JTG

中华人民共和国推荐性行业标准 JTG/T 3221-01—2025

公路工程地质遥感勘察规范

Specifications for Highway Engineering Geological Investigation by Remote Sensing

交通运输部信息公开
浏览专用

2025-06-23 发布 2025-10-01 实施

中华人民共和国交通运输部发布

前　　言

根据《交通运输部办公厅关于下达2015年度公路工程行业标准制修订项目计划的通知》（交办公路函〔2015〕312号）的要求，由中交第二公路勘察设计研究院有限公司承担《公路工程地质遥感勘察规范》（JTG/T C21-01—2005）的修订工作。

本规范是对原《公路工程地质遥感勘察规范》（JTG/T C21-01—2005）的全面修订。在总结多年来工程实践经验和科技成果的基础上，结合遥感技术新进展和行业特点，按照技术先进、经济实用的原则对原规范进行了修订。本次修订将适用范围调整为各等级公路新建和改扩建工程，突出了高分辨率遥感勘察等新技术、新工艺、新成果的应用，同时将原“主要不良地质现象及特殊性岩土遥感勘察”一章调整为“不良地质遥感勘察”和“特殊性岩土遥感勘察”两章，细化了各种不良地质现象和特殊性岩土的遥感勘察要求，并增加了雪崩、采空区、水库塌岸等不良地质遥感勘察和盐渍土、膨胀土等特殊性岩土遥感勘察。

本规范共分为7章和2个附录，分别是：1 总则、2 术语、3 资料搜集与遥感图像处理、4 可行性研究阶段工程地质遥感勘察、5 初步勘察阶段工程地质遥感勘察、6 不良地质遥感勘察、7 特殊性岩土遥感勘察，附录A 常用遥感图像适用范围、附录B 调查验证表。

本规范由陈楚江负责起草第1、2章和附录A，王丽园、明洋负责起草第3章，陈楚江、余绍淮负责起草第4、5章和附录B，张志、陈银生、李水清、邱赞富负责起草第6章，张志负责起草第7章。

请各有关单位在执行过程中，将发现的问题和意见，函告本规范日常管理组，联系人：余绍淮（地址：武汉经济技术开发区创业路18号，中交第二公路勘察设计研究院有限公司，邮编：430056；电话：027-84214035；邮箱：yushaohuai@cccltd.cn），以便修订时参考。

主 编 单 位：中交第二公路勘察设计研究院有限公司
参 编 单 位：中国地质大学（武汉）
广东省交通规划设计研究院集团股份有限公司

主　　编：陈楚江
主要参编人员：余绍淮　张　志　明　洋　陈银生　王丽园　李水清
邱赞富

交通运输部信息公开
浏览专用

主　　审： 戴文晗

参与审查人员： 郭　胜　于　光　张慧彧　贺志高　张冬青　秦　军
崔　放　余　波　匡少华　马　磊　陈明晓　陈应忠
王骑虎　兰志雄　孙国庆　舒　红　林　琛　何瑛雄
高昭忠　吴有铭

交通运输部信息公开
浏览专用

目　　次

1　总则 …… 1
2　术语 …… 2
3　资料搜集与遥感图像处理 …… 4
3.1　一般规定 …… 4
3.2　资料搜集与分析 …… 4
3.3　遥感图像选择 …… 5
3.4　遥感图像处理 …… 6
3.5　资料提交 …… 8
4　可行性研究阶段工程地质遥感勘察 …… 9
4.1　一般规定 …… 9
4.2　预可行性研究阶段工程地质遥感勘察 …… 9
4.3　工程可行性研究阶段工程地质遥感勘察 …… 10
4.4　成果提交 …… 12
5　初步勘察阶段工程地质遥感勘察 …… 14
5.1　一般规定 …… 14
5.2　路线地质遥感勘察 …… 14
5.3　桥梁地质遥感勘察 …… 16
5.4　隧道地质遥感勘察 …… 16
5.5　成果提交 …… 17
6　不良地质遥感勘察 …… 18
6.1　一般规定 …… 18
6.2　滑坡 …… 18
6.3　危岩、崩塌与岩堆 …… 19
6.4　泥石流 …… 20
6.5　岩溶 …… 20
6.6　风沙 …… 21
6.7　雪崩 …… 22
6.8　采空区 …… 23
6.9　水库塌岸 …… 23
7　特殊性岩土遥感勘察 …… 25
7.1　一般规定 …… 25

交通运输部信息公开
浏览专用

7.2　软土与沼泽…… 25
7.3　冻土…… 26
7.4　黄土…… 27
7.5　盐渍土…… 27
7.6　膨胀土…… 28
附录 A　常用遥感图像适用范围 …… 29
附录 B　调查验证表 …… 30
本规范用词用语说明 …… 31

交通运输部信息公开
浏览专用

1　总则

1.0.1　为适应公路工程建设发展需要，规范公路工程地质遥感勘察技术要求，制定本规范。

1.0.2　本规范适用于各等级公路新建、改扩建工程可行性研究阶段和初步勘察阶段工程地质遥感勘察。

1.0.3　公路工程地质遥感勘察内容可包括地形地貌、地层岩性、地质构造、不良地质、特殊性岩土遥感勘察。

1.0.4　公路工程地质遥感勘察流程应包括资料搜集与遥感图像处理、地质遥感解译、调查验证、成果提交。

1.0.5　公路工程地质遥感勘察宜优先开展，并应为后续其他工程地质勘察工作提供信息。

1.0.6　公路工程地质遥感勘察成果的调查验证宜实地开展，也可利用已有地质资料进行印证。

1.0.7　公路工程地质遥感勘察除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关强制性标准的规定。

交通运输部信息公开
浏览专用

2 术语

2.0.1 遥感 remote sensing

由遥感平台、传感器，以及信息接收、处理、分析与应用组成的对地观测技术。

2.0.2 传感器 sensor

收集、探测、记录遥感对象的电磁波辐射、反射或散射特性的器件或装置。

2.0.3 全球导航卫星系统 global navigation satellite system（GNSS）

在全球范围提供定位、导航和授时服务的卫星系统的统称。

12.0.4 工程地质遥感勘察 engineering geological investigation by remote sensing

应用遥感技术进行工程地质调查、分析、评价、制图及报告编制的过程。

2.0.5 航天遥感图像 space imagery

泛指以卫星、航天飞机等太空飞行器为平台，通过摄影或扫描所获取的遥感图像。

2.0.6 航空遥感图像 aerial imagery

泛指采用飞机、无人机或气球等空中平台，通过摄影或扫描所获取的遥感图像。

2.0.7 雷达图像 radar imagery

发射雷达脉冲并接收回波形成的遥感图像。

2.0.8 地面分辨率 ground resolution

遥感图像像元对应的地面范围，一般以其长度或宽度表示。地面分辨率优于 1m 的遥感图像为高分辨率遥感图像；地面分辨率低于 1m，但优于 10m 的遥感图像为中分辨率遥感图像；地面分辨率低于 10m 的遥感图像为低分辨率遥感图像。

