

附件 3

# 土壤普查工作底图制作与样点布设 技术规范 (试行)

国务院第三次全国土壤普查领导小组办公室  
2022 年 5 月

# 目 次

|                    |    |
|--------------------|----|
| 1. 适用范围.....       | 1  |
| 2. 规范性引用文件.....    | 1  |
| 3. 术语和定义.....      | 1  |
| 3.1 图斑.....        | 1  |
| 3.2 土壤表层采样.....    | 1  |
| 3.3 入样图斑.....      | 1  |
| 3.4 高程变异系数.....    | 1  |
| 3.5 地表曲率.....      | 2  |
| 3.6 剖面调查.....      | 2  |
| 3.7 剖面调查布点.....    | 2  |
| 3.8 景观综合体.....     | 2  |
| 3.9 缩略语.....       | 2  |
| 4. 工作底图制作.....     | 2  |
| 4.1 图件等资料准备.....   | 3  |
| 4.2 普查工作底图的制作..... | 4  |
| 5. 样点预布设.....      | 5  |
| 5.1 表层样点预布设.....   | 5  |
| 5.2 剖面样点预布设.....   | 11 |
| 5.3 样点编码.....      | 16 |
| 5.4 样点信息与任务赋值..... | 17 |

## 1. 适用范围

本技术规范明确了第三次全国土壤普查的工作底图制作、样点布设（含编码表、任务清单）等技术性、原则性要求。

本技术规范适用于第三次全国土壤普查，以下简称“三普”。

## 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。

|                 |               |
|-----------------|---------------|
| GB 17296        | 中国土壤分类与代码     |
| GB/T 21010-2007 | 土地利用现状分类      |
| TD/T 1055-2019  | 第三次全国国土调查技术规程 |
| GB/T 2260-2007  | 中华人民共和国行政区划代码 |

## 3. 术语和定义

### 3.1 图斑

土地利用类型或土壤类型单一的土地单元（地块）。图斑是土地利用现状调查或土壤类型调查的基本单元。

### 3.2 土壤表层采样

在土壤表层进行样品采集。对于耕地、林地、草地而言，采样深度为 0-20 cm；对于园地，采样深度为 0-40 cm。

### 3.3 入样图斑

入样图斑是采样点坐落的各个土地利用地块，是叠加图斑的子集。

### 3.4 高程变异系数

高程变异系数（CV）是指地表一定距离范围内，高程标准差与平均值的比值，反映地表

区域高程的相对变化。

### 3.5 地表曲率

地表曲率是对地形表面起伏变化程度的定量化度量因子。在垂直和水平两个方向上分量分别称为剖面曲率和平面曲率。

### 3.6 剖面调查

在一定区域内通过观测一定数量的土壤剖面 and 分层取样分析,了解掌握土壤质量三维空间分布、土壤类型二维空间分布,以及不同土壤类型重要理化指标统计值的土壤调查工作。

### 3.7 剖面调查布点

为调查、掌握区域内土壤质量而展开剖面调查前,基于土壤发生演变规律和大数据分析,为剖面调查观测点合理分配空间位置的过程。是剖面调查的首要环节,是实现剖面调查整体效率最大化、效益最大化的重要基础。

### 3.8 景观综合体

在地表、近地表由多种具有明确属性值的环境要素所刻画出来的独立空间。景观综合体与土壤属性、土壤类型存在一定的关联性。

### 3.9 缩略语

DEM: Digital Elevation Model, 数字高程模型

GIS: Geographic Information System, 地理信息系统

RS: Remote Sensing, 遥感

GPS: Global Position System, 全球定位系统

## 4. 工作底图制作

遵循土壤普查的全面性、科学性原则,以遥感技术、地理信息系统、全球定位系统等

技术手段为支撑，以“二普”土壤图、“三调”土地利用现状图、DEM 数据等为基础图件，统一制作满足不同层级（国家、省、市、县）使用的“三普”工作底图。

#### 4.1 图件等资料准备

##### 4.1.1 三普底图要素

基础要素包括：土壤图、土地利用现状图、地形图、行政区划图、土地利用类型变更图、气象资料等基础资料。补充要素包括：遥感影像、干燥度等级空间分布、高标准农田、植被类型分布图等资料。

##### 4.1.2 基础地图与专题图

- (1) 土壤图：“二普”1:5 万高精度数字土壤图（细分至土种，部分地区土属）。
- (2) 土地利用现状图：“三调”1:1 万土地利用现状图。
- (3) 地形图：1:10 万或以上大比例尺地形图。
- (4) 水文地质图：1:25 万水文地质图。
- (5) 行政区划图：2020 年 1:1 万全国行政区划图（国家、省、县、乡、村界）。
- (6) 气象资料：中国地面国际交换站气候资料日值数据集。
- (7) 土地利用类型变更矢量图：2009-2020 年 1:1 万土地利用类型变更矢量图（含耕地类型变更）。
- (8) 高标准农田分布图：2020 年全国建成的高标准农田。
- (9) 遥感影像：全国天地图遥感影像资料。

