

結 論

1. 应用放射性 P^{32} 和 Co^{60} 进行黄瓜播前浸种,刺激了植物的生长发育。黄瓜雌花萼着生部位显著降低达 3—4 节,开花期提前 4—6 天,收获期提前 3—5 天。

2. 播前用 P^{32} 和 Co^{60} 各种剂量浸种,对提高黄瓜单株产量有明显的刺激作用,平均相应地能增产 46.7% 和 36.3%。剂量以 P^{32} 5 微居里/仟克种子及 Co^{60} 1 微居里/仟克种子的效果最好。

3. 以 Co^{60} 0.01 微居里/仟克种子浸种,对水萝卜肉根产量的增加有促进作用,能提高产量 18.4%。

4. 应用放射性同位素 Co^{60} 以 0.1 微居里/仟克种子到 1 微居里/仟克种子的刺激剂量浸种,能提高向日葵种仁含油量 4.77% 左右,并提高种仁与种子之比的百分数达 3.20% 左右。

放射性同位素在测井中的应用

北京石油学院

放射性同位素测井法是以人为地提高岩石、水泥及泥浆的放射性为基础的方法。往井中注入活化的液体或水泥,前后测量 γ 射线,就可以确定在地层中发生的变化和鉴定井的技术情况。

现在应用放射性同位素测井法可以解决下列各项问题: 1. 确定油水界面; 2. 测定套管外边水泥上返高度, 鉴定固井质量; 3. 研究管外液体窜槽问题; 4. 确定漏层位置; 5. 研究水力压裂的效果; 6. 研究油层酸化处理的效果; 7. 研究气体和液体在地层内流动的速度; 8. 确定套管射孔的正确位置。

同位素测井法的使用效果,在很大程度上决定于同位素的选择。在选择同位素时应该满足下列要求: 1. 放射性同位素应该能够放出 γ 射线; 2. 选用放射性同位素的 γ 射线能量应该足够高,以便能够正确地并且很容易地测量通过钢质套管、套管内液体及放射性测井仪器外壳的 γ 射线; 3. 为了工作的方便和安全,放射性同位素的化学状态应该是盐类的水溶液; 4. 要有适当的半衰期。对于大多数用示踪原子所解决的问题(例如窜槽、套管破裂位置、泥浆漏失等)来说,具有较短半衰期(20—100 天)的放射性同位素是最适合的。在应用短寿命的放射性同位素时,被研究的地层或井段经过不长的时间,又可以回复到它原来的自然放射性,在这些井中又可以重新使用示踪原子进行研究。因为 Co^{60} 的半衰期为 5.3 年,所以使用 Co^{60} 就不适合,只有在个别的特殊问题中使用 Co^{60} 。 Co^{60} 可以作为 γ 测井法的 γ 源。某地油田井曾经使用过 Zn^{65} 、 Co^{60} 、 Zr^{95} 及 Nb^{95} ,结果认为半衰期短的 Zr^{95} 和 Nb^{95} 是不适合的,根据目前情况看来,认为 Zn^{65} 是较适合的; 5. 放射性同位素的吸附能力应该适应所要解决的问题,吸附能力很大的同位素,会染污套管及未下套管井的泥饼。不易被岩石吸附的同位素又可能在洗井的过程中深入地层,以致测量 γ 射线时,不能测到它们。根据苏联研究的结果,认为 Zr^{95} 按其吸附性质来说最为合适。

为了解决个别的问题(例如研究油气在地层中的运移,注水井注入的水在地层中的运转情况等),也可采用放射性同位素 C^{14} 和 H^3 。

现将放射性同位素测井的各种应用分述如下。

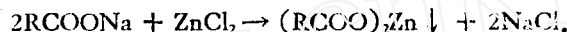
苏联最近几年在油矿地球物理中使用过的几种同位素

同位素名称	化学状态	半衰期	γ 射线能量
Co ⁶⁰	CoCl ₂ 水溶液, 含钴量为 5—15 毫克/毫升	5.3年	1.17—1.33兆电子伏
Zn ⁶⁵	ZnCl ₂ 水溶液, Zn 的含量为 25—100 毫克/毫升	250天	1.14兆电子伏
Zr ⁹⁵	Zr(C ₂ O ₄) ₂ ·水溶液	65天	0.92兆电子伏
Fe ⁵⁹	FeCl ₂ 水溶液, 含铁, 250 毫克/毫升	46天	1.1—1.3兆电子伏
Sb ¹²⁴		60天	1.72兆电子伏
Cs ¹³⁴		2.32年	0.58—0.78兆电子伏
I ¹³¹	CH ₃ I 液体, KI 及 NaI 的溶液	8天	0.36兆电子伏