2.0.9 时相 time

遥感传感器获取数据的时间。

交通运输部信息公开
浏览专用

2.0.10 遥感图像处理 remote sensing image processing
对遥感图像进行处理以达到预期目的的技术。

2.0.11 立体观测 stereo observation
利用立体图像对目标物的大小、空间位置和属性进行观测的过程。

2.0.12 数字高程模型 digital elevation model(DEM)
用一组有序数值阵列形式表示地面高程的数据集。

2.0.13 数字正射影像图 digital orthophoto map(DOM)
经过正射投影改正的影像图。

2.0.14 影像特征 image feature
影像几何形态、大小、图案、色彩或色调、纹理、阴影、位置和布局。

2.0.15 解译标志 interpretation mark
能反映或判别地质现象或地质体，并能说明其性质和相互关系的影像特征。

2.0.16 地质遥感解译 remote sensing interpretation
运用解译标志和先验知识，从遥感图像上分析、识别地质现象和地质体，测算其位置、方向、范围的过程。

2.0.17 地质灾害 geological hazard
自然发生的或人为的对人类生命财产造成危害或潜在危害的地质现象。

2.0.18 公路遥感工程地质图 highway engineering geological map of remote sensing
以数字正射影像图为背景，示出地形地貌、地层岩性、地质构造、不良地质、特殊性岩土、公路工程方案的地质平面图。

交通运输部信息公开
浏览专用

3　资料搜集与遥感图像处理

3.1　一般规定

3.1.1　资料搜集与遥感图像处理工作内容应包括资料搜集与分析、遥感图像选择、遥感图像处理、资料提交。

3.1.2　遥感图像选择应依据工程方案所处地形地貌、地质条件和工程方案研究与勘察要求，合理选用成像传感器类型和采集时间。

3.1.3　遥感图像处理设备应满足遥感图像处理、显示和输出的要求，所用软件应满足工程地质遥感勘察的数据融合、解译、分析及制图的需要。

3.1.4　处理后的地形图、地质图、遥感图像的坐标系统和高程基准应与工程方案对应的坐标系统和高程基准一致。

3.2　资料搜集与分析

3.2.1　公路工程地质遥感勘察应搜集公路工程方案、地形、地质、遥感图像和工程坐标系统与高程基准资料。

3.2.2　公路工程方案资料搜集应符合下列规定：

1　可行性研究阶段应搜集路线走廊带资料，宜搜集大型枢纽互通、特大桥、特长隧道工程方案。

2　初步勘察阶段应搜集工程可行性研究阶段路线走廊带、控制节点资料，初拟路线方案，及枢纽互通、特大桥、特长隧道方案。

3　当路线走廊带存在对公路工程方案有影响的重大工程时，应搜集相关工程资料。

3.2.3　地形资料搜集应符合下列规定：

1　可行性研究阶段搜集的地形图比例尺不应小于1∶50 000。

2　初步勘察阶段搜集的地形图比例尺不应小于1∶10 000。

3　宜搜集相应比例尺的数字化产品及其元数据。

交通运输部信息公开
浏览专用

3.2.4 地质资料搜集应符合下列规定：

1 可行性研究阶段应搜集区域地质图及相应的文字资料，比例尺不应小于1∶200 000。

2 初步勘察阶段应搜集工程可行性研究报告，宜搜集区域工程地质、水文地质、地质灾害调查各类图件及相应的文字资料，比例尺不应小于1∶50 000。

3 宜搜集地震和气象资料。

3.2.5 遥感图像资料搜集应符合下列规定：

1 航天遥感图像宜搜集存档卫星图像及其元数据。

2 航空遥感图像宜搜集大比例尺彩色航空图像及其相关航摄资料。

3 雷达图像宜搜集卫星重访周期、分辨率、轨道精度、雷达波长、侧视角、测区环境、植被覆盖资料。

4 热红外图像宜搜集成像时间、气象条件、扫描角度、温度灵敏度、地面测温资料。

条文说明

1 卫星图像元数据包括传感器类型、数据内容、采集时间、覆盖范围、质量、状况和其他特性的描述性数据。

3.2.6 工程坐标系统与高程基准资料搜集应包括下列内容：

1 坐标系统；

2 地图投影；

3 中央经线或分带号；

4 高程抵偿面；

5 高程基准。

3.2.7 资料分析应符合下列规定：

1 应分析公路工程方案，确定公路工程地质遥感勘察范围。

2 应分析地形、地质资料的覆盖范围、生产时间、可使用程度、坐标系统和高程基准。

3 应分析遥感图像的覆盖范围、传感器参数、采集时间、分辨率、影像质量及能达到的精度和现势性。

4 应分析公路工程地质遥感勘察的重点、难点和可能存在的重大地质问题。

3.3 遥感图像选择

3.3.1 遥感图像类型可根据遥感图像适用范围按本规范附录A选用，并应符合下列

交通运输部信息公开
浏览专用

规定：

1　公路工程地质遥感勘察宜选择多时相、多光谱遥感图像。

2　地形地貌、地层岩性、地质构造遥感解译宜选择可见光波段或短波红外波段遥感图像。

3　水体、地质构造的含水性遥感解译宜选择近红外波段或蓝绿波段遥感图像。

3.3.2　遥感图像地面分辨率或摄影比例尺选择宜符合表3.3.2的规定。

表3.3.2　遥感图像地面分辨率或摄影比例尺

勘察阶段或勘察内容	地面分辨率（m）	摄影比例尺
预可行性研究阶段	≤15	≥1∶100 000
可行性研究阶段	≤5	≥1∶50 000
初步勘察阶段	≤1	≥1∶10 000
独立的桥梁、隧道	≤1	≥1∶10 000
不良地质、特殊性岩土		

3.3.3　遥感图像采集应符合下列规定：

1　遥感图像采集范围不应小于公路工程地质遥感勘察范围。

2　遥感图像采集时间宜避开冰雪覆盖季节，特殊勘察要求除外。

3　当工作区需要多景遥感图像才能覆盖完全时，宜选择相同传感器、相同成像季节、色彩接近的遥感图像。

4　当采用卫星图像进行立体观测时，应选择相同传感器、同等分辨率的卫星图像，其传感器参数或模型参数应完整。

5　当采用航空图像进行立体观测时，航空图像的航向重叠不应小于60%，旁向重叠不应小于20%，相邻图像的航高差不应大于30m，航线的弯曲率不应大于3%。

3.3.4　遥感图像应影像清晰，对比度适中，且工作区内不应有云影、噪声和条带缺失。

3.4　遥感图像处理

3.4.1　遥感图像处理工作内容应包括图像预处理、图像增强处理、DOM生成、图像镶嵌、DOM质量检查。

3.4.2　图像预处理应符合下列规定：

1　应对图像进行去模糊、去雾处理。

2　应对图像色调、亮度、对比度进行调整处理。

交通运输部信息公开
浏览专用

3　宜进行图像重采样，提高地质遥感解译的视觉效果。

3.4.3　图像增强处理应符合下列规定：

1　宜对图像进行灰度增强处理，扩大图像灰度值动态范围变化。

2　宜对图像进行边缘增强处理，提高线性形迹、纹理的可解译性。

3　应选择表现能力强、相关性小的波段进行合成。不同波段遥感图像的空间配准误差不应大于0.5个像元。

4　应对全色波段图像和多光谱遥感图像进行融合处理。全色图像和多光谱图像的空间配准误差不应大于0.5个全色图像像元。

3.4.4　宜采用有理函数模型与DEM进行数字微分纠正生成DOM。

3.4.5　当采用数字微分纠正生成DOM存在困难时，宜采用三次多项式模型进行几何校正处理。单幅遥感图像的图像控制点数量，平原、微丘地区不宜少于10个，重丘、山岭地区不宜少于20个，并应分布均匀。

