



联合国

联合国原子辐射影响问题 科学委员会的报告

第七十一届会议
(2024 年 5 月 20 日至 24 日)

大会

正式记录
第七十九届会议
补编第 46 号

联合国原子辐射影响问题 科学委员会的报告

第七十一届会议
(2024 年 5 月 20 日至 24 日)



联合国 • 2024 年，纽约

注

联合国文件编号由字母和数字构成。凡提及此种格式的编号，即是指联合国某一文件。

[2024 年 7 月 5 日]

目录

章次	页次
一. 导言	1
二. 联合国原子辐射影响问题科学委员会第七十一届会议的审议情况	2
A. 已完成的评价	2
B. 目前工作方案	3
C. 关于委员会长期战略方向的最新通报	5
D. 未来工作方案	6
E. 行政问题	7
三. 科学报告	8
A. 放射治疗后的二次原发癌症	8
B. 公众受电离辐射照射评价	9
附录	
一. 出席联合国原子辐射影响问题科学委员会第六十六届至第七十一届会议以编制其 2024 年科学报告的各国代表团成员	12
二. 与联合国原子辐射影响问题科学委员会合作编制其 2024 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（辐射科委会）的任务是在 1955 年通过的大会第 913 (X) 号决议中首次确定的。1973 年通过的大会第 3154 A-C (XXVIII) 号决议进一步要求委员会审议一切来源的电离辐射的危险。¹为履行这项任务，委员会深入审查并评价了全球和区域辐射照射的情况，同时还评价了受照射人群中辐射所致健康影响的证据，以及认识辐射对人类健康或非人类生物区系的影响发生的生物机制方面的进步。这些评价尤其为联合国系统相关机构制定保护公众、工人和患者的国际标准提供了科学基础；²而这些标准又与重要的法律和监管文书相关联。
2. 电离辐射照射来自天然发生源（如来自外层空间的辐射和地球岩石散发的氡气）和人工生成源（如医疗诊断和治疗程序；核武器试验产生的放射性物质；发电，包括煤、天然气、石油、核能、地热和其他能源发电；计划外事件；以及人工辐射源照射或天然辐射源照射可能增加的工作场所）。

¹ 联合国原子辐射影响问题科学委员会（辐射科委会）由大会在 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（后为斯洛伐克继承）、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（后为俄罗斯联邦继承）、大不列颠及北爱尔兰联合王国和美利坚合众国。此后，大会第 3154 C (XXVIII) 号决议扩大了委员会的成员数目，增加了德意志联邦共和国（后为德国继承）、印度尼西亚、秘鲁、波兰和苏丹。大会第 41/62 B 号决议将委员会的成员国增至 21 个，并邀请中国成为其中一员。大会在第 66/70 号决议中进一步将委员会成员国增至 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。大会在第 76/75 号决议中进一步将委员会成员国增至 31 个，邀请阿尔及利亚、伊朗伊斯兰共和国、挪威和阿拉伯联合酋长国成为成员国。

² 例如，考虑到科学委员会结论的相关国际安全标准包括：(a) 由欧洲原子能共同体、联合国粮食及农业组织（粮农组织）、国际原子能机构（原子能机构）、国际劳工组织（劳工组织）、国际海事组织（海事组织）、经济合作与发展组织（经合组织）核能机构、泛美卫生组织、联合国环境规划署（环境署）和世界卫生组织（世卫组织）共同赞助制定的国际基本安全原则；(b) 由欧盟委员会、粮农组织、原子能机构、劳工组织、经合组织核能机构、泛美卫生组织、环境署和世卫组织共同赞助制定的《辐射防护和辐射源安全：国际基本安全标准》——一般安全要求第三部分。这两项国际标准都是在原子能机构的主持下制定的。

第二章

联合国原子辐射影响问题科学委员会第七十一届会议审议情况

3. 科学委员会于 2024 年 5 月 20 日至 24 日在维也纳举行了第七十一届会议。以下人员当选为委员会第七十一届和第七十二届会议主席团成员：Sarah Baatout（比利时）担任主席；Anssi Auvinen（芬兰）、Reiko Kanda（日本）和 Aayda Al Shehhi（阿拉伯联合酋长国）担任副主席；Carol Robinson（挪威）担任报告员。

4. 科学委员会注意到大会关于原子辐射影响的第 78/71 号决议。委员会听取了阿根廷、比利时、伊朗伊斯兰共和国、俄罗斯联邦和阿拉伯联合酋长国等五个成员国以及国际原子能机构（原子能机构）、《禁止核武器条约》科学咨询小组和世界卫生组织等观察员的发言。联合国助理秘书长兼联合国环境规划署（环境署）副执行主任 Elizabeth Mrema 也向委员会作了发言。发言记录可向委员会秘书处索取。

