

NY

中华人民共和国农业行业标准

NY/T 1634—2008

耕地地力调查与质量评价技术规程

Rules for soil quality survey and assessment

2008-05-16 发布

2008-07-01 实施



中华人民共和国农业部 发布

前 言

本标准的附录 A、附录 B、附录 C 和附录 D 为规范性附录,附录 E、附录 F、附录 G 和附录 H 为资料性附录。

本标准由中华人民共和国农业部种植业管理司提出并归口。

本标准起草单位:全国农业技术推广服务中心、山东省土壤肥料总站、江苏省扬州市土壤肥料站、上海市农业技术推广服务中心、湖南省土壤肥料工作站。

本标准主要起草人:彭世琪、田有国、辛景树、李涛、任意、张炳宁、朱恩、张月平、孟晓民、黄铁平、汤建东。

耕地地力调查与质量评价技术规程

1 范围

本标准规定了耕地地力与耕地环境质量调查与评价的方法、程序与内容。

本标准适用于耕地地力与耕地环境质量的调查与评价,也适用于园地地力与园地环境质量的调查与评价。

2 规范性引用文件

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

- GB 12999 水质采样样品的保存和管理技术规定
- GB/T 2260 中华人民共和国行政区划代码
- GB/T 6920 水质 pH 的测定 玻璃电极法
- GB/T 7467 水质 六价铬的测定 二苯碳酰二肼分光光度法
- GB/T 7468 水质 总汞的测定 冷原子吸收分光光度法
- GB/T 7475 水质 铜、锌、铅、镉的测定 原子吸收分光光度法
- GB/T 7484 水质 氯化物的测定 离子选择电极法
- GB/T 7485 水质 总砷的测定 二乙基二硫代氨基甲酸银分光光度法
- GB/T 10114 县级以下行政区划代码编制规则
- GB/T 11914 水质 化学需氧量的测定 重铬酸盐法
- GB/T 14550 土壤中六六六和滴滴涕测定的气相色谱法
- GB/T 17138 土壤质量 铜、锌的测定 火焰原子吸收分光光度法
- GB/T 17141 土壤质量 铅、镉的测定 石墨炉原子吸收分光光度法
- GB/T 18407.1 农产品安全质量 无公害蔬菜产地环境要求
- NY 5010 无公害食品 蔬菜产地环境条件
- NY/T 53 土壤全氮测定法
- NY/T 148 石灰性土壤有效磷测定方法
- NY/T 309 全国耕地类型区、耕地地力等级划分
- NY/T 310 全国中低产田类型划分与改良技术规范
- NY/T 391 绿色食品 产地环境技术条件
- NY/T 395 农田土壤环境质量监测技术规范
- 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 1121.4 土壤检测 第4部分:土壤容重的测定
- NY/T 1121.6 土壤检测 第6部分:土壤有机质的测定
- NY/T 1121.7 土壤检测 第7部分:酸性土壤有效磷的测定
- NY/T 1121.8 土壤检测 第8部分:土壤有效硼的测定
- NY/T 1121.9 土壤检测 第9部分:土壤有效钼的测定
- NY/T 1121.10 土壤检测 第10部分:土壤总汞的测定

- NY/T 1121.11 土壤检测 第 11 部分:土壤总砷的测定
NY/T 1121.12 土壤检测 第 12 部分:土壤总铬的测定
NY/T 1121.13 土壤检测 第 13 部分:土壤交换性钙和镁的测定
NY/T 1121.14 土壤检测 第 14 部分:土壤有效硫的测定
NY/T 1121.15 土壤检测 第 15 部分:土壤有效硅的测定
NY/T 1377 土壤中 pH 的测定
LY/T 1229—1999 森林土壤水解性氮的测定

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

耕地 cultivated land

用于种植粮食作物、蔬菜和其他经济作物的土地。其中蔬菜地是指专用蔬菜地、季节性蔬菜地,包括日光温室、塑料大棚、露天菜地三种类型,露天菜地包括拱棚、常年种植的露天菜地以及连续两年以上粮菜间作套种的土地。

3.2

耕地地力 cultivated land productivity

在当前管理水平下,由土壤本身特性、自然条件和基础设施水平等要素综合构成的耕地生产能力。

3.3

耕地质量 cultivated land quality

耕地满足作物生长和清洁生产的程度,包括耕地地力和耕地环境质量两方面。本标准所指耕地环境质量,界定在土壤重金属污染、农药残留与灌溉水质量等方面。

4 工作准备

4.1 资料准备

4.1.1 图件资料

地形图(采用中国人民解放军总参谋部测绘局测绘的地形图)、土壤普查成果图、基本农田保护区规划图、土地利用现状图、行政区划图、农田水利分区图、主要污染源点位图及其他相关图件。

4.1.2 数据及文本资料

土壤普查成果资料、基本农田保护区划定统计资料;调查区域近三年种植面积、粮食单产、总产统计资料等;历年土壤肥力、植株检测资料;水土保持、生态环境建设、水利区划资料;土壤典型剖面照片、土壤肥力监测点景观照片、当地典型景观照片;历年肥料、农药、除草剂等农用化学品销售及使用情况;主要污染源调查资料,污染源地点、污染类型、方式、排污量等。

4.2 技术准备

4.2.1 确定耕地地力评价因子

根据耕地地力评价因子总集(参见附录 E),选取耕地地力评价因子。选取的因子应对耕地地力有较大的影响,在评价区域内的变异较大,具有相对长期的稳定性,因子之间独立性较强。各地可根据当地情况适当增加评价因子。

4.2.2 建立地理信息系统(GIS)支持下的耕地资源数据库标准

见附录 A。

4.2.3 确定评价单元

用土地利用现状图、土壤图叠加形成的图斑作为评价单元。

4.2.4 确定调查采样点

4.2.4.1 布点原则

布点应考虑地形地貌、土壤类型与分布、肥力高低、作物种类和管理水平等,同时要兼顾空间分布的均匀性。蔬菜地还要考虑设施类型、蔬菜种类、种植年限等。

耕地地力调查布点应与耕地环境质量调查布点相结合。

4.2.4.2 确定调查采样点位置数量

布点前应进行路线勘察调查,根据地形地貌、土壤类型、作物种类等因素,应用评价单元图,进行综合分析,根据调查精度确定调查与采样点数量及位置。同时,将统一编号的采样点标绘在评价单元图上,形成调查点位图。在县域调查时,原则上要求大田每 1 000 亩*、蔬菜地每 500 亩~1 000 亩布设一个样点。调查点与采样点的位置必须一一对应。

对于耕地地力调查土样,在土壤类型及地形条件复杂的区域,在优势农作物或经济作物种植区适当加大取样点密度。对于环境质量调查土样,在工矿企业及城镇周边等土壤易受污染的区域,应适当加大耕地环境质量调查取样点密度。对于环境质量调查水样,蔬菜、水果等直接食用的农产品生产区要加大采样密度。

5 野外调查内容

5.1 采样点基本情况

对采样点的立地条件、土壤剖面性状、农田设施、灌溉水源等情况进行调查,对土地利用现状进行补充调查,见附录 B。

5.2 采样点农业生产情况

向采样点所属农户调查耕作管理、施肥水平、产量水平、种植制度、灌溉等情况,见附录 C。采样点农业生产情况调查表编码应与采样点基本情况调查表一致。

5.3 采样点污染源基本情况

调查污染类型、污染形态、排放量等情况,见附录 B。

6 样品采集

6.1 混合土壤样品的采集

6.1.1 采样工具

用不锈钢土钻或用铁锹与木铲或竹铲配合。

6.1.2 分样点布点方法

在已确定的田块中,以 GPS 仪定位点为中心,向四周辐射确定多个分样点,每个混合土壤样取 15 个以上分样点,每个分样点的采土部位、深度、数量要求一致。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。采样时应避开沟渠、林带、田埂、路旁、微地形高低不平地段。根据采样地块的形状和大小,确定适当的分样点布点方法,长方形地块采用“S”法,近似正方形地块采用“X”法或棋盘形布点法。

