

第三次全国土壤普查工作底图 制作与采样点布设技术规范 (修订版)

执笔人：吴文斌 王 迪 陈章全 刘 峰 龙怀玉
马常宝 赵玉国 张建峰 陈守伦 卢昌艾
徐爱国 裴久渤 徐祥玉 雷秋良 黄 青
陆 苗 郭 龙 李 阳 孙 正 阮志勇
高明杰 钱建平 余强毅 王玺森

国务院第三次全国土壤普查领导小组办公室

2023年2月

目 次

1 适用范围	69
2 规范性引用文件	69
3 术语和定义	69
3.1 图斑	69
3.2 土壤表层采样	69
3.3 入样图斑	69
3.4 宏观代表性	69
3.5 局地代表性	69
3.6 缩略语	69
4 工作底图制作与样点预布设	70
4.1 工作底图制作	70
4.2 表层样点预布设	71
4.3 剖面样点预布设	77
4.4 样点预布设结果的省级校核	79
4.5 样点编码赋值	81
4.6 样点信息与任务赋值	81

1 适用范围

本规范确立了第三次全国土壤普查的工作底图制作、样点布设（含样点编码、样点属性、样点任务）等技术性、原则性要求。

本规范适用于第三次全国土壤普查（以下简称“土壤三普”）。

2 规范性引用文件

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

GB/T 17296—2009	《中国土壤分类与代码》
GB/T 21010—2017	《土地利用现状分类》
GB/T 2260—2007	《中华人民共和国行政区划代码》
GB/T 13989—2012	《国家基本比例尺地形图分幅和编号》
GB/T 20257	国家基本比例尺地图图式（包括 GB/T 20257.1、GB/T 20257.2、GB/T 20257.3、GB/T 20257.4）
GB/T 19231—2003	《土地基本术语》
TD/T 1055—2019	《第三次全国国土调查技术规程》
	《第三次全国土壤普查技术规程（试行）》

3 术语和定义

3.1 图斑

土地利用类型、土壤类型等某一地块的图形范围，或二类图形叠加形成的图形范围。图斑是土壤普查的基本单元。

3.2 土壤表层采样

在土壤表层进行土壤样品采集。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

入样图斑是有采样点分配任务的图斑，是叠加图斑的子集。

3.4 宏观代表性

样点分布反映宏观尺度上土壤空间分布规律。

3.5 局地代表性

样点应体现局地尺度上典型的土壤类型。

3.6 缩略语

(1) DEM: digital elevation model, 数字高程模型。

- (2) GIS: geographic information system, 地理信息系统。
- (3) RS: remote sensing, 遥感。
- (4) GPS: global positioning system, 全球定位系统。

4 工作底图制作与样点预布设

4.1 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、国土三调土地利用现状图、DEM 等为基础图件,按照《第三次全国土壤普查技术规程(试行)》要求,统一制作满足普查精度与面积计算统计要求和不同层级使用的土壤三普工作底图。工作底图制作是样点布设的前提条件,工作底图为外业调查指明位置与范围,同时也是成果汇总的基础图件。

4.1.1 基础资料准备

(1) 土壤图:二普 1:5 万数字土壤图(细分至土种,部分地区土属。按照《第三次全国土壤普查暂行土壤分类系统(试行)》,完成土壤类型各级名称的校准。按行政单元下发)。

(2) 土地利用现状图:国土三调 1:1 万土地利用现状图。

(3) 行政区划图:2020 年 1:1 万全国行政区划图(国家、省、县、乡、村界)。

(4) 全国地理标志农产品区分布数据:根据各地提供的地理标志农产品区汇总表,结合国土三调行政区划图生成。

(5) 全国与食物生产有关的林地分布数据:国家林业和草原局提供的经济林分布图。

(6) 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)。

(7) 全国土壤母质图:利用 1:50 万地质图生成土壤母质图。

(8) DEM 数据:全国 ASTER GDEM V3 数据(空间分辨率 30 m,2019 年)。

(9) 中高分辨率遥感影像:2~30 m 空间分辨率、多光谱、最新时相。

(10) 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。

(11) 历年来剖面样点分布图:二普土壤剖面样点分布图、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,可以增强土壤三普工作效率和价值。

4.1.2 基础数据处理

4.1.2.1 数据标准化处理

(1) 坐标统一。

采用共同的数学基础(坐标系统采用“2000 国家大地坐标系”,高程基准采用“1985 国家高程基准”,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),统一各类矢量和栅格数据的地理坐标和投影方式。

(2) 空间配准。

以国土三调土地利用图斑数据和比例尺(1:10 000)为基准,对不同比例尺的基础地图和专题图(二普土壤图、专题图、遥感影像及其他数据)进行空间配准,统一图件比例尺和图斑精度,为实现基础地图和专题图的空间叠加奠定基础。

