

《小麦产地富硒土壤要求（征求意见稿）》

# 编制说明

---

陕西省水工环地质调查中心  
二〇二一年十二月



# 目 录

一、工作概况.....	1
1. 任务来源.....	1
2. 目的意义.....	1
3. 主导单位.....	2
4. 主要工作过程.....	2
5. 标准起草工作组成员及任务分工.....	3
二、标准编制原则和标准主要内容.....	3
1. 标准编制原则.....	3
2. 确定标准主要内容.....	5
三、实证研究.....	10
1. 验证集检验.....	10
2. 第三方检验.....	10
3. 关中地区土壤和小麦硒含量协同分析.....	12
四、知识产权说明.....	13
五、采标情况.....	13
六、重大意见分歧的处理.....	13
七、其他应说明的事项.....	13
1. 与同类标准对比情况.....	13
2. 标准效益分析.....	14
参考文献.....	15

# 一、工作概况

## 1. 任务来源

根据陕西省市场监督管理局《关于下达 2020 年陕西省地方标准制修订计划项目的通知》（陕市监函〔2020〕737 号）精神，陕西省水工环地质调查中心承担该通知中第三十八个项目“小麦产地富硒土壤要求”（SDBXM 40-2020）的编制工作。

## 2. 目的意义

人体健康是人类永恒的研究课题，在蛋白质、维生素、矿物质等营养素中，硒具有不可替代的关键性作用，1973 年世界卫生组织（WHO）宣布硒是人与动物生命中必需的微量元素，1988 年中国营养学会将硒列为 15 种每日膳食营养素之一。研究表明，适量硒的摄入对人体具有抗氧化、促生长、延缓衰老、保护心血管及提高机体免疫能力等生理作用；硒的缺乏则会引起克山病、大骨节病等疾病。人与动物主要通过食物链从土壤中获取硒，然而硒在地壳中的丰度仅为  $0.05 \times 10^{-6}$ ，世界上有 40 多个国家和地区缺硒，我国有 51 % 的地区存在不同程度的缺硒或少硒，三分之一的地区极度缺硒，从东北到西南形成一条典型的缺硒带，缺硒已经成为影响国民健康的限制因子之一。

硒作用于人体生理的特性和富硒土壤的稀缺性，使得天然富硒农产品有着潜在的巨大消费需求和良好的开发前景。而富硒土地的价值就在于其能生产出天然富硒的农产品，将无机硒转化为有机硒，并通过食物链将其安全有效地转移到人体，保证人体健康。近年来，绿色富硒土地开发已经成为江西、湖北、广西、浙江等地发展特色农业和生态农业新的增长点，为当地带来了巨大的经济效益和社会效益。据不完全统计，2019 年底，全国富硒产业总产值已突破 1500 亿元。

陕西是我国农业发源地之一，境内盛产小麦，其中约 90% 的小麦产自关中地区。2006 年以来，陕西省地质调查院通过开展“关中地区土地质量地球化学调查及评价”工作，累计完成调查面积 3.95 万平方千米。查明了土壤中硒（Se）、氮（N）、磷（P）、钾（K）、有机质及 pH 等 54 项化学指标的含量水平和分布特征，首次在关中地区发现大面积富硒小麦产地，且其表层土壤基本呈碱性（ $\text{pH} \geq 7.5$ ）。

在上述工作基础上，标准起草组综合分析整理陕西省公益性地质调查项目“陕西省关中地区碱性富硒土地开发利用综合研究”及“关中一天水经济区（关中盆地）富硒区地球化学调查与评价”的小麦籽粒硒含量数据及其根系土硒含量、pH 值数据，对陕西小麦产地富硒土壤标准进行了界定。该标准的提出，将有效提高富硒土地价值，科学指导富硒小麦种植，推进富硒特色农业发展，助力打造关中富硒农业品牌，为黄河流域高质量发展作出积极贡献。

### 3. 主导单位

陕西省水工环地质调查中心

### 4. 主要工作过程

该项工作主要分为四个阶段。

第一阶段：前期资料收集阶段（2018 年 1 月—2018 年 3 月）。由于在制定关中地区碱性土壤富硒评价标准过程中，需要依托大量样本数据建立数学函数模型，因此，收集整理了以往在关中地区开展的 1:25 万多目标区域地球化学调查项目和 1:5 万富硒区土地质量调查与评价项目的原始数据资料，包括关中地区土壤硒含量分布图（1:25 万）、富硒区土壤硒含量分布图（1:5 万、1:1 万）和小麦样品数据及其对应根系土样品数据共计 493 组。参考李家熙的土壤硒含量划分标准：低硒土壤（0.1~0.2 mg/kg）、中硒土壤（0.2~0.4 mg/kg）、富硒土壤（>0.4 mg/kg），将根系土样本数据按 0.10~0.20 mg/kg、0.20~0.30 mg/kg、0.30~0.40 mg/kg、0.40~0.50 mg/kg、0.50~0.60 mg/kg、>0.60 mg/kg 等 6 个含量间隔分组，分别统计小麦样品在对应各区段的样本数，结果发现样本数在各区段分布不均匀，故计划根据土壤硒分布图，补采小麦籽粒样品及其对应根系土样品，使其在各含量区段均匀分布。

