

城市环境地质调查评价规范

Code for Survey of Urban Environmental Geology

(送审稿)

中国地质调查局

二〇〇五年十月

前 言

为规范城市环境地质调查评价工作，有效指导国土资源地质大调查项目——城市环境地质调查评价工作的开展，制定本规范。

本规范由主题内容与适用范围、引用标准、总则、调查内容、主要调查方法、地质环境评价、图系编制、设计与报告编写、城市环境地质数据库、质量检查与野外验收、成果审查验收、附录等十二部分组成。

本规范由中国地质调查局提出和归口管理。

为了提高规范质量，请各单位在执行过程中，注意总结经验，积累资料，随时将有关意见和建议反馈给中国地质调查局水文地质环境地质部，以供今后修订时参考。

本规范编写由中国地质调查局水文地质环境地质部组织。参加编写的单位和个人如下：

主编单位：中国地质调查局水文地质环境地质部

参编单位：地质科学院水文地质环境地质研究所

成都地质矿产研究所

南京地质矿产研究所

四川省地质调查院

天津地质矿产研究所

中国地质环境监测院

中国地质大学（武汉）

中国地质大学（北京）

成都理工大学

水文地质工程地质技术方法研究所

吉林大学

浙江省地质环境监测站

云南省地质调查院

江西省地质调查院

河北省地质环境监测站

本规范主要执笔人员：文冬光、吴登定、刘长礼、陈 冰、魏伦武、鄢 毅、孙晓明、董 颖、周爱国、何江涛、张成江、佟元清、陈剑平、李瑞敏、王一平、赵健康、王贵玲、赖绍民、王 宇、马振兴、雒国忠、赵宗壮、朱晓曦、周建伟、甘义群。

本规范由中国地质调查局负责解释。

中国地质调查局

2005 年 10 月

目 次

1. 主题内容与适用范围	4
2. 引用标准	4
3. 总则	4
3.1 目标与任务	4
3.2 基本要求	5
4. 调查内容	5
4.1 地质环境背景调查	5
4.2 主要环境地质问题调查	7
4.2.1 地下水资源衰减调查	7
4.2.2 地下水污染调查	7
4.2.3 土壤污染调查	7
4.2.4 地质灾害调查	7
4.2.5 城市垃圾场调查	11
4.2.6 矿山城市尾矿、固体废弃物调查	12
4.2.7 海水入侵调查	12
4.2.8 海岸带变迁调查	12
4.2.9 特殊类土工程地质问题调查	13
4.2.10 放射性异常调查	13
4.3 城市地质资源开发利用调查	14
4.3.1 应急或后备地下水源地调查	14
4.3.2 地热、矿泉水资源调查	14
4.3.3 地质景观资源调查	14
4.3.4 地下岩土体空间结构调查	15
4.3.5 天然建筑材料资源调查	15
5. 主要调查方法	15
5.1 一般要求	15
5.2 资料搜集与整理	15
5.3 遥感调查	16
5.4 野外调查	17
5.5 钻探	17
5.6 槽、井探	19
5.7 地球物理勘查	19
5.8 样品采集、测试	20
6. 地质环境评价	22
6.1 地下水环境评价	22
6.1.1 地下水污染现状评价	22
6.1.2 地下水质量评价	23
6.1.3 地下水防污性能评价	24
6.2 土壤污染评价	25
6.3 地质灾害危险性分区评价	25
6.4 特殊类土评价	26

6.5 垃圾处置场适宜性评价.....	26
6.6 尾矿、固体废弃物的环境效应评价.....	26
6.7 地质资源评价.....	276
6.7.1 水资源保证程度和应急或后备地下水源地论证.....	27
6.7.2 地热、矿泉水资源评价.....	27
6.7.3 地质景观资源评价.....	27
6.7.4 城市岩土体空间结构可利用性评价.....	28
6.7.5 天然建筑材料资源评价.....	28
6.8 城市地质环境质量评价.....	28
7. 地质灾害经济损失评价.....	32
8. 图系编制.....	33
8.1 图系编制的目的与定位.....	33
8.2 编图原则.....	33
8.3 图系的构成.....	34
8.4 编图方法.....	34
8.5 图系图例系统.....	36
8.6 说明书的功能与编写要求.....	36
9. 设计与成果报告编写提纲.....	36
9.1 设计书编写提纲.....	36
9.2 成果报告编写提纲.....	37
10. 城市环境地质调查数据库与信息系统建设.....	39
11. 质量检查与野外验收.....	39
12. 成果审查验收.....	41
附录 A: 用词说明.....	42
附录 B: 地下水污染调查指标选取.....	43
附录 C: 地下水防护性能评价方法(DRASTIC).....	60
附录 D: 垃圾填埋规划区的定量优选方法.....	64
附录 E: 城市环境地质图系编制指南.....	68
附录 F: 城市土壤污染评价方法.....	90
附录 G: 地质灾害危险性分区评价方法.....	92
G.1 地质灾害易发性分区评价.....	92
G.2 地质灾害社会经济易损性分区评价.....	98
G.3 地质灾害危险性分区评价.....	99
附录 H: 地质灾害危险性可拓学综合评价方法.....	103
附录 I: 地质灾害经济损失评价方法.....	111
附录 J: 城市环境地质调查数据处理与信息系统建设.....	120
附录 K: 调查表格.....	120
附录 L: 地质灾害易发程度判别表.....	159
附录 M: 术语.....	163
附录 N: 编写人员及其单位.....	164

1. 主题内容与适用范围

1.1 规范包括总则、调查内容、调查工作方法与要求、城市地质环境评价、城市环境地质图系编制及报告编写等。

1.2 本规范是城市环境地质调查工作程序、设计编写、调查评价、成果编制、质量监控、成果评审验收的主要依据。

1.3 本规范适于城市环境地质调查评价工作。

2. 引用标准

DZ/T 0190-1997	区域环境地质勘查遥感技术规程 比例尺 1:50000
GB11616-89	地热资源地质勘查规范
GB50027-2001	供水水文地质勘察规范
DZ/0017-91	工程地质钻探规程
DZ/T0078-93	固体矿产勘查原始地质编录规定
GB12999-91	水质采样、样品的保存和管理技术规定
GB 50021-2002	岩土工程勘察规范
GB/T50123	土工试验方法标准
GB15618-1995	土壤环境质量标准
GB/T13908-2002	固体矿产地质勘查规范总则
GB 6749-86	生活饮用水卫生标准
GB5084-92	农田灌溉水质标准
GB/T14848-93	地下水质量标准
GB16889-1997	生活垃圾填埋污染控制标准
CJJ17-2001	城市生活垃圾卫生填埋技术规范
CJ/T3037-1995	生活垃圾填埋场环境监测技术标准

3. 总则

3.1 目标与任务

目标：查明城市环境地质条件和主要环境地质问题，提出防治对策建议，为国土开发整治、城市规划、建设、管理提供环境地质依据。

任务：

- (1) 基本查明地形地貌、地质构造、地下水、岩土体特征等地质环境条件。
- (2) 查明地下水资源衰减、水质污染与恶化、海水入侵、地质灾害等环境地质问题。
- (3) 了解地下水、热矿水、地质景观等资源及其开发利用现状，进行水资源保证程度与应急（或后备）地下水源地论证。
- (4) 开展地质环境评价及社会经济损失评估，提出环境地质问题防治对策建议。
- (5) 建立城市环境地质调查数据库及评价信息系统。

3.2 基本要求

3.2.1 工作区范围宜以城市远景规划区为界。根据城市地质环境条件和环境地质问题需要可适当扩大范围。

3.2.2 必须充分搜集有关资料，加强资料的二次开发和综合研究。

3.2.3 调查评价精度，应根据城市类型与规模、地质环境背景、存在的环境地质问题及危害程度、工作区已有工作程度等情况确定，总体工作宜按 1:5 万的修测精度控制。

3.2.4 对重大环境地质问题，应布置必要的勘查和专门试验测试工作，投入相应实物工作量。

3.2.5 成图比例尺，一般为 1:5000—1:50000。供城市规划使用的图，应与城市远景规划图的比例尺一致。

3.2.6 调查成果应满足城市规划、国土开发整治、建设和管理需要，体现科学性、针对性、实用性。

4. 调查内容

4.1 地质环境背景调查

以搜集已有资料为主，辅以适当修编。包括：

4.1.1 地形地貌调查

(1) 天然地貌，主要包括：分水岭、山脊、剥蚀面、斜坡、悬崖、沟谷、河谷、河漫滩、阶地、冲沟、洪积扇、岩溶洼地、漏斗、峰丛、峰林、塌陷、滑坡和断层崖等。查明其分布位置、形态特征、组合特征、过渡关系与相对时代。

(2) 人工地貌，主要包括：露天采矿场、人工边坡、水库与大坝、道路、渠道、堤防、矿碴与弃土堆等。查明其分布位置、形态特征、规模、形成时间和运行现状等。

4.1.2 地层岩性调查

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。

4.1.3 地质构造调查

(1) 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) 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。

4.1.4 新构造运动、现今构造活动性和地震调查

(1) 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。

(2) 主要断裂规模、产状、性质及其与地貌单元、地貌景观、微地貌特征、第四纪岩相岩性、厚度和产状、地面高程变化等的关系。确定全新活动断裂等级。

(3) 区内重复大地水准测量资料、断层位移监测资料和地应力测量资料，分析研究现今活动特征和构造应力场及断层活动规律。

(4) 区内历史地震资料和附近地震台站测震资料。重点是地震地质迹象，包括历史上Ⅶ度以上的地震烈度区（含Ⅶ度区）已产生的震害，如山崩、滑坡、地面开裂、河流堵塞

改道及沙土液化等。若附近有大型水库，应了解水库地震资料及地震预测等资料。

4.1.5 气象与水文调查

(1) 工作区气象要素中的降水特征，包括多年长周期丰、贫水年变化特征，多年平均降水量，年降水量分布特征，单次最大降水量及持续时间，最大降水强度等。

(2) 水文资料中的流域地表汇流面积，迳流特征，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。

4.1.6 区域水文地质调查

(1) 区域水文地质条件，确定工作区所处（及所含）的水文地质单元及其特征。

(2) 地下水类型，主要含水岩组的分布、富水性、透水性、地下水位及其时空变化规律，地下水水化学特征，补给、迳流和排泄条件，地下水与地表水之间的关系等。

(3) 主要地下水露头的产出位置、地貌部位、高程、出露的地层岩性及所处的地质构造、含水层类型、性质、水位、水温、流量、水化学特征及动态和开发利用情况。

(4) 地下水资源量评价，包括补给量、排泄量、已开采量、地下水开采潜力评价等。

4.1.7 区域工程地质调查

(1) 岩体工程地质

①岩体工程地质特征，包括岩组岩相特征、岩石强度及形变特征、岩石抗风化及易溶蚀性特征。

②岩体结构特征，包括岩体结构类型及结构面的发育特征，主要构造结构面的密度、裂隙密集带、结构面优势分组、结构面规模、软弱夹层的分布特征等。对重要地段应进行坡体结构分析。

③岩体风化特征，包括易风化岩层的岩性、层位和分布规律，风化引起的岩体结构与强度方面的变化。了解风化壳的厚度及其垂直分带。

④岩体溶蚀特征，包括可溶性岩层的岩性及组合特征，构造特征，岩溶形态及发育特征等。

(2) 土体工程地质

①土体成因与岩性类型及工程地质特征。包括冲积、冲洪积、冲湖积、冲海积的粘性土、砂性土、砾卵石土；崩坡积的碎石土、块石土；人工填筑的素填土、杂填土等。

②特殊性土的类型及工程地质特征。主要包括膨胀土、红粘土、软土、冻土、易液化的粉细砂层、人工堆填土等。

③土体的结构特征。土体的结构类型分为均一结构、双层结构、多层结构三种基本类型。

4.1.8 植被情况调查

(1) 植被类型、分布、面积。

(2) 植被生长情况，复盖率、生物量和人为利用与破坏情况。

(3) 植被生长的自然地质环境背景，包括地貌、坡向、坡度、坡位、小地形、土壤与基岩岩性特征、气候、水分条件等。

4.1.9 人类工程经济活动调查

(1) 区内社会经济环境及城镇化趋势，如城市、集镇、乡村、经济开发区、工矿区、自然保护区等，包括名称、规模和社会经济发展概况。

(2) 区内所涉及的主要工程类型，如工业与民用建设工程，水利电力工程，矿业工程、交通工程、农垦工程、供水（地下水）工程等，包括工程的名称、规模（等级）、建设及运行时间和对地质环境的影响程度。

4.2 主要环境地质问题与地质灾害调查

4.2.1 地下水资源衰减调查

4.2.1.1 对比分析现状与历史资料，基本查明区域地下水位下降状况。包括地下水位降落漏斗中心水位、范围和形状；分析形成原因；统计年度和多年累计开采量；计算下降幅度和下降速度；预测发展趋势。

4.2.1.2 了解地下水开采量变化，分析水位下降幅度与开采井密度、开采量变化的关系。

4.2.1.3 基本查明含水层疏干状况。包括疏干含水层的位置、面积、疏干量和疏干程度；疏干含水层类型、岩性和厚度；疏干原因和发展趋势；疏干含水层调蓄能力。

4.2.2 地下水污染调查

4.2.2.1 基本查明地下水水质，并确定其背景值（参照值）；调查地下水污染现状，包括地下水污染范围、含水层位、主要超标物质成份、含量及分布。

4.2.2.2 基本查明地下水污染源、污染物种类、排放强度及空间分布等。了解与地下水污染有关的地面水污染情况，包括污染源类型（点污染源和非点污染源），主要污染物及其分布特征、污染程度和污染范围，分析其发展趋势。

4.2.2.3 基本查明地下水污染途径（包括垂直入渗、侧向径流和越流污染）、流场和介质特征。

4.2.2.4 了解地下水污染造成的危害与损失、防治措施及效果。

4.2.2.5 基本查明地下水防污性能，包括包气带厚度、岩性、结构、透水性能；含水层岩性、结构、厚度及渗透性；隔水层岩性、结构、厚度和阻水性能。

4.2.3 土壤污染调查

4.2.3.1 了解土壤类型及其特征，包括成土母质和母岩类型，土壤类型、名称、分布面积和分布规律，土壤成分组成、主要营养元素和土质特性，了解土地利用情况、植物与作物种类及其分布与生长情况。

4.2.3.2 了解土壤背景资料，或根据需要进行采样调查测试，确定调查区土壤环境背景值。

4.2.3.3 基本查明各类土壤污染源，包括工业、农业、生活和污水灌溉等污染源的来源、分布现状、主要污染物种类、浓度和排放量及污染源排放和存在时间等。

4.2.3.4 基本查明土壤污染现状。主要查明镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍、六六六、DDT、氰化物、氮化物、氟化物、苯及其衍生物、三氯乙醛、3,4-苯并芘等，以及反映当地土壤污染问题的其它项目对土壤的污染状况。

4.2.4 地质灾害调查

4.2.4.1 不稳定斜坡

(1) 基本查明主要居民点、厂矿和重要交通干线附近，可能发生滑坡、崩塌等的坡段。

(2) 基本查明斜坡特征，包括斜坡地层岩性、产状；断裂、节理、裂隙发育特征、软弱夹层岩性与产状；风化残坡积层岩性、厚度；坡度、坡向、地层倾向与斜坡坡向的组合关系。

(3) 基本查明诱发因素。调查斜坡周围，特别是斜坡上部暴雨、地表水渗入或地下水对斜坡的影响、人为工程活动对斜坡的破坏情况等。对可能构成崩塌、滑坡的结构面的边界条件、坡体异常情况等进行调查分析，以此判断斜坡的稳定性。

(4) 了解危害及防治措施。调查地质灾害的可能影响范围与危害程度，并提出防治措施建议。

4.2.4.2 崩塌（危岩体）

(1) 调查了解崩塌变形的发育史和崩塌类型。内容包括历史上发生的崩塌次数、规模、发生时间、诱发因素、灾情等。

(2) 查明已发生的崩塌体的分布范围、高程、坡度、形态、规模、物质组成、结构、变形发育史、诱发因素及造成的损失状况，对堆积体稳定性进行评价和预测，提出防治建议。

(3) 查明潜在崩塌区的地质环境条件及诱发因素。内容包括查明崩塌区的地形地貌、地层岩性、岩土结构类型、各种软弱结构面、地质构造及水文地质条件；查明人为孕灾因素（如切蚀、开挖、硐掘、爆破等）的强度、周期以及它们对崩塌变形破坏的作用和影响。

(4) 查明危岩体的位置、规模、形状特征、稳定性状况及崩塌可能到达并堆积的距离、堆积物的形态和数量。

(5) 初步划定崩塌可能造成的灾害范围，分析预测可能派生的灾害类型及其成灾范围，评估其危害范围及可能造成的损失。调查了解崩塌灾害的勘查、监测、工程措施等防治现状及效果，提出防治措施建议。

4.2.4.3 滑坡

(1) 查明滑坡地质条件

调查范围应包括滑坡区及其邻近稳定地段，一般包括滑坡后壁外一定距离，滑坡体两侧自然沟谷和滑坡舌前缘一定距离或江、河、湖水边。

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、降雨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（带）特征、内部物质及结构特征。

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。

（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。

（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。

（5）对重大滑坡体进行稳定性初步评价。

4.2.4.4 泥石流

（1）基本查明泥石流地质条件

包括流域形态、面积、地层岩性、地质构造、不良地质现象、松散堆积物的物质组成、分布和储量；沟谷的地形地貌特征。划分泥石流的形成区、流通区和堆积区，圈绘整个沟谷的汇水面积。

（2）查明泥石流特征

根据水动力条件，确定泥石流的类型。

调查泥石流形成区的水源类型（包括降雨时空分布特点，尤其是暴雨发生频率等）、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。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）基本查明泥石流诱发因素。调查冰雪融化和暴雨强度、前期降雨量、一次最大降雨量、一般及最大流量、地下水活动情况。

（4）了解泥石流危害

研究历次泥石流残留在沟道中的各种痕迹和堆积物特征，推断其活动历史、期次、规模，目前所处发育阶段（发展期、旺盛期、衰退期、停歇期），分析预测今后一定时期内泥石流的发展趋势和可能造成的危害。

泥石流危害的对象、危害形式，初步圈定泥石流可能危害的地区，并对其危害的趋势进行分析。

（5）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。

4.2.4.5 地面塌陷

(1) 岩溶塌陷

①基本查明区内碳酸盐岩地层、构造、岩溶发育特征及分布规律。了解岩溶区上覆土层中隐伏土洞的发育情况。

②查明岩溶塌陷特征

岩溶塌陷的发育现状及历史。包括确定塌陷的分布、数量、形状、规模、排列形式及方向、发生时间、坑内地质结构特征与积水情况。

岩溶塌陷的发育过程及伴生现象，如地面下沉、开裂和塌陷地震等。

③基本查明岩溶塌陷成因

自然作用因素，包括岩溶洞穴（包括土洞）顶板在地下水位变化、自身重力作用下失稳陷落和地震作用、暴雨或洪水等。

人为作用因素，包括抽、排地下水工程、水库工程、地面加载、振动等。

④了解岩溶塌陷危害

包括岩溶塌陷对地面工程设施和生态环境及各种资源开发的影响、危害及经济损失。初步圈定塌陷区及成灾范围，并对其发展与危害进行分析预测。

⑤了解岩溶塌陷勘查、监测、工程治理措施等防治现状及效果，提出防治建议。

(2) 采空塌陷

对于矿业城市,要对采空塌陷问题进行调查。内容如下:

①查明采空区及其周围地带影响地面变形的地质环境条件，特别是微地貌、地层岩性与产状、地质构造、岩土体结构与特征和地下水的关系等。

②查明采空区规模、埋藏深度、空区填充情况、形成时间、工程掘进过程中的地层编写情况，揭露的地层岩性、地质构造、地层厚度、风化与节理裂隙等的发育情况。

③调查了解采空塌陷发生的时间、规模、范围和分布规律，以及与采掘时间、采掘方式、开采强度和空区范围及冒顶等坑内变形的对应关系，查明与开采塌陷伴生的地面塌陷、地面变形、开裂、斜坡滑移、崩塌等问题。了解地下采矿工程现状及开采规划、采空现状与发展趋势。初步圈定塌陷区及成灾范围，分析和预测塌陷的发展趋势和潜在的威胁。

④了解采空塌陷危害

调查各类工程设施、农田、生态环境和各种资源开发的影响、危害及经济损失。

⑤了解采空塌陷勘查、监测、工程治理措施等防治现状及效果，提出防治建议。对已有的防治工程，要详细调查其特点和效益。特别是对土地复垦和生态环境恢复的治理要求。

4.2.4.6 地裂缝

(1) 基本查明地裂缝区地质环境背景

①调查地裂缝发生的地层、岩土体结构与工程地质、水文地质特征。

②调查地裂缝分布与地貌、地质构造、地震、气象水文因素的关系。

③调查地裂缝与地面沉降、地面塌陷等地质灾害的关系。

(2) 查明地裂缝特征

①地裂缝单缝特征和群缝分布特征。地裂缝群体的总体分布范围、平面组合形态、展

布方向、剖面组合形态特征和主要地裂缝单体的分布位置、产状、长度、宽度、可测深度与推断深度。

②地裂缝活动特征。地裂缝发生时间、裂开过程；裂缝面特征，地裂缝力学性质与可能的运动方式；地裂缝裂开时有无地震、地声、人感地动、地气、地热显示，有无地面沉降相伴和地裂缝两侧地面高程差异。

（3）基本查明地裂缝诱发因素

确定地裂缝成因类型和诱发因素，如长时期大范围过量抽取地下水、开采石油、地下开挖（硐室、矿坑等）、矿坑疏排水、水库蓄水周期性变化和地表水浸泡（涝渍、农田漫灌等）、构造活动等。

（4）了解地裂缝危害

调查地裂缝出现以来对地面建筑物的破坏过程、破坏程度、经济损失，特别是地裂缝对市政设施或其它工程设施的破坏情况。初步圈定成灾范围，并对其发展与危害进行趋势分析及经济损失评估。

（5）了解地裂缝灾害勘查、监测、工程治理措施等防治现状及效果，提出防治建议。

4.2.4.7 地面沉降

（1）基本查明地面沉降的地质环境背景。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）查明地面沉降的差异沉降状况及沉降在垂向上的分布特征；确定沉降发生的层位，分析其固结沉降特性。

（5）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。

（6）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。

（7）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。

4.2.5 城市垃圾场调查

4.2.5.1 了解城市垃圾产生量、种类（工业、生活、建筑垃圾等）、成分、分类收集和清运情况等。

4.2.5.2 查明垃圾场分布现状，包括垃圾场的位置、数量、堆填高（深）度、堆放时间、处置方式、占地情况（面积、土地种类、修复利用可能性等）、附近居民的反应；与附近居民点、

地表水体、供水水源、旅游景观、重要设施等的距离。

4.2.5.3 估算垃圾场渗滤液的产量，查明垃圾场渗滤液的主要污染成分、浓度及其对地下水、地表水和土壤的污染程度和范围。

4.2.5.4 查明垃圾堆自身的稳定性和影响垃圾堆稳定的因素，包括所在沟谷的汇水面积、汇水量、边坡稳定性、发生泥石流及拦蓄坝溃坝的可能性等。

4.2.5.5 查明垃圾场地质环境背景，包括场地地形地貌、地质稳定性（断裂构造、边坡稳定性、泥石流、地面塌陷等）、地下水防护条件（场地底部粘性土厚度、渗透性能）、水文地质特征（地下水位埋深、流向、地下水与邻近地表水体关系）。

4.2.5.6 基本查明城市垃圾处置填埋场适宜区域，包括场地地形地貌条件、地质稳定性、水文地质特征、地下水防护条件、城市规划、交通条件及可能对环境的影响等。

4.2.6 矿山城市尾矿、固体废弃物调查

对于矿业城市，应开展尾矿、固体废弃物堆放状况及对资源环境的影响调查。内容如下：

4.2.6.1 了解尾矿、固体废弃物产生量；查明尾矿、固体废弃物堆存数量及堆放现状，包括堆放场的位置、数量、堆填高（深）度、堆放时间、处置方式等。

4.2.6.2 估算堆放场尾矿、固体废弃物渗滤液的产量；查明渗滤液的主要化学成分、浓度及其对地下水、地表水和土壤的污染程度和范围。

4.2.6.3 查明尾矿、固体废弃物占地情况，包括占地面积、所占的土地种类、对土地的破坏程度及其修复利用可能性等。

4.2.6.4 基本查明尾矿、固体废弃物堆自身的稳定性及稳定性的影响因素，包括所处地形地貌特征、场地稳定性条件、人为诱发失稳的可能性等。初步评价其稳定性。

4.2.6.5 评估尾矿、固体废弃物对环境的危害及占用和破坏的土地造成的经济损失，提出整治措施建议。

4.2.6.6 基本查明尾矿、固体废弃物的种类、成分、可利用价值以及处置和开发利用情况，并提出开发利用措施建议。

4.2.7 海水入侵调查

4.2.7.1 查明海水入侵的现状及其变化规律，进行海水入侵程度分区（表 4-1）。

表 4-1 海水入侵化学指标与入侵程度等级划分

分级指标	I	II	III
CL^- (mg/L)	<250	250-1000	>1000
矿化度 M (g/L)	<1.0	1.0-3.0	>3.0
Br^- (mg/L)	<0.66	0.66-3.1	>3.1
$C(Na^+)/C(CL^-)$	>1	0.7-1	<0.7
钠吸附比 (SAR)	<2.0	2.0-6.7	>6.7
咸化系数 (A)	<1.0	1.0-3.6	>3.6
水质	淡水	微咸水	咸水
入侵程度	无入侵	轻度入侵	严重入侵

注：①SAR 为 $C(Na)/C(Ca+Mg)/2$ ；②A 为 $C(Cl)/C(HCO_3+CO_3)$ ；③ C_B 表示 B 物质的量浓度，C 为量符号，单位符号为 mol/L。

4.2.7.2 了解海水入侵的地质环境背景，包括地貌形态、地层结构、地质构造、海岸性质、海滨与入海河口变迁、陆地水文、潮汐和气象特征等。

4.2.7.3 基本查明咸、淡水层的含水介质特征,地下水水质咸化程度(Cl^- 、 Br^- 和矿化度等),地下水动态变化及潮汐对地下水动态的影响,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途径。

4.2.7.4 查明海水入侵影响因素,包括自然因素和人为因素。

4.2.7.5 了解海水入侵对土地资源、地下水资源和生态等造成的危害与损失。

4.2.7.6 了解海水入侵监测、工程治理现状及防治效果。

4.2.8 海岸带变迁调查

4.2.8.1 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。

4.2.8.2 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。

4.2.8.3 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。

4.2.8.4 基本查明入海河口、港湾淤积情况及影响因素。

4.2.8.5 了解海平面变化与风暴潮状况,包括现代海平面升降、古海面指示物的基本特征,风暴潮的特征与发生的规律。

4.2.8.6 了解海岸侵蚀与淤积、海平面升降和风暴潮对社会经济、土地资源、生态环境等的危害和造成的损失。

4.2.9 特殊类土工程地质问题调查

特殊类土包括软土、膨胀土、湿陷性土、红粘土、盐渍土、冻土等。重点了解特殊类土的分布、特征及其对工程建设的影响、危害及损失,提出对策建议。

4.2.9.1 软土:了解成因、岩性、物质组成、结构特性,压缩变形、渗透固结与流变等工程地质特性,与软土有关的自然和各种工程地质现象及问题,以及造成的危害和损失。

4.2.9.2 膨胀土:了解成因、岩性、物质组成(主要粘土矿物含量),膨胀、收缩、压缩等性能,膨胀土对建筑物造成的影响、危害及损失。

4.2.9.3 湿陷性黄土:了解黄土的岩性、结构、厚度与分布,湿陷性质、湿陷程度和变化规律,与湿陷性黄土有关的自然和各种工程地质现象及问题,以及造成的危害和损失。

4.2.9.4 红粘土:了解红粘土的成因、物质组成、土体结构、分布,膨胀缩性、崩解性和软化性等,红粘土中土洞、塌陷、不均匀沉陷的分布,及其造成的危害和损失。

4.2.9.5 盐渍土:了解盐渍土的物质组成、土体结构、分布,膨胀、收缩、湿陷、压实、压缩等特征,及其造成的危害及损失。

4.2.9.6 多年冻土:了解多年冻土的上限、下限、厚度、埋藏条件及分布规律,以及冻土的物理力学性质,产生的不良地质现象及其对工程建筑的危害和损失。

4.2.10 放射性异常调查

在存在放射性异常的城市地区,应开展放射性异常调查。调查内容如下:

4.2.10.1 了解航空 γ 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。

4.2.10.2 基本查明基岩区 ^{238}U 、 ^{232}Th 、 ^{226}Ra 、 ^{40}K 等的丰度。根据测量结果,确定区域放射性核素丰度值,与世界克拉克值比较,并编制放射性地球化学图,圈定出异常区,研究其分

布规律。

4.2.10.3 基本查明土壤中 Rn 的浓度值。根据测量结果，编制放射性地球化学图，圈定出异常区，研究其分布规律。

4.2.10.4 基本查明地下水和地下热水中 Rn、Ra、U、总 β 、 ^{40}K 的浓度值。根据测量结果，编制放射性地球化学图，圈定出异常区，研究其分布规律。

4.2.10.5 在研究放射性核素赋存背景的基础上，通过实测与计算，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。

4.2.10.6 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；并评价其对人类生存环境的影响，提出防治对策建议。

4.3 城市地质资源开发利用调查

4.3.1 应急或后备地下水源地调查

4.3.1.1 初步查明应急或后备地下水源地所处水文地质单元的地形地貌、地质条件、水文地质条件、地下水资源潜力。

4.3.1.2 查明应急或后备地下水源地范围内现有开采井类型、深度、井结构、开采层位、开采量、水位及其动态变化。

4.3.1.3 查明应急或后备地下水源地范围内泉的出露条件、流量、水质、水温、气体成分、动态及利用情况。

4.3.1.4 基本查明应急地下水源地范围；含水层水文地质特征；地下水补给、径流、排泄条件；地下水水质及动态特征；开采技术条件。

4.3.1.5 初步查明后备地下水源地范围；含水层水文地质特征；地下水补给、径流、排泄条件；地下水水质及动态特征。

4.3.2 地热、矿泉水资源调查

4.3.2.1 了解区域地热地质条件。

4.3.2.2 了解热水井、矿泉水井基本情况，包括井深、井结构、地层剖面、热储结构；水温、单井出水量、水位、水质及其动态变化；开采量、用途和存在的问题。

4.3.2.3 基本查明温泉及矿泉出露条件、成因类型和补给来源、流量、水质、水温、气体成分和沉淀物、动态变化、利用情况及存在问题。

4.3.2.4 圈定地热田或地热异常区范围。

4.3.3 地质景观资源调查

4.3.3.1 查明地质景观类型

(1) 典型地质剖面：地层剖面、地质构造剖面、岩石剖面、特殊矿物产出地剖面、典型地质科学钻孔等。

(2) 古生物景观：古人类化石产地及古人类文化遗址、古生物化石保存地、古生物群落化石保存地、古生物遗迹保存地、孑遗古生物保存地。

(3) 地质地貌景观：岩溶地貌、冰川地貌、丹霞地貌、风成地貌、火山地貌、海岸地貌、黄土地貌、花岗岩地貌、砂岩峰林地貌、土（石）林地貌、峡谷地貌、构造地貌。

(4) 水体景观：泉类景观、地热景观、瀑布景观、湖泊景观、河流及地貌景观、湿地景观。

(5) 地质灾害遗迹景观：地震遗迹、崩塌遗迹、泥石流遗迹、滑坡遗迹、洪水遗迹、地裂缝和地面沉降遗迹、陨石撞击遗迹。

(6) 地质工程景观：危崖及高边坡治理工程、滑坡治理工程、泥石流治理工程、洪水治理工程、地下水开发工程。

(7) 典型矿床及采矿遗迹景观：含采矿遗迹和正在开采的典型矿山。

4.3.3.2 分析地质景观价值

包括科学价值、美学价值、历史文化价值、稀有价值、自然完整性价值、开发利用价值。

4.3.3.3 了解景观开发利用条件

包括自然环境和社会环境条件。

4.3.4 地下岩土体空间结构调查

4.3.4.1 了解地下空间开拓工程的类型（地下交通工程、地下民用工程、人防工程、地下商业工程、储库工程、地下管线工程等）、规模，地下空间开发利用状况及设计要求与施工技术方案，地下工程规划的要求；基本查明地下自然洞穴的类型、规模及开发利用状况。

4.3.4.2 了解地下水的类型、水位埋深、施工中的涌水量和突水、管涌、流土对工程的危害及对环境的影响（地面沉陷、周围建筑物破坏、废水排放等），以及采取的防治措施，并提出对策和建议。

4.3.4.3 基本查明地下三维地质结构特征，包括地层岩性及其组合结构、地质构造、隐伏活动断裂、特殊类土（软土、膨胀土）、古河道、地下含水砂层、结构面、软弱夹层等的三维空间展布特征。

4.3.4.4 基本查明地下岩、土体的工程地质特征，包括各类土的类型、物理与力学性质、强度与变形性质等；地下含水砂层空间分布、砂土液化及其临界水力坡降；粗卵砾石层空间分布及其稳定性；基岩的结构特征、完整程度、力学强度、岩溶洞穴的发育与稳定性；地下不同岩层的地下水动力条件。

4.3.5 天然建筑材料资源调查

4.3.5.1 了解包括石料（花岗岩、石灰岩、白云岩等）、砂卵砾石料、粘性土（制砖粘土、高岭土、膨润土、耐火粘土等）在内的各类天然建筑材料的产地、规模、分布、物质组分，及其产地的地形地貌、地质和水文地质条件、开采条件和运输条件。

4.3.5.2 基本查明各类天然建筑材料质量和储量。

4.3.5.3 基本查明天然建筑材料的开发利用现状及其对地质环境的影响状况。

5. 主要调查方法

5.1 一般要求

5.1.1 在充分搜集利用已有资料，特别是钻探和物探等资料的基础上，以地面调查为主。

5.1.2 社会环境状况、地质环境背景、地质资源调查以利用现有资料为主，实物工作量主要用于环境地质问题及地质灾害等方面的调查。

5.2 资料搜集与整理

需要搜集的资料主要包括：社会环境状况类、地质环境背景类、环境地质问题类、地质资源类等。对所搜集的资料应分析核实。

5.2.1 社会环境状况类

包括城市人口、规模、经济结构、发展规划、国民经济发展状况、城市发展历史，城市供排水状况，生活、工农业用水的供需状况，城市垃圾分布状况，地质资源开发利用的历史沿革和现状，环境监测与保护，历史文化等方面。

5.2.2 地质环境背景类

包括水文、气象、地形地貌、基础地质、矿产地质、水文地质、工程地质、环境地质、遥感、地球物理、地球化学、各类钻孔、测试、各种地下工程、地震等资料。

5.2.3 地质资源类

包括土地、矿产、水、地热、矿泉水、地质景观、地下空间资源等资料。

5.2.4 环境地质问题及地质灾害类

各类环境地质问题及地质灾害的发育分布特征、危害、经济损失以及防治措施和防治效果等资料。

5.3 遥感调查

5.3.1 根据城市规模和主要环境地质问题有针对性的开展遥感解释。

5.3.2 应充分搜集利用不同时段的遥感资料，提取环境地质信息，进行动态对比分析、野外验证。应采用最新遥感影像资料。

5.3.2 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，研究环境地质问题、地质灾害和地质资源，编制相应的遥感解译图件，提供遥感解译资料。

5.3.3 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和地质灾害，宜使用多分辨、多时相的遥感资料进行对比分析。

5.3.4 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。

5.3.5 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，一般大于“3.2.1 条目”规定的调查范围，以便于从整体上对调查区充分了解和进行分析研究。

5.3.6 遥感信息源：选用多时相卫星遥感资料、航空遥感资料。

5.3.7 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 01551-95）执行。

5.3.8 解译内容

根据调查任务和不同城市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。一般应包括的内容如下：

5.3.8.1 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。

5.3.8.2 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。

5.3.8.3 解译城市地区地层岩性，划分岩土体的工程地质岩组类型，对冻土、黄土、盐渍土、软土、膨胀土、红粘土等特殊土体的分布发育特征进行解译。

5.3.8.4 解译城市地区冻土冻胀融溶、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、海岸侵蚀与淤积、水土污染、放射性异常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。

5.3.8.5 解译城市地区各种水文地质现象（包括泉点、泉域、地下水溢出带），圈定河床、湖泊泥沙淤积地段，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。

5.3.8.6 解译城市地区海水与淡水水域，分析海水入侵地下淡水的分布范围和地质环境背景。

5.3.8.7 解译城市地区绿地分布、植被覆盖、湿地等生态环境状况及其演变。

5.3.8.8 解译城市地区各类地质资源（建筑材料、地质景观、水资源）、城市功能布局、道路交通网络、土地利用类型及垃圾处置场地、污水处理设施等的分布，分析其与地质环境关系。

5.3.8.9 解译城市地区人类工程经济活动引起的地质环境的变化，如“三废”排放造成的水环境污染状况、各类环境污染源（城市垃圾、工业固体废弃物、城市污水和废气排放）的分布状况等。

5.3.8.10 解译海滨城市的近岸海流变化对城市的影响；海岸带变迁及地质环境演变等。

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。

5.3.8.11 条件具备时，可利用遥感技术对重大地质灾害（崩塌、滑坡、泥石流等）体进行遥感动态监测。

5.3.9 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。

5.4 野外调查

5.4.1 野外调查所用手图比例尺应大于或等于工作区成图比例尺。

5.4.2 在野外实地调查工作中，结合地形地物，宜采用 GPS 等方法定位。

5.4.3 路线的布置及调查点的密度，以查明环境地质问题与地质灾害发育分布特征和满足编图为原则。对重要地段可布置适量的钻探、坑（槽）探、井探、物探等勘查工作，提供典型剖面资料。

5.4.4 地下水污染调查应根据污染源分布状况，以易受污染的潜水含水层为主，兼顾承压含

水层；以水源地为重点，区域上适当控制。

5.4.5 地下水污染调查采样密度，根据城市规模和污染源分布状况确定。一般地区平均每 5-10km² 一组，水源地补给区和相邻区等重点地区每 1-3km² 一组。

5.4.6 垃圾产量调查可利用已有垃圾产量的时间数据序列和人均垃圾产量法，预测垃圾产量增长速度和趋势。

5.4.7 现有垃圾填埋场原则上每个场地均应采集垃圾渗滤液样，地表水及土壤样的采集点布设，以能查明被调查对象污染程度和范围为原则，可根据场地位置、地形、坡度等具体情况而布设。地下水采样点的布设应充分考虑地下水流向、污染物可能的弥散宽度和迁移距离。

5.4.8 对工作区内已有的地热井、温泉应逐一调查，调查内容参照《地热资源地质勘查规范》（GB 11616—89）执行。

5.4.9 对现有地下水水源地、应急（或后备）地下水源地开采工程进行逐项核查。

5.4.10 海岸带地质环境变迁可利用历史图件与遥感影像解译结果的对比，并结合历史、考古和测年资料阐明海岸带的演化规律。

5.4.11 建筑材料资源的调查，应以 1: 10000—25000 地质岩性图、第四纪地质图为依据，进行适量的地质测绘工作。

5.5 钻探

5.5.1 钻孔应在地面调查和物探工作的基础上进行布置。布置的钻孔尽可能做到一孔多用。

5.5.2 钻探主要用于查明地层结构与岩性特征、软弱夹层与特殊土层的埋藏分布特征、地质构造破碎带及裂隙发育程度、岩土体工程地质特征、含水层（组）水文地质特征；利用钻孔进行观测、水文地质试验与工程地质试验原位测试和采样等；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。

5.5.3 水文地质钻孔控制深度一般要求揭露具有供水意义的主要含水层（组）或含水构造带，设计孔深应考虑抽水试验和取得计算参数的要求。

工程地质钻孔的控制深度，在平原区一般 20—30m；滨海平原区可考虑为 30—75；基岩地区，宜钻穿新鲜基岩 5 m 左右；控制构造破碎带的钻孔，应钻穿破碎带并钻入新鲜基岩 5 m；在岩溶裸露区的钻孔，一般应钻入灰岩层内 20—30m；在有覆复层地区的钻孔，一般应钻入灰岩层内 15—20 m。

5.5.4 水文地质和工程地质钻孔均应取岩芯。其中，水文地质钻探岩芯采取率，松散沉积层中不低于 30—50%，基岩中不低于 40—60%；工程地质钻探岩芯采取率，粘性土、完整和较完整岩体不应低于 80%，较破碎和破碎岩体、松散砂砾和卵石层不应低于 65%。对需要重点查明的部位，应采用双层岩芯管钻进。

5.5.5 水文地质钻孔的过滤器骨架管的内径，在松散层中宜大于 200 m m；在基岩中，宜大于 100 m m。工程地质钻孔的孔径应满足取样和钻进工艺的要求，一般宜大于 110 m m。

5.5.6 对应急（或后备）水源地范围内布置的水文地质勘探孔进行抽水试验时，观测孔的选择和非稳定流抽水试验的技术要求，参照《供水水文地质勘察规范》（GB50027—2001）执

行。

5.5.7 对地质环境问题与地质灾害钻探技术要求

5.5.7.1 钻孔布置要求

(1) 钻探工作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。

(2) 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。

(3) 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。

5.5.7.2 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。

5.5.7.3 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/0017—91）和有关专门性规范规程的要求执行。

5.5.7.4 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。

5.6 槽、井探

5.6.1 槽、浅井工程，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。

5.6.2 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。

5.6.3 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/T0078—93）“坑探工程的原始地质编录”部分执行。

5.6.4 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。

5.7 地球物理勘查

5.7.1 地面物探工作的布置应根据待查的地质、水文地质、工程地质条件需要而定，重点布置在地面调查中难以判断而又需要解决的地段；钻探试验地段以及在钻探困难或仅需初步探测某些地质问题的地段。

5.7.2 物探主要用于探测地层结构、隐伏地质构造、断裂破碎带的空间分布；地质灾害体的空间分布形态、结构及边界、结构面、软弱夹层分布等；覆盖层厚度、隐伏古河道、基岩埋藏深度及基岩面起伏形态、岩溶与土洞分布、风化壳厚度等；含水层埋藏深度和厚度、圈定富水地段和咸淡水分布范围、地下水矿化度变化规律等。

5.7.3 对水文地质勘探孔宜进行水文测井工作，配合钻探取样划分地层，为取得有关参数提供依据。

5.7.4 对物探的实测资料，应结合地质、水文地质、工程地质条件进行综合分析，提出具有相应地质、水文地质、工程地质解释的物探成果。

5.8 样品采集、测试

为掌握环境地质问题与地质灾害发育程度，分析其变化趋势，可布置样品采集与测试工作。重要采样点应有照片附在调查卡片中。

5.8.1 测试指标分为常规指标和污染指标两类，污染指标包括综合性污染指标、无机污染物指标和有机污染物指标。每类指标分必检指标和选检指标，见附录 B。

常指标或无机污染指标的测试应按《地下水检验标准方法》（DZ/0064-93）或《生活饮用水标准检验方法》执行；有机污染指标的测试，可根据具体要求定。

5.8.2 水样采取与分析

（1）水样采取

①地表水样采取：

样品采集点选择要求：采样应在自然水流状态下进行，尽量不扰动水流与底部沉积物。污水流入河流后，应结合水文地质条件，在充分混合的地点和流入前的地点采样。

采样时间的选择：采样时间应选择在采样前连续 3 天无降水、水质较稳定的时段。

采样前，采样器或采样瓶需用采样的水冲洗三至四次；取样时可将采样器浸入水中，使采样瓶口位于水面下 20~30cm，然后拉开瓶塞，使水进入瓶中。水样采取量应满足水样分析和质量控制检验要求。

②地下水样采取：

样品采集点选择要求：取样井点的选择应在具有代表性、资料丰富、易于野外取样操作、尽可能在动态监测井取样，且取样点相对固定。

样品采集操作与样量要求：采样器或采样瓶需用采样的水冲洗三至四次。采集自来水或有抽水设备的井水时，应先放水 5—10 分钟，然后将水样收集于瓶中。取样时应尽量避免或减轻样品与大气发生接触。水样采取量应满足水样分析和质量控制检验要求。

③细菌分析样品采取：采集前所用容器必须按照规定的办法进行灭菌,并需保证水样在运送、保存过程中不受污染。取自来水样时，先把水龙头完全打开，放水 5~10 分钟后再取水样。取井水及江、河、湖、水库等地面水水样时，应距水面 10~5cm 深处取样。

④热矿水样采取：泉水应尽量选择在靠近主泉口、集中冒气泡处或泉的主流带采样；喷泉或自流井应使用清洁器具将主流导出一部分采取；热水钻孔取样应抽水一段时间后，即至少相当于抽出井筒贮水体积 2—3 倍的水量后采取。

(2) 水样保存

水样采取后应根据分析项目的不同，按要求在现场立即添加保护剂，并对瓶口进行蜡封和粘贴标签。标签应注明样品编号、采样时间、采样地点、水源类型、水温、气温、浊度、测试分析项目、保护剂类型及添加量，地下水样品还应标明取水层段位置。采集及保存水样的容器，可用硬质玻璃瓶或聚乙烯瓶；一般情况下两种均可应用，当容器对水样中某种组分有影响时，则应根据要求选用合适的容器；采样和分析的间隔时间尽可能缩短，某些项目的测定应现场进行，但水样保存期不能超过规定时间。

其它未尽事宜参照《水质采样、样品的保存和管理技术规定》(GB12999—91)和《地热资源地质勘查规范》(GB11615—89)执行。

(3) 水样分析

水样应及时送达国家认证的试验室，送样时按要求填写送样单（一式两份）。对需在规定时间内完成测试的水样，采样前应先与实验室联系，以便于实验室做好准备，试验室应在规定的时限内完成分析项目的测试。水样化验分析按水质分析有关技术规范执行。

5.8.3 工程岩土样品采取与分析

工程岩土测试主要以室内为主，包括水理性质、物理力学参数等项目。

(1) 岩石样品采取与分析

岩石试样可利用钻探岩芯制作，采取的毛样尺寸应满足试样加工的要求。岩石试验可选择下列分析项目：岩矿鉴定、颗粒和块体密度试验、吸水率和饱和吸水率试验、抗压试验、抗剪试验等。

(2) 土样采取与分析

土样分为原状样和扰动样，粘性土地层主要采取原状样，砂性土主要采取扰动样。采取

土样的钻孔应采用回转钻进，在软土、砂土中应采用泥浆护壁。原状样可采用薄壁取土器或回转取土器采取，扰动样可采用标准贯入器或岩芯钻头采取。下放取土器前应仔细清孔，清除干扰土，孔底残留浮土厚度不应大于取土器废土段长度。采取土样宜用快速静力连续压入法。

土样采取后应妥善密封，防止湿度变化，严防暴晒或冰冻。在运输中应避免振动，保存时间不宜超过 20 天。对易于振动液化和水分离析的土样应就近进行试验。

土样分析应进行常规物理力学指标试验、颗粒分析试验、压缩试验，重点地区宜增加三轴剪切试验、高压固结试验、水平及垂直渗透试验及静止侧压力试验。对特殊土体，湿陷土应计算湿陷系数、自重湿陷系数、湿陷起始压力；膨胀土应计算自由膨胀率、膨胀压力、收缩系数；淤泥及泥炭层应计算有机质含量；易溶盐应计算易溶盐量。具体试验方法参照《岩土工程勘察规范》（GB50021—2001）和《土工试验方法标准》（GB/T50123—1999）执行。

5.8.4 土壤污染、放射性样品的采集与测试要求

（1）土壤污染采样测试

①测试项目：

按《土壤环境质量标准》（GB15618-1995）和实地情况确定，应充分反映污水、包括城市垃圾在内的固体废弃物及农药、化肥等对土壤的污染情况。主要测试项目包括镉、汞、砷、铜、铅、铬、锌、镍、六六六、DDT、氰化物、氮化物、氟化物、苯及其衍生物、三氯乙烯、3,4-苯并芘等，以及反映当地土壤污染问题的其它项目。

②样品采集：

A、土壤背景值样品：采样点的选择，应选择能反映工作区地质环境和土壤总体特征，在人类活动影响不到或尽量小的地带。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：反映农药、化肥污染的，采用网格布点法；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。采样深度为一米以内的表土（0~20 cm）和心土（20~40 cm）。采样点数和样品数量以能全面调查区土壤污染评价为准则。

