

# 测土配方施肥技术规范

## (2011年修订版)

### 1 范围

本规范规定了全国测土配方施肥工作肥料效应田间试验、样品采集与制备、田间基本情况调查、土壤与植株测试、肥料配方设计、配方肥料合理使用、效果反馈与评价、数据汇总、报告撰写、耕地地力评价等内容、方法和操作规程。

本规范适用于全国不同区域、不同土壤和不同主要作物的测土配方施肥工作。

### 2 引用标准

本规范引用下列国家或行业标准：

GB/T 6274 肥料和土壤调理剂 术语

NY/T 496 肥料合理使用准则 通则

NY/T 497 肥料效应鉴定田间试验技术规程

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 1119 土壤监测规程

NY/T 1634 耕地地力调查与质量评价技术规程

### 3 术语和定义

下列术语和定义适用于本规范：

#### 3.1 测土配方施肥 **soil testing and formulated fertilization**

测土配方施肥是以土壤测试和肥料田间试验为基础，根据作物需肥规律、土壤供肥性能和肥料效应，在合理施用有机肥料的基础上，提出氮、磷、钾及中、微量元素等肥料的施用品种、数量、施肥时期和施用方法。

#### 3.2 配方肥料 **formula fertilizer**

以土壤测试、肥料田间试验为基础，根据作物需肥规律、土壤供肥性能和肥料效应，用各种单质肥料和（或）复混肥料为原料，配制成的适合于特定区域、特定作物品种的肥料。

#### 3.3 肥料效应 **fertilizer response**

肥料效应是肥料对作物产量或品质的作用效果，通常以肥料单位养分的施用量所能获得的作物增产量和效益表示。

### 3.4 施肥量 dose rate; dose

施于单位面积耕地或单位质量生长介质中的肥料或养分的质量或体积。

### 3.5 常规施肥 coventional fertilizing

亦称习惯施肥，指当地有代表性的农户前三年平均施肥量（主要指氮、磷、钾肥）、施肥品种、施肥方法和施肥时期。可通过农户调查确定。

### 3.6 空白对照 control

无肥处理，用于确定肥料效应的绝对值，评价土壤自然生产力和计算肥料利用率等。

### 3.7 优化施肥 optimized fertilization

指针对当地（一定区域）的土壤肥力水平、作物需肥特点、肥料利用效率和相关配套栽培技术而建立的作物高产高效或优质适产施肥种类、时期、数量、比例和方法。

### 3.8 地力 soil fertility

是指在当前管理水平下，由土壤本身特性、自然背景条件和农田基础设施等要素综合构成的耕地生产能力。

### 3.9 耕地地力评价 soil productivity assessment

耕地地力是指根据耕地所在地的气候、地形地貌、成土母质、土壤理化性状、农田基础设施等要素相互作用表现出的综合特征。耕地地力评价是对耕地生态环境优劣、农作物种植适宜性、耕地潜在生物生产力高低进行评价。

### 3.10 肥料利用率 recovery efficiency of fertilizer

是指作物吸收来自所施肥料的养分占所施肥料养分总量的百分率。

## 4 肥料效应田间试验

主要包括大田作物肥料效应田间试验、蔬菜和果树作物田间试验。

### 4.1 大田作物肥料效应田间试验

#### 4.1.1 试验目的

肥料效应田间试验是获得各种作物最佳施肥品种、施肥比例、施肥数量、施肥时期、施肥方法的根本途径，也是筛选、验证土壤养分测试方法、建立施肥指标体系的基本环节。通过田间试验，掌握各个施肥单元不同作物优化施肥数量，基、追肥分配比例，施肥时期和施肥方法；摸清土壤养分校正系数、土壤供肥能力、不同作物养分吸收量和肥料利用率等基本参数；构建作物施肥模型，为施肥分区和肥料配方设计提供依据。

#### 4.1.2 试验设计

肥料效应田间试验设计，取决于试验目的。对于一般大田作物施肥量研究，本规范推荐采用“3414”方案设计，在具体实施过程中可根据研究目的选用“3414”完全实施方案、部分实施方案或其他试验方案。

#### 4.1.2.1 “3414”完全实施方案

“3414”方案设计吸收了回归最优设计处理少、效率高的优点，是目前应用较为广泛的肥料效应田间试验方案（表 1）。“3414”是指氮、磷、钾 3 个因素、4 个水平、14 个处理。4 个水平的含义：0 水平指不施肥，2 水平指当地推荐施肥量，1 水平（指施肥不足）=2 水平×0.5，3 水平（指过量施肥）=2 水平×1.5。如果需要研究有机肥料和中、微量元素肥料效应，可在此基础上增加处理。

表 1 “3414”试验方案处理（推荐方案）

试验编号	处理	N	P	K
1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0	0	0
2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0	2	2
3	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1	2	2
4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2	0	2
5	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	2	1	2
6	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2	2	2
7	N <sub>2</sub> P <sub>3</sub> K <sub>2</sub>	2	3	2
8	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2	2	0
9	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	2	2	1
10	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>3</sub>	2	2	3
11	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	3	2	2
12	N <sub>1</sub> P <sub>1</sub> K <sub>2</sub>	1	1	2
13	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>1</sub>	1	2	1
14	N <sub>2</sub> P <sub>1</sub> K <sub>1</sub>	2	1	1

该方案可应用 14 个处理进行氮、磷、钾三元二次效应方程拟合，还可分别进行氮、磷、钾中任意二元或一元效应方程拟合。

例如：进行氮、磷二元效应方程拟合时，可选用处理 2~7、11、12，求得在以 K<sub>2</sub> 水平

为基础的氮、磷二元二次效应方程；选用处理 2、3、6、11 可求得在  $P_2K_2$  水平为基础的氮肥效应方程；选用处理 4、5、6、7 可求得在  $N_2K_2$  水平为基础的磷肥效应方程；选用处理 6、8、9、10 可求得在  $N_2P_2$  水平为基础的钾肥效应方程。此外，通过处理 1，可以获得基础地力产量，即空白区产量。

其具体操作参照有关试验设计与统计技术资料。

#### 4.1.2.2 “3414”部分实施方案

试验氮、磷、钾某一个或两个养分的效应，或因其它原因无法实施“3414”完全实施方案，可在“3414”方案中选择相关处理，即“3414”的部分实施方案。这样既保持了测土配方施肥田间试验总体设计的完整性，又考虑到不同区域土壤养分特点和不同试验目的要求，满足不同层次的需要。如有些区域重点要试验氮、磷效果，可在  $K_2$  做肥底的基础上进行氮、磷二元肥料效应试验，但应设置 3 次重复。具体处理及其与“3414”方案处理编号对应列于表 2。

表 2 氮、磷二元二次肥料试验设计与“3414”方案处理编号对应表

处理编号	“3414”方案处理编号	处理	N	P	K
1	1	$N_0P_0K_0$	0	0	0
2	2	$N_0P_2K_2$	0	2	2
3	3	$N_1P_2K_2$	1	2	2
4	4	$N_2P_0K_2$	2	0	2
5	5	$N_2P_1K_2$	2	1	2
6	6	$N_2P_2K_2$	2	2	2
7	7	$N_2P_3K_2$	2	3	2
8	11	$N_3P_2K_2$	3	2	2
9	12	$N_1P_1K_2$	1	1	2

上述方案也可分别建立氮、磷一元效应方程。

在肥料试验中，为了取得土壤养分供应量、作物吸收养分量、土壤养分丰缺指标等参数，一般把试验设计为 5 个处理：空白对照 (CK)、无氮区 (PK)、无磷区 (NK)、无钾区 (NP) 和氮、磷、钾区 (NPK)。这 5 个处理分别是“3414”完全实施方案中的处理 1、2、4、8 和 6 (表 3)。如要获得有机肥料的效应，可增加有机肥处理区 (M)；试验某种中 (微) 量元素的效应，在 NPK 基础上，进行加与不加该中 (微) 量元素处理的比较。试验要求测试土壤

养分和植株养分含量，进行考种和计产。试验设计中，氮、磷、钾、有机肥等用量应接近肥料效应函数计算的最高产量施肥量或用其他方法推荐的合理用量。

表3 常规5处理试验设计与“3414”方案处理编号对应表

处理编号	“3414”方案处理编号	处理	N	P	K
空白对照	1	N <sub>0</sub> P <sub>0</sub> K <sub>0</sub>	0	0	0
无氮区	2	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0	2	2
无磷区	4	N <sub>2</sub> P <sub>0</sub> K <sub>2</sub>	2	0	2
无钾区	8	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>0</sub>	2	2	0
氮磷钾区	6	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2	2	2

#### 4.1.2.3 其它试验方案

各地可以结合几年来的“3414”试验结果，布置单因素多水平高产高效肥料运筹试验，为农业高产高效提供科学施肥配方。对于丘陵山区、黄土高原区可根据当地自然生态条件和技术推广水平，进行肥料梯度试验、配比试验、肥料运筹试验和施肥方法试验及相应的验证试验。

#### 4.1.3 试验实施

##### 4.1.3.1 试验地选择

试验地应选择平坦、整齐、肥力均匀，具有代表性的不同肥力水平的地块；坡地应选择坡度平缓、肥力差异较小的田块；试验地应避开道路、堆肥场所及院、林遮荫阳光不充足等特殊地块。同一田块不能连续布置试验。

##### 4.1.3.2 试验作物品种选择

本规范中大田作物是指大田中种植的粮食、油菜、棉花、大豆等作物，田间试验应选择当地主栽的大田作物品种或拟推广品种。

##### 4.1.3.3 试验准备

整地、设置保护行、试验地区划；小区应单灌单排，避免串灌串排；试验前采集土壤样品；依测试项目不同，分别制备新鲜或风干土样。

##### 4.1.3.4 试验重复与小区排列

为保证试验精度，减少人为因素、土壤肥力和气候因素的影响，田间试验一般设3~4个重复（或区组）。采用随机区组排列，区组内土壤、地形等条件应相对一致，区组间允许

有差异。同一生长季、同一作物、同类试验在 10 个以上时可采用多点无重复设计。

小区面积：大田作物小区面积一般为 20~50m<sup>2</sup>，密植作物可小些，中耕作物可大些；  
小区宽度：密植作物不小于 3m，中耕作物不小于 4m。

#### 4.1.3.5 试验记载与测试

参照肥料效应鉴定田间试验技术规程（NY/T 497—2002）执行，试验前采集基础土样进行测定，收获期采集植株样品，进行考种和生物与经济产量测定。必要时进行植株分析，每个县每种作物应按高、中、低肥力分别各取不少于 1 组 3414 试验中 1、2、4、8、6 处理的植株样品；有条件的地区，采集 3414 试验中所有处理的植株样品。

测土配方施肥田间试验结果汇总表见附表 1。

#### 4.1.4 试验统计分析

常规试验和回归试验的统计分析方法参见肥料效应鉴定田间试验技术规程（NY/T 497）或其他专业书籍。

### 4.2 蔬菜肥料田间试验

#### 4.2.1 试验设计目的

本规范肥料田间试验设计推荐“2+X”方法，分为基础施肥和动态优化施肥试验两部分，“2”是指各地均应进行的以常规施肥和优化施肥 2 个处理为基础的对比施肥试验研究，其中常规施肥是当地大多数农户在蔬菜生产中习惯采用的施肥技术，优化施肥则为当地近期获得的蔬菜高产高效或优质适产施肥技术；“X”是指针对不同地区、不同种类蔬菜可能存在一些对生产和养分高效有较大影响的未知因子而不断进行的修正优化施肥处理的动态研究试验，未知因子包括不同种类蔬菜养分吸收规律、施肥量、施肥时期、养分配比、中微量元素等。为了进一步阐明各个因子的作用特点，可有针对性地进一步安排试验，目的是为确定施肥方法及数量、验证土壤和植物养分测试指标等提供依据，X 的研究成果也将为进一步修正和完善优化施肥技术提供参考，最终形成新的测土配方施肥（集成优化施肥）技术，有利于在田间大面积应用和示范推广。

#### 4.2.2 基础施肥试验设计

基础施肥试验取“2+X”中的“2”为试验处理数：（1）常规施肥，蔬菜的施肥种类、数量、时期、方法和栽培管理措施均按照当地大多数农户的生产习惯进行；（2）优化施肥，即蔬菜的高产高效或优质适产施肥技术，可以是科技部门的研究成果，也可科技种菜能手采用并经土壤肥料专家认可的优化施肥技术方案作为试验处理。基础施肥试验是生产应用性试验，可将小区面积适当增大，不设置重复。

### 4.2.3 “X”动态优化施肥试验设计

“X”表示根据试验地区、土壤条件、蔬菜种类及品种、适产优质等内容确定，确定急需优化的技术内容方案，旨在不断完善优化处理。“X”动态优化施肥试验可与基础施肥试验的2个处理在同一试验条件下进行，也可单独布置试验。“X”动态优化施肥试验需要设置3-4次重复，必须进行长期定位试验研究，至少有3年以上的试验结果。

“X”主要针对氮肥优化管理，包括5个方面的试验设计，分别为：X<sub>1</sub>，氮肥总量控制试验；X<sub>2</sub>，氮肥分期调控试验；X<sub>3</sub>，有机肥当量试验；X<sub>4</sub>，肥水优化管理试验；X<sub>5</sub>，蔬菜生长和营养规律研究试验。“X”处理中涉及有机肥、磷钾肥的用量、施肥时期等应接近于优化管理。除有机肥当量试验外，其他试验中，有机肥根据各地实际情况选择施用或者不施（各个处理保持一致），如果施用，则应该选用当地有代表性的有机肥种类；磷钾根据土壤磷钾测试值和目标产量确定施用量，根据作物养分规律确定施肥时期。各地根据实际情况，选择设置相应的“X”试验；如果认为磷或钾肥为限制因子，可根据需要将磷钾单独设置几个处理。

#### 4.2.3.1 氮肥总量控制试验（X<sub>1</sub>）

为了不断优化蔬菜氮肥适宜用量，设置氮肥总量控制试验，包括3个处理：（1）优化施氮量；（2）70%的优化施氮量；（3）130%的优化施氮量。其中优化施氮量根据蔬菜目标产量、养分吸收特点和土壤养分状况确定，磷钾肥施用以及其他管理措施一致。各处理详见表4。

表4 蔬菜氮肥总量控制试验方案

试验编号	试验内容	处理	N	P	K
1	无氮区	N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	0	2	2
2	70%的优化氮区	N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	1	2	2
3	优化氮区	N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	2	2	2
4	130%的优化氮区	N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	3	2	2