5. 科学委员会还注意到并讨论了决议述及的其他问题。对这些讨论的总结见本报告第二章 E 节（行政问题）。

A. 已完成的评价

6. 科学委员会详细讨论了放射治疗后的二次原发癌症评价和公众受电离辐射照射评价，通过了基于这些评价的调查结果的科学报告（见第三章），并要求在作出商定的修改的前提下以通常的方式出版科学附件。

1. 放射治疗后的二次原发癌症

7. 科学委员会第六十六届会议核可了关于启动放射治疗后的二次原发癌症评价的计划。评价的目的是提高科学界、医学界和国家当局对以下事实的认识，即癌症放射治疗虽然有助于有效治疗数量日增的患者，但也可能涉及脱靶照射，从而可能在若干年后导致某些患者的二次原发癌症。对放射治疗后二次原发癌症的风险的量化和对影响该风险的因素的评价需要数据（例如剂量分布数据），这些数据往往事后难以获得。

8. 科学委员会第七十一届会议感谢专家组³在筹备放射治疗后二次原发癌症的评价方面所做的重要工作。作为对众多建设性意见的回应，对与放射治疗后二次原发癌症的发展有关的放射肿瘤学、生物学、剂量学和流行病学的技术评价进行了大幅修订。委员会讨论了并核准出版关于放射治疗后二次原发癌症的科学附件。此外，委员会审查并核可了该附件的三个电子附件，以供在辐射科委会网站上公布。

2. 公众受电离辐射照射评价

9. 为履行这项任务，科学委员会定期审查和评价全球和区域范围内公众受辐射

³ 专家组由来自 17 个会员国的 37 名专家（包括 4 名审稿人）和来自原子能机构、国际辐射防护委员会（辐防委会）和世卫组织的 4 名观察员组成。

照射情况。在第六十六届会议上，委员会商定更新其 2008 年报告附件 B，⁴并于 2020 年启动公众受电离辐射照射评价。在第六十九届会议上，委员会支持采用其 2016 年报告中提出的对公众因放射性排出物而受照射的估算方法。⁵委员会第七十届会议核可了本报告附件 B 附录中所载评价工作适用的方法和质量标准的进一步更新。

10. 在第七十一届会议上，科学委员会感谢专家组⁶在审议 61 个会员国截至 2023 年 12 月提交的公众受电离辐射照射数据、2007 年以来所发表相关文献的审评以及八个区域和国际组织提供的相关数据方面所做的重要工作。委员会讨论了并核准出版关于公众受电离辐射照射评价的科学附件。此外，委员会审查并核可了该附件的六个电子附件，以供在辐射科委会网站上公布。

B. 目前工作方案

1. 电离辐射和癌症流行病学研究

11. 科学委员会第六十六届会议商定更新其 2006 年报告附件 A，⁷并着手评价辐射和癌症的流行病学研究，为此设立一个专家组，并根据确保委员会对辐射照射流行病学研究报告的审评的质量的原则和标准，发起一次全面的文献审评。

12. 科学委员会第七十一届会议认可专家组⁸在起草关于癌症研究选址的科学附件和总结关于辐射和癌症流行病学研究报告的文献审评方面取得重大进展。此外，委员会核可关于四种拟议场景的终生癌症风险计算方法，该方法综合采用了委员会 2006 年报告附件 A⁹中使用的方法以及委员会 2019 年报告附件 A 中提出的风险预测和比较分析，¹⁰并使用了从五个地理区域获得的广泛人口数据。委员会还认可及时规划评价工作，这项工作预定在 2025 年委员会第七十二届会议上获得核准。