##### 4.1.3 其他资料

- (10) DEM 数据：全国 ASTER GDEM V3 数据（空间分辨率 30 米，2019 年）。
- (11) 干燥度等级空间分布图：1:25-1:50 万干燥度等级（常湿润、湿润、半湿润、半干旱、干旱、常干旱）图。
- (12) 土壤温度等级图：1:25-1:50 万土壤温度状况等级（永冻、寒冻、寒性、冷性、温性、热性、高热性）图。
- (13) 历史剖面样点分布图：“二普”剖面样点分布图、近十多年来的剖面调查样点分布图。

注：此图非必备，但如果有，可以增强“三普”工作效率和价值。

(14) 土地利用变化图：近 20 年来的土地利用变化图。

(15) 森林资源清查固定样地布点：国家林草局的森林固定样地分布。

(16) 全国土壤污染调查点位图：生态环境部农用地土壤污染状况调查点位。

## 4.2 普查工作底图的制作

### 4.2.1 数据标准化

#### (1) 数学基础

① 坐标系统。采用“2000 国家大地坐标系”。

② 高程基准。采用“1985 国家高程基准”。

③ 投影方式。采用高斯-克吕格投影。1:10 000、1:50 000、1:250 000 比例尺标准分幅图或数据按 3° 分带。

#### (2) 坐标统一与空间配准

以数学基础为基准，统一各类矢量和栅格数据的地理坐标和投影方式。以“三调”土地利用图斑数据为参考，对各类数据（专题图、遥感影像及其他数据）进行空间配准，使不同比例尺的基础地图和专题图能够进行空间叠加。

### 4.2.2 工作底图制作

叠加经过标准化处理的全国“二普”数字土壤 1:5 万土种图（部分地区为土属图）和第三次全国土地利用调查的 1:1 万土地利用现状图，形成“土壤类型+土地利用类型”的叠加图斑（以下简称“叠加图斑”），形成的耕地、园地、林地、草地、盐碱荒地叠加图层作为“三普”的工作底图，并作为样点预布设、成果汇总的基础。

样点分布图+遥感影像图+行政区划图，作为外业调查采样的工作底图。

## 5. 样点预布设

### 5.1 表层样点预布设

#### 5.1.1 表层样预布设原则

##### (1) 基本行政单元

以县级或省级行政区为样点布设基本行政单元，进行表层样点布设。

##### (2) 布样底图

将全国 1:5 万土壤图与“三调”土地利用现状图叠加生成土种（部分地区为土属）+土地利用类型图斑（以下简称“叠加图斑”）作为表层样布设底图。

##### (3) 差异化样点密度

耕地和园地（简称耕园地）“叠加图斑”按 1 公里×1 公里规划 1 个样点、林地、草地和盐碱地（简称林草盐碱地）“叠加图斑”按 4 公里×4 公里规划 1 个样点。对于耕园地和林草盐碱地地块细碎的地区，可根据实际情况提高布样密度。

##### (4) 全面性布点原则

遵循在土壤、土地利用类型和空间上全面性布点原则。确保普查县内每种土壤与土地利用类型均有表层样点布设，同时样点在空间上呈全覆盖状态，在普查区域内不能存在较大空白区域未布点。