说明：表4中，0水平：指不施该种养分；1水平：适合于当地生产条件下的推荐值的70%；2水平：指适合于当地生产条件下的推荐值；3水平：该水平为过量施肥水平，为2水平氮肥适宜推荐量的1.3倍。

#### 4.2.3.2 氮肥分期调控试验（X<sub>2</sub>）

蔬菜作物在施肥上需要考虑肥料分次施用，遵循“少量多次”原则。为了优化氮肥分配，达到以更少的施肥次数，获得更好效益（养分利用效率，产量等）的目的，在优化施肥量的

基础上，设置3个处理：（1）农民习惯施肥；（2）考虑基追比（3:7）分次优化施肥，根据蔬菜营养规律分次施用；（3）氮肥全部用于追肥，按蔬菜营养规律分次施用。

各地根据蔬菜种类，依据氮素营养需求规律和氮素营养关键需求时期，以及灌溉管理措施来确定优化追肥次数。一般情况下，推荐追肥次数见表5，如果生育期发生很大变化，根据实际情况增加或减少追肥次数。每次推荐氮肥（N）量控制在2-7 kg/亩。

表5 不同蔬菜及栽培灌溉模式下推荐追肥次数

蔬菜种类	栽培方式	追肥次数	
		畦灌	滴灌
叶菜类	露地	2-4	5-8
	设施	3-4	6-9
果类蔬菜	露地	5-6	8-10
	设施	一年两茬	5-8
		一年一茬	10-12

#### 4.2.3.3 有机肥当量试验（X<sub>3</sub>）

目前在蔬菜生产中，特别是设施蔬菜生产中，有机肥的施用很普遍。按照有机肥的养分供应特点，养分有效性与化肥进行当量研究。试验设置6个处理（表6），分别为有机氮和化学氮的不同配比，所有处理的磷、钾养分投入一致，其中有机肥选用当地有代表性并完全腐熟的种类。

表6 有机肥当量试验方案处理

试验编号	处理	有机肥提供氮占总氮投入量比例	化肥提供氮占总氮投入量比例	肥料施用方式
1	空白	--	--	--
2	M <sub>1</sub> N <sub>0</sub>	1	0	有机肥基施
3	M <sub>1</sub> N <sub>2</sub>	1/3	2/3	有机肥基施、化肥追施
4	M <sub>1</sub> N <sub>1</sub>	1/2	1/2	有机肥基施、化肥追施
5	M <sub>2</sub> N <sub>1</sub>	2/3	1/3	有机肥基施、化肥追施
6	M <sub>0</sub> N <sub>1</sub>	0	1	化肥追施

注：其中有机肥提供的氮量以总氮计算。

#### 4.2.3.4 肥水优化管理试验（X<sub>4</sub>）

蔬菜作物在施肥上需要考虑与灌溉结合。为不断优化蔬菜肥水总量控制和分期调控模式，明确优化灌溉前提下的肥水调控技术的应用效果，提出适用于当地的肥水优化管理技术模式，设置肥水优化管理试验。试验设置3个处理：（1）农民传统肥水管理（常规灌溉模式，如沟灌或漫灌，习惯灌溉施肥管理）；（2）优化肥水模式（在常规灌溉模式如沟灌或漫灌下，依据作物水分需求规律调控节水灌溉量）；（3）新技术应用（滴灌模式，依据作物水分需求

规律调控灌溉量)。其中处理 2 和处理 3, 施肥按照不同灌溉模式的优化推荐用量, 氮素采用总量控制、分期调控, 磷钾采用恒量监控或丰缺指标法确定。

#### 4.2.3.5 蔬菜生长和营养规律研究试验 (X<sub>5</sub>)

根据蔬菜生长和营养规律特点, 采用氮肥量级试验设计, 包括 4 个处理 (表 7), 其中有机肥根据各地情况选择施用或者不施, 但是 4 个处理应保持一致。有机肥、磷钾肥用量应接近推荐的合理用量。在蔬菜生长期间, 分阶段采样, 进行植株养分测定。

表 7 蔬菜氮肥量级试验方案处理

试验编号	处理	M	N	P	K
1	MN <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> / N <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	+/-	0	2	2
2	MN <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> / N <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	+/-	1	2	2
3	MN <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> / N <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	+/-	2	2	2
4	MN <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub> / N <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	+/-	3	2	2

说明: 表 7 中 M 代表有机肥料; - : 不施有机肥。+ : 施用有机肥, 其中有机肥的种类在当地应该有代表性, 其施用数量与菜田种植历史 (新老程度) 有关 (表 8)。有机肥料需要测定全量氮磷钾养分。0 水平: 指不施该种养分; 1 水平: 适合于当地生产条件下的推荐值的一半; 2 水平: 指适合于当地生产条件下的推荐值; 3 水平: 该水平为过量施肥水平, 为 2 水平氮肥适宜推荐量的 1.5 倍。

表 8 不同菜田推荐的有机肥用量

菜田	新菜田; 过砂、过黏、盐	2-3 年	大于 5 年		
	碱化严重菜田	新菜田	老菜田		
有机肥选择	高 C/N 粗杂 有机肥	粪肥、堆肥	堆肥	粪肥+秸秆	
推荐量 (方 /亩)	设施 露地	8-10 4-5	5-7 3-4	3-5 2-3	3+2 1+2

#### 4.2.4 试验实施

##### 4.2.4.1 试验地选择

试验地应选择平坦、整齐、肥力均匀, 具有代表性的不同肥力水平的地块; 坡地应选择坡度平缓、肥力差异较小的田块; 试验地应避开靠近道路、有土传病害、堆肥场所或者前期施用大量有机肥等地块。

##### 4.2.4.2 试验作物品种选择

蔬菜田间试验建议选择主栽常见种类: 瓜类, 黄瓜 (设施); 茄果类, 番茄 (设施); 根菜, 萝卜; 结球叶菜, 大白菜; 非结球叶菜, 莴笋; 块根茎类, 马铃薯。

一个县至少选择两种蔬菜，一是上述主栽常见种类中的任意一种蔬菜，二是本地区种植规模较大的具有代表性的蔬菜作物。此外北方地区注意设施和露地蔬菜的试验设计个数要均衡。

#### **4.2.4.3 试验准备**

整地、设置保护行、试验地区划，小区应单灌单排，避免串灌串排；蔬菜田需要在小区之间采用塑料膜或水泥板隔开，至少隔离 50cm 深度，避免肥水间相互渗透；试验前多点采集土壤混合样品；依测试项目不同，分别制备新鲜或风干土样。

#### **4.2.4.4 试验重复与小区排列**

为保证试验精度，减少人为因素、土壤肥力和气候因素的影响，田间试验一般设 3-4 个重复（或区组）。采用随机区组排列，区组内土壤、地形等条件应相对一致，区组间允许有差异。对于氮磷钾试验同一生长季、同一作物、同类试验在 10 个以上时可采用多点无重复设计。

小区面积：露地蔬菜作物小区面积一般为 12-20 m<sup>2</sup>，密植作物可小些，中耕作物可大些；设施蔬菜作物一般为 10-15 m<sup>2</sup>，至少 5 行或者 3 畦以上。小区宽度：密植作物不小于 2m，中耕作物不小于 3m。

#### **4.2.4.5 施肥方法和肥料分配**

有机肥料作基肥一次施用，可撒施、条施或穴施；化学肥料分次施用，具体视试验地区供试蔬菜高产栽培的肥料分配比例而定，一般需要考虑与菜田的水分管理结合进行。

#### **4.2.4.6 试验记载与测试**

参照肥料效应鉴定田间试验技术规程（NY/T 497）执行，试验前采集基础土样进行测定，收获期采集土壤和植株样品，进行考种和生物与经济产量测定，必要时在蔬菜生长期进行植株样品的采集和分析，如蔬菜生长规律的研究试验。

#### **4.2.5 试验统计分析**

常规试验和回归试验的统计分析方法参见肥料效应鉴定田间试验技术规程（NY/T 497）或其他专业书籍。

### **4.3 果树肥料田间试验**

#### **4.3.1 试验设计目的**

本规范肥料田间试验设计推荐“2+X”方法，分为基础施肥和动态优化施肥试验两部分，“2”是指各地均应进行的以常规施肥和优化施肥 2 个处理为基础的对比施肥试验研究，其中常规施肥是当地大多数农户在果树生产中习惯采用的施肥技术，优化施肥则为当地近期获得的果树高产高效或优质适产施肥技术；“X”是指针对不同地区、不同种类果树可能存在一些

对生产和养分高效有较大影响的未知因子而不断进行的修正优化施肥处理的动态研究试验，未知因子包括不同种类果树养分吸收规律、施肥量、施肥时期、养分配比、中微量元素等。为了进一步阐明各个因子的作用特点，可有针对性地进一步安排试验，目的是为确定施肥方法及数量、验证土壤和果树叶片养分测试指标等提供依据，X 的研究成果也将为进一步修正和完善优化施肥技术提供参考，最终形成新的测土配方施肥（集成优化施肥）技术，有利于在田间大面积应用、示范推广。

#### 4.3.2 基础施肥试验设计

基础施肥试验取“2+X”中的“2”为试验处理数：（1）常规施肥，果树的施肥种类、数量、时期、方法和栽培管理措施均按照本地区大多数农户的生产习惯进行；（2）优化施肥，即果树的高产高效或优质适产施肥技术，可以是科技部门的研究成果，也可当地高产果园采用并经土壤肥料专家认可的优化施肥技术方案作为试验处理。优化施肥处理涉及施肥时期、肥料分配方式、水分管理、花果管理、整形修剪等技术应根据当地情况与有关专家协商确定。基础施肥试验是在大田条件下进行的生产应用性试验，可将面积适当增大，不设置重复。试验采用盛果期的正常结果树。

#### 4.3.3 “X”动态优化施肥试验设计

“X”表示根据试验地区果树的立地条件、果树生长的潜在障碍因子、果园土壤肥力状况、果树种类及品种、适产优质等内容，确定急需优化的技术内容方案，旨在不断完善优化施肥处理。其中氮、磷、钾通过采用土壤养分测试和叶片营养诊断丰缺指标法进行，中量元素钙、镁、硫和微量元素铁、锌、硼、钼、铜、锰宜采用叶片营养诊断临界指标法。“X”动态优化施肥试验可与基础施肥试验的 2 个处理在同一试验条件下进行，也可单独布置试验。“X”动态优化施肥试验每个处理应不少于 4 棵果树，需要设置 3-4 次重复，必须进行长期定位试验研究，至少有 3 年以上的试验结果。

“X”主要包括 4 个方面的试验设计，分别为：X<sub>1</sub>，氮肥总量控制试验；X<sub>2</sub>，氮肥分期调控试验；X<sub>3</sub>，果树配方肥料试验；X<sub>4</sub>，中微量元素试验。“X”处理中涉及有机肥、磷钾肥的用量、施肥时期等应接近于优化管理；磷钾根据土壤磷钾测试值和目标产量确定施用量和作物养分规律确定施肥时期。各地根据实际情况，选择设置相应的“X”试验；如果认为磷或钾肥为限制因子，可根据需要将磷钾单独设置几个处理。

##### 4.3.3.1 氮肥总量控制试验（X<sub>1</sub>）

根据果树目标产量和养分吸收特点来确定氮肥适宜用量，主要设 4 个处理：（1）不施化学氮肥；（2）70%的优化施氮量；（3）优化施氮量；（4）130%的优化施氮量。其中优化施

肥量根据果树目标产量、养分吸收特点和土壤养分状况确定，磷钾肥按照正常优化施肥量投入。各处理详见表 9。

表 9 果树氮肥总量控制试验方案

试验编号	试验内容	处理	M	N	P	K
1	无氮区	MN <sub>0</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	+	0	2	2
2	70%的优化氮区	MN <sub>1</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	+	1	2	2
3	优化氮区	MN <sub>2</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	+	2	2	2
4	130%的优化氮区	MN <sub>3</sub> P <sub>2</sub> K <sub>2</sub>	+	3	2	2

说明：表 9 中 M 代表有机肥料；+：施用有机肥，其中有机肥的种类在当地应该有代表性，其施用数量在当地为中等偏下水平，一般为 1-3 方/亩。有机肥料的氮磷钾养分含量需要测定。0 水平：指不施该种养分；1 水平：适合于当地生产条件下的推荐值的 70%；2 水平：指适合于当地生产条件下的推荐值；3 水平：该水平为过量施肥水平，为 2 水平氮肥适宜推荐量的 1.3 倍。

#### 4.3.3.2 氮肥分期调控技术 (X<sub>2</sub>)

试验设 3 个处理：(1) 一次性施氮肥，根据当地农民习惯的一次性施氮肥时期（如苹果在 3 月上中旬）；(2) 分次施氮肥，根据果树营养规律分次施用（如苹果分春、夏、秋 3 次施用）；(3) 分次简化施氮肥，根据果树营养规律及土壤特性在处理 2 基础上进行简化（如苹果可简化为夏秋两次施肥）。在采用优化施氮肥量的基础上，磷钾根据果树需肥规律与氮肥按优化比例投入。

#### 4.3.3.3 果树配方肥料试验 (X<sub>3</sub>)

试验设 4 个处理：(1) 农民常规施肥；(2) 区域大配方施肥处理(大区域的氮磷钾配比，包括基肥型和追肥型)；(3) 局部小调整施肥处理（根据当地土壤养分含量进行适当调整）；(4) 新型肥料处理（选择在当地有推广价值且养分配比适合供试果树的新型肥料如有机-无机复混肥、缓控释肥料等）。

#### 4.3.3.4 中、微量元素试验 (X<sub>4</sub>)

果树中、微量元素主要包括 Ca、Mg、S、Fe、Zn、B、Mo、Cu、Mn 等，按照因缺补缺的原则，在氮磷钾肥优化的基础上，进行叶面施肥试验。

试验设 3 个处理：(1) 不施肥处理，即不施中微量元素肥料；(2) 全施肥处理，施入可能缺乏的一种或多种中微量元素肥料；(3) 减素施肥处理，在处理 2 基础上，减去某一个中

