

多功能钻机与金属分析探测器

来自世界不同地方的两项最新技术的进展在工作上可以起到相辅相成的作用，从而降低找矿勘探以及采矿和选矿作业的成本并提高其生产率。澳大利亚沃曼国际公司研制成功万能型的通用勘探钻机，美国联合核公司资源部通过它的核工业分支机构研制成功金属分析探测器，是一种用于钻孔中或对样品作贵金属和贱金属测定的装置。这两项技术的进展在各自的领域中都是一项重大的成就。这两项技术的联合使用对地质勘探和采矿来说将是一次巨大的冲击。

沃曼公司的万能型钻机是设计用于冲击钻进、取芯钻进、以及用同一回转器进行反循环钻进的。这种钻机使地质勘探工作者有很大灵活性来适应变化的钻探现场情况。而金属分析探测器则可通过加快取样工作和减少成本来提高地质勘探和采矿的生产率。这种金属分析探测器是第一台直接用于钻孔或表面扫描的实用而可靠的分析装置，可有效地用于一般金属和贵金属的测定。

这种新技术给地质勘探工作者提供了找到矿的几率。由于这种钻机和探测器以及其他孔内和地面仪器的联合使用，地质工作者就可以更加有效地采用钻速较快而成本较低的取岩屑钻进方法，在钻进过程中不但可以按一定的孔段作岩屑分析，而且在终孔时还可用测井方法对岩屑分析结果进行检验，使用了金属分析探测器，在脆性岩层中进行岩屑取样时的污染就不再成其为问题了。

如果发生孔内涌水或漏失而妨碍继续进行取岩屑钻进时，勘探工作者可立即下套管用同一台钻机（沃曼公司钻机）进行取芯钻进直至终孔。另外，岩芯可以在现场用金属分析探测器的扫描装置进行测定，而且岩芯采取率不足的孔段可以用探测器重新测井。这一点是特别重要的，因为这些孔段通常含有松散的岩石，而且往往有高品质的矿物。

由于金属分析探测器在关键时刻能够给出测定值，勘探地质师就能够更加有效地在现场指导钻探计划的施行。比如说，根据孔底获得的钻探数值，地质师就可以决定钻孔钻进到更大的深度。另外，勘探网一端附近的矿物测定值可作为重新布置孔位的依据，或者当钻机还没有撤离现场时作为扩大钻探计划的依据。

从传统的意义上说，因为这种金属分析探测器

与表面扫描装置都不是易损品，即使在停钻时使它继续工作也是合算的。它可以与地表矿物取样工作配合使用，也可以用于鉴定老坑道，或者用于审估尾矿堆。事实上，在这方面的应用，对于从事勘探工作的地质师来说，再没有比这更快速、更便宜和更可靠的方法了。

有许多矿场评价项目采用银矿分析探测器已经顺利地完成了。采用这种金属分析探测器表面扫描装置，地质师在一个正常工班中可以获得几百个测定数据。由于这种装置是完全便携式的，可以在一些难于进入的老矿区收集到比这更多的数据。

另外，还可以进行现场快速分析，有可能使地质师掌握矿区有关矿物学方面的大量资料。

生产前的开发工作

将一个有经济价值的矿床开发成生产矿山往往要经过若干阶段，包括掘进竖井或剥离覆盖层；掘进勘探平巷与生产平巷；对矿的储量以及实际的产量作出规划。

在地下采矿工作中，通常是在生产平巷与勘探平巷掘进中估出矿量。而在目前的实际工作中，估算矿量几乎普遍靠金刚石岩芯钻探。在硬而破碎的岩层以及在软而脆的岩石中进行取芯钻进，其费用可能是非常高的，在这种条件下，采用金属分析探测器与使用冲击钻机的优越性是显著的。虽然金刚石钻进取出的岩芯质量很好，但冲击钻进的钻孔，其成本一般远低于取芯钻进的成本。

我们并不主张取岩芯钻探。由于各种显然的原因，有主见的钻探人员总是要求采取岩芯的。然而，牙轮钻头钻进或冲击钻进的成本不论在什么地区，只相当于取芯钻进成本的 $1/3$ 至 $1/10$ ，特别是钻进不超过45米的浅孔。这样，地质设计人员与钻探施工人员就可以钻一些较密的钻孔，采用金属分析探测器能较便宜、迅速而且精确地估算出矿体的规模。总之，在一般金属和贵金属矿山中对矿床储量的估算可以采用类似于铀矿勘探中已普遍使用的方法，即冲击钻进配合以现场探测仪器。

在矿山作业中的应用

在许多矿山中，对矿体品位的控制可能是一件棘手的事。但采用金属分析探测器就可迎刃而解了。所有矿体块段都可以用许多扇形布置的加密冲击钻孔钻出其轮廓，并配合以及时的探测与分析方法是

