

便携式X荧光元素分析仪在中国山东 沂南金矿地球化学异常圈定中的应用

刘 静

Ali Somarin

应用工程师 首席地质师

赛默飞世尔科技便携式元素分析仪

2012.11 天津

主题

- 什么是便携式X荧光元素分析仪？
- 沂南金矿地质概况
- 便携式X荧光元素分析仪在沂南金矿应用案例
- 结论

什么是便携式X荧光元素分析仪？



特点：

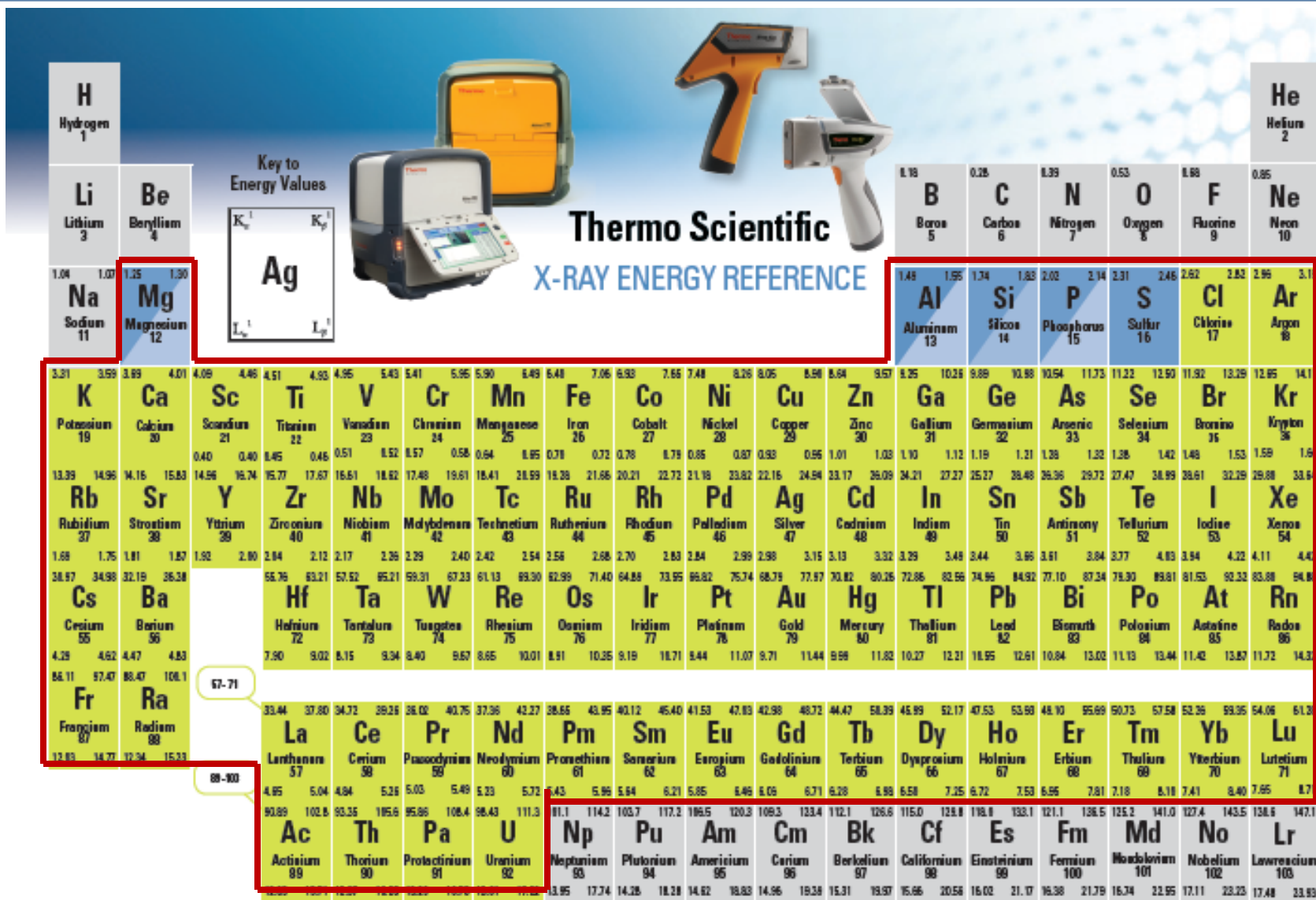
- X射线荧光光谱元素分析
- 扣动扳机瞬时获得测试结果
- 可直接测试目标样品，现场原位测试
- 测试处理之后的样品可获得媲美实验室的结果
- 无损分析
- 同时多元素分析，可同时分析超过30种元素
- 从ppm到高百分含量皆可分析
- 便携，重量约1.3kg，人性化设计，两块可充电电池(锂电池)供电，每块可连续使用6-8h.

局限性：

- 表面分析
- 表面平滑、均质的样品更适合
- 测试窗口通常小于1cm



便携式X荧光元素分析仪的测试范围



什么是便携式X荧光元素分析仪？

- 超过30,000台Niton便携式仪器在全球使用
- Niton XRF Analyzer, 尼通能量色散式X射线荧光光谱仪, Thermo Fisher Scientific旗下品牌。
- Niton的研发项目一直由美国环保署(EPA)、美国能源部(DOE)、美国住宅与城市开发署(HU)投资。
- Niton便携式元素分析仪系列产品分别在1995年、2003和2008年赢得了在美国科技界极具影响力的R&D100大奖。

Thermo
S C I E N T I F I C



1995 R&D 100 Award



2003 R&D 100 Award



2008 R&D 100 Award



便携式X荧光元素分析仪解决方案



野外现场直接分析

直接切取岩石



便携式移动实验室

收集粉末
(少于1分钟)

