

钢铁小样品的直读光谱分析

ARL 4460 金属分析仪

前言

钢铁小样品的定量分析取得了令人瞩目的进展，赛默飞世尔科技公司生产的 ARL 4460 金属分析仪使灵敏度和准确度得到了实质性的改善，与常规大样品相比性能差异甚微。小样品的制备也已简化，比其它分析技术（ICP，化学法等）更快，分析成本大幅度降低。

钢铁小样品

因外形、成分和用途上的不同，钢铁小样品可分为若干类别：

形状：

- 线材，直径最小可达 1mm
- 各种厚度的板材
- 各种形状的小样品

成分：

低合金钢、铬和铬-镍钢、易切削钢、特殊碳钢...

用途：

螺钉，螺帽，弹簧，齿轮，铆钉，凸轮，杆，活塞，金属箍等产品。

ARL 4460 金属分析仪

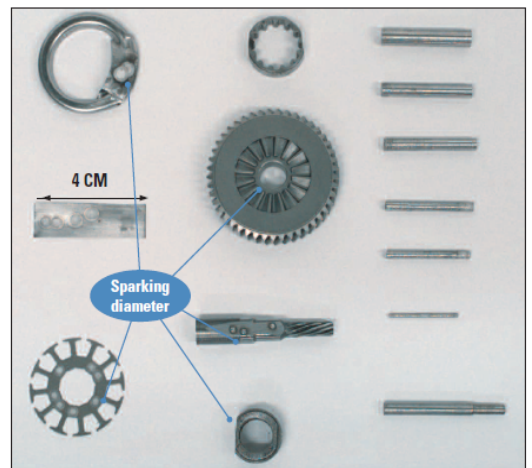
通过采用专用工具和特殊的火花放电条件，ARL 4460 可在 2 分钟内定量分析小样品中多达 28 个元素。分析性能列于本应用报告之中。

与其他正在使用的直读光谱仪相比，赛默飞世尔科技公司的电流控制光源（CCS）展现出非凡的优势。电流波形由计算机控制，光源参数选择极其灵活。极大改善了各种直径小样品的分析灵敏度和精度。更详细的介绍请参见分析概要 AN41220“钢铁的直读光谱分析-ARL 4460 金属分析仪”。

小样品分析

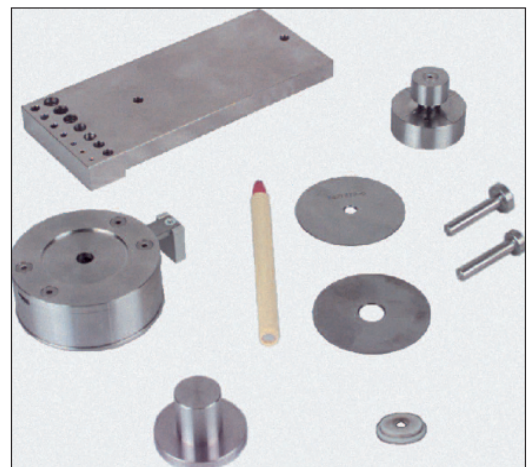
ARL 4460 可分析的各类不同尺寸和形状的小样品如下图所示：

- 线材：可定量分析 3mm 直径以上的样品，更细的样品可进行半定量分析。
- 板材：可定量分析厚度在 50mm 以上的样品。



小样品分析组件

本公司可提供的小样品分析组件有：



关键词：

- ARL 4460
- 直读光谱法
- 小样品
- 钢铁

样品制备

根据样品形状制备样品：

- 线材：使用研磨机和特殊工具（包含在组件中）
- 板材：用砂纸（粒度 800）手工抛光
- 异形样品：使用磨样机
- 有些样品可压制面积更大的样品

样品分析时间

分析时间是指从开始分析到结果显示这一段时间。

材 料	常规样品激发	小样品 CCS 激发
钢	19s	44s
易切削钢	51s	44s

工厂校准 (CARL)