行之有效的。对于正在开采的矿石，操作人员也可以更好地控制与调合其品位以便保持选矿的最优品位。

采用探测器与表面扫描装置，在矿石烧结之前就可以连续地和精确地对矿石加以分级。另外，在矿石烧结之后，采用这种分析探测扫描装置也可以保持对它的精确检测。表面扫描装置可以手持操作也可安装在通到选矿厂储仓的管道的任意位置上。在选矿过程中，可以将传感监测器安装在任何地点上。

在美国，联合核公司已为磨矿机进料量的分析与控制问题研制了整套装置。安装这些装置可以监测入选原矿的进料，监测含有有用成份的溶液和水冶溶液以及尾矿的情况。因此，这种类型的监测系统能够在生产进行过程中提供迅速精确的分析结果，提供高效率、改善控制以及最经济作业的可能性。

万能系列钻机

在近二十年来，取岩屑钻进法（指孔底气动冲击钻进—译者注）已越来越普遍地被勘探工作者所采用。因为其成本为取芯钻进成本的1/3至1/10。但是，尽管取芯钻进成本高，在许多情况下还是需要取芯钻进的。原因之一是，对一般勘探工作来说，若用孔内气动冲击器钻进超过300米深的钻孔，为了提供一定压力的压缩空气，其成本可能是很高的。

在1978年以前，市场上还没有一种能用冲击法钻进到300米以上深度的钻机。另外，如果孔内水量过多，或者冲击钻进时压缩空气受阻而排量不足，则同一台钻机需要能够用金刚石钻进到竣工孔。有人曾经做过一些努力想来填补这一空白，但多数工程师认为，要使同一台钻机的回转器既能做到在低速（0至60转/分）下产生最大扭矩，又能在深孔条件下以高达1200转/分的高转速持续钻进，这是做不到的，多数设计人员建议，如果要制造这样一种钻机，就需要设计两个回转器，当然，从操作的观点来看，这样的设计方案是不会令人满意的。

1977年，沃曼公司着手设计制造一台具有通用性的勘探钻机，其意图是使用刮刀钻头、牙轮钻头或者孔底冲击器进行取岩屑钻进，或者进行金刚石钻进，必要时使用双层钻管进行反循环钻进。

目前，沃曼公司生产有万能系列钻机的三种型号。其中5000米型和1500米型钻机具有7.3米的给进行程和12米的提升行程；而1000米型钻机给进行

程为7.3米，提升行程为9米。这三种型号钻机的回转器和夹持器都是可以互换的。这种钻机都是为回转钻进、孔底冲击钻进和反循环钻进而设计的。

金属分析探测器

联合核公司研制的第二代金属分析探测器系统，是用于直接测定本公司在新墨西哥州所拥有的铀矿的品位。在铀矿工业中，长期以来人们已经认识到使用现场探测仪器的重要性。在此，与铀的裂变产物起反应的伽马射线探测器是广泛被采用的。但是，矿体中的不稳定性证实了辐射测量仪器仍存在具体问题。因此提出了需要一种直接测定法而不是推断测定法。

作为一种多用途和耐用的矿山仪器，这种金属分析探测器的研制成功是在野外环境中应用了现有的和新的科学方法，应用了电子线路与程序编排方式来解释数据而取得的一经过全面分析之后，选定了X光荧光原理作为最优工作原理。这是一种有名的试验室分析方法，它是借助于对原子的激发能力并精确地测量出从这些被激发的原子发射出的特有的光谱。因为每一种元素的特有光谱都是已知的，所以X光荧光法能够定性和定量地测出一个样品中一定元素的存在。这种方法的许多优点都得到了一致的公认，它包括：

1. 不需要制备专门的样品
2. 分析迅速
3. 采用普通的伽马射线源，其放射性很小
4. 以数字形式输出信号，计算机连接装置
5. 可以采用简单的设计插件
6. 采用K电子层X光可以测定相当人的样品量

随着自动适应变化的钻孔几何形状、岩石密度以及母岩效应等方法的发展，金属分析探测器才取得了真正的突破。另外，联合核公司决定使用更加丰富而穿透性强的K层电子能，而不使用“集肤效应”的L层电子能。采用这种方法，金属分析探测器就能够较深地穿透到岩层中去，具有较高可靠性和再现性。

联合核公司采矿与选矿部积极地把金属分析探测装置应用于它的NORTHEAST CHURCH ROCK矿已一年余，金属分析探测器已经用于水平巷道掘进中的长孔探测、爆破孔探测以及废渣堆的品位控制和矿藏勘探中的地表钻孔探测。使用金属分析探测器代替放射性测井结果证明，可提高品位测值两倍、降低操作成本、取得较高的效益。

