



T/CECS G: XXXX—20XX

中国工程建设标准化协会标准

Standard of China Association for Engineering Construction Standardization

高速公路改扩建工程地质勘察技术规程

Technical Regulations for Engineering Geological Survey of
Expressway Renovation and Expansion 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

前 言

根据中国工程建设标准化协会建标协字〔2024〕15号文关于印发《2024年第一批协会标准制订、修订计划》（建标协字〔2024〕15号）的通知的要求，编制组经深入调查研究，认真总结实践经验，参考国内外先进标准，并在广泛征求意见的基础上，制定本标准。

本规程分为13章和3个附录，主要内容包括：1 总则、2 术语和符号、3 基本规定、4 资料收集及利用、5 勘察大纲、6 勘察工作作业安全、7 勘察工作方法及要求、8 可行性研究及技术建议书阶段勘察、9 初步设计阶段勘察、10 施工图设计阶段勘察、11 不良地质与特殊岩土勘察、12 施工勘察、13 工程地质分析评价与报告编制，附录A 资料收集及利用、附录B 总说明编制及图表、附录C 工点报告及图表。

本规程《高速公路改扩建工程地质勘察技术规程》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。

本规程由中国工程建设标准化协会公路分会归口管理，由招商局重庆交通科研设计院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，请反馈给招商局重庆交通科研设计院有限公司，地址：重庆市南岸区学府大道33号，邮编：400067，邮箱：XXX）。

主编单位：招商局重庆交通科研设计院有限公司

参编单位：重庆川东南工程勘察设计院有限公司

湖南省交通规划勘察设计院有限公司

中交第二公路勘察设计研究院有限公司

武汉中交试验检测加固工程有限责任公司

1 总则

1.0.1 为规范高速公路改扩建工程地质勘察的技术要求制定本规程。

1.0.2 本规程适用于高速公路原位改扩建工程地质勘察，既有高速公路桥梁、公路路基、隧道、沿线设施单项工程原位扩建、原位改建、拼宽建设工程可行性研究、初步设计阶段、施工图设计阶段及施工阶段（待商榷）的工程地质勘察。

1.0.3 高速公路改扩建工程地质勘察应收集既有高速公路的勘察、设计、施工、竣工资料、运营期公路养护及病害治理、监测、检测、大中修资料。

1.0.4 高速公路改扩建工程地质勘察工作应采用综合勘察和综合分析方法，积极稳妥应用新技术与新方法。

1.0.5 高速公路改扩建工程地质勘察，除应符合本技术规程外，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 高速公路改扩建工程 Expressway Renovation and Expansion Project

在既有高速公路的基础上，通过拓宽、改建，并对既有高速公路实施改造，以提高服务水平、通行能力及安全性的工程建设行为。

2.1.2 综合地质勘察 Comprehensive Geological Survey

通过多种地质勘探手段和技术手段，对地质信息进行综合分析和评价，从而获取地质条件的多方面信息。

2.1.3 工程地质条件 Engineering Geological Condition

与工程建设有关的各种地质条件的综合，包括地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质作用和天然建筑材料等地质环境条件。

2.1.4 水文地质条件 Hydrogeological Condition

水文地质条件是指影响地下水形成、分布、运移及水化学特征的自然因素及其相互作用的总和，是地下水的分布、埋藏、补给、径流和排泄条件，水质和水量及其形成地质条件总称。

2.1.5 工程地质调绘 Engineering Geological Mapping

通过现场观察、量测和描述，结合遥感或航空影像解译，对工程建设场地及影响区域的工程地质条件进行调查研究，并将有关的地质要素以图列、符号表示在地形图上的勘察方法。

2.1.6 水文地质调绘 Hydrogeological Mapping

通过现场观察、描述、量测，结合遥感或航空影像解译，对工程建设及影响区域进行系统调查和记录特定区域内地下水分布、赋存条件及其与地质环境相互作用。

2.1.6 原位测试 In-situ Test

为研究岩土体的工程特性，在岩土体原来所处的位置，基本保持岩土体结构、含水率和应力状态，直接或间接测定岩土体工程特性的各种测试方法的总称。

2.1.7 水文地质试验 Hydrogeological Test

通过主动干预地下水系统（如抽水、注水、注入示踪剂等）等现场或室内

实验，研究地下水与地质介质（如土壤、岩石等）之间相互作用及地下水运动规律，定量评价地下水赋存、运移规律，并获取含水层参数（如渗透系数、储水率等），从而揭示地下水与地质环境、人类工程建设活动之间的相互作用机制。

2.1.8 原位大剪试验 In-situ Large-Scale shear test

在自然状况下，直接测定土体或岩体抗剪强度参数的现场测试方法，通过施加剪切荷载模拟实际工程中的应力状态，获取特点岩土体或结构面变形和强度参数。

2.1.9 微型贯入测试 Miniature Penetration Test

利用便携式微型贯入器（探头）以恒定速率贯入土体，通过传感器记录贯入阻力（如锥尖阻力、侧摩阻力）或贯入深度，建立贯入参数与材料力学性质的关联关系，估算土体承载力、压缩模量（ E_s ）、剪切强度（黏聚力 c 、内摩擦角 ϕ ）。

2.1.10 岩体回弹仪 Rebound Test Device for Rock Mass

一种便携式原位测试仪器，通过弹性驱动重锤冲击岩体表面，基于回弹值（反弹距离与初始冲击能量的比值）间接评估岩石抗压强度。

2.1.11 遥感图像解译 Remote Sensing Image Interpretation

利用遥感技术获取的地球表面电磁波谱信息（如卫星影像、航空影像等），通过图像处理与地学分析，识别地质体、构造特征、地形地貌等要素，辅助工程地质条件评价的非接触式解译方法。

2.1.12 航空摄影解译 Aerial Photograph Interpretation

基于航空摄影获取的高分辨率黑白/彩色影像，结合立体像对分析，解译地表微地貌、岩性界线、构造细节等地质信息，服务于工程地质精细化调查的技术手段。

2.1.13 倾斜摄影 Oblique Photography

通过无人机或飞机搭载多角度传感器，采集地表多视角影像，利用多角度影像融合与三维建模技术，生成高精度三维实景模型，真实反映地形、岩层产状、构造特征及地表物体的空间分布规律。

2.1.14 边坡破裂角 Angle of Rupture

边坡潜在滑动面（即破裂面）与水平面之间的夹角；缓倾的的外倾软弱结构面的倾角。

2.1.15 软弱土 weak soil

天然含水率和压缩性较高，抗剪强度和承载力较低，相关指标接近软土且呈软塑或饱和状态的细粒土，包括黏性土、粉土等。

2.1.16 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的行为。

2.1.17 建筑信息模型 Building Information Modeling, BIM

基于数字化三维模型的协同工作方法，通过集成建筑全生命周期（规划、设计、施工、运维）的几何数据、物理属性及管理信息，实现多专业数据共享与动态更新。

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 ——土的液性指数；

I_P ——土的塑性指数；

w_p ——土的塑限；

w_L ——土的液限；

S_r ——土的饱和度；

γ ——岩土的重力密度（重度）；

ρ ——岩土的质量密度（密度）。

2.2.2 岩土的力学指标

C ——岩土的黏聚力；

Φ ——岩土的内摩擦角；

a_{1-2} ——土的压缩系数（在 100-200kPa 压力下）；

f_{ao} ——地基承载力基本容许值；

Q_u ——无侧限抗压强度；

R_c ——岩石饱和单轴抗压强度。

2.2.3 岩土测试参数

N ——标准贯入试验锤击数；

N_0 ——微型贯入仪读数；

N_{10} ——轻型圆锥动力触探锤击数；

$N_{63.5}$ ——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 ——静力触探锥尖阻力；

f_s ——静力触探侧壁摩阻力；

K_v ——岩体完整性系数。

征求意见稿

3 基本规定

3.0.1 高速公路改扩建工程地质勘察应按照设计阶段的技术要求，分阶段开展相应的勘察工作。

3.0.2 高速公路改扩建工程地质勘察应分为可行性研究阶段勘察、初步设计阶段勘察、施工图设计阶段勘察，必要时应开展施工勘察。

条文说明：

工作阶段划分-与设计一致，基于岩土工程的不均一和复杂性，提出施工勘察内容。

3.0.3 高速公路改扩建工程地质勘察应根据不同的勘察阶段，采用资料收集与分析、遥感解译、地质调绘、物探、勘探、原位测试、室内试验等综合方法进行；

3.0.4 高速公路改扩建工程地质勘察应取得工程沿线地形图、管线及地表和地下设施分布图等资料，收集旧路勘察、设计、施工、运营养护、监测、检测资料，分析拼宽、扩建工程与旧路及环境的相互影响，提出既有公路设施和周边环境保护措施的建议。必要时根据实际情况开展专项调查工作。

条文说明

基础资料是勘察工作基础，既有高速公路改扩建工程原高速公路资料多较为齐全丰富，对原勘察设计施工运营养护资料收集和充分分析利用，一方面可显著提高改扩建勘察效率，同时也是对既有公路和结构物准确评价的必不可少的必要基础，是高速公路改扩建工作区别于新建主要特点，也是准确查明既有公路和结构物技术状况和地质条件的必要条件。

3.0.5 高速公路改扩建工程地质勘察应在收集当地已有勘察资料、建设经验的基础上，根据拟定改扩建方案及各类工程的结构物类型、结构形式、施工方法等工程条件，综合确定改扩建工程勘察方法，根据构筑物及改扩建方案确定勘察工作量，编制勘察工作大纲。

3.0.6 高速公路改扩建工程地质勘察全过程应坚持安全第一、预防为主、综合治理原则，建立安全生产责任制，执行安全生产规章制度。

条文说明

改扩建高速公路勘察需要重视勘察工作的质量、进度、安全与环境保护，由于改扩建勘察是在既有运营公路及两侧周围作业，重视现场作业的交通安全尤为重要。制定勘察作业安全保障措施，建立健全质量保证体系和 HSE 管理体系。HSE 是健康（Health）、安全（Safety）、环境（Environment）的英文缩略语，HSE 管理体系指的是健康（Health）、安全（Safety）和环境（Environment）三位一体的管理体系，是一种通过事前识别与评价，确定在活动中可能存在的危害及后果的严重性，并采取有效的防范手段、控制措施和应急预案来防止事故的发生或把风险降到最低程度，以减少人员伤亡、财产损失和环境污染的有效管理体系。HSE 管理体系的核心是责任制。

3.0.7 高速公路改扩建工程地质勘察成果文件编制，应在收集已有资料，取得工程地质与水文地质调查、测绘、勘探、物探、测试和室内试验成果的基础上，根据勘察阶段、工程特点、设计方案、施工方法对地质勘察工作的要求，进行工程地质分析与评价，提供工程场地的工程地质和水文地质资料。

3.0.8 新建及移位改建工程地质勘察工作，及交叉工程、沿线设施及服务区改造、筑路材料及取弃土场地质勘察工作按照《公路工程地质勘察规范》（JTG C20-2011）执行。

条文说明

对于建筑材料试验-路面材料、混凝土用粗细骨料、片块石材料是否应由勘察专业负责调查和取样测试，还是由设计相关专业完成一直未能明确；外购材料调查、平原地区筑路材料综合调查（当地建设、化工、矿业废弃材料利用）、特殊材料（高价值建筑材料）-高标号混凝土用粗细骨料、路面磨耗层骨料调查（外购类）及试验是否由地质勘察专业负责，还是由设计相关专业完成未有明确规定。为明确各专业工作职责，便于工作开展，保证取样测试效果，建议以天然建材有关取样试验由勘察单位承担，其他建筑材料应由设计人员调查和取样试验；外购材料调查、平原地区筑路材料综合调查（当地建设、化工、矿业废弃材料利用）、特殊材料（高价值建筑材料）-高标号混凝土用粗细骨料、路面磨耗层骨料调查（外购类）及试验建议由设计总体根据项目具体情况由相关专业完成，或进行专项工作。

3.0.9 勘察成果宜做到数字化，勘察过程可采用数字化；原始记录包括纸质和

电子影像等资料，应内容完整、数据翔实、签署齐全，并应具备可追溯性。

条文说明

现阶段，勘察全过程数字化尚有困难，但部分勘察工作的数字化已经可以实现，如采用高分辨率卫星遥感技术和数字摄影测量实现测量数字化，静力触探仪、旁压仪、电法仪等仪器也可以实现测试数字化，部分地区已开展高速公路建设 BIM 试点，BIM 技术逐步在行业内推广。随着技术的发展，数字化在勘察工作中的优势也将进一步凸显，提高数字化水平也将促进公路建设工程的高质量发展。

征求意见稿

4 勘察大纲

4.0.1 高速公路改扩建工程地质勘察大纲编制前,应收集并分析既有高速公路建设阶段及运营期内的工程资料,熟悉改扩建工程的基本建设条件。

4.0.2 高速公路改扩建工程地质勘察大纲应根据勘察合同的要求,按勘察阶段分别编制。

4.0.3 高速公路改扩建工程地质勘察大纲可作为建设单位对勘察工作的管理和评审的依据。

4.0.4 高速公路改扩建工程地质勘察大纲应包括以下内容:

1 项目概况:任务来源、工程概况(主要工程规模、改扩建设计方案与技术标准)、编制大纲目的与依据;

2 自然地理及地质概况:沿线地形地貌与气象水文特征,地层岩性、地震与地质构造及水文地质特征,不良地质与特殊性岩土特征等;

3 工程地质勘察执行的技术标准;

4 既有高速公路主要工程地质问题的分析与评价:评价既有高速公路主要地质病害体的处治效果,分析既有病害体对改扩建设计方案的影响;

5 勘察目标与实施方案:针对不同类型构造物(路基、桥梁、隧道等)、不良地质体及特殊岩土体,制订改扩建勘察目标,确定勘察方法、预估勘察工作量(含现场原位测试与室内试验)及勘察技术要求,确定利用既有勘察成果的原则,确定重大或特殊地质问题的勘察方案等;

6 组织机构与计划:勘察人员组成、设备配置、计划进度等;

7 勘察过程控制:说明勘察质量保证措施及勘察作业安全保证措施;

8 创新技术应用:说明项目中拟采用的勘察新技术与新方法;

9 勘察成果编制:按《公路工程地质勘察报告编制规程》提供勘察成果,重点评价改扩建设计方案的地质适宜性、评价改扩建工程活动可能诱发的工程地质灾害风险和工程安全风险、评价改扩建工程活动对既有构造物地基稳定性的影响,并提出规避风险的地质建议;

10 配合协调措施:说明与设计单位、咨询审查单位、现场地质监理单位及当地政府和部门的接口时机、互馈方式等;

11 其他需要说明的问题。

4.0.5 安全生产防护措施应包含下列内容：

- 1 改扩建勘察现场危险源辨识、风险识别及风险管控措施；
- 2 作业人员应配备的个体防护装备和勘察设备安全防护措施；
- 3 有重大危险源等需经评审或专题论证的勘察作业安全防护措施。

条文说明

勘察大纲是实施勘察工作的指导性文件，是保证勘探作业质量和安全生产控制的依据。因此，针对项目特点提出的安全防护技术措施应可靠、安全、有效，明确勘察进度和安全的关系，体现安全第一。

1 勘察大纲应针对项目特点进行危险源辨识和风险识别，进行风险等级划分，并制定相应的安全生产防范措施和应急预案；

2 勘察作业人员应根据现场危险源辨识情况加强自身安全防护，并加强监督检查。

3 强调特殊作业条件下勘察作业安全生产防护措施的重要性，特别是涉及坑探作业、爆破作业、特殊场地、特殊地质、特殊气象条件时、应在勘察大纲中针对项目作业场地的安全生产条件，提出保证安全生产、职业健康的防护措施，并组织安全评审和专题论证。

4.0.6 对工程地质、水文地质、环境地质等特殊地质问题，应在初步勘察阶段提出专题研究，尚未查明的工程地质条件应在详细勘察阶段进行补充和完善。

4.0.7 当设计方案发生较大调整导致勘察大纲中拟定的勘察工作量不能满足设计要求时，及时调整勘察大纲或补充勘察大纲。

5 资料收集调查与分析利用

5.1 一般规定

5.1.1 高速公路改扩建工程勘察应取得既有工程工程设计资料，搜集与工程建设相关的地质资料和环境资料，收集既有公路勘察设计、施工和运维期的相关地质资料。

5.1.2 高速公路改扩建工程勘察资料收集及利用工作应遵循收集、核查、分析、利用程序开展工作。

5.1.3 高速公路改扩建工程勘察应对收集拟利用资料进行核查，对收集到既有高速公路的地质资料，应进行分析甄别后利用。

5.2 资料收集

5.2.1 高速公路改扩建勘察开展前，应按照《公路工程地质勘察规范》(JTG C20-)要求收集有关资料，同时应充分收集既有高速公路勘察设计、施工、养护、监测和专题研究等相关设计和地质资料。

5.2.2 收集的地质资料宜包括下列内容：

1 既有高速公路详细勘察阶段工程地质勘察报告，与路线相关的不良地质、特殊性岩土等资料，以及与路线相关的重大工程地质问题相关专题研究报告。

2 既有高速公路施工图设计文件：路线总体、路基、桥梁、隧道及其他工程设计文件，以及设计变更中的地质依据资料。

3 既有高速公路竣工资料中施工过程地质记录资料。

4 既有高速公路运维阶段路堤、路堑、桥梁、隧道等病害处治相关地质资料。

5 既有高速公路路基、桥梁、隧道及地质灾害等监测资料。

条文说明

对于高速公路改扩建工程，除了要按新建工程进行相关调查外，还需最大限度地利用既有高速公路地质资料、地基基础、路堑边坡、隧道等工程建设实践经验及运维病害处治和监测等资料，作为既有高速公路改扩建土工工程部分的先行原位试验，为高速公路同位改扩建工程勘察设计方案确定提供可靠依据。

(1) 既有高速公路勘察设计资料收集及筛选

收集既有高速公路地质调查资料、地质平剖面图、钻探、试验等原始资料及文字报告等勘察设计成果资料。对于隧道工程，重点收集原隧道勘察资料（包括地质调查、钻探、物探及水文试验等）。

(2) 既有高速公路施工资料收集

收集既有高速公路既有桥梁基础开挖施工过程中的地质描述、施工监测资料、运营期基础沉降及变形监测资料，为指导桥梁改扩建勘察工作提供依据。对于隧道工程，收集既有高速公路隧道施工过程中地质描述、超前地质预报、施工监测等资料，原有超前地质预报和施工监测等资料直接验证了原隧道围岩分级、涌水量预测等勘察资料的准确性，这些施工资料有利于指导高速公路改扩建隧道工程的钻探、物探及水文试验等勘察工作布置，以及隧道围岩分级和隧道涌水量预测等。

