ICS 07.060
P 85

DZ

中华人民共和国地质矿产行业标准

DZ/T 0295—2016

土地质量地球化学评价规范

Specification of land Quality Geochemical Evaluation

2016-06-12 发布　　2016-09-01 实施

中华人民共和国国土资源部　　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 3
4.1　评价目标 3
4.2　评价任务 3
4.3　评价比例尺及相应的评价目标 4
4.4　评价单元及其划分方法 4
4.5　评价工作流程 4
5　设计书编审 4
6　样点布设 6
6.1　土壤样点布设 6
6.2　大气干湿沉降物样点布设 7
6.3　灌溉水样点布设 7
6.4　农作物样点布设 8
7　样品采集 8
7.1　土壤样品采集 8
7.2　大气干湿沉降物样品采集 9
7.3　灌溉水样品采集 10
7.4　农作物样品采集 10
8　样品处理与样品分析 11
8.1　样品处理 11
8.2　样品分析与质量要求 15
9　评价指标 22
10　土壤质量地球化学等级 23
10.1　评价单元赋值 23
10.2　土壤养分地球化学等级 24
10.3　土壤环境地球化学等级 26
10.4　土壤质量地球化学综合等级 27
11　灌溉水环境地球化学等级和大气干湿沉降物环境地球化学等级 28
11.1　灌溉水环境地球化学等级 28
11.2　大气干湿沉降物环境地球化学等级 29
12　土地质量地球化学等级 29
13　重要土地质量问题评价 30
14　图件编制、数据库与报告编写 30

14.1 图件.....30
14.2 数据库.....31
14.3 报告编写.....32
附录A（资料性附录） 设计书编写内容及要求.....33
附录B（资料性附录） 各类样品采集记录卡.....36
附录C（资料性附录） 指标筛选与权重阈值.....40
附录D（资料性附录） 土壤养分指标等级划分标准.....43
附录E（资料性附录） 土地质量地球化学评价指标隶属度函数模型界限值.....45
附录F（资料性附录） 大气干湿沉降物环境地球化学等级划分标准确定原则.....48
附录G（资料性附录） 成果报告编写提纲及要求.....51
参考文献.....53

前　言

本标准按GB/T1.1－2009《标准化工作导则　第1部分：标准的结构和编写》给出的规则起草。

本标准由中华人民共和国国土资源部提出。

本标准由全国国土资源标准化技术委员会（SAC/TC 93）归口。

本标准主要起草单位：中国地质大学(北京)、湖北省地质实验研究所、中国地质调查局发展研究中心，中国地质科学院地球物理地球化学勘查研究所。

本标准主要起草人：杨忠芳、余涛、李敏、奚小环、郧文聚、叶家瑜、刘荣梅、成杭新、周国华、曹淑萍、白荣杰、金立新、侯青叶、冯海艳、夏学齐、杨琼、曾明中。

引　言

土地质量地球化学评价是实现土地资源质量与生态管护的一项重要工作，制定本标准的目的就是为了规范该项评价的样点布设、样品采集、样品处理与分析、评价指标选择、等级划分、成果表达与应用实践等项工作，满足不同比例尺评价工作的需要，实现小、中比例尺评价结果可比，突出大比例尺评价结果的实用性。

土地质量地球化学评价规范

1 范围

本标准规定了土地质量地球化学评价的总则，设计书编审，样点布设，样品采集，样品处理与样品分析，评价指标，土壤质量地球化学等级，灌溉水环境地球化学等级和大气干湿沉降物环境地球化学等级，土地质量地球化学等级，重要土地质量问题评价，图件、数据库与报告编写等内容。

本标准适合于农用地的1:250 000、1:50 000、1:10 000～1:2 000不同比例尺的土地质量地球化学评价工作。

2 规范性引用文件

下列文件对于本文件的应用是必不可少的。凡是注日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本文件。凡是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 5009.27 食品中苯并(α)芘的测定

GB/T 22499 富硒稻谷

DZ/T 0130 地质矿产实验室质量管理规范

DZ/T 0258 多目标区域地球化学调查规范（1:250 000）

DZ/T 0289 区域生态地球化学评价规范

LY/T 1213 森林土壤含水量的测定

LY/T 1228 森林土壤全氮的测定

LY/T 1229 森林土壤水解性氮的测定

LY/T 1230 森林土壤硝态氮的测定

LY/T 1231 森林土壤铵态氮的测定

LY/T 1232 森林土壤全磷的测定

LY/T 1233 森林土壤有效磷的测定

LY/T 1234 森林土壤全钾的测定

LY/T 1235 森林土壤缓效钾的测定

LY/T 1236 森林土壤速效钾的测定

LY/T 1237 森林土壤有机质的测定及碳氮比的计算

LY/T 1239 森林土壤pH值的测定

LY/T 1243 森林土壤阳离子交换量的测定

LY/T 1244 森林土壤交换性盐基总量的测定

LY/T 1245 森林土壤交换性钙和镁的测定

LY/T 1246 森林土壤交换性钾和钠的测定

LY/T 1248 碱化土壤交换性钠的测定

LY/T 1250 森林土壤碳酸钙的测定

LY/T 1251 森林土壤水溶性盐分分析

LY/T 1252 森林土壤粘粒（<0.002mm）的提取

LY/T 1254　森林土壤全钾、全钠的测定
LY/T 1255　森林土壤全硫的测定
LY/T 1257　森林土壤浸提性铁、铝、锰、硅、碳的测定
LY/T 1258　森林土壤有效硼的测定
LY/T 1259　森林土壤有效钼的测定
LY/T 1260　森林土壤有效铜的测定
LY/T 1261　森林土壤有效锌的测定
LY/T 1262　森林土壤有效铁的测定
LY/T 1263　森林土壤交换性锰的测定
LY/T 1264　森林土壤易还原锰的测定
LY/T 1265　森林土壤有效硫的测定
LY/T 1266　森林土壤有效硅的测定
NY/T 296　土壤全量钙、镁、钠的测定
NY/T 889　土壤速效钾和缓效钾含量的测定
NY/T 890　土壤有效态锌、锰、铁、铜含量的测定二乙三胺五乙酸(DTPA)浸提法
NY/T 1615　石灰性土壤交换性盐基及盐基总量的测定

3　术语和定义

下列术语和定义适用于本文件。

3.1

土地质量地球化学评价　geochemical evaluation of land quality

依据影响土地质量的营养有益元素、重金属元素及化合物、有机污染物、土壤理化性质等地球化学指标，及其对土地基本功能的影响程度而进行的土地质量地球化学等级评定。土地质量地球化学评价指标以影响土地质量的土壤环境指标、土壤养分指标为主，以大气干湿沉降物环境质量、灌溉水环境质量为辅，综合考虑与土地利用有关的各种因素，以实现土地质量的地球化学评价。

3.2

土地质量地球化学综合等级　geochemical comprehensive grade of land quality

在土壤质量地球化学综合等级基础上，综合考虑灌溉水环境地球化学综合等级和大气环境地球化学综合等级后所产生的不同等级。

3.3

土壤质量地球化学综合等级　geochemical comprehensive grade of soil quality

土壤环境地球化学综合等级和土壤养分地球化学综合等级按照一定规则叠加产生的等级，它综合反映了土壤环境质量和土壤养分丰缺程度。

3.4

土壤环境地球化学等级　geochemical grade of soil environment

依据土壤中砷（As）、镉（Cd）、汞（Hg）、铅（Pb）、铬（Cr）、镍（Ni）、铜（Cu）、锌（Zn）等重金属元素，六六六及滴滴涕等有机污染物指标的含量水平及其土壤环境质量标准而划分出的环境地球化学等级，分为单指标划分出的土壤环境地球化学等级和多指标划分出的土壤环境地球化学综合等级。

3.5

土壤养分地球化学等级 geochemical grade of soil nutrient

依据土壤中氮（N）、磷（P）、钾（K）、硼（B）、钼（Mo）、锰（Mn）等营养有益元素和有机质等指标的含量水平及其丰缺标准而划分出的养分地球化学等级，分为单指标划分出的土壤养分地球化学等级和多指标划分出的土壤养分地球化学综合等级。

3.6

大气干湿沉降物环境地球化学等级 geochemical grade of atmospheric dry and wet deposition environment

依据大气干湿沉降物中镉（Cd）、汞（Hg）的沉降年通量密度及其对土壤环境可能造成的危害而划分出的环境地球化学等级，分为单指标划分出的大气干湿沉降物环境地球化学等级和多指标划分出的大气干湿沉降物环境地球化学综合等级。

3.7

灌溉水环境地球化学等级 geochemical grade of irrigation water environment

依据灌溉水中氯化物、硫化物、氟化物、总砷、总汞、镉（Cd）、六价铬（Cr^{6+}）等指标的含量水平及其灌溉水水质标准而划分出的环境地球化学等级，分为单指标划分出的灌溉水环境地球化学等级和多指标划分出的灌溉水环境地球化学综合等级。

4 总则

4.1 评价目标

4.1.1 土地质量地球化学评价是以土壤地球化学调查为主，同时开展大气、灌溉水和农作物地球化学调查，以生态地球化学理论为指导，以科学量化土地质量、实现动态管理和成果数据的查询及利用为目的的一项综合评价工程；

4.1.2 土地质量地球化学评价的主要目的是为国家、省、市、县等各级土地宏观管理和规划提供地球化学依据，为土地可持续利用服务。同时，在调整农业种植结构、发展特色优质农产品、促进科学合理施肥及土壤污染治理等方面发挥指导作用。

4.1.3 土地质量地球化学评价内容主要包括土壤质量地球化学综合等级与土地质量地球化学等级划分、生态风险评价及特色土地资源开发利用评价等，以服务于土地质量与生态管护、土地资源合理与永续利用为宗旨，为土地资源的规划利用提供依据。

4.1.4 土地质量地球化学评价遵循区域展开、逐步深入的原则。宜首先进行 1:250 000 的区域评价，在了解全局后，逐步地、有针对性地开展 1:50 000 或更大比例尺的评价工作，也可根据实际需要直接开展某一比例尺的评价工作。

4.1.5 土地质量地球化学评价应兼顾全面评价和突出重点两个方面。全面评价，要求评价总体的、综合的生态地球化学状况；突出重点，要求评价重要的、起主导作用的生态地球化学问题。

4.2 评价任务

4.2.1 查清土壤中营养有益元素、重金属元素和有机污染物的含量水平及地球化学分布特征，评价上述元素及污染物的生物有效性，及其对土地生产功能和生态安全的影响程度，划分土壤质量地球化学等级。

4.2.2 查清评价区影响大气干湿沉降物环境质量、灌溉水环境质量的地球化学指标含量水平和分布特征，划分大气干湿沉降物环境、灌溉水环境地球化学等级。

4.2.3 综合土壤质量地球化学等级与大气沉降物环境地球化学等级、灌溉水环境地球化学等级，形成土地质量地球化学等级。

4.2.4 分析不同土地利用方式、管理措施及其他人类活动对土地质量地球化学等级的影响，进行土地利用的地球化学适宜性分区。

4.2.5 依据土地质量地球化学评价结果，提出特色土地资源开发、土地质量与生态管护、农产品安全生产、地方病防控与污染土壤防治等建议，为土地资源的可持续利用提供科学依据。

4.2.6 建立土地质量地球化学评价数据库及信息系统。

4.3 评价比例尺及相应的评价目标

4.3.1 土地质量地球化学评价比例尺有 1:250 000、1:50 000、1:10 000~ 1:2 000。

4.3.2 不同评价比例尺，其评价目标不同。每级评价的目标为：

a) 1:250 000：全面掌握评价区土地质量的地球化学宏观状况，为各省(直辖市、自治区)主体功能区划分、土地资源规划、经济社会可持续发展政策制定等提供依据；
b) 1:50 000：查明评价区优势土地资源和重要的生态地球化学问题，为土地规划利用、农业经济区划、种植结构调整及生态环境治理等提供依据；
c) 1:10 000~ 1:2 000：评价土地资源利用潜力，提高土地利用价值，为土地合理利用、基本农田划分及名特优农产品种植、土壤配方施肥、污染土壤治理等提供依据。

4.4 评价单元及其划分方法

4.4.1 评价单元是土地质量地球化学等级划分的最小单元；

4.4.2 不同比例尺的土地质量地球化学评价单元划分方法如下：

a) 1:250 000 土地质量地球化学评价单元采用规则网划分，一般按照地形图内 2 km×2 km 网格或 1 km×1 km 网格划分作为评价单元；
b) 1:50 000 土地质量地球化学评价单元同 1:50000 或更高精度的土地利用现状调查图斑；
c) 1:10000 ~ 1:2000 土地质量地球化学评价单元同相应比例尺的土地利用现状调查图斑，也可采用调查区实际地块作为评价单元；
d) 当土地利用现状调查图斑面积大于调查比例尺所规定的采样网格面积时，且图斑内成土母质类型、土壤类型较多，应进行评价单元细分，分别评价。

4.5 评价工作流程

开展土地质量地球化学评价工作流程示意图见图1。

5 设计书编审

5.1　设计书是土地质量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编写。

5.2　设计书编写的准备工作：

a)　所需收集的评价区资料种类如下：

1)　自然地理、土壤类型、社会经济概况、城镇发展、主要生态问题等资料；

2)　多目标区域地球化学调查、生态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、矿产地质、环境地质、第四纪地质等资料；

4)　土地利用现状、发展规划及其与土地利用有关的各种资料；

5)　农用地分等定级、第二次全国土地调查等有关资料；

6)　工矿企业及主要污染源分布等资料。

b)　资料分析：综合分析收集的资料，结合评价区存在的各种土地质量地球化学问题，认真总结影响评价区土地质量的地球化学、地质学、生态环境学等各种因素，明确土地质量地球化学评价需重点解决的问题。

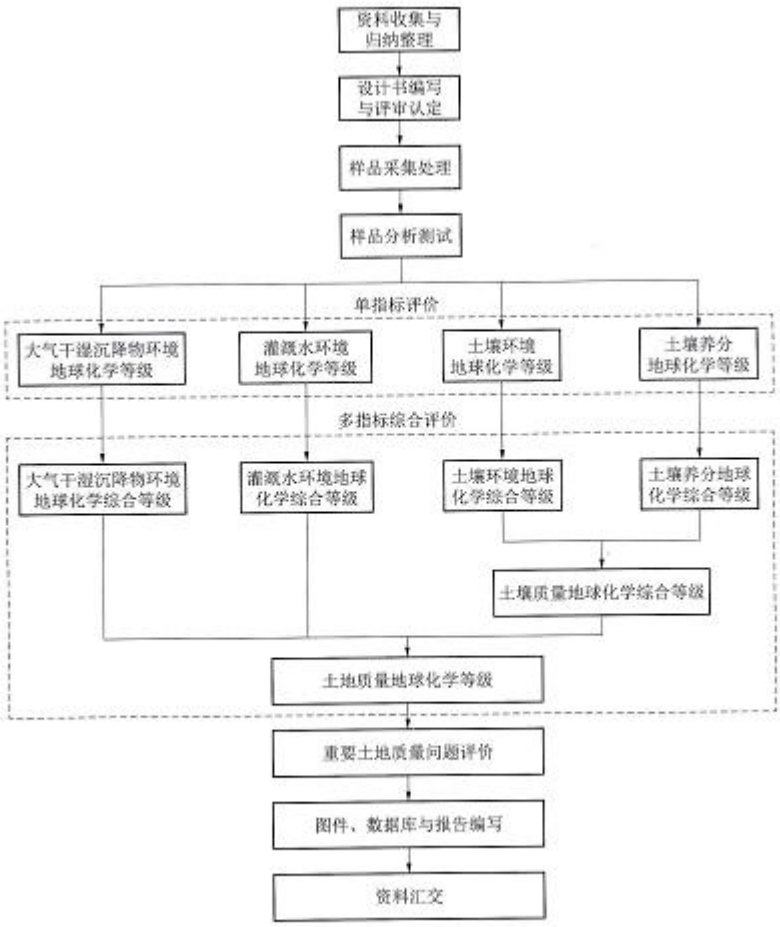


图 1　土地质量地球化学评价工作流程示意图

图 1　土地质量地球化学评价工作流程示意图

c) 实地踏勘：在收集资料和综合研究基础上，对评价区进行实地踏勘，提出土地质量地球化学评价实施方案。

5.3 土地质量地球化学评价设计书编写参见附录 A。

5.4 设计书提交主管部门审查批准后实施。

6 样点布设

6.1 土壤样点布设

6.1.1 采样点布设原则。土壤样品采用网格加图斑的原则布设，网格数量原则上与采样密度相一致。网格布设可保障样品空间上相对均匀，图斑布设可保障土壤样品点主要分布在农用地，同时对在工作区范围内的建设用地与未利用地按照相应评价比例尺采样密度范围的最低要求布设采样点进行控制，以便对工作区域进行整体评价。