6.1.3 采样方法

采集的各样点土壤要用手掰碎,挑出根系、秸秆、石块、虫体等杂物,充分混匀后,四分法留取 1.5 kg 装入样品袋。用铅笔填写两张标签,土袋内外各具。标签主要内容为:野外编号(要与调查表编号相一致)、采样深度、采样地点、采样时间、采样人等。

6.1.4 采样深度

* 亩为非法定计量单位,1 亩=667m²。

大田采集耕层土样,采样按 0 cm~20 cm 采集,蔬菜地除采集耕层土样外,三分之一样点要采集亚耕层土样,采样深度为耕层 0 cm~20 cm、亚耕层 20 cm~40 cm。

6.2 土壤物理性质测定样品的采集

测定土壤容重等物理性状,须用原状土样,其样品可直接用环刀在各土层中采取。采取土壤结构性的样品,须注意土壤湿度,不宜过干或过湿,应在不粘铲、经接触不变形时分层采取。在取样过程中须保持土块不受挤压、不变形,尽量保持土壤的原状,如有受挤压变形的部分要弃去。每个样点采集 3 个环刀样。

6.3 水样的采集

6.3.1 采样时间

取样时间选在灌溉高峰期,用 500 ml 聚乙烯瓶采集。

6.3.2 采样位置

渠灌水(包括地表水和地下水)在调查区的渠首取样;井灌水以抽水取样;排水自排水出口或受纳水体取样。

6.3.3 采样方法

水样采集要求瞬时采样。采集前用此水洗涤样瓶和塞盖 2~3 次,每个样点采 4 瓶水样,每瓶装九成满,其中 3 瓶分别加硫酸、硝酸、氢氧化钠固定剂。4 瓶水样用同一个样品号,分别在标签上注明:“水样编号-无”、“水样编号-硫”、“水样编号-硝”、“水样编号-碱”。采集的水样当天送到检测单位处理。灌溉水样固定剂和测定时间参照 GB 12999 执行,具体见附录 D。

7 分析测试

7.1 测试内容

7.1.1 耕地地力样品

7.1.1.1 物理性状

土壤容重(选择 10%~20%的取样点进行分析)。

7.1.1.2 化学性状

7.1.1.2.1 大田样品

pH、有机质、全氮、碱解氮、有效磷、缓效钾、速效钾和有效态(铜、锌、铁、锰、硼、钼、硅、硫)。

7.1.1.2.2 蔬菜地样品

pH、有机质、全氮、碱解氮、有效磷、缓效钾、速效钾,有效态(铜、锌、铁、锰、硼、钼、硅、硫)、交换性钙和镁。

7.1.2 耕地环境质量样品

7.1.2.1 土壤样品

pH、铅、镉、汞、砷、铬、铜、六六六、DDT。

7.1.2.2 水样样品

pH、化学需氧量(COD)、汞、铅、镉、砷、六价铬、氟化物。

7.2 测试方法

7.2.1 耕地地力样品测试方法

7.2.1.1 土壤容重的测定

按 NY/T 1121.4 规定的方法测定。

7.2.1.2 土壤 pH 的测定

按 NY/T 1377 规定的方法测定。

7.2.1.3 土壤有机质的测定

按 NY/T 1121.6 规定的方法测定。

7.2.1.4 土壤全氮的测定

按 NY/T 53 规定的方法测定。

7.2.1.5 土壤碱解氮的测定

按 LY/T 1229 规定的方法测定。

7.2.1.6 土壤有效磷的测定

石灰性土壤按 NY/T 148 规定的方法测定,酸性土壤按 NY/T 1121.7 规定的方法测定。

7.2.1.7 土壤缓效钾和速效钾的测定

按 NY/T 889 规定的方法测定。

7.2.1.8 土壤有效态铜、锌、铁、锰的测定

按 NY/T 890 规定的方法测定。

7.2.1.9 土壤有效硼的测定

按 NY/T 1121.8 规定的方法测定。

7.2.1.10 土壤有效钼的测定

按 NY/T 1121.9 规定的方法测定。

7.2.1.11 土壤有效硅的测定

按 NY/T 1121.15 规定的方法测定。

7.2.1.12 土壤交换性钙和镁的测定

按 NY/T 1121.13 规定的方法测定。

7.2.1.13 土壤有效硫的测定

按 NY/T 1121.14 规定的方法测定。

7.2.2 耕地环境质量样品测试方法

7.2.2.1 土壤 pH 的测定

按 NY/T 1377 规定的方法测定

7.2.2.2 土壤铅、镉的测定

按 GB/T 17141 规定的方法测定。

7.2.2.3 土壤总汞的测定

按 NY/T 1121.10 规定的方法测定。

7.2.2.4 土壤总砷的测定

按 NY/T 1121.11 规定的方法测定。

7.2.2.5 土壤总铬的测定

按 NY/T 1121.12 规定的方法测定。

7.2.2.6 土壤总铜的测定

按 GB/T 17138 规定的方法测定。

7.2.2.7 土壤六六六、DDT 的测定

按 GB/T 14550 规定的方法测定。

7.2.2.8 水质 pH 的测定

按 GB/T 6920 规定的方法测定。

7.2.2.9 水质化学需氧量的测定

按 GB/T 11914 规定的方法测定。

7.2.2.10 水质总汞的测定

按 GB/T 7468 规定的方法测定。

7.2.2.11 水质铅、镉的测定

按 GB/T 7475 规定的方法测定。

7.2.2.12 水质总砷的测定

按 GB/T 7485 规定的方法测定。

7.2.2.13 水质六价铬的测定

按 GB/T 7467 规定的方法测定。

7.2.2.14 水质氯化物的测定

按 GB/T 7484 规定的方法测定。

8 数据库建立

将调查、分析数据进行录入、审核、建库,质量控制见附录 A。

9 耕地地力评价

9.1 评价单元赋值

根据各评价因子的空间分布图或属性数据库,将各评价因子数据赋值给评价单元。

9.1.1 点位分布图赋值

对点位分布图(如养分点位分布图),采用插值的方法将其转换为栅格图,与评价单元图叠加,通过加权统计给评价单元赋值。

9.1.2 矢量分布图赋值

对矢量分布图(如土壤质地分布图),将其直接与评价单元图叠加,通过加权统计、属性提取,给评价单元赋值。

9.1.3 线型图赋值

对线型图(如等高线图),使用数字高程模型,形成栅格图,再与评价单元图叠加,通过加权统计给评价单元赋值。

9.2 确定各评价因子权重

采用特尔斐法(参见附录 F)与层次分析法(参见附录 G)相结合的方法确定各评价因子权重。

9.3 确定各评价因子隶属度

对定性数据采用特尔斐法(参见附录 F)直接给出相应的隶属度;对定量数据采用特尔斐法与隶属函数法结合的方法确定各评价因子的隶属函数,将各评价因子的值代入隶属函数,计算相应的隶属度(参见附录 H)。

9.4 计算耕地地力综合指数

采用式(1)累加法计算每个评价单元的综合地力指数。

$$IFI = \sum (F_i \times C_i) \dots\dots\dots (1)$$

式中:

IFI ——耕地地力综合指数(Integrated Fertility Index);

F_i ——第 i 个评价因子的隶属度;

C_i ——第 i 个评价因子的组合权重。

9.5 划分地力级别

将耕地地力综合指数按从大到小的顺序等距分为(5~10)等份,耕地地力综合指数越大,耕地地力

水平越高。

9.6 评价图件编绘

按附录 A 的要求,编绘生成耕地地力等级分布图及其他相关专题图件。

9.7 归入全国耕地地力等级体系

依据 NY/T 309,归纳整理各级耕地地力要素主要指标,形成与粮食生产能力相对应的地力等级,并将各级耕地地力归入全国耕地地力等级体系。

9.8 划分中低产田类型

依据 NY/T 310,分析评价单元耕地土壤主导障碍因素,划分并确定中低产田类型、面积和主要分布区域。

10 耕地环境质量评价

10.1 确定评价单元

将各耕地环境质量评价采样点作为评价单元,对各采样点耕地环境质量单独进行评价,计算土(水)单项污染指数。对耕地环境质量土壤采样点附近同时采集灌溉水样的,还应将土壤采样点和相应的水样采样点作为一个评价单元,再计算其土、水综合污染指数,对该评价单元的耕地环境质量进行综合评价。

