

# 2012 年核安全评论

GC(56)/INF/2

2012 年核安全评论

IAEA/NSR/2012

国际原子能机构在奥地利印制

2012 年 7 月

# 前 言

《2012 年核安全评论》以分析的方式概述了 2011 年世界范围内的主要趋势、问题和挑战以及国际原子能机构为加强全球核安全框架所作的努力。今年的报告还突出强调了与福岛第一核电站事故有关的问题和活动。分析性概述辅以载于本文件最后的题为“国际原子能机构安全标准：2011 年期间的活动”的附录。

《2012 年核安全评论（草案）》曾以 GOV/2012/6 号文件提交 2012 年 3 月理事会会议。《2012 年核安全评论》的最后文本是根据理事会的讨论结果以及收到的意见编写的。



# 目 录

正文摘要 .....	1
分析性概述 .....	7
A. 审查东京电力公司福岛第一核电站事故 .....	7
A.1. 背景 [5] .....	7
A.2. 原子能机构的响应 [4] .....	10
A.3. 场址安全 .....	13
A.3.1. 场址危害评定 .....	13
A.3.2. 设计合格性和针对外部危害的再评价 .....	15
A.3.3. 评价安全性：多机组场址上的多重危害 .....	18
A.4. 严重事故管理 .....	19
A.5. 监管有效性 .....	20
B. 管理应急准备和响应 .....	24
B.1. 趋势和问题 .....	24
B.2. 活动 .....	26
B.3. 今后的挑战 .....	26
C. 评估老化核电厂和研究堆的安全问题和长期管理 .....	28
C.1. 老化核电厂安全管理的趋势和问题 .....	28
C.1.1. 活动 .....	29
C.1.2. 今后的挑战 .....	30
C.2. 老化研究堆安全管理的趋势和问题 .....	31
C.2.1. 活动 .....	32
C.2.2. 今后的挑战 .....	32
D. 使新兴核能国家做好准备 .....	32
D.1. 趋势和问题 .....	32
D.2. 活动 .....	33
D.3. 今后的挑战 .....	34
E. 审查未来反应堆设计的安全性 .....	35
E.1. 趋势和问题 .....	35
E.2. 活动 .....	35
E.3. 今后的挑战 .....	36
F. 限制辐射照射 .....	37
F.1. 趋势和问题 .....	37

F.2. 活动 .....	38
F.3. 今后的挑战 .....	39
G. 确保核运输安全 .....	40
G.1. 趋势和问题 .....	40
G.2. 活动 .....	41
G.3. 今后的挑战 .....	41
H. 努力找到退役、治理和废物的解决方案 .....	42
H.1. 趋势和问题 .....	42
H.2. 活动 .....	42
H.3. 今后的挑战 .....	43
I. 核损害民事责任 .....	43
I.1. 趋势和问题 .....	43
I.2. 国际活动 .....	43
I.3. 今后的挑战 .....	44
J. 主要参考文件 .....	45
附录 .....	47
A. 概要 .....	47
A.1. 原子能机构安全标准的长期结构和格式 .....	47
A.2. 国际原子能机构安全标准制订战略和过程 .....	48
A.3. 原子能机构安全标准和《核安保丛书》之间的协同作用和接口关系 .....	48
A.4. 在福岛事故背景下审查原子能机构安全标准 .....	49
B. 原子能机构安全标准现状 .....	50
B.1. 安全基本法则 .....	50
B.2. 一般安全要求（适用于所有设施和活动） .....	50
B.3. 特定安全标准（适用于规定的设施和活动） .....	51
B.3.1. 核电厂 .....	51
B.3.2. 研究堆 .....	52
B.3.3. 燃料循环设施 .....	53
B.3.4. 放射性废物处置设施 .....	54
B.3.5. 采矿和选冶 .....	54
B.3.6. 辐射源的应用 .....	54
B.3.7. 放射性物质的运输 .....	55

# 正文摘要

《2012 年核安全评论》<sup>1</sup> 重点阐述 2011 年核安全方面的主要趋势、问题和挑战，全文按以下主要部分组织和分编：

- “正文摘要”是报告内容的浓缩版；
- A 部分概述了东京电力公司福岛第一核电站事故（以下统称“福岛事故”）的演进情况，扼要重述了原子能机构所作的响应，并回顾了在具体核安全领域（场址安全和设计考虑、严重事故管理和监管有效性）所汲取的初步教训；
- B 部分至 I 部分论述了 2011 年下列领域的全球核安全趋势、问题和挑战：管理应急准备和响应；评估老化核电厂和研究堆的安全问题和长期管理；让新兴核能国家做好准备；对未来反应堆设计的安全进行审查；限制辐射照射；确保核运输安全；努力找到退役、治理和废物的解决方案；以及审查核损害民事责任问题；
- J 部分列出了编写本报告所用主要参考文件清单。这些文件在整个报告中被引用，列在本部分，并为参考方便起见附有在线版本链接。一些文件源自限制访问的原子能机构 GOVATOM 网站，而另一些则源自公开网站；
- 附录提供了安全标准委员会的详细活动情况和原子能机构《安全标准丛书》的现状。

根据授权，成员国鼓励原子能机构为核安全所固有的政府间科学技术挑战的目的通过以下方式提供援助和应请求充当居间人：解决紧迫的问题，就如在 2011 年 3 月福岛事故中一样；形成需要大量时间和精力才能实施的全球问题解决方案，就如理事会最近核准的原子能机构“核安全行动计划”一样。2011 年，为了改善全球核安全状况，秘书处几乎动用其所有方面的能力和资源来解决这些交叉问题。

2011 年 3 月 11 日日本东部大地震和海啸引起的福岛事故使得核安全成为全球关注的焦点，并凸显了成员国在这一至关重要领域的责任。确切地讲，对核安全的主要责任由被许可营运核设施的每一个营运者、利用核技术的每个成员国以及监督这种设施的每个国家的监管机构承担。

---

<sup>1</sup> 对原载于随附的“秘书处的说明”的资料作了重新分发：涵盖国际安全相关事件和活动的“秘书处的说明”将见于原子能机构《2011 年年度报告》以及题为“加强核安全、辐射安全、运输安全和废物安全国际合作的措施”的报告。以往“秘书处的说明”中所载关于安全标准活动的资料已作为附录并入本报告。

为了发挥在该领域的核心作用，原子能机构制订了包括基本安全原则、要求和措施在内的各种安全标准，以实现高水平的核应用安全。这些标准适用于引起辐射危险的设施和活动，其中包括核装置、利用辐射和放射源、放射性物质运输和放射性废物管理。应成员国的请求，原子能机构通过同行评审、咨询服务、能力建设讲习班以及培训和教育计划促进其安全标准的实施。

在 2008 年 1 月开始的第四个任期于 2011 年 12 月结束时，安全标准委员会向总干事提交了该委员会的四年期报告，<sup>2</sup> 其中突出强调了已经实现的目标，并阐明了今后的挑战和建议。所取得的成就包括：建立了原子能机构《安全标准丛书》的长期结构；制订了《国际原子能机构安全标准制订战略和过程》<sup>3</sup>；确定了解决安全与安保之间协同作用的短期和长期构想；并制订了在福岛事故背景下审查原子能机构安全标准的计划。在这方面，安全标准委员会于 2011 年 11 月从审查范围、确定审查的优先次序、审查方案、审查过程和审查时限各个方面讨论了开展安全标准审查的方法，以及以后在必要时修订这些安全标准的可能方案。

核安保咨询组和安全标准委员会于 2009 年设立了一个特别联合工作组，该工作组在两年的期间内举行了会议。特别联合工作组讨论了加强《核安保丛书》导则文件审查和核准程序以及在该丛书编写过程中加强与成员国代表互动的各项措施。此外，特别联合工作组还讨论了在尊重安全和安保各自具体特点的同时制订涵盖安全和安保的单一系列原子能机构标准的可行性，并编写了关于其结论的最后报告。该报告已经核安保咨询组和安全标准委员会联席会议核准，并于 2011 年 11 月提交总干事。

理事会于 2011 年 9 月核准了题为“国际辐射防护和辐射源安全的基本安全标准”（经修订的“基本安全标准”）的“一般安全要求”第三部分。经修订的“基本安全标准”强化了关于防止公众和环境免遭辐射照射的措施的要求。

目前正在大力审查和更新相关安全要求，以考虑从福岛事故中汲取的教训，同时特别强调涵盖多重严重危害、多机组和单机组场址、反应堆冷却和燃料贮存以及其他具有安全重要性之领域的标准。

福岛事故发生后，原子能机构应日本政府请求对日本进行了一系列工作组访问。特别是一个专家团于 2011 年 5 月 24 日至 6 月 2 日对日本进行了实情调查访问。该工作团访问的结果已向于 2011 年 6 月 20 日至 24 日在奥地利维也纳原子能机构总部举行的原子能机构“部长级核安全大会”作了报告。

召集原子能机构“部长级核安全大会”是为了在原子能机构的牵头下，指导在福

---

<sup>2</sup> 安全标准委员会“2008—2011年四年期报告”（2011年12月7日印发）。可从以下地址下载该报告：<http://www-ns.iaea.org/committees/files/css/204/CSS4vreport2008-2011final12December2011.doc>。

<sup>3</sup> 《国际原子能机构安全标准制订战略和过程》1.1版，2011年3月10日。该文件可从以下地址下载：<http://www-ns.iaea.org/downloads/standards/spess.pdf>。



岛事故后汲取教训和采取行动的进程，以加强世界范围内的核安全、应急准备以及对人类和环境的辐射防护。大会通过了“部长宣言”，其中要求总干事以该宣言、三个工作组会议的结论和建议以及其中所载的专门技能和知识为基础，编写一项“行动计划（草案）”，以涵盖与核安全、应急准备和响应以及人类、社会和环境辐射防护有关的所有相关问题以及相关国际法律框架。

随后通过与成员国的广泛磋商过程制订了原子能机构“核安全行动计划（草案）”，该草案于 2011 年 9 月得到理事会的核准和大会第五十五届常会的核可。该行动计划的目的是通过 12 项主要行动（每项主要行动都有相应的子行动）加强福岛事故背景下的全球核安全。这些主要行动的重点是：安全评定（“压力测试”）、原子能机构同行评审、应急准备和响应、国家监管机构、营运组织、原子能机构安全标准、国际法律框架、启动核电计划的国家、能力建设、保护人类和环境免于电离辐射、通讯和信息传播以及研究与发展。

包括中国、印度、大韩民国、土耳其、阿拉伯联合酋长国和越南在内的成员国继续指望用核能来满足对清洁能源日益增长的需求。其他国家甚至在加速各自的核能计划。例如，法国正在建造首个先进堆，而且已经拟订了建造第二个先进堆的计划；俄罗斯联邦谋求在 2020 年前使其核能产出增加一倍，该国各地目前正在建造若干反应堆；英国已经制订了建造更多反应堆机组的计划。但一些国家包括比利时、德国、意大利和瑞士已决定逐步淘汰和停止使用核电，部分原因是由于缺乏公众支持而且在一些情况下是公众反对的结果。另外若干国家如奥地利、丹麦、希腊和新西兰仍然反对核电。关于对世界核能最新预测的详细评论，请见《2012 年核技术评论》。

由于有在 33 个国家 14 792 以上堆年的商业运行经验，全世界核电厂的安全运行水平依然很高，原子能机构收集（并纳入其动力堆信息系统数据库）以及核电营运者联合会所收集的安全数据就说明了这一点。图 1 显示了包括自动和手动紧急停堆在内的每 7000 小时动力堆临界运行发生的非计划停堆（“紧急停堆”）总数。该数据有助于监测在减少非计划停堆总数方面的实绩，并通常用于衡量电厂安全的改进程度。如图 1 所示，近年来尽管实现了稳步改进，但仍有进一步改进的余地。

截至 2011 年底，在全世界 435 座在运的核电厂中，有 32%的核电厂已经超过了 30 年的运行时间，5%的核电厂运行了 40 多年。人们日益期待老旧核反应堆达到更接近于最新反应堆设计的强化安全目标。因此，老旧核电厂的营运者需要消除人们对其达到这些期望的能力的关切并继续以经济和高效的方式支持成员国的能源需求。制订全面老化管理计划方面的挑战的中心内容主要是确保考虑并解决好可能受老化效应影响的所有结构、系统和部件问题。

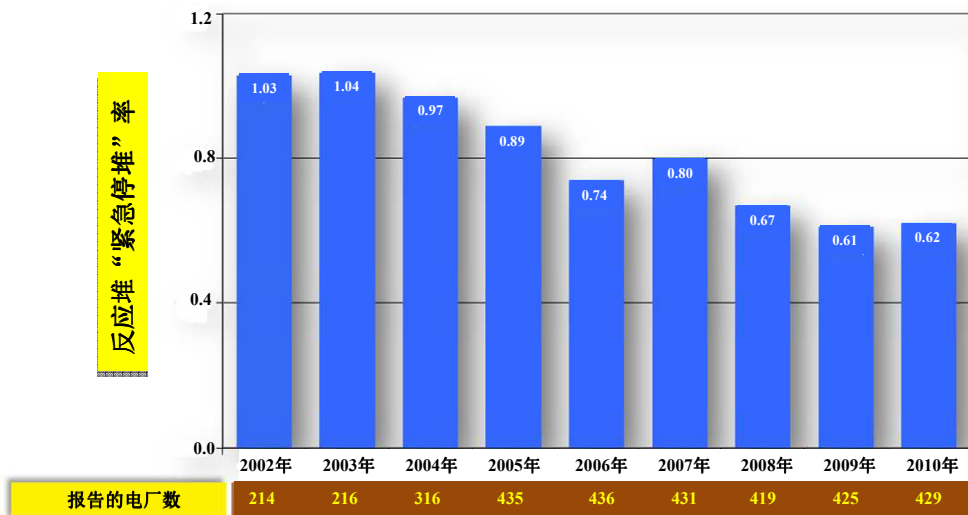


图 1. 包括自动和手动紧急停堆在内的每 7000 小时动力堆临界运行发生的非计划停堆（“紧急停堆”）总数。

在 254 座在运研究堆中，约有 70% 已经运行了 30 多年，其中许多研究堆超过了最初的设计寿命。在全世界五座生产同位素的大型研究堆中，有两座的维护工作需要很长的准备和维修期以及大量的资金投入。由于老化研究堆越来越不可靠，这给全球医用同位素供应和其他同位素生产商的生产能力带来了越来越大的压力。

新近利用核能的国家面临着发展必要基础结构和取得实现项目里程碑所需必要技能方面的挑战。此外，还有 20 多个成员国开始实施新研究堆项目计划。原子能机构已确定将能力建设作为成员国必须解决的首要问题，因为原子能机构已发现成员国在一些领域如立法、监管、技术、教育和安全基础结构领域存在着明显的薄弱环节。必须要有强有力的早期政府支持才能推动建立这种基础结构。为了协助推动这一过程，原子能机构提供了各种安全标准和导则文件，特别是《国家核电基础结构发展中的里程碑》（原子能机构《核能丛书》第 NG-G-3 号，维也纳，2007 年）和《建立核电计划的安全基础结构》（原子能机构《安全标准丛书》第 SSG-16 号，维也纳，2011 年出版）。对新加入国的另一项挑战是在发展核基础结构时如何运用从福岛事故中汲取的经验教训。为了促进在这方面所作的努力，原子能机构继续支持全球核安全和核安保网等一些国际知识网络和论坛以及各种地区网络，如亚洲核安全网、伊比利亚-美洲核和辐射安全与安保监管机构论坛、非洲核监管机构论坛、阿拉伯核监管人员网和监管合作论坛。

可用于近期部署的未来反应堆设计已经经过了一系列试验和模拟，以验证其在安全特性方面所作的改进。预计更多的革新设计需要做出更多的努力以对其加强后的安全特性的有效性进行试验和验证。原子能机构继续调查与移动式核电厂相关的问题，并将特别关注旨在满足岛屿或偏远地区能源需求的浮动反应堆。这包括评定当前

的国际法律框架和安全标准对这项技术而言是否适用和适当。原子能机构目前正在审查在“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”下起草的一份关于移动式核电厂的法律和制度问题的出版物。

经过对应急准备评审工作组和综合监管评审服务工作组访问的结果进行分析，发现了在总体遵守原子能机构安全标准《核应急或放射应急的准备与响应》（原子能机构《安全标准丛书》第 GS-R-2 号，维也纳，2002 年）<sup>4</sup>方面存在的不足。在若干成员国，已确定在监管机构的能力、基础设施、应急演习和培训计划方面存在缺陷。在响应福岛事故期间凸显了在与一些成员国通讯方面面临的挑战，因为在此期间发生了相对较高比例的传真信息发送不成功情况。在 134 个有指定联络点的成员国中，迄今还有 63% 的成员国需要在“事件和应急信息交流统一系统”进行登记后，才能通过该系统接收到警报信息。但如果没在该系统中登记，则无论秘书处何时发出警报信息，成员国都将收到发送至其指定联络点的传真信息。

2011 年与限制辐射的健康和环境影响有关的问题侧重于以下领域：

- 室内氡是来自所有辐射源的全世界集体有效剂量的最大促成因素之一，而且须对全世界每年 3% 至 14% 的肺癌病例负责。理事会 2011 年 9 月核准的经修订的“基本安全标准”强化了关于防止公众免遭氡辐射的要求。所有成员国都需要评定本国境内氡照射的程度，以确定是否需要采取补充行动。
- 全球核职工队伍正在逐步萎缩，而且流动性越来越大。这就对跟踪和管理雇员在其整个工作年限期间在其可能工作的所有场所接受的累积剂量方面形成了挑战。此外，辐射管理和培训计划也需要得到执行或加强，对于目前作为职业过度照射方面全世界处境最危险的工人群体的非熟练性流动工而言尤其如此。<sup>5</sup>
- 按照国际放射防护委员会（国际放射防护委）所作的进一步审议，现已大幅度降低眼晶体的吸收剂量阈值。这些修改已经被纳入经修订的“基本安全标准”，并将要求认真调查相关工作场所并制订落实新限值的分级方案。
- 正如在《2010 年核安全评论》中所报告的那样，全球患者医疗照射人均有效剂量自 20 世纪 90 年代以来增加了一倍，并在继续增加，对于在几年甚至一年之内接受多次计算机断层照相法扫描的患者尤其如此。2011 年继续了这一