第二阶段：野外施工阶段（2018 年 4 月—2018 年 6 月）。充分考虑到农作物种植的地域性和季节性，采用先踏勘、后采样的工作思路逐步开展样品采集工作。采集小麦及根系土样品时，以 1:5 万三原—阎良地区硒元素丰缺分级图和 1:1 万土地质量地球化学评价数据为依据，保证小麦及其根系土样品采集到相应的土壤硒含量区段内，为建立高拟合度的隶属函数模型，提供有用的样品数据。该阶段共补充采集小麦及其根系土样品 51 组。

第三阶段：综合研究阶段（2018 年 7 月—2020 年 7 月）。标准起草组查阅

国内外相关文献资料，收集分析全国各省发布的富硒土壤标准，确定采用单因素相关分析、相关分析、回归分析等数理统计方法，建立小麦硒—土壤硒数学函数模型，依据《富硒含硒食品与相关产品硒含量标准》（DB61/T 556-2018），以富硒小麦标准下限（0.05 mg/kg）计算对应的土壤硒含量，综合关中表层土壤硒元素地球化学异常下限值，确定陕西小麦产地富硒土壤下限值，并对其进行检验。同时，依据富硒小麦粉标准下限（0.15 mg/kg），确定高硒土壤下限值，依据谭见安对我国土壤硒中毒的划分下限值（3.0 mg/kg），确定高硒土壤上限值。

第四阶段：形成标准阶段（2020年8月—2021年8月）。起草小麦产地富硒土壤要求（征求意见稿）。

### 5. 标准起草工作组成员及任务分工

本标准由陕西省地质调查院提出，主要编写人员组成及分工见表1。

表1 主要编写人员组成及分工

姓名	职称	单位	分工
任蕊	高工	陕西省水工环地质调查中心	全面负责
钞中东	高工	陕西省矿产地质调查中心	技术指导
梁东丽	教授	西北农林科技大学	技术指导
陈继平	工程师	陕西省水工环地质调查中心	收集资料、综合研究
王会锋	教高	陕西省水工环地质调查中心	技术指导
袁芳	讲师	西安财经大学	建立模型
乔新星	工程师	陕西省水工环地质调查中心	收集资料
王晖	工程师	陕西省水工环地质调查中心	收集资料
郭振华	业务部长	陕西粮农农业控股集团有限公司	收集资料
张志敏	工程师	陕西省水工环地质调查中心	收集资料
冯伟华	高工	陕西省水工环地质调查中心	收集资料
张继军	工程师	陕西省水工环地质调查中心	收集资料
张亚丽	工程师	陕西省水工环地质调查中心	收集资料
李傲瑞	助理工程师	陕西省水工环地质调查中心	收集资料
姬华伟	工程师	陕西省水工环地质调查中心	收集资料
赵飞飞	助理工程师	陕西省水工环地质调查中心	收集资料

## 二、标准编制原则和标准主要内容

### 1. 标准编制原则

本次小麦产地富硒土壤界限值的划定工作主要以促进陕西省富硒小麦生产为基本出发点，编制过程中严格按照《标准化工作导则 第1部分：标准化文件

的结构和起草规则》（GB/T 1.1-2020）有关规定，遵循科学推导、简单实用、指导生产的原则。

（1）**科学推导原则。**①标准起草组在大量分析土壤—小麦间硒吸收、转运规律文献的基础上，充分利用收集（采集）到的小麦及根系土样品数据，科学分析土壤硒含量—小麦硒含量间函数关系，建立了隶属函数模型。②根据陕西省富硒小麦及小麦粉标准下限值（DB61/T 556-2018），分别计算出对应的土壤硒含量，并结合关中表层土壤硒元素地球化学异常下限值，确定小麦产地富硒土壤及高硒土壤的下限值；由于硒对人体健康的两面性，根据谭见安（1989）对我国土壤硒含量分级及效应标准，确定小麦产地高硒土壤的上限值。③对随机抽样获得的验证集数据进行检验，并邀请西北农林科技大学进行了第三方检验，验证阈值的适用性。

（2）**简单实用原则。**大量研究表明，土壤酸碱度对土壤—作物体系中硒的迁移转化特别是有效性起着重要作用。在中性和碱性土壤中，硒多以硒酸盐形式存在，生物有效性较高；而在酸性土壤中，硒多以亚硒酸盐形式存在，生物有效性较低。鉴于陕西 90 % 的小麦产地位于关中平原和渭北旱塬地区，壤土和黑垆土均为碱性（ $\text{pH} \geq 7.5$ ），故在确定富硒土壤划定指标时，不考虑地貌景观、土壤理化性质等因素，最终仅采用土壤硒含量作为划定指标。