6.1.2 采样点布设密度。土壤样品采集点布设密度由评价工作比例尺确定（见表 1），不同评价工作比例尺的土壤样点布设密度为：

a) 1:250 000 土地质量地球化学评价，土壤样品平均采样密度为 1 点/km^2，采样密度范围为 0.25 点/km^2～2 点/km^2；

b) 1:50 000 土地质量地球化学评价，土壤样品平均采样密度为 9 点/km^2，采样密度范围为 4 点/km^2～16 点/km^2；

c) 1:10 000～1:2 000 土地质量地球化学评价，土壤样品平均采样密度为 32 点/km^2，采样密度范围为 20 点/km^2～ 64 点/km^2。

d) 调查区评价图斑较小时，1:2 000 土地质量地球化学评价的土壤样品平均采样密度可加密至 100 点/km^2。

表 1 土地质量地球化学评价采样密度范围与测网布设

工作性质	比例尺	采样密度范围 点·km^{-2}	平均采样密度 点·km^{-2}	测量网	采样密度 点·km^{-2}
国家与流域	1: 250 000	0.25～2	1	1 000m× 1 000m	1
				1 000m× 500m	2
区域	1: 50 000	4～16	9	500m× 500m	4
				500m× 250m	8
				500m× 200m	10
				250m× 250m	16
地区	1: 10 000	20～64	32	200m× 250m	20
	1: 5 000			125m× 200m	40
	1: 2 000			125m× 125m	64

6.1.3 一般地区土壤样品的采集点布设密度为该级评价比例尺的平均采样密度，如遇以下情况可进行适当调整：

a) 在平原、盆地、三角洲等地区，可放稀至相应比例尺的最低采样密度。

b) 以下地区可加密至相应比例尺的最高采样密度：

1) 在地形地貌复杂、山地丘陵、土地利用方式多样、人为污染强烈、元素及污染物含量空间变异性大的地区；
2) 进行大比例尺土地质量地球化学评价工作时，可根据实际评价工作需求加密采样点，直至按照地块进行土壤样品采集点布设。

6.1.4 1:250000 土地质量地球化学评价，样点布设在 1km×1km 网格内主要土壤类型或主要用地类型的代表性地块内；

6.1.5 1:50000 以上比例尺的土壤样品应将样点布设在土地利用现状图斑上。在丘陵山区，坡度在 15°~25°的林地，样点布设密度为 2 点/km^2~ 4 点/km^2，坡度大于 25°的林地，样点可放稀至 1 点 /km^2~1 点 /4km^2。

6.1.6 在蔬菜地布设样点，还要考虑设施类型、蔬菜种类、种植年限等因素。

6.1.7 不同比例尺的土地质量地球化学评价样品应布置在相应比例尺的工作底图上，底图可以是相应比例尺的地形图，也可以是经过坐标校准的遥感影像图或土地利用现状图。

6.1.8 不同比例尺的土地质量地球化学评价工作，应在相应比例尺的底图上对采样单元从左向右、自上而下连续顺序编号，在编号图框下方注明重复样及标准控制样样号。

6.2 大气干湿沉降物样点布设

6.2.1 不同评价比例尺的大气干湿沉降物样品布设密度不同，具体要求如下：

a) 1:50 000 土地质量地球化学评价，大气干湿沉降物采样密度为 50 点/10^4 km^2～ 200 点/10^4 km^2；
b) 1:10 000～1:2 000 土地质量地球化学评价，大气干湿沉降物采样密度为 1 点/10 km^2～ 10 点/10 km^2；
c) 每个工区需布设 1~3 个空白缸，空白缸内需装满蒸馏水，密封后，放置在室内干净处，同其他接尘缸同时间回收；
d) 每个工区大气干湿沉降物接尘缸布设数量需大于 3 件。

6.2.2 大气干湿沉降物样品接收点布设应考虑评价区地形地貌（平原、丘陵、盆地、河谷地带等）、污染源分布、气候特征等情况，并注意以下事项：

a) 大气干湿沉降物样品接收点应布设在评价区主要农作物种植地块内或相近地区。样点布设时一般应避开道路扬尘、餐饮和工矿企业废气排放等明显影响地区，必要时需单独布设样点对污染源附近进行控制。
b) 在城镇近郊区大气污染严重或空气质量较差地区，大气干湿沉降物样品接收样点可适当加密；在城镇远郊区大气污染不严重或空气流通性好的地区，大气干湿沉降物样品接收点可适当放稀。

6.3 灌溉水样点布设

6.3.1 评价区已有的灌溉水水质数据若能够满足评价工作需要，应以收集资料为主，可不进行样品采集与分析工作；

6.3.2 如收集的灌溉水水质数据不能满足评价工作需要，应系统采集灌溉水样品，并能代表评价区农田灌溉水源和灌溉面积的 80%。

6.3.3 1:250 000 土地质量地球化学评价可不采集灌溉水样品，其他比例尺灌溉水采样密度原则上要求如下：

a) 1:50 000 土地质量地球化学评价，灌溉水采样密度为 1 点/16 km^2；
b) 1:10 000 土地质量地球化学评价，灌溉水采样密度为 1 点/4 km^2；

c) 1:2 000 土地质量地球化学评价，灌溉水采样密度为 1 点/km^2。

6.3.4 在优势作物或经济作物种植区、工矿企业密集分布区或污水灌溉地区，灌溉水采样密度需适当加密。

6.3.5 布设采样点时需考虑以下情况：

a) 在评价区范围内，应根据灌溉水天然或人工水源分布情况，考虑每个样点控制的灌溉范围，可选择在评价区内水系入口或渠首、渠中和灌溉口处布设样点；
b) 地表灌溉水网发达地区，灌溉水可均匀布点；
c) 地下水灌溉地区，灌溉水样品按照井水点分布情况布设。

6.4 农作物样点布设

6.4.1 农作物样品采集密度需根据评价区土壤污染情况和农作物种植种类自行确定；

6.4.2 农作物样品采集种类和数量应按照以下规定执行：

a) 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、玉米和谷子等，每种农作物采集数量需大于 30 件；
b) 评价区特色农产品、蔬菜、经济作物、道地中药材等样品可适当采集，每种样品数量需大于 15 件。

6.4.3 农作物样点布设时，应按照以下两种情况执行：

a) 针对土壤有益元素、重金属元素及有机污染物分布及土壤理化参数变化范围，选择具有代表性与典型性异常区布设农作物采样点，对明显污染源分布区应适当加密布设采样点。
b) 土壤中污染物无明显大面积分布地区，也可按照一定网度，选择主要农作物产区均匀布设农产品采样点：
   1) 1:250 000 土地质量地球化学评价，原则上不要求布设农作物采样点，如评价工作需要，农作物采样密度为 1 点/100 km^2～4 点/100 km^2；
   2) 1:50 000 土地质量地球化学评价，农作物采样密度为 1 点/（4km^2～16 km^2）；
   3) 1:10 000 土地质量地球化学评价，农作物采样密度为 1 点/（1km^2～4 km^2）；
   4) 1:2 000 土地质量地球化学评价，农作物采样密度可根据前期调查评价情况适当布设样点。

7 样品采集

7.1 土壤样品采集

7.1.1 土壤样品采集一般要求在上茬作物成熟或收获以后，下茬作物尚未施用底肥和种植以前，以反映采样地块的真实养分状况和供肥能力。同时也应避开雨季，以防速效氮淋洗。一个区域的土壤养分有效态分析样品的采集，应在 1 周～ 2 周之内完成，以便进行对比。

7.1.2 用于重金属分析的样品，可使用竹铲、竹片直接采取样品。用铁锹挖采样坑时，先挖好坑，然后用竹片去除与金属采样器接触的土壤，再采集样品。每件样品采集后，应将采样工具上的泥土清除干净，再采集下一件样品。

7.1.3 以野外实际确定的采样点为中心，根据采样地块形状确定子样的位置。采样地块为为长方形时，采用“S”形布设子样点；采样地块近似正方形时，采用“X”形或“棋盘”形布设子样点。子样点需在同一地块内布设，且距采样地块野外样品的 GPS 定点点位距离为 20m～50m。采样地块较小时，应在相同用地类型的地块内采集子样，各子样需等份组合成一件混合样，严禁在不同土地利用类型的地块内采集子样。

7.1.4 每个子样点的采样部位、采样深度及样品质量要求一致。采集蔬菜地土壤混合样品时，一件混合土壤样品应在同一具有代表性的蔬菜地或设施类型里采集。

7.1.5 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。

7.1.6 耕地采集耕作层土壤，采样深度为 0～20 cm，由 4 个～ 6 个子样等量混合组成 1 件样品。

7.1.7 在 1:250 000～1:50 000 面积性调查评价工作中，果园地土壤采集深度同耕地耕层土壤；在 1:10 000 ～1:2 000 及更大比例尺的面积性评价与重点区评价工作中，果园地土壤采集部位为毛根区，采集深度为 0～ 60 cm，原则上由 2 个～ 3 个子样等量混合组成 1 件样品，采样困难的地区，混合子样数量适当减少。

7.1.8 林地的土壤样品采集深度为 0～20 cm，由 2 个～ 3 个子样等量混合组成 1 件样品。

7.1.9 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，充分混合后用四分法留取 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(供无机元素和化合物测定)或置于玻璃瓶内(供有机化合物测定)。

7.1.10 土壤样品采集时，实地调查并记录影响土地质量的其他指标，如土壤厚度、排灌情况、土壤颜色等内容，参见附录 B。

7.2 大气干湿沉降物样品采集

7.2.1 原则上，大气干湿沉降物接尘缸放置 1a 后，按照规定回收样品。在大气污染严重地区或有条件地区，可按季度回收大气干湿沉降物样品；

7.2.2 根据大气干湿沉降物接收量不同，可采取以下方法回收：

a) 大气干湿沉降物接收量较少时，用具有橡皮头的玻璃棒把缸壁擦洗干净，将缸内溶液和尘粒全部转入 500 mL 干净的容器中，及时送实验室；
b) 大气干湿沉降物接收量较多时，首先将有干湿沉降物的接尘缸准确称量，记为 G_1（总质量），然后用玻璃棒充分搅匀后取 1 000 mL，并称取 1 000 mL 的质量，计算密度ρ，及时送实验室；
c) 将接尘缸内壁清洗干净，晾干后，准确称量总质量，记为 G_2；
d) 干湿沉降物总体积为 $V=(G_1-G_2)/\rho$。

7.2.3 接尘缸清洗与放置要求如下：

a) 北方地区，采样器可选择内径 15 cm，高为 30 cm 圆筒形的接尘缸；南方地区，可选择内径 40 cm、高为 60 cm 圆筒形的接尘缸。降雨量较大地区，需选容量较大的接尘缸，材质可为塑料、陶瓷玻璃或不锈钢等。
b) 接尘缸和缸盖等采样器具在使用前，用盐酸（HCl）溶液（φ_{HCl}=10%）浸泡 24 h 后，再用纯水洗净，试剂为分析纯试剂和蒸馏水或同等纯度的水。
c) 洗干净的接尘缸用缸盖盖好，携带至采样点后，取下盖。每个点放置 3 个接尘缸。接尘缸一般应放置在距地面 10m ～15 m 处，如放置在屋顶平台上，采样口应距平台 1.0m～1.5 m，以避免平台扬尘的影响。

7.2.4 接尘缸放置与收集样品要求如下：

a) 记录放缸地点、缸号和时间，记录格式参见表 B.3。
b) 寒冷季节，应防止接尘缸冻裂；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。
c) 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，及时把盖拿掉，继续干湿沉降物的采集。

d) 不同季节，干湿沉降物的质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，干湿沉降物接收周期为一年，干湿沉降量较大的地区，可按月或季度定期更换接尘缸(n d± 2d)。

7.2.5 大气干湿沉降物接尘缸的放置、沉降物的回收与处理按照 DZ/T 0289 执行。

7.3 灌溉水样品采集

7.3.1 于农作物灌溉高峰期采集水样，每瓶水装水 90 %，留出一定的空间。分析有机污染物的水样，样瓶必须装满。

7.3.2 水样采集要求瞬时采样。采集前用采样点处的水洗涤样瓶和瓶塞 2 次～3 次。根据测试指标不同，添加不同的保护剂：

a) 原水样：指水样采集后，不添加任何保护剂。原水样保存于玻璃瓶或聚乙烯塑料瓶中，供测定游离态二氧化碳、酸碱度（pH）、CO_3^{2-}、HCO_3^-、OH^-、Cl^-、SO_4^{2-}、NO_2^-、需氧量（*COD*）、NH_4^+、氟（F）、溴（Br）、碘（I）、总硬度、钾（K）、钠（Na）、钙（Ca）、镁（Mg）、钼（Mo）、硒（Se）、砷（As）、硼（B）、六价铬（Cr^{6+}）、固形物、灼烧残渣、灼烧减量等使用。

b) 酸化水样：指水样采集后加入酸进行酸化的水样。酸化水样保存于玻璃瓶或聚乙烯塑料瓶中。每 1 000 mL 加入 10 mL 盐酸（HCl，1+1)或硝酸（HNO_3，1+1)溶液，供测定铜（Cu）、铅（Pb）、锌（Zn）、镉（Cd）、锰（Mn）、铁（Fe）、镍（Ni）、钴（Co）、总铬（Cr）、钒（V）、钨（W）、锶（Sr）、钡（Ba）、铀（U）、钍（Th）、可溶性二氧化硅（SiO_2）等使用。全磷测定的水样必须用玻璃瓶装，取 500mL 加 1mL 硫酸，pH 为 0.1 或小于 0.1 即可。

c) 碱化水样：指加入碱后 pH> 11 的水样。碱化水样保存于硬质玻璃瓶中，每 1 000 mL 加入 2 g 固体氢氧化钠(NaOH)，供测定酚、氰等使用。

d) 特殊指标水样：

1) 测定汞的水样。预先在盛水样的塑料瓶中加入 50 mL 浓硝酸（HNO_3）和 10 mL 5% 重铬酸钾（$K_2Cr_2O_7$）溶液，再注入 1 000 mL 水样，摇匀，石蜡密封瓶口。

2) 测定三价铁（Fe^{3+}）和二价铁（Fe^{2+}）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 硫酸（H_2SO_4，1+1)溶液，0.5 ～ 1 g 硫酸铵[$(NH_4)_2SO_4$]，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，一瓶为原水样；另外一瓶 250 mL 原水样，加入 2 g 经过纯化的碳酸钙（$CaCO_3$）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 500 mL 玻璃瓶中先加入 10 mL 200 g/L 醋酸锌[$Zn(Ac)_2$]和 1 mol/L 氢氧化钠（NaOH）溶液，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 200mL ～ 300 mL 的磨口玻璃瓶，用欲取水样洗涤 2 次～ 3 次，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 1 mL 碱性碘化钾溶液，然后加入 3 mL 氧化锰溶液，每次加入时应将移液管插入瓶底后放出溶液，迅速塞好瓶塞不留空间，摇均后密封。

6) 测定有机农药残留量的水样。取水样 3 L～5 L 于硬质玻璃瓶中，酸化使 pH≤ 2，摇匀，低温保存。

7.4 农作物样品采集

7.4.1 于农作物收获盛期，在采样点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 1 件混合样品，大型果实由 5 棵～10 棵以上的植株组成(即分点样)，小型果实由 10 棵～20 棵以上的植株组成。

7.4.2 农作物样品的采集量一般为待测试样量的 3 倍～5 倍，每个子样点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 300 g～1 000 g(干质量)，水果、蔬菜类为 1kg ～2 kg(鲜质量)，水生植物为 300g～1 000g(干质量)，烟叶和茶叶等可酌情采集。

7.4.3 按照 5 %的比例同时采集外检样品，外检鲜样需现场同步采集、处理，由采样单位送测。

7.4.4 不同样品采集方法如下：

a) 农作物样品采集：以 0.1 hm^2～ 0.2 hm^2 为采样单元，选取 10 棵～20 棵植株，水稻、小麦类采取稻穗、麦穗混合成 1 件样品。
b) 果树类样品采集：以 0.1 hm^2～ 0.2 hm^2 为采样单元，选取 5 棵～ 10 棵果树，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 1 件样品。
c) 蔬菜类样品采集：以 0.1 hm^2～ 0.2 hm^2 为采样单元，选取 10 棵～ 20 棵植株，小型植株的叶菜类(白菜、韭菜等)去根整株采集；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) 烟草和茶叶类样品采集：以 0.1 hm^2～ 0.2 hm^2 为采样单元，随机选取 15 棵～20 棵植株，每株采集上、中、下多个部位的叶片混合成 1 件样品，不可单取老叶或新叶作代表样。

7.4.5 样品采集还需注意以下事项：

a) 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) 农作物采集时间应选择无风晴天，雨后不宜采集。采样时应避开病虫害和其他特殊的植株。若采集根部样品，在清除根部上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，并扎紧袋口，以防水分蒸发。
e) 测定重金属的样品，尽量用不锈钢制品直接采取样品。

7.4.6 样品采集后，立即将植株样品按不同部位(根、茎、叶、籽粒)分开，以免养分转移。剪碎的样品太多时，可在混匀后用四分法缩分至所需的量(要保证干样约 100 g)。籽粒的样品要在脱粒后混匀铺平，用方格法和四分法缩分，取得约 250 g 样品。颗粒大的籽实可取 500 g 左右。

7.4.7 一般情况下，需要进行微量元素分析或肉眼明显看得见或明知受到施肥、喷药污染的样品需要进行洗涤。样品应在刚采集的新鲜状态下冲洗，可用湿布擦净表面污染物，然后再用蒸馏水冲洗 1 次～2 次。