微量元素肥料。

可根据区域及土壤背景设置处理 3 的试验处理数量。试验以叶面喷施为主，在果树关键生长期施用，喷施次数相同，喷施浓度根据肥料种类和养分含量换算成适宜的百分比浓度。

#### **4.3.4 试验实施**

##### **4.3.4.1 试验地选择**

果树试验地一般选择平坦或坡度平缓、整齐、肥力差异较小，具有代表性的不同肥力水平的地块；试验地应避开道路、堆肥场所等特殊地块。在不能进行大规模试验的情况下，通过调查进行相关分析以得到与配方施肥有关的参数；通过调查明确果园立地条件限制性因素（如土壤类型、土层厚度、障碍层、碳酸钙含量、土壤酸碱度等）。选作试验地的地块最好要有土地利用的历史记录，以便详细了解地块的情况。选择农户科技意识较强的地块布置试验，以便与农户沟通和严格的管理。

##### **4.3.4.2 试验果树品种选择**

田间试验应选择当地主栽果树树种或拟推广树种：北方选苹果、梨、桃、葡萄和樱桃，南方选柑橘、香蕉、菠萝和荔枝，作为模式品种。树龄以不同树种及品种盛果期树龄为主，乔砧果树建议以 10-20 年生盛果期大树为宜，矮化密植果树建议以 8-15 年生盛果期大树为宜。树种及品种的选择从模式品种中选择一种果树种类，此外可以选择以当地栽培面积较大且有代表性的主栽品种。

##### **4.3.4.3 试验准备**

试验应选择树龄、树势和产量相对一致的果树。一般至少选择同行相邻 5-7 株果树做一个重复。试验前采集土壤样品，按照测试要求制备土样。

##### **4.3.4.4 试验重复与小区排列**

为保证试验精度，减少人为因素、土壤肥力和气候因素的影响，果树田间试验一般应设 3-5 次重复，采用随机区组排列，区组内土壤、地形等条件应相对一致。

小区面积：以供试果树栽培规格为基础，每个处理实际株数的树冠垂直投影区加行间面积计算小区面积。

##### **4.3.4.5 施肥方法**

以放射沟和条沟法为主，或采用试验验证的高产施肥方法。

##### **4.3.4.6 施肥时期**

“X”动态优化施肥试验根据不同试验目的设计施肥时期，基础施肥试验根据果树年生长周期特点和高产栽培经验进行不同时期的肥料种类和数量（即肥料养分量比）分配，一般北

方落叶果树按照萌芽期（3月上旬）、幼果期（6月中旬）、果实膨大期（7-8月）和采收后（秋冬季）分3-4个时期进行；常绿果树根据栽培目标分促梢肥、促花肥、膨果肥、采果肥等进行。

#### **4.3.4.7 试验记载与测试**

参照肥料效应鉴定田间试验技术规程（NY/T 497）执行，试验前采集基础土样进行测定，在果树营养性春梢停长秋梢尚未萌发（叶片养分相对稳定期）采集叶片样品，收获期采集果实样品，记载果实产量，进行果实品质和叶片养分测试。

#### **4.3.5 试验统计分析**

常规试验和回归试验的统计分析方法参见肥料效应鉴定田间试验技术规程（NY/T 497）或其他专业书籍。

### **4.4 肥料利用率田间试验**

#### **4.4.1 试验目的**

通过多点田间氮肥、磷肥和钾肥的对比试验，摸清我国常规施肥下主要农作物氮肥、磷肥和钾肥的利用率现状和测土配方施肥提高氮肥、磷肥和钾肥利用率的效果，进一步推进测土配方施肥工作。

#### **4.4.2 试验设计**

常规施肥、测土配方施肥情况下主要农作物氮肥、磷肥和钾肥的利用率验证试验田间试验设计，取决于试验目的。本规范推荐试验采用对比试验，大区无重复设计（表10）。具体办法是选择1个代表当地土壤肥力水平的农户地块，先分成常规施肥和配方施肥2个大区（每个大区不少于1亩）。在2个大区中，除相应设置常规施肥和配方施肥小区外还要划定20-30m<sup>2</sup>小区设置无氮、无磷和无钾小区（小区间要有明显的边界分隔），除施肥外，各小区其他田间管理措施相同。各处理布置如图1（小区随机排列）：

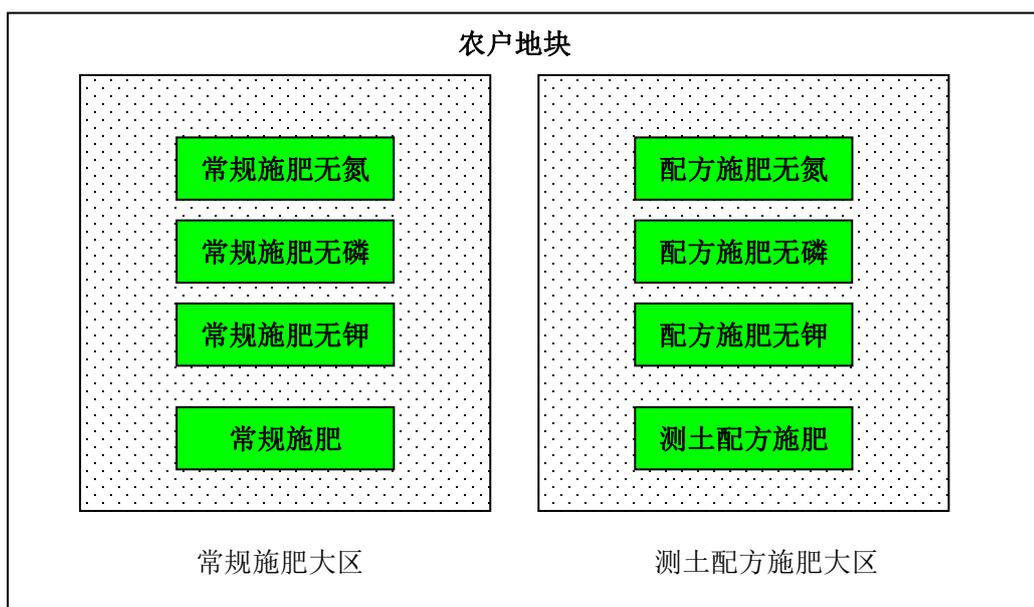


图1 各处理布置图

表 10 试验方案处理（推荐处理）

试验编号	处理
1	常规施肥
2	常规施肥无氮
3	常规施肥无磷
4	常规施肥无钾
5	配方施肥
6	配方施肥无氮
7	配方施肥无磷
8	配方施肥无钾

#### 4.4.3 试验实施

##### 4.4.3.1 试验地选择

试验地应选择平坦、整齐、肥力均匀，中等土壤肥力水平的地块；坡地应选择坡度平缓、肥力差异较小的田块；试验地应避开道路、堆肥场所等特殊地块。同一地块不能连续布置试验。

#### 4.3.3.2 试验作物品种选择

田间试验以省（区、市）为单位部署。每种作物选择当地推广面积较大品种（至少 5 个品种），每个品种至少布置 10 个试验点，每个品种试验点尽量在该品种种植区内均匀布点。

#### 4.4.3.3 试验准备

整地、设置保护行、试验地区划；小区应单灌单排，避免串灌串排；试验前采集土壤样品；依测试项目不同，分别制备新鲜或风干土样。

#### 4.4.3.4 试验记载与测试

参照肥料效应鉴定田间试验技术规程（NY/T 497）执行，试验前采集基础土样进行测定，收获期采集植株样品，进行考种和生物与经济产量测定，进行籽粒（经济收获物）和茎叶（植株）氮、磷、钾分析。采集对比试验中所有处理的籽粒和茎叶样品。

肥料利用率田间试验结果汇总表见附表。

#### 4.4.4 试验统计分析

##### 4.4.4.1 常规施肥下氮肥利用率的计算

##### 4.4.4.1.1 100kg 经济产量 N 养分吸收量

首先分别计算各个试验地点的常规施肥和常规无氮区的每形成 100kg 经济产量养分吸收量，计算公式如下：

$$100\text{kg 经济产量 N 养分吸收量} = (\text{籽粒产量} \times \text{籽粒 N 养分含量} + \text{茎叶产量} \times \text{茎叶 N 养分含量}) / \text{籽粒产量} \times 100$$

然后，将本地该品种所有试验测试结果汇总，计算出该品种的平均值(表 11)。

表 11 \_\_\_省\_\_\_作物主要品种 100kg 经济产量 N 养分吸收量

主要作物品种	常规施肥区					常规无氮区				
	籽粒		茎叶		100kg 经济产量 N 养分吸收量	籽粒		茎叶		100kg 经济产量 N 养分吸收量
	产量	N 养分含量	产量	N 养分含量		产量	N 养分含量	产量	N 养分含量	
	kg/亩	%	kg/亩	%	kg	kg/亩	%	kg/亩	%	kg
品种 1										
品种 2										
品种 3										
品种 4										

品种 5										
------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

#### 4.4.4.1.2 常规施肥下氮肥利用率(表 12)

常规施肥区作物吸氮总量=常规施肥区产量×施氮下形成 100kg 经济产量养分吸收量/100

无氮区作物吸氮总量=无氮区产量×无氮下形成 100kg 经济产量养分吸收量/100

氮肥利用率= (常规施肥区作物吸氮总量-无氮区作物吸氮总量)/所施肥料中氮素的总量×100%

表 12 \_\_\_省\_\_\_作物主要品种氮肥利用率

主要作物品种	氮肥利用率平均值 (%)	标准差 (%)
品种 1		
品种 2		
品种 3		
品种 4		
品种 5		

#### 4.4.4.2 测土配方施肥下氮肥利用率计算

##### 4.4.4.2.1 100kg 经济产量养分吸收量

首先分别计算各个试验地点的测土配方施肥和无氮区的每形成 100kg 经济产量养分吸收量，计算公式如下：

100kg 经济产量养分吸收量= (籽粒产量×籽粒养分含量+茎叶产量×茎叶养分含量)/籽粒产量。

然后，将本地该品种所有结果汇总，计算出该品种的平均值（同表 11）。

##### 4.4.4.2.2 测土配方施肥下氮肥利用率

测土配方施肥区作物吸氮总量=测土配方施肥区产量×施氮下形成 100kg 经济产量养分吸收量/100

无氮区作物吸氮总量=无氮区产量×无氮下形成 100kg 经济产量养分吸收量/100

氮肥利用率= (测土配方施肥区作物吸氮总量-无氮区作物吸氮总量)/所施肥料中氮素的总量×100%

记载表同表 12。

##### 4.4.4.3 测土配方施肥提高肥料利用率的效果

利用上面结果，用测土配方施肥的利用率减去常规施肥的利用率即可计算出测土配方施肥提高肥料利用率的效果。

根据以上方法，分别计算出 100kg 经济产量  $P_2O_5$  养分吸收量和计算出 100kg 经济产量  $K_2O$  养分吸收量；测算出常规施肥情况下氮肥、磷肥、钾肥利用率，测土配方施肥情况下氮肥、磷肥、钾肥利用率以及测土配方施肥提高肥料利用率的效果。

## 5 样品采集与制备

采样人员要具有一定采样经验，熟悉采样方法和要求，了解采样区域农业生产情况。采样前，要收集采样区域土壤图、土地利用现状图、行政区划图等资料，绘制样点分布图，制订采样工作计划。准备 GPS、采样工具、采样袋（布袋、纸袋或塑料网袋）、采样标签等。

### 5.1 土壤样品采集

土壤样品采集应具有代表性和可比性，并根据不同分析项目采取相应的采样和处理方法。

#### 5.1.1 采样单元

根据土壤类型、土地利用方式和行政区划，将采样区域划分为若干个采样单元，每个采样单元的土壤性状要尽可能均匀一致。参考第二次土壤普查采样点确定采样点位，形成采样点位图。实际采样时严禁随意变更采样点，若有变更须注明理由。

大田作物平均每个采样单元为 100~200 亩（平原区每 100~500 亩采一个样，丘陵区每 30~80 亩采一个样）。采样集中在位于每个采样单元相对中心位置的典型地块（同一农户的地块），采样地块面积为 1~10 亩。

蔬菜平均每个采样单元为 10-20 亩，温室大棚作物每 20-30 个棚室或 10-15 亩采一个样。采样集中在位于每个采样单元相对中心位置的典型地块（同一农户的地块），采样地块面积为 1-10 亩。

果树平均每个采样单元为 20~40 亩（地势平坦果园取高限，丘陵区果园取低限）。采样集中在位于每个采样单元相对中心位置的典型地块（同一农户的地块），采样地块面积为 1-5 亩。

有条件的地区，可以农户地块为土壤采样单元。采用 GPS 定位，记录采样地块中心点的经纬度，精确到 0.1”。

#### 5.1.2 采样时间

大田作物一般在秋季作物收获后、整地施基肥前采集；蔬菜在收获后或播种施肥前采集，一般在秋后。设施蔬菜在凉棚期采集；果树在上一个生育期果实采摘后下一个生育期开始之前，连续一个月未进行施肥后的任意时间采集土壤样品。

#### 5.1.3 采样周期

项目实施三年以后，为保证测试土壤样本数据可比性，根据项目年度取样数量，对照前三年取样点，进行周期性原位取样。同一采样单元，无机氮及植株氮营养快速诊断每季或每年采集 1 次；土壤有效磷、速效钾等一般 2~3 年采集 1 次；中、微量元素一般 3~5 年采集 1 次。肥料效应田间试验每年采样 1 次。

#### 5.1.4 采样深度

大田作物采样深度为 0~20cm；蔬菜采样深度为 0-30cm；果树采样深度为 0-60 cm，分为 0-30cm、30-60cm 采集基础土壤样品。如果果园土层薄（<60cm），则按照土层实际深度采集，或只采集 0-30cm 土层；用于土壤无机氮含量测定的采样深度应根据不同作物、不同生育期的主要根系分布深度来确定。

#### 5.1.5 采样点数量

要保证足够的采样点，使之能代表采样单元的土壤特性。采样必须多点混合，每个样点由 15~20 个分点混合而成。

#### 5.1.6 采样路线

采样时应沿着一定的线路，按照“随机”、“等量”和“多点混合”的原则进行采样。一般采用“S”形布点采样。在地形变化小、地力较均匀、采样单元面积较小的情况下，也可采用“梅花”形布点采样（图 2）。要避免路边、田埂、沟边、肥堆等特殊部位。混合样点的样品采集要根据沟、垄面积的比例确定沟、垄采样点数量。

