

2022年

黑龙江省辐射环境质量报告

HEILONGJIANGSHENG FUSHE HUAN JING ZHI LIANG BAO GAO



2022 黑龙江省辐射环境质量报告

二〇二三年一月

前言

为了确保公众健康和辐射环境安全，2007年我省按照原国家环境保护总局要求建立了黑龙江省辐射环境监测网，开展的监测覆盖了辐射环境质量监测、国家重点监管的核与辐射设施周围环境监督性监测和核与辐射事故应急监测。《2022全省辐射环境质量报告》以国控网和省控网数据为基础，对全省辐射环境质量监测结果进行了分析和总结，为核与辐射安全监管提供科学依据和技术支撑。

本报告的数据来源于国控网和省控网。2022年全省辐射环境质量监测按照《黑龙江省辐射环境监测方案》的要求，空气吸收剂量率监测包括27个辐射环境自动监测站空气吸收剂量率在线连续监测，29个点位累积剂量监测；空气监测包括27个辐射环境自动监测站的气溶胶监测，哈尔滨市的沉降物、空气(水蒸汽)和降水中氡、气态放射性碘同位素监测；水体监测包括松花江流域、黑龙江流域、乌苏里江流域和镜泊湖、兴凯湖地表水监测，13个地级及以上城市集中式饮用水水源地水监测，哈尔滨市城市地下水监测；此外，还包括14个点位的土壤监测，哈尔滨市的电磁辐射监测。

报告中辐射环境质量评价主要依据《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871 – 2002)、《生活饮用水卫生标准》(GB 5749 – 2006)、《电磁环境控制限值》(GB 8702 – 2014)。

监测结果表明：2022年，全省辐射环境质量总体良好。其中环境电离辐射水平处于本底涨落范围内，环境电磁辐射水平低于国家规定的电磁环境控制限值。

目录 CONTENTS

1 辐射的来源	04
1.1 环境中天然电离辐射源	05
1.2 环境中人工电离辐射源	07
1.3 电离辐射照射的途径	10
1.4 环境中电磁辐射	11
2 辐射环境监测	13
2.1 辐射环境监测目的	14
2.2 辐射环境监测概况	14
2.3 辐射环境质量监测方案	16
2.4 质量保证	17
3 辐射环境质量	18
3.1 空气吸收剂量率	19
3.2 空气	21
3.3 水	23
3.4 土壤	25
3.5 环境电磁辐射	26
4 总结	27
4.1 环境电离辐射	28
4.2 环境电磁辐射	28
附录	29
附录1 监测方案	30
附录2 监测方法、测量仪器和探测下限	31
附录3 数据处理与评价	34
附录4 名词解释	38
附录5 符号说明	40

1 辐射的来源

环境辐射可以分为电离辐射和电磁辐射，按其来源可以分为天然辐射源和人工辐射源。

我国居民所受的电离辐射个人年有效剂量比例示意图见图1.1-1。由图可见，我国居民所受的电离辐射照射中，绝大部分来自天然辐射源的照射，天然辐射源所致的居民个人年有效剂量占总剂量的94%，而人工辐射源所致的居民个人年有效剂量仅占总剂量的6%（参考潘自强、刘华主编的《核与辐射安全》）。

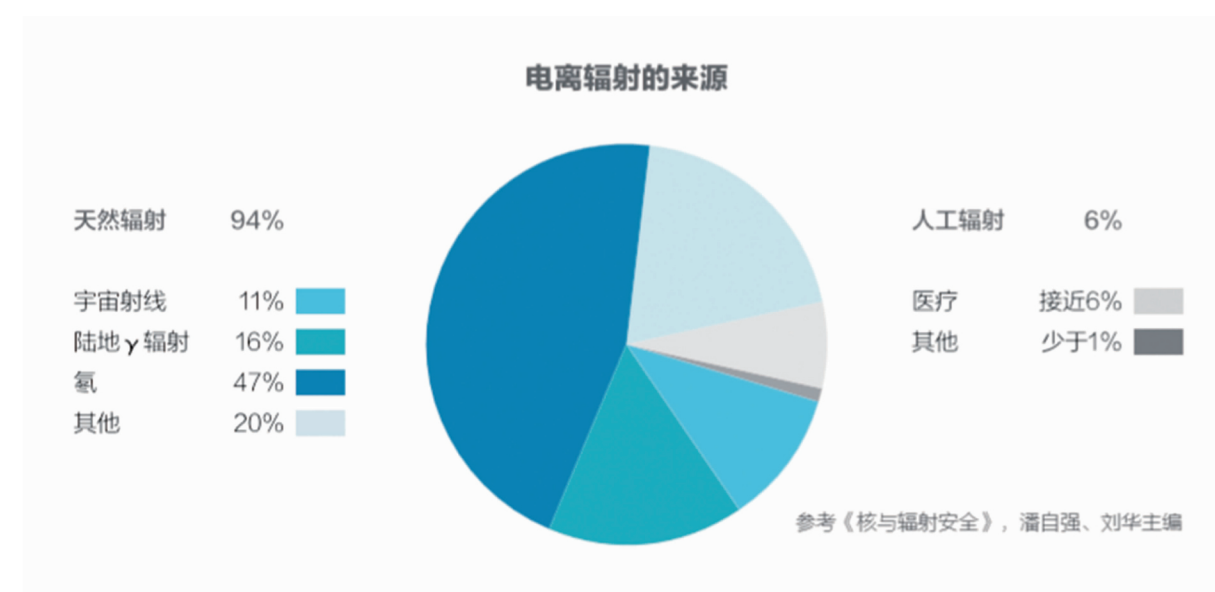


图 1.1-1 我国居民日常受到的电离辐射个人年有效剂量比例示意图

1.1 环境中天然电离辐射源

环境中的天然电离辐射源主要包括来自外层空间的宇宙射线及宇生放射性核素和地壳中的原生放射性核素。根据联合国原子辐射效应科学委员会（UNSCEAR）2000年和2008年报告，全球天然电离辐射源所致个人年有效剂量平均值为2.4mSv（典型范围为1 ~ 13mSv），根据中国环境百科全书选编本《核与辐射安全》，我国天然电离辐射源所致个人年有效剂量平均值大约为3.1mSv。天然电离辐射源所致个人年有效剂量平均值分布见表1.1-1。

表1.1-1 天然辐射源所致个人年有效剂量平均值¹⁾

辐射来源	个人年有效剂量平均值 (mSv)	
	全球	我国
宇宙射线电离成分	0.28 ²⁾	0.26 ²⁾
中子	0.10	0.10
陆地伽马射线	0.48	0.54
氡及其子体	1.15	1.56
钍及其子体	0.10	0.185
钾-40	0.17	0.17
其他核素	0.12	0.315
总计	2.4	3.1

注：1) 资料来源：UNSCEAR 2008年报告和中国环境百科全书选编本《核与辐射安全》。

2) 因宇生放射性核素引起的全球居民照射相对较小,表中未包括。

1.1.1 宇宙辐射

宇宙射线是指来自外层空间射向地球表面的射线，分为初始宇宙射线和次级宇宙射线。初始宇宙射线为直接来自外层空间的高能带电粒子，主要是质子和 α 粒子，以及某些重要的原子核；核次级宇宙射线是由初始宇宙射线与大气中的原子核相互作用产生的次级粒子和电磁辐射，主要是 μ 介子、光子、电子以及中子。来自外层空间的初始宇宙射线，绝大部分在大气层中被吸收，到达地球表面的宇宙射线几乎全是次级宇宙射线。

宇生放射性核素主要是由宇宙射线与大气层中的核素相互作用产生的，其次是由宇宙射线与地表中核素相互作用产生的。在这些核素中，对公众剂量有明显贡献的是碳-14、氚（即氢-3）、钠-22和铍-7，其中碳-14、氚和钠-22也是人体组织所含的核素。表1.1-2列出了这几种宇生放射性核素的特性，其所致个人年有效剂量最大的是碳-14，但也仅占全球天然辐射源所致个人年有效剂量的0.5%。目前我省已开展监测的宇生放射性核素包括氚和铍-7。

表1.1-2 主要宇生放射性核素的特性¹⁾

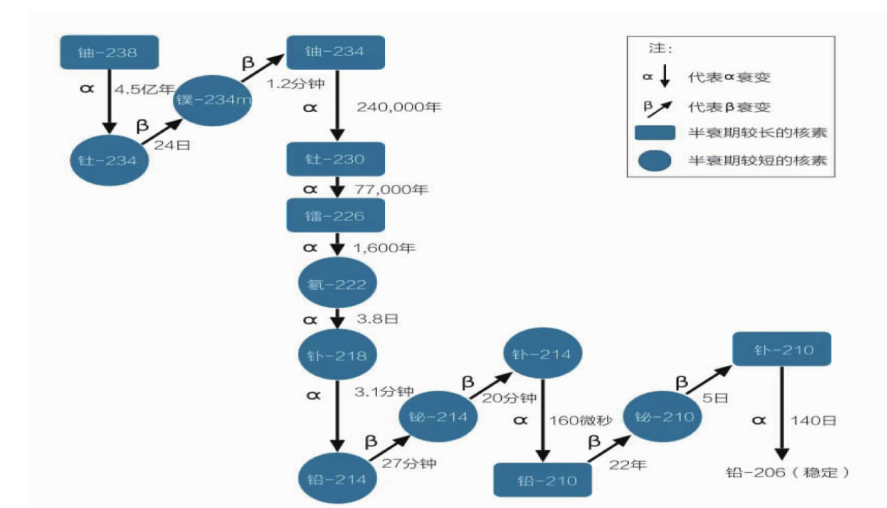
核素	半衰期	全球存量 /10 ¹² Bq	个人年有效剂量 / μ Sv
氚	12.33 年	1275	0.01
铍-7	53.29 天	413	0.03
碳-14	5730 年	12750	12
钠-22	2.602 年	0.44	0.15

