



## 土壤元素检测综合解决方案



钢研纳克检测技术有限公司  
NCS TESTING TECHNOLOGY CO., LTD.



## 概述 (Preface)

“土壤是经济社会可持续发展的物质基础，关系人民群众身体健康，关系美丽中国建设，保护好土壤环境是推进生态文明建设和维护国家生态安全的重要内容。当前，我国土壤环境总体状况堪忧，部分地区污染较为严重，已成为全面建成小康社会的突出短板之一。”

——《土壤污染防治行动计划》

《土壤污染防治行动计划》中指出“开展土壤污染调查”，土壤无机污染物的检测是必检项目之一。2016年6月24日环保部发布了标准 HJ 804-2016《土壤 8 种有效态元素的测定 二乙烯三胺五乙酸浸提 - 电感耦合等离子体发射光谱法》。土壤有效态元素即在植物生长期土壤内能够被植物根系所吸收的元素，这部分元素可以直接进入食物链，对土壤中有效态元素的测定非常必要。土壤中某些非金属元素的测定也是土壤日常测试的重点工作，如：碳和硫元素的检测。针对上述情况，钢研纳克检测技术有限公司借助已有的技术积淀，结合自身优势，使用土壤重金属快速检测仪、电感耦合等离子体质谱仪、全谱电感耦合等离子体发射光谱仪、高频红外碳硫仪等检测仪器，对不同的土壤样品进行针对性应用研究，开发了土壤样品快速筛查、痕量元素精确测定的方法并形成多篇应用报告。

钢研纳克力求成为土壤重金属检测领域的引领者和推动者，长期致力于全面、持续提升产品和服务品质，为建设“蓝天常在、青山常在、绿水常在”的美丽中国而贡献一份力量。

钢研纳克检测技术有限公司主体业务涉及分析测试仪器，环境监测设备，相关工程设计、研制和销售，标准物质 / 样品，第三方检测服务和检测能力验证等领域。拥有 CE、ISO9001、NADCAP、Rolls-Royce、ISO/IEC 17025 认可、CMA、CAL、RMP、CMC、PTP 等多项资质。



## 目录 ▼



土壤重金属快速检测仪 NX-100S	01
电感耦合等离子体质谱仪 PlasmaMS 300	07
全谱电感耦合等离子体发射光谱仪 Plasma 2000	12
高频红外碳硫分析仪 CS-3000	19

# 土壤重金属快速检测仪 NX-100S



伴随我国工业和城市化进程的加速，污染问题日趋严重，其中土壤重金属超标带来的危害突出。2016年国务院颁布“土十条”，将土壤污染防治工作提升到国家战略层面。钢研纳克依托雄厚的研发能力，以及在重金属检测方面的丰富经验，成功推出NX-100S型土壤重金属快速检测仪，该仪器以XRF技术为基础，同时针对土壤重金属检测做个性化技术改进，使得测试数据更加精准可靠。对比传统光谱方法，无需化学前处理，可直接对土壤样品进行重金属检测。

## 应用领域

可以对土壤及水系沉积物中镉(Cd)、汞(Hg)、铅(Pb)、砷(As)、铬(Cr)、镍(Ni)、铜(Cu)、锌(Zn)、铁(Fe)、锰(Mn)、钛(Ti)、钡(Ba)、铷(Rb)、锶(Sr)、锆(Zr)等重金属元素进行检测。

- 环保、农业、地矿等部门进行土壤污染状况调查和执法检查；
- 研究所、高校等科研机构进行现场土壤污染情况数据的快速获取；
- 土壤治理企业进行治前调查、治中确认、治后跟踪等工作。



土壤 — 地球陆地生态系统的重要组成部分，是人类赖以生存的根基。



### 产品特点

- 可以对土壤中的重金属元素进行快速准确测量；
- 前处理简单，可直接对土壤样品进行检测；
- 无需任何耗材；
- 操作简便，一键傻瓜式测试；
- 方便携带，可实现普通轿车车载运输；
- 批量检测，可以与多达 84 位的自动进样器联用。

### 性能参数

- 测试方法：能量色散 X 荧光分析方法；
- 检测对象：固体、粉末、液体；
- 测量元素含量范围：ppm-99.99%；
- 检出限：最低检出限小于 1ppm；
- 检测时间：最短 30s 可出结果；
- 射线防护优于国标  
《X 射线衍射仪和荧光分析仪卫生防护标准 GBZ115-2002》；
- 配备专用样品测试杯，可循环使用。

