

农用地与建设用土壤环境重金属含量分析

—— 高灵敏度 XRF 重金属分析仪与快速基本参数法



背景

近几十年，随着我国工业化、城市化、农业现代化的快速发展，土壤环境形势发生极大变化，污染问题频发，耕地土壤环境质量堪忧，对我国经济社会发展带来新威胁、新挑战。

最新颁布的《GB 15618-2018 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》中将土壤必测的重金属含量规定为“风险筛选值”和“风险管控值”，这两个值是重金属进一步向种植物迁移量的衡量标准，有着重要意义，因此能够清晰分辨这两个值的分析仪器成为检测土壤重金属的必要条件。

北京安科慧生将先进的设计理念与 X 射线荧光光谱仪尖端技术相结合，通过对镉元素的聚焦激发，对 XRF 难以分析的镉元素的检出限达到前所未有的 0.06mg/kg 水平，成为世界首台能够精确检测土壤中镉含量限值的 X 射线荧光光谱仪。

便携式高灵敏度 XRF 重金属分析仪 PHECDA 系列产品能够应对实验室和现场对土壤重金属分析需求，样品处理简单、分析速度快、精度高，是土壤重金属检测和筛查的利器。

PHECDA-ECO ▶



◀ PHECDA-PRO



PHECDA-HE ▼



土壤环境重金属检测需求

《GB 15618-2018 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》规定了农用地土壤中镉、汞、砷、铅、铬、铜、镍、锌等基本检测项目，其中对镉、汞、砷、铅、铬等五项重金属规定了风险筛选值和风险管制值。

农用地土壤重金属风险筛选值与风险管制值表 单位：mg/kg

污染物项目	镉	汞	砷	铅	铬	铜	镍	锌
风险筛选值	0.3	0.5	25	70	150	50	60	200
风险管制值	1.5	2.0	100	400	800	无	无	无
PHECDA 检出限	0.06	1.0	0.3	0.4	1.0	1.0	1.0	1.0



因此，在农用地和建设用地上土壤重金属限值分析中，能够完整分析十一种重金属的分析仪器成为必要选择，且能够准确区分“风险筛选值”和“风险管制值”的分析仪器为最佳选择。

安科慧生研制的便携式高灵敏度 XRF 重金属分析仪 PHECDA 系列，能够分析土壤及土壤沉积物中几十种无机元素含量，且能够准确分辨农用地和建设用地规定重金属的“风险筛选值”和“风险管制值”。

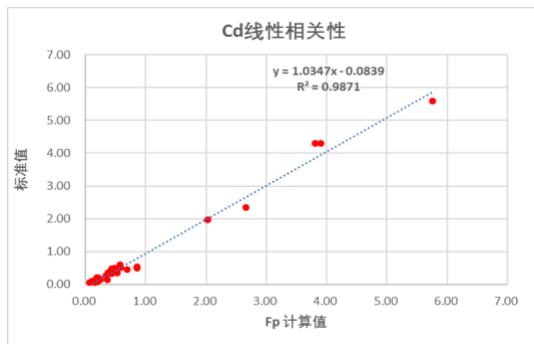
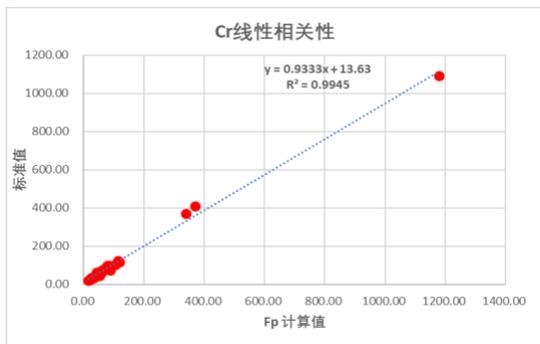
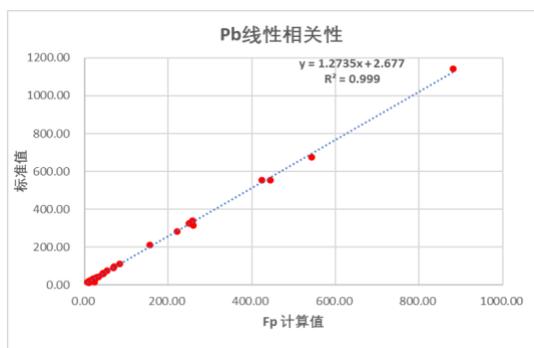
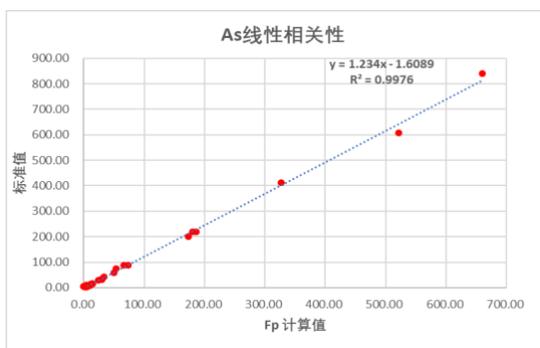
土壤样品处理