3.4.6　图像控制点可利用野外实测的点，也可在大一级比例尺地形图上读取明显目标点。

3.4.7　DOM平面位置中误差不宜大于表3.4.7的规定值，林区、阴影覆盖地区可放宽至1.5倍。极限误差应为2倍中误差。

表3.4.7　DOM平面位置中误差（图上mm）

地形类别	平原、微丘	重丘、山岭
平面位置中误差	0.6	0.8

3.4.8　图像镶嵌应符合下列规定：

1　相邻图像宜有10排以上像元的重叠，接边处应消除模糊和重影。

2　色调、色彩差别较大的图像镶嵌时，应分别对相邻图像的色调、色彩进行一致性调整。

3　镶嵌后的遥感图像不应出现漏洞，不应有明显的镶嵌痕迹。

3.4.9　图像镶嵌线宜沿着道路、地类边缘、地块边缘或色调较暗的地方通过。镶嵌线的选择应符合下列规定：

1　不应靠近图像边缘。

2　不宜穿过明显高出地面的房屋、树木。

3　不宜直接穿过大面积的水域。

交通运输部信息公开
浏览专用

4　宜避开相邻图像上成像颜色反差大的区域。

5　宜避开重要构筑物。

3.4.10　DOM 质量检查应符合下列规定：

1　抽检面积不宜小于 DOM 面积的 10%；检测样本应均匀分布，兼顾不同地形类别。

2　应利用图像控制点或明显目标点进行精度检查。检查点密度应为图上每 100mm×100mm内不少于 1 个，并应分布均匀。

3　应检查相邻图像接边处的位置误差。位置误差超过极限误差的 DOM 应重新生成。

4　应检查相邻图像的图案、纹理、亮度、反差、色调、色彩的一致性。

3.5　资料提交

3.5.1　资料搜集完成后应提交下列资料：

1　公路工程方案；

2　地形图；

3　地质图；

4　地质灾害资料；

5　地震资料；

6　气象资料；

7　工程坐标系统与高程基准资料；

8　遥感图像资料。

3.5.2　遥感图像处理完成后应提交 DOM 及文字说明。

3.5.3　文字说明宜包括公路工程概况，测区地形、地质、遥感图像和工程坐标系统与高程基准资料搜集及分析情况，遥感图像选择、图像处理和 DOM 质量检查情况。

交通运输部信息公开
浏览专用

4　可行性研究阶段工程地质遥感勘察

4.1　一般规定

4.1.1　预可行性研究阶段工程地质遥感勘察应重点对区域地质背景、大型不良地质与特殊性岩土进行地质遥感解译，并应为路线走廊带或通道的工程地质条件评估提供宏观地质资料。

4.1.2　工程可行性研究阶段工程地质遥感勘察应重点对路线走廊带的宏观地质背景、大型不良地质与特殊性岩土进行地质遥感解译，并应为路线走廊带的确定、大型构筑物的设置和控制投资规模提供地质资料。

4.1.3　地质条件复杂或有特殊要求的公路路线、桥梁、隧道需要进行全面、细致的工程地质遥感勘察时，可按本规范第5章的有关规定执行。

4.1.4　应对工程地质遥感勘察成果进行调查验证，并填写调查验证表。调查验证表格式宜符合本规范附录B的规定。

4.2　预可行性研究阶段工程地质遥感勘察

4.2.1　预可行性研究阶段工程地质遥感勘察范围应覆盖各路线走廊或通道所处的带状区域。

4.2.2　预可行性研究阶段工程地质遥感勘察宜包括地形地貌、地层岩性、地质构造、不良地质和特殊性岩土遥感解译与验证工作。

4.2.3　地形地貌解译应符合下列规定：

1　应划分地貌单元，分析地貌的个体特征、组合关系和分布规律。

2　应分析地貌的成因类型及其与气候、地层岩性、地质构造和区域地质演化过程的关系。

交通运输部信息公开
浏览专用

4.2.4 地层岩性解译应符合下列规定：

1 应根据遥感图像的影像特征划分岩性单元界线，分析岩性类别及组合特征。

2 宜解译地面分布宽度大于400m的岩性单元。

条文说明

通过遥感解译识别岩性类别有时存在困难，进行地层岩性解译时通常将遥感解译标志相近的不同岩性组合形成岩性单元。

4.2.5 地质构造解译应符合下列规定：

1 宜解译地面延伸长度大于2 000m的地质构造。

2 应解译断裂构造的位置、规模、延伸方向，并分析断裂构造的性质。

3 宜解译地层产状、褶皱规模，并分析褶皱构造的轴线位置，枢纽倾伏方向、类型和性质。

4.2.6 不良地质解译除应符合本规范第6章的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 宜解译地面分布宽度大于200m的不良地质体。

2 应解译不良地质的类型、分布范围和规模。

3 宜分析不良地质的形成条件、分布规律和稳定性、危害性。

4.2.7 特殊性岩土解译除应符合本规范第7章的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 宜解译地面分布宽度大于200m的特殊性岩土体。

2 应解译特殊性岩土的类型、分布范围和规模。

3 宜分析特殊性岩土的分布规律和工程特性。

4.2.8 宜利用已有地质资料对遥感解译成果进行核查验证与分析。

4.3 工程可行性研究阶段工程地质遥感勘察

4.3.1 工程可行性研究阶段工程地质遥感勘察范围不应小于路线方案两侧各5 000m，并应覆盖路线走廊或通道所处的带状区域及特大桥、特长隧道方案。

4.3.2 工程可行性研究阶段工程地质遥感勘察宜包括地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质和特殊性岩土等遥感解译及调查验证工作。

4.3.3 地形地貌解译除应符合本规范第4.2.3条的有关规定外，尚应解译微地貌组成要素，并分析其形成过程。

交通运输部信息公开
浏览专用

4.3.4 地层岩性解译应符合下列规定：

1 应根据遥感图像的影像特征划分岩性单元界线，分析岩性类别及组合特征。

2 宜解译地面分布宽度大于100m的岩性单元，独立的特大桥、特长隧道宜解译地面分布宽度大于20m的岩性单元。

3 应分析路线走廊带的岩性条件。

4.3.5 地质构造解译应符合下列规定：

1 宜解译地面延伸长度大于500m的地质构造，独立的特大桥、特长隧道宜解译地面延伸长度大于200m的地质构造。

2 应解译断裂构造的位置，破碎带宽度和延伸长度、方向，并分析断裂构造的活动性。

3 宜解译地层产状、褶皱规模，并分析褶皱构造的轴线位置，枢纽倾伏方向、类型和性质。

4 应分析地质构造与路线方案的关系及其危害程度。

4.3.6 水文地质解译应符合下列规定：

1 应解译水系形态、密度及方向，并分析其成因。

2 应解译泉水点或泉群出露位置和范围，以及湖泊、沼泽的分布范围。

3 应分析水系发育与地形地貌、地层岩性、地质构造的关系。

条文说明

水文地质解译依据遥感图像的影像特征，对地表水体、泉水点的分布情况进行遥感解译，分析、推断地下水的分布和形成规律。

4.3.7 不良地质解译除应符合本规范第6章的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 宜解译地面分布宽度大于100m的不良地质体，独立的特大桥、特长隧道宜解译地面分布宽度大于20m的不良地质体。