注：1) 资料来源：《中国辐射水平》

1.1.2 原生放射性核素

原生放射性核素是指从地球形成开始一直存在于地壳中的放射性核素。原生放射性核素在环境（水、大气、土壤等）中到处存在，甚至在人体内也存在。由地球形成时产生的各种核素，在几十亿年后的今天，只有半衰期大于1亿年的核素尚未衰变完。这些放射性核素按现在技术判别共有31个，分为两类，一类为衰变系列核素，包括钍系、铀系和锕系三个放射性衰变系列，每个衰变系列包括多种不同的放射性核素。以铀系为例，从铀-238开始，经过14次连续衰变，最后到稳定核素铅-206，其主要衰变系列示意图见图1.1-2。另一类为单次衰变的放射性核素，其中最常见的是钾-40。目前我省环境监测已开展监测的原生放射性核素主要为一些半衰期较长的核素，如铀-238、钍-232、镭-226、钾-40、铅-210、钋-210等。

图 1.1-2 铀-238 主要衰变系列示意图



1.2 环境中人工电离辐射源

人工电离辐射源主要包括核武器试验和生产、核能生产、以及核与辐射技术在医学诊断与治疗、科学研究、工业、农业等各个领域的应用。根据 UNSCEAR 2008 年报告,全球人工

电离辐射源所致个人年有效剂量平均值约为 0.6mSv(典型范围为零至几十 mSv);根据《核与辐射安全》,我国人工电离辐射源所致个人年有效剂量平均值约为 0.2mSv。在人工电离辐射源中,医学诊断检查是最大的辐射源,人工辐射源所致个人年有效剂量平均值分布见表 1.2-1。

表 1.2-1 人工辐射源所致个人年有效剂量平均值¹⁾

辐射来源	个人年有效剂量平均值 (mSv)	
	全球	我国
医学诊断检查	0.6 ²⁾	0.21
大气层核试验	0.005	0.0005
切尔诺贝利事故	0.002	0.00005
核燃料循环(公众照射)	0.0002	0.00001

注：1) 资料来源：UNSCEAR 2008年报告和《核与辐射安全》。
2) 全球医学诊断检查所致个人年有效剂量平均值中不含治疗。

与天然放射性核素相反，人工放射性核素是指地球上本不存在，通过粒子加速器或核反应堆人为制备出来的。目前我省环境监测已开展监测的人工放射性核素包括氚、铯-90、碘-131、铯-134和铯-137等，其中，氚既是宇生放射性核素，又是人工放射性核素。

1.2.1 医疗照射

核与辐射技术在各行各业日益广泛的应用中，医学应用的历史最久、应用最广、影响最大。电离辐射的医学应用分为放射诊断、放射治疗和核医学等三部分。UNSCEAR和国际放射防护委员会(ICRP)等均指出，医疗照射是最大的并且必将不断增加的人工电离辐射照射来源。根据UNSCEAR 2008年报告，在人工电离辐射照射来源中，医学放射诊断占绝大多数，所致全世界人均年有效剂量远高于所有其他人工源好几个数量级。与职业照射和公众照射的防护不同的是，个人剂量限值不适用于医疗照射防护。为更好地推动医疗照射防护最优化，我国在《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)中，明确了放射诊断的医疗照射指导(参考)水平。

1.2.2 核试验

大气层核试验是环境中人工电离辐射源对全球公众产生辐射照射的主要来源。1945~1980年期间，世界各地进行了多次大气层核试验。核试验所产生的放射性裂变产物和其它放射性核素，一部分在试验场附近沉积，大部分在大气中迁移、弥散，造成全球性沉降。1980年后，大气层核试验中止。由于放射性核素的衰变及在地表中的迁移扩散作用，沉降到地表的大气层核试验沉降灰的影响逐渐减弱，目前在地表中仅

存在一些痕量的长寿命裂变产物(如铯-90和铯-137)以及氚和碳-14等放射性核素。随着时间的推移，大气层核试验沉降灰的影响将继续不断地减弱。

1.2.3 核能生产

核能生产引起的公众照射包括整个核燃料循环引起的对公众照射。核燃料循环包括铀矿的开采和选冶、铀的转化和富集、核燃料组件的制造、核电厂的运行、乏燃料的贮存和后处理、以及放射性废物贮存和处理。根据UNSCEAR报告资料，在核能生产各阶段中，对局部和区域集体剂量的主要贡献之一是核电厂。核电厂是最大型的一类核设施，具有完善的多重安全屏障系统，保证在正常运行状况下对环境释放很小，事故概率很低、安全水平很高。核电厂在正常运行条件下，排入大气的主要是裂变气体(氦和氩等)、活化气体(碳-14和氚-41等)以及碘、微尘和氚。液态流出物主要有氚、碘、钴、铯及其它核素。关键核素可能因堆型和设计特征而有所不同。根据《核动力厂环境辐射防护规定》(GB 6249-2011)的规定，在我国核电厂必须按每堆实施流出物年排放总量的控制，此外，任何厂址的所有核电厂反应堆向环境释放的放射性物质对公众中任何个人造成的有效剂量，每年必须小于0.25mSv的剂量约束值。

核事故中人工放射性核素向环境的释放，亦成为公众照射的一部分。全球核电厂运行过程中发生过一些事故，如1979年、1986年和2011年分别发生了三哩岛、切尔诺贝利和福岛核事故。其中三哩岛核事故辐射泄漏的范围主要局限于安全壳内，对环境的影响极其轻微，按照国际核事故分级表确定为5级。切尔诺贝利核事故是核电历史上最严重的事故，也是首例被国际核事故分级表评为7级的特大事故，估计释放到环境的放射性物质总量为 1.2×10^{10} Bq，释放的放射性核素主要为碘-131、铯-137和铯-134等，前苏联、北欧、西欧等国家的广大地区都受到明显的污染，我国和北半球的一些国家也受到不同程度的影响。福岛核事故与切尔诺贝利核事故虽然同为7级，但两者的事故状态不完全相同，福岛核事故放射性物质的释放量低于后者一个量级，福岛核事故发生后，我国全国范围内多种环境介质中陆续检测到碘-131、铯-137和铯-134等人工放射性核素，这些人工放射性核素所致个人有效剂量仅为天然辐射源所致个人年有效剂量的万分之一，到2011年4月底已检测不到福岛核事故对我国环境的影响。

1.2.4 核与辐射技术在其它领域的应用

核与辐射技术在其他领域的应用指的是除核能利用外，放射性同位素与射线装置在工业、农业、国防及科学研究等领域的应用。我国的放射性同位素应用主要有示踪和射线分析、射线检测技术和辐照技术等；我国的射线装置应用分为X射线机和加速器两类，X射线机除应用于放射诊断和治疗外，还广泛应用于工业探伤和荧光X射线

分析，而且在电子设备生产中也常被使用。我国对放射性同位素和射线装置两类辐射应用的从业资质、许可申请、屏蔽设计、防护要求、工作条件等都有明确的规定。

1.3 电离辐射照射的途径

人体接受辐射照射的途径分为外照射和内照射。辐射照射途径示意图见图1.3-1。通常，环境中的天然辐射及人为实践或事件释放的核素形成对外照射。土壤、岩石和建筑材料中存在着许多天然放射性核素，其衰变辐射形成了对外照射。人为实践或事件释放的放射性核素进入大气，人体可能会受到它们的外照射，这种外照射一般分为两类情景，一类为烟云从人体头顶上空经过时形成的外照射称为烟云照射，以及由于含有放射性核素的空气包围人体形成的外照射称为浸没照射；另一类为释入大气的放射性核素在运动过程中会衰变或在短期内由于干或湿沉降落到地表，这些已沉积的核素将衰变而对沉积区内的人们产生外照射。

