

地质技术革新展览会 技术资料选编

实 验 工 作

地质技术革新展览会资料组编

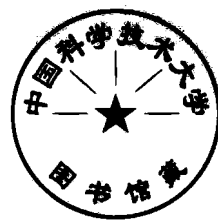
中 国 工 业 出 版 社

地质技术革新展览会

技术资料选编

实验工作

地质技术革新展览会资料组编



中国工业出版社

地质技术革新展览会技术资料选编

实 验 工 作

地质技术革新展览会资料组 编

(凭证发行)

*

地质局书刊编辑室编辑

中国工业出版社出版

新华书店发行

北京印刷八厂印刷

1971年11月第1版 1971年11月第1次印刷

15165·4608(地质-385) 每册0.75元

毛主席语录

鼓足干劲，力争上游，多快好省地建设社会主义。

备战、备荒、为人民。

打破洋框框，走自己工业发展道路。

工业学大庆

中国人民有志气，有能力，一定要在不远的将来，赶上和超过世界先进水平。

我们要求把辩证法逐步推广，要求大家逐步地学会使用辩证法这个科学方法。

开发矿业

前 言

无产阶级文化大革命，使地质战线的面貌发生了深刻的变化。毛主席的无产阶级革命路线更加深入人心，指明了多快好省办地质的道路。特别是党的“九大”和九届二中全会以来，广大地质战士精神振奋，斗志昂扬，在大打矿山之仗的群众运动中，发挥着社会主义工农业建设开路先锋的作用。

“革命就是解放生产力，革命就是促进生产力的发展。”在无产阶级文化大革命的推动下，广大地质战士高举“鞍钢宪法”的光辉旗帜，广泛开展了群众性的技术革新活动。他们努力学习马克思列宁主义、毛泽东思想，狠批刘少奇一类骗子鼓吹的唯心论的先验论、反动的唯生产力论、地主资产阶级的人性论、阶级斗争熄灭论以及“洋奴哲学”、“爬行主义”、“技术挂帅”、“专家路线”等反革命修正主义黑货，实行以工人为主体的“三结合”，自力更生，艰苦奋斗，创造了不少新方法、新技术、新设备、新仪器、新工艺，取得了显著成绩。地质普查找矿人员以毛主席的光辉哲学思想为武器指导找矿、探矿，使“死矿”变活矿，“小矿”变大矿，“贫矿”变富矿，为工农业建设提供了大量矿产资源。地球物理和地球化学探矿人员，与地质、钻探人员密切配合，通过反复实践，不断加深对客观地质规律的认识，在一些原来认为是“非矿异常”的地方找到了隐伏矿体。地质实验人员走出办公室，深入现场，在三大革命斗争中攻破了一个又一个分析难关，制定了许多简便、快速、有效的分析方法。许多探矿厂和野外地质队修配间的革命职工，怀着对钻探和坑探工人深厚的无产阶级感情，决心革除各种笨重设备，制成了各种类型的重量轻、体积小、操作方便的新型钻机，以及各种机械化、自动化的设备，大大减轻了体力劳动，提高了效率。地质战线的技术革新成果，如烂漫山花开遍大地。

为了及时总结交流文化大革命以来各地多快好省办地质的先进经验和技术革新成果，一九七一年初地质局在北京举办了地质技术革新展览会。我们选择了其中一部分技术资料，汇编成《地质技术革新展览会技术资料选编》，供广大地质战士参考。本书共分五册出版，即：普查找矿、地球物理探矿、实验工作、钻探工程、坑探工程。

由于我们水平有限，选编工作肯定会有不少缺点甚至错误。希望地质战线广大工人、革命干部、革命技术人员批评指正。

目 录

用毛泽东思想指导实验工作大搞综合利用	贵州省地质局实验室 (1)
土法炼碘	江西省重工业局地质实验室、九〇八地质队 (3)
高频介电分离法	地质科学研究院地质矿产研究所 (5)
光谱法测定稀有元素矿物量的原理及其应用	综合地质研究所南京实验室 (10)
硫—硒高折光率浸剂的配制	地质科学研究院地质矿产研究所 (36)
钨钼分析方法试验总结	某矿区综合利用研究组 (39)
矿石中钨钼的分离与测定方法	某矿区综合利用研究组 (48)
铜镍矿中测定铈铈试验总结	某矿区综合利用研究组 (51)
铂、钯小试金分析方法和提高光谱分析灵敏度的经验	
.....	地质技术革新展览会资料组整理 (60)
矿石矿物中银的光谱测定	地质科学研究院地质矿产研究所 (62)
矿石矿物中稀土、锆、铪的光谱测定	江西省重工业局地质实验室 (63)
稀土元素及钍的化学光谱法测定	地质科学研究院地质矿产研究所 (79)
矿石中稀土元素分析方法	广东省地质局中心实验室 (84)
纸上色层分离测定铈钽及其单矿物的主要组份	综合地质研究所南京实验室 (130)
轻便煤发热量测定仪	原湖北省地质学校 (137)
氧化膜筒易煤碳氢测定管	原湖北省地质学校 (141)