2. 电离辐射对循环系统的影响

13. 科学委员会在 2020 年第六十七届会议上商定着手辐射照射所致循环系统疾病评价。委员会第六十八届会议核可了项目计划，该项目将于 2021 年启动。委员会

⁴ 《电离辐射的来源、影响和风险：联合国原子辐射影响问题科学委员会 2008 年提交大会的报告》，第一卷（联合国出版物，2010 年），附件 B。

⁵ 《电离辐射的来源、影响和风险：联合国原子辐射影响问题科学委员会提交大会的 2016 年报告及科学附件》（联合国出版物，2017 年）。

⁶ 专家组由来自 20 个会员国的 57 名专家（包括 4 名审稿人）和来自欧盟委员会、原子能机构、经合组织核能机构和世卫组织的 4 名观察员组成。

⁷ 《电离辐射的影响：联合国原子辐射影响问题科学委员会 2006 年提交大会的报告》，第一卷（联合国出版物，2008 年），附件 A。

⁸ 专家组包括来自八个成员国的 27 名专家（包括四名审稿人）和来自国际癌症研究机构的一名观察员。

⁹ 《电离辐射的影响：辐射科委会 2006 年报告》，第一卷，附件 A。

¹⁰ 《电离辐射的来源、影响和风险：联合国原子辐射影响问题科学委员会提交大会的 2019 年报告及科学附件》（联合国出版物，2020 年，以及更正），附件 A。

第七十届会议欢迎专家组¹¹开展的大量工作，并讨论了文献审评的第一批结果。委员会就拟纳入审评的专题范围提供了反馈意见，并核可了拟议的评价结构。

14. 科学委员会第七十一届会议欢迎专家组取得的进展，并审查了附件初稿。委员会同意，鉴于现有数据的显著差异，专家组将不试图作出终生风险预测。委员会请专家组编写一份进度报告并最后审定科学附件草案，包括对 2023 年之前所发表新文献的审评结果以及专家组关于辐射照射所致循环系统疾病的结论，并在 2025 年将附件提交委员会核准。

3. 电离辐射对神经系统的影响

15. 科学委员会第六十七届会议商定，在获得必要资源后，将启动电离辐射对神经系统影响评价。委员会第七十届会议注意到设立了专家组，并核可了实施评价工作的订正时间表，预期将于 2027 年核准报告。委员会第七十一届会议注意到该报告的增订内容，并注意到所报告的在扩大专家组¹²和开展文献检索方面取得的进展，还注意到文献审评工作正在进行中，附件初稿预期于 2025 年提交第七十二届会议。

4. 改进收集、分析和传播辐射照射数据的战略，包括委员会源和照射问题特设工作组的审议

16. 科学委员会第七十一届会议核可了源和照射问题特设工作组的拟议行动，并商定：(a)核可关于新的辐射科委会医疗照射全球调查的建议，该调查将在 2026 年启动，分两个阶段进行；(b)继续与国家联络人网络开展外联工作，以促进对话，解决会员国的共同问题和关切，并提供相关培训和工具；(c)请秘书处审查和更新辐射科委会在线全球调查平台，包括提供英文以外其他语文的调查问卷。

17. 科学委员会对源和照射问题特设工作组所开展的工作表示赞赏，并核准将其工作延期至 2025 年委员会第七十二届会议。特设工作组目前由两个专家小组组成，一个是医疗照射问题专家小组，另一个是职业照射问题专家小组，并商定将设立一个新的公众照射问题专家小组。这些小组的目的是监测 2022 年战略中概述的各项建议的实施情况，以改善辐射照射数据的收集、分析和传播，并就未来的数据收集和照射评估向委员会提供建议。

18. 科学委员会再次强调，会员国需要提供关于公众、职业和医疗电离辐射照射的数据，以确保今后的评估尽可能全面。此外，委员会欢迎国家联络人（目前为 112 人）和候补国家联络人的数量不断增加，并对国家联络人参与秘书处和源和照射问题特设工作组自第七十届会议以来举办的网络研讨会、调查和会议表示赞赏。

¹¹ 专家组由来自 12 个会员国的 20 名专家（包括两名审稿人）和来自辐防委会的一名观察员组成。

¹² 专家组由来自 13 个会员国的 36 名专家（包括两名审稿人）和来自辐防委会和经合组织核能机构的两名观察员组成。

5. 2020-2024 年公共信息和外联战略实施情况和通过 2025-2029 年公共信息和外联战略

19. 科学委员会第七十一届会议注意到秘书处关于 2020-2024 年公共信息和外联活动的进度报告，并核可了 2025-2029 年公共信息和外联战略。该战略旨在特别是向科学界、决策者、公众、青年专业人员、学生和媒体传播委员会关于电离辐射照射水平、影响和风险的调查结果。该战略的主要内容是：

- (a) 加强委员会对广泛的联合国网络内外的科学与政策联系平台的投入；
- (b) 加强与科学、外交、学术和专业界的接触；
- (c) 鼓励青年专业人员参与委员会的工作。

20. 科学委员会欢迎在网上出版环境署题为“辐射：影响和来源”小册子的意大利文本，从而使该小册子的语文版本总数达到 16 个，¹³并欢迎计划于 2024 年出版该小册子的保加利亚文本，2025 年出版该小册子的乌尔都文本。委员会敦促秘书处根据自 2016 年发布最近一次更新以来出版的报告和附件（包括本报告第三章中提到的报告和附件）更新该小册子，目标是出版小册子的更新版，以纪念委员会成立七十周年。委员会还鼓励秘书处进一步翻译和宣传该小册子。