土地利用图:从国土三调数据的“地类图斑”图层导出普查县的耕园林草盐碱地,作为工作底图制作需要的土地利用现状图。

二普土壤图:对二普土壤图进行地理清查、空间配准与坐标变换处理,并对土壤类型名称校准,作为工作底图制作需要的土壤图。

土壤图配准精度,按照《土壤制图 1:50 000 和 1:100 000 土壤图数字化规范》(GB/T 32738—

2016)“4.3 平面位置精度”的要求进行地理校正。现摘录如下。

地物点对最近野外控制点的图上点位中误差不得大于表 1 的规定。

数据难以获取地区（大面积的林地、沙漠、戈壁、沼泽等）地物点对最近野外控制点的图上点位中误差按本标准表 1 相应地形类别放宽 0.5 倍。

DEM：对 ASTER GDEM V3 数据进行拼接、裁剪、坐标变换处理，作为工作底图制作需要的 DEM。

表 1 平面位置中误差

单位：mm（像元）

比例尺	平地、丘陵	山地、高山地
1 : 50 000	0.75 (9)	1 (12)
1 : 100 000	0.75 (9)	1 (12)

注：中误差的两倍为其最大误差限；单位 mm 为等比例尺图面距离，单位像元为分辨率为 300 dpi 时的中误差距离所折算的像元数。

4.1.2.2 空间叠置处理

(1) 第三次全国土地利用调查的 1 : 1 万土地利用现状图标准化处理。从国土三调数据的“地类图斑”图层导出普查县的耕园林草盐碱地后，将线状地物（公路用地、城镇村道路用地、农村道路、沟渠）融并进耕园林草盐碱地图层中，随后按二级地类对耕园林草盐碱地图层进行合并。

(2) 二普土壤图标准化处理。进行过地理清查、空间配准与坐标变换处理后的二普土壤图，筛除其中的“河湖库渠”“居民地”“盐场”等非土壤类型信息，并以国土三调数据中各县的行政区范围对土壤图进行裁剪。

(3) 土地利用图与土壤图叠加。叠加经过标准化处理的二普 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土壤三普的工作底图，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。

4.2 表层样点预布设

遵循土壤普查表层样点布设的全面性、科学性、可行性原则，兼顾样点的多目标、多功能性，以地理信息系统、遥感技术等技术手段为支撑，以二普土壤图、国土三调土地利用现状图、DEM 等为基础图件，按照《第三次全国土壤普查技术规程》要求，统筹样点的数量与位置，统一进行表层样点预布设。

4.2.1 表层样点预布设基本思路

(1) 主要考虑土地利用类型、地形地貌（影响表层土壤理化性质的主导因素），兼顾土壤普查中农业的重要性及各地指导农业生产的实际需求。

(2) 将全国所有普查区域按区域特征、土地利用类型、地形地貌进行分区分类。首先，对普查县按区域分为地理标志农产品区（以下简称“地标区”）与非地标区、牧区与非牧区。其次，按土地利用类型分成耕园地和林草盐碱地两大类。然后，对耕园地按地貌类型分为平地、丘陵山地。最后，将林草地按二级地类分为与食物生产有关和与食物生产无关。

(3) 耕园林草盐碱地均在土地利用二级地类上布点。

(4) 采取不同的布点密度在各种类型区进行布点。

耕园地布点密度：丘陵山地>平地。

林草地布点密度：非牧区>牧区，与食物生产有关>与食物生产无关。

(5) 为查清全国地理标志农产品区土壤特征，在该区加密样点。

4.2.2 表层样点预布设主要原则

(1) 分县布样原则。

以县级行政区为样点布设基本行政单元，进行表层样点预布设。

(2) 全面性原则。

遵循在土壤、土地利用类型和空间上全面性布点原则。确保普查县内每一个土种（耕园地）/土属（林草地）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。

(3) 代表性原则。

同一区域内土壤与土地利用类型相同时，选面积最大图斑布点。

(4) 差异性原则。

土地利用类型、地貌类型与区域特征不同，布点密度不同。耕园地布点密度>林草地；丘陵山地>平地；地理标志农产品区>非地理标志农产品区。耕地和园地（以下简称“耕园地”）“叠加图斑”按不大于1 km×1 km规划1个样点，林地、草地和盐碱地（以下简称“林草盐碱地”）“叠加图斑”按不大于4 km×4 km规划1个样点（牧区省林草盐碱地叠加图斑按不大6 km×6 km规划1个样点）。对于地理标志农产品区域的耕园林草地和地形起伏度大的区域耕园林草盐碱地，可根据实际情况加密布点。

4.2.3 表层样点预布设技术路线

表层样点预布设分为工作底图制作与表层样点布设两部分。工作底图制作部分需要准备二普土壤图、三调土地利用图、DEM、行政区划图等基础图件，然后对基础数据进行处理。表层样点布设部分首先需要生成布点底图，接着规划样点总数，其次确定样点数量，再次确定样点位置，最后形成布点方案。图1为表层样点预布设技术路线。