8 样品处理与样品分析

8.1 样品处理

8.1.1 土壤样品处理

8.1.1.1 新鲜样品

8.1.1.1.1 测定土壤中二价铁、还原态锰、硝态氮、铵态氮的样品需用新鲜样品。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。

8.1.1.1.2　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固定保存。新鲜样品保存条件见表 2。

8.1.1.2　风干样品

8.1.1.2.1　样品晾干和加工场地应确保无污染。从野外采回的土壤样品及时清理、登记后，置于干净整洁的室内通风场地晾干，或在阴凉处悬挂在样品架上自然风干，严禁暴晒和烘烤，并注意防止雨淋及被酸、碱等气体和灰尘污染。在风干过程中，适时翻动，并将大土块用木棒敲碎以防止黏结成块，加速干燥，同时剔除土壤以外的杂物。

8.1.1.2.2　风干后的土壤样品，按照以下要求进行初加工：

a)　将风干后的样品平铺在制样板上，用木棍或塑料棍碾压，并将植物残体、石块等其他所有非土物质剔除干净，细小已断的植物须根，可采用静电吸附的方法清除；

表 2　新鲜样品的保存条件和保存时间

测试项目	容器材质	温度/℃	可保存时间/d	备注
金属元素(汞和六价铬除外)	聚乙烯、玻璃	< 4	180	
汞	玻璃	< 4	28	
砷	聚乙烯、玻璃	< 4	180	
六价铬	聚乙烯、玻璃	< 4	1	
氰化物	聚乙烯、玻璃	< 4	2	
挥发性有机物	玻璃(棕色)	< 4	7	采样瓶装满、装实并密封
半挥发性有机物	玻璃(棕色)	< 4	10	采样瓶装满、装实并密封
难挥发性有机物	玻璃(棕色)	< 4	14	

b)　压碎的土样要全部通过 2 mm 的孔径筛，未过筛的土粒必须重新碾压过筛，直至全部样品通过 2 mm 孔径的尼龙筛筛为止；

c)　过筛后土壤样品称量后混匀，一部分样品送实验室分析，可用塑料瓶或纸袋盛装；副样（质量不低于 300 g）装入干净塑料瓶，送样品库保存，多余部分可弃掉。

8.1.1.2.3　用于微量元素分析的土样，在土壤采集、风干、研磨、过筛、运输和储存等各个环节中，不要接触可能造成污染的金属器皿。如采样、制样使用不锈钢、木、竹或塑料工具，过筛使用尼龙筛，储存样品使用塑料瓶等。

8.1.1.2.4　用于颗粒分析的土样，有两种类型土样应分别处理，一种为砂质土壤，干燥后用手搓，使其分散后直接装袋送实验室；另一种为含有黏土的土样，应用水浸泡使其充分分散，将黏土混浊液倒入玻璃瓶中，残渣烘干后与黏土混浊液同时送实验室。

8.1.1.2.5　土壤样品不同测试项目加工粒径不同，具体要求如下：

a)　过 2 mm（10 目）孔径筛的土样可供土壤酸碱度（pH）、阳离子交换量、盐分和元素交换性及有效养分项目的测定；

b)　将通过 2 mm（10 目）孔径筛的土样用四分法取出一部分继续碾磨，使之全部通过 0.25 mm（60 目）孔径筛，可供农药、土壤有机质、腐殖质、土壤全氮、碳酸钙和重金属形态等项目测定；

c)　将通过 0.25 mm（60 目）孔径筛的土样继续用玛瑙研钵磨细，使之全部通过 0.074 mm（200 目）孔径筛，可供土壤矿物质成分、元素全量等项目的测定。

8.1.1.2.6　样品加工过程需严格控制质量，防止上述样品污染。

8.1.2 农作物样品处理

8.1.2.1 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(严禁阳光直射样品)、通风、整洁、无扬尘、无易挥发化学物质；
b) 晾干使用白色搪瓷盘及木盘；
c) 脱粒、去壳和切碎使用小型脱粒机、小型脱壳机、不锈钢剪刀、木辊、硬质木搓板、无色聚乙烯薄膜等；
d) 磨碎干燥后的样品使用玛瑙球磨机、玛瑙研钵、白色瓷研钵、石磨、不锈钢磨、旋风磨；切碎新鲜样品使用不锈钢食品加工机、硅制刀、不锈钢切刀、不锈钢剪刀等；
e) 磨碎后的样品用 0.42mm~0.25mm（40 目～ 60 目）的尼龙筛过筛；
f) 用具塞磨口玻璃瓶、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分装样品，规格适量而定。

8.1.2.2 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，鲜样用于测定分析有关评价标准规定的测鲜样指标及易挥发有机污染物等。

8.1.2.3 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，放在干净的托盘上无污染晾干后直接磨碎，带皮粮食样品应用清水冲洗，晾干，去皮后磨碎。
   2) 用不锈钢刀或剪刀将根、茎、叶、蔬菜、水果等样品切剪成 0.5cm～1 cm 大小的块状、条状，在晾干室内或至少高出地面 1.5m 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 1 h，再在 60 ℃～70 ℃条件下通风干燥 24h～ 48 h 成风干样品。刮风扬尘天气或空气质量差的地区，严禁在室外晾干样品。
   3) 将风干样品置于玛瑙研钵中进行研磨，使样品全部通过 0.42 mm~0.25 mm（40 目～ 60 目）尼龙筛，混合均匀成待测试样。
b) 鲜样加工方法：
   1) 新鲜样品用清水清洗干净后，用干净纱布轻轻擦干样品后直接用组织捣碎机捣碎，混合均匀成待测试样；
   2) 含纤维较多的样品，如根、茎（秆）、叶等，不能用捣碎机捣碎时，可用不锈钢刀或剪刀将样品切剪成小碎片，混合均匀成待测试样。

8.1.2.4 农作物样品进行初步加工后，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，铺成一个圆形，过中心线画十字线，把圆分为四等份，取对角线两等份，如此继续缩分至所需数量为止。
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。先用清水将样品洗净晾至无水后，垂直放置，中间部分横切，然后上下两部分分别进行对角线切割，除去不可食部分，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、水果等含大量水份的样品在野外称量后打浆，取 1 000ml 于玻璃瓶中，及时送实验室待测，对含少量水份的样品直接取样密封后送实验室进行低温冷冻干燥制样后进行检测。

8.1.2.5 测试锌、铅的样品，避免使用橡胶类工具，以免污染样品。

8.1.2.6　不同农作物送测部位见表 3。富硒稻米检测样品为三级大米，加工要求见 GB 1354。

表 3　不同农作物测试部位及要求

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

8.1.3　大气干湿沉降物样品处理

8.1.3.1　干沉降物总量测定

当干湿沉降物样品总量较少时，采取以下方法计算干沉降物总量：

a)　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)，用具有橡皮头的玻璃棒把缸壁擦洗干净，将缸内溶液和尘粒全部转入 500 mL 烧杯中；

b)　在电热板上蒸发，使体积浓缩到 10 mL～ 20 mL，冷却后用水冲洗杯壁，并用具有橡皮头的玻璃棒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，称量至恒重，并按下式计算：

公式：

$$M = \frac{m_{\mathrm{i}} - m_{\mathrm{o}} - m_C}{S \times \mathrm{n}} \times N \times 10^4 \quad \cdots\cdots (1)$$

式中：

M——每月或每年单位面积干湿沉降物总量，单位为克每平方米（g/m^2）；

m_I——干湿沉降物、瓷坩埚和水溶液蒸发至干，并在65℃±5℃条件下烘干、恒重后的质量，单位为克（g）；

m_0——在65℃±5℃条件下烘干的瓷坩埚质量，单位为克（g）；

m_c——与采样操作等量的水溶液蒸发至干，并在65℃±5℃条件下烘干、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^2）；

n——采样天数，准确到0.1 d；

N——计量天数，如计量单位为月，则N=30；如计量单位为a，则N=365。

8.1.3.2 干湿沉降物总量测定

8.1.3.2.1 适用情况

当干湿沉降物样品总量较多时，经野外处理及实验室处理方法后获得干湿沉降物中某金属元素总量。

8.1.3.2.2 野外处理

8.1.3.2.2.1 接尘缸放置 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。

a) 将上清液搅拌均匀，取上清液 2 500 mL 至塑料容器中，用于检测溶液中固形物和其他须检测项目。其中，取上清液至 500 mL 塑料容器中，加入硝酸溶液（1+1，保护剂）10 mL，用于检测溶液中的金属元素；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，用于检测溶液中的汞；剩余的 1 500 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。

b) 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。

8.1.3.2.2.2 若样品无法澄清，则全部用 0.45 μm 的聚酯纤维滤膜全部过滤，并测定清液的总体积或质量，同 8.1.3.2.2.1a)取样送实验室。

a) 滤网上部物质过滤完成后，需将滤膜阴干至半干燥状态，带上一次性聚乙烯手套拆叠滤膜，并将滤膜边部折叠，以避免悬浮物脱落，每一张滤膜装一个塑料袋，塑料袋编号，一起放入纸袋中编号送实验室。要求每批送测样品中，留两张空白滤膜进行空白分析用。

b) 实验室收到样品后，应将滤膜和悬浮物移至在 65 ℃± 2 ℃条件下已恒重的称量瓶中，于烘箱中在 65 ℃条件下烘干并称重，记录悬浮物质量。反复烘干、冷却、称量，直至两次称量的质量差小于或等于 0.5 mg。

8.1.3.2.3 **实验室处理**

8.1.3.2.3.1 将 8.1.3.2.2.1b)野外处理的样品用 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低于 65 ℃条件下烘干，称重，制成分析样。

8.1.3.2.3.2 按相应分析方法将 8.1.3.2.2.1a)野外处理得到的样品和 8.1.3.2.3.1 实验室处理得到的样品测定固形物和金属元素，并换算总体积的固形物及总金属量。溶液样品应经过硝化处理后，再进行测定。

8.1.3.2.3.3 按照以下公式计算干湿沉降物中某金属元素的总质量：

$$\text{干湿沉降物总质量} = \text{8.1.3.2.3.1分析样质量} + \text{溶液固形物总质量} \quad \cdots\cdots (2)$$

$$\text{干湿沉降物中某金属元素质量分数} = \frac{\text{8.1.3.2.3.1分析样中某金属元素质量} + \text{溶液中某金属元素质量}}{\text{干湿沉降物总质量}} \quad \cdots\cdots (3)$$

$$\text{干湿沉降物中某金属元素总质量} = \text{干湿沉降物中某金属元素质量分数} \times \text{实际分析样质量} \quad \cdots (4)$$

8.2 样品分析与质量要求

8.2.1 土壤样品分析

8.2.1.1 土壤元素全量

8.2.1.1.1 在选择分析方法配套方案时，应根据规范和用户质量要求以及各类元素不同分析方法质量参数水平，从中选择质量参数好的分析方法作为首选方法；同时考虑方法适用范围、成本、效率，进行合理优化配套组合。土壤元素全量、pH、有机碳（C_{org}）等指标的分析检出限见表 4。

表 4 土壤元素全量分析检出限要求

元素或指标	检出限	元素或指标	检出限	元素或指标	检出限
As	1	Mn	10	Sn	1
B	1	Mo	0.3	Zn	4
Cd	0.03	N	20	V	5
Cl	20	Ni	2	SiO_2	0.1
Co	1	P	10	TFe	0.05

Cr	5	Pb	2	MgO	0.05
Cu	1	Tl	0.1	CaO	0.05
F	100	S	30	K_2O	0.05
Hg	0.0005	Sb	0.05	Corg	0.1
I	0.5	Se	0.01	pH	0.10
注 1：单元素分析检出限为 μg/g。 注 2：氧化物及有机碳分析检出限为%。 注 3：pH 量纲为一。					

8.2.1.1.2 表 4 是土壤全量分析方法的最低要求，能否满足某一测区样品分析要求，还需以各元素报出率来衡量。报出率达到 100 %时，说明所用分析方法检出限完全满足要求；报出率为 95 %时，说明所用分析方法检出限基本满足要求；报出率低于 95 %，说明所用分析方法不能满足样品分析要求，必须采取措施降低方法检出限，或采用检出限更低的分析方法。

8.2.1.1.3 用国家一级标准物质(GBW 系列)检验分析方法的准确度。对选用的国家一级标准物质(可从 16 个土壤国家一级标准物质中选择 12 个标准物质)，用选定的分析方法对每一个标准物质进行 12 次分析，并分别计算每个标准物质平均值与标准值之间的对数偏差($\Delta\lg\bar{c}$)，或平均值和标准值之间的平均相对误差($\overline{RE}$)。标准物质平均对数偏差($\Delta\lg\bar{c}$)的允许限见表 5。各元素分析方法准确度合格率要求 98%。

表 5 分析方法准确度、精密度要求

含量范围	准确度	精密度
	$\overline{\Delta\lg C}$ (GBW) = $\lvert\lg\overline{C_i} - \lg C_S\rvert$	$RSD(GBW)=\frac{\sqrt{\frac{\sum_{i=1}^{i}(C_i-C_S)^2}{n-1}}}{C_S}\times 100\%$
检出限 3 倍以内	≤0.1	17%
检出限 3 倍以上（含 3 倍）	≤0.05	10%
>1%	≤0.04	8%
注1：$\overline{C_i}$ 为每个GBW标准物质12次实测值的平均值，C_S为GBW标准物质的标准值。 注2： n 为每个GBW标准物质测量次数，C_i为每个GBW标准物质单次实测值。		

8.2.1.1.4 按 8.2.1.1.3 的方法对每一个标准物质进行多次测定，并计算每一个标准物质多次测定数据的相对标准偏差(RSD)用来检验分析方法精密度，相对标准偏差的允许限见表 5。各元素分析方法精密度合格率要求 98%。

8.2.1.2 土壤元素有效态

8.2.1.2.1 不同元素有效态和元素浸提性含量分析对试样的粒度、质量和状态要求不同（见表 6）。

表 6 土壤元素有效态分析项目对样品的要求

分析项目	一次测试所需样品质量/g	样品粒度/mm	样品状态	分析项目	一次测试所需样品质量/g	样品粒度/mm	样品状态
铵态氮	1.0~2.0	2	风干土	有效钼	25.0	2	风干土
硝态氮	50.0	2	新鲜土	交换性锰	10.0	2	新鲜土
有效磷	5.0	2	风干土	易还原锰	10.0	2	新鲜土
缓效钾	5.0	2	风干土	有效硫	10.0	2	风干土
速效钾	5.0	2	风干土	有效硅	10.0	2	风干土
交换性钾、钠、钙、镁	2.0~5.0	2	风干土	有机质	1.0	0.149	风干土
阳离子交换量	2.0~5.0	2	风干土	有效硼	20.0	2	风干土
有效铜、锌、铁和浸提性铅、钴	10.0~25.0	2	风干土	pH	10.0	2	风干土

8.2.1.2.2 土壤中元素有效态和元素浸提性含量分析方法，等效采用 LY/T 1230、LY/T 1231 和 LY/T 1233 等。分析方法允许在浸提原则（浸提剂及浸提条件）不变的情况下，对取样量、测定方法进行适度调整，但无论采用何种方法测定，其方法检出限必须满足表 6 要求。

8.2.1.2.3 表 7 所列各元素方法检出限要求是指用于元素有效态和元素浸提性分析方法的最低要求，能否满足某些测区样品分析要求，还需以各元素的报出率来衡量，报出率低于 85%时，必须采取有效措施降低分析方法检出限，以满足评价工作要求。

8.2.1.2.4 分析方法的准确度及精密度，应采用国家一级标准物质进行控制。选择 2 个～3 个标准物质，每个标准物质测定 5 次～8 次，测定结果按单个元素单个标准物质计算测定值与标准值的相对误差（$RE = \frac{|C_i - C_S|}{C_S} \times 100\%$），其测量值与标准值的相对误差允许限，等同于采用样品分析相对偏差允许限，以考查分析方法的准确度。同时计算 5 次～8 次测定的 RSD，以考查分析方法的精密度，RSD 要求≤20%。

表 7 土壤元素浸提性、交换性及有效态等含量分析方法检出限

项目	检出限	项目	检出限	项目	检出限
铵态氮	1.25μg/g	有效硫	0.10μg/g	有效铜	0.02μg/g
硝态氮	1.25μg/g	有效（活性）硅	0.10μg/g	有效锌	0.02μg/g
有效磷	0.25μg/g	有效铁	0.02μg/g	浸提性钴	0.02μg/g
速效钾和交换性钾、钠	1.25μg/g	有效硼	0.005μg/g	浸提性铅	0.02μg/g
缓效钾	1.25μg/g	有效（活性）锰	0.01μg/g	阳离子交换量	2.5 m mol/L
交换性钙和镁	1.25μg/g	有效钼	0.005μg/g	有机质	250μg/g

8.2.1.2.5 样品分析质量要求如下：

a) 对所要分析的样品先进行 pH 测定，以 pH=7.50 为界，分为中、酸性土壤和碱性土壤两大类，pH ≤7.50 为中、酸性土壤，pH>7.50 为碱性土壤，按类编码、分批，并按不同土类采用不同浸提剂进行浸提。

b) 元素有效态样品分析的准确度控制。每一分析批次（50 件样品），密码插入 2 个与土壤酸碱性相匹配的国家一级标准物质与样品一同分析，每批分析完毕，按每个标准物质计算测量值与标准值之间的相对误差，并按表 8 的要求统计合格率，合格率要求达到 98 %。

c）元素有效态样品分析的精密度控制。按所送样品总数随机抽取 5%试样编成密码，交由熟练的分析技术人员单独进行重复分析，并按表 8 的要求统计合格率，合格率要求大于或等于 90 %。

