

污染在露天坑中是重要的。用适当的措施消除装备车辆及其坐位的尘埃和污物，再配合搞好人员卫生，就能够防止铀的摄入。

在露天坑开采中氡及其子体的照射是可

以忽略的。

[Miller HT: Health Phys 3 2

(6): 523~527, 1977 (英文)

苏龙能摘译 张景源校 吴德昌审校]

油田开采中应用氡的辐射情况和辐射安全措施

油田开采时应用氡的氧化物——氡水作为油田注水的指示剂。由于氡水实际上不被岩石所吸附、便宜、放射毒性很低又不产生外照射，因而研究范围在不断扩大。为此，应对此项工作的辐射情况和辐射安全措施加以研究。

把指示剂注入所要研究的油层有二种方法。一种是把装有氡氧化物的细颈瓶用专门装置送入钻井内轧碎，另一种是把氡配成示踪溶液后注入钻井。有人指出，注入10~100立方米示踪溶液可以得到最佳的加压水流图。为了使注入的示踪液体具有均匀的比放射性，可以用IIA-320型水泥车或类似的机器来配制这种液体。IIA-320型水泥车的工作容器每只为3立方米。用远距离工具把装有高浓度氡水的细颈瓶浸入容器内水中，在25~30厘米以下的深度轧碎。每一细颈瓶的氡活性为1~5居里。配制好的示踪液体沿“加压”管道压入油层。示踪溶液的配制需要一人，因为要注入10~100立方米溶液，所以配制工作要重复许多次。

远距离工具在轧碎细颈瓶时会受到污染，含氡的细颈瓶在埋藏前应连同远距离工具一起在水泥车的容器内用大量水冲洗去污。为确保注入的示踪溶液经钻井和泵压缩机管道流入油层，再注入水10~15立方米，此水先灌满水泥车容器，之后沿所有“加压”管道流过，这样就同时进行去污。水泥车容器内残存的清洗水用液体闪烁计数器测得的氡的比放射性不超过 1×10^{-6} 居里/

升，即低于最大容许浓度。

注入氡水时可能发生事故的情况有，从包装中取出氡细颈瓶并把它安放到远距离工具上时操作不慎，“加压”管道密闭性遭到破坏，以及加压速度超过了钻井的容许能力。此外，当钻杆柱的密闭性或水泥套环的完整性遭到破坏时示踪溶液有可能向柱外流而污染上含水层。

在指示剂沿油层流动的阶段，工作人员就不接触氡。此时唯一的潜在危险是经过稀释而活性减弱的示踪溶液流入生活用水水体的可能性，但是发生这种情况的机率极微，因为储油层通常位于地下500~1500米深层，其上又有不透水岩层与上边的水层隔开。

在从观察钻井和开采钻井取的示踪水样的阶段，由于经过油层的过滤和稀释（注入氡的钻井与开采钻井之间距离为300~500米），水中氡浓度已降低达 10^{-7} ~ 10^{-8} 居里/升。所取500毫升水样的总放射性很低，因此样品制备和测量工作没有辐射危险。

决定辐射危险性的主要因素不是注入氡的总活性，而是氡在注入水中的浓度。由计算和实际调查得知，指示剂沿油层流动可以稀释 10^6 倍，而注入用的地表水中天然氡的浓度为 $n \cdot 10^{-10}$ 居里/升，因此注入氡的浓度至少应为 10^{-3} 居里/升。

氡单次进入机体后头10天内的照射剂量约为总剂量的50%。单次进入人体内1微居里氡可导致 10^{-4} 雷姆。这样对于从事 10^{-3} 居里/升氡溶液的人员来说，如果每周受到

100毫雷姆就需进入1升这种溶液。氚从含有氚水蒸汽的大气进入人体时，经由呼吸道和皮肤两种途径进入的速度大致相等。在呼吸率为每小时 10^3 升、注氚作业持续2小时的条件下，操作人员受到100毫雷姆，就应处于每升空气中含氚水蒸汽达0.25毫升的大气之中。但是，在20度时空气的绝对湿度大大低于此值而为0.018毫升/升。因此，在正常工作条件下操作人员一次吸收入体内的氚的受照剂量每周不会超过8毫雷姆，而事实上还要低得多。况且注氚作业不是每天都进行，而一般很少做。显然，即使在事故情况下，受照剂量每周也不会超过100毫雷姆。

示踪水在土壤中即使经过很短时间的过滤也可导致指示剂浓度的降低，因而可以确信，当示踪水进入水体时的氚浓度不会超过

10^{-4} 居里/升，而且这样的水量不会超过1立方米。若要使居民受到每年0.5雷姆，就要饮用这种水不少于50升，即大约相当于一个人一个月的需水量，而在这期间由于天然稀释过程水体中的氚浓度将降低许多倍。

对上述注氚作业各阶段都应进行辐射监测。建议采用液体闪烁计数器测定尿中氚的办法来估算人体内氚含量。从事注氚水的操作人员适宜于在每次操作后的次日取尿样进行分析。注氚水用过的设备可取残存的清洗水样（注入结束后立即取样）进行测定以确定其清洁度。

(Хозяинов М С等; Гигиена и Санитария (5) 105, 1977
(俄文) 章仲侯摘译 阎效珊校)

关于小于三百万电子伏的百万电子伏数量级的 光子束从照射量到吸收剂量的转换

一、前言

对最大能量小于3百万电子伏的百万电子伏数量级的光子束在一个较大的介质 m 的深度 dp 处(dp 是深部剂量曲线的最大值或峰值位置)从照射量 X_{dp} 转换为吸收剂量 $D_m(dp)$ ，常常使用下述公式：

$$D_m(dp) = A_{eq} B f_m X(dp)$$

这里的函数符号表明：在空气中的照射量和在介质中的吸收剂量都是指距源同一距离处。式中 A_{eq} 是穿过电子建立层(或称为电子平衡层)的那部分光子的透射份数； f_m 是对介质 m 从伦琴转换为拉德的因数； B 为，反散射因数。

在这个公式中的主要困难集中围绕着对

A_{eq} 的估算。对兆电子伏的光子束在 dp 处产生吸收剂量的次级电子发生在表面和 dp 之间的某些地方。而通常采用约等于康普顿电子最大射程一半的厚度处的 A_{eq} 值。对 ^{60}Co 铀束， A_{eq} 推荐为0.985。从圆柱形空腔电离室得到的对壁吸收的修正来看，这个值是合理的。尽管如此，它还不能从一个精确的计算公式得到。而且对于减少厚度应用了减弱因数，说明照射量应该在距放射源同样减少的距离上进行测量。

虽然上述对 A_{eq} 估算的困难，实际上仅仅产生一个很小的误差，但希望研究出一个精确的转换公式，以消除在概念上的模糊，并对以前所推荐的系数值进行一下验证。

二、进一步的分析：

图1给出入射在一个体模上的兆电子伏