(3) 既有高速公路运营、管养、监测、检测资料收集

收集既有高速公路工程变形监测、观测、检测、评估及病害处治等资料，分析工程地质条件，确定不良地质和特殊性岩土类型及其分布范围、工程特性、地基加固处理形式等，为后续工程勘察方法选取和勘察布置提供依据。

5.3 既有公路现状调查

5.3.1 根据已收集的资料，采用现场调查对既有高速公路的技术状况、运营现状中病害问题进行核查。

5.3.2 对既有高速公路沿线勘察设计、施工、运维阶段查明的不良地质和特殊性岩土的类型、分布范围等情况进行核查，对运维阶段既有高速公路结构物地基基础、边坡坡体、隧道围岩等病害情况进行调查。

条文说明

既有高速公路施工、运营后，地形地貌已发生较大改变，不良地质与特殊性岩土段已采取工程措施消除影响或还存在少许影响，这些既有高速公路段落的运营现状是改扩建工程必须重视的，运营现状可以反映以往的勘察设计的合理性和有效性，可为改扩建工程的勘察设计提供支撑和示范。因此，为更好地利用既有高速公路收集的资料，核查收集到的各阶段地质资料是确保既有高速公路资料可靠性和准确性的必要环节。

5.3.3 对既有高速公路路基工程进行核查，应满足下列要求：

1 高路堤核查主要包括下列内容：

1) 根据填土高度对既有高速公路路堤进行分段，查阅路堤基底的地质资料，调查路堤沉陷、开裂等病害情况。

2) 核查原有路基、支挡工程的地基处理情况、基础形式和使用状况。

2 深路堑的核查宜包括下列内容：

1) 核查坡高、级数、坡形坡率、防护措施等参数，并了解其与设计文件中的差异情况。

2) 调查坡体变形情况及既有高速公路路堑边坡变形、滑塌等病害分布范围、规模、成因，以及原有路堑边坡病害治理资料等。

条文说明

工程经验表明，软基上高速公路拓宽工程很难避免对既有高速公路路面造成开裂，调查既有高速公路路基是否有过大的变形和开裂，分析病害产生的地质原因，将有助于既有高速公路改扩建设计时工程措施的提出。

路基一旦产生较大变形，往往反映在路面层的沉降开裂、护栏的沉降错落、路堤边坡的开裂变形，严重时造成支挡工程的开裂与不均匀沉降等，这些均是既有高速公路路堤调查的重点。

在调查评价的过程中，若需要时可采取针对性的勘察、试验、检测等手段，查明高速公路路堤变形的原因。软土地区既有高速公路路基工后沉降调查，一般可采用水准测量方法，对既有高速公路的路基高程进行测量，对比竣工时既有高速公路路基的高程，并考虑路面加铺等因素，复核软土地区既有高速公路路基的高程变化。

根据运营期间深路堑边坡的变形和病害情况，可以反馈以往深路堑边坡设计的合理性和有效性，可利用工程类比法，为改扩建工程深路堑边坡稳定性评价、设计参数取值以及防护设计提供重要的示范作用。

5.3.4 既有高速公路桥涵工程的核查，应包括下列内容：

1 调查涵洞基础形式及与墙身错台、底板变形开裂等病害状况，核查既有涵洞的基底地质条件。

2 收集桥台锥坡的地基条件和使用状况，调查锥坡的开裂、坍塌，以及台后路基的沉降变形等病害状况。

5.3.5 既有高速公路隧道工程的核查，应满足下列要求：

1 应核查隧道各区段的围岩地质资料，核查隧道施工、设计变更及涌水量等资料。

2 应调查运维阶段隧道衬砌剥落、掉块、衬砌裂缝、背后空洞等病害情况。

条文说明

重点核查隧道施工期间的围岩设计变更情况，可以获得隧道最准确的围岩级别信息，作为改扩建隧道围岩级别划分的重要依据。

5.3.6 既有高速公路其他构筑物的核查，应包括下列内容：

1 互通立交的路基按本手册第 5.2.4 条执行，桥梁按本手册第 5.2.5 条执行。

2 核查既有高速公路沿线服务区、收费站房、管理机构中心等沿线设施建筑场地的地基地质资料。

3 核查既有高速公路筑路材料及取（弃）土场的位置、储量及试验检测报告等资料。

5.3.7 核查过程中对新发现的地质问题，尚无相关资料的，应进行补充。

5.4 资料分析

5.4.1 勘察工作开展前，应根据既有高速公路收集到的地质资料、现场核查成果，对既有高速公路线路及各工点构造物的工程地质条件进行分析，梳理既有高速公路改扩建项目勘察设计的重难点，如不良地质、特殊性岩土等。

5.4.2 对工程地质条件变化较大、出现过重大地质问题的构筑物以及新发现的不良地质及特殊性岩土等段落，应作为改扩建工程勘察设计的重点。

条文说明

对收集的既有高速公路的勘察成果总结、设计处治方案、施工经验和运维病害等资料进行综合分析，可作为改扩建工程先行原位试验，为改扩建勘察工作的开展、各岩土参数的取值、勘察结论提供依据。

既有高速公路已有地质资料的专项报告，宜在改扩建勘察前完成，为勘察设计提供基础地质资料，真正起到地质选线、方案比选、指导设计的作用，也能作为后续勘察的指导性文件。

5.4.3 既有高速公路已有地质资料的专项报告应包括前言、既有资料收集情况、

自然地理概况、路线工程地质条件、总体工程地质分析评价、主要工点的工程地质条件、既有高速公路设计和施工情况、运营维护情况、施工变更处治和病害处治经验、监测成果、改扩建方案工程地质初步比选结论与建议、图表及附件等。

5.5 资料利用

5.5.1 对收集的既有高速公路的地质资料，应进行分析和核查后利用。

条文说明

既有高速公路资料利用应在甄别后使用，对于存在明显错误、较大瑕疵或难以判断其可靠性时，应予以舍弃。

应将既有高速公路勘察设计阶段与施工阶段揭示的地质资料进行对比分析，来评估既有高速公路资料的可靠性，利用营运阶段的实际状况和病害情况，来反映勘察设计阶段各岩土参数的准确性和设计方案的合理性，对改扩建勘察和设计工作具有重要指导意义。

5.5.2 对既有高速公路的地质钻孔，利用前应进行现场调查、抽查验证、综合分析，并按现行标准进行修订后加以利用，并符合下列要求：

1 利用既有公路的原勘探点及物探测线时，当新旧坐标体系不一致时，应进行新旧坐标系统转换。

2 新旧规范岩土定名不一致时，应按照现行规范重新定名。

3 既有地质钻孔，需满足“孔位及高程确定、深度满足要求”的条件后方可利用。

4 利用前应进行抽查验证，抽查验证的比例宜根据当地经验确定，若勘察实施阶段新实施钻孔和利用钻孔地质情况有较大出入，则应加大验证工作。

5 无当地经验时，抽查验证的比例宜不低于利用孔总数的10%。

6 对于存在以下问题的旧路钻孔，建议仅作参考使用：

- 1) 没有钻孔坐标或准确的坐标转换参数，位置定位困难；
- 2) 采用的旧标准（如岩土命名、指标等）与现行业标准存在较大差异；
- 3) 钻孔深度偏浅，无法达到相应新构造物设计要求；
- 4) 偏离现设构造物超过30m。

条文说明

(1) 对既有高速公路收集资料的分析和利用，可以有效节省勘察周期，节

省勘察成本，提高勘察水平。因此，在编制勘察大纲、勘察方法的选择、钻探深度、既有不良地质处治方式与效果等方面均可提供指导和重要示范。

(2) 既有高速公路往往通车多年，原高速公路勘察设计、施工时所采用的技术标准与现行的标准往往会有不同，包括勘察规范、土工试验规范、路基设计规范、桥梁设计规范、隧道设计规范等，在勘察工作布置、钻孔深度、取样、土工试验等方面都存在差异。因此，在对既有高速公路资料进行利用时需要做出差异比较，以合理利用既有资料。

(3) 对既有高速公路资料的利用，应根据既有资料的可靠性、准确性和适宜性来综合确定，将利用情况分为三类：利用、参考利用、不利用。

“不利用”指的是所收集资料可靠性、准确性和适宜性较差，仅用于了解场区整体的地质概况、地层岩性、地质构造、水文地质等工程地质条件及存在的工程地质问题，一般可用于工可阶段及初步设计阶段勘察。

“参考利用”指的是所收集资料的可靠性、准确性和适宜性一般，部分资料可作为项目沿线及各类构筑物建设场地工程地质条件的基础资料，该部分可用于指导施工图设计；部分资料仅可作为场地地质条件的参考，可用于初步判断场区的工程地质条件及存在的工程地质问题。

“利用”指的是所收集资料可靠性、准确性和适宜性均较高，可作为各类构筑物施工图设计的基础资料。

(4) 对于既有资料的可靠性，要对既有资料的完备性、逻辑性以及既有高速公路运营现状等方面进行充分的分析论证，综合确定既有资料的可靠性。当勘察单位在既有高速公路勘察资料中出现较多差、错、漏，或既有高速公路屡次发生病害等情况时，则既有资料仅可供参考。

6 勘察作业安全

6.1 一般规定

6.1.1 勘察单位应建立健全安全生产责任制，明确项目负责人、专职安全管理人员及各岗位作业人员的安全职责。

6.1.2 勘察作业开工前，项目负责人应组织对全体作业人员进行安全技术交底，交底内容应包括作业环境特点、危险因素、安全操作规程和应急措施等。

条文说明

基于改扩建勘察必须维持正常通车，从保证操作安全、公路运营安全、既有结构物安全角度，在工作方法、作业程序、作业安全措施等方面，对从业人员就作业环境特点、危险因素、安全操作规程和应急措施提出明确要求。

6.1.3 勘察作业前应对危险源进行辨识和评价，应根据不同危险类别、危害对象制定相应的安全生产防护措施。

条文说明

勘察外业工作应进行危险源辨识，对地下管线、地下工程、架空线路、既有公路营运影响范围及周边环境等采取有效防护措施。

6.1.4 当勘察作业人员进入运营的高速公路红线内进行勘察作业时，应取得相关部门许可，遵照《公路养护安全作业规程》（JTG-H30-2015）进行作业，并采取可靠的安全防护措施。

6.2 工程地质测绘调查作业安全

6.2.1 勘察作业组成员不应少于 2 人，作业时两人之间距离不宜超出视线范围，并应配备通信或定位设备。

6.2.2 在崩塌区作业不宜用力敲击岩石，作业过程中应有专人监测危岩的稳定状态。

6.2.3 当进行水文点地质测绘作业量测水位时，应采取相应的安全生产防护措施。

6.2.4 使用无人机作业，应符合国家航空管理部门的相关管理规定。

6.2.5 在进入运营的高速公路红线内进行地质测绘、调查作业时，应遵守管理部门的管理规定，并应有专人指挥作业和协助维持交通秩序。

6.3 勘探作业安全

6.3.1 勘探作业准备工作应符合下列规定：

1 勘探作业现场应设置明显的安全警示标志，必要时设置围挡、隔离带等防护设施，夜间作业应配备足够的照明设备和警示灯具；

2 核实勘探场地建（构）筑物、各类架空线路和地下管线设施与勘探作业点之间的安全距离，设置安全生产防护装置和安全标志；

3 勘探设备及安全生产防护装置安装完毕后勘探项目负责人应组织检查验收，合格后方可进行勘探作业。

6.3.2 勘探现场作业应采取保护生态环境、预防场地污染的措施，严禁遗弃泥浆、油污、塑料、电池及其他废弃物。

6.3.3 勘探作业人员应佩戴劳动保护装备，应遵守安全操作规程。未按规定佩戴和使用个体防护装备的勘探作业人员不应上岗作业；特种作业人员应持证上岗；从事水域作业的人员应穿救生衣。

6.3.4 勘探作业时，勘探作业点与各类地下管线及设施之间的最小水平安全距离应符合相关管理部门的有关规定；导电物体外侧边缘与架空输电线路边线之间的最小安全距离应符合表 6.3 的规定。

表 6.3 勘探作业点与架空输电线路边线最小安全距离

电压（kV）	<1	1~10	35~110	154~330	550
最小安全距离（m）	4.0	5.0	10.0	15.0	20.0

6.3.5 原位测试、检测与监测测试点、检测点和监测点应选择在不会危及作业安全、高速运营安全和结构物安全，能满足作业需要和技术要求的位置。

6.3.6 水域勘探作业应符合下列规定：

1 应根据作业水域海况、水情、勘探深度、勘探设备类型和负荷等因素选择勘探作业船舶或勘探平台类型、结构强度和总载荷量。

2 勘探作业船舶、勘探作业平台和交通船应配备救生、消防、通信等水上救护安全防护设施。

3 安装勘探设备与堆放勘探材料应均衡布置；严禁在浮式勘探平台上使用千斤顶处理孔内事故。

4.水域钻探应做好钻探施工平台定位，操作平台应能满足随水位变化自由调

整的要求，钻孔体部分应采用套管固定在稳定地层中。

6.3.7 当钻探机组迁移时，必须落下钻塔，非车装钻探机组严禁整体迁移。

6.3.8 勘探工作完成后，除需要水位观测等特殊要求的钻孔、探井、探槽、探洞外，应按规定及时回填。需保留的钻孔、探井、探槽、探洞，应设置防护装置。

征求意见稿

7 勘察工作方法及要求

7.1 一般规定

7.1.1 工程地质勘察应根据工程建设设计阶段及场地工程地质条件和水文地质条件，采用综合勘察手段，宜采用外业数据自动采取、地质信息模型等信息化和数字化方法。

7.1.2 勘察方法包括资料搜集、工程地质调绘、工程地质勘探、原位测试、取样及室内试验、遥感、倾斜摄影、三维激光扫描和监测等。

条文说明

工程地质勘探可采用钻探、井探、槽探、洞探、原位测试和物探等；当选择静力触探、动力触探、工程物探作为勘探手段时，**应**与钻探等其他勘探方法配合使用；物探采用的方法应与勘探目的匹配，对特殊桥梁结构、长大深埋隧道、地质条件复杂深挖路堑及构造发育或地质条件复杂的构造破碎带、岩溶区、采空区等，应布置物探测线。

7.1.3 在利用前阶段已有勘察、设计、施工、检测、监测和运营等资料时，应进行充分地核实分析，必要时应采取勘察工作方法进行验证校核。

条文说明

前期已有资料应包括勘察、设计、施工、检测、监测和运营等资料，当已有资料存在资料不全、精度不高时，**应**采取勘察工作方法进行验证校核。

7.1.4 工程地质工作重点、工作内容、工作量布置及勘探手段、取样测试方法应根据沿线工程地质条件及各工点具体地质情况，结合改扩建路线方案综合确定。

条文说明：

据《高速公路改扩建设计细则》（JTG/TL11—2014），构筑物改扩建方式总结如下：

（1）一般路基通常采用拼宽方式加宽；高填、陡坡、深挖路段、地质条件复杂路段、加筋土挡墙、桩板墙及高挡墙路段，可采用分离增建方式；

（2）一般桥梁服从路段加宽形式采用拼宽或分离增建：拱桥、思索桥、斜拉桥、大跨度连续梁桥等桥梁多采用分离增建的形式加宽；

（3）隧道路段多采用分离增建的形式加宽。受条件限制（地质、空间等）时，中短隧道多采用原位扩挖隧道方案；

(4) 互通式立体交叉范围的主线主要采用两侧拼宽。

现阶段，已实施的改扩建工程大多采用两侧加宽，但特殊情况下、如施工期维持交通要求特别高，或受大型构造物、地形等限制时，也可以选择单侧加宽。不同形式的改扩建方式也对勘察工作的开展提出了不同要求。

具体拼宽方案情况参见附录 A。

7.1.5 原位测试和室内试验项目、方法应根据勘察目的、场地地质情况确定。原位测试的仪器设备应定期检验和标定，测试结果应与原型试验、室内试验及工程经验等综合分析使用。

7.2 工程地质调绘

7.2.1 工程地质调绘范围、内容、工作精度等应与既有工程、改扩建工程结构相结合。

条文说明

加强既有工程周边工程地质条件和水文条件的调绘，尤其是既有工程建设后地质环境的变化及新的风险源，其调绘范围应包括影响既有工程和改扩建工程范围。

7.2.2 工程地质调绘应充分收集、分析既有勘察、设计和施工资料，结合必要的遥感解译、三维激光扫描及勘探等手段进行。

条文说明

遥感类型基于数据源的分类可分为光学遥感、微波遥感、激光雷达(LiDAR)和热红外遥感等。

7.2.3 工程地质调绘应重点调绘内容：

1 调绘既有工程运营过程中发生病害的时间、规模、特征，分析其诱因和形成机理等；

2 既有工程建设对建成区水文及水文地质改变情况；

3 改扩建工程对既有工程的影响因素调查。

条文说明

由于既有工程的建设对周边环境影响重大，改扩建时重点围绕既有工程建成后地质环境改变和发生病害的情况开展。改扩建工程勘察、建设对既有工程会造成一定的影响，故其对既有工程的影响因素调查也是本次工作重点。其他

的工程地质调绘工作内容按《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）执行。

极端气候条件下的工作内容：应补充相关调查工作——工作内容水文调查、工作范围及区域，遥感，环境的相互影响和改造

深埋隧道、岩溶、高原旱区隧道地下水在高压较高温度环境经隧道出露后，外界压力和温度环境变化可能存在导致矿物质析出情况，水流较缓或水流不畅时容易沉淀积聚，日积月累会造成隧道排水设施拥堵问题，既有隧道水文调查应注意相关工作。

7.3 工程地质勘探

7.3.1 工程地质勘探应在前期勘察资料收集和工程地质调绘基础上进行，勘探手段选择时应充分考虑保护既有工程结构的安全和质量，必要时应结合保通方案，根据现场地形地质条件、工程结构设置、勘探的目的和要求等综合确定。

条文说明

选择钻进方法考虑的因素：

- 1 尽量避免对既有结构物的损伤或破坏；
- 2 钻探工艺、设备的选择和搭设须确保保通方案的实施；
- 3 钻探方法能适应地层的特点；
- 4 尽量避免或减轻对取样段的扰动影响；
- 5 能满足原位测试的试验要求。

7.3.2 在充分利用前期成果资料的基础上，对代表性路段布置勘探点进行验证性勘探控制。

条文说明

当前期资料齐全可信，可靠度高时，对典型路段、复杂路段、病害路段、重要路段等代表性路段进行验证性勘探控制；对于资料欠缺，可靠性较差时，应按新建工程要求开展勘探工作；一般路基段可不布置勘探点进行验证。

