

区域环境地质调查总则（试行）

1 主题内容与适用范围

- 1.1 本总则包括前言、主题内容与适用范围、基本术语、基本要求、设计书编制、调查内容与要求、调查工作技术方法、地质环境评价、报告书与图件编制及成果验收。
- 1.2 本总则原则上适用于比例尺 1:500000、1:100000 和 1:250000 区域性环境地质调查。

2 引用标准

- GB 12329—90 岩溶地质术语
- GB/T 14157—93 水文地质术语
- GB/T 14498—93 工程地质术语
- GB 500027—2001 供水水文地质勘察规范
- GB/T 15772—1995 水土保持综合治理规划通则
- GB 50021—2001 岩土工程勘察规范
- GB 50324—2001 冻土工程地质勘察规范
- GB5749—85 生活饮用水卫生标准
- GB/T 14848—93 地下水质量标准
- GB/T 15618—1995 土壤环境质量标准
- DZ/0017—91 工程地质钻探规程
- DZ/T 0078—93 固体矿产勘查原始地质编录规定
- DZ/T 0190—1997 区域环境地质勘查遥感技术规程 比例尺 1:50000
- DZ/T 0061—93 冻土地区工程地质调查规程（比例尺 1:10 万~1:20 万）
- ZB/D 14002—89 工程地质调查规范（1:10 万~1:20 万）
- SL 190—96 土壤侵蚀分类分级标准
- TB 10055—98 铁路工程地质黄土地区勘测规则
- 原地质矿产部地质环境管理司 省（自治区）地质灾害调查基本要求（比例尺 1:50 万至 100 万）（试行），1992 年
- 原地质矿产部地质环境管理司 省（自治区）环境地质调查基本要求（比例尺 1:50 万）（试行），1996 年
- 国土资源部地质环境司 县（市）地质灾害调查与区划基本要求，2000 年
- 中国地质调查局 1:250000 区域地质调查技术要求（暂行），2001 年

3 基本术语

- 3.1 地质环境 geologic environment

人类自然环境的一部份，系指与人类生活与生产活动有相互影响的地质体及地质作用的总和。是一个动态系统，其与水环境、大气环境、生态环境等系统，共同构成影响人类生存与发展的自然环境体系。

3.2 环境地质 environmental geology

研究地质环境的学科范畴，为地质学与环境科学之间的边缘学科。主要研究人类经济活动与地质环境相互影响而产生的各种环境地质问题与地质灾害，目的是为防治地质灾害、保护地质环境服务。

3.3 生态环境地质 ecologic environmental geology

为生态建设与保护服务的环境地质分支学科，专门研究地质环境与生物界生存、演化之间的相互影响，着重于前者对后者的不良影响。

3.4 环境地质问题 environmental geologic problems

指地质环境中对人类生存与发展有不利或潜在不利影响的各种不良地质现象和作用。如斜坡变形、地面沉降、水质污染等问题。

3.5 地质灾害 geologic hazards

指由于自然产生或人为诱发的地质作用，对人民生命财产、生活环境和国家建设事业造成的危害。简言之，即地质作用造成的灾害。地质灾害按其发展过程可分为两类，一类为缓变性灾害，以较缓慢的作用过程对人类造成危害，如地面沉降等；另一类为突发性灾害，骤然发作成灾，如滑坡、泥石流、地震等。

3.6 基本环境地质条件 basic environmental geologic conditions

指产生环境地质问题与地质灾害的基本环境地质条件，包括两个方面，一方面是自然地质环境的基本要素，如地形地貌、构造、岩性、动力地质作用、水文地质条件等；另一方面是影响自然地质环境的人类工程经济活动，包括其方式、规模与强度等。

3.7 区域环境地质调查 regional environmental geologic survey

一项基础性、公益性地质调查，以一定比例尺的环境地质测绘填图为主要方式，对构成区内地质环境的基本环境地质条件、环境地质问题与地质灾害进行调查研究，并进行相应的分析与评价，为区域经济开发和环境保护提供地质环境依据。

3.8 综合性环境地质调查 comprehensive environmental geologic survey

指调查内容与应用对象都是综合性的环境地质调查，即在调查内容上包括各种环境地质问题，在应用对象方面为各种开发建设服务。

3.9 专题性环境地质调查 monographic environmental geologic survey

专门针对某一种环境地质问题或地质灾害和为了某一种专门目的或用途进行的环境地质调查。

4 基本要求

4.1 目的与任务

4.1.2 目的：查明工作区地质环境与人类活动相互作用产生的环境地质问题与地质灾害，评价其对人类生存与发展的影响，为生态建设和环境保护服务。

4.1.3 任务：查明工作区环境地质条件和主要环境地质问题与地质灾害，针对有关工程开发和环境建设做出地质环境质量评价，提出防治地质灾害和保护地质环境的对策，为生态建设和环境保护提供环境地质依据。

4.2 调查的性质和用途，可分为综合性环境地质调查和专题性环境地质调查。综合性环境地质调查，全面调查区内所有环境地质问题与地质灾害，为各种常见的区域开发建设和环境保护服务，按本总则开展工作。以某种开发建设为主要服务对象时，或在综合性调查中某项问题具有突出重要性时，应开展专题性环境地质调查（如矿山环境地质调查、城市环境地质调查和地面沉降环境地质调查等）。其技术要求可在总则的基础上，结合具体情况作适当调整，或专门制定。

- 4.3 工作区范围可根据调查目的、任务和实际需要确定。可按国际图幅、自然单元、行政区划或经济开发区、工程建设区、环境保护区等确定范围。
- 4.4 主要环境地质问题与地质灾害调查内容应从地区性常见问题和工程性专有问题两方面考虑确定。
- 4.5 环境地质调查方法，以野外调查为重点，遵循传统地质调查与高新技术相结合的原则。
- 4.6 调查工作精度，按网点工作量控制，应以查明主要问题为原则，工作量不必平均使用。
- 4.7 调查工作中应加强综合研究，根据实际需要设置研究专题，提高研究水平。研究工作中应注重资料的二次开发与利用。
- 4.8 环境地质调查必须针对相关用途进行地质环境评价。
- 4.9 空间数据库建设按《区域环境地质调查数字化技术要求》执行。
- 4.10 环境地质调查成果应用文字报告（纸介质）成果和数字成果（数据库）两种形式提交。

5 设计书编制

- 5.1 根据项目任务书，明确调查工作的目的、任务与要求，按工作区地质环境特点，系统搜集环境地质条件、环境地质问题与地质灾害现状和防治情况、社会经济、地方政府和有关部门对环境地质问题与地质灾害防治要求等资料，并有针对性地开展设计前的调查研究或必要的野外踏勘工作，作为编制设计的依据。
- 5.2 对搜集的资料进行分析研究，确定重点调查地区和重点调查问题或灾害种类，合理部署工作。
- 5.3 设计书必须做到目的任务明确，依据充分，工作部署合理，方法先进，技术路线可行，措施有力，文字简明扼要，重点突出，所附图表清晰齐全。
- 5.4 设计书必须做到任务明确，依据充分，各项工作部署合理、技术方法先进可行、措施有力，文字简明扼要、重点突出，所附图表清晰齐全。设计书编写提纲及附图要求,详见附录 B
- 5.5 设计书一经审查批准不得随意更改，应按照设计要求精心组织、精心施工。若工作中出现与当时设计不尽符合情况时，项目承担单位可根据实际情况及时调整，并将调整意见报设计审批单位批准。

6 调查内容要求

6.1 环境地质条件调查

6.1.1 气象与水文调查

（1）了解工作区降水、蒸发等气象水文特征，包括长周期年降水量变化特征，单次最大降水量及持续时间，最大降水强度等。

（2）了解流域汇流面积，径流特征，主要河、湖及其它地表水体（包括湿地、季节性积水洼地）的流量和水位动态，包括最高洪水位和最低枯水位高程及出现日期和持续时间，汛期洪水频率及变幅等。

6.1.2 地形地貌调查

查明天然地貌成因类型、分布位置、形态与组合特征、过渡关系与相对时代；查明人工地貌类型、分布位置、形态特征、规模、形成时间和运行现状等。

6.1.3 地层岩性调查

了解区内地层的层序、地质时代、厚度、产状、成因类型、岩性岩相特征和接触关系等。

6.1.4 地质构造调查

（1）了解工作区构造轮廓，经历过的构造运动性质和时代，各种构造形迹的特征、主要构造线的展布方向等。

（2）查明代表性岩体中原生结构面及构造结构面的产状、规模、形态、性质、密度及其切割组合关系，进行岩体结构类型划分。

6.1.5 新构造运动和地震调查

(1) 了解不同构造单元和主要构造断裂带在晚近地质时期以来的活动情况。查明全新活动性断裂的规模、性质、产状, 确定全新活动断裂等级(见附录 A 表 A1)。

(2) 分析研究现今活动特征和构造应力场及断层活动规律。

(3) 了解区内历史地震资料和附近地震台站测震资料。

6.1.6 水文地质调查

了解区域水文地质条件, 查明地下水类型、水化学及动态特征, 开发利用情况。

6.1.7 工程地质调查

(1) 查明岩体工程地质、岩体结构、岩体风化、岩体溶蚀等特征。

(2) 查明土体成因、岩性类型、土体结构及工程地质等特征, 特别注意特殊性土的调查。

6.1.8 植被情况调查

了解植被生长的自然地理、地质环境背景, 植被类型、生长情况和人为利用与破坏情况。

6.1.9 人类工程经济活动调查

了解社会经济环境、主要工程类型、工程名称、规模(等级)、建设及运行时间和对地质环境的影响程度。

6.2 不同地区主要环境地质问题与地质灾害

6.2.1 高原冻土区

主要查明以冻胀、冻融为主的冻土环境地质问题与地质灾害。

6.2.2 一般山区(含丘陵)

主要查明水土流失、崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、水土污染、地方病等环境地质问题与地质灾害。

6.2.3 岩溶区

主要查明石漠化、旱涝灾害、岩溶塌陷、区域地下水位上升或下降、水库渗漏、水质污染和崩塌、滑坡、泥石流、水土流失等环境地质问题与地质灾害, 及与干旱缺水有关的环境地质问题等。

6.2.4 黄土区

主要查明黄土湿陷与潜蚀、水土流失(土壤侵蚀)、土地沙漠化与盐渍化、崩塌、滑坡、泥(石)流、地方病等环境地质问题与地质灾害, 及与干旱缺水有关的环境地质问题等。

6.2.5 沙漠草原区

主要查明土地沙漠化、土地盐渍化、水土流失(土壤侵蚀)、地方病等环境地质问题与地质灾害, 及与干旱缺水有关的环境地质问题等。

6.2.6 平原区

主要查明土地沙漠化、土地盐渍化、土壤潜育化、土地沼泽化、水土污染、地面沉降、地裂缝、地下水天然水质不良与污染、地方病等环境地质问题与地质灾害, 及与水患有关的环境地质问题等。

6.2.7 海岸带

主要查明海岸侵蚀与淤积、海平面变化、海水入侵、河口港池淤积和水下滑坡等环境地质问题与地质灾害。

6.3 主要区域性环境地质问题与地质灾害调查内容

6.3.1 冻土调查

(1) 冻土基本特征调查。了解冻土区气候特征和地面温度特征、冻土层温度及变化规律; 查明冻土类型(见附录 A 表 A2) 和分布规律; 查明冻土层的岩性、厚度和上下限、结构特征及空间变化规律; 查明冻土区主要地下水类型、补径排条件、动态变化以及水化学特征; 了解不同岩性冻土的主要物理力学(见表 7—3) 和热学性质; 划分冻土冻胀性类别(见附录 A 表 A3), 并进行冻土融沉分类(见附录 A 表 A4); 了解影响冻土冻胀、融沉特征的自然因素和人为因素。

(2) 冻胀、融沉特征调查。查明以寒冻风化剥蚀作用和地下水冻胀、冻融作用为主形成的不同类

型冻胀、融沉地貌的分布与特征、形成条件、演化规律及发展趋势;查明各种类型融区的分布特征、融冻滑坡、泥石流发育程度、形成条件及发展趋势;查明高寒草地冻融荒漠化现状及其形成条件与类型。

(3)了解冻胀、融沉危害,分析其发展趋势及其对生态环境的影响。

(4)了解冻胀、融沉防治现状,提出防治对策建议。

6.3.2 黄土湿陷与潜蚀调查

(1)黄土区基本特征调查。了解地貌类型及微地貌特征;了解黄土地层的岩性特征、厚度、成因与其它地层的接触关系、年代及分布;了解大气降水、地表水、地下水对黄土湿陷与潜蚀发育的影响。

(2)黄土湿陷与潜蚀特征调查。查明湿陷与潜蚀形态特征、发育部位、可能影响的深度等;查明黄土自然湿陷、引水渠道湿陷、建筑地基湿陷、城市和工矿地面湿陷变形等现象的湿陷特征、分布和产生原因;查明黄土的湿陷性质和变化规律,湿陷性黄土的厚度,确定黄土的湿陷性和湿陷性等级(见附录A表A5和表A6);对潜蚀发育程度作出定性评价。

(3)了解黄土湿陷与潜蚀的危害,预测其发展趋势。

(4)了解湿陷性黄土地区的工程建筑经验,黄土湿陷与潜蚀的防治措施及其效果,提出防治建议。

6.3.3 水土流失(岩土侵蚀)调查

(1)了解前人调查研究成果,查明不同侵蚀类型(水力侵蚀、重力侵蚀、风力侵蚀)分布面积、位置与侵蚀特征。

(2)了解土壤平均侵蚀模数和平均流失厚度,确定土壤侵蚀强度。其分级按附录A表A7执行,并据此推算调查区的年均侵蚀总量。

(3)分析控制水土流失的自然因素和人为因素。通过各类型区的水文站泥沙观测资料对比分析,研究地形、降雨、土壤、植被等主要自然因素对水土流失的影响;以完整的中、小流域为单元,了解流域内因人类活动而新增的水土流失量。

(4)了解水土流失对当地降低土壤肥力、破坏耕地、减少平地面积和下游地区泥沙淤塞水库、塘坝、农田、河道、湖泊、港口等的危害。

(5)了解水土保持现状,提出水土保持建议。

6.3.4 土地沙漠化调查

(1)沙漠化基本特征调查。了解沙漠化地区地貌类型;查明沙漠化土地的范围、裸沙分布面积、沙层厚度、植被覆盖度,确定沙漠化程度(见附录A表A8),进行沙漠化程度分区;查明沙地特征,确定沙地类型(见附录A表A9);了解沙尘暴发生时间、范围和频率、主要风向、风速与起沙风速;了解沙漠化地区土地资源的类型、分布特征、开发利用状况和标志性植物及植被覆盖程度。

(2)分析控制土地沙漠化形成的自然因素和人为因素。主要了解沙性土的分布、气候条件、水文和水文地质条件、植被特征等自然因素,和不合理农垦活动、过度放牧、滥伐森林、水资源开发、工矿交通建设等人为因素对土地沙漠化形成的影响与程度。

(3)了解沙漠化形成和发展历史,确定土地沙化进程,分析土地沙漠化发展趋势。

(4)了解土地沙漠化的各种危害和造成的经济损失,当地防治土地沙漠化的经验和存在的问题,提出适合本地区特点的防沙治沙建议。

6.3.5 石漠化调查

(1)石漠化基本特征调查。查明石漠化的分布范围、高程、面积与展布特征;了解石漠化发展速率和变化规律;查明石漠化的发育程度,划分出石漠化发育程度等级(见附录A表A10),分析发展趋势。

(2)石漠化地区地表堆积物特征调查。查明地表堆积物的赋存状态、分布特征、厚度及变化,土壤的成分、母岩岩性,主要植(作)物种类及生长情况。

(3)分析控制石漠化形成的自然因素和人为因素。了解地形地貌、地层岩性、地质构造条件,气象、水文条件,水文地质条件,植被类型与分布,植被覆盖率及其历史上的变化,露裸岩层的分布

及形状、岩性、厚度和岩溶发育、破碎与风化特征等与石漠化形成、发展和发育程度的关系；了解矿业活动、城镇基本建设等人为因素与石漠化形成、发展和发育程度的关系。

(4) 石漠化危害的调查。了解石漠化对生态环境、农业生产、人类生存与发展造成的危害与损失，并分析其发展趋势。

(5) 了解石漠化防治规划与实施现状、治理的典型实例与效果，提出防治建议。

6.3.6 土地盐渍化调查

(1) 土地盐渍化基本特征调查。了解盐渍化土壤的区域类型，查明盐渍化土壤的分布范围、面积；查明不同类型盐渍化土壤母质的岩性成分、结构特征，表层土壤粒度组成、渗透性、含盐量及其组分；查明包气带及潜水含水层有关的岩土水理性质，重点是潜水的埋藏条件、分布特征、补径排条件，潜水水化学成分与性质和土壤溶液的酸碱度；确定土地盐渍化性质与程度（见附录 A 表 A 11），并分析其发展趋势。

(2) 分析控制土壤盐渍化的自然因素和人为因素。了解气象、水文、地貌、地质、水文地质等自然因素以及农田灌溉、水库渗漏等人为因素在土壤盐渍化形成过程中的作用。

(3) 了解土地盐渍化的危害性和对生态环境的影响，并分析其发展趋势。

(4) 了解土地盐渍化的防治现状与效果，提出防治措施与建议。

6.3.7 土地沼泽化调查

(1) 土地沼泽化基本特征调查。查明沼泽化土地的分布范围、面积与历史变化；查明泥炭沼泽地泥炭层和潜育沼泽地土层的特征及潜育化发育情况；了解植物、农作物的种类与生长情况和优势动物种群。

(2) 查明沼泽水的输入、输出、水位与水深、水质、水流方式、淹水持续时间和淹水频率等水文条件与地下水主要赋存层位、补径排条件和水化学特征及其动态变化等水文地质特征；根据沼泽的形成条件，确定沼泽的成因类型（见附录 A 表 A 12）。