10.2 评价指标

10.2.1 农田土壤单项指标

见表 1。

表 1 农田土壤单项指标限值

单位为毫克每千克

级别	利用方式	pH 范围	铜	铅	镉	铬	砷	汞	六六六	DDT
符合绿色食品产地环境条件(1级)	旱地	pH<6.5	≤50	≤50	≤0.30	≤120	≤25	≤0.25	≤0.1	≤0.1
		pH6.5—7.5	≤60	≤50	≤0.30	≤120	≤20	≤0.30	≤0.1	≤0.1
		pH>7.5	≤60	≤50	≤0.40	≤120	≤20	≤0.35	≤0.1	≤0.1
	水田	pH<6.5	≤50	≤50	≤0.30	≤120	≤20	≤0.30	≤0.1	≤0.1
		pH6.5—7.5	≤60	≤50	≤0.30	≤120	≤20	≤0.40	≤0.1	≤0.1
		pH>7.5	≤60	≤50	≤0.40	≤120	≤15	≤0.40	≤0.1	≤0.1
符合无公害食品产地环境条件(2级)	不分	pH<6.5	≤50	≤100	≤0.30	≤150	≤40	≤0.30	≤0.5	≤0.5
		pH6.5—7.5	≤100	≤150	≤0.30	≤200	≤30	≤0.50	≤0.5	≤0.5
		pH>7.5	≤100	≤150	≤0.60	≤250	≤25	≤1.0	≤0.5	≤0.5
不合格(3级)	不分	pH<6.5	>50	>150	>0.30	>150	>40	>0.30	>0.5	>0.5
		pH6.5—7.5	>100	>150	>0.30	>200	>30	>0.50	>0.5	>0.5
		pH>7.5	>100	>150	>0.60	>250	>25	>1.0	>0.5	>0.5

注:其中镉、汞、砷、铬、六六六和 DDT 为严控指标,铜和铅为一般控制指标。

10.2.2 农田灌溉水单项指标

见表 2。

表 2 农田灌溉水单项指标限值

单位为毫克每升

级别	pH	化学需氧量	汞	镉	砷	铅	六价铬	氟化物
符合绿色食品和无公害食品产地环境条件(1级)	5.5≤pH≤8.5	≤150	≤0.001	≤0.005	≤0.05	≤0.1	≤0.1	≤2.0
不合格(2级)	pH<5.5或>8.5	>150	>0.001	>0.005	>0.05	>0.1	>0.1	>2.0

注:其中镉、汞、砷、铅和六价铬为严控指标,pH,化学需氧量和氟化物为一般控制指标。

10.3 污染指数计算

10.3.1 土(水)单项污染指数计算

适用于土壤或灌溉水中某一特定污染物,其污染指数计算方法如式(2):

单项污染指数(除水质 pH 污染指数外)

$$P_i = C_i/S_i \quad \dots\dots\dots (2)$$

式中:

P_i ——单项污染指数

C_i ——污染物实测值

S_i ——污染物指标限值

单项污染指数(水质 pH 污染指数)计算方法如式(3):

$$P_i = |C_i - S_i| / |S_{\text{最高}} - S_i| \quad \dots\dots\dots (3)$$

式中:

P_i ——水质 pH 污染指数

C_i ——pH 实测值

$S_i = (S_{\text{最高}} + S_{\text{最低}})/2$ $S_{\text{最高}}, S_{\text{最低}}$ 分别为 pH 的上限值和下限值(分别为 8.5 和 5.5)。

当 $P_i < 1$ 为单项污染物未超标, $P_i > 1$ 为单项污染物超标。

10.3.2 土(水)综合污染指数计算

适用于评价某个环境评价样点土壤或灌溉水的综合污染程度,土壤或灌溉水综合污染指数用式(4)计算。

对严控指标,当单项污染物超标时,应降级后再计算综合污染指数。当严控指标未超标时,直接计算综合污染指数。应先计算单项污染指数,再计算土壤或水的综合污染指数。综合污染指数大于 1,则视为不符合该级别的标准。

$$P_{\pm(\text{水})} = \sqrt{\frac{P_{\text{平均}}^2 + P_{\text{max}}^2}{2}} \quad \dots\dots\dots (4)$$

式中:

$P_{\pm(\text{水})}$ ——为土壤或灌溉水综合污染指数;

$P_{\text{平均}}$ ——为土壤或灌溉水各单项污染指数(P_i)的平均值;

P_{max} ——为土壤或灌溉水各单项污染指数中最大值。

10.3.3 耕地环境质量综合污染指数计算

适用于污染区域内耕地环境质量作为一个整体与外区域耕地质量比较,或一个区域内耕地环境质量在不同历史时段的比较。其评价方法如下式(5):

$$P_{\text{综}} = W_{\text{土}} \cdot P_{\text{土}} + W_{\text{水}} \cdot P_{\text{水}} \quad \dots\dots\dots (5)$$

式中:

$P_{\text{综}}$ ——耕地环境质量综合污染指数;

$W_{\text{土}}, W_{\text{水}}$ ——分别为土和水这两个环境要素在耕地环境质量评价中所占的权重,分别为 0.65 和 0.35,各地也可根据实际情况采用特尔斐法(见附录 F)确定;

$P_{\text{土}}, P_{\text{水}}$ ——分别为土壤和灌溉水的综合污染指数。

10.4 耕地环境质量级别划分

耕地环境质量分级标准见表 3。

表 3 耕地环境质量分级标准

等级划定	综合污染指数	污染等级	污染水平
1	$P_{\text{综}} \leq 0.7$	安全	清洁
2	$0.7 < P_{\text{综}} \leq 1.0$	警戒限	尚清洁

表 3 (续)

等级划定	综合污染指数	污染等级	污染水平
3	$1.0 < P_{\text{综}} \leq 2.0$	轻污染	土壤污染物超过背景值, 视为轻度污染
4	$2.0 < P_{\text{综}} \leq 3.0$	中污染	土壤受到中度污染
5	$P_{\text{综}} > 3.0$	重污染	土壤污染已相当严重

11 结果验证

绘制耕地地力等级分布图, 将评价结果与当地实际情况进行对比分析, 并选择典型农户实地调查, 验证评价结果与当地实际情况的吻合程度。

附 录 A
(规范性附录)

耕地资源数据库的内容、标准与质量控制

A.1 数据库的内容

A.1.1 空间数据库的内容

包括地形图、土壤图、基本农田保护区规划图、土地利用现状图、农田水利分区图、主要污染源点位图、耕地地力与耕地环境质量调查点位图等数字化图层。

A.1.2 属性数据库的内容

包括各个图层自动生成的属性数据和调查收集的属性数据及土壤检测的有关数据。

A.2 数据库的标准

A.2.1 空间数据库的标准

图形的数字化采用图件扫描矢量化或手扶数字化仪。矢量图形采用 ESRI 的 shapeFiles 格式,栅格图形采用 ESRI Gird 的格式。对各数字化图层要求投影方式为高斯-克吕格投影,6 度分带;坐标系为西安 80 坐标系;高程系统采用 1956 年黄海高程基准;野外调查 GPS 定位数据,初始数据采用经纬度并在调查表格中记载,装入 GIS 系统与图件匹配时,再投影转换为上述直角坐标系坐标。