2 应解译不良地质的类型、分布范围和规模。

3 宜分析不良地质的形成条件、分布规律和稳定性。

4 应分析不良地质与路线方案的关系及危害程度。

4.3.8 特殊性岩土解译除应符合本规范第7章的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 宜解译地面分布宽度大于100m的特殊性岩土体，独立的特大桥、特长隧道宜解译地面分布宽度大于20m的特殊性岩土体。

2 应解译特殊性岩土的类型、分布范围和规模。

3 宜分析特殊性岩土的分布规律和工程特性。

4 应分析特殊性岩土与路线方案的关系及危害程度。

交通运输部信息公开
浏览专用

4.3.9 调查验证宜结合地质遥感解译所用遥感图像及地质资料，采用特征观察与测量取证的方式进行，并应符合下列规定：

1 宜对路线走廊带内的地质遥感解译成果抽样并利用已有地质资料进行核查验证。抽检比例不应小于10%；当区域地质条件复杂、植被发育或覆盖层较厚时，抽检比例不应小于20%。检测样本应均匀分布，兼顾不同地形地貌、岩性类别。

2 对路线方案有影响、解译结果不明确或与现有资料不一致的内容，应进行100%外业调查验证。

3 宜采用摄像或拍照的方式进行记录。

4.3.10 调查验证点应按地质体、地质界线和地质现象及其对路线方案的影响程度进行布设，点位平面位置误差不宜大于10m，并应符合下列规定：

1 同一处地质体、地质界线和地质现象宜布设不少于1个调查验证点。

2 不良地质、特殊性岩土调查验证点的布设应分别符合本规范第6章、第7章的有关规定。

3 调查验证点可采用遥感图像、地形图判读或GNSS测量进行定位。

4 调查验证点宜采用图像刺点或现场拍照的方法标定，并应按公路设计里程顺序编号。

4.4 成果提交

4.4.1 可行性研究阶段工程地质遥感勘察应提交工程地质遥感勘察报告，其内容应包括文字说明及相关图件。

4.4.2 预可行性研究阶段文字说明应重点对路线走廊或通道的区域地质背景、大型不良地质与特殊性岩土的分布及工程特性、主要工程地质问题进行说明及分析、评价。

4.4.3 工程可行性研究阶段文字说明应重点对宏观地质背景、大型不良地质与特殊性岩土的分布及工程特性、主要工程地质问题进行说明及分析、评价，并应符合下列规定：

1 应说明路线走廊带的地理位置、自然地理概况及宏观地质背景。

2 应说明工程地质遥感勘察采用的遥感图像及处理方法。

3 应对路线走廊的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质条件，以及不良地质、特殊性岩土的类型、性质、分布范围，及其与工程方案的关系和危害程度进行分析、评价。

4 应说明调查验证的工作方法、调查数量、调查结果及处理情况。

5 应对特大桥、特长隧道的工程地质条件进行分析、评价。

交通运输部信息公开
浏览专用

4.4.4 预可行性研究阶段工程地质遥感勘察图件应符合表4.4.4的规定。

表4.4.4 预可行性研究阶段工程地质遥感勘察图件

图名	成图比例尺	主要内容
公路遥感构造纲要图	≥1∶200 000	公路工程方案，水系、地形地貌及单元划分、重要的地质构造
公路遥感不良地质与特殊性岩土分布图	≥1∶100 000	公路工程方案，不良地质、特殊性岩土
公路遥感工程地质图	≥1∶100 000	公路工程方案，地形地貌、地层岩性、地质构造、不良地质、特殊性岩土

4.4.5 工程可行性研究阶段工程地质遥感勘察图件应符合表4.4.5的规定。

表4.4.5 工程可行性研究阶段工程地质遥感勘察图件

图名	成图比例尺		主要内容
	路线	特大桥、特长隧道	
公路遥感构造纲要图	≥1∶100 000	≥1∶50 000	公路工程方案，水系、地形地貌及单元划分、重要的地质构造
公路遥感不良地质与特殊性岩土分布图	≥1∶10 000	≥1∶10 000	公路工程方案，不良地质、特殊性岩土
公路遥感工程地质图	≥1∶50 000	≥1∶10 000	公路工程方案，地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质、特殊性岩土

交通运输部信息公开
浏览专用

5　初步勘察阶段工程地质遥感勘察

5.1　一般规定

5.1.1　初步勘察阶段工程地质遥感勘察应对公路工程各路线方案进行地质遥感解译，并应从地质遥感角度对路线方案进行比选，对大型构筑物场址的安全稳定性、适宜性进行评价。

5.1.2　地质条件复杂或有特殊要求的特大桥和特长隧道宜进行专项工程地质遥感勘察。

5.1.3　初步勘察阶段工程地质遥感勘察宜包括地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质和特殊性岩土的遥感解译与调查验证工作。

5.1.4　当地质遥感解译成果与调查验证不一致时，应综合对比分析，查找原因，必要时再次解译。

5.2　路线地质遥感勘察

5.2.1　路线地质遥感勘察的解译范围不应小于路线方案两侧各 1 000m，并应考虑地质构造、不良地质和特殊性岩土解译的完整性。

5.2.2　地貌解译应符合下列规定：

1　宜解译地面宽度大于 20m 的地貌要素。

2　斜坡重力地貌应解译倒石堆、坡积裙的形态、分布范围。

3　流水地貌应解译冲积锥、洪积扇、河床、河漫滩、河流阶地的形态、分布范围。

4　岩溶地貌应解译峰丛、峰林和孤峰、漏斗、竖井、落水洞、盲谷、干谷、槽谷、洼地的形态、分布范围。

5　冰川地貌应解译冰斗、刃脊、角峰、冰川槽谷、悬谷、终碛堤、冰水湖、冰水扇、冰水冲积平原的形态、分布范围。

6　黄土地貌应解译黄土塬、黄土梁、黄土峁的形态、分布范围。

7　风积地貌应解译沙堆、沙丘、沙垄的形态、分布范围。

交通运输部信息公开
浏览专用

8　应结合区域资料分析地貌的成因、地貌演化与路线方案的关系及其影响。

5.2.3　地层岩性解译应符合下列规定：

1　宜解译地面分布宽度大于20m的岩性单元。

2　宜分析岩性的类别、分布范围。

3　应分析路线通过区域的岩性条件。

5.2.4　地质构造解译应符合下列规定：

1　宜解译地面延伸长度大于50m的地质构造。

2　应解译断裂构造的位置、宽度和延伸长度、方向，并分析断裂构造的活动性。

3　宜解译地层产状、褶皱构造，并分析褶皱构造的轴线位置，枢纽倾伏方向、类型、规模和性质。

4　应解译并分析节理的性质、密集度及走向。

5　应分析地质构造与路线方案的关系及危害程度。

5.2.5　水文地质解译应符合下列规定：

1　应解译水系形态、密度及流向，以及湖泊、沼泽的分布。

2　应解译泉水点或泉群出露位置和范围。

3　宜分析水系发育与地层岩性、地形地貌、地质构造的关系。

4　宜分析地质体、地质构造的富水性及分布。

5.2.6　不良地质解译除应符合本规范第6章的有关规定外，尚应符合下列规定：

1　宜解译地面分布宽度大于10m的不良地质体。

2　应解译不良地质的类型、分布范围和规模。

3　应分析不良地质的微地貌特征、形成条件和稳定性。

4　应分析不良地质的分布规律及组合关系。

5　应分析不良地质与路线方案的关系及危害程度。

5.2.7　特殊性岩土解译除应符合本规范第7章的有关规定外，尚应符合下列规定：

1　宜解译地面分布宽度大于10m的特殊性岩土体。

2　应解译特殊性岩土的类型、分布范围和规模。

3　应分析特殊性岩土与路线方案的关系及危害程度。

5.2.8　路线地质遥感勘察调查验证应符合下列规定：

1　地质体、地质界线的调查验证比例不应小于10%。

2　不良地质、特殊性岩土的调查验证比例不应小于30%。

3　调查验证点的点位平面位置误差不宜大于5m，其布设应符合本规范第4.3.10

交通运输部信息公开
浏览专用

条的有关规定。

5.3 桥梁地质遥感勘察

5.3.1 桥梁工程地质遥感勘察的解译范围不应小于桥轴线两侧各 1 000m，特大桥不应小于桥轴线两侧各 1 500m。

5.3.2 桥梁工程地质遥感解译除应符合本规范第 5.2.2 条～第 5.2.7 条的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 宜解译地面宽度大于 20m 的地貌要素。