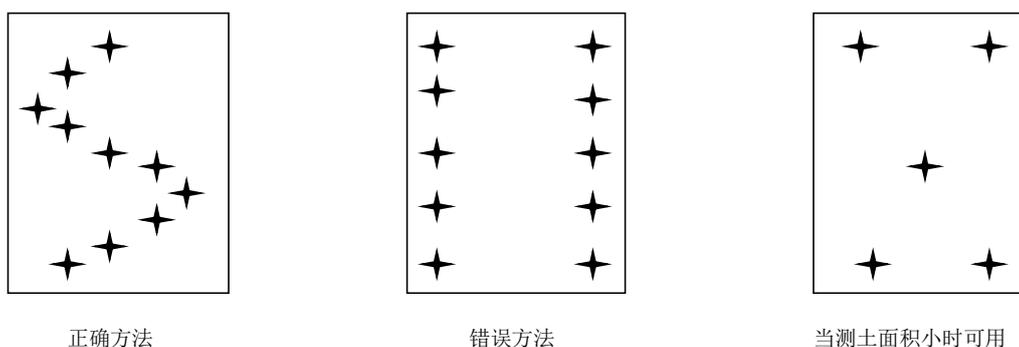


图 2 样品采集分布示意图

#### 5.1.7 采样方法

每个采样分点的取土深度及采样量应保持一致，土样上层与下层的比例要相同。取样器应垂直于地面入土，深度相同。用取土铲取样应先铲出一个耕层断面，再平行于断面取土。所有样品都应采用不锈钢取土器或木、竹制器采样。果树要在树冠滴水线附近或以树干为圆点向外延伸到树冠边缘的 2/3 处采集，距施肥沟（穴）10cm 左右，避开施肥沟（穴），每株

对角采 2 点。滴灌要避开滴灌头湿润区。

### 5.1.8 样品量

混和土样以取土 1kg 左右为宜（用于田间试验和耕地地力评价的 2kg 以上，长期保存备用），可用四分法将多余的土壤弃去。方法是将采集的土壤样品放在盘子里或塑料布上，弄碎、混匀，铺成正方形，划对角线将土样分成四份，把对角的两份分别合并成一份，保留一份，弃去一份。如果所得的样品依然很多，可再用四分法处理，直至所需数量为止（图 3）。

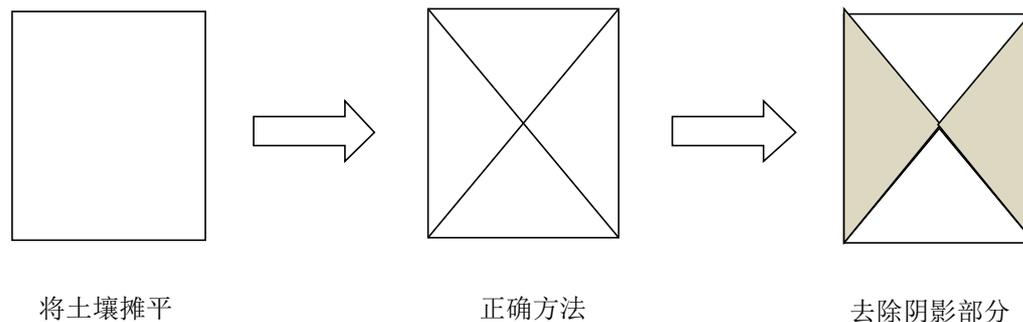


图 3 四分法取土样说明

### 5.1.9 样品标记

采集的样品放入统一的样品袋，用铅笔写好标签，内外各一张。采样标签样式见附表 2。

## 5.2 土壤样品制备

### 5.2.1 新鲜样品

某些土壤成分如二价铁、硝态氮、铵态氮等在风干过程中会发生显著变化，必须用新鲜样品进行分析。为了能真实反映土壤在田间自然状态下的某些理化性状，新鲜样品要及时送回室内进行处理分析，用粗玻璃棒或塑料棒将样品混匀后迅速称样测定。

新鲜样品一般不宜贮存，如需要暂时贮存，可将新鲜样品装入塑料袋，扎紧袋口，放在冰箱冷藏室或进行速冻保存。

### 5.2.2 风干样品

从野外采回的土壤样品要及时放在样品盘上，摊成薄薄一层，置于干净整洁的室内通风处自然风干，严禁暴晒，并注意防止酸、碱等气体及灰尘的污染。风干过程中要经常翻动土样并将大土块捏碎以加速干燥，同时剔除侵入体。

风干后的土样按照不同的分析要求研磨过筛，充分混匀后，装入样品瓶中备用。瓶内外各放标签一张，写明编号、采样地点、土壤名称、采样深度、样品粒径、采样日期、采样人及制样时间、制样人等项目。制备好的样品要妥善贮存，避免日晒、高温、潮湿和酸碱等气体的污染。全部分析工作结束，分析数据核实无误后，试样一般还要保存 12~18 个月，以

备查询。对于试验价值大、需要长期保存的样品，须保存于广口瓶中，用蜡封好瓶口。

#### 5.2.2.1 一般化学分析试样

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、石块等侵入体和新生体剔除干净。也可将土壤中侵入体和植株残体剔除后采用不锈钢土壤粉碎机制样。细小已断的植物须根，可采用静电吸附的方法清除。压碎的土样用 2mm 孔径筛过筛，未通过的土粒重新碾压，直至全部样品通过 2mm 孔径筛为止。将通过 2mm 孔径筛的土样用四分法取出约 100g 继续碾磨，余下的通过 2mm 孔径筛的土样用四分法取 500g 装瓶，用于 pH、盐分、交换性能及有效养分等项目的测定。取出约 100g 通过 2mm 孔径筛的土样继续研磨，使之全部通过 0.25mm 孔径筛，装瓶用于有机质、全氮、碳酸钙等项目的测定。

#### 5.2.2.2 微量元素分析试样

用于微量元素分析的土样，其处理方法同一般化学分析样品，但在采样、风干、研磨、过筛、运输、贮存等环节，不要接触容易造成样品污染的铁、铜等金属器具。采样、制样推荐使用不锈钢、木、竹或塑料工具，过筛使用尼龙网筛等。通过 2mm 孔径尼龙筛的样品可用于测定土壤有效态微量元素。

#### 5.2.2.3 颗粒分析试样

将风干土样反复碾碎，用 2mm 孔径筛过筛。留在筛上的碎石称量后保存，同时将过筛的土壤称重，计算石砾质量百分数。将通过 2mm 孔径筛的土样混匀后盛于广口瓶内，用于颗粒分析及其他物理性状测定。

若风干土样中有铁锰结核、石灰结核或半风化体，不能用木棍碾碎，应首先将其细心拣出称量保存，然后再进行碾碎。

### 5.3 植物样品的采集与制备

#### 5.3.1 采样要求

植物样品分析的可靠性受样品数量、采集方法及植株部位影响，因此，采样应具有：

——代表性：采集样品能符合群体情况，采样量一般为 1kg。

——典型性：采样的部位能反映所要了解的情况。

——适时性：根据研究目的，在不同生长发育阶段，定期采样。

——粮食作物在成熟后收获前采集籽实部分及秸秆；果树在采果期采集同一植株的果实和叶片样品；发生偶然污染事故时，在田间完整地采集整株植株样品。

#### 5.3.2 样品采集

##### 5.3.2.1 粮食作物

由于粮食作物生长的不均一性，一般采用多点取样，避开田边 1m，按“梅花”形（适用于采样单元面积小的情况）或“S”形采样法采样。在采样区内采取 10 个样点的样品组成一个混合样。采样量根据检测项目而定，籽实样品一般 1kg 左右，装入纸袋或布袋。要采集完整植株样品可以稍多些，约 2kg 左右，用塑料纸包扎好。

#### **5.3.2.2 棉花样品**

棉花样品包括茎秆、空桃壳、叶片、籽棉等部分。样株选择和采样方法参照粮食作物。按样区采集籽棉，第一次采摘后将籽棉放在通透性较好的网袋中晾干（或晒干），以后每次收获时均装入网袋中，各次采摘结束后，将同一取样袋中的籽棉作为该样区籽棉混合样。

#### **5.3.2.3 油菜样品**

油菜样品包括籽粒、角壳、茎秆、叶片等部分。样株选择和采样方法参照粮食作物。鉴于油菜在开花后期开始落叶，至收获期植株上叶片基本全部掉落，叶片的取样应在开花后期，每区采样点不应少于 10 个（每点至少 1 株），采集油菜植株全部叶片。

#### **5.3.2.4 蔬菜样品**

蔬菜品种繁多，可大致分成叶菜、根菜、瓜果三类，按需要确定采样对象。菜地采样可按对角线或“S”形法布点，采样点不应少于 10 个，采样量根据样本个体大小确定，一般每个点的采样量不少于 1kg。

##### **5.3.2.4.1 叶类蔬菜样品**

从多个样点采集的叶类蔬菜样品，按四分法进行缩分，其中个体大的样本，如大白菜等可采用纵向对称切成 4 份或 8 份，取其 2 份的方法进行缩分，最后分取 3 份，每份约 1kg，分别装入塑料袋，粘贴标签，扎紧袋口。如需用鲜样进行测定，采样时最好连根带土一起挖出，用湿布或塑料袋装，防止萎蔫。采集根部样品时，在抖落泥土或洗净泥土过程中应尽量保持根系的完整。

##### **5.3.2.4.2 瓜果类蔬菜样品**

果菜类植株采样一定要均匀，取 10 棵左右植株，各器官按比例采取、最后混合均匀。收集老叶的生物量，同时收获时茎秆、叶片等都要收集称重。设施蔬菜地中植株取样应该统一在每行中间取植物样，以保正样品的代表性。收获期如果多次计产，则在收获中期采集果实样品进行养分测定；对于经常打掉老叶的设施果类蔬菜试验，需要记录老叶的干物质重量，多次采收计产的蔬菜需要计算经济产量及最后收获时茎叶重量即打掉老叶的重量；所有试验的茎叶果实分别计重，并进行氮磷钾养分测定。

#### **5.3.2.5 果树样品**

##### **5.3.2.5.1 果实样品**

进行“X”动态优化施肥试验的果园，要求每个处理都必须采样。基础施肥试验面积较大时，在平坦果园可采用对角线法布点采样，由采样区的一角向另一角引一对角线，在此线上等距离布设采样点，山地果园应按等高线均匀布点，采样点一般不应少于 10 个。对于树型较大的果树，采样时应在果树上、中、下、内、外部的果实着生方位（东南西北）均匀采摘果实。将各点采摘的果品进行充分混合，按四分法缩分，根据检验项目要求，最后分取所需份数，每份 20-30 个果实，分别装入袋内，粘贴标签，扎紧袋口。

#### **5.3.2.5.2 叶片样品**

一般分为落叶果树和常绿果树采集叶片样品。落叶果树，在 6 月中下旬至 7 月初营养性春梢停长秋梢尚未萌发即叶片养分相对稳定期，采集新梢中部第 7-9 片成熟正常叶片（完整无病虫叶），分树冠中部外侧的四个方位进行；对常绿果树，在 8-10 月（即在当年生营养春梢抽出后 4-6 个月）采集叶片，应在树冠中部外侧的四个方位采集生长中等的当年生营养春梢顶部向下第 3 叶（完整无病虫叶）。采样时间一般以上午 8-10 时采叶为宜。一个样品采 10 株，样品数量根据叶片大小确定，苹果等大叶一般 50-100 片；杏、柑橘等一般 100-200 片；葡萄要分叶柄和叶肉两部分，用叶柄进行养分测定。

#### **5.3.3 标签内容**

包括采样序号、采样地点、样品名称、采样人、采集时间和样品处理号等。

#### **5.3.4 采样点调查内容**

包括作物品种、土壤名称（或当地俗称）、成土母质、地形地势、耕作制度、前茬作物及产量、化肥农药施用情况、灌溉水源、采样点地理位置简图和坐标。

包括作物品种、土壤名称（或当地俗称）、成土母质、地形地势、耕作制度、前茬作物及产量、化肥农药施用情况、灌溉水源、采样点地理位置简图。

#### **5.3.5 植株样品处理与保存**

##### **5.3.5.1 大田作物**

粮食籽实样品应及时晒干脱粒，充分混匀后用四分法缩分至所需量。需要洗涤时，注意时间不宜过长并及时风干。为了防止样品变质，虫咬，需要定期进行风干处理。使用不污染样品的工具将籽实粉碎，用 0.5mm 筛子过筛制成待测样品。带壳类粮食如稻谷应去壳制成糙米，再进行粉碎过筛。测定微量元素含量时，不要使用能造成污染的器械。

完整的植株样品先洗干净，用不污染待测元素的工具剪碎样品，充分混匀用四分法缩分至所需的量，制成鲜样或于 60℃烘箱中烘干后粉碎备用。

##### **5.3.5.2 蔬菜**

完整的植株样品先洗干净，根据作物生物学特性差异，采用能反映特征的植株部位，用无污染待测元素的工具剪碎样品，充分混匀用四分法缩分至所需的数量，制成鲜样或于 85℃ 烘箱中杀酶 10 分钟后，保持 65-70℃ 恒温烘干后粉碎备用。田间所采集的新鲜蔬菜样品若不能马上进行分析测定，应将新鲜样品装入塑料袋，扎紧袋口，放在冰箱冷藏室或进行速冻保存。

### 5.3.5.3 果树

完整的植株叶片样品先洗干净，洗涤方法是先将中性洗涤剂配成 0.1% 的水溶液，再将叶片置于其中洗涤 30 秒钟，取出后尽快用清水冲掉洗涤剂，再用 0.2% HCL 溶液洗涤约 30 秒钟，然后用去离子水洗净。整个操作必须在 2 分钟内完成，以避免某些养分的损失。叶片洗净后必须尽快烘干，一般是将洗净的叶片用滤纸吸去水分，先置于 105℃ 鼓风干燥箱中杀酶 15-20 分钟，然后保持在 75-80℃ 条件下恒温烘干。烘干的样品从烘箱取出冷却后随即放入塑料袋里，用手在袋外轻轻搓碎，然后在玛瑙研钵或玛瑙球磨机或不锈钢粉碎机中磨细（若仅测定大量元素的样品可使用瓷研钵或一般植物粉碎机磨细），用 60 目（直径 0.25mm）尼龙筛过筛。干燥磨细的叶片样品，可用磨口玻璃瓶或塑料瓶贮存。若需长期保存，则须将密封瓶置于 -5℃ 下冷藏。

果实样品测定品质（糖酸比等）时，应及时将果皮洗净并尽快进行，若不能马上进行分析测定，应暂时放入冰箱保存。需测定养分的果实样品，洗净果皮后将果实切成小块，充分混匀用四分法缩分至所需的数量，仿叶片干燥、磨细、贮存方法进行处理。