(3) 分析沼泽化的演化趋势及其对生态环境的正负效应。

(4) 了解沼泽和沼泽化土地利用现状和保护现状，提出合理开发利用与保护的建議。

6.3.8 冷浸田调查

(1) 冷浸田基本特征调查。查明冷浸田分布范围、面积与历史变化；查明冷浸田土体构成剖面中的潜育层特性、冷浸田土壤质地；查明潜水的埋深和补径排条件。

(2) 了解冷浸田形成的地形地貌、气象水文、土壤质地和水文地质条件等自然因素和土地垦殖、围湖造田、渠道渗水、废水排放等人为因素对冷浸田形成的影响；确定冷浸田的基本类型（见附录 A 表 A 13）。

(3) 了解冷浸田对农业生产的危害及对生态环境的影响等。

(4) 了解冷浸田改造治理措施和治理效果及存在的问题，提出改造治理对策与建议。

6.3.9 崩塌（含危岩体）调查

(1) 崩塌区基本特征调查。了解崩塌区地形地貌、地层岩性、地质构造和水文地质特征；了解崩塌变形发育史；查明人为因素的强度、周期，了解它们对崩塌变形破坏的作用和影响；确定崩塌类型，见附录 A 表 A 14。

(2) 先期崩塌体特征调查。查明产出位置的微地貌及岩体组构特征、崩塌过程及崩塌体特征、崩塌体自身的稳定性；了解已发生的崩塌灾害损失，分析崩塌体再次活动的可能性与危害性。

(3) 潜在崩塌体（危岩体）特征调查。查明危岩体及其开裂缝特征；分析评价危岩体稳定性和诱发因素；了解崩塌后可能造成的影响范围与危害。

(4) 了解崩塌灾害的勘查、监测、工程治理措施及效果，提出防治建议。

6.3.10 滑坡调查

(1) 查明滑坡地质条件。调查滑坡所处的地貌部位、变形形态、地面坡度、相对高度、沟谷发育情况、河岸冲刷、堆积物及地表水汇聚情况及植被发育状况，滑坡发生与地层结构、岩性、断裂构

造(岩体滑坡尤为重要)、地貌及其演变、水文地质条件、地震和人为活动因素的关系,找出引起滑坡或滑坡复活的主导因素。

(2)基本查明滑坡体特征,包括:滑坡体形态和规模、边界特征、表部特征、滑面特征、内部特征;地下水情况,泉水出露地点及流量,地表水自然排泄沟渠的分布和断面;确定是初发性滑坡或复活滑坡,目前活动状态及其变形阶段,滑动的方向,分析滑坡的滑动方式和力学机制;确定滑坡类型(见附录A表A15)。

(3)基本查明滑坡诱发因素。包括滑坡发生发展与地震、降雨、侵蚀、崩坡积加载等自然动力因素的关系,森林植被破坏、不合理开垦、地面、地下工程开挖、堆土或建筑物加载、爆破振动、废水排放、渠道渗漏、水库蓄水等人类工程经济活动对滑坡发生与发展的影响。对重大滑坡体进行稳定性初步评价。

(4)了解滑坡危害及成灾情况。包括历史灾情情况和近期活动造成的人员伤亡和经济损失、防治措施及效果。对今后滑坡灾害可能成灾范围及危害性,进行预测分析,提出防治对策建议。

6.3.11 泥石流调查

(1)泥石流沟流域调查。查明流域形态特征和流域面积,确定泥石流形成区、流通区和堆积区的范围;了解流域内泥石流固体物质(含固体废弃物)的性状及分布情况;了解沟域地形地貌、气象水文、地质构造、地层岩性、地震活动、土地类型、植被覆盖程度等,确定泥石流的类型;

(2)泥石流特征调查。综合判别沟域形成泥石流的条件,确定泥石流的类型(见附录A表A16);调查泥石流形成区的水源类型、水量、汇水条件、山坡坡度、岩层性质及风化程度,断裂、滑坡、崩塌、岩堆等不良地质现象的发育情况及可能形成泥石流固体物质的分布范围、储量;调查流通区的沟床纵横坡度、跌水、急湾等特征,沟床两侧山坡坡度、稳定程度,沟床的冲淤变化和泥石流的痕迹;调查堆积区的堆积扇分布范围、表面形态、纵坡、植被、沟道变迁和冲淤情况,堆积物的性质、层次、厚度、一般和最大粒径及分布规律。判定堆积区的形成历史、堆积速度,估算一次最大堆积量;调查泥石流沟谷的历史,历次泥石流的发生时间、频数、规模、形成过程、爆发前的降水情况和爆发后产生的灾害情况;调查开矿弃渣、修路切坡、砍伐森林、陡坡开荒及过度放牧等人类活动情况。

(3)泥石流危害调查。了解泥石流危害的对象、危害形式,圈定泥石流可能危害的地区,并对其危害程度及趋势进行分析。

(4)了解泥石流的勘查、监测、工程治理措施、生物治理措施等防治现状及效果,提出防治建议。

6.3.12 岩溶塌陷调查

(1)岩溶塌陷区调查。了解地貌成因类型与形态特征(重点是岩溶地貌形态的成因类型和形态组合类型及其特征)、碳酸盐岩及其它可溶岩和其上覆第四系松散复盖层的特征、岩溶发育特征和水文地质条件。

(2)岩溶塌陷特征调查。查明岩溶塌陷的发育与分布特征,确定塌陷类型(土层塌陷或基岩塌陷)及发育强度与频度;查明岩溶塌陷的发育过程及伴生现象。

(3)岩溶塌陷成因调查,了解上覆荷载、地震、暴雨或洪水等自然因素和抽、排水、水库蓄水与渗漏、地面加载、振动等人为因素与岩溶塌陷的相关关系,确定岩溶塌陷的主要成因类型(见附录A表A17)。

(4)了解岩溶塌陷对地面工程设施、农田和生态环境及各种资源开发的危害与影响;圈定塌陷危险区范围,分析其发展趋势。

(5)了解岩溶塌陷勘查、监测、工程治理措施(包括塌陷区土地复垦)等防治现状及效果,提出防治建议。

6.3.13 地面沉降调查

(1)基本查明地面沉降地质环境背景。包括地形地貌、基底构造;第四纪沉积环境、年代、地层结构;各土体(重点是软弱压缩层)工程地质特征;各含水层、弱透水层组的特征。

(2) 查明地面沉降现状与发生发展历史。包括地面沉降区分布范围、形状、面积及累计沉降量, 沉降发生时间、历年变化与沉降速率等。

(3) 基本查明地面沉降影响因素。包括地下水、油气矿产开采工程的分布、类型、开采量、开采层位、开采时间、地下水位降低及影响范围等; 工程建筑对地面沉降的影响; 区域性构造沉降等。

(4) 了解地面沉降危害。包括地面沉降引起的海水倒灌, 港口、码头或堤岸失效, 桥梁净空减少, 城市排水不畅, 河流泄洪能力降低, 建筑物破坏等, 造成的直接与间接经济损失。分析预测沉降发展趋势及可能的成灾范围, 并对危害程度进行分析预测。

(5) 了解地面沉降勘查、监测和防治现状(人工回灌、控制地下水开采量等措施)及效果, 提出预防与控制地面沉降的建议。

6.3.14 地裂缝调查

(1) 地裂缝特征调查。查明地裂缝几何与活动特征, 确定地裂缝类型(见附录 A 表 A 18)。

(2) 地裂缝成因调查。了解地裂缝发生区的地貌及微地貌单元、地层岩性、岩土体结构与工程地质、水文地质特征; 了解地裂缝与区域地质构造格架和地震活动、气象水文和与人为活动的关系; 分析确定地裂缝的主要成因。

(3) 地裂缝危害调查。了解地裂缝对建筑物的破坏过程、破坏程度、经济损失, 圈定地裂缝危害的范围, 并对其发展与危害进行趋势分析。

(4) 了解地裂缝灾害勘查、监测、工程治理措施及效果, 提出防治建议。

6.3.15 河湖塌岸调查

(1) 塌岸发育特征调查。查明岸坡的坡形、坡高、坡度及变化; 查明构成岸坡的岩、土体工程地质特征、组合类型及分布; 查明重大塌岸的时间、范围、岸高、规模、崩塌的物质成份和崩塌的方式及地表水水位及水流特征, 同时应注意调查尚未崩塌、但已开裂地段的分布、数量、长度、宽度及下沉量; 了解塌岸的发生与发展过程。

(2) 地表水体与水文地质特征调查。了解地表水体类型、水位高程、流速、流量及季节变化, 河道态势、主泓位置及变迁, 水流运动规律、波浪的掏蚀作用, 季风、潮汐或冰凌的作用及岸滩的变迁; 查明岸坡及岸坡地带主要含水岩组及特征、地下水的补径排条件、与地表水的水力联系情况、地下水位及其与地表水位季节变化(包括人工调度)的关系。

(3) 综合分析岸坡地形、地质结构、地表水、地下水、降雨等自然因素和人为因素(岸边建筑物与采砂、修路、切坡等)对塌岸的影响, 分析塌岸的发展趋势。

(4) 了解塌岸对大堤、农田、道路、房屋、航运的危害程度。

(5) 了解崩塌岸坡已有的工程防护措施及其效果, 提出防治建议。

6.3.16 海岸侵蚀与淤积调查

(1) 基本查明海岸带地表形态变化, 包括地表形态变化特征、变化原因及主要影响因素。

(2) 基本查明海岸带地质背景, 包括地貌形态、地质构造、地层岩性、第四纪沉积物的岩性、成因类型和年代、沉积环境的演变, 确定海岸类型(基岩海岸、砂砾海岸、泥质海岸)。

(3) 基本查明海岸带侵蚀状况, 包括海岸侵蚀后退和海堤浪蚀情况、海岸侵蚀原因。

(4) 基本查明入海河口、港湾淤积情况及影响因素。

(5) 了解海岸侵蚀或淤积对土地资源、生态环境等的危害, 分析预测其发展趋势, 已有的防治措施及其效果, 提出今后防治的对策建议。

6.3.17 海平面变化调查

(1) 了解地貌与第四纪地质特征, 主要包括: 障壁岛—泻湖、沿岸堤—沿海平原、河口、三角洲等沉积体系的相序, 沉积环境演化过程。

(2) 基本查明古海面指示物(泥炭、贝壳、海滩岩、树木、淤泥和粘土)沉积特征, 分析古海平面的变化规律。

(3) 了解现代海平面升降情况。搜集沿海验潮站和地形标高零点观测站的观测资料, 分析研究

海平面变化与变化速率和变化的主要原因。

(4) 了解海平面升降对海岸带人类工程经济活动和生态环境的影响。

6.3.18 海水入侵调查

(1) 了解海水入侵的地质环境背景。包括区域地貌形态、岩性结构及组合、地质构造、海岸性质、海滨与入海河口变迁、地表水文、潮汐和气候气象特点等。

(2) 查明咸、淡水层的岩性结构,含水介质及其特征,地下水水质咸化程度(Cl^- 、 Br^- 和矿化度等)及其特征,地下水位动态变化,以及潮汐对地下水动态的影响,咸水体的空间分布范围(距海岸带的距离、面积)及咸水体与淡水体的接触关系,地下水、地表水与海水之间的水力联系、补排关系和海水入侵通道。

(3) 分析控制海水入侵的自然因素和人为因素。了解海平面上升、潮汐等自然因素和抽、排地下水等人为因素与海水入侵的关系。

(4) 查明海水入侵的途径,了解海水入侵的历史及变化规律。根据水化学分析成果,进行海水入侵程度分区,分析海水入侵发展趋势。

(5) 了解海水入侵对土地资源、地下水资源和生态环境等的危害及趋势。

(6) 了解海水入侵的勘查、监测、工程治理措施及效果,提出防治建议。

6.3.19 地下水天然水质不良与污染调查

(1) 查明地下水水质现状,按《生活饮用水卫生标准》(GB 5749—85)和《地下水水质标准》(GB/T 14848—93)评价地下水质量,并分析其发展趋势。

(2) 查明地下水天然水质不良地段的分布、含水层位及其特征,主要超标物质成份、含量及时空分布,并研究分析其形成原因。

(3) 查明地下水污染地段的分布、含水层位及其特征,主要超标物质成份、含量及时空分布;查明污染源及污染途径;了解与地下水污染有关的地面水污染情况,并按《地面水环境质量标准》(GB3838—88)确定其水质分级。

(4) 了解地下水天然水质不良与污染带来的危害,目前的防治措施及效果,提出防治对策。

6.3.20 土壤污染调查

(1) 查明土壤污染现状,按《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)评价土壤环境质量,或按土壤环境背景值进行评价。

(2) 基本查明土地利用情况与土壤特征;了解当地植物与农作物、经济作物种类、分布及生长情况与土壤质量的关系。

(3) 查明工业、农业、污水灌溉等污染源类型、分布、数量和污染途径。

(4) 分析土壤污染发展趋势,了解污染带来的危害,目前的防治措施及效果,提出防治建议。

6.3.21 地方病调查

(1) 地方病基本情况调查。了解地方病的种类、分布范围、主要病症、严重程度、发病历史、防治现状和发展趋势等。

(2) 地方病的地质环境背景调查。了解地方病区的地貌部位、微地貌特征、地层岩性和水文地质特征,饮用水源的类型及基本情况,水、岩、土化学特征及异常,分析研究地方病与某种地质环境因素的相关关系。

(3) 了解地方病区主要食物(粮食、蔬菜等)来源和饮食习惯。

(4) 提出地方病防治对策措施。

6.3.22 水患环境地质调查

(1) 水患基本情况调查。了解重大水患灾害的发生次数、时间、当时的降雨量(包括上游补给区)及持续降雨时间,河湖最高洪水位高程,淹没范围和灾情等。

(2) 基本查明与水患形成有关的地面沉降、河湖泥沙淤积、堤防管涌、岸坡崩塌、堤基隐伏岩溶等环境地质问题的特征与危害。

(3) 了解围湖围滩造田、堤防工程、分蓄洪工程、裁弯取直工程等人为活动对水患形成的影响以及对防洪治水的正、负面效应。

(4) 从地学角度提出科学合理的防洪减灾对策建议。

6.3.23 干旱缺水地区环境地质调查

(1) 干旱缺水基本情况调查

了解干旱缺水区的分布范围、高程、面积,干旱发生的气候条件及历史变化,年干旱缺水时间、造成的危害与损失(包括缺水的居民点、人口、农田、牲畜等基本数据和对经济发展的影响)。

(2) 岩溶石山干旱缺水调查

基本查明岩溶地质和水文地质特征,查明与干旱缺水和地下水资源开发有关的岩溶环境地质问题(如石漠化、旱涝灾害、岩溶塌陷、区域地下水位上升或下降、水质污染等)的基本特征与危害。对岩溶地下水资源潜力和开发利用条件作出评价。

(3) 沙漠草原、黄土等干旱缺水调查

查明浅层地下水、深层地下水的赋存特征、补径排条件与水质特征;了解干旱缺水和地下水开采引起的土地沙化、牧场、草地与绿洲萎缩、河水断流、区域地下水位下降、水质恶化、土地盐碱化、地方病等环境地质问题的基本特征与危害;对地下水资源潜力和开发利用条件作出评价。

(4) 了解干旱缺水形成的自然因素与人为因素,了解其历史演变,分析其发展趋势。

(5) 了解地下水资源开发利用现状和存在的问题,提出合理开发利用与保护地下水资源,改善生态环境的建议。

6.4 工程建设与开发的环境地质调查内容

6.4.1 城市及交通建设

(1) 区域地壳稳定性调查

了解区域地质构造和300km范围内地震历史、分布、烈度区划、活断层观测、全新世地层的测年等资料,推算地壳上升或下沉速率;各种人类活动诱发地震的震级、震中深度和地面烈度分布,分析形成的构造条件。参照附录A表A19进行区域地壳稳定性分级。

(2) 区域地面稳定性调查

查明地面塌陷、地面沉降、地裂缝、冻土冻融等环境地质问题与地质灾害类型、分布、特征、发育程度、诱发因素、对工程建设的危害,分析地面变形的发展趋势,分区评价地面稳定性,提出防治建议。

(3) 地基及深基坑稳定性调查

地基稳定性,了解主要持力层和特殊性岩土体的分布、岩性、厚度、埋藏条件、物理力学性质。

基坑稳定性,了解开挖基坑的工程地质、水文地质条件,已出现过的坑壁及坑底变形与危害情况,所采取的防护措施及效果。

评价地基及深基坑稳定性,提出防治建议。

(4) 边坡稳定性调查

查明边坡的成因类型、形态、规模和边界条件、坡体的结构类型与岩性组合特征,确定控制边坡稳定性的主要结构面;分析判断边坡失稳的诱发因素和不同地段发生崩塌、滑坡等变形破坏的可能性、危险性及影响范围,分区评价边坡稳定性。

查明边坡已有变形破坏状况和造成的危害,分析其发展趋势。了解边坡变形破坏的防治措施、效果和存在的问题,提出防治建议。

(5) 地下工程环境地质调查

了解工程的类型(隧道、地下硐室等)规模,构成工程围岩的岩土体特征,地下水的类型、埋深、静水压力,施工中涌水量、突水、管涌、流土,工程设计与施工技术方法。

了解工程开挖引起的硐室变形和对环境的影响,防治措施、效果和存在的问题,提出防治建议。

(6) 地下水污染和土壤污染调查

重点是调查城市“三废”排放造成的地下水与土壤污染情况。其要求同 6.3.19 和 6.3.20 条。

(7) 放射性异常调查

了解航空 能谱测量和区域化探扫面资料,分析研究城市地区放射性核素的种类、含量值与分布规律。

查明基岩区 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 的丰度,土壤中 Rn 的浓度值,地下水和地下热水中 Rn、Ra、U、总 ^{40}K 的浓度值,编制放射性地球化学图,圈定出异常区,研究其分布规律。