赛默飞世尔科技公司可在工厂对 ARL 4460 光谱仪进行钢铁小样品校准。

对于小样品的分析，本公司推出了一种特殊的校准，可适合所有的标准品种以及包括低合金钢和易切削钢在内的特殊品种。

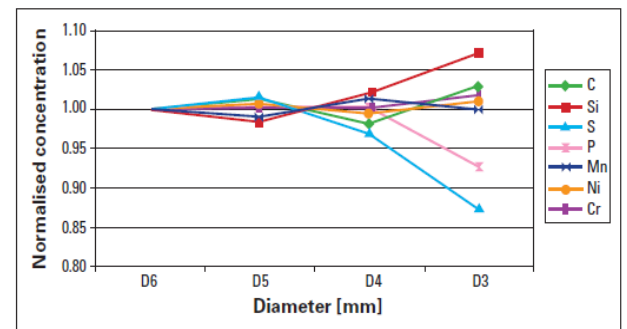
元素	通用小样品 校准	低合金钢+易切削钢 校准
	CAL-44-Fe-13	CAL-44-Fe-15
Fe	99.8 % - 42 %	99.9 % - 80 %
Al	0.003 - 1.5	0.001-0.3
As	0.003 - 0.1	0.001-0.1
B		0.0003-0.01
Bi	0.003 - 0.01	
C	0.01 - 4.2	0.001-1.3
Ca	0.0005 - 0.015	0.0005-0.01
Ce	0.002 - 0.015	
Co	0.002 - 12	0.001-0.15
Cr	0.005 - 32	0.001 - 5.0
Cu	0.005 - 6.5	0.005 - 0.7
Mg	0.001 - 0.15	
Mn	0.005 - 20	0.001 - 2.0
Mo	0.005 - 9	0.001 - 1.5
Nb	0.002 - 2.7	0.001 - 0.6
Ni	0.005 - 35	0.001 - 5.0
P	0.005 - 1.4	0.0005 - 0.1
Pb	0.002 - 0.19	0.001 - 0.19
S	0.002 - 0.31	0.001 - 0.3
Sb	0.005 - 0.15	0.002 - 0.07
Si	0.005 - 5.5	0.001 - 3.0
Sn	0.002 - 0.3	0.001 - 0.1
Ta		0.01 - 0.15
Te	0.002 - 0.03	
Ti	0.002 - 2	0.001 - 0.4
V	0.002 - 10	0.001 - 1.0
W	0.015 - 22	0.005 - 0.6
Zn	0.002 - 0.025	0.001 - 0.02
Zr	0.002 - 0.1	0.001 - 0.1

准确度

准确度是最重要的分析指标，与传统光源相比，分析直径 3mm 的低合金钢线材，其准确度约提高 2.5 倍。下表是两种线材标准样品的分析结果。

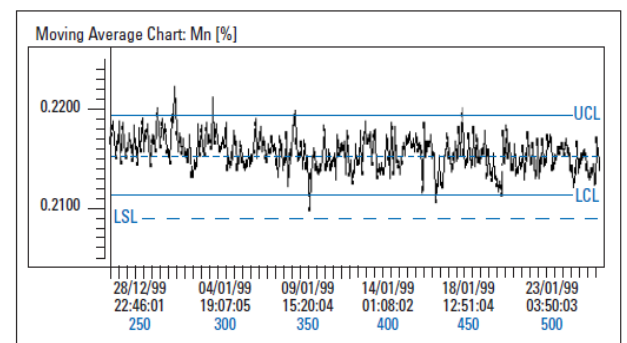
QUALITY	LALY	Cr-Ni		
Sample	NBS 662	NBS 447		
Diameter [mm]	3 mm	5.5 mm		
ELEMENT	CERTIFIED	ESTIMATED	CERTIFIED	ESTIMATED
C	0.16	0.16	-	-
Si	0.39	0.37	0.37	0.34
S	0.04	0.02	-	-
P	0.04	0.03	-	-
Mn	1.04	1.00	0.23	0.21
Ni	0.59	0.60	13.3	13.6
Cr	0.30	0.29	23.7	23.9

准确度取决于样品的直径，如下图所示：



稳定性

开展日常分析时，仪器稳定性非常重要，下图是一个元素在中途未作任何校正的条件下长达 15 天的长期稳定性。



灵敏度与精密度

下表显示了线材分析的基本特性，数据用 6mm 的样品测出。在最坏的情况下，直径 3mm 的样品特性值变差三倍。

ARL4460 典型铁基小样品检出限 (3σ) 与精度值 (1σ)

ELEMENT	Al	As	B	Bi	C	Ca	Ce	Co	Cr	Cu	Mg	Mn	Mo	N
TYPICAL DL(PPM)	4.0	2.8	1.3	4.2	10 (4)	1.2	3.4	1.1	2.2	9 (4)	2.5	2.8	4.2	6.5
GUARANTEED DL (PPM)	≤ 8	≤ 5	≤ 3	≤ 8	≤ 20	≤ 3	≤ 9	≤ 3	≤ 5	≤ 15	≤ 5	≤ 5	≤ 8	≤ 15
Level %	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
0.001	-	-	0.00005	-	-	0.00007	-	0.00005	-	-	-	-	-	-
0.002	0.00012	0.00015	0.00005	0.0002	-	0.0001	0.00015	0.00005	0.00015	-	0.0001	0.0001	0.00015	0.0003
0.005	0.0002	0.00015	0.00005	0.00025	0.0003	0.0002	0.0002	0.00007	0.00015	0.0002	0.0002	0.0001	0.00015	0.0003
0.01	0.0004	0.0002	0.00005	0.0003	0.0004	0.00035	0.0004	0.0001	0.0002	0.0002	0.0004	0.00015	0.00017	0.0004
0.02	0.0006	0.00025	0.0001	0.00035	0.0007	0.0007	0.0007	0.00015	0.0003	0.0003	0.0008	0.0003	0.0002	0.0006
0.05	0.0009	0.00035			0.0012			0.0004	0.0005	0.0004	0.002	0.0005	0.0004	0.0009
0.1	0.0015	0.0005			0.0018			0.0007	0.0008	0.0006	0.0035	0.0008	0.0007	0.0015
0.2	0.0025				0.0028			0.0015	0.0012	0.0012		0.0012	0.0012	0.002
0.3	0.0035				0.004			0.002	0.0015	0.002		0.0016	0.0015	0.003
0.5	0.005				0.005			0.003	0.002	0.003		0.0025	0.0025	
1	0.008				0.008			0.006	0.0035	0.006		0.004	0.004	
2					0.016			0.01	0.005	0.01		0.008	0.008	
3					0.025			0.015	0.007	0.015		0.01	0.012	
4					0.035			0.02	0.008	0.02		0.012	0.015	
5								0.025	0.01	0.025		0.015	0.02	
10								0.05	0.015			0.03	0.035	
20									0.025			0.06		
30									0.035					
40									0.045					