用毛泽东思想指导实验工作大搞综合利用

贵州省地质局实验室

我室广大革命职工，经过无产阶级文化大革命的锻炼，提高了在无产阶级专政下继续革命的自觉性，明确了地质实验工作为无产阶级政治服务的方向。在伟大领袖毛主席关于综合利用一系列指示的指引下，狠批了叛徒、内奸、工贼刘少奇的反革命修正主义路线，在省兄弟部门和一一三地质队同志们的协助下，大力开展综合利用的研究工作，使一个十余年前被判了“死刑”的大磷矿获得新生，成为一个特大型含重稀土磷矿床，并且研究出了这种新型稀有矿产回收利用的流程方案，为综合利用作出了一定贡献。

该矿早在1958年经群众报矿发现，曾花了四年时间进行勘探，投资40余万元。但是，由于受反革命修正主义路线的影响，搞“单打一”，只对磷矿进行了评价。结果，以“一大型低品位磷矿床，暂不利用”而打入“冷宫”。

在无产阶级文化大革命的斗、批、改运动中，批判了“实验工作只对来样负责”的错误思想和野外队提出什么项目就分析什么项目的单纯任务观点，树立了为革命搞好实验工作的思想。我们重新翻阅了过去的分析报告，发现这个大磷矿的光谱分析结果中含有较富的重稀土组份。广大革命职工提出应立即复查。对这一问题，曾引起争论。有人说：“根据国外资料，稀土矿都与火成岩有关，沉积岩中搞稀土，没听说过！”但是，洋教条束缚不了用毛泽东思想武装起来的人。我们遵照伟大领袖毛主席的教导“我们的责任，是向人民负责”，“外国有的，我们要有，外国没有的，我们也要有，”认真进行了复查，抽取了该矿的副样32件，发现稀土的含量很稳定。为了进一步了解重稀土在深部的含量情况，我们准备再化验200件样品，认识其规律。可是几十平方公里的矿区，由于下马十余年，寻找深部样品存在很大困难，如果动用钻探搞深部采样，必须花费数万元以上投资。按照毛主席关于“节省每一个铜板为着战争和革命事业”的教导，我们决心寻找当年钻探的岩心副样，在兄弟地质队的协助下，经过当地贫下中农和老工人的回忆、追索，终于在远离矿区170公里的地方找到了全部岩心副样。全部样品化验后，进一步证明了稀土元素含量在纵深方向上均十分稳定，从而没有动一点工程就肯定了这个被打入“冷宫”的大磷矿是一个大型含重稀土磷矿床，打破了“沉积岩中无稀土”的谬论。

该矿产于下寒武统底部上震旦统白云质灰岩的侵蚀面上，分布面积达几十平方公里，矿层自下而上分为白云质磷矿层和硅质磷矿层，共计平均厚度十余米。矿物组份主要为胶磷矿，脉石矿物主要为白云石、石英、方解石、玉髓等。重稀土随胶磷矿而赋存，未见单矿物。有人认为，不是单矿物就无法利用。甚至讥笑为“镜中花，水中月，在世界上还没有利用的先例。”但是，我们遵照伟大领袖毛主席的教导，批判了那些停止的论点，悲观的论点，无所作为的论点。我们满怀革命豪情，坚决冲破地质实验工作“只管样品化验百分比，不管用矿”的行业界限。大搞社会主义协作，终于又探索出一条回收富集综合利用的途径。

卑贱者最聪明！高贵者最愚蠢。在省科技局规划下，我们实验室和省冶金局冶金设计院、省化工局化工研究所三个单位密切协作，以毛主席的光辉哲学思想为指导，以革命大批判开路，因陋就简，土法上马，大搞工业利用实验，很快使湿法综合提炼的小型试验获得成功。使得稀土含量从原来的0.098%原矿品位富集达到了4—5%，回收率在90%以上。同时使原来未能利用的磷矿，得到综合利用，在同一流程中经过处理，制出了含有效磷在30%左右的沉淀磷酸钙肥料。

毛主席教导我们说：“**通过实践而发现真理，又通过实践而证实真理和发展真理。**”事实表明，自然界只有未被认识的矿，却没有不能利用的矿。我们决心高举毛泽东思想伟大红旗，坚持地质实验工作为无产阶级政治服务，为社会主义地质事业服务的正确方向，走地质实验工作的新路，鉴定、化验、光谱和地质研究密切配合，既验矿、找矿，也管用矿，为社会主义革命和社会主义建设贡献自己的一份力量。

