



中华人民共和国国家生态环境标准

HJ 1325—2023

放射性测井辐射安全与防护

Radiation safety and protection of radioactive logging

本电子版为正式标准文本，由生态环境部环境标准研究所审校排版。

2023-12-05 发布

2024-02-01 实施

生态环境部 发布

目 次

前 言..... ii

1 适用范围..... 1

2 规范性引用文件..... 1

3 术语和定义..... 1

4 一般要求..... 2

5 测井活动辐射安全与防护..... 2

6 源库及实验室辐射安全与防护..... 4

7 运输的辐射安全与防护..... 5

8 辐射监测..... 5

9 应急准备和响应..... 6



前 言

为贯彻《中华人民共和国放射性污染防治法》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等法律法规，保障人体健康，保护生态环境，规范放射性测井的辐射安全与防护管理工作，制定本标准。

本标准规定了油气田放射性测井活动应遵循的辐射安全与防护要求。

本标准首次发布。

本标准由生态环境部辐射源安全监管司、法规与标准司组织制订。

本标准主要起草单位：生态环境部核与辐射安全中心。

本标准生态环境部 2023 年 12 月 5 日批准。

本标准自 2024 年 2 月 1 日起实施。

本标准由生态环境部解释。



放射性测井辐射安全与防护

1 适用范围

本标准规定了油气田放射性测井的放射源、非密封放射性物质和中子发生器的使用、贮存和运输等活动应遵循的辐射安全与防护要求。

本标准适用于油气田放射性测井活动中辐射工作人员和公众的辐射安全与防护管理。

地质勘探相关放射性测井活动可参照本标准执行。

2 规范性引用文件

本标准引用了下列文件或其中的条款。凡是注明日期的引用文件，仅注日期的版本适用于本标准。凡是未注日期的引用文件，其最新版本（包括所有的修改单）适用于本标准。

GB 11806	放射性物品安全运输规程
GB/T 15849	密封放射源的泄漏检验方法
GB 18871	电离辐射防护与辐射源安全基本标准
GBZ 118	油气田测井放射防护要求

3 术语和定义

下列术语和定义适用于本标准。

3.1

放射性测井 radioactive logging

利用 γ 射线、中子与钻井周围岩石等介质的相互作用，或者用注入油井的非密封放射性物质作为示踪剂确定流体在井管内或地层孔隙间的运动状态及其分布规律，研究钻井地质剖面，寻找油气藏和油气井工程的地球物理方法。本标准中放射性测井包括 γ 测井、中子测井和放射性示踪测井。

3.2

放射性测井仪 radioactive logging device

利用射线与地球岩层相互作用，通过探测与地球岩层作用后的射线来测量地球物理参数的设备。一般由放射源与探测器等组成，主要分为 γ 测井仪和中子测井仪。

3.3

井下释放器 in-well releaser

盛装放射性示踪剂并且能送入井下使其定点或定时将示踪剂释放到井内的一种装置。

3.4

中子发生器 neutron generator

利用直流电压，通过(d, n)等反应产生中子的射线装置，是脉冲中子测井仪的一个关键部件。本标准特指测井中子发生器，一般由密封中子管和外接电路组成。

3.5

源库 radioactive source repository

用于贮存、放置和保管测井放射源、非密封放射性物质和中子发生器的专用库房设施。

3.6

临时存放库 temporary repository

设置于放射性测井工作现场或附近，用于测井工作期间临时存放放射源、非密封放射性物质和中子发生器的专用存放设施。

4 一般要求

4.1 在规划、设计、开展放射性测井活动的过程中，应遵循辐射实践正当性、剂量限制和潜在照射危险限制、防护与安全最优化等辐射防护要求。

4.2 对放射性测井活动中不同阶段的安全与防护措施进行最优化评价与持续改进。在满足测井技术要求的条件下，选用毒性低、辐射能量适中、半衰期短的放射性核素，并尽量减少使用及贮存的活度。