实用性方面，根据中国居民膳食指南，我国居民每人每日应摄入的谷物在 250~400 g，谷物硒约占日均硒摄入量的 1/4，按照陕西省富硒小麦标准下限值 0.05 mg/kg，对应的居民日均硒摄入量在 50~80  $\mu\text{g}/\text{d}$ ，满足中国营养学会规定的平均需要量（50  $\mu\text{g}/\text{d}$ ）。因此本次富硒土壤划定工作选用 0.05 mg/kg 作为富硒小麦的下限值。

（3）**精准指导生产。**小麦产地富硒土壤标准不仅关系到陕西富硒小麦精益化、精细化、精确化生产，更涉及到黄河流域的高质量发展。因此在制定富硒土地划定标准值的过程中，标准起草组系统分析了我国天然富硒土地资源的开发利用现状，综合考虑关中地区表层土壤硒背景值及异常下限值，提出的标准值基本保证富硒农产品生产企业的利益，也有效满足了各级地方政府编制富硒土地开发利用规划的需求。

## 2. 确定标准主要内容

### （1）数据收集

在陕西省已完成的 39500 km<sup>2</sup> 多目标区域地球化学调查表层土壤硒元素含量基础上，系统整理了“关中—天水经济区（关中盆地）富硒区地球化学调查与评价”及“陕西省关中地区碱性富硒土地开发利用综合研究”中的小麦籽粒硒含量数据及其对应的根系土硒含量、pH 值数据共计 544 组（pH 值均大于 7.5，为碱性）。

### （2）地球化学异常下限的确定方法

根据关中地区表层土壤硒含量分级统计结果（表 2），确定 85 % 累积频率对应的 0.22 mg/kg 为关中地区表层土壤硒元素异常下限值。

表 2 关中地区表层土壤硒含量分级统计

地球化学定义	区间划分	表层 Se 含量区间 (mg/kg)
低值区	<5 %	Se<0.11
低背景区	5~<25 %	0.11≤Se<0.14
背景区	25~<75 %	0.14≤Se<0.20
高背景区	75~<85 %	0.20≤Se<0.22
弱异常区	85~<95 %	0.22≤Se<0.28
异常区	95~<98.5 %	0.28≤Se<0.37
强异常区	≥98.5 %	Se≥0.37

### （3）建模思路及理论方法

#### 1) 建模思路

首先将小麦样本数据按照土壤硒含量进行分组，然后采用 SPSS 22.0 软件对数据进行单因素方差分析，检验土壤硒含量对小麦硒含量是否有显著影响。如果土壤硒含量对作物硒含量有显著影响，则应用双变量相关分析检验指标间的相关性。当土壤硒含量和小麦籽粒硒含量间呈现出显著的线性相关时，建立一元回归模型。见图 1。

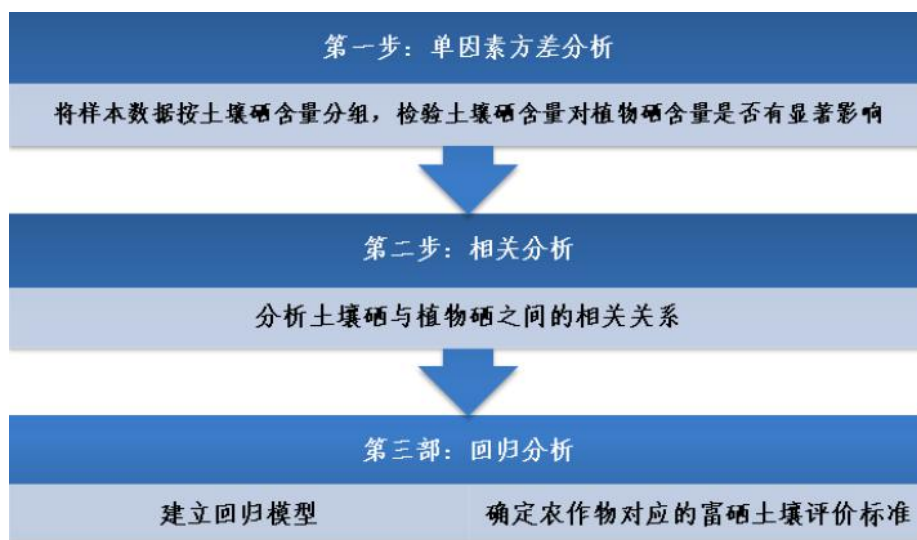


图 1 建模流程图

## 2) 理论方法

### ①单因素方差分析

单因素方差分析是方差分析类型中最基本的一种，研究的是一个因素对于试验结果的影响和作用，这一因素可以有不同的取值或者是分组。单因素方差分析所要检验的问题就是当因素选择不同的取值或者分组时，对结果有无显著的影响。将小麦硒含量—根系土硒含量数据按照根系土硒含量大小进行分组，进行单因素方差分析以检验根系土硒对小麦硒含量是否有显著影响。