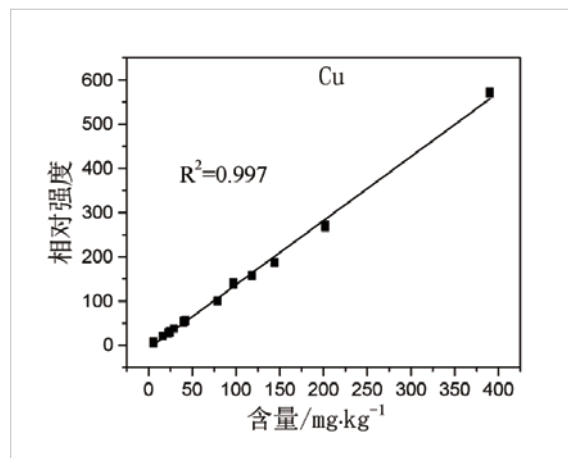
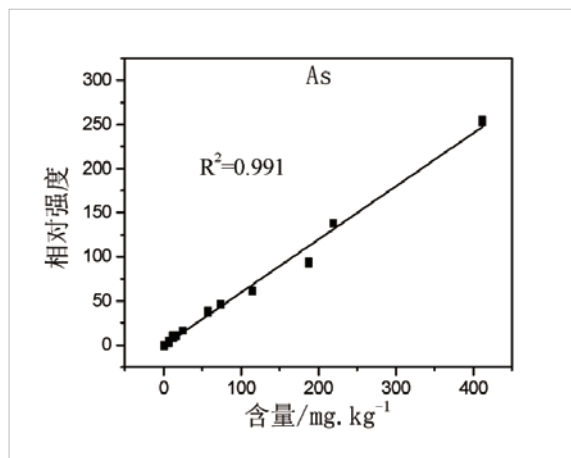
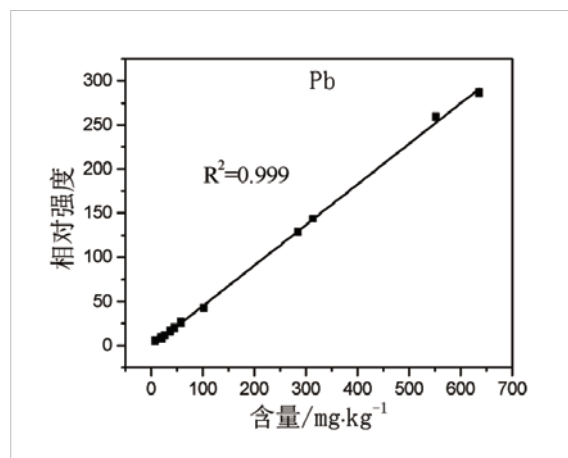
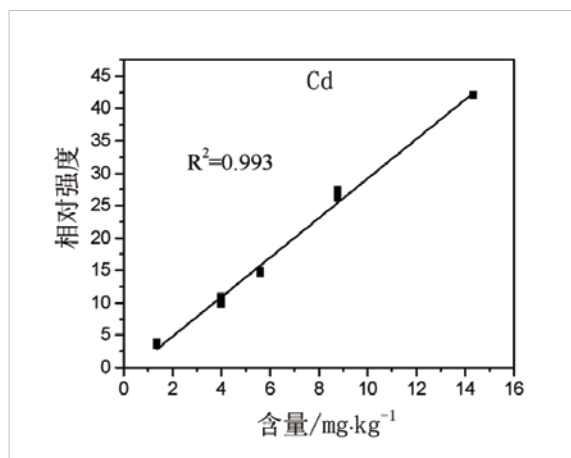


### 硬件参数

- X 射线光管：65kV 风冷侧窗 X 射线管
- 高压电源：65kV/100W 高精度数字控制
- 探测器：原装进口一体封装，分辨率可达 125eV ( 5.889keV )
- 电源：AC ( 220±22 ) V , 50/60Hz , 1.0A
- 仪器尺寸：450Wx500Lx380H ( mm )
- 工作环境：-20~40°C
- 自动进样 ( 选配 )：84 位

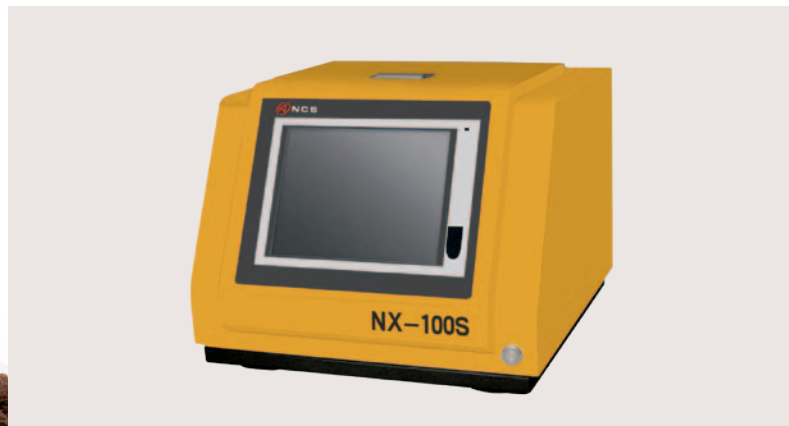
# 土壤重金属快速检测仪 NX-100S

## 部分元素工作曲线



### NX-100S 对土壤中多种重金属元素的快速测定

随着工农业的发展，土壤重金属污染越来越严重，已经对环境和人类健康产生威胁，传统的化学分析方法在土壤重金属检测方面有较高的准确度，但是无法满足现场快速检测的要求。钢研纳克检测技术有限公司研发的 NX-100S 型土壤重金属快速检测仪采用能量色散 X 射线荧光的方法，具有前处理简单，测试速度快，多元素同时测定，满足土壤现场快速检测的需求。



#### 技术亮点

- 通过使用参比谱峰，对土壤的基体效应进行校正，提高测试结果的准确性。
- 使用纯元素谱图扣除干扰谱峰的影响，同时对产生吸收增强效应的元素进行校正。
- 可现场对土壤样品进行无损检测，不对环境产生二次污染。

#### 样品处理

将采集的土壤样品混匀后用四分法缩分至约 100 g、风干或烘干、除杂、研磨、混匀，取一定量样品装入样品杯。

# 土壤重金属快速检测仪 NX-100S

## 分析结果

表 1 检出限及线性相关系数 R<sup>2</sup>

元素	检出限 (μg/g)	定量限 (μg/g)	R <sup>2</sup>	元素	检出限 (μg/g)	定量限 (μg/g)	R <sup>2</sup>
Cd	0.16	0.54	0.993	Ni	0.93	3.09	0.990
Pb	2.20	7.32	0.999	Cu	0.72	2.39	0.997
As	1.56	5.19	0.991	Zn	0.42	1.41	0.999
Cr	1.38	4.58	0.998				