表 8 元素有效态及浸提性分析相对偏差及绝对偏差允许限

测定项目	含量范围	相对偏差允许限 [a]	绝对偏差允许限 [b]

铵态氮、硝态氮、速效钾、缓效钾	> 50 mg/kg	5 %	—
	≤ 50mg/kg	—	2.5mg/kg
有效磷	> 10mg/kg	10 %	—
	2.5 mg/kg ~10mg/kg	20 %	
	≤ 2.5mg/kg	—	0.5 mg/kg
交换性钾、钠、钙、镁	> 100m mol/kg	10 %	—
	>10 m mol/kg ~ 100 m mol/kg	20 %	
	≤ 10m mol/kg	—	2m mol/kg
阳离子交换量	> 100m mol/kg	5 %	—
	≤ 100m mol/kg	—	5m mol/kg
有效硫、硅、铁、硼、锰、钼、铜、锌，浸提性钴、铅	> 1mg/kg	5 %	—
	>0.1 mg/kg~ 1mg/kg	10 %	
	≤ 0.1mg/kg	—	0.01mg/kg
有机质	> 10g/kg	5 %	—
	≤ 10g/kg	—	0.5g/kg
a 相对偏差=（|测定值－平均值|/平均值）×100 %。 b 绝对偏差=|测定值－平均值|。			

8.2.1.3 土壤元素形态

8.2.1.3.1 将送至实验室的样品经室温风干混匀后，缩分取土壤试样 200 g，采用玛瑙无污染样品制备机具将样品粉碎至 60 目（0.25 mm），装袋备用。

8.2.1.3.2 分析方法检出限要求见表 9。

8.2.1.3.3 形态分析方法的准确度是以土壤中元素全量分析作为标准，与各分态之和比较，计算其相对偏差($RD = \frac{|C_{总} - C_{全}|}{C_{全}} \times 100\%$)，其中 $C_{全}$为元素全量；$C_{总}$为元素各形态含量之和。要求 RD≤ 30%。形态分析方法的精密度，以同一份样品重复测定 8 次，计算各形态重复分析的 RSD，要求 RSD≤ 20%。

8.2.1.3.4 样品分析质量要求如下：

a) 形态分析样品准确度的控制，等同元素有效态样品采用分析方法的准确度考查办法。

b) 形态分析样品精密度的控制，按样品总数的 50%随机抽取重复性检验样品，基本样品与重复样一同分析。计算基本分析与内检分析测量值的相对双差[$RD = \frac{|A - B|}{1/2(A + B)} \times 100\%$]，应满足表 10 的要求。单元素单形态分析数据的合格率应大于或等于 85 %。

c) 残渣态是经分离水溶态、离子交换态、碳酸盐结合态、铁锰氧化物结合态和有机结合态后的残渣用氢氟酸分解后测定，不应采用总量与前 6 种形态之和相减求得，各形态加和总量不应低于 80 %，且不得高于 105 %，各形态总和超过全量 5 %以上者，必须检查原因，直至合格。

表 9 元素形态分析方法检出限

		检出限/(μg·g^{-1})						
元素	测定范围/(μg·g^{-1})	水溶态	离子交换态	碳酸盐结合态	弱有机结合态	铁锰氧化物结合态	强有机结合态	残渣态
Cu	0.05~ 1000	0.05	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1
Pb	0.1~ 200	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2
Zn	0.1~ 200	0.1	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	2
Co	0.05~ 200	0.05	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	1

Ni	0.05~ 200	0.05	0.3	0.3	0.5	0.3	0.5	2
Cd	0.005~ 200	0.005	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03
Cr	0.1~ 200	0.1	0.5	0.5	1.0	0.5	0.5	5
Mn	1~ 600	1	5	5	5	5	5	10
Mo	0.05~ 200	0.05	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.3
Se	0.005~ 20	0.005	0.010	0.005	0.005	0.010	0.005	0.01
Hg	0.001~ 2	0.001	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.005
As	0.05~ 100	0.05	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	1
Sb	0.005~ 100	0.005	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.05

表 10　形态检查分析监控限

含量范围/（μg·g^{-1}）	RD/%
≤3 倍方法检出限	80
>3 倍方法检出限	60

8.2.1.4　土壤元素价态

8.2.1.4.1　元素价态分析样品是指土壤元素形态中的水溶态和离子交换态中元素赋存的价态。价态元素是指在土壤中具有变价性质的元素，包括砷（As）、锑（Sb）、铬（Cr）、硒（Se）四种元素。

8.2.1.4.2　土壤样品元素价态分析样品一般应保存在磨口玻璃瓶或外套牛皮纸袋的密封聚乙烯袋中。

8.2.1.4.3　元素价态分析方法的检出限见表 11。

表 11　土壤样品元素价态分析方法检出限

元素	形态	价态	检出限/(μg·g^{-1})
砷（As）	水溶态 和离子交换态	As^{3+}	0.02
		As^{5+}	0.02
铬（Cr）	水溶态 和离子交换态	Cr^{3+}	0.05
		Cr^{6+}	0.02
锑（Sb）	水溶态 和离子交换态	Sb^{3+}	0.02
		Sb^{5+}	0.02
硒（Se）	水溶态 和离子交换态	Se^{4+}	0.01
		Se^{6+}	0.01

8.2.1.4.4　分析方法质量要求。采用在水样或土壤提取液中加入不同价态元素标准溶液进行标准加入回收试验（标准加入量应为 10 倍分析方法检出限量）考核分析方法的准确度，标准加入回收率应为 90%～ 110 %;采用样品多份重复分析考核分析方法的精密度,当样品中被测组份含量大于或等于 10 倍检出限量时，12 次测定的相对标准偏差（RSD）应小于 15 %。

8.2.1.4.5　分析样品质量要求如下：

a) 准确度控制。每一分析批次应做不少于 2 次不同价态元素标准溶液回收试验，当标准加入量为 10 倍方法检出限量时，标准回收率应为 90 %～ 110 %；

b) 精密度控制。每批分析样品应随机抽取 100 %的样品（不得少于 2 件样品）进行不同时间不同分析人员的重复性分析，计算双份分析的相对双差[$RD = \frac{|A - B|}{1/2(A + B)} \times 100\%$]，当样品含量在 3 倍检出限以内时，RD 应不大于 100 %，当样品含量在 3 倍检出限以上时，RD 应不大于 50 %。

8.2.1.5 土壤有机污染物

8.2.1.5.1 土壤有机污染物分析样品，按照以下要求进行储存与保管：

a) 样品需储存于干净的硬质玻璃容器内，并根据分析项目的稳定性注意保存；

b) 分析有机磷农药及易挥发性有机污染物等不稳定项目，需用新鲜土样，同时应另取 20 g 样品测定含水量，其它项目可用风干土样；

c) 分析土壤中的有机磷样品，采集后可在-18℃冷冻箱中保存 3 d～7 d；分析土壤中的有机氯样品，分析前应保存在-18℃冷冻箱中。

8.2.1.5.2 所使用的有机污染物的分析方法检出限应不低于国家标准或行业标准中的相关规定，土壤样品中部分有机污染物分析方法检出限参见表 12。

表 12 土壤样品中部分有机污染物分析方法检出限

类别	组分	检出限/(μg·g^{-1})
有机氯	六六六（包括α、β、γ、δ-HCH 四种异构体）	0.001~ 0.005
	滴滴滴（包括 o,p′-DDT；p,p′-DDE；p,p′-DDD；p,p′-DDT 四种异构体）	0.005~ 0.01
	氯丹	0.001
	艾氏剂	0.008
	七氯	0.008
	狄氏剂	0.005
	异狄氏剂	0.005
多氯联苯	二氯、三氯、四氯、五氯、六氯联苯	0.002~ 0.01
酚类	挥发性总酚	0.008
氰类	氰化物	0.1
重金属有机物	甲基汞	0.05
	烷基铅	0.002

8.2.1.5.3 采用样品中加入有机物标准品或进行标准加入回收试验，考核分析方法的准确度，其要求应不低于国家标准或行业标准中的相关规定。

8.2.1.5.4 分析样品质量要求如下：

a) 每一分析批次应做不少于 2 个有机物标准样品回收试验，当标准加入量为 10 倍方法检出限量时，标准回收率应在 85%～ 115 %，合格率应为 100 %。

b) 应随机抽取 20%的样品（不少于 2 件）进行不同时间的内检分析，计算基本分析与检查分析的相对双差[$RD = \frac{|A - B|}{1/2(A + B)} \times 100\%$]，当样品含量在 3 倍检出限以内时，RD 应不大于 100 %；当样品含量在 3 倍检出限以上时，RD 应不大于 50 %。合格率要求 90 %以上。

c) 过程控制空白试验中，每一分析批次至少插入 2 件空白试验样。

8.2.2 灌溉水样品分析

8.2.2.1 水质样品的分析方法均按照水质分析系列国家标准分析方法进行。

8.2.2.2 需进行可溶性、不可溶性金属含量分析的水样，需用 0.45 μm 滤膜过滤，滤液经酸化和硝化后，测量可溶性金属含量，滤膜残留物与滤膜一起消化，测量不可溶性金属量。

8.2.2.3 灌溉水部分分析指标的检出限要求见表 13。

表 13 灌溉水分析元素或指标的检出限

元素或指标	检出限 $mg \cdot g^{-1}$	元素或指标	检出限 $mg \cdot g^{-1}$	元素或指标	检出限 $mg \cdot g^{-1}$	元素或指标	检出限 $mg \cdot g^{-1}$
As	0.0004	Cd	0.05	Hg	0.0004	Pb	0.01
Ba	0.01	Cu	0.05	Mg	5	Se	0.0002
Be	0.005	Cr	0.004	Mn	0.01	Zn	0.05
Ca	8	Cl	1	Mo	0.001	酚	0.002
Co	0.05	F	0.05	Ni	0.03	pH	0.1（量纲为一）
CN^-	0.002	Fe	0.03	NO_2^-	0.003		

8.2.2.4 采用国家标准物质和加标回收两种方式进行分析方法的准确度和精密度控制。具体可按照 DZ/T 0130 中有关水质分析质量控制办法进行。

8.2.2.5 分析样品质量要求如下：

a)准确度控制。准确度的控制采用插入国家标准物质和加标回收两种方式进行：

1）标准样（或加标回收试样）对比分析：采用标准样（或加标回收试样）与样品同步进行分析。每一批试样在 10 件以下时，插入 1 个～ 2 个标准样品；10 个以上时，插入 2 个或 2 个以上标准样品。插入 1 个标准样品时，待测元素浓度应在工作曲线的中间部位。插入 2 个或 2 个以上标准样品时，待测元素浓度应在工作曲线的高、中、低三个部位。单个统计标准样品测量值与参考值的相对误差 $RE = \left[\left|C_i - C_S\right| / C_S\right] \times 100\%$，$RE \leq \frac{1}{\sqrt{2}} RD$（RD 为样品分析的允许相对双差）即判定为合格，超出此范围即为不合格。当标准样品不合格时，应及时查找原因，直至合格。

2）加标回收：样品加标回收检验（一般可用天然水样加入已知值的待测元素），标准加入量不得超过测定上限的 4/5。每批试样在 10 件以下时，加标回收试样数为 2 份～ 3 份；10 件以上时，加标回收试样数为 3 份～ 4 份。加标回收率在 90 %～ 110 %范围内为合格，否则应予返工。

b)精密度控制。采用以下重复分析的方法进行精密度控制：

1) 每一批试样随机抽取 20%作为检查分析样，一批试样少于 10 件时，检查比例应增加至 30 %～50%；

2) 重复分析应随机抽取，编成密码，可由不同人员分析，也可由同一人完成；

3) 重复分析的相对双差（RD）按 DZ/T 0130 有关水质分析允许偏差的要求执行。

c) 过程控制空白试验中每一分析批次至少插入 2 件空白试验样。

d) 所有元素的报出率应大于 90 %。

8.2.3 大气干湿沉降物样品分析

大气干沉降物和湿沉降物中各项指标分析方法、质量控制分别参照8.2.1和8.2.2执行。

8.2.4 农作物样品分析

8.2.4.1 样品室内处理：

a) 农作物（包括稻谷、大米、小麦、玉米、豆类、茶叶等）的果实及根、茎、叶，蔬菜的果实及

根、茎、叶应在刚采集的新鲜状态下冲洗，除去粘附土壤和因施肥、喷农药引起的污染，然后再用蒸馏水冲洗 1 次～ 2 次，在室温下晾干。

b) 将洗净的稻谷、大米、玉米、豆类、茶叶按下列要求处理：

1）分析易变化的成分(如硝态氮、氨态氮、氰、无机磷、水溶性糖、维生素等)，须用新鲜样品，如需短期保存，须在冰箱中冷藏；

2) 分析不易变化的成分(常量元素和微量元素)，在80℃~90℃烘箱(最好用鼓风烘箱)中烘15min~30min，然后降温至60℃~70℃，逐尽水分，时间大约12h~24h。

c) 瓜果的可食部分按分析要求取足样品，直接用捣碎机捣碎后消化分析。

d) 蔬菜经切碎后捣碎或打浆后消化分析。

e) 农产品和瓜果的根、茎、叶，经洗净后，用专门的切碎机切碎或用不锈钢工具切碎后，再用无污染破碎机粉碎至 20 目～ 40 目（0.84 mm～0.42 mm）过筛，干燥后消化分析。

8.2.4.2 农作物不同测试指标的分析方法需执行国家标准给出的方法，如果没有国家标准可供选择时，也可用其他分析方法，但应符合表 14 分析检出限要求，分析质量参数必须达到国家标准分析方法要求。

表 14 农作物样品分析方法检出限要求

元素	大米、水稻		脱水蔬菜	
	检出限/(μg·g^{-1})	允许限/(μg·g^{-1})	检出限/(μg·g^{-1})	允许限/(μg·g^{-1})
Hg	0.01	0.02	0.005	0.01
As	0.3	0.7	0.3	0.5
Pb	0.1	0.5	0.1	0.2
Cd	0.1	0.1～0.2	0.03	0.05
Cr	0.5	1.0	0.2	0.5
Cu	1.0	10	1.0	10
Zn	1.0	50	1.0	20
Ni	0.1	0.4	0.1	0.3
F	1.0	1.0～1.5	1.0	1.0
Se	0.005	0.3	0.005	0.3
Ge	0.002		0.002	

8.2.4.3 采用标准物质与加标回收相结合的办法控制分析方法质量。选择同类型标准物质 1 个～ 2 个，每份样品分析 8 次，计算分析平均值与标准物质推荐值的相对误差($RE = \frac{|C_i - C_S|}{C_S} \times 100\%$)，要求 RE≤ 20 %，计算单个标样 8 份分析的 RSD，要求 RSD≤ 15 %。

8.2.4.4 分析样品的准确度和精密度要求如下：

a）准确度控制。每一批分析样品（不限样品数量），插入同类型标准物质 1 个～ 2 个与样品同时分析，并计算单个样品单次测定值与标准物质推荐值的相对误差 RE，要求 RE≤ 30 %，若无标准物质可供选择时，则采取加标回收方法控制，每一分析批次（不限样品数量）加入 2 份已知浓度的标准溶液与样品同时分析，加标回收率应控制在 90 %～ 110 %之间。

b）精密度控制。采用重复分析方法控制样品分析的精密度，每件样品进行 100 %的重复分析，双份分析的相对双差 RD≤ 30 %。

9 评价指标

9.1　1:250 000 土壤质量地球化学评价的土壤样品分析指标原则上为元素全量，确因评价工作需要时，可增加土壤养分元素的有效量、环境元素形态含量和六六六、滴滴涕等指标（见表 15）。

表 15　土壤养分和土壤环境评价指标

养分评价指标			环境评价指标		
必测指标	选测指标		必测指标	选测指标	
全量与有效量		有效量	全量		形态
有机质、氮、磷、钾、硼、锰、锌、铜、硒、钼及碱解氮[a]、速效磷[a]、速效钾[a]	钙、镁、硫、氯、铁、碘、氟、硅、锗、EC、全盐量、质地等	阳离子交换量、有效铁、有效硼、有效锰、有效锌、有效铜和有效钼等	土壤酸碱度、砷、镉、铬、汞、铅、镍、铜[b]、锌[b]、钴、钒	锑、铊、锡、六六六、滴滴涕、多环芳烃、多氯联苯等	砷、镉、铬、汞、铅、镍、铜、锌的水溶态、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
[a] 碱解氮、速效磷、速效钾为1: 250 000土壤质量地球化学评价的选测指标。 [b] 铜、锌作为土壤养分评价指标和环境评价指标，选择其中一种进行测试即可。					