## 6 土壤与植物测试

### 6.1 土壤测试（表 13）

#### 6.1.1 土壤质地

国际制；指测法或密度计法（粒度分布仪法）测定。

#### 6.1.2 土壤容重

环刀法测定。

#### 6.1.3 土壤水分

##### 6.1.3.1 土壤含水量

烘干法测定。

##### 6.1.3.2 土壤田间持水量

环刀法测定。

#### **6.1.4 土壤酸碱度和石灰需要量**

##### **6.1.4.1 土壤 pH**

土液比 1: 2.5, 电位法测定。

##### **6.1.4.2 土壤交换酸**

氯化钾交换——中和滴定法测定。

##### **6.1.4.3 石灰需要量**

氯化钙交换——中和滴定法测定。

#### **6.1.5 土壤阳离子交换量**

EDTA-乙酸铵盐交换法测定。

#### **6.1.6 土壤水溶性盐分**

##### **6.1.6.1 土壤水溶性盐分总量**

电导率法或重量法测定。

##### **6.1.6.2 碳酸根和重碳酸根**

电位滴定法或双指示剂中和法测定。

##### **6.1.6.3 氯离子**

硝酸银滴定法测定。

##### **6.1.6.4 硫酸根离子**

硫酸钡比浊法或 EDTA 间接滴定法测定。

##### **6.1.6.5 钙、镁离子**

原子吸收分光光度计法测定。

##### **6.1.6.6 钾、钠离子**

火焰光度法或原子吸收分光光度计法测定。

#### **6.1.7 土壤氧化还原电位**

电位法测定。

#### **6.1.8 土壤有机质**

油浴加热重铬酸钾氧化容量法测定。

#### **6.1.9 土壤氮**

##### **6.1.9.1 土壤全氮**

凯氏蒸馏法测定。

##### **6.1.9.2 土壤水解性氮**

碱解扩散法测定。

### **6.1.9.3 土壤铵态氮**

氯化钾浸提——靛酚蓝比色法（分光光度法）测定。

### **6.1.9.4 土壤硝态氮**

氯化钙浸提——紫外分光光度计法或酚二磺酸比色法（分光光度法）测定。

### **6.1.10 土壤有效磷**

碳酸氢钠或氟化铵—盐酸浸提——钼锑抗比色法（分光光度法）测定。

### **6.1.11 土壤钾**

#### **6.1.11.1 土壤缓效钾**

硝酸提取——火焰光度计、原子吸收分光光度计法或 ICP 法测定。

#### **6.1.11.2 土壤速效钾**

乙酸铵浸提——火焰光度计、原子吸收分光光度计法或 ICP 法测定。

### **6.1.12 土壤交换性钙镁**

乙酸铵交换——原子吸收分光光度计法或 ICP 法测定。

### **6.1.13 土壤有效硫**

磷酸盐—乙酸或氯化钙浸提——硫酸钡比浊法测定。

### **6.1.14 土壤有效硅**

柠檬酸或乙酸缓冲液浸提—硅钼蓝比色法（分光光度法）测定。

### **6.1.15 土壤有效铜、锌、铁、锰**

DTPA 浸提—原子吸收分光光度计法或 ICP 法测定。

### **6.1.16 土壤有效硼**

沸水浸提——甲亚胺—H 比色法（分光光度法）或姜黄素比色法（分光光度法）或 ICP 法测定。

### **6.1.17 土壤有效钼**

草酸—草酸铵浸提——极谱法测定。

### **6.1.18 土壤重金属**

#### **6.1.18.1 全量铅、镉、铬**

干灰化法处理——原子吸收分光光度计法或 ICP 法测定。

#### **6.1.18.2 全量汞**

湿灰化处理——冷原子吸收（或荧光）光度计法。

### 6.1.18.3 全量砷

干灰化处理——共价氢化物原子荧光光度法或 ICP 法测定。

表 13 测土配方施肥和耕地地力评价土壤样品测试项目汇总表

测试项目		大田作物测 土施肥	蔬菜测土 施肥	果树测土 施肥	耕地地力 评价
1	土壤质地指测法	必测			
2	土壤质地，比重计法	选测			
3	土壤容重	选测			
4	土壤含水量	选测			
5	土壤田间持水量	选测			
6	土壤 pH	必测	必测	必测	必测
7	土壤交换酸	选测			
8	石灰需要量	pH 值 < 6 的 样品必测	pH 值 < 6 的样品必 测	pH 值 < 6 的样品必 测	
9	土壤阳离子交换量	选测		选测	
10	土壤水溶性盐分	选测	必测	必测	
11	土壤氧化还原电位	选测			
12	土壤有机质	必测	必测	必测	必测
13	土壤全氮	选测			必测
14	土壤水解性氮	至少测试 1 项	至少测试 1 项	必测	
15	土壤铵态氮				
16	土壤硝态氮				
17	土壤有效磷	必测	必测	必测	必测
18	土壤缓效钾	必测			必测
19	土壤速效钾	必测	必测	必测	必测
20	土壤交换性钙镁	pH 值 < 6.5 的 样品必测	选测	必测	
21	土壤有效硫	必测			
22	土壤有效硅	选测			
23	土壤有效铁、锰、铜、锌、硼	必测	选测	选测	
24	土壤有效钼	选测，豆科作 物产区必测	选测		

注：用于耕地地力评价的土壤样品，除以上养分指标必测外，项目县如果选择其他养分指标作为评价因子，也应当进行分析测试。

### 6.2 植物测试（表 14）

### **6.2.1 全氮、全磷、全钾**

硫酸—过氧化氢消煮，或水杨酸—锌粉还原，硫酸—加速剂消煮，全氮采用蒸馏滴定法测定；全磷采用钒钼黄或钼锑抗比色法（分光光度法）测定；全钾采用火焰光度法或原子吸收分光光度计法测定。

### **6.2.2 水分**

常压恒温干燥法或减压干燥法测定。

### **6.2.3 粗灰分**

干灰化法测定。

### **6.2.4 全钙、全镁**

干灰化-稀盐酸溶解法或硝酸-高氯酸消煮，原子吸收分光光度计法或 ICP 法测定。

### **6.2.5 全硫**

硝酸-高氯酸消煮法或硝酸镁灰化法，硫酸钡比浊法或 ICP 法测定。

### **6.2.6 全硼、全铝**

干灰化-稀盐酸溶解，硼采用姜黄素或甲亚胺比色法（分光光度法）测定，铝采用石墨炉原子吸收法或极谱法测定。

### **6.2.7 全量铜、锌、铁、锰**

干灰化或湿灰化，原子吸收分光光度计法或 ICP 法测定。

## **6.3 植株营养诊断**

### **6.3.1 硝态氮田间快速诊断**

水浸提，硝酸盐反射仪法测定。

### **6.3.2 冬小麦/夏玉米植株氮营养田间诊断**

小麦茎基部、夏玉米最新展开叶叶脉中部榨汁，硝酸盐反射仪法测定。

### **6.3.3 水稻氮营养快速诊断**

叶绿素仪或叶色卡法测定。

### **6.3.4 蔬菜叶片营养诊断**

取幼嫩成熟叶片的叶柄，剪碎加纯水或 2% 的醋酸研磨成浆状，稀释定容，提取液用紫外分光光度法或反射仪法测定硝态氮，钼锑抗显色分光光度法测无机磷（必须在 2 小时内完成），火焰光度法或原子吸收分光光度计法测定全钾。

### **6.3.5 果树叶片营养诊断**

按照 5.3.2.5.2 和 5.3.5.3 节的方法采集和制备叶片样品，用硫酸—过氧化氢消煮，蒸馏

滴定法测定全氮, 钒钼黄显色分光光度法测定全磷, 火焰光度法或原子吸收分光光度计法测定全钾。

### 6.3.6 叶片金属营养元素快速测试

稀盐酸浸提快速法: 称取样品 1g (称准至 0.1mg) 置于三角瓶中, 加入 1 mol/L 盐酸 50ml, 置于振荡机上振荡 1.5 小时, 过滤。滤液供原子吸收分光光度法或电感耦合等离子体发射光谱法 (ICP) 测定钾、钙、镁、铁、锰、铜、锌等元素。

## 6.4 品质测定

### 6.4.1 维生素 C

草酸提取-2, 6-二氯靛酚滴定法或盐酸提取-碘酸钾滴定法。

### 6.4.2 硝酸盐

水提取-紫外分光光度计法测定。

### 6.4.3 可溶性固形物

手持式糖量计测定法或阿贝折射仪测定法。

### 6.4.4 可溶性糖

斐林氏容量法或手持式糖量计测定法。

### 6.4.5 可滴定酸

氢氧化钠中和滴定法。

表 14 测土配方施肥植株样品测试项目汇总表

测试项目		大田作物测土 配方施肥	蔬菜测土 配方施肥	果树测土 配方施肥
1	全氮、全磷、全钾	必测	必测	必测
2	水分	必测	必测	必测
3	粗灰分	选测	选测	选测
4	全钙、全镁	选测	选测	选测
5	全硫	选测	选测	选测
6	全硼、全铝	选测	选测	选测
7	全量铜、锌、铁、锰	选测	选测	选测
8	硝态氮田间快速诊断	选测	选测	选测
9	冬小麦/夏玉米植株氮营养田间诊断	选测		
10	水稻氮营养快速诊断	选测		
11	蔬菜叶片营养诊断		必测	
12	果树叶片营养诊断			必测

11	叶片金属营养元素快速测试		选测	选测
12	维生素 C		选测	选测
13	硝酸盐		选测	选测
14	可溶性固形物			选测
15	可溶性糖			选测
16	可滴定酸			选测

## 7 田间基本情况调查

### 7.1 调查内容

在土壤取样的同时，调查田间基本情况，填写测土配方施肥采样地块基本情况调查表，见附表 3。同时开展农户施肥情况调查，填写农户施肥情况调查表，见附表 7，参见 12.2.1.2。

### 7.2 调查对象

调查对象是采样点所属村组人员和地块所属农户。

## 8 基础数据库的建立

### 8.1 数据库建立标准

#### 8.1.1 属性数据标准

按照测土配方施肥数据字典建立属性数据的采集标准。采集标准包含对每个指标完整的命名、格式、类型、取值区间等定义。在建立属性数据库时要按数据字典要求，制订统一的基础数据编码规则，进行属性数据录入。

#### 8.1.2 空间数据标准

县级地图采用 1: 50000 地形图为空间数学框架基础。

投影方式：高斯-克吕格投影，6 度分带。

坐标系及椭球参数：北京 54

野外调查 GPS 定位数据：初始数据采用经纬度，统一采用 GW84 坐标系，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。

### 8.2 数据库建立方法

#### 8.2.1 属性数据库建立

属性数据库的内容包括田间试验示范数据、土壤与植物测试数据、田间基本情况及农户调查数据等。属性数据库的建立应独立于空间数据，按照数据字典要求在测土配方施肥数据库中建立。

#### 8.2.2 空间数据库建立

空间数据库的内容包括土壤图、土地利用现状图、行政区划图、采样点位图等。应用

GIS 软件，采用数字化仪或扫描后屏幕数字化的方式录入。图件比例尺为 1: 50000。

### 8.2.3 施肥指导单元属性数据获取

可由土壤图、土地利用现状图和行政区划图叠加求交生成施肥指导单元图。在指导单元图内统计采样点，如果一个单元内有一个采样点，则该单元的数值就用该点的数值，如果一个单元内有多个采样点，则该单元的数值可采用多个采样点的平均值（数值型取平均值，文本型取大样本值，下同）；如果某一单元内没有采样点，则该单元的值可用与该单元相邻同土种的单元的值代替；如果没有同土种单元相邻，或相邻同土种单元也没有数据则可用与之相邻的所有单元（有数据）的平均值代替。

## 8.3 数据库的质量控制

### 8.3.1 属性数据质量控制

数据录入前应仔细审核，数值型资料应注意量纲、上下限，地名应注意汉字多音字、繁体、简全称等问题，审核定稿后再录入。为保证数据录入准确无误，录入后还应逐条检查。

### 8.3.2 图件数据质量控制

扫描影像能够区分图中各要素，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得超过 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 0.2mm（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 0.3mm（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。图形数据及属性数据的输入正确。

### 8.3.3 图件输出质量要求

图须覆盖整个辖区，不得丢漏。

图中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。要素的颜色、图案、线型等表示符合规范要求。

图外要素必有项目包括图名、图例、坐标系及高程系说明、成图比例尺、制图单位全称、制图时间等。

### 8.3.4 面积数据要求

耕地面积数据以当地政府公布的数据（土地详查面积）为控制面积。

### 8.3.5 统一的系统操作和数据管理

设置统一的系统操作和数据管理，各级用户通过规范的操作，来实现数据的采集、分析、

利用和传输等功能。

## 9 肥料配方设计

### 9.1 基于田块的肥料配方设计

基于田块的肥料配方设计首先确定氮、磷、钾养分的用量，然后确定相应的肥料组合，通过提供配方肥料或发放配肥通知单，指导农民使用。肥料用量的确定方法主要包括土壤与植物测试推荐施肥方法、肥料效应函数法、土壤养分丰缺指标法和养分平衡法。

#### 9.1.1 土壤与植物测试推荐施肥方法

对于大田作物，在综合考虑有机肥、作物秸秆应用和管理措施的基础上，根据氮、磷、钾和中、微量元素养分不同特征，采取不同的养分优化调控与管理策略。其中，氮肥推荐根据土壤供氮状况和作物需氮量，进行实时动态监测和精确调控，包括基肥和追肥的调控；磷、钾肥通过土壤测试和养分平衡进行监控；中、微量元素采用因缺补缺的矫正施肥策略。该技术包括氮素实时监控、磷钾养分恒量监控和中、微量元素养分矫正施肥技术。

##### 9.1.1.1 氮素实时监控施肥技术

根据不同土壤、不同作物、同一作物的不同品种、不同目标产量确定作物需氮量，以需氮量的 30%~60%作为基肥用量。具体基肥比例根据土壤全氮含量，同时参照当地丰缺指标来确定。一般在全氮含量偏低时，采用需氮量的 50%~60%作为基肥；在全氮含量居中时，采用需氮量的 40%~50%作为基肥；在全氮含量偏高时，采用需氮量的 30%~40%作为基肥。30%~60%基肥比例可根据上述方法确定，并通过“3414”田间试验进行校验，建立当地不同作物的施肥指标体系。有条件的地区可在播种前对 0~20cm 土壤无机氮（或硝态氮）进行监测，调节基肥用量。

$$\text{基肥用量 (公斤/亩)} = \frac{(\text{目标产量需氮量} - \text{土壤无机氮}) \times (30\% \sim 60\%)}{\text{肥料中养分含量} \times \text{肥料当季利用率}}$$