### ②相关分析

相关分析是在分析两个变量间关系的密切程度时常用的统计分析方法。最简单的相关分析是线性相关分析，即两个变量之间是一种直线相关的关系。两个变量之间的相关程度一般用相关系数 $\rho$ 来表示。 $\rho$ 的取值范围是： $-1 \leq \rho \leq 1$ 。 $|\rho|$ 越接近 1，说明两个变量之间的相关性越强。

### ③一元回归分析

设两个相关的变量为  $x$ ,  $Y$ ，其中  $x$  是可以控制或可以观测的变量， $Y$  是一个随机变量。对应  $x$  的每一个值，变量  $Y$  的可能取值都不止一个，且有确定的概率分布，回归分析中通常用模型  $Y = f(x) + \varepsilon$  描述  $Y$  与  $x$  之间的关系，称之为随机变量  $Y$  与自变量  $x$  的一元回归模型。如果  $Y$  与  $x$  之间的回归曲线  $f(x)$  是一个一元线性函数  $\beta_0 + \beta_1 x$ ，即回归模型为：

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$$

#### (4) 小麦硒含量—土壤硒含量隶属函数模型

##### ①单因素方差分析

将调查区采集的 544 组小麦及根系土壤样品分析数据采用  $\bar{X} \pm 2S$  方法剔除异常数据, 保留 535 组数据进行单因素方差分析。将数据按根系土中硒含量分为 6 组, 由表 3 可知: 关中地区的小麦硒含量与土壤中的硒含量呈现出较好的对应性, 亦即小麦籽粒中硒含量随着土壤硒含量的增加而增加的趋势。

为了说明土壤硒含量对小麦硒含量有显著影响, 采用单因素方差分析法证明不同土壤组别的小麦硒含量间存在显著差异。首先使用方差齐性检验, 检验  $p$  值为 0, 小于显著性水平 0.05, 说明方差不齐。

表 3 小麦样品数据分组统计表

单位: mg/kg

土壤分组	1	2	3	4	5	6
根系土硒含量	$0.1 \leq Se < 0.2$	$0.2 \leq Se < 0.3$	$0.3 \leq Se < 0.4$	$0.4 \leq Se < 0.5$	$0.5 \leq Se < 0.6$	$Se > 0.6$
样本量/件	32	174	139	78	46	66
根系土硒均值	0.156	0.249	0.346	0.441	0.537	0.808
小麦硒均值	0.079	0.086	0.133	0.207	0.255	0.488
小麦硒最小值	0.018	0.011	0.011	0.027	0.050	0.059
小麦硒最大值	0.339	0.590	0.525	0.472	0.856	1.395

在方差不齐的情况下, 采用 Games-Howell 检验不同组间的统计差异, 由于自变量(根系土硒含量)分为 6 组, 因此因变量小麦硒含量均值共有 15 种不同的组间组合。除小麦组 1 和组 2, 组 4 和组 5 的检验  $p$  值大于显著性水平 0.05, 其余 13 种组合的检验  $p$  值均小于显著性水平 0.05, 说明其余 13 种组合间的均值差异显著, 检验结果见表 4。

表 4 小麦硒含量的多重比较检验

(I) 组别	(J) 组别	显著性	(I) 组别	(I) 组别	显著性
1	2	0.996	4	1	0.000
	3	0.009		2	0.000
	4	0.000		3	0.000
	5	0.000		5	0.461
	6	0.000		6	0.000
2	1	0.996	5	1	0.000
	3	0.000		2	0.000
	4	0.000		3	0.000

	5	0.000		4	0.461
	6	0.000		6	0.000
3	1	0.009	6	1	0.000
	2	0.000		2	0.000
	4	0.000		3	0.000
	5	0.000		4	0.000
	6	0.000		5	0.000

此外，由不同土壤中小麦硒含量均值折线图也可以看出，除组 1 和组 2、组 4 和组 5 之间的均值差异不显著外，其余组两两之间的均值差异均较大。由单因素方差分析检验知至少一组与其他一组存在显著性差异，则可认为关中地区土壤硒含量对小麦中硒含量有显著影响。