A.2.2 属性数据库的标准

在建立关系数据库平台的地区或单位,数据存放在关系数据库(SQL)中;在没有建立关系数据库平台的地区或单位,数据存放在 ACCESS 中。

A.3 数据质量控制

A.3.1 空间数据的质量控制

A.3.1.1 输入图件质量控制

扫描影像应能够区分图内各要素,若有线条不清晰现象,需重新扫描。扫描影像数据经过角度纠正,纠正后的图幅下方两个内图廓点的连线与水平线的角度误差不超过 0.2 度。

公里网格线交叉点为图形纠正控制点,每幅图应选取不少于 20 个控制点,纠正后控制点的点位绝对误差不超过 0.2 mm(图面值)。

矢量化要求图内各要素的采集无错漏现象,图层分类和命名符合统一的规范,各要素的采集与扫描数据相吻合,线划(点位)整体或部分偏移的距离不超过 0.3 mm(图面值)。

所有数据层具有严格的拓扑结构。面状图形数据中没有碎片多边形。图形数据及对应的属性数据输入正确。

A.3.1.2 输出图件质量控制

图件必须覆盖整个辖区,不得丢漏。图内要素必有项目包括评价单元图斑、各评价要素图斑和调查点位数据、线状地物、注记。图外要素必有项目包括图名、图例、坐标系及高程系说明、比例尺、制图单位全称、制图时间等。

A.3.2 属性数据的质量控制

属性数据应由专人录入,可采用两次录入的方式互相验证,确保数据准确无误。耕地面积数应统一校正到等于当地政府公布的耕地面积。

附 录 B
(规范性附录)
采样点基本情况调查表及填表说明

表 B.1 采样点基本情况调查表

统一编号			家庭住址	省(市、自治区) 县(市、区、旗) 乡(镇) 村 组		户主姓名		
野外编号			采样地块	名称: 东经(° ' ")北纬(° ' ")海拔: m 面积: 亩		样点类型		
土壤类型	土类:	亚类:	土属:	土种:	采样深度(cm)			
立地条件	地形部位		剖面性状	质地构型		地面平整度		(°)
	坡 度			耕层厚度		cm	梯田化	梯田类型
	坡 向			耕层质地			水 平	熟化年限
	成土母质			障碍层次	类 型		灌溉水源类型	
	盐碱类型				出现位置	cm	田间输水方式	
	土壤侵蚀	类 型			厚 度	cm	灌溉保证率	
		程 度			潜水水质及埋深		m	排涝能力
污染情况	污染物类型		污染面积(亩)		采样点距污染源距离(km)			
	污染源企业名称		污染源企业地址					
	污染物形态		污染物排放量					
	污染范围		污染造成的危害		污染造成的经济损失			

调查人: 调查日期: 年 月 日

B.1 基本项目

B.1.1 统一编号

由 14 位数字组成,分为四段,第一段 6 位数字,表示县及县以上的行政区划;第二段 3 位数字,表示乡、镇或街道办事处;第三段 3 位数字,表示居民委员会或村民委员会;第四段 2 位数字,表示采样顺序号:

×××××× ××× ××× ××
第一段 第二段 第三段 第四段

第一段使用 GB/T 2260 所规定的标准代码,并根据行政区划变动情况采用该标准的最新版本。

第二段按照 GB10114 和国家统计局发布的其他相关规定编写,其中第一位为类别标识,以“0”表示街道办事处,“1”表示镇,“2、3”表示乡,“4、5”表示政企合一的单位(如农、林、牧场等);第二、三位数字为该单位在该类别中的顺序号。具体编码方法如下:

- 1) 街道的代码,应在本县(市、区)范围内,从 001 到 099 由小到大顺序编写;
- 2) 镇的代码,应在本县(市、区)范围内,从 100 至 199 由小到大顺序编写,县政府所在地的镇(城关镇)编码一律用“100”,其余的镇从 101 开始顺序编写;
- 3) 乡的代码,应在本县(市、区)范围内,从 200 至 399 顺序编写;
- 4) 对于政企合一单位,如坐落在乡、镇地域内在行政管理上相对独立的农场、林场和牧场等,可以作为所在县的一个区划单位,分配相当于乡(镇、街道)一级的代码,这些单位的地址代码在 400~599 范围内取值。

第三段为村民委员会和居民委员会的地址代码,用 3 位顺序码表示,具体编码方法如下:

1) 居民委员会的地址代码从 001~199 由小到大顺序编写;

2) 村民委员会的地址代码从 200~399 由小到大顺序编写。

第二段、第三段代码应以当地统计局编制上报的行政区划代码库为准,并采用当地行政区域变动后经过调整的最新代码。

第四段代码以在所属居民委员会或村民委员会范围内的采样顺序,从 01 至 99 由小到大顺序编写。

B.1.2 野外编号

编号方法由各地根据实际情况自行规定。野外编号主要标注于外业工作底图或各类样品的标签上,并与采样点的调查表格相对应。编制时应本着便于记忆的原则,采用邮政编码+取样顺序号、调查队分组号+取样顺序号、取样日期(月、日)+顺序号等方法,并注意所编号码在本地区的唯一性。

B.1.3 家庭住址

填采样地块所属农户的住址。

采用民政部门认可的正式名称,不能填写简称或俗称。用简体字书写,不要使用繁体字。简化字应按国家颁布的简化字总表的规定书写。市辖区应写明全称。

B.1.4 采样地块

B.1.4.1 名称

指当地群众对样点所在地块的通俗称呼或所在地块的方位。

B.1.4.2 经纬度及海拔高度

由 GPS 仪进行测定。

经纬度的计量单位可以选择十进制度,小数点后保留 5 位小数;也可以选择度分秒($^{\circ}$ ' "),秒的小数点后保留 2 位小数。

B.1.4.3 面积

指调查农户取样点所在地块的面积,精确到 0.1 亩。

B.1.5 样点类型

指大田、蔬菜地、土壤环境(面源污染、点源污染)、园地等,对 2 种(含 2 种)以上类型,在名称之间以“,”相隔。如:大田,面源污染。

B.1.6 土壤类型

土壤分类命名采用全国第二次土壤普查时的修正稿,表格上记载的土壤名称及其代码应与土壤图一致。

B.1.7 采样深度

按实际情况,取几层填写几层,用“,”相隔,单位统一为厘米。如:0 cm~20 cm,20 cm~40 cm。

B.2 立地条件调查项目

B.2.1 地形部位

指中小地貌单元。如河流及河谷冲积平原要区分出河床、河漫滩、一级阶地、二级阶地、高阶地等;山麓平原要区分出坡积裙、洪积锥、洪积扇(上、中、下)、扇间洼地、扇缘洼地等;黄土丘陵要区分出塬、梁、峁、坪等;低山丘陵与漫岗要区分为丘(岗)顶部、丘(岗)坡面、丘(岗)坡麓、丘(岗)间洼地等;平原河网圩田要区分为易涝田、渍害田、良水田等;丘陵冲垄稻田按宽冲、窄冲,纵向分冲头、冲中部、冲尾,横向分冲、塝、岗田等;岩溶地貌要区分为石芽地、坡麓、峰丛洼地、溶蚀谷地、岩溶盆地(平原)等。各地应结合当地实际进行筛选,并使描述更加具体。

B.2.2 坡度

填样点所在地块的整体坡度,计至小数点后一位。具体数值可以在地形图上进行量算;有条件的也可通过测坡仪实地测定。

B.2.3 坡向

按地表坡面所对的方向分为 E(东)、S(南)、W(西)、N(北)、SE(东南)、SW(西南)、NW(西北)、NE(东北)等。坡度 $<3^{\circ}$ 时填平地。

B.2.4 成土母质

按成因类型即母质是否经过重新移动和移运力的差异分为残积物、崩积物、坡积物、冲积物、洪积物、湖积物、海积物、冰水沉积物、冰碛物、风积物等。可以上述分类为基础,结合母质成分进一步细化。