其中：土壤无机氮 (kg/亩) = 土壤无机氮测试值 (mg/kg) × 0.15 × 校正系数

氮肥追肥用量推荐以作物关键生育期的营养状况诊断或土壤硝态氮的测试为依据，这是实现氮肥准确推荐的关键环节，也是控制过量施氮或施氮不足、提高氮肥利用率和减少损失的重要措施。测试项目主要是土壤全氮含量、土壤硝态氮含量或小麦拔节期茎基部硝酸盐浓度、玉米最新展开叶叶脉中部硝酸盐浓度，水稻采用叶色卡或叶绿素仪进行叶色诊断，参见 6.3。

##### 9.1.1.2 磷钾养分恒量监控施肥技术

根据土壤有（速）效磷、钾含量水平，以土壤有（速）效磷、钾养分不成为实现目标产量的限制因子为前提，通过土壤测试和养分平衡监控，使土壤有（速）效磷、钾含量保持在一定范围内。对于磷肥，基本思路是根据土壤有效磷测试结果和养分丰缺指标进行分级，当有效磷水平处在中等偏上时，可以将目标产量需要量（只包括带出田块的收获物）的100%~110%作为当季磷肥用量；随着有效磷含量的增加，需要减少磷肥用量，直至不施；随着有效磷的降低，需要适当增加磷肥用量，在极缺磷的土壤上，可以施到需要量的150%~200%。在2~3年后再次测土时，根据土壤有效磷和产量的变化再对磷肥用量进行调整。钾肥首先需要确定施用钾肥是否有效，再参照上面方法确定钾肥用量，但需要考虑有机肥和秸秆还田带入的钾量。一般大田作物磷、钾肥料全部做基肥。

### 9.1.1.3 中、微量元素养分矫正施肥技术

中、微量元素养分的含量变幅大，作物对其需要量也各不相同。主要与土壤特性(尤其是母质)、作物种类和产量水平等有关。矫正施肥就是通过土壤测试，评价土壤中、微量元素养分的丰缺状况，进行有针对性的因缺补缺的施肥。

### 9.1.2 肥料效应函数法

根据“3414”方案田间试验结果建立当地主要作物的肥料效应函数，直接获得某一区域、某种作物的氮、磷、钾肥料的最佳施用量，为肥料配方和施肥推荐提供依据。

### 9.1.3 土壤养分丰缺指标法

通过土壤养分测试结果和田间肥效试验结果，建立大田作物作物、不同区域的土壤养分丰缺指标，提供肥料配方。

土壤养分丰缺指标田间试验也可采用“3414”部分实施方案，详见4.2.2。“3414”方案中的处理1为空白对照（CK），处理6为全肥区（NPK），处理2、4、8为缺素区（即PK、NK和NP）。收获后计算产量，用缺素区产量占全肥区产量百分数即相对产量的高低来表达土壤养分的丰缺情况。相对产量低于60%（不含）的土壤养分为低；相对产量60%~75%（不含）为较低，75%~90%（不含）为中，90%~95%（不含）为较高，95%（含）以上为高，从而确定适用于某一区域、某种作物的土壤养分丰缺指标及对应的肥料施用数量。对该区域其他田块，通过土壤养分测试，就可以了解土壤养分的丰缺状况，提出相应的推荐施肥量。

### 9.1.4 养分平衡法

#### 9.1.4.1 基本原理与计算方法

根据作物目标产量需肥量与土壤供肥量之差估算施肥量，计算公式为：

$$\text{施肥量(公斤/亩)} = \frac{\text{目标产量所需养分总量} - \text{土壤供肥量}}{\text{肥料中养分含量} \times \text{肥料当季利用率}}$$

养分平衡法涉及目标产量、作物需肥量、土壤供肥量、肥料利用率和肥料中有效养分含量五大参数。土壤供肥量即为“3414”方案中处理 1 的作物养分吸收量。目标产量确定后因土壤供肥量的确定方法不同，形成了地力差减法法和土壤有效养分校正系数法两种。

地力差减法是根据作物目标产量与基础产量之差来计算施肥量的一种方法。其计算公式为：

$$\text{施肥量(公斤/亩)} = \frac{\text{目标产量} \times \text{全肥区经济产量单位养分吸收量} - \text{缺素区产量} \times \text{缺素区经济产量单位养分吸收量}}{\text{肥料中养分含量} \times \text{肥料利用率}}$$

土壤有效养分校正系数法是通过测定土壤有效养分含量来计算施肥量。其计算公式为：

$$\text{施肥量(公斤/亩)} = \frac{\text{作物单位产量养分吸收量} \times \text{目标产量} - \text{土壤测试值} \times 0.15 \times \text{土壤有效养分校正系数}}{\text{肥料中养分含量} \times \text{肥料利用率}}$$

#### 9.1.4.2 有关参数的确定

##### ——目标产量

目标产量可采用平均单产法来确定。平均单产法是利用施肥区前三年平均单产和年递增率为基础确定目标产量，其计算公式是：

$$\text{目标产量 (kg/亩)} = (1 + \text{递增率}) \times \text{前 3 年平均单产 (kg/亩)}$$

一般粮食作物的递增率为 10%~15%。

##### ——作物需肥量

通过对正常成熟的农作物全株养分的分析，测定各种作物百 kg 经济产量所需养分量，乘以目标常量即可获得作物需肥量。

$$\text{作物目标产量所需养分量 (kg)} = \frac{\text{目标产量 (公斤)}}{100} \times \text{百公斤产量所需养分量 (公斤)}$$

##### ——土壤供肥量

土壤供肥量可以通过测定基础产量、土壤有效养分校正系数两种方法估算：

通过基础产量估算（处理 1 产量）：不施肥区作物所吸收的养分量作为土壤供肥量。

$$\text{土壤供肥量 (kg)} = \frac{\text{不施养分区农作物产量 (公斤)}}{100} \times \text{百 kg 产量所需养分量 (kg)}$$

##### ——肥料利用率

一般通过差减法来计算：利用施肥区作物吸收的养分量减去不施肥区农作物吸收的养分

量，其差值视为肥料供应的养分量，再除以所用肥料养分量就是肥料利用率。

$$\text{肥料利用率}(\%) = \frac{\text{施肥区农作物吸收养分量}(\text{公斤}/\text{亩}) - \text{缺素区农作物吸收养分量}(\text{公斤}/\text{亩})}{\text{肥料施用量}(\text{公斤}/\text{亩}) \times \text{肥料中养分含量}(\%)} \times 100$$

上述公式以计算氮肥利用率为例来进一步说明。

施肥区（NPK 区）农作物吸收养分量（kg/亩）：“3414”方案中处理 6 的作物总吸氮量；

缺氮区（PK 区）农作物吸收养分量（kg/亩）：“3414”方案中处理 2 的作物总吸氮量；

肥料施用量（kg/亩）：施用的氮肥肥料用量；

肥料中养分含量（%）：施用的氮肥肥料所标明的含氮量。

如果同时使用了不同品种的氮肥，应计算所用的不同氮肥品种的总氮量。

#### ——肥料养分含量

供施肥料包括无机肥料与有机肥料。无机肥料、商品有机肥料含量按其标明量，不明养分含量的有机肥料养分含量可参照当地不同类型有机肥养分平均含量获得。

## 9.2 县域施肥分区与肥料配方设计

县域测土配方施肥以土壤类型（土种）、土地利用方式和行政区划（村）的结合作为施肥指导单元，具体工作中可应用土壤图、土地利用现状图和行政区划图叠加求交生成施肥指导单元。应用最适合于当地实际情况的肥料用量推荐方式计算每一个施肥指导单元所需要的氮肥、磷肥、钾肥及微肥用量，根据氮、磷、钾的比例，结合当地肥料生产、销售、使用的实际情况为不同作物设计肥料配方，形成县域施肥分区图。

### 9.2.1 施肥指导单元目标产量的确定及单元肥料配方设计

施肥指导单元目标产量确定可采用平均单产法或其它适合于当地的计算方法。

根据每一个施肥指导单元氮、磷、钾及微量元素肥料的需要量设计肥料配方，设计配方时可只考虑氮、磷、钾的比例，暂不考虑微量元素肥料。在氮、磷、钾三元素中，可优先考虑磷、钾的比例设计肥料配方。

### 9.2.2 区域肥料配方设计

区域肥料配方一般以县为单位设计，施肥指导单元肥料配方要做到科学性、实用性的统一，应该突出个性化，区域肥料配方在考虑科学性、实用性的基础上，还要兼顾企业生产供应的可行性，数量不宜太多。

区域肥料配方设计以施肥指导单元肥料配方为基础，应用相应的数学方法（如聚类分析）将大量的配方综合形成有限的几种配方。

设计配方时不仅要考虑农艺需要，还要综合考虑肥料生产厂家、销售商及农民用肥习惯

等多种因素，确保设计的肥料配方不仅科学合理，还要切实可行。

### 9.2.3 制作县域施肥分区图

区域肥料配方设计完成后，按照最大限度节省肥料的原则为每一个施肥指导单元推荐肥料配方，具有相同肥料配方的施肥指导单元即为同一个施肥分区。将施肥指导单元图根据肥料配方进行渲染后即形成了区域施肥分区图。

### 9.2.4 肥料配方校验

在肥料配方区域内针对特定作物，进行肥料配方验证试验。

## 9.3 测土配方施肥建议发布

充分应用信息手段如报纸、电视、互联网、触摸屏、掌上电脑、智能手机等发布施肥建议。

## 10 配方肥料的供应

根据各县主要作物品种的面积、区划，对已研制的合理配方，按照“大配方，小调整”的原则，充分考虑批量化生产的可行性，优化肥料配方，省级土壤肥料技术部门通过媒体向社会公布配方。引导企业生产供应配方肥，指导农民科学合理施用配方肥。

## 11 配方肥料合理施用

在养分需求与供应平衡的基础上，坚持有机肥料与无机肥料相结合；坚持大量元素与中量元素、微量元素相结合；坚持基肥与追肥相结合；坚持施肥与其他措施相结合。在确定肥料用量和肥料配方后，合理施肥的重点是选择肥料种类、确定施肥时期、比例和施肥方法等。

### 11.1 配方肥料种类

根据土壤性状、肥料特性、作物营养特性、肥料资源等综合因素确定肥料种类，可选用单质或复混肥料自行配制配方肥料，也可直接购买配方肥料。

### 11.2 施肥时期

根据肥料性质和植物营养特性，适时施肥。植物生长旺盛和吸收养分的关键时期应重点施肥，有灌溉条件的地区应分期施肥。对作物不同时期的氮肥推荐量的确定，有条件区域应建立并采用实时监控技术。

### 11.3 施肥方法

常用的施肥方式有撒施后耕翻、条施、穴施等。应根据作物种类、栽培方式、肥料性质等选择适宜施肥方法。例如配方肥料一般作为基肥施用，撒施后结合整地翻入土壤。

## 12 示范及效果评价

### 12.1 田间示范

#### 12.1.1 示范方案

每县在大田作物、主要蔬菜、主要果树上分别设 20-30 个测土配方施肥示范点，进行田间对比示范（图 4）。示范设置常规施肥对照区和测土配方施肥区两个处理，蔬菜果树测土配方施肥区是集成优化施肥，另外大田作物设一个不施肥的空白处理，其中大田作物测土配方施肥、农民常规施肥处理面积不少于 200m<sup>2</sup>、空白对照（不施肥）处理不少于 30m<sup>2</sup>；蔬菜两个处理面积不少于 100m<sup>2</sup>；果树每个处理果树数不少于 25 株。其他参照一般肥料试验要求。通过田间示范，综合比较肥料投入、作物产量、经济效益、肥料利用率等指标，客观评价测土配方施肥效益，为测土配方施肥技术参数的校正及进一步优化肥料配方提供依据。田间示范应包括规范的田间记录档案和示范报告，具体记录内容参见附表 5 测土配方施肥田间示范结果汇总表。

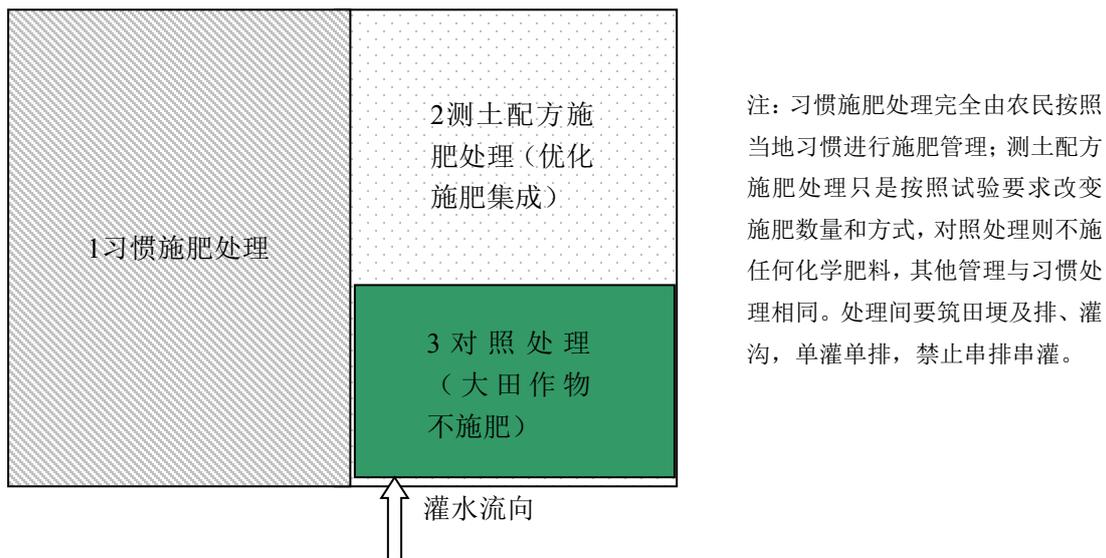


图 4 测土配方施肥示范小区排列示意图

#### 12.1.2 结果分析与数据汇总

对于每一个示范点，可以利用两到三个处理之间产量、肥料成本、产值等方面的比较，从增产和增收等角度进行分析，同时也可以通过测土配方施肥产量结果与计划产量之间的比较，进行参数校验。有关增产增收的分析指标如下：

