



联合国

# 联合国原子辐射影响问题 科学委员会的报告

第五十九届会议  
(2012年5月21日至25日)

大会  
正式记录  
第六十七届会议  
补编第46号



大会  
正式记录  
第六十七届会议  
补编第 46 号

## 联合国原子辐射影响问题科学委员会的报告

第五十九届会议  
(2012 年 5 月 21 日至 25 日)



2012 年，联合国 • 纽约

注

联合国文件用英文字母附加数字编号。凡是提到这种编号，就是指联合国的某一文件。

ISSN 0255-1411

## 目录

章次	页次
一. 引言 .....	1
二. 联合国原子辐射影响问题科学委员会第五十九届会议的审议情况 .....	3
A. 已完成的评价 .....	3
B. 目前的工作方案 .....	3
1. 2011年日本东部大地震和海啸引发的核事故 .....	3
2. 发电产生的辐射照射量和估算人类因放射性排放所受辐射照射量 .....	5
3. 儿童的辐照影响 .....	5
4. 选定的体内放射源的生物影响 .....	5
5. 公众接触自然和人工环境辐射源遭受低剂量率辐照的流行病学 .....	5
6. 低剂量辐射作用的生物机制 .....	5
C. 未来的工作方案 .....	6
D. 行政事项 .....	7
三. 科学报告 .....	9
1. 将对健康的影响归结为辐照并推断风险 .....	9
2. 电离辐射照射致癌风险估值的不确定性 .....	10
附录	
一. 参加联合国原子辐射影响问题科学委员会第五十七届会议至五十九届会议的各国代表团成员 .....	13
二. 与联合国原子辐射影响问题科学委员会合作编制其2012年科学报告的科研人员和顾问 .....	15



## 第一章

### 导言

1. 联合国原子辐射影响问题科学委员会自根据大会 1955 年 12 月 3 日第 913 (X)号决议成立以来，其任务一直是对电离辐射源及其对人类健康和环境的影响进行广泛的评估。<sup>1</sup>为完成这一任务，委员会彻底审查和评估全球和区域接触辐射的情况，并在包括日本原子弹爆炸的幸存者和切尔诺贝利反应堆事故后被辐射者在内的被辐射人群中评估辐射所致健康影响的证据。委员会还审查在认识辐射对人类健康或非人类生物群系的影响方面取得的进展。这些评估提供了科学基础，联合国系统相关机构在制定公众和工作人员电离辐射防护国际标准时即采用了这一基础；<sup>2</sup>这些标准又与重要的法律和监管文书相关联。
2. 电离辐照源包括：天然本底辐射（包括氡辐射）；医疗诊断与治疗程序；核武器试验；发电（包括以核电的方式发电）；事故，如 1986 年切尔诺贝利核电厂事故以及 2011 年 3 月日本东部大地震和海啸引发的事故；接触人工或天然辐射源的机会较多的职业。

---

<sup>1</sup> 联合国原子辐射影响问题科学委员会由联合国大会在 1955 年召开的第十届会议上成立。第 913 (X)号决议阐明了委员会的职权范围。委员会最初由以下会员国组成：阿根廷、澳大利亚、比利时、巴西、加拿大、捷克斯洛伐克（后为斯洛伐克）、埃及、法国、印度、日本、墨西哥、瑞典、苏维埃社会主义共和国联盟（后为俄罗斯联邦）、大不列颠及北爱尔兰联合王国、美利坚合众国。之后，联合国大会于 1973 年 12 月 14 日通过的第 3154 C (XXVIII)号决议扩大了委员会的成员国数量，增加了德意志联邦共和国（后为德国）、印度尼西亚、秘鲁、波兰和苏丹。联合国大会 1986 年 12 月 3 日第 41/62 B 号决议将委员会的成员国增至 21 个，邀请中国成为成员国。在第 66/70 号决议中，联合国大会进一步将委员会的成员国增至 27 个，邀请白俄罗斯、芬兰、巴基斯坦、大韩民国、西班牙和乌克兰成为成员国。

<sup>2</sup> 例如，目前正由国际劳工组织、联合国粮食及农业组织、世界卫生组织（世卫组织）、国际原子能机构（原子能机构）、经济合作与发展组织核能机构和泛美卫生组织联合赞助制定的国际电离辐射防护和辐射源安全的基本安全标准。