---

<sup>4</sup> 安全标准委员会已核准用于修订将成为“一般安全要求”第七部分的 GS-R-2 的“文件编写大纲”。该修订版还将体现从东京电力公司福岛第一核电站核事故中汲取的教训。有关这一主题的具体资料请见附录。

<sup>5</sup> “为流动散工辐射防护计划的管理编制导则材料”技术会议，维也纳，2011 年 11 月 21 日至 24 日。

趋势。<sup>6</sup>关于这些主题的更多资料请见 F 部分 — 限制辐射照射。

- 此外，福岛事故也引起了向环境释放广泛的放射性核素。其结果是，大量人员不得不从该地区撤离，以防止超过预定参考水平的照射。福岛地区民众和环境所受照射量的评定取决于在原子能机构支持和参与下由世卫组织和辐射科学委目前分别进行的研究。

即使在已经制订了放射性物质运输安全标准的情况下，<sup>7</sup> 拖延和拒绝运输的现象在 2011 年仍持续存在，部分的原因是由于缺乏安全搬运放射性物质的资料所引起的恐惧以及难以执行过分复杂的当地或国家条例。福岛事故引起了辐射监测以及运输的监管和控制方面的全球性挑战，这些挑战凸显出缺乏共同方案、充分有效的监管体系和总体能力。2011 年 10 月 17 日至 21 日在奥地利维也纳原子能机构总部举行的“放射性物质运输安全和安保：下一个 50 年的运输 — 创建安全、可靠和可持续的框架”国际会议<sup>8</sup> 得出了一个结论，即在全球危机期间，运输受到了严重影响，如主要运输线路中断或关闭，进一步妨碍了人员、产品和食品抵达规定的目的地。

全世界受放射性核素污染的场址需要或仍需要进行治理。此外，福岛事故将需要进行大规模的事故后治理努力，而这种努力将产生累计达数百万立方米的大量受污染材料。更多资料请见 H 部分 — 努力找到退役、治理和废物的解决方案。

落实有效的民事责任机制对核损害造成的人体健康和环境损害以及实际经济损失进行保险的重要性仍然是各国持续关注的一个主题。原子能机构“核安全行动计划”特别要求建立旨在解决可能受核事故影响的所有国家之关切的全球核责任制度，以便对核损害作出适当的赔偿，并呼吁原子能机构国际核责任问题专家组就推动实现这种全球性制度的行动提出建议。

本报告详细叙述的过去一年的工作情况表明，在我们这个相互联系和相互依赖日益紧密的世界，多种形式的国际努力以及所有成员国和国际组织的共同警惕对于加强“全球核安全框架”至关重要。此外，公民社会的作用和参与及其对所有利益相关者有效实施、监测和加强具体核安全措施所寄予的目前比以往任何时候都更高的期待是再怎么强调也不为过的。

---

<sup>6</sup> 《2010 年核安全评论》(GC(55)/INF/3 号文件，2011 年 7 月印发)。可在以下地址在线获得：  
[http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC55/GC55InfDocuments/English/gc55inf-3\\_en.pdf](http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC55/GC55InfDocuments/English/gc55inf-3_en.pdf)。

<sup>7</sup> 关于运输相关安全标准的更多资料，请见附录 B.3.7.节“放射性物质运输”。

<sup>8</sup> 见会议网页：<http://www-pub.iaea.org/mtcd/meetings/Announcements.asp?ConfID=38298>。

# 分析性概述

## A. 审查东京电力公司福岛第一核电站事故

### A.1. 背景 [5]



1. 福岛第一核电站建于 1967 年至 1979 年，由东京电力公司（东电）建造和运营。福岛第一核电站有六个沸水堆机组。1 号机组是具有 Mark I 型安全壳的 BWR-3 型反应堆；2 号至 5 号机组是具有 Mark I 型安全壳的 BWR-4 型反应堆；而 6 号机组则是具有 Mark II 型安全壳的 BWR-5 型反应堆。该设施的总发电容量是 4.696 吉瓦。福岛第一核电站座落在福岛县双叶郡大熊町和双叶町附近，面向日本东海岸太平洋。

2. 福岛第一核电站各机组的设计能够抵御具有 0.6g（g 系指重力加速度）设计基准地震地面运动的地震和对于该场址 5.7 米高的海啸。<sup>9</sup> 该电厂迄今所经历的最强烈地震是 1978 年的宫城地震，地震震级为里氏 7.4 级（地面加速度 0.125g，持续 30 秒）并仅引发了小型海啸。在这次地震后对所有机组进行了检查，但并未发现对反应堆任何关键部件造成损坏。

3. 继东电 2010 年 4 月申请批准福岛第一核电站 1 号机组继续运行后，应原子力安全和保安院的请求，日本原子力安全组织确认了《老化管理评价和长期维护控制政策》的技术充分性，据原子力安全和保安院称，日本原子力安全组织于 2011 年 2 月提交了报告。<sup>10</sup>

4. 2011 年 3 月 11 日 5 时 46 分（协调世界时），在距离日本本州东海岸约 14 米的海域发生了 9.0 级地震并随后引发了前所未有溯升高度<sup>11</sup> 的海啸。据原子力安全和保安

<sup>9</sup> 核电厂的设计考虑地震引发的地面震动效应，即在基底岩层自由表面的地面运动加速度，而不是这类震级。

<sup>10</sup> 日本原子力安全组织《2010 年年度报告》（2010 年 4 月—2011 年 3 月）第 81 页。

<sup>11</sup> 在《海啸警报和准备：美国海啸计划和国家准备工作评定》（美国国家科学院，2010 年）第 38 页中，“溯升高度”定义为“海啸波相对于初始海平面向陆地侵入最前沿的垂直高度”。该定义可通过以下网址在线获得：[http://www.nap.edu/openbook.php?record\\_id=12628&page=38](http://www.nap.edu/openbook.php?record_id=12628&page=38)。

院提供的报告，以下若干核电设施均受到剧烈的地面运动和巨大多重性海啸波的影响：东海核电站、东通村核电站、女川核电站以及福岛第一和第二核电站。这些设施的在运机组被为探测地震而安装的自动系统成功关闭。但是，巨大的海啸波不同程度地影响到所有这些设施，而在福岛第一核电站产生了最为严重的后果。<sup>12</sup>

5. 尽管在地震发生时所有厂外电源均丧失，但福岛第一核电站的自动系统在探测到地震时成功地将控制棒插入其三座在运反应堆，并且所有可利用的应急柴油发电机开始运行。但是，在地震发生 46 分钟后，一系列巨大的海啸第一波到达该场址，并越过了为防护海啸设计的 5.7 米高的防波堤。

6. 海啸淹没了福岛第一核电站场址，造成除一部应急柴油发电机（提供 5 号机组和 6 号机组共用应急电力的 6-B 型发电机）外的所有电源均丧失。由于场外或场内没有任何其他可利用的有效电源，冷却反应堆的能力急剧下降，甚至完全丧失。营运者面对灾难性的和前所未有的应急情况，没有电、没有反应堆控制、几乎没有仪器仪表，而且通讯系统受到严重影响。他们不得不在黑暗中工作，确保六座反应堆、六个关联燃料水池、一个共用燃料水池和干式容器贮存设施的安全。

7. 没有备用电源，通风和海水注入不可能缓解所导致的活性燃料和乏燃料水池冷却丧失情况。反应堆温度增加并最终导致 1、3 和 4 号机组发生氢气爆炸，同时使这些反应堆建筑物部分受到严重损坏或破坏，1、2 和 3 号机组被怀疑发生燃料破损。

8. 3 月 12 日，原子力安全和保安院一开始按《国际核事件分级表》将这起事件定为三级，后来将其提升至五级（3 月 18 日）和七级（4 月 12 日）。所有《国际核事件分级表》定级当时均是临时性的。

9. 福岛第一核电站发生的核事故引起了向环境释放广泛的放射性核素。其结果是，大量人员不得不从该地区撤离，以防止受到超过预定参考水平的照射。

10. 2011 年 3 月 12 日，福岛第一核电站周围 20 公里范围内的许多城镇居民被撤出。随着出现了有关 20—30 公里区域内和 30 公里区域以外的一些周围地区环境放射性水平的新情况，日本政府确定了计划疏散区，将疏散区的居民迁至临时住所。此外，还确定了应急疏散准备区，要求那里的居民准备为需要他们撤离时做好准备；这些区域扩展到 30 公里半径以外。图 2 绘出了截至本核安全评论编写之日福岛第一核电站周围的限制区和预定疏散区的地图；还标示了建议今后进行疏散的区域。

11. 世卫组织和联合国辐射科学委目前分别开展的研究正在对居民和环境所受照射以及特别是福岛地区受照射情况进行评定。这两项研究均在原子能机构的支持和参与下进行。

---

<sup>12</sup> 原子能机构事件和应急中心从原子力安全和保安院收到的资料。通过以下网站参见“福岛核事故最新情况”（2011 年 3 月 11 日 11 时 45 分（协调世界时））：<http://www.iaea.org/newscenter/news/2011/fukushima110311.html>。

12. 2011年3月25日，东电向原子能机构和公众发布了“福岛第一核电站事故后的恢复路线图”。<sup>13</sup>



图 2. 地图由日本原子力安全和保安院提供。

13. 2011年5月24日，根据日本政府内阁成员作出的一项决定，成立了福岛事故调查委员会，并对这起事故的原因和事故后立即做出的响应情况进行总体评定。该委员会于2011年6月7日开始进行调查、评价和访谈，并于2011年12月26日向内阁提交了根据它的一些调查结果而编写的“中期报告”和“执行摘要”。<sup>14</sup> 该委员会将于2012年向内阁提交一份全面报告。

14. 2011年12月16日，福岛核电站的情况得到改善并处于稳定状态。电厂营运者使这些反应堆达到了东电和核应急响应总部所如下定义的“冷停堆条件”：“(1) 将反应堆

<sup>13</sup> 东电新闻发布会（2011年4月17日）。见：<http://www.tepco.co.jp/en/press/corp-com/release/11041707-e.html>。

<sup>14</sup> 东京电力公司福岛核电站事故调查委员会的中期报告执行摘要，2011年12月26日。见：<http://icanps.go.jp/eng/111226ExecutiveSummary.pdf>。

压力容器底部温度和一次安全壳内部温度保持在约 100 摄氏度以下；(2) 将来自一次安全壳的放射性物质的释放置于控制之下，并减少额外释放所致公众辐射照射（目标是场址边界处每年不超过 1 毫希）”。<sup>15</sup> 东电目前将把努力的重点放在治理和退役上[3]。<sup>16</sup>

15. 原子能机构在其以下网站提供了福岛第一核电站的最新状况：<http://www.iaea.org/newscenter/focus/fukushima/>。

## A.2. 原子能机构的响应 [4]



16. 在地震袭击日本本州东海岸不到一小时后，原子能机构的“事件和应急系统”便在接到原子能机构“国际地震安全中心”的通报后启动。在随后的一小时内，原子能机构“事件和应急中心”与日本的官方联络点建立了初步通讯，进行了信息核实，并询问了核装置及一类、二类和三类放射源的安全情况。

17. 在该通讯后不久，“事件和应急中心”进入“全面响应模式”<sup>17</sup>，来自整个原子能机构的“事件和应急系统”成员，特别是联络官员、新闻官员、应急响应管理人员、后勤官员、技术专家、通讯专家等均被召集到该中心履行重要职能。在事故当日晚些时候，原子能机构在“及早通报公约和紧急援助公约”网站上公布了第一份《状况简报》。自那时起，每日两次向成员国分发关于福岛第一核电站场址及周围地区电厂状况和放射性状况的 these 事故状况报告。按照“国际组织辐射应急联合管理计划”规定的原子能机构的职责，原子能机构于 2011 年 3 月 11 日立即向所有国际组织进行了通报，并开始该计划的运作。原子能机构启动了机构间响应福岛事故的协调工作，特别是在就事故状况达成共识和协调公众宣传方面。

---

<sup>15</sup> 关于这一问题和其他问题、活动以及今后对工作人员和公众辐射照射带来挑战的进一步讨论，请见 F 部分 — 限制辐射照射。

<sup>16</sup> 关于这一阶段期间的问题、活动和今后挑战，请见 H 部分 — 努力找到退役、治理和废物的解决方案。

<sup>17</sup> “事件和应急中心”自 2011 年 3 月 11 日至 5 月 3 日一直每周七天、每天 24 小时以“全面响应模式”运行。该中心利用了原子能机构所有六个司的工作人员的专门知识。原子能机构专业人员和一般事务人员（共计 230 人）自愿提供了服务。日本籍工作人员还作为事故国联络官提供了协助，并协助进行通讯和翻译。



18. 作为原子能机构的主要联络点，“事件和应急中心”接收来自日本的经核实的信息，然后提请成员国注意在应急期间发生的所有重要事件。<sup>18</sup> 此外，这些报告和随后的技术分析构成了原子能机构于 2011 年 3 月 14 日启动并作为例行活动一直举行到 2011 年 6 月 2 日的成员国简况介绍会和媒体简况介绍会的主要依据。

19. 自事故发生后的头几天起，总干事就一直与联合国秘书长潘基文保持密切联系，以确保在不同国际组织之间进行有效的协调。他还与世卫组织总干事、禁核试组织筹委会执行秘书、粮农组织总干事和气象组织秘书长进行了磋商，以促进活动的有效协调。

20. 2011 年 3 月 15 日，举行了第一次机构间放射应急和核应急委员会协调会议（此后举行电视会议），以便向相关国际组织简要介绍状况、在国际组织<sup>19</sup>间交流信息、对状况取得共同理解、审议和协调响应活动以及通过联合新闻发布向公众进行通报。

21. 2011 年 3 月 17 日至 19 日，总干事访问了东京，以取得事故的第一手资料，表达原子能机构提供全面支持和专家援助的承诺以及转达 10 多个国家提供援助的建议。他会晤了日本首相菅直人、外相松本刚明和经济产业省大臣海江田万里以及东电公司和原子力安全和保安院的高级官员。他强调了向原子能机构及时提供官方资料和保持最高透明度的重要性。

22. 在核事故的头几天，情况已变得十分明显，各反应堆和乏燃料可能处于严重危险之中。考虑到事故的不断发展，原子能机构成立了一些工作组，即福岛事故协调小组、福岛核安全小组和福岛放射后果小组，以评价与该事故有关的关键问题；协调原子能机构的响应；和及时向成员国、媒体和公众提供准确的信息。

23. 在这些会议上，向各具体组织分配了共同商定的活动。针对一些问题设立了特别工作组，例如关于运输问题<sup>20</sup>的特别工作组和关于剂量评定问题的特别工作组。还拟订了联合公开声明<sup>21</sup>。

---

<sup>18</sup> 目前由于实现了冷停堆，“事件和应急中心”将按月提供关于福岛第一核电站电厂状况的报告。

<sup>19</sup> 电视会议的参加单位是：欧洲委员会、粮农组织、海事组织、民航组织、经合组织核能机构、泛美卫生组织、环境规划署、联合国人道事务厅、联合国辐射科学委、世卫组织和气象组织。世界旅游组织和禁核试组织以观察员身份参加。此外，日本常驻代表团也应机构间放射应急和核应急委员会秘书的邀请参加了电视会议。

<sup>20</sup> 机构间放射应急和核应急委员会促进设立了一个旨在解决运输和旅游相关问题的工作组，由国际机场协会、原子能机构、国际空运协会、民航组织、海事组织、旅游组织、世卫组织、气象组织和联合国的代表组成。该工作组从 2011 年 3 月 17 日开始定期举行电话会议，并在整个事件过程中一直持续定期举行会议。民航组织主持该小组工作，世卫组织提供网基文件共享，以促进协作。

<sup>21</sup> 该工作组多次进行联合新闻发布，第一次是在 2011 年 3 月 18 日，表示对前往日本旅游没有任何限制。2011 年 4 月 1 日再次进行新闻发布，对误导性新闻报道做出了反应，并设法使正在旅游的民众放心，放射性物质的浓度非常低。

24. 原子能机构实验室从事故初期就进行了参与。原子能机构奥地利塞伯斯多夫陆地环境实验室向环境放射性测量分析实验室网络的实验室提供了分析、资料和方法学建议。<sup>22</sup> 这些实验室反过来又对原子能机构各工作组访问期间在日本采集的近 100 个样品进行了光谱测量。原子能机构摩纳哥海洋环境实验室则对有关用于冷却福岛第一核电站反应堆并被直接排放到海洋中的数千吨放射污染水对海洋生命和海产品造成的影响的资料进行了审查。

25. 2011 年 5 月 4 日，一个大型海运公司代表团与原子能机构和海事组织举行会议，讨论了监测港口集装箱的方法。通过原子能机构的“拒绝运输网络”，向这些海运公司提供了支持。

26. 经日本政府同意，原子能机构开展了旨在查明事实和确定从福岛事故中汲取的初步教训并与国际核能界分享这些信息的工作组访问。为此，一个专家团于 2011 年 5 月 24 日至 6 月 2 日进行了实情调查。访问期间，由核专家组成的调查团从日本许多相关部委、核监管机构和营运者那里了解了信息。专家团还访问了三个受影响的核电站：东海第二核电站、福岛第二核电站和福岛第一核电站，了解了这些电站的状况和受损程度。对设施的访问使得专家们能够与运行人员交谈，以及察看正在进行的恢复和治理工作[2]。

27. 该工作团访问的结果与日本专家和官员进行了讨论，随后向 2011 年 6 月 20 日至 24 日在奥地利维也纳原子能机构总部举行的原子能机构“部长级核安全大会”作了报告。