表 2 测试结果 (μg/g)

名称	GSS-8		GSD-9		GSS-4		GSD-10	
	认定值	测试值	认定值	测试值	认定值	测试值	认定值	测试值
As	12.7±1.1	12.81	8.4±0.9	8.05	58±6	60.30	25±3	23.97
Pb	21±2	21.03	23±3	23.32	58±5	55.75	27±2	28.78
Cd	0.13±0.02	0.14	0.26±0.04	0.23	0.35±0.06	0.33	1.12±0.08	1.17
Cr	68±6	72.49	85±7	83.39	370±16	362.37	136±10	129.03
Ni	31.5±1.8	32.02	32±2	31.37	64±5	62.88	30±2	29.98
Cu	24.3±1.2	25.03	32±2	31.25	40±3	40.05	22.6±1.3	22.58
Zn	68±4	69.49	78±4	78.84	210±13	216.94	46±4	47.06





# NX-100S 对土壤中多种重金属元素的快速测定

表 3 精密度数据 ( $\mu\text{g/g}$ )

次数	Cd	Pb	As	Cr	Ni	Cu	Zn
1	1.24	28.55	20.47	138.26	30.56	21.78	46.18
2	1.06	26.42	22.85	135.12	28.77	22.22	45.58
3	1.21	28.71	22.17	132.48	27.49	21.37	46.14
4	1.14	27.08	23.85	129.27	27.41	20.38	46.12
5	1.19	27.41	21.84	129.87	28.67	20.87	46.52
6	1.18	25.53	23.96	132.16	27.91	19.84	45.17
7	1.10	26.48	24.48	128.18	29.32	21.75	45.66
8	1.18	27.6	23.2	133.29	29.63	22.1	46.13
9	1.13	27.02	23.31	134.78	29.79	20.96	45.92
10	1.11	27.09	21.7	140.7	27.99	21.2	45.43
11	1.27	27.63	22.72	132.13	27.78	21.47	45.48
平均值	1.14	27.23	22.78	133.29	28.67	21.27	45.85
认定值	1.12	27	25	136	30	22.6	46
标准偏差 SD	0.06	0.92	1.17	3.77	1.05	0.72	0.41
相对标准偏差 RSD%	5.54	3.38	5.13	2.83	3.66	3.40	0.89

## 结论

本方法采用 EDXRF 法对土壤中 Cd、Pb、As、Cr、Ni、Cu 和 Zn 等重金属元素进行快速测定,该方法对样品的前处理比较简单,可以测定多种元素,对环境不产生二次污染,检测速度快,测试简便快捷等优点。根据 GB 15618-1995 标准土壤环境质量标准,该方法测量 Cr、Ni、Cu、Zn、Pb 和 As 的定量限均在一级土壤的限值以下, Cd 的检出限达到一级土壤的限值以下,定量限达到三级土壤限值以下。

# 电感耦合等离子体质谱仪 PlasmaMS 300

首批“国家重大科学仪器设备开发专项”成果

(项目编号2011YQ140147)



在科技部《国家重大科学仪器设备开发专项》的支持下，钢研纳克针对地质、矿产、冶金、环保、食品等领域对痕量分析技术的需求，以满足行业应用需求为目标，推出电感耦合等离子体质谱仪——PlasmaMS 300。

该仪器在国家环境分析测试中心，国家环境保护汞污染防治工程技术中心，北京疾控中心，厦门市华测检测技术有限公司，重庆渝碛实验检测中心等用户中获得一致好评。

## 仪器特点

极佳的可靠性和稳定性

01

坚固耐用的射频电源，集成了紧急保护措施的真空系统和自动化控制系统，以及智能一键操作即可完成的仪器和分析流程设置，最大程度地消除了人为干扰，保证了仪器工作的连贯性和优异的重复性。

高超的分析功能

02

匹配功能卓越的固态光源，有效的限制了离子化过程中离子的扩散，保证了离子的聚焦性和极高的通过率。带偏转的离子光学系统保证了最佳的离子聚焦效果，有效的降低了背景噪声，提高了信噪比。

人性化的操作流程

03

全中文的软件界面，符合中国人的思维习惯，“一键式”参数设置直观快捷，提高了用户的工作效率。能够根据客户要求自定义报告格式，同时提供了QC功能及LIMS的接口。

便捷的维护

04

易于拆装清洗的锥口系统、带偏转的离子透镜系统，减少了离子沉积，延长了仪器的维护周期。耐用的固态光源确保了仪器的长时间无故障使用。依托纳克遍布全国的服务网络，实现了仪器完善的售后服务。

## 痕量元素精密检测的终极解决方案

强大的联用技术

05

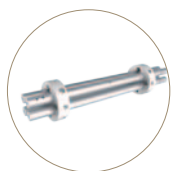
可便捷地与激光烧蚀进样系统（LA）及液相色谱（LC）联用。结合 LA 的功能，可实现了 PlasmaMS 300 固体直接进样，避免了复杂的样本制备过程，提高了进样及测试效率，扩展了 PlasmaMS 300 的检测能力，可同时测定样品气溶胶中主、次、痕量元素的含量。与 LC 联用，可进行有机物中元素的形态分析，进一步扩展了 PlasmaMS 300 的检测能力和效率，提供了更全面的应用解决方案。

