



# 中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0354—2020

---

## 局部生态地球化学评价规范

Specification of local ecogeochemistry assessment

2020-12-25发布

2021-05-01实施

中华人民共和国自然资源部 发布

## 目 次

前言 .....	III
引言 .....	IV
1 范围 .....	1
2 规范性引用文件 .....	1
3 术语和定义 .....	2
4 总则 .....	2
4.1 评价目的 .....	2
4.2 基本要求 .....	3
5 设计书编审 .....	3
6 矿区生态地球化学评价 .....	4
6.1 潜在生态风险评价 .....	4
6.2 污染程度评价 .....	5
7 污染场地生态地球化学评价 .....	20
7.1 资料收集与分析 .....	20
7.2 污染识别 .....	20
7.3 风险评价 .....	23
7.4 资料整理与措施建议 .....	30
8 名特优农产品与富硒农产品产地生态地球化学评价 .....	31
8.1 名特优农产品产地生态地球化学评价 .....	31
8.2 富硒农产品产地生态地球化学评价 .....	34
9 绿色食品产地生态地球化学评价 .....	37
9.1 样点布设 .....	37
9.2 样品采集 .....	39
9.3 样品处理 .....	40
9.4 测试指标选择与分析质量监控 .....	40
9.5 综合评价与规划建议 .....	46
10 地方病病区生态地球化学评价 .....	47
10.1 地方性氟病 .....	47
10.2 地方性甲状腺肿 .....	48
10.3 克山病与大骨节病 .....	48
10.4 地方性砷中毒 .....	48
11 成果报告编写 .....	49
11.1 图件编制 .....	49
11.2 报告编写 .....	49
附录 A (资料性) 设计书编写内容及要求 .....	50
附录 B (资料性) 矿山环境质量地球化学评价土壤、水系样品测试指标 .....	52
附录 C (资料性) 元素有效态、相态、价态等指标的分析方法与质量监控 .....	54

**DZ/T 0354—2020**

附录D (资料性) 生态风险评价方法简介 .....	65
附录E (资料性) 美国 EPA 通用土壤污染物筛选值 .....	69
附录F (资料性) 场地健康风险计算方法 .....	74
附录G (资料性) 成果报告编写提纲及要求 .....	87
参考文献 .....	90

## 前 言

本文件按照 GB/T1.1—2020《标准化工作导则 第1部分：标准化文件的结构和起草规则》的规定起草。

本文件由中华人民共和国自然资源部提出。

本文件由全国自然资源与国土空间规划标准化技术委员会(SAC/TC 93)归口。

本文件起草单位：中国地质大学(北京)、中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所、湖北省地质实验研究所。

本文件主要起草人：杨忠芳、余涛、侯青叶、周国华、叶家瑜、成杭新、李敏、夏学齐、冯海艳、杨琼、王昌宇、刘斯文、袁嘉欣、顾秋蓓。

## 引 言

局部生态地球化学评价是生态地球化学评价工作的重要组成部分。随着评价工作的逐步深入，在不断实践检验基础上，修改完善了此标准。在矿区生态地球化学评价、污染场地生态地球化学评价、名特优农产品产地生态地球化学评价、绿色食品产地生态地球化学评价和地方病病区生态地球化学评价工作中具有重要的指导作用，使其在评价思路、评价方法与成果表达等方面统一规范，并进一步促进生态地球化学学科发展与评价成果的推广应用。

# 局部生态地球化学评价规范

## 1 范围

本文件规定了局部(矿区、污染场地、名特优农产品与富硒农产品产地、绿色食品产地和地方病病区)生态地球化学评价的目的、设计书编审、评价内容、评价方法、质量控制与成果报告编写等方面的技术要求。

本文件适用于矿区、污染场地、名特优农产品与富硒农产品产地、绿色食品产地和地方病病区的生态地球化学评价,其他类似地区工作可参照执行。

## 2 规范性引用文件

下列文件中的内容通过文中的规范性引用而构成本文件必不可少的条款。其中,注日期的引用文件,仅该日期对应的版本适用于本文件;不注日期的引用文件,其最新版本(包括所有的修改单)适用于本文件。

GB/T 1354 大米

GB 2762 食品安全国家标准 食品中污染物限量

GB3095 环境空气质量标准

GB 3838 地表水环境质量标准

GB 5084 农田灌溉水质标准

GB 5749 生活饮用水卫生标准

GB 6921 大气飘尘浓度测定方法

GR/T 14848 地下水质量标准

GB 15618 土壤环境质量——农用地土壤污染风险管控标准(试行)

GB16005 碘缺乏病区划分

GB/T 17018 地方性氟中毒病区划分

GB/T19380 水源性高碘地区和高碘病区的划定

GB 20426 煤炭工业污染物排放标准

GB 25465 铝工业污染物排放标准

GB 25466 铅、锌工业污染物排放标准

GB 25467 铜、镍、钴工业污染物排放标准

GB 25468 镁、钛工业污染物排放标准

GB 26451 稀土工业污染物排放标准

GB 26452 钒工业污染物排放标准

GB 28661 铁矿采选工业污染物排放标准

GB 36600 土壤环境质量 建设用地土壤污染风险管控标准(试行)

DZ/T 0011 地球化学普查规范(1:50000)

DZ/T 0130.6 地质矿产实验室测试质量管理规范 第6部分:水样分析

DZ/T 0258 多目标区域地球化学调查规范(1:250000)

DZ/T 0354—2020

DZ/T 0289 区域生态地球化学评价规范  
DZ/T 0295 土地质量地球化学评价规范  
HJ2.2 环境影响评价技术导则 大气环境  
HJ/T 164 地下水环境监测技术规范  
HJ/T 166 土壤环境监测技术规范  
HJ194 环境空气质量手工监测技术规范  
HJ618 环境空气 PM<sub>10</sub> 和 PM<sub>2.5</sub> 的测定 重量法  
NY/T 391 绿色食品 产地环境质量  
NY/T393 绿色食品 农药使用准则  
NY/T 394 绿色食品 肥料使用准则  
NY/T471 绿色食品 饲料及饲料添加剂使用准则  
WS/T 87 人群总摄氟量  
WS/T 88 煤及土壤中总氟测定方法 高温热水解一离子选择电极法  
WS 277 地方性砷中毒病区判定和划分标准

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

#### 3.1

##### **局部生态地球化学评价** local ecogeochemistry assessment

针对局部地区存在的生态地球化学问题，研究重金属元素、有益元素及有机污染物的分布分配特征，查明元素异常成因、物质来源与地球化学循环过程，开展生态效应评价与生态风险评估，提出降低危害、防控风险、治理污染等措施建议，为优质土地资源开发、绿色矿山建设、工矿企业废弃地利用、名特优农产品种植、地方病防控、国土空间规划、生态系统保护修复和用途管制等提供科学依据。

### 4 总则

#### 4.1 评价目的

4.1.1 针对矿山、农田、城市等不同系统中的局部生态地球化学问题，通过开展生态地球化学评价，研究地球化学环境与生态效应之间的作用关系及影响机制，提出绿色矿山开发管理、污染场地规划利用、名特优农产品及绿色食品种植、地方病防控等措施建议，为地方经济社会与生态环境的可持续协调发展服务。

4.1.2 根据矿种和矿床类型，调查矿体(包括富含有害重金属元素的黑色岩系、煤系地层等地质体)、蚀变岩及赋矿围岩的重金属元素含量及其分布，从成矿元素与矿石矿物组合、赋矿围岩与蚀变类型、地理地貌与气候特征等方面，评价矿体(包括富含有害重金属元素的黑色岩系、煤系地层等地质体)经自然风化作用可能对环境产生的潜在生态风险；调查矿区及矿业活动影响地区的土壤、水体(包括水系沉积物)、大气、农作物等重金属含量及其分布，评价矿业活动的污染程度，为矿山环境污染综合治理和绿色矿山建设提供依据。

4.1.3 根据矿种和矿床类型调查污染场地的土壤、水体(地下水、地表水)、大气和动植物中有害物质的含量及其分布状况，根据土地不同生态功能区的土壤环境质量要求，开展环境质量评价与生态风险评估，提出土地规划利用建议与污染土壤的修复治理建议。

4.1.4 调查名特优农产品产地的地质背景与环境地球化学条件，查明名特优农产品品质与地质背景、成土母质、成土作用、土壤类型以及水环境、大气环境、气候条件等方面的关系，开展土壤中微量元素含量、元素生物有效性和元素交互作用对农产品品质影响的研究，提供名特优农产品的种植规划建议。

4.1.5 调查土壤中硒来源与地球化学循环途径，开展土壤硒的生物有效性影响因素研究，筛选富硒农产品种类，评价富硒农产品的安全性，提出安全种植富硒农产品规划建议。

4.1.6 调查农作物安全性及产地的土壤、大气、灌溉水等环境质量，依据绿色食品行业标准和绿色食品产地环境质量标准，开展绿色食品产地生态地球化学评价，提出绿色农产品种植规划建议。

4.1.7 调查评价因土壤、水体等微量元素及化合物的含量异常所引起的地方性疾病生态地球化学特征，统计研究地方性疾病的发病状况(发病率、患病率)和病情程度与异常元素及化合物含量、元素赋存形式与生物有效性影响因素、暴露途径与暴露水平等之间的关系，查明异常元素与化合物的异常来源、迁移特征与地球化学循环规律，为地方病防控提供地球化学依据。

4.1.8 不同评价地区，可根据实际存在的生态地球化学问题及社会经济需求，设定评价目标任务，开展调查评价；未列入本规范的类似评价内容，也可参照本规范相应评价内容执行。

## 4.2 基本要求

4.2.1 在多目标区域地球化学调查、区域生态地球化学评价或类似的地球化学调查评价工作基础上，针对发现的局部生态地球化学问题进行评价；没有开展过调查评价的地区，根据社会经济发展实际需要和已经存在的环境问题、生态事件、地方病等，选择合适的区域进行评价。

4.2.2 根据评价区存在的生态地球化学问题影响范围，局部生态地球化学评价的范围为 $n \times 10 \text{ m}^2 \sim n \times 100 \text{ km}^2$ ，评价比例尺为1:50000~1:2000。一般情况下，评价区域范围越大，选择的评价比例尺越小，反之，选择的评价比例尺越大。选择评价的区域范围、比例尺及地理底图须满足评价工作需要。

4.2.3 评价区已有的调查评价资料和分析测试数据能够满足评价工作需要时，可不进行新的样品采集与分析测试工作；不能满足评价工作需要时，应按照本文件的要求，进行样品采集与分析测试工作。

4.2.4 在广泛采纳环境、农业、医学等不同学科研究思路与方法技术基础上，评价工作应立足于生态地球化学，以研究元素的成因来源、迁移途径、生态效应和变化趋势为主线，为评价区生态文明建设、土地资源管护、绿色矿山建设，名特优农产品生产、地方病防控等提供科学依据。

## 5 设计书编审

5.1 设计书是局部生态地球化学评价项目实施的依据，应由项目承担单位根据主管部门下达的任务书或委托单位的委托合同书编写。

5.2 设计书编写前准备工作包括三个方面。

a) 根据评价任务，收集评价所需相关资料种类如下：

- 1) 自然地理、土壤类型、农业生产、名特优农产品、富硒农产品、地方性疾病及环境污染等资料；
- 2) 多目标区域地球化学调查、区域生态地球化学评价、土地质量地球化学评价及其他区域地球化学调查评价资料；
- 3) 基础地质、矿床地质、水文地质、气象资料、城镇发展规划及其与土地利用有关的各种资料；
- 4) 矿山及工厂的建厂历史、污染物种类、污染事件等资料。

b) 综合分析收集的资料，结合评价区社会经济发展现状，总结影响局部生态地球化学问题的各种因素，明确评价工作需要重点解决的问题，提出评价思路与技术方案。

c) 在收集资料和综合研究基础上，对评价区进行实地踏勘，提出评价重点与评价方法。



5.3 参照附录 A 的规定，编写局部生态地球化学评价设计书。

5.4 设计书提交主管部门或委托单位审查批准后实施。

## 6 矿区生态地球化学评价

### 6.1 潜在生态风险评价

#### 6.1.1 资料收集与样品布设

##### 6.1.1.1 资料收集

6.1.1.1.1 根据矿种和矿床类型，全面收集矿山及矿业活动影响地区的环境污染与生态地球化学问题，初步分析污染物来源、污染重金属种类、生态效应及其与矿床自然风化和矿业活动的关系，为制定评价方案提供依据。

6.1.1.1.2 系统收集整理矿床的矿石矿物、结构构造、蚀变类型、赋矿围岩、风化程度，以及开采历史、采选工艺、矿床储量(重点是硫化物矿物储量)、尾矿库、气象数据、气候条件、地理地貌等资料，依据矿山开采和地表露头情况，为选择有代表性的矿化段、主要蚀变围岩与赋矿围岩进行潜在生态风险评价方案制定提供依据。

6.1.1.1.3 系统收集以往矿山采选影响地区土壤、水体、农作物等污染状况资料，以及区域化探资料、矿床地质背景、矿石矿物组合、元素种类、矿山开采工艺、废石及尾矿堆放情况等，为制定污染程度评价方案提供依据。

##### 6.1.1.2 样品布设

6.1.1.2.1 对矿体(包括富含有害重金属元素的黑色岩系、煤系地层等地质体)、蚀变岩及赋矿围岩进行潜在生态风险评价时，各类样品布设方法如下。

- a) 根据评价区矿石矿物、蚀变岩石、赋矿围岩和尾矿、废石等样品种类，系统布设新鲜、半风化和风化等各类样品的采集点位。根据矿山开采情况和矿山安全管理要求，样品采集部位可以是矿山坑道、竖井及作业面等，硫化物矿床还需布设流经不同矿石和围岩的酸性废水样品采集点。
- b) 需要进行单矿物分离和微区原位定量分析的样品，须采集大样。
- c) 矿石、岩石等样品数量需大于10件，酸性废水样品数量需大于5件。

6.1.1.2.2 对矿山及其矿业活动影响地区进行污染程度评价时，需根据矿业活动污染特点、污染程度和矿区土壤、水系等发育情况，各类样品布设方法如下。

- a) 在已划定的矿山及周边地区污染程度评价范围基础上，确定进行面积性调查评价的范围，一般情况下，土壤调查面积为数十平方千米至数百平方千米，包括表层土壤重金属明显累积区及累积区外围一定范围的背景区。矿床密集分布的矿田或富含重金属元素地质体出露面积较大时，调查评价范围需更大。
- b) 按照网格或者不同地形地貌、土地利用方式及土壤类型等划分采样单元，采样密度为8点/km<sup>2</sup>~20点/km<sup>2</sup>，每个单元至少采集一件土壤样品，每件样品由3个~5个子样等份混合组成，每件样品质量为1000g。
- c) 土壤为未受到人为活动严重扰动的自然土，每个采样点采集0cm~10 cm表层土壤和10 cm~20 cm深层土壤样品；受到人为活动严重扰动的区域和农田耕作区，每个采样点采集0cm~20 cm土壤样品，土壤较薄的地区，采集0cm~10 cm土壤样品。

- d) 用于土壤重金属分析的样品，需使用竹铲、竹片采集样品。用铁锹挖采样坑时，挖好坑后，用竹片去除与金属采样器接触的土壤，再采集样品。每件样品采集完成后，应清除干净采样工具上的泥土，再进行下一件样品采集。

### 6.1.2 样品采集与加工

矿石、围岩样品数量应大于10件，每件质量为500 g~1000 g，进行单矿物分离的样品质量应大于2500g，酸性废水样品数量应大于5件，样品采集与处理过程中要严格防止污染。样品采集、处理与加工各项要求同 DZ/T 0011。

### 6.1.3 样品分析测试

分析各类样品中S、Cr、Cu、Pb、Zn、Cd、Ni、As、Hg、Se、Sb、Tl等元素含量，废水样品加测 pH、COD<sub>aa</sub>等指标。不同地区，可根据评价区矿床(矿集区)和矿山类型，参照附录B 自行增减指标。

### 6.1.4 综合整理与评价

6.1.4.1 硫化物矿床应研究Cd、Pb、As、Zn、Cu等重金属元素含量及在不同硫化物矿物中的分布分配特征，结合硫化物储量、矿石矿物的结构构造与抗风化能力，以及地表水、地下水、气象条件等资料，定量评估进入环境系统的产酸硫化物资源量及产酸潜力。

6.1.4.2 硫化物矿床应研究赋矿围岩与蚀变岩石的矿物学特征，定性或定量评估碳酸盐矿物、铁镁硅酸盐矿物对矿山排水的酸中和能力。

6.1.4.3 研究Cd、Pb、As、Zn、Cu等重金属元素在原生带、氧化带和风化壳中的赋存状态，以及富集矿物与载体矿物在风化过程中的变化趋势及控制因素，研究硫化物矿物自然风化作用过程中，Cd、As、Pb等重金属元素的地球化学迁移规律及制约因素。

6.1.4.4 系统研究重金属元素在风化过程中迁移转化规律，结合矿床产酸能力、酸中和能力，以及矿山采选工艺、地理地貌、气候条件等因素，对矿床生态风险进行综合评价，为绿色矿山建设提供科学建议。

## 6.2 污染程度评价

### 6.2.1 资料收集与评价范围确定

6.2.1.1 系统收集以往矿山采选影响地区土壤、水体、农作物等污染状况资料，以及区域化探资料、矿床地质背景、矿石矿物组合、重金属元素种类、矿山开采工艺、废石及尾矿堆放情况等，制定污染程度评价方案。

6.2.1.2 在矿床与矿集区(包括未开采的)自然风化作用影响地区或矿山采选冶可能影响范围内，布设两条剖面方向相互垂直的土壤水平剖面，其中一条土壤剖面应与流经矿集区或矿山的水系平行，剖面长度视矿集区或矿山规模、岩(矿)石风化强度、开采历史与选冶工艺、地理地貌与气候条件等确定。一般情况下，按照以下原则布设剖面。

a) 平行于水系土壤剖面布设原则：

- 1) 沿水系向下游布设，直达山前洪冲积农耕区；
- 2) 沿水系向上游布设，穿越矿山(矿集区)，到达分水岭；如矿床(矿集区)或矿山规模较小，汇水区面积较大，可在穿越矿山(矿集区)后，向上延伸500m~1000 m，作为剖面终点。

b) 垂直于水系的土壤剖面布设原则：

- 1) 以矿床(矿集区)或矿山为中心，向两边延伸，直达分水岭；
- 2) 如矿床(矿集区)或矿山规模较小，汇水区面积较大，以矿山(矿集区)为中心，向两侧延伸1000 m~2000 m，作为剖面终点。

**6.2.1.3 土壤水平剖面采样点位应尽量选择在没有人为活动影响的自然地上，且该自然地应处于相对低洼区域，没有明显的风化剥蚀和水土流失现象，通常年份能够接受河漫滩或大气干湿沉降物沉积；严禁在外来土区域和强烈扰动区域布设样点。在没有自然地出露的地区，可将样点布设在耕地内。**

**6.2.1.4 土壤水平剖面视剖面水平长度，自行确定采样间距，原则上土壤样采集密度为1点/(100 m~200m)。靠近矿床(矿山)，采样密度可加密，远离矿床(矿山)，采样密度适当放稀。未受人为活动影响的自然地，每个样点采集0cm~10cm 及10 cm~20 cm表层土壤和深层土壤样品；耕地或明显受到人为扰动的区域，每个样点采集0cm~20 cm 和20 cm~40 cm 表层土壤和深层土壤样品。**

