

ANNUAL REPORT OF THE NATIONAL
RADIATION ENVIRONMENT

2015 全国辐射环境 质量报告

中华人民共和国环境保护部

2015 全国辐射环境质量报告

中华人民共和国环境保护部

前 言

为了确保公众健康和辐射环境安全，2007年环境保护部建立了国家辐射环境监测网，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。《2015全国辐射环境质量报告》以国家辐射环境监测网数据为基础，对全国辐射环境质量监测状况以及秦山核电基地、大亚湾核电基地、阳江核电基地、田湾核电基地、红沿河核电基地、宁德核电基地和福清核电基地周围环境监督性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家辐射环境监测网。根据《2015年全国辐射环境监测方案》，空气吸收剂量率监测包括96个地级及以上城市（含部分地、州、盟所在地，以下同）133个辐射环境自动监测站的空气吸收剂量率在线连续监测，230个地级及以上城市的累积剂量监测；空气监测包括94个地级及以上城市的气溶胶监测，直辖市和省会城市的沉降物、降水中氡、空气氟化水和气态放射性碘同位素监测；水体监测包括十大流域和18座湖泊（水库）共95个断面（点位）的地表水监测，32个集中式饮用水水源地水监测，30个点位的地下水监测，沿海11个省份48个点位的海水监测和32个点位的海洋生物监测；此外，还包括286个地级及以上城市的土壤监测、直辖市和省会城市的电磁辐射监测。核电厂周围辐射环境监督性监测，根据核电厂的环境影响特征及其周围的自然环境和社会环境状况，按照《全国辐射环境监测方案》和《辐射环境监测技术规范》（HJ/T 61-2001）的要求开展监测，监测的重点是核电厂释放的人工放射性核素，通过与辐射本底水平对比，监督核电厂运行对周围环境所产生的实时影响和长期累积趋势影响。

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）、《海水水质标准》（GB 3097-1997）、《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）、《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）。

监测结果表明：2015年，全国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；核电厂运行对公众造成的有效剂量低于国家规定的剂量约束值。

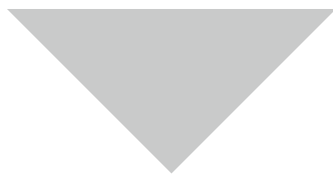
目 录

1 辐射的来源	01
1.1 环境中天然电离辐射源	02
1.2 环境中人工电离辐射源	05
1.3 电离辐射照射的途径	08
1.4 环境中电磁辐射	09
2 辐射环境监测	10
2.1 辐射环境监测目的	11
2.2 辐射环境质量监测现状	12
2.3 核电厂周围环境监督性监测现状	13
2.4 质量控制	14
3 辐射环境质量监测结果	15
3.1 监测结果概要	16
3.2 空气吸收剂量率	18
3.3 空气	26
3.4 水	34
3.5 土壤	52
3.6 环境电磁辐射	58

4 运行核电基地周围辐射环境监督性监测结果	59
4.1 监测结果概要	60
4.2 秦山核电基地	62
4.3 大亚湾核电基地	75
4.4 阳江核电基地	83
4.5 田湾核电基地	91
4.6 红沿河核电基地	100
4.7 宁德核电基地	108
4.8 福清核电基地	116
附录	125
附录1 监测方案	126
附录2 监测方法、测量仪器和最小可探测浓度	136
附录3 数据处理与评价	140
附录4 名词解释	145
附录5 符号说明	146



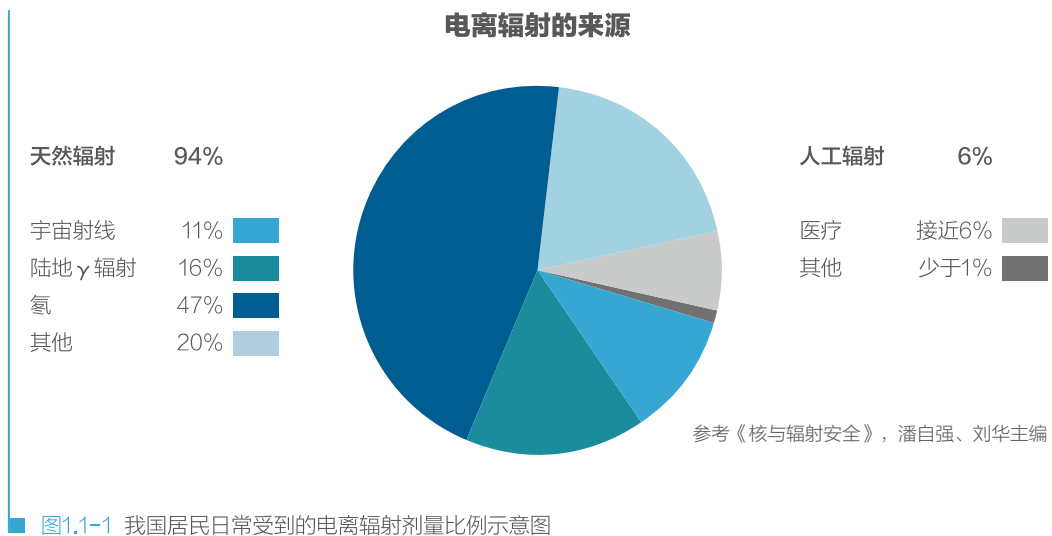
1 辐射的来源



1 辐射的来源

环境辐射按其能量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年有效剂量占总剂量的94%，而人工辐射源所致的年有效剂量仅占总剂量的6%。



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分布见表1.1-1。

■ 表1.1-1 天然辐射源所致平均年个人有效剂量¹⁾

辐射来源		平均年个人有效剂量 (mSv)	
		全球	我国
外照射	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
内照射	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：UNSCEAR2000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，以及某些更重的原子核；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、钠-22和铍-7，其中碳-14、氚和钠-22也是人体组织所含核素的同位素。表1.1-2列出了这几种宇生放射性核素的特性，其产生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%。目前我国已开展监测的宇生放射性核素包括碳-14、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	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，每个衰变系列包括十至十五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。目前我国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等。

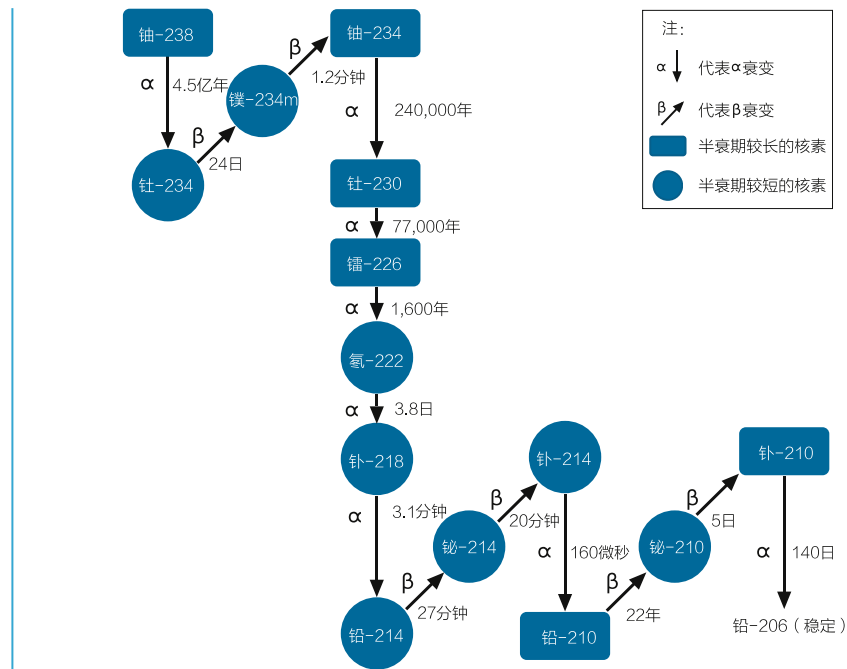


图1.1-2 铀-238主要衰变系列示意图

1.1.3 人为活动引起的天然辐射水平变化

天然辐射一直存在，仅就平均而言，数百年来天然辐射水平变化不大，但人为活动也可引起天然辐射水平升高。人为活动引起的天然辐射水平升高泛指人为活动所引起的天然存在放射性物质（NORM）活度浓度的增加或天然放射性核素分布的改变，进而导致工作场所或周围环境辐射水平明显升高的现象。引起天然辐射水平变化的人为活动分为两类：一类是改变了自然原有状况而引起的辐射水平的增加的人类活动；另一类是导致人所受辐射水平增加或减少的人类行为方式的变化（如乘坐飞机、轮船和汽车等）。通常主要是指

前者。引起天然辐射水平升高的人为活动主要有：金属冶炼、磷酸盐加工、煤矿和燃煤电厂、石油和天然气开采、稀土金属和氧化钛工业、锆与制陶工业、天然放射性核素的使用（如镭和钷的应用）以及航空业、建筑业等。当放射性活度浓度或者工作人员及公众所受年有效剂量超过核安全监管机构的规定时，需要进行审管控制。

一些研究表明，有些问题值得关注，如掺渣建筑材料引起室内氡浓度水平的显著上升；燃煤电厂的放射性排放及其对公众的辐射照射远高于核电站的贡献；相当一部分非铀矿山的开发与利用引起的公众辐射照射明显高于铀矿开采与利用。因此，应对人为活动引起的天然辐射照射增加加以控制。

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UNSCEAR2008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）；根据中国环境百科全书选编本《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分布见表1.2-1。

■ 表1.2-1 人工辐射源所致平均年个人有效剂量¹⁾

辐射来源	平均年个人有效剂量 (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：UNSCEAR2008年报告和中国环境百科全书选编本《核与辐射安全》。

2) 全球医学诊断检查所致的平均年个人有效剂量中不含治疗。

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。目前我国环境监测已开展监测的人工放射性核素包括氚、铯-90、碘-131、碘-133、铯-134和铯-137等。

1.2.1 医疗照射

核与辐射技术在各行各业的日益广泛应用中，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UNSCEAR2008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，沉降到大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）以及氙和碳-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。核燃料循环包括铀的采矿、水冶、转化、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；乏燃料中易裂变和有用物质的循环利用和回收；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、安全水平达到很高水平。核电厂在正常运行条件下，排入大气的主要是裂变气体（氦和氙等）、活化气体（碳-14和氚-41等）以及碘、微尘和氡。液态流出物主要有氡、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。2015年，我国运行的核电机组安全业绩良好，未发生国际核事件分级表2级及以上的安全事件和事故，气载和液态流出物排放低于国家规定的控制值。截止2015年底我国在建和运行核电厂分布图见图1.2-1。

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为5级。切尔诺贝利核事故是核电历史上最严重的事故，估计

释放到环境的放射性物质总量为 $1.2E+19Bq$ ，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严重或明显的污染，我国和北半球的一些国家也有不同程度的污染。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，但至2011年4月底已基本检测不到核事故释放的人工放射性核素，评估结果表明，福岛核事故未对我国境内的环境和公众健康造成影响。

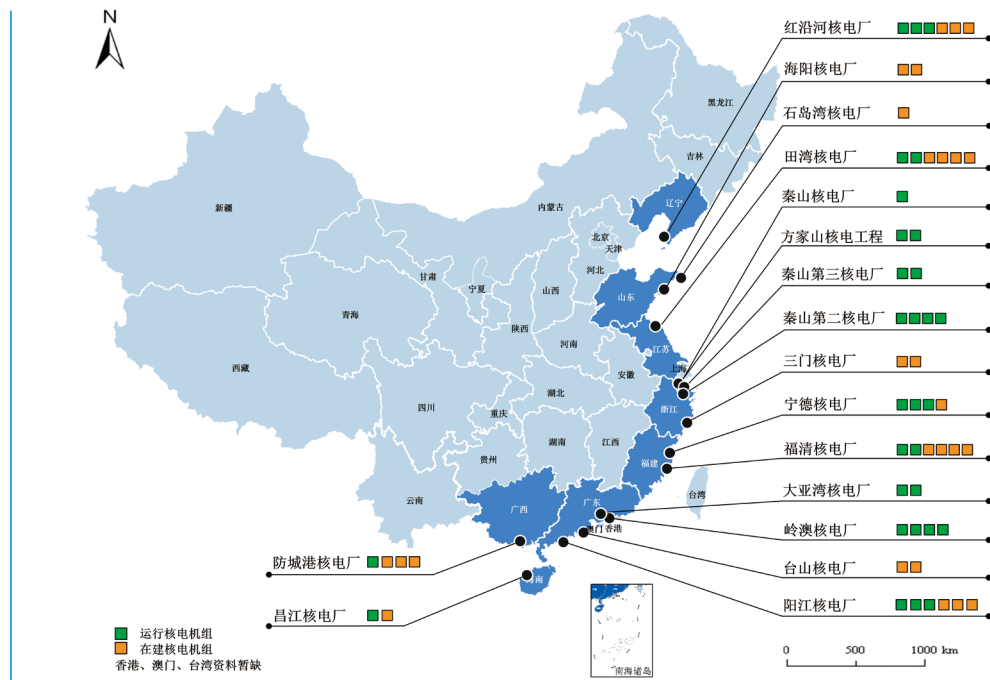


图1.2-1 我国在建和运行核电厂分布图

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、医疗、国防及科学研究等方面的应用。在辐射应用领域，我国开展的放射源应用主要有示踪和射线分析、射线检测技术和辐照技术等方面。我国的射线装置分为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。我国对放射源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主要包括外照射和内照射。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人体的外照射。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人类的外照射辐射场。人为实践或事件释放的放射性核素进入大气，人们可能会受到它们的外照射，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。电磁辐射源可分两类，即天然电磁辐射源和人工电磁辐射源。

天然电磁辐射是由自然现象所引起的，是大气层电离作用累积的电荷产生的放电现象。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。天然本底水平的电磁辐射对人体没有危害。人工电磁设施大致可分为广播电视发射系统、无线通信发射系统、高压输变电设施、电气化铁道和工业、科学、医疗用电磁能设施等。

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》中规定的公众曝露电场强度控制限值与频率的关系见图1.4-1。

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0.1～3000MHz的综合电场强度。

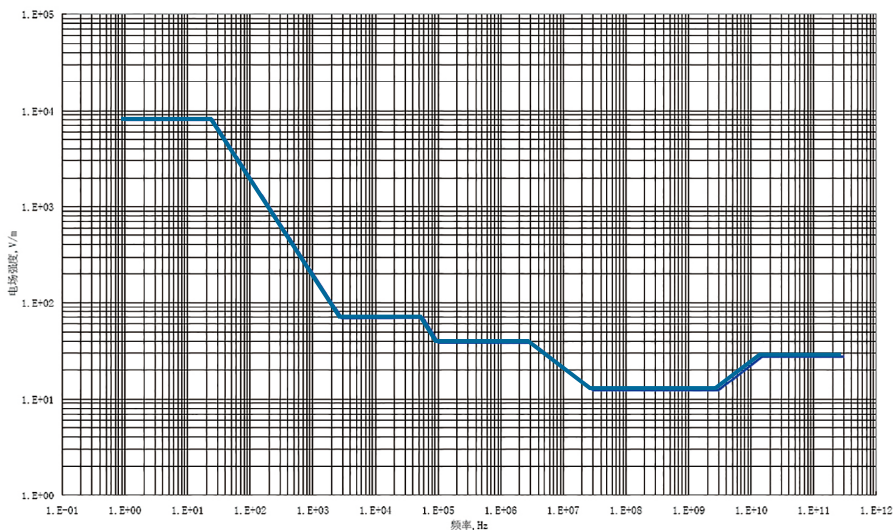
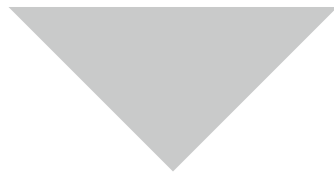


图 1.4-1 公众曝露电场强度控制限值与频率关系



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) 积累环境辐射水平数据，总结变化规律，为评价辐射环境质量提供数据；2) 对异常数据提供报警并判断环境风险；3) 为公众提供信息。

核电厂周围环境监督性监测的目的为：1) 提供剂量评估的资料和数据，评估核电厂运行释放到环境中的放射性物质或辐射对公众造成的实际的或潜在的剂量；2) 监督核电厂运行对公众造成的有效剂量是否符合国家规定的剂量约束值；3) 监视核电厂的运行状况和放射性物质的排放情况，对异常释放或事故情况提供报警，必要时启动应急监测，通过监测为后果评价和应急决策提供依据；4) 积累核电厂周界外环境辐射水平数据，总结变化规律；5) 证实环境中放射性核素的迁移预测；6) 为公众提供信息。

根据电离辐射照射途径和辐射环境监测目的，开展的电离辐射环境监测包括外部辐射水平和相关的环境样品、食品和饮用水中放射性核素活度浓度监测，主要有：空气吸收剂量率、气溶胶、气态放射性碘同位素、沉降物、降水、水汽、二氧化碳、水、土壤、沉积物和生物等；此外，还必须开展指示生物监测，如海藻、苔藓等，这些指示生物并不一定是直接食物链的一部分，但它具有浓集放射性核素的作用，是一种环境污染的灵敏指示剂。监测对象示意图见图2.1-1。

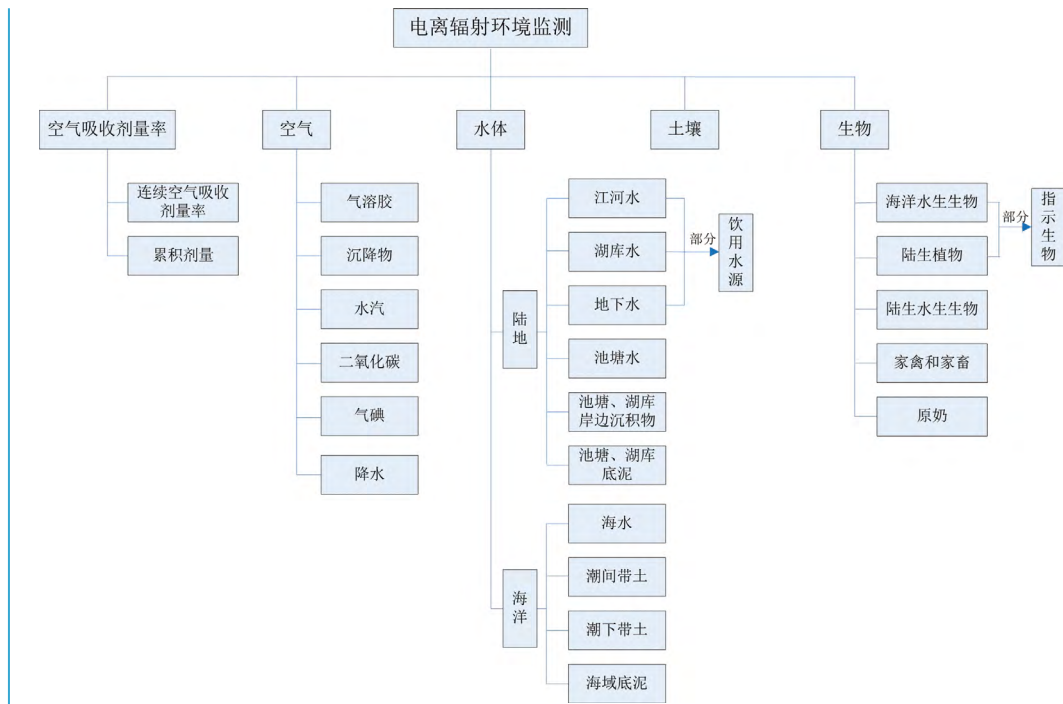


图 2.1-1 电离辐射环境监测对象示意图

2.2 辐射环境质量监测现状

全国辐射环境监测包括现场监测和各种环境样品采样实验室分析。

现场监测以辐射环境自动监测站（简称“自动站”，以下同）在线连续监测为主，自动站的配置见图2.2-1。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 γ 辐射水平和气象参数的变化，并对异常监测数据进行报警，报警示意图见图2.2-2。



■ 图 2.2-1 自动站配置图



■ 图 2.2-2 自动站异常数据报警

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在线连续监测外，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2.2-3。



■ 图 2.2-3 实验室分析仪器

根据《2015年全国辐射环境监测方案》，空气吸收剂量率监测包括96个地级及以上城市（含部分地、州、盟所在地，下同）133个自动站空气吸收剂量率在线连续监测，230个地级及以上城市的累积剂量监测；空气监测包括94个地级及以上城市的气溶胶监测，直辖市和省会城市的沉降物、降水、空气氟化水和气态放射性碘同位素监测；水体监测包括十大流域77个断面的江河水监测，18座湖泊（水库）的湖库水监测，32个集中式饮用水水源地水监测，30个点位的地下水监测，沿海11个省份的海水和海洋生物监测；此外，还包括286个地级及以上城市的土壤监测、直辖市和省会城市的环境电磁辐射监测。

2015年，全国辐射环境质量监测方案见附录1。

2.3 核电厂周围环境监督性监测现状

根据核电厂的环境影响特征以及周围自然环境和社会环境状况，在核电厂厂区边界、地面最大浓度处、关键居民点布设自动站空气吸收剂量率在线连续监测点和空气监测点；在地面最大浓度处、厂界周围20公里范围内8个方位角布设累积剂量监测点；根据核电厂周围近岸海域海流、潮汐状况，在液态流出物排放口周围设置海洋监测点，着重于加强藻类、贝壳类等指示生物的监测；在可能受影响的河流、水库、饮用水源、地下水布设陆地水监测点；在厂界10公里范围内16个方位角布设土壤监测点。同时布设各种环境样品对照点。核电厂周围环境监督性监测的重点是核电厂释放的人工放射性核素，通过与辐射本底

水平对比，监督核电厂运行对周围环境所产生的实时影响和长期累积趋势影响，估算核电厂放射性物质排放对周围公众造成的有效剂量。

2015年，运行核电基地周围环境监督性监测方案见附录1。

2.4 质量控制

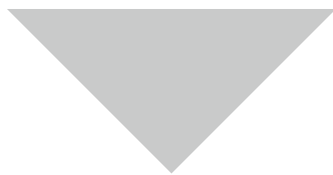
为确保辐射环境监测数据准确、可靠，通过强化实验室资质认定，规范监测人员持证上岗，加大监测人员的培训力度，加强实验室内部的质量控制和实验室质量考核，统一监测方法，严格计量器具和监测仪器的检定与检验等措施，对监测全过程进行质量控制，辐射环境监测的质量控制措施见表2.4-1。

■ 表 2.4-1 辐射环境监测的质量控制措施

质量控制措施	内容
管理体系	31家监测机构通过相关辐射监测项目计量认证,确保各成员单位的人员、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。
人员资质	监测人员具有辐射监测上岗证,保证所有从事监测活动的人员持证上岗。
人员培训和考核	定期举办各类辐射环境监测技术培训班,培训包括新进人员或岗位轮换人员的上岗培训和考核;标准、规范技术变更、监测技术革新时适时培训等。
执行标准	采用最新有效的国家或行业标准,方法检出限满足辐射环境监测要求。
监测仪器和标准物质	根据国家要求对监测仪器进行检定或校准,并定期进行期间核查。控制放射性标准物质来源:1、国家计量监督部门提供或经其认定;2、国际权威实验室提供或经其认定;3、某些天然放射性核素标准物质,用高纯度化学物质制备。保证各成员单位测量的量值可溯源至国家或国际计量基准。
样品采集和管理	按照监测方案所确定的采样点位、监测项目、频次、时间和方法进行采样,采样时满足相应的技术规范要求,并保证样品运输、交接和保存等过程中质量控制。
实验室内部质量控制	包括空白样测定、校准曲线的绘制和检验、平行样测定、留样复测、加标回收率测定、密码质量控制样和密码加标样测定、仪器比对和方法比对、人员比对等。
实验室外部质量控制	包括能力验证、比对测量、质量考核和样品外检等。



3 辐射环境质量监测结果



3.1 监测结果概要

2015年，全国辐射环境质量总体良好。

3.1.1 环境电离辐射

1、自动站实时连续空气吸收剂量率、地级及以上城市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。

2、气溶胶和沉降物中天然放射性核素活度浓度与历年相比，无明显变化，人工放射性核素铯-90和铯-137活度浓度处于本底水平，其余人工 γ 放射性核素均未检出。空气中氟化水活度浓度与历年相比，无明显变化。降水中氟活度浓度处于本底水平。除个别样品可能受同位素生产或相关医疗机构等人为活动的影响，检出微量气态放射性碘-131外，其余空气中气态放射性碘同位素未检出。

3、长江、黄河、珠江、松花江、淮河、海河、辽河、浙闽片河流、西南诸河、西北诸河、重点湖泊（水库）水中天然放射性核素浓度，人工放射性核素铯-90和铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化，其中天然放射性核素浓度与1983~1990年全国环境天然放射性水平调查结果处于同一水平。

4、城市地下水中总 α 和总 β 活度浓度，天然放射性核素铀和钍浓度、镭-226活度浓度与历年相比，无明显变化。

5、城市集中式饮用水水源地水中总 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。

6、近岸海域海水中天然放射性核素浓度、人工放射性核素铯-90和铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化，其中天然放射性核素浓度与1983~1990年全国环境天然放射性水平调查结果处于同一水平，人工放射性核素铯-90和铯-137活度浓度低于《海水水质标准》（GB 3097-1997）规定的限值。海洋生物中人工放射性核素铯-90和铯-137活度浓度处于本底水平。

7、土壤中天然放射性核素活度浓度，人工放射性核素铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化，其中天然放射性核素活度浓度与1983~1990年全国环境天然放射性水平调查结果处于同一水平。

8、各种环境介质中的人工放射性核素铯-90和铯-137，主要为20世纪大气层核试验

和切尔诺贝利核事故残留，日本福岛核事故虽与切尔诺贝利核事故的事故等级同为7级，但两者事故的状态不完全相同，其放射性物质的释放量低于后者一个量级，对我国环境中人工放射性核素活度浓度的测量结果无可探测到的影响。

3.1.2 环境电磁辐射

2015年，全国环境电磁辐射质量总体良好。

直辖市和省会城市环境电磁综合场强远低于《电磁环境控制限值》（GB 8702-2014）中规定的公众曝露控制限值12V/m（频率范围为30~3000MHz）。

3.2 空气吸收剂量率

3.2.1 自动站空气吸收剂量率

2015年，全国自动站站点分布见图3.2-1，监测结果见表3.2-1。

监测结果表明，自动站空气吸收剂量率排除降雨（雪）等自然因素的影响，与历年相比，无明显变化。除24个自动站因监测设备、供电等故障，数据采集率不满足数据统计的有效性规定，未能进行年均值统计外，其余109个自动站按站点统计年均值范围为（56.9~192.6）nGy/h。

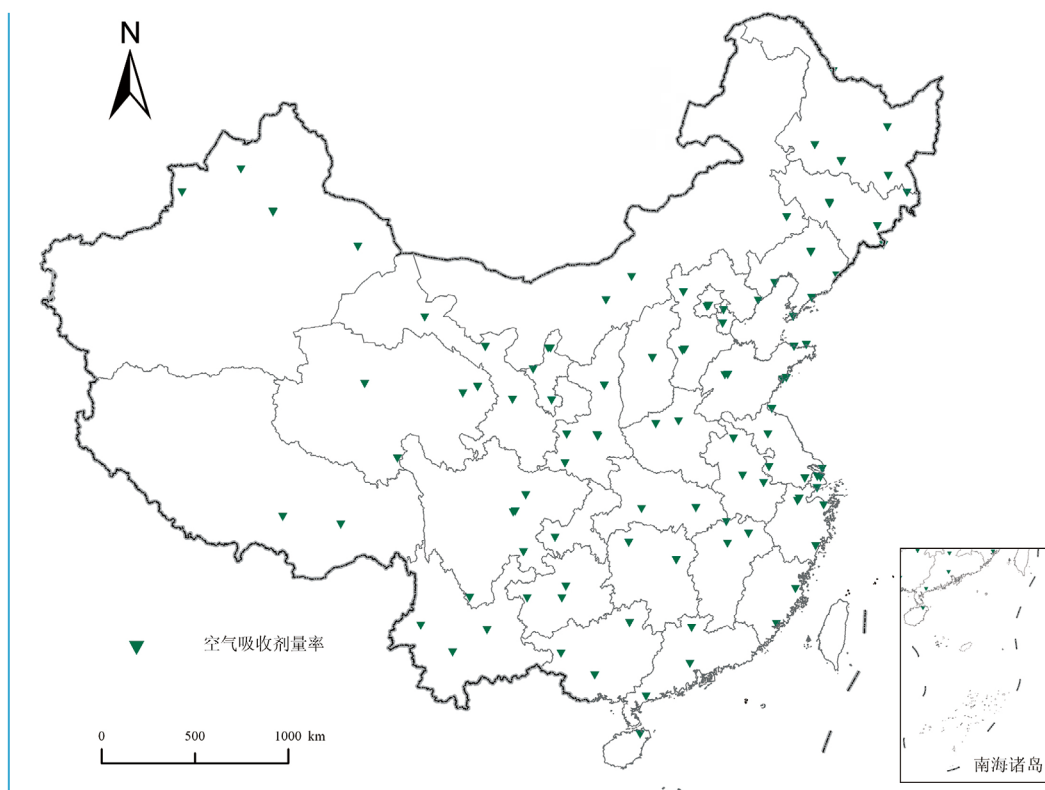


图 3.2-1 自动站布点示意图

■ 表 3.2-1 辐射环境自动监测站空气吸收剂量率监测结果

序号	省份	所在地市 (区)	自动站名称	空气吸收剂量率 ¹⁾ (nGy/h)		
				小时均值 最小值	小时均值 最大值	年均值
1	北京	海淀区	万柳中路站	85.3	125.0	90.2
2		朝阳区	奥林匹克森林公园站	67.0	145.3	74.0
3		大兴区	亦庄博大公园站	72.8	143.1	78.9
4	天津	南开区	复康路站	63.9	97.1	67.1
5		宝坻区	建设路站	60.8	99.2	71.3
6		大港区	世纪大道站	- ¹⁾	-	-
7	河北	石家庄	省辐射站	80.7	119.3	85.0
8			槐岭路站	63.2	101.6	72.8
9		张家口	纬一路站	116.0	161.4	123.5
10		秦皇岛	秦皇东大街站	72.2	114.1	75.8
11	山西	太原	省环保局站	-	-	-
12			长治路站	78.9	157.6	87.0
13		临汾	鼓楼大街站	-	-	-
14		大同	魏都大道站	-	-	-
15	内蒙古	呼和浩特	内蒙古环境监测中心站	95.7	134.0	107.6
16			环境监测站	-	-	-
17		包头	标准站	107.1	149.0	112.5
18			乌兰计站	-	-	-
19		通辽	环境监测站	70.6	141.8	76.7
20		呼伦贝尔	环境监测站	-	-	-

注：1) “-”表示自动站因监测设备、供电等故障，数据采集率不满足数据统计的有效性规定，未能进行相关统计项统计，续表同。

■ 表 3.2-1 (续)

序号	省份	所在地市 (区)	自动站名称	空气吸收剂量率 ¹⁾ (nGy/h)		
				小时均值 最小值	小时均值 最大值	年均值
21	辽 宁	沈 阳	皇姑站	69.4	101.2	76.5
22			浑南站	70.4	115.3	79.6
23		大 连	西岗站	68.1	90.8	71.9
24			庄河站	76.0	150.0	90.2
25		丹 东	元宝站	-	-	-
26			宽甸站	81.1	127.6	91.1
27		葫 芦 岛	龙港站	71.1	121.4	77.1
28	吉 林	长 春	卫星路站	78.9	108.0	84.2
29			青年路站	65.3	111.6	73.0
30		延 边 州	珲春圈河站	57.4	124.2	69.2
31		白 山	长白山北山门站	74.6	192.8	101.8
32			长白县长白大街站	81.4	145.0	96.2
33	黑 龙 江	哈 尔 滨	通达街站	102.3	142.3	109.1
34			南直路站	70.4	110.5	76.1
35		黑 河	卡伦山村站	60.3	134.0	72.0
36		佳 木 斯	江心岛站	66.1	128.9	81.5
37		大 庆	黑鱼湖水厂站	70.6	134.8	78.8
38		牡 丹 江	十二条站	75.4	150.9	86.5
39	上 海	浦东新区	张江站	78.2	141.0	91.9
40		普陀区	沪太路站	66.8	113.0	71.8
41		金山区	临桂路站	67.9	116.3	71.6
42		崇明县	汲浜路站	71.8	146.4	75.9
43	江 苏	南 京	新城科技园站	56.1	120.4	60.0
44		苏 州	独墅湖站	73.3	138.2	94.6
45		淮 安	清河站	69.1	116.2	73.0
46		连 云 港	新浦站	97.2	118.4	102.4
47	浙 江	杭 州	省辐射站	99.1	132.9	103.4
48			三义村站	79.6	154.3	85.2
49		宁 波	宝善路站	79.5	120.3	83.6
50		温 州	会展路站	73.6	151.2	84.6

■表 3.2-1 (续)

序号	省份	所在地市 (区)	自动站名称	空气吸收剂量率 ¹⁾ (nGy/h)		
				小时均值 最小值	小时均值 最大值	年均值
51	安徽	合肥	长江西路	-	-	-
52			怀宁路站	69.9	135.6	76.1
53		宿州	淮河路站	77.6	134.4	86.7
54		芜湖	赭山路站	59.6	123.0	66.1
55	福建	福州	晋安站	106.7	151.5	113.0
56			连江站	-	-	-
57		厦门	杏林南路站	96.1	165.7	101.5
58		三明	麒麟公园站	-	-	-
59	江西	南昌	江大路站	69.1	136.2	75.0
60		上饶	滨江路站	-	-	-
61		九江	浔阳路站	67.6	123.6	72.2
62		景德镇	景东大道站	90.9	204.9	96.9
63	山东	济南	省辐射站	75.6	113.9	83.6
64			经十路站	60.9	99.0	66.0
65		威海	环境监测站	87.6	125.9	95.8
66		烟台	青年南路站	64.4	116.0	70.8
67		青岛	市环保局	86.1	113.3	88.5
68			崂山区南窑站	98.1	124.4	102.0
69			崂山区登瀛站	88.3	122.1	92.0
70	河南	郑州	大王庄站	66.2	120.8	72.9
71		洛阳	中州东路站	52.9	118.9	69.3
72		漯河	龙江路站	-	-	-
73	湖北	武汉	江夏站	-	-	-
74			东湖风景区	66.7	138.3	70.9
75		襄阳	襄樊新华路站	-	-	-
76		宜昌	胜利四路站	55.1	143.1	63.3
77	湖南	长沙	万家丽中路站	64.2	142.3	69.2
78			望城环保局站	67.9	117.6	71.9
79		张家界	大庸路站	59.0	120.1	71.5
80		怀化	怀黔路站	-	-	-

表 3.2-1 (续)

序号	省份	所在地市 (区)	自动站名称	空气吸收剂量率 ¹⁾ (nGy/h)		
				小时均值 最小值	小时均值 最大值	年均值
81	广东	广州	广州大道站	96.6	153.4	100.9
82		茂名	乙烯生活区站	83.5	127.4	87.8
83		韶关	韶关建筑学校站	72.9	182.9	80.3
84	广西	南宁	环保监测站	59.6	112.0	69.1
85			广西辐射站	68.4	176.7	73.9
86		桂林	桂林辐射站	68.9	140.2	78.4
87		百色	百色辐射站	61.4	123.5	68.8
88	海南	海口	海南广场	-	-	-
89			红旗镇站	50.8	112.7	56.9
90		三亚	榆亚路站	-	-	-
91		三沙	永兴岛站	-	-	-
92		重庆	渝中区	大礼堂站	-	-
93	九龙坡区		白市驿站	71.9	217.1	78.3
94	万州区		天城大道站	-	-	-
95	涪陵区		李渡站	-	-	-
96	四川	成都	省辐射站	80.8	152.9	91.4
97			熊猫基地站	76.5	224.6	84.2
98		绵阳	三水厂站	65.4	139.7	72.4
99		攀枝花	机场路站	84.9	153.0	91.5
100		宜宾	敬业路站	53.7	166.3	72.1
101	贵州	贵阳	贵州省辐射环境监测站	-	-	-
102			青云路站	66.1	146.3	72.5
103		遵义	南京路站	64.9	133.5	72.0
104		六盘水	明湖路站	77.2	148.1	89.8
105	云南	昆明	环城西路站	82.2	135.1	86.4
106		临沧	玉带路站	112.4	157.6	121.7
107		保山	九龙路站	72.2	125.0	76.4
108	西藏	拉萨	东嘎镇站	186.4	233.3	192.6
109		林芝	迎宾路站	144.9	194.1	152.0

■表 3.2-1 (续)

序号	省份	所在地市 (区)	自动站名称	空气吸收剂量率 ¹⁾ (nGy/h)		
				小时均值 最小值	小时均值 最大值	年均值
110	陕西	西安	省环保大厦站	68.4	146.9	93.9
111			北郊污水处理厂站	71.3	150.6	78.9
112		汉中	民主街站	69.6	143.3	75.2
113		延安	热电厂站	82.5	128.2	88.1
114		宝鸡	眉县站	94.2	172.3	103.8
115	甘肃	兰州	东岗站	103.7	165.5	110.7
116			金昌路站	92.8	129.7	97.6
117		金昌	公园路站	92.6	123.6	96.9
118		嘉峪关	南市区工业园站	101.3	130.8	110.3
119	青海	西宁	共和路站	114.1	148.5	120.3
120			南山路站	98.3	131.6	103.2
121		海西州	格尔木昆仑路站	131.9	151.9	139.6
122		玉树州	通天河站	148.6	185.9	156.0
123		海南州	瓦里关站	167.3	230.7	177.3
124	宁夏	银川	市环保局西夏分局站	82.2	131.9	87.1
125			放射性废物库站	84.6	230.7	91.6
126		固原	市环保局站	82.0	124.9	89.0
127		中卫	黄河站	81.9	151.5	87.9
128	新疆	乌鲁木齐	北艺公园街站	65.6	107.8	79.5
129			北京中路站	63.9	121.3	76.0
130		喀什	人民东路站	-	-	-
131		伊犁州	新华西路站	98.5	160.5	105.8
132		克拉玛依	准葛尔路站	72.4	121.7	77.4
133		哈密	建国南路站	110.7	134.0	116.3

专栏3-1 辐射环境自动监测站空气吸收剂量率

■ 本报告公布的辐射环境自动监测站空气吸收剂量率是一种可直接、快速、连续反映环境辐射水平的测量量，是环境辐射监测的一个重要组成部分，单位为戈瑞/小时（Gy/h）。

不同地区，由于地质、经纬度以及环境条件等情况的不同，空气吸收剂量率本底水平是不同的。1983~1990年，原国家环境保护局组织开展了以全面掌握我国陆地天然辐射水平和分布状况为主要目的的全国环境天然放射性水平调查，获得的31个省份原野环境陆地 γ 辐射剂量率和宇宙射线电离成分（未包括中子成分）所致空气吸收剂量率见下表。

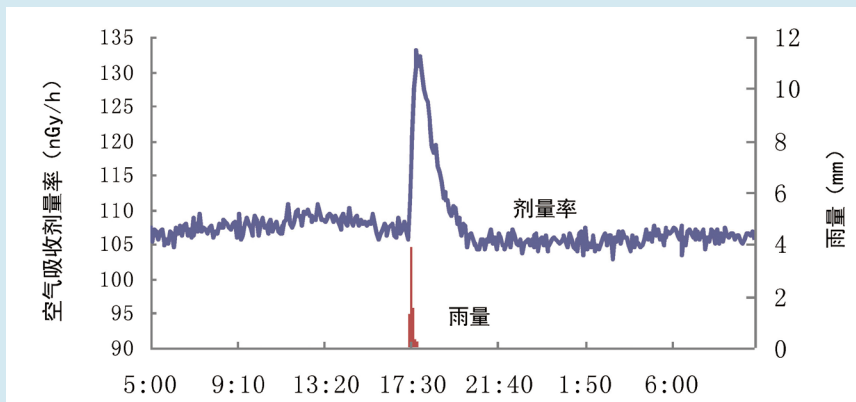
■ 31个省份原野环境陆地 γ 辐射剂量率和宇宙射线电离成分（未包括中子成分）所致空气吸收剂量率分布