28. 在原子能机构为促进对福岛事故后汲取的教训和以后步骤的讨论而召集的这一部长级核安全大会上，通过了《部长宣言》，其中除其他外特别是：

- “请原子能机构总干事以本宣言和三个工作组会议的结论和建议以及其中所载的专门技能和知识为基础，编写一份关于 2011 年 6 月原子能机构‘部长级核安全大会’的报告和一项‘行动计划（草案）’；并为贯彻这次大会的成果酌情促进与其他相关国际组织的协调与合作，以及促进成员国之间对‘行动计划（草案）’的磋商”；
- “请原子能机构总干事将该报告和涵盖了与核安全、应急准备和响应以及人类和环境辐射防护有关的所有相关问题以及相关国际法律框架的‘行动计划（草案）’提交原子能机构理事会和大会即将于 2011 年举行的会议”；
- “呼吁原子能机构理事会和大会在其决定中反映这次部长级大会的成果，并支持有效、迅速和以适当的资源执行‘行动计划’” [6]。

---

<sup>22</sup> 环境放射性测量分析实验室目前由来自 77 个国家的 122 个实验室组成，网址是：<http://www.iaea.org/nael/page.php?page=2244>。

29. 2011年9月22日，在原子能机构大会第五十五届常会上，成员国核可了理事会核准的原子能机构“核安全行动计划”。“行动计划”系以《部长宣言》、部长级大会三个工作组会议提出的结论和建议、国际核安全组提出的信函报告<sup>23</sup>以及原子能机构国际实情调查专家工作团编写的最后报告中提出的结论和教训为基础。“行动计划”确定了许多建议的措施，包括旨在加强全球核安全框架的12项主要行动，每项主要行动都有相应的子行动。“行动计划”需要原子能机构、原子能机构成员国和其他利益相关方都采取行动[1]。

30. 在2011年11月17日至18日举行理事会会议之前，2011年11月10日印发了总干事关于在执行“行动计划”方面取得的初步进展的报告。目前正在进行落实各项行动的工作，并将于2012年3月举行理事会会议之前印发总干事的另一份进展报告[7]。<sup>24</sup>

31. 鉴于福岛事故导致大面积土地受到放射性污染，日本政府开始制订战略，以实施治理这些地区的对策。应日本政府的请求，原子能机构向日本派遣了一个国际专家组，以帮助制订这些治理计划。该专家组由12名国际专家和原子能机构专家组成，于2011年10月7日至14日进行了访问。专家们访问了福岛县的许多场所，包括事故场址、原町热电厂周围地区以及饭馆村和伊达市的一些场所，福岛去污小组和日本原子力开发机构作为其试验和评价可用于环境治理战略的一些方法和技术的效率之努力的一部分，正在饭馆村和伊达市的那些场所实施示范治理项目[8]。

32. 在其向日本政府提出的关于初步调查结果的简要报告中，专家组除其他外，特别提出了以下结论：

- 建议日本当局考虑向公众解释将重点放在人们可能实际接受的辐射剂量上而不是显示污染水平的数据上的重要性；
- 鼓励日本继续进行治理努力。为此，鼓励日本考虑该专家组提出的建议。原子能机构随时准备对日本在审议这类活动的适当新标准方面向其提供支持。

33. 该专家组的最后报告于2011年11月15日发送日本政府[9]。<sup>25</sup>

## A.3. 场址安全

### A.3.1. 场址危害评定

34. 原子能机构国际实情调查专家工作团确定了场址安全评定方面的各种问题，包括：现行低概率/高后果地震事件评定方法的充分性；连续高震级余震的影响；以及海啸产生的水动力对近海岸结构的影响[2]。

---

<sup>23</sup> 国际核安全组主席2011年7月26日的信函（2011年8月4日印发的GOV/INF/2011/11号文件）。

<sup>24</sup> 原子能机构在其网站的“行动计划”部分提供其与该计划有关的活动、工作组访问和会议的最新情况，网址是：<http://www.iaea.org/newscenter/focus/actionplan/>。

<sup>25</sup> 有关这一专题的进一步资料，请见H部分 — 努力找到退役、治理和废物的解决方案。

35. 现行核电厂场址地震危害评定方法严重依赖史前的、历史的和仪器观测的地震数据。该方法还考虑场址所在地区的地质和地震环境。这种场址危害模型从这些数据中推算出用于预测未来地震的估计值。在缺乏数据时，利用该模型对很少发生的事件进行预测导致出现更大的不确定性。在预测地震引起的海啸时也存在类似的挑战。海啸危害的严重程度取决于地震震级：震级越高，海啸危害就越严重。同样，当数据不充分时，推算估计值以预测海啸危害的结果是出现更大程度的不确定性。

36. 核电厂的设计中没有考虑余震，因为假定其震级较低。但就 2011 年 3 月 11 日日日本东部大地震而言，在主震后连续快速地发生了一系列高震级 (> 7.0) 余震。这凸显出在确定核电厂场址的地震安全时有必要重新评价高震级余震的影响。

37. 海啸随之带来同时发生的洪水泛滥和水动力危害，它们所带来的残骸和沉积物阻塞了电厂的海水吸排系统。这些危害所凸显的新问题不仅存在于海啸所引起的而且还存在于其他原因引起的洪水泛滥方面。

## 活动

38. 原子能机构“核安全行动计划”规定，成员国的第一项行动应当是“根据迄今从福岛事故中汲取的教训开展核电厂安全薄弱环节评定”。这项评定的部分内容包括国家对场址特定极端危害的评定[1]。

39. 2010 年，国际地震安全中心就已经开始通过其预算外计划编写关于核装置安全外部危害方面的详细导则材料。<sup>26</sup>

40. 如表 1 所示，国际地震安全中心促进核电厂装置安全的预算外项目由 10 个工作领域组成。工作领域 1 和 5 在日本东部大地震前就已经开始涉及在评定高震级地震引起的极端地震地面运动和海啸危害时一般面临的问题和挑战。

---

<sup>26</sup> 总干事关于“加强核安全、辐射安全、运输安全和废物安全国际合作的措施”的报告在 D 部分“核装置安全”提供了关于该预算外计划的全部详细资料。该文件可通过以下地址下载：

[http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC55/GC55Documents/English/gc55-15\\_en.pdf](http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC55/GC55Documents/English/gc55-15_en.pdf)。

表 1. 国际地震安全中心促进核电厂装置安全的预算外项目 — 10 个工作领域



工作领域 1	地震危害
工作领域 2	地震设计和验证
工作领域 3	地震安全评价
工作领域 4	外部事件准备和响应
工作领域 5	海啸危害
工作领域 6	火山危害
工作领域 7	防止破坏的工程方面
工作领域 8	场址评价和外部事件安全评定
工作领域 9	信息和通报系统
工作领域 10	公众宣传、经验教训传播和能力建设

41. 工作领域 1 开始其在下列方面的工作：对很少发生的外部事件所引起的地震地面运动危害预测问题作出评定；对解决上述问题的现行方法的充分性作出评价；处理连续高震级余震对核电厂地震安全的影响。

42. 工作领域 5 开始评价海啸泛滥危害的现行评定方法。

### 未来的挑战

43. 需要对原子能机构的安全标准和方法进行修订，以考虑对核电厂场址进行全面的震动地面运动和海啸危害评定。原子能机构的安全标准目前还不包括对与主震后的强震和相关事件有关的地面运动危害作出评定。也没有任何成熟的方法用于对这种危害进行评价。因此，有必要制订有关发展设计基准的导则，以便将余震考虑在内。

44. 目前有成熟的方法用于对海啸引起的泛滥危害进行评定，原子能机构安全标准也涉及了这一问题。但对海啸或任何其他洪水泛滥事件所产生的水动力和沉积物/残骸阻塞海水吸排系统的情况作出评定尚未包括在内，因此，需要进行研究。

### A.3.2. 设计合格性和针对外部危害的再评价

45. 地震引起的极端振动性地面运动超出了福岛第一核电站 2、3 和 5 号机组的地震设计水平。海啸超过了护岸海堤墙和防波堤的设计高度。这导致海堤墙垮塌和电厂大多数建筑群被淹，设备出现故障，全厂断电，并丧失最终热阱，<sup>27</sup> 因为海水进水口被毁。福岛第一核电站场址的设计安全裕度中未考虑海啸引起的地面运动和洪水泛滥等相关

<sup>27</sup> “最终热阱”实际上是最坏情况（设计基准）事故期间核反应堆可用于冷却极重要系统及其一次安全壳的无限制供水。

危害结合在一起造成的潜在损害。由于氢气爆炸对结构系统的损害大幅度降低了建筑物抵御随后地震活动冲击的能力，余震就变得更加关键。

46. 福岛事故表明，核电厂的设计应当包含更多的安全裕度，以处理外部危害的最大潜在影响以及地面运动（包括余震和相关事件）和海啸等相关危害的综合影响。根据原子能机构实情调查专家工作团的报告，必须“解决装置对于超设计基准地震地面运动的性能问题，以确信不存在任何‘陡边效应’<sup>28</sup>，即如果发生比设计基准地震稍大的地震，也必须能够证实装置不会出现任何明显的故障”[2]。

47. 报告进一步强调，“设计者还应考虑超设计基准事件，以确定是否能够合理地降低潜在危害开展更多的工作，在有可能因此发生重大后果的情况下尤应如此”。

## 活动

48. 2011年6月原子能机构“部长级核安全大会”除其他外，特别建议对核电厂进行系统性安全评审，包括新电厂和正在运行电厂就极端外部事件而言的设计基准假设和安全裕度[6]。

49. 为了落实该建议，原子能机构开始编写题为“外部事件设计安全裕度评价评审计划”的文件。该文件旨在提供关于核电厂外部危害设计裕度评价评审计划的导则，并且基于国际统一的评审方法，其中尽可能纳入原子能机构安全标准中规定的标准。<sup>29</sup>

50. 按照原子能机构“核安全行动计划”，已经制订了供成员国评定核电厂在场址特定极端自然灾害方面的安全薄弱环节的方法。该方法包括就外部危害主要是地震和洪水相关危害进行场址特定的危害评定以及核电厂的安全和设计裕度评价[10]。

51. 如以上表1所示，工作领域6和8继续编写用于外部危害安全裕度评定的详细安全导则。这种导则包括以下领域：外部危害包括海啸、火山和强风事件的评定；外部事件如海啸、洪水和大风概率安全分析；风险合并，以得到核电厂在多重危害影响下的总体风险或设计裕度。

52. 2011年11月，美国核管理委员会（美国核管会）发表了《美利坚合众国核电厂场址表征设计基准水灾估计》（NUREG/CR-7046）的文件，<sup>30</sup>其中描述了核电厂场址设计基准水灾的估计方案和方法，以及可用于对核电厂场址或场址附近的严重水灾进行表

---

<sup>28</sup> “陡边效应”“是这样一种情况，即由于电厂参数出现微小偏差后导致电厂从一种状况向另一种状况突变而引起电厂行为严重异常”，2007年版《国际原子能机构安全术语》。见 [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1290\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1290_web.pdf)。

<sup>29</sup> 原子能机构《安全标准丛书》的相关标题是：《核动力厂安全：设计》（第NS-R-1号，维也纳，2000年）、《核动力厂安全：运行》（第NS-R-2号，维也纳，2000年）、《核装置的厂址评价》（第NS-R-3号，维也纳，2003年）以及与这三份“安全要求”出版物有关的“安全导则”。

<sup>30</sup> 该文件可在线获得：<http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/nuregs/contract/cr7046/>。

征的概念模式。该文件还简要论述了原子能机构关于估计设计基准水灾的建议。美国核管会的“核电厂外部事件检查计划”还提出了关于与外部事件有关的核电厂安全的许多深刻见解。

53. 经合组织核能机构出版了关于与外部事件有关的核电厂安全的许多文件。那些涵盖原子能机构尚未印发任何自己的单独出版物的领域的文件尤其具有重要意义，例如，《非地震外部事件的概率安全分析》（经合组织核能机构 NEA/CSNI/R(2009)4 号文件，2009 年 5 月 5 日印发）和《核设施地震概率安全评定专家会议》（经合组织核能机构 NEA/CSNI/R(2007)14 号文件，2007 年 11 月 14 日印发）。<sup>31</sup>

### 未来的挑战

54. 日本东部大地震突出表明在核电厂针对外部危害的抗震性能验证、安全再评价和设计裕度评定方面存在许多设计上的挑战。以下是可以用于应对这种挑战的两种方案：

- 尽可能依据原子能机构安全标准进行安全评定，而对于原子能机构没有提供导则的领域，则利用其他国际组织印发的文件以及其他出版物中的资料。题为“外部事件设计安全裕度评价评审计划”的文件和核电厂场址特定极端外部危害方面的安全薄弱环节评定方法应该对此有所帮助，原子能机构目前正在编写这两份文件[10]；
- 编写原子能机构导则材料，以便对所有主要外部危害的评定以及对核电厂在这些危害及其综合影响方面的安全评定提供详细的指导。

55. 原子能机构已经制订了许多安全标准、导则和方法，以用于处理核电厂的安全再评价，特别是处理考虑到地震危害的设计裕度评定。它们包括《核电厂设计中的非地震外部事件》（第 NS-G-1.5 号，维也纳，2003 年）和《核电厂的抗震设计和验证》（第 NS-G-1.6 号，维也纳，2003 年）。<sup>32</sup> 确定性方法和概率性方法均可用于核电厂地震危害再评价：“安全导则”《现有核装置地震安全评价》（第 NS-G-2.13 号，维也纳，2009 年）<sup>33</sup> 对这两种方法作了详细论述。但这些安全标准、导则和方法并未考虑地震的主震和各种余震的综合影响。

56. 另一项挑战是，就为评定核电厂对其他外部危害如泛滥、水动力和阻塞的安全裕度的目的进行安全再评价或外部事件概率安全分析而言，目前并没有可用的成熟方法

---

<sup>31</sup> 这两份文件均可在线获得，地址分别是：<http://www.oecd-nea.org/nsd/docs/2009/csni-r2009-4.pdf> 和 <http://www.oecd-nea.org/nsd/docs/2007/csni-r2007-14.pdf>。

<sup>32</sup> 这两份“安全导则”均可在线获得，地址分别是：[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1159\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1159_web.pdf) 和 [http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1158\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1158_web.pdf)。

<sup>33</sup> 该“安全导则”亦可通过以下地址在线获得：[http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1379\\_web.pdf](http://www-pub.iaea.org/MTCD/publications/PDF/Pub1379_web.pdf)。

或原子能机构“安全导则”。此外，对由于海啸或溃坝的结果而处在地面运动和地震引起的水灾等相关危害的综合影响之下的核电厂而言，也不存在任何设计裕度评价标准。

57. 西欧核监管者协会和欧洲核安全监管者小组为欧洲联盟范围内的核电厂编写的“压力测试”技术规范也要求进行设计裕度评价。核电厂外部危害安全再评价和（或）设计裕度评价的现行方法并不全面，也未涵盖上述许多挑战。但已开始努力制订适用于非地震外部事件的外部事件概率安全分析方法<sup>34</sup>。非原子能机构出版物中提供了关于如何在地震概率安全评定中考虑余震以及关于适用于综合外部事件的外部事件概率安全分析的资料。<sup>35</sup>

### A.3.3. 评价安全性：多机组场址上的多重危害

58. 福岛事故突显出来的另一个关键问题涉及对受多重相关危害影响的带有多机组和其他并置核装置的场址进行安全评价。涉及单一机组的场址危害安全评价本身就具有挑战性，在针对多重危害评价多机组场址的安全性时，这一任务甚至变得更加复杂。

59. 场址评价不同于安全评价。场址评价涉及需要在确定核电厂或其他核装置候选场址适宜性时加以处理的重要安全相关及环境考虑因素。安全评价则是对与拟议场址/电厂有关的总体风险和危害进行详细评价。

60. 针对多重危害的多机组场址安全评价的目的可以通过以下方式实现：将场址上与核电厂和核装置的所有单个机组有关的风险（如有）与多重外部危害的综合效应合并在一起考虑；以及考虑任何共因故障。

### 活动

61. 原子能机构已开始编写题为《核装置选址的安全问题》的新“安全导则”。该出版物提供新核装置安全选址所需的导则。它特别针对多重危害考虑了涉及多机组的场址地点问题。

62. 作为国际地震安全中心预算外项目的一部分，负责工作领域 8 的工作组已开始编写考虑多重外部危害影响的与（核电厂和核装置）多机组场址安全评价有关的三份安全报告。

63. 为了落实 2011 年 6 月部长级大会的建议，原子能机构已开始编写题为“外部事件设计安全裕度评价评审计划”的文件。该文件以国际统一的方法为基础拟订，将提供

---

<sup>34</sup> K. 弗莱明，《从概率风险分析从业者的角度看综合风险问题》，见：<http://www.nrc.gov/reading-rm/doc-collections/commission/slides/2011/20110728/fleming-integrated-risk-paper.pdf>。

<sup>35</sup> H. Tsutsumi, H. Nanaba, S. Motohashi, K. Ebisawa, “制订考虑余震的地震概率安全评定方法”、《核设施地震概率安全评定专家会议》，核能机构/核安全装置委员会，NEA/CSNI/R(2007)14。



用于评审针对多重危害的核电厂/核装置多机组场址安全评价的导则。工作领域 8 工作组还打算将其作为安全报告发表。

## 未来的挑战

64. 一旦原子能机构出版考虑到多重外部危害影响的新的多机组场址安全标准和导则材料，接下来的挑战将是如何将它们以及其他国际组织的相关知识用于制订适用于场址外部危害安全评价的综合评审计划。

### A.4. 严重事故管理

65. 根据原子能机构派往日本的国际实情调查专家工作团 2011 年 6 月的报告，除了营运组织的行动和能力以及外部对事故管理提供的支持外，福岛第一核电站场址及其结构、系统和部件遭受的广泛破坏被证明在福岛事故的发展过程中非常关键。厂外电源、热阱和工程安全系统的完全丧失；对应对多重电厂故障准备的不充分；以及严重事故工况下有关程序和现场放射防护的不足和无效，只是福岛事故中就严重事故管理而言需要从中汲取教训的几个因素[2]。从福岛事故后进行的各安全工作组访问中得出的总体结论证实，在福岛第一核电站场址发现的一些问题其他核电站也存在。

