻探、静力触探等方法。

4 钻探深度、取样及室内试验要求应符合 4.5 和 4.6 条的规定。

5 地下水发育时，应量测地下水的初见水位和稳定水位，取水样做水质分析。

#### 6.4.5 涵洞通道初勘应提供下列资料：

1 涵洞初勘可列表说明工点工程地质条件。当列表不能说明时，应编写文字说明和图表。

2 文字说明：改扩建公路软基涵洞通道初勘应对工点的工程地质条件进行说明，应评价软弱土地基产生过量沉降和不均匀沉降的可能性，分析预测拟扩建涵洞通道与既有涵洞通道产生错台的可能，并提出地基处理措施建议。

3 图表资料：1：2000 工程地质平面图；1:500~1:2000 工程地质纵断面图；1:100~1：400 工程地质横断面图；1：50~1：200 挖探（钻探）柱状图；水质分析资料；物探解释成果资料；附图、附表、照片等。

#### 条文说明

公路改扩建工程软土地基的涵洞通道，两端拼接处如处理不当，施工及工后易产生扭转、开裂等病害，故设计及施工时应注意综合防治。

### 6.5 桥梁

6.5.1 改扩建公路软基桥梁初勘应调查既有桥梁桥台及锥坡的实际状况及工后沉降情况，根据现场地形地质条件，基本查明下列内容：

- 1 地貌的成因、类型、形态特征、河流及沟谷岸坡的稳定状况；
- 2 软土的分布、成因、沿线微地貌与软土分布的关系；
- 3 基岩的埋深、起伏形态，地层及其岩性组合，岩石的风化程度及节理发育程度；
- 4 地基各岩土层的物理力学性质及承载力；
- 5 地下水的类型、分布、水质和环境水的腐蚀性；
- 6 水下地形的起伏形态、冲刷和淤积情况以及河床的稳定性。

### 6.5.2 工程地质调绘应符合下列规定：

1 工程地质条件较复杂或复杂的桥位应进行 1:2000 工程地质调绘，调绘的宽度沿路线两侧各不宜小于 100m。当桥位附近存在超深厚软基等可能危及桥梁墩台安全时，应根据实际情况确定调绘范围。

2 工程地质条件简单的桥位，桥梁工程地质调绘可与路线路基工程地质调绘一并进行。

### 6.5.3 工程地质勘探、测试应符合下列规定：

1 勘探点的布置应在已收集的既有公路的相关地质资料基础上进行，视既有地质资料的完整性和可靠性，结合现场地形地质条件、桥台高度等确定勘探测试点的数量和位置，原则上对既有地质资料尽量加以利用。

2 既有公路的两端桥台路肩处宜各布置 1 个勘探点；改扩建的桥墩处，视地质情况复杂程度进行隔墩布置勘探点，每座桥可按 2-5 个进行布置。

3 勘探测试可采用钻探、大吨位静力触探、十字板剪切等方法。

4 钻探深度、取样及室内试验要求应符合 4.5 和 4.6 条的规定。

5 地下水发育时，应量测地下水的初见水位和稳定水位，取水样做水质分析。

#### 条文说明

静力触探能测试桩基各土层的原位强度，对桩基承载力的确定更可靠准确。

大吨位静力触探测试深度大，能够克服传统静力触探对桩基设计时深度不足的问题。

### 6.5.4 桥梁初勘应提供下列资料：

1 地质条件简单的小桥可列表说明其工程地质条件；特大桥、大桥、中桥、地质条件较复杂和复杂的小桥应按工点编写文字说明和图表。

2 文字说明：应对桥位的工程地质条件进行说明，对工程建设场地的适宜性进行评价；对软土层可能造成桩基的负摩阻力进行分析评价，对勘探试验成果进行分析统计后，取得可靠的软土物理力学性质指标；分析计算桥台及锥坡的稳定性；分析预测拟建桥梁对既有桥梁的稳定影响，并提出地基处理措施建议。

3 图表资料：1:2000 桥位工程地质平面图；1:500~1:2000 桥位工程地质纵、断面图；1:50~1:200 钻孔柱状图；原位测试图表；岩、土测试资料；物探资料；水质分析资料；附图、附表和照片等。