划分油水界面的几种方法

活化原油法 含水层和含油层对油相和水相的渗透率有差别, 含水层对水相的渗透率大, 含油层对油相的渗透率大。因此我们把活化原油注入井内, 利用活化原油容易渗入油层而不易渗入水层的原理, 就有可能用它来划分油水分界面。利用这一方法的井场施工是这样进行的:

用可溶性的锌盐和环烷酸钠相作用, 就可生成环烷酸锌



在配制时先将 ZnCl₂ 溶液和环烷酸钠同时加热, 然后二者混合搅拌、冷却过滤, 将沉淀洗二次再过滤, 烘干, 溶解于煤油。将已溶于煤油中的环烷酸锌混入原油中, 然后挤入地层。注入井内的原油用量按下式计算

$$\text{用量} = \pi(R - r)^2 \times h \times K_p$$

式中 R ——挤入地层的半径, r ——井的半径, h ——被挤入的地层的厚度, K_p ——地层孔隙率。

目的层的压力按压力梯度 0.2—0.21 大气压/米计算。

所采用的压力应大于地层的压力, 但不要把地层压裂, 仅使液体被压入地层即可。

在注环烷酸锌活化原油之前, 先预测自然 γ 曲线, 在注环烷酸锌之后再测 γ 曲线。根据曲线的异常判断油水分界面。

活化油水泥法 先将炭磨成 44 网目的粉末后, 与水泥和活化的油混在一起, 一同注入井内。若遇水层, 则活化油水泥凝固, 在井壁上结成厚约 1 厘米的壁; 若遇油层, 则不凝固。然后在油层附近进行抽汲, 抽汲后进行 γ 测井, 就可以划分出油水分界面。

松香皂法 松香 + NaOH → 松香皂。先将含有同位素的水挤入地层, 然后再挤松香皂, 松香皂遇水层呈絮状; 而与油层的油相遇则无此现象。然后再进行抽汲工作, 油层中的同位素水溶液就被抽出。这样, 就可以根据同位素测井曲线上的高异常, 区分水层的位置。

测定套管外边水泥上返高度, 鉴定固井质量

在井内温度很高以及二次注水泥量很少时, 根据井温曲线, 不能确定套管外水泥面位置, 此时可以使用同位素。

某油矿一油井在固井时, 在最初注入井内的 15 立方米水泥内配入每立方米 0.12 毫居里浓度的同位素钬, 在水泥凝固后测 γ 曲线。水泥面上返位置很明显(水泥面在 127 米处)。同

时也证明了在利用井温曲线判断水泥面上返位置, 应该在开始有较陡变化的地方来确定(参看图1)。

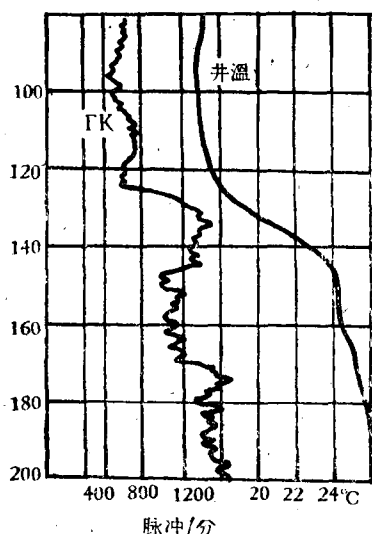


图1 同位素测井图

该油矿另一井在固井注水泥时, 根据同位素测井, 查明井内有漏失现象。原来预计水泥应返至井口, 但在同位素测井后, 查明水泥面只返到498米处。

研究管外液体窜槽问题

为了确定套管的破裂位置及管外液体窜槽位置, 预先在欲测的井中, 记录自然 γ 曲线, 以后, 往井中注入一定数量(1.5—3立方米)的活性液体, 借助清水使这种液体沿着井轴移动, 将活性液体压进地层。将活性液体压进地层后, 再测 γ 曲线。在这条曲线上, 在吸收活性液体的位置, 放射性强度剧增, 这相当于套管的破裂位置。如果除了射孔的位置之外, 在与射孔地层隔绝的地层处也出现了放射性强度剧增的现象, 这就说明有窜槽存在。某油矿一油井为M层注水井, 注水阶段出现注入水量过多, 超过M层之吸收能力, 而怀疑套管外是否有窜槽现象。根据同位素测井, 说明过去注水, 一部分注进了M层, 而另一部分通过窜槽的地方注入了I₃层。