2 宜解译地面分布宽度大于 10m 的岩性单元。

3 宜解译地面延伸长度大于 20m 的地质构造。

4 宜解译地面分布宽度大于 5m 的不良地质体和特殊性岩土体。

5.3.3 桥梁工程地质遥感勘察调查验证应符合下列规定：

1 应在桥头、桥轴线上布设不少于 1 个调查验证点。特大桥的桥轴线上验证点不宜少于 3 个。

2 当地形陡峻、地质条件复杂时，斜坡地段的桥梁墩、台应布设不少于 2 个调查验证点。

3 调查验证点的点位平面位置误差不宜大于 5m，其布设应符合本规范第 4.3.10 条的有关规定。

5.3.4 当工程地质遥感勘察发现有不良地质或特殊性岩土对桥梁安全产生较大危害时，宜进行专项工程地质勘察。

5.4 隧道地质遥感勘察

5.4.1 隧道工程地质遥感勘察的解译范围不应小于隧道轴线两侧各 1 500m。

5.4.2 隧道工程地质遥感解译除应符合本规范第 5.2.2 条～第 5.2.7 条的有关规定外，尚应符合下列规定：

1 宜解译地面宽度大于 20m 的地貌要素。

2 宜解译地面分布宽度大于 10m 的岩性单元。

3 宜解译地面延伸长度大于 20m 的地质构造。

4 宜解译地面分布宽度大于 5m 的不良地质体和特殊性岩土体。

5 水文地质条件复杂的隧道，宜解译地面分布宽度大于 10m 的地表水体。

交通运输部信息公开
浏览专用

5.4.3 隧道工程地质遥感勘察调查验证应符合下列规定：

1 隧道进、出洞口调查验证点应各不少于1个。

2 通过隧道的地质构造，调查验证点不应少于1个。

3 调查验证点的点位平面位置误差不宜大于5m，其布设应符合本规范第4.3.10条的有关规定。

5.4.4 当工程地质遥感勘察发现有不良地质或特殊性岩土对隧道安全产生较大危害时，宜进行专项工程地质勘察。

5.5 成果提交

5.5.1 初步勘察阶段工程地质遥感勘察应提交工程地质遥感勘察报告，其内容应包括文字说明及相关图件。

5.5.2 文字说明应符合下列规定：

1 应说明工程勘察区域的地理位置、自然地理概况及工程地质背景。

2 应说明工程地质遥感勘察采用的遥感图像及处理方法。

3 应对公路工程方案的地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质和特殊性岩土情况进行说明，并进行分析、评价。

4 应说明调查验证的工作方法、调查数量、调查结果及处理情况。

5 应对工程方案的比选、论证提出工程地质遥感勘察意见。

5.5.3 初步勘察阶段工程地质遥感勘察图件应符合表5.5.3的规定。

表5.5.3 初步勘察阶段工程地质遥感勘察图件

工作内容	图名	成图比例尺	主要内容
路线地质遥感勘察	公路遥感不良地质与特殊性岩土分布图	≥1：2 000	公路工程方案，不良地质、特殊性岩土
	公路遥感工程地质图	≥1：10 000	公路工程方案，地形地貌、地层岩性、地质构造、水文地质、不良地质、特殊性岩土
桥梁地质遥感勘察	桥梁遥感工程地质图	≥1：2 000	
隧道地质遥感勘察	隧道遥感工程地质图	≥1：2 000	