## 7 详细勘察

### 7.1 一般规定

**7.1.1** 详细勘察应充分利用初勘资料，查明既有公路及拟改扩建公路的软土分布及其工程地质特性，逐段分析既有公路及拟改扩建公路软基的工程地质特性，为路堤稳定性与沉降验算和处理方案选择提供准确的技术指标，为施工图文件编制提供工程地质资料。

**7.1.2** 详细勘察应在改扩建段落和构筑物位置上，重点针对路基工程、支挡工程、涵洞通道及桥台工程采用补充工程地质调绘、钻探、原位测试（静力触探、十字板剪切试验等）、室内试验等手段进行综合勘察。对于软土分布复杂路段，应结合软土路基处治工程设计，加密勘探断面及勘探点密度。

**7.1.3** 详细勘察应包括下列内容：

1 在初步勘察成果的基础上，进一步查明硬壳层、软土夹层、软土层、砂夹层、排水层、下卧层的工程地质条件，既有公路软基的固结状态，以及地下水的赋存及腐蚀性等工程特性。

2 根据软土成因类型、各结构层厚度及特点，划分出不同地质分段，查清既有公路与拟建公路软基软土沿线与垂直路线方向以及沿深度方向的分布范围与层位。

3 分段对软土地基各地层的样品进行室内物理、力学、化学、水理性质指标试验及现场原位测试，提供路堤稳定与沉降计算的技术指标。

4 结合既有公路与拟改扩建公路拼接位置，计算分析典型路段路堤的稳定与沉降，分段提供技术建议或地基处理方案。

**7.1.4** 详细勘察工程地质调绘应对初步勘察调绘进行补充，核对沿初步设计推荐的路线范围内的工程地质条件；整理线路中线左、右各 100m~200m 宽范围内的工程地质测绘资料，填制 1:2000 工程地质图；对已收集到的区域地质图范围内软土的特性及基底性质进行核对与验证。

**7.1.5** 对既有公路的勘察，详勘阶段宜在初勘资料的基础上，采取钻探、室内试验和原位测试相结合的综合手段，查明既有公路沉降与稳定状况。

## 7.2 路基

**7.2.1** 改扩建公路软基路基详勘应在确定的路线上,根据现场地形地质条件,查明软基的工程地质条件;查明软基覆盖层的厚度、土质类型、含水状态、砂夹层和物理力学性质及分布范围,地下水和地表水发育情况及腐蚀性。查明既有公路基底软土的固结状态及抗剪强度稳定情况。

**7.2.2** 详勘应对初勘调绘资料进行复核。当路线偏离初步设计线位或地质条件需进一步查明时,应进行补充工程地质调绘,补充工程地质调绘的比例尺为 1:2000。对拼接段调绘时应以既有公路中线左、右各 200m 范围进行调绘。

**7.2.3** 公路改扩建工程的软土路堤详勘勘探、测试应在初勘勘探点基础上进行,应符合下列规定:

1 对于地质条件简单的一般路基、高填和高陡路基,既有公路的勘察宜在路肩布置 1 个勘探测试点,拓宽改建范围的勘察应按每公里勘探点 3-5 个来控制,宜采用钻探与静力触探等原位测试相结合,

2 对于初勘预测可能存在稳定性问题、工后沉降超限的段落,应布置横向勘探断面,断面间距 100~200m,每条断面上勘探点不宜少于 3 个,其中既有公路的路肩宜布置 1 个勘探测试点,坡宜采用钻探与静力触探等原位测试相结合的综合勘探。对于软基地质条件极复杂路段,断面间距宜加密至 50~100m。

3 勘探深度、取样及室内试验要求应符合 4.5 和 4.6 条的规定。对每一重点段落的软基,应均测得完整的软土物理力学指标,包括先期固结压力、压缩系数、固结系数、抗剪强度、十字板剪切强度、静力触探锥尖阻力等。

4 地下水发育时,应量测地下水的初见水位和稳定水位。

### 条文说明

公路路基沿线地质变化大,勘察孔间距过大会导致大量的工程变更,甚至导致路基滑塌、工后沉降过大。适当加密勘察孔是预防此类事情的很好手段。欧美标准勘探孔最密可为 20~30m。因此,对可能存在稳定性问题(超过极限填土高度)、工后沉降超限的路段建议勘察孔间距不大于 50m。