人们已经清楚地看到，金属分析探测技术在铀矿工业之外已经取得更为广泛得多的应用。因为每一种金属元素都有其本身的特征，也就是说K 电子层X 光荧光能够应用于其他重金属元素如银、钼、锡、钨、铅、锑和金。一种用于银矿的金属分析探测装置已迅速研制出来，其灵敏度达到15ppm 左右。对于钼、锑、锡矿，实验证明的灵敏度达30ppm，对于铅和钨矿则达到50ppm。

金属分析探测器的基本装置包括一个0.1米长，外径32毫米的测头或者一个带有6米电缆的小型扫描枪和一个装在小型坚固密闭盒内的微信息处理机。荧光由一个固体电路传感器（不涉及低温物理问题）接受并通过专门设计的电子线路传到微信息处理机中转换为测定值。测定值以数字形式显示在一个液晶显示器上，并以同一数字储存于盒式存储器中。该系统是靠蓄电池带动的，用充电式蓄电池可连续工作六小时。微信息处理机是RS-232 电子计算机兼容制的，能够直接与现有的矿山电子计算机连接。

这种金属分析探测器有许多设计特点，便于野外使用。其中一个特点就是操作简便，不需高度熟练的技术人员。任何操作人员在数小时内即可受到全面的训练，包括对使用Cd-109, Am-241, Co-57放射性同位素的各种仪器的安全操作训练。这些装置中的放射性同位素的放射性量是很低的。

这种金属分析探测器的另一个重要特点是坚固耐用，完全能够经受得起矿山的工作环境。微信息处理机封装在一个盒子内，可在100%湿度环境下工作，水溅到盒子上也能正常工作。事实上，把一个无密封的金属分析探测器原型放在联合核公司矿山的一个悬泉之下，盒内充满了水，微信息处理机仍能继续工作。测头与仪表板都是制成防振的。可以承受野外作业时经常遇到的碰击和掉落，曾在-18℃至+40℃的温度下工作没有发生过故障。

金属分析探测器的另一个设计特点是轻便性，连同测头和微信息处理机都可随身携带，一个人即可在坑道工作面或矿石堆上取样测试，在坑道长孔中测试需要有推杆和电缆绞车，通常需要两人操作。在地表钻孔中测试则需要一台机动绞车和能承受拉力的铠装电缆。即使是这种装备，也可以用直升机吊运，以便在边远地区进行测孔。

地表扫描器与测头是可以互换的。这样，在贵

金属和贱金属矿山中有利于坑道工作面和矿脉结构的测试。地表扫描器的工作原理与测头一样。不过，它更适合于工作面的扫描测试。地表扫描器放射出的光束和手电筒的光束类似，可在26平方厘米的面积上进行取样测试，其穿透深度随岩石密度以及所测金属的荧光能量而变。例如，银的荧光通常能从至少6毫米的岩石深部获得。这种扫描器也适用于粗糙的表面。

尽管这种金属探测器是一种新技术，但在联合核公司所属铀矿和美国爱达荷州至亚利桑那州的许多银矿矿山已经收集到很多现场使用情况的实例。附表说明了在一个银矿坑道的AX 口径取芯钻孔中所取得的测试结果。用金属分析探测器取得的测量值在八个孔段中的七个孔段证实了岩芯的测定值。实际上，在其他孔段中发现了一个峰值，即每吨矿石含银量10.5盎司，但在该孔段的岩芯采取率是很低的。

银金属分析探测器在各种各样的地质条件下，从高品质的黝铜矿矿脉型矿床到低品位的浸染状银矿床都能取得十分满意的结果。因为银金属分析探测器是初步原理性设计的装置，它可直接读出金属银的含量，它不受可能存在的其他地质成份的影响。

银金属分析探测器的测试结果与金刚石钻进所取岩芯测试结果对比：

进尺孔段 (英尺)	用金属分析探测器 测出的平均银含量 (盎司/吨)	岩芯中的银含量 (盎司/吨)
85.3 ~ 91.0	2.21	1.30
91.0 ~ 97.0	3.81	没有取得岩芯
97.0 ~ 98.1	6.20	7.27
98.1 ~ 99.0	20.70	28.27
99.0 ~ 100.0	27.93	36.99
100.0 ~ 101.3	1.32	1.15
101.3 ~ 102.1	0.833	0.892
102.1 ~ 106.0	0.744	0.540

表中岩芯的银含量是用火试金法测出的。将八个进尺孔段取得的岩芯都切割成1至6英寸长的块段，压碎后经火法精炼，取其含银量的平均值，经3星期后才取得测定结果。91至97英尺孔段没有取得岩芯。采用金属分析探测器在1.3小时内即可取得63个测定数据。

谈耀麟 节译自《世界采矿》1983年3月号