66. 严重事故管理计划应扩大到包括现有设计措施、技术措施、运行措施以及应急准备和响应措施的范围，以便有助于管理所发生的超出反应堆设计基准范围的事故，即从电厂的主要物理现象和状况直到难以预见细节的运行问题的恶劣而棘手的电厂状况。

67. 此外，正如原子能机构派往日本的国际实情调查专家工作团 2011 年 6 月的报告所强调的那样，各种原因都可能导致严重事故，从福岛事故中汲取的教训总体上适用于所有核电厂。

68. 制订严重事故管理计划应当确保参与管理事故的工作人员接受过培训、熟悉程序并具备必要的资源，以便：

- 有效地防止反应堆事故升级，从而避免反应堆堆芯发生严重损坏；
- 在反应堆堆芯发生严重损坏的情况下有效地减轻事故的影响；
- 有效地防止或减轻放射性物质对工作人员和公众的放射性照射所造成的影响以及放射性物质向环境的意外释放所造成的影响；
- 尽快使反应堆进入可控、稳定和安全状态。

## 活动

69. 作为原子能机构“核安全行动计划”的一部分，原子能机构制订了评定核电厂在场址特定极端自然危害方面的安全薄弱环节的方法[10]。该方法提供了全面评定应对极端危害造成的特定挑战和状况的严重事故管理计划的框架。此外，原子能机构协助成员国制订和实施了对其核电厂进行安全评定（“压力测试”）的国家计划。

70. 对事故管理计划评审服务进行了修改，以便纳入适用于极端危害所致严重事故的方法。在运行安全评审组服务中作为一个标准和独立的评审领域引入了严重事故管理的运行问题评审。应急计划和准备也将构成今后运行安全评审组访问的标准核心评审领域。此外，原子能机构也正在审查和加强其在严重事故管理领域的安全标准和安全服务。

71. 核电营运者联合会也在加强其在以上领域的同行评审服务。

## 今后的挑战

72. 目前，运行安全评审组访问和事故管理计划评审工作组访问以及核电营运者联合会同行评审的合并结论显示，鉴于核电厂的严重事故管理计划不够全面，因而不总能解决这类计划真正有效所需解决的所有问题。在所评审的这些核电厂中，需要进一步加强平均准备水平和减缓严重事故的能力。

73. 另外，这些工作组访问还发现，监管机构没有充分执行原子能机构涉及严重事故的安全标准。结果，电厂运行人员并不充分熟悉这些标准，不能在实践中遵循这些标准中所包含的建议。

74. 此外，需要进行系统研究，以适当解决极端自然危害造成的各种状况和安全问题，包括：

- 应急程序和严重事故管理导则的可利用性和适宜性；
- 在厂区和各电厂部位可达性方面对电厂场址一般工况的影响、基础设施（通讯、照明等）的可利用性以及放射性剂量水平造成的可能阻碍在厂区的作业努力和外部支助部署的影响；
- 对控制室和技术支持中心等相关作业区域的适居性和工况的可能影响；
- 将使事故工况下事故管理行动取得成功所需的设备性能受到限制的结构、系统和部件损坏或状况，特别是对运行人员采取行动所依靠的仪器仪表的影响；
- 在放射性封隔屏障失效前可能出现的妨碍或阻碍恢复行动的限制性状况。

## A.5. 监管有效性

75. 设立核监管机构是为了确保安全可靠地开展核活动，从而保护公众和环境。在2006年2月27日至3月3日在俄罗斯联邦莫斯科举行的“有效核监管体系国际会议”的总结和结论中，会议主席强调指出，“因此，在监管机构能够确保保持可接受水平的安全时；在它能够采取适当行动防止安全水平下降和采取行动促进安全改进时；在它

能够及时和以成本效益高的方式履行监管职能并努力对自身、核工业和其他核技术用户进行持续改进时，它才是有效的监管机构”。<sup>36</sup>

76. 在这方面，原子能机构国际实情调查专家工作团 2011 年 6 月的报告第 15 段所述从福岛事故汲取的教训和得出的结论包括：

- “核监管体系应当确保在所有情况下按照原子能机构安全标准保持监管的独立性和职责的清晰度”；
- “应当对监管要求和导则进行更新，以反映在日本东部大地震和海啸中获得的经验和数据，履行有关要求，以及利用原子能机构相关安全标准中建议的用于全面应对地震和海啸与外部洪水及一般而言所有相关外部事件的准则和方法”；
- “应当根据从福岛事故中汲取的教训和上述结论开展 2007 年综合监管评审服务工作组访问的后续工作组访问，以便为日本核监管体系的进一步发展提供协助” [2]。

## 活动

77. 2011 年 10 月 26 日至 28 日在华盛顿哥伦比亚特区举办了第三次从综合监管评审服务中汲取的经验教训讲习班。该讲习班与会者讨论了加强国际同行评审过程的办法，并赞同纳入福岛第一核电站特定模块作为现有综合监管评审服务工作组访问模块的一部分。他们还强调需要保持灵活性，因为有关福岛第一核电站的信息仍在收集之中。此外，与会者建议，有必要在也涉及这些问题的互补性计划如运行安全评审组访问、《核安全公约》和“联合公约”中寻求协同作用。

78. 在该讲习班上介绍了从 2006—2010 年进行的综合监管评审服务工作组访问中汲取的经验教训的要点。本报告还包括 2011 年的数据。原子能机构对拥有核装置以及辐射设施的成员国共计进行了 36 次综合监管评审服务工作组访问（包括后续工作组访问）。图 3 中的列表提供了截至 2011 年这些工作组访问和后续工作组访问的年度分布情况。

---

<sup>36</sup> 主席的会议总结和结论可通过以下网址在线获得：<http://www-pub.iaea.org/MTCD/Meetings/PDFplus/cn150/PresidentReport.pdf>。

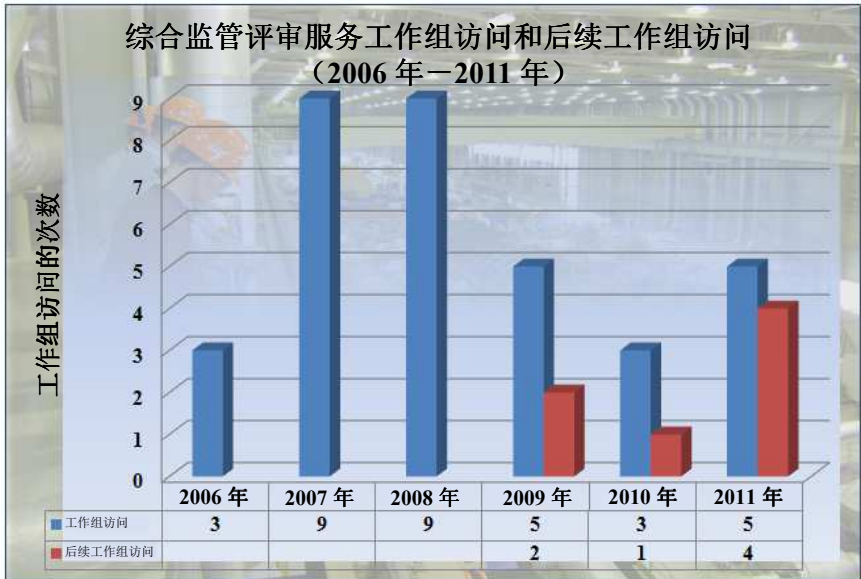


图 3. 2006 年至 2011 年对核装置包括辐射设施进行的综合监管评审服务工作组访问的次数。

79. 在该讲习班上，还介绍和讨论了从有关核心领域和主题领域的建议和意见中得出的分析结果和趋势。本报告还包括 2011 年的数据。在对核电厂进行的 36 次工作组访问期间，向监管机构提出了约 498 条建议、251 条意见和 160 个良好实践。<sup>37</sup> 图 4 示出了结论和一般趋势。

80. 收到最多建议和意见的前五个领域是：“监管机构的责任和职能”、“立法责任和政府责任”、“应急准备和响应”、“监管机构的活动 — 审查和评定”以及“监管机构的活动 — 制订条例和导则”。“监管机构的活动 — 审批”和“管理系统”等领域也收到了相当多的建议。

81. 评审工作组还指出，核监管体系应当按照原子能机构安全标准确保在所有情况下保持监管的独立性和职责的清晰度。自 2011 年 3 月的福岛事故以来，日本政府作出了积极的努力，以便加强和巩固该国的核安全基础结构，将监管机构与以前的政府框架相分离以及对职责存在重叠的各组织进行合并。

<sup>37</sup> 在原子能机构同行评审中，如评审工作组认为原子能机构一项安全标准的一个相关方面没有得到充分满足，则提出“建议”。如评审工作组认为没有发现偏离原子能机构标准的情况但仍有改进的余地，则提出“意见”。如评审工作组认为某些“良好实践”可由其他监管机构仿效以加强其监管体系并且与其他监管机构分享这些实践将有益处，则强调指出这些“良好实践”。

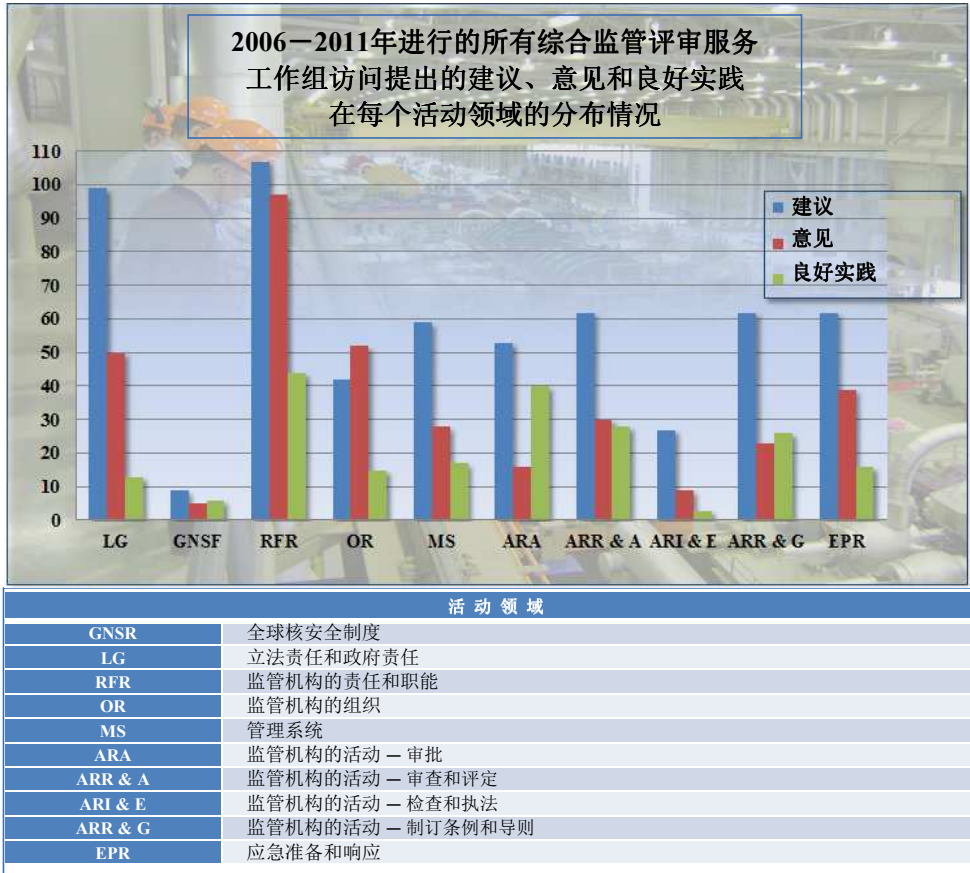


图 4. 从 2006 年至 2011 年进行的 36 次综合监管评审服务工作组访问中得出的总体趋势。

82. 2011 年 6 月召开的原子能机构“部长级核安全大会”强化了综合监管评审服务工作组的调查结果，并得出结论认为，可信、称职和独立的监管机构的存在是核安全不可或缺的组成部分。鼓励所有国家加强其监管机构，并确保这些监管机构在所有情况下都具有真正的独立性、拥有清晰的职责和适当的权力，并确保这些监管机构配备训练有素、经验丰富的工作人员。

83. 鉴于福岛事故，作为已汲取的教训的直接结果，原子能机构扩大了综合监管评审服务工作组访问的范围，在其中纳入了一个特定的“福岛模块”，以便对照原子能机构安全标准对国家监管基础结构进行有针对性的审查。该审查涵盖监管机构在福岛事故发生后采取的行动、计划采取的长远行动和从该事故中汲取的教训对监管机构核心活动的影响。该模块已在该事故发生后进行的综合监管评审服务工作组访问和后续工作组访问中得到成功应用。

## 今后的挑战

84. 根据对综合监管评审服务工作组访问得出的结论的整体总结，核监管机构继续面临的问题包括：(a) 由于日益变化的安保环境，将安全和安保更紧密地结合起来；(b) 对不断增加的放射性物质的利用进行监管（例如，在监管医疗目的的患者照射方面面临的困难和因新技术往往超越评定和确认其安全性所需的监管资源水平而产生的困难）；(c) 保持监管决策的透明度；(d) 保持负责促进核能利用的那些组织的独立性；(e) 确保具备充足的称职工作人员储备来履行监管责任。这些问题不会迅速解决，将需要监管机构持续不断地作出努力，以确保核能的安全和可靠利用。

85. 以部长级大会的结论和建议为基础，原子能机构“核安全行动计划”鼓励成员国：

- 自愿定期接受评定其国家监管框架的综合监管评审服务工作组访问并在进行综合监管评审服务主要工作组访问后的三年内接受一次后续工作组访问；
- 迅速进行国家审查，以便除其他外特别是确认其监管机构的职能独立性和确保有充足水平的财政和人力资源（技术和科学人力资源）使它们能够履行责任。

86. 加强公众对核安全的信任与加强公众对监管机构的信任相辅相成。根据从福島事故汲取的教训采取行动，需要国家和监管机构的承诺、细致的规划和实施时间以及在此过程中与公众进行公开和透明的沟通。

## B. 管理应急准备和响应



### B.1. 趋势和问题

87. 若干国际组织联合倡议的《核或放射紧急情况的应急准备与响应》（原子能机构《安全标准丛书》第 GS-R-2 号，维也纳，2002 年）确定了对成员国在应急准备和响应领域的要求。2011 年 12 月，原子能机构分析了应急准备评审结果和综合监管评审服务工作组访问范围内应急准备和响应的监管问题，并确定了以下关于 GS-R-2 标准总体遵守水平的结论：

- 协调和合作：负有应急准备和响应责任的各政府实体间的国家协调和合作需要得到进一步加强；<sup>38</sup>
- 紧急通报和信息交流：发现在一些国家在紧急通报和与不同利益相关者信息交流的程序方面存在不足；
- 应急响应计划：在地方一级以及有时在国家一级的应急响应计划需要进行改进。此外，一些成员国没有将应急响应计划落实到位，而且没有为各响应组织明确分配相关责任或将这些责任形成文件；
- 监管机构：发现若干成员国在其能力<sup>39</sup>、基础设施<sup>40</sup>和应急演习计划方面存在不足；
- 威胁评定：许多成员国没有令人满意地按照原子能机构 GS-R-2 号出版物中确定的威胁类别对所有相关设施进行系统的“威胁评定”；
- 培训计划：发现在第一响应人员培训计划方面存在缺陷；在一些成员国，这些缺陷颇为严重。

88. 在事件和应急期间，有效的通讯对于公众和媒体认知事件、事件后果和应急管理至关重要。在准备阶段，成员国应当按照《及早通报核事故公约》制订关于事件和应急通讯过程以及国家和国际组织所发挥的作用的明确导则。原子能机构正在实施《及早通报核事故公约》缔约方和成员国能够借以在发生严重核应急后共享和交流信息的安排。

89. 原子能机构导则《紧急通报和援助技术工作手册》已实施和持续了多年，并一直在积极地予以促进。“国际组织辐射应急联合管理计划”中叙述了国际组织间的通讯过程。这些通讯过程多年来一直通过“公约演习”定期进行演练。这两份文件目前正在修订，并且还将考虑从福岛事故汲取的教训。

90. 成员国和国际组织需要有一个有效交流信息的共同知识和经验基础，以及实施通讯过程的适当手段和资源。但是，存在着原子能机构应急通讯系统的用户不具备网络、传真或电子邮件等可利用通讯工具的知识或使用这些工具的能力的情况。

91. 《国际核和放射事件分级表》是成员国用于为核或放射性事件的安全意义进行定级的一个自报告工具，而等级则从表明属于没有任何安全后果情况的分级表以下/0 级

---

<sup>38</sup> 例如，根据《及早通报核事故公约》和《核事故或辐射紧急情况援助公约》确定的卫生当局和主管当局之间。

<sup>39</sup> 例如，在下述职能要求方面不充分：规定应急管理和运行；确定、通知和启动行动；采取缓解行动和紧急防护行动；保护应急工作人员；以及对最初阶段做出评定。

<sup>40</sup> 例如，应急响应计划和程序不充分或没有应急响应计划和程序、培训和演练不足、没有足够的后勤支持。

到表明是造成广泛污染的重大事故的七级。《国际核和放射事件分级表》提供了对独立事件或事故的评定。该分级表手册中没有涵盖评定在一段时间内受多重严重危害影响的多机组场址复杂性增加的情况。

92. 最初并基于 3 月 11 日所获得的对福岛第一核电站场址状况的了解，日本原子力安全和保安院将这起事件定为三级“严重事件”（暂定等级）。3 月 18 日，1 号、2 号和 3 号机组的《国际核和放射事件分级表》等级被提高到五级，在该分级表的方法学中将该等级描述为“影响范围较大的事故”。同时，4 号机组被定为 3 级“严重事件”。4 月 11 日，原子力安全和保安院通过考虑福岛第一核电站场址所致气载放射性释放的总体估计而不是将每个反应堆发生的事故考虑为单一事件，将这起事件定级为《国际核和放射事件分级表》的七级。