土 法 炼 碘

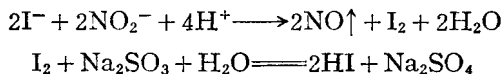
江西省重工业局地质实验室、九〇八地质队

碘，是国防工业急需的资源；也是重要战备物资。

江西地质实验室革命职工和九〇八地质队革命家属，遵照毛主席“备战、备荒、为人民”的教导，土法上马，采用煤油提碘的方法，办起了江西省第一个碘厂。

一、基 本 原 理

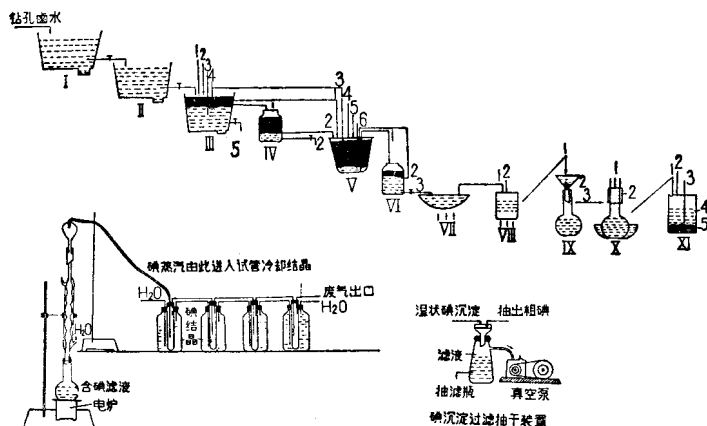
煤油提碘的主要过程是：亚硝酸钠氧化，煤油萃取，亚硫酸钠反萃取。基本化学反应如下：



二、工 艺 流 程

(一) 钻孔卤水在池中静置澄清约16小时。

(二) 将澄清卤水放入另一池后，转入酸氧化萃取池，依次将卤水酸化，氧化，萃取，



煤油法提碘工艺流程示意图

- | | | |
|--|-------------------------------------|---------------------------|
| I. 澄清池 (25米 ³) | 3—煤油循环使用; | 1—趁热过滤; |
| II. 澄清卤水贮池 (20米 ³) | 4—Na ₂ SO ₃ ; | 2—棉花; |
| III. 酸氧化萃取池 (15米 ³), | 5—定量H ₂ O; | 3—自来水淋浴冷却。 |
| 1—H ₂ SO ₄ ; 2—NaNO ₂ ; | 6—人力搅拌。 | X. 3000毫升烧瓶放入盆内, |
| 3—人力搅拌; | VI. 油水分离瓶; | 1—自来水; |
| 4—煤油; | 1—虹吸管; | 2—烧杯。 |
| 5—弃剩卤水出口。 | 2—油相出口; | XI. 500毫升烧杯; |
| IV. 油水分离瓶; | 3—水相出口。 | 1—滤液; |
| 1—油水溶液; | VII. 加热铁锅; | 2—固体NaNO ₃ 或饱和 |
| 2—卤水出口; | VIII. 烧杯加热 (500毫升); | NaNO ₃ 水清液; |
| V. 洗脱缸; | 1—趁热移入; | 3—玻璃棒搅拌; |
| 1—油相直接移入缸内; | 2—H ₂ SO ₄ 。 | 4—含游离碘液; |
| 2—油相进入; | IX. 3000毫升烧瓶; | 5—碘沉淀。 |