压片器制作样品片



赛默飞尼通便携式野外样品制备工具解决方案



直接岩石采样器工具包



便携式研磨机工具包

收集样品



粉碎至<8mm



筛选破碎后的样品



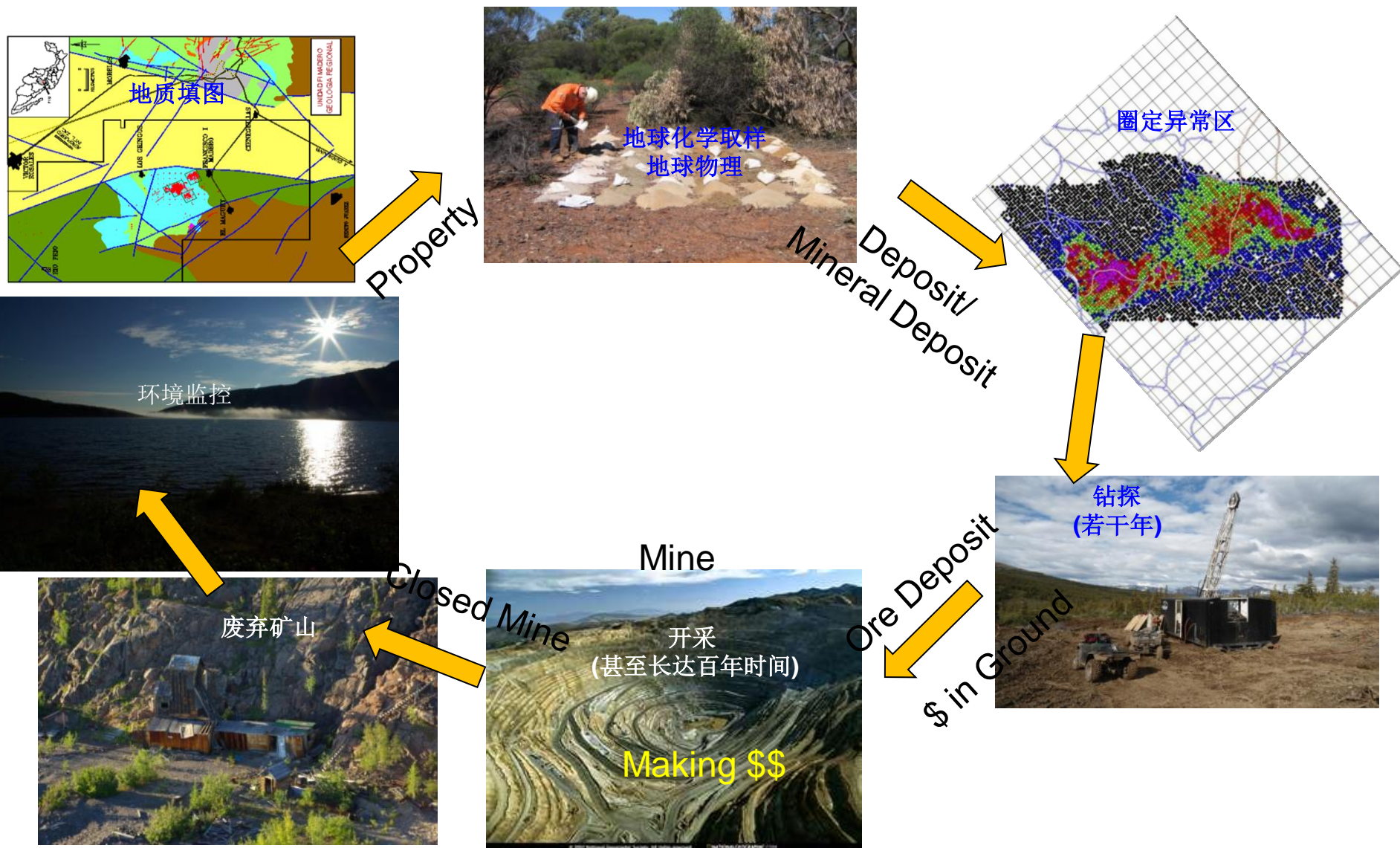
将筛选后的样品投入研磨机
收集粉末样品



将粉末放入压片器

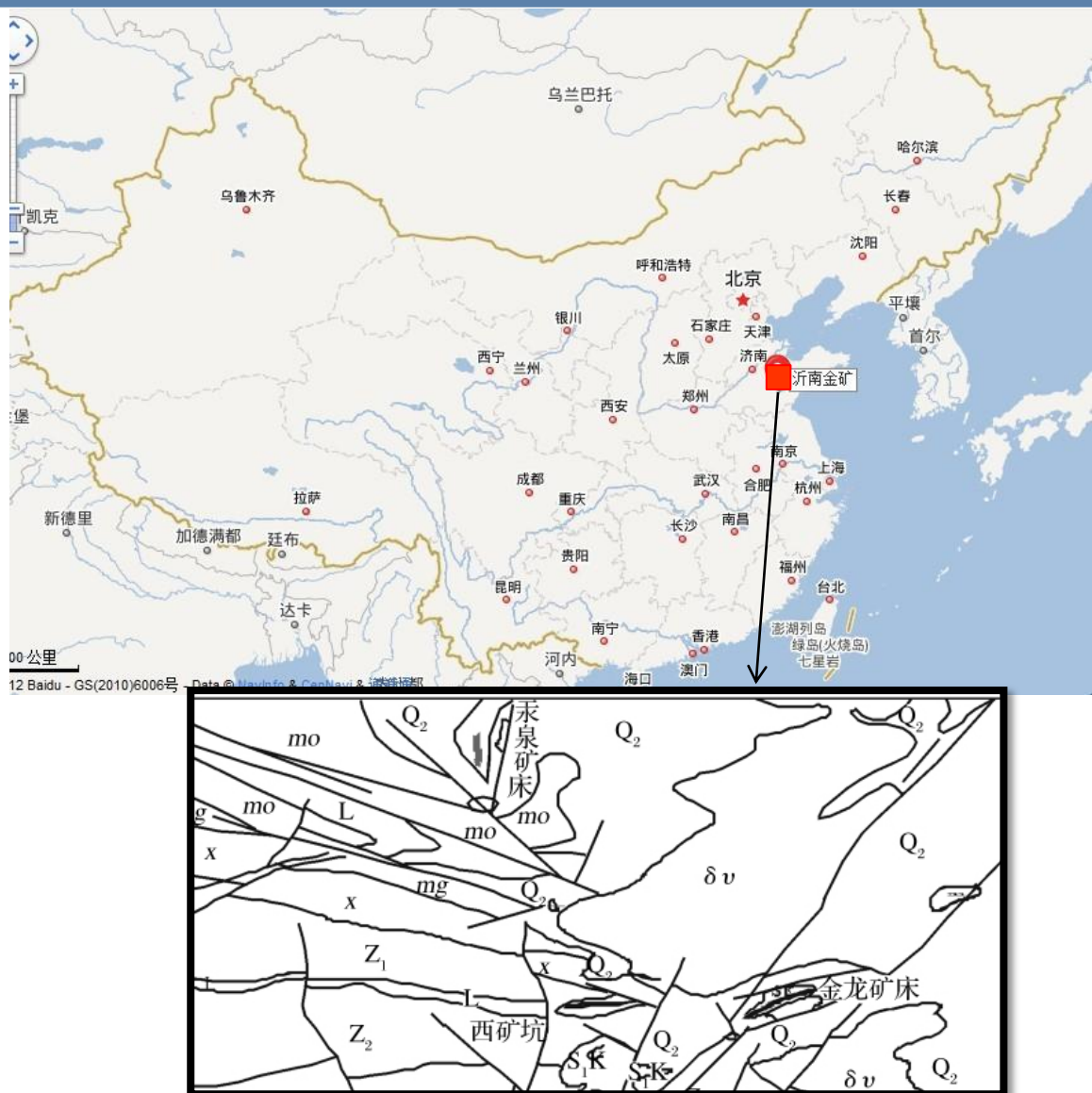