4.3 辐射工作人员和公众的辐射照射应符合 GB 18871 关于剂量限值的规定。一般情况下，职业照射的剂量约束值为 5 mSv/a；公众照射的剂量约束值为 0.1 mSv/a。

4.4 放射性测井的工作场所应划分控制区和监督区。通常，安装或拆卸测井放射源、中子发生器作业区域、校验测井仪区域、非密封放射性物质贮存、分装与作业区域（含实验室）、测井放射源及放射性废物贮存场所等划为控制区；未被划入控制区的辅助设施区和其他需要对职业照射条件进行监督和评价的区域划为监督区。

4.5 放射性测井单位应规范收集、妥善暂存和处理测井活动中产生的放射性废物，并定期送贮、做好记录。

4.6 放射性测井活动中产生的废旧放射源应送交有资质的放射性废物集中贮存单位贮存，其中 I 类、II 类、III 类废旧放射源，按有关规定优先交回生产单位或原出口方。

4.7 放射性测井单位应建立放射源、非密封放射性物质及中子发生器的台账管理制度。

4.8 放射性测井单位应根据所使用的放射源、非密封放射性物质及中子发生器的类别配备并使用必要的辐射监测仪器及防护用品。

5 测井活动辐射安全与防护

5.1 放射源测井

5.1.1 放射源测井操作应按照辐射防护原则，采取最优化的防护措施。

5.1.2 测井现场应根据实际情况划分控制区，控制区边界设置明显的警戒线和电离辐射警告标志，并安排专人值守。

5.1.3 操作人员应确认放射性测井仪、放射源装卸工具、源容器及防护用品的状态或性能完好方可开展测井活动。每次测井活动至少 2 名操作人员在场，佩戴适用的个人剂量计及剂量报警仪。

5.1.4 装卸、搬运或传递放射源的工具应操作灵活、使用方便、性能可靠，使放射源与人体间保持适当距离，保证操作人员所受剂量控制在可合理达到的尽可能低的水平。

5.1.5 放射源源罐应便于放射源的取出、放入操作；源罐外表面应有标明源罐编号、核素名称、活度的标签，并印有明显的电离辐射警告标志。放射源源罐表面 5 cm 处的周围剂量当量率按照表 1 的控制值执行。

表 1 测井放射源源罐载源时表面 5cm 处的周围剂量当量率控制值

放射源	活度 (GBq)	γ 周围剂量当量率控制值 (mSv/h)	中子周围剂量当量率控制值 (mSv/h)
中子源	≤ 185	≤ 1	≤ 5
	> 185	≤ 2	≤ 10
γ 源	≤ 18.5	≤ 1	—
	> 18.5	≤ 2	—

5.1.6 测井放射源用毕不能及时返回源库，需在测井现场临时存放时，尽量放置于运源车源仓内。如在车外、室外临时存放时，应采取安全保卫措施，避免放射源丢失、被盗。

5.1.7 进行放射源外壳、密封圈等日常检查时，宜在源库内操作，并使用专用操作工具和防护屏蔽设备；除更换测井用放射源密封圈外，涉及维修或更换放射源外壳及内部构件的操作应由符合要求的人员进行。

5.1.8 测井放射源按照 GB/T 15849、GBZ 118 或者放射源设计文件要求定期开展泄漏检测。检测结果大于等于 200 Bq 的放射源应立即停止使用并进行处理。

发生以下特殊情况时，应及时对放射源进行泄漏检测：

- 运输货包或测井仪器中的放射源在运输或使用中发生异常，可能被损坏的；
- 运输货包或测井仪器中的放射源在暂存、运输或使用中可能因火灾损坏的；
- 测井源从测井仪器中取出时被施加了额外机械力的；
- 测井源坠落井内被打捞出来后；
- 随钻测井源从钻具组合中被打捞出来后，或在地面从超过工具设计限值的钻具组合中取出后；
- 更换放射源的外壳或密封圈等特殊操作后；
- 放射源丢失、被盗收回后。