使碘溶解在煤油内，剩下的卤水可以提溴、锂等。

1. 酸化：按每吨卤水加 2.2 升工业用硫酸，酸化到 pH 值为 1—2 的范围。

2. 氧化：工业用的亚硝酸钠，按卤水中总碘量的 60%，加入卤水中，使碘离子氧化成碘分子。

3. 萃取：煤油与卤水的重量比，依次按 1:33、1:66、1:66，加煤油萃取三次。使碘分子溶解在煤油中，将此煤油移入洗脱缸内。

(三) 按油相中总碘量的 60%，加入工业用亚硫酸钠，以及定量水，经搅拌，使碘洗脱到水中（分三次洗脱），将此水移入铁锅内。

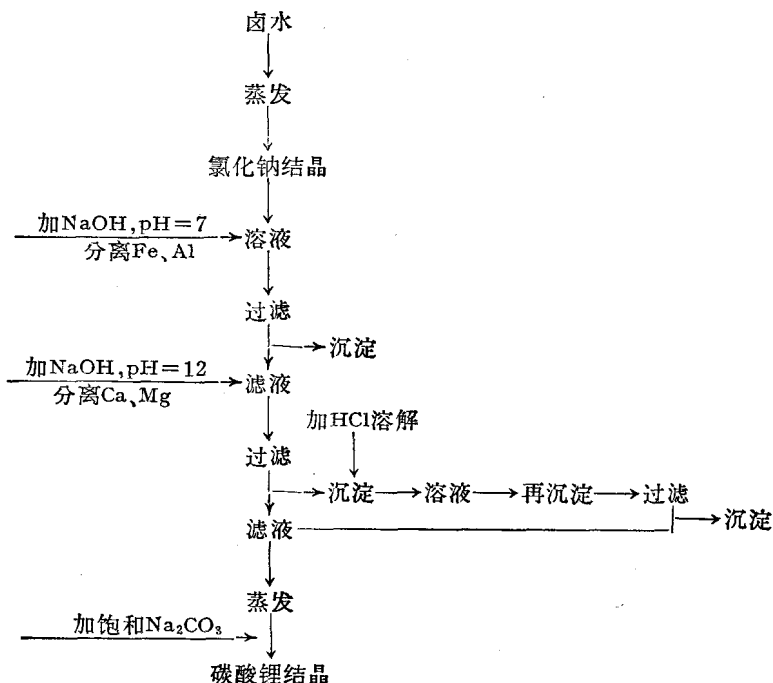
(四) 经第三次洗脱后的煤油，加适量水洗净煤油，将煤油和水分开，可循环使用。

(五) 加热铁锅，使水蒸发，碘浓缩，到每毫升含碘大于 10 克时，趁热移入烧杯内，用工业硫酸酸化至 pH 值为 1—2 时，放置木炭炉上加热浓缩，至原体积的三分之一时，过滤到烧瓶中，并用自来水冷却。

(六) 冷却后的洗脱液，轮换加入工业用固体亚硝酸钠和亚硝酸钠的饱和水溶液，碘就结晶出来，过滤抽干后，即为粗碘。滤液中残存碘经升华，冷却，结晶，并入粗碘中。

(七) 粗碘与三级硫酸的重量比，按 4:1 放入带下口活塞的烧瓶中，加热，温度控制在 134℃ 左右，将碘蒸汽放出冷却，即为精碘。

附：从卤水中提取碳酸锂的工艺流程



高频介电分离法

地质科学研究所地质矿产研究所

在无产阶级文化大革命取得伟大胜利的大好形势下，广大地质实验室的革命职工高举“鞍钢宪法”的旗帜，大搞科学实验和技术革新，对从矿石和重砂中分离各种单矿物的方法进行了研究，高频介电分离法就是其中的一种。

细小矿物的分离，一般是根据矿物的比重、磁性、电磁性、光性、光电性、导电性等物理特性及化学特性进行的。根据矿物的介电性，利用不同矿物在不同介电液中，在高频电磁场作用下而呈现不同电容量来分离矿物，即为高频介电分离方法。山东省地质局实验室等单位都试制了高频介电分离仪，已用于生产，发挥了一定效用。

一、高频介电分离原理

介电性是矿物的一个重要物理特性，一般用介电常数 ϵ 来表示。它是以某物质为介质时的电容量相对于以真空为介质时的电容量的倍数，由公式 $C = \epsilon C_0$ 表示。

置于介电液中的介电质矿物，在电场的作用下，其作用力 F 的大小由矿物介电常数 ϵ_1 、介电液介电常数 ϵ 、电场强度 E 、场强梯度及矿物颗粒大小所决定。由电动力学计算得：

$$F = \epsilon r^3 \frac{\epsilon_1 - \epsilon}{\epsilon_1 + 2\epsilon} E \frac{dE}{dx},$$

式中 ϵ_1 ——矿物的介电常数；

ϵ ——介电液的介电常数；

E ——电场强度；

$\frac{dE}{dx}$ ——场强梯度；

r ——矿物颗粒半径。

当 $rE \frac{dE}{dx}$ 为定值时，则 F 是 ϵ 、 ϵ_1 的函数；

当 $\epsilon_1 > \epsilon$ 时，则 $F > 0$ ；

当 $\epsilon_1 < \epsilon$ 时，则 $F < 0$ ；

即在电场一定的情况下，矿物介电常数大于介电液的介电常数，则此矿物被吸引 ($F > 0$)；反之，矿物介电常数小于介电液介电常数，则矿物被排斥。

电场可采用低频电场，也可以采用高频电场，利用高频电场的高频高电压来分离矿物，即为高频介电分离方法。

二、高频介电分离仪线路设计与制造

高频介电分离仪 (图 1) 包括产生高频电磁波的电源部分及测试工具部分。测试工具

部分包括分离电极和配制介电液的滴定管等。

分离电极应由韧性强、导电性好、不易氧化的材料制成，可采用铂铱丝、镀银磷铜丝等，形状可为针状和环状，环状可避免尖端放电，环径大小根据仪器功率大小而定，一般直径为0.5厘米。

