

中国工程建设标准化协会公告

第 20 号

关于发布《工程地质测绘标准》的公告

根据中国工程建设标准化协会[2003]建标协字第 27 号文《关于印发中国工程建设标准化协会 2003 年第一批标准制、修订项目计划的通知》的要求，由建设综合勘察研究设计院等单位编制的《工程地质测绘标准》，经勘测专业委员会组织审查，现批准发布，编号为 CECS238：2008，自 2008 年 9 月 1 日起施行。

中国工程建设标准化协会

二〇〇八年四月二十九日



CECS 238: 2008

中国工程建设协会标准

工 程 地 质 测 绘 标 准

Standard for engineering geological

Survey and mapping

目 次

1	总则.....	1
2	术语.....	1
3	基本规定.....	2
4	遥感解译.....	3
5	工程地质测绘要点.....	3
6	工程地质测绘内容.....	4
6.1.	地貌测绘.....	4
6.2.	地层岩性测绘.....	6
6.3.	地质构造测绘.....	7
6.4.	水文地质测绘.....	8
6.5.	岩溶测绘.....	9
6.6.	不良地质作用和地质灾害测绘.....	10
6.7.	第四系测绘.....	11
6.8.	特殊岩土测绘.....	12
7	资料整理和成果验收.....	13
	本标准用词说明.....	15
	附：条文说明.....	2

前 言

根据中国工程建设标准化协会(2003)建标协字第 27 号文《关于印发中国工程建设标准化协会 2003 年第一批标准制、修订项目计划的通知》的要求,制定本标准。

本标准适用于建筑、市政、水利、水电、铁路、公路、水运、煤炭、石油、电力、矿山等类建设工程的工程地质测绘。标准规定了各类工程的共性技术要求,也为各类工程作出各自的专门规定留有余地。与本标准适用行业相同并同时批准的协会标准还有:《岩石与岩体鉴定与描述标准》CECS239: 2008、《工程地质钻探标准》CECS240: 2008、《工程建设水文地质勘察标准》CECS241: 2008。

本标准吸收了工程地质研究和实践的新成果,注重遥感、全球定位系统、地理信息系统等新技术的应用,重点突出了岩溶测绘、不良地质作用和地质灾害的测绘、第四系测绘、特殊岩土测绘等与工程地质和岩土工程密切相关内容的测绘。根据国家计委计标[1986]1649 号文《关于请中国工程建设标准化委员会负责组织推荐性工程建设标准试点工作的通知》的要求,推荐给工程地质和岩土工程勘察单位采用。

本标准由中国工程建设标准化协会勘测专业委员 CECS/TC18 归口管理,由建设综合勘察研究设计院(北京市东直门内大街 177 号,邮编:100007;guirfan@cigis.com.cn)负责解释。在使用中如发现需要修改或补充之处,请将意见和资料径寄解释单位。

主编单位:建设综合勘察研究设计院

参编单位:中国水电工程顾问集团公司水电水利规划设计总院

水利部黄河勘察规划设计有限公司中国铁路工程总公司

中交第一公路勘察设计研究院

中兵勘察设计研究院

中国科学院地质与地球物理研究所

中国电力工程顾问集团公司电力规划设计院

主要起草人:顾宝和 彭士标 彭 涛

(以下以姓氏笔画为序)

王文远 马国彦 曲永新 何振宁 张政治 项 勃 喻文学 戴联筠

中国工程建设标准化协会

2008 年 4 月 29 日

1 总则

- 1.0.1 为规范工程地质测绘的行为，统一基本技术要求，保证工程勘察质量，提高效率，保护环境，制定本标准。
- 1.0.2 本标准适用于建筑、水利、水电、铁路、公路、水运、能源、矿山、长输管道等建设工程的工程地质测绘。
- 1.0.3 工程地质测绘应根据各类建设工程的要求和工程所在地的工程地质特点，按由粗而细，逐步深化的原则进行。
- 1.0.4 工程地质测绘除应执行本标准外，尚应遵守国家现行的其他有关工程地质和岩土工程勘察的技术标准。

2 术语

2.0.1 工程地质测绘 engineering geological survey and mapping

运用地质学和工程地质学原理，通过现场直接观察和其他辅助手段，将与建设工程有关的地质和环境信息按规定的要求绘制在设定比例尺的地形图上（或存入计算机数据库中），并形成完整的技术文件。

2.0.2 遥感解译 remote sensing interpretation

运用遥感和地质地理知识，借助适用的设备和技术方法，根据解译标志对遥感图像进行工程地质判读和解释的过程。

2.0.3 地质点 geological point

地质测绘时，为控制地质制图精度而设置的观察地质现象和地质界限的控制点。

2.0.4 工程地质单元体 engineering geological unit

岩土工程分析时，作为基本单位的工程特性相近且地质时代、成因相同的一层（段、带）岩土体。

2.0.5 不良地质作用 adverse geological process

由地球内力或外力产生的，对工程或环境可能造成不良影响的地质作用。

2.0.6 地质灾害 geological hazard

由不良地质作用引发的，危及人身、财产、工程或环境安全的事件。

2.0.7 工程地质条件 engineering geological condition

与建设工程有关地质要素的综合。包括地形地貌条件、岩土类型及其工程地质性质、地质结构和地应力、水文地质条件、不良地质作用、天然建筑材料六大要素。

2.0.8 工程地质问题 engineering geological problem

建设工程与工程地质条件（地质环境）相互作用、相互制约引起的，对工程施工和正常运行或周围环境可能产生影响的地质问题。

3 基本规定

3.0.1. 工程地质测绘应在初期勘察阶段进行。后期勘察阶段仅在工程地质条件复杂和工程关键地段进行详细测绘，或对某些专门地质问题作补充调查。

3.0.2. 工程地质测绘的比例尺应根据本行业相关标准、工程类型、勘察阶段和地质条件复杂程度选用。可采用小、中、大三种比例尺：

小比例尺：1: 200000, 1: 100000, 1: 50000;

中比例尺：1: 25000, 1: 10000, 1: 5000;

大比例尺：1: 2000, 1: 1000, 1: 500, 或更大。

长距离线路工程地质测绘的比例尺，全线工程地质图宜采用 1: 200000~1: 10000 或更大；详细工程地质图宜采用 1: 5000~1: 2000 或更大；工点工程地质图宜采用 1: 1000~1: 500 或更大。

3.0.3. 工程地质测绘和调查时，应重视对测绘区已有资料的搜集、编录和分析，研究其可利用程度和存在的问题。主要包括下列内容：

- 1 规划、设计、人类活动等与建设工程有关的资料；
- 2 区域地质、地震地质、标准地层系统、各种地质图、工程地质数据库或地理信息系统；
- 3 岩土工程特性的经验数据；
- 4 气象、水文和水文地质资料；
- 5 潜在的和已经发生的工程地质问题，工程设计经验和工程监测数据；
- 6 地质灾害、工程事故实例和调查报告；
- 7 其他。

3.0.4. 对大、中比例尺工程地质测绘，除利用已有资料外，还应结合工程布置方案，进行场地踏勘，了解测区地质情况和问题，合理布置观测路线，拟定野外工作方法。

3.0.5. 应根据合同或勘察任务书的要求，结合搜集的资料和现场踏勘情况，编制工程地质测绘工作计划。

3.0.6. 工程地质测绘的范围应包括工程场地及其附近地段。对工程有重要影响的地质体和地质现象，可采用大比例尺表示。当需追溯地质问题、地质界限时，应根据需要扩大测绘范围。

3.0.7. 根据任务要求，工程地质测绘可对天然建筑材料的赋存情况进行调查。

3.0.8. 对长线路、大面积和中、小比例尺的工程地质测绘，宜充分利用航空摄影像片或卫星摄影像片资料进行遥感地质解译，并按第 4 章的规定执行。在露头良好的地形陡峻地段进行大比例尺测绘时，可采用大比例尺航空摄影像片或陆地摄影像片进行遥感地质解译。解译成果应实地验证核实。

3.0.9. 工程地质测绘的地层单位应采用界、系、统的标准序列。对统以下，当按年代地层序列时，应采用阶、时间带；当按岩石地层序列时，应采用群、组、段。

大、中比例尺的工程地质测绘，宜在研究沉积韵律或岩相变化的基础上，结合岩性的差异和岩组、层组的组合特点，按岩土的工程特性划分更为详细的工程地质单元体（层）。

第四系的分层，应按地层时代、成因类型、岩相变化等划分。大比例尺测绘时，宜根据工程需要和地貌、微地貌条件，结合岩土的物理组成和物理力学性质等特征划分工程地质单元体（层）。

3.0.10. 对组以下地层的进一步划分，当已有全国或区域性的标准化地层时，应按标准化地层划分；其他可按工程地质岩组或层组进一步划分。段以下的名称，可采用下段、中段、上段，或按顺序称一段、二段、三段等。

3.0.11. 所有地层单元均应有代号。已有标准化代号的，应采用标准化代号，其他可自行建立代号。

代号应采用拉丁字母、阿拉伯数字或二者组合表示。第四系“组”以下工程地质单元体（层）的代号，可自上而下采用圆圈内阿拉伯数字表示，划分亚层时可在圆圈内用阿拉伯数字下标表示。

3.0.12. 对长距离线路工程，全线宜划分到系；影响线路方案的地层应划分到统；工点工程地质图宜划分到统；当构造复杂、地层受不良地质体控制时应划分到组，必要时可细分到段。

3.0.13. 对平面上工程地质条件有明显差别的场地或线路，宜进行工程地质分区或分段。

3.0.14. 有条件时，宜将工程地质测绘和岩土工程勘察的成果制成数据库或地理信息系统。

4 遥感解译

4.0.1. 遥感图像的工程地质解译，应根据地区特点、工程要求和勘察阶段，选用适宜的遥感图像种类和比例尺。

4.0.2. 遥感图像解译可应用于识别断裂构造、地层岩性、特殊岩土分布，地下水溢出带、富水带等水文地质特征，识别崩塌、滑坡、泥石流、岩溶、塌陷、流水侵蚀等不良地质现象，以及识别植被、水体污染、废弃物等生态和环境问题。还可利用不同时期的遥感图像对工程地质条件进行动态分析。

4.0.3. 遥感解译应在工程地质测绘前进行。遥感图像解译前，宜搜集不同地质体的光谱特征资料。解译工作应按照“工作准备、建立解译标志、初步解译、实地核对验证、修改补充解译标志和初译成果、详细解译和资料整编”的程序进行。解译工作应密切结合工程地质测绘工作开展，相互验证和补充。

4.0.4. 当需要时，可选用多片种、多层次的遥感图像进行综合解译。当必要时，可采用多时相的遥感图像进行动态解译。

4.0.5. 遥感图像解译应主要采用陆地卫星图像和黑白航空像片，必要时可采用彩色红外片、红外扫描片等片种。遥感图像宜采用计算机自动化、智能化处理等方法，突出有用信息，抑制干扰因素，提高解译质量和效果。

4.0.6. 遥感解译的成果应包括遥感图像工程地质解译图（底图可用影像图或地形图）、遥感解译说明书等。必要时，可编制卫星遥感图像略图或航空遥感图像略图。

5 工程地质测绘要点

5.0.1. 工程地质测绘时，宜先根据标准地层剖面测制地层柱状图，划分填图地层单位，并应符合下列要求：

- 1 地层柱状图的比例尺宜较工程地质测绘比例尺大 5~10 倍，对岩性简单地区可适当缩小，对工程有重要意义的软弱岩层和地质现象，应扩大比例尺或用符号表示；
- 2 实测地层剖面应选择在露头好、岩层出露齐全、构造简单、化石丰富的地段；
- 3 当露头不连续，或地层连续性受到构造破坏而需在测绘区以外或不同地段测量地层剖面时，各剖面的连接应有足够证据，必要时应布置勘探点查明；
- 4 测制地层柱状图时，应选择好“标志层”，划分好填图地层单位；
- 5 对各类岩土层，除进行一般描述外，应着重描述其工程地质特征；
- 6 对地质构造复杂或岩相变化显著的地区，应测制各代表性地段的地层剖面，编制地层对比表和综合地层柱状图。

5.0.2. 工程地质测绘方法应根据比例尺大小和地层、构造的特点确定。对中、小比例尺测绘宜采用横穿越法或界限追索法，或两种方法的组合；对大比例尺测绘宜采用全面查勘法。

