



**AMETEK**  
MATERIALS ANALYSIS DIVISION



## 德国斯派克公司ICP和XRF产品线简介

# ICP是什么？

---

## ➤ ICP-OES

- Inductively **C**oupled **P**lasma **O**ptical **E**mission **S**pectrometer
- 电感          耦合    等离子体   光学    发射          光谱仪

## ➤ ICP-AES

- Inductively **C**oupled **P**lasma **A**tomic **E**mission **S**pectrometer
- 电感          耦合    等离子体   原子    发射          光谱仪

## ➤ ICP-MS

- Inductively **C**oupled **P**lasma **M**ass **S**pectrometry
- 电感          耦合    等离子体   质量    谱



ICP-OES=ICP-AES≠ICP-MS

# ICP能做什么？

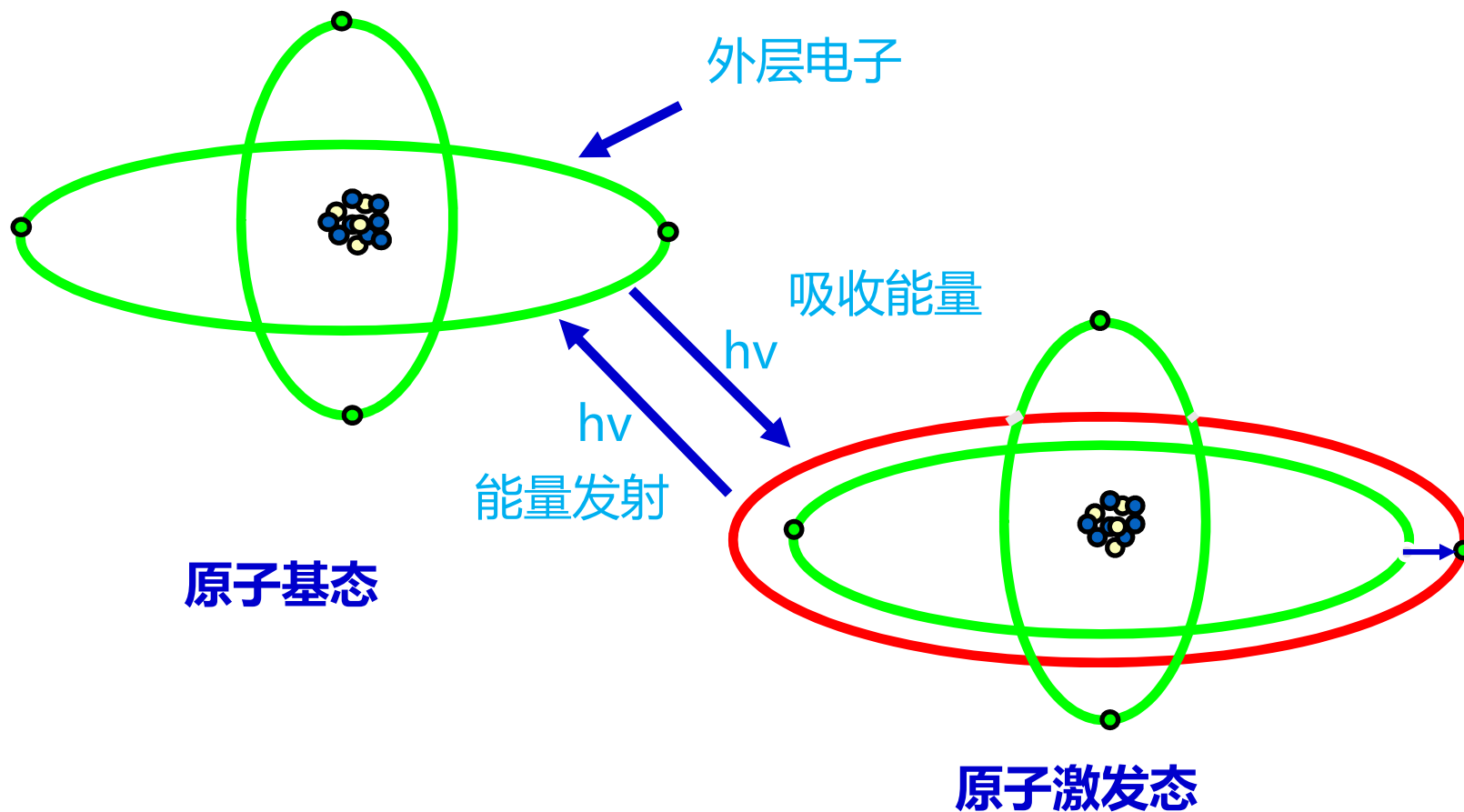
---

- 70多种元素的精确定量/快速定性分析
- 准确定量下限低至ppb级别（十亿分之一）
- 精度可控制在RSD≤0.5%
  
- 液体进样
- 凡是转化为液体形态的样品均可分析
- 标样可以轻而易举的获得

# ICP可以分析哪些样品?



# 原子发射示意图



# 原子发射过程

---

1

由光源提供能量使样品蒸发、形成气态原子、并进一步使气态原子激发而产生光辐射；

2

将光源发出的复合光经单色器分解成按波长顺序排列的谱线，形成光谱；

3

用检测器检测光谱中谱线的波长和强度，从而进行定性、定量分析。

# ICP 简史

---

- 原子发射光谱分析已有100多年历史的分析方法；
- 在60年代中期，创立了电感耦合等离子体发射光谱新技术；
- 现在， ICP成为元素分析定性或定量的重要手段之一。

# 相关国家标准GB

---

- [GB/T24520-2009铸铁和低合金钢镧、铈和镁含量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB/T24583.8-2009钒氮合金硅、锰、磷、铝含量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB17593.2-2007-T纺织品重金属的测定第2部分电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GBT6730.63-2006铁矿石铝钙镁锰磷硅钛含量的测定电感耦合等离子体发射光谱](#)
- [GB/T16477.5-2010稀土硅铁合金及镁硅铁合金化学分析方法第5部分：钛量的测定 电感耦合等离子体发射光谱法](#)
- [GB/T26289-2010高纯硒化学分析方法硼、铝、铁、锌、砷、银、锡、锑、碲、汞、镁、钛、镍、铜、镓、镉、铟、铅、铋量的测定电感耦合等离子体质谱法](#)
- [GB/T18114.5-2010稀土精矿化学分析方法第5部分：氧化铝量的测定电感耦合等离子体发射光谱法](#)
- [GB/T7731.14-2008钨铁铅含量的测定极谱法和电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB/T4324.15-2008钨化学分析方法镁量的测定火焰原子吸收光谱法和电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB/T23594.2-2009钕钐钇富集物化学分析方法第2部分：十五个稀土元素氧化物配分量的测定电感耦合等离子体发射光谱法](#)
- [GB/T23607-2009铜阳极泥化学分析方法砷、铋、铁、镍、铅、锑、硒、碲量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB/T23613-2009锑粉化学分析方法镁、铁、镍、铝、铜、银、金、铂、铋、钡、铷、硅量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB/T23614.2-2009钛镍形状记忆合金化学分析方法第2部分：钴、铜、铬、铁、铋量的测定电感耦合等离子体发射光谱法](#)
- [GB/T16484.3-2009氯化稀土、碳酸轻稀土化学分析方法第3部分：15个稀土元素氧化物配分量的测定电感耦合等离子体发射光谱法](#)
- [GB/T23367.2-2009钴酸锂化学分析方法第2部分：锂、镍、锰、镁、铝、铁、钠、钙和铜量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB/T24193-2009铬矿石和铬精矿铝、铁、镁和硅含量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)





# 相关国家标准GB

- [GB/T24794-2009照相化学品有机物中微量元素的分析电感耦合等离子体原子发射光谱\(ICP-AES\)法](#)
- [GB/T17418.7-2010地球化学样品中贵金属分析方法第7部分：铂族元素量的测定镍钨试金-电感耦合等离子体质谱法](#)
- [GB/T24197-2009锰矿石铁、硅、铝、钙、钡、镁、钾、铜、镍、锌、磷、钴、铬、钒、砷、铅和钛含量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB/T24514-2009钢表面锌基和\(或\)铝基镀层单位面积镀层质量和化学成分测定重量法、电感耦合等离子体原子发射光谱法和火焰原子吸收光谱法](#)
- [GB/T24916-2010表面处理溶液金属元素含量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB/T11067.4-2006银化学分析方法铈量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB/T7731.9-2008钨铁铋含量的测定碘化铋光度法和电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB/T4324.8-2008钨化学分析方法镍量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法、火焰原子吸收光谱法和丁二酮肟重量法](#)
- [GB/T24585-2009镍铁磷、锰、铬、铜、钴和硅含量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB/T5152.27-2008铜及铜合金化学分析方法第27部分：电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB/T20975.25-2008铝及铝合金化学分析方法ICP-AES法](#)
- [GB/T12689.12锌及锌合金化学分析方法AlAsCdCeCuFeLaMgPbSbSn量的测定电感耦合等离子体发射光谱法](#)
- [GB11066.8-2009金化学分析方法电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GBT23273.8-2009草酸钴化学分析方法第8部分：镍、铜、铁、锌、铝、锰、铅、砷、钙、镁、钠量的测定电感耦合等离子体发射光谱法](#)
- [GB/T23545-2009白酒中锰的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GBT15072.19-2008 贵金属合金化学分析方法银合金中钒和镁量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB5121.27-2008铜及铜合金化学分析方法第27部分：电感耦合等离](#)

# 相关国家标准GB

- [GB-T13748.52005镁及镁合金化学分析方法钇含量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB-T18882.3-2002离子型稀土矿混和稀土氧化物化学分析方法电感耦合等离子体发射光谱法测定十五个稀土元素氧化物的配分量](#)
- [GBT14849.4-2008工业硅化学分析方法第4部分电感耦合等离子体原子发射光谱法测定元素含量](#)
- [GB/18932.11-2002蜂蜜中钾、磷、铁、钙、锌、铝、钠、镁、硼、锰、铜、钡、钛、钒、镍、钴、铬含量的测定方法电感耦合等离子体原子发射光谱\(ICP-AES\)法](#)
- [GB/T18116.2-2000氧化钇铈化学分析方法电感耦合等离子体原子发射光谱法测定氧化钇铈中氧化铈量](#)
- [GB/T18115.9-2000稀土氧化物化学分析方法电感耦合等离子体发射光谱法测定氧化钽中氧化镧、氧化铈、氧化镨、氧化钕、氧化钐、氧化铈、氧化钇、氧化钆、氧化铈、氧化铈、氧化铈、氧](#)
- [GBT6730.63-2006铁矿石铝、钙、镁、锰、磷、硅和钛含量的测定电感耦合等离子体发射光谱法](#)
- [GB/T20125-2006低合金钢中多元素的测定电感耦合等离子发射光谱法](#)
- [GBT12690.5-2003稀土金属及其氧化物中非稀土杂质化学分析方法](#)
- [GB/T24194-2009硅铁铝、钙、锰、铬、钛、铜、磷和镍含量的测定电感耦合等离子体原子发射光谱法](#)
- [GB/T17476-1998使用过的润滑油中添加剂元素、磨损金属和污染物以及基础油中某些元素测定法\(电感耦合等离子体发射光谱法\)](#)
- [GB/T25934.3-2010高纯金化学分析方法第3部分：乙醚萃取分离ICP-AES法测定杂质元素的含量](#)
- [GB/T21198.1-2007贵金属合金首饰中贵金属含量的测定ICP光谱法第1部分铂含量的测定](#)
- [GB/T13748.20-2009镁及镁合金化学分析方法第20部分：ICP-AES测定元素含量](#)
- [GB223钢铁及合金中化学方法元素检测](#)
- [GB/T15072.18贵金属合金化学分析方法AU合金中ZR和GA量的测定](#)
- [GB/T21198.2-2007贵金属合金首饰中贵金属含量的测定ICP光谱法](#)

