



# 我国中心取样钻进应用前景浅析

陈 星 庆

CSR钻进，是70年代以来在西方迅速发展的一种钻探方法。我国称之为空气反循环连续取样钻进。它与先进的金刚石绳索取心钻进相比，效率提高1~3倍，成本仅为其1/3，故而受到各国钻探界的普遍重视。

CSR钻进及取样原理如图1所示。压缩空气从双通道水龙头的旁侧入口进入双壁钻杆的环状间隙下行流向孔底，携带破碎岩屑沿钻杆中心通道上返至地表，再经由胶管进入大小两个并联的旋流器进行旋流分离，空气由旋流器溢出，岩样从下口落入袋中收集。岩样是严格按钻进深度的顺序，并在短期内沿封闭通道返至地表的，既不会丢失和颠倒层位，也不会混入杂质或受到污染，提

供了更接近于地下实际情况的地质资料，尤其是岩石成分与矿体品位资料更加准确。

为推进中心取样钻进在我国的应用，地矿部从加拿大引进了一台CSR-1000AV钻机，进行工艺试验研究和技术上的消化吸收。1987年在山东完成了5个钻孔总计1014.11米工作量的试验，平均时效从原来钢绳钻进的1.1米/小时提高到20.3米/小时；台效从原来401.73米/台月提高到2414.55米/台月；单位成本下降60%。在工艺技术上也积累了丰富的经验。

## 一、试验概况

对比试验在山东某金矿进行，矿区为破碎带蚀变岩型，以绢英岩化花岗岩、斜长角闪岩、花岗质碎裂岩等地层为主，岩性为硬、脆、碎、酥，可钻性为8~9级，采用喷射式孔底反循环钻进和取心比较困难。

试验孔在距原岩心钻施工钻孔旁边1米处，其深度、方位、倾角均与原孔相同。钻进中，地质人员观察孔内连续返出的岩样，了解岩性变化，进行地质编录并按规定收集全部样品。小旋流器将接收到约占总样品量的1/10岩屑按顺序落入下口的肠衣式塑料袋中。大旋流器接收的样品按一定的取样间隔收集，一般每钻进1.5米取一个样，取样间隔与原岩心钻探的取样间隔尽量一致，以便于对比。每个样品按1/2+1/4+1/8+1/8的比例缩分为四份，分别包装并附标签，用于取样化验和留副样。

## 二、地质资料对比

对CSR钻进取得的岩矿样品进行观察和化验分析，与对应的岩心钻探资料对比，主要地质资料数据基本一致。

### 1. 岩样的观察效果 CSR钻进是对孔

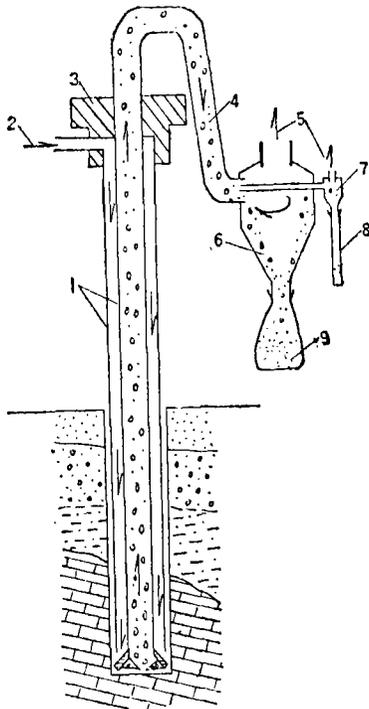


图1 CSR钻进及取样原理

- 1—双壁钻杆；2—压缩空气；3—双通道水龙头；
- 4—胶管；5—空气；6—大旋流器；7—小旋流器；
- 8—肠衣式样品；9—岩矿样品

底岩石进行全面破碎，采集的碎屑岩矿样中，粒度小于5毫米的占90%，最大粒度20~30毫米。岩样中无杂质掺入，不受泥浆污染，因而肉眼观察岩石、矿物的颜色、组分等特别明显，可以准确区分岩石类别。对于岩性差异较小的岩石，通过详细观察大粒度岩块也完全能够辨认。从岩样中金属矿物的含量估计，还可以大致划分蚀变带中矿化的强弱。所以说，岩样完全可以满足岩性描述和地质编录的要求。