**6.2.1.5 水平剖面的土壤样品由3个~5个子样等份混合组成，组成混合样的所有子样，必须在同一地块50m~100m 半径范围内采集，依据地块形状，空间上子样点分布可为梅花状、S形或蛇形，每个子样采集深度必须一致。**

**6.2.1.6 平行于水系的土壤剖面，在上、中、下游设置3条土壤垂直剖面，剖面深度视土壤发育厚度、地下水出露深度等自行确定，原则上剖面深度不小于1m。**

**6.2.1.7 垂向剖面的土壤样品必须在没有人为明显扰动的河漫滩或一级河流阶地的区域内采集。确定具体采样位置前，应进行野外踏勘、实地观察与居民访问，以保证采样点及周围地区基本无人生产生活影响，且土壤剖面沉积层层理水平、清晰，无上、下层扰动和沉积缺失等。**

**6.2.1.8 土壤垂向剖面样品采集密度为：0 cm~50 cm剖面深度范围内，土壤样品采集密度为1件/5 cm；50 cm~100 cm 剖面深度范围内，土壤样品采集密度为1件/10 cm。**

**6.2.1.9 土壤样品采集后，放置于阴凉通风处，晾干后过2mm 尼龙筛。样品采集、加工处理、记录描述、质量监控等各项要求同 DZ/T 0258。**

**6.2.1.10 加工后的土壤样品，分析 As、Cd、Cr、Cu、Ni、Hg、Pb、Zn、Se、Co、V、Sb、S、REE、Tl等指标。不同地区，可根据评价区矿床(矿集区)和矿山类型，参照附录B 自行增减指标。**

**6.2.1.11 参照 GB15618，对 As、Cd、Hg等重金属元素的污染程度进行评价。**

**6.2.1.12 查明采自不同深度的土壤样品中各种元素含量的变化趋势、空间分布，计算表层土壤元素的富集系数[富集系数(EF)= 表层土壤元素i 含量/深层土壤元素i 含量]，初步确定矿床(矿集区)自然风化和矿山采选冶造成的土壤重金属元素累积范围与累积深度，划定开展矿山及周边地区污染程度评价的范围。**

## **6.2.2 样品采集与加工处理**

### **6.2.2.1 土壤**

**6.2.2.1.1 在已划定的矿山及周边地区污染程度评价范围基础上，确定进行面积性调查评价的范围，一般情况下，土壤调查面积为数十平方千米至数百平方千米，包括表层土壤重金属明显累积区及累积区外围一定范围的背景区。矿床密集分布的矿田或富含重金属元素地质体出露面积较大时，调查评价范围需更大。**

**6.2.2.1.2 按照网格或者不同地形地貌、土地利用方式及土壤类型等划分采样单元，采样密度为8点/km<sup>2</sup>~20点/km<sup>2</sup>，每个单元至少采集一件土壤样品，每件样品由3个~5个子样等份混合组成，每件样品质量为1000g；**

**6.2.2.1.3 土壤为未受到人为活动严重扰动的自然土，每个采样点采集0cm~10 cm表层土壤和10 cm~20cm 深层土壤样品；受到人为活动严重扰动的区域和农田耕作区，每个采样点采集0cm~20 cm 土壤和20 cm~40 cm 深层土壤样品，土壤较薄的地区同自然土。**

**6.2.2.1.4 用于土壤重金属分析的样品，需使用竹铲、竹片采集样品。用铁锹挖采样坑时，挖好坑后，用竹片去除与金属采样器接触的土壤，再采集样品。每件样品采集完成后，应清除干净采样工具上的泥土，**

再进行下一件样品采集。

#### 6.2.2.1.5 土壤样品加工处理要求如下。

- a) 依据样品分析测试指标种类，土壤样品可分为新鲜样品和风干样品两种。测定土壤中 $\text{Fe}^{2+}$ 、 $\text{Cr}^{6+}$ 、还原态锰等指标的样品需用新鲜样品，其他测试指标用风干样品。
- b) 新鲜样品采集后直接用玻璃瓶或塑料袋密封后送实验室进行处理分析。如样品采集后不能及时送实验室，需要暂时储存时，可将新鲜样品装入塑料袋，扎紧袋口，放在冰箱冷藏室或进行速冻保存。
- c) 风干样品的晾晒、登记、加工等各项要求同DZ/T 0258。
- d) 风干样品的不同测试指标过筛孔径不同，要求如下：
  - 1) 过 2mm 孔径筛的土壤样品可供pH、盐分和元素交换性及有效养分项目的测定；
  - 2) 将通过2mm 孔径筛的土壤样品用四分法取出一部分继续研磨，使之全部通过0.25mm 孔径筛，供土壤有机质、腐殖质组成及土壤重金属相态和碳酸钙等项目测定；
  - 3) 取适量过0.25mm 孔径筛的土壤样品，研磨至通过0.074mm(200 目)孔径筛，供土壤矿质成分、元素全量分析等项目测定。

### 6.2.2.2 水系沉积物和水样

6.2.2.2.1 在土壤调查范围内，对流经矿区的主要水系，按照100m~1000m 的间距系统采集水系沉积物和对应该点位的河水样品，主要干流水系沉积物样品控制的河流长度应大于10km。通常情况下，一条水系采集样品数为5件~10件，靠近矿区适当加密，远离矿区放稀。样品采集、处理等各项要求同DZ/T 0011。

6.2.2.2.2 系统采集矿区及周边地区矿坑水、矿山裂隙水、尾矿库渗水，以及井水、泉水、河水等主要饮用水样品。水样要求瞬时采集，采集前用采样点处水洗涤采样瓶和瓶塞(盖)2次~3次，现场测试pH、水温和电导率等参数。

6.2.2.2.3 如水体浑浊，可使用赛氏盘法测试水体透明度。赛氏盘是用油漆漆成黑白两色相间的直径为25cm 的圆铁盘，在圆盘中心孔穿一根细绳，并在绳上划有间隔为10 cm 黑白相间的长度标记，将赛氏盘浸入水体中，至刚好看不到赛氏盘上的黑白分界线为止，这时绳子在水面以下的长度标记数值就是该水体的透明度。

6.2.2.2.4 测试叶绿素 a 时，水样采集与处理方法如下。

- a) 一般可采取1.5L~2L 水样用于叶绿素 a 分析。贫营养型湖泊或水库要增加采集水样量。水样要立即进行后续处理。如需延迟4 h~48h 处理，则要在每升水中加入1%碳酸镁悬浊液 1 mL，以防止酸化引起色素溶解，同时保存在低温(0℃~4℃)避光处。水样在冰冻(-20℃)情况下最长可保存30 d。
- b) 对水样进行离心或过滤浓缩。离心前或在过滤滤膜上加少量碳酸镁悬浊液。抽滤水样时负压不能过大(约 $0.5 \times 10^6$  Pa)，水样抽完后，继续抽1min~2 min，减少滤膜上的水分。记录过滤水体积，并尽快送样分析，样品短期(1d~2 d)保存可放置于普通冰箱冷冻室，长期(30 d)保存则要放入低温(-20℃)冰箱。

6.2.2.2.5 根据测试指标不同，可使用原样或在水样中添加不同的保护剂。

- a) 原样：水样采集后，不加任何保护剂。保存于玻璃瓶或聚乙烯塑料瓶中，供测定游离二氧化碳、pH、 $\text{CO}_3$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{OH}^-$ 、 $\text{Cl}^-$ 、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{NO}_3^-$ 、COD、 $\text{NH}_4^+$ 、F、Br、I、总硬度、K、Na、Ca、Mg、Mo、Se、B、 $\text{Cr}^{6+}$ 、固形物、灼烧残渣、烧失量等使用。
- b) 酸化水样：采取水样时，加入酸进行酸化的样品。保存于玻璃瓶或聚乙烯塑料瓶中。每1000 mL 加入10mLHCl(1+1) 或  $\text{HNO}_3$  (1+1)，供测定Cu、Pb、Zn、Cd、Mn、Fe、Ni、Co、总Cr、V、W、

Sr、Ba、U、Th、可溶性 SiO<sub>2</sub> 等指标使用。

c) 特殊指标水样的要求如下：

- 1) 测定Hg的水样，预先在盛水样的塑料瓶中加入50mL浓HNO<sub>3</sub>和10mL5%K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub>溶液，再注入1000 mL水样，摇匀，以石蜡密封瓶口；
- 2) 测定Fe<sup>3+</sup>和Fe<sup>2+</sup>的水样，采用聚乙烯塑料瓶或硬质玻璃瓶取水样250 mL，加入2.5 mL H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (1+1), 0.5g~1g(NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>，用石蜡密封瓶口，放置时间小于30 h；
- 3) 测定腐蚀性二氧化碳的水样，应采取两瓶水样，一瓶为原样，另一瓶为250 mL原样加入2g经过纯化的CaCO<sub>3</sub>粉末(或纯大理石粉末)，以石蜡密封瓶口，供测定用；
- 4) 测定硫化物的水样，在500mL玻璃瓶中先加入10 mL 200 g/LZn(Ac)<sub>2</sub>溶液和1mL NaOH溶液[c(NaOH)=1 mol/L]，然后加满水样，盖上瓶盖，反复振摇数次后，以石蜡密封瓶口，供测定用；
- 5) 测定溶解氧的水样，取样前先准备一个容积为200 mL~300 mL的磨口玻璃瓶，用欲取水样洗涤2次~3次，然后将虹吸管直接插入瓶底取样，待水样从瓶口溢出片刻，再慢慢将虹吸管从瓶中抽出，用移液管加入1mL碱性碘化钾溶液，然后加入3mL氧化锰溶液，每次加入时应将移液管插入瓶底后再释放出溶液，最后迅速塞好瓶塞，不留空间，摇匀后密封。

### 6.2.2.3 河漫滩(湖泊、沼泽)沉积柱岩芯

6.2.2.3.1 对矿床规模大、开采历史长、污染严重的矿区和矿业活动影响地区的水系，应选择没有受到人为扰动的河漫滩地区或开放湖泊、沼泽地，系统采集河漫滩(湖泊、沼泽)沉积柱岩芯样品。采样点部署原则如下：

- a) 在流经矿山的支流下游汇入主干河流处，布置采样点；
- b) 在通常年份的洪水能漫过的河堤较平缓地带，布置采样点；
- c) 确定具体采样位置前，应进行野外踏勘、实地观察与居民访问，以保证采样点及周围地区基本无人类生产生活影响，且沉积岩芯层理水平、清晰，无上、下层扰动和沉积缺失等。

6.2.2.3.2 每个河漫滩采样点需采集3个剖面，湖泊和湿地为3个平行钻孔，一个剖面(或钻孔岩芯)用于测定无机元素含量，一个剖面(或钻孔岩芯)用于<sup>210</sup>Pb、<sup>137</sup>Cs同位素定年，一个剖面(或钻孔岩芯)用于有机污染物测定或作为副样保存。其中须有一个剖面(或钻孔岩芯)，要准确测量每件样品的体积、湿重和干重。

6.2.2.3.3 河漫滩样品采集方法如下。

- a) 采样时间为枯水期或平水期。剖面深度为1.5m~2 m，或以见到水面为准。
- b) 进行<sup>210</sup>Pb、<sup>137</sup>Cs年龄测定的河漫滩垂向剖面或钻孔岩芯样，应为沉积物粒度较小、黏土矿物含量较多，较致密的沉积物剖面。该河漫滩沉积物应在一个水文年，超过一半以上时间被水淹没且无扰动。
- c) 样品采集时应避免使用铁锹、铁镐等易被重金属污染的工具，如条件有限，必须使用铁质工具时，要用竹片去除与金属采样器接触的土壤，再采集样品。每件样品采集完成后，应将采样工具上的泥土清除干净，再进行下一件样品采集。
- d) 每个河漫滩垂向剖面或钻孔岩芯采样间距小于或等于2cm，在年沉积速率较大的地区，采样间距可放稀至5 cm。
- e) 每件样品采集时需具有相同的体积；每个河漫滩垂向剖面或钻孔岩芯应有照片或素描图。

6.2.2.3.4 进行光释光(optically stimulated luminescence,OSL)测年的样品，样品采集与前处理要求如下。

**a) 样品采集:**

- 1) OSL 测年采样工具一般为管长12 cm~22 cm,内径 2 cm~6 cm的钢管或不透光的塑料管;
- 2) 采样前先剥去剖面表层至少30cm厚度的物质,以避免采集到表层曝光的样品;然后将采样管接触剖面一端塞上避光材料(黑布、黑色塑料袋、棉花等),从另一端将管用锤垂直砸入新鲜剖面中,取出管时用相同材料塞紧另一端,并用胶带束紧两头,写上样品编号后送实验室;
- 3) 在采样管周围采集200g~300g散样,用于U、Th和K含量及含水量等年剂量的相关测量;
- 4) 对于不适宜采集管样的环境,可选取质地较为坚硬、体积较大、含有效测试粒度组分较多的块体,用塑料等物体将其包好,带回实验室进行前处理;
- 5) 对于岩芯而言,剖开前在需要定年的层位锯出约10cm,用不透光的黑塑料包好送到光释光测年实验室。

**b) 样品前处理:**

- 1) 钢管样品初步处理:将钢管样品分为3段,其中两端样品长度各2cm~3cm,两端样品用于测定整个样品的含水量,中间样品用于OSL测年;两端样品称完湿重后在烘箱中烘干,再称干重,计算含水量和含水率,然后在上述样品中随机选取20 g~30 g,用研钵和球磨机磨成“面粉状”(粒径小于30 μm),用于中子活化分析;中间样品放到大烧杯中,写上样品编号,加清水搅拌,待澄清后倒掉上层清水,以去掉部分杂质;
- 2) 将大烧杯中滤完清水的样品放入通风橱中(烧杯之间的间隔应在3cm~5 cm范围内,以避免相互污染),加入10%的盐酸并搅拌以去除碳酸盐,采取少量多次的原则,直到样品没有明显的反应;
- 3) 加入少量30%的双氧水以去除有机质,观察反应剧烈程度,遵循少量多次的原则,在开始的2 d~3 d,每加完一次双氧水隔2h左右搅拌,以免泡沫溢出;
- 4) 将双氧水处理后的样品加清水搅拌,静置后倒掉上层清液3次~5次,然后放入烘箱(60℃)烘干,用400目(38 μm)、250目(63 μm)、170目(88 μm)和120目(125 μm)筛子对烘干后样品进行过筛;
- 5) 按照以下方法,用氟硅酸处理,去除长石。400目~250目样品处理方法:用小勺舀入一勺半(约2g)400目~250目样品,放入带有盖子的小瓶,用35%的氟硅酸(约50 mL)浸泡,每天用玻璃棒搅拌样品3次~5次,浸泡10d~15d,具体视情况而定;加入少量10%的盐酸搅拌清洗样品0.5h,然后用清水清洗3次,清洗后放入烘箱将样品烘干,装入小自封袋待测定。170目~120目样品处理方法:配制密度为2.62g/cm<sup>3</sup>~2.66 g/cm<sup>3</sup>的多聚钨酸钠重液,去除密度小于2.62g/cm<sup>3</sup>的钾长石和密度大于2.66g/cm<sup>3</sup>的重矿物;将密度在2.62g/cm<sup>3</sup>~2.66g/cm<sup>3</sup>之间的颗粒用40%的HF处理1h,目的是去除长石和颗粒表面受到α射线影响的部分;将上述处理后的样品用35%的氟硅酸浸泡约5d,每天用玻璃棒搅拌样品3次~5次;加入10%的盐酸搅拌清洗样品0.5 h,然后用清水清洗3次,清洗后,用170目筛再过一遍,以除去被酸溶蚀变小的残留的长石颗粒,最后放入烘箱将样品烘干,装入小自封袋待测定。

**6.2.2.4 农作物**

**6.2.2.4.1** 使用矿区排水灌溉的农田区,在主干河流两侧布设农作物样品点,可采取网格布点或根据土壤类型、土地利用现状和农作物种植类型等划分采样单元进行布点。水稻、小麦、玉米、油菜等大宗农作物样品采集数量需大于30件,其他农产品样品采集数量需大于15件。需要研究重金属元素在农作物不

同部位分配特征的样品,可采集农作物的根、茎、叶、果实等,并准确测量和记录每个部位在整株植物所占的质量分数。

**6.2.2.4.2** 于农产品收获盛期,在采样地块内视不同情况,采用棋盘法、梅花点法、对角线法、蛇形法等进行多点取样,然后等量混匀组成一个混合样品。每一混合样,大型果实由5个~10个以上的植株组成(即分点样),小型果实由10个~20个以上的植株组成。

**6.2.2.4.3** 农作物样品的采集量一般为待测试样量的3~5倍,每分点样采集量则随样点的多少而变化。通常情况下,谷物、油料、干果类为300g~1000g(干重样),水果、蔬菜类为1kg~2kg(鲜重样),水生植物为300g~1000g(干重样),烟叶和茶叶等可酌情采集。

**6.2.2.4.4** 按照5%~10%的比例同时采集外检样品,外检鲜样需现场同步采集、处理,由采样单位送实验室测试。

**6.2.2.4.5** 不同样品采集方法如下。

- a) 农作物样品:以 $0.1\text{hm}^2\sim 0.2\text{hm}^2$ 为采样单元,在采样单元内选取5个~20个植株,水稻、小麦采取稻穗、麦穗;玉米采取第一穗,即离地面最近的一穗,混合成样。
- b) 果树类样品:以 $0.1\text{hm}^2\sim 0.2\text{hm}^2$ 为采样单元,在采样单元内选取5株~10株果树,每株果树纵向四分,从其中一份的上、中、下、内、外各侧均匀采摘,混合成样。
- c) 蔬菜类样品:以 $0.1\text{hm}^2\sim 0.2\text{hm}^2$ 为采样单元,在采样单元内选取5个~20个植株,小型植株的叶菜类(白菜、韭菜等)去根整株采样;大型植株的叶菜类可用辐射形切割法采样,即从每株表层叶至心叶切成八小瓣为该植株分样。
- d) 烟草、茶叶类样品:以 $0.1\text{hm}^2\sim 0.2\text{hm}^2$ 为采样单元,在采样单元内随机选取15个~20个植株,每株采集上、中、下多个部位的叶片混合成样,不可单取老叶或新叶作代表样。
- e) 中药材样品:据其药用部位,可参照6.2.2.4.5a)至6.2.2.4.5d)采集。

**6.2.2.4.6** 农作物样品可采用“矿区代码+样品属性码+序号”等方式进行样品编号。样品的定点与标绘、采样记录、重复样采集和质量监控等各项内容要求同DZ/T 0258。

**6.2.2.4.7** 样品采集需注意以下事项。

- a) 采样时需注意样品的代表性。水果类样品的采集要注意树龄、株型、生长势、座果数量以及果实着生部位和方位。
- b) 农作物应在无风晴天时采集,雨后不宜采集。采样应避开病虫害和其他特殊的植株。若采集根部样品,在清除根部的泥土时,不要损伤根毛。
- c) 同时采集植株根、茎、叶和果实样品时,应现场分类包装,同一采样点的同一作物使用统一编号。
- d) 新鲜样品采集后,应立即装入聚乙烯塑料袋,扎紧袋口,以防水分蒸发。
- e) 测定重金属元素的样品,尽量用不锈钢制品直接采集样品,避免样品与金属类工具接触。