# 可以分析74种元素

图例:

1 氢 H 1.0079	2 氦 He 4.0026
3 锂 Li 6.941	4 铍 Be 9.012
11 钠 Na 22.989	12 镁 Mg 24.305
19 钾 K 39.098	20 钙 Ca 40.08
37 铷 Rb 85.467	38 锶 Sr 87.62
55 铯 Cs 132.905	56 钡 Ba 137.33
87 钫 Fr (223)	88 镭 Ra 226.03

ICP不可测量元素

ICP光谱仪可测量元素

5 硼 B 10.811	6 碳 C 12.011	7 氮 N 14.007	8 氧 O 15.999	9 氟 F 18.998	10 氖 Ne 20.17												
13 铝 Al 26.982	14 硅 Si 28.085	15 磷 P 30.974	16 硫 S 32.06	17 氯 Cl 35.453	18 氩 Ar 39.94												
19 钾 K 39.098	20 钙 Ca 40.08	21 钪 Sc 44.956	22 钛 Ti 47.9	23 钒 V 50.9415	24 铬 Cr 51.996	25 锰 Mn 54.938	26 铁 Fe 55.84	27 钴 Co 58.9332	28 镍 Ni 58.69	29 铜 Cu 63.54	30 锌 Zn 65.38	31 镓 Ga 69.72	32 锗 Ge 72.5	33 砷 As 74.922	34 硒 Se 78.9	35 溴 Br 79.904	36 氪 Kr 83.8
37 铷 Rb 85.467	38 锶 Sr 87.62	39 钇 Y 88.906	40 锆 Zr 91.22	41 铌 Nb 92.9064	42 钼 Mo 95.94	43 锝 Tc 98.91	44 钌 Ru 101.07	45 铑 Rh 102.906	46 钯 Pd 106.42	47 银 Ag 107.868	48 镉 Cd 112.41	49 铟 In 114.82	50 锡 Sn 118.6	51 锑 Sb 121.7	52 碲 Te 127.6	53 碘 I 126.905	54 氙 Xe 131.3
55 铯 Cs 132.905	56 钡 Ba 137.33	57-71 镧系	72 铪 Hf 178.4	73 钽 Ta 180.947	74 钨 W 183.8	75 铼 Re 186.207	76 锇 Os 190.2	77 铱 Ir 192.2	78 铂 Pt 195.08	79 金 Au 196.967	80 汞 Hg 200.5	81 铊 Tl 204.3	82 铅 Pb 207.2	83 铋 Bi 208.98	84 钋 Po (209)	85 砹 At (201)	86 氡 Rn (222)
87 钫 Fr (223)	88 镭 Ra 226.03	89-103 锕系	104 𬬻 Rf (261)	105 𬬾 Db (262)													

镧系	57 镧 La 138.905	58 铈 Ce 140.12	59 镨 Pr 140.91	60 钕 Nd 144.2	61 钷 Pm 147	62 钐 Sm 150.4	63 铕 Eu 151.96	64 钆 Gd 157.25	65 铽 Tb 158.93	66 镱 Dy 162.5	67 铥 Ho 164.93	68 铒 Er 167.2	69 铥 Tm 168.934	70 镱 Yb 173.0	71 镱 Lu 174.96
锕系	89 锕 Ac 227.03	90 钍 Th 232.04	91 镤 Pa 231.04	92 铀 U 238.03	93 镎 Np 237.05	94 钚 Pu 244	95 镅 Am 243	96 镆 Cm 247	97 锫 Bk 247	98 锿 Cf 251	99 镅 Es 254	100 镆 Fm 257	101 钷 Md 258	102 诺 No 259	103 铹 Lr 260

只有SPECTRO的ICP可以分析74种元素

# 斯派克生产ICP光谱仪的历史

## SPECTRO FLAME M/P 家族



上世纪80年代，斯派克就已开始生产ICP光谱仪

# 斯派克生产ICP光谱仪的历史

---

## SPECTRO CIROS<sup>CCD</sup>家族



上世纪90年代

# 斯派克生产ICP光谱仪的历史

---

## SPECTRO CIROS VISION家族



20世纪初

# 斯派克 ICP 光谱仪

---



- ARCOS MV
- ARCOS EOP 130
- ARCOS SOP 130
- ARCOS EOP 160
- ARCOS SOP 160



- BLUE TI
- BLUE EOP
- BLUE SOP



- GENESIS SOP

经过30+年的发展，今天，斯派克公司的ICP光谱仪形成了3大系列，共计9个型号，充分满足不同用户的千变万化的测试需要

# 斯派克 ICP 光谱仪

---

型号: SPECTRO ARCOS



- 斯派克的ICP光谱仪得到了广大用户的认可，参与了多项国家标准起草和制定工作
- 仅在2017年，国标委发布了3个SPECTRO ARCOS所参与的国家标准
- 这在所有的ICP中是有史以来绝无仅有的，这也充分证明了SPECTRO在ICP生产领域的技术功底和技术实力



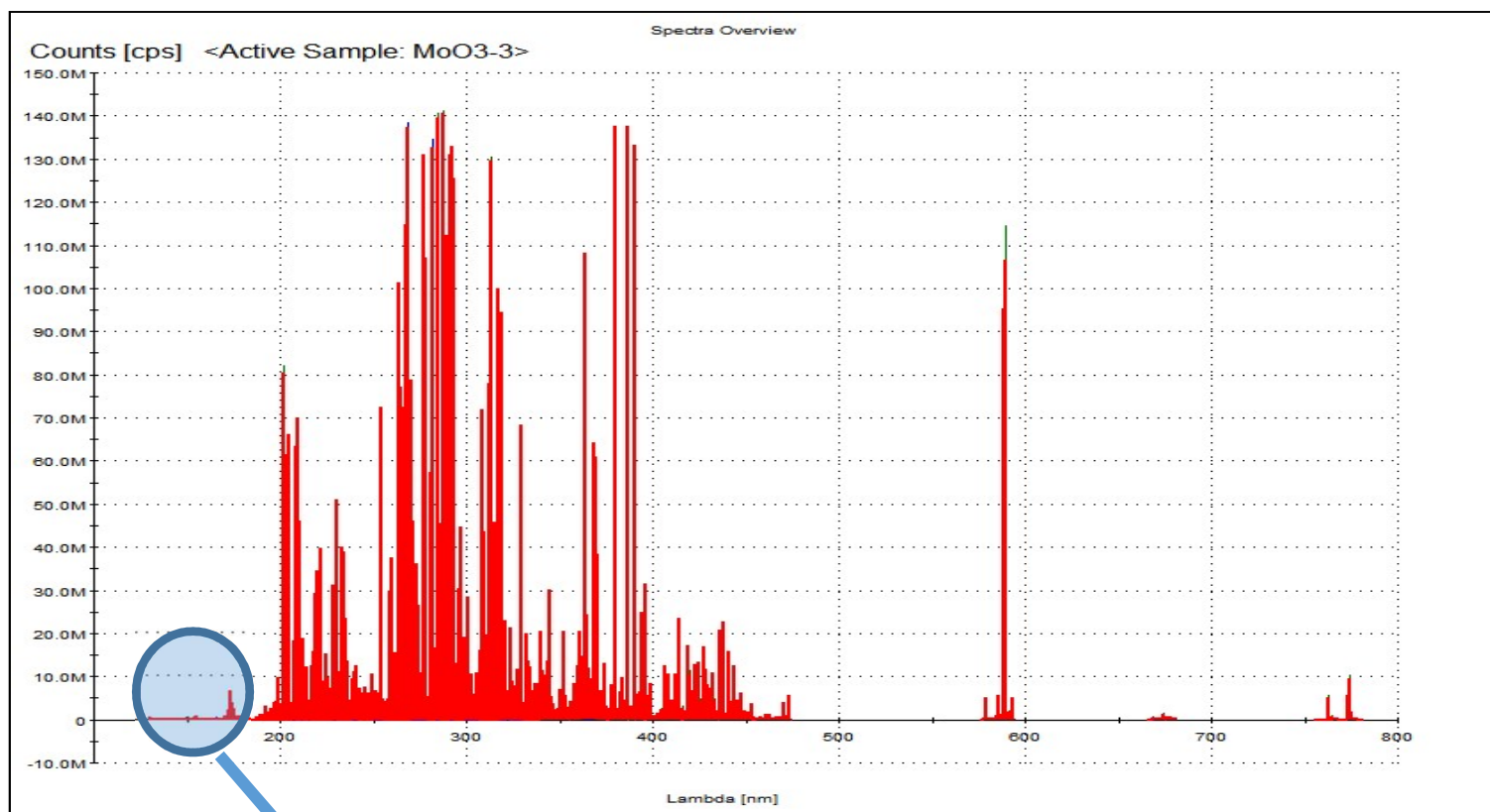
# SPECTRO ICP仪器的主要特点

---

- 真正意义上的全谱直读：一次曝光测量全部元素
- 分析速度快：可分析60个样品/小时
- 最宽的光谱范围：130/165—770nm
- 一级光谱，分辨率恒定不变
- 专利的自循环光室，不用气体吹扫，随时测S、P、Cl等
- 专利的OPI接口，灵敏度高，无需水冷
- 最省的运行成本：不需要气体吹扫光室，  
CCD不需防结霜保护气体，  
最省的ICP用气，最快的速度