仪器线路设计各单位略有不同，现将本所设计的线路图（图2）及所需元件（表1）列于后，供参考。

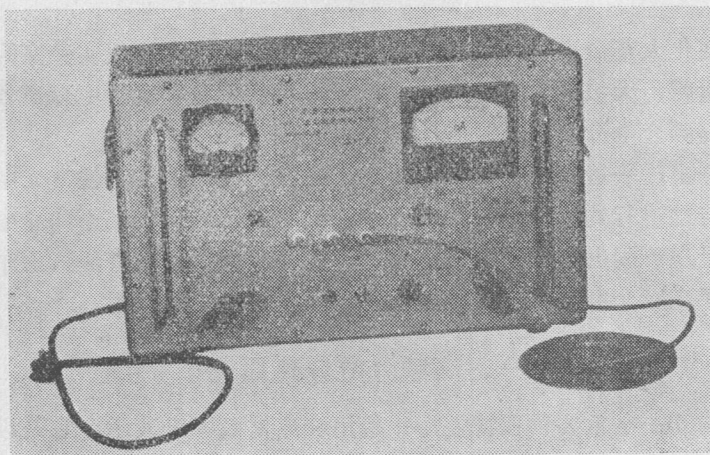


图1 高频介电分离仪外貌

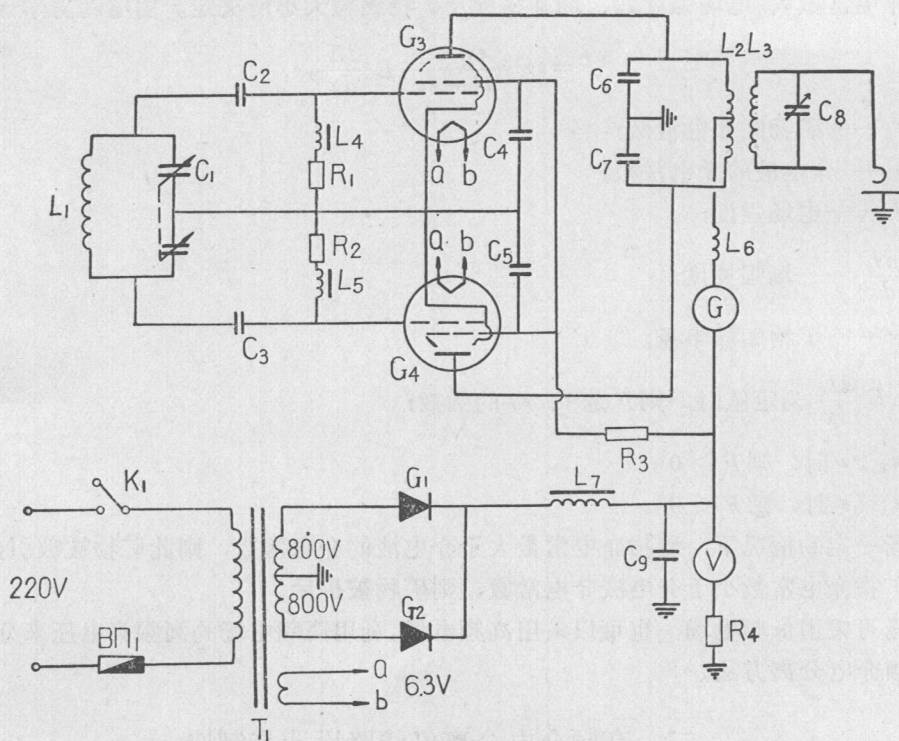


图2 高频介电分离仪线路图

高频介电分离仪元件明细表

表 1

符 号	名 称	型 号 (或 规 格)	符 号	名 称	型 号 (或 规 格)
G ₁ , G ₂	硅 整 流 管	2cL-0.3/2.5	R ₄	附 加 电 阻	1500kΩ,
G ₃ , G ₄	电 子 管	807	C ₉	油 浸 电 容	4μf, 1kv
C ₁	可 变 电 容	250pf	L ₁	振 荡 线 圈	7匝
C ₂ , C ₃	云 母 电 容	250pf	L ₂	迴 路 线 圈	32匝
C ₄	云 母 电 容	6800pf	L ₃	耦 合 线 圈	7匝
C ₅	云 母 电 容	6300pf	L ₄	高 扼 圈	4.5mH, 100mA
C ₆	瓷 介 电 容	80pf	L ₅	高 扼 圈	4.5mH 100mA
C ₇	瓷 介 电 容	80pf	L ₆	高 扼 圈	7mH 300mA
C ₈	可 变 电 容	40pf	L ₇	低 扼 圈	10H 300mA
R ₁	碳 膜 电 阻	50kΩ, 5W	T ₁	电 源 变 压 器	
R ₂	碳 膜 电 阻	50kΩ, 5W	K ₁	电 源 开 关	
R ₃	碳 膜 电 阻	25kΩ, 50W	BП ₁	保 险 丝	5 A