5.0.3. 工程地质测绘应采用不小于工程地质测绘比例尺的符合精度要求的地形图。当地形图比例尺与工程地质测绘比例尺不一致时，应在图上注明实际的测绘比例尺。

5.0.4. 工程地质测绘的详细程度，应与所选用的比例尺相适应。相当于测绘比例尺图上宽度大于

2mm 的地质体和地质现象应予测绘。对水文地质和工程地质评价有重要意义的地质体和地质现象，即使在图上宽度不足 2mm，也应扩大比例尺表示出来，并注明其实际数据。

5.0.5. 地质点的布置应符合下列要求：

1 地质点应布置在地貌、地质构造、地层界限、标志层等地质界线，取样点和地质现象上。在岩相渐变、岩性单一或地质构造简单的地区，也应有适量地质点控制；

2 设置地质点的间距应保证地质界线在图上的精度，宜为相应比例尺图上 2~3cm，地质条件较简单的地区可采用 3~5cm。

5.0.6. 对露头少的地区进行大比例尺工程地质测绘时，应根据需要布置一定量的勘探工作，以揭露主要地质现象和地质界限。

5.0.7. 地质点可采用下列方法定位：

1 小比例尺工程地质测绘的地质点，可采用目测和罗盘仪交会定位；对可能影响工程地质评价的重要地质点，宜采用仪器定位；

2 中比例尺工程地质测绘中控制主要地质界线和地质现象的地质点，应采用仪器定位；

3 大比例尺工程地质测绘的地质点，应采用专门测量仪器定位；

4 地质点的定位也可采用精度与上述规定相当的全球定位系统(GPS)。

5.0.8. 工程地质图应按地质制图原则实地勾绘，如实反映客观情况。分组作业接图部位的地质界线应协调一致，当有重大出入时应现场共同核实。

5.0.9. 一般工程的地质剖面图可在地质图上切取。重要工程和地质条件复杂地段的剖面图应实测。

5.0.10. 野外记录应符合下列要求：

1 凡图上表示的地质现象和地质界限，都应有记录可查；

2 地质点的描述应在现场进行，并注意点间描述。除罗盘、地质锤、放大镜外，尚可采用回弹仪、点荷载仪等便携仪器测定岩土性质；

3 描述内容宜全面，又应重点突出。重要的地质现象应进行素描或照相；

4 地质点应统一编号，地质点记录应有专用卡片，文字和图形应清晰。

5.0.11. 工程地质测绘时，应采集有代表性的岩、土、水样进行鉴定、试验、分析。需要保持湿度和原状结构的岩土样品，应在现场及时封闭，防止脱水和扰动。试验分析的项目应根据工程要求确定。必要时，应采集化石标本和岩土样品进行年代鉴定。

5.0.12. 外业工作期间，应及时整理和分析资料，包括清绘地质底图，整理野外记录、标本、样品，编制各类分析图表等，并进行阶段性小结。

5.0.13. 工程地质测绘的野外记录应手工填写卡片，且宜将数据录为电子文本。成果资料宜包括实际材料图、工程地质图、工程地质分区图、地层柱状图、工程地质剖面图以及各种素描图、照片和文字说明等。

6 工程地质测绘内容

6.1. 地貌测绘

6.1.1. 地貌测绘应包括下列内容：

1 地貌（必要时包括微地貌）的形态特征和成因类型；

2 地貌与地层、岩性、构造、不良地质作用、第四纪地质、新构造运动等的关系；

3 确定工程场地所属的地貌单元。

6.1.2. 构造剥蚀地貌测绘宜包括下列内容：

1 地貌形态类型；

2 地貌成因类型；

- 3 山丘的相对高度和坡度；
- 4 地貌形态与新构造运动、剥蚀作用的关系；
- 5 与构造剥蚀地貌并存的局部堆积地貌的分布、类型和特征。

6.1.3. 山麓堆积地貌的测绘宜包括下列内容：

- 1 山麓堆积地貌的类型；
- 2 坡积裙、洪积扇、山前倾斜平原、山间洼地等的物质组成、相对高度和坡度，以及从上游到下游的变化规律；
- 3 冲沟、溪涧、泉、沼泽等地貌和微地貌形态。

6.1.4. 河谷地貌测绘宜包括下列内容：

- 1 河谷的横断面形态，横向坡度和变化；
- 2 河谷的纵向坡度和特征；
- 3 河谷阶地、河床、河漫滩、蛇曲、古河床、牛轭湖、三角洲等地貌特征和分布；
- 4 河流发育与地层、岩性的关系，河谷区崩塌、滑坡、泥石流等不良地质作用的分布；
- 5 河流发育与地质构造的关系；
- 6 河谷的切割程度；
- 7 河谷的发育阶段。

6.1.5. 河谷阶地测绘宜包括下列内容：

- 1 阶地的级数、高程和相对高度；
- 2 各级阶地的形态特征；
- 3 阶地的成因类型；
- 4 组成阶地的地层、岩性及其厚度；
- 5 河谷阶地上非河流相沉积物的分布；
- 6 结合河谷的结构、夷平面的发育等，分析阶地的形成年代和河谷地貌发育史。

6.1.6. 湖泊地貌和沼泽地貌测绘宜包括下列内容：

- 1 湖泊或沼泽的成因类型；
- 2 湖泊或沼泽的坡向、坡度和地形变化；
- 3 湖泊或沼泽的水位、水深及其季节变化，地表水与地下水的关系；
- 4 湖泊或沼泽沉积的地层结构和土质特征；
- 5 沼泽地的植物生长情况和盐渍化情况；
- 6 湖水或沼泽水的补给来源和排泄条件；
- 7 湖水或沼泽水的矿化度。

6.1.7. 海岸地貌和滨海地貌测绘宜包括下列内容：

- 1 海岸的类型；
- 2 海岸带和滨海地貌的形态特征；
- 3 海岸带和滨海地貌的发育历史、海陆变迁过程；
- 4 海岸阶地测绘调查可参照第 6.1.5 条的规定。

6.1.8. 黄土地貌测绘宜包括下列内容：

- 1 黄土塬、黄土梁、黄土峁的分布、高程、宽度、坡向、坡度、切割情况；
- 2 组成黄土塬、黄土梁、黄土峁的地层年代、黄土厚度和土质特征；
- 3 黄土峡谷、黄土冲沟、黄土斜坡的深度（高度）和稳定情况；
- 4 黄土漏斗、黄土天生桥、黄土陷穴、碟形洼地、黄土塌陷、黄土柱等地貌的分布、形态和成因。

6.1.9. 冲沟地貌测绘宜包括下列内容：

- 1 冲沟的规模和形态特征;
 - 2 冲沟两侧地层、岩性、卸荷裂隙、岩石风化、沟壁稳定情况, 沟壁洪水痕迹;
 - 3 沟口堆积物的分布、粒度、厚度、分层等;
 - 4 冲沟流域面积, 沟内水量、水质, 固体径流的季节和来源、数量估计;
 - 5 有冲沟横向变位时, 分析受活动断层走滑运动影响的可能性。
- 6.1.10. 岩溶地貌测绘应结合第 6.5 节的规定进行, 宜包括下列内容:
- 1 岩溶地貌的类型;
 - 2 岩溶微地貌;
 - 3 岩溶地貌形成与岩性、构造、地下水, 新构造运动的关系, 岩溶发育史。
- 6.1.11. 在现代冰川和第四纪冰川分布区测绘时, 应结合当地的气候和古气候、地形和地貌特征、现代和古雪线高程、物质成分和结构等进行综合调查, 注意冰碛和冰水堆积物与坡积、泥石流堆积的区别。宜包括下列内容:
- 1 冰斗、鳍脊、角峰、槽谷、溢口、悬谷、冰蚀洼地、羊背石、冰斗湖等冰蚀地貌的分布、高程、规模、形态, 槽谷的主谷和支谷的坡度, 冰川擦痕和磨光面的特征;
 - 2 终碛堤(终碛垅)、中碛垅、侧碛堤(侧碛垅)、鼓丘、蛇形丘、冰碛阜、冰前扇地、冰水台地等冰碛和冰水沉积地貌的分布、形态特征、组成物质的成分和结构;
 - 3 与冰川地貌有关的地质灾害, 如冰川泥石流等。
- 6.1.12. 沙丘和荒漠地貌测绘宜包括下列内容:
- 1 荒漠的类型;
 - 2 沙丘的形态类型和活动性, 沙丘的相对高度、规模大小, 砂的颗粒级配, 与沙丘伴生湖泊的分布和位置, 沙丘形态与风向、风力的关系, 活动沙丘的运动规律;
 - 3 风蚀地貌(雅丹地貌)的形态分布特征, 与风向、风力、流水作用的关系;
 - 4 风蚀洼地的形状、分布、高程、坡度, 与主要风向关系, 盐湖的范围和高程, 盐的成分, 组成风蚀洼地的地层结构。
- 6.1.13. 滑坡、崩塌、泥石流等不良地质作用形成地貌的测绘, 应结合第 6.6 节的规定进行。
- 6.1.14. 地貌测绘时, 除自然地质作用因素外, 尚应注意人为因素的影响。由人类活动形成的地貌, 应在进行现场测绘的同时, 调查工程建设的时间、施工方法和运营情况, 调查人类活动对自然地貌的影响。

6.2. 地层岩性测绘

- 6.2.1. 各类岩石的描述宜包括: 形成年代、成因类型、地层学名称、岩石名称、颗粒组成、颜色、矿物成分、结构和构造、坚硬程度、完整程度、风化程度、岩层厚度、岩相变化、岩组或层组特征、产状和接触关系等。
- 6.2.2. 沉积岩区测绘时, 应研究沉积环境、沉积韵律、单层厚度、层理特征、层面构造、化石, 以及岩层或层组特征。具体描述除符合第 6.2.1 条的规定外, 宜包括下列内容:
- 1 碎屑岩类: 碎屑成分、颗粒大小、形状、磨圆度、分选性、胶结类型、胶结物成分和胶结程度、层理特征、层面构造等;
 - 2 泥岩、页岩、粘土岩等泥质岩类: 颜色、层面构造、胶结情况、风化情况和工程开挖后吸水崩解、膨胀、失水干裂现象等;
 - 3 化学和生物岩类: 化学和矿物成分, 结晶情况, 特殊的岩石结构和构造特征, 层面特征、缝合线、岩溶现象等; 对含煤地层区应调查含煤层位和采空范围;
 - 4 对工程场地, 尚应着重描述软弱岩层或夹层的性状、厚度、层位、分布、接触关系等。
- 6.2.3. 岩浆岩区测绘时, 应研究其成因类型、产状、规模、次序、与围岩的接触关系。具体描述除

符合第 6.2.1 条的规定外，宜包括下列内容：

1 侵入岩：深成或浅成，所处的构造部位，与围岩的穿插情况，接触带和内外蚀变带特征，流线、流面、捕虏体，岩脉的分布、岩性、产状、厚度，与围岩的接触关系等；

2 喷出岩：岩性、岩相，原生和次生构造，原生节理，捕虏体，喷发或溢流形式，喷溢次数，间歇情况，喷溢环境，喷出岩层间的沉积夹层、凝灰岩是否蚀变等；

3 对工程场地，尚应着重描述侵入岩的边缘接触面（带），挤压破碎情况，岩脉和岩墙，蚀变带（软弱矿物富集带）；喷出岩的喷发间断、层间接触关系，蚀变带、风化壳、粘土夹层、砂砾石夹层等，凝灰岩的软化、崩解、膨胀等特征。