③采样频率：一般为一次性调查采样。

（2）放射性样品的采集与测试

放射性样品采集，按环境核辐射监测等有关规定执行。主要测试项目为：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 β 、 ^{40}K 。其样品密度根据调查精度、问题的复杂程度确定。

5.8.5 建筑材料样品采集和测试

参照《固体矿产地质勘查规范总则》（GB/T13908-2002）等相关规范或标准执行。

6. 地质环境评价

6.1 地下水环境评价

6.1.1 地下水污染现状评价

6.1.1.1 评价标准的选定

地下水污染评价的标准是地下水环境背景值或对照值或者标准检测方法的方法检出限。

对于无机污染组分来说，检测方法的检出限一般都高于背景值或对照值，评价标准应采用背景值或对照值。但对于微量有机污染组分来说，背景值或对照值的获得比较困难，所以可采用标准检测方法的方法检出限作为评价标准。

背景值（对照值）的求得可利用已有成果，或根据当地一定数量符合相应条件的监测资料的统计分析进行计算，必要时应进行专门研究。标准检测方法的方法检出限可通过查阅国内外标准检测方法获得。

6.1.1.2 评价方法

（1）指数法

①单项指标的污染指数

计算公式为：

$$I = \frac{C}{C_0}$$

式中： I — 某项污染物的污染指数；

C — 某项污染物的实测含量；

C_0 — 某项污染物的背景值（对照值）或标准检测方法的方法检出限。

对于某项背景值(或对照值)为含量区间的计算公式为：

$$I = \frac{|C - C_m|}{C_{\max} - C_m}$$

式中： C_m — 背景值或对照值区间的中值；

C_{\max} — 背景值或对照值区间的最大值。

其它符号意义同前。

评价时，以 $I < 1$ 为未污染， $I > 1$ 为污染，且 I 值越大，污染越重，并可按 I 值进行地下水污染分级（严重、中等、轻微、未污染）。

②多项指标的综合污染指数：

计算公式为：

$$PI = \sqrt{\frac{\bar{I}^2 + I_{\max}^2}{2}}$$

$$\bar{I} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i$$

\bar{I} — 各单项组分评分值 I 的平均值；

I_{\max} — 单项组分评分值 I 的最大值；

n—项数。

根据 PI 值计算结果，按以下规定划分地下水污染级别。

表 6-1 地下水污染级别分类表

级别	未污染	轻微污染	中等污染	严重污染
PI	$PI \leq 1$	$1 < PI \leq 2.5$	$2.5 < PI \leq 5$	$5 < PI$

(2) 浓度法：以检测分析的最低检出线和评价标准，将各指标的含量划分为未检出(低于最低检出线)，检出(高于最低检出线)和超标(高于评价标准)，按下述公式计算监测点的检出率和超标率，并用以编制质量分区图。

$$\text{检出率 (\%)} = \frac{\text{检出的监测点数量}}{\text{监测点总数}} \times 100\%$$

$$\text{超标率 (\%)} = \frac{\text{超标的监测点量}}{\text{监测点总数}} \times 100\%$$

计算检出面积和超标面积

一般理化性质指标不计算检出率与检出面积。

6.1.2 地下水质量评价

6.1.2.1 评价标准的选定

地下水质量评价的标准，城市地区建议采用《生活饮用水卫生标准》GB5749—85，农业地区建议采用《农田灌溉水质标准》GB5084—92。采用《生活饮用水卫生标准》进行水质评价时，有机指标可依照饮用水标准与健康咨询 (U.S.EPA—2002)。

6.1.2.2 评价方法

(1) 单项指标的水质指数

计算公式为：

$$I = \frac{C}{C_0}$$

式中： I —某项组分的水质指数；

C —某项组分的实测浓度；

C_0 —某项组分的饮用水（灌溉用水）水质标准值。

评价时，以 $I < 1$ 为合格， $I > 1$ 不合格，并可按 I 值进行地下水质量分级（严重不合格、中等不合格、轻微不合格、合格，参照表 6-2）。

(2) 多项指标的综合水质指数：

计算公式为：

$$PI = \sqrt{\frac{\bar{I}^2 + I_{\max}^2}{2}}$$

$$\bar{I} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n I_i$$

\bar{I} —各单项组分评分值 I 的平均值；

I_{\max} —单项组分评分值 I 的最大值； n —项数。

根据值计算结果，按以下规定划分地下水水质级别。

表 6-2 地下水质量级别分类表

级别	合格	轻微不合格	中等不合格	严重不合格
PI	$PI \leq 1$	$1 < PI \leq 2.5$	$2.5 < PI \leq 5$	$5 < PI$

(3) 使用两次以上的水质分析资料进行评价时，可分别进行地下水质量评价，也可根据具体情况，使用全年平均值和多年平均值或分别使用多年的枯水期，丰水期平均值进行评价。

(4) 进行地下水质量评价时，除采用本方法外，也可采用其他评价方法进行对比。

(5) 评价结果除需要进行图件表达外，应给出文字综述，阐述地下水质量分布规律。并对影响地下水质量分布的因素进行分析。

6.1.3 地下水防污性能评价

6.1.3.1 一般要求

6.1.3.1.1 应以充分分析区域水文地质特征，并结合地下水水质、包气带调查等资料为基础进行地下水系统防污染性能评价。

6.1.3.1.2 地下水防污染性能评价应以固有防污染性能评价为主，根据地区特点和评价尺度建立相应指标体系，突出主要因素。

6.1.3.1.3 区域上地下水系统防污染性能评价应重点考虑降雨与补给（空间、时间、补给量等）、含水层的分布与地下水主径流特征等因素。若包气带中存在粘性土层，评价中需要给予考虑。根据相对程度划分为防护性能较好区、防护性能中等和防护性能较差三个等级。

6.1.3.1.4 重点区地下水系统防污染性能评价应考虑包气带岩性、结构、厚度，兼顾地形、地表水与地下水关系、含水层特征等因素，评价结果分为五个等级（见附件 C）。

6.1.3.2 评价方法

地下水防污染性评价建议采用 DRASTIC 方法（见附件 C），可根据研究区的自然地理特征、研究目的以及相关数据的数量和质量对评价指标进行调整。

6.2 土壤污染评价

6.2.1 城市土壤是指在城区和城郊区域、受强烈人为活动影响的扰动新成土。根据土壤污染调查结果，进行土壤污染现状评价，并分析预测其发展趋势。

6.2.2 评估土壤污染带来的危害和目前的防治措施，提出进一步防治建议。

6.2.3 评价因子和评价标准

(1) 评价因子

Cd、As、Cr、Hg、Pb、Mn、Cu、Ni、Zn、F、六六六、滴滴涕、氰化物、氮化物、氟化物、苯及其衍生物、三氯乙醛、3,4-苯并芘及其它污染成分。

(2) 评价标准

对于 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Pb、Ni、Zn 和 F，采用《土壤环境质量标准》（GB15618—95）进行土壤污染程度的初步评价，原则上采用国标的二类土壤标准值，具体的取值标准，应视研究区土壤中 CEC 和 pH 含量高低，决定取值大小。对于土壤酸化严重地区，居民饮用

水集中地区和深层土壤背景值较低的地区可考虑采用一类土壤标准值。其他元素采用深层样品计算出的背景值+2S。

6.2.4 评价方法

土壤污染评价方法有：富集指数法、地质累积指数法、潜在生态危害指数法，尼梅罗土壤污染综合指数法等。富集指数法重点考虑了人为影响，适于评价人为扰动对城市土壤造成的污染程度；地质累积指数考虑了成岩作用，适于与水系沉积物有关的城市土壤评价；潜在生态危害指数考虑了生物毒性和生物可利用性，适于评价土壤污染的环境效应；尼梅罗土壤污染综合指数法考虑了极值的影响，突出了环境要素中浓度最大的污染物对环境质量的影响。实际应用过程中可以根据城市的具体特点，选用合适的方法进行评价，也可采用多种方法评价，以期相互印证。评价方法参照附录 F。

6.3 地质灾害危险性分区评价

6.3.1 地质灾害危险性分区评价：地质灾害危险区是指明显可能发生地质灾害且造成较多人员伤亡和严重经济损失的地区。城市地质灾害危险性分区评价是建立在地质灾害易发性与地质灾害社会经济易损性基础上的。

6.3.2 城市地质灾害易发分区评价：城市地质灾害易发性是指城市的地质结构体可能发生地质灾害的程度。根据崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷、地裂缝、地面沉降等灾种的形成条件、诱发因素以及稳定状态和发展趋势，对城市各地质环境分区单元进行地质灾害易发程度判别，开展城市地质灾害易发分区评价。评价方法参照附录 G.1。

6.3.3 城市地质灾害社会经济易损性评价：城市地质灾害社会经济易损性是指受灾体遭受地质灾害破坏机会的多少与发生损毁的难易程度。地质灾害易损性评价指标体系由生命损失、经济损失、社会损失和资源与环境的损失四部分构成。地质灾害的社会经济易损程度，用易损性指数来度量，指数值越大，则社会经济易损程度越高。评价方法参照附录 G.2。

6.3.4 地质灾害危险性分区评价：采用历史灾害危险性评价方法和潜在灾害危险性评价方法，确定城市地质环境分区单元的危害危险性等级。评价方法参照附录 G.3。

6.3.5 分析研究各地质环境分区单元灾害危险性等级与其地质灾害危险性指数的对应关系，确定城市地质灾害危险性等级的灾害危险性指数分界值。根据灾害危险性指数分界值和每个单元的地质灾害危险性指数进行城市地质灾害危险性分区，开展城市地质灾害危险性分区评价。评价方法参照附录 G.3。

6.3.6 地质灾害危险性分区评价方法参照附录 G，但在进行具体的易发性、易损性和危险性等评价时，所考虑的影响因素及其权重、赋予的指标值（分值）和等级，应根据具体城市的地质条件等来确定，附录 G 中的表格所给予的各项指标值仅供参考。

6.3.7 地质灾害危险性分区评价也可以根据城市的具体情况，选用“地质灾害危险性可拓学综合评价方法”进行，具体方法可参照附录 H。

6.4 特殊类土评价

根据特殊类土对城市工程建设的危害，有针对性地开展评价工作，评价方法参照国家和

行业有关技术标准执行。

6.5 垃圾处置场适宜性评价

6.5.1 现有垃圾场地的地质环境影响评价。根据对垃圾处置场及其附近土壤、地下水、地表水体的现场调查及水土样品测试结果，参照地下水质量标准（GB/T14848-93）、生活饮用水卫生标准（GB 6749-86）和有关土壤污染评价标准和方法，对已有垃圾场对地质环境的影响进行评价。

6.5.2 现有垃圾场地的地质环境适宜性评价。以垃圾场对水土环境的污染评价结果为基础，综合分析场地的地质稳定性、地层防护条件、水文地质特征，可用层次分析法（附录 D）等方法评价其适宜性，评估问题场地的危害性和损失，提出防治措施或对策。

6.5.3 拟选垃圾填埋区适宜性评价。以《生活垃圾填埋污染控制标准》（GB16889-1997）、《生活垃圾卫生填埋技术规范》（CJJ17-2001）等为依据，采用层次分析法等方法（附录 D），综合分析拟选区域环境地质、水文地质、地表环境条件，结合城市发展规划、交通运输条件等，进行拟选填埋场适宜性评价。

6.6 尾矿、固体废弃物的环境效应评价

根据调查结果,对矿业城市中尾矿、固体废弃物对土壤、地表水、地下水的污染及对土地的破坏进行评价。

6.7 地质资源评价

6.7.1 水资源保证程度和应急或后备地下水源地论证

6.7.1.1 水资源保证程度论证

以城市规划、用水的合理性以及地表水、地下水可利用资源量为基础，按照工业用水、农业用水、生活用水、生态用水的现状和将来的需求情况，进行供需平衡分析，论证现状年及规划水平年水资源保证程度。

6.7.1.2 应急（或后备）地下水源地论证

在调查研究水文地质条件和地下水开采现状的基础上，进行应急（或后备）地下水源地论证，初步评价地下水补给量、储存量、应急开采量或允许开采量，按照《生活饮用水卫生标准》（GB6749-86）评价地下水质量，对地下水源地的开采方式、开采规模、开采的经济技术条件、环境保护等方面进行论证，提出进一步勘查建议方案。

6.7.2 地热、矿泉水资源评价

在地热地质条件调查的基础上，进行地热资源的估价和评价，对有开发前景的地热田（异常）进行论证。利用已有地球物理勘察成果、分析地热田（异常）地球物理特征；根据地热流体特征，评价地热流体质量；估算和评价地热资源，提出进一步勘查和开发利用建议方案。

6.7.3 地质景观资源评价

6.7.3.1 价值分析

- （1）科学价值，分为国际、国内、省内、一般四级。
- （2）美学价值，分为极高、很高、较高、一般四级。

(3) 历史文化价值, 分为极高、很高、较高、一般四级。

(4) 稀有价值, 分为世界唯一或极特殊、国内唯一或世界少有、省内唯一和国内少有、县内唯一的或省内少有四级。

(5) 自然完整价值, 分为四级: 保持自然状态, 未受人为改变; 基本保持自然状态, 极少受到人为改变; 受到一定程度人为改变, 但影响程度很低, 易于恢复原有面貌; 受到比较明显的人为改变, 但经人工整理后仍有较大保护价值。

6.7.3.2 环境条件前景分析

(1) 环境优美性

① 周边环境的原始自然状态保存极好, 配套景观十分丰富, 综合景观极为协调。

② 周边环境的自然状态保存较好, 配套景观较丰富, 综合景观协调。

③ 周边环境受到一定程度的人为影响和改变, 但影响程度低。配套景观少。

④ 周边环境受较明显的人为影响和改变, 但通过治理, 尚能恢复。

(2) 观赏的通达性和安全性

① 通达及观赏视野极好, 地质环境十分稳定, 无地质灾害的影响。

② 通达及观赏视野好, 地质环境较稳定, 有轻微的危害隐患, 但影响不大, 仅需少量的或简单的防护设施。

③ 通达及观赏视野较好, 地质环境较不稳定, 有地质灾害隐患, 但通过工程治理, 可以保证安全。

④ 通达及观赏视野较差, 地质环境不稳定, 地质灾害严重, 需要大量的治理工程和防护设施。

6.7.4 城市岩土体空间结构可利用性评价

6.7.4.1 评价范围

(1) 评价区的平面范围以已建城市与长期城市规划用地范围为主。

(2) 评价深度参照岩土工程勘察规范 (GB 50021-2002), 以 35m—40m 为宜。根据具体情况评价深度可适当增加。

6.7.4.2 主要内容

(1) 以搜集城市已有的工程地质勘察资料为主, 搜集资料的数量和密度, 取决于城市规模与成图比例尺。在规划区勘察资料太少时, 应适量补充勘探孔以满足需要。

(2) 以第四系土层为主的城市, 主要搜集能够反映各点的空间位置、岩土体物理、水理和力学性质, 土层厚度、土层顶板埋深、地下水位埋深等指标的资料数据。

(3) 调查、总结土层结构特征为主, 特别注重软土和持力层的空间分布特征。

(4) 基岩为主的城市, 对于强风化岩体除了类似于土层的各项参数之外, 宜进行岩体结构面的调查与结构面空间组合分析。

6.7.4.3 空间结构图面表达

评价与分析除了文字表达之外, 重要的是图件的表达。

(1) 平面表达, 包括下列内容:

① 平面分析可根据城市的具体情况分层反映不同深度特征岩土层的平面分布规律。

②对于评价深度为 35m—40m 的, 建议分三层表达, 即 0m—5m, 5m—15m, 15m—35m(40m)。

③对于评价深度>40m 的, 建议相应增加分层数。

④对于土层结构简单的, 可以酌情减少分层数。

(2) 剖面表达, 包括下列内容:

①在地层结构在平面上分布比较稳定时, 可采用三维数值模拟显示地层的空间结构。

②在地层结构复杂且三维数值模拟显示有困难时, 可采用概化工程地质剖面图的方式来显示。

6.7.4.3 可利用性评价

(1) 根据上述工作的成果, 结合各类地质灾害与地下水分布特征, 宏观分析、预测和评价不同深度构建大型工程, 诸如高层建筑、地铁、仓储、人防、停车场等, 可能产生的不良环境效应。并提出合理开发利用地下空间的建议。

(2) 有条件的城市可以结合城市规划图以及城市具体工程项目, 进行专项适宜性评价, 并提出优化建议。

6.7.5 天然建筑材料资源评价

6.7.5.1 根据《固体矿产地质勘查规范总则》(GB/T13908—2002) 等相关规范或标准, 评价各类天然建筑材料质量, 并进行质量等级初步划分。

6.7.5.2 采用算术平均、平行断面、三角形或等值线法, 对各类建筑材料的储量进行估算。

6.7.5.3 根据建筑材料的产地、分布、规模、质量、储量、开采条件和交通运输条件, 结合城市规划、生态建设和环境保护要求, 提出建筑材料合理开发利用建议。

6.8 城市地质环境质量评价

6.8.1 总论

地质环境质量是指在一个具体的地质环境内, 环境的总体或者环境的某些要素, 对人类的生存和繁衍以及社会经济发展的适宜程度。目前, 日益剧烈的人类活动已经改变了地质环境的某些关键要素, 这种改变必然会反作用于人类自身, 也就是使人类的生产和生活面临风险。所以, 这里的地质环境质量既包括现有状况的适宜性, 也包括人类改变地质环境所必需面对的风险性。

城市地质环境质量评价是按一定的评价标准和方法对城市地质环境的优劣程度进行描述, 包括地质环境的适宜性评价和风险性评价。

城市地质环境适宜性评价是指对城市地质环境适合于人类生产和生活的程度进行评定。

在城市建设过程中, 难免涉及地质环境质量不良区域, 由此必定面临风险。城市地质环境风险性评价就是对此风险进行预测、说明和评定。

6.8.2 城市建设用地地质环境适宜性评价

建设用地是城市用地的主体部分, 其适宜性进行评价按如下步骤进行。

6.8.2.1 指标体系建立

评价指标体系的选取要充分体现“重要性、普遍性、差异性”的原则。

影响城市建设用地适宜性评价的地质环境要素主要包括: 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、地质灾害、土地利用现状、江、河、海岸坍塌与河口海岸的冲淤变化等。

各环境要素还可进一步细分为不同的环境因子。可以根据实际地质环境条件及问题从中选取，并区分敏感因子、重要因子和一般因子。

“敏感因子”就是对人类活动极为敏感或者具有决定性制约作用的，但在评价区域内不普遍存在的地质环境因子（或状态）；“重要因子”就是将对城市建设用地适宜性具有重要制约作用的地质环境因子；“一般因子”就是对人类活动只具一般性影响作用或者人类活动对其只具很小影响的环境因子（或状态）。选择“敏感因子”和“重要因子”构建评价指标体系。

6.8.2.2 单元划分

单元划分的原则主要是保证同一单元内各评价指标的性状尽量一致，不要有突变，同时根据评价区域的范围，合理确定单元的大小。

正方形网格单元划分法是以地理坐标来控制，网格大小可由 0.01km^2 至数 1.0km^2 。不规则多边形单元划分法是以地形地貌以及岩性（或其它要素）相对突变边界为单元边界。

在地质环境适宜性评价中，应该先采用正方形网格法进行评价单元划分（单元大小视评价区域范围和评价精度而定，一般不宜超过 $1\times 1\text{km}^2$ ），并按照不规则多边形法的原理，对评价因子状态有突变的单元进行进一步细分，以确保单个评价单元内的各评价因子状态具有相对均一性。

6.8.2.3 权重确定

采用“专家打分—层次分析”的方法来确定权重，具体操作步骤如下：

（1）确定判断矩阵

选定对评价区域地质环境条件熟悉的专家以及少量规划部门专家（总数一般不多于 9 个），每个专家独立地提出按下表所示的 T.L.Satty 1-9 标度，然后两两比较后得出判断矩阵，接着把每个专家构建的判断矩阵集中得到综合判断矩阵，并经全体专家讨论修改直至所有专家对综合判断矩阵没有意见为止。

层次分析定权法的判断矩阵标度及其含义

标度	含 义
1	表示两个因素相比，具有同等重要性
3	表示两个因素相比，一个因素比另一个因素稍微重要
5	表示两个因素相比，一个因素比另一个因素明显重要
7	表示两个因素相比，一个因素比另一个因素更为重要
9	表示两个因素相比，一个因素比另一个因素极端重要
2, 4, 6, 8	上述两相邻判断之中值，表示重要性判断之间的过度性
倒数	因素 i 与 j 比较得到判断 b_{ij} ，则因素 j 与 i 比较的判断 $b_{ji}=1/b_{ij}$

（2）计算过程

对上述得出的综合判断矩阵按层次分析法求出权值，先假设有一同阶正则向量 A，使得存在 $XA=\lambda_{\max}A$ ，解此特征方程所得的 A 经正规化后即为各评价因子的权值。由于客观事物的复杂性及对事物认识的片面性，构造的判断矩阵不一定是一致性矩阵（也不必一定是一致性矩阵），但当偏离一致性过大时，会导致一些问题的产生。因此，得到 λ_{\max} 后，还需进行随机

一致性检验，检验公式为：

$$C. I = (\lambda_{\max} - n) / (n - 1) \quad C. R = C. I / R. I$$

式中，C. R 为一致性指标； λ_{\max} 为最大特征根；n 为矩阵阶数；R. I 为平均随机一致性指标（取值见下表）；C. R 为随机一致性比率。只有当 C. R < 0.10 时，判断矩阵才具有满意的一致性，此时所获取的权值是合理的。

层次分析法的平均随机一致性指标值

矩阵阶数 (n)	1	2	3	4	5	6	7	8	9
平均随机一致性指标值 (R. I)	0.00	0.00	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45

除采用此方法确定权重外，也可采用其它方法进行对比参照。

6.8.2.4 评价等级划分

评价结果按五级进行分区：适宜区、较适宜区、基本适宜区、较不适宜区和不适宜区。

6.8.2.5 评价数学模型

采用“综合指数评价模型”和“敏感因子—模糊综合评价模型”两种方法进行评价计算。

(1) 综合指数评价模型：即按一定的标准给予评价区域（或评价单元）中所有地质环境要素的不同评价因子一定的评价值，再加权求和，其数学模型为：

$$I_k = \sum_{i=1}^m W_i \times P_i$$

式中： I_k — k 评价单元的地质环境适宜性指数；

P_i — i 评价因子的性状数据取值（评分值）；

W_i — i 评价因子的权值；

m —评价因子总数。

(2) 敏感因子—模糊综合评价模型

分为两个步骤进行。

第一步，判别评价单元内是否有“敏感因子”存在，如有则直接判定该单元为较不适宜区或不适宜区。

第二步，对不存在敏感因子的单元进行模糊综合评价，其数学模型为：

$$b_j = \sum_{i=1}^n a_i r_{ij} \quad (j = 1, 2, \dots, m)$$

式中： b_j 为评价结果向量； m 为评价等级个数， n 为评价因子个数； a_i 为各评价因子的

权系数（ $\sum_{i=1}^n a_i = 1$ ）； r_{ij} 表示第 i 个评价因子隶属于第 j 等级的隶属度。

隶属度（ r_{ij} ）表示第 i 个评价因子被评为第 j 种等级的可能性，按下述方法计算：如果适宜性评价等级标准分为 m 级，则有 m 个分级代表值： a_1, a_2, \dots, a_m ；假定某个评价因子的实测性状数据为 x ，则该评价因子对各评价等级的隶属度 $\mu_m(x)$ 可按下式计算：

$$\begin{aligned}
\mu_1(x) &= \begin{cases} 1 & x \leq a_1 \\ [a_2 - x]/[a_2 - a_1] & a_1 < x \leq a_2 \\ 0 & x \geq a_2 \end{cases} \\
\mu_2(x) &= \begin{cases} 1 - \mu_1(x) & a_1 < x \leq a_2 \\ [a_3 - x]/[a_3 - a_2] & a_2 < x < a_3 \\ 0 & x \leq a_1, \quad x \geq a_3 \end{cases} \\
\mu_m(x) &= \begin{cases} 0 & x < a_{m-1} \\ 1 - \mu_{m-1}(x) & a_{m-1} < x < a_m \\ 1 & x \geq a_m \end{cases}
\end{aligned}$$

对于由 b_j 组成的评价模糊子集，根据择近原则，选择与评价模糊子集贴近期最大的标准模糊子集所对应的级别，作为评价结果。

7.地质灾害经济损失评价

7.1 地质灾害经济损失评价的目的和内容

7.1.1 目的

为了定量地反映城市地区地质灾害对城市社会、经济、资源与环境等方面所造成的危害，提高城市建设者、管理决策者和广大群众的减灾防灾意识，便于在今后的防灾、救灾、减灾工作中发挥更大的作用，进行城市崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、地面塌陷、地面沉降和海水入侵等地质灾害所造成的经济损失评价。

7.1.2 内容

地质灾害经济损失指的是反映地质灾害承灾体的价值损失；用货币形式表征和计算地质灾害经济损失额、损失模数、相对损失率，分析评述地质灾害的经济损失构成、经济损失程度和分布情况。

(1)地质灾害期望经济损失评价：指对可能发生的地质灾害造成的损失进行的预评估，所用的评估参数多为预计数或预算值，带有很大程度的估计性质。目的是为救灾、减灾、恢复、重建等进行投入决策提供依据。

(2)地质灾害灾后经济损失评价：指在灾区恢复重建之后进行的评估，所采用的评价参数已是实际数值，也可称灾后决算经济评价，它能较全面客观地反映这场灾害造成的实际经济损失，能客观地全面总结防灾、救灾、减灾等工作中的经验教训。

7.2 地质灾害造成的损失构成

7.2.1 地质灾害破坏损失构成：包括造成的人类身心和生命的伤害、社会和经济影响、资源与环境危害等，其详细构成可参见附录 I 表 I-1。

7.2.2 地质灾害造成的经济损失构成：本《规范》所指的地质灾害经济损失不包括造成的人类身心和生命的伤害，仅为地质灾害对社会影响、经济影响、资源与环境危害等方面造成的经济损失之和。

7.3 地质灾害经济损失评价方法

7.3.1 承灾体价值损失的基本方法。地质灾害经济损失主要是通过承灾体的价值损失表现的，核算承灾体价值损失的基本方法有：成本价值或修复成本价值核算；收益损失核算；成本—收益损失核算。

7.3.2 地质灾害灾后经济损失评价方法。在全面调查统计或者抽样调查统计基础上，根据各类承灾体损毁数量、损毁程度和相应的价值损失率计算分析灾害的经济损失程度和损失分布特点。

7.3.3 地质灾害期望经济损失评价方法。预测地质灾害经济损失需根据不同类型地质灾害活动特点计算期望损失：崩塌、滑坡、泥石流等突发性地质灾害根据风险评价理论，采用概率预测方法计算期望损失；地面沉降、海水入侵等缓发性地质灾害采用趋势预测方法计算期望损失。

7.3.4 具体评价方法详细参见附录 I-城市地质灾害经济损失评价。

8.图系编制

8.1 图系编制的目的、定位

8.1.1 目的

编制城市环境地质图系的目的是为城市规划、建设和管理服务。

8.1.2 功能与定位

城市环境地质图系把“实用性”放在首位，图系应“服务于城市总体规划，具有多功能、全方位性特点，为地质勘探、城市规划设计和政府管理决策服务”。该图系的定位为一套为城市科学规划、合理建设和管理服务，为“非专业用户”使用的“脱专业化”的“科学性基础上派生的应用性环境地质图系”。

8.2 编图原则

8.2.1 编图原则

实用性:城市环境地质图系服务于城市总体规划，具有多功能、全方位性特点，为地质勘察、城市规划设计和政府管理决策服务。

客观性:图的内容应主题突出，真实、可靠、准确地表现各类定性与定量地质环境要素。

评价性:在客观反映城市地质条件和现状下，应结合城市功能和未来发展需求，对城市环境质量优劣、地质环境背景变化趋势进行评价。

前瞻性:超前预测城市土地、水、矿产等资源潜力的可利用程度、地质环境质量变化趋势，以及灾害性地质问题预断等。

8.2.2、基本要求

(1) 目的的针对性

环境地质制图的目的为城市规划、建设和管理服务，满足相关部门的需求，要把这个目标落实到每一张环境地质图的内容和表示方法上。这就要求制图的目的要尽量具体化：对服务对象——规划决策者的需求作周密调查，了解用户的需求，增加图件的实用价值，不断掌握图的使用效果等反馈信息。

(2) 内容的易读性

大量丰富的地质调查成果不被城市规划者重视的原因之一，是传统的图件不能为非专业读者所理解，而失去阅读和利用的信心；之二，是图面过于复杂、过于专业和综合、非专业人员不需要的信息“容量过大”，但需要的内容有时又不够用；之三，是真正能为规划者所用的建议、结论少，语气不肯定。图件的易读性，即是指非专业用户方便读懂。这类图件应具有“脱专业化、图面简洁、解决的问题相对单一、结论性强等”特点。

(3) 成果的及时性

及时性要求可以随时利用最新资料，为满足不同用户及不同时期的需要，利用GIS等平台来编制数字图件，并进行适时更新，实现城市规划、建设和管理者随时需要都能送到用户手中。从这个意义上讲，所谓“及时”，实具有“超前”的意味。

(4) 成果形式的灵活性

环境地质图的编制种类、数量以能反映当地主要地质问题为限。原则上是基本满足需要，不必求全。只要能满足具体的用户的需求，图件需要表达的主题、编制图件的数量、制图范围、比例尺、地图开幅和复制份数都应依需求而定。

8.3 图系的构成

按本图系的目的、功能和定位，城市环境地质图系可以分为三个图（层）组——基础图（要素图层）组、规划所需专题评价图（层）组和规划图(层)组。

8.3.1 基础要素图层组——存储在信息系统中的各类数字图层。

基础图要素图层组：这组图（图层）是规划所需专题评价图组和规划图组编制的资料基础，如基岩地质图、地形图、地下水位埋深图、粘性土等厚度图、岩石强度图等等。从大的方面分类，基础要素图（层）组主要包括“地质图、地形地貌图、水文地质地质图、岩土体类型图（或工程地质图）、遥感影像图”。

以数字图层的形式先行编制这组图，或者用 GIS 等软件分解为不同的电子图层，供编制专题性评价图组或者规划图组使用。图层分解参见附录 E-城市环境地质图系编制指南。

8.3.2 规划所需的专题评价图组(可根据具体情况选编)该图组主要包括“地质灾害与环境地质问题图组”、“地质资源及有利条件图组”和“地质环境条件及保护图组”。这组图可根据具体情况有选择性地编制，其可能的备选图件参见附录 E-城市环境地质图系编制指南(表 E4-1)。

8.3.3 规划（综合评价）图组

这组图是在基础要素图（层）组及专题评价图层组的基础上，根据城市规划、建设及管理者的需求，综合编制的“深加工”图。它代表地学家经过对比和优选之后提出的对制图区国土资源开发利用等方面的总体想法和总建议。这组图可能只包括 2—3 张总图：(1)“用于城市规划和建设地学建议图”和(2)“今后城市环境地质工作建议图”，或针对城市不同的特殊用途而编制的专业性规划图——如(3)“生态城市规划地学建议图”。

要求：(1)、(2)为必作图,(3)为选作图。上述专题评价图组和规划图组，主要是为城市规划决策等部门编制的，这两组图件除需要向这些用户提交外，还应汇交中国地质调查局。

8.4 编图方法

8.4.1 图系编制的选题

(1) 图系编制的选题原则:了解规划所需是满足规划要求的前提。

城市环境地质图系要真正为国土规划或城市规划服务有两个基本条件：第一,了解地学与规划工作的相互关系；第二，切实了解不同规模不同层次的规划对于地学工作的具体要求。因此，在选题时，与城市规划、建设与管理相关部门沟通或协商特别重要。一般城市相关部门需要编制的图件可以是附录E-城市环境地质图系编制指南(表E4-1)所列“规划所需的专题图组”和“规划图组”中的某几种，但不排除有相当数量的图件在表E4-1所列之外，在进行具体城市地质环境图系编制时，不宜机械地在表E4-1所列图系中选择，而应根据用户的实际需求选题编制。

(2)选题注意事项

①从城市总体规划需要出发,图系构成应以实用性的评价图为主体,②回答城市总体规划所需的地质问题,③坚持实用性和经济性的原则。

图系选题参见附录 E-“城市环境地质图系编制指南”中“4.2.2.1 图件编制的选题”部分。

8.4.2 编图流程要求

(1)以 GIS 作为编制本图系全过程的技术支撑平台,计算机辅助制图贯穿图件编制的全过程,逐渐摆脱走“手工编绘”→“手扶跟踪扫描仪矢量化输入”→“图形编辑处理”→“图的绘制与输出”的制图老路。

(2)先根据各城市的具体情况与需求,将城市地理底图、地质构造图、水文地质地质图、工程地质图及相关的社会经济环境图分解成若干基本要素图层,并将其录入城市环境地质调查评价信息评价系统。然后,以这些基本要素图层为基础,结合录入的其它城市环境地质调查数据,编制城市需要的专题评价图组。

(3)再以已编制成的专题评价图组为基础,结合当地城市规划、建设和土地利用规划的具体需求,编制“用于城市规划和建设地质建议图”、“今后城市环境地质工作建议图”,或“生态城市规划地质建议图”。

(4)把上述“城市需要的专题评价图组”、“城市规划图组”提供给相关用户使用或试用,并不断根据用户的反馈意见修改相应图件。

8.4.3 图系编制方法与技术要求

(1)底图与比例尺

采用**地形地质**全要素数字底图,为反映城市规划等最新情况,应使用最新底图。

成图幅面不采用国际分幅,而以城市范围来成图。

比例尺:“规划图组”比例尺应与城市规划图比例尺一致(特大城市一般为 1:10 万,而中小城市则可稍大一些)。专题评价图组的比例尺根据实际需要而定。具体比例尺的确定,可根据城市规划区大小、编图区范围、图件所展示的主题等因素考虑。编稿图比例尺可比成图比例尺稍大些,以利于投放资料和勾绘界线。

(2)图系的 GIS 计算机编制的技术要求

①图系的编制要以 GIS 作平台,利用计算机技术,逐步完成由模拟制图加机助制图到全数字化制图的转变。

②按附录要求建立相关图层,根据要解决的实际问题和用户具体需求合成图或综合评价成图。

③可根据本地区的实际需要,对附录的图例系统进行增补。

④鉴于城市环境地质图系图幅数量多,内容丰富,且城市众多,为节约开支,不必强求每张图都要纸质输出,主要以数字电子图形式提交成果,必要时输出纸介质图。

(3)图面简化与通俗化

要求:强调主题、淡化背景;突出结论,略涉条件;刻意简化,不求繁全;注意通俗,精简术语。

(4) 推荐使用两种模式编制图系

这两种模式为机助制图分析制图模式（德国模式）和计算机组合制图模式（美国模式）。具体方法参见附录E-“城市环境地质图系编制指南”中“城市环境地质评价制图的两种模式”。

8.5 图系图例系统

8.5.1 图例系统

具体图例系统参见附录 E--城市环境地质图系编制指南附件 1,为较常见的 28 张图编制了图例,但未列出相关的统计表格、直方图（或饼图、曲线等）及照片。在编图实践中，应遵循“尽可能多地传递准确信息，尽可能多地满足用户需求”的原则，根据具体要反映的信息来编制。

附件 1 所列图例，有待在今后的制图实践中不断检验、修正和补充。

8.5.2 图面的配置和整饰（待补）

8.6 说明书的功能与编写要求

说明书的写法:图的说明书不能写成专著，它仅是图件辅助说明。要求其发挥其补充功能、概括功能和使用功能。

要求：说明书篇幅尽可能地短，如果图上的内容已经足以说明问题，可以不再编写说明书。其次，尽可能使某些专业术语通俗化。

8.7 其它未尽事宜,参考附录E “城市地质环境图系编制指南”。

8.8 征求用户的反馈意见，不断调整图的选题、内容和形式

9. 设计与成果报告编写提纲

9.1 设计书编写提纲

第一章 前言

第一节 目标任务：包括任务来源、任务书的主要内容、工作起始时间及成果提交时间等。

第二节 工作区范围和自然地理条件：包括地理位置、坐标范围或图幅及编号、社会经济概况。

第三节 以往工作程度：包括以往区域地质、水工环地质工作情况和与本次调查有关的成果及存在的问题与不足。

第二章 区域环境地质背景

第一节 区域地质环境背景：包括气象水文、地形地貌、地层岩性、地质构造、地震、水文地质、工程地质、人类工程经济活动等。

第二节 主要环境地质问题与地质灾害现状：包括种类、分布、数量、规模与造成的危害及防治现状等。

第三章 工作部署

第一节 工作部署原则：包括总体工作思路、技术路线和部署原则。

第二节 总体工作部署：包括不同层次和各类地区的工作部署，分阶段或分年度的主要工作内容。

第三节 年度安排：包括年度安排的主要内容和工作量。当年工作安排要详细具体。

第四章 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和地质环境评价的方法与要求。

第五章 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。

第六章 经费预算

按《中国地质调查局项目预算编制暂行办法》编写。

第七章 组织管理

第一节 组织管理措施。

第二节 项目组人员组成及分工。

第八章 技术管理措施

第一节 质量管理措施。

第二节 技术保证措施。

第三节 安全及劳动保护措施等。

第九章 预期成果

成果报告：包括调查报告、专题研究报告、数据库建设报告及附图、附表；提交成果报告时间。

基本附（插）图：

- （1）工作区范围图
- （2）研究程度图
- （3）城市建设现状及规划略图
- （4）水文地质略图
- （5）工程地质略图
- （6）环境地质略图
- （7）工作部署图

9.2 成果报告编写提纲

××省（区、市）××城市环境地质调查评价报告

1、序言

- （1）项目概况：项目来源，目的任务，工作区范围，工作依据。
- （2）以往工作程度分析与评述。
- （3）本次工作概况：调查工作部署、方法、完成的工作量及质量评述，取得主要成果概述。

2、城市自然地理及社会经济概况

- （1）自然地理概况：地形地貌；气象与水文特征；生态环境特征。

（2）社会经济概况

社会经济现状：市域现状（市域范围，建成区及开发区范围，现状规划区范围）；城市性质及城市职能；现状功能分区；发展现状（城市规模-人口，城市化水平，GDP，其它主要指标）。

社会经济发展规划（2020 年）：发展目标—经济、社会、环境发展目的及主要指标；发展方向—空间地域扩展的主要方向，城市布局（包括 2020 年规划区范围、城市功能分区）等。

（3）城市社会经济发展对地质工作的需求。

3、城市环境地质背景

地质条件：地层岩性及地质构造特征，区域地壳稳定性。

水文地质条件：地下水类型及含水层组划分，含水层组空间分布及其水文地质特征，地下水补、径、排条件及动态变化规律，地下水水化学特征。

工程地质条件：岩土体工程地质分类与特征，新构造运动与地震。

环境地质条件：地下水环境特征及质量评价，土壤环境特征及质量评价，与人居环境有关的地球化学背景条件、地球物理背景条件。

4、城市主要环境地质问题

（1）地下水资源衰减与短缺。

（2）地下水污染：污染源类型及分布，地下水污染特征与分布规律，危害程度；

（3）地质灾害：地质灾害历史（发生及危害情况），发育特征与分布规律，形成条件及影响因素，危害程度。

（4）海岸带环境地质问题：海岸侵蚀与淤积、海水入侵、海平面升降、风暴潮。

（5）其他环境地质问题：特殊岩土体、放射性异常和污染等。

（6）社会影响与经济损失评估

5、城市地质资源

应急（或后备）地下水源地、热矿水资源，地质遗迹资源、地下空间等；概述资源分布、资源量、开发利用现状。

6、城市地质环境评价

（1）地下水环境评价：

①评价原则，评价方法，评价依据与标准，分区分级评价，评价结论；②地下水污染现状评价；③地下水质量评价；④地下水防污性能评价。

（2）地质灾害危险性评价

①地质灾害易发性评价；②地质灾害易损性评价；③地质灾害危险性评价。

（3）特殊类土体危害性评价

（4）垃圾处置场地质环境效应及新垃圾场适宜性评价

（5）地质资源评价：开发利用潜力及开发利用条件评价。

（6）尾矿、固体废弃物的环境效应评价

（7）城市地质环境质量评价：在上述评价的基础上，进行分区分级评价。

7、城市环境地质问题防治对策建议

根据城市地质环境评价结果，结合城市国民经济与社会发展规划、城市重点工程建设等，提出城市环境地质问题防治的原则与要求、方法措施、重点防治区域、重点防治工程；重点是提出进一步开展城市环境地质调查评价的论证意见和建议。

8、结论与建议

本次调查工作的主要成果；对城市发展规划和建设的建议；本次调查工作存在问题与不足；明确提出下一步工作建议。

9、附件

(1) 附图

(2) 附表

(3) 城市环境地质调查评价信息系统

编写基本要求：“1、2、3”部分以介绍清楚项目的情况、城市的地质与社会经济状况、城市的环境地质背景等为准则，文字应简明扼要。编写重点在“4、5、6、7、8”部分，其中尤其以“主要环境地质环境问题”、“地质资源”、“地质环境评价”为重中之重。

10. 城市环境地质调查数据库与信息系统建设

10.1 数据库建设

10.1.1 原则：以工作项目为单位，从资料信息的有效保存和可持续利用为目的，建立城市环境地质调查数据库，应把与城市环境地质调查评价相关的各类数据、信息、图表等入库。

10.1.2 各工作项目数据库的建立遵照附录 I “城市环境地质调查评价数据库建设工作指南”执行。属性数据库平台采用 SQLServer，用附录（光盘）中提供的城市环境地质调查数据录入系统进行建设。空间数据库平台采用 MAPGIS，数据格式与图式图例参照本规范相关要求执行。

10.2 评价信息系统建设

10.2.1 目标任务：规范城市环境地质调查数据库建设工作，提出数据库建设结构标准和工作指南；开发城市环境地质调查数据库及评价系统的系列应用软件，并在实际调查工作中推广应用。建立数字化成果的汇聚与交流平台，适时展示项目进展及其成果；提供城市环境地质调查的数据共享与服务机制，以数字媒体的形式实现数据信息的共享与社会化服务。

10.2.2 内容：

(1) 数据库建设标准制定，包括城市环境地质调查数据库结构标准和城市环境地质调查数据库建设工作指南。

(2) 应用软件系统的开发，包括：城市环境地质调查野外数据采集系统、城市环境地质调查数据综合整理与数据录入系统、城市环境地质调查数据库综合管理系统、城市环境地质调查地质环境综合评价与分析系统、城市环境地质调查网络数据管理与应用分析系统、

城市环境地质调查数据共享与社会化服务体系。

(3) 选定地区的应用示范研究工作，解决数据库结构标准的可使用性、各种应用软件的系统测试（包括用户测试），为推广应用准备典型数据案例。

(4) 技术培训与推广，根据城市环境地质调查工作的实际需要，进行不定期的技术培训，推广数据库建设技术和相关应用软件。

11. 质量检查与野外验收

11.1 资料整理

在野外工作全部结束后，全面整理各项实际资料，检查核实其质量和完备程度，整理卷清各类表格和图件，为成果编制奠定基础。资料整理内容包括：

- (1) 各种原始记录、表格、卡片、汇总表和统计表；
- (2) 典型遥感影像图、野外素描图、照片和摄像资料；
- (3) 地球物理勘探成果，遥感解译成果；
- (4) 各类图件，包括野外工作手图、实际材料图、研究程度图、地质图、地貌图、各种单要素图和综合分析图件等。

11.2 野外验收

11.2.1 野外验收的依据是项目任务书、总体设计、有关技术要求。

11.2.2 野外验收必须具备以下条件：

- (1) 已完成设计规定的野外工作。
- (2) 原始资料齐全、准确。
- (3) 原始资料已经进行整理，并进行了质量检查和编目造册。
- (4) 进行了必要的综合整理，编写了项目野外工作总结。

11.2.3 野外检查验收应提供的资料包括：

(1) 全部野外实际资料：野外原始图件，野外记录本、原始野外记录卡片，原始数据记录、相册、表格，野外各类原始编录资料及相应的图件；样品鉴定、分析、测试送样单和分析测试结果，各类典型实物标本，过渡性综合解释成果资料和综合整理、综合研究成果资料，其它相关资料。

- (2) 质量检查记录（包括年度原始资料检查记录与小结）。
- (3) 野外工作总结：任务完成情况总结，质量总结，存在问题及改进意见。
- (4) 地质、水文地质钻孔综合成果表册（包括本次施工的和收集的）。
- (5) 各类采样测试报告、鉴定分析实验报告和汇总表。
- (6) 水文、气象资料汇总表。
- (6) 地质灾害调查汇总表。
- (7) 地下水动态监测成果汇总表和动态曲线图。
- (8) 地下水水源地（包括开采的和已评价的）汇总表。

(9) 其它。

12. 成果审查验收

12.1 报告审查

12.1.1 报告审查一般在野外验收后2个月内进行。报告评审依据项目任务书、设计书、设计审查意见书、野外验收意见书及有关标准和要求进行。

12.2.2 报告评审后,应根据评审意见认真修改,修改后的最终报告报送审批单位审查认定。

12.2 资料归档

12.2.1 基本要求

12.2.1.1 报告评审、修改、认定后,须对全部地质资料进行归档。

12.2.1.2 归档的地质资料包括工作中形成的文字、图表、声像、电磁介质等形式的原始资料、成果资料和岩芯、标本、光薄片、样品等实物资料。

12.2.1.3 归档的原始资料应达到完整、准确、系统。

12.2.2 原始资料归档范围

城市环境地质调查评价的原始地质资料归档范围包括以下九类:

- (1) 底稿、底图类:包括终审成果报告底稿、附图、附表、附件的底稿及评审验收书。
- (2) 遥感解译类:包括遥感解译报告、解译图、遥感数据、航卫片、解译卡片。
- (3) 地形测量类:包括地形测量成果底图、野外测量观测及计算记录簿等。
- (4) 野外环境地质调查类:包括野外手图、实测剖面图、各种野外调查点的记录簿及记录卡片、照片、底片、摄像、调查小结。
- (5) 勘探工程及现场水文地质试验类:包括各种水文地质勘探试验及测井原始记录及成果。
- (6) 样品实验测试类:包括岩、土、水化学分析成果及岩、土物理水理性质实验成果,各种采样记录与图件。
- (7) 技术文件类:包括项目任务书,设计与成果审批意见书,技术指示文件、重要措施和专家建议,野外质量评审文件、申报奖励等。
- (8) 技术设计类:包括项目总体设计、年度设计、单项设计及附图、附表。
- (9) 电子文件类:包括调查中形成的磁带、磁盘、光盘等电磁介质载体的文件、图表、数据、图像等。

12.2.3 资料归档一般在最终成果认定后六个月内完成。

附录 A：用词说明

A.0.1 调查工作程度用词说明如下：

1. “初步查明”，以搜集资料为主，辅以地面调查。
2. “基本查明”，以地面调查为主，辅以验证性勘查、试验工作。
3. “查明”，以地面调查和控制性勘查、试验为主。

A.0.2 要求严格程度用词说明如下：

1. 表示很严格，非这样做不可的用词，采用“必须”。
2. 表示严格，在正常情况下均应这样做的用词，采用“应”。
3. 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”。

A.0.3 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”。

附录 B：地下水污染调查指标选取

调查指标由无机组分和有机组分两类构成，每类调查指标都有必检指标和选检指标。

选取范围

常规调查指标选取范围在所给出的选取原则之后直接列出。

污染调查指标选取范围参考我国《地表水环境质量标准》、世界卫生组织《饮用水水质标准》、美国《饮用水水质标准》和我国《生活饮用水水质卫生规范》和 USEPA 饮用水标准中的组分确定，根据这些标准制定出的污染调查指标选取范围分别见附表 1-3。

指标选取

常规调查指标

现场检测指标：水温、气温、嗅、味、颜色、肉眼可见物、pH 值、电导率、氧化还原电位(流通池法测定)、溶解氧（视是否具备仪器条件而定）。

室内检测指标：

无机组分必检指标：

钾(K^+)、钠(Na^+)、钙(Ca^{2+})、镁(Mg^{2+})、总硬度、溶解性固体(TOC)、游离二氧化碳(CO_2)、重碳酸根(HCO_3^-)、碳酸根(CO_3^{2-})、硫酸根(SO_4^{2+})、氯离子(Cl^-)、硝酸盐(NO_3^-)、氟化物(F^-)、锰、砷、镉、总铬、六价铬、汞、铅、铜、硒、银、锌、总铁、氰化物。

