

国际原子能机构《核能丛书》

第NG-G-3.1 (Rev.1) 号

基本原则

目的

导则

技术报告

国家核电基础结构 发展中的里程碑



IAEA

国际原子能机构

国际原子能机构《核能丛书》出版物

国际原子能机构《核能丛书》的结构

根据国际原子能机构（原子能机构）《规约》第三条 A 款和第八条 C 款的规定，原子能机构授权促进和平利用原子能的科学和技术信息的交流。原子能机构《核能丛书》出版物提供核电、核燃料循环、放射性废物管理和退役以及与所有这些领域有关的一般问题的信息。原子能机构《核能丛书》的结构包括三个层次：**1 — 基本原则和目标；2 — 导则；3 — 技术报告。**

核能基本原则出版物描述和平利用核能的依据和愿景。

《核能丛书》目标出版物说明在各领域不同实施阶段要达到的期望。

《核能丛书》导则就如何实现与和平利用核能的各专题和领域有关的目标提供高级别指导。

《核能丛书》技术报告提供原子能机构《核能丛书》所涉各领域相关活动的更多、更详细信息。

原子能机构“核能丛书”出版物的编码如下：**NG** — 总则；**NP** — 核电；**NF** — 核燃料；**NW** — 放射性废物管理和退役。此外，这些出版物在原子能机构因特网网址以英文提供：

<http://www.iaea.org/Publications/index.html>

如需了解更多信息，请与原子能机构（PO Box 100, Vienna International Centre, 1400 Vienna, Austria）联系。

欢迎原子能机构《核能丛书》出版物使用者告知原子能机构其使用经验，以确保这些出版物不断满足使用者需求。信息可通过原子能机构因特网网址提供，或按上述地址邮寄，或通过电子邮件发送至 Official.Mail@iaea.org。

国家核电基础结构发展中的里程碑

下列国家是国际原子能机构的成员国：

阿富汗	加蓬	尼日利亚
阿尔巴尼亚	格鲁吉亚	北马其顿
阿尔及利亚	德国	挪威
安哥拉	加纳	阿曼
安提瓜和巴布达	希腊	巴基斯坦
阿根廷	格林纳达	帕劳
亚美尼亚	危地马拉	巴拿马
澳大利亚	圭亚那	巴布亚新几内亚
奥地利	海地	巴拉圭
阿塞拜疆	教廷	秘鲁
巴哈马	洪都拉斯	菲律宾
巴林	匈牙利	波兰
孟加拉国	冰岛	葡萄牙
巴巴多斯	印度	卡塔尔
白俄罗斯	印度尼西亚	摩尔多瓦共和国
比利时	伊朗伊斯兰共和国	罗马尼亚
伯利兹	伊拉克	俄罗斯联邦
贝宁	爱尔兰	卢旺达
多民族玻利维亚国	以色列	圣卢西亚
波斯尼亚和黑塞哥维那	意大利	圣文森特和格林纳丁斯
博茨瓦纳	牙买加	圣马力诺
巴西	日本	沙特阿拉伯
文莱达鲁萨兰国	约旦	塞内加尔
保加利亚	哈萨克斯坦	塞尔维亚
布基纳法索	肯尼亚	塞舌尔
布隆迪	大韩民国	塞拉利昂
柬埔寨	科威特	新加坡
喀麦隆	吉尔吉斯斯坦	斯洛伐克
加拿大	老挝人民民主共和国	斯洛文尼亚
中非共和国	拉脱维亚	南非
乍得	黎巴嫩	西班牙
智利	莱索托	斯里兰卡
中国	利比里亚	苏丹
哥伦比亚	利比亚	瑞典
科摩罗	列支敦士登	瑞士
刚果	立陶宛	阿拉伯叙利亚共和国
哥斯达黎加	卢森堡	塔吉克斯坦
科特迪瓦	马达加斯加	泰国
克罗地亚	马拉维	多哥
古巴	马来西亚	特立尼达和多巴哥
塞浦路斯	马里	突尼斯
捷克共和国	马耳他	土耳其
刚果民主共和国	马绍尔群岛	土库曼斯坦
丹麦	毛里塔尼亚	乌干达
吉布提	毛里求斯	乌克兰
多米尼克	墨西哥	阿拉伯联合酋长国
多米尼加共和国	摩纳哥	大不列颠及北爱尔兰联合王国
厄瓜多尔	蒙古	坦桑尼亚联合共和国
埃及	黑山	美利坚合众国
萨尔瓦多	摩洛哥	乌拉圭
厄立特里亚	莫桑比克	乌兹别克斯坦
爱沙尼亚	缅甸	瓦努阿图
斯威士兰	纳米比亚	委内瑞拉玻利瓦尔共和国
埃塞俄比亚	尼泊尔	越南
斐济	荷兰	也门
芬兰	新西兰	赞比亚
法国	新加坡	津巴布韦
	尼日尔	

原子能机构《规约》于 1956 年 10 月 23 日在纽约联合国总部召开的国际原子能机构规约会议上通过，于 1957 年 7 月 29 日生效。原子能机构总部设在维也纳。原子能机构的主要目标是“加速和扩大原子能对全世界和平、健康及繁荣的贡献”。

国际原子能机构《核能丛书》第 NG-G-3.1 (Rev.1) 号

国家核电基础结构 发展中的里程碑

国际原子能机构
2020年·维也纳

版权说明

国际原子能机构的所有科学和技术出版物均受 1952 年（伯尔尼）通过并于 1972 年（巴黎）修订的《世界版权公约》之条款的保护。自那时以来，世界知识产权组织（日内瓦）已将版权的范围扩大到包括电子形式和虚拟形式的知识产权。必须获得许可而且通常需要签订版税协议方能使用国际原子能机构印刷形式或电子形式出版物中所载全部或部分內容。欢迎有关非商业性翻印和翻译的建议并将在个案基础上予以考虑。垂询应按以下地址发至国际原子能机构出版科：

Marketing and Sales Unit
Publishing Section
International Atomic Energy Agency
Vienna International Centre
PO Box 100
1400 Vienna, Austria
传真：+43 1 2600 22529
电话：+43 1 2600 22417
电子信箱：sales.publications@iaea.org
<https://www.iaea.org/publications>

© 国际原子能机构·2020 年
国际原子能机构印制
2020 年 10 月·奥地利

国家核电基础结构发展中的里程碑

国际原子能机构，奥地利，2020 年 10 月
STI/PUB/1704
ISBN 978-92-0-507421-4 (paperback : alk. paper)
ISBN 978-92-0-507521-1 (pdf)
ISSN 2788-6808

前 言

国际原子能机构（原子能机构）的法定目标之一是“谋求加速和扩大原子能对全世界和平、健康及繁荣的贡献”。实现这一目标的途径之一便是出版系列技术丛书。其中两套系列丛书是原子能机构《核能丛书》和原子能机构《安全标准丛书》。

根据原子能机构《规约》第三条 A 款第 6 项，安全标准确立“旨在保护健康及尽量减少对生命与财产的危险的安全标准”。安全标准包括“安全基本法则”、“安全要求”和“安全导则”。这些标准主要从监管角度编写，并对原子能机构自身的计划具有约束力。标准的主要用户是成员国的监管机构和其他国家当局。

原子能机构《核能丛书》包含旨在鼓励和援助为和平用途研发和应用核能的报告，列有供成员国电力公司业主和营运者、执行组织、学术界和政府官员等各方之用的实例。这类资料以导则、技术现状与进步报告以及基于国际专家意见的核能和平利用最佳实践的形式呈现。原子能机构《核能丛书》是原子能机构《安全标准丛书》的补充。

发展离不开能源。从减少贫困和提高生活水平到改善保健和提高工农业生产率，发展的几乎每一个方面都需要利用现代能源。目前的预测显示，到 2030 年，全球用电量将增加 65—100%，其中大部分增长将出现在发展中国家。原子能机构的许多无核电成员国表示有意引进核电，目的是满足其能源需求，而不加剧对化石燃料的依赖。

为了引进核电，需要考虑一系列广泛的基础结构问题。原子能机构在 2007 年主要面向决策者的小册子《启动核电计划的考虑因素》中阐述了这些问题。同年晚些时候，原子能机构继而出版了本出版物《国家核电基础结构发展中的里程碑》初版，其中对小册子概述的三个发展阶段进行了详细阐述，并确立了制订核电计划的连续过程，面向更广泛受众更加详尽地介绍了要处理的全部基础结构问题以及每一阶段结束时对每个问题的处理预期达到的水平。

《国家核电基础结构发展中的里程碑》不仅好评如潮，而且得到广泛利用，其框架和术语也被广泛采用。

现经修订后，本出版物纳入了自 2007 年以来的若干发展情况。第一，2009 年，原子能机构开始为引进或扩大核电的国家提供基于“里程碑框架”的综合核基础结构评审工作组访问，这些工作组总结的实际经验教训都纳入了此修订本。第二，自 2007 年以来，原子能机构就本出版物总结的 19 个基础结构问题中的许多问题出版了更具体的建议。这些出版物纳入了 2007 年以后的发展情况，本修订本的内容与这些内容更详细的出版物保持一致。第三，本修订本考虑了 2011 年福岛第一核电站事故的教训以及《国际原子能机构核安全行动计划》的执行情况。第四，本出版物原稿系在竞标过程的背景下撰写，同时假定这一做法将适用于大多数情况。但涉及诸如战略合作人、唯一供应商以及通过政府间协定直接谈判的其他方案也在采用。

本出版物旨在帮助成员国理解与核电计划相关的承诺和义务——最重要的是，即使获得广泛外国援助，实施核电计划的责任仍属当事国，且不可分包。

已有核电的国家也可以利用本出版物来辅助评定其扩大利用核电的准备工作。供应商、核能机构和电力公司可能也会发现基于本出版物的评定对其有所助益。这类评定可以建立信心，使人相信有关国家能够安全可靠地监管、建造和运行核电厂。

本新版《国家核电基础结构发展中的里程碑》中的导则以原子能机构与核电发展相关的其他导则和材料为背景提供。这些导则和背景材料包括原子能机构安全标准，原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-16 号《建立核电计划的安全基础结构》就提供了导则，用于指导建立国家核安全基础结构，将其作为新核电计划所需全面准备工作的一个关键组成部分。第 SSG-16 号意在与本新版《国家核电基础结构发展中的里程碑》结合使用。

负责本修订本的原子能机构官员是核电处的青木昌浩、费拉里·玛尔塔和安妮·斯塔尔兹。

编者按

国际原子能机构编辑人员在认为对读者有帮助的必要情况下对本出版物进行了编辑。它并不涉及对任何个人的作为或不作为无论法律还是其他方面的责任问题。

这里所提供、叙述良好实践的导则系专家意见和出版物审议过程(包括与成员国的磋商)的反映,而不构成在成员国协商一致基础上提出的建议。

虽已尽力保持本出版物中所载信息的准确性,但是国际原子能机构及其成员国对使用本出版物可能产生的后果均不承担任何责任。

使用某些国家或领土的特定名称并不意味着国际原子能机构作为出版者对这类国家或领土、其当局和机构或其边界划定的法律地位作出任何判断。

提及具体公司或产品的名称(不论表明注册与否)并不意味着国际原子能机构有意侵犯所有权,也不应被解释为国际原子能机构的认可或推介。

国际原子能机构对本出版物中提及的外部或第三方因特网网站的网址继续存在或准确与否不负有责任,而且不保证这类网站上的任何内容现在或将来仍然准确或适当。

目 录

1. 导言	1
1.1. 背景	1
1.2. 目的	2
1.3. 范围	3
1.4. 用户	3
1.5. 结构	3
1.6. 出版物的使用	4
2. 基础结构发展计划	4
2.1. 基础结构里程碑	4
2.2. 里程碑 1：准备对核电计划作出明智承诺	7
2.3. 里程碑 2：准备招标/谈判首座核电厂的合同	7
2.4. 里程碑 3：准备调试和运行首座核电厂	8
3. 基础结构问题说明	9
3.1. 国家立场	10
3.1.1. 国家立场：里程碑 1 — 准备对核电计划作出 明智承诺	10
3.1.2. 国家立场：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座 核电厂的合同	12
3.1.3. 国家立场：里程碑 3 — 准备调试和运行首座 核电厂	12
3.2. 核安全	13
3.2.1. 核安全：里程碑 1 — 准备对核电计划作出 明智承诺	14
3.2.2. 核安全：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座 核电厂的合同	15
3.2.3. 核安全：里程碑 3 — 准备调试和运行首座 核电厂	15

3.3.	管理	16
3.3.1.	管理：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	16
3.3.2.	管理：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	17
3.3.3.	管理：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	18
3.4.	供资与筹资	19
3.4.1.	供资与筹资：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	21
3.4.2.	供资与筹资：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	22
3.4.3.	供资与筹资：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	23
3.5.	法律框架	24
3.5.1.	法律框架：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	26
3.5.2.	法律框架：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	26
3.5.3.	法律框架：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	26
3.6.	保障	27
3.6.1.	保障：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	27
3.6.2.	保障：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	28
3.6.3.	保障：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	28
3.7.	监管框架	29
3.7.1.	监管框架：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	30
3.7.2.	监管框架：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	31
3.7.3.	监管框架：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	32

3.8.	辐射防护	33
3.8.1.	辐射防护：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	33
3.8.2.	辐射防护：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	34
3.8.3.	辐射防护：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	34
3.9.	电网	34
3.9.1.	电网：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	35
3.9.2.	电网：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	35
3.9.3.	电网：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	36
3.10.	人力资源发展	36
3.10.1.	人力资源发展：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	37
3.10.2.	人力资源发展：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	38
3.10.3.	人力资源发展：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	39
3.11.	利益相关方参与	40
3.11.1.	利益相关方参与：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	41
3.11.2.	利益相关方参与：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	42
3.11.3.	利益相关方参与：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	42
3.12.	厂址和辅助设施	43
3.12.1.	厂址和辅助设施：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	45
3.12.2.	厂址和辅助设施：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	45
3.12.3.	厂址和辅助设施：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	46

3.13. 环境保护	46
3.13.1. 环境保护：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	46
3.13.2. 环境保护：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	46
3.13.3. 环境保护：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	47
3.14. 应急规划	47
3.14.1. 应急规划：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	47
3.14.2. 应急规划：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	48
3.14.3. 应急规划：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	48
3.15. 核安保	49
3.15.1. 核安保：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	50
3.15.2. 核安保：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	50
3.15.3. 核安保：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	51
3.16. 核燃料循环	51
3.16.1. 核燃料循环：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	52
3.16.2. 核燃料循环：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	52
3.16.3. 核燃料循环：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	53
3.17. 放射性废物管理	53
3.17.1. 放射性废物管理：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	54
3.17.2. 放射性废物管理：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	54
3.17.3. 放射性废物管理：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	55

3.18. 工业参与	55
3.18.1. 工业参与：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	56
3.18.2. 工业参与：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	56
3.18.3. 工业参与：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	57
3.19. 采购	57
3.19.1. 采购：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺	57
3.19.2. 采购：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同	58
3.19.3. 采购：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂	58
文献目录	59
缩略语	63
参与起草和审查的人员	65
原子能机构《核能丛书》的结构	73

1. 引言

1.1. 背景

核电计划是一项重大任务，需要在时间、机构和人力资源方面认真规划、准备和投入。虽然有如此需要的不只是核电，但核电之所以不同在于与使用核材料相关的安全、安保和保障要求。

启动核电计划的决定应基于对安全、可靠、和平利用核电的承诺。这一承诺要求建立可持续的国家基础结构，从而在核电计划的整个寿期为其提供政府、法律、监管、管理、技术、人力资源、工业和利益相关方支持。在制订负责任的核电计划的过程中，必须证明遵守了国际法律文书、国际公认的核安全标准、核安保导则和保障要求。

所需基础结构不仅包括设施和设备，而且还包括人力资源和财政资源以及执行计划所依据的法律和监管框架。从本质上说，无论核电计划旨在用于发电，还是用于海水淡化或任何其他和平目的，都需要同样的基础结构。