内照射通常是指摄入人体内的核素产生的照射，主要有两种途径，即吸入空气中的放射性核素所造成的吸入内照射，以及当环境中的放射性核素进入食物链时所造成的食入内照射。

在放射性核素进入环境后，食入照射与外照射通常是主要途径和持续来源。

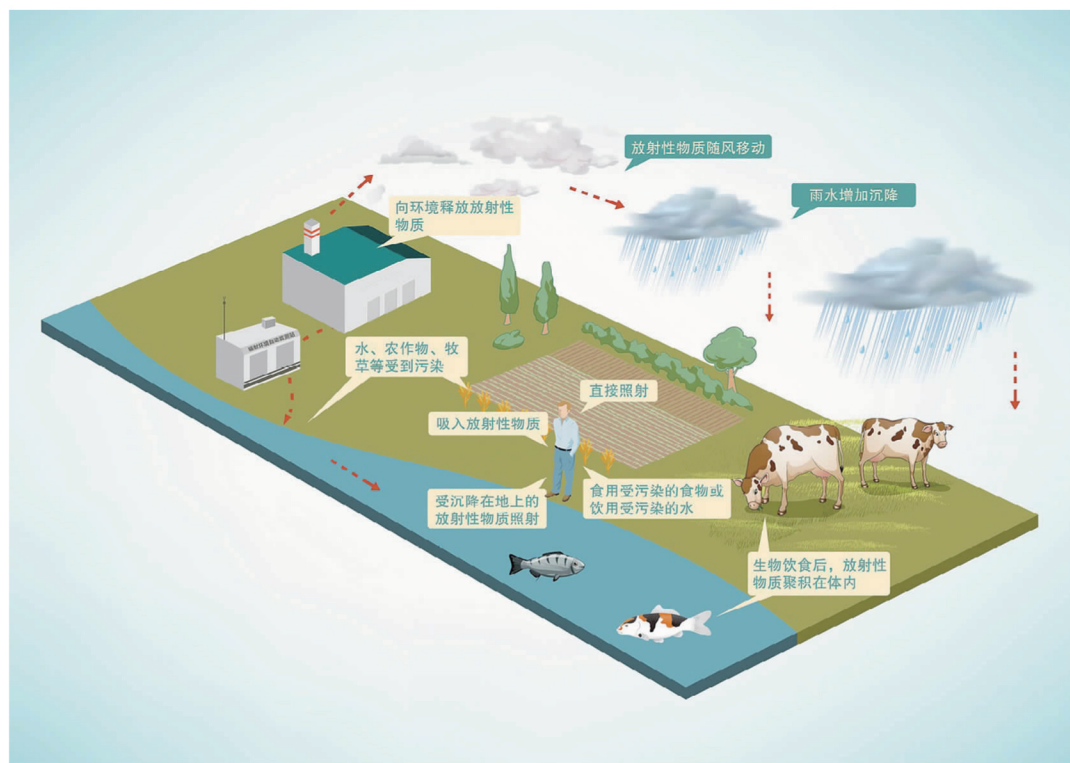


图 1.3-1 辐射照射途径示意图

1.4 环境中电磁辐射

电磁辐射是一种物理现象，是能量以电磁波形式由源发射到空间的现象，是变化的电场和变化的磁场相互作用形成的一种能量流的传播。电磁辐射源从来源可分两类，即天然电磁辐射源和人工电磁辐射源。

天然的电磁辐射源主要有太阳系和星际电磁辐射（包括宇宙射线）、紫外线、可见光、红外线、地磁场、地球和大气层电磁场等。天然电磁辐射较人工电磁设施产生的电磁辐射要小几个数量级。人工电磁设施一般可分为广播电视发射设施、通信雷达及导航发射设施、高压输变电设施、交通系统和工、科、医用电磁设施等，人工电磁设施的分类见图1.4-1。影响电磁环境质量的人工电磁辐射源主要为射频电磁设施和工频电磁设施。

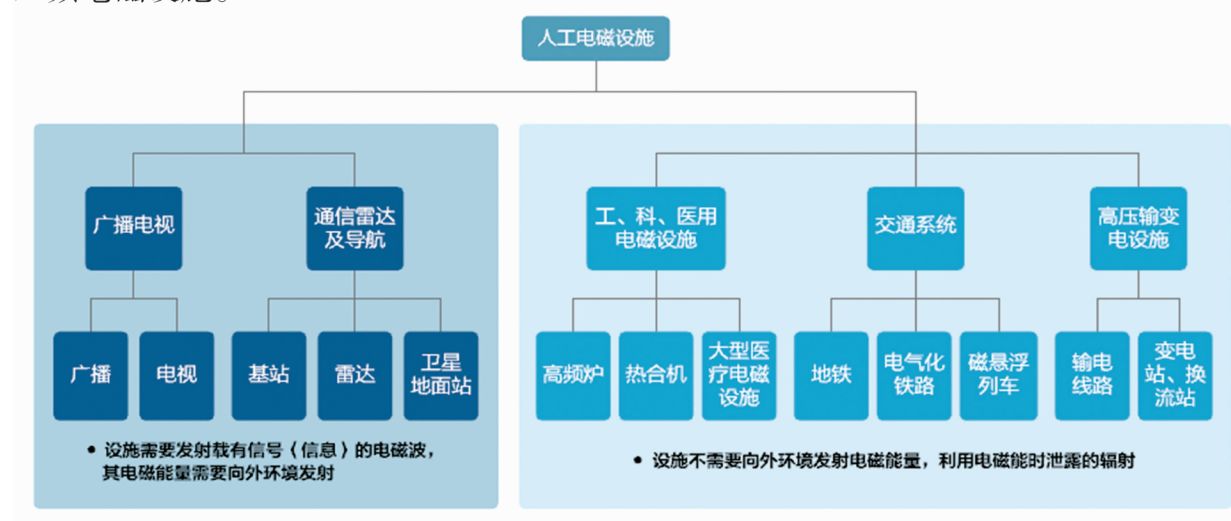


图 1.4-1 人工电磁设施的分类

世界卫生组织（WHO）将电磁辐射粗略地分为静频（0Hz）、极低频（0 ~ 300Hz）、中频（300Hz ~ 10MHz）和射频（10MHz ~ 300GHz）四种类型。工频电磁场是一种极低频率（ELF）的电磁场，包含电场和磁场两个分量。在我国，工频频率为50Hz，而有些国家（如美国）为60Hz。电磁波频谱图见图1.4-2。

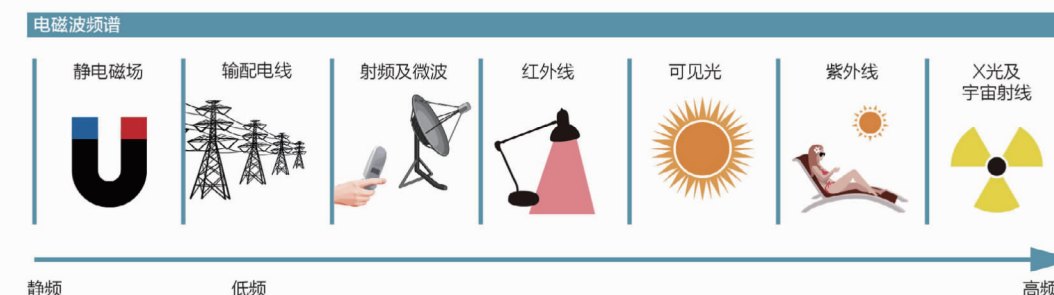


图 1.4-2 电磁波频谱图

为了保护环境，保障人体健康，防治电磁污染，1988年我国首次发布《电磁辐射防护规定》（GB 8702-88），标准规定了0.1MHz~300GHz频率范围内的电磁辐射防护限值。2014年根据电磁环境基础研究的新进展和我国电磁环境特征的变化，同时为了适应经济建设发展的需求，对原标准进行了修订，并更名为《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）。

新标准增加了1Hz~0.1MHz频率范围内电磁环境控制限值，明确了监测的要求，删除了职业控制限值。新标准于2015年1月1日起实施。《电磁环境控制限值》中规定的公众暴露电场强度控制限值与频率的关系见图1.4-3。