其他选检指标：石油类(城区、采油区和石化工业区的潜水)、总 α 活性和总 β 活性(金属采矿区)、硫化氢

有机组分必检指标

城市地区：

工业应用广泛或作为“三废”普遍排放、生物降解性较差、毒性较强且检出率较高的有机组分包括：

高锰酸盐指数(COD_{Cr})、挥发酚类（承压水）、三氯甲烷、四氯乙烯、氯乙烯、1,1,1-三氯乙烷、甲苯、三氯乙烯、1, 1-二氯丙烷、二氯甲烷

此外，可根据污染源的具体情况，确定检测组分，包括：

四氯化碳、1,2-二氯乙烷、1,1,2-三氯乙烷、1,2-二氯丙烷、1,1-二氯乙烯、反式-1,2-二氯乙烯、苯乙烯、苯、乙苯、二甲苯、1,2-二氯苯、1,4-二氯苯、六氯苯、苯并[a]芘、MTBE。

农业地区：

目前广泛使用的或虽已停止使用但具持久性的、毒性较大的杀虫剂、除草剂和杀真菌剂（包括在环境中产生的衍生物和代谢物），包括：

α -六六六、 β -六六六、 γ -六六六、 δ -六六六、滴滴涕、滴滴涕、滴滴伊、甲氧滴滴涕、七氯、环氧七氯、氯丹、异狄氏剂、涕灭威、对硫磷。

有机组分选检指标

城市地区：

根据工矿企业布局及排出情况而定。推荐为：

三溴甲烷、一氯二溴甲烷、1,1,2,2-四氯乙烷、六氯乙烷、1,3-二氯丙烷、六氯丁二烯、甲醛、丙烯醛、2,4-二硝基甲苯、1,3-二氯苯、硝基氯苯、2,4-二硝基氯苯、硝基苯、多氯联苯（类）、2,4-二氯酚、2,4,6-三氯酚、五氯酚、苯胺、邻苯二甲酸二甲酯、邻苯二甲酸二乙酯、邻苯二甲酸二丁酯、邻苯二甲酸二辛酯、邻苯二甲酸丁基苄酯、邻苯二甲酸二（2-乙基己基）酯、丙烯腈、萘、蒽、菲、蒽、荧蒽、苯并[b]荧蒽、苯并[k]荧蒽、2,3,7,8-四氯二苯并对二噁英、2,3,7,8-四氯二苯并呋喃。

农业地区：根据当地农药使用的种类酌情而定。推荐为：

毒杀芬、灭蚊灵、1,3-二氯丙烯、甲基对硫磷、乙基对硫磷、马拉硫磷、乐果、敌敌畏、敌百虫、内吸磷、溴氰菊酯、苄氯菊酯 1,2-二溴-3-氯丙烷、西维因、苯菌灵、六氯苯、代森锰锌、代森锰、代森联、代森锌、2 甲 4 氯、苯达松、草甘膦、莠去津、氟乐灵、2,4-滴、草不绿艾氏剂、狄氏剂。

附录 B 还包括附表 1、附表 2 和附表 3

附表 1

综合性污染指标调查项目选取范围

序号	名称	符号	选入依据*	污染源或指标属性	检测能力**
1	高锰酸盐指数	COD _{Mn}	①③	指示有机物相对污染程度	√
2	重铬酸盐指数	COD _{Cr}	①	指示有机物相对污染程度	√
3	五日生化需氧量	BOD ₅	①	指示有机物相对污染程度和生物可降解性	√
4	阴离子合成洗涤剂		①③	生活污水排放	√
5	石油类		①③	石油开采、运输、加工；石化工业排污	√
6	总酚		①③⑥	三废排放(炼油,炼焦,造纸,合成氨,洗煤,化工)	√
7	总 α 活性		②③④	矿物浸蚀	√
8	总 β 活性		②③④	矿物浸蚀	√

注：* ①中国《地表水环境质量标准》限值指标

② 世界卫生组织《饮用水水质标准》限值指标

③ 中国《生活饮用水水质卫生规范》限制指标

④ 美国《饮用水水质标准》限值指标

⑥ 美国水体中 129 种优先考虑污染物

** √表示具备检测能力

附表 2

无机污染物调查项目选取范围

序号	名称	化学式	选入依据*	污染源	检测能力**
1	银	Ag	③⑤⑥	感光材料、印刷、冶金和制镜等企业废水排放	√
2	铝	Al	②③	三废排放;化肥;杀虫剂;天然沉积物侵蚀	√
3	砷	As	①②③④⑤⑥	半导体制造;炼油;木材防腐剂;饲料添加剂、除草剂排放	√
4	钡	Ba	②③④	钻井废弃物的排放、金属冶炼排放、天然沉积物侵蚀	√
5	铍	Be	②③④⑤⑥	三废排放(冶炼,焦化,电子,航空,国防)	√
6	镉	Cd	①②③④⑤⑥⑦	三废排放;化肥;杀虫剂;岩石风化	√
7	钴	Co	③	硬金属制造;燃煤和燃油;钴矿石风化	√
8	铬	Cr	②④⑤⑥	三废排放(铬矿开采,冶炼,电镀,印染,鞣革);岩石风化	√
9	六价铬	Cr[VI]	①③④⑥	三废排放(铬矿开采、冶炼、电镀、印染、鞣革等)	√
10	铜	Cu	①②③④⑤⑥	三废排放(铜矿开采,冶金);杀虫剂;天然沉积物侵蚀	√
11	铁	Fe	①③	选矿、冶炼、机械加工、电镀等企业废水排放	√
12	汞	Hg	①②③④⑤⑥⑦	天然沉积物侵蚀;精炼厂排放;垃圾场和农田流出	√
13	锰	Mn	①②③⑤	黑色金属矿山、冶金和化工等企业废水排放	√
14	钼	Mo	②③	钼冶炼三废排放;采矿;燃煤;岩石风化	√
15	镍	Ni	②③⑤⑥	煤灰;烟尘;温石棉矿;岩石风化	√
16	铅	Pb	①②③④⑤⑥⑦	电池、冶金、五金、机械、涂料和电镀等企业废水排放	√
17	锑	Sb	②③④⑥	由炼油、火焰阻止剂、陶瓷、电子设备和焊料排放	√
18	硒	Se	①②③④⑥	石油冶炼排放,天然沉积物侵蚀,采矿场排放	√
19	铊	Tl	③④⑤⑥	选矿场的沥滤,电子设备和玻璃和制药厂排放	√
20	钛	Ti	③	矿山开采;金属冶炼;钛产品加工	√
21	钒	V	③	矿山开采;冶金、化工企业三废排放	√
22	钨	W	②	钨矿开采、冶炼	√
23	锌	Zn	①③⑤⑥	电镀、冶金、颜料和化工企业废水排放;化肥;杀虫剂	√
24	镭-226	²²⁶ Ra	④	天然沉积物的侵蚀	√
25	镭-228	²²⁸ Ra	④	天然沉积物的侵蚀	√
26	硼	B	②③	硼矿开采;盐湖开发	√
27	硝酸盐	NO ₃ ⁻	①②③④	制革和酸洗废水;化肥使用流出,化粪池及生活污水渗漏	√
28	亚硝酸盐	NO ₂ ⁻	②④	化肥使用中的流出物,化粪池及生活污水渗漏	√
29	铵	NH ₄ ⁺	②	生活污水和工业废水(焦化、化肥)排放;农业施肥	√
30	磷酸盐	PO ₄ ³⁻		冶炼和洗涤剂企业废水发放;生活污水排放;农业施肥	√
31	氟化物	F ⁻	①②③④	三废排放(冶金,焦炭,玻璃,陶瓷,电子,电镀,农药)	√
32	氰化物	CN ⁻	①②③④⑤⑥	废水排放(电镀,选矿,炼焦,化工,化肥,塑料)	√
33	硫化物	S ²⁻	①②③	三废排放(焦化,选矿,造纸,印染,制革);硫酸盐还原	√
34	黄磷	P ₄	③	黄磷生产;化工厂废水排放	√

注: * ① 中国《地表水环境质量标准》限值指标

② 现行世界卫生组织《饮用水水质标准》限值指标

③ 中国《生活饮用水水质卫生规范》限制指标

④ 美国《饮用水水质标准》限值指标

⑤ 中国水体中 68 种优先考虑污染物

⑥ 美国水体中 129 种优先考虑污染物

⑦ 环境激素类污染物

** √表示具备检测能力

附表 3

有机污染物调查项目选取范围

序 号	名称	化学式	选入依据*	用途或来源	检测能力*
1	三氯甲烷(氯仿)	CHCl ₃	①②③⑤⑥	纺织, 木材加工, 油漆和油墨制造, 树胶及木材加工品, 橡胶加工, 炼油, 造纸, 洗衣业, 制药, 采矿, 蒸汽发电, 皮革鞣制, 有色金属钢铁, 无机物生产, 农药生产	√
2	四氯化碳	CCl ₄	①②③④⑤⑥	油漆和油墨制造, 橡胶加工, 洗衣业, 制药, 铸造, 钢铁, 有色金属, 农药生产	√
3	溴(代)甲烷	CH ₃ Br	⑥	制药等	
4	三溴甲烷(溴仿)	CHBr ₃	①②③⑤	造纸, 蒸气发电, 有色金属等	√
5	二氯甲烷	CH ₂ Cl ₂	①②③④⑤⑥	采煤, 纺织, 木材加工, 炼油, 油漆和油墨制造, 橡胶加工, 树胶及木材加工品, 造纸, 洗衣业, 制药, 采矿, 蒸气发电, 铸铁, 有色金属, 钢铁等	√
6	氯(代)甲烷	CH ₃ Cl	⑥	纺织, 木材加工, 制药等	
7	三氯一氟甲烷	CCl ₃ F	⑥	纺织, 洗衣业, 有色金属, 制冷行业等	
8	二氯二氟甲烷	CCl ₂ F ₂	⑥	制冷剂	
9	一氯二溴甲烷	CHClBr ₂	②③⑥	油漆和油墨制造, 炼油, 洗衣业, 蒸气发电, 有色金属等	√
10	双(2-氯乙氧基)甲烷	C ₂ H ₄ Cl ₂ O ₂	⑥	采煤, 铸造等	√
11	1,2-二氯乙烷	CH ₂ ClCH ₂ Cl	①②③④⑤⑥	油漆和油墨制造, 橡胶加工, 洗衣业, 制药, 蒸汽发电, 铸造, 有色金属等	√
12	1,1-二氯乙烷	CH ₃ CHCl ₂	②⑥	纺织, 油漆和油墨制造, 皮革鞣制, 铸造, 盘管涂膜, 有色金属, 钢铁等	√
13	1,1,1-三氯乙烷	CH ₃ CCl ₃	②③④⑤⑥	采煤, 纺织, 油漆及油墨加工, 木材加工, 造纸, 树胶及木材加工品, 洗衣业, 制药, 蒸汽发电, 盘管涂膜, 铸造, 皮革鞣制, 有色金属, 钢铁等	√
14	1,1,2-三氯乙烷	CH ₂ ClCHCl ₂	④⑤⑥	油漆和油墨制造, 洗衣业, 制药, 皮革鞣制, 铸造, 有色金属等	√
15	1,1,2,2-四氯乙烷	CHCl ₂ CHCl ₂	⑤⑥	橡胶加工, 制药, 铸造, 皮革鞣制, 有色金属等	√
16	六氯乙烷	C ₂ Cl ₆	⑥	有色金属, 无机物生产, 农药生产等	√
17	氯乙烷	C ₂ H ₅ Cl	⑥	树胶及木材加工品, 橡胶加工等	
18	1,2-二氯丙烷	CH ₃ CHClCH ₂ Cl	②④⑥	纺织, 油漆和油墨制造	√

序 号	名 称	化学式	选入依据*	用途或来源	检测能力*
19	1,3-二氯丙烷	$\text{CH}_2\text{ClCH}_2\text{CH}_2\text{Cl}$	②	有机合成	√
20	熏杀环 [表氯醇、环氧氯丙烷]	$\text{CH}_2\text{OCHCH}_2\text{Cl}$	①③④	化工厂排放；水处理添加剂	
21	氯乙烯	CH_2CHCl	①②③④⑥	PVC 管溶出；塑料厂、树脂厂排放	
22	1,1-二氯乙烯	$\text{C}_2\text{H}_2\text{Cl}_2$	①②③④⑥	采煤,纺织,油漆和油墨制造,洗衣业,制药,蒸汽发电,,盘管涂膜,有色金属,钢铁,	√
23	1,2-二氯乙烯	$\text{ClCH}=\text{CHCl}$	①②③		
24	顺式-1,2-二氯乙烯	$\text{ClCH}=\text{CHCl}$	④	化工厂排放	
25	反式-1,2-二氯乙烯	$\text{ClCH}=\text{CHCl}$	④⑥	油漆和油墨制造,洗衣业,蒸汽发电,盘管涂膜,有色金属,钢铁,铸铁,皮革鞣制	√
26	三氯乙烯	CHClCCl_2	①②③④⑤⑥	采煤,纺织,油漆和油墨制造,洗衣业,制药,铸铁,皮革鞣制,盘管涂膜,有色金属,钢铁	√
27	四氯乙烯	CCl_2CCl_2	①②③④⑤⑥	纺织,炼油,洗衣业,制药,蒸汽发电,皮革鞣制,铸铁,有色金属,钢铁,无机物生产,农药生产	√
28	二溴乙烯	$\text{C}_2\text{H}_2\text{Br}_2$	②④	炼油厂排放	
29	氯丁二烯	$\text{C}_4\text{H}_5\text{Cl}$	①③	合成橡胶	
30	六氯丁二烯	C_4Cl_6	①②③⑥	农药生产	√
31	六氯环戊二烯	C_5Cl_6	④⑥	农药生产,化工厂排出	√
32	苯乙烯	C_8H_8	①②③④⑦	橡胶,塑料,油漆,制药 干洗业	√
33	苯乙烯二聚物	$\text{C}_{16}\text{H}_{16}$	⑦	苯乙烯树脂原料,发泡苯乙烯杯和容器原料	
34	苯乙烯三聚物	$\text{C}_{24}\text{H}_{24}$	⑦	苯乙烯树脂原料,发泡苯乙烯杯和容器原料	
35	八氯苯乙烯	C_8Cl_8	⑦	有机氯化物制造副产品	
36	甲醛	HCHO	①②③	纺织,造纸,鞣革,木材加工,涂料,染料,油漆,橡胶加工,制药,塑料,树脂,炸药	√
37	乙醛	$\text{C}_2\text{H}_4\text{O}$	①③	有机合成原料(乙酸、乙酐、乙醇、丁醇、三氯乙醛、氯仿等)	
38	丙烯醛	$\text{C}_3\text{H}_4\text{O}$	①③⑥	有机合成原料或中间体(杀虫剂吡虫啉,医药抗肿瘤药二溴丙醛,饲料添加剂蛋氨酸,杀菌剂戊二醛,甘菊香料等)	√
39	氯乙酸	CH_2ClCOOH	②	有机化工中间体原料(合成淀兰,瓮类染料,丙二酸,除草剂,乙醇酸,二乙醇酸等)	
40	二-(2-乙基己基)己二酸		②	PVC 管道沥滤；化工厂排放	
41	乙二胺四乙酸 (EDTA)	$\text{C}_{10}\text{H}_{16}\text{N}_2\text{O}_8$	②	丁苯橡胶活化剂;纤维精炼、漂白和染色工艺软化剂；感光材料冲洗漂白定影液。	

序 号	名 称	化学式	选入依据*	用途或来源	检测能力*
42	次氨基三乙酸 (氨基三乙酸、次氨基三乙酸)	$N(CH_2COOH)_3$	②	有机助洗剂	
43	二氯甲基醚	$C_2H_4Cl_2O$	⑥	空气中甲醛转化等	
44	2-氯乙基乙烯醚	$CH_2=CHOCH_2CH_2Cl$	⑥		
45	4-氯苯基苯醚	$C_{12}H_9ClO$	⑥	盘管涂膜,钢铁等	√
46	4-溴苯基苯醚	$C_{12}H_9BrO$	⑥	盘管涂膜,钢铁等	√
47	双(2-氯乙基)醚	$C_4H_8Cl_2O$	⑥	润滑油精制,纺织,油漆,洗衣业,有机合成等	√
48	双(2-氯异丙基)醚	$C_6H_{12}Cl_2O$	⑥	铸造等	√
49	氯丙酮(氯化丙酮)	C_3H_5OCl	②	有机合成、制备药物、杀虫剂、香料和染料等	
50	二苯甲酮	$C_{13}H_{10}O$	⑦	医疗品合成原料,保香剂	
51	异佛尔酮	$C_9H_{14}O$	⑥	高分子材料溶剂等	√
52	苯	C_6H_6	①②③④⑤⑥	采煤;纺织;木材加工;炼油;油漆和油墨制造;橡胶加工;洗衣业;制药;采矿和选矿;正气发电;铸造;皮革鞣制;有色金属;钢铁;垃圾填埋沥滤	√
53	乙苯	$C_6H_5CH_2CH_3$	①②③④⑤⑥	纺织,木材加工,炼油,油漆和油墨制造,橡胶加工,洗衣业,制药,采矿和选矿,铸造,皮革鞣制,钢铁,有色金属,树胶及木材化学品	√
54	异丙苯	$C_6H_5CH(CH_3)_2$	①③	有机合成原料,航空煤油添加剂等	√
55	(正)丁苯	$C_{10}H_{14}$	⑦	试剂等	√
56	甲苯	$C_6H_5CH_3$	①②③④⑤⑥	采煤,纺织,炼油,木材加工,炼油,油漆和油墨制造,树胶及木材化学品,橡胶加工,造纸,洗衣业,制药,铸造,皮革鞣制,钢铁,有色金属	√
57	对硝基甲苯(4-硝基甲苯)	$C_7H_7NO_2$	⑤⑦	染料,塑料	√
58	2,4-二硝基甲苯	$C_7H_6N_2O_4$	①⑤⑥	制药,制造,钢铁,有色金属	√
59	2,6-二硝基甲苯	$C_7H_6N_2O_4$	⑥	纺织,铸造,钢铁	√
60	三硝基甲苯	$C_6H_2(CH_3)(NO_2)_3$	③⑤	炸药	
61	2,4,6-三硝基甲苯	$C_6H_2(CH_3)(NO_2)_3$	①		

序 号	名 称	化学式	选入依据*	用途或来源	检测能力*
62	二甲苯	$C_6H_4(CH_3)_2$	①②③④	燃料,塑料,合成橡胶,合成树脂,合成纤维,药物,炼油,石化,化工;废弃物燃烧	√
63	对-二甲苯	$C_6H_4(CH_3)_2$	⑤		√
64	间-二甲苯	$C_6H_4(CH_3)_2$	⑤		√
65	邻-二甲苯	$C_6H_4(CH_3)_2$	⑤		√
66	(一)氯苯	C_6H_5Cl	①②③④⑤⑥	纺织;洗工业;制药;皮革鞣制;有色金属;钢铁	
67	1,2-二氯苯(邻二氯苯)	$C_6H_4Cl_2$	①②③④⑤⑥	采煤,纺织,洗工业,蒸汽发电,皮革鞣制	√
68	1,3-二氯苯(间二氯苯)	$C_6H_4Cl_2$	②⑥	采煤,纺织,洗工业,蒸汽发电,皮革鞣制	√
69	1,4-二氯苯(对二氯苯)	$C_6H_4Cl_2$	①②③④⑤⑥	采煤,纺织,洗工业,蒸汽发电,皮革鞣制	√
70	三氯苯	$C_6H_3Cl_3$	①②③	纺织,蒸汽发电,铸造,有色金属,农药生产等	√
71	1,2,3-三氯苯	$C_6H_3Cl_3$			√
72	1,2,4-三氯苯	$C_6H_3Cl_3$	④⑥	纺织;蒸汽发电;铸造;有色金属	√
73	1,3,5-三氯苯	$C_6H_3Cl_3$		杀虫剂和杀菌剂; 农药三氯二硝基苯、染料和炸药 TATB 的主要中间体	√
74	四氯苯	$C_6H_2Cl_4$	①③	纺织等	√
75	1,2,3,4-四氯苯	$C_6H_2Cl_4$			√
76	1,2,3,5-四氯苯	$C_6H_2Cl_4$			√
77	1,2,4,5-四氯苯	$C_6H_2Cl_4$			√
78	六氯苯	C_6Cl_6	①②③④⑤⑥⑦	谷物杀菌剂(持久性);纺织,金属提纯,农药厂排放	√
79	硝基氯苯	$C_6H_4ClNO_2$	①③		√
80	对-硝基氯苯	$C_6H_4ClNO_2$	⑤		√
81	间-硝基氯苯(3-氯硝基苯)	$C_6H_4ClNO_2$			√
82	邻-硝基氯苯	$C_6H_4ClNO_2$			√
83	2,4-二硝基氯苯		①③⑤,	染料中间体,制做硫化黑,二硝基苯酚,间双等	√
84	硝基苯	$C_6H_5NO_2$	①⑤⑥	油漆和油墨制造,染料,制药,塑料,炸药,铸造,皮革鞣制,钢铁,有色金属	√
85	二硝基苯	$C_6H_4(NO_2)_2$	①③		

序 号	名 称	化学式	选入依据*	用途或来源	检测能力*
86	1,4-二硝基苯(对-二硝基苯)	$C_6H_4(NO_2)_2$			
87	1,3-二硝基苯(间-二硝基苯)	$C_6H_4(NO_2)_2$			
88	1,2-二硝基苯(邻-二硝基苯)	$C_6H_4(NO_2)_2$			
89	多氯联苯(类)	$C_{12}H_9Cl \sim C_{12}Cl_{10}$	④⑦	炼焦,油漆,涂料,油墨,树枝,合成橡胶,造纸,铸造,有色金属,钢铁,电器; 生产厂排放	√
90	多溴联苯(类)	$C_{12}H_9Br \sim C_{12}Br_{10}$	⑦	工业排放	
91	苯酚	C_6H_6O	⑤⑥	炼焦,炼油,染化,造纸,制药,化工等	√
92	间甲酚(3-甲酚)	C_7H_8O	⑤	炼焦,炼油,染化,造纸,制药,化工等	√
93	对辛基苯酚 (4-辛基苯酚)	$C_{14}H_{22}O$	⑦	表面活性剂原料	
94	壬基苯酚	$C_{15}H_{24}O$	⑦	表面活性剂原料及分解产物	
95	2-硝基苯酚	$C_6H_5NO_3$	⑥	采煤,橡胶加工	√
96	4-硝基苯酚(对硝基酚)	$C_6H_5NO_3$	⑤⑥	洗衣业,制药,铸造	√
97	2,4-二硝基苯酚	$C_6H_4N_2O_5$	⑥	洗衣业,钢铁	√
98	4,6-二硝基邻甲苯酚 (4,6-二硝基-2-甲基酚)		⑥	采煤,铸造,钢铁	√
99	2-氯(苯)酚[邻氯酚]	C_6H_5OCl	②⑥	采煤,纺织,木材加工,制药,蒸汽发电,铸造,钢铁	√
100	2,4-二氯(苯)酚	$C_6H_4Cl_2O$	①②⑤⑥⑦	纺织,造纸,洗衣业,制药,蒸汽发电,皮革鞣制,钢铁	√
101	2,4,6-三氯(苯)酚	$C_6H_3OCl_3$	①②③⑤⑥	纺织,木材加工,蒸汽发电,皮革鞣制,铸造,钢铁,	√
102	对氯间甲苯酚 (4-氯-3-甲基苯酚)	C_7H_7OCl	⑥	纺织,铸造,钢铁,炼油	√
103	2,4-二甲苯基酚	$C_8H_{10}O$	⑥	采煤,木材加工,炼油,洗衣业,采矿,盘管涂膜,铸造,有色金属,钢铁	√
104	五氯(苯)酚	C_6HCl_5O	①②③④⑤⑥⑦	纺织,木材加工,油漆和油墨制造,橡胶加工,造纸,洗衣业,制药,铸造,皮革鞣制,有色金属,钢铁	√
105	双酚 A	$C_{15}H_{16}O_2$	⑦	树脂生产	
106	三乙胺	$C_6H_{15}N$	③	有机合成原料或溶剂	
107	苯胺	C_6H_7N	①③⑤	印染,橡胶,制药,塑料,油漆,染料	√

序 号	名 称	化学式	选入依据*	用途或来源	检测能力*
108	对硝基苯胺	$\text{NO}_2\text{C}_6\text{H}_4\text{NH}_2$	⑤	纺织,印染,橡胶,制药,塑料,油漆,染料	√
109	二硝基苯胺	$\text{C}_6\text{H}_5\text{N}_3\text{O}_4$	⑤	纺织,染料	
110	2,6-二氯-4-硝基苯胺	$\text{C}_6\text{H}_4\text{Cl}_2\text{N}_2\text{O}_2$	⑤	染料	
111	联苯胺		①⑥		√
112	3,3'-二氯联苯胺	$\text{C}_{12}\text{H}_{10}\text{Cl}_2\text{N}_2$	⑥		
113	N-亚硝基二甲胺		⑤	有硝酸盐、亚硝酸盐和有机氮化合物在环境中转化	
114	N-亚硝基二正丙胺	$\text{C}_6\text{H}_{14}\text{N}_2\text{O}$ $\text{C}_3\text{H}_7\text{N}(\text{NO})\text{C}_3\text{H}_7$	⑤	有硝酸盐、亚硝酸盐和有机氮化合物在环境中转化; 铸造	
115	N-亚硝基二苯胺		⑥	采煤,橡胶加工;洗衣业;制药;铸造;皮革鞣制	√
116	N-二甲基亚硝胺		⑥	有硝酸盐、亚硝酸盐和有机氮化合物在环境中转化	
117	N-二正丙基亚硝胺		⑥	有硝酸盐、亚硝酸盐和有机氮化合物在环境中转化	
118	丙烯酰胺	$\text{CH}_2\text{CHCONH}_2$	①②③④	处理生活污水或废水时加入	
119	己内酰胺	$\text{C}_6\text{H}_{11}\text{NO}$	③	合成纤维、工程塑料等工业	
120	丙酸缩苯胺		②		
121	己二酸二(2-乙基己)酯 (二乙基己基己二酸酯)	$\text{C}_{22}\text{H}_{42}\text{O}_4$	④⑦	塑料厂排放(塑料可塑剂和添加剂)	
122	邻苯二甲酸二甲酯 (酞酸二甲酯、二甲基酞酸酯)	$\text{C}_{10}\text{H}_{10}\text{O}_4$	⑤⑥	纺织,橡胶加工,洗衣业,盘管涂膜,铸造,皮革鞣制,有色金属,钢铁	√
123	邻苯二甲酸二乙酯 (二乙基酞酸酯)	$\text{C}_{12}\text{H}_{14}\text{O}_4$	⑥⑦	采煤,纺织,炼油,造纸,洗衣业,制药,采矿,蒸汽发电,盘管涂膜,铸造,有色金属,钢铁	√
124	邻苯二甲酸二丙酯	$\text{C}_{14}\text{H}_{18}\text{O}_4$	⑦	塑料增塑剂	
125	邻苯二甲酸二(正)丁酯 (酞酸二丁酯、二正丁基酞酸酯)	$\text{C}_6\text{H}_4(\text{COOC}_4\text{H}_9)_2$	①⑤⑥⑦	采煤,纺织,炼油,油漆和油墨制造,洗衣业,制药,采矿,蒸汽发电,盘管涂膜,铸造,有色金属,钢铁	√
126	邻苯二甲酸二戊酯	$\text{C}_{18}\text{H}_{26}\text{O}_4$	⑦	塑料增塑剂	

序 号	名 称	化学式	选入依据*	用途或来源	检测能力*
127	邻苯二甲酸二己酯	C ₂₀ H ₃₀ O ₄	⑦	塑料增塑剂	
128	邻苯二甲酸二(正)辛酯 (酞酸二辛酯、二正辛基酞酸酯)	C ₆ H ₄ (COOC ₈ H ₁₇) ₂	⑤⑥	洗衣业,盘管涂膜,铸造,有色金属,钢铁	√
129	邻苯二甲酸环己二酯	C ₂₀ H ₂₆ O ₄	⑦	防湿粘胶薄膜,丙烯酸稀释剂,热粘合剂的可塑剂	
130	邻苯二甲酸丁基苄酯 (邻苯二甲酸丁苄基酯)	C ₁₉ H ₂₀ O ₄	⑥⑦	纺织,造纸,洗衣业,制药,采矿,蒸汽发电,盘管涂膜,铸造,有色金属,钢铁	√
131	二乙基己基邻苯二甲酸酯 [邻苯二甲酸二(2-乙基己基)酯、邻苯二甲酸双(2-乙基己酯)]	C ₂₄ H ₃₈ O ₄	①②③④⑥⑦	采煤,纺织,炸药生产,木材加工,炼油,油漆和油墨制造,橡胶加工,造纸,洗衣业,制药,采矿,蒸汽发电,盘管涂膜,铸造,皮革鞣制,有色金属,钢铁,无机物生产	√
132	乙腈	CH ₃ CN	③	工业用溶剂; 织物染色,照明工业,香料制造,感光材料制造等	
133	丙烯腈(氰乙烯、乙烯基氰)	CH ₂ =CH-CN	①③⑤⑥	纺织;橡胶加工;钢铁	√
134	1,2-二苯基肼		⑥	纺织;制药	
135	水合肼		③	化工原料(农药,医药,染料,显像剂,抗氧化剂,火箭燃料和炸药); 高纯度金属制造、合成纤维及稀有元素分离	
136	萘	C ₁₀ H ₈	⑤⑥	采煤;纺织;炼油;木材加工;油漆;油墨;洗衣业;制药;铸造;鞣革;钢铁;有色金属,农药生产	√
137	2-氯萘	C ₁₀ H ₇ Cl	⑥	洗衣业;蒸汽发电;钢铁,农药生产	√
138	萘	C ₁₂ H ₈	⑥	木材加工;炼油;铸造; 钢铁;有色金属; 塑料; 染料	√
139	萘烯	C ₁₂ H ₁₀	⑥		√
140	芴	C ₁₃ H ₁₀	⑥	采煤;木材加工业;炼油;铸造;制药;钢铁;有色金属	√
141	蒽	C ₁₈ H ₁₂	⑥	采煤;木材加工业;铸造;钢铁;有色金属	√
142	苊	C ₁₆ H ₁₀	⑥	采煤;木材加工;炼油;洗衣业;铸造;盘管涂膜	√
143	苯并[a]苊	C ₂₀ H ₁₂	①②③④⑤⑥⑦	采煤;木材加工业;铸造;钢铁;有色金属	√
144	苯并[g,h,i]苊 (1,12-苯并苊)	C ₂₂ H ₁₂	⑤⑥	采煤;木材加工;钢铁;有色金属	√
145	苝并[1,2,3-c,d]苊(2,3-邻-苯撑苊)	C ₂₂ H ₁₂	⑤⑥	木材加工;有色金属;钢铁	√
146	菲	C ₁₄ H ₁₀	⑥	木材加工;洗衣业;制药;盘管涂膜;铸造;皮革鞣制;炼油,钢铁;有色金属	√
147	蒹	C ₁₄ H ₁₀	⑥	采煤;炼油;洗衣业;制药;盘管涂膜;铸造;钢铁;有色金属;皮革鞣制	√

序 号	名 称	化学式	选入依据*	用途或来源	检测能力*
148	苯并[a]蒽 (丁芬)	C ₁₈ H ₁₂	⑥	采煤;木材业;洗衣;铸造;钢铁;有色金属	√
149	二苯并[a,h]蒽 (1,2,5,6-二苯并蒽)	C ₂₂ H ₁₄	⑥	钢铁;有色金属	√
150	荧蒽	C ₁₆ H ₁₀	⑤⑥	采煤;木材加工;炼油;洗衣业;盘管涂膜;铸造;钢铁;有色金属	√
151	苯并[b]荧蒽(3,4-苯并芘荧蒽)	C ₂₀ H ₁₂	⑤⑥	采煤;木材业;铸造;钢铁;有色金属;盘管涂膜;炼油;油页岩加工;炼焦	√
152	苯并[k]荧蒽(11,12-苯并荧蒽)	C ₂₀ H ₁₂	⑤⑥	采煤;木材业;钢铁;有色金属;盘管涂膜	√
153	二硫化碳	CS ₂	③	熏蒸杀鼠剂;工业溶剂	
154	吡啶	C ₅ H ₅ N	①③	工业溶剂; 化工原料	
155	松节油		①③	工业溶剂; 化工原料(涂料,合成樟脑,合成树脂,合成香料,松油醇,医药,等)	
156	苦味酸	C ₆ H ₃ N ₃ O ₇	①③	染料,炸药	
157	丁基黄原酸	C5H10OS2	①③	有色金属或稀有金属矿石浮选的捕收剂	
158	多氯二苯并对二噁英	C ₁₂ H ₂ O ₂ Cl ~C ₁₂ O ₂ Cl ₈	⑦	工业生产副产品, 废弃物焚烧或其它物体燃烧的发射物, 纸浆漂白发生物, 化工厂排放(持久性)	
159	2,3,7,8-四氯二苯并对二噁英	C ₁₂ H ₄ O ₂ Cl ₄	④⑥⑦	工业生产副产品, 废弃物焚烧或其它物体燃烧的发射物, 纸浆漂白发生物, 化工厂排放(持久性)	
160	多氯二苯并呋喃	C ₁₂ H ₇ OCl~C ₁₂ OC ₁₈	⑦	工业生产副产品, 废弃物焚烧或其它物体燃烧的发射物(持久性)	
161	2,3,7,8-四氯二苯并呋喃	C ₁₂ H ₄ OCl ₄	⑦	工业生产副产品, 废弃物焚烧或其它物体燃烧的发射物(持久性)	
162	羰呋喃		②	工业生产副产品, 废弃物焚烧或其它物体燃烧的发射物(持久性)	
163	四乙基铅	Pb(C ₂ H ₅) ₄	③	汽油抗爆剂	
164	二烷基锡	R ₂ SnX ₂	②		
165	三丁基氧化锡	C ₂₄ H ₅₄ OSn ₂	②	杀菌剂;防霉剂;木材防腐剂	
166	双三丁基锡氧化物	C ₂₄ H ₅₄ Sn ₂ O	⑦	防腐剂	
167	氯化三丁基锡	C ₁₂ H ₂₇ SnCl	⑦	防腐剂	
168	氯化三苯基锡	C ₁₈ H ₁₅ SnCl	⑦	防腐剂	
169	六氯环己烷(六氯化苯)	C ₆ H ₆ Cl ₆	①②③⑤⑥⑦	杀虫剂	√

序 号	名 称	化学式	选入依据*	用途或来源	检测能力*
170	α-六氯化苯(α-六六六)	C ₆ H ₆ Cl ₆	⑥	杀虫剂；铸造，钢铁	√
171	β-六氯化苯(β-六六六)	C ₆ H ₆ Cl ₆	⑥⑦	杀虫剂；铸造，钢铁	√
172	γ-六氯化苯(γ-六六六、林丹)	C ₆ H ₆ Cl ₆	①②③④⑥⑦	畜牧、木材和花园用杀虫剂；铸造，钢铁，盘管涂膜	√
173	δ-六氯化苯(δ-六六六)	C ₆ H ₆ Cl ₆	⑥	杀虫剂；铸造，钢铁	√
174	滴滴涕(对,对' -滴滴涕、4,4' -滴滴涕、对,对' -二氯二苯基三氯乙烷)	C ₁₄ H ₉ Cl ₅	①②③⑤⑥⑦	水果、蔬菜、苜蓿，牲畜杀虫剂(持久性)；铸造，钢铁	√
175	滴滴滴(对,对' -滴滴滴、4,4' -滴滴滴、对,对' -二氯二苯基二氯乙烷)	C ₁₄ H ₁₀ Cl ₄	⑥⑦	杀虫剂(滴滴涕代谢产物)；铸造，钢铁	√
176	滴滴伊(对,对' -滴滴伊、4,4' -滴滴伊、对,对' -二氯二苯基二氯乙烯)	C ₁₄ H ₈ Cl ₄	⑥⑦	杀虫剂(滴滴涕代谢产物)；铸造，钢铁	√
177	甲氧滴滴涕(甲氧氯、灭虫氧氯)	C ₁₆ H ₁₅ Cl ₃ O ₂	②④⑦	水果、蔬菜、家禽杀虫剂	√
178	七氯(七氯化苄)	C ₁₀ H ₅ Cl ₇	②③④⑥⑦	杀虫剂（防棉虫、蝗虫和疾蚊，控制土壤中昆虫和白蚁，持久性）；铸造，钢铁	
179	氧化七氯	C ₁₀ H ₄ Cl ₈ O	⑦		
180	环氧七氯(七氯环氧化物)	C ₁₀ H ₃ Cl ₇ O	①②③④⑥⑦	七氯降解；钢铁	√
181	氯丹(八氯、八氯化甲桥茛)	C ₁₀ H ₆ Cl ₈	②④⑥⑦	农作物杀虫剂(杀白蚁剂，持久性)；铸造,钢铁	
182	反式氯丹	C ₁₀ H ₆ Cl ₈	⑦	杀虫剂	
183	顺式氯丹	C ₁₀ H ₆ Cl ₈	⑦	杀虫剂	
184	反式九氯	C ₁₀ H ₅ Cl ₉	⑦	杀虫剂；采矿,铸造,有色金属,钢铁	
185	艾氏剂(氯甲桥茛)	C ₁₂ H ₈ Cl ₆	②⑥⑦	杀虫剂(持久性)	√
186	狄氏剂	C ₁₂ H ₈ Cl ₆ O	②⑥⑦	杀虫剂(持久性)	√
187	异狄氏剂	C ₁₂ H ₈ Cl ₆ O	④⑥⑦	杀虫剂(禁止的杀白蚁剂)	√
188	异狄氏剂醛（乙醛异狄氏剂）	C ₁₂ H ₈ Cl ₆ O	⑥	棉花、水稻、甘蔗、玉米等杀虫剂（持久性）；杀鼠剂；铸造，钢铁	
189	毒杀芬（八氯苣烯、氯化苣烯		④	棉花、牲畜杀虫剂(持久性)；钢铁	
190	灭蚁灵（多氯联苯类）	C ₁₀ Cl ₁₂	①⑤⑥⑦	杀虫剂(持久性)；阻燃剂（塑料、橡胶、纸张和电器设备）	

序 号	名 称	化学式	选入依据*	用途或来源	检测能力*
191	1,3-二氯丙烯	$C_3H_4Cl_2$	②⑥	土壤熏蒸剂和土壤杀虫剂; 钢铁	√
192	硫丹	$C_9H_6Cl_6O_3S$	⑦	杀虫剂	
193	α-硫丹	$C_9H_6Cl_6O_3S$	⑥	杀虫剂; 铸造, 有色金属	
194	β-硫丹	$C_9H_6Cl_6O_3S$	⑥	杀虫剂; 采煤, 铸造, 有色金属, 钢铁	
195	硫丹硫酸盐	$C_9H_6Cl_6O_4S$	⑥	杀虫剂; 铸造, 钢铁	
196	对硫磷 (硝苯硫酸酯、1605)	$C_6H_4NO_3PS$	①③⑤	水稻、棉花和果树杀虫剂	√
197	甲基对硫磷 (甲基 1605)	$C_8H_{10}NO_3PS$	①③⑤	杀虫剂	√
198	乙基对硫磷 (乙基 1605)	$C_{10}H_{14}NO_3PS$	⑦	杀虫剂	
199	马拉硫磷 (马拉松、马拉赛昂、四零四九)	$C_{10}H_{19}O_6PS_2$	①③⑦	杀虫剂	√
200	乐果[O,O-二甲基-S-(甲基氨基甲酰甲基)二硫代磷酸酯]	$C_5H_{12}NO_3PS_2$	①③⑤	杀虫剂	√
201	敌敌畏[O,O-二甲基-O-(2,2-二氯乙烯基)磷酸酯]	$C_4H_7Cl_2O_4P$	①⑤	杀虫剂	√
202	敌百虫 [O,O-二甲基-(2,2,2-三氯-1-羟基乙基)磷酸酯]	$C_4H_8Cl_3O_4P$	①⑤	杀虫剂	√
203	内吸磷(1059)	$C_8H_{19}O_3PS_2$	①③	杀虫剂	
204	溴氰菊酯 (敌杀死、凯素灵、凯安保倍特、右旋顺溴腈苯醚菊酯)	$C_{22}H_{19}Br_2NO_3$	①③⑦	杀虫剂(拟除虫菊酯类)	
205	氯氰菊酯(灭百棵、兴棉宝)	$C_{22}H_{19}Cl_2NO_3$	⑦	杀虫剂(拟除虫菊酯类)	
206	氰戊菊酯 (速灭杀丁、戊酸氰菊酯、杀灭菊酯)	$C_{25}H_{22}ClNO_3$	⑦	蔬菜、茶树和果树杀虫剂(拟除虫菊酯类)	
207	高氰戊菊酯	$C_{25}H_{22}ClNO_3$	⑦	杀虫剂(拟除虫菊酯类)	
208	苄氧菊酯(二氯苯醚菊酯、除虫菊、克死命)	$C_{21}H_{20}Cl_2O_3$	②⑦	杀虫剂(拟除虫菊酯类)	
209	灭多虫(乙腈威、甲氧叉威)	$C_5H_{10}N_2O_2S$	⑦	杀虫剂	
210	开蓬	$C_{10}Cl_{10}O$	⑦	杀虫剂	
211	涕灭威(丁醛腈威)	$C_7H_{14}N_2O_2S$	②⑦	杀虫剂	
212	克百威 (呋喃丹、大扶农、虫螨威 2,3-氢-2,2-二甲基-7-	$C_{12}H_{15}NO_3$	④	杀虫剂(用于水稻和苜蓿的土壤熏蒸剂)	

序 号	名称	化学式	选入依据*	用途或来源	检测能力*
	苯并呋喃-甲基氨基甲酸酯)				
213	1,2-二溴-3-氯丙烷	C ₃ H ₅ Br ₂ Cl	②④⑦	大豆, 棉花, 菠萝和果园土壤熏蒸剂(杀线虫剂)	√
214	毒杀酚(氯化蒽)	C ₁₀ H ₁₀ Cl ₈	⑦	杀虫剂	
215	微囊藻毒素-LR		①③		√
216	草氨酰		④	苹果、西红柿、马铃薯杀虫剂	
217	乙烯菌核利	C ₁₂ H ₉ Cl ₂ NO ₃	⑦	杀虫剂	
218	三氯杀螨醇(开乐散、螨净)	C ₁₄ H ₉ Cl ₅ O	⑦	杀虫剂	
219	西维因(甲萘威、胺甲萘)	C ₁₂ H ₁₁ NO ₂	①③⑦	杀虫剂	
220	百菌清(打克尼尔、大克灵、桑瓦特、克劳优)	C ₈ Cl ₄ N ₂	①③	杀真菌剂	
221	叶枯唑(叶枯宁、噻枯唑、叶青双、敌枯宁)		③	杀真菌剂	
222	苯菌灵(苯来特)	C ₁₄ H ₁₈ N ₄ O ₃	⑦	杀真菌剂	
#	六氯苯	C ₆ Cl ₆	①②③④⑤⑥⑦	谷物杀真菌剂(持久性); 纺织, 金属提纯, 农药厂排放	√
223	代森锰锌	(C ₄ H ₆ N ₂ S ₄ Mn)x·(Zn)y x:y = 10:	⑦	杀真菌剂	
224	代森锰	[C ₄ H ₆ N ₂ S ₄ Mn]n	⑦	杀真菌剂	
225	代森联	[C ₁₆ H ₃₃ N ₁₁ S ₁₆ Mn ₃]x	⑦	杀真菌剂	
226	代森锌	(C ₄ H ₆ N ₂ S ₄ Zn)n	⑦	杀真菌剂	
227	福美锌(锌来特、什来特)	C ₆ H ₁₂ N ₂ S ₄ Zn	⑦	杀真菌剂	
228	2 甲 4 氯 (2-甲基-4-氯苯氧基乙酸)		②	除草剂(禾谷类作物、碗豆、亚麻、牧草、草坪、非耕地)	
229	2 甲 4 氯丙酸(2-甲基-4-氯基苯氧丙酸)		②	除草剂(非耕地)	
230	2 甲 4 氯丁酸(MCPB) (2-甲基-4-氯基苯氧丁酸)		②	除草剂(紫花豌豆)	
231	苯达松(灭草松、排草丹、噻草平、百草克)	C ₁₀ H ₁₂ N ₂ O ₅ S	②③	除草剂(水稻, 大豆, 麦子, 玉米, 高粱, 花生, 亚麻, 芸豆)	
232	茅草枯(二氯丙酸)	C ₃ H ₄ Cl ₂ O ₂	②④	除草剂(公用事业用地, 柑桔)	

序 号	名称	化学式	选入依据*	用途或来源	检测能力*
	茅草枯钠盐 (2,2-二氯丙酸钠)	$\text{CH}_3\text{CCl}_2\text{COONa}$			
233	草甘膦 (农得乐、农达、镇草宁、N-膦羧基甲基甘氨酸)	$\text{C}_3\text{H}_8\text{NO}_3\text{P}$	④	除草剂 (麦子,棉花,蓖麻,甘蔗,西瓜,甜瓜,哈密瓜,白兰瓜,南瓜,柑橘,桃,李,杏,山楂,柿子,枣,板栗,核桃,苹果,梨,葡萄,香蕉,菠萝,荔枝,龙眼,枇杷,芒果,洋桃,油梨)	
234	阿特拉津(莠去津)	$\text{C}_8\text{H}_{14}\text{ClN}_5$	①,②④⑦	除草剂 (玉米,高粱,苕麻,甘蔗,芦笋,柑橘,桃,李,杏,山楂,柿子,枣,板栗,核桃,苹果,梨,香蕉,菠萝,荔枝,龙眼,枇杷,芒果,洋桃,油梨)	
235	绿麦隆[1,1-二甲基-3-(3-氯-4-甲基苯) 脲]	$\text{C}_{10}\text{H}_{13}\text{ClN}_2\text{O}$	②	除草剂 (麦子,高粱,大蒜)	
236	噻草酮(赛克津、赛克嗪)	$\text{C}_8\text{H}_{14}\text{N}_4\text{OS}$	⑦	除草剂 (大豆)	
237	异丙隆		②	除草剂 (麦子,韭菜)	
238	除草醚	$\text{C}_{12}\text{H}_7\text{Cl}_2\text{NO}_3$	⑤⑦	除草剂(瓜类,蔬菜)	
239	毒莠定 (4-氨基-3,5,6-三氯吡啶-2-羧酸)	$\text{C}_6\text{H}_3\text{Cl}_3\text{N}_2\text{O}_2$	④	广谱高效除草剂	
240	丙草胺(扫弗特)	$\text{C}_{17}\text{H}_{26}\text{ClNO}_2$	②	高效广谱芽前除草剂(主要用于大豆、玉米、水稻)	
241	草达灭 (禾大壮、禾草敌、禾草特、环草丹、杀克尔、雅兰)	$\text{C}_9\text{H}_{17}\text{NOS}$	②	除草剂 (水稻)	
242	二甲戊乐灵 [N-1-(乙基丙基)-2,6-二硝基-3,4-二甲基苯胺]	$\text{C}_{13}\text{H}_{19}\text{N}_3\text{O}_4$	②	除草剂(麦子)	
243	氟乐灵 (茄科宁、2,6-二硝基-4-三氟甲基-N、N-二正丙基苯胺)	$\text{C}_{13}\text{H}_{16}\text{F}_3\text{N}_3\text{O}_4$	②⑦	除草剂 (麦子,大豆,马铃薯,甘薯,花生,油菜,芝麻,向日葵,蓖麻,红花,棉花,黄麻,红麻,亚麻,甜叶菊,大蒜,蚕豆,芸豆,扁豆,豌豆,蚕豆,茄子,辣椒,番茄,胡萝卜,芹菜,莴笋, 桃,李,杏,山楂,柿子,枣,板栗,核桃,苹果,梨,葡萄)	
244	2,4,5-涕(2,4,5-三氯苯氧基乙酸)	$\text{C}_8\text{H}_5\text{Cl}_3\text{O}_3$	②⑦	除草剂	
245	2,4,5-涕丙酸		②④	禁止的除草剂	
246	地乐酚(2-仲丁基-4,6-二硝基酚)	$\text{C}_{10}\text{H}_{12}\text{N}_2\text{O}_5$	④	除草剂 (大豆和蔬菜)	
247	2,4-滴(2,4-二氯苯氧基乙酸)	$\text{C}_8\text{H}_6\text{Cl}_2\text{O}_3$	②③④⑦	除草剂 (水稻,麦子,大豆,牧草,草坪,柑橘)	√
248	杀草强(氨三唑)	$\text{C}_2\text{H}_4\text{N}_4$	⑦	除草剂 (柑橘); 树脂硬化剂	
249	敌草快		④	广谱高效除草剂	

