

附件 3

《放射性测井辐射安全与防护》
(征求意见稿)
编制说明

《放射性测井辐射安全与防护》标准编制组

二〇二二年十月

目 录

1.项目背景	1
1.1 任务来源	1
1.2 工作过程	1
2.编制的必要性	4
2.1 规范放射性测井工作的需要	4
2.2 加强管理与防范风险的需要	4
2.3 缺乏辐射安全防护及环境标准	5
3.编制的依据.....	6
4.主要内容说明	7
5.与国内外标准或文件的对比	14
6.在我国的适用性	16

1.项目背景

1.1 任务来源

生态环境部辐射源安全监管司下达环境保护标准《放射性测井辐射安全与防护技术规范》编制任务，承担单位为生态环境部核与辐射安全中心。根据 2020 年辐射源安全监管司项目计划，核与辐射安全中心组织制定《放射性测井辐射安全与防护技术规范》。

1.2 工作过程

（1）编制组成立

2019 年，核与辐射安全中心组织相关技术人员成立编制组。中国石油测井公司的有关专家、测井技术人员为编制组提供了技术咨询。

（2）工作资料调研及大纲编制

2019 年 6 月，编制组对放射性测井的相关行业标准、规范进行了调研、收集、分析；讨论形成标准编制的基本技术路线和大纲框架。

（3）技术咨询及标准编制

2019 年 6 月至 12 月，编制组开展起草工作。同时广泛咨询石油测井行业专业技术人员、测井作业人员、部分生态环境部门辐射安全监管人员对本标准初稿编制的意见与建议，编制组根据各方意见进行了修改完善。

（4）征求意见稿

2020年3月，编制组向生态环境部辐射源安全监管司汇报了标准编制过程，并对标准内容进行了讨论，经修改形成了《放射性测井辐射安全与防护技术规范》（征求意见稿）。

（5）送审稿

2020年6月30日，生态环境部办公厅发出征求意见稿，公开征集意见与建议。2020年8月17日，编制组组织召开了一次专家咨询会，邀请生态环境部门、国内主要测井公司9位专家代表对征求意见稿采纳情况及主要问题进行了讨论，形成了专家会纪要。2020年9月8日，编制组向辐射源安全监管司作了专题汇报，并于9月10日修改完成送审稿。

（6）第一次核安全专家委员会审查

2020年10月16日，国家核安全专家委员会组织应急与辐射安全分委会审阅了送审稿的主要内容、编制工作过程、征求意见及对征集意见的处理情况，提出增加安全评价和持续改进内容，完善放射源泄漏检测内容，补充中子测井个人剂量监测措施等意见。经修改后形成了《放射性测井辐射安全与防护要求》（送审稿）。

（7）第二次核安全专家委员会审查

2021年9月24日，国家核安全专家委员会组织应急与辐射安全分委会第二次审阅了《放射性测井辐射安全与防护要求》（送审稿），并提出删除“运输容器制造”相关内容；优化精简放射性测井安全管理相关内容等文字表述。经修改后形成《放射性测井辐射安全与防护要求》（报批稿初稿）。

（8）第三次核安全专家委员会审查

2022年3月31日，国家核安全专家委员会组织应急与辐射安全分委会审阅了《放射性测井辐射安全与防护要求》（报批稿初稿），提出鉴于该稿包含较多测井操作和辐射安全管理要求，且放射性测井活动辐射安全与防护内容冗长，建议按专家意见修改完成后再审。

（9）2022年9月1日，标准编制组向辐射源安全监管司核技术利用处汇报了工作情况。2022年9月9日，辐射源安全监管司核技术利用处组织召开了一次专家审查会，会议提出本标准适用于油气田测井中贮存、运输、使用放射源、非密封放射性物质和中子发生器进行放射性测井的活动，地质勘探放射性测井活动参照执行；进一步提炼一般性要求纳入第4章；把第9章修改为辐射监测要求；删除放射源泄漏检测频次要求等。会后，标准编制组根据专家意见与建议进行了修改完善，形成了《放射性测井辐射安全与防护》（报批稿初稿）。

（10）2022年9月28日，国家核安全专家委员会应急与辐射安全分委会审议通过了《放射性测井辐射安全与防护》（报批稿初稿），经修改完善后，于10月份形成此稿，鉴于距2020年征求意见时间跨度较大，拟重新征求一次意见。