5.1.9 新型放射源、新型测井设备或新工艺投入测井使用前，应通过“模拟试验”确认操作规程等要求。

5.2 非密封放射性物质测井

5.2.1 测井现场配置（分装）非密封放射性物质时，应采取防风、防撒漏、防渗漏措施，防止非密封放射性物质洒落造成现场污染。测井现场的配置（分装）区域应使用警戒带、栅栏等进行围闭，并设置明显的电离辐射警告标志。

5.2.2 非密封放射性物质应盛放于严密盖封的贮存容器内，容器外表面应有放射性物质生产批号和放射性核素名称、化学形式、物理状态、活度与标定日期的标签及电离辐射警告标志。距容器外表面 5cm 处的周围剂量当量率不超过 25 $\mu\text{Sv/h}$ ，1 m 处的周围剂量当量率不超过 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ ，容器外表面的 α 污染水平不应超过 0.4 Bq/cm²， β 污染水平不应超过 4 Bq/cm²。

5.2.3 测井操作时，至少 2 名操作人员在场。操作人员应避免放射性沾污，穿戴符合要求的工作服，包括帽子、口罩和手套等。

5.2.4 释放放射性示踪剂应采用井下释放方式，确保释放器连接可靠、密封完好；采用井口释放方式时，应先将示踪剂封装于易在井内破碎或裂解的容器或包装内，实行一次性投入井口的方法。

5.2.5 剩余非密封放射性物质及放射性废物按不同核素、不同的固液形态分别收集在专用容器内，送回源库妥善保管。使用后的井下释放器应密封包装后带回实验室内清洗，清洗液作为放射性废液收集处理。

5.3 中子发生器测井

5.3.1 中子发生器测试、刻度宜在专用的屏蔽体内进行，可使用符合屏蔽要求的屏蔽介质，也可使用深度大于 10 m 的专用地下测试井。没有专用屏蔽体时，应将距测试中子发生器不小于 30 m 范围设置为控制区，边界应设置警戒线或栅栏及电离辐射警告标志，由专人值守。

5.3.2 中子发生器到达井下指定位置后，方可打开电源。中子发生器回收时，须确保断电 20 min 后人员方能接近仪器。

5.3.3 中子发生器贮存场所应配置安防设施，实现 24 小时监控，也可放置源库内保管。

6 源库及实验室辐射安全与防护

6.1 源库

6.1.1 源库应建在场地稳定、地质条件较好的地段，避开危险性、爆炸性物品经营、贮存场所。

6.1.2 源库内应有足够的使用面积，便于存放与领取放射源和非密封放射性物质；源库内不得放置易燃、易爆、易腐蚀等危险物品。

6.1.3 源库内应根据需要设置安全可靠的贮源坑、贮源柜、贮源箱、放射性废液容器等专用贮存设施，测井放射源、非密封放射性物质及废旧放射源、放射性废物应分别暂存于不同标识和编号的贮存设施内。

6.1.4 设置贮源坑时，坑深度应大于 100 cm，坑上方应盖有适当材料与厚度的防护盖，坑内应保持干燥。

6.1.5 源库内存放非密封放射性物质的场所，地面应保持干燥、光滑无缝隙、易去污。

6.1.6 源库内应有良好的照明和通风，人员进入前应通风。

6.1.7 贮存大于 185 GBq 的中子源和大于 18.5 GBq 的 γ 放射源时，应配备机械提升与传送设备。

6.1.8 源库门应安装声光防盗报警装置，并设置电离辐射警告标志。

6.1.9 源库墙体、门窗、室顶等屏蔽体外 30 cm 处周围剂量当量率小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。墙体、门窗的材料与结构要具有防盗与防火功能。