省份 ¹⁾	环境陆地 γ 辐射剂量率 ²⁾ (nGy/h)			省份 ¹⁾	宇宙射线电离成分所致空气吸收剂量率 (nGy/h)		
	范围	均值	标准差		范围	均值	标准差
北京	29.2~88.9	32.3	1.6	河南	17.5~141.7	30.2	1.2
天津	36.0~99.7	29.7	0.2	湖北	10.9~140.3	31.8	3.0
河北	28.0~198.7	33.8	3.1	湖南	21.0~271.2	30.0	1.2
山西	31.1~85.7	38.5	2.6	广东(海南)	17.7~193.1	27.4	0.6
内蒙	9.6~186.2	39.3	2.5	广西	10.7~238.7	29.5	1.5
辽宁	19.8~178.3	30.7	0.9	四川(重庆)	2.4~214.0	39.6	7.8
吉林	18.9~128.6	32.8	1.9	贵州	13.1~142.3	40.4	4.5
黑龙江	21.6~196.9	32.4	1.1	云南	9.9~167.1	45.6	7.9
上海	34.2~79.5	28.8	0.6	西藏	24.4~166.0	121.4	20.0
江苏	33.1~72.6	29.2	0.2	陕西	25.0~150.0	37.0	3.0
浙江	18.6~149.8	32.4	1.5	甘肃	16.9~128.4	48.4	7.7
安徽	27.5~132.9	29.5	0.8	青海	24.7~128.0	95.4	18.0
福建	25.9~334.3	30.3	1.8	宁夏	38.8~87.6	46.2	13.8
江西	13.7~340.8	29.5	1.2	新疆	11.7~326.4	44.0	10.6
山东	16.9~162.6	29.8	0.7				

注：1) 调查未包括台湾省、香港特别行政区和澳门特别行政区。根据当时的行政区划，广东省包括海南省，四川省包括重庆市。

2) 为陆地（原野） γ 辐射空气吸收剂量率，点位一般选择在田地、公园、山坡、空场等空旷开阔场所，土层较厚，距离周围房屋和其它障碍物30米以上。测量条件避开了高温、高湿、高寒、下雨、化雪、灌溉等影响。

■ 同一自动站天然辐射所致空气吸收剂量率时间上的变化，一般因降雨等天然因素所致。根据UNSCEAR2000年报告所述，环境地表 γ 辐射剂量率存在不可忽视的涨落，与地下水位、土壤中水分、降水的影响、冰雪的覆盖、放射性物质的地面沉降、射气的析出和扩散、与植被的关系等环境因素有关。其中由于降雨引起的空气中氡子体的沉降，土壤中的水分，以及雪覆盖等因素影响较大，特别是空气中氡子体受冲刷和雨水清洗作用，可使地表 γ 辐射剂量率短时间内增加50%到100%，升高的程度决定于降雨间隔以及降雨量。升高水平可持续几小时，然后降到比平均水平低约5%，低的原因是由于土壤中水分增加产生屏蔽作用。如果不再下雨，随着土壤饱和的消失，经几小时或几天再恢复正常情况。雪覆盖可使本底水平降低，大约1cm厚的雪降低1%。下雨导致空气吸收剂量率升高示例见下图。

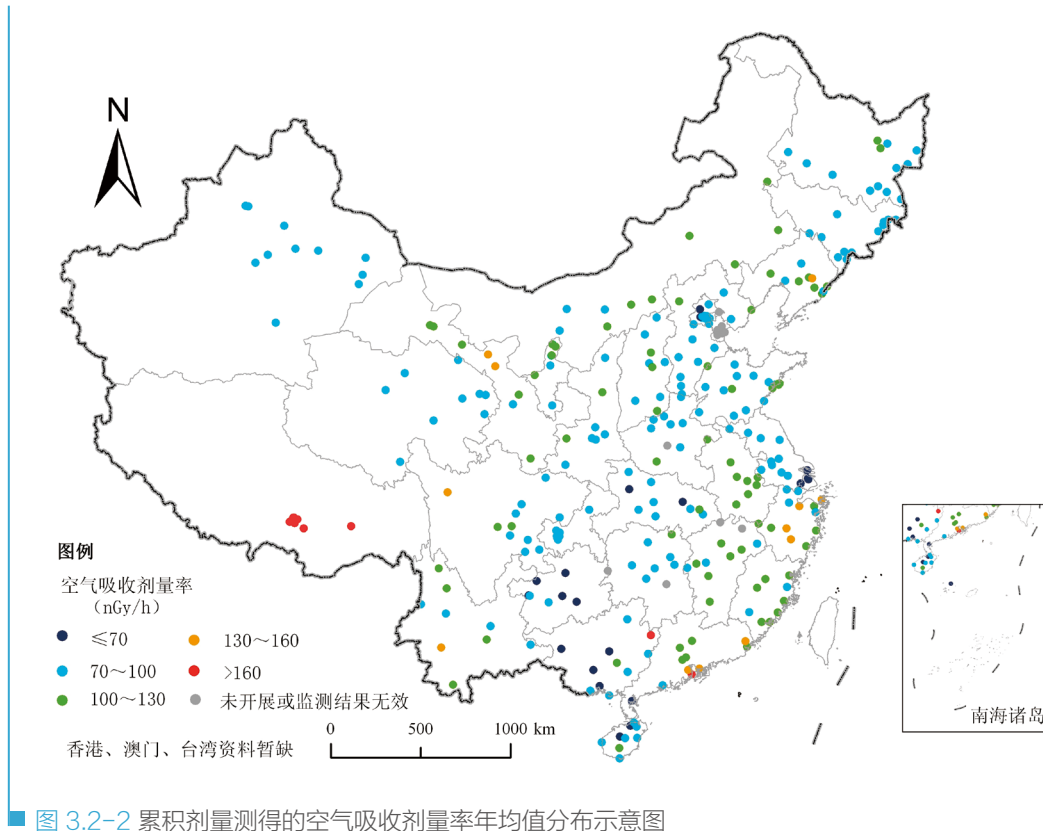


■ 某地下雨导致空气吸收剂量率的升高

3.2.2 累积剂量

2015年，全国累积剂量监测点位分布和监测结果见图3.2-2。

监测结果表明，230个地级及以上城市累积剂量测得的空气吸收剂量率与历年相比，无明显变化，310个监测点按点位统计年均值范围为（49.2~282）nGy/h。其中空气吸收剂量率年均值<70nGy/h的点位占6.8%，在（70~100）nGy/h之间的点位占58.4%，在（100~130）nGy/h之间的点位占27.8%，>130nGy/h的点位占7.0%。



3.3 空气

3.3.1 气溶胶

2015年全国气溶胶监测点位分布见图3.3-1，监测结果见表3.3-1。

监测结果表明，气溶胶中天然放射性核素铍-7、钾-40、铅-210和钋-210活度浓度与历年相比，无明显变化；人工放射性核素铯-137和锶-90活度浓度处于本底水平；其余人工 γ 放射性核素均未检出。

表3.3-1 气溶胶监测结果

监测项目	单位	n/m ¹)	高于MDC样品		
			最小值	最大值	均值
铍-7	mBq/m ³	1145/1145	0.14	11	3.3
钾-40	μ Bq/m ³	531/1188	15	781	147
铅-210	mBq/m ³	278/279	0.12	5.5	1.4
钋-210	mBq/m ³	164/164	0.02	0.96	0.33
镭-90	μ Bq/m ³	526/563	0.56	28	6.7
铯-137	μ Bq/m ³	2/1143	0.36	5.8	3.1
碘-131	μ Bq/m ³	0/1017	-	-	-
铯-134	μ Bq/m ³	0/1127	-	-	-

注：1) 个别点位因仪器设备等原因未开展相关项目监测，或因采样、样品前处理、测量等原因导致监测结果无效。

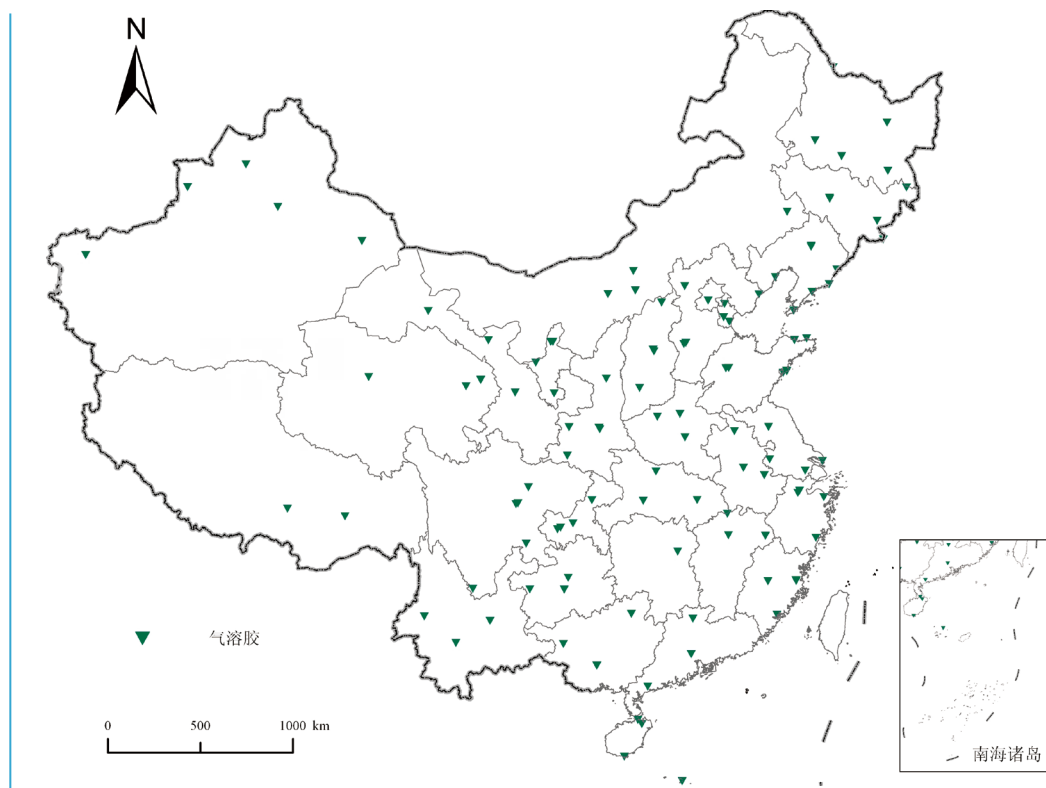


图 3.3-1 气溶胶布点示意图

专栏3-2 气溶胶

■ 大气气溶胶是指悬浮在气体中的固体或液体微粒，若这种微粒混有放射性核素，则成为放射性气溶胶。

核武器爆炸时产生的大量放射性物质，随高温气团上升到对流层顶部，然后被随温度逐渐下降而形成的固体微粒或水滴捕集，形成放射性气溶胶；由大地散逸到大气中的氡，经衰变生成钋、铋、铅等放射性子体，通过扩散或静电吸附而被大气气溶胶捕集，也能形成放射性气溶胶；此外，核设施或核事故也向大气释放放射性气溶胶。

放射性气溶胶在大气中随气流而迁移，或在高空成为雨、雪的凝聚核心，或通过溶解和化学反应与水滴结合，降落到地面。沉降于地面的放射性物质又可通过水的蒸发、风的作用而重新进入大气，形成放射性气溶胶。

空气中的放射性核素对人（尤其是皮肤及浅表组织）直接造成外照射；人会因吸入空气中的放射性核素而受到内照射。

3.3.2 气态放射性碘同位素

2015年，全国空气中气态放射性碘同位素监测点位分布见图3.3-2，监测结果见表3.3-2。

监测结果表明，仅在广州采集的1个样品中检出微量的气态放射性碘-131，可能受同位素生产或相关医疗机构等人为活动的影响，其余空气中气态放射性碘-125和碘-131未检出。

■ 表3.3-2 城市空气中气态放射性碘同位素监测结果

项目	单位	n/m ¹⁾	高于MDC样品		
			最小值	最大值	均值
碘-131	mBq/m ³	1/233	-	-	0.37
碘-125	mBq/m ³	0/149	-	-	-

注：1) 个别点位因仪器设备等原因未开展相关项目监测，或因采样、样品前处理、测量等原因导致监测结果无效。

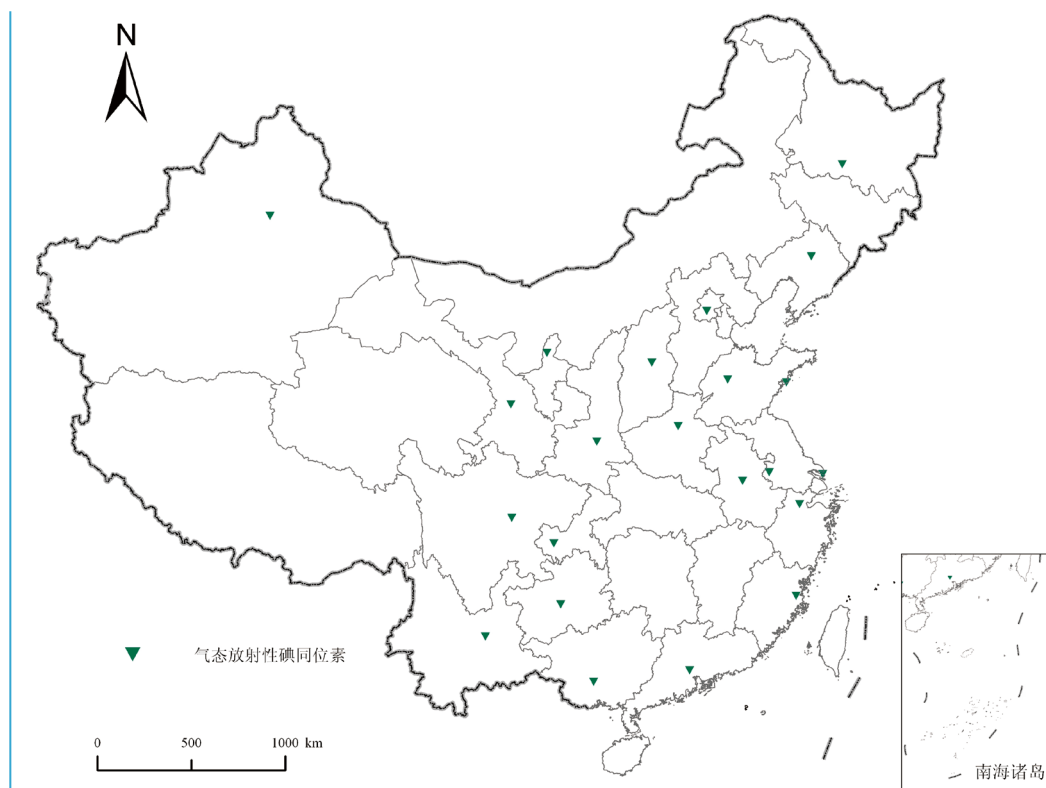


图 3.3-2 空气中气态放射性碘同位素布点示意图

专栏3-3 空气中碘

■ 碘有35种同位素和8种同质异能素，除碘-127为稳定核素外，其余均为放射性核素。其中最重要的放射性同位素碘-131，是人工放射性核素，正常情况下自然界中不会存在。碘-131是主要的裂变产物之一，在裂变反应中产额较高，半衰期又较短，易挥发，可作为反应堆周围环境的监测指标，也可作为核武器试验和反应堆事故的信号核素。

碘在空气中以微粒碘、无机碘和有机碘的形式存在。目前在局部环境可观察到的微量碘-131主要来自同位素生产、相关医疗机构和反应堆运行。

3.3.3 沉降物

2015年, 全国沉降物和降水监测点位分布见图3.3-3和图3.3-4, 监测结果见表3.3-3和图3.3-5。

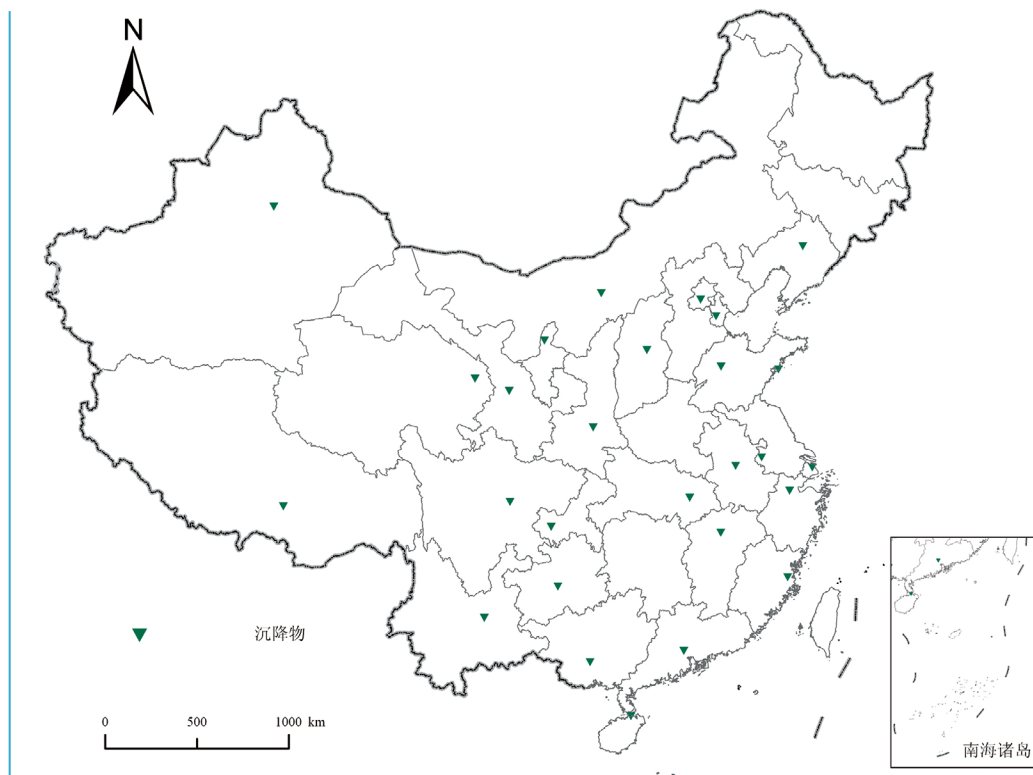
监测结果表明, 沉降物中天然放射性核素铍-7和钾-40日沉降量与历年相比, 无明显变化; 人工放射性核素铯-137和锶-90日沉降量处于本底水平; 其余人工 γ 放射性核素均未检出。降水中氚活度浓度处于本底水平。

■ 表3.3-3 沉降物监测结果

项目	单位	n/m ¹⁾	高于MDC样品		
			最小值	最大值	均值
铍-7	Bq/m ² ·d	69/69	0.04	9.3	1.8
钾-40	mBq/m ² ·d	72/86	10	595	184
铯-137	mBq/m ² ·d	3/83	1.7	2.6	2.2
碘-131	mBq/m ² ·d	0/79	-	-	-
铯-134	mBq/m ² ·d	0/81	-	-	-
锶-90	mBq/m ² ·d	60/65	0.26	28	6.5
氚 ²⁾	Bq/L	21/60	0.13	2.8	1.5

注: 1) 个别点位因仪器设备等原因未开展相关项目监测, 或因采样、样品前处理、测量等原因导致监测结果无效。

2) 为降水中氚。



■ 图 3.3-3 沉降物布点示意图

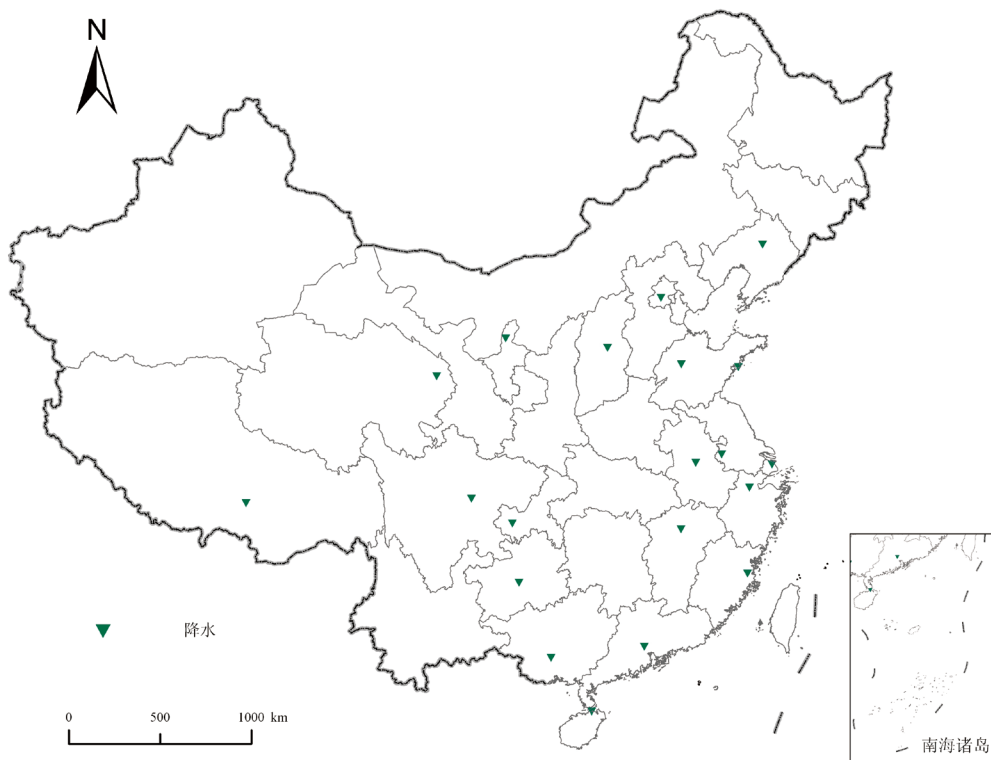


图 3.3-4 降水布点示意图

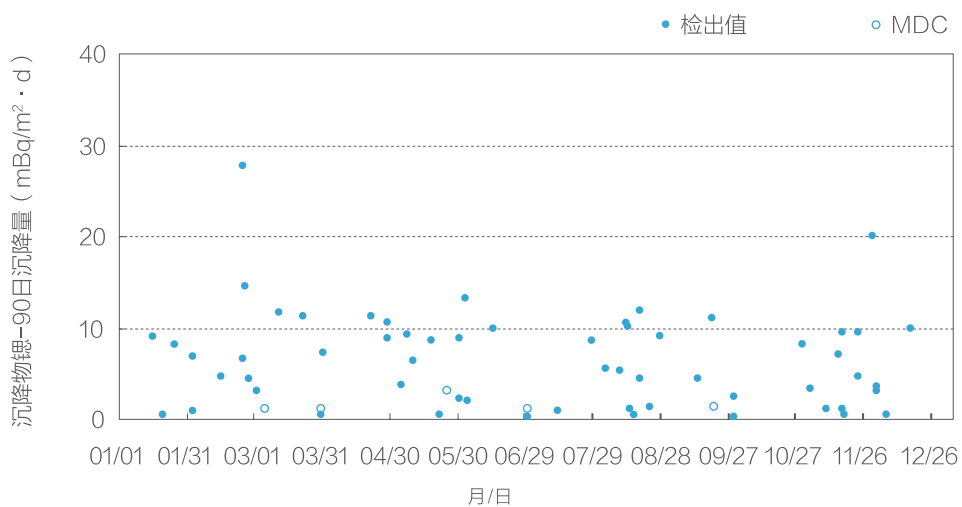


图 3.3-5 沉降物总-90日沉降量

专栏3-4 沉降物

- 放射性物质的沉降由重力沉降和干湿沉积组成。粒径和密度较大的颗粒物，受重力和空气阻力的影响，以一定的速度向地面沉降；因不规则随机运动，在与地表面相遇时，与地面之间发生碰撞、静电引力、吸附和各种可能的化学作用，使细小颗粒从空气中得以清除并沉积于地面；降雨对空气中的颗粒物及气溶胶的清洗作用导致湿沉降。
- 沉积到地面的放射性核素会造成外照射；沉积的放射性核素会进入农作物，经食物链途径对人造成内照射；部分沉积在地面上的颗粒物可因风或人的活动的扰动而扬起，造成空气的二次污染。

3.3.4 空气氚化水

2015年，全国空气氚化水监测点位分布见图3.3-6，监测结果见表3.3-4。

监测结果表明，空气氚化水活度浓度与历年相比，无明显变化，高于MDC样品空气氚化水（HTO）活度浓度范围为（5.4~30）mBq/m³。

■ 表3.3-4 空气氚化水（HTO）监测结果

项目	单位	n/m ¹)	高于MDC样品		
			最小值	最大值	均值
氚化水	mBq/m ³	6/22	5.4	30	20

注：1) 个别点位因仪器设备等原因未开展相关项目监测，或因采样、样品前处理监测等原因导致监测结果无效。

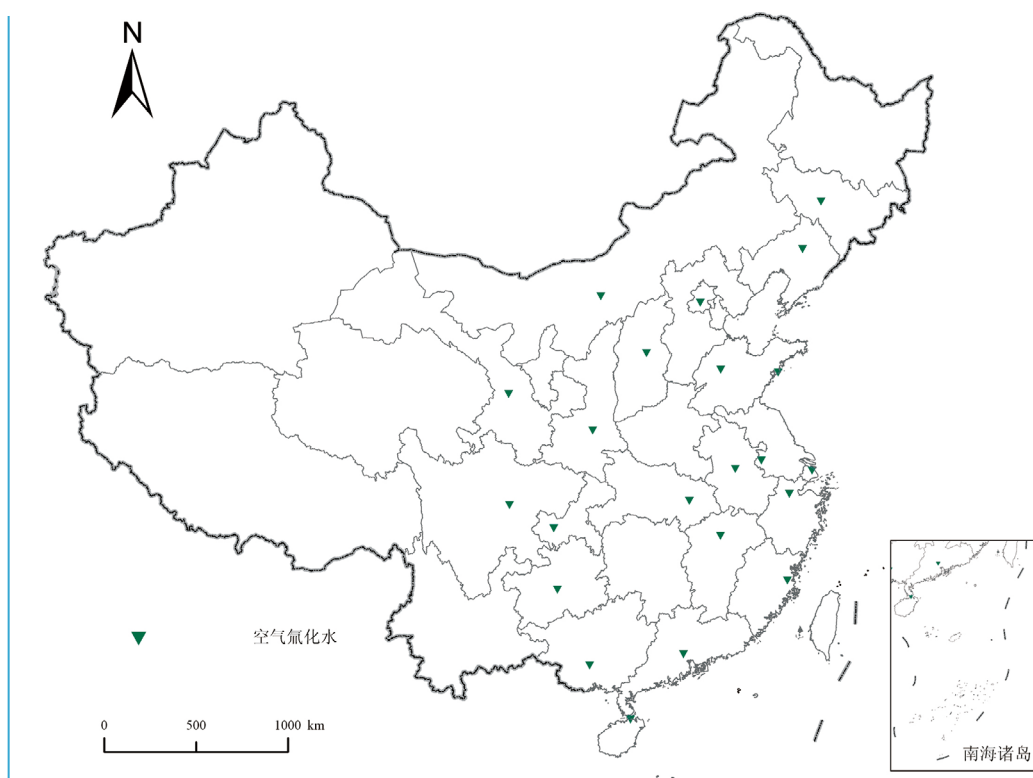


图 3.3-6 空气氟化水布点示意图

专栏3-5 氡

■ 氡是氢的放射性同位素。它既是一种天然放射性核素，又是一种人工放射性核素。天然存在的氡是由高能宇宙射线（中子和质子）与大气中的氮和氧相互作用产生的，但其量甚微（ 10^{17-18} 个氢原子：1个氡原子）。核爆炸试验和人工核裂变的释放（核电站与核燃料后处理厂等）是环境中氡的主要来源。环境中氡主要是以氡化水（HTO，大于99%）形式存在的。工业排放物中的氡虽有少量是以气体HT， T_2 或 CH_3T 的形态存在的，但由于它们的化学性质不稳定性（较强的氧化性），在潮湿的空气中能较快地转变成氡化水（HTO）形态，此外，人体吸收氡化水的能力约比HT大四个量级，所以在辐射环境监测中，氡的监测一般仅考虑氡化水形态。

■ 氡是一种放射纯 β 射线的放射性核素，能量很低，其 β 射线的最大能量为18.6keV，平均能量为5.7keV，因此属于低毒性核素。从剂量学角度看，主要是内照射的危害。此外，氡的剂量转换系数低，按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）所述，成人氡化水吸入单位摄入量所致的待积有效剂量转换系数为 $4.5E-11$ Sv/Bq（吸收类型：M），食入单位摄入量所致的待积有效剂量转换系数为 $1.8E-11$ Sv/Bq。

3.4 水

3.4.1 主要江河流域

2015年，全国主要江河流域监测点位分布见图3.4-1～图3.4-13，监测结果见表3.4-1和图3.4-1～图3.4-13。

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，人工放射性核素锶-90和铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化。其中，天然放射性核素铀和钍浓度、镭-226活度浓度与1983～1990年全国环境天然放射性水平调查结果处于同一水平。

高于MDC的江河水样品中, 铀浓度为(0.10~3.0) μg/L的样品占80.8%, 钍浓度为(0.10~1.0) μg/L的样品占84.0%, 镭-226活度浓度为(2.0~15) mBq/L的样品占92.5%, 锶-90活度浓度为(1.0~6.0) mBq/L的样品占83.2%, 铯-137活度浓度为(0.1~0.7) mBq/L的样品占73.4%。

■ 表3.4-1 主要江河流域监测结果

监测项目	单位	n/m ¹⁾	高于MDC样品		
			最小值	最大值	年均值
总α	Bq/L	123/151	0.01	0.33	0.06
总β	Bq/L	151/151	0.03	0.62	0.13
铀	μg/L	146/146	0.05	6.5	1.6
钍	μg/L	131/134	0.02	2.0	0.28
镭-226	mBq/L	132/137	0.99	19	7.4
锶-90	mBq/L	141/144	0.66	10	3.0
铯-137	mBq/L	79/136	0.1	1.1	0.5