性能数据

线性

快速基本参数法 (Fast FP) 将 X 射线入射到检测的各个步骤物理学现象建立数学模型，并进行大量运算，消除基体吸收-增强效应，正确运算和扣除背景干扰，对国家土壤标准样品中的各重金属在宽含量区间具有极佳的线性。



重复性

PHECDA-ECO 对标准样品 GBW (E) 070003 进行重复性测试，结果如下表：

元素	Cr	Ni	Co	V	Zn	As	Pb	Cu	Cd
GBW (E) 070003 标准值	127±7	59.8±3.6	20.3±2.9	101±8	106±8	15.7±1.1	59.8±3.6	54.2±3.6	0.32±0.06
1	131.92	67.99	18.82	95.20	109.69	16.43	57.15	58.46	0.38
2	132.88	68.95	21.59	95.70	111.24	16.68	58.08	59.53	0.30
3	133.78	68.44	24.84	96.19	110.14	16.11	58.66	59.18	0.39
4	134.09	68.48	26.94	95.09	111.45	16.46	57.92	59.61	0.37
5	134.88	68.70	25.69	95.13	110.44	16.40	58.85	59.80	0.36
6	132.79	69.06	24.79	95.13	110.99	16.59	58.14	59.37	0.41
7	131.53	68.89	26.29	95.02	111.18	15.87	59.17	59.70	0.32
8	131.23	68.90	24.45	95.34	112.04	16.01	59.24	58.89	0.45
9	134.37	69.57	26.06	94.97	111.67	15.93	59.27	59.32	0.31
10	131.96	69.39	26.73	95.14	111.68	16.02	58.56	59.25	0.39
11	131.25	69.13	25.57	94.99	111.27	15.92	59.41	59.96	0.34
12	132.54	68.85	25.74	95.04	110.7	16.36	58.43	58.99	0.37
13	135.21	67.74	22.51	95.54	110.48	16.43	57.69	59.06	0.38
14	134.36	68.85	23.46	95.49	112.44	16.03	58.31	59.56	0.4
SD	1.38	0.49	2.26	0.34	0.76	0.27	0.66	0.40	0.04
Avg	132.79	68.86	24.71	95.26	111.07	16.22	58.59	59.37	0.37
RSD	1.0%	0.7%	9.2%	0.4%	0.7%	1.7%	1.1%	0.7%	11.2%

便携式高灵敏度 XRF 重金属分析仪 PHECDA 系列，对土壤重金属分析达到实验室级别的重复性，即使含量为 0.3mg/kg 左右含量的镉，RSD 值达到 10%，是能够正确分辨土壤重金属的“风险筛选值”和“风险监控值”的保证。

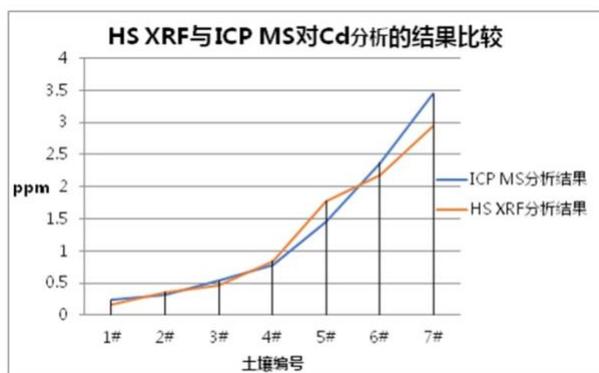
准确性

样品编号	Cr	Ni	Co	V	Zn	As	Pb	Cu	Cd
GBW(E) 070004	54.1±6.5	28.5±3.4	15.4±2.1	75.5±5.9	116±10	220±11	91.4±6.4	180±10	0.5±0.07
实测值	56.01	28.58	14.91	75.44	116.31	212.6	99.27	198.37	0.59
GBW(E) 070005	89.9±3.2	60.8±3.9	26.2±2.6	103±6	618±30	87.2±3.2	325±17	187±11	1.97±0.33
实测值	98.86	69.17	28.57	95.38	632.1	90.54	352.14	188.25	1.73
GBW(E) 070006	104±8	8.7±3.1	-3.75	140±8	37.9±5.4	606±53	60±5.0	18.9±2.4	0.07±0.02
实测值	116.61	11.85	21.23	134.55	36.31	611.89	62.39	15.02	0.09
GBW(E) 070007	35±5.5	18.6±3	13±2.2	76.4±5.6	153±9	32.6±3.3	73.9±5.2	309±12	0.53±0.07
实测值	34.54	15.04	8.18	75.1	144.02	29.77	71.91	304.55	0.77
GBW(E) 070008	84.3±9.4	333±25	25.6±2.7	88±7.1	301±20	74.6±7.1	675±27	290±16	0.49±0.06
实测值	79.84	331.39	25.76	80.03	270.38	84.09	686.17	254.94	0.63
GBW(E) 070009	99±11	83.3±7.4	23.8±3.2	158±12	982±78	841±98	1141±59	854±44	4.08±0.37
实测值	113.03	98.95	24.46	105.38	975.01	740.62	1048.74	732.88	4.26
GBW(E) 070010	87±11	55.2±4.4	24.5±2.5	110±7	158±8	200±22	110±9	209±10	0.47±0.07
实测值	89.96	62.53	32.31	94.35	151.35	188.89	104.36	202.84	0.38