93. 就涉及在几周内发生除其他多种因素外多个反应堆释放的福岛第一核电站的情况而言，2011 年 6 月“部长级核安全大会”的结论是：“需要对《国际核和放射事件分级表》进行审查和改进，以使其从通报的角度来看更加有效”。

## **B.2. 活动**

94. 2011 年，原子能机构通过开发和实施新的网基事件和应急通讯系统“事件和应急信息交流统一系统”提高了事件和应急通讯的效率。“事件和应急信息交流统一系统”是一个用于事件和应急报告的平台，与以前的网基应急通讯系统相比，提高了报告能力；加强了警报系统；以及提供了直接进行双边通讯的能力和更安全的平台。“事件和应急信息交流统一系统”与基于原子能机构及其伙伴制订的“国际辐射信息交流”的网络服务信息交流完全兼容。应急通讯领域的最新发展如“事件和应急信息交流统一系统”和“全球移动通信系统”等提供了通过因特网为多种通讯渠道提供更广泛的利用。

95. 秘书处已开始对作为一种通讯工具的《国际核和放射事件分级表》的应用情况进行审查。《国际核和放射事件分级表》咨询委员会在秘书处 2011 年 10 月 10 日举行的会议上为这一审查提供了输入。《国际核和放射事件分级表》咨询委员会建议制订关于《国际核和放射事件分级表》在严重核事故下应用的补充导则。

96. 应急准备评审是原子能机构为评价成员国对核和（或）放射应急准备情况所提供的一项服务。2011 年，原子能机构在阿尔巴尼亚、爱沙尼亚、格鲁吉亚、拉脱维亚、巴基斯坦和俄罗斯联邦开展了六次应急准备评审工作组访问。

## **B.3. 今后的挑战**

97. 在响应福岛事故期间凸显了与一些成员国的通讯面临的挑战，因为在此期间发生了相对较高比例的传真信息发送不成功情况。在“事件和应急信息交流统一系统”上进行登记可为成员国提供通过移动电话、电子信件和传直接接收警报信息的多种通讯渠道。用户还可以浏览“事件和应急信息交流统一系统”网页来查阅原子能机构提供的



任何应急相关信息。如图 5 所示，迄今 134 个有指定联络点的成员国中有 63% 的成员国还需要在“事件和应急信息交流统一系统”进行登记，以便通过该系统收到警报信息。但如果没在该系统上进行登记，则无论秘书处何时发出警报信息，成员国都将收到发送至其指定联络点的传真信息。

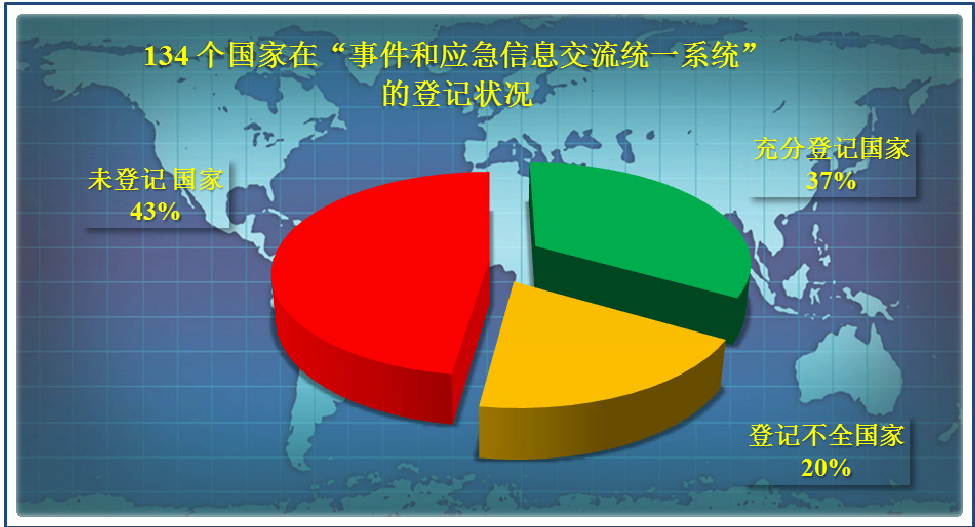


图 5. 2012 年 1 月 1 日“事件和应急信息交流统一系统”登记状况。

98. 但是，任何通讯工具或软件/硬件能力都不能代替培训或运行人员经验。在许多成员国和国际组织需要加强事件和应急通讯的培训过程。培训不仅在发展中国家或着手启动核电计划的国家是需要的，而且在拥有核电计划经验的国家也是必要的。这种培训必须随后通过大量参加“公约演习”进行演练。

99. 原子能机构应急准备和响应自评定方法旨在对照应急准备和响应领域的国际要求对国家的安排和能力进行分析。对这种信息的分析表明，成员国正在稳步地改进其应急准备与响应的安排和能力，但是，在一些要素方面继续存在着挑战。

100. 根据原子能机构“核安全行动计划”，要求秘书处、成员国和相关国际组织审查和加强国际应急准备和响应框架。有关挑战在于：(1) 从自评价得到数据，并随后将有关结果在世界范围内统一到经加强的、连贯的、被广泛认可和得到共同理解的应急准备和响应计划中去；(2) 加强有关应急准备和响应法律文书和工作安排的有效执行。

## C. 评估老化核电厂和研究堆的安全问题和长期管理



### C.1. 老化核电厂安全管理的趋势和问题

101. 世界各地的许多营运者已开始计划或表示有意运行超出核电厂最初设计寿期的核电厂。尽管老化“核舰队”提供了安全、经济和可靠的电力，但选择长期运行的营运者和监管者必须全面分析与“不可替代的”关键部件老化因素有关的安全问题。而且长期运行需要营运者和监管者评定并解决相互关联的技术、经济、监管和许可证审批问题，因为这奠定了高质量老化管理计划的基础。

102. 对老化最恰当的描述可能是：材料因工况（包括正常运行工况和瞬态工况）而出现依时性持续降质，而这种降质可能影响到专设结构、系统和部件实现必要功能的能力。老化率在很大程度上既取决于工况，又取决于材料对这些工况的敏感性。如果未在关键结构、系统和部件降质前或在失去功能能力之前采取探测或纠正行动，核电厂老化可能会影响安全，并降低安全裕度。另一方面，老化管理提供随着核电厂老化对其性能和安全进行规划和维护的综合计划方案。<sup>41</sup>

103. 截至 2011 年底，在全世界 435 座在运核电厂中，有 32% 的核电厂已经超过了 30 年的运行时间，5% 的核电厂运行了 40 多年。人们日益期待老旧核反应堆达到更接近于最新反应堆设计的强化安全目标。因此，老旧核电厂的营运者需要消除人们对其达到这些期望的能力的关切并继续以经济和高效的方式支持成员国的能源需求。

104. 随着现有核设施的老化，取得和反馈国际运行经验和具有安全重要性的问题变得极为重要，并且为降低其他电厂类似安全事件的上升速度或杜绝其再次发生提供了必不可少的具有成本效益的手段。

105. “国际运行经验报告系统”载入了关于全世界核电厂所发生事件的报告，并由原子能机构和经合组织核能机构联合运作。“国际运行经验报告系统”的目的是通过分析和通报运行安全重要事件，有效促进成员国交流核安全经验。该系统的数据库中目前收录了 3650 多份报告。

<sup>41</sup> 《核电厂老化管理》（《安全标准丛书》第 NS-G-2.12 号，维也纳，2009 年）。

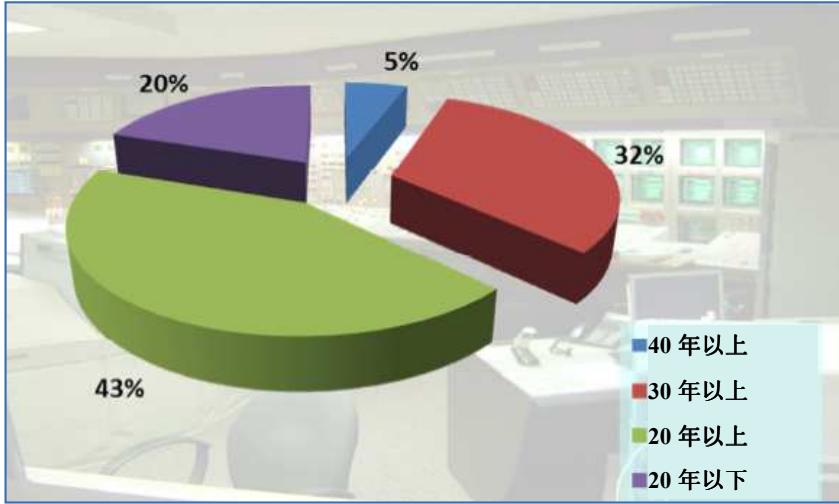


图 6. 世界上老化的核机组情况。

106. 在过去的四年中，所有运行核电厂的成员国每年平均向该系统提交 80 份事件报告。一些重要事件如涉及因启动安全系统停堆的事件未向该系统报告，或者一般被推迟报告，差不多在事件发生后一年才提交报告。此外，对其中一些报告所作的根本原因分析并不总是确定了实际根本原因。

107. 未报告或未及时报告核安全事件或未提供对其所作的全面根本原因的分析限制了成员国分享、从中汲取和消化可能减轻设计或运行弱点潜在后果的宝贵的核安全运行经验，而这种资料是本可以防止其他电厂发生类似事件的。

### C.1.1. 活动

108. 由于有如此众多的老化核电厂有资格取得许可证延期，因此，许多成员国都已经采取了制订全面的老化管理计划来解决长期运行问题的行动。此外，原子能机构“核安全行动计划”已要求全世界的电厂运营者在系统地重新评定安全裕度以核实其是否仍符合最高安全标准时进行“压力测试”。

109. 为了收集长期管理方面的最佳国际经验，“国际普遍性老化经验教训”计划指导小组 2010 年 9 月第一次会议正式发起实施该计划。<sup>42</sup> 会议的成果之一是确认了人们有兴趣制订“国际普遍性老化经验教训”计划，以便通过为监管者、运营者和设计者提供关于建议的老化管理方案和战略的最新统一导则协助成员国对老化进行控制和加强安全。已经设立了“国际普遍性老化经验教训”工作组来编写该报告。预计将在 2013 年发表“国际普遍性老化经验教训”最后报告。

<sup>42</sup> “国际普遍性老化经验教训”网站：<http://www-ns.iaea.org/projects/igall/default.asp?s=8&l=98>。

110. 为协助成员国进行事件报告和提供根本原因分析，正在以下方面做出改进：

- 2011 年，“网基事件报告系统”增加了一个特点，即允许成员国登记其根据从其他成员国收到的事件报告所采取的行动，从而使得在其他成员国考虑采取何种行动处理类似事件时可以进行基准确定和比较。
- 原子能机构《根本原因分析参考手册》已经拟订并已进入出版过程。该手册将为成员国有运行经验的从业者开展全面的根本原因分析提供便利的参考指导。
- 目前正在编写监管者开展运行安全实绩经验同行评审所用的导则，该导则将于 2013 年提供使用。

### C.1.2. 今后的挑战

111. 核电厂定期安全评审被视为取得真实的电厂安全全貌和为保持高水平安全确定应该进行的合理和实际可行修改的有效途径。一些成员国已经表示了对定期安全评审替代方案的偏好，但老化管理和长期运行只是定期安全评审中所评定的许多安全因素中的两个因素。如果成员国选择定期安全评审替代方案，该替代方案应满足《核电厂定期安全评审》（原子能机构《安全标准丛书》第 NS-G-2.10 号，维也纳，2003 年）第 2.8 段规定的定期安全评审目标。<sup>43</sup>

112. 制订全面老化管理计划方面的挑战的中心内容是确保纳入并解决好所有面临过时、老化影响和降质过程的结构、系统和部件的安全功能。因此，重要的是就所建议的积极主动的核电厂老化管理计划向核工业和监管当局提供指导。这类资料可作为一种资料来源，以用于制订通过实施公认的老化管理计划来处理各种降质机理的统一方案以及制订全球统一的核电厂安全长期运行战略。

113. 要想在长期运行期间做到安全有效运行，就必须进行充分而全面的电厂特定安全评定。原子能机构开展运行安全评审组访问（其中包括一个长期运行模块）和水慢化堆长期运行安全问题工作组访问，这两种工作组访问在系统和定期进行的情况下，都可以用来确保在整个长期运行期间实现所需的安全功能。

114. 若干年来，运行安全实绩经验同行评审服务已作为所有运行安全评审组访问内的一个模块提供给核电厂和电力公司，但却没有被广泛要求提供。按照设想，利用该评审服务的成员国可以期望加强对许可证持有者运行经验的监管监督，同时向“事件报告系统”提供更全面的报告。

115. 原子能机构“核安全行动计划”要求进行的“压力测试”的结果将需要把核电厂

---

<sup>43</sup> 《核电厂定期安全评审》（《安全标准丛书》第 NS-G-2.10 号，维也纳，2003 年）。

的老化管理和长期运行以及在这种“压力测试”之外还需要进行的未来老化评定作为考虑因素。

116. 由于老化管理计划的制订和实施因成员国而异，因此，就需要得到原子能机构、国际组织和成员国的支持，以便对老旧电厂的安全长期持续运行做出评定，并积极主动地共享所取得的经验。

## C.2. 老化研究堆安全管理的趋势和问题

117. 全世界的老化研究堆设施已经引起了研究堆营运者、监管者和公众的严重关切。研究堆营运组织必须开展一系列的工作活动，以恢复随着时间而降低的性能、在不断变化的情况（如结构、系统和部件陈旧过时）下保持性能并且（或）适应新的使用或监管需要。老化可能导致部件故障增加和反应堆可用性降低。

118. 如图 7 所示，在 254 座在运研究堆中，约有 70%已经运行了 30 多年，其中许多研究堆超过了最初的设计寿命。结构、系统和部件与堆龄有关的故障继续成为向原子能机构“研究堆事件报告系统”报告的事件的主要根本原因之一。

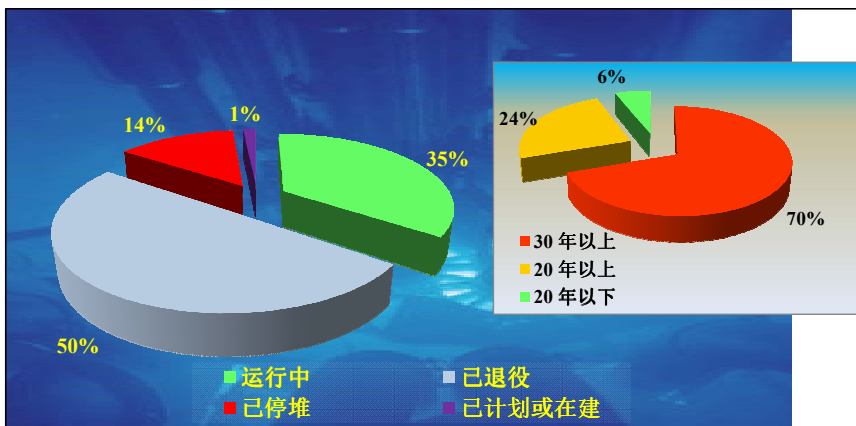


图 7. 全世界 70%在运研究堆的堆龄超过了 30 年。

119. 另外，全世界生产同位素的五座大型研究堆中的两座与年龄有关的故障和维护是 2009 年全球医用同位素（特别是钼-99）短缺的一个主要原因。位于比利时（BR-2）、加拿大（国家多用途研究堆）、法国（欧西里斯）、荷兰（高通量堆）和南非（SAFARI-1）的这些研究堆的堆龄都在 44 年至 53 年之间。在过去的几年中，所有这些研究堆都报告过与堆龄有关的问题。这种情况造成了研究堆意外停堆，并给全球医用同位素供应和其他同位素生产商的生产能力带来了越来越大的压力。

120. 维修和整修这些研究堆已经花费了数百万美元，而且还有长时间的准备和维修时间，而类似的情况预计今后还会发生。

### **C.2.1. 活动**

121. 原子能机构继续通过 2011 年举办的各种培训讲习班帮助成员国实施 2010 年出版的“特定安全导则”第 SSG-10 号《研究堆的老化管理》。原子能机构还完成了题为《研究堆利用和改造的安全》的出版物，该出版物提供了关于整修和现代化项目的安全的补充导则。

122. 老化管理是 2011 年 5 月在维也纳举行的“《研究堆安全行为准则》适用问题国际会议”以及 2011 年 11 月在摩洛哥拉巴特举行的“研究堆国际会议”上讨论的主要专题之一。这些活动为共享成员国有关可持续性、安全和安保、福岛事故后的安全评定等各种老化管理专题的经验提供了一个高效论坛。

123. 2011 年 10 月在维也纳举行了“老化管理、整修和现代化技术会议”，该会议使得有机会交流关于最近出版的原子能机构“安全导则”第 SSG-10 号《研究堆的老化管理》的适用情况以及关于安全实施研究堆整修和现代化项目的良好实践的资料。此外，老化管理还是对埃及、荷兰、秘鲁、罗马尼亚和乌兹别克斯坦的研究堆开展安全评审工作组访问的主要专题。这些工作组访问促进了这些研究堆老化管理计划的有效制订，包括比如对安全重要系统和部件的物理状况及其安全维修、整修和现代化进行评定。

### **C.2.2. 今后的挑战**

124. 就研究堆老化管理而言，许多成员国需要制订积极主动的战略和实施系统性的方案，原子能机构则需要制订类似于核电计划的正式定期安全评审过程。

125. 为了开展包括整修和现代化项目在内的老化相关活动，需要进行一项全面的评价。这项评价应当尤其侧重于安全分类、安全分析、监管评审和评定。老化相关活动存在着需要在经济、政治和监管方面加以克服的固有的制约因素和挑战，成员国的监管机构惟有克服它们才有可能建立起适当的标准。