##### (5) 代表性布点原则

同一区域内土壤与土地利用类型相同时，选面积最大图斑布设样点。

5.1.2 表层样布设工作流程图

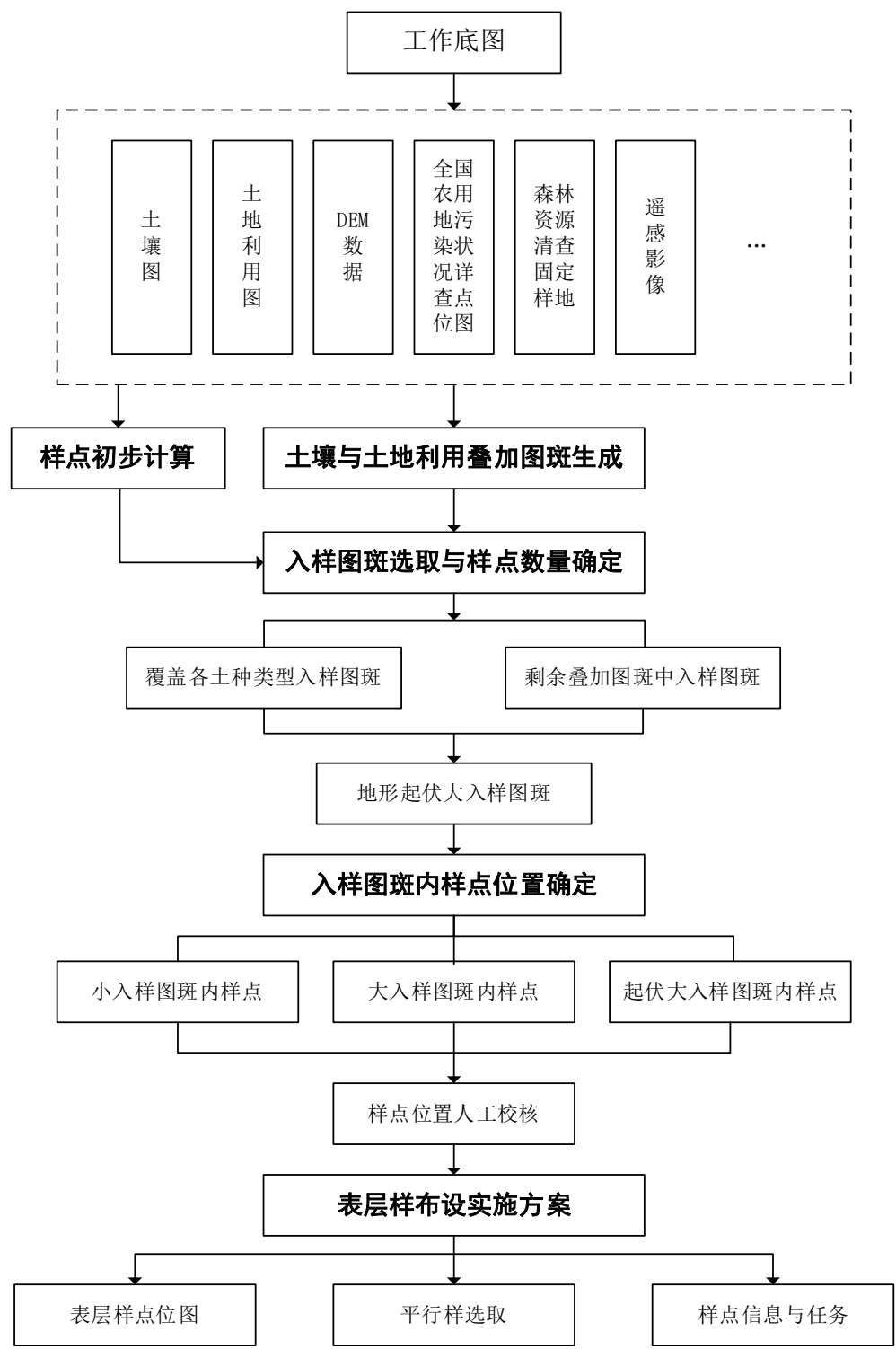


图 1 表层样布设工作流程图

5.1.3 表层样布设操作步骤

(1) 统计叠加图斑土地利用类型面积

① 从普查县 1:1 万全要素土地利用图中提取普查县耕地、园地、林地、草地、盐碱地图斑，分别统计全县耕地、园地与林地、草地、盐碱地总面积（ $\text{km}^2$ ）。

② 对土壤图与耕园林草盐碱地图斑进行叠加，形成“叠加图斑”，作为样点布设底图。叠加图斑按土地利用二级地类合并。

③ 将叠加图斑分成两大类图层：一类是耕园地图层；另一类是林草盐碱地图层。

## (2) 初步计算样点数

根据耕园地、林草地规划的布样密度，采用面积法确定普查县采样点数量。耕园地和林草盐碱地规划的布样密度分别为 1 个样点/ $1\text{km} \times 1\text{km}$  与 1 个样点/ $4\text{km} \times 4\text{km}$ 。将普查县耕园地、林草盐碱地总面积除以相应的规划布样密度，初步确定普查县样点数量。

## (3) 确定入样图斑及其样点数

### ① 确定普查县全部土壤和土地利用类型的入样图斑与样点数

统计普查县叠加图斑内每种土种（部分县为土属）类型中面积最大的耕园地或林草地图斑作为入样图斑，确保普查县每种土种（或土属）类型至少能布设 1 个采样点及对应的入样图斑。对每种土种选出的入样图斑按面积按由大到小排序，将面积小于 5ha（1:5 万土壤图最小上图面积）的入样图斑剔除。当入样图斑面积大于 5ha 而小于等于  $1\text{ km}^2$ （耕园地）或  $16\text{ km}^2$ （林草盐碱地）时，每个图斑内布设 1 个采样点；当耕园地入样图斑面积大于  $1\text{ km}^2$  而小于  $2\text{ km}^2$  时按 2 个样点布设，林草盐碱地入样图斑面积大于  $16\text{ km}^2$  而小于  $32\text{ km}^2$  时按 2 个样点布设，以此类推。详见表 1 和表 2。

