

中国地质调查局地质调查技术标准

DD2008—05

局部生态地球化学评价技术要求 (试行)

中国地质调查局

2008年10月

目 次

前言	III
1 范围	1
2 规范性引用文件	1
3 总则	2
3.1 评价目的	2
3.2 评价任务	2
3.3 评价思路	2
3.4 评价选区	2
3.5 评价方法	2
4 设计编审	3
4.1 设计依据	3
4.2 设计编写前准备工作	3
4.3 设计内容和编写要求	3
4.4 设计审查	3
5 农田生态系统	3
5.1 评价要求	3
5.2 资料收集与分析	3
5.3 野外工作方法	3
5.4 测试指标、方法及质量要求	5
5.5 资料整理与综合研究	5
6 草原生态系统	6
6.1 评价要求	6
6.2 资料收集与分析	6
6.3 野外工作方法	6
6.4 测试指标、方法及质量要求	7
6.5 资料整理与综合研究	8
7 湿地生态系统	9
7.1 评价要求	9
7.2 资料收集与分析	9
7.3 野外工作方法	9
7.4 测试指标、方法及质量要求	10
7.5 资料整理与综合研究	11
8 城市生态系统	11
8.1 评价要求	11
8.2 资料收集与分析	11
8.3 野外工作方法	12
8.4 测试指标、方法及质量要求	13

8.5 资料整理与综合研究	13
9 矿山生态系统	14
9.1 评价要求	14
9.2 资料收集与分析	14
9.3 野外工作方法	14
9.4 测试指标、方法及质量要求	15
9.5 资料整理与综合研究	15
10 地方病区	15
10.1 评价要求	15
10.2 资料收集与分析	16
10.3 野外工作方法	16
10.4 测试指标、方法及质量要求	17
10.5 资料整理与综合研究	17
11 报告编写	18
11.1 图件要求	18
11.2 报告内容与要求	18
附录 A (规范性附录) 设计书附录	19
附录 B (规范性附录) 局部生态地球化学评价报告编写提纲	21
附录 C (资料性附录) 土壤盐渍化分级指标	22
附录 D (资料性附录) 土壤盐渍化防治措施	23
附录 E (资料性附录) 湖泊营养状态与氮、磷元素的关系	24
附录 F (资料性附录) 具有拮抗或协同效应的部分元素	25

前 言

《局部生态地球化学评价技术要求（试行）》是针对农田、草原、湿地、城市、矿山等生态系统的局部生态地球化学评价工作而编制。

以往国内外未编制过类似评价工作的技术要求。

本标准附录 A、附录 B 为规范性附录，附录 C、附录 D、附录 E、附录 F 为资料性附录。

本标准由中国地质调查局提出和归口管理。

本标准起草单位：中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所、中国地质大学（北京）、中国地质环境监测院。

本标准主要起草人：周国华、杨忠芳、成杭新、李瑞敏、王支农。

本标准由中国地质调查局负责解释。

局部生态地球化学评价技术要求 (试行)

1 范围

本标准规定了局部生态地球化学评价的目标、任务、思路、选区原则、资料收集与分析、野外工作方法、样品测试指标及质量要求、资料整理与综合研究、报告编写、成果提交等内容。

本标准适用于农田、草原、湿地、城市、矿山等生态系统的局部生态地球化学评价工作。

2 规范性引用文件

下列文件中的条款通过本标准的引用而成为本标准的条款。凡是注日期的引用文件，其随后所有的修改单（不包括勘误的内容）或修订版均不适用于本标准，然而，鼓励根据本标准达成协议的各方研究是否可使用这些文件的最新版本。凡是不注日期的引用文件，其最新版本适用于本标准。

- GB 2744—1996 海水贝类卫生标准（花蛤、鲍鱼卫生标准）
- GB 2762—2005 食品中污染物限量标准
- GB 3095—1996 环境空气质量标准
- GB 3097—1997 海水水质标准
- GB 3838—2002 地表水环境质量标准
- GB 5084—2005 农田灌溉水质标准
- GB 5749—2006 生活饮用水卫生标准
- GB 9137—1988 保护农作物的大气污染物最高允许浓度
- GB 11607—1989 渔业水质标准
- GB 11901—1989 水质—悬浮物的测定—重量法
- GB 13106—1991 食品中锌限量卫生标准
- GB/T 14583—1993 环境地表 γ 辐射剂量率测定规范
- GB/T 14848—1993 地下水质量标准
- GB 14882—1994 食品中放射性物质限制浓度标准
- GB 15199—1994 食品中铜限量卫生标准
- GB 15618—1995 土壤环境质量标准
- GB/T 17221—1998 环境镉污染健康危害区判定标准
- GB 18406.1—2001 农产品安全质量 无公害蔬菜安全要求
- GB 18406.2—2001 农产品安全质量 无公害水果安全要求
- GB 18406.4—2001 农产品安全质量 无公害水产品安全要求
- GB/T 18407.1—2001 农产品安全质量 无公害蔬菜产地环境要求
- GB/T 18407.2—2001 农产品安全质量 无公害水果产地环境要求
- GB/T 18407.4—2001 农产品安全质量 无公害水产品产地环境要求
- GB 18421—2001 海洋生物质量
- GB 18668—2002 海洋沉积物质量标准
- HJ/T 25—1999 工业企业土壤环境质量风险评价基准
- HJ/T 81—2001 畜禽养殖业污染防治技术规范

NY/T 268—1995~NY/T 292—1995 绿色食品品质行业标准

NY/T 391—2000 绿色食品产地环境质量标准

NY/T 418—2000~NY/T 437—2000 绿色食品系列标准

NY/T 5001—2001~NY/T 5073—2001 无公害食品系列标准

NY 5051—2001 无公害食品淡水养殖用水水质

NY 5052—2001 无公害食品海水养殖用水水质

DB 42/211—2002 富硒食品标签

DD 2005—01 多目标区域地球化学调查规范（1:250000）

DD 2005—02 区域生态地球化学评价技术要求（试行）

DD 2005—03 生态地球化学评价样品分析技术要求（试行）

3 总则

3.1 评价目的

针对农田、草原、湿地、城市、矿山等生态系统中的局部地球化学问题，通过开展生态地球化学评价，研究地球化学环境与生态现象间的关系及作用影响机制，从生态地球化学角度提出国土资源保护与利用、农业发展规划、人居环境改善、地方病防治、环境整治与生态恢复等措施建议，为地方经济社会与生态环境的可持续协调发展服务。

3.2 评价任务

3.2.1 查明局部地球化学异常特征，追踪异常元素来源，分析异常成因。

3.2.2 评价异常区环境质量现状，指出影响环境的关键因素，预测环境变化趋势，开展生态地球化学预测预警。

3.2.3 研究异常元素与生态现象的关系，揭示异常元素分布分配对环境质量、农牧渔业生产、人体健康等的影响及作用机制。

3.2.4 从生态地球化学角度，提出国土资源保护与利用、农业结构调整、城市发展规划、人居环境优化、地方病防治、环境整治与生态恢复的对策建议和技术措施。

3.3 评价思路

在已有资料收集分析基础上，部署野外调查，以生态系统中元素分布分配、迁移转化、生态效应及影响机制为主线，追踪异常元素来源，分析异常成因，评价环境质量现状，开展生态地球化学预测预警，揭示地球化学特征与生态现象的关系，提出兴利避害建议及对策措施。

3.4 评价选区

根据局部生态地球化学问题或生态现象、局部地球化学异常的分布，结合经济社会发展需求等因素，确定评价对象，选择评价区。

3.5 评价方法

收集区域地球化学调查与评价等相关资料，分析生态现象与地球化学环境间的关系，确定评价方案。

采取面上调查、剖面调查、点上调查或多种方法相结合的方式，开展野外调查工作。根据评价区面积和评价精度等要求，选择适当的比例尺。

根据评价需要，确定野外调查内容及采样介质类型。采样介质一般以土壤为主，辅以沉积物、水、大气、植物、动物及人体生物样。点上调查推荐采取多介质配套采集方案。

根据局部地球化学异常特征、生态现象可能成因，结合评价需要，选择分析测试指标。

广泛吸收多领域、多学科研究成果，立足地学，以生态地球化学为主线，以地球化学异常和生态现象间的因果联系和作用机制为核心，循序渐进，开展研究。

以地理信息系统为平台，以多信息综合数据库为基础，在综合研究基础上进行评价，提高成果集成和转化应用水平。

4 设计审查

4.1 设计依据

设计书是开展局部生态地球化学评价的依据，由项目承担单位根据任务书和相关技术标准的要求编写。

4.2 设计编写前准备工作

4.2.1 系统收集评价区自然地理、地质、地球化学、生态环境、社会经济等资料，掌握评价区生态环境总体特征。

4.2.2 实地踏勘，根据需要进行方法技术试验，确定评价工作部署和实施方案。

4.3 设计内容和编写要求

局部生态地球化学评价设计编写内容及要求遵照附录A的规定执行。

4.4 设计审查

设计书提交主管部门审查和认定后实施。

5 农田生态系统

5.1 评价要求

主要针对名特优产地、富硒土壤、中药材产地、局部重金属污染等，开展农田生态系统局部生态地球化学评价工作，为土地资源利用、作物种植规划、污染防治、合理施肥等提供地球化学依据。