2.编制的必要性

2.1 规范放射性测井工作的需要

放射性测井包括 γ 测井、中子测井和放射性示踪测井。特别是放射源测井技术在石油、地质、煤炭等行业有着广泛的应用，根据国家核技术利用辐射安全管理系统统计，截至2021年，我国有数百家核技术利用单位使用6600多枚放射源开展相关放射源测井工作，其中高风险放射源共有700多枚，约占11%。放射源测井工作已成为核技术工业应用中的一个不可忽视的重要领域。

编制组认为，多年来的辐射安全监管经验表明，多数油气田放射性测井单位为国有企事业单位或跨国企业，总体上大多数单位比较重视辐射安全管理，各单位各测井队建章立制、管理严格，辐射安全培训及文化建设做得不错，有的还积累了良好的工作实践。但也有少数单位重视程度不够、个别人产生麻痹思想，因技术或人因发生过放射源落井、丢失、被盗事故（事件）。而放射性测井辐射安全和防护规范的制定，有利于进一步规范和指导测井工作人员开展放射性测井作业、放射源运输、贮存等工作，在顺利完成测井任务的同时，使操作人员自身尽可能地减少辐射照射剂量，确保辐射环境安全，推动放射性测井行业健康发展。

2.2 加强管理与防范风险的需要

放射源测井工艺流程较为复杂，一般涉及放射源运输、现场装卸

操作、地下测井、临时贮存、源库贮存等工作环节，从调研情况和事故（事件）案例汇总分析，各工作环节潜在的事故事件风险都还比较高。查阅全国辐射事故汇编资料，全国测井行业放射源在运输过程和测井现场丢失、被盗，在测井作业过程中落井、卡源等辐射事故（事件）时有发生。然而，目前对于放射源测井活动的监管主要手段是环境影响评价与辐射安全许可审批，对放射源容器、测井作业现场等事中与事后监管仍不完善。

2.3 缺乏辐射安全防护及环境标准

目前，针对放射性测井工作主要有职业卫生防护标准和石油行业标准，但标准内容尚不能完全覆盖辐射安全防护及环保要求。因此，放射性测井的辐射安全监管缺乏完全适用、完善的环境标准指导，给日常辐射环境安全监管带来了一定难度，有必要针对放射性测井工作的特点，制定技术标准，从而加强放射性测井辐射工作的安全与防护管理。

3. 编制依据

- GB 4075 密封放射源 一般要求和分级
- GB 11806 放射性物品安全运输规程
- GB 11930 操作非密封源的辐射防护规定
- GB13392 道路运输危险货物车辆标志
- GB 18871 电离辐射防护与辐射源安全基本标准
- GB/T12714 铯铍中子源
- GB/T13366 工业仪表用铯 137 γ 辐射源
- GB/T15849 密封放射源的泄漏检验方法
- GBZ 114 密封放射源及密封 γ 放射源容器放射卫生防护标准
- GBZ 118 油气田测井放射防护要求
- GBZ 128 职业性外照射个人监测规范
- SY 5131 石油放射性测井辐射防护安全规程
- SY 6322 油(气)田测井用放射源贮存库安全规范

4. 主要内容说明

本标准分为 10 个章节内容，包括适用范围、规范性引用文件、术语和定义、一般要求、工具及容器要求、源库及实验室辐射安全与防护要求、运输的辐射安全与防护要求、测井活动的辐射安全与防护要求、辐射监测要求、应急准备和响应章节。

第 1 章适用范围说明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。放射性测井活动主要包括油气田放射性测井和地质勘探放射性测井活动，相比地质勘探类放射性测井单位，通常油气田放射性测井单位规模相对较大，使用放射源相对较多，放射源种类和范围较广泛，源库设施相对完善，本标准适用于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贮存、运输和使用等相关活动的辐射安全与防护管理。地质勘探放射性测井活动很少涉及非密封放射性物质、中子发生器及高类别中子源进行放射性测井，且源库设施相对简单，所以提出地质勘探放射性测井活动参照执行。

第 2 章说明引用参考的文件为基本标准、运输规程、密封放射源标准、职业卫生防护标准等，并按序号大小进行规范的排列。

第 3 章术语定义说明编写中引用了本标准涉及的一些专业术语定义。包括放射性测井、放射性测井仪、井下释放器、中子发生器、源库和临时存放库。其中部分术语和定义有所特指，仅适用于本文件。