**6.2.2.4.8** 农作物样品加工场地与加工用具要求如下。

- a) 制样工作场地应单独设风干室、加工室。房间向阳(严防阳光直射样品)、通风、整洁、无扬尘、无易挥发化学物质。
- b) 晾干样品时使用白色搪瓷盘或木盘。
- c) 脱粒、去壳、切碎时使用小型脱粒机、小型脱壳机、不锈钢剪刀、木滚、硬质木搓板、无色聚乙烯薄膜等。
- d) 干燥后的样品可选用玛瑙、刚玉球磨机、玛瑙研钵、白色瓷研钵、石磨、不锈钢磨、旋风磨等进行磨碎;新鲜样品可选用不锈钢食品加工机、硅制刀、不锈钢切刀、不锈钢剪刀等切碎。
- e) 磨碎后的样品用40目( $425\ \mu\text{m}$ )~60目( $250\ \mu\text{m}$ )的尼龙筛过筛。
- f) 分装可选用带塞磨口玻璃瓶、具塞白色聚乙烯塑料瓶、具塞玻璃瓶、无色聚乙烯塑料袋或特制牛皮纸袋,规格视量而定。

**6.2.2.4.9** 农作物样品采集后，按照以下要求进行缩分送样。

- a) 粮食等粒状样品应采用四分法缩分。先将粮食样品用小型脱粒机或凭借硬木搓板与硬木块进行手工脱粒，反复混合均匀，铺成一圆形，过中心线画十字线，把圆分为四等份，取对角线两等份。如此反复，缩分至所需量为止。
- b) 水果等块状样品及大白菜、包菜等大型蔬菜样品应采用对角线分割法缩分。先用清水，再用蒸馏水将样品洗净晾至无水后，垂直放置，中间位置横切，然后上下两部分分别进行对角线切割，除去非可食部分，取所需量的样品。
- c) 小型叶菜类样品应采用随机取样法缩分。先用清水将样品洗净，晾至无水后，将整株植株粗切后混合均匀，随机取所需足量的样品。
- d) 新鲜蔬菜、水果等样品在野外称重打浆，取1000 mL于玻璃瓶中，及时送实验室待测；也可风干晾晒至干样，或在65℃以下无污染烘干。

**6.2.2.4.10** 待测的农作物试样分干样和鲜样两种。干样用于测定重金属元素和蛋白质、脂肪、纤维含量等；鲜样用于测定有关评价标准规定的鲜样指标及易挥发有机污染物等。分别按照以下方法及要求，加工农作物的干样和鲜样。

a) 干样加工方法：

- 1) 粮食样品用清水清洗干净后，放在干净的托盘上，在低于65℃条件下烘干后直接磨碎。带皮粮食样品用清水冲洗，晾干，去皮后磨碎；
- 2) 用不锈钢刀或剪刀将根、茎、叶及蔬菜、水果等样品切剪成0.5 cm~1cm 大小的块状、条状，在晾干室内或高出地面1.5m 以上的架子上摊放于晾样盘中风干，或将切碎样品放在85℃~90℃烘箱中鼓风烘1h，再在60℃~70℃条件下通风干燥24h~48h 成风干样品，有刮风扬尘天气时或空气质量差的地区，严禁在室外晾晒样品；
- 3) 将风干样品置于玛瑙研钵进行研磨，使样品全部通过40目(425 μm)~60 目(250 μm) 尼龙筛，混合均匀，待测。

b) 鲜样加工方法：

- 1) 新鲜样品用清水清洗干净后，再用干净纱布轻轻擦干样品，直接用组织捣碎机捣碎，混合均匀，待测；
- 2) 含纤维较多的样品，如根、茎、叶等不能用捣碎机捣碎，可用不锈钢刀或剪刀切成小碎片，混合均匀，待测。

**6.2.2.4.11** 测试锌、铅的样品，避免使用橡胶类工具，以免污染样品。不同农作物送测部位见表1。富硒稻米检测样品为三级大米，加工要求见 GB/T1354。

**表 1 稻米、小麦、果、菜、烟和茶测试部位及要求**

样品种类	测试部位
小麦、水稻、玉米	籽实去杂物后，磨碎，过20目(850 μm)筛
苹果、梨等薄皮水果	去带、去芯(含籽)，带皮果肉和去皮果肉
柑橘、柚子等厚皮水果	外皮和果肉(含内皮和筋丝)
番茄、茄子	去蒂
黄瓜	去果柄
萝卜、胡萝卜	叶、根(用水轻轻洗去根泥，稍晾干)
大白菜、小白菜	去根、去外侧腐叶
烟叶、茶叶	鲜叶、干叶



### 6.2.2.5 根系土

- 6.2.2.5.1 在采集农作物样品的对应点位上，采集根系土样品，采集数量同农作物样品数量。
- 6.2.2.5.2 根系土为植物根系生长周边的土壤。采集时，在采样点旁边相对平坦处，铺开一张面积为 $2\text{m}^2\sim 3\text{m}^2$  一次性塑料布，将采集植株周围的土壤松动后，连根拔出，随后将植株根系周围的土壤抖落到塑料布上。
- 6.2.2.5.3 每件根系土样品均由多个子样等份混合而成，每个根系土子样要与农作物子样对应采集。
- 6.2.2.5.4** 采集根系土样品时，严禁与金属采样器接触。
- 6.2.2.5.5 不同种类农作物，其根系土采集深度要求如下：
- 粮食与蔬菜样品对应的根系土采集深度为 $0\text{cm}\sim 20\text{ cm}$ ;
  - 果树类样品对应的根系土采集深度为 $0\text{cm}\sim 60\text{ cm}$ ,采集部位为根毛区;
  - 根系土样品加工同6.2.2.1.5。

### 6.2.2.6 人发、食物

- 6.2.2.6.1 在重金属污染严重、已发生明显生态效应的地区，可选择代表性的污染地区和对照区采集人发、食物等样品。
- 6.2.2.6.2 人发样品要求取枕部同一部位的头发，先经1%的洗涤剂浸泡，再用蒸馏水冲洗干净，最后用蒸馏水清洗3次，于 $60^\circ\text{C}$ 条件下烘干。
- 6.2.2.6.3 选择以当地粮食、蔬菜、肉、蛋、奶为主要食物的代表性住户，实地调查并记录三餐饮食结构，采集三餐熟食样品，每件样品重 $250\text{g}\sim 500\text{g}$ ，样品盛装在干净的自封袋中，立即放入冷藏室，12h 内送实验室分析。
- 6.2.2.6.4 人发、食物等样品应同点位配套采集，样品采集数量应能满足评价工作需要。

### 6.2.2.7 大气干湿沉降物

- 6.2.2.7.1 北方地区，采样器可选择内径 $20\text{cm}\sim 30\text{ cm}$ 、高 $30\text{ cm}\sim 40\text{ cm}$ 圆筒形的接尘缸；南方地区，可选择内径 $15\text{cm}\sim 20\text{cm}$ ，高 $50\text{cm}\sim 60\text{cm}$ 圆筒形的接尘缸。接尘缸的材质可为塑料、陶瓷玻璃或不锈钢等。
- 6.2.2.7.2 接尘缸和缸盖等采样器具在使用前，用10%(体积分数)HCl 浸泡24h 后，再用纯水洗净。清洗试剂为分析纯试剂和蒸馏水或同等纯度的水。
- 6.2.2.7.3 将清洗干净的接尘缸放置在距地面 $10\text{ m}\sim 15\text{m}$  的平坦处，如屋顶平台，采样口应距平台 $1\text{m}\sim 1.5\text{m}$ 。 选择采样点时，应先考虑接尘缸不易损坏的地方，还要考虑操作者易于更换接尘缸。
- 6.2.2.7.4 采样点四周( $25\text{m}\times 25\text{ m}$ )无遮挡雨、雪、风的高大树木或建筑物，并考虑风向(顺风、背风)、地形等因素，避开烟囱、交通道路等点、线污染源。
- 6.2.2.7.5 寒冷季节，应防止接尘缸冻裂；在夏季多雨季节，应注意缸内积水情况，为防止水满溢出，须及时更换新缸。
- 6.2.2.7.6 在燃放烟花爆竹的节日、婚庆、丧事期间，需用清洁的缸盖将接尘缸盖好。燃放烟花爆竹结束后，再把盖拿掉，继续采集干湿沉降物样品。
- 6.2.2.7.7 在不同季节，干湿沉降物质的量和所含物质浓度不同，所以采样时间至少为一年。一般地区，干湿沉降接收周期为一年，干湿沉降量较大的地区，可按月或季度定期( $n\text{ d}\pm 2\text{d}$ )更换接尘缸。
- 6.2.2.7.8 当大气干湿沉降物样品总量较少时，采取以下方法计算干沉降总量。
- 首先用尺子测量接尘缸的内径(按不同方向至少测定3处，取其算术平均值)，用淀帚把缸壁擦洗干净，将缸内溶液和尘粒全部转入 $500\text{ mL}$  烧杯中。

- b) 在电热板上蒸发,使体积浓缩到10 mL~20mL,冷却后用水冲洗杯壁,并用淀帚把杯壁上的尘粒擦洗干净,将溶液和尘粒全部转移到已恒重的100 mL瓷坩埚中,放在搪瓷盘里,在电热板上小心蒸发至干(溶液少时注意不要迸溅),然后放入烘箱,于65℃±5℃条件下烘干至恒重,称量,并按公式(1)计算:

$$M = \frac{m_1 - m_0 - m_c}{S \times n} \times N \times 10^4 \quad \dots \quad \dots \quad (1)$$

式中:

- M——每月或每年单位面积降尘总量,单位为克每平方厘米(g/cm<sup>2</sup>);  
 m<sub>1</sub>——降尘、瓷坩埚和乙二醇水溶液蒸发至干,并在65℃±5℃条件下烘干至恒重后的质量,单位为克(g);  
 m<sub>0</sub>——在65℃±5℃条件下烘干的瓷坩埚质量,单位为克(g);  
 m<sub>c</sub>——与采样操作等量的乙二醇水溶液蒸发至干,并在65℃±5℃条件下烘干至恒重后的质量,单位为克(g);  
 S——接尘缸缸口面积,单位为平方厘米(cm<sup>2</sup>);  
 n——采样天数,单位为日(d),精确到0.1 d;  
 N——计量天数,如计量单位为月,则N=30;如计量单位为年,则N=365。

#### 6.2.2.7.9 当干湿沉降量较多时,采取以下方法获得干湿沉降元素总量。

##### a) 野外处理:

- 1) 将沉降缸放置2d~3d,使上部溶液澄清。用虹吸法吸取上清液至另一容器中,测定上清液的总体积或质量。将剩余的沉淀物和悬浊液转移至合适的容器中,测定其总体积和质量。
- 2) 将上清液搅拌均匀。取上清液2500 mL至塑料容器中,用于检测溶液中固形物和其他需检测项目。其中,取上清液500mL至塑料容器中,加入1:1硝酸(保护剂)10 mL,用于检测溶液中金属元素;取上清液500 mL至塑料容器中,加入5%重铬酸钾溶液(保护剂)5 mL,用于检测溶液中汞元素;将剩余的1500 mL上清液,移至塑料容器中,作为清水样或副样,将准备好的样品密封送至实验室。
- 3) 将剩余的沉淀物和悬浊液转移至合适的容器中,密封送至实验室。
- 4) 若样品无法澄清,则全部用0.45 μm的聚酯纤维滤膜过滤,并测定清液的总体积或质量,同6.2.2.7.9a)2) 取样送实验室;滤网上部物质处理同悬浮物处理方法。

##### b) 实验室处理:

- 1) 将6.2.2.7.9a)3) 样品用0.45 μm的聚酯纤维滤膜全部过滤,记录滤液体积,弃去滤液。滤网上部物质风干或在65℃以下条件下烘干,称重,制成分析样。
- 2) 按相应分析方法将6.2.2.7.9a)2) 样品和6.2.2.7.9h)1) 样品测定固形物和金属元素,并换算总体积的固形物及金属总量。溶液样品应经过硝化处理后,再进行测定。
- 3) 按照公式(2)、公式(3)和公式(4)计算干湿沉降物中某元素含量:

$$\text{干湿沉降物总质量} = 6.2.2.7.9b)1) \text{ 分析样质量} + \text{溶液固形物总质量} \quad \dots \quad \dots \quad (2)$$

$$\text{干湿沉降物中某元素质量分数} = \frac{\text{6.2.2.7.9a)2) 样品中某元素质量} + \text{溶液中某元素质量}}{\text{干湿沉降物总质量}} \quad \dots \quad \dots \quad (3)$$

$$\text{干湿沉降物中某元素总质量} = \frac{\text{干湿沉降物中某元素质量分数} \times \text{实际分析样质量}}{\text{(或液体总体积)}} \quad \dots \quad \dots \quad (4)$$

### 6.2.2.8 大气颗粒物

6.2.2.8.1 在采样前，需对超细玻璃纤维滤膜进行准确称重。将已恒重和称量好的滤膜，用塑料镊子放入洁净采样夹内的滤网上，牢固压紧至不漏气。每测定一次浓度，需更换一次滤膜；如测日平均浓度，样品采集在一张滤膜上。

6.2.2.8.2 采样时间与采样频率，需根据GB3095 中污染物浓度数据有效性规定的要求确定。

6.2.2.8.3 采用一次采样方式测定日平均浓度时，每日至少应有20h 平均浓度值或采样时间；采用间断采样方式测定日平均浓度时，其次数不应少于4次，累计采样时间不应少于18h；同时采集 TSP、PM 和 PM<sub>2.5</sub> 样品，需利用不同直径的大气颗粒物切割器，同一地点三台采样器同时采集。

6.2.2.8.4 采样点应避开污染源及障碍物，采样口距地面高度在1.5m~5 m 范围内，距支撑物表面1m 以上。样品采集条件为无大风(风速小于8m/s) 和降雨等气候现象。采集现场测试并记录大气压力和温度。

6.2.2.8.5 采样结束后，用塑料镊子取出滤膜，将有尘面的滤膜两次对折，放入纸袋，并做好采样记录。仪器设备、点位布设、样品采集、运输和保存、分析方法、结果计算、质量控制等各项操作细节见HJ618 和 HJ194。

### 6.2.3 样品分析测试指标

6.2.3.1 土壤、水系沉积物、根系土、河漫滩沉积物、大气干湿沉降物、大气颗粒物等样品分析 As、Ag、Ba、Be、Cd、Co、Cr、Cu、F、Hg、Mn、Mo、Ni、Pb、Sb、Se、Sn、Sr、Th、Tl、V、U、W、Zn；土壤和根系土样品加测 pH、总有机碳(TOC) 等指标；代表性的根系土样品加测有机汞、无机汞、Cr<sup>3+</sup>、Cr<sup>6+</sup>和重金属元素的不同相态；河漫滩样品加测pH、TOC、<sup>137</sup>Cs、<sup>210</sup>Pb，并进行 OSL 测年。OSL 测年的样品，需对采样管周围采集的散样，进行U、Th和 K 含量及含水量测定。

6.2.3.2 水样分析As、Ag、Ba、Be、Cd、Co、Cr、Cu、F、Hg、Mn、Mo、Ni、Pb、Sb、Se、Sn、Tl、V、Zn、pH等指标。矿山废水可加测硫化物、氟化物、悬浮物、氨氮、As<sup>2+</sup>、As<sup>6+</sup>、Cr<sup>3+</sup>、Cr<sup>6+</sup>；饮用水可加测总大肠菌群、耐热大肠菌群、大肠埃希氏菌、菌落总数、Cr<sup>6+</sup>、氰化物、氟化物、氯化物、硝酸盐、硫酸盐、三氯甲烷、四氯化碳、溴酸盐、甲醛、亚硝酸盐、氯酸盐、Al、Fe、溶解性总固体、总硬度、高锰酸钾指数(COD<sub>Mn</sub>) 等；存在富营养化的水库、湖泊等水体可加测叶绿素 a(chla)、总磷(TP)、总氮(TN)、透明度(SD) 和高锰酸钾指数(COD<sub>Mn</sub>)。

6.2.3.3 人发、农作物和熟食分析无机 As、Cd、Hg、Pb、F、Cr、Se、Sn、Cu、Zn等指标。

6.2.3.4 不同矿区，可根据矿床的成矿元素与伴生元素种类，参照附录 B 自行增加或减少测试指标。

6.2.3.5 国家标准中规定的指标测试方法，应首选国家标准规定的方法，采用其他分析方法也应达到国家标准规定的质量控制要求。国家标准中未做规定的指标分析方法，应选择行业或部门标准规定的分析方法，并达到相应的质量监控要求。元素有效态、元素相态、元素价态、生物样、水质样、有机污染物分析方法与质量监控参见附录C。

### 6.2.4 土壤和水系沉积物污染程度评价

6.2.4.1 对 10cm~20cm 土壤中各元素含量进行分布形态检验与数理统计，对不服从正态分布或对数正态分布的数据进行异常值剔除，直至服从或近似服从正态分布或对数正态分布，选取算术平均值或中位值作为该矿山土壤元素含量背景值。

6.2.4.2 对河漫滩沉积物<sup>137</sup>Cs、<sup>210</sup>Pb和 OSL 测年结果及As、Cd等重金属元素含量进行整理，研究获取矿业活动影响前研究区沉积物中元素自然背景值。

6.2.4.3 对 0cm~10 cm 土壤和河漫滩表层沉积物的各元素进行污染程度评价，计算公式为：

$$I_{g_i} = \log_2 (C_i / kB_{i1})$$

.....(5)

式中:

I<sub>g</sub>——地累积指数;

C<sub>n</sub>——元素n在土壤或河漫滩表层沉积物中的实测质量分数,数值用%、mg/kg或μg/kg表示;

k——校正系数;

B<sub>n</sub>——土壤或河漫滩沉积物中元素n的背景值,数据用%、mg/kg或μg/g表示。

当B<sub>n</sub>取值为全国土壤或区域土壤背景值时,k=1.5;当B<sub>n</sub>取值为10cm~20cm土壤的元素背景值或河漫滩沉积物元素背景值时,k=1。根据计算出的I<sub>g</sub>,参照表2,进行矿区土壤和水系沉积物重金属元素的污染程度评价。

表2 地累积指数及对应的污染程度分级

等级	1	2	3	4	5	6	7
I <sub>g</sub>	≤0	>0~1	>1~2	>2~3	>3~4	>4~5	≥5
污染程度	无	无到中等	中等	中等到重度	重度	重度到极度	极度

6.2.4.4 对于表层土壤人为扰动强烈,未进行0cm~10cm分层采集的区域,对0cm~20cm表层土壤重金属元素污染程度评价方法参照6.2.4.3,元素背景值可采用区域土壤或全国土壤元素背景值。

6.2.4.5 对水系沉积物重金属元素和多氯联苯(PCB)进行潜在生态风险评价,计算公式为:

$$E_r^i = T_r^i \times \frac{C_i}{C_i^0} \quad \dots\dots\dots (6)$$

$$RI = \sum_{i=1}^n E_r^i \quad \dots\dots\dots (7)$$

式中:

E<sub>r</sub><sup>i</sup>——污染物i的潜在生态风险系数;

T<sub>r</sub><sup>i</sup>——污染物i的毒性响应系数,见表3;

C<sub>i</sub>——表层沉积物中污染物i的实测值;

C<sub>i</sub><sup>0</sup>——污染物i的背景值,针对调查评价目标任务,背景值可以选择研究区水系沉积物背景值、区域水系沉积物背景值和全国水系沉积物背景值;