序 号	名称	化学式	选入依据*	用途或来源	检测能力**
250	草藻灭		④	除草剂	
251	草不绿 (甲草胺、杂草索、澳特拉索)	C ₁₄ H ₂₀ ClNO ₂	②③④⑦	除草剂 (玉米,马铃薯,冬瓜,丝瓜,菜瓜,节瓜,胡萝卜,芹菜,芸豆,葱,元葱,大蒜,茄子,辣椒,番茄,黄瓜,南瓜,生,油菜,芝麻,蓖麻,红花,棉花,黄麻,红麻,甘蔗,烟草,)	
252	达草止(连达克兰、哒草特、阔叶枯)		②	除草剂 (麦子, 玉米、大豆、蔬菜等)	
253	西玛津 (西玛三嗪)	C ₇ H ₁₂ ClN ₅	②④⑦	除草剂 (苕麻,苹果,梨,柑橘,香蕉,菠萝,荔枝,龙眼,枇杷,芒果,洋桃,油梨)	

注： * ① 中国《地表水环境质量标准》限值指标 ⑤ 中国水体中 68 种优先考虑污染物
 ② 世界卫生组织《饮用水水质标准》限值指标 ⑥ 美国水体中 129 种优先考虑污染物
 ③ 中国《生活饮用水水质卫生规范》限制指标 ⑦ 环境激素类污染物
 ④ 美国《饮用水水质标准》限值指标

** √ 表示具备检测能力

附录 C：美国 EPA 地下水防污性能评价方法 (DRASTIC)

地下水系统脆弱性评价分为固有性脆弱性评价和特殊性脆弱性评价。固有性脆弱性评价简介如下：

1. 评价因子的选择

地下水系统脆弱性主要受地下水水位埋深 (D)、地下水净补给量 (R)、含水层介质 (A)、土壤包气带 (S)、地形地貌 (T)、非饱和带介质 (I) 和水力传导系数 (C) 等因素影响。因此可选择这七项评价因子对地下水防污性能进行评价。可根据评价区水文地质条件的不同进行取舍或更换。

2. 因子的分级

分级和权重划分标准列于表 c-1 至表 c-7。

表 c-1 地下水埋深等级分量

地下水埋深深 D 的范围 (m)	等级
$D \leq 1.5$	10
$1.5 < D \leq 3$	9
$3 < D \leq 4.5$	8
$4.5 < D \leq 9$	7
$9 < D \leq 15$	5
$15 < D \leq 22.5$	3
$22.5 < D \leq 30$	2
$D > 30$	1

表 c-2 净补给量等级分量

净补给量 R (mm/a)	等级
$R \leq 8$	1
$8 < R \leq 16$	3
$16 < R \leq 28$	6
$28 < R \leq 40$	8
$R > 40$	9

表 c-3 含水层介质的类别等级分量

含水层介质类别	等级	典型等级
块状页岩	1—3	2
变质岩、火成岩	2—5	3
风化变质岩、火成岩	3—5	4
薄层状砂岩、灰岩	5—9	6
页岩	5—9	6
块状砂岩	4—9	6
块状灰岩	4—9	6
砂和砂砾层	6—9	8
玄武岩	2—10	9
岩溶发育的灰岩	9—10	10

表 c-4 土壤介质的类别等级分量

土壤介质类别	等级
薄或缺失	10
砂砾层	10
砂	9
收缩或聚集的粘土	7
砂质壤土	6
壤土	5
粉砂质壤土	4
粘土质壤土	3
未收缩和未聚集的粘土	1

表 c-5 地形坡度等级分量

地形坡度 (S) 百分数范围	等级
$S \leq 2\%$	10
$2\% < S \leq 6\%$	9
$6\% < S \leq 12\%$	5
$12\% < S \leq 18\%$	3
$S > 18\%$	1

表 c-6 包气带介质的类别等级分量

包气带介质的类别	等级	典型等级
砂土、粘土	1—2	1
页岩	2—5	3
灰岩	2—7	6
砂岩	4—8	6
层状灰岩、砂岩、页岩	4—8	6
变质岩、火成岩	2—8	4
砂和砂砾层	6—9	8
玄武岩	2—10	9
岩溶发育的灰岩	9—10	10

表 c-7 水力传导系数等级分量

水力传导系数 C 的范围 (m/d)	等级
0- 4.1	1
4.1 -12.2	2
12.2-28.5	4
28.5-40.7	6
40.7-81.5	8
>81.5	10

3. 因子的权重

各项因子的权重列于表 c-8。其范围为 1—5，对地下水系统影响最重要评价因子的权重

为 5，影响程度最小的评价因子权重为 1。

表 c-8 评价因子的权重

评价因子	权重
地下水位埋深 (D)	5
含水层净补给量 (R)	4
含水层岩性 (A)	3
土壤类型 (S)	2
地形 (T)	1
包气带介质 (I)	5
水力传导系数 (C)	3

4 DRASTIC 指标计算

DRASTIC 地下水防污染性能指标由下式确定：

$$\text{DRASTIC} = 5 \times D + 4 \times R + 3 \times A + 2 \times S + 1 \times T + 5 \times I + 3 \times C$$

具有较高指标的区域，则该区域的地下水就易于被污染，反之亦然。DRASTIC 指标提供的仅仅是相对概念，而不是绝对的。最小指标为 23，最大指标为 226，一般 DRASTIC 指标值在 50—200 之间，为计算方便，最大值 226 折算为 100，最小值约为 10。最小评价面积不应小于 0.5km²。

5 地下水防污染性能分区

5.1 分区原则

- 1) 力求简单明了，为政府部门制定土地利用计划和地下水保护规划，提供科学根据。
- 2) 利于地下水资源保护和城市建设经济协调发展，以达到合理布局。
- 3) 充分利用现有资料，力求数据准确、结果真实可靠，客观反应实际情况。

5.2 分区方法

根据评价的七项因子，首先按单因子的等级和权重做出单因子分区图，然后将七项单因子分区图进行叠加，最后编制成综合评价图。

5.3 区域划分

地下水系统防污染性分区按照综合指数大小由低到高，可划分为五个级别：

- 第一级：100—80，地下水系统防污染性能差；
- 第二级：80—60，地下水系统防污染性能较差；
- 第三级：60—40，地下水系统防污染性能中等；
- 第四级：40—20，地下水系统防污染性能较好；
- 第五级：<20，地下水系统防污染性能好。

5.4 地下水污染防治区划的分区原则

在综合分析调查区地下水系统防污性能，地下水质量与污染现状、地下水资源可开采量及开发利用的基础上，参考土地利用分区、污染源分布及社会经济发展规划，完成地下水污染防治分区。

地下水污染防治区划的目的是保护地下水资源，为制定和实施地下水污染防治规划提供依据。原则上分为五区。

1. 重要地下水水源地保护区：将正在开发中的和已勘探未开采的集中开采水源地及保护范围划为该区；

2. 修复治理防护区：地下水系统防污染性能差或较差，污染源多或较多，地下水资源丰富，开发利用程度高，微量有机污染呈明显面状发生的地区。

3. 重点防护区：地下水系统防污染性能较差或差，相对较重要的分散供水源区，污染源分布较多，地下水已产生明显污染，微量有机污染主要为星点状发生或仅在局部发生的地区。

4. 一般防护区：地下水系统防污染性能较差或中等，污染源分布较少，地下水点污染，供水量较少地区。防护性能差，但基本没有污染源的地区和防护性能好，污染源多，且有污染发生的划归此区。

5. 自然防护区：地下水系统防污染性能好、较好或中等，污染源分布零星，地下水基本未污染，供水量小且分散分布的地区。

各地情况多样且复杂，该项区划工作又是首次进行，建议按上述原则执行。对于不能归到上述分区的部分区域，可根据实际情况细划为过渡区，或归入相近的区内。

在上述原则指导下，各地可根据地下水污染调查评价资料及地下水开发利用的紧迫性制定切合实际的分区标准，进而完成地下水污染防治区划工作及区划图的编制。以供有关部门使用。

附录 D：垃圾填埋规划区的定量优选方法

D.0.1 层次分析法及相对权重的计算

D.0.1.1 层次分析法（AHP）基本思路

层次分析法（Analytic Hierarchy Process, 简称 AHP）是美国运筹学家沙坦（T.L.Saty）于 70 年代提出的，本身即是一种定性与定量结合的多目标决策分析方法。特别是将决策者的经验判断给予量化，对目标（或因素）结构复杂且又缺少必要的数据的情况时更为实用。这种方法用于垃圾场(区)选择的基本思路是：先根据当地的城市规划、交通运输条件、环境保护、环境地质条件等，拟定若干可选场地(区)，再将这些场地(区)的适宜性影响因素与上述选择原则结合起来，再把各层次的因素逐一量化处理，得出每一层各因素的相对权重，直至计算出方案层各个方案的相对权重，根据这些权重进行打分评判。

D.0.1.2 相对权重的计算

层次分析法计算的基本原理和过程顺序是：构造场区优选的层次结构模型、构造目标层和制约因素层的判断矩阵、计算相对权重等。这些过程及相关计算（为节省篇幅）可参见有关层次分析法的教科书或《垃圾卫生填埋处置的理论方法和工程技术》(刘长礼等，地质出版社,1999 年 12 月第一版,P16)。

各制约因素或制约子因素对上层次因素相对权重求出来后，便可以利用下述广义目标函数定义的数学模型对适宜性进行综合评价。

D.0.2 规划区适宜性综合评价评分的数学模型

对于垃圾堆放场适宜性评价系数，我们用多目标决策的线性加权方法来描述，建立一个广义的目标函数，将垃圾堆放场适宜性评价这个大系统中的各个子系统有机的结合起来，评价其适宜性。这个广义的目标函数可表述为：

$$Z = \sum_{i=1}^n Z_i$$

式中：Z 为某堆放场适宜性总分；i 为第一层制约因素第 i 项影响因素， $i=1,2,\dots,n$ ；n 为某堆放场第一层制约因素个数； Z_i 为第一层制约因素第 i 项影响因素之总分。

$$Z_i = \sum_{L=1}^{K_1} K_{i00} \cdot K_{ij0} \cdot K_{ijL} \cdot K_{ijLS}$$

式中： Z_i 为第一层制约因素第 i 因素之总和；i 为第一层制约因素个数；j 为第二层子因素第 j 子因素 $j=1,2$ ；L 为第二层制约因素第 j 项影响因素第三层子因素的第 L 子因素， $L=1,2,\dots,n$ ； K_1 为第一层制约因素第 i 项影响因素之个数， $K_1=1,2,\dots,n$ ； K_{i00} 为第一层制约因素第 i 子因素权重； K_{ij0} 为第二层制约因素第 j 子因素权重； K_{ijL} 为第三层制约因素第 L 因素权重； K_{ijLS} 为第三层制约因素第 L 因素实际贡献权重。

从理论上讲，制约因素层次可无限细分，但对垃圾场(区)适宜性评价来讲，最多是三层。有的是一层，或是二层。不足三层子因素的，其对上层因素的权重分别可用 $K_{i00}=1$ 或 $K_{ij0}=1$ 来补足。对于最后层次子影响因素，其对上层的权重由理论权重（层次分析法计算而得）和实际权重 K_{ijLS} （用实际资料、数据、结合评判标准求得）综合而得。

若按百分制计，层次分析综合评价数学模型则为：

$$Z = \sum_{i=1}^n Z_i = 100 \sum_{i=1}^n \sum_{K=1}^{K_1} K_{j00} \cdot K_{ij0} \cdot K_{ijL} \cdot K_{ijLS}$$

利用层次分析法求得各因素权重、上述这个评价模型及下列处置场适宜性评判标准即可对

场地适宜性进行综合评价。

具体计算例子可参见《垃圾卫生填埋处置的理论方法和工程技术》(刘长礼等等著,地质出版社,1999年12月第一版,P16)。

D.0.3 垃圾处置场适宜性评判标准

适宜性评价标准分两类,一是等级标准,二是各因素对场区适宜性影响的具体标准。

D.0.3.1 适宜性评价的等级标准

根据有关研究成果和成功的实践经验,适宜性的等级标准采用百分制是较适合的。表 D1 是填埋处置场(区)适宜性等级标准。

表 D1 适宜性等级标准

等级	适宜场区	较适宜场区	勉强适宜场区	不适宜场区
分值	90-100	75-90	60-75	小于 60

D.0.3.2 适宜性评价的具体标准

某个城市垃圾填埋场场地(区)适宜性评判标准是由该城市的建设发展规划、经济发展情况(经济实力)、土地资源、环境保护要求、垃圾的成分和数量、地质环境条件等所决定的。评价标准采用相对权重的形式表示,目的是为了与广义目标函数所定义的适宜性平稳的数学模型及层次分析法计算方法的权重配套使用。下列即是适宜性评价的具体标准。

(1) 环境地质条件 (B₁):

表 D2 环境地质条件权值确定

因素	状况	权值	说明		
距水源地距离 (L)	>800 米	1	CJJ17-2001 标准规定,场地与水源地的距离应大于 800 米		
	<800 米	L/800			
场地稳定性	稳定	1	CJJ17-2001 标准规定,在活动的塌陷地带、断层带、灰岩坑、溶洞、地震易发区、崩塌、滑坡、泥石流易发区不应设垃圾场		
	不稳定	0			
	介于上述二者之间	0.5			
地下水位与场底的垂直距离 (h)	>15.0 米	1	研究成果表明,大于 15 米比较安全		
	2.0-15.0 米				
	<2.0 米	0	CJJ17-2001 标准规定不应小于 2 米		
#有效阻隔粘性土层厚度分类 (m)	I 类区	1	粘土	粉砂质粘土	胶泥土
			>16.5	>21.0	>5.0
	II 类区	0.85	13.5-16.5	18.0-21.0	3.0-5.0
	III 类区	0.40	5.0-13.5	9.5-18.0	1.0-3.0
	IV 类区	0	<5.0	<9.5	<1.0
场内侧壁天然粘性土层厚度 (h)	0~12.0 米	h/12.0	相关研究成果表明,大于 15 米比较安全		
粘性土渗透性 (K)	<10 ⁻⁷ cm/s	1	CJJ17-2001 标准规定,场地底部和侧壁土渗透性应小于 10 ⁻⁷ cm/s		
	>10 ⁻⁷ cm/s	10 ⁻⁷ /K			

注:CJJ17-2001 代表建设部《城市生活垃圾卫生填埋技术标准》(CJJ17-2001)。<#根据相关研究成果而定。

(2) 交通运输条件 (B₃)

表 D3 交通运输条件权值确定

因素	状况	权值	说明
距已有道路的距离 (L)	0Km	1	场地到最近道路的距离超过 2 公里， 建场成本显著提高
	0~2Km	1—L/2	
	>2Km	0	
运距 (L)	0~10Km	1	场地到垃圾转运站的距离
	大于 10Km	10/L	

(3) 境保护条件 (B₂)

表 D4 境保护条件权值确定

因素	状况	权值	说明
与附近地表水距离 (L)	>800 米	1	CJJ17-2001 标准规定, 场地与地表水的 距离应大于 800 米
	<800 米	L/800	
常年影响	背离居民区	1	CJJ17-2001 标准规定, 场地应建在居民 点夏季主导风向下方
	随机	0.5	
	朝向居民区	0	
与居民点或公共场所的距 离 (L)	>800 米	1	CJJ17-2001 标准规定, 场地与居民点或 公共场所的距离应大于 800 米
	<800 米	L/800	
与城市距离 (L)	>15Km	1	从城市区外围起算
	<15Km	L/15	
土地利用价值 (以距离的远近衡量)	>15Km	1	地价与距离城市区的距离成反比。价值 越小, 越适宜填埋垃圾
	<15Km	L/15	

注: CJJ17-2001 代表建设部《城市生活垃圾卫生填埋技术标准》(CJJ17-2001)

(4) 建场条件 (B₄)

表 D5 建场条件权值确定

因素	状况	权值	说明
防渗材料粘土来源	来源丰富、质量好、就地取材	1	运输距离超过 0~5 Km
	质量好、但需短距运输	0.5	
	质量好、需长距运输	0	
水电供应	方便	1	水电供应越方便, 越利于建场
	设法供应	0.5	
	无法	0	

(5) 社会环境影响 (B₅)

表 D6 社会环境影响权值确定

因素	状况	权值	说明
对风景名胜、自然 保护区等的 影响 (L)	>10Km	1	CJJ17-2001 标准规定, 垃圾场不应 建在风景名胜、自然保护区等。有 资料认为, 应在 10 公里之外
	<10Km	L/10	
飞机场影响 (L)	>3Km	1	参照《危险废物填埋污染控制标 准》(GB18598-2001)
	1~3Km	L/10	
	< 1Km	0	

#区内城镇、村的个数 (n)	县、区级所在地 1 个	0.2	计算时, 3 个乡、镇所在地相当于 1 个县区所在地
	乡、镇级所在地 (n 个)	$0.4/(1+0.33(n-1))$	计算时, 3 个村庄所在地相当于 1 个乡、镇所在地
	村庄个数 (n 个)	$0.6/(1+0.15(n-1))$	
	没有村庄	1	

注:CJJ17-2001 代表建设部《城市生活垃圾卫生填埋技术标准》(CJJ17-2001)。

附录 E: 城市环境地质图系编制指南

1、前言

城市环境地质调查评价成果,是国土规划、管理、环境保护及城市规划、生态城市建设等基础性依据,城市环境地质图系作为环境地质调查评价成果的主要载体,以其形象、直观的长处,是国土规划、管理、环境保护及城市规划、生态城市建设者等用户直接使用的地质产品。其质量直接制约着城市环境地质工作的服务功能和作用的发挥,关系到环境地质工作在城市可持续发展和以及建立和谐社会中的地位。

为指导各省、市、自治区更有效地编制环境地质调查评价图系,使它充分发挥其应有的功能,中国地质调查局水文地质环境地质部委托中国地质科学院水文地质环境地质研究所编写《城市地质环境图系编制指南》(以下简称《指南》)。

《指南》的主要编写人员为:刘长礼、王明德、董华、张礼中、侯宏冰、叶浩、张云、梁国玲、刘文生、姜建梅和裴丽欣。

2.适用范围

《指南》是为开展地质调查项目“全国主要城市环境地质问题调查评价”时,编制城市环境地质图系而编写的,适用于城市环境地质调查评价成果图的编制。

3.总则

3.1 城市环境地质图系的定义与内涵

一般认为城市环境地质图是环境地质调查、研究和评价结果的图形显示,即是“城市地区地质环境问题与地质灾害、地质资源、地质环境质量等空间性、动态性和综合评价性结论在图上的再现”。也有人把环境地质图叫做地质环境图,但在本《指南》中,二者在具体含义上是有区别的(见后述“8 相关术语”)。一般情况下,将这两种图统称为环境地质图(系)。

由于不同用户或不同的服务对象,对地学图的表达内容、表示方式的要求是不一样的,据此,地学图件可分为供地质专业技术人员使用的“基础性地学图”和供“非专业人员”使用的“脱专业化”的“应用性地学图”。国内外大量经验表明:传统的基础性地学图,尽管有着很高的研究价值,但很难为城市规划、建设与环境保护等领域的非地学专业的决策人员所直接利用。基础性地学图与应用性地学图这两类图件的主要区别见表 E3-1。

表 E3-1 基础性地学图与应用性地学图的主要区别

图类 区别	基础性地学图	应用性地学图
服务对象	地学家群体本身	非地学专业的规划、决策人员各类工程技术人员和公众
作用、功能	客观地学环境的简化模型	广大公众能利用的地质商品
读者的获取	地学知识、认识和结论	工程行为的措施和建议
图的内容	复杂、多主题	简单、单一主题
作者科学思维序次	反映性认识(对外部客体的如实反映)	评价性、决策性认识(对主体与客体之间价值关系的自觉评价;对主体改造客体的实践活动的预期决策)
图型	条件图或现状图	评价图、决策图;规划决策图

形式		多维空间的描述、图解的地学文献	按某一专题作出的优劣等级的评价和分级
成图方式		暂时仍可以手工为主	越来越依赖于地理信息系统和机助制图
时间特征		以今论古、以果导因。从时间轴上往前观察,使用寿命长,讨论的大都是既成事实。	讨论的重点是今天和未来,即进行现状评价和预测评价。图件需随时输出。
成本		高	较低
经济和社会效益	对地学家	高	低
	对公众	低	高

3.2 城市环境地质图系编制的目的、定位

3.2.1 目的

本《指南》主要目的是为指导地质调查项目“全国主要城市环境地质调查评价”中的城市环境地质图系编制工作,编制城市环境地质图系的目的是为城市规划、建设和管理服务。

3.2.2 功能与定位

城市环境地质图系把“实用性”放在首位,强调图系应“服务于城市总体规划,具有多功能、全方位性特点,为地质勘探、城市规划设计和政府管理决策服务”。该图系的定位为一套为城市科学规划、合理建设和管理服务,为“非专业用户”使用的“脱专业化”的“科学性基础上派生的应用性环境地质图系”。

4.编图原则和方法

4.1 编图原则

4.1.1 编图原则

实用性:城市环境地质图系具有多功能、全方位性服务的特点,为地质勘察、城市规划设计和政府管理决策服务。

客观性:图件的内容应主题突出,真实、可靠、准确地表现各类定性与定量地质环境要素。

评价性:在客观反映城市地质条件和现状前提下,应结合城市功能和未来发展需求,对城市环境质量优劣、地质环境背景变化趋势进行评价。

前瞻性:能超前预测城市土地、水、矿产等资源潜力的可利用程度、地质环境质量变化趋势,以及进行灾害性地质问题预断等。

4.1.2 编图的一些基本要求

为使图系具有上述服务性功能,在遵循上述“实用性、客观性、评价性和前瞻性”原则的基础上,图系还应满足“制图的针对性、内容易读性、成果及时性和形式灵活性”等四大要求。

(1) 制图目的的针对性

环境地质制图的目的是为城市规划、建设和管理服务,满足相关部门的需求,要把这个目标落实到每一张环境地质图的内容和表示方法上。这就要求制图的目的要尽量具体化:服务对象——规划决策者需求的作周密调查,了解用户的需求,增加图件的实用价值,不断

掌握图的使用效果这类反馈信息。

（2）制图内容的易读性

大量丰富的地质调查成果为城市规划者所忽视的重要原因之一，是传统的图件不能为非专业读者所理解，而失去阅读和利用的信心；之二，是图面过于复杂、过于专业和综合、非专业人员不需要的信息“容量过大”，但需要的内容有时又不够用；之三，真正能为规划者所用的建议、结论少，语气不肯定。

图件的易读性，即是指非专业用户方便读懂。这类图件应具有“脱专业化、图面简洁、解决的问题相对单一、结论性强等”特点。

（3）制图成果的及时性

及时性要求可以随时利用最新资料，为满足不同用户及不同时期的需要，利用GIS等平台来编制数字图件，并进行适时更新，随时在制订规划决策之前，送到用户手中。从这个意义上讲，所谓“及时”，实具有“超前”的意味。

（4）成果形式的灵活性

环境地质图的编制种类、数量应以能反映当地主要地质问题为限。原则上是基本满足需要，不必求全。只要能满足具体的用户的需求，图件需要表达的主题、编制图件的数量、制图范围、比例尺、地图开幅和复制份数都应依具体情况而定。

4.1.2 编图思路

城市环境地质问题图系编制，以用户需要为基本目的，以专家评价体系和GIS为平台，以计算机制图技术为支撑。图系除反映城市环境地质条件、地质资源、环境地质问题或地质灾害及其造成的损失等外，还要突出图系的为城市总体规划服务的功能。图系编制主要思路如图E4-1：

4.2 编图方法

4.2.1 城市环境地质问题图系的构成

按本图系的目的、功能和定位，本指南所包含的环境地质图可以分为三个图（层）组——基础图（要素图层）组、规划所需专题评价图（层）组和规划图（层）组。

I.基础要素图层组——存储在信息系统中的各类数字图层。

基础图要素图层组（不等于基础性地质图）：这组图（图层）是规划所需专题评价图组和规划图组编制的资料基础，如基岩地质图、地形图、地下水位埋深图、粘性土等厚度图、岩石强度图等等。从大的方面分类，基础要素图（层）组主要包括“地质图、地形地貌图、水文地质地质图、岩土体类型图（或工程地质图）、遥感影像图”。

对于地级以上城市，这组图一般都已编制完毕，或至少编制这些图件的地质资料都已具备（极少数新兴城市除外）。编制这组图，对于多数城市来说，要么是现成的，要么只需作些修编。

由于这组图的专业性太强，非专业人员难以读懂，因而很难加以利用。但是，这组图（层）恰恰是专题性评价图或者规划图组的编制基础。由于提交给城市规划、土地管理和环境保护方面用户所需的，一般是专题性评价图或者规划图。因此，建议以数字图层的形式先行编制

这组图，或者用 GIS 等软件分解为不同的电子图层，供编制专题性评价图组或者规划图组使用。

在利用 GIS 将这组基础图件分解成如下列若干单要素图层的时候，以便于编制专题性评价图组或者规划图组为原则。一般地，可进行如下分解：

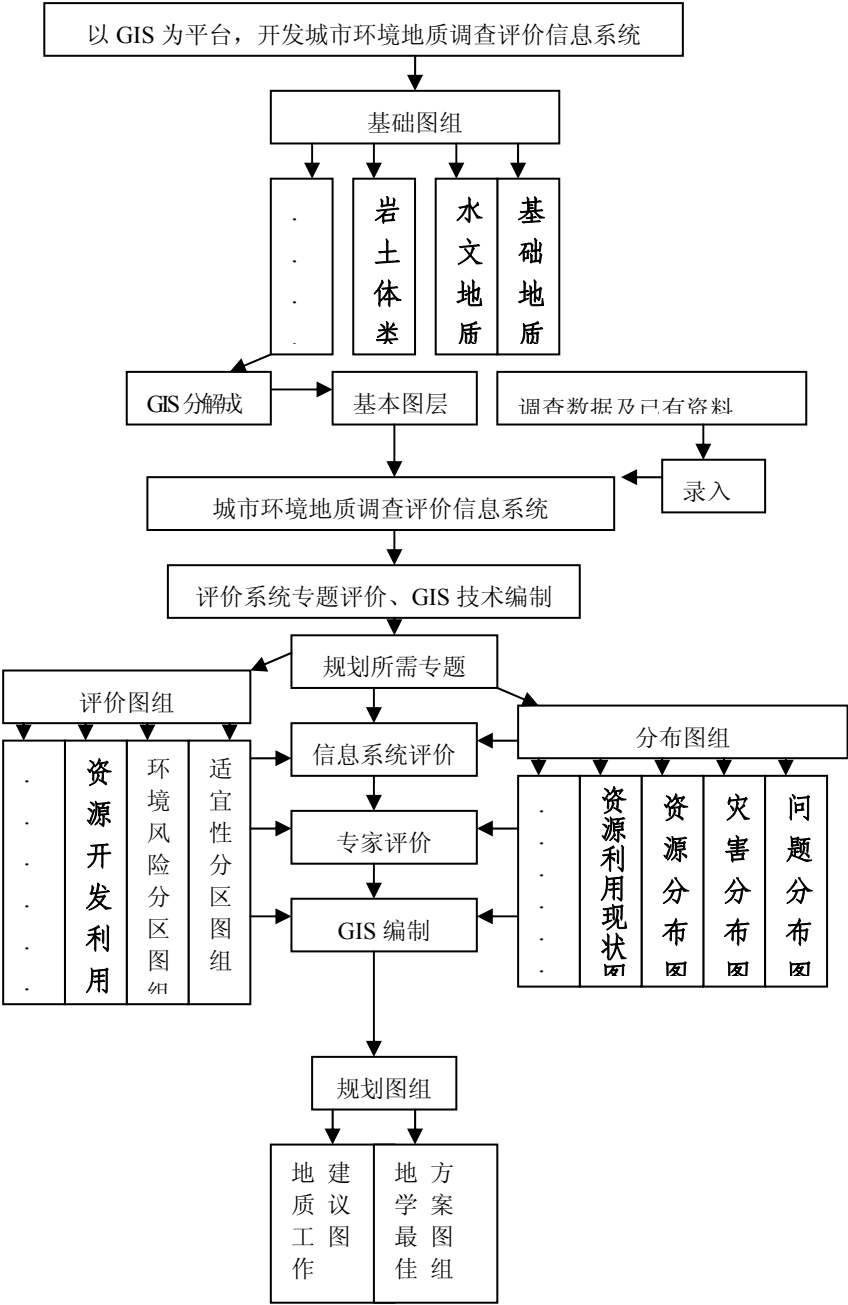


图 E4-1 环境地质图系编制主要思路

- 1) **地形、地貌要素图层：**遥感影像，河流等水系、等高线等地形，地面坡度分区，居民点和交通线等地物，坐标及地图投影数据，……。
- 2) **地质要素图层：**地质组图，基岩地质及构造，基岩顶板等高线，第四系结构，……。
- 3) **水文地质要素图层：**水文地质调查点的登录数据层，含水岩组（或含水类型）的分布，……。

富水程度，水化学类型和矿化度，地下水污染现状，海水入侵现状，含水层埋藏条件（地下水水位、水头和埋深等值线等），径流量、降水量、蒸发量等水文和气象数据，其他相关的数据图层等。

4) 工程地质(含灾害地质)要素图层：工程地质调查点的登录数据层，岩土类型，持力层和软弱层的厚度及埋藏条件，地貌（已纳入地形、地貌要素图层）地下水（已纳入水文地质要素图层），动力地质现象诸图层；不稳定斜坡，崩塌、滑坡、泥石流，地面坍塌，地面沉降和地裂缝等地质灾害，……。

5) 其它要素图层：土地利用现状以及社会、经济和环境等要素。

上述各类数字图层不必用纸输出，主要供编制下列“规划所需专题评价图组”及“规划图组”时使用。同时，上述图件（层）作为中国地质调查局基础性数字化图件资料，不必向城市规划、管理和建设等应用部门提交。

II.规划所需的专题评价图组(可根据具体情况选编)城市建设规划、城市生态规划、土地利用管理等，需要从资源保障和有利条件、地质灾害（问题）和限制条件、地质环境条件及其保护等方面综合考虑，涉及到诸如建筑地基适宜性、地下水资源开采适宜性、土地利用地质环境风险性、地质灾害危险性等等若干专题评价问题。

该图组主要又包括地质灾害与环境地质问题图组、地质资源及有利条件图组和地质环境条件及保护图组。这组图可根据具体情况，有选择性地编制，其可能的备选图件列于表 E4-1。

表 E4-1 规划所需的专题图组

A. 地质灾害、环境问题图组	B. 地质资源及有利条件图组	C. 地质环境条件及保护图组
A1 地质灾害现状分布图 A2 地下水污染评价图 A3 土壤污染现状图 A4 放射性异常图 A5 区域稳定性图 A6 建筑地基适宜性图 A7 特殊类土分布图 A8 岩土结构类型图 A9 海水入侵现状图 A10 地质灾害危险性分区图 A11 地质灾害易发性分区图 B12 土地利用地质环境风险评价图 A13 活动断裂及其影响范围图 ……	B1 地下水资源分布图； B2 地下水资源开发利用现状图； B3 地下水质量评价图； B4 地下水应急或后备水源分布图； B5 热矿水资源分布及开发利用现状图； B6 热矿水资源分布及开发利用潜力图； B7 地质景观资源分布图； B8 地下空间资源开发利用图； B9 地下水位埋深等值线图； B10 地下水调蓄条件区划图； B11 地下水开采程度图； B12 地质资源合理利用及保护图； B13 土地利用适宜性图； B14 建材资源分布图； ……	C1 地下水防污性能图； C2 垃圾填埋处置适宜性图； C3 海岸带地质环境变迁图； C4 固体废物处置场分布图； C5 污染源分布图； C6 地下水防护能力图； C7 地质环境合理利用与保护建议图； ……

III.规划（综合评价）图组

这组图是在基础要素图（层）组及专题评价图层组的基础上，根据城市规划、建设及管理者的需求，综合编制的“深加工”图。它代表地学家经过对比和优选之后提出的对制图区国土资源开发利用等方面的总体想法和总建议。这组图可能只包括两、三张总图：(1)用于城市规划地学建议图和(2)今后城市地质工作建议图”，或针对城市不同的特殊用途而编制的专业性规划图—如(3)生态城市规划地学建议图。要求：(1)、(2)为必作图,(3)为选作图。上述第

II、III 组图件，主要是为城市规划决策等部门编制的，这两组图件除需要向这些用户提交外，还应汇交中国地质调查局。

4.2.2 编图方法

4.2.2.1图系编制的选题

(1) 图系编制的选题原则：

上面不完全列举了城市地质环境图系可能包含的图组，共有34张。根据本图系“应用性地质环境图”的功能定位，是针对全国主要城市环境地质调查评价时可能要编的所有图的不完全列举，并不意味着每个城市都要编制如此多的图件，也不等于所有城市编制的图都完全包含在其中，各城市应根据城市的具体需要进行选题。对于具体的城市来说，编制的图件是**针对需要解决的问题或用户需求的**。因此，在进行图系编制前，选题非常重要。

我国目前主要城市共有300多个，每个城市的地质环境条件千差万别，用户的需求也不一样，因此，指南不可能指定每个城市需要编制的具体图件名称或主题，而只能界定一些图件选题原则，供相关人员使用。

“应用性图系”编制的选题原则：了解规划所需是满足规划要求的前提。应用性环境地质图系要真正为国土规划或城市规划服务要具备两个基本条件：第一，切实要了解地学与规划工作的相互关系；第二，切实了解不同规模不同层次的规划对于地学工作的具体要求。因此，图系编制的选择，需要考虑应用性图件用户——城市规划、建设、国土资源管理者与环境保护者关心和需要解决的问题是什么，然后有针对性地编制相关图件以满足其需求。

因此，在选题时，与城市规划、建设与管理部门沟通或协商特别重要。根据所掌握的情况，一般城市相关部门需要编制的图件可以是上列“规划所需的专题图组”和“规划图组”中的某几种，但不排除有相当数量的图件在上列之外，在进行具体城市地质环境图系编制时，不宜机械地在上列图系中选择，而应根据用户的实际需求选题编制。

(2)选题参考建议

下面以宁波市环境地质图系选题为例，作为城市环境地质图系的选题的一个参考。选题要注意下列 4 个方面：

第一、从城市总体规划需要出发，图系构成应以实用性的评价图为主体

在宁波市环境地质图系选题过程中,最初方案如表E4-2。

表E4-2 宁波市环境地质图系1986年选题方案

内容	1.条件图		2.评价图	3.规划图
	a.分析型	b.综合型		
A.灾害性因素图	潜水污染现状 潜水侵蚀性 第一、二承压含水层降落漏斗、地面沉降 承压水污染现状		地下水环境质量评价 地质构造及稳定性评价	
B.资源性因素图				

C.一般性因素图	潜水位埋深及水化学类型 第一、二承压含水层铁锰离子分布 地下水开采现状 硬壳层厚度 平原区Q3顶部硬土层等厚度、顶板埋深 天然地基容许承载力 地基承载力 地貌及动力地质现象分布	第一承压水水文地质图 第二承压水水文地质图 岩土体结内类型	综合工程地质评价	
----------	---	-------------------------------------	----------	--

后来通过研究发现，宁波市曾先后做了大量地质、水文地质、工程地质普查与勘探工作，积累了丰富的资料。尤其是宁波平原，历经多次供水勘探，精度超过1：50000。当地地质工作者已经向宁波市有关部门提供了1：20万宁波幅水文地质图、1：5万地质矿产图、水文地质图、工程地质等图。在这种情况下，如果再继续编制一套以反映一般性地质环境因素的条件图或现状图(表E4-2C1型图)已无必要。

作为C1b型图件代表的综合(普通)水文地质图或工程地质图，综合了构成水文地质环境或工程地质环境的各类主要因素，把它们表示在同一张图上，藉此论述它们之间的相互依存关系。其读者主要是地学工作者本身，非地学专业的人员一般难以读懂并加以利用。

Cla型图所表示的地质资料中，特别是有关地下水质量和数量方面的数据，数据经常在变化。在这种情况下，编制大比例尺图，及时地利用计算机技术快速输出各类反映动态的图件，能更快更好地满足用图者的需要。

基于上述情况，经过与宁波市城市规划、建设、国土资源管理等部门交流，综合国内外多年的环境地质编图实践，放弃了编制以分析性图(如厚度、埋深、承载力……)和综合性图相结合的水文地质图系和工程地质图系(表E4-2)的方案，而选择了最能满足城市规划决策者需要的(表E4-3)的选题方案。

表E4-3 宁波市环境地质图系1988年选题方案

内容	1.条件图	2.评价图	3.规划图
A.灾害性因素图	地面沉降现状	区域稳定性分区 固体废物堆置适宜性	水土资源利用建议
B.资源性因素图	建材、旅游地质资源 土地利用现状	水资源保护 地下水利用适宜性 建筑地基适宜性 北部港岸资源	
C.一般性因素图	岩土结构类型 地下、废弃工程分布 海岸动力地貌	地面坡度	

第二、回答宁波市总体规划所需的地质问题

研究发现，当时宁波市建设需要解决的问题包括区域场地稳定、地面沉降、水土等资源潜力、海岸带的开发条件、废物处理等等地质问题；同时，宁波市还存在地下水区域降落漏斗不断扩展加深、咸水入侵致使水质恶化、地面沉降等问题。从趋利避害的角度，找到了如表E4-4所列的对宁波市总体现划、城市建设具有重大价值的制图主题：

表E4-4 宁波市城市环境地质制图主题最终选定表

图名	图名
(1)宁波市地面坡度图	(9)宁波市地面沉降现状图

(2)宁波市海岸动力地貌图	(10)宁波市老城区地下废弃工程分布图
(3)宁波市旅游资源、天然建材分布图	(11)宁波市区域稳定性分区图
(4)宁波市土地利用现状图	(12)宁波市岩土体结构类型图
(5)宁波市地下水利用适宜性图	(13)宁波市港区工程建筑条件图
(6)宁波市地下水水质现状图	(14)宁波市建筑地基适宜性图
(7)宁波市水资源保护图	(15)宁波市水土资源利用建议图
(8)宁波市固体废料堆置适宜性图	

第三、实用性原则的运用

选题要实用，只编用户需要的。对于以宏观规划服务为宗旨的编图，原则上把成果图和过程图的界线定在第2级图与第1级图之间（图 E4-2），即把第1级图视为过程图，而把第2级(评价图)和第3级(规划图)视为成果图。属于过程图件的第1级图(条件图)虽然是制图分析和综合之必需，然而压缩条件图的编制数量可以紧缩整个图系的数量从而降低制图的成本，又不致影响到地质结论和建议的提供。

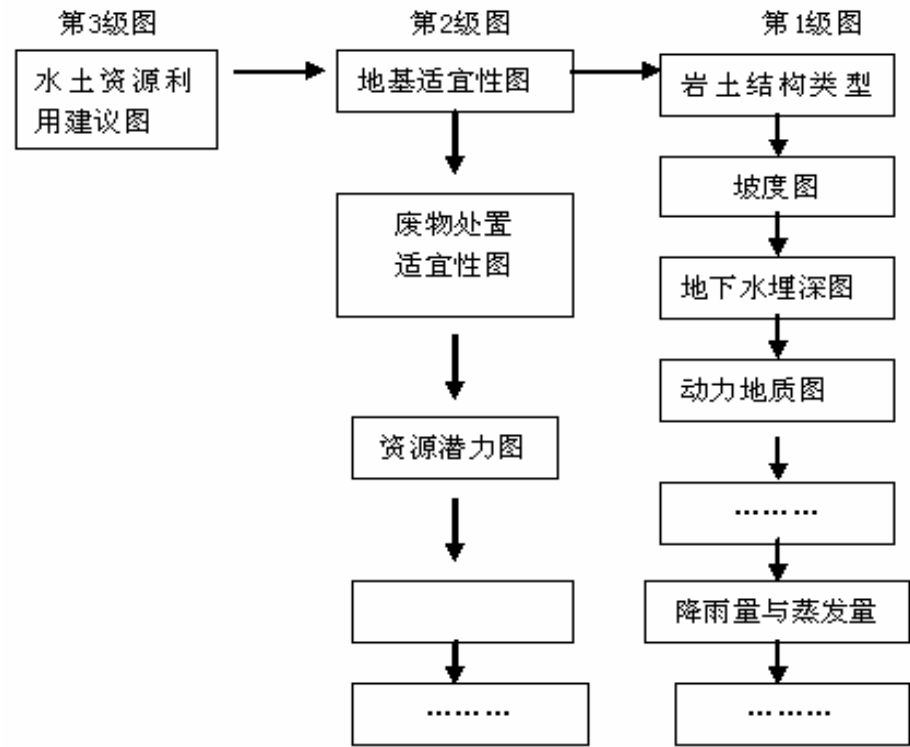


图 E4-2 图系选题时的因果关系分

此次编制宁波市坡度图而没有编制普通地貌图，也是出自实用性的考虑。坡度图不仅是对城市规划和工程建设影响重大的因素，坡度分级还是编制建筑地基适宜性图和固体废物处置适宜性图的评价因素，因而它又是必不可少的基础性图性。

第四、经济性原则的运用

编图是对已有资料的二次开发或再次开发，是以满足城市总体规划为目的的综合。要在基本上不增加勘探投资的前提下，有目的地挖掘资料潜力，增强社会经济和环境效益。

其次，宁波图系之所以选用多种比例尺，就是针对制图范围的大小不一，资料的研究程

度不平衡的实际。如果追求一种比例尺、而且是一种整数比例尺如1: 50000, 则整套图件大小不一, 而且随着图的幅面的增大, 则制印成本成倍增加, 不可避免地造成新的浪费。

表 E4-5 根据国内外地质环境制图情况, 归纳出城市环境地质应用性图方面的参考选题。

表 E4-5 城市环境地质应用性图选题

地下水资源图组		地质灾害图组	农业用图组
地下水资源量与水质 现有井、开采位置分布 地下水集中开采场地 地下水保护区 地下水潜力区 地下水调蓄区 地下水回灌区、回灌量 地下水合理开发利用建议图		地下采空区分布图 地面易塌区分布图 城市防空洞分布图 崩、滑、流易发区分布图 崩、滑、流危险区分布图 地裂缝分布图 地面高程损失区图 城市地质地质灾害防治建议图	农产品潜力图 土地潜力图 土壤类型图 作物宜种性分区图
工程地质图组		地质环境保护图组	地质资源图组
特殊土分布图(组) 城市防空洞分布图 建筑地基适宜性分区图 岩土结构类型图 建筑材料分布图 地形坡度图 地下空间资源开发利用适宜性图 建筑地基风险评价图 城市地下工程、废弃工程分布图 区域稳定性分区图 工程建筑条件图 地基持力层承载力分布图(等值线图)		污染源分布图 地下水污染潜在区或污染危险区 地下水防污性能分区图 地下水防护能力(条件)图 垃圾处置适宜性分区图 地质环境污染现状图 地质环境合理利用与保护建议图 值得保护的地质目标图 干旱程度图 洪灾易泛区分布图 海岸变迁图 土壤污染现状图 土地利用地质环境风险图	地质景观资源分布/评价图 天然建筑材料分布/评价图 矿产资源分布/评价图 地热、矿泉水资源分布图 地下空间资源合理开发利用图 地下水资源开采潜力图 地下水资源开采条件图 土地利用现状图 地质资源合理开发利用建议图 土地资源合理开发利用建议图 地表或浅表露天可采资源图 可以抽区或开挖的埋藏资源图 可露天开采的埋藏资源图 地下水资源开采程度图 天然建筑材料资源开采程度图
综合评价或 规划图组		综合评价图组	综合规划图组
		地质环境适宜性分区图 地质资源合理开发利用建议图 土地资源合理开发利用建议图 土地利用地质环境风险图	城市地学最佳规划建议图 土地最佳利用规划图 城市建设规划布局地学建议图 城市地质工作建议图

4.2.2.2 编图流程及要求

为使图系具有“实用性、先进性、稳定性、可操作性和可再现性”, 且满足“制图的针对性、内容易读性、成果及时性和形式灵活性”等, 图系编制遵循的如下流程和要求:

(1)以 GIS 作为图系编制全过程的技术支撑平台,计算机辅助制图贯穿图件编制的全过程,逐渐摆脱走“手工编绘”→“手扶跟踪扫描仪矢量化输入”→“图形编辑处理”→“图的绘制与输出”的制图老路。

(2)先根据各城市的具体情况与需求,将城市地理底图、地质构造图、水文地质地质图、工程地质图及相关的社会经济环境图分解成若干基本要素图层,并将其录入城市环境地质调查评价信息评价系统。然后,以这些基本要素图层为基础,结合录入的其它城市环境地质调查数据,编制城市需要的专题评价图组。

(3)再以已编制成的专题评价图组为基础,结合当地城市规划、建设和土地利用规划的具体需求,编制“用于城市规划和建设地学建议图”、“今后城市环境地质工作建议图”或“生态城市规划地学建议图”。

(4)把上述“城市需要的专题评价图组”、“城市规划图组”提供给相关用户使用或试用,并不断根据用户的反馈意见修改相应图件。

4.2.2.3 图系编制方法与技术要求

(1) 底图与比例尺

采用地形地质全要素数字底图,为反映城市规划等最新情况,应尽量使用最新底图。

成图幅面不采用国际分幅,而以城市范围来成图。

比例尺:由于图系主要是供城市规划服务的,而不是供具体工程建设使用,因此,“规划图组”比例尺应与城市规划图比例尺一致(特大城市一般为 1:10 万,而中小城市则稍大一些)。专题评价图组的比例尺根据实际需要而定。具体比例尺的确定,可根据城市规划区大小、编图区范围、图件所展示的主题等因素考虑。编稿图比例尺可比成图比例尺稍大些,以利于投放资料和勾绘界线。

(2) 图系的 GIS 计算机编制方法和技术要求

①图系的编制要以 GIS 作平台,利用计算机技术,逐步完成由模拟制图加机助制图到全数字化制图的转变。也即是逐渐改变对模拟纸图进行矢量化以后的机助制图编辑过程为直接在地理信息系统中,从录入数据、建立各专题图层,进行多因素叠加、分析评价制图,直至实时动态的地学结论图形输出。只有这样一种数字化制图的全过程(包括图件的及时修改、更新),才能及时影响城市规划,并随时参与城市的地质环境管理。

②按要求建立相关图层,根据要解决的现实问题和用户具体需求合成图或综合评价成图。

③可根据本地区的实际需要,对本《指南》的图例系统进行增补。

④鉴于城市环境地质图系图幅数量多,内容丰富,且城市众多,为节约开支,不必强求每张图都要纸质输出。主要以数字电子图形式提交成果,必要时输出纸介质图。

(3) 图面简化与通俗化

所编制的图件都可能是上列的“规划所需的专题评价图组”或“规划图组”中的某几张,应用性图件要求图面要求简洁单一、通俗易懂。在进行图件编制时需要遵循如下原则:

1)强调主题、淡化背景。如传统的地下水资源分布图,主要包括地下水类型和地下水开采地段的分级这两部分内容,而图面的表达则以地下水类型为主(用普染色表示)。如果删除表示地下水赋存条件这一内容,而采用地下水利用的适宜性作为主题(用普染色表示),以松散岩

类孔隙承压水的矿化度作为背景，图名也相应地调整为地下水利用适宜性图，这样分清主次之后，实用性和可读性都有了提高。

2)突出结论，略涉条件。如水资源保护图的分区是在对相对隔水层厚度、水位、水量、水质以及环城地质问题及远景规划发展中的意义等多种因素进行综合评价后获得的结论。但是一旦获得结论(分区等级)之后，如果试图在图上同时毫不遗漏地表现地质结论和据以得出结论的全部地质条件的话，这张图的结论将会淹没于条件之中，主题不突出。经修改后的水资源保护图，图面上应以表现水资源保护的结论与建议，还需保留必不可少的反映空间特征的条件，如咸淡水边界、隔水层厚度等。

3)刻意简化，不求繁全。把制图区的一切条件统统表示在一张图上，内容上追求全面，必然使图面繁复而无法阅读。要求一张图只表现一个主题，图面要简洁。已经表达清楚的内容，不用文字赘述；还要规定和限制说明书的字数。