查明农田土壤营养元素、有益元素、有害元素、其它重要元素及相关指标分布特征，农田生态系统不同介质间元素迁移与分配规律，土壤元素形态特征及影响因素。追踪异常元素来源，分析异常成因。

评价农田环境质量现状，查明影响农田生态环境质量的关键因素，预测农田环境变化趋势，开展农田生态地球化学预测预警。

揭示农田生态现象与地球化学特征的关系和作用机制，指出制约或影响农业生产的主要地球化学因素。

根据农田生态地球化学特征，提出农作物种植布局规划、农田土壤环境保护、防治农田生态危害的对策建议。

5.2 资料收集与分析

5.2.1 资料收集

根据评价需要，系统收集农田生态系统相关资料。主要包括：评价区自然地理、地形地貌、气候、植被等；地质背景、地球化学、成土母质、土壤类型及理化性质、土壤障碍因子等；农业经济结构、土地利用现状、作物类型与布局、农药化肥、主要农业生产问题等；作物生长及产品质量，特色优质农产品分布，土壤耕作适宜性，污染源与污染排放，牲畜和人群健康等生态环境资料。

5.2.2 资料分析

系统整理评价区资料，初步推断生态现象与农田生态环境的关系，明确农田生态地球化学评价的关键问题，制定工作部署方案。

5.3 野外工作方法

5.3.1 评价区选择

区域地球化学调查发现的营养元素、有益元素、有害元素、其它重要地球化学指标或特征的异常区（如酸碱度、盐碱度异常区）。

特色优质农产品、绿色或无公害农产品种植区，动物、人体健康状况异常区。

综合考虑地球化学分布(强异常、弱异常、背景区)和生态效应状况(如农产品优质、一般、劣质区)，选择若干典型地段作为重点调查区。

5.3.2 评价要素选择

5.3.2.1 土壤是农田生态地球化学评价的基本采样介质，根据需要可采集农作物、地表水、地下水、灌溉水、降水、土壤溶液、大气、大气干湿沉降、农药、化肥、牲畜、人体生物样等样品。

5.3.2.2 优质、特色农作物是农田生态地球化学评价的重要对象，包括粮食作物、油料作物、糖料作物、果品、饮料、蔬菜、烟草、纤维作物、中药材、食用菌和食用笋类等。

5.3.3 野外调查方法

5.3.3.1 样点布设

a) 根据评价目标任务，野外调查可采取面上网格状布点、线状剖面布点、典型地块布点的方法，或多种方法相结合。以覆盖或穿切典型地质背景、异常不同部位和典型生态效应区为原则。

b) 面上网格状调查、线状剖面调查以土壤、作物、灌溉水为主要采样介质，根据需要采集垂向剖面土壤样、土壤溶液、灌溉水、作物等样品。根据评价目标任务，采用 1:10000~1:50000 的工作比例尺进行。原则上要求各类统计单元中样品数不少于 15 件。

c) 在面上网格状调查、线状剖面调查未控制，地质背景、地球化学特征或生态效应具有典型性和代表性的地块，部署点上调查。原则上采取多介质配套采样方案。

d) 结合点、线、面调查，以有效控制整个评价区为原则，布设化肥、农药、灌溉水、大气、大气干湿沉降等采样点。大气样点布设时应考虑污染源、风向等因素。当评价区存在明显的人为污染源时，应布点采集污染源样品，如工业“三废”、矿坑水、交通扬尘、烟囱灰尘等。每类样品数量不少于 5 件。

5.3.3.2 野外调查内容

根据农田生态地球化学评价的具体需要，野外调查时有选择地观察记录以下内容：(微)地形地貌、地质背景、土地利用、土壤类型、地下水位、排灌条件、作物种类及其产量品质、农药化肥施用、水土流失、土壤盐渍化、环境污染等。

5.3.3.3 样品采集与加工

a) 野外调查前，根据地形地貌、地质背景、地球化学特征、土壤类型、生态现象分布、道路交通、污染源分布等资料，在野外工作手图上预布采样点。

b) 土壤样采自作物根系土层，农田环境一般采集 0~20cm 的表层耕作土。在小范围内采集 5 点以上，构成组合样。其它各类样品，以样品代表性为原则，采取适当方法采集。

c) 土壤等介质性质相对稳定的样品，一般按总采样数量的 2~3%布设重复样点；介质性质不稳定，或受季节制约的样品，如水、农产品，按比例采集平行样。

d) 各类样品的采集、野外处理、分析前处理方法与质量要求，遵照 DD 2005—01、DD 2005—02、DD 2005—03 及相关标准，并结合具体需要确定。

5.3.3.4 样品编号

a) 标识唯一性是样品编号的基本原则。可采用“评价区代码+样品属性码(采用调查方法+样品介质构成，如面积性调查用 M，剖面调查用 P，土壤样用 T，水样用 S)+顺序号”等方式进行样品编号。

b) 重复样、平行样统一编号，同时编制编码表。

5.3.3.5 记录、定点与标绘

a) 采用采样记录卡或野外记录本，记录野外调查内容。土壤、水地球化学调查可参照 DD 2005—01 中相应记录卡，其它类型样品可参照相关标准中的记录格式，结合具体需要设计。

- b) 野外调查采用 GPS 结合地形图定点，用铅笔标绘于野外工作手图。回室内后，以直径 2mm 小圆圈将采样点转绘到地形图并着墨，写上样品编号。

5.4 测试指标、方法及质量要求

5.4.1 测试指标

根据评价需要，选择测试下列部分指标。

5.4.1.1 岩石、土壤样

- a) 植物营养与有益元素：N、P、K、Ca、Mg、S、Fe、Mn、Cu、Zn、B、Mo、Si、Na、Co、V、Al 等。
- b) 动物和人体必需元素：Ca、Mg、S、N、P、Na、K、Fe、Cu、Zn、Co、Mn、Cr、Mo、Ni、V、Sn、Se、I、F、Sr、Rb、As、B 等。
- c) 重金属等环境指示元素：As、Cd、Cu、Cr、F、Hg、Mn、Ni、Pb、Se、Sn、Tl、Zn 等。
- d) 土壤样除测定上述元素外，还有酸碱度（pH 值）、有机质（或总有机碳 TOC）、阳离子交换量（CEC）、粒级组成（质地）、氧化还原电位（Eh）等理化指标。
- e) 土壤样除测定元素全量外，还可考虑测定元素有效量（重金属可浸提量），元素形态或价态含量，如 As^{3+} 、 Cr^{6+} 含量。
- f) 曾发生过持久性有机污染物污染事件的地区（如 PCBs 污染区），或受工业污染较严重的地区（如化工基地附近），根据需要测定土壤、水、农产品中相应的有机污染物指标。
- g) 土壤盐渍化、酸化趋势明显的地区，在测试相关指标的同时，考虑采用模拟实验的方法，研究土壤盐渍化或酸化时土壤元素活化迁移规律。

5.4.1.2 水样

根据评价需要，选择测定酸碱度（pH）、温度（T）、氧化还原电位（Eh）、氯化物、氰化物、氟化物、 Cr^{6+} 、石油烃类、六六六、DDT、以及 5.4.1.1 中 a、b、c 部分指标。

5.4.1.3 作物及农产品样

- a) 作物植株样选择测定评价区的异常元素和植物营养、有益元素，即 5.4.1.1a 和 5.4.1.1c 中部分指标。
- b) 根据评价需要，测定农产品中部分食用卫生指标和营养品质指标：
 - 1) 食用卫生指标包括 As、Cd、Cr、Cu、F、Hg、Ni、Pb、Se、Zn 等元素，农药残留量（DDT、六六六、有机磷、氨基甲酸酯等有机农药），蔬菜类还包括硝酸盐、亚硝酸盐。
 - 2) 不同农产品的营养品质指标不同，根据具体农产品类型选择。例如，果品类主要包括糖度、酸度、果形物、K、Ca、Mg 等，中药材类包括有机药用成分与生命元素 Fe、Cu、Zn、Co、Mn、Cr、Co、Ni、V、Sn、Si、Se、I、F、Sr、Rb、As 等。

5.4.1.4 大气样品

大气环境样品应测定总悬浮颗粒物（TSP）， SO_2 ， NO_x ，氟化物（F），Pb 等指标。根据污染源特征增加相应指标。

5.4.1.5 各类污染源样品

化肥、农药、工业“三废”、矿坑水、扬尘等各类污染源样品，选择测定相应的污染元素和有机污染物指标。

5.4.2 分析方法与质量要求

遵照 DD 2005—01、DD 2005—03 等标准要求，选择分析测试方法，确定分析质量要求。

5.5 资料整理与综合研究

5.5.1 统计各类样品地球化学指标参数，编制地球化学图，查明元素含量、组合、分布、分配规律。研究地球化学空间分布、分配特征与地质背景、成土母质、（微）地形地貌、土壤类型、土地利用、人