了解地质环境中 Rn 的浓度水平及其对空气中 Rn 浓度水平的影响程度。

综合分析区内放射性异常与地层岩性、地质构造、地下水活动、地热活动以及人为活动的关系,评价其对人类生存环境的影响,提出防治对策建议。

(8) 垃圾处理环境地质调查

了解城市垃圾处理现状;查明垃圾场地对地表水、地下水、土壤等环境的影响和垃圾场自身的边坡稳定性等;对已建垃圾堆放场的地质环境适宜性进行分析评价。

针对垃圾处理场地建设存在的问题,提出相应的对策建议。

6.4.2 矿产开发

(1) 矿山基本情况调查

了解矿山种类、分布范围、规模;矿山运行情况;开采的矿种及赋存的地层与岩性;矿区水文地质类型、工程地质类型和地质环境类型;矿山采掘工程类型;“三废”排放与处置情况等。

(2) 矿山主要环境地质问题与地质灾害调查

地面环境问题与灾害主要调查:采空塌陷、岩溶塌陷、崩塌、山体开裂、地裂缝、滑坡、泥石流、水土流失、土地沙化、土壤污染、放射性异常等。

水环境问题与灾害主要调查:区域水均衡破坏、海水入侵、水质污染等。

采场环境问题与灾害主要调查:突水、溃泥、煤与瓦斯突出、坑道变形、岩爆与煤爆、热害、露天采坑边坡失稳等。

调查各类环境地质问题与灾害的环境地质条件、发育特征与分布规律,分析发展趋势及危害,了解各种防治措施及效果,提出防治对策建议。

6.4.3 水利工程

(1) 堤防工程调查

堤防工程环境地质问题与地质灾害主要调查堤身隐患、渗透变形、堤基沉降变形、堤岸崩塌等发育、分布特征与危害,分析其发展变化趋势及危害程度,了解已采取的防治措施及效果,提出防治措施建议。

(2) 水库(坝)工程调查

水库工程环境地质问题与地质灾害主要调查水库浸没、渗漏、渗透变形、库岸再造、淤积、诱发地震等环境问题的发育、分布特征与危害,分析其发展变化趋势及危害程度,提出防治措施建议。

(3) 闸、泵站工程调查

闸泵站环境地质问题与地质灾害主要调查渗透变形、淤积、塌岸、地基土体压缩变形和不均匀沉降的位置、范围、规模、发展速度及规律、造成的经济损失,分析研究已有变形破坏的工程处理措施、效果和教训,提出治理建议。

(4) 调水工程调查

水源区调查,查明引水水库蓄水对水源区及下游河段地质环境的影响;评价地表水量减少所造成的地下水资源量减少问题,分析沿岸城镇生活、工业、农业灌溉用水供需平衡问题。

输水工程沿线调查,查明区域地壳稳定性、地面稳定性和地基及洞室围岩稳定性等问题;分析工程施工过程中可能产生的崩塌、滑坡等地质灾害和工程运行时可能产生的渗漏造成土壤沼泽化或盐碱化等问题,提出治理建议。

6.4.4 地下水资源开发

(1) 调查因过量开采引起的地下水资源枯竭、地面沉降、地裂缝及岩溶塌陷、水质恶化和由河流上游拦截引起的下游地表水及地下水资源枯竭及相应的土地沙漠化等问题的形成与发展、分布特征与危害, 提出合理开发利用与保护地下水资源的建议。

(2) 调查因河流上游拦截引起下游地表水及地下水资源枯竭的范围、程度、演化历史及后果; 根据流域地表水资源特征和区域地下水资源赋存规律、补径排条件, 分析其水资源枯竭的发展趋势, 提出水资源合理调度与利用、恢复生态环境的建议。

6.4.5 农牧业开发

(1) 调查农牧业开发过程中造成的草场退化、土地沙漠化、土壤侵蚀、地下水污染、土壤污染、土地盐渍化和沼泽化等环境地质问题形成与发展、分布与危害, 分析形成原因与发展趋势, 提出对策建议。

(2) 改善农牧业生产条件的环境地质调查

查明土壤的地球化学特征, 圈定具有一定规模的元素(或元素组合)含量特高或特低的地球化学区, 即异常区, 查明其特征和与地质、水文地质条件、“三废”排放、农药化肥施放以及农牧业生产方式的关系, 确定异常成因, 分析其发展趋势。

了解浅层地下水, 重点是土壤水的开发利用条件, 以及地球化学异常对农牧业生产的正负效应。结合当地农牧业发展与生态建设规划, 提出改善农牧业生产条件的对策建议。

6.4.6 旅游景观资源开发

(1) 旅游景观资源的宏观环境地质调查

了解旅游景观资源类型(见附录 A 表 A20)和特征, 开发价值、规划与现状, 保护区划分及保护现状; 旅游景观资源的地质成因; 分析研究旅游景观资源的地质环境安全性及需要着重保护的内容。

(2) 地质灾害对旅游活动的影响调查

查明旅游区主要地质灾害的基本情况及其对旅游活动的危害, 进行地质灾害分级评价(标准见附录 A 表 A21)和危险程度分区(一般划分为无险区、限制区和治理区)。

(3) 旅游开发所引发的环境地质问题调查

查明因旅游开发产生的旅游区生态平衡失调, 水土流失加剧, 诱发地质灾害; 对水体(江河湖海库以及地下河、泉等)旅游资源破坏, 引起景区水体富营养化、加速水生系列的演替, 导致水域水质恶化、沼泽化、面积萎缩、流量减少、泉水枯竭甚至消失等; “三废”排放所造成的溶洞空气、地表水、地下水和岩石、土壤污染等。分析评价环境地质问题对旅游资源开发与保护的影响, 并分析其发展趋势。

(4) 旅游景区地质环境保护对策

了解旅游资源保护和地质环境保护现状, 经验和存在的问题, 提出对策建议。

6.4.7 生态建设与保护

生态建设与生态保护的环境地质调查, 主要在特殊重要生态系统、脆弱生态系统、风景名胜区、水源地、具有科学意义的纪念地、生物保护地进行。开展与影响生态的植被、水、土壤、气候相关的环境地质调查和人类活动对生态环境影响的调查。

结合当地生态建设与生态保护规划, 生态环境恢复治理的效果及存在的问题, 提出相应的对策建议。

7 调查技术方法与要求

7.1 总体工作方法与要求

7.1.1 区域环境地质调查工作方法, 以地面调查和遥感解译为主体, 结合应用相关的勘探、测试手段及 RS、GPS、GIS 等新技术, 调查研究与评价区域环境地质条件和环境地质问题与地质灾害。

7.1.2 区域环境地质调查工作,必须充分搜集利用前人资料,避免工作重复。环境地质条件的调查,一般以利用已有资料为主,作必要的编测或修测。对环境地质问题与地质灾害调查,应注意利用已有资料,并现场核实查证。

7.2 遥感调查

7.2.1 调查中应充分采用遥感技术,通过遥感图像(或数据)解译提取和分析反映调查区内地质环境特征的各种信息,测量各种环境地质参数、填绘环境地质图件和研究环境地质问题,编制相应的遥感解译图件,提供遥感解译资料。

7.2.2 遥感工作以航天遥感资料为主,航空遥感资料为辅,动态研究环境地质问题,宜使用多分辨、多时相的遥感资料进行对比分析。

7.2.3 遥感解译工作应贯穿于调查工作的全过程,服务于设计编写、野外调绘、资料整理及报告编制等各个环节。

7.2.4 遥感解译的范围应根据需要,依查明环境地质的具体问题确定,一般略大于常规地面调查范围,以便于从区域上对调查区充分了解和进行分析研究。

7.2.5 遥感信息源的选用包括卫星遥感资料、航空遥感资料。

卫星遥感信息源包括:TM+ETM 图像、SPOT 图像、中巴资源卫星图像以及其它不同分辨力的遥感图像。

航空遥感图像主要用于重点区段遥感解译或重要环境地质问题与地质灾害的调查研究,一般可选用黑白航片、彩红外航片以及天然彩色航片。

多时相遥感图像用于环境地质问题的历史变迁和动态变化研究。

7.2.6 遥感解译工作一般按工作准备、建立解译标志、编制遥感影像图、室内解译及野外验证五个阶段进行,具体工作程序与工作方法可参照《区域环境地质勘查遥感技术规程》(DZ/T 0190—1997)及《区域地质调查中遥感技术规定》(DZ/T 0151—95)执行。

7.2.7 解译内容

根据调查任务和不同地区及所选用的遥感图像的可解性与所需要解决的实际问题确定解译内容,一般应包括内容如下:

(1) 划分不同地貌单元,确定地貌成因类型和主要地貌形态及水系特征,判定地形地貌、水系分布发育与地质构造、地层岩性及环境地质条件的相互关系。

(2) 确定主要断裂构造(包括隐伏断裂)分布位置、发育规模、展布特征;新构造活动形迹在影像上的表现。

(3) 解译地层岩性,划分岩土体的工程地质岩组类型,对冻土、黄土、盐渍土等特殊土体的分布发育特征进行解译。

(4) 解译冻土冻胀融溶、黄土湿陷、水土流失、土地沙漠化、石漠化、土地盐渍化、土地沼泽化、崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷、地裂缝、水库塌岸、海岸侵蚀与淤积、水土污染等环境地质问题与地质灾害的分布、规模、形态特征、危害以及发展趋势。

(5) 解译各种水文地质现象,圈定河床、湖泊泥砂淤积地段,圈定图像上显示的古河道分布位置以及古溃口和管涌等发育地段、洪水淹没区域等。

(6) 解译海水与淡水水域,分析海水入侵地下淡水的分布范围和地质环境背景。

(7) 解译区内的植被、草原生态环境和土地利用状况等。

(8) 解译人类工程经济活动引起的地质环境的变化,如“三废”排放造成的污染状况等。

(9) 解译城市或国土开发整治重点地区,现有或潜在的某些特殊环境地质问题,如山区或山前的边坡失稳和泥石流;海滨城市的近岸海流变化对城市的影响;城市废物处置场地选择中的环境地质问题等。

对有重要意义的环境地质问题,如江湖库海岸带变迁、江河改道、泥沙冲淤、水土流失、土地沙漠化、石漠化、盐渍化、植被演变、土地利用等,可搜集具有代表性的2-3个以上不同时期遥感图像,

进行解译对比分析。

7.2.8 遥感解译成果报告编制

根据调查任务和遥感解译的具体内容及成果,编写专题报告或总报告的有关章节。报告编写应详细论述遥感图像(数据)的特征和解译技术方法以及所取得的各项成果。

7.3 地面调查

7.3.1 根据工作区环境地质条件和人类工程经济活动特点,确定重点调查地区和环境地质问题与地质灾害。

7.3.2 根据已有工作程度的不同,确定不同地区工作程度要求,即实测、编测或修测。

7.3.3 野外调查前,应在工作区或邻区选择地貌、地层、地质构造和环境地质问题与地质灾害有代表性的一个或几个地段,实测地质剖面,建立典型标志,确定填图单位,统一工作方法。

7.3.4 野外调查中,应充分利用已有资料和遥感解译成果,通过野外调查和遥感图像解译成果的野外验证,加强地面调查工作的针对性,提高成果质量。

7.3.5 应做好调查访问工作,详细询问环境地质问题与地质灾害发生的时间、过程、背景、前兆特征、形成原因、危害成灾状况,处理措施等。

7.3.6 地面调查手图采用的比例尺应比实际调查精度大一倍以上。

7.3.7 观测路线的布置:以穿越法为主,对环境地质问题与地质灾害点采用穿越法与追索法相结合的调查方法。

7.3.8 观测点的布置,观察描述和定位

(1) 观测点的布置要突出重点,兼顾一般,不能平均使用,点位要有代表性,并应统一编号。

(2) 观测点用专门卡片记录(见附录 D—野外调查表),记录既要全面,又要突出重点,同时还应注意观测点之间的沿途观察记录,用剖面图反映其间的变化情况。对典型和重要的地质现象,应实测剖面或绘制素描图,并进行拍照或录像。同时按数据库建设要求,用电脑笔记本,直接在野外录入。

(3) 观测点应采用 GPS 定位或半仪器法定位。

7.3.9 精度要求

(1) 环境地质问题分布范围与地质灾害体,凡能在图上表示出其面积和形状者,应实地勾绘在图上或根据遥感解译检验结果在野外核定在图上,不能表示实际面积、形状者,用规定的符号表示。

(2) 观测点密度取决于地区类别和工作区地质地貌条件的复杂程度,以能控制工作区环境地质条件和环境地质问题与地质灾害为原则。

(3) 不允许漏测重要的环境地质问题和规模中型以上、灾情(或危害)达到较大级以上的地质灾害。上述环境地质问题与地质灾害,至少有 1—2 条实测剖面予以控制。地质灾害规模和危害程度分级见附录 A 表 A21、A22。

7.3.10 应采取边调查、边录入数据库、边整理资料、边综合研究,及时提交原始成果的方法,以便及时发现问题和解决问题,指导下一步工作。野外调查结束后,在进行全面系统的资料整理和初步综合研究的基础上,提交野外调查总结,并包括野外调查手图、实际材料图,环境地质问题与地质灾害分布草图,各类观测点记录卡片,照片册、录像带和数据库。

7.4 地球物理勘探

7.4.1 工作要求

(1) 物探技术主要用于重要环境地质问题和规模大型、灾情(或危害)重大级及其以上的地质灾害调查,在遥感图像解译和野外调查的基础上进行,与其它方法合理配合使用。

(2) 工作前必须充分搜集利用以往的物探成果资料,尤其是航磁、区域重力、电法、区域地震剖面等资料。

(3) 应根据调查任务的实际需要,通过对工作区地形、地貌、交通、工作条件的实际踏勘,并根据已知的地球物理条件及探测目标体的几何尺度,决定可以采用的物探方法。对于单一方法不易明确判定的或较复杂的环境地质问题或地质灾害体,须采用二种或二种以上方法组合的综合物探。

(4) 野外工作前,应根据调查设计书提出的任务,对照有关物探规范,编制物探设计书,或在调查设计书中列出物探工作设计的专门章节。物探设计书的内容一般应包括:工作目的任务,工作区概况,地质与地球物理特征,工作部署和技术要求,工作计划和生产管理,预期提交成果等部分,并附图物探工作部署图。

(5) 对于物探工作前提不明,地质效果尚无把握或有争议的地区,在布置物探之前,均应开展适量的试验工作。试验应布置在有代表性的地区,调查工作程度较高或有钻孔控制点的剖面上,通过试验选择经济有效的探测方法,并对设计作相应的修改。

(6) 物探测线(网)的布置必须根据地质任务、调查精度、测区地形、地物条件,因地制宜合理设计。测线长度、间距以能控制被探测对象为原则。主要测线方向应垂直于被探测体的长轴方向(崩塌、滑坡体纵轴方向等),且宜选择在地形起伏较小,表层介质较均匀,无高压线、变电器等大型电器位置,避开经常爆破、震动的位置,并尽可能通过已有钻孔或地质勘探线。

(7) 野外作业中,工作参数的选择,检查点的数量,观测精度,测点、测线平面位置和高程的测量精度,仪器的定期检查、操作和记录,应遵循有关物探规范的要求。

(8) 物探资料的解释推断,应遵循从已知到未知、先易后难、从点到面、点面结合的原则,多种物探资料综合解释的原则,物探解释与地质推断相结合的原则,通过反复对比,正确区分有用信息和干扰信息,以获得正确的结论。

(9) 必须充分利用钻探工程,开展相关的井中物探工作。

7.4.2 应用的基本条件和物探方法选择

(1) 采用物探方法应具备以下基本条件:

被探测对象与其环境岩土体应有明显的物性(即电性、弹性、磁性、密度、放射性等)差异并具有一定的规模。

无干扰因素,或虽有干扰因素存在但仍能分辨出被探测对象引起的物性异常。地形、地物、植被的影响不致造成物探工作野外不能开展的程度。

(2) 根据环境地质调查工作需要,工作区地貌、地质条件和干扰因素,不同物探方法的应用条件,正确选择物探方法。环境地质问题与地质灾害调查中常用的物探方法选择见附录表 A24。

(3) 应尽可能采用效果好的新技术新方法,使用灵敏度和分辨率高的新仪器,采用计算机进行数据处理。如地质雷达、核磁共振(NMR)、瞬变电磁法、浅层高分辨率纵波反射法、高密度电法、天然交变电场法、电阻率层析成像、地震波层析成像、电磁波成像等。

7.4.3 野外工作结束并经过验收后,必须及时提交物探报告和相应图件。物探工作报告一般应包括:序言,地形、地质及地球物理特征,工作方法、完成的工作量、技术及其质量评价,资料整理和解释推断,结论和建议等部份。附图应包括工作布置图,必需的平面、剖面、曲线图,解释成果图等。

7.5 钻探

7.5.1 钻孔布置要求

(1) 钻探工作主要用于重要环境地质问题和规模大型、灾情(或危害)重大级及其以上的地质灾害调查,以了解环境岩土体特征,查明探测对象的位置、规模、物质组成、形成条件,进行试验和测试。

(2) 钻探一般应在地质调查和物探工作基础上进行。应根据环境地质问题与地质灾害的类型、规模、性质和环境地质条件复杂程度和欲探明的具体问题合理选择钻探类型和使用工作量。应充分利用已有的钻探资料,尽可能减少钻探工作量。每个钻孔必须目的明确,尽量做到一孔多用,必要时可留做监测孔。