表 1 耕园地入样图斑内采样点数量布设标准

| 类别 | 分类标准                                             | 采样点数量 |
|----|--------------------------------------------------|-------|
| 1  | $5\text{ha} < \text{入样图斑面积} \leq 1\text{km}^2$   | 1     |
| 2  | $1\text{km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 2\text{km}^2$ | 2     |
| 3  | $2\text{km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 3\text{km}^2$ | 3     |
| 4  | $3\text{km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 4\text{km}^2$ | 4     |
| 5  | $4\text{km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 5\text{km}^2$ | 5     |

表 2 林草地入样图斑内采样点数量布设标准

| 类别 | 分类标准                                               | 采样点数量 |
|----|----------------------------------------------------|-------|
| 1  | $5\text{ha} < \text{入样图斑面积} \leq 16\text{km}^2$    | 1     |
| 2  | $16\text{km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 32\text{km}^2$ | 2     |
| 3  | $32\text{km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 48\text{km}^2$ | 3     |

|   |                                                    |   |
|---|----------------------------------------------------|---|
| 4 | $48\text{km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 64\text{km}^2$ | 4 |
| 5 | $64\text{km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 80\text{km}^2$ | 5 |

## ② 确定剩余叠加图斑中入样图斑选取与样点数

从普查县全部叠加图斑中，排除上述面积较大的入样图斑即为剩余叠加图斑。**剩余图斑内入样图斑选取与样点数量采用两种方法确定：一是面积排序法；二是网格法。**

面积排序法具体步骤如下：1) 将全部剩余叠加图斑按面积由大到小排序；2) 统计面积大于  $1\text{ km}^2$ （耕地）或  $16\text{ km}^2$ （林草盐碱地）叠加图斑总面积，根据表 1 和表 2 中规定布样密度，确定这些面积大的叠加图斑（简称“大入样图斑”）内采样点数量，同时这些大入样图斑也被选为入样图斑；3) 确定剩余叠加图斑中面积小于等于  $1\text{ km}^2$ （耕地）或  $16\text{ km}^2$ （林草盐碱地）的所有图斑（简称“小入样图斑”）内的总样点数量。小入样图斑样点数量=普查县初步计算的采样点总量—各土种入样图斑样点数—剩余叠加图斑中大入样图斑样点数；选取小面积叠加图斑中的入样图斑，根据小入样图斑内的采样点数量，按照面积由大到小顺序选取入样图斑。

网格法具体步骤如下：1) 将剩余图斑与  $1\text{km} \times 1\text{km}$  (耕地) 和  $4\text{km} \times 4\text{km}$  (林草地) 网格叠加，网格起始点相同；2) 选网格内面积最大图斑作为初始入样图斑；3) 根据表 1 和表 2 中采样密度，确定最终入样图斑内样点数量。将两种方法选取的面积小于 5ha 的入样图斑剔除。

## ③ 确定地形起伏大的入样图斑内样点加密数

对前两步选取的入样图斑中地形起伏变化大的图斑，需要进行样点加密。采用高程变异系数（CV）作为入样图斑地形起伏变化的评价指标。将入样图斑与 DEM 数据套合，统计每个入样图斑内地表高程的均值和标准差，计算每个入样图斑高程 CV（ $\text{CV} = \text{标准差} / \text{均值} \times 100\%$ ）。采用绝对高度、相对高度两个指标确定每个入样图斑的地形类型，再根据入样图斑高程 CV 的变化范围确定样点加密标准。表 3 列出了地形分级标准，表 4 列出了县级入样图斑高程 CV 值变化范围及对应的样点加密标准。

**表 3 地形分级表** （单位：米）

| 序号 | 地形类型 | 亚类  | 绝对高度      | 相对高度 |
|----|------|-----|-----------|------|
| 1  | 平原   | —   | < 200     | 不限   |
| 2  | 丘陵   | —   | 200–500   | 不限   |
| 3  | 山地   | 低海拔 | 500–1000  | 不限   |
|    |      | 中海拔 | 1000–3500 | >200 |

|   |                |       |                      |        |
|---|----------------|-------|----------------------|--------|
|   |                | 高海拔   | 3500-5000            | >200   |
|   |                | 极高海拔  | >5000                | >200   |
| 4 | 高原             | —     | > 1000               | 0- 200 |
| 5 | 盆地<br>(中国四大盆地) | 四川盆地  | 盆西平原、盆中丘陵、盆东及四周边缘为山地 |        |
|   |                | 柴达木盆地 | 由边缘向中心依次为山地、丘陵和平原    |        |
|   |                | 塔里木盆地 | 边缘为山地和平原，中心是沙漠       |        |
|   |                | 准噶尔盆地 | 边缘为山地、中心是平原和丘陵       |        |