为污染等之间的关系；结合第四纪地质、水文地质、农业生产、气候条件等因素，判断土壤盐碱化、酸碱度异常的成因机理。

5.5.2 计算元素风化富集系数，研究成土过程中元素活化、迁移、分配规律；综合异常元素组合、空间分布、异常源调查成果，识别异常元素来源，分析异常成因，查明地质背景、表生地球化学作用、环境污染对农田生态环境的影响；开展农田生态地球化学预测预警，提出农田土壤改良、生态环境保护和生态地球化学危害防治的技术措施和对策建议（参见附录 D）。

5.5.3 计算各类农产品可食部位元素生物富集系数，筛选当地农田生态环境中相对安全的作物种类。遵照 GB 2762—2005、GB 13106—1991、GB14882—1994、GB 15199—1994、GB/T 18406.1—2001、GB/T 18406.2—2001、NY/T 268—1995~NY/T 292—1995、NY/T 418—2000~NY/T 437—2000、NY/T 5001—2001~NY/T 5073—2001 评价各类农产品安全性，及是否满足绿色无公害农产品要求。研究营养有益元素与农产品质量的关系，分析优质农产品生产潜力，筛选出适宜种植的农作物种类。

5.5.4 遵照 GB 3095—1996、GB 3838—2002、GB 5084—2005、GB 9137—1988、GB 15618—1995 及附录 C，评价土壤环境质量和肥力营养状况，大气、灌溉水环境质量，土壤盐渍化程度。遵照 GB/T 18407.1—2001、GB/T 18407.2—2001、DB 42/211—2002、NY/T 391—2000，圈定适宜发展无公害、绿色农产品、特色农产品的农田环境区。

5.5.5 研究特色优质农产品与地球化学环境、地质背景、气候环境、地形地貌等生态要素的关系，识别其主要影响要素和指标，建立特色优质农产品产出的生态地球化学环境模型。应用统计分析和空间分析技术，圈定特色优质农产品适宜种植区。

6 草原生态系统

6.1 评价要求

6.1.1 查明草原土壤营养元素、有益元素、有害元素、其它相关指标分布特征；研究草原生态系统不同介质间元素迁移、分配规律及影响因素；追踪异常元素来源，分析异常成因。

6.1.2 评价草原土壤、水等环境质量现状，研究地球化学环境与牲畜健康、产品质量的关系。查明影响草原生态环境质量的关键因素，开展草原生态地球化学预测预警。

6.1.3 根据草原生态地球化学特征及其变化趋势，提出畜牧发展规划、牧场环境保护及生态危害防治的对策建议。

6.2 资料收集与分析

6.2.1 资料收集

6.2.1.1 自然地理、地质背景、土壤类型、气候条件、区域地球化学、水文地质、污染源分布、污染排放类型等资料。

6.2.1.2 畜牧生产历史、现状及存在的问题，特别是与元素缺乏或过剩有关的牧草长势、草场退化、牲畜健康及产品质量问题。

6.2.2 资料分析

系统整理评价区资料，初步判断牧草长势、牲畜健康与草场生态环境间的关系，明确草原生态地球化学评价的关键问题，制定评价工作部署方案。

6.3 野外工作方法

6.3.1 评价区选择

6.3.1.1 区域地球化学调查发现的营养元素、有益元素、有害元素、其它相关指标或特征（如盐碱度）的异常区。

6.3.1.2 优质畜牧业区，牲畜健康及产品质量（如肉质、皮毛、绒毛品质）异常区，牲畜养殖基地和规划养殖基地。

6.3.1.3 综合考虑地球化学分布(强异常、弱异常、背景区)和生态效应(畜牧品优质、一般、劣质区),选择若干典型地段作为重点调查区。

6.3.2 评价要素选择

6.3.2.1 土壤、牧草是草原生态地球化学评价的基本采样介质,根据需要可采集饮用水(地表水、地下水)、饲料、大气、农药、化肥、牲畜生物样等介质样品。

6.3.2.2 牲畜生物样主要指毛发、乳汁、尿、肝、血和肉类产品。参照生物学、流行病学的调查方法,根据研究需要和采样可行性进行选择。采集时注意采样个体的性别、生长期、年龄大小等,确保样品的代表性。

6.3.3 野外调查方法

6.3.3.1 样点布设

- a) 根据评价目标任务,野外调查可采取面上网格状布点、线状剖面布点、典型地块布点的方法,或多种方法相结合。以覆盖或穿切典型地质背景、异常不同部位和典型生态效应区为原则。
- b) 在面上网格状调查、线状剖面调查以土壤、牧草为主要采样介质,根据需要采集其它类型样品,如岩土垂向剖面样、饮用水、饲料、牲畜生物样等。根据评价目标任务,采用1:10000~1:50000的工作比例尺进行。原则上要求各类统计单元中样品数不少于15件。
- c) 面上网格状调查、线状剖面调查未控制,地质背景、地球化学特征及生态效应具有典型性和代表性的牧场,部署点上调查。原则上采取多介质配套采样方案,采集土壤、垂向土壤剖面、牧草、饮用水、饲料、牲畜生物样等。
- d) 人为活动影响较强烈的地区,如邻近大中型城市及矿山、中大型燃煤电站、交通干线,应布设大气环境质量、干湿沉降以及各类污染物样品。每类样品数不少于5件。

6.3.3.2 野外调查内容

野外调查时主要观察记录以下内容:(微)地形地貌、地质背景、土壤类型、人畜饮用水、地下水位、地表水及排泄条件、牧草种类及长势、草原生态(沙化、盐渍化等)、牲畜生长与健康、农药化肥、环境污染等。

6.3.3.3 样品采集与加工

- a) 野外调查前,根据地形地貌、地质背景、地球化学特征、土壤类型、生态现象分布、道路交通、污染源分布等资料,在野外工作手图上预布采样点。
- b) 土壤与牧草样品根据调查比例尺,在一定范围内多点采集构成组合样。土壤样采集牧草根系土。其它各类样品,以样品代表性为原则,采取适当方法采集。
- c) 土壤等介质性质相对稳定的样品,一般按总采样数量的2~3%布设重复样点;介质性质不稳定,或受季节制约的样品,如牧草样、水样,按比例采集平行样。
- d) 各类样品采集、野外处理、分析前处理的方法与质量要求,遵照DD 2005—01、DD 2005—02、DD 2005—03及相关标准,并结合具体需要确定。

6.3.3.4 样品编号

遵照5.3.3.4的规定。

6.3.3.5 记录、定点与标绘

遵照5.3.3.5的规定。

6.4 测试指标、方法及质量要求

6.4.1 测试指标

根据评价需要,选择测试指标。

6.4.1.1 岩石、土壤样

选择测定下列部分指标(指标相同者测定一次即可,后同):

-
- a) 植物营养与有益元素：N、P、K、Ca、Mg、S、Fe、Mn、Cu、Zn、B、Mo、Si、Na、Co、V、Al 等。
 - b) 动物和人体必需元素：Ca、Mg、S、N、P、Na、K、Fe、Cu、Zn、Co、Mn、Cr、Mo、Ni、V、Sn、Se、I、F、Sr、Rb、As、B 等。
 - c) 重金属等环境指示元素：As、Cd、Cu、Cr、F、Hg、Mn、Ni、Pb、Se、Sn、Tl、Zn 等。
 - d) 土壤样除测定上述元素外，还有酸碱度（pH 值）、有机质（或总有机碳 TOC）、阳离子交换量（CEC）、粒级组成（质地）、氧化还原电位（Eh）等理化指标。
 - e) 土壤样除测定元素全量外，必要时测定元素有效量（重金属可浸提量），元素形态或价态含量，如 As^{3+} 、 Cr^{6+} 含量。

6.4.1.2 水样

根据评价需要，选择测定酸碱度（pH）、盐度、水温（T）、氧化还原电位（Eh）、氯化物、氰化物、氟化物、 Cr^{6+} 、石油烃类、六六六、DDT、以及 6.4.2.1~3 中部分指标。

6.4.1.3 牧草、饲料样

- a) 选择测定植物营养元素、有益元素和有害元素，即 5.4.2.1 和 5.4.2.3 中部分指标。注意测试评价区异常元素。
- b) 根据评价需要，测定牧草的相关营养品质指标。

6.4.1.4 大气样品

大气环境样品应测定总悬浮颗粒物（TSP）， SO_2 ， NO_x ，氟化物（F），Pb 等指标。根据污染源特征增加相应指标。

6.4.1.5 各类污染物样品

化肥、农药、工业“三废”、矿坑水、扬尘等各类污染物样品，选择测定相应的污染元素和有机污染物指标。

6.4.2 分析方法与质量要求

遵照 DD 2005—01、DD 2005—03 及相关标准要求，选择分析测试方法，确定分析质量要求。

6.5 资料整理与综合研究

6.5.1 统计各类样品介质的地球化学指标参数，编制地球化学图，查明元素含量、组合、分布、分配规律；研究元素空间分布、分配特征与地质背景、成土母质、（微）地形地貌、土壤类型、人为污染等之间的关系；结合第四纪地质、水文地质、畜牧业生产、气候变化等因素，判断草场退化、盐渍化、沙化的成因机理，揭示影响草场和牲畜产品质量的地球化学因素。