(3) 勘探线布置,宜平行或垂直于环境地质问题分布区及地质灾害体长轴方向或变化最大的方向。

(4) 钻探控制工作量,根据不同地质地貌单元、拟探明的环境地质问题及地质灾害复杂程度、调查精度确定。

7.5.2 钻孔深度要求

钻孔深度根据探测对象而定，一般要求如下：

- (1) 崩塌、滑坡，钻孔深度一般应穿过其底界面 3~5m。
- (2) 岩溶塌陷区，钻孔深度一般应穿过岩溶强发育带 3~5m。
- (3) 地裂缝区，钻孔深度应大于地裂缝的推测深度，并穿过当地主要的地下水开采层位。
- (4) 地面沉降区，钻孔深度一般应穿过当地取水层位 3~5m。并进入非变形沉降层（或稳定构造沉降层）20~30m。
- (5) 塌岸区，钻孔深度应穿过第四系土层 3~5m 或延伸至河道最枯水位线。
- (6) 渗透变形区，钻孔深度一般应深入相对隔水层内 3~5m；在堤外滩地狭窄、地基受冲刷地段，孔深应深入堤外深泓河床以下 5~10m 或河段最大深度的 1.5~2 倍；当遇有较厚软土、松散砂层时，宜钻入抗冲层 2~5m；专门水文地质试验孔的孔深，应根据含水层埋深确定。
- (7) 海水入侵区，钻孔深度应揭穿咸水层至淡水层或隔水层为准。
- (8) 冻土区，钻孔深度一般情况下应超过当地年平均地温变化深度。
- (9) 黄土区，孔深应视勘探目的而定，一般应有一定数量钻孔穿透湿陷性土层。

7.5.3 其它技术要求

- (1) 勘探孔口径一般应不小于 110mm，采取原状岩土样的钻孔口径以 130mm 为宜，进行物探测井的钻孔口径应根据测井探头直径确定。
- (2) 钻孔斜度偏差每 50m 应小于 1 度，有特殊要求者另定。

(3) 钻孔取心、采样、编录、岩心保留与处理、简易水文地质观测、水文地质试验、封孔和钻孔座标的测定等应按《工程地质钻探规程》(DZ/T 0017—91) 和有关专门性规范规程的要求执行。

7.5.4 钻孔竣工后，必须按时提交各种资料，包括钻孔施工设计书、岩心记录表（岩心的照片或录像）、钻孔地质柱状图、岩溶及裂隙统计表、采样及原位测试成果、简易水文地质观测记录、测井曲线、钻孔质量验收书、钻孔施工小结等。

7.6 槽井探

(1) 探槽、浅井工作，主要用于重要的环境地质问题和规模中型、灾情（或危害）较大级及其以上的地质灾害体，以查明探测对象的规模、边界、物质组成、形成条件，进行试验和测试。

(2) 探槽、浅井应配合野外调查同时施工，其规格和施工等有关技术要求按山地工程的有关规范规程执行。

(3) 各探槽、浅井应及时进行详细编录，除文字描述记录外，尚应制作大比例尺（一般为 1:20~1:100）的展视图或剖面图，以真实反映各壁及底板的地质特征、取样位置等，对重要地段尚需进行拍照或录像。具体要求可按《固体矿产勘查原始地质编录规定》(DZ/T 0078—93)“坑探工程的原始地质编录”部分执行。

(4) 探槽、浅井竣工验收后应及时回填，需留作监测用者，应采取相应的保护措施，以防出现安全事故。

7.7 试验与采样测试

7.7.1 试验

(1) 水文地质试验，主要采用钻孔抽水试验，为评价岩土层的富水性、透水性，获得必要的水文地质参数，了解含水层之间、地下水与地表水之间的水力联系。其技术要求按《供水水文地质勘察规范》(GB 50027—2001) 执行。

(2) 工程地质试验

岩土野外原位测试和室内试验，获得必要的岩、土工程地质性质代表性参数，二者应互相配合，互相补充。

野外原位测试（触探、旁压试验、十字板剪力试验）、野外载荷与剪切试验。布置原则是：一般土体（包括粘性土、砂类土、细小卵砾类土和素填土）主要采用触探方法（静力触探或动力触探）；

饱和软粘土层由于取样困难,可在钻孔中进行十字板剪切试验,测定其不排水抗剪强度和残余抗剪强度;对碎石和砂土宜采用动力触探。触探方法还可应用于查明岩溶塌陷区上覆土体土洞和扰动土层。

7.7.2 采样测试

不同类型环境地质问题与地质灾害调查试验项目,见表 7—2。

(1) 地下水水质采样测试

测试项目:常规项目为 pH 值、矿化度、总硬度、钾、钠、钙、镁、重碳酸根、硫酸根、氯离子等。物理性质、有害物质、细菌指标等项目,参照《地下水质量标准》(GB/T 14848—93)确定,地下水天然水质不良与地下水水质污染测试项目要求见附录表 A25。

样品采集的密度、频率根据调查目标、精度及工作区复杂程度等实际情况确定。

(2) 土壤污染采样测试

测试项目按《土壤环境质量标准》(GB 15618—1995)和实地情况确定,参见附录表 A25。

样品采集:

A、土壤背景值样品:采样点的选择,应能反映区域地质环境和区域土壤总体特征。需将调查区域分成若干个单元,在每个单元里不同方位上进行多点采样,并均匀混合为具代表性的土壤样品。常用的布点方法有网格布点法、对角线布点法、梅花形布点法、棋盘布点法和蛇形布点法。一般同一类型土壤应有 3~5 个采样点。采样深度为一米以内的表土(0~20 cm)和心土(20~40 cm)。对植物发育完好的典型土壤,应按层分别采样,以了解各土壤层中的差别。

B、污染土壤样品:采样点布设,原则上因时、因地而定。一般情况下,应考虑下列原则:采用网格布点法,以制作评价图件;在受排放废水影响而导致污染的地段,应按水流方向呈带状布点;在受大气污染物沉降而导致污染的地段,应以点源为中心,沿四周各方位呈放射状布点;在受固体废物堆放场影响而导致污染的地段,应以堆场为中心,按地表径流和地下水流方向布点。

采样频率:一般为一次性调查采样。

(3) 多目标区域地球化学调查采样测试结果应用

多目标区域地球化学调查,亦即区域环境地球化学调查。工作区内凡有多目标区域地球化学调查成果者,必须充分应用,分析研究元素地球化学特征,及其与土壤污染、地下水污染和地方病之间的关系。

为改善农牧业生产条件的环境地质调查,其采样测试项目与样品采集要求,按中国地质调查局《覆盖区多目标地球化学调查暂行规定》执行。

(4) 岩土物理力学性质采样测试

常规物理力学性质指标参照《岩土工程勘察规范》(GB 50021—2001)确定,试验方法按照《土工试验方法标准》(GB/T 50123—1999)执行。

岩土化学分析项目:一般为 K_2O 、 Na_2O 、 MgO 、 MnO 、 FeO 、 Fe_2O_3 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 P_2O_5 、可溶性 SiO_2 等。

特殊要求:

冻土。采样测试项目包括:物理性质试验,主要为粒度成分、天然密度、天然含水量和饱和度、含冰量或未冻水含量、有机质含量;力学性质试验,主要为冻胀力、冻胀性、融化下沉系数、融化后体积压缩系数;水化学性质试验,主要为土壤水和地下水的化学成分。测定物理性质、力学性质试验样,必须保持土的冻结状态,应由地表以下 0.5m 开始逐层采取。当土层厚度 $<1.0m$ 时必须取一个样,土层 $>1.0m$ 时,必须每米取一个样。

湿陷性黄土。采样测试项目除常规试验外,包括湿陷系数、自重湿陷量、湿陷起始压力等。在钻孔中取不扰动土样必须严格掌握钻进操作方法和取样方法,使用适合的取土器。对不能取得不扰动土试样的湿陷性土,应在槽井探坑中采用大体积法测定密度和含水量。

土地盐渍化成的盐渍土。采样测试项目除常规试验外,测试含盐类型(Cl^- 、 $SO_4^{2-}Cl^-$ 、 $Cl^-SO_4^{2-}$ 、 SO_4^{2-} 等)、含盐量及主要含盐矿物(石膏、芒硝等)。采样宜在旱季进行,取扰动土样,取样深度 0~100cm,

每 10~20cm 一个样。

滨海地区水质分析样,应增加溴、碘等元素的分析。

(5) 年代测定。

在第四纪地层资料不全,或地层划分困难时,可进行第四纪地层年代测试,确定第四纪地层的形成年代,进行地层划分与对比。测定的具体方法,根据地质条件和方法使用条件确定。

(6) 放射性样品采集,按环境核辐射监测等有关规定执行。主要测试项目见附录表 A25。其样品密度根据调查精度、问题的复杂程度确定。

7.7.3 各类试验、测试样品的具体采集方法和质量要求,应按国家和行业的试验规程、标准执行。

7.7.4 各类试验、测试资料应及时进行整理(录入数据库)和分析研究,编制图表,编写成果小结。

7.8 监测

7.8.1 在调查中,对严重威胁城镇、重要居民点、工矿区、交通干线等地段的环境地质问题与地质灾害,应及时提出监测方案建议报当地政府和主管部门。如调查中对上述环境地质问题与地质灾害,需要有监测资料才能评价时,可在工作周期内实施监测。

7.8.2 基本要求

(1) 监测的内容和方法:应以动态特征变化的监测为主,兼顾对相关影响因素的监测。对重要的环境地质问题和灾情(或危害)重大、特大级的地质灾害,监测内容、方法应全面些,并有一定的常规仪器监测;对一般性的环境地质问题与地质灾害的监测内容方法可少些,以简易监测为主或不进行监测。

(2) 监测点的数量:规模较大、灾情(或危害)严重者,应设点多些,并尽可能做到点、线、面相结合;规模较小、灾情(或危害)较轻者,宜在关键部位布置少量控制性的点、线。

(3) 监测周期:变形程度、变化速率小的监测周期可长些;变形程度、变化速率加大、出现异常变化时,应缩短监测周期。监测间隔时间,崩塌、滑坡、泥石流等突发性地质灾害最长不宜超过一个月,汛期、变形变化剧烈期应一天一次或多次;地下水位监测一般逢五、逢十各一次,地下水污染监测可按丰、枯水期各一次。

(4) 监测成果:应及时对监测资料进行整理分析,编制监测表格和动态曲线图及相应的文字小结。出现临灾迹象时,应紧急上报,提出防灾救灾建议。

7.8.3 崩塌、滑坡、泥石流、地面沉降、海水入侵等环境地质问题和灾害的监测按照各自特点开展专项监测。

8 地质环境评价

8.1 评价目的

评价和判定工作区地质环境条件对人类生存与发展的适宜性,为区域经济开发和环境建设与保护提供决策依据。

8.2 评价原则

8.2.1 地质环境评价,主要是依据环境地质问题与地质灾害对人类生存与发展的不利影响方面,按照“无问题(灾害)即优良”的基本原则,做出安全意义上的好坏评判。

8.2.2 依照评价的内容不同,地质环境评价可以分为地质环境质量评价、地质环境容量评价。根据调查目的不同又可分为综合性评价、专题性评价。

8.2.3 地质环境评价时,应该借助 GIS 管理基础和图形数据、划分评价单元、处理评价结果和成图。条件允许的情况下,可以考虑基于 GIS 进行二次开发,将数据管理、评价模型等功能都整合到 GIS 应用系统中来。

8.3 地质环境质量评价

主要规定综合性区域地质环境质量评价方法与要求,专题性地质环境质量评价的基本方法可参照

执行。

8.3.1 评价方法

采用综合评判法（也称为综合指数法）。将地质环境系统分解为几个子系统，对各个子系统分别选取有代表性的评价项目（因子），并将其表现程度进行等级划分，给出归一化指标。将同一子系统内各评价项目的指标值按权重进行叠加，得出一个子系统评价总指标。再将各子系统评价总指标按权重叠加，得出每个评价单元的地质环境质量指数。然后综合分析各单元的指数情况，进行全区地质环境质量的总体评价。条件允许的情况下，还可在此基础上考虑各个指标的权重和隶属度，拓展为模糊综合评判。

评价工作包括评价单元划定、评价项目（因子）选择及权重确定、评价指标等级划分及数据提取、评价计算、结果分析和输出几个方面的内容。

8.3.2 评价单元划分

在进行区域评价时，选择评价单元一般有两种方式：一是按照自然地理单元、行政区划单元或经济开发（土地利用）单元等一定的标准将整个评价区分划成有限数量的自然评价单元；二是抛开自然边界，将之分划成数量众多但形状和大小都相同的网格单元。

若区内不同部位之间条件差异显著，且界限清楚，宜采用前者；否则采取后者。网格单元大小的确定应该综合考虑各个评价因素在区域上分布的复杂程度和计算速度、存储容量等多方面的因素，也可以参考有关部门既有的一些技术要求和规定。

8.3.3 评价指标体系

评价指标体系是由若干个单项评价指标组成的有机整体，它应反映地质环境评价与预测的目标和要求，而且要全面、合理、科学和实用，并能为有关人员和部门所接受。

依据这些基本原则，分别选取地质环境背景条件（A）、区域环境地质问题与地质灾害（B）和人类工程活动强度（C）作为评价的子系统。各子系统下面再分若干单项评价指标，即评价项目（因子）。评价基本指标见附录表 A26。

区域环境地质问题与地质灾害的表现（发育）程度（B）是地质环境质量的直接指标，地质环境背景条件（A）和人类工程活动（C）是蕴育和促进（触发）环境地质问题与地质灾害发生的潜在条件。后两者可以弥补（B）系统调查揭露不全的缺陷，并有助于预测。在区域地质环境质量评价体系中，应以（B）子系统为主，（A）、（C）子系统为辅。在各子系统之间的权重划分中，一般采取（B）为 0.6～0.8，（A）、（C）各占 0.1～0.2。调查研究程度高的地区，（B）权值取高值，反之取低值。每个子系统的评价项目，（A）、（C）如表中所列各为 5 项，一般都可适用；（B）中所列 20 项可根据各工作区的实际情况进行取舍，必要时可增加、合并（如崩滑流塌）或分解某些评价项目，但每个评价单元只取其中表现较强烈的前 5 个项目，参与评价计算。

8.3.4 评价指标等级划分及数据提取

8.3.4.1 评价项目等级数据提取（见附录表 A26），是按强弱等级数据指标进行归一化提取。从弱到强分为 、 、 、 四级。分级标准采用国内外通用标准，而非调查区内的相对差异。各项目的强弱等级划分按附录 A24 中相关分级表确定。

8.3.4.2 子系统（B）中的区域环境地质问题与地质灾害项目可分为点状与面状两大类。

各种点状项目（崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷等）的发育程度均按其在评价区内的分布点数及每点的强度等级进行综合评价，以综合强度值表示。综合强度值的计算公式如下：

$$I_e = \sum Pei / A_a$$

式中： I_e —综合强度值； Pei —每个点的强度等级； A_a —评价单元面积。

各种面状项目（地震、地面沉降、水土污染等）的发育程度也按工作区内其不同强度等级片的分布面积，求出其综合强度值，计算公式如下：

$$I_e = \frac{Pe_i A_i}{A_a}$$

式中： Pe_i ——每片的强度等级； A_i ——每片的面积。其它同前。

将此综合强度值作为（B）子系统各评价项目进入评价计算的参算值。各灾害点（片）的强度等级按作用规模（强度）与危害损失两者中的等级高者确定。

8.3.5 权重确定

确定权重有多种方法，如专家直接经验法、调查统计法、数理统计法、层次分析法等。为了更好地反映各评价区的客观实际，本要求采用层次分析法和调查统计法求取权重，其方法见附录 E。

在附录表 A26 的评价体系中，其三大子系统之间的权重已按专家的经验给出。只是各子系统内部各项指标（因子）之间的权重需要在工作中具体确定。

8.3.6 评价计算

将评价数据按照确定下的权重叠加，分别计算地质环境背景条件（ Q_A ）、区域环境地质问题与地质灾害（ Q_B ）和人类工程活动强度（ Q_C ）。地质环境背景条件 Q_A 的计算公式如下：

$$Q_A = \sum Q_{Ai} W_{Ai}$$

其中， Q_{Ai} ——地质环境背景条件类指标的综合强度值

W_{Ai} ——地质环境背景条件类指标的权重

Q_B 、 Q_C 的计算方法同 Q_A 类似。

然后按照相同的方法，计算地质环境质量指数：

$$Q = \sum Q_i W_i$$

其中， Q_i ——分别为 Q_A 、 Q_B 、 Q_C

W_i ——分别为 Q_A 、 Q_B 、 Q_C 的权重

对于专题性地质环境调查，可根据调查评价的实际目的，选取部分子系统及相应的评价项目指标进行评价计算。

8.3.7 地质环境质量等级分区及评述

8.3.7.1 按地质环境质量指数值，对评价区进行综合性区域地质环境质量等级分区。分区等级统一规定为：地质环境质量好、较好、较差、差四级。

8.3.7.2 地质环境质量等级分区结果评述：根据工作区地质环境条件，评述地质环境质量评价方法、单元划分、指标采取及量化处理、评价计算结果的合理性和可靠性。

8.3.8 制图输出。对评价结果进行后处理并制图输出。后处理包括由网格评价单元绘制地质环境质量等值线图等操作。图件编制应在 GIS 支持下进行。

8.4 地质环境容量评价

8.4.1 评价原则

地质环境容量评价需要结合评价的实际来进行，重点放在人类对地质环境可能造成的不良影响或者自然地质环境中的不确定因素的变化临界值的确定上，即找出评价区域中在地质环境恶化进程中迈向地质灾害的临界点。如地下水开采下降水位容限值、资源开采容限值、污染排放容限值，必须物理