### 稳定良好的性能来源于精益求精的设计

PlasmaMS 300 从整体到局部，都经过了精心设计。采用仿真和实验进行了优化，并参照国军标的技术规范进行了可靠性验证，保障了仪器的耐用性。

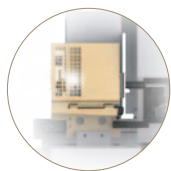


PlasmaMS 300  
电感耦合等离子体质谱仪



#### ■ 四极质量分析器

高通量的四极杆，分析质量范围为 2-255amu，完全满足高分辨率（ $<0.8\text{amu}$ ）元素分析的需求。世界领先的四极杆 RF 电源技术，应用 DDS（直接数字频率合成）技术，实现自动频率匹配，带来非凡的稳定性和易维护性。



#### ■ 27.12 MHz 等离子体 RF 发生器

PlasmaMS 300 采用功率稳定性极高的固态 RF 发生器，良好的屏蔽设计，确保了离子源和信号的稳定性。采用精确控制的三维平台，实现了炬管的全自动定位和校准。



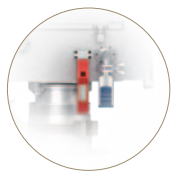
#### ■ 灵活切换的进样模式

提供了与外部进样设备，如激光烧蚀，液相色谱等联用的接口；预留了半导体制冷进样装置的装配空间；可切换为耐 HF 酸进样系统（可选附件）。



#### ■ 真空系统

高性能的涡轮分子泵与外置机械泵可快速实现仪器的高真空，确保了信号灵敏度；全自动的真空监控系统，保证了仪器工作的长期稳定性。



#### ■ 碰撞反应池系统

配置了高性能质量流量控制器及气体控制软件的碰撞反应池，可快速完成氦气碰撞模式，有效的消除干扰。

# 电感耦合等离子体质谱仪 PlasmaMS 300

## 主要性能指标

指标名称	性能指标
质量范围	2 - 255 amu
分辨率	≤ 0.8 amu
仪器灵敏度 Mcps/(mg.L <sup>-1</sup> )	9Be : ≥ 5 ; 115In : ≥ 80 ; 209Bi : ≥ 50
检出限 ng.L <sup>-1</sup>	9Be: ≤ 10 ; 115In: ≤ 5 ; 209Bi: ≤ 5
背景噪音 (220amu)	≤ 5cps
短期稳定性	RSD : ≤ 2.5% (20min)
长期稳定性	RSD : ≤ 5% (2h)

## 简洁直观、易用智能 PlasmaMS 300 软件

The software interface includes a main menu with options: 文件(F), 编辑(E), 操作(O), 工具(T), 窗口(W), 帮助(H). Below the menu are icons for 开始 (Start), 停止 (Stop), 点火 (Ignite), 熄火 (Extinguish), and 真空 (Vacuum). The interface also displays a 3D model of the instrument, a graph for standard curve plotting, and a report editing window.

- 实验条件设置
- 标准曲线绘制及样品浓度计算
- 测试报告编辑及保存导出打印

## 快速简便的测试分析

## 无机污染物分析

相关技术：ICP-MS 电感耦合等离子体质谱法

### Plasma MS 300 测定土壤中无机污染物

2016年国务院印发《土壤污染防治行动计划》,根据该计划“开展土壤污染调查”的要求,钢研纳克采用 Plasma MS300 型电感耦合等离子体质谱仪,建立起对土壤中 Be、Cr、V、Mn、Co、Ni、Cu、Zn、As、Mo、Cd、Sb、Tl、Pb 14 种元素的检测分析方法。



#### 技术亮点

- 检出限低,可完美解决土壤中极低含量元素的测试问题;
- 内标法校正复杂土壤基体,降低信号漂移;
- 碰撞池去除多原子离子干扰,提高准确度。

#### 样品前处理

称取一定量土壤标准物质,放置于微波消解罐中,加硝酸、氢氟酸、双氧水后进行微波消解。冷却后取下,转移至聚四氟乙烯烧杯中,加入高氯酸冒烟至尽干,冷却后加入一定量硝酸后,回溶样品,转移至容量瓶,加入内标,定容。

# 电感耦合等离子体质谱仪 PlasmaMS 300

## 分析结果

表 1 检出限及线性相关系数 R<sup>2</sup>

元素	检出限 (ng/ml)	R <sup>2</sup>	元素	检出限 (ng/ml)	R <sup>2</sup>
<sup>9</sup> Be	0.0104	0.9994	<sup>66</sup> Zn	0.0107	0.9997
<sup>52</sup> Cr	0.0104	0.9999	<sup>75</sup> As	0.0069	0.9998
<sup>51</sup> V	0.0012	0.9999	<sup>97</sup> Mo	0.0071	0.9993
<sup>55</sup> Mn	0.0019	0.9999	<sup>113</sup> Cd	0.0029	0.9994
<sup>59</sup> Co	0.0012	0.9999	<sup>123</sup> Sb	0.0019	0.9998
<sup>61</sup> Ni	0.0075	0.9999	<sup>205</sup> Tl	0.0041	0.9993
<sup>63</sup> Cu	0.0053	0.9998	<sup>207</sup> Pb	0.0026	0.9999

表 2 土壤标准物质中元素测试结果 (μg/g)