**7.2.4** 公路改扩建软土路堤详勘的工程地质条件评价,应在初勘的成果基础上,进一步结合试验与测试指标,分段作出评价。对于既有公路,应评价既有公路软基的固结状态,对重点段落宜估算工后沉降及剩余沉降;对扩建路堤,应评

价路堤产生过量沉降、不均匀沉降及剪切滑移失稳的可能性。同时，应评价拟扩建公路荷载对既有公路沉降量及稳定性的影响，并提出合理地基处理或基础形式的建议。

## 7.3 支挡工程

**7.3.1** 改扩建公路软基支挡工程详勘应在确定的构筑物位置上查明支挡路段工程地质条件。应查明支挡路段的地形地貌特征、斜坡坡度和自然稳定状况；软基的地层结构、发育情况、土质类型及其物理力学性质。

**7.3.2** 工程地质调绘应对初勘调绘资料进行复核。当路线偏离初步设计线位或地质条件需进一步查明时，应进行补充工程地质调绘，补充工程地质调绘的比例尺为 1: 2000。

**7.3.3** 改扩建公路软基支挡工程详勘工程地质勘探、测试应符合下列规定：

1 支挡工程沿支护设计轴线在初勘基础上进行加密勘探。布设勘探测试点，间距为 30m~50m。对于支挡衔接部位应布设勘探点。

2 地质条件变化大时，宜结合钻探、物探及原位试验等进行综合勘探，勘探深度应达持力层以下的稳定地层中不小于 3m。

3 改扩建段需拆除原有支挡工程时，宜取样进行高压固结试验。

### 条文说明

改扩建段需拆除原有支挡工程时，确定既有路基的各种地基处理路段的软土地基固结度和剩余沉降（包括主固结和次固结）。

**7.3.4** 改扩建公路软基支挡工程在初勘成果的基础上进一步分工点进行工程地质条件进行详细说明。对拟改扩建段支挡工程的边坡、基底的稳定性进行详细分析、评价。评价既有公路支挡工程的稳定性，并预测拼接路基处拆除支挡工程后地基稳定情况，并提出地基处理措施建议。

## 7.4 涵洞通道

**7.4.1** 改扩建公路软基涵洞通道详勘应在确定的位置上查明涵洞通道场地的工程地质条件，软土的发育情况、物理力学性质及地基承载力。

**7.4.2** 工程地质调绘应对初勘调绘资料进行复核。当路线偏离初步设计线位或需进一步查明地质条件时，应进行补充工程地质调绘，补充工程地质调绘的比

例尺为 1: 2000。工程地质调绘的范围应包括拟建及既有涵洞通道两侧各不小于 100m 的区域。

#### 7.4.4 工程地质勘探、测试应符合下列规定：

1 应根据改扩建方案设计、现场地形地质条件和台背回填高度等确定勘探测试点的数量和位置。既有涵洞通道应沿其轴线及拼接接长范围布设勘探断面，既有涵洞和拼接段勘探点均不应少于 1 个，为双边拼接的，两边拼接范围勘探点均不应少于 1 个。

2 对既有涵洞通道病害严重，需要拆除重建时，宜按照新建涵洞通道重新布置钻孔。

3 对软基地质条件极复杂的，宜结合钻探、物探及原位试验等进行综合勘探。

4 钻探深度、取样及室内试验要求应符合 4.5 和 4.6 条的规定。

#### 7.4.5 涵洞通道详勘应提供的资料与初勘阶段要求相同。

### 7.5 桥梁

7.5.1 改扩建公路软基桥梁详勘应根据现场地形地质条件和桥型、桥跨、基础形式，结合钻探、静力触探、十字板剪切试验等进行综合勘探，以桥台为重点，查明桥梁场地的工程地质条件，软土的发育情况、物理力学性质及地基承载力。

7.5.2 工程地质调绘应对初勘调绘资料进行复核。当路线偏离初步设计线位或需进一步查明地质条件时，应进行补充工程地质调绘，补充工程地质调绘的比例尺为 1: 2000。工程地质调绘的范围应包括拟建及既有桥梁两侧各不小于 100m 的区域。