广泛应用于勘探开采各个工作阶段



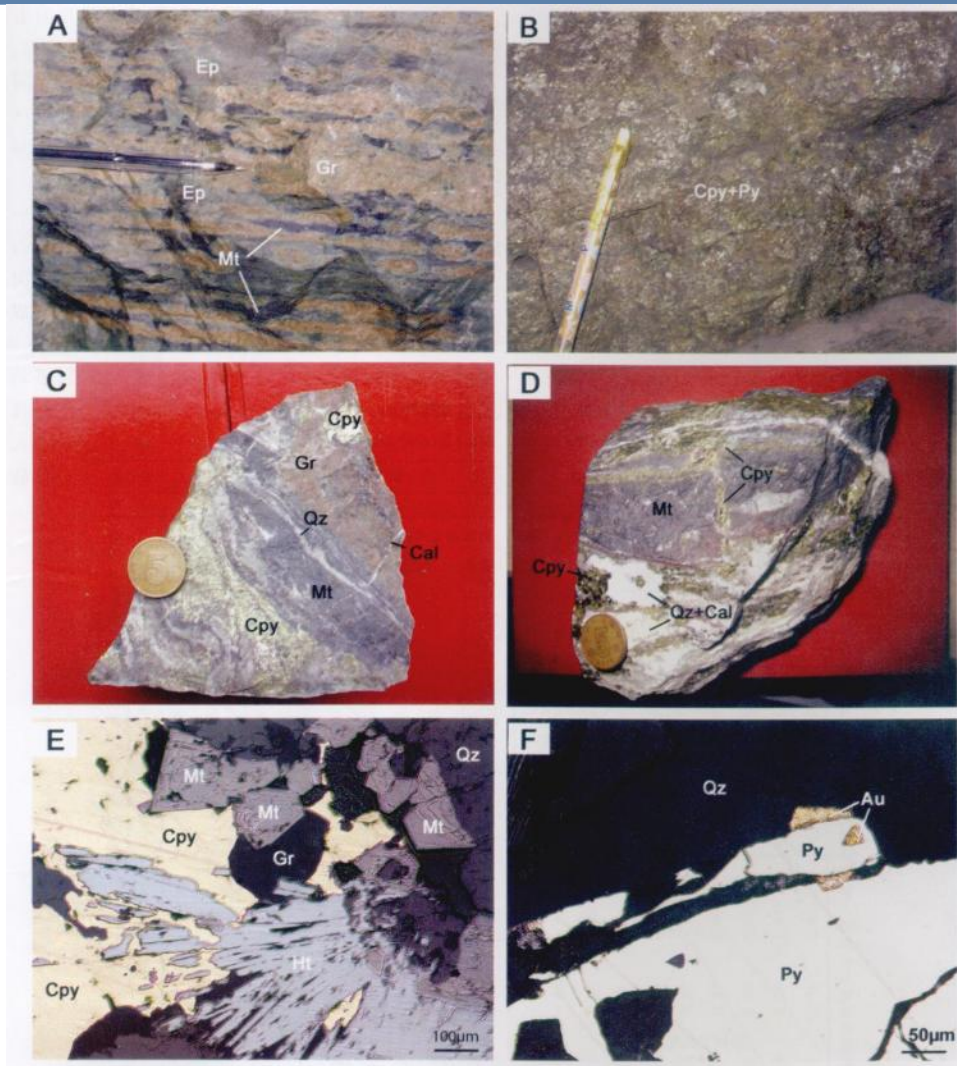
沂南金矿地质概况

- 沂南金-铜-铁多金属矿床位于中国山东省华北地块东南缘沂沭断裂带。
- 该矽卡岩矿床赋存在燕山期（117-125Ma）花岗-闪长岩体和新元古代到寒武纪的岩墙边界，包括石灰岩与砂岩、粉砂岩、页岩互层。