## 第二章

### 联合国原子辐射影响问题科学委员会第五十九届会议的审议情况

3. 2012年5月21日至25日，委员会在维也纳举行了第五十九届会议。<sup>3</sup> Wolfgang Weiss（德国）、Carl-Magnus Larsson（澳大利亚）和 Leif Moberg（瑞典）分别担任主席、副主席和报告员。委员会对来自白俄罗斯、芬兰、巴基斯坦、大韩民国、西班牙和乌克兰这六个新成员国的代表和代表团表示欢迎。

#### A. 已完成的评价

4. 委员会讨论了关于将健康影响归因于不同水平的电离辐射照射和关于电离辐射照射造成的癌症风险估值的不确定性的实质性文件。有关这些主题的主要研究结果在一份科学报告（见下文第三章）中进行了综述，将以支持这些结果的两份详细科学文件为附件，以通常的方式单独发布。

#### B. 目前的工作方案

##### 1. 2011年日本东部大地震和海啸引发的核事故

5. 科学委员会第五十八届会议决定，一旦获得充足信息即评估2011年3月日本东部大地震和海啸引发的核电厂事故所致辐射照射和辐射风险水平。委员会预期，第五十九届会议审议一份初步文件，2013年的第六十届会议审议一份更为完整的报告。大会在第66/70号决议中核可了此项决定。委员会讨论了概述该项工作在规划、组织和技术上的进展及中期技术成果的初步文件。评估是一项主要任务，需要对数据进行保证质量的广泛核对，以确保最终报告的权威性。

6. 委员会的成员国和观察员及选定的其他国家已被邀请指派专家进行评估，联合国不承担费用。截至2012年3月18日，已向18个国家的72名专家发出邀约，现在他们正在开展工作。此外，三个国家已向联合国环境规划署（环境规划署）执行主任为接收和管理支持委员会工作的自愿捐助所设立的普通信托基金提供了捐款。最后，日本政府回应考虑按无偿借用的安排提供一名专家的请求，提供了一名专家，该专家现正在维也纳的秘书处供职。

7. 正在参加此项工作的五个国际组织为：全面禁止核试验条约组织筹备委员会、联合国粮食及农业组织、国际原子能机构（原子能机构）、世界卫生组织（世卫组织）和世界气象组织（气象组织）。全面禁止核试验条约组织筹备委员会共享了其全球网络中的大气中放射性核素测量数据。粮农组织正在建立2011年3月以来食品中放射性强度的数据库，并帮助解释用于评估消费食品所致受辐射情况的相关数据。原子能机构提供了其监测小组在日本测量的结果。

<sup>3</sup> 委员会第五十九届会议的与会者也包括世卫组织、世界气象组织（气象组织）、原子能机构、欧洲委员会和国际辐射防护委员会的观察员。

世卫组织提供了根据 2011 年 9 月中旬可得的官方资料得出的初步剂量评估，并同意共享其专业知识，特别是用于评估消费食品所致受辐射情况。气象组织将收集相关气象资料和有关信息，制作适当的气象分析材料，用于估算所释放的放射性核素在大气中的浓度和在地表的沉积情况。

8. 截至目前的工作重点为：收集和审查科学文献中发布的材料，确定评估方法和工作安排，并规定保证资料和评估质量的程序。供委员会评估的资料来源众多：(a)请日本政府提供的和来自日本正规来源的电子格式的具体数据集及补充信息；(b)联合国其他会员国（尤其是科学委员会所有其他成员国及马来西亚、菲律宾、新加坡和泰国）所提供的测量信息，及秘书处请求提供的测量信息；(c)联合国其他组织（包括全面禁止核试验条约组织、粮农组织、原子能机构、世卫组织和气象组织）正在提供的已编制和核对的数据集；(d)正在经同行评审的科学杂志中发布的信息和独立分析；和(e)公众可上传其自行测量结果的众包网站，这在日本也得到了迅速的发展（虽然需要谨慎使用这些数据，但因其与政府来源无关，还是被视为有一定的价值）。