表 4 入样图斑高程 CV 值变化范围及样点加密标准

| 地形       | 类别 | 分类标准                             | 样点加密数量/图斑 |
|----------|----|----------------------------------|-----------|
| 平原       | 1  | $0 < \text{入样图斑高程 CV} \leq 30\%$ | 0         |
|          | 2  | $30\% < \text{入样图斑高程 CV}$        | 1         |
| 丘陵       | 1  | $0 < \text{入样图斑高程 CV} \leq 25\%$ | 0         |
|          | 2  | $25\% < \text{入样图斑高程 CV}$        | 1         |
| 山地（低海拔）  | 1  | $0 < \text{入样图斑高程 CV} \leq 20\%$ | 0         |
|          | 2  | $20\% < \text{入样图斑高程 CV}$        | 1         |
| 山地（中海拔）  | 1  | $0 < \text{入样图斑高程 CV} \leq 15\%$ | 0         |
|          | 2  | $15\% < \text{入样图斑高程 CV}$        | 1         |
| 山地（高海拔）  | 1  | $0 < \text{入样图斑高程 CV} \leq 10\%$ | 0         |
|          | 2  | $10\% < \text{入样图斑高程 CV}$        | 1         |
| 山地（极高海拔） | 1  | $0 < \text{入样图斑高程 CV} \leq 5\%$  | 0         |
|          | 2  | $5\% < \text{入样图斑高程 CV}$         | 1         |
| 高原       | 1  | $0 < \text{入样图斑高程 CV} \leq 3\%$  | 0         |
|          | 2  | $3\% < \text{入样图斑高程 CV}$         | 1         |

#### (4) 确定与校核入样图斑内样点位置

##### ① 确定小入样图斑内样点位置

小入样图斑只布设 1 个采样点，故选取该图斑的质心点作为外业采样的初始样点位置。利用 GIS 软件提取入样图斑质心点经纬度坐标信息。

##### ② 确定大入样图斑内样点位置

**大入样图斑**且地形起伏小的入样图斑（大面积图斑），需要利用 1km×1km（耕园地）或 4km×4km（林草盐碱地）网格将大入样图斑分解成多个小面积图斑。两种尺度网格均以普查县土壤图西、南至边界作为基准点。统计每个小图斑内的耕园地或林草盐碱地面积，并对这些小面积图斑按面积由大到小排序。根据表 1 和表 2 中规定的大入样图斑内样点布设数量，选择面积排序靠前的耕园地或林草盐碱地的图斑作为大面积图斑中的入样图斑，并将该图斑的质心点作为该大面积入样图斑的样点位置。

##### ③ 确定地形起伏大入样图斑内样点位置

对于地形起伏大（判断标准参看表 3 中第 2 和 3 类别）的入样图斑，除了选取该图斑质心点作为 1 个样点外，还需加密样点。确定加密样点的位置方法是，将地形起伏大入样图斑（简称“起伏图斑”）与地表曲率图（栅格数据）空间套合，提取起伏图斑内每个像元的曲率值并按由大到小排序，对照起伏图斑内加密样点的数量（参看表 3），选取曲率值排序靠前的像元作为入样像元，以入样像元的中心点作为起伏图斑内加密样点的具体位置。

##### ④ 人工校核采样点位置

**第一、校核样点的土地利用代表性。**利用叠加图斑和入样图斑核查表层样点的土壤和土地利用类型。校核布设的表层样点是否落在普查范围内的土地利用类型（耕地、园地、林地、草地、盐碱地）内。

**第二、校核样点距离村庄、道路、河流等的远近。**利用遥感影像判断样点距离村庄、道路、河流等的远近，原则上需距离村庄 200 米以上，距离河流 50 米以上，距离道路 10 米以上（入户道路、生产道路除外）。如果样点不符合要求，调整选定叠加图斑的样点位置或将样点调整到邻近图斑内。

**第三、校核样点的位置同时要考虑交通的通达性。**利用遥感影像判断样点的道路通达性。对于到达困难的样点，要就近调整该样点到易于到达的位置。

#### (5) 形成表层样布设方案

##### ① 采样点空间分布图生成

根据前面 4 个步骤确定的叠加图斑、入样图斑、采样点数量与空间位置，利用 GIS 软件

生成普查县采样点空间分布图，包括普查县采样点数量、位置与空间分布、采样地块边界、面积与空间分布、耕园林草盐碱地的面积与空间分布等。

## ② 平行样抽选

采用简单随机抽样方式从全县或全省采样点中抽选平行样。先将全县或全省样点按 1 到 N（样点总数）编码，针对平行样的数量生成同等数量的伪随机数，当样点编码与伪随机数相同时，该样点即被选为平行样。平行样的抽样比为 1/48，即每 48 个全县或全省样点中抽出 1 个平行样点。