# SPECTRO ICP仪器的主要特点

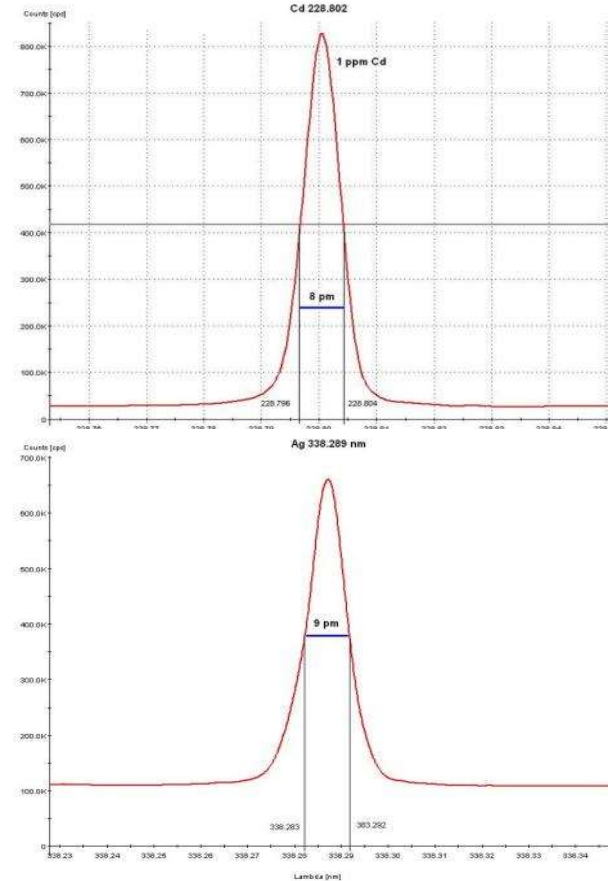
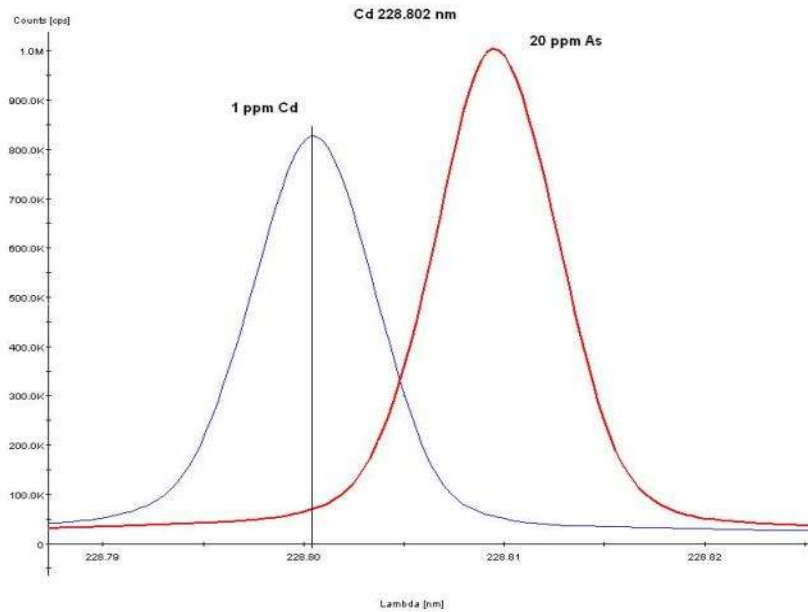
- 真正意义上的全谱直读：一次曝光测量全部元素
- 分析速度快：可分析60个样品/小时
- 最宽的光谱范围：130/165—770nm



130nm开始，Cl, Br, I, 超低含量的Al, Pb, P, S, B— 只有斯派克

# SPECTRO ICP仪器的主要特点

➤一级光谱，分辨率恒定不变

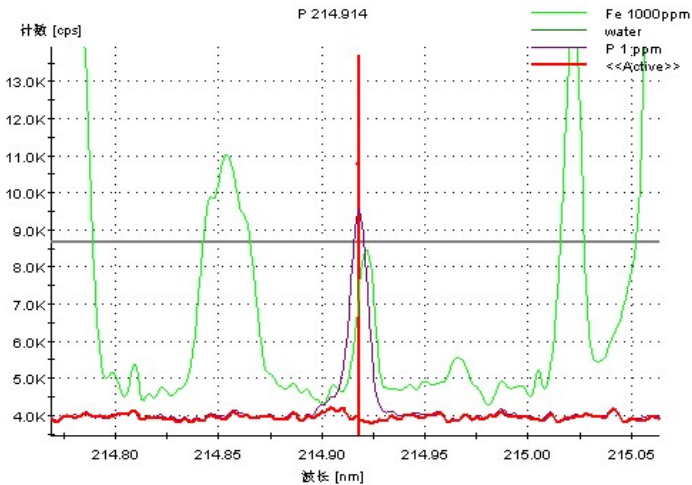
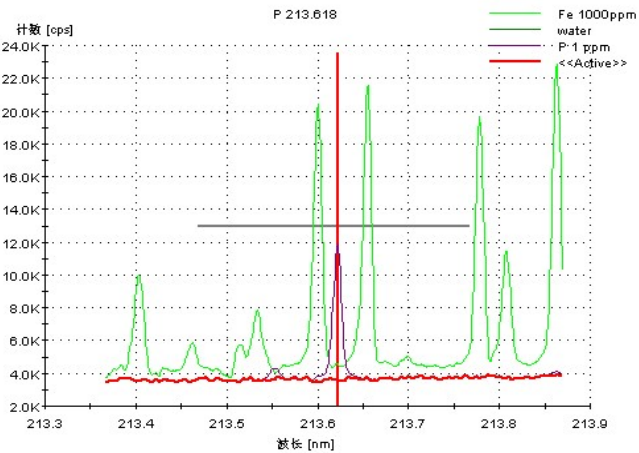
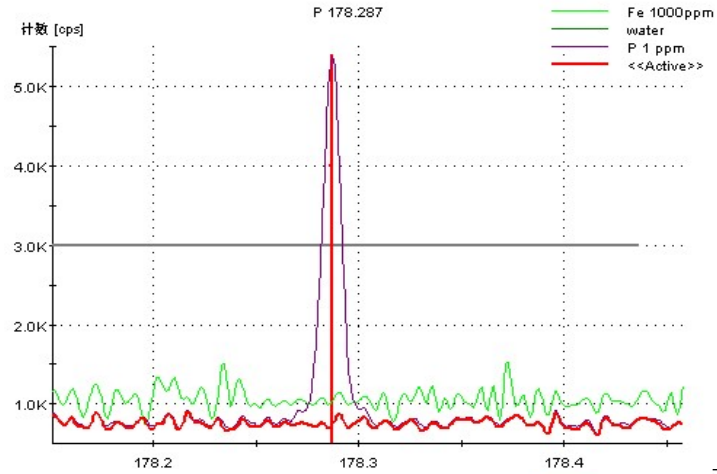
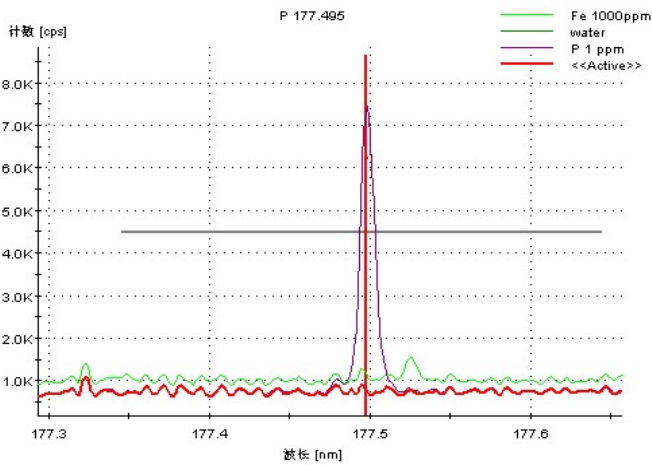