4)注意通俗，精简术语。这也是图件能够为非专业用户欢迎的条件之一，过多或过于专业或生涩术语及语言表达，都会影响图件的使用效果。

(4)城市环境地质评价制图的两种模式

全国地级以上城市地质调查工作程度一般都比较高，编制应用性环境地质图，一般都以现有资料为主。利用GIS这个平台，在已有基础地质、水文地质、环境地质、工程地质和地质矿产资源分布等图件基础上编制城市环境地质评价图。目前，编制这类评价图件，可概括为两种模式：**机助制图分析制图模式（德国模式）**和**计算机组合制图模式（美国模式）**。现分别介绍如下。

I、机助制图分析制图模式

1984年4月2日,原西德地学和自然资源研究院H.-R.BOSS E和W.ROTH两位博士来北京与我国地矿部、资料局等单位的部分人员座谈，介绍了他们将地学图件以最简单的专题形式提供给政府部门，为合理开发利用国土资源的情况。当时的地矿部领导、现任国务院总理温家宝为此做了批示（1984.4.5）：“编制简化专题地质图的做法值得借鉴，请地矿司、水文司、资料局参阅，研究创造适合我国情况的多种绘图方法”。这种模式的编制方法、步骤如下：

第一步，编制需求图。编制的方法就是对传统的基础图进行简化，从中抽取对于规划有重要意义的主题内容。例如从水文地质图上提取有关地下水的性状资料。这些主题内容，或者是反映地质环境的各个主要方面的内容，或者是应该加以防避的地质灾害。由此，规划者可由需求图上找到下列内容：①具有极高农业产量潜力的土坡区；②不同地下水潜力的地区；③抽取地下水的地区；④现在相将来的地下保护区；⑤微咸地下水；⑥地基不佳的沼泽地、滨海平原相河谷地区；⑦易遭洪泛区；⑧地面沉降和坍塌落水洞地区⑩矿产保护区等。

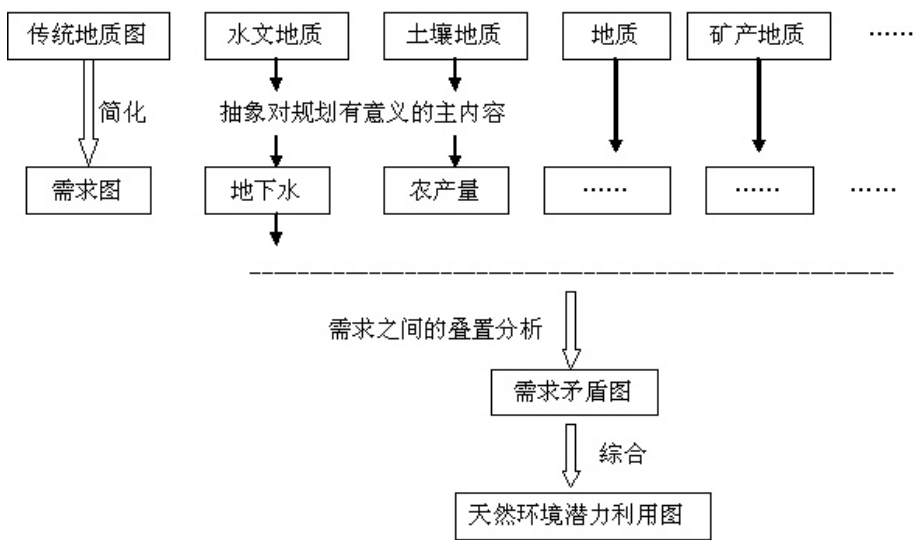
第二步，把上述需求图相互叠置，可以发现在同一个地区具有多种有价值的地学潜力。结果得到一张需求矛盾图。在这张图上，同一个地区，你会发现：既有优质的地下水和极好的建筑材料，又有高产的土壤，规划者将不知道该优先开发哪一种潜力，而地质学家却知道把地下水工程、或砾石坑、农场转移到何处。因为地质学家清楚地了解这个地区附近也发现了地下水、砾石和优质土壤。进行这种权衡，地质学家要有利得多。

第三步，地学家可以通过需求和矛盾图的综合，把最优先的需求抽取出来，编制成自然环境潜力最佳利用图。这张图综合了地学家的全部知识，为规划者提供了一个地学基

基础。

整个制图过程可概化成如图 E4-3 所示。

这套以西德地学和自然资源研究院 G. Lüttig 为首的地质学家编制的下萨克森—不莱梅州一套 1:20 万自然环境潜力地学图系(The Geoscientific Map of the Nature Environmental Potential--GMNEP)，曾当选为国际环境地质图委员会样板图。这套图系由 13 张图组成，其中 7 张已被选入本《指南》的参考样图（见附件 2）



图E4-3 GMNEP图系制图程序

II、计算机组合制图模式

这种制图模式一般有下列 5 个步骤组成：

第一，建立基础地质要素图层。在已有各类基础性地质图（基础地质图组）中，选出与专题评价相关的因素，并如前面所要求的那样进行分解，用 GIS 建立单要素图层组。

第二，选定主控因子和划分评价单元格。根据用户的专题需求和研究区的具体情况，确定对评价目标影响较大的主控因子，并根据用户对精度的实际需要和资料状况，进行网格划分。

第三，给出主控因子的权重，并进行赋值。根据所选定的主控因子对评价目标影响的贡献大小，厘定各因子的权重，并根据各网格的地质环境等状况，分别给各因子赋予相应的参数值。

第四，综合评判并分类分级。按照给定的专题评价计算方法，进行综合计算或评判，并根据规定的分类、分级标准，对评价对象分类、分级和制图。

第五，地学家对分区界线进行调整。由专业人员对计算机制成的图上的内容及其界线综合判断，并作调整，最后成图。

为说明计算机组合制图模式的制图过程，列举下面 2 个例子。

示例 1: 北京垃圾处置场适宜性分区图编制

根据《城市环境地质问题调查评价规范》（初稿。以下简称“规范”）中推荐的“垃圾填埋规划区的优选方法”，结合 MAPGIS 平台系统，初步开发了“城市垃圾场选址及适宜性评价”模型系统（为《全国城市主要城市环境地质调查评价信息评价系统》的组成部分之一），用于在整个研究区范围内进行垃圾填埋场适宜性评价，并生成垃圾填埋场适宜性分区图，为城市垃圾填埋场的选址圈定范围，为城市垃圾处置规划提供依据。下面以北京垃圾处置场适宜性分区评

价为例，介绍城市垃圾填埋区优选及图件编制过程。

首先，准备评价用基础要素图层：在北京市平原区 2000 多平方公里范围内，进行垃圾填埋区优选。按《规范》附录 D 的要求，需要在综合考虑环境地质、交通运输、环境保护、填埋场建设等条件及社会经济影响 5 个大方面和如下（图 E4-4）17 个单因素内容：

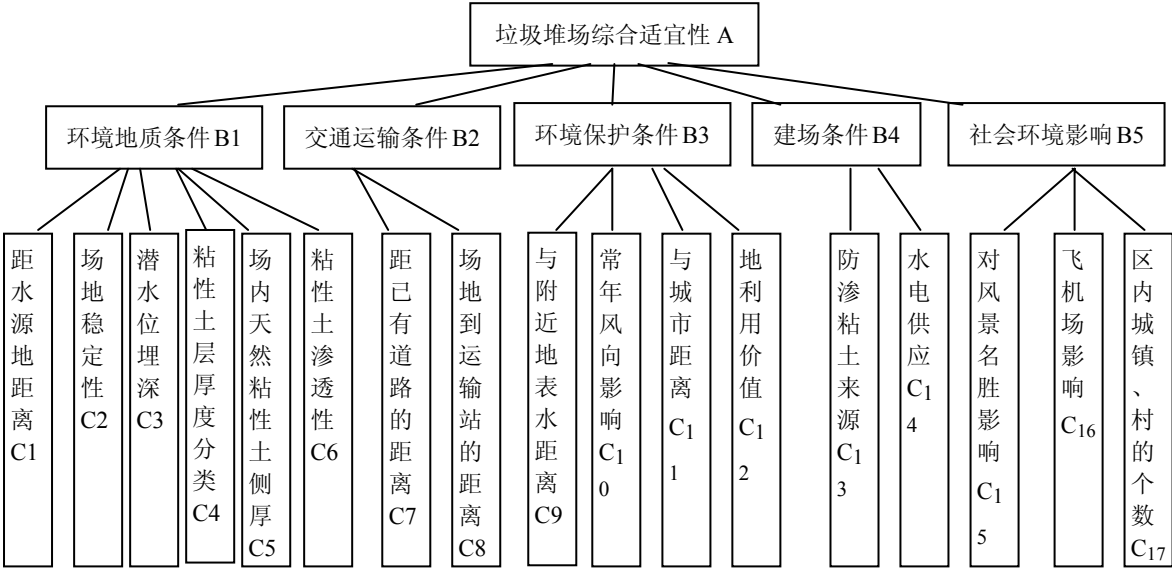


图 E4-4 城市垃圾填埋区优选的影响因素图

据这 17 个单因素内容及其要求，生成 17 个 MAPGIS 格式的多边形（面）文件，按照《规范》附录 D “垃圾填埋规划区的优选法” 表 D2 规定权值确定条件分区，评价并形成 17 个单要素图层。在 1: 10 万地理地图基础上，准备北京垃圾处置场适宜性选择的基础要素图层，如图 E4-5 所示。

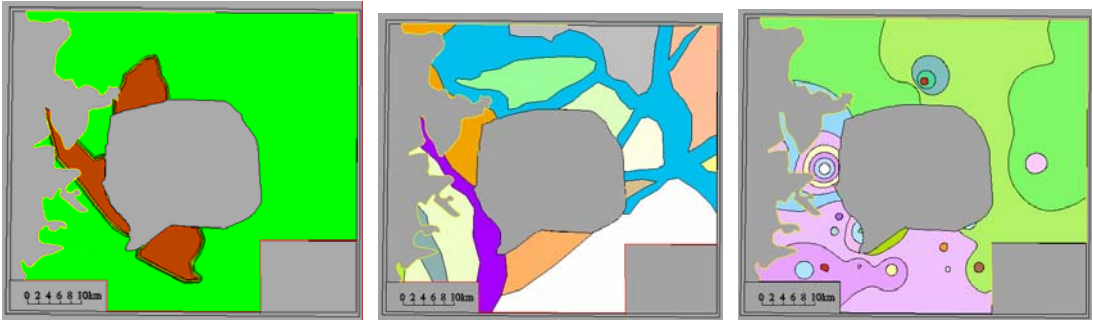


图 E4-5 (1) 距水源地距离分区

图 E4-5 (2) 场地稳定性分区

图 E4-5 (3) 潜水位埋深分区

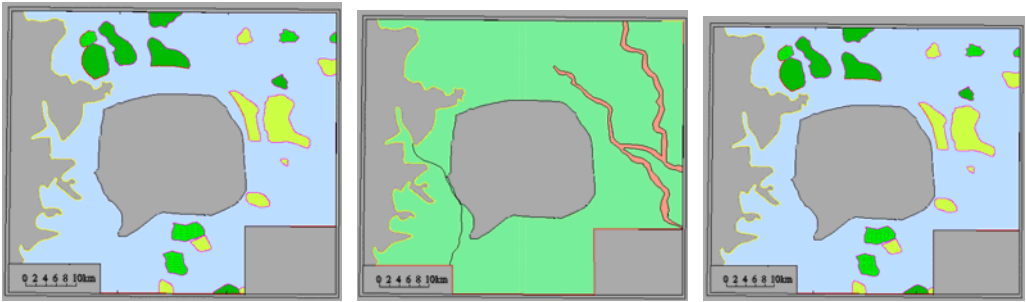


图 E4-5 (4) 粘性土层厚度分类分区 图 E4-5 (5) 场内侧壁粘性土厚度分区 图 E4-5 (6) 粘性土渗透性分区

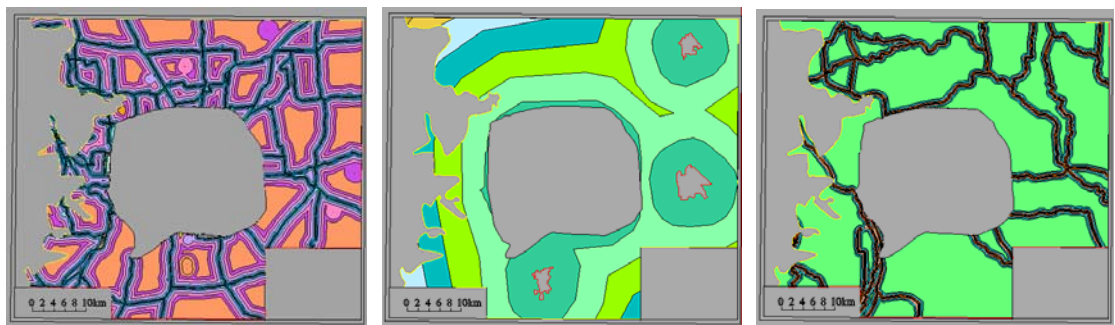


图 E4-5(7) 距已有道路的距离分区 图 E4-5(8) 距垃圾运输站的距离分区 图 E4-5(9) 距附近地表水距离分区

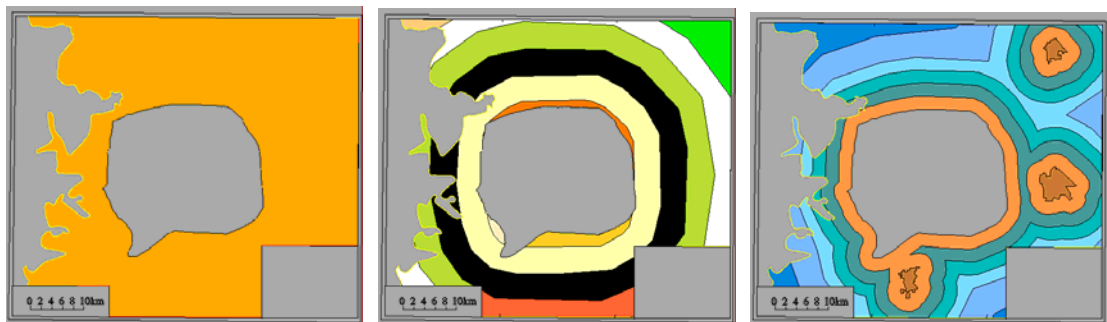


图 E4-5(10) 常年风向影响分区 图 E4-5(11) 与城市距离分区 图 E4-5(12) 土地利用价值分区

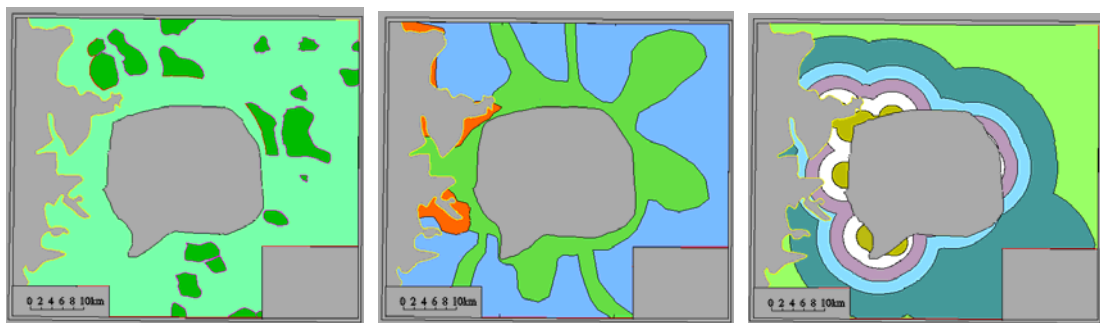


图 E4-5(13) 防渗材料粘土来源分区 图 E4-5(14) 水电供应分区 图 E4-5(15) 对风景名胜影响分区

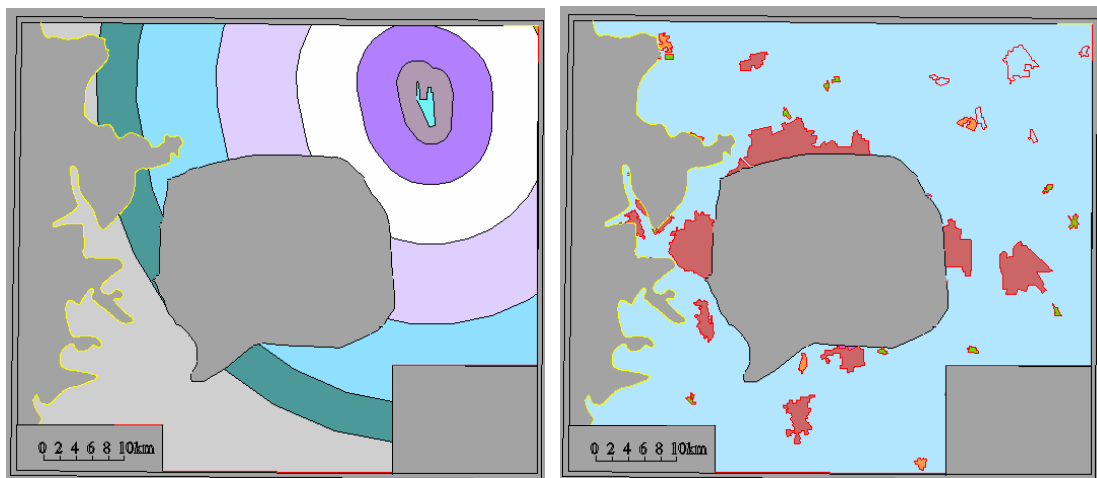


图 E4-5(16) 对飞机场影响分区

图 E4-5(17) 乡镇居民区分区

图 E4-5 17 个垃圾填埋场选址主控因子图层

由于限定在平原区选择场地,所以上述 17 个因素图层,首先排除了山区;同时,由于北京市四环以内的城区任何地方都是不能作为垃圾处置场的。因此,在编制这些图层时,首先排除这些地区。

然后,运用模型评价系统:根据《规范》附录 D 提供的垃圾填埋场址选定考虑因素、条件,各因素的权重等及评价的层次分析法,编制了“城市垃圾填埋场分区评价”软件,作为“城市环境地质调查评价信息系统”中的重要组成部分--“城市垃圾填埋场分区评价”模型系统。

在利用该模型评价系统时,将上述 17 个因素图层输入该模型系统,在计算机里选择“城市垃圾场选址及适宜性评价”菜单命令,可进入该模型评价系统。模型评价系统界面采用对话框方式,如图 E4-6 所示,整个评价过程就在对话框中实现。

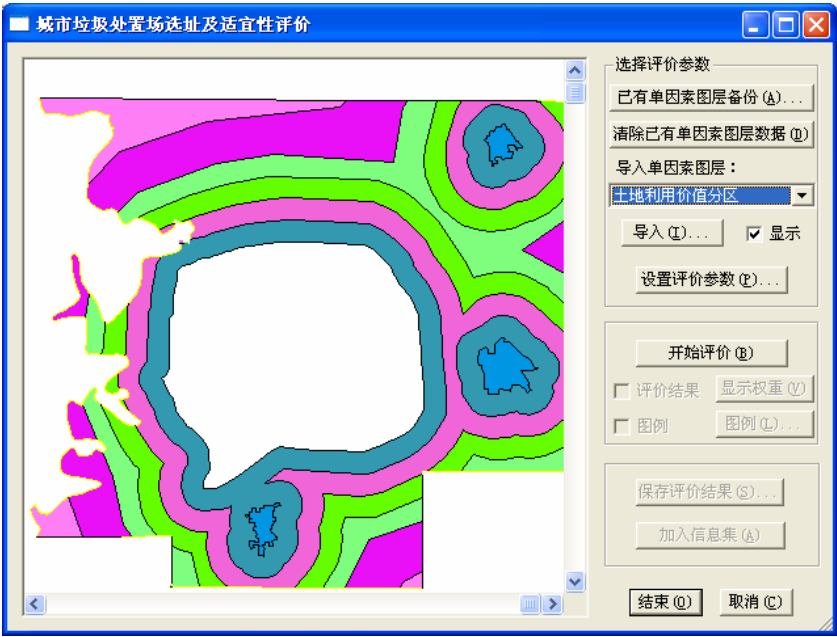


图 E4-6 模型评价系统评价对话框

第一步：将单因素图层数据导入评价系统

在模型评价对话框中的“导入单因素图层下:”下面的列表框中选择“土地利用评价分区”文件图层,然后按“导入(I)...”按钮,系统打开导入文件对话框(图 E4-7),选择准备好的“土地利用”单因素图层文件导入。通过此途径,将 17 个单因素图层文件分别导入。

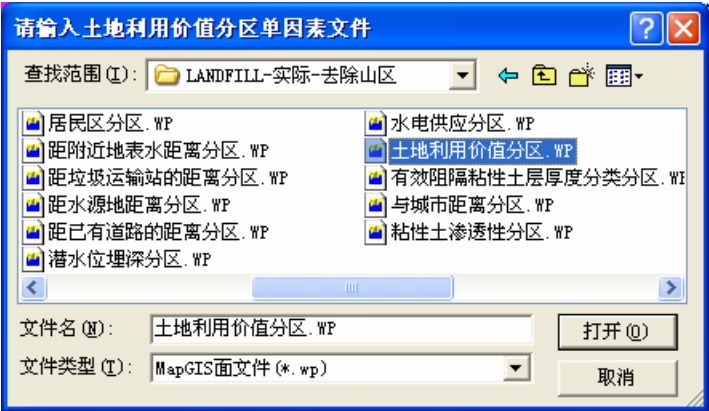
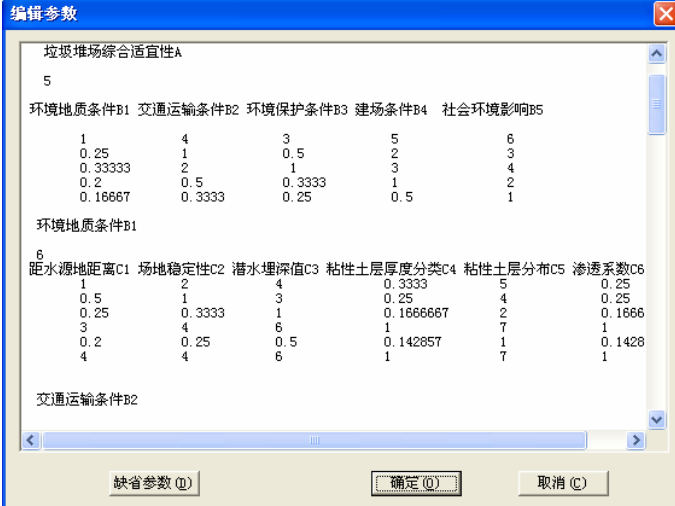


图 E4-7 单因素图层导入对话框

第二步：设置评价参数

评价参数是模型评价的关键。系统通过如下界面（图 E4-8）来实现各种参数的组织与编辑。按《规范》推荐的 AHP 评价方法，系统需要根据比较矩阵确定各要素的权重等。通过编辑，用户可完成各级比较矩阵、等级标准、等级的图示图例等内容的修改。系统正是通过这些参数的调整，来适应不同地区和不同要求下快速评价的目的。



编辑参数

垃圾堆场综合适宜性A

5

环境地质条件B1	交通运输条件B2	环境保护条件B3	建场条件B4	社会环境影响B5
1	4	3	5	6
0.25	1	0.5	2	3
0.3333	2	1	3	4
0.2	0.5	0.3333	1	2
0.16667	0.3333	0.25	0.5	1

环境地质条件B1

6

距水源地距离C1	场地稳定性C2	潜水埋深值C3	粘性土层厚度分类C4	粘性土层分布C5	渗透系数C6
1	2	4	0.3333	5	0.25
0.5	1	3	0.25	4	0.25
0.25	0.3333	1	0.166667	2	0.1666
3	4	6	1	7	1
0.2	0.25	0.5	0.142857	1	0.1428
4	4	6	1	7	1

交通运输条件B2

缺省参数(D) 确定(O) 取消(C)

图 E4-8 评价参数编辑对话框

对于北京市的垃圾处置场适宜性选择，分别构造一级矩阵-垃圾堆场综合适宜性 A 和二级矩阵环境地质条件 B1、交通运输条件 B2、环境保护条件 B3、建场条件 B4、社会环境影响 B5，并输入模型评价系统。输入的比较矩阵等参数及其格式如图 E4-8。之后，再按格式要求输入适宜性等级标准、等级颜色及图案、等级意义和上述 17 个因素的适宜性评判标准等相关数据，然后开始评价。

第三步：利用系统进行评价

在导入评价基础要素数据和设置好评价参数后，按“开始评价”按钮，系统即进行评价。评价过程大致分为：AHP 权重计算、17 个要素图层叠加分析、评分计算、分级。

AHP 权重计算采用和积法，计算结果存成 CalcParadata.txt 文件，在评价完成后可通过“显示权重”按钮打开察看，供用户参考。

按照上述计算出的权重，进行 17 个要素图层叠加分析。各图（17 个）层进行空间叠迭加合并分析，最终得一临时图层 T。

用层次分析法计算的权重，对 T 图层内每个图元区域进行评分，将评分结果记入系统“评价分值”字段。评分计算完成后，系统将 T 图层保存，形成文件名为 GWLandfillResult_tmp.wp 的临时文件，该文件可供用户具体分析时参考。

根据前述垃圾填埋适宜性等级标准，将同一等级的相邻图元进行合并，得到新图层 T1，T1 图层为垃圾场适宜性分区初步图，是模型系统最后的评价结果。

第四步：评价结果处理

评价结果处理有两种方式，一是由用户指定路径保存，二是加入城市环境地质问题调查信息系统管理。用户指定路径保存时系统将 GWLandfillResult_tmp.wp 和 CalcParadata.txt 一同保存，便于用户参考。

最后，得到北京垃圾处置场适宜性评价分区图（图 E4-9）。

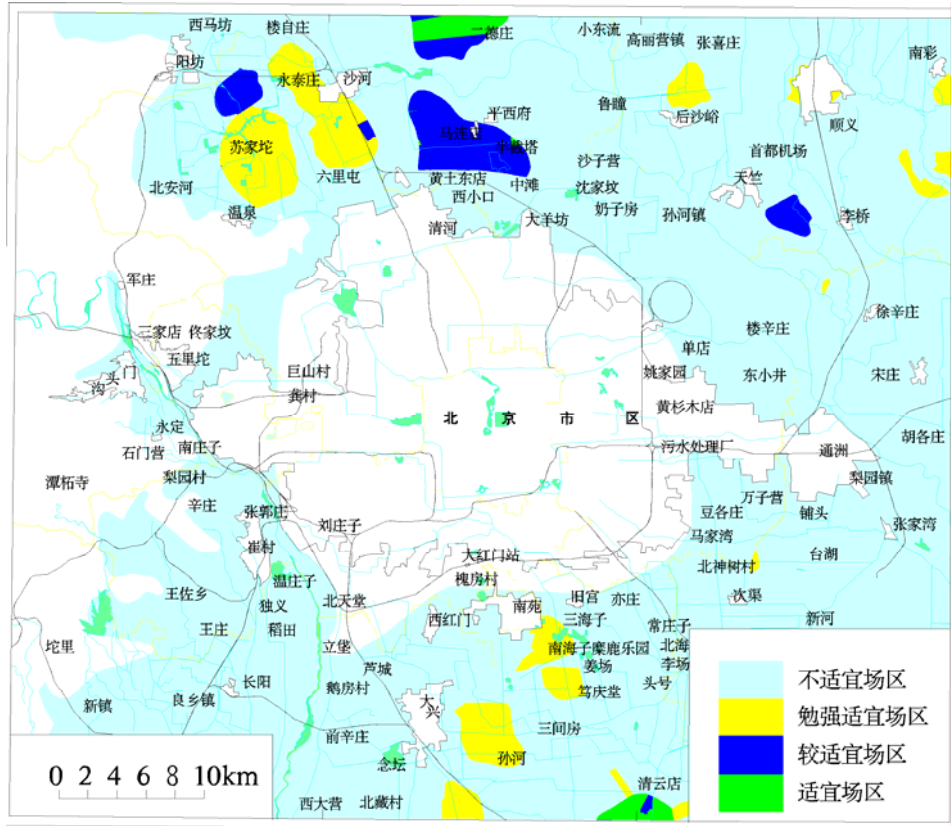


图 E4-9 北京垃圾处置场适宜性分区图

示例 2:基于 Map/Info 等软件及 DRASTIC 评价方法的地下水防污性能图编制

其思路为：通过对评价区各种地质资料信息的收集、分析，或者借助于 MODFLOW 等软件进行水文地质模拟，求取地下水防污性能评价的 DRASTIC 方法所需的各类相关参数。之后，运用 Map/Info 等软件和 DRASTIC 各评价因子（D-地下水位埋深、R-含水层净补给量、A-含水层岩性、S-土壤类型、T-地形、I-包气带介质和 C-水力传导系数）评价方法，编制与 DRASTIC 相对应的因子图层，再利用 DRASTIC 指标计算和分析方法，经过制图综合，合成最终的地下水防污性能评价图。

这种方法目前正广泛应用于美、欧等国家。以“波兰地区 Chrzanow 三叠纪裂隙岩溶地下水含水层的脆弱性图件编制”为例来说明图的编制过程。

根据该地区水文地质具体情况，以 DRASTIC 评价原理，对波兰地区 Chrzanow 三叠纪裂隙岩溶地下水含水层的脆弱性进行分析，确定了影响地下水防污性能的 6 个主控因子（表 E4-6）。

表 E4-6 波兰地区 Chrzanow 三叠纪裂隙岩溶含水层的脆弱性评价主控因子

因子	代号	权重
----	----	----

1. 三叠纪碳酸含水层的水位埋深	D	5
2. 含水层不饱和带的岩性	S	5
3. 模拟计算出的净补给量	R	4
4. 模拟计算出的三叠纪含水层的水力传导系数	C	2
5. 模拟计算出的三叠纪含水层的地下水流速	相当于 A	3
6. 三叠纪含水层的厚度	相当于 I	1

再对表 E4-6 中各主控因子的子影响因素进行分析，并给予符合实际的不同的分值（表 E4-7、表 E4-8）。把评价面积为 273km² 的区域分成尺度为 400m、200m、100m 的共 8346 个单元，利用 Map/Info 软件计算评价，得出图 E4-10 所示的 6 个主控因子（Factor 1-Factor 6）图层组。

在此基础上，运用 $DRASTIC=5 \times D+5 \times S+4 \times R+2 \times C+3 \times A+1 \times I$ 进行综合计算，得到各单元的 DRASTIC 指标值，再以表 E4-9 所示的脆弱性分级标准，进行制图综合，编制成了最终的地下水防污性能图（GROUNDWATER VULNERABILITY MAP）(图 E4-11)。

表 E4-7 因子 1-因子 3 权重及等级分值

因子 1: 地下水位埋深 权重 5	等 级 分值	因子 2: 不饱和带岩性 权重 3	等级 分值	因子 3: 净补给量 权重 4	等级 分值
0~5	10	1. 灰岩/白云岩	10	0~20	1
5~15	9	2. 砂土、灰岩/白云岩	8	20~50	2
15~30	7	3. 砂土、亚粘土、黄土、灰岩/白云岩	6	50~100	4
30~50	5	4. 砂土、亚粘土、泥岩砂岩、灰岩/白云岩	4	100~150	6
50~75	3		2	150~200	7
75~100	2	5. 砂土，黏土，灰岩白云岩	1	200~250	8
100~300	1	6. 砂土，黏土，砂岩，泥岩、灰岩/白云岩		250~300	9

表 E4-8 因子 4-因子 6 权重及等级分值	
因子 4: 水力传导系数	等级分值
权重 2	
<0.05	1
0.05~0.5	3
0.5~2.0	4
2.0~5.0	5
5.0~20.0	6
20.0~50.0	7
50.0~70.0	8
因子 5: 流速,权重 3	等级分值
<0.001	1
0.001~0.01	2
0.01~0.1	3
0.1~0.5	5
0.5~1.0	6
1.0~10	7
因子 6: 含水层厚度, 权重 1	等级分值
0~20	9
20~50	7
50~100	5
100~150	4
150~200	3
200~250	2

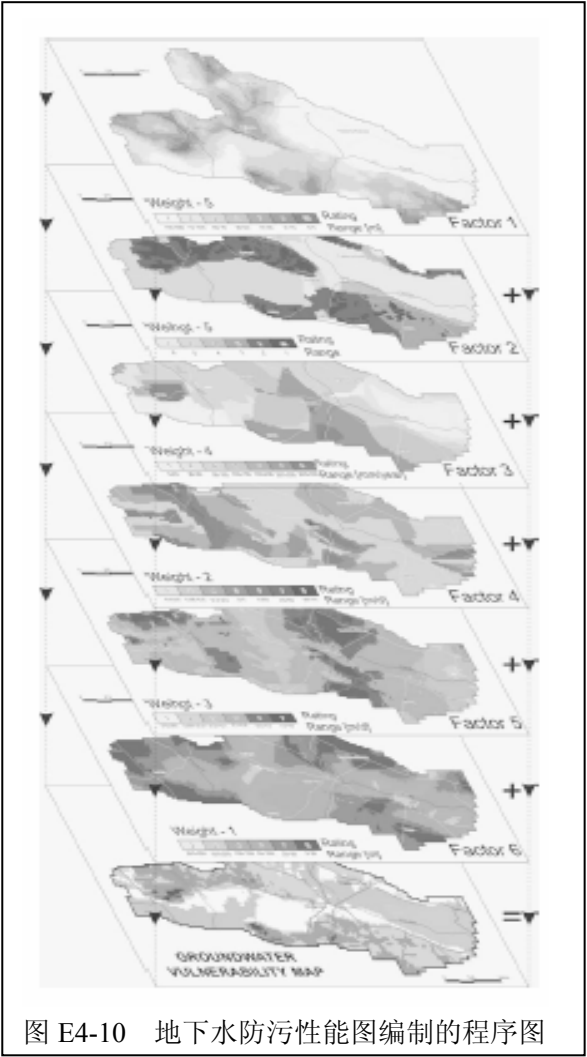


图 E4-10 地下水防污性能图编制的程序图

表 E4-9 脆弱性脆弱性分级标准

脆弱性分级	极高	很高	高	中	低	很低
脆弱性指标	151~182	121~150	91~120	63~90	43~62	21~42

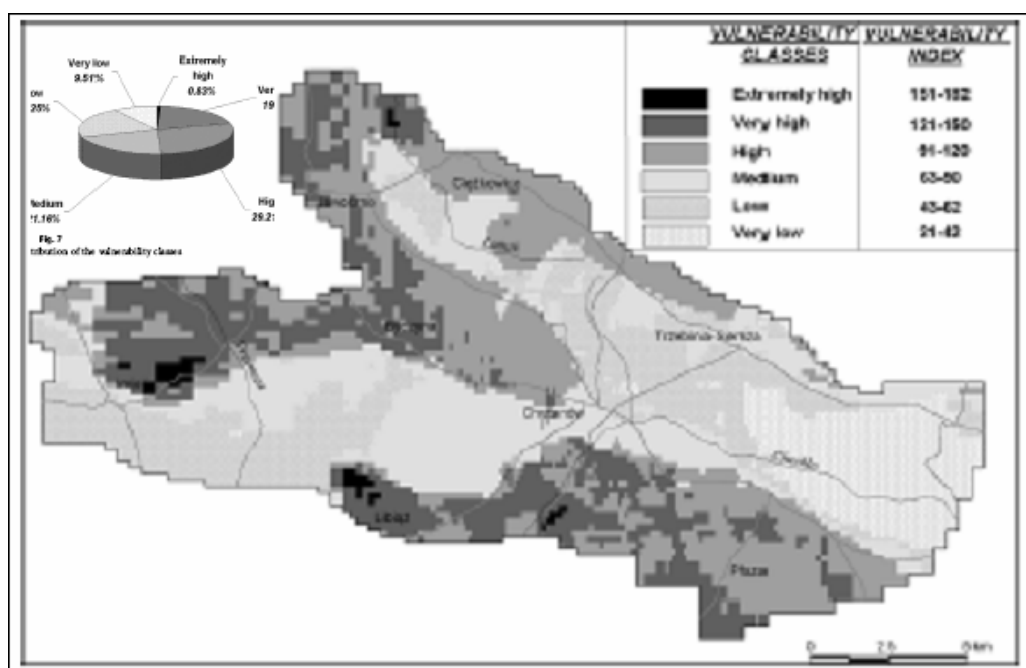


图 E4-11 地下水含水层的脆弱性评价最终图件

5.城市环境地质图系的图例系统

5.1 图例

本《指南》所提供的参考图例主要针对《规范》所列的图种而编制的，另外还额外增加了少量图例，以作参考。

由于城市数量多、类型多、地质环境问题复杂、用户的需求多元化，需要表达的内容也十分复杂，各城市地质环境图可根据具体情况和实际需要进行选题，所以，本《指南》编制的图例不可能涵盖所有。因此，在编制各城市具体图件时，不仅可以在本《指南》的基础上，根据具体需要自行选题，即使在编制《指南》中所列的图件时，也可以根据实际需要增加或者减少相应的图例、镶图、统计图表和照片等。

本《指南》未列出相关的统计表格、直方图（或饼图、曲线等）和照片等。在编图实践中，应遵循“尽可能多地传递准确信息，尽可能多地满足用户需求”的原则，根据具体要反映的信息来编制。

“实践是检验真理的唯一标准”，本《指南》所列图例，由于时间所限，未及广泛搜集、认真选择，有待在今后的制图实践中不断检验、修正和补充。

所列图例系统见附件 1。

5.2 图面的配置和整饰（待补）

6.图件说明书的功能与编写要求

说明书的写法要新。图的说明书不能写成专著，它是辅助图件的成果。图的说明书发挥其补充的功能、概括功能、使用功能。

总的要求是：篇幅尽可能地短，如果图上的内容已经足以说明问题，可以不再编写说

明书。其次，尽可能使某些专业术语通俗化。

7.部分参考样图

本《指南》原计划以于不同地质构造单元、不同地貌单元、不同的功能、地质环境典型的的城市，选择代表性强的主题，先编制一些样图，以指导城市地质环境调查评价系列图的编制。但由于时间所限，只能在国内外出版的环境地质图件中，选择一些范例作为参考样图，以供目前城市地质环境图系编制时参考，难免挂一漏万之弊。这些参考样图主要来源、图名等分别列于下表（表 E8-1），图样见附件 2。

表 E8-1 参考样图来源列表

来源	图名	备注	数量
A [#]	1、宁波市地面坡度图。2、宁波市海岸动力地貌图。3、宁波市旅游资源、天然建材分布图。4、宁波市土地利用现状图。5、宁波市地下水利用适宜性图。6、宁波市地下水水质现状图。7、宁波市水资源保护图。8、宁波市固体废料堆置适宜性图。9、宁波市岩土体结构类型图。10、宁波市港区工程建筑条件图。11、宁波市水土资源利用建议图	为便于阅读，对图例和图名作了翻译，并稍作了编辑。该套图被亚太经社会称赞为“世界领先水平”。其图件编制方法、图表达方式等非常值得借鉴。	11 张
B [#]	《上海市地质环境图集》（辑选）：12、地貌类型图。13、遥感影像图。14、地质遗迹分布图。15、潜水含水层富水性图。16、潜水质量分级图。17、潜水资源分布图。18、第二承压含水层地下水资源开发利用图。19、第二承压含水层开采利用条件图。20、表土层岩性及天然地基承载力图。21、1980-1995 年地面沉降图。22、地面沉降沿革图。23、地质环境分区评价图。24、天然地基民用建筑适宜性评价图。25、第二承压含水层开采现状及等水压线图（1998）。26、承压地下水开采强度图（2000）。27、土地利用现状图。	这套图主题明确、突出，风格明快，简洁易懂，表中所列图件可作此次城市环境地质图系编制参考。	16 张
C [#]	28、美国奥斯汀地区土地利用和天然植被图。 29、美国奥斯汀地区岩石类型图。	未作任何改动	2 张
D [#]	30、北京市平原区垃圾填埋场优选分区图 31、北京市平原区垃圾场地的地质环境效应分区评价图		2 张
E [#]	德国 1：20 万自然环境潜力地质图系(GMNEP,（辑选）)：32、地下水资源分布图（1979）。33、地下水利用图（1982）。34、建筑地基图（1979）。35、农产量潜力图（1979）。36、干旱危害图（1978）。37、值得保护的地质目标图（1982）。38、地质角度的最佳利用图（1981）。	只附图例。曾当选为国际环境地质图委员会样板图。	7 张
F [#]	39、地表或浅表可以露天开采的地质资源图。40、地面条件建筑适宜性图。41、可以抽取或者开挖的埋藏资源图。42、可以露天开采的埋藏资源图。43、地质调查优先开展区域图	《英国 Glenrothens 地区环境地质制图系》。 未作任何改动。	5 张

A：王明德等编制，《宁波市城市环境地质图集》，联合国亚太经社会，1997 年 9 月出版发行。

B：《上海市地质环境图集》编撰委员会，《上海市地质环境图集》，2002 年 10 月），地质出版社，2002 年 10 月出版发行。

C：美国地质调查研究所，美国奥斯汀地区环境地质制图, 1982。

D：刘长礼,张云等,地质调查项目:北京市垃圾处置的地质生态环境调查评价报告,2001 年。

E：G. Lüttig 等（西德地学和自然资源研究院）西德下萨克森—不莱梅州一套 1：20 万自然环境潜力地质

图系(The Geoscientific Map of the Nature Environmental Potential--GMNEP)。

F: E.F.P.Nikless,A.M.Aitken,etal.《英国 Glenrothens 地区环境地质图系》,英国地质科学研究所,1982。

8.征求图件用户的反馈意见,不断调整图的选题、内容和形式

(1) 评价图和规划图编制完成后,需要与当地政府的规划图进行对照和评述,从地学角度指出其合理与不尽合理的方面,作为与规划决策部门对话的科学依据。

(2) 与规划决策部门设法建立常设的对话机制,经常征求他们对于地质成果的需求意见和建议,据此不断调整图的选题、内容和形式。即利用用户的反馈意见,不断改进和提高城市地质成果的水平和服务质量,步入良性循环,以此促进地质工作的持续发展。

附件1: 28张图件的图例系统(光盘)

附件 2: 43 张参考样图(光盘)

附录 F：城市土壤污染评价方法

1、富集指数法

采用单因子指数质量模型和综合指数质量模型评价。

① 单因子指数质量模型

单因子质量指数是以土壤污染物的实测浓度与评价标准之比计算出的土壤环境质量污染指数，即

$$P_i = C_i / S_i$$

式中， P_i 为土壤中污染物 i 的污染指数， C_i 为土壤中污染物 i 的实测浓度， S_i 为土壤中污染物 i 的评价标准。 $P_i < 1$ ，表示未污染； $P_i > 1$ ，表示已污染。

② 综合指数质量模型

综合指数质量模型采用加权叠加法即：

$$P_e = \sum W_i P_i$$

$$W_i = P_i / P_T$$

式中： P_e —评价指标的综合指数；
 W_i —某项评价指标的权系数；
 P_i —某项评价指标的分指数；
 P_T —评价指标的分指数和。

将计算出的综合指数与表 F-1 进行对比，得出污染程度分级。

表 F-1 土壤污染综合指数分级表

综合指数	<1.0	1.0~1.5	1.5~2.0	2.0~2.5	2.5~3.0	>3.0
环境质量分区	清洁区	基本清洁区	初始污染区	轻度污染区	中度污染区	重度污染区

2、地质累积指数法

$$I_{geo} = \log_2 \left[\frac{C_n}{1.5 * BEn} \right]$$

式中：

C_n -----样品中元素 n 的浓度

BEn ——地球化学背景浓度

1.5 为常数，是考虑到由于成岩作用可能会引起背景值的变动。

将计算出的地质累积指数与表 F-2 进行对比，得出污染程度分级。

表 F-2 地质累积指数级别

I_{geo}	级别	污染程度
<0	0	无污染
0—1	1	无污染到中等污染
1—2	2	中等污染

2—3	3	中等污染到强污染
3—4	4	强污染
4—5	5	强污染到极强污染
5—6	6	极强污染

3、潜在生态危害指数法

单个重金属的潜在生态危害系数，简称 E_r^i ，

$$E_r^i = T_r^i \cdot C_f^i$$

多种重金属潜在生态危害指数，简称 RI，

$$RI = \sum_{i=1}^n E_r^i \quad \text{即} \quad RI = \sum_{i=1}^n T_r^i \cdot \frac{C_{\text{表}}^i}{C_n^i}$$

将计算出的潜在生态危害指数与表 F-3 进行对比，得出潜在生态危害级别分级。

表 F-3 潜在生态危害指数分级

E_r^i	危害级别	RI	危害级别
<40	轻微生态危害	<150	轻微生态危害
40—80	中等生态危害	150—300	中等生态危害
80—160	强生态危害	300—600	强生态危害
160—320	很强的生态危害	≥ 600	很强的生态危害
≥ 320	极强的生态危害		

4、尼梅罗土壤污染综合指数法

$$I_{ij} = \sqrt{\frac{(1/n \sum p_{ij})^2 + P_{ij\text{最大}}^2}{2}}$$

式中：

I_{ij} 为尼梅罗综合污染指数值

P_{ij} 为单元素标准化污染指数值, 其值等于单元素实测值/评价标准值

n 为元素个数，

$P_{ij\text{最大}}$ 为所有元素污染指数中的最大值。

根据 I_{ij} 值，将污染程度分为五级： I_{ij} 值 < 1 表示清洁， $1 \leq I_{ij} < 2$ 为轻微污染， $2 \leq I_{ij} < 3$ 为中度污染， $3 \leq I_{ij} < 6$ 为重度污染， $I_{ij} \geq 6$ 为极度污染。

附录 G：地质灾害危险性分区评价方法

G.1 地质灾害易发性分区评价方法

G. 1.1 地质灾害易发程度判别

1、滑坡易发程度判别

根据滑坡形成的地层岩性、斜坡结构类型、坡度、降雨量、新构造活动与地震、坡高、人类工程活动和斜坡变形破坏特征等 8 项影响因素（表 G—1）进行滑坡易发程度综合评判。

$$E_{滑} = \sum_{i=1}^8 a_i \cdot x_i$$

式中：

x_i ——滑坡易发的影响因素

a_i —— X_i 的权重

a_i 值的大小和 X_i 的得分见附表 6-1。

根据 $E_{滑}$ 值，分为以下四级：

- $E_{滑} > 25$ 滑坡高易发区
- $E_{滑} = 20-25$ 滑坡中易发区
- $E_{滑} = 15-20$ 滑坡低易发区
- $E_{滑} < 15$ 滑坡不易发区

表 G-1 滑坡易发程度量化评分表

序号	影响因素	权重	量级划分							
			严重 (A)	得分	中等 (B)	得分	轻微 (C)	得分	一般 (D)	得分
1	地层岩性	0.15	泥岩、砂页岩、千枚岩、砂板岩、煤系地层、断层角砾岩、凝灰岩、软硬相间地层	40	堆积层、泥灰岩	30	单一岩性碳酸盐岩、砂岩	10	岩浆岩类	1
2	斜坡结构类型	0.15	顺向层状结构斜坡、崩滑残留体斜坡	40	斜向层状结构斜坡；土质斜坡	30	逆向层状结构斜坡；水平层状地层斜坡	10	横向层状结构斜坡；岩浆岩类斜坡	1
3	坡度 (度)	0.10	30-45	40	20-30	30	>45	10	<20	1
4	降雨 (三日最大降雨量 mm)	0.15	>200	40	85-200	30	40-85	10	<40	1
5	新构造活动与地震	0.08	强烈抬升区，活动断裂发育，地震活动强烈，地震烈度 ≥9 度	40	抬升区，活动断裂较发育，地震活动较强烈，地震烈度 7-9 度	30	相对稳定区，地震烈度 <7 度	10	稳定区，地震活动微弱	1
6	坡高 (m)	0.07	>300	40	300-100	30	100-50	10	<50	1
7	人类工	0.10	坡脚边坡开挖	40	坡脚边坡开挖	30	坡脚边坡开挖	10	坡脚边	1

	程活动		量大；人工爆破震动大；矿业开采及其他涵洞开挖活动强烈		量较大；人工爆破震动较大；矿业开采及其他涵洞开挖活动较强烈		量较小；人工爆破震动微弱；矿业开采及其他涵洞开挖活动较轻微		坡开挖量小或无；无人工爆破震动；矿业开采及其他涵洞开挖活动轻微	
8	斜坡变形破坏特征	0.2	存在不稳定斜坡变形体；正在活动的滑坡存在	40	具备复活条件的滑坡存在	30	已稳定的死滑坡存在	10	无滑坡现象	1