## 5.2 剖面样点预布设

### 5.2.1 剖面调查布点的原则

#### (1) 最大覆盖率原则

要尽可能覆盖布点区域内所有的成土环境类型和土种。

#### (2) 均衡分布原则

在相同的气候类型、土地利用类型下，在某个成土母质（地质背景）、某个地形类型上的样点数目占比应该与其面积占比大体相同。

#### (3) 疏密相济原则

样点密度在耕地园地要大于林草荒地，在干旱气候下要小于湿润气候，在寒冷温度下要小于其他温度。

#### (4) 历史关联性原则

剖面点要尽量靠近“二普”剖面点，尽量避开近十多年的剖面调查点。

#### (5) 效率与精度兼顾原则

布点区域单元越大总体效率就越高，区域单元越小精确度越高。平衡两者，以省为布点区域单元。

#### (6) 最小剖面数原则

要尽量使得分布在重要土种上的样点数目在 3 个以上。

### 5.2.2 样点区域单元与样点数

省级为基本区域布点单元，并参考全国初步预设的 6 万个剖面样点数，结合土壤环境条件的变化适当增减剖面样点数。

### 5.2.3 布设方法

有土种图且土壤环境条件没有大的变化情况下,采用“土种图布点法”;无土种图或原有土种环境条件变化较大情况下,采用“环境协变量布点法”

#### (1) 土种图布点法

##### ① 布点原则

原则 1: 选择累计面积最大的土种优先布点。以省域内各土种面积从大到小排序选取,直到数目达到计划布点数。如果计划布点数多于省内土种数,则按以下情况选点:①各土种面积相近、单个土种的区域面积占比小于 10%的,应将计划布点数量减少到土种数量;②不同土种面积相差 1.5 倍以上,增加在大面积土种上的布点数量,在布点总数量一定的约束条件下,尽可能缩小不同样点所代表面积的差异;③各个土种面积大致相等、单个土种的区域面积占比大于 10%,增加在大面积土种上的布点数量。

原则 2: 本区域内特有的土种,必须布点。

通过以上两个原则,建立区域内计划样点与土种的一一对应关系,一个样点只对应一个土种,但是一个土种可能有多个样点。

##### ② 确定土种上的剖面样点数

当样点区域土种数  $N_s \geq$  计划布点数  $N_y$  时,先给每个特殊土种分配一个样点,然后以土种累计面积从大到小排序选取,直到数目达到计划布点数。

当土种数  $<$  计划布点数时,先基于最大覆盖度原则,给每个土种分配一个样点,然后基于最大代表性原则,最大程度地反映土种的主要利用方式、环境条件以及典型剖面性状点,按照一定的权重给各个土种分配布点数。步骤如下:

第一步: 计算土种基础权重和各个环境要素的权重修订系数。

- 土种基础权重  $W_b$ : 某个土种累计面积与区域内总土壤(扣除建设用地、大型水体等)面积之比。
- 权重的土地利用修正系数  $K_t$ : 某土种上所具有的、“三普”通知上要求调查的土地利用类型数  $N_t$  就是权重,即:  $K_t = N_t$ 。这里的土地利用类型指:农用地的一级类和部分二级类、未利用地(包括其他草地、盐碱地、裸地、沼泽地、沙地),具体为水田、水浇地、旱地、园地、林地、草地、未利用地等 7 个类型,  $K_t$  最大为 7。
- 权重的地形地貌修正系数  $K_d$ : 某土种上所具有的地形地貌类型数  $N_d$  除以  $10+1$ ,

即： $K_d = (N_d - 1) / 10 + 1$ 。

- 权重的坡度分级修正系数  $K_p$ ：某土种上所具有的坡度分级数  $N_p$  除以 10+1，即： $K_p = (N_p - 1) / 10 + 1$ 。
- 权重的气候干燥度修正系数  $K_g$ （在县域内布点，不考虑此指标）：某土种上所具有的气候干燥度等级数  $N_g$  除以 10+1，即： $K_g = (N_g - 1) / 10 + 1$ 。
- 权重的气温修正系数  $K_w$ （在县域内布点，不考虑此指标）：某土种上所具有的土壤温度等级数  $N_w$  除以 10+1，即： $K_w = (N_w - 1) / 10 + 1$ 。

第二步：计算土种实际权重。

- 土种综合权重  $W_s$ ：基础权重和各个权重校正系数的乘积，即  $W_s = W_b \times N_t \times N_d \times N_p \times N_g \times N_w$ 。
- 土种实际权重  $W_a$ ：某土种综合权重与所有土种综合权重之和的比值，即  $W_a = W_s / \sum W_s$ 。