无论紫外、可见、红外，分辨率均恒定 – 只有斯派克

# SPECTRO ICP仪器的主要特点

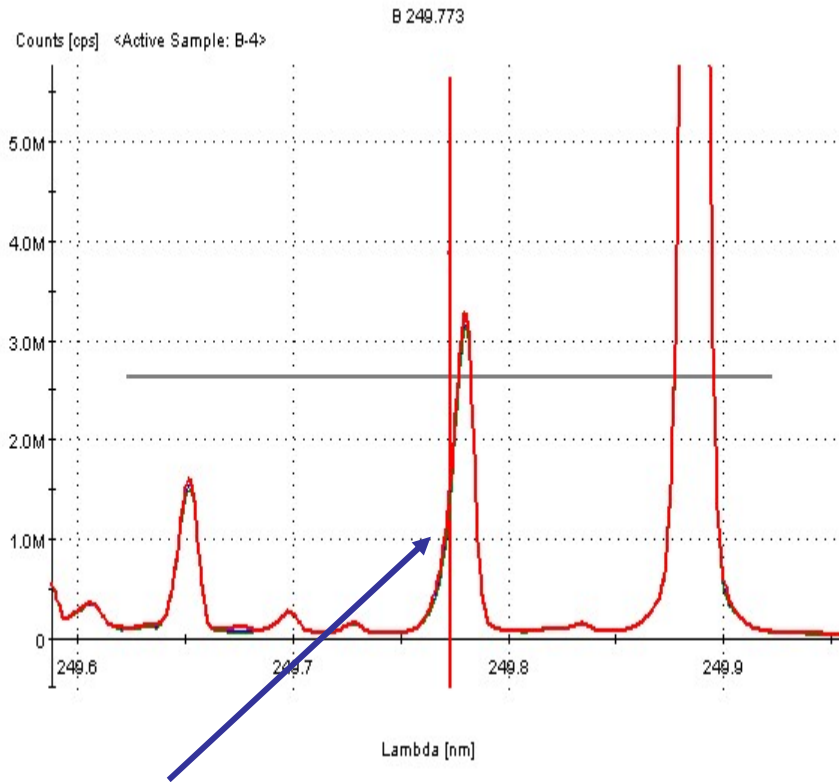
➤ 专利的自循环光室，不用气体吹扫，随时测S、P、Cl、B等

## 钢铁中的P

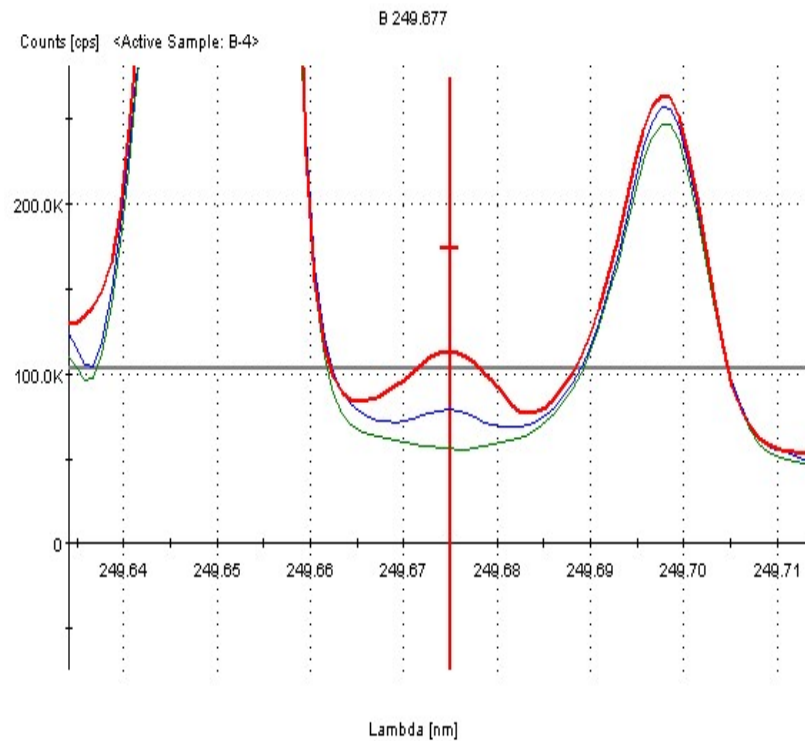


# SPECTRO ICP仪器的主要特点

- 一级光谱，分辨率**恒定不变**
- 专利**的自循环光室，不用气体吹扫，随时测S、P、Cl、B等  
钢铁中低硼的测试 **249.773nm**



高纯铁空白，高标，样品谱图完全重合，说明基体中的铁发射谱线完全覆盖了B线

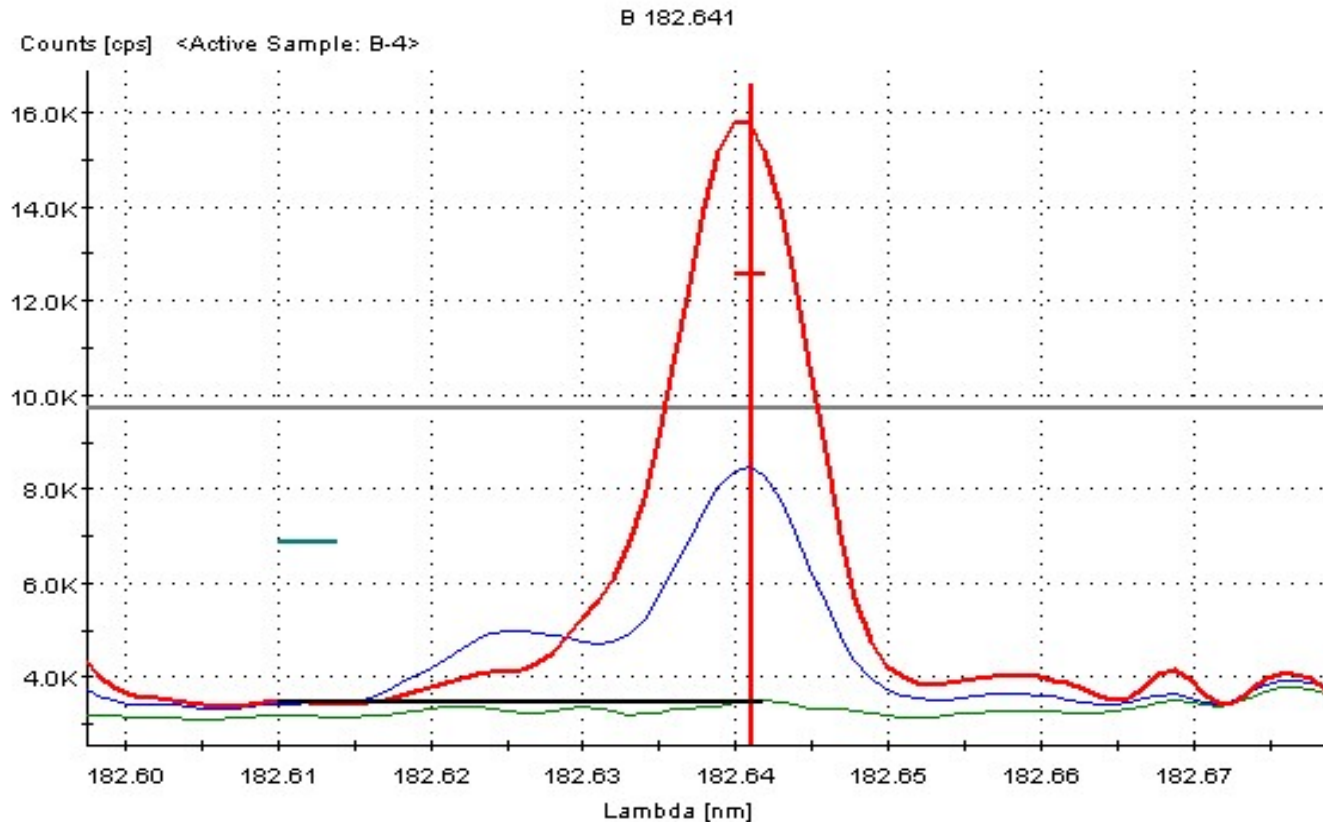


能清楚地看到B的谱线，得益于**SPECTRO的高光谱分辨率**

# SPECTRO ICP仪器的主要特点

- 一级光谱，分辨率恒定不变
- 专利的自循环光室，不用气体吹扫，随时测S、P、Cl、B等

钢铁中**低硼**的测试：**182.641nm**



干净的、信背比优异**硼**元素谱线 -- 只有**斯派克**

# SPECTRO ICP仪器的主要特点

---

- SPECTRO累积30+年的**经验**
- **深刻**理解用户的关注与需求
- 所有的技术**创新**均与用户的实际需求密切相关

SPECTRO技术总是领先一步

——人无我有，人有我强

# SPECTRO ICP应用方案举例

## 水质检测

Elem.	$\lambda$	LOD (3 $\sigma$ )	Elem.	$\lambda$	LOD (3 $\sigma$ )
	[nm]	[ $\mu\text{g/L}$ ]		[nm]	[ $\mu\text{g/L}$ ]
Ag	328.068	0.56	Mg	279.553	0.004
Al	167.078	0.05	Mg	279.078	1.27
As	189.042	0.71	Mn	257.61	0.03
As	193.759	0.9	Mo	202.03	0.11
B	249.773	0.38	Na	589.592	0.61
Ba	455.404	0.05	Ni	221.648	0.12
Be	313.042	0.03	Ni	231.604	0.19
Ca	396.847	0.02	P	177.495	0.47
Ca	315.887	0.74	P	178.287	0.66
Cd	214.438	0.03	Pb	220.351	0.63
Cd	226.502	0.06	Sb	206.833	0.81
Co	228.615	0.11	Se	196.09	0.98
Cr	205.552	0.23	Si	251.612	0.47
Cr	267.716	0.14	Sn	189.991	0.23
Cu	324.778	0.31	Sr	407.771	0.01
Fe	259.94	0.08	Tl	190.864	0.59
Hg	184.95	0.25	V	311.071	0.56
Hg	194.227	0.31	Zn	206.191	0.07
K	766.49	2.1	Zn	213.856	0.04
Li	670.784	0.05			

→ 完全满足

欧洲对饮

用水检测的

LOD 要求:

**As**  $\leq 1$  ppb,

**Pb**  $\leq 1$  ppb,

**Sb**  $\leq 1.25$  ppb,

**Se**  $\leq 1$  ppb



# SPECTRO与用户在一起

---

- 金属冶炼：黑色、有色、贵金属、高温合金.....
- 金属加工：金属、电镀、切削液、废水....
- 石油化工：燃油、润滑油、绝缘油、液压油、重油、沥青.....
- 地 质：岩石、矿.....
- 环 境：水、土壤、淤泥、废弃物、粉尘、植物、动物.....
- 食 药 监：原材料、添加剂、半成品、成品.....
- 食 品：稻、麦、黍、蔬、果、油、肉、蛋.....
- 服饰鞋帽：纤维、染料、饰件.....
- .....

凡是元素含量检测均可使用ICP光谱仪

# SPECTRO ICP应用举例

## 回收率（水）

	Certified Conc. [ $\mu\text{g/L}$ ]	Conf. Range +/- [ $\mu\text{g/L}$ ]	Meas. Conc. [ $\mu\text{g/L}$ ]	Recovery [%]
Ag	8.081	0.05	7.8	96.7
Al	53	1.8	55	103.8
As	8.075	0.07	8	99
B	303.1	3.1	296.1	97.7
Ba	151.8	0.83	149.8	98.7
Be	3.026	0.03	3	99
Cd	3.992	0.07	3.7	92.3
Co	20.24	0.24	19	93.9
Cr	40.54	0.3	40.9	100.8
Cu	85.75	0.51	85.9	100.2
Fe	36.8	1.8	37.2	101
Mn	40.39	0.36	40.6	100.5
Mo	45.6	0.61	45.4	99.6
Ni	25.32	0.14	23.1	91.2
Pb	12.101	0.05	12.3	101.4
Sb	5.105	0.05	5.5	107.1
Se	20.13	0.17	20	99.2
Sr	126.03	0.91	130.1	103.2
Tl	1.619	0.02	1.8	110.7
V	15.05	0.25	15	99.9
Zn	55.64	0.3	54.5	98

# SPECTRO ICP应用举例

## 对低浓度 的检测精密度

Sample	NIST1640a	1	2	3	4	5	Average	SD	RSD
Ag	ppb	7.68	7.903	7.712	7.889	7.899	7.817	0.111	1.416
Al	ppb	54.887	54.588	55.208	55.353	54.964	55	0.297	0.54
As	ppb	7.872	8.227	7.769	7.592	7.385	7.769	0.316	4.064
B	ppb	298.99	293.345	296.554	295.37	296.196	296.091	2.043	0.69
Ba	ppb	153.694	156.277	155.42	156.69	156.654	155.747	1.256	0.807
Be	ppb	2.997	2.984	3.02	2.985	2.988	2.995	0.015	0.505
Cd	ppb	3.671	3.668	3.72	3.679	3.68	3.683	0.021	0.566
Co	ppb	18.92	18.712	19.191	18.908	19.294	19.005	0.235	1.234
Cr	ppb	37.984	37.959	38.385	38.263	38.049	38.128	0.187	0.49
Cu	ppb	85.875	85.84	85.585	86.001	86.218	85.904	0.232	0.27
Fe	ppb	36.986	37.169	37.269	37.22	37.272	37.183	0.118	0.317
Mn	ppb	40.782	40.465	40.722	40.774	40.619	40.672	0.133	0.327
Mo	ppb	44.302	44.121	44.443	44.095	44.114	44.215	0.153	0.345
Ni	ppb	23.4	22.584	23.225	23.067	23.142	23.084	0.306	1.324
Pb	ppb	12.253	12.345	12.124	12.295	12.308	12.265	0.085	0.696
Sb	ppb	5.693	5.404	5.292	5.628	5.333	5.47	0.18	3.29
Se	ppb	20.376	19.536	20.157	19.967	19.78	19.963	0.325	1.63