B.2.5 盐碱类型

填土壤含有可溶性盐的类型和轻重程度(轻、中、重、无)。

盐碱类型分为苏打盐化、硫酸盐盐化、氯化物盐化、碱化等。盐碱化程度可依据土样检测结果来判定。在野外调查时可根据返盐季节地表盐分积累和作物缺苗状况来划分盐化程度,具体标准为①地表盐结皮明显,作物缺苗 50%以上,不死的苗生长也显著受抑制的,为重度;②地表盐结皮明显,作物缺苗 30%~50%,为中度;③地表盐结皮尚明显,作物缺苗 10%~30%,生长基本正常的,为轻度;④局部偶可发现盐结皮或盐霜,作物不缺苗,生长基本正常的,为威胁区(这里将其归入轻度)。碱化程度也可按上述作物缺苗程度来划分。

B.2.6 土壤侵蚀

按侵蚀类型和侵蚀程度记载。根据土壤侵蚀营力,侵蚀类型可划分为水蚀、风蚀、重力侵蚀、冻融侵蚀、混合侵蚀等。侵蚀程度分为无明显、轻度、中度、强度、极强度、剧烈等 6 级。

B.3 剖面性状调查项目

B.3.1 质地构型

按 1 m 土体内不同质地土层的排列组合形式来填写。要注意反映特异层次的厚度及出现位置。一般可分为薄层型(红黄壤地区土体厚度 <40 cm,其他地区 <30 cm)、松散型(通体砂型)、紧实型(通体黏型)、夹层型(夹砂砾型、夹黏型、夹料姜型等)、上紧下松型(漏砂型)、上松下紧型(蒙金型)、海绵型(通体壤型)等几大类型。

B.3.2 耕层厚度

实际测量确定,单位统一为厘米,取整数位。

B.3.3 耕层质地

采用卡庆斯基分类制,分为砂土(松砂土、紧砂土)、砂壤、轻壤、中壤、重壤、黏土(轻黏土、中黏土、重黏土)等。

B.3.4 障碍层次

B.3.4.1 类型

按对植物生长构成障碍的土层类型来填,如铁盘层、黏盘层、砂砾层、潜育层、卵石层、石灰结核层等。

B.3.4.2 出现位置

按障碍层最上层到地表的垂直距离来填。

B.3.4.3 厚度

按障碍层的最上层到最下层的垂直距离来填。

B.3.5 潜水质及埋深

潜水是指埋藏在地表以下第一个隔水层以上的地下水。潜水质按含盐量(g/L)多少,填淡水(<1)、微淡水(1~3)、咸水(3~10)、盐水(10~50)、卤水(>50);潜水埋深填常年潜水面与地面的铅垂距离,取整数位,米。潜水质和埋深之间以空格隔开,如微淡水 15 m。

B.4 土地整理调查项目**B.4.1 地面平整度**

按局部(即取样点所在地块范围)地面起伏情况(参考坡度)来确定,一般分为平整($<3^\circ$)、基本平整($3^\circ\sim 5^\circ$)、不平整($>5^\circ$)。

B.4.2 梯田化水平

梯田类型分为条田、水平梯田、坡式梯田、隔坡梯田、坡耕地等五种类型,熟化年限在2年之内的填新修梯田,2年以上的按年限填写。

B.4.3 灌溉水源类型

按不同灌溉水源(河流、湖泊、水库、深层地下水、浅层地下水、污水、泉水、旱井等)的利用程度依次填写,有几种填几种。

B.4.4 田间输水方式

分为渠道和管道两大类,其中渠道又可根据是否采用防渗技术细分为土渠、防渗渠道等。同一块地灌溉水源和田面输水方式可能有多种,应全部填写。

B.4.5 灌溉保证率

指预期灌溉用水量在多年灌溉中能够得到充分满足的年数的出现几率。一般旱涝保收田的灌溉保证率在75%以上。

B.4.6 排涝能力

指排涝骨干工程(干、支渠)和田间工程(斗、农渠)按多年一遇的暴雨不致成灾的要求能达到的标准。如抗10年一遇、抗5~10年一遇、抗5年一遇等。也可填强、中、弱等。

B.5 土壤污染情况调查项目**B.5.1 污染物类型**

根据污染物的属性分为有机物污染(包括有机毒物的各种有机废弃物、农药等)、无机物污染(包括有害元素的氧化物、酸、碱和盐类等)、生物污染(包括未经处理的粪便、垃圾、城市生活污水、饲养场及屠宰的污物中所携带的一个或多个有害的生物种群、潜伏在土壤中的植物病原体等)、放射性物质污染等。

B.5.2 污染面积

指土壤取样点所属本污染类型的污染物扩散的面积。

B.5.3 采样点距污染源距离

指取样地块距污染源的最短距离。应在距离污染源0.25 km、0.5 km、1.0 km处分别选择地块取样。

B.5.4 污染源企业名称

填在管理部门注册登记的全称。

B.5.5 污染源企业地址

企业厂址所属省、县、街道、门牌号或省、县、乡、村等。

B.5.6 污染物形态

指液体、气体、粉尘、固体等。

B.5.7 污染物排放量

填污染源每日排放的污染物总量,计至小数点后一位。

通过实地监测,根据污染物排放规律(连续均匀排放、不均匀间歇排放、每日排放时数等),计算出日平均排放量。也可根据生产工艺流程中物料的消耗及实际生产规模从理论上进行估算。

B.5.8 污染范围

指污染源的污染物已扩散的地方,以距离(m)、人口数来反映。

B.5.9 污染造成的危害

指污染对农作物造成的直接危害及间接危害,包括表现的症状、减产幅度、品质劣化情况等。

B.5.10 污染造成的经济损失

指因减产、品质下降等造成的年直接经济损失,有几年按几年计算平均损失。

附 录 C
(规范性附录)
采样点农业生产情况调查表及填表说明

表 C.1 采样点农业生产情况调查表

统一编号		家庭住址		省(市、自治区) 县(市、区、旗) 乡(镇) 村 组				户主姓名							
野外编号		家庭人口		耕地面积(亩)		采样地块面积(亩)		样点类型							
土壤管理	种植制度	肥料投入情况	品 种	有机肥		氮 肥		磷 肥		钾 肥		复合(混)肥		其他	
	设施类型		畜粪	人类禽粪	碳铵	尿素	硝铵	普钙	重钙	氯化钾	硫酸钾	一铵	二铵		
	耕翻方式		含 量 (%)	N											
	耕翻次数			P ₂ O ₅											
	耕翻深度			K ₂ O											
	种类		用量 (kg/亩)												
	方法		价格 (元/亩)												
	数量		kg/亩												
	灌溉方式		年灌溉次数	年灌水量(m ³)	年灌溉费用(元/亩)				年肥料费用(元/亩)						
	农药投入情况		农药名称	种子投入情况	作物名称	机械投入情况	作物名称	产 销 情 况	作物名称	收入合计					
用量(kg/亩)		品 种	耕翻(元/亩)		面积(亩)										
全年次数		来 源	播种(元/亩)		产量(kg/亩)										
价格(元/亩)		用量(kg/亩)	收获(元/亩)		销量(kg/亩)										
费用合计		价格(元/亩)	其他(元/亩)		价格(元/kg)										
元/亩		费用合计	元/亩		费用合计		元/亩		收入(元/亩)						
农膜费用	元/亩	人工投入	个 折合 元	其他费用	元/亩	投入合计	元/亩	收入合计	元/亩						