4.2.4 表层样点预布设操作步骤

4.2.4.1 布点底图生成与分区分类处理

布点底图是表层样点布设的基础，所有表层样点均分布在布点底图范围内。

(1) 布点底图生成。

从普查县1:1万全要素土地利用现状图中提取耕园地、林草盐碱地、线状地物（公路用地、城镇村道路用地、农村道路、沟渠）图层，将线状地物融并到前两个图层，再与经过空间配准标准化处理、统一比例尺（1:1万）和图斑精度的土壤图叠加，生成叠加图斑。叠加图斑是布点底图生成过程中的重要图层。

(2) 布点底图分区。

将叠加图斑分为地理标志农产品区（简称地标区）、非地理标志农产品区（简称非地标区）两大类图层，地标区图层按二级地类和土种合并，非地标区耕地按二级地类和土种合并，非地标区园地按二级地类与土种合并，非地标区非牧区省林草盐碱地按一级地类和土属合并，非地标区牧区省与食物生产相关的林草盐碱地按二级地类和土种合并，非地标区牧区省与食物生产无关的林草盐碱地按二级地类和土属合并。对合并后的叠加图斑进行线状地物擦除处理。

(3) 布点底图分类。

将（1）、（2）中生成的地标区与非地标区叠加图斑按照地形地貌特点，分为平地型图斑、丘陵山地型图斑2种图斑。将耕园地叠加图斑与DEM数据空间套合，统计每个耕园地叠加图斑内的平均坡度（Average Slope, AS），当 $AS \leq 6^\circ$ 时，为平地型图斑。当 $AS > 6^\circ$ 时，为丘陵山地型图斑。

(4) 布点底图处理。

村庄、城镇用地附近不布点处理：从国土三调地类图斑中提取村庄、城镇用地要素，生成缓冲区图层，将耕园地叠加图斑与缓冲区图层空间套合，擦除耕园地叠加图斑中与缓冲区重叠部分，确保村庄、城镇用地附近不布点。