6.1.10 源库区宜纳入放射性测井单位的消防和安防系统，配置消防设施、设备，设置照明系统和视频监控系统，监控范围应覆盖库区围墙四周及出入口、库区和源库内，能明确辨识被摄录人员、车辆和其他主要设施。视频录像记录保存时间不少于 90 天。

6.1.11 应建立放射源与非密封放射性物质出入源库管理制度。源罐出入库时，应使用检测仪器确认放射源是否置于源罐中；当贮源坑、贮源柜、贮源箱内增加放射源与非密封放射性物质时，应及时监测其表面辐射水平变化情况。

6.2 临时存放库

6.2.1 撬装式移动源库等临时存放库外围应设有安全防护设施，并配备有效的辐射监测仪器、防护用品、防盗报警装置和消防器材。

6.2.2 临时存放库应安装视频监控系统，视频信号接入该单位视频监控系统。

6.2.3 临时存放库墙体、门窗、顶棚等屏蔽体外 30 cm 处周围剂量当量率小于 2.5 $\mu\text{Sv/h}$ 。墙体、门窗的材料与结构要具有防盗与防火作用。

6.2.4 人员进入临时存放库应佩戴个人剂量计，携带有效的便携式辐射监测仪或个人剂量报警仪。

6.2.5 临时存放库应有专人值守，并建立相应的管理制度。

6.3 实验室

- 6.3.1 非密封放射性物质的实验室不得设置在民宅建筑物内,应设置在单独建筑物内或在建筑物相对独立的整层或一端,并有单独的出入口。
- 6.3.2 实验室应按照操作放射性水平、放射性污染的危险程度,分为控制区和监督区。气流方向应自监督区流向控制区,并通过过滤装置后从专用排风道排出,排风管道出口应高出本建筑物屋顶,尽可能远离邻近的高层建筑。
- 6.3.3 实验室地面、墙壁、门窗及内部设备的结构力求简单,表面光滑、无缝隙;地面铺设可更换、易去污的材料。
- 6.3.4 实验室应设置手套箱、通风橱(柜)等密闭箱体,箱内应保持合适的负压;通风系统应设相应层级的过滤装置。
- 6.3.5 手套箱或通风橱(柜)应设有屏蔽结构,以保证柜体外表面 30 cm 处人员操作位的周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。
- 6.3.6 实验室设置专用的放射性废液和固体废物的收集容器或贮存设施,其外表面 30 cm 处的周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。
- 6.3.7 实验室应设置更衣区、淋浴或洗手区等场所。其供水系统采用感应、脚踏或臂肘式等防污染的开关。
- 6.3.8 实验室应配备表面污染监测设备,按第 8 章的要求做好辐射监测工作。
- 6.3.9 移动式同位素实验室在开展非密封放射性物质操作时应尽量远离人员聚集或长期居住的位置。移动式同位素实验室的辐射安全与防护要求与固定式实验室的要求相同。

7 运输的辐射安全与防护

- 7.1 放射源、非密封放射性物质的运输应按有关危险品道路运输安全要求执行。III类及以上放射源的运源车应安装有行驶记录功能的卫星定位设备。
- 7.2 运源车应配备装载货包的专用货箱,采取固定运输容器的措施,具备防盗防丢失报警功能,车辆和运输容器的警示标志要求醒目,应符合 GB 11806 要求,对货包作标记、贴标签和挂标牌。
- 7.3 运源车应采取相应的屏蔽防护措施,使车辆外表面 30cm 处周围剂量当量率小于 0.1mSv/h ,距运源车外表面 2 m 处周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$,驾驶员位置周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。
- 7.4 运源车应配备防盗报警装置,当发生源仓意外打开或其它异常情况时能够及时发出警报,防止货包意外丢失、破坏或擅自移走。
- 7.5 运源车应随车携带运输说明书。运输说明书应包括放射性物品的名称、数量、物理化学形态、所属放射源类别、最大活度、辐射类型、货包类别、运输指数等内容。
- 7.6 放射性物品运输容器应满足相关法规管理要求。