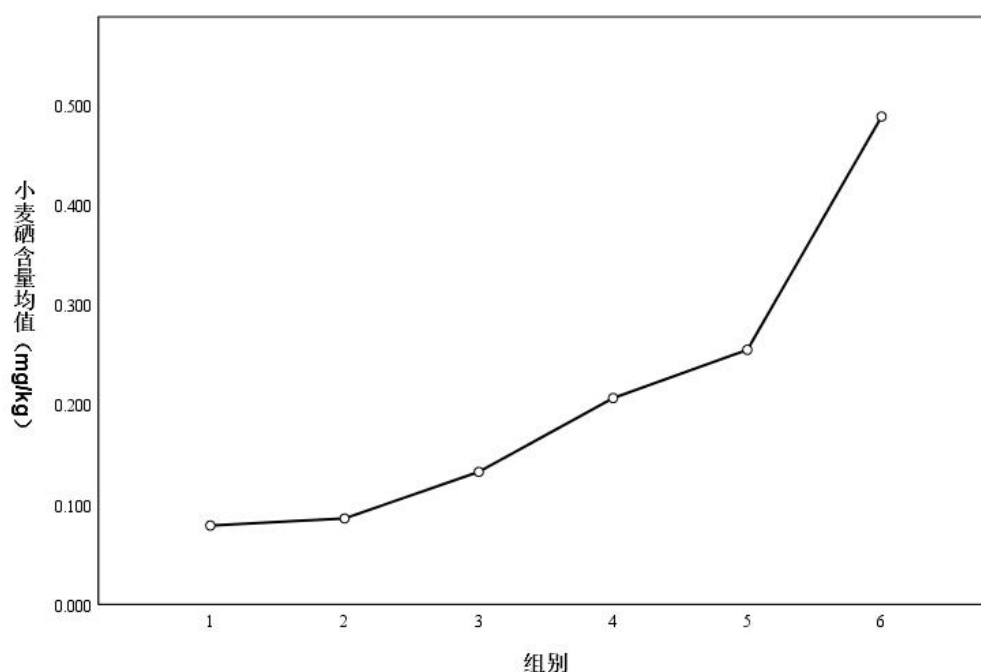


图 2 不同土壤中小麦硒含量均值折线图

## ②土壤—小麦硒含量相关性分析

应用双变量相关分析检验指标间的相关性，结果显示：土壤硒含量和小麦中硒含量的相关系数为 0.750，其相关系数检验对应的  $P$  值都近似为 0，小于显著性水平 0.01，所以土壤硒含量和小麦籽粒中硒含量的相关系数为正向，且相关性较强。因此认为，关中地区的小麦籽粒中的硒含量与土壤中的硒含量呈现出显著的线性相关性。

## ③土壤硒临界值的确定

对 535 组小麦及根系土壤样品硒数据，使用随机抽样程序，随机选取 67 组样本作为验证集，应用 468 组样本数据建立回归模型。由前述相关分析中，小麦中的硒含量与土壤中的硒含量呈现出显著的线性相关性，因此对其建立一元线性回归模型，回归方程如下：

$$Y = 0.709X - 0.096$$

其中  $X$  表示土壤硒含量， $Y$  表示小麦硒含量。

检验可决系数  $R^2$  值为 0.573，初步判定模型拟合效果较好。方差分析的检验  $p$  值为 0 小于显著水平 0.01，表明由自由变量土壤硒含量和因变量小麦硒含量建立的线性关系回归模型具有极显著的统计学意义。 $t$  检验原假设回归系数对应的  $P$  值均小于显著性水平 0.05，表明回归系数存在，有统计学意义，土壤硒含量和小麦硒含量之间是正比关系，而且极显著，其相关图见图 3。