#### 7.5.3 工程地质勘探、测试应在初勘资料的基础上进行，应符合下列规定：

1 应根据现场地形地质条件、桥台高度等确定勘探测试点的数量和位置。两端应布置 1-2 条横向勘探断面，每条断面上勘探点不少于 2 个，且与初勘勘探孔宜在同一断面上。

2 改扩建的桥墩处，视地质情况复杂程度进行逐墩或隔墩布置勘探点。

3 钻探深度、取样及室内试验要求应符合 4.5 和 4.6 条的规定。

7.5.4 改扩建公路软基桥梁详勘，应在初勘的基础上，进一步对软土层可能造成桩基的负摩阻力进行分析评价，加强分析计算桥台及锥坡的稳定性，并提出

有效的地基处理措施。

征求意见稿

## 8 勘察成果报告

### 8.1 一般规定

**8.1.1** 报告内容应满足各阶段深度要求。

1 工可勘察报告应分析并对控制线路方案和重点地段的软土的分布范围、成因类型及其对工程可能产生的危害，应对路线方案作出评价，并提出对初步勘察工作的建议；

2 初步勘察报告应阐明沿线软土地基和各工点软土成因类型与分布规律，软土的物理、力学指标特点，并针对原有路基及改扩建路基工程项目特点与环境地质、指标特性的相互作用，作出工程地质评价与预测，提出地基处理措施建议；

3 详细勘察报告应重点阐明已定线路软土地基形成特点与分布规律，并针对原有路基及改扩建路基工程项目与地质环境的相互作用，结合试验与测试指标作出工程地质评价与预测，提出有效的地基处理措施。

**8.1.2** 对既有公路软土路基工程地质条件进行评价，重点阐明既有公路软基的固结稳定状态，不同拼接形式下拟建公路软基与既有公路软基的相互作用，提出有效的地基处理措施。

### 8.2 岩土参数的分析与选定

**8.2.1** 岩土设计参数主要提供抗剪强度、固结系数、渗透系数、地基承载力特征值、桩基侧摩阻力标准值、十字板强度或静力触探锥尖阻力等，岩土参数应根据下列因素分析和选定：

- 1 取样和试验的方法；
- 2 软土的形成条件、成层特点、均匀性、应力历史、地下水及其变化条件；
- 3 施工方法、程序以及加荷速率对软土性质的影响；
- 4 测试方法与计算模型的配套性。

**8.2.2** 岩土设计参数宜按下列内容评价其可靠性和适用性。

- 1 取样方法和运输对试验结果的影响；
- 2 采用试验方法和取值标准；
- 3 不同测试方法所得的分析比较；
- 4 测试结果的离散程度；

5 测试方法与计算模型的配套性。

**8.2.3 岩土参数统计应符合下列要求：**

- 1 岩土的物理力学指标，应按场地的工程地质单元和层位分别统计；
- 2 平均值（ $f_m$ ）、标准差（ $s_f$ ）和变异系数（ $d$ ）应按式（8.2.3-1）～（8.2.3-3）

计算：

$$f_m = \frac{\sum_{i=1}^n f_i}{n} \quad (8.2.3-1)$$

$$s_f = \sqrt{\frac{1}{n-1} \left[ \sum_{i=1}^n f_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n f_i)^2}{n} \right]} \quad (8.2.3-2)$$

$$d = \frac{s_f}{f_m} \quad (8.2.3-3)$$

3 对于具有相关性的抗剪强度  $c$ 、 $\phi$  值，统计时不宜分开统计，建议根据各级压力下抗剪强度，按最小二乘法计算抗剪强度  $c$ 、 $\phi$  值。

#### 条文说明

将抗剪强度  $c$ 、 $\phi$  值分开，分别进行  $c$ 、 $\phi$  值参数统计，易使抗剪强度  $c$ 、 $\phi$  统计值失真。

4、分析数据的分布情况并说明数据的取舍标准。

**8.2.4 在岩土工程勘察报告中，应按下列不同情况提供岩土参数值：**

- 1 一般情况下，应提供岩土参数平均值、标准差、变异系数、数据分布范围和数据的数量；
- 2 承载能力极限状态计算所需要的岩土参数标准值，应按上式计算；当设计规范另有专门规定的标准值取值方法时，可按有关规范执行。