9. 委员会目前正在审查所收到的报告信息（尤其是尚未核实的数字资料），其中包括以下内容：

(a) 到目前为止，尚未在工人（受辐射最多的人群）中观察到因受辐射而对健康造成的影响。到目前为止，尚未在儿童或任何其他人员中观察到因受辐射而对健康造成的影响；

(b) 截至 2012 年 1 月 31 日，共计 20,115 名因职业原因受辐射的人员参加了现场减灾活动，其中包括东京电力公司的工人（17%）和公司的外部承包商（83%）。据报告，员工总数的 66%左右受到相当于或低于 10 毫西弗特（mSv）有效剂量的辐射。此外，救援者和志愿者因职业原因受到辐射。6 名东京电力公司的工人受到大于 250 毫西弗特有效剂量的辐射（截至 2012 年 1 月 31 日，所报告的最大剂量为 679 毫西弗特）；最大部分的剂量是因吸入  $^{131}\text{I}$ 、 $^{134}\text{Cs}$  和  $^{137}\text{Cs}$  造成的。约 170 名因职业原因受辐射的人员受到大于 100 毫西弗特有效剂量的辐射。应该强调的是，在公开的文献中没有可利用的数据来对因职业原因受辐射的人员进行甲状腺剂量估算。委员会请日本当局进一步提供有关工人受辐射剂量和监测数据方面的信息；

(c) 2011 年 5 月 20 日，针对参与处理紧急情况的因职业原因受辐射的人员，建立了一个辐射接触和医学监测管理系统。截至 2012 年 3 月 10 日，自 2011 年 3 月 11 日以来所指出的 6 例死亡中，无 1 例是电离辐射所致；

(d) 虽然皮肤污染记录中有几人因职业原因受辐射的人员的案例，但是没有报告临床上可观察到的影响；

(e) 在饭馆村、川俣町和磐城市（在 30 公里的辐射区以外）对 1,080 名年龄在 15 岁或以下的儿童进行了甲状腺监测，未发现甲状腺剂量超过 100 毫西弗特的筛选水平（报告的最大甲状腺剂量为 35 毫西弗特）。这些测量的细节仍需要委员会的审查。委员会将评估受辐射人群的甲状腺剂量，尤其是幼儿；

(f) 2011年6月下旬，福岛县（200万名居民）政府对饭馆村、浪江町和川俣町山木屋区的居民发起了一项调查。此次调查正延伸至生活在该县其他地区的人们。目的是评估2011年3月11日在该县居住的所有人受辐射的水平；

(g) 自2011年3月以来，在粮农组织和原子能机构的指导下，与日本当局（包括农林水产省）一起编制了一个有关食品中放射性核素浓度的数据库。截至2012年5月23日，提供了大约165,000条食品监测记录，其中包括在日本47个县取样的500多种食品的监测数据。委员会将分析该数据库，用以评估公众因消费食品而受辐射的情况；

(h) 有关非人类生物群因放射性核素的释放而受辐射的问题，只公布了少数的研究，在这些研究中明确估算了生物群的剂量率。这些研究表现出有些相反的结果。野生生物所受的最高辐射似乎与海洋环境有关联。

## 2. 发电产生的辐射和估算人类因放射性排放所受辐射的最新方法

10. 委员会审查了有关发电产生的辐射的文件和估算人类因放射性排放所受辐射的最新方法。虽然该方法首先用于证实委员会的评估结果，但将向公众提供。委员会注意到，对现有方法的审查工作已经完成，若干要素已得到更新。此外，正在编制将实施此种方法的电子表格，以在评估人群遭受发电产生的辐射时使用。此项工作预期在第六十一届会议之前完成。

## 3. 辐射对儿童的影响

11. 委员会讨论了对儿童时期所受辐射的影响进行广泛审查的文件。由于该主题的重要性，考虑到2011年日本核事故之后公众的担忧，委员会确认，其目标是在第六十届会议之前完成此项工作。

## 4. 选定的体内放射源的生物影响

12. 委员会讨论了有关选定的体内放射源辐射的生物效应的文件，其中两个部分涉及两种特定的放射性核素：氚和铀。委员会认为，需要就该文件做进一步的工作，但将最后定稿供委员会第六十一届会议批准。