此外，小旋流器收集的样品按地层顺序排列在肠衣式塑料袋中，层次分明、界线清晰，相当于被压缩的岩心，每1.5米长的样品代表6米左右地层，既能准确计算层位，又可在需要时供地质人员剖开作进一步观察。图2为肠衣袋剖开后观察岩样的实况。

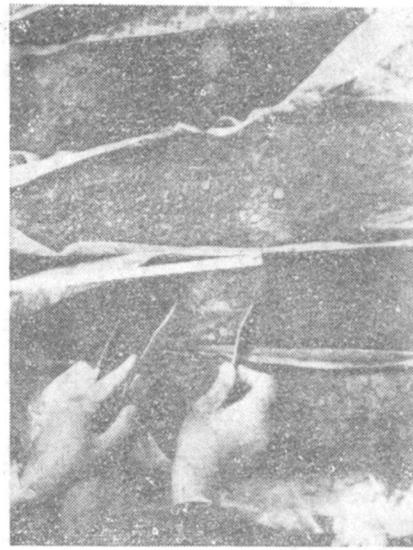


图2 剖开后肠衣袋中的岩样实况

2. 换层深度 表1是一组CSR钻孔和岩心钻孔换层深度数据的对比情况，差别很小。用两种资料做出的钻孔柱状图和地质剖面图基本相同。

3. 矿体位置与厚度及矿体平均品位 在对比孔中，两种钻探方法都揭露出4个矿体，其位置、厚度差别甚微。CSR钻进样品得出的平均品位值普遍高于岩心样品得出的平均品位值(表2)。

4. 不同缩分比例样品的代表性 从大器样品中分别取样化验其品位值进行对比，四种样品的品位值高度吻合，说明岩样上返旋流器样品缩分后的各部分及对应的小旋流

表1 换层深度对比

岩石名称	换层深度(米)		相差值(米)
	岩心钻孔	CSR试验孔	
黑云变粒岩			
混合岩化斜长角闪岩	25.41	27.00	1.59
绢英岩化斜长角闪岩	41.06	40.20	-0.86
绢英岩化花岗岩	46.93	45.30	-1.63

过程中混合均匀，缩分成各种比例的样品都具有代表性(图3)。

### 三、CSR钻进样品的地质效果评价

通过上述数据对比，CSR岩样具有：

1. 岩矿样品质量好、代表性强 由于

表2 矿体位置、厚度、平均品位对比

钻孔号	矿体编号	矿体位置(米)		矿体中心位置(米)			矿体平均品位(克/吨)		相差值(克/吨)
		岩心钻孔	CSR试验孔	岩心钻孔	CSR孔	相差值	岩心钻孔	CSR孔	
534	I	72.51~83.66	72.51~82.73	78.09	77.62	0.47	5.26	7.94	2.68
	III	100.41~108.05	100.41~109.15	104.23	104.78	-0.55	3.10	6.07	2.97
542	I	87.03~96.68	87.03~96.68	91.86	91.86	0	2.07	3.16	1.09
	III	107.05~109.70	106.06~110.65	108.38	108.36	0.02	2.58	7.20	4.62
	II	149.53~157.85	153.03~154.08	153.69	153.56	0.03	5.96	3.39	-2.77
537	IV	158.06~169.29	161.79~162.79	163.68	162.29	1.39	4.19	5.79	1.60