沂南金矿地质概况

- 矿石矿物主要包括磁铁矿、黄铜矿以及局部斑铜矿中含有自然金、镜铁矿与黄铁矿（顾雪祥等，2008）。
- 矿体一般走向长200m，1-5m厚，金平均品位1-5g/t，铜0.2-0.5%，全铁17-25%。
- 自1957年到2006年，沂南金矿已经开采了6,000,000吨矿石，生产了20,000吨铜，1,050,000吨铁、300,000盎司的金和380,000盎司的银。



沂南金铜铁矿床中的典型矿石和矿物共生组合

便携式元素分析仪在沂南金矿的应用



- 为了有效调查便携式X射线元素分析仪在圈定矿体的有效性，我们使用赛默飞尼通XL3t-950分析仪分析了7个钻孔996个测试点。
- 每个岩心样品代表1米的岩芯长度，每米岩芯分析四个测试点（每个测试点距离25cm）
- 测试条件：选择矿石模式，每个测试点分析50秒（主滤光片30秒，低滤光片20秒），每次测试可同时分析约30种元素。

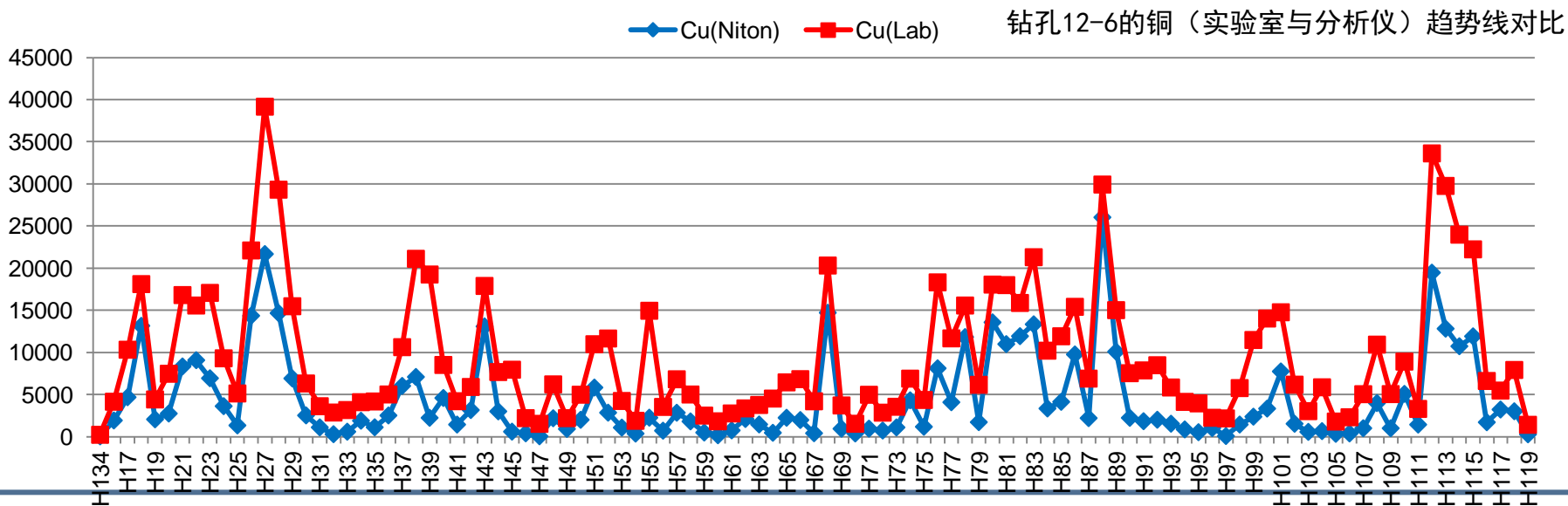
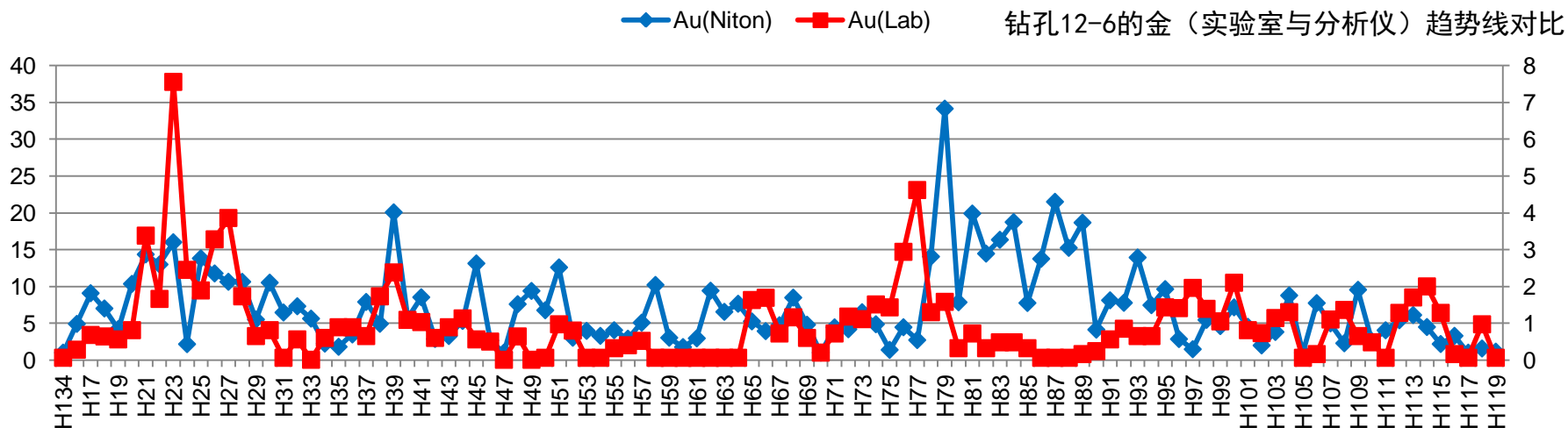