目前，我国环境监测开展的电磁辐射监测项目主要为频率范围为30MHz~3000MHz的综合电场强度。

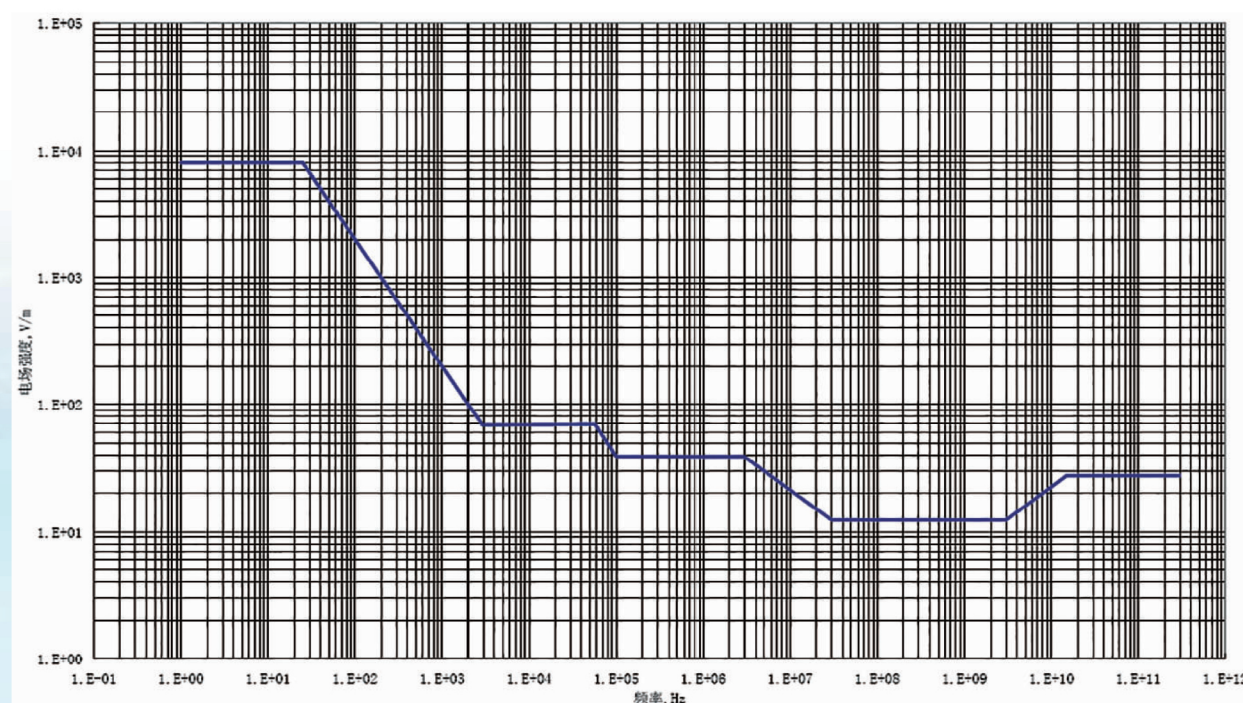


图 1.4-3 公众暴露电场强度控制限值与频率关系

2 辐射环境监测

2.1 辐射环境监测目的

辐射环境质量监测的目的为：1) 积累环境基础数据，总结变化规律，准确、及时、全面反映环境质量现状及发展趋势，为环境质量评价和环境影响评价提供依据；2) 识别异常数据、跟踪并判断环境风险；3) 为公众提供信息。

2.2 辐射环境监测概况

根据电离辐射照射途径和辐射环境质量监测目的,开展的电离辐射环境监测主要包括空气吸收剂量率等环境辐射水平监测,以及空气、水体、土壤和生物等环境样品中放射性核素活度浓度监测。电离辐射环境监测对象示意图见图2.2-1。同时,为评估环境中电磁辐射水平,开展综合电场强度的监测。

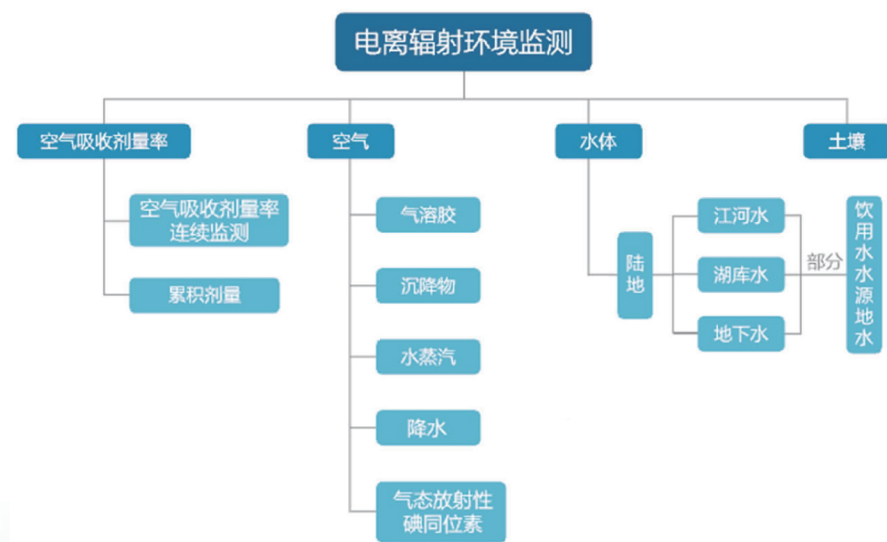


图 2.2-1 电离辐射环境监测对象示意图

根据电离辐射监测对象，将监测方式分为现场监测和样品采集实验室分析。

现场监测为辐射环境自动监测站（简称“自动站”，下同）空气吸收剂量率连续监测，自动站的配置见图2.2-2。自动站数据通过通讯网络传送至省级和全国数据中心，通过数据管理系统实时监控环境辐射水平和气象参数的变化，并对异常数据进行报警，报警示意图见图2.2-3。



图 2.2-2 自动站配置图



图 2.2-3 自动站连续空气吸收剂量率报警

但是，在自然界中，相对于天然放射性核素而言，人工放射性核素的含量是很低的。在天然放射性核素干扰的情况下，甄别存在于环境中的痕量人工放射性核素非常不易，而环境中人工放射性核素含量又是评价核设施正常运行或应急情况下排放的放射性物质对环境、公众健康影响的关键指标。因此，辐射环境监测除了自动站的连续监测外，还须采集各种环境样品进行实验室分析。部分实验室放射性测量仪器见图 2.2-4。



图 2.2-4 实验室分析仪器

2.3 辐射环境质量监测方案

我省辐射环境质量监测空气吸收剂量率监测包括 27 个地级及以上城市的空气吸收剂量率连续监测，29 个地级及以上城市的累积剂量监测。空气监测包括 27 个地级及以上城市的气溶胶监测，25 个自动站的沉降物、气态放射性碘同位素(以下简称“气碘”)监测，哈尔滨市的降水中的氡、空气中氡、空气中氡监测。水体监测包括松花江流域、黑龙江流域、乌苏里江流域和镜泊湖、兴凯湖地表水监测。13 个地级及以上城市集中式饮用水水源地水监测，哈尔滨市城市地下水监测，此外，还包括 14 个点位的土壤监测，哈尔滨市的电磁辐射监测。

2022 年，全省辐射环境质量监测方案见表 2.3-1。

表 2.3-1 辐射环境质量监测方案

监测对象	监测项	监测(采样)频次
陆地 γ 辐射和宇宙射线	γ ¹³¹ 空气吸收剂量率(自动站)	连续监测
	γ ¹³¹ 辐射累积剂量(每次连续监测 1 个季度)	累积测量 1 次/季
	宇宙射线响应	1 次/年
空气中氡	室外氡	累积测量 1 次/季
空气中碘	¹³¹ I	1 次/季
气溶胶	γ ¹³¹ 核素, ²¹⁰ Po, ²¹⁰ Pb(标准站)	1 次/月
	γ ¹³¹ 核素(南直路站)	连续监测
	γ ¹³¹ 核素	1 次/季
沉降物	⁹⁰ Sr, ¹³⁷ Cs	1 次/年 全年样品合并测量
	γ ¹³¹ 核素	1 次/季
	⁹⁰ Sr, ¹³⁷ Cs	1 次/年
空气中氡	氡化水蒸气	1 次/年
降水	³ H	1 次/季

监测对象	监测项	监测(采样)频次
地表水	U、Th、 ²²⁶ Ra、总 α、总 β、 ⁹⁰ Sr、 ¹³⁷ Cs (枯水期、平水期各一次)	1 次/半年
饮用水源地水	总 α、总 β、U、Th、 ²²⁶ Ra、 ⁹⁰ Sr、 ¹³⁷ Cs	1 次/半年
	总 α、总 β	1 次/年
地下水	U、Th、 ²²⁶ Ra、总 α、总 β	1 次/年
土壤	γ ¹³¹ 核素	1 次/年
电磁辐射	综合场强、工频	1 次/年

注：1) 气溶胶和沉降物 γ 能谱分析项目包括：⁷Be、⁴⁰K、²²⁸Ra、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs 等放射性核素；土壤 γ 能谱分析项目包括：²³⁸U、²³²Th、²²⁶Ra、¹³⁷Cs 等放射性核素。

2.4 质量保证

辐射环境监测机构负责辖区内辐射环境质量监测，保证客观、公正和独立地从事环境监测活动，对出具的监测数据的真实性和准确性负责。

为确保辐射环境监测数据准确、可靠，通过强化实验室资质认定，规范监测人员持证上岗，加大监测人员的培训力度，加强实验室内部的质量控制和实验室质量考核，统一监测方法，严格计量器具和监测仪器的校准与检验等措施，对监测全过程进行质量控制，辐射环境监测的质量保证措施见表 2.4-1。

表 2.4-1 辐射环境监测的质量保证措施

质量保证措施	内 容
管理体系	通过实验室资质认定，建立了相应的质量体系并保证其有效运行，确保在人员、实验环境、仪器设备、质量管理等方面，满足辐射环境监测要求。在资质允许范围内开展工作，对出具的数据负责。
人员资质和考核	监测人员按照生态环境部的相关要求持证上岗
人员培训	按照全国辐射监测培训年度计划，积极参加监测技术中心举办全国辐射监测技术培训班，包括新进人员或岗位轮换人员上岗培训；标准、规范技术变更、监测技术革新时的适时培训等。
监测方法	监测方法采用最新有效的国家或行业标准，执行统一的《国控网环境监测方法探测下限管理要求》。
监测仪器	对监测结果的准确性或有效性有影响的仪器设备，包括采样设备、辅助测量设备制定量值溯源计划并定期实施，确保在有效期内使用，根据仪器设备的使用情况进行期间核查。
样品采集和管理	根据监测方案所确定的采样点位、监测项目、频次、时间进行采样，使用地理信息定位、照相或录像等辅助手段，保证采样过程客观、真实和可追溯。采样应至少有 2 名监测人员在场。采样满足统一的技术规范要求，并保证样品运输、交接和保存中的质量控制。
实验室内部质量控制	按照黑龙江辐射环境监测质量保证年度计划和监测标准方法的规定，开展仪器性能检查、刻度曲线的绘制和检验、空白样测定、平行样测定、留样复测、加标回收率测定、盲样测试、仪器比对、方法比对、人员比对等内部质量控制。
实验室外部质量控制	积极参加监测技术中心每年组织开展全国辐射环境监测质量考核。
数据审核	按照质量管理体系和国控网辐射环境监测数据管理相关实施细则的要求，对数据进行有效性审核后报送监测技术中心。发现数据可疑时，首先开展数据受控验证，核实是否受仪器和标准物质、样品的采集、运输、保存与分析等因素的影响。若可疑数据受控，则进一步对自然和周围环境变化等影响因素进行排查。经排查后判定为异常的数据，上报相关管理部门组织调查。