126. 由于研究堆不断老化，其连续运行可能并不可靠，因而可能影响到全球医用同位素的长期稳定供应。

## **D. 使新兴核能国家做好准备**

### **D.1. 趋势和问题**

127. 若干成员国已开始建立为引进核电提供支持的基础结构；其他一些成员国则正处于初步阶段，还在考虑将核电纳入其能源战略的影响。这些成员国一直在发展必要基础结构和在相对较短的时间内获得实现项目里程碑所需的必要技能方面存在着困难。项目里程碑的例子包括选择和评价候选场址、熟练评价供应商提交的建议书和安全论证文件以及编写和向监管机构提交安全评定报告。

128. 此外，还有 20 多个成员国已开始实施新研究堆项目计划。这些成员国需要建立必要的监管、技术和安全基础结构，以便为这一发展提供支持。原子能机构提供了各种安全标准和导则文件，包括《国家核电基础结构发展中的里程碑》（《核能丛书》第 NG-G-3.1 号，维也纳，2007 年）和《建立核电计划的安全基础结构》（原子能机构“特定安全导则”第 SSG-16 号，维也纳，2011 年），以协助开展这一努力。

129. 原子能机构已将能力建设确定为成员国的一个重要问题，并向启动核电计划的国家提供能力建设讲习班和培训班、专家工作组访问和同行评审服务。通过这些工作组访问、评审和讲习班，查明了各基本领域存在的薄弱环节，包括需要建立必要的国家法律基础结构和运作良好的独立监管机构。还需要政府在建立监管机构方面及早给予强有力的支持。已确定的其他基础结构方面的挑战包括在与建造、运行和退役有关的所有领域，工作人员的数量和胜任力都不够充足。

## D.2. 活动

130. “特定安全导则”第 SSG-16 号就如何在安全基础结构发展的第一阶段、第二阶段和第三阶段逐步满足安全要求提出了建议，这些建议是以相继行动为序陈述的。将在原子能机构的相关活动过程中并通过原子能机构网站<sup>44</sup>介绍该导则和正在开发中的自评定工具。

131. 原子能机构编制了“援助包”，为根据原子能机构《安全标准丛书》和《安全导则丛书》制订有效和可持续国家核监管框架提供指导和工具。这些援助包由一系列涵盖核监管框架一般领域和特定领域的标准讲习班和专家工作组访问组成，目前正在原子能机构相关活动期间以及通过原子能机构网站加以介绍。<sup>45</sup>虽然它们是作为标准援助包设计和编制的，但也可进行定制来满足具体需求。

132. 还对综合监管评审服务模块进行了定制和重新设计，以适合新加入国在能力建设方面的状况和需求。这些定制的综合监管评审服务模块将有助于查明国家能力建设基础结构方面的空白和需要改进的领域以及规划必要的行动。

133. 就选址活动而言，原子能机构提供场址评价和外部事件设计服务，用于提供与安全基础结构和人力资源发展有关的援助。该服务涵盖核电厂和其他核装置的选址、外部危害评定和场址评价、核电厂的抗外部事件设计、地震再评价和地震概率安全评定。已经开始做出努力，以纳入对核电厂外部危害设计裕度评价和外部事件场址安全裕度评价的同行评审。场址安全裕度评价涉及多重危害对核电厂多个机组和场址上其他并置核装置的影响。

134. 为发展安全评定所需的资源和支持营运组织和监管机构的技术审查过程，原子能

---

<sup>44</sup> 见 <http://www-ns.iaea.org/tech-areas/safety-infrastructure/>。

<sup>45</sup> 同上。

机构制订了安全知识要求和详细的“安全评定教育和培训计划”技术模块，并正在其面向新加入国的能力建设活动中实施它们。正在通过试验计划对进一步发展和实施这些知识要求和模块所需的基础进行优化。因此，“安全评定教育和培训计划”倡议将有助于通过原子能机构技术合作计划促进新加入国的长期和可持续能力建设。

135. 正在努力将所有新加入的利益相关者纳入获取技术安全评定和相关实际应用基本知识的范围。扩大与可能的业主-运营者工作人员和履行技术支持职能的研究人员以及监管机构的联系，是该计划的一个组成部分。

136. 为了处理核电厂设计以及招标要求和评价中的安全考虑因素，“反应堆通用安全评审”方法学和培训模块将为新加入国提供对供应商的设计安全论证文件进行熟练评定所需的方法和工具。

137. 就研究堆而言，一份关于新研究堆项目具体考虑因素和里程碑的技术文件正处于出版过程。该文件和相关培训与核电计划的文件和培训相类似。建造新研究堆的培训讲习班在国家和地区一级举办。2011年，在约旦组织了一个关于该专题的培训讲习班，并在美利坚合众国阿贡国家实验室举办了有九个国家参加的另一个跨地区讲习班。

138. 在阿塞拜疆、约旦、沙特阿拉伯和苏丹进行了实情调查工作组访问，以便协助评定现有监管、安全和技术基础结构状况。在这些工作组访问的框架内，原子能机构编制了一个基于原子能机构安全标准的自评定调查表。

139. 原子能机构建议成员国制订综合总体工作计划，以之作为路线图和用于协调原子能机构和其他国家为帮助满足建设核电基础结构的需要向成员国提供的援助。原子能机构已经应一些国家的请求开始进行制订与这些国家可能的核电计划充分一致的综合总体工作计划的工作。

140. 为了协助进行促进核装置安全的能力建设，原子能机构继续支持全球核安全和核安保网等一些国际知识网络和论坛以及各种地区网络，如亚洲核安全网、伊比利亚-美洲辐射和核监管机构论坛、非洲核监管机构论坛、阿拉伯核监管人员网和监管合作论坛。

### **D.3. 今后的挑战**

141. 在能力建设方面，存在着新兴国家能力不足或能力建设计划不充分或实施缓慢的问题。面临的挑战是根据原子能机构安全标准，利用涵盖全部基础结构专题的课程为新加入组织提供全面和可持续的知识基础。迅速提供全面培训对已就近期的核装置许可证审批和建造确定严格目标的国家来说也是一项关键挑战。

142. 全球核安全和核安保领域能够向新加入国提供直接或间接援助和指导的经验丰富和知识渊博的专家和研究机构的数量似乎不足。寻找提供人力资源发展特别是在职培训的东道机构/组织也是似乎短期难以解决的另一个主要挑战。这些挑战还延伸到研究堆计划。



143. 核电国家的组织需要铭记，即使是最好的人才也需要不断地学习和更新自己的专门知识。

144. 一些成员国正在发展本国的教育和培训计划，包括在一些理工大学开设核工程学课程。但是，该过程应当全面统筹进行，以便提供有关设计和安全评定的全面技术知识。否则，可能出现零散实施和产生知识缺口的危险。另外，关键核安全评定知识可能不会为包括业主-运营者和技术支持组织在内的所有相关利益相关方所获得。

## **E. 审查未来反应堆设计的安全性**

### **E.1. 趋势和问题**

145. 增强的安全性和经改进的更简化的设计是未来核反应堆发展的根本。未来反应堆设计包括某些中小型反应堆的设计以及可供近期和长期部署的设计。可供近期部署的设计纳入了增强的安全措施（非能动系统、堆芯收集器），预计它们将导致显著增强现有设计的安全性。供长期部署的更先进设计预计将采用类似的安全措施，甚至是更强的安全措施。

146. 与任何新的或增强的技术一样，一个主要挑战是验证新的革新型安全特性被进行过充分的试验和证明。这一挑战取决于革新的程度。例如，以现有知识和经验为基础并以渐进方式在新反应堆设计中实施的经改进的安全特性比革新程度更高的安全特性需要的开发努力要小。可用于近期部署的未来设计已经过了一系列试验和模拟，以验证其在安全特性方面所作的改进。预计革新程度更高的设计将需要付出更多的努力来对其增强后的安全特性的有效性进行试验和验证。

### **E.2. 活动**

147. “革新型核反应堆和燃料循环国际项目”成员和原子能机构“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”小组连同“第四代国际论坛”在 2011 年举行了几次合作会议，审查了钠冷快堆的各种安全问题（如钠冷却剂处理、空穴正反应性等）。<sup>46</sup> 此外，原子能机构协调成员国进行促进中小型反应堆（中小型反应堆计划）发展的努力，以便除其他外特别是解决与安全 and 安保有关的问题，并在 2011 年 12 月举办了关于近期部署专题的讲习班。<sup>47</sup>

---

<sup>46</sup> “第四代国际论坛”原子能机构/“革新型核反应堆和燃料循环国际项目”第二次钠冷快堆安全问题联合讲习班，2011 年 11 月 30 日至 12 月 1 日。

<sup>47</sup> 例如，原子能机构组织了“适合近期部署的中小型反应堆技术评定”讲习班（2011 年 12 月 5 日至 9 日）。

148. 原子能机构支持与未来反应堆安全有关的若干活动。一个例子是原子能机构参加了“第四代国际论坛”风险和安​​全工作组，该工作组目前正在制订导​​则，以便确定“第四代核能系统”的安全研究需要和为评价这些系统的安全性提出方法建议。<sup>48</sup>

149. 另一个例子包括参加了与非能动安全系统有关的协作项目，目前正在制订有关这些系统的方法学，以便评价这些系统的可靠性。此外，未来反应堆设计还可受益于以原子能机构涉及安全评定和反应堆设计要求的安全标准为基础的“反应堆通用安全评审”服务。该服务对照原子能机构安全标准向成员国提供对新的革新型反应堆设计安全论证文件的早期评价。

150. 2011年11月根据从福岛事故中汲取的教训制订的原子能机构评定极端自然危害的方法<sup>49</sup>（压力测试）也将使未来反应堆设计受益。

### **E.3. 今后的挑战**

151. 革新型非能动安全系统必须证明，它们将不因意外现象而在功能上失效，而且其部件将不因外部自然危害而受损。此外，需要将​​从福岛事故中汲取的教训纳入这些系统的设计。

152. 正在开发的供今后几十年中实施的核电厂设计包含以部署在水冷堆的能动和冗余安全系统的运行经验为基础进行的许多安全改进。需要更好地认识使用冷却剂而不是使用水的未来反应堆设计及其革新型安全系统的故障模式，包括极低概率事件或意外事件所致故障模式。

153. 高质量的设计仍须处理三个主要问题：核废物处置和再循环、辐照危害以及在长时间内的大容量装置的高成本。

---

<sup>48</sup> “第四代核能系统”综合安全评定方法，“第四代国际论坛”风险和安​​全工作组。

<sup>49</sup> 《针对场址特定极端自然灾害评定核电厂安全薄弱环节的方法》，原子能机构安全相关出版物，2011年11月16日。

## F. 限制辐射照射



### F.1. 趋势和问题

154. 本底辐射所致全球年平均个人有效剂量估计值为 2.4 毫希（联合国辐射科学委 2008 年），占有来源所致个人年有效剂量的 80%。

155. 所有天然源所致集体有效剂量中有近一半归因于天然存在的放射性气体氡（见图 8），而个人之间所观察到的变化非常大，这取决于当地的地质情况、建筑施工实践和环境因素。在一些极端情况下，氡所致年有效剂量能够达到数百毫希量级甚至更高。目前，可获得的最准确估计是，室内氡照射是每年世界范围内所有肺癌病例中 3%至 14%肺癌病例的致因（世卫组织 2009 年）<sup>50</sup>。据联合国辐射科学委（2008 年）称，氡所致年平均个人有效剂量为 1.15 毫希。

156. 限制新建筑物内氡积累的成熟和有效的建筑实践已经存在，并且一直在制订成本效益好的纠正行动以降低现有建筑物中的高氡浓度。因此，虽然如图 8 所示，氡是所有辐射源所致世界范围内集体有效剂量的元凶之一，但可通过实施适当的战略予以减少。

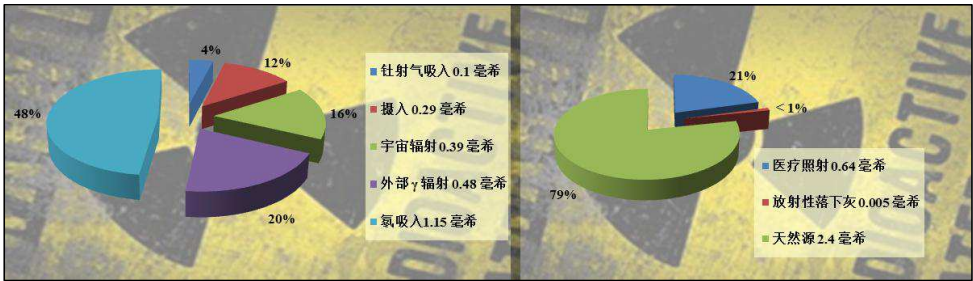


图 8. 全球人均年有效剂量（联合国辐射科学委，2008 年）。

157. 就福岛事故背景下的电厂长期工作人员和应急响应人员而言，核事故期间的主要职业照射健康危险仍是一个需要进一步审查的严峻问题。

<sup>50</sup> 世界卫生组织《情况简报》第 291 号（2009 年 9 月更新）。

在以下网站查阅《情况简报》：<http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs291/en/index.html>。

158. 此外，世界范围内核职工队伍的不断萎缩意味着缺少能够安全地从事电离辐射工作的训练有素的工作人员。受雇帮助开展清理工作的福岛第一核电站场址的大多数临时工都是没有特殊技能、未经过培训的流动散工。总体而言，在许多国家都需要对流动工实施或加强充分的职业辐射培训计划。

159. 而另一方面，技术娴熟的专业核工作人员也变得越来越具有流动性。目前，还没有世界范围/集中式跟踪系统来管理累积剂量率历史。由挨个雇主记录雇员个人辐射照射并不能真正帮助跟踪和管理雇员在其整个工作年限期间从其可能工作的所有场所接受的累积剂量；这种情况适用于世界范围内整个流动的核职工队伍，不论技能娴熟与否。

160. 国际放射防护委员会（国际放射防护委）对最近表明受辐射照射工作人员的眼晶体混浊流行程度低于以前公布的国际放射防护委阈值的流行病学证据进行了审查。<sup>51</sup> 这些新数据促使国际放射防护委将其阈值参数降低到眼晶体吸收剂量 0.5 戈瑞的阈值。此外，对于计划照射情况下的职业照射，国际放射防护委目前建议眼晶体的年当量剂量限值为五年限定时间内平均 20 毫希，任何单一年份内不超过 50 毫希。

161. 正如在《2010 年核安全评论》中所报告的，世界范围内个体患者医疗照射所致有效剂量增加了一倍，并在继续增加。总的来说，越来越多的患者由于重复性、管理不善和往往不必要的利用电离辐射的程序致使受到了显著的剂量照射。实际上，计算机断层照相扫描机在全球范围内越来越多地用于放射成像程序。虽然医师们同意计算机断层照相扫描机是拯救生命的一种诊断工具，但一直对其过度利用表示关切；而且，越来越多的患者在几年甚至在一年内多次接受计算机断层照相扫描。这种情况在 2011 年继续是一种趋势。<sup>52</sup>

## F.2. 活动

162. 理事会于 2011 年 9 月核准了“一般安全要求”出版物第 GSR Part 3 号《国际辐射防护和辐射源安全的基本安全标准》（基本安全标准）。较之以前的“基本安全标准”（原子能机构《安全丛书》第 115 号），经修订的“基本安全标准”强化了关于公众防护特别是对公众进行氡防护的要求。这种对要求的强化反映了氡作为一种辐射照射源的重要意义，并与其他国际组织和若干成员国对此问题给予的高度重视保持一致。

163. 一些国家已开始进行量化和减少室内氡对公众照射的活动。其他许多成员国目前还只是在开始评价室内氡对人的照射情况。开展这些评价对于从事铀矿开采作业的那些国家或具有氡通过土壤产生和运移之地质建造的那些国家特别重要。

---

<sup>51</sup> 国际放射防护委 1990 年第 60 号出版物和国际放射防护委 2007 年第 103 号出版物。

<sup>52</sup> 《2010 年核安全评论》（GC(55)/INF/3 号文件，2011 年 7 月印发）。可在以下地址在线获得：  
[http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC55/GC55InfDocuments/English/gc55inf-3\\_en.pdf](http://www.iaea.org/About/Policy/GC/GC55/GC55InfDocuments/English/gc55inf-3_en.pdf)。

164. 原子能机构通过其技术合作计划已在去年协助若干成员国制订了减少氡照射的国家战略。还组织了讲习班，与建筑师和工程师等专业人员讨论氡控制战略。正在与世卫组织和欧洲委员会协作开展这项工作。一份基于经修订的“基本安全标准”的新“安全导则”《保护公众免受天然辐射源的室内照射》目前正在拟订中。

165. 原子能机构于 2011 年 11 月 21 日至 24 日举办了一次关于为流动散工辐射防护计划的管理编制导则材料的技术会议。来自成员国和国际组织的 20 名与会者出席了这次会议。来自与会者的贡献加速制订了一份题为“流动散工的辐射防护”的安全报告，该报告将于 2013 年提供使用。

166. 国际放射防护委所建议的对眼晶体剂量限值的修改已纳入经修订的“基本安全标准”。在正在制订的职业放射防护“安全导则”中，也将考虑上述眼晶体剂量限值。就此而言，成员国鼓励秘书处尽快出版该导则文件。

167. 原子能机构于 2011 年 9 月 26 日至 28 日在维也纳举办了一次关于转诊医生辐射防护的技术会议，以处理如何减少大量不必要的医疗照射的问题。提高转诊医生（全科医生和初级保健医生）对辐射照射和各种程序所涉危险认识的行动是这次会议商定的一些成果。提出了关于成员国、原子能机构和专业机构采取减少不必要的照射的行动建议。