缓冲区范围：40 m，包括城镇住宅用地、农村宅基地、特殊用地。

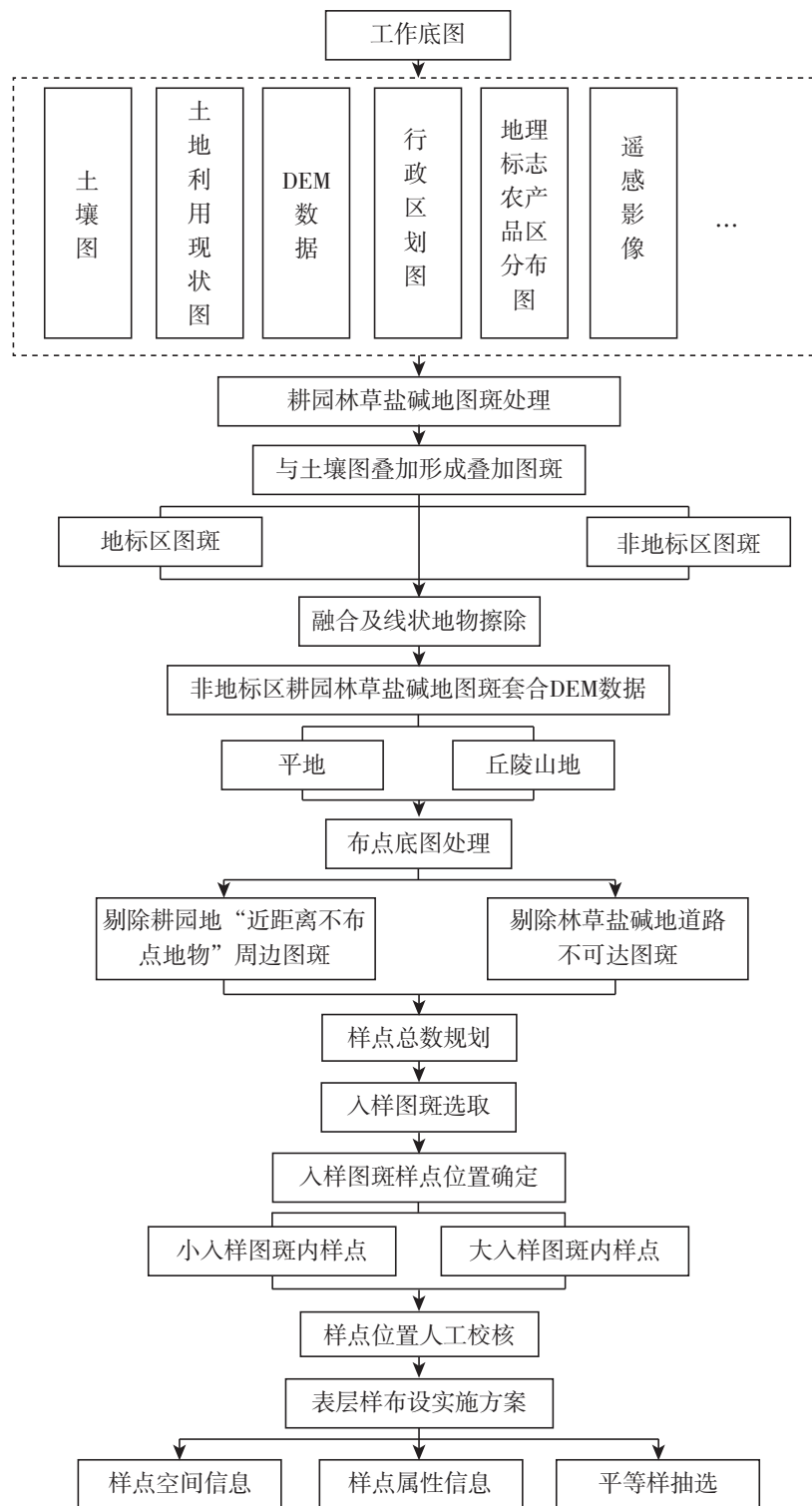


图1 表层样点预布设技术路线

山区林草地样点道路可达处理：从林草地叠加图斑中提取丘陵山地林草地叠加图斑，从国土三调地类图斑中提取道路（公路用地、城镇村道路用地、农村道路）要素，并生成缓冲区图层（缓冲区范围50~500 m）；将缓冲区图层与山区林草地叠加图斑套合，选择与缓冲区有重合的叠加图斑进行布点，确保山区林草地样点道路可达。

(5) 图层分类与生成。

将经过以上处理的叠加图斑分成 17 个图层，分别在每个图层内布点。17 个图层包括 6 个耕地图层（水田平地、水田丘陵山地、水浇地平地、水浇地丘陵山地、旱地平地、旱地丘陵山地），6 个园地图层（果园平地、果园丘陵山地、茶园平地、茶园丘陵山地、其他园地平地、其他园地丘陵山地），2 个林地图层（乔木林地、竹林地、灌木林地、其他林地图层与橡胶园地图层），3 个草地图层（天然牧草地、人工牧草地、其他草地与盐碱地）。普查县内地标与非地标区的耕园林草盐碱地均按照上述方式进行分层。

4.2.4.2 样点总数规划。

统计各类型区不同土地利用类型的面积，根据各类型区规划的布样密度，采用面积法确定普查县采样点数量。将普查县各类型区总面积除以相应的规划布样密度，初步确定普查县采样点数量，各类型区规划布样密度见表 2 和表 3。

表 2 非地理标志农产品区规划布样密度

土地利用类型	地形地貌、区域特征与二级地类	布样密度
耕园地	平地	1 个/1 km ²
	丘陵山地	1 个/0.5 km ²
林地	非牧区省	1 个/16 km ²
	牧区省，与食物生产相关	1 个/16 km ²
	牧区省，与食物生产无关	1 个/36 km ²
草地盐碱地	天然牧草地	1 个/16 km ²
	人工牧草地	1 个/4 km ²
	牧区省，其他草地盐碱地	1 个/36 km ²
	非牧区省，其他草地盐碱地	1 个/16 km ²

表 3 地理标志农产品区规划布样密度

土地利用类型	地形地貌	布样密度
耕园地	平地	1 个/0.5 km ²
	丘陵山地	1 个/0.25 km ²
林草地	—	1 个/4 km ² ~ 1 个/16 km ²

4.2.4.3 入样图斑选取与样点数量确定

(1) 全县范围内遍历土种土地利用类型的入样图斑选取与样点数确定。

统计普查县各图层叠加图斑内每种土地利用类型与土壤类型的组合中面积最大的图斑作为入样图斑，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。对选出的入样图斑按面积按由大到小排序，将面积小于 5 hm²（1:5 万土壤图最小上图面积）的入样图斑剔除（南方丘陵山地较多普查县最小上图面积 2 hm²）。当入样图斑面积大于 5 hm²而小于等于 1 km²（耕园地平原）或 16 km²（非牧区省林草盐碱地）时，每个图斑内布设 1 个采样点；当耕园地平地型入样图斑面积大于 1 km²而小于 2 km²时按 2 个样点布设，林草盐碱地入样图斑面积大于 16 km²而小于 32 km²时按 2 个样点布设，以此类推，其他类型图斑同理。详见表 4 至表 8。

表 4 耕园地平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 hm ² < 入样图斑面积 ≤ 1 km ²	1

(续表)

类别	分类标准	采样点数量
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 5 耕地丘陵山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	$5 \text{ hm}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 0.5 \text{ km}^2$	1
2	$0.5 \text{ km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 1 \text{ km}^2$	2
3	$1 \text{ km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 1.5 \text{ km}^2$	3
4	$1.5 \text{ km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 2 \text{ km}^2$	4
5	$2 \text{ km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 2.5 \text{ km}^2$	5

表 6 非牧区省林草盐碱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	$5 \text{ hm}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 16 \text{ km}^2$	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