6.5.2 计算元素风化富集系数，研究成土过程中元素活化、迁移、分配规律；综合元素组合和分布特征及污染源调查成果，识别异常元素来源，分析异常成因；查明地质背景、表生地球化学作用和环境污染对草原生态环境的影响，开展草原生态地球化学预测预警，提出牧场环境保护、生态危害防治的对策建议。

6.5.3 研究土壤—牧草体系中元素含量关系，分析畜牧元素缺乏与过剩状况及其对牲畜产品质量的影响，针对缺乏元素提出土壤施肥、饲料增补建议。

6.5.4 遵照 GB 2762—2005、GB 3095—1996、GB 3838—2002、GB 5749—2006、GB 13106—1991、GB 15199—1994、NY/T 268—1995~NY/T 292—1995、NY/T 391—2000、NY/T 418—2000~NY/T 437—2000、NY/T 5001—2001~NY/T 5073—2001，评价土壤环境质量和肥力营养状况，大气、饮用水质量，牲畜产品的食用安全性，圈定绿色、无公害畜牧养殖适宜区，为畜牧养殖业发展提供依据。

7 湿地生态系统

7.1 评价要求

7.1.1 查明湿地环境中营养盐、重金属等污染物的含量与分布，评价水体、沉积物环境质量与富营养化程度；追踪异常元素和化合物来源，分析工业污染排放、农田非点源污染、城镇生活污染、水产养殖污染对湿地生态环境的影响，为湿地生态功能分区和水环境保护决策服务。

7.1.2 研究湿地生态系统中元素、有机污染物迁移转化规律，水产品吸收累积系数，筛选环境适宜的水产品种类，为绿色、无公害水产养殖发展服务。

7.1.3 预测湿地环境变化趋势，进行湿地生态地球化学预警，提出生态危害防治的对策措施。

7.2 资料收集与分析

7.2.1 资料收集

7.2.1.1 收集与湿地系统相关的资料，包括自然地理、地质、地球化学、气候、水文、工农业生产、水土流失、污染排放、湿地生态环境功能区划等。

7.2.1.2 了解水产养殖状况，包括养殖史、水产种类、养殖密度、饵料与药剂种类及使用量，水体富营养化频率、藻类种群特征，水产品产量与品质变化，存在的生态环境问题等情况。

7.2.2 资料分析

围绕评价要求，明确评价湿地存在的主要生态环境问题，分析其可能原因，制订评价工作部署和实施方案。

7.3 野外工作方法

7.3.1 评价区选择

综合以下三方面因素，根据评价目标任务，选择具体区域部署评价工作：

7.3.1.1 区域地球化学调查发现的营养元素、有益元素、有害元素及有机污染物异常分布的湿地。

7.3.1.2 对区域社会经济、生态环境具有重要意义的特定湿地，如水源地、水产养殖区、产卵场、湿地保护区等；需疏浚清淤的河道和港湾，包括湖泊、水库、河流、滩涂、港湾、河口、浅海等各类湿地。

7.3.1.3 生态功能异常湿地，如水体严重富营养化区，赤潮多发区，养殖功能退化区。

7.3.2 评价要素选择

7.3.2.1 水、水底沉积物、水产生物样是湿地生态地球化学评价的基本采样介质，根据需要可采集沉积柱、悬浮物、过滤水、水体微生物、大气、大气干湿沉降、饵料、药剂等介质样品。

7.3.2.2 水产生物样优先考虑迁徙活动范围较小的底栖类生物。

7.3.3 野外调查方法

7.3.3.1 样点布设

a) 根据评价目标任务，野外调查可采取面上网格状布点、线状剖面布点、典型地段布点的方法，或多种方法相结合。以覆盖或穿切典型湿地环境或水体功能区、异常不同部位、典型生态效应区为原则。

b) 根据评价目标任务，面上网格状调查、线状剖面调查采取 1:10000~1:50000 的工作比例尺。主要采集水、沉积物样品，根据需要采集水产品生物样、沉积柱、悬浮物、过滤水、水体微生物、饵料、药剂等各类样品。原则上要求每类样品数量不少于 10 件。

c) 在面上网格状调查、线状剖面调查未控制，湿地环境条件、地球化学特征及生态效应具有典型性和代表性的地点，布设点上调查。点上调查宜采取多介质配套采样方案，即同点位采集水（分层采集）、沉积物（或沉积柱）、饵料、药剂、水产品生物样（以底栖生物为主，尽可能采集多种水产品）等多介质样品。配套样品一般不少于 5 组。

-
- d) 在水体主要流入口、流出口或水体交换处（半封闭海湾的湾口）布设控制性采样点，按水文期采集水、悬浮物及沉积物等样品。
 - e) 根据评价目标任务，在湿地适当位置布设未扰动沉积柱采集点。沉积柱样品按 2cm 间隔分割，按要求处理后，采用 ^{210}Pb 、 ^{137}Cs 定年技术确定沉积年代，根据需要测定重金属、P、硅藻组合等指标。
 - f) 湿地邻近中大型城市、工业区、冶炼厂、热电厂、化工厂等污染源时，布设污染源追踪调查采样点。例如，根据风向布设采集雨水、大气干湿降尘等样品。

7.3.3.2 野外调查内容

根据评价目标任务，野外调查主要观察记录以下内容：

- a) 湿地生态环境状况，包括水藻或赤潮暴发规律及空间分布，水产养殖及其存在的问题，水环境污染状况；
- b) 结合水样、沉积物样采集，记录水深、水色、水臭、浊度、沉积物质地等内容；
- c) 其它各类介质样品采集时需记录描述的项目。

7.3.3.3 样品采集与加工

- a) 野外调查前，根据湿地范围及水功能分区、地球化学特征、水产养殖状况、水体出入口、污染源分布、湿地生态现象等资料，在野外工作手图上预布采样点。
- b) 遵照相关标准分层采集水样。水样分层采集原则为：当水深不到 5m 时，在水面下 0.5m 采集 1 件水样（不足 1m 时，在 1/2 水深处采集）；当水深变化于 5~10m 时，在水面下 0.5m 和底面上 0.5m 各采集 1 件样品；水深大于 10m 时，分别在水面下 0.5m、1/2 水深处、底面上 0.5m 处各采集 1 件水样。季节差异明显的水体，分期多次采集水样。其它各类样品，以样品代表性为原则，采取适当方法采集。
- c) 水底沉积物性质相对稳定，且考虑到湿地调查难度大、成本高，原则上类同水、生物、悬浮物，按总样数的 2~3% 采集平行样。
- d) 各类样品采集、野外处理、分析前处理的方法与质量要求，遵照 GB 11901—1989、DD 2005—01、DD 2005—02、DD 2005—03 及相关标准，并结合具体需要确定。

7.3.3.4 样品编号

遵照 5.3.3.4 的规定。

7.3.3.5 记录、定点与标绘

遵照 5.3.3.5 的规定。

7.4 测试指标、方法及质量要求

7.4.1 测试指标

根据评价需要，从以下指标体系中选择测定若干指标。

7.4.1.1 沉积物样品测试指标包括 N、P、K、Ca、Mg、S、Fe、Mn、Cu、Zn、Mo、Co、Cr、Ni、Sn、Se、F、Sr、Rb、As、Cd、Hg、Pb、DDT、六六六、PCBs、PAHs、有机碳、硫化物等。

7.4.1.2 水样现场测定 pH、Eh 和水温，在野外现场或实验室测定溶解氧、盐度、悬浮物、化学耗氧量、氨氮、硝酸盐氮、亚硝酸盐氮、无机氮指标，以及 GB 3838—2002 地表水环境质量标准、GB 3097—1997 海水水质标准要求测定的元素和有机污染物指标。水体富营养化指标包括浮游生物、叶绿素、异氧菌总数、大肠菌群数等项目。

7.4.1.3 水产品测定 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Co、Ni、Pb、Se、Zn、F、DDT、六六六等。根据评价区环境污染情况，增加相应污染物项目。

7.4.1.4 饵料测定 N、P、As、Cd、Cr、Cu、Hg、Co、Ni、Pb、Zn 以及可能的有机污染物。

7.4.1.5 沉积柱样品测定总有机碳、N、P、As、Cd、Cr、Cu、Hg、Co、Ni、Pb、Zn 等元素，DDT、六六六等有机污染物，以及粒度等指标。为研究沉积环境变化的无扰动沉积柱样，采用 ^{210}Pb 、 ^{137}Cs 定年技术确定沉积年龄。

7.4.1.6 大气样品测定总悬浮颗粒物（TSP）、 SO_2 、 NO_x 、氟化物（F）、Pb 等。降尘样分析 As、Cd、Hg、Cr、Cu、Pb、Zn、Ni、F 等元素。根据污染源特征增加相应指标。

7.4.2 分析方法与质量要求

遵照 DD 2005—01、DD 2005—02、DD 2005—03 及相关标准要求，选择分析测试方法，确定分析质量要求。

7.5 资料整理与综合研究

7.5.1 统计各类样品介质中地球化学指标参数，编制地球化学图，查明元素含量、组合、分布、分配规律。研究地球化学分布分配特征与湿地环境、功能分区、水产养殖、环境污染间的关系。结合大气、大气干湿沉降、悬浮物、水、饵料、药剂等调查资料，初步查明水体营养盐、重金属及有机污染物的主要来源，分析异常成因，提出水环境保护建议。