7.3.3 工程地质勘探手段可选择钻探、洛阳铲、井探、槽探、硐探、地球物理勘探等。

7.3.4 钻探应符合下列规定：

1 钻机类型、钻进方法、钻探工艺和取样方法应根据现场地形地质条件、勘探目的结合对既有工程的保护等方面综合确定，严禁使用对既有工程有安全、质

量影响的钻进方法。

表 7.3.4 钻进方法

钻进方法		钻进地层					勘察要求	
		黏性土	粉土	砂土	碎石土	岩石	直观鉴别、采取不扰动试样	直观鉴别、采取扰动试样
回转	螺旋钻进	*	+	+	-	-	*	*
	无岩芯钻进	*	*	*	+	*	-	-
	岩芯钻进	*	*	*	+	*	*	*
冲击钻进		-	+	*	*	+	-	-
锤击钻进		*	*	*	+	-	+	*
振动钻进		*	*	+	+	-	+	*
冲洗钻进		+	*	*	-	-	-	-

注：1*：适用；+：部分适用；-：不适用；

2 螺旋钻进不适用于地下水位以下的松散粉土和饱和砂土。

2 钻探数据宜采用自动化采集设备采集。

3 钻孔深度应根据构筑物的类型、规模以及水文地质和工程地质评价的需要确定。

条文说明

钻探设备选用时宜尽量选择轻便的设备，避免对既有工程产生扰动或破坏。其他的按《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）执行。

7.3.5 挖探应符合下列规定：

1 临近既有工程时，挖探工程实施不能威胁到既有工程。若必须进行开挖，则应先做好防护措施后再进行挖探。

2 探坑（井）、探槽的深度不宜超过地下水位，竖井和平硐的深度、长度和断面尺寸等应根据工程地质勘探的目的和要求确定。

7.3.6 物探应符合下列规定：

1 物探工程实施前，应收集场地周边管网、既有工程资料，分析物探工程实施时干扰因素、实施可能性及准确度。

2 对典型路段、复杂路段、病害路段、重要路段等，加强对既有工程的物探工作与扩建工程的地质条件的对比分析，必要时，采用验证性钻探控制。

条文说明

物探方法包括：地质雷达、地震散射波、瞬变电磁法、高密度电阻率法、微

动等。据高速公路的现场条件和探测需求，合理选择物探方法，必要时可采用综合物探的方法进行探测。地质雷达探测精度高，效率高，但探测深度浅；地震散射波法探测深度大，对溶洞等孤立病害体的探测效果较好；微动的探测深度大，准确率高，不阻碍交通。

7.4 现场原位测试

7.4.1 既有路基段及新旧路基衔接地带应加强原位测试工作，以获得岩土体物理参数、抗剪强度、承载力、变形指标等参数。

7.4.2 选用对既有工程影响小的轻便原位测试方法和设备。

条文说明

既有工程的建设可能导致场地勘察的施工空间会受限，加之改扩建工程勘察通常还需考虑保通，较大型的原位测试设备不便开展工作。另外，较大型的原位测试设备对既有工程基础、地基影响通常较大。

轻便原位测试方法和设备：微型贯入测试仪、轻便触探测试设备、点荷载测试仪、岩体回弹测试仪等。

7.4.3 原位测试方法可根据勘察目的、岩土条件及测试方法的适用性等按表 7.4.3 选用。

表 7.4.3 原位测试常用方法适用范围一览表

测试方法	适用的岩土类别							取得的岩土参数				
	岩石	碎石土	砂土	粉土	黏性土	软土	填土	剖面分层	物理状态	强度参数	承载力	液化判别
载荷板试验 (PLT)	△	○	○	○	○	○	○			△	○	
现场直剪试验 (FDST)	○	○	◇	△	△	◇	◇			○		
十字板剪切试验 (VST)				△	△	○				○	△	
标准贯入试验 (SPT)			○	△	△	◇	◇	△	△		△	○
动力触探试验 (DPT)		○	○	△	△	◇	△	△	◇		△	

静力触探 (CPT)			△	○	○	○	△	○	△	△	△	○
旁压试验			○	△	△	△	△			△	△	
扁铲侧胀 试验			△	△	△	○		△	△	△	△	
地应力测 试	△											
现场大容 重												
点荷载试 验												
现场大剪												
岩体回弹 试验												
场地微振 动试验												

注：○—很适用；△—适用；◇—较适用。

7.5 取样及室内试验

7.5.1 岩土样的取样工作应根据勘察任务书结合挖探、钻探等勘探工作同步实施，样品尺寸、等级等应符合《公路土工试验规程》（JTGE40）、《公路工程岩石试验规程》（JTGE41）等相关标准的规定。

条文说明

在充分利用已有试验成果的基础上，确定勘察取样件数。

7.5.2 既有路基工程岩土体宜开展物理性质、强度、压缩指标及 CBR 指标等测试工作。

7.5.3 根据工程要求和岩土类型选择岩石试验、土工试验、岩土矿物分析、水质分析等室内试验项目和试验方法。

7.5.4 室内试验应符合现行《公路土工试验规程》（JTGE40）、《公路工程岩石试验规程》（JTGE41）等相关标准的规定。

7.5.5 应开展对改扩建工程有影响的放射性、有毒有害气体、土壤氡气等取样测试。

7.5.6 样品存放和运输过程中应确保样品的质量，避免对试验数据真实性造成影响。在条件允许情况下，宜在现场设置试验室。

7.6 水文地质测试

7.6.1 水文地质条件复杂、需获得岩土体水文地质参数的，应开展水文地质测试工作。应视试验目的、试验条件等选择合理的水文地质测试方法。

7.6.2 水文地质测试工作不得影响既有工程的稳定安全及降低使用功能等。

7.6.3 水文地质测试手段可以包括抽水试验、注水试验、压水试验、水文连通试验等。

7.6.4 抽水试验应符合下列规定：

- 1 通常做单孔抽水试验，条件具备时可做多孔抽水试验；
- 2 一般情况下，采用稳定流抽水试验，涌水量波动 $\leq 5\%$ ，主孔水位波动 \leq 降深值的 1%，观测孔 $\leq 2-3\text{cm}$ ；
- 3 抽水孔终孔直径应根据地层、抽水设备尺寸综合确定，禁止使用泥浆或植物胶冲洗液，宜跟管法钻进；
- 4 当有多层含水层时，应分层隔离抽水；
- 5 抽水过程中应观测动水位，流量宜采用堰箱等测量；
- 6 试验结束前取水样进行水质分析，分层抽水需分层取样；
- 7 及时绘制 Q-S（流量-降深）曲线，检查试验合理性。

7.6.5 注水试验应符合下列规定：

1 注水试验分为常水头注水试验和降水头注水试验，根据试验目的和场地地质条件选用。

条文说明

常水头注水试验适用于渗透性较大的壤土、粉土、砂土、砂卵砾石层，以及风化、破碎岩体或断层破碎带。降水头注水试验适用于地下水位以下的粉土、黏性土层或渗透性较小的岩土层。

2 试验点（试坑或钻孔）应布置在有代表性的地段，根据岩（土）层的变化程度确定试验数量。利用已有钻孔进行注水试验时，应了解钻孔结构并测量孔深。

3 试验前后均需观测地下水位，观测间隔为 5 分钟，当连续两次观测数据变幅小于 10cm 时，水位观测结束。

4 试验钻孔禁止使用泥浆钻进，防止岩土层被扰动。孔底沉淀物厚度不应大于 10cm。对非试验层可采用栓塞或套管管脚黏土止水，确保止水可靠。

5 常水头注水试验应保持固定水头不变（波动幅度允许偏差 1cm），流量观测精度应达到 0.1L。开始每隔 5 分钟观测一次流量，连续 5 次；之后每隔 20 分钟观测一次，至少连续 6 次。当连续两次观测的流量差值不超过最后一次流量的 10%时，试验结束。

6 降水头注水试验水位观测间隔初期为 1 分钟（5 次），后调整为 10 分钟（3 次），最后按 30 分钟间隔进行。当水头降至初始值的 0.3 倍或观测点达 10 个以上，试验可以结束。

7.6.6 压水试验应符合下列规定：

1 试验钻孔孔径宜为 59~150mm，应采用金刚石或合金钻进，避免使用泥浆护壁，以防堵塞裂隙。在碳酸盐岩地层，应选用合适的冲洗液，防止乳化液破乳。

2 通常采用单栓塞分段隔离法，自上而下逐段进行试验；在岩石完整、孔壁稳定的孔段，可采用双栓塞分段隔离法。

条文说明

压水试验的目的是分析岩体渗流量随压力的变化关系，判断是否存在非线性流（如紊流）或裂隙状态变化（如扩张、充填物移动等）。适用于裂隙不发育的包气带岩层（如花岗岩、页岩等）和透水性较差的含水层（如微风化硬岩）。不适用松散土层、强风化破碎岩层（高压可能导致土体扰动）和渗透性强的含水层（优先采用抽水试验）。

3 试验前需彻底清洗钻孔，确保孔底无未取出的岩芯或沉淀岩粉。试验前应测量试验孔水位。

4 套管必须严格止水，防止串水影响试验结果。若同一地点布置多个钻孔（孔距<10m），应先完成压水试验钻孔，避免水流串通。

5 试段长度的一般取 5m，对于断层破碎带、裂隙密集带或岩溶洞穴等特殊地质条件，试段长度可根据实际情况调整。相邻试段应衔接，可少量重叠，但不得漏段。

6 压水试验一般按三级压力、五个阶段（P1→P2→P3→P2→P1）进行（P1=0.3MPa，P2=0.6MPa，P3=1.0MPa）。

条文说明

当试验段埋深较浅（<15m）时，最大压力可适当降低，避免岩体抬动。

7.6.7 水文连通试验应符合下列规定：

1 水文连通试验方法可以根据连通管道的差异选用示踪剂法、水位传递法、烟熏或灌水法等。

条文说明

水文连通试验主要用于查明地下水运动路径、流速、流向，以及不同含水层或地表水与地下水之间的水力联系。示踪剂法适用于水文地质条件较为复杂，径流较远的场地；水位传递法适用于岩溶管道或强渗透性裂隙含水层；烟熏/灌水法适用无水通道（如岩溶洞穴）。

2 示踪剂法应选择背景值低的示踪剂，可在暗河入口、天窗、消水点、钻孔等位置投放，在可能连通的出水点（泉、井、钻孔、地下河出口等）设置监测点。监测频率应能捕捉示踪剂浓度变化全过程。

条文说明

示踪剂应选择安全无毒、易检测、抗吸附能力强的示踪材料，如荧光染料（荧光素钠）、盐类（NaCl、KI）、放射性同位素（氡、溴-82）等。

3 采用水位传递法时，观测点的距离应在试验点水文试验水力影响范围内。

条文说明

通过人工改变某一点水位（如抽水、注水），观测其他点水位变化，判断连通性。

4 采用示踪剂检测时，应定时取样检测示踪剂浓度，绘制浓度-时间曲线，计算地下水运移速度。若示踪剂未检出，需延长观测时间或调整监测点。

8 工程可行性研究阶段勘察

8.0.1 高速公路改扩建可行性研究阶段工程地质勘察包括预可勘察和工可勘察。

条文说明

高速公路修建后，如果发生地震等地质构造运动引起工程地质条件发生重大变化，或采矿、隧道涌水等引起地面严重塌陷或发生重大地质灾害，发生新的工程地质问题，以及高速公路控制性工程因工程地质条件和工程地质问题遭受重大病害等情况，高速公路改扩建可行性研究工作开展前多需要开展预可行性研究工作，工程地质勘察亦需进行预可阶段勘察。

8.0.2 工可阶段地质勘察工作应以资料收集和利用既有高速公路地质资料为主，辅以地质遥感解译、工程地质调绘及适量的勘探工作等，初步查明改扩建线路的工程地质条件和对公路建设规模有影响的工程地质问题，为编制工程可行性研究报告提供工程地质依据。

8.0.3 高速公路改扩建工程工可勘察除按照《公路工程地质勘察规范》(JTG C20-2011) 4.2 节执行外，应以资料收集、分析、利用和工程地质复核调绘为主，对工程地质条件进行验证性研究，完成下列工作内容：

1 重点搜集、利用既有高速公路勘察、沉降观测、病害处治和养护等资料，分析、了解各工点工程地质条件，路线不良地质与特殊性岩土类型、分布范围及其工程特性，地基加固处理形式等；加强典型地段、重点问题、地质病害资料的分析利用，并现场进行复核调绘和实地调查。

2 初步查明改扩建线路与既有公路路基、隧道、桥梁等重大工点的稳定性相互影响关系。

3 初步查明斜坡填方或挖方路段的地质结构，有无潜在控制边坡稳定的结构面，改扩建项目实施有无诱发或加剧路基、失稳的可能性。

4 工程地质调绘工作应加强对收集资料的分析，重点对沿线不良地质分布、工程建设活动、公路病害等进行复核，复核其类型、规模、范围、规律、主要诱因等；调绘比例尺为 1:10000~1:50000，范围应包括各路线走廊或通道所处的带状区域 200~500m。

5 在地质构造复杂、存在大规模地质灾害或特殊性岩土分布，以及控制性工程地段，应充分利用既有高速公路钻孔资料，辅以工程地质勘探、测试工作，必要时开展专项地质研究。

8.0.4 高速公路改扩建工程预可阶段地质勘察工作在符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20-2011）4.1 节规定外，尚应符合以下规定：

1 重点搜集、利用既有高速公路地质报告，如工程场地地震安全性评价报告、压覆矿产调查专题报告、地质灾害评估报告等，深入了解改扩建项目关键性技术难题及重难点的处理措施、处理深度。

2 除资料收集、分析外，可辅以遥感解译及踏勘调查，调查比例尺 1:50000~1:100000，调查范围为拟定线路及两侧 500~1000m。

8.0.5 工可及预可阶段地质勘察工作地质勘探、取样和测试应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20-2011）相关要求。

9 初步设计阶段勘察

9.1 一般规定

9.1.1 初步勘察应基本查明现状公路及改扩建工程的工程地质条件和技术状况，为初步设计方案比选及文件编制提供工程地质依据。

9.1.2 初步勘察工作应充分收集、研究现有公路的相关资料，并进行可靠性分析和验证。

9.1.3 初步勘察应结合地质条件和设计方案，采用多种手段的综合勘察方法，对现有公路及改扩建场地的工程地质条件和技术状况进行勘察和初步分析评价。

9.1.4 初步勘察应对工程建设可能诱发的环境工程地质问题进行分析、预测、评价，对改扩建工程拼宽建设、拆除重建工程对既有公路路基、结构物的影响做出分析评价，提出建议及措施。

9.2 路线及总体

9.2.1 路线及总体初步设计阶段勘察宜采用资料收集和分析、工程地质调绘等勘察方法。

9.2.2 既有高速公路勘察资料的利用应满足下列要求：

1 既有高速公路工程地质调绘资料（地质界线、岩层产状、不良地质及特殊性土分布等），核实后方可利用。

2 对不良地质的相关地质资料，经既有高速公路验证无运维病害的勘探、测试、试验等资料，应予以利用，否则宜参照利用。

3 对特殊性岩土的相关地质资料，宜参照利用，并与新的勘探资料进行对比分析、重点研究。

9.2.3 改扩建高速公路工程地质调绘除常规地质调查外，还应对填土类型及范围、边坡开挖及揭露地层情况、挖填方边坡稳定性及支护方式、弃土场稳定性等开展调查。

9.2.4 初步勘察阶段对沿路线及其两侧的带状范围进行 1:2000 工程地质调绘，改线段或新增线路段可增加 1:1000 工程地质调绘，调绘宽度不小于路线两侧各

200m。对不良地质及特殊性岩土分布区域，调查范围应外延至工程影响区域。

条文说明

初步勘察阶段的调绘应沿拟定线路的带状范围进行，调绘宽度应结合各类公路构筑物的影响范围确定，须满足线路方案比选及初步工程设计的要求，一般不小于 200m。不良地质、特殊岩土以及水文地质条件复杂的重点工程地段，应加大调绘范围，必要时开展大面积的水文地质与工程地质调绘。构造复杂、岩溶发育等地区应采用追踪法，查明其对工程稳定的影响。

9.3 路基工程

9.3.1 一般路基初勘工作应符合下述规定：

1 改扩建工程一般路基初步设计阶段勘察应根据结合现场地形地质条件，结合填挖情况，分段查明下列内容：

1) 查明既有公路路基的路基类型、断面形式、路基填料（类型、组成、湿度、密实度、CBR、压实度、均匀性）、边坡岩土类型及结构类型、防护方式，病害情况等；

2) 查明新建路基、既有公路路基工程地质与水文地质条件，详细内容按照《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）执行。

2 工程地质调绘应符合以下规定：

一般路基调绘工作，应在充分了解分析现状公路既有资料基础上进行，对于既有公路路基工程，重点调查路基类型、断面形式、路基填料、边坡岩土类型及结构类型、防护方式、水文及水文地质状况、病害情况等。

调绘比例尺宜为 1:2000，对于复杂的控制性重点路段可采用 1:500-1:1000 比例尺加密控制；测绘范围路基填挖边线两侧不应小于 200m 且不应小于潜在的路基失稳影响范围及遭受地质灾害威胁的范围。

3 工程地质勘探、测试应符合以下规定：

1) 一般路基勘探、测试工作按照《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）执行。

2) 一般路段利用既有公路路基路段应充分利用既有公路勘察和施工资料，并进行必要的验证和复核勘探测试工作布置，既有公路勘察和施工资料不全或现场情况变化较大时，应按照新建段路基控制。

3) 拼宽段既有公路路基验证和复核勘探孔布置每公里不宜小于 1 个；既有公路勘察和施工资料不全或现场情况变化较大时，或路段病害发育，地质条件复杂时，应增加勘探测试点数量。

4) 拼宽段既有公路填方路基勘探孔深度应穿过填方底部并进入下伏稳定地基持力层不小于 3m。

5) 拼宽段既有公路土质路基勘探孔应分层采样进行室内物性、强度及变形试验分析，根据地层情况进行动力触探、标准贯入、静力触探等原位测试工作，既有路基典型路段、病害多发路段宜采取代表性填土样进行击实试验。

9.3.2 高路堤、陡坡路堤初勘工作应符合下述规定：

1 改扩建高填、陡坡路堤边坡高度大于 20m，或高度不大于 20m，但基底有软弱地层发育，路堤可能存在失稳、或产生较大沉降或不均匀沉降时，应按照工点进行勘察。

2 改扩建高填、陡坡路堤初勘工作在符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）和 9.2.1 条要求的基础上，初步查明改扩建路基潜在不利滑动面及岩土参数。