9.2　1:50 000 土壤质量地球化学评价的土壤样分析指标为元素全量和碱解氮、速效磷、速效钾，部分样品可增加土壤微量元素有效量和砷（As）、镉（Cd）、汞（Hg）等重金属元素形态含量等指标（见表 15）。原则上，土壤养分元素有效量和重金属元素形态含量分析的样品同根系土，如需进行面积性样品采集，样点选择原则如下：

a)　能够代表 80 % 以上的土壤类型和土地利用类型；

b)　样品点选择要考虑土壤中元素含量和酸碱度（pH）、有机碳、质地等指标的变化范围；

c)　每种统计单元样品数要大于 30 件。

9.3　1:10 000～ 1:2 000 土壤质量地球化学评价的土壤样品分析指标可根据评价区土壤生态地球化学存在问题和土地质量管护、名特优农产品种植等实际工作需求，进行筛选后自行确定。评价指标筛选原则参见附录 C。

9.4　灌溉水、大气干湿沉降物和农作物评价指标见表 16。

表 16　灌溉水、大气干湿沉降物和农作物评价指标

灌溉水		大气干湿沉降物		农作物	
必测指标	选测指标	必测指标	选测指标	必测指标	选测指标
酸碱度、总磷（以 P 计）、总砷、总汞、总镉、六价铬、总铅、总铜、总锌、总硒、总硼	COD_{Cr}、全盐量、氯化物、硫化物、氟化物、氰化物、石油类、挥发酚、苯、三氯乙醛、丙烯醛等	砷、镉、汞、铬、铅	镍、铜、锌、硒、氟及有机污染物等	铅、镉、汞、砷、铬、硒·	苯并[a]芘等
注：COD_{Cr} 为以重铬酸钾为氧化剂测出的需氧量。					

9.5　不同地区根据评价区存在的生态地球化学问题可增加评价指标。

10　土壤质量地球化学等级

10.1　评价单元赋值

10.1.1 土壤养分地球化学等级、土壤环境地球化学等级与土壤质量地球化学综合等级划分的最小空间单位为评价单元。

10.1.2 当评价单元中有一个数据时，该实测数据即为该评价单元的数据，不考虑该评价单元内由插值形成的其它数据；当评价单元有 2 个以上的实测数据时，用实测数据的平均值对评价单元进行赋值，不考虑该评价单元内由插值形成的其它数据。

10.1.3 当单元中没有评价数据时，可用插值法或属性赋值法获得每个评价单元相应的评价数据。

10.1.4 插值法赋值主要用于平原、盆地、三角洲等地形相对平坦的地区，具体方法如下：

a) 首先对原始数据进行平均值、最大值、最小值和标准离差统计计算，用平均值±3 倍离差替代原始数据中的异常数据，即小于平均值-3 倍离差的数据用平均值-3 倍离差数据替代，大于平均值+3 倍离差的数据用平均值+3 倍离差数据替代；

b) 在进行数据插值时，一个网格或一个图斑中有 2 个以上数据时，不进行数据平均，用原始数据点进行插值；

c) 插值方法按照镉和汞相对误差最小原则自行确定。

1）计算土壤中镉和汞实测全量数据与插值后获得的镉和汞全量数据的相对偏差，分别统计各图斑镉和汞的 RE≤30%的比例，RE 的计算公式如下：

$$RE\% = \frac{|\text{插值} - \text{实测值}|}{\text{实测值}} \times 100\% \quad \cdots\cdots (5)$$

2）比较不同插值方法获得的 RE 值，选择 RE≤30%所占图斑比例最大的插值方法，当土壤镉和汞计算出的 RE 差异较大时，以镉元素的 RE 作为选择插值方法的依据。

d) 需对插值结果进行误差分析。随机抽取 20 %～30 %实测数据用于插值结果的相对误差分析，实测数据总量不得低于 30 件。用于相对误差分析的实测数据不参与等值线插值。对每一个图斑中的实测数据(如图斑内有两个以上实测数据，需用算术平均值)与图斑内插值数据进行相对误差计算，相对误差要求如下：

1) 图斑内各元素的相对误差小于或等于 30%的样本数占总样本数的比例大于或等于 85%；

2) 对于受人为因素影响较大的元素，如氮、汞、镉，图斑内相对误差小于或等于 30%的样本数占总样本数的比例大于或等于 70%。

e) 对通过插值法获得评价数据的图斑，应在成土母质类型、土壤类型、土地利用现状等方面与相邻图斑土壤实测数据进行对比，对明显不合理的数据需查找原因，并提出调整意见。

f) 在开展土地质量地球化学评价工作后，如土地利用类型发生变更，图斑赋值如下：

1）由多个地块合并为单一地块时，其变更后的单一地块质量属性需用变更前的质量属性，变更前多个单一地块有多个质量属性时，取其平均值；

2）由单一地块变更为多个地块时，变更后的多个地块需用变更前单一地块的质量属性。

10.1.5 地质条件复杂、地块碎小的丘陵、山地等地区，可选择属性赋值法对评价单元赋值。赋值采用属性约束下的空间距离相近原则，其约束的属性包括成土母质、土壤类型和土地利用类型。其中三种属性约束权重由大到小顺序为成土母质>土壤类型>土地利用类型。

10.2 土壤养分地球化学等级

10.2.1 划分标准

10.2.1.1 1:250 000 土地质量地球化学评价的土壤养分等级划分与图示如下：

a) 土壤中有机质、氮、磷、钾全量及土壤中氮、磷、钾、硼、钼、锰、铜、铁、锌等元素的有效量分级标准参见表 D.1；

b) 土壤中钙、镁、硼、钼、锰、硫、铜、锌、锗的分级标准是在参照全国淋溶层（A 层）土壤元素含量基础上，依据多目标区域地球化学调查获得的表层土壤分析数据统计给出，统计方法参见附录 D，各养分元素分级标准参见表 D.2；

c) 土壤硒、碘、氟分级标准是在按照多目标区域地球化学调查获得的表层土壤分析数据统计基础上，参照国内外相应的研究成果给出，等级划分与图示见表 17。

表 17 土壤硒、碘、氟等级划分及图示

指标		缺乏	边缘	适量	高	过剩
硒	标准值 $mg \cdot kg^{-1}$	≤0.125	0.125～ 0.175	0.175～ 0.40	0.40～ 3.0	> 3.0
	颜色					
	R:G:B	234:241:221	214:227:188	194:214:155	122:146:60	79:98:40
碘	标准值 $mg \cdot kg^{-1}$	≤1	1～1.50	1.50～5	5～100	>100
	颜色					
	R:G:B	198:217:241	141:179:226	84:141:212	31:74:127	15:36:62
氟	标准值 $mg \cdot kg^{-1}$	≤400	400～500	500～550	550～700	> 700
	颜色					
	R:G:B	253:233:217	251:212:180	250:191:143	227:108:10	152:72:6

10.2.1.2 1:50 000 土地质量地球化学评价的土壤养分地球化学评价指标划分标准可参照表 D.1、表 D.2 和表 17，也可以参照各省(直辖市、自治区)科研院所、土肥站及相关部门给出的土壤养分划分标准。

10.2.1.3 1:10 000～ 1:2 000 土地质量地球化学评价的土壤养分地球化学评价指标划分标准同 10.2.1.1 和 10.2.1.2，也可根据评价指标对土壤养分供给水平的影响程度及其重要性自行给出分级标准，具体方法参见附录 E。

10.2.2 划分方法

10.2.2.1 分别按照表 D.1、表 D.2 及各省(直辖市、自治区)的土壤养分分级标准，进行土壤单指标养分地球化学等级划分。土壤养分不同等级划分及图示见表 18。

表 18 土壤养分不同等级划分及图示

等级	一级	二级	三级	四级	五级
含义	丰富	较丰富	中等	较缺乏	缺乏
颜色					
R:G:B	0:176:80	146:208:80	255:255:0	255:192:0	255:0:0

10.2.2.2　分别按照表 17 对土壤硒、碘、氟进行单指标地球化学等级划分，不同等级的颜色与 R:G:B 见表 17。

10.2.2.3　土壤养分地球化学综合等级划分：

a）在氮、磷、钾土壤单指标养分地球化学等级划分基础上，按照公式(6)计算土壤养分地球化学综合得分 $f_{养综}$。

$$f_{养综} = \sum_{i=1}^{n} k_i f_i \quad \text{.....(6)}$$

式中：

$f_{养综}$—— 土壤氮、磷、钾评价总得分，$1 \leq f_{养综} \leq 5$；

k_i—— 氮、磷、钾权重系数，分别为0.4、0.4和0.2；

f_i—— 土壤氮、磷、钾的单元素等级得分，单指标评价结果为五等、四等、三等、二等、一等所对应的f_i得分分别为1分、2分、3分、4分、5分。

b)　土壤养分地球化学综合等级划分见表 19，不同等级的图示与 R:G:B 同表 18。

表 19　土壤养分地球化学综合等级划分

等级	一等	二等	三等	四等	五等
$f_{养综}$	≥ 4.5	<4.5~ 3.5	<3.5~ 2.5	<2.5~ 1.5	< 1.5

10.2.2.4　1:10 000～ 1:2 000 土地质量地球化学评价的土壤养分等级划分方法可参照 10.2.2.1 至 10.2.2.3，也可选择层次分析法、指数法等不同方法对土壤养分地球化学等级进行划分。

10.3　土壤环境地球化学等级

10.3.1　划分标准

10.3.1.1　1:250 000 和 1:50 000 土地质量地球化学评价的土壤中砷、镉、铬、铅、汞、镍、铜、锌和六六六、滴滴涕的环境质量等级划分标准同 GB 15618 中的二级标准值。

10.3.1.2　土壤酸碱度（pH）和盐渍化分级标准见表 20 和表 21。

表 20　土壤酸碱度（pH）分级标准

pH	＜5.0	5.0～＜6.5	6.5～＜7.5	7.5～＜8.5	≥8.5
含义	强酸性	酸性	中性	碱性	强碱性
颜色					
R:G:B	192:0:0	227:108:10	255:255:192	0:176:240	0:112:192

表 21　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
东北	0- 50 cm(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	

	100 cm 土体(全盐量)	< 0.1	0.1-< 0.3	0.3-< 0.5	
华北	0- 20 cm(Cl^-，SO_4^{2-})	0.15-< 0.25	0.25-< 0.40	0.40-< 0.60	
西北（不含新疆）	0- 30 cm(SO_4^{2-})	0.4-< 0.8	0.8-< 1.2	1.2-< 2.0	≥2.0
	0- 100 cm(SO_4^{2-})	0.3-< 0.6	0.6-< 1.0	1.0-< 1.5	≥ 1.5
新疆	0- 30 cm(全盐量)	0.554-< 0.727	0.727-< 0.866	0.866-< 1.345	≥ 1.345
	0- 100 cm(全盐量)	0.391-< 0.491	0.491-< 0.597	0.597-< 0.895	≥ 0.895
颜色					
R:G:B		218:238:243	146:205:220	49:132:155	33:88:104
*含盐量单位为%。					

10.3.1.3　1:10 000～ 1:2 000 土地质量地球化学评价的土壤环境地球化学评价指标划分标准可参照 GB 15618 中的二级标准值，也可根据评价指标对土壤环境质量的影响程度及其重要性自行给出分级标准，具体方法参见附录 E。

10.3.2　划分方法

10.3.2.1　按照公式（7）计算土壤污染物 *i* 的单项污染指数 P_i：

$$p_i = \frac{C_i}{S_i} \quad \text{.....(7)}$$

式中：

C_i—— 土壤中污染物指标i的实测质量分数，单位为毫克每千克（mg/kg）；

S_i——土壤中污染物*i*在GB 15618中给出的二级标准值，单位为毫克每千克（mg/kg）。

10.3.2.2　按照土壤单项污染指数环境地球化学等级划分界限值（见表 22），分别进行 1:250 000 和 1:50 000 的单指标土壤环境地球化学等级划分。

表 22　土壤环境地球化学等级划分及图示

等级	一等	二等	三等	四等	五等
土壤环境	$P_i \leqq 1$	$1 < P_i \leqq 2$	$3 < P_i \leqq 3$	$3 < P_i \leqq 5$	$P_i \geq 5$
	清洁	轻微污染	轻度污染	中度污染	重度污染
颜色					
R:G:B	0:176:80	146:208:80	255:255:0	255:192:0	255:0:0

10.3.2.3　按照土壤酸碱度分级标准（见表 20）和土壤盐渍化分级标准（表 21），分别进行 1:250 000 和 1:50 000 的土壤酸碱度和土壤盐渍化环境地球化学等级划分。

10.3.2.4　在单指标土壤环境地球化学等级划分基础上，,每个评价单元的土壤环境地球化学综合等级等同于单指标划分出的环境等级最差的等级. 如砷(As)、铬(Cr)、镉(Cd)、铜(Cu)、汞(Hg)、铅(Pb)、镍(Ni)和锌(Zn)划分出的环境地球化学等级分别为四等、二等、三等、二等、二等、三等、二等和二等时,该评价单元的土壤环境地球化学综合等级为四等。

10.3.2.5　农作物可食部分的砷(As)、铬(Cr)、镉(Cd)、汞(Hg)、铅(Pb)重金属元素超标率、超标程度与土壤中 As、Cr、Cd、Hg、Pb 含量范围存在较大出入时，可根据农作物可食部分的 As、Cr、Cd、Hg、Pb 有害元素超标率、超标程度对土壤环境地球化学等级进行适当调整。

10.3.2.6　1:10 000～ 1:2 000 的土壤环境地球化学等级划分方法可参照 10.3.2.1～ 10.3.2.5，也可按照评价指标在土壤中的含量水平、分布特征及其对生态安全的危害程度进行评价指标筛选、指标权重阈值、隶属函数模型和隶属值确定、评价参数计算与等级划分等，参见附录 C 和附录 E。

10.4　土壤质量地球化学综合等级

10.4.1　土壤质量地球化学综合等级由评价单元的土壤养分地球化学综合等级与土壤环境地球化学综合等级叠加产生。

10.4.2　在土壤盐渍化严重地区，每个评价单元内盐渍化划分等级为“强度”和“盐土”时，该评价单元的土壤质量地球化学综合等级分别调整为四等和五等。

10.4.3　土壤质量地球化学综合等级的表达图示与含义见表 23。

表 23　土壤质量地球化学综合等级表达图示与含义

土壤质量		土壤环境地球化学综合等级				
		清洁	轻微污染	轻度污染	中度污染	重度污染
土壤养分地球化学综合等级	丰富	一等	三等	四等	五等	五等
	较丰富	一等	三等	四等	五等	五等
	中等	二等	三等	四等	五等	五等
	较缺乏	三等	三等	四等	五等	五等
	缺乏	四等	四等	四等	五等	五等
含义		注 1：一等为优质，表明土壤环境清洁，土壤养分丰富至较丰富。 注 2：二等为良好，表明土壤环境清洁，土壤养分中等。 注 3：三等为中等，表明土壤环境清洁，土壤养分较缺乏或土壤环境轻微污染，土壤养分丰富至较缺乏； 注 4：四等为差等，表明土壤环境清洁或轻微污染，土壤养分缺乏或土壤环境轻度污染，土壤养分丰富至缺乏或土壤盐渍化等级为强度； 注 5：五等为劣等，表明土壤环境中度和重度污染，土壤养分丰富至缺乏或土壤盐渍化等级为盐土。				

11　灌溉水环境地球化学等级和大气干湿沉降物环境地球化学等级

11.1　灌溉水环境地球化学等级

11.1.1　灌溉水环境地球化学等级划分标准值同 GB 5084；

11.1.2　灌溉水中评价指标含量小于或等于该值时为一等，数字代码为 1，表示灌溉水环境质量符合标准；灌溉水中评价指标含量大于该值为二等，数字代码为 2，表示灌溉水环境质量不符合标准；数字代码为 0 时，表示该评价单元未采集灌溉水样品。

11.1.3　在灌溉水单指标环境地球化学等级划分基础上，每个评价单元的灌溉水环境地球化学综合等级等同于单指标划分出的环境地球化学等级最差的等级。如总砷、六价铬（Cr^{6+}）、总镉、总汞和总铅划分出的灌溉水环境地球化学等级分别为一等、一等、一等、一等和二等，该评价单元的灌溉水环境地球化学综合等级为二等。

11.2　大气干湿沉降物环境地球化学等级

11.2.1　大气干湿沉降物环境地球化学等级划分指标为镉（Cd）和汞（Hg）的年沉降通量密度，划分标准见表 24，标准值确定原则参见附录 F。

表 24　大气干湿沉降物环境地球化学等级划分标准

等级	年沉降通量密度/[mg·(m²·a)⁻¹]	
	Cd	Hg
一等	≤ 3	≤ 0.5
二等	> 3	> 0.5
注1：一等的数字代码为1。 注2：二等的数字代码为2。		

11.2.2　按照表 24 中给出的标准值，当大气干湿沉降物评价指标年沉降通量密度小于或等于该值时为一等，数字代码为 1，表示大气干湿沉降物沉降对土壤环境质量影响不大；当大气干湿沉降物评价指标年沉降通量密度大于该值时为二等，数字代码为 2，表示大气干湿沉降物沉降对土壤环境质量影响较大；数字代码为 0 时，表示该评价单元未采集大气干湿沉降物样品。