表 7 牧区省与食物生产相关林草盐碱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	$5 \text{ hm}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 16 \text{ km}^2$	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

表 8 牧区省与食物生产无关林草盐碱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	$5 \text{ hm}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 36 \text{ km}^2$	1
2	$36 \text{ km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 72 \text{ km}^2$	2
3	$72 \text{ km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 108 \text{ km}^2$	3

(续表)

类别	分类标准	采样点数量
4	$108 \text{ km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 144 \text{ km}^2$	4
5	$144 \text{ km}^2 < \text{入样图斑面积} \leq 180 \text{ km}^2$	5

(2) 剩余图斑中入样图斑选取与样点数确定。

从普查县各类型叠加图斑中，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。首先，分别将各类型区剩余叠加图斑按面积由大到小排序；其次，统计面积大于 1 km^2 （耕园地平地）或 16 km^2 （非牧区省林草盐碱地）叠加图斑总面积，根据表 4 至表 8 中规定布样密度，确定这些面积大的叠加图斑（以下简称“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；最后，确定剩余叠加图斑中面积小于等于 1 km^2 （耕园地平地）或 16 km^2 （林草盐碱地）的所有图斑（以下简称“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。其他类型区同理。

网格法具体步骤如下。将剩余图斑与 $8 \text{ km} \times 8 \text{ km}$ （牧区省：西藏、新疆、内蒙古、甘肃、青海、四川）和 $6 \text{ km} \times 6 \text{ km}$ （非牧区省）网格叠加，网格起始点相同；其次，选网格内面积最大图斑作为初始入样图斑；最后，根据表 4 至表 8 中布样密度，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 5 hm^2 的入样图斑剔除。

4.2.4.4 样点位置确定

首先，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。

其次，确定大入样图斑内样点位置。大入样图斑（面积大的入样图斑），需要利用 $1 \text{ km} \times 1 \text{ km}$ （耕园地平地）、 $0.707 \text{ km} \times 0.707 \text{ km}$ （耕园地丘陵山地）或 $4 \text{ km} \times 4 \text{ km}$ （非牧区省林草盐碱地、牧区省与食物生产相关林草盐碱地）、 $6 \text{ km} \times 6 \text{ km}$ （牧区省与食物生产无关林草盐碱地）网格将大入样图斑分解成多个小面积图斑（网格边长是在确定布样密度下，由单个样点对应面积开方得到）。各种尺度网格均以普查县叠加图斑图层西、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 4 至表 8 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。

最后，确定查缺补漏样点位置。查缺补漏样点是针对普查县内有较大空白区域未布点而设计的。当某查缺补漏网格（牧区省 $8 \text{ km} \times 8 \text{ km}$ ，非牧区省 $6 \text{ km} \times 6 \text{ km}$ ）内没有样点分布时，选取该网格内最大面积图斑作为入样图斑，将该图斑的质心点作为查缺补漏样点位置。

4.2.4.5 形成表层样点预布设方案

(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) 平行样品点抽选。

采用简单随机抽样方式从全县采样点中抽选确定平行样点。先将全县样点按 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品点。平行样的抽样比为 $1/45$ ，即每 45 个全县样点中抽出 1 个平行样点，不足 45 个样

点的部分抽取 1 个。

4.3 剖面样点预布设

4.3.1 剖面调查布点的原则

(1) 宏观代表性与局地代表性相结合。

剖面样点应抓住省域范围土壤类型分布规律（地带性和非地带性分布），抓住典型土壤类型，尽可能覆盖所有主要的成土环境条件，同时布设在典型的景观部位。

(2) 体现普查重点和土壤演变。

耕园地为重点，兼顾林草盐碱地，同时捕捉土地利用变更等不同动因类别（如水改旱、盐分洗脱、复垦等）土壤类型在时间上的演变。

(3) 代表性第一位、空间均衡性第二位。

代表性与空间均衡性是权衡关系，在满足代表性的前提下尽可能使剖面样点分布空间相对均衡。

(4) 用途导向、可操作及效率。

剖面布点要面向外业调查、土壤分类校准、土壤类型制图和土种志编制等用途，同时要具有野外可达性和野外挖掘采样的可操作性和效率。

4.3.2 剖面样点预布设总体思路

采用省域统筹布设剖面样点。二普土壤图是对土壤分异的先验认识，以二普土壤图斑为基础，宏观代表性与局地代表性相结合，考虑多尺度的土壤分异规律，布设重点是耕园地，兼顾林草盐碱地，主体上采样典型布点，在土壤类型变化区加点，实现省域剖面样点布设（图 2）。