## 5. 公众接触自然和人工环境辐射源遭受低剂量率辐射的流行病学

13. 委员会讨论了有关公众接触自然和人工环境辐射源遭受低剂量率辐射的流行病学文件。委员会认识到，此项工作处于早期阶段，预期将进一步改进此份文件，以供委员会第六十一届会议批准。

## 6. 低剂量辐射作用的生物机制

14. 委员会审议了有关低剂量辐射作用的生物机制方面的简短审查文件。此份文件与委员会标准的全面评估不同，不打算做到全面综合；而是要突出该领域

的重大进展，为编制委员会未来的工作方案提供指导。由于该文件会引起广泛的兴趣，委员会请秘书处研究如何在其网站上作为一份公开文件发表。

15. 该文件认为，正在进一步认识所谓非针对性和缓发的辐射影响的机制，且有证据表明，基因和蛋白表达对高剂量和低剂量的辐射的反应有所不同，但各报告之间缺乏一致性和系统性。目前还没有迹象表明，这些现象与辐射相关疾病之间有因果关系。在免疫反应和炎症反应方面，与疾病的联系较明显，但在辐射（特别是低剂量辐射）对这些生理学过程的影响方面，没有达成共识。虽然文件重点关注的是与癌变相关的机制，但所考虑的一些过程可适用于组织反应，因此，更多的了解或许有助于评估在低剂量长期辐射条件下发生非癌症疾病的潜在风险。委员会一致同意：

- (a) 继续鼓励研究对可致人类疾病的低剂量辐射作用的机理认识；
- (b) 考虑进一步开发生物风险模型和系统生物框架，把机制数据纳入风险评估；
- (c) 公开发布该文件；
- (d) 在 3 至 4 年内酌情再次审查该主题。

### C. 未来的工作方案

16. 关于未来的工作方案，委员会承认，评估电离辐射致癌风险估值的不确定性具有重要意义，其中总结了目前估计电离辐射所致健康风险的方法，包括其不确定性（见下文第三章第 2 节）。委员会认为，或许值得把各种方法的使用扩展到其他多套健康风险评估中，但考虑到现有工作方案及其关键性，决定在以后的会议上考虑此事。

17. 委员会注意到秘书处关于公共信息的进度报告和关于改进收集、分析和传播所受辐射数据的进度报告。因为(a)接受治疗的患者所受的辐射是最重要的人工辐射源，(b)该领域的技术和做法变化快，且(c)这是委员会战略计划（2009-2013 年）的专题优先事项，委员会请秘书处就该主题为第六十届会议编制一份详细的报告计划。委员会还请秘书处启动委员会的下一轮医疗辐射使用和受辐射情况的全球调查，并酌情与其他相关的国际组织（如原子能机构和世卫组织）密切合作。委员会建议大会(a)鼓励会员国、联合国系统内的组织以及其他相关组织，就不同辐射源的剂量、影响及风险提供进一步相关数据，这可极大地帮助委员会未来编写向联合国大会提交的报告；并(b)鼓励原子能机构、世卫组织和其他相关组织与委员会秘书处进一步开展协作，建立并协调对公众、工作人员尤其是患者所受辐射数据进行定期收集和交换的安排。

18. 委员会打算拟定一项指导其 2014-2020 年期间工作的战略计划，供其第六十届会议审议。

**D. 行政事项**

19. 委员会建议，联合国大会可请联合国秘书处继续简化委员会报告作为销售出版物的出版流程，认识到在保持质量的同时，其出版物的及时性对于满足在方案预算中核准的预期成就而言至关重要，并期望报告在核准当年出版。
20. 委员会认识到，由于需要保持委员会的工作强度，向联合国环境规划署执行主任为接受和管理自愿捐助而设立的普通信托基金提供自愿捐助以支持委员会的工作将大有裨益。委员会建议，联合国大会可鼓励会员国基于这些目的，考虑向普通信托基金提供自愿捐助或实物捐助。
21. 委员会商定于 2013 年 5 月 27 日至 31 日在维也纳召开第六十届会议。



## 第三章

### 科学报告

#### 1. 确定辐射对健康的影响并推断风险

22. 大会在 2007 年 12 月 17 日第 62/100 号决议中回顾，委员会打算“进一步阐明就长期低量辐射对大量人口造成的潜在危害所作的评估，以及健康受到影响的原因”，<sup>4</sup>因而鼓励委员会“在其方便时尽早提交一份关于该问题的报告”。