6.2.4. 变质岩区测绘时，应研究其产状、成因分类、变质类型、变质程度，特有的变质矿物和变质构造等。具体描述除符合第 6.2.1 条的规定外，宜包括下列内容：

1 片麻岩类：片麻状构造，软硬矿物的含量及其风化特性，岩体的均一性和变化规律，岩体结构特点；

2 片岩类：片理和原岩层理的产状，片理的发育程度，片岩的矿物组成，片状矿物的富集情况；

3 千枚岩、板岩类：原岩层理及产状、千枚状、片状或板状构造的发育情况；

4 块状变质岩类：岩石完整性，块状构造与片麻状构造的关系，大理岩的溶蚀和风化情况等；

5 混合岩类：混合岩化程度，混合岩类型，残留体的岩性和构造等，必要时进行混合岩带的划分；

6 对拟建工程场地，尚应着重描述软弱变质岩带、软弱夹层和脉岩特性；注意千枚岩、片岩、板岩的倾倒变形和软化、风化剥落等现象。

6.2.5. 第四纪地层和特殊岩土测绘应按第 6.7 节和第 6.8 节的规定执行。

6.2.6. 岩石的鉴定和描述可按现行协会标准《岩石与岩体鉴定和描述标准》CECS239 执行。

6.3. 地质构造测绘

6.3.1. 地质构造测绘宜包括下列内容：

1 褶皱和断层的分布、产状、形态、规模、类型、性质、组合形式、交切关系、构造线的走向及其所属大地构造单元或构造体系，各类构造的发育程度和分布规律；

2 节理的形态、类型和分布密度；

3 构造岩的类型和性质；

4 新构造运动和活动断裂的发育情况和活动年代，初步判定对工程的影响。

6.3.2. 褶皱测绘应包括下列内容：

1 褶皱类型、形态、两翼岩层产状；

2 组成褶皱的岩层年代、岩性、相变和两翼岩层厚度的变化，褶皱内部小构造特征；

3 褶皱的规模和组成形式，褶皱的形态特征，如梳状褶皱、叠瓦式褶皱等；

4 对工程场地，尚应调查褶皱轴部岩层的破碎和两翼层间错动发育情况，以及水文地质，工程地质特性。

6.3.3. 断层测绘应包括下列内容：

1 断层所处的位置、产状、规模和性质，延伸情况和力学关系；

2 断层破碎带、影响带的宽度及其变化，充填和胶结情况；

3 断层破碎带的构造分带性和断层岩的物质成分、结构，断层的力学性质；

4 根据断层两盘岩层层位、构造特征、擦痕方向和断层带劈理发育等，判断断层的相对错动方向和活动次数，并测定其断距；

5 断层切割的地层、岩脉，断裂间的相互切割关系，分析断层的形成时期和发育过程；

6 在造山带地区,除常见的脆性断层外,尚应注意调查造山带特有的韧性剪切带等构造特征;

7 对拟建工程场地,应着重调查区域性断层、活动断层、顺河大断层、缓倾角断层和层间错动带的分布,着重研究断层破碎带和影响带的宽度,构造岩特别是断层泥的水文地质、工程地质特性,断层产状、规模和性质在不同地段的变化,对缓倾角断层应研究其延伸长度、断层面起伏,构造岩的泥化程度和随深度的变化;

8 对活动断层的测绘调查应按第 6.3.4 条的规定执行。

6.3.4. 地质构造测绘时,应着重对新构造运动和活动断层的调查研究。宜包括下列内容:

- 1 新构造运动的地貌特征,如断层崖、断层三角面、冲沟走向的错位、洪积扇的迁移等;
- 2 活动断层的产状,水平和垂直断距;
- 3 活动断层带的破碎和胶结特征;
- 4 被活动断层错动的第四纪地层年代测定,确定其最新活动时限;
- 5 活动断层与区域构造、地震活动的关系。

6.3.5. 节理详细调查宜包括下列内容:

- 1 主要节理组数和各组节理相互切割关系,节理密集带的分布,必要时绘制节理玫瑰图;
- 2 节理面的形态特征,包括节理面粗糙、起伏、风化、蚀变等情况,可划分为明显台阶状、起伏粗糙、起伏光滑、平直粗糙和平直光滑 5 类;
- 3 节理的产状、节理间距、延伸长度、张开宽度、充填物性状和成分;
- 4 不同岩性、不同构造部位中发育规律及随深度的变化;
- 5 缓倾角节理的分布、产状、连续性、宽度、节理面的形态特征和充填物性质,与其他节理、断层的关系等;

6 劈理和片理的测绘调查尚宜包括:所处的构造部位、成因、产状、性质、频度、发育程度,与其他结构面的组合关系,劈理和片理带的分布等。

对小比例尺工程地质测绘,节理测绘可结合区域构造进行,宜了解主要节理的产状、性质、组数和密度。对中、大比例尺工程地质测绘,应结合拟建工程的位置,选择代表性地段详细调查,为研究岩体的结构、工程地质特性、工程场地的岩体稳定性、边坡稳定性、围岩工程地质分类等问题提供资料。

6.3.6. 结合地质条件与拟建工程的关系,地质构造测绘应着重下列内容:

- 1 在倒转构造地区是否存在缓倾角叠瓦式断层和飞来峰等现象;
- 2 软硬岩石互层地区的层间错动和破碎带情况,特别是层间错动主滑面的形态、构造岩类型和泥化程度,层间错动带与母岩成分和褶皱程度的关系;
- 3 脆性岩层局部地段可能出现的断层变窄或“尖灭再现”现象;
- 4 浅表层的板岩、片岩等的岩体蠕变与构造褶曲现象的区别;
- 5 断层产状、结构面组合形式及其与边坡稳定、工程场地稳定的关系。

6.3.7. 岩体结构和结构面的鉴定和描述可按现行协会标准《岩石与岩体鉴定和描述标准》CESE239 执行。

6.4. 水文地质测绘

6.4.1. 泉水测绘宜包括下列内容:

- 1 泉水出露位置、所处地貌部位、高程、流出方向;
- 2 泉水出露处的地层、岩性和地质构造;
- 3 泉水类型;
- 4 泉水流量及其季节变化;
- 5 泉水的物理性质、化学成分,可饮用性和受污染情况,温泉或热泉的水温等;

6 泉水沉积物的成分和特征。

6.4.2. 井水测绘宜包括下列内容：

- 1 水井的位置、所处地貌部位、井深和井口高程；
- 2 井壁和井底的岩性和地质结构；
- 3 井水位埋深、水位变幅和季节变化，与地表水体的关系；
- 4 根据水位降深及其恢复情况估算涌水量；
- 5 井水的物理性质、化学成分。

6.4.3. 对溪涧、河流、湖泊等地表水体，宜测绘其位置、分布范围、所在层位、流量、水位、水质及其季节变化，最高洪水位及其发生时间、淹没高程和范围，研究地表水与地下水的补给关系。

6.4.4. 泉水、井水和地表水均宜取样进行水质分析。

6.4.5. 根据对泉水、井水及地表水的测绘，初步确定地下水的类型，地下水位及其动态变化，补给、径流和排泄条件，初步评价地下水对工程和环境的影响。

6.5. 岩溶测绘

6.5.1. 岩溶测绘宜包括下列内容：.

- 1 可溶岩的时代、岩性、厚度、产状和分布，可溶岩与非溶岩的接触关系；
- 2 岩溶地貌特征和类型；
- 3 各种岩溶形态的分布、高程、规模；
- 4 地表残积红粘土的分布、厚度和遭受侵蚀的情况；
- 5 岩溶水文地质条件；
- 6 岩溶发育程度和发育规律。

6.5.2. 对岩溶洼地、漏斗、落水洞，应调查其位置、形状、规模，发育层位、岩性、构造条件和地貌部位，落水洞附近的地表水发育情况，下潜流量及其季节变化，各种岩溶形态的数量、密度及其空间分布规律，分析与岩溶地下通道的关系。

6.5.3. 对大型岩溶洞穴应进行专项测绘，宜包括下列内容：

- 1 洞穴位置、洞口和洞底高程，所在层位、岩性和构造发育情况；
- 2 洞穴形态，纵、横剖面特征，延伸和变化情况；
- 3 洞内地下水状况，洞内沉积物和堆积物的成分和性质，洞体的完整性和稳定性；
- 4 不同形态洞穴的数量和密度，成层情况，空间分布规律，洞穴垂直、水平方向的连通情况；
- 5 初步判定洞穴的形成时期。

6.5.4. 测绘岩溶泉出露的位置、高程，所处层位、岩性、构造条件，出水口的变迁，测定水温和流量，了解其动态变化。

6.5.5. 在地下暗河发育区，应测绘调查地表岩溶形态、岩溶泉出露位置与地下水系的关系。必要时对地下暗河进行专门调查，测定岩溶水流速、流量，编制-地下暗河分布图。

6.5.6. 在第四系覆盖的岩溶区，应测绘是否存在土洞和塌陷，土洞和塌陷发育的原因，地下水位升降、人工降水对土洞塌陷的影响，并预测今后的趋势和对工程的影响。

6.5.7. 岩溶测绘时应注意岩溶发育与下列因素的关系：

- 1 与岩性的关系：可溶岩与非可溶岩的边界，夹层特征等对岩溶发育的控制作用；
- 2 与地质构造的关系：岩层厚度和产状、背斜和向斜、断层和节理的产状、性质等对岩溶形态和发育方向的控制，后期构造对古岩溶的影响；
- 3 与地形地貌的关系：河谷区和河间地块区岩溶发育规律的对比，不同地形地貌条件和覆盖条件对岩溶发育的影响；
- 4 与新构造运动的关系：岩溶成层性与阶地或夷平面进行对比，并作相关性分析；

5 与水文网的关系：岩溶发育深度与地下水动力条件和排泄基准面的关系，基准面改变与地下水分水岭迁移的关系；

6 降雨量、气温、水的腐蚀性对岩溶发育的影响。

6.6. 不良地质作用和地质灾害测绘

6.6.1. 滑坡测绘宜包括下列内容：

1 滑坡体的位置、范围、地面坡度、相对高差，滑坡台阶位置、个数和宽度，滑坡壁、滑坡舌、滑坡洼地等的形态特征；

2 滑坡裂缝的分布、形状、性质、深度、延伸长度、充填情况，滑坡体上树木倾斜和建筑物破坏情况；

3 滑坡体所在层位、岩性、构造部位，结构面及其所起的作用，滑坡体的物质组成、原岩结构的破坏情况；

4 滑坡体厚度，滑动面位置、形态、擦痕分布，滑动带的物质组成、厚度、颗粒级配、矿物成分、含水状态和力学性质等；

5 滑坡地区的降水量分布、地表径流、地下水出露情况；

6 滑坡产生与强降雨、河流冲沟侧向侵蚀、水库蓄水、工程开挖等因素的关系；

7 滑坡体的边界条件、稳定性现状，滑坡体后缘山体的稳定性；

8 滑坡成因类型，可能的形成时期；

9 对拟建工程场地应着重分析滑坡体的稳定性、发展趋势和对工程的危害性。

6.6.2. 危岩和崩塌体测绘宜包括下列内容：

1 危岩和崩塌体的位置、高程、范围；

2 危岩和崩塌体的岩土类型、结构、块径大小和塌落的数量；

3 崩塌区的地形、地层、岩性和地质构造特征，结构面及其所起的作用；

4 崩塌类型、成因和形成时期；

5 对拟建场地应着重调查分析危岩的稳定性、发展趋势和对工程的影响。

6.6.3. 蠕动变形岩土体测绘宜包括下列内容：

1 蠕动变形岩土体的位置、分布范围、高程和形态特征；

2 蠕动变形岩土体所在的地层、岩性、地质构造和岩体结构；

3 蠕动变形岩土体的类型和成因；

4 对拟建工程场地应着重调查蠕动变形现象，对蠕动变形岩土体进行分带，分析蠕动变形岩土体的稳定性、发展趋势和对工程的影响。

6.6.4. 泥石流测绘的范围应包括全流域，宜包括下列内容：

1 泥石流的分布，历次发生的时间、频数、规模，暴发前的降雨情况和暴发后的灾害；

2 划分泥石流形成区、流通区和堆积区，形成区可能启动物质的特征和数量，流通区的纵横坡度，堆积区物质的粒径、层次、厚度和范围；

3 泥石流的类型、泥石流的流体性质，沟谷形态、比降；

4 泥石流流域的地貌形态特征、地质条件；

5 岩石风化、滑坡、崩塌等地质作用，植被情况，开矿和建筑弃渣、修路切坡、砍伐森林、陡坡开荒、过度放牧等人类活动对泥石流发育的影响；

6 泥石流流域面积，冰雪融化和暴雨强度，降雨持续时间，一次最大降雨量，流域的汇水面积，平均和最大流量，地下水的活动情况；

7 对拟建工程场地应着重调查附近的泥石流，根据形成条件和历史活动规律，分析其发展趋势，重新活动可能性和对工程的影响。

6.6.5. 侵蚀卸荷带测绘宜包括下列内容:

- 1 卸荷裂隙的分布、形成年代和采挖方法,卸荷裂隙产状、宽度、间距、延伸方向和充填情况,卸荷裂隙与构造裂隙的关系;
- 2 卸荷带与地貌、地表水侵蚀、工程开挖的关系;
- 3 卸荷带深度的初步估计;
- 4 卸荷带对工程影响的初步评价;
- 5 河谷深度、坡度与卸荷裂隙的关系。

6.6.6. 采空区和人工洞穴测绘宜以调查和搜集资料为主,必要时辅以物探,宜包括下列内容:

- 1 采空区和人工洞穴的形成年代和采挖方法;
- 2 采空区和人工洞穴的范围、深度,采空或洞穴的高度;
- 3 采空区和人工洞穴的塌落和积水情况;
- 4 采空区和人工洞穴的地面塌陷、台阶和地裂缝特征;
- 5 划分采空区的中心区、内边缘区和外边缘区;
- 6 对采空区和人工洞穴的稳定性进行初步评价。

6.6.7. 地裂缝测绘宜包括下列内容:

- 1 地裂缝的成因、形成年代、目前活动性;
- 2 地裂缝的延伸方向和形态(直线形、雁行形、弧形、环形等);
- 3 地裂缝的长度、宽度,两侧的垂直和水平错动距离;
- 4 地裂缝对建筑、道路、管道的破坏现象,对拟建工程影响的评价。

6.7. 第四系测绘

6.7.1. 进行第四系工程地质测绘时,宜充分利用测区的天然剖面 and 已有的钻孔资料和土质分析结果,以目测为主。必要时可开挖一定数量的探坑、探槽,建立代表性第四纪地层岩性剖面,取一定数量的样品进行试验室分析。

6.7.2. 第四系工程地质测绘宜包括下列内容:

- 1 地层年代;
- 2 地层成因、类型、分布、厚度;
- 3 地层的宏观结构和物质成分;
- 4 岩土的物理性质和工程特性;
- 5 对拟建工程场地宜着重描述软土、红粘土、分散性土、膨胀性岩土、湿陷性土、盐渍土、冻土、松散堆积层的性质、厚度、分布及其埋藏情况等。

6.7.3. 第四系的年代,宜按下更新统(Q1)、中更新统(Q2)、上更新统(Q3)、全新统(Q4)划分。

当工程需要且有条件时,第四系地层的年代尚可在以上基础上细分。

6.7.4. 第四系可按成因划分为:残积、坡积、崩塌堆积、泥石流堆积、冲积、洪积、沼泽沉积、湖相沉积、海相沉积、冰碛、冰水沉积、风积、火山沉积、生物沉积、化学沉积、人工堆积等。

6.7.5. 第四系工程地质测绘时,应注意观察描述下列宏观结构:

- 1 层理、夹层、透镜体;
- 2 交错层、斜层理;
- 3 古土壤和古剥蚀面;
- 4 大孔隙、各种成因的洞穴;
- 5 卸荷裂隙、收缩裂隙、塌陷裂隙、崩塌裂隙、滑坡裂隙等;
- 6 断层和构造裂隙;
- 7 滑动面;

- 8 结核、铁盘和钙质胶结层（钙盘）；
- 9 火山堆积物、火山岩；
- 10 其他。

6.7.6. 第四系工程地质测绘在描述土的宏观特征、物质组成、物理性质和工程特性时，宜着重下列内容：

- 1 粗粒土的颜色、颗粒组成、颗粒形状、分选程度、母岩成分、磨圆程度、风化程度、含细粒土情况、密实度、胶结物和胶结程度等；
- 2 细粒土的颜色、湿度、可塑性、状态，摇震反应、干强度、韧性等；
- 3 含盐成分和含盐量，盐分随深度的分布，盐壳的分布和性状；
- 4 有机物含量和有机物的分解程度，沼气等可燃气体的分布；
- 5 对可能是特殊土的第四纪沉积物，应注意湿陷性、胀缩性、崩解性、可溶性等不良工程特性。

6.8. 特殊岩土测绘

6.8.1. 黄土区工程地质测绘宜包括下列内容：

- 1 黄土的地貌形态，形成年代、厚度、成因类型、分布规律；
- 2 黄土节理、古土壤、钙质结核的特征和分布；
- 3 黄土窑洞、陷穴，冲沟，崩塌，滑坡，湿陷洼地、地裂缝等不良地质现象；
- 4 地面水的聚积和排泄条件，引水灌溉渠道稳定情况和湿陷变形；
- 5 地下水的深度，季节变化，升降趋势，开采情况，毛细管上升高度；
- 6 古墓、废井、地道、砂巷等人为坑穴的特征和分布；
- 7 已有黄土边坡的坡形、坡比和稳定情况；
- 8 黄土的颗粒组成、物理力学性质，自重湿陷性和非自重湿陷性评价；
- 9 工程湿陷实例和边坡失稳实例，工程经验。

6.8.2. 膨胀土和膨胀岩区的工程地质测绘宜包括下列内容：

- 1 膨胀土和膨胀岩的年代、成因、厚度和分布规律；
- 2 岩土体裂隙的类型、特征和分布；
- 3 微地貌特征；
- 4 已有建筑、边坡、地坪、场道、路堤、水工构筑物等的破坏情况和原因分析；
- 5 膨胀势判别，工程和边坡问题预测。

6.8.3. 软土区工程地质测绘宜包括下列内容：

- 1 软土名称；
- 2 软土的成因类型、分布；
- 3 软土的宏观特征；
- 4 软土的有机质含量及其分解程度，沼气情况；
- 5 软土的含水量及其他物理力学性质；
- 6 除观察调查外，宜根据需要进行适当的钻探、取样试验、静力触探等；
- 7 软土区的工程变形情况和工程经验。

6.8.4. 盐渍土和含盐岩石区工程地质测绘宜包括下列内容：

- 1 盐渍土和含盐岩石的地层时代、成因类型；
- 2 盐渍土和含盐岩石的宏观特征；
- 3 盐渍土和含盐岩石的含盐量和盐的成分；
- 4 盐渍土和含盐岩石的厚度，含盐量沿水平方向和沿深度的变化；

- 5 盐渍土和含盐岩石的溶陷性、盐胀性和腐蚀性；
- 6 盐渍土和含盐岩石对工程的影响。

6.8.5. 红粘土区工程地质测绘宜包括下列内容：

- 1 红粘土的类型、厚度和母岩成分；
- 2 红粘土的分布特点，裂隙的特征和分布；
- 3 红粘土的工程性质及其随深度的变化；
- 4 当地对红粘土的工程经验。

6.8.6. 多年冻土区工程地质测绘宜包括下列内容：

- 1 多年冻土的类型；
- 2 多年冻土的上限深度（季节融化层厚度）和下限深度；
- 3 不良冻土现象的类型、成因和分布；
- 4 季节融化层和冻土层的成分和性质，季节冻结深度，地下冰的分布；
- 5 多年冻土区的水文地质条件；
- 6 多年冻土对工程的影响和工程经验。

6.8.7. 风化岩和残积土工程地质测绘宜包括下列内容：

- 1 风化岩和残积土的颜色、结构和构造，风化裂隙发育情况、充填物及其性质，风化蚀变的次生矿物等；
- 2 风化岩和残积土的工程特性、母岩成分；
- 3 风化岩的分布和形态特征；
- 4 风化程度分带，可分为未风化、微风化、中等风化、强风化、全风化和残积土；
- 5 对易风化岩石，应注意开挖暴露后的风化特征，对工程和环境有危害的易风化岩应进行专门的试验研究。

6.8.8. 冰碛物和冰水沉积物工程地质测绘宜包括下列内容：

- 1 冰碛物和冰水沉积物的分布高程、所处地貌单元、物质来源；
- 2 冰碛和冰水沉积的地貌形态；
- 3 冰碛物和冰水沉积物形成的地质年代、冰期；
- 4 冰碛物和冰水沉积物的颜色、颗粒成分和分选特征；
- 5 冰碛物和冰水沉积物的胶结物和胶结程度；
- 6 冰碛物中漂石表面的擦痕、磨光面和凹坑的特征；
- 7 与冰碛物和冰水沉积物有关的地质灾害和工程问题。

7 资料整理和成果验收

7.0.1. 工程地质测绘外业结束后，应立即进行资料整理。资料整理应包括下列内容：

- 1 整理野外地质记录和原始资料；
- 2 修正补充航空摄影像片、卫星图像、近景摄影等遥感技术资料；
- 3 整理勘探和试验资料；
- 4 编绘各种综合分析图表；
- 5 整理标本、素描图、照片和摄像资料等。

7.0.2. 工程地质测绘报告或工程地质测绘说明书应包含下列内容：

- 1 任务要求；
- 2 完成工作量；
- 3 自然和地质概况；

- 4 工程地质和水文地质特征;
- 5 对场地或线路工程地质条件的初步评价;
- 6 天然建筑材料的赋存状况;
- 7 存在问题和对下一步勘察工作的意见。

7.0.3. 工程地质测绘宜编制下列图件:

- 1 实际材料图;
- 2 地层柱状图;
- 3 工程地质图或工程地质分区图;
- 4 地质或工程地质剖面图;
- 5 节理、裂隙统计图(表);
- 6 探槽(坑)展示图(编录);
- 7 需要编制的其他图件。

7.0.4. 在资料整理过程中,对疑难的地质问题和有争议的重大地质问题,应进行野外复查,现场讨论和必要的补充测试,以求合理处理。

7.0.5. 经过整理和检查的资料,应准确、可靠,并按有关制度的规定,逐级审签、验收。成果验收工作应根据勘察任务书或工程地质勘察大纲、工程地质测绘工作计划和相关标准的要求进行。

7.0.6. 成果验收时应评定下列主要内容:

- 1 地质测绘采用地形图的精度;
- 2 地质点布置的合理性;
- 3 抽查部分重要地质点,检查野外描述内容的真实性和全面性;
- 4 图件内容的准确性和合理性;
- 5 工程地质测绘报告的文字、结构,分析结论的正确性。

本标准用词说明

- 1 为便于在执行本标准条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：
 - 1) 表示很严格，非这样做不可的：
正面词采用“必须”；
反面词采用“严禁”。
 - 2) 表示严格，在正常情况下均应这样做的：
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”。
 - 4) 表示有选择，在一定条件下可以这样做的：
正面词采用“可”；
反面词采用“不可”。
- 2 条文中指定应按其他有关标准执行时，写法为“应按……执行”或“应符合……的要求（或规定）”。非必须按所指定的标准执行时，写法为“可参照……执行”。

中国工程建设协会标准

工 程 地 质 测 绘 标 准

CECS238: 2008

条文说明

目 次

条文说明.....	19
1 总则.....	19
2 术语.....	19
3 基本规定.....	20
4 遥感解译.....	22
5 工程地质测绘要点.....	23
6 工程地质测绘内容.....	23
6.1 地貌测绘.....	23
6.3 地质构造测绘.....	24
6.6 不良地质作用和地质灾害测绘.....	25
6.7 第四系测绘.....	26
6.8 特殊岩土测绘.....	27

中国工程建设协会标准

工程地质测绘标准

CECS238: 2008

条文说明

1 总则

1.0.1 由于历史的原因，我国各行业已各自形成了一套技术标准体系。工程地质勘察与岩土工程勘察方面的标准重复、交叉，矛盾很多，与社会主义市场经济的发展很不适应。工程地质测绘是各类建设工程勘察的基础性、先导性工作，对后期勘察工作有十分重要的作用。目前，除水电、水利已有地质测绘的行业标准外，其他各行业均无相应的标准。考虑到工程地质测绘的原理和方法各行业是一致的，故编制本《标准》作为各类建设工程进行工程地质测绘的共同规则。本《标准》既可直接应用，也可作为编写有关行业和地方标准的模板。

编写本标准时采取了以下原则：一是通用性，适用于从事工程地质测绘的各行业，规定了各行业的共性要求；二是只规定基本要求，更具体的技术要求由各行业和地方标准规定；三是可选择性，可根据需要选择地采用。