# SPECTRO ICP应用举例

## 润滑油测试

QC-Standard

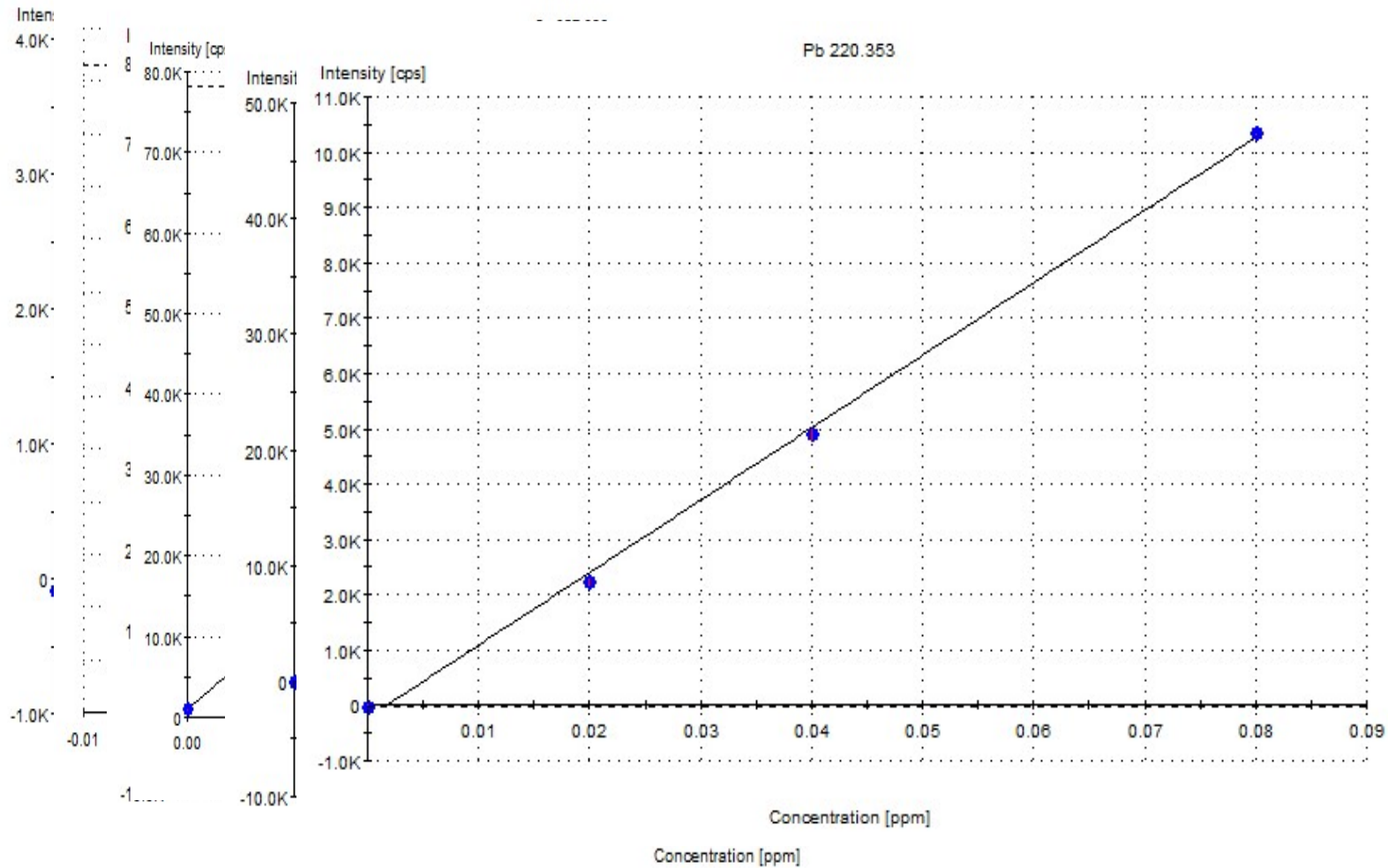
Element	QC-standard Conc. [mg/kg]	Measured Conc. [mg/kg]	Recovery [%]
Ag	20.00	19.55	97.8
Al	20.00	19.79	99.0
Ba	20.00	19.75	98.8
Ca	20.00	19.94	99.7
Cd	20.00	20.56	102.8
Cr	20.00	20.20	101.0
Cu	20.00	20.20	101.0
Fe	20.00	20.05	100.3
Mg	20.00	20.60	103.0
Mn	20.00	20.20	101.0
Mo	20.00	20.04	100.2
Na	20.00	20.51	102.6
Ni	20.00	19.66	98.3
P	20.00	19.86	99.3
Pb	20.00	21.03	105.1
Si	20.00	19.67	98.4
Sn	20.00	20.54	102.7
Ti	20.00	19.05	95.3
V	20.00	20.46	102.3
Zn	20.00	20.64	103.2

NIST SRM 1084a

Element	SRM 1084a Certified Conc. [mg/kg]	Measured Conc. [mg/kg]	Recovery [%]
Al	(104)	101.9	98.0
Ag	101.4 ± 1.5	96.3	95.0
Cr	98.3 ± 0.8	100.03	101.8
Cu	100 ± 1.9	99.01	99.0
Fe	98.9 ± 1.4	101.04	102.2
Mg	99.5 ± 1.7	102.5	103.0
Mo	100.3 ± 1.4	101.25	100.9
Ni	99.7 ± 1.6	100.24	100.5
Pb	101.1 ± 1.3	104.2	103.1
Sn	97.2 ± 2.6	98.9	101.7
Ti	100.4 ± 3.8	103.7	103.3
V	95.9 ± 9.4	100.7	105.0
S	(1700)	1680	98.8
Si	(103)	100.3	97.4

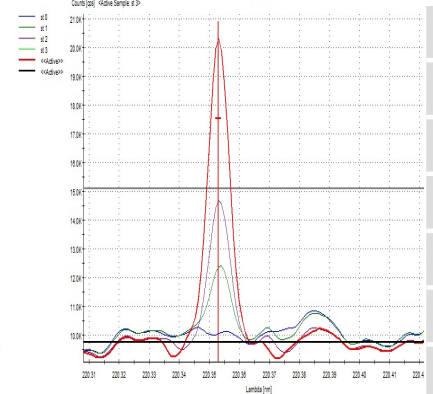
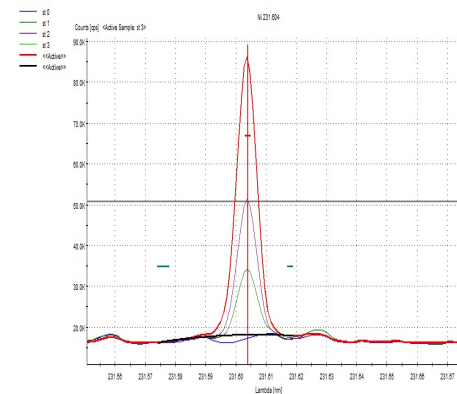
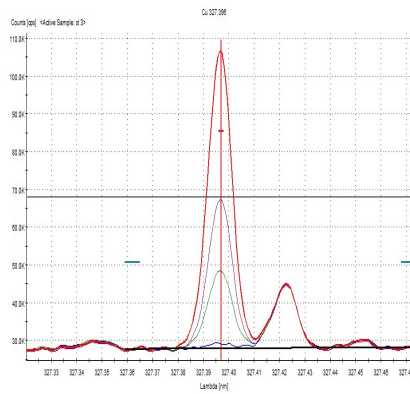
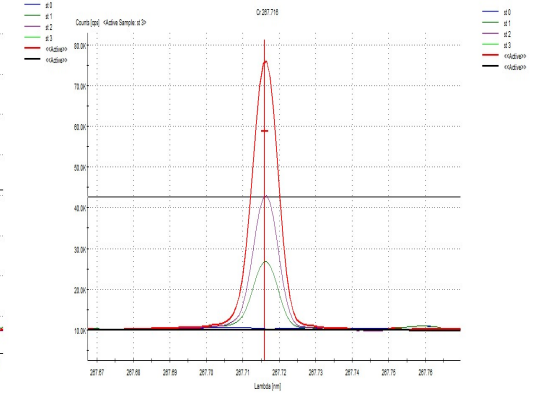
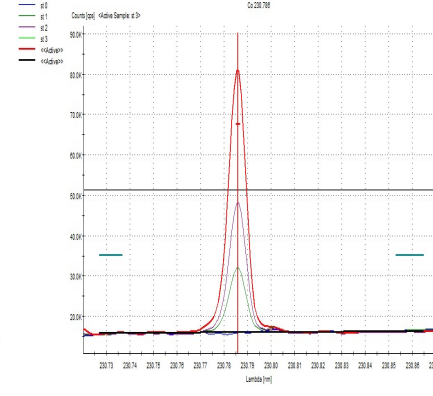
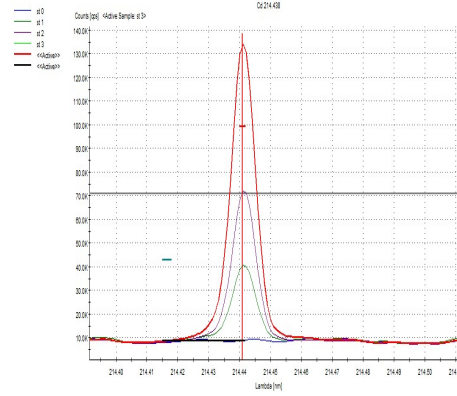
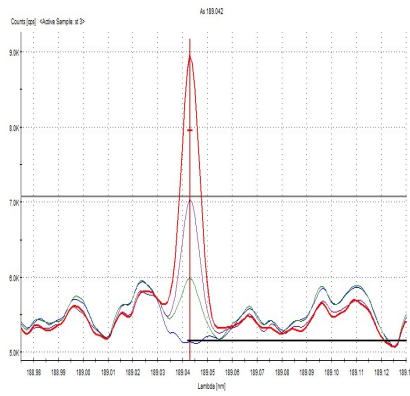
# SPECTRO ICP应用举例

## 毒胶囊测试



# SPECTRO ICP应用举例

## 毒胶囊测试



Element	Wavelength h [nm]	Limit of Detection [mg/kg]
As	189.042	0.11
Cd	214.438	0.0064
Co	230.786	0.027
Cr	267.716	0.02
Cu	327.396	0.041
Ni	221.648	0.025
Pb	220.353	0.091