RI——PCB与As、Cd、Cr、Cu、Hg、Pb、Zn重金属元素的综合潜在生态风险指数。

据计算出的E<sub>r</sub><sup>i</sup>和RI,参照表4,进行矿区沉积物单项污染的潜在生态风险评价。

表3 污染物的毒性系数和毒性响应系数

污染物	毒性系数(S <sub>i</sub> )	毒性响应系数(T <sub>r</sub> <sup>i</sup> )
PCB	40	40×(BPI/5)
Hg	40	40×(5/BPI)
As	10	10×1
Cd	30	30×(√5/√BPI)
Cr	2	2×(√5/√BPI)
Cu	5	5×(√5/√BPI)
Pb	5	5×(√5/√BPI)
Zn	1	1×(√5/√BPI)

注: BPI为生物生产力指数,由沉积物氮含量—烧失量回归线上10%IG处的氮含量得到,轻微生态风险水体的BPI参考标准为5。

**表 4 潜在生态风险评价分级标准**

E		RI	
分级标准	风险等级	分级标准	风险等级
<40	轻微生态风险	<150	轻微生态风险
40~<80	中等生态风险	150~<300	中等生态风险
80~<160	较强生态风险	300~<600	较强生态风险
160~<320	强烈生态风险	≥600	极强生态风险
≥320	极强生态风险		

在实际工作中，如果调查评价的污染物种类少于表3列出的8种污染物，需对表4的RI 分级标准进行调整。首先将RI 的第一级界限值(150)除以8种污染物的毒性系数总值133(40+40+10+30+2+5+5+1=133)，得到单位毒性系数RI(150/133=1.13)；然后将单位毒性系数RI 乘以某一项调查评价所有参评污染物毒性系数总值(2S)，取整并保留至十位数，得到第一级界限值；然后将RI 第一级界限值乘以2得到第二级界限值，余者类推。

**6.2.5 水体污染程度评价**

6.2.5.1 不同水体环境质量评价标准为：

- a) 煤炭、铝、铅、锌、铜、镍、钴、镁、钛、稀土、钒、铁等矿区废水排放标准可参照GB 20426、GB 25465、GB 25466、GB 25467、GB 25468、GB 26451、GB 26452 和 GB 28661；
- b) 河水、泉水等地表水评价标准参照GB 3838；
- c) 地下水评价标准参照 GB/T 14848；
- d) 饮用水评价标准为GB5749；
- e) 农田灌溉水评价标准为 GB 5084。

6.2.5.2 对水质各项分析指标最大值、最小值、均值、标准差和超标率等项进行统计分析。

6.2.5.3 对地表水和地下水水质评价方法如下。

- a) 水质单指标评价，分别按照GB3838 和 GB/T14848 所列分类指标，划分为五类，代号与类别代号相同，不同类别标准值相同时，从优不从劣。

示例：地下水挥发酚类I、II 类标准值均为0.001mg/L,若水质分析结果为0.001 mg/L 时，应定为I 类，不定为 II类。

- b) 水质综合评价，采用加附注的评分法，具体步骤如下：
  - 1) 首先进行各单项组分评价，划分组分所属质量类别。
  - 2) 对各类别按表5分别确定单项组分评价分值F；。

**表 5 单项组分评价分值**

类别	I	II	III	IV	V
F;	0	1	3	6	10

3) 按照公式(8)和公式(9)计算综合评价分值F:

$$F = \sqrt{\frac{F^2 + F_{max}^2}{2}} \dots\dots\dots (8)$$

$$\bar{F} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n F_i \quad \dots\dots\dots (9)$$

式中:

- F ——各单项组分评分值 $F_i$ 的平均值;  
 $F_{mx}$ ——单项组分评价分值 $F_i$ 中的最大值;  
 n ——项数。

4) 根据 $F$ ,按表6规定划分水体质量级别。

- c) 水质定性评价:当水质分析样品在5件以上时,采用水质类别比例法,即根据评价水体中各水质类别数量占总数的比例定性评价其水质状况。水质类别比例与水质定性评价分级对应关系见表7。

表6 综合组分评价分值

类别	优良	良好	较好	较差	极差
F	<0.80	0.80~<2.50	2.50~<4.25	4.25~<7.20	≥7.20

表7 水质定性评价分级

水质类别比例	水质状况	表征颜色
工类至Ⅲ类水质比例大于或等于90%	优	蓝色
工类至Ⅲ类水质比例大于或等于75%且小于90%	良好	绿色
工类至Ⅲ类水质比例小于75%,且劣Ⅴ类水质比例小于20%	轻度污染	黄色
I类至Ⅲ类水质比例小于75%,且劣Ⅴ类水质比例大于或等于20%且小于40%	中度污染	橙色
工类至Ⅲ类水质比例小于60%,且劣Ⅴ类水质比例大于或等于40%	重度污染	红色

6.2.5.4 对农田灌溉水、生活饮用水和矿区废水采用标准指数法对水质环境质量进行单指标评价。标准指数大于1,表明该水质因子已超过规定的水质标准,指数值越大,超标越严重。标准指数计算公式分以下两种情况。

- a) 对于评价标准为定值的水质参数,其标准指数计算公式为:

$$P_i = \frac{C_i}{C_d} \quad \dots\dots\dots (10)$$

式中:

- P:——第*i*个水质参数的标准指数,量纲为一;  
 $C_i$ :——第*i*种水质参数实测质量浓度,单位为毫克每升(mg/L);  
 $C_d$ :——第*i*个水质参数的评价标准值,单位为毫克每升(mg/L)。

- b) 对于评价标准为区间值的水质参数(如pH),其标准指数计算公式为:

$$P_{pH} = \frac{7.0 - pH}{7.0 - pH_{sd}} \quad (pH \leq 7) \quad \dots\dots\dots (11)$$

$$P_{pH} = \frac{pH - 7.0}{pH_{su} - 7.0} \quad (pH > 7) \quad \dots\dots\dots (12)$$

式中:

- P ——pH的标准指数,量纲为一;  
 pH ——pH实测值,量纲为一;

pH——标准中 pH 的上限值，量纲为一；

pHa——标准中 pH 的下限值，量纲为一。

6.2.5.5 水质主要污染指标确定方法。当水质超过III类标准时，先按照不同指标对应水质类别的优劣，选择水质类别最差的前三项指标作为主要污染指标。当不同指标对应的水质类别相同时，计算超标倍数，将超标倍数按大小排序，取超标倍数最大的前三项作为主要污染指标。

6.2.5.6 采用营养状态指数对水质进行营养状态评价。

a) 综合营养状态指数计算公式与相关权重计算公式分别为：

$$TLI = \sum_{j=1}^m W_j \times TLI(j) \dots\dots\dots (13)$$

$$W_j = \frac{r_{ij}^2}{\sum_{j=1}^m r_{ij}^2} \dots\dots\dots (14)$$

式中：

TLI ——综合营养状态指数；

W<sub>j</sub> ——第 j 种参数的营养状态指数的相关权重；

TLI(j)——第 j 种参数的营养状态指数；

r<sub>ij</sub> ——第 i 种参数与基准参数叶绿素a(chla)的相关系数，见表8；

m ——评价参数的个数。

表 8 中国湖泊(水库)部分参数与叶绿素a 的相关系数r<sub>ij</sub> 及r<sub>i</sub>

参数	叶绿素a (chla)	总磷 (TP)	总氮 (TN)	透明度 (SD)	高锰酸钾指数 (COD <sub>m</sub> )
r <sub>ij</sub>	1	0.84	0.82	-0.83	0.83
r <sub>i</sub>	1	0.7056	0.6724	0.6889	0.6889

b) 单指标营养状态指数计算公式为：

$$TLI = 10 \times (2.5 + 1.086 \ln \text{chla}) \dots\dots\dots (15)$$

$$TLIm = 10 \times (9.436 + 1.624 \ln \text{TP}) \dots\dots\dots (16)$$

$$TLIm = 10 \times (5.453 + 1.694 \ln \text{TN}) \dots\dots\dots (17)$$

$$TLIso = 10 \times (5.118 + 1.94 \ln \text{SD}) \dots\dots\dots (18)$$

$$TLIcona = 10 \times (0.109 + 2.661 \ln \text{CODm}) \dots\dots\dots (19)$$

其中，叶绿素 a 单位为毫克每立方米 (mg/m<sup>3</sup>)，透明度单位为米 (m)，其他参数单位均为毫克每升 (mg/L)。

c) 水体营养状态分级：采用0~100 的一系列数字对水体营养状态、污染程度进行分级与定性评价，见表9。

表9 水质类别与评分值对应表

营养状态分级	评分值TLI	定性评价
贫营养	≤30	优
中营养	>30~50	良好
轻度富营养	>50~60	轻度污染
中度富营养	>60~70	中度污染
重度富营养	>70	重度污染

## 6.2.6 农作物污染程度与人体健康风险评价

### 6.2.6.1 农作物污染程度评价

6.2.6.1.1 对农作物可食部分中总 As、Cd、Hg、Pb、F、Cr、Sn、Cu、Zn 等元素，以及水稻中无机 As 的含量进行最大值、最小值、均值、标准差等统计分析。

6.2.6.1.2 参照国家食品卫生标准，对各项重金属元素的超标率和超标倍数进行统计。

6.2.6.1.3 研究根系土中重金属元素全量、重金属元素不同相态(不同价态)含量、土壤化学成分、矿物组成、pH、TOC、质地等指标对农作物籽实吸收重金属元素含量的影响，提出降低农作物吸收重金属元素的建议。

### 6.2.6.2 人体健康风险评价

6.2.6.2.1 根据评价区代表性住户粮食、蔬菜、肉、蛋、糖、奶、酒、饮料及饮水等主要食物中重金属元素含量，结合实地调查获得的三餐饮食结构，计算成人每天因饮食摄入体内的 As、Cd、Hg 等重金属元素总量，即日摄入量，计算公式如下：

$$ADI_i = \sum_{j=1}^n C_{i,j} \times D_j \quad \dots\dots\dots (20)$$

式中：

ADI<sub>i</sub>：——元素 i 的日摄入量，单位为微克每日 (μg/d)；

D<sub>j</sub>：——j 大类食品的日摄入量，单位为微克每日 (μg/d)；

C<sub>i,j</sub>：——元素 i 在 j 大类食品(谷物类、蔬菜类等)中的质量分数，单位为微克每克 (μg/g)；为某一 j 大类食品中各小类食品(如谷物类中的水稻、小麦、玉米)中元素质量分数按所采集样本量的加权平均；

n：——大类食品种类数。

6.2.6.2.2 表10为60kg成人日摄入重金属元素的可接受值，依据公式(20)的计算结果可对评价区人群重金属元素膳食摄入量安全性进行评价。

表10 成人日摄入As、Cd、Hg、Pb、Cr可接受量

元素	As	Cd	Hg	Pb	Cr
ADI μg/d	129	50	34	214	200
注：引自JECFA, 1988, 1999, 2011, 2013。					

6.2.6.2.3 利用公式(20)，同样可以计算 P、Ca、K、Mg、Na、Se、Cu、Zn、F、Mn 等常量元素与微量元素日摄入量，依据《中国居民膳食营养素参考摄入量》，对研究区人群有益元素膳食摄入量(RDA) (见表11)是否缺乏进行评价。

表11 中国食品中常量元素和微量元素日摄入量

元素	P	Ca	K	Mg	Na	Se	Cu	Zn	F	Mn
RDA	700	800	2000	350	2200	50~250	2	15	≤4	3.5
注1:RDA依据中国居民膳食营养素参考摄入量标准给出，单位为微克每日人[μg/(d·人)]。 注2:Se的标准参考世界卫生组织WHO，单位为微克每日人[μg/(d·人)]。										



6.2.6.2.4 根据调查评价区土壤、大气、水体与食物中重金属元素含量、重金属元素毒性及人体暴露途径与暴露强度等，进行人体健康风险评价，评价方法参照附录D 执行。

6.2.6.2.5 研究矿床(包括富含重金属元素的黑色岩系、煤系地层等地质体)风化、矿山采选冶过程中重金属元素共生组合、迁移富集、赋存状态等变化规律及影响生物(农作物及水生生物)吸收重金属元素的各种因素，结合矿床潜在生态风险评价、矿业活动影响地区的重金属元素累积速率等结果对调查评价区的生态风险进行预警，并提出降低生态风险的对策建议。

## 7 污染场地生态地球化学评价

### 7.1 资料收集与分析

7.1.1 收集评价区地质、地球化学、水文地质、地理地貌、气象条件与土层结构等资料。

7.1.2 收集工厂产品种类、建厂时间、生产规模、“三废”排放量、环境污染事件、污染物存放等信息。

7.1.3 分析收集到的资料信息，进行污染场地实地踏勘，制定污染场地生态地球化学评价方案。

7.1.4 污染场地生态地球化学评价内容包括污染识别、风险评价、措施建议等。

### 7.2 污染识别

#### 7.2.1 采样位置与样品数量

7.2.1.1 根据工厂产品类型、生产历史、污染物毒性和扩散途径等，以厂区为核心，由工厂向外100 m~1000 m范围内布置样品采集点位。调查评价范围视影响程度可自行调整。

7.2.1.2 重点对疑似污染地区进行样品采集，如场地内的储罐、污水管线、危险物质储存库、“跑冒滴漏”严重的生产装置区、采选冶污染影响区，以及受废气排放影响区等，其他地区样品密度适当放稀。对于污染较均匀的场地和地貌严重破坏的场地，以及无法确定场地污染位置时，可采用网格法均匀布点。

7.2.1.3 如工矿企业对环境污染的主要方式为含有污染物的废气排放，应部署大气干湿沉降物样品。

7.2.1.4 样品数量应足以判别场地是否被污染，布点应符合表12的规定。

表12 土壤、水及大气干湿沉降物样品最低采样数量

场地面积 m <sup>2</sup>	土壤样品数量 件	地下水或地表水样品数量 件	大气干湿沉降物样品数量 件
<5000	8	3	
5000~<25000	12(20 m×20 m)	5	1
25000~<100000	28(30 m×30 m)	8	2
100000~<500000	40(50 m×50 m)	10	2
500000~<1000000	78(80 m×80 m)	15	3
≥1000000	100(100 m×100 m)	>20	4

7.2.1.5 深层采样点的布置应根据确认采样所揭示的污染物垂直分布规律来确定，但任何情况下，深层采样点数不少于该区域采样点总数的10%。

#### 7.2.2 样品种类

7.2.2.1 污染重点地区，土壤样品应包括表层土壤和深层土壤，需确定污染物在垂向上的影响深度及变

化趋势时，应布设土壤剖面样；场地污染一般地区，只采集0m~0.3m 表层土壤。

**7.2.2.2** 在采样范围内，或工厂污染影响地区有河流、池塘、水库等地表水时，应采集地表水，同时考虑在地表水径流的下游布点。选择污染较重地区或污染场地中存在迁移下渗能力较强的污染物时，应布置采集深层土壤、地下水样和土壤剖面样。

**7.2.2.3** 根据土层性质、污染物种类、是否有回填土等情况，自行确定深层土壤、地下水水样的采集深度、土壤剖面深度和采样密度等。

**7.2.2.4** 大气干湿沉降物的布点应充分考虑污染源位置，以及评价区常年主导风向。在污染源附近与下风向区域加密部署，在上风向区域适当部署。根据评价工作需要，接收周期可设定为月、季度、半年或一年。

### **7.2.3 样品采集与样品测试**

#### **7.2.3.1 土壤样品采集**

**7.2.3.1.1** 表层土壤样品采集时，应先把表层硬化地面和一些大的砾石、树枝等杂物剔除，然后用不锈钢铲、塑料铲或竹铲等进行土壤样品采集。

**7.2.3.1.2** 当采集的表层土壤样品深度较大时，需用洛阳铲或螺旋钻先将铲子或钻孔达到所需深度后，获得一定高度的土柱，然后用不锈钢铲、塑料铲或竹铲等去除土柱外围的土壤，获取土芯作为土壤样品。

**7.2.3.1.3** 采集深层土壤和土壤剖面样品时，可根据污染场地所在地区的地质条件、场地钻探的作业条件和场地勘查的方案要求来选择采样设备，包括人力钻探设备(如螺旋取土器、洛阳铲等)和机械钻探设备(如冲击钻、液压钻和螺旋钻等)。取原状土时，需根据土壤类型和污染物理化性质等选用劈管采样器、薄壁采样器、套管采样器或活塞采样器等。

**7.2.3.1.4** 采集挥发性有机污染物时，用非扰动采样器将土样直接推进顶空瓶中。现场采样时，可采用手持式实时分析仪器进行顶空法测试。禁止对样品进行混合或均质化处理。

**7.2.3.1.5** 土壤样品采集后，应根据污染物理化性质等，选用合适的容器保存。有机污染土壤样品应在4℃条件下保存和运输，样品保存条件见表13。

**7.2.3.1.6** 样品采集时使用GPS定位，并进行详细的观察记录，主要内容包括：样品名称和编号，气象条件，采样时间，采样位置，采样深度，样品颜色、气味、质地，以及采样人员、采样日期等。

#### **7.2.3.2 水样采集**

**7.2.3.2.1** 地下水采样一般应建地下水监测井。监测井的建设过程分为设计、钻孔、过滤管和井管的选择和安装、滤料的选择和装填，以及封闭和固定等。监测井的建设可参照 HJ/T164 中的有关要求。所用的设备和材料应清洗除污，建设结束后需及时进行洗井。

**7.2.3.2.2** 应采集代表性水样。采集前，应充分抽汲洗井，抽汲水量一般不得少于井内水体积的3倍，待电导率、浊度、温度等水质参数稳定后再进行采样。

**7.2.3.2.3** 高密度非水溶性有机物采样位置应在含水层底部和不透水层的顶部，低密度非水溶性有机物采样位置应在含水层的顶部。

**7.2.3.2.4** 洗井和采样时要慢速汲取，避免监测井水位大幅度下降，防止挥发性有机物的损失和金属离子的氧化。

**7.2.3.2.5** 监测井建设记录、采样记录、样品保存、容器和采样体积要求等参照 HJ/T164，严防样品采集过程中的交叉污染，并按照不少于总数10%的现场平行样、现场空白样，运输空白样和清洗空白样等进行质量控制样品的采集。

**7.2.3.2.6** 应针对不同检测项目选择不同样品保存方式，无机物通常用塑料瓶(袋)收集样品，挥发性和

半挥发性有机物宜使用具有聚四氟乙烯密封垫的直口螺口瓶收集样品，样品保存条件见表13。

7.2.3.2.7 应采用冷藏保温箱运输，并在保存时限内运至实验室。

**表13 土壤和水样采集容器、保存条件、样品体积及保存时间要求**

监测项目	容器	保存条件	样品最小体积或质量	最长保留时间	
金属	六价铬	P, G, T	4 °C条件下低温保存	500 mL(水); 250 g(土壤)	24h(水);萃取前30 d, 萃取后4d(土壤)
	汞	P, G, T	加入K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> 和HNO <sub>3</sub> , 使pH < 2, 4 °C条件下低温保存	500 mL(水); 250 g(土壤)	28 d(水和土壤)
	其他金属(除Cr <sup>6+</sup> 、Hg外)	P, G, T	加入HNO <sub>3</sub> , 使pH < 2, 4 °C条件下低温保存	500 mL(水); 250 g(土壤)	180 d(水和土壤)
有机化合物	总石油烃(TPH)一可挥发	G, 用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖	4 °C条件下低温保存, 加入HCl, 使pH < 2	2份, 每份40mL(水); 150 g(土壤)	14d(水和土壤);无酸保护则为7d
	总石油烃(TPH)一可萃取	G, 用琥珀密封瓶盖	4 °C条件下低温保存	1L(水); 250 g(土壤)	萃取前7d, 萃取后40 d(水);萃取前14 d, 萃取后40 d(土壤)
	可挥发性芳香卤代烃	G, 用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖	4 °C条件下低温保存, 加入HCl, 使pH < 2, 加入0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>4</sup>	2份, 每份40mL(水); 150g(土壤)	14d(水和土壤);无酸保护则为7d
	亚硝胺	G, 用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖	4°C条件下低温保存	1L(水) 250 g(土壤)	萃取前7d, 萃取后40 d(水);萃取前14d, 萃取后40d(土壤)
	除草剂	G, 用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖	4 °C条件下低温保存	1L(水); 250 g(土壤)	萃取前7 d, 萃取后40 d(水);萃取前14 d, 萃取后40 d(土壤)
	有机氯杀虫剂	G, 用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖	4°C条件下低温保存	1L(水); 250 g(土壤)	萃取前7d, 萃取后40 d(水);萃取前14d, 萃取后40 d(土壤)
	PCBs	G, 用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖	4 °C条件下低温保存	1 L(水); 250 g(土壤)	萃取前7d, 萃取后40 d(水);萃取前14d, 萃取后40d(土壤)
	有机磷杀虫剂(化合物)	G, 用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖	4 °C条件下低温保存	1L(水); 250 g(土壤)	萃取前7d, 萃取后40 d(水);萃取前14d, 萃取后40 d(土壤)