引进核电的国家有责任建立必要基础结构。向新核电计划供应设备的国家会希望计划如期推进，以确保对其产品的安全、可靠和可持续使用。

本出版物旨在依据相关国际法律文书、原子能机构安全标准与导则出版物和文件以及拥有在运核电厂的国家的经验和良好实践，为启动核电计划国家的利益提供导则。经验表明，尽早注意到本出版物提出的 19 个基础结构问题将有助于核电计划取得成功。对其中任何问题关注不足都可能危及安全或造成代价高昂的延误，甚或导致项目失败。本出版物假定考虑引进核电的国家都拥有稳定的政治、经济和社会环境。

核电的时间跨度漫长。每座核电厂都涉及建造、运行、退役和废物处置全程 100 年左右的承诺。经验表明，一个国家从初步考虑核电方案到首座核电厂投入运行大约需要 10 至 15 年，具体时间可能会因投入计划的资源多寡而异。视国情和可得资源情况而定，可能需要更长的时间加以实施。

核材料的使用必须始终严格注意核安全、核安保和保障。这不仅是对本国公民的责任，也是对国际社会的责任。这种责任不仅体现在国家法律文书中，也反映在国际法律文书中。

在核安全方面，基本安全目标是保护人类和环境免于电离辐射的有害影响。需要建立涵盖本出版物所述全部 19 个基础结构问题的全面安全框架。原子能机构安全标准是一个由“安全基本法则”、“安全要求”和“安全导则”组成的用于确保安全的体系，反映了对高水平安全构成要素的国际共识。《安全标准丛书》出版物还包括一个供考虑引进核电的国家使用的安全基础结构发展路线图。在整个计划期间，政府、业主/营运者¹和监管机构都有责任培养安全意识和保持安全文化。

在核安保方面，基本安保目标是保护人员、财产、社会和环境免于核安保事件的有害影响。与安全一样，为了预防、侦查和响应核安保事件，需要建立和维持全面核安保制度。

在保障方面，国家必须确保不存在核武器扩散的风险，并确保所有核材料都适当地经过衡算并得到保护。这还需要发展适当的文化、制度和实践，以确保所有工作人员都认识到自己的职责和自身行动的重要性。

1.2. 目的

本出版物对引进核电所需基础结构发展中的里程碑进行界定，并提供关于实现每个里程碑所需开展的活动的导则。国家可使用本出版物来确保：

- (1) 本国已确认与引进核电相关的承诺和义务。
- (2) 本国已为建造核电厂做好了整个国家基础结构方面的充分准备。
- (3) 本国已发展了安全、可靠和费用可持续地监管和营运核电厂以及管理由此产生的放射性废物所需的一切能力。

¹ 业主和营运者可能是两个独立实体。有关管理问题的第 3.3 节将进一步讨论这一点。本出版物将在必要时区分业主和营运者，而在区别与否关系不大时使用组合术语“业主/营运者”。

1.3. 范围

本出版物涵盖核电计划所需的“硬件”基础结构（即电网、厂址等）和“软件”基础结构（即核法律、条例、培训等）。

对基础结构需求的讨论从一个国家首次考虑核电方案开始，并贯穿于决策、规划、采购、建造和调试准备的整个过程。随后各阶段——运行、退役、乏燃料和放射性废物管理——仅在调试前规划所必需的范围内涉及。列入这些阶段一方面因为决定推进核电时应考虑所有阶段，包括运行和退役，以及乏燃料和放射性废物管理，另一方面因为在确定电厂技术规格之前应进行这些阶段的规划。国家准备调试核电厂前，应该准备好管理与运行、乏燃料和放射性废物管理以及退役相关的较长期承诺。

1.4. 用户

本出版物主要面向有意引进核电国家的政府、工业和监管机构中的决策者、顾问和高级管理人员。

本出版物也可能有助于国际组织评定一个国家在发展核电所需基础结构方面的进展情况，并提供及时、有效的援助。

供应商、核能机构和营运者组织等其他组织可利用本出版物增强对一国拥有核电所需基础结构的信心，或确定潜在的援助领域。

对于有意扩大现有核电计划的国家，特别是那些距上次建造核电厂的时间已很久远的国家，本出版物也可能有所助益。

1.5. 结构

除此导言之外，本出版物还有两章。第 2 章介绍核电计划发展的三个重大基础结构里程碑。第 3 章阐述了 19 个基础结构问题，并针对每个问题介绍了达到每一里程碑需要开展的主要活动。

1.6. 出版物的使用

本出版物旨在帮助国家规划发展本国核电基础结构和评定实现该目标的进展情况的必要步骤，不是关于如何建立核电计划所需整个基础结构的全面指南，而是介绍在发展进程的重要时刻应该存在的基础结构要素。关于 19 个基础结构问题的更详尽资料和导则载于定期更新的文献目录所列的原子能机构出版物：

<http://www.iaea.org/NuclearPower/Infrastructure/Bibliography/index.html>

2. 基础结构发展计划

2.1. 基础结构里程碑

筹备核电基础结构所需的活动可分为三个阶段，每个阶段的持续时间取决于国家的承诺力度和所用的资源。“基础结构里程碑”一词用于确定成功完成相应发展阶段所需活动的时间点。因此，每个“基础结构里程碑”都对应于一系列活动的完成，而不关乎达到里程碑的速度。

支持核电计划所必需的基础结构发展的三个阶段是：

- 第一阶段：作出启动核电计划决定之前的考虑阶段；
- 第二阶段：作出政策决定后核电厂承包和建造的筹备工作阶段；
- 第三阶段：首座核电厂的实施活动阶段。

每一阶段的完成均以特定里程碑为标志，由此可评定发展工作的进展，并可决定是否进入下一个阶段。这些里程碑是：

- 里程碑 1：准备对核电计划作出明智承诺；
- 里程碑 2：准备招标/谈判首座核电厂的合同；
- 里程碑 3：准备调试和运行首座核电厂。

图 1 是各个阶段和里程碑的示意图。

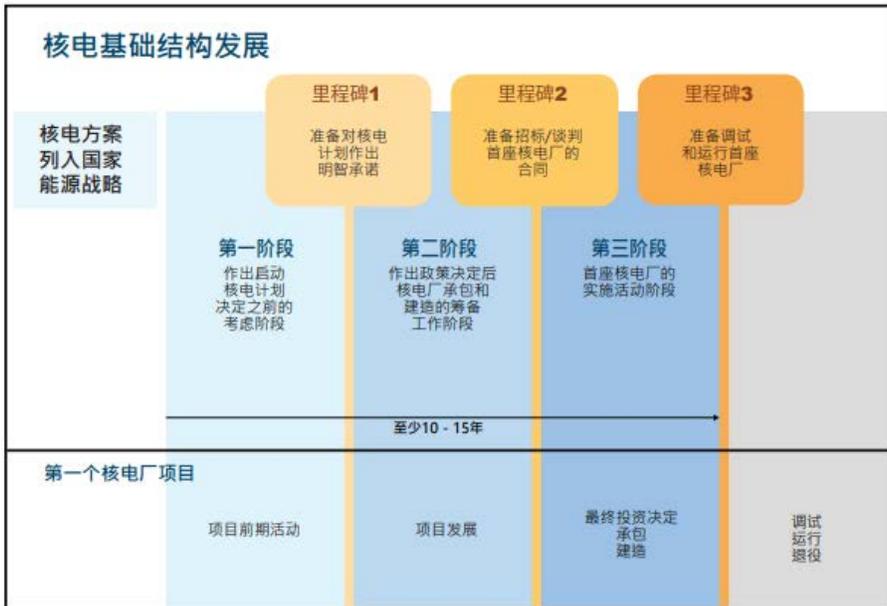


图 1. 国家核电计划基础结构发展

三个阶段和三个里程碑系指支持核电计划的国家基础结构的发展。这样的计划可包括一座或多座核电厂、诸如铀勘探和燃料制造等潜在相关项目以及辅助基础结构。随着计划发展，将开展许多具体活动来实施第一个核电厂项目，重要的是要明确予以区分。项目是发展和建造核电厂的临时任务。基础结构提供使项目活动和随后的核电厂运行能够安全、可靠和可持续地进行的流程和能力。

核基础结构的发展涉及三个关键组织，分别是：政府、核电厂业主/运营者和监管机构²。每一方都要发挥特定作用，其职责随计划推进而不断变化。业主/运营者既可以是国有或私营实体，又可以是国内或国际电力公司的一部分，也可以是另一个商业实体。监管机构的发展应确保独立性日益增强，以便第二阶段能够在监管决策中实现有效独立。监管机构不会完全独立

² 可以有不止一个监管机构。例如，可以有一个负责核安全，另一个负责核安保。因此，本出版物中关于“监管机构”的提法一般应理解为“一个或多个监管机构”。

于其他政府机构，但必须有充分的授权、员额配备和财政资源，以便能够做出独立的监管决定，而不受任何不当影响，如与不断变化的政治环境和经济条件有关的压力，或来自政府部门或其他组织的压力。

本出版物假设政府会建立一种机制（可能涉及高级别委员会和工作级别委员会）来协调这些机构和参与基础结构发展的其他组织的工作。本出版物将这一机制称为核能计划执行组织。应该注意的是，这里使用这个名称仅为了说明需要。国家可按最适合本国习惯和需要的方式组织这项活动。

表 1 显示了对每个里程碑都需要考虑的 19 个基础结构问题。该顺序并不表示相对重要性。每个问题都很重要，都需要认真考虑。不同组织需要考虑哪些问题与自身最为相关，并据此规划其工作和资源。三个关键组织（即政府、业主/运营者和监管机构）需要确保认识到所有问题。

表 1. 基础结构问题

19 个基础结构问题

国家立场	利益相关方参与
核安全	厂址和辅助设施
管理	环境保护
供资与筹资	应急规划
法律框架	核安保
保障	核燃料循环
监管框架	放射性废物管理
辐射防护	工业参与
电网	采购
人力资源发展	

2.2. 里程碑 1：准备对核电计划作出明智承诺

在第一阶段开始时，假定一个国家已确定需要更多能源，并认为核电是满足其中一些需要的一个可能选择。在第一阶段期间，这个国家将分析采用核电会涉及的所有问题，因此在第一阶段结束时，该国便能就是否引进核电作出明智决定。

在第一阶段，国家在就实施做出任何决定之前，必须全面了解所涉义务和承诺以及履行这些义务和承诺所需的一切，必须清楚认识到本国的能源需求以及核电在其长期能源和经济发展计划中的潜在作用。

一个考虑核电的国家将很可能已经具备了涵盖其现有设施和活动的核安保、辐射安全和应急准备基础结构。以现有基础结构和相关经验为基础进行建设，将大大有助于该国建立核电计划的必要基础结构。

在第一阶段，核能计划执行组织应确保总体协调，确保所有重要方面的参与，汇编做出是否继续推进核电的明智政策决定所必需的资料和研究报告，并且在第一阶段结束时提出一份综合报告，如果建议作出肯定的国家决定，则在报告中界定国家核电战略并证明其合理性。虽然综合报告必须全面论述第 3 章所述的 19 个基础结构问题，但在第一阶段期间进行的任何前期可行性研究都可以成为报告的重要内容。

2.3. 里程碑 2：准备招标/谈判首座核电厂的合同

继推进核电计划发展的政策决定之后，应开展实质性工作，促进达到必要的技术和机构能力水平。这一阶段要求政府作出重大持续承诺，并将责任明确分配给适当的政府部委。同样重要的是，应继续通过核能计划执行组织协调好并推动所有组织的工作。核能计划执行组织的主要职能包括：

- 保持势头并为整个第 3 章所述各组织（例如业主/营运者、电网营运者、监管机构、相关政府机构、立法机构和其他决策者）之间的交流与合作提供长期论坛；
- 确保明确界定而且全部利益相关方都了解各关键方（即政府、监管机构及业主/营运者）的职责；

- 确保各关键方按照项目时间表向前推进；
- 确保全部利益相关方充分理解国家决定引进核电的根本原因；
- 确保承包方案和技术规格始终符合国家核电发展战略。

在第二阶段期间，国家将开展核电厂承包、筹资和建造的 necessary 准备工作，并应发展必要基础结构（涵盖全部 19 个基础结构问题），使之达到完全准备好进行招标/业主³与供应商之间谈判商业合同的程度。应发展有效独立的监管机构，使其达到能够履行所有授权和检查职责的水平。

此时，业主/营运者要发挥关键作用，以确保自身在第二阶段结束时具备了管理核电项目、满足监管要求并在第三阶段成为知识型客户的能力。在第二阶段结束时，业主/营运者还应制订明确计划，以便在第三阶段期间发展或获得安全营运电厂的能力。

2.4. 里程碑 3：准备调试和运行首座核电厂

采取竞标方式的国家在第三阶段一开始便会进行招标，然后就核电厂的设计、建造和调试合同展开谈判。而其他国家则在第三阶段一开始便直接进行合同谈判。在第三阶段开始时，基础结构发展的大量工作已进展良好，但核电厂最大的资本支出将发生在第三阶段期间。根据业主/营运者与承包商之间的具体协议，合同可涉及不同工作阶段（例如详细设计及建造），采取不同的价格协议（例如固定价格或成本加成）。就合同达成一致之后，投资方可能要等有了最终项目费用和时间表协议及其他财务安排后方能做出最终投资决定。无论详细合同安排如何，最终投资决定都是关键一步。

初步工作将是拟订具体的厂址设计，编制初步安全分析报告，并完成要求的全部许可证审批和规划核准。在这个阶段，可最后确定项目费用和时间表。故而，随后的工作将包括适当管理安排下的所有采购和建造活动，并将涉及整个阶段的监管监督和核准。

³ 这里仅提及业主，而非业主/营运者，反映了一种可能性，即国家可能更愿意由唯一供应商或战略合伙人提供作为其建议书一部分的营运服务。在这种情况下，只有在第三阶段之初随着合同谈判结束才会确定“营运者”。

当全套基础结构到位、可以启动带核试验的核电厂调试阶段时，便实现了里程碑 3。在第三阶段期间，将开始对设备和系统进行一些检验和非核试验。

到成功完成第三阶段时，国家将已制订核电计划，以实现初始政策决定所设想的能源安全和经济发展好处。在第三阶段结束时，业主/营运者必须完全具备调试和运行核电厂的能力，并获得许可证。如果业主/营运者系新设立，或系初涉核电，这就需要对所有工作人员进行大力培养和培训，并证明业主/营运者能够在核电厂的整个寿期内管理该项目。

这时，监管机构已运作了一段时间，制订了安全条例，审查了合同技术规格，发放了电厂建造许可证，并在建造过程中进行了检查。它现在应明确被视为一个有效独立的主管监管机构，其作用是对所有设施和活动进行持续监督，并强制持续遵守所有监管要求。

借助核电厂供应商等有经验的外国组织的专门知识和支持，可以很好地确保业主/营运者和监管机构的能力。应该考虑到在核电厂整个寿期确保能力的必要性。

虽然实现里程碑 3 是一项重大成就，但应该记住，这只是对安全、可靠、和平及可持续利用核电的长期承诺的开端。

3. 基础结构问题说明

在三个阶段的每一阶段期间，本章提出的 19 个基础结构问题中的每一个都要求采取具体行动。一个阶段行动的完成代表相关里程碑的实现。这里相对较粗略地介绍这些行动。更多详细资料载于参考书目所列原子能机构出版物：

<http://www.iaea.org/NuclearPower/Infrastructure/Bibliography/index.html>

同样，这里所列 19 个基础结构问题的顺序并不意味着相对重要性。所有问题都很重要，都需要适当注意。

3.1. 国家立场

政府应就发展核电计划通过一项反映广泛政治支持的明确意向声明，并在当地、全国、地区和国际上通报这一意向。执行此类计划的根本原因和战略应基于支持国家预期经济发展目标的国家能源政策，并应确定核电将为这一政策作出的贡献。虽然核能最常用于发电，但如果有意发展核动力海水淡化或工艺热生产，也应在声明中予以提及。