注：必要时，桥梁、隧道遥感勘察宜制作水文地质图、不良地质与特殊性岩土分布图，比例尺不应小于1：2 000。

交通运输部信息公开
浏览专用

6 不良地质遥感勘察

6.1 一般规定

6.1.1 不良地质遥感勘察可分为滑坡，危岩、崩塌与岩堆，泥石流，岩溶，风沙，雪崩，采空区和水库塌岸遥感勘察。

6.1.2 不良地质遥感勘察应包括解译标志建立、遥感解译和调查验证工作。

6.1.3 不良地质遥感勘察应评价不良地质工程地质条件，分析不良地质对公路工程方案的影响和危害程度，并为工程地质选线和大型构筑物选址提供信息。

6.1.4 应采用高分辨率、中分辨率遥感图像辨识不良地质。

6.1.5 应调查验证对公路工程方案及其附属设施有影响或潜在影响的不良地质。

6.1.6 不良地质遥感解译成果与调查验证不一致时，应综合对比分析，查找原因，必要时再次解译。

6.2 滑坡

6.2.1 滑坡的直接解译标志应具有下列特征：

1 宜具有簸箕形、舌形、梨形的平面形态，及不平顺、不规则的坡面形态；可见前缘土体被挤出或呈舌状凸起。

2 高分辨率遥感图像上可见滑坡壁、滑坡台阶、滑坡鼓丘、封闭洼地、滑坡舌或滑坡裂缝微地貌形态。

3 高分辨率遥感图像上可见斜坡体上岩土扰动松软、地面裂缝、醉汉林，或房屋建筑倾斜。

6.2.2 滑坡的间接解译标志应具有下列特征：

1 斜坡地形可见呈圈椅状或马蹄状环谷地貌，或斜坡上出现异常台坎及斜坡坡脚侵占河道。

交通运输部信息公开
浏览专用

2　斜坡体两侧可见沟谷分布，并双沟同源。

3　斜坡体上可见积水洼地，坡体前缘有泉水溢出。

4　斜坡体上可见岩层产状与外围不连续，或局部地段新老地层倒置。

6.2.3　滑坡遥感解译应符合下列规定：

1　应解译滑坡区域的地形地貌、地层岩性、地质构造。

2　应解译滑坡区域的湿地分布和泉水出露点。

3　应解译滑坡分布范围、规模、总体滑动方向，并分析滑坡性质。

4　应划分滑坡类型，并评价滑坡的稳定性及发展趋势。

5　宜利用合成孔径雷达干涉测量技术进行地表形变监测，并根据形变监测结果进行潜在滑坡隐患识别。

6.2.4　滑坡调查验证应符合下列规定：

1　应对尚未确定范围或存在疑问的滑坡进行调查验证。

2　应对滑坡发育的地层岩性、地质构造进行调查验证。

3　调查验证点的数量和位置应根据滑坡的类型、规模、复杂程度及其对公路工程的危害程度确定，沿路线每处滑坡不宜少于 2 个。

6.3　危岩、崩塌与岩堆

6.3.1　危岩的解译标志宜为陡崖或陡坡上部、坡度大于 70°、多组节理发育的岩体，少植被生长，在遥感图像上呈浅色调。

6.3.2　崩塌的解译标志应具有下列特征：

1　陡峻山坡地段的下部可见锥状堆积体，表面少植被生长，在全色遥感图像上呈浅色调，具斑点图案。

2　地质体上部外围可见张裂缝。

3　河流可见带有瀑布状的峡谷，或压缩河床，或堰塞湖。

4　山坡表面可见槽状凹陷。

6.3.3　岩堆的解译标志应具有下列特征：

1　陡崖或陡坡下部可见坡度为 30°～40°的地质体，表面无植被或少植被生长，在全色遥感图像上呈白色或浅灰色调。

2　平面形态可见楔形、舌形、三角形、梨形及其组合形态。

6.3.4　危岩、崩塌与岩堆解译应符合下列规定：

1　应解译危岩、崩塌与岩堆的发育位置、分布范围和规模。

交通运输部信息公开
浏览专用

2　应分析危岩、崩塌与岩堆产生原因、稳定状态、演化趋势。

3　宜量测危岩、崩塌与岩堆的高度。

6.3.5　危岩、崩塌与岩堆调查验证应符合下列规定：

1　应对存在疑问的危岩、崩塌与岩堆进行调查验证。

2　宜对危岩、崩塌与岩堆发育的地层岩性、地质构造进行调查验证。

3　调查验证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，沿路线每处危岩、崩塌与岩堆不宜少于1个。

6.4　泥石流

6.4.1　泥石流的解译标志应具有下列特征：

1　泥石流地貌可分为形成区、流通区和堆积区三部分。

2　形成区山坡陡峻，可见瓢形或漏斗状平面形态，以及丰富的松散固体物质。

3　流通区可见通畅沟床，地形较陡峻。

4　堆积区或位于沟谷出口，可见扇状堆积物，扇面上可见固定或漫流状沟槽，有时可见人工导流堤；或位于坡脚，可见带状堆积物。

6.4.2　泥石流解译应符合下列规定：

1　应解译泥石流沟的流域边界，并划分形成区、流通区和堆积区。

2　应解译泥石流形成区的规模、坡度、植被覆盖情况和松散物质情况。

3　应解译泥石流流通区的坡度、顺直程度及路径长度。

4　应解译泥石流堆积区的平面形状、表面形态、规模、植被覆盖。

5　应分析泥石流的成因、危害性及发展趋势。

6　应根据泥石流沟的流域形态特征划分泥石流类型。

6.4.3　泥石流调查验证应符合下列规定：

1　应对尚未确定范围或存在疑问的泥石流进行调查验证。

2　宜对泥石流的形成区、流通区、堆积区进行调查验证。

3　调查验证点的数量和位置应根据地形地质条件、泥石流类型及危害程度确定，沿路线每处泥石流不宜少于2个。

6.5　岩溶

6.5.1　岩溶的解译标志应具有下列特征：

1　可见起伏不平的地形，有时可见孤峰、石林。

2　可见漏斗、竖井、落水洞、槽谷、封闭洼地、复合洼地。

交通运输部信息公开
浏览专用

3　可见盲谷及断头河。

4　漏斗、竖井、落水洞在遥感图像上可见呈暗色调或浅色调的斑点。

5　可根据水流的汇集及丛草的茂盛间接追索漏斗、竖井、落水洞位置。

6.5.2　岩溶解译应符合下列规定：

1　应解译岩溶发育的地层岩性、地质构造及组合关系，并划分岩溶地貌单元。

2　应确定岩溶地貌的分布范围及形式，分析其发育规律。

3　应分析漏斗、竖井、落水洞的分布、排列及地表水汇集情况。

6.5.3　岩溶调查验证应符合下列规定：

1　应对难以确定范围或存在疑问的岩溶进行调查验证。

2　宜对岩溶区的地层岩性、地质构造、水文地质进行调查验证。

3　调查验证点的数量和位置应根据地形地质条件、岩溶发育程度、岩溶类型及规模确定，沿路线每处岩溶区不宜少于1个。

6.6　风沙

6.6.1　风沙可根据活动程度划分为活动沙丘、半固定沙丘和固定沙丘。

6.6.2　活动沙丘的解译标志应具有下列特征：

1　遥感图像上可见植被覆盖度不大于15%，流动的沙体完全裸露。

2　遥感图像上可见浅色调图案。

3　高分辨率遥感图像上可见尖锐、清晰的峰脊线，以及规则的平面形状。

4　可见新月形、链形、纵向、格状、金字塔的形态，或蜂窝状、抛物线形态，或各种复合型的形态。

6.6.3　半固定沙丘的解译标志应具有下列特征：

1　遥感图像上可见植被覆盖度介于15%～40%之间，表面无结皮现象，有一定的流沙。

2　遥感图像上可见不均一色调。

3　高分辨率遥感图像上可见浑圆状或长岗状形态，结构要素保持较好。

6.6.4　固定沙丘的解译标志应具有下列特征：

1　遥感图像上可见植被覆盖度不小于40%，表面有硬壳，无流沙。

2　遥感图像上可见暗色调图案，表面粗糙。

3　高分辨率遥感图像上可见冢状、峰顶浑圆的紊乱平面形态，以及地形相对较陡的背风坡。

交通运输部信息公开
浏览专用

4　背风坡与迎风坡植被覆盖度应不同，全色遥感图像上亮度差异明显。

6.6.5　风沙解译应符合下列规定：

1　应解译风沙地貌类型、规模、形态特征、排列方向、间距和分布范围。