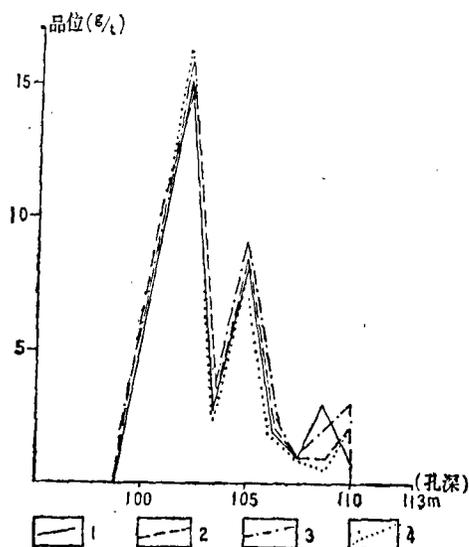


图 3 不同缩分比例样品品位对比

1—1/2样品品位变化曲线；2—1/4样品品位变化曲线；  
3—1/8样品品位变化曲线；4—小旋流器样品品位曲线

CSR钻进破碎后的岩屑在高速气流携带下，很短时间返至地表，通过观察岩样随时可以了解和掌握地下岩层的变化情况。岩样从钻杆中心送出，既不会损失，又严格按顺序排列，正确反映出所钻岩层的柱状全貌。样品内无杂质、无污染，粒度小、混合均匀，便于观察描述和取样化验，可省略粗碎工序。由于不同缩分比的样品都具有代表性，钻进过程中只需按一定比例收集和保存部分样品即可达到同样的地质目的，从而节省了大量的取样工作量。

2. 能够准确划分地质界线和圈定矿体正常钻进中，携带的岩屑以15米/秒速度上返，岩样由孔底到地面仅需数秒至十余秒时间，期间钻头进尺只有几厘米。因此，接收到岩样时的孔深，基本上就是该样品所处的地下位置。用这样得出的数据计算地质界线、圈定矿体，误差很小，较确切地反映了岩矿层的地下状态。

3. 矿体品位及主要地质资料正确可靠

由于岩心钻探取出的岩心柱小于钻孔直径，在成分不均、破碎松散、软硬互层等地质层施工时，有些成分破碎后随冲洗液流失，

加之采取率不足及劈样、采样不均等因素影响，其岩心难以代表岩矿层的全貌。在破碎带蚀变岩型金矿中，金的主要富集部位在强蚀变的破碎带内，极易磨碎冲失，用岩心采样化验得出的品位值，金含量相对低一些，难以代表矿层的真正品位，造成人为贫化。CSR钻进可将整个钻孔柱的全部破碎岩屑收集为样品，成分不会丢失，品位值普遍高于对应的岩心钻探的品位值，这充分说明中心取样的品位资料更符合矿体实际情况。利用CSR样品为依据作出的钻孔柱状图、地质剖面图和矿体位置、形态、平均品位等主要地质资料均与岩心钻探得出的结论基本一致，获得了相同的地质效果。个别方面存在差异，并不是钻探方法不同造成的，而是因金矿床本身的不均一性所造成的。从两种钻进方法的原理分析和试验证实，中心取样的资料更为正确可靠。

#### 四、我国推广应用中心取样钻进的前景

CSR钻进是在世界各国普遍面临找矿难度增加，勘探成本增大的形势下，在不断寻求更有效、更廉价的地质勘探手段过程中发展起来的。我国近年来由于地质投资减少和生产费用增高等原因，年钻探工作量只能达到最高年工作量的一半，影响了地质勘探和矿产评价的速度。如果把现有钻探投资的一半用来进行中心取样钻进，就能完成3倍于岩心钻探的工作量，达到原最高年钻探工作量1200多万米的水平，这样的少投入，多产出对加快地质工作步伐将起重要的作用。

我国幅员辽阔，自然和地质条件千差万别，需要发展多工艺钻探技术。中心取样钻进除具有上述优势之外，还特别适合在复杂地层条件和干旱缺水地区施工。那些因破碎坍塌、漏失严重、水溶水敏、冻土地带和岩矿心难以采取等原因造成的困难，用中心取样来解决是十分行之有效的。我国西北部干