政府在每一阶段的大力支持对核电计划的成功都至关重要，发展此类计划的意向应由最高级别政府宣布。制订初步计划必须要有政府的领导和供资，而在核电计划的整个寿期则需要政府的持续支持。政府还必须考虑通过诸如贷款担保或购电协议等方式，承保与计划有关的某些财务风险。应当认真考虑维持成功实施计划所需的长期政治、经济和社会稳定的手段。

3.1.1. 国家立场：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

引进核电需要在国家和国际层面作出长期承诺。对于一座核电厂的时间范围，应考虑 100 年左右，而废物处置义务则还要长得多。初步实施期限至少为 10 至 15 年。极为重要的是，甚至在考虑具体核电厂项目之前，便应充分理解这些长期计划承诺。

充分理解这些承诺的最好办法是组建核能计划执行组织。该组织第一阶段的主要目的是就当下是否继续推进核电计划发展的明智政策决定汇编所需的资料和完成所需的研究。为此，该组织应具有明确的工作范围，而且所有相关政府部委和组织均承认其作用。该组织应向一名高级部长或直接向政府首脑报告，并获得履行职能和执行任务所需的资源和工作人员。虽然它可能会大量利用咨询专门知识，但关键是应始终由核能计划执行组织进行领导。核能计划执行组织应确保所有重要方面的参与、沟通与合作，包括本国的主要电力公司、安保和辐射安全监管机构、其他相关政府机构、立法代表和其他决策者的参与、沟通与合作。在这些机构中，一些机构的关键工作人员应加入核能计划执行组织，而该组织本身则应制订政策和导则，使有关各方了解核电的好处、成本和风险，以方便其参与决策。

在第一阶段结束时，核能计划执行组织应提出一份综合报告，如果建议作出肯定的国家决定，则在报告中界定本国的核电战略并证明其合理性。尽管综合报告必须全面论述 19 个基础结构问题，但在第一阶段期间进行的任何前期可行性研究都可以成为报告的重要内容。报告应该涉及：

- 分析能源需求和能源替代方案；
- 评价核电对国民经济例如国内生产总值和就业的影响；
- 进行初步技术评定，以确定符合国家要求的各项技术；
- 考虑选址可能性和电网容量；
- 考虑筹资方案、所有权方案和营运者职责；
- 考虑与乏燃料、放射性废物和退役有关的长期费用和义务；
- 考虑监管机构和业主/营运者可能出现的人力资源需求和外部支持需求；
- 认识到严重事故的可能性并非始终为零，本国需要有能力应付这种事故的后果；
- 考虑每个基础结构问题的需要，并考虑在第二阶段满足这种需要的计划。

报告还应该涉及：

- 确保放射性物质和核设施的安全、安保与和平利用的必要性；
- 加入适当国际法律文书；
- 制订综合法律框架；
- 具备有效独立的监管机构；
- 应急规划；
- 发展项目管理能力和人力资源；
- 确保长期财政资源；
- 为退役和放射性废物管理供资；
- 坚持公开、透明、及时沟通，维护国内和国际信心。

3.1.2. 国家立场：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

第二阶段一开始便作出将继续推进核电计划发展的政策决定。政府应在第一阶段综合报告的基础上正式核准一项具体的拟议核电计划，并应决定核电厂合同安排的制订策略（例如竞标、战略合作伙伴关系、“建设-拥有-运营”或其他替代方案）。

在第二阶段期间，核能计划执行组织随后将确保经核准的计划政策和战略转化为针对 19 个基础结构问题中每个问题的坚定行动计划，并对将成为基础结构整体之永久组成部分的各组织分配相应的职责。第 3 章其余各节就每个问题提供了更多详细说明。

如前所述，重要的是履行核能计划执行组织的协调职能，并明确职责。一般认为，这一点可以通过各种组织安排来实现。

第二阶段的一个关键步骤是发展有效独立的监管机构，该机构应具备核电计划所需的全部必要专门知识、资源和对一切监管事务的责任。第 3.7.2 小节将进一步讨论这个问题。第二个关键步骤是指定业主⁴，而业主将在第三阶段开始时与核电厂供应商进行具体合同谈判。第 3.3.2 小节将进一步讨论这个问题。

3.1.3. 国家立场：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

在第三阶段结束时，国家应该为准备调试和运行核电厂建立了按照国家法律、国家条例和国际承诺监管和安全运行核电厂的基础结构，为调试和运行核电厂设立了主管监管机构和称职的业主/运营者，还应指定了在核电计划中持续负责发挥政府作用的专门机构。

⁴ 这里仅提及业主，而非业主/运营者，反映了一种可能性，即国家可能更愿意由唯一供应商或战略合伙人提供作为其建议书一部分的营运服务。在这种情况下，只有在第三阶段之初随着合同谈判结束才会确定“运营者”。

在第三阶段过程中，由业主/营运者、监管机构和目前在核电计划中负责发挥政府作用的专门机构代表组成的核能计划执行组织应确保基础结构的整体发展符合国家战略。特别需要跨组织协调的领域包括：

- 确保酌情维护和修订相关立法；
- 确保业主/营运者和监管机构得到充足供资，配备称职人员，并获得必要资源，且全权承担了自己的职责；
- 确保所有组织适当注意安全、安保和保障；
- 确保为电网发展提供资金并予以实施；
- 确保制订并演示应急响应计划；
- 确保利益相关方参与始终属于优先事项；
- 确保所筹资金足以维持安全可靠的运行，并确保有核损害赔偿机制；
- 确保人力资源发展计划足以支持持续安全运行；
- 确保实行了职责分配并为废物、长期乏燃料管理和退役实施了适当供资计划；
- 确保建立与其他核电国家交流信息和相互支持的机制。

3.2. 核安全

核安全要求政府、业主/营运者、监管机构、核技术和设备供应商及其他组织的所有方面都作出承诺，确保核电计划所有方面的安全。本出版物所述的大多数行动都有一定的安全影响。

过去的经验表明，依赖专设安全系统本身不足以确保核安全。核安全还要求具备确保警惕、培养安全文化并涵盖应急准备和响应的基础结构。

3.2.1. 核安全：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

准备好对核电计划作出明智承诺的一部分是承认安全的重要性。安全是与核电设施设计、制造、建造、调试、运行和退役有关的一切活动的一个必要组成部分。

在安全方面，核能计划执行组织在第一阶段准备的研究和报告应侧重于必须考虑到：

- 原子能机构安全标准；
- 许可证持有者对安全的主要责任⁵；
- 促进安全的有效法律和监管框架，包括独立的监管机构；
- 建立促进安全的有效领导和管理；
- 乏燃料和放射性废物的退役和长期管理；
- 事故预防和缓解工作；
- 应急准备和响应安排（见第 3.14.1 小节）；
- 选址（见第 3.12.1 小节）。

除立法和监管框架对成功核计划的重要性之外，核能计划执行组织的第一阶段报告还应强调，必须在参与核计划的所有组织内发展安全文化。安全文化要求参与计划的所有个人认识到安全是计划每个方面的内在要求，接受对安全的个人责任，并在开展所有活动时铭记这一责任。

建造核电厂意味着对参与国际核安全框架的长期承诺。国家应计划加入关于安全的国际文书（见第 3.5 节），并通过信息网络和参加地区和国际组织来分享知识和经验。及早成为《核安全公约》和《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》（“联合公约”）缔约方（见第 3.5 节）以及积极参加相关同行评审将是承诺遵守全球核安全框架的体现。

⁵ 《核安全公约》和原子能机构安全标准称对安全负主要责任的实体为许可证持有者。国家的法律和监管框架（见第 3.5 节和第 3.7 节）将界定对许可证持有者的要求。

3.2.2. 核安全：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

继作出继续推进核电计划发展的政策决定之后，对该计划作出贡献的所有组织在第二阶段都应发展安全文化。其中包括政府代表、供应商、业主/营运者和监管机构。

国家可能会制订涵盖其现有设施和活动的核安全政策和战略。政府应将这种政策和战略扩大到涵盖核电。

第二阶段应及早填补监管机构的高级职位，且应尽早填补业主/营运者的高级职位。监管机构负责人的资格应在国家法律或条例中作出规定。监管机构应列明关于如何确保业主/营运者安全及安保相关职位工作人员能力的各项要求。

监管机构和业主/营运者应详细了解原子能机构安全标准。应在第二阶段之初就确定预期的安全条例拟订策略，因为这可能影响技术选择。采用获得许可的成熟技术可创造这样一种可能性，即在制订本国条例的过程中，国家监管机构可以利用使用过该技术国家的监管机构的经验。

应拟订并根据需要由监管机构和业主/营运者实施监管机构、业主/营运者和供应商之间就许可证审批和沟通的协议（见第 3.7.2 小节）。

3.2.3. 核安全：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

一个国家的首座核电厂可由外国供应商提供，而供应商则可能会提出一套规范和标准。监管机构和业主/营运者应对这些规范和标准的可适用性及其与国家安全要求的一致性做出评定。

业主/营运者以及监管机构应继续发展组织内部的安全文化。

在第三阶段初期，业主/营运者应在供应商的适当支持下按照监管要求，准备取得必要许可证所需的全部文件，且应与监管机构保持良好沟通。文件应包括安全分析报告（内容由监管机构制订的国家许可证审批过程界定），还应包括对电厂设计的安全和安保分析。

业主/营运者还应建立机制，以在电厂的整个寿期保持对安全设计及其配置管理的了解。此外，还建议业主/营运者与核电厂供应商保持长期关系，以支持正常情况和应急情况下的安全运行。

监管机构将负责对业主/营运者的安全分析报告进行全面审查和独立核实，以核实其是否符合监管要求。第 3.7.3 小节概述了监管机构在第三阶段的其他职责。

3.3. 管理

管理作用和职责将随着国家核电计划制订过程从研究到执行再到运行的进展而变化。核电计划管理要求很高，高度称职的管理人员对所有阶段的成功都至关重要。有效的管理需要强有力的领导、管理系统、项目管理、战略和规划、组织和能力发展。

3.3.1. 管理：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

在第一阶段，核能计划执行组织编写的综合报告所讨论的问题之一便是对国家核电计划和该计划范围内的首个核电厂项目的管理要求。核能计划执行组织将需要处理所有相关问题的必要专门知识。虽然必要专门知识方面的空白可以由顾问填补，但领导责任和问责制仍应由国家机构承担。

核能计划执行组织第一阶段报告应强调致力于促进安全和安保文化的领导和管理系统的必要性。国家安保和辐射安全监管机构将派代表参加核能计划执行组织，而核能计划执行组织报告则应确定监管核电计划所需的未来管理发展。第 3.7.1 小节将进一步讨论这个问题。同样，国家的主要电力公司将派代表参加核能计划执行组织，并可帮助确定规划、采购、建造和运行核电厂所需的管理发展。

重要的是，应共享在第一阶段综合研究期间获得的有关管理问题的知识。核能计划执行组织的人员或核能计划执行组织在第一阶段聘用的人员应确保将这些知识传承给未来的监管机构和未来的业主/营运者。

3.3.2. 管理：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

在第二阶段，应指定业主/营运者，而业主/营运者应开始实施既定的首座核电厂战略，并准备谈判商业合同。本出版物采用“招标说明书”一词，它适用于采用竞标过程的国家。因此，采用政府间协定、战略合作人或唯一供应商而非竞争性程序的国家应将“招标说明书”解释为“与唯一供应商谈判的技术规格”。

在此阶段期间，业主/营运者应：

- 定义组织结构并招聘合适的工作人员；
- 建立综合管理系统；
- 与核能计划执行组织一道制订筹资战略、承包战略、燃料供应战略及乏燃料和放射性废物管理战略（见第 3.4.2 小节和第 3.16.2 小节）；
- 启动工作人员培训，创建安全和安保文化；
- 制订核安保计划（见第 3.15.2 小节）；
- 评定替代技术，以确定哪些技术最合适或最好；
- 完成厂址选择、厂址评定及环境影响评定研究（见第 3.12.2 小节和第 3.13.2 小节）；
- 实施利益相关方参与计划（见第 3.11.2 小节），特别是在候选厂址方面；
- 拟订招标说明书和评价标准；
- 建立项目管理能力和称职的采购团队，同时认识到不同承包方案（统包、分包或其他）需要不同的能力水平；
- 与监管机构建立工作关系；
- 培训工作人员，并建立将强调质量管理且能够确保充分满足所有合同要求的项目管理组织；

- 建立程序，以确保对安全和可靠运行至关重要的知识始终得到保存。

对于其中许多活动，国家战略可能已确定了高层次决策，核能计划执行组织将设法确认具体执行工作符合国家战略。核能计划执行组织还应确保所有利益相关方充分理解国家决定引进核电的根本原因。

在现有和拟议的一些业主/营运者安排中，业主和营运者都是独立实体。这些情况下的详细安排将取决于法律和监管制度、责任分配以及明显符合对许可证持有者的监管要求的必要性。

在第二阶段期间，政府应确保相关政府机构拓展其能力，以准备处理增加的需求，例如，管理环境保护、移民、进出口管制及应急准备和响应方面的需求。

监管机构应建立综合管理系统，并采取第 3.7.2 小节所述的其他相关步骤。

3.3.3. 管理：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

对于采取竞标的国家，业主/第二阶段期间指定的业主应在第三阶段开始，按照评标标准进行招标、评标和决标。下文所列后续活动既适用于采取竞标的国家，也适用于采用替代方案的国家。具体而言，业主/营运者应：

- 按照第二阶段所制订的承包战略谈判合同；
- 获得符合筹资战略和合同的筹资；
- 按照监管要求准备许可证申请；
- 启动和管理建造合同，包括核实合规性的适当审计；
- 完成建造，并申请电厂运行许可证/授权；
- 发展安全、可靠运行能力，包括征聘和培训工作人员、获得许可证和取得任何所需外部维护和支助组织要求的认证；

- 与诸如世界核电营运者联合会等核电相关国际组织和专业组织建立工作关系；
- 制订事件报告程序；
- 订立持续供应燃料的合同；
- 建立从主要供应商向业主/营运者移交责任机制；
- 维持公众对电厂运营的支持。

在第三阶段结束时，业主/营运者必须能够承担起按照考虑到国际公认规范和标准的国家法律和条例安全、可靠运行的全部责任。

第 3.7.3 小节讨论了监管机构在第三阶段应采取的步骤。

政府在第三阶段负有多项职责，例如处理财政和税务问题，提供环境监督，管理贸易和移民。这些职责将分配给适当的政府部委。

重要的是，核能计划执行组织应继续：

- 保持势头并为各重要组织之间的交流与合作提供长期论坛；
- 确保各关键方（即政府、监管机构及业主/营运者）的职责得到明确界定并为所有利益相关方所了解；
- 确保各关键方按照项目时间表向前推进；
- 确保全部利益相关方充分理解国家决定引进核电的根本原因；
- 确保在整个第三阶段作出的决定始终符合国家的经济发展战略和各重要方面的共同利益。

3.4. 供资与筹资

核电计划整体特别是核电厂的供资与筹资需求巨大。在本出版物中，“供资”指政府负责的项目（例如确保用于监管的资源）。“筹资”指业主/营运

者（无论是政府所有，还是私营电力公司）负责的项目，其费用将通过售电收回（例如建造、燃料和设备更换费用）。⁶

基础结构发展的初始资金可能来自政府。第 3.4.1 小节列出了需要政府供资的具体项目，如发展人力资源以及建立法律框架、监管机构和保障安排。在树立金融界对投资电厂的信心方面，政府所表现出来的为本节所述全部领域供资的持续承诺至关重要。

首座核电厂筹资可以采取多种方式，典型的项目筹资结构将包括来自多个来源的债务和股权筹资。一个潜在的来源是电厂所在国的政府本身。但是，这种筹资的可行性和规模将取决于该国的整体经济状况。对一些国家而言，这种筹资的潜力可能受到严重限制。