3 改扩建高填、陡坡路堤初勘工作应分析路堤的整体稳定性及局部稳定性，重点分析路基新旧填方界面控制的填筑稳定性。

4 拼宽高填、陡坡路堤工程地质测绘范围两侧填筑边线不宜小于两倍路基宽度，且不应小于潜在的路基失稳影响范围及遭受地质灾害威胁的范围；测绘比例尺宜为 1:2000，对于复杂的控制性重点路段可采用 1:500-1:1000 比例尺加密控制。

5 工程地质勘探、测试应符合以下规定：

1) 高填、陡坡路堤横向控制性勘探断面数量不少于 1 条，既有公路病害问题突出、工程地质条件复杂、路段长度较长（长度大于 200m）时，应增加控制性勘探断面数量；

2) 拼宽高填、陡坡路堤横向控制性勘探断面勘探点数量不宜小于 2 个，拼宽段既有公路路基范围应布设勘探点，路段病害发育或地质条件复杂时，应增加勘探测试点数量；

3) 拼宽段既有公路填方路基勘探孔深度应穿过填方底部并进入下伏稳定地

基持力层 3-5m，遇软弱夹层应揭穿；深厚软弱地基地段，需要进行沉降变形验算时，应能控制软弱层压缩变形影响深度。

6 改扩建高填、陡坡路堤初勘取样和测试工作在符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）和本规范 9.2.1 条第 3 款要求的基础上，重点查明改扩建路基潜在不利滑动面的岩土参数。

9.3.3 深路堑初勘工作应符合下述规定：

1 工程地质调绘工作应重点调查边坡防护措施及技术状况；当需要利用既有支挡防护措施时，但既有资料分析和现场调查难以准确评价其技术状况，应对既有支挡防护措施开展专项检测评估工作。

2 工程地质测绘比例尺宜采用 1:2000，测绘范围应控制拼宽深挖路堑路基边线外侧不宜小于 3 倍边坡高度，且不应小于潜在的路堑边坡失稳影响范围及遭受地质灾害威胁的范围；地质条件复杂时，应适当扩大测绘范围。

条文说明

地质构造复杂、岩体破碎、风化严重，有外倾结构面或堆积层发育边坡，应适当扩大测绘范围。

3 工程地质勘探、测试应符合下述规定：

1) 拼宽段深挖路堑横向控制性勘探断面数量不宜少于 1 条，既有公路病害问题突出、工程地质条件复杂、路段长度较长（长度大于 200m）时，应增加控制性勘探断面数量。

3) 拼宽段深挖路堑横向控制性勘探断面勘探点数量不宜小于 2 个，可充分利用原勘察设计、施工资料，但拼宽段深挖路堑边坡影响范围（拼宽后的新的高边坡）应布设不小于 1 处勘探点，路段病害发育、地质条件复杂时，应增加勘探测试点数量；

4) 拼宽段深挖路堑初勘勘探孔深度应能控制潜在滑面或破裂面，进入稳定地层不小于 3m，拟设置支挡位置勘探孔深度应能深入预计基础埋深底部稳定地基持力层 3-5m，遇软弱夹层应揭穿。

4 拼宽段深挖路堑初勘工作应分析评价既有支挡防护措施技术状况，分析边坡拼宽开挖施工期间拆除既有支挡措施的地质风险。

9.4 桥梁、涵洞工程

9.4.1 工程地质调绘工作应重点调查现状桥梁、涵洞技术状况，调查桥梁墩台基础、涵洞基础病害及变形情况；当需利用既有桥梁、涵洞时，既有资料分析和现场调查难以准确评价其，应对其开展专项检测评估工作。

9.4.2 工程地质测绘比例尺宜采用 1:2000，测绘范围应控制公路边线两侧不宜小于 100m，且不应小于遭受地质灾害威胁的范围；拼宽桥梁及涵洞应实测地质纵横断面，比例尺宜采用 1:200-1:500；地质环境条件复杂、既有工程病害问题突出、墩台位于陡斜坡地段等，应适当扩大测绘范围。

条文说明

山区桥梁墩台位于陡斜坡时，坡体上方可能发育威胁桥梁墩台的危岩等不良地质，应适当扩大测绘范围。

9.4.3 勘探和测试应符合以下规定：

1 桥梁、涵洞的勘探工作应满足《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）。

2 拼宽桥梁勘探和测试工作应充分利用现桥梁、涵洞勘察设计和施工资料，应适当布置验证性勘探工作，不良地质不发育、非特殊土分布地区应布置不少于利用孔 30%的验证性勘探孔；对不良地质发育地段、特殊土分布地区、特殊结构桥梁拼宽应布置不少于利用孔 50%的验证性勘探孔。

3 现有桥涵勘察资料勘探深度不能满足拼宽桥梁基础要求时，应补充控制性勘探孔，孔深应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）有关规定。

4 双侧桥梁拼宽、涵洞接长初勘勘探和测试工作左右幅可作为一个工点，勘探、测试工作宜左右幅分别布置。

9.3.5 桥梁拼宽、涵洞接长初勘工作应分析评价既有桥梁、涵洞技术状况，分析桥梁拼宽、涵洞接长基础开挖或基础实施后对原结构的影响及存在的地质风险。

9.5 隧道工程

9.5.1 工程地质调绘工作应重点调查既有隧道技术状况，调查隧道衬砌及洞门、边仰坡病害及变形情况、隧道排水情况、环境影响情况等；当需要利用既有隧道，既有资料分析和现场调查难以准确评价其技术状况时，应对其开展专项检测评估工作。

9.5.2 工程地质测绘比例尺宜采用 1:2000，测绘范围应控制公路边线两侧不小于 200m，地质环境条件复杂、既有隧道病害问题突出，应适当扩大测绘范围；

水文地质条件复杂的长隧道、特长隧道，既有隧道渗水问题突出隧道，应进行专项水文地质调查，比例尺宜采用 1:2000-1:10000；

隧道拼宽及小净距扩建隧道应编制地质纵横断面，比例尺宜采用 1:200-1:2000。

9.5.3 勘探和测试应符合以下规定：

1 不良地质不发育、非特殊土分布地区隧道拼宽及小净距扩建隧道初勘勘探和测试工作可充分利用既有隧道勘察设计和施工资料，但应适当布置验证性勘探工作。

2 不良地质发育地段、特殊土分布地区隧道拼宽及小净距扩建隧道应适当增加验证性勘探工作；地质条件复杂，既有资料可靠性低，既有隧道病害问题突出，初勘勘探布置和测试及勘探深度应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）有关规定。

3 双侧隧道拼宽及小净距扩建隧道初勘勘探和测试工作左右幅作为一个工点，勘探、测试工作宜左右幅分别布置。

4 双侧隧道拼宽及小净距扩建隧道边仰坡初勘工作可参照 7.2.1、7.2.3 条款执行。

9.5.4 隧道拼宽及小净距扩建隧道初勘工作应初步分析评价既有隧道技术状况，分析隧道拼宽及小净距扩建隧道开挖及实施后对原结构的影响及存在的地质风险。

9.6 支挡工程

9.6.1 工程地质调绘工作应重点调查边坡防护措施及技术状况；当需利用既有支挡工程，既有资料分析和现场调查难以准确评价其技术状况时，应对其进行专项检测评估工作。

9.6.2 工程地质测绘范围不应小于支挡工程潜在的失稳影响范围及遭受地质灾害威胁的范围；测绘比例尺宜为 1:2000，对于复杂的控制性重点路段可采用 1:500-1:1000 比例尺加密控制。

9.6.3 工程地质勘探、测试应符合以下规定：

1 支挡工程横向控制性勘探断面数量不少于 1 条，既有公路病害问题突出、工程地质条件复杂、路段长度较长（长度大于 200m）时，应增加控制性勘探断面数量。

2 支挡工程横向控制性勘探断面勘探点数量不宜小于 2 个，拼宽段既有公路路基范围应布设勘探点，路段病害发育或地质条件复杂时，应增加勘探测试点数量。

3 支挡工程勘探孔深度应满足边坡稳定性分析要求并进入下伏稳定地基持力层不小于 3m。

4 支挡工程初勘取样和测试工作符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）和本规范 9.2.1 条第 3 款、9.2.2 条第 5 款要求。

9.6.4 拼宽段利用或拆除既有支挡工程初勘工作应分析评价既有支挡防护措施技术状况，分析边坡拼宽开挖或路基填筑施工期间支挡措施拆除存在的地质风险。

10、施工图设计阶段勘察

10.1 一般规定

10.1.1 详细勘察应进一步查明现状公路及改扩建工程的工程地质条件和技术状况，为施工图设计提供工程地质资料。

条文说明

高速公路改扩建工程拼宽建设和拆除重建工程详勘应进一步查明现状公路及各类结构物场地的工程地质条件和技术状况，分析拼宽建设和拆除重建新旧路基及构筑物相互影响，为施工图设计及处置方案比选提供详细的工程地质资料。

10.1.2 详细勘察工作应进一步收集、研究现有公路的相关资料，并进行可靠性分析和验证。

条文说明

高速公路改扩建工程拼宽建设和拆除重建工程详勘工作应进一步收集现状公路检测、运营和养护资料，结合路线和各类构筑物的方案设计，采用现场调绘复核、倾斜摄影信息详细比对分析、结合验证性（一般路段）和针对性（特殊路段）勘探、补充物探、原位测试、取样试验等多种手段相结合的综合勘察方法，对原路技术资料进行验证和可靠性分析利用评价，同时，对原公路及各类结构物场地的工程地质条件和技术状况进行详细勘察和全面分析评价。

10.1.3 详细勘察工作应充分利用初勘取得的各项地质资料，结合地质条件和方案设计，采用多种手段的综合勘察方法，对现有公路及改扩建场地的工程地质条件和技术状况进行详细勘察。

10.1.4 详细勘察工作应对工程建设可能诱发的地质灾害和环境工程地质问题进行全面分析、预测、评价，应对扩建工程拼宽建设和拆除重建工程新既有公路路基及各类新旧构筑物相互影响进行详细分析评价，提出建议及措施。

10.2 路线及总体

10.2.1 路线及总体详细勘察阶段应充分利用初步勘察取得的各项地质资料，对初步勘察资料进行现场踏勘、复核，并满足下列要求：

- 1 复核区域地层界线、断层线、特殊性岩土和不良地质、病害发育路段等。

2 复核点数不少于初步勘察调绘点的 10%，若发现初步勘察调绘与实际不符时，应重新进行工程地质调绘。

3 当路线偏离初步设计线位 50m 时，应进行补充工程地质调绘。

10.2.2 对控制性工点和地质条件复杂地段，应结合钻探及物探等成果补充工点地质调绘，比例尺为 1:500，宽度不小于路线两侧各 200m。

10.2 一般路基

10.2.1 一般路基详勘工作在初勘工作基础上，根据确定的设计方案，查明现场地质环境条件，其内容应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）和本规范 9.2.1 条要求。

10.2.2 应对初勘调绘和收集资料进行复核，当方案调整或地质环境条件复杂需进一步查明时，应进行补充工程地质调绘，补充工程地质调绘的比例尺宜 1:500-1:2000。

10.2.3 拼宽段既有公路路基验证和复核勘探孔布置每公里不少于 2 个，每段填、挖路基勘探测试点数量不宜少于 1 个；地质条件变化较大、既有公路详勘和施工资料不全及公路病害发育时，应增加勘探点数量。

10.2.4 勘探点深度、取样及测试内容应符合第 9.2.1 条规定。

10.3 高路堤、陡坡路堤

10.3.1 改扩建高填、陡坡路堤详勘应在初勘工作基础上，根据确定的设计方案、查明场地地质环境条件，其内容应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）和本规范 9.2.2 规定。

10.3.2 应对初勘调绘和收集资料进行复核，当方案调整或地质环境条件复杂需进一步查明时，应进行补充工程地质调绘，补充工程地质调绘的比例尺宜 1:500-1:2000。

10.3.3 拼宽段应在初勘工作基础上，适当增加勘探断面控制，断面间距不宜大于 100m；地质条件变化较大、既有公路详勘和施工资料不全及公路病害发育时，应增加勘探断面数量。

10.3.4 勘探点布置、深度、取样及测试内容应符合第 9.2.3 条规定。

10.4 深路堑

10.4.1 改扩建深路堑详勘应在初勘工作基础上，根据确定的设计方案，查明场地地质环境条件，其内容应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）和本规范 9.2.3 规定。

10.4.2 应对初勘调绘和收集资料进行复核，当方案调整或地质环境条件复杂需进一步查明时，应进行补充工程地质调绘，补充工程地质调绘的比例尺宜 1:500-1:2000。

10.4.3 拼宽段深路堑应在初勘工作基础上，适当增加勘探断面控制，控制性断面间距不宜大于 100m，地质条件变化较大、既有公路详勘和施工资料不全及公路病害发育时应增加控制性断面。

10.4.3 勘探点布置、深度、取样及测试内容应符合第 9.2.3 条规定。

10.5 桥梁、涵洞工程

10.5.1 改扩建桥涵详勘应在初勘工作基础上，结合桥涵型、跨度、基础形式等制定勘察方案，查明桥位区地质环境条件，其内容应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）及 9.3 规定。

10.5.2 应对初勘调绘和收集资料进行复核，当方案调整或地质环境条件复杂需进一步查明时，应进行补充工程地质调绘，补充工程地质调绘的比例尺宜 1:500-1:2000。

10.5.3 勘探和测试应符合以下规定：

1 桥涵的勘探及取样测试工作应满足《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）有关规定。

2 桥涵拼宽工程勘探和测试工作应充分利用现桥梁、涵洞勘察设计和施工资料，应适当布置验证性勘探工作，不良地质不发育、非特殊土分布地区应布置不少于利用孔 30%的验证性勘探孔；对不良地质发育地段、特殊土分布地区、特殊结构桥梁拼宽应布置不少于利用孔 50%的验证性勘探孔。

3 现有桥涵勘察资料勘探深度不能满足拼宽桥涵基础要求时，应按《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）有关规定重新进行勘探。

10.6 隧道工程

10.6.1 详勘应对初勘工程地质调绘进行复核，当方案调整、地质环境条件复杂

或既有隧道病害问题突出需进一步查明时，应进行补充工程地质调绘，调绘内容及要求应满足《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）及 9.4.2 条有关规定。

10.6.2 勘探点应在初勘的基础上，根据现场地质环境条件，既有隧道病害发育情况进行适当加密，勘探、取样及测试内容应满足《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）及 9.4.3 条规定。

10.6.3 隧道拼宽及小净距扩建隧道详勘工作应详细分析评价既有隧道技术状况，详细分析隧道拼宽及小净距扩建隧道开挖及实施后对原结构的影响及存在的地质风险。

10.7 支挡工程

10.7.1 改扩建支挡工程详勘应在初勘工作基础上，根据确定的设计方案，查明支挡路段的地质环境条件，其内容应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）和本规范 9.5 规定。

10.7.2 应对初勘调绘和收集资料进行复核，当方案调整或地质环境条件复杂需进一步查明时，应进行补充工程地质调绘，补充工程地质调绘的比例尺宜 1:500-1:2000。

10.7.3 拼宽段支挡工程应在初勘工作基础上，适当增加勘探断面控制，控制性断面间距不宜大于 100m，地质条件变化较大、既有公路详勘和施工资料不全及公路病害发育时应增加控制性断面。

10.7.4 勘探点布置、深度、取样及测试内容应符合第 9.5 条规定。

10.7.5 拼宽段利用或拆除既有支挡工程详勘工作应详细分析评价既有支挡防护措施技术状况，详细分析边坡拼宽开挖或路基填筑施工期间支挡措施拆除存在的地质风险。

11 不良地质与特殊岩土路段勘察

11.1 一般规定

11.1.1 高速公路改扩建工程不良地质与特殊岩土勘察工作应查明现状公路不良地质与特殊岩土路段各类结构物、防护措施的工程地质条件和技术状况，分析拼宽建设和原位改建、新建新旧路基及构筑物相互影响，为设计方案比选及文件编制提供工程地质资料。

条文说明

扩宽改建段既有高速公路经多年运营养护，地质环境趋于平衡，地质问题引发的病害多数一般正常情况下趋于稳定，主要不良地质问题或诱发环境或地灾问题一般是拼宽建设对新旧路基或结构物相互影响情况认识不足，或对既有路基或结构物情况分析认识不足引发，高速公路改扩建特殊岩土路段和不良地质路段出现较多地质和环境问题，需要重点查明拼宽建设对旧路的不良影响及新旧公路建设对环境的共同不利影响。

针对现阶段既有高速公路主要涉及特殊岩土类型，以及今后较短时间内3-5年可能遇到的特殊岩土提出有关要求，此次《规程》编制特殊岩土主要是：软土-包含软弱地基、黄土、高液限土（红粘土、膨胀岩土）等，重点补充特殊岩土路段和采用特殊岩土材料填筑路堤拼宽路段勘察工作原则和要求，其他特殊岩土问题按照《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）第8章相关规定执行。

针对既有高速公路改扩建涉及频率较高的不良地质问题，结合既有高速公路运营期间主要问题，此次《规程》编制不良地质问题对滑坡、岩溶、砂土液化、震陷、采空区、崩塌、落石，其他不良地质问题按照《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）第7章相关规定执行。

11.1.2 高速公路改扩建工程不良地质与特殊岩土路段勘察工作应充分收集现状公路不良地质与特殊岩土路段检测、运营和养护资料，采用综合勘察方法，对现状公路不良地质与特殊岩土路段工程地质条件和技术状况进行勘察和分析评价。

条文说明

高速公路改扩建工程原位新建和原位扩建或改建工程不良地质与特殊岩土路段勘察工作，应充分收集现状公路不良地质与特殊岩土路段各类结构物、支

挡防护措施检测、运营和养护处治资料，结合路线和各类构筑物、防护方案设计，采用遥感解译、航测、倾斜摄影信息分析、工程地质调绘核查、结合验证性（一般路段）和针对性（特殊路段）勘探、物探、原位测试、取样试验等多种手段相结合的综合勘察方法，对原路技术资料进行验证和可靠性分析利用评价，同时，对现状公路不良地质与特殊岩土路段各类结构物、支挡防护措施的工程地质条件和技术状况进行勘察和分析评价。

针对刚性桩、散体桩、预压固结地基处理后的既有公路复合地基应进行专项勘察或评估工作，提出针对性的工作手段和工作方法，可采用物探、钻探结合取样试验和现场测试相验证的综合勘察方案，对于特别重要的典型的路段可通过采用现场载荷试验方式进行验证评价。

预压地基应查明有效处理深度范围及地基土体物理力学性质：基本物理力学指标及固结情况；散体桩复合地基应查明有效处理深度及处理后的桩间土体物理力学性质，桩身材料基本物理力学性质、密实度，桩身尺寸及布置参数可参考竣工资料或进行现场载荷试验确定；刚性桩复合地基应查明有效处理深度范围及处理后的桩间土体物理力学性质，桩身尺寸及布置参数可参考竣工资料或现场载荷试验，既有资料分析和现场调查核查仍难以准确评价刚性桩技术状况，存在安全隐患时，应补充进行刚性桩复合地基专项勘察或评估工作。