21. 科学委员会欢迎以联合国所有六种正式语文出版其 2020/2021 年度报告附件 B 所载的调查结果摘要。委员会的所有出版物都可在辐射科委会网站上查阅。¹⁴委员会欢迎秘书处为在 2024 年发布该网站的联合国所有六种正式语文版本而正在开展的工作。

22. 科学委员会请会员国通过在国家和区域两级开展外联活动（例如，与外联活动有关的专门活动和节日），支持实施 2025-2029 年公共信息和外联战略。

C. 关于委员会长期战略方向的最新通报

23. 科学委员会第六十六届会议核准了 2020-2024 年长期战略方向和计划。下文介绍了这方面的最新进展情况。

1. 建立源和照射问题以及影响和机制问题工作组

24. 科学委员会第七十一届会议延长了影响和机制问题特设工作组的任务期限，以继续开展活动，直至 2025 年委员会第七十二届会议。延长任务期限将使特设工作组能够：(a)继续监测正在进行的对影响和机制的科学评价的进展情况；(b)视需要支持及时完成这些评价；(c)支持执行当前和未来的工作方案并监测进展情况；(d)评价新的科学进展。

25. 在第七十一届会议上，科学委员会还延长了源和照射问题特设工作组的任务

¹³ 这 16 种语文包括联合国 6 种正式语文（阿拉伯文、中文、英文、法文、俄文、西班牙文）和 10 种其他语文（捷克文、荷兰文、德文、印地文、印度尼西亚文、意大利文、日文、韩文、波斯文和葡萄牙文）（见 www.unscear.org/unscear/en/publications/radiation-effects-and-sources.html）。

¹⁴ www.unscear.org/unscear/en/publications/index.html。

期限，重点是实施旨在改进辐射照射数据收集的最新战略，以及建立一个公众照射问题小组。委员会注意到，特设工作组将与分别关于职业照射、医疗照射和公众照射的专家小组一道，继续：(a)监测文献，并就持续的收集数据向主席团和委员会提供咨询意见；以及(b)评价与委员会辐照评价有关的现有数据源和新数据源，以便与秘书处合作，为委员会的未来评价做准备，即 2026 年的医疗电离辐射照射评价以及随后的职业和公众电离辐射照射。

2. 以特约方式邀请联合国其他会员国的科学家参加委员会的评价工作

26. 科学委员会注意到，秘书处和主席团自其第七十届会议以来已采取步骤，让另外 30 名科学家，包括联合国其他会员国的科学家¹⁵参与支持委员会持续进行的评价工作。这对于正在进行的电离辐射对神经系统影响评价和电离辐射对循环系统疾病影响评价，以及已核准的公众受电离辐射照射评价和放射治疗后的二次原发癌症评价，特别具有现实意义。

3. 加强委员会的努力，在不损害科学严谨性和完整性的情况下以吸引读者的方式介绍其评价及其摘要

27. 科学委员会提及上文第 19 至 22 段报告的外联活动。

4. 在保持在向大会提供权威科学评价方面的主导地位的同时，与其他相关国际机构密切联系，避免工作重复

28. 自科学委员会第七十届会议以来，科学委员会的评价在为联合国系统相关实体和其他国际机构制定国际安全标准提供科学依据方面的重要性继续得到证明。委员会注意到，其秘书处是机构间辐射安全委员会的成员，科学委员会为国际安全标准提供的现有科学依据仍然有效。委员会还注意到，秘书处继续与原子能机构合作，作为观察员参加原子能机构安全标准委员会和辐射安全标准委员会，并注意到秘书处与其他几个国际组织¹⁶和区域组织¹⁷开展了合作。

29. 科学委员会欢迎并支持秘书处继续与联合国系统内的实体及其他政府间组织合作，以促进委员会的工作，探索协同增效以及有助于这项工作并支持科学数据收集和分析的联合活动。委员会特别认可 2023 年 6 月与欧盟委员会签署的研究框架协议，2024 年 5 月与国际辐射防护委员会（辐防委会）签署的谅解备忘录，以及与经济合作与发展组织核能署和国际劳工组织正在进行的对话，并请秘书处在第七十二届会议上报告与其他实体合作的情况。

D. 未来工作方案

30. 科学委员会在 2018 年第六十五届会议设立了影响和机制问题特设工作组，协助主席团和秘书处监测正在进行的科学评价的进展情况，并就闭会期间新的科学

¹⁵ 奥地利、意大利、荷兰王国和瑞士。

¹⁶ 包括全面禁止核试验条约组织筹备委员会、国际民用航空组织、劳工组织、环境署、外层空间事务厅、世卫组织、国际癌症研究机构、经合组织核能机构、辐防委会、国际辐射防护协会、国际医学物理组织和禁止核武器条约科学咨询小组。