意义明确、且具有约定俗成易于操作的定量指标。

由于地质环境容量对具体问题的依赖性太强,本要求中对此不作硬性规定。仅在进行专题性环境地质评价时,可以根据解决实际问题的需要来考虑界定地质环境容量。

8.4.2 评价内容

目前,地质环境容量主要包括以下方面的内容:

(1) 地质结构与状态变化的临界值

地质环境中各环境要素地质结构与状态的变化都是有限度的,都有一临界状态或临界值,若超出则会产生各种各样的地质环境问题,严重时即导致地质灾害的发生。该临界值是一个很宽泛的概念,具体评价时可根据区域内具体的人类工程活动确定相应的临界值,比如道路等边坡开挖最大高度及放坡角、诱发崩滑流地质灾害的临界降雨持续时间和降雨量等。

(2) 地质资源阈限量

地质资源的开发利用导致地质环境质量开始发生变异,即将影响甚至危及人们的生存与发展,此时的资源量即为资源阈限量,如地下水资源最大开采量、临界植被覆盖率、矿山最大开采强度等。

(3) 有害物阈限值

地质环境中各种有害物质组成(主要是指化学组成)的阈限值,其确定可以参照环境污染控制、地球化学等相关标准或规定。

分别确定这些阈限值或临界值之后,即可找出区域地质环境中对经济发展起着关键性制约作用的因素,依据这些因素的临界值,考虑一定的地质环境容量储备,综合分析即可得出一个宏观意义上的地质环境容量,依据区域功能的不同,这个容量可以以人口、种植面积、资源年出产量等指标来表征。

(4) 一个地区对某种工程开发的地质环境容量,也可考虑采用防治地质灾害的费用与正常工程投资费用之比,可称为工程灾损系数或防治地质灾害的投资效益,可称为治灾效益比的某个界限值来评价。

8.4.3 评价结果评述

根据评价结果,评述地质环境容量受地质环境条件的制约程度,评价方法、评价结果的合理性。

9 报告和图件编制

9.1 编图原则

依据调查成果,以与环境地质问题密切相关的环境地质条件为基础,以客观的环境地质问题与地质灾害为研究对象,通过规范的方法、步骤和统一的图例在图面上综合表示出来,形成一套重点突出、图面清晰、层次分明、实用易读的区域环境地质图系。并应用计算机技术,进行数字化编图。

9.2 图件编制种类

区域环境地质图系包括综合性图组、专题性图组两类。

(1) 综合性图组:全面反映工作区工作程度和环境地质问题与地质灾害、地质环境质量的图组,包括区域环境地质工作实际材料图、区域环境地质图、区域地质环境质量评价图、区域地质环境容量评价图等图件。

(2) 专题性图组:反映针对某个专门环境地质问题或地质灾害的图组和为特定开发建设服务的图组,如:地质灾害分布图、石漠化环境地质图、城市环境地质图等。

9.3 图件编制要求

区域环境地质图件编制种类和数量根据工作区环境地质条件、环境地质问题与地质灾害的复杂程度与需要确定,以组成全面反映工作区环境地质概况的图系。区域环境地质工作实际材料图、区域环境地质图、区域地质环境质量评价图必须编制的图件,其它图件根据需要编制。其图式图例见《区域环境地质调查数字化技术要求》。

9.3.1 区域环境地质调查实际材料图

(1) 该图是反映区域环境地质调查工作程度基本状况的基础性图件。

(2) 平面图基本内容

第一层次：地理背景。主要表示地理背景条件。由地形高程类、水系类、植被类、交通类、境界类、居民地和重大建设工程等图层构成。

第二层次：调查工作程度。表示不同的调查工作程度分区。由实测、编测、修测三个图层构成。

第三层次：调查工作。表示完成的实际工作量。由遥感解译（含野外实地查证）、地面调查路线和调查点、剖面线、物探、钻探、山地工程、实验测试、采样点、监测工程等图层构成。

(3) 镶图

前人工作程度图。反映本次工作之前，工作区已有的各类水文地质、工程地质、环境地质和地质灾害调查工作。

(4) 说明表

完成工作量一览表，反映本次工作所完成的各项工作量。

9.3.2 区域环境地质图

(1) 该图主要反映客观存在的地质环境基本状况，重点反映环境地质背景和环境地质问题与地质灾害现状，是区域环境地质调查成果的基础性主图。

(2) 平面图基本内容

第一层次：地理背景。主要表示环境地质问题与地质灾害形成发育的地理背景条件。由地形高程类、水系类、植被类、交通类、境界类、居民地和重大建设工程等图层构成。

第二层次：地质背景。主要表示环境地质问题与地质灾害形成发育的地质背景条件。由地貌特征、地层、地质构造、新构造运动、岩土体工程地质类型、地下水类型和有关的地质资源等图层构成。确定图层构成要素时，要突出工作区的特点，如岩溶地区应增加表示主要岩溶现象等图层；冻土地区则应增加表示与冻土形成环境有关的气候气象等图层。其中岩土体工程地质类型用不同的面状普染色表示。

第三层次：勘探工程。表示用于查明环境地质背景和主要环境地质问题与地质灾害的勘探工程。可根据实际需要，选择性表示遥感解译、物探、钻探、山地、实验测试、监测工程等图层。

第四层次：环境地质问题与地质灾害。是图面反应的主题内容。由各种环境地质问题与地质灾害类图层构成。

第五层次：环境地质区划。是图面反映区域性环境地质规律的内容。由分区界线、分区代号等图层构成。环境地质区划分区，原则上分为二级，第一级区划以气候和大地构造单元为主要依据；第二级区划（亚区）主要以地形地貌，次为构造、气候、主要环境地质问题与地质灾害为依据。

(3) 镶图

用于环境地质条件与环境地质问题与地质灾害成因、诱发因素的补充性、专门性说明，如年降水量等值线图、月最大降水量等值线图和地震烈度分区图等。

(4) 说明表

用于环境地质区划分区说明。主要表示分区（区、亚区）名称、位置与面积、环境地质特征、主要环境地质问题与地质灾害特征等。

9.3.3 区域地质环境质量评价图

(1) 该图是反映区域地质环境质量评价成果的图件，是区域环境地质调查成果的评价性主图，便于为区域地质环境保护规划和地质灾害防治提供依据。

(2) 平面图基本内容

第一层次：地质环境背景条件。主要表示环境地质问题与地质灾害形成发育的地质背景条件。以区域环境地质图 9.3.2 (2) 第一层次与第二层次为基础，重点表示参与评价（即评价项目）的地质环境背景条件（见附录表 A26）图层。

第二层次：环境地质问题与地质灾害。以区域环境地质图 9.3.2 (2) 第四层次为基础，重点表示

参与评价（即评价项目）的主要环境地质问题与地质灾害（见附录表 A26）类图层。

第三层次：人类工程活动强度。以区域环境地质图 9.3.2（2）第一层次所表示的重大建设工程等图层为基础，重点表示参与评价（即评价项目）的主要人类工程活动强度（见附录表 A26）图层。

第四层次：评价结果分区。是图面反应的主题内容，即区域地质环境质量等级分区，按等级分区评价结果，即地质环境质量好、较好、较差、差四个等级分区表示。由分区界线、分区等级代号等图层构成。按自然单元进行分区评价的，则以自然单元边界线作分区界线；按网格单元进行分区评价的，则以网格格线作分区界线。地质环境质量等级分区，用不同的面状普染色表示。

（3）镶图

用于评价指标体系某些重要指标的补充性、专门性说明，如人口密度图等。

（4）说明表

用于地质环境质量等级分区说明。主要表示分区分级名称、位置与面积、地质环境背景条件、主要环境地质问题与地质灾害特征、保护环境与防治地质灾害的建议等。

9.4 报告编制基本要求

区域环境地质调查报告是区域环境地质调查工作的最重要成果，也是调查工作质量的全面体现。其基本要求是：综合利用、充分反映调查所取得的成果。阐明区域环境地质条件和环境地质问题与地质灾害的分布规律、发育特征及危害，作出正确的评价与预测。结合地方政府需求与经济、社会发展规划，提出合理、有效的地质环境保护和地质灾害防治对策建议，体现调查工作的环境效益和防灾减灾效益。内容简明扼要，重点突出，论据充分，结论明确，附图附件齐全。成果必须数字化，以便于阅读与使用。具体要求见附件 E。

10 野外资料验收与成果审查

10.1 野外资料验收

野外资料验收，按照中国地调局地质调查项目野外验收要求执行。野外验收内容包括项目设计执行情况检查和项目质量检查，包括：技术工作方法的合理性和可靠性；原始资料完备程度及其质量；环境地质问题和地质灾害查明程度等。

10.2 成果审查

成果报告及资料审查，按照中国地调局地质调查成果报告审查要求执行。成果资料按照中国地调局地质调查资料管理办法归档、汇交。

附录 A 区域环境地质调查有关标准表

表 A1 全新活动断裂分级表

指 标 断裂分级		活 动 性	平均活动 速率 v mm/a	历史地震 震级 M
	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	$V > 1$	$M \geq 7$
	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	$1 \leq V \leq 0.1$	$7 > M \geq 6$
	微弱全新活动断裂	全新世有微弱活动	$V < 0.1$	$M < 6$

注：凡在全新世时期（10000a）内有过地震活动或近期正在活动，在今后 100a 内可能继续活动的断裂为全新活动断裂；全新活动断裂中，近期（近 500a 来）发生过地震震级 $M \geq 5$ 级的断裂，或在今后 100a 内，可能发生 $M \geq 5$ 级的断裂，称发震断裂。

表 A2 冻土（按冻结状态持续时间）分类表

类 型	持续时间 (T)	地面温度特征 ()	冻融特征
多年冻土	$T \geq 2$ 年	年平均地面温度 ≤ 0	季节融化
隔年冻土	$2 \text{ 年} > T > 1 \text{ 年}$	最低月平均地面温度 ≤ 0	季节冻结
季节冻土	$T < 1$ 年	最低月平均地面温度 ≤ 0	季节冻结

注：多年冻土，按形成和存在的自然条件不同，可分为高纬度多年冻土和高海拔多年冻土两种类型。高纬度多年冻土，主要分布于东北北部；高海拔多年冻土，主要分布于青藏高原、喜马拉雅山、长白山、阿尔泰山、天山、祁连山、横断山等地。

表 A3 冻土冻胀性分类表

分类名称	等级代号	冻胀率 %	冻前天然含水量 W%	地下水位距冻土层底面的距离 S (m)	冻胀性特征
不冻胀土		< 1	$W < 14$	$S < 2$	冻胀量一般很小。岩性为：岩石、砂石土、砂土、粉土含量 $< 15\%$ 的卵石土等
弱冻胀土		< 3.5	$14 \leq W < 19$	$S \leq 2$	冻胀量可能造成基础变形。岩性为：细砂、粉砂
冻胀土		$3.5 \leq \leq 6$	$W_{p+5} \leq W \leq W_{p+2}$	$S > 1.5$	冻胀量很大，季节融化层可达 10 ~ 20cm。岩性为粉砂等
强冻胀土		> 6	$W > W_{p+9}$	$S \leq 1.5$	冻胀量应通过实测确定。岩性为沼泽土、淤泥质粘土等

注：冻胀率 (%) 为冻土体冻结后高度 h_1 与冻土体冻结前高度 h 之差和冻结前高度比的百分比；

W_p ——塑限含水量 (%)。

表 A4 冻土融沉性分类表

分类名称	等级代号	融化下沉系数 A%	按米计算的 融化下沉总量 cm	工程适宜性特征
不融沉土		< 1	< 3	为最好的地基土
弱融沉土		1 ~ 5	3 ~ 15	为良好的地基土
融沉土		5 ~ 10	15 ~ 30	是一种过度类型，当作为建筑物地基时，需采用专门措施
强融沉土		10 ~ 25	30 ~ 75	作基底时，原则上不允许发生融化，宜采用保持冻土的设计原则等
强融沉冰		> 25	> 75	作基底时，不允许发生融化，需进行专门处理

注：融化下沉系数（A%）是和土的冻前天然含水量 W 与塑限含水量 W_p 之差的有效融化下沉含水量有关，即 $A = (W - W_p) K$ 。K—融化下沉常数，其平均值为 0.61。

地质环境质量评价中，评价项目强弱等级（分四级）划分时，表中、级同划为第级。

表 A5 黄土湿陷性划分表

非湿陷性黄土		$\delta_s < 0.015$	
湿陷性黄土	自重湿陷性黄土	$\delta_s > 0.015$	$\delta_{zs} > 0.015$
	非自重湿陷性黄土		$\delta_{zs} < 0.015$

注： δ_s —湿陷系数， δ_{zs} —自重湿陷系数。

表 A6 湿陷性黄土湿陷等级表

湿陷性类型		非自重湿陷性黄土	自重湿陷性黄土	
计算自重湿陷量（cm）		$z_s \geq 7$	$7 < z_s \leq 35$	$z_s > 35$
总湿陷量 （cm）	$\Delta_s \leq 30$	（轻微）	（中等）	—
	$30 < \Delta_s \leq 60$	（中等）	或	（严重）
	$\Delta_s > 60$	—	（严重）	（很严重）

注：当 $30\text{cm} < \Delta_s < 50\text{cm}$ ， $7\text{cm} < z_s < 30\text{cm}$ 时，可判为级；

当 $\Delta_s \geq 50\text{cm}$ ， $z_s \geq 30\text{cm}$ 时，可判为级。

表 A7 土壤侵蚀强度分级表

级 别	平均侵蚀模数 [t/(km ² · a)]	平均流失厚度 (mm/a)
微 度	<200, 500, 1000	0.15, 0.37, 0.74
轻 度	200, 500, 1000 ~ 2500	0.15, 0.37, 0.74 ~ 1.9

级 别	平均侵蚀模数 [t/(km ² · a)]	平均流失厚度 (mm/a)
中 度	2500 ~ 5000	1.9 ~ 3.7
强 度	5000 ~ 8000	3.7 ~ 5.9
极强度	8000 ~ 15000	5.9 ~ 11.1
剧 烈	>15000	>11.1

注： 本表流失厚度系按土壤容重 1.35g/cm³ 折算，各地可按当地土壤容重计算；

地质环境质量评价中，当评价项目强弱等级按四级划分时，表中微度与轻度合并为第 级，极强度与剧烈合并为第 级。

表 A8 土地沙漠化程度划分表

名称	沙 漠 化 程 度	植 被 覆 盖 度
潜在沙漠化	风沙活动较弱，地貌基本保持原来形态，局部有风蚀现象，小面积沙化土地多为古沙翻新。 裸沙分布面积 < 10%，沙层厚度大部分 < 1m。	原生植被已趋旱化、矮化，但仍占优势，土壤水蚀严重，可生长旱农作物，植被盖度 > 40%。
轻度沙漠化	风沙活动明显，原生地表已开始被破坏，多风蚀坡、坑、残墩，出现片状、点状沙地和灌丛沙堆。 裸沙分布面积 10—30%，积沙厚度一般 < 1m。	原生植被退居次要地位，与沙生植被呈镶嵌分布，土壤粗化，牧草退化，土地适耕性下降，植被盖度 20—40%。
中度沙漠化	风沙活动频繁，流动沙丘、灌丛、沙堆、固定沙丘与滩地相间分布，丘间和滩地开阔，多为牧场。 裸沙分布面积 30—50%，积沙厚度一般仅数米。	原生植被已衰败，多年生沙生植被较稀疏，牧草矮化，杂草入侵，人工草灌仅见于部分滩地，植被盖度 < 20%。
重度沙漠化	风沙活动强烈，以流动半流动沙丘、沙地为主，沙丘连绵。风蚀地貌发育。 裸沙分布面积占 50% 以上，积沙厚度沙漠区 10—40m，其它沙区数 m。	原生植被已解体。多为一年生沙生植被所代替，植物稀疏低矮，植被盖度 < 10%

表 A9 沙地固定程度分类

沙地类型	特 征
流动沙地	为缺少植物的裸露地面，在不同的下伏基岩上堆积不同厚度的流沙，呈沙纹、新月形沙丘、沙链、沙垅流沙地貌。
半流动或半固定沙地	在宽浅碟形凹地俗称“海子”，生长有喜湿而抗风性强的植物。流动沙受较密茂植物所阻挡，堆成沙堆，形成半固定状态。
固定沙地	植物不仅在沙丘背风面生长，而且也在迎风面生长，覆盖度 30% 以上，流沙停止活动。

表 A10 石漠化等级分区表

等级分区	露裸岩石面积	露裸岩石分布形状	植被情况
重度石漠化区	> 70%	面状	疏草、裸岩（土）
中度石漠化区	50% ~ < 70%	线状+面状	疏草+疏灌
轻度石漠化区	30% ~ < 50%	线状+点状	乔草+灌草
微度石漠化区	10% ~ < 30%	点状+线状	灌乔草

表 A11 土地盐渍化性质与程度划分表

含盐性质	苏打型	$\text{Cl}^- - \text{HCO}_3^-$ $\text{HCO}_3^- - \text{Cl}^-$	$\text{SO}_4^{2-} - \text{HCO}_3^-$ $\text{HCO}_3^- - \text{SO}_4^{2-}$	Cl^-	$\text{SO}_4^{2-} - \text{Cl}^-$	$\text{Cl}^- - \text{SO}_4^{2-}$	SO_4^{2-}
盐渍化程度	0—60cm 土层含盐量%			0—100cm 土层含盐量%			
非盐渍化	< 0.1	< 0.15	< 0.15	< 0.15	< 0.2	< 0.25	< 0.3
轻度盐渍化	0.1—0.2	0.15—0.25	0.15—0.3	0.15—0.3	0.2—0.3	0.25—0.4	0.3—0.6
中等盐渍化	0.2—0.3	0.25—0.4	0.3—0.5	0.3—0.5	0.3—0.6	0.4—0.7	0.6—1.0
强度盐渍化	0.3—0.5	0.4—0.6	0.5—0.7	0.5—0.7	0.6—1.0	0.7—1.2	1.0—2.0
盐渍土	> 0.5	> 0.6	> 0.7	> 0.7	> 1.0	> 1.2	> 2.0