11.1.3 高速公路改扩建工程不良地质与特殊岩土路段勘察工作对于不良地质与特殊岩土勘察工作应对工程建设可能诱发、加剧的地质灾害和环境工程地质问题进行分析、预测、评价，应对不良地质与特殊岩土路段拼宽建设和原位重建工程新旧路基及各类新旧构筑物、及支挡防护措施相互影响进行分析评价，并从地质专业角度，提出建议及措施。

11.2 滑坡

11.2.1 滑坡路段拼宽扩建路段勘察工作在符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）7.2节及本规程其他条款规定执行。

11.2.2 选线及滑坡路段方案拟定要求：原位拼宽或原位改建可能诱发原滑坡复活时，应对滑坡予以根治；规模小、边界清楚，整治方案技术可行、经济合理时，可选择在滑坡有利部位通过，不宜在滑坡上方加载或滑坡下部挖方；

11.2.3 滑坡路段原位新建和原位扩建或改建工程路段勘察工作应充分收集滑坡

勘察设计施工及营运期间监测资料，结合遥感解译、航测、倾斜摄影信息分析、工程地质调绘核查，结合验证性（一般路段）和针对性（特殊路段）勘探、物探、原位测试、取样试验等多种手段相结合的综合勘察方法，对原技术资料进行验证和可靠性分析利用评价；同时对原滑坡及治理措施的工程地质条件和技术状况进行勘察和分析评价；

11.2.4 工程地质调绘应符合下述规定：

1 滑坡路段原位新建和原位扩建或改建工程路段工程地质调绘工作应重点核查滑坡基本要素，调查滑坡变形发展及处治情况，补充影响滑坡范围调绘，调查支挡结构技术状态；

2 调绘范围应超出滑坡边界及潜在变形影响范围外不应小于 200m，测绘比例尺宜为 1:2000，对于条件复杂，影响因素多的复杂地段宜采用 1:500-1:1000 比例尺加密控制；

3 既有资料分析和现场调查难以准确评价滑坡既有支挡防护措施技术状况且考虑利用时，应对既有支挡防护措施进行专项检测评估工作。

11.2.5 滑坡路段原位新建和原位扩建或改建工程路段勘探与测试应对前期滑坡勘察设计施工监测资料进行验证，并控制滑坡失稳范围及影响范围，滑坡勘察采用物探、钻探、挖探结合的综合勘探方法。

11.2.6 分析与评价应符合下述规定：

1 既有滑坡路段拼宽扩建路段勘察应对滑坡现状进行分析与评价；

2 应采用定性分析与定量计算相结合进行稳定性综合评价，分析其发展趋势及危害程度，提出治理方案建议；

3 对既有公路上已处治的滑坡，应评价改扩建对滑坡整体稳定性影响，避免诱发滑坡复活。

11.2.7 施工阶段滑坡勘察应核对滑坡工点的滑坡周界、厚度、水文地质条件等地质资料，与勘察资料不符时，应进行补充地质勘察。

11.3 岩溶

11.3.1 岩溶路段拼宽扩建路段勘察工作应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）7.1 节及本规程其他条款规定执行。

11.3.2 选线及岩溶路段方案时，岩溶中等及以上发育程度地段，应避免对岩溶

水补给、径流、排泄环境造成重大不可逆影响的路基填方拼接或场平填筑方案。

条文说明

选线及岩溶路段方案拟定要求：岩溶发育地段，应避免对岩溶水补给、径流、排泄环境造成重大不可逆影响的路基填方拼接或场平填筑方案（主要立交改造、服务区及沿线设施改造场平填筑、弃土场再利用）——岩溶发育地段工程建设堵塞岩溶通道、改变地下水径流排泄条件，改变地表排水条件，在无适合的处治措施情况下，易引发难以预测的环境地质问题，路基拼宽建设、应尽量避免立交改造、服务区及沿线设施改造场平填筑、弃土场再利用拼宽和场平填筑改造对岩溶水补给、径流、排泄环境造成重大不可逆影响。

11.3.3 岩溶路段高速公路改扩建工程勘察工作应充分收集原岩溶路段勘察设计施工及营运期间监测资料，结合遥感解译、航测、倾斜摄影信息分析、工程地质调绘核查、结合验证性勘探、物探、原位测试、取样试验等多种手段相结合的综合勘察方法，对原路段内岩溶及治理措施的工程地质条件和技术状况进行勘察和分析评价。

11.3.4 各阶段勘察工作应结合岩溶发育程度与拟建工程特点布置，并符合下列要求：

1 可行性研究勘察应分析原岩溶路段勘察设计施工及营运期间监测资料基础上，辅以工程地质测绘，了解区域岩溶发育程度、岩溶洞穴、土洞的发育状况，对其危害程度和发展趋势作出判断，对场地稳定性和改扩建工程建设适宜性作出初步评价；

2 初步勘察应全面分析原岩溶路段勘察设计施工及营运期间监测资料，采用工程地质测绘及综合物探，辅以验证性钻探，初步查明岩溶洞穴、伴生土洞、地表塌陷的分布、发育情况和发育规律，判定场地岩溶发育程度，评价岩溶对改扩建工程建设的影响，并按场地稳定性和建设适宜性进行分区；

3 详细勘察应详细分析原岩溶路段勘察设计施工及营运期间监测资料，采用工程地质测绘、钻探、坑（槽）探、物探等多种手段查明改扩建工程范围或对建设有不利影响地段的各种岩溶洞隙及土洞的形态、位置、规模、埋深、围岩和洞隙充填物性状、地下水埋藏特征，评价地基稳定性。

11.3.5 工程地质调绘应符合下述规定：

1 岩溶路段改扩建工程地质测绘应重点调查公路建设后对岩溶环境改变情况，在原勘察设计施工及营运养护资料基础上，查明改扩建工程影响范围内岩溶发育现状，调查岩溶路段路基及结构物、隧道衬砌、排水设施技术状态和主要病害情况；

2 调绘范围应超出工程建设及潜在影响范围外不应小于 200m，测绘比例尺宜为 1:2000，对于条件复杂，影响因素多的复杂地段宜采用 1:500-1:1000 比例尺加密控制；

3 构造发育、地质条件复杂、岩溶发育强烈路段、岩溶中等及以上发育的特长隧道、长隧道，工程地质测绘应进行专项水文地质测绘工作；测绘比例尺根据实际情况宜采用 1:2000-1:10000，测绘范围宜能控制整个水文单元或能控制工程建设影响区域。

条文说明

岩溶中等及以上发育的特长隧道、长隧道应进行专项水文地质调绘，与隧道相邻的溶蚀洼地、漏斗、落水洞等应调绘其汇水面积，估算降雨季节汇入隧道的涌水量；划分含水层，收集泉水流量、动态资料，在隧道进出口及其邻近地带测量隧址沟溪的枯季流量，计算地下水径流模数。

11.3.6 勘探与测试应符合下述规定：

1 岩溶路段改扩建工程勘探与测试应对岩溶路段前期勘察、设计、施工、营运及监测资料进行验证，岩溶勘察采用物探、钻探、挖探结合的综合勘探方法。

2 覆盖型岩溶、岩溶中等发育至极强发育地段，宜在试验基础上选择地质雷达、高密度电法、孔间 CT 等物探与钻探相结合的方法进行综合勘探，并应在代表性物探异常点布置钻孔验证。

3 勘探深度应满足下列要求：

构筑物的浅基础勘探深度应至基底以下完整基岩中不小于 10m，在该深度内遇岩溶洞穴时，应在洞穴底板稳定基岩内再钻进 10m；桩基础勘探深度应至桩端以下基岩不小于 3d（d 为桩径），在该深度内遇岩溶洞穴时，应在洞穴底板稳定基岩内再钻进 3-5d；隧道洞身勘探深度应至基底以下完整基岩中不小于 10m，在该深度内遇岩溶洞穴时，应在洞穴底板稳定基岩内再钻进 10m。

4 隧道、深基坑等工程，应结合工程需要进行水文地质试验。

11.3.7 分析与评价应符合下述规定：

1 岩溶路段勘察应对岩溶现状进行分析与评价，对改扩建建设条件下拼宽路基、服务区立交区场坪改造地基稳定性与塌陷风险进行分析与评价；

2 对拼宽建设桥梁涵洞应评价新旧结构共同作用下场址区地基稳定性，整体评价墩台及涵洞基础下伏岩溶洞穴的稳定性，提出基础类型及桩端位置、基础埋置深度建议，评价施工对环境的影响；

3 岩溶地区隧道原位扩建分析评价应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）7.1 节有关规定，同时应按照 9.4、10.4 条款要求执行。

11.3.8 施工阶段应对岩溶发育情况和地质环境条件进行核查，岩溶复杂路段，实际情况与勘察资料不符或差别较大影响方案时，应进行补充地质勘察。

条文说明

岩溶发育程度是一个综合性的评价指标，受岩溶发育的多项因素影响，是地表、地下岩溶的综合反映。场地岩溶发育程度划分为强发育、中等发育、微发育三个等级，结合地表及地下岩溶形态、溶蚀基岩面起伏程度、岩溶水文地质等场地岩溶现象的定性指标，判定岩溶发育程度。

一般来讲，岩溶按岩溶形态和分布特征可分为以垂直向下发育为特征的地表岩溶（如岩溶洼地、漏斗、落水洞、石芽、石林、溶沟、溶槽等）和以水平方向发育为主的地下岩溶（如水平溶洞、暗河等）。地表岩溶中，岩溶形态被上覆土层覆盖，隐伏于覆盖层之下发育的称为隐伏岩溶；岩溶形态裸露于地表发育的称为裸露岩溶。

钻孔遇洞率、线岩溶率主要反映了地下岩溶的发育程度。一般而言，钻孔遇洞率反映了岩溶洞（隙）出现的频率，线岩溶率反映了岩溶洞（隙）出现的比例。如果钻孔遇洞率高、线岩溶率低，说明场地岩溶规模较小；反之，说明场地岩溶规模较大。如果钻孔遇洞率低、线岩溶率低，说明场地岩溶规模较小，且岩溶发育程度低。如果钻孔遇洞率高、线岩溶率高，说明场地岩溶规模较大，且岩溶发育程度高。

公路工程属线性工程，在评价范围、指标选取上根据勘察阶段及工程类型有所区别。隧道工程评价范围在满足各阶段工程地质调查范围的前提下，还需

根据隧址区岩溶水文地质单元综合确定，分级指标以场地岩溶现象、地表点岩溶率为主。路基工程及桥梁工程初步勘察阶段评价范围在满足工程地质调查范围的前提下，还需满足线位比选要求，评价指标以场地岩溶现象、地表点岩溶率为主；详细勘察阶段评价范围为地基受力层影响范围的平面区域，评价指标以钻孔遇洞率、线岩溶率为主。

岩溶发育程度等级判别表

岩溶发育程度	岩溶发育特征
岩溶强发育	①地表岩溶塌陷，岩溶洼地、漏斗、土洞发育，溶沟、溶槽、石芽密布； ②钻孔遇洞率>30%，或线岩溶率>20%，或土洞率>10%； ③相邻柱基之间基岩起伏面相对高差>5m； ④岩溶裂隙或串珠状溶洞发育深度>20m；地下有暗河、伏流，岩溶裂隙水丰富，地表泉眼分布较多
岩溶中等发育	①地表岩溶塌陷，岩溶洼地、落水洞、漏斗、土洞较发育，溶沟、溶槽、石芽较发育； ②钻孔遇洞率 10%~30%，或线岩溶率 5%~20%，或土洞率 0%~10%； ③相邻柱基之间基岩起伏面相对高差 2~5m； ④岩溶裂隙或串珠状溶洞发育深度 5-20m；地下无暗河、伏流，岩溶裂隙水较丰富，地表有泉眼分布
岩溶弱发育	无岩溶塌陷、落水洞、漏斗，溶沟、溶槽较发育； ②钻孔遇洞率<10%、线岩溶率<5%、无土洞； ③相邻柱基之间基岩起伏面相对高差<2m； ④岩溶裂隙或串珠状溶洞发育深度<5m；岩溶裂隙多被充填，地下水不丰富

注：L. 各等级的 5 项条件中，有一项符合即判定为相应岩溶发育程度等级。

2. 当钻孔遇洞率为 0，基岩面起伏高差>5m、2m<基岩面起伏高差<5m、基岩面起伏高差<2m 时，可分别判定为表生岩溶强发育、中等发育和弱发育。

11.4 采空区

11.4.1 采空区路段拼宽扩建路段勘察工作在符合《公路工程地质勘察规范》(JTG C20) 7.8 节及本规程其他条款规定执行。

11.4.2 高速公路改扩建采空区的地质勘察宜采用区域地质资料和原采空区路段勘察设计施工监测及营运资料分析，结合遥感解译、InSAR、无人机摄影信息分析、实地调查访问、坑洞三维激光扫描测量及勘探相结合的方法，物性条件反映较好地区宜采用物探指导钻探，以查明采空区发育范围及特征，预测其发

展趋势，提出稳定性评价及工程措施意见。

11.4.3 时代久远、资料欠缺，成因复杂，规模较大，常规手段难以查明，控制改扩建建设方案或影响改扩建工程运营安全的复杂采空区，应开展专项地质勘察工作。

11.4.4 工程地质调绘应符合下述规定：

1 采空区路段改建工程工程地质测绘应调查采空区路段路基及结构物、隧道衬砌、排水设施技术状态和主要病害情况；

2 对收集的地质、采矿等资料，应进行现场核查，对资料不全、可信度差，或没有资料的采空区，应通过走访、地面及井下调查等进行调绘。

3 有条件的矿区，应深入井下，对巷道和采空区内部进行测绘，描述巷道断面、支护形式和采空顶板垮落情况。

4 调绘范围应包含采空区及其相邻稳定地段，测绘比例尺宜为 1:2000，对于条件复杂，影响因素多、成因复杂且对方案影响的复杂地段宜采用 1:500-1:1000 比例尺加密控制。

11.4.5 采空区改建工程勘探与测试应对采空区前期勘察、设计、施工、营运及监测资料进行验证，对于分布不规律、地面痕迹不明显，无法进入坑洞进行调查和验证的地区，应采用物探、钻探、挖探、机器人三维激光扫描自动测控技术相结合的综合勘探方法。

11.4.6 采空区路段勘察应对采空区现状进行分析与评价，对改扩建建设条件下拼宽路基、服务区立交区场坪改造地基稳定性与塌陷风险进行分析与评价；对拼宽建设桥梁涵洞应评价新旧结构共同作用下场址区地基稳定性，整体评价墩台及涵洞基础下伏采空区的稳定性，提出基础类型及桩端位置、基础埋置深度建议，评价施工对环境的影响；

11.4.7 施工阶段应对采空区发育情况和地质环境条件进行核查，实际情况与勘察资料不符或差别较大影响方案时，应进行补充地质勘察。

条文说明

结合国内采空区常规做法及经验，一般采用矿区资料收集、遥感解译+地表网格格式调查、沿线调查访问、物探、钻探等方法查明采空区工程地质条件及工程地质特征，辅以变形观测、水文试验等方法。

自动控制技术和图像识别技术高速发展，采空区进洞勘测时可采用三维激光扫描等技术，探测空洞形态、大小及其走向等内容。

对于大型、正规开采的新采空区或现采空区，应以资料收集和专项调查为主要的勘察方法，当资料收集充分、有效性较好时，可不进行勘探或布设少量物探及钻探。

11.5 危岩、崩塌与岩堆

11.5.1 改扩建路段位于斜坡地带，斜坡陡峭，构成斜坡的岩土体节理卸荷裂隙发育，坡脚有崩积物堆积或存在崩塌的可能时，应进行危岩、崩塌与岩堆工程地质勘察。

11.5.2 选线及危岩与岩堆路段方案拟定要求：原位拼宽或原位改建可能诱发危岩崩塌时或岩堆失稳时，应对危岩及岩堆予以根治；规模小、边界清楚，整治方案技术可行、经济合理时，可选择在岩堆有利部位通过，不宜在危岩和岩堆上方加载或下部挖方；

11.5.3 危岩、崩塌与岩堆路段原位新建和原位扩建或改建工程路段勘察工作应充分收集危岩崩塌与岩堆勘察设计施工及营运期间监测资料，结合遥感解译、航测、倾斜摄影信息分析、工程地质调绘核查，结合验证性（一般路段）和针对性（特殊路段）勘探、物探、原位测试、取样试验等多种手段相结合的综合勘察方法，对原技术资料进行验证和可靠性分析利用评价；同时对原危岩、岩堆及治理措施的工程地质条件和技术状况进行勘察和分析评价；

11.5.4 危岩、崩塌与岩堆工程地质勘察应查明下列内容：

- 1 地形地貌的类型及形态特征，气象、水文及地震动参数资料；
- 2 地层岩性、软质岩与硬质岩的分布情况、岩石的风化程度；
- 3 地质构造特征，节理、层理、断裂等结构面的产状、规模、结合程度，边坡岩体的结构类型和完整性；
- 4 地表水和地下水类型、分布、成因、水质、水量；
- 5 危岩的分布、规模及稳定性；
- 6 崩塌的类型、规模、分布范围及崩塌、落石情况；
- 7 岩堆的类型、分布范围、物质组成及稳定性；
- 5 查明既有高速公路危岩、岩堆及治理措施类型、技术状况及实施效果。

11.2.5 工程地质调绘应符合下述规定：

1 危岩、崩塌与岩堆路段原位新建和原位扩建或改建工程路段工程地质调绘工作应重点核查危岩和岩堆基本要素，调查危岩和岩堆变形发展及处治情况，补充影响岩堆和岩堆范围调绘，调查治理措施类型、技术状况及实施效果；

2 调绘范围应超出危岩、崩塌和岩堆边界及潜在影响范围外不应小于 200m，测绘比例尺宜为 1:2000，对于条件复杂，影响因素多的复杂地段宜采用 1:500-1:1000 比例尺加密控制；

3 高陡边坡危岩宜辅以无人机摄影、三维激光扫描进行调绘，堆积层覆盖的张裂隙、层理等结构面，应结合危岩、崩塌防治工程设计辅以必要的挖探等方法进行调查。

3 既有资料分析和现场调查难以准确评价危岩、崩塌与岩堆既有处治措施技术状况且考虑利用时，应对既有处治措施进行专项检测评估工作。

11.2.6 工程地质勘探测试应符合下述规定：

1 危岩、崩塌与岩堆路段原位新建和原位扩建或改建工程路段勘探与测试应对前期危岩、崩塌与岩堆勘察设计施工监测资料进行验证，并控制危岩和岩堆失稳范围及影响范围，勘探宜采用挖探、钻探、物探等进行综合勘探，勘探测试点的数量和位置应根据地形地质条件及危岩、崩塌与岩堆的发育特点确定；