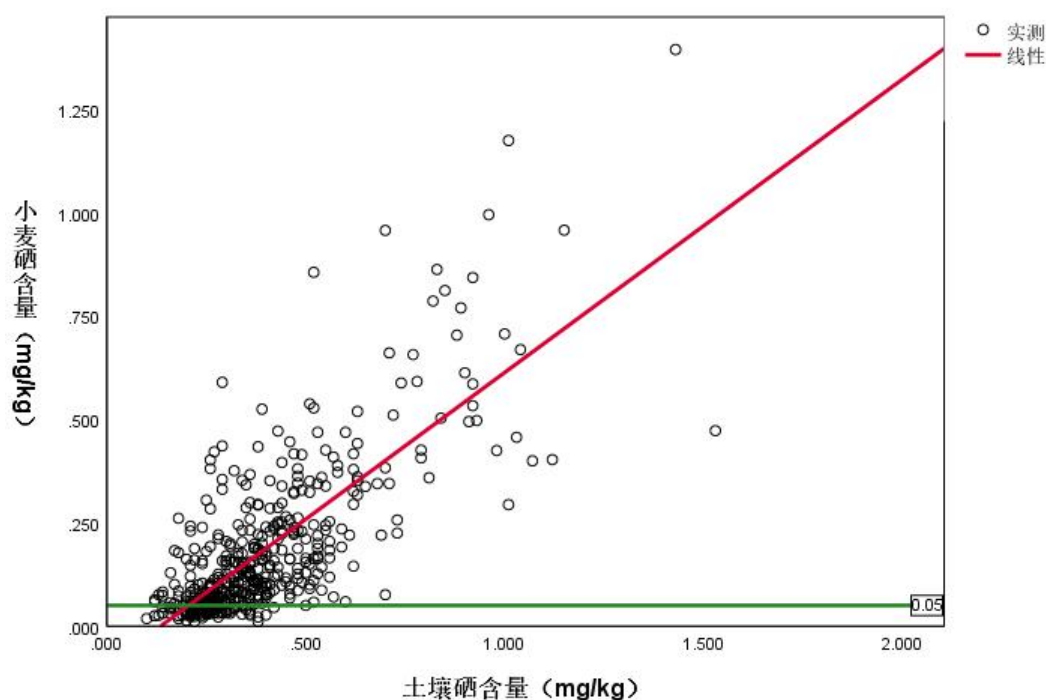


图 3 土壤—小麦硒含量相关图

根据此回归方程：

当  $Y$ （小麦籽粒硒含量）为 0.05 mg/kg 时，可确定对应  $X$ （土壤硒含量）为 0.21 mg/kg；

当  $Y$ （小麦籽粒硒含量）为 0.15 mg/kg 时，可确定对应  $X$ （土壤硒含量）为 0.35 mg/kg。

### （5）富硒土壤分级指标的确定

根据陕西省富硒小麦标准下限值 0.05 mg/kg 及富硒小麦粉标准下限值 0.15 mg/kg，分别计算出对应的土壤硒含量 0.21 mg/kg、0.35mg/kg，结合关中表层土壤硒元素地球化学异常下限值 0.22 mg/kg，确定小麦产地富硒土壤及高硒土壤的下限值分别为 0.22 mg/kg、0.35mg/kg。

尽管我国在《食品安全国家标准 食品中污染物限量》（GB2762-2012）中取消了食品中硒的限量规定，但由于硒对人体健康的两面性，为安全起见，在探索富硒土壤的划分标准时，仍考虑了硒的限量值。根据谭见安（1989）对我国土壤硒含量分级及效应标准，确定小麦产地富硒土壤的上限值为 3.0 mg/kg。

2018 年，我国推出了《土壤环境质量农用地土壤污染风险管控标准（试行）》（GB15618-2018），旨在对农用地进行分类管理，以保障农产品质量安全。鉴于此，小麦产地富硒土壤标准还对土壤中镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍和锌共 8 种重金属元素含量作了要求，见表 5。

表 5 小麦产地富硒土壤标准

土壤分级	土壤硒含量 (mg/kg)	有害重金属含量
富硒	$0.22 \leq \text{Se} < 0.35$	镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍和锌 重金属元素含量低于 GB 15618 标 准中的风险筛选值。
高硒	$0.35 \leq \text{Se} < 3.0$	

## 三、实证研究

### 1. 验证集检验

在建立回归模型之前，先使用随机抽样程序，随机选取 67 组样本作为验证集（样本分布位置见图 4），对模型的富硒率进行检验，其中根系土壤硒含量大于等于临界值 0.22 mg/kg 的 62 件小麦样品中，53 件小麦样品硒含量高于富硒标准下限值 0.05 mg/kg，小麦富硒率达 85.5 %。