11.2.3　在大气干湿沉降物单指标环境地球化学等级划分基础上，每个评价单元的大气干湿沉降物环境地球化学综合等级等同于单指标划分出的环境地球化学等级最差的等级。如汞（Hg）和镉（Cd）划分出的大气干湿沉降物环境地球化学等级分别为一等和二等时，该评价单元的大气干湿沉降物环境地球化学综合等级为二等。

12　土地质量地球化学等级

12.1　在土壤质量地球化学综合等级基础上，叠加大气干湿沉降物环境地球化学综合等级和灌溉水环境地球化学综合等级，形成土地质量地球化学等级。

12.2　土地质量地球化学等级表达方式如下：

a)　当土地质量地球化学评价单元较大时，在评价单元上，土壤质量地球化学综合等级以颜色示出，灌溉水环境地球化学综合等级和大气干湿沉降物环境地球化学综合等级分别以十位和个位上的数字表示，即个位上的数字表示大气干湿沉降物环境地球化学综合等级，十位上的数字表示灌溉水环境地球化学综合等级(见表 25)；

b)　当土地质量地球化学评价单元较小时，或大气干湿沉降物与灌溉水采集样本较少时，可不采用在单元上用数字表示大气干湿沉降物环境地球化学综合等级与灌溉水环境地球化学综合等级

的方法，只用文字或表格进行大气干湿沉降物环境地球化学综合等级和灌溉水环境地球化学综合等级的统计与描述。

表 25　土地质量地球化学等级图示与含义

图示	R:G:B	含义
22	255:0:0	土壤质量地球化学综合等级为五等（劣等）；大气干湿沉降物、灌溉水环境地球化学等级均为二等，表示大气干湿沉降物中镉或汞的年沉降通量密度较大，灌溉水超标。
11	255:192:0	土壤质量地球化学综合等级为四等（差等）；大气干湿沉降物、灌溉水环境地球化学等级均为一等，分别表示大气干湿沉降物中镉或汞的年沉降通量密度较小，灌溉水符合水质标准。
20	255:255:0	土壤质量地球化学综合等级为三等（中等）；灌溉水环境地球化学等级为二等，表示灌溉水超标；大气干湿沉降物没有样本。
01	146:208:80	土壤质量地球化学综合等级为二等（良好）；灌溉水没有样本；大气干湿沉降物环境地球化学等级为一等，表示大气干湿沉降物中镉或汞的年沉降通量密度较小。
10	0:176:80	土壤质量地球化学综合等级为一等（优质）；灌溉水环境地球化学等级为一等，表示灌溉水符合水质标准；大气干湿沉降物没有样本。

13　重要土地质量问题评价

13.1　在对所调查区全面进行土地质量地球化学等级划分基础上，按照土地质量地球化学等级分布，分别统计不同行政区划、土壤类型、土地利用方式和成土母质所占面积和比例，量化土地质量评价成果。同时，针对土壤中有益元素与重金属元素分布异常所引起的土地质量问题开展重点评价工作。

13.2　重点评价工作依据有益元素或重金属元素异常组合与分布特征，应首先查明异常元素的成因类型，如属于自然成因，应大致确定岩石类型或沉积类型，对于由人为因素引起的重金属元素异常，应确定污染源与污染途径等。

13.3　重点评价工作针对可能造成不利影响的重金属富集问题，或具有较大开发价值的富硒土地等，一般应选择具有代表性的典型地区，研究这些元素的成因来源、迁移途径及可能产生的生态效应，对不同等级土地的规划利用前景进行评价。

13.4　依据重点评价工作对农作物各项有益与重金属元素分析结果，从生态效应方面对土地质量进行地球化学适应性评价，如富硒、富碘等特色农产品和名优特农产品评价，富硒大米的评价标准参照 GB/T 22499 或其他地方标准；对土壤、大气、灌溉水等污染严重地区进行农产品安全性评价，并对评价区农业种植结构调整、污染土壤治理、土地规划利用和土地质量监测等提出建议。

13.5　一般评价工作从 1:250000 较小比例尺至 1:50000、1:10000 较大比例尺，上述各项评价工作程度也应逐步提高，评价成果应更加具体和有针对性，以适应不同层级土地科学规划、管护和利用的需要。

14　图件编制、数据库与报告编写

14.1　图件

编制的图件主要为基础图件、实际材料图和最终成果图。最终成果图应直观反映土地质量地球化学等级、空间展布及分布面积等状况。

14.1.1 基础图件

根据不同尺度的评价工作，基础图件包括相应比例尺的地质图、地形地貌图、土壤类型图、土地利用现状图和第二次全国土地调查成果图。

14.1.2 实际材料图

包括各类介质采样点位图、航迹图及其他实际材料图。采样点位、样品编号、样品种类等信息应准确标注在相应比例尺的地形图、坐标校准后的遥感影像图或土地利用现状图上。

14.1.3 土地质量地球化学评价图及其应用性图件

14.1.3.1 元素地球化学图。该类型图包括土壤中氮、磷、钾等营养有益元素全量及有效量地球化学图，土壤中镉、汞、铅、砷、铬等重金属元素地球化学图，土壤酸碱度、有机质及其他理化指标的地球化学图。

14.1.3.2 土地质量地球化学评价图。该类型图包括土壤养分地球化学等级图、土壤环境地球化学等级图、土壤质量地球化学综合等级图和土地质量地球化学等级图等。其中，土壤养分地球化学等级图和土壤环境地球化学等级图又可分为：

a) 土壤养分地球化学等级图包括土壤养分单指标地球化学等级图、土壤养分地球化学综合等级图、土壤健康元素(硒、碘、氟等)地球化学等级图。
b) 土壤环境地球化学等级图包括镉、汞、铅等重金属元素单指标土壤环境地球化学等级图、有机污染物单指标土壤环境地球化学等级图、重金属元素土壤环境地球化学综合等级图、土壤酸碱度地球化学等级图、土壤盐渍化地球化学等级图等。

14.1.3.3 土地质量地球化学评价应用性图件.该类型图包括基本农田和高标准农田规划建议图、富硒农产品开发建议图、名优特农产品种植建议图、配方施肥建议图及土地规划利用建议图等。

14.2 数据库

14.2.1 数据库内容

14.2.1.1 根据土地质量地球化学评价比例尺，分别建立相应比例尺的土地质量地球化学评价数据库。通过对不同调查尺度完成的土地质量地球化学调查评价数据库汇总与集成，形成集数据检索、数据管理和应用服务为统一整体的全国土地质量地球化学评价信息系统。

14.2.1.2 不同尺度土地质量地球化学评价数据库图形数据包括工作布置图、点位图、地质图、土壤类型图、土地利用类型图、农用地分等定级图、土地质量地球化学等级图、土地利用规划建议图等。

14.2.1.3 数据表数据包括采样信息、图幅工作信息、分析结果数据、质量监控数据及其它相关信息，其它数据包括野外照片、统计图表、成果报告等。

14.2.2 数据整理与存储格式

14.2.2.1 对各类地球化学分析数据和相关信息资料及编制的各种图件分类进行整理，形成统一的数据格式，并能直接用于建库。

14.2.2.2 数据存储格式要求如下：

a) 图形数据：采用点、线、面矢量图形文件，可用 MapGIS 的.wt、.wp、.wl，ArcGIS 的.geodatabase、.shp 格式或 GeoMDIS（GeoExpl）的.geo 格式存储；
b) 点空间数据和属性数据主要指土地质量地球化学调查分析数据、空间坐标信息、采样点位信息和工作记录信息等，采用 Access 和 Excel 数据库和表格形式存储；

c) 图片数据主要指评价工作中记录的景观或景物图片，采用.bmp、.jpg、.tiff 图像数据格式存储；
d) 描述性资料指工作过程中记录的说明性文件，采用 Word 或纯文本文件格式；
e) 元数据库以工作区为单元采集，采用.XML 格式。

14.2.3 建库平台

14.2.3.1 为了实现土地质量地球化学评价数据管理与应用的标准化和一体化，以及数据资源的共享，同时考虑各省使用软件系统的针对性和特殊性，数据库建设宜采用：

a) 基于 MapGIS 6.7 以上的管理平台；
b) 基于 ArcGIS 9.0 以上的管理平台；
c) 区域地球化学数据管理信息系统 GeoMDIS(多目标版)；
d) Access 2003 以上；
e) Ms SQL Sever 2005 以上。

14.2.3.2 各省可根据实际情况选择 14.2.3.1 中的数据库与 GIS 软件系统，但要求是一体化的数据管理平台，同时不同软件系统间可以实现完整的数据交换。

14.2.4 数据目录存储

土地质量地球化学评价数据库成果按照图2所示的数据存储目录结构存放各类数据。

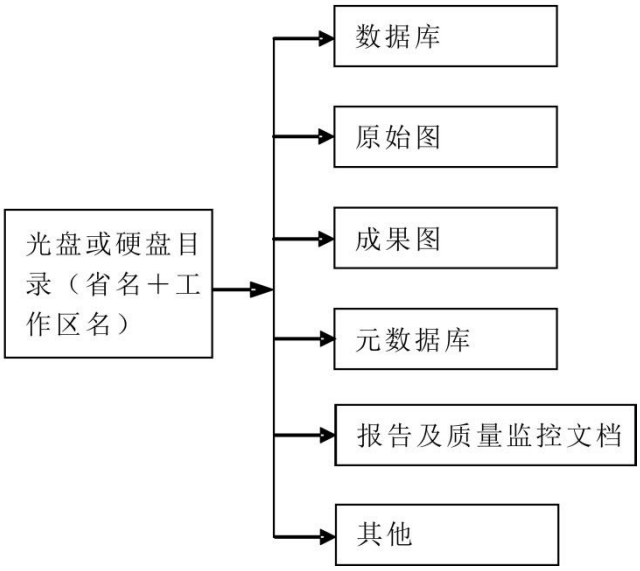


图 2 土地质量地球化学评价数据存储目录结构示意图

14.2.5 数据库提交与验收

14.2.5.1 各土地质量地球化学调查工作单位完成调查数据分析与成果数据库建设并经相关部门验收合格后，按照中国地质调查局有关数据提交要求提交各类土地质量地球化学评价数据库及相关资料。

14.2.5.2 有关专家组成验收组，对提交的数据进行全面验收，验收方法采用程序检查、检视、对比分析，必要时可调取原始分析记录抽查。

14.2.5.3 数据库提交并经验收合格后，由数据库建设组汇总、整理、入库，建立全国土地质量地球化学评价数据库及信息系统。

14.3 报告编写

土地质量地球化学评价实物工作完成后，需进行报告编写。报告编写大纲参见附录G。

附 录 A
（规范性附录）
设计书编写内容及要求

A.1 前言

A.1.1 目的任务

包括任务来源、任务书的主要内容、技术要点、工作起始时间、成果提交时间及预期成果等。

A.1.2 评价区概况

包括评价区行政区划、地理位置、坐标范围或图幅及编号、社会经济概况。

A.1.3 以往工作程度

包括以往土壤(土地)调查、养分调查与环境监测、农用地分等定级估价、地球化学调查评价等，以及与本次评价内容有关的成果及存在问题等。

A.2 区域环境背景及主要土地质量地球化学问题

A.2.1 区域环境背景

包括气象水文、地形地貌、水文地质、土壤类型、土地利用现状、无公害食品生产基地状况、人类经济活动等。

A.2.2 主要土地质量地球化学问题

包括土地质量地球化学问题的种类、分布、数量、规模与造成的危害及防治现状等。

A.3 评价内容及重点问题与关键技术

A.3.1 评价内容

依据任务书和土地质量地球化学评价规范，细化调查评价内容。调查评价内容包括查清土壤有益元素、健康元素和重金属元素及理化指标的含量范围与空间分布规律，进行土壤养分地球化学等级、土壤环境地球化学等级和土壤质量地球化学综合等级划分；查清灌溉水中重金属元素含量范围和大气干湿沉降物中重金属元素年沉降通量密度，进行灌溉水环境地球化学等级和大气干湿沉降物环境地球化学等级划分；进行土地质量地球化学等级划分；研究土壤重要元素成因来源、迁移转化与控制因素，开展农作物安全性、适宜性评价，提出土地资源规划利用、特色优质农产品开发、污染土地修复治理等项建议。

A.3.2 重点问题与关键技术

论述评价工作中需要重点解决的问题、关键技术和技术创新等。

A.4 技术路线及工作方案

A.4.1 技术路线

包括技术路线和评价流程等。

A.4.2 工作方案

包括工区布置、样品布置与采集、样品加工处理、数据分析、质量监控、等级划分与统计、图件、成果表达与应用等。

1:10 000～ 1:2 000的土地质量地球化学评价还需要增加指标筛选、权重赋值、隶属函数值计算等项内容。

A.5 工作部署

A.5.1 工作部署原则

根据任务书要求，有针对性地阐述总体工作思路和部署原则，说明各项工作间的衔接关系。

A.5.2 总体工作部署及年度工作部署

说明总体及年度工作安排的主要内容和工作量，当年工作安排要具体。

A.6 实物工作量

为完成目标任务设计的实物工作量，附工作量一览表。

A.7 预期成果及提交时间

A.7.1 预期成果

包括评价报告、图件和数据库。

A.7.2 成果提交时间

按照任务书要求，说明成果提交的时间。

A.8 组织机构及人员安排

A.8.1 组织管理

说明项目执行过程中的组织管理方式和组织结构。

A.8.2 项目组成员及分工

包括项目负责人简历、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、工作单位以及在项目中的分工、参加项目的工作时间等。

A.9 经费预算

同“地质调查项目设计预算编写要求”，包括编制说明和设计预算表。

A.10 质量保证与安全措施

A.10.1 质量保证措施

说明为保障任务完成而采取的各种质量保证措施，包括野外样品采集、处理过程中采取的措施、样品数据分析过程中的各项质量保证措施和提高工作人员技术水平所采用的技术培训措施等。

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、土壤类型图、土地利用现状图、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
（资料性附录）
各类样品采集记录卡

土地质量地球化学评价样品主要包括土壤、农作物及根系土、大气干湿沉降物和灌溉水等，各类样品采集记录卡参见表B.1、表B.2、表B.3和表B.4，不同评价地区可根据实际工作需要，适当增加样品采集记录卡中的内容。

表 B.1 土壤样品采集记录卡

地理位置	省(市)名称		地(市)名称		县(旗)名称	
	乡(镇)名称		村组名称		单元编号	
	农户姓名		地块或样品编号		地块位置	
	X(公里网)		Y(公里网)		海拔/m	
自然条件*	地貌类型		地形部位		通常地下水位/m	
	地面坡度/（°）		田面坡度/（°）		坡向	
	常年降雨量/mm		常年有效积温/℃		常年无霜期/d	
生产条件	农田基础设施		排水能力		灌溉能力	
	水源条件		输水方式		灌溉方式	
	熟制		典型种植制度		常年产量水平 kg·亩$^{-1}$	
土壤情况与地质背景	土壤类型		颜色		质地(手测)	
	土壤结构		障碍因素		侵蚀程度	
	耕层厚度/cm		采样深度/cm		成土母质	

施肥情况 [kg·(亩·a)$^{-1}$]	第一次	肥料种类					
			第一种	第二种	第三种	第四种	第五种	第六种
		名称						
		数量						
	第二次		第一种	第二种	第三种	第四种	第五种	第六种
		名称						
		数量						
	第三次		第一种	第二种	第三种	第四种	第五种	第六种
		名称						
		数量						

采样人		采样日期	

注1：“自然条件”、“生产条件”及“土壤情况与地质背景”中的“土壤结构”“障碍因素”“侵蚀程度”为选填内容。

注 2：1 亩=666.7m^2

表 B.2　农作物及根系土采样记录卡

_____县（市、区）镇（乡）村（大队）组（社）天气

<table>
<tr><td>农作物样品编号</td><td colspan="2"></td><td>根系土样品编号</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>作物品种</td><td colspan="2"></td><td>居民姓名</td><td colspan="2"></td></tr>
<tr><td>横坐标 X</td><td></td><td>纵坐标 Y</td><td></td><td>高程 Z</td><td></td></tr>
<tr><td colspan="6">植物样品类型（）1.籽实；2.根；　3.茎；　4.叶；　5.果实；　6.蔬菜</td></tr>
<tr><td>植物样品鲜重/g</td><td colspan="5">籽实(　　)；根(　　)；茎(　　)；叶(　　)；果实(　　)</td></tr>
<tr><td rowspan="5">根系土样品描述</td><td colspan="5">土壤类型：</td></tr>
<tr><td colspan="5">土壤颜色（）　1.紫色；2.红色；3.黄色；4.褐色；5.灰色；6.其它</td></tr>
<tr><td colspan="5">土壤粒度（）　1.粗；2 中；3 细</td></tr>
<tr><td colspan="5">土壤粘度（）　1.强；2 中等；3 弱</td></tr>
<tr><td colspan="5">土壤质地（）　1 .砂土；2.砂壤土；3. 轻壤土；4.中壤土；　5. 重壤土；　6. 粘土；　7.其他</td></tr>
<tr><td rowspan="2">农作物测产</td><td colspan="5">样方面积 [a]=50 cm×n[b]cm：
样方内有效穗数：
每亩穗数=有效穗数/样方面积× 666.7：</td></tr>
<tr><td colspan="5">20 穗实粒数/粒：
平均每穗实粒数粒/粒：
千粒重/kg：
理论产量 [c]=（每亩穗数×平均每穗实粒数×千粒重）/1 000：</td></tr>
<tr><td rowspan="2">年产量/（kg·亩$^{-1}$）</td><td>自测</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>访问</td><td colspan="4"></td></tr>
<tr><td>主要用肥类型及年施肥量
kg·亩$^{-1}$</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>采样点周围土壤特性描述</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>采样点周围环境描述</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td>备注（附近采集其他作物情况记录）</td><td colspan="5"></td></tr>
<tr><td colspan="6">**注：**“农作物测产”为选填内容。</td></tr>
<tr><td colspan="6">a　样方面积单位为m^2。
b　n＝播幅＋播距。
c　理论产量单位为kg/亩，实际产量可在理论产量的基础上乘以土地利用率(%)，再乘以95%(减去脱粒和收获损失5%)。</td></tr>
</table>