# SPECTRO ICP应用举例

## 红土镍矿及镍生铁测试

国家标准 YS/T 820.10.2012上标明的方法对样品进行消解

样品	红土镍矿 1	红土镍矿 2
	%	%
Ca	0.29	0.11
Co	0.039	0.064
Cu	0.0021	0.0031
Mg	11.8	11.4
Mn	0.23	0.39
Ni	2.1	1.7
P	0.0026	0.0023
Zn	0.0115	0.012

Sample	镍生铁-1	镍生铁-2
	%	%
Co	0.21	0.28
Cr	3.6	2.6
Cu	0.034	0.015
Mn	0.065	0.15
Ni	12.1	10.4
P	0.051	0.053

# SPECTRO ICP应用举例

## 电镀液 -- 添加剂中Ag, Cd, K, Na等主要金属元素的含量

### 样品制备

1#: 测银：水解，稀释倍数为5000倍。

测定其他金属元素含量：称取 0.5g样品，加入5ml王水，电热板上低温加热至反应完全，滤除生成的白色AgCl沉淀并将滤液转入50ml容量瓶，用去离子水定容，摇匀，待测。

2#: 称取 0.5g待测样品，加入5ml王水，在电热板上低温加热至反应完全，所得消解液澄清无沉淀。将溶液转入50ml容量瓶用去离子水定容，摇匀，待测。

对于主含量元素，将样品溶液进一步稀释20倍测Na, K, 稀释100倍测Cd。

Sample	Ag	Cd	K	Na	Al	Ca	Cu	Fe	Zn
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
1#	36	0.053	25.2	0.26	0.0037	0.0075	0.0020	0.0022	0.0006
2#	0.033	50.2	0.035	0.0021	0.0013	0.0037	0.0011	0.0006	0.0023




# SPECTRO ICP应用举例

## 镍基电镀液微量元素检测

### 样品制备

分别将样品溶液用去离子水稀释2倍及10倍，采用直接进样的方式，对分析元素进行测定。



sample	Elem. Conc.
	mg/l
Al	7.2
Ca	36.5
Cd	< 0.028
Cr	0.58
Cu	<0.013
Fe	7.3
P	4.3
Pb	< 0.045
Si	61.7
Zn	< 0.0052
Cl	1337

分析元素在样品中的浓度，单位[mg/l]

# SPECTRO ICP应用举例

---

## 电镀污泥测试

### 样品制备

1. 样品进行微波消解
2. 称取0.2g 样品，加5mlHNO<sub>3</sub>，进行样品消解。
3. 冷却其直室温后，将溶液移入50ml的容量瓶，用去离子水稀释至刻度，混匀，待测
4. 另再将该消解液用去离子水稀释50倍，测定高含量元素。

Element		Ag	Al	Ba	Ca	Cr	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Mo	Na	Ni	P	Pb	S	Si	Sn	Sr	Zn
样品	%	0.011	0.56	0.013	13.8	12	1.9	0.95	0.15	1.4	0.013	0.016	0.095	4.8	1.9	0.023	0.73	18.1	0.22	0.016	0.25

# SPECTRO ICP应用举例

## 高电阻镍铬合金

### 样品制备

1. 称取0.2g，加入10mL王水(HCl:HNO<sub>3</sub>=3:1, Merck)
2. 电热板上加热至反应结束
3. 冷却，用去离子水定容至50ml，摇匀，待测。

样品	Si	Al	Co	Cu	Mn	P	S	Ti	Zr
	%	%	%	%	%	%	%	%	%
Cr15Ni60	1.4	0.23	0.19	0.14	0.37	0.0085	0.0042	0.1	< 0.000068
Cr20Ni80	1.5	0.24	0.084	0.043	0.32	0.0014	0.0022	0.14	< 0.000068

样品	Cr	Ni	Fe
	%	%	%
Cr15Ni60	15.5	55.3	余量
Cr20Ni80	21.6	余量	0.26

# SPECTRO ICP应用举例

## 钕铁硼磁性材料

### 样品制备

1. 先将样品处理成碎屑状。
2. 称取 0.15g样品，加入1.5ml 浓H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>， 5ml稀HCl (1:1)
3. 放置在电热板上低温加热，
4. 待反应停止后，加入2ml稀HCl (1:1) 和2ml HNO<sub>3</sub>
5. 待样品完全溶解后，将溶液转入50ml容量瓶，用去离子水定容，摇匀，待测。
6. 样品溶液稀释10倍测定基体铁和钕含量，NdFeB成品溶液稀释100倍测定Gd，Ce 和La，其它元素均为原溶液的测定结果

Sample	Fe	Nd	Pr	B	Gd	Al	Co	Cr	Ga	Mn
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
NdFeB原料	68.2	22.5	7.0	0.87	<DL	0.26	0.46	0.0096	0.044	0.031
NdFeB成品	68.1	11.6	3.2	0.82	5.3	0.91	0.0058	0.025	<DL	0.062
Sample	Ni	Si	Ti	Zr	Ho	Tb	Dy	Ce	La	
	%	%	%	%	%	%	%	%	%	
NdFeB原料	0.0043	0.024	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	<DL	
NdFeB成品	0.010	0.083	0.012	<DL	<DL	<DL	<DL	5.2	2.5	

# SPECTRO ICP应用举例

## 碳酸锂中微量元素测试

### 样品制备

1. 称取约2.0g, 加少量水将样品润湿
2. 加入30mL 20% HCl
3. 电热板上低温加热, 至反应结束
4. 冷却, 用去离子水定容至50ml, 摇匀, 待测。

Li<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>样品 中被测元素的测量结果[mg/kg]

样品	sample
	mg/kg
Al	0.85
Ca	2.52
Cu	< 0.253
Fe	0.68
K	1.48
Mg	2.05
Mn	0.22
Na	228.93
Ni	< 0.071
Pb	1.74
S	275.66
Zn	0.23