7.5.2 遵照 GB 3097—1997、GB 3838—2002、GB 5084—2005、GB 5749—2006、GB 11607—1989、GB/T 14848—1993、GB 18406.4—2001、GB 18668—2002、NY 5051—2001、NY 5052—2001，评价水、沉积物环境质量及其功能适宜性。遵照 GB 2744—1996、GB 2762—2005、GB 13106—1991、GB 14882—1994、GB 15199—1994、GB/T 18407.4—2001、GB 18421—2001、NY/T 268—1995~NY/T 292—1995，评价水产品食用安全性，指出超标元素和化合物类型、超标率与超标程度。

7.5.3 计算各类水产品（以底栖生物为主）对污染物的生物累积系数，筛选食用安全的环境适宜水产品种类。研究水产品安全质量与水质、沉积物质量的关系以及影响因素，为优质安全水产养殖业发展服务。

7.5.4 综合上述成果，结合沉积柱研究成果，采用适当的模型，预测水体富营养化、水体和沉积物环境质量变化趋势，提出生态危害防治对策建议。

8 城市生态系统

8.1 评价要求

8.1.1 查明城市土壤、水、降尘等环境介质中重金属、有机污染物分布，评价城市环境质量。研究地球化学特征与城市功能分区、环境污染的关系，追踪污染物来源，查明异常成因。

8.1.2 研究城市生态系统中重金属、有机污染物分布分配、迁移转化规律，分析对人体健康的影响，结合城市发展趋势，开展城市生态地球化学预测预警。

8.1.3 放射性高背景区，查明土壤和大气氡浓度、1m 高 γ 辐射空气吸收剂量率，建立土壤放射性核素 ^{238}U 、 ^{226}Ra 、 ^{232}Th 和 ^{40}K 与 1m 高 γ 辐射空气吸收剂量率的关系模型，追踪放射性核来源，评价城市辐射环境地球化学质量现状。

8.1.4 根据以上评价成果，提出城市环境保护对策，为城市布局规划和功能区划提供科学依据。

8.2 资料收集与分析

8.2.1 资料收集

8.2.1.1 自然地理、地质背景、地形地貌、气候气象、水文地质等自然生态环境资料。

8.2.1.2 城市布局及功能分区，交通、工矿企业与生活污染及“三废”排放量，以及人文历史、社会经济等各方面资料。

8.2.1.3 城市发展面临的主要生态环境问题，如水资源与水源地环境、大气与土壤环境、城郊农业及蔬菜基地、人群健康问题等。

8.2.2 资料分析

针对城市生态环境问题，在资料综合基础上，初步判断其成因。明确城市生态地球化学评价具体目标，如城市土壤与降尘污染评价、城市水源地评价、城郊农业特别是蔬菜基地评价、城市辐射环境评价等，并为相应的工作部署和实施方案的制订提供依据。

8.3 野外工作方法

8.3.1 评价区选择

考虑以下因素，选择评价城市及具体评价区：

8.3.1.1 区域地球化学调查发现分布有重金属、有机污染物、放射性元素异常的城市。

8.3.1.2 地质背景、地球化学特征、自然地理环境、城市规模、发展历史、工业门类及经济模式、人口等生态环境特征具有一定代表性、典型性的城市。

8.3.1.3 城市典型功能区，包括工业区、商业区、住宅区、文教区、游览区、交通枢纽区、城郊农业区、城市规划发展区等。

8.3.2 评价要素选择

8.3.2.1 根据具体评价目标，选择合适的环境要素开展评价工作。

8.3.2.2 城市土壤与降尘污染评价，以土壤、降尘为基本调查介质，需考虑采集典型污染源、大气干湿沉降、气溶胶及人发物样；城市水源地评价，以水、沉积物、水产品为基本采样介质，需考虑汇水域土壤，化肥农药等农业面源污染，水产养殖污染，工矿“三废”污染，城镇生活污染源等；城郊蔬菜基地评价，以土壤、灌溉水、作物为基本采样介质，需考虑化肥、农药、大气干湿沉降等；城市辐射环境质量评价土壤中放射性核素、土壤和大气氡浓度、1m高 γ 辐射空气吸收剂量率为基本调查指标。

8.3.2.3 污染严重的城市，应考虑部署人群健康状况调查，采集相应的人体生物样。

8.3.3 野外调查方法

8.3.3.1 样点布设

a) 根据评价目标任务，以经济、有效为原则，部署评价工作，布设采样点。

b) 野外调查可采取面上网格状布点、线状剖面布点、沿水系布点等方法，或多种方法相结合进行。以覆盖或穿切异常不同部位、典型城市功能区，揭示系统中物质迁移循环过程为原则，如城市土壤环境评价应布设土壤垂向剖面、表层土壤、降尘及干湿沉降、污染端元等采样点。

c) 城市辐射环境调查重点在中酸性花岗岩、花岗闪长岩类分布区，或断裂构造发育部位，部署面上网格状、线状剖面调查工作。

d) 人群健康状况调查，收集肺癌等恶性肿瘤，慢性鼻炎、慢性咽炎等呼吸道疾病资料，儿童血铅与智商调查资料。原则上按城市功能分区、城市和近郊不同污染程度分区，布设人群个体发、尿、指甲等采样点。

e) 面上网格状调查、线状剖面调查采取 1:10000~1:50000 的工作比例尺。原则上要求每类样品数量不少于 15 件。

8.3.3.2 野外调查内容

野外调查时，需详细记录采样点周围环境特征及样品本身的属性特征。

8.3.3.3 样品采集与加工

a) 遵照 GB/T 14583—1993、DD 2005—01、DD 2005—02 及相关标准，并遵循以下规定采集各类样品。

- b) 城区土壤样点尽量布设于老树根部、公园等处，采集非扰动原地土样或堆放时间较长的人工搬运土。城市近郊农村地区，主要采集农田、菜地土壤。表层土壤样采集 0~20cm 的土层。
- c) 在 1.50~1.60m 高度的窗台、空调机外罩、树叉等部位，用毛刷扫取降尘，过 200 目尼龙筛去除粗粒杂质，作为降尘样。
- d) 大气干湿沉降样按春、夏、秋、冬四季采集，北方城市需考虑采暖期。采用湿法（加水）集尘缸采集，集尘缸规格一般为内径 15cm、高 30cm，放置于距地面 5~12m 的建筑物顶，距取样平台 1.0~1.5m。
- e) 城市地下水调查。在以自备井方式抽取城区地下水作为工业用水、生活饮用水的城区，采集井水样。
- f) 城市水系河流调查。在流经城区前、城区、城区下游分别布设水样、沉积物、悬浮物等采集点。分别在丰水期、枯水期采集样品。

8.3.3.4 样品编号

遵照 5.3.3.4 的规定。

8.3.3.5 记录、定点与标绘

遵照 5.3.3.5 的规定。

8.4 测试指标、方法及质量要求

8.4.1 测试指标

8.4.1.1 各类样品测定 DD 2005—2 中城市生态地球化学评价相应介质类型的指标。根据评价城市具体污染特征，增加相应指标。

8.4.1.2 1m 高 γ 辐射空气吸收剂量率按照 GB/T 14583—1993 规范要求测定。

8.4.2 分析方法与质量要求

遵照 GB/T 14583—1993、DD 2005—01、DD 2005—02、DD 2005—03 及相关标准要求，选择分析测试方法，确定分析质量要求。

8.5 资料整理与综合研究

8.5.1 统计各类样品介质中地球化学指标参数，编制地球化学图，查明元素含量、组合、分布、分配规律。遵照 GB 3095—1996、GB 3095—1996、GB/T 14583—1993、GB/T 14848—1993、GB 15618—1995 等标准，评价城市环境质量现状。

8.5.2 根据降尘、污染端元的物相特征、化学组成、铅同位素组成特征，元素及污染物分布与城市功能分区、环境污染源的空间关系，分析城市异常成因，识别污染源，提出城市环境保护建议。

8.5.3 参照水域生态地球化学评价的内容和方法，开展水源地评价。按照 GB 5749—2006、GB/T 14848—1993 等标准评价水环境质量及其饮用适宜性。

8.5.4 参照农田生态地球化学评价的内容和方法，开展城郊农田区评价。重点评价土壤种植适宜性、蔬菜食用安全性。

8.5.5 研究环境介质中重金属、有机污染物分布与人群发、尿、指甲相应污染物含量关系，分析地球化学环境对人群健康的影响。遵照 GB/T 17221—1776、HJ/T 25—1777 等标准，评价环境污染的生态危害性。

8.5.6 研究地—空界面上伽玛场和氡场的分布，土壤放射性核素分布、地面氡浓度与基岩岩性、地质构造的关系。利用岩石、水、农作物放射性核素含量水平和氡浓度，综合评价放射性强度，估算人体受到的内照射水平。校正土壤放射性核素与 1m 高 γ 辐射空气吸收剂量率关系方程的系数，评价城市辐射环境质量。