便携式元素分析仪在沂南金矿的应用

- 举例：钻孔zk12-6的便携式分析仪数据与实验室的数据对比表

Sample	From	To	Lithology	Au (Niton)	Au (Lab)	Cu (Niton)	Cu (Lab)	Fe (Niton)	mFe (Lab)	S (Niton)	S (Lab)
H16	642.5	643.5	黄铜矿化矽卡岩	4.9025	0.28	1920.385	2220	140627.8	36300	231067.3	141260
H17	643.5	644.5	黄铁矿化矽卡岩	9.075	0.68	4674.553	5640	271180.2	2300	309359.3	222410
H18	644.5	645.5	黄铁矿化矽卡岩	7.0025	0.64	13149.86	4950	225473.6	12600	255649.7	212460
H19	645.5	646.5	黄铁矿化矽卡岩	4.1925	0.56	2050.323	2360	267960	13500	315662.3	19495
H20	646.5	647.5	黄铁矿化矽卡岩	10.345	0.81	2739.643	4720	251532.8	4800	248811.9	265710
H21	647.5	648.5	黄铁矿化矽卡岩	14.3525	3.38	8329.978	8470	254121.4	36100	312185.2	299220
H22	648.5	649.5	磁铁矿化矽卡岩	12.985	1.66	9071.343	6490	400295.3	189600	405514	221930
H23	649.5	650.5	黄铁矿化矽卡岩	16.005	7.56	6927.815	10130	383774.6	135100	304283.4	25403
H24	650.5	651.5	磁铁矿化矽卡岩	2.1525	2.45	3614.63	5680	322342	261800	304227.3	249150
H25	651.5	652.5	磁铁矿化矽卡岩	13.81	1.89	1331.65	3790	227412.6	206500	209333.7	220420
H26	652.5	653.5	磁铁矿化矽卡岩	11.7625	3.28	14346.97	7750	294972.1	151200	320115.8	268060
H27	653.5	654.5	黄铁矿化矽卡岩	10.6275	3.86	21670.86	17490	424852.6	107000	156138.9	221570

便携式元素分析仪在沂南金矿的应用

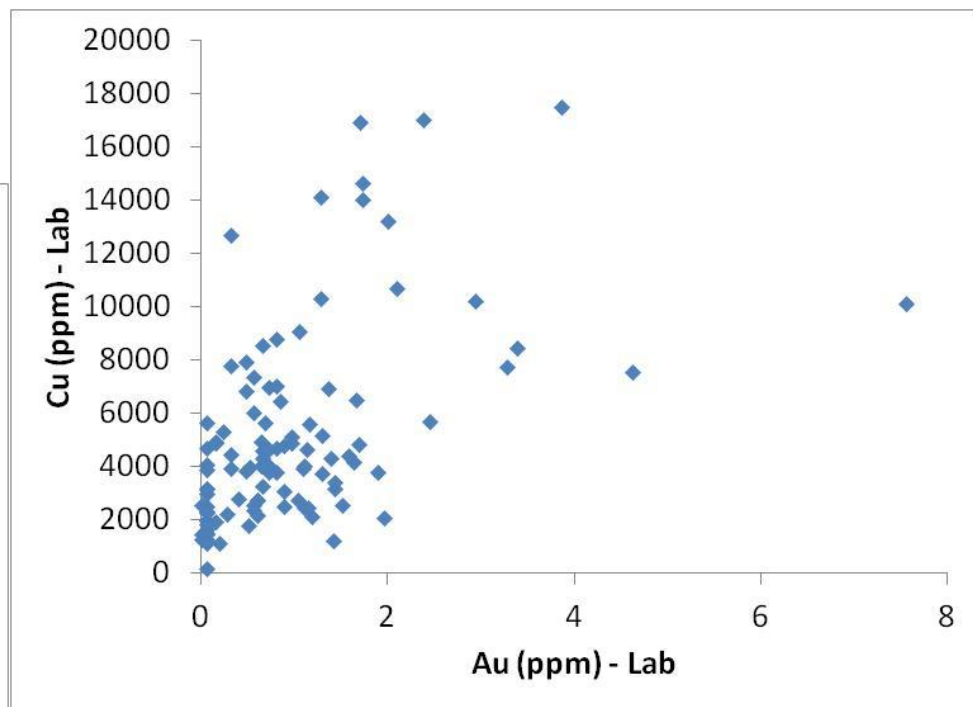
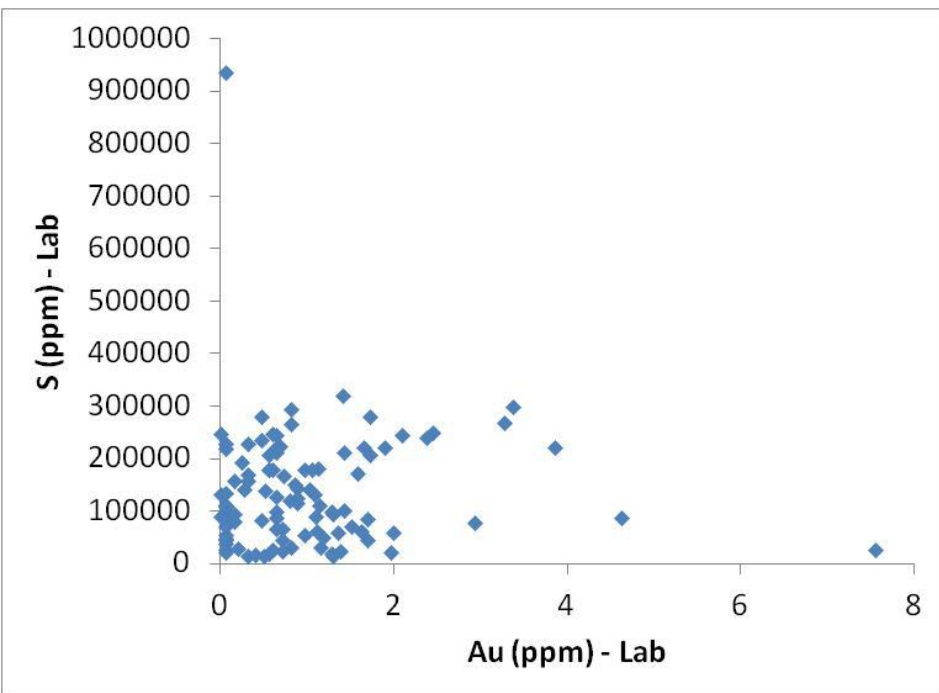