# SPECTRO ICP 与用户在一起

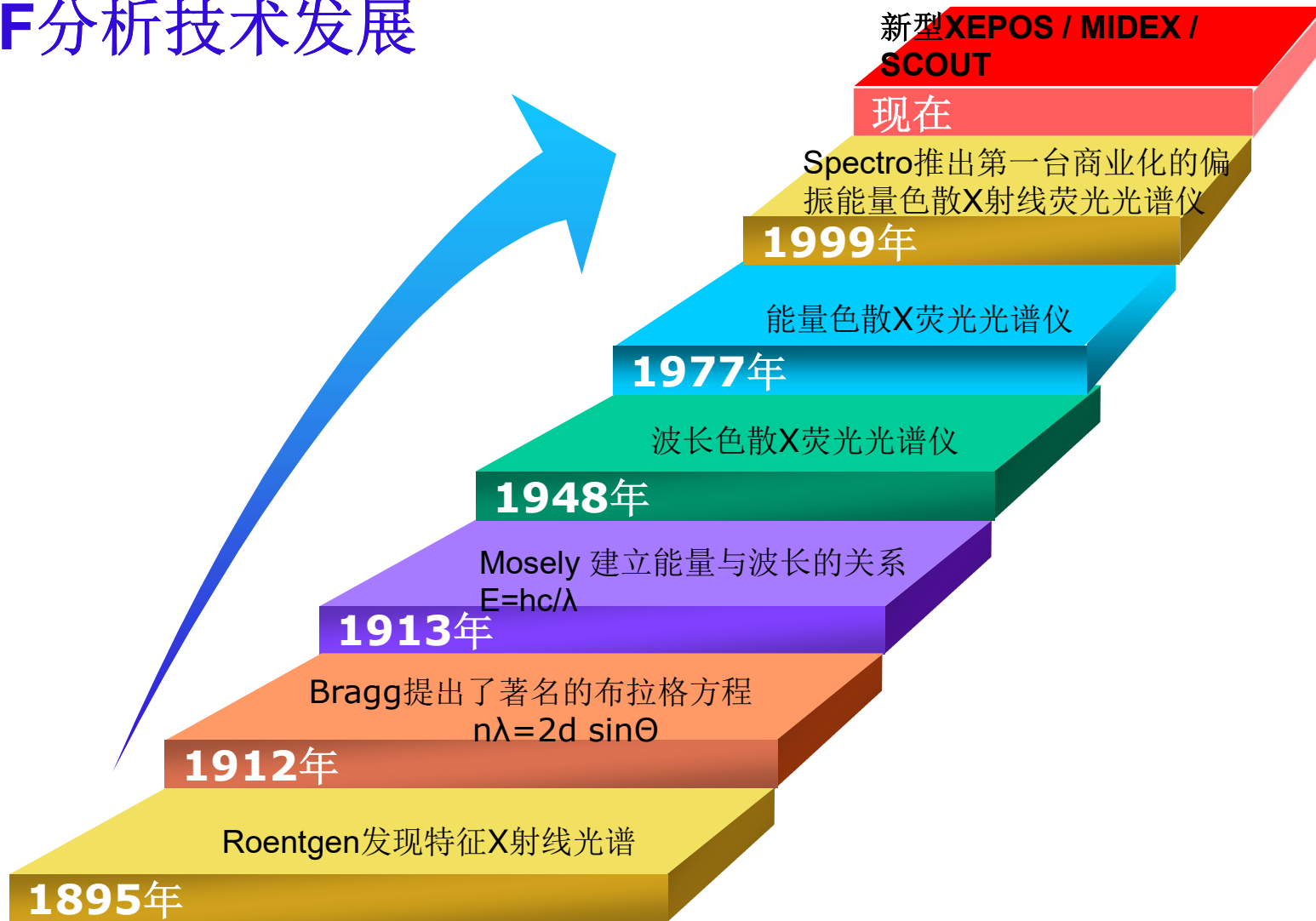
---

不仅仅是一个仪器的制造商，而且还是一个测试方案的协助者

- 按照国内、国际、行业标准，协助用户建立分析方法
- 参照国际先进经验，与用户一起开发方法
- 与权威机构一起，建立国标方法
- 与用户一起分享成熟经验和方法

# XRF是什么？

## XRF分析技术发展

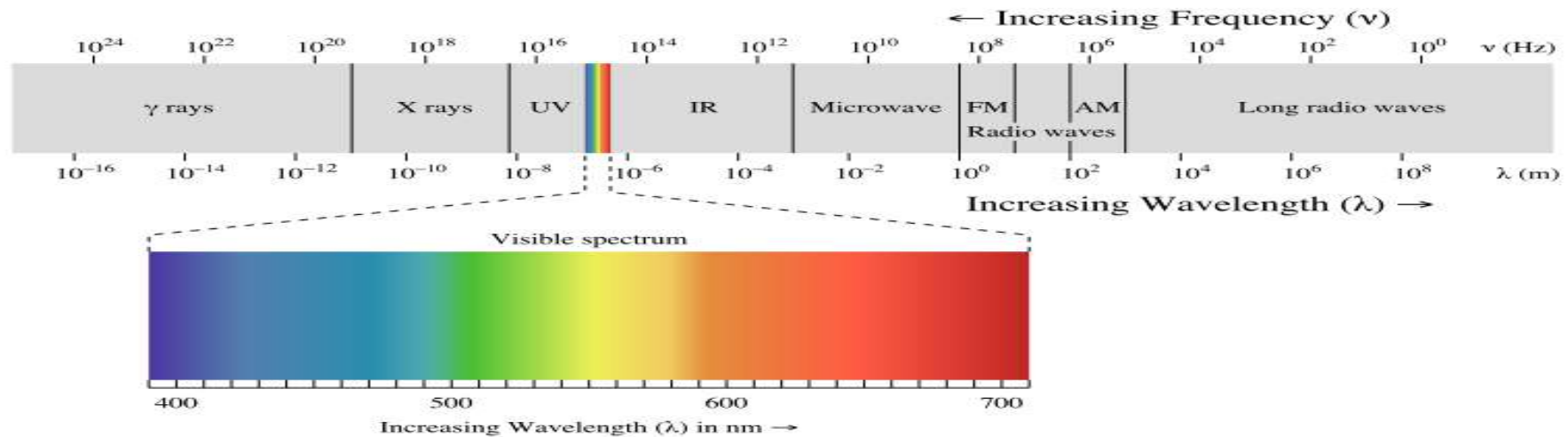


# 什么是X射线

普朗克公式：  
 $E=hc/\lambda$

像可见光一样X射线是一种电磁波。

用于元素分析的X射线研究范围：能量范围约 **1 – 50KeV**；  
波长范围约 **2.5-0.01nm**



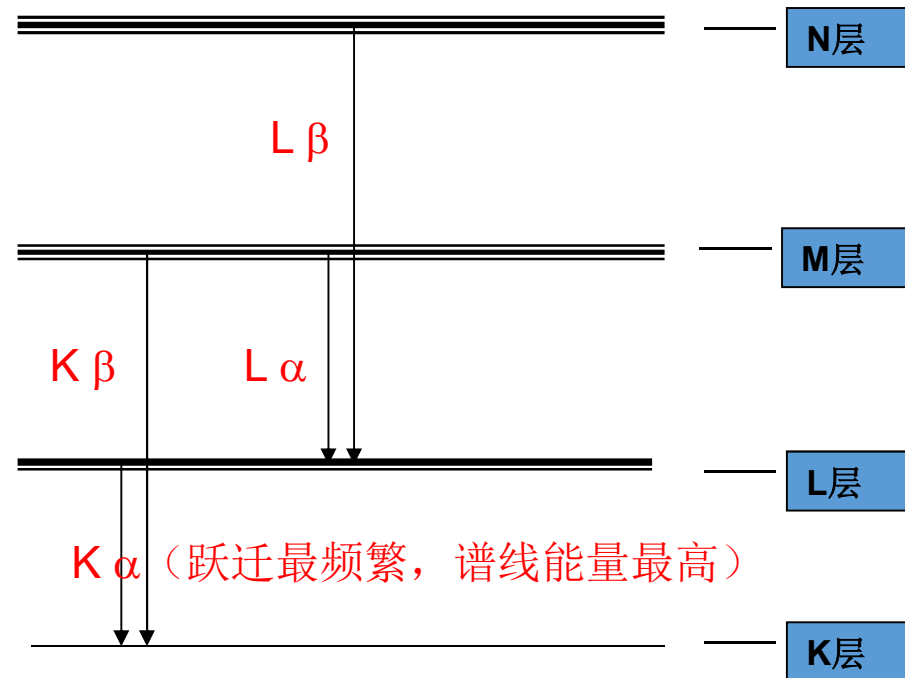


# 特征荧光X射线的命名

■ 对应于电子跃迁的终态可将特征谱线分成**K、L、M**线系...

■ 每系谱线又根据电子跃迁初始壳层的不同分为若干谱线**K $\alpha$ , K $\beta$ , L $\alpha$ , L $\beta$** ...

■ **L $\alpha$ 1, L $\alpha$ 2**...的下角的1, 2表示由**L**层不同亚层的电子跃迁到**K**层空位产生谱线的微小能量差别

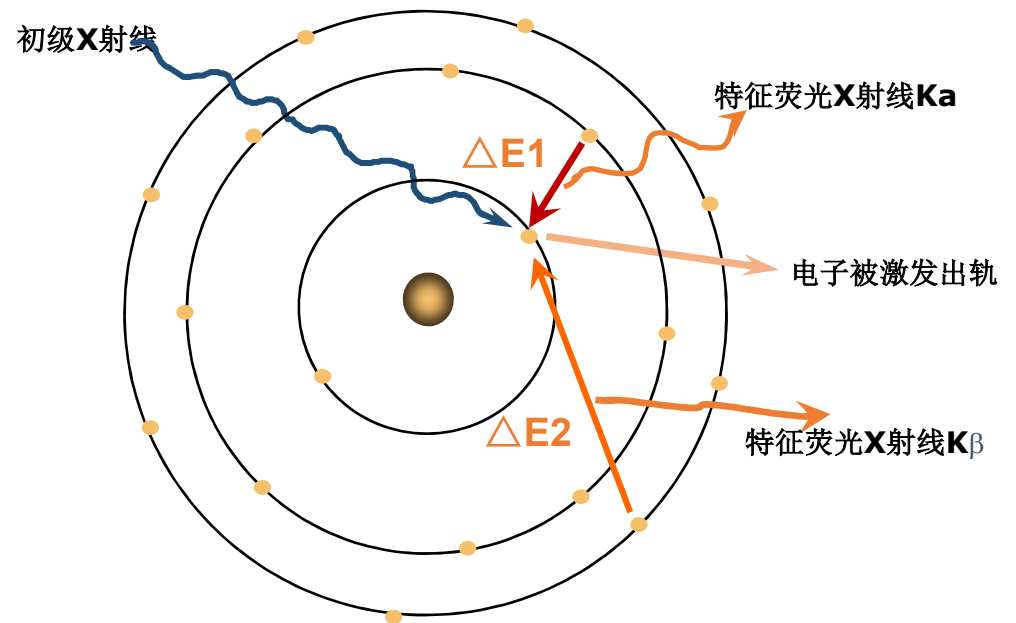


跃迁比率 **K: L: M = 100: 10: 1**

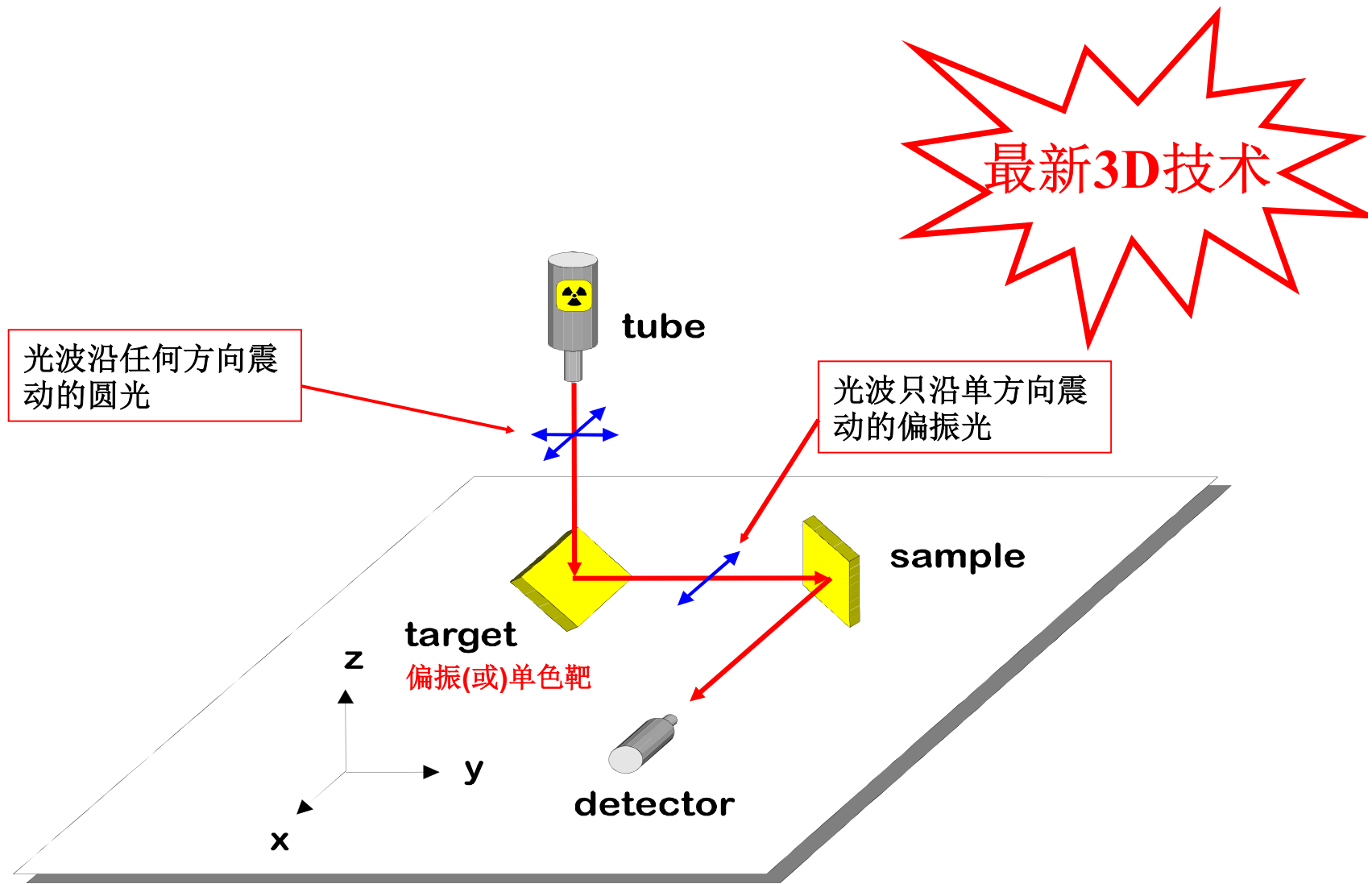
# X射线荧光定量分析

该能量 $\Delta E1 / \Delta E2$ 的荧光辐射强度与该特定元素在物质中的含量有关。

例如,在探测器端,探测到6.4KeV的荧光辐射越强,该物质中所含的Fe就越多.反之亦然.