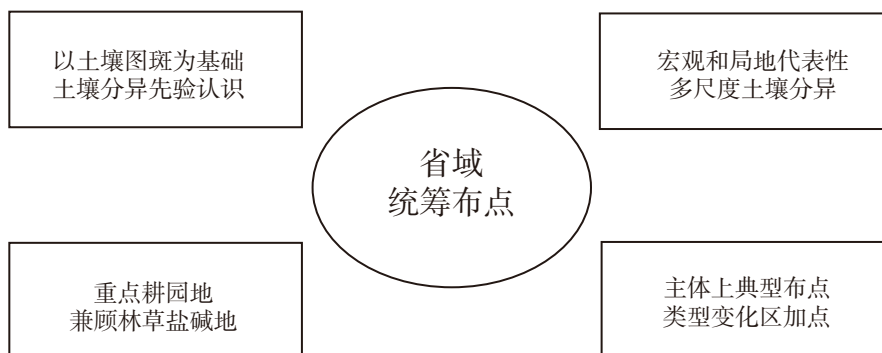


图 2 剖面样点预布设的总体思路

4.3.3 工作底图的建立

(1) 处理土地利用图层。

根据剖面布点需要，对国土三调地类图斑进行重新分类整理，分为水田、旱地、园地、草地、林地和不布点区域（河流、居民地、冰川、道路、水库水面、坑塘水面、沟和渠等），利用矢量转栅格工具转换成栅格图层。

(2) 处理二普土壤图。

有土种图时，建立土类—亚类—土属—土种序号，作为唯一标识；若无土种图，根据土种的概念，利用关键成土因素（母质、地形等）对土属或亚类图斑进行分解，得到“土种”，建立土类—亚类—土属—母质（地形地貌），作为唯一标识。

(3) 生成关键成土因素变量。

包括高程、坡度、NDVI 标准差、Landsat 7 (b5)、地形地貌和母质等变量，用于识别土种的典型景观部位。

(4) 处理地貌类型图。

将地貌类型分为两类：一是低起伏区，包括平原（地势起伏度 < 30 m）、台地（地势起伏度 ≥

30 m)、丘陵（地势起伏度<200 m）、海拔 ≤1 000 m（低海拔）的区域；二是高起伏区，包括丘陵（地势起伏度<200 m）、海拔>1000 m（中海拔以上）、起伏山地（地势起伏度> 200 m）。

(5) 制作道路潜在可达性图层。

在低起伏区和高起伏区图中，假设低起伏区为道路可达区域，高起伏区为不可达区域。在土地利用类型中，假设耕园地为可达区域，林草地为不可达区域。将以上两个图层进行叠加，如有一方为不可达，则认定为不可达，需要道路作为辅助。设定低起伏区道路周边 1 000 m 为可达区域。高起伏区道路周边 200 m 为可达区域，综合以上信息，形成道路潜在可达性图层。进一步以道路为基准，以 100 m 为间隔，依次向外计算道路可达性级别。

4.3.4 剖面样点预布设技术流程

剖面样点布设的技术步骤主要包括估算省域剖面样点数、确定各土种样点数量、筛选土种代表性图斑、识别典型的景观位置和土壤类型变化区补点（图 3）。

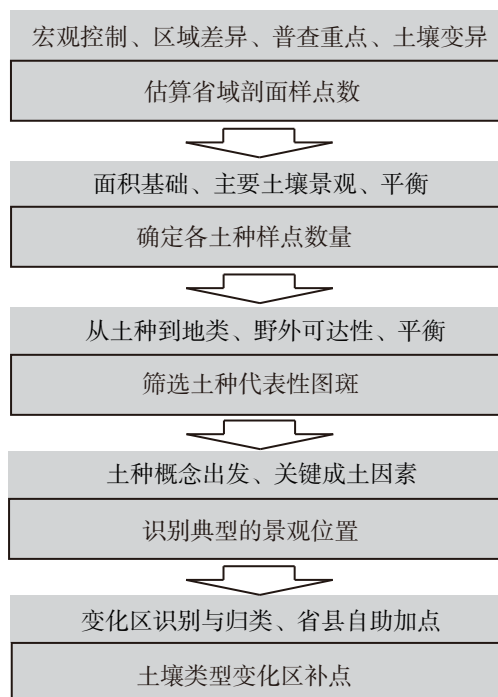


图 3 剖面样点布设技术流程

4.3.4.1 计算省域样点数量

(1) 计算省域剖面样点基数。

在全国层面，以全国 6 万个剖面样点的总体控制要求为基数，结合自然重要性（温度带、干湿区、地貌、植被）和农业重要性（粮食产量）区域差异，打分量化。在省域层面，考虑省域内耕园林草地面积（林草地布点密度为耕园地 1/16）和土壤类型复杂度，打分量化。全国各省市剖面样点布设基数的计算公式为：

$$\text{某省域剖面样点数} = \text{全国剖面样点计划数} \times (\text{该省自然重要性得分} \times w_1 + \text{该省农业重要性得分} \times w_2 + \text{该省有效面积得分} \times w_3 + \text{该省土壤类型复杂度得分} \times w_4) \quad (1)$$