3 辐射环境质量

3.1 空气吸收剂量率

3.1.1 空气吸收剂量率连续监测

2022年，全省空气吸收剂量率连续监测结果见表3.1-1。

监测结果表明，自动站连续空气吸收剂量率处于本底涨落范围内。27个自动站的年均值范围为（64.1-94.4）nGy/h。

表3.1-1 自动站连续空气吸收剂量率（nGy/h）

序号	所在地市	自动站名称	年均值
1	哈尔滨	哈尔滨通达街站	81.4
2	哈尔滨	哈尔滨南直路站	-
3	大兴安岭	大兴安岭地区漠河站	-
4	大兴安岭	大兴安岭市呼玛镇站	72.1
5	大兴安岭	大兴安岭市人民路站	94.4
6	黑河	黑河卡伦山村站	77.9
7	黑河	黑河市奇克镇广场西街站	74.9
8	齐齐哈尔	齐齐哈尔龙沙区站	70.2
9	伊春	伊春伊春区站	81.3
10	伊春	伊春市繁荣路站	-
11	鹤岗	鹤岗兴安区站	88.1
12	鹤岗	鹤岗市名山站	70.8
13	大庆	大庆黑鱼湖水厂站	76.7
14	绥化	绥化北林区站	76.1
15	佳木斯	佳木斯江心岛站	80.1
16	佳木斯	佳木斯市抚远站	64.1
17	佳木斯	佳木斯市友谊路站	75.3
18	双鸭山	双鸭山尖山区站	79.5
19	双鸭山	双鸭山市顺安街站	66.6
20	七台河	七台河桃山区站	82.1
21	鸡西	鸡西市虎林站	72.9
22	鸡西	鸡西市康新路站	79.3
23	鸡西	鸡西文化路站	81.1
24	牡丹江	牡丹江十二条站	85.1
25	牡丹江	牡丹江市东宁站	76.8
26	牡丹江	牡丹江市宁安站	77.2
27	牡丹江	牡丹江市绥芬河站	84.8

3.1.2 累积剂量

2022年，全省累积剂量监测结果见表3.1-2。

监测结果表明，累积剂量测得的空气吸收剂量率处于当地天然本底涨落范围内，29个监测点的年均值范围为（85-124)nGy/h。

表3.1-2 累积剂量测得的空气吸收剂量率（nGy/h）

序号	所在地市	点位名称	范围	均值
1	哈尔滨	哈尔滨市东	84~90	87
2	哈尔滨	哈尔滨松北区世纪大道	95~96	96
3	哈尔滨	哈尔滨瓦盆窑收费站	91~93	92
4	齐齐哈尔	齐齐哈尔市龙沙公园（陆地）	106~112	109
5	齐齐哈尔	齐齐哈尔南苑开发区	75~95	85
6	齐齐哈尔	齐齐哈尔党政办公中心	95~116	105
7	鸡西	鸡西市当壁镇（陆地）	101~110	106
8	鸡西	鸡西北方热电公司	106	106
9	鸡西	鸡西气象局	111	111
10	鸡西	鸡西市永和镇（陆地）	113~120	116
11	鸡西	鸡西市东风镇	118~124	121
12	鹤岗	鹤岗新结村	116~133	124
13	双鸭山	双鸭山市饶和县（陆地）	92~114	103
14	双鸭山	双鸭山西山屯	98~121	109
15	双鸭山	双鸭山南市区	103~106	104
16	大庆	大庆市世纪大道	94~103	99
17	大庆	大庆花蔓溪谷	90~93	92
18	伊春	伊春区花园路	109	109
19	佳木斯	佳木斯市长安路	95~96	96
20	佳木斯	佳木斯市桦南县（陆地）	115~133	124
21	七台河	七台河富强村	110~115	112
22	牡丹江	牡丹江市自来水厂	81~101	91
23	牡丹江	牡丹江市阜宁镇	104~108	106
24	牡丹江	牡丹江市镜泊乡	99	99
25	牡丹江	牡丹江市共和乡	117~120	118
26	牡丹江	牡丹江市老黑山镇	101	101
27	黑河	黑河爱辉区卡伦山村	96	96
28	绥化	黑龙江中再生公司	108~110	109
29	大兴安岭	大兴安岭加格达奇西	96	96

3.2 空气

3.2.1 气溶胶

2022年，全省气溶胶监测结果见表3.2-1。

监测结果表明，气溶胶中天然放射性核素活度浓度处于天然本底水平，人工放射性核素活度浓度未见异常。

表 3.2-1 气溶胶监测结果

监测项目	单位	n/m ¹⁾	范围
铍-7	mBq/m ³	116/116	0.070~10
钾-40	mBq/m ³	79/116	15~223
铅-210	mBq/m ³	12/12	1.4~5.8
钋-210	mBq/m ³	11/11	0.51~0.69
碘-131	mBq/m ³	0/120	-
铯-134	mBq/m ³	0/116	-
铯-137（γ能谱分析）	mBq/m ³	0/121	-
铯-137（放化分析）	mBq/m ³	26/26	0.34~2.1
锶-90	mBq/m ³	26/26	0.41~2.1
铋-214	mBq/m ³	40/116	2.4~13
镭-228	mBq/m ³	15/116	2.6~856
钍-234	mBq/m ³	0/115	-

注：1) n：高于MDC测值数，m：测值总数。

3.2.2 气碘

2022年，全省气碘监测结果见表3.2-2。

监测结果表明，空气中气态放射性碘-131未见异常。

表3.2-2 城市气碘监测结果

监测项目	单位	n/m ¹⁾	范围
碘-131	mBq/m ³	0/93	-

注：1) n：高于MDC测值数，m：测值总数。

3.2.3 沉降物

2022年，全省沉降物和降水监测结果见表3.2-3和表3.2-4。

监测结果表明，沉降物中天然放射性核素日沉降量处于天然本底水平，人工放射性核素日沉降量未见异常。降水中氡活度浓度未见异常。

表3.2-3 沉降物监测结果

监测项目	单位	n/m ¹⁾	范围
铍-7	Bq/m ² ·d	70/70	0.018~5.7
钾-40	mBq/m ² ·d	55/70	13~432
铯-134	mBq/m ² ·d	0/70	—
铯-137（γ能谱分析）	mBq/m ² ·d	1/70	4.0
铯-137（放化分析）	mBq/m ² ·d	22/22	0.49~2.1
锶-90	mBq/m ² ·d	22/22	0.62~2.2
铋-214	mBq/m ² ·d	53/70	5.2~10.0
镭-228	mBq/m ² ·d	25/70	5.2~10.0
钍-234	mBq/m ² ·d	15/70	14~31
碘-131	mBq/m ² ·d	0/70	—

注：1) n：高于MDC测值数，m：测值总数。

表3.2-4 降水监测结果

监测项目	单位	n/m ¹⁾	范围
氡	Bq/L	0/4	—

注：1) n：高于MDC测值数，m：测值总数。

3.2.4 空气（水蒸汽）中氡

2022年全省空气（水蒸汽）中氡监测结果见表3.2-5。

监测结果表明，空气（水蒸汽）中氡活度浓度未见异常。

表3.2-5 空气(水蒸气)中氡监测结果

监测项目	单位	n/m ¹⁾	范围
氡	Bq/m ³	0/1	—

注：1) n：高于MDC测值数，m：测值总数。

3.3 水

3.3.1 主要江河流域

2022年，全省主要江河流域监测结果见表3.3-1。

监测结果表明，主要江河流域水中总α和总β活度浓度，天然放射性核素铀和钍浓度、镭-226活度浓度处于天然本底水平；人工放射性核素锶-90和铯-137活度浓度未见异常。

表 3.3-1 主要江河流域监测结果

监测项目	单位	n/m ¹⁾	范围
总α	Bq/L	7/8	0.022~0.077
总β	Bq/L	8/8	0.052~0.16
铯-137	mBq/L	8/8	0.29~0.91
锶-90	mBq/L	8/8	4.5~7.3
镭-226	mBq/L	8/8	2.5~5.1
钍	μg/L	8/8	0.23~0.33
铀	μg/L	8/8	0.37~0.75