第三步：计算土种上的布点数。

- 土种样点数  $S_y$ ：某土种的样点数为区域内总样点数  $N_y$  减去土种数后与该土种实际权重的乘积+1， $S_y = \text{int}(W_a \times (N_y - N_s)) + 1$ 。

通过以上步骤，建立区域内计划样点与土种的一一对应关系，一个样点只对应一个土种，但是一个土种可能有多个样点。

### ③ 确定相同土种上不同样点的成土环境

首先求算某个土种上各个土地利用类型的面积、各个坡度等级的面积、各个地形地貌类型的面积、各个温度等级的面积、各个干燥度等级的面积，并乘以不同等级的面积权重系数表 1，得到各个成土环境等级的有效面积，并从大到小排序，分别到土地利用类型有效面积序列  $T_{si}$ 、坡度等级有效面积序列  $P_{si}$ 、地形地貌类别有效面积序列  $D_{si}$ 、温度等级有效面积序列  $W_{si}$ 、干燥度等级有效面积序列  $G_{si}$ ，以上各式中的  $i=1、2、3\cdots n$ 。

以某个土种图斑为底图，将土壤温度类型图、干燥度类型图、坡度分级图、地貌类型图、土地利用类型图在 GIS 进行叠加，得到有 5 个属性值的景观综合体。

按照：土地利用类型图→坡度分级图→地貌类型图→干燥度类型图→土壤温度类型图的秩序依次选择。

在第  $i$  ( $i \geq 1$ ，小于  $N_t$ ) 土地利用类型  $T_{si}$  上的布点数为： $\text{int}(T_{si} / T_{s(i+1)})$ 。把前  $k$  个景观总体的布点数相加，直到综述等于该土种上计划布点数。得到各个样点的景观综合体类型及其环境条件参数。

表 5 不同环境条件的布点权重系数

| 环境协类别 | 环境变量取值           | 剖面布点权重系数 |
|-------|------------------|----------|
| 土地利用  | 无变化的耕地园地         | 1.0      |
|       | 无变化的耕地园地中的盐碱地    | 1.2      |
|       | 无变化的林草地和未利用地     | 0.1      |
|       | 有变化的耕地园地         | 2.0      |
|       | 有变化的耕地园地中的盐碱地    | 2.0      |
|       | 有变化的林草地和未利用地     | 0.2      |
| 坡度    | 平地、缓坡、中缓坡、中坡、陡坡  | 1.0      |
|       | 中坡               | 0.5      |
|       | 陡坡               | 0.2      |
| 地形地貌  | 所有地形地貌类别         | 1.0      |
| 土壤温度  | 永冻土温             | 0.0      |
|       | 寒冻土温             | 0.1      |
|       | 除永冻、寒冻以外的其他土温    | 1.0      |
| 土壤水分  | 常干旱土壤水分          | 0.1      |
|       | 干旱土壤水分           | 0.8      |
|       | 除干旱、常干旱以外的其他土壤水分 | 1.0      |

\*土地利用的变化是以现在的状态为基准，与过去不同的称之为有变化，很多情况可以综合利用土种和土地利用现状加以判断得到。

#### ④ 确定样点在土种内样点的图斑

每个样点选择对应景观综合体的最大图斑。如果一个景观综合体类型上有 2 个以上样点，依次选择第 2 大图斑、第 3 大图斑、……。

#### ⑤ 确定样点在图斑中的位置

如果同一个图斑上有多个样点，先按总周长最短的法则，将图斑切割成数目与计划布点数相等、面积基本相等的子图斑。

对于形状比较规整的图斑（或子图斑），如圆形、方形、三角形等，一般选择其几何中心作为样点位置；对于形状不规整的图斑，如树枝形、S 形等，一般选择其最宽处的中心作为样点位置。得到样点空间分布图。

#### ⑥ 剖面样点与表层样点的关联

预设剖面样点应该与 8-10 个表层样点进行关联，确定的剖面样点应该与 2-3 个确定的表层样点进行关联，并且要给出最佳关联表层样点。

#### ⑦ 人工校核采样点位置。同表层样点人工校核方法。

### (2) 环境协变量布点法

#### ① 建立有效景观综合体

首先将土壤类型图（如果有）、土壤温度类型图、干燥度类型图、坡度分级图、地貌类型图、成土母质类型图、土地利用类型图、植被类型等在 GIS 进行叠加，得到景观综合体。将各种要素都相同的景观综合体视为同一个景观综合体，计算各个景观综合体面积，并乘以不同条件下的权重系数（表 1），得到有效面积，同时计算各个景观综合体的出现频率。将有效出现频率小于 5%而且有效面积不到样点平均代表有效面积 10%的景观综合体删除，剩余的景观综合体即为有效景观综合体。