注：地质环境质量评价中，评价项目强弱等级（分四级）划分时，表中非盐渍化土不参与等级划分。

表 A12 沼泽成因类型表

类 型	形 成 条 件
湖泊萎缩型	湖泊发展到后期，大量有机物积聚，喜水植物长满整个湖泊洼地，便形成了沼泽地。
地表水泛滥型	河流泛滥地区两岸，在河湾、河漫滩或牛轭湖的地方，易产生沼泽地。海岸带潮间地区也可能形成海滨沼泽地。
地下水溢出型	山坡前缘或平缓地段，由于地表水排泄不畅或由地下水出露形成沼泽地。
高原冻土型	高原区与低温、潮湿、蒸发弱以及冻土存在有关的沼泽地。

表 A13 冷浸田基本类型划分表

类	亚 类	基 本 特 征
原 生 冷浸田	渍水型冷浸田	系指土壤质地粘重、小孔隙发育的粘性土，在犁底层以下即出现潜育层的地下水型水稻土
	饱水型冷浸田	系指经终年渍水呈饱和状态，无犁底层，耕植层以下即为潜育层的水稻土
次 生 冷浸田	渗水渍水型冷浸田	系由于人为渗水，使土壤层内长期渍水滞留而形成的冷浸田
	废水渍水型冷浸田	系由于废水排放（或污灌），使土壤层内长期渍水滞留并污染而形成的冷浸田

表 A14 崩塌分类表

依 据	分 类 名 称		特 征 说 明
动力成因	自然动力型	地震型崩塌	因地震作用而诱发的崩塌
		卸荷型崩塌	由于斜坡岩体应力、地应力的卸荷回弹引起的崩塌
		降雨型崩塌	由于雨水集中渗灌降低了危岩体的稳定性而形成的崩塌
		侵蚀型崩塌	由于强烈侵蚀坡脚，造成山坡过陡或悬空而形成的崩塌
	工程动力型	切蚀型崩塌	因人工切削坡脚而造成的崩塌
		洞掘型崩塌	地下洞室开挖顶板下沉引起上覆岩体失稳而造成的崩塌
		爆破型崩塌	爆破振动引起的崩塌
动力形式	滑移式崩塌		危岩体因沿软弱基座蠕滑抛出而产生的崩塌
	坠落式崩塌		因软弱基座被掏空而产生的崩塌
	倾倒式崩塌		危岩体主要受倾伏力矩作用倾倒破坏产生的崩塌

表 A15 滑坡分类表

依 据	分 类 名 称		特 征 说 明
物质组成	土体 滑坡	堆积层滑坡	由坡积、洪积、崩滑堆积等形成的碎块石堆积体沿下伏基岩或体内滑动
		黄土滑坡	不同时期的黄土层内部或沿其下伏岩土层接触面发生的滑坡
		粘性土滑坡	粘性土层内部或沿其下伏岩土层接触面滑动的滑坡
	岩体滑坡		发生在各类岩体中的滑坡
滑动面与 岩层层面的 关系	均质岩土滑坡		发生在无明显层理的土层或基岩风化层中，滑动面常呈弧形
	顺层滑坡		沿岩层层面、不整合面及坡积体与基岩交界面等滑动
	切层滑坡		滑动面与岩层层面相切，常沿倾向山外的一组断裂面发生。滑坡床多呈折线状。多分布在逆倾向或陡倾斜岩层的山坡上
滑动体 厚度	浅层滑坡		滑坡体厚度在 10m 以内
	中层滑坡		滑坡体厚度在 10 ~ 30m 之间
	深层滑坡		滑坡体厚度超过 30m
动力成因	自然滑坡		由于地震、降雨、侵蚀、崩坡积加载等自然作用产生的滑坡
	工程滑坡		由于工程开挖，堆土或建筑物加载，爆破振动，水库蓄水、渠道渗水等所形成的滑坡
滑动作用的 起动 方式	推移式滑坡		上部岩层滑动挤压下部产生变形，滑动速度较快，滑体表面波状起伏，多见于有堆积物分布的斜坡地段
	牵引式滑坡		下部先滑，使上部失去支撑而变形滑动，一般速度较慢，多具上小下大的塔式外貌，横向张性裂隙发育，表面多呈阶梯状或陡坎状。

依 据	分类名称	特 征 说 明
发生年代	新滑坡	全新世或有人文记载以来发生的滑坡
	古滑坡	全新世或有人文记载以前发生的滑坡
	古滑坡复活	久已存在的较稳定的古滑坡，由于自然条件变化或工程活动，引起复活
发生后稳定性	活滑坡	近期仍有滑动的滑坡。后壁及两侧有新鲜擦痕，滑体内有较新的开裂、鼓起或前缘挤出等变形迹象
	死滑坡	发生后已停止发展，一般情况下不可能重新活动，坡体上植被较盛，常有居民点

表 A16 泥石流分类表

分类依据	分 类 名 称 及 特 征
流域特征	山坡型泥石流
	沟谷型泥石流
地貌特征	山区泥石流
	准山前区泥石流
物质成分	泥流。以细粒泥沙为主要固体成分，粘度大，呈稠泥状
	泥石流。由浆体和碎块石组成，固体成分粒径变化大
	水石流。由水和粗砂、砾石、漂砾组成，粘粒含量少
流体性质	粘性泥石流。含大量粘性土，固体物质占 40% ~ 60%，最高达 80%，粘性大
	稀性泥石流。以水为主，固体物质占 10% ~ 40%，粘性土少

表 A17 岩溶塌陷分类表

按塌陷所在的岩性划分	按可溶岩类型划分	按成因划分		按塌陷时期划分
		类	型	
土层塌陷 基岩塌陷	碳酸盐岩类塌陷 蒸发岩类塌陷（石膏岩溶塌陷） 可溶性碎屑岩类塌陷（红层岩溶塌陷）	自然塌陷	暴雨塌陷	古塌陷 （陷落柱） 老塌陷 现代塌陷 （新塌陷）
			洪水塌陷	
			重力塌陷	
			地震塌陷	
		人为塌陷	地下洞室排水突水塌陷	
			抽水塌陷	
			水库蓄水引水塌陷	
			振动或加载塌陷	
			地表水或废水下渗塌陷	

表 A18 地裂缝分类表

类别	主导因素	动力类型	分 类 名 称
非构造地裂缝	人类活动作用为主	各种工程活动	采空区塌陷地裂缝
			采水、采油地面不均匀沉降地裂缝
			人为崩塌、滑坡地裂缝
			地面负重下沉地裂缝
			强烈爆炸或机械振动地裂缝
	自然外营力作用为主	特殊土变形	膨胀土地裂缝
			黄土湿陷地裂缝
			冻土和盐丘地裂缝
			干旱地裂缝
		自然重力作用	地面沉降、地面塌陷地裂缝
			自然崩塌、滑坡地裂缝
构造地裂缝	自然内营力作用为主	断层运动	速滑地裂缝—地震构造地裂缝
			蠕滑地裂缝
			地震产生的地裂缝
		区域微破裂开启	土层构造节理开启型地裂缝
			黄土喀斯特陷落地裂缝

表 A19 区域地壳稳定性分级表

地壳稳定性分级		稳 定	基本稳定	次不稳定	不 稳 定	极不稳定
编 号						
依据 指标	地震震级 (M)	M<4	4 M<5	5 M<6	6 M<7 1/2	M 7 1/2
	地震烈度 ()	5	6	7	8—10	10
参考 指标	地震地面最大加速度 (a_{\max})	<0.05g	0.05g—0.1g	0.1—0.2g	0.2—0.6g	>0.6g
	地震地面最大速度 (V_{\max}) cm/s	<2	2—4	4—8	8—32	>32
	发震 (M>5) 周期	>50 万 a	50—1.1 万 a	11000—1000a	1000—100a	<100a
	断层活动速率 (mm/a)	<0.01	0.01—0.1	0.1—1	1—10	>10
	现代地壳升降速度 (mm/a)		<0.1	0.1—0.5	0.5—2	>2
	现代地壳表层 x / y 比值		<1	1—2	2—3	>3

注：x—水平应力，y—垂直应力；

地质环境质量评价中，评价项目强弱等级（分四级）划分时，表中“极不稳定级”划为第 级。

表 A20 旅游景观资源类型表

类 型	种 类
地文景观类	典型地质构造、标准地层剖面、生物化石点、地质灾害遗迹、名山、火山熔岩景观、蚀余景观、奇特与象形山石、沙（砾石）滩、小型岛屿、洞穴等。
水域风光类	风景河段、漂流河段、湖泊、瀑布、泉、现代冰川等。
生物景观类	树林、古树名木、珍稀动植物、草原、原生动物栖息地等。

表 A21 地质灾害灾情与危害程度分级标准表

灾情和危害程度分级	死亡人数（人）	受威胁人数（人）	直接经济损失（万元）
一般级（轻）	< 3	< 10	< 100
较大级（中）	3 ~ 10	10 ~ 100	100 ~ 300
重大级（重）	10 ~ 30	100 ~ 1000	300 ~ 1000
特大级（特重）	> 30	> 1000	> 1000

注：灾情分级，即已发生的地质灾害灾情分级，采用“死亡人数”或“直接经济损失”栏指标评价。分级名称采用一般级、较大级、重大级和特大级；

危害程度分级，即对可能发生的地质灾害危害程度的预测分级，采用“受威胁人数”或预评估的“直接经济损失”栏指标评价。分级名称采用轻级、中级、重级和特重级。

表 A22 地质灾害规模等级划分标准表

灾 种	指 标	灾害等级			
		特大型	大 型	中 型	小 型
崩塌	体积(10^4m^3)	> 100	10 ~ 100	1 ~ 10	< 1
滑坡	体积(10^4m^3)	> 1000	100 ~ 1000	10 ~ 100	< 10
泥石流	体积(10^4m^3)	> 50	50 ~ 5	5 ~ 1	< 1
	流域面积(km^2)	> 200	200 ~ 20	20 ~ 2	< 2
岩溶塌陷及采空塌陷	影响范围(km^2)	> 20	20 ~ 10	10 ~ 1	< 1
地裂缝	影响范围(km^2)	> 10	10 ~ 5	5 ~ 1	< 1
地面沉降	沉降面积(km^2)	> 1000	100 ~ 1000	50 ~ 100	< 50
	累计沉降量(m)	> 2.0	2.0 ~ 1.0	1.0 ~ 0.5	< 0.5
海水入侵	入侵范围(km^2)	> 500	500 ~ 100	100 ~ 10	< 10

注：泥石流规模等级指标中：体积，指固体物质一次冲出量；流域面积，主要在 1:25 万调查时采用；

泥石流和地面沉降规模等级的两个指标不在同一级次时，按从高原则确定。

A23 地质环境质量评价中，地质环境背景条件和人类工程活动强度有关评价项目（因子）强弱等级，可按表 A23—1、2、3、4、5、6、7、8 划分。

A23—1 地形切割强度分级表

地形切割强度分级				
切割指数 I_c	< 200m	200 ~ 500m	500 ~ 1000m	> 1000m

注：地形切割指数 I_c ，为每 100km² 范围内，地形相对高差值（m）。

A23—2 年降雨（水）量优劣等级分级表

年降雨（水）量（mm）	800 ~ 1000	1000 ~ 1200	1200 ~ 1400	> 1400
		800 ~ 600	600 ~ 400	< 400
优劣等级				

注：降雨（水）量 > 1400mm 易成暴雨及崩塌、滑坡、泥石流灾害；< 400mm 为干旱。

A23—3 气温等级划分表

年均气温（℃）	< 6	6 ~ 10	10 ~ 14	14 ~ 18	18 ~ 22	22 ~ 26	> 26
等级							
年大于 10 天数	< 50	50 ~ 100	100 ~ 170	170 ~ 220	220 ~ 240	240 ~ 285	285 ~ 360

注：年均气温和年大于 10 天数两项，可选择其中 1 项，确定等级。

A23—4 城镇建设工程强度分级表

强度分级				
人口密度（人/km ² ）	< 10	10 ~ 100	100 ~ 1000	> 1000

A23—5 交通工程强度分级表

强度分级				
交通网密度系数	< 0.02	0.02 ~ 0.5	0.5 ~ 2.0	> 2.0

注：交通网密度系数，为每 10 km² 范围内公路长度值（km 数）。公路长度以二级公路为标准，一级公路按加倍计算，高速公路和铁路按 3 倍计算。

A23—6 矿山工程强度分级表

强度分级				
矿山密度	< 1	1 ~ 5	5 ~ 10	> 10

注：矿山密度，按矿山坑（露天）口（地下）每 100km² 范围内的个数划分。矿山坑口个数以年开挖矿石量 1 万 t 以下的坑口为标准。

对大中型坑口，按开挖量 1 ~ 10 万 t、10 ~ 100 万 t 和 > 100 万 t，分别以 2，4，8 倍数计算。

A23—7 水库工程密度分级表

密度分级				
水库密度	< 2	2 ~ 4	4 ~ 8	> 8

注：水库密度分级，按每 1000km² 范围内库容 1000 万 m³ 以下的小型水库个数为标准。对大中型水库，按库容 1000 万 m³ ~ 1 亿 m³、1 亿 m³ ~ 10 亿 m³ 和 > 10 亿 m³，分别以 2，4，8 倍数计算。

A23—8 堤防、渠道工程密度分级表

密度分级				
堤防、渠道密度	< 0.02	0.02 ~ 0.5	0.5 ~ 2.0	> 2.0

注：堤防、渠道密度分级，按每 10km² 范围内堤防、渠道长度公里数计算。

表 A24 常用物探方法及其应用范围

物 探 方 法	应 用 范 围
电测深法、电剖面法、浅层折射波法、浅层反射波法、瑞利波法、地质雷达、瞬变电磁法、综合测井、声波透视、无线电波透视、测氦法	查明崩塌、滑坡、泥石流范围、厚度和结构
电测深法、电剖面法、高密度电法、瞬变电磁法、自然电场法、音频大地电场法、浅层反射波法、天然交变电场法、地温法、同位素示踪法、地面和井中地质雷达、电导成像系统、井中 CT	查明岩溶塌陷范围，隐伏洞穴范围、形状、充填情况、埋藏深度，矿山采空区位置与范围
声波透视法、无线电波透视法、音频大地电场法、浅层高分辨率纵波反射法	查明地裂缝位置、深度
电剖面法、高密度电法、激发极化电场法、自然电场法、地质雷达、瞬变电磁法、同位素示踪法、电测井	查明堤坝裂缝、洞穴、塌陷、渗透变形位置
电测深法、电剖面法、激发极化法、地质雷达、电测井、高密度电法、瞬变电磁法	查明古河道、古冲积扇位置、范围
电测深法、电剖面法、自然电场法、激发极化法、瞬变电磁法、井中 CT	查明海水入侵范围，咸水、淡水分界面
电测深法、电剖面法、瞬变电磁法、浅层折射波法、浅层反射波法、地质雷达、磁法、重力法、综合测井	查明覆盖层厚度和基岩面埋深
电测深法、电剖面法、自然电场法、浅层折射波法、浅层反射波法、地质雷达、磁法、重力法、综合测井法、无线电波透视	查明不同岩性分层界面、风化带厚度
电测深法、电剖面法、自然电场法、音频大地电场法、瞬变电磁法、浅层反射波法、浅层反射波法、瑞利波法、地质雷达、综合测井、静电 卡法	查明断层位置、产状
电测深法、电剖面法、激发极化法、瞬变电磁法、浅层折射波法、浅层反射波法、电测井、同位素示踪测井、静电 卡法	查明含水层分布、厚度及埋深
声波测井、电测井、放射性测井、面波法、浅层地震法	测定岩土物理力学性质
电测深、激发极化法、地温法	查明冻土上、下限及冻结层厚度

表 A25 不同类型环境地质问题和地质灾害调查试验项目表

类 型	试 验 项 目
冻土	物理性质试验、力学性质试验、水化学性质试验，必要时作热学性质试验。
湿陷性黄土	除常规试验外，测试湿陷系数、自重湿陷量、湿陷起始压力等。
水土流失	土壤剖面 ^{137}Cs 测量、土壤肥力分析，必要时采用人工降雨装置，野外测量土壤侵蚀量。
土地沙漠化	砂的密度、相对密度、天然含水量、颗粒分析、毛细水上升高度、可溶盐含量等。
土地盐渍化	除常规试验外，测试含盐类型、含盐量及主要含盐矿物。
土壤潜育化	水土温度、水气比例、氧化还原电位、自然含水率、通气孔隙率、有机质含量等。
崩塌	岩土体成分、物理力学性质、水理性质，裂缝充填物成份及含量分析，微结构分析，必要时进行年龄测定。
滑坡	滑带、滑体、滑床岩土体的物理力学性质、水理性质，滑带粘土矿物成份及含量分析，微结构分析，地下水化学成分，必要时进行滑带土年龄测定
泥石流	泥石流流体物质成份、颗粒分析、容重、液限等，必要时进行泥石流流体年龄测定
岩溶塌陷	上覆土体及岩溶洞穴充填物的物理力学性质，土的矿物成份分析、可溶盐分析、微结构分析，地下水化学成份。
地裂缝	岩土体物理力学性质，必要时进行地裂缝及断层破碎带物质的显微结构构造鉴定和活动年龄的测定，
岸坡崩塌	岩土体的物理力学性质，土的粒度成分、矿物成分分析和胀缩性试验，必要时进行不同水动力条件下的土体崩解试验、可溶盐含量的测定。
海水入侵	水的物理性质与化学成分分析，同位素分析。
地下水天然水质不良	常规水质参数及特定成分测定，主要为氟、碘、铁、锰、砷和盐等。
地下水水质污染	常规水质参数、常见有害物质、细菌指标、现有资料中已被检出超标的其它污染物和反映本区主要水质问题的其它项目。必测项目为溶解性总固体、氯化物、氟化物、硫酸盐、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、高锰酸盐指数、挥发性酚、氰化物、砷、汞、镉、铬（六价）、铅、铁、锰、大肠菌群。
土壤污染	主要为：pH 值、镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍、六六六、滴滴涕，以及反映本区土壤污染问题的其它项目。
放射性异常	基岩： ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K ；土壤： Rn ；地下水与地下热水： Rn 、 Ra 、 U 、总 α 、 ^{40}K
地方病	取水、土、植物（包括粮食作物）样，做与地方病有关的特殊成分分析，如氟、碘、硒等。