调查人： 调查日期： 年 月 日

C.1 基本项目

C.1.1 统一编号

同 B.1.1,且同一调查点,采样点基本情况调查表和采样点农业生产情况调查表中的统一编号应一致。

C.1.2 野外编号

同 B.1.2,且同一调查点,采样点基本情况调查表和采样点农业生产情况调查表中的野外编号应一致。

C.1.3 家庭住址

同 B.1.3。

C.1.4 家庭人口

以调查农户户籍登记为准。

C.1.5 耕地面积

填调查年度农户种植的所有耕地(包括承包地)面积总数,计至小数点后一位,如 5.8 亩。

C.1.6 采样地块面积

指调查农户取样点所在地块的面积,精确到 0.1 亩。

C.1.7 样点类型

同 B.1.5。

C.2 土壤管理情况

C.2.1 种植制度

填种植作物和熟制,分为一年一熟、二年三熟、一年二熟、二年五熟、一年三熟、一年四熟等。如:小麦—玉米,一年二熟。

C.2.2 设施类型

包括日光温室、塑料大棚、露天菜地三种类型。

C.2.3 耕翻方式

采样地块上一年度内耕翻深度最深的一种方式,如翻耕、深松耕、旋耕、耙地、耢地、中耕等。采用免耕方式时还应注明实施年限,如免耕3年。

C.2.4 耕翻次数

采样地块上一年度内被耕翻的次数。

C.2.5 耕翻深度

采样地块上一年度内耕翻的最大深度,取整数位。

C.2.6 秸秆还田

种类填麦草、稻草、玉米秆、棉秆等;方法填翻压还田、覆盖还田、堆沤还田、过腹还田等;数量填上一年度内每亩耕地的总还田量。还田数量可依据还田方法不同按农产品产量和经济系数来推算。

C.3 灌溉情况

C.3.1 灌溉方式

分为漫(畦)灌、沟灌、间歇灌(波涌灌)、膜上灌、坐水种、喷灌、微灌等。有几种写几种。

C.3.2 灌溉次数

上一年度内灌溉的总次数。

C.3.3 年灌水量

上一年度内每亩灌溉的总水量,取整数位。

C.3.4 灌溉费用

上一年度内平均每亩用于灌溉的总投入,计算到小数点后一位。

C.4 肥料投入情况

填采样地块上一年度内投入的肥料品种及其养分含量、平均每亩施用量及相应价格、各种肥料投资的总和,计至小数点后一位。表中没有涉及的肥料品种,可根据实际情况予以添加。有机肥种类比较多,可填得更为具体一些,如:畜粪尿(猪、马、羊、牛等)、人粪尿、禽粪(鸡、鸭、鸽、鹅、海鸟等)、厩肥、堆肥、沤肥、沼气肥、秸秆肥、蚕肥、饼肥(豆饼、菜子饼、花生饼、棉子饼、茶子饼等)、绿肥、海肥、城镇生活垃圾、泥杂肥、腐植酸类等。属工厂化生产的商品有机肥要予以注明。有机无机复合肥中的有机质部分在此处反映,并予以注明。微肥、叶面肥、微生物肥等填在其他一栏。

C.5 农药投入情况

采样地块上一年度内使用的主要农药品种及其每亩用量、次数、时间、价格等。费用合计填每亩地所有农药投资的总和。用量取整数位,费用计至小数点后一位。

C.6 种子投入情况

采样地块上一年度内种植的主要作物及品种名称。已通过国家正式审定(认定)的,要填写正式名称。来源按种子取得的途径,填自家留种、邻家留种(换种)、经营部门(单位或个人)等。费用合计填每亩地一年内所有种子投资的总和。用量、费用均计至小数点后一位。

C.7 机械投入情况

采样地块上一年度内所种植主要作物的机械作业投入情况。各项费用均计至小数点后一位。

C.8 农膜费用

采样地块上一年度内用于购买农膜的费用,换算成每亩费用,计至小数点后一位。

C.9 人工投入

采样地块上一年度内投入人工的数量及其价格,换算成每亩费用,计至小数点后一位。

C.10 其他投入

采样地块全年除上述已列举支出外的所有其他投资总和,换算成每亩费用,计至小数点后一位。

C.11 投入合计

表中所列举的灌溉、肥料、农药、种子、机械、农膜、人工和其他支出的总和,计至小数点后一位。

C.12 产销情况

采样地块上一年度内所种植的各种农作物的面积、每亩产量、市场价格、销售量和销售收入等,计至小数点后一位。

C.13 收入合计

采样地块全年种植业销售收入的总和,换算成每亩费用,计算到小数点后一位。

附 录 D

(规范性附录)

灌溉水采样固定剂和测定时间要求

表 D. 1 灌溉水采样固定剂和测定时间要求

采样瓶	固定剂	测定项目	测定时间要求
第 1 瓶	无	pH, 氟化物	pH, 1 d 内测定。 氟化物, 7 d 内测定。
第 2 瓶	浓 H_2SO_4 , pH<2	化学需氧量, 砷	化学需氧量, 6 d 内测定。 砷, 1 月内测定。
第 3 瓶	浓 HNO_3 , pH<2	汞, 镉, 铅等重金属	汞, 15 d 内测定。 其他, 1 月内测定。
第 4 瓶	40%NaOH, pH8~9	六价铬	1 d 内测定。

附 录 E
(资料性附录)
耕地地力评价因子总集

表 E.1 耕地地力评价因子总集

气象	≥0°积温	土壤理化性状	质地
	≥10°积温		孔隙度
	年降水量		容重
	全年日照时数		pH
	光能辐射总量		CEC
	无霜期		有机质
	干燥度		全氮
立地条件	经度	土壤理化性状	有效磷
	纬度		速效钾
	海拔		缓效钾
	地貌类型		有效锌
	地貌部位		有效硼
	坡度		有效铜
	坡向		有效硅
	成土母质		有效锰
	土壤侵蚀类型		有效铁
	土壤侵蚀程度		有效硫
	林地覆盖率		交换性钙
	地面破碎情况		交换性镁
	冬季地下水位	障碍因素	田间持水量
	潜水埋深		障碍层类型
	地表岩石露头状况		障碍层出现位置
	地表砾石度		障碍层厚度
	田面坡度		耕层含盐量
	水质类型		一米土层含盐量
	剖面构型	土壤管理	盐化类型
	质地构型		地下水矿化度
	有效土层厚度		灌溉保证率
	耕层厚度		灌溉模数
	腐殖层厚度		抗旱能力
剖面性状			排涝能力
			排涝模数
			轮作制度
			梯田类型
			梯田熟化年限

注：省级和县级的耕地地力评价因子从该表中选取。

附录 F (资料性附录) 特尔斐法

F.1 基本原理

该方法的核心是充分发挥一组专家对问题的各自独立看法,然后归纳、反馈,逐步收缩、集中,最终产生评价与判断。例如给出一组地下水位的深度,评价不同深度对作物生长影响的程度通常由专家给出。

F.2 特尔斐法的基本步骤

特尔斐法的基本步骤如图 F.1 所示。

F.2.1 确定提问的提纲

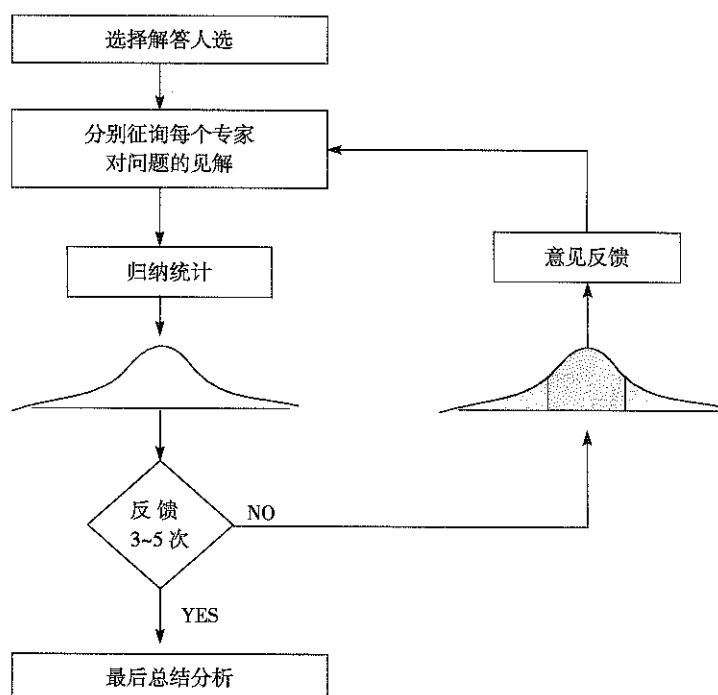


图 F.1 特尔斐法的基本步骤

列出的调查提纲应当用词准确,层次分明,集中于要判断和评价的问题。为了使专家易于回答问题,通常还在提出调查提纲的同时提供有关背景材料。

F.2.2 选择专家

为了得到较好的评价结果,通常需要选择对问题了解较多的专家 10~50 人,少数重大问题可选择 100 人以上。

F.2.3 调查结果的归纳、反馈和总结

收集到专家对问题的判断后,应作一归纳。定量判断的归纳结果通常符合正态分布。这时可在仔细听取了持极端意见专家的理由后,去掉两端各 25% 的意见,寻找出意见最集中的范围,然后把归纳结