元素	GSS-4		GSS-5		元素	GSS-4		GSS-5	
	认定值	测定值	认定值	测定值		认定值	测定值	认定值	测定值
<sup>9</sup> Be	1.85±0.34	1.638	2.0±0.4	1.928	<sup>66</sup> Zn	210±13	207.781	494±25	469.435
<sup>51</sup> V	247±14	260.142	166±9	168.190	<sup>75</sup> As	58±6	54.788	412±16	397.023
<sup>52</sup> Cr	370±16	378.930	118±7	119.921	<sup>97</sup> Mo	2.6±0.3	2.478	4.6±0.4	4.395
<sup>55</sup> Mn	1420±75	1358.332	1360±71	1335.215	<sup>113</sup> Cd	0.35±0.06	0.317	0.45±0.06	0.471
<sup>59</sup> Co	22±2	23.912	12±2	12.673	<sup>123</sup> Sb	6.3±1.1	5.737	35±5	31.114
<sup>61</sup> Ni	64±5	67.277	40±4	37.421	<sup>205</sup> Tl	0.94±0.25	0.902	1.6±0.3	1.779
<sup>63</sup> Cu	40±3	42.101	144±6	145.031	<sup>207</sup> Pb	58±5	53.551	552±29	560.617

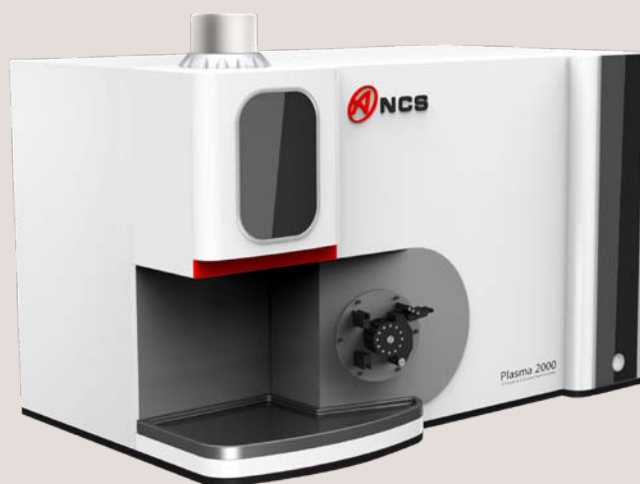
## 结论

采用 Plasma MS 300 型电感耦合等离子体质谱仪测定土壤标准物质 GBW07404 (GSS-4)、GBW07405 (GSS-5) 中 14 种无机污染物元素含量, 元素检出限低, 结果准确, 与标准值一致, 满足全国土壤污染状况详查实验室要求, 适用于土壤中元素检测。



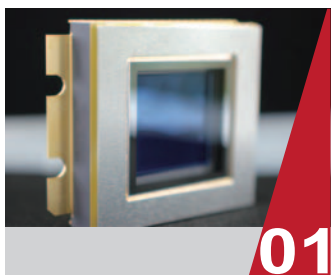
# 全谱电感耦合等离子体发射光谱仪 Plasma 2000

首批“国家重大科学仪器设备开发专项”成果  
(项目编号2011YQ140147)



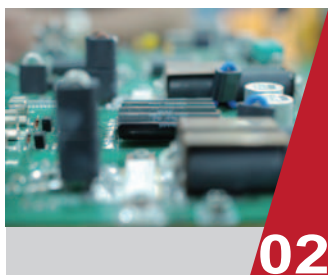
Plasma 2000 全谱电感耦合等离子体发射光谱仪，具有分析谱线丰富、检测下限优异、稳定性卓越等特点，可实现全部金属及部分非金属元素的快速定性、定量分析，广泛适用于冶金、地质、材料、环境、食品、医药、石油、化工、生物、水质等各领域的元素分析。

## 仪器特点



01

中阶梯光栅与棱镜交叉色散结构，结合大面积CCD，单次曝光全部谱线同时显示，真正实现“全谱瞬态直读”



02

固态射频发生器，具有实时自动匹配调谐功能，输出功率程序设定，在800-1600W范围内连续1W可调；稳定性优于0.1%



03

应用工程师加入软件设计团队，为操作者量身打造操作软件

# 全谱电感耦合等离子体发射光谱仪 Plasma 2000

## 仪器原理

待测试样品经雾化器形成气溶胶进入等离子体中心通道，经过光源加热激发出特征谱线，经电路处理获取谱线图谱，由计算机进行数据处理来确定元素的含量。由棱镜和中阶梯光栅分光并投射到 CCD 检测器上，经光电转换、计算机数据处理得到测试元素含量。

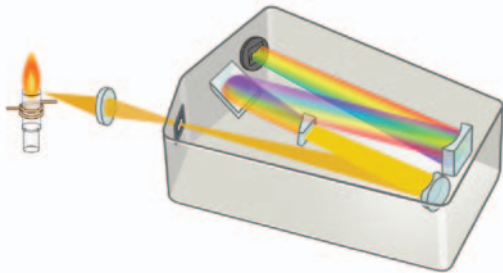
### ■ 光源

- 高效固态射频发生器，频率 27.12MHz，体积小，效率高
- 输出功率范围 800-1600W，连续 1W 可调，功率稳定性优于 0.1%，实时匹配调谐
- 炬管位置电动程序调节，软件具有自动优化功能
- 电控系统采用模块化设计，均使用 CAN 高性能工业现场总线接口，保障通讯高效可靠
- 实时监控运行参数，系统内置保护逻辑，具有气路、水路、温度、门开关连锁保护