### F.3. 今后的挑战

168. 所有成员国都需要评价本国氡照射的程度，以确定是否需要采取补充行动。在确定氡浓度成为公众健康的关切时，成员国需要制订行动计划。这包括确定国家参考水平、制订和执行适当的建筑法规以及向所有利益相关者提供信息。国家机构间密切合作对于确保处理所有辐射防护和公众健康关切以及有效地利用资源和实现防护最优化也是必需的。

169. 随着训练有素的长期员工数量上减少，而无特殊技能的流动散工越来越多地填补空缺。可以预计雇主和流动散工均将接受一个范围扩大的个人风险；这提出了关于什么构成可接受的剂量的问题。<sup>53</sup> 此外，随着核职工队伍变得更具流动性，管理累积职业剂量历史变得更加困难，特别是在缺乏管理所接受的总体累积剂量的集中式辐射防护计划或跟踪系统情况下尤其如此。

170. 国际放射防护委所建议的眼晶体吸收剂量限值的大幅度减少要求对相关工作场所进行认真调查并制订落实新限值的分级方案。

171. 医疗照射的目的并非给出最低的剂量，而是提供适当的剂量，以使从业医师能够正确地作出诊断或治愈肿瘤。剂量过大或太小都可能有问题。必须改进关于利用电离辐射治疗患者的辐射防护计划。

---

<sup>53</sup> 第 10 章 — 正确地了解辐射危险（原子能机构《实用辐射技术手册》，维也纳，2004 年）。

## G. 确保核运输安全

### G.1. 趋势和问题

172. 尽管已经制订了放射性物质运输安全标准<sup>54</sup>，但拖延和拒绝的情况在 2011 年仍继续存在。运输被拒绝的原因从怀疑和缺乏有关安全搬运放射性物质的资料到执行过分复杂的当地或国家条例方面的困难等不一而足。

173. 就福岛事故特殊案例而言，据日本当局报告，在紧接着地震、海啸和核事故后的那些天，货物和人员的空运、海运和陆路运输普遍中断。虽然核反应堆应急的直接影响与在疏散和隔离区内的航空旅行和运输路线有关，但随着核事故的发展则认识到对运输的影响要广泛得多。

174. 日本是世界上第三大制造国以及电子、汽车、航空航天部件和其他物资的重要生产国。<sup>55</sup> 由于位于日本东北部的许多工厂受到并发自然灾害并继而又受到核事故的影响，不仅制造能力中断，而且货物运输也中断，这对全球供应链造成了长达多个星期的严重影响。此外，这起核事故促使各国在辐射的恐惧中推迟或临时中断了进出日本的飞行。从日本运输物资、食品和人员被进一步推迟，因为各国在到达港增加了污染监测，对进口食品、货物和旅行者进行筛查。

175. 许多国家在监测和评定辐射以及监管控制运输方面遇到困难。这表明缺乏共同方案、充分有效的监管体系和有效的监测能力。欧洲委员会试图通过要求利用欧洲共同体紧急放射性信息交流网络提供具体信息，在欧洲建立共同的过程。欧洲委员会要求提供关于超出特定数值的运输数量的资料，从而鼓励了欧洲国家采纳它们确定的特定数值作为验收的标准。

176. 一个运输公司集团与原子能机构进行了接触，声称对正在要求它们开展的一些监测活动的安全表示关切，而它们的反馈表明只有几次运输被退还日本。关于受污染运输的实际污染水平和数量的信息很少而且是传闻，这种信息既来自欧洲，也来自世界其他地方。

177. 一些表面污染水平非常低而没有任何安全关切的托运货物被拒绝并退还日本。在一个已报告的案例中，车辆由于表面污染等于或低于豁免水平而被退还日本。这些潜在的问题与任何科学风险无关，而是恐惧和缺乏对辐射的了解。在世界核协会就潜在拒绝运输问题开展的一项研究中，其研究结论确定了恐惧、缺乏信息和拒绝运输之间的因果关系。总体上，在提交本报告之时仍在继续的这种情况混乱无章、反复无常而且具有相对主观决策的特点；已向安全标准委员会报告了这种情况。

---

<sup>54</sup> 关于运输相关安全标准状况的最新资料，请见附录 B.3.7.节“放射性物质运输”。

<sup>55</sup> 联合国工发组织《新闻公告》，2010 年 3 月 10 日，网址如下：<http://www.un.org/apps/news/story.asp?NewsID=33962&Cr=unido&Cr1>。

## G.2. 活动

178. 根据国际组织辐射应急联合管理计划（应急响应准备-联合计划（2010 年））<sup>56</sup>，提出了关于设立一个运输工作组来处理国际运输中断问题的请求。利用世卫组织通过 PAGNet 网站机制提供的信息技术设施设立了在国际民用航空组织领导下的该工作组。该工作组涉及联合国和具有相关利益的主要国际运输集团（国际机场理事会、国际航空运输协会、民航组织、劳工组织、海事组织、旅游组织、世卫组织、气象组织）。该工作组通过电话会议进行通讯，并通过上述世卫组织信息技术设施交流信息（通常每天数次）。它们对关切进行监测，并以共同声明作出响应。它们审查报告并将报告进行分发，特别是审查和分发航空公司响应切尔诺贝利事故制订的飞机去污方法，以及分发关于根据钚污染方面的经验便利飞机去污的信息。<sup>57</sup>

179. 2011 年，原子能机构组织了一系列顾问会议和技术会议，包括地区讲习班，以便对新发布的拒绝和拖延报告进行深入分析、更新地区行动计划以及制订通讯战略和通讯手段，如针对承运方的小册子、简化培训班和关于拒绝问题的电子学习包等。

180. 对海事组织全球综合航运信息系统数据进行的分析表明，所报告的航空旅行问题约 75%系空运拖延问题 — 主要影响放射性药物；所报告的 90%以上的海运问题系主要影响钴和天然矿石的拒运问题。然而，这些数字仅提供部分分析，因为工业界继续表现出不愿报告运输放射性物质的问题，并提出了数据库保密的问题。而且，一些新问题（如加强边境口岸安保要求的潜在困难等）可能给旨在改进信息保密的报告和记录方法的修订增加了压力。

181. 另外，原子能机构还维护着一个包括作为联络官的地区协调人和国家联络点在内的全球网络。但迄今，原子能机构 152 个成员国中只有 69 个成员国指定了国家联系点。

## G.3. 今后的挑战

182. 这些发展的运输结果表明需要改进监管定义和指导、完善规章的适用和增进信息共享。这种需求在这一年的晚些时候通过原子能机构于 2011 年 10 月 17 日至 21 日在奥地利维也纳主办的“下一个 50 年的运输 — 创建安全、可靠和可持续发展的框架国际会议”得到了确认。<sup>58</sup>

183. 大多数重大事件对运输的影响可能是显著的。因此，一直存在着关于在国际运输方面应加强有关联合国机构之间联系的呼吁。虽然这对原子能机构并不是一个主要的

---

<sup>56</sup> 由欧委会、欧洲刑警办事处、粮农组织、原子能机构、国际刑警组织、海事组织、经合组织核能机构、泛美卫生组织、环境规划署、联合国人道事务厅、外空处、世卫组织、气象组织与民航组织、原子辐射效应科学委合作共同倡议制定。

<sup>57</sup> 飞机和引擎的放射性污染（第三版），欧洲航空公司协会，2002 年 6 月。

<sup>58</sup> 见 <http://www-pub.iaea.org/mtcd/meetings/Announcements.asp?ConfID=38298>。

工作领域，但存在着相关利益，因为一个强有力的团体可以在处理拒绝运输和规章的统一适用以及建立与突发事件的明确联系等问题方面实施有效的领导。

## **H. 努力找到退役、治理和废物的解决方案**

### **H.1. 趋势和问题**

184. 全世界受放射性核素污染的许多场址都需要或仍需要进行治理。一些场址由于核试验或反应堆事故受到污染，而另外一些则由于以往未受监管的实践而受到污染。这些场址的污染可能对人类和环境造成辐射危险，因此，受污染场址的治理既关系到公众，也关系到广泛的利益相关者。

185. 实际经验表明，相关人群广泛认可是受影响区域成功恢复的一个先决条件。需要有简易、灵活、强有力和透明的评定工具才能对受污染场址进行全面评价。提供工具和使用这种工具的导则以及确保有效沟通将极大地影响公众的信心。当局如何利用这些工具控制局面将决定这种恢复计划的总体成败。还需要制订纳入用于核实补救行动有效性的监测活动的方案。

186. 福岛事故继续对周边民众构成一系列复杂的挑战，如受辐射污染土壤的健康效应，因为这种污染会反过来污染人类所依赖的食用作物。作为该事故的后果，约有 1300 平方公里的土地受到污染，其污染程度可能潜在地给公众带来 5—20 毫希的照射水平；在约 500 平方公里的范围内，可能发生公众受照量超过 20 毫希以上的情况[9]。

187. 对于这种事故后状况而言，经修订的《国际电离辐射防护和辐射源安全的基本安全标准》（“辐防基本安全标准”）建议的参考水平的范围在 1—20 毫希之间。每种情况下所适用的具体参考水平的确定必须考虑照射情况的确切情形，如环境放射性水平、环境条件和民众的生活方式。“辐防基本安全标准”要求所进行的任何测量都必须正当合理，以确保所带来的好处超过伤害，而且与危险相称。

188. 福岛第一核电站场址的治理和退役挑战显然需要用最大的精力和决心来应对。事故后的治理会在短时间内产生大量必须贮存和（或）处置的废物。无论对于需要比正常情况加速许可证审批的监管机构，还是对于负责以安全和对环境负责任的方式开展这项工作的组织而言，这都是一项挑战[9]。

### **H.2. 活动**

189. 为研究福岛第一核电站场外大面积污染区域的治理工作，2011 年 10 月 7 日至 15 日进行了一次实情调查工作团访问。该工作团确定，需要进行的大规模事故后治理工作将产生累计达数百万立方米的大量受污染材料[9]。



### **H.3. 今后的挑战**

190. 尽管一些反应堆的寿期得到延长，但数量越来越多的核装置也正在接近各自的寿期，并需要进行退役和拆除。此外，在福岛事故发生后，一些国家正在重新思考自己的能源战略，并且正在走向核退役之路。这一事实加上与新反应堆建设有关的废物问题以及治理呼声的增高要求从技术、法律和监管方面着手采取有效的废物解决方案。

191. 营运者、监管者和科学家所面临的一项挑战的重点是制订协调一致的可靠方法，以用于分析和评价放射性监测数据和评定对受污染区民众的放射影响。2012 年 11 月将发起实施“放射影响评定模型和数据”计划。这是一个四年期计划，其目的是提供一个讨论这些问题的国际论坛。

192. 应当指出的是，所涉及的受污染材料的数量可能超过将从日本所有核电厂运行和退役中产生的所有核废物。这种受污染材料将需要加以收集、为解控或处理和整备的目的进行表征、贮存和最终处置。处理这样巨量受污染材料所涉及挑战将需要监管者、营运者和执行组织进行认真审议并迅速加以解决。

## **I. 核损害民事责任**

### **I.1. 趋势和问题**

193. 落实有效的民事责任机制对核损害造成的人体健康和环境损害以及实际经济损失进行保险的重要性仍然是各国持续关注的一个主题。

194. 原子能机构“核安全行动计划”特别要求建立旨在解决可能受核事件影响的所有国家关切的全球核责任制度，以便对核损害作出适当的赔偿。该行动计划特别呼吁成员国共同致力于建立这样的全球性制度，尤其是适当考虑加入国际核责任文书的可能性，以作为实现这种全球制度的一个步骤。该行动计划还呼吁原子能机构核责任问题专家组就促进实现这种全球制度的行动提出建议。

### **I.2. 国际活动**

195. 除了 2011 年 5 月 25 日至 27 日举行的核责任问题专家组第 11 次例会外，该专家组还于 2011 年 12 月 14 日至 16 日举行了专门落实原子能机构“核安全行动计划”的特别会议。

196. 在 5 月会议上，专家组除其他外，还特别讨论了：欧盟范围内核责任的相关发展；关于允许缔约国将正在退役的某些小型核反应堆和核装置排除在国际核责任公约适用范围之外的建议；核责任问题专家组的外展活动；《关于适用“维也纳公约”和“巴黎公约”的联合议定书》（联合议定书）的解释性文本；以及开办核法律短训班。

197. 关于核责任问题专家组的外展活动，专家组审查了其以前的活动情况，并特别提及了 2010 年 7 月 5 日至 7 日在莫斯科为东欧和中亚国家举办的第五次核损害民事责任问题讲习班以及原子能机构与大韩民国组织并于 2011 年 2 月 10 日至 11 日在首尔举办的《核损害补充赔偿公约》国际讲习班。还对核责任问题专家组未来的外展活动进行了讨论。

198. 就“联合议定书解释性文本”而言，专家组核可了秘书处提交的修订本，并要求将其作为原子能机构《国际法律丛书》的一部分出版并在出版后与 1997 年“维也纳公约”的解释性文本”和 1997 年“补充赔偿公约”的“解释性文本”享有同等地位。

199. 专家组还初步非正式地讨论了将适用于福岛第一核电站核事故的责任和赔偿安排以及与适用日本相关法律有关的相关法律问题。所讨论问题的核心内容是：将责任归属营运者；政府在发生地震或海啸时提供补偿金；以及“非常性质的严重自然灾害”造成的损害情况下的免责概念。

200. 在 2011 年 12 月举行的特别会议上，专家组特别讨论了专家组在执行原子能机构“核安全行动计划”中的作用问题。专家组特别商定了 2012 年 5 月下一次例会前需要开展的活动，并在专家组以往所做工作的基础上尤其初步讨论了建立满足所有国家关切的全球核责任制度的途径和手段。

201. 关于下一次例会前将要开展的活动，专家组一致同意对与建立全球核责任制度密切相关的特定目标国家进行原子能机构核责任问题专家组访问。这种访问应首先针对正在运行任何核责任公约目前均不涵盖的核装置的国家。专家组还注意到，除原子能机构核责任问题专家组访问外，秘书处将继续在原子能机构总部与感兴趣的成员国进行非正式磋商，并同意秘书处在 2012 年 5 月专家组例会举行的同时在原子能机构总部为成员国的外交官和专家组织一次核责任问题讲习班。最后，专家组同意在 2012 年原子能机构相关会议上就核责任问题进行专题介绍。

202. 在对有关建立全球核责任制度的途径和手段的建议进行初步讨论期间，专家组还对可能在 2012 年 5 月下一次例会上进一步讨论的一些建议进行了审议。

### **1.3. 今后的挑战**

203. 未来的重要挑战是建立原子能机构“核安全行动计划”要求的全球核责任制度。现有核责任公约特别是 1986 年切尔诺贝利事故后为使该制度现代化在原子能机构主持下通过的核责任公约缔约方数量相对较低就凸显了这一挑战。

204. 该行动计划特别规定，拟建立的全球性制度应当是旨在解决可能受核事故影响的所有国家之关切以期对核损害作出适当赔偿的制度，并特别呼吁各国适当考虑加入国际核责任文书的可能性，以将其作为实现这种全球性制度的一个步骤。核责任问题专家组将通过上述经过加强的活动就此提供协助。

## J. 主要参考文件

205. 本部分提供编写本报告所用的主要参考文件清单。将这些文件及其出处汇编于本部分是为参考和查阅方便起见。一些文件源自限制访问的原子能机构 GOVATOM 网站，而另一些则源自公开网站。

1. 国际原子能机构核安全行动计划（草案）（GOV/2011/59-GC(55)/14 号文件；大会于 2011 年 9 月 22 日核可了理事会核准该行动计划）
2. 关于日本东部大地震和海啸后福岛第一核电站事故的国际原子能机构国际实情调查专家工作团：初步概要（2011 年 6 月 1 日印发的访问初步概要）
3. 福岛第一核电站状况报告（2011 年 12 月 22 日印发的原子能机构报告）
4. 国际原子能机构应对福岛事故所开展的活动（2011 年 6 月 3 日印发的 GOV/INF/2011/8 号文件）
5. 日本政府提交国际原子能机构“部长级核安全大会”的报告 — 《东京电力公司福岛核电站事故》（日本常驻代表团于 2011 年 6 月 7 日和 9 月 12 日转交原子能机构）
6. 2011 年 6 月 20 日维也纳国际原子能机构部长级核安全大会宣言（2011 年 6 月 20 日印发的 INFCIRC/821 号文件）
7. 2011 年 6 月 20 日至 24 日国际原子能机构部长级核安全大会（2011 年 9 月 5 日印发的 GOV/INF/2011/13-GC(55)/INF/10 号文件）
8. 实施国际原子能机构“核安全行动计划”的初步进展（2011 年 11 月 10 日印发的 GOV/INF/2011/15 号文件）
9. 关于国际原子能机构福岛第一核电站场外大面积污染区域治理问题工作组初步结论的简要报告，2011 年 10 月 7 日至 15 日，日本（2011 年 10 月 14 日印发的报告）
10. 福岛第一核电站场外大面积污染区域治理问题国际工作组的最后报告，2011 年 10 月 7 日至 15 日，日本（2011 年 11 月 15 日印发的原子能机构报告）
11. 成员国针对场址特定极端自然灾害评定核电厂安全薄弱环节的方法（2011 年 11 月 16 日印发的原子能机构文件）
12. 本文件最后所列“附录：国际原子能机构安全标准：2011 年期间的活动”



## 附 录

### 国际原子能机构安全标准：2011 年期间的活动

#### A. 概要

1. 安全标准委员会 2008 年 1 月开始的第四个任期于 2011 年结束。委员会主席安德烈-克劳德·拉科斯特向总干事提交了报告，其中突出强调了四年期间的主要成果，并阐明了今后的挑战和建议。<sup>59</sup>
2. 该报告特别突出强调了在以下方面取得的显著进展：
  - 按照自上而下的逻辑方案建立了安全标准的长期结构并优化了“安全导则”；
  - 编写了《国际原子能机构安全标准制订战略和过程》<sup>60</sup> 文件；
  - 确定了解决安全与安保之间协同作用的短期和长期构想；
  - 制订了在福岛事故背景下审查原子能机构安全标准的计划。