果反馈给专家,让他们再次提出自己的评价和判断。这样反复 3~5 次后,专家的意见会逐步趋近一致。这时就可作出最后的分析报告。

F.3 统计参数

统计分析时常用到算术平均数和变异系数。设专家 i 对第 j 项调查的评定为 C_{ij} ,则第 j 项评价的算术平均值为 $m_j = \sum C_{ij}/n$,式中 n 为专家总数;第 j 项评价的变异系数为 $V = S_j/m_j$,其中 S_j 为 C_{ij} 的标准差, m_j 为均值。

附录 G
(资料性附录)

层次分析法确定耕地地力评价因子的权重

G.1 层次分析法基本原理

基本原理是根据问题的性质和要达到的总目标,将问题分解为不同的组成因子,按照因子间的相互关联影响以及隶属关系将因子按不同层次聚合,形成一个多层次的分析结构模型,并最终把系统分析归结为最低层(供决策的方案、措施等)相对于最高层(总目标)的相对重要性权值的确定或相对优劣次序的排序问题。

在排序计算中,每一层次的因素相对上一层次某一因素的单排序问题又可简化为一系列成对因素的判断比较。通过判断矩阵,在计算出某一层次相对于上一层次各个因素的单排序权值后,用上一层次因素本身的权值加权综合,即可计算出某层因素相对于上一层整个层次的相对重要性权值,即层次总排序权值。在一般的决策问题中,决策者不可能给出精确的比较判断,这种判断的不一致性可以由判断矩阵的特征根的变化反映出来。以判断矩阵最大特征根以外的其余特征根的负平均值作为一致性指标,用以检查和保持决策者判断思维过程的一致性。

G.2 层次分析法的基本步骤

G.2.1 建立层次结构模型

在深入分析所面临的问题之后,将问题中所包含的因素划分为不同层次,如目标层、准则层、指标层、方案层、措施层等,用框图形式说明层次的递阶结构与因素的从属关系。当某个层次包含的因素较多时(如超过 9 个),可将该层次进一步划分为若干子层次。

示例:从全国耕地地力评价因子总集中,选取 14 个评价因子作为某县的耕地地力评价因子,并根据各因子间的关系构造了层次结构(图 G.1)。

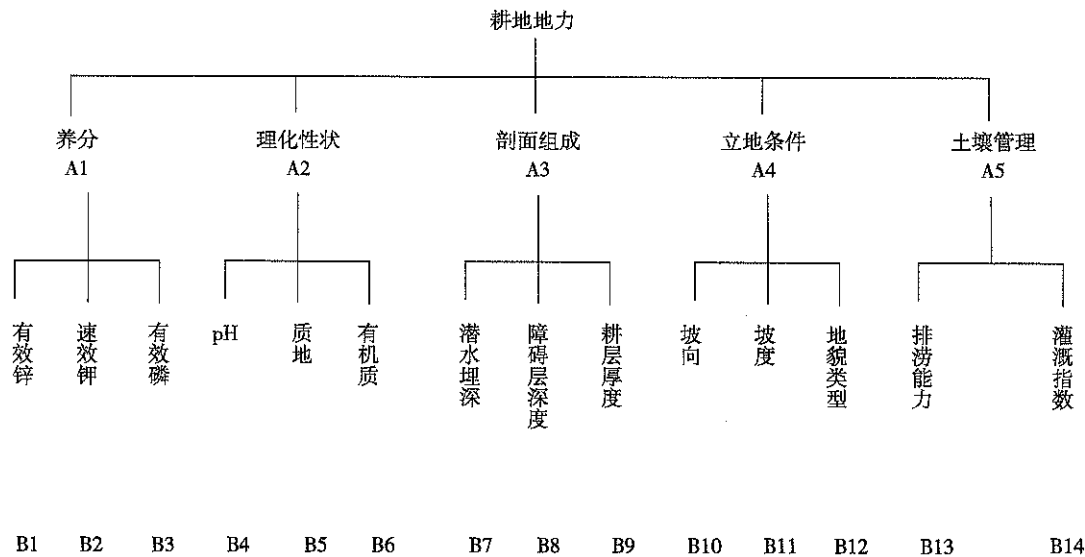


图 G.1 耕地地力评价因子层次结构图

G.2.2 构造判断矩阵

层次分析法的基础是人们对于每一层次中各因素相对重要性给出的判断。这些判断通过引入合适的标度用数值表示出来,写成判断矩阵。判断矩阵表示针对上一层次某因素,本层次与之有关因子之间相对重要性的比较。假定 A 层因素中 a_k 与下一层次中 B_1, B_2, \dots, B_n 有联系,构造的判断矩阵一般取如下形式:

表 G.1 判断矩阵形式

a_k	B_1	B_2	...	B_n
B_1	b_{11}	b_{12}	...	b_{1n}
B_2	b_{21}	b_{22}	...	b_{2n}
\vdots	\vdots	\vdots		\vdots
B_n	b_{n1}	b_{n2}	...	b_{nn}

判断矩阵元素的值反映了人们对各因素相对重要性(或优劣、偏好、强度等)的认识,一般采用 1~9 及其倒数的标度方法。当相互比较因素的重要性能够用具有实际意义的比值说明时,判断矩阵相应元素的值则可以取这个比值。判断矩阵的元素标度采用特尔夫法。

表 G.2 判断矩阵标度及其含义

标 度	含 义
1	表示两个因素相比,具有同样重要性
3	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素稍微重要
5	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素明显重要
7	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素强烈重要
9	表示两个因素相比,一个因素比另一个因素极端重要
2,4,6,8	上述两相邻判断的中值
倒数	因素 i 与 j 比较得判断 b_{ij} , 则因素 j 与 i 比较的判断 $b_{ji} = 1/b_{ij}$

G.2.3 层次单排序及其一致性检验

建立比较矩阵后,就可以求出各个因素的权值。采取的方法是用和积法计算出各矩阵的最大特征根 λ_{\max} 及其对应的特征向量 W ,并用 $CR=CI/RI$ 进行一致性检验。计算方法如下:

- 1) 按式(6)将比较矩阵每一列正规化(以矩阵 B 为例)

$$\hat{b}_{ij} = \frac{b_{ij}}{\sum_{i=1}^n b_{ij}} \quad (6)$$

- 2) 按式(7)每一列经正规化后的比较矩阵按行相加

$$\bar{W}_i = \sum_{j=1}^n \hat{b}_{ij}, j = 1, 2, \dots, n \quad (7)$$

- 3) 按式(8)对向量

$$\bar{W} = [\bar{W}_1, \bar{W}_2, \dots, \bar{W}_n] \quad (8)$$

按式(9)正规化

$$W_i = \frac{\bar{W}_i}{\sum_{i=1}^n \bar{W}_i}, i = 1, 2, \dots, n \quad (9)$$

所得到的 $W = [W_1, W_2, \dots, W_n]^T$ 即为所求特征向量,也就是各个因素的权重值。

- 4) 按式(10)计算比较矩阵最大特征根 λ_{\max}

$$\lambda_{\max} = \sum_{i=1}^n \frac{(BW)_i}{nW_i}, i = 1, 2, \dots, n \quad (10)$$