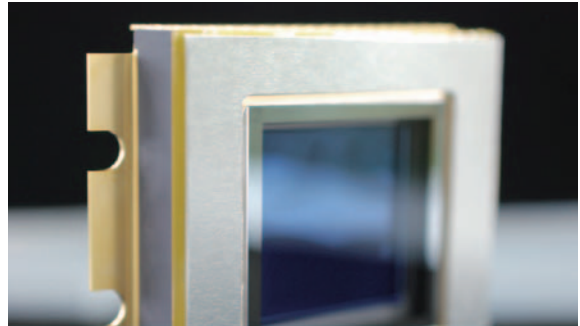
### ■ 分光系统

- 中阶梯光栅与棱镜交叉色散结构，结合大面积 CCD，单次曝光全部谱线同时显示，真正实现“全谱瞬态直读”
- 优化的光学设计，采用非球面光学元件，保证最佳像质，同时增大通光量，提高光谱采集效率
- 智能多点充气系统，提高紫外光谱灵敏度，光室气路独立，可充氩气或氮气，气路中配置干燥装置
- 立体控温系统，控温精度 0.1°C



### ■ 检测器

- 大面阵背照式 CCD 芯片，紫外光谱量子效率高，动态范围大
- 具有同类产品中最大靶面尺寸，百万级像素，24μm×24μm 单像素面积，具有更低的噪声和更好的稳定性
- 高速采集系统，实现全部谱线同时读出，并可对单像素、子阵列进行实时监控、快速分析



### ■ 进样系统

- 多通道 12 滚轮蠕动泵，减小样品物理性质差异带来的数据波动
- 提供石英同心雾化器、耐氢氟酸雾化器及耐高盐雾化器供用户选择
- 提供石英炬管和耐氢氟酸炬管供用户选择
- 按客户需要配置双筒雾室、旋流雾室或耐氢氟酸雾室
- 丰富的进样系统配件不仅实现稳定、快速进样，还能满足不同介质、不同盐度溶液的分析需求
- 使用质量流量控制器控制载气流量，0.01L/min 连续程序可调
- 使用有机进样系统可直接对油品进行测试，质量流量控制器控制冷却气和辅助气流量，0.1L/min 连续程序可调

### ■ 安全防护

- 全方位电磁屏蔽，减少电磁辐射
- 连锁门保护，避免用户误操作可能带来的风险
- 防紫外观测窗



# 全谱电感耦合等离子体发射光谱仪 Plasma 2000

## 技术参数

- 光学系统：波长范围：165nm-900nm  
分辨率：200nm 处分辨率 0.007nm  
恒温：38°C ±0.1°C  
CCD 像素：1024 X 1024  
单像素面积：24μm X 24μm
- 光源：射频发生器功率：800W-1600W  
频率：27.12MHz  
蠕动泵：4 通道 12 滚轮
- 仪器规格：尺寸：宽 X 深 X 高 ( 121cm X 74cm X 80cm )      重量：200kg
- 长期稳定性 ( 4 小时，单位：mg/L )

谱线	Zn213.856	Ni231.604	Mn257.610	Cr267.716	Cu324.754	Ba455.403
1	1.1098	1.1020	0.5563	1.1018	0.5618	0.5620
2	1.0937	1.0911	0.5500	1.0893	0.5486	0.5529
3	1.0937	1.0810	0.5515	1.0907	0.5578	0.5550
4	1.0998	1.0890	0.5555	1.1041	0.5599	0.5592
5	1.0804	1.0820	0.5486	1.0812	0.5495	0.5470
6	1.0839	1.0795	0.5532	1.0964	0.5530	0.5534
7	1.0954	1.0995	0.5552	1.0931	0.5642	0.5608
8	1.0914	1.0921	0.5536	1.0966	0.5507	0.5548
9	1.0822	1.0787	0.5515	1.0886	0.5531	0.5526
10	1.0713	1.0706	0.5439	1.0762	0.5481	0.5447
11	1.0961	1.0940	0.5551	1.1021	0.5600	0.5624
12	1.0806	1.0898	0.5508	1.0913	0.5563	0.5554
13	1.0711	1.0816	0.5480	1.0818	0.5505	0.5485
14	1.0860	1.0762	0.5508	1.0923	0.5551	0.5547
15	1.0935	1.0898	0.5576	1.1067	0.5576	0.5637
16	1.0858	1.0882	0.5514	1.0884	0.5561	0.5577
17	1.0733	1.0669	0.5448	1.0833	0.5471	0.5476
平均值	1.0875	1.0854	0.5516	1.0920	0.5547	0.5548
标准偏差 SD	0.0106	0.0095	0.0038	0.0086	0.0051	0.0057
相对标准偏差 RSD%	0.97%	0.88%	0.70%	0.79%	0.93%	1.03%

## ■ 典型元素检出限

元素	As	Ba	Al	Ca	Cd	Co
检出限 (μg/L)	7.0	0.5	5.0	0.5	0.5	3.0
元素	Mg	Mn	P	Pb	S	Se
检出限 (μg/L)	0.5	0.5	15.0	8.0	10.0	8.0
元素	Ti	Cu	Sb	Hg	Cr	Zn
检出限 (μg/L)	7.0	5.0	8.0	7.0	4.0	0.5

# 全谱电感耦合等离子体发射光谱仪 Plasma 2000

## Plasma 2000 测定土壤中无机污染物

依照 HJ 781-2016 检测标准, 采用钢研纳克 Plasma 2000 型全谱电感耦合等离子体光谱仪, 建立起对土壤中 Be、Cr、V、Mn、Co、Ni、Cu、Zn、Sb、Pb 等元素的检测分析方法。