### 2. 第三方检验

从西北农林科技大学收集到 76 组小麦及其根系土样品（分布位置见图 4）测试数据（统计结果见表 6），对模型的富硒率进行检验，其中根系土硒含量大

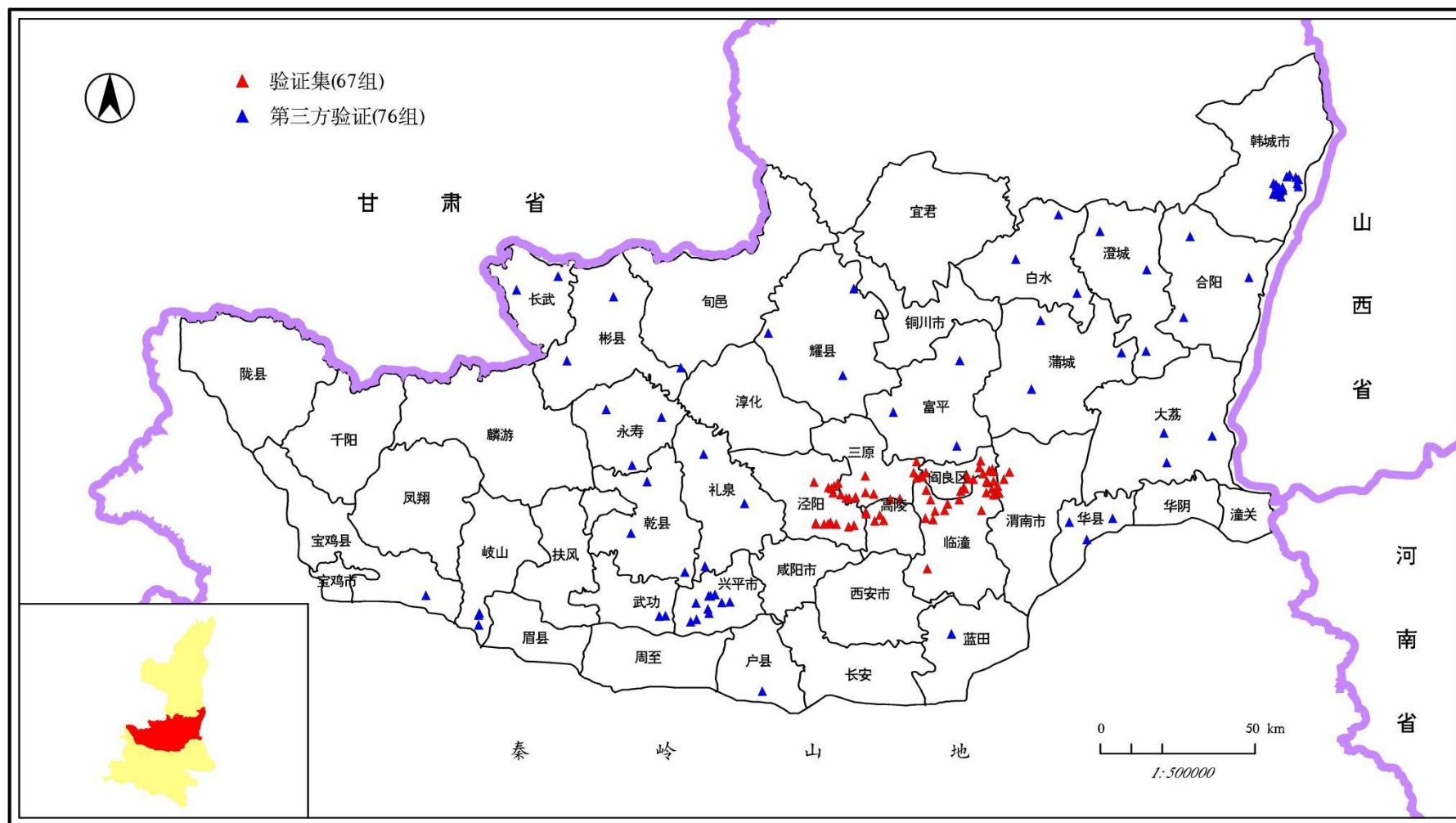


图 4 验证样本分布位置示意图

于等于临界值 0.22 mg/kg 的 70 组小麦样品中, 66 组小麦样品硒含量高于富硒标准 0.05 mg/kg, 样品中富硒率达 94.29 %。

表 6 小麦样品数据统计表 (n=76 件)

统计量	小麦籽粒硒 (mg/kg)	根系土硒 (mg/kg)	土壤 pH (无量纲)
最小值	0.014	0.102	7.670
最大值	0.165	1.674	8.670
中位数	0.053	0.754	8.185
平均值	0.056	0.781	8.163
标准差	0.031	0.390	0.214

3. 关中地区土壤和小麦硒含量协同分析

对收集到的 611 组小麦及其根系土硒含量数据进行协同分析, 以富硒小麦标准 0.05 mg/kg 作为水平参考线, 以富硒土壤阈值 0.22 mg/kg 作为垂直参考线, 将土壤硒—小麦硒散点图划分为正确区、遗漏区和误判区, 其中正确区指土壤富硒且小麦富硒以及土壤不富硒且小麦不富硒的区域, 遗漏区为土壤不富硒但小麦富硒的区域, 误判区为土壤富硒但小麦不富硒的区域。

表 7 不同土壤硒分区大宗农作物的富硒比例

土壤硒含量 分区	Se<0.22		Se≥0.22	
	样品数 (件)	比例 (%)	样品数 (件)	比例 (%)
富硒小麦	34	5.56%	464	75.94%
非富硒小麦	31	5.07%	82	13.42%

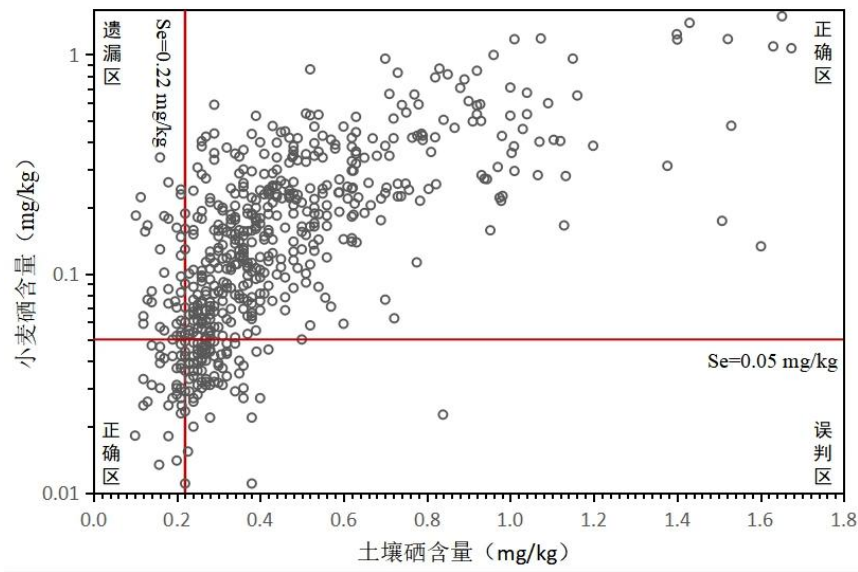


图 5 土壤和小麦硒含量协同分析

由图 5、表 7 可以看出，土壤硒含量大于等于 0.22 mg/kg 且小麦富硒及土壤硒含量小于 0.22 mg/kg 且小麦不富硒的样品数共计 495 件，即正确率为 81.01%；土壤硒含量小于 0.22 mg/kg 且小麦富硒的样品数为 34 件，即遗漏率为 5.56%；土壤硒含量大于等于 0.22 mg/kg 且小麦不富硒的样品数为 82 件，即误判率为 13.42%。综上所述，以 0.22 mg/kg 作为富硒土壤阈值，能够得到较高的正确率，且遗漏率、误判率均相对较低，说明选择 0.22 mg/kg 作为关中小麦产地标准能反映出当地的富硒实际。