2 控制危岩、崩塌的结构面，应结合危岩、崩塌的稳定性分析，采用挖探、钻探、硐探等进行综合勘探；

3 岩堆勘探深度应至稳定地层中不小于 3m，且应大于最大块石直径的 1.5 倍；

4 宜做现场落石试验，了解落石的滚落途径、跳越高度、影响范围。

11.2.7 分析与评价应符合下述规定：

1 危岩、崩塌与岩堆路段拼宽扩建路段勘察应对危岩和岩堆现状进行分析与评价；

2 应采用定性分析与定量计算相结合进行稳定性综合评价，分析其发展趋势及危害程度，提出治理方案建议；

3 对既有公路上已处治的危岩、崩塌和岩堆，应评价改扩建对危岩和岩堆整体稳定性影响，避免诱发危岩和岩堆失稳。

11.2.8 施工阶段滑坡勘察应核对危岩、崩塌和岩堆工点的周界、变形破坏模式、落石滚落轨迹、场地水文地质条件等地质资料，与勘察资料不符时，应进行补充地质勘察。

11.6 砂土液化、震陷

11.6.1 高烈度地区砂土液化、震陷路段勘察应符合按照《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）7.11节及本规程有关规定执行。

条文说明

地震烈度七度及以上烈度地区砂土液化路段路基拼宽建设对既有路基稳定性有利，高速公路改扩建工程存在砂土液化问题路段勘察按照《公路工程地质勘察规范》（JTG C20-2011）有关规定执行即可。

11.6.2 抗震烈度七度及以上地区厚层软土发育地段应进行软土震陷评价。

条文说明

抗震设防烈度大于等于七度地区，在地震力作用下软弱土层塑性区的扩大或强度的降低会导致构筑物或地面产生附加沉降，对于无侧限抗压强度小于或等于50kPa，灵敏度大于4，标贯击数小于等于4的软土存在震陷危害，故抗震烈度七度及以上地区厚层软土发育地段应进行软土震陷评价。

11.7 软土

11.7.1 高速公路改扩建工程软土路段的勘察工作应按照《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）8.5节有关规定执行。

11.7.2 软土路段高速公路改扩建工程勘察应查明现有路基及结构物软基处治情况，查明拼宽路基及既有结构物地基软基情况，分析旧路、结构物地基土和拟拼宽地基土软土沉降及固结情况，分析新旧路基及结构物相互影响作用情况，分析扩建引起的原路基及结构物的附加沉降。

条文说明

软土路基段是高速公路改扩建勘察设计的重点，应查明软土的成因、埋深、物理力学指标、固结、渗透、有机质含量等特殊指标、固结历史等，并选取典型软基路段进行新旧路基物理力学性质对比研究，为路基拼接、软基加固方案选取、减少差异沉降提供可靠的设计参数。

11.7.3 软土路段高速公路改扩建工程勘察工作应充分收集原路段勘察、设计、

施工、监测及营运期间资料，结合工程地质调绘核查、结合验证性（一般路段）和针对性（特殊路段）勘探、原位测试、取样试验等多种手段相结合的综合勘察方法，对原技术资料进行验证和可靠性分析利用评价，同时，对原路段内软土地基及治理措施的工程地质条件和技术状况进行分析评价。

11.7.4 工程地质调绘应符合以下规定：

1 软土路段改建工程工程地质测绘应重点调查公路建设后对路基及结构物地基沉降情况；在原勘察、设计、施工、监测及营运养护资料基础上，调查软土路段路基、结构物、排水设施技术状态和主要病害情况，调查其主要处治措施；

2 调绘范围应超出工程建设及潜在影响范围外不应小于 200m，测绘比例尺宜为 1:2000，对于条件复杂，影响因素多的复杂地段宜采用 1:500-1:1000 比例。

11.7.5 勘探与测试应符合以下规定：

1 软土路段改建工程勘探与测试应对前期勘察、设计、施工、营运及监测资料进行验证，勘探宜采用钻探与静力触探十字板剪切试验等原位测试结合的综合勘探方法。

2 应结合既有公路路基复合地基和拼宽路基地基分别采用针对性的勘探和测试手段；

3 既有高速公路的勘探点以宜布置在既有路堤、路肩和坡脚地带，扩建范围的勘探孔宜于既有高速公路勘探孔布设在同一横断面上。

4 软土路段取样应在既有高速公路路基、路堤及扩建范围路基分别取样进行测试，查清软土固结程度，测试项目可参附录执行。

5 路基、支挡工程、涵洞及通道的浅基础，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；桥梁深基础的勘探深度应达桩端或持力层以下 8~10m。

11.7.6 分析与评价应符合以下规定：

1 软土路段勘察应对既有路基及结构物地基现状进行分析与评价，对改扩

建建设条件下（施工及建成运营）拼宽路基、服务区立交区场坪改造地基稳定性与不均匀沉降风险进行分析与评价；

条文说明

深厚软土路段旧路路基软土经采用复合地基处置措施处置后工程性能有显著改善，或运营期的软土进一步固结，软土性能有一定改善，改扩建工程勘察工作应对此进行针对性分析评价。

2 拼宽涵洞、挡墙等结构物应评价新旧结构共同作用下场址区地基稳定性，整体评价涵洞、挡墙等结构物地基不均沉降及稳定性，提出基础类型、基础埋置深度建议，评价施工对环境的影响；

3 抗震烈度七度及以上地区厚层软土发育地段应进行软土震陷评价；

4 软土地区桥梁、隧道原位扩建分析评价应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）8.5 节有关规定，同时应按照 7.4、8.4 条款要求执行。

11.7.7 施工阶段勘察应符合以下规定：

施工阶段应对软土分布、厚度及物理力学特征进行核查，实际情况与勘察资料不符或差别较大影响方案时，应进行补充地质勘察。

条文说明

软土：静水或水流缓慢环境中沉积，天然孔隙比大于 1 且含水量大于或等于液限的细粒土；一般含有有机质，具有压缩性高、强度低、灵敏度高和排水固结缓慢特点；按其物理力学性质分类可分为：软黏性土、淤泥质土、淤泥、泥炭质土、泥炭。（分类和岩土工程勘察规范一致）

软土的分类

类型	天然孔隙比 e	天然含水率 W (%)	有机质含量 W_u (%)	渗透系数 K (cm/s)	压缩系数 $a_{0.1-0.2}$ (MPa^{-1})	不排水抗剪强度 C_u (kPa)	静力触探比贯入阻力 P_s (kPa)	标准贯入锤击数 N
软黏性土	$e \geq 1.0$	$W \geq W_L$	$W_u < 3$	$K < 10^{-6}$	$a_{0.1-0.2} \geq 0.5$	$C_u < 30$	$P_s < 800$	$N < 4$
淤泥质土	$1.0 \leq e \leq 1.5$		$3 \leq W_u < 10$					$N < 2$
淤泥	$e > 1.5$		$10 \leq W_u < 60$					
泥炭质土	$e > 3.0$	$W \geq W_L$		$K < 10^{-3}$	-	$C_u < 10$	-	-

泥炭	$e > 10.0$		$W_u > 60$	$K < 10^{-2}$				
----	------------	--	------------	---------------	--	--	--	--

注: W_L 液限含水率, W_u 有机质含量, W 天然含水率

深厚软土路段旧路路基软土经采用复合地基处置措施处置后工程性能有显著改善, 或运营期的软土进一步固结, 软土性能有一定改善, 改扩建工程勘察工作应对此进行针对性分析评价, 当既有复合地基措施情况难以准确查明或判断其技术状况时, 可作为安全储备予以分析利用。

碎石桩、搅拌桩、旋喷桩、插板预压、袋装砂井、管桩、灰土桩、复合桩基技术(多种桩型、间距、桩长变化组合)的复合地基勘察测试手段选用时应有所区别和侧重。

抗震设防烈度大于等于七度地区, 在地震力作用下软弱土层塑性区的扩大或强度的降低会导致构筑物或地面产生附加沉降, 对于无侧限抗压强度小于或等于 50kPa, 灵敏度大于 4, 标贯击数小于等于 4 的软土存在震陷危害, 对此应予以论证评价。(参考《工程岩土体物理力学参数分析与取值研究》李文纲等著中国电力出版社 2022.10)。

11.8 湿陷性黄土

11.8.1 高速公路改扩建工程湿陷性黄土路段的勘察工作应按照《公路工程地质勘察规范》(JTG C20) 8.1 节有关规定执行。

条文说明

高速公路改扩建建设中遇到较多路基填筑和服务区及沿线附属设施场平填筑后改变了地表天然排水系统, 加剧了雨季期间降雨入渗, 地下水水文地质环境改变较大, 建设及营运期间出现较为频繁的因黄土失陷导致的路基和结构沉降、不均匀沉降等病害, 改扩建勘察工作应加强地下水的深度、季节变化幅度, 升降趋势及其与地表水体、灌溉情况和开采地下水强度的关系调查, 分析地下水等环境水的变化趋势, 基于此提出针对性的要求。

11.8.2 湿陷性黄土路段高速公路改扩建工程勘察应查明现有路基及结构物地基湿陷性黄土处治情况, 查明拼宽路基及既有结构物技术状况及病害情况, 分析旧路、结构物地基土和拟拼宽地基土湿陷沉降情况;

11.8.3 当旧路路堤采用黄土填筑时, 应查明填土含水量、压实度、湿陷性、加州承载比(CBR)等特性, 分析预测改扩建旧路堤湿陷和压缩变形情况。

11.8.4 湿陷性黄土路段高速公路改扩建工程勘察工作应充分收集原路段勘察、设计、施工、监测及营运期间资料，结合工程地质调绘核查、结合验证性（一般路段）和针对性（特殊路段）勘探、原位测试、取样试验等多种手段相结合的综合勘察方法，对原技术资料进行验证和可靠性分析利用评价，同时，对原路段内湿陷性黄土填料及地基及治理措施的工程地质条件和技术状况进行分析评价。

11.8.5 工程地质调绘应符合以下要求：

1 湿陷性黄土路段改建工程工程地质测绘应重点调查公路建设后对路基及结构物地基湿陷及不均匀沉降情况；在原勘察、设计、施工、监测及营运养护资料基础上，调查湿陷性黄土路段路基、结构物、排水设施技术状态和主要病害情况，调查其主要处治措施；

2 改扩建勘察工作应加强地表水系及地下水调查工作，分析地表水体入渗规律分析其与病害发生的关联性，调查地下水的深度、季节变化幅度，升降趋势及其与地表水体、灌溉情况和开采地下水强度的关系调查，分析地下水等环境水的变化趋势。

3 调绘范围应超出工程建设及潜在影响范围外不应小于 200m，测绘比例尺宜为 1:2000，对于条件复杂，影响因素多的复杂地段宜采用 1:500-1:1000 比例。

11.8.6 勘探与测试应符合以下规定：

1 湿陷性黄土路段改建工程勘探与测试应对路段前期勘察、设计、施工、营运及监测资料进行验证，勘探宜采用物探、钻探、原位测试结合的综合勘探方法。

2 湿陷性黄土地区拼宽路段应结合既有公路路基复合地基和拼宽路基地基分别采用针对性的勘探和测试手段。

3 湿陷性黄土路段勘探测试钻孔及探井探槽应及时封闭回填处理。

11.8.7 分析与评价应符合以下规定

1 湿陷性黄土路段勘察应对既有路基及结构物地基现状进行分析与评价，对改扩建建设条件下[施工及建成运营]拼宽路基、服务区立交区场坪改造地基稳定性、地基湿陷、不均匀沉降风险进行分析与评价；

2 拼宽涵洞、挡墙等结构物应评价新旧结构共同作用下场址区地基稳定性，整体评价涵洞、挡墙等结构物地基湿陷、不均沉降及稳定性，提出基础类型、基础埋置深度、处治措施建议，评价施工对环境的影响；

3 湿陷性黄土路段旧路路基湿陷性黄土经采用复合地基处置措施处置后工程性能有显著改善，改扩建工程勘察工作应对此进行针对性分析评价。

4 湿陷性黄土地区桥梁、隧道原位扩建分析评价应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）8.1 节有关规定，同时应按照 7.4、8.4 条款要求执行。

5 湿陷性黄土边坡拓宽应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）8.1 节有关规定，同时应按照 7.2、8.2 条款要求执行。

11.8.8 施工阶段应对湿陷性黄土分布、厚度及物理力学特征，潜蚀成因陷穴、落水洞进行核查，实际情况与勘察资料不符时或差别较大影响方案时，应进行补充地质勘察。

11.9 高液限土、红黏土

11.9.1 高速公路改扩建工程高液限土、红粘土路段的勘察工作应按照《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）8.8 节有关规定执行。

条文说明

高液限土、红粘土具有类似工程特性，由此提出针对性的要求；花岗岩残积土具有高液限特点宜具有类似工程特点，此时亦应参照本条款执行。

11.9.2 高液限土、红粘土路段高速公路改扩建工程勘察应查明现有路基及结构物地基高液限土、红粘土处治情况，查明拼宽路基及既有结构物技术状况及病害情况；

11.9.3 当旧路路堤采用高液限土、红粘土填筑时，应查明填土含水量、压实度、压缩性、加州承载比（CBR）等特性，预测其固结、压缩变形情况。

11.9.4 高液限土、红粘土路段高速公路改扩建工程勘察工作应充分收集原路段气象、勘察、设计、施工、监测及营运期间资料，结合工程地质调绘核查、结合验证性（一般路段）和针对性（特殊路段）勘探、原位测试、取样试验等多种手段相结合的综合勘察方法，对原技术资料进行验证和可靠性分析利用评价，同时，对原路段内高液限土、红粘土填料及地基及治理措施的工程地质条件和技术状况进行分析评价。

11.9.5 工程地质调绘应符合下述规定：

1 高液限土、红粘土段改建工程地质测绘应重点调查公路建设后对路基及结构物病害及不均匀沉降情况；在原勘察、设计、施工、监测及营运养护资料基础上，调查高液限土、红粘土路段路基、结构物、排水设施技术状态和主要病害情况，调查其主要处治措施；

2 改扩建工程勘察工作应加强地表水系及地下水调查工作，调查地下水的深度、季节变化幅度，升降趋势及其与地表水体、灌溉情况和开采地下水强度的关系调查，分析地下水等环境水的变化趋势。

3 调绘范围应超出工程建设及潜在影响范围外不应小于 200m，测绘比例尺宜为 1:2000，对于条件复杂，影响因素多的复杂地段宜采用 1:500-1:1000 比例。

11.9.6 高液限土、红粘土路段改建工程勘探与测试应对前期勘察、设计、施工、营运及监测资料进行验证，勘探宜采用物探、钻探、原位测试结合的综合勘探方法。

11.9.7 分析与评价应符合下述规定：

1 高液限土、红粘土路段勘察应对既有路基及结构物地基现状进行分析与评价，对改扩建建设条件下拼宽路基、服务区立交区场坪改造地基稳定性、不均匀沉降风险进行分析与评价；

2 拼宽涵洞、挡墙等结构物应评价新旧结构共同作用下场址区地基稳定性，整体评价涵洞、挡墙等结构物地基不均沉降及稳定性，提出基础类型、基础埋置深度、处治措施建议，评价施工对环境的影响；

3 高液限土、红粘土地区桥梁、隧道原位扩建分析评价应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）8.8 节有关规定，同时应按照 7.4、8.4 条款要求执行。

11.9.8 施工阶段应对高液限土、红粘土分布、厚度及物理力学特征进行核查，实际情况与勘察资料不符或差别较大影响方案时，应进行补充地质勘察。

11.10 膨胀土（岩）

11.10.1 高速公路改扩建工程膨胀土（岩）路段的勘察工作应按照《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）8.3 节有关规定执行。

11.10.2 膨胀土（岩）路段高速公路改扩建工程勘察应查明现有路基及结构物地基膨胀土（岩）处治情况，查明拼宽路基及既有结构物技术状况及病害情况；

11.10.3 当旧路路堤采用膨胀土（岩）填筑时，应查明填土含水量、压实度、压缩性、膨胀性、加州承载比（CBR）等特性，预测变形情况，分析判断路基稳定性。

11.10.4 膨胀土（岩）路段高速公路改扩建工程勘察工作应充分收集原路段勘察、设计、施工、监测及营运期间资料，结合工程地质调绘核查、结合验证性（一般路段）和针对性（特殊路段）勘探、原位测试、取样试验等多种手段相结合的综合勘察方法，对原技术资料进行验证和可靠性分析利用评价，同时，对原路段内膨胀土（岩）填料及地基及治理措施的工程地质条件和技术状况进行分析评价。

11.10.5 工程地质调绘应符合下述规定：

1 膨胀土（岩）段改建工程工程地质测绘应重点调查公路建设后对路基及结构物病害及不均匀沉降情况；在原勘察、设计、施工、监测及营运养护资料基础上，调查膨胀土（岩）路段路基、结构物、排水设施技术状态和主要病害情况，调查其主要处治措施。

2 改扩建勘察工作应加强地表水系及地下水调查工作，调查地下水的深度、季节变化幅度，升降趋势及其与地表水体、灌溉情况和开采地下水强度的关系调查，分析地下水等环境水的变化趋势。

3 调绘范围应超出工程建设及潜在影响范围外不应小于 200m，测绘比例尺宜为 1:2000，对于条件复杂，影响因素多的复杂地段宜采用 1:500-1:1000 比例。

11.10.6 勘膨胀土（岩）路段改建工程勘探与测试应对路段前期勘察、设计、施工、营运及监测资料进行验证，勘探宜采用物探、钻探、原位测试结合的综合勘探方法。

11.10.7 分析与评价应符合下述规定：

1 膨胀土（岩）路段勘察应对既有路基及结构物地基现状进行分析与评价，对改扩建建设条件下[施工及建成运营]拼宽路基、服务区立交区场坪改造地基稳定性、不均匀沉降风险进行分析与评价；

2 拼宽涵洞、挡墙等结构物应评价新旧结构共同作用下场址区地基稳定性，整体评价涵洞、挡墙等结构物地基不均沉降及稳定性，提出基础类型、基础埋置深度、处治措施建议，评价施工对环境的影响；

3 膨胀土（岩）地区桥梁、隧道原位扩建分析评价应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）8.3 节有关规定，同时应按照 7.4、8.4 条款要求执行。

4 膨胀土（岩）边坡拓宽应符合《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）有关规定，同时应按照 7.2、8.2 条款要求执行。