### 样品前处理

称取一定量土壤标准物质, 放置于微波消解罐中, 加硝酸、盐酸、氢氟酸、双氧水后进行微波消解。冷却后取下, 转移至聚四氟乙烯烧杯中, 加入高氯酸冒烟至尽干, 冷却后加入一定量硝酸后, 回溶样品, 转移至容量瓶, 定容。

### 分析结果

表 1 分析谱线、检出限及线性相关系数  $R^2$

元素	分析谱线 (nm)	检出限 ( $\mu\text{g/g}$ )	$R^2$	GB15618-1995 一级限量 ( $\mu\text{g/g}$ )	元素	分析谱线 (nm)	检出限 ( $\mu\text{g/g}$ )	$R^2$	GB15618-1995 一级限量 ( $\mu\text{g/g}$ )
Be	313.107	0.009	0.9999	--	Ni	231.604	1.6	1.0000	40
Co	230.786	0.81	0.9999	--	Pb	220.353	5.15	1.0000	35
Cr	267.716	0.36	1.0000	90	Sb	206.833	8.25	0.9998	--
Cu	327.396	1.30	1.0000	35	V	292.464	0.83	0.9999	--
Mn	257.610	0.061	0.9999	--	Zn	202.548	0.53	0.9999	100

# 无机污染物分析

## 相关技术：ICP-OES 电感耦合等离子体光谱法

表 2 土壤标准物质中元素测试结果 (μg/g)

元素	GBW07404 ( GSS-4 )				GBW07405 ( GSS-5 )			
	认定值	测定值	SD(n=11)	RSD(n=11)	认定值	测定值	SD(n=11)	RSD(n=11)
Be	1.85±0.34	1.54	0.02	3.88	2.0±0.4	1.68	0.009	0.44
Co	22±2	20.29	1.02	3.75	12±2	10.08	0.37	2.40
Cr	370±16	367.81	14.67	3.59	118±7	112.59	0.44	0.37
Cu	40±3	42.53	2.40	4.82	144±6	141.39	1.03	0.67
Mn	1420±75	1419.00	40.41	2.81	1360±71	1334.46	13.81	1.06
Ni	64±5	64.81	2.23	3.31	40±4	39.68	0.58	1.80
Sb	6.3±1.1	--	--	--	35±5	34.43	6.27	17.17
Pb	58±5	61.08	5.07	6.47	552±29	536.34	3.80	0.63
V	247±14	248.06	10.32	3.74	166±9	157.75	0.62	0.37
Zn	210±13	208.15	8.08	3.42	494±25	477.12	2.15	0.42

### 结论

依照 HJ 781-2016 检测标准，采用钢研纳克 Plasma 2000 型全谱电感耦合等离子体光谱仪测定土壤标准样品中 Be、Cr、V、Mn、Co、Ni、Cu、Zn、Sb、Pb 等无机污染物元素含量。方法满足标准中对应元素的检测范围，检出限远低于 GB 15618-1995 土壤环境质量标准中规定的限量要求。具有多元素同时分析、分析速度快等优点，检测结果与标准值相符。检测设备和方法满足环保部《全国土壤污染状况详查实验室筛选技术规范》的要求，可在全国土壤污染状况详查实验室应用推广。



# 全谱电感耦合等离子体发射光谱仪 Plasma 2000

## Plasma 2000 测定土壤中 8 种有效态元素 -- HJ 804-2016

土壤有效态元素是在植物生长期土壤内能够被植物根系所吸收的元素，其中一些不能被化学或生物降解的重金属元素，易通过食物链途径在植物、动物和人体内积累，毒性大，对生态环境、食品安全和人体健康构成严重威胁。如何对土壤中有有效态元素进行准确的测定对食品安全和人体健康具有重大意义。使用 Plasma2000 型全谱电感耦合等离子体光谱仪，通过二乙三胺五乙酸 (DTPA) 浸提法处理土壤样品，建立了测定土壤样品有效态元素中 Cu、Fe、Mn、Zn、Cd、Co、Ni 和 Pb 的分析方法。



### 样品前处理

准确称取土壤有效态成分分析标准物质 GBW07458 (ASA-7) 10.0 g (精确至 0.1 g) 土壤样品，置于 100 mL 三角瓶中。用移液管加入一定量 DTPA 浸提液，将瓶塞盖紧。在室温下，以一定转速的的振荡频率振荡 2h。将浸提液缓慢导入离心管中，离心数分钟，上清液经定量滤纸重力过滤后定容至 20mL，于 48h 内进行测定分析。

# 有效态元素分析

## 相关技术：ICP-OES 全谱型电感耦合等离子体光谱法

### 分析结果

表1 分析谱线、检出限及 R<sup>2</sup>

元素	分析谱线 (nm)	检出限 (μg/g)	R <sup>2</sup>	元素	分析谱线 (nm)	检出限 (μg/g)	R <sup>2</sup>
Cu	327.396	0.001	0.9998	Cd	214.438	0.001	0.9998
Fe	238.204	0.003	0.9991	Co	228.616	0.003	0.9999
Mn	257.61	0.001	0.9994	Ni	231.604	0.009	0.9998
Zn	213.856	0.003	0.9999	Pb	220.353	0.043	0.9997

表2 精密度试验结果 (n=10)