##### 12.1.2.1 增产率

测土配方施肥产量与对照（常规施肥或不施肥处理）产量的差值相对于对照产量的百分数。

$$\text{增产率 (\%)} = \frac{\text{测土配方施肥产量} - \text{对照产量}}{\text{对照产量}} \times 100$$

#### 12.1.2.2 增收

测土配方施肥比对照（常规施肥或不施肥处理）增加的纯收益。

增收（元/亩）=（测土配方施肥产量-对照产量）×产品单价 - （测土配方施肥肥料成本-对照肥料成本）

### 12.2 农户调查反馈

#### 12.2.1 农户施肥情况的调查

##### 12.2.1.1 测土样点农户的调查与跟踪

每县大田作物选择 100~200 个有代表性的农户进行跟踪监测，蔬菜选择 30-50 个有代表性的农户进行跟踪监测，果树选择 20-30 个有代表性的果农进行跟踪监测，调查填写《农户施肥情况调查表》，见附表 7。

##### 12.2.1.2 农户施肥调查

每县大田作物选择 100 个以上、蔬菜选择 30 个以上、果树选择 20 个以上有代表性的农户，开展农户施肥调查，以权重、按比例选择测土配方施肥农户、常规施肥农户及不同生产水平的农户，调查内容参见附表 7，再作汇总分析，以县为单位完成《农户测土配方施肥准确度的评价统计表》，见附表 6。

#### 12.2.2 测土配方施肥的效果评价方法

##### 12.2.2.1 测土配方施肥农户与常规施肥农户比较

从作物产量、效益、地力变化等方面进行评价。

##### 12.2.2.2 农户测土配方施肥前后的比较

从农民实施测土配方施肥前后的产量、效益进行评价。

##### 12.2.2.3 测土配方施肥准确度的评价

从农户和作物两方面对测土配方施肥技术准确度进行评价。

## 13 实验室建设与质量控制

### 13.1 实验室建设

#### 13.1.1 实验室布局

实验室使用面积不小于 200m<sup>2</sup>，由样品处理室、样品保存室、天平室、电热室、分析室、浸提室、贮藏室、危险品贮藏室等组成。

样品干燥需要自然或强制通风，可安装远红外加热设备，但室温不宜超过 40℃。样品研磨需要强制通风、除尘。

样品保存室用于存放样品和参比样，一般样品需保存 3~12 个月，肥料田间试验的基础土壤样品应长期保存。

贮藏室是化实验室备用物品贮藏的场所，主要是备用的化学试剂和仪器设备、备件等，必须独立。

浸提室应配置空调，用于样品浸提、稀释、显色等。

分析室应配置空调，用于放置原子吸收分光光度计（强排风）、火焰光度计（强排风）、紫外-可见分光光度计、酸度计等仪器及分析操作使用，仪器应配置标准数据接口或计算机，用于数据自动采集。

危险品贮藏室最好设于大楼以外，主要存放少量易燃、易爆和剧毒危险品，必须有防渗、防爆、防盗设计。

浸提室、分析室等均需设上下水管线，配置防溅洒防护装置，如洗眼器、淋浴喷头等。

### 13.1.2 环境

制定具体措施，①保证检测工作不受外部环境影响；②保证检测的废液、废水等有害物质对周围环境不产生不利影响；③保证检测人员的身体健康。

### 13.1.3 仪器

主要包括以下仪器设备：原子吸收分光光度计、火焰光度计、紫外-可见分光光度计、凯氏定氮仪、酸度计、电导仪、超纯水器、样品粉碎机、振荡机、电热干燥箱、电子天平和计算机等。

### 13.1.4 人员

应配备与检测任务相适应的技术人员。

## 13.2 质量控制

### 13.2.1 实验室环境条件的控制

一般可参考以下要求：

环境温度：15~35℃；

相对湿度：20%~75%；

电源电压：220±11V，注意接地良好；

噪 声：仪器室噪声<55dB，工作间噪声<70dB；

含 尘 量：<0.28mg/m<sup>3</sup>；

照 度：(200~350) Lx；

振动：天平室、仪器室应在 4 级以下，振动速度 $<0.20\text{mm}/\text{秒}$ ；

特殊仪器设备的使用，特殊样品试剂的存放和特殊分析项目的开展，应满足其各自规定的环境条件。

### 13.2.2 人力资源的控制

按照计量认证的要求，配备相应的专业技术人员，定期培训，定期考核，确保人员素质。

### 13.2.3 仪器设备及标准物质控制

实验室计量器具主要有仪器设备、玻璃量器、标准物质等三类。

#### 13.2.3.1 仪器设备

应购买已获产品质量认证的专业厂家生产的产品。对检测准确性和有效性有影响的仪器设备，应制定周期校核、检定计划。属强制性检定的，应定期送法定机构检定；属非强制性检定但有检定规程的，一般也应定期送检或自检，但自检应建标并考核合格；属非强制性检定又无检定规程的或不属计量器具但对检测准确性和有效性有影响的，应定期组织自校或验证。自检和验证常用的方法应使用有证标准物质和组织实验室间比对等。

#### 13.2.3.2 玻璃量器

应购置有《制造计量器具许可证》的产品。玻璃量器应按周期进行检定，其中与标准溶液配制、标定有关的，定期送法定机构检定，其余的由本单位具有检定员资格的人员按有关规定自检。

#### 13.2.3.3 标准物质

应购买国务院有关业务主管部门批准、并授权生产，附有标准物质证书且在有效期内的产品。实验室的参比样品、工作标准溶液等应溯源到国家有证标准物质。

#### 13.2.3.4 参比样制备

##### 13.2.3.4.1 土样采集

选择有代表性的土壤类型，采集耕层土样，每类土样不低于 1000kg。样品采集要防止污染。

##### 13.2.3.4.2 样品制备

①风干：将田间采集的土壤摊平，放在无污染的塑料薄膜上风干。剔除植物残体、砂砾石块等侵入体和新生体。干燥期间注意防尘，避免直接暴晒。②磨碎与过筛：用机械粉碎机制样，通过 0.25mm 孔径筛。在研磨与过筛过程中应注意样品的再次除杂。为提高样品的稳定性，有条件的地方可将过筛后的样品通过 105℃ 烘干 6h 处理。③混匀：把通过 0.25mm 孔径筛的土壤样品全部置于无污染的搅拌器内（如混凝土搅拌机或 BB 肥混合器）搅拌，直到搅拌均匀为止，搅拌时间由土样数量和搅拌器性能而定。将混匀的样品全都分装到塑料瓶中

(样重约 1kg)，备用。④均匀性检查：当最小包装单元总量小于 500 瓶时，可按随机数表抽取 15~25（一般为 20 瓶）瓶，大于 500 瓶时，按  $3 \times \sqrt[3]{n}$  计算抽样数；抽取的每个包装单元再分上下两层各抽取 30g 样品进行测定，推荐检查测定项目为有机质、速效钾和有效铜（或锰），测定时每个项目由同一人在同一实验条件下在尽量短的时间内完成；测试结果采用单因子方差分析法判定，当测定项目均为 F 计算值  $\leq F_{0.05}$  临界值时，则可以认为该批样品均匀。⑤定值：按检测要求将一定量的样品分发至 8 个以上条件良好的实验室，同一项目用统一的方法进行测试分析，结果经整理统计后，得到平均值和标准差。检测项目包括：有机质、pH、全氮、全磷、全钾、阳离子交换量、水解性氮、有效磷、速效钾、缓效钾、有效中、微量元素等。⑥稳定性检查：样品定值后由制备单位会同 2~3 个条件良好的化验室进行稳定性检查，第一个年度内检查一次，以后每 2~3 个年度内检查 1 次，检查参比样的定值是否在方法的允许误差范围内。

### 13.2.4 实验室内的质量控制

#### 13.2.4.1 标准溶液的校准

标准溶液分为元素标准溶液和标准滴定溶液两类。应严格按照国家有关标准配制、使用和保存。

#### 13.2.4.2 空白试验

空白值的大小和分散程度，影响着方法的检测限和结果的精密度。影响空白值的主要因素：纯水质量、试剂纯度、试液配制质量、玻璃器皿的洁净度、精密仪器的灵敏度和精密度、实验室的清洁度、分析人员的操作水平和经验等等。空白试验一般平行测定的相对差值不应大于 50%，同时，应通过大量的试验，逐步总结出各种空白值的合理范围。每个测试批次及重新配置药剂都要增加空白。

#### 13.2.4.3 精密度控制

精密度一般采用平行测定的允许差来控制。通常情况下，土壤样品需作 10%~30% 的平行。5 个样品以下的，应增加为 100% 的平行。

平行测试结果符合规定的允许差，最终结果以其平均值报出，如果平行测试结果超过规定的允许差，需再加测一次，取符合规定允许差的测定值报出。如果多组平行测试结果超过规定的允许差，应考虑整批重作。

#### 13.2.4.4 准确度控制

准确度一般采用标准样品作为控制手段。通常情况下，每批样品或每 50 个样品加测标准样品一个，其测试结果与标准样品标准值的差值，应控制在标准偏差（S）范围内。

采用参比样品控制与标准样品控制一样，但首先要与标准样品校准或组织多个实验室进

行定值。在土壤测试中，一般用标准样品控制微量分析，用参比样品控制常量分析。如果标准样品（或参比样品）测试结果超差，则应对整个测试过程进行检查，找出超差原因再重新工作。此外，加标回收试验也经常用作准确度的控制。

#### **13.2.4.5 干扰的消除或减弱**

干扰对检测质量影响极大，应注意干扰的存在并设法排除。主要方法有：

可采用物理或化学方法分离被测物质或除去干扰物质；

利用氧化还原反应，使试液中的干扰物转化为不干扰的形态；

加入络合剂掩蔽干扰离子；

采用有机溶剂的萃取及反萃取消除干扰；

采用标准加入法消除干扰；

采用其他分析方法避开干扰。

#### **13.2.4.6 其他措施**

实验室内的质量控制除上述日常工作外，还需要由质量管理人员对检测结果的准确度、重复性和复现性进行控制，对检测结果的合理性进行判断。

##### **13.2.4.6.1 准确度控制**

用标样作为密码样，每年至少考核 1~2 次；尽可能参加上级部门组织的实验室能力验证和考核。

##### **13.2.4.6.2 重复性控制**

按不同类别随机抽取样品，制成双样同批抽查；随机抽取已检样，编成密码跨批抽查；同（跨）批抽查的样品数量应控制在样品总数的 5% 左右。

##### **13.2.4.6.3 复现性控制**

室内互检：安排同一实验室不同人员进行双人比对；

空间外检：分送同一样品到不同实验室，接同一方法进行检测；

方法比对：对同一检测项目，选用具有可比性的不同方法进行比对。

##### **13.2.4.6.4 检测结果的合理性判断**

检测结果的合理性判断，是质量控制的辅助手段，其依据主要来源于有关专业知识，以土壤测试为例，其合理性判断的主要依据是：

土壤元素（养分含量）的空间分布规律，主要是不同类型、不同区域的土壤背景值和土壤养分含量范围；

土壤元素（养分含量）的垂直分布规律，主要是土壤元素（养分含量）在不同海拔高度

或不同剖面层次的分布规律；

土壤元素（养分含量）与成土母质的关系；

土壤元素（养分含量）与地形地貌的关系；

土壤元素（养分含量）与利用状况的关系；

各检测项目之间的相互关系；

检测结果的合理性判断，只能作为复验或外检的依据，而不能作为最终结果的判定依据。

### 13.2.5 实验室间的质量控制

实验室间的质量控制是一种外部质量控制，可以发现系统误差和实验室间数据的可比性，可以评价实验室间的测试系统和分析能力，是一种有效的质量控制方法。

实验室间质量控制的主要方法为能力验证，即由主管单位统一发放质控样品，统一编号，确定分析项目、分析方法及注意事项等，各实验室按要求时间完成并报出结果，主管单位根据考核结果给出优秀、合格、不合格等能力验证结论。

## 14 测土配方施肥数据汇总与报告撰写

各级测土配方施肥工作承担单位提交本区域年度数据库，包括田间试验数据库、农户调查数据库、土壤采样数据库、土壤样品测试数据库、肥料配方数据库、测土配方施肥效果评价数据库等，填写测土配方施肥工作情况汇总表，见附表 8、附表 9、附表 10 和附表 11。同时撰写并提交本区域年度技术报告，主要内容包括：种植业概况（来自县统计数据）、测土情况、田间试验情况、配方推荐情况、配方校验与示范结果、农民测土配方施肥反馈结果、测土配方施肥总体效果、经验与问题、改进办法。

## 15 耕地地力评价

### 15.1 资料准备

#### 15.1.1 图件资料（比例尺 1: 50000）

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）、第二次土壤普查成果图（最新的土壤图、土壤养分图等）、土地利用现状图、农田水利分区图、行政区划图及其它相关图件。

#### 15.1.2 数据及文本资料

第二次土壤普查成果资料，基本农田保护区划定统计资料，近三年种植面积、粮食单产与总产、肥料使用等统计资料，历年土壤、植物测试资料。

### 15.2 技术准备

#### 15.2.1 确定耕地地力评价因子

根据全国耕地地力评价因子总集，见表 15，结合当地实际情况，从六大方面的因子中选取本县耕地地力评价因子。选取的因子应对当地耕地地力有较大的影响，在评价区域内的变异较大，在时间序列上具有相对的稳定性，因子之间独立性较强。

表 15 全国耕地地力评价因子总集

气象	≥0 <sup>0</sup> 积温	耕层理化性状	质地
	≥10 <sup>0</sup> 积温		容重
	年降水量		田间持水量
	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	东经		有效磷
	北纬		缓效钾
	海拔		速效钾
	坡度		有效锌
	坡向		水溶态硼
	地貌类型		有效硅
	地形部位		有效铝
	地面破碎情况		有效铜
	地表岩石露头状况		有效锰
	地表砾石度		有效铁
	田面坡度	有效硫	
	成土母质	交换性钙	
	土壤侵蚀类型	交换性镁	
土壤侵蚀程度	障碍因素	盐化类型	
剖面构型		1m 土层含盐量	
质地构型		耕层土壤含盐量	
有效土层厚度		障碍层类型	
耕层厚度		障碍层出现位置	
腐殖层厚度		障碍层厚度	
水型		地下水矿化度	
冬季地下水位	土壤管理	灌溉保证率	
潜水埋深		抗旱能力	
		排涝能力	
		灌溉模数	
		排涝模数	
		林地覆盖率	
		梯田类型	
		梯田熟化年限	
		种植制度	
		设施类型	