表 A26 地质环境质量评价基本指标体系表

子系统	评价项目（因子）	评价项目等级数据提取
地质环境背景条件（A）	1.地形地貌	按地形切割强度（单位面积内沟谷网密度或相对高差）分级
	2.构造活动性	按区域新构造活动及构造形迹发育强度分级
	3.岩土体工程性状	岩体按硬岩、次硬岩、较软岩、软岩，土体按硬密土、中密土、松散土、软土（特殊土）划分
	4.水文气象	按年降水量及年温差强度分级
	5.植被	按植被覆盖率分级

子系统	评价项目（因子）	评价项目等级数据提取
区域环境地质问题与地质灾害（B）	1.地震	按危害程度及烈度等级分级
	2.冻土冻胀融陷	按危害程度及分布面积比例分级
	3.黄土湿陷与潜蚀	按危害程度及分布面积的比例分级
	4.水土流失	按危害程度及水土流失面积的比例分级
	5.土地沙漠化	按危害程度及沙漠化面积的比例分级
	6.石漠化	按危害程度及石漠化面积的比例分级
	7.土地盐渍化	按危害程度及盐渍化面积的比例分级
	8.土地沼泽化或潜育化	按危害程度及沼泽化或潜育化面积的比例分级
	9.崩塌滑坡	按危害程度及崩塌滑坡规模、密度比例分级
	10.泥石流	按危害程度及泥石流规模、密度比例分级
	11.岩溶塌陷或采空塌陷	按危害程度及塌陷规模、密度比例分级
	12.地面沉降	按危害程度及地面沉降规模比例分级
	13.地裂缝	按危害程度及地裂缝规模、密度比例分级
	14.河湖库塌岸	按危害程度及影响长度、面积的比例分级
	15.海岸侵蚀与淤积	按危害程度及影响长度、面积的比例分级
	16.海水入侵	按危害程度及规模等级分级
	17.水土污染	按危害程度及污染面积比例、质量等级分级
	18.地方病	按危害程度及患病人口的比例分级
	19.水患环境地质问题	按危害程度及问题严重程度分级
	20.干旱缺水环境地质问题	按危害程度及问题严重程度分级
人类工程活动强度（C）	1.城建工程	按城镇建设用地比例或人口的密度分级
	2.交通工程	按公路铁路密度分级
	3.矿山工程	按矿山占地比例或矿山分布密度分级
	4.水利工程	按水库蓄水淹没面积的比例或堤防工程密度分级
	5.农垦活动	按开垦地坡度及相应面积比例分级

附录 B 区域环境地质调查设计书编写提纲

第一章 前言

目的任务；工作区范围；自然地理条件；社会经济概况。附插图：工作区交通位置略图。

第二章 以往工作程度

以往区域地质工作情况；以往水工环地质工作情况。附插图：工作区以往工作程度略图。

第三章 区域环境地质背景分析

气象水文；地形地貌；地层岩性；地质构造；地震；水文地质；工程地质；人类工程经济活动；环境地质问题与地质灾害现状。附插图：工作区环境地质略图。

第四章 工作部署

工作部署原则（总体工作思路、技术路线和部署原则）；总体工作部署（各阶段主要工作内容，工作布置、工作量）；当年工作安排。

第五章 工作方法与技术要求

分节论述所采用的工作方法与各自的技术要求；地质环境评价的方法与要求；专题研究的任务与方法。

第六章 实物工作量

列表说明总体工作部署和分年度各类实物工作量。

第七章 经费预算

按《中国地质调查局项目预算编制暂行办法》编写。

第八章 组织管理和项目人员设置

第九章 技术管理措施

全面质量管理措施；技术保证措施；设备配置；安全及劳动保护措施等。

第十章 预期提交成果

报告（包括调查报告及专题研究报告等）名称及主要章节内容；附图、附表名称；提交时间。

设计书附图

环境地质调查工作部署图。图面以经简化的地质图或环境地质图为底图，反映各项调查工作的布置、工作量和实施部署。

附录 C 区域环境地质调查报告要求

C1 报告书章节及内容要求

第一章 绪言

位置、交通;自然地理与经济、社会发展概况;环境地质问题与地质灾害概况;目的任务;以往调查工作程度;本次调查工作部署、方法、完成的工作量及质量评述。

第二章 地质环境条件

地形地貌;气象与水文特征;地层岩性、地质构造、区域地壳稳定性;岩土体类型划分与基本特征;含水层组划分与基本特征;植被类型及分布特征;主要地质资源;人类工程经济活动类型及特征。

第三章 环境地质问题与地质灾害现状

按环境地质问题与地质灾害种类分节论述。内容包括:发育特征与分布规律、形成条件及影响因素、主要环境地质问题的严重程度评价与趋势分析、重大地质灾害稳定性、危险性评价与趋势分析。

第四章 环境地质问题与地质灾害造成的危害

按各类环境地质问题与地质灾害,论述所造成的经济损失(或预期值)、人员伤亡(或威胁人数)和对环境的影响;进行灾情和危害程度等级划分,并预测其发展趋势;探讨成灾的自然与人为原因;评价已有防治措施的效果及存在问题。

第五章 地质环境评价

地质环境质量评价;专题性地质环境质量评价或容量评价。说明评价内容、评价原则与方法;评价结果和综合评述。

第六章 地质环境保护与地质灾害防治对策建议

结合工作区国民经济与社会发展规划,提出保护与防治原则与要求;重点保护与防治的地区、重点保护与防治的城镇、工程、交通干线及重要的居民点;需进一步调查评价的地段;重要的区域性保护与防治对策建议。

第七章 结论

本次调查工作的主要成果;工作质量综述;环境效益与防灾减灾效益评述;合理利用与保护地质环境与防治地质灾害的建议;本次调查工作存在的问题与不足之处,下一步工作建议等。

C2 附图

(1)区域环境地质工作实际材料图;(2)区域环境地质图;(3)区域地质环境质量评价图;(4)其它图件。

C3 附件

(1)遥感解释、物探、测试、监测等专项工作报告;(2)专项科研成果报告;(3)照片集、录像带;(4)其它。

C4 原始成果资料

(1)野外调查记录表、记录本、卡片;(2)野外测绘手图;(3)各类环境地质问题与地质灾害统计表;(4)各类环境地质问题与地质灾害数据录入表;(5)钻孔岩心记录卡片与柱状图;(6)山地工程素描图、展示图;(7)采样测试记录卡片和分析试验成果表;(8)野外原始资料质量检查记录表或总结。

附录 D 野外调查表

表 D1 基本环境地质条件调查表

图幅		地理位置			
野外编号		地理坐标	X : Y :	高程	m
室内编号		GPS 坐标	N : S :		
地形地貌					
地层岩性					
地质构造					
工程地质					
水文地质					

表 D2 冻土调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X :	Y :
高 程	m		GPS 坐标	N :	E :
气 温		冻土类型			
地面温度		冻土结构特征			
冻土环境地质条件 :					
冻胀、融沉的类别与等级 :					
冻胀、融沉的特征 :					
冻胀、融沉的危害及发展趋势 :					
防治措施与效果及建议 :					
平剖面图					
试样编号			照片编号及说明		

调查人 : _____ 审查人 : _____ 组长 : _____ 日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日

表 D3 黄土湿陷与潜蚀调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X :	Y :
地层及时代			高 程	m	
成因类型			GPS 坐标	N :	E :
黄土区基本特征：					
湿陷与潜蚀特征：					
湿陷与潜蚀危害：					
湿陷与潜蚀成因分析：					
防治措施与效果及建议：					
平剖面图					
试样编号			照片编号及说明		

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年____月____日

表 D4 水土流失（土壤侵蚀）调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
水土流失地点	地理位置			小流域名称	
	地理坐标	X : Y :			高 程
	GPS 坐标	N : E :			m
小 流 域 水 土 流 失 情 况					
流域总面积 (km^2)	水土流失面积 (km^2)	水土流失面积占总面积 (%)	本水文站控制面积 (km^2)	年侵蚀量 (10^4t)	平均侵蚀模数 ($10^4\text{t}/\text{km}^2 \cdot \text{a}$)
水土流失区环境地质条件					
有关部门小流域水土流失调查成果					
土壤侵蚀类型及强度特征					
水土流失成因					
水土流失危害					
水土流失发展趋势					
水土保持措施与效果和建议					

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D5 土地沙漠化调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X :	Y :
沙尘暴发生季节			GPS 坐标	N :	E :
最近一次沙尘暴发生时间	年 月 日		主要风向		
沙尘暴发生频率			起沙风速	m/s	
地貌类型及特征：					
沙漠化土地特征：					
沙漠化程度和沙地类型：					
土地资源类型、分布特征和开发利用现状：					
土地沙漠化形成因素：					
土地沙漠化的危害及经济损失：					
防治措施与效果及建议：					
平剖面图					
试样编号			照片编号及说明		

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D6 石漠化调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X :	Y :
流域名称			GPS 坐标	N :	E :
高 程	m	相对高程	m	调查面积	km ²
裸露岩层和松散堆积物的基本特征：					
植被类型与分布特征：					
石漠化发育特征（面积、发育程度、发展速率）：					
石漠化发育程度等级：					
石漠化形成因素与发展趋势：					
石漠化危害，防治现状、效果及防治建议：					
平剖面图					
试样编号			照片编号及说明		

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年____月____日

表 D7 土地盐渍化调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X :	Y :
土地用途			GPS 坐标	N :	E :
盐渍化土壤区域类型、分布范围及面积：					
盐渍化土壤母质与表层土岩性、结构与渗透性特征：					
包气带和潜水含水层的特征：					
土壤含盐量及组分、盐渍化程度和发展趋势：					
盐渍化形成的环境地质因素：					
人类活动在土壤盐渍化中的作用：					
盐渍化危害和造成的经济损失：					
防治措施与效果及建议：					
平剖面图					
试样编号			照片编号及说明		

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D8 土地潜育化（冷浸田）调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X：	Y：
地面高程	m		GPS 坐标	N：	E：
潜水埋深	m		土质类型		
分布面积	ha		冷浸田类型		
冷浸田分布范围及历史变迁：					
潜育层特征（土壤质地、水土温度、水气比例、氧化还原电位等）：					
耕植历史与农作物品种及生长情况：					
潜育化形成的环境地质因素分析：					
潜育化形成的人为因素分析：					
改造治理措施、效果和存在的问题：					
改造治理措施建议：					
平剖面图					
试样编号			照片编号及说明		

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D9 崩 塌 调 查 表

图 幅		地理位置				崩塌时间	
野外编号		地理坐标	X : Y :			高 程	m
室内编号		GPS 坐标	N : E :				
崩塌类型	崩塌体特征			堆积体特征		后缘高程 (m)	前缘高程 (m)
	高 度 (m)	宽 度 (m)	厚 度 (m)	覆盖面积 (m ²)	体 积 (m ³)		
崩 塌 区 特 征	地形地貌 :						
	地层岩性 :						
	地质构造 :						
	水文地质特征 :						
	人类工程活动 :						
先 期 崩 塌 体 特 征	运移斜坡特征 :						
	崩塌体规模、物质组成与运移堆积特征 :						
	造成的危害及趋势分析 :						
	崩 塌 源 特 征	产出位置 :					
		规模和岩性、结构特征 :					
		崩塌产生原因分析 :					

续表 D9 崩 塌 调 查 表

潜在崩塌体特征	危岩体赋存环境和特征：				
	危岩体形成条件和可能复活的诱发因素：				
	稳定性现状及趋势分析：				
	危害性现状及趋势分析（包括次生灾害）：				
防治现状、效果及建议：					
平剖面图：					
资料来源		样品号		照片号	

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D10 滑 坡 调 查 表

图幅		地理位置		滑动时间	
野外编号		地理坐标	X : Y :	高 程	m
室内编号		GPS 坐标	N : E :		
滑坡类型				滑体形态	
滑体长度	滑体宽度	滑体厚度	滑体面积	滑体体积	后缘高程
m	m	m	m ²	m ³	m
滑 坡 区 特 征	地形地貌 :				
	地层岩性 :				
	地质构造 :				
	水文地质特征 :				
	人类工程活动 (包括土地使用情况) :				
	植被 (类型、覆盖率) :				
滑 坡 体 特 征	边界、表部及前缘剪出特征 :				
	内部特征 (物质组成、结构特征和滑带等) :				
	水文地质特征 :				
	变形特征、变形活动阶段及活动历史 :				

续表 D10 滑 坡 调 查 表

滑坡成因分析					
稳定性分析	可能复活诱发因素：				
	现状与趋势：				
灾害现状及趋势					
防治现状效果及建议					
平剖面图：					
资料来源		样品号		照片号	

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D11 泥 石 流 调 查 表

图 幅		地理位置			
野外编号		地理坐标	X : Y :	高 程	m
室内编号		GPS 坐标	N : E :		
泥石流 类 型		发育阶段			
历年累计总堆积体积		m ³	最近一次堆积体积与时间	m ³	
泥 石 流 沟 流 域 特 征	流域形态与地形地貌 :				
	地层岩性 :				
	地质构造 :				
	气象水文特征 :				
	人类工程经济活动 :				
	植被 :				
泥石流特征综述 :					
形成区特征 :					
流通区特征 :					
堆积区特征 :					

续表 D11 泥石流调查表

活动历史					
成因分析					
发展趋势分析					
灾害现状及趋势					
防治现状效果及建议					
平剖面图：					
资料来源		样品号		照片号	

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年____月____日

表 D12 岩溶塌陷调查表

图 幅		地理位置				塌陷时间	
野外编号		地理坐标	X : Y :				
室内编号		GPS 坐标	N : E :				
塌陷面积	m ²	塌陷类型		陷坑形态 特 征			
陷坑总数	个	最大陷坑面积	m ²	最大直径	m	最大深度	m
发展阶段				地下水位	m	塌陷区地 面高程	m
塌陷区特征							
岩溶地质 环境条件	地形地貌 :						
	地质构造 :						
	第四系覆盖层工程地质特性 :						
	岩溶发育特征 :						
	水文地质特征 :						
形成原因	自然因素 :						
	人为因素 :						

续表 D12 岩溶塌陷调查表

塌陷活动历史					
发展趋势分析					
灾害现状及趋势					
防治现状、效果及建议					
平剖面图：					
<div></div>					
资料来源		样品号		照片号	

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D13 采空塌陷调查表

图 幅		地理位置			
野外编号		地理坐标	X :	Y :	
室内编号		GPS 坐标	N :	E :	
变形区面积	陷坑总数	最大直径	最大深度	最大陷坑 面 积	陷坑形态特征
km ²	个	m	m	km ²	
主裂缝条数	主裂缝长度	主裂缝宽度	主裂缝深度	主裂缝走向	主裂缝降幅
	m	m	m		cm
地下工程名称和采掘方式、强度与采掘历史：					
采空区特征：					
采 空 区 环 境 地 质 条 件	地形地貌：				
	地质构造：				
	第四系覆盖层特征：				
	基岩及采空区顶板岩体工程地质特征：				
	水文地质特征：				

续表 D13 采空塌陷调查表

采空区地面变形特征：					
采空塌陷成因分析：					
采空塌陷发展趋势：					
造成的灾害现状及趋势：					
防治现状、效果及建议：					
平剖面图：					
资料来源		样品号		照片号	

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D14 地面沉降调查表

图 幅		地理位置				沉降前地面高程	m
野外编号		地理坐标	X :	Y :		沉降中心地面高程	m
室内编号		GPS 坐标	N :	E :			
沉降区面积	年最大沉降量	月最大沉降量	历年累积沉降量	区域平均沉降量	平均沉降速率		
km ²	mm	mm	mm	mm	mm/a		
沉降历史及变化规律：							
地形地貌：							
地质构造及活动情况：							
第四纪沉积环境和沉积物工程地质特征：							
水文地质特征：							
沉降区地下水等开采概况	地下水开采层位					开采时间	
	开采井数量	年开采量	年补给量	降落漏斗面积	开采前地下水位（头）高程	漏斗中心水位（头）降低	漏斗中心水位（头）年变幅
	□	m ³ /a	m ³ /a	m ²	m	m	m
	油、气及固体矿产等开采情况：						

续表 D14 地面沉降调查表

沉降区人类工程经济活动特征：					
地面沉降原因分析：					
地面沉降发展趋势：					
造成的灾害现状及趋势：					
防治现状、效果及建议：					
平剖面图：					
资料来源		样品号		照片号	

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D15 地裂缝调查表

图 幅		地理位置				
野外编号		地理坐标	X :	Y :		
室内编号		GPS 坐标	N :	E :		
地裂缝类型		地裂缝区面积	km ²	地面高程	m	
主裂缝长度	主裂缝宽度	主裂缝可测深度	主裂缝产状			
m	m	m				
地 裂 缝 区 特 征	地形地貌 :					
	地层岩性 :					
	地质构造、新构造运动与地震 :					
	水文地质特征 :					
	气象水文 :					
	人类工程经济活动 :					
变 形 特 征	裂缝 特征					
	地面 变形 特征					
变 形 历 史						