8.5.7 综合城市环境质量现状、污染分布、城市发展规划，预测城市生态环境变化趋势，提出防治与调控的对策建议，为城市规划布局服务。

9 矿山生态系统

9.1 评价要求

9.1.1 查明矿山及周边地区土壤、水、大气等环境介质中重金属等元素地球化学分布，研究不同介质间元素迁移与分配规律，追踪矿山污染源，分析异常成因。

9.1.2 评价土壤、水、大气环境质量及矿山污染生态效应。识别影响环境质量的主要原因，开展矿山生态地球化学预测预警。

9.1.3 综合评价成果，提出矿山生态环境保护、环境监测与保护、污染治理等建议，为矿山发展布局规划及矿山复耕等提供基础依据。

9.2 资料收集与分析

9.2.1 资料收集

9.2.1.1 收集矿区及周边地区区域自然地理、地形地貌、地质、地球化学、气候、植被、工农业生产、土地利用、环境污染等资料。

9.2.1.2 系统收集矿床地质、成矿及伴生元素、勘探开采史、开采方式、矿石开采量、加工运输、冶炼方式、矿山废水排放、尾矿处置方式等资料。重点了解矿山勘探、开发、冶炼过程中“三废”排放形式及排放量。

9.2.1.3 了解矿山及周边地区生态环境状况，如作物生长及质量、畜禽水产养殖、人体健康等是否有异常现象，特别是矿山开采前后的变化。

9.2.2 资料分析

综合各方面资料，初步判断矿山污染的污染范围和程度，分析异常生态现象的可能原因，为评价工作部署提供依据。

9.3 野外工作方法

9.3.1 评价区选择

综合以下因素选择评价矿山，圈定调查评价范围：

- a) 区域地球化学调查或相关资料显示存在重金属等污染元素异常的矿山及周边地区。
- b) 优选考虑开采规模较大、历史较长的金属矿山或矿集区，采、选、冶综合经营的矿山，及与之相关的老工业基地。

9.3.2 评价要素选择

土壤、地表水是矿山生态地球化学评价的基本采样介质。根据研究需要，选择性采集研究岩石、矿石、尾矿砂、大气、大气干湿沉降、降尘、地下水、沉积物、农作物、水产品样品，甚至人体生物样。

9.3.3 野外调查方法

9.3.3.1 样点布设

- a) 根据评价目标任务，野外调查可采取面上网格状调查、线状剖面调查、典型地点调查方式，或多种方法相结合进行。
- b) 面上网格状调查、线状剖面调查，以土壤、水、岩石为主要采样介质，采用 1:10000~1:50000 的工作比例尺进行。原则上各类统计单元中样品数不少于 15 件。
- c) 针对露采矿山的采矿场、运输线、冶炼加工场、尾矿堆、建筑场地等污染源，布设降尘、大气干湿沉降样点。每种污染源降尘样品数不少于 5 件。
- d) 矿山水系发育良好时，在矿山上游、主矿区、下游位置分别布设水系沉积物、悬浮物和水样采集点。矿山废水、矿坑水、尾矿砂、工业垃圾汇入水系的位置布设控制性采样点。
- e) 布设采集矿石、尾矿砂、冶炼尘、燃煤、污水、烟尘、垃圾场土等典型污染端元样品，分析其污染物组成特征。每类样品数不少于 5 件。

f) 根据矿山及其周边土地利用及生态功能分区，采集饮用水源地水样、蔬菜、粮食、水果、水产品等生物样。当显示有人群健康问题，考虑采集人发等人体生物样。每种样品一般不少于 10 件。

9.3.3.2 野外调查内容

野外调查时，需详细记录采样点周围环境特征及样品本身的属性特征。

9.3.3.3 样品采集与加工

a) 野外调查前，根据地质、地球化学异常、采矿活动、地形地貌、水系分布、环境污染、气象条件、土地利用等资料，在野外工作手图上预布采样点。

b) 遵照 DD 2005—01、DD 2005—02 及相关标准规范，采集各类样品。

c) 土壤、降尘等介质性质相对稳定的样品，一般按总采样数量的 2~3% 布设重复样点；介质性质不稳定，或受季节制约的样品，如水样、生物样，按比例采集平行样。

9.3.3.4 样品编号

遵照 5.3.3.4 的规定。

9.3.3.5 记录、定点与标绘

遵照 5.3.3.5 的规定。

9.4 测试指标、方法及质量要求

9.4.1 测试指标

根据评价需要，选择测试指标。主要考虑成矿元素（如 Cu、Pb、Zn 等）、伴生元素（如 Hg、As、Sb、S、F、Se、Tl 等）以及矿山开采、运输、选矿、冶炼过程中可能存在和产生的污染元素和有机污染物（如汽车尾气 Pb、炸药、熔剂、添加剂及其它有机化合物）。As、Cd、Cu、Cr、Hg、Ni、Pb、Zn、Se、F 可作为基本测试指标。

9.4.2 测试方法与质量要求

遵照 DD 2005—01、DD 2005—02、DD 2005—03 及相关标准要求，选择分析测试方法，确定分析质量要求。

9.5 资料整理与综合研究

9.5.1 统计各类介质中元素、有机污染物地球化学参数，编制地球化学图，揭示其分布分配规律。研究元素、有机污染物分布与地质背景、矿山开采等之间关系。

9.5.2 根据土壤元素空间分布与组合特征、土壤元素累积程度，结合典型污染源元素组合特征，查明矿山勘探、开采、冶炼过程中主要污染物类型、空间分布、存在形态、扩散迁移规律及其影响因素，识别异常元素来源，查明异常成因。

9.5.3 遵照相关标准，评价矿山及其周边地区土壤、大气、水环境质量现状，评价农、牧、水产品食用安全性，明确矿山污染的生态环境效应，开展生态地球化学预测预警。

9.5.4 综合以上成果，进行矿山环境地球化学分区，提出土地利用建议、污染防治对策等。

10 地方病区

10.1 评价要求

10.1.1 查明地方病分布区地理环境、地质背景条件，元素或化合物的地球化学分布分配特征。分析主要环境污染物来源，评价地方病分布区环境质量。

10.1.2 追踪有害元素和化合物在生态食物链中迁移循环和作用规律，特别是通过食物链的迁移富集和吸收累积规律，判断控制和影响其迁移累积的主要环境条件，评价其对人体健康的危害。

10.1.3 研究地质地球化学环境、元素及化合物与地方病的关系，揭示引发地方病的主要地质地球化学环境因子与元素指标，探索建立控制地方病分布的生态环境地球化学模型，为地方病防治提供地球化学依据。

10.2 资料收集与分析

10.2.1 资料收集

10.2.1.1 自然地理、地质背景、区域地球化学、土壤类型、气候环境、水文地质、环境污染等自然生态环境资料。

10.2.1.2 社会经济和人文资料，包括民族类型、生活习惯、劳动特点、饮食结构、营养状况等。

10.2.1.3 地方病发病率分布，包括不同民族、不同性别和年龄段的发病率、标化死亡率及其地域分布规律等流行病学调查资料。

10.2.2 资料分析

10.2.2.1 综合地方病区地理地貌、地质、地球化学、水文地质、土壤分布、饮用水及水源地、居民饮食结构与食物源等资料，分析地方病分布与自然生态环境要素、社会经济及人文因素间的空间分布关系，初步判断其因果关系和内在联系。

10.2.2.2 分析各种因素指标与地方病的关系，初步厘定影响地方病分布的主要生态环境要素及指标因子，选择与地质地球化学环境关系较为密切的地方病类型和典型地区，部署调查与评价工作。

10.3 野外工作方法

10.3.1 评价区选择

10.3.1.1 多目标或类似区域地球化学调查发现的重要生命元素、重金属等有毒有害元素、有机污染物的异常分布区。

10.3.1.2 典型地方病分布区，如地甲病、地氟病、地方性砷中毒、克山病、大骨节病、肿瘤高发区。包括：

- a) 不同程度发病区，尤其是高发病区；
- b) 高发病区周围的正常背景区；
- c) 可能属于不同病因的地区。

10.3.1.3 当地方病分布范围较广时，根据地球化学异常与地方病空间分布关系，并考虑到地方病资料往往以行政单元管理的特点，可选择若干具典型性、代表性的区块（如乡镇、自然村）作为评价区，部署工作。

10.3.2 评价要素选择

10.3.2.1 以生态地球化学调查为主，流行病学调查为辅。

10.3.2.2 从人体暴露的各种途径出发，以食物链为核心，选择各类食品（粮食、蔬菜、水产畜禽、饮料、水果等）、饮水、大气等作为主要评价要素。

10.3.2.3 针对影响食物、饮水、空气质量的各种生态环境因素，包括基岩、土壤、化肥、农药、灌溉水、工业污染源等。

10.3.2.4 为研究元素迁移循环、地球化学环境与人体健康关系，可选择性采集人发、血液、尿液、指甲等人体生物样。

10.3.3 野外调查方法

10.3.3.1 样点布设

- a) 根据评价目标任务，野外调查可采取面上网格状布点、线状剖面布点、典型目标布点（如典型病户）的方法，或多种方法相结合。以覆盖或穿切异常不同部位、不同发病率地区为原则。
- b) 面上网格状调查、线状剖面调查采用 1:10000~1:50000 工作比例尺进行。通常以各类农产品、饮水、灌溉水、土壤、人发为采样介质，根据当地食物链构成特点和环境污染状况，增加采集