确定漏层位置

在钻井过程中, 时常遇到泥浆漏失现象。为了消除这种故障, 需要知道漏层的位置。利用放射性同位素法就可以确定漏层位置。确定漏层位置的方法和研究管外液体窜槽的方法相类似。根据注入同位素后测得的 γ 测井曲线上的高异常, 可以确定漏层位置(参看图2)。

研究水力压裂的效果

在水力压裂之后, 采油工作者最希望了解由于水力压裂所造成的裂缝的位置, 裂缝的方向以及在水平方向上的裂缝深度。利用放射性同位素法可以研究上述的第一个问题。现在已有专为研究裂缝方向而设计的仪器。

在水力压裂时, 为了使用同位素法研究水力压裂的效果, 在最后注入井中的200—250公斤的砂子中, 加入1—2公斤总活性为3—5毫居里的活化砂子。在水力压裂前测一次 γ 曲线, 在水力压裂后再测一次 γ 曲线, 根据第二次测得 γ 曲线上的放射性强度剧增的位置, 就可以确定裂缝的位置。

Fe^{59} 最宜于用来活化砂子, Fe^{59} 很容易胶结在砂粒的表面。当把用 $FeCl_3$ 放射性溶液浸湿过的砂子加热到200—300°C时, 在砂粒上就会形成冲洗不掉的氧化铁薄膜。经验证明, 使用每公升放射性强度为2—3毫居里左右的活化砂子, 收效最大。测一口井需要1—2公斤的活化砂子, 活化每公斤砂子, 需要250立方厘米的氯化铁放射性溶液, 其总的放射性强度为4毫居里。

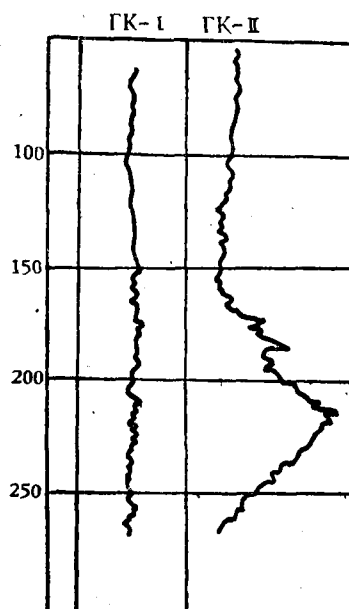


图2 利用同位素法确定漏层位置, 注同位素前(FK-I); 注同位素后(FK-II)

用其他放射性同位素也可以得到活化的砂子。实验室工作和试验工作证明,放射性同位素锆(Zr^{95})、锌(Zn^{65})和钴(Co^{60})的离子可以被吸附在砂子上,同时也证明了放射性同位素碘(I^{131})的离子不能被吸附在砂子上。

为了获得能够吸附在砂子上的放射性同位素薄膜,活化每公斤砂子需要0.5立升的放射性同位素溶液,溶液的总放射性强度为2.5毫居里。

把需要活化的砂子装在陶瓷容器或玻璃容器中,然后用活化了了的溶液浸湿,定时地(每4小时)搅拌砂子,并使砂子在溶液中浸泡两昼夜。此后将溶液倒出,使砂子干燥。然后把粘度不太大的БФ-2型胶水(或貝克力特假漆)及香蕉水和附有放射性同位素的干燥砂子进行搅拌。搅拌后加水混合,在室温下再仔细搅拌。然后将水倒出,滤出砂子,把砂子放在盖有滤纸的盘上弄干。用这种方法得到的冲洗不掉的活化砂子,每公斤放射性强度约为2毫居里。

研究油层酸化处理的效果

在近年来的采油工程中,地层酸化亦是一种重要的增产措施,因此检查酸化处理的效果(如酸化位置)就是一个重要的问题。利用放射性同位素测井法可以很好地完成这项任务。

将放射性同位素溶液加入酸中,加压压入地层后,就可以用和一般的放射性同位素测井法相类似的方法进行测井,找出酸化的位置。

研究气体和液体在地层内的流动

借助于放射性同位素法可以研究气体和液体在地层内的流动。把放射性同位素和注水井或注气井的水或气一同注入地层内,即可在采油井中观测含有放射性同位素的气体或液体的流动方向及流动速度。在研究气体和液体在地层内的流动时,所遇到的主要困难是要求在气体或液体在地层中流动较长距离时,其中的放射性同位素不被地层显著地吸收。经过许多人研究,认为满足这种要求的同位素,以碘(I^{131})最为适合。但是碘(I^{131})的缺点是半衰期太短,只有八天。