近年来遥感技术、GPS 技术和 GIS 技术发展很快。为了适应新技术的发展，本标准适当加强了这方面的规定，并将遥感解译专列为一章。

第四系和特殊岩土分布区的工程地质测绘常常被忽视，而实际上，第四系和特殊岩土对工程建设十分重要，故本标准各专设一节。

1.0.2 由于本标准是各类建设工程从事工程地质测绘的共同规则，故原则上适用于建筑，水利、水电、铁道、公路、水运、能源、长输管道等各类土木工程的工程地质勘察或岩土工程勘察。本标准规定的是工程地质测绘的共性要求，各类建设工程的特殊要求可在相应的标准中作出规定。

2 术语

3.0.1 工程地质测绘是运用地质学和工程地质学原理，通过直接观察和其他辅助手段，将与建设工程有关的地质信息按规定精度绘制在设定比例尺的地形图上，形成完整的技术文件。这个定义包含了三层意思：首先是以地质学和工程地质学的原理为指导，否则无法识别与建设工程有关的地质信息。其次，工程地质测绘最主要的也是目前最常用的手段是地面直接观察和描述。当然还有辅助手段，如传统的地质锤、放大镜、罗盘以及回弹仪、点荷载仪等便携仪器，以及现代化的数字测图、全球定位系统、遥感等，必要时还需采用剥土、浅井、槽探，但总是离不开地面直接观察。再次，一定比例尺的工程地质图是工程地质测绘成果的主要表达形式，描述、照像、素描、录像等是工程地质图的辅助形式。还需编写文字报告或文字说明，形成完整的技术文件。传统的野外直接填图，现代化的数据库和地理信息系统，都是如此。目前，在实际工作中仍以采用传统手段为主，随着科技的进步，工程地质测绘将走向数字化、信息化，使数据获取的速度大大加快，数据的质量不断提

高；使信息量大大丰富，信息资源共享。但归根到底，离不开地质学和工程地质学原理，离不开直接观察，离不开以一定比例尺的工程地质图为主要表达形式。

工程地质测绘是一种基础性的、先导性的勘察方法。在规划和可行性研究阶段是主要手段，在初步设计和施工图阶段要做大比例尺的测绘。施工阶段的基坑地质展视图也是一种特殊形式的工程地质测绘。

3.0.2 无论航天遥感、航空遥感或陆地遥感，获取的图像即使经过数字化、预处理、融合、配准、精度校正等处理，表达的到底是什么工程地质信息，仍需有一个复杂的技术处理和复杂的认知过程，才能成为工程地质人员可读的工程地质图件。这个复杂的认知过程称为遥感解译。

2.0.4 大比例尺工程地质测绘在确定填图单位时，一般首先按地层学的原理和方法划分到“组”或“段”，再按岩土的工程特性细分为“工程地质单元体”。对于沉积岩、火山岩、沉积土，一般称为“层”，“层”以下还可分“亚层”，作为岩土工程分析的基本单位。这种“层”和“亚层”，与地层学中的“层”有所不同，它更注重工程特性。一般岩性相近，工程特性指标虽有或大或小的离散性，但可视为同一统计学“母体”，有其指标的“代表值”（平均值、标准值等）。对风化岩和变质岩一般称“带”，侵入岩称“段”，与地层学中的“段”、“时间带”当然也不是一回事。工程地质单元体的均质程度差别很大，有的比较单纯，有的比较复杂，有的是呈两种或两种以上岩性的“综合体”（层组）。如沉积岩和沉积土中的互层、夹层、透镜体，岩浆岩中的捕虏体，混合岩中的眼球状、肠状、带条状岩体，风化岩中的孤石等。划分工程地质单元时，特别是呈“综合体”状的复杂岩体，归并还是分开，要视测绘比例尺的大小，岩土体的具体情况和工程要求而定，这是一件重要而细致的工作。

2.0.5 断裂、地震、崩塌、滑坡、泥石流、岩溶、侵蚀卸荷、潜蚀等，一般称为“不良地质现象”。其实，现象只是地质作用的表现，工程地质测绘时不仅要描述现象，而且要研究其演化过程和内在规律，如称为“不良地质作用”则更确切。

2.0.6 地质灾害都是由不良地质作用包括人为地质作用引发，二者关系十分密切。地质灾害可造成重大人员伤亡、经济损失和环境改变，在工程地质测绘时应特别注意。

2.0.7 工程地质条件定义为与建设工程有关的地质要素的综合。因此，工程地质条件是个综合概念，不是指任何单一要素。

2.0.8 分析工程地质问题，就是分析建设工程与工程地质条件之间相互作用和相互制约的机制和过程。要根据影响因素、边界条件进行定性分析，并在此基础上进一步利用参数计算进行定量分析，以明确作用的强度 and 问题的严重程度，发生和发展的进程，并预测施工和运行过程中这种作用的影响，做出评价和结论。还要参与制订防治措施，以保证工程安全和消除对环境的危害。

3 基本规定

3.0.1 勘察阶段的划分，各行业不尽相同。新建铁路按踏勘、初测、定测、补充定测开展工作，并与预可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图四个设计阶段相适应；水利水电分为规划、可行性研究、初步设计、技施设计四个勘察阶段；建筑工程分可行性研究（选择场址）、初步勘察（对应于初步设计）、详细勘察（对应于施工图设计）三个阶段，当场地复杂或有特殊要求时，还进行施工勘察；冶金、有色金属、公路、港口的勘察阶段划分与建筑工程相似；核电厂则分为初步可行性研究、可行性研究、初步设计、施工图设计、工程建造五个阶段。因此，本条很难确切表述工程地质测绘应在哪一阶段进行。但是，工程地质测绘是工程勘察的先导性工作，总是在初期勘察阶段进行。具体哪一勘察阶段应按各行业采用的有关标准执行。

3.0.8 现行的各种工程地质或岩土工程勘察规范，在工程地质测绘方面一般限于采用传统的现场测绘方法，虽有一些遥感技术应用的规定，但都很简略。为了提高工程地质测绘的质量和效率，积极

采用新技术,本标准中加强了对遥感技术(RemoteSensing,缩写RS)、全球定位系统(GPS)和地理信息系统(GIS)的应用规定,提倡地面地质测绘与遥感技术、全球定位系统(GPS)和地理信息系统(GIS)相结合。

3.0.9 通过对传统地层学和现代地层学的研究,张守信认为,传统地层学注重研究地层的地质时间顺序,强调地层划分的时间统一性、时间同时性,主张“时空岩统一性”,即同一地层在时间上都是平行的。认为岩石地层的划分只是确定正统地层的初步阶段或预备阶段,是辅助性的划分方法。一旦弄清了地质年代,就会将其并入到正规的、统一的地层单位中去。传统地层学强调“叠覆原理”,“千层饼式的垂向堆积过程”,不注意侧向堆积过程和“穿时普遍性原理”。传统地层学强调地层单位的统一大排列,即“界、系、统、阶、群、组、段、带”。

现代地层学认为,地层的时间顺序固然重要,但岩石特征、所含生物、物理特性以及其他属性也十分重要,主张多重地层划分概念。认为一种特征的变化不一定非和另一种特征的变化一致不可。常用的是岩石地层单位、生物地层单位、年代地层单位三类。现代地层学注意侧向堆积过程,注意“穿时普遍性”。认为岩石地层单位是客观的存在,具有稳定性,不易随着研究的深入而变化,应当是地质制图的基本单位,不必用地质年代的概念修改岩石地层单位,更不应将其肢解。现代地层学将岩石地层单位用“群、组、段”表示;生物地层单位用“组合带、顶峰带、延限带等”表示;而年代地层单位用“界、系、统、阶、时间带”表示。

由上可知,现代地层学是传统地层学的发展,不仅内容更丰富、更科学、更切合实际,而且对某些僵化的传统观念予以否定,对实际工作带来更多的方便和更多的灵活性。进行工程地质测绘时,鉴定地层的确切年代,怎样和标准地层对比常常是个大难题。即使同一单位做的勘察,后阶段否定前阶段也是常有的。这样不免带来一些混乱。现代地层学将岩石地层作为重要的一类划分方法,这类划分以客观的岩土特征为依据,不易被后人否定,稳定性很强。而且工程地质和岩土工程最重视岩土特性,对时间上的统一性一般不十分强调。鉴于我国目前尚无地层划分标准,建议“界、系、统”采用统一的标准化年代地层系列。“统”以下,与年代地层对比时用“阶、时间带”;与岩石地层对比时用“群、组、段”。

3.0.11 地层代号对建立数据库和地理信息系统极为重要。工程地质数据最基本的是地层,地层数据具有空间属性,如果地层的代号、代码都是唯一的,计算机就好组织了。因此建议凡已有统一名称和统一代号的地层单位,采用统一名称和统一代号。组以下无统一名称和代号的,对城市、大面积工程和长距离线路,必要时由有关部门在已有标准化地层划分的框架下细分,并规定本地区的地层名称和代号,以利建立数据库或GIS。对小工程或大工程中的工点,必要时可再细分,根据本工程或本工点出现的地层排序。

下一级必须受上一级约束,在上一级划分的基础上细分,形成科学有序的地层体系,以利计算机组织数据。

4.0.13 面积较大的拟建工程场地或较长的拟建线路,往往跨越几个不同的地貌、地质单元,具有明显不同的工程地质条件。工程地质测绘时,可进行工程地质分区,还可根据具体情况多级分区。分区时应考虑地形地貌、地质构造、地层岩性、水文地质条件、抗震场地类别、岩土工程特性指标等多种因素,综合确定。一级分区一般以地貌为主要标志,因为地貌界线常与地质构造界线、基岩与第四系界线、不同成因类型岩土分界线等一致。二级分区一般以岩土类型为主要分区因素。三级和三级以下一般根据岩土工程特性指标或其他因素。分得较细时,除测绘成果外,常需结合勘探、试验成果综合考虑。

4.0.14 地理信息系统是与地理分布有关的空间信息系统,是一套有组织的硬件、软件、空间数据、属性数据的集合,目的在于有效地采集、存储、更新、分析、显示各种与地理有关的信息。凡与空间位置有关的领域,地理信息系统都有用武之地,现已广泛用于资源、环境、土地、城市、公共设施、军事等领域。工程地质和岩土工程的数据离不开空间位置,地理信息系统已开始应用,有广阔

的前景。

我国经几十年的工程勘察，许多城市、大型工业基地、大型水利水电工程、铁路、公路，积累了大量工程地质资料，但由于管理与体制的原因，其利用却十分有限，新工程的勘察往往还得从头做起。为了利用这些资料，一些城市建立了数据库，近年来正在向地理信息系统(GIS)发展。数据库和地理信息系统用作档案查询并不难实现，而要将各个工程的信息联系起来，要将整个区域或城市的工程地质信息有机地组织起来，用以推断未知地点的信息，真正实现的至今还很少。从 GIS 技术来看已没有障碍，问题主要在于工程地质数据的系统性和标准化。已经标准化的地层划分（系、统、阶、组、段）没有问题；再往下按岩性细分，由于缺乏标准化，可能造成数据混乱。为了解决这个问题，工程地质（岩土工程）和地理信息系统两个专业的人员应结合起来，共同努力，在工程地质数据的系统化、标准化方面做大量的基础性工作。

4 遥感解译

4.0.2 遥感技术按其承载平台分类包括航天遥感、航空遥感和地面遥感。目前，航天遥感摄影比例可达 1/500，最高分辨率达 0.6m,分辨率 2.5m 已很常用，而且已经商业化，可以通过代理商直接订购。航空遥感的发展也很快，最高地面分辨率已达 0.1m，并开发了数字航空摄影、机载激光三维扫描系统、低空遥感图像获取等新技术，与 GPS 等配合，技术日新月异。在遥感信息处理方面，包括预处理、融合、配准和精纠正，不同传感器获取图像的集成处理，蕴含信息的自动化、智能化识别和提取，以及遥感处理软件系统方面，都有了长足的进步，而且，具备图像处理能力的单位已经相当多。