式中， w_1 、 w_2 、 w_3 和 w_4 分别为 1/6、1/6、3/6 和 1/6。

(2) 征求省域剖面样点数量意见。

以省域剖面样点基数为基础参考，进一步征求各省专家和省级土壤普查办意见，从服务于各级土种志撰写的角度出发，确定各省市剖面样点数量及编制的土种志级别。

4.3.4.2 确定各土种样点数量

(1) 计算各土种面积。

计算各土种图斑的面积和各土种总面积。对省域内无土种图的区域，一般使用土属图，依据各地景观特征，使用成土母质和地形变量对土属图斑进行分解，得到土种图斑。

(2) 根据面积分配样点。

将土种按面积由大到小排序，根据样点预布设样点数量和土种数量分配样点。当预布设样点数量 \leq 土种数量时，按土种面积从大到小逐个土种分配1个样点，直至分完为止；当预布设样点数量 $>$ 土种数量时，按照土种面积从大到小，依次对各土种进行样点分配，往返循环直至样点分配结束。

4.3.4.3 筛选各土种的代表性图斑

(1) 统计各土种图斑的潜在野外可达性级别。

根据潜在野外可达性图层，统计各土种图斑（含“土种”图斑）的道路可达性级别，认定其道路可达性的最高级别为该图斑的道路可达性级别。

(2) 确定各土种的代表性地类。

统计各土种所有图斑中，面积最大的地类作为该土种的最代表地类，面积第二大的地类作为次代表地类，面积第三大的地类作为次代表地类。依此类推，确定各土种的代表性地类列表。

(3) 依据代表性地类、图斑面积和潜在野外可达性级别筛选代表性图斑。

基于地类代表性级别优先、覆盖不同主要地类的原则，挑选各土种系列图斑中，面积最大、潜在野外可达性级别最高的图斑作为其代表性图斑。若该土种分配1个样点，则选择其最代表地类面积最大、潜在野外可达性最高的图斑作为该土种的代表性图斑；若该土种分配样点数量超过1个，则依据其代表性地类名单，考虑覆盖不同主要地类的原则，筛选代表性图斑。

4.3.4.4 识别各土种的典型景观部位

有了各土种代表性图斑之后，通过对图斑内土种的成土环境条件进行属性空间和地理空间数据分析，识别该土种的典型景观部位，确定样点位置。

(1) 识别各土种的典型成土环境条件。

在每个土种的所有图斑范围内，对关键成土因素变量进行频率分析，识别其最高频数至最高频数1/2范围对应的数值区间，作为该成土环境的典型环境数值区间。

(2) 识别土种的典型景观部位区。

在典型环境数值区间将属性空间映射到地理空间上，确定各土种各个关键环境变量的典型地理空间区域，生成多个典型环境条件图层，对这些图层进行空间求交，得到公共的地理范围区，即典型景观部位区。

(3) 确定典型样点的初始位置。

基于识别的土种典型景观部位区，结合筛选的该土种的代表性图斑，叠加获取该土种代表性图斑的典型景观部位区，选择典型景观部位区中距离图斑几何中心最近的部位，作为该图斑内的初始样点位置。遍历所有土种的所有代表性图斑，完成剖面样点初始位置的确定。

4.4 样点预布设结果的省级校核

4.4.1 表层样点预布设结果的省级校核

(1) 校核国家下发的样点数据完整性。对照样点信息下发清单，检查下发各县的文件数量、类型与内容是否齐全。打开样点矢量文件，核查样点坐标、属性表和整体空间分布有无异常。

(2) 校核样点的土地利用类型是否发生变化。土壤三普工作底图中土地利用现状图的时间节点为2019年12月31日，经过3年多时间，有些地区的土地利用类型发生变化，如2019年之前是耕地，现在变为林地或园地；或者原来是林地现在变为耕地。针对上述情况，需要对照土壤三普工作底图与本地现实土地利用变更信息，校核样点所在入样图斑的土地利用属性，并按照耕园地、林草盐碱

地布样密度，重新布设样点。

(3) 校核样点的道路可达性。主要针对丘陵山地林草地样点进行道路可达性校核。利用国土三调地类图斑图层、遥感影像判断样点的道路可达性。对于到达困难的样点，需要在对应的入样图斑或与入样图斑土壤、土地利用属性相同的邻近叠加图斑内调整样点位置。若无可达位置，则删除该样点，并在耕园地上新增样点。

(4) 校核样点的可用性与持久性。校核表层样点实际位置是否可用于外业调查采样、是否长期可用。利用国土三调地类图斑图层、遥感影像判断样点位置的可用性与持久性，当表层样点落在建设用地、军事用地、自然保护区、城市规划区等实际无法采样或长期来看不可用的位置时，需要将其移动到与原定土地利用类型和土壤类型相同的临近图斑内。