11.10.8 施工阶段应对膨胀土（岩）分布、厚度及物理力学特征进行核查，实际情况与勘察资料不符或差别较大影响方案时，应进行补充地质勘察。

征求意见稿

12 施工阶段勘察

12.0.1 施工期间建设方案出现重大调整或施工开挖揭示情况和地质成果差异较大，存在较大地质风险或质量安全隐患，施工图设计阶段地质勘察工作不能满足设计要求时，应进行施工阶段勘察工作。

条文说明

地质工程引起部分公路改扩建项目因设计周期往往较短，施工图设计文件确定的地基设计方案常常在施工阶段产生变更，原勘察资料的密度和深度可能无法满足变更设计要求，需要施工补勘。

施工阶段中，地基处理工艺性试验路段或大面积施工阶段，经常出现局部的地质异常导致的成桩、终孔困难、灌注超量等问题，也需要进行施工勘察，其成果对施工的顺利实施显得尤为重要。

重要特殊岩土和不良地质路段，因其成因复杂，影响因素多样，存在多样性和多解性情况，对于岩溶中等发育及强烈发育地段应进行施工阶段勘察，红黏土地段，对不均匀地基、土洞发育采用浅基础结构物应进行施工勘察；大型地质灾害治理、隧道、基坑施工过程中发现水文地质条件改变或与原勘察资料不符，且可能影响施工和工程安全时，应进行施工阶段的水文地质勘察，宜开展地下水专项监测。

施工开挖过程中出现施工开挖揭示情况和地质成果差异较大，或施工期间设计方案有重大调整，原勘察工作不能满足调整后的方案，应进行施工阶段勘察工作。

12.0.2 施工阶段勘察应合理利用详勘成果，充分利用施工开挖揭示成果，结合补充地质测绘和勘探、取样测试工作进行。

12.0.3 施工阶段勘察地质测绘、勘探、取样及测试工作应符合第7章有关章节规定。

12.0.4 施工阶段勘察应注意对已实施结构物和地质环境的保护，避免引起建设区域地质环境的恶化。

条文说明

施工开挖后钻探、坑槽探等勘探工作施工现场及设施有一定影响，应在合理分析评估后，采取必要措施，避免或控制对已实施结构物和地质环境的保护，

避免对建设区域地质环境的恶化，如：滑坡、湿陷黄土地区大量用水的水钻、现场浸水试验或注水试验、透水试验等。

征求意见稿

13 工程地质分析评价与报告编写

13.1 一般规定

13.1.1 工程地质分析评价除应符合本章规定外，尚应符合本规程第8、9、10、11、12章有关规定。

13.1.2 工程地质分析评价应在收集已有资料、工程地质测绘、勘探、测试等工作基础上，针对拟建工程特点、设计要求、施工条件等，结合周边环境进行分析评价，并提出解决工程地质问题的建议。

13.1.3 公路改扩建工程地质勘察报告的编制，应利用既有公路已有及改扩建勘察的地质资料，在综合分析的基础上进行，所依据的原始资料在使用前均应进行整理、检查、分析，确认无误。

13.1.4 公路改扩建工程地质勘察报告应做到资料完整、数据准确、重点突出，有明确的工程针对性，所作的结论应依据充分、建议合理。

13.1.6 工程地质评价应包含下列内容：

- 1 场地及地基稳定性与建筑适宜性评价；
- 2 地震效应评价；
- 3 地下水作用评价；
- 4 边坡与基坑工程评价；
- 5 地基评价；
- 6 相邻建（构）筑物、环境影响评价；
- 7 既有公路和结构物地质条件及技术状况分析评价；
- 8 水、土、岩对建筑材料的腐蚀性评价；
- 9 不良地质作用与特殊性岩土评价；
- 10 地质条件可能引发的工程风险评价。

条文说明

既有公路和结构物地质条件及技术状况分析评价工作要求对既有结构物进行调查，收集和分析既有结构物的检测评估文件，对检测评估成果基于分析判断基础上进行利用，勘察工作对既有结构物技术状况进行定性评价，对地基基础情况从地质角度进行分析和评估；

运营期间深埋隧道、高原地区长大隧道遇到较多隧道中心排水沟地下水出

露后矿物质析出钙化导致堵塞情况，应注意深埋富含矿物质的地下水出露后因环境压力变化和环境温度变化导致的矿物质析出分析评价，需要加强深层地下水的取样分析工作，故强调环境影响及腐蚀性评价工作；

边坡支挡锚固工程、结构物基础、隧道衬砌结构运营期间存在较多的环境水土岩腐蚀性情况，影响了结构物和支挡工程耐久性，基于此，突出强调环境水土岩的腐蚀性评价工作。

13.1.7 工程地质评价应考虑下列因素：

1 拟建工程类型、结构特点、荷载情况、高程设置和变形控制要求；

2 场地的地质背景，考虑岩土材料的非均质性、各向异性、时间效应和地质条件改变的影响，评估岩土参数的变异性；

3 地区和同类工程建设经验；

4 对于理论依据不足、实践经验不多的工程地质问题，可通过现场试验或室内模型试验取得实测数据进行分析评价；工程地质条件和环境条件复杂的，宜辅以数值模拟分析。

13.2 岩土参数的分析与选定

13.2.1 岩土测试成果应进行可靠性和适用性评价，岩土参数取值应考虑工程环境在施工和运营期可能的变化必要时对关键性的岩土参数取值进行论证评价。

13.2.2 岩土测试数据分析和统计时，同一岩土层位、同一岩土性状的地质体可划分为同一地质单元，并根据地质单元内测试数据在空间上的差异进一步划分统计单元。

条文说明

岩土测试数据分析和统计时统计原则和次序按照明确总报告总体统计、工点和路段统计原则；对于不同时代、不同地层、不同状态指标应分别统计；工点路段数据指标应采用本工点数据统计分析，本工点路段数据缺少代表性时，邻近区域数据具有代表性时，经分析论证可用于工点路段数据统计分析。

改扩建软弱地基路段因既有公路路基处置或既有路基填土和行车荷载作用下进一步固结原因，既有公路路基及其影响区域和拼宽路段地基情况，有一定区别，岩土测试数据分析和统计时应注意区分。

13.2.3 岩土测试数据分析和统计时，应对前期勘察阶段的测试数据进行综合分

析，同一地质单元的检测数据应进行合并统计。

13.2.4 岩土测试数据分析和统计应符合《公路工程地质勘察规范执行》（JTG C20）有关规定。

13.2.5 岩土参数统计时，应按 0.05 的风险概率剔除异常数据。

条文说明

异常数据是指误差偏离正态分布的离群数据。根据正态分布的高斯误差定律和现行国家标准《数据的统计处理和解释正态样本离群值的判断和处理》（XGB/T4883），风险概率取 0.05（置信概率 95%时，可按 2 倍标准差剔除异常数据）。变异系数 δ 小于 0.3 时，根据误差的正态分布曲线，取置信概率 95%，误差大于 2 倍标准差（ 2σ ）的数据为不满足置信概率的数据，为异常数据。即数据 $>$ 平均值加 2 倍标准差或数据 $<$ 平均值减 2 倍标准差，为异常数据。

13.2.6 被剔除的异常数据应分析误差过大的原因，对异常低值点应单独提供岩土参数建议值。

条文说明

剔除异常数据的目的是使统计单元内的数据符合统计规律，但被剔除的数据不应置之不理，应予以处理。岩体强度不均匀性所致异常数据反映了岩体固有性状，异常大值不影响设计安全，可不处理；异常值不被标准值统计所涵盖，具有一定的失效概率，影响设计安全应进行处理。对详勘阶段统计发现的异常低值情况，应分析误差过大的原因，对异常低值点应单独提供岩土参数建议值。具体条件时可在异常低值取样点附近增加取样进行验证，验证异常值为按孤点提供岩土参数建议值，验证为异常低值区域时，应划分为统计单元，提供异常低值区域的岩土参数建议值。详勘阶段不具备验证条件时，可在施工验收阶段增加取样进行验证。

13.2.7 岩土测试数据不满足概率统计要求时，岩土参数标准值应在分析地层岩性及试验成果的基础上，结合地区经验提供相关参数值，无经验时可按下列方法取值：

1 数据最小数量不满足要求统计要求时，标准值可取小值平均值；

2 数据的变异系数大于 0.30，岩土自身性质不均匀且不能进一步细分统计单元时，修正系数宜按经验取值，但不宜小于 0.75。

13.2.8 岩土体的物性指标及变形参数的建议值可取算术平均值，强度参数的建议值可取标准值。

13.2.9 公路工程地质勘察报告一般应提供岩土体应提供基本物理力学指标和地基承载力特征值，存在涉水情况时应提供水文地质参数，

条文说明

对于一般岩土体应提供设计所需的基本物理力学指标，特殊土应提供特征指标，但应注意不需要提供设计分析采用的设计指标；涉降水、排水、涌水及地下水疏排情况下应提供岩土体基本的水文地质参数（渗透系数、影响半径、给水率/释水度等），土体一般基本物理力学指标包含有密度、容重（天然、饱和）、含水率、孔隙比、液限、塑限、塑性指数、液性指数膨胀率、压缩（变形）模量、压缩系数、固结系数、内摩擦角、黏聚力等；岩体基本物理力学指标包含有容重（天然、饱和）、变形（弹性）模量、内摩擦角、黏聚力、抗压强度（天然、饱和）、抗剪强度（天然、饱和）等；

采用桩基础时应根据拟采用桩基类型提供桩侧极限摩阻力建议值；

采用挡墙等支挡结构时应提供基地摩擦系数建议值；

采用锚固措施时应提供岩土体与锚固体极限粘结强度建议值；

软土应提供灵敏度、固结系数，红黏土应提供复浸水系数，膨胀土应提供自由膨胀率和膨胀系数。

软质岩应提供软化系数；

采用抗滑桩时、或桩基存在偏心荷载或水平荷载需要验算桩基水平位移和抗力时土体应提供抗力系数的比例系数，岩体应提供水平抗力系数。

存在涉水情况时应提供岩土体水文地质参数（渗透系数、影响半径、给水率/释水度）。

13.3 成果报告编制

13.3.1 工程地质勘察报告应资料完整、真实、准确、数据无误、图表清晰、结论有据、建议合理、便于使用和适宜长期保存，并应因地制宜，重点突出，有明确的工程针对性。

13.3.2 工程地质勘察报告应有单位公章、相关责任人签署；图表应有名称，项目名称及相关责任人签署。

13.3.3 工程地质勘察报告应根据任务要求、勘察阶段、勘察范围、工程特点和工程地质条件等情况编写，满足相应设计阶段的要求。

10.3.4 工程地质勘察报告应包含总报告和工点报告，宜编制信息化成果，编制内容、格式、图表附件材料应符合附录***规定。

条文说明

为便于使用，工程地质勘察报告应编制总报告，重要路基工程（高填、深挖、陡坡路堤、高挡墙、有拟建工程较大影响的欠稳定斜坡、危岩、崩塌、滑坡、泥石流等不良地质和特殊岩土路段）、桥涵工程、隧道、路线交叉、筑路材料料场、取弃土场、沿线设施工程、以及对环境有不良影响的特殊路段等独立勘察对象，应编制工点报告；一般路基路段和地质条件简单，不良地质问题和特殊岩土不发育路段或桥涵挡墙等结构物可不编制工点报告，但应编制必要图表和说明。

10.3.5 工程地质图表应满足下列要求

1 工程地质平面图应反映勘察区工程地质、水文地质等建设条件在平面上的变化特征；除常规新建高速公路项目的要求外，应对既有高速公路地质资料进行标示，并在图层颜色上加以区分。

2 路线工程地质纵断面图应反映勘察区工程地质、水文地质等建设条件沿路线轴线在垂向上的变化特征，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、层位高程、地下水位线、地层时代、成因类型符号，路线指向，勘探点类型编号及勘探深度；图下部应反映勘探点及主要地形控制点位置的设计高程、地面高程与里程桩号、路线工程地质条件、分区等。

3 工点工程地质纵断面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、层位高程、地下水位线、地层时代、成因类型符号等，高速公路改扩建为两边拼接时，工点工程地质纵断面图应包括左幅（线）、右幅（线）。

4 工程地质横断面图必须包括现状地面线、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公路及改扩建方案，应标

识公路、铁路、水系（江、河、塘）及重要管线等环境敏感点。

5 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，完全利用的钻孔资料应附利用的钻孔地质柱状图。

10.3.6 改扩建工程地质勘察开展有专项勘察或专题研究时，宜参考本章及现行《公路工程地质勘察规范》（JTG C20）3.10 节有关规定，编制专项勘察或专题研究报告。

13.4 信息化成果

13.4.1 高速公路改扩建工程地质勘察成果宜做到数字化，路线工程地质条件、各工点的工程地质条件、提供的岩土参数等宜做到数字化存储。

条文说明

路线工程地质条件、各工点的工程地质条件、提供的岩土参数等宜做到数字化存储，既有高速公路收集的资料、工程地质调绘、钻探、物探及室内试验成果等，均宜做到数字化提交云端平台，方便设计、施工等相关单位以视化的形式调用地质资料。