#### A.1. 原子能机构安全标准的长期结构和格式

3. 2008 年 5 月，委员会核准了安全标准长期结构路线图。
4. 2008 年 9 月，委员会核准执行“安全要求”长期结构路线图。该路线图涉及将主题“安全要求”纳入系列“一般安全要求”，进而以有关设施和活动的系列“特定安全要求”作为补充。就“一般安全要求”和“特定安全要求”而言，还采用以一种新的格式，即一系列不相关联的总体要求之后紧接着是需要满足的相关条件的要求。
5. 委员会还于 2008 年 9 月核准了关于优化“安全导则”长期结构的准则，其结果是导致产生了委员会随后于 2009 年 10 月核准的“安全导则”参考清单。

---

<sup>59</sup> 安全标准委员会“2008—2011 年四年期报告”（2011 年 12 月 7 日印发）。可从以下地址下载该报告：<http://www-ns.iaea.org/committees/files/css/204/CSS4yreport2008-2011final12December2011.doc>。

<sup>60</sup> 《国际原子能机构安全标准制订战略和过程》1.1 版，2011 年 3 月 10 日。该文件可从以下地址下载：<http://www-ns.iaea.org/downloads/standards/spess.pdf>。

## A.2. 国际原子能机构安全标准制订战略和过程

6. 《国际原子能机构安全标准制订战略和过程》第一版于 2010 年印发。该文件执行安全标准长期结构路线图，提供了经过改进的“安全要求”结构和格式以及一套“安全导则”参考材料。它还包括了秘书处编写和委员会所核准的所有政策和战略文件。

## A.3. 原子能机构安全标准和《核安保丛书》之间的协同作用和接口关系

7. 核安保咨询组和委员会于 2009 年 4 月举行了联席会议，就安全与安保之间的协同作用和接口关系交换了意见。

8. 根据在联席会议上所提出的建议，秘书处决定设立一个核安保咨询组-安全标准委员会特别联合工作组。该工作组由该咨询组主席和委员会主席共同担任主席，由两个组的成员平等参加，秘书处也积极参加该工作组的工作。设立该特别工作组的最初目的是探索如何切实改进审查和核准《核安保丛书》出版物草案的程序以及制订安全和安保一体化系列标准的长期可行性。

9. 特别工作组在 2009 年 10 月至 2011 年 5 月期间举行了四次会议。在 2011 年 11 月组织的一次联席会议上，特别工作组编写并向核安保咨询组和安全标准委员会提交了一份综合报告。此外，在这次联席会议上，与会者还商定了由特别工作组提出的以下四项原则：

1. 核安保和核安全同等重要，其审查/核准程序应反映这一点；
2. 对安全文件编写大纲和核安保文件编写大纲都应进行审查，以确定它们之间的接口关系（如有）；
3. 应通过磋商编写存在确定的接口关系的安全出版物草案和核安保出版物草案；
4. 在实施原则 2 和原则 3 后，应对安全出版物草案和核安保出版物草案进行审查和核准，以确保与“安全基本法则”和“核安保基本法则”的有效协调和一致同意。

10. 为了寻求实现改进《核安保丛书》出版物草案的审查和核准过程的短期目标，特别联合工作组在其报告中向总干事建议设立向所有成员国开放的核安保导则常设委员会，以便就《核安保丛书》的编写和审查工作提出建议。作为委员会核安全和核安保出版物草案审查和核准结构的长期构想，特别联合工作组在其报告中建议设立新的安全和安保丛书委员会，并在必要时应根据核安保导则常设委员会运作方面取得的经验对这种长期构想作出修订。

#### A.4. 在福岛事故背景下审查原子能机构安全标准

11. 原子能机构“核安全行动计划”[1] 包括以下行动：
12. 安全标准委员会和秘书处将在必要时以优先等级为序利用现有过程以更高效的方式审查和修订相关安全标准。<sup>61</sup>
13. 成员国将以公开、及时和透明的方式尽可能广泛和有效地利用安全标准。秘书处将继续对适用和实施安全标准提供支持和援助。
14. 为了落实该项行动，秘书处编写并在安全委员会 2011 年 11 月会议上向该委员会提交了“审查原子能机构安全标准行动计划（草案）”<sup>62</sup>。该计划草案从审查范围、确定审查的优先次序、审查方案、审查过程和审查时限各个方面叙述了开展安全标准审查的方法，以及以后在必要时修订这些安全标准的可能方案[10]。
15. 考虑到福岛事故的重要性，安全标准委员会建议原子能机构设立一个中央技术联络点，以收集、分类和证实从这次事故中获得的资料 and 从中汲取的教训。
16. 委员会成员同意进一步促进制订“审查原子能机构安全标准行动计划（草案）”，并对秘书处开始实施该计划表示欢迎。
17. 委员会注意到在福岛事故背景下审查并在必要时修订相关安全标准是一个持续的过程；为此目的收集事实和汇编所汲取的教训的工作已于 2011 年 11 月开始。
18. 委员会还注意到，建议的计划将是一个动态性文件，将不断加以更新，以反映各安全标准分委员会和安全标准委员会今后进行的讨论情况、其它国际组织所采取的主动行动、福岛事故后国家和地区行动的结果以及《核安全公约》缔约方 2012 年 8 月特别会议的结论。

---

<sup>61</sup> 这种审查除其他外，可特别包括监管结构、应急准备和响应、核安全和核工程（场址选择和评价、极端自然灾害包括其综合影响评定、严重事故管理、全厂断电、丧失热阱、爆炸性气体的积聚、核燃料行为和确保乏燃料贮存安全的办法）。

<sup>62</sup> 见 <http://www-ns.iaea.org/committees/comments/default.asp?fd=1114>。

## B. 原子能机构安全标准现状

### B.1. 安全基本法则

SF-1 基本安全原则（2006 年），共同倡议单位：欧原联、粮农组织、劳工组织、海事组织、经合组织核能机构、泛美卫生组织、环境规划署、世卫组织

### B.2. 一般安全要求（适用于所有设施和活动）

GSR Part 1 促进安全的政府、法律和监管框架（2010 年）

GS-R-3 设施和管理系统的（2006 年）

GSR Part 3 国际辐射防护和辐射源安全的基本安全标准（修订）— 暂行版（2011 年）

GSR Part 4 设施和管理系统的安全评定（2009 年）

GSR Part 5 放射性废物的处置前管理（2009 年）

WS-R-5 利用放射性物质的设施的退役（2006 年）

GS-R-2 核或放射紧急情况的应急准备与响应（2002 年），共同倡议单位：粮农组织、人道事务厅、经合组织核能机构、劳工组织、泛美卫生组织、世卫组织

GS-G-2.1 核应急或放射应急准备的安排（2007 年），共同倡议单位：粮农组织、人道事务厅、劳工组织、泛美卫生组织、世卫组织

GS-G-3.1 设施和管理系统的适用（2006 年）

GS-G-3.2 辐射安全技术服务的管理系统（2008 年）

GS-G-3.3 放射性废物处理、操作和贮存管理系统（2008 年）

GSG-1 放射性废物分类（2009 年）

RS-G-1.1 职业辐射防护（1999 年），共同倡议单位：劳工组织

RS-G-1.2 摄入放射性核素引起的职业照射评估（1999 年），共同倡议单位：劳工组织

RS-G-1.3 外部辐射源引起的职业照射评估（1999 年），共同倡议单位：劳工组织

RS-G-1.4 建立辐射防护和辐射源安全使用的能力（2001 年），共同倡议单位：劳工组织、泛美卫生组织、世卫组织

RS-G-1.7 排除、豁免和解控概念的适用（2004 年）

RS-G-1.8 为辐射防护目的进行环境和源的监测（2005 年）

RS-G-1.9 放射源的分类（2005 年）

WS-G-2.3 放射性流出物排入环境的审管控制（2000 年）（修订中）

WS-G-2.5 中低放废物的预处置管理（2003 年）（修订中）



- WS-G-2.6 高放废物的预处置管理（2003 年）（修订中）
- WS-G-3.1 受过去活动和事故影响地区的恢复过程（2007 年）
- WS-G-5.1 解除终止实践后场址的监管控制（2006 年）
- WS-G-5.2 利用放射性物质的设施退役安全评定（2008 年）
- WS-G-6.1 放射性废物贮存（2006 年）
- GSG-2 核应急或放射应急的准备和响应所采用的标准（2011 年）

### **B.3. 特定安全标准（适用于规定的设施和活动）**

#### **B.3.1. 核电厂**

- NS-R-1 核动力厂安全：设计（2000 年）（修订中）
- SSR-2/2 核电厂安全：调试和运行（2011 年）
- NS-R-3 核装置的厂址评价（2003 年）
- GS-G-1.1 核设施监管机构的组织和人员配备（2002 年）
- GS-G-1.2 监管机构对核设施的审查和评定（2002 年）
- GS-G-1.3 监管机构对核设施的监管检查和执法（2002 年）
- GS-G-1.4 在核设施监管过程中使用的文件（2002 年）
- GS-G-3.5 核装置管理系统（2009 年）
- SSG-12 核装置许可证审批过程（2010 年）
- GS-G-4.1 核电厂安全分析报告的格式和内容（2004 年）
- NS-G-1.1 核动力厂基于计算机的安全重要系统的软件（2000 年）（修订中）
- NS-G-1.3 核动力厂安全重要仪表控制系统（2002 年）（修订中）
- NS-G-1.4 核电厂燃料处理和贮存系统的设计（2003 年）
- NS-G-1.5 核电厂设计中的非地震外部事件（2003 年）
- NS-G-1.6 核电厂的抗震设计和验证（2003 年）
- NS-G-1.7 核电厂设计中对内部火灾和爆炸的防范（2004 年）
- NS-G-1.8 核电厂应急电源系统的设计（2004 年）（修订中）
- NS-G-1.9 核电厂反应堆冷却剂系统和相关系统的设计（2004 年）
- NS-G-1.10 核电厂反应堆安全壳系统的设计（2004 年）
- NS-G-1.11 核电厂设计中对火灾和爆炸以外的内部危害的防范（2004 年）
- NS-G-1.12 核电厂反应堆堆芯设计（2005 年）
- NS-G-1.13 核动力厂辐射防护的设计问题（2005 年）
- NS-G-2.1 核电厂运行中的火灾安全（2000 年）
- NS-G-2.2 核动力厂运行限值和条件及运行规程（2000 年）
- NS-G-2.3 核电厂的修改（2001 年）
- NS-G-2.4 核电厂的营运单位（2001 年）

NS-G-2.5	核电厂的堆芯管理和燃料处理（2002年）
NS-G-2.6	核电厂的维护、监督和退役检查（2002年）
NS-G-2.7	核电厂运行中的辐射防护和放射性废物管理（2002年）
NS-G-2.8	核电厂人员的征聘、资格认证和培训（2002年）
NS-G-2.9	核电厂的调试（2003年）（修订中）
NS-G-2.10	核电厂的定期安全审查（2003年）（修订中）
NS-G-2.11	核装置事件经验反馈系统（2006年）
NS-G-2.12	核电厂的老化管理（2009年）
NS-G-2.13	现有核装置地震安全评价（2009年）
NS-G-2.14	核电厂运行的实施（2008年）
NS-G-2.15	核电厂严重事故管理计划（2009年）
SSG-13	水冷堆核电厂的化学计划（2011年）
NS-G-3.1	核电厂厂址评估中的外部人为事件（2002年）
NS-G-3.2	放射性物质在空气和水中的散布以及核电厂厂址评价中的人口分布考虑（2002年）（修订中）
SSG-9	核装置场址评价中的地震危害（2010年）
SSG-18	核装置场址评价中的气象和水文危害（2011年）
NS-G-3.4	核电厂厂址评价中的气象学事件（2003年）（修订中）
NS-G-3.5	沿海和沿河厂址上核电厂的洪水危害（2004年）（修订中）
NS-G-3.6	核电厂厂址评价和地基的岩土工程问题（2005年）
SSG-2	核电厂安全的确定性分析（2009年）
SSG-3	制订和实施核电厂一级概率安全评定方法（2010年）
SSG-4	制订和实施核电厂二级概率安全评定方法（2010年）
WS-G-2.1	核动力厂和研究堆的退役（1999年）（修订中）
79	核电厂放射性废物管理系统的设计（1986年）（修订中）

### **B.3.2. 研究堆**

NS-R-3	核装置的厂址评价（2003年）
NS-R-4	研究堆安全（2005年）
SSG-9	核装置场址评价中的地震危害（2010年）
SSG-18	核装置场址评价中的气象和水文危害（2011年）
GS-G-1.1	核设施监管机构的组织和人员配备（2002年）
GS-G-1.2	监管机构对核设施的审查和评定（2002年）
GS-G-1.3	监管机构对核设施的监管检查和执法（2002年）
GS-G-1.4	在核设施监管过程中使用的文件（2002年）

GS-G-3.5	核装置管理系统（2009年）
SSG-12	核装置许可证审批过程（2010年）
NS-G-2.11	核装置事件经验反馈系统（2006年）
NS-G-2.13	现有核装置地震安全评价（2009年）
NS-G-4.1	研究堆的调试（2006年）
NS-G-4.2	研究堆维护、定期测试和检查（2006年）
NS-G-4.3	研究堆的堆芯管理和燃料装卸（2008年）
NS-G-4.4	研究堆运行限值和条件及运行程序（2008年）
NS-G-4.5	研究堆的营运组织及其工作人员的征聘、培训和资格认证（2008年）
NS-G-4.6	研究堆设计和运行中的辐射防护和放射性废物管理（2008年）
WS-G-2.1	核动力厂和研究堆的退役（1999年）（修订中）
SSG-10	研究堆的老化管理（2010年）
35-G1	研究堆的安全评定和安全分析报告的编写（1994年）（修订中）
35-G2	研究堆利用和改造中的安全（1994年）（修订中）

### **B.3.3. 燃料循环设施**

NS-R-3	核装置的厂址评价（2003年）
NS-R-5	核燃料循环设施的安全（2008年）（修订中）
SSG-9	核装置场址评价中的地震危害（2010年）
SSG-18	核装置场址评价中的气象和水文危害（2011年）
GS-G-1.1	核设施监管机构的组织和人员配备（2002年）
GS-G-1.2	监管机构对核设施的审查和评定（2002年）
GS-G-1.3	监管机构对核设施的监管检查和执法（2002年）
GS-G-1.4	在核设施监管过程中使用的文件（2002年）
GS-G-3.5	核装置管理系统（2009年）
SSG-12	核装置许可证审批过程（2010年）
NS-G-2.11	核装置事件经验反馈系统（2006年）
NS-G-2.13	现有核装置地震安全评价（2009年）
SSG-5	转化设施和浓缩设施的安全（2010年）
SSG-6	铀燃料制造设施的安全（2010年）
SSG-7	铀和钚混合氧化物燃料制造设施的安全（2010年）
WS-G-2.4	核燃料循环设施的退役（2001年）（修订中）
116	乏燃料贮存设施的设计（1995年）（修订中）
117	乏燃料贮存设施的运行（1995年）（修订中）

### B.3.4. 放射性废物处置设施

SSR-5	放射性废物处置（2011 年）
GS-G-1.1	核设施监管机构的组织和人员配备（2002 年）
GS-G-1.2	监管机构对核设施的审查和评定（2002 年）
GS-G-1.3	监管机构对核设施的监管检查和执法（2002 年）
GS-G-1.4	在核设施监管过程中使用的文件（2002 年）
GS-G-3.4	放射性废物处置管理系统（2008 年）
SSG-1	放射性废物钻孔处置设施（2009 年）
WS-G-1.1	放射性废物近地表处置的安全评定（1999 年）（修订中）
111-G-3.1	近地表处置设施的选址（1994 年）（修订中）
SSG-14	放射性废物地质处置设施（2011 年）

### B.3.5. 采矿和选冶

RS-G-1.6	原料开采和加工过程中的职业性辐射防护（2004 年）
WS-G-1.2	对矿石在开采和加工过程中产生的放射性废物的管理（2002 年）（修订中）

### B.3.6. 辐射源的应用

GSR Part 3	国际辐射防护和辐射源安全的基本安全标准（修订）— 暂行版（2011 年）
GS-G-1.5	辐射源的监管控制（2004 年），共同倡议单位：粮农组织、劳工组织、泛美卫生组织、世卫组织
RS-G-1.4	建立辐射防护和辐射源安全使用的能力（2001 年），共同倡议单位：劳工组织、泛美卫生组织、世卫组织
RS-G-1.5	电离辐射医疗照射的辐射防护（2002 年），共同倡议单位：泛美卫生组织、世卫组织（修订中）
RS-G-1.9	放射源的分类（2005 年）
RS-G-1.10	辐射发生器和密封放射源的安全（2006 年），共同倡议单位：劳工组织、泛美卫生组织、世卫组织
WS-G-2.2	医学、工业和研究设施的退役（1999 年）（修订中）
WS-G-2.7	放射性物质在医疗、工业、农业、研究和教学应用中产生的废物的管理（2005 年）
SSG-8	伽马、电子和 X 射线辐照设施的辐射安全（2010 年）
SSG-11	工业射线照相中的辐射安全（2011 年）
SSG-19	恢复对无看管源的控制和改进对易受攻击源控制的国家战略（2011 年）

### **B.3.7. 放射性物质的运输**

- TS-R-1 放射性物质安全运输条例，2009年版（2009年）（修订中）
- TS-G-1.1 Rev1 国际原子能机构放射性物质安全运输条例咨询材料（2008年）（修订中）
- TS-G-1.2 涉及放射性物质运输事故的应急响应规划和准备（2002年）
- TS-G-1.3 放射性物质运输的辐射防护计划（2007年）
- TS-G-1.4 放射性物质安全运输管理系统（2008年）
- TS-G-1.5 放射性物质安全运输遵章保证（2009年）
- TS-G-1.6 国际原子能机构 2005年版《放射性物质安全运输条例》条款细目（2010年）