采样人：记录人：核对人：时间：年月日

表 B.3　大气干湿沉降物采样记录表

市：区：乡（镇、街道）：

缸号		样品编号	
容器体积	口径：　　cm；高度：　　cm；容器形状：		
位置		坐标	X　　Y　　Z
放置高度及环境			
放置起始时间	年月日	放置终止时间	年月日
采样点周围环境描述			
天气变化记录（降水类型）			
联系人及联系方式			
备注			

采集人：记录人：核对人：时间：年月日

表 B.4　灌溉水采集记录表

市：区：乡（镇、街道）：

样点编号		坐标及高程	*X:Y:Z:*
水渠或水系名称		灌溉水量/[m^3·(亩·年)$^{-1}$]	
pH		水温	
水样编号			
原水样编号		酸化水样编号 [每 1 000 ml 加入 10 ml HCl(1+1) 或 HNO_3(1+1)]	
碱化水样编号 [每 1000 ml 加入 2g 固体氢氧化钠]		测 Hg 水样编号 [加入 50 ml 浓 HNO_3 和 10 ml 5 % $K_2Cr_2O_7$ 溶液， 再注入 1 000 ml 水样]	
其他水样编号与 添加试剂			
照片	编号	拍摄时间	
采样水域特征描述			

采集人：记录人：核对人：时间：年月日

附 录 C
（资料性附录）
指标筛选与权重阈值

C.1 土地质量地球化学评价指标筛选原则

C.1.1 主导性原则

影响土地质量的土壤性质很多，如质地、土壤结构、有机质含量等，在众多的土壤性质中，有些性质起主导作用。因此，所选土地质量评价指标应是对其起主要影响的主导因子，以增强土地质量评价的科学性和简洁性。

C.1.2 系统性原则

土地资源利用是一个经济生态系统，因此应该用系统性观点选择评价指标，评价指标应能够反映土地资源利用的各个方面，如土地自然属性、经济发展和生态环境等。

C.1.3 独立性原则

该原则要求所选的指标体系能够尽量反映土地的全部属性。指标间不能出现因果关系，避免重复评价。

C.1.4 生产性原则

土地质量评价指标应选取那些影响土壤生产性能的土壤性质。

C.1.5 空间变异性原则

所选择的评价指标必须是在空间上有明显变化，存在着突变阈值的土壤性质，否则将有悖于评价目的。

C.1.6 定量与定性相结合的原则

尽量把定性的、经验性的指标进行量化，以定量为主。必要时对现阶段难以定量的指标采用定性分析，减少人为影响，提高精度。

C.1.7 实用性原则

所选的评价指标为多数客户接受并能应用于田间条件，数据容易测定，重现性好。

C.1.8 相对稳定性原则

评价指标一方面应是比较稳定的土壤性质，以便使据此指标评价的土地在一段时期内稳定；另一方面应是对气候和管理条件变化较敏感，使其能够监测出土地质量退化所导致的指标变化。

C.1.9 区域性原则

由于成土母质、成土过程和土地利用类型的多样性，影响土地质量的因素各不相同。因此，在指标选取、权重阈值等方面必须要体现不同区域的土地特点。科学、合理的指标体系不但可以在不同区域间进行比较，而且要正确反映区域土地的自然和社会经济条件。

C.2 土地质量地球化学评价指标筛选的基本方法

C.2.1 土壤养分指标重点选择相对低异常(缺乏)元素和指标。在评价区土壤中，按照土壤养分元素全量或有效态分级标准评价时，凡是丰富、较丰富和中等区占总评价区面积80%～90%的指标不参与评价。

C.2.2 土壤环境指标重点选择相对高异常(超标)元素和指标。在评价区土壤中，当pH> 6.5时，按照GB 15618评价得出的二级和一级土壤面积之和占总评价面积大于50%的指标不参与评价；当pH< 6.5时，按照GB 15618评价得出的二级和一级土壤面积之和占总评价面积大于80%的指标不参与评价。

C.2.3 对于适宜性含量范围相对较窄的元素（如Se、I和F），或具有生态环境特殊指示意义的元素（如Si、K、S、Cl、Ca等），应选择土壤中含量异常(过高或过低)程度较大的元素。

C.2.4 在进行多元统计分析时，彼此之间无显著关联性的初选指标可选作土地质量评价因子（参评指标）。

C.2.5 半方差函数也称为半变异函数，它是地质统计学中研究土壤变量空间变异性的关键函数，所谓半方差函数就是两点间差值方差的一半，如公式（C.1）：

$$\gamma(h) = \frac{1}{2N(h)} \sum_{i=1}^{N(h)} \left[Z(x_i) - Z(x_i + h) \right]^2 \quad \text{(C.1)}$$

式中：

$\gamma(h)$ ——实验半方差函数；

$Z(x_i)$，$Z(x_i+h)$——某变量的测定值；

$N(h)$ ——以h为间距的所有观测点的成对数目。

实验半方差函数要用球面模型、高斯模型等曲线拟合，得到理论半方差函数。在通常情况下，半方差函数值都随着样点间距的增加而增大，并在样点间距大于相关距离（a）时，该值趋于一个基本稳定的常数(C_0+C)，其中C_0为“块金值”，即h=0时的理论半方差函数值。一般选择a值相对较小、$C_0/(C_0+C)$值相对较大的指标参与土地质量评价。

C.3 必测指标和选测指标

C.3.1 表征土壤养分的必需大量元素氮（N）、磷（P）、钾（K）全量与有效量为必测指标。

C.3.2 表征土壤理化性质的pH、有机质为必测指标，阳离子交换量（CEC）和粘粒为选测指标，盐碱土和有盐碱化的土壤，电导率或钙（Ca）、镁（Mg）、硫（S）和氯（Cl）为必测指标。

C.3.3 表征土壤环境质量的砷（As）和镉（Cd）等重金属元素2项～3项为必测指标，南方土壤酸化严重地区，重点考虑镉（Cd）、铅（Pb）和汞（Hg）等重金属元素，北方碱性土壤或存在氟（F）、硒（Se）、砷（As）中毒地区，重点选择F、Se和As。

C.3.4 表征农产品安全性的砷（As）、镉（Cd）、铝（Cd）、铬（Cr）和汞（Hg）等重金属元素含量为必测项目，农产品测定指标需与根系土测定指标相配套。

C.3.5 表征灌溉水和大气质量的各种元素含量及理化性质为必测指标。

C.3.6 对评价区农业生产具有重要意义的其他植物有益元素，也可作为评价指标，如钼（Mo）、锰（Mn）、硼（B）、铁（Fe）、硒（Se）等微量元素。

C.3.7 根据评价工作需要，重金属元素不同形态和有益元素有效态含量可作为评价指标。

C.4 评价指标权重赋值

C.4.1 对土地质量具有相同重要性的评价指标进行影响程度的两两比较，获得权重值。

C.4.2 不同类型的评价指标权重赋值原则如下：

a）评价指标为养分元素和有机质时，样品中元素或有机质含量丰富和中等比例越小，缺乏越严重，权重越大。反之，权重越小。

b）评价指标为土壤重金属元素或有机污染物时，样品中元素或有机质污染物含量越高，污染越严重，权重越大。反之，权重越小。

c）评价指标为pH、土壤质地、硒（Se）、碘（I）、氟（F）等指标时，样品中指标或元素含量x与O_1和x与O_2的差值（| x-O_1|和| x-O_2|）越大，权重越大。反之，权重越小。x为实测值，O_1和O_2值分别指评价指标为峰值型隶属函数时的两个最优值，参见E.4。

d）评价指标含量特征相近时，变程（a）越小、C_0/（C_0＋C）值越大，权重赋值越大。

附 录 D
（资料性附录）
土壤养分指标等级划分标准

D.1 土壤中养分的等级划分标准主要参照全国第二次土壤普查养分等级划分标准（六等），现将第五等标准与第六级标准进行合并；五级及五级以下的养分等级划分标准不变（参见表D.1）。

表 D.1 土壤氮、磷、钾等养分指标全量与有效量等级划分标准

指标	一级 （丰富）	二级 （较丰富）	三级 （中等）	四级 （较缺乏）	五级 （缺乏）
全氮/（$g\cdot kg^{-1}$）	＞2	>1.5~ 2	>1~ 1.5	>0.75~ 1	≤0.75
全磷[a]/（$g\cdot kg^{-1}$）	＞1	>0.8~ 1	>0.6~ 0.8	>0.4~ 0.6	≤0.4
全钾[a]/（$g\cdot kg^{-1}$）	＞25	>20~ 25	>15~ 20	>10~ 15	≤10
有机质/（$g\cdot kg^{-1}$）	＞40	>30~ 40	>20~ 30	>10~ 20	≤10
碳酸钙/（$g\cdot kg^{-1}$）	＞50	>30~ 50	>10~ 30	>2.5~ 10	≤2.5
有效硼/（$mg\cdot kg^{-1}$）	＞2	>1~ 2	>0.5~ 1	>0.2~ 0.5	≤0.2
有效铜/（$mg\cdot kg^{-1}$）	＞1.8	>1.0~ 1.8	>0.2~ 1.0	>0.1~ 0.2	≤0.1
有效钼/（$mg\cdot kg^{-1}$）	＞0.3	>0.2~ 0.3	>0.15~ 0.2	>0.1~ 0.15	≤0.1
有效锰/（$mg\cdot kg^{-1}$）	＞30	>15~ 30	>5~ 15	>1~ 5	≤1
有效铁/（$mg\cdot kg^{-1}$）	＞20	>10~ 20	>4.5~ 10	>2.5~ 4.5	≤2.5
有效锌/（$mg\cdot kg^{-1}$）	＞3	>1~ 3	>0.5~ 1	>0.3~ 0.5	≤0.3
有效硅/（$mg\cdot kg^{-1}$）	＞230	>115~ 230	>70~ 115	>25~ 70	≤25
有效硫/（$mg\cdot kg^{-1}$）	＞30	>16~ 30	≤16	—	—
有效钙/（$mg\cdot kg^{-1}$）	＞1 000	>700~ 1 000	>500~ 700	>300~ 500	≤300
有效镁/（$mg\cdot kg^{-1}$）	＞300	>200~ 300	>100~ 200	>50~ 100	≤50
碱解氮/（$mg\cdot kg^{-1}$）	＞150	>120~ 150	>90~ 120	>60~ 90	≤60
速效磷/（$mg\cdot kg^{-1}$）	＞40	>20~ 40	>10~ 20	>5~ 10	≤5
速效钾/（$mg\cdot kg^{-1}$）	＞200	>150~ 200	>100~ 150	>50~ 100	≤50
[a]全磷、全钾是指单质磷和单质钾。					

D.2 钙、镁、铁、钴、钒、锗、硼、钼、锰、硫、铜、锌等土壤养分等级划分标准按照以下步骤给出：

a) 对全国多目标区域地球化学调查的表层土壤(0～20 cm)数据分布形态进行检验，对不服从正态分布或对数正态分布的数据采用平均值± 3 倍离差连续剔除异常数据，直至服从正态分布或对数正态分布；

b) 按照 20 %、40 %、60 %、80 %百分位值进行适当调整后，给出上述元素五级至一级划分标准（见表 D.2）。

c) 考虑到土壤中硼、钼、锰、硫、铜、锌等微量元素和中量元素过量时，均会对农作物生长或土地质量产生危害，在参照国内外研究成果基础上，给出这些元素的上限值（参见表 D.2）。

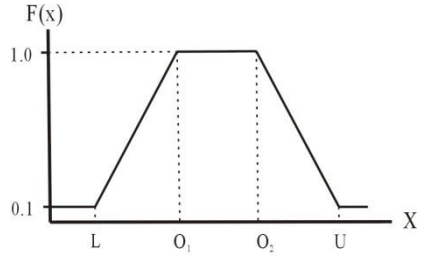
表 D.2 国家-省级/省级-区级土地质量评价钙、镁、硫等养分等级划分标准

指标	一级 （丰富）	二级 （较丰富）	三级 （中等）	四级 （较缺乏）	五级 （缺乏）	上限值
氧化钙/%	＞5.54	＞2.68~ 5.54	＞1.16~ 2.68	＞0.42~ 1.16	≤0.42	
氧化镁/%	＞2.15	＞1.70~ 2.15	＞1.20~ 1.70	＞0.70~ 1.20	≤ 0.70	
氧化铁[a]/%	＞5.30	＞4.60~ 5.30	＞4.15~ 4.60	＞3.40~ 4.15	≤3.40	
钴/（$mg \cdot kg^{-1}$）	＞15	＞13~ 15	＞11~ 13	＞8~ 11	≤8	
钒/（$mg \cdot kg^{-1}$）	＞96	＞84~ 96	＞75~ 84	＞63~ 75	≤63	
锗/（$mg \cdot kg^{-1}$）	＞1.5	＞1.4~ 1.5	＞1.3~ 1.4	＞1.2~ 1.3	≤1.2	
硼/（$mg \cdot kg^{-1}$）	＞65	＞55~ 65	＞45~ 55	＞30~ 45	≤30	≥3 000
钼/（$mg \cdot kg^{-1}$）	＞ 0.85	＞0.65~ 0.85	＞0.55~ 0.65	＞0.45~ 0.55	≤ 0.45	≥4
锰/（$mg \cdot kg^{-1}$）	＞ 700	＞600~ 700	＞500~ 600	＞375~ 500	≤375	≥1 500
硫/（$mg \cdot kg^{-1}$）	＞ 343	＞270~ 343	＞219~ 270	＞172~ 219	≤172	≥2 000
铜/（$mg \cdot kg^{-1}$）	＞ 29	＞24~ 29	＞21~ 24	＞16~ 21	≤16	≥50
锌/（$mg \cdot kg^{-1}$）	＞84	＞71~ 84	＞62~ 71	＞50~ 62	≤ 50	≥200
[a] $\sum Fe_2O_3$。						

附 录 E
（资料性附录）
土地质量地球化学评价指标隶属度函数模型界限值

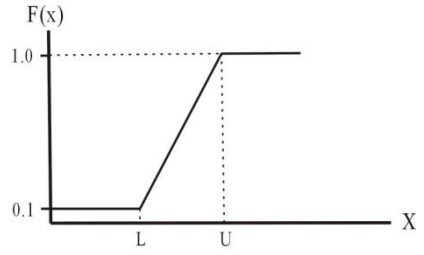
E.1 评价指标隶属函数模型及隶属值计算公式

土地质量地球化学评价指标采用图E.1所示的三种模型进行隶属值计算。



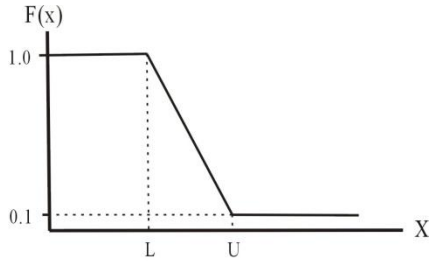
峰值型隶属度函数曲线

$$f(x)=\begin{cases}0.1 & x \le L,\quad x \ge U\\ 0.1+0.9(x-L)/(O_1-L) & L < x < O_1\\ 1.0 & O_1 \le x \le O_2\\ 1.0-0.9(x-O_2)/(U-O_2) & O_2 < x < U\end{cases}$$



戒上型隶属度函数曲线

$$f(x)=\begin{cases}1.0 & x \ge U\\ 0.1+0.9(x-L)/(U-L) & L < x < U\\ 0.1 & x \le L\end{cases}$$



戒下型隶属度函数曲线

$$f(x)=\begin{cases}0.1 & x \ge U\\ 1.0-0.9(x-L)/(U-L) & L < x < U\\ 1.0 & x \le L\end{cases}$$

注：

U——评价指标的上限值

L——评价指标的下限值

O_1，O_2——评价指标的最优值

x—— 评价指标的测定值

图 E.1 各种隶属函数模型及隶属值计算公式

E.2 不同评价指标采用的隶属函数模型

E.2.1　土壤酸碱度、质地和土壤健康指标采用峰值型隶属度函数模型。

E.2.2　土壤氮、磷、钾、硼、钼、锰等必需元素和有益元素、有机质采用戒上型隶属函数模型；评价区土壤中氮、磷含量高，且水体富营养化严重的地区，土壤磷和氮可采用峰值型隶属函数模型。