指示元素的判断

- 指示元素法广泛的用于金、铂等贵金属的勘探中
- 指示元素比目标元素更容易被测到，更容易富集，且与目标元素有成因关系。
- 铜、砷、铅、锌、铋、铼和硫通常被用作找金的指示元素。然而，指示元素系列是根据不同的矿床类型而变化的。
- 如果实验室的分析结果显示某些元素与金有好的相关性的话，那么该元素就可作为金的指示元素。
- 那么沂南金矿有哪些元素呢？

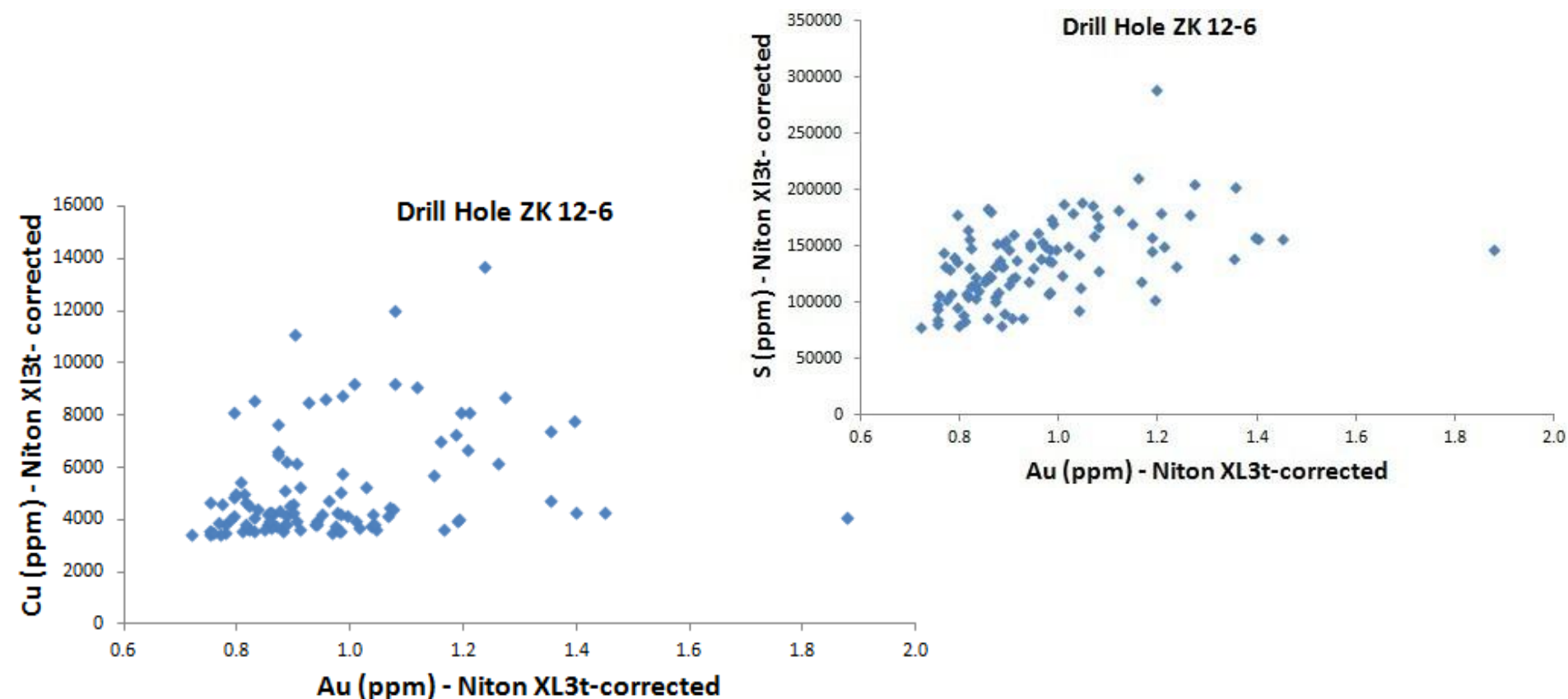
指示元素的判断

- 如图显示，铜和硫与金之间有明显的正相关性，这说明铜和硫在沂南金矿可被用作指示元素。其他元素并没有显示出正相关。