传统的遥感技术在工程地质测绘中的应用已相当广泛，尤其在高山峡谷、沙漠、荒漠地区，已成为工程地质测绘中必不可少的技术手段。主要用于宏观工程地质条件分析和指导地面地质工作，可以减少盲目性，大幅度提高测绘质量。主要用在铁路、公路、长距离管线、流域水电梯级开发、跨流域调水、大型水利水电枢纽和水库区等工程中，在地形复杂、交通不便的地区更显出它的优势。遥感影像能揭示有用的地质、地貌、岩土、水文地质信息，例如，从遥感容易识别的沙丘、洪积扇、冲积阶地、岩溶，滑坡、泥石流等地貌，即可推断岩土类型是松砂、洪积物、冲积物和石灰岩。格状、环状、平行的水系，很可能受某种构造控制，存在褶皱、断层和新构造运动；从冲沟和边坡的形状可以推测黄土、膨胀土、砂土等土的类型，从水系的纹理粗细可以推测岩土的透水性，从植被可以推测某种水文地质条件等等。当然，遥感也有局限性，某些现象可能多解和难以分辨，甚至是假象，故必须有地面地质工作作为现场校核。

4.0.3 本条规定了遥感应用应遵守的程序，强调了与实地工程地质测绘相结合，还强调了遥感解译应在实地工程地质测绘前提前安排。有两个原因：一是遥感技术准备工作量大，搜集遥感图像资料颇费时日，有时还需预订，需进行计算机图像处理。解译工作量也较大，需逐张进行。二是遥感解译成果要起到指导实地工程地质测绘的作用，必须提前将解译成果准备好才能做到，否则达不到预期的效果。

4.0.4 、4.0.5 目前，铁路勘测采用的片种主要是全色黑白航空片，分辨率为 30m 的美国陆地卫星 TM 图像和分辨率为 15m 的 ETM 图像，其他片种则根据需要应用。分辨率为 10m 的 SPOT 图像还用得很少，分辨率为 1m 的 IKONOS 图像至今未用。目前，解译方法已从立体镜目测过渡到数字图像解译，但图像辨认仍以静态和定性为主，正向动态和定量发展。进入应用阶段的主要是新线勘测的前期和既有线路地质灾害的调查和成图，正逐渐应用到新线勘测的后期和施工阶段。由于分辨率的大幅提高，多种遥感手段和多片种的配合，图像处理和自动识别能力的提高，以及与 GPS、GIS 的配合，遥感技术将会得到更广泛而有效的应用。

5 工程地质测绘要点

5.0.1 测绘地层柱状图，划分填图的地层单位，是工程地质测绘的先导性工作，做好与否，对全面开展工程地质测绘有很大影响。包括标志层的选定，确定地层的先后次序，有关地层的识别等，一定要花力气做准做细，这对下一步全面开展工作将有事半功倍之效。

5.0.2 工程地质测绘的方法，应根据测绘比例尺的大小和地质构造的特点灵活选用。大比例尺和复杂场地的测绘，一般利用密集的地质点全面查勘，使地质现象不致遗漏。中小比例尺和构造简单场地的测绘，常用横穿越法或界线追索法，或两者相组合。一般在沉积岩分布区采用横穿越法效率较高。当地层相变较大，构造复杂，或需要查清一些重要地质问题时，可采用界线追索法。岩浆岩分布区地质界线走向不定，一般采用界线追索法。

5.0.3 为保证工程地质测绘的质量，常用较大比例尺的地形图。例如，可用比例尺为 1:5000 的地形图填图，缩成 1:10000 的工程地质图。如未缩制，图面仍为 1:5000，而精度为 1:10000，则应予注明。

5.0.4 传统的地质测绘，定位主要依靠地形、地物，靠目测、罗盘等简单工具，比较粗糙。精度要求高的大比例尺测图，需经纬仪、平板仪定位，效率很低。现在全球定位系统(GPS)已经普及，从而大大提高了地质测绘的精度和效率。据中兵勘察院的经验，目前手持 GPS 接收仪的定位精度约 5~10m，只要技术措施适当，可以满足 1:5000 工程地质测绘对地质特征点定位的精度要求。加上掌上电脑的配合，可直接输入各种地质数字化信息。GPS 还可与遥感配合，与 GIS 联接，使地质测绘从信息获取到制图全过程数字化、信息化。

6 工程地质测绘内容

6.1 地貌测绘

6.1.2 构造剥蚀地貌是由于褶皱、断裂或地壳缓慢升降等构造运动和剥蚀作用形成的地貌。一般绝对高度大于 500m，相对高度大于 200m 的称山地；低于这个高度的称丘陵。山地又可分为高山、中山和低山。山地或丘陵经长期剥蚀成为夷平面或准平原，个别

地段还有坚硬的小丘，称剥蚀残山。相对高度较大的场地一般不利于工程建设；丘陵和局部有堆积地貌的地段，水文地质和工程地质条件一般比较复杂。

条文中的地貌形态类型包括山地、丘陵、剥蚀残山、准平原等；地貌成因类型包括断块山、褶皱山、单斜山、褶皱断块山、夷平面等。

6.1.3 山麓堆积地貌在我国分布较广，测绘时值得注意的是物质组成的变化规律。一般接近山口（上游）颗粒较粗，多块石、漂石、卵石、碎石，离山口越远越细，至洪积扇或山前斜地边缘则以粘性土为主。地下水位一般上游深，下游浅，有的地方出露为泉。有的山前斜地下埋藏自流水。

本条中的山麓堆积地貌类型包括坡积裙、洪积扇、山前倾斜平原等。

6.1.4、6.1.5 河谷和阶地包括侵蚀地貌和堆积地貌，是工程地质测绘最常见的地貌，地貌形态多种多样。上游、中游和下游差异很大，上游多侵蚀地貌，下游多堆积地貌。工程地质测绘时应特别注意研究河流发育与地层、岩性、新构造、不良地质作用的关系，确定阶地的类型、级数、高程和物质组成，以利选定工程场地或路线。

第 6.1.4 条中的河谷横断面形态包括对称谷、不对称谷、阶梯形谷，V 形谷、U 形谷等；纵向特征包括急流、验滩、跌水、瀑布等；

河流发育与地质构造关系包括纵向谷、横向谷、斜向谷、背斜谷、向斜谷、单斜谷、断裂谷等；

河谷的切割程度包括隘谷、嶂谷、峡谷、宽谷等；河谷发育阶段一般分为青年期、壮年期、老年期。

第 6.15 条中的阶地成因类型包括侵蚀阶地、基座阶地、堆积阶地等，河谷阶地上非河流相沉积物包括冰碛、冰水沉积、风积等。

6.1.6 沼泽也称湿地，保护湿地对保护生态环境有重要意义。

条文中的湖泊或沼泽成因类型包括断陷湖、冰川湖、火山湖、泻湖、牛轭湖、内陆湖、湖泊洼地沼泽、分水岭沼泽、山间泉边沼泽等；湖泊或沼泽沉积的地层结构和土质特征包括薄层状结构，纹泥状结构、带状粘土、淤泥和淤泥质土、泥炭和泥炭质土、盐渍土等。

6.1.7 本条中的海岸带和滨海地貌形态特征包括海蚀悬崖、潮间带、沙坝、沙堤、沙嘴、海滩、贝壳堤、海蚀阶地、海积阶地、滨海平原、泻湖、海滨沼泽等。

6.1.8 黄土冲沟和陡崖常有垂直节理，地下水位低，地貌独特。

调查黄土地貌和微地貌有助于确定黄土的年代、成因、分布和湿陷性质。坡脚常有新近堆积黄土，碟形洼地常标志着自重湿陷。

6.1.9 活动断裂新近的走滑运动，可使冲沟发生横向变位，是确定新近发生断裂活动和活断层位错方向的重要证据，应予注意。

6.1.10 本条中的岩溶地貌类型包括峰林、石林、岩溶盆地、暗河、岩溶准平原等；岩溶微地貌包括落水洞、竖井、漏斗、溶洞、溶沟、溶槽、石芽、土洞、土洞塌陷等。

6.1.11 冰川地貌包括冰蚀地貌和冰碛地貌两大类。

冰斗、鳍脊、槽谷(U 形谷)、冰蚀洼地等属于冰蚀地貌。在终年积雪的山谷，经冰川刨蚀，形成三面为陡崖，一面为出口的洼地，称为“冰斗”，是冰川的物质供应地。当天气变暖，冰雪融化，可形成“冰斗湖”。冰斗湖被碎屑物质充填，可形成湿地。“槽谷”是冰川移动的山谷，因强烈的底蚀和侧蚀，横断面呈 U 字形，常有明显的擦痕和磨光面，纵断面常成台阶状，坚硬岩石成为“羊背石”，主谷常将支谷尾部切去，形成“悬谷”。由于冰川强大的挖掘能力，在槽谷中沿纵坡挖成一系列的洼地，称“冰蚀洼地”，冰川退缩后，形成珠串的“冰川湖”。

冰碛是冰川退缩后的沉积物，漂石和泥砾混杂，“底冰碛”厚度可达数十米，由于曾受冰川压力，形成密实的超固结土，地貌上形成“冰碛丘陵”或“冰碛平原”。冰川尽头融化的堆积物，成堤坝状，称“终碛堤”，侧边形成“侧碛堤”。终碛堤的边缘，常有冰水挟带经冰川研磨的泥砂，向外扩展，形成“冰前扇地”。冰川融化的冰水在槽谷中急速流动，切割冰碛，可形成“冰水台地”。此外，还有“蛇形堤”，“冰碛阜”等地貌形态。

冰碛物质大小混杂，容易与山麓堆积、泥石流堆积混淆。应根据地貌形态和物质成分的特征，将这两种不同成因的堆积物区分开来。

6.1.12 沙丘和荒漠地貌在我国西部分布很广，海滨和河岸有时也有沙丘。这些地貌形态一般容易辨认，测绘调查时应注意沙丘的活动性和活动规律，注意风蚀地貌的发育阶段和发展趋势。

6.1.14 地貌本来是自然地质作用的产物，但随着人类对自然干扰的增加，人为因素越来越显著。有些工程本身就是一个不小的人造地质体，如围海造陆、人工岛、废弃物堆场等等，形成新的地貌。露天采矿场和采石场，地下采空引起的地面塌陷，水库蓄水引起的岸边再造，以及其他大挖大填，引水蓄水，地质灾害治理，水土流失防治工程等等，极大地改变了自然地质作用，改造了自然地貌。不管这些人为因素是有利还是不利于生态平衡和人地和谐，地貌测绘时都应特别注意。

6.3 地质构造测绘

6.3.4 活动断层对工程有特殊的重要性，应作为工程地质测绘的重点内容之一。各类工程对活动断层时限的规定并不一致，对核电厂勘察，称“能动断裂”，时限为 10 万年；对一般房屋建筑勘察，

称“全新活动断裂”，时限为 1 万年。在此时限内，要考虑断层活动时地面错动对工程的直接影响，一般要采取避让措施。

现行国家标准《岩土工程勘察规范》GB50021 对断裂的地震工程分类作出了下列规定：

1 全新活动断裂为在全新地质时期（1 万年）内有过地震活动或近期正在活动，在今后 100 年能继续活动的断裂；全新活动断裂中、近期（近 500 年）发生过地震震级 $M \geq 5$ 级的断裂，或在今后 100 年内，可能发生 $M \geq 5$ 级的断裂，可定为发震断裂；

2 非全新活动断裂为在 1 万年以前活动过，1 万年以来没有发生过活动的断裂。规范中规定全新活动断裂按下表分级：

全新活动断裂分级表

断裂分级 \ 指标		活动性	平均活动速率 v (mm/a)	历史地震 震级 M
I	极强烈全新活动断裂	中晚更新世以来有较强活动，全新世活动极强烈	$v \geq 10$	≥ 8
II	强烈全新活动断裂	中晚更新世以来有活动，全新世活动强烈	$10 > v \geq 1$	≥ 7
III	中等全新活动断裂	中晚更新世以来有活动，全新世活动较强烈	$1 \geq v \geq 0.1$	$7 > M \geq 6$
IV	微弱全新活动断裂	全新世有微弱活动	$v < 0.1$	< 6

全新活动断裂一般具有下列特征：

1 地形地貌特征：山区或高原不断上升剥蚀或有长距离的平滑分界线；非岩性影响的陡坡、峭壁，深切的直线形河谷，一系列滑坡、崩塌和山前叠置的洪积扇；定向断续线形分布的残丘、洼地、沼泽、芦苇地、盐碱地、湖泊、跌水、泉、温泉等；水系定向展布或同向扭曲错动等；

2 地质特征：近期断裂活动留下的第四系错动，地下水和植被的特征；测定已错断层位或未错断层位的地质年龄时，深色物质宜采用放射性碳 14(C14)法，非深色物质宜采用热释光法或铀系法；。