¹⁷ 包括欧盟委员会和伊比利亚美洲放射性和核监管机构论坛。

进展做出评价以供委员会审议。

31. 科学委员会第七十一届会议注意到，由于秘书处可用资源有限造成很长时间的拖延，原计划在 2020-2024 年期间开始的三项科学评价尚未开始。其中包括新的电离辐射对眼睛影响评价，这项评价目前计划于 2025 年初开始。委员会确认了计划中的电离辐射对免疫系统影响评价以及电离辐射照射对非癌症健康影响概览的重要性，其开始日期将根据 2025-2029 年期间的资源可用性而确定。

32. 在第七十一届会议上，科学委员会还讨论了影响和机制问题特设工作组就第七十届会议确定的三个潜在专题提交的评估报告，从而确定了 2025-2029 年期间未来工作方案的优先事项。其中，野生动植物种群和生态系统所受辐射照射水平及其影响评价被认为具有紧迫性，如有可能，应在 2025-2029 年方案期的早期启动。影响和机制问题特设工作组被要求评估在何种程度上可将另外两个专题，即产前受电离辐射照射的影响和电离辐射对衰老和寿命的影响，纳入计划中的电离辐射对非癌症健康影响概览。此外，应源和照射问题特设工作组的要求，计划在 2025-2029 年期间开始一项新的医疗电离辐射照射评价。最后，委员会审议了可能编写的白皮书的三个专题，即：(a)放射性疾病的生物标志物和特征；(b)剂量-效应关系；以及(c)目前使用的辐射作用生物物理模型及其生物相关性调查——秘书处可在资源允许的情况下启动这项工作。

33. 然而，鉴于联合国目前面临的预算限制和流动性问题，无法确定详细的方案时间轴。

34. 考虑到影响和机制问题特设工作组在密切跟踪科学委员会工作方案方面开展的高质量和重要的科学工作，委员会将该特设工作组的任务期限延长了一年，以协助落实目前和未来的工作方案并密切跟踪这方面的进展情况，并就新的科学进展做出评价。

E. 行政问题

35. 科学委员会欢迎大会批准增加 2024 年经常预算分配款，以及大会核准在秘书处新设两个工作人员职位。¹⁸然而，委员会对受联合国面临的流动性挑战的影响，2024 年经常预算拨款减少表示关切。2024 年将经常预算分配款的 60%用于非工作人员执行费用，为根据委员会的任务规定，筹备、组织和举行委员会第七十一届会议提供了最低限度的必要资源。委员会欢迎 16 个会员国提供自愿财政支助和实物捐助，资助委员会成员在这些特殊情况下出席第七十一届会议的旅费。

36. 虽然科学委员会认可六个会员国¹⁹对普通信托基金的捐款使得一些领域的工作取得进展，但此种供资方法仍然既无法预测也不可持续。委员会欢迎大会第 78/71 号决议，特别是大会请秘书长加大对委员会秘书处支持力度的第 23 段。为 2024 年增加经常预算分配款，并在今后增加分配款，对于使秘书处能够以可预测、可持续和独立的方式向委员会提供充分和有效的长期服务至关重要。委员会工作所需资源有所增加，是因为需要审评的文献数量不断增加，而且采用了更加正式的评价方法。

37. 科学委员会商定于 2025 年 6 月 16 日至 20 日在维也纳举行第七十二届会议。

¹⁸ 见大会第 77/119、78/71 和 78/254 A 号决议。

¹⁹ 澳大利亚、奥地利、比利时、德国、挪威和西班牙。

第三章

科学报告

38. 科学委员会第七十一届会议核准了以下两个科学附件：(a)放射治疗后的二次原发癌症；(b)公众受电离辐射照射评价。

A. 放射治疗后的二次原发癌症

39. 科学委员会第七十一届会议审查了并核准出版关于放射治疗后的二次原发癌症的附件。委员会在该附件中得出的结论概述如下：

(a) 电离辐射用于治疗癌症已有一个多世纪的历史。放射治疗主要通过外部光束技术进行，约占所有癌症治疗的 50%。总的来说，所有治愈的癌症患者中有 40% 接受了放射治疗，作为其治疗的一部分。由于癌症筛查、治疗选择和治疗功效的改进，全球癌症存活率有所提高，从而使全世界癌症幸存者人口不断扩大；