### 8.3 成果报告的基本要求

**8.3.1 分析改扩建工程项目特点。**对收集的资料进行总结分析，对调查、测绘、勘探测试获得的所有原始成果，进行整理、分析、鉴定，确定无误后作为报告的编制依据。

**8.3.2 既有公路软基路段的分析评价：**

1 分析评价原有路基的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,确定原有路基的各种地基处理路段的软土地基固结度和剩余沉降(包括主固结和次固结)。

2 分析评价原有软土地基处理方法的效果及其改进措施。

3 分析评价拓宽路基与原有路基之间的稳定性和沉降、拓宽路基对原有路基稳定和沉降影响程度,确定新拼接或增建路基软土地基处理措施。

#### 条文说明

既有公路软基的强度参数指标宜优先选择静力触探等原位测试指标,以更能代表软土的原位强度。

**8.3.3** 改扩建段公路软基工程地质条件分析。了解拟改建公路上部结构的类型、刚度、荷载情况和对变形控制的要求,结合对拟改扩建公路软基的调绘、勘探与测试,对其软基进行成层条件、应力历史、结构性、灵敏性、流变性等力学性质和固结状态进行分析评价。对震陷进行评价。

**8.3.4** 工程地质条件评价及地基稳定性评价,主要包括以下几个方面:

- 1 不同方案选线比选地质要素;
- 2 不均匀沉降评价;
- 3 滑动稳定性评价;
- 4 单侧拼接及双侧拼接段路基的差异沉降稳定影响综合评价;
- 5 地基处理建议,针对工程特点提出现场监测及检测工作建议。

## 8.4 工程地质图件

主要包括下列图件和表格:

- 1 工程平面图(原始地形图及现地形图)

#### 条文说明

由于既有高速的建设,改变了原始地形地貌。在收集的既有高速资料中,原勘察设计的地形图能作为重要的图件,对于确定不良地质、特殊性岩土赋存范围,勾画地层界线等均有巨大作用。

2 工程地质纵断面图(为两边拼接时,工点工程地质纵断面图应按照左、右分别绘制)

- 3 工程地质横断面图(图中要绘制原始地面线、现地面线及设计线)

- 4 钻孔柱状图
- 5 原位测试成果图表
- 6 土工试验成果图表
- 7 水文地质测试资料图表
- 8 勘探、试验照片

## 条文说明

### 1、路线工程地质纵断面图

(1) 该图反映勘察区工程地质、水文地质等建设条件沿路线轴线垂向上变化特征的重要图件。

(2) 该图应包括现状地面线、原始地面线、路线设计线、地层界线、构造线、岩层产状、地层岩性柱状图例、工程地质层界线及层号、液化等级及界线、特殊性岩土的类型及分级符号、层位标高、地下水位线、地层时代、成因类型符号。

(3) 该图上部应表示路线指向、路段所经主要构造物、村镇、河流及公路名称、勘探点类型编号及勘探深度，在断面图下部栏内应反映勘探点及主要地形控制点位置的设计标高、地面标高与里程桩号、路线工程地质条件、分区等。

### 2、工点工程地质纵断面图

(1) 该图应包括现状地面线、原始地面线、路线设计线、地层界线、构造线、岩层产状、地层岩性柱状图例、工程地质层界线及层号、层位标高、地下水位线、地层时代、成因类型符号等。