注: 1) 个别断面因仪器设备等原因未开展相关项目监测, 或因采样、样品前处理、测量等原因导致监测结果无效。

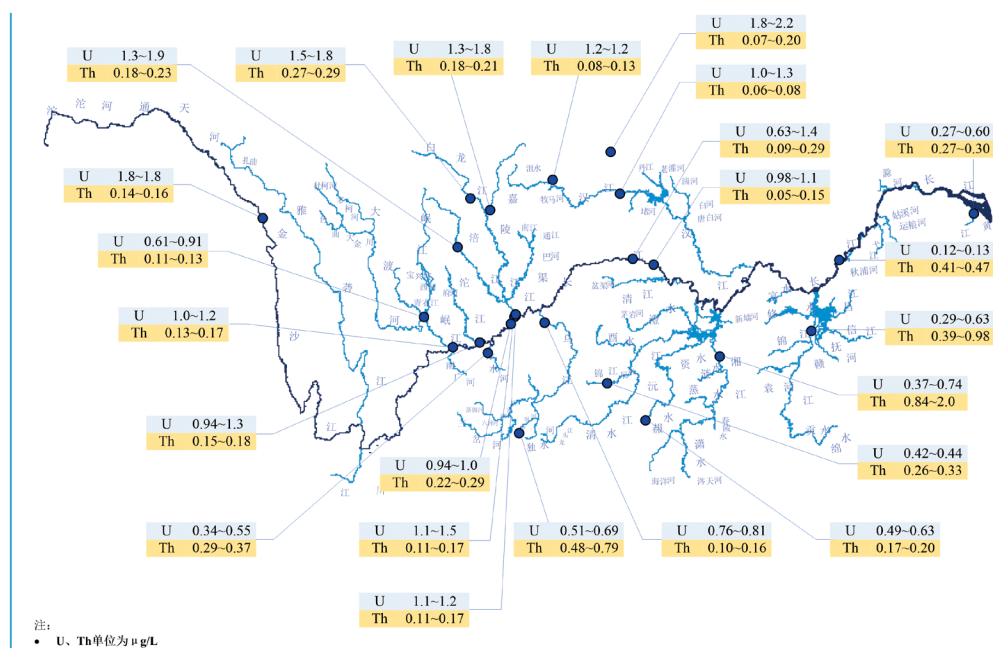


图 3.4-1 长江流域水中铀和钍浓度分布示意图

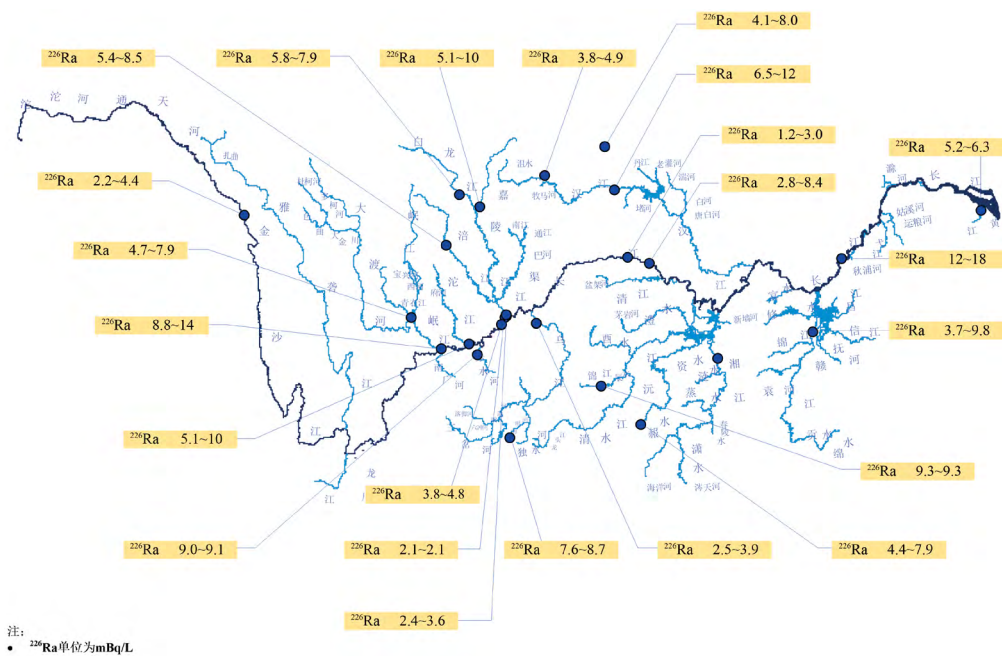


图3.4-2 长江流域水中镭-226活度浓度分布示意图

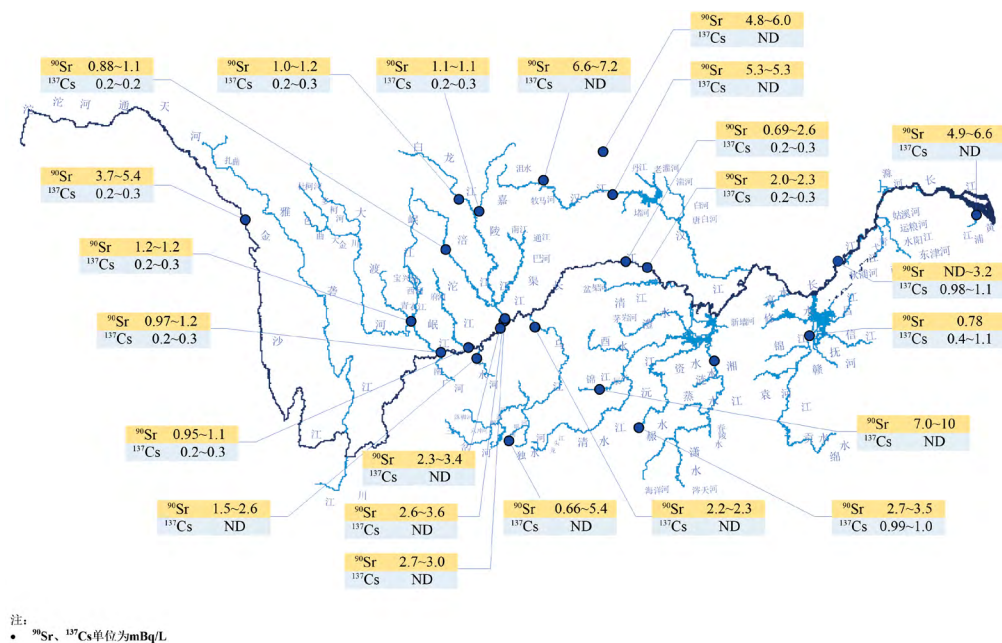


图3.4-3 长江流域水中锶-90和铯-137活度浓度分布示意图

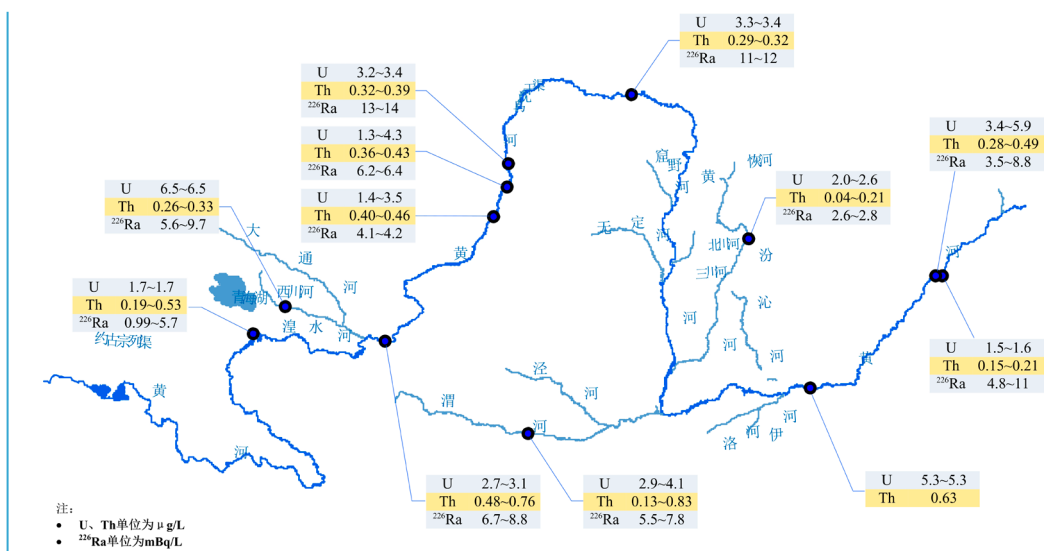


图3.4-4 黄河流域水中铀和钍浓度、镭-226活度浓度分布示意图

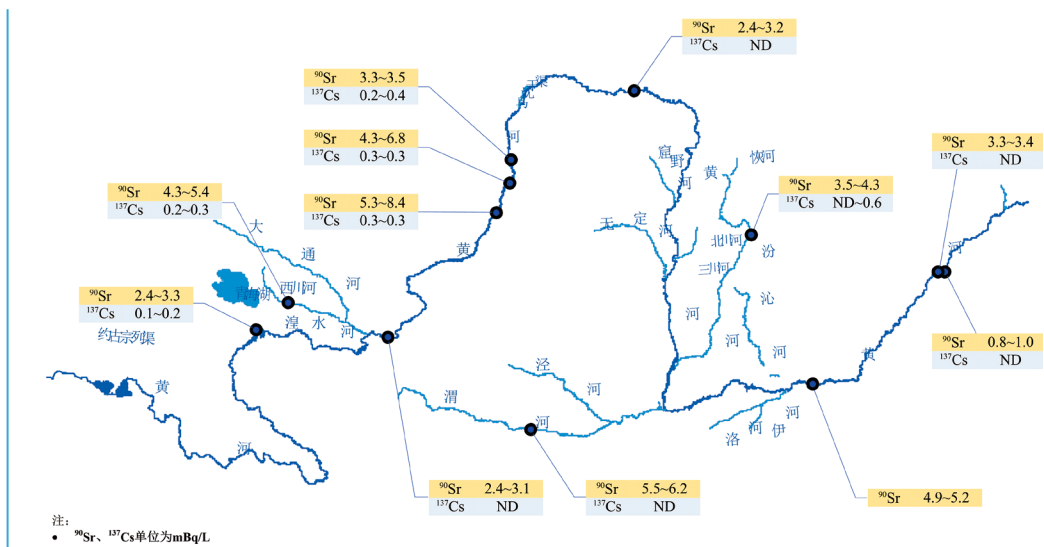


图3.4-5 黄河流域水中锶-90和铯-137活度浓度分布示意图

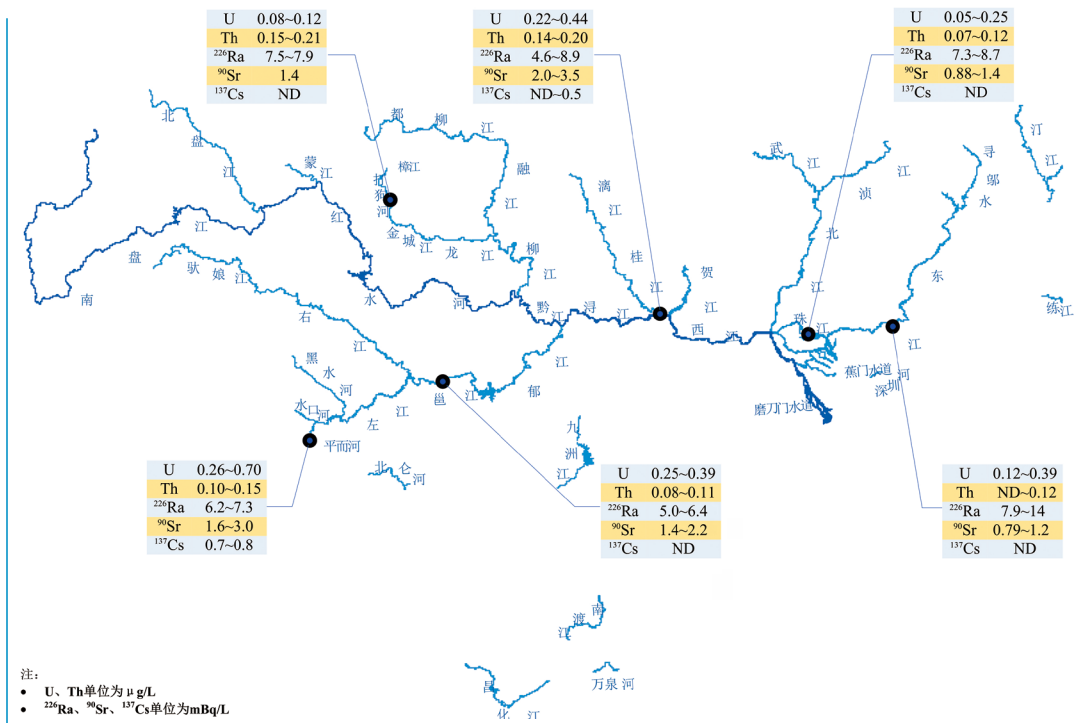


图3.4-6 珠江流域水中放射性核素浓度分布示意图

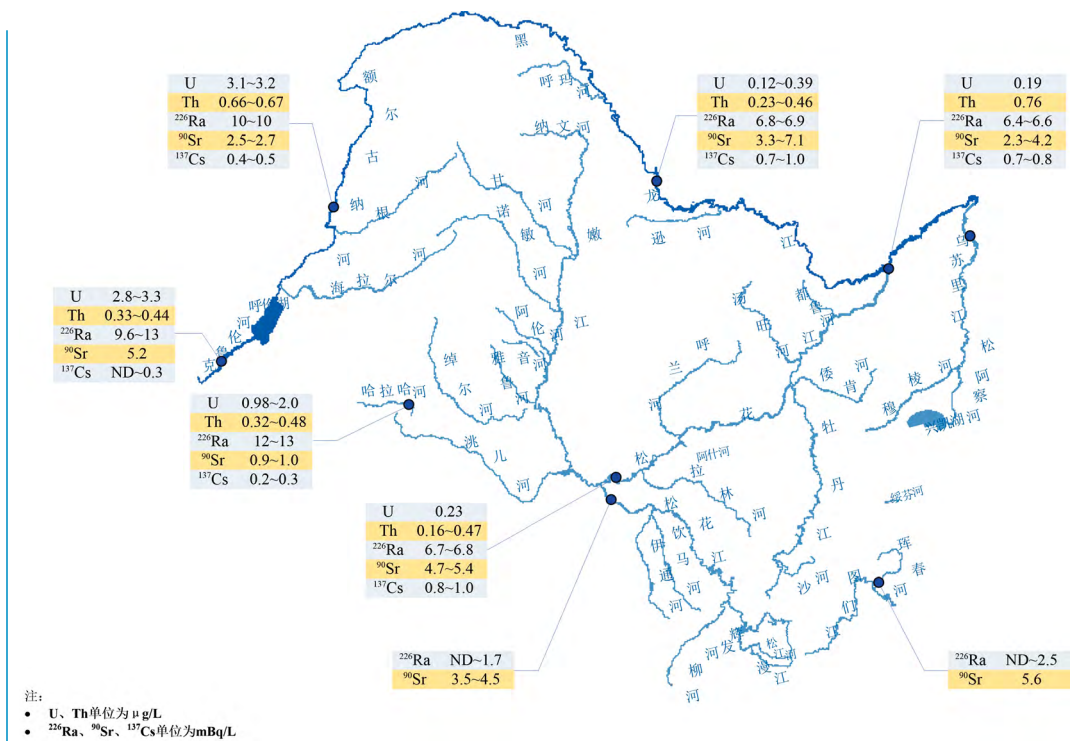


图3.4-7 松花江流域水中放射性核素浓度分布示意图

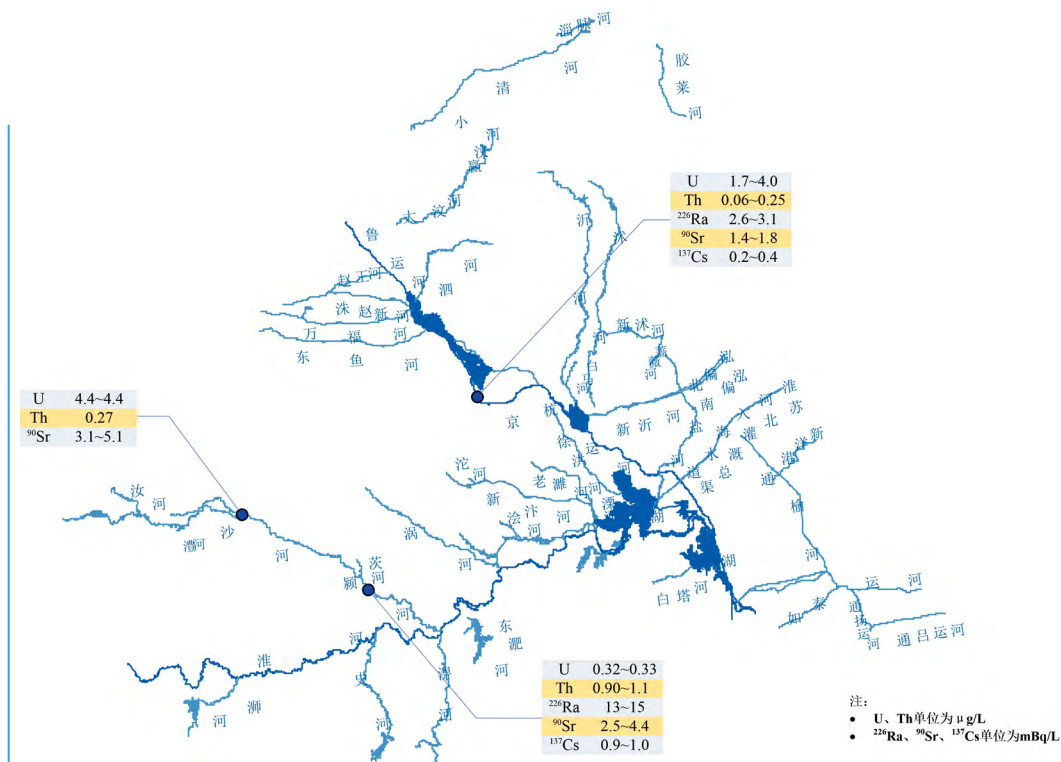


图3.4-8 淮河流域水中放射性核素浓度分布示意图

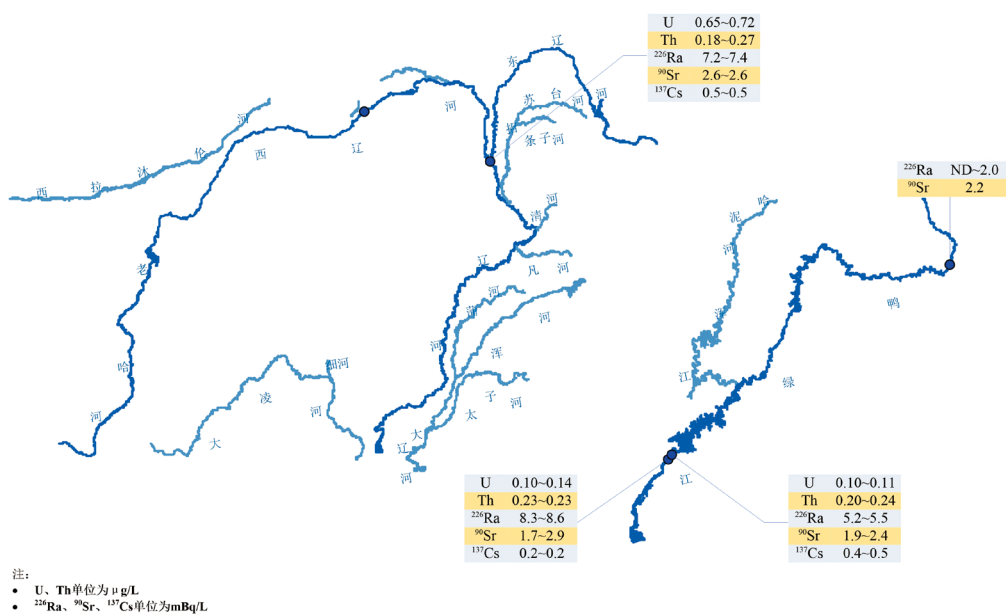


图3.4-9 辽河流域水中放射性核素浓度分布示意图

注：辽河西辽河白市断面2015年全年断流，未能采集到样品。

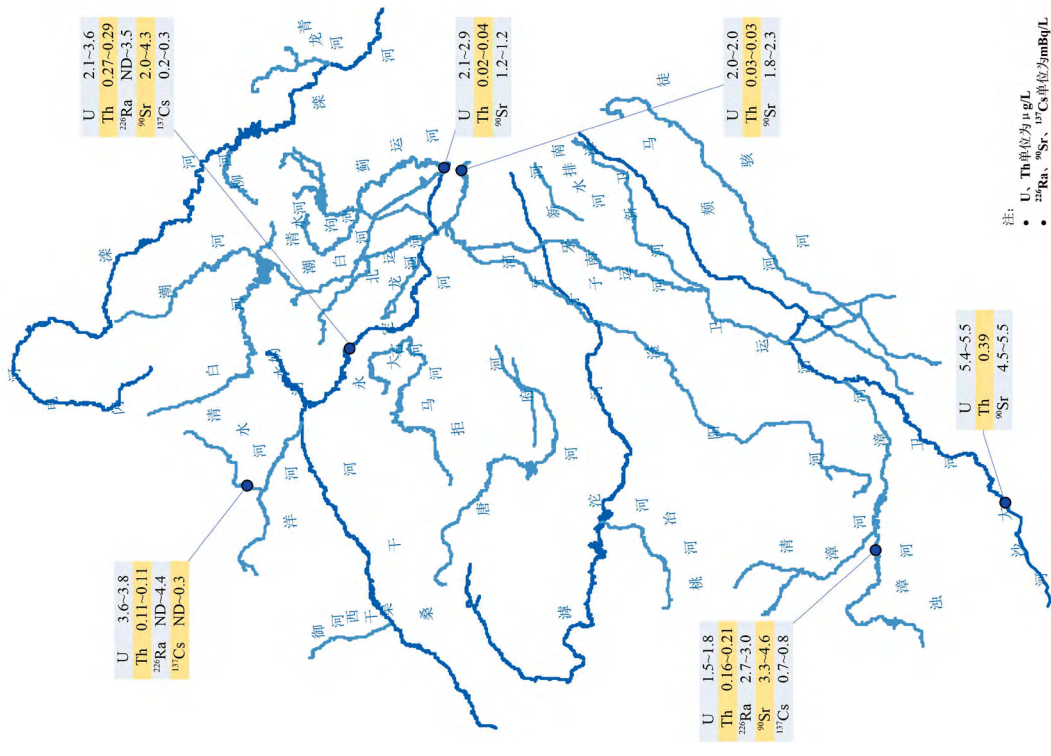


图3.4-10 海河流域水中放射性核素浓度分布示意图

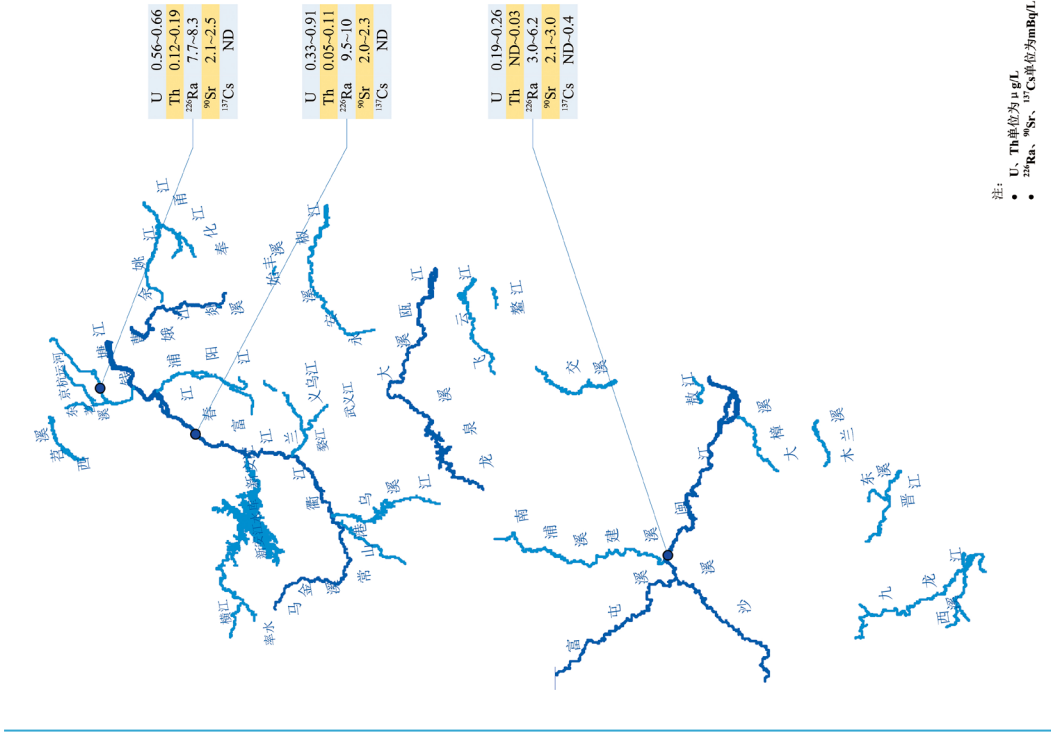


图3.4-11 浙闽片河流域水中放射性核素浓度分布示意图

注：
 • U、Th单位为μg/L
 • ²²⁶Ra、²²⁸Ra、²³²Th、²³⁵U单位为mBq/L

注：
 • U、Th单位为μg/L
 • ²²⁶Ra、²²⁸Ra、²³²Th、²³⁵U单位为mBq/L

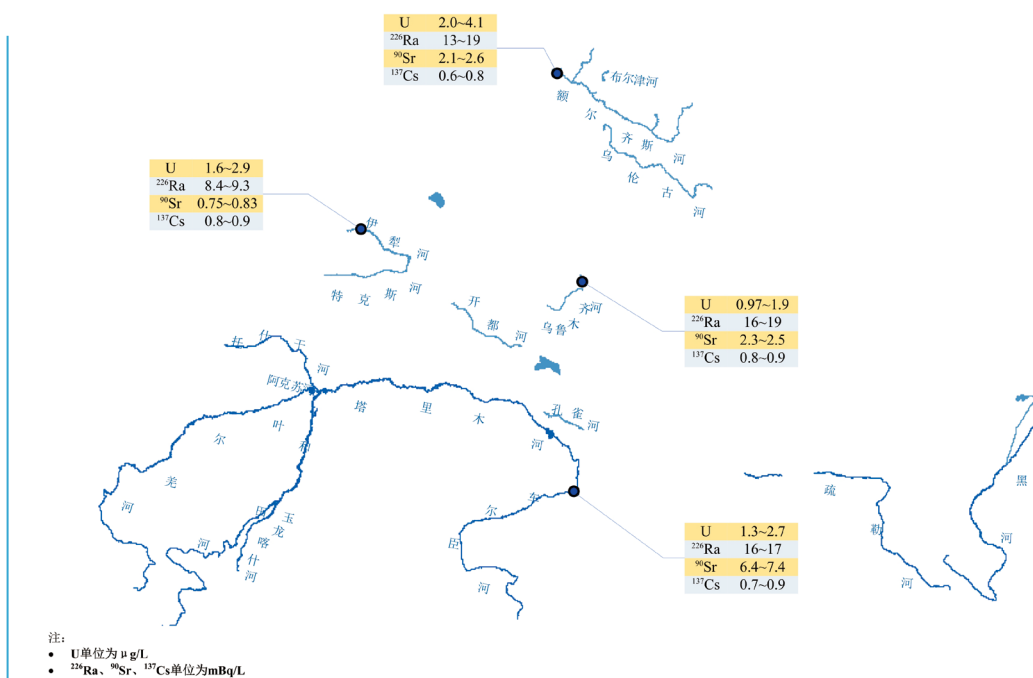


图3.4-12 西北诸河水中放射性核素浓度分布示意图

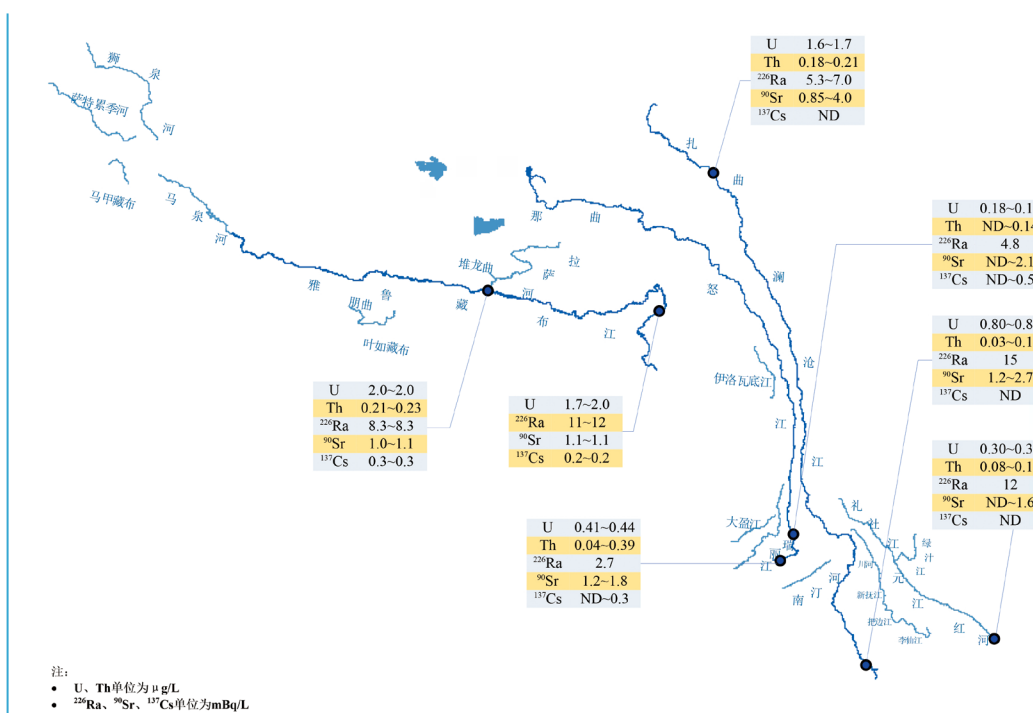
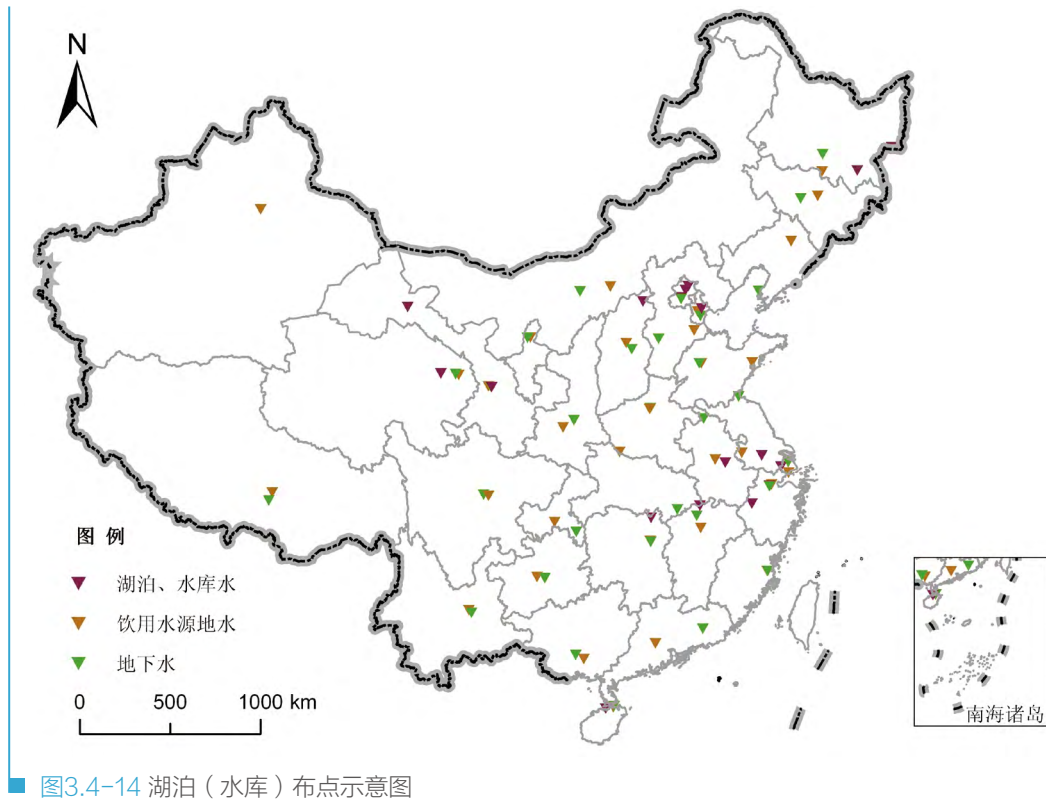


图3.4-13 西南诸河水中放射性核素浓度分布示意图

3.4.2 湖泊（水库）

2015年，全国湖泊（水库）水监测点位分布见图3.4-14，监测结果见表3.4-2和表3.4-3。

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，人工放射性核素锶-90和铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化。其中天然放射性核素铀和钍浓度、镭-226活度浓度与1983~1990年全国环境天然放射性水平调查结果处于同一水平。



■ 表3.4-2 重点湖泊监测结果

湖泊名称	放射性浓度						
	总α (Bq/L)	总β (Bq/L)	铀 (μg/L)	钍 (μg/L)	镭-226 (mBq/L)	锶-90 (mBq/L)	铯-137 (mBq/L)
昆明湖	0.04~0.04	0.09~0.15	1.3~1.6	0.65~0.78	ND~3.3	2.0~3.0	ND~0.3
兴凯湖	0.02~0.03	0.10~0.13	0.21~0.44	0.50 ¹⁾	5.9~6.5	4.4~5.4	1.1~1.3
镜泊湖	0.01~0.01	0.04~0.05	0.04~0.04	0.89~0.96	6.5~6.7	2.7~4.7	0.4~0.7
淀山湖	ND	0.21~0.22	0.29~1.4	0.38~0.41	4.2~4.7	3.9~4.0	ND
太湖	ND~0.06	0.16~0.20	0.67~0.68	0.06~0.16	ND	2.5~4.4	0.2~0.2
西湖	ND	0.05~0.07	0.16~0.32	ND~0.07	4.4~4.5	1.7~2.1	ND
巢湖	0.01~0.02	0.12~0.25	0.25~0.28	0.32~0.40	10~15	2.3~8.6	1.1~1.3
鄱阳湖	0.02~0.03	0.06~0.12	1.1 ¹⁾	0.41~1.0	4.4~11	0.76 ¹⁾	0.7~1.1
洞庭湖	0.12~0.16	0.40 ¹⁾	0.78~1.1	0.37~0.70	- ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾
黑山湖	0.09~0.15	0.12~0.21	2.3~5.0	0.53~1.0	8.1 ¹⁾	2.7~4.3	ND
青海湖	1.5~1.5 ²⁾	4.6~4.7 ²⁾	4.2~4.5	0.22~0.23	2.4~4.6	4.3~4.3	- ¹⁾

注：1) 个别断面因仪器设备等原因未开展相关项目监测，或因采样、样品前处理、测量等原因导致监测结果无效。

2) 青海湖为咸水湖，水中总α和总β活度浓度较高。

■ 表3.4-3 重点水库监测结果

水库名称	放射性浓度 ¹⁾						
	总α (Bq/L)	总β (Bq/L)	铀 (μg/L)	钍 (μg/L)	镭-226 (mBq/L)	锶-90 (mBq/L)	铯-137 (mBq/L)
密云水库	0.03~0.04	0.10~0.14	1.3~1.6	0.56~0.62	2.0~2.5	2.7~4.4	0.2~0.3
怀柔水库	0.03~0.03	0.11~0.13	1.2~1.3	0.25~0.38	ND	3.6~5.4	0.3~0.4
七里海水库	ND	0.28~0.72	3.9~4.9	0.03~0.05	- ¹⁾	2.2~2.8	- ¹⁾
册田水库	0.13 ¹⁾	- ¹⁾	- ¹⁾	0.09~0.15	3.0~3.3	6.5 ¹⁾	0.8~0.9
新安江水库	ND	0.07~0.12	0.10~0.20	ND~0.10	3.8~4.1	1.8~4.1	ND
松涛水库	0.01~0.02	0.03~0.04	0.04~0.05	0.16~0.26	0.67~2.2	1.5~1.7	0.2~0.3
金川峡水库	0.15~0.17	0.18~0.33	5.4~8.4	0.37~0.92	5.5~5.6	2.6~3.9	ND

注：1) 个别断面因仪器设备等原因未开展相关项目监测，或因采样、样品前处理、测量等原因导致监测结果无效。

3.4.3 地下水

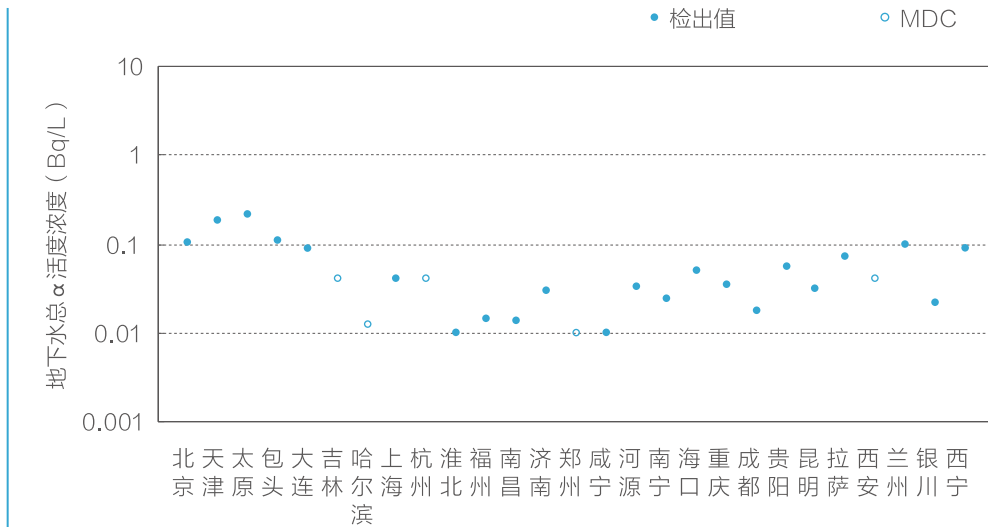
2015年，全国地下水监测点位分布见图3.4-14，监测结果见表3.4-4和图3.4-15~图3.4-19。

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活度浓度与历年相比，无明显变化。

■表3.4-4 地下水监测结果

监测项目	单位	n/m ¹⁾	高于MDC样品		
			最小值	最大值	年均值
总 α	Bq/L	22/27	0.01	0.22	0.06
总 β	Bq/L	28/28	0.01	0.40	0.10
铀	$\mu\text{g/L}$	27/28	0.02	5.7	1.3
钍	$\mu\text{g/L}$	26/27	0.01	0.78	0.24
镭-226	mBq/L	24/25	1.4	35	8.8

注：1) 个别点位因仪器设备等原因未开展相关项目监测，或因采样、样品前处理、测量等原因导致监测结果无效。



■图 3.4-15 城市地下水中总 α 活度浓度

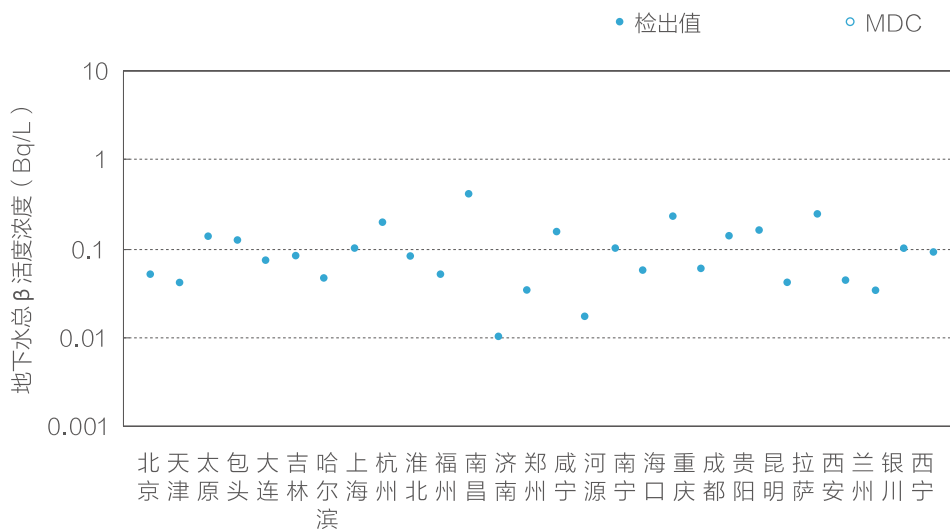


图 3.4-16 城市地下水中总β 活度浓度

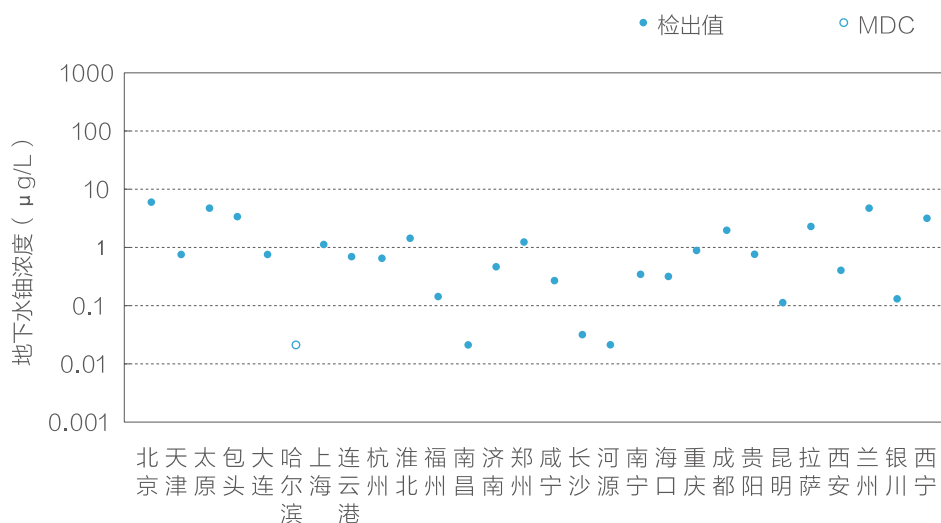


图 3.4-17 城市地下水中铀浓度

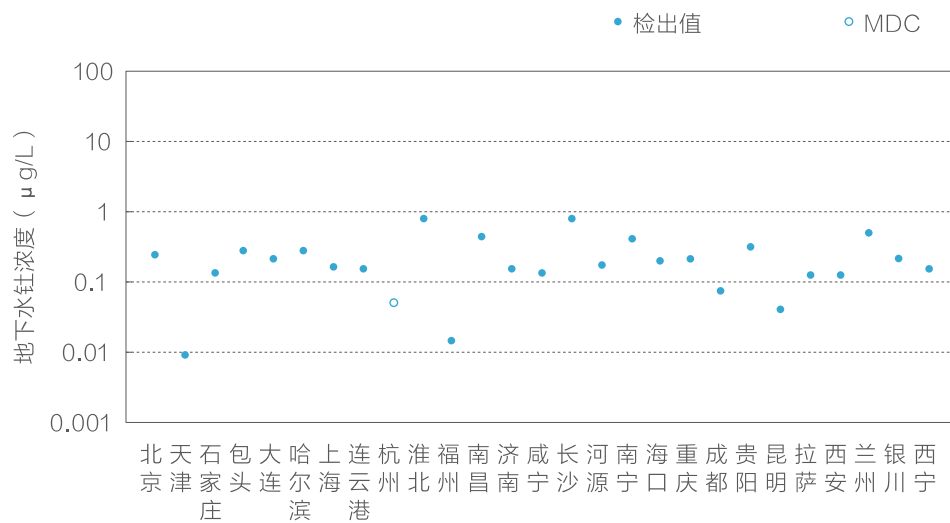


图 3.4-18 城市地下水中钚浓度

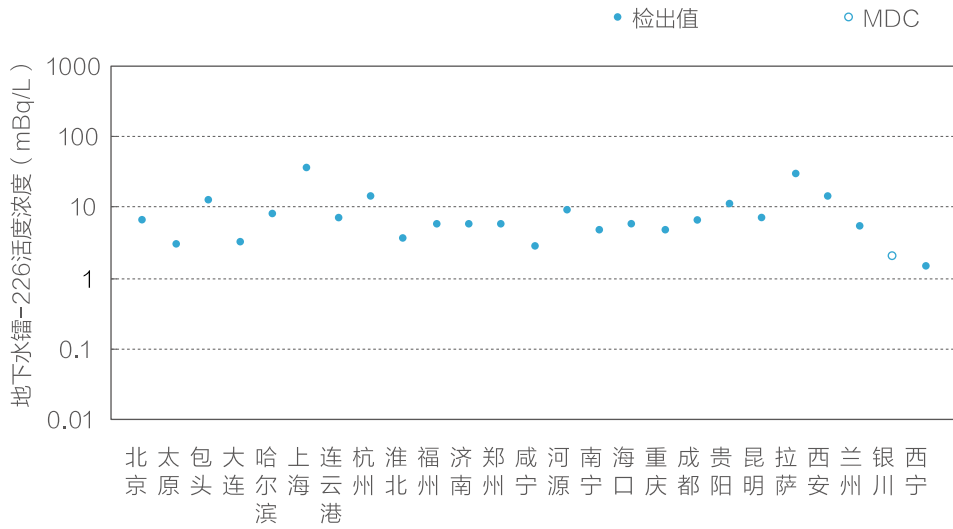


图 3.4-19 城市地下水中镭-226活度浓度

专栏3-6 总放射性分析

■ 通常是指总 α 放射性与总 β 放射性的分析测量，所分析的不是样品中某种核素的活度浓度，而是分析样品中 α 放射性核素或 β 放射性核素的总活度浓度。由于总放射性测量方法简便、快速，分析测量的成本低，又能很快报出分析结果，因此，总放射性分析方法对大量放射性监测样品的快速筛选是十分有用的。经总放射性测量，如果该样品的总 α 或总 β 放射性活度浓度处在正常范围，就不必对该样品进行单种核素的分析测量，这样不仅可以节省大量的时间，又能节省大量的人力和物力。

3.4.4 饮用水水源地

2015年，全国集中式饮用水水源地监测点位分布见图3.4-14，监测结果见表3.4-5、图3.4-20和图3.4-21。

监测结果表明，饮用水水源地水中总 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、人工放射性核素锶-90和铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化。其中总 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3.4-5 饮用水水源地水监测结果

监测项目	单位	n/m ¹	高于MDC样品		
			最小值	最大值	年均值
总 α	Bq/L	54/62	0.01	0.22	0.05
总 β	Bq/L	61/61	0.01	0.22	0.11
铀	$\mu\text{g/L}$	59/60	0.02	6.5	1.4
钍	$\mu\text{g/L}$	54/54	0.02	0.78	0.23
镭-226	mBq/L	50/54	0.96	18	7.0
锶-90	mBq/L	53/56	0.64	8.3	3.1
铯-137	mBq/L	32/53	0.1	0.9	0.4

注：1) 个别点位因仪器设备等原因未开展相关项目监测，或因采样、样品前处理、测量等原因导致监测结果无效。

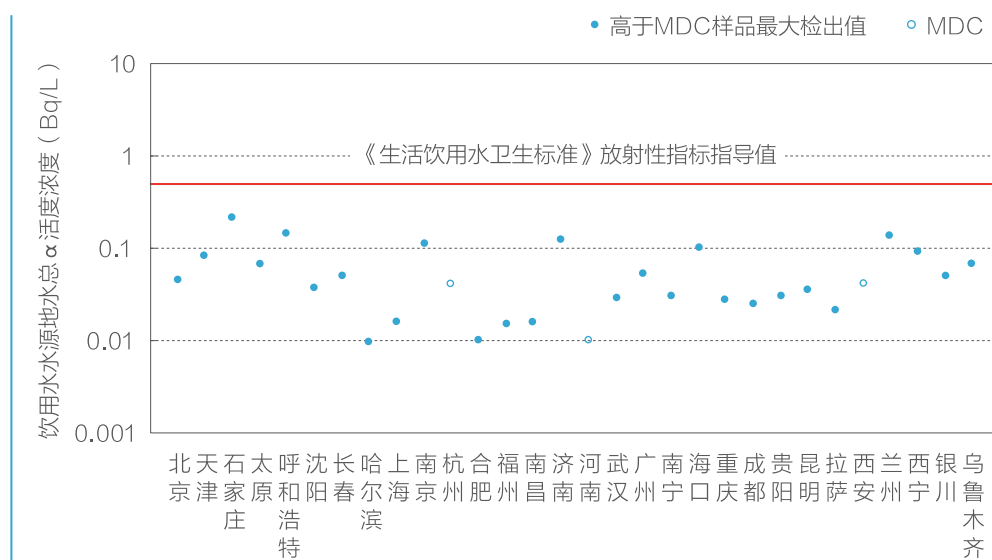


图 3.4-20 饮用水水源地水中总 α 活度浓度

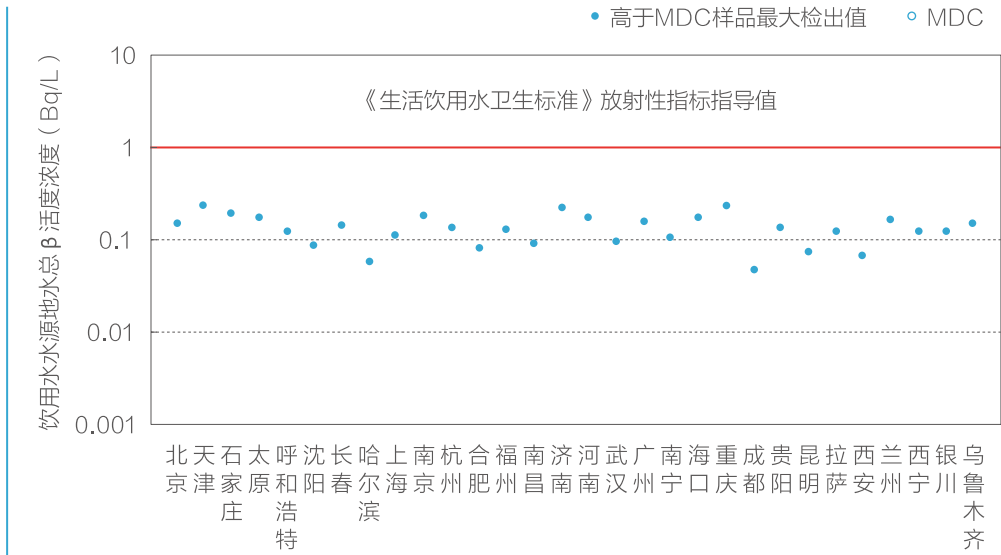


图 3.4-21 饮用水水源地水中总 β 活度浓度

3.4.5 海域

2015年，全国近岸海域海水和海洋生物监测结果见表3.4-6、表3.4-7和图3.4-22。

监测结果表明，近岸海域海水中天然放射性核素铀和钍浓度、镭-226活度浓度，人工放射性核素锶-90和铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化。其中，天然放射性核素铀和钍浓度、镭-226活度浓度与1983~1990年全国环境天然放射性水平调查结果处于同一水平；人工放射性核素锶-90和铯-137活度浓度低于《海水水质标准》（GB 3097-1997）规定的限值。海洋生物中人工放射性核素锶-90和铯-137活度浓度处于本底水平。