(b) 放射治疗和成像的发展使得能够更好地将杀肿瘤剂量靶向肿瘤，并减少对周围组织的剂量。尽管如此，还是有一些不必要的辐射剂量传递到周围组织和器官。为了改善治疗并促进未来对二次原发癌症风险的流行病学分析，有必要对靠近原发肿瘤和远离原发肿瘤的辐射剂量进行定性和量化。虽然人们普遍认识到，在一定的辐射剂量下，诱发肿瘤的风险对儿童而言通常高于成人，但要充分了解受照年龄和已届年龄的综合影响和独立影响，还需要进行更多的研究；

(c) 随着癌症存活率的提高，越来越多的人在完成原发癌症治疗后仍能存活。虽然原发癌症复发或转移扩散是治疗后几年内的主要问题，但从长远来看，二次原发癌症成为一个重要问题。癌症幸存者罹患新的原发癌症的风险高于普通人群。造成这种高风险的因素包括癌症发病的遗传易感性、行为和环境因素以及化学治疗和放射治疗等治疗因素；

(d) 值得注意的是，与辐射照射有因果关系的二次原发癌症只占有二次原发癌症的一小部分，即使在接受过放射治疗的患者中也是如此。只有在极少数情况下，对于特定类型的肿瘤，辐射很有可能是一个可归因的原因（例如，在高剂量辐照区出现的肉瘤）；

(e) 为了获得有关放射治疗后的二次原发癌症风险的信息，进行了广泛的文献检索，并对造血组织、结缔组织、女性乳房、肺部、胃肠道器官、甲状腺和脑部进行了荟萃分析，还审查了与辐射相关的累积二次原发癌症发病率和相关潜伏期的信息；

(f) 荟萃分析得出了单位剂量的风险，然后将其与其他辐射流行病学研究得出的单位剂量癌症风险进行了比较，如基于日本原子弹爆炸幸存者数据的研究。对七个二次原发癌症部位进行荟萃分析后得出的单位剂量超额相对风险计算值，一般低于其他类型辐射流行病学研究中报告的风险。对于肉瘤（结缔组织）而言，这种比较在统计学上是一致的。对于甲状腺癌而言，统计学上的一致性取决于比较研究的选择。对于其他部位（造血组织、女性乳房、肺部、胃肠道器官和脑部），放射治疗人群的汇总风险估计值在统计上一般明显小于未接受放射治疗人群的辐射研究的相应风险；

(g) 根据相关文献,委员会了解到 5%至 15%的癌症幸存者可能会罹患二次原发性癌症。然而,委员会认为,在所有二次原发性癌症中,只有一小部分有可能归因于放射治疗。关于放射治疗后的二次原发性癌症的附件完善了委员会对有多少二次原发性癌症可归因于放射治疗的总体认识。绝对数字取决于有风险的特定组织和放射治疗过程中接受的辐射剂量。鉴于放射治疗的巨大益处,癌症患者不应仅仅因为担心可能罹患二次原发性癌症而不接受放射治疗。尽管如此,放射治疗的未来设计和未来应发展包括专门的努力,以减少二次原发性癌症的诱发。

B. 公众受电离辐射照射评价

40. 科学委员会根据以下三个来源对全世界公众受自然和人为辐射源照射的程度和趋势进行了评价:(a)来自辐射科委会公众照射全球调查的数据;(b)自 2007 年以来在经过同行评审的文献中发表的审评和分析;以及(c)区域和国际组织提供的数据。评价工作在很大程度上取决于能否获得可靠的国家数据。委员会对 61 个会员国的国家联络人和参与收集、提交和核对国家数据的其他国家专家表示感谢。委员会强调,今后需要会员国努力维持和进一步扩大委员会的国家联络人网络,改进公众辐照数据的报告工作,以提高今后对电离辐射源和照射水平的评价的质量和可靠性,并改进数据集的地域代表性。

41. 公众受天然辐射源的内照射来自吸入氡和钍及其衰变产物,以及摄入铀和钍系列放射性核素和钾-40。外照射来自宇宙辐射和地面放射性核素。根据在世界许多国家采集的土壤、空气和食物样本中放射性核素浓度的大量测量结果,估算了天然放射性核素的全球平均年剂量。依据通过公众照射全球调查提供的设施放射性核素排放数据,或者已发表的论文和报告,对涉及天然放射性材料的工业所产生的照射进行了评估。

42. 虽然辐射防护不属于科学委员会的任务范围,但出于实际和务实的原因,委员会采用了辐防委会和国际辐射单位和测量委员会提出的辐射防护量。会员国使用并报告了这些数量,辐射科委会以前的报告也使用了这些数量。这些数量随着时间的推移而发生变化。