续表 D15 地裂缝调查表

成因分析：					
发展趋势分析：					
灾害现状及趋势：					
防治现状、效果及建议：					
平剖面图：					
资料来源		样品号		照片号	

调查人：_____审查人：_____组长：_____日期_____年_____月_____日

表 D16 河湖库塌岸调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X :	Y :
流域名称			GPS 坐标	N :	E :
河湖库名称			水位高程	枯 :	m ; 洪 : m
岸坡类型		岸顶高程	m	岸坡高度	m
岸坡类型与形态特征 :					
岸坡岩土体结构和特征 :					
地表水体类型和水文特征 :					
岸坡水文地质特征 :					
塌岸特征（发生时间、规模、类型等）和造成的危害 :					
塌岸原因分析及发展趋势预测					
已采取的工程措施与效果及防治建议 :					
平剖面图					
试样编号			照片编号及说明		

调查人 : _____ 审查人 : _____ 组长 : _____ 日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日

表 D17 海岸侵蚀与淤积调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X :	Y :
海域名称			GPS 坐标	N :	E :
海岸带区域特征 :					
第四纪沉积物成因类型与特征 :					
海岸类型及特征 (包括基岩、砂砾、泥质海岸,河口地段,岸外岛屿):					
潮汐、海流与波浪特征 :					
海岸侵蚀后退、海堤侵蚀和潮间带、沿海河道、河口区淤积情况 :					
海岸侵蚀与淤积原因分析 :					
海岸侵蚀与淤积危害,发展趋势和防治措施 :					
平剖面图					
试样编号			照片编号及说明		

调查人:_____审查人:_____组长:_____日期_____年_____月_____日

表 D18 海水入侵调查表

图 幅			地理位置				
野外编号			地理坐标		X :	Y :	
室内编号			GPS 坐标		N :	E :	
海域名称						地面高程	m
海 水 入 侵 区 特 征	滨海地貌、海岸性质：						
	地质构造：						
	岩性特征：						
	气象水文及潮汐特征：						
	水文地质特征：						
抽排水工程类型、规模及运行情况：							
抽排水层位						抽排水时间	
Cl ⁻ 变化情况 (mg/l)		地下水位(头)埋深 (m)		年均水位(头)变幅 (m)		抽排水强度 (m ³ /d)	补给强度 (m ³ /d)
抽水前	目前	潜水	承压水	潜水	承压水	平均抽排水量	平均补给量 (m ³ /d)
咸水体的特征：							

入侵面积、层位及入侵程度分区：

人类工程经济活动：

入侵历史、变化规律与发展趋势分析：

危害现状及趋势分析：

防治现状、效果及建议：

平剖面图

资料来源		样品号		照片号	
------	--	-----	--	-----	--

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D19 地下水污染调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X : Y :	
地面高程	m		GPS 坐标	N : E :	
类型（泉、井等） 及名称				地下水埋深	m
含水层				地下水位高程	m
地貌、地层岩性特征和水文地质条件：					
污染源类型与排放量、排放方式、排放去向：					
地下水污染的主要途径：					
与地下水污染有关的地表水污染情况：					
地下水水质和污染现状与污染程度：					
地下水污染机理分析及发展趋势分析：					
地下水污染的危害、防治措施与效果及防治建议：					
平剖面图					
试样编号			照片编号及说明		

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D20 土壤污染调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X : Y :	
土地用途			GPS 坐标	N : E :	
土壤类型			主要污染物		
地质与水文地质条件 :					
土壤类型及特征 :					
土地利用和植被情况 :					
化肥、农药施放情况及对土壤的影响 :					
土壤遭受“三废”污染现状、污染程度 :					
污染因素与发展趋势分析 :					
污染造成的危害、防治措施与效果及防治建议 :					
平剖面图					
试样编号			照片编号及说明		

调查人 : _____ 审查人 : _____ 组长 : _____ 日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日

表 D21 地方病调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X :	Y :
地方病种类			GPS 坐标	N :	E :
地方病基本情况：					
地方病区地貌部位和地层岩性与水文地质特征：					
地表水、地下水与岩土化学特征与异常：					
居民饮用水源类型及基本情况：					
居民粮食、蔬菜等来源和饮食习惯：					
地方病与环境地质因素和水源、饮食等因素的关系分析：					
地方病防治措施与效果及防治建议：					

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D22 水患环境地质调查表

图 号		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X : Y :	
流域名称			GPS 坐标	N : E :	
江湖名称				地面高程	m
常年水位 (高程)		最枯水位 (高程/时间)		最高洪水位 (高程/时间)	
地质与水文地质条件 :					
水患情况 (时间、淹没范围、水位高程、灾害程度) :					
与水患有关的主要环境地质问题 :					
水患形成的自然与人为因素和发展趋势分析 :					
环境地质问题的防治措施与效果及防治建议 :					
平剖面图 (淹没范围示意图等)					
试样编号			照片编号及说明		

调查人 : _____ 审查人 : _____ 组长 : _____ 日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日

表 D23 城建工程环境地质调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X :	Y :
地面高程			GPS 坐标	N :	E :
工程名称		工程级别		建筑高度 (或层数)	
地基类型		基础类型		建筑面积	m ²
设防烈度	度	建设日期			
工程建设区环境地质条件和工程概况：					
影响工程建设的主要环境地质问题：					
工程建设对周围环境的影响或危害：					
主要环境地质问题的防治与效果及防治建议：					
平剖面图					
试样编号			照片编号		

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D24 交通工程环境地质调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X :	Y :
工程名称			GPS 坐标	N :	E :
工程高程	m		工程等级		
工程规模			兴建时间		
工程建设区环境地质条件和工程概况 :					
影响工程建设的主要环境地质问题 :					
工程建设对周围环境的影响或危害 :					
主要环境地质问题的防治与效果及防治建议 :					
平剖面图					
试样编号			照片编号		

调查人 : _____ 审查人 : _____ 组长 : _____ 日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日

表 D25 矿山工程环境地质调查表

图 幅		野外编号		室内编号				
地理位置			地理坐标	X : Y :				
企业名称			GPS 坐标	N : E :				
矿山名称			地面高程	m				
开采矿种			矿山规模					
矿山开采基本情况：								
矿山地区环境地质条件：								
矿区水文地质、工程地质和环境地质类型：								
废 弃 物 排 放 与 处 理 情 况	废 水 （ 万 t ）	年排放量	年达标 排放量	年排放 达标率%	年处理量	年处理率%	年回用率%	
		主要污染物及污染情况：						
	固 体 废 弃 物 （ 万 t ）	累计堆存量	年产生量	年利用量	年处置量	年贮存量	年排放量	
		累计占地面积		m ²				
		主要污染物及污染情况：						

续表 D25 矿山工程环境地质调查表

主要环境地质问题与地质灾害及基本特征：					
主要环境地质问题与地质灾害的危害与影响：					
塌陷区和废渣场土地复垦情况：					
主要环境地质问题与地质灾害的防治现状与效果及防治建议：					
平剖面图：					
资料来源		样品号		照片号	

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D26 水利工程环境地质调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
工程类型		地理位置			
工程名称			地理坐标	X :	Y :
工程规模			GPS 坐标	N :	E :
工程运行 时间			高 程	m	
工程建设概况：					
工程建设区环境地质条件：					
影响工程建设的主要环境地质问题：					
工程建设与运行对周围环境的影响或危害：					
环境地质问题的防治与效果及建议：					
平剖面图					
试样编号			照片编号		

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D27 地下水开采工程环境地质调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X : Y:	
水源地名称			GPS 坐标	N : E :	
水源地规模			水源地高程	m	
开采井数量	口	开采井深度	m	投产时间	
开 采 量	年开采量	m ³	静止水位埋深	成井时	m
	日开采量	m ³		调查时	m
漏斗区面积	km ²	长轴	km	漏斗中心水位降深	m
		短轴	km		
开采层名称与代号		开采层岩性		顶板埋深	m
水源地环境地质条件和开采概况 :					
发生的主要环境地质问题与危害程度 :					
地下水动态监测情况及趋势分析 :					
主要环境地质问题防治措施与效果及防治建议					
平剖面图					
试样编号			照片编号		

调查人 : _____ 审查人 : _____ 组长 : _____ 日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日

表 D28 农牧业开发环境地质调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X :	Y :
农牧业区名称			GPS 坐标	N :	E :
作物或牧群 种类					
农牧业区面积	km ² (或 ha)		年降雨量	mm	
植被覆盖情况			气候类型		
水源条件					
农牧业区环境地质条件：					
“三废”排放和化肥、农药施放情况：					
主要环境地质问题及危害：					
主要环境地质问题产生的自然与人为因素分析：					
环境地质问题的防治措施与效果及建议：					
平剖面图：					
试样编号			照片编号		

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

表 D29 旅游景观开发环境地质调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X :	Y :
主管部门			GPS 坐标	N :	E :
景观区名称			景观区高程		
景观价值*			景观类型		
开发现状					
旅游景观资源概述与所处的环境地质条件 :					
主要环境地质问题与地质灾害及对开发的影响 :					
旅游开发对生态环境的影响 (主要指负面的影响):					
旅游景观资源与生态环境保护的措施、效果及建议 :					
平剖面图 :					
试样编号			照片编号		

调查人 : _____ 审查人 : _____ 组长 : _____ 日期 _____ 年 _____ 月 _____ 日

* 注 : 景观价值 : 包括欣赏价值 (景感度、奇特度、完整度); 娱乐价值 (游乐度、知名度、趣味度); 保健价值 (生理、心理); 文化价值 (广度、深度、历史性、现实性等); 科学价值。

表 D30 生态环境建设与保护调查表

图 幅		野外编号		室内编号	
地理位置			地理坐标	X : Y :	
主管部门			GPS 坐标	N : E :	
保护目标 名称	特殊重要生态系统 ¹		脆弱生态系统 ²		
	风景名胜区		水源地		
	具有科学意义的 纪念地		生物保护地		
保护目标的基本情况：					
生态环境地质条件（植被、水、土壤、气候）：					
环境地质问题与地质灾害：					
人类活动的影响和程度：					
生态环境建设的措施与效果：					
生态环境建设与保护的建议：					
平剖面图：					
试样编号			照片编号		

调查人：_____ 审查人：_____ 组长：_____ 日期_____年_____月_____日

注： 特殊重要生态系统：热带森林、原始森林、湿地生态系统、荒野地、珊瑚礁。

脆弱生态系统：海陆交界带、山地平原过渡带、农牧交错带、绿洲—荒漠交界、严重水土流失区、地质灾害易发区、受污染影响严重的地区、城乡结合部等。

风景名胜区：城市公园、国家森林公园、地质公园、重要绿地、风景区、海滨浴场、滨海公园等。

水源地：水源区域或水源地、河流取水口、村寨饮用泉眼（群）等。

具有科学意义的纪念地：温泉、火山口、溶洞、地质断裂等。

生物保护地：动物园、植物园、果木园、苗圃、驯化繁殖基地、种子基地、特产农业用地、菜篮子工程等。

附录 E 层次分析法和调查统计法的权重求取方法

E1 层次分析法

层次分析是美国运筹学专家匹兹堡大学教授 T.L.Saaty 于二十世纪 70 年代提出的层次排序法(AHP 法), 原理简单, 有较严格的数学依据, 广泛应用于复杂系统的分析与决策。层次分析法确定权重的工作程序如下:

E1.1 选定专家组

调查专家组的组成应是经验丰富的专家。调查的目的是集中专家的群体智慧, 对各因素的相对重要性进行评估打分。根据打分表 (表 E1—1), 综合构造判断矩阵。

表E1 专 家 打 分 表

标度值	u_1	u_2	u_n
u_1				
u_2				
.....				
u_n				

E1.2 构造判断矩阵

设 $U = \{u_1, u_2, \Lambda, u_m\}$ 为评价因素集, A 表示目标, $V = \{v_1, v_2, \Lambda v_n\}$ 为地质环境质量等级集合。 u_{ij} 表示 u_i 对 u_j 的相对重要性数值, u_{ij} 的取值按附录表 A26 进行:

表 E2 判断矩阵标度及其含义表

标 度 值	含 义
1	表示因素 u_i 与 u_j 比较, 具有同等的重要性。
3	表示因素 u_i 与 u_j 比较, u_i 比 u_j 稍微的重要。
5	表示因素 u_i 与 u_j 比较, u_i 比 u_j 明显的重要。
7	表示因素 u_i 与 u_j 比较, u_i 比 u_j 强烈的重要。
9	表示因素 u_i 与 u_j 比较, u_i 比 u_j 极端的重要。
2, 4, 6, 8	2, 4, 6, 8 分别表示相邻判断 1~3, 3~5, 5~7, 7~9 的中值。
倒 数	表示因素 u_i 与 u_j 比较得判断 u_{ij} , 则 u_j 与 u_i 比较得判断 $u_{ji}=1/u_{ij}$

根据表 E1—2 得到判断矩阵 T ：

$$T = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & \Lambda & u_{1m} \\ u_{21} & u_{22} & \Lambda & u_{2m} \\ M & M & M & M \\ u_{m1} & u_{m2} & \Lambda & u_{mm} \end{bmatrix}$$

E1.3 计算重要性排序

根据判断矩阵，利用线性代数知识，精确地求出 T 的最大特征根所对应的特征向量。所求特征向量即为各评价因素的重要性排序，归一化后，也就是权数分配。一般情况下，阶数较高，可以用下面介绍的近似解法。

E1.3.1 方根法

(1) 计算判断矩阵每一行元素的乘积 w_i , $w_i = \prod_{j=1}^m u_{ij}$, ($i, j=1, 2, \dots, m$)

(2) 计算 w_i 的 n 次方根 $\bar{w}_i = \sqrt[n]{w_i}$

(3) 对向量 $\bar{w} = (\bar{w}_1, \bar{w}_2, \Lambda, \bar{w}_m)$ 作归一化或正规化处理，即

$$a_i = \bar{w}_i / (\sum_{j=1}^m \bar{w}_j)$$

则, $A = (a_1, a_2, \dots, a_m)^T$ 即为所求特征向量。

(4) 计算判断矩阵的最大特征根 λ_{\max}

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{(TA)_i}{a_i}$$

式中, $(TA)_i$ 表示向量 TA 的第 i 个元

$$TA = \begin{bmatrix} (TA)_1 \\ (TA)_2 \\ M \\ (TA)_m \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} u_{11} & u_{12} & \Lambda & u_{1m} \\ u_{21} & u_{22} & \Lambda & u_{2m} \\ M & M & M & M \\ u_{m1} & u_{m2} & K & u_{mm} \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} a_1 \\ a_2 \\ M \\ a_m \end{bmatrix}$$

E1.3.2 和积法

(1) 将判断矩阵每一列归一化：

$$\bar{u}_{ij} = \frac{u_{ij}}{\sum_{k=1}^m u_{kj}} \quad (i, j = 1, 2, \Lambda, m)$$

(2) 每一列经正规化的判断矩阵按行相加：

$$\bar{w}_i = \sum_{j=1}^m \bar{u}_{ij} \quad (i, j = 1, 2, \Lambda, m)$$

(3) 对向量 $\bar{w} = (\bar{w}_1, \bar{w}_2, \Lambda, \bar{w}_m)^T$ 作正规化处理：

$$a_i = \frac{\overline{W_i}}{\sum_{j=1}^m \overline{W_j}} \quad i = 1, 2, \Lambda, m$$

依次所得到的 $A = (a_1, a_2, \Lambda, a_m)^T$ 即为所求特征向量。

(4) 计算判断矩阵的最大特征根 λ_{\max} ：

$$\lambda_{\max} = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m \frac{(TA)_i}{a_i}$$

式中， $(TA)_i$ 表示向量 TA 的第 i 个元素。

E1.4 检验

由于客观事物的复杂性或对事物认识的片面性，通过所构造的判断矩阵求出的特征向量（权值）是否合理，需要对判断矩阵进行一致性和随机性检验，检验公式为：

$$CR = CI / RI$$

式中， CR 为判断矩阵的随机一致性比率；
 CI 为判断矩阵一致性指标；它由下式计算：

$$CI = \frac{1}{m-1} (\lambda_{\max} - m)$$

λ_{\max} 为最大特征根；
 m 为判断矩阵阶数；
 RI 为判断矩阵的平均随机一致性指标。
 RI 由大量试验给出，对于低阶判断矩阵， RI 取值列于表 E1—3。对于高于 12 阶的判断矩阵，需要进一步查资料或采用近似方法。即令

$$CR = \frac{\lambda_{\max} - m}{m - 1}$$

当 $CR < 0.1$ 时，即认为判断矩阵具有满意的一致性，说明权数分配是合理的；否则，就需要调整判断矩阵，直到取得满意的一致性为止。

表 E3 层次分析法的平均随机一致性指标值

M	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

E2 调查统计法

调查统计法是指从野外调查填写的重点区段和点位的调查表统计得出权重。其方法如下：

- E2.1 按照与评价相同的指标体系，提取野外调查点各点的因素指标量化值和评价目标值；
- E2.2 运用多元回归分析、信息量法等数学方法，寻求这些指标值和评价目标值之间的对应函数关系；
- E2.3 进行一致性检验；
- E2.4 函数关系式中各指标的系数即为其权重。

附录 F 总则用词说明

F1 调查工作程度用词说明如下：

“了解”，以搜集资料为主，辅以地面调查。

“基本查明”，以地面调查为主，辅以验证性勘查、试验工作。

“查明”，以地面调查和控制性勘查、试验为主。

F2 要求严格程度用词说明如下：

表示很严格，非这样做不可的用词，采用“必须”。

表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，采用“应”。

表示允许稍有选择，在条件许可时首先应这样做的用词，采用“宜”或“可”。

F3 条文中指定应按其它有关标准规范执行时，其写法：一般性的用“按……要求评价或确定”；钻探、测量等操作性的“按……执行”。