出口筹资通常是核电厂债务筹资的重要来源。尽管出口筹资可能相当可观，但仍然只能支付总投资的一部分。

还可能需要进行当地或外国商业债务筹资，这可通过特定政府担保来鼓励。这种担保可以是直接担保（例如向贷款机构担保其贷款会得到偿还），也可以是间接担保（例如购电协议或电力市场监管，以保证足够的售电收入）。如果政府的直接或间接担保是为了有利于项目，那么感知信誉会非常重要。国家的经济政策、债务管理和法律风险分担机制对其信誉都很重要。

国家可设法通过让当地或外国股权合伙人直接投资于项目，来换取分享业主/运营者利润或商定价格的电力供应，从而设法减小其必须提供的筹资规模。外国股权合伙人亦可向共有业主/运营者提供专门知识（例如设计、制造、建造或运行方面的知识）；这样的合伙人通常称之为战略合伙人。国家寻求外国公司或财团来建设、拥有、运营核电厂的安排是一种特殊类型的合伙关系安排。

⁶ 供资与筹资有时相互交织。例如，如果监管机构要部分通过业主/运营者所支付的费用来供资，那么，业主/运营者将需要通过售电为这些费用进行筹资。同样，放射性废物长期贮存和处置费用或退役费用可以通过建立基金来支付，基金将由售电收入的一小部分来筹资，而不是由政府的一般收入供资。

在任何合伙关系中，国家都仍将负有重要的供资职责（例如为监管机构和应急准备供资），并且可能需要通过诸如购电协议或贷款担保来承担一些财务风险。战略合伙关系安排将更有可能涉及与选定的供应商直接谈判，而不是竞争性招标，并且可能需要在合伙人各自政府之间达成协议。

3.4.1. 供资与筹资：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

核能计划执行组织在第一阶段开展的综合研究应审查所有相关供资要求和筹资方案。

在供资方面，研究应就如何为以下活动供资提出建议：

- 建立法律框架；
- 安全、安保和保障监管机构；
- 政府的利益相关方参与计划；
- 政府负责的选址和环境保护活动（见第 3.12 节和第 3.13 节）；
- 应急准备和响应；
- 教育、培训和研究；
- 任何必要的电网改进（若此等改进由政府负责）；
- 促进本地化的任何拟议激励和政府直接支助；
- 放射性废物（包括乏燃料）贮存和处置；
- 退役。

在筹资方面，核能计划执行组织的建议应确定潜在方案，以及财务和风险管理战略，而这些应共同 (a) 树立贷款机构和投资方支持核电厂项目的充足信心，并 (b) 确保业主/营运者履行其所有职责的长期可行性。该建议即使不将政府列作项目的直接发起方，也应说明政府在降低财务风险方面的作用。

3.4.2. 供资与筹资：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

在第二阶段期间，第 3.4.1 小节所列项目的较长期供资计划应由政府和被赋予了对清单所列项目的责任的任何机构制订，并由核能计划执行组织进行适当协调。教育、培训、研究、监管、乏燃料、应急准备和响应、废物和退役的供资计划可能涉及业主/营运者的重要贡献，因此在第二阶段期间业主/营运者应直接参与拟订这些供资计划。

在筹资方面，为首座核电厂筹资的工作极其复杂，将需要大量的专门知识。在第二阶段期间，应随相关财务风险管理战略一起制订核电厂项目的筹资计划。这方面的主要责任可能应由业主/营运者承担，但政府也可发挥关键作用。这可能是一个反复磋商的过程，因为各方（业主/营运者、政府和潜在投资方）都要力求制订可行的筹资战略。

控制筹资费用将需要注意许多问题。筹资来源追求贷款或投资的回报以及对合理时期内收回资本的信心。公开筹资和私人筹资都是如此，但公开筹资的风险容忍度可能高于私人筹资。然而，两种方案的共同之处在于风险控制。

核电具有一些独特而重大的财务风险。存在着发生核事故或核安保事件从而造成重大损害责任以及设施损失或永久关闭的风险。还存在着因建造拖延、监管拖延、运营困难和公共干预导致拖延而造成费用和不确定性显著增加的风险。在收回投资成本所需的较长时期内，电价若未在购电协议中或通过市场监管加以保证就有可能发生变动，从而可能导致原始投资的低收益或负收益。

成功的财政计划应考虑国家对这些风险的敏感性，将每一项风险的管理分配给最适当的组织，考虑如何将这些风险最小化，并在出现拖延时决定如何为任何费用超支进行筹资。对金融机构重要的因素包括国家的政治和经济稳定性、利益相关方参与程度、长期经济发展前景、外国投资保护、有利于核电的立法的颁布、称职的营运者和监管机构的存在以及管理大型基建项目的的能力。对政府而言，在使国家金融环境对潜在贷款机构和投资方具有吸引力方面，特别重要的考虑因素包括：

- 支持核电的有力政策；
- 建立信誉；
- 促进获得充分公众支持的良好利益相关方参与；
- 完备的法律和监管框架，以支持安全、可靠及和平利用核电，并为所选财政方案提供必要的财政担保；
- 有持续供资保障的有效独立的主管监管机构；
- 有持续供资保障的有效核安保和保障计划；
- 致力于发展本国专门知识和人力资源，以支持长期承诺；
- 全额支付退役费用以及乏燃料和放射性废物长期管理和处置费用的既定计划；
- 建立足以确保资本投资收益的电价结构。

3.4.3. 供资与筹资：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

在供资方面，重要的是执行各种机制，为退役、长期乏燃料和放射性废物管理（包括处置）提供资金。必须确保监管机构和政府在利益相关方参与、保障、环境保护、人力资源发展、电网改进和本地化激励方面的职责得到可靠的供资。同样重要的是，在核燃料运送到反应堆之前，营运者要为核事故投保。

在筹资方面，本阶段最重要的是根据合同及筹资谈判情况就筹资安排达成协议。同样重要的是，要有高度的信心，相信电价将足以确保资本投资收益和电厂的安全运行。如果竞标过程包括筹资支持，对拟议筹资安排的评价将是第三阶段初业主⁷ 评标一个关键方面。

⁷ 这里仅提及业主，而非业主/营运者，反映了一种可能性，即国家可能更愿意由唯一供应商或战略合伙人提供作为其建议书一部分的营运服务。在这种情况下，只有在第三阶段之初随着合同谈判结束才会确定“营运者”。

3.5. 法律框架

核电法律框架应规定成功核电计划所需全部组织的职责。

国家立法应全面涵盖核法律的所有方面（即核安全、核安保、保障和核损害的民事责任），应该执行本国已加入或打算加入的国际法律文书。资料框 1 列出了在原子能机构主持下通过的与制订核电计划有关的国际文书。

经验证明，从制度上把核电的促进方面与监管方面分开最有利于安全和可信性。因此，立法应将核监管机构的职能与促进或使用核电的任何其他机构或组织的职能分开。

如第 2.2 节所述，任何考虑核电的国家都很可能已具备涵盖本国现有设施和活动（包括放射性废物管理和运输）的辐射安全基础结构。在监督制订核电计划的法律框架时，政府应利用在发展和实施现有基础结构方面获得的经验和知识。

核法律是一个专业领域。专家的专业意见对于正确制订适当立法至关重要。立法应符合本国的法律惯例、制度、经济情况、技术发展水平和文化价值观。

资料框 1：原子能机构主持下通过的相关国际法律文书

《及早通报核事故公约》(INFCIRC/335 号文件)

《核事故或辐射紧急情况援助公约》(INFCIRC/336 号文件)

《核安全公约》(INFCIRC/449 号文件)

《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》
(INFCIRC/546 号文件)

《核材料实物保护公约》(INFCIRC/274 号文件) 及其修订案
(GOV/INF/2005/10-GC(49)/INF/6 号文件)

《关于核损害民事责任的维也纳公约》(INFCIRC/500 号文件)

《修正〈关于核损害民事责任的维也纳公约〉的议定书》
(INFCIRC/566 号文件)

《核损害补充赔偿公约》(INFCIRC/567 号文件)

《关于适用“维也纳公约”和“巴黎公约”的联合议定书》
(INFCIRC/402 号文件)^a

全面保障协定 — 基于《根据〈不扩散核武器条约〉的要求国际原子能机构与各国之间的协定的结构和内容》(INFCIRC/153 号文件 (更正本))

附加议定书 — 遵循《各国和国际原子能机构关于实施保障的协定的附加议定书范本》(INFCIRC/540 号文件 (更正本)) 中的条款

《经修订的关于国际原子能机构提供技术援助的补充协定》

^a 《核能领域第三方责任公约》(巴黎公约) 是经济合作与发展组织主持下的另一份相关法律文书。

3.5.1. 法律框架：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

核能计划执行组织应形成对法律框架各项要求的基本认识，并就此与适当政府机构进行讨论。负责辐射源控制的监管机构的知识和经验将是宝贵的，并且应考虑辐射安全、安保和应急响应方面的现有法律框架。将需要了解相关国际法律文书及其对国家立法的影响。

核能计划执行组织第一阶段综合报告应包括需要制定法律，以建立一个配备充足人力和财政资源的独立核监管机构以及一套授权、检查和执行系统。该法律应清楚界定参与核电计划的所有部门的职责，并涵盖核法律所有领域，例如辐射防护、核设施和放射性物质的安全和安保（包括实物保护）、应急准备和响应、采矿和选冶、运输、放射性废物和乏燃料管理、退役、核责任和保险、保障、进出口管制。

报告还应确定可能影响核计划的所有其他法律，包括需要颁布或修正的法律。这可能包括，例如环境保护、应急准备和响应、职业健康和安全、外国投资、财政担保方面的法律或其他财政法律。

3.5.2. 法律框架：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

在第二阶段期间，如第 3.5.1 小节所述，国家应颁布涵盖核安全、核安保、保障和核损害民事责任所有方面的综合性国家法律，还应制定可能影响核电计划的所有法律。这种法律应在首座核电厂招标之前生效，否则会大大增加随后出现代价高昂的延误风险。由于核法律复杂而专业，国家应确保留出足够的时间和投入充足的资源，以如期完成。

在第二阶段期间，国家还应采取必要步骤遵守资料框 1 内的国际法律文书。

3.5.3. 法律框架：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

第三阶段开始时，综合性核法律和可能影响核电计划的所有其他法律连同确保遵守的机制都应生效。在第三阶段期间，应完成执行相关国际法律文书的所有行动。在核电计划的有效期内，应维持、审查并在必要时修正该法律框架。

3.6. 保障

目前有一些国际条约和协定，如《不扩散核武器条约》（不扩散条约），其中载列了各方接受保障的承诺。就“不扩散条约”而言，各方接受的保障均载于与原子能机构缔结的用于核实国家义务履行情况的协定中。其目的是防止核材料从和平用途转用。

考虑核电计划的国家应该对其国际防扩散义务和与原子能机构的保障协定作出明确承诺，应该明确认识到，随着核电的引进，履行保障义务所需的能力将发生巨大的飞跃。飞跃的步伐将部分取决于本国的技术和燃料循环选择（如反应堆数量计划、燃料循环前端和后端方案，以及不停堆换料还是停堆换料）。

3.6.1. 保障：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

作为“不扩散条约”缔约方的无核武器国家必须拥有与原子能机构缔结的、符合 INFCIRC/153 号文件（更正本）的生效“全面保障协定”和相关“辅助安排”。许多拥有“全面保障协定”的国家还根据 INFCIRC/540 号文件（更正本）缔结了规定执行原子能机构加强型保障体系的“附加议定书”。国家应认识到“附加议定书”的义务，如果打算批准而尚未批准，则应在第一阶段结束时制订计划，以便及时批准。“全面保障协定”和“附加议定书”载有国家和原子能机构为准备有效执行保障而承诺的特定权利和义务。

许多无任何核设施的国家缔结了“小数量议定书”，其作用是暂停执行“全面保障协定”的许多详细规定。但是，如果有关国家目前有生效的“小数量议定书”，则应在第一阶段结束时制订及时废除该议定书的计划。

为了实行必要的国家控制，并促进与原子能机构合作执行“全面保障协定”和“附加议定书”的各项规定，国家应建立和维持有效的国家核材料核算和控制系统（国家核材料衡控系统）。这是“全面保障协定”规定的一项义务，与国家核材料数量或核应用范围无关。建立国家核材料衡控系统包括按照本国核法律指定负责任的监管机构。如果让安全和（或）安保监管机构同时负责国家核材料衡控系统，则可能形成协同效应。

核能计划执行组织在第一阶段结束时提出的综合报告应涵盖相关国家随着引进核电为确保以下方面而需要作出的额外努力：

- 国家、设施营运者和原子能机构之间在保障执行方面的必要合作；
- 国家申报所需的完整性和正确性，以确保原子能机构进行有效的独立核查；
- 可能参与计划的各实体为履行对指定监管机构的报告义务所做的必要准备工作。

3.6.2. 保障：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

在核计划发展的初步阶段，国家核材料衡控系统及其监管监督可能仅涉及一两个人，其主要目的将是向原子能机构提供资料以及实施适用的保障协定所要求的活动，例如向原子能机构及早提供初步设计资料。国家应考虑在招标说明书中列入保障设计特征要求，以促进有效的保障执行。

随着核计划发展，国家核材料衡控系统的组织责任和职责应根据本国最有效履行保障义务的需要加以调整。此外，应审查国家政府已加入或打算加入的所有国际和地区文书条款，以确保其国家立法符合这些文书规定的义务。国家可能需要拟订新的法律、规则、条例和程序。例如，核电计划的发展可能需要调整国家进出口管制。在第二阶段期间应完成有效执行和强制执行这类法律的计划。

一个国家如果计划发展浓缩、燃料制造或后处理能力，则应向原子能机构提供有关其计划的早期资料。该国如果已加入要求及早通知计划的公约或协定，则应遵守这些要求。

3.6.3. 保障：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

在“不扩散条约”无核武器缔约国，保障措施适用于国家管辖下的所有核材料和设施以及大多数核相关活动。在第三阶段期间，原子能机构将与设施人员和监管机构密切合作，核实提供给原子能机构的设计资料，安装原子能机构的封隔和监视设备，以及为履行本国与原子能机构之间的所有协议

制订明确沟通机制。设施保障基础结构的所有组成部分都应到位，并在燃料抵达首座核电厂之前确保长期到位。这包括训练有素和装备齐全的工作人员、核材料衡算和控制程序、可由原子能机构核查的衡算系统以及对监管机构的既定报告机制。

3.7. 监管框架

对国家核电计划的长期成功以及公众和国际社会的信心而言，政府大力支持下有效独立、资源充足的主管核监管机构至关重要。核能计划执行组织应高度优先考虑发展此类机构，要么作为一个新的监管机构，要么作为现有监管机构的延伸。称职人力资源的发展对监管机构如同其对业主/运营者一样重要。监管机构的技术能力应足以评价监管遵守情况以及涉及核电计划所有方面的核和辐射安全、安保和保障问题。

核电监管框架的结构因国而异，而且可能反映国家监管辐射源和辐射设施的现有监管框架。一些国家可能会有不同的监管机构负责核安保和核安全。因此，如前所述，关于“监管机构”的提法一般应理解为“一个或多个监管机构”。

如第 3.5 节所指出，经验证明，从制度上把核电的促进方面与监管方面分开最有利于安全和可信性。但是，对于发展核电计划的基础结构而言，分开并不意味着监管机构不应参与核能计划执行组织推动的交流、参与和合作。在第一阶段，任何现有监管机构都应派代表参加核能计划执行组织；在随后各阶段，核电计划的监管机构应继续作为核能计划执行组织的一部分，同时保持其充分的独立性。

引进核电的国家可考虑在已有的辐射安全和核安保基础结构的基础上进行发展，同时认识到监管核电远比监管辐射源复杂得多。扩大现有监管机构以覆盖核电的做法可以更有效地利用资源，特别是人力资源，因为这些资源在许多国家可能都有限。