注：1) n：高于MDC测值数，m：测值总数。

3.3.2 湖泊（水库）

2022年，全省湖泊（水库）水监测结果见表3.3-2。

监测结果表明，重点湖泊（水库）水中总α和总β活度浓度，天然放射性核素铀和钍浓度、镭-226活度浓度处于天然本底水平；人工放射性核素锶-90和铯-137活度浓度未见异常。

表3.3-2 主要湖泊（水库）监测结果

监测项目	单位	n/m ¹⁾	范围
总α	Bq/L	4/4	0.018~0.055
总β	Bq/L	4/4	0.051~0.12
铯-137	mBq/L	3/4	0.53~0.84
锶-90	mBq/L	4/4	4.8~7.3
镭-226	mBq/L	4/4	3.6~5.1
钍	μg/L	4/4	0.29~0.36
铀	μg/L	4/4	0.050~0.49

注：1) n：高于MDC测值数，m：测值总数。

3.3.3 地下水

2022年，全省地下水监测结果见表3.3-3。

监测结果表明，地下水中总α和总β活度浓度，天然放射性核素铀和钍浓度、镭-226活度浓度处于天然本底水平。其中，饮用地下水中总α和总β活度浓度低于《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）规定的放射性指标指导值。

表3.3-3 地下水监测结果

监测项目	单位	n/m ¹⁾	范围
总 α	Bq/L	1/1	0.047
总 β	Bq/L	1/1	0.054
铅-210	mBq/L	1/1	15
钋-210	mBq/L	1/1	7.9
镭-226	mBq/L	1/1	6.1
钍	μg/L	1/1	0.25
铀	μg/L	1/1	3.9

注：1) n：高于MDC测值数，m：测值总数。

3.3.4 饮用水水源地水

2022年，全省集中式饮用水水源地水监测结果见表3.3-4、表3.3-5。

监测结果表明，饮用水水源地水中总α、总β、锶-90和铯-137活度浓度，处于天然本底水平，低于《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）规定的放射性指标指导值。

表3.3-4 哈尔滨市饮用水水源地水中总放监测结果监测结果

城市	总 α		总 β	
	n/m ¹⁾	范围(Bq/L)	n/m ¹⁾	范围(Bq/L)
哈尔滨	2/2	0.012 ~ 0.014	2/2	0.043 ~ 0.049
	锶-90		铯-137	
	n/m ¹⁾	范围(Bq/L)	n/m ¹⁾	范围(Bq/L)
	2/2	2.7 ~ 3.2	1/2	0.64

表3.3-5 饮用水水源地水中总放监测结果监测结果

城市	总 α		总 β	
	n/m ¹⁾	范围(Bq/L)	n/m ¹⁾	范围(Bq/L)
齐齐哈尔	1/1	0.038	1/1	0.064
牡丹江	1/1	0.013	1/1	0.066
黑河	1/1	0.026	1/1	0.034
大兴安岭	1/1	0.051	1/1	0.061
鸡西	1/1	0.032	1/1	0.067
鹤岗	1/1	0.027	1/1	0.056
大庆	1/1	0.045	1/1	0.090
七台河	1/1	0.026	1/1	0.082
双鸭山	1/1	0.037	1/1	0.053
伊春	1/1	0.074	1/1	0.076
佳木斯	1/1	0.025	1/1	0.048
绥化	1/1	0.044	1/1t	0.053

注：1) n：高于MDC测值数，m：测值总数。

3.4 土壤

2022年，全省土壤监测结果见3.4-1。

监测结果表明，土壤中天然放射性核素铀-238、钍-232和镭-226活度浓度处于天然本底水平，人工放射性核素锶-90和铯-137活度浓度未见异常。

表 3.4-1 土壤监测结果

监测项目	单位	n/m ¹⁾	范围
铀-238	Bq/kg · 干	13/13	16 ~ 45
钍-232	Bq/kg · 干	13/13	26 ~ 54
镭-226	Bq/kg · 干	13/13	29 ~ 56
铯-137	Bq/kg · 干	12/13	0.85 ~ 6.7
钾-40	Bq/kg · 干	13/13	534 ~ 830
锶-90	Bq/kg · 干	13/13	0.99 ~ 2.4

注：1) n：高于MDC测值数，m：测值总数。

3.5 环境电磁辐射

2022年，全省环境电磁辐射监测结果见表3.5-1、表3.5-2。

监测结果表明，哈尔滨市城市环境电磁综合电场强度远低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）规定的公众曝露控制限值。

表3.5-1 黑龙江省环境中电场强度

城市	点位名称	综合电场强度		功率密度	
		平均值	单位	平均值	单位
哈尔滨	人和名苑	0.94	V/m	0.11	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$

表3.5-2 黑龙江省广播电视电磁辐射设施周围环境电磁辐射水平

城市	点位名称	距设施水平距离（m）	测量高度（m）	综合电场强度		综合电场强度	
				平均值	单位	平均值	单位
哈尔滨	黑龙江省广播电视塔	500	1.5	1.5	V/m	0.17	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$
		1200	1.5	1.4	V/m	0.15	$\mu\text{W}/\text{cm}^2$

4 总 结

2022年，全省辐射环境质量总体良好。

环境 γ 辐射水平处于当地天然本底涨落范围内；环境介质中的天然放射性核素活度浓度处于本底涨落范围内，人工放射性核素活度浓度未见异常。环境电磁辐射水平低于国家规定的电磁环境控制限值。

4.1 环境电离辐射

1、环境 γ 辐射剂量率自动和累积监测结果处于当地天然本底涨落范围内。

2、空气中天然放射性核素活度浓度处于本底涨落范围内，人工放射性核素氡、铯-90和铯-137活度浓度未见异常，铯-134等人工 γ 放射性核素活度浓度小于探测下限。气溶胶和沉降物中碘-131检出主要受医疗机构核医学应用的影响。

3、松花江、黑龙江、乌苏里江、重点湖泊(水库)水中总 α 和总 β 活度浓度处于本底涨落范围内；天然放射性核素活度浓度处于本底涨落范围内，且与全省环境天然放射性水平调查结果处于同一水平；人工放射性核素活度浓度未见异常。

4、城市集中式饮用水水源地水中总 α 和总 β 活度浓度处于本底涨落范围内，且低于《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）规定的放射性指标指导值；人工放射性核素活度浓度未见异常。

5、城市地下水中总 α 和总 β 活度浓度处于本底涨落范围内，其中饮用用途的地下水中总 α 和总 β 活度浓度低于《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）规定的放射性指标指导值。地下水中天然放射性核素活度浓度处于本底涨落范围内，其中铀和钍浓度、镭-226活度浓度与全省环境天然放射性水平调查结果处于同一水平。

6、土壤中天然放射性核素活度浓度处于本底涨落范围内，且与全省环境天然放射性水平调查结果处于同一水平；人工放射性核素活度浓度未见异常。

4.2 环境电磁辐射

环境中频率范围为0.1MHz~3000MHz的功率密度低于《电磁环境控制限值》（GB8702-2014）中规定的相应频率范围公众曝露控制限值。

附 录

附录1 监测方案

辐射环境监测一般包括空气吸收剂量率监测、空气监测、水体监测、土壤监测、生物监测和电磁辐射监测。

(1) 空气吸收剂量率监测

自动站空气吸收剂量率连续监测，根据配备的探测器，基本分为二类，一类自动站配备的探测器为高压电离室，可连续监测环境空气吸收剂量率；另一类自动站配备的探测器为高压电离室、碘化钠晶体或溴化镭晶体，可连续监测环境空气吸收剂量率并识别核素。

此外，大部分自动站还配备有自动气象观测装置，可对风向、风速、温度、湿度、气压、雨量、感雨进行连续监测。

累积剂量监测，每季度布放热释光剂量计，回收后进行实验室分析，测量一个季度内环境辐射场的累积剂量值，并依据热释光剂量计布放的时间间隔计算出空气吸收剂量率。

(2) 空气监测

空气监测点主要布设在自动站，其中：

空气中气溶胶的监测，主要通过两类自动站来实现采样。一类自动站配备有超大流量气溶胶采样器，采样流量不小于600m³/h；另一类自动站配备有大流量气溶胶采样器，采样流量不小于60m³/h。两类自动站均连续采样，其中γ能谱分析样品的采样体积一般大于10000m³，取样后进行实验室分析。

空气中气碘的监测，主要通过自动站配备的气碘采样仪进行采样，用滤膜收集空气中的微粒碘，用活性炭滤盒收集空气中元素碘、非元素无机碘和有机碘，采样流量不高于100L/min，连续采样，每个样品的采样体积一般为200m³左右，取样后对活性炭滤盒进行实验室分析。

空气中沉降物的监测，主要通过两类自动站来实现采样。一类自动站配备有干湿沉降采样器，可通过智能感雨器识别降雨的状态，自动收集干沉降和湿沉降样品；另一类自动站配备有不锈钢采样桶，湿法采样。两类自动站均连续采样，对收集的累积样进行实验室分析。