43. 氡和钍的照射量是使用辐射科委会以前报告中提供的相同剂量系数计算得出的²⁰,这是科学委员会最近的审查得出的结论。²¹评价公众照射的其他组成部分使用的是辐防委会目前使用的剂量系数。²²

44. 天然辐射源对公众造成的年均有效剂量范围估计为 1-14 毫西韦特。这一范围与先前估计的 1-13 毫西韦特保持一致。²³在关于公众受电离辐射照射评价的科学附件中,来自天然源的全球年平均有效剂量估计约为 3.0 毫西韦特,其中主要

²⁰ 《电离辐射的来源、影响和风险:联合国原子辐射影响问题科学委员会提交大会的 2000 年报告及科学附件》,第一卷(联合国出版物,2000 年),附件 A 和 B;《电离辐射的来源、影响和风险:辐射科委会 2008 年报告》,第一卷,附件 B。

²¹ 《电离辐射的来源、影响和风险:辐射科委会 2019 年报告》,附件 B。

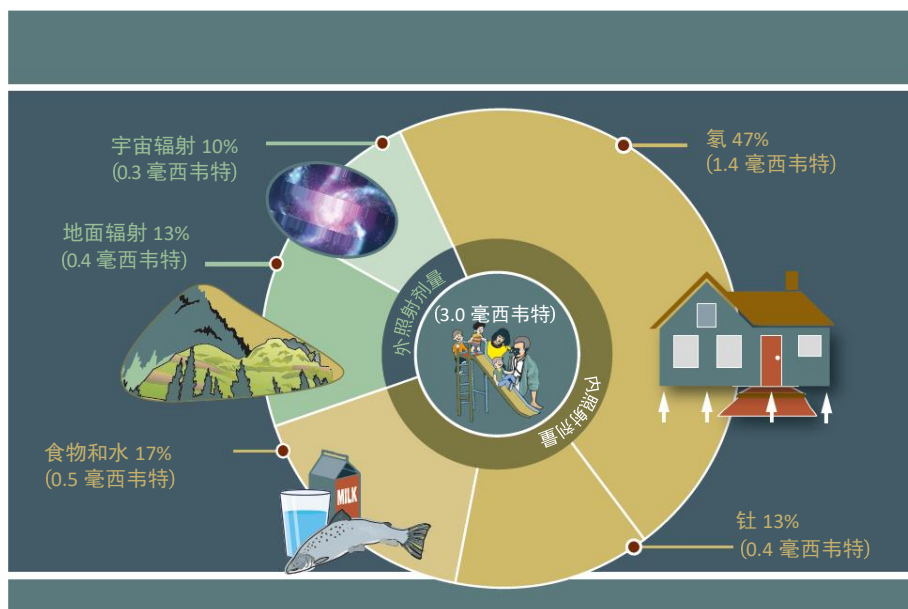
²² N. Petoussi-Hens 等人,“辐防委会出版物 144:环境源外部照射的剂量系数”,《辐防委会年鉴》,第 49 卷,第 2 期(2020 年 10 月)和 K. Eckerman 等人,“辐防委会出版物 119:基于辐防委会出版物 60 的剂量系数的补编”,《辐防委会年鉴》,第 42 卷,第 4 期(2013 年 8 月)。

²³ 《电离辐射的来源、影响和风险:辐射科委会 2000 年报告》,第一卷,附件 A 和 B;《电离辐射的来源、影响和风险:辐射科委会 2008 年报告》,第一卷,附件 B。

(60%) 来自吸入氡、钍及其衰变产物, 约为 1.8 毫西韦特 (见下图)。摄入铀和钍系列放射性核素和钾-40 的影响较小, 约为 0.5 毫西韦特。地面放射性核素和宇宙辐射的外照射分别为 0.40 毫西韦特和 0.30 毫西韦特。

45. 虽然全球年平均有效剂量的估计值与以往报告中提供的 2.4 毫西韦特相比有所变化,²⁴但这一变化并不一定反映公众照射的实际变化。它反映了方法上的改进, 以及来自不同地点和区域的数据更加多样化, 这些是委员会以前的估计数所不具备的。这导致全球平均值发生变化。例如, 对氡及其衰变产物照射量的最新估计现在更加可靠, 涵盖了世界人口的 60%以上, 而以前的估计反映了世界人口的不到 40%。

