ICS

团 体 标 准

T/CECA: 2××—202×

|  |
| --- |
|  |

**放射性污染饮用水水源水质净化**

**技术指南**

**Technical guide for purification of radioactive containing drinking water source**

（征求意见稿）

20XX-XX-XX发布 20XX-XX-XX实施

中国勘察设计协会发布

**前言**

根据中国勘察设计协会《关于印发2020年度第一批中国勘察设计协会团体标准制修订及相关工作计划的通知》（中设协字【2020】150号）的要求，指南编制组经广泛调查研究，认真总结实践经验，并在广泛征求意见的基础上，制定本指南。

本指南内容主要基于水体污染控制与治理科技重大专项《饮用水放射性污染控制技术及应急装备研发》（2015ZX07406006）课题研究成果的技术凝练，并在广泛征求意见的基础上编制而成。

本指南的主要内容包括：总则、术语、基本规定、核素分析、持续放射性污染饮用水水源、突发放射性污染饮用水水源、废物处置、安全防护等。

本指南的某些内容涉及专利。涉及专利的具体技术内容，使用者可直接与本指南主编单位协商处理，本指南的发布机构不承担识别相关专利的责任。

本指南由中国勘察设计协会水系统分会负责管理，由山东省城市供排水水质监测中心负责具体技术内容的解释。执行过程中如有意见或建议，请寄送解释单位（地址：山东省济南市历下区奥体中路5111号市政大厦22楼，邮编：250000）。

主编单位：

参编单位：

主要起草人：

主要审查人：

目次

[1 总则 1](#_Toc119664454)

[2 术语 2](#_Toc119664455)

[3 基本规定 3](#_Toc119664456)

[4 核素分析 5](#_Toc119664457)

[5 持续放射性污染饮用水水源 7](#_Toc119664458)

[5.1 技术选择 7](#_Toc119664459)

[5.2 反渗透 8](#_Toc119664460)

[5.3 纳滤 10](#_Toc119664461)

[5.4 混凝-沉淀-过滤 12](#_Toc119664462)

[6 突发放射性污染饮用水水源 14](#_Toc119664463)

[6.1 技术选择 14](#_Toc119664464)

[6.2 放射性铯 16](#_Toc119664465)

[6.3 放射性锶 18](#_Toc119664466)

[6.4 放射性碘 21](#_Toc119664467)

[6.5 放射性铀 24](#_Toc119664468)

[7 废物处置 25](#_Toc119664469)

[8 安全防护 27](#_Toc119664470)

[本指南标准用词说明 28](#_Toc119664471)

[引用标准名录 29](#_Toc119664472)

**Contents**

[1 General provisions 1](#_Toc119664454)

[2 Terms 2](#_Toc119664455)

[3 Ground rules 3](#_Toc119664456)

[4 Radionuclide analysis 5](#_Toc119664457)

[5 Sustained radioactive contamination sources of water 7](#_Toc119664458)

[5.1 Technology selection 7](#_Toc119664459)

[5.2 Reverse osmosis 8](#_Toc119664460)

[5.3 Nanofiltration 10](#_Toc119664461)

[5.4 Coagulation-sedimentation-filtration 12](#_Toc119664462)

[6 Sudden radioactive contamination sources of water 14](#_Toc119664463)

[6.1 Technology selection 14](#_Toc119664464)

[6.2 Radioactive cesium 16](#_Toc119664465)

[6.3 Radioactive strontium 18](#_Toc119664466)

[6.4 Radioactive iodine 21](#_Toc119664467)

[6.5 Radioactive uranium 24](#_Toc119664468)

[7 Waste disposal 25](#_Toc119664469)

[8 Safety protection 27](#_Toc119664470)

Standard terminology used in this guide 29

Reference to the Standard Directory  [29](#_Toc119664472)

# 1 总则

**1.0.1** 为规范放射性污染饮用水水源水质净化技术的选择、设计及实施，做到技术先进、安全可靠、经济合理和管理方便，制定本指南。

【条文说明】本指南编制的目的。

**1.0.2** 本指南适用于因水文地质条件造成的持续放射性污染饮用水水源，或事故造成的突发放射性污染饮用水水源的水质净化技术选择、设计及实施。

【条文说明】本指南的适用范围，本指南适用于放射性污染0.5Bq/L<总α放射性<5Bq/L或1Bq/L<总β放射性<10Bq/L的饮用水水源；超出此放射性污染范围的应依据《中华人民共和国放射性污染防治法》、《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等国务院有关条例和《城市放射性废物管理办法》、《放射环境管理办法》等核安全技术要求的行政管理规定求执行。当生活饮用水水源中的总α放射性、总β放射性（扣除40K）超过现行国家标准（GB 5749）规定的指导值，且核素分析评价不能饮用时，应采取净化工艺净化水体中的核素。人体摄取过量的核素会引起“三致”作用（致癌、致畸、致突变）。英国卫报2009年8月30曾对印度旁遮普邦两座燃煤电厂废料堆导致地下水铀含量高达WHO最高安全量的15倍，当地数百名儿童带来的极大伤害（脑积水、脑瘫、唐氏综合症以及其他并发症，甚至几个孩子死亡）做过报道。通过饮用水途径，长期、过量的铀累积会影响人体的骨骼发育、肝肾功能或其它生理过程，进而导致健康问题与疾病风险。因此，在城乡供水工程中，水中的总放射性及铀、镭等天然核素，碘、铯等人工核素含量应满足生活饮用水卫生标准。当水中的总放射性超过相应的标准指导值时，应进行核素分析，确定不能饮用时采用适当的措施予以处理。

**1.0.3** 放射性污染饮用水水源水质净化技术的选择、设计及实施，除应执行本指南外，尚应符合国家现行有关标准的规定。

【条文说明】本条规定了本指南与其他标准、规范的关系。

# 2 术语

**2.0.1** 持续放射性污染水源（Persistent radioactivity-contaminated water sources

）

由水文地质条件引起的，导致个人饮用含有放射性同位素的饮用水辐射剂量超过0.1mSv/年，且总α放射性低于5.0 Bq/L，总β放射性低于10 Bq/L的饮用水水源。

**2.0.2** 突发放射性污染水源 （Sudden radioactivity-contaminated water sources）

由突发事件引起的，导致个人饮用含有放射性同位素的饮用水辐射剂量超过0.1mSv/年，且总α放射性低于5.0 Bq/L，总β放射性低于10 Bq/L的饮用水水源。

**2.0.3** 造粒载带沉淀（Granulating carrier precipitation）

适量投加与目标元素化学性质类似的同类难溶盐或矿物作为晶种，诱导目标元素与投加的化学药剂迅速在晶种表面形成共晶或混晶体并不断长大，与晶种共沉淀实现固液分离。

# 3 基本规定

**3.0.1** 饮用水水源水中放射性指标超过《生活饮用水卫生标准》GB 5749指导值，应进行核素分析和评价。

【条文说明】当水源水中放射性指标超过《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）指导值时，其中β放射性扣除40K后仍然大于1 Bq/L，应进行核素分析和评价。参照世界卫生组织《饮用水水质准则（第四版）》第9章放射性问题有关内容，饮用水的个人剂量标准（IDC）不超于0.1mSv/年。依据IAEA 安全标准系列《用于核或放射突发事件准备与响应的准则》，突发事件中α放射性低于5Bq/kg，β放射性低于100 Bq/kg，可暂时做为饮用水源。必要时，应组织专家进行论证。

**3.0.2** 根据饮用水水源核素分析和评价结论，判定不能饮用的应采用相应的工艺技术进行净化。

【条文说明】依据现行国家标准《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）要求，应对污染水源采取对应的净化工艺，出水水质应满足《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）要求。同时，因突发污染可能导致典型裂片核素（铯、锶、碘等）的污染事故，因此应对污染水源的铯、锶、碘等采取对应的净化工艺，铯、锶、碘等的浓度应与《世界卫生组织˂饮用水水质准则˃第四版》中表9.2的准则值进行对比。

净化工艺应结合水源超标放射性核素检测分析结果，针对性选择使用结晶载带沉淀、逆流吸附、过滤、离子交换、膜处理等处理工艺，必要时应采取预处理及后处理工艺措施，保证工艺出水满足《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）要求。预处理工艺指为满足工艺总体要求和饮用水源水质要求，在净化工艺前设置的除油、除浊等处理工艺，后处理工艺指为达到饮用水卫生标准要求，在主处理工艺后设置的消毒、水质调节等处理工艺。

**3.0.3** 净化工艺技术选择应结合核素分析报告、水质分析报告、《中华人民共和国放射性污染防治法》、《室外给水设计标准》GB50013的有关规定，结合工艺设施现状，经技术经济比较确定。

【条文说明】本条规定净化工艺的选择依据，并提出必要时组织市政、环境、卫生等相关行业专家充分论证。必要时组织行业专家进行论证。

**3.0.4** 净化工艺过程产生的含有放射性核素的废水、污泥及材料的处理、处置，应符合《放射性废物管理规定》GB 14500的相关规定。

【条文说明】净化工艺过程产生的含放射性核素的废水应达标后排放，污泥及材料的处理、处置应符合《放射性废物管理规定》（GB 14500）的要求。

**3.0.5** 供水企业或应急供水部门应根据处理设施的净化工艺，参照《辐射防护规定》GB8703、《污水综合排放标准》GB8978、《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》CJJ58、《辐射环境监测技术规范》HJ 61等的有关规定，制定水质监测制度和净化工艺设施的运行、维护与安全规程。

【条文说明】本条规定应针对净化工艺结合现行标准要求，因地制宜，制定水质监测放射性污染处理设施的运行、维护与安全规程，并严格执行确保水质安全、工艺设施安全、职业防护安全等。

# 4 核素分析

**4.0.1** 放射性污染饮用水水源的核素分析应制定监测方案。采样点的设置及采样时间与频度，应符合《辐射环境监测技术规范》HJ 61的要求。

【条文说明】当水源水中放射性指标超过《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）指导值时，应制定核素监测方案并进行核素分析和评价。监测方案制定前，应对疑似放射性超标的饮用水源进行调查研究，收集有关资料，尽可能明确该污染水源的放射性核素。也可参照有过类似放射性超标的饮用水源的核素分析经验，经技术经济综合比较后确定监测方案。

监测方案应包含监测负责单位、监测负责人、监测对象、采样方法、采样（监测）布点、监测项目、监测频次、监测时间等，方案中应尽量只包含对水源造成放射性污染的核素。

《辐射环境监测技术规范》（HJ 61）中对采样点的设置及采样时间与频度等进行了明确的规定。同时，考虑到现场可能受影响位置的差异及特殊环境差异，必要时应通过论证增加采样时间与频度。

**4.0.2** 饮用水水源放射性核素检测和评价，除测定总α放射性、总β放射性外，还应测定U、Th、226Ra、210Po、210Pb、90Sr、137Cs、228Ra等核素并加测γ能谱。

【条文说明】为了掌握样品总的放射性污染水平及其它可能受污染的核素，所有样品应测定总α放射性及总β放射性。据调研，地下水作为饮用水源地水时，可能受污染的特征核素为U、Th、226Ra、210Po、210Pb、90Sr、137Cs、228Ra等分析项目。地表水作为饮用水源地水时，可能受污染的特征核素为U、Th、226Ra、228Ra、210Po、210Pb、90Sr、137Cs等分析项目。

根据《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）的规定，若样品总α放射性或总β放射性指标超过指导值，应进行更全面的核素分析以辨别可能受到的具体的核素污染项目。γ能谱的分析项目应根据受到放射性污染的特征核素来选择分析的核素，地下水作为饮用水源地水时，一般可选择但不限于54Mn、58Co、60Co、106Ru、65Zn、95Zr、110mAg、124Sb、137Cs、134Cs、144Ce等核素进行分析。地表水作为饮用水源地水时，一般可选择但不限于54Mn、58Co、60Co、106Ru、65Zn、95Zr、110mAg、124Sb、137Cs、134Cs、144Ce、131I等核素的分析。 据调研，重水堆核电站造成放射性污染时，液态流出物中的核素一般包含3H、14C等核素，因此若污染源为重水堆核电站，应增加3H、14C核素分析。

**4.0.3** 核素分析方法应符合《辐射环境监测技术规范》HJ 61中的表A.1规定。

【条文说明】《辐射环境监测技术规范》（HJ 61）中的表A.1辐射环境监测推荐方法一览表对核素分析方法的选定进行了规定，表A.1未列出的核素优先选用表A.1中推荐的适用于该核素的标准方法。

**4.0.4** 核素评价应估算饮用水的个人剂量标准，一般不超过0.1mSV/年；必要时组织专家论证，判断能否饮用。

【条文说明】剂量标准是表征人体组织吸收照射能量带来危害大小的量，为了评价人体受放射性内外照射的危险程度。估算方法可参照世界卫生组织《饮用水水质准则（第四版）》第9章放射性问题有关内容，饮用水的个人剂量标准（IDC）不超于0.1mSv/年。必要时，应组织公共卫生、疾控、环保、住建等领域专家开展论证，综合判断能否饮用。

# 5 持续放射性污染饮用水水源

## 5.1 技术选择

**5.1.1** 持续放射性污染饮用水水源的净化工艺，宜优先选择反渗透或纳滤组合技术。

【条文说明】天然地球化学作用容易导致地下水放射性指标高本底，岩石、土壤等存在的天然铀、镭及钾元素，一旦在地下水源中富集，可能会产生放射性超标现象。地下水水源水质相比地表水水源更洁净，在农村地区往往通过简单消毒就可以供水。为消除超标核素对依赖地下饮用水源地区的居民健康影响，优先采用膜分离法净化地下饮用水水源。

膜分离法可借助外部驱动力如压力差、温度差、电位差等选择性分离水中的污染物，实现水的净化处理，而地下水具有水质澄清、水温稳定的特点，因此膜分离法适用于放射性污染地下水源的处理。而膜污染是影响膜分离效能与寿命的重要因素，因此膜分离法应用于实际水处理通常采用组合工艺的形式。

相对于选择性分离的纳滤膜，反渗透膜属于无选择性膜，能将水和水中杂质较好的分离。因此，当放射性超标地下饮用水源中核素放射性活动较高时，优先选用反渗透工艺。根据“地下水源饮用水卤代烃及硬度控制技术研究与工程示范”课题（2015ZX07406005）课题结论，反渗透在保障饮用水水质达标方面优势明显。

**5.1.2** 持续放射性污染饮用水水源中核素浓度水平较低或条件受限时，可采用混凝-沉淀-过滤的常规工艺或其强化措施。

【条文说明】根据“饮用水放射性污染控制技术及应急装备研发”课题（2015ZX07406006）调研结果，常规混凝-过滤工艺对放射性超标地下水源原水有部分去除作用。在地下水源中核素浓度水平较低或受到场地、设备、技术等条件限制时，可采用混凝-沉淀-过滤工艺去除水源中部分放射性污染。

地下水一般矿化度和硬度较高、含铁、锰量高，在净化放射性核素的同时，需兼顾硬度、铁、锰等指标。硬度、铁、锰等指标的预处理措施可根据原水水质、处理后水质要求、小试试验或相似水厂运行经验进行选择。根据“地下水源饮用水卤代烃及硬度控制技术研究与工程示范”课题（2015ZX07406005）课题结论及实际运行经验，诱导结晶、预氧化等预处理措施可有效应对水质存在的硬度、铁锰超标问题。

## 5.2 反渗透

**5.2.1** 反渗透组合工艺应遵循以下规定：

**1**反渗透工艺应包括前处理、反渗透及后处理。

**2**反渗透膜系统前须设置介质过滤，微滤或超滤等前处理措施，进水应满足浊度<1NTU，SDI15<3，余氯<0.1mg/L，pH范围5~10的要求。

**3**介质过滤器应设置自动反洗模块，并定期进行消毒。

**4**反渗透工艺应配有流量、压力及温度监测控制设备，满足不同季节产水要求。进出口应设置压力保护开关，采用变频高压泵或设置自动阀稳压措施。

**5**反渗透设备与水接触的材料应符合《生活饮用水设备及防护材料卫生安全评价规范》GB/T 17219的规定。

**6**反渗透系统的脱盐率的额定值应不低于95%的要求。水回收率应满足《环境保护产品技术要求 反渗透水处理装置》HJ/T 270的要求。

**7**应进行反渗透工艺技术经济比较，具体应符合《环境保护产品技术要求 反渗透水处理装置》HJ/T 270和《反渗透水处理设备》GB/T 19249的规定或参考同类工程实例确定或由试验确定。

**8**反渗透出水应根据实际情况采用适宜的消毒工艺，若出水存在水质化学不稳定风险，应采取必要的控制措施，并应符合现行国家标准《室外给水设计标准》GB 50013的有关规定。

【条文说明】依据《室外给水设计标准》（GB 50013）、《生活饮用水输配水设备及防护材料的安全性评价标准》（GB/T 17219）、《环境保护产品技术要求 反渗透水处理装置》（HJ/T 270）和《反渗透水处理设备》（GB/T 19249）有关规定，参照国内外反渗透膜厂家相关产品技术手册，提出反渗透膜工艺设计的相关要求及方法。

“饮用水放射性污染控制技术及应急装备研发”课题（2015ZX07406006）研究成果表明：我国某地下水源地，根据多次检测显示该区域地下水中总 α 放射性、总 β 放射性超标现象，多次抽样检测总 α、总 β 放射性平均值为 5.0、1.6 Bq·L－1 ，分别超标 9 倍、0.6 倍，核素分析显示铀是造成放射性强度超标的主要元素。采用混凝沉淀、超滤与反渗透双膜系统工艺处理后，最终除铀率高于99%．

**5.2.2** 反渗透工艺加压、加药、膜清洗等应符合《室外给水设计标准》GB 50013的有关规定。

【条文说明】反渗透工艺的加压、加药、膜清洗等相关设备设施属于常规仪器设备，应符合《室外给水设计标准》（GB 50013）有关规定。

**5.2.3** 反渗透工艺浓水收集、处理与排放应遵循以下规定：

**1**反渗透工艺浓水可与预处理、化学清洗废水、保安过滤器等反冲洗水一并进行集中处理。

**2**反渗透工艺浓水排放应符合《污水综合排放标准》GB 8978和《辐射防护规定》GB 8703的规定。

【条文说明】提出了浓水收集、处理与排放的要求。现行国家标准《污水综合排放标准》（GB 8978）要求，污水中放射性指标总α放射性最高允许排放浓度为1Bq/L，总β放射性最高允许排放浓度为10Bq/L，同时满足现行国家标准《辐射防护规定》（GB 8703）有关规定。应根据预处理、化学清洗废水及纳滤浓水等废水量及放射性指标含量，必要时可进行核素分析，综合考虑纳滤膜脱盐率及产水率等工艺参数工艺，核算放射性指标最高排放浓度，满足收集后简易处理可直接排放，避免采取浓水处理措施。

**5.2.4** 反渗透工艺监控系统应包括独立的工艺检查与自动控制系统，并应与全厂其他处理单元数据关联，电控设备性能应符合《低压开关设备和控制设备 总则》GB 14048.1的规定。

【条文说明】提出了反渗透工艺自控及电气设备要求，应符合《低压开关设备和控制设备总则》（GB 14048.1）的规定。

## 5.3 纳滤

**5.3.1** 纳滤工艺应遵循以下规定：

**1**纳滤工艺应包括前处理、纳滤及后处理。

**2**前处理及进水水质参照5.2反渗透工艺。

**3**纳滤工艺应包括纳滤膜机组、加压、加药、膜清洗、浓水、监测与控制等工艺单元。

**4**纳滤产水量应根据进水水质条件和产水水质要求，并考虑系统自耗水量后确定，水回收率不宜低于75%。

**5**应依据进水核素类型、含盐量、膜系统设计指标、进出水水质等相关要求进行纳滤膜产品选型，膜元件的操作压力及膜通量应符合工艺设计要求。

【条文说明】纳滤膜元件宜优先根据不同膜厂家提供的产品技术手册初选，并通过现场中试试验确定，亦可参照类似工程经验确定。

**6**应进行纳滤工艺技术经济比较，具体应符合现行行业标准《纳滤膜及其元件》HY/T 113和《纳滤装置》HY/T 114的规定或参考同类工程实例确定或由试验确定。

**7**后处理参照5.2反渗透工艺。

【条文说明】依据《室外给水设计标准》（GB 50013）、《纳滤膜及其元件》（HY/T 113）、《纳滤装置》（HY/T 114）有关规定，参照国内外纳滤膜厂家相关产品技术手册，提出纳滤膜工艺设计的相关要求及方法。

“饮用水放射性污染控制技术及应急装备研发”课题（2015ZX07406006）研究成果表明：对于饮用水放射性污染，纳滤组合工艺对核素的去除率可达到95%，多段式系统处理时回收率90%以上。

**5.3.****2** 纳滤工艺加压、加药、膜清洗等应符合《室外给水设计标准》GB 50013的有关规定。

【条文说明】加压、加药、膜清洗等相关设备设施属于常规仪器设备，应符合《室外给水设计标准》（GB 50013）有关规定。

**5.3.3** 纳滤工艺浓水收集、处理与排放参照5.2反渗透工艺的规定。

【条文说明】提出了反渗透浓水收集、处理与排放的要求。

**5.3.4** 纳滤工艺监控系统参照5.2反渗透工艺。

【条文说明】提出了纳滤工艺自控及电气设备要求，应符合现行国家标准《低压开关设备和控制设备总则》（GB 14048.1）的规定。

## 5.4 混凝-沉淀-过滤

**5.4.1** 若地下饮用水水源存在持续放射性铀污染，且放射性活度较低时，可采用混凝-沉淀-过滤工艺进行净化。

【条文说明】根据“饮用水放射性污染控制技术及应急装备研发”课题（2015ZX07406006）研究成果及实际运行经验，提出混凝-过滤工艺适用条件。对于放射性最高可达α为11Bq/L，超标21倍；总β放射性最高达3.8 Bq/L，超标2.8倍的地下水源水，混凝沉淀工艺后出水中总ａ放射性平均值为3.7Bq/L，超标6.4倍；总β放射性平均水平为1.37 Bq/L，仍然超标0.37倍，总体达不到生活饮用水标准限值。混凝沉淀与超滤对放射性物质有一定的去除效果，但效率有限且存在波动不稳定情况。

根据“饮用水放射性污染控制技术及应急装备研发”课题（2015ZX07406006）课题成果，混凝沉淀工艺对铀的平均去除率为75%左右，超滤出水的平均去除率为86％，铀在纯水中混凝去除率很高，在ｐＨ为5-8范围内皆有很好铀去除效果。进一步离子影响实验表明水中不同的阴阳离子与有机物ＨＡ都会对氯化铝除铀产生影响，影响效果各不相同且与水中ｐＨ大小密切相关，铀的去除率出现基本不变、升高或降低情况，分析铀去除率变化的原因主要有：①改变了铝絮体形成的数量而影响了铝絮体吸附面积与吸附位点；②共存离子对铝絮体吸附铀形成竞争吸附关系；③共存离子自身对铀的吸附络合作用；④共存离子在水中的存在状态随ｐＨ不同而变化。

**5.4.2** 混凝-沉淀-过滤工艺应符合下列要求：

**1**混凝-沉淀-过滤工艺的设计参数应按照《室外给水设计标准》GB 50013的有关规定执行。

**2**混凝剂的选择应根据实际水源的水质参数，如浊度、pH、水温、放射性核素等因素确定，对于放射性铀、钍，可采用铝盐或铁盐。

**3**混凝剂投加量应结合烧杯实验或中试结果确定，一般投加浓度为5~10 mg/L。

**4**沉淀工艺宜采用斜管沉淀。

**5**过滤工艺可选择砂滤、微滤或超滤工艺。

【条文说明】依据《室外给水设计标准》（GB 50013）有关规定及实际工程经验，提出混凝-过滤工艺设计的相关要求及方法。膜过滤工艺前应设置预过滤，过滤精度应根据混凝沉淀出水水质要求确定。砂滤、微滤或超滤工艺可进一步处理混凝后残余放射性污染物。

**5.4.3** 混凝-沉淀工艺后浓水收集、处理与排放参照5.2反渗透工艺的规定。

【条文说明】提出了混凝-过滤工艺浓水处理与排放的要求。浓水的处理与排放应符合《辐射防护规定》（GB 8703）和《污水综合排放标准》（GB 8978）的要求。

# 6 突发放射性污染饮用水水源

## 6.1 技术选择

**6.1.1** 饮用水水源突发放射性总α、总β超过现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 规定限值的10倍，应优先更换水源或采取应急处置措施。

【条文说明】饮用水水源突发放射性总α、总β超过现行国家标准《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）规定限值的10倍时，供水主管部门应报告本级人民政府，并与公安部门、卫生行政部门、环境保护行政主管部门联防联控，启动应急预案，按照各自职责采取应急处置措施。

应急供水可采用原水调度、清水调度和应急净水的供水模式，也可根据具体条件，采用三者相结合的应急供水模式。当采用应急净水供水模式时，供水单位应具有应急净水的相应技术和设施。应根据水源突发放射性污染中特征污染物的种类即放射性核素类型，经过技术经济比较后，选用相应的净化技术。

**6.1.2** 地下饮用水水源突发放射性总α、总β不超过现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 规定限值的10倍，可参考5持续放射性污染饮用水水源处置。

【条文说明】结合1.0.2条文说明印度某火电厂污染案例，地下水含水层也有遭受天然放射性核素污染的风险，结合我国火力发电企业众多，分布广泛的特点，增加本条文应对火电企业固废堆存过程中的突发污染风险。

**6.1.3** 地表饮用水水源突发放射性总α、总β不超过现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 规定限值的10倍，应结合水厂现有工艺设施，采用药剂强化法、离子交换法或其组合技术进行处置。

【条文说明】饮用水放射性超标容易引起社会公众的恐慌，福岛核事故后，日本13都县部分水厂饮用水放射性碘、铯等超标，如东京某自来水厂含量已超过婴儿可饮用标准的两倍，引发日本民众抢购瓶装水的热潮，不少超市的矿泉水即被抢购一空。日本政府不得不督促瓶装水生产企业增产以开展应急。

相比瓶装水标准，生活饮用水卫生标准指标更全，保障放射性突发事故期应急供水安全性更高，应该加强科普宣传消除公众恐慌的同时，强化水厂现有常规工艺对检出超标核素的净化效果。结合《饮用水放射性污染控制技术及应急装备研发》（2015ZX07406006）课题研究成果，建议采用药剂强化法、离子交换法或其组合技术。

**6.1.4**  饮用水水源水质指标中检测出碘、铯、锶等人工放射性核素，导致总放射性指标超过现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 规定限值的5倍时，可采用离子交换法。总放射性指标超过现行国家标准《生活饮用水卫生标准》GB 5749 规定限值的5-10倍时，可采用药剂强化法。

【条文说明】放射性核素主要以离子态形式存在于水相中，可优先选择离子交换法去除。针对131I等阴离子，优先采用吡啶型强碱性阴离子交换树脂，也可以采用除氧-化学沉淀，离子交换法操作更简便；针对235U等络合离子，优先采用弱碱性阴离子交换树脂，离子交换法操作更简便。

以总α、总β放射性5Bq/L、10Bq/L时为例，铯-137、锶-90的浓度分别为3×10-13、2×10-13mg/L。超低浓度的放射性核素往往不能通过沉淀、吸附、离子交换等净水工艺单独去除，以沉淀为例，需要通过与其常量的稳定同位素或化学性质近似的常量元素混合，利用同晶或混晶作用沉淀析出，实现放射性核素与水的富集分离。

**6.1.5**药剂强化法、离子交换法或其组合技术的药剂及设施等应参照《室外给水设计标准》GB 50013的有关规定执行。

【条文说明】药剂强化法、离子交换法或其组合技术的药剂及设施等属于给水药剂及设施，应参照《室外给水设计标准》（GB 50013）有关规定执行。

**6.1.6** 应结合突发放射污染应急处置工艺运行及出水水质情况，保障出水满足《生活饮用水卫生标准》GB 5749要求，必要时进行水质调节。

【条文说明】突发放射性污染地表水源净化过程中，投加的药剂对水质指标有一定的影响，为了确保出水全面满足《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）要求，必要时应增加水质调节工序，使pH值等非放射性指标同步达到《生活饮用水卫生标准》（GB5749）达标。

## 6.2 放射性铯

**6.2.1** 亚铁氰化铜药剂强化法宜优先采用逆流吸附沉淀工艺，并应遵循下列规定：

**1**若饮用水水源水含有放射性铯时，可采用亚铁氰化铜逆流吸附技术与现有水厂工艺相结合，应同步投加载带剂和吸附剂。

【条文说明】若水源水放射性活度浓度超过现行国家标准规定限值的10倍时，该水源水已不适合再作为饮用水源，从安全及经济性角度宜另选水源地。否则可采用逆流吸附-混凝-过滤/超滤去除水中的放射性铯。亚铁氰化物对铯具有较高的吸附选择性，通过向水源水中添加稳定的铯源来提高铯的浓度，可在相同条件下提高吸附剂对放射性铯的去除效率。亚铁氰化铜吸附的颗粒较小，不利于固液分离，通过投加混凝剂提高颗粒物的沉降性能，硫酸铝的投加量宜为10～40 mg/L。最后出水经过超滤膜，细小的沉淀颗粒被截留，因此进一步提高处理效果。

**2**载带剂宜采用133CsCl，载带铯离子浓度宜为100 μg/L～2500 μg/L。

【条文说明】当水的活度浓度不超过现行国家标准规定限值的10倍时，放射性铯的质量浓度为痕量，并且由于高浓度本底离子的存在，此时对放射性铯的选择性吸附极为不利。由于互为同位素的两种核素具备相同的化学性质，通过向水源水中添加稳定的铯源来提高铯的浓度，可在相同条件下提高吸附剂对放射性铯的去除效率。

**3**吸附剂宜采用亚铁氰化铜（Cu2Fe(CN)6·7H2O），粒径宜为5～100 μm，其中10～70 µm之间的颗粒不少于85%。

【条文说明】关于吸附剂理化性质的规定。亚铁氰化铜的Frendlich吸附等温常数为K ≥ 1.5×104 (μg/g)(L/μg)1/n，n ≤ 0.9；亚铁氰化铜应在30 min内沉淀完全。

**4**亚铁氰化铜的投加量宜为10～40 mg/L。

【条文说明】关于工艺参数和运行条件的规定。亚铁氰化铜的颗粒较小，不利于固液分离，通过投加混凝剂硫酸铝提高颗粒物的沉降性能。除铯宜与城镇给水厂现有的处理工艺相结合，工艺参数选择应充分考虑。

亚铁氰化铜吸附时间应不少于20 min，沉淀时间不少于30 min。过滤出水浊度应小于0.1 NTU～0.2 NTU。应依据进水悬浮物含量、膜系统设计指标、进出水水质等相关要求进行超滤膜产品选型，浸没式膜组件通量宜为20～40 L/(m2·h)，压力式膜的通量宜为40～70 L/(m2·h)；水回收率不宜低于90%。应避免增加水源水中的阳离子，尤其是一价离子（K+和Na+）。

**6.2.2** 磷钼酸铵药剂强化法宜采用吸附过滤工艺，并应遵循下列规定：

**1**磷钼酸铵吸附法宜结合水厂现有工艺，可将砂滤池或活性炭吸附池的原有滤料更换为负载磷钼酸铵的特定滤料进行吸附过滤。

【条文说明】若水源水含有放射性铯时，水源水经絮凝、沉淀后宜采用负载磷钼酸铵的特定滤料进行吸附过滤。磷钼酸铵对低浓度的铯离子具有良好的选择吸附作用。其多以粉末状微晶存在，易团聚，负载至多孔性SiO2内可填充至滤床中进行使用。采用孔内结晶的方法，磷钼酸铵负载率最高可达30~40%。

**2**过滤时应向水源中添加稳定的铯用作载带剂，载带剂推荐使用133CsCl。

【条文说明】突发放射性铯污染水虽然总β较高，但铯的质量浓度极低，且伴随着高浓度本底离子，此时对铯的选择性吸附较为不利。由于互为同位素的两种核素具备相同的化学性质，通过向水源水中添加稳定的铯源来提高铯的浓度，可在相同条件下提高吸附剂对放射性铯的去除效率，同时也可降低水质检测的难度。载带剂浓度宜为0.1 mg/L~2 mg/L。

**3**滤床运行时，滤速宜控制在10 m/h~15 m/h范围内。

【条文说明】滤床在运行时应保证合适的滤速，以使磷钼酸铵与放射性污染水有充分的接触时间。过滤时推荐使用上向流模式。当滤速控制在10 m/h~15 m/h区间范围内时，滤床对放射性铯的去除效率可达到99%以上。

**4**出水的放射性活度浓度应全程对其进行监测。若出水总β放射性活度浓度高于现行国家标准时，吸附剂应及时更换，并视其活度水平高低予以妥善处置。

【条文说明】磷钼酸铵吸附位点逐渐达到饱和，填充了磷钼酸铵的固定床对放射性铯的吸附效率也将逐渐降低，进而不能满足饮用水安全卫生要求。因此，出水的放射性活度浓度应全程对其进行监测。一旦出水活度浓度高于现行国家标准《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）规定，吸附剂应及时更换。废弃吸附剂由于携带放射性铯，须按照国家标准《放射性废物管理规定》（GB 14500）予以妥善处置。

## 6.3 放射性锶

**6.3.1** 造粒载带药剂强化法宜优先采用造粒载带沉淀工艺，并应遵循下列规定：

**1**若水源水含有放射性锶时，可采用造粒载带沉淀技术与现有水厂工艺相结合，应投加载带剂、晶种和碳酸钠。

【条文说明】若水源水放射性活度浓度超过现行国家标准规定限值的10倍时，该水源水已不适合再作为饮用水源，从安全及经济性角度宜另选水源地。当在此范围内时可采用造粒载带-混凝-过滤/超滤去除水中的放射性锶。向搅拌反应器内投加一定量的 CaCO3 作为晶种，投入一定量的 Na2CO3 作为沉淀剂，使原水中的溶解性锶以混晶的形式与碳酸钙一起以共沉淀的形式去除。同时，搅拌出水进入膜分离反应器，并向容器内投加FeCl3溶液，目的是其有一定的絮凝作用，可以在一定程度上缓解膜污染，减小目标离子出水浓度。最后水经过超滤膜，细小的沉淀颗粒被截留，因此进一步提高处理效果。整个试验通过 PLC 来实现自动控制，从而可以连续运行，增强处理能力。

**2**载带剂可采用88SrCl2，载带锶离子浓度宜为5～20 mg/L。

【条文说明】当水的活度浓度不超过现行国家标准规定限值的10倍时，放射性锶的质量浓度为痕量，并且由于高浓度本底离子的存在，此时对放射性铯的选择性吸附极为不利。由于互为同位素的两种核素具备相同的化学性质，通过向水源水中添加稳定的锶源来提高铯的浓度，可在相同条件下提高工艺对放射性锶的去除效率。

**3**晶种可采用碳酸钙，一次性投加量宜为1 g/L；碳酸钠的投加量宜为0.5～1.0 g/L。

【条文说明】关于工艺参数和运行条件的规定。碳酸钠与锶离子生成的碳酸锶的颗粒较小，不利于固液分离，通过投加碳酸钙晶种，使碳酸锶在晶种的表面生长并形成大颗粒，提高沉降性能。除锶宜与城镇给水厂现有的处理工艺相结合，工艺参数选择应充分考虑。

搅拌强度G值宜控制在420～550 s-1，氯化铁的投加量宜为10～30 mg/L；造粒时间不少于10 min，沉淀时间不少于30 min。过滤出水浊度应小于0.1 NTU～0.2 NTU。应依据进水悬浮物含量、膜系统设计指标、进出水水质等相关要求进行超滤膜产品选型，浸没式膜组件通量宜为20～40 L/(m2·h)，压力式膜的通量宜为40～70 L/(m2·h)；水回收率不宜低于90%。

**4**后处理应根据实际情况采用中和工艺，宜根据水源水水质确定酸的种类，保证氯化物和硫酸盐满足《生活饮用水卫生标准》GB 5749的规定。

【条文说明】沉淀剂碳酸钠溶于水后会电离出 CO32-和 Na+，而 CO32-会发生水解，和水中的 H +结合生成 HCO3 - 而像水中释放 OH-，CO32-的水解反应是一个吸热的反应，所以温度升高会使这 个水解进一步的发生，所以会导致同样浓度的碳酸钠溶液的 pH 值升高，从而引起搅拌出水和膜出水的 pH 的升高。膜出水的硬度随着温度的升高而显著降低，这是因为随着温度的升高，水中的钙离子和镁离子去除率也会变大。

**6.3.2** 钛酸钠药剂强化法宜采用吸附过滤工艺，并应遵循下列规定：

**1**若水源水含有放射性锶时，水源水经絮凝、沉淀后宜采用负载钛酸钠的特定滤料进行吸附过滤。

【条文说明】钛酸钠对低浓度的锶离子具有良好的选择吸附作用。其多以粉末状微晶存在，易团聚，负载至多孔性SiO2内可填充至滤床中进行使用。采用孔内结晶的方法，钛酸钠负载率最高可达30~40%。

**2**过滤时应向水源中添加稳定的锶用作载带剂，载带剂宜使用88SrCl2，投加浓度宜为0.1 mg/L~2 mg/L。

【条文说明】突发放射性锶污染水虽然总β较高，但锶的质量浓度极低，且伴随着高浓度本底离子，对锶的选择性吸附较为不利。由于互为同位素的两种核素具备相同的化学性质，通过向水源水中添加稳定的锶源来提高锶的浓度，可在相同条件下提高吸附剂对放射性锶的去除效率，同时也可降低水质检测的难度。载带剂浓度宜为0.1 mg/L~2 mg/L。

**3**滤床运行时，滤速宜控制在10 m/h~15 m/h范围内。

【条文说明】 滤床在运行时应保证合适的滤速，以使钛酸钠与放射性污染水有充分的接触时间。过滤时推荐使用上向流模式。当滤速控制在10 m/h~15 m/h区间范围内时，滤床对放射性锶的去除效率可达到99%以上。

**4**出水的放射性活度浓度应全程对其进行监测。若出水总β放射性活度浓度高于现行国家标准时，吸附剂应及时更换，并视其活度水平高低予以妥善处置。

【条文说明】钛酸钠吸附位点逐渐达到饱和，填充了钛酸钠的固定床对放射性锶的吸附效率也将逐渐降低，进而不能满足饮用水安全卫生要求。因此，出水的放射性活度浓度应全程对其进行监测。一旦出水活度浓度高于现行国家标准《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）规定，吸附剂应及时更换。废弃吸附剂由于携带放射性锶，须按照国家标准《放射性废物管理规定》（GB 14500）予以妥善处置。

## 6.4 放射性碘

**6.4.1** 除氧化学沉淀药剂强化法宜优先采用除氧-化学沉淀工艺，并应遵循下列规定：

**1**若水源水含有放射性碘时，可采用除氧-化学沉淀技术与现有水厂工艺相结合，应投加除氧剂、载带剂和氯化亚铜。

【条文说明】若水源水放射性活度浓度超过现行国家标准规定限值的10倍时，该水源水已不适合再作为饮用水源，从安全及经济性角度宜另选水源地。当在此范围内时可采用除氧-化学沉淀-超滤去除水中的放射性碘。试验中，调节水箱中的自来水与配好的KI母液、Na2SO3母液及CuSO4母液通过静态混合器混匀后一起进入同位素混合罐中，至罐内高液位时停止进水。搅拌5 min，在 Cu 2+的催化作用下，Na2SO3与水中O2的反应，从而达到去除水中溶解氧的目的，搅拌过程中通过便携式溶氧仪实时监测罐内的溶解氧浓度。搅拌结束后除氧原水与配好的 CuCl 母液一起进入到搅拌反应器中，搅拌15 min，Cu+与除氧原水中的I-发生沉淀反应，将I-变成沉淀物从而得到去除。搅拌结束后静沉15min，静沉后的上清液进入中间水箱，上清液中含碘细小颗粒沉淀物经过微滤膜被去除。为了维持系统的无氧状态，系统充N2保护。当系统压力低于设定值时，N2补气系统适时开启。流程图如下：



**2**载带剂可采用K127I，载带碘离子浓度宜为5～10 mg/L。

【条文说明】当水的活度浓度不超过现行国家标准规定限值的10倍时，放射性碘的质量浓度为痕量，并且由于高浓度本底离子的存在，此时对放射性铯的选择性吸附极为不利。由于互为同位素的两种核素具备相同的化学性质，通过向水源水中添加稳定的碘源来提高铯的浓度，可在相同条件下提高吸附剂对放射性碘的去除效率。

**3**除碘应在无氧条件下进行，除氧剂亚硫酸钠的投加量宜根据原水溶解氧浓度确定；氯化亚铜应在除氧之后投加，投加量宜为150～200 mg/L。

【条文说明】关于工艺参数和运行条件的规定。氯化亚铜与碘离子在无氧条件下生成碘化亚铜并从水中析出，但有氧条件时其会氧化为碘化铜而溶解于水中，因而需要使用亚硫酸钠去除水中的溶解氧。除碘宜与城镇给水厂现有的处理工艺相结合，工艺参数选择应充分考虑。一般搅拌强度G值不低于在270 S-1；反应时间不少于20 min，沉淀时间不少于30 min。应依据进水悬浮物含量、膜系统设计指标、进出水水质等相关要求进行超滤膜产品选型，浸没式膜组件通量宜为20～40 L/(m2·h)，压力式膜的通量宜为40～70 L/(m2·h)；水回收率不宜低于90%。氯化亚铜采用干式投加时应该缩短其与空气的接触时间；采用湿式投加时可以将氯化亚铜在浓度为0.02 mol/L的盐酸中配置成悬浊液。

**6.4.2** 吡啶型强碱性阴离子交换法宜采用吸附过滤工艺，并应遵循下列规定：

**1**若水源水含有放射性碘时，水源水经絮凝、沉淀后可采用吡啶型强碱性阴离子交换树脂作为滤料进行吸附过滤。

【条文说明】吡啶型强碱性阴离子交换树脂是一种携带1-甲基吡啶官能基的阴离子交换树脂，用于电荷平衡的阴离子在溶液中可完全解离，全交换容量可达4.0 meq/g。吡啶型强碱性阴离子交换树脂对水中的碘离子具备较强的吸附选择性，可用于去除水源水中的放射性碘。

**2**过滤时应向水源中添加稳定的碘用作载带剂。载带剂推荐使用K127I。

【条文说明】突发放射性碘污染水虽然总β较高，但碘的质量浓度极低，且伴随着高浓度本底离子，此时对碘的选择性吸附较为不利。由于互为同位素的两种核素具备相同的化学性质，通过向水源水中添加稳定的碘源来提高铯的浓度，可在相同条件下提高吸附剂对放射性碘的去除效率，同时也可降低水质检测的难度。载带剂浓度宜为0.5 mg/L~2 mg/L。

**3**滤床运行时，滤速宜控制在10 m/h~15 m/h范围内。

【条文说明】滤床在运行时应保证合适的滤速，以使离子交换树脂与放射性污染水有充分的接触时间。过滤时推荐使用上向流模式。当滤速控制在10 m/h~15 m/h区间范围内时，滤床对放射性碘的去除效率可达到99%以上。

**4**出水的放射性活度浓度应全程对其进行监测。若出水总β活度浓度高于现行国家标准时，树脂应及时更换，并视其活度水平高低予以妥善处置。

【条文说明】若树脂吸附位点逐渐达到饱和，滤床对放射性锶的去除效率也将逐渐下降，进而不能满足饮用水安全卫生要求。因此，出水的放射性活度浓度应全程对其进行监测。一旦出水活度浓度高于现行国家标准《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）规定，树脂应及时更换。废弃树脂由于携带放射性碘，须按照国家标准《放射性废物管理规定》（GB 14500）予以妥善处置。

## 6.5 放射性铀

**6.5.1** 弱碱性阴离子交换法宜采用吸附过滤工艺，并应遵循下列规定：

**1**若水源水含有放射性铀时，水源水经絮凝、沉淀后可采用弱碱性阴离子交换树脂作为滤料进行吸附过滤。

【条文说明】弱碱性阴离子交换树脂是一类在骨架上结合有伯氨基、仲胺基、叔胺基的聚合物，由于在水溶液中呈现弱碱性，故被称为弱碱性阴离子交换树脂。弱碱性阴离子交换树脂对水源水中的铀具备高度吸附选择性。水源水中铀的去除可采用国产D301树脂或者陶氏化学公司IRA67树脂。

**2**滤床运行时流速应控制在5 m/h~10 m/h范围内。

【条文说明】滤床在运行时应保证合适的滤速，以使离子交换树脂与水中的铀有充分的接触时间。过滤时推荐使用上向流模式。当滤速控制在5 m/h~10 m/h区间范围内时，滤床对铀的去除效率可达到98%以上。

**3**出水的铀浓度应全程对其进行监测。若出水铀浓度高于30 μg/L时，滤床中树脂应及时再生或者更换。再生后的树脂经水洗后可重复利用，废弃树脂则应视其活度水平高低予以妥善处置。

【条文说明】若树脂吸附位点逐渐达到饱和，树脂床对铀的吸附效率也将逐渐下降，进而不能满足饮用水安全卫生要求。因此，出水的铀质量浓度应全程对其进行监测。一旦出水铀质量浓度高于世界卫生组织规定的30 μg/L，树脂应及时再生或者更换。树脂再生可采用0.5 mol/L盐酸或者硝酸对其进行解吸和再生，解吸的铀可予以回收利用。若树脂直接更换，则废弃树脂应视其活度水平高低按《放射性废物管理规定》（GB 14500）予以妥善处置。

# 7 废物处置

**7.0.1** 废物处置包括放射性污染饮用水水源水质净化过程中产生的污泥、材料等的处置。含极短寿命核素（如131I等）的废物，应储存衰变后解控；含极低水平核素的废物应进行填埋处置。

【条文说明】供水单位采用先进技术进行放射性超标饮用水水源净化，含放射性核素的废水、废污泥、废材料是废物的主要来源。其中，不再利用的含放射性核素的废水应达到《污水综合排放标准》（GB 8978）后进行排放，排放前必须经省辐射环境监测管理机构监测核准。

依据《放射性废物分类》第一章总则，第二条 本分类体系的基本原则和基本方法适用于所有放射性废物，具体的分类体系主要适用于放射性固体废物。本条款主要适用于含放射性核素的固体废物，排放环境前也必须经省辐射环境监测管理机构监测核准。

本指南结合核素特性，将供水单位废物分为含极短寿命核素的废物、含极低水平核素的废物两类，相应地处置对策为储存衰变后解控、填埋处置。

依据《放射性废物分类》第四章，第十条极短寿命放射性废物：废物中所含主要放射性核素的半衰期很短，长寿命放射性核素的活度浓度在解控水平以下，极短寿命放射性核素半衰期一般小于 100天，通过最多几年时间的贮存衰变，放射性核素活度浓度即可达到解控水平，实施解控。常见的极短寿命放射性废物如医疗使用碘-131及其他极短寿命放射性核素时产生的废物。

依据《放射性废物分类》第四章，第十一条 极低水平放射性废物：废物中放射性核素活度浓度接近或者略高于豁免水平或解控水平，长寿命放射性核素的活度浓度应当非常有限，仅需采取有限的包容和隔离措施，可以在地表填埋设施处置，或者按照国家固体废物管理规定，在工业固体废物填埋场中处置。极低水平放射性废物的活度浓度下限值为解控水平，上限值一般为解控水平的 10～100倍。

含非放射性有害组分的废物应当符合国家有关法规标准规定，包括《室外给水设计标准》（GB 50013）10.8泥饼处置和利用相关要求。

**7.0.2** 持续放射性污染饮用水水源水质净化后产生的废物，主要含天然放射性核素，对生态环境影响可以忽略，经省级及以上辐射环境监测管理机构监测核准后，可直接进行填埋处理。

【条文说明】依据《放射性废物分类》第三章，第七条 豁免废物或解控废物：废物中放射性核素的活度浓度极低，满足豁免水平或解控水平，不需要采取或者不需要进一步采取辐射防护控制措施。废物处理、处置应按《放射性废物管理规定》（GB 14500）执行。

 供水单位产生的含天然放射性核素的废物量较少，可以满足豁免水平或解控水平，废物处理、处置应按《放射性废物管理规定》（GB 14500）执行。

**7.0.3** 突发放射性污染饮用水水源水质净化后产生的废物应分类收集、储存并做好标识，交给有资质的部门进行处置。

【条文说明】对于突发事故导致的地表水饮用水水源中出现的锶-90、铯-137等核素，长寿命核素活度浓度极低，供水单位可依据《放射性废物分类》第四章，第十一条 极低水平放射性废物相关规定，对产生的各种离子交换器的废树脂、过滤器的失效滤芯等固体废物进行分类收集、采取有限的包容和隔离措施，存储过程中应做好标识，交给有资质部门进行去污等处理后进行地表填埋处置。有资质的部门指省辐射环境监测管理机构核准的可以从事放射性废物处理、处置相关技术服务业务的企业。

# 8 安全防护

**8.0.1** 应建立放射性安全防护规章制度及应急预案，指定专人监督防范，以确保正常生产和工作人员人身安全。

【条文说明】供水企业应按照《中华人民共和国放射性污染防治法》、《中华人民共和国职业病防治法》和《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871）等相关法规、标准制定相应的安全生产规章制度，设置专人进行监督防范，以保障生产及工作人员安全。

**8.0.2** 应根据水源水质特点及水厂应急净水能力，针对水源放射性污染可能引发的供水突发事件，制定应急预案，并定期进行演练。

【条文说明】为保障供水安全，加强对放射性突发污染事件应急处置工作的统一组织，有效防范、控制，需制定相应的应急预案。通过预案制定和定期演练，进一步提高供水安全突发事件的应对能力。

**8.0.3** 水厂工作人员应学习辐射防护知识和有关法规，接受必要的防护与安全培训和指导，熟悉放射性安全防护规章制度，并遵守执行。

**8.0.4** 水厂运行过程中工作人员应正确使用防护设施、监测仪表和个人防护用品。

【条文说明】工作人员在上岗前应当接受放射防护及安全培训，了解防护设施和个人防护用品的使用，熟悉并遵守安全生产规章制度。

**8.0.5** 应设置隔离管控措施防止非工作人员进入“电离辐射”警示区域。

# 本指南标准用词说明

1 为便于在执行本规程条文时区别对待，对要求严格程度不同的用词说明如下：

1）表示严格，正常情况下都应该这样做的：

正面词采用“应”，反面词采用“不应”或“不得”；

2）表示允许稍有选择，在条件许可时首先应该这样做：

正面词采用“宜”，反面词采用“不宜”；

3）表示有选择，在一定条件下可以这样做的，采用“可”。

2 条文中指明应按其他有关标准执行时，写法为“应按………执行”或“应符合……的规定”

# 引用标准名录

《中华人民共和国放射性污染防治法》

《生活饮用水卫生标准》（GB 5749）

《室外给水设计标准》（GB 50013）

《放射性废物管理规定》（GB 14500）

《辐射防护规定》（GB 8703）

《污水综合排放标准》（GB 8978）

《生活饮用水设备及防护材料卫生安全评价规范》（GB/T 17219）

《反渗透水处理设备》（GB/T 19249）

《低压开关设备和控制设备 总则》（GB 14048.1）

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871）

《城镇供水厂运行、维护及安全技术规程》（CJJ58）

《辐射环境监测技术规范》（HJ 61）

《环境保护产品技术要求 反渗透水处理装置》（HJ/T 270）

《纳滤膜及其元件》（HY/T 113）

《纳滤装置》（HY/T 114）