全面支持核电计划的条例体系非常广泛。如果一个国家只考虑单座反应堆的设计，有益的做法可能是大体上以拥有该设计经验的国家的条例为基础制订本国的条例。这种方案的优点是，购买国的监管机构或许能够更快

地完成其条例制订，而供应商则已经熟悉这些条例。如果一个国家选择采用另一个国家的条例，则该国必须充分了解这些条例并有能力予以执行，同时还应调整这些条例，以反映本国的特定要求，并确保充分纳入原子能机构安全标准。

3.7.1. 监管框架：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

核能计划执行组织在第一阶段结束时提出的建议应包括在第二阶段制订监管框架的计划，所制订的监管框架应与拟议的核电计划匹配，并考虑到现有的辐射安全和核安保监管框架。监管框架的基本要素包括：

- 指定有效独立的主管监管机构，给与其明确的授权、充足的人力资源和财政资源以及政府的大力支持；
- 有利于制订条例、审查和评定、授权、检查、执行和公众宣传的核心安全、安保和保障监管职能分配；
- 根据需要获得技术支助的授权和资源；
- 明确界定监管机构与其他组织的关系；
- 明确界定的许可证持有者责任；
- 履行国际义务（包括原子能机构保障）的授权；
- 参与国际合作的授权；
- 保护专有、机密和敏感信息的条款；
- 利益相关方参与和与公众交流的条款。

在拟订建议时，核能计划执行组织应确保所有重要方面（包括本国的主要电力公司、安保和辐射安全监管机构、其他相关政府机构、公共利益相关方、立法代表和其他决策者）之间的沟通与合作。由于第二阶段初需要建立监管机构，因此在第一阶段应确定预期的高级管理人员。

3.7.2. 监管框架：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

在第二阶段初期，国家应建立许可证审批制度以及具有充分能力评估许可证申请并作出安全、保障和安保决定的有效独立的监管机构。法律框架（见第 3.5 节）将界定监管机构授权范围。

在第二阶段初期，监管机构将需要规定选址要求，并且应在拟订首座核电厂招标说明书前确定核电厂设计的核准标准，并建立许可证审批过程。

监管机构应与所有利益相关方一道建立公开、透明且显示监管机构的独立性的沟通机制。许可证审批过程制定后应予以公布，以便所有利益相关方都清楚了解。监管机构和业主/营运者应制订并根据需要执行一项监管机构、业主/营运者和供应商之间的许可证审批以及安全、安保和保障问题沟通协议，其中应包括资料传送、信函、行动协议和各种级别正式会议的安排。

第二阶段期间的监管优先事项如下：

- 总体组织、员额配备和培训；
- 监管机构内部的管理系统以及创建安全和安保文化的培训；
- 与其他监管机构确立技术支助安排并建立国际关系，以便除其他外，拓展可向监管机构提供的技术支助；
- 核材料和其他放射性物质的进出口、转运、运输、贮存和装卸；
- 使用、贮存和运输中的核材料和其他放射性物质的安全；
- 核安保，包括核材料和核设施的实物保护；
- 保障；
- 辐射防护；
- 核电厂许可证审批所需的选址、设计和建造条例、规范和标准；

- 应急准备要求和应急响应职责（厂址、厂外和全国）⁸；
- 正式许可证审批过程；
- 受监管活动的监督过程，包括检查和执行。

该框架最终将需要涵盖计划的所有阶段，包括运行、退役以及乏燃料和放射性废物管理，但在现阶段，有些方面可能被纳入未来的工作计划。

应配备充足的称职工作人员和充分的财政资源，以便：

- 许可或核准厂址；
- 按照国家法律和监管框架要求，审查、评定和许可核电厂设计和（或）项目活动；
- 检查和监督核设施的建造，并强制遵守条例；
- 确保充分沟通和利益相关方参与。

监管机构应制订根据需要增加工作人员以便在许可证审批、建造、调试和运行期间履行其职能的各项计划。

3.7.3. 监管框架：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

在第三阶段，独立监管机构应继续推进工作人员发展，对拟建核电厂进行安全和安保审查，开展许可证审批和检查活动，并制订业务监督计划。

一旦选定核电厂供应商，监管机构应考虑同监管过类似电厂的国家的监管机构合作，无论类似电厂系由同一供应商提供，还是由其他供应商提供。

第三阶段开始时，有关核设施建造的全部条例、规范和标准都应到位，员额配备应足以高效地进行核电厂许可证审批和监管监督。

⁸ 厂外应急安排不一定是监管机构的责任。厂外应急准备和响应职责应在立法中加以规定，政府应制订业主/运营者与其他响应组织之间的协调程序。响应组织是由国家指定或认可的负责管理或实施应急响应任何方面的组织，除灾害管理机构、民防部门、医疗应急服务部门和消防队等其他响应组织外，还包括运营者。

在燃料进场之前，员额配备应足以履行监管机构的应急响应职责。

运营者培训和认证的监管要求应已制定，监管机构应确认许可证持有者已证明自身合规。

监管机构维持称职工作人员、发展未来工作人员的计划应已落实到位。与适当利益相关方的公开沟通（包括与政府、业主/运营者、公众和国际组织的沟通）渠道应已充分建立起来。

在调试之前，监管机构应签发适当的许可证或批文。第三阶段结束时，监管机构应制订了全面的检查和执行计划，并应配备了称职工作人员，通过按照这些计划开展检查和执行条例，对电厂的运行和维护进行监管监督。

3.8. 辐射防护

本节涵盖在规划运行期间在厂内对工作人员及公众提供的防护。第 3.13 节讨论了对规划运行的厂外释放的辐射防护，第 3.14 节讨论了对事故性释放的辐射防护。

如前所述，由于电离辐射在医疗、工业和研究方面的应用，一个考虑核电的国家可能已经具备了国家辐射安全基础结构。虽然对核电计划的辐射防护方面需要作更多的考虑，但最好的解决办法可能是以现有基础结构为基础，然后适当地予以扩大，以满足核电计划的特殊需要。

原子能机构安全标准为建立必要的辐射防护要求和实践提供了导则。原子能机构安全标准考虑了国际放射防护委员会的各项准则，并纳入了在联合国原子辐射效应科学委员会介绍过的关于辐射照射后果的最新知识。

3.8.1. 辐射防护：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

核能计划执行组织应进一步了解核电厂运行所带来的额外危害，这种危害远超电离辐射的医疗、工业和研究应用所造成的危害。第一阶段结束时，核能计划执行组织在报告中应确定需要如何加强现有计划，以处理核电厂的运行、运输、贮存和放射性废物管理。

3.8.2. 辐射防护：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

虽然与核电厂运行有关的辐射危险在一段时间内不会出现，但仍需在第二阶段拟订计划，并采取初步行动，在任何放射性物质入场前制订控制和监测厂内个人照射的计划。其中包括：

- 监管机构制订特定条例；
- 业主/营运者规划监测和保护工作人员及公众；
- 建立让所有利益相关方参与并与之透明沟通的机制；
- 在电厂设计要求中体现辐射防护计划；
- 规划相关工作人员征聘和培训以及设备和服务采购。

3.8.3. 辐射防护：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

在放射性物质首次入场之前，必须让所有辐射监测和防护计划得到实施。因此，到初次交付燃料之前，业主/营运者应：

- 在厂内将辐射监测设备安装到位；
- 已制定好对所有工作人员的辐射剂量要求；
- 已经制定好最大限度减少电厂运行和维护期间的辐射照射的各项计划。

监管机构应已审查过业主/营运者的辐射防护计划，并对其是否符合监管要求（包括在严重事故中保护工作人员和应急响应人员的程序和设备要求）进行了核实。

3.9. 电网

核电厂以基荷生产状态运行最为高效和安全。为了能够实现这一点，电网容量应该足够大。此外，如果电网容量 10%以上突然脱网，系统频率便很难控制，就像这么容量的机组紧急停堆时可能发生的那样。因此，如果一座新的核反应堆并网时占电网总容量的 10%以上，就需要进行详细研究，以确定紧急停堆后能否可靠地控制系统频率。由于为安全系统提供的厂外

电源需要高度可靠，因此电网除规模之外，可靠性也很重要。所以，考虑引进核电的早期步骤是评定电网当前及规划的规模及可靠性。为此，电网运营者应派代表参加核能计划执行组织。

3.9.1. 电网：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

核能计划执行组织第一阶段研究应处理与电网有关的如下几方面问题：

- 就可用核电厂技术而言的现有电网容量，包括其可靠接收核电厂基荷输出的能力，承受该电厂输出损失的能力，以及停堆期间和紧急情况下可靠供应厂外电源的能力；
- 电网容量的预期未来增长；
- 电网的历史可靠性；
- 当地或地区互联互通改进电网特性的潜力。

3.9.2. 电网：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

在第二阶段，电网运营者应确定核电厂并网要求。电网运营者应与业主/运营者合作开展详尽研究，以确定适应新电厂预期规模、技术和厂址所需的任何扩建、升级或改进。

电网运营者应再次与业主/运营者合作，在第二阶段结束时应做到：

- 制定好为与新核电厂兼容而加强或扩大电网的计划；
- 制定好增加或加强地区互联互通以达到可接受的电网可靠性的计划；
- 制定好为核电厂提供冗余、可靠的厂外电源的计划；
- 供资和（或）筹资到位，以确保这些计划按照适应新核电厂的时间表执行。

3.9.3. 电网：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

第 3.9.2 小节采用的计划的执行应为成功调试和运行核电厂创造必要的条件。在第三阶段期间，电网营运者应与业主/营运者一起：

- 拟订安排，确保电网运行与电厂运行的协调；
- 核实电网及互联互通所有升级和增强的完成情况；
- 继续分析和改进电网可靠性；
- 安装并测试核电厂的冗余厂外电源。

业主/营运者和监管机构应确保制订应急计划，以便在电网能力严重受损的情况下及时恢复厂外电源。

3.10. 人力资源发展

引进核电所必需的知识和技能包括其他大型发电厂所需的许多知识和技能。其中涵盖管理和行政技能以及分布于大多数科学和工程学科的技术技能。在核动力方面也有特殊需求，例如反应堆、核和原子物理学以及核材料科学方面的专门知识。监管机构、业主/营运者、技术支持组织和其他相关组织的情况均如此。

除基础科学和技术教育之外，工作人员通常还需要安全、安保和辐射防护方面的专门培训。核电计划要求所有个人都认识到安全、安保和保障是计划每个方面的内在要求，接受对这些问题个人责任，并在开展所有活动时铭记这一责任。

人力资源需求将取决于核电计划的范围，例如设想的设施和技术数量和种类。如何在初期和长期满足这些需求，将取决于国家选择在吸收外国专门知识和构建本国专门知识之间维持的平衡，及其计划随着时间推移而调整这种平衡的速度。建立国家能力将需要大量的教育和培训，要求本国人员获得实践经验。这可以通过各种方式来实现，例如聘用经验丰富的外国工作人员与本国人员共事，以及派遣本国人员到外国组织工作。

某些角色则需要有数年专门培训和在选择部署的特定技术的设计和运行方面的经验。专门教育和培训可从核系统的供应商那里获得。为了确保可持续的职工队伍，国家必须拓展本国的教育和培训能力，并制订留住熟练人力资源的战略。

3.10.1. 人力资源发展：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

第一阶段开始时，核能计划执行组织的第一个人力资源问题将是其自身的员额配备。如第 3.1.1 小节所指出，重要的是为核能计划执行组织配备必要资源、工作人员和所需的任何培训。虽然很可能会利用顾问，但关键是始终由核能计划执行组织进行领导。

在第一阶段期间，核能计划执行组织应确定核电计划所需的知识和技能。第一阶段结束时的综合报告应审查人力资源发展方案，并提出本国人力资源发展计划的主要特点概要建议。国家即便最初会广泛利用来自其他国家的知识和技能，也应该考虑如何发展本国的长期知识和技能。

核能计划执行组织考虑的重要领域包括：

- 确定所需的全部科学、技术、管理和行政学科，并评定其在国内的可得性；
- 评定国内外对所需人员提供教育和培训的能力；
- 确定在诸如核安全、核安保、保障、辐射防护、管理系统及应急准备和响应等方面需要的专门征聘和培训；
- 评定国内外专门教育和培训的可得性；
- 评定可能需要发展的国内研究能力；
- 勾画职工队伍计划，以便为执行核电计划开发或引进业主/运营者、监管机构和其他相关组织所需的人力资源；
- 使关于人力资源发展的建议与关于国家工业参与政策的建议保持一致（见第 3.18 节）。

3.10.2. 人力资源发展：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

业主/运营者应在第二阶段期间培养充足的知识型工作人员，为合同谈判做好准备。虽然运行和维护工作人员在第二阶段不会到位，但需要对运行和维护要求有所了解。

在第二阶段期间，监管机构将需要发展其能力，因为到第二阶段结束时，监管机构的大部分人力资源将需要到位并有能力履行其许可证审批职能。鉴于对许可证审批和检查经验的高度重视，监管机构应调查其工作人员通过与外国监管机构的合作安排获取经验的机会。就本国最有可能获得的反应堆技术而言，与在其监管方面经验丰富的机构的安排将特别珍贵。

在第二阶段，核能计划执行组织应制订一项关于国家参与制造、建造、运行和支持核电厂的政策，并拟订将该政策付诸生效的计划。这样的政策和计划将影响到人力资源发展计划。

所有组织都应该确定自身在第三阶段和以后需要的知识和技能，并制订发展这些知识和技能的职工队伍计划。这些计划应确定未来的组织结构以及工作人员需求，并包括根据能力差距分析制订的征聘和培训计划。

核能计划执行组织应协调不同组织包括业主/运营者、监管机构、研究和技术支持组织的计划，以尽可能优化国家努力。经协调的计划应涵盖教育、培训和经验需求，并应考虑双边和国际培训活动。对所有组织而言，预期的高级工作人员应在第二阶段期间尽快到位或确定。对监管机构而言，这需要在第二阶段初期解决。

根据国家的采购战略，第二阶段的人力资源需求可能包括：

- 工程、运营、法律、承包和采购方面的专门知识，以便为合同谈判做准备；
- 管理和审查厂址评定所需的技术和科学专门知识；

- 制订和实施核安全、厂址核准、电厂许可证审批、辐射防护、保障、核安保（包括实物保护系统）、应急准备和响应、乏燃料和放射性废物管理以及退役等方面的条例、规范和标准的技术和监管专门知识；
- 作为上述三点一部分的设计安全评定专门知识；
- 利益相关方参与方面的专门知识；
- 燃料循环采购和管理的商务和技术专门知识；
- 制订和执行培训计划的系统培训方案专门知识。

3.10.3. 人力资源发展：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

虽然早期阶段需要对人力资源发展进行重大规划，但业主/营运者组织的工作人员发展的主要任务在第三阶段进行。这一阶段开始时，其主要重点将放在项目管理上，到第三阶段结束时，所有必要人力资源都应到位，并有能力调试和运行首座核电厂。此外，教育和培训计划也应在顺利进行，以便培养合格人员不断进入计划的所有领域，而政府应该继续推动教育和工业发展，以便国家参与核计划。

业主/营运者应获得或有权使用培训控制室操作员的电厂专用全尺寸模拟机，其初次培训应在装料前完成。对其余工作人员的初次培训应在第三阶段结束前完成。（培训将在电厂的整个寿期持续进行，从这个意义上说，永不终结。）如有可能，业主/营运者应与供应商或其他业主/营运者安排在现有类似电厂培训运行团队。参与核电计划的所有组织都应有系统地分类、传播和保留知识，包括通过国际合作和承包商业服务获得的培训材料。启动运行可能需要计划传授知识的现有核电国家提供大力支持。为了确保能力和责任的顺利转移，必须明确制订知识传授计划，并为此提供资源。

具体人力资源需求包括：

- 撰写许可证申请（包括要求的安全分析报告）所需的技术及科学专门知识；

- 建造项目管理方面的技术和管理专门知识以及控制和监督电厂建造和调试所需的管理系统；
- 制订和实施营运者许可证审批条例、规范和标准的技术和监管专门知识；
- 涵盖授权、检查和执行所有方面齐全的监管机构称职员额配备；
- 核电厂运行、维护和技术支持方面齐全的称职员额配备；
- 维持本国核电计划所有方面能力的职工队伍继承和人员发展规划；
- 增加的核科学技术教育机会。