表13 土壤和水样采集容器、保存条件、样品体积及保存时间要求(续)

监测项目		容器	保存条件	样品最小体积或质量	最长保留时间
有机化合物	半挥发性有机物	G,用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖	4℃条件下低温保存,加入0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1L(水): 250g(土壤)	萃取前7d,萃取后40d(水);萃取前14d,萃取后40d(土壤)
	挥发性有机物	G,用聚四氟乙烯薄膜密封瓶盖	4℃条件下低温保存,加入0.008% Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> *,对挥发性芳香烃加HCl,使pH<2	2份,每份40mL(水); 150g(土壤)	14d(水和土壤);无酸保护则为7d
注:“P”为聚乙烯;“G”为玻璃;“T”为聚乙烯复合气泡垫。					
* 只有出现余氯时才需要加入0.008%的Na <sub>2</sub> S <sub>2</sub> O <sub>3</sub> 。					

### 7.2.3.3 大气干湿沉降物样品采集

大气干湿沉降物样品采集同6.2.2.7。

### 7.2.3.4 样品测试

7.2.3.4.1 土壤、大气干湿沉降物和水样的测试指标应根据工厂可能的污染物种类确定,可参考附录E自行确定,测试单位应是计量认证合格或行业认可的实验室。

7.2.3.4.2 样品分析方法首选国家标准和行业标准中规定的方法,选用其他分析方法,其分析质量参数必须达到国家标准或行业标准分析方法要求;国内没有标准分析方法的有机污染物项目,参照美国环境保护署(EPA)给出的方法。

7.2.3.4.3 地下水样品、地表水样品的分析测试和质量监控应按照 HJ/T164、HJ/T 91中的指定方法进行。

### 7.2.4 资料整理与污染识别

7.2.4.1 对样品测试结果进行系统整理,计算最大值、最小值、平均值等参数。

7.2.4.2 采样点位较多的评价场地,可绘制测试指标的地球化学图,并将污染物的地球化学空间分布规律与工厂污染物实际生产、储存、运输等情况进行对比,研究污染物在大气、土壤和水体中的迁移转化特征。

7.2.4.3 参照 GB36600、GB3838 和 GB/T14848 等对污染场地进行初步污染识别,国内没有标准的可参照国际上通用的筛选值(参见附录 E),当测试结果低于筛选值时,表明场地未受到污染或健康风险较低;高于筛选值时,表明场地受到污染,存在潜在人体健康风险,需进一步进行风险评价。

## 7.3 风险评价

### 7.3.1 土壤样品布设

7.3.1.1 在土壤测试指标含量高于相应的环境标准或筛选值的区域,加密布设土壤样品采集点位。

7.3.1.2 根据污染物空间分布特征,可采用分区布设法,即将场地划分成不同的小区,根据小区面积或

污染物特征确定布点的方法；也可采用网格布设法，即在进一步评价区域网格化均匀布设样品点位。

**7.3.1.3** 样品数量以能确定主要污染源及其向环境释放方式和迁移途径为准，原则上，每个样品代表的面积不应超过1600m<sup>2</sup>，对于面积较小的场地，应不少于5个采样点。

**7.3.1.4** 深层土壤采样点的布置应根据污染识别阶段采样所揭示的污染物垂直分布规律确定，采样深度应至污染识别阶段采样确定的最大深度。任何情况下，深层土壤采样点数量不少于该区域采样点总数的10%。

**7.3.1.5** 样品数量与布设方法应能满足确定污染范围的要求，必要时，可开展场地大气、人群和动植物调查，以进行更深层次的风险评估。

### **7.3.2 水样布设**

**7.3.2.1** 在水体的测试指标含量高出地下水、地表水环境标准或筛选值的区域，加密布设地下水和地表水采样点位。

**7.3.2.2** 地下水采样点位应沿地下水流向布设，可在地下水流向上游、地下水可能污染较严重区域和地下水流向下流分别布设。确定地下水污染程度和污染范围时，应参照土壤样品点位，根据实际情况确定，并在污染较重区域加密布点。

**7.3.2.3** 考察污染场地的地表径流对地表水的影响时，可分别在降水期和非降水期进行采样。如需反映场地污染源对地表水的影响，可根据地表水流量分别在枯水期、丰水期和平水期进行采样。

### **7.3.3 其他样品布设**

**7.3.3.1** 如需确定场地空气污染水平，可根据实际情况进行大气样品点和大气干湿沉降物布设。

- a) 在场地疑似污染区域中心、场地上风向、下风场地边界及边界外500 m 内的主要环境敏感点分别布设样点，大气样品点距地面1.5m~2.0m； 大气干湿沉降物布设需在距离地面10m~15 m 高处的平房屋顶或放置在稳固的支架上。
- b) 对于存在有机物污染、Hg 污染等类型的场地，尤其是挥发性有机污染场地，如需要可选择污染最重的地块中心部位，剥离地表0.2m 的表层土壤后进行环境空气采样。

**7.3.3.2** 土壤和水体污染物超标较严重，且有农作物、水产品生产的污染场地，应布设动植物样品。

- a) 农作物样品布设时考虑的因素如下：
  - 1) 土壤中污染物含量及土壤pH、质地、TOC 等理化性质；
  - 2) 农作物或水产品品种类型；
  - 3) 每种农作物或水产品数量不少于15件。
- b) 石油化工业、炼焦及核燃料加工业(核燃料除外)、化学原料及化学制品制造业、医药制造业、金属冶炼等企业，以及建厂5年~10年以上，且有严重的污染事故发生的企业，必要时，可对周围常住居民进行人群健康状况调查，采集代表性人体的发样、尿样、血样等样品，每类样品不得少于30件。

### **7.3.4 样品采集和样品测试**

#### **7.3.4.1 土壤和水样**

**7.3.4.1.1** 大气干湿沉降物采集方法同6.2.2.7；土壤、水样采集方法与质量监控等同7.2.3.1、7.2.3.2。

**7.3.4.1.2** 采用便携式仪器设备对挥发性有机物进行定性分析，可将污染土壤置于密闭容器中，稳定一定时间后测试容器中顶部的气体。

7.3.4.1.3 土壤和水样测试指标需根据污染识别阶段的污染物超标种类确定，原则上污染物测试指标需根据实际情况适当减少。

7.3.4.1.4 土壤样品和水样品的测试方法与质量监控同7.2.3.4。

### 7.3.4.2 农作物样品

7.3.4.2.1 农作物样品采集方法同6.2.2.4。

7.3.4.2.2 农作物样品测试指标需根据污染识别阶段的污染物超标种类、我国食品卫生标准中规定的指标种类自行确定，或参照6.2.3.3。

7.3.4.2.3 农作物样品测试质量监控同6.2.3.3。

### 7.3.4.3 水产品

7.3.4.3.1 采集种类为产量大、居民购买量大的水产品。

7.3.4.3.2 大鱼(250g 以上)取3条~5条，小鱼取10条~30条，洗净后沥去水分，去鳞、鳍、内脏、骨等非可食部分，取一侧或全部可食部分，约500 g。每条鱼在颈后和肛门后，以及二者之间中心部位各切取一窄段鱼体，混合后成为一个样品。如果只取某一部分，则分取该部分，混合成一个样品。小的鲜鱼按种类、大小分类，尽快冷藏。如只分析某一部分，则将分离的部分冷藏。分析时在捣碎器内捣成均匀浆质，然后进行分析。测定有机污染物的样品用有机溶剂萃取，测定金属元素的样品需要进行灰化。

7.3.4.3.3 贝类或甲壳类样品，洗净沥干后，取可食部分100 g~200 g，贝类应将壳内汁液一并取出，混入食用部分。可在速冻后连同冰一起挖出，捣碎，保存于冰箱中或立即分析检测。

7.3.4.3.4 海藻类样品，如海带，选取数条，冲洗清洁后，沿中央肋剪开，各取其半，剪碎混匀，按四分法取样100 g~200 g，保存于冰箱中或立即分析检测。

7.3.4.3.5 水产品测试指标为 As、Cd、Hg、Pb、F、Cr、Se、Sn、Cu、Zn等。

7.3.4.3.6 国家标准中规定的指标测试方法，应首选国家标准规定的方法，采用其他分析方法也应达到国家标准规定的质量控制要求。

7.3.4.3.7 采集根据评价工作需要，可在水产品同点位，采集水体样品、悬浮物样品和底泥样品，各类样品采集方法要求如下：

- a) 采集水体样品时，现场测试溶解氧、水温、pH、电导率、色度、浊度等参数。不同分析指标添加的保护剂类型同6.2.2.5。
- b) 悬浮物样品采样点应选择河流开阔、水流平稳处。用于微量元素含量分析和输送通量计算的滤膜需定量恒重，准确记录每张滤膜过滤水的体积；用于矿物学研究和同位素定年的滤膜不需定量恒重。悬浮物样品量需满足分析测试要求。
- c) 底泥采样点应选择在水流平缓、冲刷作用较弱的地方，采样点按两岸、近岸与中心布设。用挖式、锥式、抓式沉积物采样器，亦可选用削有斜面的竹杆采样。采样量为0.5kg~1.0 kg(湿重)，测试项目多时，样品量应酌情增加；底泥样品保存于聚乙烯或玻璃容器中，测试重金属元素的样品可在-20℃~-40℃条件下冷冻保存6个月(Hg 为30 d)；测试颗粒度的样品在分析前严禁冷冻和烘干。测试其他指标的样品处理方法同6.2.2.1.5。
- d) 悬浮物和底泥测试指标选择与质量监控同7.2.3.4。

### 7.3.4.4 人发、尿样和血样

7.3.4.4.1 取人休血液样品前，应先准备洁净的硬质塑料带盖小试管，取样时将所取准确体积的样品注入试管，并用聚乙烯塑料薄膜包裹管口，冷冻保存，一般不用抗凝剂，如有必要可用柠檬酸钠抗凝(6 mg 柠檬酸钠可抗凝1mL 血液)。

7.3.4.4.2 取人体尿样前应先准备好用去离子水处理后的干净塑料小杯，取早晨第一次尿液的中段尿适量(通常5mL~10mL)，及时送实验室检测。

7.3.4.4.3 人发样品一般以1g~2g 为宜，要求取枕部近头皮的头发。样品应先经1%的洗洁精浸泡12 h,再用一般蒸馏水冲洗干净，最后用去离子水清洗3次，于60 °C条件下烘干备用。

7.3.4.4.4 人发、尿样、血样等测试指标根据污染物超标种类和相应的生化指标自行确定。样品分析方法首选国家标准和行业标准中规定的方法，选用其他分析方法，其分析质量参数必须达到国家标准或行业标准分析方法要求。生物样分析方法与质量监控参见附录B。

### 7.3.4.5 大气样品

7.3.4.5.1 对于7.3.3.1b)的环境空气样品采集，可根据分析仪器的检出限，设置具有一定体积并装有抽气孔的封闭仓(采样时，扣置在已剥离表层土壤的场地地面，四周用土封闭以保持密闭性)，封闭12 h 后进行气体样品采集。

7.3.4.5.2 环境空气样品的采集、保存与流转应按照 HJ194 的要求执行。

7.3.4.5.3 环境空气样品测试方法与质量监控应按照 GB 3095 的要求执行。

### 7.3.5 风险计算

#### 7.3.5.1 暴露点浓度计算

当场地污染的空间分布相对均匀或分析数据呈正态分布时，可将整个场地作为暴露点，其暴露点浓度可采用污染介质所有采样点浓度的95%置信水平上限值作为暴露点浓度进行计算；当场地为局部污染时，可采用局部区域采样点浓度的95%置信水平上限值或最大值作为暴露点浓度。

#### 7.3.5.2 摄入量计算

7.3.5.2.1 因不慎直接摄入土壤，其摄入的污染物量按公式(21)计算：

$$EDI_{直接摄入} = \frac{CS \times IR_{土壤} \times EF \times ED}{BW \times AT} \times 10^{-6} \dots\dots\dots (21)$$

式中：

EDI 直接摄入——直接摄入土壤中污染物量，单位为毫克每千克日[mg/(kg·d)]；

CS ——土壤中污染物质量分数，单位为毫克每千克(mg/kg)；

IR<sub>土壤</sub> ——土壤摄入量，单位为毫克每日(mg/d)；

EF ——暴露频率，单位为日每年(d/a)；

ED ——暴露期，单位为年(a)；

BW ——平均体重，单位为千克(kg)；

AT ——平均作用时间(对致癌物质是指整个生命周期，对非致癌物质是指暴露周期)，单位为日(d)。

7.3.5.2.2 通过皮肤直接接触土壤，因皮肤吸收而摄入的污染物量按公式(22)计算：

$$EDI_{皮肤接触摄入} = \frac{CS \times SA \times AF \times ABS \times EF \times ED}{BW \times AT} \times 10^{-6} \dots\dots\dots (22)$$

式中：

EDI 皮肤接触摄入——皮肤接触摄入的土壤中污染物量，单位为毫克每千克日[mg/(kg·d)]；

CS ——土壤中污染物质量分数，单位为毫克每千克(mg/kg)；

SA ——可能接触土壤的皮肤面积，单位为平方厘米每日 (cm<sup>2</sup> /d)；

AF ——皮肤对土壤的吸附系数, 单位为毫克每平方厘米(mg/cm<sup>2</sup>);

ABS ——皮肤吸收率, %;

其他参数同前。

7.3.5.2.3 通过呼吸吸入土壤尘而摄入污染物质按公式(23)计算:

$$EDI_{\text{土壤尘吸入}} = \frac{CS \times (1/PEF) \times IR_{\text{空气}} \times EF \times ED}{BW \times AT} \dots\dots\dots (23)$$

式中:

EDI<sub>土壤尘吸入</sub>——呼吸吸入土壤尘中污染物质, 单位为毫克每千克日[mg/(kg·d)];

CS ——土壤中污染物质质量分数, 单位为毫克每千克(mg/kg);

PEF ——土壤尘产生因子, 单位为立方米每千克(m<sup>3</sup>/kg);

IR<sub>空气</sub> ——空气摄入量, 单位为立方米每日(m<sup>3</sup>/d);

其他参数同前。

7.3.5.2.4 通过呼吸土壤或地下水中的挥发性污染物质而摄入的污染物质按公式(24)计算:

$$EDI_{\text{挥发性物质吸入}} = \frac{CA \times IR_{\text{空气}} \times EF \times ED}{BW \times AT} \dots\dots\dots (24)$$

式中:

EDI<sub>挥发性物质吸入</sub>——吸入挥发性污染物质, 单位为毫克每千克日[mg/(kg·d)];

CA ——空气中挥发性污染物质质量浓度(由7.3.5.3扩散模型计算获得), 单位为毫克每立方米(mg/m<sup>3</sup>);

IR<sub>空气</sub> ——空气摄入量, 单位为立方米每日(m<sup>3</sup>/d);

其他参数同前。

土壤中污染物质挥发造成的空气中污染物质质量浓度可按公式(25)计算,

$$CA = CS \times VF \times 1000 \dots\dots\dots (25)$$

式中:

CA ——空气中污染物质质量浓度, 单位为毫克每立方米(mg/m<sup>3</sup>);

CS ——土壤中污染物质质量分数, 单位为毫克每千克(mg/kg);

VF。——土壤中污染物质至空气中的挥发性因子(不同情境下的VF。计算方法参见附录 F), 单位为克(土壤)每立方厘米(空气)(g/cm<sup>3</sup>);

地下水中污染物质挥发造成的空气中污染物质质量浓度按公式(26)计算:

$$CA = CW \times VF_w \times 1000 \dots\dots\dots (26)$$

式中:

CA ——空气中污染物质质量浓度, 单位为毫克每立方米(mg/m<sup>3</sup>);

CW ——地下水中污染物质质量浓度, 单位为毫克每升(mg/L);

VF<sub>w</sub> ——地下水中污染物质至空气中的挥发性因子(不同情境下的VF 计算方法参见附录 F), 单位为立方厘米(水)/立方厘米(空气)(cm<sup>3</sup>/cm<sup>3</sup>)。

7.3.5.2.5 通过饮用污染的地下水而摄入污染物质按公式(27)计算:

$$EDI_{\text{饮用水摄入}} = \frac{CW \times IR_{\text{饮用水}} \times EF \times ED}{BW \times AT} \dots\dots\dots (27)$$

式中:

EDI<sub>饮用水摄入</sub>——饮用水摄入污染物质, 单位为毫克每千克每日[mg/(kg·d)];

CW ——饮用水中污染物质质量浓度, 单位为毫克每升(mg/L);



IR 用水 —— 饮用水摄入量，单位为升每日(L/d)；  
其他参数同公式(21)。

7.3.5.2.6 某种污染物的不同途径的总摄入量按公式(28)计算：

$$EDI_i = EDI_{\text{直接摄入}} + EDI_{\text{皮肤接触}} + EDI_{\text{土壤尘吸入}} + EDI_{\text{挥发性物质吸入}} + EDI_{\text{饮用水摄入}} + \dots \quad (28)$$

式中：

i——某种污染物。

### 7.3.5.3 迁移转化模型

7.3.5.3.1 污染源和暴露点不在同一位置时，应采用相关扩散模型确定暴露点介质污染物的浓度。

7.3.5.3.2 污染场地产生的挥发性污染物在周围大气环境中的扩散，推荐采用HJ2.2 中的相关模式。

7.3.5.3.3 污染物在地下水中的迁移扩散模型可采用相关地下水扩散模型。

### 7.3.5.4 风险水平计算模型

风险分析一般包括致癌和非致癌两种不同的健康影响风险。

a) 致癌风险水平是通过平均到整个生命期的平均每天摄入量乘以经口、皮肤或呼吸道吸入致癌风险斜率系数计算得出。即

$$HR = EDI_i \times SF \quad (29)$$

式中：

HR：—— 某种污染物 i 不同摄入途径的致癌风险水平；

EDI<sub>i</sub>：—— 某种污染物i 平均每天不同途径的摄入量，单位为毫克每千克日[mg/(kg·d)]；

SF —— 各类途径的致癌斜率(参见附录F 中表 F.1)，单位为[mg/(kg·d)]<sup>-1</sup>。

对于因呼吸吸入挥发性污染物引起的致癌风险也可用单位致癌系数计算，计算方法如下：

$$HR_i = EDI_i \times \frac{BW}{IR_{\text{室气}}} \times URF \times 1000 \quad (30)$$