(5) 校核地理标志农产品区样点数量与样点空间位置合理性。地理标志农产品区（以下简称“地标”）样点根据各省提供地理标志农产品统计表信息布设，各普查县需要根据地标材料与地标产品实际分布情况，逐一校核地标区内加密样点的地标信息是否属实。对于落入地标产品种植范围内的样点，需要校核样点的地标信息是否正确。对于未落入地标产品种植范围内的样点，需要修改相关属性将其转化为非地标样点。随后重新计算该区域内规划样点数量，若实际样点数量与规划样点数量不相等，则需要对样点进行增加或删除操作，使其满足规划样点数量。

(6) 校核各类型区样点密度是否与布点方案一致。校核各类型区表层样点布点密度是否符合方案要求。普查县各类型区的表层样点布点密度因土地利用类型、地形、是否存在地理标志农产品等情况不同而不同。如果某类型区实际布点密度小于方案要求布点密度，需要在该类型区内新增表层样点，使其满足方案要求。

(7) 校核普查县域内是否存在较大空白区域未布点。利用国土三调地类图斑图层、遥感影像，校核普查县耕园地范围内是否存在较大区域未布点，如山区沟冲田。若存在，则在其中面积较大的耕园地图斑上新增样点。

(8) 校核非土壤普查范围内土地利用类型区的布点合理性。校核建设用地集中区是否有样点布设。当表层样点所在位置落在建设用地集中区，且其入样图斑面积较小时（如小于 0.1 km^2 ），需要将该样点删除。

(9) 校核样点是否靠近土壤污染源。当表层样点距离工业用地、采矿用地等疑似土壤污染源较近时，原则上要保留该样点，并与生态环境部已开展的全国土壤污染详查点位衔接，两者的距离较近时（如小于 50 m ），可选择土壤污染详查点位作为样点位置。

4.4.2 剖面样点预布设结果的省级校核

(1) 检查样点的代表性。主要是检查样点的宏观代表性和局地代表性，宏观代表性主要是室内检查样点是否覆盖了省域内主要成土环境和土壤类型，同时也应当兼顾土壤类型的农业重要性，在地市级行政范围上，每个土种（属）类型至少有1个样点，且样点位于该土壤类型的主要分布区域。局地代表性主要是检查样点所在的景观部位（地形部位、海拔、坡度等）是否是其土壤类型的典型景观部位。

(2) 检查样点的土地利用情况。主要是检查样点的土地利用方式，样点应尽量远离人为活动频繁地区、城镇道路、沟渠坑塘、污染源等周边区域，进一步判断样点土地利用类型与实际土地利用类型是否一致，若样点位置的土地利用类型发生了变更，且这种变更在土壤图斑内的面积百分比小于50%（非主导），应将样点位置调整到土壤图斑内原土地利用类型上；若土壤图斑内的土地利用类型变更面积大于50%，且引起了土壤类型的变化，则需要将该样点调整至相同土种的次要图斑（面积次要）上。

(3) 检查土壤类型改变区样点覆盖并进行必要补点。根据水改旱、旱改水、新增耕地（2000年以来）、土壤改良、土地平整等分布数据，获取变更年限信息，检查下发样点对这些土壤类型改变区的覆盖情况。对于样点覆盖区域不足的，适当补充一定数量的代表性样点。主要从变更方式（例如旱改水）和变更年限（例如20年）两方面综合考虑代表性。

(4) 检查样点的野外可达性。基于潜在野外可达性图层、遥感影像、道路网、当地野外土壤调查专家经验或实地查看，确定样点位置是否可以到达。

(5) 检查样点土壤类型名称正确性，以及是否满足各级（县级、地市级或省级）土种志编制。基于《第三次全国土壤普查暂行土壤分类系统（试行）》，检查土壤类型名称的正确性，对于各级土种志编制，主要检查样点的土壤类型是否包含了该行政区划级别内所有主要的土壤类型，若样点数量小于该级别主要土壤类型数量的，应从土壤类型和样点数量两方面进行补充。

4.5 样点编码赋值

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/T 2260—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+样点类型 1 位+序号 5 位（如 00001……）+样品类型 1 位（一般样品为 1，容重样品为 2，水稳性大团聚体样品为 3）+样品层次序号（表层样品为 0，剖面样品为发生层序号），共 18 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，含前 2 位的省级编码；

编码第 7~10 位为土地利用类型，参照国土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，表层样为 0，剖面样为 1；

编码第 12~16 位为县级样点顺序码，由普查工作平台生成该顺序码；

编码第 17 位为样品类型，表层土壤样品为 1，容重土壤样品为 2，水稳性大团聚体样品为 3；

编码第 18 位为样品层次序号，表层土壤样品为 0；剖面土壤样品为发生层由上及下的序号，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，第六发生层为 6。

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。

4.6 样点信息与任务赋值

4.6.1 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。预布设的样点编码包含行政区划代码、土地利用类型样品类别信息。同时，每一预布设样点属性表中还带有土壤类型、土地利用类型、样点类别、行政区划位置、海拔等多个独立属性字段，作为外业样点现场确认与样点调查信息填报的参考。

4.6.2 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。