空气（水蒸汽）中氡的监测，采用冷冻法采样，将待测气流引入冷阱中，气流中的水蒸汽就在冷阱中凝结下来，以供分析之用。连续采样，对收集的累积样进行实验室分析。

降水的监测，采用雨量计或干湿沉降采样器收集样品，连续采样，对收集的累积样进行实验室分析。

(3) 水体监测

水体监测包括陆地水监测和海洋水体监测。

陆地水包括江河水、湖库水和地下水。其中江河水一般在断面上有明显水流处采集表层水；湖库水一般在湖库的中心位置采集表层水；对于封闭的井水，在泵房出水管放水阀处采样，采样前将抽水管中存水放净。

海洋水体包括海水和海洋生物。其中海水一般采集表层海水；采集的海洋生物样品经洗净与整理除去不可食部分后，采用烘干、炭化与灰化后分析。

(4) 土壤监测

一般采集表层0~10cm的土壤样品。

(5) 电磁辐射监测

一般布设在城市广场、公园等空旷地，避开高层建筑物、树木、高压线及金属结构，在城市电磁辐射的高峰期（5:00~9:00、11:00~14:00、18:00~23:00）测量离地面1.7m~2m处的综合电场强度。

附录2 监测方法、测量仪器和探测下限

环境辐射监测方法采用最新有效的国家标准和行业标准，且需满足《国控网环境监测方法探测下限管理要求》，各项目的监测方法和测量仪器见附表2-1、探测下限管理要求见附表2-2和附表2-3。

附表 2-1 监测方法和测量仪器

监测项目	监测对象或类型	监测 / 分析方法	监测 / 分析方法测量仪器
空气吸收剂量率	连续监测累积测量	《环境 γ 辐射剂量率测量技术规范》HJ 1157-2021	高压电离室
		《个人和环境监测用热释光剂量测量系统》	
		(GB/T 10264-2014)	热释光剂量测量系统
总 α 和总 β	水	《水中总 α 放射性浓度的测定 厚源法》(EJ/T 1075-1998) 《水质 总 α 放射性的测定 厚源法》(HJ 898-2017) 《水中总 β 放射性浓度的测定 蒸发法》(EJ/T 900-94) 《水质 总 β 放射性的测定 厚源法》(HJ 899-2017) 《生活饮用水标准检验方法放射性指标》(GB/T 5750.13-2006)	α/β 测量装置
氡	空气、降水	《水中氡的分析方法》HJ 1126-2020	液闪谱仪
⁹⁰ Sr	气溶胶、沉降物、土壤水、生物	《土壤中锶-90的分析方法》(EJ/T 1035-2011) 《水和生物样品灰中锶-90的放射化学分析方法》(HJ 815-2016)	α/β 测量装置
¹³⁷ Cs	气溶胶、沉降物、水、生物	《水和生物样品灰中铯-137的放射化学分析方法》(HJ 816-2016)	α/β 测量装置

监测项目	监测对象或类型	监测/分析方法	监测/分析方法测量仪器
U	水	《环境样品中微量铀的分析方法》（HJ 840-2017）	铀分析仪
Th	水	《水中钍的分析方法》（GB 11224-89） 《食品中放射性物质检验 天然钍和铀的测定》（GB 14883.7-2016）	分光光度计
²²⁶ Ra	水	《水中镭-226的分析测定》（GB 11214-89） 《水中镭的α放射性核素的测定》（GB 11218-89）	钍钡分析仪、 α/β 测量装置
²¹⁰ Pb	气溶胶	《水中铅-210的分析方法》（EJ/T 859-94）	α/β 测量装置
²¹⁰ Po	气溶胶	《水中钋-210的分析方法》（HJ 813-2016）	α 谱仪
γ 能谱分析	气溶胶	《空气中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（WS/T 184-2017） 《环境空气 气溶胶中 γ 放射性核素的测定 滤膜压片/γ 能谱法》HJ 1149-2020 《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T 11713-2015）	高纯锗 γ 谱仪
	气碘	《空气中碘-131的取样与测定》（GB/T 14584-93） 《空气中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（WS/T 184-2017）	
	沉降物	《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T 11713-2015）	
	土壤	《土壤中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T 11743-2013） 《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T 11713-2015）	
	生物	《生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》（GB/T 16145-1995） 《高纯锗 γ 能谱分析通用方法》（GB/T 11713-2015）	
环境电磁辐射	环境电磁辐射	《辐射环境保护管理导则-电磁辐射监测仪器和方法》（HJ/T 10.2-1996）	非选频式辐射测量仪、选频式辐射测量仪

附表2-2 国控网放化分析探测下限管理要求

监测项目	监测对象	单位	探测下限
总 α	陆地水	mBq/L	~ 50
总 β	陆地水	mBq/L	~ 15
U	陆地水 海水	μ g/L μ g/L	~ 0.05 ~ 0.2
Th	水	μ g/L	~ 0.05
²²⁶ Ra	水	mBq/L	~ 24.0

监测项目	监测对象	单位	探测下限
⁹⁰ Sr	水	mBq/L	~ 1.0
	气溶胶	μ Bq/m ³	~ 2.0
	沉降物	mBq/m ² -d	~ 1.0
	海洋水生植物	mBq/kg- 鲜	~ 100
	鱼类	mBq/kg 鲜	~ 50
	贝类	mBq/kg- 鲜	~ 5.0
	虾蟹类	mBq/kg- 鲜	~ 50
	虾蟹类	Bq/kg- 干	~ 0.5
¹³⁷ Cs	水	mBq/L	~ 0.5
	气溶胶	μ Bq/m ³	~ 0.2
	沉降物	mBq/m2-d	~ 1.0
	海洋水生植物	mBq/kg- 鲜	~ 25
	鱼类	mBq/kg- 鲜	~ 25
	贝类	mBq/kg- 鲜	~ 25
³ H	降水	BqL- 水	~ 2.0
	水蒸汽	mBq/m3- 空气	~ 25
²¹⁰ Pb	气溶胶	μ Bq/m ³	~ 20
²¹⁰ Po	气溶胶	μ Bq/m ³	~ 10

附表 2-3 国控网 HPGe γ 能谱分析探测下限管理要求

监测项目	单位	探测下限					
		⁴⁰ K	²²⁸ Ra	²³⁸ U	¹³¹ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs
气溶胶	μ Bq/m ³	~ 100	~ 20	/	~ 10	~ 10	~ 10
气碘	mBq/m ³	/	/	/	~ 0.50	/	/
沉降物	mBq/m ² -d	~ 70	~ 20	/	~ 3.0	~ 3.0	~ 3.0
土壤	Bq/kg- 干	/	/	~ 30	/	/	1.0

附录3 数据处理与评价

3.1 探测下限

探测下限是用特定分析方法在给定的置信度内可从样品中定量测定待测物质的最低活度或最低活度浓度。其中，以活度表示的探测下限LLD的数学表达式一般为：

$$LLD = (K_{\alpha} + K_{\beta}) S_N$$

式中：

S_N — 样品净计数标准差；

K_{α} — 与当样品中实际不存在放射性时而做出存在放射性的错误判断概率 α 相应的值。 K_{α} 与 α 的对应关系查表可得；

K_{β} — 与当样品中实际存在放射性时而做出不存在放射性的错误判断概率 β 相应的值。 K_{β} 与 β 的对应关系查表可得。

对于低活度测量，考虑本底加样品的总计数 $N_{b,s}$ 可以和本底计数 N_b 相比拟时，则有 $N_{b,s} = N_b$ ；；并考虑概率 $\alpha = \beta = 0.05$ ，则有 $K_{\alpha} = K_{\beta} = 1.645$ 。此时探测下限LLD的数学表达式为：

$$LLD = 2K_{\alpha} \sqrt{2N_b} = 4.65 \sqrt{N_b}$$

考虑探测效率、 γ 射线发射概率或化学回收率、测量时间、测量样品量后，以活度表示的探测下限LLD则变换成以活度浓度表示的探测下限（MDC），其数学表达式为：

$$MDC = \frac{4.65}{\epsilon \rho m t} \sqrt{N_b}$$

式中：

ϵ —探测效率；

ρ — γ 射线发射概率或化学回收率；

m —被分析样品的质量（或体积）；

N_b —本底计数；

t —测量时间（本底和样品的测量时间相同）。

如无特殊说明，本报告中的探测下限均指以活度浓度表示的探测下限MDC。

3.2 自动站空气吸收剂量率

（1）自动站空气吸收剂量率均值包括5分钟、小时、日、月、年均值。其中5分钟均值由实时测量值计算得出，小时均值由5分钟均值计算得出，日均值由小时均值计算得出，月均值由日均值计算得出，年均值由月均值计算得出。

（2）自动站空气吸收剂量率5分钟均值的有效性规定为该5分钟内至少有测量时段3/4的测量数据；小时均值的有效性规定为该小时内至少有9个5分钟均值；日均值的有效性规定为当日至少有18个小时均值；月均值的有效性规定为当月至少有20个日均值；年均值的有效性规定为当年至少有9个月均值。数据获取率不满足数据统计的有效性规定，则不进行相关均值的统计。

（3）测值保留小数点后1位,不扣除仪器对宇宙射线的响应值。

3.3 累积剂量

（1）区域内多个监测点平均值的计算公式为：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \bar{x}_j$$