式中：

BW —— 平均体重，单位为千克(kg)；

IR 室气—— 空气摄入量，单位为立方米每日(m<sup>3</sup>/d)；

URF —— 物质吸入的单位致癌系数(参见附录F 中表 F.1)，单位为每微克每立方米(μg/m<sup>3</sup>)-1；

每种污染物的总致癌风险等于各种途径致癌风险水平的总和。

b) 非致癌危害熵(非致癌风险水平)可通过平均到整个暴露作用期的每天摄入量除以每一途径的慢性参考剂量计算。即

$$HQ_i = \frac{EDI_i}{RfD} \quad (31)$$

式中：

HQ<sub>i</sub>：—— 某种污染物 i 不同摄入途径的非致癌危害熵；

EDI<sub>i</sub>：—— 平均每天不同途径污染物i 的摄入量，单位为毫克每千克日[mg/(kg·d)]；

RfD—— 各类途径的慢性“毒性”参考剂量(参见附录F 中表 F.1)，单位为毫克每千克日[mg/(kg·d)]。

对于因呼吸吸入挥发性污染物引起的非致癌危害熵也可以用呼吸参考质量浓度计算，计算方法如下：

$$HQ_i = EDI_i \times \frac{BW}{IR_{\text{空气}} \times RfC} \quad \dots\dots\dots (32)$$

式中:

RfC ——物质吸入的非致癌参考质量浓度(参见附录F 中表F. 1), 单位为毫克每立方米(mg/m<sup>3</sup>);

IR<sub>空气</sub>——空气摄入量, 单位为立方米每日(m<sup>3</sup>/d);

其他参数同公式(31)。

每种污染物总的非致癌危害熵等于通过各种途径非致癌危害熵的总和。

### 7.3.6 风险计算相关参数的确定

#### 7.3.6.1 场地特征参数

场地特征参数包括计算污染物在地下水、土壤和大气间迁移引发健康风险时需要的土壤、地下水和大气等的物理参数, 这些参数可通过现场样品采集与样品分析获得。

#### 7.3.6.2 暴露参数

暴露参数包括暴露频率、暴露时间、土壤和地下水的摄入量 and 人体的相关参数。人体相关参数(如体重、寿命、空气呼吸率和日饮水量等)主要依据国内的相关统计数据确定。土壤经口摄入量、暴露频率和暴露时间等相关参数在美国 EPA 推荐值基础上结合国内实际修正得到, 参见附录F 中表F.2 和表F.3。

#### 7.3.6.3 毒性参数

毒性参数包括计算非致癌风险的慢性参考剂量(非挥发性有机污染物)和参考质量浓度(挥发性有机污染物);计算致癌风险的致癌斜率(非挥发性有机污染物)和单位致癌系数。常见污染物的毒性参数参见附录F 中表F.1。

### 7.3.7 风险可接受水平

污染物的非致癌危害熵取1。

单个污染物的致癌风险可接受水平(HR<sub>i</sub>) 数值用10<sup>-6</sup>表示, 单个污染物的致癌风险按公式(33)计算:

$$HR_i = HR_{\text{直摄入}} + HR_{\text{皮肤接触}} + HR_{\text{土壤吸入}} + HR_{\text{挥发性物质吸入}} + HR_{\text{饮水摄入}} \quad \dots\dots\dots (33)$$

式中:

i——每种污染物。

所有污染物的累积致癌风险可接受水平采用10<sup>-6</sup>确定污染的风险或修复目标。累积致癌风险按公式(34)计算:

$$HR = \sum_{i=1}^n HR_i \quad \dots\dots\dots (34)$$

### 7.3.8 污染物修复目标值确定

#### 7.3.8.1 污染物单个暴露途径修复目标值

7.3.8.1.1 分别根据每个污染物单个暴露途径的致癌风险和非致癌危害熵计算修复目标值。

a) 计算经口摄入途径致癌风险的土壤中污染物修复目标值:

$$RBSL_{\text{ingest}} = \frac{CS \times TR}{HR_{\text{ingest}}} \quad \dots\dots\dots (35)$$

式中:

RBSL<sub>ngat</sub> ——基于经口摄入途径致癌风险的土壤中污染物修复目标值, 单位为毫克每千克(mg/kg);

CS ——土壤中污染物质量分数, 单位为毫克每千克(mg/kg);

TR ——致癌风险可接受水平;

HR<sub>gst</sub> ——经口摄入途径污染物致癌风险。

b) 计算经口摄入途径非致癌危害熵的土壤中污染物修复目标值:

$$HBSL_{ingest} = \frac{CS \times THQ}{HQ_{ingest}} \dots\dots\dots (36)$$

式中:

HBSL<sub>gst</sub> ——基于经口摄入途径非致癌危害熵的土壤中污染物修复目标值, 单位为毫克每千克(mg/kg);

CS ——土壤中污染物质量分数, 单位为毫克每千克(mg/kg);

THQ ——非致癌危害熵可接受水平;

HQ<sub>mg</sub> ——经口摄入途径污染物非致癌危害熵。

c) 其他途径的污染物修复目标值计算同上。

7.3.8.1.2 比较基于致癌风险和非致癌危害熵计算得出的修复目标值, 选择较小值作为场地污染物修复目标值。

### 7.3.8.2 污染物所有暴露途径修复目标值

7.3.8.2.1 计算单一污染物所有途径致癌风险的污染物修复目标值:

$$RBSL_n = \frac{CS \times TR}{HR_{sum}} \dots\dots\dots (37)$$

式中:

RBSL ——所有途径致癌风险的污染物修复目标值, 单位为毫克每千克(mg/kg);

HR<sub>sm</sub> ——所有污染物致癌风险途径。

7.3.8.2.2 计算单一污染物所有途径非致癌危害熵的污染物修复目标值:

$$HBSL_n = \frac{CS \times THQ}{HQ_{sum}} \dots\dots\dots (38)$$

式中:

HBSL ——所有途径非致癌危害熵的污染物修复目标值, 单位为毫克每千克(mg/kg);

HQ ——所有污染物非致癌危害熵途径。

### 7.3.8.3 污染物修复目标值

比较基于致癌风险和非致癌危害熵计算得到的修复目标值, 选择较小值作为场地污染物修复目标值。

## 7.4 资料整理与措施建议

7.4.1 统计土壤、水体、动植物等样品中污染物最大值、最小值、平均值等地球化学参数; 制作土壤中污染物地球化学图、土壤垂向剖面污染物变化趋势图等图件。

7.4.2 确定场地主要污染物类型、成因来源, 结合污染物及环境介质性质, 分析污染物在环境介质中的迁移和转化途径。

7.4.3 结合污染场地污染物的致癌风险和非致癌危害熵评价结果, 确定农作物、水产品的污染程度及其

对人群健康的影响程度。

7.4.4 根据污染场地未来用地规划，分析和确定未来人群接触污染物的暴露点、暴露方式、暴露途径及其生态风险。

7.4.5 根据风险评价结果，对于低风险场地，提出土地利用方式规划建议；对高风险场地，提出场地治理修复建议。修复目标的确定原则如下。

- a) 污染物的场地修复目标是以风险可接受水平作为风险评价基准，按照风险计算的暴露情景反推得到。对于多种污染物和多种暴露途径的场地，在计算修复目标值时，需要进行权重分配，使其累积风险不超过可接受水平。
- b) 在确定修复目标时，还应参考该污染物的检出限、评价区的土壤和地下水的背景值、当地的法律法规和修复技术的可行性。模型计算的修复目标不应低于当地的背景值。否则应根据背景值进行调整。
- c) 当模型计算的修复目标高于当地法律法规的规定要求时，修复目标应满足当地法律法规的要求，并考虑经济和技术可行性。
- d) 将土壤中污染物地球化学图、土壤垂向污染物变化趋势图、地下水污染物空间分布及扩散方向与场地修复目标相对照，圈定出土壤修复范围与深度。

## 8 名特优农产品与富硒农产品产地生态地球化学评价

### 8.1 名特优农产品产地生态地球化学评价

#### 8.1.1 资料收集与分析

8.1.1.1 收集评价区名特优农产品种类、种植区域、经济效益、种植规划等资料。

8.1.1.2 收集评价区自然地理、地形地貌、气候条件、植被分布等资料，以及名特优农产品种植区的地质背景、地球化学特征、成土母质与土壤类型、土壤障碍因子等。

8.1.1.3 收集评价区农作物种植结构、土地利用现状、作物类型与布局、农药与化肥种类及主要农业生产问题等。

8.1.1.4 系统分析整理已收集的资料，按照粮食、蔬菜、果品、茶叶、道地中药材等类型划分名特优农产品种类，根据评价区社会经济发展需要、名特优农产品经济价值及其种植规划，选择名特优农产品种植典型地区和对照区开展生态地球化学评价。

#### 8.1.2 样点布设

##### 8.1.2.1 土壤样品

8.1.2.1.1 充分考虑农产品品种、气候条件、地形地貌、农事管理，以及表层土壤理化性质(质地、酸碱度等)、化学成分(养分元素、健康元素与重金属元素)等多种因素，在名特优农产品种植区和对照区，考虑地质背景、成土母质与土壤类型等因素，划分采样单元，每个单元布设的土壤样品数量大于30件，对照区土壤采集数量可适当减少。

8.1.2.1.2 在每个采样单元内，可按照网格化布点原则，采集代表性样品；也可根据名特优农产品长势、土壤理化性质变化，采集代表性样品。

8.1.2.1.3 覆盖面积大于80%的主要成土母质布设3条或以上土壤垂向剖面，其他成土母质按分布面积大小酌情布设1条~2条土壤垂向剖面。

### 8.1.2.2 农作物样品

8.1.2.2.1 在表层土壤样品对应点位上，布设名特优农产品采集样点，每种农产品数量大于30件。

8.1.2.2.2 根据评价区农业种植制度，需布设每个季度的农产品采集点位。

### 8.1.3 样品采集与加工

#### 8.1.3.1 土壤样品

##### 8.1.3.1.1 采样时间

8.1.3.1.1.1 表层土壤样品一般要求与名特优农作物样品同时采集，且必须在下茬作物尚未施用底肥以前完成。土壤样品采集时应避开雨季，以防速效氮的淋洗。一个区域的土壤养分有效态分析样品采集，应在1周~2周内完成。

8.1.3.1.1.2 土壤垂向剖面样品采集时间不做统一规定，但布设在耕地中的土壤垂向剖面样品采集时间应尽量在农闲期。

##### 8.1.3.1.2 采样深度

8.1.3.1.2.1 名特优农产品为粮食、蔬菜、茶叶、道地中药材等的评价区，土壤样品采集深度根据作物根系分布深度确定，一般为0cm~20 cm。

8.1.3.1.2.2 名特优农产品为果品的评价区，土壤样品采集深度为0cm~60 cm。

8.1.3.1.2.3 土壤垂向剖面样品采集深度按照以下规定执行。

- a) 山地、丘陵地区，土壤剖面深度以见到成土母质为准。土壤剖面较深时，剖面深度为2m。
- b) 冲洪积地区，土壤剖面以见到地下水为准。地下水水面较深时，土壤剖面深度为2m。
- c) 每条土壤剖面，可按土壤发生层采集样品，每层土体采集1件~2件；当发生层土体较厚时，采集3件~4件；当土壤发生层识别困难时，可按照平均密度为1件/20 cm 采样。土壤剖面上部，采样密度可加密；土壤剖面下部，采样密度可适当放稀。

##### 8.1.3.1.3 采样工具

8.1.3.1.3.1 用于土壤重金属元素和微量元素分析的样品，可使用竹铲、竹片直接采集。必须用铁锹挖采样坑时(如土壤剖面)，先挖好坑后，再用竹片去除与金属采样器接触的土壤，然后采集样品。

8.1.3.1.3.2 每件样品采集完成后，应清除干净采样工具上的泥土，再进行下一件样品采集。

##### 8.1.3.1.4 样品采集

8.1.3.1.4.1 在采样点位上，以GPS 定位点为中心，向四周辐射确定4个~6个子样点，等份组合成一个混合样。

8.1.3.1.4.2 每个子样点的采样部位、深度及质量要求一致。采集蔬菜地土壤混合样品时，一个混合土壤样应在同一具有代表性的蔬菜地或设施类型里采集。

8.1.3.1.4.3 采样时应避开沟渠、林带、田埂、路边、旧房基、粪堆及微地形高低不平无代表性地段。

8.1.3.1.4.4 土壤样品编号、定点与标绘、采样记录、重复样采集和质量监控等各项内容要求同DZ/T 0258。

8.1.3.1.4.5 将采集的各子样点的土壤掰碎，挑出根系、秸秆、石块、虫体等杂物，充分混合后，四分法留取1.0kg~1.5kg 装入样品袋。样品袋一般为干净结实的棉布袋，如为潮湿样品，可内衬塑料袋(供测定无机元素和化合物)或将样品置于玻璃瓶内(供测定有机化合物)。

8.1.3.1.4.6 用于微量元素和重金属元素含量测试的土壤样品在采样、储藏、运输、前处理等过程中严防污染。

### 8.1.3.1.5 样品处理

8.1.3.1.5.1 依据样品分析测试指标种类，土壤样品可分为新鲜样品和风干样品两种。测定土壤中 $Fe^{2+}$ 、 $Cr^{3+}$ 、还原态锰、硝态氮、铵态氮和有机污染物的样品需用新鲜样品，其他测试指标使用风干样品。

8.1.3.1.5.2 新鲜样品采集后直接用玻璃瓶或塑料袋密封后送实验室进行处理分析；如样品采集后不能及时送实验室，需要暂时储存时，可将新鲜样品装入塑料袋，扎紧袋口，放在冰箱冷藏室或进行速冻保存。新鲜样品保存条件见表13。

8.1.3.1.5.3 风干样品的过筛孔径同6.2.2.1.5d)的要求。

### 8.1.3.2 名特优农产品

#### 8.1.3.2.1 样品采集

8.1.3.2.1.1 于名特优农产品收获盛期采集农产品，采集方法同6.2.2.4.2至6.2.2.4.5和6.2.2.4.7。

8.1.3.2.1.2 农作物样品编号可采用“评价区代码+样品属性码+顺序号”等方式进行样品编号。样品的定点与标绘、采样记录、重复样采集和质量监控等各项内容要求同DZ/T 0258。

#### 8.1.3.2.2 样品加工、样品测试与质量要求

8.1.3.2.2.1 农作物样品加工场地、加工用具、干样与湿样加工、样品缩分、送测部位等各项要求同6.2.2.4.8至6.2.2.4.11。

8.1.3.2.2.2 土壤和农作物分析测试指标选择范围见表14。

表14 名特优农产品生态地球化学样品测试指标选择范围

土壤				农作物	
全量	有效态	元素相态	其他指标	元素及有机污染物	其他指标
Si、Al、K、Na、Ca、Mg、Fe、Mn等	碱解氮、速效磷、速效钾、有效铁、有效硼、有效锰、有效锌、有效铜、有效钼、有效硒、有效硫，以及水溶性氯、浸提性铁、浸提性铝、浸提性锰、浸提性硅等	As、Cd、Cr、Hg、Pb、Ni、Cu、Zn、Co、V、Sb、Tl、Sn等元素水溶态、离子交换态、碳酸盐结合态、铁锰氧化物结合态、弱有机结合态、强有机结合态和残渣态	有机质、酸碱度、阳离子交换量、质地、土壤含盐量以及 $^{208}Pb/^{204}Pb$ 、 $^{207}Pb/^{204}Pb$ 、 $^{206}Pb/^{204}Pb$ 等	Pb、Cd、Hg、As、Cr、Se、I、F、Cu、Zn、Mo、K、Ca、Mg、Fe等元素，以及六六六、滴滴涕、苯并[a]芘等有机污染物	氨基酸、可溶性糖、总糖、总酸、维生素C、膳食纤维、总黄酮、蛋白质、酸价、过氧化值等
N、P、B、Mo、Zn、Cu、S、Cl、Se、I、F等					
As、Cd、Cr、Hg、Pb、Ni、Cu、Zn、Co、V、Sb、Tl、Sn等					
六六六、滴滴涕、多环芳烃、多氯联苯等					

8.1.3.2.2.3 不同评价区可根据地质背景、土壤类型、市场供给需求和国家标准、行业标准规定的名特优农产品品质种类，增减土壤和农作物测试的元素与指标类型。

8.1.3.2.2.4 典型土壤样品可增加养分元素有效态、重金属元素相态和有机污染物分析测试指标。

8.1.3.2.2.5 土壤垂向剖面样品可增加矿物学和铅同位素测试指标。

8.1.3.2.2.6 每种农作物样品测试数量需大于30件，按照10%比例进行外检。

8.1.3.2.2.7 农产品不同测试指标的分析方法需首选国家标准推荐的分析方法，如采用其他分析方法，其分析质量参数必须达到国家标准分析方法要求。元素有效态、相态与有机污染物等指标的分析方法与质量监控见附录 B。

#### 8.1.4 资料整理与综合评价

8.1.4.1 对比研究名特优农产品与对照区农产品品质之间的差异，统计农产品品质和土壤中元素含量与理化性质之间的对应关系。

8.1.4.2 研究影响名特优农产品品质的地球化学因素及其控制条件，对比不同地质背景、成土母质、土壤元素地球化学特征差异。

8.1.4.3 参照食品卫生标准，对名特优农产品安全进行评价，研究影响农产品安全性的地球化学因素及其控制条件。

8.1.4.4 研究成土剖面中，影响营养与重金属元素富集贫化的成土母质、成土作用、矿物学、地球化学及人为活动等控制因素。

8.1.4.5 建立名特优农产品适种性的地质地球化学模型，并提出生产规划建议。

### 8.2 富硒农产品产地生态地球化学评价

#### 8.2.1 资料收集与工区部署

8.2.1.1 收集评价区多目标区域地球化学调查、土地质量地球化学评价等相关成果资料，分析土壤中 As、Cd、Cr、Cu、Hg、Ni、Pb、S、Se、Tl、Zn 等元素含量和分布特征。

8.2.1.2 收集评价区自然地理、地质背景、地形地貌、气候条件、植被分布、人为污染源分布以及成土母质、土壤类型、土壤障碍因子等资料，分析土壤硒等元素分布特征及其控制因素。

8.2.1.3 收集评价区农作物种植结构与生产效益、土地利用现状、作物类型与布局规划、农药与化肥种类、主要农业生产问题等资料，了解当地是否有硒肥施用历史、已有富硒农产品种类、种植分布范围、经济效益等情况。

8.2.1.4 以土壤硒质量分数大于 0.4mg/kg 为参照标准，结合土壤中有效硒含量、农产品富硒程度等信息，北方碱性土壤区可适当降低土壤硒标准，南方酸性土壤区可适当提高土壤硒标准，圈出土壤硒相对富集区。

8.2.1.5 考虑成土母质、土壤类型、地理地貌、气候条件与农业种植等因素，选择土壤硒相对富集区、已有富硒农产品分布区及相应的对照区作为评价区，部署富硒土地资源评价工作。初步识别富硒土壤成因：成土母质(母岩)富硒、成土过程硒次生富集、人为来源硒，作为富硒土地资源评价工作部署的重要依据。

8.2.1.6 在评价区内，根据评价工作需求确定评价工作的比例尺，原则为 1:10000~1:2000。如需要，可进行地块级评价工作。

8.2.1.7 可按照以下两种方式进行土壤和农作物样品布设。

- a) 网格化布设。按照评价比例尺规定的采样数量，在评价区内，空间上均匀部署样点。网格化布设时还需同时兼顾评价区内的主要土壤类型、土地利用现状与农作物种植种类等。