第 4 章一般要求中，对放射性测井活动中应遵循的辐射防护

原则、最优化评价与持续改进、剂量限值与剂量约束值、工作场所分区原则、放射性废物处理、台账登记要求及单位监测仪器设备配置等作出原则性规定。其中 4.3 节提出辐射工作人员和公众的辐射照射应符合 GB18871 关于剂量限值的规定。根据测井工作实践，参照其他标准情况，提出一般情况下职业照射的剂量约束值为 5mSv/a；公众照射的剂量约束值为 0.1mSv/a。4.4 节按照 GB18871 规定，放射性测井的工作场所应划分控制区和监督区。通常，装载或拆卸测井放射源和中子发生器的作业区域、校验测井仪的区域、非密封放射性物质分装与作业场所（含实验室）、测井放射源及放射性废物贮存场所等应划为控制区。4.5 节根据目前放射性废物管理要求，提出放射性测井单位应分类收集、暂存和处理放射性测井活动中产生的废中子管及示踪剂、污染物品等放射性废物和废旧放射源。按规定送贮到有资质单位的，应做好记录。满足清洁解控水平经审管部门认可的，可以进行解控。4.6 节鉴于放射性测井单位台账多、变化快的特点，提出建立放射源、非密封放射性物质及中子发生器的领取、归还台账登记制度，定期清理并送贮废旧放射源和放射性废物，做好记录。4.7 节放射性测井单位所使用的放射源、非密封放射性物质及中子发生器有不同的类别，各单位应根据源项情况，配备必要的辐射监测仪器及防护用品，包括伽马、中子辐射监测仪器、表面污染检测仪等。

第 5 章对放射源测井工作的装卸源工具、放射源源罐与非密封放射性物质容器方面作了规定。5.1 节参照 GBZ118 标准和工作便利性实际经验，提出了装卸源工具配备具体要求。5.3-5.4 节参照 GBZ118

等要求，给出了源罐装载放射源时，离源罐表面 5 厘米由透射导致的周围剂量当量率指标；同时给出了非密封放射性物质容器外表面 5 厘米处的周围剂量当量率不超过 $25 \mu\text{Sv/h}$ ，1 米处的周围剂量当量率不得超过 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，容器外表面的 α 污染水平不应超过 0.4Bq/cm^2 ， β 污染水平不应超过 4Bq/cm^2 。

第 6 章对放射源库、临时存放库以及实验室的安全与防护作出规定。提出了源库选址建议和贮存物品要求。6.1.3 节根据调研情况，参考其他标准及现状，为做好防护和防潮，要求设置贮源坑时，凹入地面部分应大于 100 厘米、上口高出地面 10~15 厘米，贮源坑上应盖有适当材料与厚度的防护盖，坑内应保持干燥。6.1.4 节参照《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造规范》(HJ1258-2022)中关于距盖板表面 0.5 m 的周围剂量当量率不超过 $20 \mu\text{Sv/h}$ ；各贮存间隔墙表面 0.2 m 处周围剂量当量率不超过 $20 \mu\text{Sv/h}$ 的规定，本文件提出贮源坑防护盖、贮源柜和贮源箱表面 30 厘米处周围剂量当量率小于 $20 \mu\text{Sv/h}$ ，贮源坑防护盖表面 30 厘米处周围剂量当量率比 GBZ118 规定的 $100 \mu\text{Sv/h}$ 更为合理、优化。6.1.4 节提出源库墙体、门窗、室顶等屏蔽体外 30 厘米处周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。6.1.5 节提出贮存大于 185GBq 的中子源和大于 18.5GBq 的 γ 源的源库，应配备必要的机械提升与传送设备。6.1.7 提出源库内应有良好的照明和通风，为减少有害气体的吸入，要求人员进入前应通风 5 分钟以上，根据不同的源库及环境影响评价情况。6.1.9 和 6.1.10 节参照城市放废库和公安标准要求提出库区围墙四周及出入口、库区和