(2) 对于高速公路改扩建，为两边拼接时，工点工程地质纵断面图应按照左幅（线）、右幅（线），并重点突出特殊性岩土。

### 3、工点工程地质横断面图

(1) 对于高速公路改扩建，工程地质横断面图必须包含现状地面线、原始地面线与路线设计线，原始地面线宜用虚线表示，且横向长度要覆盖既有高速及改扩建方案。

(2) 横断面图中工程地质层界线，应根据原始地面线的趋势来进行勾画。

(3) 应将公路、铁路、水系（江、河、鱼塘）及重要管线等环境敏感点，绘制在断面图中。

### 4、工程地质柱状图

与常规高速公路项目地质柱状图要求相同,应注意既有资料中勘探钻孔的利用情况。

征求意见稿

# 附录 A：软土的物理力学性质指标

表 A-1 各类软土的物理力学性质指标

| 成因类型   | 天然含水率 $w$ | 重力密度 $\gamma$ | 孔隙比 $e$  | 抗剪强度（固快）    |         | 压缩系数 $a_{1-2}$ | 灵敏度 $St$ |
|--------|-----------|---------------|----------|-------------|---------|----------------|----------|
|        |           |               |          | 内摩擦角 $\psi$ | 黏聚力 $c$ |                |          |
|        | %         | $kN/m^3$      | —        | °           | $kPa$   | $MPa^{-1}$     |          |
| 滨海沉积软土 | 40~100    | 15~18         | 1.0—2.3  | 1~7         | 2~20    | 1.2~3.5        | 2~7      |
| 湖泊沉积软土 | 30~60     | 15~19         | 1.0~1.8  | 0~10        | 5~30    | 0.8~3.0        | 4~8      |
| 河滩沉积软土 | 35~70     | 15~19         | 1.0~1.8, | °~11        | 5~25    | 0.8~3.0        | 4~8      |
| 沼泽沉积软土 | 40~120    | 14~19         | 1.0~1.5  | 0           | 5~19    | >0.5           | 2~10     |

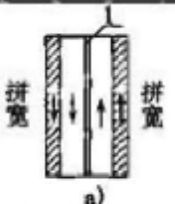
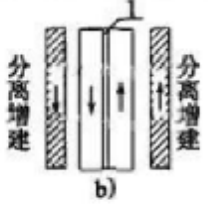
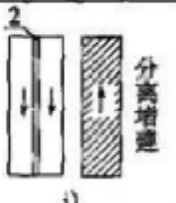
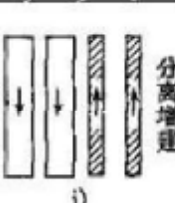
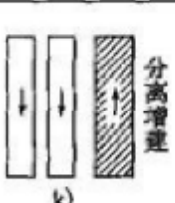
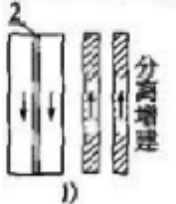
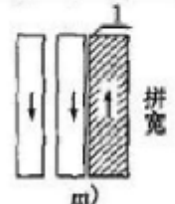
表 A-2 各地区软土的物理力学性质指标

| 区划   | 海陆别 | 沉积相  | 土层埋深 | 物理力学指标（平均值） |        |       |        |       |       |         |         |       |           |                   |        |       | 抗剪强度（固快） |     | 无侧限抗压强度 qu |
|------|-----|------|------|-------------|--------|-------|--------|-------|-------|---------|---------|-------|-----------|-------------------|--------|-------|----------|-----|------------|
|      |     |      |      | 天然含水率 w     | 重力密度 γ | 孔隙比 e | 饱和度 Sr | 液限 WL | 塑限 Wp | 塑性指数 Ip | 液性指数 Il | 有机质含量 | 压缩系数 al-2 | 垂直方向渗透系数 k        | 内摩擦角 ψ | 黏聚力 c |          |     |            |
|      |     |      |      | m           | %      | kN/m³ | —      | %     | %     | %       | —       | —     | %         | MPa <sup>-1</sup> | cm/s   | 度     | kPa      | kPa |            |
| 北方地区 | 沿海  | 滨海   | 2-24 | 43          | 17.8   | 1.21  | 98     | 44    | 25    | 19.2    | 1.22    | 5.0   | 0.88      | 5.0X10-6          | 10     | 11    | 40       |     |            |
|      |     | 三角洲  | 5-29 | 40          | 17.9   | 1.11  | 97     | 35    | 19    | 16      | 1.35    | —     | 0.67      | —                 | —      | —     | —        |     |            |
| 中部地区 | 沿海  | 滨海   | 2-30 | 52          | 17.0   | 1.42  | 98     | 42    | 21    | 21      | —       | 2.3   | 1.06      | 4.0X10-8          | 11     | 4     | 50       |     |            |
|      |     | 泻湖   | 1-30 | 50          | 16.8   | 1.56  | 98     | 47    | 25    | 22      | 1.34    | 6     | 1.30      | 7.0X10-8          | 13     | 6     | 45       |     |            |
|      |     | 溺谷   | 2-30 | 58          | 16.3   | 1.67  | 97     | 52    | 31    | 26      | 1.90    | 8     | 1.55      | 3X10-7            | 15     | 8     | 26       |     |            |
|      |     | 三角洲  | 2-19 | 43          | 17.6   | 1.24  | 98     | 40    | 23    | 17      | 1.11    | —     | 1.00      | 1.5X10-6          | 17     | 6     | 40       |     |            |
|      | 内陆  | 高原湖泊 | —    | 77          | 15.6   | 1.93  | —      | 70    | —     | 28      | 1.28    | 18.4  | 1.60      | —                 | 6      | 12    | —        |     |            |
|      |     | 平原湖泊 | —    | 47          | 17.4   | 1.31  | —      | 43    | 23    | 19      | —       | 9.9   | —         | 2X10-7            | —      | —     | —        |     |            |