- b) 代表性区域集中布设。考虑评价区内地形地貌、成土母质(母岩)、土壤类型与土地利用、农作物种类与分布区域等情况,选择代表性、典型性地区和对照区集中部署样点。每种类型地区采集土壤样品数量大于15件。
- 8.2.1.8** 按照以下方式进行土壤垂向剖面、河流悬浮物、河漫滩沉积柱、大气干湿沉降物、灌溉水等样品布设。
- a) 对于预判为成土母质(母岩)富硒、成土过程次生富集成因的富硒地区,应按地质背景和成土母质类型,布设岩土垂向剖面测量工作,重点研究成土母质中硒含量特征、赋存形式及在风化成土过程中硒元素迁移分配规律。
- b) 对于预判土壤硒来源于上游汇水区硫化物矿床、煤矿、碳质页岩、黑色岩系等富硒地质体风化与硫化物矿、煤矿等矿山开采引起的富硒地区,应布设流经汇水区的河流悬浮物、水体、水系沉积物与河漫滩沉积柱等测量工作,重点研究水系中硒元素等的迁移形式、影响因素、输送通量与迁移沉积历史等。
- c) 对于预判为人为污染成因的富硒地区,针对可能的硒输入途径,部署溯源评价工作,重点开展大气干湿沉降、污水灌溉、污泥农用、粉煤灰施用等硒输入通量研究。

## 8.2.2 采集加工与分析测试

### 8.2.2.1 耕作层土壤样品

**8.2.2.1.1** 每件土壤样品均为子样等份混合样,子样数量为5个~8个,每件土壤样品的混合子样必须在同一地块内采集,根据地块形状,子样的分布可为梅花状、S形或蛇形等。

**8.2.2.1.2** 土壤样品采集与加工处理同8.1.3.1。

**8.2.2.1.3** 耕层土壤样品测定Si、Al、Fe、Ca、Mg、K、Na、As、B、Cd、Cr、Cu、F、Hg、Mn、Mo、N、Ni、P、Pb、S、Se、Zn、Corg、pH等全量指标,选测N、P、K、Ca、Mg、S、Se、Fe、Mn、Cu、Mo、B、Zn、Si有效态。分析方法和质量要求参见附录B。

### 8.2.2.2 农作物样品

**8.2.2.2.1** 在耕作层土壤样品对应点位上,布设采集当季农产品样品采集点,整个评价区每种农产品数量大于15件。

**8.2.2.2.2** 根据评价区农业种植制度,需布设每个季度的农产品采集点位,即同一点位多次采集农作物。

**8.2.2.2.3** 农作物样品测定As、Cd、Cr、Cu、F、Hg、Pb、Se、Zn。根据评价区土壤地球化学特征,选测其他有机和无机指标。分析方法和质量要求参见附录B。

**8.2.2.2.4** 农作物样品采集、加工场地、加工用具、干样与湿样加工、样品缩分、送测部位等各项要求同6.2.2.4.2至6.2.2.4.11。

### 8.2.2.3 岩土垂向剖面样品

**8.2.2.3.1** 针对评价区主要的地形地貌、成土母质(母岩)、土壤类型,选择其主要分布区布设岩土垂向剖面,每种成土母质(母岩)需布设1条~3条剖面。

**8.2.2.3.2** 风化层较薄时,岩土垂向剖面控制到基岩;冲洪积等运积物成土母质区、风化层深厚的残坡积区,土壤垂向剖面控制深度为2m左右。潜水面较浅时,土壤剖面深度控制到潜水面。

**8.2.2.3.3** 岩土垂向剖面土壤层(包括风化残积层)样品,可按土壤发生层采集,每层采集1件~2件土壤样品;当发生层土体较厚时,采集3件~4件土壤样品;当土壤发生层识别困难时,可按1件/20cm采集样品。



8.2.2.3.4 在剖面底部采集风化岩石样品。当风化层深厚时,可在剖面附近采集出露的基岩样品。冲洪积等运积物成土母质区不采集岩石样品。岩石样品应尽可能采集风化程度较低的新鲜岩石,并多点拣块采集组合样。

8.2.2.3.5 采用开挖浅坑(山地丘陵区)或土钻采集岩土垂向剖面样品。

8.2.2.3.6 岩石样经粗碎—混匀—缩分—细碎—缩分—研磨至200目后送分析。

8.2.2.3.7 岩土垂向剖面的岩石、土壤样品,除了测定耕层土壤样元素全量指标外,增加测定Zr、Ti等高场强元素。岩石样品不测pH、阳离子交换量(CEC)等指标。

8.2.2.3.8 剖面岩石、土壤元素全量分析方法及质量要求同耕层土壤样品。

#### 8.2.2.4 大气干湿沉降样品

8.2.2.4.1 对于无明显自然成因,即成土母质(母岩)硒含量不高,且次生富集作用不明显(南方次生富集成因富硒土壤多分布于山地丘陵,北方次生富集成因富硒土壤多为干旱蒸发型盐碱性土壤),没有污水灌溉、污泥施用、粉煤灰农用历史,大气污染较严重(邻近城市、工矿区)的富硒土壤区,应考虑布设大气干湿沉降调查。

8.2.2.4.2 每个评价区大气干湿沉降点不少于5个,在评价区内按空间分布,总体均匀布设。

8.2.2.4.3 大气干湿沉降物的布设与注意事项同6.2.2.7。

8.2.2.4.4 大气干湿沉降样品测试指标选择范围为:As、Cd、Co、Cr、Cu、F、Hg、Mn、Mo、Ni、Pb、Sb、Se、Sn、Tl、V、Zn、pH、TOC等。

8.2.2.4.5 不同评价区,可根据干沉降与湿沉降接收量,以及实际需要自行增加或减少测试指标种类。

#### 8.2.2.5 河流悬浮物与河漫滩沉积柱

8.2.2.5.1 悬浮物、水体和水系沉积物样品:在流经评价区的主要河流地段、评价区河流的上游段及汇水盆地出口等地段布设悬浮物、水体和水系沉积物样品。样品具体点位布置原则为:

- a) 在河流流入、流出评价区附近,各布设1个~2个点位;
- b) 在河流流经比较大的城镇、工厂的上下游各布设1个~2个点位;
- c) 在较大支流或支流上游有矿山采选冶活动或支流汇水区有煤矿、硫化物矿、磷矿、黑色岩系等地质体出露时,需在支流汇入干流上、下河段各布设1个~2个点位。

8.2.2.5.2 沉积柱样品:在悬浮物、水体和水系沉积物相同点位上,选择代表性地区布设河漫滩沉积柱样点。布设原则为:

- a) 选择支流汇入干流前,河面较宽、流速较慢、河堤较平缓地带,通常年份洪水能漫过的部位,布置采样点;
- b) 确定具体采样位置前,应进行野外踏勘、实地观察与居民访问,以保证采样点及周围地区基本无人类生产生活影响,且土壤剖面沉积层层理水平、清晰,无上、下层扰动和沉积缺失等。

8.2.2.5.3 悬浮物样品采集方法同7.3.4.3.7b)。水体采集与添加保护剂方法同6.2.2.5。水系沉积物采集与处理方法同DZ/T 0011。沉积柱样品采集与处理参照6.2.2.3执行。

8.2.2.5.4 悬浮物、水系沉积物和河漫滩沉积柱样品分析As、Ag、Ba、Be、Cd、Co、Cr、Cu、F、Hg、Mn、Mo、Ni、Pb、Sb、Se、Sn、Tl、V、Zn。河漫滩沉积柱样品加测pH、TOC、<sup>137</sup>Cs、<sup>210</sup>Pb,并进行光释光(OSL)测年。

8.2.2.5.5 水样分析As、Ag、Cd、Co、Cr、Cu、F、Hg、Mn、Mo、Ni、Pb、Sb、Se、Sn、Tl、V、Zn、pH等指标。

8.2.2.5.6 不同评价区,可根据实际情况自行增加或减少测试指标种类。

#### 8.2.2.6 典型人为物源样品

8.2.2.6.1 存在污水灌溉、污泥农用、粉煤灰施肥、人为施用含硒物料(硒酸盐或亚硒酸盐)等的富硒土

壤区，深入调查各种人为源污染物类型、来源、施用历史、范围和用量。同时，进行采样分析。

**8.2.2.6.2** 在污水排放口、主干渠、灌溉口采集水样。水体采集与添加保护剂方法同6.2.2.2.5。

**8.2.2.6.3** 污泥、粉煤灰、化肥等可能的人为硒源样品，根据当地物料来源、种类的复杂程度确定采样件数，一般每种类型样品不少于3件，每件样品采样质量不少于2kg。样品加工处理、分析测试指标与方法、分析质量要求同土壤样品。

### **8.2.3 资料整理与综合评价**

**8.2.3.1** 按地质背景、成土母质(母岩)、土壤类型，分类统计土壤硒等元素含量，对比不同类型区土壤硒元素含量特征，分析土壤硒元素成因来源。

**8.2.3.2** 参照土壤环境质量标准、营养元素分级标准以及绿色、有机农产品产地环境质量和肥力要求等相关标准，划分土壤环境质量等级、土壤肥力等级，圈出适宜发展绿色农产品的土地质量区。

**8.2.3.3** 参照富硒农产品标准，评价富硒农作物的产出情况，统计各类农产品富硒率。计算不同农作物的硒富集系数(Ks)，富集系数为农作物硒与土壤硒的比值。对比不同农作物的硒富集系数，筛选出适合当地种植的富硒农作物种类。

**8.2.3.4** 参照GB2762，评价农产品食用安全性，查明影响农产品安全性的主要地球化学指标及其控制条件。

**8.2.3.5** 以岩土垂向剖面调查数据为依据，计算土壤风化指数、元素富集系数，研究成土母质、成土作用过程、人为活动等对土壤剖面中硒及营养元素、重金属元素垂向分布、富集贫化规律的影响，进一步确认富硒土壤的成因类型。

**8.2.3.6** 分析土壤硒有效量、有效性(有效硒与全硒比值)、土壤—作物硒富集系数与土壤理化指标的关系，研究控制土壤硒有效性、作物硒吸收的地质背景和土壤环境控制因素，为富硒土壤改良调控、富硒土地资源有效利用服务。

**8.2.3.7** 根据灌溉水、大气干湿沉降物调查分析数据，计算农田土壤硒等元素输入通量密度。结合作物吸收带出通量密度，预测评价当前环境条件、农业生产条件下土壤硒变化趋势，进一步确认富硒土壤的成因类型，分析富硒土壤的持续可利用性。

**8.2.3.8** 根据污泥、粉煤灰等人工物料的施用总量及其硒等元素浓度，计算农田系统耕层土壤元素输入通量密度。依据耕作层厚度和土壤容重，预测人为物料输入引起的土壤硒浓度变化。结合作物吸收输出通量密度，预测土壤硒含量变化趋势，进一步确认富硒土壤的人为成因，评价硒外源输入的可持续利用性和重金属外源输入的生态风险。

**8.2.3.9** 根据土壤硒全量、有效量分布，综合考虑土壤环境质量、安全富硒农作物类型及分布情况，结合当地土地利用和农业种植布局，圈出绿色富硒土地资源，提出富硒农产品种植建议。

## **9 绿色食品产地生态地球化学评价**

### **9.1 样点布设**

#### **9.1.1 土壤样品**

**9.1.1.1** 根据评价区绿色食品种植实际情况及生态地球化学调查评价结果，划分评价土壤单元。原则上，土壤的评价单元应为第二次全国土地调查图斑。

**9.1.1.2** 评价区拟采集的土壤样品数量少于第二次全国土地调查图斑数量时，可在第二次土地调查基础上进行图斑合并；也可根据评价比例尺所确定的土壤样品数量，按照网格法进行土壤样点布设，用等值

线插值法将评价数据赋值给每个评价单元。

9.1.1.3 评价区土壤样品采集数量多于第二次全国土地调查图斑数量时，可在第二次土地调查图斑基础上，叠加土壤类型、土地利用类型、土壤环境质量、土壤养分现状及其他理化指标，进行图斑分解。

9.1.1.4 评价区土壤样品采集数量与第二次全国土地调查图斑数量基本一致时，在每个图斑中布设样品采集点位，较大的图斑可布设2个以上样品采集点位，较小图斑可合并到临近的较大图斑中。

### 9.1.2 肥料、农药、兽药、饲料添加剂

9.1.2.1 依据评价区肥料施用种类，采集复混(合)肥、有机肥料、有机一无机复混肥、微生物肥料、叶面肥、缓控释肥料等，所采集肥料种类应覆盖80%以上的施用种类及用量，每种肥料采集数量大于10件。

9.1.2.2 依据评价区农药、兽药、饲料添加剂使用种类，采集覆盖当地使用种类和使用量80%以上的农药、兽药及饲料添加剂，每种类型采集数量为5件~10件。

### 9.1.3 大气干湿沉降物、颗粒物与有害气体样品

9.1.3.1 收集评价区大气环境质量等资料，如能满足评价工作需要，可不布设大气样品。

9.1.3.2 在评价区，按照不同功能区或空间上均匀布设原则，设置大气干湿沉降物和大气总悬浮颗粒物(TSP)、PM<sub>10</sub>、PM<sub>2.5</sub>、二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)、氟化物样品的采集点位，样品布设密度为5点/10km<sup>2</sup>~10点/10km<sup>2</sup>。

9.1.3.3 样品布设时，应避开繁华都市、工业区和交通要道，并充分考虑常年主导风向。

9.1.3.4 大气干湿沉降物布设与注意事项同6.2.2.7。

### 9.1.4 水样

9.1.4.1 收集评价区灌溉水和渔业用水环境质量资料，如能满足评价工作需要，可不布设水样样品。

9.1.4.2 根据评价区灌溉水类型，按照5点/km<sup>2</sup>~10点/km<sup>2</sup>的密度布设灌溉水样品采集点。

9.1.4.3 水产养殖地区，大于10亩(1亩≈666.7m<sup>2</sup>；一般池塘面积是10亩~20亩，最大不超过30亩)的池塘均需布设水样采集点位。

### 9.1.5 农作物、水产品、肉类与蛋奶

9.1.5.1 依据评价区农业种植结构，原则上采集耕种面积大于80%的农作物可食部分，如南方水稻、小麦和油菜等，北方小麦、玉米、谷子等，每种农作物采集数量需大于30件。

9.1.5.2 评价区名特优农作物、蔬菜、经济作物、果品、道地中药材等样品可适当布设，每种农产品数量需大于15件。

9.1.5.3 水产养殖地区，需采集代表80%以上种类与产量的水产品。

9.1.5.4 凡畜禽养殖存栏数量大于或等于表15中的数量时，至少采集1件畜禽可食部分样品。养殖规模为表15中数量2倍以上的养殖厂，需采集2件~3件样品。

表15 畜禽样品采集的最低存栏数

畜禽种类	存栏数
生猪	100头
肉禽	1000只
蛋禽	500只
奶牛	20头

表15 畜禽样品采集的最低存栏数(续)

畜禽种类	存栏数
肉牛	10头
肉羊	50头
肉兔	100只

9.1.5.5 农作物样品采集点位应尽量与土壤、灌溉水和大气样品点位一致。

## 9.2 样品采集

### 9.2.1 土壤与农作物

9.2.1.1 土壤样品采集同8.1.3.1。

9.2.1.2 农作物样品采集同6.2.2.4.2~6.2.2.4.5和6.2.2.4.7。

### 9.2.2 肥料、农药、兽药和饲料添加剂

9.2.2.1 与农作物、畜禽、水产品等样品相配套，采集肥料、农药、兽药和饲料添加剂等样品；

9.2.2.2 肥料、农药、兽药和饲料添加剂样品采集可分散到用户采集，也可到专门销售上述农用物质的商店购置，每种样品采集质量为250g~500g，应详细询问并记录肥料、农药、兽药和饲料添加剂的使用次数、使用量。

9.2.2.3 按照样品包装要求，装入干净的布袋、自封塑料袋或棕色玻璃瓶中。

### 9.2.3 水样

9.2.3.1 于农作物灌溉高峰期、水产品和畜禽养殖期采集水样，每瓶装水90%，留出一定的空间。若分析有机污染物，样瓶必须装满水。

9.2.3.2 水样采集要求瞬时采样。采集前用采样点待采水样洗涤样瓶和塞盖2次~3次。根据测试指标不同，添加不同的保护剂。具体要求同6.2.2.2.5。

### 9.2.4 大气样品

#### 9.2.4.1 大气干湿沉降物

大气干湿沉降物接收与回收同6.2.2.7。

#### 9.2.4.2 大气颗粒物和有害气体

9.2.4.2.1 TSP、PM<sub>2.5</sub>、PM<sub>10</sub> 采集各项要求同6.2.2.8。

9.2.4.2.2 大气二氧化硫(SO<sub>2</sub>)、氮氧化物(NO<sub>x</sub>)、氟化物等环境空气污染物样品的采集时间、采集频率和采集方法、运输与保存等要求同HJ/T194。

9.2.4.2.3 依据评价工作需要，可按照季度、月或在农作物生长期自行确定大气颗粒物与有害气体样品采集时间和采集次数。

### 9.2.5 水产品

9.2.5.1 在水产品捕捞旺季，于作业现场或鲜活水产品集贸市场购买水产品，并调查记录养殖水域、水

产品养殖时用药和饲料等详细情况。

9.2.5.2 不同种类水产品采集数量与方法如下。

- a) 大于15cm长的鲜鱼，按种类和大小进行分类。每条鱼在颈后和肛门后，以及二者之间中心部位各切取一窄段鱼体，混合后成为1件样品。如果只取某一部分，则分取该部分，混合成1件样品。
- b) 小的鲜鱼按种类、大小分类，尽快冷藏。如只分析某一部分，则将分离的部分冷藏。
- c) 贝类样品分类后，用纯净的自来水冲洗掉泥沙，去外壳。取闭壳肌和斧足，将其捣碎混匀，分取部分作样品。
- d) 蛋类、乳类样品也应采取混合样。

将所取样品在捣碎器内捣成均匀浆质，然后取部分样品以备分析测试。

9.2.6 蛋奶样品

9.2.6.1 选择代表性的禽类养殖场，随机采集新鲜的禽蛋250g~500g，迅速冷藏并在8h内送实验室。

9.2.6.2 选择至少3头奶牛，取刚挤出的原奶约500mL，混合后留取500mL，迅速冷藏并在8h内送实验室。

9.2.7 动物肉、脏器样品

9.2.7.1 采集畜禽脊、胸肌、背肌、内脏等不同部位，根据统一取样原则，取统一部位的肉样，搅碎混匀，按四分法分取样品。或在不同部位切取小块，混合为1件样品：

- a) 大个体动物，以1头作为一个取样单位，在躯干的各部位切取肌肉片合成1件样品；
- b) 小个体动物，以3头~5头为一个取样单位，充分混合后组成1件样品；
- c) 采集动物脏器，剔除大血管后，搅碎混匀，分取部分作为样品，或在不同位置切取小块，混合为1件样品。

9.2.7.2 样品质量为500 g~1000 g，冷冻保存，并在8h内送实验室。

9.3 样品处理

9.3.1 土壤与农作物样品处理方法分别同6.2.2.1.5和6.2.2.4.8~6.2.2.4.11。

9.3.2 对于水分少、油脂少的干燥样品(如粮食等)，一般粉粹样品的仪器多采用研钵和粉粹机。样品粉粹至全部过40目(0.425 mm)尼龙筛。对于水分多、脂肪多的样品(如鱼、肉、虾、贝、蔬菜、水果等)，多使用打浆机和组织捣碎机将样品加工为液体。