8 辐射监测

8.1 一般要求

- 8.1.1 放射性测井单位应制定辐射监测方案,并按照方案落实各项监测工作。
- 8.1.2 辐射监测记录应建档保存,测量记录包括测量对象、测量条件、测量方法、测量仪器及其编号、测量时间和测量人员等信息。
- 8.1.3 应及时对辐射监测结果进行评价,监测中发现异常情况应及时调查原因并报告发证机关,同时采取去污等辐射防护整改措施。

8.2 辐射工作场所及环境监测

8.2.1 放射性测井单位应对源库、实验室工作场所及周围辐射水平进行辐射监测，监测频次每年至少一次。贮存或载运放射源的容器一般每年进行一次辐射水平监测。

8.2.2 放射性测井单位辐射工作场所及周围环境的辐射监测点位、项目和频次应包括但不限于表 2 的内容。

表 2 辐射工作场所及周围环境辐射监测主要内容

监测点位	监测项目	监测频次
源库、实验室、临时存放库四周屏蔽体外 30 cm 处及周围环境。源库贮源坑防护盖、贮源柜和贮源箱表面 30 cm 处	γ 周围剂量当量率、中子周围剂量当量率（如有中子源）、放射性表面污染水平（如有非密封放射性物质）	不少于 1 次/年
放射性测井现场辐射源贮存设施屏蔽体外、控制区边界外	γ 周围剂量当量率、中子周围剂量当量率或中子计数率（如有中子源）	含源测井仪操作及存放时
放射性测井现场井口及周围环境	γ 周围剂量当量率、中子周围剂量当量率或中子计数率	每次中子发生器停止运行后
非密封放射性物质测井现场井口附近的地面、井口相关设备表面、对操作人员手、皮肤及体表暴露部分及工作服、手套、鞋帽等个人防护用品	放射性表面污染水平	每次非密封放射性物质测井后
运输货包外表面 5 cm、车辆驾驶员座位、车辆外表面 30 cm 处、2 m 处等	γ 周围剂量当量率、中子周围剂量当量率（如有中子源）	启运前
中子发生器测试、刻度控制区边界外；放射性测井仪校准区域控制区边界外	中子周围剂量当量率或中子计数率（如有中子源）、γ 周围剂量当量率	中子发生器测试、刻度时

8.3 个人剂量监测

8.3.1 放射性测井单位应对操作人员、运输人员、保管人员等辐射工作人员进行个人剂量监测，根据射线类型选择合适的个人剂量计，检测周期不超过三个月。

8.3.2 个人剂量档案应按要求妥善保存，发现个人剂量监测数据异常时，应及时进行调查。

9 应急准备和响应

9.1 放射性测井单位应制定辐射事故应急预案，定期进行人员应急培训和应急演练，保持应急响应能力。

9.2 放射性测井单位应配备以下应急物资：

- a) 应急处理工具（如长柄钳等）；
- b) 个人防护用品（如铅衣、辐射报警仪等）；
- c) 电离辐射警告标志和标识线；
- d) 应急放射源屏蔽材料或容器；
- e) 消防和通讯设施、设备。

9.3 发生含放射性同位素示踪剂的井水由井口回喷污染井场环境时，或发现放射源破损时，应对井口周围进行辐射环境监测，核实污染范围、污染状况。将受污染的物质收集储存，并按规定分类进行处理。

9.4 发生放射源落井时，应根据现场情况确定科学、合理的打捞方案，采取可行的安全打捞措施，避免放射源破裂。打捞失败时，应进行封井处理，安装永久性的识别牌（海上平台落井情况除外），识别牌包括以下内容：

- a) 电离辐射警告标志及适当的警告语；
- b) 井名、井号或其他名称；
- c) 测井放射源的核素、活度、编码等信息；
- d) 井斜、深度、弃源深度和地表定位坐标；
- e) 弃源立牌日期；
- f) 其他安全声明。