23. 此外，大会第 63/89 号决议核可了委员会 2009-2013 年活动的战略计划。这段时期的战略目标是“增加各当局、科学界和民间社会对电离辐射程度及其相关的健康和环境影响的了解并深化这方面的认识，以此作为就辐射相关问题做出知情决定的坚实基础”。<sup>5</sup>该战略目标强调，委员会有必要提供信息说明其评估工作的优缺点，这些优缺点往往没有得到充分认识。这包括避免不合理的因果联系（错误的肯定）以及不合理地排除真正的健康影响（错误的否定）。具体而言，有必要阐明能在何种程度上将健康影响归因于辐射。

24. 大会还在其第 66/70 号决议中吁请委员会将大会要求编写的关于评估辐射对健康造成的影响的报告提交大会第六十七届会议。

25. 委员会述及了将健康影响归结为不同程度的电离辐射的问题，得出以下结论：

(a) 可观察到的个人健康所受的影响可明确归结为辐射，前提是此人有过一些组织反应（往往被称作“确定性”影响），而且可进行差别病理诊断，这排除可能的其他原因。这些确定性影响是在急性吸收大剂量（如约一戈瑞或更多）后产生的，例如可能在事故或放射线疗法中受到辐射后产生；

(b) 已知与辐射相关的其他个人健康影响——如辐射导致的恶性肿瘤（所谓的“随机”影响）——不能明确归结为辐射，因为辐射不是唯一可能的原因，而且目前只因一般没有人辐射才产生的生物标志物。因此，在这种情况下，不可能进行明确的差别病理诊断。只有当某一类型的随机影响自发发生率低而辐射敏感性高时（如一些儿童患甲状腺癌的案例），似乎才有理由将对某个个体受到的影响归结为辐射，特别是如果辐射量多的话。但即便如此，由于可能存在的其他原因，个人受到的影响也不能明确归结为辐射；

(c) 根据流行病学分析，随机影响发生率上升可能归结为辐射——特别是如果随机影响人口中发生率上升到足以弥补其中固有的统计不确定性。在这种情况下，便能适当证实受辐射人群中随机影响的发生率上升，并将此归因于辐射。如果该影响在人群中的自发发生率低，而相关随机影响的辐射敏感性高，则随机影响发生率升高，即便案例不多，也至少与辐射有关；

<sup>4</sup> 《大会正式记录，第六十一届会议，补编第 46 号》和更正（A/61/46 和 Corr.1），第 5 段。

<sup>5</sup> 同上，《第六十三届会议，补编第 46 号》（A/63/46），第 8 段。

(d) 人群中遗传效应发生率升高目前不能归因于辐射，尽管这已在动物实验研究中证实；对此的一个解释是这些效应的自发发生率呈现大幅波动；

(e) 专门的生物测定标本（如一些血液学和细胞遗传学样本）可用作辐射的生物指标，即使在辐射量很低时也是如此。但从个人身体取出的样本中存在此类生物指标并不一定意味着该人的健康会因辐射受到影响；

(f) 一般来说，人群中受到健康影响的发生率升高不能可靠地归因于长期受到与典型的全球平均本底辐射量相当的辐射。这是由于低剂量风险评估的不确定性、目前缺乏表明辐射造成健康影响的特有生物标志物，流行病学研究统计能力不足。因此，对于受到增多剂量辐射的人群，如果该剂量相当于或低于自然本底水平，则科学委员会不建议用非常低的剂量乘以大量人群数的方法来估算辐射引起的健康影响的数量；

(g) 科学委员会指出，各公共健康机构需要适当分配资源，并且指出这可能涉及预测健康影响数量并进行比较。虽然这种方法基于合理但无法验证的假设，但用于这种目的还是有效的，前提是一致适用该方法，全面考虑评估存在的不确定性，而且只能将预测的健康影响视为假设。