ELEMENT	Nb	Ni	P	Pb	S	Sb	Si	Sn	Te	Ti	V	W	Zn	Zr
TYPICAL DL(PPM)	4.0	1.8	3.8	6.5	1.3	11	6.6	4.5	2.5	0.4	1.2	30	2.5	1.0
GUARANTEED DL (PPM)	≤ 8	≤ 4	≤ 7	≤ 15	≤ 3	≤ 25	≤ 12	≤ 9	≤ 4	≤ 1	≤ 3	≤ 80	≤ 6	≤ 3
Level %	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD	SD
0.001	-	0.00015	-	-	0.00005	-	-	-	-	0.00003	0.00004	-	-	0.0001
0.002	-	0.00015	0.00012	-	0.0001	-	-	0.00015	0.00025	0.00004	0.00004	-	0.0001	0.0001
0.005	0.00025	0.00015	0.00015	0.0007	0.0002	0.00045	0.00025	0.0002	0.0004	0.0001	0.00006	-	0.00025	0.00015
0.01	0.0004	0.00015	0.00025	0.0013	0.0004	0.00055	0.00025	0.00025	0.0007	0.0002	0.00008	0.001	0.0004	0.0005
0.02	0.0006	0.00015	0.0003	0.0025	0.0008	0.0007	0.0003	0.0003		0.0003	0.0001	0.001		0.001
0.05	0.0011	0.0002	0.0006	0.0065	0.0020	0.001	0.0006	0.0005		0.0008	0.00025	0.0013		0.0025
0.1	0.0017	0.0004	0.0009	0.013	0.0035	0.0012	0.0010	0.0008		0.0016	0.00045	0.0017		0.0055
0.2	0.0027	0.0008	0.0015	0.025	0.007		0.0015			0.003	0.001	0.0025		
0.3	0.0035	0.0012	0.002	0.04	0.01		0.0025			0.0045	0.0015	0.0032		
0.5	0.005	0.002	0.0035				0.005			0.0075	0.003	0.0045		
1	0.008	0.004	0.006				0.009			0.015	0.0065	0.0075		
2	0.015	0.007					0.015			0.03	0.016	0.013		
3	0.025	0.01					0.02				0.025	0.02		
4		0.012									0.035	0.03		
5		0.015									0.045	0.05		
10		0.035										0.10		
20		0.06										0.15		
30		0.09												
40		0.12												

备注：本数据适用于均匀样品，且制样方法为推荐的制样方法。

给出的精度是典型值，保证值是典型值的二倍。

对于多基体仪器，某些分析性能可能会因所选用的分析谱线和光栅的不同而有所变化。

保证检出限是在 95% 置信概率下计算得出的。



结论

ARL 4460 不仅提供现代分析技术，而且拥有能够满足金属分析市场需求的完整分析系统。

- 无与伦比的硬件系统保证了分析的稳定可靠。
- 在很短的时间内获得优异的检出限、精密度、准确度、稳定性，以及达到消除记忆效应的效果。
- 最先进的软件技术。
- 具有满足未来需求的潜力。
- 操作简便，即使是操作技能不高的工人或研究人员也能操作。
- 最广泛的分析范围。
- 能够与 ARL SMS-2000 和 ARL SMS-3000 系列等自动样品处理系统连接。
- 先进的技术/服务支持。

上述优势将助您优化生产力，达到最短的回报时间：

- 优异的、广为人知的仪器寿命，以及持续升级（软件和硬件）的可能性使客户可以减少投资费用。
- 仪器可满足今后生产需求，因此也能减少投资费用。
- 因为分析更快速、更准确，而降低了生产成本。
- 仪器具备高稳定性，不需要频繁进行漂移校正，从而也降低了生产成本。
- 漂移校正样品消耗少，以及维护简单，可降低运行和维护费用。
- 得益于材料使用优化以及比其他方法低得多的运行成本，大大降低了客户的总体费用。

有着 70 多年技术创新的经验和历史，本公司已成为全世界直读光谱金属分析的领跑者，我们将与客户携手为提高分析效率、提高生产率而努力。



Thermo Fisher Scientific,
San Jose, CA USA is ISO Certified.