元素	平均值 (μg/g)	RSD(%)	加标回收率 (%)	认定值 (μg/g)
Cu	2.89	0.78	100.86	2.6±0.3
Fe	150.9	1.16	97.6	142±17
Mn	65.74	1.06	98.1	67±4
Zn	2.15	1.04	92.5	2.3±0.3
Cd	0.04	1.71	97.5	0.048±0.008
Co	0.35	1.42	90.69	0.39±0.08
Ni	2.53	0.88	104.6	2.4±0.3
Pb	1.95	1.48	92.57	2.07±0.17

### 结论

采用 Plasma 2000 型全谱电感耦合等离子体光谱仪测定土壤标准物质中 8 种有效态元素 Cu、Fe、Mn、Zn、Cd、Co、Ni 和 Pb，通过计算检出限，回收率和精密度，分析结果准确稳定，土壤测定值与标准值基本一致，可用于土壤中有有效态元素的测定。

# 高频红外碳硫分析仪 CS-3000

## 高频红外仪 CS-3000 测定土壤和水系沉积物中的碳硫

碳和硫是自然界分布很广的两个元素，是地质试样分析中常规项目。土壤中含碳量的鉴定是土壤化学性质鉴定的一个重要环节，对分析土壤常规特性、了解土壤矿物元素的含量有重要意义。土壤中的硫元素是作物所需的中量元素之一，能参与合成含硫氨基酸，促进作物生长。目前的测定方法有重量法、燃烧碘量法和滴定法，但是这些手段装置复杂、操作繁琐，不利于大批量土壤样品快速检测。高频红外法因其检测快速、准确，在土壤方面得到了广泛应用。



表1 CS-3000 主要性能指标

指标名称	性能指标	
	碳	硫
分析范围	低碳：0.0001%~0.2%，高碳：0.2%~6%	低硫：0.0001%~0.3%，高硫：0.3%~30%
灵敏度	0.00001%	0.00001%
灰尘清扫	自动	



### 技术亮点

- 检出限低：ppm 级；
- 快速分析：单个样品的分析测试时间约 40s；
- 操作简便：操作人员只需称量样品，放到指定位置上即可。

### 检出限

根据标准 DZ/T0130.5-2006，对不加待测样品的坩埚和助熔剂进行平行测定 12 次，得到碳标准偏差为 0.0002%、硫标准偏差为 0.0001%。由空白的 3 倍标准偏差计算得到该方法的检出限为碳：0.0006%、硫：0.0003%。

# 非金属元素分析

## 相关技术：高频燃烧红外吸收法

### 分析结果

表2 测试结果 (n=5)

样品编号	碳			
	认定值	测定值	平均值	RSD
	%	w/%	w/%	%
GBW07423(GSS-9)	1.9±0.2	1.89,1.89,1.90,1.90,1.88	1.89	0.29
GBW07425(GSS-11)	1.12±0.11	1.13,1.12,1.14,1.12,1.13	1.13	0.97
GBW07428(GSS-14)	1.09±0.15	1.08,1.06,1.08,1.08,1.08	1.08	0.74
GBW07309(GSD-9)	1.61±0.08	1.66,1.65,1.66,1.67,1.66	1.66	0.42
GBW07359(GSD-16)	--	--	--	--
样品编号	硫			
	认定值	测定值	平均值	RSD
	%	w/%	w/%	%
GBW07423(GSS-9)	0.0241±0.0022	0.0236,0.0246,0.0264,0.0236,0.0254	0.0247	4.91
GBW07425(GSS-11)	0.0217±0.0023	0.0228,0.0215,0.0237,0.0232,0.0246	0.0232	4.95
GBW07428(GSS-14)	0.0173±0.0021	0.0168,0.0181,0.0173,0.0161,0.0174	0.0171	4.21
GBW07309(GSD-9)	0.0160±0.0016	0.0157,0.0158,0.0168,0.0164,0.0169	0.0163	3.27
GBW07359(GSD-16)	0.0087±0.0010	0.0087,0.0094,0.0095,0.0089,0.0098	0.0093	4.86

### 结论

采用 CS-3000/CS-2800 型高频红外分析仪测定土壤样品中碳、硫元素，通过计算检出限和精密度，分析结果准确稳定，土壤测定值与标准值基本一致，可用于土壤中碳、硫元素的测定。





**钢研纳克检测技术有限公司**  
NCS TESTING TECHNOLOGY CO., LTD.

**钢研纳克检测技术有限公司总部**

地址：北京市海淀区高梁桥斜街 13 号  
邮编：100081  
电话：010 - 62182188  
传真：010 - 62182155  
网址：[www.ncs-instrument.com](http://www.ncs-instrument.com)  
邮箱：[beijing@ncschina.com](mailto:beijing@ncschina.com)

售后服务热线：400-622-8866  
010-62185005 62182641 62182154  
售后服务传真：010-62183415

华北区（北京、天津、河北）  
电话：022-24335583 0311-68025526  
华中区（山东、河南）  
电话：0531-86970151 0371-66220591  
华东 1 区（江苏、安徽）  
电话：025-83207661 0551-63635170  
中南区（湖南、湖北、江西）  
电话：027-88185830 0791-88858595  
西北区（山西、陕西、宁夏、青海、甘肃、新疆、内蒙古）  
电话：029-87453118

东北区（黑龙江、吉林、辽宁）  
电话：024-86238637  
华南区（广东、广西、福建、海南）  
电话：020-38846727  
华东 2 区（上海、浙江）  
电话：0574-87022825  
西南区（四川、重庆、贵州、云南、西藏）  
电话：028-85222271