## 2. 电离辐射致癌风险估计的不确定性

26. 电离辐射的致癌风险比其他致癌物质的致癌风险好理解，主要原因是辐射和剂量可以量化。关于电离辐射造成的健康影响的研究有很多，其中包括对日本原子弹爆炸幸存者的研究以及对在工作中或在医疗程序中受到辐射的人群的研究。但对低剂量辐射带来的辐射风险的不同估值往往导致社会对安全使用放射性核素和电离辐射的争议。如果科学界不适当处理各种不确定的问题，则风险估值呈现的明显差异会在公众、决策者和专业人员中导致焦虑并破坏他们的信心。为了给表述辐射风险提供一个更为合理的根据，委员会审查了关于分析电离辐射导致的风险估值的不确定性的科学状况。

27. 知识已到达了一定水平，可以量化风险估值的不确定性。这里所用的“不确定性”的概念表示某一相关数量的可能真值的分布，往往被表述为这一数量可能值的范围。辐射风险估值的不确定性有几个来源，如剂量估值的不确定性、不同人群疾病发生率的自然差异、关于受辐射人群的信息有限以及对癌症的发生和发展的理解不完全。

28. 大致有两个相关的领域。第一个涉及将一项具体研究或研究组进行风险估值时产生的不确定性定性和定量。关于辐射给健康带来影响的很多流行病学研究报告风险估值时会说明可信度，该可信度指的是该数据的统计波动产生的影响大小。但有很多其他类型的不确定性通常没有被表述出来。这些不确定性涉及关于健康影响的资料、辐射和剂量的估值以及评估流行病学数据时使用的模型和方法。第二个相关领域涉及风险预测，即来自具体研究的辐射风险估值被用于描述辐射在其他相关人群的潜在影响，如在工作中受辐射的工人、被意外释放的放射性物质伤害的人，或参加使用辐射的疾病筛查项目的人。



29. 在流行病学研究中，在量化剂量时应将不确定性和可变性分开，以说明它们对风险估值的不同影响。在使用剂量估值进行流行病学评估前，必须找出和纠正与程序设计、数据输入和计算有关的常见错误来源。一般来说，体外高能光子照射与体内辐射源相比，个人器官剂量估值的不确定性辐射源较小。但对于体外低能量伽玛辐射来说，剂量估值的不确定性可能相当大，这取决于能量和其他变量。对于体内照射，往往使用数学模型来评估剂量，这些数学模型描述了放射性核素在人体内的分布以及把剂量传递到各器官和组织。在最佳情形中，体内照射剂量是通过测量个人全身、部分身体或排泄物确定的。如果没有掌握这些测量数据，则需根据环境测量来评估摄入量。当需要通过模拟放射性物质在环境中的移动来估算这些浓度时，不确定性最大。使用了各种计算方法来量化辐射量和剂量计算各阶段存在的不确定性。

30. 忽略剂量估算的不确定性不仅会导致低估风险估值的不确定性，可能还会导致对风险本身的低估。（如果剂量依赖性是非线性的，则忽略剂量的不确定性在一定条件下会导致对风险的高估。）已制定各种方法来说明这些影响。例如，可根据对研究人群中剂量分布的假设调整剂量估值。在欧洲的一项室内氡辐射导致肺癌风险的研究中，做这样的调整使风险估值增加了一倍。

31. 在一项对流行病学数据的分析中，各种模型可能同样接近数据集，但却给出不同的风险估值。在低剂量时，模型假设的影响很大。有很多方法来合并不同模型得出的风险估值。在辐射风险分析领域的第一批应用证明，多模型推理得出的不确定性估值比贴切的描述性模型得出的估值大两倍甚至更多。

32. 视有关问题而定，风险预测的不确定性有若干主要因素：

- (a) 将一个人群的风险估值转用到另一个人群；
- (b) 从急性辐射推断长期辐射和分次辐射；
- (c) 从中剂量或高剂量辐射推断低剂量辐射；在相关的剂量范围内，剂量反应可能是非线性的；
- (d) 推断不同辐射类型；
- (e) 相关人群吸收的剂量值。

33. 委员会在大会第六十一届会议上通告说，如果将其模型适用于五个具体国家（中国、日本、波多黎各、大不列颠及北爱尔兰联合王国和美利坚合众国）中任何一国的所有年龄段人群，则估计受 1 希沃特急性剂量辐射后一生当中死于所有实体癌的风险约为 4.3 %至 7.2%，并指出，这些数值随着人群和风险模型的不同而有所变化。<sup>6</sup>目前委员会根据正在进行的评估所提供的又一认识，估计其计算的不确定性界约比最佳估值大三倍或小三倍。