确定套管射孔的正确位置

现在井的深度超过3000米时,确定地层深度的误差达到±2.5米,所以应用射孔器就难于准确地打开薄的地层。为了提高打开地层的准确度,目前使用人工放射性基点,这样的基点就是放射性子弹。

制造放射性子弹的方法是在普通的射孔子弹后面钻一个孔,孔深10—12毫米,孔的直径为3毫米。在此小孔内堵塞有棉花,棉花上滴入3—5滴钴(Co^{60})的溶液,其活性为0.05—0.2毫居里。小孔用带丝扣的盖子将它封住,并用锡焊封起来。

在固井前记录最后一条测井曲线时,在预定的位置将放射性子弹射入地层中,作为放射性基点。

在地质剖面中,应在距需要射孔打开的地层之上10—15米的位置射入放射性子弹,放射性基点所在的地层应该相当厚,在下套管及注水泥时基点不应该发生移动。例如在砂泥岩的剖面中,就要将放射性基点射入相当厚的泥质地层中,因为射在砂质地层中的放射性基点,在下套管时,常常会发生移动。

放射性同位素测井法将来尚可用于划分渗透性地层,确定地层的渗透率及孔隙率。根据目前一些研究人员所作的工作可以知道,用放射性同位素处理地层之后,如果活性液体渗入地层的深度大于探测范围的半径,则射线的强度和地层的有效孔隙率成比例;如果活性液体渗入地层的深度小于探测范围的半径,射线的强度就和地层的渗透率成比例。所以利用放射性同

位素法就可能划分渗透性地层,确定地层的渗透率及孔隙率。

在机械制造中广泛应用射线的现状和前景

熊大遵

射线在机械制造中的应用有三个主要途径,分述如下。

一、示踪原子的应用

借某种方法将适当的放射性同位素引入试件中去,作为示踪原子。在试验过程中或结束后,测量放射性微粒的转移情况,可以解决许多科学技术问题。现在已能觉察出 10^{-20} 克的微量放射性物质的存在,所以灵敏度是极高的。

研究切削刀具和机器零件的磨损,具有重大的国民经济意义。利用示踪原子法,可以快速得出磨损的精确结果。

全苏工具科学研究所和苏联科学院机械研究所利用此法对于刀具磨损进行了系统性的研究,不但查明了不同切削条件下各种刀具的磨损规律,从而可以有意识地加以控制,而且探讨了刀具磨损机理,拟定了确定刀具的重量磨钝标准,耐用度关系的试验研究方法。美国在这研究领域中开展工作最早(1951年),但研究结果不如苏联的全面和细致。英、日、西德等也都进行了工作。

中国科学院结合国产新牌号硬质合金刀具和新钢种进行了试验,得出了一些结果,为确定主要切削条件提供了依据,为进一步开展研究工作奠定了基础。

利用示踪原子法可以在不停止切削的情况下评定刀具磨损,并能大大节省试料。这方面的发展前景是应当研究出自动测量和记录刀具磨损的方法和系统,并进而探索在自动机床线中借此方法来检查和自动控制刀具磨损的可能性。

现在已经拟定了利用示踪原子同时研究几个机器零件磨损的方法,测定中机器不必停车和拆卸,并且还能在机器工作过程中随时把磨损曲线自动地记录下来。苏联科学院机械研究所等的工作,已经积累了很有价值的关于活塞环、曲轴、曲承、活塞销、齿轮传动装置、液压装置附件等磨损的资料,从而为选择机器摩擦偶件及其合理工作规范提出了根据。研究轴瓦金属向轴表面上的转移情况得知,青铜轴瓦金属向钢轴上转移的数量随着轴瓦磨损的增大而增大,这就可使轴免遭受强烈的磨损。

中国科学院已开始了利用示踪原子研究发动机零件磨损的工作。

对于汽车及其他机动车的发动机零件的磨损,在试验室试验架上进行研究毕竟是与在室外运转条件下不同,所以最近的发展是采用在车上装备有射线测量系统的所谓“行走试验室”,直接在室外行车和越野的实际情况下,研究汽车及其他机动车的发动机零件的磨损,以求得出最真实的磨损图景。

近来,对于各种润滑油添加剂的减磨性能和作用机理,已经得出了一些研究结果。我国有关研究单位已经开始了利用示踪原子研究发动机润滑油减磨性能的工作。现在研究机器零件的磨损,大体都是根据落入润滑油中的磨损微粒的放射性强度来评定磨损量,即对润滑油进行放射性测量。在没有润滑油而径行干摩擦时,譬如在研究某些矿山机械、农业机械的机件磨损时,急待拟定出新的试验研究方法。