式中 $(BW)_i$ 表示向量 BW 的第 i 个元素。

一致性检验:首先按式(11)计算一致性指标 CI

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (11)$$

式中 n 为比较矩阵的阶,也即是因素的个数。

然后根据表 G. 3 查找出随机一致性指标 RI ,由式(12)计算一致性比率 CR ,

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (12)$$

表 G. 3 随机一致性指标 RI 的值

n	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
RI	0	0	0.58	0.90	1.12	1.24	1.32	1.41	1.45	1.49	1.51

当 $CR < 0.1$ 就认为比较矩阵的不一致程度在容许范围内;否则必须重新调整矩阵。

G. 2. 4 层次总排序

计算同一层次所有因素对于最高层(总目标)相对重要性的排序权值,称为层次总排序。这一过程是从最高层次到最低层次逐层进行的。若上一层 A 包含 m 个因素 A_1, A_2, \dots, A_m ,其层次总排序权值分别为 a_1, a_2, \dots, a_m ,下一层次 B 包含 n 个因素 B_1, B_2, \dots, B_n ,它们对于因素 A_j 的层次单排序权值分别为 $b_{1j}, b_{2j}, \dots, b_{nj}$, (当 B_k 与 A_j 无联系时, $b_{kj}=0$)此时 B 层次总排序权值由下表给出。

表 G. 4 B 层次总排序的权值计算

层次 A 层次 B	A_1	A_2	.....	A_m	B 层次总排序权值
	a_1	a_2	.....	a_m	
B_1	b_{11}	b_{12}	.....	b_{1m}	$\sum_{i=1}^m a_i b_{1i}$
B_2	b_{21}	b_{22}	.....	b_{2m}	$\sum_{j=1}^m a_j b_{2j}$
\vdots	\vdots	\vdots			\vdots
B_n	b_{n1}	b_{n2}	.....	b_{nm}	$\sum_{j=1}^m a_j b_{nj}$

G. 2. 5 层次总排序的一致性检验

这一步骤也是从高到低逐层进行的。如果 B 层次某些因素对于 A_j 单排序的一致性指标为 CI_j ,相应的平均随机一致性指标为 CR_j ,则 B 层次总排序随机一致性比率用式(13)计算。

$$CR = \frac{\sum_{j=1}^m a_j CI_j}{\sum_{j=1}^m a_j RI_j} \quad (13)$$

类似地,当 $CR < 0.1$ 时,认为层次总排序结果具有满意的一致性,否则需要重新调整判断矩阵的元素取值。

附录 H

(资料性附录)

模糊评价法确定耕地地力评价因子的隶属度

H.1 基本原理

模糊子集、隶属函数与隶属度是模糊数学的三个重要概念。一个模糊性概念就是一个模糊子集,模糊子集 A 的取值自 $0 \rightarrow 1$ 中间的任一数值(包括两端的 0 与 1)。隶属度是元素 x 符合这个模糊性概念的程度。完全符合时隶属度为 1,完全不符合时为 0,部分符合即取 0 与 1 之间一个中间值。隶属函数 $\mu_A(x)$ 是表示元素 x_i 与隶属度 μ_i 之间的解析函数。根据隶属函数,对于每个 x_i 都可以算出其对应的隶属度 μ_i 。

示例:小麦对赤霉病的抗性,可以用式(14)建立以下隶属函数。

$$\mu_A(x) = 1 - \frac{1}{5}kl \quad \dots\dots\dots (14)$$

式中, k 为赤霉病普遍率(%); l 为严重度(0~5 级)。当 k 与 l 都为 0 时, $\mu=1$,表示抗性最强;当 $k=100\%$, $l=5$ 时, $\mu=0$,表示完全无抗性(图 H.1)。

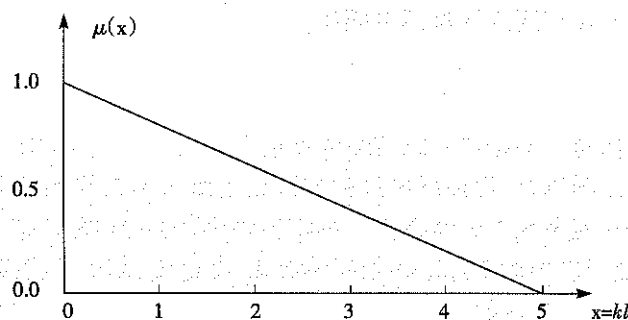


图 H.1 小麦对赤霉病抗性的隶属函数

应用模糊子集、隶属函数与隶属度的概念,可以将农业系统中大量模糊性的定性概念转化为定量的表示。对不同类型的模糊子集,可以建立不同类型的隶属函数关系。

H.2 隶属度函数类型

根据模糊数学的理论,将选定的评价指标与耕地地力之间的关系分为戒上型函数、戒下型函数、峰型函数、直线型函数以及概念型 5 种类型的隶属函数。

H.2.1 戒上型函数模型

适合这种函数模型的评价因子,其数值越大,相应的耕地地力水平越高,但到了某一临界值后,其对耕地地力的正贡献效果也趋于恒定(如有效土层厚度、有机质含量等等)。

$$y_i = \begin{cases} 0, & u_i \leq u_t \\ 1/(1+a_i(u_i-c_i)^2), & u_t < u_i < c_i, (i=1,2,\dots,m) \quad \dots\dots\dots (15) \\ 1, & c_i \leq u_i \end{cases}$$

式中, y_i 为第 i 个因子的隶属度; u_i 为样品实测值; c_i 为标准指标; a_i 为系数; u_t 为指标下限值。

H.2.2 戒下型函数模型

适合这种函数模型的评价因子,其数值越大,相应的耕地地力水平越低,但到了某一临界值后,其对

耕地地力的负贡献效果也趋于恒定(如土壤容重等)。

$$y_i = \begin{cases} 0, & u_i \leq c_i \\ 1/(1 + a_i(u_i - c_i)^2), & c_i < u_i < u_i, (i = 1, 2, \dots, m) \\ 1, & u_i \leq c_i \end{cases} \dots\dots\dots (16)$$

式中, u_i 为指标上限值。

H. 2.3 峰型函数模型

适合这种函数模型的评价因子,其数值离一特定的范围距离越近,相应的耕地地力水平越高(如土壤 pH 等)。

$$y_i = \begin{cases} 0, & u_i > u_{i1} \text{ 或 } u_i < u_{i2} \\ 1/(1 + a_i(u_i - c_i)^2), & u_{i1} < u_i < u_{i2} \\ 1, & u_i = c_i \end{cases} \dots\dots\dots (17)$$

式中, u_{i1} 、 u_{i2} 分别为指标上、下限值。

H. 2.4 直线型函数模型

适合这种函数模型的评价因子,其数值的大小与耕地地力水平呈直线关系(如坡度、灌溉指数)。

$$Y_i = a_i u_i + b \dots\dots\dots (18)$$

式中, a_i 为系数, b 为截距。

H. 2.5 概念型指标

这类指标其性状是定性的、非数值性的,与耕地地力之间是一种非线性的关系,如地貌类型、土壤剖面构型、质地等。这类因子不需要建立隶属函数模型。

H. 3 隶属度的计算

对于前四种类型,可以用特尔斐法对一组实测值评估出相应的一组隶属度,并根据这两组数据拟合隶属函数;也可以根据唯一差异原则,用田间试验的方法获得测试值与耕地地力的一组数据,用这组数据直接拟合隶属函数,求得隶属函数中各参数值。再将各评价因子的实测值代入隶属函数计算,即可得到各评价因子的隶属度。鉴于质地对耕地某些指标的影响,有机质、阳离子代换量、速效钾、有效磷等指标应按不同质地类型分别拟合隶属函数。

对于概念型评价因子,可采用特尔非法直接给出隶属度。