9.3.3 大气干湿沉降物处理方法同6.2.2.7。

9.4 测试指标选择与分析质量监控

9.4.1 按照NY/T391 规定的指标范围确定所需检测的指标种类，详见表16，大气干湿沉降物测试指标为As、Cd、Cr、Hg、Pb、Ni、Cu、Zn。

表16 绿色食品产地大气、水和土壤检测指标

种类	指标
大气	TSP、SO <sub>2</sub> 、NO <sub>2</sub> 、氟化物
农田灌溉水	pH、Hg、Cd、As、Pb、Cr <sup>+</sup> 、氟化物、化学需氧量、石油类、粪大肠菌群
渔业用水	pH、溶解氧、生化需氧量、总大肠菌群、Hg、Cd、Cu、As、Pb、Cr <sup>+</sup> 、挥发酚、石油类、活性磷酸盐

表16 绿色食品产地大气、水和土壤检测指标(续)

种类	指标
畜禽养殖用水	pH、氟化物、氰化物、As、Hg、Cd、Cr <sup>6+</sup> 、Pb、细菌总数、总大肠菌群
土壤环境	pH、Cd、Hg、As、Pb、Cr、Cu
土壤肥力	有机质、全氮、有效磷、有效钾、阳离子交换量(CEC)

9.4.2 在农业农村部颁发的绿色食品卫生标准中规定的指标范围基础上,根据评价区实际需要,确定所需检测的指标种类,测试指标范围见表17。

9.4.3 按照NY/T394、NY/T393、NY/T471 中规定的限量使用和禁止使用的有害物质种类,根据评价工作实际需要,自行确定肥料、农药、饲料和饲料添加剂所需测试的指标种类。

9.4.4 指标测试方法与质量监控需执行并满足NY/T391 及相应的绿色食品标准中所规定的分析方法与质量监控要求。

表17 绿色食品检测指标范围

种类	指标	来源	
豆类	镉(以Cd计),磷化物(以PH <sub>3</sub> 计),氰化物(以HCN计),马拉硫磷,杀螟硫磷,黄曲霉毒素B <sub>1</sub> ,铅(以Pb计),敌敌畏,乐果,六六六(HCH),滴滴涕(DDT),氯氰菊酯,氰戊菊酯,溴氰菊酯,氟氰戊菊酯,甲萘威,抗蚜威,克百威,氟乐灵,异丙甲草胺,五氯硝基苯,赫曲霉毒素A	NY/T 285—2012	
茶叶、咖啡类	茶叶	滴滴涕,啉虫脒,氯氟氰菊酯和高效氯氟氰菊酯,甲胺磷,硫丹,灭多威,氰戊菊酯和S-氰戊菊酯,三氯杀螨醇,杀螟硫磷,水胺硫磷,乙酰甲胺磷,铜(以Cu计),茚虫威,吡虫啉,多菌灵,联苯菊酯,甲氰菊酯,铅(以Pb计)	NY/T 288—2018
	代用茶	多菌灵,氯氟氰菊酯,毒死蜱,乐果,氰戊菊酯,三唑磷,克百威,啉虫脒,三氯杀螨醇,总砷(以As计),铅(以Pb计),镉(以Cd计),吡虫啉,联苯菊酯	NY/T 2140—2015
	咖啡	多菌灵,丙环唑,毒死蜱,氯氟氰菊酯,戊唑醇,吡虫啉,菌落总数,大肠菌群,致病菌(沙门氏菌、志贺氏菌、金黄色葡萄球菌、溶血性链球菌),六六六,滴滴涕,乐果,敌敌畏,铅(以Pb计),砷(以As计),镉(以Cd计),赫曲霉毒素 A	NY/T 289—2012
粮食类	稻米	无机砷,总汞,磷化物,乐果,敌敌畏,马拉硫磷,杀螟硫磷,三唑磷,克百威,甲胺磷,杀虫双,溴氰菊酯,水胺硫磷,稻瘟灵,三环唑,丁草胺,铅,镉,吡虫啉,噻嗪酮,毒死蜱,黄曲霉毒素B <sub>1</sub>	NY/T 419—2014
	高粱	甲拌磷,马拉硫磷,乐果,克百威,吡虫啉,抗蚜威,溴氰菊酯,氯氟氰菊酯,磷化物,铅(以Pb计),镉(以Cd计),总砷(以As计),铬(以Cr计),黄曲霉毒素 B,赫曲霉毒素 A	NY/T 895—2015
	玉米及玉米粉	总汞(以Hg计),磷化物(以PH <sub>3</sub> 计),马拉硫磷,乙酰甲胺磷,敌敌畏,溴氰菊酯,黄曲霉毒素B <sub>1</sub> ,菌落总数,大肠菌群,致病菌(沙门氏菌、金黄色葡萄球菌、志贺氏菌),总砷(以As计),铅(以Pb计),镉(以Cd计),氯氟氰菊酯,三唑酮,脱氧雪腐镰刀菌烯醇,玉米赤霉烯酮,赫曲霉毒素A	NY/T 418—2014

表17 绿色食品检测指标范围(续)

种类	指标	来源	
粮食类	大麦及大麦粉	总砷(以As计), 2, 4—滴丁酯, 野燕枯, 苯磺隆, 甲拌磷, 敌敌畏, 乐果, 敌百虫, 克百威, 氧乐果, 溴氰菊酯, 百菌清, 磷化物, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计), 毒死蜱, 辛硫磷, 抗蚜威, 三唑酮, 多菌灵, 黄曲霉毒素B <sub>1</sub> , 脱氧雪腐镰刀菌烯醇	NY/T 891—2014
	燕麦及燕麦粉	总砷(以As计), 敌百虫, 甲拌磷, 乐果, 氰戊菊酯, 氯氰菊酯, 溴氰菊酯, 多菌灵, 磷化物(以PH <sub>3</sub> 计), 铅(以Pb计), 镉(以Cd计), 辛硫磷, 黄曲霉毒素B <sub>1</sub> , 赫曲霉毒素A	NY/T 892—2014
	粟米及粟米粉	砷, 汞, 敌敌畏, 乐果, 溴氰菊酯, 烯唑醇, 磷化物(以PH <sub>3</sub> 计), 铅, 镉, 铬, 甲霜灵, 腈菌唑, 灭幼脲, 辛硫磷, 黄曲霉毒素B <sub>1</sub> , 赫曲霉毒素A	NY/T 893—2014
	荞麦及荞麦粉	总砷, 汞, 辛硫磷, 乐果, 氧乐果, 敌敌畏, 溴氰菊酯, 磷化物, 铅, 镉, 铬, 黄曲霉毒素B <sub>1</sub> , 赫曲霉毒素A	NY/T 894—2014
食用花卉、水果类	食用花卉	总砷(以As计), 总汞(以Hg计), 铅(以Pb计), 镉(以Cd计), 亚硫酸盐(以SO <sub>2</sub> 计), 毒死蜱, 敌敌畏, 乐果, 敌百虫, 甲氰菊酯, 氯氰菊酯, 氯氟氰菊酯, 联苯菊酯, 氰戊菊酯, 溴氰菊酯, 百菌清, 腐霉利, 吡虫啉, 多菌灵, 甲基硫菌灵, 啉虫脒, 哒螨灵, 克百威, 三唑磷, 杀螟硫磷, 三氯杀螨醇, 咪鲜胺	NY/T 1506—2015
	柑橘类	三氯杀螨醇, 杀扑磷, 克螨特, 克百威, 咪鲜胺, 2, 4—滴(2, 4—D), 阿维菌素, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计), 乐果, 毒死蜱, 马拉硫磷, 水胺硫磷, 氰戊菊酯, 甲氰菊酯, 溴氰菊酯, 氯氟氰菊酯, 联苯菊酯, 氯氰菊酯, 溴螨酯, 噻嗪酮, 哒螨灵, 多菌灵, 噻螨酮, 吡虫啉, 抑霉唑	NY/T 426—2012
	西甜瓜	毒死蜱, 啉虫脒, 甲霜灵, 腈苯唑, 霜霉威, 戊唑醇, 烯酰吗啉, 啉酰菌胺, 醚菌酯, 氯氟氰菊酯, 噻虫嗪, 多菌灵, 啉菌酯, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计), 吡啶醚菌酯	NY/T 427—2016
	热带、亚热带水果	氧乐果, 敌敌畏, 倍硫磷, 氯氰菊酯, 多菌灵, 百菌清, 溴氰菊酯, 氰戊菊酯, 氯氟氰菊酯, 咪鲜胺, 灭多威, 克百威, 甲氰菊酯, 毒死蜱, 二氧化硫, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计), 啉虫脒	NY/T 750—2020
	温带水果	氧乐果, 克百威, 敌敌畏, 溴氰菊酯, 氰戊菊酯, 苯醚甲环唑, 百菌清, 氯氟氰菊酯, 毒死蜱, 氯氟氰菊酯, 多菌灵, 烯酰吗啉, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计), 丙溴磷, 吡虫啉	NY/T 844—2017
	瓜籽	阿维菌素, 多菌灵, 氯氟氰菊酯, 敌敌畏, 氰戊菊酯, 咯菌腈, 吡虫啉, 甲霜灵, 三唑酮, 铅(以Pb计), 黄曲霉毒素B <sub>1</sub>	NY/T 902—2015
蔬菜类	白菜类	克百威, 氧乐果, 毒死蜱, 氟虫腈, 氯氟氰菊酯, 啉虫脒, 吡虫啉, 多菌灵, 百菌清, 三唑酮, 腐霉利, 氯氟氰菊酯, 丙溴磷, 哒螨灵, 阿维菌素, 虫螨腈, 烯酰吗啉, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计)	NY/T 654—2020
	茄果类	克百威, 氟虫腈, 氧乐果, 水胺硫磷, 毒死蜱, 三唑磷, 涕灭威, 阿维菌素, 氯氟氰菊酯, 丙溴磷, 甲氨基阿维菌素苯甲酸盐, 三唑酮, 苯醚甲环唑, 啉菌胺, 烯酰吗啉, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计), 甲基异柳磷	NY/T 655—2020

表17 绿色食品检测指标范围(续)

种类	指标	来源	
蔬菜类	绿叶类	克百威, 氧乐果, 毒死蜱, 氟虫腈, 啶虫脒, 吡虫啉, 多菌灵, 百菌清, 啉霉胺, 苯醚甲环唑, 腐霉利, 氯氰菊酯, 氯氟氰菊酯, 异菌脲, 阿维菌素, 虫螨腈, 烯酰吗啉, 甲拌磷, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计)	NY/T 743—2020
	葱蒜类	毒死蜱, 吡虫啉, 氯氰菊酯, 腐霉利, 氯氟氰菊酯, 多菌灵, 氟虫腈, 辛硫磷, 二甲戊灵, 噻虫嗪, 甲拌磷, 乙氧氟草醚, 六六六, 苯醚甲环唑, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计)	NY/T 744—2020
	根菜类	毒死蜱, 百菌清, 多菌灵, 虫螨腈, 烯酰吗啉, 氯氰菊酯, 吡虫啉, 甲拌磷, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计)	NY/T 745—2020
	甘蓝类	啶虫脒, 吡虫啉, 多菌灵, 腐霉利, 毒死蜱, 虫螨腈, 噻虫嗪, 烯酰吗啉, 氯氟氰菊酯, 氯氟氰菊酯, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计)	NY/T 746—2020
	瓜类	毒死蜱, 氟虫腈, 克百威, 氧乐果, 阿维菌素, 百菌清, 吡虫啉, 啶虫脒, 多菌灵, 腐霉利, 甲霜灵, 氯氟氰菊酯, 氯氟氰菊酯, 噻虫嗪, 三唑酮, 烯酰吗啉, 溴氰菊酯, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计)	NY/T 747—2020
	豆类	克百威, 三唑磷, 氟虫腈, 氧乐果, 甲胺磷, 毒死蜱, 多菌灵, 氯氟氰菊酯, 百菌清, 敌敌畏, 溴氰菊酯, 氰戊菊酯, 氯氟氰菊酯, 氯氟氰菊酯, 水胺硫磷, 三唑酮, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计), 辛硫磷	NY/T 748—2020
	薯芋类	六六六, 硫丹, 涕灭威, 甲胺磷, 克百威, 敌敌畏, 敌百虫, 乐果, 氧乐果, 溴氰菊酯, 氰戊菊酯, 毒死蜱, 三唑酮, 辛硫磷, 抗蚜威, 啉菌酯, 多菌灵, 吡虫啉, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计), 甲拌磷, 氯氟氰菊酯	NY/T 1049—2015
	芥菜类	克百威, 氧乐果, 水胺硫磷, 毒死蜱, 抗蚜威, 氯氟氰菊酯, 氟氯氰菊酯, 啶虫脒, 吡虫啉, 哒螨灵, 氟虫腈, 阿维菌素, 百菌清, 多菌灵, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计), 联苯菊酯	NY/T 1324—2015
	芽苗类	铅(以Pb计), 百菌清, 多菌灵, 2,4-滴, 亚硫酸盐(以SO <sub>2</sub> 计), 6-苄基腺嘌呤, 沙门氏菌, 志贺氏菌, 金黄色葡萄球菌	NY/T 1325—2015
	多年生蔬菜	克百威, 氧乐果, 水胺硫磷, 毒死蜱, 三唑磷, 氯氟氰菊酯, 氯氟氰菊酯, 吡虫啉, 啶虫脒, 百菌清, 多菌灵, 三唑酮, 甲基硫菌灵(以多菌灵计), 苯醚甲环唑, 铅(以Pb计), 镉(以Cd计)	NY/T 1326—2015
水生蔬菜	乐果, 敌敌畏, 溴氰菊酯, 氰戊菊酯, 百菌清, 氯氟氰菊酯, 阿维菌素, 毒死蜱, 三唑酮, 多菌灵, 辛硫磷, 氟(以F计), 铅(以Pb计), 汞(以Hg计), 镉(以Cd计), 总砷(以As计), 铬(以Cr计)	NY/T 1405—2015	
食用菌	镉(以Cd计), 马拉硫磷, 乐果, 氯氟氰菊酯和高效氯氟氰菊酯, 氟氯氰菊酯和高效氟氯氰菊酯, 溴氰菊酯, 氯氟氰菊酯和高效氯氟氰菊酯, 氟氰戊菊酯, 咪鲜胺和咪鲜胺锰盐, 多菌灵, 百菌清, 吡虫啉, 二氧化硫残留(以SO <sub>2</sub> 计), 总砷(以As计), 铅(以Pb计), 总汞(以Hg计), 噻菌灵, 氯菊酯, 氰戊菊酯和S-氰戊菊酯, 腐霉利, 除虫脲, 甲基阿维菌素苯甲酸盐, 代森锰锌, 米醇菌酸, 荧光增白剂, 菌落总数, 大肠菌群, 霉菌, 沙门氏菌, 金黄色葡萄球菌	NY/T 749—2018	



表17 绿色食品检测指标范围(续)

种类	指标	来源	
花生及其制品	黄曲霉毒素B <sub>1</sub> ,吡虫啉,克百威,氯氰菊酯,丁酰肼,铅(以Pb计),镉(以Cd计),多菌灵,毒死蜱,辛硫磷,戊唑醇,氰戊菊酯,溴氰菊酯,大肠杆菌,沙门氏菌,霉菌	NY/T 420—2017	
坚果类	多菌灵,氯菊酯,氯氰菊酯,溴氰菊酯,氰戊菊酯,敌敌畏,乐果,杀螟硫磷,大肠菌群,铅(以Pb计),黄曲霉毒素B <sub>1</sub> ,沙门氏菌	NY/T 1042—2017	
畜禽产品类	禽肉	敌敌畏,四环素,土霉素,金霉素,强力霉素,氟苯尼考,甲砒霉素,恩诺沙星(以恩诺沙星十环丙沙星计),磺胺类药物(以总量计),硝基呋喃类代谢物[以3-氨基-2-噁唑烷基酮(AOZ)、5-吗啉甲基-3-氨基-2-噁唑烷基酮(AMOZ)、1-氨基-乙内酰脲(AHD)、氨基脲(SEM)计],喹乙醇代谢物[以3-甲基喹噁啉-2-羧酸(MQCA)计],菌落总数,大肠菌群,沙门氏菌,致泻大肠埃希氏菌,单核细胞增生李斯特氏菌,总汞(以Hg计),无机砷(以As计),铅(以Pb计),镉(以Cd计),铬(以Cr计),氟(以F计)	NY/T 753—2012
	畜禽肉制品	铅(以Pb计),总汞(以Hg计),土霉素、金霉素、四环素(单个或复合物),强力霉素,己烯雌酚,喹乙醇代谢物(MQCA),盐酸克伦特罗,莱克多巴胺,沙丁胺醇,西马特罗,氯霉素,氟苯尼考,呋喃唑酮代谢物(AOZ),呋喃它酮代谢物(AMOZ),呋喃妥因代谢物(AHD),呋喃西林代谢物(SEM),锡(以Sn计),亚硝酸盐(以NaNO <sub>2</sub> 计),菌落总数,大肠菌群,金黄色葡萄球菌,总砷(以As计),镉(以Cd计),铬(以Cr计),N-二甲基亚硝胺,苯甲酸及其钠盐(以苯甲酸计),山梨酸及其钾盐(以山梨酸计),糖精钠,环己基氨基磺酸钠,沙门氏菌,单核细胞增生李斯特氏菌,大肠埃希氏菌O157:H7,苯并[a]芘,丁基羟基茴香醚(BHA),二丁基羟基甲苯(BHT),特丁基对苯二酚(TBH),没食子酸丙酯	NY/T 843—2015
	蛋与蛋制品	总汞(以Hg计),铅(以Pb计),无机砷(以As计),镉(以Cd计),氟(以F计),铬(以Cr计),六六六,四环素,滴滴涕,金霉素,土霉素,硝基呋喃类代谢物,磺胺类(以磺胺类总量计),菌落总数,大肠菌群,沙门氏菌,志贺氏菌,金黄色葡萄球菌,溶血性链球菌	NY/T 754—2011
	畜禽可食用副产品	铅(以Pb计),亚硝酸盐(以NaNO <sub>2</sub> 计),恩诺沙星(以恩诺沙星十环丙沙星计),喹乙醇代谢物(MQCA),氯霉素,氟苯尼考,甲砒霉素,磺胺类(以总量计),土霉素、金霉素、四环素(单个或复合物),强力霉素,硝基呋喃类代谢物[以呋喃唑酮代谢物(AOZ)、呋喃它酮代谢物(AMOZ)、呋喃妥因代谢物(AHD)、呋喃西林代谢物(SEM)计],克伦特罗,莱克多巴胺,沙丁胺醇,西马特罗,苯甲酸及其钠盐(以苯甲酸计),菌落总数,大肠菌群,沙门氏菌,致泻大肠埃希氏菌,总砷(以As计),镉(以Cd计),总汞(以Hg计),铬(以Cr计),N-二甲基亚硝胺,苯并[a]芘,山梨酸及其钾盐(以山梨酸计),单核细胞增生李斯特氏菌,金黄色葡萄球菌,大肠埃希氏菌O157:H7	NY/T 1513—2017

以上内容仅为本文档的试下载部分，为可阅读页数的一半内容。如要下载或阅读全文，请访问：<https://d.book118.com/457132053065006060>