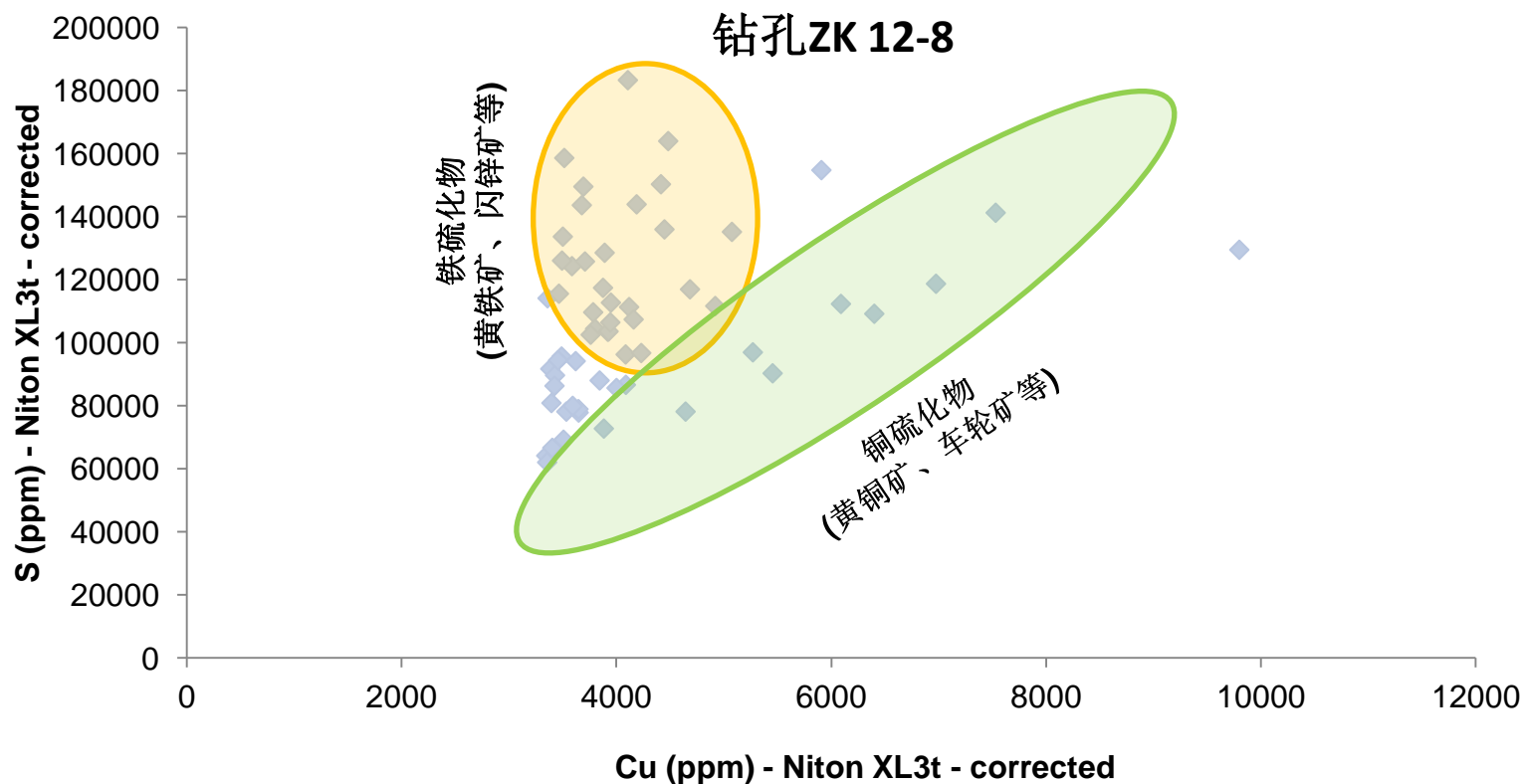
指示元素的判断

- 修正后的硫和铜再次显示出与金的正相关性，这意味着在沂南金矿，硫和铜越高，其金的含量越高。



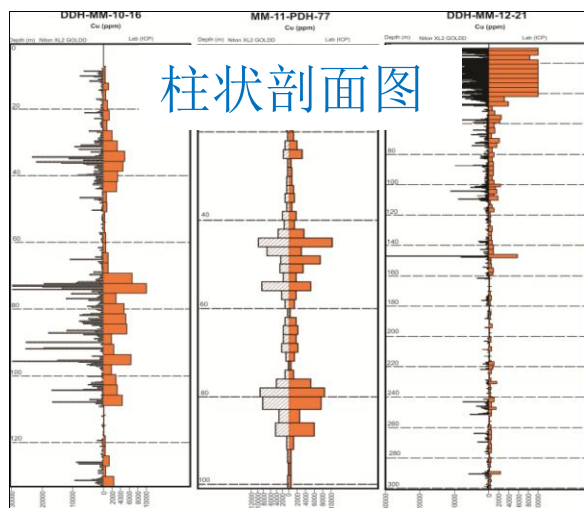
通过便携式元素分析仪数据推测矿物类型

- 一个常见的问题：能否根据便携式元素分析仪数据推测矿物？
- 元素比率和 图表可帮助推测矿物种类
- 例如：沂南金矿的铜和硫的散点图（如下图）可推测出硫化物矿物有黄铁矿、闪锌矿、黄铜矿以及可能存在其他铜的硫化物矿物。