三、分离测试方法

在用高频介电分离仪分离矿物方面, 山东地质局实验室、江西重工业局实验室和我所作了一些工作, 但目前还未总结出一定的规律性。

矿物介电常数的测定一般是采用“比较推算法”, 即在玻璃皿中放入矿物样品和介电常数已知的溶液。放入电极后, 根据矿物运动的情况来决定矿物介电常数的大小。另外, 也可以采用“Q表法”、“电桥法”。

用于分离的介电液, 要求无色透明, 尽量避免使用有毒试剂和易燃试剂, 要求化学纯, 每组介电液能充分互溶。

常用的介电液如下:

乙醚: $\epsilon = 4.3$;	氯仿: $\epsilon = 5.2$;	煤油: $\epsilon = 2.1$;
四氯化碳: $\epsilon = 2.24$;	丙酮: $\epsilon = 21.5$;	乙醇: $\epsilon = 26.8$;
甲醇: $\epsilon = 33.7$;	甘油: $\epsilon = 56.2$;	蒸馏水: $\epsilon = 81$ 。

一般四氯化碳与乙醇为一组, 乙醇与水为一组, 也有用四氯化碳与甲醇一组的。混合液的介电常数由下式计算:

$$\epsilon = \frac{\epsilon_1 V_1 + \epsilon_2 V_2}{V_1 + V_2},$$

式中 ϵ ——混合液体的介电常数;

ϵ_1 ——一种液体的介电常数;

ϵ_2 ——另一种液体的介电常数;

V_1, V_2 分别为一种液体和另一种液体的体积 (毫升)。

测试矿物介电常数的步骤如下:

1. 将一种已知矿物 (样品) 破碎、过筛, 使粒度大小均匀, 尽量除去杂质, 放入干燥的器皿中。

2. 分别混入一定体积的甲醇和四氯化碳, 使二者混合, 插入电极, 直至矿物蠕动时为止。根据上式计算出混合液的介电常数, 此时溶液的介电常数即为矿物的介电常数。

分离某些矿物时，可以先测出矿物的介电常数，然后配制介电常数介于两矿物之间的介电液。将电极插入器皿，若矿物的介电常数大于溶液的介电常数，则矿物被电极吸引，反之被电极排斥，从而达到分离的目的。

实验证明，两种矿物的介电常数相差越大，就越易分离。介电常数大于81的矿物，在蒸馏水中很容易和其他矿物分离开。金红石、辉锑矿等中等介电常数的矿物，也容易与介电常数7—20的矿物分离开。

对于比重较大而彼此相差很小的矿物，此方法能起到重液法不易起到的作用。例如，金红石与独居石，金红石与锆石，只要选择适当的介电液，均能容易地分离开。

用高频介电分离仪分选矿物，速度快，效率高，可以减轻劳动强度，对于极细粒矿物也可分选。用这种仪器分选时，矿样中可以有导电矿物存在；而在低频介电分离中则不能有导电矿物存在，否则引起短路。

注意事项：

1. 高频电流在接触人体时，易造成灼伤，仪器内部交、直流电压都较高，应注意绝缘。
2. 所用的器皿必须干燥，烘干后待器皿温度降低时再使用。
3. 介电液易挥发，测定矿物介电常数应在最短时间内完成。
4. 由于介电液有毒，工作时本应打开通风橱，但是这样作又会引起介电液更易挥发，使介电常数值改变，故最好在实验完成后立即打开通风橱，以防中毒。
5. 矿物的粒度最好均匀。
6. 采用介电分离法时应和其他方法配合使用。