3 地震特征：与地震有关的断层、地裂缝、崩塌、滑坡、地震湖、河流改道和砂土液化等。

6.6 不良地质作用和地质灾害测绘

不良地质作用和地质灾害关系密切，有时很难区别，故合在一节。不良地质作用和地质灾害的形成，除了自然因素外，人为因素也十分重要。此外，还有“不良地质”、“不良地质现象”、“不良地质

条件”等术语，与“不良地质作用”的涵义，都有一些差别：“不良地质现象”侧重于现象的描述；“不良地质条件”侧重于与工程的关系；“不良地质”包括范围较宽，不限于地质作用；“不良地质作用”则除了描述现象外，侧重于地质作用的成因、演化、过程、规律和发展趋势。从工程地质测绘角度，“不良地质作用”较为确切。

不良地质作用和地质灾害的种类很多，各行业的规范涉及的种类差别较大，《岩土工程勘察规范》GB50021 有 8 种，《铁路工程地质勘察规范》TB10012 有 10 种，《公路工程地质勘察规范》JTJ064 有 12 种，互相交叉，术语也不相同。全面清理和统一的难度很大，各行业关心的重点也不同。因此本标准只列入了各行业共同关心的种类，其他方面由各行业自行考虑。

6.6.4 泥石流对工程的危害很大,工程地质测绘时应特别注意调查。在执行条文时应注意下列问题:

1 应注意划分泥石流的形成区、流通区和堆积区。注意调查形成区的汇水条件、山坡坡度、切割深度,山坡动力地质现象,动储量和静储量各多少等;注意调查流通区的平面形态,纵坡和横断面形态,沿沟是否有泥石流堆积物,堆积物数量和颗粒大小,沿沟山坡坡度、山坡稳定程度、泥石流的痕迹等;注意调查堆积区地表横断面形态,堆积物的粒径和层次、估计一次最大堆积量、地表径流情况(固定沟槽还是漫流),是否有耕地和建筑物,以及耕地和建筑物的现状等。

2 泥石流流人大江大河,往往见不到堆积区。这时,地面调查不能仅从沟口观察是否有堆积区来推断泥石流的存在。以往有过教训,如成昆铁路沿大渡河段,泥石流极发育。但当初仅在沟口调查,未见泥石流堆积区,误认为无泥石流或泥石流不严重,铁路运营后才发现泥石流很严重。

3 当泥石流流入很窄的河流或沟谷中时,调查时应注意河谷的对岸是否有泥石流堆积物。这种现象有时容易被忽略。

6.6.7 地裂缝可由多种地质作用引发,如地震活动、滑坡、危岩、岩溶塌陷、采空塌陷、超采地下水与地面沉降、膨胀土收缩、红粘土收缩等。工程地质调查时,应鉴定其成因,分析与相关地质作用的关系。

6.7 第四系测绘

6.7.3 第四纪沉积物绝大多数尚未成岩或处于成岩的初始阶段,故不同地质年代沉积物的性状差别很大,工程地质测绘时应注意鉴定沉积物的地质年代。全新统年代最近,沉积物一般压密程度低,性状松软,有的呈欠压密状态。年代越老,密实度越高,胶结越明显。“老沉积土”的工程性质明显优于“一般沉积土”。下更新统(Q_{ii})的泥河湾组、下更新统至上新统(Q₁~N₂)的昔格达组,是“似岩非岩,似土非土”的过渡带。不同时代黄土的性质也明显不同。

工程经验表明,近数十年、数百年沉积的土,与一般第四系土相比,工程特性明显较差,压缩性偏高,承载力偏低。但新近沉积的时限很难明确,各地有不同的经验。

6.7.4 工程地质和岩土工程界历来重视第四纪沉积物的成因类型,这是因为不同的成因类型具有不同的性状和宏观结构,故在工程地质测绘时应注意成因类型的鉴定。如残积土未经搬运,未经分选,大小颗粒混杂,性质与母岩关系很大,与母岩的风化带逐渐过渡,无明确的界面。因未搬运,颗粒不坚固,颗粒之间有残余的结合力,与一般土有明显的不同。坡积物搬运距离很短,故分选不好,颗粒大小比较杂乱,地层的水平和垂直方向变化都比较大。冲积层包括漫滩相和河床相,一般分选较好,层状结构明显。洪积介于坡积和冲积之间,洪积扇上游颗粒粗,层次少,下游颗粒细,层次多。湖相沉积是静水沉积,颗粒较细,层理水平,有时由于季节性变化而显示薄层状。沼泽沉积因富含腐植物,形成泥炭或泥炭质土。海相砂粒度均匀,密实,同一层分布较广,海相淤泥含水量很高,厚度大,分布较广,局部地段由于海流作用,淤泥内粗砂含量很高。风成沉积有砂丘和黄土,分选性好,粒度均匀,随搬运距离增加逐渐变细。冰川沉积由于冰的融化而快速堆积,大小混杂,无磨圆分选,漂砾与粘土、砂混合。冰湖沉积有明显的季节性,层理明显,有的形成“纹泥”。我国的第四纪火山沉积有火山灰、火山角砾和玄武岩。第四纪玄武岩是第四系的岩石,极为坚硬,但玄武岩下面还会有松散沉积物。

6.7.5 宏观结构是指肉眼可以辨认的土体结构。层理是第四纪沉积物最常见的宏观结构,一般代表沉积过程中成分、结构的变化。层的厚薄差别很大,厚的达数米,薄的以毫米计,随地质成因和生成环境而异。对于厚层的风成黄土,一般无明显层理,古土壤标志着沉积间断所形成的古风化层,识别古土壤对黄土的分层和水文地质条件评价有重要意义。第四纪土层中常有夹层和透镜体存在-对其中的软夹层尤应注意。如四川南部的昔格达组,在正常土中常夹有 1~10cm 厚的软弱粘土夹

层，蒙脱石含量和塑性指数高，极易产生滑坡。

第四系一般不存在明显的裂隙，但在某种特定条件下也可能出现，这常是某种不良地质作用的标志，应予以注意。例如，河流侧向侵蚀造成两岸岩土层的卸荷裂隙，削弱岩土的整体强度；岩溶塌陷、崩塌，滑坡常伴生各种裂隙；超采地下水地面沉降引起的地裂缝，以西安最为明显-对城市建设造成很大危害。除上述情况以外，还有人为原因、工程原因引起的裂缝，如基坑周边裂缝，渠道两侧裂缝等。

第四纪年代短，少见断层和构造裂隙。但在新构造活动区，尤其是我国西北、西南地区，在第四纪地层中往往也有构造断裂（活动断裂）分布，有的错断全新世地层，对此应予以注意。如昔格达组位于近代强烈构造活动带，常有小断裂和较多的构造裂隙。我国南方和北方常有第四纪火山岩，夹在松散沉积中间，如湛江、海口的玄武岩。

结核在土体中较普遍存在，北方多钙质结核，大小不一，形状奇特。松散土中还可能存在胶结层。在我国南方热带、亚热带红土风化壳中常有铁质结核，有的形成铁盘。胶结层与真正的岩土界面不同，真正的岩土界面，上下是两个时期生成的，而胶结层和相邻的非胶结层，沉积时可能是一层，由于土中水的化学沉积作用，部分胶结而部分未胶结，胶结层下面很可能存在未胶结的土层。

6.8 特殊岩土测绘

我国特殊岩土种类很多，各行业的规范涉及的种类差别较大，《岩土工程勘察规范》GB50021有10种，《铁路工程地质勘察规范》TB10012有7种，《公路工程地质勘察规范》JTJ064有5种，《港工工程地质勘察规范》JTJ240有5种，互相交叉。全面清理和统一的难度很大，各行业关心的重点也不同。本《标准》只列入了各行业共同关心的种类，其他由各行业自行考虑。

6.8.1 我国黄土主要分布于西北、华北地区，东北局部也有分布。

河谷地带厚数米至数十米，黄土塬一般厚100~200m，兰州附近最厚达400m。黄土的生成绵延整个第四纪，不同年代的黄土有不同的工程特性。午城黄土(Q₁)无湿陷性；离石黄土(Q₂)过去认为无湿陷性，但后来研究表明，当压力较大时也有湿陷性；马兰黄土(Q₃)是较典型的湿陷性黄土，强度也随湿度的增加而大幅度降低；全新世(Q₄)多为次生黄土，压缩性高而湿陷性不显著。黄土沉积无明显层理，古土壤成为黄土分层的重要标志。原生黄土的成因为风成，学术界已达成共识；次生黄土有冲积、洪积和被积，由于流水的改造，性质有所变化。识别黄土的年代和成因，对掌握黄土的工程特性有重要意义。

黄土的工程性质有随地域变化的规律，以马兰黄土为例，陇西地区湿度小、密度低、湿陷性强，陇东和关中地区湿度高、密度大、湿陷性相对较弱；在颗粒组成上，西北粗，东南细，且逐渐变化，因而有砂黄土、典型黄土、粘黄土之分。陕北、晋西砂黄土，尽管摩擦强度高，但粘聚力却很小，因此该区黄土天然斜坡和人工边坡常常发生滑塌灾害，造成人员伤亡与财产损失。

黄土陡坡形成清晰的天然地层剖面，工程地质测绘时可利用天然剖面描述、分层。无天然剖面时，宜挖一定数量的探井。由于黄土地区大多为干旱、半干旱地区，天然剖面的浅表层土因遭受干燥失水，含水量偏低，不具代表性。湿陷性黄土如采用常规钻探取样，极易扰动土的结构，使湿陷性试验结果偏低，因此应采用探井取样。

黄土场地分为自重湿陷和非自重湿陷；黄土地基根据湿陷系数和湿陷层厚度计算湿陷量划分等级。这些工作都要通过系统取样试验和大型现场浸水试验才能确定，工程地质测绘时，只能通过收集已有资料，结合野外观察做大致的判断。

地下水位升降和农田灌溉对湿陷性黄土的性质影响很大，但仍会有剩余湿陷量，应注意调查。

天然状态的原生湿陷性黄土强度较高，常有直立的边坡，开挖时稳定性良好，但一旦增湿或饱

和，迅速产生湿陷，强度也大幅度降低。黄土的湿陷可导致建筑物的严重不均匀沉降；黄土增湿强度降低可导致边坡失稳；黄土水渠可产生严重漏水。在自重湿陷黄土中，渠道底部和两侧产生严重变形和破坏，可作为判别自重湿陷性的标志，工程地质测绘时注意调查。

6.8.2 我国膨胀性岩土分布很广，有多种不同的地质成因和地质时代，主要分布在云南、广西、四川、陕西、湖北、河南、安徽、江苏、山东、山西、河北、内蒙等地，几乎全国各省区均有分布。形成时代从晚第三纪一直延续到第四纪全新世，成因包括残积、坡积、冲积、湖积、洪积等多种类型，工程地质测绘时应尽量查明。云南、广西等地的残积类膨胀土不仅膨胀势高，而且含水量很高，密度很低，收缩量大，常常发生严重的工程问题。

膨胀土的外观特征一般表现为干时较坚硬，湿时可塑性强，不仅有密集的网络状收缩裂隙，还有很多剪切裂隙，后者裂隙面光亮，故俗称“蒜瓣土”，这是野外鉴定膨胀土的重要标志之一。由于有密集的裂隙和高的侧压力，很难形成陡坎，极易产生浅层滑坡。微地形对膨胀土工程性质有重要影响，一般湿度变化不大的洼地，膨胀土的胀缩变形较小；高地和坡地因蒸发条件不同，胀缩变形大，易产生地裂缝。膨胀土的鉴定需通过野外调查和室内试验综合判定，而工程地质测绘时的野外宏观鉴别是判定的重要依据。

膨胀土地区建筑物的破坏有下列特征：一是主要为轻型建筑破坏，特别是单层砖混结构的建筑；二是成片的群体破坏，从建成到破坏需一定时间，短则一年，长则十多年；三是开裂严重，多呈四角下沉，中间鼓胀，外墙水平裂缝，山墙倒八字裂缝，内廊纵向通长裂缝；四是裂缝大小有季节性变化，并逐年加剧，最终拆除。如重建时不采取措施，仍开裂破坏。

铁路和公路通过膨胀区，边坡开挖时几乎“无壑不塌”，难以形成稳定的边坡。用膨胀土填料修建的路堤，常常产生下沉变形。膨胀土区修建水渠，也因膨胀变形和浸水后膨胀土强度大幅度降低而失去稳定，造成严重的后果。