| 区划   | 海陆别 | 沉积相 | 土层埋深 | 物理力学指标（平均值） |                   |       |        |       |       |         |         |       |                   |                       |             |       |            |
|------|-----|-----|------|-------------|-------------------|-------|--------|-------|-------|---------|---------|-------|-------------------|-----------------------|-------------|-------|------------|
|      |     |     |      | 天然含水率 w     | 重力密度 $\gamma$     | 孔隙比 e | 饱和度 Sr | 液限 WL | 塑限 Wp | 塑性指数 Ip | 液性指数 Il | 有机质含量 | 压缩系数 al-2         | 垂直方向渗透系数 k            | 抗剪强度（固快）    |       | 无侧限抗压强度 qu |
|      |     |     |      |             |                   |       |        |       |       |         |         |       |                   |                       | 内摩擦角 $\psi$ | 黏聚力 c |            |
|      |     |     | m    | %           | kN/m <sup>3</sup> | —     | %      | %     | %     | —       | —       | %     | MPa <sup>-1</sup> | cm/s                  | 度           | kPa   | kPa        |
|      |     | 河漫滩 | —    | 47          | 17.5              | 1.22  | —      | 39    | —     | 17      | 1.44    | —     | —                 | —                     | —           | —     | —          |
| 南方地区 | 沿   | 滨海  | 1-20 | 88.2        | 15.0              | 2.35  | 100    | 55.9  | 34.5  | 21.5    | 2.56    | 6.8   | 2.04              | 3.59X10 <sup>-7</sup> | 2.1         | 6     | 4.8        |
|      |     | 三角洲 | 1-19 | 50.8        | 17.0              | 1.45  | 100    | 33.0  | 18.8  | 14.2    | 1.79    | 2.75  | 1.32              | 7.33X10 <sup>-7</sup> | 5.2         | 11.6  | 13.8       |

## 附录 B：高速公路改扩建路段的加宽形式

表 B 高速公路改扩建路段加宽形式

|        |      |                                                                                       |
|--------|------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 两侧加宽形式 | 基本路段 |      |
|        | 局部路段 |      |
|        |      |      |
|        |      |     |
| 单侧加宽形式 | 基本路段 |    |
|        | 局部路段 |     |
|        |      |     |
|        |      |    |
| 单侧加宽形式 | 基本路段 |    |
|        | 局部路段 |    |
|        |      |    |
|        |      |  |
| 单侧加宽形式 | 基本路段 |    |
|        | 局部路段 |    |
|        |      |    |
|        |      |   |

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。

## 本规范用词说明

1 为便于在执行本标准条文时区别对待,对于要求严格程度不同的词说明如下:

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,在正常情况下均应这样做的:

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”;

表示有选择,在一定条件下可以这样做的,采用“可”。

2 规定中指明应按其他有关标准、规范执行的写法为:“应按.....执行”或“应符合.....的规定或要求”。

## 条文说明 (已附在前面各条款后)

对本标准中的关键条款进行必要的解释与补充说明。