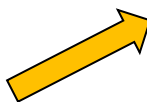


沂南金矿柱状剖面图的重要性

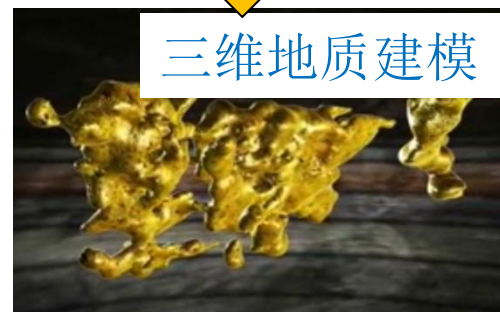
- 柱状剖面图显示孔深-元素之间的变化关系，能直观的帮助异常区的圈定。
- 根据这些柱状图，在野外现场就能够做出加密钻孔、扇形钻孔以及扩边钻孔的重要决定，并进一步追踪矿带和推断矿体形态。



柱状剖面图



钻探



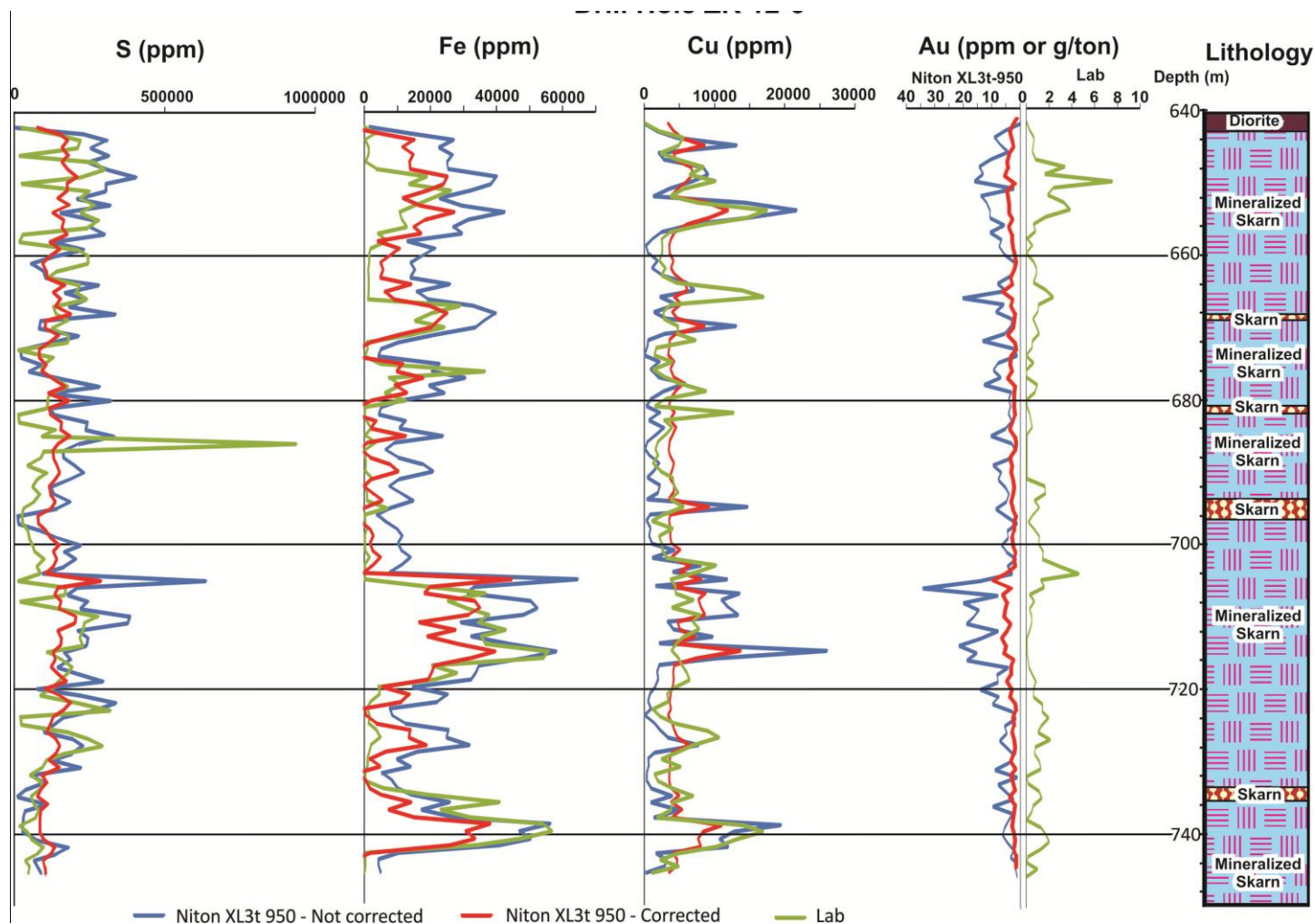
三维地质建模

估算资源量



便携式元素分析仪在沂南金矿的应用

便携式元素分析仪的分析数据与实验室分析数据具有高度相关性，且推断出的异常区域也是相同的。



结论

- 便携式X荧光元素分析仪能够快速现场测试样品中的元素及含量，初步圈定地球化学异常。
- 测试结果表明，原始和校正后的XRF测量的铜，铁和硫的数据与实验室结果具有相关性。
- 柱状剖面度显示，通过便携式元素分析仪得出的数据结合深度判断的异常区域与基于实验室数据分析出的异常区域非常一致。
- 虽然金的含量均低于或接近便携式XRF的检测限，不过校正后的测量值与铜和硫的还是具有正相关性。
- 便携式XRF测量的铜和硫可以被用于作为沂南金矿中黄金勘探的指示元素。



谢谢！ 请参观我们的展位N1馆E11/E22

诚挚感谢：

- 山东黄金集团和沂南金矿
- 山东黄金集团李腾、黄红星
- 沂南金矿常俊山