大气、降尘、典型污染源、基岩等样品。主要样品类型的采集数量不少于 30 件，其它选择性采集的各类样品数量原则上不少于 5 件。

- c) 典型目标区调查推荐采取多介质配套采样方案。
- d) 结合点、线、面调查，以有效控制整个评价区为原则，选择性布设化肥、农药、灌溉水、大气、大气干湿沉降等采样点。大气样点布设时应考虑污染源、风向等因素。当评价区存在明显的人为污染源时，应布点采集污染源样品，如工业“三废”、矿坑水、交通扬尘、烟囱灰尘等。每类样品数量不少于 5 件。

10.3.3.2 野外调查内容

- a) 参照流行病学调查要求，了解疾病发生的可能因素和各种症状，包括人群食物结构、饮食习惯、卫生条件，发病史及治愈和特异病例等。
- b) 调查采样点自然地理环境、微地貌特征、农药及化肥施用量、生物群落特征、环境污染等资料。
- c) 记录各类介质样品的基本属性。

10.3.3.3 样品采集与加工

- a) 野外调查前，根据地形地貌、地质背景、土壤类型、地球化学异常、地方病分布、道路交通等资料，在野外工作手图上预布采样点。
- b) 遵照 DD 2005—01、DD 2005—02 及相关标准规范，采集各类样品。
- c) 土壤、降尘等介质性质相对稳定的样品，一般按总采样数量的 2-3% 布设重复样点；介质性质不稳定，或受季节制约的样品，如水样、生物样，按相同比例采集平行样。

10.3.3.4 样品编号

遵照 5.3.3.4 的规定。

10.3.3.5 记录、定点与标绘

遵照 5.3.3.5 的规定。

10.4 测试指标、方法及质量要求

10.4.1 测试指标

根据评价目标任务，结合地方病学研究成果，选择分析测试指标。主要考虑下列指标：

- a) 对人体具有毒性或易导致过量中毒的元素，如 As、Cd、Hg、Pb、F、Se、Ni、Cr、Bi、Sb、Be、Rn 等；
- b) 摄入不足或不平衡时易诱发疾病的生命必需元素，如 Ca、Fe、Se、Zn、I、Cu、Mo、F、Mg、S、P、Na、K、Co、Mn、Cr、Ni、V、Sn 以及 Si、Sr、Rb、As 等。
- c) 前人研究认为可能与地方病有关的元素，及其拮抗或协同效应的元素（参见附录 F）。
- d) 区域地球化学调查显示在地方病区呈异常分布的生命元素。
- e) 典型环境污染物，包括元素、化合物（硝酸盐、亚硝酸盐等）和有机污染物。
- f) 影响元素迁移循环、生物有效性的其它相关指标。如，土壤元素有效量，pH、有机质、阳离子交换量、质地等理化指标。

10.4.2 测试方法与质量要求

遵照 DD 2005—01、DD 2005—02、DD 2005—03 等相关标准要求，选择分析测试方法，确定分析质量要求。

10.5 资料整理与综合研究

10.5.1 统计各类介质中元素及化合物含量特征，编制地球化学图。查明地球化学异常与地质背景、土壤类型、环境状况、地形地貌、气候水文、环境污染（源）等因素之间的关系，分析异常成因。

10.5.2 研究生态食物链系统中元素和化合物的迁移、转化、累积规律及其影响因素，主要包括土壤—农产品，水、沉积物—水产品，食物、饮水—人体系统中元素和化合物的迁移累积规律。

10.5.3 与区域、全国、全球背景值进行比较，研究调查区元素背景含量水平与异常强度，评价环境中元素丰缺状况，判断人体不足缺乏或过剩中毒的元素种类，根据当地膳食结构计算动物、人体经由食物、饮水的元素总摄入量。

10.5.4 遵照相关标准，评价各类农产品、饮水安全性，土壤、水、大气环境质量。研究人体生物样指标与环境介质地球化学指标空间分布、生态环境质量与标化死亡率空间分布间关系，分析生态地球化学环境与地方病关系。

10.5.5 综合流行病学调查成果，指出地方病主要病因，建立地方病与地质背景、生态地球化学环境的关系模型。从地球化学角度提出防治地方病的对策措施，为地方病综合防治提供依据。

11 报告编写

11.1 图件要求

11.1.1 图件类型

提交的成果图件类型包括工作底图、基础性成果图和综合推断解释图。

11.1.2 工作底图

根据评价研究内容与地质背景、地球化学环境、地形地貌、土壤类型等环境条件的关系密切程度，选择相应的底图作为局部生态地球化学评价的工作底图，工作底图比例一般为1:50000，根据调查评价区范围大小加以调整。

11.1.3 基础性成果图

基础性成果图包括元素和化合物的地球化学图、地球化学异常图、各种剖面图等，用以反映调查取得的基础性成果资料。

11.1.4 综合推断解释图

综合推断解释图用以直观地反映应用性评价成果，如土壤、水、沉积物地球化学环境质量分区图，特色优质农产品分布与地质背景、地球化学环境关系剖析图及发展布局规划图，地方病（发病率、标化死亡率）分级图及其与地质背景、地球化学环境关系剖析图，生态地球化学灾害预测评价图，城市环境功能综合规划图，等等。

11.2 报告内容与要求

报告内容和编写要求见附录B。

附 录 A
(规范性附录)
设计书编写内容及要求

A.1 第一章 前言

A.1.1 第一节 项目来源与任务目标：包括任务来源、目标任务、技术要点、工作起始时间、预期成果与提交时间等。

A.1.2 第二节 工作区范围和自然地理经济概况：包括评价区地理位置、行政区划、自然地理、地质背景、气候水文、交通条件及社会经济概况等。

A.1.3 第三节 以往工作程度：根据评价目标，分别阐明特色优质农产品、地方病、环境污染等方面以往调查、研究、监测和评价成果，区域地球化学调查与评价成果，以往工作存在的问题与不足。

A.2 第二章 生态地球化学概况与局部生态问题

A.2.1 第一节 区域地球化学特征：包括基岩、土壤、地表水与浅层地下水、沉积物等区域地球化学特征，异常元素及其组合、异常强度与分布、元素存在形态及生物有效性、不同介质中异常元素空间分布关系及迁移循环规律，产生异常的可能原因等。

A.2.2 第二节 局部生态地球化学现象或问题：区内已存在的生态地球化学问题，社会经济发展中面临的问题及前期调查评价发现的异常。主要包括其分布范围、分布模式及其分类（与地质背景、元素地球化学分布、地球化学环境、地形地貌、气候水文条件、土壤类型等要素之间的空间关系，以及空间分布的变化趋势，由此得出的成因认识）、发展演化历史、影响程度（如评价区内农产品质量、禽畜发病率的分级分区，人体健康、地方病流行情况及其对社会经济发展的影响）。分析局部生态地球化学现象与地质背景、地球化学环境的关系，已有调查研究与评价取得的成果、问题与不足。

A.2.3 第三节 社会需求：当地相关的社会经济发展规划、方针，对生态环境以及促进工农业发展提出的有关课题，生态建设与环境保护目标。

A.3 第三章 研究内容

A.3.1 第一节 方法原理 局部生态地球化学评价的理论依据和方法原理。

A.3.2 第二节 评价内容 局部评价工作的具体工作内容和重点工作，如异常物质来源追踪、迁移途径研究、生态效应评价、预警预测等。

A.3.3 第三节 关键技术 实现评价目标的关键技术，重点与难点。

A.3.4 第四节 技术指标 野外调查、样品采集、分析测试、质量监控等技术指标要求。

A.3.5 第五节 工作标准 调查评价过程所遵循的技术标准与规范。

A.4 第四章 技术路线

A.4.1 第一节 技术路线：项目实施全过程采取的技术思路、实施步骤。

A.4.2 第二节 工作方法：主要包括野外工作方法及质量要求、分析测试方法及质量要求、资料整理与综合研究三个方面。具体包括研究区选择、采样点布设、野外调查、样品采集、样品加工、分析测试方法及质量监控、资料整理与统计分析、图件编制、报告编写、成果提交等。

A.4.3 第三节 工作流程图

A.5 第五章 工作部署

A.5.1 第一节 工区部署：评价区地理分布、面积范围、精度要求等，各项工作的衔接关系，总体工作部署和年度工作部署等。

A.5.2 第二节 时间安排：年、季度工作内容、进度要求。

A.6 第六章 实物工作量

为完成目标任务设计的主要实物工作量，包括调查内容、覆盖面积、工作比例尺、样品数量、分析测试指标等，附工作量一览表。

A.7 第七章 预期成果及提交时间

A.7.1 第一节 预期成果：包括成果报告（报告、附件）、图件或图集的名称，数据库与地理信息系统（视任务书要求）。

A.7.2 第二节 成果提交时间：按照任务书要求，说明成果提交的具体时间。

A.8 第八章 组织机构及人员安排

A.8.1 第一节 项目组织管理：说明项目实施过程中的组织管理方式、组织结构、人员构成。

A.8.2 第二节 项目组成员及分工：包括项目组成员组成、项目负责人简历、项目组研究基础，列表说明项目组成员姓名、年龄、技术职务、从事专业、工作单位、工作分工、工作时间等。