E.2.3　土壤砷、镉、汞、铅等重金属和有机污染物元素采用戒下型隶属函数模型。

E.3　评价指标分级

E.3.1　在评价区范围内，对表层土壤元素含量进行统计，不服从正态分布或对数正态分布的数据，进行平均值±3倍离差剔除异常数据，直至服从正态分布或对数正态分布。

E.3.2　对服从正态分布或对数正态分布的数据，按照等距法或累积频率曲线法对数据进行等级划分。

E.3.3　不同类型评价指标等级标准值所对应的含义参见表E.1。

表 E.1　不同类型评价指标等级标准的含义

隶属函数类型	元素或指标种类	一等	二等	三等	四等	五等
戒上型	氮、磷、钾、有机质、硼、钼等营养元素或指标	丰富	较丰富	中等	较缺乏	缺乏
戒下型	砷、镉、汞、铅等重金属元素及有机污染物	清洁	轻微污染	轻度污染	中度污染	重度污染
峰值型	土壤酸碱度、质地、硒、碘、氟等	缺乏	边缘	适量	高	过量

E.3.4　以某地区红壤中的有机质含量为例，说明划分方法：

a)　首先对数据进行异常值剔除；

b)　对符合要求的数据进行统计，绘出正态分布曲线图(参见图 E.2)，做出数据统计表(参见表 E.2)，并划定含量范围；

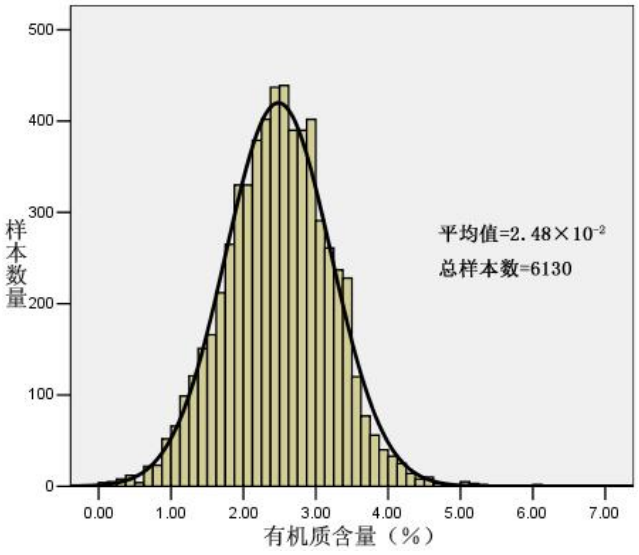


图 E.2　红壤中有机质含量正态分布曲线图

表 E.2　红壤中有机质含量统计表

样本数量	最大值/%	平均值/%	最小值/%	中位值/%
6130	6.03	2.48	0.02	2.5

c)　按照 20%、40%、60%和 80%的间隔，应用等距法和累积频率曲线法进行五级分级标准值划分（参见表 E.3）。

表 E.3　红壤有机质等级标准值

等级	有机质/ %	
	等距法	累积频率曲线法
一级	＞4.82	＞4.46
二级	>3.63~ 4.82	>3.42~ 4.46
三级	>2.42~ 3.63	>2.48~ 3.42
四级	>1.24~ 2.42	>1.35~ 2.48
五级	≤1.24	≤ 1.35

E. 4　隶属函数界限值确定

E. 4. 1　根据评价指标种类，确定所采用的隶属函数模型。

E. 4. 2　根据分级标准（参见表E.3）确定隶属函数界限值。隶属函数界限值与分级标准对应关系见表E. 4。

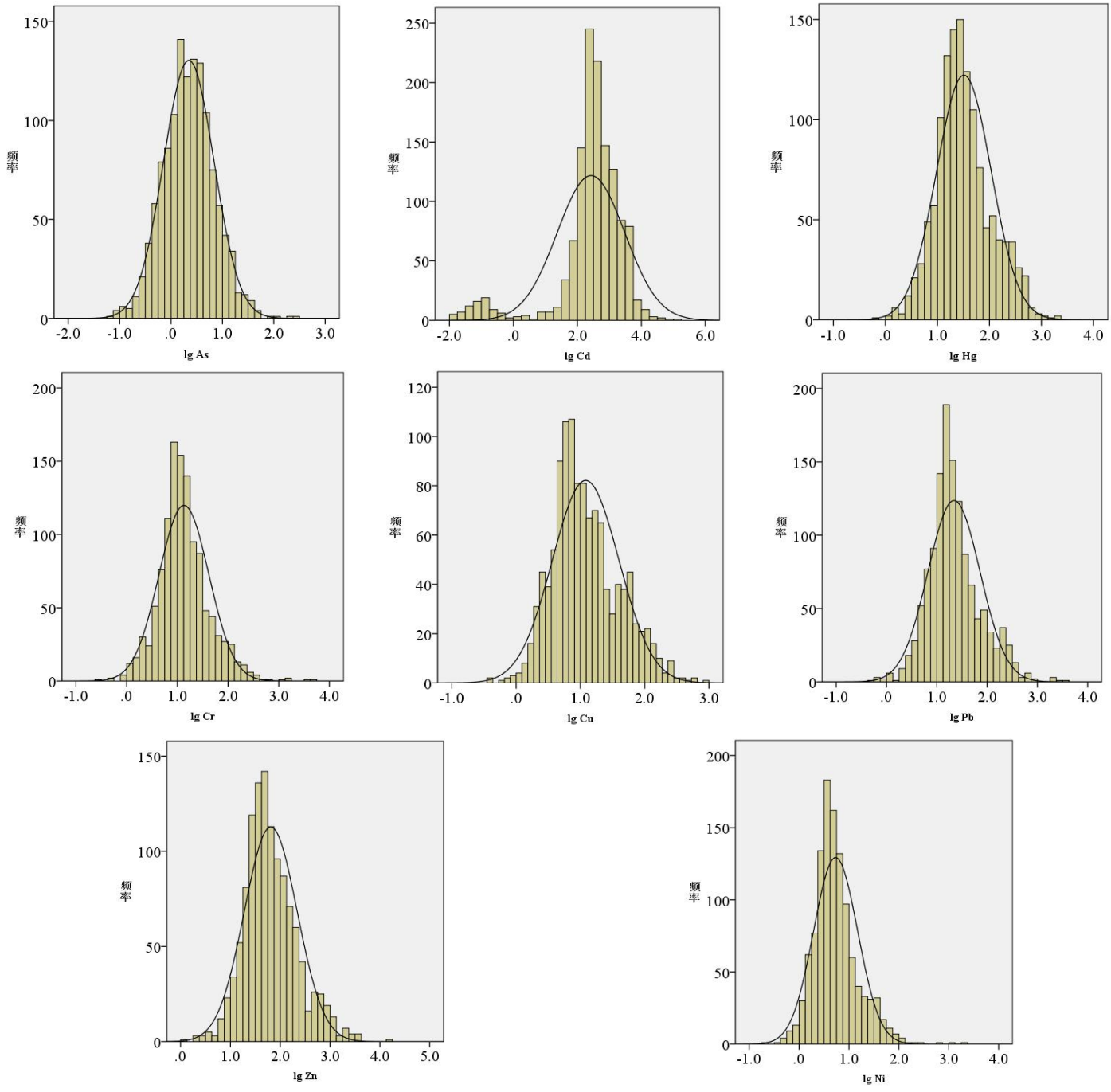
表 E.4　隶属函数界限值与分级标准对应表

等级	戒上型	戒下型	峰值型
一级	U	L	L
二级	—	—	O_1
三级	—	—	—
四级	—	—	O_2
五级	L	U	U

附 录 F
（资料性附录）
大气干湿沉降物环境地球化学等级划分标准确定原则

F.1大气干湿沉降物环境地球化学等级划分指标为大气干湿沉降物中重金属元素沉降年通量密度。

F.2 21 个省（直辖市、自治区）的1450件大气干湿沉降物中砷(As)、镉(Cd)、汞(Hg)、铅(Pb)、铬(Cr)、镍(Ni)、铜(Cu)、锌(Zn)沉降年通量密度频率分布图参见图 F.1，多数元素服从对数正态分布。



注：Hg和Cd的单位为μ g/（m^2·a），其他元素的单位为mg/（m^2·a）

图 F.1　大气干湿沉降物中砷、镉、汞等元素年沉降通量密度频率分布图

F.3　按照对数正态分布，表F.1给出了各元素沉降年通量密度的几何平均值、标准偏差、最小值、最大值及0.5%、5%、10%、25%、50%、75%、80%、85%、90%、95%、99.5%的百分位数统计值。

表 E.5　全国大气干湿沉降物中砷等重金属年沉降通量密度统计值

		砷	镉	汞	铅	铬	铜	锌	镍
几何平均值		2.45	482.17	36.03	22.99	15.08	13.09	70.11	5.90
标准偏差		11.571	4603.498	8465.619	190.959	198.265	57.219	570.041	75.570
最小值		0.062	0.010	0.603	0.461	0.256	0.367	1.219	0.223
最大值		278.702	118470.408	219774.851	4032.924	5241.401	914.170	15757.469	2071.986
百分位数	0.5%	0.116	0.024	1.520	0.968	0.949	0.822	2.691	0.551
	5%	0.367	0.227	6.582	4.018	2.180	2.233	10.703	1.295
	10%	0.522	46.461	10.350	5.763	3.781	2.951	16.040	1.733
	25%	1.024	166.083	17.736	10.557	6.994	5.333	29.003	2.878
	50%	2.192	350.310	33.999	18.476	11.929	9.983	54.428	4.685
	75%	4.552	1013.130	112.089	39.982	24.232	24.254	128.015	8.495
	80%	5.536	1309.349	171.332	51.046	28.718	35.285	164.085	10.628
	85%	7.005	1866.117	266.451	76.565	39.617	50.634	217.974	13.877
	90%	9.491	2929.475	512.300	118.319	60.781	65.106	309.920	22.430
	95%	14.706	4223.902	11513.340	217.354	109.521	110.035	662.597	36.666
	99.5%	47.407	20526.790	42211.309	768.389	624.497	368.729	3034.437	161.193
注：汞和镉的单位为μg/（m^2·a），其他元素单位为mg/（m^2·a）。									

F.4　对全国中东部主要农耕区 150×$10^4$$km^2$ 范围内的 375 000 个 0～20 cm 表层土壤中砷、镉等重金属元素含量数据进行统计，土壤中砷、镉、汞等 8 个重金属元素平均含量参见表 F.2。

表 E.6　不同年限达到 GB 15618 二级土壤环境标准值的大气干湿沉降物年通量密度值

元素	当前含量均值 mg·kg^{-1}	二类土壤限量值[a] mg·kg^{-1}	n 年后达到 GB15618 二级土壤限定值时大气干湿沉降物中各元素的最小年沉降通量密度/[mg·（m^2·a）$^{-1}$]		
			n=10	n=20	n=30
砷	10	30	464	232	155
镉	0.19	0.30	2	1	0.8
铬	65	250	5550	2775	1850
铜	24	50	616	308	205
汞	0.07	0.30	5	3	2
镍	27	40	305	152	102
铅	29	250	6630	3315	2210
锌	70	200	3656	1828	1219

[a] GB15618 中 pH 值小于 6.5 时的水田土壤二级标准值。

F.5　按照10 a、20 a和30 a时间段，由大气干湿沉降物沉降导致表层土壤中砷、镉等重金属元素含量达到GB 15618的二级土壤限定值，则大气干湿沉降物中砷、镉、铬等重金属元素年沉降通量密度参见表F.2。

F.6　对比表F.1和表F.2可以看出，以现今土壤镉、汞等元素的平均质量分数以0.19 mg/kg和0.07 mg/kg为起点，10 a后土壤镉、汞等元素含量分别达到0.30mg/kg和0.30mg/kg的二级标准值，则大气干湿沉降物中镉、汞年沉降通量密度应为2 mg/（m^2·a）和5 mg/（m^2·a）。

F.7　在大气干湿沉降物中重金属元素年沉降通量密度频率分布图上，镉相当于86.3百分位数上的年沉降通量密度，汞相当于92.9百分位数上的年沉降通量密度；而其他元素的年沉降通量密度远远低于要达到二级土壤环境质量限定值。例如，通过10 a大气沉降，砷达到二级土壤限定值所要求的年沉降通量密度为464 mg/（m^2·a），而现今实测到的砷年沉降通量密度最大值为278.702mg/（m^2·a）。

F.8　从大气沉降对土壤重金属含量的影响程度看，除镉、汞外，大气干湿沉降物中砷、铬、铅、铜、镍、锌等元素在短时期内的沉降对土壤环境质量下降影响不大。

F.9　为了保障经济快速发展和维持环境质量优良，大气干湿沉降物中镉和汞的年沉降通量阈值分别确定为3 mg/（m^2·a）和0.5 mg/（m^2·a）。

F.10　从目前大气干湿沉降物中镉和汞的年沉降通量密度情况看，所确定的阈值表明了90 %地区大气干湿沉降物中镉和汞的年通量密度是符合标准的。

附 录 G
（规范性附录）
成果报告编写提纲及要求

成果报告编写提纲及要求如下：

1. 前言

1.1 项目来源及任务目标

1.2 完成的工作量

1.3 主要成果概述

2. 评价区概况

2.1 自然地理、地质、地球化学及矿产资源概况

2.2 农业生产、土壤类型、土地利用现状

2.3 社会经济及工农业发展概况

2.4 多目标区域地球化学调查、生态地球化学评价及评价区土壤存在的地球化学问题

3. 工作方法技术及质量评述

3.1评价工作的重点内容、研究思路和方法技术

3.2 野外工作方法技术及质量评述

3.3 样品处理方法、分析测试方法及数据质量评述

3.4 土地质量地球化学评价方法

4. 土壤元素地球化学特征与等级

4.1土壤养分地球化学特征与等级

4.1.1 土壤氮、磷、钾、钙、镁、硫、有机质等养分元素与指标地球化学特征

4.1.2 土壤铁、锰、锌、铜、硼、钼、氯等微量元素地球化学特征

4.1.3 土壤硒、碘、氟等微量营养元素地球化学特征

4.1.4 土壤单元素或单指标养分等级

4.1.5 土壤养分地球化学综合等级

4.2 土壤环境地球化学特征与等级

4.2.1 土壤砷、镉、汞、铅、铬等重金属元素地球化学特征

4.2.1 土壤酸碱度地球化学特征

4.2.3 土壤盐渍化地球化学特征

4.2.4 土壤单元素或单指标环境质量等级

4.2.5 土壤环境地球化学综合等级

4.3 土壤质量地球化学综合等级

5. 大气干湿沉降物环境地球化学特征与等级

5.1 大气干湿沉降物元素含量及其空间分布

5.2 大气干湿沉降物年通量密度地球化学特征及其空间分布

5.3 大气干湿沉降物镉与汞的环境地球化学等级

5.4 大气干湿沉降物环境地球化学综合等级

6. 灌溉水环境地球化学特征与等级

6.1 灌溉水环境地球化学特征

6.2 灌溉水环境地球化学等级

7. 土地质量地球化学等级划分与评价成果应用

7.1 土地质量地球化学等级划分

7.2 重要土地质量地球化学问题评价

7.3 土地规划利用与经济社会效益分析

8. 附件

8.1 附图

主要包括：元素地球化学图册、土壤养分单指标与多指标综合等级图、土壤环境单指标与多指标综合等级图、土壤质量地球化学综合等级图、土地质量地球化学等级图、土地规划利用建议图等。

另外，选择性附图包括：农产品安全与农作物种植结构调整建议图、名优特农产品产地地球化学评价与种植建议图、名优特农产品产地地球化学评价与种植建议图、土壤科学配方施肥建议图等。

8.2 附表、数据库与参考文献

参 考 文 献

[1] GB 1351 大米
[2] GB 5009.11食品安全国家标准食品中总砷及无机砷的测定
[3] GB 5009.12食品安全国家标准食品中铅的测定
[4] GB 5009.15食品安全国家标准食品中镉的测定
[5] GB 5009.17食品安全国家标准食品中总汞及有机汞的测定
[6] GB 5009.93食品安全国家标准食品中硒的测定
[7] GB 5009.123食品安全国家标准食品中铬的测定
[8] GB 5084农田灌溉水质标准
[9] GB 15618土壤环境质量标准
[10]Bouma, J., 1989. Using soil survey data for quantitative land evaluation. In: Stewart, B.A.(Ed.), Advance in Soil Science. Springer-Verlag, New York, pp. 225–239.
[11] Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). A framework for land evaluation. FAO Soils Bulletin, 1976, 32: 72.
[12] Li,M., Xi, X.H., Xiao, G.Y., et al., 2014. National multi-purpose regional geochemical survey in China. Journal of Geochemical Exploration 139, 21–30.
[13] Manna, P., Basile, A., Bonfante, A., et al. 2009. Comparative land evaluation approaches: an itinerary from FAO framework to simulation modeling. Geoderma 150, 367–378.
[14] Soil Conservation Service(SCS), Land-capability classification//Agricultural Handbook 210.Washington, DC: U.S.Department of Agriculture,1961.
[15] Sonneveld, M.P.W., Broeke, M.J.D.H., Diepen, C.A.V., et al., 2010. Thirty years of systematic land evaluation in the Netherlands. Geoderma 156, 84–92.
[16] Yang, Z.F., Yu, T., Hou, Q.Y., et al., 2014. Geochemical evaluation of land quality in China and its applications. Journal of Geochemical Exploration 139, 122–135.