便携式高灵敏度 XRF 重金属分析仪 PHECDA-ECO，分析 GBW 系列标准样品，重金属的分析结果在误差范围以内，10 分钟的“定量分析”模式下，具有极佳的准确性。

| HS XRF®与 ICP MS 对比

湿法消解加 ICP MS 分析是土壤元素检测的标准方法，通过实际土壤样品与 ICP MS 分析结果的对比，两者具有极佳的数据一致性，PHECDA Series 同时不需要复杂的样品处理，简单可靠。



产品特点



超低检出限

高灵敏度 XRF 重金属分析仪 PHECDA 对土壤中所有重金属检出限都低于 1.0mg/kg，对 XRF 难以分析的 Cd 检出限达到 0.06mg/kg，满足检测最新《GB 15618 土壤环境质量 农用地土壤污染风险管控标准》中规定基础项目中八项重金属的限值要求，可清晰分辨基本项目中五项主要重金属铅、镉、汞、砷、铬、的风险筛选值和风险管制值。



稳定性

专利的光路固锁系统，光路经工厂调谐后不再产生位移，单波长激发使得仪器消除基线背景，数据重复性满足实验室标准要求。



快速分析

土壤样品准备简单，几分钟即可完成对土壤样品的准备，快速筛查分析时间 180 秒/样品，定量分析时间 600 秒/样品。



宽适应性

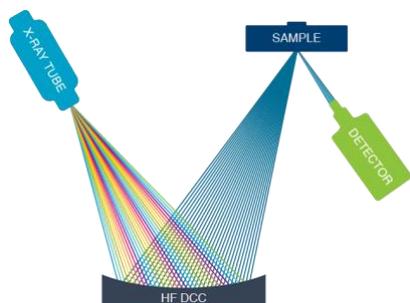
快速基本参数法通过精确计算消除基体与元素间谱线干扰，适应各类土壤基质样品分析。



便携性

无需气体真空等辅助设备，最大限度保证现场原位检测要求。

高灵敏度 X 射线荧光光谱仪 (HS XRF®) 原理



单色化激发

全聚焦双曲面弯晶仅衍射 X 射线管出射谱中靶材高强特征射线，从而消除了入射谱中的散射线背景干扰，背景降低 2 个数量级。

聚焦激发

单色化射线能量聚焦到样品较小面，激发待测元素效率增加，SDD 探测器可以接收更大立体角产生的元素射线，信号强度增加。

性能参数

性能	参数	说明
元素范围	Na-U	
分析时间	快速筛查：180 秒/样 准确定量：600 秒/样	
重复性	Cd:0.35ppm RSD < 15% As:15ppm RSD < 2.0%	土壤基体，样品分析时间 600 秒
线性	99%以上	土壤基体，重金属元素
分析方法	标准曲线法、快速基本参数法	
控制方式	PAD 控制，Windows 系统	
输入输出	10 英寸触摸屏控制，USB 与 Wiff 接口	
温度范围	-10°C-40°C	
重量	PHECDA-ECO：9.7kg PHECDA-PRO：8.5kg	
体积：	PHECDA-ECO：470 mm(W)×360 mm(D)×220 mm(H) PHECDA-PRO：420 mm(W)×350 mm(L)×220 mm(H)	

FAST FP 算法与软件介绍

FP（基本参数）算法是 X 射线荧光光谱分析的有效方法，能够在少标样甚至无标样的情况下对样品元素成分或镀层成分和厚度进行定性定量分析。

众所周知，X 射线荧光分析最大问题是元素荧光强度会受到共存元素的影响（基体吸收和增强效应），与含量通常不是线性关系。基本参数法在光谱的计算过程中，已经考虑到了基体效应，可以得到计算含量与已知含量之间的线性关系，使用少数已知样品校正算法去除系统误差，即可达到精确定量的目的。



| 关于安科慧生

北京安科慧生科技有限公司成立于 2011 年，公司聚集了一批多年从事 XRF 研究的专业人才，专注于新型 XRF 的研制，将先进的设计理念与尖端 X 射线荧光技术相结合，相继突破高通量双曲面弯晶（High Flux Johansson-Type DCC）技术和快速基本参数法（Fast FP）等多项 X 射线荧光领域的尖端技术，并成功研制国内首台单波长色散 X 射线荧光光谱仪和世界首台高灵敏度 X 射线荧光光谱仪。公司的研发目标是将 XRF 的灵敏度不断提升，以适应更多领域对微量和痕量元素分析的需求。

北京安科慧生科技有限公司以坚持不懈的创新精神、领先的专业技术实力、产品制造过程中的质量控制和对客户需求的快速反应，做高品质受人尊重的科学仪器，为客户创造价值、为社会做出贡献！



北京安科慧生科技有限公司

电话：010-86466688

邮箱：sales@ancoren.com

官网：www.ancoren.com

地址：北京市通州区金融街园中园 6 号院 11 号楼