式中： $\bar{x}$ 为多个监测点的平均值； $\bar{x}_j$ 为j监测点的平均值；n为监测点的数目。

（2）区域内多个监测点测值的范围，为多个监测点平均值的范围。

（3）测值取3位有效数字,不扣除仪器对宇宙射线的响应值。

（4）因热释光片布放、处理、测量等原因导致无效的监测结果，不参与统计。

3.4 样品中放射性核素活度浓度

（1）区域（流域）内多个监测点测值范围为该区域（流域）内所有样品测值中高于MDC测值的范围，当高于MDC测值数为1时，则范围为该测值。

（2）区域（流域）内多个监测点测值主要分布区间的下界为该区域（流域）内所有样品测值从小到大排列后的第10百分位数，上界为第90百分位数，表示为（第10百分位数，第90百分位数）。

（3）测值的有效数字根据分析方法和待测样品的浓度不同，一般取2位有效数字，同时测值有效数字所能达到的数位不能超过探测下限的有效数字所能达到的数位。

（4）因采样、样品前处理、测量等原因导致无效的监测结果，不参与统计。

3.5 环境电磁辐射

(1) 区域内多个监测点平均值的计算公式为：

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \bar{x}_j$$

式中： $\bar{x}$ 为多个监测点的平均值； $\bar{x}_j$ 为j监测点的平均值；n为监测点的数目。

(2) 测值的有效数字一般取2位有效数字，同时测值有效数字所能达到的数位不能超过探测下限的有效数字所能达到的数位。

3.6 数据评价

全国辐射环境质量监测结果主要依据3σ 准则、全国环境天然放射性水平调查结果和相关标准规定值进行结果评价。评价时，适当考虑与判断方法相关的置信水平、测量不确定度等风险水平，并排除以下因素的影响：①雾霾、沙尘、降雨（雪）、水文参数等自然因素变化的影响；②土壤、道路、植被、水体、建筑物、施工和强磁、强电等周围环境变化或干扰的影响。评价方法见附表3-1。

受探伤、医学诊疗等核技术应用的影响，造成个别辐射环境质量数据异常，因其不能反映环境辐射水平，不参与辐射环境质量监测结果评价。

附表3-1 监测结果评价方法

评价类型	监测对象	监测项目	评价对象	判断规则 ¹⁾ (评价时,适当考虑与判断方法相关的置信水平、测量不确定度等风险水平)
本底涨落	空气吸收剂量率	空气吸收剂量率连续监测	小时均值	3σ 准则
		累积剂量	小时均值	
	空气、水、土壤、生物	总 α、总 β	样品测值	
		铀、铀-238、钍、钍-232、 镭-226、钍-7、		
		铅-210、钋-210、镭-228		
未见异常	空气、水、土壤、生物	氡、氡-90、铯-137	样品测值	3σ 准则
	土壤、生物	除铯-137 外其他人工 γ 放射性核素		MDC
	环境电磁	综合电场强度	监测值	3σ 准则
全省天然环境放射性水平调查结果比较	江河水	铀、钍、镭-226	样品测值	所在江河流域调查值范围
	湖库水、井水、海水			全省范围相应水体调查值范围
	土壤	铀-238、钍-232、镭-226		全省调查值范围
相关标准规定值比较	饮用水水源地水、饮用地下水	总 α、总 β	样品测值	《生活饮用水卫生标准》 (GB 5749-2006)规定的放射性指标指导值
	环境电磁	综合电场强度	监测值	《电磁环境控制限值》 (GB 8702-2014)中规定的相应频率范围公众曝露控制限值 (频率范围 30MHz ~ 3000MHz)

注：1) 基于历年监测值统计平均值±3倍标准偏差的范围时，除自然因素外，其他因素引起的可疑数据不参与统计；若发生点位变动或周围环境变化，则从变化之后起重新计算。原则上，当历年监测值数目小于10时，不进行3σ 准则判断，可用与历年监测值范围比较的方法进行判断。统计历年测值范围时，因自然因素外各种原因引起的高于本底水平的数据不参与统计，数据收集期限为点位启用~上年度。

附录4 名词解释

(电离) 辐射: 在辐射防护领域, 指能在生物物质中产生离子对的辐射。

照射 (受照): 暴露于电离辐射之下。

内照射: 进入体内的放射性核素作为辐射源对人体的照射。

外照射: 体外辐射源对人体的照射。

核素: 具有特定质量数、原子序数和核能态, 而且其平均寿命长得足以被观察到的一类原子。

关键核素: 在某一给定实践所涉及的对人体产生照射的各种核素中具有最重要意义的核素。

放射性: 某些核素自发地放出粒子或 γ 射线, 或在轨道电子俘获后放出X射线, 或发生自发裂变的性质。

放射性核素: 具有放射性的核素。

天然放射性核素: 天然存在的放射性核素。

人工放射性核素: 由人工产生的放射性核素。

放射性落下灰或放射性沉降物: 在核爆炸后形成的或核设施等释放所形成的、在重力等力作用下逐渐沉降的含有放射性物质的微尘。

放射性气溶胶: 含有放射性核素的固体或液体微小颗粒在空气或其他气体中形成的分散系。

核裂变: 一个重原子核分裂成两个 (在少数情况下, 可分成三个或更多个) 质量为同一量级的碎片的现象。通常伴随发射中子及 γ 射线, 在少数情况下也发射轻带电粒子。

裂变产物: 核裂变产生的放射性核素, 如氪-85、锶-90、铯-137、碘-131等。

活化产物: 通过活化产生的放射性核素, 如碳-14、氚-41等。

天然本底: 与天然源或环境中不受控制的任何其他源有关的剂量、剂量率或放射性浓度。通常认为该术语包括与天然源有关的剂量、剂量率或放射性浓度; 大气层核武器试验和切尔诺贝利事故产生的全球放射性沉降 (不是局部沉降)。

食物链: 任何物质 (包括放射性落下灰和核企业排放的放射性物质) 从最初将其吸收的生物体经环境中有关的植物、动物依次转移而最终被人所食入的途径。

核设施: 以需要考虑安全问题的规模生产、加工、利用、操作、贮存或处置放射性物质的设施。

(气、液态) 流出物: 实践中源 (主要是核设施、核技术利用设施、铀 (钍) 矿和人为活动引起的天然放射性照射明显增高设施) 向环境排放的满足国家相关的排放

标准要求并获得监管部门批准的含有极少量放射性物质的气态流和液态流。

电磁辐射: 能量以电磁波形式通过空间传播的现象。

电场强度: 用来表示电场中各个点电场的强弱和方向的物理量, 是一个矢量。电场的强弱可由单位电荷在电场中所受力的大小来表示。电场强度的单位为伏特每米 (V/m)。

(放射性) 活度: 一定量的放射性核素在一个很短的时间间隔内发生的核衰变量除以该时间间隔。亦称衰变率。放射性活度的单位为贝可[勒尔], 符号为Bq, 表示每秒1次, 即 $1\text{Bq}=1\text{s}^{-1}$ 。以前用居里表示, $1\text{Ci}=3.7 \times 10^{10}\text{Bq}$ 。

半衰期: 放射性核素由于放射性衰变使其活度衰减到一半所经过的时间。单位可为秒 (s)、天 (d) 或年 (a) 等。

贝可[勒尔] (Bq): 放射性活度的国际单位制单位专名, $1\text{Bq}=1\text{s}^{-1}$ 。

戈 (瑞) (Gy): 吸收剂量、比释动能和比 (授与) 能的国际单位制单位专名, $1\text{Gy}=1\text{J/kg}$ 。

剂量: 某一对象所接受或“吸收”的辐射的一种量度。

有效剂量: 是对剂量的量度, 用以反映该剂量可能导致的辐射危害的大小, 单位为希沃特 (Sv)。一般情况下, 实践使公众中有关关键人群组的成员所受到的年有效剂量的限值为 1mSv 。 $1\text{Sv}=1\text{J/kg}$ 。

限值: 在规定的活动中或情况下所使用的某个量的不得超过的值。

剂量限值: 受控实践使个人所受到的有效剂量或当量剂量不得超过的值。

剂量约束: 对源可能造成的个人剂量预先确定的一种限制, 它是源相关的, 被用作对所考虑的源进行防护和安全最优化时的约束条件。对于公众照射, 剂量约束是公众成员从一个受控源的计划运行中接受的年剂量的上界。

源: 为了放射防护的目的能够作为一个整体进行优化的实体。它表示任何导致某个人或某一组人受到潜在的可计量的辐射剂量的物理实体。它可以是一个物理的源 (如放射性物质或X射线机), 也可以是一个设施 (如一所医院或一座核电厂), 或具有相似特征的物理源组 (本底或环境照射)。

照射途径: 放射性物质能够到达或者照射人体的途径。

核事故: 因链式反应失控或放射性物质外泄失控而造成的突发性意外事件或事件序列。

NORM: 即天然存在的放射性物质 (naturally occurring radioactive material) 的英文缩写。

指含有天然放射性核素的非铀/钍矿物质, 如来自某些稀土矿、磷矿、油/气田

物质。

- 附录5 符号说明
- m:

表示测值总数。
- n:

表示高于MDC测值数。
- MDC:

表示探测下限。
- :

表示不适用。
- /:

表示监测方案未要求开展监测。
- *:

表示数据获取率不满足数据统计的有效性规定或表示不参与统计。