2、崩塌易发程度判别

根据崩塌形成的坡度、地层岩性与岩土体结构、地质构造、新构造活动与地震、人类工程活动、坡高、降雨，崩塌发生规模与发生频率等 8 项影响因素（表 G-2）进行崩塌易发程度综合评判。

$$E_{\text{崩}} = \sum_{i=1}^8 a_i \cdot x_i$$

式中，

X_i —崩塌易发的影响因素

a_i — X_i 的权重

a_i 值的大小和 X_i 的得分见附表 6-2。

根据 $E_{\text{崩}}$ 值，分为以下四级：

$E_{\text{崩}} > 23$ 崩塌高易发区

$E_{\text{崩}} = 20-23$ 崩塌中易发区

$E_{\text{崩}} = 13-20$ 崩塌低易发区

$E_{\text{崩}} < 13$ 崩塌不易发区

表 G-2 崩塌易发程度数量化评分表

序号	影响因素	权重	量级划分							
			严重（A）	得分	中等（B）	得分	轻微（C）	得分	一般（D）	得分
1	坡度（度）	0.15	≥ 55	40	45-55	30	30-45	10	< 30	1
2	地层岩性与岩土体结构	0.15	块状、厚层状的坚硬岩石，岩体破碎或软硬相间	40	软硬相间的层状结构岩体，碎裂状岩体	30	片状变质岩体	10	块状岩浆岩体，岩性单一厚层状岩体，软弱	1

3	地质构造	0.05	陡峭斜坡走向与区域性断裂平行；几组断裂交汇部位；褶皱核部；褶皱轴向与坡面平行	40	断裂密集分布，褶皱轴向与坡面方向斜交	30	节理裂隙较不发育；褶皱轴向垂直于坡面方向	10	断裂、褶皱构造不发育	1
4	新构造活动与地震	0.10	强烈抬升区，活动断裂发育，地震活动强烈，地震烈度 ≥ 9 度	40	抬升区，活动断裂较发育，地震活动较强烈，地震烈	30	相对稳定区，地震烈度 < 7 度	10	稳定区，地震活动微弱	1
5	人类工程活动	0.10	坡脚边坡开挖量大；人工爆破震动大；人工爆破震动大；矿业开采及其他涵洞开挖活动强烈	40	坡脚边坡开挖量较大；人工爆破震动较大；矿业开采及其他涵洞开挖	30	坡脚边坡开挖量较小；人工爆破震动微弱；矿业开采及其他涵洞开挖	10	坡脚边坡开挖量小或无；无	1
6	坡高(m)	0.05	≥ 100	40	40-100	30	30-40	10	< 30	1
7	降雨（三日最大降雨量	0.10	> 200	40	85-200	30	40-85	10	< 40	1
8	崩塌发生规模与发生频	0.30	中型以上崩塌发生或存在中型以上崩塌的危岩体；常有小规模崩塌或落	40	小型崩塌发生或存在小型崩塌的危岩体；危石存	30	无崩塌危岩体存在；时有坠石发生	10	无崩塌现象	1

3、泥石流易发程度判别

根据沟谷泥石流形成的 15 项影响因素（表 G—3）对泥石流沟易发程度进行综合评判。

$$E_{\text{泥}} = \sum_{i=1}^{15} x_i$$

式中：

X_i ——泥石流易发的影响因素， X_i 的得分见附表 6-3。

根据 $E_{\text{泥}}$ 值，分为以下四级：

- $E_{\text{泥}} \geq 114$ 高易发泥石流沟
- $E_{\text{泥}} = 84-114$ 中易发泥石流沟
- $E_{\text{泥}} = 40-84$ 低易发泥石流沟
- $E_{\text{泥}} < 40$ 不易发（非泥石流沟）

表 G-3 沟谷泥石流易发程度数量化评分表

序号	影响因素	量级划分							
		严重 (A)	得分	中等 (B)	得分	轻微 (C)	得分	一般 (D)	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失（自然和人为活动）的严重程度	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重，多深层滑坡和大型崩塌，表土疏松，冲沟很发育	21	崩塌、滑坡发育，多浅层滑坡和中小型崩塌，有零星植被覆盖冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、或冲沟发育轻微	1
2	泥沙沿程补给长度比（%）	>60	16	60-30	12	30-10	8	<10	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	河形弯曲或堵塞，大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化，仅大河主流受迫偏移	11	河形无变化，大河主流在高水位不偏，低水位偏	7	无河形变化，主流不偏，无沟口扇形地	1
4	河沟纵坡（度或‰）	>12°（213）	12	12° -6°（213-105）	9	6° -3°（105-52）	6	<3°（32）	1
5	区域构造影响程度	强抬升区，6级以上地震区，断层破碎带	9	抬升区，4-6级地震区，有中小支断层或无断层	7	相对稳定区，4级以下地震区，有小断层	5	沉降区，构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率（%）	<10	9	10-30	7	30-60	5	>60	1
7	河沟近期一次变幅（m）	≥2	8	2-1	6	1-0.2	4	<0.2	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物储量（10 ⁴ m ³ /km ² ）	>10	6	10-5	5	5-1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度（度或‰）	>32°（625）	6	32° -25°（625-466）	5	25° -15°（466-286）	4	<15°（268）	1
11	产沙区沟槽横断面	V型谷、U型谷、谷中谷	5	拓宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度（m）	>10	5	10-5	4	5-1	3	<1	1
13	流域面积（km ² ）	0.2-5	5	5-10	4	0.2以下，10-100	3	>100	1
14	流域相对高差（m）	>500	4	500-300	3	300-100	2	<100	1
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1

4、岩溶塌陷易发程度判别

岩溶塌陷易发程度判别式：

$$E_{\text{陷}}=K+S+H+W+F+G$$

式中：

K——岩溶发育程度

S——覆盖层岩性结构

H——覆盖层厚度(m)

W——岩溶地下水位 (m)

F——岩溶地下水径流条件

G——地貌

岩溶塌陷形成影响因素 K、S、H、W、F、G 的赋值大小见表 G-4 和表 G-5。

根据 $E_{\text{陷}}$ 值，分为以下四级：

$E_{\text{陷}} \geq 17$ 塌陷高易发区

$E_{\text{陷}} = 13-16$ 塌陷中易发区

$E_{\text{陷}} = 9-12$ 塌陷低易发区

$E_{\text{陷}} \leq 8$ 塌陷不易发区

表 G-4 岩溶塌陷易发程度数量化评分表

得分 影响因素		高易发区(4)	中易发区(3)	低易发区(2)	不易发区(1)
K	岩溶发育程度		强烈	中等	微弱
S	覆盖层岩性结构		均一砂土；双层或多层，底为砂砾石	双层或多层状粘性土—砂砾石	均一粘性土
H	覆盖层厚度(m)	<5	5-10	10-30	>30
W	岩溶地下水位 (m)	<5，在基岩面附近波动	5-10，在基岩面波动或土层中	>10，在土层中；<10，在基岩中	>10，在基岩中
F	岩溶地下水径流条件		主径流带，排泄带	潜水和岩溶水双层含水层分布	径流区
G	地貌		岩溶洼地、谷地、盆地、平原；低阶地	丘陵或山前缓坡，岩溶台地，高阶地	谷坡

表 G-5 碳酸盐岩岩溶发育程度分级标志

岩溶发育程度	特征	参考性指标				
		地表岩溶发育密度个·km ²	钻孔岩溶率%	钻孔遇洞率%	泉流量 l/s	单位涌水量 l/s·m
强烈	碳酸盐岩岩性较纯，连续厚度较大，出露面积较广。地表有较多的洼地、漏斗、落水洞，地下溶洞发育，多岩溶大泉和暗河，岩溶发育深度较大	>5	>10	>60	>100	>1
中等	以次纯碳酸盐岩为主，多间夹型。地	5-1	10-3	60-30	100-10	0.1-1

	表有洼地、漏斗、落水洞发育，地下洞穴通道不多。岩溶大泉数量较少，暗河稀疏，深部岩溶不发育					
弱微	以不纯碳酸盐岩为主，多间夹型或互夹型。地表岩溶形态稀疏发育，地下洞穴较少，岩溶大泉及暗河少见	<1	<3	<30	<10	<0.1

5、地裂缝、地面沉降易发程度判别

地裂缝、地面沉降易发程度根据表 G-6 进行定性判别。

表 G-6 地裂缝、地面沉降易发区定性判别表

灾种	易发区划分			
	高易发区	中易发区	低易发区	不易发区
地裂缝	构造与地震活动非常强烈，膨胀土、黄土地层发育。超采地下水。地形地貌复杂	构造与地震活动强烈，第四系厚度大，形成断陷盆地，超采地下水。	构造与地震活动较为强烈，地形地貌简单。非地下水超采区	第四系覆盖薄，差异沉降小。
地面沉降	大型河流三角洲地区、海陆交互沉积，滨海平原第四系粘性土厚度>200 米；有厚层软土，地下水漏斗中心水位下降速率>1m/a；	小型河流三角洲地区、海陆过度相沉积，第四纪断陷盆地。第四系粘性土厚度 100---200 米；有少量薄层软土，地下水漏斗中心水位下降速率 0.5--1m/a；	山前冲洪积平原、小型山间第四纪断陷盆地。第四系粘性土厚度 50-100 米；基本无软土地层。地下水漏斗中心水位下降速率>0.5m/a；	冲洪积扇的顶部，沉积岩性主要为卵石层。粘性土层<50 米，单层粘性土层厚度薄。

G. 1.2 地质灾害易发分区评价

1、单元信息的提取及数字化

依据地质灾害易发程度判别方法，评判出每个地质环境分区单元的地质灾害易发程度，并将其划分为：

A 级—地质灾害高易发区；

B 级—地质灾害中易发区；

C 级—地质灾害低易发区；

D 级—地质灾害不发育区。

然后，将多种地质灾害进行叠加，当有两种以上地质灾害高易发区重叠时，则取值为 5。根据表 G-7，对工作区所属单元进行地质灾害信息的提取和数字化。

表 G-7 地质灾害易发程度取值表

灾种	易发区划分			
	高易发区（得分）	中易发区（得分）	低易发区（得分）	不易发区（得分）
滑坡	4	3	2	1
崩塌	4	3	2	1
泥石流	4	3	2	1
塌陷	4	3	2	1
地裂缝	4	3	2	1
地面沉降	4	3	2	1

2、地质灾害易发性分区及易发性指数计算

将上述综合信息叠加结果按 1, 2, 3, 4, 5 数值表示, 并在计算机上用 Surf 等软件自动生成等值线, 可量化地综合反映城市地质灾害的易发程度。其中, 等值线 ≥ 3.5 为地质灾害高易发区; 等值线 2.5~3.5 为地质灾害中易发区; 等值线 1.5~2.5 为地质灾害低易发区; 等值线 <1.5 的地区为地质灾害不易发区 (表 G-8)。

城市地质灾害易发性指数 $E_{易}$ 用下列公式计算:

$$E_{易}=E/5$$

表 G-8 地质灾害易发性指数取值表

易发区划分	高易发区	中易发区	低易发区	不易发区
灾害易发程度 E	3.5-5	2.5-3.5	1.5-2.5	<1.5
灾害易发性指数 $E_{易}$	0.7-1	0.5-0.7	0.3-0.5	<0.3

G.2 地质灾害社会经济易损性分区评价

易损性是指受灾体遭受地质灾害破坏机会的多少与发生损毁的难易程度。地质灾害易损性评价指标体系由生命损失、经济损失、社会损失和资源与环境的损失四部分构成。地质灾害的社会经济易损程度, 用易损性指数来度量, 指数值越大, 则社会经济易损程度越高。

1、易损性值的计算

分区单元的易损性值用下列公式计算:

$$Y_i = \sum_{j=1}^4 a_{ij} \cdot x_{ij}$$

式中: Y_i ——i 单元的易损性值

x_{i1} ——i 单元的人口密度 (人/ km^2)

x_{i2} ——i 单元的财产密度 (万元/ km^2)

a_{ij} —— x_{ij} 的损失率 (表 G-9)

x_{i3} ——社会损失指标 (表 G-10)

x_{i4} ——资源与环境损失指标 (表 G-10)

表 G-9 损失率查值表

条件 损失率	高易发区及其可能 危害范围	中易发区及其能危 害范围	低易发区	不易发区
a_{i1}	>0.7	0.4-0.7	<0.4	0
a_{i2}	>0.7	0.4-0.7	<0.4	0
a_{i3}	>0.7	0.4-0.7	<0.4	0
a_{i4}	>0.7	0.4-0.7	<0.4	0

表 G-10 社会损失和资源与环境损失严重程度划分表

严重程度 (赋值)	社会损失	资源与环境损失
严重 (20)	救灾资金投入大, 产业部门产值减少量大于 60%	环境严重恶化或自然资源严重破坏
较严重 (10)	救灾资金投入较大, 产业部门产值减少量 20-60%	环境较严重恶化或自然资源较严重破坏
不严重 (5)	救灾资金投入小, 各产业部门产值减少量小	环境轻微恶化或自然资源轻微破坏
无影响 (0)	无救灾资金投入, 对产业部门产值无影响	环境无恶化或自然资源未破坏

2、易损性值归一化指数计算

分区单元的易损性值归一化指数用下列公式计算：

$$Y_{\text{损}ij}=Y_{ij}/Y_{j\text{max}}$$

式中： $Y_{j\text{max}}$ 为j因素损失最大值。

根据 $Y_{\text{损}ij}$ 的大小将i单元j因素易损程度分为4级：

- $Y_{\text{损}ij}>0.75$ 高易损
- $Y_{\text{损}ij}=0.50-0.75$ 中易损
- $Y_{\text{损}ij}=0.25-0.50$ 低易损
- $Y_{\text{损}ij}<0.25$ 不易损

3、易损程度 $Y_{\text{损}}$ 的取值

将四种因素社会经济易损性进行叠加，当有两种以上因素高易损重叠时，则取值为 5。

根据表 G-11，对工作区所属单元进行社会经济易损性信息的提取和数字化。

表 G-11 社会经济易损性程度 $Y_{\text{损}}$ 取值表

因素	易损性程度划分			
	高易损区（得分）	中易损区（得分）	低易损区（得分）	不易损区（得分）
人口	4	3	2	1
财产	4	3	2	1
社会	4	3	2	1
资源与环境	4	3	2	1

4、社会经济易损性指数计算

根据地质环境分区单元易损性指数值，在计算机上用 Surf 等软件自动生成等值线，可量化地综合反映城市地质灾害社会经济的易损程度。根据易损性指数大小进行地质灾害社会经济易损性分区。

城市地质灾害易损性指数 $E_{\text{损}}$ 用下列公式计算：

$$E_{\text{损}}=Y_{\text{损}}/5$$

5、社会经济易损性分区

将上述综合信息叠加结果按 1，2，3，4，5 数值表示，并在计算机上用 Surf 等软件自动生成等值线，可量化地综合反映城市地质灾害社会经济易损程度。其中，等值线 ≥ 3.5 为社会经济高易损区；等值线 2.5~3.5 为社会经济中易损区；等值线 1.5~2.5 为社会经济低易损区；等值线 <1.5 为社会经济不易损区（表 G-12）。

表 G-12 社会经济易损性指数取值表

易损程度指标	高易损区	中易损区	低易损区	不易损区
易损程度 $Y_{\text{损}}$	3.5-5	2.5-3.5	1.5-2.5	<1.5
易损性指数 $E_{\text{损}}$	0.7-1	0.5-0.7	0.3-0.5	<0.3

G.3 地质灾害危险性分区评价

1、地质灾害危险性指数计算

根据城市地质环境分区单元的易发性和易损性，叠加计算出每个单元的地质灾害危险性指数：

$$W_{\text{危}}=a_1 \cdot E_{\text{易}}+a_2 \cdot E_{\text{损}}$$

式中：

- $W_{\text{危}}$ ——评价单元的地质危险性指数
- $E_{\text{易}}$ ——评价单元的地质灾害易发性指数
- $E_{\text{损}}$ ——评价单元的地质灾害易损性指数
- a_1 ——地质灾害易发性指数的权重
- a_2 ——地质灾害易损性指数的权重

2、地质灾害危害程度分级

地质灾害危害程度按表 G-13 标准进行分级。

表 G-13 地质灾害险情（灾情）程度分级标准表

险情（灾情）程度分级	特大型 (I 级)	大型 (II 级)	中型 (III 级)	小型 (IV 级)
死亡人数 (人)	≥ 30	30-10	10-3	< 3
直接经济损失 (万元)	≥ 1000	1000-500	500-100	< 100
受威胁人数 (人)	≥ 1000	1000-500	500-100	< 100
潜在经济损失 (元)	≥ 1 亿	1 亿-5000	5000-500	< 500

地质灾害灾情分级采用“死亡人数”和“直接经济损失”指标，对已发生的地质灾害危害程度进行分级。地质灾害险情分级，采用“受威胁人数”和“潜在经济损失”指标，对可能发生的地质灾害危害程度进行分级。

3、历史灾害危险性评价

历史地质灾害危险性是指已经发生的地质灾害点的危险性。地质灾害体的稳定性越差，其活动程度越高，发生概率越大，危害性越大，可能造成的危害损失越严重。

地质灾害体的稳定性采用稳定性分析、半定量计算和定量计算等多种方法确定，并将其稳定性状态划分为差、中等、好三级。

(1) 地质灾害受威胁人数 $N_{\text{危}}$ ：

$$N_{\text{危}} = \lambda \sum_{i=1}^n M_i \cdot S_i$$

式中： M_i ——地质灾害危害范围内第 i 单元人口密度（人/ m^2 ）

S_i ——地质灾害危害范围内第 i 单元面积（ m^2 ）

λ ——地质灾害发生概率

n ——地质灾害危害范围内单元总个数

(2) 地质灾害潜在经济损失 $F_{\text{财}}$ ：

$$F_{\text{财}} = \lambda \sum_{i=1}^n P_i \cdot S_i$$

式中： P_i ——地质灾害危害范围内第 i 单元财产密度（万元/ m^2 ）

S_i ——地质灾害危害范围内第 i 单元财产面积（ m^2 ）

λ ——地质灾害发生概率

n ——地质灾害危害范围内单元总个数

对整体稳定性差的地质灾害体，地质灾害发生概率 $\lambda = 80-100\%$ ，对稳定性中等的地质灾害体，地质灾害发生概率 $\lambda = 30-60\%$ ，对稳定性好的地质灾害体， $\lambda = 0-20\%$ 。

根据地质灾害体的稳定状态、危害对象和危害程度等级，将历史灾害危险性分为大、中

等、小三级，划分标准见表 G-14。

表 G-14 地质灾害体危险性分级表

确定要素 危险性分级	稳定状态	危害对象	险情（灾情）等级
危险性大	差	城镇及主体建筑物	大型以上（≥Ⅱ级）
危险性中等	中等	有居民及主体建筑物	中型（Ⅲ级）
危险小	好	无居民及主体建筑物	小型（Ⅳ级）

4、潜在灾害危险性评价

潜在灾害危险性是指具有灾害形成条件，但尚未发生地质灾害的地质体的灾害危险性。该地质单元体的稳定状态可用地质灾害高易发、中易发、低易发和不易发四个等级反映，地质灾害易发程度越高，则发生地质灾害的概率越大，危险性越大，可能造成的灾害损失越严重。

（1）地质灾害威胁人数 $N_{\text{潜}}$ ：

$$N_{\text{潜}} = \lambda \sum_{i=1}^n M_i \cdot S_i$$

式中： M_i ——地质灾害危害范围内第 i 单元人口密度（人/ m^2 ）

S_i ——地质灾害危害范围内第 i 单元面积（ m^2 ）

λ ——地质灾害发生概率

n ——地质灾害危害范围内单元总个数

（2）地质灾害潜在经济损失 $F_{\text{潜}}$ ：

$$F_{\text{潜}} = \lambda \sum_{i=1}^n P_i \cdot S_i$$

式中： P_i ——地质灾害危害范围内第 i 单元财产密度（万元/ m^2 ）

S_i ——地质灾害危害范围内第 i 单元面积（ m^2 ）

λ ——地质灾害发生概率

n ——地质灾害危害范围内单元总个数

对整体稳定性差的地质体，地质灾害发生概率 $\lambda = 80-100\%$ ，对稳定性中等的地质体，地质灾害发生概率 $\lambda = 30-60\%$ ，对稳定性好的地质体， $\lambda = 0-20\%$ 。

根据潜在地质灾害体的稳定状态，危害对象和危害程度等级，将潜在灾害危险性分为大、中等、小三级，划分标准见表 G-15。

表 G-15 地质体灾害危险性分级表

确定要素 危险性分级	稳定状态	危害对象	险情（灾情）等级
危险性大	地质灾害高易发	城镇及主体建筑物	大型以上（≥Ⅱ级）
危险性中等	地质灾害中易发	有居民及主体建筑物	中型（Ⅲ级）
危险小	地质灾害低—不易发	无居民及主体建筑物	小型（Ⅳ级）

5、地质灾害危险性分区

采用历史灾害危险性评价方法和潜在灾害危险性评价方法确定城市地质环境分区单元

的灾害危险性等级，分析研究与其地质灾害危险性指数的对应关系，确定城市地质灾害危险性等级的灾害危险性指数分界值。根据灾害危险性指数分界值和每个单元的地质灾害危险性指数进行城市地质灾害危险性分区，做出城市地质灾害危险性分区评价图，可以用色块图或等值线图表示。

附录 H：地质灾害危险性可拓学综合评价方法

一. 可拓学理论的基本特征

可拓学理论 (Extenics theory) 是我国学者为数极少的原始性创新研究成果之一, 是由我国学者蔡文研究员于1983年提出, 并在实践中被广泛应用于不同学科领域, 正在健康发展的学科。可拓学的一个重要特点就是研究事物的可拓性和处理不相容问题或者说是解决矛盾问题的重要理论方法。

经典集合用0和1两个数来描述事物具有某种性质或不具有某种性质; 可拓集合则用取自 $(-\infty, +\infty)$ 的实数来表示事物具有某种性质的程度, 正数表示具有该性质的程度, 负数表示不具有该性质的程度, 0则表示既有该性质又不具有该性质。

例如, 某车床加工工件的规格为 $\phi 50_{-0.1}^{+0.1}$, 现有一批工件, 用经典集合描述, 其中任一工件不是合格品就是不合格品, 即直径在 $49.9 \sim 50.1$ 为合格品, 而直径在 49.9 以下和 50.1 之上的为不合格品。实际上, 在不合格品中, 对于直径小于 49.9 的是废品, 在只用车床加工的限制下, 它不可能变成合格品; 对于直径大于 50.1 的是可返工品, 经过重新加工后可以变成合格品。显然, 废品和可返工品是本质不同的不合格品, 见图 H-1。可拓集合正是以这类实际模型为背景发展起来的一个概念。

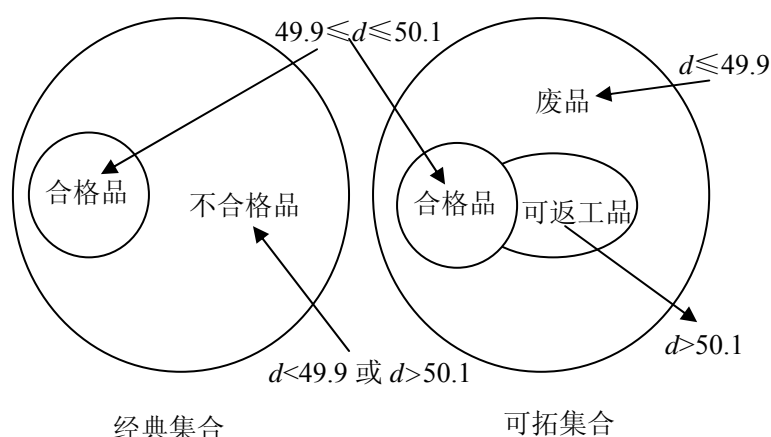


图 H-1 经典集合和可拓集合对论域的分类

地质灾害的许多问题并非向经典域那样非此即彼, 某些因素正好具备可拓集合中的可返工品性质和特征, 如岩体的风化程度, 斜坡坡角等因素都是难以用经典集合来描述的。

目前地质灾害评价的内容主要包括地质灾害易发性分区评价、地质灾害危害程度和经济损失评估、地质灾害危险性分区评价三个方面。地质灾害的种类繁多, 既与原生地质条件相关, 又与人类工程活动相关。易发性分区主要从地质条件出发, 而地质灾害分区则主要是从地质灾害的后果来评价, 这种评价结果得出两份图件, 即灾害易发性分区和危险性分区。目前的评价方法又主要是以单因素评价为主。单因素评价的结果可能出现不相容的现象, 以表1的地质灾害危险性分级为例, 稳定状态差的斜坡, 所对应的危害对象可能不是城镇及主体建筑物, 而是对应居民及主体建筑物或无居民及主体建筑物, 其危害程度也可能对应中级或轻级, 这就使的危险性分级在实际操作过程中难以确定, 而出现矛盾情况。为此, 采用多因素的综合评判是十分必要的。

表 H-1 地质灾害危险性分级表

确定要素 危险性分级	稳定状态	危害对象	危害程度等级*
危险	差	城镇及主体建筑物	重级以上
较危险	中等	有居民及主体建筑物	中 级
不危险	好	无居民及主体建筑物	轻 级

进行综合因素评价的方法很多，如经验方法、模糊数学方法、神经网络的方法等，模糊数学方法需要对每一个元素给出权重或隶属度，致使人为干扰太多，而受到了限制，神经网络的方法人为干预较少，但应用过程中程序的自学习训练过程太麻烦，也使得神经网络的方法较难推广。可拓学理论诞生的本身就是从解决矛盾问题入手。而且这种方法既不用赋以隶属度，也不必进行训练，通过程序可以简捷方便地进行权重的分配，获取综合评价的结果。

二. 可拓学的基本理论

可拓学是研究不相容问题的转化规律与解决方法的学科，它以物元为基元建立模型来描述矛盾问题，以物元变换作为解决矛盾问题的手段，并在可拓集合中，通过建立关联函数对事物的量变和质变过程进行定量描述，即利用可拓域和零界元素对事物的量变和质变进行定量化的描述。

可拓学以有序的三元组 $R=(N, C, V)$ 来表达。其中 N 指事物； C 指事物的特征，凡能表示事物的性质、功能、行为状态以及事物间的关系等征象都是事物的特征。 V 是 C 的量值，事物关于某一特征的数量、程度或范围等成为该事物关于这一特征的量值。特征 C 的取值范围，成为它的量域，记作 $V(C)$ ， $V(C)$ 反映了事物的质和量的关系。

可拓数学中，建立了“关联函数”这一概念，通过关联函数可以定量描述元素具有某一性质的程度及其变化。就是同属于一个域内的元素，也可以根据关联函数值的大小分出不同的层次，把“类内即同，类间即异”的关系发展为“类内尚可分为不同的层次”。为了反映这种性质，建立了实轴上的关联函数。首先把实变函数中距离的概念拓广为距的概念，作为定性描述扩大为定量描述的基础。

在经典数学中用特征函数来描述事物的确定性，在模糊数学中则用隶属函数来描述事物的模糊性，可拓数学中用关联函数来描述事物的可变性。特征函数和隶属函数的值域都是 $[0, 1]$ ，而关联函数的取值是整个实轴。特征函数和隶属函数是两个特殊的关联函数。

在距的基础上建立的关联函数把“具有某性质 P ”的事物从定性描述拓展到“具有性质 P 的程度”的定量描述，并建立了初等关联函数，使关联函数可以公式描述为：

关联函数随实际问题的不同，其形式也不相同，常用的关联函数如下。

1. 距

设 x 为实域 $(-\infty, +\infty)$ 上的任一点， $X_0 = \langle a, b \rangle$ 为实域上任一区间，称

$$\rho(x, X_0) = \left| x - \frac{a+b}{2} \right| - \frac{1}{2}(b-a)$$

为点 x 与区间 X_0 之距。

2. 位值

设 $X_0 = \langle a, b \rangle$, $X = \langle c, d \rangle$, 且 $X_0 \in X$, 则点 x 关于 X 、 X_0 的位值为

$$D(x, X_0, X) = \begin{cases} \rho(x, X) - \rho(x, X_0) & x \notin X_0 \\ -1 & x \in X_0 \end{cases}$$

若 $X_0 \subset X$, 且无公共端点, 则 $D(x, X_0, X) < 0$; 若 X_0 与 X 有公共端点, 则

$$D(x, X_0, X) \leq 0.$$

3. 初等关联函数

设 $X_0 = \langle a, b \rangle$, $X = \langle c, d \rangle$, $X_0 \subset X$ 且无公共端点, 作函数

$$K(x) = \frac{\rho(x, X_0)}{D(x, X_0, X)}$$

则称此函数为 x 关于 X_0 、 X 的初等关联函数, 此函数在 $x = \frac{a+b}{2}$ 处达到最大值。

若 X 和 X_0 有公共端点 x_p , 对一切 $x \neq x_p$, 令

$$K(X) = \begin{cases} \frac{\rho(x, X_0)}{D(x, X_0, X)} & D(x, X_0, X) \neq 0 \\ -\rho(x, X_0) - 1 & D(x, X_0, X) = 0 \end{cases}$$

三、可拓学综合评判的基本方法

可拓综合评价是建立在可拓集合论基础上的评价方法。这种评价方法不仅能从数量上反映被评价对象本身存在状态的所属程度, 而且更具特色的是能从数量上刻画何时为此性态与彼性态的分界, 这便是可拓集合的零界。可拓集合的正域、负域、零界等概念的引入为描述对象的动态性态带来了方便。

利用可拓学进行综合评价的基本思想是: 首先根据野外资料和实验以及其他途径获取基础资料。将研究对象分为若干等级; 确定出参与评价的指标, 以及各指标的区间值或范围值; 再将待评对象的各指标代入各等级的集合中进行多指标评定, 评定结果按它与各等级集合的关联度大小进行比较, 关联度越大, 它与某等级集合的符合程度就愈佳。具体的评价步骤如下:

1. 确定经典域

$$R_{0j} = (N_{0j}, C_i, V_{0ji}) = \begin{bmatrix} N_{0j} & c_1 & V_{0j1} \\ & c_2 & V_{0j2} \\ & \Lambda & \Lambda \\ & c_n & V_{0jn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} N_{0j} & c_1 & \langle a_{0j1}, b_{0j1} \rangle \\ & c_2 & \langle a_{0j2}, b_{0j2} \rangle \\ & \Lambda & \Lambda \\ & c_n & \langle a_{0jn}, b_{0jn} \rangle \end{bmatrix} \quad (1)$$

其中 N_{0j} 表示所划分的第 j ($j=1, 2, 3, \dots, m$) 个等级, c_i ($i=1, 2, 3, \dots, n$) 表示影响等级 N_{0j} 的因素, $V_{0ji} = \langle a_{0ji}, b_{0ji} \rangle$ 为 N_{0j} 关于因素 c_i 所确定的量值范围, 即各等级关于对应的评价因素所取的数据范围——经典域。

2. 确定节域

$$R_p = (P, C, V_p) = \begin{bmatrix} P & c_1 & V_{p1} \\ & c_2 & V_{p2} \\ & \Lambda & \Lambda \\ & c_n & V_{pn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} P & c_1 & \langle a_{p1}, b_{p1} \rangle \\ & c_2 & \langle a_{p2}, b_{p2} \rangle \\ & \Lambda & \Lambda \\ & c_n & \langle a_{pn}, b_{pn} \rangle \end{bmatrix} \quad (2)$$

其中 P 为对象等级的全体, $V_{pi} = \langle a_{pi}, b_{pi} \rangle$ 为 P 关于因素 C_i 所取量值的范围, 即 P 的节域。

3. 确定待评物元

对于待评的对象 P , 把所收集到的数据或分析结果用物元表示, 即得到待评物元 R 。

$$R = (p, c, v_i) = \begin{bmatrix} p & c_1 & v_1 \\ & c_2 & v_2 \\ & \Lambda & \Lambda \\ & c_n & v_n \end{bmatrix} \quad (3)$$

其中 P 为待评的对象, C_i 为影响对象等级的因素, v_i 为 P 关于因素 C_i 的量值, 即从待评对象所收集到的数据。

4. 确定权系数

权系数是反映评价标准重要程度的量化系数, 它的大小对于优度的高低具有举足轻重的作用, 不同的权系数会得到不同的结果。权系数通常由人确定, 常带有主观随意性, 这就影响到评价的真实性和可靠性。为了减少人为的干扰, 这里采用简单关联函数的方法来确定权系数。

设

$$r_{0ji}(v_i, V_{0ji}) = \begin{cases} \frac{2(v_i - a_{0ji})}{(b_{0ji} - a_{0ji})} & v_i \leq \frac{a_{0ji} + b_{0ji}}{2} \\ \frac{2(b_{0ji} - v_i)}{(b_{0ji} - a_{0ji})} & v_i \geq \frac{a_{0ji} + b_{0ji}}{2} \end{cases} \quad (4)$$

($i=1, 2, 3, \dots, n; j=1, 2, 3, \dots, m$)

且 $v_i \in V_{pi}$ (节域) ($i=1, 2, 3, \dots, n$), 则

$$r_{oj_{\max}i}(v_i, V_{oj_{\max}i}) = \max_{j=1}^m \left\{ r_{0ji}(v_i, V_{0ji}) \right\} \quad (5)$$

如果指标 i 的数据落入的类别越大, 该指标应该赋予越大的权系数, 则取

$$r_i = \begin{cases} j_{\max} \times (1 + r_{0j_{\max}i}(v_i, V_{0j_{\max}i})) & \text{当 } r_{0j_{\max}i}(v_i, V_{0j_{\max}i}) \geq -0.5 \text{ 时} \\ j_{\max} \times 0.5 & \text{当 } r_{0j_{\max}i}(v_i, V_{0j_{\max}i}) < -0.5 \text{ 时} \end{cases} \quad (6)$$

否则, 该指标应该赋予越小的权系数, 则取

$$r_i = \begin{cases} (m - j_{\max} + 1) \times (1 + r_{0j_{\max}i}(v_i, V_{0j_{\max}i})) & \text{当 } r_{0j_{\max}i}(v_i, V_{0j_{\max}i}) \geq -0.5 \text{ 时} \\ (m - j_{\max} + 1) \times 0.5 & \text{当 } r_{0j_{\max}i}(v_i, V_{0j_{\max}i}) < -0.5 \text{ 时} \end{cases} \quad (7)$$

于是指标 i 的权系数为:

$$\alpha_i = r_i / \sum_{i=1}^n r_i, \text{ 且 } \sum_{i=1}^n \alpha_i = 1 \quad (7)$$

公式（5、6）选用是与采用的类别顺序有关系的。类别的顺序不同，采用的公式也不同。若影响因素值愈大起到越不利的作用时，应赋予越大的权值（公式 5）；相反，应赋予越小的权值（公式 6）。

5. 确定各评价指标关于各类别等级的关联度

各单项评价指标 v_i 关于各等级 j 的关联度为

$$K_{0j}(v_i) = \begin{cases} \frac{\rho(v_i, V_{0ji})}{\rho(v_i, V_{pi}) - \rho(v_i, V_{0ji})} & \rho(v_i, V_{pi}) - \rho(v_i, V_{0ji}) \neq 0 \\ -\rho(v_i, V_{0ji}) - 1 & \rho(v_i, V_{pi}) - \rho(v_i, V_{0ji}) = 0 \end{cases} \quad (8)$$

$$\text{其中 } \rho(v_i, V_{0ji}) = \left| v_i - \frac{a_{0ji} + b_{0ji}}{2} \right| - \frac{b_{0ji} - a_{0ji}}{2}, \quad \rho(v_i, V_{pi}) = \left| v_i - \frac{a_{pi} + b_{pi}}{2} \right| - \frac{b_{pi} - a_{pi}}{2}$$

6. 计算待评物元关于各类别等级的关联度

待评对象 P 关于稳定性等级 j 的关联度为

$$K_{0j}(p) = \sum_{i=1}^m \alpha_i K_{0j}(v_i) \quad (9)$$

7. 确定评定等级

若 $K_{j\max}(p) = \max_{j \in \{1, 2, 3, \dots, m\}} K_{0j}(p)$ ，则评定 p 属于等级 j 。令

$$\bar{K}_{0j}(p) = \frac{K_{0j}(p) - \min_j K_{0j}(p)}{\max_j K_{0j}(p) - \min_j K_{0j}(p)} \quad (10)$$

$$j^* = \frac{\sum_{j=1}^m j \cdot \bar{K}_{0j}(p)}{\sum_{j=1}^m \bar{K}_{0j}(p)} \quad (11)$$

则称 j^* 为 p 的级别变量特征值。例如 $j=3$ ， $j^*=3.3$ 表示 p 属于第3类偏向第4类（严格来说应属于3.3类），从 j^* 中可看出偏向另一类的程度。

四. 地质灾害可拓学综合评判

根据上述可拓学评判的基本方法，地质灾害综合评判就可以实施了，实施过程可以按以下8个步骤进行。

1. 确定待评价地质灾害的最小单元

地质灾害的评价通常是在一个较大的范围内进行的，一般范围都在几十公里之上，因此，通常可以1个公里网格作为一个最小的评价单元。即以后发生的各步骤工作都是针对这最小单元进行的。将每一个最小单元，亦即每1个公里网格的地质灾害评价结果组合反映到

平面图上就完成了对一个地区的地质灾害评价。

2. 确定评价指标及其量值

首先确定参与评价的指标，每一个单元都按照相同的指标进行评价，每一个指标都给出对应的最小值与最大值，该值可以连续给出，也可以分段给出，详见表H-2。

表H-2 昆明市地质灾害危险性分区可拓学综合评价指标

序号	评价指标	类 别	对应量值
1	已有灾害点数量	1~2	1-0.80
		2~4	0.8-0.4
		4~6	0.4-0
		大于6	0
2	稳定状态	好	1-0.7
		中等	0.7-0.5
		差	0.5-0
3	灾害危害对象	无居民及主体建筑物	1-0.6
		有居民及主体建筑物	0.60-0.30
		城镇及主体建筑物	0.3-0.0
4	地质构造的复杂性	简单	1-0.66
		较复杂	0.66-0.33
		复杂	0.33-0.0
5	岩 性	坚硬	1-0.5
		中等坚硬	0.5-0.2
		软弱	0.2-0.0
6	人类活动影响强度	不强烈	1-0.7
		较强烈	0.7-0.4
		强烈	0.4-0.0
7	植被发育情况	发育	1-0.66
		较发育	0.66-0.33
		不发育	0.33-0.0
8	水文地质条件(水系)	有利	1-0.75
		较有利	0.75-0.35
		不利	0.35-0.00
9	坡 度	0-20	1-0.80
		20-40	0.8-0.4
		40-60	0.4-0
		大于60	0

各评价指标的数值及其使用的单位都可能不同，甚至也有的指标可能是定性的，为此，必须对这些指标进行量化，这里采用归一化的办法来进行量化处理，一般采用两种方法来实现归一化，使其满足条件。方法如下：

- ① 效益型指标——指标值越大越好的指标

$$y = \begin{cases} 1 & x \geq x_{\max} \\ \frac{x - x_{\min}}{x_{\max} - x_{\min}} & x_{\min} < x < x_{\max} \\ 0 & x \leq x_{\min} \end{cases} \quad (12)$$

② 成本型指标——指标值越小越好的指标

$$y = \begin{cases} 1 & x \leq x_{\min} \\ \frac{x_{\max} - x}{x_{\max} - x_{\min}} & x_{\min} < x < x_{\max} \\ 0 & x \geq x_{\max} \end{cases} \quad (13)$$

式中：y—定量指标评价值(量值)；

x—有量纲指标实际值；

x_{\max} —有量纲指标最大值；

x_{\min} —有量纲指标最小值；

各评价指标在归一化过程中要根据实际情况来确定成本型或效益型的归一化格式。

3. 建立分级标准

上述各单元指标归一化之后，还要根据已有的知识和实际情况，也可以利用已有的规范和标准等来建立各指标的综合分级标准。由于各指标归一化后的值，都是在 0—1 之间变化，这是一个连续的区间，而地质灾害的分级一般是三或四级划分，因此，要将 0—1 之间的值，划分为若干个区间，每一个区间对应一个确定的级别，各指标区间的分级标准见表 H-3。

表 H-3 昆明市地质灾害危险性分区分级标准

代号	影响因素指标	危险性分区标准		
		不危险 (1)	较危险 (2)	危险 (3)
c1	已有灾害点数量	1-0.80	0.8-0.4	0.4-0
c2	灾害稳定状态	1-0.7	0.7-0.5	0.5-0.0
c3	灾害危害对象	1-0.6	0.60-0.30	0.3-0.0
c4	地质构造的复杂性	1-0.66	0.66-0.33	0.33-0.0
c5	岩性	1-0.5	0.5-0.2	0.2-0.0
c6	人类活动影响强度	1-0.7	0.7-0.4	0.4-0.0
c7	植被发育情况	1-0.66	0.66-0.33	0.33-0.0
c8	水文地质条件(水系)	1-0.75	0.75-0.35	0.35-0.00
c9	坡度 (°)	1-0.80	0.8-0.4	0.4-0.0

4. 确定经典域及节域

根据表 2 的分级标准，按公式 (1 和 2) 确定经典域 R_{01} 、 R_{02} 、 R_{03} 、 R_{04} 和节域 R_p 。

5. 确定待评单元的物元

根据上述各步骤，得出各单元的评价指标量值，事实上就是将各单元归一化后的指标量值，通过公式 (3) 以获得各单元的待评物元。

6. 确定评价指标的权系数

为了避免人为的干扰，采用公式（4~7）计算权系数，可得单元的指标权系数矩阵：

7. 计算关联度，确定评价等级

根据公式（8~11）可得各单元待评物元关于各等级的关联度和评价等级。

8. 单元评价结果的表示

将每一个单元确定出的评价等级采用不同的颜色绘制在平面地质图上，就可以得出区内地质灾害的综合评价结果。

五. 地质灾害可拓学综合评判的主要特点

地质灾害的可拓学综合评价的主要特点是继承了可拓学评价方法的所有优点，其中最为重要的是在权系数的确定过程中避免了模糊数学综合评价过程中的人为因素干扰，而是直接采用可拓学公式计算来实现。而且也可以避免了神经网络方法训练过程的困境。

由于可拓学评判并没有对参与评价指标个数的限制，因此，在可能的情况下可以将较多的指标或影响因素统一到一个评价体系中。这样既可以将评价灾害易发性的指标，也可以将灾害危害程度的指标，还可以将经济指标一并放在一个评价体系中进行。这样评价出的结果就实际上代表了灾害易发区，灾害危险程度以及灾害经济损失综合评价结果，而不必分别进行三次评价。

由于评价范围内通常会包含大量的单元，几百以至数千个单元以上，借助与计算机的辅助功能是十分重要的。上述 8 个步骤中，第 4—第 7 个步骤都可通过已经编制的程序来实现，人为的工作只是针对前三步和最后一步。因此，在进行地质灾害的可拓学综合评价过程中，实际上进行数据准备，即准备表 H-1 和表 H-2 的数据以及计算结果的表示。所以，可以很快地获取评价结果。

六. 注意事项

采用可拓学的方法进行地质灾害的综合评价，最重要的实际上就是合理地给出表 2 和表 3 的值，此处给出的表 H-2 和表 H-3 的值，是根据昆明地区的特点给出的。由于项目时间太紧，许多工作尚不能深入进行。事实上表 H-2 中的许多数据是可以通过现场调查结合已有的地质资料可以获取的。实际上也可以把城市地质调查规范中表 G-13 地质灾害灾情（危害）程度分级标准表的内容加入，而且一些指标，如岩性，可以通过岩体结构面组合与强度特征来表达，岩体的风化强度也可以通过具体的数值来表达。

附录I 城市地质灾害经济损失评价

7.1 地质灾害经济损失评价的目的和内容

7.1.1 目的

为了定量地反映城市地区地质灾害对城市社会、经济、资源与环境等方面所造成的危害，提高城市建设者、管理决策者和广大群众的减灾防灾意识，便于在今后的防灾、救灾、减灾工作中发挥更大的作用，进行城市崩塌、滑坡、泥石流、地裂缝、地面塌陷、地面沉降和海水入侵等地质灾害所造成的经济损失评价。

7.1.2 内容

地质灾害经济损失指的是反映地质灾害承灾体的价值损失；用货币形式表征和计算地质灾害经济损失额、损失模数、相对损失率，分析评述地质灾害的经济损失构成、经济损失程度和分布情况。

(1)地质灾害期望经济损失评价：指对可能发生的地质灾害造成的损失进行的预评估，所用的评估参数多为预计数或预算值，带有很大的估计性质，目的是为救灾、减灾、恢复、重建等进行投入决策提供依据。

(2)地质灾害灾后经济损失评价：指在灾区恢复重建之后进行的评估，所采用的评价参数已是实际数值，也可称灾后决算经济评价，它能较全面客观地反映这场灾害造成的实际经济损失，能客观地全面总结防灾、救灾、减灾等工作中的经验教训。

7.2 地质灾害造成的损失构成

7.2.1 地质灾害破坏损失构成

包括造成的人类身心和生命的伤害、社会和经济影响、资源与环境危害等，其详细构成如表 I-1。

表 I-1 地质灾害破坏损失构成表

地质灾害破坏损失构成	生命影响损失	人员死亡或失踪
		人员伤残
		人的精神伤害或心理伤害
	经济影响损失	财产破坏损失，包括国家事业、企业，私人企业或个人的财产破坏损失
		产业直接损失，包括减产、停产损失
		产业关联损失，如投入积压与投资溢价损失
	社会影响损失	社会发展影响损失
		政治稳定影响损失
	资源与环境 影响损失	土地资源与土地环境影响损失
		水资源与水环境影响损失
		生物资源与生物环境影响损失
		综合生态环境影响损失

7.2.2 地质灾害造成的经济损失构成:本《规范》所指的地质灾害经济损失不包括造成的人类身心和生命的伤害,仅为地质灾害对社会影响、经济影响、资源与环境危害等方面造成的经济损失之和。

地质灾害的破坏对象不同,经济损失构成不同:崩塌、滑坡、泥石流破坏范围最广,几乎涉及各类承灾体;地裂缝、岩溶塌陷、地面沉降灾害经济损失主要表现为建筑物、道路等工程设施和土地价值损失等;而海水入侵灾害经济损失主要为地下水资源价值损失;……。

7.3 地质灾害经济损失评价方法

7.3.1 承灾体及其价值与易损性

7.3.1.1 承灾体:指地质灾害事件影响或可能影响的范围内,受到灾害威胁的各种对象,包括人口、财产、经济活动、建筑物、公共设施、土地、资源与环境等。承灾体可以按物质财富分类如下:

(1)居民财产,包括城市居民财产(包括房屋、家居用品)、乡村居民财产(包括房屋、家居用品);

(2)种植养殖的动植物(农林牧渔第一产业价值);

(3)农业净资产;

(4)工业净资产;

(5)交通运输业(铁路、公路、运输工具);

(6)建筑业净资产;

(7)商业净资产;

(8)金融和科研单位净资产;

(9)医疗卫生机构净资产;

(10)机关及其附属单位净资产;

(11)中小学校净资产;

(12)其它净资产。

7.3.1.2 承灾体的价值及承灾体的价值损失计量

为便于估价,承灾体整体的价值损失按物质财富类别分别作以下说明。

(1)城市居民房屋

总体价值:遭受一次灾害作用的城市居民的房屋,以单体的一座、一所为最小单位,有一座算一座,有一所算一所。承灾体总体受灾害作用损失的价值可以按受损坏房屋残存价值推算,比如砖、木料等还有一定的价值,那么从承灾体整体价值中减去这些有用物的价值,即为损失价值,再比如,一座房子只毁损一角,可以修复,那么修复的价值即为损失价值。

(2)乡村居民房屋与城市居民房屋类似。

(3)城市居民家居用品(居民户所拥有的除房屋以外的所有物品)

总体价值:遭受一次灾害作用的城市居民户的家居用品,有一户,算一户,不论程度轻重,只要受破坏就放在一起视为一个承灾体总体。其计算方法可以按主要消费品平均每户拥有量及户数计算,也可从其它途径获得。