3.11. 利益相关方参与

核电计划的所有阶段都必需有政府持续的大力支持。利益相关方支持会促进政府支持，而利益相关方的有效参与又会促进利益相关方支持。利益相关方的有效参与可尽早解决各种关切，并解释核电计划的根本原因、规划和进展。

利益相关方包括公众、立法机构、政府机构和决策者，以及随着核电计划推进，还包括业主/运营者、监管机构、潜在供应商、工作人员、潜在厂址附近的社区、邻国及非政府组织。

利益相关方参与最好通过政府、业主/运营者和所有利益相关方之间的公开对话来实现。最具影响力的利益相关方和社会舆论主导者将因国家而异，可能包括国家和地方政府官员、工商首领、媒体和非政府组织领导人。但应向所有相关公民提供有关资料和参与机会。

虽然公开资料计划很重要，但持续和成功的社会政治参与将取决于负责核电计划的组织和个人的能力和可信性。监管机构和业主/运营者的能力对保持公众信心至关重要。

3.11.1. 利益相关方参与：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

三个关键组织（政府、业主/运营者和监管机构）的每一方最终都需要制订各自的利益相关方参与战略和计划。然而，在第一阶段，政府和核能计划执行组织是发挥主要作用的两方，必须了解通过维持关于计划所有方面的公开、及时交流来获得和保持国家和国际社会信心的重要性。

政府和核能计划执行组织应该从一开始就坚持这一承诺。可以聘请公众沟通和教育领域的专家顾问来提供协助。然而，本国领导人最能够了解本国社会的社会规范，并提供必要指导。有效的公众沟通是一个需要娴熟技能的学科领域，参与人员应接受专业培训。

在第一阶段期间，核能计划执行组织应采取初步措施，以便：

- 展开调查，确定公众对核电的认识和接受程度；
- 针对调查结果开发公众宣传工具，并解释政府对核电的兴趣以及核电的潜在好处；
- 制订并开始实施与包括邻国在内的所有利益相关方互动的计划⁹；
- 培训高级工作人员应任何要求与利益相关方互动。

核能计划执行组织第一阶段综合报告应考虑参与第一阶段进程的利益相关方的意见，并提出基于透明度和公开性的利益相关方参与计划。该计划应旨在让公众和其他利益相关方熟悉核技术、核电及其好处与风险，包括并非为零的严重事故可能性。

⁹ 诸如《核安全公约》和欧洲经济委员会《越境环境影响评价公约》等公约或协定的缔约国对外国利益相关方负有义务。

3.11.2. 利益相关方参与：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

随着国家开始执行第一阶段报告所建议的计划，三个关键组织应在设立时便制订利益相关方参与计划。不同的组织将有不同的信息、机制和主要利益相关方。核能计划执行组织应提供各关键方之间持续的交流与合作论坛，并确保明确每个组织在利益相关方参与中的作用和职责。

政府应按照第一阶段制订的计划，继续开展公众宣传和磋商活动。监管机构 and 业主/营运者应各自制订并开始实施其自身的利益相关方参与计划。

第二阶段的适当行动包括：

- 政府继续通报采用核电的理由和预期好处，并对利益相关方提出的关切作出回应。
- 政府通报用于厂址选择的国家流程，支持业主/营运者，它们应与地方利益相关方进行接触并解决其问题。
- 监管机构说明其在许可证审批、检查和合规方面的独立作用。
- 监管机构建立并通报公众参与许可证审批的正式程序。
- 业主/营运者说明正在采用的基本技术、其建造计划、安全职责以及对当地社区的影响和好处。
- 所有组织都开展知识和意见调查，作为其利益相关方参与计划的一部分。
- 所有组织都确保与公众沟通的高级工作人员经过培训。
- 所有组织都公开讨论问题以及解决问题的方式。
- 酌情设立新闻中心。

3.11.3. 利益相关方参与：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

开始建造前，每个参与组织都应在所有利益相关方中建立了可信性。沟通工作应继续贯穿于建造和运行准备工作的始终，核能计划执行组织应继续为各关键方之间的交流与合作提供论坛。

第三阶段的适当行动包括：

- 所有组织继续开展调查，作为其利益相关方参与计划的一部分。
- 政府继续通报采用核电的理由和预期好处，并对利益相关方提出的关切作出回应。
- 业主/营运者定期通报建造进度和运行准备情况。
- 监管机构继续通报其职责，并提供关于其许可证审批、检查和执行计划的资料。
- 监管机构根据第二阶段所确立的流程，提供公众参与许可证审批、检查和执行的机会。
- 政府机构（如环境保护、应急、公共卫生和职业卫生等）就与其职责相关的问题进行沟通。
- 核电厂一旦投入运行，监管机构和业主/营运者就会向所有利益相关方（包括当地社区）通报其例行沟通计划。
- 政府、监管机构和业主/营运者通报厂内和厂外应急响应计划。
- 所有组织继续公开讨论问题以及解决问题的方式。

3.12. 厂址和辅助设施

选址研究涉及若干阶段。为了确保每个阶段都顺利地承前启后，必须维护一个经验证的参考数据库，收集所考虑全部厂址的一切资料。良好的数据管理不仅对选择最佳厂址和为其颁发许可证很重要，而且有助于解决未来在运行过程中可能出现的、需要进一步证明的问题，同时还有助于未来核电厂的今后选址研究。

除核电厂的厂址之外，还应研究其他设施厂址，如临时乏燃料贮存或其他燃料循环和废料处理设施厂址。应该考虑在新核电厂附近为低放废物处置设施选址的可能性，因为这将减少废物运输。其他重要考虑因素包括设施之间的运输方案、工作人员住房实体基础结构、设备交付的便利条件、水电供应以及尽量减小对当地社区的影响的方法。

尽早让所有利益相关方实质性地频繁参与厂址选择过程有助于项目成功。

厂址研究和表征的重要因素包括：

- 纳入电力系统的便捷性；
- 人口统计学；
- 土地用途；
- 地质学和构造学；
- 地震学和火山学；
- 其他外部自然灾害；
- 排热方案；
- 水文学；
- 计量学；
- 海洋学；
- 核安全和辐射防护；
- 核安保；
- 环境影响和环境监测；
- 人为事件的危险；
- 当地基础结构可用性；
- 出入便捷性；
- 法律限制；
- 公众交流；
- 应急规划。

3.12.1. 厂址和辅助设施：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

选址活动需要尽早开始。在第一阶段，这些工作将由核能计划执行组织负责。第一步是厂址调查，通过筛选分析，调查潜在地区和厂址，摒弃不合适的厂址。为了筛选潜在厂址，核能计划执行组织需要确定排除和回避标准，¹⁰ 其中应涵盖安全、安保、成本、社会经济问题、工程、环境影响，以及外部危害可能对安保和应急响应能力产生的影响。厂址调查应包括在进程早期和作出任何实质性决定之前与利益相关方进行磋商，并应确定一个或多个候选厂址，由核能计划执行组织在第一阶段结束时的综合报告中提出建议。如果无法确定可接受的候选厂址，计划就无法继续进行。

3.12.2. 厂址和辅助设施：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

在第二阶段初期，监管机构需要界定业主/运营者在厂址选择和评定时应考虑的选址要求。

然后，业主/运营者应该开展厂址选择所需的其他排名分析，从而缩短候选厂址名单，形成更短的优先候选厂址名单。选址是否合理应根据明确界定的选址标准来判定，其中应涵盖安全、工程、安保、环境影响、应急响应及社会经济等各方面。厂址选择后的下一阶段是进行厂址评定，目的是根据详细调查和厂址表征，证明优选厂址的可接受性。从厂址评定结果推出厂址相关的设计基准，这应体现在核电厂的招标说明书中。

第二阶段要完成的其他行动包括：

- 确保优选厂址的可用性和完整性；
- 查明当地法律、政治和公众接受问题以及已执行或规划的解决办法；
- 确定必要改进，并制订优选厂址当地基础结构如出入、服务和设施的实施计划；
- 启动环境监测，建立厂址基线。

¹⁰ “排除”标准用于确定将一个厂址绝对排除在考虑范围之外的特征。“回避”标准用于确定让一个厂址不那么吸引人的特征，同时也承认如果有足够的补偿性好处，该厂址可能仍然适合。

3.12.3. 厂址和辅助设施：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

第三阶段包括正式确认厂址的适宜性，并完成核监管机构建立的所有许可证审批及核准流程，还包括运行前对厂址的持续监测，以确认其可接受性。随后将继续监测，以确认厂址继续符合设计意图。

3.13. 环境保护

本节讨论在电厂正常运行过程中气态和液态放射性流出物的少量释放对人类和环境的影响。大量放射性核素释放属于通过核安全计划处理的低概率事件，但环境影响评定需要对潜在事故进行一些讨论。本节还讨论了土地用途、水利用、水质和其他更常规的环境影响。

3.13.1. 环境保护：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

在第一阶段期间，核能计划执行组织应考虑土地用途、水利用、水质以及与核电厂及相关设施正常运行和维护相关的低放流出物对人类和环境的影响。

核能计划执行组织应审查本国现有环境保护框架及其国际义务的适宜性，并应收集和分析与第 3.12 节所述厂址调查有关的初步环境资料。

核能计划执行组织在第一阶段结束时的综合报告应反映初步环境资料 and 第 3.12 节讨论的排除和回避标准，还应包括关于可能强化或澄清现有环境法律、条例和职责的建议。

3.13.2. 环境保护：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

根据第一阶段的建议，希望对现有环境法律、条例和职责的任何强化或澄清都应在第二阶段实施。国家的核电计划环境监管机构应发展履行职责所需的技能和资源，并应明确建立其与核监管机构之间的对接联系。

业主/营运者应根据需要研究对人类和环境的潜在影响，以选择其优先候选厂址，并确保这些厂址能符合国家环境法律和条例。

需要考虑的重要问题包括：

- 流出物运输途径以及在周边环境中的浓度；
- 主要植物和动物生命及其特殊敏感性；
- 当地人口统计和趋势；
- 主要土地用途；
- 水利用以及可能对冷却塔的需求；
- 建造活动对当地环境的影响。

业主/营运者应根据国家环境法律和条例，对其优先候选厂址进行环境评定，并应根据此等评定，在第二阶段拟订的招标说明书中列入各厂址的厂址环境条件、因素、特征及数据的全面详细说明。

3.13.3. 环境保护：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

在第三阶段，业主/营运者将完成核监管机构和核计划环境监管机构建立的所有许可证审批和核准流程。设施运行的许可证审批条件应包括在第一和第二阶段进行的环境研究及评定中所确定的任何具体环境要求。

在第三阶段，应实施环境监测计划，包括确立基准数据。

3.14. 应急规划

核电厂安全系统的设计旨在将电厂大量释放放射性物质的概率降到最低。然而，该概率并非为零，以往的事故已经证明，保护电厂人员、应急工作人员和场区边界以外的公众的应急规划是整个电厂安全中的一个必要要素。应急规划确保有能力采取行动，以有效减轻紧急情况后果。

3.14.1. 应急规划：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

核能计划执行组织应充分了解应急规划的要求，其第一阶段结束时的综合报告应评价本国应急准备和响应状况，并确保政府认识到：

- 为了支持核电计划，需要扩大应急准备和响应能力；

- 需要资源来发展、维持和证明应急响应能力；
- 其对应急准备和响应负有责任并需要为所有参与组织明确界定职责。

评价应涉及在国际一级作出新安排的任何必要性，包括参与国际法律文书以及与邻国、原子能机构和其他国际组织的合作。第 3.12.1 小节讨论的第一阶段厂址调查应包括对应急准备和响应很重要的厂址特征。

3.14.2. 应急规划：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

在第二阶段，应将核能计划执行组织第一阶段报告中关于国家应急准备和响应状况和需求的评价和建议作为加强应急准备和响应能力的依据。在第二阶段过程中：

- 政府应明确指定国家、地区和地方各级负有应急准备和响应职责的响应组织，并建立国家协调机制。
- 政府应根据可能发生紧急情况（包括与安全有关的紧急情况和与安保有关的紧急情况）的概率和严重程度，明确规定应急准备和响应一般方案，并制定管理所有应急准备和响应要求的条例。¹¹
- 政府应开始实施第一阶段为加强应急准备和响应基础结构确定的新安排。应查明和填补现有国家和地方机构和通讯网络的漏洞，或将其列入将在第三阶段执行的行动计划。

3.14.3. 应急规划：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

在第一批核燃料入场之前，应完成应急安排并予以测试。第三阶段期间将采取的行动如下。

政府应制订处理无论原因如何的紧急情况（即无论事故还是核安保事件）的国家计划，内容包括：

¹¹ 如第 3.7.2 小节所指出，厂外应急安排不一定是监管机构的责任。应根据立法规定的职责制订厂外条例。

- 国际合作；
- 处理多重外部始发事件；
- 厂内严重事故管理；
- 保护工作人员、应急工作人员及公众；
- 放射性废物管理。

根据该计划：

- 业主/营运者应执行核电厂应急准备计划。
- 政府应在地方、国家和国际各级执行应急准备计划。
- 政府应确保核电厂的应急响应计划与参与应急响应的其他国家机构的计划以及与邻国相协调。
- 监管机构应核实厂内应急安排是否符合监管要求。
- 政府、监管机构和业主/营运者应通过开展包括地方当局和社区参加的演习来证明应急响应能力。

3.15. 核安保

核安保关注预防、侦查和响应涉及核材料、其他放射性物质以及相关设施或活动的未经授权的故意行为。

核安保的责任完全属于国家。国家的核安保制度包括核安保法律和监管框架及行政措施、负责核安保的组织以及核安保措施本身。核安保制度是国家整体安保制度的一部分。

为让核安保制度行之有效，所有承担核安保职责的组织都必须首先充分认识到核安保的重要性，并确保核安保文化的发展。12 项基本要素包括：

- 政府的责任；
- 核安保职责的界定；
- 核安保立法和监管框架；

- 核材料和其他放射性物质国际运输中的保护；
- 核安保相关违法犯罪行为的定义及相关处罚；
- 核安保国际合作与协助；
- 核安保威胁评定；
- 目标和潜在后果评定；
- 采用风险知情的方案；
- 核安保事件的侦查；
- 对核安保事件的预案制订、准备和响应；
- 保持核安保制度的措施。

3.15.1. 核安保：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

核能计划执行组织第一阶段的综合报告应就国家核安保政策和战略、政府机构在核安保方面的作用和职责以及核安保相关的国际法律文书提出建议，应确定核安保法律框架要素，并评价国家的人力资源需求以及是否有发展核安保能力的机构。

3.15.2. 核安保：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

核安保制度应在对内部和外部核安保威胁的可信性和潜在后果进行评定的基础上采用分级方案。

在第二阶段过程中，应采取下列行动：

- 应制订核安保立法和监管框架（见第 3.5 节和第 3.7 节）。
- 应通过拟订设计基准威胁来界定核材料和核设施实物保护的核安保要求；这些要求应确保即使在严重事故期间也能维持安保。
- 应制订敏感信息管理、核安保文化推广和工作人员可信赖度计划。
- 应为针对核安保事件的准备、侦查和响应进行角色和职责分配。

- 应制订一项计划，用于发展核准核安保计划的能力，以及检查设施以核实核安保计划有效性的能力。

3.15.3. 核安保：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

在第三阶段期间，安保安排需逐步到位，以便对在建电厂及入场燃料实施安保。应由主要组织商定必要的活动时间安排。第三阶段要完成的主要行动包括：

- 经监管机构核准，由业主/营运者建造、测试和验收实物保护系统；
- 确保安全、安保和保障安排之间良好协调；
- 监管机构核准安保计划（包括应急计划¹²）；
- 执行保护核材料和核设施的核安保要求，以及证明实物保护系统有效性所需的检查、核实和现场演习；
- 实施国家响应计划，包括与补充厂内响应的外部应急响应部队的安排，以及培训和演习。