13.4.2 勘察成果的数字化，宜在系统平台进一步拓展岩土地质三维、岩土 BIM 等应用，提供地质勘察建筑信息成果。

13.4.3 地质勘察建筑信息成果交付时，应根据勘察阶段要求提供相应阶段精度要求的建筑信息模型形成的成果文件，地质勘察建筑信息成果电子文件和纸质文件并用原则。

13.4.4 地质勘察建筑信息模型所包含的数据及交付物应符合工程项目的使用要求。

13.4.5 交付的地质勘察建筑信息模型数据与提供的各种成果信息应准确完整，当地质信息模型深度与建模精度不完全一致时，应以模型信息作为优先采信的有效信息。

13.4.6 地质勘察建筑信息模型交付物应满足使用需求且应充分表达专业交付信息集合。

13.4.7 地质勘察建筑信息成果交付时，应按相应的有关规定的模型名称进行交付。

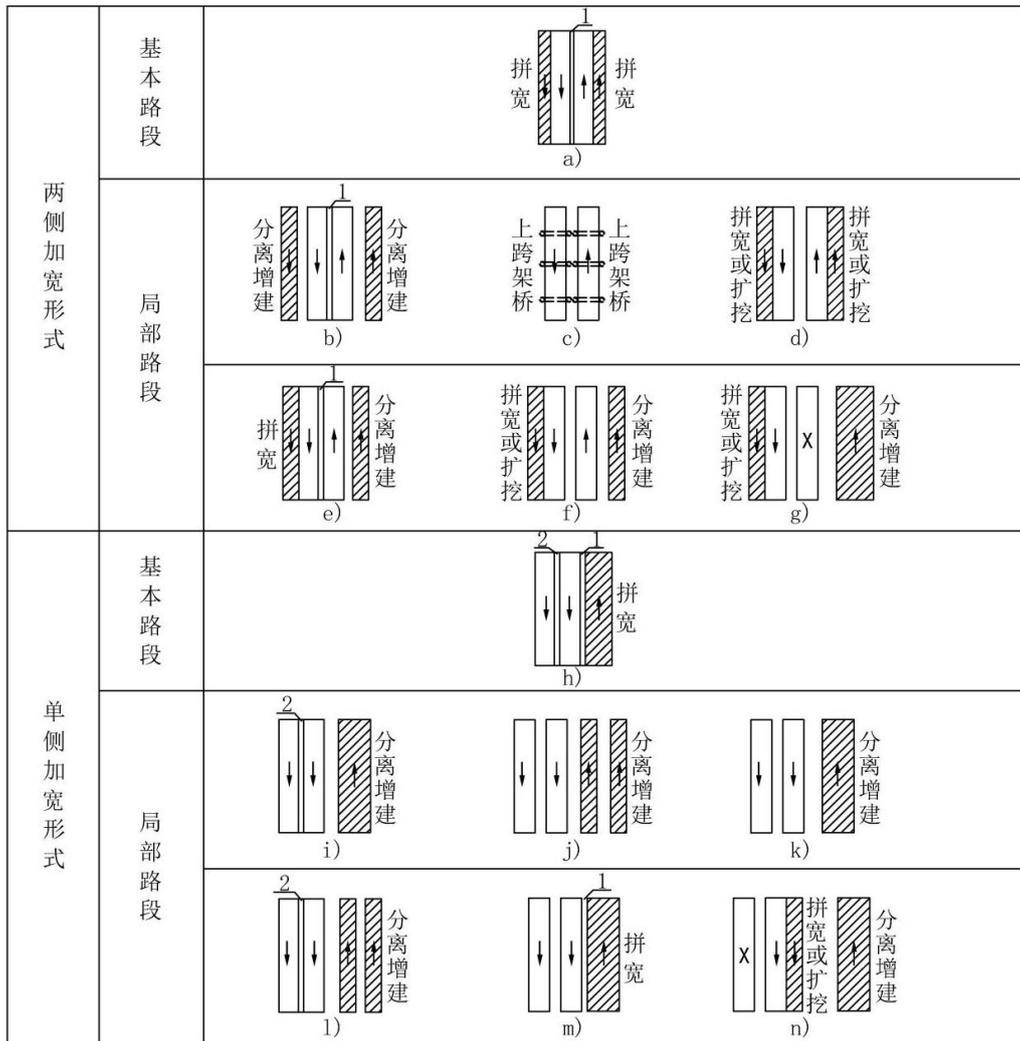
13.4.8 地质勘察建筑信息模型的交付成果除相应的建筑信息模型外还应包括，

由模型输出的二维图纸和三维视图。

征求意见稿

附录 A 高速公路改扩建工程加宽形式

1) 高速公路改扩建工程主要加宽形式

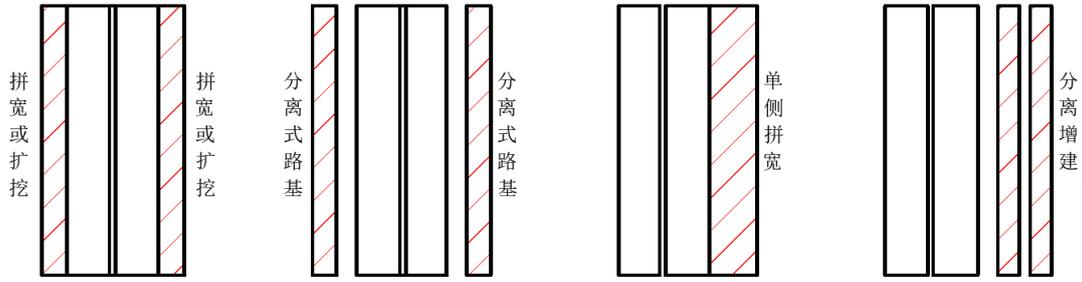


公路改扩建工程主要加宽形式示意图

- 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。

2) 高速公路改扩建工程路基加宽方式

一般路基通常采用拼宽的形式加宽：高填、陡坡、深挖路段，地质条件复杂路段，加筋土、锚定板、桩板式挡墙等特殊挡墙路段，可采用分离增建的形式加宽，如图所示



公路改扩建工程路基加宽形式示意图

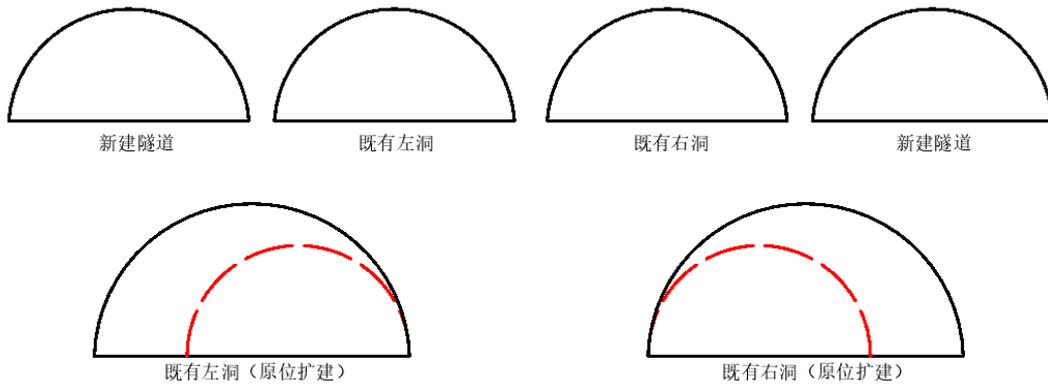
2) 高速公路改扩建工程桥梁加宽方式

一般桥梁服从路段加宽形式采用拼宽或分离增建；

拱桥、悬索桥、斜拉桥、大跨度连续梁桥等桥梁大多采用分离增建的形式加宽。

2) 高速公路改扩建工程隧道加宽方式

隧道路段多采用分离增建的形式加宽，受条件限制（地质、空间等）时，中短隧道可采用原位扩挖隧道方案，如图所示



高速公路改扩建隧道加宽形式示意图

附录 B: 高速公路改扩建工程岩溶发育程度

岩溶发育程度是一个综合性的评价指标,受岩溶发育的多项因素影响,是地表、地下岩溶的综合反映。根据岩溶发育特征,场地岩溶发育程度划分为极强发育、强发育、中等发育、弱发育四个等级;按照岩溶埋藏条件,分为裸露型、浅覆盖性、深覆盖性、埋藏型;溶按岩溶形态和分布特征可分为以垂直向下发育为特征的地表岩溶(如岩溶洼地、漏斗、落水洞、石芽、石林、溶沟、溶槽等)和以水平方向发育为主的地下岩溶(如水平溶洞、暗河等);地表岩溶中,岩溶形态被上覆土层覆盖,隐伏于覆盖层之下发育的称为隐伏岩溶;岩溶形态裸露于地表发育的称为裸露岩溶。

1 岩溶按照埋藏条件分类

岩溶埋藏条件分类表

类型	主要特征
裸露型	可溶性岩层大部分出露地表,低洼地带分布有厚度一般不超过 10m 的第四纪覆盖层,地表岩溶景观显露,地表水与地下水连通密切
浅覆盖性	可溶性岩层大部分被第四系土层覆盖,厚度一般不超过 30m,少部分岩溶景观显露地表,地表水与地下水连通较密切
深覆盖性	可溶性岩层基本被第四系土层覆盖,厚度一般超过 30m,几乎没有岩溶景观显露地表,地表水与地下水连通不密切
埋藏型	可溶性岩层被非可溶性岩层(如泥岩、砂岩、页岩等)覆盖,没有岩溶景观显露地表,地表水与地下水连通不密切

2 根据调绘及钻孔资料场地的岩溶发育程度分级

岩溶发育程度分类

岩溶发育程度分级	场地岩溶现象	地表岩溶点发育率个/Km ²	地表岩溶面积比%	钻孔遇洞率%	钻孔线岩溶率%
极强发育	地表常见密集的岩溶洼地、漏斗、落水洞、塌陷、槽谷、石林等多种岩溶形态,溶蚀基岩面起伏剧烈;地下岩溶形态常见巨型溶洞、暗河及大型溶洞群分布;近期发生过岩溶地面塌陷。	>30	>30	>60	>20
强发育	地表常见密集的岩溶洼地、漏斗、落水洞、塌陷等多种岩溶形态,石芽(石林)、溶沟(槽)强烈发育(或覆盖),溶蚀基岩面起伏大;地下岩溶形态常见较大型溶洞、暗河分布;有岩溶地面塌陷历史,但近期无岩溶地面塌陷发生。	10~30	10~30	30~60	10~20
中等发育	地表常见岩溶洼地、漏斗、落水洞等多种岩溶形态,石芽(石林)、溶沟(槽)发育(或覆盖),	5~10	5~10	10~30	3~10

	溶蚀基岩面起伏较大：地下岩溶形态以规模较小的溶洞为主，出露岩溶泉。				
弱发育	地表偶见漏斗、落水洞、石芽、溶沟等岩溶形态，溶蚀基岩面起伏较小；地下岩溶以溶隙为主，偶见小型溶洞，裂隙透水性差。	<5	<5	<10	<3

注：

1 分级应根据各指标综合确定，工可勘察分级指标以场地岩溶现象为主，初步勘察阶段分级指标以场地岩溶现象、地表点岩溶率为主，施工图勘察阶段评价指标以钻孔遇洞率及线岩溶率为主：当采用各指标的评价结果出现矛盾时按不利原则确定岩溶发育程度等级。

2 当场区岩溶发育程度存在显著差异时应根据岩溶发育程度进行工程地质分区。

3 表中洞径规模判定标准为：洞径水平大于 12m、竖向大于 24m 为巨型，洞径水平 6~12m、竖向 12~24m 为大型，洞径水平 3~6m、竖向 6~12m 为中型，洞径水平小于 3m、竖向小于 6m 为小型。

4 地表点岩溶率指每平方公里场地范围内岩溶洼地、漏斗、落水洞、竖井、地表溶洞（洞径大于 2m）、暗河、岩溶泉露头等各种地表岩溶形态的个数，对于岩溶洼地及漏斗内的落水洞、竖井等不重复统计。

5 地表岩溶面积比指评价范围内岩溶洼地、漏斗、落水洞、竖井、地表溶洞（洞径大于 2m）、暗河、岩溶泉露头等各种地表岩溶形态面积与评价范围面积的百分比，对于岩溶洼地及漏斗内的落水洞、竖井等不重复统计。

6 钻孔遇洞率指钻探中遇岩溶洞隙（高度大于 0.5m）的钻孔与可溶岩钻孔总数的百分比。

7 钻孔线岩溶率指场地内各钻孔揭示的岩溶洞隙（高度大于 0.1m）的总高度与钻孔穿过可溶岩总进尺的百分比。

附录 C：高速公路改扩建工程采空区分类标准

根据开采规模，高速公路改扩建工程采空区可分为大面积采空区和小型采空区。小型采空区根据开采目的可进一步分为小煤窑采空区、采砂洞等。根据开采时间、开采深度和采深采厚比、矿层倾角、开采方式、采空区覆岩采动影响带不同进行如下分类：

1) 根据开采时间，采空区可按表分类

采空区按时间分类表

分类	定义
老采空区	已停止开采且地表移动变形衰退期已结束的采空区。
现代采空区	正在开采或虽已停采但地表移动变形仍未结束的采空区。
未来采空区	已规划设计，尚未开采的采区。

2) 根据开采深度 H 和采深采厚比 H/M，采空区分类

表采空区按开采深度分类

分类	定义
浅层采空区	$H < 50\text{m}$ 或 $50\text{m} < H < 200\text{m}$ 且 $H/M < 30$ 的采空区。
中层采空区	$50\text{m} < H < 200\text{m}$ 且 $H/M > 30$ 或 $200\text{m} < H < 300\text{m}$ 且 $H/M < 60$ 的采空区。
深层采空区	$H > 300\text{m}$ 或 $200\text{m} < H < 300\text{m}$ 且 $H/M > 60$ 的采空区。

3) 根据矿层倾角，采空区分类

根据矿层倾角，采空区可按表分类

分类	定义
缓倾斜采空区	矿层水平或倾角小于 15° 的采空区
倾斜采空区	矿层倾角介于 $15^\circ - 55^\circ$ 的采空区
急倾斜采空区	矿层倾角大于 55° 的采空区

4) 根据采空区开采方式，采空区分类

采空区开采方式分类

分类	定义
长壁式开采采空区	采矿工作面长度在 60m 以上的采矿方法。
短壁式开采采空区	采矿工作面长度在 60m 以下的采矿方法。
房柱式开采采空区	采矿在一较大的空间进行，保留矿柱支撑上覆岩层的一种开采方式。
条带式开采采空区	采一条、留一条，以保留矿柱支撑上覆岩层的一种开采方式。

5) 根据采空区覆岩采动影响带，采空区可按表分类

采空区覆岩采动影响带分类

分类	定义
冒落带	矿层开采引起的上覆围岩（顶板）垮落形成的岩堆堆积带。
断裂带	冒落带以上由离层裂隙、垂直或近于垂直层面的裂隙构成的裂隙带。
弯曲带	断裂带上方直至地表产生弯曲的范围。

征求意见稿

附录 D 高速公路改扩建工程软土主要试验测试指标要求

软土室内试验的项目应根据工点类型、改扩建类型、地基处理方式及设计要求确定，试验或计算指标可按照下表执行

软土试验或计算指标表

指标	地基处理方式 (工点类型)	路基				桥涵	
		天然地基	排水固结	柔性桩 (碎石桩、水 泥土桩等)	刚性桩		
颗粒分析		□	√	√	√	√	
天然含水率 w (%)		√	√	√	√	√	
天然重度 γ (kN/m^3)		√	√	√	√	√	
颗粒比重		√	√	√	√	√	
天然孔隙比 e		√	√	√	√	√	
塑限 w_p (%)		√	√	√	√	√	
液限 w_L (%)		√	√	√	√	√	
塑性指数		√	√	√	√	√	
液性指数		√	√	√	√	√	
有机质含量 (%)		×	×	√	×	√	
固结试验	压缩系数 a (MPa^{-1})	√	√	□(√)	□(√)	□	
	压缩模量 E_s (MPa)	√	√	□(√)	□(√)	□	
高压固结试验	前期固结压力 P_c	√	√	√	√	□	
	压缩 $e-p$ 曲线	√	√	√	√	□	
	压缩指数 C_c	√	√	√	√	□	
	回弹指数 C_s	√	√	√	√	□	
固结系数	垂直 C_v (cm^2/s)	√	√	√	√	□	
	水平 C_h (cm^2/s)	√	√	√	√	□	
渗透系数	垂直 k_v (cm/s)	√	√	√	√	□	
	水平 k_h (cm/s)	√	√	√	√	√	
直接快剪	黏聚力 c_q (kPa)	√	√	√	√	√	
	内摩擦角 ϕ_q ($^\circ$)	√	√	√	√	√	
固结快剪	黏聚力 c_g (kPa)	√	√	×(√)	×(√)	√	
	内摩擦角 ϕ_g ($^\circ$)	√	√	×(√)	×(√)	√	
三轴剪切试验	不固结不排水	黏聚力 c_{uu} (kPa)	√	√	√	√	√
		内摩擦角 ϕ_{uu} ($^\circ$)	√	√	√	√	√
	固结不排水	黏聚力 c_{cu} (kPa)	√	√	□	□	×
		内摩擦角 ϕ_{cu} ($^\circ$)	√	√	□	□	×
	固结排水	黏聚力 c_{cd} (kPa)	√	√	×	×	×
		内摩擦角 ϕ_{cd} ($^\circ$)	√	√	×	×	×
水、土腐蚀性		□	□	√	√	√	
无侧限抗压强度		√	√	√	√	√	

备注: 1 √表示应试验项目, □表示可选项目, ×表示不测项目, () 内为仅适用于既有公路下软土测试指标;

2 室内试验应符合现行《公路土工试验规程》(JTG 3430) 的规定。

条文说明

压缩模量、压缩指数、 $e-p$ 曲线对天然地基、排水固结处理地基，无论是既有路基还是扩建路基，都为应测试或计算指标，用于计算沉降。

要评价软土的固结状态，前期固结压力 (P_c) 是应测试的指标，用来计算超固结比 (OCR)，超固结比为土的先期固结压力 (P_c) 与现有土层自重压力 (P_0) 之比。 $P_c/P_0=1$ 时为正常固结状态； $P_c/P_0>1$ 时为超固结状态； $P_c/P_0<1$ 时为欠固结状态。

要计算软土的固结度 (如既有高速软土固结度)，需要有固结系数指标，固结系数既可以通过室内试验的压缩系数、孔隙比和渗透系数计算得到，也可以通过孔压静力触探试验换算得到。

对天然地基、排水固结处理地基的浅部软土地层，当存在涵洞、桥墩台基础时，需要考虑做水、土腐蚀性测试 (已包括砼和钢筋腐蚀性、酸碱度项目)。

附录 E 高速公路改扩建工程地质勘察总报告内容及格式

E.0.1 工程地质勘察总说明书应根据任务要求、勘察阶段、勘察范围、工程特点和工程地质条件等情况编写，宜包括下列内容：

- 1 拟建项目概况；
- 2 勘察目的、任务要求和依据的技术标准；
- 3 勘察方法、工作量布置、勘察工作完成情况及质量评述；
- 4 沿线场地地形、地貌、地层、地质构造、岩土性质及其均匀性等地质条件；（应包含既有公路路基结构、填料、技术状况分析介绍内容，包含桥涵、隧道、支挡防工程、沿线附属设施工点地质条件和技术状况分析介绍）
- 5 沿线场地各岩土层的物理力学性质指标，提供设计所需岩土参数；
- 6 地下水埋藏情况、类型、水位及其变化，需要地下水控制时提供相关水文地质参数；
- 7 不良地质作用与特殊岩土的描述，不良地质作用对工程影响的评价及治理措施建议（应包含既有路基桥涵、隧道、支挡防工程、沿线附属设施工点地质病害分析介绍）；
- 8 高填深挖及陡斜坡、隧道围岩、隧道涌水突泥、桥涵挡墙等基础开挖、地震效应、高地应力、滑坡等不良地质及特殊岩土等特殊地质条件可能造成的工程风险评价及其它工程地质问题评价；
- 9 拟建工程与相邻建（构筑物）及环境的相互影响评价；
- 10 沿线场地（宜分区、分段进行）稳定性和适宜性评价；
- 11 地基均匀性、地下水作用、基础持力层及基础型式、特殊性土、成桩条件的评价；
- 12 环境岩、土、水对建筑材料的腐蚀性评价；
- 13 结论及建议；
- 14 使用本报告的限制条件及其他需要说明的问题。

E.0.2 工程地质勘察总报告附图包含下述内容

- 1 图例（平面图图例、地质断面图例）
- 2 工程地质平面图
- 3 路线工程地质纵断面
- 4 路基工程地质典型横断面
- 5 工程地质柱状图
- 6 探槽展示图
- 7 探井展示图
- 8 简易勘探点成果统计表
- 9 勘探点数据一览表
- 10 各类原位试验测试成果表或报告
- 11 筑路材料表
- 12 旧路分段评价
- 13 路线工程地质特征分段评价表
- 14 路基工程地质特征分段评价表
- 15 支挡工程、桥涵工程地质特征一览表
- 16 不良地质与特殊岩土工程地质特征一览表
- 17 工程需要时，尚应有综合工程地质图、工程地质分区图、综合地质柱状图、基岩面等值线图、计算简图及计算成果图表

E.0.3 工程地质勘察总报告附件包括下列内容：

- 1 工程勘察纲要（勘察大纲）；
- 2 原位测试成果报告；
- 3 室内岩、土和水试验报告；
- 4 物探专项测试报告；
- 5 管网专项探测报告；
- 6 采空区、岩溶专项研究报告；
- 7 专项水文地质调查等专项试验调查报告
- 8 影像等资料。

E.0.4 建筑信息模型成果材料应符合下述规定：

- 1 地质勘察建筑信息模型成果电子文件和纸质文件并用原则
- 2 地质勘察建筑信息模型的交付成果除包括相应的建筑信息模型外，还包括由模型输出的二维图纸和三维视图。

附录F 主要（重要）工点报告内容及格式

F.0.1 工点说明书应根据任务要求、勘察阶段、勘察范围、工程特点和工程地质条件等情况编写，宜包括下列内容：

- 1 工点概况，勘察目的、任务要求和依据的技术标准；
- 2 勘察方法、工作量布置、勘察工作完成情况及质量评述；
- 3 场地地形、地貌、地层、地质构造、岩土性质及其均匀性等地质条件；
(既有工程地质条件和技术状况分析介绍)
- 4 场地各岩土层的物理力学性质指标，提供设计所需岩土参数；
- 5 地下水埋藏情况、类型、水位及其变化，需要地下水控制时提供相关水文地质参数；
- 6 不良地质与特殊岩土的描述、不良地质作用对工程影响的评价及治理措施建议（应包含既有工程地质病害分析介绍）；
- 7 地质条件可能造成的工程风险评价及其他工程地质问题评价；
- 8 拟建工程与相邻建（构筑物）及环境的相互影响评价；
- 10 沿线场地稳定性和适宜性评价；
- 11 结构物地基均匀性、场地地下水作用、基础持力层及基础型式、成桩条件等的评价；
- 12 环境岩、土、水对建筑材料的腐蚀性评价；
- 13 结论及建议；
- 14 使用本报告的**限制条件**及其他需要说明的问题。

F.0.2 工点附图件一般包含下述内容：

- 1 工程地质平面图
- 2 工程地质纵断面
- 3 工程地质横断面
- 4 地质柱状图
- 5 原位测试成果统计图表
- 6 岩土水试验报告
- 7 物探及测试报告图表等
- 8 专项水文地质调查等专项试验调查报告

9 影像等资料

征求意见稿

本规程用词用语说明

1 本规程执行严格程度的用词，采用下列写法：

1) 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”。

2) 表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”。

3) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，采用“可”。

2 引用标准的用语采用下列写法：

1) 在标准总则中表述与相关标准的关系时，采用“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”。

2) 在标准条文及其他规定中，当引用的标准为国家标准或行业标准时，应表述为“应符合《××××××》（×××）的有关规定”。

3) 当引用本标准中的其他规定时，应表述为“应符合本规程第×章的有关规定”、“应符合本规程第×.×节的有关规定”、“应符合本规程第×.×.×条的有关规定”或“应按本规程第×.×.×条的有关规定执行”。