# 偏振X射线荧光光谱仪的光路示意图



# Spectro 与 XRF

---

- SPECTRO是**首先**商品化生产ED-XRF的公司之一
- 全球**首次**应用偏振能量色散X射线荧光技术
- 世界范围内**主要**的X射线光谱仪的生产商之一

**SPECTRO**技术总是领先一步

——人无我有，人有我强

# Spectro 与 XRF

---

## ED(P)XRF 偏振能量色散及小焦点X射线荧光分析仪



# Spectro XRF技术特点

## ED(P)XRF 偏振能量色散及小焦点X射线荧光仪

- 分析对象： 液态、固态(粉末)样品
- 样品元素分析范围： Na – U
- 含量分析范围： ppm – 100%

### 创新技术：

#### 全球首次应用偏振能量色散X射线荧光技术

- X-Y-Z三维立体光学系统
- HAPG等偏振晶体的应用
- TQ地质/矿物,土壤/环保,金属及液体专用软件
- 完全未知样品的快速确定软件
- C-FORCE聚焦光学结构
- 高精度三方向移动样品台及Mapping功能



# XRF分析的优点

---

- 无损分析
- 制样简单
- 元素含量范围宽ppm—100%
- 分析元素范围广Na(Be)-U
- 可分析多种形态的物质：液体、固体、粉末
- 多元素同时分析,速度快
- 分析精度极高，稳定性极好

# XRF分析的应用领域:

---

- 地质及环境
- 黑色及有色
- 石油化工
- 电子电器
- 建筑材料
- 贵金属分析
- 食药及卫生
- 研究机构、大学及科研院所
- .....



# XRF分析--使用环境:

---

野外、现场



室内实验室



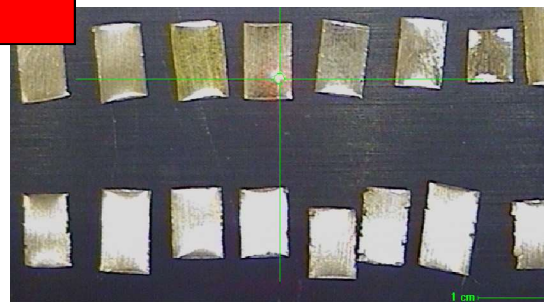
# XRF分析—各类形态的样品分析:

小焦点台式X射线荧光分析（数百个ppm到99.99%）

实验室用仪器

准确高效快速

一次放置大量不同种类不同形状的样品 顺序检测



# XRF分析—各类形态的样品分析：

---

小焦点台式X射线荧光分析（数百个ppm到99.99%）



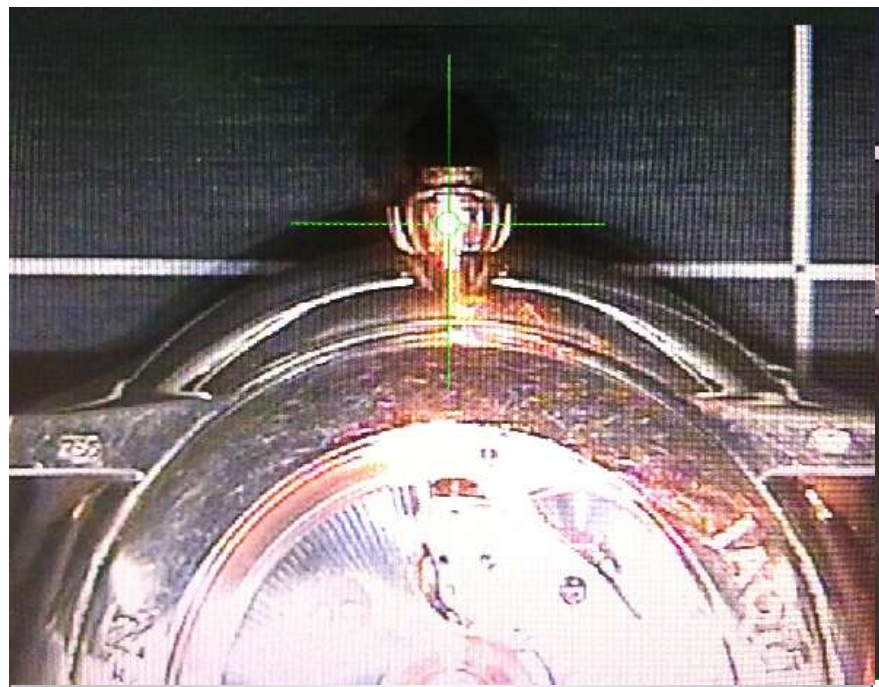
实用的样品仓

# XRF分析—各类形态的样品分析:

## 小焦点台式X射线荧光分析（数百个ppm到99.99%）

准确高效快速

可在下班前将**100**多个待测样品放  
**X-Y-Z**自动样品台,采用**激光+CCD**  
定位。仪器自动分析所有的样品。  
并自动关机。第二天早上即可得到  
全部结果,并可附带样品的图片。



激光+CCD定位

# XRF分析—各类形态的样品分析:

小焦点台式X射线荧光分析（数百个ppm到99.99%）

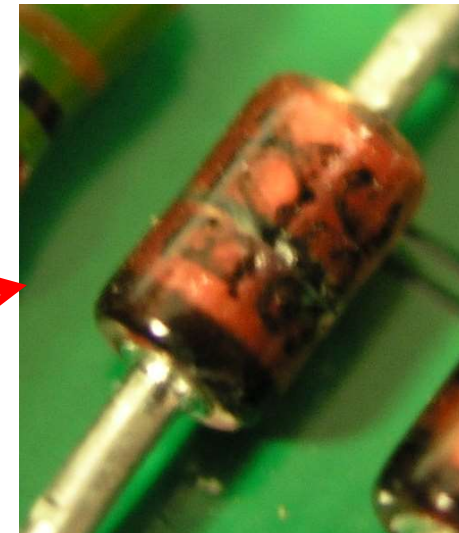
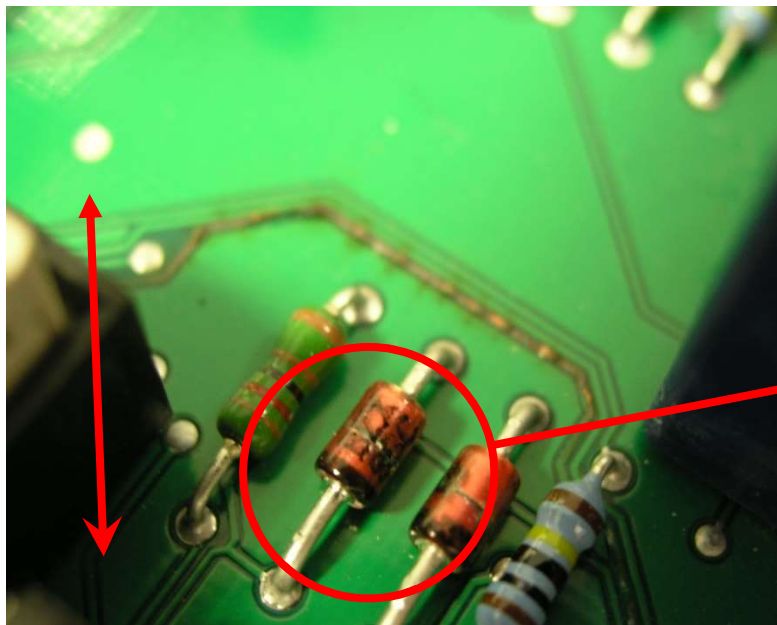
准确高效快速

1mm方形小焦点 + 自由行程样品台 + 激光对焦 - 方便彩金分析



# XRF分析—各类形态的样品分析:

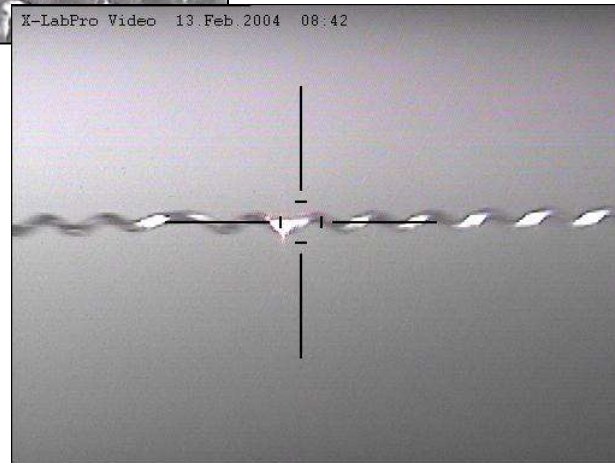
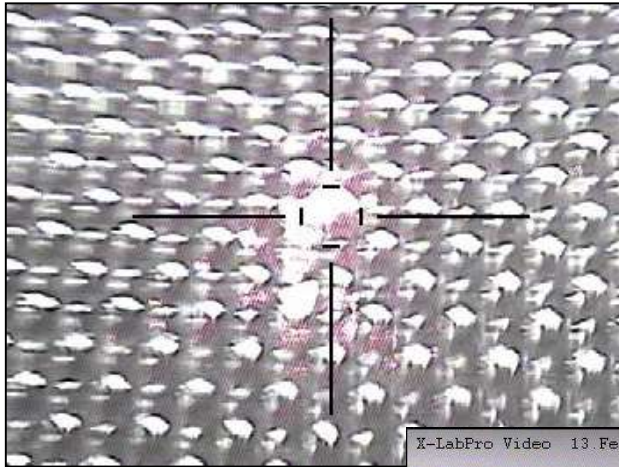
---



# XRF分析—各类形态的样品分析:

---

## 超细钢连线及网分析



- 非破坏性分析
- 无须样品制备
- 直径1 mm的细丝分析
- 目数分析
- 高精度
- 准确

# SPECTRO用户 -- 我们的朋友遍天下





# SPECTRO用户 -- 我们一直在用户的身边

## SPECTRO中国(大陆)

- 7,000多台<套>仪器在役运行
- 4个办事机构:  
位于北京、上海、广州、成都
- 16个技术咨询及售后服务站点:  
北京、济南、沈阳、郑州  
徐州、上海、南京、常州  
苏州、杭州、宁波、成都  
兰州、广州
- 60多位经过专业培训的员工
- 通过ISO 9001认证



# 我们在这儿恭候您

---

仪器销售热线：0755-83258082/83251669/83250016  
售后服务热线：0755-83258082/13011265921

欢迎访问SPECTRO中文网站  
[www.spectro.com.cn](http://www.spectro.com.cn)

SPECTRO的官方微信  
[spectro\\_china](https://www.spectro.com.cn)

欢迎光临SPECTRO的官方微博  
[weibo.com/spectrochina](http://weibo.com/spectrochina)



---

谢谢!