2　应解译植被覆盖度、植被类型和残留沙丘地貌形态。

3　宜利用多时相遥感图像解译、分析风沙的活动性、稳定性，并利用沙丘地貌判断优势主风向。

4　应分析导致沙丘固定、半固定或活化的控制因素。

5　宜量测沙丘高度。

6.6.6　风沙调查验证应符合下列规定：

1　应调查沙丘活化原因，观察区域优势主风向和风成沙的活动状况。

2　调查验证点宜位于沙垄、沙丘、风蚀洼地、风蚀残丘的位置。

3　调查验证点的数量和位置应根据地质条件、风沙危害方式及严重程度、构筑物类型和规模确定。沿路线的活动沙丘、半固定沙丘、固定沙丘抽样调查验证比例不宜少于5%。

6.7　雪崩

6.7.1　雪崩的解译标志应具有下列特征：

1　雪崩堆积区可见影像杂乱，表面粗糙不平。

2　高分辨率遥感图像上可见大小不等的变形裂缝、积雪滑动轨迹、锥形体堆积物。

6.7.2　雪崩解译应符合下列规定：

1　宜解译积雪区的基岩岩性、地质构造、植被状况。

2　应解译地表坡度、坡向，分析积雪区地表条件、坡面光滑程度。

3　应解译雪崩堆积区的面积、位置，分析雪崩堆积的形态、特征。

4　宜采用多时相遥感图像分析积雪范围和厚度。

5　宜根据积雪区的面积大小、地形地貌、高差和储雪条件及搜集到的雪崩资料，划分雪溜、沟槽雪或跳跃式雪崩类型。

6.7.3　雪崩调查验证应符合下列规定：

1　应调查验证雪崩类型、规模和影响范围。

2　沿路线每处雪崩不宜少于1个调查验证点。

交通运输部信息公开
浏览专用

6.8 采空区

6.8.1 采空区的解译标志应具有下列特征：

1 煤矿区可见灰褐色粉尘污染图像，以及圆锥体状煤堆，或形状不规则煤矸石堆。

2 煤矿区可见煤堆、煤窑口、煤矸石堆间有道路相连。

3 金属矿区可见废石堆、选矿场地和尾矿库。

4 多光谱遥感图像上可见高亮度尾矿库的尾沙区和亮度相对较低的积水区。

5 地面沉降不明显时，可见上覆区域土壤湿度和植被生长异常；地面沉降明显时，高分辨率遥感图像上可见塌陷坑、地裂缝和崩塌灾害。

6 依据锰矿、煤矿、石膏矿和盐矿的沉积矿产地层和矽卡岩型矿产赋存区的地质调查资料可间接推断和分析。

6.8.2 采空区遥感解译应符合下列规定：

1 宜利用合成孔径雷达干涉测量技术或多时相激光扫描测量技术探测采空区的沉降变形，解译采空区的地表沉陷、裂缝、塌陷的位置、形状。

2 应采用高分辨率遥感图像识别地表堆积物，依据矿山开采时间、选矿厂和煤矸石堆的规模间接推断采空区的大小。

3 宜使用中分辨率多光谱遥感图像分析植被覆盖、土壤湿度特征，根据搜集的开采历史、规划、现状资料，分析采空区规模、范围和开采程度。

6.8.3 采空区调查验证应符合下列规定：

1 应调查采空区的地表位置。

2 宜验证采空区的地面塌陷和地表裂缝。

3 调查验证点的数量和位置应根据地形地质条件、采空区的类型和规模、地表变形状况及构筑物类型和规模确定，沿路线每处采空区不宜少于 2 个。

6.9 水库塌岸

6.9.1 水库塌岸的解译标志应具有下列特征：

1 可见弧状、圈椅状或比较明显的三角面图案。

2 高分辨率遥感图像上可见伴生的拉张裂缝或护岸工程。

6.9.2 水库塌岸遥感解译应符合下列规定：

1 宜使用水库修建前的高、中分辨率遥感图像分析水库区域河道、沟谷类型。

2 应解译岸坡地形的陡缓、物质组成。

3 宜解译库岸植被覆盖和库岸滑坡体，分析建库前库岸的弯曲形态。

交通运输部信息公开 浏览专用

4　宜解译基岩岸坡、消落带的地层产状和微裂隙产状。

5　宜搜集现势性强、高精度的 DOM 和 DEM 生成三维影像，识别塌岸，计算塌岸体积。

6　宜采用多时相遥感图像获取塌岸位移、长度信息，综合分析塌岸发育规律。

条文说明

1　收集水库修建前的遥感影像可获取控制库岸线的地质地貌结构要素和水库水涯线下的一些不良地质现象，有助于水库塌岸遥感调查及塌岸趋势分析。

4　水库消落带主要是因为季节性水位涨落，或周期性蓄洪、泄洪所导致的水位升降，使被淹没土地周期性出露于水面的区域。

6.9.3　水库塌岸调查验证应符合下列规定：

1　应调查塌岸处波浪方向、库岸结构、水位涨落情况。

2　宜调查基岩岸坡地层产状和微裂隙产状、塌岸位移与长度。

3　调查验证点的数量和位置应根据地形地质条件、水库类型和规模确定，沿路线每处塌岸地段不宜少于 2 个。

交通运输部信息公开
浏览专用

7　特殊性岩土遥感勘察

7.1　一般规定

7.1.1　特殊性岩土遥感勘察可分为软土与沼泽、冻土、黄土、盐渍土、膨胀土遥感勘察。

7.1.2　特殊性岩土遥感勘察应包括解译标志建立、遥感解译和调查验证工作。

7.1.3　特殊性岩土遥感勘察应评价岩土工程地质条件，分析特殊性岩土对公路工程方案的影响和危害程度，并为工程地质选线和大型构筑物选址提供信息。

7.1.4　应调查验证对公路工程方案及其附属设施有影响或潜在影响的特殊性岩土。

7.1.5　特殊性岩土遥感解译成果与调查验证不一致时，应综合对比分析，查找原因，必要时再次解译。

7.2　软土与沼泽

7.2.1　软土与沼泽的解译标志应具有下列特征：

1　位于冲积平原、海滨平原的软土，在全色遥感图像、热红外遥感图像上可见深灰色调图案。

2　位于地势低洼的平地、沟谷或河滩地的沼泽，在全色遥感图像上可见黑色或较深色调图案，在热红外遥感图像上可见深色调图案。

3　含水率不均匀时，全色遥感图像上可见色调不均一且呈斑点状图案。

7.2.2　软土与沼泽遥感解译应符合下列规定：

1　应解译软土与沼泽地貌特征，划分软土与沼泽的类型。

2　应解译软土与沼泽的分布范围，并分析成因。

交通运输部信息公开
浏览专用

条文说明

软土类型有沿海沉积型、内陆湖盆沉积型、河滩沉积型、沼泽沉积型、山间沟谷盆地型。收集多时相遥感数据，在大数据支持下进行软土解译，有利于查清软土的类型与分布情况。

7.2.3 软土与沼泽调查验证应符合下列规定：

1 应调查验证软土与沼泽的成因、类型与分布范围。

2 调查验证点的数量和位置应根据地貌条件、软土与沼泽发育特点以及构筑物类型和规模确定，沿路线每处软土与沼泽不宜少于 1 个。

7.3 冻土

7.3.1 冻土的解译标志应具有下列特征：

1 温度低、气候寒冷、不足以形成冰川的高纬度或高海拔地区可见冻土发育。

2 高分辨率遥感图像上可见融冻泥流、融冻滑塌、热融洼地、热融湖塘及沼泽化湿地、串珠状水系、冻胀丘、多边形土、寒冻裂痕等微地貌形态。

3 高分辨率遥感图像上可见大小不一、呈蜂窝状图案。

4 高分辨率全色遥感图像上可见白色或深暗的飘带状融冻泥流，以及不均匀浅色调的斑点状石海。

5 在遥感图像上可见色调紊乱、结构粗糙的冻丘群。

条文说明

2 热融地貌是冻土退化的标志，包括平原区热融沉陷和斜坡地带热融滑塌、热融泥流。冻胀丘、多边形土、寒冻裂痕是冻土季节变化形成的微地貌。

7.3.2 冻土解译应符合下列规定：

1 应利用高分辨率遥感图像解译冻土微地貌特征，划分冻土类型。

2 宜利用当地最高温与最低温两个以上时相的遥感图像，解译冻土地貌的形态特征、分布和植被发育情况，并分析成因。

7.3.3 冻土调查验证应符合下列规定：

1 应搜集冻土区附近野外站点地面温度观察资料，并应重点调查热融发育地区。

2 应调查验证冻土的分布范围和变化趋势。