## 四、知识产权说明

本标准相关知识产权归陕西省水工环地质调查中心所有，不存在相关知识产权纠纷。

## 五、采标情况

本标准在制定的过程中未采用国际标准和国外先进标准。

## 六、重大意见分歧的处理

目前，本标准尚无重大意见分歧。

## 七、其他应说明的事项

### 1. 与同类标准对比情况

目前我国现行的富硒土壤标准包括：《宁夏富硒土壤标准》（DB64/T 1220-2016）、《土壤中全硒含量的分级要求》（DB45/T 1442-2016）、《富硒土壤评价要求》（DB23/T 2071-2018）、《富硒土壤硒含量要求》（DB41/T 1871-2019）及《天然富硒土地划定与标识（试行）》（DD 2019-10）。

《小麦产地富硒土壤要求》与现行的标准比较，不同之处在于：①研究发现，植物从土壤中吸收硒的能力不仅与土壤硒含量及有效性有关，还取决于植物种类，不同植物对土壤硒的吸收转运效率不尽相同。因此，本标准根据土壤—小麦体系中硒的生物有效性，规定了其对应的富硒土壤标准，而目前现行的标准中并未针对不同作物规定相应的富硒土壤标准；②由于陕西甚至中国西北地区居民的主食以面食为主，面食主要以小麦为原料，且小麦是陕西省种植面积最大的大宗

农作物，因此，针对陕西小麦产地制定富硒土壤标准，对当地农民增收、农业增效、农村发展具有重大意义。

## 2. 标准效益分析

农产品市场是开放型完全竞争市场，农产品产量大、可替代性高，因同类农产品上市时间无法拉开距离，因此其市场风险可想而知。富硒农产品自身具有无可替代的属性，加之市场需求逐渐走高，与普通农产品差异较大，因此其市场供求风险相对较小，且有着较大的市场需求空间。同时，伴随着中国老龄化社会的不断发展，人民生活水平的不断提高，健康养生产品更加受到青睐，日益增长的市场需求为富硒农业发展奠定了坚实的基础。

根据小麦产地富硒土壤标准 0.22 mg/kg，在陕西小麦主要产地——关中地区圈定土壤中硒含量大于等于 0.22 mg/kg 的土地 4975.82 km<sup>2</sup>（746.37 万亩），这些土地具有集中连片、有效硒含量高的突出优势，适宜于天然富硒小麦的开发。

依据陕西省富硒农作物种植示范基地实测数据：普通面粉价格 2.5 元/斤，富硒面粉参考价格 4.5 元/斤，增收 2 元/斤。以亩产 800 斤、出粉率 60%、种植成本增加 160 元/亩计算，每亩预计增收  $2 \times 800 \times 0.6 - 160 = 800$  元。在圈定的富硒小麦产地上种植 1 万亩小麦，将比普通小麦增收约 800 万元，因此，该标准如果推广到全省，并形成市场认可的陕西富硒小麦品牌，获得的产值将大幅度地增加陕西农业和农民收入，助力健康陕西行动和乡村振兴战略。

## 参 考 文 献

- [1] GB 2762 食品安全国家标准
- [2] GB 5009.93 食品安全国家标准 食品中硒的测定
- [3] GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准
- [4] DZ/T 0258 多目标区域地球化学调查规范 (1:250 000)
- [5] DZ/T 0295 土地质量地球化学规范
- [6] NY/T 1104 土壤中全硒的测定
- [7] NY/T 1377 土壤pH的测定
- [8] DB 61/T 556 富硒含硒食品与相关产品硒含量标准
- [9] 自然资源部中国地质调查局 DD 2019-10 天然富硒土地划定与标识
- [10] 河南省市场监督管理局 DB 41/T 1871-2019 富硒土壤硒含量要求
- [11] 黑龙江省地方标准 DB 23/T 2071-2018 富硒土壤评价要求
- [12] 宁夏回族自治区质量技术监督局 DB64/T1220-2016 宁夏富硒土壤标准
- [13] 广西壮族自治区质量技术监督局 DB45/T 1442-2016 土壤中全硒含量的分级要求
- [14] 中华人民共和国地方病与环境图集编纂委员会. 中华人民共和国地方病与环境图集. 北京: 科学出版社. 1989.
- [15] Winkel L H E, Johnson C A, Lenz M, et al.. Environmental selenium research: From microscopic processes to global under-standing . Environ. Sci. Technol. , 2012, 46:571—579.
- [16] Wang D, Liang D L, Zhou F, et al.. Selenate aging in different Chinese soils and the dominant influential factors. Chemo-sphere, 2017, 182:284—292.