源库内的照明系统和视频监控系统。视频录像记录保存时间按照公安部门有关规定不少于 90 天。临时存放库安全防护措施包括辐射监测仪器、防盗报警装置、消防器材，视频监控系统等，要求专人值守，建立值守、巡检、交接班和外来人员安全管理制度。参照源库要求，6.2.4 提出临时存放库墙体、门窗、顶棚等屏蔽体外 30 厘米处周围剂量当量率小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。实验室参照其他非密封放射性物质使用管理要求，对其工作场所提出了具体的安全与防护要求，其中 6.3.4 和 6.3.6 节分别对操作非密封放射性物质场所为乙级和丙级的实验室提出相应有区别的措施要求，操作非密封放射性物质场所达到乙级的实验室应设置手套箱，箱内应保持合适的（200Pa）负压；丙级场所可设置通风橱（柜）。通风橱（柜）箱门半开时，开口处的平均风速应大于 1m/s 。实验室供水系统采用感应、脚踏或臂肘式等防污染的开关。乙级实验室应设置卫生通过间（包括更衣室、淋浴室和辐射监测设备），丙级实验室应设置更衣、洗手场所和辐射监测设备。6.3.7 明确了移动式同位素实验室的辐射安全与防护要求与固定建筑物内非密封放射性物质实验室的要求相同。

第 7 章对测井用载运放射源定位监控、专用货箱、固定措施、剂量率控制、防盗报警装置等作出规定；对运输货包、随车工具等提出规定。7.1 节参照高风险移动探伤放射源管理，提出对 III 类及以上放射源的运输工具应安装有行驶记录功能的卫星定位设备。7.3 节参照 GBZ118 等标准保守规定车辆外表面 30 厘米处周围剂量当量率应小于 0.1mSv/h ，距运源车外表面 2 米处周围剂量当量率应小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ ，

驾驶员位置周围剂量当量率应小于 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 。7.5 节提出运输时应针对测井运输编制运输说明书（及主要内容），并随车携带。

第 8 章按照放射源、非密封放射性物质、中子发生器三种测井类型，对放射性测井操作的辐射安全与防护提出具体要求。

第一，明确了放射源测井作业前应做的准备工作，并在测井现场设置警戒线和电离辐射警告标志，正对井口处安装视频监控设备。提出了操作放射源作业时至少须 2 名操作人员在场，每名操作人员均佩戴适用的个人剂量计及个人剂量报警仪。在井场室外临时存放放射性核素时，用警戒线划定警戒区域，设置监控装置进行实时监控。参照 GBZ118 标准及典型放射源估算情况，提出测井单位进行放射源外壳、密封圈等日常检查时，应有专用操作工具和防护屏蔽设备，防护屏蔽靠人体一侧的周围剂量当量率应小于 1mSv/h 。除更换放射源外壳密封圈操作外，维修或更换放射源外壳及内部构件应由符合条件的具备专业知识和操作技术且经培训合格的人员完成。在资料和行业调研基础上，参照 GBZ118 等标准及放射源使用情况，提出了放射源泄漏检测要求，关于泄漏检测频次未作引用。

第二，非密封放射物质测井前，由于源项有别于放射源，提出作业现场 $2.5 \mu\text{Sv/h}$ 的控制区边界处设置警戒线和明显的电离辐射警告标志。提出了测井操作时至少须 2 名操作人员在场以及现场操作及人员防护要求。作业后对剩余非密封放射性物质及放射性废物必须由作业单位统一回收，带回源库妥善保管。

第三，考虑中子发生器测试、刻度时的辐射防护问题，参照 GBZ118

标准及已有工作实践经验，提出中子发生器测试、刻度宜在专用的屏蔽体内进行，屏蔽介质可使用大于 100 厘米的混凝土或大于 200 厘米的水层，也可使用专用地下测试井，测试井深度大于 10 米。在没有专用屏蔽体时，应将距测试中子管不小于 30 米范围设置为控制区，边界应设置警戒线或栅栏及电离辐射警告标志，由专人警戒。考虑到中子感生放射性问题，综合考虑原有标准规定和 IAEA 标准要求，提出含有中子发生器的下井仪器到达井下指定位置方可打开电源，中子发生器回收时，须确保断电 20 分钟后人员方能接近仪器。