承灾体总体损失的价值为居民户损失的家居用品受灾前的价值。在主要消费品目录中的家居用品有一件算一件,不论程度多么轻,只要毁损就全部计入毁损价值,不计残存价值。比

如一户居民在灾害中电视机毁坏,不管毁损的程度轻重,其价值全部计入损失价值,而电冰箱没有毁损,电冰箱的价值就不计入损失价值。由于家居用品的价值只能按重置的市场价格计算,因而需要考虑家居用品新旧系数。

(4)乡村居民家居用品与城市家居用品类似,但新旧系数会略有差异。

(5)种植养殖动植物

总体价值:遭受一次灾害作用面积内的各种养殖动植物,其价值为总体的价值。其损失价值用残存价值去推算,即总体价值减掉残存动植物价值。

(6)农业净资产

总体价值:遭受一次灾害作用的农用生产资料,构成固定资产的生产资料以一件固定资产的台、套、架等为计量单位,种类繁多不构成固定资产的原材料的受灾害作用部分作为总体的构成部分。承灾体总体的价值为这些生产资料的净值。承灾体总体的价值损失为总体价值减残存的生产资料价值。作为生产用房的房屋按照在城市居民房屋部分给出的原则处理。

(7)工业净资产、建筑业净资产、商业净资产、交通运输工具、医疗卫生业净资产、金融、科研、机关及其附属事业单位的净资产和各类学校的净资产计量都与农业净资产计量相似。

(8)铁路、公路

总体价值:遭受一次灾害作用的铁路、公路的长度。承灾体总体的计量单位为公里或米。承灾体总体的价值为该受灾害作用长度 \times 预算价格。承灾体总体价值损失为修复费用减残值。

(9)新增价值易损性

新增价值的整体是在受灾区域内因直接遭受地质灾害作用而停产或减少产值的所有单位在年内正常生产期间月平均新增价值之和再乘12。损失的新增价值是停产单位在正常生产期间月平均新增价值乘以停产月数再加虽未停产但减少产值的单位减少的新增价值。可以按产值减少的比率计算,也可以通过其它途径获得。但对于间接减少产值单位的新增价值不再计在其中。新增价值是间接损失。

7.3.1.3 承灾体的易损性

指某种地质灾害事件以一定的强度发生而承灾体可能破坏的机会与造成的损失程度。承灾体易损性从实际案例取得数据较难,长期从事相关工作的人可以凭经验估计各类承灾体损失的百分数。获得承灾体易损性数据主要通过专家咨询,表 I-2 是地质灾害承灾体的易损性专家建议汇总表。

7.3.2 承灾体价值损失的基本方法

地质灾害经济损失主要是通过承灾体的价值损失表现的,核算承灾体价值损失的基本方法有:成本价值或修复成本价值核算;收益损失核算;成本—收益损失核算。

7.3.2.1 成本价值或修复成本价值损失核算

(1)以承灾体成本价值为基数,根据其灾损程度或者修复成本、防灾成本投入核算承灾体的价值损失。**房屋、铁路、公路、桥梁、生命线工程、水利工程、构筑物、设备及室内财产等绝大多数承灾体均适宜采用该方法核算价值损失。**核算的基本式为:

$$\text{灾体价值损失} = \text{承灾体成本价值} \times \text{承灾体价值损失率(承灾体易损性)} \quad A$$

A 式适用于已经建成的而没采取专门性防灾措施的工程和已经制造的设备、物品的价值损失核算,式中的承灾体成本价值为受灾前的现实价值。

表 I-2 承灾体的易损性专家建议汇总表

物质财富种类	易损性														
	崩塌滑坡					泥石流					塌陷				
	特大型	大型	中型	小型	不分级	特大型	大型	中型	小型	不分级	特大型	大型	中型	小型	不分级
一、城市居民房屋	80.4	80.3	60.8	51.2	55.8	93.5	93.3	53.9	10.9	53.8	51.2	51.1	50.8	50.7	50.9
二、城市居民家居用品	93.1	88.1	68.2	30.0	58.1	96.0	96.9	94.0	94.8	88.7	7.4	6.7	6.6	6.4	6.5
三、农村居民房屋	81.1	79.9	60.7	50.2	59.6	94.6	94.6	70.4	51.0	79.9	49.8	49.0	48.2	47.9	48.9
四、农村居民家居用品	93.1	88.1	68.5	30.0	59.0	97.3	97.1	88.5	83.3	88.4	7.2	7.1	6.9	6.7	6.9
五、种养动植物	90.0	89.9	89.7	89.4	89.9	98.4	98.0	93.1	86.8	92.6	82.5	82.2	82.0	81.6	82.1
六、农业净资产	94.6	89.5	50.4	21.0	41.2	93.9	88.7	51.0	14.2	60.4	3.8	3.2	3.1	2.8	3.1
七、工业净资产	94.2	89.3	49.6	19.9	40.4	91.2	89.3	50.7	12.9	60.2	3.5	3.3	3.2	2.9	3.2
八、建筑业净资产	94.6	90.1	51.5	22.9	42.4	93.4	89.2	51.0	13.4	67.6	2.9	2.7	2.6	2.3	2.6
工业建筑业净资产平均值	94.4	89.7	50.5	21.4	41.4	93.8	89.2	50.8	13.2	63.9	3.2	3.0	2.9	2.6	2.9
九、商业净资产	93.8	89.0	57.6	40.6	52.3	97.1	88.9	49.4	10.4	59.0	2.9	2.7	2.6	2.4	2.8
十、交通运输工具	94.4	89.0	50.6	21.5	42.1	93.8	88.9	51.7	9.9	56.3	3.0	2.8	2.7	2.5	2.7
十一、铁路	80.0	70.2	53.8	30.1	58.3	93.8	93.2	79.4	20.3	66.5	58.2	58.2	58.0	57.9	58.5
十二、公路	97.1	82.6	67.2	42.6	65.7	96.7	96.0	94.7	75.1	89.5	94.3	93.8	93.0	92.5	92.1
十三、医疗卫生净资产	94.4	89.0	51.3	21.7	41.7	93.8	88.8	50.4	12.4	59.3	6.0	5.5	5.4	5.2	5.8
十四、金融科研机关及附属事业单位	80.9	80.1	61.4	50.2	65.8	93.8	92.6	55.2	14.3	58.3	26.2	25.6	25.3	25.3	25.5
十五、各类学校净资产	85.2	79.8	60.6	49.8	64.4	94.6	93.3	57.1	22.3	60.8	46.6	45.2	43.8	42.8	44.4
十六、新增价值	16.5	11.5	6.5	4.3	6.5	94.2	81.6	47.2	26.2	46.0	11.5	9.4	6.7	3.4	6.9

(2) 对那些灾损程度较低, 且易于修复的承灾体的价值损失核算, 采用下列公式B计算:

$$\text{承灾体价值损失} = \text{承灾体修复成本方法} \quad B$$

在这里, 用修复成本代替承灾体价值损失。应该说明的是, 有的承灾体遭到灾害破坏后, 经过修复可基本恢复灾前的性状和功能, 此时, 修复成本即相当于承灾体价值损失。而有的承灾体受某种程度的灾害破坏后, 经过维修只能部分恢复性状和功能, 此时其价值损失除维修成本外, 还应包括维修后因没有恢复原有性能而形成的价值损失。

(3) 对于“已经建成的并采取了专门防灾措施而且保障能达到防灾效果的工程设施、设备、物品等的价值损失核算”和“没有建设或制造的工程设施、设备、物品。运用该式核算出的承灾体价值损失实质上是有效防灾而增加的建设生产成本或防灾的专门投入”的承灾体价值损失, 可按下列C式计算:

$$\text{承灾体价值损失} = P_{\text{有}} - P_{\text{无}} \quad C$$

$P_{\text{有}}$ --实施有效防御措施情况下的承灾体成本价值; $P_{\text{无}}$ --无灾害防御情况下同一灾体的成本价值。

对于已建工程或已有物品, 式中的成本均为现实成本, 对于尚没有建造的工程或物品, 式中的成本均为影子成本。

7.3.2.2 收益损失核算

以承灾体的可能收益为基数，根据其灾损程度核算承灾体价值损失。**该方法主要适用于农作物价值损失核算。**农作物受灾后的直接表现是受到挫折或者死亡、毁灭，其最终后果是农作物减产或绝收。由于农作物生长严格受时令季节的影响，所以农作物受灾后不仅使农民已经投入的成本受到损失，而且更重要的是耽误农时，使农作物收益受到损失。一般按下列模型D进行核算：

$$\text{农作物价值损失} = \text{无灾情况下农作物收益价值} \times \text{农作物减产比率} \quad D$$

7.3.2.3 成本-收益价值损失核算

该方法主要适用于**土地资源和水资源价值损失核算**。以承灾体的成本和收益价值为基数，根据其灾损程度核算承灾体价值损失。土地资源和水资源都属于自然资源，目前我国还没有形成产业市场，还没有完善的科学方法核算它们的价值和价值损失。但可采取下列变通的方法核算其价值损失。

(1) 土地价值损失估算：土地价值的高低主要取决于自然条件和社会经济条件。在自然条件中，灾害威胁程度是决定性因素之一。在城市地质灾害多发地区，投资风险大，开发项目受到很大限制，所以地价水平明显低于无灾害威胁的同类地区的地价水平。**因此，可采用地价差值代替地质灾害所造成的土地价值损失，即根据评价区的现行地价(基准地价或出让、租用地价)与其它同类条件但无灾害威胁地区(地段)地价相比较，以二者的差值作为土地价值损失。**

(2) 水资源价值损失估算：地下水资源（包括地表水）价值损失则根据其成本价值损失和效益价值损失直接进行核算。成本价值损失是假设因地质灾害(海水入侵灾害)使地下水资源遭到破坏后，从其它途径为获取等量的与灾前同质量水资源所需要增加的开发成本作为地下水资源的价值损失。或者以地下水资源因海水入侵灾害而遭到破坏后，在农业、工业等方面减少的收益作为地下水资源的价值损失。

7.3.3 地质灾害灾后经济损失评价方法

在全面调查统计或者抽样调查统计基础上，根据各类承灾体损毁数量、损毁程度和相应的价值损失率计算分析灾害的经济损失程度和损失分布特点。分下列几种情况进行估算：

(1) 对于成灾范围较小，受灾体数量较少的地质灾害事件，可以对所有受灾体进行实际调查，评估灾前价值，并根据其实际破坏情况，逐一确定损毁程度和价值损失率，然后按下式核算灾害经济损失：

$$S(l) = \sum_{i=1}^n J_i J_{sj}$$

式中：S(1)—灾害事件经济损失；J_i—某个受灾体灾前价值；J_{sj}—该受灾体因灾价值损失率。

(2) 如果成灾范围比较大，受灾体数量比较多，难以对受灾体进行逐个调查时，可采用分类调查统计或抽样调查统计方法核算灾害事件的经济损失。具体步骤是：根据易损性给出的分类标准，划分受灾体类型，通过全面调查或抽样调查，统计不同类型、不同损毁程度的受灾体灾前价值和损毁数量，然后按下式核算灾害事件的经济损失：

$$S(l) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n J(d)_i \cdot L_{ij} \cdot J_{sij}$$

式中：S(l)——灾害事件经济损失；J(d)_i——i类受灾体灾前平均单价；L_{ij}——i类受灾体发生j级损毁的数量；J_{sij}——i类受灾体发生j级损毁时平均价值损失率；i——受灾体类型；j——受灾体损毁等级。

一个地区某一时段内地质灾害经济损失相当于该地区该时段内各次地质灾害事件经济损失之和。即：

$$S_{\text{区}} = \sum S_{\text{次}}$$

式中：S_区——评价区地质灾害经济损失；S_次——地质灾害事件经济损失。

以上核算得出的是地质灾害的经济损失额，即以人民币量化的绝对损失。为了进一步显示地质灾害事件的损失水平，可按附录 G 表 G-13 的地质灾害分级标准，确定灾害事件的等级。

为了更加全面地反映地区地质灾害的损失程度和损失分布情况，可以行政区为单元，调查统计灾害经济损失，然后按下式计算出损失模数：

$$S_m = \frac{S}{m}$$

式中：S_m——损失模数(万元 / km²)；S——损失额(万元)；m——面积(km²)。

为了反映地区地质灾害的相对损失程度，可以计算全评价区及区内行政单元的地质灾害损失比，其值相当于地质灾害经济损失与同区域国民生产总值(或财政收入)的比值。

7.3.4 地质灾害期望经济损失评价方法

预测地质灾害经济损失需根据不同类型地质灾害活动特点计算期望损失：崩塌、滑坡、泥石流等突发性地质灾害根据风险评价理论，采用概率预测方法计算期望损失；地面沉降、海水入侵等缓发性地质灾害采用趋势预测方法计算期望损失。下面分别按“点评估”和“面评估”来叙述。

7.3.4.1 点评估地质灾害期望损失评价

不同地质灾害的成灾过程和损失构成不同，期望损失的评价方法不一。可划分为下列三种：

(1)应用概率方法核算突发性地质灾害期望损失

突发性地质灾害指的是崩塌、滑坡、泥石流、岩溶塌陷。进行评估的对象都是那些已经具备灾害活动的基础条件，或者已经出现潜在灾害体的雏形，甚至在历史上发生频繁活动的灾害点。这些现象今后发生活动的可能性主要取决于灾害基础条件的进一步成熟和激发因素的出现。可把这些灾害活动看作是一种概率事件，应用概率预测方法核算灾害期望损失。基本步骤是：根据历史地质灾害活动规律以及地质灾害基础条件和激发条件的充分程度，分析地质灾害活动频率以及不同频率下的地质灾害的可能危害范围和危害强度；核算承灾体价值以及不同强度危害下承灾体的价值损失率；按下式计算灾害期望损失：

$$S_{(q)} = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n G_{ij} J_{aij} J(d)_i L_{il}$$

式中： $S(q)$ —灾害事件期望损失； i —受灾害事件危害的承灾体类型； j —承灾体损毁程度等级； G_{ij} —评价区(或评价单元)第 i 类灾体遭受一定强度灾害危害后发生 j 级破坏的概率； J_{sij} — i 类承灾体发生 j 级破坏情况下的价值损失率； $J(d)_i$ — i 类承灾体平均单价； L_{ij} — i 类承灾体发生 j 级破坏的数量。

(2)应用趋势预测方法核算缓发性地质灾害的期望损失

缓发性地质灾害指的是地面沉降、海水入侵和地裂缝灾害，发生过程缓慢，成灾活动具有长期性、累进性特点。这些灾害的评估对象几乎都是已经发生一定规模的灾害分布区。

从灾害活动特征看，地面沉降等缓发性地质灾害虽然也是具有一定的随机性，但不属于概率事件。在这种情况下，未来灾害损失可能出现不同的趋向：现状约束条件下的历史自然趋势；目标约束条件下的控制趋势。

①现状约束条件下的自然趋势是指评价区自然条件和人为条件不发生显著变化情况下灾害损失的发展可能。对此可以在对历史灾情进行调查统计基础上采用自然趋势预测方法评价灾害的期望损失。其基本原理是假设在未来预测时段内，评价区的灾害损失基本上沿袭历史损失的变化趋向与幅度稳定发展，因此在对历史灾情调查统计后，可绘制灾害损失与时间变化曲线，根据曲线类型，判断二者的依存关系，建立相应的预测模型，然后进行灾害损失预测，评价灾害期望损失。灾害损失与时间变化的最简单情况是灾害破坏损失随时间以均匀速率持续增长。此时的预测模型为：

$$S(q) = \frac{\sum_{t=1}^n s(t)_0 (1 + \Delta S_t)^t}{t}$$

式中： $S(q)$ —预测时段灾害期望损失； $S(t)_0$ —现状条件下预测起始年灾害经济损失； ΔS_t —现状条件下年均灾害经济损失变化速率； t —预测时段年限。

当然，并不是所有的灾害都具有等速发展规律，灾害与时间之间除了线性关系外，还可能有指数增长关系以及 S 增长关系、累计增长关系等多种形式，对此可分别采用不同的方法或模型进行预测评价，最终得到灾害的期望损失。

预测评价的基本步骤：首先对历史灾情进行调查统计，绘制灾害损失(或面积)与时间关系曲线；判断相关类型、建立预测模型，必要时进行坐标变换，使模型简化；确定有关参数，进行灾害损失预测；根据灾害损失预测结果，计算灾害期望损失，评价期望损失构成。

②目标约束条件下的控制趋势是指那些主要由人为活动引发的地质灾害，为了控制或预防灾害活动的发生或发展，根据防治目标，采取相应的措施，使灾害活动沿着一定的目标趋势发展的现象。在这种情况下，采用控制趋势分析评价灾害期望损失。

控制趋势预测是相对于自然趋势预测而言的，它应用于那些已经实施或者规划实施灾害防治措施的损失评估，其应用的对象主要是地面沉降和海水入侵灾害的期望损失评估。其基本方法与自然趋势分析方法大体一致，所不同的有两点：一是评估模型中的灾害变化速率不是自然速率，而是防治目标中的控制速率；二是在预测损失中除了灾害的直接损失外，还应包括控制灾害发展的投入或者因此而失去的可能效益即机会成本。用下式表达上述评价方法：

$$S(q) = \frac{\sum_{t=1}^n S(t)_0 (1 + \Delta S_t')^t}{t} + \frac{S(F)}{t'}$$

式中： $\Delta S_t'$ —目标约束条件下灾害经济损失变化速率； $S(F)$ —为实现控制目标而投入的费用； t' —实现控制目标费用的有效年限；其它符号同前。

为实现控制目标而投入的费用主要指为防治灾害发生、发展而采取的工程措施和非工程措施的成本费用。其有效年限指这些措施的正常使用年限。对于已经形成的控制费用，按实际数额核算；对于尚没形成的预期控制费用，可根据控制目标和防治规划，采用影子工程法核算控制费用。

同自然趋势预测一样，现状灾害水平和未来灾害变化速率除采用现状经济损失和经济损失变化速率外，还可采用现状灾害危害范围和灾害危害面积变化速率，据此计算出未来预测条件下灾害的危害范围，并划分危害强度，然后根据未来预测期的承灾体分布情况，进行易损性预测，最后评估预测经济损失，计算期望损失，分析损失构成与损失分布特点。

7.3.4.2 面评估期望损失评价

在实施“面评估”的评价区中，常常有许多灾害点，这些灾害点有时属于同一类害，有时属于几类灾害。对其进行损失评估的最可靠的方法是首先对各灾害点进行评估，然后进行累加，得出评价区的期望损失。即：

$$S(q)_{\text{面}} = \sum S(q)_{\text{点}}$$

式中： $S(q)_{\text{面}}$ —评价区地质灾害期望损失； $S(q)_{\text{点}}$ —评价区各地质灾害点期望损失。

这种方法虽然简便实用，但如果评价区范围较大，灾害种类和灾害点特别多时，难以逐点进行损失评价，此时只能在专门勘查基础上，采用平均危害面积比率和灾害平均活动概率(或平均发展速率)分析评估灾害期望损失。具体方法和步骤是：

首先，对评价区进行专门勘查，弄清历史灾害与潜在灾害类型、数量、分布、形成条件以及活动频次、破坏损失情况，调查评价区人口、工程设施、土地、资源以及它们的价值分布情况。

其次，以行政区或自然地理条件为基础划分评价单元，分单元、分类统计地质灾害的可能危害范围，并且计算地质灾害危害面积比(地质灾害危害面积与评价区或评价单元的面积比值)。

第三，根据地质灾害活动条件的充分程度确定评价区或评价单元的地质灾害平均活动概率或平均发展速率。

第四，核算评价区和评价单元不同类型承灾体价值分布，根据承灾体承灾能力确定承灾体平均价值损失率。

第五，按下式计算评价区或评价单元突发性地质灾害期望损失。

$$S(q) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n G'_{ij} J'_{sij} J(d)_i L_i m$$

式中： $S(q)$ —评价区突发性灾害的期望损失； i —承灾体类型； j —承灾体损毁程度等级； G_{ij} — i 类承灾体遭受灾害危害后发生 j 级破坏的平均概率； J_{sij} — i 类承灾体发生 j 级破坏情况下的平均价值损失率； $J(d)_i$ — i 类承灾体平均单价； L_i — i 类承灾体的数量； m —地质灾害危害面积比率。

如果与突发性地质灾害点评估相比较，该评价式与之差别除了承灾体破坏概率和价值损失率由点评估的定值变为平均值外，由于在面评估中发生破坏的承灾体数量难以具体量化，所以用评价区(或评价单元)内承灾体的总数与灾害危害面积比值的乘积代替；评价区或评价单元承灾体总数可以通过实际勘查并参考社会经济统计资料获得。

由于地面沉降、海水入侵等缓发性地质灾害期望损失是在分析灾害危害范围基础上进行评价的，所以在面评估中仍可采用点评估的方法进行评价。

如果评价区发育多种类型的地质灾害，则在分类评价的基础上，将各类地质灾害的期望损失进行累加即为评价区各种地质灾害的期望损失。

最后，在核算评价区地质灾害期望损失的同时，进一步计算期望损失模数、期望损失率，并根据各评价单元的期望损失指标，绘制评价区期望损失分布图，结合评价区危险性、易损性特点及自然地理和社会经济条件，分析评价区期望损失分布规律与影响因素。

7.4 具体评价实例

可参见下列参考书目及文献：

- (1)《地质灾害灾情评估理论与实践》(张梁等，地质出版社，1998)
- (2)《地质灾害风险评估方法》(罗元华等，地质出版社，1998)。
- (3)朱琰等，地面沉降的经济损失构成及其计算方法，中国地质灾害与防治学报，第16卷，第1期。
- (4)张梁等，泥石流防治工程经济效益评价研究，中国地质灾害与防治学报，第16卷，第3期。
- (5)王景明等编著，《地裂缝及其灾害的理论与应用》(陕西科学技术出版社，2000年版)第553页“地裂缝发展趋势预测与灾情评估实例”。

附录 J：城市环境地质调查数据库与信息系统建设（待补）

附录 K：调查表格

表 K.0.1	野外水文地质点调查表
表 K.0.2	机(民)井调查表
表 K.0.3	地下水单井开采量调查表
表 K.0.4	地下水开采量监测数据汇总表
表 K.0.5	___年___期地下水位统测野外记录表
表 K.0.6	地下水位统测汇总表
表 K.0.7	地下水污染调查表
表 K.0.8	海水入侵调查表
表 K.0.9	城市垃圾场调查表
表 K.0.10	不稳定斜坡调查表
表 K.0.11	崩塌调查表
表 K.0.12	滑坡调查表
表 K.0.13	泥石流调查表
表 K.0.14	地面塌陷调查表
表 K.0.15	地面沉降调查表
表 K.0.16	地裂缝调查表
表 K.0.17	海岸侵蚀与淤积调查表

表 K.0.1-1 野外水文地质点调查表

项目名称:

调查单位:

统一编号		野外编号			
经度	° ' "	纬度	° ' "	高程	m
地理位置	省(直辖市、自治区) 市 区 街				
取样情况				图幅名称及编号	
地貌 与地 质	(地形、地貌、地层、构造)				
水文 地质 条件	(含水层的分布与埋藏, 地下水补、径、排条件)				
环境 地质 问题	(地面稳定、斜坡稳定、污染)				
沿途 描述 及访 问记 录	(沿途描述及访问记录)				

表 K.0.1-2 野外水文地质点调查表（续）

示意图	平面图
	剖面图
调查人： 记录人： 审核人： 调查日期： 年 月 日	

表 K.0.2 机(民)井调查表

项目名称：调查单位：

统一编号		野外编号		图幅名称及编号	
地理位置		省(市) 市 区 街			
经 度		° ' "		井台高度 m	
纬 度		° ' "		地面高程 m	
井口直径		M		水位埋深 m	
井 深		M		井底直径 cm	
井的类型		<input type="checkbox"/> 机井 <input type="checkbox"/> 民井		井与地表水距离 m	
取样情况		<input type="checkbox"/> 简分析 <input type="checkbox"/> 全分析 <input type="checkbox"/> 专门测试		取水设备及型号	
				主要取水含水层段 从 m m,从 m m, 从 m m	
		样品编号		开采量 m³/h	
水质特征	水温	℃	气温	℃	味
	pH				嗅
	色				透明度
井结构				洗井情况	
成井时间		年 月 日		开采方式 <input type="checkbox"/> 长期开采 <input type="checkbox"/> 间歇开采	
污染源类型		<input type="checkbox"/> 污水坑 <input type="checkbox"/> 排污河渠 <input type="checkbox"/> 厕所 <input type="checkbox"/> 垃圾场 <input type="checkbox"/> 化工厂 <input type="checkbox"/> 加油站 <input type="checkbox"/> 农田 <input type="checkbox"/> 其他		主要用途 <input type="checkbox"/> 生活用水 <input type="checkbox"/> 工业用水 <input type="checkbox"/> 农牧业用水 <input type="checkbox"/> 其他用水	
		距井	M		
调查点平面位置示意图 (1:500-1000)					



调查人： 记录人： 审核人： 调查日期： 年 月 日

表 K.0.3 地下水单井开采量调查表

项目名称:

调查单位:

城市名		标准代码		乡镇名称	
统一编号		野外编号		机井名称	
经 度	° ' "	纬 度	° ' "		
单井开采量与灌溉面积统计表					
计量方法	项 目		数 值		
耗电法	额定出水量(m³/kwh)				
	单井年耗电量(kwh/a)				
	单井开采量(10⁴m³/a)				
耗油法	额定出水量(m³/L)				
	单井年耗油量(L/a)				
	单井开采量(10⁴m³/a)				
流量法	额定出水量(m³/h)				
	年开采时间(h/a)				
	单井开采量(10⁴m³/a)				
作物类型	灌溉面积(亩)		灌溉定额(m³/亩)		用水量 (m³)
小 麦					
玉 米					
水 稻					
果 树					
草 地					
菜 地					
其 它					
合计					

调查人:

记录人:

审核人:

调查日期:

年 月 日

表 K.0.4 地下水开采量监测数据汇总表

开采井编号	统计年份	地下水开采量(×10 ⁴ m ³)												
		1 月	2 月	3 月	4 月	5 月	6 月	7 月	8 月	9 月	10 月	11 月	12 月	年合计

汇总人:

填表人:

审核人:

填表日期:

年

月

日

表 K.0.5 ____年____期地下水位统测野外记录表

项目名称:

调查单位:

统一编号		野外编号	
经 度 ° ' "		纬 度 ° ' "	
地理位置		省(市) 市 区 街(路) 号	
地面标高		m 井 深 m	
是否做过抽水试验		<input type="checkbox"/> 是 <input type="checkbox"/> 否	
取水设施		<input type="checkbox"/> 水泵 <input type="checkbox"/> 其他	
开采情况		<input type="checkbox"/> 连续开采 <input type="checkbox"/> 间歇开采	
成井日期		_____年_____月_____日	
含水层特征	取水层位	<input type="checkbox"/> 潜水含水层 <input type="checkbox"/> 第一承压含水层 <input type="checkbox"/> 第二承压含水层 <input type="checkbox"/> 第三承压含水层 <input type="checkbox"/> 第四承压含水层 <input type="checkbox"/> 基岩裂隙(岩溶) <input type="checkbox"/> 混合	
	地下水类型	<input type="checkbox"/> 孔隙水 <input type="checkbox"/> 裂隙水 <input type="checkbox"/> 岩溶水 <input type="checkbox"/> 其他	
	含水层岩性		
水位埋深		M	统测日期 年 月 日
水位标高		M	
水 温		℃	气 温 ℃
水位统测井位置示意图			

调查人:

记录人:

审核人:

调查日期:

年 月 日

表 K.0.6 地下水位统测汇总表

统一 编号	野外 编号	统测 年份	地面高 程（m）	井口高程 （m）	丰水期			枯水期			年 末/平水期			调查单位	调查人
					时间	埋深 （m）	水位(m)	时间	埋深 （m）	水位 （m）	时间	埋深 （m）	水位 （m）		

汇总人:

填表人:

审核人:

填表日期:

年

月

日

表 K.0.7 地下水污染调查表

项目名称:

调查单位:

统一编号			图幅名称			图幅编号		
野外编号			比例尺			照片张数		
地理位置	省(市) 市 区 街(路) 号							
类 型	<input type="checkbox"/> 泉 <input type="checkbox"/> 井		地理坐标	经度: ° ' "				
地面高程	m			纬度: ° ' "				
取样类型			分析项目					
取样井	类型				井口直径			
	井深				水位高程			
	成井时间				开采方式			
	井水用途							
现场测试项目	DO: mg/L Sat: % pH: T: °C Eh: mV EC: μ s/cm Sal:							
水文地质条件	取水层位		<input type="checkbox"/> 潜水含水层 <input type="checkbox"/> 第一承压含水层 <input type="checkbox"/> 第二承压含水层 <input type="checkbox"/> 第三承压含水层 <input type="checkbox"/> 第四承压含水层 <input type="checkbox"/> 基岩裂隙(岩溶)					
	含水层特征	地下水类型	<input type="checkbox"/> 孔隙水 <input type="checkbox"/> 裂隙水 <input type="checkbox"/> 岩溶水 <input type="checkbox"/> 其他					
		岩 性	松散沉积	<input type="checkbox"/> 砾石 <input type="checkbox"/> 粗砂 <input type="checkbox"/> 中砂 <input type="checkbox"/> 细砂 <input type="checkbox"/> 粉砂 <input type="checkbox"/> 冰渍物 <input type="checkbox"/> 黄土				
			沉积岩	<input type="checkbox"/> 砾岩 <input type="checkbox"/> 粗砂岩 <input type="checkbox"/> 中砂岩 <input type="checkbox"/> 细砂岩 <input type="checkbox"/> 粉砂岩 <input type="checkbox"/> 石灰岩 <input type="checkbox"/> 白云岩 <input type="checkbox"/> 煤层 <input type="checkbox"/> 泥、页岩				
			火成岩 变质岩	<input type="checkbox"/> 结晶岩(名称) <input type="checkbox"/> 火山岩 <input type="checkbox"/> 变质岩(名称)				
				<input type="checkbox"/> 其他				
		顶板埋深	m			底板埋深	M	
		含水层厚度	M					
		水位埋深	m			采样编号		
		调查点所在地下水流系统中的位置		<input type="checkbox"/> 补给区 <input type="checkbox"/> 径流区 <input type="checkbox"/> 排泄区				
		附近地表水体		<input type="checkbox"/> 河 <input type="checkbox"/> 湖(塘) <input type="checkbox"/> 渠 <input type="checkbox"/> 污水沟				
		地表水体与地下水的补排关系		<input type="checkbox"/> 补给地下水 <input type="checkbox"/> 排泄地下水				
污染源	类 型	<input type="checkbox"/> 点 <input type="checkbox"/> 线 <input type="checkbox"/> 面		距井距离				
	排 放 量	m ³ /d kg/d		排放方式	<input type="checkbox"/> 连续排放 <input type="checkbox"/> 间歇排放			
	排放去向	<input type="checkbox"/> 河 <input type="checkbox"/> 湖(塘) <input type="checkbox"/> 渠 <input type="checkbox"/> 污水沟 <input type="checkbox"/> 污灌		主要污染物类型	<input type="checkbox"/> 病原菌 <input type="checkbox"/> 酸 <input type="checkbox"/> 碱 <input type="checkbox"/> 氮 <input type="checkbox"/> 磷 <input type="checkbox"/> 重金属 <input type="checkbox"/> 溶剂 <input type="checkbox"/> 农药 <input type="checkbox"/> 石油 <input type="checkbox"/> 其他			

	影响及危害		
地下水污染途径		<input type="checkbox"/> 间歇垂直入渗 <input type="checkbox"/> 连续垂直入渗 <input type="checkbox"/> 侧向径流 <input type="checkbox"/> 越流	
相关地表水污染	地表水体质量（等级）	<input type="checkbox"/> I类 <input type="checkbox"/> II类 <input type="checkbox"/> III类 <input type="checkbox"/> IV类 <input type="checkbox"/> V类 <input type="checkbox"/> 超V类	
	主要污染物	<input type="checkbox"/> 病原菌 <input type="checkbox"/> 酸 <input type="checkbox"/> 碱 <input type="checkbox"/> 氮 <input type="checkbox"/> 磷 <input type="checkbox"/> 重金属 <input type="checkbox"/> 溶剂 <input type="checkbox"/> 农药 <input type="checkbox"/> 石油 <input type="checkbox"/> 其他	
地下水水质和污染现状及污染程度：			
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：			
示意图			

调查人： 记录人： 审核人： 调查日期： 年 月 日

表 K.0.8 海水入侵调查表

项目名称:

调查单位:

统一编号		地理位置		省(市) 市 区 镇(乡) 村(街)			
野外编号		地理坐标		经度: ° ' "			
图幅名称及 编号				纬度: ° ' "			
海域名称		地面高程		M			
海水 入 侵 区 特 征	滨海地 貌与海 岸性质	<input type="checkbox"/> 基岩 <input type="checkbox"/> 砂砾 <input type="checkbox"/> 泥质海岸 <input type="checkbox"/> 河口或三角洲岸段 <input type="checkbox"/> 岸外岛屿 <input type="checkbox"/> 生物海岸 补充描述:					
		构造:					
	岩性特征	<input type="checkbox"/> 基岩 <input type="checkbox"/> 砂砾 <input type="checkbox"/> 泥质					
	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		<input type="checkbox"/> 潜水含水层 <input type="checkbox"/> 第一承压含水层 <input type="checkbox"/> 第二承压含水层 <input type="checkbox"/> 第三承压含水层 <input type="checkbox"/> 第四承压含水层 <input type="checkbox"/> 基岩裂隙(岩溶)		抽排水时间	年 月 —— 年 月		
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 (m³/d)	补给强度 (m³/d)		
背景	现状	潜水	承压水	潜水	承压水	平均抽排水量	平均补给量 (m³/d)

续表表 K.0.8 海水入侵调查表

咸水体特征:					
防治现状、效果及建议:					
示意图	平面图				
	剖面图				
资料来源		样品号		照片号	

调查人： 记录人： 审核人： 调查日期： 年 月 日

表 K.0.9 城市垃圾场调查表

项目名称:

调查单位:

场地名称				地理位置	省(市) 市 区 镇(乡) 村									
野外编号		垃圾种类	<input type="checkbox"/> 生活 <input type="checkbox"/> 工业 <input type="checkbox"/> 建筑 <input type="checkbox"/> 混合		坐标	经度: ° ' "		地面标高(m)						
室内编号						纬度: ° ' "								
堆埋方式	<input type="checkbox"/> 随意堆放 <input type="checkbox"/> 简单堆放 <input type="checkbox"/> 简单填埋 <input type="checkbox"/> 卫生填埋	占地类型	<input type="checkbox"/> 耕地 <input type="checkbox"/> 荒地 <input type="checkbox"/> 弃坑 <input type="checkbox"/> 沟渠 <input type="checkbox"/> 山谷	占地面积 (m ²)	堆置年代		填埋深度 (m)	堆置状态						
					年 月			<input type="checkbox"/> 停止 <input type="checkbox"/> 进行						
				填埋体积 (m ³)	填埋体形状		占地修复难度	有无防渗措施						
					<input type="checkbox"/> 矩形 <input type="checkbox"/> 椭圆 <input type="checkbox"/> 圆形 <input type="checkbox"/> 不规则		<input type="checkbox"/> 难 <input type="checkbox"/> 易	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无						
场地环境条件	地质环境	地层岩性描述		不良填埋部位		地貌		地形坡度		地表岩性				
				<input type="checkbox"/> 坍塌地带 <input type="checkbox"/> 断裂带 <input type="checkbox"/> 洼地或溶洞 <input type="checkbox"/> 砂石坑 <input type="checkbox"/> 其他		<input type="checkbox"/> 平原 <input type="checkbox"/> 坡麓 <input type="checkbox"/> 河滩 <input type="checkbox"/> 河床 <input type="checkbox"/> 阶地 <input type="checkbox"/> 沟谷 <input type="checkbox"/> 其它		<input type="checkbox"/> <8 <input type="checkbox"/> 8~25 <input type="checkbox"/> >25		<input type="checkbox"/> 粘性土 <input type="checkbox"/> 粉土 <input type="checkbox"/> 砂土 <input type="checkbox"/> 基岩				
	水文地质	包气带粘性土层厚度 (m)		场地地下水特征										
		<input type="checkbox"/> 小于 3 <input type="checkbox"/> 3-10 <input type="checkbox"/> 大于 10		介质类型	承压性质	可能污染途径	水位埋深(m)		地下水流向					
		渗透系数(cm/s) <input type="checkbox"/> 小于 10 ⁻⁷ <input type="checkbox"/> 10 ⁻⁵ ~10 ⁻⁷ <input type="checkbox"/> 大于 10 ⁻⁵					<input type="checkbox"/> 孔隙 <input type="checkbox"/> 裂隙 <input type="checkbox"/> 岩溶	<input type="checkbox"/> 潜水 <input type="checkbox"/> 承压水	<input type="checkbox"/> 孔隙 <input type="checkbox"/> 构造裂隙 <input type="checkbox"/> 采水井 <input type="checkbox"/> 岩溶管道	潜水	承压水			
		泉水排泄		地下水污染程度		主要污染成分								补给类型
		<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无		<input type="checkbox"/> 未污染 <input type="checkbox"/> 轻微 <input type="checkbox"/> 重 <input type="checkbox"/> 严重				<input type="checkbox"/> 降水 <input type="checkbox"/> 地表水 <input type="checkbox"/> 人工						
		地表环境	与居民点的距离(m)		居民点所在风向		与地表水的距离(m)		与旅游胜地、重要设施距离(Km)		场地稳定性		与城市区距离(Km)	
			<input type="checkbox"/> <500 <input type="checkbox"/> 500-800 <input type="checkbox"/> >800		<input type="checkbox"/> 上风 <input type="checkbox"/> 下风 <input type="checkbox"/> 其他		<input type="checkbox"/> >800 <input type="checkbox"/> <800		<input type="checkbox"/> >10 <input type="checkbox"/> <10		<input type="checkbox"/> 稳定 <input type="checkbox"/> 基本稳定 <input type="checkbox"/> 不稳定		<input type="checkbox"/> >15 <input type="checkbox"/> <15	

地 层 结 构	
照 片 或 素 描	

调查人： 记录人： 审核人： 调查日期： 年 月 日

表 K.0.10-1 _____城市不稳定斜坡调查表

项目名称:

调查单位:

名称				地理位置	省 市 区			街道		
野外编号	斜坡类型	<input type="checkbox"/> 自然 <input type="checkbox"/> 人工 <input type="checkbox"/> 岩质 <input type="checkbox"/> 土质	坐标(m)		经度: ° ' "		标高(m)	坡顶		
统一编号					纬度: ° ' "			坡脚		
斜坡环境	地质环境	地层岩性			地质构造		微地貌		地下水	
		时代	岩性	产状	构造部位	地震烈度	<input type="checkbox"/> 陡崖 <input type="checkbox"/> 陡坡 <input type="checkbox"/> 缓坡 <input type="checkbox"/> 平台	<input type="checkbox"/> 孔隙水 <input type="checkbox"/> 裂隙水 <input type="checkbox"/> 岩溶水		
	地理环境	降雨量(mm)			水 文			土地利用		
		年均	最大降雨量		丰水位(m)	枯水位(m)	斜坡与河流位置	<input type="checkbox"/> 耕地 <input type="checkbox"/> 草地 <input type="checkbox"/> 灌木 <input type="checkbox"/> 森林 <input type="checkbox"/> 裸露 <input type="checkbox"/> 建筑		
			日	时						
					<input type="checkbox"/> 左岸 <input type="checkbox"/> 右岸 <input type="checkbox"/> 凹岸 <input type="checkbox"/> 凸岸					
斜坡基本特征	外形特征	坡高(m)	坡长(m)	坡宽(m)	坡度(°)	坡向(°)	坡面形态			
							<input type="checkbox"/> 凸 <input type="checkbox"/> 凹 <input type="checkbox"/> 直 <input type="checkbox"/> 阶			
	结构特征	岩质	岩体结构					斜坡结构类型		
			结构类型	厚度	裂隙组数	块度(长×宽×高(m))				
			控制面结构					全风化带深度(m)	卸荷裂缝深度(m)	
			类 型	产 状	长度(m)	间距(m)				
		土质	土的名称及特征				下伏基岩特征			
			名称	密实度		稠度	时代岩性	产状	埋深(m)	
				<input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 稍 <input type="checkbox"/> 松						
	地下水	埋深(m)	露 头			补给类型				
			<input type="checkbox"/> 上升泉 <input type="checkbox"/> 下降泉 <input type="checkbox"/> 湿地			<input type="checkbox"/> 降雨 <input type="checkbox"/> 地表水 <input type="checkbox"/> 融雪 <input type="checkbox"/> 人工				
	现今变形破坏迹象	名 称	部 位	特 征				初现时间		
		<input type="checkbox"/> 拉张裂缝 <input type="checkbox"/> 剪切裂缝 <input type="checkbox"/> 地面隆起 <input type="checkbox"/> 地面沉降 <input type="checkbox"/> 剥、坠落 <input type="checkbox"/> 树木歪斜 <input type="checkbox"/> 建筑变形 <input type="checkbox"/> 冒渗混水								

表 K.0.10-2 _____城市不稳定斜坡调查表

项目名称:

调查单位:

可能失稳因素	<input type="checkbox"/> 降雨 <input type="checkbox"/> 地震 <input type="checkbox"/> 人工加载 <input type="checkbox"/> 开挖坡脚 <input type="checkbox"/> 坡脚冲刷 <input type="checkbox"/> 坡脚浸润 <input type="checkbox"/> 坡体切割 <input type="checkbox"/> 风化 <input type="checkbox"/> 卸荷 <input type="checkbox"/> 动水压力 <input type="checkbox"/> 爆破振动				
目前稳定程度	<input type="checkbox"/> 稳定 <input type="checkbox"/> 基本稳定 <input type="checkbox"/> 不稳定		今后变化趋势	<input type="checkbox"/> 稳定 <input type="checkbox"/> 基本稳定 <input type="checkbox"/> 不稳定	
潜在危害	威胁人口(人)	房屋	道路(m)	渠(m)	其它危害
		户 间			
	直接经济损失	万元	间接经济损失	万元	
监测建议	<input type="checkbox"/> 定期目视检查 <input type="checkbox"/> 安装简易监测设施 <input type="checkbox"/> 地面位移监测 <input type="checkbox"/> 深部位移监测				
防治建议	<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 裂缝填埋 <input type="checkbox"/> 加强监测 <input type="checkbox"/> 地表排水 <input type="checkbox"/> 地下排水 <input type="checkbox"/> 削方减载 <input type="checkbox"/> 坡面防护 <input type="checkbox"/> 反压坡脚 <input type="checkbox"/> 支挡 <input type="checkbox"/> 锚固 <input type="checkbox"/> 灌浆 <input type="checkbox"/> 植树种草 <input type="checkbox"/> 坡改梯 <input type="checkbox"/> 水改旱 <input type="checkbox"/> 减少振动				
示意图	平面图				
	剖面图				

调查人:

记录人:

审核人:

调查日期:

年 月 日

表 K.0.10-3 不稳定斜坡调查表中有关栏目填写要求

条 目	填 写 内 容
名称	以距离调查点最近的地名命名。
地理位置	详细到乡、村、组(社)，地理坐标以调查范围的中心点为准，在地形图上量取。
野外编号	以所在县(市)名称汉语拼音的声母加上调查表的顺序号作为野外编号。如：巴东县 BD1、BD2、……，攀枝花市 PZH1、PZH2、……。
室内编号	按地质灾害信息系统建设数据编码要求编码。
成因时代	第四系地层时代代号加成因代号，如第四系全新统坡积物代号为 Q_4^{dl} ；基岩标注到组，如侏罗系蓬莱镇组代号为 K_{3p} 。
产状	用倾向、倾角表示，如：倾向 125° 、倾角 30° ，表示为 $125^\circ < 30^\circ$ 。
地震烈度	可用国家地震局 1990 年编制的 50 年内超越概率为 10% 的地震烈度区划数据。
微地貌	$>60^\circ$ 为陡崖， $25^\circ \sim 60^\circ$ 为陡坡， $8^\circ \sim 25^\circ$ 为缓坡， $\leq 8^\circ$ 为平台。
坡形	指斜(边)坡剖面形态，分为凸形、凹形、线形、阶状等形态。
坡向	指主体坡面倾向，用方位角表示。
构造部位	指与调查点附近主要构造的关系，如某断层的上盘、下盘或断裂带上；某背斜、向斜的某翼、轴部或倾伏端等。
土地使用	填写调查点及其附近的土地使用现状。
结构类型	分为块体状、块状、层状和软弱基座等 4 种基本类型；层状斜坡结构根据岩层(或其他结构面)倾角大小及与坡面的关系可再分为顺向坡、逆向坡、斜向坡和近水平岩层斜坡等 4 个亚型；顺向坡还可再细分为缓倾顺向坡和陡倾顺向坡。
控滑结构面类型	分为层理面、片(劈)理面、节理裂隙面、松散盖层与基岩接触面、泥化夹层、层内错动带、构造错动带、断层、老滑坡面等。
密实度	分为密实、中密、稍密、松散 4 级。

不稳定斜坡判别标准

有下列情况之一者，应视为可能失稳的斜坡

- (1) 斜坡岩体中有倾向坡外、倾角小于坡角的结构面存在；
- (2) 斜坡被两组或两组以上结构面切割，形成不稳定棱体，其底棱线倾向坡外，且倾角小于斜坡坡角；
- (3) 斜坡后缘已产生拉裂缝；
- (4) 顺坡向卸荷裂隙发育的高陡斜坡；
- (5) 岸边裂隙发育、表层岩体已发生蠕动或变形的斜坡；
- (6) 坡足或坡基存在缓倾的软弱层；
- (7) 位于库岸或河岸水位变动带，渠道沿线或地下水溢出带附近，工程建成后可能经常处于浸湿状态的软质岩石或第四系沉积物组成的斜坡；
- (8) 其它根据地貌、地质特征分析或用图解法初步判定为可能失稳的斜坡。

表 K.0.11-1 城市崩塌调查表

项目名称:

调查单位:

名称				地理位置	省 市 区			街道		
野外编号	斜坡类型	<input type="checkbox"/> 自然 <input type="checkbox"/> 人工 <input type="checkbox"/> 岩质 <input type="checkbox"/> 土质			坐标(m)	经度: ° ' "		标高(m)	坡顶	
统一编号						纬度: ° ' "			坡脚	
崩塌环境	地质环境	地层岩性			地质构造		微地貌		地下水	
		时代	岩性	产状	构造部位	地震烈度	<input type="checkbox"/> 陡崖 <input type="checkbox"/> 陡坡 <input type="checkbox"/> 缓坡 <input type="checkbox"/> 平台		<input type="checkbox"/> 孔隙水 <input type="checkbox"/> 裂隙水 <input type="checkbox"/> 岩溶水	
	地理环境	降雨量(mm)			水 文			土地利用		
		年均	最大降雨量		丰水位(m)	枯水位(m)	斜坡与河流位置	<input type="checkbox"/> 耕地 <input type="checkbox"/> 草地 <input type="checkbox"/> 灌木 <input type="checkbox"/> 森林 <input type="checkbox"/> 裸露 <input type="checkbox"/> 建筑		
			日	时						
					<input type="checkbox"/> 左岸 <input type="checkbox"/> 右岸 <input type="checkbox"/> 凹岸 <input type="checkbox"/> 凸岸					
崩塌基本特征	外形特征	坡高(m)		坡长(m)	坡宽(m)	坡度(°)	坡向(°)	坡面形态		
								<input type="checkbox"/> 凸 <input type="checkbox"/> 凹 <input type="checkbox"/> 直 <input type="checkbox"/> 阶		
	结构特征	岩	岩体结构						斜坡结构类型	
			结构类型		厚度	裂隙组数	块度(长×宽×高(m))			
			控制面结构						全风化带深度(m)	卸荷裂缝深度(m)
			类 型		产 状	长度(m)	间距(m)			
		土质	土的名称及特征					下伏基岩特征		
			名称	密实度			稠度	时代岩性	产状	埋深(m)
				<input type="checkbox"/> 密 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 稍 <input type="checkbox"/> 松						
	地下水	埋深(m)		露 头			补给类型			
				<input type="checkbox"/> 上升泉 <input type="checkbox"/> 下降泉 <input type="checkbox"/> 湿地			<input type="checkbox"/> 降雨 <input type="checkbox"/> 地表水 <input type="checkbox"/> 融雪 <input type="checkbox"/> 人工			
现今变形	名 称		部 位	特 征				初现时间		