#### ② 建立景观综合体空间分布图

如果有效景观综合体的数目 $\leq$ 计划布点数，每个有效景观综合体视为一个有效景观综合体类型，如果有效景观综合体的数目 $>$ 计划布点数，先对有效景观综合体进行加权样品聚类分析，类型数目和计划布点数目相同。然后将各类型下的景观综合体在空间上进行合并或者关联和归一化处理，初步得到景观综合体类型空间分布图，并将在上一步中没有进入有效景观综合体的景观综合体融合周围面积最大的景观综合体类型图斑，得到最终的无缝隙景观综合体类型空间分布图。

#### ③ 选择样点图斑

当景观综合体类型数与计划布点数相同时，每个样点应该选择计划布点的有效景观综合体类型的面积最大图斑。

当景观综合体类型数 $<$ 计划布点数时，先给每个景观综合类型分配一个样点，然后按照各个景观综合体类型有效面积占比确定剩余样点的分配数。

当一个景观综合体类型上的样点数多于 1 个、但少于该景观综合体类型的图斑数时，按照图斑面积从大道小依次分配样点。当一个景观综合体类型上的样点数 $>$ 该景观综合体类型

的图斑数时，先给每个图斑分配一个样点，然后按照各个图斑有效面积占比确定剩余样点的分配数。

#### ④ 确定样点位置

如果同一个图斑上有多个样点，先按总周长最短的法则，将图斑切割成数目与计划布点数相等、面积基本相等的子图斑。

对于形状比较规整的图斑（或子图斑），如圆形、方形、三角形等，一般选择其几何中心作为样点位置；对于形状不规整的图斑，如树枝形、S 形等，一般选择其最宽处的中心作为样点位置。得到样点空间分布图。

#### ⑤ 计算样点环境协变量统计特征

以样点为中心形成 10 平方公里的缓冲空间分布图，并将之与土壤类型图、土壤温度空间分布图（注：不是第一步中的类型图，而是有具体数值的渐变栅格图）、干燥度空间分布图、坡度空间分布图、地貌类型图、成土母质类型图、土地利用类型图、植被类型等在 GIS 进行空间统计分析，得到样点的最可几环境协变量数值。

将景观综合体空间分布图与土壤类型图、土壤温度空间分布图、干燥度空间分布图、坡度空间分布图、地貌类型图、成土母质类型图、土地利用类型图、植被类型等在 GIS 进行空间统计分析，得到样点的环境协变量统计值。

#### ⑥ 剖面样点与表层样点的关联

预设剖面样点应该与 8~10 个表层样点进行关联，确定的剖面样点应该与 2~3 个确定的表层样点进行关联，并且要给出最佳关联表层样点。

#### ⑦ 人工校核采样点位置。同表层样点人工校核方法。

### 5.3 样点编码

根据已有的地理空间编码规则定制化土壤样点编码，形成不同层级的网格编码、采集点编码等具备空间地理信息的样点编码。编码方式为县级行政区域代码（采用 GB/T2260-2007 中华人民共和国行政区划代码，无县级行政区域的采用市级代码）+土地利用类型 4 位+样品类别 1 位+序号 5 位（00001...），共 16 位。每一预设样点，均给予一个编码，该样点编码将作为外业调查采样、内业测试化验、数据汇总分析等普查工作唯一信息溯源码。其编码方法为：

**编码第 1-6 位**为县级的全国各地行政区划代码（详见附件 1），含前 2 位的省级编码；

**编码第 7-10 位**为土地利用类型，参照“三调”土地利用类型的 4 位数字编码，即土地利用类型一级分类的 2 位数字，二级分类的 2 位数字。

**编码第 11 位**为样品类别，农化样或表层样为 0；剖面样第一发生层为 1，第二发生层为 2，第三发生层为 3，第四发生层为 4，第五发生层为 5，剖面样第六发生层为 6。

**编码第 12-16 位**为县级样点顺序码，由普查平台云系统提前生成该顺序码。

※ 样点二维码生成时，需加上样点的土壤类型信息与采样年份。

## 5.4 样点信息与任务赋值

### 5.4.1 样点信息

每一预设样点，均给予一个编码，实行“一点一码”制度。预布设的样点编码具有经纬度、土壤类型、行政区划位置、土地利用类型、海拔、周边环境遥感影像图等信息，作为外业样点现场确认与样点调查信息填报的参考。

### 5.4.2 任务清单赋值

在赋予样点信息的同时，给出该样点的类型（如表层样、剖面样）、现场确认、外业调查、样品流转、测试指标方法等任务清单。