第 9 章参照新发布的 HJ1188 和 HJ1198 标准内容，按照监测一般要求、辐射工作场所及环境监测、个人剂量监测三个方面提出了放射性测井工作的辐射监测要求。9.1.1-9.1.3 节提出了有关监测方案计划、监测记录和监测结果评价规定。9.2.1 按照目前规定和做法，提出了监测频次要求，放射性测井单位应对测井放射源库、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。9.2.2 详细给出了放射性测井单位辐射工作场所及周围环境的辐射监测具体点位、内容和频次应包括但不限于表 2 中列举的内容。9.3.1 节依据 GBZ128 等规定，对操作人员、运输人员、保管人员进行个人剂量监测，检测周期不超过每季度一次，并建立个人剂量档案，发现个人剂量异常应及时进行调查并上报发证机关。9.3.2 节参照 HJ1188 及类似标准要求，针对特殊的操作大量挥发性放射性物质的工作人员，应根据场所的放射性气溶胶浓度开展内照射评价，当发生放射性污染事故怀疑人

员受到内照射，应进行体内放射性监测。

第 10 章对辐射事故应急准备和应急响应作出了规定，包括应急预案、应急物资、放射性污染处理、放射源落井应急响应等要求。本章 10.1 节提出了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。10.2 节根据调研目前相关单位的做法和应急准备需要，提出了放射性测井单位应配备常用的应急物资。10.3 节给出了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应采取的应急响应措施。10.4 节根据 IAEA 标准文件和我国管理经验，提出了发生放射源落井时，应研究制定科学、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，须用水泥塞、混凝土或相当方式进行封井处理，安装永久性的识别牌，同时给出了具体内容。

5. 与国内外标准或文件的对比

本标准为新制定环境标准，编制组通过收集整理有关职业卫生防护标准和石油行业标准、技术文件、辐射事故（事件）案例资料，同时参阅了美国核管会文件《测井、示踪剂和现场注水研究许可证的具体程序指南》和 2020 年 7 月 IAEA 发布的《测井中的辐射安全》文件。以放射源测井为主，涵盖非密封放射性物质与中子发生器测井，主要有以下一些情况：

（1）删除或简化了 IAEA《测井中的辐射安全》中组织与个人职责、安全评估和辐射防护计划、人员培训与资格认证等管理性内容；基本涵盖涉及到工作场所与个人剂量监测、伽马源与中子源安全管控、测井设施和现场使用伽马源与中子源、安全运输、应急准备和响应等内容，并且主要内容和重点条款不存在明细冲突问题。

（2）根据现行核技术利用辐射安全防护要求及管理规定，本标准应广大基层生态环境部门和测井单位的需求，参考 GB18871、部分 GBZ 与 HJ 标准中设置辐射监测要求内容的做法，提出了第 4 章一般要求和第 9 章辐射监测要求。

（3）针对目前放射性测井行业存在的一些问题，比如放射源源罐、非密封放射性物质贮存容器、放射性物品运输、放射源泄漏检测等方面问题，本标准特意安排了一些对应条款，也曾征求过主要油气田测井单位的意见，未收到明显的反对意见。

（4）根据目前放射源监管要求和工作需要，总结放射性测井行

业的良好实践，在各章节多处增加了辐射安全监控、报警等要求。

(5) 对现有职业卫生防护标准中放射性测井操作中的装卸工具配备要求、有关辐射剂量率控制要求、室外操作放射源划区、放射源检验、贮存库及源坑要求、非密封源实验室等要求仍然适用，本标准作直接引用或整理、细化处理。

6. 在我国的适用性

目前我国放射源测井技术在石油、地质、煤炭等行业中被广泛使用，该技术工艺流程较为复杂，潜在风险相比固定使用放射源较高，相应的辐射安全与防护标准体系有待完善。本标准在总结我国放射性测井行业的良好工作实践的基础上，根据各种放射性测井作业和源项的特点，以运输、贮存、使用、日常维护、应急等工作主线，按照不同工作环节分类分项阐述了放射性测井有关辐射安全防护具体要求，并对部分放射源安全管理和事故应急处置进行了规范。

本标准的编制是在研究我国辐射安全法规要求和国内外标准文件技术要求的基础上完成的，对国内法规和国外做法进行一定程度的梳理、整合，既满足我国现有法规标准要求，又符合核技术利用辐射安全管理的实际需求。它的制定，比较全面提出了放射性测井过程的辐射安全与防护技术要求，具有较强的实用性、规范性和先进性，将对我国放射性测井辐射安全和防护管理工作提供具体指导与规范。