	破坏迹象	<input type="checkbox"/> 拉张裂缝 <input type="checkbox"/> 剪切裂缝 <input type="checkbox"/> 地面隆起 <input type="checkbox"/> 地面沉降 <input type="checkbox"/> 剥、坠落 <input type="checkbox"/> 树木歪斜 <input type="checkbox"/> 建筑变形 <input type="checkbox"/> 冒渗混水					
可能失稳因素	<input type="checkbox"/> 降雨 <input type="checkbox"/> 地震 <input type="checkbox"/> 人工加载 <input type="checkbox"/> 开挖坡脚 <input type="checkbox"/> 坡脚冲刷 <input type="checkbox"/> 坡脚浸润 <input type="checkbox"/> 坡体切割 <input type="checkbox"/> 风化 <input type="checkbox"/> 卸荷 <input type="checkbox"/> 动水压力 <input type="checkbox"/> 爆破振动						
目前稳定程度	<input type="checkbox"/> 稳定 <input type="checkbox"/> 基本稳定 <input type="checkbox"/> 不稳定			今后变化趋势	<input type="checkbox"/> 稳定 <input type="checkbox"/> 基本稳定 <input type="checkbox"/> 不稳定		
已造成危害	死亡人数	损坏房屋	毁路(m)	毁渠(m)	其它危害	直接损失(万元)	间接损失(万元)
		户 间					
诱发灾害	灾害类型		波及范围		造成的损失		
潜在危害	威胁人口(人)		威胁资产(万元)				
监测建议	<input type="checkbox"/> 定期目视检查 <input type="checkbox"/> 安装简易监测设施 <input type="checkbox"/> 地面位移监测						
防治建议	<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 裂缝填埋 <input type="checkbox"/> 加强监测 <input type="checkbox"/> 地表排水 <input type="checkbox"/> 地下排水 <input type="checkbox"/> 削方减载 <input type="checkbox"/> 坡面防护 <input type="checkbox"/> 反压坡脚 <input type="checkbox"/> 支挡 <input type="checkbox"/> 锚固 <input type="checkbox"/> 灌浆 <input type="checkbox"/> 植树种草 <input type="checkbox"/> 坡改梯 <input type="checkbox"/> 水改旱 <input type="checkbox"/> 减少振动						
示意图	平面图						
	剖面图						

调查人： 记录人： 审核人： 调查日期： 年 月 日

表 K.0.12-1 城市滑坡调查表

项目名称:

调查单位:

名称					省		县(市)		乡		村		社		
野外编号		滑坡时间	<input type="checkbox"/> 老滑坡 <input type="checkbox"/> 现代滑坡 发生时间: 年 月 日 时 分		地理位置 (m)	坐标	经度: ° ' "		标高 (m)	坡顶					
统一编号							纬度: ° ' "			坡脚					
滑坡类型	<input type="checkbox"/> 崩塌 <input type="checkbox"/> 倾倒 <input type="checkbox"/> 滑动 <input type="checkbox"/> 侧向扩离 <input type="checkbox"/> 流动 <input type="checkbox"/> 复合						滑体性质		<input type="checkbox"/> 岩质 <input type="checkbox"/> 碎块石 <input type="checkbox"/> 土质						
滑坡环境	地质环境	地层岩性			地质构造		微地貌		地下水类型						
		时代	岩性	产状	构造部位	地震烈度	<input type="checkbox"/> 陡崖 <input type="checkbox"/> 陡坡 <input type="checkbox"/> 缓坡 <input type="checkbox"/> 平台		<input type="checkbox"/> 孔隙水 <input type="checkbox"/> 潜水 <input type="checkbox"/> 裂隙水 <input type="checkbox"/> 承压水 <input type="checkbox"/> 岩溶水 <input type="checkbox"/> 上层滞水						
	自然地理环境	降水量(mm)			水 文										
		年均	日最大	时最大	洪水位(m)		枯水位(m)		滑坡相对河流位置						
									<input type="checkbox"/> 左 <input type="checkbox"/> 右 <input type="checkbox"/> 凹 <input type="checkbox"/> 凸						
	原始斜坡	坡高(m)	坡度(°)	坡 形		斜坡结构类型		控滑结构面							
				<input type="checkbox"/> 凸形 <input type="checkbox"/> 凹形 <input type="checkbox"/> 平直 <input type="checkbox"/> 阶状				类型							
								产状							
	滑坡基本特征	外形特征	长度(m)	宽度(m)	厚度(m)	面积(m ²)		体积(m ³)		坡度(°)		坡向(°)			
平面形态				剖面形态											
<input type="checkbox"/> 半圆 <input type="checkbox"/> 矩形 <input type="checkbox"/> 舌形 <input type="checkbox"/> 不规则				<input type="checkbox"/> 凸形 <input type="checkbox"/> 凹形 <input type="checkbox"/> 直线 <input type="checkbox"/> 阶梯 <input type="checkbox"/> 复合											
结构特征		滑体特征						滑床特征							
		岩性		结构		碎石含量(%)		块度(cm)		岩性		时代		产状	
				<input type="checkbox"/> 可辨层次 <input type="checkbox"/> 零乱		(体积百分比)									
		滑面及滑带特征													
		形态	埋深(m)	倾向(°)	倾角(°)	厚度(m)	滑带土名称		滑带土性状						
地下水		埋深(m)	露 头				补给类型								
			<input type="checkbox"/> 上升泉 <input type="checkbox"/> 下降泉 <input type="checkbox"/> 溢水点				<input type="checkbox"/> 降雨 <input type="checkbox"/> 地表水 <input type="checkbox"/> 人工 <input type="checkbox"/> 融雪								
土地使用	<input type="checkbox"/> 旱地 <input type="checkbox"/> 水田 <input type="checkbox"/> 草地 <input type="checkbox"/> 灌木 <input type="checkbox"/> 森林 <input type="checkbox"/> 裸露 <input type="checkbox"/> 建筑														

		名 称	部 位	特 征			初现时间	
	现今变 形迹象	<input type="checkbox"/> 拉张裂缝 <input type="checkbox"/> 剪切裂缝 <input type="checkbox"/> 地面隆起 <input type="checkbox"/> 地面沉降 <input type="checkbox"/> 剥、坠落 <input type="checkbox"/> 树木歪斜 <input type="checkbox"/> 建筑变形 <input type="checkbox"/> 渗冒混水						
影响因素	地质因素	<input type="checkbox"/> 节理极度发育 <input type="checkbox"/> 结构面走向与坡面平行 <input type="checkbox"/> 结构面倾角小于坡角 <input type="checkbox"/> 软弱基座 <input type="checkbox"/> 透土层下伏隔水层 <input type="checkbox"/> 土体/基岩接触 <input type="checkbox"/> 破碎风化岩/基岩接触 <input type="checkbox"/> 强/弱风化层界面						
	地貌因素	<input type="checkbox"/> 斜坡陡峭 <input type="checkbox"/> 坡脚遭侵蚀 <input type="checkbox"/> 超载堆积						
	物理因素	<input type="checkbox"/> 风化 <input type="checkbox"/> 融冻 <input type="checkbox"/> 胀缩 <input type="checkbox"/> 累进性破坏造成的抗剪强度降低 <input type="checkbox"/> 孔隙水压力高 <input type="checkbox"/> 洪水冲蚀 <input type="checkbox"/> 水位陡降陡落 <input type="checkbox"/> 地震						
	人为因素	<input type="checkbox"/> 削坡过陡 <input type="checkbox"/> 坡脚开挖 <input type="checkbox"/> 坡后加载 <input type="checkbox"/> 蓄水位降落 <input type="checkbox"/> 植被破坏 <input type="checkbox"/> 爆破振动 <input type="checkbox"/> 渠塘渗漏 <input type="checkbox"/> 灌溉渗漏						
	主导因素	<input type="checkbox"/> 暴雨 <input type="checkbox"/> 地震 <input type="checkbox"/> 工程活动						
稳定性分析	复活诱发因素	<input type="checkbox"/> 降雨 <input type="checkbox"/> 地震 <input type="checkbox"/> 人工加载 <input type="checkbox"/> 开挖坡脚 <input type="checkbox"/> 坡脚冲刷 <input type="checkbox"/> 坡脚浸润 <input type="checkbox"/> 坡体切割 <input type="checkbox"/> 风化 <input type="checkbox"/> 卸荷 <input type="checkbox"/> 动水压力 <input type="checkbox"/> 爆破振动						
	目前稳定状况	<input type="checkbox"/> 稳定 <input type="checkbox"/> 基本稳定 <input type="checkbox"/> 不稳定			发展趋势分析	<input type="checkbox"/> 稳定 <input type="checkbox"/> 基本稳定 <input type="checkbox"/> 不稳定		
已造成危害	死亡人数	损坏房屋	毁路(m)	毁渠(m)	其它危害	直接损失(万元)	间接损失(万元)	
		户 间						
诱发灾害	灾害类型		波及范围		造成损失			
潜在危害	威胁人口(人)		威胁资产(万元)					
监测建议	<input type="checkbox"/> 定期目视检查 <input type="checkbox"/> 安装简易监测设施 <input type="checkbox"/> 地面位移监测 <input type="checkbox"/> 深部位移监测							
防治建议	<input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 裂缝填埋 <input type="checkbox"/> 加强监测 <input type="checkbox"/> 地表排水 <input type="checkbox"/> 地下排水 <input type="checkbox"/> 削方减载 <input type="checkbox"/> 坡面防护 <input type="checkbox"/> 反压坡脚 <input type="checkbox"/> 支挡 <input type="checkbox"/> 锚固 <input type="checkbox"/> 灌浆 <input type="checkbox"/> 植树种草 <input type="checkbox"/> 坡改梯 <input type="checkbox"/> 水改旱 <input type="checkbox"/> 减少振动							
滑坡示意图	平面图							
	剖面图							

调查人:

记录人:

审核人:

调查日期:

年 月 日

表 K.0.12-2 滑坡识别标志

标 志		内 容	等级
类别	亚类		
形态	宏观形态	1. 圈椅状地形	B
		2. 双沟同源	B
		3. 坡体后缘出现洼地	C
		4. 大平台地形（与外围不一致、非河流阶地、非构造平台或风化差异平台）	C
		5. 不正常河流弯道	C
	微观形态	6. 反倾向台面地形	C
		7. 小台阶与平台相间	C
		8. 马刀树	C
		9. 坡体前方、侧边出现擦痕面、镜面（非构造成因）	A
		10. 浅部表层坍滑广泛	C
地层	老地层 变动	11. 明显的产状变动（排除了别的原因）	B
		12. 架空、松弛、破碎	C
		13. 大段孤立岩体掩覆在新地层之上	A
		14. 大段变形岩体位于土状堆积物之中	B
	新地层 变动	15. 变形、变位岩体被新地层掩覆	C
		16. 山体后部洼地内出现局部湖相地层	B
		17. 变形、变位岩体上掩覆湖相地层	C
		18. 上游方出现湖相地层	C
变形等		19. 古墓、古建筑变形	C
		20. 构成坡体的岩土结构零乱、强度低	B
		21. 开挖后易坍滑	C
		22. 斜坡前部地下水呈线状出露	C
		23. 古树等被掩埋	C
历史记载访问材料		24. 发生过滑坡的记载和口述	A
		25. 发生过变形的记载和口述	C

注：属 A 级标志，可单独判别为属古、老滑坡；二个 B 级标志或一个 B 级、二个 C 级，或 4 个 C 级标志可判别为古、老滑坡。迹象愈多，则判别的可靠性愈高。

表 K.0.13-1 城市泥石流调查表

项目名称:

调查单位:

沟名			野外编号			统一编号				
沟口	经度: ° ' "		省 (市)		区		街道			
位置	纬度: ° ' "		水系名称							
泥石流沟与主河关系	主河名称		泥石流沟位于主河道			沟口至主河道距离(m)				
			□左岸 □右岸							
泥石流沟主要参数、现状及灾害史调查										
水动力类型	□暴雨 □冰川 □溃决 □地下水			沟口巨石大小(m)		Φ _a	Φ _b	Φ _c		
泥沙补给途径	□面蚀 □沟岸崩滑 □沟底再搬运				补给区位置	□上游 □中游 □下游				
降雨特征值	H _{年max}	H _{年cp}	H _{日max}	H _{日cp}	H _{时max}	H _{时cp}	H _{10分钟max}	H _{10分钟cp}		
沟口扇形地特征	扇形地完整性(%)		扇面冲淤变幅		±	发展趋势		□下切 □淤高		
	扇长(m)	扇宽(m)				扩散角(°)				
	挤压大河		□河形弯曲主流偏移 □主流偏移 □主流只在高水位偏移 □主流不偏							
地质构造	□顶沟断层 □过沟断层 □抬升区 □沉降区 □褶皱 □单斜						地震烈度(度)			
不良地质体情况	滑坡		活动程度		□严重 □中等 □轻微		规模	□大 □中 □小		
	人工弃体		活动程度		□严重 □中等 □轻微		规模	□大 □中 □小		
	自然堆积		活动程度		□严重 □中等 □轻微		规模	□大 □中 □小		
土地利用(%)	森林	灌丛	草地	缓坡耕地	荒地	陡坡耕地	建筑用地	其它		
防治措施现状	□有 □无		类型	□稳拦 □排导 □避让 □生物工程						
监测措施	□有 □无		类型	□雨情 □泥位 □专人值守						
威胁危害对象	□城镇 □村寨 □铁路 □公路 □航运 □饮灌渠道 □水库 □电站 □工厂 □矿山									
	□农田 □森林 □输电线路 □通讯设施 □国防设施									
		威胁人口(人)				威胁资产(万元)				
灾害史	发生时间(年/月/日)	死亡(人)	大牲畜损失(头)	房屋(间)		农田(亩)		公共设施		直接经济损失(万元)
				全毁	半毁	全毁	半毁	道路(km)	桥梁(座)	
泥石流特征	容重(t/m ³)				流量(m ³ /s)				泥位(m)	

表 K.0.13-2 城市泥石流调查表

项目名称:

调查单位:

泥石流综合评判																	
4.主沟纵坡 (%)		7.冲淤变幅 (m)	±	9.松散物储量 (10 ⁴ m ³ /km ²)		2.补给段长度比 (%)											
13.流域面积 (km ²)		14.相对高差 (m)		10.山坡坡度 (°)		6.植被覆盖率 (%)											
15.堵塞程度	<input type="checkbox"/> 严重 <input type="checkbox"/> 中等 <input type="checkbox"/> 轻微 <input type="checkbox"/> 无			12.松散物平均厚(m)													
3.沟口扇形地	<input type="checkbox"/> 大 <input type="checkbox"/> 中 <input type="checkbox"/> 小 <input type="checkbox"/> 无			1.不良地质现象		<input type="checkbox"/> 严重 <input type="checkbox"/> 中等 <input type="checkbox"/> 轻微 <input type="checkbox"/> 一般											
5.新构造影响	<input type="checkbox"/> 强烈上升区 <input type="checkbox"/> 上升区 <input type="checkbox"/> 相对稳定区 <input type="checkbox"/> 沉降区			8.岩性因素		<input type="checkbox"/> 土及软岩 <input type="checkbox"/> 软硬相间 <input type="checkbox"/> 风化和节理发育的硬岩 <input type="checkbox"/> 硬岩											
11.沟槽横断面	<input type="checkbox"/> V型谷(谷中谷、U型谷) <input type="checkbox"/> 拓宽U型谷 <input type="checkbox"/> 复式断面 <input type="checkbox"/> 平坦型																
评 分	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	总分	
易发程度	<input type="checkbox"/> 易发 <input type="checkbox"/> 中等 <input type="checkbox"/> 不易发			泥石流类型		<input type="checkbox"/> 泥流 <input type="checkbox"/> 泥石流 <input type="checkbox"/> 水石流											
发展阶段	<input type="checkbox"/> 形成期 <input type="checkbox"/> 发展期 <input type="checkbox"/> 衰退期 <input type="checkbox"/> 停歇或终止期																
防治建议	<input type="checkbox"/> 稳拦 <input type="checkbox"/> 排导 <input type="checkbox"/> 避让 <input type="checkbox"/> 生物工程																
示意图																	

调查人:

填表人:

审核人:

填表日期:

年 月 日

表 K.0.13-3 泥石流调查表有关栏目填写要求

条 目	填 写 内 容
水系名称	指黄河、长江、珠江等入海河流或下游消失的内陆河流。
泥石流沟泄入主河道名	指按所用地形图上的名称填写，地形图上无河名者按地方习惯名称填入。
泥石流沟至主河道距离	现场直接量测或在地形图上量测，要注明河道水位标高。
流域面积	在 1 / 5 万地形图上量测。
相对高差	在地形图上量测。
山坡坡度	可在地形图上量测，但以现场实测为主。
植被覆盖率	指林、灌木植被的覆盖率。现场调查或收集资料。
主沟纵坡	一般采用山口以上河段平均坡降，以现场实测为主，也可用近期航片或地形图上的量测资料。分段统计时按加权平均值计算。
冲淤变幅	应在流通区或形成区实际量测。冲淤变幅按附表 4 中第 7 项因素综合判定。
沟口扇形地状况	应现场实地调查判别，按山口扇形地特征规定调查的内容量测填表。
补给段长度比*	同一河段两岸同时存在几个不同补给源，只取其中最长的—段长度计入累计长度。泥沙沿程补给长度比主要按现场调查结果计算确定，也可根据航片资料确定。
堵塞程度	现场调查确定，判定标准见下表。
松散物贮量	通过现场调查测算或用航片资料的计算成果。
不良地质现象发育程度	一般按总贮量划级。
产沙区松散物平均厚度	现场调查量测。

*泥沙沿程补给长度比是指泥沙沿程补给长度与主沟长度之比。泥沙沿程补给长度是沿主沟长度范围内两岸及沟槽底部泥沙补给段(如崩坍、滑坡、沟蚀等)的累计长度。

表 K.0.13-4 泥石流易发程度(严重程度)，综合评判总分确定

易发程度	总 分
高易发(严重)	>114
中易发(中等)	84~114
低易发	40~90
不易发	≤40

泥石流沟堵塞程度分级如下：

堵塞程度	特 征
严重	沟槽弯曲，河段宽窄不均，卡口、陡坎多。大部分支沟交汇角度大。形成区集中，沟槽堵塞严重，阵流间隔时间长。
中等	沟槽较顺直，河段宽窄较均匀，陡坎、卡口不多。主支沟交角多数小于 60 度。形成区不太集中，河床堵塞情况一般。
轻微	沟槽顺直均匀，主支沟交汇角小，基本无卡口，陡坎。形成区分散，阵流间隔时间短而少。

表 K.0.13-3 泥石流(沟)严重程度(易发程度)数量化表

序号	影响因素	权重	量级划分							
			严重 (A)	得分	中等 (B)	得分	轻微 (C)	得分	一般 (D)	得分
1	崩坍滑坡及水土流失(自然和人为)的严重程度	0.159	崩坍滑坡等重力侵蚀严重,多深层滑坡和大型崩坍,表土疏松,冲沟十分发育	21	崩坍滑坡发育,多浅层滑坡和中小型滑塌,有零星植被覆盖,冲沟发育	16	有零星崩坍、滑坡和冲沟存在	12	无崩坍、滑坡、冲沟或发育轻微	1
2	泥沙沿程补给长度比(%)	0.118	>60	16	60-30	12	30-10	8	<10	1
3	沟口泥石流堆积活动	0.108	河形弯曲或堵塞,大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化,仅大河主流受迫偏移	11	河流无变化,大河主流在高水偏,低水不偏	7	无河形变化,主流不偏	1
4	河沟纵坡(度,‰)	0.09	>12° (213)	12	12° -6° (213-105)	9	6° -3° (105-52)	6	<3° (52)	1
5	区域构造影响程度	0.075	强抬升区,六级以上地震区	9	抬升区,4-6级地震区,有中小支断层或无断层	7	相对稳定区,4级以下地震区,有小断层	5	沉降区,构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率(%)	0.067	<10	9	10-30	7	30-60	5	>60	1
7	河沟近期一次变幅(m)	0.062	2	8	软硬相同	6	1-0.2	4	0.2	1
8	岩性影响	0.054	软岩、黄土	6	10-5	5	风化和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物储量(10 ⁴ m ³ /km)	0.054	>10	6	32° -25° (425-466)	5	5-1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度(‰)	0.045	>32° (625)	6	拓宽U型谷	5	25° -15° (466-286)	4	<15° (268)	1
11	产沙区沟槽横断面	0.036	V型谷、谷中谷、U型谷	5	10-5	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度(m)	0.036	>10	5	5-10	4	5-1	3	<1	1
13	流域面积(km ²)	0.036	0.2-5	5	500-300	4	0.2以下 10-100	3	>100	1
14	流域相对高差(m)	0.03	>500	4	中	3	300-100	3	<100	1
15	河沟堵塞程度	0.03	严	4		3	轻	2	无	1

调查负责人:

填表人:

审核人:

填表日期:

年 月 日

表 K.0.14 _____城市地面塌陷调查表

项目名称:

调查单位:

名称				省 市 区 街道					
野外编号		塌陷时间	□发生时间: □ 年 月 日 □ 时 分	地理位置	坐标	经度	° ' "		
统一编号						纬度	° ' "		
					标高	m			
发育特征	形状	坑口直径	坑口长度	坑口宽度	深度	面积	发展趋势		
	<input type="checkbox"/> 圆形 <input type="checkbox"/> 方形 <input type="checkbox"/> 长条形 <input type="checkbox"/> 不规则状	m	m	m	m	m ²	<input type="checkbox"/> 停止 <input type="checkbox"/> 尚在发展 <input type="checkbox"/> 未知		
成因类型	<input type="checkbox"/> 岩溶型塌陷 <input type="checkbox"/> 采矿型塌陷					塌陷顶板性质	<input type="checkbox"/> 岩质 <input type="checkbox"/> 碎块石 <input type="checkbox"/> 土质		
塌陷形成条件	地质环境	塌陷地层特征		溶洞发育状况		坑道特征		地下水位埋深	
		时代	岩(土)性	厚度(m)	<input type="checkbox"/> 强 <input type="checkbox"/> 弱	塌顶溶洞埋深(m) <input type="checkbox"/> 埋深(m)	顶板埋深(m)	地下采空规模(m ²)	<input type="checkbox"/> 孔隙水 m <input type="checkbox"/> 岩溶水 m <input type="checkbox"/> 矿坑水 m
	微地貌	<input type="checkbox"/> 平原 <input type="checkbox"/> 山间凹地 <input type="checkbox"/> 河边阶地 <input type="checkbox"/> 山坡 <input type="checkbox"/> 山顶							
	诱发动力因素	岩溶塌陷		采矿塌陷			发展趋势		
		<input type="checkbox"/> 地震 <input type="checkbox"/> 其他震动 <input type="checkbox"/> 地面加载 <input type="checkbox"/> 水库蓄水 <input type="checkbox"/> 其他水位骤变 <input type="checkbox"/> 溶蚀剥蚀 <input type="checkbox"/> 工程活动		<input type="checkbox"/> 顶板冒落 <input type="checkbox"/> 加载 <input type="checkbox"/> 顶部破碎体地下水流强烈下泄 <input type="checkbox"/> 管道渗漏 <input type="checkbox"/> 深井抽水 <input type="checkbox"/> 矿坑排水 <input type="checkbox"/> 工程活动			<input type="checkbox"/> 扩大趋势 <input type="checkbox"/> 停止		
					潜在损失 威胁人员: 人 经济损失: 万元				
已造成危害状况	伤亡人员(人)		毁房(间/m ²)		毁田(亩)		道路(次/km)		
	掩埋地面物资(万元)		阻断通讯(小时)		市政设施(处)		直接经济损失(万元)		
防治对策建议	已采取的防治措施					今后措施建议			

示意图	平面图
	剖面图

调查人： 记录人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

表 K.0.15 城市地面沉降调查表

项目名称:

调查单位:

名称				地理位置	省 市 区 街道		
野外编号		沉降起始时间	年 月		经度	° ' "	
统一编号					纬度	° ' "	
					标高	m dm cm	
沉降区范围	沉降区面积 (km ²)	长轴/短轴 (m)		中心累计沉降量 (mm)	沉降速率 (mm/a)	其它	
诱发因素	<input type="checkbox"/> 开采地下水 <input type="checkbox"/> 构造活动 <input type="checkbox"/> 高层建筑 <input type="checkbox"/> 油气开采						
沉降形成条件	地质环境	地面沉降土体结构特征					
		时代	主要开采层岩(土)性	厚度	土体结构	地质构造	
					<input type="checkbox"/> 单层 <input type="checkbox"/> 双层 <input type="checkbox"/> 多层		
	地貌特征						
	开采区水位(m)		最大水位降深(m)		发展趋势及潜在损失		
					发展趋势: <input type="checkbox"/> 扩大趋势 <input type="checkbox"/> 停止 潜在损失: <input type="checkbox"/> 威胁人员: 人 <input type="checkbox"/> 经济损失: 万元		
造成危害状况	<input type="checkbox"/> 海水倒灌 <input type="checkbox"/> 港口码头或堤岸失效 <input type="checkbox"/> 桥梁净空减少 <input type="checkbox"/> 农田积水 <input type="checkbox"/> 建筑物地下室净空减少 <input type="checkbox"/> 城市排水不畅 <input type="checkbox"/> 涝渍灾害 <input type="checkbox"/> 井管上升 <input type="checkbox"/> 沼泽化 <input type="checkbox"/> 地表建筑物破坏 <input type="checkbox"/> 地下建筑物破坏				已造成经济损失	直接经济损失 (万元)	
						间接经济损失 (万元)	
防治对策建议	已采取的防治措施		取得的效果和效益		今后措施建议		

示意图	平面图
	剖面图

调查人： 填表人： 审核人： 调查日期： 年 月 日

表 K.0.16 城市地裂缝调查表

名称				地理 位置	省(市、区) 县(市、区) 乡 村 组									
编号		野外:			座标	经度:				标高				
		室内:				纬度:								
发育 特征	单 缝 特 征	缝号	形态	延伸性	倾向	倾角	长度	宽度	深度	性质	位移	填充物	出现时间及活动性	
		1	<input type="checkbox"/> 直线, <input type="checkbox"/> 折线 <input type="checkbox"/> 弧线	N ,	S, N,	度	m	m	m	<input type="checkbox"/> 拉张, <input type="checkbox"/> 平移 <input type="checkbox"/> 下错	方向: 距离:		年 月 日 <input type="checkbox"/> 停止 <input type="checkbox"/> 仍有活动	
		2												
		3												
	缝数	分布、发育情况							发生发展情况					
	群 缝 特 征	面积: km ² 间距: m m	排列形式				缝的规模		始发时间		盛发时间		停止时间	尚在发展
			<input type="checkbox"/> 平行, 产状: , 阶步指向:				长 m 至 m,		年 月 日		从 年 月 日 至 年 月 日		年 月 日	<input type="checkbox"/> 趋势强 <input type="checkbox"/> 趋势弱
			<input type="checkbox"/> 斜列, 产状: , 阶步指向:				宽 m 至 m,							
			<input type="checkbox"/> 环围, 圆心位置:				深 m 至 m,							
			<input type="checkbox"/> 杂乱无章											
成因类型		<input type="checkbox"/> 地下开挖引起				<input type="checkbox"/> 抽排地下水引起			<input type="checkbox"/> 地震和构造活动引起			<input type="checkbox"/> 胀缩土引起	<input type="checkbox"/> 其他	
形成 条件	地质 环境 条件	裂缝区地貌特征: <input type="checkbox"/> 山顶, <input type="checkbox"/> 山坡, <input type="checkbox"/> 山脚, <input type="checkbox"/> 平原 裂缝与山脊、山坡、山脚或平原土坎的走向关系: <input type="checkbox"/> 平行, <input type="checkbox"/> 横交, <input type="checkbox"/> 斜交												
		裂缝(受裂)巨岩土层 时代: 岩性:				受裂土层时间: 土性: 下伏层时间: 岩性				受裂岩土层: 时代: 岩性:			胀缩土特征: 胀缩性: <input type="checkbox"/> 强, <input type="checkbox"/> 中, <input type="checkbox"/> 弱, 含水量 %	

	件	裂缝区构造断裂 1 组：走向 ，倾向 ，倾角， 2 组：走向 ，倾向 ，倾角	岩层中的主要断裂产状： 土层中是否有新断裂及其产状	主要构造断裂产状 1 组：走向 ，倾向 ，倾角， 2 组：走向 ，倾向 ，倾角	有无新的构造断裂及其产状
形成条件	诱发动力因素	<input type="checkbox"/> 地下洞室开挖	<input type="checkbox"/> 抽排地下水	<input type="checkbox"/> 地震	<input type="checkbox"/> 水理作用
		洞室埋深 m 洞室规模 长 m 宽 m 高 m 与裂缝区位置关系： 开挖时间： 开挖方式： 开挖强度：	<input type="checkbox"/> 井、孔， <input type="checkbox"/> 坑道， 井深或坑道埋深 m 水位降深： 日出水量： 与裂缝区的位置关系： 抽排水时间 <input type="checkbox"/> 始于 年 月 日 <input type="checkbox"/> 止于 年 月 日 <input type="checkbox"/> 仍然继续	烈度 ，发生时间 年 月 日 <input type="checkbox"/> 断层活动 活动断层的位置： 产状： 长度： 性质： 活动时间： 活动速率： 断距：	<input type="checkbox"/> 降雨， <input type="checkbox"/> 水库水， <input type="checkbox"/> 地表水， <input type="checkbox"/> 地下水 作用时间： 水质（PH）： <input type="checkbox"/> 开挖卸荷作用 开挖时间： 方式： 深度： <input type="checkbox"/> 其他作用引起的干湿变化
灾害情况	已有灾害损失			潜在灾害预测	
	毁房 间， 阻断交通 处， 小时， 伤亡人员 人			裂缝发展预测	潜在损失预测
				<input type="checkbox"/> 缝数增多 <input type="checkbox"/> 原有裂缝加大 <input type="checkbox"/> 活动强度增加	毁房 间 阻断交通 处 伤亡人员 人
防治情况	已采取的防治措施及效果			今后防治建议	

填表说明：1. 此表按第一裂缝区填写一张。同一调查点（村、组、矿山等）有多个分离的裂缝区，应分别填写。

2. 每一裂缝区的填写代表性单缝 1-3 条；有 2 条以上裂缝者，需填写群缝（组合发育）特征。

3. 情况符合“□”后面文字内容者，在“□”中打“√”；其他描述用文字填写。

项目名称：
调查人：

调查单位：
填表人： 审核人： 填表日期： 年 月 日

表 K.0.17 海岸侵蚀与淤积调查表

项目名称:

调查单位:

统一编号		野外编号		图幅名称及 编号	
地理位置	省 市 区 镇 (乡) 村	地理坐标	经度: ° ' "		
			纬度: ° ' "		
海域名称		地面高程	m		
海岸带地质环境特征:					
浅表沉积物特征与成因类型:					
海岸类型		<input type="checkbox"/> 基岩 <input type="checkbox"/> 砂砾 <input type="checkbox"/> 泥质海岸 <input type="checkbox"/> 河口或三角洲岸段 <input type="checkbox"/> 岸外岛屿 <input type="checkbox"/> 生物海岸			
潮汐、海 流与波浪 特征:	潮 差	平均潮差	M		
		平均大潮潮差	M		
		极端大潮潮差	M		
	风 暴 潮	发生频率	次/年		
		潮高	M		
		致灾情况			
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，防治现状、效果：	
示意图	平面图
	剖面图
试样编号	照片编号及说明

调查人： 记录人： 审核人： 调查日期： 年 月 日

表 K.0.18 矿业城市尾矿、固体废弃物堆放场调查表

项目名称:

调查单位:

场地名称				地理位置	省(市) 市 区 镇(乡) 村				
野外 编号		种 类			坐标	经度: ° ' "	地面标高(m)		
室内 编号						纬度: ° ' "			
占地 类型	<input type="checkbox"/> 耕地 <input type="checkbox"/> 荒地 <input type="checkbox"/> 弃坑 <input type="checkbox"/> 沟渠 <input type="checkbox"/> 山谷	占地面积 (m ²)		堆置年代			堆放高度 (m)		
				年 月					
		堆放体积 (m ³)		堆放体形状			占地修复难度		
				<input type="checkbox"/> 矩形 <input type="checkbox"/> 椭圆 <input type="checkbox"/> 圆形 <input type="checkbox"/> 不规则			<input type="checkbox"/> 难 <input type="checkbox"/> 易		
场地环境 条件	地质 环境	地层岩性描述		不良填埋部位		地貌	地形坡度	地表岩性	
				<input type="checkbox"/> 坍塌地带 <input type="checkbox"/> 断裂带 <input type="checkbox"/> 洼地或溶洞 <input type="checkbox"/> 砂石坑 <input type="checkbox"/> 其他		<input type="checkbox"/> 平原 <input type="checkbox"/> 坡麓 <input type="checkbox"/> 河滩 <input type="checkbox"/> 河床 <input type="checkbox"/> 阶地 <input type="checkbox"/> 沟谷 <input type="checkbox"/> 其它	<input type="checkbox"/> <8 <input type="checkbox"/> 8~25 <input type="checkbox"/> >25	<input type="checkbox"/> 粘性土 <input type="checkbox"/> 粉土 <input type="checkbox"/> 砂土 <input type="checkbox"/> 基岩	
	水文 地质	包气带粘性 土层厚度 (m)		场地地下水特征					
		<input type="checkbox"/> 小于 3 <input type="checkbox"/> 3-10 <input type="checkbox"/> 大于 10		介质类型	承压性质	可能污 染途径	水位埋深(m)		地下水 流向
		<input type="checkbox"/> 小于 10 ⁻⁷ <input type="checkbox"/> 10 ⁻⁵ --10 ⁻⁷ <input type="checkbox"/> 大于 10 ⁻⁵							
		渗透系数(cm/s)		<input type="checkbox"/> 孔隙 <input type="checkbox"/> 裂隙 <input type="checkbox"/> 岩溶	<input type="checkbox"/> 潜水 <input type="checkbox"/> 承压水	<input type="checkbox"/> 孔隙 <input type="checkbox"/> 构造裂隙 <input type="checkbox"/> 采水井 <input type="checkbox"/> 岩溶管道	潜水		
							承压水		
		泉水排泄		地下水污染程度		主要污 染 成 分	补给类型		与地下水源地的距 离(m)
	<input type="checkbox"/> 有 <input type="checkbox"/> 无		<input type="checkbox"/> 未污染 <input type="checkbox"/> 轻微 <input type="checkbox"/> 重 <input type="checkbox"/> 严重			<input type="checkbox"/> 降水 <input type="checkbox"/> 地表水 <input type="checkbox"/> 人工			
	地 层 结 构								

照片 或 素描	

调查人： 记录人： 审核人： 调查日期： 年 月 日

表 K.0.19 土壤污染调查表

项目名称:

调查单位:

场地名称		地理位置	省(市) 市 区 镇(乡) 村						
野外编号			坐标	经度: ° ' "				地面标高(m)	
室内编号				纬度: ° ' "					
土壤取样情况		野外编号		室内编号		样品描述			
		取 样 位 置	经度: ° ' "				备注		
			纬度: ° ' "						
土地类型及特征									
土地利用情况									
植被情况									
化肥、农药施放情况									
土壤污染源种类									
土壤污染情况									
污染机理及影响因素分析与污染趋势预测									
污染造成的危害与防治措施、效果									
污染防治建议									
平面图									

调查人: 记录人: 审核人: 调查日期: 年 月 日

附录 L：地质灾害易发程度判别表

L.01 滑坡易发程度量化评分表

序号	影响因素	权重	量级划分							
			严重 (A)	得分	中等 (B)	得分	轻微 (C)	得分	一般 (D)	得分
1	地层岩性	0.15	泥岩、砂页岩、千枚岩、砂板岩、煤系地层、断层角砾岩、凝灰岩、软硬相间地层	40	堆积层、泥灰岩	30	单一岩性碳酸盐岩、砂岩	10	岩浆岩类	1
2	斜坡结构类型	0.15	顺向层状结构斜坡、崩滑残留体斜坡	40	斜向层状结构斜坡；土质斜坡	30	逆向层状结构斜坡；水平层状地层斜坡	10	横向层状结构斜坡；岩浆岩类斜坡	1
3	坡度 (度)	0.10	30-45	40	20-30	30	>45	10	<20	1
4	降雨 (三日最大降雨量 mm)	0.15	>200	40	85-200	30	40-85	10	<40	1
5	新构造活动与地震	0.08	强烈抬升区，活动断裂发育，地震活动强烈，地震烈度 ≥ 9 度	40	抬升区，活动断裂较发育，地震活动较强烈，地震烈度 7-9 度	30	相对稳定区，地震烈度 < 7 度	10	稳定区，地震活动微弱	1
6	坡高 (m)	0.07	>300	40	300-100	30	100-50	10	<50	1
7	人类工程活动	0.10	坡脚边坡开挖量大；人工爆破震动大；矿业开采及其他涵洞开挖活动强烈	40	坡脚边坡开挖量较大；人工爆破震动较大；矿业开采及其他涵洞开挖活动较强烈	30	坡脚边坡开挖量较小；人工爆破震动微弱；矿业开采及其他涵洞开挖活动较轻微	10	坡脚边坡开挖小或无；无人工爆破震动；矿业开采及其他涵洞开挖活动轻	1
8	斜坡变形破坏特征	0.2	存在不稳定斜坡变形体；正在活动的滑坡存在	40	具备复活条件的滑坡存在	30	已稳定的死滑坡存在	10	无滑坡现象	1

L.02 崩塌易发程度数量化评分表

序号	影响因素	权重	量级划分							
			严重 (A)	得分	中等 (B)	得分	轻微 (C)	得分	一般 (D)	得分
1	坡度 (度)	0.15	≥ 55	40	45-55	30	30-45	10	< 30	1
2	地 层 性 岩 体 与 土 体 结 构	0.15	块状、厚层状的坚硬岩石，岩体破碎或软硬相间	40	软硬相间的层状结构岩体，碎裂状岩体	30	片状变质岩体	10	块状岩浆岩体，岩性单一厚层状岩体，软弱岩土体	1
3	地 质 构造	0.05	陡峭斜坡走向与区域性断裂平行；几组断裂交汇部位；褶皱核部；褶皱轴向与坡面平行	40	断裂密集分布，褶皱轴向与坡面方向斜交	30	节理裂隙较不发育；褶皱轴向垂直于坡面方向	10	断裂、褶皱构造不发育	1
4	新 构造 活 动 与 地震	0.10	强烈抬升区，活动断裂发育，地震活动强烈，地震烈度 ≥ 9 度	40	抬升区，活动断裂较发育，地震活动较强烈，地震烈度 7-9 度	30	相对稳定区，地震烈度 < 7 度	10	稳定区，地震活动微弱	1
5	人 类 工 程 活 动	0.10	坡脚边坡开挖量大；人工爆破震动大；人工爆破震动大；矿业开采及其他涵洞开挖活动强烈	40	坡脚边坡开挖量较大；人工爆破震动较大；矿业开采及其他涵洞开挖活动较强烈	30	坡脚边坡开挖量较小；人工爆破震动微弱；矿业开采及其他涵洞开挖活动较轻微	10	坡脚边坡开挖量小或无；无人工爆破震动；矿业开采及其他涵洞开挖活动轻微	1
6	坡 高 (m)	0.05	≥ 100	40	40-100	30	30-40	10	< 30	1
7	降 雨 (日 最 大 降 量 mm)	0.10	> 200	40	85-200	30	40-85	10	< 40	1
8	崩 塌 发 生 规 模 与 生 率	0.30	中型以上崩塌发生或存在中型以上崩塌的危岩体；常有小规模崩塌或落石发生。	40	小型崩塌发生或存在小型崩塌的危岩体；危石存在，常有落石发生	30	无崩塌危岩体存在；时有坠石发生	10	无崩塌现象	1

L.03 沟谷泥石流易发程度数量化评分表

序号	影响因素	量级划分							
		严重 (A)	得分	中等 (B)	得分	轻微 (C)	得分	一般 (D)	得分
1	崩塌、滑坡及水土流失（自然和人为活动）的严重程度	崩塌、滑坡等重力侵蚀严重，多深层滑坡和大型崩塌，表土疏松，冲沟很发育	21	崩塌、滑坡发育，多浅层滑坡和中小型崩塌，有零星植被覆盖冲沟发育	16	有零星崩塌、滑坡和冲沟存在	12	无崩塌、滑坡、或冲沟发育轻微	1
2	泥沙沿程补给长度比（%）	>60	16	60-30	12	30-10	8	<10	1
3	沟口泥石流堆积活动程度	河形弯曲或堵塞，大河主流受挤压偏移	14	河形无较大变化，仅大河主流受迫偏移	11	河形无变化，大河主流在高水位不偏，低水位偏	7	无河形变化，主流不偏，无沟口扇形地	1
4	河沟纵坡（度或‰）	> 12°（213）	12	12° -6°（213-105）	9	6° -3°（105-52）	6	<3°（32）	1
5	区域构造影响程度	强抬升区，6级以上地震区，断层破碎带	9	抬升区，4-6级地震区，有中小支断层或无断层	7	相对稳定区，4级以下地震区，有小断层	5	沉降区，构造影响小或无影响	1
6	流域植被覆盖率（%）	<10	9	10-30	7	30-60	5	>60	1
7	河沟近期一次变幅（m）	≥2	8	2-1	6	1-0.2	4	<0.2	1
8	岩性影响	软岩、黄土	6	软硬相间	5	风化强烈和节理发育的硬岩	4	硬岩	1
9	沿沟松散物储量（10 ⁴ m ³ /km ² ）	>10	6	10-5	5	5-1	4	<1	1
10	沟岸山坡坡度（度或‰）	>32°（625）	6	32° -25°（625-466）	5	25° -15°（466-286）	4	<15°（268）	1
11	产沙区沟槽横断面	V型谷、U型谷、谷中谷	5	拓宽U型谷	4	复式断面	3	平坦型	1
12	产沙区松散物平均厚度（m）	>10	5	10-5	4	5-1	3	<1	1
13	流域面积（km ² ）	0.2-5	5	5-10	4	0.2 以下，10-100	3	>100	1
14	流域相对高差（m）	>500	4	500-300	3	300-100	2	<100	1
15	河沟堵塞程度	严重	4	中等	3	轻微	2	无	1

L.04 岩溶塌陷易发程度数量化评分表

得分 影响因素		高易发区(4)	中易发区(3)	低易发区(2)	不易发区(1)
K	岩溶发育程度		强烈	中等	微弱
S	覆盖层岩性结构		均一砂土；双层或多层，底为砂砾石	双层或多层状粘性土—砂砾石	均一粘性土
H	覆盖层厚度(m)	<5	5-10	10-30	>30
W	岩溶地下水位(m)	<5，在基岩面附近波动	5-10，在基岩面波动或土层中	>10，在土层中；<10，在基岩中	>10，在基岩中
F	岩溶地下水径流条件		主径流带，排泄带	潜水和岩溶水双层含水层分布	径流区
G	地貌		岩溶洼地、谷地、盆地、平原；低阶地	丘陵或山前缓坡，岩溶台地，高阶地	谷坡

L.05 碳酸盐岩岩溶发育程度分级标志

岩溶发育程度	特征	参考性指标				
		地表岩溶发育密度个·km ²	钻孔岩溶率%	钻孔遇洞率%	泉流量l/s	单位涌水量l/s·m
强烈	碳酸盐岩岩性较纯，连续厚度较大，出露面积较广。地表有较多的洼地、漏斗、落水洞，地下溶洞发育，多岩溶大泉和暗河，岩溶发育深度较大	>5	>10	>60	>100	>1
中等	以次纯碳酸盐岩为主，多间夹型。地表有洼地、漏斗、落水洞发育，地下洞穴通道不多。岩溶大泉数量较少，暗河稀疏，深部岩溶不发育	5-1	10-3	60-30	100-10	0.1-1
弱微	以不纯碳酸盐岩为主，多间夹型或互夹型。地表岩溶形态稀疏发育，地下洞穴较少，岩溶大泉及暗河少见	<1	<3	<30	<10	<0.1

附录 M：术语

地质环境 (geological environment): 岩石圈表层的所有组成部分, 即岩石、土壤、地下水、动力地质过程和现象, 与大气、水、生物等自然环境成分紧密相互联系着, 是一个特殊的自然环境系统, 是生命和人类活动的环境, 是人类生存发展的最基本的环境组成部分。具体地说, 它由与人类生存和发展息息相关的各类地质资源、地质灾害与环境问题组成。地质环境的上限是岩石圈的表面, 下限位置决定于人类社会的科学技术发展水平, 以及进入岩石圈内部的工业活动深度。

地质环境质量 (geoenvironmental quality): 指在一个具体的地质环境内, 环境的总体或者环境的某些要素, 对人类的生存和繁衍以及社会经济发展的可支持程度或适宜性。日益剧烈的人类活动已经改变了地质环境的某些关键要素, 这种改变必然会反作用于人类自身, 使人类的生产和生活面临风险。所以, 地质环境质量既包括现有状况对人类生存发展的支持程度或适宜性, 也包括人类改变地质环境所必需面对的风险性。

环境地质 (environmental geology): “环境地质”一词, 虽然被人们使用, 但其严格的含义 (或定义), 都很少被人们认真的推敲过。因此, 出现了各许多不相同的含意的用法。本《规范》认为, 环境地质是研究人类技术经济活动与地质环境相互作用、影响的学科, 是以地质环境为研究对象的学科。

地质资源 (geological resources): 广义指地质作用形成的可供人类利用的资源, 但本规范仅指地下水 (含地热水、矿泉水) 资源、地质景观资源、天然建筑材料和地下空间资源, 不包括包括石油、天然气、固体矿产等资源。

地下水防污性能 (antifouling property of groundwater): 指地下含水层之上包气带地层防止地下水污染的能力, 能力越大, 地下水防污能力越强。

地下水防污性能 (groundwater vulnerability to pollution): 指地下水易受污染的性能, 也可理解为地下水对污染反应的敏感性。脆弱性越强, 地下水防污性能越差。

地质灾害危险区 (geologic hazard dangerous area): 指明显可能发生地质灾害且造成较多人员伤亡和严重经济损失的地区。

城市地质灾害易发性 (incidental property of geologic hazard): 指城市的地质结构体可能发生地质灾害的程度。

城市地质灾害易损性 (delicate property of geologic hazards): 指受灾体遭受地质灾害破坏机会的多少与发生损毁的难易程度。

地质环境风险 (geoenvironmental risk): 指人类活动对某一区域或地段的地质环境造成危害的可能性及损失的乘积。

地质环境图 (geoenvironment map): 是指在不受或少受人类活动影响时, 客观地质环境的概化和评价模型, 如地质构造图、地形地貌图、第四纪地质图等基础性地质图。

环境地质图 (environmental geology map): 指涉及在人类活动影响下地质环境发生变化的图件, 如人类诱发地质灾害分布图、地下水位变化图、土地利用地质环境风险图、建筑地基适宜性图等。一般情况下, 将地质环境图和环境地质图都统称为环境地质图。

制图综合 (cartographic generalization): 也称制图概括, 国际文献中多略为 generalization; 利用计算机进行制图综合, 可表述为 generalization in digital environment or computer aid generalization 等形式。考虑到汉语习惯, 以及“机助制图 (computer-aided cartography) 综合”可以是“手工加机助”方式, 本文采用“计算机制图综合”一词, 作为“全采用计算机的、或数字环境下的制图综合”的汉语表达。

附录 N：编写人员名单

文冬光	研 究 员	中国地质调查局
吴登定	工 程 师	中国地质调查局
刘长礼	研 究 员	水文地质环境地质研究所
陈 冰	教授级高工	南京地质矿产研究所
魏伦武	教授级高工	成都地质矿产研究所
鄢 毅	教授级高工	四川省地质调查院
孙晓明	教授级高工	天津地质矿产研究所
董 颖	高 工	中国地质环境监测院
周爱国	教 授	中国地质大学（武汉）
何江涛	副 教 授	中国地质大学（北京）
张成江	教 授	成都理工大学
佟元清	教授级高工	中国地质调查局水文地质工程地质技术方法研究所
陈剑平	教 授	吉林大学
李瑞敏	研 究 员	中国地质环境监测院
王一平	高 工	中国地质环境监测院
赵健康	教授级高工	浙江省地质环境监测站
王贵玲	研 究 员	水文地质环境地质研究所
赖绍民	教授级高工	成都地质矿产研究所
王 宇	教授级高工	云南省地质调查院
马振兴	教授级高工	江西省地质调查院
雒国忠	教授级高工	河北省地质环境监测站
赵宗壮	教授级高工	河北省地质环境监测站
朱晓曦	教授级高工	浙江省地质环境监测站