■ 表3.4-6 近岸海域海水监测结果

监测项目	单位	n/m ¹⁾	高于MDC样品		
			最小值	最大值	年均值
铀	μg/L	48/48	0.72	6.8	2.7
钍	μg/L	43/44	0.01	1.2	0.24
镭-226	mBq/L	45/45	1.2	20	7.1
锶-90	mBq/L	44/47	0.55	9.1	2.3
铯-137	mBq/L	47/47	0.3	2.2	1.1

注：1) 个别点位因仪器设备等原因未开展相关项目监测，或因采样、样品前处理、测量等原因导致监测结果无效。

■ 表3.4-7 近岸海域海洋生物监测结果

海洋生物类别		锶-90		铯-137	
		n/m	高于MDC样品 (Bq/kg·鲜)	n/m	高于MDC样品 (Bq/kg·鲜)
海洋水生植物	海带	1/1	0.075	0/1	-
	紫菜 ¹⁾	1/1	0.15 ¹⁾	0/1	-
海鱼类(黄鱼、鲳鱼等)		11/12	0.018~0.13	9/13	0.024~0.22
海贝(牡蛎、扇贝等)		8/12	0.003~0.21	4/12	0.013~0.027
海虾(海虾、爬虾)		3/3	0.052~0.45	1/3	0.031
海蟹(梭子蟹)		1/1	0.025	0/1	-

注：1) 海洋水生植物中紫菜的样品为干样，单位为Bq/kg·干。

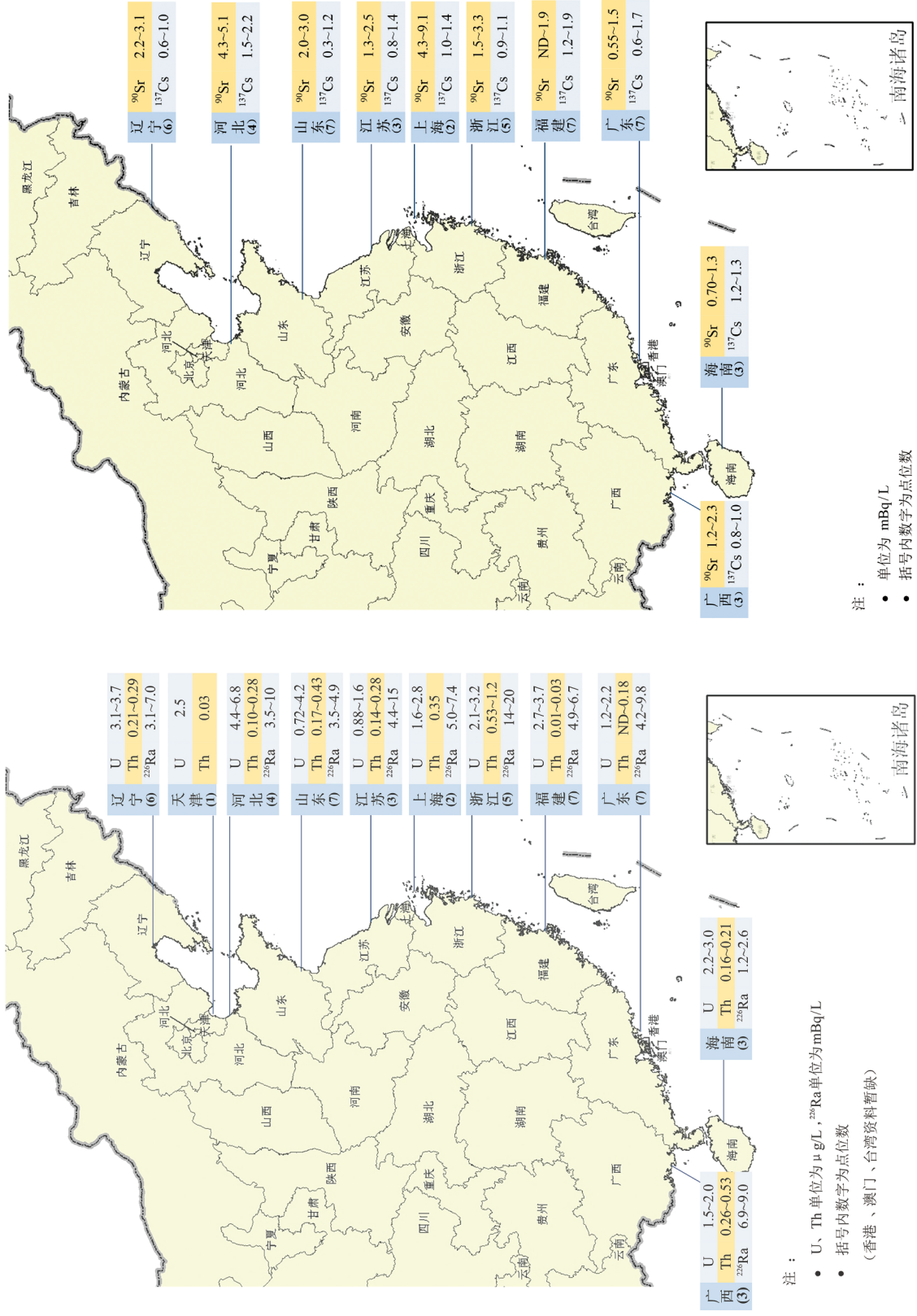


图 3.4-22 近岸海域海水中放射性核素浓度分布示意图

专栏3-7 水中放射性

■ 地面水体包括海洋、江河、湖泊和沼泽等水域，它们与地下水一起构成地球上的天然水系统。天然水一方面经由蒸发、凝结、降水、径流和渗透等多种途径，在空中、地面和地下形成复杂的水循环；另一方面又与周围空气、土壤、生物、岩石等环境物质有着广泛而频繁的接触，并与之发生多种化学反应。因此，天然水中往往溶解、夹带着各种环境物质。此外，天然水体中还生长着各种水生生物，从而形成复杂而庞大的体系。

放射性核素可通过以下几种方式进入水体：1) 核设施液态流出物的排放；2) 大气中气载放射性物质的沉降；3) 通过侵蚀和渗透，将土壤、岩石中放射性物质带入水体；4) 地下水流经含有放射性物质的矿藏，将放射性核素溶解带入地下水；5) 固体放射性废物的地下处置。放射性核素进入水体后，将伴随各种物理、化学及生物变化，物理变化包括水的流动导致放射性核素在水中的弥散及固体颗粒物在水中的沉积与再悬浮；化学变化包括放射性物质在水中的水解、络合、氧化还原、沉淀等；生物变化包括水生生物对放射性物质的吸附、吸收、代谢及转化作用。

水中的放射性核素会通过水中或岸边活动对人造成外照射，也可经食入或皮肤吸收途径对人造成内照射。

3.5 土壤

2015年全国土壤监测点位分布见图3.5-1，监测结果见表3.5-1和图3.5-1~图3.5-5。

监测结果表明，土壤中天然放射性核素铀-238、钍-232、镭-226和钾-40活度浓度，人工放射性核素铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化。其中，天然放射性核素铀-238、钍-232、镭-226和钾-40活度浓度与1983~1990年全国环境天然放射性水平调查结果处于同一水平。

高于MDC的土壤样品中，天然放射性核素铀-238、钍-232和镭-226活度浓度为（20~70）Bq/kg的样品分别占79.9%、84.2%和88.7%；天然放射性核素钾-40活度浓度为（400~1000）Bq/kg的样品占86.9%；人工放射性核素铯-137活度浓度为（0.5~3.0）Bq/kg的样品占78.5%。

土壤中天然放射性核素的地理分布与我国的地质条件密切相关，大致趋势为：铀-238、钍-232、镭-226，分布趋势均为北低南高；钾-40，分布趋势为东部南低北高，中部由南至北变化不大，西部由南北变化不大但高于中部。这一分布趋势与1983~1990年全国环境天然放射性水平调查结果基本一致。土壤中人工放射性核素铯-137的地理分布与纬度有关。

表3.5-1 31个省份土壤监测结果

省份	铀-238		钍-232		镭-226		钾-40		铯-137	
	n/m	均值 ¹⁾ (Bq/kg·干)	n/m	均值 ¹⁾ (Bq/kg·干)	n/m	均值 ¹⁾ (Bq/kg·干)	n/m	均值 ¹⁾ (Bq/kg·干)	n/m	均值 ¹⁾ (Bq/kg·干)
北京	16/16	22	16/16	35	16/16	25	16/16	614	9/16	1.5
天津	15/15	30	16/16	42	14/14	26	16/16	615	10/12	1.2
河北	1/11	26	11/11	46	11/11	27	11/11	557	5/10	2.1
山西	2/2	36	2/2	37	2/2	27	2/2	499	2/2	1.0
内蒙古	7/7	24	11/11	40	4/4	22	11/11	647	10/10	1.2
辽宁	17/17	38	17/17	50	17/17	34	17/17	721	17/17	1.9
吉林	6/7	38	9/9	55	8/8	27	9/9	697	6/7	4.5
黑龙江	7/7	27	14/14	42	7/7	20	14/14	643	11/11	3.2
上海	0/4	-	4/4	48	4/4	32	4/4	525	2/4	2.2
江苏	12/12	39	13/13	49	13/13	34	13/13	584	7/12	1.4
浙江	11/11	45	11/11	54	11/11	35	11/11	643	7/11	2.5
安徽	16/16	38	16/16	57	16/16	35	16/16	527	16/16	1.2
福建	9/9	70	9/9	91	9/9	63	8/8	626	1/9	1.6
江西	11/11	55	11/11	57	11/11	43	11/11	430	7/8	0.8
山东	16/16	32	18/18	48	16/16	30	18/18	606	2/18	0.6
河南	5/5	25	5/5	40	5/5	28	5/5	675	0/5	-
湖北	14/14	14	16/16	40	17/17	35	17/17	530	9/9	2.8
湖南	8/8	78	14/14	75	13/13	61	6/6	584	4/4	4.1
广东	21/21	110	19/19	141	20/20	91	19/19	478	9/21	1.7
广西	14/14	66	14/14	77	14/14	62	14/14	300	8/14	1.9
海南	3/3	33	3/3	56	3/3	39	3/3	294	0/2	-
重庆	6/6	32	6/6	45	6/6	29	6/6	589	5/6	1.0
四川	21/21	29	21/21	43	21/21	27	21/21	570	6/20	2.0
贵州	5/5	72	6/6	66	5/5	85	6/6	357	1/1	5.1
云南	6/6	51	6/6	52	6/6	28	6/6	362	5/6	2.5
西藏	7/7	48	9/9	87	9/9	45	12/12	686	7/10	2.9
陕西	11/11	29	11/11	47	11/11	31	11/11	649	4/11	1.4
甘肃	14/14	40	14/14	46	14/14	35	14/14	576	12/13	2.0
青海	8/8	38	9/9	42	8/8	33	9/9	548	7/7	2.0
宁夏	4/6	35	6/6	38	6/6	29	6/6	626	5/6	1.3
新疆	10/10	25	10/10	39	10/10	30	10/10	643	5/10	1.8
全国	303/320	43	347/347	56	327/327	39	342/342	572	199/308	2.0

注：1) 表内均值为高于MDC样品测值的均值；个别点位因仪器设备等原因未开展相关项目监测，或因采样、样品前处理、测量等原因导致监测结果无效。

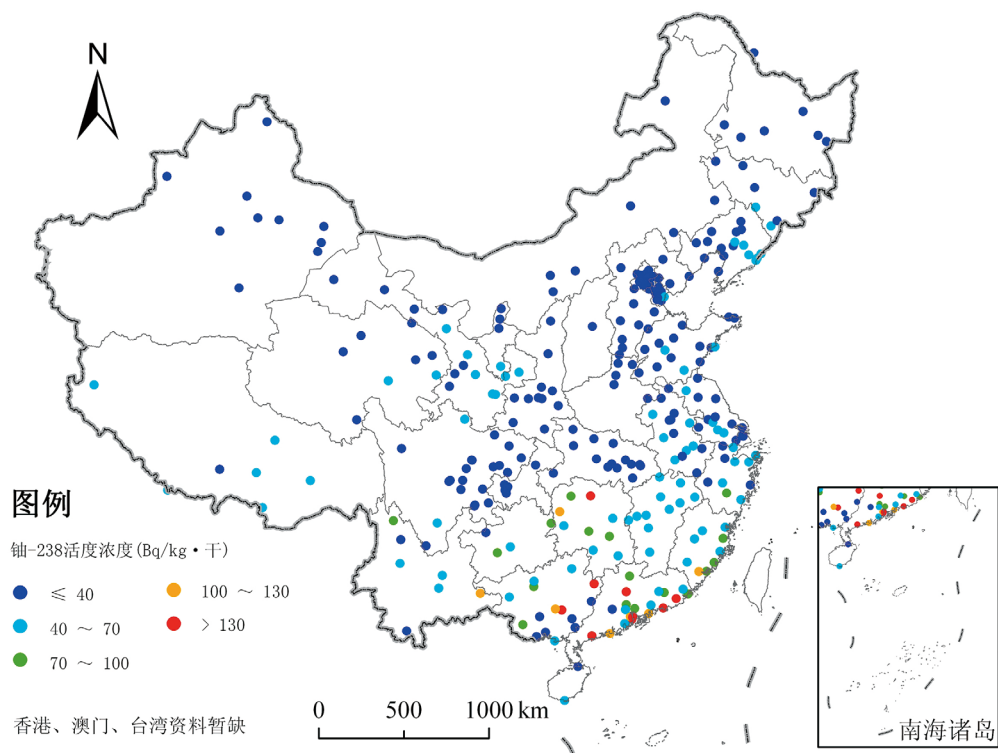


图 3.5-1 城市土壤中铀-238活度浓度分布示意图

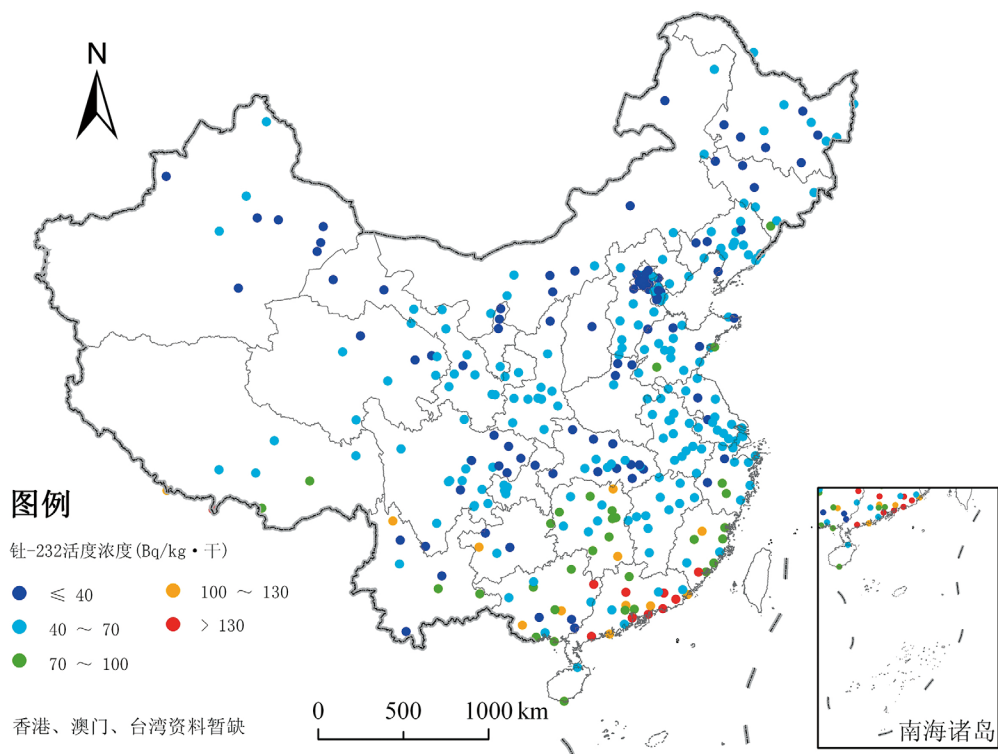


图 3.5-2 城市土壤中钍-232活度浓度分布示意图

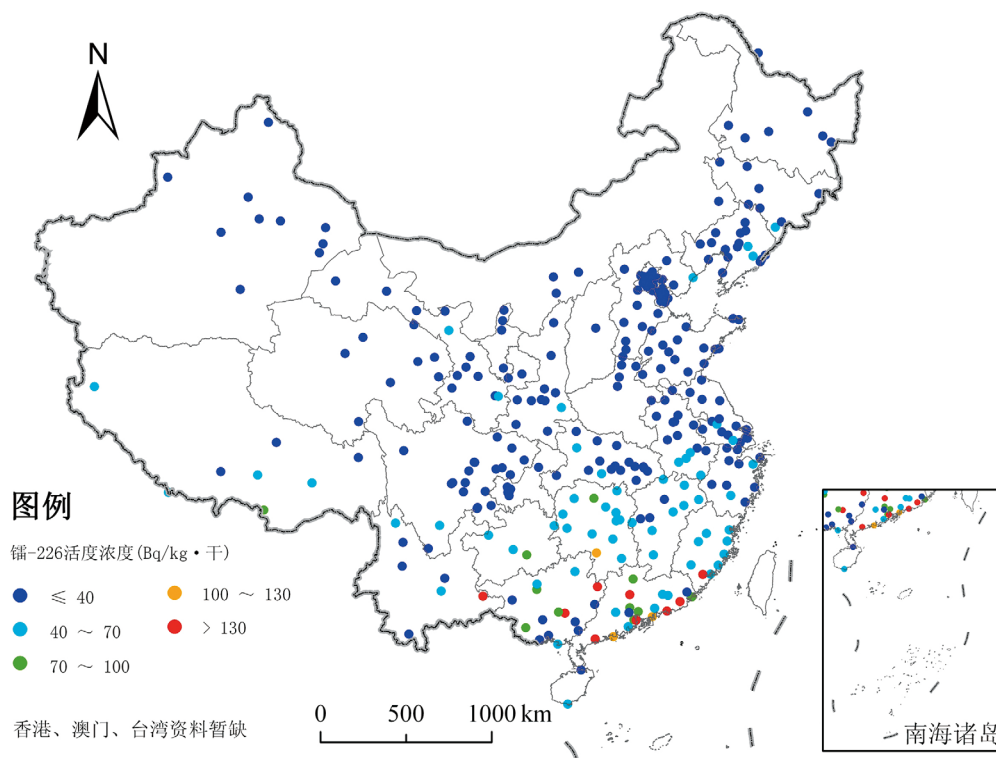


图 3.5-3 城市土壤中镭-226活度浓度分布示意图

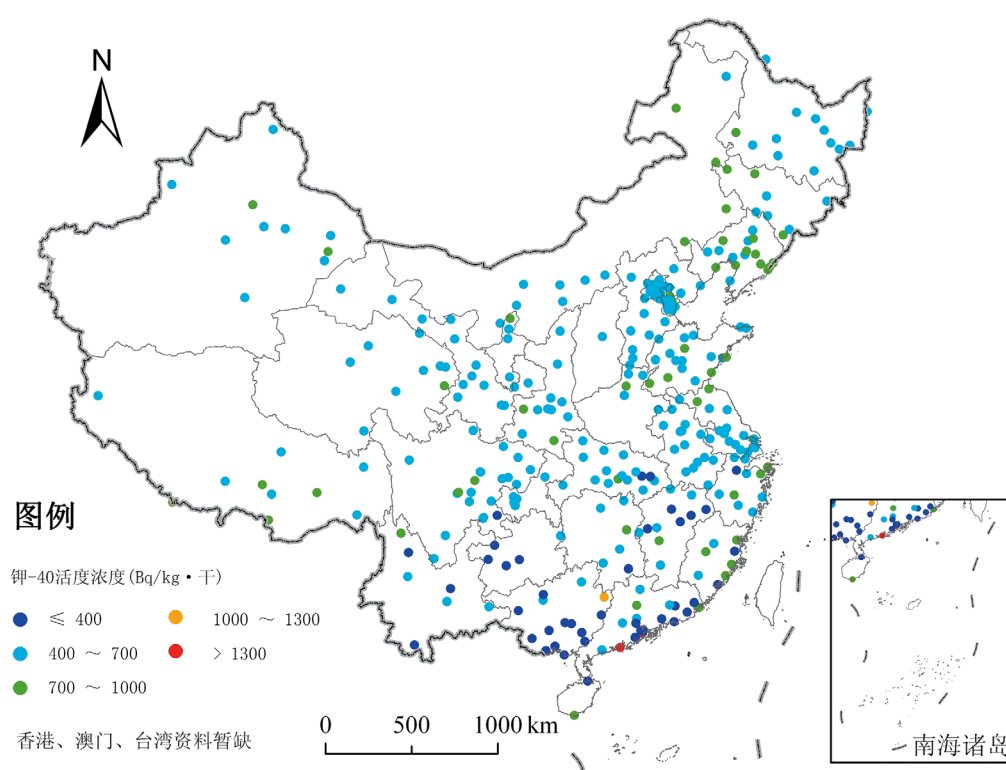


图 3.5-4 城市土壤中钾-40活度浓度分布示意图

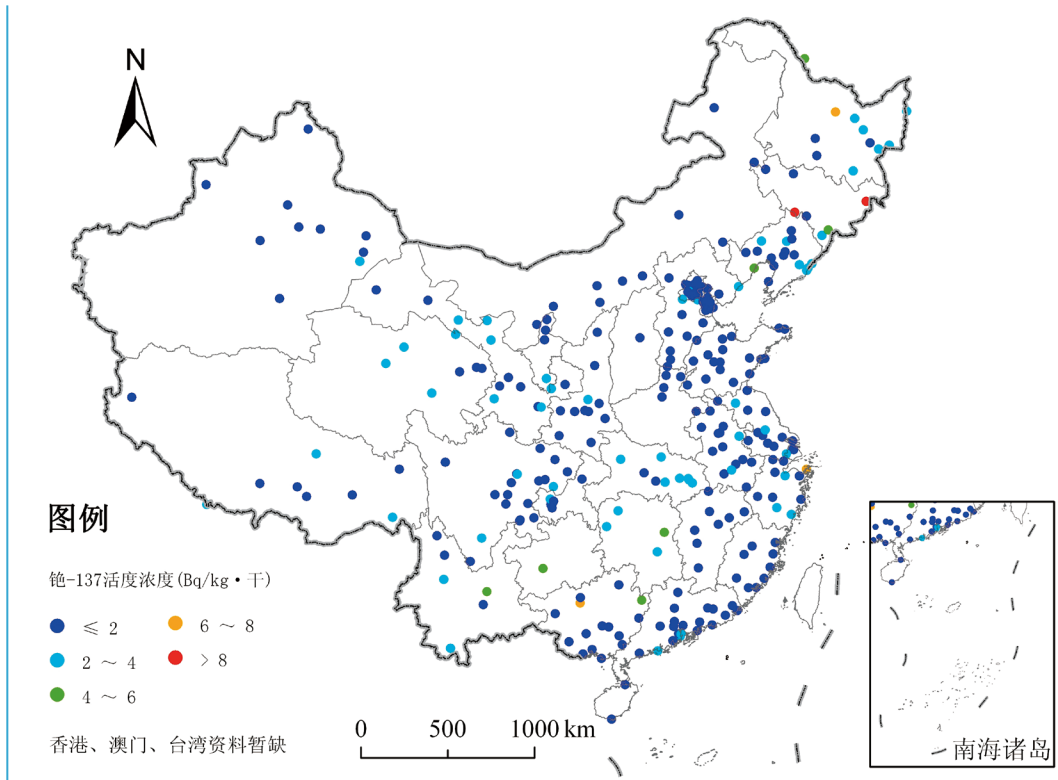


图 3.5-5 城市土壤中铯-137活度浓度分布示意图

专栏3-8 土壤中放射性

■ 土壤是指岩石的风化物，加上由于生物活动而生成的物质。它们主要由黏土、淤泥、砂子以及有机物组成的混合物。由于土壤中的放射性水平反映了沉降物的累积，以及可能向食物链和其它途径（特别是水途径）转移，因此对土壤的采样监测十分重要。

土壤中的放射性核素来源包括：

1) 自地球形成以来，地壳岩石中就存在的原生放射性核素，作为岩石循环的一部分，原生放射性核素最终落于土壤。土壤中原生放射性核素的含量因其原生基岩的类型、矿物组成和密度的不同而不同，有些人为活动，如采矿，会加速原生放射性核素的运动进入土壤。

2) 宇生放射性核素，包括碳-14、氚和铍-7等，以及重元素自发裂变或诱发裂变而产生的锆-95、铯-137等天然裂变产物核素。

3) 人为活动，如大气层核试验产生的沉降和像切尔诺贝利核事故一样的放射性事故。这些活动的沉积研究表明，放射性粒子随空气流环流世界，粒子的重量和天气决定了它们多久能落到地面，有时，一场大雨会使放射性粒子快速落到地面。地表水灌溉农田，也会使水中放射性核素进入土壤中。此外，核设施液态流出物的排放和雨水对铀矿冶废矿石及尾矿堆的冲刷也是区域性土壤中放射性物质的重要来源。

表层土壤的放射性物质对人直接造成外照射，根部吸收过程导致的农作物中的放射性物质会经食物链途径对人造成内照射，土壤表层颗粒和沉积物被风扬起（再悬浮）则会经呼吸途径对人造成内照射。

3.6 环境电磁辐射

2015年，全国环境电磁辐射监测点位分布见图3.6-1，监测结果见图3.6-2。

监测结果表明，直辖市和省会城市环境电磁综合电场强度与历年相比，无明显变化，按点位统计环境综合电场强度范围为（0.10~2.3）V/m，平均值为0.96V/m，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12V/m（频率范围为30~3000MHz）。

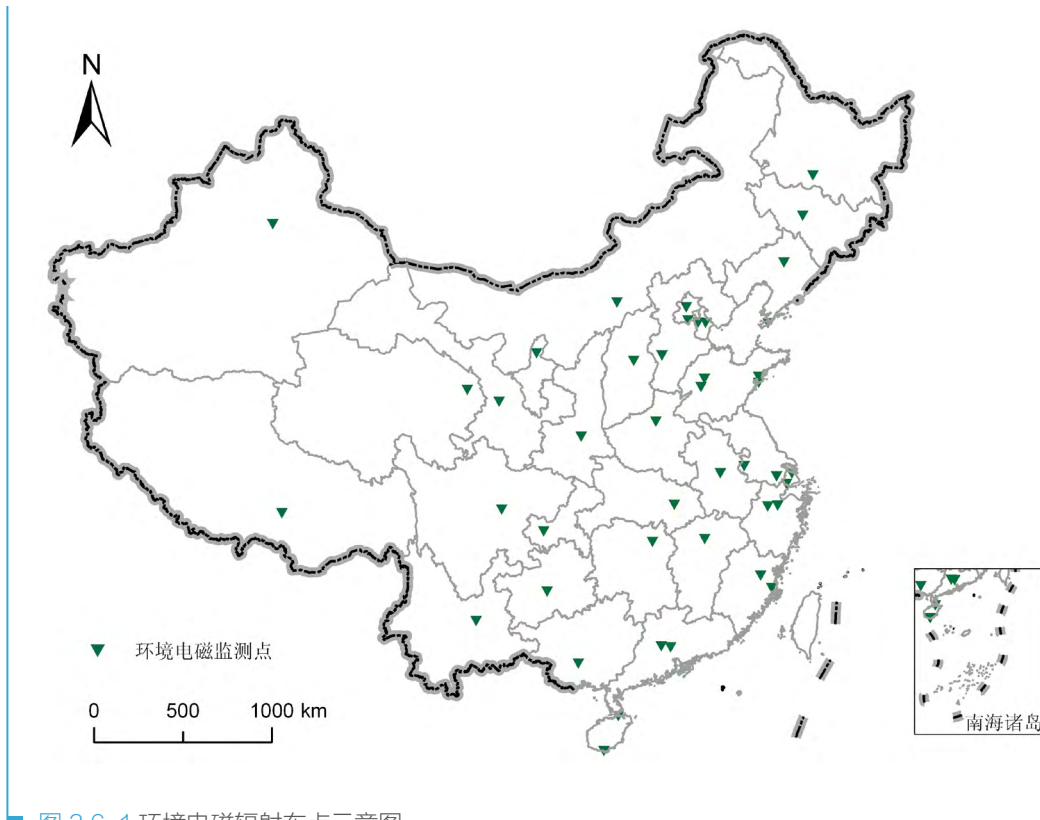


图 3.6-1 环境电磁辐射布点示意图

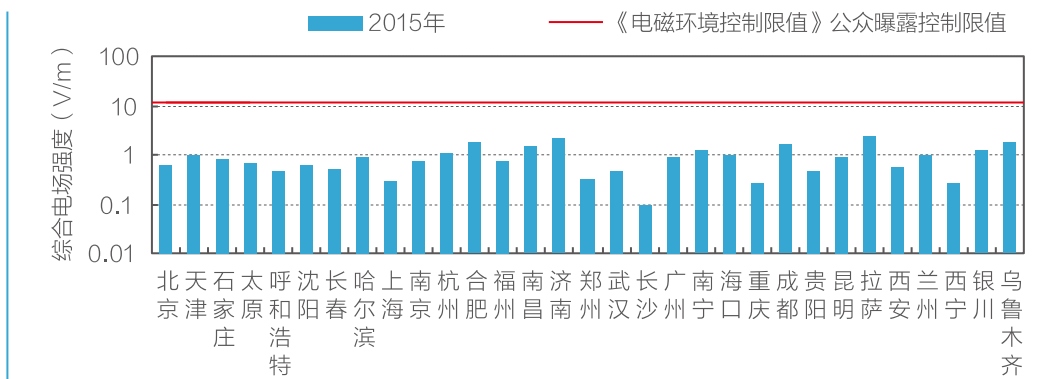
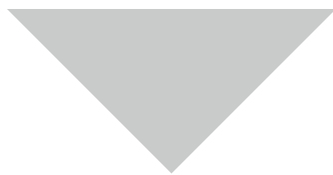


图 3.6-2 环境电磁辐射水平



4 运行核电基地周围辐射环境监督性监测结果



4.1 监测结果概要

(1) 空气吸收剂量率

除阳江核电基地周围自动站因附近进行探伤作业引起部分时段空气吸收剂量率升高外，其余核电基地周围自动站实时连续空气吸收剂量率在当地天然本底涨落范围内。

核电基地周围累积剂量测得的空气吸收剂量率在当地天然本底涨落范围内。

(2) 空气

核电基地周围气溶胶中总 α 和总 β 活度浓度与历年相比，无明显变化；人工 γ 放射性核素均未检出。

除个别空气样品检出微量气态放射性碘-131外，核电基地周围其余空气样品中气态放射性碘-131和碘-133均未检出。

核电基地周围沉降物中总 α 、总 β 和锶-90日沉降量与历年相比，无明显变化；人工 γ 放射性核素均未检出。

核电基地周围空气中碳-14活度浓度与历年相比，无明显变化。

因秦山第三核电厂是重水堆核电站，其慢化剂和冷却剂均采用重水，与轻水堆相比向空气释放的氚较多，在秦山核电基地周围关键居民点空气中氚化水活度浓度、部分降水样品中氚活度浓度高于本底水平；大亚湾核电基地周围降水中氚活度浓度与历年相比，无明显变化，个别空气样品中氚化水活度浓度高于本底水平；其余核电基地周围空气中氚化水活度浓度、降水中氚活度浓度与历年相比，无明显变化。

(3) 水体

核电基地周围陆地水中人工 γ 放射性核素均未检出，锶-90活度浓度处于本底水平。自来水出厂水、末梢水中总 α 和总 β 活度浓度低于《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）中规定的放射性指标指导值。秦山核电基地周围河水中氚未检出，但池塘水和井水中氚活度浓度高于本底水平；其余核电基地周围陆地水中氚活度浓度与历年相比，无明显变化。

核电基地周围海域海水中铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化，其余人工 γ 放射性核素均未检出；锶-90活度浓度处于本底水平。秦山核电基地、大亚湾核电基地、阳江

核电基地和田湾核电基地周围海域部分海水样品中氡活度浓度高于本底水平，其余核电基地周围海域海水中氡活度浓度与历年相比，无明显变化。

核电基地周围岸边沉积物、潮间带土、潮下带土和海底泥中铯-90和铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化，其余人工 γ 放射性核素均未检出。

(4) 土壤

核电基地周围土壤中铯-90和铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化，其余人工 γ 放射性核素均未检出。

(5) 生物

核电基地周围生物中铯-137活度浓度处于本底水平，秦山核电基地和大亚湾核电基地周围个别牡蛎样品中监测到微量的银-110m，核电基地周围生物中其余人工 γ 放射性核素均未检出；铯-90和碳-14活度浓度处于本底水平。

大亚湾核电基地、阳江核电基地和田湾核电基地周围生物中有机结合氡活度浓度处于本底水平；红沿河核电基地、宁德核电基地和福清核电基地周围生物中组织自由水氡活度浓度处于本底水平；秦山核电基地周围陆生植物和牡蛎中组织自由水氡活度浓度高于本底水平。

秦山核电基地、田湾核电基地和福清核电基地周围牛奶中碘-131未检出，铯-90活度浓度处于本底水平。

(6) 结论

各种环境介质中的人工放射性核素铯-90和铯-137，主要为20世纪大气层核试验和切尔诺贝利核事故残留。虽然秦山核电基地、大亚湾核电基地、阳江核电基地和田湾核电基地周围部分空气、水、生物等样品中氡活度浓度与本底相比有所升高，秦山核电基地和大亚湾核电基地周围个别牡蛎样品中监测到微量的银-110m，但评估结果表明，对公众造成的辐射剂量远低于国家规定的剂量约束值，对公众健康的影响可忽略不计。

4.2 秦山核电基地

4.2.1 空气吸收剂量率

秦山核电基地设有以秦山核电厂、秦山第二核电厂和秦山第三核电厂为整体监测对象的秦山核电基地辐射环境监测系统，系统共设9个自动站，其中分布在秦山核电基地周围5公里范围内共有8个自动站，在5公里范围外的海盐县城武原镇设有1个自动站，点位分布见图4.2-1。2015年秦山核电基地周围自动站连续空气吸收剂量率监测结果见表4.2-1，累积剂量监测结果见图4.2-2。

监测结果表明，秦山核电基地周围9个自动站空气吸收剂量率排除降雨（雪）等自然因素的影响，与历年相比，无明显变化。按站点统计年均值范围为（88.6~113.5）nGy/h。

周围20公里范围29个监测点累积剂量测得的空气吸收剂量率与历年相比，无明显变化，按点位统计年均值范围为（76.9~104.0）nGy/h。

■ 表4.2-1 秦山核电基地辐射环境监测系统监测结果

自动站名称	空气吸收剂量率（nGy/h）		
	小时均值最小值	小时均值最大值	年均值
秦山顶	92.3	166.4	98.8
夏家湾	97.8	140.6	102.2
秦山镇	94.6	175.9	102.3
二期码头	85.3	136.5	91.9
秦联	95.3	159.6	101.4
杨柳村东	89.7	151.4	102.7
杨柳村	100.0	146.9	104.8
鹁山	80.4	125.9	88.6
武原镇	109.4	156.4	113.5



图 4.2-1 秦山核电基地周围自动站布点示意图

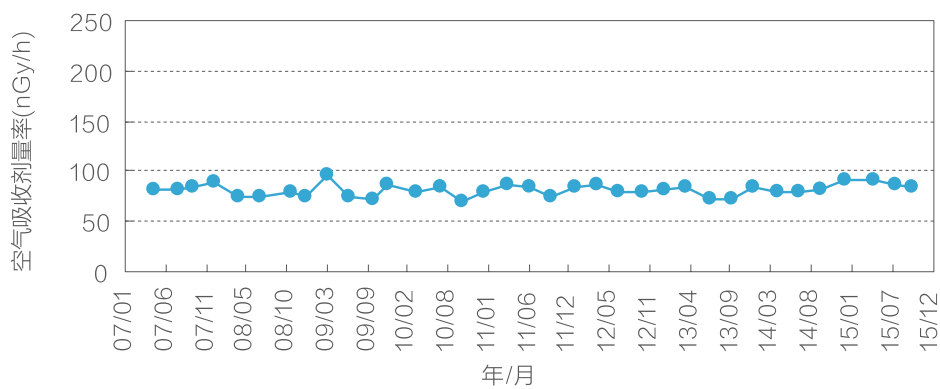


图 4.2-2 秦山核电基地周围累积剂量监测结果

4.2.2 空气

2015年, 秦山核电基地周围气溶胶、气态放射性碘同位素、沉降物、降水中氚、空气中氟化水和碳-14的监测结果见表4.2-2~表4.2-4和图4.2-3~图4.2-4。

监测结果表明, 秦山核电基地周围气溶胶中总 α 和总 β 活度浓度与历年相比, 无明显变化; 人工 γ 放射性核素均未检出。

空气中气态放射性碘-131和碘-133未检出。

沉降物中总 α 、总 β 和铯-90日沉降量与历年相比, 无明显变化, 人工 γ 放射性核素均未检出。

空气中氟化水活度浓度和部分降水样品中氚活度浓度高于本底水平, 主要因为秦山第三核电厂是重水堆核电站, 其慢化剂和冷却剂均采用重水, 与轻水堆相比向空气释放的氚较多。

空气中碳-14活度浓度与历年相比, 无明显变化。

■ 表4.2-2 秦山核电基地周围气溶胶监测结果

监测点位	n/m	总 α		n/m	总 β		n/m	其余核素 ¹⁾	
		高于MDC样品 (mBq/m ³)			高于MDC样品 (mBq/m ³)			高于MDC样品 (mBq/m ³)	
		范围	均值		范围	均值		范围	均值
秦联	12/12	0.02~0.08	0.05	12/12	0.33~1.0	0.55	0/12	-	-
夏家湾	12/12	0.02~0.09	0.05	12/12	0.26~0.91	0.52	0/12	-	-
杨柳村	12/12	0.02~0.08	0.05	12/12	0.26~0.79	0.49	0/12	-	-
浙江环保大厦 (对照点)	12/12	0.04~0.15	0.08	12/12	0.39~1.2	0.70	0/12	-	-

注: 1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。

■ 表4.2-3 秦山核电基地周围空气中气态放射性碘同位素监测结果

监测点位	n/m	¹³¹ I		n/m	¹³³ I	
		高于MDC样品 (mBq/m ³)			高于MDC样品 (mBq/m ³)	
		范围	均值		范围	均值
夏家湾	0/4	-	-	0/4	-	-

表4.2-4 秦山核电基地周围沉降物监测结果

监测点位	总 α		总 β		^{90}Sr		其余核素 ¹⁾					
	高于MDC样品 ($\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)		高于MDC样品 ($\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)		高于MDC样品 ($\text{mBq}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)		高于MDC样品 ($\text{mBq}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)					
	n/m	范围	均值	n/m	范围	均值	n/m	范围	均值			
秦联	5/5	0.17~0.53	0.30	5/5	0.27~0.90	0.61	5/5	8.1~11	9.1	0/5	-	-
夏家湾	5/5	0.10~0.28	0.20	5/5	0.34~0.82	0.51	5/5	8.2~8.8	8.4	0/5	-	-
杨柳村	5/5	0.14~0.77	0.31	5/5	0.32~0.68	0.48	5/5	8.3~12	9.6	0/5	-	-
浙江环保大厦 (对照点)	4/4	0.16~0.52	0.35	4/4	0.38~1.2	0.82	4/4	8.1~8.7	8.4	0/4	-	-

注: 1) 其余核素包括 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等人工 γ 放射性核素。

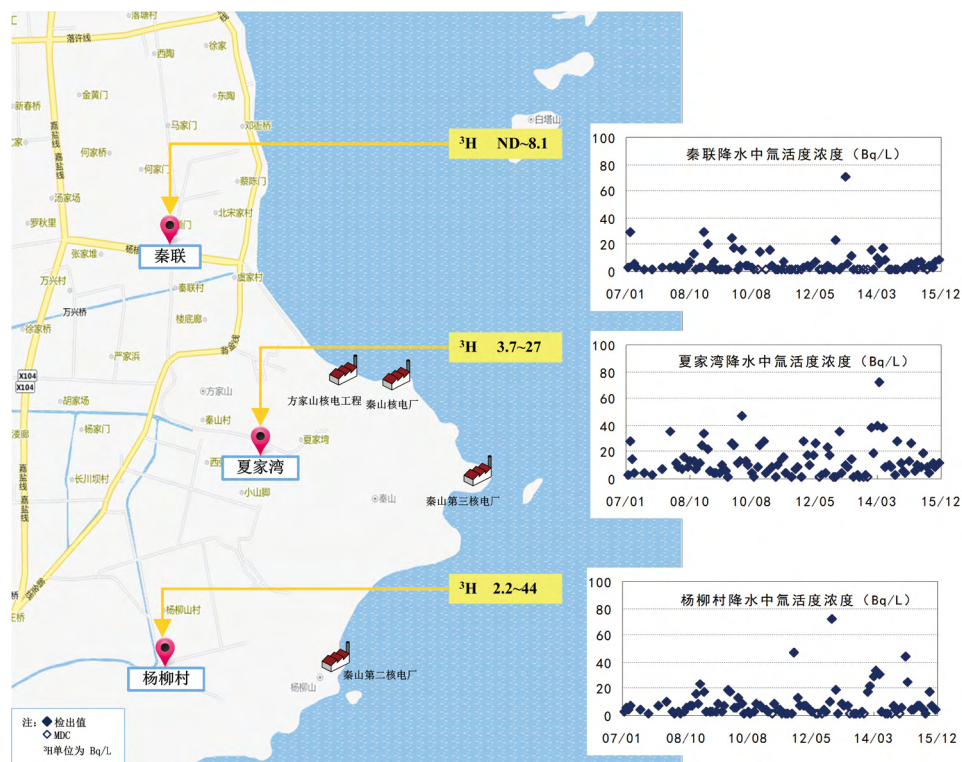


图 4.2-3 秦山核电基地周围降水中氚监测结果分布示意图

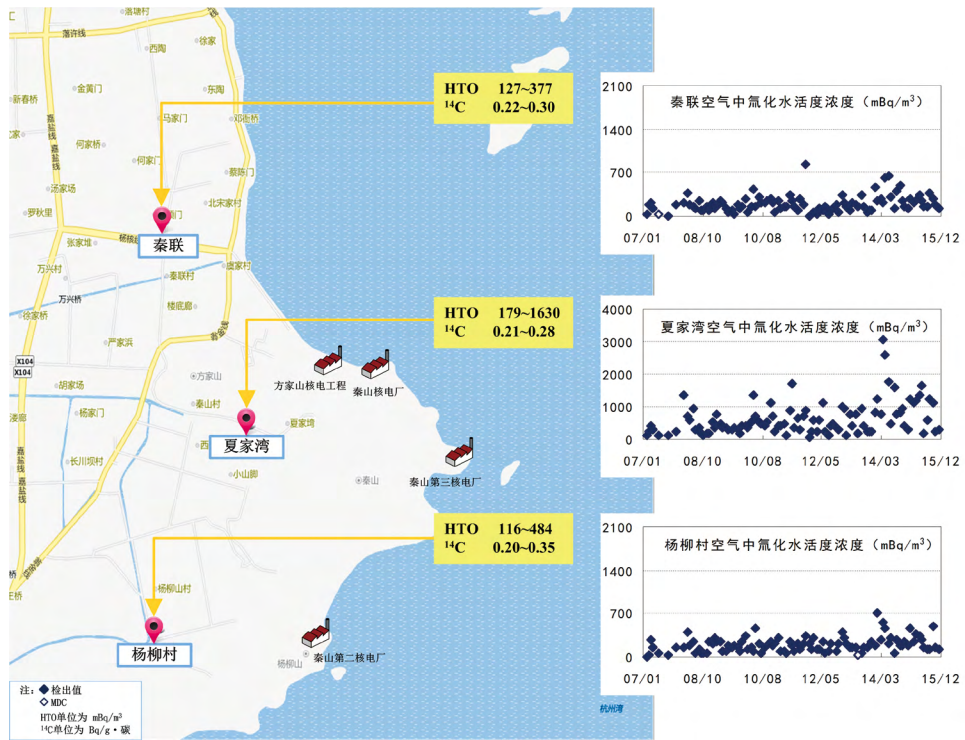


图 4.2-4 秦山核电基地周围空气中氚化水 (HTO) 和碳-14监测结果分布示意图

专栏4-1 大气中碳-14

■ 碳是所有生命现象中最基本元素之一，参与地球上大部分生物和地球化学过程。碳-14与碳的稳定同位素结合在一起，使在大气中形成的碳-14也进入到碳循环中。鉴于碳-14的长半衰期和它在环境中的分布，作为在局部环境和全球范围内对居民产生辐射照射的潜在源项之一，受到人们的关注。因此，在核电站等设施周围的辐射环境监测中，碳-14也属必测的核素之一。

碳-14是一种纯 β 辐射的放射性核素，其半衰期为5730年。碳-14发射 β 射线的最大能量为156keV，平均能量为49.47keV。大气中的碳-14，主要来自宇宙射线的中子与氮原子作用产生的天然辐射源。大气层核试验停止后，大气中碳-14的比放射性逐渐下降，当今人工辐射源中的碳-14主要来自核燃料循环。其中重水反应堆因以重水作为慢化剂和冷却剂，以二氧化碳气作环隙气体，重水中的氧-17、环隙气体中的碳-13与中子反应产生的碳-14量更多，因此重水堆核电站碳-14向环境的排放更值得重视。

4.2.3 水体

2015年，秦山核电基地周围环境水体监测，陆地水环境包括：河水、井水、池塘水和池塘岸边沉积物；海洋水环境包括：核电厂液态流出物排放口附近海域海水、海域底泥和海滩涂潮间带土，监测结果见表4.2-5和图4.2-5~图4.2-7。

监测结果表明，秦山核电基地周围河水中氚和人工 γ 放射性核素均未检出，锶-90活度浓度处于本底水平，总 α 和总 β 活度浓度与历年相比，无明显变化，且低于《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）中规定的放射性指标指导值。

池塘水样品中氚活度浓度高于本底水平；锶-90活度浓度处于本底水平，人工 γ 放射性核素均未检出。池塘岸边沉积物中锶-90和铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化，其余人工 γ 放射性核素均未检出。

部分井水样品中氚活度浓度高于本底水平；铯-90活度浓度处于本底水平，人工 γ 放射性核素均未检出；总 α 和总 β 活度浓度与历年相比，无明显变化，且低于《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）中规定的放射性指标指导值。

海水中氚活度浓度高于本底水平；铯-90活度浓度处于本底水平；人工 γ 放射性核素均未检出。海域底泥和潮间带土中铯-90和铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化，其余人工 γ 放射性核素均未检出。

表4.2-5 秦山核电基地周围河水监测结果

监测点位	总 α		总 β		^{90}Sr		其余核素 ¹⁾	
	高于MDC样品 (Bq/L)		高于MDC样品 (Bq/L)		高于MDC样品 (mBq/L)		高于MDC样品 (mBq/L)	
	n/m	范围 均值	n/m	范围 均值	n/m	范围 均值	n/m	范围 均值
千亩荡	0/4	- -	4/4	0.20~0.27 0.23	4/4	1.7~2.4 2.0	0/4	- -
钱塘江(对照点)	0/4	- -	4/4	0.06~0.08 0.07	4/4	1.5~1.7 1.7	0/4	- -

注：1) 其余核素包括 ^3H 及人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等。

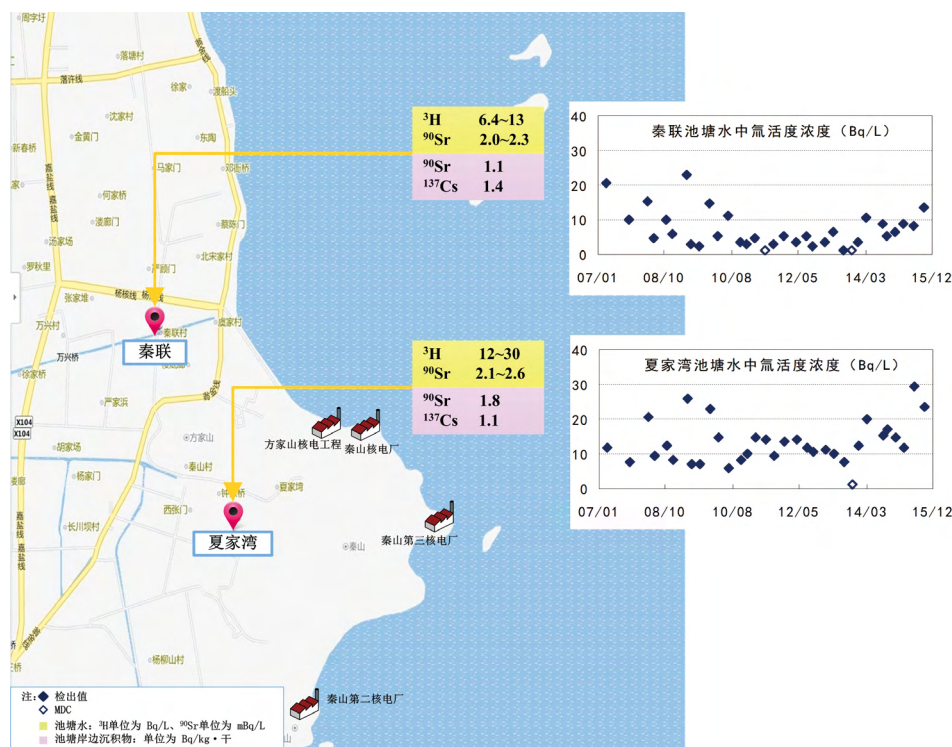
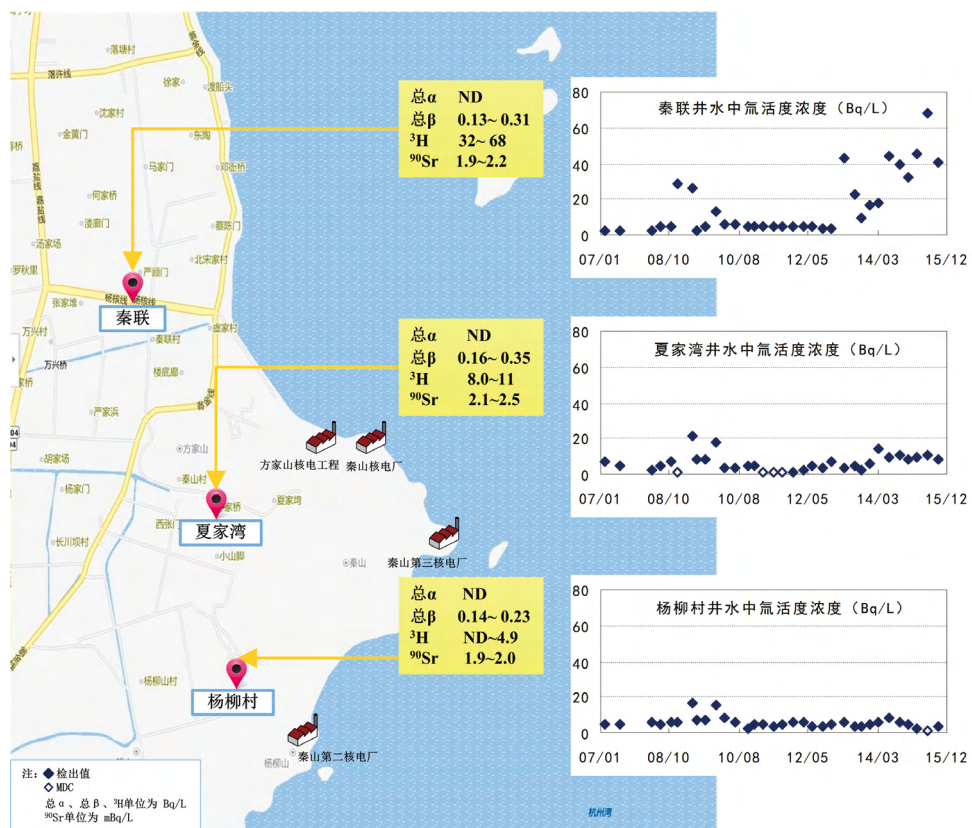


图 4.2-5 秦山核电基地周围池塘水和岸边沉积物监测结果分布示意图

(注：池塘水中人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出；池塘岸边沉积物中其余人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出。)



■ 图 4.2-6 秦山核电基地周围井水监测结果分布示意图

(注：井水中人工γ放射性核素⁵⁴Mn、⁵⁹Co、⁶⁰Co、⁶⁵Zn、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹²⁴Sb、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等均未检出。)

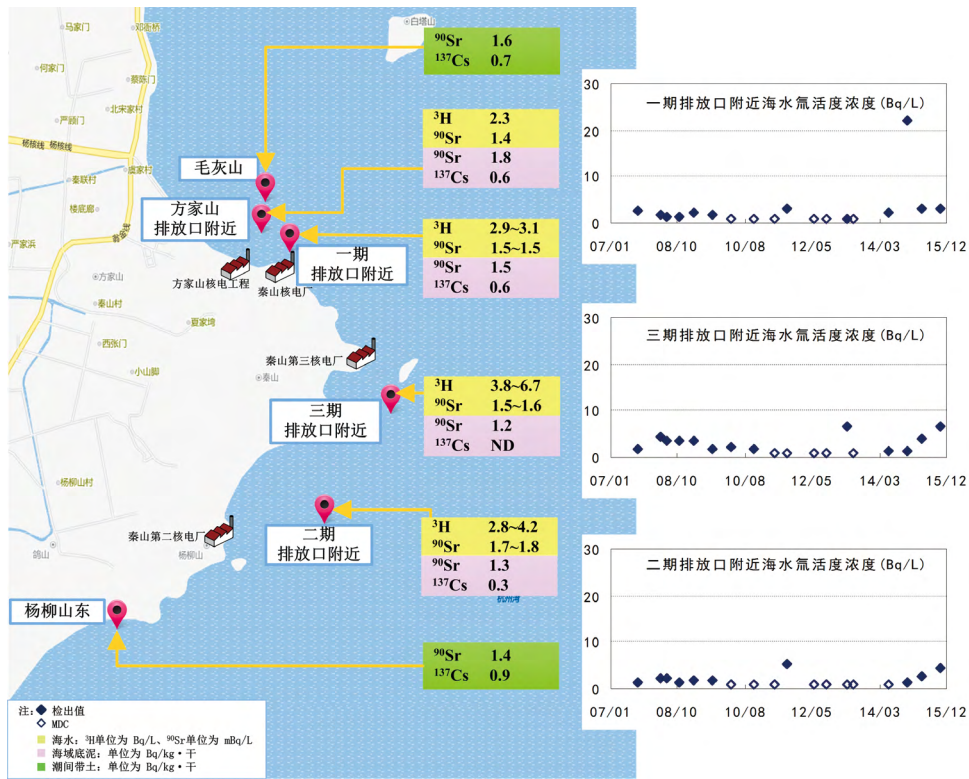


图 4.2-7 秦山核电基地周围海水、海域底泥和潮间带土监测结果分布示意图

(注：海水中人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出；海域底泥和潮间带土中其余人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出。)

4.2.4 土壤

2015年，秦山核电基地周围土壤监测结果见图4.2-8。

监测结果表明，秦山核电基地周围土壤中锶-90和铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化，其余人工 γ 放射性核素均未检出。



■ 图 4.2-8 秦山核电基地周围土壤监测结果分布示意图
(注：土壤中其余人工 γ 放射性核素⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁰Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等均未检出。)

4.2.5 生物

2015年，秦山核电基地周围环境生物的监测，采集的陆生植物包括大米、叶菜、茶叶和松针，其中松针为指示生物；家禽和家畜包括鸡和羊；奶制品为牛奶（原奶）；海洋水生生物为牡蛎和鲢鱼，其中牡蛎为指示生物，监测结果见表4.2-6~表4.2-7和图4.2-9。

监测结果表明，秦山核电基地周围陆生植物（大米、叶菜、茶叶、松针）中碳-14、锶-90和铯-137活度浓度处于本底水平，其余人工 γ 放射性核素均未检出；组织自由水氚活度浓度高于本底水平。

家禽家畜（鸡骨、羊骨）中锶-90活度浓度处于本底水平；鸡肉、羊肉中人工 γ 放射性核素均未检出。

牛奶中锶-90活度浓度处于本底水平；碘-131、铯-137未检出。

海洋水生生物鲢鱼骨中锶-90活度浓度处于本底水平；鲢鱼肉中碳-14活度浓度处于本底水平，组织自由水氚和人工 γ 放射性核素均未检出。

海洋水生生物牡蛎中监测到微量的银-110m，锶-90和铯-137活度浓度处于本底水平，其余人工 γ 放射性核素均未检出；组织自由水氚活度浓度高于本底水平。

■ 表4.2-6 秦山核电基地周围陆生生物监测结果

样品名称	监测地点	点位数/样品数	放射性核素活度浓度				
			组织自由水氚 (Bq/kg·鲜)	^{14}C (Bq/g·碳)	^{90}Sr (Bq/kg·鲜)	^{137}Cs (Bq/kg·鲜)	其余核素
大米	秦山核电基地周围	2/2	4.0~4.1	0.26~0.28	0.008~0.011	ND	ND
	对照点	1/1	ND	0.23	0.007	ND	ND
叶菜	秦山核电基地周围	2/2	5.4~6.1	0.20~0.20	0.19~0.25	ND	ND
	对照点	1/1	ND	0.22	0.11	0.020	ND
茶叶 ²⁾	秦山核电基地周围	2/2	13~17	0.20~0.21	0.36~0.45	0.11~0.12	ND
	对照点	1/1	ND	0.20	0.21	ND	ND
松针	秦山核电基地周围	2/2	16~18	/	0.85~1.1	0.24~0.35	ND
	对照点	1/1	ND	/	0.58	0.016	ND
鸡 ³⁾	秦山核电基地周围	1/1	/	/	0.29	ND	ND
	对照点	1/1	/	/	0.21	ND	ND
羊 ³⁾	秦山核电基地周围	1/1	/	/	1.1	ND	ND
	对照点	1/1	/	/	1.1	ND	ND
牛奶 ⁴⁾	秦山核电基地周围	1/2	/	/	0.005~0.006	ND	/
	对照点	1/2	/	/	0.004~0.009	ND	/

注：1) 其余核素包括 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等人工 γ 放射性核素。

2) 茶叶样品， ^{90}Sr 和 γ 能谱分析的样品为干样，单位为Bq/kg·干。

3) 鸡、羊样品， ^{90}Sr 分析的样品为骨；其余项目分析的样品为肉。

4) 牛奶中放射性核素活度浓度的单位为Bq/L；牛奶中 ^{131}I 未检出，未列入表格。

■ 表4.2-7 秦山核电基地周围海洋生物监测结果

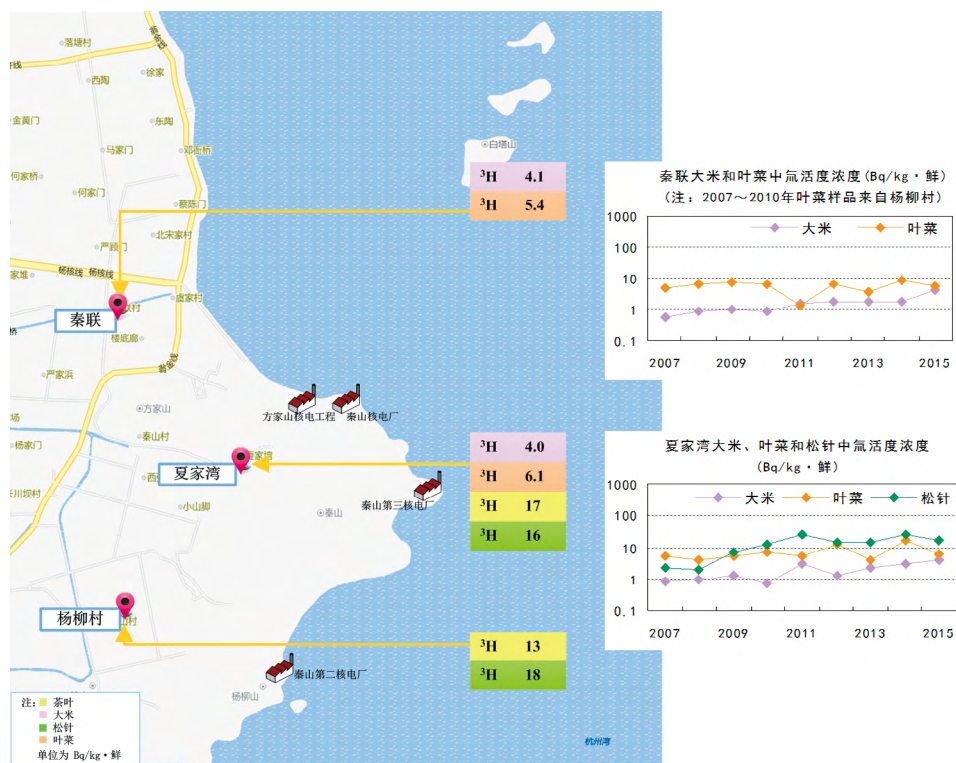
样品名称	监测地点	点位数/样品数	放射性核素活度浓度					其余核素 ¹⁾
			组织自由水氚 (Bq/kg·鲜)	¹⁴ C (Bq/g·碳)	⁹⁰ Sr (Bq/kg·鲜)	^{110m} Ag (Bq/kg·鲜)	¹³⁷ Cs (Bq/kg·鲜)	
鲮鱼 ²⁾	秦山核电基地周围	1/1	ND	0.29	0.20	ND	ND	ND
	对照点 ³⁾	1/1	ND	0.24	0.11	ND	ND	ND
牡蛎	秦山核电基地周围	4/4 ⁴⁾	5.1~6.5	/	0.025~0.059	ND~0.016	ND~0.007	ND
	对照点	1/1	ND	/	0.028	ND	ND	ND

注：1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。

2) 鲮鱼样品，⁹⁰Sr分析的样品为骨；其余项目分析的样品为肉。

3) 对照点分析的样品为带鱼。

4) 仅2个点位开展牡蛎中组织自由水氚和⁹⁰Sr分析。



■ 图 4.2-9 秦山核电基地周围环境陆生植物中组织自由水氚监测结果分布示意图

专栏4-2 生物样品中氚

■ 生物样品中氚分别分布在水和有机化合物中，分布在水中的氚通常称为组织自由水氚（TFWT），而有机化合物中的氚称为有机结合氚（OBT）。动植物与环境之间可进行氚化水的交换，但当氚与碳结合形成不可交换的有机结合氚，将比氚化水在动植物体内滞留的时间长得多，辐射危害更大。

陆生植物主要通过两个途径吸收氚化水，一是植物叶子表面的气孔在进行光合作用的同时吸收大气中氚化水蒸汽；二是通过根系吸收土壤中氚化水。在大多数陆生植物中，有机结合氚只占总氚活度的一小部分。但在谷物中，可高达90%，因为谷物中的有机质含量高。

动物体内的氚化水主要通过两个途径摄入，一是通过饮用水；二是通过被动物摄入食物中的水，食物中的水包括食物中的水分和食物消化分解代谢产生的水。氚进入动物或人体后，氚化水在数分钟与体液达到平衡，尽管有机结合氚在体内滞留可长达40天，但氚化水在体内滞留时间为10天左右。

4.3 大亚湾核电基地

4.3.1 空气吸收剂量率

大亚湾核电基地设有以大亚湾核电站和岭澳核电站为整体监测对象的辐射环境监测系统，系统共设9个自动站，其中分布在大亚湾核电基地周围10公里范围内共有7个自动站，在10公里范围外的沙头角和深圳市各设1个自动站，点位分布见图4.3-1。2015年大亚湾核电基地周围自动站连续空气吸收剂量率监测结果见表4.3-1，累积剂量监测结果见图4.3-2。

监测结果表明，大亚湾核电基地周围9个自动站空气吸收剂量率排除降雨（雪）等自然因素的影响，与历年相比，无明显变化。按站点统计年均值范围为（105.7~136.3）nGy/h。

50公里范围内25个监测点累积剂量测得的空气吸收剂量率与历年相比，无明显变化，按点位统计年均值范围为（79.7~206.0）nGy/h。

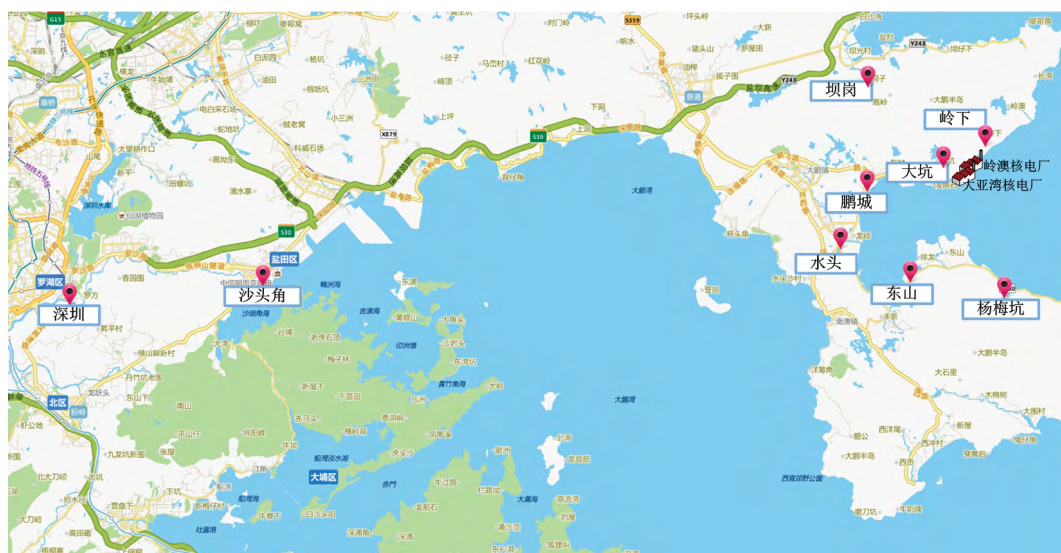
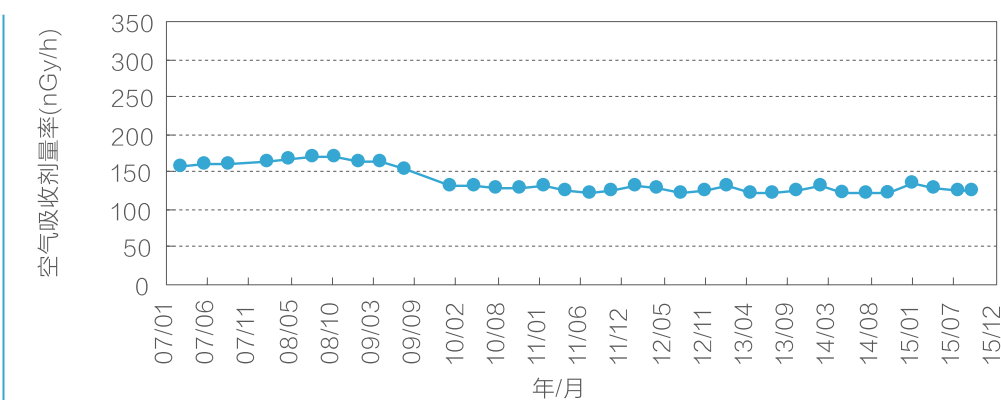


图 4.3-1 大亚湾核电基地周围自动站布点示意图

■ 表4.3-1 大亚湾核电基地周围自动站空气吸收剂量率监测结果

自动站名称	空气吸收剂量率 (nGy/h)		
	小时均值最小值	小时均值最大值	年均值
大坑	128.4	178.1	136.3
岭下	114.5	164.4	122.0
杨梅坑	120.3	181.6	129.7
鹏城	92.0	150.6	110.5
水头	107.9	152.6	113.2
东山	121.3	216.9	132.6
坝岗	106.3	174.4	122.0
沙头角 ¹⁾	101.6	162.6	112.9
深圳	97.2	151.6	105.7

注: 1) 沙头角自动站于2015年9月进行了站址搬迁, 迁移后站址的空气吸收剂量率与原站址相比升高约17%。



■ 图 4.3-2 大亚湾核电基地周围累积剂量监测结果

(注: 2007~2009年、2010年以后使用两种不同的TLD剂量计)

4.3.2 空气

2015年, 大亚湾核电基地周围气溶胶、气态放射性碘同位素、沉降物、降水中氚、空气中氚化水和碳-14的监测结果见表4.3-2~表4.3-4和图4.3-3。

监测结果表明, 大亚湾核电基地周围气溶胶中总 α 和总 β 活度浓度与历年相比, 无明显变化, 人工 γ 放射性核素均未检出。

空气中气态放射性碘-133未检出; 仅1个空气样品中监测到气态放射性碘-131。

沉降物中总 α 和总 β 日沉降量与历年相比,无明显变化;铯-90日沉降量处于本底水平;人工 γ 放射性核素均未检出。

降水中氚和空气中碳-14活度浓度与历年相比,无明显变化。

一个空气样品中氘化水活度浓度高于本底水平,其活度浓度为332mBq/m³,其余空气样品中氘化水活度浓度与历年相比,无明显变化。

■表4.3-2 大亚湾核电基地周围气溶胶监测结果

监测点位	总 α			总 β			放射性核素 ¹⁾		
	n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)		n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)		n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)	
		范围	均值		范围	均值		范围	均值
大坑 ²⁾	11/11	0.01~0.10	0.04	11/11	0.28~1.9	0.86	0/11	-	-
鹏城	12/12	0.03~0.26	0.09	12/12	0.36~2.0	0.98	0/12	-	-
广东省辐射中心楼顶 (对照点)	11/11	0.05~0.12	0.08	11/11	0.15~1.6	0.67	0/11	-	-

注: 1) 放射性核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。

2) 大坑监测点2015年9月因供电故障,未能采集样品。

■表4.3-3 大亚湾核电基地周围空气中气态放射性碘同位素监测结果

监测点位	¹³¹ I			¹³³ I		
	n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)		n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)	
		范围	均值		范围	均值
大坑	0/12	-	-	0/12	-	-
鹏城	1/12	-	0.84	0/12	-	-
广东省辐射中心楼顶 ¹⁾ (对照点)	1/11	-	0.37	0/11	-	-

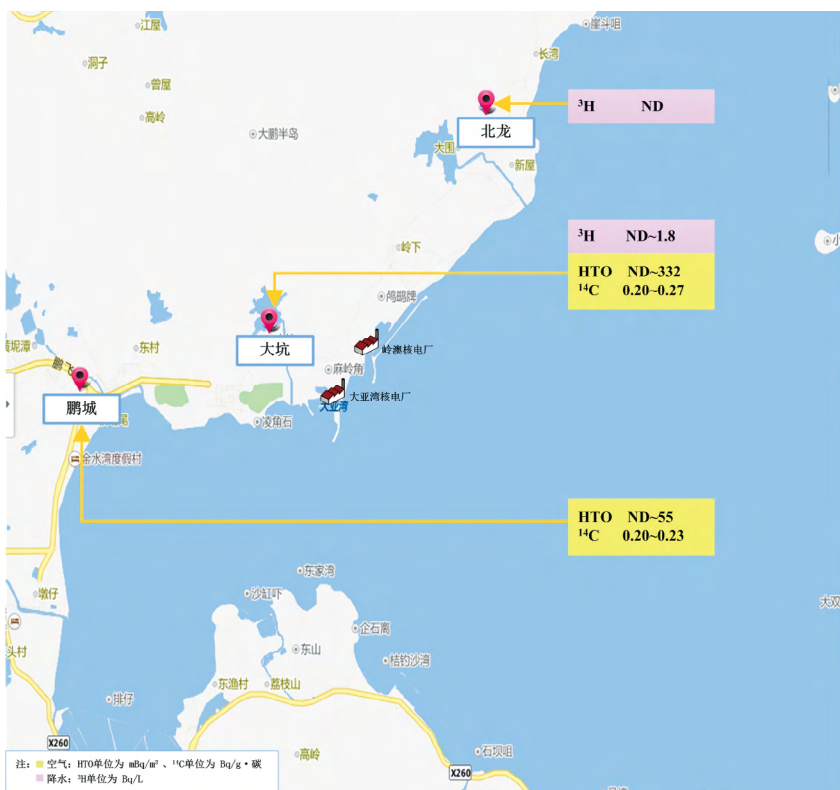
注: 1) 2015年4月,广东省辐射中心楼顶监测点的采样仪器故障。

■ 表4.3-4 大亚湾核电基地周围沉降物监测结果

监测点位	总 α			总 β			^{90}Sr		其余核素 ¹⁾			
	n/m	高于MDC样品 ($\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)		n/m	高于MDC样品 ($\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)		n/m	高于MDC样品 ($\text{mBq}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)		n/m	高于MDC样品 ($\text{mBq}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)	
		范围	均值		范围	均值		范围	均值		范围	均值
大坑	4/4	0.02~0.09	0.05	4/4	0.09~0.27	0.17	1/1	-	0.91	0/4	-	-
鹏城 ²⁾	3/3	0.12~0.17	0.14	3/3	0.09~0.30	0.19	1/1	-	2.0	0/3	-	-
广东省辐射中心 楼顶(对照点)	4/4	0.14~0.23	0.18	4/4	0.15~0.30	0.22	1/1	-	4.6	0/4	-	-

注：1) 其余核素包括 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等人工 γ 放射性核素。

2) 2015年4季度，鹏城监测点的采样仪器故障。



■ 图 4.3-3 大亚湾核电基地周围空气中氚化水 (HTO)、碳-14和降水中氚监测结果分布示意图

4.3.3 水体

2015年,大亚湾核电基地周围环境水体监测,陆地水环境为自来水(末梢水)、水库水和井水;海洋水环境包括:核电厂液态流出物排放口附近海域海水、海域底泥和海滩涂潮间带土,监测结果见表4.3-5~表4.3-6和图4.3-4。

监测结果表明,大亚湾核电基地周围自来水(末梢水)、水库水、井水中氡和人工 γ 放射性核素均未检出,其中自来水(末梢水)中总 α 和总 β 活度浓度与历年相比,无明显变化,且低于《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)中规定的放射性指标指导值。

部分海水样品中氡活度浓度高于本底水平;铯-90活度浓度处于本底水平;铯-137活度浓度与历年相比,无明显变化,其余人工 γ 放射性核素均未检出。海域底泥、潮间带土中铯-90和铯-137活度浓度与历年相比,无明显变化,其余人工 γ 放射性核素均未检出。

■ 表4.3-5 大亚湾核电基地周围自来水(末梢水)监测结果

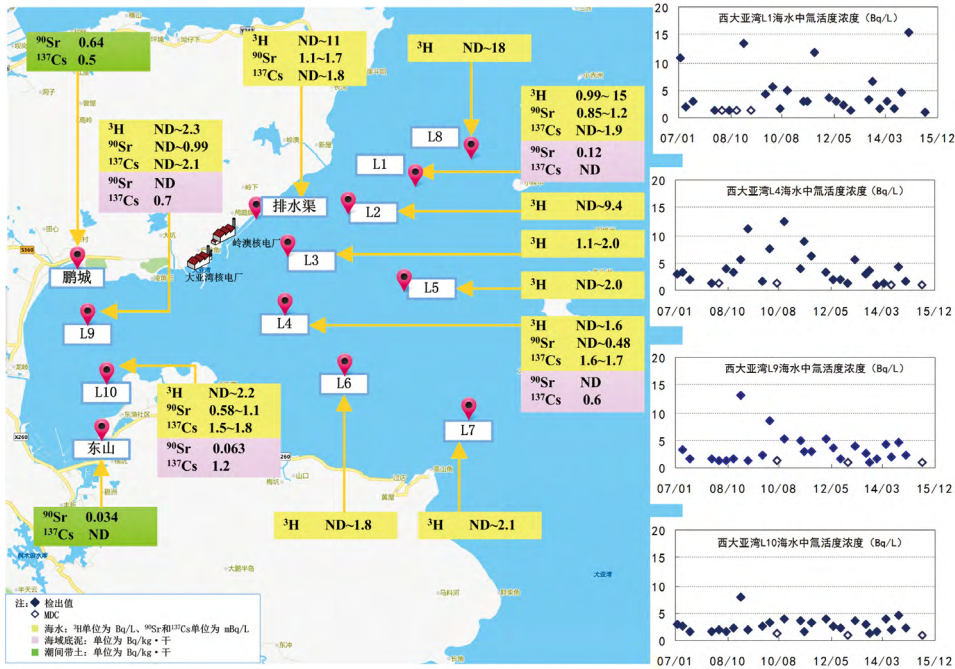
监测点位	n/m	总 α		n/m	总 β		放射性核素 ¹⁾		
		高于MDC样品 (Bq/L)			高于MDC样品 (Bq/L)		高于MDC样品 (Bq/L)		
		范围	均值		范围	均值	范围	均值	
核电厂	1/4	-	0.01	4/4	0.03~0.04	0.04	0/4	-	-
鹏城	3/4	0.01~0.02	0.01	4/4	0.04~0.06	0.05	0/4	-	-
深圳(对照点)	2/4	0.02~0.03	0.03	4/4	0.09~0.12	0.11	0/4	-	-

注: 1) 放射性核素包括 ^3H 及人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等。

■ 表4.3-6 大亚湾核电基地周围水库水和井水监测结果

监测对象	监测点位	n/m	放射性核素 ¹⁾	
			高于MDC样品(Bq/L)	
			范围	均值
水库水	大坑水库	0/2	-	-
	岭澳水库	0/2	-	-
	深圳水库(对照点)	0/2	-	-
井水	戴屋巷003东南侧	0/2	-	-
	深圳南门一巷	0/2	-	-
	河源(对照点)	0/2	-	-

注: 1) 放射性核素包括 ^3H 及人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等。



■ 图 4.3-4 大亚湾核电基地周围海水、海域底泥和潮间带土监测结果分布示意图
 (注: 海水中其余人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出;
 海域底泥和潮间带土中其余人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出。)

4.3.4 土壤

2015年, 大亚湾核电基地周围土壤监测结果见表4.3-7。

监测结果表明, 大亚湾核电基地周围土壤中锶-90活度浓度与历年相比, 无明显变化, 人工 γ 放射性核素均未检出。

■ 表4.3-7 大亚湾核电基地周围土壤监测结果

监测对象	放射性核素活度浓度 (Bq/kg·干)		
	^{90}Sr	^{137}Cs	其余核素 ¹⁾
鹏城	0.20	ND	ND
大坑	0.33	ND	ND
岭澳	0.11	ND	ND
惠东 (对照点)	0.15	1.3	ND

注: 1) 其余核素包括 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等人工 γ 放射性核素。

4.3.5 生物

2015年，大亚湾核电基地周围环境生物的监测，采集的陆生植物包括叶菜、草和松针，其中草和松针为指示生物；陆生水生生物为罗非鱼；家禽为鸡；海洋水生生物包括牡蛎、马尾藻和贻贝，其中牡蛎和马尾藻为指示生物，监测结果见表4.3-8~表4.3-9和图4.3-5。

监测结果表明，大亚湾核电基地周围陆生植物（叶菜、草、松针）、家禽（鸡肉）、陆生水生生物（罗非鱼肉）中人工 γ 放射性核素均未检出。草和松针中碳-14和锶-90活度浓度处于本底水平；有机结合氚未检出。

海洋水生生物马尾藻和贻贝中人工 γ 放射性核素均未检出。仅1个牡蛎样品监测到微量的银-110m，其余牡蛎样品中人工 γ 放射性核素均未检出；牡蛎中有机结合氚未检出。

■ 表4.3-8 大亚湾核电基地周围陆生生物监测结果

样品名称	监测地点	点位数/样品数	放射性核素活度浓度				
			有机结合氚 (Bq/kg·鲜)	¹⁴ C (Bq/g·碳)	⁹⁰ Sr (Bq/kg·鲜)	¹³⁷ Cs (Bq/kg·鲜)	其余核素 ¹⁾
叶菜	大亚湾核电基地周围	1/1	/	/	/	ND	ND
	对照点	1/1	/	/	/	ND	ND
草	大亚湾核电基地周围	2/2 ²⁾	ND	0.21	0.062~0.63	ND	ND
	对照点	1/1	ND	0.20	/	0.44	ND
松针	大亚湾核电基地周围	2/2 ²⁾	ND	0.21	1.4~5.2	ND	ND
鸡肉	大亚湾核电基地周围	1/1	/	/	/	ND	ND
	对照点	1/1	/	/	/	0.016	ND
罗非鱼肉	大亚湾核电基地周围	1/1	/	/	/	ND	ND
	对照点	1/1	/	/	/	0.026	ND

注：1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。

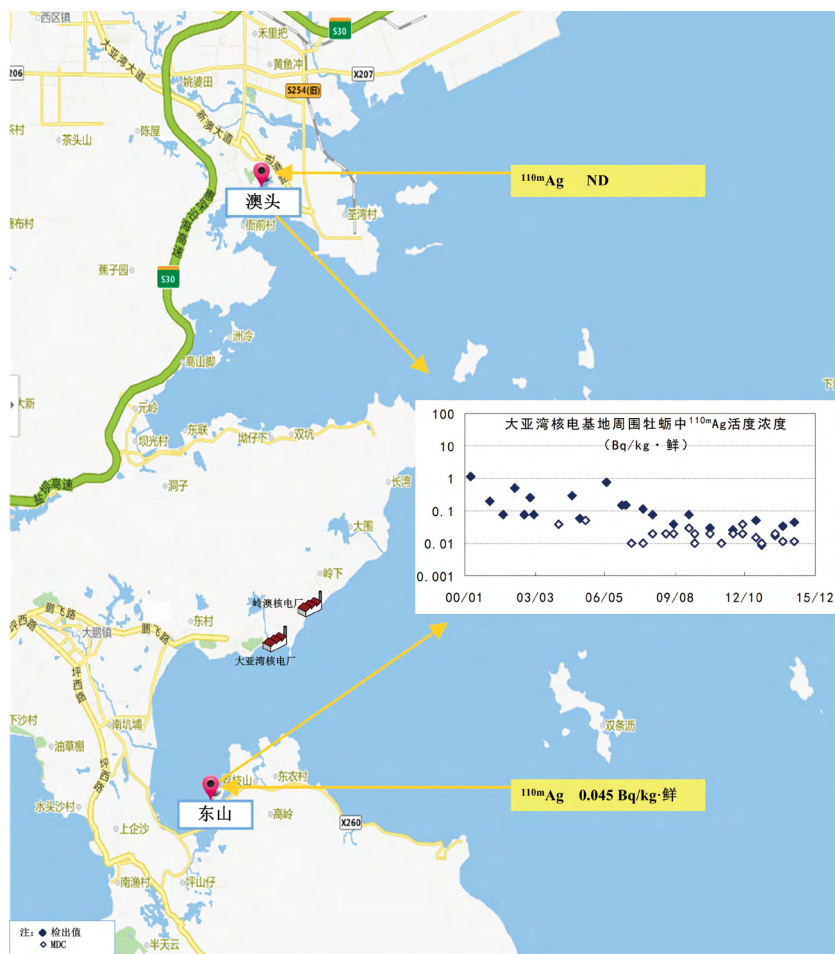
2) 仅1个点位开展草和松针样品中的有机结合氚和¹⁴C分析。

■ 表4.3-9 大亚湾核电基地周围海洋生物监测结果

样品名称	监测地点	点位数 /样品数	放射性核素活度浓度		
			有机结合氚 (Bq/kg·鲜)	^{110m}Ag (Bq/kg·鲜)	其余 核素 ¹⁾
贻贝	大亚湾核电基地周围	1/1	/	ND	ND
马尾藻	大亚湾核电基地周围	5/5	/	ND	ND
牡蛎	大亚湾核电基地周围	2/2 ²⁾	ND	ND~0.045	ND

注：1) 其余核素包括 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等人工 γ 放射性核素。

2) 仅1个点位开展牡蛎样品中的有机结合氚分析。



■ 图 4.3-5 大亚湾核电基地周围海洋水生生物牡蛎监测结果分布示意图

(注：牡蛎样品中其余人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出。)

4.4 阳江核电基地

4.4.1 空气吸收剂量率

阳江核电基地设有辐射环境监测系统，系统共设9个自动站，其中分布在阳江核电基地周围10公里范围内共有5个自动站，在10公里范围外的新洲中学、海陵岛和粤西分部各设1个自动站，点位分布见图4.4-1。2015年阳江核电基地周围自动站连续空气吸收剂量率监测结果见表4.4-1，累积剂量监测结果见表4.4-2。

监测结果表明，阳江核电基地周围9个自动站，除气象塔自动站因附近进行探伤作业引起部分时段空气吸收剂量率升高外，其余自动站空气吸收剂量率排除降雨（雪）等自然因素的影响，与历年相比，无明显变化。按站点统计年均值范围为（96.6~143.6）nGy/h。

50公里范围内24个监测点累积剂量测得的空气吸收剂量率处于当地的天然本底水平，按点位统计年均值范围为（68.7~191.0）nGy/h。



图 4.4-1 阳江核电基地周围自动站布点示意图

■ 表4.4-1 阳江核电基地周围自动站空气吸收剂量率监测结果

自动站名称	空气吸收剂量率 (nGy/h)		
	小时均值最小值	小时均值最大值	年均值
新洲中学	111.2	164.7	117.7
气象塔	113.1	351.1 ¹⁾	128.0
平堤水库	120.5	208.7	129.7
那琴小学	104.1	166.4	110.7
海陵岛	99.6	132.0	105.9
大澳	103.4	188.9	110.0
东平 ²⁾	99.8	162.5	105.5
允泊	131.0	240.9	143.6
粤西分部 ³⁾	89.0	234.5	96.6

注：1) 气象塔自动站因附近进行探伤作业，引起部分时段空气吸收剂量率升高。

2) 2015年东平自动站所在地周围建筑物变化，空气吸收剂量率与2014年相比上升约5.8%。

3) 粤西分部自动站于2015年1月进行了站址搬迁，迁移后站址的空气吸收剂量率与原站址相比下降约11%。

■ 表4.4-2 阳江核电基地周围累积剂量监测结果

监测地点	点位数	累积剂量测得的空气吸收剂量率 (nGy/h)		
		最小值	最大值	年均值
阳江核电基地周围	24	68.7	191.0	113.8

4.4.2 空气

2015年，阳江核电基地周围气溶胶、气态放射性碘同位素、沉降物、降水中的氡、空气中氟化水和碳-14的监测结果见表4.4-3~表4.4-5和图4.4-2。

监测结果表明，阳江核电基地周围气溶胶中总 α 和总 β 活度浓度与历年相比，无明显变化；人工 γ 放射性核素均未检出。

空气中气态放射性碘-131和碘-133未检出。

沉降物中总 α 、总 β 和锶-90日沉降量处于本底水平，人工 γ 放射性核素均未检出。

降水中的氡和空气中氟化水均未检出。

空气中碳-14活度浓度与历年相比，无明显变化。

■ 表4.4-3 阳江核电基地周围气溶胶监测结果

监测点位	总α			总β			放射性核素 ¹⁾
	n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)		n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)		
		范围	均值		范围	均值	
大澳	12/12	0.01~0.12	0.05	12/12	0.08~1.2	0.57	ND
允泊	12/12	0.01~0.15	0.06	12/12	0.13~1.3	0.53	ND
粤西分部(对照点)	12/12	0.03~0.26	0.11	12/12	0.17~1.8	0.75	ND

注: 1) 放射性核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等人工γ放射性核素。

■ 表4.4-4 阳江核电基地周围空气中气态放射性碘同位素监测结果

监测点位	¹³¹ I			¹³³ I		
	n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)		n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)	
		范围	均值		范围	均值
大澳	0/12	-	-	0/12	-	-
允泊	0/12	-	-	0/12	-	-
粤西分部(对照点)	0/12	-	-	0/12	-	-

■ 表4.4-5 阳江核电基地周围沉降物监测结果

监测点位	总α			总β			⁹⁰ Sr		其余核素 ¹⁾			
	n/m	高于MDC样品 (Bq/m ² ·d)		n/m	高于MDC样品 (Bq/m ² ·d)		n/m	高于MDC样品 (mBq/m ² ·d)		n/m	高于MDC样品 (mBq/m ² ·d)	
		范围	均值		范围	均值		范围	均值		范围	均值
大澳	4/4	0.03~0.12	0.08	4/4	0.05~0.17	0.11	1/1	-	0.43	0/4	-	-
允泊	4/4	0.03~0.16	0.09	4/4	0.04~0.19	0.10	1/1	-	0.58	0/4	-	-
粤西分部 (对照点)	4/4	0.04~0.11	0.08	4/4	0.05~0.11	0.09	1/1	-	0.31	0/4	-	-

注: 1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等人工γ放射性核素。



■ 图 4.4-2 阳江核电基地周围空气中氚化水（HTO）、碳-14和降水中氚监测结果分布示意图

4.4.3 水体

2015年，阳江核电基地周围环境水体监测，陆地水环境包括：自来水（末梢水）、水库水和水库岸边沉积物、河水和河流岸边沉积物、井水，海洋水环境包括：核电厂液态流出物排放口附近海域海水、海滩涂潮间带土和潮下带土，监测结果见表4.4-6～表4.4-8和图4.4-3。

监测结果表明，阳江核电基地周围自来水（末梢水）、水库水、河水、井水中锶-90活度浓度处于本底水平，氚和人工 γ 放射性核素均未检出，其中自来水（末梢水）中总 α 和总 β 活度浓度低于《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）中规定的放射性指标指导值。水库和河流岸边沉积物中锶-90活度浓度处于本底水平，人工 γ 放射性核素均未检出。

海水中锶-90和铯-137活度浓度处于本底水平，其余人工 γ 放射性核素均未检出；部分海水样品中氚活度浓度高于本底水平。潮下带土中锶-90和铯-137活度浓度处于本底水平，其余人工 γ 放射性核素均未检出。

■ 表4.4-6 阳江核电基地周围自来水（未梢水）监测结果

监测点位	总 α		总 β		⁹⁰ Sr		其余核素 ¹⁾					
	n/m	高于MDC样品 (Bq/L)		n/m	高于MDC样品 (Bq/L)		n/m	高于MDC样品 (mBq/L)				
		范围	均值		范围	均值		范围	均值			
大澳	4/4	0.01~0.03	0.03	4/4	0.02~0.04	0.03	4/4	0.48~0.68	0.57	0/4	-	-
东平镇	3/4	0.01~0.05	0.02	4/4	0.05~0.08	0.06	4/4	0.43~0.98	0.73	0/4	-	-
阳江市生活区 (对照点)	2/4	0.01~0.02	0.01	4/4	0.05~0.10	0.07	4/4	0.42~1.3	0.83	0/4	-	-

注：1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁶⁵Zn、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹²⁴Sb、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等人工γ放射性核素。

■ 表4.4-7 阳江核电基地周围水库水、河水和井水监测结果

监测对象	监测点位	³ H		⁹⁰ Sr		其余核素 ¹⁾				
		n/m	高于MDC样品 (Bq/L)		n/m	高于MDC样品 (mBq/L)		n/m	高于MDC样品 (mBq/L)	
			范围	均值		范围	均值		范围	均值
水库水、 河水	平堤水库	0/2	-	-	1/2	-	0.65	0/2	-	-
	东平河	0/2	-	-	2/2	0.54~1.1	0.80	0/2	-	-
	沙湾水库 (对照点)	0/2	-	-	2/2	0.72~0.89	0.81	0/2	-	-
井水	允泊	0/4	-	-	2/2	1.1~1.5	1.3	0/2	-	-
	平堤水厂	0/4	-	-	/	/	/	/	/	/
	共青湖 (对照点)	0/2	-	-	2/2	0.40~0.79	0.60	0/2	-	-

注：1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁶⁵Zn、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹²⁴Sb、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等人工γ放射性核素。

■ 表4.4-8 阳江核电基地周围水库、河流岸边沉积物监测结果

监测点位	放射性核素活度浓度 (Bq/kg·干)	
	⁹⁰ Sr	其余核素 ¹⁾
平堤水库	0.57	ND
东平河	0.17	ND
沙湾水库 (对照点)	0.11	ND

注：1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等人工γ放射性核素。

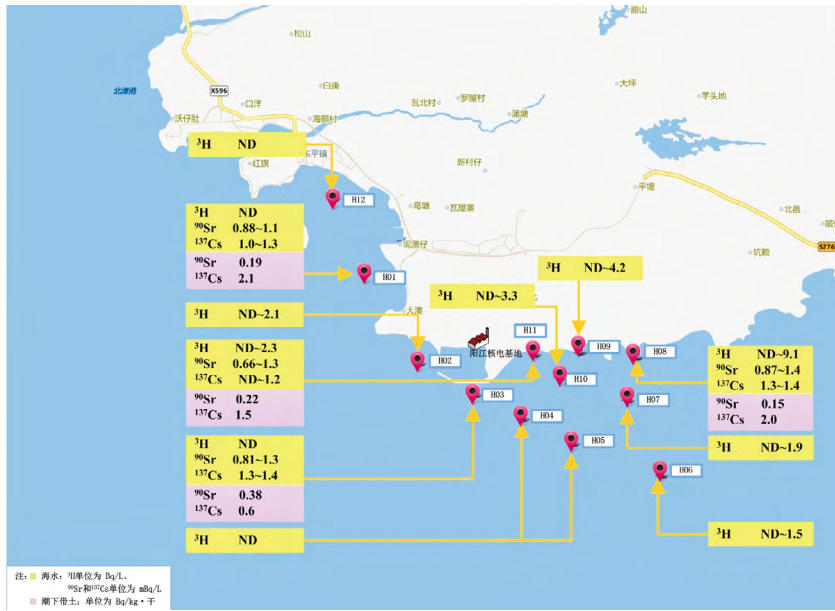


图 4.4-3 阳江核电基地周围海水和潮下带土监测结果分布示意图
 (注：海水中其余人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出；潮下带土中其余人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出。)

4.4.4 土壤

2015年，阳江核电基地周围土壤监测结果见表4.4-9。

监测结果表明，阳江核电基地周围环境土壤中锶-90和铯-137活度浓度处于本底水平，其余人工 γ 放射性核素均未检出。

表4.4-9 阳江核电基地周围环境土壤监测结果

监测点位	放射性核素活度浓度 (Bq/kg·干)		
	^{90}Sr	^{137}Cs	其余核素 ¹⁾
大澳	0.12~0.58	1.3~2.2	ND
允泊	0.11~0.17	ND	ND
水鸭龙	0.17~0.38	1.5~1.8	ND
共青湖(对照点)	0.11~0.24	ND~1.7	ND

注：1) 其余核素包括 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等人工 γ 放射性核素。

4.4.5 生物

2015年, 阳江核电基地周围环境生物的监测, 采集的陆生生物包括叶菜、稻谷、甘薯、荔枝、草和松针, 家禽(鸡), 其中草和松针为指示生物, 海洋水生生物包括石莼、东方对虾、野生海鱼(龙头鱼)、养殖海鱼(翘嘴红鲌)、红螺、牡蛎和贻贝, 其中牡蛎为指示生物, 监测结果见表4.4-10和表4.4-11。

监测结果表明, 阳江核电基地周围陆生生物(叶菜、稻谷、甘薯、荔枝、草、松针、鸡肉)中铯-137活度浓度处于本底水平, 其余人工 γ 放射性核素均未检出; 草和松针中铯-90活度浓度处于本底水平。

海洋水生生物(石莼、东方对虾、野生海鱼肉、养殖海鱼肉、红螺、牡蛎、贻贝)中有机结合氚、铯-90和铯-137活度浓度处于本底水平, 其余人工 γ 放射性核素均未检出。

■ 表4.4-10 阳江核电基地周围环境陆生生物监测结果

样品名称	监测地点	点位数 /样品数	放射性核素活度浓度		
			⁹⁰ Sr (Bq/kg·鲜)	¹³⁷ Cs (Bq/kg·鲜)	其余 核素 ¹⁾
叶菜	阳江核电基地周围	3/6	/	ND~0.043	ND
	对照点	1/2	/	ND~0.058	ND
稻谷	阳江核电基地周围	2/4	/	ND~0.19	ND
	对照点	1/2	/	ND~0.066	ND
甘薯	阳江核电基地周围	2/4	/	0.028~0.065	ND
	对照点	1/2	/	ND	ND
荔枝	阳江核电基地周围	2/2	/	ND~0.009	ND
	对照点	1/1	/	0.009	ND
草	阳江核电基地周围	3/6	0.012~0.26	ND~0.10	ND
	对照点	1/2	0.029~0.22	ND	ND
松针	阳江核电基地周围	3/6	0.11~0.41	ND~0.042	ND
	对照点	1/2	0.15~0.20	ND	ND
鸡肉	阳江核电基地周围	2/2	/	0.056~0.063	ND
	对照点	1/1	/	0.028	ND

注: 1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。

■ 表4.4-11 阳江核电基地周围环境海洋生物监测结果

样品名称	监测地点	点位数/样品数	放射性核素活度浓度			
			有机结合氚 (Bq/kg·鲜)	⁹⁰ Sr (Bq/kg·鲜)	¹³⁷ Cs (Bq/kg·鲜)	其余核素 ¹⁾
石莼	阳江核电基地周围	2/2	ND	0.015~0.034	ND~0.048	ND
	对照点	1/1	ND	0.018	ND	ND
东方对虾	阳江核电基地周围	2/4	ND	0.003~0.006	0.010~0.032	ND
	对照点	1/2	ND	0.006~0.014	0.015~0.060	ND
野生海鱼肉	阳江核电基地周围	2/4	ND	ND~0.004	ND~0.040	ND
	对照点	1/2	ND	0.003~0.004	0.016~0.017	ND
养殖海鱼肉	阳江核电基地周围	1/2	ND	0.015~0.029	0.028~0.038	ND
	对照点	1/2	ND	0.007~0.008	0.031~0.073	ND
红螺	阳江核电基地周围	2/3 ²⁾	ND~0.20	ND~0.009	ND	ND
	对照点	1/2	ND	0.007~0.011	ND	ND
牡蛎	阳江核电基地周围	2/4	ND~0.086	ND~0.006	ND~0.019	ND
	对照点	1/2	ND	0.001~0.004	ND~0.017	ND
贻贝	阳江核电基地周围	2/4	ND	ND~0.016	0.016~0.025	ND
	对照点	1/2	ND	0.011~0.012	0.021~0.040	ND

注：1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。

2) 1个点位下半年未能采集到样品。

4.5 田湾核电基地

4.5.1 空气吸收剂量率

田湾核电基地辐射环境监测系统进行了升级改造，并于2015年8月1日投入运行，新系统包括10个自动站，其中6个为新增的自动站，分布在核电基地周围10公里范围内共有8个自动站，在10公里范围外的墟沟镇和中云各设有1个自动站，点位分布图见图4.5-1。2015年田湾核电基地周围自动站连续空气吸收剂量率监测结果见表4.5-1，累积剂量监测结果见图4.5-2。

监测结果表明，田湾核电基地周围10个自动站空气吸收剂量率排除降雨（雪）等自然因素的影响，与历年相比，无明显变化，按站点统计年均值范围为（85.5~100.8）nGy/h。

30公里范围内29个监测点累积剂量测得的空气吸收剂量率与历年相比，无明显变化，按点位统计年均值范围为（85.8~123.0）nGy/h。

■ 表4.5-1 田湾核电基地周围自动站空气吸收剂量率监测结果

自动站名称	空气吸收剂量率（nGy/h）		
	小时均值最小值	小时均值最大值	年均值
厂前区	81.8	140.2	98.2
高公岛	83.0	122.2	91.4
连云港镇	83.7	122.1	91.6
墟沟镇	94.1	125.8	100.8
柳河	82.2	112.5	86.6
连岛	95.1	118.0	98.1
宿城	83.4	127.3	94.8
中云	79.2	106.6	85.5
东巷	83.9	109.7	89.8
蒿西	87.4	114.7	90.3

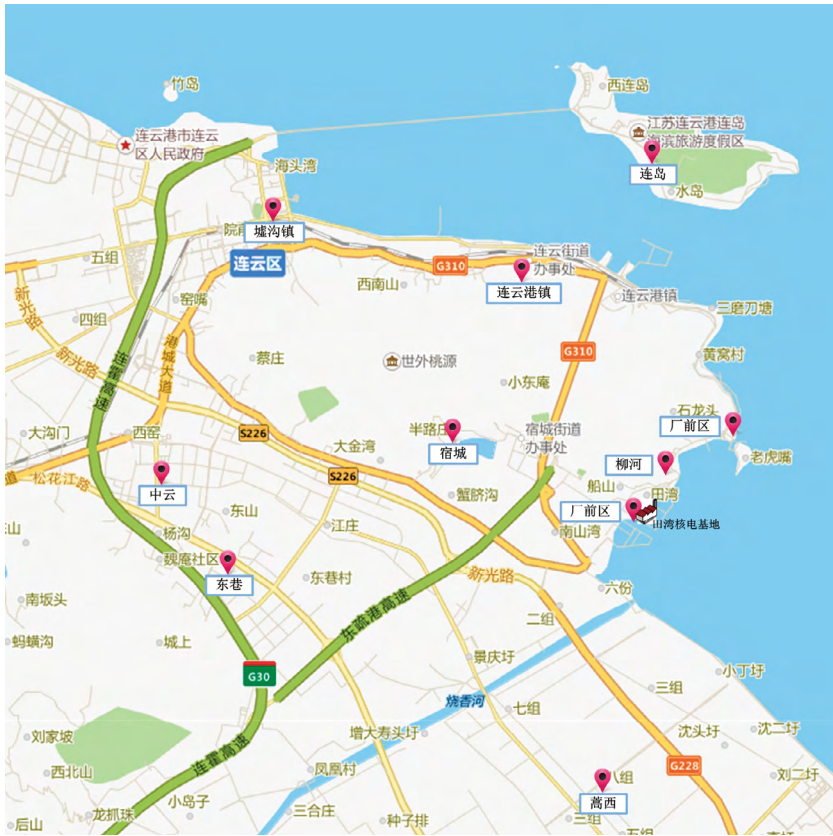


图 4.5-1 田湾核电基地周围自动站布点示意图

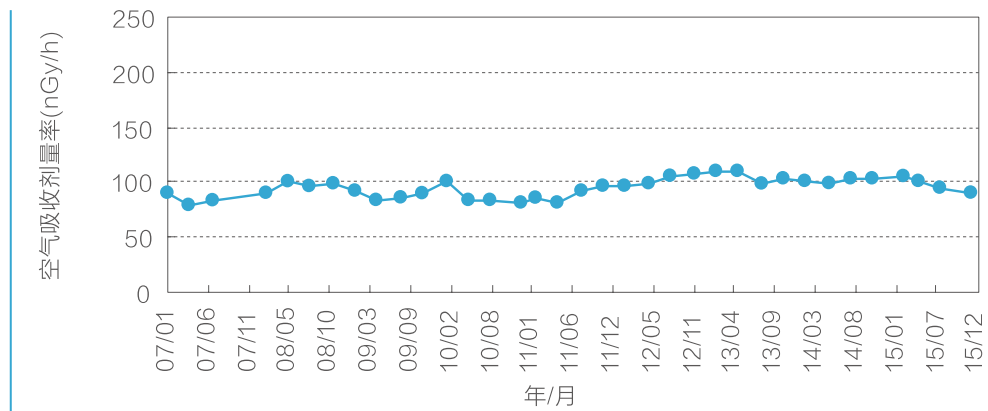


图 4.5-2 田湾核电基地周围累积剂量监测结果

4.5.2 空气

2015年,田湾核电基地周围气溶胶、气态放射性碘同位素、沉降物、降水中氚、空气中氟化水和碳-14的监测结果见表4.5-2~表4.5-4和图4.5-3。

监测结果表明,田湾核电基地周围气溶胶中总 α 和总 β 活度浓度与历年相比,无明显变化,人工 γ 放射性核素均未检出。

空气中气态放射性碘-131和碘-133未检出。

沉降物中总 α 、总 β 和锶-90日沉降量与历年相比,无明显变化,人工 γ 放射性核素均未检出。

降水中氚活度浓度、空气中氟化水活度浓度和碳-14活度浓度与历年相比,无明显变化。

■ 表4.5-2 田湾核电基地周围气溶胶监测结果

监测点位	总 α			总 β			放射性核素 ¹⁾		
	n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)		n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)		n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)	
		范围	均值		范围	均值		范围	均值
中云	/	/	/	/	/	/	0/12	-	-
杨圩	/	/	/	/	/	/	0/12	-	-
厂前区	12/12	0.04~0.26	0.11	12/12	0.34~2.9	1.1	0/12	-	-
新浦(对照点)	/	/	/	/	/	/	0/12	-	-

注: 1) 放射性核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。

■ 表4.5-3 田湾核电基地周围空气中气态放射性碘同位素监测结果

监测点位	¹³¹ I			¹³³ I		
	n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)		n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)	
		范围	均值		范围	均值
杨圩	0/12	-	-	0/12	-	-

■ 表4.5-4 田湾核电基地周围沉降物监测结果

监测点位	总 α		总 β		^{90}Sr		其余核素 ¹⁾					
	n/m	高于MDC样品 ($\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)		n/m	高于MDC样品 ($\text{Bq}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)		n/m ²⁾	高于MDC样品 ($\text{mBq}/\text{m}^2 \cdot \text{d}$)				
		范围	均值		范围	均值		范围	均值			
杨圩	4/4	0.11~0.48	0.29	4/4	0.25~0.97	0.62	3/3	1.3~2.4	1.7	0/4	-	-
厂前区	4/4	0.12~0.20	0.17	4/4	0.23~0.42	0.33	3/3	4.2~7.2	5.3	0/4	-	-
高公岛	4/4	0.18~0.95	0.51	4/4	0.43~2.5	1.1	-	-	-	0/4	-	-
新浦 (对照点)	4/4	0.12~0.37	0.19	4/4	0.29~0.72	0.41	2/3	1.0~1.7	1.3	0/4	-	-

注: 1) 其余核素包括 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等人工 γ 放射性核素。

2) 个别样品因样品前处理等原因导致监测结果无效。



■ 图 4.5-3 田湾核电基地周围环境空气中氚化水 (HTO) 和降水中氚监测结果分布示意图

4.5.3 水体

2015年, 田湾核电基地周围环境水体监测, 陆地水环境包括: 自来水(出厂水)、水库水和水库底泥、河水和河流底泥、井水; 海洋水环境包括: 核电厂液态流出物排放口附近海域海水、海域底泥和潮间带土, 监测结果见表4.5-5和图4.5-4~图4.5-5。

监测结果表明, 田湾核电基地周围自来水(出厂水)、水库水、河水和井水中氡活度浓度与历年相比, 无明显变化, 铯-90活度浓度处于本底水平, 人工 γ 放射性核素均未检出, 其中自来水(出厂水)中总 α 和总 β 活度浓度与历年相比, 无明显变化, 且低于《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)中规定的放射性指标指导值。水库和河流底泥中铯-90活度浓度与历年相比, 无明显变化, 人工 γ 放射性核素均未检出。

海水中氡活度浓度高于本底水平; 铯-90活度浓度处于本底水平; 铯-137活度浓度与历年相比, 无明显变化, 其余人工 γ 放射性核素均未检出。海域底泥、潮间带土中铯-90和铯-137活度浓度与历年相比, 无明显变化, 其余人工 γ 放射性核素均未检出。

■ 表4.5-5 田湾核电基地周围自来水(出厂水)监测结果

监测点位	总 α				总 β	
	n/m	高于MDC样品(Bq/L)		n/m	高于MDC样品(Bq/L)	
		范围	均值		范围	均值
杨圩	3/4	0.03~0.06	0.04	4/4	0.13~0.21	0.19
青口(对照点)	2/4	0.03~0.04	0.03	4/4	0.12~0.25	0.20

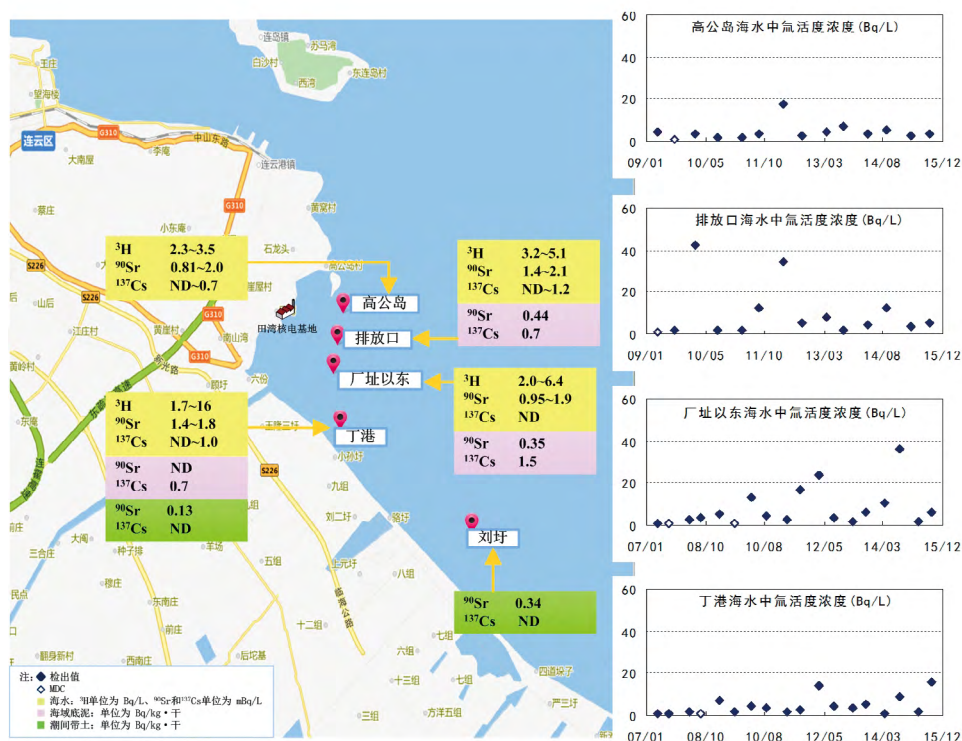
■ 表4.5-5 (续)

监测点位	^3H			^{90}Sr			其余核素 ¹⁾		
	n/m	高于MDC样品(Bq/L)		n/m	高于MDC样品(mBq/L)		n/m	高于MDC样品(mBq/L)	
		范围	均值		范围	均值		范围	均值
杨圩	2/4	0.96~1.0	0.98	4/4	2.2~3.4	2.6	0/4	-	-
青口(对照点)	1/4	-	1.1	4/4	3.8~5.3	4.5	0/4	-	-

注: 1) 其余核素包括 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等人工 γ 放射性核素。



■ 图 4.5-4 田湾核电基地周围水库水、河水、井水和底泥监测结果分布示意图
 (注：水库水、河水和井水中人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出；底泥中人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出。)



■ 图 4.5-5 田湾核电基地周围海水、海域底泥和潮间带土监测结果分布示意图

(注：海水中其余人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出；海域底泥和潮间带土中其余人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出。)

4.5.4 土壤

2015年，田湾核电基地周围土壤监测结果见图4.5-6。

监测结果表明，田湾核电基地周围土壤中锶-90和铯-137活度浓度与历年相比，无明显变化，其余人工 γ 放射性核素均未检出。



图 4.5-6 田湾核电基地周围土壤监测结果分布示意图
 (注: 土壤中其余人工 γ 放射性核素⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等均未检出。)

4.5.5 生物

2015年, 田湾核电基地周围环境生物的监测, 采集的陆生植物包括小麦、大米、叶菜、茶叶和松针, 其中茶叶和松针为指示生物, 陆生水生生物为鲫鱼, 家禽和家畜包括鸡和猪, 奶制品为牛奶(原奶); 海洋水生生物包括紫菜、海鱼、海虾、牡蛎和花蚬, 其中牡蛎和花蚬为指示生物, 监测结果见表4.5-6和表4.5-7。

监测结果表明, 田湾核电基地周围陆生植物(小麦、大米、叶菜、茶叶、松针)、陆生水生生物(鲫鱼肉)、家禽家畜(鸡肉、猪肉)及海洋水生生物(海鱼肉、海虾、紫菜、花蚬、牡蛎)中锶-90和铯-137活度浓度处于本底水平, 其余人工 γ 放射性核素均未检出; 陆生植物小麦、叶菜、茶叶、松针及海洋水生生物海鱼肉、紫菜、花蚬、牡蛎中有机结合态和碳-14活度浓度处于本底水平。

牛奶中锶-90活度浓度与历年相比, 无明显变化, 碘-131未检出。

■表4.5-6 田湾核电基地周围陆生生物监测结果

样品名称	监测地点	点位数/样品数	放射性核素活度浓度				
			有机结合氚 (Bq/kg·鲜)	¹⁴ C (Bq/g·碳)	⁹⁰ Sr (Bq/kg·鲜)	¹³⁷ Cs (Bq/kg·鲜)	其余核素 ¹⁾
小麦	田湾核电基地周围	1/1	0.61	0.23	0.18	ND	ND
	对照点	1/1	0.85	0.31	0.20	ND	ND
大米	田湾核电基地周围	1/1	/	/	0.039	0.024	ND
叶菜	田湾核电基地周围	1/1	0.047	0.28	0.043	ND	ND
	对照点	1/1	0.068	0.21	0.071	ND	ND
茶叶 ²⁾	田湾核电基地周围	1/1	0.87	0.29	1.7	ND	ND
松针	田湾核电基地周围	1/1	1.0	0.28	1.8	ND	ND
猪肉	田湾核电基地周围	1/1	/	/	0.014	0.040	ND
	对照点	1/1	/	/	0.021	0.037	ND
鸡肉	田湾核电基地周围	1/1	/	/	0.020	ND	ND
	对照点	1/1	/	/	0.014	ND	ND
鲫鱼肉	田湾核电基地周围	1/1	/	/	0.10	ND	ND
	对照点 ³⁾	1/1	/	/	0.045	ND	ND
牛奶 ⁴⁾	田湾核电基地周围	1/2	/	/	0.011~0.014	/	/

注：1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。
 2) 茶叶样品，有机结合氚、¹⁴C、⁹⁰Sr和 γ 能谱分析的样品均为干样，单位为Bq/kg·干。
 3) 对照点分析的样品为鲤鱼肉。
 4) 牛奶中放射性核素活度浓度的单位为Bq/L；牛奶中¹³¹I未检出，未列入表格。

■表4.5-7 田湾核电基地周围海洋生物监测结果

样品名称	监测地点	点位数/样品数	放射性核素活度浓度				
			有机结合氚 (Bq/kg·鲜)	¹⁴ C (Bq/g·碳)	⁹⁰ Sr (Bq/kg·鲜)	¹³⁷ Cs (Bq/kg·鲜)	其余核素 ¹⁾
海鱼肉	田湾核电基地周围	1/1	0.16	/	0.046	ND	ND
	对照点	1/1	0.64	/	0.024	ND	ND
海虾	田湾核电基地周围	1/1	/	/	0.036	ND	ND
	对照点	1/1	/	/	0.029	ND	ND
紫菜 ²⁾	田湾核电基地周围	1/1	0.048	/	0.49	ND	ND
	对照点	1/1	0.049	/	0.60	ND	ND
花蚬	田湾核电基地周围	1/1	0.24	0.25	0.20	ND	ND
牡蛎	田湾核电基地周围	2/2	0.29~0.31	0.19~0.19	0.15~0.22	ND	ND

注：1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。
 2) 紫菜样品，⁹⁰Sr和 γ 能谱分析的样品为干样，单位为Bq/kg·干。

4.6 红沿河核电基地

4.6.1 空气吸收剂量率

红沿河核电基地设有辐射环境监测系统，系统共设8个自动站，其中分布在核电基地周围10公里范围内共有7个自动站，在距核电基地约17公里的复州城设置1个自动站，点位分布见图4.6-1。2015年红沿河核电基地周围自动站连续空气吸收剂量率监测结果见表4.6-1，累积剂量监测结果见表4.6-2。

监测结果表明，红沿河核电基地周围8个自动站空气吸收剂量率排除降雨（雪）等自然因素的影响，与历年相比，无明显变化。按站点统计年均值范围为（59.9~85.6）nGy/h。

20公里范围内23个监测点累积剂量测得的空气吸收剂量率与历年相比，无明显变化，按点位统计年均值范围为（67.2~128.0）nGy/h。



图 4.6-1 红沿河核电基地周围自动站布点示意图

■ 表4.6-1 红沿河核电基地周围自动站空气吸收剂量率监测结果

自动站名称	空气吸收剂量率 (nGy/h)		
	小时均值最小值	小时均值最大值	年均值
红沿河村	71.1	117.0	78.4
大咀屯	54.5	99.6	59.9
大咀村	73.5	113.4	79.4
前大地村	74.1	112.7	79.2
红核中学	78.7	114.7	83.2
老渔窝	71.8	114.5	78.6
韩庙村	69.8	112.8	76.5
复州城	79.4	139.2	85.6

■ 表4.6-2 红沿河核电基地周围累积剂量监测结果

监测地点	点位数	累积剂量测得的空气吸收剂量率 (nGy/h)		
		最小值	最大值	年均值
红沿河核电基地周围	23	67.2	128.0	92.5

4.6.2 空气

2015年,红沿河核电基地周围气溶胶、气态放射性碘同位素、沉降物、降水中氚、空气中氚化水和碳-14的监测结果见表4.6-3~表4.6-5和图4.6-2。

监测结果表明,红沿河核电基地周围气溶胶中总 α 和总 β 活度浓度与历年相比,无明显变化,人工 γ 放射性核素均未检出。

空气中气态放射性碘-131和碘-133未检出。

沉降物中总 α 、总 β 和铯-90日沉降量与历年相比,无明显变化,人工 γ 放射性核素均未检出。

降水中氚活度浓度、空气中氚化水活度浓度和碳-14活度浓度与历年相比,无明显变化。

■ 表4.6-3 红沿河核电基地周围气溶胶监测结果

监测点位	n/m	总 α		n/m	总 β		放射性核素 ¹⁾		
		高于MDC样品 (mBq/m ³)			高于MDC样品 (mBq/m ³)		高于MDC样品 (mBq/m ³)		
		范围	均值		范围	均值	n/m	范围	均值
老渔窝	12/12	0.04~0.12	0.07	12/12	0.44~1.2	0.75	0/12	-	-
红沿河村	12/12	0.03~0.17	0.08	12/12	0.62~1.2	0.84	0/12	-	-
复州城 (对照点)	12/12	0.05~0.16	0.09	12/12	0.83~1.4	0.97	0/12	-	-

注：1) 放射性核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。

■ 表4.6-4 红沿河核电基地周围空气中气态放射性碘同位素监测结果

监测点位	n/m ¹⁾	¹³¹ I		n/m ¹⁾	¹³³ I	
		高于MDC样品 (mBq/m ³)			高于MDC样品 (mBq/m ³)	
		范围	均值		范围	均值
老渔窝	0/11	-	-	0/11	-	-
红沿河村	0/11	-	-	0/11	-	-
复州城 (对照点)	0/11	-	-	0/11	-	-

注：1) 1月份未能及时采样。

■ 表4.6-5 红沿河核电基地周围沉降物监测结果

监测点位	n/m	总 α		n/m	总 β		⁹⁰ Sr		其余核素 ¹⁾			
		高于MDC样品 (Bq/m ² ·d)			高于MDC样品 (Bq/m ² ·d)		高于MDC样品 (mBq/m ² ·d)		高于MDC样品 (mBq/m ² ·d)			
		范围	均值		范围	均值	范围	均值	n/m	范围	均值	
老渔窝	4/4	0.15~0.27	0.22	4/4	0.19~0.45	0.31	4/4	3.8~5.5	4.5	0/4	-	-
红沿河村	4/4	0.10~0.16	0.14	4/4	0.12~0.30	0.25	4/4	3.5~5.8	4.5	0/4	-	-
复州城 (对照点)	3/4	0.13~0.24	0.17	4/4	0.11~0.18	0.15	4/4	2.7~5.4	4.6	0/4	-	-

注：1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。



图 4.6-2 红沿河核电基地周围空气中氚化水（HTO）、碳-14和降水中氚监测结果

4.6.3 水体

2015年，红沿河核电基地周围环境水体监测，陆地水环境包括：水库水、水库岸边沉积物和底泥、井水，海洋水环境包括：核电厂液态流出物排放口附近海域海水、海域底泥和海滩涂潮间带土，监测结果见表4.6-6～表4.6-7和图4.6-3。

监测结果表明，红沿河核电基地周围环境水库水、井水中氚和铯-90活度浓度处于本底水平，人工 γ 放射性核素均未检出，其中井水中总 α 和总 β 活度浓度低于《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）中规定的放射性指标指导值。水库岸边沉积物和底泥中铯-90和铯-137活度浓度处于本底水平，其余人工 γ 放射性核素均未检出。

海水中氚和铯-90活度浓度处于本底水平，人工 γ 放射性核素均未检出。海域底泥、潮间带土中铯-90和铯-137活度浓度处于本底水平，其余人工 γ 放射性核素均未检出。

■ 表4.6-6 红沿河核电基地周围水库水和井水监测结果

监测对象	监测点位	总 α			总 β		
		n/m	高于MDC样品 (Bq/L)		n/m	高于MDC样品 (Bq/L)	
			范围	均值		范围	均值
水库水	双龙水库	/	/	/	/	/	/
	桃房水库 (对照点)	/	/	/	/	/	/
井水	大衣屯	4/4	0.09~0.16	0.14	4/4	0.06~0.09	0.07
	红沿河村委会	/	/	/	/	/	/
	谢屯镇左屯村 (对照点)	4/4	0.09~0.10	0.09	4/4	0.06~0.07	0.06
	谢屯镇政府 (对照点)	/	/	/	/	/	/

■ 表4.6-6 (续)

监测对象	监测点位	^3H 1)			^{90}Sr			其余核素 ²⁾		
		n/m	高于MDC样品 (Bq/L)		n/m	高于MDC样品 (mBq/L)		n/m	高于MDC样品 (mBq/L)	
			范围	均值		范围	均值		范围	均值
水库水	双龙水库	2/2	0.23~0.33	0.28	2/2	2.0~2.5	2.3	0/2	-	-
	桃房水库 (对照点)	2/2	0.18~0.44	0.31	2/2	2.2~2.6	2.4	0/2	-	-
井水	大衣屯	4/4	0.27~0.32	0.29	4/4	1.2~1.8	1.5	0/4	-	-
	红沿河村委会	2/2	0.20~0.27	0.24	2/2	1.9~2.3	2.1	0/2	-	-
	谢屯镇左屯村 (对照点)	4/4	0.28~0.33	0.30	4/4	1.6~1.7	1.7	0/4	-	-
	谢屯镇政府 (对照点)	2/2	0.17~0.18	0.18	2/2	1.7~2.1	1.9	0/2	-	-

注: 1) 2015年红沿河核电基地周围水中氚的分析进行了电解浓缩处理。

2) 其余核素包括 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等人工 γ 放射性核素。

■ 表4.6-7 红沿河核电基地周围水库底泥和岸边沉积物监测结果

监测点位	放射性核素活度浓度 (Bq/kg·干)					
	水库底泥			水库岸边沉积物		
	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	其余核素 ¹⁾	⁹⁰ Sr	¹³⁷ Cs	其余核素 ¹⁾
双龙水库	0.57	1.1	ND	0.59	0.5	ND
桃房水库 (对照点)	0.74	ND	ND	0.68	ND	ND

注: 1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。



■ 图 4.6-3 红沿河核电基地周围海水、海域底泥和潮间带土监测结果

(注: 2015年红沿河核电基地周围海水中氡的分析进行了电解浓缩处理; 海水中其余人工 γ 放射性核素⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁶⁵Zn、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹²⁴Sb、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等均未检出; 海域底泥和潮间带土中其余人工 γ 放射性核素⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等均未检出.)

4.6.4 土壤

2015年, 红沿河核电基地周围土壤监测结果见图4.6-4。

监测结果表明, 红沿河核电基地周围土壤中铯-90和铯-137活度浓度处于本底水平, 其余人工 γ 放射性核素均未检出。



■ 图 4.6-4 红沿河核电基地周围土壤监测结果

(注：土壤中其余人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出。)

4.6.5 生物

2015年，红沿河核电基地周围环境生物的监测，采集陆生植物包括松针、玉米、甘薯和苹果，其中松针为指示生物；家禽为鸡；海洋水生生物包括黄鱼、爬虾、红螺和石莼，其中石莼为指示生物，监测结果见表4.6-8。

监测结果表明，红沿河核电基地周围陆生植物（松针、玉米、甘薯和苹果）、海洋水生生物（黄鱼肉、爬虾、红螺和石莼）、家禽（鸡肉）中组织自由水氚、锶-90和铯-137活度浓度处于本底水平，其余人工 γ 放射性核素均未检出。

表4.6-8 红沿河核电基地周围生物监测结果

样品名称	监测地点	点位数/样品数	放射性核素活度浓度			
			组织自由水氚 (Bq/kg·鲜)	⁹⁰ Sr (Bq/kg·鲜)	¹³⁷ Cs ²⁾ (Bq/kg·鲜)	其余核素 ¹⁾
玉米	红沿河核电基地周围	1/1	0.15	0.045	0.13	ND
	对照点	1/1	0.14	0.047	0.031	ND
甘薯	红沿河核电基地周围	1/1	0.30	0.24	0.067	ND
	对照点	1/1	0.22	0.20	0.014	ND
苹果	红沿河核电基地周围	1/1	0.34	0.026	0.005	ND
	对照点	1/1	0.34	0.031	0.011	ND
松针	红沿河核电基地周围	1/1	0.71	/	0.046	ND
鸡肉	红沿河核电基地周围	1/1	/	/	0.045	ND
	对照点	1/1	/	/	0.044	ND
黄鱼肉	红沿河核电基地周围	1/1	0.38	0.066	0.059	ND
	对照点	1/1	0.38	0.064	0.051	ND
爬虾	红沿河核电基地周围	1/1	0.69	0.097	0.066	ND
	对照点	1/1	0.70	0.093	0.057	ND
红螺	红沿河核电基地周围	1/1	0.42	0.077	0.030	ND
	对照点	1/1	0.36	0.083	0.020	ND
石莼	红沿河核电基地周围	1/1	0.72	/	0.085	ND

注：1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。

2) 生物中¹³⁷Cs的监测采用放化分析。

4.7 宁德核电基地

4.7.1 空气吸收剂量率

宁德核电基地设有辐射环境监测系统，系统共设10个自动站，其中分布在核电基地周围10公里范围内共有8个自动站，在10公里范围外的三沙和福鼎各设1个自动站，点位分布见图4.7-1。2015年宁德核电基地周围自动站连续空气吸收剂量率监测结果见表4.7-1，累积剂量监测结果见表4.7-2。

监测结果表明，宁德核电基地周围10个自动站空气吸收剂量率排除降雨（雪）等自然因素的影响，与历年相比，无明显变化，按站点统计年均值范围为（76.1~118.6）nGy/h。

25公里范围内25个监测点累积剂量测得的空气吸收剂量率与历年相比，无明显变化，按点位统计年均值范围为（85.3~154.0）nGy/h。



■ 图 4.7-1 宁德核电基地周围自动站布点示意图

■ 表4.7-1 宁德核电基地周围自动站空气吸收剂量率监测结果

自动站名称	空气吸收剂量率 (nGy/h)		
	小时均值最小值	小时均值最大值	年均值
笪竺	104.7	187.2	111.1
小笪竺	91.6	158.8	98.7
秦屿	102.5	139.5	106.4
牛郎岗	112.5	156.2	118.6
柏洋小学	90.7	138.1	94.9
碇门	88.7	142.1	93.8
渔井	90.0	152.8	96.9
三沙	95.0	154.9	99.4
嵛山岛	67.7	156.5	76.1
福鼎	77.7	126.4	83.0

■ 表4.7-2 宁德核电基地周围累积剂量监测结果

监测地点	点位数	累积剂量测得的空气吸收剂量率 (nGy/h)		
		最小值	最大值	年均值
宁德核电基地周围	25	85.3	154.0	101.2

4.7.2 空气

2015年, 宁德核电基地周围气溶胶、沉降物、降水中氡、空气中氡化水和碳-14的监测结果见表4.7-3~表4.7-4和图4.7-2。

监测结果表明, 宁德核电基地周围气溶胶中总 α 和总 β 活度浓度与历年相比, 无明显变化; 人工 γ 放射性核素均未检出。

沉降物中总 α 和总 β 日沉降量与历年相比, 无明显变化; 人工 γ 放射性核素均未检出。

降水中氡活度浓度、空气中氡化水活度浓度和碳-14活度浓度与历年相比, 无明显变化。

■ 表4.7-3 宁德核电基地周围气溶胶监测结果

监测点位	n/m	总 α		n/m	总 β		n/m	放射性核素 ¹⁾	
		高于MDC样品 (mBq/m ³)			高于MDC样品 (mBq/m ³)			高于MDC样品 (mBq/m ³)	
		范围	均值		范围	均值		范围	均值
小笪笪 ²⁾	11/11	0.03~0.09	0.06	11/11	0.59~1.8	1.1	0/11	-	-
渔井	12/12	0.03~0.16	0.07	12/12	0.26~2.2	1.1	0/12	-	-
牛郎岗 ²⁾	9/9	0.05~0.09	0.07	9/9	0.72~1.8	1.0	0/9	-	-
福州 (对照点)	12/12	0.02~0.34	0.15	12/12	0.56~1.7	1.0	0/12	-	-

注: 1) 放射性核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。

2) 2015年12月, 小笪笪监测点的采样仪器故障; 2015年10月~12月, 牛郎岗监测点的采样仪器故障。

■ 表4.7-4 宁德核电基地周围沉降物监测结果

监测点位	n/m	总 α		n/m	总 β		n/m	放射性核素 ¹⁾	
		高于MDC样品 (Bq/m ² ·d)			高于MDC样品 (Bq/m ² ·d)			高于MDC样品 (Bq/m ² ·d)	
		范围	均值		范围	均值		范围	均值
小笪笪	3/3	0.04~0.06	0.04	3/3	0.06~0.14	0.10	0/3	-	-
渔井	4/4	0.05~0.11	0.08	4/4	0.11~0.55	0.27	0/4	-	-
牛郎岗	4/4	0.01~0.23	0.09	4/4	0.08~0.50	0.20	0/4	-	-
福州 (对照点)	4/4	0.09~0.16	0.13	4/4	0.17~0.42	0.27	0/4	-	-

注: 1) 放射性核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。



图 4.7-2 宁德核电基地周围空气中氘化水（HTO）、碳-14和降水氚监测结果

4.7.3 水体

2015年，宁德核电基地周围环境水体监测，陆地水环境包括：水库水和水库岸边沉积物、河水和河流岸边沉积物、井水，海洋水环境包括：核电厂液态流出物排放口附近海域海水、海域底泥和海滩涂潮间带土，监测结果见表4.7-5和图4.7-3～图4.7-4。

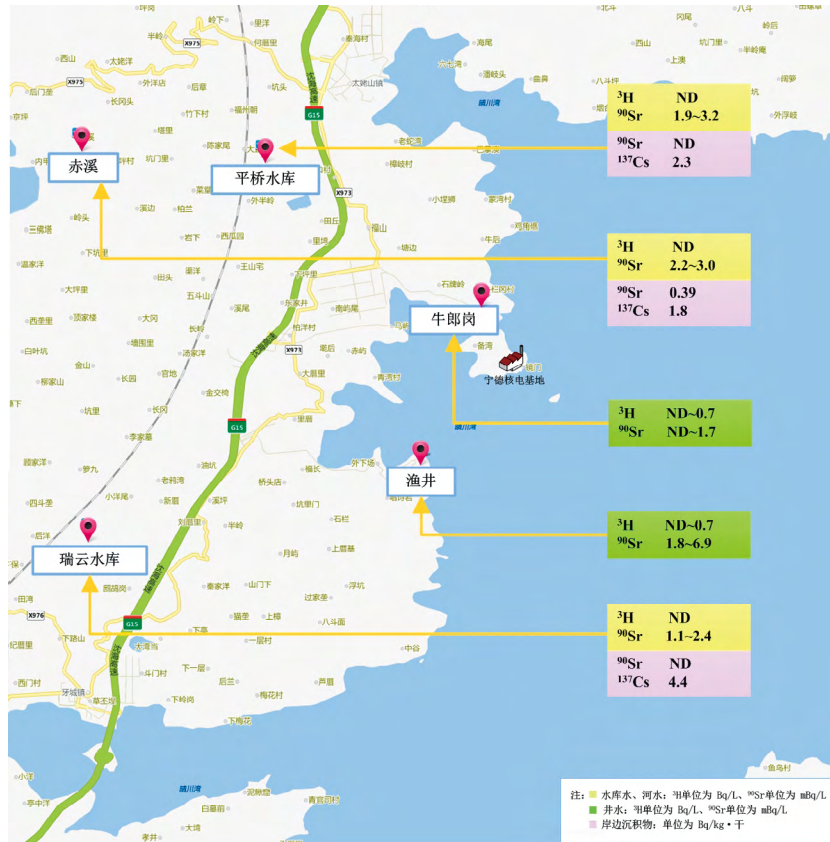
监测结果表明，宁德核电基地周围水库水、河水、井水中氚和铯-90活度浓度处于本底水平，人工 γ 放射性核素均未检出，其中水库水中总 α 和总 β 活度浓度低于《生活饮用水卫生标准》（GB 5749-2006）中规定的放射性指标指导值。水库和河流岸边沉积物中铯-90和铯-137活度浓度处于本底水平，其余人工 γ 放射性核素均未检出。

海水中铯-90和铯-137活度浓度处于本底水平，氚和其余人工 γ 放射性核素均未检出。海域底泥、潮间带土中铯-90和铯-137活度浓度处于本底水平，其余人工 γ 放射性核素均未检出。

■ 表4.7-5 宁德核电基地周围水库水监测结果

监测点位	总α		总β		⁹⁰ Sr		其余核素 ¹⁾					
	n/m	高于MDC样品 (Bq/L)		n/m	高于MDC样品 (Bq/L)		n/m	高于MDC样品 (mBq/L)				
		范围	均值		范围	均值		范围	均值			
太姥山 (长樟溪水库)	4/4	0.01~0.01	0.01	4/4	0.03~0.07	0.06	4/4	1.9~3.3	2.5	0/4	-	-
碇门 (瑞云水库)	1/4	-	0.01	4/4	0.03~0.10	0.07	4/4	1.1~2.4	1.9	0/4	-	-
塘坂水库 (对照点)	4/4	0.01~0.02	0.01	4/4	0.06~0.12	0.10	4/4	1.8~3.0	2.3	0/4	-	-

注：1) 其余核素包括³H及人工放射性核素⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁶⁵Zn、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹²⁴Sb、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等。



■ 图 4.7-3 宁德核电基地周围水库水、河水、井水和岸边沉积物监测结果分布示意图

(注：水库水、河水、井水中人工γ放射性核素⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁶⁵Zn、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹²⁴Sb、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等均未检出；岸边沉积物中其余人工γ放射性核素⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等均未检出。)

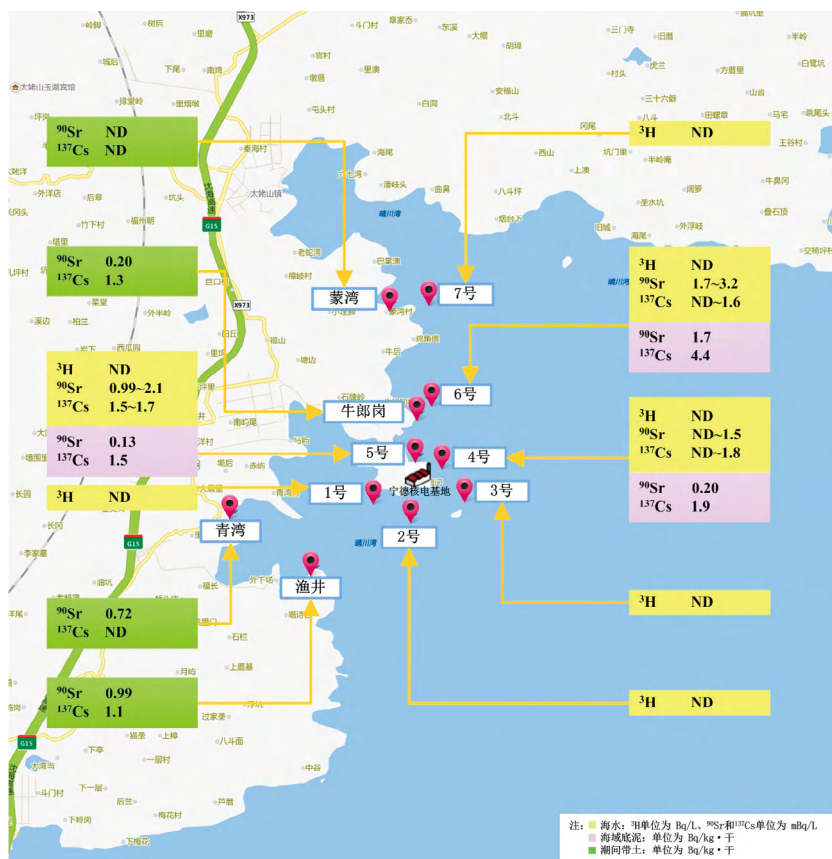


图 4.7-4 宁德核电基地周围海水、海域底泥和潮间带土监测结果

(注：海水中其余人工 γ 放射性核素⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁶⁵Zn、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹²⁴Sb、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等均未检出；海域底泥和潮间带土中其余人工 γ 放射性核素⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等均未检出。)

4.7.4 土壤

2015年，宁德核电基地周围土壤监测结果见图4.7-5。

监测结果表明，宁德核电基地周围土壤中锶-90和铯-137活度浓度处于本底水平，其余人工 γ 放射性核素均未检出。



图 4.7-5 宁德核电基地周围土壤监测结果
(注：土壤中其余人工 γ 放射性核素⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等均未检出。)

4.7.5 生物

2015年，宁德核电基地周围环境生物的监测，采集陆生植物包括叶菜、甘薯和松针，其中松针为指示生物；家畜为猪；海洋水生生物包括紫菜、牡蛎和弹涂鱼，其中牡蛎为指示生物，监测结果见表4.7-6。

监测结果表明，宁德核电基地周围陆生植物（叶菜、甘薯、松针）、家畜（猪肉）、海洋水生生物（紫菜、牡蛎和弹涂鱼肉）中组织自由水氚、锶-90和铯-137活度浓度处于本底水平，其余人工 γ 放射性核素均未检出；陆生植物（叶菜、甘薯、松针）和家畜（猪肉）中碳-14活度浓度处于本底水平。

表4.7-6 宁德核电基地周围生物监测结果

样品名称	监测地点	点位数/样品数	放射性核素活度浓度				
			组织自由水氚 (Bq/kg·鲜)	¹⁴ C (Bq/g·碳)	⁹⁰ Sr (Bq/kg·鲜)	¹³⁷ Cs (Bq/kg·鲜)	其余核素 ¹⁾
叶菜	宁德核电基地周围	1/1	ND	0.19	0.075	0.010	ND
甘薯	宁德核电基地周围	1/1	ND	0.24	0.011	ND	ND
松针	宁德核电基地周围	1/1	ND	0.23	3.8	0.024	ND
猪肉	宁德核电基地周围	1/1	0.75	0.23	0.010	0.058	ND
紫菜 ²⁾	宁德核电基地周围	2/2	0.40~0.54	/	0.14~0.38	ND	ND
弹涂鱼肉	宁德核电基地周围	2/2	ND~0.60	/	0.14~0.15	ND	ND
牡蛎	宁德核电基地周围	2/2	ND~0.60	/	0.069~0.098	0.013~0.014	ND

注：1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。

2) 紫菜样品，⁹⁰Sr和 γ 能谱分析的样品为干样，单位为Bq/kg·干。

4.8 福清核电基地

4.8.1 空气吸收剂量率

福清核电基地设有辐射环境监测系统，系统共设11个自动站，其中分布在核电基地周围10公里范围内共有5个自动站，在10公里范围外的东元、江镜、前华、高岭、下宅和黄岐各设1个自动站，点位分布见图4.8-1。2015年福清核电基地周围连续空气吸收剂量率监测结果见表4.8-1，累积剂量监测结果见表4.8-2。

监测结果表明，福清核电基地周围11个自动站空气吸收剂量率排除降雨（雪）等自然因素的影响，与历年相比，无明显变化，按站点统计年均值范围为（83.1~113.7）nGy/h。

30公里范围内33个监测点累积剂量测得的空气吸收剂量率处于当地天然本底水平，按点位统计年均值范围为（69.6~126.0）nGy/h。

■ 表4.8-1 福清核电基地周围自动站空气吸收剂量率监测结果

自动站名称	空气吸收剂量率（nGy/h）		
	小时均值最小值	小时均值最大值	年均值
赤礁	82.6	120.8	86.9
西山	78.0	114.8	83.1
北岭	80.0	130.5	85.1
前薛	79.0	113.5	84.9
东元	91.0	160.0	97.2
江镜	84.0	140.0	90.0
前华	97.2	142.4	100.8
高岭	99.0	146.0	104.9
下宅	101.0	151.0	110.1
小麦屿	89.0	122.0	96.2
黄岐	108.0	145.2	113.7

■ 表4.8-2 福清核电基地周围累积剂量监测结果

监测地点	点位数	累积剂量测得的空气吸收剂量率（nGy/h）		
		最小值	最大值	年均值
福清核电基地周围	33	69.6	126.0	94.8

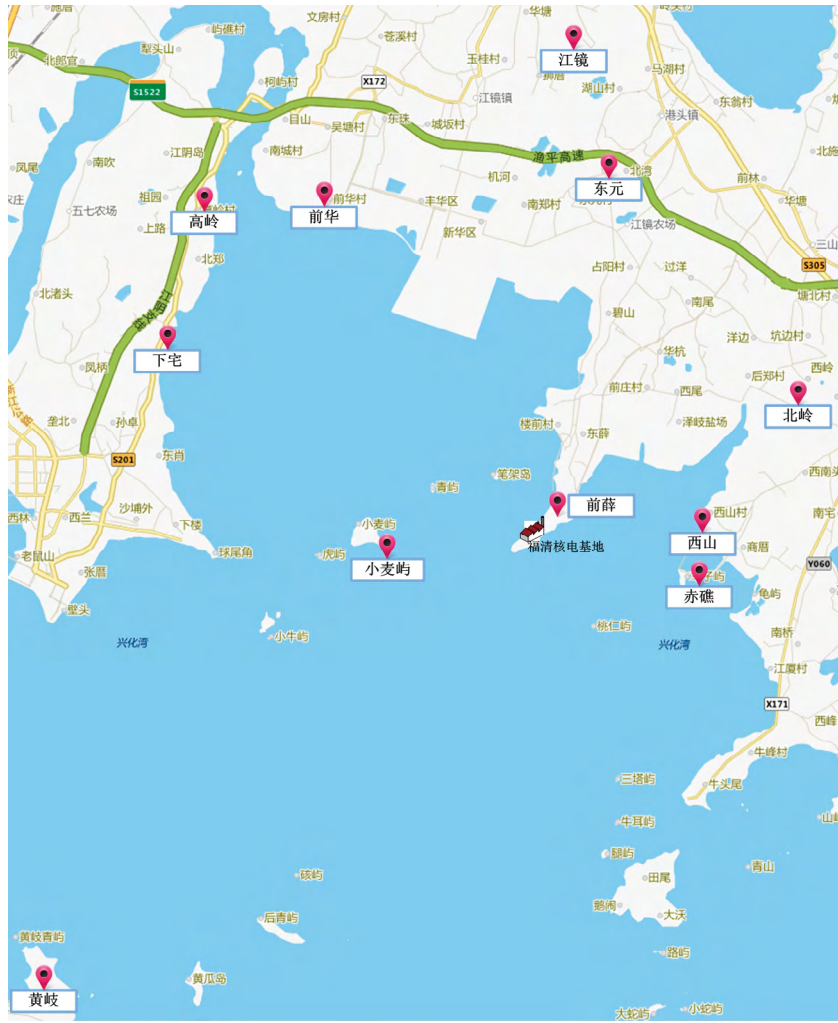


图 4.8-1 福清核电基地周围自动站布点示意图

4.8.2 空气

2015年,福清核电基地周围气溶胶、气态放射性碘同位素、沉降物、降水中氚、空气中氟化水和碳-14的监测结果见表4.8-3~表4.8-5和图4.8-2。

监测结果表明,福清核电基地周围气溶胶中总 α 和总 β 活度浓度处于本底水平,人工 γ 放射性核素均未检出。

空气中气态放射性碘-131和碘-133未检出。

沉降物中总 α 和总 β 日沉降量处于本底水平,人工 γ 放射性核素均未检出。

降水中氚活度浓度、空气中氟化水活度浓度和碳-14活度浓度处于本底水平。

■ 表4.8-3 福清核电基地周围气溶胶监测结果

监测点位	总 α			总 β			放射性核素 ¹⁾		
	n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)		n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)		n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)	
		范围	均值		范围	均值		范围	均值
前薛	8/8	0.06~0.10	0.08	8/8	0.39~1.6	0.99	0/8	-	-
东元	8/8	0.03~0.08	0.06	8/8	0.57~1.7	0.98	0/8	-	-
下宅	8/8	0.02~0.42	0.10	8/8	0.32~1.2	0.80	0/8	-	-
福州 (对照点)	12/12	0.02~0.34	0.15	12/12	0.56~1.7	1.0	0/12	-	-

注: 1) 放射性核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。

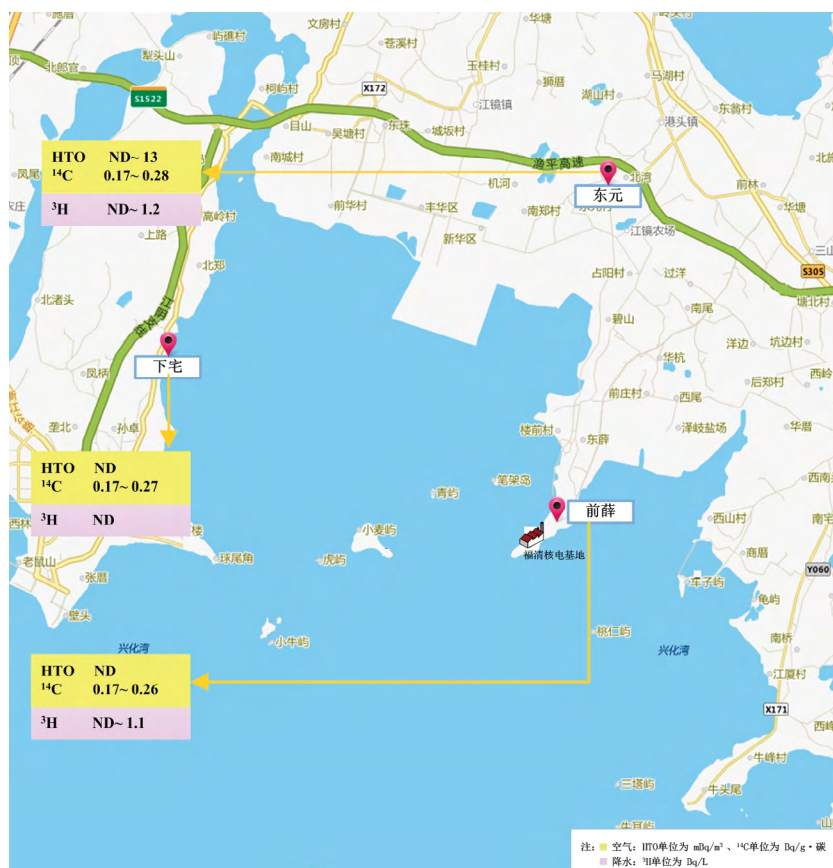
■ 表4.8-4 福清核电基地周围空气中气态放射性碘同位素监测结果

监测点位	¹³¹ I			¹³³ I		
	n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)		n/m	高于MDC样品 (mBq/m ³)	
		范围	均值		范围	均值
前薛	0/6	-	-	0/6	-	-
东元	0/6	-	-	0/6	-	-
下宅	0/6	-	-	0/6	-	-
福州(对照点)	0/8	-	-	0/8	-	-

■ 表4.8-5 福清核电基地周围沉降物监测结果

监测点位	总α				总β		放射性核素 ¹⁾			
	n/m	高于MDC样品 (Bq/m ² ·d)		n/m	高于MDC样品 (Bq/m ² ·d)		n/m	高于MDC样品 (Bq/m ² ·d)		
		范围	均值		范围	均值		范围	均值	
前薛	3/3	0.09~0.14	0.11	3/3	0.22~0.26	0.24	0/3	-	-	
东元	3/3	0.04~0.33	0.17	3/3	0.12~0.49	0.28	0/3	-	-	
下宅	3/3	0.07~0.19	0.11	3/3	0.26~0.43	0.33	0/3	-	-	
福州 (对照点)	4/4	0.09~0.16	0.13	4/4	0.17~0.42	0.27	0/4	-	-	

注: 1) 放射性核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等人工γ放射性核素。



■ 图 4.8-2 福清核电基地周围空气中氚化水 (HTO)、碳-14和降水氚监测结果

4.8.3 水体

2015年, 福清核电基地周围环境水体监测, 陆地水环境包括: 自来水(末梢水)、水库水和水库岸边沉积物、河水和河流岸边沉积物、井水, 海洋水环境包括: 核电厂液态流出物排放口附近海域海水、海域底泥和海滩涂潮间带土, 监测结果见表4.8-6和图4.8-3~图4.8-4。

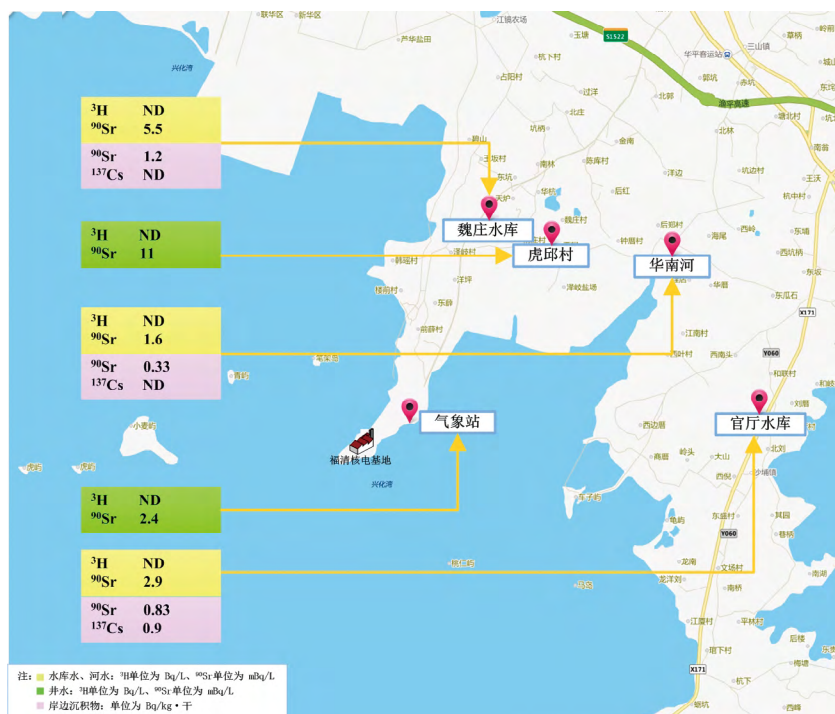
监测结果表明, 福清核电基地周围自来水(末梢水)、水库水、河水和井水中铈-90活度浓度处于本底水平, 氡和人工 γ 放射性核素均未检出, 其中自来水(末梢水)中总 α 和总 β 活度浓度低于《生活饮用水卫生标准》(GB 5749-2006)中规定的放射性指标指导值。水库和河流岸边沉积物中铈-90和铯-137活度浓度处于本底水平, 其余人工 γ 放射性核素均未检出。

海水中氡和铈-90活度浓度处于本底水平, 人工 γ 放射性核素均未检出。海域底泥和潮间带土中铈-90和铯-137活度浓度处于本底水平, 其余人工 γ 放射性核素均未检出。

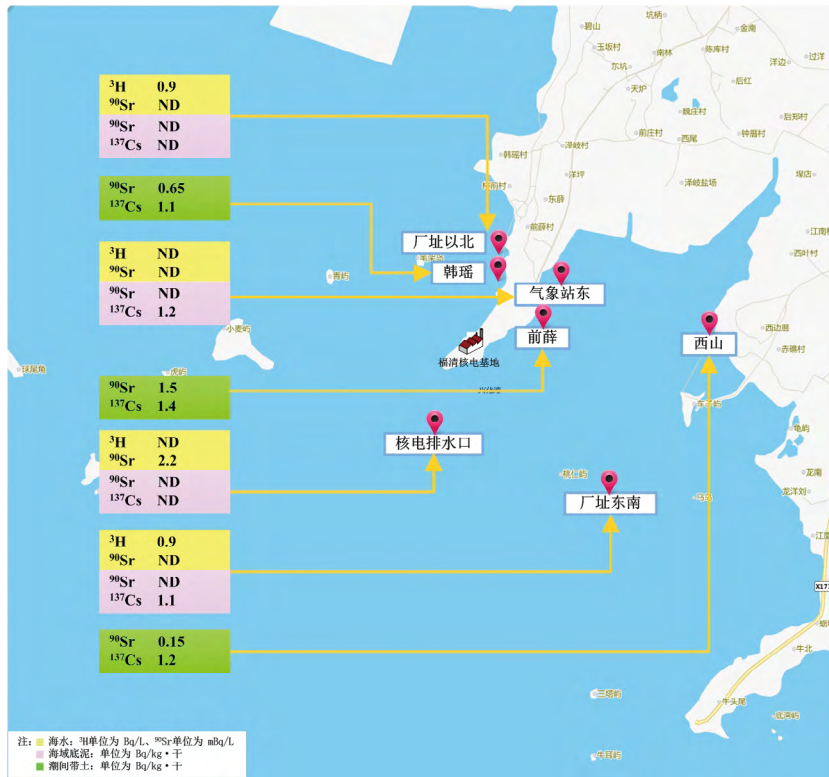
■ 表4.8-6 福清核电基地周围自来水(末梢水)监测结果

监测 点位	n/m	总 α		总 β		n/m	^{90}Sr		其余核素 ¹⁾			
		高于MDC样品 (Bq/L)		高于MDC样品 (Bq/L)			高于MDC样品 (mBq/L)		高于MDC样品 (mBq/L)			
		范围	均值	范围	均值		范围	均值	范围	均值		
前薛村	1/2	-	0.03	2/2	0.14~0.21	0.17	2/2	8.9~19	14	0/2	-	-
泽岐村	0/2	-	-	2/2	0.10~0.29	0.19	2/2	7.1~8.8	7.9	0/2	-	-

注: 1) 其余核素包括 ^3H 及人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等。



■ 图 4.8-3 福清核电基地周围水库水、河水、岸边沉积物和井水监测结果
 (注：水库水、河水和井水中人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出；岸边沉积物中其余人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出。)



■ 图 4.8-4 福清核电基地周围海水、海域底泥和潮间带土监测结果

(注：海水中人工γ放射性核素⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁶⁵Zn、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹²⁴Sb、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等均未检出；海域底泥和潮间带土中其余人工γ放射性核素⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等均未检出。)

4.8.4 土壤

2015年，福清核电基地周围土壤监测结果见图4.8-5。

监测结果表明，福清核电基地周围土壤中锶-90和铯-137活度浓度处于本底水平，其余人工γ放射性核素均未检出。

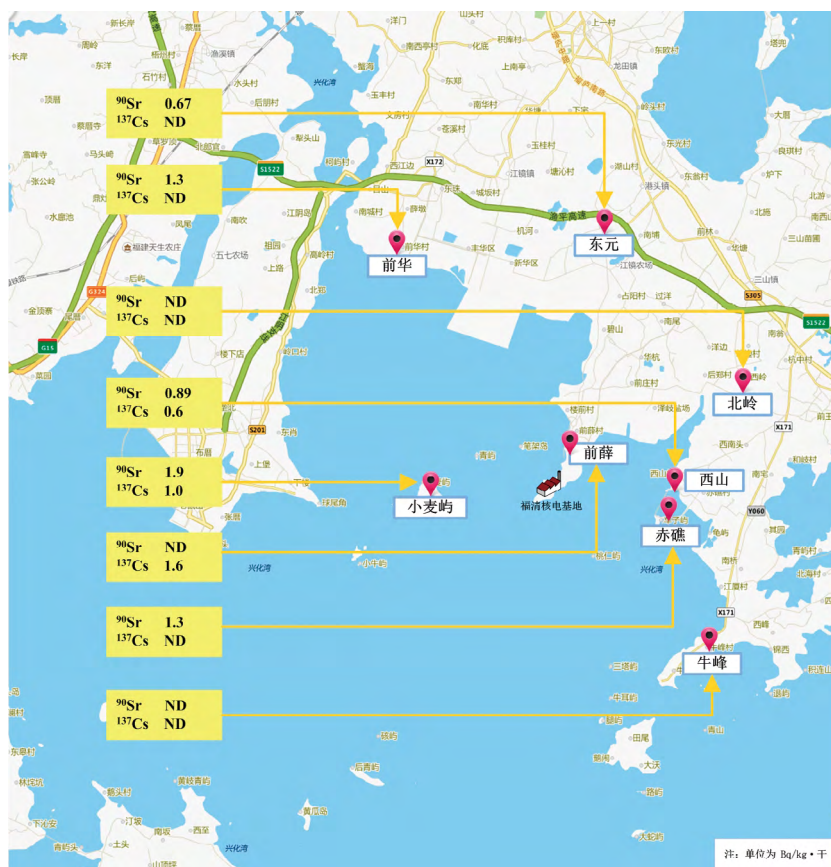


图 4.8-5 福清核电基地周围土壤监测结果
(注: 土壤中其余人工 γ 放射性核素 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 ^{110m}Ag 、 ^{134}Cs 、 ^{144}Ce 等均未检出。)

4.8.5 生物

2015年, 福清核电基地周围环境生物的监测, 采集陆生植物包括叶菜、甘薯和松针, 其中松针为指示生物; 家畜为猪; 奶制品为牛奶(原奶); 海洋水生生物包括鲈鱼、基围虾、章鱼、紫菜和牡蛎, 其中牡蛎为指示生物, 监测结果见表4.8-7~表4.8-8。

监测结果表明, 福清核电基地周围陆生植物(叶菜、甘薯和松针)、家畜(猪肉)中组织自由水氚、碳-14、锶-90和铯-137活度浓度处于本底水平, 其余人工 γ 放射性核素均未检出。牛奶中锶-90活度浓度处于本底水平, 碘-131未检出。

海洋水生生物(鲈鱼肉、基围虾、章鱼肉、紫菜和牡蛎)中组织自由水氚、锶-90和铯-137活度浓度处于本底水平, 其余人工 γ 放射性核素均未检出。

表4.8-7 福清核电基地周围陆生生物监测结果

样品名称	监测地点	点位数/样品数	放射性核素活度浓度				其余核素 ¹⁾
			组织自由水汽 (Bq/kg·鲜)	¹⁴ C (Bq/g·碳)	⁹⁰ Sr (Bq/kg·鲜)	¹³⁷ Cs (Bq/kg·鲜)	
叶菜	福清核电基地周围	1/1	ND	0.19	0.040	ND	ND
	对照点	1/1	ND	0.20	0.088	ND	ND
松针	福清核电基地周围	1/1	0.23	0.19	0.62	ND	ND
	对照点	1/1	ND	0.25	0.69	ND	ND
甘薯	福清核电基地周围	1/1	ND	0.26	0.12	ND	ND
	对照点	1/1	ND	0.23	0.20	ND	ND
猪肉	福清核电基地周围	1/1	ND	0.26	ND	0.11	ND
	对照点	1/1	ND	0.19	ND	0.13	ND
牛奶 ²⁾	福清核电基地周围	1/1	/	/	0.014	/	/
	对照点	1/1	/	/	0.012	/	/

注：1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。

2) 牛奶中放射性核素活度浓度的单位为Bq/L；牛奶中¹³¹I未检出，未列入表格。

表4.8-8 福清核电基地周围海洋生物监测结果

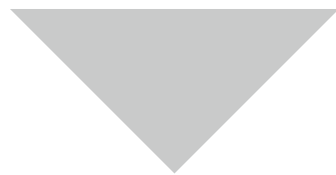
样品名称	监测地点	点位数/样品数	放射性核素活度浓度				其余核素 ¹⁾
			组织自由水汽 (Bq/kg·鲜)	⁹⁰ Sr (Bq/kg·鲜)	¹³⁷ Cs (Bq/kg·鲜)		
鲈鱼肉	福清核电基地周围	1/1	ND	0.023	0.10	ND	
	对照点	1/1	ND	ND	0.060	ND	
基围虾	福清核电基地周围	1/1	ND	ND	ND	ND	
	对照点	1/1	ND	0.004	ND	ND	
章鱼肉	福清核电基地周围	1/1	ND	ND	ND	ND	
	对照点	1/1	ND	ND	ND	ND	
紫菜 ²⁾	福清核电基地周围	1/1	0.34	ND	ND	ND	
	对照点	1/1	ND	ND	ND	ND	
牡蛎	福清核电基地周围	1/1	ND	0.021	ND	ND	
	对照点	1/1	ND	0.005	ND	ND	

注：1) 其余核素包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹⁴⁴Ce等人工 γ 放射性核素。

2) 紫菜样品，⁹⁰Sr和 γ 能谱分析的样品为干样，单位为Bq/kg·干。



附录



附录1 监测方案

附录1.1 监测概况

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和碘化钠晶体，可连续监测环境空气吸收剂量率并识别核素。此外，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仪，采样流量为 $10\sim 16\text{m}^3/\text{min}$ ；另一类自动站配备有大流量气溶胶采样仪，采样流量约为 $1\text{m}^3/\text{min}$ 左右。两类自动站均连续采样，每个样品的采样量大于 10000m^3 ，取样后进行实验室分析。

空气中气态放射性碘同位素的监测，主要通过自动站配备的气碘采样仪进行采样，用纤维滤膜收集空气中的微粒碘，用活性炭滤盒收集空气中无机碘和有机碘，采样流量为 $20\sim 200\text{L}/\text{min}$ ，连续采样，每个样品的采样量大于 100m^3 ，取样后对活性炭滤盒中的样品进行实验室分析。

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仪，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，取样后进行实验室分析。

空气中氟化水的监测，采用冷冻法采样，将待测气流引入冷阱中，气流中的氟化水蒸气就在冷阱中凝结下来，供分析之用。连续采样，取样后进行实验室分析。

空气中碳-14的监测，采用碱液吸收法采样，将空气中的碳-14以二氧化碳的形式被碱溶液捕集，被吸收的二氧化碳以碳酸钙淀析出，供分析之用。连续采样，取样后进行实验室分析。

（3）水体监测

包括陆地水体监测和海洋水体监测，陆地水体包括江河水、湖泊和水库水、池塘水、自来水出厂水、自来水末梢水和岸边沉积物。海洋水体包括海水、海底泥、海滩涂潮间带土和潮下带土。

（4）土壤监测

一般采集表层0~10cm的土壤样品。

（5）生物监测

采集的生物样品经洗净与整理除去不可食部分后，根据监测项目的类别采用不同的前处理方法。其中氚的监测采用冷冻干燥机提取组织自由水后，经蒸馏纯化后供分析，采用氧化燃烧装置，将生物干样中有机结合氚氧化生成氚化水蒸气，经冷凝纯化后供分析；碳-14的监测采用烘干、氧弹燃烧；铯-90和 γ 能谱分析采用烘干、炭化与灰化，考虑到铯-90进入动物组织后，容易蓄积于动物骨内，可采取肉和骨分离，对骨开展铯-90监测。

（6）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1.7~2m处的综合场强。

附录1.2 全国辐射环境质量监测方案

2015年全国辐射环境质量监测方案见附表1-1。

■ 附表1-1 全国辐射环境质量监测方案

监测对象		监测项目	监测（采样）频次
空气吸收剂量率		连续空气吸收剂量率 ¹⁾	连续
		累积剂量	累积样/季
空气	气溶胶	γ 能谱分析 ²⁾ 、 ²¹⁰ Pb ³⁾ 、 ²¹⁰ Po ³⁾ 、 ⁹⁰ Sr	1次/月
	气碘	¹²⁵ I、 ¹³¹ I	1次/月
	沉降物	γ 能谱分析 ²⁾ 、 ⁹⁰ Sr	累积样/季
	降水	³ H	1次/季
	水汽	HTO	1次/年
水	江河水、湖泊水、水库水	总 α 、总 β 、U、Th、 ²²⁶ Ra、 ⁹⁰ Sr、 ¹³⁷ Cs	1次/半年 (枯、平水期各1次)
	饮用水水源地水	总 α 、总 β 、U、Th、 ²²⁶ Ra、 ⁹⁰ Sr、 ¹³⁷ Cs	1次/半年
	地下水	总 α 、总 β 、U、Th、 ²²⁶ Ra	1次/年
	海水	U、Th、 ²²⁶ Ra、 ⁹⁰ Sr、 ¹³⁷ Cs	1次/年
海洋生物		γ 能谱分析 ²⁾ 、 ⁹⁰ Sr	1次/年
土壤		γ 能谱分析 ²⁾	1次/年
电磁辐射		综合电场强度	1次/年

注：1) 全国辐射环境质量监测自动站配备的探测器主要为高压电离室，其中分布在直辖市、省会城市和青岛市的32个自动站还配备有自动气象观测装置、超大流量气溶胶采样仪、气碘采样仪、干湿沉降采样仪。

2) 气溶胶和沉降物 γ 能谱分析包括：⁷Be、⁴⁰K、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs等核素；海洋生物 γ 能谱分析包括¹³⁷Cs等核素；土壤 γ 能谱分析包括²³⁸U、²³²Th、²²⁶Ra、⁴⁰K、¹³⁷Cs等核素。

3) 气溶胶中²¹⁰Pb、²¹⁰Po的监测仪配备有超大流量气溶胶采样仪的自动站开展。

附录1.3 秦山核电基地周围环境监督性监测方案

秦山核电基地周围环境监督性监测方案见附表1-2。

■ 附表1-2 秦山核电基地周围辐射环境监督性监测方案

监测对象		监测项目 ³⁾	监测点位数 a(b) ⁴⁾	监测(采样) 频 次
空气吸收剂量率 ¹⁾		连续空气吸收剂量率	9(0)	连 续
		累积剂量	29(0)	累积样/季
空气	气溶胶 ²⁾	总α、总β、γ能谱分析	3(1)	1次/月
	气碘	¹³¹ I、 ¹³³ I	1(0)	1次/季
	沉降物 ²⁾	总α、总β、 ⁹⁰ Sr、γ能谱分析	3(1)	累积样/季
	降水	³ H	3(1)	累积样/月
	水汽	HTO	3(1)	累积样/月
	二氧化碳	¹⁴ C	3(1)	1次/月
水体	河水	总α、总β、 ³ H、 ⁹⁰ Sr、γ能谱分析	1(1)	1次/季
	井水	总α、总β、 ³ H、 ⁹⁰ Sr、γ能谱分析	3(0)	1次/季
	池塘水	³ H、 ⁹⁰ Sr、γ能谱分析	2(1)	1次/季
	池塘岸边沉积物	⁹⁰ Sr、γ能谱分析	2(1)	1次/年
	海水	³ H、 ⁹⁰ Sr、γ能谱分析	3(1)	1次/半年
	潮间带土	⁹⁰ Sr、γ能谱分析	2(1)	1次/年
	海域底泥	⁹⁰ Sr、γ能谱分析	3(1)	1次/年
	土壤	⁹⁰ Sr、γ能谱分析	5(1)	1次/年
生物	大米、叶菜、茶叶	组织自由水氚、 ¹⁴ C、 ⁹⁰ Sr、γ能谱分析	2(1)	1次/年
	鸡肉、羊肉	γ能谱分析	1(1)	1次/年
	鸡骨、羊骨	⁹⁰ Sr	1(1)	1次/年
	牛奶	¹³¹ I、 ⁹⁰ Sr、γ能谱分析(¹³⁷ Cs)	1(1)	1次/半年
	鲢鱼肉	组织自由水氚、 ¹⁴ C、γ能谱分析	1(1)	1次/年
	鲢鱼骨	⁹⁰ Sr	1(1)	1次/年
	松针 ⁵⁾	组织自由水氚、 ⁹⁰ Sr、γ能谱分析	2(1)	1次/年
	牡蛎 ⁵⁾	组织自由水氚、 ⁹⁰ Sr γ能谱分析	2(1) 4(1)	1次/年 1次/年

注：1) 自动站均配备高压电离室探测器，其中秦山镇、夏家湾和杨柳村3个自动站还配备有自动气象观测装置。

2) 气溶胶监测采用大流量气溶胶采样仪采样；沉降物监测采用收集面积为0.28m²的不锈钢采样桶湿法采样。

3) 气溶胶和沉降物γ能谱分析包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等核素；岸边沉积物、潮间带土、底泥、土壤和生物γ能谱分析包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等核素；水γ能谱分析包括⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁶⁵Zn、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹²⁴Sb、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等核素。

4) “a(b)”中a为秦山核电基地周围监测点位数，b为对照点点位数。

5) 松针和牡蛎为指示生物。

附录1.4 大亚湾核电基地周围环境监督性监测方案

大亚湾核电基地周围环境监督性监测方案见附表1-3。

■ 附表1-3 大亚湾核电基地周围辐射环境监督性监测方案

监测对象		监测项目 ³⁾	监测点位数 a(b) ⁴⁾	监测(采样) 频 次
空气吸收剂量率 ¹⁾		连续空气吸收剂量率	10(0)	连续
		累积剂量	25(0)	1次/季
空气	气溶胶 ²⁾	总 α 、总 β 、 γ 能谱分析	2(1)	1次/月
	气碘	^{131}I 、 ^{133}I	2(1)	1次/月
	沉降物 ²⁾	总 α 、总 β 、 γ 能谱分析	2(1)	累积样/季
		^{90}Sr	2(1)	累积样/年
	降水	^3H	2(1)	累积样/季
	水汽	HTO	2(1)	1次/月
	二氧化碳	^{14}C	2(1)	1次/月
水体	饮用水	总 α 、总 β 、 ^3H 、 γ 能谱分析	2(1)	1次/季
	水库水	^3H 、 γ 能谱分析	2(1)	1次/半年
	井水	^3H 、 γ 能谱分析	2(1)	1次/半年
	海水	^{90}Sr 、 γ 能谱分析	5(1)	1次/半年
		^3H	11(1)	1次/半年
	潮间带土	^{90}Sr 、 γ 能谱分析	2(1)	1次/年
	海域底泥	^{90}Sr 、 γ 能谱分析	4(1)	1次/年
土壤	^{90}Sr 、 γ 能谱分析	3(1)	1次/年	
生物	叶菜、鸡肉、淡水鱼肉 草 ⁵⁾	γ 能谱分析	1(1)	1次/年
		有机结合氚、 ^{14}C	1(1)	1次/年
		^{90}Sr	2(0)	1次/年
	松针 ⁵⁾	γ 能谱分析	2(1)	1次/年
		有机结合氚、 ^{14}C	1(0)	1次/年
		^{90}Sr 、 γ 能谱分析	2(0)	1次/年
	马尾藻 ⁵⁾	γ 能谱分析	5(0)	1次/年
	牡蛎 ⁵⁾	有机结合氚	1(0)	1次/年
		γ 能谱分析	2(0)	1次/年
	贻贝	γ 能谱分析	1(0)	1次/年

注：1) 自动站均配备高压电离室探测器和雨量观测装置。

2) 气溶胶监测采用2台大流量气溶胶采样仪同时采样；沉降物监测采用干湿沉降采样仪采样，大坑和鹏城监测点的收集面积分别为0.57m²和0.79m²。

3) 气溶胶和沉降物 γ 能谱分析项目为 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等放射性核素；潮间带土、底泥、土壤和生物 γ 能谱分析项目为 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等放射性核素；水 γ 能谱分析项目为 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等放射性核素。

4) “a(b)”中a为大亚湾核电基地周围监测点位数，b为对照点点位数。

5) 草、松针、马尾藻和牡蛎为指示生物。

附录1.5 阳江核电基地周围环境监督性监测方案

阳江核电基地周围环境监督性监测方案见附表1-4。

■ 附表1-4 阳江核电基地周围辐射环境监督性监测方案

监测对象		监测项目 ³⁾	监测点位数 a(b) ⁴⁾	监测(采样) 频次
空气吸收剂量率 ¹⁾		连续空气吸收剂量率	9(0)	连续
		累积剂量	24(0)	1次/季
空气	气溶胶 ²⁾	总 α 、总 β 、 γ 能谱分析	2(1)	1次/月
	气碘	¹³¹ I、 ¹³³ I	2(1)	1次/月
	沉降物 ²⁾	总 α 、总 β 、 γ 能谱分析	2(1)	累积样/季
		⁹⁰ Sr	2(1)	累积样/年
	降水	³ H	2(1)	累积样/季
	水汽	HTO	2(1)	1次/月
	二氧化碳	¹⁴ C	2(1)	1次/月
水体	饮用水	总 α 、总 β 、 ³ H、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	2(1)	1次/季
	水库水、河水	³ H、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	2(1)	1次/半年
	井水	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/半年
		³ H	2(1)	1次/季 ⁵⁾
	水库/河流岸边沉积物	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	2(1)	1次/年
	海水	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	4(1)	1次/半年
		³ H	12(1)	1次/半年
	潮下带土	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	4(1)	1次/年
	土壤	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	3(1)	1次/半年
	生物	叶菜	γ 能谱分析	3(1)
甘薯、稻谷		γ 能谱分析	2(1)	1次/半年
荔枝、鸡肉		γ 能谱分析	2(1)	1次/年
草 ⁶⁾ 、松针 ⁶⁾		⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	3(1)	1次/半年
石莼		有机结合氚、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	2(1)	1次/年
养殖海鱼肉		有机结合氚、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/半年
野生海鱼肉、 东方对虾、贻贝、 牡蛎 ⁶⁾ 、红螺		有机结合氚、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	2(1)	1次/半年

注：1) 自动站均配备高压电离室和碘化钠晶体探测器，自动气象观测装置。

2) 气溶胶监测采用大流量气溶胶采样仪采样，其中允泊自动站还配备有超大流量气溶胶采样仪。沉降物监测采用干湿沉降采样仪采样，收集面积为0.25m²。

3) 气溶胶和沉降物 γ 能谱分析项目为⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素；岸边沉积物、潮下带土、土壤和生物 γ 能谱分析项目为⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素；水 γ 能谱分析项目为⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁶⁵Zn、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹²⁴Sb、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素。

4) “a(b)”中a为阳江核电基地周围监测点位数，b为对照点点位数。

5) 对照点井水中氚的监测频次为1次/半年。

6) 草、松针和牡蛎为指示生物。

附录1.6 田湾核电基地周围环境监督性监测方案

田湾核电基地周围环境监督性监测方案见附表1-5。

■ 附表1-5 田湾核电基地周围辐射环境监督性监测方案

监测对象		监测项目 ³⁾	监测点位数 a(b) ⁴⁾	监测(采样) 频 次
空气吸收剂量率 ¹⁾		连续空气吸收剂量率	10(0)	连续
		累积剂量	29(0)	1次/季
空气	气溶胶 ²⁾	总 α 、总 β 、 γ 能谱分析	1(0)	1次/月
		γ 能谱分析	2(1)	1次/月
	气碘	¹³¹ I、 ¹³³ I	1(0)	1次/月
	沉降物 ²⁾	总 α 、总 β 、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	3(1)	累积样/季
	降水	³ H	3(1)	累积样/季
	水汽	HTO	1(0)	1次/月
	二氧化碳	¹⁴ C	1(0)	1次/月
水体	饮用水	总 α 、总 β 、 ³ H、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/季
	水库水、河水	³ H、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	2(1)	1次/半年
	井水	³ H、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	2(1)	1次/半年
	水库/河流/底泥	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	2(0)	1次/年
	海水	³ H、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	4(1)	1次/半年
	潮间带土	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	2(0)	1次/年
	海域底泥	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	3(1)	1次/年
	土壤	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	8(2)	1次/年
生物	小麦、叶菜	有机结合氚、 ¹⁴ C、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/年
	大米	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(0)	1次/年
	茶叶 ⁵⁾ 、松针 ⁵⁾	有机结合氚、 ¹⁴ C、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(0)	1次/年
	淡水鱼、猪肉、鸡肉	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/年
	牛奶	⁹⁰ Sr、 ¹³¹ I	1(0)	1次/半年
	海鱼肉	有机结合氚、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/年
	海虾	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/年
	花蚬 ⁵⁾	有机结合氚、 ¹⁴ C、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(0)	1次/年
	牡蛎 ⁵⁾	有机结合氚、 ¹⁴ C、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	2(0)	1次/年
	紫菜	有机结合氚、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/年

注：1) 自动站均配备高压电离室探测器，其中厂前区、高公岛、宿城和中云4个自动站还配备有溴化镭晶体探测器和自动气象测量装置。

2) 气溶胶监测，中云自动站采用超大流量气溶胶采样仪采用，其余自动站采用大流量气溶胶采样仪采样。沉降物监测采用干湿沉降采样仪采样，收集面积为0.28m²。

3) 气溶胶和沉降物 γ 能谱分析项目为⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素；潮间带土、底泥、土壤和生物 γ 能谱分析项目为⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素；水 γ 能谱分析项目为⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁶⁵Zn、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹²⁴Sb、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素。

4) “a(b)”中a为田湾核电基地周围监测点位数，b为对照点位数。

5) 茶叶、松针、牡蛎和花蚬为指示生物。

附录1.7 红沿河核电基地周围环境监督性监测方案

红沿河核电基地周围环境监督性监测方案见附表1-6。

■ 附表1-6 红沿河核电基地周围辐射环境监督性监测方案

监测对象		监测项目 ³⁾	监测点位数 a(b) ⁴⁾	监测(采样) 频次
空气吸收剂量率 ¹⁾		连续空气吸收剂量率	8(0)	连续
		累积剂量	23(0)	1次/季
空气	气溶胶 ²⁾	总 α 、总 β 、 γ 能谱分析	2(1)	1次/月
	气碘	¹³¹ I、 ¹³³ I	2(1)	1次/月
	沉降物 ²⁾	总 α 、总 β 、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	2(1)	累积样/季
	降水	³ H	2(1)	累积样/月
	水汽	HTO	2(1)	1次/月
	二氧化碳	¹⁴ C	2(1)	1次/月
水体	水库水	³ H、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/半年
	井水	³ H、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/半年
		总 α 、总 β 、 ³ H、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/季
	水库岸边沉积物、底泥	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/年
	海水	³ H、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/半年
	海域底泥、潮间带土	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	3(1)	1次/年
	土壤	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	7(1)	1次/年
生物	鸡肉	¹³⁷ Cs、 γ 能谱分析	1(1)	1次/年
	甘薯、玉米、苹果、黄 鱼肉、爬虾、红螺	组织自由水氚、 ⁹⁰ Sr、 ¹³⁷ Cs、 γ 能谱分析	1(1)	1次/年
	松针 ⁵⁾ 、石莼 ⁵⁾	组织自由水氚、 ¹³⁷ Cs、 γ 能谱分析	1(0)	1次/年

注：1) 自动站均配备高压电离室和碘化钠晶体探测器，自动气象观测装置。

2) 气溶胶监测采用大流量气溶胶采样仪采样，其中老渔窝自动站还配备有超大流量气溶胶采样仪。沉降物监测采用干湿沉降采样仪采样，收集面积为0.28m²。

3) 气溶胶和沉降物 γ 能谱分析项目为⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素；岸边沉积物、潮间带土、底泥、土壤和生物 γ 能谱分析项目为⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素；水 γ 能谱分析项目为⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁶⁵Zn、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹²⁴Sb、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素。

4) “a(b)”中a为红沿河核电基地周围监测点位数，b为对照点点位数。

5) 松针和石莼为指示生物。

附录1.8 宁德核电基地周围环境监督性监测方案

宁德核电基地周围环境监督性监测方案见附表1-7。

■ 附表1-7 宁德核电基地周围辐射环境监督性监测方案

监测对象		监测项目 ³⁾	监测点位数 a(b) ⁴⁾	监测(采样) 频次
空气吸收剂量率 ¹⁾		连续空气吸收剂量率	10(0)	连续
		累积剂量	25(0)	1次/季
空气	气溶胶 ²⁾	总 α 、总 β 、 γ 能谱分析	3(1)	1次/月
	沉降物 ²⁾	总 α 、总 β 、 γ 能谱分析	3(1)	累积样/季
	降水	^3H	3(1)	累积样/月
	水汽	HTO	3(1)	1次/月
	二氧化碳	^{14}C	3(1)	1次/月
水体	水库水	总 α 、总 β 、 ^3H 、 ^{90}Sr 、 γ 能谱分析	2(1)	1次/季
	水库水、河水	^3H 、 ^{90}Sr 、 γ 能谱分析	3(1)	1次/半年
	井水	^3H 、 ^{90}Sr 、 γ 能谱分析	2(1)	1次/半年
	水库、河流岸边沉积物	^{90}Sr 、 γ 能谱分析	3(1)	1次/年
	海水	^{90}Sr 、 γ 能谱分析	3(1)	1次/半年
		^3H	7(1)	1次/半年
	潮间带土	^{90}Sr 、 γ 能谱分析	4(1)	1次/年
	海域底泥	^{90}Sr 、 γ 能谱分析	3(1)	1次/年
	土壤	^{90}Sr 、 γ 能谱分析	8(1)	1次/年
生物	叶菜、甘薯、 松针 ⁵⁾ 、猪肉	组织自由水氚、 ^{14}C 、 ^{90}Sr 、 γ 能谱分析	1(0)	1次/年
	紫菜、弹涂鱼肉、 牡蛎 ⁵⁾	组织自由水氚、 ^{90}Sr 、 γ 能谱分析	2(0)	1次/年

注：1) 自动站均配备高压电离室和碘化钠晶体探测器，自动气象观测装置。

2) 气溶胶监测，小箕笕和牛郎岗自动站采用大流量气溶胶采样仪采样，渔井自动站采用超大流量气溶胶采样仪采样。沉降物监测采用干湿沉降采样仪采样，收集面积为0.28m²。

3) 气溶胶和沉降物 γ 能谱分析项目为 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 ^{131}I 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等放射性核素；岸边沉积物、潮间带土、底泥、土壤和生物 γ 能谱分析项目为 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等放射性核素；水 γ 能谱分析项目为 ^{54}Mn 、 ^{58}Co 、 ^{60}Co 、 ^{65}Zn 、 ^{95}Zr 、 $^{110\text{m}}\text{Ag}$ 、 ^{124}Sb 、 ^{134}Cs 、 ^{137}Cs 、 ^{144}Ce 等放射性核素。

4) “a(b)”中a为宁德核电基地周围监测点位数，b为对照点点位数。

5) 松针和牡蛎为指示生物。

附录1.9 福清核电基地周围环境监督性监测方案

福清核电基地周围环境监督性监测方案见附表1-8。

■ 附表1-8 福清核电基地周围辐射环境监督性监测方案

监测对象		监测项目 ³⁾	监测点位数 a(b) ⁴⁾	监测(采样) 频次
空气吸收剂量率 ¹⁾		连续空气吸收剂量率	11(0)	连续
		累积剂量	37(0)	1次/季
空气	气溶胶 ²⁾	总 α 、总 β 、 γ 能谱分析	3(1)	1次/月
	气碘	¹³¹ I、 ¹³³ I	3(1)	1次/月
	沉降物 ²⁾	总 α 、总 β 、 γ 能谱分析	3(1)	累积样/季
	降水	³ H	3(1)	累积样/月
	水汽	HTO	3(1)	1次/月
	二氧化碳	¹⁴ C	3(1)	1次/月
水体	饮用水	总 α 、总 β 、 ³ H、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	2(0)	1次/季
	水库水、河水	³ H、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	3(1)	1次/半年
	井水	³ H、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	2(1)	1次/半年
	水库、河流岸边沉积物	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	3(1)	1次/年
	海水	³ H、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	4(1)	1次/半年
	潮间带土	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	3(1)	1次/年
	海域底泥	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	4(1)	1次/年
	土壤	⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	8(1)	1次/年
生物	叶菜、甘薯、 松针 ⁵⁾ 、猪肉	组织自由水氚、 ¹⁴ C、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/年
	牛奶	⁹⁰ Sr、 ¹³¹ I	1(1)	1次/半年
	紫菜、鲈鱼肉、章鱼 肉、基围虾、牡蛎 ⁵⁾	组织自由水氚、 ⁹⁰ Sr、 γ 能谱分析	1(1)	1次/年

注：1) 自动站均配备高压电离室和碘化钠晶体探测器，自动气象观测装置。

2) 气溶胶监测，东元和下宅自动站采用大流量气溶胶采样仪采样，前薛自动站采用超大流量气溶胶采样仪采样。

3) 气溶胶和沉降物 γ 能谱分析项目为⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、¹³¹I、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素；岸边沉积物、潮间带土、底泥、土壤和生物 γ 能谱分析项目为⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素；水 γ 能谱分析项目为⁵⁴Mn、⁵⁸Co、⁶⁰Co、⁶⁵Zn、⁹⁵Zr、^{110m}Ag、¹²⁴Sb、¹³⁴Cs、¹³⁷Cs、¹⁴⁴Ce等放射性核素。

4) “a(b)”中a为福清核电基地周围监测点位数，b为对照点点位数。

5) 松针和牡蛎为指示生物。

附录2 监测方法、测量仪器和最小可探测浓度

环境辐射监测方法采用最新有效的国家标准和行业标准，各项的监测方法和测量仪器见附表2-1、最小可探测浓度见附表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	测量仪器
空气吸收剂量率	连续监测	《环境地表 γ 辐射剂量率测定规范》(GB/T 14583-1993)	高压电离室
	累积测量	《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	气溶胶、沉降物、水	《水中总 α 放射性浓度的测定 厚源法》(EJ/T 1075-1998)、 《水中总 β 放射性测定 蒸发法》(EJ/T 900-1994)	低本底 α/β 测量装置
氡	空气、降水、水	《水中氡的分析方法》(GB 12375-1990)	低本底液闪谱仪
组织自由水氡	生物	《水中氡的分析方法》(GB 12375-1990)	低本底液闪谱仪
有机结合氡	生物	《水中氡的分析方法》(GB 12375-1990)、 《食品中放射性物质的检验 氢-3的测定》(GB 14883.2-1994)	低本底液闪谱仪
^{14}C	空气、生物	《空气中 ^{14}C 的取样与测定方法》(EJ/T 1008-1996)	低本底液闪谱仪
^{125}I 、 ^{133}I	空气	《空气放射性核素的 γ 能谱分析方法》(WS/T 184-1999)	高纯锗 γ 谱仪
^{131}I	空气	《空气中碘-131的取样与测定》(GB/T 14584-93)、 《空气放射性核素的 γ 能谱分析方法》(WS/T 184-1999)	高纯锗 γ 谱仪
	牛奶	《牛奶中碘-131的分析方法》(GB/T 14674-1993)	低本底 α/β 测量装置
^{90}Sr	气溶胶、沉降物	《土壤中锶-90的分析方法》(EJ/T 1035-2011)	低本底 α/β 测量装置
	水	《水中锶-90放射化学分析方法二—(2-乙基己基)磷酸萃取色层法》(GB 6766-1986)	
	土壤	《土壤中锶-90的分析方法》(EJ/T 1035-2011)	
	生物	《生物样品灰中锶-90放射化学分析方法二—(2-乙基己基)磷酸萃取色层法》(GB 11222.1-1989)	
^{137}Cs	水	《水中铯-137放射化学分析方法》(GB 6767-1986)	低本底 α/β 测量装置
	生物	《生物样品灰中铯-137放射化学分析方法》(GB11221-1989)	
U	水	《水中微量铀分析方法》(GB 6768-86)	激光、荧光铀分析仪
Th	水	《水中钍的分析方法》(GB 11224-89)	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)	钍分析仪、低本底 α/β 测量装置

■ 附表2-1 (续)

监测项目	监测对象 或类型	监测/分析方法	测量仪器
^{210}Pb	气溶胶	参照《水中铅-210的分析方法》(EJ/T 859-94)	低本底 α/β 测量装置
^{210}Po	气溶胶	参照《水中钋-210的分析方法》(GB 12376-90)	α 谱仪
γ 能谱分析	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 谱仪
	气溶胶	《空气放射性核素的 γ 能谱分析方法》(WS/T 184-1999)	
	沉降物	《用半导体 γ 谱仪分析低比活度 γ 放射性样品的标准方法》 (GB 11713-1989)	
	生物	《生物样品中放射性核素的 γ 能谱分析方法》 (GB/T 16145-1995)	
	水	《水中放射性核素的 γ 能谱分析方法》(GB/T 16140-1995)	
电磁辐射	综合场强	《电磁辐射监测仪器和方法》(HJ/T 10.2-1996)	射频辐射监测仪或 频谱仪

■ 附表2-2 国控网放化分析MDC

监测项目	监测对象	样品MDC
总 α	陆地水	~50mBq/L
	气溶胶	~30 μ Bq/m ³
	沉降物	~30mBq/m ² ·d
总 β	陆地水	~15mBq/L
	气溶胶	~20 μ Bq/m ³
	沉降物	~20mBq/m ² ·d
U	陆地水	~0.05 μ g/L
	海水	~0.2 μ g/L
	气溶胶	~1*10 ⁻⁴ μ g/m ³
	沉降物	~0.3 μ g/m ² ·d
	土壤	~0.5 μ g/g
Th	陆地水	~0.05 μ g/L
	海水	~0.05 μ g/L
²²⁶ Ra	陆地水	~2 mBq/L
	海水	~2 mBq/L
⁹⁰ Sr	水	~1.0mBq/L
	气溶胶	~2 μ Bq/m ³
	沉降物	~1.0mBq/m ² ·d
	生物	~2mBq/g·灰
	土壤	~0.5Bq/kg
¹³⁷ Cs	水	~0.5mBq/L
³ H	降水	~2Bq/L
	空气(大气中水汽)	~40mBq/m ³
¹⁴ C	空气	~0.1Bq/g·碳
²¹⁰ Po	陆地水	~1.0mBq/L
	气溶胶	~10 μ Bq/m ³
	生物	~0.1mBq/g·干
²¹⁰ Pb	陆地水	~1.0mBq/L
	气溶胶	~20 μ Bq/m ³
	生物	~1mBq/g·灰

■ 附表2-3 国控网 γ 能谱分析MDC

监测对象	样品MDC														
	⁴⁰ K	²³⁸ U	⁵⁴ Mn	⁵⁸ Co	⁶⁰ Co	⁶⁵ Zn	⁹⁵ Zr	^{110m} Ag	¹²⁴ Sb	¹²⁵ I	¹³¹ I	¹³³ I	¹³⁴ Cs	¹³⁷ Cs	¹⁴⁴ Ce
气溶胶 (μ Bq/m ³)	~100	/	~10	~10	~10	/	~10	/	/	/	~10	/	~10	~10	~40
气碘 (mBq/m ³)	/	/	/	/	/	/	/	/	/	~5.0	~0.50	~0.50	/	/	/
沉降物 (mBq/m ² ·d)	~100	/	~5.0	~5.0	~5.0	/	~5.0	/	/	/	~5.0	/	~5.0	~5.0	~30
陆地水 (mBq/L)	/	/	~5.0	~5.0	~5.0	~10	~10	~5.0	~5.0	/	/	/	~5.0	~5.0	~20
海水 (mBq/L)	/	/	~5.0	~5.0	~5.0	~10	~10	~5.0	~5.0	/	/	/	~5.0	~5.0	~20
沉积物、底泥、潮间带土、潮下带土、土壤 (Bq/kg·干)	/	~30	~1.0	~1.0	~1.0	/	~2.0	~1.0	/	/	/	/	~1.0	~1.0	~10
灌木 (茶叶) (mBq/kg·鲜)	/	/	~100	~100	~100	/	~200	~100	/	/	/	/	~100	~100	~500
乔木 (松针) (mBq/kg·鲜)	/	/	~50	~50	~50	/	~100	~50	/	/	/	/	~50	~50	~200
谷物 (大米、小麦、稻谷等) (mBq/kg)	/	/	~100	~100	~100	/	~200	~100	/	/	/	/	~100	~100	~500
根和块茎类蔬菜(甘薯、萝卜等) (mBq/kg·鲜)	/	/	~50	~50	~50	/	~100	~50	/	/	/	/	~50	~50	~250
家禽 (鸡) (mBq/kg·鲜)	/	/	~50	~50	~50	/	~100	~50	/	/	/	/	~50	~50	~250
动物 (猪、羊) (mBq/kg·鲜)	/	/	~50	~50	~50	/	~100	~50	/	/	/	/	~50	~50	~250
鱼类(鲷鱼、鲳鱼、罗非鱼等) (mBq/kg·鲜)	/	/	~50	~50	~50	/	~100	~50	/	/	/	/	~50	~50	~250
海洋水生植物(紫菜、海带、海藻等) (mBq/kg·鲜)	/	/	~100	~100	~100	/	~200	~100	/	/	/	/	~100	~100	~500
软体动物 (海螺、花蚶、牡蛎等贝壳类) (mBq/kg·鲜)	/	/	~50	~50	~50	/	~100	~50	/	/	/	/	~50	~50	~250
甲壳类 (海虾、爬虾、梭子蟹等) (mBq/kg·鲜)	/	/	~100	~100	~100	/	~200	~100	/	/	/	/	~100	~100	~500

附录3 数据处理与评价

1、最小可探测浓度

对于计数率、活度或活度浓度的探测下限，均可由最小可探测样品净计数 LLD_N 算得，其计算公式为：

$$LLD_N = (K_\alpha + K_\beta) S_N$$

式中， K_α 为显著性水平等于犯第 I 类错误的概率 α 时的标准正态变量的上侧分位数； K_β 为显著性水平等于犯第 II 类错误的概率 β 时的标准正态变量的上侧分位数； S_N 为样品净计数的标准差。在一般环境监测中，常有净计数比本底计数小得多，而使样品总计数标准差 $S_{\text{总}}$ 等于本底计数标准差 S_b ，如果 $\alpha = \beta = 0.05$ ，即 $K_\alpha = K_\beta = 1.645$ ，则 LLD_N 为：

$$LLD_N = 2\sqrt{2}K_\alpha S_b = 4.65S_b$$

S_b 可以是多次重复测量的高斯分布的本底计算标准差，也可以是平均本底计数算得的泊松分布标准差。

当样品测量时间 t 与本底测量时间 t_b 相等时，采用泊松分布标准差，若统计置信水平为95%时，则最小可探测样品净计数率 LLD_n 为：

$$LLD_n = 4.65 \sqrt{\frac{n_b}{t_b}}$$

式中， n_b 为本底计数率。

LLD_n 对应的样品放射性浓度称为最小可探测浓度（简称“MDC”），由下式给出：

$$MDC = \frac{4.65}{\epsilon \rho m} \sqrt{\frac{n_b}{t_b}}$$

式中， ϵ 为探测效率； ρ 为 γ 射线发射几率或化学回收率； m 为被分析样品的质量（或体积）。

当监测结果低于最小可探测浓度时，用“ND”表示，并注明“ND”表示未检出。

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；年均值的有效规定为当年至少有9个月均值。

(3) 监测值保留小数点后1位。

(4) 评价方法见附表3-1。若监测值与历年相比，明显变化，对以下影响监测值的因素进行调查：①监测和数据采集等设备故障、性能变化或受外界干扰；②降雨（雪）、潮汐等自然因素引起的变化；③土壤、道路、植被、水体和建筑物等周围环境条件的变化。排除上述因素的影响，则进一步对以下影响监测值的因素进行排查：①核设施运行；②核与辐射事件；③核试验、医疗照射、核技术应用、NORM等其他人为活动。如有必要，则开展专项调查监测，以评估对公众健康的影响。

3、累积剂量

(1) 区域范围内多个监测点监测数据的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} 为多个监测点监测数据的平均值； \bar{x}_j 为监测点的平均值；n为监测点的数目。

(2) 区域范围内多个监测点监测数据的最大值和最小值，为各监测点监测数据年均值的最大值和最小值。

(3) 监测值保留小数点后1位。

(4) 评价方法见附表3-1。若监测值与历年相比，明显变化，对以下影响监测值的因素进行调查：①测量仪器的性能、测量方法等测量条件的变化；②降雨（雪）、潮汐等自然因素引起的变化；③土壤、道路、水体和建筑物等周围环境条件的变化。排除上述因素的影响，则进一步对以下影响监测值的因素进行排查：①核设施运行；②核与辐射事件；③核试验、医疗照射、核技术应用、NORM等其他人为活动。如有必要，则开展专项调查监测，以评估对公众健康的影响。

4、样品中放射性核素活度浓度

(1) 区域（流域）范围内多个监测点高于MDC样品监测数据的平均值的计算公式

为：

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

式中： \bar{x} 为多个监测点高于MDC样品监测数据的平均值； x_j 为 j 样品的监测值；n 为高于MDC样品的数目。当高于MDC样品数为1时，则平均值为该样品的监测值。

(2) 区域（流域）范围内多个监测点高于MDC样品监测数据的最大值和最小值，为各监测点高于MDC样品监测数据的最大值和最小值。

(3) 监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，同时监测值有效数字所能达到的位数不超过样品MDC的有效位数所能达到的位数。

(4) 评价方法见附表3-1，若监测值与历年相比，明显变化，对以下影响监测值的因素进行调查：①样品的采集与运输、前处理方法、测量仪器的性能、测量方法等测量条件的变化；②雾霾、沙尘、降雨（雪）、水文参数等自然因素引起的变化；③施工、植被等周围环境条件的变化。排除上述因素的影响，其中，水和土壤中天然放射性核素监测值则将进一步与“1983~1990年全国环境天然放射性水平调查”的测量值范围进行比较；总放、铯-90、铯-137、氚和碳-14监测值，以及除水和土壤外其余环境样品中天然放射性核素监测值则将进一步与全国辐射环境质量监测的历年测量值范围、全国核电厂运行前本底调查的测量值范围、全国运行核电厂周围环境监督性监测对照点的历年测量值范围进行比较。若监测值处于上述测量值范围内，则表明监测值仍处于本底水平。

当监测值超本底水平或检出除铯-137外其余人工 γ 放射性核素，则进一步对以下影响监测值的因素进行排查：①核设施运行；②核与辐射事件；③核试验、医疗照射、核技术应用、NORM等其他人为活动。如有必要，则开展专项调查监测，以评估对公众健康的影响。

■ 附表3-1 监测结果评价方法

监测对象	监测项目	评价对象	评价方法 ²⁾	评价结论	
空气吸收剂量率	连续空气吸收剂量率	小时均值	①	与历年相比,无明显变化	
	累积剂量	小时均值	①	与历年相比,无明显变化	
空气	气溶胶、沉降物	总 α 、总 β ;天然放射性核素:铍-7、钋-210、铅-210 ¹⁾ ;人工放射性核素:铯-90、铯-137	①	与历年相比,无明显变化	
			②	处于本底水平	
		其他人工 γ 放射性核素	样品测量值	③	检出高于本底水平的该人工放射性核素
	炭盒	放射性碘同位素	样品测量值	③	检出高于本底水平的该人工放射性核素
	降水、水汽	氡	样品测量值	①	与历年相比,无明显变化
②				处于本底水平	
二氧化碳	碳-14	样品测量值	①	与历年相比,无明显变化	
			②	处于本底水平	
水体	总 α 、总 β	样品测量值	①	与历年相比,无明显变化	
			⑤	低于或高于《生活饮用水卫生标准》规定的放射性指标指导值	
	天然放射性核素:铀、钍、镭-226	样品测量值	①	与历年相比,无明显变化	
			④	与1983~1990年全国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:铯-90、铯-137	样品测量值	①	与历年相比,无明显变化	
②			处于本底水平		
		⑥	低于或高于《海水水质标准》规定限值		
	其他人工 γ 放射性核素	样品测量值	③	检出高于本底水平的该人工放射性核素	

■ 附表3-1 (续)

监测对象	监测项目	评价对象	评价方法 ²⁾	评价结论
生物	人工放射性核素: 铯-90、铯-137、氡、碳-14	样品测量值	① ②	与历年相比, 无明显变化 处于本底水平
	其他人工 γ 放射性核素	样品测量值	③	检出高于本底水平的该人工放射性核素
土壤	天然放射性核素: 铀-238、钍-232、镭-226	样品测量值	① ④	与历年相比, 无明显变化 与1983~1990年全国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: 铯-90、铯-137	样品测量值	① ②	与历年相比, 无明显变化 处于本底水平
	其他人工 γ 放射性核素	样品测量值	③	检出高于本底水平的该人工放射性核素
环境电磁	综合电场强度	频率范围为0.1~3000MHz的综合电场强度测量值	⑦	低于《电磁环境控制限值》中规定的公众曝露控制限值12V/m

注: 1) 钋-210和铅-210仅对气溶胶样品进行监测。

- 2) ①处于该点位历年测量值的平均值 (M) \pm 3倍标准偏差 (σ) 的范围内, 历年测量值的数据收集期限为该点位开始测量至2014年底, 当历年测量值数目小于6, 采用②和④对监测值进行评价。测量值的平均值和标准偏差不包括因自然因素外各种原因引起的异常值、以及切尔诺贝利和福岛核事故期间的监测结果。
- ②处于全国辐射环境质量监测的历年测量值范围内, 或处于全国核电基地运行前本底调查的测量值范围内, 或处于全国运行核电基地周围环境监督性监测对照点的历年测量值范围内。测量值范围不包括因自然因素外各种原因引起的异常值、以及切尔诺贝利和福岛核事故期间的监测结果。
- ③高于MDC。
- ④处于1983~1990年全国环境天然放射性水平调查全国范围各类水体的测量值范围内, 或处于1983~1990年全国环境天然放射性水平调查所在省份的土壤测量值范围内。
- ⑤《生活饮用水卫生标准》规定的放射性指标指导值: 总 α 为0.5Bq/L, 总 β 为1.0Bq/L。
- ⑥《海水水质标准》规定的限值: 铯-90为4000mBq/L, 铯-137为700mBq/L。
- ⑦《电磁环境控制限值》中规定的相应频率范围公众曝露控制限值12V/m。

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、铯-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-4等。

本底 (计数): 在没有被测辐射源存在的条件下, 测量装置的固有计数。这些计数来自宇宙射线、周围环境中的放射性物质和探测器本身的放射性污染等。

本底调查: 在新建核设施投料或装料运行之前、或在某项核实践开始之前, 对特定区域的环境本底放射性进行的系统测量。

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。

指示生物: 在生物界中, 能够高度浓集环境中的放射性物质的生物。

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

-： 表示不适用。

/： 表示监测方案未要求开展监测。

ND： 表示未检出。

n： 表示全年高于MDC样品数。

m： 表示全年总样品数。

MDC： 表示最小可探测浓度。