A.9 第九章 经费预算

根据中国地质调查局发布的“地质调查项目设计预算编写要求”及地方财政部门相关要求编制经费预算，包括编制说明和经费预算表。

A.10 第十章 质量保证与安全措施

A.10.1 质量与技术保证措施：说明为保障任务完成而采取的各种质量与技术保证措施，包括野外调查、样品采集与处理过程中采取的质量保证措施，样品分析测试的质量保证措施，以及项目组人员技术培训计划或措施等。

A.10.2 安全与劳动保护措施：说明项目执行过程中所采取的各项安全和劳动保护措施。

A.11 设计附图及附表

A.11.1 附图：包括交通位置图、工作程度图（与生态地球化学评价相关的调查、评价和研究工作）、主要元素和地球化学指标分布图、工作部署图及其他需要的图件。

A.11.2 附表：评价工作中需要的各类表格。

附 录 B
(规范性附录)
局部生态地球化学评价报告编写提纲

B.1 第一章 序言

- B.1.1 第一节 项目概况，包括项目来源、目的任务、工作区范围、工作依据等
- B.1.2 第二节 以往工作程度分析与评述
- B.1.3 第三节 本次工作取得主要成果概述

B.2 第二章 自然地理及社会经济概况

- B.2.1 第一节 自然地理概况，包括地质、地形地貌、气候特征、植被、土壤、区域地球化学及异常特征、农业生产、地方病等生态环境特征及生态问题
- B.2.2 第二节 社会经济概况
- B.2.3 第三节 社会经济发展对局部生态地球化学评价的需求

B.3 第三章 工作方法技术及质量评述

- B.3.1 第一节 局部生态地球化学评价野外工作方法技术及质量评述
- B.3.2 第二节 样品分析测试及工作质量评述
- B.3.3 第三节 数据处理及图件编制

B.4 第四章 综合研究与评价规划

- B.4.1 第一节 异常元素成因来源与迁移途径
- B.4.2 第二节 生态地球化学现象的成因研究
- B.4.3 第三节 生态地球化学环境质量评价
- B.4.4 第四节 规划布局及预测预警

B.5 第五章 结论与建议

取得的主要成果，包括对成果应用的建议；存在问题与不足；下一步工作建议。如特色优质农产品发展规划布局及注意事项，地方病病因及防治对策，环境污染防治、调控措施与治理建议，生态地球化学灾害的预测及预防对策，等等

附录 C
(资料性附录)
土壤盐渍化分级指标

土壤盐渍化分级、土壤酸碱度分级和盐碱土地区潜水埋深分级指标见表 C.1、表 C.2、表 C.3。

表 C.1 土壤盐渍化分级指标

类型		轻度	中度	强度	盐土
作物生长情况		稍有抑制	中等抑制	严重抑制	死亡
含盐量 (%)					
东北	0~50cm(SO ₄ ²⁻)	0.3~0.5	0.5~0.7	0.7~1.2	
山东	表土层(全盐量)	<0.2	0.2~0.4	0.4~0.8	
	100cm 土体(全盐量)	<0.1	0.1~0.3	0.3~0.5	
华北	0~20cm(Cl ⁻ ~SO ₄ ²⁻)	0.15~0.25	0.25~0.40	0.40~0.60	
西北	0~30cm(SO ₄ ²⁻)	0.4~0.8	0.8~1.2	1.2~2.0	>2.0
	0~100cm(SO ₄ ²⁻)	0.3~0.6	0.6~1.0	1.0~1.5	>1.5

引自国家环境保护总局《生态功能区划暂行规程》，2003年5月5日起实施。

表 C.2 土壤酸碱度分级标准

酸碱度 分级	pH	酸碱度分级	pH	酸碱度分级	pH
极强酸性	<4.5	弱酸性	6.0~6.5	碱性	7.5~8.5
强酸性	4.5~5.5	中性	6.5~7.0	强碱性	8.5~9.5
酸性	5.5~6.0	弱碱性	7.0~7.5	极强碱性	>9.5

表 C.3 盐碱土地区潜水埋深分级

分级	潜水埋深 m	土壤中产生的危害
沼泽化深度	< 0.1	湿度大，主要是土壤沼泽化。盐碱化一般不重
强烈积盐深度	1.0~2.5	处于强烈上升高度，土壤积盐重
积盐深度	1.5~2.0	处于强烈上升高度以上，土壤积盐可能稍轻
较安全深度	2.0~3.0	土壤积盐迅速下降，但在临界深度上下
安全深度	> 3.0	在临界深度以下，积盐基本停止

附录 D
(资料性附录)
土壤盐渍化防治措施

D.1 盐渍化地区，当浅层地下水埋深浅而水质较好时，可抽取地下水灌溉，起到灌溉与降低水位双重效果；对于由过量灌溉、不合理灌溉引起的次生盐渍化，则应改变灌溉方式，合理灌溉，灌排结合；大棚蔬菜基地应适量施肥，并采取大棚—大田轮作方式。

D.2 盐碱化地区灌溉水质的控制。可采用钠吸附比(SAR)划分灌溉水水质，根据土壤溶液电导率(ES)选择适宜的灌溉水，预防土壤盐碱化发生。SAR计算式(1)如下：

$$\text{SAR} = \frac{\text{Na}^+}{\sqrt{\frac{\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}}{2}}} \quad \text{公式 (1)}$$

式中： Na^+ 、 Ca^{2+} 、 Mg^{2+} 为灌溉水中离子浓度，单位为meq/L。

当土壤溶液ES为10mS/m时：(1) SAR在0~10之间的低钠水，可用于灌溉各种土壤；(2) SAR在10~18之间的中钠水，对具有高阳离子交换量的细质土壤会造成碱化；(3) SAR在18~26的高钠水，对大多数土壤都可产生有害的交换性钠，产生碱化；(4) SAR在26~30的极高钠水，一般不适用于灌溉。

当土壤溶液ES大于5mS/m时：(1) SAR在0~6之间为低钠水；(2) 在6~10之间为中钠水；(3) 在10~18之间为高钠水；(4) 大于18为极高钠水。

D.3 盐碱化地区，在选择水源和优化灌溉管理的同时，优选种植耐盐碱植物和农作物。

附录 E
(资料性附录)

湖泊营养状态与氮、磷元素的关系

湖泊营养状态与氮、磷元素的关系见表 E.1。

表 E.1 湖泊营养状态与氮、磷元素的关系 (OECD)

营养状态	ρ (无机氮) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	ρ (有机氮) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	ρ (总磷) $\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$	临界营养值 K_1
极贫营养	<0.2	<0.2	<0.005	≤ 0.0074
中-贫营养	$0.2 \sim 0.4$	$0.2 \sim 0.4$	$0.005 \sim 0.01$	$0.0074 \sim 0.026$
中-富营养	$0.3 \sim 0.65$	$0.4 \sim 0.7$	$0.01 \sim 0.03$	$0.026 \sim 0.133$
富营养	$0.5 \sim 1.5$	$0.7 \sim 1.2$	$0.03 \sim 0.1$	$0.133 \sim 1$
重富营养	>1.5	>1.2	>0.1	≥ 1

注：OECD 是联合国经济合作和开发组织的缩写。

附录 F

(资料性附录)

具有拮抗或协同效应的部分元素

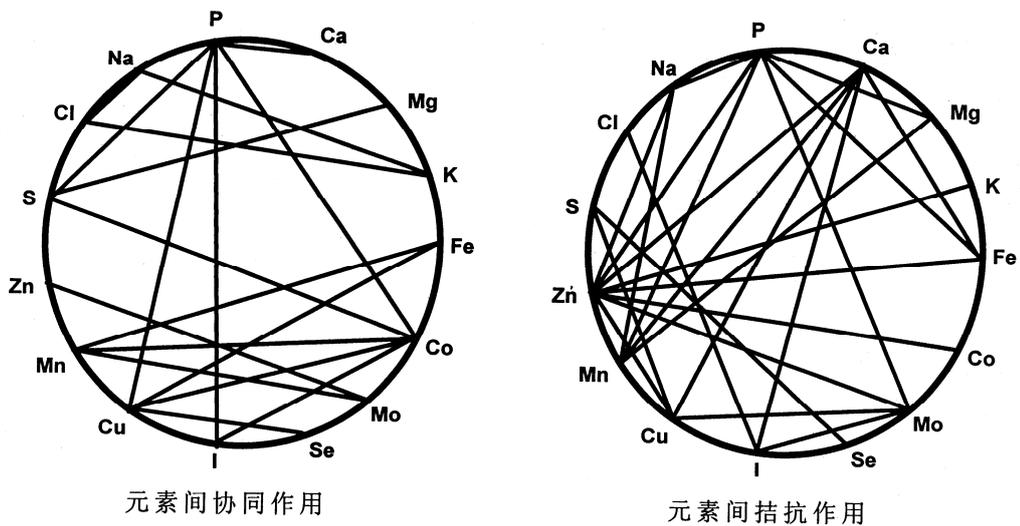


图 F-1 具有拮抗或协同效应的部分元素

(引自杨志强编《微量元素与动物疾病》.北京:中国农业科技出版社, 1998)