<sup>6</sup> 同上，《第六十三届会议，补编第 46 号》和更正（A/61/46 和 Corr.1），第 22 段。



## 附录一

## 参加联合国原子辐射影响问题科学委员会第五十七届会议至五十九届会议的各国代表团成员

阿根廷	A. J. González (代表)、A. Canoba、M. di Giorgio
澳大利亚	C. M. Larsson (代表)、P. Johnston、S. B. Solomon、R. Tinker
白俄罗斯	J. Kenigsberg (代表)
比利时	H. Vanmarcke (代表)、H. Bijwaard、H. Bosmans、G. Eggermont、H. Engels、F. Jamar、L. Mullenders、P. Smeesters、A. Wambersie
巴西	D. R. Melo (代表)、M. Nogueira Martins (代表)、M. C. Lourenço
加拿大	B. Pieterse (代表)、D. Boreham、K. Bundy、D. B. Chambers、J. Chen、N. E. Gentner (代表)、R. Lane、C. Lavoie、E. Waller、D. Whillans
中国	Pan Z. (代表)、Chen Y.、Du Y.、Liu J.、Liu S.、Liu Y.、Pan S.、Qin Q.、Su X.、Sun Q.、Wang Y.、Yang H.、Yang X.、Zhang W.、Zhu M.
埃及	T. S. Ahmed (代表)、M.A.M. Gomaa (代表)
芬兰	S. Salomaa (代表)、E. Salminen
法国	A. Rannou (代表)、A. Flüry-Hérard、J. R. Jourdain、L. Lebaron-Jacobs (代表)、R. Maximilien、F. Ménétrier、E. Quémeneur、M. Tirmarche
德国	W. Weiss (代表)、A. A. Friedl、P. Jacob、G. Kirchner、J. Kopp、R. Michel、W. U. Müller
印度	K. B. Sainis (代表)、P. C. Kesavan、Y. S. Mayya
印度尼西亚	S. Widodo (代表)、Z. Alatas (代表)、G. Witono、B. Zulkarnaen
日本	Y. Yonekura (代表)、S. Akiba、N. Ban、K. Kodama、M. Kowatari、M. Nakano、O. Niwa、S. Saigusa、K. Sakai、G. Suzuki、M. Takahashi、Y. Yamada
墨西哥	J. Aguirre Gómez (代表)
巴基斯坦	M. Ali (代表)、Z. A. Baig
秘鲁	A. Lachos Dávila (代表)、L. V. Pinillos Ashton (代表)、B. M. García Gutiérrez
波兰	M. Waligórski (代表)、L. Dobrzyński、M. Janiak、M. Kruszewski

---

大韩民国	S. H. Na (代表)、K.-W. Cho、J. K. Lee
俄罗斯联邦	M. Kiselev (代表)、A. Akleyev、R. Alexakhin、T. Azizova、V. Ivanov、N. Koshurnikova、A. Koterov、I. Kryshev、B. Lobach、O. Pavlovsky、A. Rachkov、S. Romanov、A. Sazhin、S. Shinkarev
斯洛伐克	E. Bédi (代表)、M. Chorváth、Ž. Kantová、L. Tomášek、I. Zachariášová
西班牙	M. J. Muñoz (代表)、B. Robles、E. Vañó
苏丹	I. Salih Mohamed Musa (代表)、E.A.E. Ali (代表)、A. E. Elgaylani (代表)
瑞典	L. Moberg (代表)、A. Almén、L. Gedda、L. Hubbard
乌克兰	D. Bazyka (代表)
大不列颠及北爱尔兰联合王国	J. Cooper (代表)、S. Bouffler、J. Harrison、J. Simmonds
美利坚合众国	F. A. Mettler Jr. (代表)、L. R. Anspaugh、J. D. Boice Jr.、N. H. Harley、E. V. Holahan Jr.、R. J. Preston

## 附录二

### 与联合国原子辐射影响问题科学委员会合作编制其 2012 年科学报告的 的科研人员和顾问

F. O. Hoffman

P. Jacob

C. Land

W. U. Müller

C. Muirhead

D. Preston

### 联合国原子辐射影响问题科学委员会秘书处

M. J. Crick

F. Shannoun