3.16. 核燃料循环

国家应较早地选择其燃料循环战略，因为这一选择将影响其对特定核技术的选择。燃料循环有两个组成部分。前端由核电厂使用燃料之前的活动组成。后端由从反应堆中移除燃料后的活动组成。前端包括采矿、选冶、化学转化、浓缩和制造。后端包括乏燃料贮存、运输以及乏燃料的处置或高放废物的后处理和处置。从扩散角度看，浓缩和后处理技术较为敏感。

所有前端服务都可以从国际核市场上常规采购，从而减少了发展国家燃料循环基础结构的需求。后端功能一般由国内提供，其中一些也可在国际上获得。厂内和临时贮存一般由业主/营运者负责。乏燃料贮存技术已臻成熟，有多个供应商可以满足具体需求。最终处置通常属于政府或业主/营运者的国家责任。也有一些乏燃料国际后处理的机会。

¹² 应急计划是一套预先定义的、旨在制止可疑蓄意破坏或盗窃行为的行动。应急计划是安保计划的一个组成部分。

3.16.1. 核燃料循环：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

在第一阶段，核能计划执行组织应广泛了解核燃料循环的步骤，并确定本国可行的方案。投资和人力资源需求会因备选方案不同而大相径庭。对大多数国家而言，很难在建造首座核电厂的同时发展完全本土的核燃料循环，而且这样做也不太可能产生经济效益。然而，铀资源丰富的国家可能会决定启动采矿和选冶业务，同时采购转化、浓缩和制造服务。

在第一阶段，核能计划执行组织还应分析本国的能源安全问题和新鲜燃料库存的理想水平。

就后端而言，无论未来燃料计划如何，都必须在厂内提供冷却时间至少 10 年的乏燃料贮存。此外，未来几十年都可能需要临时乏燃料贮存，无论在厂内还是厂外。核能计划执行组织应分析乏燃料和放射性废物管理的可能替代方案，以便第一阶段结束时能在充分了解乏燃料和废物对核电计划带来的挑战的情况下做出决定。第 3.17 节讨论最终处置问题。

核能计划执行组织第一阶段报告应提供以下各方面的详细资料：

- 核燃料循环的各个步骤；
- 每个步骤的潜在供应和服务来源；
- 就每个步骤而言的国家自然资源和能力；
- 涵盖前后端所有步骤的国家燃料循环战略的可行备选方案；
- 不同燃料循环的安保和防扩散影响；
- 人力资源需求。

3.16.2. 核燃料循环：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

关于燃料循环战略的各项决定应在第二阶段做出，因为所选战略将影响第二阶段要拟订的招标说明书。这些决定需要涵盖：

- 第一个反应堆堆芯的采购安排；
- 拟随首座核电厂一同承包的额外燃料存量；

- 将作为核电计划的一部分采购或在国內开发的特定燃料循环服务；
- 采购或开发燃料循环能力方面的长期战略；
- 后处理方面的长期战略；
- 将随首座核电厂一同承包的厂内乏燃料贮存能力；
- 临时乏燃料贮存、运输和最终处置战略。

3.16.3. 核燃料循环：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

在第三阶段期间，初始堆芯的燃料将交付到厂址，额外燃料存量供应将已按国家战略以合同方式作了承付，厂内乏燃料贮存设施将已作为核电厂的一部分建造完成。第 3.17 节讨论最终废物处置战略。

在第三阶段期间，还必须制订临时贮存战略实施计划，其中应包括确定适当地点、运输能力和供资安排。临时乏燃料贮存计划将需要与厂内贮存能力相符。

3.17. 放射性废物管理

所有放射性废物的管理和处置是核电的一个基本问题。此类废物需要加以适当管理，以避免给后代造成不当负担。“联合公约”规定，放射性废物应当在其产生的国家中处置。但是，为了安全与高效，也承认废物在其他地方处置的可能性。

放射性废物分为六个等级，在发展核电计划基础结构时需特别注意其中三个等级：低放、中放、高放。¹³ 许多国家具备与医疗、工业和研究应用相结合管理低放废物和中放废物的能力。许多国家实施了最大限度减少和处理低放废物和中放废物的计划和技术，一些国家还发展了低放废物和中放废物处置能力。然而，即使在这些情况下，引进核电的国家也需要了解与核电有关的低放废物和中放废物的附加容积及其中放射性同位素的不同能谱。

¹³ 其余三个等级为免管废物、极短寿命废物和极低放废物。

目前尚无高放废物（包括不打算进行后处理的乏燃料）处置设施投入运行。最先进的几个项目计划 2020 年后投入运行。与此同时，安全贮存乏燃料数十年的能力已得到证明，为制订最终处置战略赢得了时间。然而，废物处置往往是公众关切的一个主题，因此应及早考虑国家最终处置战略。目前，最常用的高放废物处置战略是规划的深部地质层处置。

3.17.1. 放射性废物管理：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

核能计划执行组织第一阶段报告应确定对核电计划将带来的放射性废物的一切额外责任，应强调必须就放射性废物的安全可靠处理方案进行有效沟通，并应考虑：

- 本国在放射性废物装卸、贮存、运输和处置方面的现有能力、监管框架和经验；
- 低放废物和中放废物的附加容积，以及核电设施预计会产生的同位素类别；
- 后处理后的乏燃料和高放废物最终处置技术方案与研究；
- 乏燃料和高放废物管理和处置筹资方案；
- 尚未加入“联合公约”的国家成为公约缔约国的好处；
- 与核电计划放射性废物管理有关的人力资源和其他基础结构发展需求。

3.17.2. 放射性废物管理：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

第二阶段期间：

- 政府应领导国家废物（包括低放废物、中放废物和高放废物）处置规划，且应制订政策，确定领导国家规划的负责组织或机构，并明确其工作范围。
- 国家放射性废物处置规划应考虑到本国地质条件允许处置所有类型放射性废物的范围和（或）与其他国家签订废物处置合同的可能性。

- 应针对所有预期放射性废物流制订国家战略，而政府应根据需要修订放射性废物管理的法律和条例。
- 如第 3.4.2 小节所述，应制订计划，为长期放射性废物管理、放射性废物处置和退役充分供资。
- 业主应制订尽量减少放射性废物量和降低其毒性的规定、对相关设施的要求和对退役计划的要求，以供列入招标说明书。
- 政府和业主/运营者应计划启动或加强本国的放射性废物处置计划和设施，以适应首座核电厂的运行。

3.17.3. 放射性废物管理：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

反应堆一投入运行，便会产生低放废物和中放废物。因此，第三阶段接近尾声时：

- 贮存或处置低放废物和中放废物的现有设施、增强型设施或新设施都应全面投入运行，并做好准备以接收来自核电厂的放射性废物。
- 负责组织和供资制度应该到位。
- 应制订了作为设计许可证审批一部分的初步退役计划，并拟定了适当的供资安排。

国家放射性废物处置规划的牵头组织应继续关注高放废物处置方面的国际进展，并酌情修订国家政策。

3.18. 工业参与

建造核设施与支持其运行需要许多种商品、部件和服务。这些辅助活动可以成为国家就业和经济增长的来源，还有助于对本国的技术转让。然而，向核设施提供设备和服务要求工业能够遵守核规范、标准和质量要求，而且很可能还需要政府的承诺和投资。在制订本国核电计划的初期阶段，核能计划执行组织应制订关于发展工业能力和技术转让的政策。随着核电计

划推进，这项政策应转化为多项计划，并最终得到落实，从而将工业参与发展到期望的水平。¹⁴

3.18.1. 工业参与：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

核能计划执行组织第一阶段研究应评价本国和当地工业参与核电计划的机会。第一阶段报告应说明提供核设备和服务所需的资格，以及比其他行业运营更为严格的核质量标准。在同意国内工业参与之前，需要向核电厂供应商保证国内工业能够达到核标准。重要的是，核能计划执行组织应对本国能力进行现实的评定。一个国家建造首座核电厂时，当地工业参与通常有限，但随着计划发展，很可能会有计划来扩大这种参与。

核能计划执行组织第一阶段报告应：

- 评定本国和当地工业能力和潜力，包括实现这些潜力的培训和发展需要；
- 评定工业界参与核电计划的兴趣；
- 评定升级工业设施和计划所需投资的水平和可能性；
- 就短期和长期工业参与目标以及实现这些目标的政策提出建议。

3.18.2. 工业参与：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

根据核能计划执行组织第一阶段报告建议的短期和长期目标，政府和工业界应制订计划，随着本国和当地供应商能力的发展而过渡到采用这些供应商。

业主/运营者和（或）政府应直接或通过供应商评定本国和当地以具有竞争力的价格、适当的质量控制和保证按时间表供应用于建造和运行核电厂的商品、部件和服务的能力。在第二阶段期间拟订的招标说明书和评价标准中应考虑这些结果，其中可能包括激励办法，以鼓励促进国内工业参与的投标。无论期望的本国工业参与程度如何，重要的是实际参与水平应在国内

¹⁴ 增加本国和当地参与的另一个术语叫“本地化”。

工业在预算范围内按时达到进度和质量要求的能力范畴内。建造延误会大大增加成本，降低监管和公众信心。

因此，在第二阶段，业主/营运者应考虑：

- 哪些本国或当地供应商能够向核电厂的核相关部分或者非核部分可靠地供应商品、部件或服务；
- 哪些技术和能力升级在支持核建造所需时间框架内切实可行。

应就商品、部件和服务利用本国或外国来源作出决定，这些决定应反映在本阶段制订的招标说明书的任何本地化标准中。

3.18.3. 工业参与：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

政府在第三阶段应继续促进有利于本国参与核计划的教育和工业发展。随着核电计划的建造阶段接近完成，可以对支持运营的供应来源进行重新评定。如果本国和当地工业结构取得了足够的进步，则可相应分配备件、耗材、维修服务和校准服务的供应。然而，业主/营运者在设施建造中所必需的供应商资格对运营支持而言也同样需要，在某些情况下，运营要求甚至可能更严格。

3.19. 采购

本出版物假设一个国家将通过统包合同采购其首座核电厂。第 3.3 节讨论了采购核电厂所需的能力。因此，本节只讨论超出标准采购要求范围的特定设备的采购和核设施服务的采购。重要的是，业主/营运者须具体规定质量要求，并核实供应商是否符合这些要求。

3.19.1. 采购：里程碑 1 — 准备对核电计划作出明智承诺

核能计划执行组织应该：

- 意识到与采购核设施设备和与服务有关的独特要求；
- 认识到采购核设施设备和与服务所要求的能力水平。

第一阶段结束时的综合报告应提出采购政策建议，其中应反映这些考虑因素，并符合报告对核电厂战略和工业参与政策的总体建议。

3.19.2. 采购：里程碑 2 — 准备招标/谈判首座核电厂的合同

如上所述，假定新业主/运营者的战略是通过统包合同采购电厂。尽管如此，业主/运营者在第二阶段仍需培养对某些服务的采购能力，应发展采购项目前期活动（例如环境影响评定、选址和咨询）所需服务的能力，特别是：

- 确保供应商具备适当专门知识和经验；
- 拟订所需服务的正式技术规格；
- 在服务技术规格中列入质量标准。

3.19.3. 采购：里程碑 3 — 准备调试和运行首座核电厂

在筹备核电厂运行和维护时，业主/运营者有可能会建立自己的采购组织，并使其具备持续采购设备和服务所必需的计划和技能。在此过程中，业主/运营者不仅应考虑正常运行的采购和预先部署在厂内的应急设备的采购，而且应考虑紧急情况下所需额外用品和设备的紧急采购程序。为了准备这些活动，建议业主/运营者应制订一项计划，以确保在第三阶段结束之前具备所必需的能力和程序，其中应包括安排采购工作人员与供应商采购团队并肩工作，以便获得所需的经验。

文献目录

国家立场

国际原子能机构《启动核电计划：业主和运营者的职责和能力》，国际原子能机构《核能丛书》第 NG-T-3.1 号，国际原子能机构，维也纳（2009 年）。

国际原子能机构《核能计划执行组织的职责和能力》，国际原子能机构《核能丛书》第 NG-T-3.6 号，国际原子能机构，维也纳（2009 年）。

国际原子能机构《新核电项目可行性研究报告编制》，国际原子能机构《核能丛书》第 NG-T-3.3 号，国际原子能机构，维也纳（2014 年）。

核安全

欧洲原子能联营、联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际劳工组织、国际海事组织、经济合作与发展组织核能机构、泛美卫生组织、联合国环境规划署、世界卫生组织《基本安全原则》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SF-1 号，国际原子能机构，维也纳（2006 年）。

国际原子能机构《建立核电计划的安全基础结构》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-16 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。

管理

国际原子能机构《设施和活动的管理系统》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GS-R-3 号，国际原子能机构，维也纳（2006 年）。

国际原子能机构《核电厂建造的项目管理：导则和经验》，国际原子能机构《核能丛书》第 NP-T-2.7 号，国际原子能机构，维也纳（2012 年）。

供资与筹资

国际原子能机构《改善核电厂筹资前景的问题》，国际原子能机构《核能丛书》第 NG-T-4.1 号，国际原子能机构，维也纳（2009 年）。

国际原子能机构《新核电厂筹资》，国际原子能机构《核能丛书》第 NG-T-4.2 号，国际原子能机构，维也纳（2008 年）。

法律框架

C. STOIBER、A. BAER、N. PELZER、W. TONHAUSER 《核法律手册》，国际原子能机构，维也纳（2003 年）。

C. STOIBER、A. CHERF、W. TONHAUSER、M. DE LOURDES VEZ CARMONA 《核法律手册：执行法律》，国际原子能机构，维也纳（2010 年）。

保障

国际原子能机构《核反应堆设计中的国际保障》，国际原子能机构《核能丛书》第 NP-T-2.9 号，国际原子能机构，维也纳（2014 年）。

国际原子能机构《核设施设计和建造中的国际保障》，国际原子能机构《核能丛书》第 NP-T-2.8 号，国际原子能机构，维也纳（2013 年）。

监管框架

国际原子能机构《促进安全的政府、法律和监管框架》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GSR Part 1 号，国际原子能机构，维也纳（2010 年）。

辐射防护

欧洲委员会、联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际劳工组织、经合组织核能机构、泛美卫生组织、联合国环境规划署、世界卫生组织《国际辐射防护和辐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）。

电网

国际原子能机构《电网可靠性和与核电厂的接口》，国际原子能机构《核能丛书》第 NG-T-3.8 号，国际原子能机构，维也纳（2012 年）。

人力资源发展

国际原子能机构《新核电计划的职工队伍规划》，国际原子能机构《核能丛书》第 NG-T-3.10 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。

利益相关方参与

国际原子能机构《利益相关方在核设施全寿期的参与》，国际原子能机构《核能丛书》第 NG-T-1.4 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。

厂址和辅助设施

国际原子能机构《管理核电厂选址活动》，国际原子能机构《核能丛书》第 NG-T-3.7 号，国际原子能机构，维也纳（2012 年）。

国际原子能机构《核装置的厂址评价》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 NS-R-3 号，国际原子能机构，维也纳（2003 年）。

环境保护

国际原子能机构《新核电计划建设和营运环境影响评定的管理》，国际原子能机构《核能丛书》第 NG-T-3.11 号，国际原子能机构，维也纳（2014 年）。

应急规划

国际原子能机构《启动核电计划国家的应急准备和响应考虑因素》，第 EPR-Embarking 2012 号，国际原子能机构，维也纳（2012 年）。

联合国粮食及农业组织、国际原子能机构、国际劳工组织、经合组织核能机构、泛美卫生组织、联合国人道主义事务协调厅、世界卫生组织《核或辐射应急的准备与响应》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 GS-R-2 号，国际原子能机构，维也纳（2002 年）。