工程地质测绘时，对上述各种工程地质问题，均应详细调查。

6.8.3 软土成因对软土的成分、性质和分布特征有重要控制作用。如海相软土一般为含水量很高，强度极低，压缩性很高的淤泥；沼泽相一般形成泥炭或泥炭质土，含大量未完全分解的腐植质，孔隙比、压缩性很高；河浜、池塘沉积的软土分布范围小，有时呈透镜体状；滨海相和三角洲相沉积常海陆相交，软土和相对较硬的土互层。软土一般年代新，与现代地貌同时形成，海相与海陆交互软土与陆域形成密切相关，应注意将软土与现代地貌的形成历史结合起来研究。

6.8.4 盐渍土在我国滨海平原、干旱半干旱区的内陆盆地和局部冲积平原均有分布，厚度一般小于1.5m，有的达4m，内陆盆地可达15m。含盐量自地表向下逐渐减少，且季节性变化较大。

盐渍土的工程性质随含盐成分和含盐量而异。一般认为含盐量超过0.3%~0.5%时就可称“盐渍土”。工程地质测绘时，除野外描述外，宜在有代表性的地点沿深度系统取样化验，以便确定含盐成分和含盐量，对其工程性质进行评价。

盐渍土对工程的危害是它的溶陷性、盐胀性和腐蚀性。易溶盐被溶解，可造成地基沉陷。硫酸盐渍土，因所含结晶水的变化，性状极不稳定。无水芒硝，在32.4℃以下吸取10个结晶水，结晶成芒硝，体积增至原体积的3.1倍，密度由2.68g/cm³降至1.48g/cm³，且反复性强，松胀效应会严重破坏路基和机场跑道。

硫酸盐渍土对混凝土有严重的腐蚀性，也是工程建设需防范的重要问题。

6.8.5 本条所指的红粘土是我国红土的一个亚类，即母岩为碳酸盐岩系，经湿热条件下红土化作用形成的一个特殊土类，以高含水量、低密度、强收缩性为其主要特征，主要分布在我国西南和华南一带。覆盖在碳酸盐岩系之上，液限不小于50%的称原生红粘土；原生红粘土经搬运，沉积后，仍保持其基本特征，液限大于45%的称次生粘土。热带、亚热带地区玄武岩残积红土与红粘土具有相似的工程特性。

覆盖在碳酸盐系上的原生红粘土，由于其下基岩地形高低不平，常有溶沟、溶槽，故厚度变化

很大，且一般呈上硬下软现象。为了查明其分布和工程地质特点，工程地质测绘时需挖一定数量的浅井。

红粘土除表面具有收缩裂隙外，有时尚发育其他成因裂隙。云南蒙自有红粘土和膨胀土的复合类型。裂隙的存在会降低红粘土的强度和承载力，对土体稳定有不利影响。工程地质测绘时应注意裂隙特征和裂隙分布的调查。网状分布的裂隙，与地貌有一定联系，如坡度、朝向等，一般由浅而深逐渐递减。

红粘土通常具有强烈的干燥收缩特性，有的具有弱、中、强不等的膨胀性。

6.8.6 多年冻土主要分布在青藏高原和大小兴安岭地区。多年冻土的类型：按平面分布特征，可分为片状多年冻土和岛状多年冻土；根据剖面上的关系，可分为衔接多年冻土和不衔接多年冻土；根据总含水量，可分为少冰多年冻土、多冰多年冻土、富冰多年冻土、饱冰多年冻土和含土冰层；根据含盐和泥炭化可分为盐渍化多年冻土和泥炭化多年冻土；根据年平均地温特征，可分为高温多年冻土和低温多年冻土。

多年冻土区的不良冻土现象有厚层地下冰、冰椎、冰胀丘、冻土沼泽、融冻泥流、热融滑塌，热融湖塘等。当冰层厚度大于 25cm 或间隔 2~3cm 的冰层累计厚度大于 25cm 时，称“厚层地下冰”。

由地下水多次溢出形成的椎状冰体称为“冰椎”。由于土的差异冻胀形成的丘状地形称“冻胀丘”。受地表水、地下水影响，地表潮湿富水，草皮生长茂密，根系部分腐植质化，埋藏较厚的泥炭，称为“冻土沼泽”。由于冻融作用，使水土体沿山坡向下缓慢蠕动，称“融冻泥流”。自然坡面上的厚层地下冰，遇热融化，上覆土体坍塌，沿坡面下滑，称“热融滑塌”。由于自然或人为原因，引起季节融化深度加大，导致地下冰或多年冻土局部融化，地表土层随之沉陷，形成“热融湖塘”或“热融洼地”。

多年冻土区有其特殊的水文地质条件，分布在多年冻土层之上的地下水称“冻层上水”：被多年冻土包围或半包围的自由重力水称“冰层间水”；分布在多年冻土之下的水称“冰层下水”。

实际上，在多年冻土区进行工程地质测绘时，野外重点观察的主要是不良冻土现象。多年冻土的上限和下限深度，季节融化层和冻土层的成分、性质、季节冻结深度，多年冻土区的水文地质条件等，主要通过搜集已有资料获取，无法通过地面观察。

6.8.8 对冰碛物和冰水沉积物的测绘应注意下列几点：

1 中国冰碛物与冰水沉积物分布的地域性。

尽管第四纪冰期和间冰期的演化是全球性的，但受气候和地形高度的影响，第四纪冰盖和山岳冰川的分布却有鲜明的地域性。中国东部由于受夏季风和地形高度和纬度的影响，第四纪冰川活动和冰碛物的分布并不广泛。经过我国第四纪冰川学家半个世纪深入研究，为广大第四纪冰川学家所认可的中国东部第四纪冰川和冰碛物仅分布在秦岭太白山(3700m)、台湾中央雪山(3886m)、玉山(3950m)、长白山白头山(2691m)、贺兰山西坡(3556m)等少数高山区（白头山例外）。但在青藏高原及其周边地区（如滇西北高原、川西高原）、在新疆的天山、阿尔泰山、帕米尔高原等地，现代冰川、第四纪冰川及其所形成的冰碛物、冰水堆积物却有广泛分布（参见施雅风等《中国西部末次冰期冰川分布图》）。

除了白头山因受纬度影响海拔高度略低外，中国东、西部的第四纪冰川都形成于海拔 3500m 以上的高山区，特别是海拔 5000m 以上的极高山。冰碛物则形成于这些山地的冰斗、冰川槽谷之中，而冰水堆积则形成于这些山地周边的山麓、河谷和盆地中。在上述山地及其周边地区进行道路工程、水电工程、隧洞工程和地质灾害调查时，应注意冰碛物和冰水沉积物的专门调查，其他地区则无需进行。

2 冰碛物和冰水沉积物的识别。

尽管冰碛物和冰水沉积物在地貌形态、分布规律、结构和成分上都有自己的特点而不难识别，

但对于缺乏实践经验的工程地质人员或因现场调查条件限制，常常难以区分受后期改造的老冰碛、冰水沉积物与崩坡积、泥石流沉积，甚至错判。在横断山区的一些

河谷高级台地上，在老河流沉积物之上，常有冰碛物或冰水堆积物的分布，在横断山区大渡河河谷中，在深厚的河床覆盖层中，常有冰水堆积物的分布，如没有识别能力，会做出错误的结论。

冰碛物和冰水沉积物的判别一般按下列程序：

1)第四纪冰川和冰碛物形成条件的分析。中国的山岳冰川仅形成于高海拔山地，由于第四纪冰川古雪线高度比现代雪线高度低 1000~1200m，中国中西部主峰海拔在 3500m 以下的山地及其周边地区，一般不会有冰碛物和冰永沉积物分布。

2)冰川地貌的研究。冰川地貌调查是判别冰川分布、确认冰碛物的直接证据。冰蚀地貌有：冰斗、鳍脊、刃脊、槽谷、岩盆、岩坎、悬谷、冰斗湖、羊背石。冰碛地貌有：终碛堤、侧碛堤、终碛垅、侧碛垅、鼓丘、蛇形丘、冰积阜阶地、冰水扇、冰水台地。

3)冰碛物和冰水沉积物的分选性和磨圆度的研究。冰碛物质组成特点之一是无分选性，既有直径达 7~8m 的巨石，也有小于 20mm 的粘粒，巨石、块石、漂石、碎石、角砾、砂粒、粉粒、粘粒，各种成分应有尽有，无分选，也无磨圆性。但各地冰碛物大于 200mm 的块石含量差别很大。冰水沉积稍有磨圆和分选，往往为次圆状、次棱角状，颗粒尺寸通常小于 200mm，有时有层理。

4)巨石、块石、漂砾表面特征观察，擦痕（刻痕）、磨光面、凹坑的调查，通常是冰碛物成因主要识别办法之一。

3 冰碛物，冰水沉积物地质时代研究。

不同时代冰碛物不仅分布和地质特征不同，其固结和胶结程度亦不同。中国除了现代冰川和早更新世小规模冰川外，第四纪区域性大范围冰川活动有 3 次，即倒数第三次冰期，也是最大冰期 (0.8~0.6MaBP，中更新世早期)，倒数第二次冰期 (?~1301 出 P，中更新世晚期)，末次冰期（晚更新世，早冰阶为 7.5~5.8 万年，晚冰阶 3.2~1.0 万年）。

研究冰碛物地质时代，首先是野外地貌地层法研究。时代越老的冰蚀和冰碛地貌，保存程度越差；新的冰碛物常常覆盖在老冰碛层之上；倒数第三次和倒数第二次冰期的冰碛物，其顶部往往发育有红色风化壳；在川西高原末次冰期晚冰阶以前的冰碛物，其顶部往往覆盖着冰缘黄土；倒数第三次冰川的冰碛物往往呈红褐色或褐红色。

有条件时可通过对冰碛物细粒组分采用热释光(TL)、光释光(OSL)、电子自旋共振(ESR)、铀系(U)等测年方法进行绝对年龄测试。为检验测试结果的可信度，可平行采用两种测试技术。

4 冰碛物、冰水沉积物质组成和胶结物、胶结作用的研究。

由于冰碛物、冰水沉积物工程特性取决于其物质组成（颗粒组成）、胶结物和胶结程度，因此，冰碛物工程地质性质研究首先是颗粒组成和胶结物研究。

因冰碛物物质组成的多元性，即巨石、块石（漂石）、碎石、角砾、砂、粉土、粘土共存，特别是巨石、块石（漂石）的分布，给冰碛物的取样和颗分工程定名造成极大困难。因此，采用典型露头的数码照像技术或大体积原状样对 $d>200\text{mm}$ 块石以上样品称重法，配合室内 $d<200\text{mm}$ 样品筛分法、移液管法的联合测定，给出颗分结果和工程定名。

冰碛物的胶结类型和胶结程度与冰碛物的主要母岩类型有关。母岩为非碳酸盐岩类的冰碛物，其胶结物主要为泥质，次要的为有机质，有时有少量铁质（红色）。上述胶结物含量和成分控制了冰碛物的粘聚力和渗透性。母岩为灰岩、大理岩、白云岩的冰碛物，在水的作用下，形成次生碳酸盐（方解石、白云石）的胶结，胶结均是不可逆的。冰碛物可转化为冰碛砾岩或冰水角砾岩，具有很高的强度和很强的耐久性（如玉龙雪山西麓金沙江河谷中的冰碛为冰川砾岩）。与方解石胶结相比，白云石的胶结作用明显次于方解石。

5 与冰碛物、冰水堆积物有关的地质灾害调查。

1)暴雨型泥石流灾害。由非碳酸盐岩石的碎屑物质组成的冰碛物和冰水沉积物，在暴雨作用下，

沿着沟谷两侧常可成为泥石流固体物质来源，破坏道路。掩埋农田。

2)冰川泥石流灾害。气候变暖、冰川融化（退缩）或冰湖溃决，新老冰碛物可作为泥石流的固体物质来源。如川藏公路古乡易贡藏布等地冰川泥石流，导致公路连年灾难不断，难以治理。

3)边坡开挖与暴雨联合作用下的滑塌、滑坡灾害。

4)灌溉活动引起冰碛物滑坡。

5)水库蓄水引起冰碛物库岸塌岸或滑坡。