3 调查验证点的数量和位置应根据地形地质条件、冻土类型及构筑物设置确定，沿路线每处冻土不宜少于 1 个。

交通运输部信息公开
浏览专用

7.4 黄土

7.4.1 黄土的解译标志应具有下列特征：

1 中、低分辨率遥感图像上可见均一的浅色调黄土塬，有羽状对称冲沟；黄土梁和黄土峁色调杂乱，可见沟谷形成的树枝状或羽状花纹。

2 高分辨率遥感图像上可见侵蚀沟谷纵横、地形支离破碎的沟壑地貌和沟涧地貌发育。

3 可见沟谷上游陡峻地区冲沟横断面呈 V 字形，沟头呈楔形；中下游平缓地区，冲沟横断面呈 U 字形，沟底平坦，沟头多呈半圆形。

4 可见掌状、树枝状、羽状和格状的冲沟网。

5 高分辨率遥感图像上可见碟形洼地、陷穴、黄土柱、盲沟、黄土桥的潜蚀地貌。

6 新黄土垂直节理发育，坡壁较陡，色调较浅，当有植被覆盖时色调会变深；老黄土沟坡较缓。新老黄土交界处宜呈现地形坡折带或地下水出露带。

7.4.2 黄土解译应符合下列规定：

1 宜采用中、低分辨率遥感图像解译黄土侵蚀地貌。

2 宜采用高分辨率遥感图像解译黄土潜蚀地貌、节理和裂隙的产状。

3 宜利用不同地面分辨率遥感图像上地表水系突然消失或地表水汇集洼地信息追索盲沟。

4 应解译黄土地貌类型、分布，并分析其成因和形态特征。

7.4.3 黄土调查验证应符合下列规定：

1 调查验证点应分布于黄土地貌的边界、地下水出露点、洼地、陷穴、黄土滑坡、错落、人为坑洞。

2 调查验证点的数量和位置应根据地形地质条件、黄土的湿陷性及构筑物设置确定，沿路线每处黄土不宜少于 1 个。

7.5 盐渍土

7.5.1 盐渍土的解译标志应具有下列特征：

1 干旱季节遥感图像上可见白色调、灰白色调或白色杂斑色调图案，有时地表可见雪状覆盖物、龟裂；潮湿季节遥感图像上可见深灰、浅黑色调图案。

2 高分辨率遥感图像上可见斑点状深色调耐盐植物。

3 可见薄层风沙和盐壳。

交通运输部信息公开
浏览专用

7.5.2 盐渍土解译应符合下列规定：

1 应利用中分辨率遥感图像解译盐渍土的分布范围和盐生植被，并分析地表形态特征、所处气候类型。

2 宜利用光谱信息划分盐渍土类型。

3 可结合自然地理条件与土地利用数据、多时相遥感图像，分析盐渍化的时空变化及驱动因素。

7.5.3 盐渍土调查验证应符合下列规定：

1 应调查验证盐渍土与非盐渍土界线。

2 调查验证点的数量和位置应根据地形地质条件、盐渍土发育特点及构筑物设置确定，沿路线每处盐渍土不宜少于 1 个。

7.6 膨胀土

7.6.1 膨胀土的解译标志应具有下列特征：

1 位于大型冲积平原前缘、湖盆地区，可见平缓的、波状起伏的丘陵地貌。

2 可见丘顶浑圆，坡面圆顺，岗丘之间多为宽阔的 U 形谷地。

3 高分辨率遥感图像上可见沟浅、密集发育的冲沟或网纹状图案。

4 可见浅层滑坡、地裂和崩塌，植被比较发育。

7.6.2 膨胀土解译应符合下列规定：

1 应利用中分辨率遥感图像解译膨胀土的地貌类型、分布范围、风化程度，并分析成因。

2 宜利用高分辨率遥感图像解译膨胀土的裂隙发育程度、形态，并分析次生构造信息。

7.6.3 膨胀土调查验证应符合下列规定：

1 调查验证点宜位于膨胀土分布界线、露头、滑坡、溜塌、地裂、垄岗、沟谷。

2 调查验证点的数量应根据地形地质条件、膨胀土的膨胀性及构筑物设置确定，沿路线每处膨胀土不宜少于 1 个。

交通运输部信息公开
浏览专用

附录 A　常用遥感图像适用范围

A. 0. 1　遥感图像按遥感平台可分为航天遥感图像和航空遥感图像等。

A. 0. 2　遥感图像按光谱特性可分为全色图像、多光谱图像、高光谱图像、近红外图像、热红外图像及雷达图像等。

A. 0. 3　不同种类遥感图像的主要适用范围宜符合表 A. 0. 3 的规定。

表 A. 0. 3　不同种类遥感图像的主要适用范围

遥感种类	图像类型		主要适用范围
航天遥感	可见光波段图像	低分辨率卫星图像	区域地质背景，中、大型断裂、褶皱解译，大型不良地质解译，概略评价工程地质条件
		中分辨率卫星图像	宏观地质背景，中型构造解译，大型不良地质解译，概略评价工程地质条件，地貌测绘
			地形测绘，地貌、地层岩性、地质构造、不良地质、特殊性岩土、植被解译
		高分辨率卫星图像	地形测绘，不良地质、特殊性岩土解译
	近红外波段图像		植被解译，植被含水量及土壤含水性解译，水资源调查，农作物长势成熟度调查，林业调查
	短波红外波段图像		岩性分类，土壤分类，地质构造边界及隐伏构造地质体解译
	热红外波段图像		隐伏地质体及隐伏断裂构造解译
	雷达图像		识别隐伏地质信息，线性构造、环形构造的解译
			地震、火山、冰川、活动构造、滑坡、崩塌不良地质动态变化，大坝形变、大型构筑物形变动态监测；地形测绘
航空遥感	全色航空图像		地形测绘，地貌、地层岩性、地质构造、不良地质、植被解译
	多光谱航空图像		地形测绘，裸露良好且色彩鲜艳的岩石分布地区或植被作为间接解译标志地区的解译
	黑白红外航空图像		雾霾严重地区的水或植被解译
	彩色红外航空图像		地貌、地层岩性、地质构造、不良地质、水体、植被解译，含水性的解译
	热红外航空图像		温泉、地下水、富水断层、隐伏断层、岩溶、人工采空区解译
	雷达图像		线性构造和地层岩性的解译

交通运输部信息公开
浏览专用

附录 B　调查验证表

B. 0. 1　调查验证表应注明工程名称、测设阶段、调查验证内容及遥感图像类型。

B. 0. 2　调查验证表应标示验证点名称及验证点编号。

B. 0. 3　调查验证表应准确标示验证点点位坐标，详细描述调查验证点点位，并配以点位略图。

B. 0. 4　调查验证表应记录地质遥感解译结果和调查验证结果，并应注明解译者、验证者及对应日期。

B. 0. 5　调查验证表格式宜符合表 B. 0. 5 的规定。

表 B. 0. 5　调查验证表

工程名称：　　调查验证内容：

测设阶段：　　遥感图像类型：

验证点名称		验证点编号	
点位坐标		（点位略图）	
点位描述			
地质遥感解译结果		（遥感图像）	
调查验证结果		（验证照片）	
备注			

解译者：　　验证者：

年　月　日　　年　月　日

交通运输部信息公开
浏览专用

本规范用词用语说明

1　本规范执行严格程度的用词，采用下列写法：

1）表示很严格，非这样做不可的用词，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用词，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用词，正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

4）表示有选择，在一定条件下可以这样做的用词，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“除应符合本规范的规定外，尚应符合国家和行业现行有关强制性标准的规定”。

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

3）当引用本规范中的其他规定时，表述为“应符合本规范第×章的有关规定”、“应符合本规范第×.×节的有关规定”、“应符合本规范第×.×.×条的有关规定”或“应按本规范第×.×.×条的有关规定执行”。

交通运输部信息公开
浏览专用