## 15.2.2 确定评价单元

应用比例尺为 1: 50000 的土地利用现状图, 行政区划图, 土壤图叠加形成的图斑作为评价单元。评价区域内的耕地面积要与政府发布的耕地面积一致。

## 15.3 耕地地力评价

### 15.3.1 评价单元赋值

根据各评价因子的空间分布图和属性数据库, 将各评价因子数据赋值给评价单元。不同类型的评价因子采用不同方法赋值, 如: 点位分布图可采用以点带面或者空间插值的方法赋值。空间插值方法为: 将采样点位图某一因子数据空间内插转换为栅格图, 再与评价单元图叠加, 通过加权统计给评价单元赋值。矢量图 (如地貌类型分布图), 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。对于坡度坡向等数据, 可采用等高线和等高点图, 生成数字高程模型, 最终形成坡度图、坡向图等, 再与评价单元图叠加, 通过加权统计给评价单元赋值。对于与土壤类型密切相关的某些因子 (如剖面构型) 可通过关联土壤类型与参与评价因子对照表, 给评价单元赋值。

### 15.3.2 确定各评价因子的权重

采用特尔斐法与层次分析法相结合的方法确定各评价因子权重。

### 15.3.3 确定各评价因子的隶属度

对定性数据采用特尔斐法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拟合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。

### 15.3.4 计算耕地地力综合指数

采用累加法计算每个评价单元的地力综合指数。

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

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。

### 15.3.5 地力等级划分与成果图件输出

根据地力综合指数分布, 采用累积曲线法或等距离法确定分级方案, 划分地力等级, 绘制耕地地力等级图。

### 15.3.6 结果验证

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。

### 15.3.7 归入全国耕地地力等级体系

依据《全国耕地类型区、耕地地力等级划分》(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, 并将各等级耕地归入全国耕地地力等级体系。

### 15.3.8 划分中低产田类型

依据《全国中低产田类型划分与改良技术规范》(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。

## 15.4 耕地地力评价数据汇总与报告撰写

各级耕地地力评价工作承担单位提交本区域年度数据, 包括农户调查数据库、采样地基本情况调查数据库、土壤采样数据库、土壤样品测试数据库等。同时撰写并提交本区域年度技术报告, 主要包括: 技术报告和评价成果报告。其中, 评价成果报告分为耕地地力评价结果报告、耕地地力评价与改良利用报告、耕地地力评价与测土配方施肥报告、耕地地力评价与种植业布局区划报告等。

- 附表: 1、测土配方施肥\_\_\_\_\_ (作物名) 田间试验结果汇总表  
2、土壤采样标签 (式样)  
3、测土配方施肥采样地块基本情况调查表  
4、测土配方施肥建议卡  
5、测土配方施肥\_\_\_\_\_ (作物名) 田间示范结果汇总表  
6、农户测土配方施肥准确度评价统计表  
7、农户施肥情况调查表  
8、测土配方施肥土壤测试结果汇总表  
9、测土配方施肥植物测试结果表  
10、\_\_\_\_\_ (省、县) 测土配方施肥工作情况汇总表  
11、测土配方施肥补贴资金项目 (省、县) 情况汇总表



附表 2:

### 土壤采样标签 (式样)

统一编号: (和农户调查表编号一致) 邮编:  
采样时间: 年 月 日 时  
采样地点: 省 地 县 乡(镇) 村 地块 农户名:  
地块在村的(中部、东部、南部、西部、北部、东南、西南、东北、西北)  
采样深度: ① 0~20cm ② \_\_\_\_\_cm(不是①的,在②填写) 该土样由\_\_\_\_\_点混合(规范  
要求 15~20 点)  
经度: \_\_\_\_\_度\_\_\_\_分\_\_\_\_秒 纬度: \_\_\_\_\_度\_\_\_\_分\_\_\_\_秒  
采样人: 联系电话:

附表 3 :

测土配方施肥采样地块基本情况调查表

统一编号: \_\_\_\_\_ 调查组号: \_\_\_\_\_ 采样序号: \_\_\_\_\_

采样目的: \_\_\_\_\_ 采样日期: \_\_\_\_\_ 上次采样日期: \_\_\_\_\_

地理位置	省(市)名称		地(市)名称		县(旗)名称	
	乡(镇)名称		村组名称		邮政编码	
	农户名称		地块名称		电话号码	
	地块位置		距村距离(m)		/	/
	纬度(度:分:秒)		经度(度:分:秒)		海拔高度(m)	
自然条件	地貌类型		地形部位		/	/
	地面坡度(度)		田面坡度(度)		坡向	
	通常地下水位(m)		最高地下水位(m)		最深地下水位(m)	
	常年降雨量(mm)		常年有效积温(°C)		常年无霜期(天)	
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)	
土壤情况	土类		亚类		土属	
	土种		俗名		/	/
	成土母质		剖面构型		土壤质地(手测)	
	土壤结构		障碍因素		侵蚀程度	
	耕层厚度(cm)		采样深度(cm)		/	/
	田块面积(亩)		代表面积(亩)		/	/
来年种植意向	茬口	第一季	第二季	第三季	第四季	第五季
	作物名称					
	品种名称					
	目标产量					
采样调查单位	单位名称				联系人	
	地址				邮政编码	
	电话		传真		采样调查人	
	E-Mail					

说明: 每一取样地块一张表。与附表 7 联合使用, 编号一致。

附表 4 :

## 测土配方施肥建议卡

农户姓名: \_\_\_\_\_ 省\_\_\_\_地(市)\_\_\_\_县\_\_\_\_乡(镇)\_\_\_\_村 编号\_\_\_\_\_

地块面积: \_\_\_\_\_亩 地块位置: \_\_\_\_\_ 距村距离: \_\_\_\_\_

	测试项目	测试值	丰缺 指标	养分水平评价		
				偏低	适宜	偏高
土壤 测试 数据	全氮(g/kg)					
	碱解氮(mg/kg)					
	有效磷(mg/kg)					
	速效钾(mg/kg)					
	缓效钾(mg/kg)					
	有机质(g/kg)					
	pH					
	有效铁(mg/kg)					
	有效锰(mg/kg)					
	有效铜(mg/kg)					
	有效锌(mg/kg)					
	有效硼(mg/kg)					
	有效钼(mg/kg)					
	交换性钙(mg/kg)					
	交换性镁(mg/kg)					
	有效硫(mg/kg)					
	有效硅(mg/kg)					
作物名称			作物 品种		目标产量 (kg/亩)	
		肥料配方	用量 (kg/亩)	施肥时间	施肥方式	施肥方法
推荐 方案 一	基肥					
	追肥					
推荐 方案 二	基肥					
	追肥					

技术指导单位: \_\_\_\_\_ 联系方式: \_\_\_\_\_ 联系人: \_\_\_\_\_ 日期: \_\_\_\_\_



附表 6 :

### 农户测土配方施肥准确度评价统计表

\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_县\_\_\_\_\_作物农户测土配方施肥执行情况对比表

配方状况	样本数	施氮量(kg/亩)		施磷量(kg/亩)		施钾量(kg/亩)		养分比例	
		平均	标准差	平均	标准差	平均	标准差	氮磷比	氮钾比
配方推荐									
实际执行									
差值(与推荐比)									

\_\_\_\_\_年\_\_\_\_\_县\_\_\_\_\_作物测土配方施肥执行效果对比表

配方状况	样本数	施肥成本(元/亩)		产量(kg/亩)		效益(元/亩)		配方施肥增加%	
		平均	标准差	平均	标准差	平均	标准差	产量	效益
配方推荐									
实际执行									
差值(与推荐比)									

附表 7:

农户施肥情况调查表

统一编号:

施肥相关情况	生长季节		作物名称		品种名称						
	播种季节		收获日期		产量水平						
	生长期降水次数		生长期降水总量		/	/					
	生长期灌水次数		生长期灌水总量		灾害情况						
推荐施肥情况	是否推荐施肥指导		推荐单位性质		推荐单位名称						
	配方内容	目标产量 (kg/亩)	推荐肥料成本 (元/亩)	化肥 (kg/亩)			有机肥 (kg/亩)				
				大量元素		其它元素		肥料名称	实物量		
				N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	养分名称			养分用量	
实际施肥总体情况	实际产量 (kg/亩)	实际肥料成本 (元/亩)	化肥 (kg/亩)			有机肥 (kg/亩)					
			大量元素		其它元素		肥料名称	实物量			
			N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	养分名称			养分用量		
实际施肥明细	汇总										
	施肥明细	施肥序次	施肥时期	项目	施肥情况						
					第一种	第二种	第三种	第四种	第五种	第六种	
		第一次	肥料种类								
			肥料名称								
			养分含量情况 (%)	大量元素	N						
					P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
					K <sub>2</sub> O						
			其它元素	养分名称							
		养分含量									
		实物量 (kg/亩)									
		第二次	肥料种类								
			肥料名称								
			养分含量情况 (%)	大量元素	N						
					P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>						
					K <sub>2</sub> O						
			其它元素	养分名称							
		养分含量									
		实物量 (kg/亩)									
		第..次	肥料种类								
肥料名称											
养分含量情况 (%)	大量元素		N								
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>								
			K <sub>2</sub> O								
其它元素	养分名称										
	养分含量										
实物量 (kg/亩)											
第六次	肥料种类										
	肥料名称										
	养分含量情况 (%)	大量元素	N								
			P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>								
			K <sub>2</sub> O								
	其它元素	养分名称									
养分含量											
实物量 (kg/亩)											

说明:每一季作物一张表,请填写齐全采样前一个年度的每季作物。农户调查点必须填写完“实际施肥明细”,其它点必须填写完“实际施肥总体情况”及以上部分。与附表 3 联合使用,编号一致。

附表 8:

测土配方施肥土壤测试结果汇总表

编号 \_\_\_\_\_, 地点: \_\_\_\_\_ 省 \_\_\_\_\_ 地市 \_\_\_\_\_ 县 \_\_\_\_\_ 乡村 \_\_\_\_\_ 农户 \_\_\_\_\_ 地块名 \_\_\_\_\_, 邮编: \_\_\_\_\_

取样层次 cm	质地 国际制	容重 gcm <sup>-3</sup>	土壤水分(%)		p H	交换性酸 cmol(+)kg <sup>-1</sup>	阳离子交换量 cmol(+)kg <sup>-1</sup>	电导率 S·m <sup>-1</sup>	水溶性 盐总量 gkg <sup>-1</sup>	水溶性阴离子 (gkg <sup>-1</sup> )			氧化还 原电位 mV						
			自然含水量	田间持水量						CO <sub>3</sub> <sup>2-</sup> +HCO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	Cl <sup>-</sup>	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>							
0~																			
~																			
有机质 gkg <sup>-1</sup>	全氮 gkg <sup>-1</sup>	水解氮 mgkg <sup>-1</sup>	铵态氮 mgkg <sup>-1</sup>	硝态氮 mgkg <sup>-1</sup>	全磷 gkg <sup>-1</sup>	有效磷 mgkg <sup>-1</sup>	全钾 gkg <sup>-1</sup>	缓效钾 mgkg <sup>-1</sup>	速效钾 mgkg <sup>-1</sup>	交换性钙镁 mgkg <sup>-1</sup>		中 微 量 元 素 (mgkg <sup>-1</sup> )							
										Ca	Mg	Fe	M n	C u	Zn	B	Mo	S	Si

注意: 编号与附表 3、附表 7 一致。



附表 10:

\_\_\_\_\_ (省、县) 测土配方施肥工作情况汇总表

项 目		单位	分年度						
			年计划	年已落实	200	200	200	200	
总播种面积		万亩							
测土配方施肥面积		万亩							
效益	增产	万吨							
	节肥	万吨							
	增收+节支	万元							
田间 试验	肥料田间 效应试验	总数	个						
		3414 类	个						
		小区总数	个						
	配方校正 试验	总数	个						
		小区数	个						
	示范 展示	总数	个						
		小区数	个						
		面积	亩						
	土壤 测试	土壤样品采集数量	个						
大量元素测试		个							
		项次							
中、微量元素测试		个							
	项次								
其他 分析 化验	营养诊断	个							
		项次							
	植物分析	个							
		项次							
		个							
		项次							
配方 肥 推广	配方个数	个							
	总量	吨							
	施用面积	万亩							
	应用农户	户							
	覆盖村	个							
其他 方式	发放配肥通知单	张							
	指导施肥面积	万亩							
	应用农户	户							
	覆盖村	个							
培训 情况	培训技术人员	人日							
	培训农户	户							
	培训农民	人日							

附表 11:

## 测土配方施肥补贴资金项目(省、县)情况汇总表

\_\_\_\_年度 \_\_\_\_\_省(区) \_\_\_\_\_地(市) \_\_\_\_\_县(市)

1、基本情况								
项目	单位	数量	项目	单位	数量	肥料品种	用量(吨)	其中自产(吨)
总人口	万人		耕地面积	万亩		尿素		
农业户数	户		粮食总产量	吨		碳酸氢铵		
农业人口	万人		农作物播种面积	万亩		普钙		
农业劳力	万人		粮食作物	万亩		磷酸一铵		
上年农民人均纯收入	元		水稻	万亩		磷酸二铵		
土肥技术人员	人		小麦	万亩		氯化钾		
中级以上	人		玉米	万亩		复混肥料		
化验室面积	m <sup>2</sup>		大豆	万亩		配方肥料		
仪器设备	台套		棉花	万亩		配肥站	个	
价值	万元					生产能力	万吨	
注:肥料用量和自产量均指实物量								
2、施肥情况								
	项目	单位	水稻	小麦	玉米	大豆	棉花	
常规施肥	面积	万亩						
	亩产	kg/亩						
	单价	元/kg						
	有机肥用量	kg/亩						
	化肥总用量	kg/亩						
	氮肥	kg/亩						
	磷肥	kg/亩						
	钾肥	kg/亩						
	中、微肥	kg/亩						
测土配方施肥	面积	万亩						
	亩产	kg/亩						
	单价	元/kg						
	有机肥用量	kg/亩						
	化肥总用量	kg/亩						
	氮肥	kg/亩						
	磷肥	kg/亩						
	钾肥	kg/亩						
	中、微肥	kg/亩						
效益	增产	kg/亩						
	节肥	kg/亩						
	增收+节支	元/亩						
注:有机肥料用量指实物量,化肥用量指折纯量								