下面列出各地送来的分离效果较好的几组样品的实例：

1. 某地金红石与锆石、独居石的分离。采用介电液为四氯化碳和乙醇，体积比为

测定的部分矿物介电常数

表 2

矿物名称	介电常数	矿物名称	介电常数	矿物名称	介电常数
橄 榄 石	7	正 长 石	9	阳 起 石	20
岩 盐	7	红 柱 石	9	金 红 石	36
菱 铁 矿	8	重 晶 石	10	辉 锑 矿	49
符 山 石	8	金 云 母	10	斑 铜 矿	>81
白 钨 矿	8	石 榴 石	10	毒 铜 砂	>81
霞 石	8	白 云 母	10	黄 铜 矿	>81
绿 柱 石	8	黑 电 气 石	11	辉 钼 矿	>81
石 英	8	褐 帘 石	11	磁 黄 铁 矿	>81
硅 灰 石	9	褐 铁 矿	11	磁 铁 矿	>81
星 叶 石	9	独 居 石	11	磁 钛 铁 矿	>81
磷 灰 石	9	锆 石	12	黄 铁 矿	>81
锂 辉 石	9	铬 铁 矿	12	铌 铁	>81
天 青 石	9	高 岭 石	13	石 墨	>81
蓝 晶 石	9	黑 钨 矿	14	锡 石	>81
黄 玉	9	铁 锂 云 母	14	赤 铁 矿	>81
方 解 石	9	辰 砂	15		

10:3, 纯度为90%以上。

2. 黑稀金矿—复稀金矿、钛铁金红石、独居石的分离。

①介电液为甲醇, 分离提出黑稀金矿—复稀金矿, 纯度90%以上, 剩下独居石、钛铁金红石。

②钛铁金红石与独居石的分离。介电液采用甲醇和四氯化碳, 体积比为3:9, 分离纯度90%以上。

3. 锡石、细晶石、锆石、黄玉的分离。

①甲醇作介电液, 将锡石吸出;

②介电液 $\text{CCl}_4:\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 为1:1, 提纯细晶石, 纯度为90%以上。

4. 铌铁矿和尖晶石的分离。 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}:\text{CCl}_4$ 为1:4, 吸出铌铁矿。

5. 钛铁矿与硅酸盐(长石、辉石等)的分离。在颗粒度0.045mm以下时, 采用电磁选等方法效果只达到95%以下的纯度, 用高频介电分离纯度达到98%以上。

6. 磁黄铁矿与镍黄铁矿的分离。采用小电流及 $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ 作介电液, 二者分离效果也较理想。

7. 采用甲醇作介电液, 分离人造金刚石与石墨、镍铬杂质, 纯度95%以上。

四、存 在 问 题

高频介电分离技术, 目前还处于探索阶段。从使用情况来看, 还存在一些问题, 需要进一步研究解决。

1. 由于交变电场的变化很大, 从低频电场(交流50赫或400赫)到高频电场仅仅占有了无线电频谱的一部分, 高频介电分离仪只采用了短波一段。这种短波频率在输出一定功率的情况下, 对无线电发射、接收尚有干扰, 如能设计出其他频段的分离仪则更好。

2. 作为电介质的矿物在不同频率的电场下, 其介电常数 ϵ 及介质损耗 $\text{tg}\delta$ 均有所变化。矿物的介电常数 ϵ 与温度有关, 往往随温度的增高而增高, 它与晶体轴向也有关系。因此, 一个矿物的介电常数不是一个定值, 必须经常测量。

3. 高频介电分离主要是应用了高频高电压形成的高频电场, 对输出功率满足一定要求即可。输出功率过大, 会使介电液温度升高, 影响介电常数 ϵ 值, 且易引起有机液着火。如能解决控制温度及起火问题, 则增大功率是有意义的。

4. 虽能分离细粒级矿物, 但过细时, 许多矿物在溶液中呈悬浮状态, 影响纯度。

光谱法测定稀有元素矿物量的原理及其应用

综合地质研究所南京实验室

一、方法的提出

在稀有金属矿床物质成分研究工作中，单矿物分离和矿物定量是两个关键问题。由于采用了微量或超微量（即几毫克或0.1毫克）光谱定量分析代替常量或半微量（即几克或几十毫克）化学分析，使单矿物需要量大大减少，单矿物分离问题基本得到解决。但对于矿物定量，岩矿鉴定和重砂分析方法有许多不够完善的地方，特别是对于新矿种、矿物成分复杂、含量微少、粒度细小的矿床，更存在一些难以克服的困难。物相方法在这方面也存在着明显的局限性，而光谱分析至今仍然局限于解决物质的化学成分问题。遵照伟大领袖毛主席关于“在生产斗争和科学实验范围内，人类总是不断发展的，自然界也总是不断发展的，永远不会停止在一个水平上。因此，人类总得不断地总结经验，有所发现，有所发明，有所创造，有所前进。”的教导，我们将光谱分析应用到矿物定量方面来。本文是介绍发射光谱法测定稀有元素矿物量的方法。光谱定量分析中，样品中矿物颗粒的自然分布对分析结果有一定影响；根据这一特点，将矿样分成许许多多的组合，然后将所有组合逐一摄谱，就可能从出现表征矿物的特征元素的谱线，来确定该矿物存在与否及其存在量。通过理论推算、实验检验和对二十几个矿区十几种矿床类型的生产实践，使方法不断得到改进和完善。目前这一方法仍然存在不少问题，需要进一步加以研究。