(下转第6页)

勘查及开发工作。其内容可以包括区调填图、测绘、找矿勘探、水文和工程勘察、钻探施工、物探、化探、遥感、采矿、选矿、原料加工等多个方面。这样做，不但可以消化富余的生产力直接赚取外汇，而且可以解决国内紧缺的矿产资源因缺外汇供货不足的问题。通过地质勘查工作走向国际市场，还可以大幅度提高我国地质工作的管理水平和地质队伍的技术素质。

#### 四、率先改革沿海地区经营管理体制

1. 以国家拨付的地质勘探费无偿支付1/20万及1/5万区域地质调查，以及重要大宗矿产资源的远景调查（主要是资源概貌、分布及规模）。工作结束后，调查单位应按公益性事业管理办法向国家主管部门提交相应的成果报告。这些报告将无偿提供使用（只收取合理的工本费）。

2. 沿海地区由于地质工作服务领域不断扩大，使地质工作的总供给与总需求已趋于平衡，因此，矿产普查、详查、勘探工作，宜一律遵循“谁用矿，谁受益，谁出钱”的原则，不论企业所有制的性质，一律实行由用矿或开发单位出钱招标或委托勘查，勘查成果只向政府主管部门和投资方提交；也可以采取国际市场通行的合资勘探方式，即勘查单位与拥有地产权的部门合资经营，以达到最后获得开发股权的目的。不论采取何种方式进行普查勘探工作，都不搞无效无偿的勘查经营活动。

3. 每年由国家统一发布矿产资源信息和勘查成果快报，向国内外开发单位、公司公告矿种、产地、规模、质量、埋藏深度，以吸引开采投资。

4. 通过派遣人员出国或派人到外资企业工作进修，尽速培训一批可出国工作的技术队伍和管理专家。他们必须是懂英语、懂业务（能把关）、懂外贸、懂经济、懂法律的。首先去第三世界国家。

（地质矿产部地质勘查司）

（上接第9页）

旱、半干旱地区，用这种空气钻进方法能实现无水钻进。对于那些有用矿物成份分布不均，容易因钻进、取心、采样等人为因素造成矿体贫化或富集的矿区，应当规定必须采用一定数量的中心取样钻进，以求得更准确的矿体品位资料，这时，反循环中心取样钻进就不单是配合手段，而成为一种必要手段了。

随着物探测井技术的进步，通过钻孔测井所取的数据能够补充和丰富从岩样中获得的地质资料，取得更好的地质效果，为反循环中心取样钻进的扩大应用创造了有利条件。

此外，我国目前的钻探工艺技术和设备、钻具的制造能力，已完全能满足开展双壁钻具反循环中心取样钻进的需要。国产动力头钻机、双壁钻杆、配套机具等已经开始试用，并取得良好的效果。再通过对引进的CSR钻机进行技术上的消化吸收，使设备制造和操作技术水平更提高一步，为在大范围内推广应用中心取样钻进打下物质基础。

诚然，中心取样钻进全面破碎的方式会对岩石、矿物的固有结构特征及其赋存状态造成一定的破坏，影响某些地质资料的收集。如成分相近而构造不同的两种岩石，仅靠观察岩样来区分就比较困难。也无法采集到岩矿鉴定样，体重样、湿度样、力学试验样等，仍需配合一部分岩心钻孔方能解决。由于CSR钻探设备、钻具价格较高，体积与重量也大，因此一次性投资费用较大。使用过程中还受地形、交通条件的限制也影响其大量的应用。此外，地质界一直以岩心作为获取地质资料的实物依据，要改变为以碎屑岩样作依据，还需要制定相应的新规程规范和适应的过程。尽管如此，我国开展中心取样钻进不但各方面条件已基本成熟，而且有着广泛的应用前景，我们应当推进这项新技术的发展和运用，使其成为多工艺钻进技术的重要组成部分和矿产勘探的主要手段。

（地矿部勘查技术司）