核安保

国际原子能机构《建立核电计划的核安保基础结构》，国际原子能机构《核安保丛书》第 19 号，国际原子能机构，维也纳（2013 年）。

国际原子能机构《国家核安保制度的目标和基本要素》，国际原子能机构《核安保丛书》第 20 号，国际原子能机构，维也纳（2013 年）。

国际原子能机构《核材料和核设施实物保护的核安保建议》（INFCIRC/225/Revision 5 号文件），国际原子能机构《核安保丛书》第 13 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。

核燃料循环

国际原子能机构《核燃料循环目标》，国际原子能机构《核能丛书》第 NF-O 号，国际原子能机构，维也纳（2013 年）。

国际原子能机构《核燃料循环设施的安全》，国际原子能机构《安全标准丛书》第 NS-R-5（Rev.1）号，国际原子能机构，维也纳（2014 年）。

放射性废物管理

国际原子能机构《发展新核电计划国家的乏燃料和放射性废物管理方案》，国际原子能机构《核能丛书》第 NW-T-1.24 号，国际原子能机构，维也纳（2013 年）。

国际原子能机构《放射性废物管理目标》，国际原子能机构《核能丛书》第 NW-O 号，国际原子能机构，维也纳（2011 年）。

国际原子能机构《放射性废物管理政策和战略》，国际原子能机构《核能丛书》第 NW-G-1.1 号，国际原子能机构，维也纳（2009 年）。

缩 略 语

CSA	全面保障协定
EPR	应急准备和响应
HLW	高放废物
ILW	中放废物
Joint Convention	《乏燃料管理安全和放射性废物管理安全联合公约》 (联合公约)
LLW	低放废物
NEPIO	核能计划执行组织
NPT	《不扩散核武器条约》(不扩散条约)
SQP	小数量议定书
SSAC	国家核材料衡算和控制系统(国家核材料衡控系统)

参与起草和审查的人员

F. Bazile	原子能委员会（法国）
Mohd. El Hafed Benazza	原子能委员会（阿尔及利亚）
M. Bermudez-Samiei	国际原子能机构
A.B.Bolme	土耳其原子能局（土耳其）
V. Braguine	国际原子能机构
N. Bruno	国际原子能机构
E. Buglova	国际原子能机构
A.Burkart	美国国务院（美利坚合众国）
S. Calpena	国际原子能机构
G. Caruso	国际原子能机构
R. Chemini	国家石油公司（阿尔及利亚）
A. Cherf	国际原子能机构
M. Clapper	美国能源部（美利坚合众国）
C.R. Clark	国际原子能机构
W. Danker	国际原子能机构
P. Deboodt	国际原子能机构
J. Ding	北京核工程研究设计院（中国）
D. Ek	国际原子能机构
M.A. El-Asiry	核电厂管理局（埃及）
H.A. El-Hamid Mostafa	核电厂管理局（埃及）
S. Evans	国际原子能机构
R.I. Facer	国际原子能机构

H. Forsström	国际原子能机构
D. Graves	国际原子能机构
M. Gregoric	国际原子能机构
B. Gueorguiev	国际原子能机构
R. Hamouda	能源和矿产部（阿尔及利亚）
K.-I. Han	韩国动力工程公司（大韩民国）
F. Hezoucky	国际原子能机构
R. Hutchings	澳大利亚常驻维也纳代表团
M. Jurkowski	国家原子能机构（波兰）
A. Kazennov	国际原子能机构
J. Le Heron	国际原子能机构
L. Lederman	国际原子能机构
F. Lignini	国际原子能机构
J. Lyons	美国核管理委员会（美利坚合众国）
T. Mazour	国际原子能机构
A. Mikhalevich	能源效率科学中心（白俄罗斯）
D. Mohammadi	国家电力和天然气公司（阿尔及利亚）
K. Mrabit	国际原子能机构
J. Murphy	国家核安全管理局（美利坚合众国）
B. Neerdael	国际原子能机构
M. Nicholas	国际原子能机构
A. Nicic	国际原子能机构
P. O' Donnell Torroba	国际原子能机构
A. Omoto	国际原子能机构

V. Paliukhovich	应急部核安全局（白俄罗斯）
M. Pellechi	国际原子能机构
J. Phillips	国际原子能机构
N. Pieroni	国际原子能机构
W. Rasin	顾问（美利坚合众国）
M. Remadna	能源和矿产部（阿尔及利亚）
P. Sajaroff	核监管局（阿根廷）
A. Shalabi	加拿大常驻维也纳代表团
R. Sollychin	国际原子能机构
W. Stern	国际原子能机构
D. Tellería	国际原子能机构
W. Tonhauser	国际原子能机构
F. Toth	国际原子能机构
J. Vergara	智利核能委员会（智利）
J. Viktorsson	国际原子能机构
P. Villalibre	国际原子能机构
E. Weinstein	国际原子能机构
L. Yanko	核电建设出口公司（俄罗斯联邦）
R. Zhu	国际原子能机构

参与修订本 1 起草和审查的人员

M.N. Agu	尼日利亚原子能委员会（尼日利亚）
M.S. Akbar	孟加拉国原子能委员会（孟加拉国）
N.K. Allotey	核电中心（加纳）

K. Anzhar	国家核能机构（印度尼西亚）
M. Aoki	国际原子能机构
K. Araj	约旦原子能委员会（约旦）
V. Artisiuk	国家原子能公司持续教育和培训中央研究所 （俄罗斯联邦）
K.M. Asaduzzaman	孟加拉国科学和技术部（孟加拉国）
M.A.E. Ashaiekh	苏丹原子能委员会（苏丹）
C. Barrientos Riveros	智利核能委员会（智利）
J. Bastos	国际原子能机构
J. Boogard	国际原子能机构
A. Boussaha	国际原子能机构
A. Burkart	美国国务院（美利坚合众国）
A. Bychkov	国际原子能机构
V. Cañadas	国家原子能委员会（阿根廷）
A. Cherf	国际原子能机构
E.K. Chesire	肯尼亚核电委员会（肯尼亚）
V. Cisar	国际原子能机构
R. Clark	国际原子能机构
T. Colgan	国际原子能机构
J.-M. Créte	国际原子能机构
M. Cristobal Polo	国际原子能机构
K. Daifuku	法国电力公司（法国）
A. Das	国际原子能机构
J. de Grosbois	国际原子能机构
D. Delattre	国际原子能机构

B. Djermouni	国际原子能机构
L. Dromgoole	国际原子能机构
A. Duskas	美国能源部（美利坚合众国）
Y. Elhag	水资源和电力部（苏丹）
R. Evans	国际原子能机构
S. Evans	国际原子能机构
J. Faltejsek	国际原子能机构
M. Ferrari	国际原子能机构
D. Flory	国际原子能机构
H. Forsström	瑞典核燃料和废物管理公司（瑞典）
P. Gest	国际原子能机构
R. Gibbs	国际原子能机构
M. Gillespie	常驻代表团（美利坚合众国）
D. Graves	国际原子能机构
J. Gross	美国能源部（美利坚合众国）
M. Harper	国际原子能机构
H. Herschel	能源与气候总局（法国）
C. Hill	常驻代表团（法国）
P. Hughes	国际原子能机构
I. Jalal	国际原子能机构
S. Jam	马来西亚核电公司（马来西亚）
K.-S. Kang	国际原子能机构
N. Kilic	国际原子能机构
J.Y. Kim	国际原子能机构

M. Kinker	国际原子能机构
K. Kishida	日本原子力产业协会国际合作中心（日本）
T. Kobetz	国际原子能机构
S. Koenick	国际原子能机构
V. Kolomiets	国际原子能机构
A. Korinny	国际原子能机构
T. Koshy	国际原子能机构
M.D. Kovachev	国家原子能公司海外分部（俄罗斯联邦）
J. Lafortune	国际原子能机构
J.K. Lee	国际原子能机构
T.P. Lekoma	贸易和工业部（南非）
B. Lepouzé	国际原子能机构
M. Lewinski	经济部（波兰）
M. Lipar	国际原子能机构
J. Lyons	国际原子能机构
S. Mallick	国际原子能机构
H. Mansoux	国际原子能机构
L. Matu	肯尼亚核电委员会（肯尼亚）
A. McDonald	顾问
I. Mele	国际原子能机构
A. Mishevskva	辐射安全管理局（前南斯拉夫马其顿共和国）
K. Moeller	国际原子能机构
B. Molloy	国际原子能机构
S. Mortin	顾问

M. Naeem Iqbal	核电工程结构管理局（巴基斯坦）
S. Nestoroska Madjunarova	国际原子能机构
T.Y.N. Nguyen	越南原子能机构（越南）
V. Nkong-Njock	国际原子能机构
E. Omondi	肯尼亚核电委员会（肯尼亚）
A. Ousmane Manga	阿卜杜·摩莫尼大学物理系（尼日尔）
B. Pagannone	国际原子能机构
C.L. Painter	国际原子能机构
I.S. Park	韩国水电和核电公司（大韩民国）
J.K. Park	国际原子能机构
A. Petrosyan	能源和自然资源部（亚美尼亚）
J. Phillips	国际原子能机构
G. Proehl	国际原子能机构
V. Rangelova	国际原子能机构
W. Rasin	顾问
I. Rotaru	Elcomex IEA 公司（罗马尼亚）
S. Samaddar	国际原子能机构
I.G. Sanda	国际原子能机构
M. Sbaffoni	国际原子能机构
M. Scott	美国能源部（美利坚合众国）
G. Siraky	国际原子能机构
Y. Sokolov	国家原子能公司（俄罗斯联邦）
M.G. Sta. Rita	国家电力公司（菲律宾）
A. Starz	国际原子能机构
R. Stevens	国际原子能机构

Z. Stolberg	国际原子能机构
F.C. Tatar	核和放射性废物机构（罗马尼亚）
D. Telleria	国际原子能机构
A. Toba	日本原子力产业协会国际合作中心（日本）
W. Tonhauser	国际原子能机构
Y. Troshchenko	国际原子能机构
U. Ugbor	国际原子能机构
C. Van Haastrecht	常驻代表团（加拿大）
M. Van Sickle	国际原子能机构
N. Vierovkina	能源和煤炭工业部（乌克兰）
P. Vincze	国际原子能机构
P. Warren	国际原子能机构
M. Weightman	顾问
P. Wells	国际原子能机构
A. Wetherall	国际原子能机构
M. Yagi	国际原子能机构
J.S. Yang	国际原子能机构

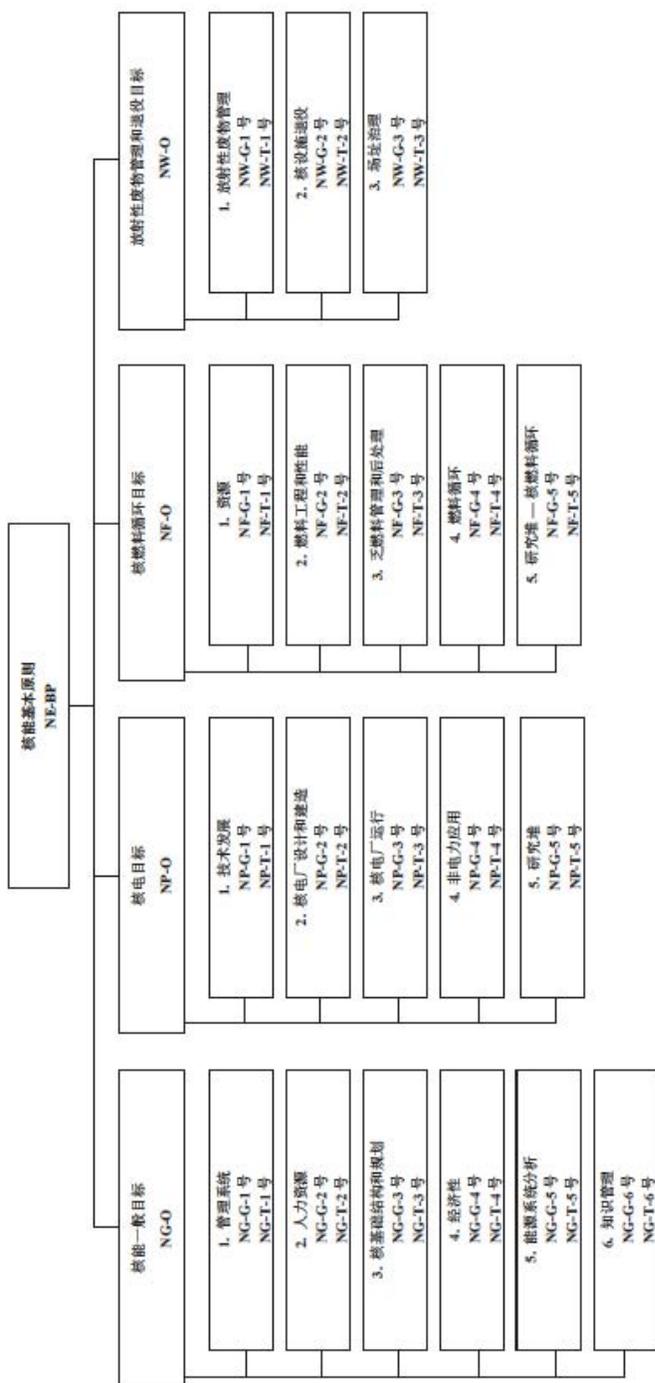
顾问会议

奥地利维也纳：2012年10月22日、2013年2月15日、2013年7月8日—12日、2014年2月3日—14日、2014年5月26日—30日、2014年7月7日—11日、2014年10月6日—17日

技术会议

奥地利维也纳：2014年5月28日—30日

原子能机构《核能丛书》的结构



略语表

BP: 基本原则
O: 目标
G: 技术报告
T: 技术报告
I-6: 专题名称
号: 导则或报告编号 (1、2、3、4等)

举例

NG-G-3.1号: 核能总则 (NG)、导则、核基础设施和规划 (专题3)、1号
NP-T-5.4号: 核电 (NP)、报告 (T)、研究堆 (专题5)、4号
NF-T-3.6号: 核燃料 (NF)、报告 (T)、乏燃料管理和后处理 (专题3)、6号
NW-G-1.1号: 放射性废物管理和退役 (NW)、导则、放射性废物 (专题1)、1号

当地订购

原子能机构的定价出版物可从下列来源或当地主要书商处购买。
未定价出版物应直接向原子能机构发订单。联系方式见本列表末尾。

北美

Bernan / Rowman & Littlefield

15250 NBN Way, Blue Ridge Summit, PA 17214, USA
电话: +1 800 462 6420 • 传真: +1 800 338 4550
电子信箱: orders@rowman.com • 网址: www.rowman.com/bernan

世界其他地区

请联系您当地的首选供应商或我们的主要经销商:

Eurospan Group

Gray's Inn House
127 Clerkenwell Road
London EC1R 5DB
United Kingdom

交易订单和查询:

电话: +44 (0) 176 760 4972 • 传真: +44 (0) 176 760 1640
电子信箱: eurospan@turpin-distribution.com

单个订单:

www.eurospanbookstore.com/iaea

欲了解更多信息:

电话: +44 (0) 207 240 0856 • 传真: +44 (0) 207 379 0609
电子信箱: info@eurospangroup.com • 网址: www.eurospangroup.com

定价和未定价出版物的订单均可直接发送至:

Marketing and Sales Unit
International Atomic Energy Agency
Vienna International Centre, PO Box 100, 1400 Vienna, Austria
电话: +43 1 2600 22529 或 22530 • 传真: +43 1 26007 22529
电子信箱: sales.publications@iaea.org • 网址: www.iaea.org/publications

发展和实施适当基础结构以支持核电的成功引进及其安全、可靠、和平与可持续应用是一个首要关切问题，对于正在考虑和规划其首座核电站的国家尤其如此。在筹备必要核基础结构时，需要完成若干活动。这些活动可分为三个循序渐进的发展阶段。本出版物阐述了为促进对资源的最佳利用，预期在每个阶段结束时将达到的条件。“里程碑”系指证明相关阶段已成功完成的必要条件。