二、本法与其它方法的比较

目前矿物定量普遍地采用重砂分析法和显微镜下光薄片、砂片测定法。镜下定量方法存在的问题是：

在矿物定性方面，对于“新、杂、微、细”的多金属矿床，单靠其矿物的光性、物性来鉴别稀有元素矿物，常常遇到很大困难。

在矿物定量方面，对于不规则的矿物颗粒，在显微镜下量其体积（通常以面积代替）只能是近似的或者是粗略的。颗粒法（或称线点法）则由于矿物粒度不均匀很难求得其平均粒径，因此，微量稀有元素矿物的镜下定量精度受到很大的限制。

重砂定量方法的精度一般较镜下定量方法为高。但由于重砂法很大程度上依赖于机械分离的手段，受到矿物、矿石结构、构造的影响，因此重砂法基本上局限于矿物组成较简单、单体解离较好、粒度较大的砂矿或花岗岩、伟晶岩等矿床，对于多金属的“新、杂、微、细”矿床，就遇到了很大的困难。

发射光谱法测定稀有元素矿物量与上述镜下定量方法相比，具有如下优点：

1. 光谱法是根据矿物的主要组成元素或特征元素的存在与否及其存在量来鉴别矿物的，对于若干稀有元素矿物，在镜下难以鉴别，而光谱法可以达到目的。

2. 光谱法根据矿物的特征元素含量来计算其矿物量。因此,光谱矿物定量的精度可按元素化学分析的允许误差来要求,比显微镜下目估含量要精确得多。

3. 在目前技术条件下,对于复杂多金属矿床的镜下矿物定量,需要借助其它的手段,如物理、化学或物理化学等方法预先进行处理,操作繁杂,效率也比较低。光谱法操作比较简单,效率也比较高。目前光谱法效率约为重砂法的5—10倍。

此外,光谱法还有其它一些独具的特点,如:

1. 在同一个测定流程中便可能测出几乎所有的、包括已知和未知的稀有元素矿物量。

2. 从光谱法测出的总矿物量中,可精确地统计出矿物粒度的频率分布。

最后,由于光谱法取样少(以保证具有足够的代表性为限,通常取样20克,为目前一般重砂定量的千分之一),可以大大减少地质采样的工作量。

跟其他矿物定量方法一样,光谱法本身也存在着若干问题:

首先是矿物颗粒的测定灵敏度还不太高。在目前试验条件下,对于铌、钽、钛、锆、铅、钍及若干稀土等矿物,可测粒度约为10微米,低于测定灵敏度的微细矿物(包括细小单体、连生体、包裹体)均被计入分散量中。

其次,由于光谱法根据矿物化学组成的差异来鉴别矿物,故类质矿物容易被混淆。为此,在同时测定两种以上类质矿物时,常常要预先以物理、化学或物理化学方法加以分离;若它们连生时则仅能测出其总矿物量。因此,在采用光谱法定量时,必须有岩矿重砂鉴定的配合。

第三,目前纯属手工操作,工作量大,因此,效率受到一定的限制。

本法对二十几个不同矿床类型的稀有元素矿物量的测定结果表明,对于已有较准确的岩矿鉴定或重砂分析结果的样品来说,本法结果与之相符,测定精度与元素分析相当。若按元素总含量与本法测出的元素矿物量和近似分散量(或其他方法,如物相法测出的分散量)相加进行元素的平衡计算,则本法的单次测定平衡系数处于95—105%之间,即相对误差 $\pm 5\%$ 左右。

三、方法原理

如果某一元素以独立矿物的形态存在,根据样品中矿物、矿石的结构、构造特点,通过适当的破碎手段,就可以将矿物解离开来。此时矿物便以单体粒状自然分布的状态存在于样品中。这就提供了排列组合的可能性。

我们假定,样品中有A粒被测矿物,如果将其分为大于A数目的组合,即可将被测矿物一一分开。由于矿物颗粒在样品中呈自然分布,因此,在一个组合里共存了两粒或两粒以上的被测矿物的可能性永远存在。我们可用概率论的方法来计算这种可能性的大小。下面列出的组合内被测矿物共存概率的理论计算作为我们提出本方法的初步理论根据。为了计算上的方便,我们排除了一个组合内共存两粒以上被测矿物的可能性(实际上这种可能性很小,可忽略不计),而仅计算一个组合内共存两粒被测矿物的概率。

设每次试验取样10,000粒矿物,内含有100粒被测矿物,9900粒脉石矿物。现将其分为500个组合,组合内共存两粒被测矿物的概率 $P(A)$ 可用下式求得: