

《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全  
联合公约》第七次审议会议

中华人民共和国  
国家报告

二〇二〇年九月  
北 京

## 前 言

中国一贯高度重视乏燃料管理安全和放射性废物管理安全。2006年4月29日，中华人民共和国第十届全国人民代表大会常务委员会第二十一次会议决定：加入于1997年9月5日经国际原子能机构外交大会审议通过的《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》（以下简称《联合公约》）；同时声明：在中华人民共和国政府另行通知前，《联合公约》暂不适用于中华人民共和国澳门特别行政区。2006年9月13日，中国交存了加入书；12月12日，《联合公约》对中国生效。

2008年、2011年、2014年和2017年，中国分别向《联合公约》缔约方审议会议提交了《联合公约》中华人民共和国履约国家报告。

本报告是中国根据《联合公约》第32条之规定向《联合公约》缔约方第七次审议会议提交的中华人民共和国履约第五次国家报告，描述了中国履行《联合公约》的情况，包括两部分：第一部分是中央政府履行《联合公约》的情况，第二部分是香港特别行政区政府履行《联合公约》的情况。其中，涉及的存量和清单数据截至2019年12月31日。

本报告中国台湾省的内容暂缺。

# 目 录

## 第一部分中央政府报告

<b>A 导言</b> .....	- 1 -
A.1 报告主题 .....	- 1 -
A.2 关注设施 .....	- 1 -
A.3 报告结构 .....	- 1 -
A.4 对第六次审议会议确定的建议、挑战和一般性问题的响应和阐述 .....	- 2 -
A.4.1 对建议的响应 .....	- 3 -
A.4.2 对面临挑战的响应 .....	- 4 -
A.4.3 对审议会议要求在国家报告中阐述内容的简要回答 .....	- 9 -
A.5 上次报告以来的主要更新 .....	- 15 -
A.6 上次报告以来的重大事项 .....	- 17 -
A.7 良好实践 .....	- 19 -
A.8 良好业绩 .....	- 23 -
A.9 乏燃料和放射性废物管理概述性矩阵图 .....	- 26 -
<b>B 政策和实践（第 32 条第 1 款）</b> .....	- 27 -
B.1 乏燃料管理政策 .....	- 27 -
B.2 乏燃料管理实践 .....	- 27 -
B.3 放射性废物的定义和分类准则 .....	- 29 -
B.3.1 豁免废物或解控废物 .....	- 30 -
B.3.2 极短寿命放射性废物 .....	- 31 -
B.3.3 极低水平放射性废物 .....	- 31 -
B.3.4 低水平放射性废物 .....	- 31 -
B.3.5 中水平放射性废物 .....	- 32 -

B.3.6 高水平放射性废物 .....	- 33 -
B.4 放射性废物管理政策 .....	- 33 -
B.5 放射性废物管理实践 .....	- 34 -
<b>C 适用范围（第 3 条） .....</b>	<b>- 40 -</b>
C.1 乏燃料的适用性 .....	- 40 -
C.2 放射性废物的适用性 .....	- 40 -
C.3 军事或国防计划乏燃料和放射性废物的适用性 .....	- 41 -
C.4 流出物排放 .....	- 41 -
<b>D 存量和清单（第 32 条第 2 款） .....</b>	<b>- 42 -</b>
D.1 乏燃料管理设施 .....	- 42 -
D.2 已贮存的乏燃料 .....	- 43 -
D.3 放射性废物管理设施 .....	- 43 -
D.3.1 放射性废物的处理和贮存设施 .....	- 43 -
D.3.2 放射性废物处置设施 .....	- 43 -
D.4 放射性废物 .....	- 43 -
D.5 处于退役过程中的核设施 .....	- 44 -
<b>E 立法和监管体系（第 18~20 条） .....</b>	<b>- 45 -</b>
E.1 履约措施（第 18 条） .....	- 45 -
E.2 立法和监管框架（第 19 条） .....	- 46 -
E.2.1 立法框架 .....	- 46 -
E.2.2 监管框架 .....	- 50 -
E.3 监管机构（第 20 条） .....	- 54 -
E.3.1 监管机构的独立性 .....	- 54 -
E.3.2 生态环境部（国家核安全局） .....	- 55 -
E.3.3 国家卫生健康委员会 .....	- 61 -
E.3.4 公安部 .....	- 61 -
E.4 核能发展政府主管部门 .....	- 62 -

E.4.1 国家原子能机构.....	- 62 -
E.4.2 国家能源局.....	- 63 -
<b>F 其他一般安全规定（第 21~26 条） .....</b>	<b>- 64 -</b>
F.1 许可证持有者的责任（第 21 条） .....	- 64 -
F.1.1 核设施安全许可证持有者的一般责任 .....	- 64 -
F.1.2 辐射安全许可证持有者的一般责任 .....	- 66 -
F.1.3 放射性废物处理、贮存、处置许可证持有者的一般安全责任.....	- 67 -
F.2 人力和财力（第 22 条） .....	- 68 -
F.2.1 合格人员的保证 .....	- 68 -
F.2.2 财力保证 .....	- 73 -
F.3 质量保证（第 23 条） .....	- 76 -
F.3.1 质量保证的基本要求 .....	- 76 -
F.3.2 乏燃料管理的质量保证 .....	- 78 -
F.3.3 放射性废物管理的质量保证 .....	- 79 -
F.3.4 放射性废物近地表处置的质量保证 .....	- 80 -
F.3.5 监管机构的主要活动 .....	- 81 -
F.4 运行辐射防护（第 24 条） .....	- 83 -
F.4.1 将辐射照射保持在可合理达到的尽量低的水平 .....	- 83 -
F.4.2 剂量限值 .....	- 85 -
F.4.3 防止放射性物质无计划或非受控地释入环境 .....	- 86 -
F.4.4 排放限值 .....	- 88 -
F.4.5 对于放射性物质无计划或非受控地释入环境的纠正措施 .....	- 89 -
F.5 应急准备（第 25 条） .....	- 90 -
F.5.1 核事故应急准备 .....	- 90 -
F.5.2 辐射事故应急准备 .....	- 94 -
F.5.3 针对境外辐射紧急情况的应急准备 .....	- 95 -
F.6 退役（第 26 条） .....	- 95 -

<b>G 乏燃料管理安全（第 4~10 条）</b>	<b>- 98 -</b>
G.1 一般安全要求（第 4 条）	- 98 -
G.1.1 核电厂在堆贮存乏燃料管理安全要求	- 100 -
G.1.2 研究堆在堆贮存乏燃料管理安全要求	- 102 -
G.1.3 离堆贮存乏燃料管理安全要求	- 103 -
G.2 现有设施（第 5 条）	- 105 -
G.2.1 设施的安全性评审	- 105 -
G.2.2 设施的安全监督检查	- 106 -
G.2.3 运行核电厂定期安全审查	- 107 -
G.3 拟议中设施的选址（第 6 条）	- 108 -
G.3.1 乏燃料贮存设施选址的审批	- 109 -
G.3.2 乏燃料贮存设施选址	- 110 -
G.4 设施的设计和建造（第 7 条）	- 112 -
G.4.1 核电厂乏燃料管理设施的设计和建造	- 113 -
G.4.2 研究堆乏燃料贮存设施的设计和建造	- 114 -
G.4.3 乏燃料离堆贮存设施的设计和建造	- 115 -
G.5 设施的安全分析（第 8 条）	- 116 -
G.6 设施的运行（第 9 条）	- 120 -
G.6.1 核电厂乏燃料贮存设施运行	- 121 -
G.6.2 研究堆乏燃料贮存设施运行	- 125 -
G.6.3 乏燃料离堆贮存设施运行	- 127 -
G.7 乏燃料处置（第 10 条）	- 128 -
<b>H 放射性废物管理安全（第 11~17 条）</b>	<b>- 129 -</b>
H.1 一般安全要求（第 11 条）	- 129 -
H.2 现有设施和过去的实践活动（第 12 条）	- 133 -
H.2.1 设施的定期安全审查	- 133 -
H.2.2 放射性废物管理同行评估	- 134 -

H.2.3 设施的安全检查 .....	- 135 -
H.3 拟议中设施的选址（第 13 条） .....	- 136 -
H.3.1 设施选址 .....	- 136 -
H.3.2 信息公开 .....	- 140 -
H.4 设施的设计和建造（第 14 条） .....	- 141 -
H.4.1 核设施配套的放射性废物管理设施的设计和建造 .....	- 142 -
H.4.2 核技术利用放射性废物暂存库的设计和建造 .....	- 145 -
H.4.3 低、中放固体废物处置场的设计和建造 .....	- 147 -
H.5 设施的安全分析（第 15 条） .....	- 150 -
H.6 设施的运行（第 16 条） .....	- 152 -
H.6.1 核设施配套的放射性废物管理设施的运行 .....	- 153 -
H.6.2 核技术利用放射性废物暂存库的运行 .....	- 156 -
H.6.3 低、中放固体废物处置场的运行 .....	- 157 -
H.7 关闭后的监护措施（第 17 条） .....	- 158 -
<b>I 超越国界运输（第 27 条） .....</b>	<b>- 160 -</b>
<b>J 废旧放射源（第 28 条） .....</b>	<b>- 164 -</b>
J.1 废旧放射源管理要求 .....	- 164 -
J.2 出口放射源的回收 .....	- 166 -
J.3 废旧放射源管理实践 .....	- 166 -
J.3.1 返回生产厂家 .....	- 167 -
J.3.2 废旧放射源回收再利用 .....	- 168 -
J.3.3 废旧放射源的处置 .....	- 168 -
J.3.4 城市放射性废物库的运行 .....	- 169 -
<b>K 为加强安全所作的整体努力 .....</b>	<b>- 170 -</b>
K.1 针对上次审议会议确定的建议和挑战已采取的措施 .....	- 170 -
K.1.1 开展包括地下实验室在内的高放废物地质处置项目 .....	- 170 -
K.1.2 及时完成与核项目配套的低中放废物处置场的选址 .....	- 172 -

K.1.3	加强监管机构在处置项目公众沟通中的角色 .....	- 173 -
K.1.4	发布专门的核设施退役监管要求 .....	- 176 -
K.1.5	开发考虑技术、经济和社会因素在内的退役技术 .....	- 177 -
K.1.6	建立与放射性废物处置和设施退役相关的成本评估的定期评价机制 ..	- 178 -
K.2	现阶段存在的安全问题、挑战和拟采取的行动 .....	- 180 -
K.2.1	低、中放固体废物处置场选址 .....	- 180 -
K.2.2	高放废物地质处置 .....	- 180 -
K.2.3	废放射源近地表处置 .....	- 181 -
K.3	对于国际同行评估工作组访问的政策、实践和计划 .....	- 182 -
K.4	加强履约活动的公开性和透明度的措施 .....	- 183 -
K.5	国际合作措施 .....	- 184 -
<b>L</b>	<b>附录 .....</b>	<b>- 185 -</b>
L.1	乏燃料管理设施清单 .....	- 185 -
L.1.1	核电厂乏燃料贮存设施 .....	- 185 -
L.1.2	研究堆乏燃料贮存设施 .....	- 187 -
L.2	乏燃料存量和清单 .....	- 189 -
L.2.1	核电厂乏燃料存量和清单 .....	- 189 -
L.2.2	研究堆乏燃料存量和清单 .....	- 192 -
L.3	放射性废物管理设施清单 .....	- 193 -
L.3.1	核电厂放射性废物处理和贮存设施 .....	- 193 -
L.3.2	研究堆放射性废物处理和贮存设施 .....	- 196 -
L.3.3	核燃料循环设施放射性废物处理和贮存设施 .....	- 197 -
L.3.4	放射性废物贮存设施 .....	- 197 -
L.3.5	核技术利用放射性废物贮存设施 .....	- 198 -
L.3.6	放射性废物处置设施 .....	- 199 -
L.4	放射性废物存量和清单 .....	- 200 -
L.4.1	核电厂已整备放射性废物存量和清单 .....	- 200 -

L.4.2 研究堆和核燃料循环设施已整备放射性废物存量和清单.....	- 201 -
L.4.3 核技术利用放射性废物贮存设施废旧放射源存量和清单.....	- 202 -
L.4.4 处置场接收废物清单.....	- 203 -
L.4.5 贮存设施接收废物清单.....	- 204 -
L.5 有关的法律、法规、规章、导则和标准 .....	- 205 -
L.5.1 有关的法律.....	- 205 -
L.5.2 有关的行政法规.....	- 205 -
L.5.3 有关的规章.....	- 206 -
L.5.4 有关的导则.....	- 211 -
L.5.5 有关的标准.....	- 217 -
L.6 核电厂职业照射情况 .....	- 223 -
L.7 核电厂放射性流出物的排放 .....	- 226 -
L.8 参考文献 .....	- 229 -
L.8.1 文件.....	- 229 -
L.8.2 网址.....	- 229 -
L.9 主要缩写 .....	- 230 -
<b>附录：第七次审议会议中国国家报告（中央政府部分）编审人员名单 .</b>	<b>-</b>
<b>231 -</b>	
<b>第二部分香港特别行政区政府报告</b>	
<b>A 导言.....</b>	<b>- 233 -</b>
A.1 概述.....	- 233 -
A.2 废物设施.....	- 233 -
<b>B 政策和实践.....</b>	<b>- 235 -</b>
B.1 放射性废物定义 .....	- 235 -
B.2 放射性废物分类准则 .....	- 235 -
<b>C 放射性废物管理政策及实践.....</b>	<b>- 237 -</b>
C.1 放射性废物管理政策 .....	- 237 -

C.2 流出物排放 .....	- 238 -
<b>D 放射性废物管理安全（《联合公约》第 11-17 条） .....</b>	<b>- 239 -</b>
D.1 低放射性废物贮存设施的管理安全实践 .....	- 239 -
D.2 废物盘存情况 .....	- 240 -
<b>E 立法和监管框架（《联合公约》第 18-20 条） .....</b>	<b>- 241 -</b>
E.1 规管架构 .....	- 241 -
E.2 牌照制度 .....	- 241 -
E.3 放射源资料管理 .....	- 242 -
E.4 事故应急 .....	- 243 -
<b>F 一般安全规定（《联合公约》第 21-26 条） .....</b>	<b>- 244 -</b>
F.1 许可证持有者的责任（《联合公约》第 21 条） .....	- 244 -
F.2 人力和财力（《联合公约》第 22 条） .....	- 244 -
F.3 质量保证（《联合公约》第 23 条） .....	- 244 -
F.4 运行辐射防护（《联合公约》第 24 条） .....	- 245 -
F.5 设施应急准备（《联合公约》第 25 条） .....	- 245 -
F.6 退役（《联合公约》第 26 条） .....	- 246 -
<b>G 超越边界运输（《联合公约》第 27 条） .....</b>	<b>- 247 -</b>
G.1 进出口监管 .....	- 247 -
G.2 运输管理 .....	- 247 -
<b>H 废密封源（《联合公约》第 28 条） .....</b>	<b>- 248 -</b>
H.1 废密封源 .....	- 248 -
<b>I 附录 .....</b>	<b>- 249 -</b>
I.1 贮存设施内的废物盘存清单 .....	- 249 -
I.2 参考文献 .....	- 250 -

# 第一部分 中央政府报告

# A 引言

## A.1 报告主题

本报告描述了中国乏燃料管理安全和放射性废物管理安全的基本政策和实践。

为了达到并维持乏燃料和放射性废物管理的高安全水平，在目前和将来保护个人、社会和环境免受电离辐射的有害影响，促进核能、核技术的开发与和平利用，中国遵从电离辐射防护、辐射源安全、乏燃料管理安全和放射性废物管理安全的基本原则，健全和完善法规体系，明确和落实安全管理责任，加强和提升监督管理能力，重视并积极参与国际合作，保证乏燃料管理安全和放射性废物管理安全。

## A.2 关注设施

按照《联合公约》的要求，本报告所关注的设施包括核电厂、研究堆配套建设的乏燃料在堆贮存设施和离堆贮存设施；核设施配套建设的放射性废物处理和贮存设施，核技术利用放射性废物贮存库，以及放射性废物处理、贮存和处置设施。

## A.3 报告结构

本报告按照《国家报告的格式和结构细则》(INFCIRC/604/Rev.3)

的要求，逐条描述中国的履约情况。在每一章节的开始部分给出了《联合公约》对应条款（边框部分）的要求。在导言之后，依次论述下列内容：

- B 政策和实践（第 32 条第 1 款）
- C 适用范围（第 3 条）
- D 存量和清单（第 32 条第 2 款）
- E 立法和监管体系（第 18 条至第 20 条）
- F 其他一般安全规定（第 21 条至第 26 条）
- G 乏燃料管理安全（第 4 条至第 10 条）
- H 放射性废物管理安全（第 11 条至第 17 条）
- I 超越国界运输（第 27 条）
- J 废旧密封源（第 28 条）
- K 为加强安全所作的整体努力
- L 附录

为了避免与第 G 章和第 H 章中有关部分的重复描述，按照《国家报告的格式和结构细则》(INFCIRC/604/Rev.3)的建议，将普遍适用于乏燃料管理安全和放射性废物管理安全的立法和监管规定统一放在第 E 章描述。

#### **A.4 对第六次审议会议确定的建议、挑战和一般性问题的响应和阐述**

在《联合公约》缔约方第六次审议会议期间，中国所在国家组

对中国国家报告的审议认为，中国面临五项挑战，同时提出一项建议。在本轮履约期间，针对上述建议和挑战，中国均实施了多方面的后续行动，进行了积极响应。

《联合公约》缔约方第六次审议会议要求各缔约方向第七次审议会议提交的国家报告应包括四个议题。在本次中国国家报告中，针对上述议题，按照中国当前的相关法律法规和实践，中国均进行了全面阐述。

#### **A.4.1 对建议的响应**

《联合公约》缔约方第六次审议会议对中国提出一项建议，认为中国应建立与放射性废物处置和设施退役相关的成本评估的定期评价机制。

在本轮履约期间，中国颁布实施了《中华人民共和国核安全法》，其中第四十八条规定：核设施营运单位应当预提核设施退役费用、放射性废物处置费用，列入投资概算、生产成本，专门用于核设施退役、放射性废物处置。具体办法由国务院财政部门、价格主管部门会同国务院核安全监督管理部门、核工业主管部门和能源主管部门制定。

依据《中华人民共和国核安全法》的规定，中华人民共和国财政部会同相关部门正在制订《核设施退役与放射性废物处置费用管理暂行办法》，目前已经完成了调研工作并形成了初稿。《核设施退役与放射性废物处置费用管理暂行办法（初稿）》考虑建立核设施

退役成本评估的定期评价机制和放射性废物处置的定价机制，核设施退役成本评估的定期评价机制包括核设施营运单位的自评估和监管机构对退役费用管理的评估和审核。

2019 年，国家核安全局启动“核设施退役费用定期评估研究”工作，深入研究适用于中国情况的核设施退役费用评估技术和定期评价方法，为中国建立核设施退役成本评估的定期评价机制提供支持。

详见 F.2.2 和 K.1.6。

#### **A.4.2 对面临挑战的响应**

##### **(1) 开展包括地下实验室在内的高放废物地质处置项目**

2017 年 2 月，中华人民共和国国务院批复了《核安全与放射性污染防治“十三五”规划及 2025 年远景目标》，其中要求加快高放废物处置研究，十三五期间开工建设高放废物地质处置地下实验室，推进高放废物地质处置场选址与场址调查，开展工程屏障、处置工艺技术、处置化学、安全评价等研究，明确高放废物地质处置安全目标和原则，研究中国高放废物地质处置选址技术安全准则。

2019 年 5 月，国家原子能机构批复了《中国高放废物地质处置地下实验室工程项目建议书》，提出在甘肃北山新场地段建成具有国际先进水平的高放废物地质处置地下实验室。2019 年 12 月，国家原子能机构批准成立了高放废物地质处置地下实验室建设工程项目总指挥和总设计师系统。目前，国家原子能机构正组织开展地下实验

室工程建设和组织实施地下实验室建造过程中有关研究工作。

本轮履约期间，中国继续开展高放废物地质处置技术相关研究，包括甘肃北山预选区重点地段候选场址适宜性，地质处置安全目标、概念设计、处置工程、处置化学、安全评价等方面的研究，同时开展了粘土岩候选场址筛选评价工作，初步形成中国高放废物地质处置研究开发技术体系。

中国重视在高放废物地质处置领域的国际合作。截至 2019 年底，中国已与其他国家共 20 多个管理及科研机构建立了合作关系，承担了多个高放废物地质处置相关的国际原子能机构（IAEA）技术合作项目。2019 年 9 月 19 日，在国际原子能机构第 63 届大会召开期间，中国国家原子能机构和国际原子能机构在奥地利维也纳联合主办了中国高放废物地质处置领域技术合作 20 周年边会，总结了 20 年来中国在高放废物地质处置技术合作项目方面取得的进展和成果，并将中国承担的技术合作项目作为成功实践，向各个成员国进行了推介。

详见 B.5 和 K.1.1。

## （2）及时完成与核项目配套的低中放废物处置场的选址

国家原子能机构正在牵头编制低、中水平放射性废物处置场所选址规划，并征求和协调相关省级地方政府意见。中国拟在核电发展相对集中的区域新建多座低、中放固体废物处置场，并对正在运行的低、中放固体废物处置场进行扩建。

本轮履约期间，中国已在核电发展相对集中的区域开展了低、

中放固体废物处置场选址的前期准备工作。辽宁省、广东省、广西壮族自治区等地部分核电项目的处置场选址工作正在积极推进。此外，中国核能行业协会等学术团体组织开展了核电厂低、中放固体废物多途径处置研究，推动解决核电厂低、中水平放射性废物处置面临的难题。

详见 B.5 和 K.1.2。

### （3）加强监管机构在处置项目公众沟通中的角色

中国逐步完善涉核项目公众沟通的法律法规制度。《中华人民共和国核安全法》第五章专门就信息公开和公众沟通作出了明确规定。其第六十三条规定，国务院核安全监督管理部门应当依法公开与核安全有关的行政许可，以及核安全有关活动的安全监督检查报告、总体安全状况、辐射环境质量和核事故等信息。同时明确，对依法公开的核安全信息，应当通过政府公告、网站以及其他便于公众知晓的方式，及时向社会公开。公民、法人和其他组织，也可以依法向生态环境部（国家核安全局）和核电厂所在地省、自治区、直辖市人民政府指定的部门申请获取核安全相关信息。核设施营运单位及其所在地省、自治区、直辖市人民政府应当就影响公众利益的重大核安全事项举行听证会、论证会、座谈会，或者采取其他形式征求利益相关方的意见，并以适当形式反馈。

生态环境部（国家核安全局）历来注重建立公开、透明的核安全监管体系，通过制度建设强化核与辐射项目的公众沟通工作。本轮履约期间，生态环境部修订发布《环境影响评价公众参与办法》，

印发《核与辐射安全监管信息公开方案》，修订《核与辐射安全公众沟通工作指南》。《环境影响评价公众参与办法》要求建设单位公开相关信息，征求与该项目环境影响有关的意见，并将公众参与的相关情况形成报告，与环境影响评价报告同时报送。生态环境主管部门在受理建设项目环境影响报告书后和对环境影响报告书作出审批决定前，通过其网站或者其他方式向社会公开建设项目概况、主要环境影响和建设单位开展的公众参与情况等内容，并同步告知建设单位和利害关系人享有要求听证的权利。

生态环境部（国家核安全局）指导、督促各技术支持单位、地方环保部门和企业，持续深入开展核与辐射安全进社区、进校园活动。“魅力之光”杯全国中学生核电科普知识竞赛、全国高校学生课外“核+X”创意大赛、核安全大学生辩论赛等核与辐射安全特色科普宣传系列活动在公众和社会中产生的影响力日益增强。在“4·15”全民国家安全教育日、“6·5”环境日、“8·7”核行业公众开放日（周）等活动中，核工业界 20 余万从业者、数百所高校及中小学的学生参与宣传活动，影响范围愈加广泛。通过对不同目标人群的科普宣传，核科学知识和先进技术得到了传播普及，公众了解了更多的专业知识，增强了对核科学技术、核安全和核应急管理水平的认识和信任。

在实施放射性废物处置项目监管的过程中，生态环境部（国家核安全局）严格按照上述法律法规要求，履职尽责，开展公众沟通相关工作。

详见 K.1.3。

#### (4) 发布专门的核设施退役监管要求

《中华人民共和国核安全法》明确规定了核设施退役的许可管理要求。其第三十条规定，核设施退役前，核设施营运单位应当向国家核安全局提出退役申请，并提交下列材料：（一）核设施退役申请书；（二）安全分析报告；（三）环境影响评价文件；（四）质量保证文件；（五）法律、行政法规规定的其他材料。核设施退役时，核设施营运单位应当按照合理、可行和尽可能低的原则处理、处置核设施场址的放射性物质，将构筑物、系统和设备的放射性水平降低至满足标准的要求；核设施退役后，核设施所在地省、自治区、直辖市人民政府环境保护主管部门应当对核设施场址及其周围环境中所含的放射性核素的种类和浓度组织监测。

本轮履约期间，国家核安全局正在制定部门规章《核设施退役安全管理规定》，拟进一步明确核设施退役的管理程序和要求。同时，国家核安全局正在组织编制《核设施退役安全评价》《核燃料循环设施退役》《核动力厂和研究堆退役》和《核技术利用设施退役》等核安全导则，将进一步细化核设施退役的监管要求。其中，《核设施退役安全评价》和《核燃料循环设施退役》已经完成技术审查。

详见 K.1.4。

#### (5) 开发考虑技术、经济和社会因素在内的退役技术

2018 年 2 月，中国国家原子能机构发布《核设施退役及放射性

《废物治理项目申报指南（2018-2020年）》，在退役技术领域，重点支持以下退役技术研究：1）反应堆退役技术，包括反应堆破损乏燃料组件整備、堆芯封堵加固、拆除解体等关键技术；2）其他核设施退役技术研究，包括放射性厂房风道、烟囱退役技术工程应用研究；3）退役技术工程化应用研究及专用设备研制，包括退役治理关键仪器设备开发，辐射监测、解体去污等退役专用设备的研发等。目前，放射性工艺管沟退役技术、污染设备剥离技术等一批退役技术研发项目正按计划实施。

研发的退役技术综合考虑了技术可行性、经济代价和环境效益等因素。中国组织开展退役源项调查测量技术和管道内壁 $\gamma$ 源项测量技术研究，研制了就地源项测量系统和关键设备，开发了用于高剂量场放射性测量、调查的专业器具，提出了遥控测量方法，为安全开展源项调查工作提供了技术支撑。研制用于设施拆除解体的遥控机械手和泥浆回取机器人等，在确保退役可行性的基础上可保障工作人员的安全。开发的可剥离凝胶去污技术，应用于核设施退役过程中设备、建筑物等表面松散污染的固定、去除及场地保护，确保人员健康与环境安全。已开发的管道激光去污技术，应用于核设施退役管道中放射性污染尤其是固定污染的去污，有效提高去污效率，降低操作人员受照剂量，减少放射性废物产生量。

#### **A.4.3 对审议会议要求在国家报告中阐述内容的简要回答**

##### **（1）实施国家乏燃料和放射性废物管理战略**

中国的乏燃料管理政策是实施乏燃料后处理，提取回收铀、钚材料，以实现资源的最大化利用，减少高放废物量，确保乏燃料管理安全和公众安全，并降低对后代的长期辐射风险。

中国依据核能发展需要，统筹规划全国乏燃料管理能力建设，积极推进乏燃料贮存、后处理技术的研究开发，推动中国大型商用后处理厂项目，不断提升乏燃料贮存和后处理能力。

中国组织编制了核电厂乏燃料贮存体系能力建设方案。中国在运核电厂均配套建设了具有一定贮存能力的乏燃料贮存设施，接纳一定时间内核电厂运行产生的乏燃料，并保证其贮存安全。秦山第三核电厂和田湾核电厂还建设了乏燃料干法贮存设施。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》明确要求加快论证并推动大型商用后处理厂建设。目前，中国正在推动大型商用后处理厂前期工作。

中国设立了乏燃料处理处置基金，保障乏燃料管理政策实施。《中华人民共和国核安全法》第四十八条规定，核设施营运单位应当按照国家规定缴纳乏燃料处理处置费用，列入生产成本。中华人民共和国财政部、国家发展改革委、工业和信息化部发布《核电站乏燃料处理处置基金征收使用管理暂行办法》，设立核电厂乏燃料处理处置基金，用于乏燃料运输、乏燃料离堆贮存、乏燃料后处理以及乏燃料后处理所产生的高放废物的处理处置等。国家原子能机构发布了《核电站乏燃料处理处置基金项目管理办法》，进一步规范了核电站乏燃料处理处置基金项目，保障乏燃料管理工作顺利进

行。

中国推动从设计源头减少放射性废物产生，鼓励采用优化的系统、合理的设计、可靠的设备和严格的管理等措施尽可能从源头减少废物的产生，减少废物的处理量、降低处理难度，实现减少最终废物产生量以及降低放射性废物处理和处置代价的目标。

中国对放射性废物实施分类管理，推动各类放射性废物的处理处置。《中华人民共和国核安全法》第四十条规定，放射性废物应当实行分类处置。低、中水平放射性废物在国家规定的符合核安全要求的场所实行近地表或者中等深度处置，高水平放射性废物实行集中深地质处置。2017年11月，原环境保护部、工业和信息化部、国家原子能机构联合发布《放射性废物分类》公告。根据各类废物的潜在危害以及处置时所需的包容和隔离程度，将放射性废物分为极短寿命放射性废物、极低水平放射性废物、低水平放射性废物、中水平放射性废物和高水平放射性废物，分别对应于贮存衰变、填埋处置、近地表处置、中等深度处置和深地质处置。

2006年，国家原子能机构、科技部和原国家环境保护总局联合颁布了《高放废物地质处置研究与开发规划指南》，提出将高放废物地质处置研究开发和处置设施工程建设划分为三个阶段：试验室研究开发和处置设施选址阶段(2006-2020)、地下试验阶段(2021-2040)、原型处置设施验证与处置设施建设阶段(2041-本世纪中叶)。《核安全与放射性污染防治“十三五”规划及2025年远景目标》提出开展5座中低放固体废物处置场的选址、建设，形成中低放固体废物处置

的合理布局，推进核电废物外运处置。目前，中国正有序推进各类放射性废物处置工作进展，详见 B.5 和 H。

中国重视放射性废物管理体制建设，以保障国家放射性废物管理战略的实施。《中华人民共和国核安全法》规定：高水平放射性废物实行集中深地质处置，由国务院指定的单位专营。《放射性废物安全管理条例》规定：深地质处置设施的工程和安全技术研究、地下实验、选址和建造，由国务院核工业行业主管部门组织实施。

详见 B。

## （2）乏燃料长期管理的安全影响

中国重视乏燃料长期管理安全。《中华人民共和国核安全法》第三十九条规定：产生、贮存、运输、后处理乏燃料的单位应当采取措施确保乏燃料的安全，并对持有的乏燃料承担核安全责任。

为保障乏燃料长期安全，中国统筹规划全国乏燃料管理能力建设，组织编制了核电厂乏燃料贮存体系能力建设方案，积极推进乏燃料贮存设施和大型商用后处理厂项目建设，确保乏燃料长期管理安全。

除大亚湾核电厂部分乏燃料运出厂外贮存外，中国在运核电厂产生的乏燃料均在核电厂内贮存。截至 2019 年底，中国在运核电机组 47 台，只有 4 台机组运行时间超过 20 年，最长运行时间 28 年。其余 43 台机组的运行时间均小于 20 年，目前尚未面临乏燃料超长时间贮存情况。

中国将持续跟踪国际乏燃料长期贮存问题及相关研究进展情况，

及时采取措施，确保乏燃料长期贮存安全。

详见 B.2。

### （3）将废旧放射源的长期管理和处置联系起来

中国重视并强化放射源全寿期的管理安全，建立了完善的法律法规体系，明确了放射源生产、销售、使用、转让、进出口、贮存、处置等各环节的管理要求。

2010 年，国家核技术利用辐射安全管理系统正式投入使用，实现放射源全过程动态监管，为日常监管提供重要数据来源。废旧放射源管理是国家核技术利用辐射安全管理系统中的内容之一，该系统也同时实现了对废旧放射源的动态管理。

在本轮履约期间，国家核安全局开展了全国放射源安全检查专项行动，对全国 1 万余家涉及放射源的单位进行检查，集中收贮废旧、闲置的放射源 3000 多枚。

2019 年，国家核安全局组织开展了废旧放射源处置策略和近地表处置接收准则的研究，同时推动部分活度水平较低的废旧放射源的安全处置。2019 年 12 月，国家核安全局批准了《废旧  $^{192}\text{Ir}$  和  $^{75}\text{Se}$  放射源的处置方案》，拟对部分放射性活度水平较低的废旧放射源实施近地表处置。

详见 B.3, J。

### （4）遗留场址和设施的治理

中国重视遗留场址和设施治理，已经开展了相关工作，并取得了较大进展。

完成青海核基地的整治。中国政府在 1987 年决定撤销青海核基地后，对其成功实施了退役整治。后续的辐射环境调查及综合评价表明，退役工程满足退役限值要求，对公众和环境的潜在影响可以接受。目前该遗留场址已开发为旅游景区。

实施了铀矿冶设施的全面治理。中国已制定铀矿冶设施退役治理相关技术标准，并按标准对其进行了安全治理。经过治理，消除了铀矿冶设施对环境污染、破坏风险和对公众的潜在威胁，提高了退役设施安全稳定性，最大个人剂量和设施周围集体剂量满足国家辐射安全要求。

完成了核基地与核设施辐射环境现状调查与评价。中国于 2011 年启动了核设施辐射环境现状调查与评价。利用约 10 年时间，完成了 3 个核电基地的核电厂、部分研究基地的研究堆和部分核燃料循环设施的辐射环境现状调查，评价了上述核基地与核设施长期运行对周围环境的影响变化趋势。结果表明，中国核基地与核设施均严格按照国家法规标准要求运行。

启动中国研究性重水反应堆退役准备工作。中国研究性重水反应堆于 1958 年 5 月首次临界，2007 年 12 月安全关闭，2019 年获得退役立项批复。预计 2021 年正式启动退役，2030 年完成全部退役工作。退役实施计划分为三个阶段，即退役前期工程准备及外围系统拆除阶段，地下室工艺系统拆除阶段，堆本体与服务设施拆除阶段。拟达到的退役终态是：保留主厂房作为中国第一座核反应堆历史纪念馆；除保留内容以外的其他系统、设备，退役厂址残留放射性水

平达到“有限制开放利用要求”。退役需遵照的法律法规主要包括《中华人民共和国核安全法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《中华人民共和国环境保护法》《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》等，需满足的国家标准主要包括《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《核设施退役安全要求》(GB/T 19597-2004)、《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002)、《核设施的钢铁、铝、镍和铜再循环、再利用的清洁解控水平》(GB/T 17567-2009)、《可免于辐射防护监管的物料中的放射性核素活度浓度》(GB 27742-2011)等。在退役过程中，首先开展退役条件准备及设施能力建设，开展详细源项调查；然后开展系统设施的退役去污拆除；最后开展废物处理处置。退役经费来源于核设施退役与放射性废物治理专项资金。

### **A.5 上次报告以来的主要更新**

本报告补充了自 2017 年 1 月 1 日以来，截止到 2019 年 12 月 31 日，中国在乏燃料管理安全和放射性废物管理安全方面的主要更新。

#### **发布和修订的法律法规和部门规章：**

(1) 2017 年 9 月，全国人民代表大会常务委员会发布《中华人民共和国核安全法》；

(2) 2017 年 11 月，原环境保护部、工业和信息化部、国家原子能机构联合发布《放射性废物分类》公告；

(3) 2019 年 8 月，生态环境部（国家核安全局）发布《核动力

厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》;

(4) 2019年8月,生态环境部(国家核安全局)修订《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》;

(5) 2019年8月,生态环境部(国家核安全局)修订《放射性物品运输安全许可管理办法》。

#### **发布的规划和行动方案:**

(1) 2017年2月,国务院批准发布《核安全与放射性污染防治“十三五”规划及2025年远景目标》;

(2) 2019年9月,国务院新闻办公室发布《中国的核安全》白皮书。

#### **建成的设施:**

(1) 新增8台核电机组配套的乏燃料在堆贮存设施和放射性废物处理与贮存设施(详见L.1.1, L.3.1);

(2) 新增1个乏燃料干法贮存设施(详见L.1.1);

(3) 新增1个专门的放射性废物贮存设施(详见L.3.6)。

#### **发放的许可证:**

(1) 2019年,国家核安全局向甘肃东方瑞龙环境治理有限公司发放了放射性废物贮存证(国环放废贮存证[第033号])。

#### **开展的检查行动:**

(1) 2016年10月-2017年5月,国家核安全局组织开展了放射源安全检查专项行动;

(2) 2019年4月-6月,国家核安全局组织开展了核与辐射安全

隐患排查工作。

(3) 本报告更新了存量和清单（详见 D, L）。

## **A.6 上次报告以来的重大事项**

本报告更新并补充了自 2017 年 1 月 1 日以来，截止到 2019 年 12 月 31 日，中国在乏燃料管理安全和放射性废物管理安全方面的重大事项。

### **(1) 国务院机构改革**

2018 年 3 月，中国进行了国务院机构改革，其中涉及乏燃料管理安全和放射性废物管理安全相关职能调整的机构包括原环境保护部、原国家卫生和计划生育委员会及原国家安全生产监督管理总局。

组建生态环境部，不再保留环境保护部。原环境保护部中有关核与辐射安全监督管理的职能转入新组建的生态环境部。生态环境部（国家核安全局）内部机构调整，在核设施安全监管司下增设核安全协调处，在核电安全监管司下增设运行安全与质量保证处，其余处室设置和职能未变化。

组建国家卫生健康委员会，整合原国家卫生和计划生育委员会、国务院深化医药卫生体制改革领导小组办公室、全国老龄工作委员会办公室的职责和国家安全生产监督管理总局的职业安全健康管理职责等。

### **(2) 颁布实施《中华人民共和国核安全法》**

2017 年 9 月，中国正式颁布了《中华人民共和国核安全法》，并

于 2018 年 1 月 1 日开始施行。作为核安全领域的顶层法律,《中华人民共和国核安全法》的发布进一步完善了中国核安全法律体系,是有效保障核安全的基石。该法律规定了确保核安全的方针、原则、责任体系和科技、制度保障;规定了核设施营运单位的资质、责任和义务;规定了核设施和核材料的许可制度,明确了放射性废物管理制度;明确了核事故应急协调委员会制度,建立了应急预案制度,核事故信息发布制度;建立了核安全信息公开和公众参与制度,明确了核安全信息公开和公众参与的主体、范围;对核安全监督检查的具体做法作出明确规定;对违反该法的行为规定了惩罚条款,并对因核事故造成的损害赔偿作出了制度性规定。

在乏燃料管理和放射性废物管理方面,《中华人民共和国核安全法》明确了乏燃料产生、贮存、运输单位应承担的安全责任,规定了乏燃料运输活动的管理体系、放射性废物分类处置制度、放射性废物管理许可制度、放射性废物处置设施关闭制度、核设施退役许可制度,以及乏燃料处理处置费用、核设施退役费用、放射性废物处置费用的缴纳与管理要求,并提出高放废物深地质处置由国务院指定单位专营。

### (3) 发表《中国的核安全》白皮书

2019 年 9 月,国务院新闻办公室发布《中国的核安全》白皮书。《中国的核安全》是中国政府发布的第一部核安全白皮书。《中国的核安全》全面介绍了中国核安全事业的发展历程,阐述中国核安全的基本原则和政策主张,分享中国核安全监管的理念和实践,阐明

中国推进全球核安全治理进程的决心和行动。在乏燃料与放射性废物安全管理方面，《中国的核安全》指出，中国推行放射性废物分类处置，低、中水平放射性废物在符合核安全要求的场所实行近地表或中等深度处置，高水平放射性废物实行集中深地质处置。推进乏燃料安全贮存处理，加快放射性废物处理处置能力建设，确保辐射环境安全。

#### （4）参加国际核应急演习，开展国家级核应急演习

2017年6月，中国政府组织10多支国家级核应急力量，参加IAEA组织的三级公约演习ConvEx-3(2017)，得到IAEA高度肯定。

在本轮履约期间，各国家级核应急力量组织开展综合和单项演习百余次。

#### （5）开展全国放射源安全检查专项行动

2016年10月-2017年5月，中国开展了全国放射源安全检查专项行动，对全国1万余家涉及放射源的单位进行检查，集中收贮废旧、闲置的放射源3000多枚。

### **A.7 良好实践**

在乏燃料管理安全和放射性废物管理安全方面，中国认为有2项良好实践值得缔约方借鉴。

#### （1）首次开展放射性废物管理专项同行评估

2018年6月，中国核能行业协会组织对中国核动力研究设计院进行了中国首次放射性废物管理专项同行评估。中国核能行业协会

组织业内专家成立同行评估队，制订了《放射性废物管理领域业绩目标与评估准则（试行）》，依据评估准则并参考成员国过去的实践经验，对放射性废物相关活动的组织与管理、放射性废物管理的实施与安全管理状况等 3 个领域进行了评估。同行评估队采用现场巡视、活动观察、访谈及文件查阅等方式，对中国核动力研究设计院的放射性废物管理状况进行了一次全面的系统评估。同行评估队形成多份观察报告，并与中国核动力研究设计院共同确认 1 个可在行业内推广的强项和 6 个待改进项。同行评估确认的一个强项是开展放射性废物最小化先进技术研发及应用，有效降低了放射性固体废物的产生量。

2019 年 10 月，中国核能行业协会组织成立同行评估回访队，对中国核动力研究设计院开展放射性废物管理同行评估的跟踪回访活动。在跟踪回访活动中，回访队对待改进项的落实情况进行了跟踪核实，提出对整改情况的评价意见，推动中国核动力研究设计院持续提升放射性废物安全管理水平。

## （2）全过程落实废物最小化措施

从 2008 年至 2011 年，中国开展了“放射性废物最小化战略与顶层设计研究”项目。项目研究了放射性废物最小化战略与政策，核燃料循环前端设施、核电厂以及核燃料循环后端设施的放射性废物最小化措施，以及核技术利用和研究堆的放射性废物最小化措施等内容；开发了放射性废物最小化分拣技术及装备等实用专项技术。基于相关研究成果，国家核安全局发布了核安全导则《核设施放射

性废物最小化》(HAD 401/08-2016), 为核设施设计、建造、运行和退役单位开展放射性废物最小化工作提供了指导, 即通过废物的源头控制、再循环与再利用、解控、优化处理和强化管理等措施, 经过代价利益分析, 使最终的放射性固体废物产生量(体积和活度)可合理达到尽量低。

国家核安全局依据法律法规和导则要求, 强化运行核电厂废物最小化的监督与管理, 加强核电厂环境影响评价报告书、安全分析报告、可行性研究报告、运行年报、十年定期安全评价、退役申请等文件中废物最小化篇章的审评, 从监管层面推动核电厂各阶段落实废物最小化。

中国推动从设计源头减少放射性废物产生。采用优化的系统、合理的设计、可靠的设备和严格的管理等措施尽可能从源头减少废物的产生, 减少废物的处理量、降低处理难度, 实现减少最终废物产生量以及降低放射性废物处理和处置代价的目标。

中国鼓励采用先进、适用的废物最小化技术, 淘汰落后的废物处理技术。鼓励采用的处理技术包括: 放射性废液膜处理技术、化学废液干燥技术、废树脂干燥热压技术、废树脂湿法氧化及高效固化技术、可燃废物焚烧处理技术、高完整性容器技术及移动式废液处理装置等。通过改进浓缩液、废树脂水泥固化配方, 提高浓缩液和废树脂的体积包容率。采用先进的湿废物固化搅拌工艺, 提高废物桶填充率; 采用钢桶作为固化物包装容器, 提高包装容器的体积利用率。设置技术废物超级压实装置, 对初级压实废物进一步压实

减容。同时，加强核设施运行管理，对废物进行严格的分类，严格落实运行阶段废物最小化。

中国推动核电厂间开展放射性废物最小化技术支持活动。中国核能电力股份有限公司依据《中国核电放射性废物最小化技术支持工作准则》组织开展各运行核电厂放射性废物最小化技术支持活动。2019年6月和11月分别完成了对秦山核电和三门核电的废物最小化技术支持活动，通过公司所属各核电厂间的交叉巡视，采用现场检查、文件查阅、记录审核、人员访谈等形式，查找目标核电厂在放射性废物管理方面的不足与待改进项，促进核电厂放射性废物最小化管理水平提升，并发掘其潜在的良好实践用以推广至其他核电厂的废物最小化管理。中国广核电力股份有限公司设立了放射性废物管理领域同行小组，致力于各运行核电厂放射性废物管理“标准化、专业化、集约化”战略的落实，并推进实现放射性废物最小化。同行小组遵循“以废物处置为核心，通过技术和管理措施实现废物最小化”的基本原则，通过了解、分析行业领域的先进业绩，系统性地消除差距，实现并维持放射性废物最小化管理的先进绩效水平。2019年，中国广核电力股份有限公司提出了核电厂中期和远期放射性废物产量控制目标值，通过同行小组推进落实放射性废物产生源头控制，研究选择放射性废物减容方案，确保实现放射性废物产生量的控制目标。

通过多年持续推进和贯彻放射性废物最小化的战略要求，目前，中国在运压水堆核电机组在正常运行工况下每年产生的放射性固体

废物体积量（整備后）均不高于  $50\text{m}^3$ （单台百万千瓦机组）。

## A.8 良好业绩

在乏燃料管理安全和放射性废物管理安全方面，中国认为有 4 项良好业绩。

### （1）参照 IAEA 的相关安全标准完善核安全标准体系

本轮履约期间，国家核安全局参照 IAEA 关于放射性废物管理领域的相关安全标准，结合中国国情，完善中国放射性废物管理核安全法规标准体系，制定放射性废物处置前管理、处置和核设施退役三个系列共 14 个导则和 3 个技术文件。目前已经发布实施了 2 个核安全导则，分别为《放射性废物处置设施的监测和检查》（HAD401/09-2019）、《放射性废物地质处置设施》。另有 8 个核安全导则完成了征求意见。

中国建立了以废物处置为核心的废物分类体系，发布了《放射性废物分类》公告，修订了《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定（GB 9132-2018）》，对近地表处置安全进行了规定。

### （2）推动废旧放射源的处置

2019 年，国家核安全局批准了两家单位共约 18000 枚  $^{192}\text{Ir}$  和  $^{75}\text{Se}$  废旧放射源的处置。这些废旧放射源中  $^{192}\text{Ir}$  和  $^{75}\text{Se}$  的活度均已经衰变到  $10^5\text{Bq}$ /枚的水平，但由于其含  $^{63}\text{Ni}$  和  $^{60}\text{Co}$  而不能解控。目前，这些废旧放射源由其生产单位回收后进行长期贮存。国家核安全局审查了该类废旧放射源的整備、处置方案，批准该类废旧放射源经整備

后送近地表处置场处置。

中国对国家废旧放射源库中积存的废旧放射源进行了梳理，根据预期整备和处置方式对废旧放射源进行了分类与特性分析。国家核安全局组织开展了废旧放射源近地表处置安全要求和接收准则研究、废旧放射源近地表处置技术见解等研究，并计划制定相关的管理要求。同时，国家核安全局计划开展 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 废旧放射源近地表处置可行性研究，以解决部分废旧放射源的处置问题。

### （3）推动放射性废物贮存处理活动的市场化和专业化

《中华人民共和国核安全法》设立了放射性废物管理许可制度，为放射性废物处理和贮存活动的市场化和专业化提供了依据。2019年，国家核安全局向甘肃东方瑞龙环境治理有限公司颁发了放射性废物贮存证。该单位还申请了低水平放射性固体废物处理设施建造许可，计划专门从事核电厂可燃放射性固体废物焚烧减容。此外，还有两家公司正在申请放射性废物处理设施的建造许可。多个核电基地营运单位正在组织将其积存的可燃放射性固体废物外运，拟实施焚烧减容处理。

### （4）建立涉核项目“邻避”问题的协调机制

本轮履约期间，中国设立了涉核项目“邻避”问题风险防范联席会议机制，设立了科普宣传联动机制。2017年，原环境保护部、工业和信息化部等多部门设立涉环保项目“邻避”问题风险防范联席会议机制，成立涉核项目“邻避”问题处置协调组，负责定期开展涉核项目“邻避”问题形势分析研判与应对等工作。对于突发重

大“邻避”问题，各政府部门、核电集团公司及相关单位共同应对。

生态环境部（国家核安全局）指导、督促各技术支持单位、地方生态环境主管部门和企业，针对不同目标人群，在公众科普宣传方面做出成效，大力传播普及核科学知识和先进技术，增强核科普工作的科学性、权威性和长效性，帮助广大公众提升科学素质，增强公众对核科学技术、核安全和核应急管理水平的认识和信任，着力促进中国核能安全高效发展及和平利用。2015年11月，国家核安全局官方微信公众号正式开通，实时更新核与辐射安全监管信息、时事、行业资讯、科普等内容。

## A.9 乏燃料和放射性废物管理概述性矩阵图

责任	长期管理政策	资金责任	当前的实践/设施	计划的设施
乏燃料	后处理	核电站乏燃料处理处置基金 (仅限压水堆核电站)	贮存在 48 个核电站乏燃料贮存水池和 2 个核电站乏燃料干法贮存设施, 以及 3 个研究堆乏燃料贮存水池	1 个后处理设施, 2 座乏燃料干法贮存设施
核燃料循环废物(包括核电废物)	高放废物地质处置	核电站乏燃料处理处置基金		1 个地质处置地下实验室
	中等深度处置	废物产生单位	开展相关研究	
	近地表处置	废物产生单位	3 座低、中放废物处置场在运行	5 座近地表处置设施
核技术利用废物	衰变解控, 贮存与分类处置	废物产生单位和政府	贮存在 31 座核技术利用放射性废物贮存库	
退役责任	立即拆除、延迟拆除	设施营运单位和政府		第一座研究性重水反应堆的退役
废旧放射源	返回制造商, 送交贮存或处置, 解控, 再利用	废旧放射源产生单位和政府	31 座核技术利用放射性废物库和 1 座国家废放射源集中贮存库	

## B 政策和实践 ( 第 32 条第 1 款 )

根据公约第 30 条规定，每一缔约方应向每一次缔约方审议会议提交一份国家报告。该报告应论述为履行本公约的每项义务所采取的措施。就每一缔约方而言，报告还应描述其：

- (i) 乏燃料管理政策；
- (ii) 乏燃料管理实践；
- (iii) 放射性废物管理政策；
- (iv) 放射性废物管理实践；
- (v) 放射性废物定义和分类所采取的准则。

### B.1 乏燃料管理政策

中国的乏燃料管理政策是实施乏燃料后处理，提取回收铀、钚材料，以实现资源的最大化利用，减少高放废物量，确保乏燃料管理安全和公众安全，并降低对后代的长期辐射风险。

依据核能发展的近期和中远期需要，中国统筹规划全国乏燃料管理能力建设，鼓励企业参与能力建设和科研攻关，完善监督管理体系，培养造就高素质人才队伍，确保乏燃料管理政策顺利实施。

### B.2 乏燃料管理实践

当前核电厂和研究堆产生的乏燃料主要是在堆贮存。核电厂和研究堆营运单位对其产生的乏燃料的安全管理承担全面责任。

国家原子能机构组织编制了核电厂乏燃料贮存体系能力建设方案。根据中国核电厂乏燃料产生、外运和贮存需求，规划明确乏燃料运输和贮存能力建设方面的规划和支持政策，提出与核能发展相适应的乏燃料管理思路。

各个核电厂配套建设具有一定贮存能力的乏燃料贮存设施（以乏燃料贮存水池为主，干法贮存设施为辅），以接纳一定时期内核电厂运行产生的乏燃料，并保证其安全贮存。田湾核电厂的干法贮存设施已经建成并投入运行，大亚湾核电厂正在建设乏燃料干法贮存设施。各核电厂配套建设的乏燃料贮存设施详见 L.1.1。

秦山第三核电厂还配套建设了离堆的乏燃料干法贮存设施，该设施由乏燃料准备区、乏燃料运输区和乏燃料干法贮存区三部分构成。2009年9月，首批2个模块投入运行；2013年底，第二批2个模块投入运行。2018年4月，第三批2个模块投入运行。详见第G章。

根据《核电厂运行安全规定》（HAF 103）和《研究堆运行管理》（HAD 202/01），核电厂和研究堆营运单位负责包括乏燃料在内的堆芯和燃料管理的全部活动，编写了燃料和堆芯部件的管理程序，包括已辐照燃料转移、在厂区内贮存和向外发送的准备工作，保证了燃料在反应堆内使用和在场区内转移、贮存期间的安全。

根据《核电厂运行安全规定》（HAF 103）和《研究堆运行管理》（HAD 202/01），核电厂和研究堆营运单位针对乏燃料管理各个环节，制定了乏燃料组件操作的相关程序，并实施乏燃料卸出操作、辐射

测量、辐射防护监督、乏燃料贮存、厂房及设施的管理和巡查、文件记录、水质化学分析和质量保证等工作。

中国设立了核电厂乏燃料处理处置基金，用于乏燃料运输、贮存、后处理和高放废物处置。2010年，中华人民共和国财政部、国家发展改革委、工业和信息化部发布《核电站乏燃料处理处置基金征收使用管理暂行办法》。2014年，国家原子能机构发布了《核电站乏燃料处理处置基金项目管理办法》，以规范核电厂乏燃料处理处置基金项目管理，提高资金使用效益。

中国依据核能发展需要，统筹规划建设乏燃料贮存、运输和后处理设施；积极推进乏燃料干法贮存、后处理技术的研究开发；推动了中国大型商用后处理厂项目，不断提升乏燃料贮存和后处理能力。

### **B.3 放射性废物的定义和分类准则**

《中华人民共和国放射性污染防治法》规定，放射性废物指含有放射性核素或者被放射性核素污染，其活度浓度或者总活度大于国家确定的清洁解控水平，预期不再使用的废弃物。

中国的放射性废物主要来自于核电厂、研究堆、核燃料循环、核技术利用和铀（钍）矿资源的开发利用。2017年11月30日，原环境保护部、工业和信息化部和国家原子能机构联合发布《放射性废物分类》公告，指导中国在核工业和核技术利用行业中的放射性废物分类。该分类体系参照 IAEA 安全标准《放射性废物分类》

(GSG-1), 以实现放射性废物的最终安全处置为目标, 根据各类废物的潜在危害以及处置时所需的包容和隔离程度, 将放射性废物分为极短寿命放射性废物、极低水平放射性废物、低水平放射性废物、中水平放射性废物和高水平放射性废物。原则上, 极短寿命放射性废物、极低水平放射性废物、低水平放射性废物、中水平放射性废物和高水平放射性废物对应的处置方式分别为贮存衰变后解控、填埋处置、近地表处置、中等深度处置和深地质处置, 如图 1 所示。

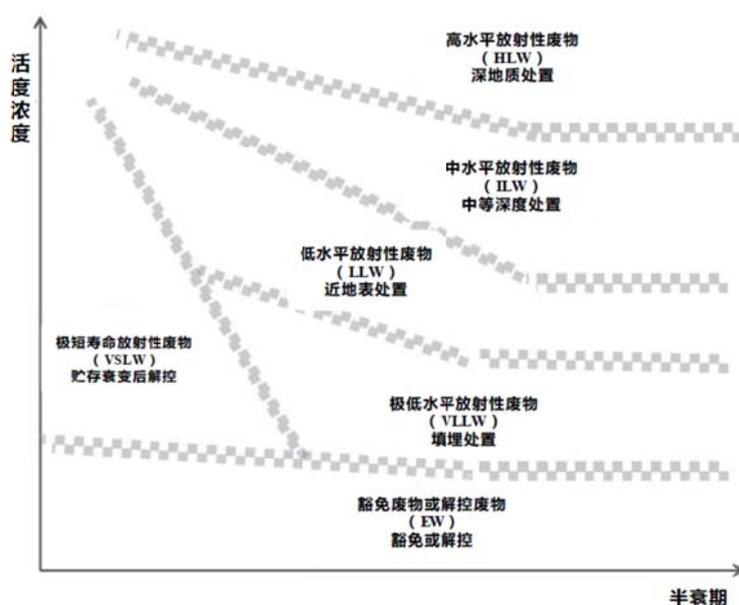


图 1 放射性废物分类体系概念示意图

### B.3.1 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。

豁免或解控废物的处理、处置应当满足国家固体废物管理规定。

### **B.3.2 极短寿命放射性废物**

极短寿命放射性废物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衰变时产生的废物。

### **B.3.3 极低水平放射性废物**

极低水平放射性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填埋，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。常见极低水平放射性废物如核设施退役过程中产生的污染土壤和建筑垃圾。

### **B.3.4 低水平放射性废物**

低水平放射性废物中短寿命放射性核素活度浓度可以较高，长寿命放射性核素含量有限，需要长达几百年时间的有效包容和隔离，可以在具有工程屏障的近地表处置设施中处置。近地表处置设施深度一般为地表到地下 30 米。

低水平放射性废物的活度浓度下限值为极低水平放射性废物活度

浓度上限值，低水平放射性废物活度浓度上限值见表 1。

表 1 中未列出的放射性核素，活度浓度上限值为  $4 \times 10^{11} \text{Bq/kg}$ 。

低水平放射性废物来源广泛，如核电厂正常运行产生的离子交换树脂和放射性浓缩液的固化物。

表 1 低水平放射性废物活度浓度上限值

放射性核素	半衰期	活度浓度 (Bq/kg)
碳-14	$5.73 \times 10^3 \text{a}$	$1 \times 10^8$
活化金属中的碳-14	$5.73 \times 10^3 \text{a}$	$5 \times 10^8$
活化金属中的镍-59	$7.50 \times 10^4 \text{a}$	$1 \times 10^9$
镍-63	96.0a	$1 \times 10^{10}$
活化金属中的镍-63	96.0a	$5 \times 10^{10}$
铯-90	29.1a	$1 \times 10^9$
活化金属中的铯-94	$2.03 \times 10^4 \text{a}$	$1 \times 10^6$
铪-99	$2.13 \times 10^5 \text{a}$	$1 \times 10^7$
碘-129	$1.57 \times 10^7 \text{a}$	$1 \times 10^6$
铯-137	30.0a	$1 \times 10^9$
半衰期大于 5 年发射 $\alpha$ 粒子的超铀核素		$4 \times 10^5$ (平均) $4 \times 10^6$ (单个废物包)

### B.3.5 中水平放射性废物

中水平放射性废物中含有相当数量的长寿命核素，特别是发射  $\alpha$  粒子的放射性核素，不能依靠监护措施确保废物的处置安全，需要采取比近地表处置更高程度的包容和隔离措施，处置深度通常为地下几十到几百米。一般情况下，中水平放射性废物在贮存和处置期间不需要提供散热措施。

中水平放射性废物的活度浓度下限值为低水平放射性废物活度浓度上限值，中水平放射性废物的活度浓度上限值为  $4 \times 10^{11} \text{Bq/kg}$ ，且释热率小于或等于  $2 \text{kW/m}^3$ 。中水平放射性废物一般来源于含放射性核素钚-239 的物料操作过程、乏燃料后处理设施运行和退役过程等。

### **B.3.6 高水平放射性废物**

高水平放射性废物所含放射性核素活度浓度很高，使得衰变过程中产生大量的热，或者含有大量长寿命放射性核素，需要更高层次的包容和隔离，需要采取散热措施，应采取深地质处置方式处置。

高水平放射性废物的活度浓度下限值为  $4 \times 10^{11} \text{Bq/kg}$ ，或释热率大于  $2 \text{kW/m}^3$ 。

常见的高水平放射性废物如乏燃料后处理设施运行产生的高放玻璃固化体和不进行后处理的乏燃料。

## **B.4 放射性废物管理政策**

从事放射性废物管理必须坚持以安全为目标、以处置为核心的理念，实现放射性废物最小化，确保当代和后代人的安全，不给后代留下不适当的负担。

放射性废物产生单位承担放射性废物管理的全面安全责任。

对放射性废物实施分类管理。

核设施配套建设的放射性废物管理设施应与主体设施同时设计、

同时建造、同时投入使用。核技术利用放射性废物以省、自治区、直辖市为单位集中收贮。

向环境排放气液态流出物，必须符合国家放射性污染防治标准。对放射性废物实行分类处置。对低、中水平放射性废物实行近地表处置或中等深度处置，对高水平放射性废物实行集中的深地质处置。

在核设施设计、建造、运行和退役过程中，通过废物的源头控制、再循环与再利用、清洁解控、优化废物处理和强化管理等措施，经过代价利益分析，使最终放射性固体废物的产生量（体积和活度）可合理达到尽量低。

禁止在内河水域或海洋上处置放射性固体废物。禁止将放射性废物和被放射性污染的物品输入中华人民共和国境内或者经中华人民共和国境内转移。

## **B.5 放射性废物管理实践**

按照“三同时”要求，核设施营运单位均配套建设了放射性废物管理设施。各核设施均制定了放射性废物管理大纲及程序，对放射性废物实施分类管理。

通常，核设施营运单位应对其产生的放射性废气和废液进行处理，满足排放标准后排放，并保持合理可行尽量低的水平；对其产生的放射性固体废物和不能经净化排放的放射性废液进行处理，使其转变为稳定的、标准化的满足处置要求的废物包后自行贮存，并及时送交取得相应许可证的放射性固体废物处置单位处置。通常，

核设施放射性废气处理方法包括过滤、吸附、贮存衰变等；放射性废液处理方法包括过滤、蒸发、离子交换、硅胶吸附、膜处理等；固体废物处理方法包括水泥固化（定）、超级压缩、高完整性容器、热态压缩等。

中国各运行核电厂持续实施放射性废物最小化管理。通过培训、宣传增强全体员工和承包商的废物最小化意识；采用诸如预压缩和超级压缩、将水泥固化包装容器改为金属桶等减容技术，使用由可降解材料制成的纸衣、鞋套等防护用品等措施。在新建核电厂设计中，积极采用新的废物处理技术和运行模式，如桶内干燥、废树脂干燥热压、移动式废液处理装置和集中的废物处理设施等。从 2008 年至 2011 年，国家原子能机构和国家核安全局共同组织相关研究单位、核燃料循环设施营运单位、核电厂营运单位开展了“放射性废物最小化战略与顶层设计研究”项目。项目研究了放射性废物最小化战略与政策，核燃料循环前端、核电厂、以及核燃料循环后端放射性废物最小化措施，核技术利用和研究堆放射性废物最小化措施等；开发了放射性废物最小化分拣技术及装备等实用专项技术。2016 年，国家核安全局发布了《核设施放射性废物最小化》（HAD 401/08-2016），用于指导核电厂的废物最小化工作。

中国核能电力股份有限公司依据《中国核电放射性废物最小化技术支持工作准则》开展各运行核电厂放射性废物最小化技术支持活动。2019 年 6 月和 11 月分别完成了对秦山核电和三门核电的废物最小化技术支持活动，通过中国核能电力股份有限公司内部各核电

厂间的交叉巡视，采用现场检查、文件查阅、记录审核、人员访谈等形式，查找目标核电厂在放射性废物管理方面的不足与待改进项，促进核电厂放射性废物最小化管理水平提升，并发掘其潜在的良好实践用以推广至其他核电厂的废物最小化管理。

2019 年，中国核能电力股份有限公司组织编制了《中国核电运行电厂放射性废物产生量评价指标确立方案》等 4 项管理程序。中国核能电力股份有限公司所属各运行核电厂依照相关管理制度，严格审批排放申请，加强排放监测和监督，控制并尽可能减少放射性废物排放，放射性年排放量远低于批准限值。

中国广核电力股份有限公司设立了放射性废物管理领域同行小组，致力于各运行核电厂放射性废物管理“标准化、专业化、集约化”战略的落实，并推进实现放射性废物最小化。同行小组遵循“以废物处置为核心，通过技术和管理措施实现废物最小化”的基本原则，通过了解、分析行业领域的先进业绩，系统性地消除差距，实现并维持放射性废物最小化管理的先进绩效水平。2019 年，中国广核电力股份有限公司提出了核电厂中期和远期放射性废物产量控制目标值，通过同行小组推进落实放射性废物产生源头控制，研究选择放射性废物减容方案，确保实现放射性废物产生量的控制目标。

中国重视高放废物处置规划。2006 年，国家原子能机构、科技部和原国家环境保护总局联合颁布了《高放废物地质处置研究与开发规划指南》。该规划指南提出中国高放废物地质处置研究的总目标是选择地质稳定、社会经济环境适宜的场址，在本世纪中叶建成国

家高放固体废物地质处置设施，通过工程屏障和地质屏障的包容、阻滞，保障国土环境和公众健康在长时间内不会受到高放废物的不可接受的危害。该规划指南将研究开发和处置设施工程建设划分为三个阶段：试验室研究开发和处置设施选址阶段（2006-2020）、地下试验阶段（2021-2040）、原型处置设施验证与处置设施建设阶段（2041-本世纪中叶）。《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》进一步明确，2016年至2020年间将建设1个高放废物处置地下实验室。《核安全与放射性污染防治“十三五”规划及2025年远景目标》要求加快高放废物处置研究，十三五期间开工建设高放废物地质处置地下实验室，推进高放废物地质处置场选址与场址调查，开展工程屏障、处置工艺技术、处置化学、安全评价等研究，明确高放废物地质处置安全目标和原则，研究中国高放废物地质处置选址技术安全准则。

国家原子能机构组织开展了高放废物地质处置库选址和相关科研工作。在华东、华南、西南、内蒙古、新疆和甘肃等6个预选区进行了初步的场址区域筛选，重点研究了北山预选区的场址特征。

2019年5月，国家原子能机构批复了《中国高放废物地质处置地下实验室工程项目建议书》，提出在甘肃北山新场地段建成具有国际先进水平的高放废物地质处置地下实验室。2019年12月，国家原子能机构批准成立了高放废物地质处置地下实验室建设工程项目总指挥和总设计师系统。目前，国家原子能机构正组织开展地下实验室工程建设和组织实施地下实验室建造过程中的有关研究工作，批

复了高放废物处置库处置坑机械开挖设备研究项目、地下实验室场址环境长期监测和影响研究项目、地下实验室示范处置巷硐结构布置及处置概念前期研究项目、地下实验室条件下缓冲材料原位试验安装技术研究项目、地下实验室深部围岩力学特性和长期稳定性研究项目、地下实验室深部岩体开挖关键技术研究项目、地下实验室场址深部地质环境研究项目、地下实验室场址水文地质特性研究项目和深部围岩条件下核素释出和迁移行为研究项目 9 个高放废物地质处置研发项目。

中国重视低、中水平放射性废物处理和处置设施规划与规划的实施。《核安全与放射性污染防治“十三五”规划及 2025 年远景目标》提出了保持核电厂高安全水平，降低研究堆和核燃料循环设施风险，加快早期核设施退役及放射性废物处理处置等 9 项重点任务；明确了包括核设施退役及放射性废物治理在内的 5 方面重点工程；要求发布实施中低水平放射性固体废物处置场规划，开展 5 座中低放固体废物处置场选址、建设，形成中低放固体废物处置的合理布局，推进核电废物外运处置；建设放射性废物集中处理示范工程，推广可燃放射性固体废物焚烧、放射性污染金属熔炼技术应用，推进核电厂放射性废物减容与清洁解控，实现放射性废物最小化。

中国现有 3 座低、中放固体废物处置场投入运行。中国核工业集团有限公司、中广核集团有限公司和国家电力投资集团有限公司正在福建、浙江、广西、辽宁和山东等核电相对集中的省份组织开展低、中放废物处置设施的选址工作。

中国正在开展放射性废物中等深度处置的研究和探索。2019年10月，国家原子能机构批复了放射性废物中等深度处置前期科研（顶层设计阶段）项目。

中国的31个省（自治区、直辖市）均建成了核技术利用放射性废物贮存库，主要用于贮存本省（自治区、直辖市）工业、农业、医疗、教学、科研等领域产生的废旧放射源。各地省级生态环境行政主管部门设置专门机构，配备专业人员，负责归口核技术利用废旧放射源的监督管理和环境监测工作。通过已运行多年的国家核技术利用辐射安全监管系统可知，截至2019年12月31日，各省、自治区、直辖市核技术利用放射性废物贮存库已收贮废旧放射源61574枚，国家废放射源集中贮存库已收贮废旧放射源105428枚。同时，允许生产厂家开展 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{241}\text{Am/Be}$ 和 $^{238}\text{Pu/Be}$ 等废旧放射源的回收再利用实践。

## C 适用范围 ( 第 3 条 )

1. 本公约适用于民用核反应堆运行产生的乏燃料的管理安全，作为后处理活动的一部分在后处理设施中保存的乏燃料不包括在本公约的范围之内，除非缔约方宣布后处理是乏燃料管理的一部分。

2. 本公约也适用于民事应用产生的放射性废物的管理安全。但本公约不适用于仅含天然存在的放射性物质和非源于核燃料循环的废物，除非它构成废旧密封源或被缔约方宣布为适用本公约的放射性废物。

3. 本公约不适用于军事或国防计划范围内的乏燃料或放射性废物的管理安全，除非它被缔约方宣布为适用本公约的乏燃料或放射性废物。但是如果军事或国防计划产生的乏燃料或放射性废物已永久性地转入民用计划并在此类计划管理范围内管理，则本公约适用于此类物质的安全管理。

4. 本公约还适用于第 4、7、11、14、24 和 26 条中规定的排放。

### C.1 乏燃料的适用性

民用核反应堆运行产生的乏燃料的管理适用于本报告，在后处理设施中保存的乏燃料的管理不适用于本报告。

### C.2 放射性废物的适用性

民用核反应堆和民用核燃料循环设施运行产生的放射性废物的

管理，以及核技术利用产生的废旧放射源（包括  $^{226}\text{Ra}$  废旧放射源）的管理适用于本报告，仅含天然放射性物质的废物和核技术利用产生的放射性废物的管理不适用于本报告。

### **C.3 军事或国防计划乏燃料和放射性废物的适用性**

军事或国防计划中产生的乏燃料和放射性废物的管理不适用于本报告。

### **C.4 流出物排放**

本公约第 4、7、11、14、24 和 26 条中规定的液态和气态流出物的排放适用于本报告。

## D 存量和清单 ( 第 32 条第 2 款 )

该报告还应包括:

(i) 受本公约制约的乏燃料管理设施、设施所在地、主要用途和基本特点的清单;

(ii) 受本公约制约且目前贮存的和已处置的乏燃料的存量。此种清单应附有这种物质的说明, 如有条件, 还应提供有关其质量和总活度的资料;

(iii) 受本公约制约的放射性废物管理设施、设施所在地、主要用途和基本特点的清单;

(iv) 受本公约制约的下列放射性废物的存量: 目前贮存在放射性废物管理和核燃料循环设施中的; 已经处置的; 或由以往实践所产生的。此种存量和清单应附有这种物质的说明以及现有的其他相关资料, 例如体积或质量, 放射性活度或具体的放射性核素等;

(v) 处于退役过程中的核设施的清单和这些设施中退役活动的现状。

### D.1 乏燃料管理设施

中国已建成了 50 个核电厂乏燃料贮存设施, 分别服务于 16 个核电厂的 47 台核电机组。这些乏燃料贮存设施的资料见附录 L.1.1。

中国建立了 3 个研究堆乏燃料贮存设施, 分别服务于 3 个研究堆营运单位的 13 座研究堆。这些乏燃料贮存设施的资料见附录 L.1.2。

## **D.2 已贮存的乏燃料**

截至 2019 年 12 月 31 日,核电厂在堆湿法贮存乏燃料 6494.9tHM,干法贮存乏燃料 1986.4tHM。核电厂乏燃料贮存情况详见附录 L.2.1。

研究堆在堆湿法贮存乏燃料 0.663tU,其贮存情况详见附录 L.2.2。

截至 2019 年 12 月 31 日,中国没有进行乏燃料处置。

## **D.3 放射性废物管理设施**

### **D.3.1 放射性废物的处理和贮存设施**

截至 2019 年 12 月 31 日,中国的 16 个核电厂营运单位共配套建设了 69 个放射性废物处理和贮存设施;3 个研究堆营运单位共配套建设了 11 个放射性废物处理和贮存设施;4 个核燃料循环设施营运单位共配套建设了 14 个放射性废物处理和贮存设施;建成 1 个专门的放射性废物贮存设施。详见附录 L.3.1~L.3.4。

此外,中国共建成并运行有 31 座核技术利用放射性废物贮存库和 1 个国家废放射源集中贮存库,详见附录 L.3.5。

### **D.3.2 放射性废物处置设施**

中国已有 3 座低、中放固体废物处置场投入运行,详见附录 L.3.6。

## **D.4 放射性废物**

截至 2019 年 12 月 31 日,核电厂营运单位放射性废物贮存设施中共贮存的已整备放射性废物 14689.3m<sup>3</sup>。各核电厂贮存的已整备放

放射性废物存量和清单详见附录L.4.1。

截至 2019 年 12 月 31 日，研究堆营运单位放射性废物贮存设施中共贮存的已整備放射性废物 4678.8m<sup>3</sup>，核燃料循环设施中共贮存的已整備放射性废物 147.1m<sup>3</sup>。研究堆和核燃料循环设施贮存的已整備放射性废物存量和清单详见附录L.4.2。

截至 2019 年 12 月 31 日，31 个核技术利用放射性废物贮存库共贮存废旧放射源 61574 枚，国家废放射源集中贮存库共贮存废旧放射源 105248 枚，详见附录 L.4.3。

截至 2019 年 12 月 31 日，3 座低、中放固体处置场共接收放射性固体废物 44716.83m<sup>3</sup>，详见附录L.4.4。

截至 2019 年 12 月 31 日，1 个低放废物贮存库共接收低放废物 208m<sup>3</sup>，详见附录 L.4.5。

## **D.5 处于退役过程中的核设施**

本轮履约期间中国无核设施处于退役过程中。

2019 年，中国原子能科学研究院的重水研究堆（以下称“101 堆”）退役获得国家立项批复。101 堆是中国第一座重水研究堆，也是首个实施退役的重水研究堆。该退役项目由中国原子能科学研究院具体实施，按照“先易后难、先外围系统和主工艺系统、后堆本体”的顺序分三个阶段实施，并同步开展工程科研验证。本次批复的是 101 堆退役项目的第一阶段工程，主要工作是退役前期准备及外围系统拆除。

## E 立法和监管体系 ( 第 18~20 条 )

### E.1 履约措施 ( 第 18 条 )

每一缔约方应在本国的法律框架内采取为履行本公约规定义务所必需的立法、监管和行政管理措施及其他步骤。

为加强《联合公约》中国履约工作的管理，履行在《联合公约》中的承诺和《联合公约》对缔约方的义务要求，经国务院批准成立《联合公约》中国履约工作组，负责组织与协调中国履行《联合公约》的工作。履约工作组由生态环境部（国家核安全局）、国家原子能机构、外交部、公安部、国家卫生健康委员会，以及国家能源局等单位组成；组长单位是生态环境部（国家核安全局），副组长单位是国家原子能机构。履约工作组秘书处设在生态环境部国际合作司。

为了《联合公约》国家报告编写的需要，设立国家报告编审委员会和国家报告编写组。国家报告编审委员会委员由与乏燃料管理安全和放射性废物管理安全有关的专家组成。国家报告编审委员会和国家报告编写组在履约工作组的指导下开展《联合公约》中国国家报告的编审、中国对相关缔约方提交的国家报告的初步审议、相关缔约方对中国国家报告提问之答复的审议、审议会议的准备和参加、审议会议的总结和后续行动等工作。

## E.2 立法和监管框架（第 19 条）

1. 每一缔约方应建立并维持一套管辖乏燃料和放射性废物管理安全的立法和监管框架。

2. 这套立法和监管框架应包括：

(i) 制定可适用的本国安全要求和辐射安全条例；

(ii) 乏燃料和放射性废物管理活动的许可证审批制度；

(iii) 禁止无许可证运行乏燃料和放射性废物管理设施的制度；

(iv) 合适的制度化控制、监管检查、形成文件和报告的制度；

(v) 强制执行可适用的条例和许可证条款；

(vi) 明确划分参与乏燃料和放射性废物不同阶段管理的各机构的责任；

3. 缔约方在考虑是否把放射性物质作为放射性废物监管时应充分考虑本公约的目标。

### E.2.1 立法框架

根据《中华人民共和国立法法》，依照法定的权限和程序，中国建立并实施了一套由国家相关法律、行政法规、部门规章、管理导则及参考性文件构成的乏燃料和放射性废物管理安全的法律框架，如图 2 所示。适用于乏燃料管理安全和放射性废物管理安全的法律由全国人民代表大会及其常务委员会制定并发布，行政法规由国务院根据宪法和法律制定并发布，部门规章主要由国务院生态环境行

政主管部门、国务院核设施主管部门和国务院卫生健康行政主管部门等根据有关法律、法规及国务院职责分工与授权制定并发布，管理导则主要由国务院有关部门制定并发布，参考性文件由国务院有关部门或其委托单位制定、由国务院有关部门发布。

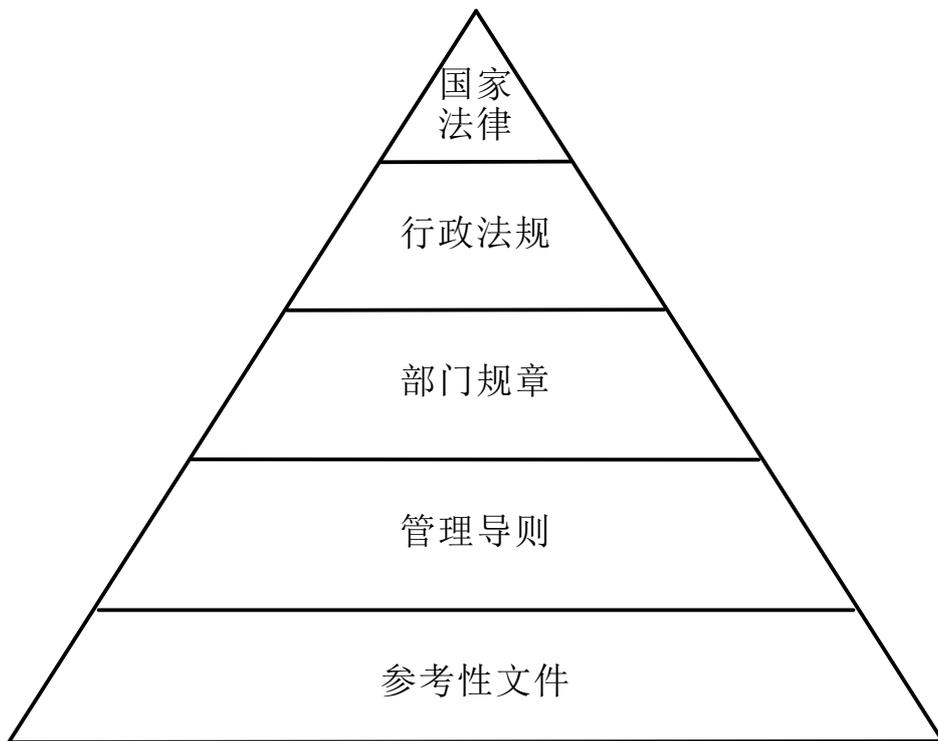


图 2 中国法律法规框架体系层次图

已施行的适用于乏燃料管理安全和放射性废物管理安全领域的国家法律、行政法规和部门规章等规定了乏燃料和放射性废物管理的安全要求。如中华人民共和国全国人民代表大会常务委员会于 2017 年通过的《中华人民共和国核安全法》、2003 年通过的《中华人民共和国放射性污染防治法》，国务院于 1986 年发布的《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》(HAF 001)、国务院常务会

议于 2005 年通过的《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》以及国务院常务会议于 2011 年通过的《放射性废物安全管理条例》明确规定了乏燃料和放射性废物管理的安全要求。适用于乏燃料管理安全和放射性废物管理安全的法律、行政法规、部门规章和管理导则详见 L.5.1 ~ L.5.4。

2017 年 9 月，中国正式发布了《中华人民共和国核安全法》，并于 2018 年 1 月 1 日开始施行。作为核安全领域的顶层法律，《中华人民共和国核安全法》的发布进一步完善了中国核安全法律法规体系，是有效保障核安全的基石。该法律规定了确保核安全的方针、原则、责任体系和科技、制度保障；规定了核设施营运单位的资质、责任和义务；规定了核设施和核材料的许可制度，明确了放射性废物管理制度；明确了核事故应急协调委员会制度，应急预案制度，核事故信息发布制度；建立了核安全信息公开和公众参与制度，明确了核安全信息公开和公众参与的主体与范围；对核安全监督检查的具体做法作出明确规定；对违反本法的行为规定了惩罚条款，并对因核事故造成的损害赔偿作出了制度性规定。目前生态环境部（国家核安全局）正在依据《中华人民共和国核安全法》的要求对下层的法规进行制修订，如 2019 年 8 月，生态环境部（国家核安全局）制订并发布了《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》。

另外，相关部门还发布了一系列的技术标准，进一步规范和明确了乏燃料和放射性废物管理的技术要求。《电离辐射防护与辐射源

安全基本标准》(GB 18871-2002)规定了对电离辐射防护和辐射源安全的基本要求,适用于实践和干预中人员所受电离辐射照射的防护和实践中辐射源的安全。《放射性废物安全管理规定》(GB 14500-2002)规定了放射性废物产生、收集、预处理、处理、整备、运输、贮存、处置与排放等各阶段以及退役和环境整治等有关活动的管理目标和基本要求,适用于核燃料循环各阶段和核技术利用产生的放射性废物的管理。适用于乏燃料管理安全和放射性废物管理安全的技术标准详见 L.5.5。

本轮履约期间,发布和修订的与乏燃料管理安全和放射性废物管理安全有关的法律、行政法规、部门规章、管理导则如下:

(1) 法律包括:

2017年9月,全国人民代表大会常务委员会颁布《中华人民共和国核安全法》。

(2) 部门规章包括:

2017年11月,原环境保护部、工业和信息化部、国家原子能机构联合发布《放射性废物分类》公告;

2019年8月,生态环境部(国家核安全局)发布《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》;

2019年8月,生态环境部(国家核安全局)修订《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》;

2019年8月,生态环境部(国家核安全局)修订《放射性物品运输安全许可管理办法》。

(3) 管理导则主要包括:

2017年2月4日,国家核安全局发布《城市放射性废物库安全防范系统要求》(HAD 802/01-2017);

2017年4月10日,国家核安全局发布《研究堆定期安全审查》(HAD202/02-2017);

2017年4月10日,国家核安全局发布《研究堆长期停堆安全管理》(HAD202/03-2017);

2018年2月11日,国家核安全局发布《核设施实物保护》(HAD501/02-2018);

2019年3月22日,国家核安全局发布《放射性废物处置设施的监测和检查》(HAD 401/09-2019)。

### **E.2.2 监管框架**

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》《中华人民共和国核安全法》《中华人民共和国职业病防治法》《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性废物安全管理条例》等法律法规:

(1) 中国建立了乏燃料和放射性废物管理活动的许可证审批制度,并禁止无许可证运行乏燃料和放射性废物管理设施。

- 国家实行核设施安全许可制度,国家核安全局负责核设施安全许可证的批准和颁发。许可证件包括核设施场址选择审查意见书、建造许可证、运行许可证,以及核设施退役批准书。核

设施包括核电厂、研究堆、核燃料循环设施，以及放射性废物处理、贮存和处置设施等民用核设施。上述核设施的营运单位进行核设施选址、建造、运行、退役等活动，应当向国家核安全局申请许可。

- 国家对辐射安全实施分级管理许可制度，生产、销售、使用放射源的单位应当取得辐射安全许可证。放射源生产单位和 I 类放射源利用单位（医疗使用 I 类源单位除外）的许可证由生态环境部（国家核安全局）直接审批、颁发，II 类、III 类、IV 类、V 类放射源利用单位的许可证由省级生态环境行政主管部门审批、颁发。

- 专门从事放射性废物处理、贮存、处置活动的单位应当取得放射性废物处理、贮存、处置许可。放射性废物处理、贮存、处置许可由国家核安全局审批。

(2) 中国建立了控制、监管检查、形成文件和报告制度。

- 国家实行放射性污染监测制度、气态和液态流出物排放许可制度、流出物与环境监测制度，以及核事故应急制度等。另外，国家对核与辐射安全监督检查人员实行证件管理，对从事核安全关键岗位工作的专业技术人员实行执业资格制度。

- 国家核安全局及其派出机构对核设施开展例行检查、非例行检查和日常检查，可向核设备制造、核设施建造和运行现场派驻监督组（员）执行核安全监督任务；县级以上人民政府生态环境主管部门和其他有关部门依据《中华人民共和国放射性污

染防治法》《中华人民共和国核安全法》和《放射性废物安全管理条例》的规定对放射性废物处理、贮存和处置等活动的安全性进行监督检查。

- 核设施营运单位应当对乏燃料和放射性废物管理设施的试验程序、运行程序、质量保证记录、试验结果和数据、运行维修记录，以及缺陷和异常事件记录等实行文件化管理；生产、销售、使用放射源的单位应当建立放射源管理台帐，建立个人剂量档案和职业健康监护档案；放射性固体废物处理、贮存、处置单位应当建立放射性固体废物处理、贮存、处置情况记录档案，如实记录与处理、贮存、处置活动有关的事项。

- 核设施营运单位、核技术利用单位和放射性废物处理、贮存单位应当按照生态环境部（国家核安全局）的规定定期如实报告放射性废物产生、处理、贮存、排放、清洁解控和送交处置等情况。放射性废物处置单位应当于每年3月31日前向相关部门如实报告上一年度放射性固体废物接收、处置和设施运行等情况。

- 出现核与辐射事故应急状态时，核设施营运单位必须立即向相关部门报告；发生放射源丢失、被盗时，核技术利用单位必须立即向相关部门报告。

（3）强制执行乏燃料和放射性废物管理相关法规和许可证条款。对于违反法规和许可证条款的许可证持有者，国家核安全局在必要时有权采取强制性措施，责令许可证持有者采取安全措施或停止危

及安全的活动。国家核安全局可依其情节轻重，给予警告、限期改进、停工或停业整顿、吊销许可证件的处罚；对于不履行处罚决定，逾期又不起诉的，由国家核安全局申请人民法院强制执行。

(4) 明确划分了参与乏燃料和放射性废物管理的各机构的职责。生态环境部（国家核安全局）对全国放射性污染防治工作实施统一监督管理，统一负责全国放射性废物的安全监督管理工作。国家原子能机构负责乏燃料和放射性废物管理政策、法规、规划及标准制定，牵头负责相关核应急工作，协调推进相关能力建设。国务院其他有关部门依据国务院规定的职责，对乏燃料和放射性废物管理工作依法实施监督管理（详见 E.3 和 E.4）。

按照《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《可免于辐射防护监管的物料中的放射性核素活度浓度》(GB 27742-2011) 和《核设施的钢铁、铝、镍和铜再循环、再利用的清洁解控水平》(GB/T 17567-2009)，生态环境部（国家核安全局）通过正当性确认、剂量评估、活度浓度值（总活度）验证等手段，将高于监管水平的废物作为放射性废物监管，其目标就是要在目前和将来保护个人、社会和环境免受电离辐射的有害影响，这与本公约的目标是一致的。

### **E.3 监管机构（第 20 条）**

1. 每一缔约方应建立或指定一个监管机构，委托其执行第 19 条提到的立法和监管框架，并授予履行其规定责任所需的足够的权力、职能和财力与人力。

2. 每一缔约方应依照其立法和监管框架采取适当步骤，以确保在几个组织同时参与乏燃料或放射性废物管理和控制的情况下监管职能有效独立于其他职能。

中国乏燃料管理安全和放射性废物管理安全涉及的监管机构有生态环境部（国家核安全局）、国家卫生健康委员会和公安部。

#### **E.3.1 监管机构的独立性**

生态环境部（国家核安全局）是独立的核与辐射安全监管机构，负责核安全和辐射安全的监督管理。

《中华人民共和国核安全法》《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》《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》《放射性废物安全管理条例》和《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》等明确规定了相关监管机构的职责，确保了监管机构的独立性。如《中华人民共和国核安全法》规定，国务院核安全监督管理部门负责核安全的监督管理。《中华人民共和国放射性污染防治法》规定，生态环境部对全国放射性污染防治工作依法实施统一监督管理。《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》规定，国家核安全局负责制定和批准颁发核设施安全许可

证件。《放射性废物安全管理条例》规定，生态环境部统一负责全国放射性废物的安全监督管理工作。

### **E.3.2 生态环境部（国家核安全局）**

#### **E.3.2.1 生态环境部（国家核安全局）组织机构**

生态环境部（国家核安全局）系统由总部机关、地区监督站和技术支持单位构成。其组织机构如图 3 所示。

生态环境部（国家核安全局）总部设在北京，在上海、深圳、成都、北京、兰州和大连设立六个地区监督站，负责相应区域的核与辐射安全监督。

生态环境部（国家核安全局）在核与辐射安全领域的具体业务工作由核设施安全监管司、核电安全监管司、辐射源安全监管司承担。

为了更好地履行监管职能，生态环境部（国家核安全局）设立了核与辐射安全中心，作为其技术支持和保障中心；2011 年，成立了辐射环境监测技术中心，进一步加强了全国辐射环境监测管理的技术支持能力。同时，生态环境部（国家核安全局）与其他各技术后援单位也建立了长期稳定的技术支持关系。

生态环境部（国家核安全局）建立了国家核安全专家委员会，在核安全法规制定、核安全技术开发，核安全审评监督方面为生态环境部（国家核安全局）提供技术咨询。

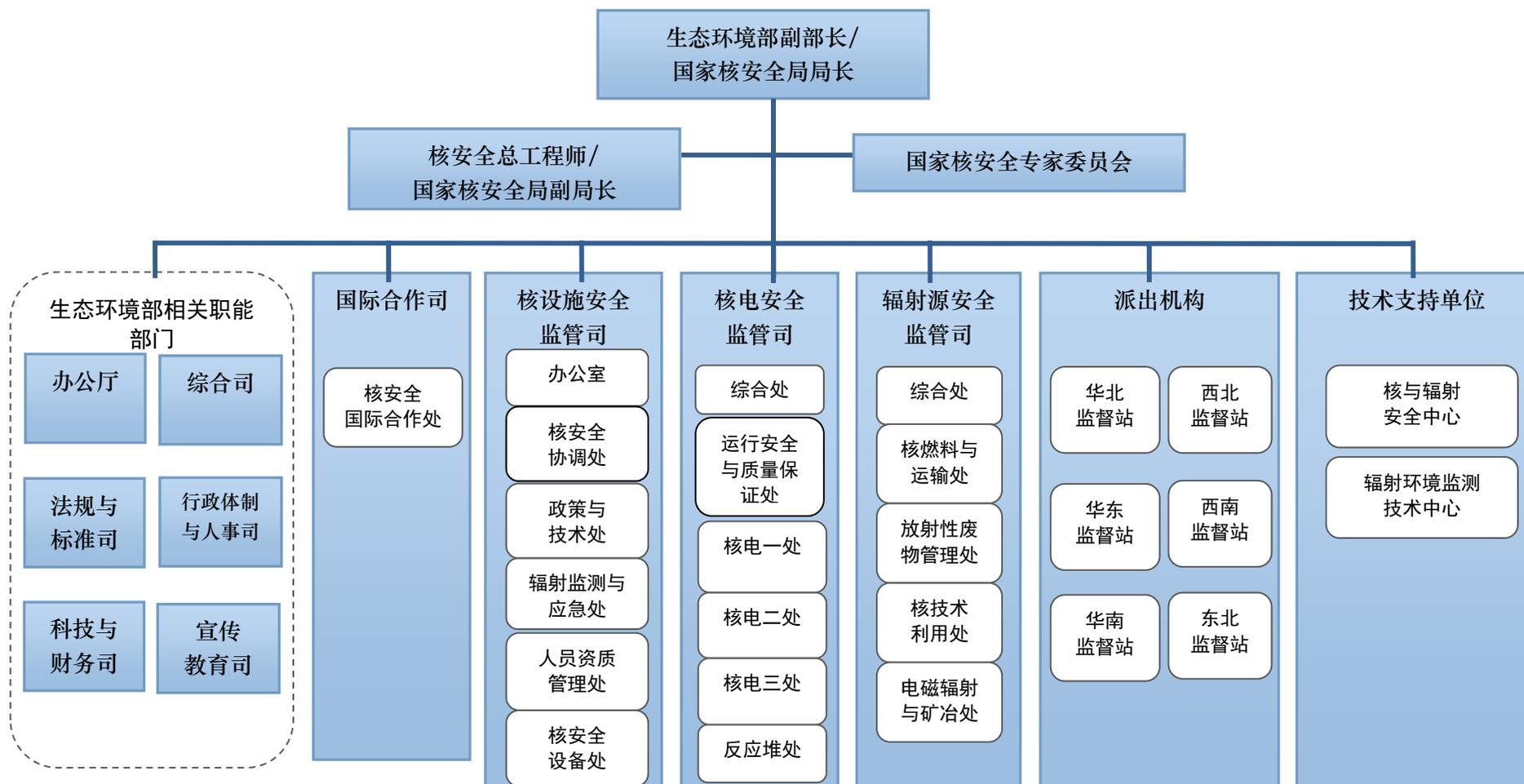


图3 生态环境部（国家核安全局）组织机构图

### **E.3.2.2 生态环境部（国家核安全局）的职责**

生态环境部（国家核安全局）在乏燃料管理安全和放射性废物管理安全方面的主要职责是：

（1）负责核安全和辐射安全的监督管理。拟定核安全、辐射安全、电磁辐射、辐射环境保护、核与辐射事故应急有关的政策、规划、法律、行政法规、部门规章、制度、标准和规范，并组织实施。

（2）负责核设施核安全、辐射安全及辐射环境保护工作的统一监督管理。

（3）负责核安全设备的许可、设计、制造、安装和无损检验活动的监督管理，负责进口核安全设备的安全检验。

（4）负责核材料管制与实物保护的监督管理。

（5）负责核技术利用项目、铀（钍）矿和伴生放射性矿的辐射安全和辐射环境保护工作的监督管理。负责辐射防护工作。

（6）负责放射性废物处理、处置的安全和辐射环境保护工作的监督管理，负责放射性污染防治的监督检查。

（7）负责放射性物品运输安全的监督管理。

（8）参与核事故应急处理，负责辐射环境事故应急处理工作。

（9）负责反应堆操纵人员、核设备特种工艺人员等人员资质管理。

（10）组织开展辐射环境监测和核设施、重点辐射源的监督性监测。

（11）负责核与辐射安全相关国际公约的国内履约。

(12) 指导核与辐射安全监督站相关业务工作。

### **E.3.2.3 生态环境部（国家核安全局）的财力与人力**

2017 年、2018 年和 2019 年，生态环境部（国家核安全局）核与辐射安全监管中央本级年度财政预算分别为 4.87 亿、4.29 亿和 4.09 亿元人民币。

截至 2019 年底，生态环境部（国家核安全局）核与辐射安全监管队伍规模已达到总部近 100 人、中央本级近 1000 人，地方近 10000 人。

### **E.3.2.4 生态环境部（国家核安全局）的综合管理体系**

中国在三十余年的核与辐射安全监管实践中，逐步形成了一套较为完整的监管理念、机制、方法和经验，构成了中国核与辐射安全管理体系。核与辐射安全管理体系包括生态环境部（国家核安全局）的组织政策、目标与规划，组织机构和管理责任，核安全文化建设，履行监管职责所需的资源及管理，管理体系重要过程的主要工作内容与要求，以及为实现体系的持续改进所采取的措施等，有助于为监管系统所有工作人员提供明确的工作标准和依据，有助于从业人员树立系统观和全局观，提升战略思维能力，提高工作效能，有助于进一步改进监管活动的工作质量，提升核与辐射安全监管的权威性和有效性，改进并持续完善中国的核与辐射安全监管体系。

核与辐射安全管理体系覆盖生态环境部（国家核安全局）承担

的核与辐射安全监管职能和管理体系所有相关要素；覆盖核与辐射安全监管系统所有相关部门/单位及其工作人员，包括总部机关、地区监督站和技术支持单位。综合考虑安全、健康、环境、安保、质量、人员和组织、社会、经济等相关要素，确保生态环境部（国家核安全局）在监管活动实施中，始终贯彻确保安全的方针，将核安全摆在最重要地位。

中国核与辐射安全管理体系主要由四部分内容构成：管理责任、支持与保障、过程实施、评价与改进。

### （1）管理责任

生态环境部（国家核安全局）发布核与辐射安全政策、使命、愿景、核心价值观、安全目标与监管原则以及管理承诺，制定组织政策与规划，明确组织机构及职责，倡导核安全文化，关注利益相关方的诉求；负责管理体系的策划、建立和实施；提供所需资源；定期评估，自我完善。

### （2）支持与保障

充足的资源及其有效管理能为管理体系的执行、维护和改进提供强力支持与保障，能强化监管机构的能力建设，持续提高相关方满意度。这些资源包括基础设施和工作环境、人力资源、信息知识、国际合作、财务资源、科技研发以及供方与外部技术支持单位等。对各类资源进行适当策划，保证提供监管活动实施所必需的资源，提升监管能力。

### （3）过程实施

实施过程管理，对通用管理过程和核心工作过程进行策划、实施、控制和协调，确保各项工作的质量和有效性。对过程中相互联系的活动制定程序，规定活动如何在不同部门间过渡、衔接并最终完成，避免重叠、冲突或遗漏。

#### （4）评价与改进

通过各级管理层自我评价、内外部独立评价和经验反馈，建立管理体系的监测评价系统和自我完善机制，构建学习型组织，及时识别管理体系存在的问题和不足，实现持续改进。

生态环境部（国家核安全局）在梳理、归纳和总结中国核与辐射安全监管实践经验的基础上，参考 IAEA 安全标准，完善了中国核与辐射安全管理体系文件，旨在系统阐述核与辐射安全管理体系，完善管理理念和方法，优化管理过程，促进全员参与和持续改进，为监管体系现代化和监管能力现代化建设提供保证。

在核与辐射安全管理体系文件编制过程中，充分参考了国际安全标准所倡导的“过程方法”，确保任何一项工作都是可策划、可实施、可评价并持续改进的过程；管理体系是由一组相互关联的过程网络组成，各过程之间存在内在的逻辑和联系；通过识别、控制和评价过程的结果，并利用所获得的信息和经验反馈来改进过程，使管理体系得以持续改进和完善。

中国核与辐射安全管理体系文件分为三个层次。第一层级为总论，描述管理体系的总体结构、内容和要求；第二层级为各管理要素和业务领域的工作指南和技术管理大纲，分为“综合管理工作指

南”、“业务管理工作指南”和“通用技术管理大纲”三大模块；第三层级为工作细则/工作程序、通用技术管理大纲的配套程序、专项技术管理大纲及其配套程序、第二层级文件所引用或参考的适用规章制度。

### **E.3.3 国家卫生健康委员会**

2018年，根据国务院机构改革方案，成立国家卫生健康委员会。国家卫生健康委员会在乏燃料管理安全和放射性废物管理安全方面的主要职责是：

（1）负责职责范围内的职业卫生、放射卫生、环境卫生等公共卫生的监督管理。

（2）承担卫生应急和紧急医学救援工作，组织编制专项预案，承担预案演练的组织实施和指导监督工作。

（3）拟订职业卫生、放射卫生相关政策、标准并组织实施。开展重点职业病监测、专项调查、职业健康风险评估和职业人群健康管理等工作。协调开展职业病防治工作。

### **E.3.4 公安部**

公安部在乏燃料管理安全和放射性废物管理安全方面的主要职责是：

（1）负责乏燃料和高水平放射性废物道路运输的批准。

（2）指导公安机关对乏燃料、放射性废物道路运输的实物保护

实施监督。

(3) 负责指导查处放射性物品丢失、被盗案件。

## **E.4 核能发展政府主管部门**

### **E.4.1 国家原子能机构**

中国国家原子能机构内设综合司、发展计划司、系统工程司、核应急与核安全司、科技与质量司、外事司、国际合作司、协调司，以及国家核事故应急办公室、核材料管制办公室、同位素管理办公室。下设国家核应急响应技术支持中心、核技术支持中心、国家核安保技术中心。

其主要职责是：

(1) 负责研究和拟定中国和平利用原子能事业的政策和法规。

(2) 负责研究制定中国和平利用原子能事业的发展规划、计划和行业标准。

(3) 负责中国和平利用核能重大科研项目的组织论证、立项审批，负责监督、协调科研项目的执行。

(4) 负责核材料管制，以及核设施实物保护。

(5) 负责核出口审查和管理。

(6) 负责核领域政府间及国际组织间的交流与合作，代表中国参加 IAEA 及其活动。

(7) 牵头负责国家核事故应急管理工作。

(8) 负责核设施退役及放射性废物治理。

## **E.4.2 国家能源局**

国家能源局内设综合司、法制和体制改革司、发展规划司、能源节约和科技装备司、电力司、核电司、煤炭司、石油天然气司（国家石油储备办公室）、新能源和可再生能源司、市场监管司、电力安全监管司、国际合作司。国家能源局下设中国核电发展中心。

其相关职责是：

- （1）负责核电管理，牵头拟定核电行业法律法规和规章。
- （2）拟定核电发展规划、准入条件、技术标准并组织实施。
- （3）提出核电布局和重大项目审核意见。
- （4）组织协调和指导核电科研工作。
- （5）核电领域政府间国际合作与交流，负责政府间和平利用核能协定的对外谈判和签约工作。

## F 其他一般安全规定 ( 第 21~26 条 )

### F.1 许可证持有者的责任 ( 第 21 条 )

每一缔约方应确保乏燃料或放射性废物安全管理的首要责任由有关许可证的持有者承担，并应采取适当步骤确保此种许可证的每一持有者履行其责任。

如果无此种许可证持有者或其他责任方，此种责任由对乏燃料或对放射性废物有管辖权的缔约方承担。

#### F.1.1 核设施安全许可证持有者的一般责任

按照《中华人民共和国核安全法》和《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》，下述设施的营运单位应取得核设施安全许可证：

- (1) 核动力厂及装置 ( 核电厂、核热电厂、核供汽供热厂等 )；
- (2) 核动力厂以外的其他反应堆 ( 研究堆、实验堆、临界装置等 )；
- (3) 核燃料生产、加工、贮存及后处理设施等核燃料循环设施；
- (4) 放射性废物处理、贮存、处置设施；
- (5) 其他需要严格监督管理的核设施。

专门从事乏燃料贮存，放射性废物处理、贮存和处置的单位，应当向国家核安全局申请许可；核设施营运单位利用与核设施配套

建设的乏燃料贮存设施、放射性废物处理和贮存设施，处理、贮存本单位产生的乏燃料、放射性废物的，无需单独申请许可。

按照《中华人民共和国核安全法》和《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》，核设施营运单位对核安全负全面责任。

通过采取以下措施，确保核设施安全许可证持有者履行其责任：

(1) 核设施营运单位应当具备保障核设施安全运行的能力，包括建立相应的组织管理体系和相关制度，配置相应的人力和财力，具备必要的技术支撑和持续改进能力，具备应急响应能力和核损害赔偿财务保障能力等。

(2) 核设施营运单位应当依照法律、行政法规和标准要求，设置核设施纵深防御体系，对核设施进行定期安全评价，并公开本单位相关信息。

(3) 国家核安全局或者其派出机构应当向核设施建造、运行、退役等现场派驻监督人员执行核安全监督检查任务，包括审查所提交的安全资料是否符合实际，监督是否按照已批准的设计进行建造，监督是否按照已批准的质量保证大纲进行管理，监督核设施的建造和运行是否符合有关核安全法规和《核设施建造许可证》《核设施运行许可证》所规定的条件，考察营运人员是否具备安全运行及执行应急计划的能力，以及其他需要监督的任务。

(4) 国家核安全局在必要时有权采取强制性措施，命令核设施营运单位采取安全措施或停止危及安全的活动；对于违反相关规定的，国家核安全局可依其情节轻重，给予警告、限期改进、停工或

者停业整顿、吊销核安全许可证件的处罚。

### **F.1.2 辐射安全许可证持有者的一般责任**

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，生产、销售、使用放射源的单位应当取得辐射安全许可证，辐射安全许可证持有者应对本单位放射源的安全和防护工作负责，并依法对其造成的放射性危害承担责任。

通过采取以下措施，确保辐射安全许可证持有者履行其责任：

(1) 生产、销售、使用放射源的单位应当具备保障辐射安全的能力，包括建立专门的管理机构，配备具有相应专业知识和防护知识的人员，建立健全的规章制度、辐射事故应急措施，具备符合相关标准和要求的场所、设施和设备，对相关工作人员进行个人剂量监测和职业健康检查，具有相应的废物处理能力或者可行的处理方案等。

(2) 辐射安全许可证持有者应当对本单位放射源的安全和防护状况进行年度评估，发现安全隐患的，应当立即整改。

(3) 废放射源产生单位应当按照协议或要求将废放射源交回生产单位、返回原出口方，或者送交贮存、处置单位。

(4) 县级以上人民政府生态环境主管部门和其他有关部门应当按照各自职责对许可证持有者进行监督检查。

(5) 县级以上人民政府生态环境主管部门在监督检查中发现许可证持有者有不符合原发证条件情形的，应当责令其限期整改；逾

期不改正的，责令停产停业或者由原发证机关吊销许可证；有违法所得的，没收违法所得，并处以相应的罚款。

### **F.1.3 放射性废物处理、贮存、处置许可证持有者的一般安全责任**

按照《中华人民共和国核安全法》《放射性废物安全管理条例》和《放射性固体废物贮存和处置许可管理办法》，专门从事放射性固体废物处理、贮存、处置活动的单位，应当取得放射性固体废物处理、贮存、处置许可证，许可证持有者应当依法承担其所处理、贮存、处置的放射性固体废物的安全责任。

通过采取以下措施，确保放射性固体废物处理、贮存、处置许可证持有者履行其责任：

（1）县级以上人民政府生态环境主管部门和其他有关部门应当按照各自职责对放射性废物处理、贮存、处置活动的安全性进行监督检查。

（2）县级以上人民政府生态环境主管部门在监督检查中发现许可证持有者有不符合原发证条件的情形的，应当限期改正，责令停产停业或者吊销许可证，没收违法所得并处以相应的罚款，责令限期采取治理措施消除污染，或者承担污染治理费用。

## F.2 人力和财力（第 22 条）

每一缔约方应采取适当步骤，以确保：

（i）配备有在乏燃料和放射性废物管理设施运行寿期内从事安全相关活动所需的合格人员；

（ii）有足够的财力可用于支持乏燃料和放射性废物管理设施在运行寿期内和退役期间的安全；

（iii）作出财政规定，使得相应的制度化的控制措施和监督工作在处置设施关闭后认为必要的时期内能够继续进行。

### F.2.1 合格人员的保证

#### F.2.1.1 人才培养

中国积极制定人才教育和培养规划，加强各类人才的培养工作，加强投入，做好人才储备，以满足核能与核技术发展对相关人力资源持续增长的需求。通过政府扶持、高等院校和企业通力合作的方式，在部分大学建立核工程与核技术、辐射防护相关专业，扩大高等院校核专业人才招聘规模，优化学科专业结构。

中国的核工业集团（企业）、高等院校和科研院所共同探索并逐步形成“订单+联合培养”或“企校联合”的人才培养模式。在“订单+联合培养”模式中，核电集团组织核电企业每年从高等院校三年级核电相关专业全日制学员中预先招聘一定数量在校本科生，并与学生签署就业意向书，学生毕业后到核电集团（企业）工作；核

电集团（企业）根据实际签订培养协议的学员数量，按约定向高校支付培养费，向学生支付奖学金。在“企校联合”模式中，相关高等院校每年为核电集团招收核相关专业定向生；核电集团承担学生在校期间的学费和住宿费，为学生提供核工业定向奖学金；学生同时还享有与非定向生同等获得高等院校其他奖学金的权利，学生毕业后到核电集团工作。

#### **F.2.1.2 核设施从业人员的招聘、培训和考核**

按照《中华人民共和国核安全法》《核电厂运行安全规定》（HAF 103），核设施营运单位对其直接从事乏燃料和放射性废物管理的人员进行招聘、培训、考核和授权。

通过选拔优秀人才进入核相关专业学习，在全国范围内选拔高级专业人才，在国内常规电厂和其他相关行业招聘专业技术人员，聘用国外核专家等措施，核设施营运单位不断充实乏燃料和放射性废物管理所需人才。

按照相关法规、导则和标准要求，结合具体岗位划分和任务分析，确定岗位资格要求。核设施营运单位均制定并实施了直接从事乏燃料和放射性废物管理人员的培训/再培训大纲和程序。相关工作人员只有经过适当培训、考核合格，并取得上岗工作资格或授权后，才能从事相关工作。

上述营运单位对人员资格或授权实行有效期管理，超过有效期时，要根据特定岗位的要求，办理延期或换证手续；并通过再培训

和再授权，确保人员能持续满足所在岗位的需要。

对于在乏燃料和放射性废物管理设施运行寿期内涉及的中外承包商相关人员的培训、授权和资格管理，按同等要求进行，并通过承包商管理政策加以严格控制和监督。

### **F.2.1.3 辐射安全工作人员的培训和考核**

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，生产、销售、使用放射源的单位应当对直接从事生产、销售、使用活动的辐射安全工作人员进行安全和防护知识教育培训，并进行考核；考核不合格的，不得上岗。为了规范培训管理、统一培训与考核要求，生态环境部（国家核安全局）组织制订了培训大纲和统一的培训教材。

中国邀请 IAEA 对生态环境部（国家核安全局）评估并推荐的 8 个国家级培训机构的教员进行了培训。同时，各省级生态环境部门也开展了行政区域内的辐射安全培训。中国对辐射安全工作人员的辐射安全培训按照所从事的辐射安全风险高低分为初、中、高三级；初级辐射安全培训由省级培训机构承担，其他等级辐射安全培训由国家级培训机构承担。取得辐射安全培训合格证书的辐射安全工作人员，每四年接受一次再培训。

按照生态环境部于 2019 年 12 月发布的《关于核技术利用辐射安全与防护培训和考核有关事项的公告》，自 2020 年 1 月 1 日起，各级生态环境部门不再对从事辐射安全培训机构进行评估和推荐，不再要求从事放射性同位素与射线装置生产、销售、使用等辐射活

动的人员参加以上机构组织的辐射安全培训。有相关培训需求的人员可通过生态环境部组织开发的国家核技术利用辐射安全与防护培训平台（<http://fushe.mee.gov.cn>）免费学习相关知识。自 2020 年 1 月 1 日起，新从事辐射活动的人员，以及原持有的辐射安全培训合格证书到期的人员，应当通过培训平台报名并参加考核。2020 年 1 月 1 日前已取得的原培训合格证书在有效期内继续有效。

2017 年初至 2019 年底，生态环境部组织各类核与辐射安全培训 217 期，培训工作人员 19266 人次。

#### **F.2.1.4 核与辐射安全监督人员的资格、培训和考核**

根据《核与辐射安全监督检查人员证件管理办法》，生态环境部（国家核安全局）对申请领取核与辐射安全监督人员证件的人员条件进行认定，并对其培训和考核，包括对涉及乏燃料和放射性废物管理设施的安全监督人员的审核、培训和考核。考核合格并具备相关条件的，由生态环境部（国家核安全局）颁发《核安全监督员证》和《辐射安全监督员证》。核与辐射安全监督人员证件有效期为五年。

生态环境部（国家核安全局）高度重视核与辐射安全监督人员的培训工作，利用多种渠道、采取多种方式不断加强对核与辐射安全监督人员的业务培训：如制定《核与辐射安全监管人员业务培训工作指南》和《核与辐射安全监管人员业务培训大纲》，开展核与辐射安全监督岗位培训，邀请国际专家开展核与辐射安全监管专题培训研讨，派人员参与国外监管部门及国际组织的短期培训研讨等。

因证件有效期届满申请换发核与辐射安全监督人员证件的持证人，应当由其所在单位于每年的 3 月 31 日或者 9 月 30 日之前向生态环境部（国家核安全局）提出书面申请，并按照生态环境部（国家核安全局）的要求参加在职培训。经生态环境部（国家核安全局）审查，对符合条件的申请人换发核与辐射安全监督人员证件。

### **F.2.1.5 注册核安全工程师制度**

根据《中华人民共和国放射性污染防治法》，国家对从事放射性污染防治的专业人员实行资格管理制度。中国于 2002 年 11 月发布了《注册核安全工程师执业资格制度暂行规定》，对核能、核技术利用及为核安全提供技术服务的单位中从事核安全关键岗位工作的专业技术人员实行执业资格制度。注册核安全工程师的执业范围包括：核安全审评、核安全监督、核设施操纵与运行、核质量保证、辐射防护、辐射环境监测以及生态环境部（国家核安全局）规定的其他与核安全密切相关的工作领域。

国家每年统一组织注册核安全工程师执业资格考试，考试合格后取得《中华人民共和国注册核安全工程师执业资格证书》并经注册登记后执业，注册核安全工程师的注册有效期为 2 年。注册核安全工程师实行继续教育制度。

为保证放射性废物贮存和处置的管理安全，《放射性废物安全管理条例》和《放射性固体废物贮存和处置许可管理办法》明确规定：专门从事放射性固体废物贮存和处置活动的单位应设置能保证贮存/

处置设施安全运行的组织机构；从事放射性固体废物贮存活动的单位应配置 3 名以上放射性废物管理、辐射防护、环境监测方面的技术人员，其中至少有 1 名注册核安全工程师；从事低、中放固体废物处置活动的单位应配置 10 名以上放射性废物管理、辐射防护、环境监测方面的技术人员，其中至少有 3 名注册核安全工程师；从事放射性废物深地质处置的单位应配置 20 名以上放射性废物管理、辐射防护、环境监测方面的技术人员，其中至少有 5 名注册核安全工程师。

## **F.2.2 财力保证**

### **F.2.2.1 运行和退役财力保证**

在中国，每年用于包括乏燃料和放射性废物管理设施在内的核设施的安全运行和安全改进费用，由核设施营运单位自行解决。核电站投入运行后，每年从发电收入中提取一定比例的资金，留作核电厂本身的安全改进，以及乏燃料管理设施和放射性废物管理设施的安全运行。核设施的年度计划及财政预算中优先安排用于安全改进的项目及费用。

2010 年，中华人民共和国财政部、国家发展和改革委员会、工业和信息化部联合发布了《核电站乏燃料处理处置基金征收使用管理暂行办法》。该基金专项用于乏燃料处理处置，具体使用范围包括：

(一)乏燃料运输；(二)乏燃料离堆贮存；(三)乏燃料后处理；(四)乏燃料后处理所产生的高放废物的处理处置；(五)乏燃料后处理厂

的建设、运行、改造和退役；（六）乏燃料处理处置的其他支出。该基金按照核电站已投入商业运行五年以上压水堆核电机组的实际上网销售电量征收。乏燃料处理处置基金计入核电站发电成本。国家原子能机构通过核电站乏燃料处理处置基金，安排开展乏燃料运输能力建设和乏燃料贮存设施维护。

《中华人民共和国核安全法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》规定，核设施营运单位应当预提核设施退役费用、放射性废物处置费用，列入投资概算、生产成本，专门用于核设施退役、放射性废物处置。核设施营运单位将处理后的、符合标准要求的放射性固体废物及时送交取得相应许可证的放射性固体废物贮存、处置单位贮存、处置，并承担贮存、处置费用。核电站为运行核电站的退役预留资金，并建立专门的帐户。如中广核集团有限公司的大亚湾核电站已按照核电站核岛在线设备竣工决算价值的10%计提退役准备资金，在核电站的寿期内按照预计负债的摊余成本和实际利率计算确定的利息费用计入财务费用。

根据国际上核电站退役方面的经验，中国认识到核电站退役所需资金数额较大，以核电站核岛在线设备竣工决算价值的10%计提退役准备资金难以确保核电站退役费用的需求。为此，中华人民共和国财政部正在会同相关部门制订《核设施退役与放射性废物处置费用管理暂行办法》，以规范核电站退役准备资金的提取和管理。

中国建立了核事故责任保险制度。根据《国务院关于核事故损害赔偿责任问题的批复》(国函〔2007〕64号)，中国在运核电站营运

单位均在核电机组运行前或者乏燃料贮存、运输、后处理之前，购买了足以履行其责任限额的保险。一次核事故造成的第三者责任险最高赔偿限额 3 亿元人民币；超过最高赔偿限额的，国家提供最高限额 8 亿元人民币的财政补偿。《中华人民共和国核安全法》对核设施营运单位投保责任保险做了专门规定，要求因核事故造成他人人身伤亡、财产损失或者环境损害的，核设施营运单位应当按照国家核损害责任制度承担赔偿责任。核设施营运单位应当通过投保责任保险、参加互助机制等方式，作出适当的财务保证安排，确保能够及时、有效履行核损害赔偿责任。

#### **F.2.2.2 处置场关闭后财力保证**

对于正常关闭的放射性废物处置设施，在设施关闭后的主动监护期内，其监护责任由处置设施营运单位承担；在设施关闭后的被动监护期内，其监护责任由设施所在地的地方政府承担。低、中放固体废物处置场的处置收费中包含了处置场关闭后的监护、监测和应急所需的费用等。

《放射性废物安全管理条例》规定，专门从事放射性固体废物处置活动的单位在申请领取放射性固体废物处置许可证时，（1）应当有相应数额的注册资金。从事低、中放固体废物处置活动的单位，注册资金不少于 3000 万元；从事放射性废物深地质处置活动的单位，注册资金不少于 1 亿元。（2）应当有能保证其处置活动持续进行直至安全监护期满的财务担保。（3）放射性固体废物处置单位因破产、

吊销许可证等原因终止的，处置设施关闭和安全监护所需费用由提供财务担保的单位承担。

### **F.3 质量保证（第 23 条）**

每一缔约方应采取必要步骤，以确保制定和执行相应的关于乏燃料和放射性废物管理安全的质量保证大纲。

#### **F.3.1 质量保证的基本要求**

《中华人民共和国核安全法》规定，核设施营运单位应有满足核安全要求的质量保证制度；核设施营运单位和为其提供设备、工程以及服务等单位应当建立并实施质量保证体系。

《核电厂质量保证安全规定》（HAF 003）提出了核电厂各项质量保证的基本要求。上述基本要求适用于核电厂产生的乏燃料和放射性废物管理的质量保证，其他核设施产生的乏燃料和（或）放射性废物管理的质量保证可以参考上述基本要求。上述基本要求主要包括：

（1）制定并有效实施核设施质量保证总大纲和各项工作的质量保证分大纲；制定书面程序、细则及图纸，并对其进行定期审查和修订；定期进行管理部门审查，确定质量保证大纲的状况和适用性，并在必要时，采取纠正措施。

（2）建立有明文规定的组织机构，明确规定职责、权限等级及内外联系渠道，控制并协调单位间的工作接口；控制人员选拔、配

备、培训和资格考核，确保工作人员达到并保持足够的业务熟练程度。

(3) 对工作执行和验证所需要的文件，要控制其编制、审核、批准、分发和变更，防止使用过时或不合适的文件。

(4) 对设计过程、设计接口、设计变更进行控制，对设计进行验证，确保将规定的设计要求正确体现在技术规格书、图纸、程序或细则中。

(5) 控制采购文件的编制，对供方进行评价和选择，对所购物项和服务进行控制，以保证符合采购文件的要求。

(6) 对材料、零件和部件进行标识和控制，控制物项的装卸、贮存和运输，对安全重要物项进行适当维护，以确保其质量不受到损害。

(7) 对核设施设计、制造、建造、试验、调试和运行中所使用的影影响质量的工艺过程进行控制，保证这些工艺由合格人员、按认可的程序、使用合格的设备来完成。

(8) 制定并有效实施检查和试验大纲，验证物项和活动满足规定要求，证明构筑物、系统和部件将能满意地工作。控制测量和试验设备的选择、标定和使用，对检查、试验和运行状态进行标识和控制。

(9) 控制不符合项的标识、审查和处理，规定审查处理的责任和权限，对经修理和返工的物项重新进行检查。

(10) 鉴别和纠正有损于质量的情况。对严重有损于质量的情

况，要查明起因并采取纠正措施，以防止其再次出现。

(11) 建立并执行质量保证记录制度，控制记录的编号、收集、索引、归档、贮存、保管和处置，确保记录清楚、完整、正确，能提供物项和/或活动质量的足够证据。

(12) 建立并执行内、外部监查制度，验证质量保证大纲的实施及其有效性。对监查中发现的缺陷必须采取纠正措施，并通过后续行动加以跟踪和验证。

此外，还制定了 10 个质量保证安全导则，对上述基本要求提出了一系列补充要求和实施建议。

### **F.3.2 乏燃料管理的质量保证**

乏燃料管理单位均制定了系统的质量保证大纲，并作为申请许可证的材料之一提交至生态环境部（国家核安全局）认可。

对乏燃料管理设施的设计和运行所涉及的所有事项均严格按照质量保证大纲的各项要求予以实施。上述事项包括：乏燃料贮存设施中安全重要物项与系统的设计、制造、贮存燃料的次临界状态的保持、辐射防护、燃料的排热、燃料的屏蔽、腐蚀的控制、调试、正常运行和预计运行事件情况下涉及核材料或燃料的操作程序、安全有关设备的维修、试验、检验和检查、记录的存档、放射性废物管理、贮存期间涉及燃料特性的记录的保存、核材料管制系统（需要时）、实物保护系统等。

质量保证部门独立于其他部门，负责质量保证大纲的制订、管

理、监督、评价和改进。质量保证部门通过执行有计划的内、外部质量保证监督、监查、审查和评价，发现质量保证体系中存在的缺陷时，及时加以改进。同时，对不符合项和纠正措施进行严格管理，收集、分析各种质量信息及其趋势，并定期向上级管理部门报告。必要时，迅速采取相应的纠正行动。

管理部门对质量保证大纲的适宜性和有效性定期进行审查。重点审查评价期内进行的内外部质量保证监查和监督的结果，以及其他有关信息，如质量问题、纠正措施状况、质量趋势、事故和故障，以及人员资格和培训情况。根据评审中发现的大纲缺陷、管理缺陷、质量缺陷等，分析原因，制订并实施针对性的纠正措施，并及时以书面形式通知有关部门和单位。

### **F.3.3 放射性废物管理的质量保证**

根据《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002)，核燃料循环设施营运单位与核技术利用放射性废物贮存库营运单位主要采取了以下步骤，保证制定并执行其涉及的放射性废物管理和(或)废旧放射源管理的质量保证大纲：

(1) 根据设施的规模和复杂程度，以及放射性废物和(或)废旧放射源的潜在危害性，营运单位制定了相应的质量保证大纲，并严格按照经认可后的质量保证大纲对其涉及的放射性废物和(或)废旧放射源进行管理。

(2) 为确保质量保证大纲的实施，核燃料循环设施与核技术利

用放射性废物贮存库的设计单位、建造单位和营运单位均编制和实施了相应的质量保证大纲和其他质量文件。

(3) 在编制和实施质量管理文件的过程中，上述单位重视对工作人员安全文化素养的教育，对工作人员开展了相应的培训和考核。

(4) 质量保证大纲包含的主要内容有质量方针和质量体系，负责编制和实施质量保证大纲的组织机构，设施的设计、建造、运行和退役的控制，物项和服务的采购控制，废物产生和分拣的控制，放射性废物和（或）废旧放射源的鉴定和控制，废物管理各阶段工艺参数的控制，文件和记录的控制，以及监查等。

#### **F.3.4 放射性废物近地表处置的质量保证**

中国现有 3 座低、中放固体废物处置场在运行。根据《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》(GB 9132-2018)，营运单位均编制了质量保证大纲，对处置场选址、设计和建造、运行、关闭和关闭后有组织控制期等阶段作出了规定，并组织实施。

质量保证大纲考虑了各要素对处置场安全性的潜在影响，根据运行阶段和关闭后阶段的安全评价结果确定了对安全操作、安全处置重要的活动、构筑物、系统和设备的要求。质量保证大纲还对相关技术文件的更新和长期有效性作出规定。

(1) 选址阶段的质量保证大纲对选址有关的所有文件、证明资料的产生和保存作出规定，使这些资料准确、有效并具有代表性。在近地表处置场的设计、建造和运行期间，特别注意对工程屏障设

计、废物特性和操作程序等变化的控制，以保证不会对处置场的安全性能造成不利影响。无论何时，当重要参数发生变化时，应及时更新安全评价。

(2) 质量保证大纲应指明处置场的安全不仅取决于营运单位，而且与废物产生单位对废物的处置前管理有关。废物产生单位应保证送交的废物包满足处置要求，向处置场提供符合质量保证要求所需的文件（如废物种类，特性，放射性核素种类、活度浓度，废物包的编号和包装容器规格等）以及其他可能影响处置安全的文件，并对文件的真实性负责。废物处置接收质量保证大纲描述了废物处置接收流程；废物处置接收的验收和抽检内容，包括文件检查，废物包的表观质量、标志、表面剂量率和表面污染检查，废物包性能的破坏性或非破坏性检测等。

(3) 关闭和关闭后有组织控制期的质量保证大纲应规定收集和保存对处置场长期安全性重要的所有资料。应保存处置场从选址到关闭后有组织控制期各阶段的资料，如场址特性资料、工程设计图纸和说明书、废物清单、安全分析报告和环境影响评价报告、环境监测结果以及处置场关闭资料等。

### **F.3.5 监管机构的主要活动**

生态环境部（国家核安全局）对乏燃料和放射性废物管理质量保证活动的控制主要体现在以下方面：

(1) 根据质量保证和核安全法规及相关安全导则的要求，审核

和认可乏燃料和放射性废物管理质量保证大纲及其他安全重要文件，包括对这些文件的重大修订。

(2) 对乏燃料和放射性废物管理质量保证大纲的实施情况进行核安全监督，对重大安全、质量活动，在相关的质量计划上选取控制点，并到现场进行监督、见证；对重大安全、质量活动的结果组织技术审核及验证。

(3) 对重大不符合项组织技术审查，并对其处理过程进行有效监督。

## F.4 运行辐射防护（第 24 条）

1. 每一缔约方应采取适当步骤，以确保在乏燃料或放射性废物管理设施的运行寿期内：

（i）由此类设施引起的对工作人员和公众的辐射照射在考虑到经济和社会因素的条件下保持在可合理达到的尽量低的水平；

（ii）任何个人在正常情况下受到的辐射剂量不超过充分考虑到国际认可的辐射防护标准后制定的本国剂量限值规定；

（iii）采取措施防止放射性物质无计划和非受控地释入环境。

2. 每一缔约方应采取适当步骤，以确保排放受到限制，以便：

（i）在考虑到经济和社会因素的条件下使辐射照射保持在可合理达到的尽量低的水平；

（ii）使任何人在正常情况下受到的辐射剂量不超过充分考虑到国际认可的辐射防护标准后制定的本国剂量限值规定。

3. 每一缔约方应采取适当步骤，以确保在受监管核设施的运行寿期内，一旦发生放射性物质无计划或非受控地释入环境的情况，即采取合适的纠正措施控制此种释放和减轻其影响。

### F.4.1 将辐射照射保持在可合理达到的尽量低的水平

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)要求：对于来自一项实践中的任一特定源的照射，应使防护与安全最优化，使得在考虑了经济和社会因素之后，个人受照剂量的大小、受照射的人数以及受照射的可能性均保持在可合理达到的尽量低水平。

按照《核动力厂运行安全规定》(HAF 103)，核设施营运单位通

过采取以下措施，确保辐射照射保持在可合理达到的尽量低的水平：

(1) 制定并切实实施了辐射防护大纲，包括技术上和管理上采取的预防性措施，如环境辐射监测，人员、设备和构筑物的去污等。

(2) 通过监督、检查和监查，对辐射防护大纲的正确实施及其目标的实现进行核实，并在需要时对其进行修订。

(3) 配备了合格的了解乏燃料和放射性废物管理设施设计和运行中有关放射学方面知识的保健物理工作者。

(4) 配置了用于在运行状态和事故工况中进行辐射防护监督的设备，如设置固定式剂量率仪表、测量空气中放射性物质活度浓度的监测系统、测量放射性表面污染的仪器和测量人员所受剂量与污染的装置等。

(5) 采用了适当的方式和条件对乏燃料或放射性废物进行处理和（或）贮存。

(6) 采取了措施，降低乏燃料或放射性废物管理设施厂址内所产生的散布于厂址内或释放到环境的放射性物质的数量和浓度。

(7) 对放射性流出物和废物的产生与排放进行合理控制，并加强对放射性废物的管理。

(8) 在《核动力厂环境辐射防护规定》(GB 6249-2011)规定的国家流出物排放控制值基础上，制定低于国家控制值的流出物排放管理限值，经国家核安全局批准后实施，并在运行过程中定期审查这些管理限值；制定了监测和控制这种排放的方法和规程。

国家核安全局在核设施选址、设计和运行等一系列部门规章中，

规定了核设施各阶段应遵守的与辐射防护相关的各项原则性要求：

(1) 核设施选址时，应能确保保护公众和环境免受放射性事故释放所引起的过量辐射影响，同时对于核设施正常的放射性物质释放也应加以考虑。

(2) 核设施的设计要充分考虑辐射防护要求，如优化设施布置、设置屏蔽、尽量减少辐射区内人员活动次数和停留时间，采取适当方式和条件处理放射性物质。

(3) 采取措施降低厂内或释放到环境中的放射性物质的数量和浓度。

(4) 充分考虑人员停留区域内辐射水平随时间的可能积累，尽量减少放射性废物的产生。

(5) 核设施营运单位应对辐射防护的要求和设施实际情况进行评价分析，制定和实施辐射防护大纲，必须通过监督、检查和监查对辐射防护大纲的正确实施及其目标的实现进行核实，并在需要时采取纠正措施。

(6) 核设施营运单位的辐射防护职能部门制订和实施放射性废物管理大纲和环境监测大纲，评价放射性释放对环境的辐射影响。

#### **F.4.2 剂量限值**

《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)规定了辐射防护原则和要求及剂量限值。该标准与国际放射防护委员会的第 60 号建议书和 IAEA 等国际组织制订的基本安全标准一致。

对任何工作人员的个人剂量限值和公众中关键人群组成员的个人剂量限值的有关规定如下：

——职业照射

(1) 由监管部门决定的连续 5 年的平均有效剂量（但不可作任何追溯性平均）限值为 20 mSv。

(2) 任何一年中的有效剂量限值为 50 mSv。

(3) 眼晶体的年当量剂量限值为 150 mSv。

(4) 四肢（手和足）或皮肤的年当量剂量限值为 500 mSv。

——公众照射

(1) 年有效剂量限值为 1 mSv。

(2) 特殊情况下，如果 5 个连续的年平均剂量不超过 1 mSv，则某一单一年份的有效剂量限值可以提高到 5 mSv。

(3) 眼晶体的年当量剂量限值为 15 mSv。

(4) 皮肤的年当量剂量限值为 50 mSv。

在考虑了经济和社会因素后，各核设施分别制定了各自的剂量约束值，该值低于国家规定的限值。

职业照射监测结果表明，中国所有运行核设施工作人员年有效剂量均低于国家标准规定的限值。附录 L.6 给出了 2017 年至 2019 年间运行核电厂工作人员年有效剂量。

#### **F.4.3 防止放射性物质无计划或非受控地释入环境**

根据《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）和《核电

厂放射性排出流和废物管理》(HAD 401/01), 核电厂营运单位主要采取了以下措施, 防止放射性物质无计划或非受控地释入环境:

(1) 针对核动力厂厂址的环境特征及放射性废物处理工艺技术水平, 遵循可合理达到的尽量低的原则, 于首次装料前向生态环境部(国家核安全局)申请了放射性流出物排放量(以后每隔5年复核一次), 经生态环境部(国家核安全局)批准后实施。

(2) 核动力厂的年排放总量按季度和月控制, 单个季度的排放总量不超过所批准的年排放总量的二分之一, 单个月的排放总量不超过所批准的年排放总量的五分之一。

(3) 液态流出物均采用槽式排放方式; 气载放射性流出物均经净化处理或衰变贮存后, 经由烟囱释入大气环境。

(4) 液态流出物总排放口的位置充分考虑了下游取水、热排放和放射性核素排放等因素的影响, 避开了集中式取水口, 以及水生生物的产卵场、洄游路线、养殖场等环境敏感区。

(5) 液态流出物排放均实施放射性浓度控制, 且浓度控制值考虑了最佳可行技术, 并结合了厂址条件和运行经验反馈进行优化。

(6) 液态流出物排放前均对槽内液态流出物进行了取样监测, 并在排放管线上安装了自动报警和排放控制装置。

(7) 建立了可靠的流出物监测质量保证体系, 制定了流出物监测大纲, 并依据该大纲对所排放的气态和液态流出物进行监测。

同时, 地方生态环境主管部门对辖区内的核电厂流出物实施监督性监测, 核查核电厂营运单位的流出物监测结果, 防止放射性物

质无计划或非受控地释入环境。

其他核设施营运单位也采取了相应措施，防止放射性物质无计划或非受控地释入环境。

#### F.4.4 排放限值

《中华人民共和国放射性污染防治法》第四十条规定，向环境排放放射性废气、废液，必须符合国家放射性污染防治标准。

《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）对陆上固定式核动力厂运行状态下的气态和液态流出物的排放控制提出了具体要求：

（1）任何厂址的所有核动力堆向环境释放的放射性物质对公众中任何个人造成的有效剂量，每年必须小于 0.25mSv 的剂量约束值。

核动力厂营运单位应根据经监管部门批准的剂量约束值，分别制定气载放射性流出物和液态放射性流出物的剂量管理目标值。

（2）核动力厂必须按每堆实施放射性流出物年排放总量的控制，对于 3000 MW 热功率反应堆，其控制值见表 2 和表 3。

表 2 气载放射性流出物控制（单位：Bq/a）

	轻水堆	重水堆
惰性气体	$6 \times 10^{14}$	
碘	$2 \times 10^{10}$	
粒子（半衰期 $\geq 8d$ ）	$5 \times 10^{10}$	
碳-14	$7 \times 10^{11}$	$1.6 \times 10^{12}$
氚	$1.5 \times 10^{13}$	$4.5 \times 10^{14}$

表 3 液态放射性流出物控制（单位：Bq/a）

	轻水堆	重水堆
氚	$7.5 \times 10^{13}$	$3.5 \times 10^{14}$
碳-14	$1.5 \times 10^{11}$	$5.0 \times 10^{11}$ (除氚外)
其余核素	$5.0 \times 10^{10}$	

(3) 对于热功率大于或小于 3000 MW 的反应堆，应根据其功率适当调整。

(4) 对于同一堆型的多堆厂址，所有机组的年总排放量应控制在第(2)款规定值的 4 倍以内。对于不同堆型的多堆厂址，所有机组的年总排放量控制值由国家核安全局批准。

2017 年至 2019 年，中国核电厂气液态流出物的年排放量占国家核安全局审核批准的排放年限值的百分比详见 L.7。各核电厂运行期间的流出物排放量，均未超出国家标准规定的控制值。

#### **F.4.5 对于放射性物质无计划或非受控地释入环境的纠正措施**

《放射性废物安全管理条例》对发现放射性物质无计划或非受控地释入环境时应采取的纠正措施作出了规定：放射性固体废物贮存单位和处置单位应当对设施周围的地下水、地表水、土壤和空气进行放射性监测，发现安全隐患或者周围环境中放射性核素超过国家标准规定的，应当立即查找原因，采取相应的防范措施，并向相

应的主管部门报告。构成辐射事故的，应当立即启动本单位的应急方案，并依照相关法律法规的规定进行报告，开展有关事故应急工作。

本轮履约期间，中国未发生放射性物质无计划或非受控地释入环境的情况。

## **F.5 应急准备（第 25 条）**

1. 每一缔约方应确保在乏燃料或放射性废物管理设施运行前和运行期间有适当的场内和必要时的场外应急计划。此类应急计划应当以适当的频率进行演习。

2. 在缔约方的领土可能受到附近的乏燃料或放射性废物管理设施一旦发生的辐射紧急情况的影响的情况下，该缔约方应采取适当步骤，编制和演习适用于其领土内的应急计划。

针对中国境内及境外的核设施及有关核活动很少发生的严重偏离运行工况的状态，并因此种状态可能或者已经引起放射性物质释放、造成重大辐射后果的核事故，以及因放射源丢失、被盗、失控，或放射性同位素失控导致人员受到异常照射的辐射事故，中国均编制了相应的应急计划，并以适当的频率进行演习。

### **F.5.1 核事故应急准备**

#### **F.5.1.1 核事故应急计划**

根据《中华人民共和国突发事件应对法》《中华人民共和国核安

全法》《中华人民共和国放射性污染防治法》《核电厂核事故应急管理条例》等法律法规，中国的核应急实行三级应急组织体系，即国家核应急组织、核设施所在省（自治区、直辖市）核应急组织和核设施营运单位的核应急组织。

在国家层面，2013年6月，国务院发布并实施了修订后的《国家核应急预案》。该预案适用于中国境内核设施及有关核活动已经或可能发生的核事故。境外发生的对中国大陆已经或可能造成影响的核事故参照此预案的规定执行。

在国家核事故应急协调委员会各成员单位及各省级层面，协调委员会各成员单位及核设施所在省（自治区、直辖市）均根据国家核应急预案制定本单位核事故应急预案或本行政区域省级核应急专项预案以及针对本行政区域内特定核电厂的场外核事故应急预案。

在核设施营运单位层面，生态环境部（国家核安全局）修订发布了《核动力厂营运单位的应急准备和应急响应》《核燃料循环设施营运单位的应急准备和应急响应》和《研究堆营运单位的应急准备和应急响应》等导则；核设施营运单位均制定本单位场内核事故应急预案，并于首次装投料前与最终安全分析报告一并报批；在核设施运行期间，对应急计划进行复审和修订。

另外，在集团公司层面，中国核工业集团有限公司、中广核集团有限公司，以及国家电力投资集团有限公司组建了各自的核电集团核事故应急支援队伍，并编制了相应的应急预案及应急响应实施程序。

中国人民解放军和中国人民武装警察部队按照国务院、中央军委的规定，制定本系统支援地方的核事故应急工作预案。

应急预案制定单位应当按照实际需要和情势变化，适时修订应急预案。

#### **F.5.1.2 核事故应急演习**

《国家核应急预案》要求，各级核应急组织应根据实际情况采取桌面推演、实战演习等方式，经常开展应急演习，以检验、保持和提高核事故应急响应能力。国家核事故应急联合演习由国家核事故应急协调委员会组织实施，一般 3 至 5 年举行一次；省（自治区、直辖市）核事故应急联合演习由省（自治区、直辖市）核事故应急委员会组织实施，一般 2 至 4 年举行一次，专项演习一般 1 年一次；核设施营运单位综合演习由核设施应急指挥部组织实施，一般每 2 年举行 1 次，拥有 3 台以上运行机组的，综合演习频度应适当增加。核电厂首次装投料前，核设施营运单位均参加了由省核事故应急委员会组织的场内外应急联合演习。

2017 年 6 月，中国政府组织 10 多支国家级核应急力量，参加 IAEA 组织的三级公约演习 ConvEx-3 (2017)，得到 IAEA 高度肯定。2017 年 7 月，三门核电有限公司协同浙江省核应急委员会完成了三门核电厂 1 号机组首次装料前场内外核事故应急联合演习。

2019 年 11 月，福清核电有限公司、江苏核电有限公司分别协同福建省和江苏省应急委员会完成了福清 5 号机组和田湾 5 号机组首

次装料前场内外核事故应急联合演习。

### **F.5.1.3 应急能力建设**

生态环境部（国家核安全局）加大了核与辐射应急能力体系建设，在生态环境部本部、六个地区监督站、全国 31 个省级辐射环境监测机构建设了核与辐射应急监测调度平台，基本形成了国家-省级-现场三个层级的核事故应急监测调度网络体系，可实时获取核电厂关键安全参数，实时获取全国辐射环境自动监测网络数据，可进行视频联络、调配应急力量、开展后果评价，强化了核与辐射事故应急处置相关信息的获取能力，提高了组织和协调应急响应力量的效率。

生态环境部（国家核安全局）建立了全国辐射环境监测网络体系，对全国辐射环境进行日常监测和应急监测；建成了国家重点监管的核与辐射设施周围环境监督性监测网络体系，对 46 个国家重点监管的核与辐射设施开展监督性监测，实现覆盖全国重要核设施场区内外及周边范围的双轨制监测。近三年间，生态环境部（国家核安全局）加强国家辐射环境监测网络建设，提高自动监测和航测能力，在已建成并运行 161 个自动站的基础上，启动新建自动站 337 个，已建成 102 个。

## **F.5.2 辐射事故应急准备**

### **F.5.2.1 辐射事故应急计划**

根据《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》和《国家突发环境事件应急预案》，辐射事故是指放射源丢失、被盗、失控事故，放射性同位素失控导致人员受到异常照射的事故，或放射性物质泄漏造成环境污染的事故。根据辐射事故的性质、严重程度、可控性和影响范围等因素，从重到轻将辐射事故分为特别重大辐射事故、重大辐射事故、较大辐射事故和一般辐射事故四个等级。按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》，对辐射事故进行分级响应和分级处理。

县级以上人民政府生态环境主管部门牵头，会同同级公安、卫生健康、财政、新闻和宣传等部门编制本辖区的辐射事故应急预案。该预案均报本级人民政府批准。辐射事故应急预案包括应急机构和职责分工，应急人员的组织、培训以及应急和救助的装备、资金、物资准备，辐射事故分级与应急响应措施，辐射事故的调查、报告和处理程序，辐射事故信息公开、公众沟通方案等内容。

辐射安全许可证持有者均根据本单位可能发生辐射事故的风险，编制了本单位的应急方案，并做好应急准备。

### **F.5.2.2 辐射事故应急演练**

生态环境部于2014年正式启动了全国省级辐射事故应急轮演联

训工作。2017 年和 2018 年，协调并指导地区监督站督导新疆、贵州、海南、山西、河北、安徽、浙江、天津等 8 个省（区、市）生态环境系统实施辐射事故综合应急演练。演习情景包括放射源安全管理、丢失放射源的搜寻和收贮、边境地区通关超标放射性物品的处置、放射性物质运输事故等不同类型的辐射事故应急活动。通过演习增进了地方政府对辐射事故应急工作的重视，落实了地方政府辐射应急工作主体责任，锻炼了队伍，检验了应急预案和设施设备，提高了应急响应与处置能力。同时，通过现场和视频评估，强化了各省间的应急经验交流，取得了以演代训、以点带面、示范引领、互学互鉴的效果。目前已完成第一轮省级辐射事故应急演练，后续将继续向一线深入推动演习，并进一步强化演习的实战性。

### **F.5.3 针对境外辐射紧急情况的应急准备**

境外发生的核事故已经或可能对中国产生影响时，由国家核事故应急协调委员会参照《国家核应急预案》统一组织开展信息收集与发布、辐射监测、部门会商、分析研判、口岸控制、市场调控、国际通报及援助等工作。必要时，成立国家核事故应急指挥部，统一领导、组织、协调核应急响应工作。

### **F.6 退役（第 26 条）**

每一缔约方应采取适当步骤，以确保核设施退役的安全。此类步骤应确保：

- (i) 配备有合格的人员和足够的财力;
- (ii) 实施第 24 条中关于辐射防护、排放及无计划和非受控释放的规定;
- (iii) 实施第 25 条关于应急准备的规定; 和
- (iv) 关于退役重要资料的记录得到保存。

核设施退役配备有合格的人员。根据《核设施退役安全要求》(GB/T 19597-2004), 在核设施退役管理机构中, 均配备有核设施退役专家和适宜的原设施运行或管理人员; 在核设施退役队伍中, 保留了熟悉设施运行的关键人员, 以及去污、机器人或远距离操作、工程技术、拆卸拆除、质量保证、废物管理和保安保卫等方面的专家或专业人员。

核设施退役配备有足够的财力。按照《中华人民共和国核安全法》和《中华人民共和国放射性污染防治法》, 核设施营运单位应当预提核设施退役费用, 列入投资概算、生产成本, 专门用于核设施退役。核设施退役费用管理办法正在制定过程中。目前, 中国已运行的核电厂为包括在其场址内的乏燃料和放射性废物管理设施的退役预留了资金。如大亚湾核电基地的各核电厂相关设施退役费终值按照核电厂核岛在线设备竣工决算价值的 10% 计提。

核设施退役考虑并执行相应的辐射安全措施, 并确保排放受到限制。根据《核设施退役安全要求》(GB/T 19597-2004), 核设施退役单位均建立了独立的辐射安全组织, 并按适宜的程序执行安全管理; 在退役实施准备阶段, 编写了包括异常退役工况及应急措施等

内容在内的退役辐射防护大纲；根据实际情况，采用专用辐射安全设备、相应技术程序和管理程序；根据辐射水平、污染水平或污染核素，对待退役设施进行分区，并划分和管理核设施退役子区；配置适宜的安全系统，包括设置临时隔离间和（或）隔离闸门，并配备必要的监测仪器使工作人员和公众的剂量保持在可合理达到的尽量低的水平；采取相应的辐射安全措施，如设置有效的通风系统和空气净化装置；实施包括流出物监测在内的辐射监测；对辐射工作人员和公众实施相应的剂量限值和控制。核设施退役单位均根据国家有关规定和标准，对退役过程中的气体和液态流出物进行管理。

核设施退役实施相应的应急准备。根据《核设施退役安全要求》（GB/T 19597-2004），核设施营运单位均根据核设施的具体情况编制、执行与退役活动中可能出现的异常工况相符的应急计划。应急计划包含了与潜在事件有关的应急程序、人员培训等内容。通过定期演练、试验对应急程序进行更新。

保存核设施退役重要资料的记录。根据《核设施退役安全要求》（GB/T 19597-2004），营运单位实施合适的、最新的质量保证大纲。在制定退役工程质保大纲时，重视退役活动记录和资料的收集和保存。长期保留退役活动中开展的每项任务的记录。

## G 乏燃料管理安全 ( 第 4 ~ 10 条 )

### G.1 一般安全要求 ( 第 4 条 )

每一缔约方都应该采取适当的步骤, 以确保在乏燃料管理的所有阶段充分保护个人、社会和环境免受放射危害。

这样做时, 每一缔约方都应该采取适当步骤, 以便:

(i) 确保乏燃料管理期间的临界问题和产生余热的排出问题得到妥善解决;

(ii) 确保与乏燃料管理相关的放射性废物的产生量保持在与所采取的燃料循环政策相一致的可实际达到的最低水平;

(iii) 考虑乏燃料管理过程中不同步骤之间的相互依赖关系;

(iv) 在充分尊重国际认可的准则和标准的本国立法框架内, 通过在国家层面上应用监管机构核准的适当方法, 对个体、社会和环境提供有效的防护;

(v) 考虑可能与乏燃料管理相关的生物学、化学及其他危害;

(vi) 尽量避免那些对后代产生的能合理预测到的影响超过当代允许的影响的行动;

(vii) 避免对后代造成过重负担。

中国乏燃料管理安全由核电厂、研究堆和乏燃料专门贮存设施的营运单位负责。《中华人民共和国核安全法》规定, 产生、贮存、

运输、后处理乏燃料的单位应当采取措施确保乏燃料的安全，并对持有的乏燃料承担核安全责任。《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》（HAF 001）规定，核设施营运单位对所营运的，包括乏燃料管理设施在内的核设施的安全承担全面责任，并接受国家核安全局的监督管理。

核电厂在堆贮存乏燃料的管理安全主要执行《核电厂厂址选择安全规定》（HAF 101）、《核动力厂设计安全规定》（HAF 102）、《核电厂运行安全规定》（HAF 103）、《压水堆核电厂乏燃料贮存设施设计准则》（EJ/T 883-2006）和《核电厂内乏燃料干法贮存系统核安全监管要求（试行）》中有关核电厂乏燃料安全管理的要求。

研究堆乏燃料的管理安全主要执行《研究堆设计安全规定》（HAF 201）和《研究堆运行安全规定》（HAF 202）中有关研究堆乏燃料安全管理的要求。

离堆贮存乏燃料的管理安全主要执行《民用核燃料循环设施安全规定》（HAF 301）和《乏燃料离堆贮存水池安全设计准则》（EJ/T 878-2011）中的相关要求。

对于核电厂在堆贮存乏燃料和离堆贮存乏燃料，以及研究堆乏燃料的管理，均采取了以下措施，以便尽量减轻对后代的影响和避免对后代造成过重负担：

（1）尽量避免那些对后代产生的能合理预测到的影响超过当代允许的影响的行动。中国将对乏燃料后处理产生的高放废液进行玻

璃固化，并对玻璃固化体实行深地质处置。根据《放射性废物安全管理条例》，高水平放射性固体废物深地质处置设施关闭后应满足 1 万年以上的安全隔离要求。

(2) 尽量避免对后代造成过重负担。国家原子能机构会同有关部门发布了《核电站乏燃料处理处置基金征收使用管理暂行办法》。该基金专项用于乏燃料运输、离堆贮存、后处理及其产生的高放废物的处理处置、乏燃料后处理厂的建设、运行、改造和退役，以及乏燃料处理处置的其他支出。中国正在推动大型乏燃料后处理厂建设。

### **G.1.1 核电厂在堆贮存乏燃料管理安全要求**

根据《核动力厂设计安全规定》(HAF 102)、《核电厂内乏燃料干法贮存系统核安全监管要求(试行)》《核电厂堆芯和燃料管理》(HAD 103/03)和《压水堆核电厂乏燃料贮存设施设计准则》(EJ/T 883-2006)，采取了以下措施，确保在核电厂乏燃料管理的所有阶段充分保护个人、社会和环境免受放射性危害：

(1) 确保临界问题得到妥善解决。主要措施包括遵循已批准的布置方式，满足贮存设施中对中子吸收体的各种要求，执行相应的质量保证程序，保证乏燃料贮存量小于贮存设施的最大容量。其中，中子吸收体可以是固定的吸收体薄板，或者是贮存水池中的含硼水。

(2) 确保余热的排出问题得到妥善解决。根据乏燃料贮存水池的最大贮存量，考虑损耗和辐射衰变时间，设计乏燃料贮存水池冷

却系统的冷却能力，保证冷却设备具有一定的裕度；配备具有适宜的补给水和排水能力的系统，为保持规定的池水温度提供强迫冷却，并能够为丧失的强迫冷却提供恢复能力；乏燃料贮存格架的设计考虑导出燃料组件最大衰变热所需的冷却剂流道。田湾核电厂内的乏燃料干法贮存系统引自美国 NUHOMS<sup>®</sup>，在设计乏燃料组件的装载方案时考虑了组件能耗、冷却时间和剩余热等因素，并采用非能动散热模式降低贮罐温度。

(3) 确保放射性废物的产生量保持在可实际达到的最低水平。乏燃料贮存水池的主要措施包括使用不锈钢或其他材料制作水池衬里，保证水池无泄漏；选择适宜的衬里表面粗糙度，以便进行表面清洗去污；容器装卸水池的设计考虑容器的跌落不会撞击贮存的乏燃料组件；为所有的贮存区提供必要的监测和去污设备，防止出现不可接受的污染；防止被污染的冷却水泄漏；与水池接触的全部设备的材料与池水相容；为破损燃料提供贮存装置。厂内干法贮存设施不装载破损燃料组件，故放射性废物主要是容器操作过程中产生的废水、劳保用品等，同时厂内干法贮存设施考虑便于退役的设计，可使得放射性废物产生量尽量少。

(4) 考虑乏燃料管理中不同步骤之间的相互依赖关系。核电厂产生的乏燃料首先在核电厂乏燃料贮存水池中暂存，然后被运输到厂内干法贮存设施或集中贮存设施或后处理设施，贮存于集中贮存设施的乏燃料也要被运输到后处理厂进行后处理。乏燃料管理各步骤所涉及的设施和运输作业均考虑燃料的类型、能耗、冷却期和其

他特性。在此过程中，许可证申请者应提交详细的技术文件，以便说明所采取的措施能够确保乏燃料管理各步骤的安全性。

(5) 确保对个人、社会和环境提供有效保护。营运单位按照核电厂选址、设计和建造等部门规章对乏燃料管理设施进行管理，实施经国家核安全局核准的质量保证大纲，遵守经国家核安全局核准的剂量约束值。

(6) 充分考虑可能与乏燃料管理有关的生物学、化学及其他危害。在设施正常运行期间，将贮存水池的平均温度维持在使工作人员舒适和安全的水平。燃料厂房的设计和建造能够防止局部火灾蔓延。

### **G.1.2 研究堆在堆贮存乏燃料管理安全要求**

根据《研究堆设计安全规定》(HAF 201)和《研究堆运行安全规定》(HAF 202)，采取以下措施，确保在研究堆乏燃料管理的所有阶段充分保护个人、社会和环境免受放射性危害：

(1) 确保临界问题得到妥善解决。采取的主要措施包括利用足够的场所贮存研究堆乏燃料，采用经批准的规程，按照已评价的布置方式贮存乏燃料组件，可在贮存水池中设置固定的吸收体（如碳化硼铝板）或是溶解于贮存池水中的中子吸收体，执行相应的监督程序和管理程序。

(2) 确保余热的排出问题得到妥善解决。采取的主要措施包括通过格架和贮存水池的设计确保冷却剂流道畅通，采用强迫循环或

自然循环方式排出余热，设置具有一定冗余度的补水设备。

(3) 确保放射性废物的产生量保持在可实际达到的最低水平。采取的主要措施包括设置净化系统，控制冷却介质的成分，禁止重物在燃料贮存区上方移动，将所有起重操作限制在最小所需高度，定期检查起重装置，监测贮存水池的泄漏，单独存放并及时处理损坏的或泄漏的乏燃料。

另外，通过执行与核电厂乏燃料管理相类似的措施，确保考虑了乏燃料管理中不同步骤之间的相互依赖关系，确保对个人、社会和环境提供有效保护，对可能与乏燃料管理有关的生物学、化学及其他危害已作了充分考虑。

### **G.1.3 离堆贮存乏燃料管理安全要求**

《民用核燃料循环设施安全规定》(HAF 301) 和《乏燃料离堆贮存水池安全设计准则》(EJ/T 878-2011) 等部门规章和安全导则对离堆乏燃料管理提出了要求和建议，并针对干法或湿法贮存设施提出了具体的安全要求和建议。主要的安全要求和建议包括以下几方面：

(1) 保持次临界。乏燃料离堆水池设计的基本目标是保证乏燃料在正常状态和事故工况下均保持次临界状态。主要措施包括对会使燃料移位、密集或其他可能影响燃料次临界状态的内外事件的可能性和后果进行分析，优先采用几何安全，采用全部燃料最大反应性的燃料，临界计算考虑慢化剂的密度变化等。

(2) 确保余热排出。池水冷却系统的冷却设计基准为在正常状态下保持池水整体温度平均不大于 40℃。冷却系统故障停止工作后，在池水温度未超过设计限值以前，冷却系统能恢复到正常状态。

(3) 确保放射性废物的产生量保持在可实际达到的最低水平。采取的主要措施包括确保乏燃料包壳的完整性，设置多道次级屏障，设置净化系统，将冷却系统按照一回路、二回路或三回路设计，设置池水泄漏监测、收集及返回系统等。

另外，通过执行与核电厂乏燃料管理相类似的措施，确保考虑了乏燃料管理中不同步骤之间的相互依赖关系，确保对个人、社会和环境提供有效保护，对可能与乏燃料管理有关的生物学、化学及其他危害已作了充分考虑。

泰山第三核电厂建设的乏燃料干法贮存设施属于离堆干法贮存设施，其主要特点包括：

(1) 从重水堆中卸出的乏燃料中所含的<sup>235</sup>U和<sup>239</sup>Pu的含量很低，不可能达到临界。

(2) MACSTOR-400 型贮存模块是一个非能动的散热装置，在自然对流的传热条件下，使乏燃料元件包壳的温度低于温度限值。

(3) 乏燃料在贮存和运输过程中的屏蔽分别由池水、工作箱、运输容器和混凝土屏蔽体提供。上述屏蔽设计能保证工作人员和公众的安全。

(4) 除了乏燃料包壳可包容放射性物质外，燃料篮和贮存桶作为另外两层密封，确保对放射性物质的包容。

## **G.2 现有设施（第 5 条）**

每一缔约方都应该采取适当步骤，以评审当本公约对该缔约方生效时已存在的任何乏燃料管理设施的安全性；并确保必要时采取所有合理可行的改进以提高此类设施的安全性。

为保证现有设施的安全，在核设施建造、运行前，生态环境部（国家核安全局）对营运单位编制的环境影响报告书、安全分析报告和其他资料进行审评和现场考察；在核设施运行过程中，生态环境部（国家核安全局）及其地区监督站会对其开展日常、例行和非例行核安全监督检查；核电厂营运单位采用定期安全审查的方式对核电厂的安全进行系统的再评价。

### **G.2.1 设施的安全性评审**

按照《中华人民共和国核安全法》和《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》（HAF 001），中国现有核电厂营运单位和研究堆营运单位在核设施建造、运行前，均分别编制并向国家核安全局提交了环境影响报告书、初步安全分析报告、最终安全分析报告、核设施质量保证大纲、核设施调试大纲、核事故应急计划，以及其他资料。在上述资料中，包含了乏燃料管理设施的环境影响评价和安全分析内容。

生态环境部（国家核安全局）委托专门的技术支持单位对核设施营运单位提交的环境影响报告书、安全分析报告和其他资料的技

术内容进行审评和现场考察。经审评和现场考察，技术支持单位形成审评意见，并将其提交给国家核安全专家委员会进行进一步审查。经审查，国家核安全专家委员会对技术支持单位的审评意见形成审查结果。根据上述审评意见和审查结果，生态环境部（国家核安全局）决定是否批准相应申请。

经生态环境部（国家核安全局）审核批准后，现有核电厂营运单位和研究堆营运单位启动了包括乏燃料管理设施在内的核设施的建造和运行。

## **G.2.2 设施的安全监督检查**

生态环境部（国家核安全局）及其地区监督站对设施开展日常、例行和非例行核安全检查工作。核实和监督营运单位的设施、物项和活动是否满足核安全管理要求和许可证规定的条件，督促营运单位及时纠正缺陷和异常状态，确保设施、物项和活动符合批准的文件和有关要求。

中国于2011年3月至12月开展了包括核电厂和研究堆在内的全国民用核设施综合安全检查。

对核电厂综合安全检查结果表明：中国核电厂具备一定的严重事故预防和缓解能力，安全风险处于受控状态，安全是有保障的。针对检查中发现的问题，确定了安全改进要求，并根据各项安全改进的重要性和可行性，制订了短、中、长期计划，要求和督促各营运单位按期完成相应的改进工作。为了规范各核电厂共性的改进行

动，2012年6月，国家核安全局发布了《福岛核事故后核电站改进行动通用技术要求（试行）》，作为核电站后续改进行动的指导性文件。

《福岛核事故后核电站改进行动通用技术要求（试行）》中，对核电站乏燃料贮存水池监测部分提出技术要求，主要内容包括对监测手段、监测范围、监测仪表和系统可用性的要求。对核电站应急补水及相关设备设置提出技术要求，主要内容包括采用二回路或一回路应急补水、乏燃料贮存水池应急补水等措施排出余热的技术要求，并提出了移动泵、补水管线和水源的技术要求。

各核电站营运单位均按照以上安全改进要求，制订了实施方案，截至2019年底，各营运单位均按时完成了所有短期、中期改进项目。

2019年4月-6月，国家核安全局组织开展了核与辐射安全隐患排查工作。

### **G.2.3 运行核电站定期安全审查**

《核电站运行安全规定》（HAF 103）要求：在核电站整个运行寿期内考虑到运行经验和从所有相关来源得到的新的重要安全信息，营运单位必须根据管理要求对核动力厂的安全进行系统的再评价，并且规定必须采用定期安全审查的方式开展上述评价。对运行核电站定期安全审查已列入核电站许可证审查要求。

中国现有核电站均按照《核电站在役检查》（HAD 103/07）和《核动力厂定期安全检查》（HAD 103/11）对本电厂开展包括常规安全审

查和专项安全审查在内的安全审查，以及定期（一般为十年）安全审查。一般在核电厂开始运行后大约第十年进行定期安全审查，以后每十年进行一次，直至运行寿期终了。定期安全审查的范围包括核电厂核安全的所有方面，即包括运行许可证所覆盖的处在厂区内的全部设施、构筑物、系统和部件（包括乏燃料管理设施）及其运行，以及人员配备、组织机构、应急计划和辐射环境影响等所有核动力机组都涉及到的安全要素。

2011 年，秦山核电厂启动了第二次十年定期安全审查，秦山第二核电厂与秦山第三核电厂启动了首次十年定期安全审查。大亚湾核电厂于 2012 年启动了第二次十年定期安全审查。与乏燃料管理安全相关的审查内容包括燃料装卸和贮存系统、乏燃料贮存水池冷却和净化系统的设计审查和实际状态审查，及其文件记录充分性审查。对于识别出的偏差或薄弱环节，提出了改进措施，进行了及时整改，提高了系统的安全性和可靠性。

### **G.3 拟议中设施的选址（第 6 条）**

1. 每一缔约方都应该采取适当步骤，以确保制定并执行用于拟议中的乏燃料管理设施的程序，以便：

(i) 评估此类设施寿期内可能影响设施安全的所有相关的场址因素；

(ii) 评估此类设施可能对个体、社会和环境造成的安全影响；

(iii) 向公众成员提供此类设施的安全方面的资料；

(iv) 向缔约方进行咨询：迄今为止，他们可能受到的来自于设施的影响；根据他们的要求向其提供整体数据，根据该数据他们可以做出设施可能对其地区造成影响的评估。

2.为此，每一缔约方都应该根据第四条中一般安全要求采取适当步骤，以确保：不应该因为这些设施的存在而对其他缔约方产生不可接受的影响。

### **G.3.1 乏燃料贮存设施选址的审批**

按照《中华人民共和国核安全法》《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》（HAF 001）和《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》，核设施营运单位应当对地质、地震、气象、水文、环境和人口分布等因素进行科学评估，在满足核安全技术评价要求的前提下，向国务院核安全监督管理部门提交核设施选址安全分析报告，经审查符合核安全要求后，取得核设施场址选择审查意见书。

中国已建立了完整的场址审批程序：

（1）申请单位向生态环境部（国家核安全局）提交核设施的场址安全分析报告和环境影响报告书（选址阶段），其中包括对于乏燃料贮存设施的分析 and 评价内容。

（2）生态环境部（国家核安全局）的技术支持单位对上述场址安全分析报告和环境影响报告书（选址阶段）进行审评、提出审评问题。

(3) 根据申请单位回答审评问题和对报告的修订情况, 审评单位编制审评意见(或评价报告), 并将其提交给生态环境部(国家核安全局)。

(4) 生态环境部(国家核安全局)组织核安全与环境专家委员会对申请单位的场址安全分析报告和环境影响报告书(选址阶段), 以及审评单位出具的审评意见(或评价报告)进行审查。

(5) 根据审查意见, 生态环境部(国家核安全局)向营运单位颁发场址选择审查意见书和选址阶段环评批复, 并抄送相关部门。

### **G.3.2 乏燃料贮存设施选址**

按照《中华人民共和国核安全法》《中华人民共和国放射性污染防治法》的要求, 包括核电厂、研究堆配套建设的乏燃料在堆贮存设施(包括乏燃料贮存水池和乏燃料干法贮存设施)和离堆贮存设施在内的核设施的选址均经过了科学论证, 并按照国家有关规定办理了审批手续。在办理核设施选址审批手续前, 均编制了环境影响报告书, 并报生态环境部(国家核安全局)进行了审查批准。

根据《核电厂厂址选择安全规定》(HAF 101)、《研究堆设计安全规定》(HAF 201)、《民用核燃料循环设施安全规定》(HAF 301), 以及相关的核安全导则, 现有乏燃料贮存设施选址过程中主要完成了以下事项:

(1) 评估了乏燃料管理设施寿期内可能影响设施安全的所有相关的自然因素和人为因素。前者包括: 由于降水和其他原因引起的

洪水，因地震引起的波浪，因挡水构筑物受破坏而引起的洪水及波浪，地表断裂，斜坡不稳定性，地表塌陷、沉降或隆起，地震，基土液化，龙卷风，热带气旋，以及其他重要的自然现象和极端条件。后者包括：飞机坠毁、化学品爆炸，以及其他重要的人为事件等。

(2) 评估了乏燃料管理设施可能对人员、社会和环境造成的安全影响。估计了潜在的放射性物质的释放，采用了恰当的模型评价放射性释放物的大气弥散，采用了恰当的模型评价地表水污染对居民的可能影响，评价了放射性核素在水文地质单元内的转移，评价了地下水污染对居民的可能影响，评估了事故工况下可能要求执行包括应急计划在内的缓解措施的能力。

(3) 向公众提供了此类设施的安全方面的资料。按照《中华人民共和国核安全法》《中华人民共和国环境影响评价法》《建设项目环境影响评价政府信息公开指南（试行）》和《环境影响评价公众参与暂行办法》，在核电厂选址阶段，申请者在核电厂网站和公开发行的报纸上发布了包括乏燃料管理设施在内的核电厂工程建设信息，主要包括建设项目对环境可能造成的影响、预防或减轻不良环境影响的对策和措施、环境评价结论的要点等，申请者还主动向公众公告了选址阶段环境影响报告书的全本信息，并征求意见。如在乏燃料临时干法贮存设施环境影响报告书上报前，申请者将报告书的主要内容通过当地媒体向公众进行公告，征求意见。此外，还通过举行公众座谈会，通报建设项目情况，将主要的评价结果进行交流说明，收集问题并进行答复，参加座谈的利益相关方包括专业人士、

周边单位代表、周边村民个人代表。生态环境部（国家核安全局）在受理环境影响报告书时，依法公开了报告书的全本信息；在对申请项目作出审批意见前，向社会公开了拟作出批准和不予批准环境影响报告书的意见；在对申请项目作出审批决定后，向社会公开了审批情况。

（4）在乏燃料离堆贮存设施选址过程中，在备选场址周围均布设了大气环境、海洋环境、陆地水环境、土壤、生物、电磁辐射监测点，进行实时连续监测，并定期向社会公布相关数据。

（5）中国核电厂主要分布在东部和南部沿海地带，上述核电厂均在其厂址内配套建设了乏燃料贮存设施。现有乏燃料贮存设施已根据 G.1 中的一般安全要求采取了适当步骤，确保不会对其他缔约方产生不可接受的影响。

#### **G.4 设施的设计和建造（第 7 条）**

每一缔约方都应该采取适当步骤，以确保：

（i）乏燃料管理设施的设计和建造中，应为该设施日后应用时提供合适的措施，以限制它（排放或非受控释放）可能对个体、社会和环境造成的放射学方面的影响；

（ii）在乏燃料管理设施的设计阶段，应该考虑其退役时的概念性计划，如有必要，还要考虑技术规范；

（iii）通过经验、试验或分析来支持乏燃料管理设施的设计和建造中考虑的技术。

#### G.4.1 核电厂乏燃料管理设施的设计和建造

按照《核动力厂设计安全规定》(HAF 102)、《核电厂堆芯和燃料管理》(HAD 103/03)、《核电厂内乏燃料干法贮存系统核安全监管要求(试行)》《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》(GB 18871-2002)、《核动力厂环境辐射防护规定》(GB 6249-2011)、《核设施退役安全要求》(GB/T 19597-2004)和《压水堆核电厂乏燃料贮存设施设计准则》(EJ/T 883-2006),在核电厂乏燃料管理设施的设计和建造过程中,除了已采取的防止临界和确保余热排出的措施外,主要采取了以下措施:

(1) 采用限制排放和有组织排放的工程技术措施。主要措施包括提供隔离和过滤措施,将碘和其他放射性物质的释放控制在规定的限值内;使气流在燃料厂房内得到控制,把燃料操作期间放射性物质的释放限制在最低限度;废气在排入烟囱之前应经过过滤;设置气载放射性监测系统,对气载流出物进行监测和控制;在贮存设施内设置集水坑,并使其与放射性废液处理系统相连;放射性监测装置的设计保证能实现连续监测和记录,并具有足够的灵敏度;当流出物中放射性浓度超过规定值时,能自动停止排放;防止贮存设施被水淹。

(2) 考虑退役时的概念性计划。乏燃料贮存设施内构筑物、设备以及系统的设计均考虑便于整个设施将来的退役,制定了包括乏燃料管理设施在内的核电厂初步退役计划并上报主管部门。初步退役计划主要包括了对于基本安全问题的考虑、预期的退役策略、采

用现有或待开发的退役技术对拟实施退役设施的安全影响，退役设施与在役设施公用辅助系统的接口安排、退役过程对环境的影响、退役废物的管理，以及退役费用及筹措方式和保障机构等。

(3) 应用经验、试验或分析手段支持设施设计和建造中考虑的技术。应用国家核安全局认可的工程设计规范，作为系统和部件设计的接受准则；根据运行经验，结合安全分析和安全研究的结果，指导设施的设计；通过迭代过程制定和确认安全重要物项的设计基准。

国家核安全局于 2015 年发布的《核电厂内乏燃料干法贮存系统核安全监管要求（试行）》规定：增设的乏燃料干法贮存系统作为核电厂辅助系统，在设计和运行中必须遵守《核动力厂设计安全规定》（HAF 102）、《核动力厂运行安全规定》（HAF 103）和《核材料管制条例实施细则》（HAF 501/01）的相关规定，必须满足《电离辐射防护与辐射源安全基本标准》（GB 18871-2002）、《核动力厂环境辐射防护规定》（GB 6249-2011）和《反应堆外易裂变材料的核临界安全》（GB 15146）等相关标准中适用的要求。核电厂内乏燃料干法贮存系统的设计、建造、运行和退役等各项活动中，适用部分应参照国家核安全局发布的指导性文件执行。

#### **G.4.2 研究堆乏燃料贮存设施的设计和建造**

按照《研究堆设计安全规定》（HAF 201），在研究堆乏燃料贮存设施的设计和建造过程中，除了已采取的防止临界和确保余热排出

的措施外，主要采取了以下措施：

(1) 采用防止放射性物质向环境释放的工程措施。在乏燃料贮存设施内设置足够的包容、通风、过滤和衰变系统；在气载放射性物质浓度较高的区域设置足够的辐射监测系统和通风系统，包括相应的过滤装置；设置足够的取样手段。

(2) 包括乏燃料贮存设施在内的反应堆的退役应当是设计和建造阶段就开始考虑的工作范畴。在早期概念设计阶段，就采取相应的设计措施，以便使设施退役后其所在厂区达到无限制开放利用。应考虑便于退役和拆除的措施。选择合适的材料作为乏燃料贮存设施的相应构筑物、系统和部件，以便把放射性废物的产生量降至最少，并便于去污；考虑了退役中产生的放射性废物管理所需的必要设施。

(3) 应用经验、试验或分析手段支持设施设计和建造中考虑的技术。对研究堆乏燃料贮存设施的设计进行适当的安全分析和评价，论证其具有足够的安全性；能对所有安全重要物项进行必要的功能试验。

#### **G.4.3 乏燃料离堆贮存设施的设计和建造**

按照《民用核燃料循环设施安全规定》(HAF 301)和《乏燃料离堆贮存水池安全设计准则》(EJ/T 878-2011)，包括乏燃料贮存设施在内的核燃料循环设施的设计和建造过程中，除了已采取的防止临界和确保余热排出的措施外，主要采取了以下措施：

(1) 设置了初级屏障系统和多道次级屏障系统、池水净化系统、适当的包容系统、通风系统和必要的废气过滤系统、充足的辐射监测设备，控制排放至环境的放射性物质的浓度和总量。

(2) 制订了退役计划，设计了与之相一致的措施，包括厂房和设备易于去污，易于拆除。产生的放射性废物和放射性污染设备数量最少，以及退役工作人员所受辐射照射保持在合理可行尽量低的水平。

(3) 采用经过试验和工程验证证明为有效的技术，对设计进行安全分析和评价。考虑人因工程学，特别是对安全重要的系统和部件的操作控制与限制。

秦山第三核电厂乏燃料临时干法贮存设施设计和建造了燃料篮和模块内贮存桶，用于包容少量破损乏燃料棒束贮存期间的放射性物质的释放。临时干法贮存设施考虑了两种可能的初步退役方案：模块暂缓拆卸方案和厂址修复到可无限制开放使用方案，考虑了贮存模块的拆除和去污、厂址恢复等问题，包括材料的选择、设施的设计和布局、放射性废物的操作和贮存等。

## **G.5 设施的安全分析（第 8 条）**

每一缔约方都应采取适当步骤，以确保：

(i) 乏燃料管理设施建造前，应该对设施存在的危害进行一次系统的安全分析及适当的环境评价，该评价应该涉及设施的整个运行寿期；

(ii) 乏燃料管理设施运行前，应制订出经过更新和详细说明的安全分析和环境评价版本；在需要时，按照第(i)段提到的事项完成相关评价。

《中华人民共和国核安全法》《中华人民共和国放射性污染防治法》和《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》(HAF 001)规定：核设施营运单位应当在申请领取核设施建造、运行许可证和办理退役审批手续前编制环境影响报告书，报国家核安全局审查批准；在核设施建造前，必须向国家核安全局提交《核设施建造申请书》《初步安全分析报告》以及其他有关资料；在核设施运行前，必须向国家核安全局提交《核设施运行申请书》《最终安全分析报告》以及其他有关资料，经审核批准获得允许装料（或投料）、调试的批准文件后，方可开始装载核燃料（或投料）启动调试工作。

按照《核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定》，核设施建造前，核设施营运单位应当向国家核安全局提出建造申请，并提交（1）核设施建造申请书；（2）初步安全分析报告；（3）环境影响评价文件；（4）质量保证文件；（5）法律、行政法规规定的其他材料。核设施首次装投料前，核设施营运单位应当向国家核安全局提交运行申请，并提交（1）核设施运行申请书；（2）最终安全分析报告；（3）质量保证文件；（4）应急预案；（5）法律、行政法规规定的其他材料。

2015年发布的《核电厂内乏燃料干法贮存系统安全监管要求(试

行)》规定：核电厂营运单位应按要求提供乏燃料干法贮存系统的设计论证、安全分析、试验验证项目等技术支持文件，并以《乏燃料干法贮存系统安全分析报告》形式报送国家核安全局。安全分析报告应包括乏燃料干法贮存系统在厂区的位置信息、布置信息和地基条件，以及相关支持系统、乏燃料装卸运输系统的设计和运行等；应包括将乏燃料干法贮存系统的运行和安全管理纳入核电厂现有管理体系的相关内容，这些内容包括但不限于辐射防护、废物管理、核材料衡算与实体保卫、应急计划、环境监测、运行限制与条件、定期试验、在役检查等；乏燃料干法贮存系统作为乏燃料厂内临时贮存方案，安全分析报告中还须考虑系统与核电厂、运输、乏燃料后处理等的接口，并论证操作的可实施性；应包括乏燃料干法贮存系统环境影响评价相关信息，论证增设该系统的环境影响符合核电厂执照文件的相关要求。

现有乏燃料贮存设施在建造和运行前均开展了相应的安全分析和环境影响评价，并编制了相应的安全分析报告和环境影响评价报告，其范围和深度逐渐增加。安全分析和环境影响评价的内容包括乏燃料贮存设施构筑物、系统和部件的详细描述；使用的性能准则；设计过程描述；设施工程和管理方面的描述；设施运行的一般描述；性能预测及其分析评价方法。在性能预测方面，明确了分析评价中使用的模型、选择的参数、采用的边界条件、所作的假设和选择的理由等，确认了厂址自然条件和现象（气象和气候、水文地质、地质条件、地形和地貌、潜在的自然火灾和爆炸等）、外部人为事件（如

爆炸、火灾、飞机坠毁、飞射物、燃料容器和其他重物的坠落、有毒有害或放射性物质的释放等）和外部自然事件（洪水、地震动、地面沉降和塌方等）可能对乏燃料贮存设施造成的影响，并分析了其影响程度和随时间的预期变化；通过结构分析论证了设施的部件在运行状态下的完整性（包括结构和机械载荷、热载荷及其作用过程、材料性质随时间的变化过程，并说明了设计中采取的措施）和事故工况下的完整性；分析了乏燃料贮存设施在正常运行和事故工况下可能对人类和环境产生的影响（包括放射性的和非放射性的影响），并与制定的性能准则进行了比较（包括次临界状态的保持、衰变热的排出和辐射防护等）；给出了安全分析和环境影响评价的结论。

在乏燃料离堆贮存设施建造前，营运单位开展了贮存设施的初步安全分析和建造阶段环境影响评价，编制并提交了相应报告。其中对设施的工程方案进行了描述，并对场址的地层、构造、岩土物理力学特性，不良地质现象和地下水进行了评价，评价结果认为场址适宜；分析了正常运行和事故工况下的环境影响及工作人员剂量，应确保在国家标准所规定的可接受范围内。在该设施运行前，营运单位开展了贮存设施的最终安全分析和运行阶段环境影响评价，编制并提交了相应报告。在详细描述乏燃料离堆贮存设施的设计内容，包括燃料棒束、燃料操作设备、燃料篮、屏蔽运输容器、运输设备、贮存模块的结构、构筑物、辅助设施等的基础上，说明了场址区域的地震、地质特征，提供了场址的设计地震动参数，分析了外部自然事件和外部人因导致的事件可能产生的影响，提出了工程防范措

施。评价了设施运行后公众和工作人员可能受到的照射。对于公众照射，贮存模块的直接照射不会给公众带来明显的辐射影响。对于职业照射，辐射剂量主要来自乏燃料棒束在乏燃料池中装入燃料篮和在屏蔽工作箱内操作，屏蔽运输容器的运输操作以及燃料篮从屏蔽运输容器装入贮存模块的过程，设计考虑了提供足够的屏蔽，并设置了监测系统。对离堆贮存设施开展定期安全分析，根据安全分析，必要时采取纠正措施。

## G.6 设施的运行（第 9 条）

每一缔约方都应该采取适当步骤，以确保：

(i) 乏燃料管理设施的运行许可证基于第八条的说明进行了适当的评价，并且在一定条件下完成了运行计划，以此说明设施符合设计和安全要求；

(ii) 对于试验、运行经验和按照第八条说明的评价导出的运行限值和工况进行了定义，根据需要还可以进行修订；

(iii) 根据设定的程序进行乏燃料管理设施的运行、维护、监测、检查和试验活动；

(iv) 在乏燃料管理设施运行的整个寿期内，可获得一切安全有关的各领域的工程和技术支持；

(v) 许可证持有者及时向监管机构报告与安全有关的重大事故；

(vi) 制定运行经验的收集和分析大纲，在情况合适时，根据所得结果采取行动；

(vii) 根据需要，利用设施运行寿期内获得的资料，准备并在

必要时更新乏燃料管理设施的退役计划；同时，该计划应通过监管机构的评审。

在中国，核设施营运单位直接负责所营运核设施的安全，对核安全负全面责任，为核设施营运单位提供设备、工程以及服务等等的单位，应当负相应责任。在建造和运行前，各营运单位均按照《中华人民共和国核安全法》《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》(HAF 001)的规定，分阶段向国家核安全局提交了相关资料；经国家核安全局审核批准，获得了相应的批准文件后，才能开始实施设施建造和运行工作。

#### **G.6.1 核电厂乏燃料贮存设施运行**

各营运单位均制订了乏燃料贮存设施（包括核电厂内的乏燃料贮存水池和乏燃料干法贮存设施）运行计划。该计划包括调试，运行，维护和修改、检查、试验和检验，辐射防护，防止放射性物质向环境释放，意外事故和应急准备，事故记录、报告和调查，质量保证和监查，人员培训，以及核材料管制和实物保护等内容。该计划中，某一具体方面的详细程度与特定系统或问题的安全重要性相适应。

为了管理和控制设施内的安全风险，按照《核电厂运行限值和条件》(HAD103/01)，各核电厂营运单位均根据乏燃料贮存设施的设计技术规格书、试验、运行经验和相应的评价，制订了乏燃料贮存

设施运行限值和条件。这些条件包括干法贮存设施的乏燃料燃料，冷却时间，装载数量等限值，反应性裕量，贮存区的辐射监测要求等；乏燃料贮存水池冷却系统的最低冷却能力和乏燃料上方的最低水位，禁止在指定位置外的任何场所存放乏燃料，最小备用贮存容量，应留有的反应性裕量，以及乏燃料贮存区的辐射监测要求。上述限值和条件均得到了国家核安全局的批准。在此基础上，各营运单位均确定了一个低于这些限值的运行管理目标值，以避免违反已获得批准的运行限值和条件。

各核电厂营运单位均严格按照在乏燃料贮存设施投入运行前已制订并经批准的大纲和程序对乏燃料贮存设施实施管理。上述大纲包括与运行安全密切相关的安全系统和安全有关构筑物与部件的运行、定期维护、监测、试验、检验和检查大纲；程序包括水化学监测，燃料操作，次临界状态的保持，贮存设施的辐射防护和燃料包容程序，热量排出的保持和验证，屏蔽的保持，松动部件和振动监测，定期试验，贮存设施的检查，对运行事件和事故工况的响应，应急计划，定期审查的管理，以及其他多项程序。

对于水池中乏燃料组件贮存管理，运行的主要保证条件有：

(1) 乏燃料贮存时详细记录燃料组件编号、贮存位置、存入时间等并加以标识。

(2) 监测乏燃料贮存水池水温、水位及内衬的泄漏，维持乏燃料贮存池冷却和净化系统的正常运行，进行定期水质取样分析，以保持对水质各项指标的控制，补充水也必须符合除盐水的水质要求。

(3) 保持厂房内辐射监测系统和通风系统正常连续运行。

(4) 乏燃料贮存期间，未经书面许可不得进行燃料的吊运操作并禁止非起重设备的重物在乏燃料贮存池上方移动，以防重物跌落损伤乏燃料组件。

(5) 采用密集贮存时进行中子吸收体的核实和检查。

对于乏燃料干法贮存设施中乏燃料组件的贮存管理，运行的保证条件有：

(1) 装载操作选择符合能耗、冷却时间等组合的组件，确保燃料组件温度不超限值。

(2) 燃料篮内设置中子毒物确保次临界状态。

(3) 执行温度监测、辐射监测以防人员受到意外照射。

对于辐照后燃料组件检查管理，方法为：

(1) 每次停堆换料前制定燃料检查计划，并按照批准的燃料检查计划对辐照后燃料组件进行检查。

(2) 如发现辐照后燃料组件存在缺陷，及时按程序进行修复处理。

(3) 对辐照后燃料组件检查和修复情况进行记录。

按照《核电厂安全运行管理》(HAD103/06)，在核电厂配套的乏燃料管理设施的整个运行寿期内，通过与其他实体（如咨询公司、工程公司、电厂供方、设备制造公司及承包单位等）签订合同，通过聘用专家（如冶金专家、保健物理学家、地震工程师等），以及通过借用相关装置（如数据处理装置、培训装置、化学试验装置和放

射性实验装置等)的方式, 营运单位获得了安全有关各领域的工程和技术支持(如燃料管理、性能分析、在役检查、环境监测、对设计修改或程序修改的评价、化学控制、重大维修、去污等)。

核电厂营运单位每年都按时向国家核安全局提交年度运行安全报告。乏燃料管理活动作为核电厂整体生产活动的一部分, 根据《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》(HAF 001), 对于乏燃料管理中出现的事故, 均应及时向国家核安全局进行报告。

按照《运行核电厂经验反馈管理办法》, 国家核安全局组织收集、分析、发布运行核电厂必要的经验反馈信息, 并发布监管要求; 核电厂营运单位依据国家核安全局的相关要求, 制定并有效实施核电厂经验反馈大纲或管理程序, 及时响应国家核安全局提出的经验反馈管理要求; 核与辐射安全中心定期对国内外经验反馈信息以及性能指标数据进行综合分析和评价, 并向国家核安全局提出相应的监管建议; 地区监督站对运行核电厂经验反馈工作和活动进行监督、检查。国家核安全局于2014年11月建成了运行核电厂经验反馈平台, 并投入试运行。这一平台是运行核电厂经验反馈体系的重要组成部分, 主要用于核电厂运行经验反馈信息的收集和发布, 具备信息汇总和查询、异常重要性判定、纠正行动跟踪、安全状态评价等功能。该平台于2016年7月正式运行。

根据《核设施退役安全要求》(GB/T 19597-2004), 在核设施运行适当时间后或发生重大事件或事故后, 必须制定核设施退役中期计划。在制定中期计划时, 必须考虑已发生的各种变化, 例如退役

技术的发展、现行国家法规 and 政策的改变、核设施本身的状况、退役资源保障、退役费用估算等。在核设施运行期间发生的任何事件、事故对核设施退役的影响均必须反映在中期计划中。

### G.6.2 研究堆乏燃料贮存设施运行

《研究堆运行安全规定》(HAF 202)对燃料组件的管理提出了原则性要求。《研究堆运行管理》(HAD 202/01)和《研究堆堆芯管理和燃料装卸》(HAD 202/07)对《研究堆运行安全规定》(HAF 202)中有关内容进行了说明和补充,详细说明了研究堆堆芯管理和燃料装卸方面的安全要求,提出了关于研究堆堆芯管理和燃料装卸方面的指导和建议。

研究堆营运单位负责并安排堆芯管理和场址内燃料管理的全部活动。为了保证乏燃料组件装卸和贮存的安全,根据设计要求,各营运单位均制订了与乏燃料管理设施运行安全有关的技术规格书,规定了研究堆的运行限值和条件,其中包括乏燃料贮存设施的运行限值和工况,例如:提出 $k_{\text{eff}}$ 限值,以保证次临界;提出贮存水池的水位限值,以保证尽量减少辐照和排出乏燃料元件余热;提出贮存水池水质限值,以保证燃料元件包壳的完整性不降级等。另外,针对燃料操作过程中可能发生的燃料操作事故,制定了事故处理规程。

在实际运行和操作过程中,通过制定和执行相对严格的规程和采取相应措施,以保证有足够的裕量使得运行限值和条件不被突破。研究堆乏燃料组件从堆芯卸出后,一般放在堆内贮存格架上贮存,

以利于短寿命放射性物质的衰变，之后再运往贮存水池贮存。在操作方面，严格限制乏燃料贮存格架上方重物的吊运操作，以防止重物坠落损坏燃料组件，并对燃料操作设备设置安全联锁，防止在燃料组件吊运过程中发生坠落导致损坏。采用水下摄像机等监测设备对燃料组件进行定期检查，及时排出隐患。加强安全监督，检测水池中的水质是否符合规定的要求，并定期对贮存水池的水样进行监测和取样，分析水中含有的核素及其活度浓度，确保水池的水质满足要求。确保通风系统运转正常，以保证气载污染物维持在运行限值和条件范围内。建立完整的记录制度，记录燃料组件的详细信息，确保燃料组件相关信息的准确性和可追溯性。

研究堆发生的任何事件均应严格按照有关的规定进行报告和处理。处理完毕后，应及时向主管部门及监管机构报送书面报告。

根据对乏燃料贮存设施运行期间收集的资料的分析，为了降低有关人员的辐射照射，在适当的情况下，可以对乏燃料贮存设施进行必要的修改。具有重大安全意义的修改必须上报国家核安全局审查和批准，修改必须按照安全分析和设计、建造以及调试的程序执行。

在研究堆的运行寿期内，营运单位和反应堆运行管理机构应执行包括乏燃料管理设施在内的反应堆的退役要求，并按要求编制相应的退役计划。

### G.6.3 乏燃料离堆贮存设施运行

《民用核燃料循环设施安全规定》(HAF 301)对包括乏燃料离堆贮存设施在内的民用核燃料循环设施的运行管理提出了原则性要求。《乏燃料贮存设施的运行》(HAD 301/03)明确了对于乏燃料离堆贮存设施运行管理的安全要求和建议。

乏燃料离堆贮存设施符合设计和安全要求。营运单位建立了乏燃料贮存的安全运行方案,包括运行规程、调试计划、质量保证大纲、培训计划、辐射防护大纲、应急准备等,防止放射性物质向环境释放等。

定义了设施运行限值和工况,包括保持次临界、辐射安全、余热排出等内容,如乏燃料临时干法贮存设施要求任何一个装入燃料篮中的乏燃料棒束至少已在乏燃料池中冷却了5年。

乏燃料离堆贮存设施的运行、维护、监测、检查和试验按照已制定并经批准的计划、规定、程序和要求进行。上述计划、规定、程序和要求包括:乏燃料贮存计划,贮存模块、贮存筒、燃料篮位置编号管理规定,燃料篮检查下水、装篮、烘干焊接、运输和吊装要求, $\gamma$ 连续监测管理规定,贮存模块区辐射防护监督管理规定,贮存筒日常检查和监督规定,贮存模块、贮存筒、燃料篮和屏蔽工作箱的检查和维修计划,以及设备维护、试验和验收程序。

乏燃料离堆贮存设施寿期内可获得一切与安全有关的工程和技术支持。

发生偏离运行状态的事件和事故,按报告制度向监管机构报告事

件或事故的性质、范围、后果，以及补救措施。

收集离堆贮存设施的运行数据，包括场区环境  $\gamma$  辐射监测数据，贮存模块及工作场所的辐射监测数据，贮存筒空气取样，同时还对模块内的传热性能进行监测，以验证设计，为后续的建设提供经验。

在乏燃料离堆贮存设施运行期间，应根据退役技术的进展、可能发生的事件、国家政策和法规的修订、设施运行经验，以及退役费用的改变，在必要时审查和更新退役计划。

### **G.7 乏燃料处置（第 10 条）**

根据各国的立法和监管框架，如果缔约方已经指定了需要进行处置的乏燃料，那么这种乏燃料的处置应该根据第 3 章规定的放射性废物处置的有关义务来执行。

中国的乏燃料管理政策是对乏燃料进行后处理，提取回收铀、钚材料，以实现资源的最大化利用。但是，从经济和技术角度考虑，对个别类型的乏燃料，未来不排除对其进行直接处置的可能性。中国目前未指定拟直接处置的乏燃料。

## H 放射性废物管理安全 ( 第 11 ~ 17 条 )

### H.1 一般安全要求 ( 第 11 条 )

每一缔约方应采取适当步骤，以确保在放射性废物管理的所有阶段充分保护个人、社会和环境免受放射危害和其他危害。

这样做时，每一缔约方应采取适当步骤，以便：

(i) 确保放射性废物管理期间的临界问题和所产生余热的排出问题得到妥善解决；

(ii) 确保放射性废物的产生保持在可实际达到的最低水平；

(iii) 确保放射性废物管理的不同步骤之间的相互依赖关系；

(iv) 在充分尊重国际认可的准则和标准的本国的立法框架内，通过在国家一级实施监管机构核准的那些合适的保护方法，对个人、社会和环境提供有效保护；

(v) 考虑可能与放射性废物管理有关的生物学、化学和其他危害；

(vi) 努力避免那些对后代产生的能合理预计到的影响大于对当代人允许的影响的行动；

(vii) 避免使后代承受过重的负担。

中国已建立了系统的放射性废物管理政策和战略，建立了完善的法规标准体系，并采取了一系列措施实现放射性废物管理安全，进而保护个人、社会和环境免受放射危害和其他危害。

中国采取了适当步骤，确保放射性废物管理期间所产生余热的

排出问题得到妥善解决。根据《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002)和《高水平放射性废液贮存厂房设计规定》(GB 11929-2011),高放废液贮槽设计时,全面分析影响临界安全的各种因素,采取一切合理可行措施,保证临界安全;高放废液贮槽内设冷却装置,并满足百分之百备用;贮槽配置多重性或多样性的仪表,测量温度、液位等重要工艺参数;贮槽设置独立的应急冷却系统,确保在正常冷却水供应中断时贮槽内的废液温度仍低于60℃。

放射性废物的产生量保持在可实际达到的最低水平,是中国法律法规的要求。《中华人民共和国放射性污染防治法》规定了核设施营运单位和核技术利用单位要通过合理选择和利用原材料,采用先进的生产工艺和设备,尽量减少放射性废物的产生量。《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002)明确要求,在一切核活动中,应控制废物的产生量,使其在放射性活度和体积两方面均保持在实际可达到的最少量。《核动力厂环境辐射防护规定》(GB 6249-2011)和《核设施放射性废物最小化》(HAD 401/08-2016)明确了核设施设计、建造、运行和退役单位开展放射性废物最小化工作的具体意见,即通过废物的源头控制、再循环与再利用、清洁解控、优化废物处理和强化管理等措施,经过代价利益分析,使最终放射性固体废物产生量(体积和活度)可合理达到尽量低。

在废物管理过程中,应实施对所有废气、废液和固体废物的整体控制方案的优化和对废物从产生到处置全过程的优化,力求获得最佳的技术、经济、环境和社会效益,并有利于可持续发展。已发

布的与放射性废物管理相关的法规、标准和导则考虑了从放射性废物产生、收集、分类、处理和整备，到其贮存、处置、排放，以及再循环和再利用等放射性废物管理不同步骤之间的相互依赖关系（见图4）。

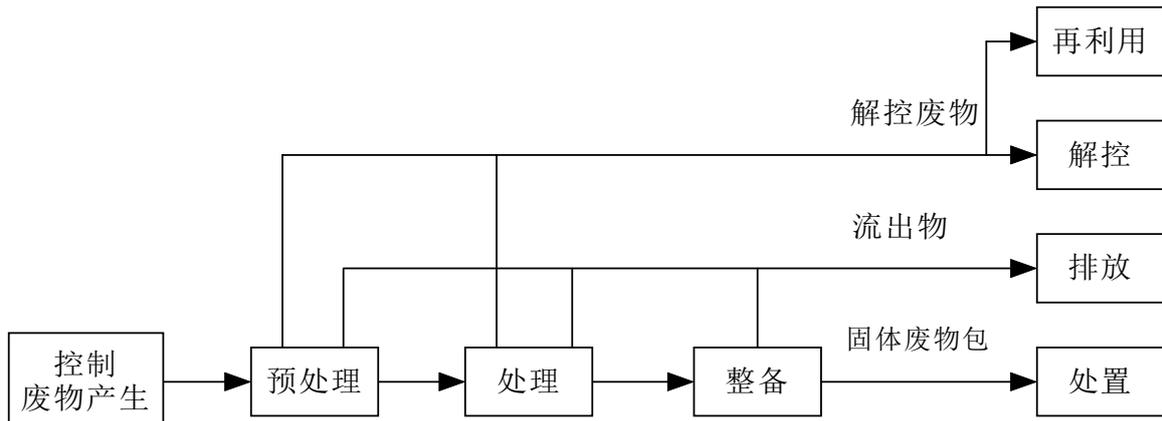


图4 放射性废物管理基本步骤

中国建立并维持了一套由国家相关法律、行政法规、部门规章（国家标准）、管理导则及参考性文件构成的放射性废物管理的法律框架。通过实施上述文件，确保对个人、社会和环境提供有效保护。上述法律法规的制定和发布均经过了包括监管机构在内的相关部门的严格审查。这些法律法规详细规定了放射性废物管理各环节的管理要求（如放射性废物管理许可制度、处置设施关闭制度）和技术要求（如排放限值、剂量限值、近地表处置安全规定），规定了对公众、工作人员、环境的保护要求、准则和方法，这些要求与国际上相关的标准和准则基本一致。生态环境部（国家核安全局）和核设施主管部门还要对核设施营运单位实施、遵守标准的情况进行监督检查和监督性监测。

中国对可能与放射性废物管理有关的生物学、化学和其他危害已作了充分考虑。根据《放射性废物分类》公告、《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》(GB 9132-2018)和《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002)要求,制定放射性废物分类体系时考虑了潜在的化学危害和生物危害,接收和处置的废物具有足够的化学、生物、热和辐射稳定性,且不会产生有毒气体,放射性废物处理系统设置了防火、防爆等装置,并保证排入大气的放射性及其他有害物质低于监管部门规定的限值。

中国在相关法律法规和标准的制定和执行中均努力做到避免那些对后代产生的能合理预计到的影响大于对当代人允许的影响的行动。《放射性废物安全管理条例》规定,核设施寿期内产生的放射性固体废物和不能经净化排放的放射性废液在处理并转变为稳定的、标准化的固体废物后,最终应被送交取得相应许可证的放射性固体废物处置单位处置。《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》(GB 9132-2018)规定:处置场关闭时,应在适当位置设立永久性标志,标明废物埋藏位置和有关事项;处置场关闭后,应按照监护计划实施主动或被动监护控制,应根据运行历史以及关闭和稳定化情况保留并开展适当环境监测;关闭后的长期安全评价应确定关闭后长期安全分析评价的时间范围,应覆盖最大/峰值剂量或危险出现的时间,应评价处置系统性能、人类无意闯入活动内容。

中国在相关法律法规和标准中均努力做到避免使后代承受过度负担的原则。《放射性废物安全管理条例》规定,放射性废物的管理

必须确保不给后代造成过度的负担。2010年7月12日，中国发布了《核电站乏燃料处理处置基金征收使用管理暂行办法》(详见F.2.2.1)。正在制订核设施退役与放射性废物处置费用管理办法。中国已经有3座低、中放固体废物处置场在运行，并且正在根据中国核能发展的需要，规划和建设新的低、中放固体废物处置场。放射性废物地质处置工作也在按照既定目标有序推进。

## H.2 现有设施和过去的实践活动 (第12条)

每一缔约方应及时采取适当步骤，以审查：

(i) 在本公约对缔约方生效时已存在的任何放射性废物管理设施的安全性，并确保必要时进行一切合理可行的改进以提高此类设施的安全性；

(ii) 以往实践的结果，以便确定是否由于辐射防护原因而需要任何干预，同时铭记由剂量减少带来的伤害减少应当足以证明这种干预带来的不良影响和费用（包括社会费用）是正当的。

### H.2.1 设施的定期安全审查

根据《核动力厂在役检查》(HAD103/07)和《核动力厂定期安全检查》(HAD103/11)，在2014年至2016年期间，秦山核电厂、秦山第二核电厂、秦山第三核电厂、大亚湾核电厂、岭澳核电厂（一期）和田湾核电厂等已运行核电厂持续开展十年定期安全审查。审查内容包括固体废物管理系统审查和辐射环境影响审查。在固体废物管理系统审查过程中，主要评价了废树脂贮存槽抗震性能、屏蔽

性能、可操作性、可维修性能、热量排出措施和防止泄漏能力；评价了低放固体废物贮存系统及固化体贮存系统的安全性、水泥固化体长期贮存期间的性能稳定性、低放固体废物和固化体的可回取性、容器的耐久性等。审查结果认为：相关系统总体上满足现行安全基准的要求。

参照《核动力厂定期安全检查》(HAD103/11), 在 2013 年至 2014 年期间, 中核陕西铀浓缩有限公司和中核兰州铀浓缩有限公司开展了首次十年定期安全审查。审查内容包括“安全分析”、“构筑物、系统及部件的实际状态”、“灾害分析”, 以及“辐射环境影响”等。审查结果认为: 经过多年的技术改进和专项行动, 包括三废处理系统、辐射防护系统在内的相关系统基本符合现行规范要求。

## **H.2.2 放射性废物管理同行评估**

中国核能行业协会于 2018 年 5 月 27 日-6 月 1 日组织专家对中国核动力研究设计院进行了中国首次放射性废物管理同行评估。

按照核能行业协会同行评估标准工作流程, 根据定制开发的专项评估准则、方案和指南, 评估专家组通过现场巡视、活动观察、访谈及文件查阅等形式, 对中国核动力研究设计院放射性废物相关活动的组织管理、放射性废物管理的实施及其安全管理 3 个领域进行了评估。通过对标同行最佳实践, 在所有事实确认的基础上, 共形成多个观察意见项、待改进项和可在行业内推广的强项。

中国核能行业协会于 2019 年 10 月 14 日至 17 日组织专家对中国核动力研究设计院的放射性废物管理同行评估活动进行了跟踪回访。跟踪回访的工作方法包括：现场巡视、活动观察、人员访谈、查阅文件记录等。针对同行评估确定的待改进项的纠正行动，回访专家通过现场巡视，观察现场工作活动，与对口人访谈，查实纠正行动完成的相关程序、文件记录等，评价纠正行动的有效性，给出结论性意见。

跟踪回访结果表明：中国核动力研究设计院重视中国核能行业协会于 2018 年组织的放射性废物管理同行评估提出的意见，针对同行评估提出的待改进项，组织召开了纠正行动开发讨论会议，整理并开发了 30 余项纠正行动，并针对同行评估意见进行了逐项响应。回访期间，多数纠正行动已完成，其他纠正行动正在有序实施中。

### **H.2.3 设施的安全检查**

生态环境部（国家核安全局）及其地区监督站对设施开展日常、例行和非例行核安全检查工作。

生态环境部（国家核安全局）对设施开展例行核安全检查工作。核电厂大修后反应堆临界前例行核安全检查时，对机组上一燃料循环放射性废物管理情况，以及大修期间的放射性废物管理情况进行检查。地区监督站制订监督计划，对设施开展日常和专项核安全监督和检查。

### H.3 拟议中设施的选址（第 13 条）

每一缔约方都应该采取适当的步骤，以确保制定并执行拟议中的放射性废物管理设施的程序，以便：

（i）在设施运行期间以及处置设施关闭后，对可能影响这种设施安全的与场址有关的一切因素进行评估；

（ii）评估这种设施可能对个体、社会和环境造成的影响，评估过程中考虑处置设施关闭后场址状况可能的演变；

（iii）向公众成员提供该设施安全方面的资料；

（iv）与设施附近的缔约方就他们可能受到的影响情况进行磋商，根据他们的要求向其提供与设施有关的总体数据，使他们可以对因设施而对其地区造成的影响进行评估。

通过这种做法，每一缔约方都应该采取适当步骤，以确保：根据第 11 条一般安全要求，不应因该设施场址的选择而对其他缔约方造成不可接受的影响。

#### H.3.1 设施选址

中国高度重视放射性废物管理设施的场址选择，已建立了相应的法规标准以便规范不同放射性废物管理设施的选址。

##### H.3.1.1 核设施配套的放射性废物管理设施的选址

核设施配套的放射性废物管理设施的选址应满足主体设施的选址要求。

在选址过程中，评估了与场址有关的因素，包括地理位置和人

口分布，自然资源（如矿藏、粮食、经济作物、水产等），工业、运输，气象（如热带气旋、龙卷风、雷暴等），水文，地质与地震等。

在选址过程中，评估了此类设施不同岗位上的操作人员（包括运行、维修、放射性废物操作、在役检查等）的年人均剂量当量和年集体剂量当量；评估了此类设施在正常运行和事故两种工况下对周围环境的影响，并由此论证厂址条件和安全设施的可接受性。

中国现有核设施配套的放射性废物管理设施均不会对其他缔约方产生影响。

### **H.3.1.2 核技术利用放射性废物贮存库的选址**

评估与场址有关的因素。根据《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术要求》和《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002)，在核技术利用放射性废物暂存库选址过程中，评估了场址的自然条件，以及场址的社会与经济条件。

(1) 在场址自然条件方面，场址所在区域的地形地貌比较平坦、坡度较小；地质构造较简单，地震烈度较低；地下水位较深，离地表水距离较远；工程地质状态稳定（无泥石流、滑坡、流沙、溶洞等不良工程地表现象），岩土的水透性差、有足够承载力的地基土层；气象条件（如温度、湿度、空气中的腐蚀性成分的含量等）较好；库址应位于不受洪水、潮水或内涝威胁的地带。

(2) 场址的社会与经济条件方面，场址所在地区不应位于人口稠密的城市规划区内，且附近没有对废物库安全造成影响的易燃易爆

爆与危险物生产或贮存等设施；附近没有具有重要开发价值的矿产区、风景旅游区、自然保护区、饮用水源地保护区或经济开发区；交通方便，水、电供应便利。

评估此类设施可能对个人、社会和环境造成的影响。根据《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术要求》，在核技术利用放射性废物贮存库选址过程中，评估了外部人为事件和自然事件对核技术利用放射性废物贮存库的影响，以及此类设施可能的放射性与有害物质的释放对公众和环境的影响，保证在设计寿期内为放射性废物提供与公众、环境间有足够的隔离和良好的包容性能，满足监管部门要求，满足安全运行和管理要求，并具备将来扩建、改造以及退役的便利条件。

中国现有核技术利用放射性废物贮存库均不会对其他缔约方产生影响。

### **H.3.1.3 放射性固体废物处置设施的选址**

评估与场址有关的因素。根据《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002）、《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》（GB 9132-2018）、《放射性废物近地表处置场选址》（HAD 401/05）和《高水平放射性废物地质处置设施选址》（HAD 401/06），在放射性固体废物处置设施选址过程中，评估了场址的地震及区域稳定性、地质构造及岩性、工程地质、水文地质、地球化学、地表作用、气象条件、矿藏资源、自然和人文资源、人口密度，以及与地表水和饮用

水源、城市、机场和易燃易爆危险品仓库的距离等因素。

评估此类设施可能对个人、社会和环境造成的影响。在评估过程中，考虑处置场关闭后场址状况可能的演变。根据《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》（GB 9132-2018）和《放射性废物管理规定》（GB 14500-2002），在放射性固体废物处置设施选址过程中，分析了放射性核素可能由处置场转移到人类环境的数量和几率、进入人体的机理、途径和速率，初步估算了处置场在正常状态、自然事件和人为事件下公众所受的个人剂量当量和集体剂量当量，并作出了安全评价；分析和评价了处置场在施工、运行和关闭后各阶段对环境的影响，以及周围环境可能对处置场的影响。

按照《放射性废物安全管理条例》以及相关标准、导则的规定和要求，北龙处置场，西北处置场和飞凤山处置场的选址均严格遵守了规划选址、区域调查、场址特性评价、场址确定等过程的要求，并对场址的地质构造、水文地质等自然条件以及社会经济条件进行了充分研究和论证。上述已投入运行的低、中放固体废物处置场，在区域筛选阶段，根据地质等自然条件和人口、经济、交通等社会条件，在资料收集比较的基础上，确定了预选区域。在对多个可能场址进行现场踏勘和比较的基础上，推荐适宜的候选厂址。在不同候选场址上进行了场址特性调查，并分别编制了申请审批场址阶段的环境影响报告书和安全分析报告。根据审查意见，国家核安全局批准了相关场址。另外，正在辽宁、广西、福建等核电集中省份开展的放射性废物处置设施的选址工作也严格遵守了处置场选址要求。

在对华东、华南、西南、内蒙、新疆和甘肃等 6 个高放废物地质处置库的花岗岩预选区进行初步比较的基础上，由国家原子能机构组织重点在甘肃北山预选区开展了高放废物地质处置库选址的地质、水文地质条件、地震地质和社会经济条件研究，施工了部分钻孔，获得了深部岩样、水样和相关资料，初步建立了花岗岩场址评价方法，确定了地下实验室场址。今后几年，将进一步加强高放废物地质处置研究开发工作，完成各学科领域实验室研究开发任务（前期），完成地下实验室的可行性研究，并完成地下实验室建造的安全审评。在粘土岩预选区初步调查的基础上，国家原子能机构组织开展了内蒙、甘肃和青海等高放废物地质处置库粘土岩重点预选区的补充调查，完成规划选址阶段目标任务，确定粘土岩处置库预选区，在该预选区推荐出两处粘土岩处置库预选地段开展初步调查，开启了粘土岩处置库区域调查阶段。

中国现有低、中放固体废物处置场均不会对其他缔约方产生影响。

### **H.3.2 信息公开**

2018 年施行的《中华人民共和国核安全法》设立了“信息公开和公众参与”专章，规定核安全相关信息的公开和公众参与。2019 年施行的《环境影响评价公众参与办法》规定，在向生态环境部（国家核安全局）提交环境影响报告书前，包括放射性废物管理设施在内的建设项目的建设单位应当通过网络平台，公开拟报批的环境影

响报告书全文和公众参与说明。生态环境部（国家核安全局）在受理环境影响报告书后，应当通过其网站或者其他方式向社会公开环境影响报告书全文、公众参与说明、公众提出意见的方式和途径；在对环境影响报告书作出审批决定前，应当向社会公开包括建设项目概况、主要环境影响和环境保护对策与措施等信息；在作出建设项目环境影响报告书审批决定之日起 7 个工作日内，向社会公告审批决定全文。

中国正在逐步加强信息公开渠道建设。生态环境部（国家核安全局）、国家原子能机构和国家能源局等政府网站是信息公开的主要平台。另外，中国环境状况公报、中国环境年鉴、国家核安全局年报、辐射环境质量年报、中国环境报及广播、电视、网络、微信等载体和渠道也是信息公开的主要渠道。

#### **H.4 设施的设计和建造（第 14 条）**

每一缔约方都应该采取适当步骤，以确保：

(i) 放射性废物管理设施的设计和建造应该提供适当的措施，以限制其对个人、社会和环境可能造成的放射影响，包括对排放和非受控制释放情况造成的放射影响；

(ii) 在设计阶段，应该考虑除处置设施以外的放射性废物管理设施退役时的概念性计划，如果有必要还应该考虑有关的技术规范；

(iii) 在设计阶段，应该准备用于处置设施关闭的技术准备措

施；

(iv)包含在放射性废物管理设施设计和建造文件中的技术规范由经验、试验或分析给予支持。

中国已发布了《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002)、《核动力厂环境辐射防护规定》(GB 6249-2011)、《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》(GB 9132-2018)、《核电厂放射性废物管理系统的设计》(HAD 401/02)、《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术要求》和《核设施退役安全要求》(GB/T 19597-2004),用于规范核设施配套的放射性废物管理设施、核技术利用放射性废物暂存库和低、中放固体废物处置场的设计和建造。

#### **H.4.1 核设施配套的放射性废物管理设施的设计和建造**

限制对个人、社会和环境可能造成的放射性影响。根据已发布的《核电厂放射性废物管理系统的设计》(HAD401/02),与核设施配套的放射性废物管理系统的设计和建造主要考虑和采取了以下措施:

(1) 放射性废物管理系统的设计和建造与非放射性废物管理系统分开。

(2) 根据辐射水平和可能的污染程度,对放射性废物管理设施进行适当分区并设置完善的防护措施,包括设计合适的辐射屏蔽、配置辐射监测仪表等。

(3) 根据放射性废物来源和特性,设计放射性废物分类收集和

处理工艺；设计了合适的废物处理工艺（如过滤、吸附和洗涤；絮凝沉降、离心分离、蒸发、离子交换、膜处理、超压、固化等），设置了合适的工艺废气处理系统和放射性工作区通风系统的气流走向，保持一定的负压和/或换气次数，采取了电气联锁等防范措施。

（4）根据系统预期寿期内的运行条件，并考虑运行过程的腐蚀、去污和辐照效应等，选择合适的材料。

（5）对于去污后需要进行维修或检查的系统，将其内表面设计为光滑的结构，并设置冲洗或清洗接口。

（6）在系统的适当部位设置取样点，取样管道尽量短，频繁取样管线共用取样设施；对排放前的气态和液态流出物进行连续或定期监测，根据设施内源项，监测项目可包括总 $\alpha$ 、总 $\beta$ 及主要放射性核素浓度等；当流出物中放射性浓度超过规定值时，或者控制流出物排放的阀门一旦失去动力时，能自动停止排放；设置适当的流量测量设备，对流出物实施受控排放。

（7）厂房的结构设计和布置考虑了其退役时或退役后的附加荷载，并考虑了为退役提供所需的场地和空间等因素；

（8）为了减少安全分析中指出的重大风险（如地震、洪水和飞机坠毁等自然和人为事件）的影响，考虑了相应的预防措施，如系统的主要设备、连接件、支撑件，及设备间能够承受运行基准地震的影响。

（9）可能存在爆炸性气体时，设计中采取了措施，使系统具备检测爆炸性气体、自动控制和报警的功能，尽量减少爆炸的可能性，

或者使系统具备防爆功能。

考虑了除处置设施以外的放射性废物管理设施退役时的概念性计划。根据《核动力厂设计安全规定》(HAF 102-2016)、《核设施退役安全要求》(GB/T 19597-2004)和正在制定中的《核设施退役安全管理规定》，核设施营运单位应在设施设计阶段考虑退役，制定初步退役计划。初步退役计划主要包括对于基本安全问题的考虑、预期的退役策略、采用现有或待开发的退役技术对实施退役的安全性和可行性的论证、退役废物的管理，以及退役费用及筹措方式和保障机构等。

包含在放射性废物管理设施设计和建造文件中的技术规范均引用了经正式批准发布且有效的国家标准与核安全法规等，并借鉴了以往的运行和管理经验。

国家核安全局在颁发建造许可证前，对营运单位提交的申请建造阶段的环境影响评价报告、初步安全分析报告和质量保证大纲进行了审评。在核设施建造过程中，国家核安全局及其派出机构还向核设施制造、建造现场派驻核安全监督组(员)，执行下列核安全监督任务：

- (1) 审查所提交的安全资料是否符合实际；
- (2) 监督是否按照已批准的设计进行建造；
- (3) 监督是否按照已批准的质量保证大纲进行管理。

新建的三门核电厂、海阳核电厂，采用了成熟工艺，设计、建造了场址内所有机组共用的场址废物处理设施。该设施作为核电厂

核岛废物处理系统的补充，处理场址内所有机组核岛产生的但无法直接处理的各类废物。该设计减少了单台机组内不必要的重复配置。场址废物处理设施划分为废物处理厂房、洗衣房和废物暂存库三个区域，主要用于放射性固体废物和化学废液的处理，工作服和工作鞋的清洗和复用，以及废物包中间贮存。设施的辐射防护设计遵循可合理达到尽量低的原则。设施采用压实、超级压缩等减容技术处理放射性废物，尽量减少废物产生量。另外，处理后的废液经取样监测，通过连续剂量监测后进行槽式排放。

#### **H.4.2 核技术利用放射性废物贮存库的设计和建造**

限制对个人、社会和环境可能造成的放射性影响。根据已发布的《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术要求》，核技术利用放射性废物贮存库的设计和建造主要考虑和采取了以下措施：

(1) 通常，将设施分为贮存区、办公区和隔离区等几个区域。贮存区和办公区之间应相隔一定距离，库区围墙外设立隔离区。

(2) 设施的平面设计合理布置人流和物流路线，避免交叉污染；人流路线遵循从低辐射区至高辐射区的原则。

(3) 工艺设计满足废物库运行、检修和退役过程中废物接收、运输、存放、回取、外运、废物处理与处置、去污与拆除等活动所需的系统、设备、仪器、搬运工具的需求；具体措施包括废物和废旧放射源分类、分组排列存放、各组间预留一定距离，活度大或表面剂量率高的废旧放射源存放在设计有屏蔽盖板的贮存坑内，活度

小或半衰期短的废旧放射源存放在地面上的铁柜内，放射性废物宜分类存放在地面上。

(4) 设施配置适宜的通风设备，设置合适的空气流向，保证充足的通风换气次数。

(5) 配置可携式剂量率仪、表面污染监测仪和可携式空气取样器等必要的辐射监测手段和仪器，对工作人员、工作场所和空气污染水平进行监测。

(6) 为从事废物搬运、吊装、检查、贮存、监测等放射性操作的工作人员提供必备的个人剂量监测仪表和个人防护用品（包括防护衣、手套、工作鞋、口罩等）。

在设计阶段，考虑了核技术利用放射性废物贮存库退役时的概念性计划。根据《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术要求》，营运单位应在设施设计阶段制定退役计划。该计划主要包括：

(1) 退役设施的放射性源项估计。

(2) 退役目标和终态辐射测量要求。

(3) 拟采用的退役方案（包括特性调查、清除放射性物质和废旧放射源、去污、拆除、终态辐射测量）和使用现有技术实施安全退役的可能性。

(4) 设施退役和退役废物管理所需的资源和条件。

(5) 在建造阶段和运行阶段，对退役计划不断进行评估、细化与更新的要求。

在设计中，采用了方便将来暂存库退役的技术措施。上述措施

主要包括:

(1) 在可能受污染的地面、墙面和工作台面使用光滑的、无缝的、不易吸附污染物的材料和(或)容易去污的或剥离的涂料。

(2) 建筑物、设备和管道的布置应考虑有足够的通道和空间以便于去污与拆除操作以及人员和机具的出入。

(3) 设备和管道布置应防止放射性物质在系统和局部的沉积,并考虑就地去污的可能性。

(4) 考虑适当的通风系统,以防在运行和退役去污、拆除作业中可能出现的污染扩散。

核技术利用放射性废物贮存库设计遵循的原则之一是:采用经过实践检验,证明是安全、可靠和有效的技术、工艺、设备和仪器等。包含在设施设计和建造文件中的技术规范均引用了经正式批准发布且有效的国家标准与导则等。

#### **H.4.3 低、中放固体废物处置场的设计和建造**

限制对个人、社会和环境可能造成的放射性影响。根据已发布的《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002)和《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》(GB 9132-2018),低、中放固体废物处置场的设计和建造主要考虑和采取了以下措施:

(1) 设置不同的多重屏障,包括工程屏障(废物体、废物容器、处置结构和回填材料)和天然屏障。

(2) 设计适当的防水和排水措施。设置工程屏障防止地表水和

地下水的渗入，以尽量减少废物与水的接触。防水设计的重点是防止地表水和雨水渗入处置单元。处置场的防水设计考虑岩石的渗透性、吸附性、地面径流和地下水位等场址特性。排水设计保证能够将处置场地面和处置单元内的积水畅通地排走。

(3) 除了防水与排水设计之外，处置场设计还包括处置单元回填、覆盖层结构设计、地表处理、植被；处置单元与处置场边界之间设立缓冲区，在缓冲区地下水流向的上下游设置地下水监测井。

(4) 按照处置场的总体规划布置包括出入口与通道、沾污区和非沾污区等在内的各处置单元。

(5) 对于接收高表面剂量率废物包的处置场，设置远距离或遥控转运及放置废物包的设备。

(6) 废物接收区的设计配置了运输车辆和运输容器的检查装置（包括剂量率、表面沾污、货单的准确性等），卸出废物桶（箱）并逐个验证的器具，辐射监测报警系统，处理破损容器的设施，以及运输设备的去污装置及去污废物的处理设施等。

(7) 设有能够对水、土壤、空气和植物样品进行日常分析的实验室；设有用于人体去污、人体及环境监测、仪表及设备维修、设备去污等其他设施。

按照《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》（GB 9132-2018），已运行的低、中放固体废物处置设施在设计阶段均准备了用于处置设施关闭的技术准备措施。这些措施包括：处置单元与处置场边界之间设立了缓冲区，在缓冲区的适当位置设置了地下水

监测井；处置场均设置了实验室，能够对水、土壤、空气、动物和植物样品进行分析，以便对场内和周围环境作出安全分析。另外，按照处置场设计要求，已处置废物的顶部与处置设施覆盖层顶部之间留有足够的距离，必要时设置防闯入屏障，该屏障的设计至少在有组织的控制期内可以为无意闯入者提供保护；处置场覆盖层的设计必须使水的渗漏量减少到实际可行的最低程度，并使渗透水或地表水得以导离处置单元和能抵抗由于地质过程和生物活动所带来的剥蚀。

西北处置场、北龙处置场和飞凤山处置场 3 座低、中放固体废物处置场的设计均符合《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》（GB 9132-2018）的相关规定。西北处置场处置单元为混凝土底板的构筑物，废物桶之间和废物桶与处置单元壁之间用水泥砂浆充填，处置单元装满后浇筑钢筋混凝土顶板。处置场关闭时，在处置单元上铺设 2m 厚的最终覆盖层。北龙处置场已建成的 8 个处置单元采用全地上坟堆式结构，处置单元为钢筋混凝土结构，废物桶之间用沙子和水泥砂浆回填，每个处置单元装满废物后，要用钢筋混凝土顶板封盖。处置场关闭时要铺设 5m 厚的最终覆盖层。为了减少进入处置单元的雨水，在处置场的周边设计了截（排）水沟，处置单元顶部设计有活动的挡雨仓房，处置单元底板下设计有渗析液收集系统。飞凤山处置场处置单元为地上土丘式的钢筋混凝土构筑物，废物包之间的缝隙用水泥砂浆充填，处置单元装满废物后，现浇钢筋混凝土顶板。采用 20t 带移动式挡雨仓房的数控吊车远距离码

放废物。处置单元底部中间部分设有地下管廊，用于接收雨水和渗析水。处置场周围设置场外截洪沟和场内排水沟，用于导出雨水。处置场关闭后铺设由 6 层不同材质组成的厚度为 5m 的覆盖层。

## H.5 设施的安全分析（第 15 条）

每一缔约方都应该采取适当步骤，以确保：

(i) 放射性废物管理设施建造前，应该对设施造成的危害及其寿期内的危害进行适当的安全分析和环境评价；

(ii) 另外，处置设施建造前，应该对其随后的关闭时期进行系统的安全分析及环境评价，根据监管机构制定的准则对结果进行评估；

(iii) 放射性废物管理设施运行前，当认为有必要补充第 (i) 款提到的评价时，编写经过更新的、详细的安全分析和环境影响评价报告。

根据《中华人民共和国核安全法》《中华人民共和国放射性污染防治法》和《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》(HAF 001)，放射性废物管理设施建造前均进行了适当的安全分析和环境评价。

放射性废物管理设施建造前进行适当的安全分析和环境评价。按照《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002)、《高水平放射性废液贮存厂房设计规定》(GB 11929-2011)、《低、中水平放射性固体废物暂时贮存安全分析报告要求》(EJ 532-1990)、《核技术利用放射性废

物库选址、设计与建造技术要求》和《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》(GB 9132-2018),放射性废物管理设施的安全分析和环境评价考虑了设施运行中的事故谱(如设施内通风系统失灵,废物吊装事故,废物转运事故,包装容器泄漏事故,以及包括地震、洪水、沙暴、火灾、人员操作失误和人员意外闯入),明确了分析评价采用的模型、选择的参数、所作的假设和相应理由,分析了假想事故可能对设施造成的影响以及设施在假想事故下的安全性,分析了设施在正常运行和事故工况下可能对环境和人类产生的影响,计算了事故工况下最大个人有效剂量当量、人均剂量当量和评价范围内的集体剂量当量,与制定的性能准则进行了比较,给出了安全分析和环境评价的结论,明确指出设施存在的问题和为改善安全质量应采取的相应措施。

处置设施建造前对其随后的关闭时期进行系统的安全分析和环境评价。根据《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》(GB 9132-2018),预测、分析和评价了现有处置场在建造、运行和关闭后各阶段可能对环境的影响,以及周围环境可能对处置场的影响等。现有处置场的评价结果表明,处置场址环境封闭,人口较少,场址所处区域稳定性好,台风、洪水和地震等自然灾害不会对其造成破坏性威胁,地质介质的渗透率低,对放射性核素有较强的吸附性,符合国家低、中放废物处置的场址要求。在处置场关闭后的正常情况下,核素通过地下水释放所致的公众最大个人年剂量远小于规定的限值。在处置场关闭后的人员无意闯入情况下,闯入者受到的剂

量也小于规定的限值。处置场不会对环境造成不可接受的影响。

更新环境影响评价。根据《放射性废物管理规定》(GB 14500-2002),放射性废物管理设施或活动的营运单位应按法规规定和监管部门要求修改、更新并向监管部门提交环境影响评价报告。

## H.6 设施的运行 (第 16 条)

每一缔约方都应该采取适当步骤,以确保:

(i) 放射性废物管理设施的运行许可证应根据第十五条规定的适当评估基础发放,同时许可证应以完成证明已建成的设施符合建设要求和安全要求的运行计划为条件;

(ii) 对于由试验、运行经验和第十五条中规定的评价导出的运行限值和条件作出规定并在必要时加以修订;

(iii) 放射性废物管理设施的运行、维护、监测、检查和试验应该根据制定的程序进行。对于处置设施,由此获得的结果应该用来确定并评审以前对设施所作假设的有效性,同时用于更新第十五条中规定的针对设施关闭后期间的评价结果;

(iv) 在放射性废物管理设施的整个运行寿期内,可获得一切安全有关领域内的工程和技术支持;

(v) 应该提供用于放射性废物特征描述和分类的程序;

(vi) 许可证持有者应该及时向监管机构报告与安全有关的事  
故;制定与运行经验的收集和分析相关的大纲,同时在适当的地方  
执行大纲规定;

(vii) 根据需要,利用除处置设施外的放射性废物管理设施运

行寿期内得到的资料编制并更新此类管理设施的退役计划，并且该计划应该得到监管机构的评审；

(viii) 根据需要，按照设施运行寿期内得到的资料编制并更新处置设施的关闭计划，并且该计划应该得到监管机构的评审。

《中华人民共和国放射性污染防治法》的要求，核设施配套的放射性废物管理设施均与主体工程同时设计、同时建造、同时投入运行。按照环保竣工验收制度，在主体工程竣工后，核设施营运单位均向生态环境部（国家核安全局）提交了放射性废物管理设施试运行申请报告，并经生态环境部（国家核安全局）批准后进行了试运行。试运行结束后，生态环境部（国家核安全局）对其进行了竣工验收，验收合格后投入运行。

#### **H.6.1 核设施配套的放射性废物管理设施的运行**

按照《中华人民共和国放射性污染防治法》《中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例》（HAF 001）和《放射性废物贮存和处置许可管理办法》，在核设施运行前，营运单位均向国家核安全局提交了《核设施运行申请书》《最终安全分析报告》以及其他有关资料。核安全局对上述资料进行了审核，并向符合建设要求和安全要求的设施发放了核设施运行许可证。目前，核电厂、研究堆和核燃料循环设施配套的放射性废物处理、贮存设施仅处理、贮存本单位产生的放射性废物，未处理、贮存其他单位产生的放射性废物，因此无需领取运行许可证。

按照《核电厂运行安全规定》(HAF 103)、《核电厂运行限值和条件》(HAD 103/01)、《研究堆运行安全规定》(HAF 202)、《研究堆运行管理》(HAD 202/01)和《民用核燃料循环设施安全规定》(HAF 301),以及核电厂放射性废物处理系统相关技术规定,核设施营运单位均规定了放射性废物管理设施的运行限值和条件,如蒸发浓缩运行限值,水泥固(定)化工艺的连续处理量,辐射监测仪表(包括排出流监测)的报警限值和监测限值等。根据经验和技术进步,营运单位对上述运行限值和条件进行审查和适当的修订。

按照《核电厂运行安全规定》(HAF 103)、《研究堆运行安全规定》(HAF 202)、《民用核燃料循环设施安全规定》(HAF 301)、《核电厂安全运行管理》(HAD 103/06)和《研究堆运行管理》(HAD 202/01),核设施营运单位均制定了运行大纲、维修大纲、环境监测大纲、监督大纲和废物管理大纲等。根据大纲,进一步制定了包括系统工艺过程、主要设备、系统中的阀门操作和预定运行程序等在内的操作规程,制定了放射性废物管理设施维修计划和维修规程,制定了放射性流出物排放控制和监测程序,制定了包括放射性废物管理系统和设备的运行方式、参数等在内的工程规模的非放射性模拟试验和检查程序。核设施营运单位均严格按照上述大纲和程序开展相关工作。

按照《核电厂安全运行管理》(HAD103/06),在核电厂配套的放射性废物管理设施营运的整个寿期内,维修人员均可定期轮流参加设施建造单位或设备制造厂举办的培训,设施运行经验、故障和事

故分析均可从包括外部专家在内的专业机构获得咨询，相关质量保证的审查和监查均可由合格的外部人员独立实施，放射性流出物排放和废物现场处理等均可从专业咨询机构获得咨询。与此类似，在其他核设施配套的放射性废物管理设施的整个运行寿期内，营运单位也可获得所需的安全有关领域的工程和技术支持。

核电厂营运单位通常将其产生的放射性废物按来源分为工艺废物、技术废物和其他废物；并进一步根据废物的物理性状，将工艺废物分为蒸残液、废树脂、淤积物和过滤器芯等，将技术废物分为可压缩废物和不可压缩废物、可燃废物和不可燃废物等。营运单位制定了放射性废物分类程序，详细描述了各类废物的特征。

《中华人民共和国核安全法》规定，国务院有关部门应当建立核安全经验反馈制度。按照《运行核电厂经验反馈管理办法》，核电厂营运单位采取国家核安全局推荐的分析方法调查研究运行事件，并及时向国家核安全局报告；定期向国家核安全局提交内部事件的清单和摘要，并根据国家核安全局要求提交相应的内部事件报告。核电厂营运单位还依据国家核安全局相关要求，制定并有效实施了核电厂经验反馈大纲或管理程序。

按照《核设施退役安全要求》(GB/T 19597-2004)，在核设施运行适当时间后，营运单位必须制定核设施退役中期计划，详细记录放射性废物管理设施在维修期间处理受污染或受辐照构筑物、系统和部件的情况，以便制定放射性废物管理设施的退役计划。根据正在制订的《核设施退役安全管理规定》，设施运行后，营运单位应每

十年对退役计划进行一次修订。当设施运行发生重大改变、发生事件或事故需要对退役计划做出重要变更时，应及时修订退役计划。

## **H.6.2 核技术利用放射性废物贮存库的运行**

根据《放射性固体废物贮存和处置许可管理办法》，核技术利用放射性废物贮存库营运单位均取得了许可证。

核技术利用放射性废物贮存库均规定了废旧放射源贮存容器的表面剂量率限值，设施不同位置的表面剂量率限值和不同区域的通风换气次数等。

核技术利用放射性废物贮存库营运单位制定并严格实施了设备运行和操作规程，废旧放射源接收、检查与核实程序，废旧放射源包装整备程序，工作人员体表污染检查及去污程序，汽车和工具污染检查及去污程序，运行监测计划和辐射环境监测计划，设备定期检查和试验程序，放射性废物库安全防范系统要求等。

在核技术利用放射性废物贮存库营运的整个寿期内，可获得一切安全有关领域内的工程和技术支持。

核技术利用放射性废物贮存库营运单位制定了用于放射性废物特征描述和分类的程序。

根据《放射性废物安全管理条例》，核技术利用放射性废物贮存库营运单位发现安全隐患或者周围环境中放射性核素超过国家规定的标准的，应当立即查找原因，采取相应的防范措施，并向所在地省、自治区、直辖市人民政府生态环境主管部门报告。构成辐射事故的，

应当按照相关规定进行报告，并开展事故应急工作。

根据《核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术要求》，在核技术利用设施运行中持续对退役计划进行评估、细化与更新。

### **H.6.3 低、中放固体废物处置场的运行**

生态环境部（国家核安全局）于 2011 年向西北处置场和北龙处置场颁发了运行许可证，2016 年向飞凤山处置场颁发了运行许可证。运行许可证规定了许可处置的废物类别和允许处置的放射性核素总量、废物处置活动、许可期限等。

根据《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》（GB 9132-2018），西北处置场、北龙处置场和飞凤山处置场均规定了拟处置的废物包的放射性核素含量、表面辐射水平、表面污染的限值，废物体的机械稳定性、抗浸出性、游离液体、化学组分、热和辐射稳定性、抗着火性、防微生物破坏性的性能要求，并对包装容器及其充填率提出了要求。

根据《放射性废物安全管理条例》和《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》（GB 9132-2018），西北处置场、北龙处置场和飞凤山处置场均制定并严格实施了废物处置运行规程，包括质量保证大纲、运行和操作规程、辐射防护大纲、环境监测计划、事故应急计划，设备定期试验程序等，按照处置场巡检管理要求、运行监测计划和辐射环境监测计划，对设施进行安全性检查，并对处置设施周围的地下水、地表水、一定深度岩土、植物、空气和周围辐射环境

进行放射性监测，如实记录监测和检查数据，并于每年3月31日前向国家核安全局提交上一年度的运行总结报告。监测结果表明，三座处置场周围的环境状况均与接收废物前无明显差异。

在废物处置设施营运的整个寿期内，可获得一切安全有关领域内的工程和技术支持。

废物处置设施营运单位制定了用于放射性废物特征描述和分类程序。

按照《放射性废物安全管理条例》，处置设施营运单位发现安全隐患或者周围环境中放射性核素超过国家规定标准的，应当立即查找原因，采取相应的防范措施，并向国务院生态环境主管部门和核工业行业主管部门报告。构成辐射事故的，应当按照相关规定进行报告，并开展事故应急工作。

## H.7 关闭后的监护措施（第17条）

每一缔约方都应该采取适当步骤，以确保处置设施关闭后：

(i) 应该保存监管机构要求的设施场址、设计和废物盘存量的记录；

(ii) 如果要求，应该采取诸如监测或限制接近等主动的或被动的监护控制措施；

(iii) 在主动监护的任何阶段，如果监测到放射性物质向环境的任何非计划性释放情况，根据需要，应采取干预措施。

中国目前没有处置设施关闭实践。但相关的法规标准已对处置设施关闭后的监护管理和技术要求做了规定。

按照《中华人民共和国核安全法》和《放射性废物安全管理条例》，放射性固体废物处置单位应当建立固体废物处置情况记录档案，包括废物的来源、数量、特征、存放位置等事项，并应永久保留记录档案。

按照《放射性废物安全管理条例》，放射性固体废物处置设施应当依法办理关闭手续，并在划定的区域设置永久性标志；依法关闭后，处置单位应按照经批准的安全监护计划，对关闭后的处置设施进行安全监护。按照《放射性废物安全监督管理规定》（HAF 401）、

《低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定》（GB 9132-2018）和《放射性废物处置设施的监测和检查》（HAD 401/09），处置场关闭后，进行有组织的监护控制，监护控制可以是主动的（监测、监督和设施维护）或被动的（限制土地使用、设置永久性场址标志）控制；应根据处置场的运行历史以及关闭和稳定化情况，保留合适的环境监测功能，以保证处置场内放射性核素在其离开场址边界向场外释放前可给出早期报警。

按照《放射性废物安全监督管理规定》（HAF 401），处置场关闭后要进行有组织的监护控制，以便执行必要的补救行动。

## I 超越国界运输 ( 第 27 条 )

1. 涉及到跨境转移的每一缔约方都应该采取适当步骤确保该行动的执行情况与公约规定和应该遵守的国际法相一致。这些步骤包括:

(i) 作为启运国的缔约方应该采取适当步骤, 以确保跨境转移是经过许可的行动, 同时只有在预先声明并且得到抵达国许可的前提下才采取该行动;

(ii) 途经过境国的跨境转移应该遵守与行动中采用的具体运输方式相关的国际义务;

(iii) 作为抵达国的缔约方, 仅当其具有以符合公约的方式管理乏燃料或放射性废物所需的监管体制及行政管理和技术能力时, 才能同意跨境转移;

(iv) 作为启运国的缔约方, 仅当其根据抵达国的同意能够确信第 (iii) 段的要求在跨境转移前得到满足时, 才能许可跨境转移;

(v) 如果跨境转移没有或不可能按照这一条的要求完成, 除非有另一种安全处理方式, 否则启运国应该采取适当步骤, 以确保允许再次进入该国。

2. 缔约方不应该将其乏燃料或放射性废物运往南纬 60 度以南的任一目的地进行贮存或处置。

3.该公约中的任何规定不损害或影响:

(i) 利用一切国家的船舶和航空器行使国际法中规定的海洋、河流和空中的航行权及自由权;

(ii) 有放射性废物运来处理的缔约方, 将处理后的放射性废物和其他产品返回或规定将其返回启运国的权力;

(iii) 缔约方将乏燃料运至国外进行后处理的权力;

(iv) 有乏燃料运来后处理的缔约方将后处理作业中产生的放射性废物和其他产品返回或规定将其返回启运国的权力。

中国在决定加入《联合公约》的同时声明:“中华人民共和国政府对第 2 条 (u) 项以及第 27 条提及的超越国界运输的理解是: 作为抵达国的《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》任何缔约方在同意来自另一缔约方的国内实体的超越国界运输前, 应当向该超越国界运输的启运国确认该超越国界运输已得到该启运国的批准。”

《中华人民共和国放射性污染防治法》第四十七条明确规定: 禁止将放射性废物和被放射性污染的物品输入中华人民共和国境内或者经中华人民共和国境内转移。但是, 由中华人民共和国出口产品产生的放射性废物和被放射性污染的物品, 根据有关规定必须返回国内处理、处置的, 可在依法审批后返回中国境内。《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》第十六条规定: 国务院对外贸易主管部门会同国务院生态环境行政主管部门、海关总署、国务院质量

监督检验检疫部门和生产放射性同位素的单位的行业主管部门制定并公布限制进出口放射性同位素目录和禁止进出口放射性同位素目录。进口列入限制进出口目录的放射性同位素，应当在国务院生态环境行政主管部门审查批准后，由国务院对外贸易主管部门依据国家对外贸易的有关规定签发进口许可证。进口限制进出口目录和禁止进出口目录之外的放射性同位素，依据国家对外贸易的有关规定办理进口手续。

《放射性物品安全运输规程》(GB 11806-2019)规定：涉及国际运输时，应符合拟运输的放射性物品途径国或抵达国所制定的关于危险货物运输的有关规定；某些托运货物的国际运输必须经多方批准；运输的总体安全水平至少应相当于在所有适用要求均得以满足时所具有的总体安全水平。

在超越国界运输活动中，中国采取适当步骤，确保相关行动的执行情况与公约规定和应该遵守的国际法相一致。作为启运国，中国要求抵达国确认该超越国界运输已得到中国的批准，要求托运人预先声明取得抵达国许可；中国依法批准、监管跨境转移的境内运输活动。作为抵达国时，中国确认具有以符合公约的方式管理乏燃料或放射性废物所需的监管体制及行政管理和技术能力，依法审批许可有关入境运输活动，并保证活动过程满足公约规定。

2017年8月，2018年12月中国先后将加纳、尼日利亚共2座微型中子源反应堆的高浓铀乏燃料运回国内贮存。

截至 2019 年 12 月 31 日，中国没有将乏燃料或放射性废物运往南纬 60 度以南的任一目的地进行贮存或处置。

## J 废旧放射源 ( 第 28 条 )

每一缔约方在其国家立法框架内都应该采取适当步骤, 以确保以安全的方式拥有、再制造或处置废旧密封源。

如果在其国家立法框架内, 缔约方同意将废旧密封源返还给有资质的制造商, 让制造商接收并拥有废旧密封源, 那么缔约方应该允许废旧密封源返回其领土。

放射源广泛应用于工业、农业、医疗、科研与教学等各个领域, 具有类型多、数量大和分布广的特点。近年来, 随着中国经济的发展快速增长, 在用放射源数量迅速增长, 废旧放射源的数量同样不断增长。

根据国家核技术利用辐射安全管理系统统计数据, 截至 2019 年 12 月 31 日, 中国共有各类核技术利用单位 7.7 万余家, 在用放射源 14 万余枚。31 省城市放射性废物库和国家废源集中贮存库中贮存了约 17 万枚废旧放射源。

### J.1 废旧放射源管理要求

中国重视并强化放射源全寿期的管理安全, 建立了与 IAEA《放射源安全和保安行为准则》及其补充导则《放射源的进口和出口导则》和《弃用放射源管理导则》接轨的放射源监管体系, 明确了放射源生产、销售、使用、转让、进出口、贮存、处置等各环节的管

理要求，并通过全国联网的信息系统（国家核技术利用辐射安全管理系统）实现了放射源的全过程动态跟踪管理。

《中华人民共和国放射性污染防治法》规定：“生产放射源的单位，应当按照国务院生态环境行政主管部门的规定回收和利用废旧放射源；使用放射源的单位，应当按照国务院生态环境行政主管部门的规定将废旧放射源交回生产放射源的单位或者送交专门从事放射性固体废物贮存、处置的单位。”

《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》（国务院令 449 号）做了更明确的要求：I、II、III 类放射源返回原出口方或生产单位，确实无法返回的，送交有资质的放射性废物贮存单位；IV、V 类放射源在包装整備后送交有资质的放射性废物贮存单位。此外，针对孤儿源易流入废旧金属熔炼企业可能造成金属污染的问题，国务院 449 号令要求金属冶炼企业采取相应的监测措施。

《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》明确要求申请 I、II、III 类放射源进口的单位，需要向生态环境部提交原出口方从最终用户回收放射源的承诺文件复印件。

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》对废旧放射源管理、熔炼废旧金属的辐射监测等内容做出了更加具体的规定。要求使用 I 类、II 类、III 类放射源的单位应当按照废旧放射源返回合同规定，在放射源闲置或者废弃后 3 个月内将废旧放射源交回生产单位或者返回原出口方，确实无法返回的，送交有相应资质的放

放射性废物集中贮存单位贮存；使用IV类、V类放射源的单位应当按照生态环境部的规定，在放射源闲置或者废弃后3个月内将废旧放射源进行包装整備后送交有相应资质的放射性废物集中贮存单位贮存。

## **J.2 出口放射源的回收**

中国遵守IAEA发布的《放射源安全和保安行为准则》及其补充导则《放射源的进口和出口导则》，按照要求回收从中国出口的放射源。

按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》和《放射性同位素与射线装置安全许可管理办法》，国务院生态环境主管部门依照有关法律和中国缔结或者参加的国际条约、协定的规定，办理有关手续；出口放射源的单位应当向国务院生态环境主管部门申请放射源出口审批，并提交出口单位与国外进口方签订的有效协议复印件以及国外进口方合法持源的证明文件。在放射源出口审批表中，专门有一栏要求填报出口放射源是否返回国内。

## **J.3 废旧放射源管理实践**

中国的废旧放射源主要来源于核技术利用工业、医疗等领域的应用。在核技术利用过程中，在用放射源将由于超过安全使用寿命、衰变导致不再具有使用效果和其他原因而不再被使用，变成废旧放射源。如伽马辐照装置、工业探伤机、骨密度测量、远距离治疗机、

后装治疗机、 $\gamma$ 刀治疗、血液辐照仪、表面敷贴器、仪器设备校准源等过程，对上述应用中产生的废旧放射源，目前主要采取以下三种处理方式：

- (1) 返回生产厂家贮存。
- (2) 由生产厂家进行再利用。
- (3) 由使用单位送至城市放射性废物贮存库。

### **J.3.1 返回生产厂家**

#### (1) 医用Ⅲ类 $^{192}\text{Ir}$ 放射源进出口

中国所使用的医用Ⅲ类 $^{192}\text{Ir}$ 放射源基本为国外进口放射源。 $^{192}\text{Ir}$ 放射源半衰期较短，后装机约一年半左右便需更换一次放射源，进出口频次较高。为了能够在确保安全的前提下，节约放射源运输活动成本，减轻企业负担，中国对于医用 $^{192}\text{Ir}$ 放射源的更换实行进出口同时审批，即在废旧放射源尚未返回产源国的情况下，批准新放射源的进口。这样可以利用运送新源的运输容器将旧源运回原产源国，从而节约成本。

#### (2) I类 $^{60}\text{Co}$ 放射源集中返回

工业辐照用 $^{60}\text{Co}$ 放射源返回厂家出现的问题在于单独一家单位废旧放射源数量少，从而使得运输成本偏高。为解决这一问题，中国尝试了集中返回的模式，将几家单位准备返回的放射源集中后返回原放射性源生产厂家。2013年，北京三强核力辐射工程技术有限公司与加拿大Nordion公司合作，完成了中国9家单位的170枚

Nordion公司产 $^{60}\text{Co}$ 源的集中返回。

### J.3.2 废旧放射源回收再利用

《放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法》（环境保护部18号令）第三十三条规定：“对已经收贮入库或者交回生产单位的仍有使用价值的放射源，可以按照《放射性同位素与射线装置安全和防护条例》的规定办理转让手续后进行再利用。”

中国政府部门一直积极推动废旧放射源再利用的相关工作，以期能够实现对有价值的放射源再利用，推动资源节约和放射性废物最小化，目前该项工作的研究工作已经取得很大进展。生态环境部已批准三家放射源生产单位开展 $^{137}\text{Cs}$ 、 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{241}\text{Am/Be}$ （ $^{238}\text{Pu/Be}$ ）等放射源的回收再利用活动，对这些废旧放射源进行再加工，满足相应安全标准后作为新放射源进行再使用。

### J.3.3 废旧放射源的处置

2019年，国家核安全局批准了两家单位共18000枚 $^{192}\text{Ir}$ 和 $^{75}\text{Se}$ 探伤源的处置，对部分放射性活度水平较低的废旧放射源实施近地表处置。这些源的活度均已经衰变到小于 $10^5\text{Bq}$ 的水平，但由于其生产原料中 $^{63}\text{Ni}$ 和 $^{60}\text{Co}$ 的放射性水平不容忽视，只能由生产单位回收后进行长期贮存。国家核安全局组织了对该批废旧放射源处置方案的审查，经评估处置安全性后，批准其送西北处置场进行处置。

2019年，国家核安全局组织开展了废旧放射源处置策略和近地

表处置接收准则的研究，以推动活度水平较低的废旧放射源的安全处置。在对国家废放射源库中积存的废放射源进行梳理和分析的基础上，国家核安全局组织开展了废放射源近地表处置安全要求和接收准则研究、废放射源近地表处置技术见解研究，并计划制定相关的管理要求。同时，国家核安全局还计划开展 $^{60}\text{Co}$ 、 $^{137}\text{Cs}$ 源近地表处置的可行性研究，以解决部分废旧放射源的处置问题。

#### **J.3.4 城市放射性废物库的运行**

中国运行有 31 座核技术利用放射性废物贮存库和 1 个国家废放射源集中贮存库，为社会提供废旧放射源贮存服务。

为保障废旧放射源的安全，原环境保护部于 2015 年开展全国核与辐射安全大检查及综合督查，重点对城市放射性废物库的安全与保安进行了综合检查；并于 2017 年发布了核安全导则《城市放射性废物库安全防范系统要求》，各省城市放射性废物库正在陆续按照该导则要求进行安保升级。城市放射性废物库的安全运行管理规范和放射性废物（废旧放射源）收贮规范等技术标准也正在制订过程中。

为了鼓励废旧放射源的送贮工作，中国政府于 2017 年颁布规定，各省城市放射性废物库对核技术利用单位不再使用的 IV、V 类放射源实行免费收贮政策。

## **K 为加强安全所作的整体努力**

### **K.1 针对上次审议会议确定的建议和挑战已采取的措施**

针对上次审议会议期间中国所在国家组确定的中国面临的五项挑战 and 一项建议，中国采取了多项措施应对上述挑战和建议。

#### **K.1.1 开展包括地下实验室在内的高放废物地质处置项目**

按照国家原子能机构、科技部和原国家环保总局于 2006 年联合发布的《高放废物地质处置研究与开发规划指南》，中国系统推进包括地下实验室在内的高放废物地质处置研究与开发，详见 B.5。

本轮履约期间，中华人民共和国国务院于 2017 年 2 月批复了《核安全与放射性污染防治“十三五”规划及 2025 年远景目标》，其中要求加快高放废物处置研究，“十三五”期间，推进高放废物地质处置场选址与场址调查，开展工程屏障、处置工艺技术、处置化学、安全评价等研究，完成 2-3 个地质处置场重点候选场址的筛选，明确高放废物地质处置安全目标和原则，研究中国高放废物地质处置选址技术安全准则。国家原子能机构于 2018 年 3 月发布了《核设施退役及放射性废物治理项目申报指南（2018-2020 年）》。指南明确了本阶段高放废物地质处置技术方面的研究目标，即掌握地下实验室设计与建造关键技术，开展甘肃北山预选区重点地段候选场址和其他花岗岩场址适宜性研究，粘土岩候选场址筛选评价；深入开

展地质处置工程、处置化学、安全评价等方面研究工作，初步形成中国高放废物地质处置研究开发技术体系。指南同时明确了本阶段研究内容，即研究地下实验室设计与建设关键技术；研究甘肃北山预选区重点地段候选场址和其他花岗岩场址适宜性；筛选评价粘土岩候选场址；研究深钻孔处置技术；研究处置库条件下裂隙岩体工程特性；研究缓冲回填材料及添加剂工程性能；研究工程屏障性能演化；研究处置系统大数据集成及大规模科学计算方法；研究模拟处置条件下关键核素释出、迁移行为；评估研究高放废液玻璃固化体、陶瓷固化体的长期化学稳定性；研究地质处置安全评价技术。目前，相关研究项目正在实施中。

本轮履约期间，根据《核设施退役及放射性废物治理科研项目申报指南（2018-2020年）》，中国核工业集团有限公司、相关科研院所和高校编写了地下实验室工程项目建议书，提交国家相关部门并于2019年5月获得了批复。获批的地下实验室建设目标为：在甘肃北山新场地段建成具有国际先进水平的高放废物地质处置地下实验室，填补中国在高放废物处置技术地下现场研发平台及相关设备方面的空白，显著提升高放废物处置技术研发和场址适宜性评价领域的科研能力和水平，满足中国对高放废物地质处置技术研发的迫切要求。批复同时明确了项目建设内容，即建设地下工程及辅助系统、地下现场试验研究平台设施、场区地表实验设施及配套设施、场外工程。项目建设周期为84个月，计划于2020年启动输水、输电和

道路等辅助设施建设，2022 年启动竖井掘进工作。2019 年 12 月，国家原子能机构批准成立了高放废物地质处置地下实验室建设工程项目总指挥和总设计师系统。

本轮履约期间，中国核工业集团有限公司于 2019 年 8 月组织编制了高放废物地质处置地下实验室工程项目相关的 9 个研究项目建议书，即高放废物处置库处置坑机械开挖设备研究项目、地下实验室场址环境长期监测和影响研究项目、地下实验室示范处置巷硐结构布置及处置概念前期研究项目、地下实验室条件下缓冲材料原位试验安装技术研究项目、地下实验室深部围岩力学特性和长期稳定性研究项目、地下实验室深部岩体开挖关键技术研究项目、地下实验室场址深部地质环境研究项目、地下实验室场址水文地质特性研究项目和深部围岩条件下核素释出和迁移行为研究项目等。上述研究项目将与地下实验室工程项目同步开展、统一管理。

### **K.1.2 及时完成与核项目配套的低中放废物处置场的选址**

中国重视放射性废物全过程管理，一直致力于与核能核技术发展相适应的放射性废物管理能力建设，包括逐步建设并提供充足的低、中放固体废物处置能力。

本轮履约期间，中国发布了《中华人民共和国核安全法》。《中华人民共和国核安全法》明确要求：国务院核工业主管部门会同国务院有关部门和省、自治区、直辖市人民政府编制低、中放固体废物处置场所的选址规划，报国务院批准后组织实施；放射性固体废

物处置场所的建设应当与核能发展的要求相适应。

本轮履约期间，原环境保护部（国家核安全局）、国家发展和改革委员会、财政部、国家能源局和国家原子能机构等多部门联合发布了《核安全与放射性污染防治“十三五”规划及 2025 年远景目标》。规划明确提出：应发布实施《中低水平放射性固体废物处置场规划》，开展 5 座低、中放固体废物处置场选址、建设，形成低、中放固体废物处置的合理布局。

本轮履约期间，相关核电集团加快了低、中放固体废物处置场选址、建设步伐。中国核工业集团有限公司正在加快推进辽宁、浙江、福建处置场前期工作。中广核集团有限公司完成了广西防城港低、中放固体废物处置场项目建议书的编制和提交，正在开展可行性研究。此外，中国核能行业协会等学术组织开展了核电厂低、中放固体废物处置政策研究工作，推动解决核电厂低、中水平放射性废物处置场选址面临的挑战。

### **K.1.3 加强监管机构在处置项目公众沟通中的角色**

生态环境部（国家核安全局）一贯高度重视涉核项目的公众沟通，逐步完善涉核项目公众沟通相关部门规章，加强本部门在涉核项目中的作用。

本轮履约期间，中国发布了涉核项目公众沟通相关的法律法规，进一步明确和强化核安全监督管理机构在公众沟通中的要求和作用。中国于 2018 年施行的《中华人民共和国核安全法》设立了“信

息公开和公众参与”专章，明确要求：公民、法人和其他组织有权对存在核安全隐患或者违反核安全法律、行政法规的行为，向国务院核安全监督管理部门或者其他有关部门举报。生态环境部（国家核安全局）于 2018 年发布《环境影响评价公众参与办法》和配套文件，该办法于 2019 年 1 月 1 日起实施。同时，推进《核安全信息公开办法》的编制工作，发布《核与辐射安全监管信息公开方案》，修订《核与辐射安全公众沟通工作指南》，通过制度建设强化核与辐射项目的公众沟通工作。

本轮履约期间，原环境保护部（国家核安全局）、国家发展和改革委员会、财政部、国家能源局和国家原子能机构等多部门联合发布了《核安全与放射性污染防治“十三五”规划及 2025 年远景目标》，将“加强公众沟通，推进公众参与”作为实现规划目标和任务的保障措施之一，明确要求：推进“四位一体”的核安全公众沟通工作。完善以政府为主导的公众沟通制度，推进公众沟通建设。将核安全基础知识纳入教育和培训体系，推动核与辐射知识进社区、中小学及干部培训课堂，依托企业，建设 10 个国家级核与辐射安全科普宣教基地，强化网络平台和新媒体宣传功能，加强与媒体的沟通交流。完善信息公开方案和指南，加强信息公开平台建设，企业不同阶段依法公开项目建设信息，政府主动公开许可审批、监督执法、环境监测、事故事件等信息，加强公开信息解读。保障在核设施建设过程中公众依法参与的权利。

本轮履约期间，设立了涉核项目“邻避”问题风险防范联席会议机制，设立了科普宣传联动机制。原环境保护部、工业和信息化部等多部门设立涉环保项目“邻避”问题风险防范联席会议机制，成立涉核项目“邻避”问题处置协调组，负责定期开展涉核项目“邻避”问题形势分析研判与应对等工作。对于突发重大“邻避”问题，协调组有关成员、各集团及相关单位共同应对。

生态环境部（国家核安全局）指导、督促各技术支持单位、地方环保部门和企业，针对不同目标人群，在公众科普宣传方面做出了很多切实有效的成果，大力传播普及核科学知识和先进技术，增强核科普工作的科学性、权威性和长效性，帮助广大公众提升科学素质，增强对核科学技术、核安全和核应急管理水平的认识和信任，着力促进中国核能安全高效发展及和平利用。

本轮履约期间，生态环境部（国家核安全局）在涉核项目中开展了多项公众沟通活动。开展核安全法宣传贯彻活动；编写绿色核能科普宣传大纲和题库，包括编写修订“核与辐射安全”领域百科词条，形成词条资料约 76 万字；编写绿色核能科普教材；加强核科普园地建设；举办特色科普活动，利用“4·15”全民国家安全教育日、“6·5”环境日、“8·7”核行业公众开放日（周）等重大活动，广泛开展科普进社区、进校园活动，核工业界 20 余万从业者、数百所高校及中小学的学生参与宣传活动；指导开展的“魅力之光”杯全国中学生核电科普知识竞赛、全国高校学生课外“核+X”创意大

赛、核安全大学生辩论赛、核能公众沟通大会等核与辐射安全特色科普宣传系列活动，在公众和社会中产生的影响力日益增强；做好媒体宣传及图书推广活动；加强涉核省份科普宣传工作。

#### **K.1.4 发布专门的核设施退役监管要求**

中国高度重视核设施退役管理安全，积极制订包括核设施退役监管要求在内的相关法律法规。

除了在《中华人民共和国核安全法》中明确的关于核设施退役的法律要求，本轮履约期间，国家核安全局组织编制《核设施退役安全评价》《核燃料循环设施退役》《核技术利用设施退役》《核动力厂和研究堆退役》等核安全导则，以此细化核设施退役的技术要求。国家核安全局也正在制定《核设施退役安全管理规定》，明确核设施退役的管理程序和要求。

《核设施退役安全管理规定》适用于核电厂、研究堆和其他核燃料循环设施等核设施的退役管理，涵盖退役活动的分类、退役策略、退役终态等主要部分，涉及退役计划、退役调查、退役技术选择、退役过程、废物管理，以及记录和报告等内容。《核设施退役安全管理规定》详细规定了核设施退役许可制度和监管要求。中国已经批准了 101 堆的退役计划，国家核安全局计划在 101 堆退役的实践中完善管理程序。

依据《中华人民共和国核安全法》，中华人民共和国财政部会同相关部门正在制订《核设施退役与放射性废物处置费用管理暂行办

法》，目前已经完成了调研工作并形成了初稿。《核设施退役与放射性废物处置费用管理暂行办法》考虑建立核设施退役成本评估的定期评价机制，包括核设施营运单位的自评估和监管机构对退役费用管理的评估和审核，建立放射性废物处置的定价机制。

### **K.1.5 开发考虑技术、经济和社会因素在内的退役技术**

中国高度重视核设施退役技术研究和技术积累，积极为民用核设施退役储备考虑技术、经济和社会因素在内的最佳可行退役技术。

本轮履约期间，国家原子能机构于2018年3月发布了《核设施退役及放射性废物治理科研项目申报指南（2018-2020年）》。指南明确了本阶段退役技术领域的研究目标和研究内容。在反应堆退役技术研究方向，拟研究内容包括高能耗破损乏燃料组件整備处理技术研究，处理后的乏燃料组件可满足相关标准要求；管道系统封堵技术和材料研究；屏蔽混凝土解体拆除、核设施零部件切割、辐照环境下远程切割、高压水切割、等离子切割、水下激光切割，压力容器去污、金属熔炼等技术的工程应用研究。在其他核设施退役技术研究方向，研究内容包括放射性厂房风道、烟囱退役技术工程应用研究等。在退役技术工程化应用研究及专用设备研制方向，研究内容包括退役治理关键仪器设备消化吸收与二次开发，辐射监测、解体去污等退役专用设备的研发等。

本轮履约期间，根据《核设施退役及放射性废物治理科研项目申报指南（2018-2020年）》，中国核工业集团有限公司、相关科研院

所和高校编写了项目建议书，并进行了申报。国家原子能机构组织了审查，批复了反应堆退役技术研究、其他核设施退役技术研究、退役技术工程化应用研究及专用设备研制等方向的相关科研项目。目前，放射性工艺管沟退役技术、污染设备剥离技术等一批退役技术研发项目正按计划实施。

本轮履约期间，在选择拟开发的具体退役技术时，充分考虑了技术、经济与社会因素。如针对反应堆退役大型设备切割技术方面，拟开发的水下激光切割技术兼具技术先进性与经济性，有工程应用价值，该技术的成功研发可解决大型高水平放射性部件的水下切割难题，降低工作人员受照剂量并节约退役成本；针对退役过程中产生的废金属去污再利用技术方面，拟开发的专用金属熔炼技术，可实现废金属的循环再利用，在减少废物产生量的同时，实现资源的回收再利用，降低经济成本；同时拟开展的相关政策标准研究，明确废金属再利用的标准与范围，充分考虑了放射性废金属循环再利用的社会影响。

#### **K.1.6 建立与放射性废物处置和设施退役相关的成本评估的定期评价机制**

中国认识到充足的财力对于保证乏燃料管理安全和放射性废物管理安全的重要性。已于 2003 年施行的《中华人民共和国放射性污染防治法》规定，核设施退役费用和放射性废物处置费用应当预提，列入投资概算或者生产成本。

本轮履约期间，中国发布《中华人民共和国核安全法》。明确规定：核设施营运单位应当预提核设施退役费用、放射性废物处置费用，列入投资概算、生产成本，专门用于核设施退役。

本轮履约期间，中华人民共和国财政部会同相关部门启动《核设施退役与放射性废物处置费用管理暂行办法》的制订工作。目前已经完成了调研工作并形成了初稿。该办法适用于民用核设施（乏燃料后处理设施、放射性废物处置设施除外）退役费用和处置费用的计提、管理和使用工作，以及中、低水平放射性固体废物处置费用的收取和管理工作。该办法要求：商用核设施的营运单位应每 5 年对退役费用适宜性进行自评估，并根据评估结果对退役费用的计提标准进行调整；国家核安全局每 10 年对商用核设施营运单位退役费用的管理进行评估和审核，核设施营运单位应按照国家核安全局的评估和审核意见对退役费用的计提标准进行调整。核设施营运单位负责处置费用的计提和管理，向放射性废物处置设施送交、处置放射性固体废物时，可使用计提的处置费用。

本轮履约期间，国家核安全局启动“核设施退役费用定期评估研究”专项课题，对核设施退役费用评估技术和定期评价方法开展深入研究，为中国实施核设施退役成本评估的定期评价机制提供支持。

## **K.2 现阶段存在的安全问题、挑战和拟采取的行动**

### **K.2.1 低、中放固体废物处置场选址**

中国仍需继续加快推动低、中放固体废物处置场选址和建设。

中国将加强国家原子能机构、国家能源局和生态环境部（国家核安全局）等部门间的协调，明确地方政府和相关核电集团的职责，加快放射性废物处理处置费用的提取和管理办法、跨区域处置资金补偿机制的制定，推进低、中放固体废物处置场选址进程。

中国将按照《中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要》和《核安全与放射性污染防治“十三五”规划及2025年远景目标》的要求，考虑核电厂分布和已有低、中放固体废物处置场选址工作基础，研究制定低、中放废物处置场选址规划，推进低、中放废物处置场选址进程。

### **K.2.2 高放废物地质处置**

中国仍需重视并加强高放废物地质处置地下实验室建造。

中国将加快高放废物地质处置相关导则和技术文件的制订。这些导则和技术文件包括《放射性废物地质处置设施安全要求》导则和《放射性废物处置安全全过程系统分析》技术文件。

中国将加快高放废物处置研究。开工建设高放废物地质处置地下实验室，开展地下实验室设计与建设关键技术研究；开展高放废物地质处置库场址筛选、甘肃北山预选区重点地段候选场址和其他

花岗岩场址适宜性研究，粘土岩候选场址筛选评价；开展深钻孔处置技术研究，处置库条件下裂隙岩体工程特性研究，缓冲回填材料及添加剂工程性能研究，工程屏障性能演化研究；开展处置系统大数据集成及大规模科学计算方法研究；开展模拟处置条件下关键核素释出、迁移行为研究，高放废液玻璃固化体、陶瓷固化体的长期化学稳定性评估；开展地质处置安全评价技术研究。

中国将继续开展高放废物地质处置地下实验室相关的国际合作。将继续加强与国际原子能机构在高放废物地质处置领域的合作，如继续承担相关技术合作（IAEA-TC）项目。将进一步加强与国外相关组织和科研机构在高放废物地质处置方面的合作，积极参与并共同完成高放废物地质处置相关研究项目。

### **K.2.3 废放射源近地表处置**

中国需启动并加快废放射源近地表处置。

中国将深入研究废放射源近地表处置安全要求、处置接收准则，以及其他相关要求和标准。根据低、中放废物近地表处置安全要求和处置接收准则，考虑废放射源体积小、活度集中的特性，研究以处置为目的的废放射源分组、废放射源近地表处置活度限值、以处置为目的的废放射源整备要求、整备形成的废物包安全及收贮管理要求，以及处置工艺要求等。

中国将启动西北处置场一期二阶段建设项目，考虑建造废放射源近地表处置所需的整备设施。借鉴放射源生产设施和放射性废物

整备设施的布局 and 配置，为实现废放射源近地表处置形成所需的整备、检测、转运、处置前暂存等多项功能，建造功能完备、安全可靠的整备设施。

### **K.3 对于国际同行评估工作组访问的政策、实践和计划**

中国认识到同行评估在包括乏燃料管理安全和放射性废物管理安全在内的涉及核与辐射安全领域的重要性，欢迎国际同行评估工作组访问和交流。在 2014 年发布的《核安全文化政策声明》中，中国明确提出，推行同行评估，鼓励开展核安全文化培育和实践的第三方评估活动，学习借鉴成功经验，及时识别弱项和问题，积极纠正和改进。

为进一步促进中国核与辐射安全监管工作的持续提高，中国邀请 IAEA 组织国际评估团，于 2016 年 8 月 28 日-9 月 8 日来华开展核与辐射安全监管综合跟踪评估（Follow-up IRRS Mission）。评估团对中国核与辐射安全监管体系进行了综合跟踪评估，着重对 2010 年 IRRS 评估报告所提出的意见和建议的落实情况进行了考察。本次综合跟踪评估增加了对“福岛核事故后的核安全改进”和“辐射环境监测”两部分内容的评估。评估结果表明：中国核与辐射安全监管工作取得显著进展，监管资源投入持续加大，监管独立性、权威性和有效性不断增强。

#### **K.4 加强履约活动的公开性和透明度的措施**

中国重视并加强整个履约过程中各项活动的公开性和透明度。成立了国家报告编写组和国家报告编审委员会。国家报告编审委员会成员来自国内多个部门和单位，主要包括生态环境部（国家核安全局）、国家原子能机构、外交部、公安部、国家卫生健康委员会、国家能源局、各核电集团、部分核设施营运单位，以及相关研究单位。在国家报告编制过程中，编写组向编审委员会相关单位收集资料；国家报告编写完成后，编审委员会对报告内容进行审查并提出修改意见和建议，编写组按意见和建议对国家报告进行修订。在回答其他缔约方对中国国家报告提问过程中，编写组初步回答上述提问；编审委员会对回答进行审查并提出修改意见和建议，编写组按意见和建议对回答进行修订。因此，在报告编写和回答提问过程中，相关内容和及其讨论对于编审委员会所有成员单位是公开和透明的。在国家核安全局网站（[http://nnsa.mee.gov.cn/gjhz\\_9050/gjgybg/](http://nnsa.mee.gov.cn/gjhz_9050/gjgybg/)），全文公开了中国向历次《联合公约》缔约方审议会议提交的中国国家报告（中、英文版）。因此，国家报告的全文对公众是公开和透明的。

另外，在生态环境部（国家核安全局）政府网站、国家原子能机构网站和《核安全局年报》，公开了中国参加包括《联合公约》缔约方组织会议、审议会议、特别会议在内的相关情况。

## K.5 国际合作措施

中国将继续重视 IAEA 在促进乏燃料管理安全和放射性废物管理安全国际合作方面发挥的平台作用，积极参加 IAEA 组织的技术合作项目、国际或地区性培训和会议，认真履行《联合公约》规定的各项义务，参与国际标准研究与制定，开展前瞻性研讨，促进国际合作与交流。

中国将稳步推进与美国、法国、英国、日本、俄罗斯、西班牙和欧盟等国家和区域性组织在乏燃料管理安全和放射性废物管理安全方面的合作，包括就此与相关国家商签合作协议或备忘录。同时，中国将加大国际同行评估频次，加强评估信息公开，重视应急响应与援助，强化技术引进与合作开发等领域的双边和多边合作。

中国将积极参与区域性核安全合作。通过中日韩三国核安全监管高官会、全球核安全与核安保网络、亚洲核安全网络、亚洲核合作论坛和监管合作论坛等渠道，与各成员国共享在乏燃料管理安全和放射性废物管理安全方面的经验与教训，促进各成员国乏燃料管理安全和放射性废物管理安全水平的提高。中国在落实“一带一路”倡议的基础上，扩大与“一带一路”沿线国家在乏燃料管理安全和放射性废物管理安全领域的能力建设、信息交流和经验反馈，为实现联合公约的目标做出不懈努力。

## L 附录

### L.1 乏燃料管理设施清单

#### L.1.1 核电厂乏燃料贮存设施

序号	设施名称	所属电厂	设计容量 (tHM)	投入运行时间
1	1号乏燃料贮存水池	秦山核电厂	184	1991
2	2号乏燃料贮存水池	秦山核电厂	231	1991
3	1号乏燃料贮存水池	方家山核电厂	554	2014
4	2号乏燃料贮存水池	方家山核电厂	554	2015
5	1号乏燃料贮存水池	秦山第二核电厂	317	2002
6	2号乏燃料贮存水池	秦山第二核电厂	317	2004
7	3号乏燃料贮存水池	秦山第二核电厂	317	2010
8	4号乏燃料贮存水池	秦山第二核电厂	317	2011
9	1号乏燃料贮存水池	秦山第三核电厂	941	2002
10	2号乏燃料贮存水池	秦山第三核电厂	941	2003
11	乏燃料临时干式贮存设施	秦山第三核电厂	8251	2009
12	1号乏燃料贮存水池	福清核电厂	554	2014
13	2号乏燃料贮存水池	福清核电厂	554	2015
14	3号乏燃料贮存水池	福清核电厂	554	2016
15	4号乏燃料贮存水池	福清核电厂	554	2017

序号	设施名称	所属电厂	设计容量 (tHM)	投入运行时间
16	1号乏燃料贮存水池	大亚湾核电厂	427	1992
17	2号乏燃料贮存水池	大亚湾核电厂	427	1993
18	1号乏燃料贮存水池	岭澳核电厂(一期)	554	2001
19	2号乏燃料贮存水池	岭澳核电厂(一期)	554	2002
20	1号乏燃料贮存水池	岭澳核电厂(二期)	554	2010
21	2号乏燃料贮存水池	岭澳核电厂(二期)	554	2010
22	1号乏燃料贮存水池	田湾核电厂	316	2007
23	2号乏燃料贮存水池	田湾核电厂	316	2007
24	3号乏燃料贮存水池	田湾核电厂	320	2018
25	4号乏燃料贮存水池	田湾核电厂	326	2018
26	乏燃料临时干式贮存设施	田湾核电厂	132	2019
27	1号乏燃料贮存水池	海南昌江核电厂	317	2015
28	2号乏燃料贮存水池	海南昌江核电厂	317	2016
29	1号乏燃料贮存水池	红沿河核电厂	554	2012
30	2号乏燃料贮存水池	红沿河核电厂	554	2013
31	3号乏燃料贮存水池	红沿河核电厂	554	2014
32	4号乏燃料贮存水池	红沿河核电厂	554	2015
33	1号乏燃料贮存水池	宁德核电厂	554	2012
34	2号乏燃料贮存水池	宁德核电厂	554	2013
35	3号乏燃料贮存水池	宁德核电厂	554	2014

序号	设施名称	所属电厂	设计容量 (tHM)	投入运行时间
36	4号乏燃料贮存水池	宁德核电厂	554	2015
37	1号乏燃料贮存水池	阳江核电厂	554	2013
38	2号乏燃料贮存水池	阳江核电厂	554	2014
39	3号乏燃料贮存水池	阳江核电厂	554	2015
40	4号乏燃料贮存水池	阳江核电厂	554	2016
41	5号乏燃料贮存水池	阳江核电厂	554	2017
42	6号乏燃料贮存水池	阳江核电厂	554	2019
43	1号乏燃料贮存水池	防城港核电厂	554	2016
44	2号乏燃料贮存水池	防城港核电厂	554	2016
45	1号乏燃料贮存水池	海阳核电厂	474	2018
46	2号乏燃料贮存水池	海阳核电厂	474	2018
47	1号乏燃料贮存水池	台山核电厂	641	2018
48	2号乏燃料贮存水池	台山核电厂	641	2019
49	1号乏燃料贮存水池	三门核电厂	386	2018
50	2号乏燃料贮存水池	三门核电厂	386	2018

注：数据截至 2019 年 12 月 31 日。

### L.1.2 研究堆乏燃料贮存设施

序号	设施名称	营运单位	所在地
1	中国原子能科学研究院乏燃料贮存水池	中国原子能科学研究院	北京市

序号	设施名称	营运单位	所在地
2	清华大学乏燃料贮存水池	清华大学	北京市
3	中国核动力研究设计院乏燃料贮存水池	中国核动力研究设计院	四川省

注：数据截至 2019 年 12 月 31 日。

## L.2 乏燃料存量清单

### L.2.1 核电厂乏燃料存量和清单

序号	设施名称	所属电厂	现贮存乏燃料 (tHM)
1	1号乏燃料贮存水池	秦山核电厂	130.0
2	2号乏燃料贮存水池	秦山核电厂	96.1
3	1号乏燃料贮存水池	方家山核电厂	110.3
4	2号乏燃料贮存水池	方家山核电厂	110.3
5	1号乏燃料贮存水池	秦山第二核电厂	235.7
6	2号乏燃料贮存水池	秦山第二核电厂	214.6
7	3号乏燃料贮存水池	秦山第二核电厂	128.7
8	4号乏燃料贮存水池	秦山第二核电厂	150.7
9	1号乏燃料贮存水池	秦山第三核电厂	644.7
10	2号乏燃料贮存水池	秦山第三核电厂	635.3
11	乏燃料临时干式贮存设施	秦山第三核电厂	1959.7
12	1号乏燃料贮存水池	福清核电厂	112.6
13	2号乏燃料贮存水池	福清核电厂	79.0
14	3号乏燃料贮存水池	福清核电厂	49.6
15	4号乏燃料贮存水池	福清核电厂	47.8
16	1号乏燃料贮存水池	大亚湾核电厂	308.8
17	2号乏燃料贮存水池	大亚湾核电厂	259.2
18	1号乏燃料贮存水池	岭澳核电厂(一期)	371.3
19	2号乏燃料贮存水池	岭澳核电厂(一期)	348.3

序号	设施名称	所属电厂	现贮存 乏燃料 (tHM)
20	1号乏燃料贮存水池	岭澳核电厂(二期)	238.9
21	2号乏燃料贮存水池	岭澳核电厂(二期)	268.3
22	1号乏燃料贮存水池	田湾核电厂	222.7
23	2号乏燃料贮存水池	田湾核电厂	200.0
24	3号乏燃料贮存水池	田湾核电厂	100.0
25	4号乏燃料贮存水池	田湾核电厂	24.4
26	乏燃料临时干式贮存设施	田湾核电厂	26.7
27	1号乏燃料贮存水池	海南昌江核电厂	47.8
28	2号乏燃料贮存水池	海南昌江核电厂	33.1
29	1号乏燃料贮存水池	红沿河核电厂	145.2
30	2号乏燃料贮存水池	红沿河核电厂	99.3
31	3号乏燃料贮存水池	红沿河核电厂	97.4
32	4号乏燃料贮存水池	红沿河核电厂	47.8
33	1号乏燃料贮存水池	宁德核电厂	121.3
34	2号乏燃料贮存水池	宁德核电厂	115.8
35	3号乏燃料贮存水池	宁德核电厂	91.9
36	4号乏燃料贮存水池	宁德核电厂	64.3
37	1号乏燃料贮存水池	阳江核电厂	128.7
38	2号乏燃料贮存水池	阳江核电厂	93.7
39	3号乏燃料贮存水池	阳江核电厂	66.2
40	4号乏燃料贮存水池	阳江核电厂	60.7
41	5号乏燃料贮存水池	阳江核电厂	31.2

序号	设施名称	所属电厂	现贮存 乏燃料 (tHM)
42	6号乏燃料贮存水池	阳江核电厂	0.0
43	1号乏燃料贮存水池	防城港核电厂	64.3
44	2号乏燃料贮存水池	防城港核电厂	64.3
45	1号乏燃料贮存水池	海阳核电厂	0.0
46	2号乏燃料贮存水池	海阳核电厂	0.0
47	1号乏燃料贮存水池	台山核电厂	0.0
48	2号乏燃料贮存水池	台山核电厂	0.0
49	1号乏燃料贮存水池	三门核电厂	34.6
50	2号乏燃料贮存水池	三门核电厂	0.0
在堆湿法贮存合计			6494.9
临时干式贮存合计			1986.4
合计			8481.3

注：数据截至 2019 年 12 月 31 日。

### L.2.2 研究堆乏燃料存量和清单

序号	设施名称	营运单位	现贮存乏燃料 (tU)
1	中国原子能科学研究院乏燃料贮存水池	中国原子能科学研究院	3.06 E - 01
2	清华大学乏燃料贮存水池	清华大学	0
3	中国核动力研究设计院乏燃料贮存水池	中国核动力研究设计院	3.57 E - 01

注：数据截至 2019 年 12 月 31 日。

## L.3 放射性废物管理设施清单

### L.3.1 核电厂放射性废物处理和贮存设施

序号	设施名称	所属电厂	投入运行 时间
1	21#中低放废物库	秦山核电厂	1991
2	22#固化厂房	秦山核电厂	1991
3	24#固化物库	秦山核电厂	1991
4	9TES水泥固化线	方家山核电厂	2014
5	废物处理辅助厂房（QS）	方家山核电厂	2014
6	废物暂存库（QT）	方家山核电厂	2014
7	放射性废油库（QR）	方家山核电厂	2014
8	9TES水泥固化线	秦山第二核电厂	2002
9	8TES水泥固化线	秦山第二核电厂	2002
10	放射性固体废物暂存库（QT）	秦山第二核电厂	2002
11	新放射性固体废物暂存库（5QT）	秦山第二核电厂	2011
12	放射性废油暂存库（5QT2）	秦山第二核电厂	2002
13	放射性废物暂存库	秦山第三核电厂	2002
14	固体废物暂存库（QT）	福清核电厂	2014
15	废物处理辅助厂房（QS）	福清核电厂	2014
16	放射性废油暂存库（QR）	福清核电厂	2014
17	固体废物处理系统（TES）	福清核电厂	2014
18	11UKT技术废物贮存库	田湾核电厂	2007
19	21UKT技术废物贮存库	田湾核电厂	2007
20	91UKT水泥固化体暂存库	田湾核电厂	2007
21	31UKT放射性废物贮存库	田湾核电厂	2018
22	41UKT放射性废物贮存库	田湾核电厂	2018

序号	设施名称	所属电厂	投入运行 时间
23	T1UKT放射性废物贮存库	田湾核电厂	2018
24	T2UKT废中子通量与温度测量通道 暂存库	田湾核电厂	2018
25	QT厂房	田湾核电厂	尚未投运
26	QR厂房	田湾核电厂	尚未投运
27	1#机组固体废物处理系统（1KPA）	田湾核电厂	2007
28	2#机组固体废物处理系统（2KPA）	田湾核电厂	2007
29	1#机组液体废物水泥固化系统 （1KPC）	田湾核电厂	2007
30	2#机组液体废物水泥固化系统 （2KPC）	田湾核电厂	2007
31	可降解废物处理系统（2KPW）	田湾核电厂	尚未投运
32	放射性废物处理中心（T4UKT）	田湾核电厂	2018
33	5、6号机组固体废物处理系统（TES）	田湾核电厂	尚未投运
34	QS厂房压实打包装置	昌江核电厂	2015
35	QT厂房放射性固体废物暂存库	昌江核电厂	2015
36	NX厂房（TES部分）	昌江核电厂	2015
37	TES（NX）	大亚湾核电厂	1994
38	TES（DQS）	大亚湾核电厂	1994
39	固体废物贮存库（DQT）	大亚湾核电厂	1994
40	TES（NX）	岭澳核电厂一期	2002
41	TES（LQS）	岭澳核电厂一期	2002
42	TES（NX）	岭澳核电厂二期	2013
43	固体废物贮存库（KQT）	岭澳核电厂二期	2011
44	8NX厂房TES固化系统	红沿河核电厂	2014
45	9NX厂房TES固化系统	红沿河核电厂	2012
46	HQS厂房	红沿河核电厂	2014

序号	设施名称	所属电厂	投入运行 时间
47	HQT厂房	红沿河核电厂	2014
48	水泥固化设施（9TES1&9TES3）	宁德核电厂	2013
49	水泥固化设施（8TES1&8TES3）	宁德核电厂	2014
50	分拣压缩设施（0TES2）QS厂房	宁德核电厂	2013
51	暂存库（QT）	宁德核电厂	2013
52	废油贮存库（QR）	宁德核电厂	2013
53	9TES	阳江核电厂	2013
54	8TES	阳江核电厂	2015
55	7TES系统	阳江核电厂	2018
56	0QS厂房	阳江核电厂	2013
57	0QT厂房	阳江核电厂	2014
58	0QR厂房	阳江核电厂	2014
59	0QV厂房	阳江核电厂	2013
60	放射性固废处理系统TES（NX）	防城港核电厂	2015
61	放射性固废处理系统TES（QS）	防城港核电厂	2015
62	固体废物贮存库（QT）	防城港核电厂	2016
63	厂址放射性废物处理设施（SRTF）	海阳核电厂	2018
64	9HQS厂房（放射性固体废物储存厂房）	台山核电厂	2018
65	9HQB厂房（放射性废物处理厂房）	台山核电厂	2017
66	9HQR厂房（放射性废油储存库）	台山核电厂	2018
67	9HQV厂房（放射性废溶剂储存库）	台山核电厂	2018
68	1/2HNX厂房（核辅助厂房）	台山核电厂	2017
69	厂址废物处理设施（SRTF）	三门核电厂	2018

注：数据截至 2019 年 12 月 31 日。

### L.3.2 研究堆放放射性废物处理和贮存设施

序号	设施名称	营运单位
1	废水暂存库	中国原子能科学研究院
2	废水处理车间	中国原子能科学研究院
3	固体废物暂存库	中国原子能科学研究院
4	固体废物整备设施	中国原子能科学研究院
5	废水处理系统	清华大学
6	水泥固化系统	清华大学
7	压缩打包机	清华大学
8	废物暂存库	清华大学
9	放射性废液处理车间	中国核动力研究设计院
10	水泥固化车间	中国核动力研究设计院
11	暂存库	中国核动力研究设计院
11-1	暂存工段	中国核动力研究设计院
11-2	整备工段	中国核动力研究设计院
11-3	压缩工段	中国核动力研究设计院

注：数据截至 2019 年 12 月 31 日。

### L.3.3 核燃料循环设施放射性废物处理和贮存设施

序号	设施名称	营运单位
1	放射性废水暂存池	中核陕西铀浓缩有限公司
2	放射性废水处理设施	中核陕西铀浓缩有限公司
3	放射性固体废物暂存库	中核陕西铀浓缩有限公司
4	排风系统	中核陕西铀浓缩有限公司
5	放射性废水处理设施	中核兰州铀浓缩有限公司
6	放射性固体废物暂存库	中核兰州铀浓缩有限公司
7	排风系统	中核兰州铀浓缩有限公司
8	放射性废水处理设施	中核北方核燃料元件有限公司
9	含铀废物暂存库	中核北方核燃料元件有限公司
10	排风中心	中核北方核燃料元件有限公司
11	放射性废水处理设施	中核建中核燃料元件有限公司
12	含铀废物暂存库	中核建中核燃料元件有限公司
13	废物处理整备设施	中核建中核燃料元件有限公司
14	排风中心	中核建中核燃料元件有限公司

注：数据截至 2019 年 12 月 31 日。

### L.3.4 放射性废物贮存设施

序号	设施名称	设施位置	运行情况
1	甘肃东方瑞龙环境治理有限公司低放废物贮存库	甘肃省	已投入运行

注：数据截至 2019 年 12 月 31 日。

### L.3.5 核技术利用放射性废物贮存设施

序号	设施名称	设施位置	设计容量 (m <sup>3</sup> )	运行时间
1	安徽省核技术利用放射性废物库	安徽	800	2007
2	北京市核技术利用放射性废物库	北京	2300	2009
3	福建省核技术利用放射性废物库	福建	600	2010
4	甘肃省核技术利用放射性废物库	甘肃	800	2009
5	广东省核技术利用放射性废物库	广东	600	2001
6	广西核技术利用放射性废物库	广西	800	2013
7	贵州省核技术利用放射性废物库	贵州	600	2010
8	海南省核技术利用放射性废物库	海南	400	2010
9	河北省核技术利用放射性废物库	河北	800	2011
10	河南省核技术利用放射性废物库	河南	800	2008
11	黑龙江省核技术利用放射性废物库	黑龙江	800	2009
12	湖北省核技术利用放射性废物库	湖北	500	2000
13	湖南省核技术利用放射性废物库	湖南	800	2003
14	吉林省核技术利用放射性废物库	吉林	1200	1998
15	江苏省核技术利用放射性废物库	江苏	1200	2010
16	江西省核技术利用放射性废物库	江西	600	2012
17	辽宁省核技术利用放射性废物库	辽宁	800	2012
18	内蒙古核技术利用放射性废物库	内蒙	800	2009
19	宁夏核技术利用放射性废物库	宁夏	400	2009
20	青海省核技术利用放射性废物库	青海	400	2012
21	山东省核技术利用放射性废物库	山东	900	2004
22	山西省核技术利用放射性废物库	山西	800	2010

序号	设施名称	设施位置	设计容量 (m <sup>3</sup> )	运行时间
23	陕西省核技术利用放射性废物库	陕西	800	2013
24	上海市核技术利用放射性废物库	上海	1785	2010
25	四川省核技术利用放射性废物库	四川	940	2016
26	天津市核技术利用放射性废物库	天津	800	2004
27	西藏核技术利用放射性废物库	西藏	200	2010
28	新疆核技术利用放射性废物库	新疆	600	2007
29	云南省核技术利用放射性废物库	云南	800	1988
30	浙江省核技术利用放射性废物库	浙江	800	2009
31	重庆市核技术利用放射性废物库	重庆	600	2010
32	国家废放射源集中贮存库	甘肃	2600	2011

注：数据截至 2019 年 12 月 31 日。

### L.3.6 放射性废物处置设施

序号	设施名称	设施位置	运行情况
1	西北低、中放固体废物处置场	甘肃省	已投入运行
2	广东北龙低、中放固体废物处置场	广东省	已投入运行
3	飞凤山低、中放固体废物处置场	四川省	已投入运行

注：数据截至 2019 年 12 月 31 日。

## L.4 放射性废物存量和清单

### L.4.1 核电厂已整备放射性废物存量和清单

(单位: m<sup>3</sup>)

序号	核电厂	废物体积					
		蒸残液	废树脂	淤积物	水过滤器	技术废物	小计
1	秦山核电厂	1371.6	0.0	0.0	99.4	778.9	2249.9
2	秦山第二核电厂	394.4	466.8	0.0	128.9	2342.0	3332.1
3	秦山第三核电厂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
4	大亚湾核电厂	108.0	370.0	14.0	83.7	1441.8	2017.5
5	岭澳核电厂(一期)	106.0	416.0	4.0	138.1	618.6	1282.7
6	岭澳核电厂(二期)	70.4	122.8	0.0	38.4	346.0	577.6
7	江苏田湾核电厂	475.4	1086.4	0.0	0.0	653.6	2215.4
8	红沿河核电厂	24.8	97.2	0.0	73.2	726.0	921.2
9	宁德核电厂	67.2	90.8	0.0	66.4	426.0	650.4
10	阳江核电厂	72.8	69.6	0.0	27.4	65.2	235.0
11	福清核电厂	102.4	77.2	8.8	0.0	457.6	646
12	方家山核电厂	66.4	33.6	0.0	17.4	206.6	324
13	昌江核电厂	36.0	20.8	0.0	2.0	112.0	170.8
14	防城港核电厂	8.0	40.4	0.0	14.8	2.4	65.6
15	海阳核电厂	0.0	0.0	0.0	0.0	1.0	1.0
16	台山核电厂	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
17	三门核电厂	0.0	0.0	0.0	0.1	0.0	0.1
合计		2903.4	2891.6	26.8	689.8	8177.7	14689.3

注: 数据截至 2019 年 12 月 31 日。

### L.4.2 研究堆和核燃料循环设施已整备放射性废物存量和清单

(单位: m<sup>3</sup>)

序号	设施类型	废 物 体 积				
		中放废液	中放 固体废物	低放废液	低放 固体废物	小计
1	研究堆	0.0	16.6	365.0	4297.2	4678.8
2	铀浓缩设施	0.0	0.0	0.0	35.0	35.0
3	燃料元件制造设施	0.0	0.0	0.0	112.1	112.1
合 计		0.0	16.6	365.0	4444.3	4825.9

注：数据截至 2019 年 12 月 31 日。

### L.4.3 核技术利用放射性废物贮存设施废旧放射源存量和清单

(单位: 枚)

序号	省 份	废放射源
1	安 徽	1691
2	北 京	9700
3	福 建	1053
4	甘 肃	1572
5	广 东	8935
6	广 西	992
7	贵 州	1083
8	海 南	304
9	河 北	1338
10	河 南	3794
11	黑 龙 江	1557
12	湖 北	1579
13	湖 南	1739
14	吉 林	1205
15	江 苏	2969
16	江 西	905
17	辽 宁	1630
18	内 蒙 古	2444
19	宁 夏	428
20	青 海	271
21	山 东	3113

序号	省 份	废放射源
22	山 西	2103
23	陕 西	1264
24	上 海	1618
25	四 川	1607
26	天 津	1207
27	西 藏	0
28	新 疆	344
29	云 南	1621
30	浙 江	3399
31	重 庆	109
32	国家废放射源集中贮存库	105248
合 计		166822

注：数据截至 2019 年 12 月 31 日。

#### L.4.4 处置场接收废物清单

序号	处 置 场	已接收废物体积 (m <sup>3</sup> )	总活度 (Bq)
1	西北低、中放固体废物处置场	22422.47	6.38 E+14
2	广东北龙低、中放固体废物处置场	2526.44	7.95E+13
3	飞凤山低、中放固体废物处置场	19767.92	1.31 E+15
合 计		44716.83	2.03 E+15

注：数据截至 2019 年 12 月 31 日。

#### L.4.5 贮存设施接收废物清单

序号	处置场	已接收废物体积 (m <sup>3</sup> )	总活度 (Bq)
1	甘肃东方瑞龙环境治理有限公司低放废物贮存库	208	2.78 E+10

注：数据截至 2019 年 12 月 31 日。

## L.5 有关的法律、法规、规章、导则和标准

### L.5.1 有关的法律

名 称	颁 布 机 关	施 行 年 份
中华人民共和国环境保护法	全国人民代表大会常务委员会	2015（修订）
中华人民共和国水污染防治法	全国人民代表大会常务委员会	2017（修订）
中华人民共和国大气污染防治法	全国人民代表大会常务委员会	2018（修订）
中华人民共和国海洋环境保护法	全国人民代表大会常务委员会	2017（修订）
中华人民共和国安全生产法	全国人民代表大会常务委员会	2014（修订）
中华人民共和国环境影响评价法	全国人民代表大会常务委员会	2018（修订）
中华人民共和国放射性污染防治法	全国人民代表大会常务委员会	2003
中华人民共和国固体废物污染环境防治法	全国人民代表大会常务委员会	2016（修订）
中华人民共和国职业病防治法	全国人民代表大会常务委员会	2018（修订）
中华人民共和国核安全法	全国人民代表大会常务委员会	2018

### L.5.2 有关的行政法规

名 称	发 布 机 关	施 行 年 份
中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例	国务院	1986
中华人民共和国核材料管制条例	国务院	1987
中华人民共和国核电厂核事故应急管理条例	国务院	2011（修订）
中华人民共和国核出口管制条例	国务院	2006（修订）
中华人民共和国核两用品及相关技术出口管制条例	国务院	2007（修订）
放射性同位素与射线装置安全和防护条例	国务院	2019（修订）
民用核安全设备监督管理条例	国务院	2008
放射性物品运输安全管理条例	国务院	2010

名 称	发布机关	施行年份
危险化学品安全管理条例	国务院	2013（修订）
放射性废物安全管理条例	国务院	2012

### L.5.3 有关的规章

名 称	颁布机关	施行年份
1 通用系列		
中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例实施细则之一附件一——核电厂操纵人员执照颁发和管理程序	国家核安全局	1993
中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例实施细则之二——核设施的安全监督	国家核安全局	1995
中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例实施细则之二附件一——核电厂营运单位报告制度	国家核安全局	1995
中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例实施细则之二附件二——研究堆营运单位报告制度	国家核安全局	1995
中华人民共和国民用核设施安全监督管理条例实施细则之二附件三——核燃料循环设施的报告制度	国家核安全局	1995
核电厂事故应急管理条例实施细则之一——核电厂营运单位的应急准备和应急响应	国家核安全局	1998
核电厂质量保证安全规定	国家核安全局	1991
核反应堆乏燃料道路运输管理暂行规定	国家原子能机构、公安部、交通部、卫生部	2003
核产品转运及过境运输审批管理办法（试行）	国家原子能机构	2000

名 称	颁 布 机 关	施 行 年 份
核与辐射安全监督检查人员证件管理办法	环境保护部	2014
核动力厂、研究堆、核燃料循环设施安全许可程序规定	生态环境部	2019
2 核动力厂系列		
核电厂厂址选择安全规定	国家核安全局	1991
核动力厂设计安全规定	国家核安全局	2016（修订）
核电厂运行安全规定	国家核安全局	2004
核电厂运行安全规定附件一——核电厂换料、修改和事故停堆管理	国家核安全局	1994
运行核电厂经验反馈管理办法	国家核安全局	2012
福岛核事故后核电厂改进行动通用技术要求	国家核安全局	2012
3 研究堆系列		
研究堆设计安全规定	国家核安全局	1995
研究堆运行安全规定	国家核安全局	1995
4 非堆核燃料循环设施系列		
民用核燃料循环设施安全规定	国家核安全局	1993
5 乏燃料和放射性废物管理系列		
乏燃料后处理厂潜在事故的假设	国家核安全局	1995
乏燃料后处理厂设计安全准则	国家核安全局	1995
放射性废物安全监督管理规定	国家核安全局	1997
放射源分类办法	国家环境保护总局	2005

名 称	颁 布 机 关	施 行 年 份
核技术利用放射性废物库选址、设计与建造技术要求（试行）	国家环境保护总局	2004
核设施退役及放射性废物治理管理规定	国家原子能机构	2010
核电站乏燃料处理处置基金征收使用管理暂行办法	财政部、国家发展改革委、国家原子能机构	2010
核电站乏燃料处理处置基金项目管理办法	国家原子能机构	2014
放射性固体废物贮存和处置许可管理办法	环境保护部	2014
放射性废物分类	环境保护部、工业和信息化部、国防科工局	2018
6 应急系列		
核事故辐射影响越境应急管理的规定	国家原子能机构	2002
核事故辐射应急时对公众防护的干预原则和水平	国家核安全局、国家环境保护局	1991
核事故辐射应急时对公众防护的导出干预水平	国家核安全局、国家环境保护局	1991
放射源和辐射技术应用应急准备与响应	国家原子能机构、卫生部	2003
核电厂核事故应急准备专项收入管理规定	财政部、国家原子能机构	2007
严重事故应急后期的防护措施和恢复工作决策	国家原子能机构	2000
放射性物质运输事故应急准备与响应	国家原子能机构	2000
核应急演习管理规定	国家核事故应急协调委员会	2015

名 称	颁 布 机 关	施 行 年 份
核应急培训管理办法	国家核事故应急协调委员会	2015
核事故信息发布管理办法	国家核事故应急协调委员会	2015
国家核应急值班网络运行管理办法	国家核事故应急办公室	2015
核电厂核事故应急报告管理办法	国家核事故应急协调委员会	2016
国家级核应急专业技术支持中心和救援分队管理办法	国家核事故应急协调委员会	2016
国家核应急救援辐射监测现场技术支持分队建设规范	国家核事故应急协调委员会	2016
国家核应急救援航空辐射监测分队建设规范	国家核事故应急协调委员会	2016
国家核应急海洋辐射监测技术支持中心和国家核应急救援海洋辐射监测分队建设规范	国家核事故应急协调委员会	2016
国家核应急救援辐射防护现场技术支持分队建设规范	国家核事故应急协调委员会	2016
国家核应急医学救援分队建设规范	国家核事故应急协调委员会	2016
核应急救援方案编制要则	国家核事故应急办公室	2016
7 核材料管制系列		
中华人民共和国核材料管制条例实施细则	国家核安全局、能源部、国家原子能机构	1990
8 民用核安全设备监督管理系列		
民用核安全设备设计制造安装和无损检验监督	国家环境保护总局	2007

名 称	颁 布 机 关	施 行 年 份
管理规定		
民用核安全设备无损检验人员资格管理规定	国家环境保护总局	2007
民用核安全设备焊工焊接操作工资格管理规定	国家环境保护总局	2007
进口民用核安全设备监督管理规定	国家环境保护总局	2008
9 放射性物品运输管理系列		
放射性物品运输安全许可管理办法	生态环境部	2019（修订）
放射性物品运输安全监督管理办法	环境保护部	2016
10 放射性同位素和射线装置监督管理系列		
放射性同位素与射线装置安全许可管理办法	生态环境部	2019（修订）
放射性同位素与射线装置安全和防护管理办法	环境保护部	2011
11 其他		
放射工作人员职业健康管理办法	卫生部	2007
环境保护公众参与办法	环境保护部	2015
环境影响评价公众参与办法	生态环境部	2019

### L.5.4 有关的导则

名 称	发布机关	施行年份
1 通用系列		
核动力厂营运单位的应急准备和应急响应, HAD 002/01	国家核安全局	2019(修订)
地方政府对核动力厂的应急准备, HAD 002/02	国家核安全局 国家环境保护局 卫生部	1990
核事故辐射应急时对公众防护的干预原则和水平, HAD 002/03	国家核安全局 国家环境保护局	1991
核事故辐射应急时对公众防护的导出干预水平, HAD 002/04	国家核安全局 国家环境保护局	1991
核事故医学应急准备和响应, HAD 002/05	国家核安全局 卫生部	1992
研究堆营运单位的应急准备和应急响应, HAD 002/06	国家核安全局	2019(修订)
核燃料循环设施营运单位的应急准备和应急响应, HAD 002/07	国家核安全局	2019(修订)
核电厂质量保证大纲的制定, HAD 003/01	国家核安全局	1988
核电厂质量保证组织, HAD 003/02	国家核安全局	1989
核电厂物项和服务采购中的质量保证, HAD 003/03	国家核安全局	1986
核电厂质量保证记录制度, HAD 003/04	国家核安全局	1986
核电厂质量保证监查, HAD 003/05	国家核安全局	1988
核电厂设计中的质量保证, HAD 003/06	国家核安全局	1986

名 称	发布机关	施行年份
核电厂建造期间的质量保证, HAD 003/07	国家核安全局	1987
核电厂物项制造中的质量保证, HAD 003/08	国家核安全局	1986
核电厂调试和运行期间的质量保证, HAD 003/09	国家核安全局	1988
核燃料组件采购、设计和制造中的质量保证, HAD 003/10	国家核安全局	1989
2 核动力厂系列		
核电厂厂址选择中的地震问题, HAD 101/01	国家核安全局 国家地震局	1994
核电厂厂址选择的大气弥散问题, HAD 101/02	国家核安全局	1987
核电厂厂址选择及评价的人口分布问题, HAD 101/03	国家核安全局	1987
核电厂厂址选择的外部人为事件, HAD 101/04	国家核安全局	1989
核电厂厂址选择中的放射性物质水力弥散问题, HAD 101/05	国家核安全局	1991
核电厂厂址选择与水文地质的关系, HAD 101/06	国家核安全局	1991
核电厂厂址查勘, HAD 101/07	国家核安全局	1989
滨河核电厂厂址设计基准洪水的确定, HAD 101/08	国家核安全局	1989
滨海核电厂厂址设计基准洪水的确定, HAD 101/09	国家核安全局	1990
核电厂厂址选择的极端气象事件, HAD 101/10	国家核安全局	1991
核电厂设计基准热带气旋, HAD 101/11	国家核安全局	1991
核电厂的地基安全问题, HAD 101/12	国家核安全局	1990
核电厂设计总的的原则, HAD 102/01	国家核安全局	1989
核电厂的抗震设计与鉴定, HAD 102/02	国家核安全局	1996

名 称	发布机关	施行年份
用于沸水堆、压水堆和压力管式反应堆的安全功能和部件分级，HAD 102/03	国家核安全局	1986
核电厂内部飞射物及其二次效应的防护，HAD 102/04	国家核安全局	1986
与核电厂设计有关的外部人为事件，HAD 102/05	国家核安全局	1989
核电厂反应堆安全壳系统的设计，HAD 102/06	国家核安全局	1990
核电厂堆芯的安全设计，HAD 102/07	国家核安全局	1989
核电厂反应堆冷却剂系统及其有关系统，HAD 102/08	国家核安全局	1989
核电厂最终热阱及其直接有关输热系统，HAD 102/09	国家核安全局	1987
核电厂保护系统及有关设施，HAD 102/10	国家核安全局	1988
核电厂防火，HAD 102/11	国家核安全局	1996
核电厂辐射防护设计，HAD 102/12	国家核安全局	1990
核电厂应急动力系统，HAD 102/13	国家核安全局	1996
核电厂安全有关仪表和控制系统，HAD 102/14	国家核安全局	1988
核电厂燃料装卸和贮存系统设计，HAD 102/15	国家核安全局	2007
核动力厂基于计算机的安全重要系统软件，HAD 102/16	国家核安全局	2004
核动力厂安全分析与验证，HAD 102/17	国家核安全局	2006
核动力厂运行限值和条件及运行规程，HAD 103/01	国家核安全局	2005
核电厂调试程序，HAD 103/02	国家核安全局	1987
核电厂堆芯和燃料管理，HAD 103/03	国家核安全局	1989

名 称	发布机关	施行年份
核电厂运行期间的辐射防护, HAD103/04	国家核安全局	1990
核动力厂人员的招聘、培训和授权, HAD 103/05	国家核安全局	2013
核动力厂营运单位的组织和安全管理, HAD 103/06	国家核安全局	2006
核电厂在役检查, HAD 103/07	国家核安全局	1988
核电厂维修, HAD103/08	国家核安全局	1993
核电厂安全重要物项的监督, HAD 103/09	国家核安全局	1993
核动力厂运行防火安全, HAD 103/10	国家核安全局	2005
核动力厂定期安全审查, HAD 103/11	国家核安全局	2006
核动力厂老化管理, HAD 103/12	国家核安全局	2012
3 研究堆系列		
研究堆安全分析报告的格式和内容, HAD 201/01	国家核安全局	1996
研究堆运行管理, HAD 202/01	国家核安全局	1989
临界装置运行及实验管理, HAD 202/02	国家核安全局	1989
研究堆定期安全审查, HAD 202/02	国家核安全局	2017
研究堆的应用和修改, HAD 202/03	国家核安全局	1996
研究堆长期停堆安全管理, HAD 202/03	国家核安全局	2017
研究堆和临界装置退役, HAD 202/04	国家核安全局	1992
研究堆调试, HAD 202/05	国家核安全局	2010
研究堆维修、定期试验和检查, HAD 202/06	国家核安全局	2010
研究堆堆芯管理和燃料装卸, HAD 202/07	国家核安全局	2012
4 非堆核燃料循环设施系列		

名 称	发布机关	施行年份
铀燃料加工设施安全分析报告的标准格式与内容，HAD 301/01	国家核安全局	1991
乏燃料贮存设施的设计，HAD 301/02	国家核安全局	1998
乏燃料贮存设施的运行，HAD 301/03	国家核安全局	1998
乏燃料贮存设施的安全分析，HAD 301/04	国家核安全局	1998
5 放射性废物管理系列		
核电厂放射性排出流和废物管理，HAD 401/01	国家核安全局	1990
核电厂放射性废物管理系统的设计，HAD 401/02	国家核安全局	1997
放射性废物焚烧设施的设计与运行，HAD 401/03	国家核安全局	1997
放射性废物近地表处置场选址，HAD 401/05	国家核安全局	1998
高水平放射性废物地质处置设施选址，HAD 401/06	国家核安全局	2013
γ 辐照装置退役，HAD 401/07	国家核安全局	2013
核设施放射性废物最小化，HAD 401/08	国家核安全局	2016
放射性废物处置设施的监测和检查，HAD 401/09	国家核安全局	2019
6 核材料管制系列		
低浓铀转换及元件制造厂核材料衡算，HAD 501/01	国家核安全局	2008
核设施实物保护，HAD 501/02	国家核安全局	2018
核设施周界入侵报警系统，HAD 501/03	国家核安全局	2005
核设施出入口控制，HAD 501/04	国家核安全局	2008
核材料运输实物保护，HAD 501/05	国家核安全局	2008
核设施实物保护和核材料衡算与控制安全分析报告格式和内容，HAD 501/06	国家核安全局	2008

名 称	发布机关	施行年份
核动力厂核材料衡算, HAD 501/07	国家核安全局	2008
7 民用核安全设备监督管理系列		
民用核安全机械设备模拟件制作(试行), HAD 601/01	国家核安全局	2013
民用核安全设备安装许可证申请单位技术条件(试行), HAD 601/02	国家核安全局	2013
8 放射性物品运输管理系列		
放射性物品运输容器设计安全评价(分析)报告的标准格式和内容, HAD 701/01	国家核安全局	2010
放射性物品运输核与辐射安全分析报告书标准格式和内容, HAD 701/02	国家核安全局	2014
9 放射性同位素和射线装置监督管理系列		
城市放射性废物库安全防范系统要求, HAD 802/01	国家核安全局	2017

## L.5.5 有关的标准

名 称	发布机关	施行年份
1 通用系列		
电离辐射防护与辐射源安全基本标准， GB 18871-2002	国家质量监督检验检疫总局	2002
操作非密封源的辐射防护规定， GB 11930-2010	国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会	2011
核科学技术术语第 3 部分：核燃料与核燃料循环， GB/T 4960.3-2010	国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会	2011
核科学技术术语辐射防护与辐射源安全， GB/T 4960.5-1996	国家技术监督局	1996
核科学技术术语第 7 部分：核材料管制与核保障， GB/T 4960.7-2010	国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会	2011
核科学技术术语第 8 部分：放射性废物管理， GB/T 4960.8-2008	国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会	2008
放射性物质安全运输规程， GB 11806-2019	生态环境部、国家市场监督管理总局	2019
放射性物质运输包装质量保证， GB/T 15219-2009	国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会	2009
可免于辐射防护监管的物料中的放射性核素活度浓度， GB 27742-2011	国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会	2012

名 称	发布机关	施行年份
2 核动力厂系列		
核动力厂环境辐射防护规定, GB 6249-2011	环境保护部、国家质量监督检验检疫总局	2011
核燃料后处理厂乏燃料溶解系统设计准则, EJ/T 1142-2002	国家原子能机构	2003
压水堆核电厂乏燃料贮存设施设计准则, EJ/T 883-2006	国家原子能机构	2007
乏燃料离堆贮存水池安全设计准则, EJ/T 878-2011	国家原子能机构	2011
3 放射性废物管理系列		
3.1 基础性文件		
放射性废物管理规定, GB 14500-2002	国家质量监督检验检疫总局	2003
3.2 废物的产生、预处理、处理和排放		
核燃料循环放射性流出物归一化排放量管理限值, GB 13695-1992	国家技术监督局	1993
核辐射环境质量评价的一般规定, GB 11215-1989	国家环境保护局	1990
核设施流出物和环境放射性监测质量保证计划的一般要求, GB 11216-1989	国家环境保护局	1990
环境保护图形标志排放口(源), GB 15562.1-1995	国家环境保护局	1997
医用放射性废物的卫生防护管理, GBZ 133-2009	卫生部	2009
压水堆核电厂运行状态下的放射性源项, GB/T 13976-2008	国家质量监督检验检疫总局、国家标准化委员会	2009
放射性污染表面的去污第一部分: 试验与评价去污难	国家质量监督检验检疫总局、国家标	2009

名 称	发布机关	施行年份
易程度的方法, GB/T 14057.1-2008	标准化委员会	
放射性污染表面的去污第 2 部分: 纺织品去污剂的试验方法, GB/T 14057.2-2011	国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会	2011
放射性废物体和废物包的特性鉴定, EJ 1186-2005	国防科学技术工业委员会	2005
低、中水平放射性废物减容系统技术规定, EJ/T 795-1993	中国核工业总公司	1994
3.3 废物整备		
低、中水平放射性废物固化体标准浸出试验方法, GB/T 7023-2011	国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会	2012
低、中水平放射性固体废物包安全标准, GB 12711-2018	生态环境部、国家市场监督管理总局	2019
低、中水平放射性废物固化体性能要求水泥固化体, GB 14569.1-2011	环境保护部、国家质量监督检验检疫总局	2011
低、中水平放射性废物固化体性能要求沥青固化体, GB 14569.3-1995	国家技术监督局	1996
低、中水平放射性废物高完整性容器 - 球墨铸铁容器, GB 36900.1-2018	生态环境部、国家市场监督管理总局	2019
低、中水平放射性废物高完整性容器 - 混凝土容器, GB 36900.2-2018	生态环境部、国家市场监督管理总局	2019
低、中水平放射性废物高完整性容器 - 交联高密度聚乙烯容器, GB 36900.3-2018	生态环境部、国家市场监督管理总局	2019
低、中水平放射性固体废物容器钢桶, EJ 1042-2014	国家国防科技工业局	2014

名 称	发布机关	施行年份
低、中水平放射性固体废物容器钢箱， EJ 1076-2014	国家国防科技工业局	2014
低、中水平放射性固体废物混凝土容器， EJ/T 914-2000	国防科学技术工业委员会	2000
3.4 废物贮存		
低、中水平放射性固体废物暂时贮存规定， GB 11928-1989	国家技术监督局	1990
高水平放射性废液贮存厂房设计规定， GB 11929-2011	国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会	2012
核电厂低、中水平放射性固体废物暂时贮存技术规定， GB 14589-1993	国家技术监督局	1993
低、中水平放射性固体废物暂时贮存库安全分析报告要求， EJ/T 532-1990	中国核工业总公司	1990
3.5 废物处置		
低、中水平放射性固体废物近地表处置安全规定， GB 9132-2018	生态环境部、国家市场监督管理总局	2019
低、中水平放射性固体废物的岩洞处置规定， GB 13600-1992	国家技术监督局	1993
环境保护图形标志固体废物贮存（处置场）， GB 15562.2-1995	国家环境保护局	1995
低、中水平放射性废物近地表处置场环境辐射监测的一般要求， GB/ T 15950-1995	国家环境保护局、国家技术监督局	1996
低、中水平放射性废物近地表处置设施设计规定非岩洞型处置， EJ/T 1109.1-2000	国防科学技术工业委员会	2000
低、中水平放射性废物近地表处置设施设计规定岩洞	国防科学技术工业	2002

名 称	发布机关	施行年份
型处置, EJ/T 1109.2-2002	委员会	
放射性固体废物浅地层处置环境影响报告书的格式与内容, HJ/T 5.2-1993	国家环境保护局	1993
低、中水平放射性废物近地表处置设施的选址, HJ/T 23-1998	国家环境保护局	1998
极低水平放射性废物的填埋处置, GB/T 28178-2011	国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会	2012
拟再循环、再利用或作非放射性废物处置的固体物质的放射性活度测量 GB/T 17947-2008	国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会	2009
3.6 核设施退役与环境整治		
反应堆退役环境管理技术规定, GB 14588-2009	国家质量监督检验检疫总局	2009
核设施的钢铁、铝、镍和铜再循环、再利用的清洁解控水平, GB 17567-2009	国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会	2009
核设施退役安全要求, GB/T 19597-2004	国家质量监督检验检疫总局、国家标准化管理委员会	2005
核燃料后处理退役辐射防护规定, EJ 588-1991	中国核工业总公司	1992
生产堆退役的去污技术准则, EJ/T 941-1995	中国核工业总公司	1995
铀加工及燃料制造设施退役环境影响报告的标准格式与内容, EJ/T 1037-1996	中国核工业总公司	1997
拟开放场址土壤中残留放射性可接受水平规定(暂行), HJ 53-2000	国家环境保护总局	2000
3.7 铀矿冶放射性废物管理		

名 称	发布机关	施行年份
铀、钍矿冶放射性废物安全管理技术规定, GB 14585-1993	国家环境保护局、 国家技术监督局	1994
铀矿冶设施退役环境管理技术规定, GB 14586-1993	国家环境保护局、 国家技术监督局	1994
铀矿冶辐射环境监测规定, GB 23726-2009	环境保护部、国家 质量监督检验检疫 总局	2010
铀矿冶辐射防护和环境保护规定, GB 23727-2009	国家质量监督检验 检疫总局、国家标 准化管理委员会	2010
铀矿冶辐射环境影响评价规定, GB/T 23728-2009	环境保护部、国家 质量监督检验检疫 总局	2009
铀矿堆浸、地浸环境保护技术规定, EJ 1007-1996	中国核工业总公司	1996
铀矿冶设施选址规定, EJ/T 1171-2004	国家原子能机构	2004

## L.6 核电厂职业照射情况

核电厂名称	项目 (单位)	年人均有效剂量(mSv)	年度最大个人剂量(mSv)	年度集体有效剂量(man·Sv)	归一化集体有效剂量(man·mSv/GWh)
	年份				
秦山核电厂	2017	2.90E-02	2.14E+00	4.20E-02	1.50E-02
	2018	2.72E-01	5.69E+00	7.64E-01	4.70E-01
	2019	1.42E-01	4.25E+00	3.17E-01	1.21E-01
大亚湾核电厂	2017	2.42E-01	6.76E+00	7.12E-01	4.33E-02
	2018	2.60E-01	5.11E+00	7.53E-01	4.57E-02
	2019	2.99E-01	9.14E+00	9.60E-01	5.93E-02
秦山第二核电厂	2017	2.51E-01	7.64E+00	9.41E-01	4.70E-02
	2018	2.95E-01	9.73E+00	1.15E+00	5.50E-02
	2019	3.02E-01	7.00E+00	1.10E+00	5.20E-02
岭澳核电厂(一期)	2017	3.01E-01	6.61E+00	9.17E-01	5.95E-02
	2018	5.17E-01	1.03E+01	1.62E+00	1.09E-01
	2019	4.25E-01	6.94E+00	1.31E+00	8.73E-02
岭澳核电厂(二期)	2017	3.32E-01	7.67E+00	1.20E+00	7.42E-02
	2018	2.23E-01	5.25E+00	6.28E-01	3.67E-02
	2019	2.98E-01	5.81E+00	8.26E-01	5.01E-02
秦山第三核电厂	2017	3.03E-01	6.03E+00	7.02E-01	6.40E-02
	2018	3.55E-01	6.80E+00	8.55E-01	7.60E-02
	2019	2.79E-01	6.32E+00	6.87E-01	5.90E-02
田湾核电厂	2017	1.26E-01	2.14E+00	3.26E-01	1.89E-05
	2018	1.07E-01	3.07E+00	6.00E-01	2.60E-05
	2019	2.49E-01	5.32E+00	1.26E+00	3.83E-05

核电厂名称	项目 (单位)	年人均有效剂量(mSv)	年度最大个人剂量(mSv)	年度集体有效剂量(man·Sv)	归一化集体有效剂量(man·mSv/GWh)
	年份				
红沿河核电厂	2017	4.86E-01	7.80E+00	1.70E+00	7.20E-02
	2018	4.36E-01	7.60E+00	1.53E+00	5.10E-02
	2019	5.63E-01	8.79E+00	2.14E+00	6.90E-02
宁德核电厂	2017	5.14E-01	8.62E+00	1.97E+00	6.40E-02
	2018	3.69E-01	8.00E+00	1.45E+00	4.30E-02
	2019	4.20E-01	8.74E+00	1.48E+00	4.70E-02
阳江核电厂	2017	2.57E-01	7.89E+00	9.76E-01	3.26E-05
	2018	2.65E-01	8.11E+00	1.47E+00	4.19E-05
	2019	5.07E-01	1.18E+01	2.57E+00	5.84E-05
方家山核电厂	2017	3.52E-01	8.50E+00	1.17E+00	7.30E-02
	2018	3.40E-02	9.84E-01	7.40E-02	4.00E-03
	2019	2.79E-01	6.02E+00	8.36E-01	4.90E-02
福清核电厂	2017	3.62E-01	8.01E+00	1.60E+00	6.40E-02
	2018	3.69E-01	1.00E+01	1.78E+00	5.80E-02
	2019	2.04E-01	6.61E+00	7.71E-01	2.80E-02
昌江核电厂	2017	3.19E-01	5.89E+00	8.49E-01	1.14E-04
	2018	2.23E-01	4.34E+00	5.55E-01	7.19E-05
	2019	1.67E-01	5.92E+00	3.82E-01	3.93E-05
防城港核电厂	2017	4.31E-01	8.03E+00	1.38E+00	1.09E-04
	2018	1.35E-01	3.59E+00	2.98E-01	1.90E-05
	2019	2.45E-01	4.10E+00	4.93E-01	2.90E-05
台山核电厂	2017	—	—	—	—
	2018	6.80E-03	2.88E-01	1.40E-02	4.00E-03

核电厂 名称	年份	项目 (单位)	年人均 有效剂 量(mSv)	年度最大 个人剂量 (mSv)	年度集体 有效剂量 (man·Sv)	归一化集体 有效剂量 (man·mSv/GWh )
	2019		1.41E-02	1.01E+00	5.43E-02	2.94E-03
海阳核电厂	2017		—	—	—	—
	2018		3.30E-03	2.32E-01	8.05E-03	2.08E-06
	2019		7.80E-03	6.12E-01	1.03E-02	4.95E-04
三门核电厂	2017		1.00E-03	2.30E-02	4.63E-04	—
	2018		5.00E-03	2.46E-01	9.04E-03	1.40E-04
	2019		1.22E-01	3.45E+00	3.98E-01	3.70E-05

## L.7 核电厂放射性流出物的排放

核电厂放射性流出物的排放量占排放年限值的百分比（%）

（2017年至2019年）

核电厂 名称	年 份	类 别 项 目	气 体 流 出 物			液 体 流 出 物	
			惰性气体	卤素	气溶胶	氡	其余核素
秦山核电厂	2017		0.026	0.002	0.001	0.764	0.112
	2018		0.031	0.003	0.001	0.602	0.098
	2019		0.012	0.003	0.001	0.000	0.165
大亚湾核电厂	2017		0.156	0.035	0.113	18.178	0.170
	2018		0.161	0.048	0.105	17.422	0.139
	2019		0.171	0.036	0.099	17.689	0.092
秦山 第二核电厂	2017		0.027	0.009	0.007	8.296	0.256
	2018		0.027	0.013	0.006	10.995	0.195
	2019		0.024	0.007	0.005	9.938	0.282
岭澳核电厂 (一期)	2017		0.171	0.088	0.123	21.289	0.141
	2018		0.166	0.031	0.131	14.800	0.100
	2019		0.149	0.026	0.121	15.867	0.088
岭澳核电厂 (二期)	2017		0.116	0.021	0.113	22.889	0.157
	2018		0.236	0.157	0.101	25.422	0.109
	2019		0.109	0.036	0.095	20.800	0.087
秦山 第三核电厂	2017		0.100	0.002	0.002	15.423	1.264
	2018		0.081	0.001	0.001	10.361	1.208

核电厂 名称	年 份	类 别 项 目	气 体 流 出 物			液 体 流 出 物	
			惰性气体	卤素	气溶胶	氚	其余核素
	2019		0.065	0.001	0.002	15.423	1.094
田湾核电厂 (1、2号机组)	2017		8.598	1.712	0.617	45.455	12.662
	2018		2.582	0.458	0.831	57.424	3.203
	2019		3.250	0.375	13.417	41.970	1.797
田湾核电厂 (3、4号机组)	2017		0.250	0.112	0.248	0.003	0.858
	2018		2.910	0.507	1.067	18.333	1.838
	2019		4.797	1.299	8.583	37.121	2.351
红沿河核电厂	2017		0.147	0.105	0.110	42.540	0.218
	2018		0.208	0.315	0.124	65.952	0.205
	2019		0.195	0.216	0.096	69.286	0.191
宁德核电厂	2017		0.510	0.095	0.083	46.392	0.386
	2018		0.303	0.076	0.079	61.915	0.298
	2019		0.282	0.063	0.082	55.801	0.242
阳江核电厂	2017		0.297	0.142	0.176	43.295	0.381
	2018		0.236	0.107	0.134	33.902	0.286
	2019		0.302	0.289	0.196	41.000	0.550
方家山核电厂	2017		0.042	0.014	0.003	4.167	0.333
	2018		0.030	0.015	0.004	7.376	0.161
	2019		0.029	0.024	0.005	6.505	0.415
福清核电厂 (1、2号机组)	2017		1.109	2.500	2.718	20.505	1.558
	2018		0.366	0.786	1.046	43.030	1.617

核电厂 名称	年 份	类 别 项 目	气 体 流 出 物			液 体 流 出 物	
			惰性气体	卤素	气溶胶	氚	其余核素
	2019		0.331	0.975	1.191	46.263	1.108
福清核电厂 (3、4号机组)	2017		2.927	4.424	3.092	14.242	1.120
	2018		1.533	4.144	4.618	26.667	0.973
	2019		0.514	0.419	0.763	33.131	1.810
昌江核电厂	2017		1.683	10.533	16.789	31.694	2.891
	2018		1.545	2.744	15.229	30.601	2.854
	2019		1.490	1.133	4.018	23.497	3.839
防城港核电厂	2017		0.39	0.09	0.18	31.09	0.78
	2018		0.35	0.08	0.13	42.34	0.43
	2019		0.29	0.09	0.12	62.29	0.30
海阳核电厂	2017		—	—	—	—	—
	2018		2.441	0.007	0.017	7.829	0.328
	2019		6.483	0.075	0.063	58.685	0.781
台山核电厂	2017		—	—	—	—	—
	2018		0.540	0.195	0.424	2.179	0.705
	2019		1.590	0.729	1.244	14.061	3.022
三门核电厂	2017		—	—	—	—	—
	2018		1.566	0.414	0.329	3.362	0.451
	2019		1.897	1.710	4.125	13.475	3.559

注：1. 放射性流出物的排放量与核电机组的功率大小有关。  
2. 各核电厂放射性流出物的年排放限值由国家核安全局审核批准。

## L.8 参考文献

### L.8.1 文件

序号	参 考 文 献
1	《核安全公约》中华人民共和国第七次国家报告, 2016.
2	《核安全公约》中华人民共和国第八次国家报告, 2019.
3	《核安全与放射性污染防治“十三五”规划及2025年远景目标》, 2017.
4	《核设施退役及放射性废物治理项目申报指南(2018-2020年)》, 2018.
5	中华人民共和国国民经济和社会发展第十三个五年规划纲要. 2016.
6	《中国的核安全》, 2019.
7	国家核安全局. 核安全 2017 年报.
8	国家核安全局. 核安全 2018 年报.

### L.8.2 网址

希望了解其他相关信息, 可登陆下列网站:

序号	机构名称	网 址
1	生态环境部	<a href="http://www.mee.gov.cn">www.mee.gov.cn</a>
2	国家原子能机构	<a href="http://www.caea.gov.cn">www.caea.gov.cn</a>
3	国家卫生健康委员会	<a href="http://www.nhc.gov.cn">www.nhc.gov.cn</a>
4	国家能源局	<a href="http://www.nea.gov.cn">www.nea.gov.cn</a>
5	公安部	<a href="http://www.mps.gov.cn">www.mps.gov.cn</a>
6	中国核工业集团有限公司	<a href="http://www.cnnc.com.cn">www.cnnc.com.cn</a>
7	中国广核集团有限公司	<a href="http://www.cgnpc.com.cn">www.cgnpc.com.cn</a>
8	国家电力投资集团有限公司	<a href="http://www.spic.com.cn">www.spic.com.cn</a>

## L.9 主要缩写

序号	缩 写	全 称
1	联合公约	乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约
2	生态环境部	中华人民共和国生态环境部
3	高放废物	高水平放射性废物
4	中放废物	中水平放射性废物
5	低放废物	低水平放射性废物
6	西北处置场	西北低、中放固体废物处置场
7	北龙处置场	广东北龙低、中放固体废物处置场
8	飞凤山处置场	飞凤山低、中放固体废物处置场

## 附录 :第七次审议会议中国国家报告( 中央政府部分 )

### 编审人员名单

#### 第七次审议会议中国国家报告编审委员会委员：

刘 华 江 光 高洪滨 张家利 张 婧 陈建忠 于晓丽 董 力  
李晓萌 孙栋梁 亓希国 程 理 徐春艳 王晓涛 张金涛 徐宏明  
徐培昇 肖 岷 赵 滢 陈志刚 刘 群 崔安熙 李红印 王旭宏  
王 驹 赵 光 甘业福 高彦锋 赵顺平

#### 第七次审议会议中国国家报告编写组成员（按姓氏笔画排序）：

王春丽 王晓涛 甘学英 冯文东 吕 丹 朱 培 刘 健 安鸿翔  
李小龙 吴 迪 邱国华 何 玮 余少青 汪世军 张庆华 张 宇  
张秀志 张春龙 陈 童 侯 伟 祝兆文 徐春艳 徐 琛 高鲁彬  
蒋 婧 程琦福 舒复君 魏方欣

# 第二部分

## 香港特别行政区政府报告

## A 引言

### A.1 概述

香港特别行政区（香港特区）境内不产生乏燃料，也没有与乏燃料有关的设施，因此《联合公约》中第 2 章关于乏燃料管理安全的条款不适用于香港特区。

为体现与维持高水平的辐射防护标准，以保障公众与从业人员的健康以及社会和环境的安全，香港特区建立了妥善有效的辐射防护系统和规管制度，以管理放射性物质的使用，以及处理由此产生的废物。放射性物质在香港特区的应用，主要是在医疗、工业、教育及科研等范畴。由此产生的放射性废物全属低至低中放射性废物类别。

香港特区对放射性物质的管理模式，是以国际辐射防护原则为基础、法律和牌照系统为规管工具、设立常设监管机构厘定政策与执行法规、配合各相关专业团体提供辐射防护咨询与服务，再以实际辐射防护技术与设备来完善整个系统。监管机构对辐射防护政策的制定和检讨，均广泛参考有关国际与国家标准和建议，以配合辐射科技与应用的发展。

### A.2 废物设施

此外，一所适切的香港特区低放射性废物贮存设施（简称「贮存设施」）于 2005 年中正式在香港特区落成启用。它为放射性废物的更完备管理，提供了一个关键的设施，以配合整个放射性废物管

理系统更有效的实施与推行，也贯彻了高规格的辐射安全管理文化。

## B 政策和实践

### B.1 放射性废物定义

香港法例第 303 章《辐射条例》(简称「《辐射条例》」见附录 I.2 参考文献[1]) 及相关的牌照系统, 是香港特区对放射性物质及放射性废物规管的法律基础。该法例设立的监管机构为香港辐射管理局(简称「辐射管理局」)。

按《辐射条例》定义, 凡废弃的放射性物质或受放射性物质污染的废物, 均须列为放射性废物处置。任何人士必须持有由辐射管理局发出的有效牌照, 方可从事与放射性物质(包括放射性废物)有关的工作和活动。

凡处理放射性物质的单位及场所, 必须经辐射管理局作辐射安全评核及实地审查, 以确定符合法例与牌照条款的要求, 方可取得有关牌照。辐射管理局亦会于牌照有效期间与续期前复核有关场所, 以确保辐射安全的要求能有效地维持。

### B.2 放射性废物分类准则

香港特区产生的放射性废物可按其特性分为以下各大基本类别:

- i) 固体废物;
- ii) 液体废物;
- iii) 气体废物;
- iv) 免管废物。

放射性固体废物主要包括有效期满的废弃密封源和被放射性物质污染的固体废物等。密封源主要用于医学和工业范畴。用于医学的密封源，有属于较高放射量的铯-137 血液辐照装置和钴-60 的伽玛刀放射治疗仪器等 IAEA 放射源分类中的 1 类和 2 类源；和用于短距离放射治疗与作校准辐射检测仪器用的 3 类或较低类别的密封源等。用于工业的密封源有应用于无损探伤，如铯-192、钴-60 等 2 类和 3 类密封源和属于较低类别用于质量检测仪器的密封源，如测量混凝土湿、密度的镅-241/铍中子源、测量厚度用的铯-90 及铊-201  $\beta$ -源、电子俘获仪器内的镍-63  $\beta$ 源等。

在科研及教学上普遍应用的一般属于低放射量的 5 类密封源。应用于其他产品上的放射性物质包括含镅-241 的避雷针和烟火警报器、和含氡的荧光表和指示灯等。

放射性液体废物主要是含放射性物质的废弃液体或溶液。放射性液体有核子医学中用于治疗及诊断的放射性药物，如碘-131、钨-99m、铊-201、铯-90、氟-18、磷-32 等；和用于医疗化验及科研上的碘-125、磷-32、碳-14、铀-238 等。

放射性气体废物主要是放射性气体元素或气化的放射性液体或附着放射性微粒的气溶胶；例如氡-85、气态钨-99m 等。

免管废物是指那些根据免管原则解除监管控制的废物。

## C 放射性废物管理政策及实践

### C.1 放射性废物管理政策

香港特区的放射性废物管理政策基本原则，是从源头开始尽量减少废物产生量。辐射管理局按放射性废物的特性及类别，实施以下的管理政策：

i)密封源：废弃密封源须由持牌使用单位交回原生产商处理。如获辐射管理局批准，持牌使用单位亦可将废弃密封源交至香港以外其他同类型密封源的供货商或生产商处置。如果有充份合理原因证明上述措施并不可行，则有关单位可提请辐射管理局批准，把密封源移送至贮存设施贮存；

ii)固体污染废物：持牌使用单位须按照牌照条款所订明的贮存期完成贮存后，作免管废物处置。部份含生物危害性的废物，在牌照条款容许下亦可以焚化方法处理。超愈容许排放水平的废物则可提请辐射管理局批准，移送至贮存设施贮存。

iii)液体废物：持牌使用单位须按照牌照条款所订明的贮存期完成贮存后，作免管废液排放。超愈容许排放水平的液体废物，则可提请辐射管理局批准，经固化后移送至贮存设施贮存；

iv)气体废物：持牌使用单位须按照牌照条款所订明的原则回收或以特设排气系统排放。

## C.2 流出物排放

各类废物的批准排放水平，一般以核素之年摄入量限值（**Annual Limit on Intake**）作为考量基础，而废物产生的日期、活度、贮存时间、排放日期，必须由有关单位详细纪录在案。任何在批准范围以外的废物处置，均须首先就该废物的放射活度，辐射水平及建议处理方法对公众及环境影响作出详细评估，经辐射管理局审核及批准后方可进行。

## D 放射性废物管理安全 (《联合公约》第 11-17 条)

### D.1 低放射性废物贮存设施的管理安全实践

如第 C.1 段所述,香港特区以积极减少放射性废物的产生量为基本管理原则,再配合对各类废物特性所订立相关处理政策及规管实践,从而达至减低个人、社会及环境因废物引致的风险。

在 2005 年中,一所低放射性废物贮存设施在香港特区落成启用。该设施设计容量为 140m<sup>3</sup>,现存废物总量约为 79m<sup>3</sup>,预计存量可供香港特区未来一百年使用。除此以外,香港特区没有拟议中的放射性废物设施。

该贮存设施的选址及规划是经过香港特区政府环境保护署(简称「环保署」)严格的调查及研究,当中包括风险评价和环境评价,由专业顾问公司和承建商以高规格及高技术的辐射安全设计加以落实与兴建,通过辐射管理局详细的牌照评审以确定符合法例与牌照条款的要求,再交由环保署的承办商营运。

这所贮存设施位处香港特区大屿山西南方一个远离民居,名为小鸦洲的偏远小岛上,它的设计以中央废物贮存库为主体,附设以手套箱和排烟柜为中心的废物分类和包装处理区、提供各类放射性分析与计量设备的放射计量室、监控排气与贮存设施内、外辐射水平的持续监测系统、和作整体设施管理的中央控制室等。贮存设施同时设有全天候保安监察系统及设备,可直接经电信专用网络联系

至市区的 24 小时监控中心，严格确保贮存设施的安全运作。

贮存设施内、外的辐射水平须按运作守则及牌照条款以最优化原则，持续进行监测和控制，使其维持在牌照所订定的范围以内。而贮存设施运作对周围环境的影响，亦须由承办商定期作出分析及评估，以确保有效地维持高水平的辐射防护准则。贮存设施运作期间产生的放射性废物，也必须按有关政策核准的方法及排放水平下适当地处理。

## **D.2 废物盘存情况**

现时，香港特区产生的绝大部份低放射性废物，包括源自医疗、工业及教育等实践的废物，都已存放在贮存设施内，有关废物的清单见附录 I.1。

## **E 立法和监管框架 (《联合公约》第 18-20 条)**

### **E.1 规管架构**

《辐射条例》设立辐射管理局为法定监管机构，以执行条例赋予的权力，包括牌照的审批及牌照条款的厘定等。按《辐射条例》第 3 条规定，辐射管理局由三名官方的当然成员（当然主席为卫生署署长）和不超逾十名由特区行政长官委任的成员组成。按《辐射条例》第 13 条规定，辐射管理局可藉规例，经立法会批准，订定一系列该条指定范围内有关辐射安全的事宜。此外，辐射管理局也可藉指名或指定职位，不时委任督察，以执行第 16 条下的巡查权力。

辐射管理局设立有效的牌照制度作为规管框架，并就不同放射性物质使用的类别，按辐射防护原则及要求，制定有关政策并订立相应的牌照条款。任何人士必须持有由辐射管理局发出的有效牌照，方可从事与放射性物质或废物有关的工作和活动。而牌照审批的程序，会按仪器、场所及设备等，作适当及全面的辐射安全评核，以证实符合相关法例及牌照条款的要求。

### **E.2 牌照制度**

牌照申请人须提交放射源及辐照仪器的技术规格、相关的安全标准、安全测试证明及报告、场所的辐射安全设计及设备等，以供辐射管理局审核。所有放射性物质牌照均订明有关的放射性核素及其准许用途、使用活度上限等。辐射管理局督察会就申请对有关场

所作实地巡查，当中包括检查：

- i) 辐射水平的测量；
- ii) 辐射防护的设施及装备；
- iii) 监测仪器的有效运作；
- iv) 污染控制设施及守则；
- v) 放射性物质的购入及贮存纪录；
- vi) 放射性废物的处置纪录；
- vii) 密封源的盘存清单及安全管理；
- viii) 监测计划及工作守则；
- ix) 机构督导人员的委任；
- x) 辐射工作人员的体格检查；
- xi) 应急计划等。

牌照持有人须就有关牌照上任何资料的修改，提请辐射管理局审核及更新，并定期提交密封源及辐射测量仪器测试报告，和密封源买卖纪录等。辐射管理局督察会实地复核各场所的情况，以确保其辐射安全能有效地维持。辐射管理局对任何怀疑违规的情况会积极作出调查，证明属实后，会按法例及牌照条款对有关人士作相应的检控或警告，并检讨及跟进其往后的改善措施。

### **E.3 放射源资料管理**

为配合国际原子能机构《放射源安全和保安行为准则》的实施，辐射管理局设有完善的信息处理系统及数据库，以保存各类香港特

区境内的密封源数据。辐射管理局的牌照系统于 2004 年获得 ISO 9001:2000 优质管理系统证书,并于 2009 年成功更新至 ISO 9001:2008 优质管理标准,及后亦于 2018 年初成功更新至最新版 ISO 9001:2015 优质管理标准,充份体现其管理系统的素质及精益求精的承诺。整个牌照系统及相关的放射源资料数据库及信息系统,于 2010 年成功进行全面工作流程电子化,以提升其资料分析及数据处理能力和促进对密封源由始至终生命周期的妥善管理。于 2020 年亦已成功更新该电子化工作流程系统的工作,提升系统表现及处理容量。

#### **E.4 事故应急**

如遇上辐射事故,辐射管理局督察会按既定应急程序,就事件性质及类别联同各有关部门,如保安局、消防处及警务处等作出适当响应,包括评价辐射危害风险,采取应急及除污措施及处理事故产生的放射性废物,以控制事故对个人、社会及环境可能造成的辐射照射和污染的影响。

## **F 一般安全规定 (《联合公约》第 21-26 条)**

### **F.1 许可证持有者的责任 (《联合公约》第 21 条)**

按现行规定，所有处理放射性物质的牌照持有人必须根据《辐射条例》及相关牌照条款订明的要求，包括保存方法和存放地点辐射水平、废物处理方法、废物排放纪录、运输安全标准等，妥善管理及处置放射性废物。辐射管理局督察也会定期审核各有关使用放射性物质的场所，以确保其符合法例和牌照规定。牌照持有人须就违反条例所订的罪行负上法律责任，并可被处以所订刑罚。

### **F.2 人力和财力 (《联合公约》第 22 条)**

从事涉及放射性物质工作的单位，须按辐射条例聘有合格并曾受适当辐射防护培训的督导人员，从事指导工作，并须将其姓名登记于牌照上。

贮存设施为香港特区政府产业，其整体经费开支由香港特区政府承担，因此贮存设施运作相关的人力和财力安排，包括人才培训和管理，都能够确保可靠地维持。在贮存设施工作的人员，都曾经完成适当的培训和通过有关的专业评核。

### **F.3 质量保证 (《联合公约》第 23 条)**

贮存设施的承办单位，须按牌照条款要求设立，并维持有效的品质管理系统，以确保放射性物质的安全与保安。

贮存设施是以 ISO 14000 优质环保管理标准营运及管理，充份体现了其管理素质及环保方面的承诺。

#### **F.4 运行辐射防护（《联合公约》第 24 条）**

贮存设施的牌照条款，要求废物存放地点内、外的辐射水平须在最优化原则下保持在指定的范围，而贮存设施在正常运作情况下对辐射从业人员及公众产生的辐射照射量，须明确监控在辐射条例规定的职业照射和公众照射剂量限值以下（即分别不超逾每年 20mSv 和 1mSv）。

贮存设施拥有高规格的辐射安全设计：贮存库结构能阻隔废物产生的辐射及防止放射性物质外泄；特别设计的污水处理系统和高效能的空气过滤系统，能够有效地减低液态和气态的放射物排放；贮存设施内、外的持续辐射监测系统数据，可直接经专用网络传送至市区的 24 小时监控中心，以确保贮存设施内、外的各类辐射水平都能严密监控在规管要求以内。此外，还有定期的环境监测安排，收集有关环境样本进行辐射监测及分析，以确定贮存设施的运作不会对环境构成影响。

#### **F.5 设施应急准备（《联合公约》第 25 条）**

贮存设施的承办单位按辐射管理局要求，对各样预计可能发生的紧急事故，制定了对应的应急计划及机制。在该机制下，承办单位联同各政府有关部门对各样紧急事故将作出相应的响应措施，以

保障工作人员和公众的安全和保护环境。承办单位须在环保署监督下定期就有关应急计划进行演练。

## **F.6 退役（《联合公约》第 26 条）**

香港特区政府从贮存设施的规划期间，已开始对该贮存设施的退役安排进行了审慎的考虑。由于现在距离该贮存设施退役还有很长的时间，香港特区政府将会在适当的时间，就有关退役的事项，制定合适的方案及负责有关的安排。

## G 超越边界运输 (《联合公约》第 27 条)

### G.1 进出口监管

香港特区没有生产密封源或放射性物质，故超越边界的放射性物质运输一般是以转口贸易，进口放射性物质作本地使用和退回废密封源到原产地为主。按现行规定，任何放射性物质的进口，均须预先取得按香港法例第 60K 章《进口（辐射）（禁止）规例》（见附录 I.2 参考文献[2]）发出的有效进口许可证、及按《辐射条例》由辐射管理局签发的牌照，方可进入香港特区。牌照的审批考虑包括对放射性物质或密封源的出口及运输批文，其类别及特性、放射活度、安全测试，和拟存放或贮存地点的辐射安全等作全面评核及审查。牌照持有人须将所有进口活动及转售纪录定期提交辐射管理局评核。

### G.2 运输管理

至于任何涉及受管制放射性物质的运输，须符合国际原子能机构所订立的《放射性物质安全运输条例》和《放射源的进口和出口导则》，而且取得由辐射管理局发出的有效牌照及运送许可证，由委任的督导人员亲自指导下，方可在香港特区境内进行。牌照持有人须于运送完成后向辐射管理局提交有关运输的报告及纪录。

## H 废密封源 (《联合公约》第 28 条)

### H.1 废密封源

如第 G.1 段所述, 香港特区没有生产密封源或放射性物质, 因此《联合公约》第 28 条「废密封源」并不适用。

# I 附录

## I.1 贮存设施内的废物盘存清单

香港低放射性废物贮存设施  
主要同位素贮存清单

同位素	总放射量 (兆贝/MBq)	重量 (公斤/kg)	主要废物来源
铯-137	$6.2 \times 10^5$	$9.6 \times 10^2$	医疗放射源
镭-226	$7.1 \times 10^4$	$1.0 \times 10^4$	避雷针头、发光表盘和表针、医疗放射源
钴-60	$4.7 \times 10^4$	$6.2 \times 10^2$	辐射检测源
钷-147	$4.0 \times 10^4$	$8.3 \times 10^3$	发光表盘和表针
锶-90	$3.1 \times 10^4$	$3.9 \times 10^2$	医疗放射源
钷-153	$1.1 \times 10^4$	1.0	医疗放射源
镅-241	$7.2 \times 10^3$	$5.0 \times 10^2$	辐射检测源、烟火警报器
钷-232	$1.2 \times 10^3$	$8.0 \times 10^3$	火水气灯灯纱

现存废物总量约为  $79\text{m}^3$  (截至 2020 年 7 月)

## I.2 参考文献

- [1] 香港法例第 303 章《辐射条例》
- [2] 香港法例第 60K 章《进口（辐射）（禁止）规例》
- [3] 国际原子能机构,《放射源的进口和出口导则》,2012 年版,国际原子能机构,维也纳（2012 年）
- [4] 国际原子能机构,《放射源安全和保安行为准则》,2004 年版,国际原子能机构,维也纳（2004 年）
- [5] 国际原子能机构,《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》,INFCIRC/546, 维也纳（1997 年）
- [6] 国际原子能机构,《放射源的分类》,国际原子能机构《安全标准丛书》第 RS-G-1.9 号,国际原子能机构,维也纳（2005 年）
- [7] 国际原子能机构,《国际辐射防护和放射源安全基本安全标准》,国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 3 号,国际原子能机构,维也纳（2014 年）
- [8] 国际原子能机构,《放射性物质安全运输条例》,2018 年版,国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSR-6（Rev.1）号,国际原子能机构,维也纳（2018 年）
- [9] 国际原子能机构,《国际原子能机构安全术语》,2018 年版,国际原子能机构,维也纳（2019 年）