全球天然源平均年有效剂量



资料来源: 改编自环境署,《辐射: 影响和来源》。版权所有 2016 年环境署。

46. 与天然源相比, 公众受人为源的照射一般较低, 但在罕见的重大事故情况下除外。

47. 核电生产导致公众照射是根据排放信息和《射科委会 2016 年报告》中的评估方法进行评价的,²⁵并作了一些小的修改。虽然科学委员会更新了其对核动力源发电所致公众照射的估计数, 但尚未更新其对其他形式发电技术所致照射的评价, 包括那些基于煤、天然气、石油和生物燃料燃烧以及地热、风能和太阳能的发电技术, 如《辐射科委会 2016 年报告》所述。该报告指出, 在考虑 2010 年每项技术的发电量时, 煤炭循环对全球公众和工人造成的集体剂量最大, 其次是核燃料循环。

48. 核电生产设施对公众造成的估计年剂量一般不超过几十微西韦特。这些结果略高于《辐射科委会 2016 年报告》中给出的结果,²⁶这是因为使用了最新的排放

²⁴ 《电离辐射的来源、影响和风险: 辐射科委会 2000 年报告》, 第一卷, 附件 A 和 B; 《电离辐射的来源、影响和风险: 辐射科委会 2008 年报告》, 第一卷, 附件 B。

²⁵ 《电离辐射的来源、影响和风险: 辐射科委会 2016 年报告》。

²⁶ 同上。

数据和人口分布信息，并采用了考虑到年龄相关剂量系数差异和不同年龄组在人口中所占比例的方法。

49. 对全世界核电厂以及铀矿开采与选矿产生的每单位电力的集体有效剂量进行了估算，并在关于公众受电离辐射照射评价的附件中作了介绍。

50. 根据对电离辐射源的其他应用（包括医疗、工业和研究应用以及消费品和其他货物的使用造成的偶然照射）所产生的公众照射数据的分析，得出的结论是，这些来源所产生的全世界平均年剂量从几微西弗特到几百微西弗特不等。然而，这种照射影响了世界上很大一部分人口。

51. 自《辐射科委会 2008 年报告》发表以来，²⁷对以下地点核武器试验场过去和现在的公众照射估计数进行了更新：马绍尔群岛；法属波利尼西亚的穆鲁罗阿和方加陶法（法国）；美利坚合众国新墨西哥州；哈萨克斯坦的塞米巴拉金斯克地区。据估计，其中许多场址在试验之后立即测得的既往照射量大大高于自然本底水平，在某些情况下仍有可能发生严重的照射。然而，这些场址的持续公众照射量一般比天然本底辐射低得多。

52. 除重大事故的放射性后果外，与核材料和放射性材料的其他军事应用（如核武器的生产、维护和退役）的遗留问题有关的公众照射被认为总体上可以忽略不计。

53. 科学委员会此前曾就 1986 年切尔诺贝利核电站和 2011 年福岛第一核电站发生的事故发表过详细报告。在受影响地区，土壤、空气、水体、植被和食品中的放射性核素水平持续下降，原因是放射性核素的衰变和在生态系统内的迁移，以及这些地区采取的环境对策。居住在这些地区的公众所受剂量随之减少，目前居住在白俄罗斯、俄罗斯联邦和乌克兰切尔诺贝利核电站周围地区的公众所受的年剂量范围在数十微西弗特到几毫西弗特之间。在福岛第一核电站地区，目前非疏散城市居民的年剂量从几微西弗特到 0.3 毫西弗特不等。自 2023 年底以来，福岛第一核电站厂区处理过的水被定期排放。这些排放是在本次评价拟考虑的数据提交期结束之后开始的。委员会确认，现已可获得环境监测和评估数据。这些数据以及随后在科学文献中发表的任何文章将在委员会现行工作方案下得到监测，并被考虑纳入今后的评价。

54. 由于现有数据的性质，一份全面的关于公众照射的不确定性分析无法纳入本次公众照射评价。在可能的情况下，使用描述性统计来量化环境放射性浓度和公众照射的分布。然而，提出了一种经更新的方法来量化剂量评估中的不确定性和可变性，以指导今后的评价。

55. 包括科学委员会在内的各国际组织建立了有关数据的数据库。这些努力的成功取决于会员国自愿提交年度报告和其他报告以及相关数据。确保委员会今后报告的广泛地域代表性将取决于会员国更多地参与这些活动。

²⁷ 《电离辐射的来源、影响和风险：辐射科委会 2008 年报告》，第一卷，附件 B。

附录一

出席联合国原子辐射影响问题科学委员会第六十六届至第七十一届会议以编制其 2024 年科学报告的各国代表团成员

阿尔及利亚	S. Chelbani (代表)、Z. Lounis Mokrani (代表)、M. Ait Ziane、D. T. Errahmani、A. Merad、M. Mezaguer
阿根廷	A. J. González (代表)、D. Álvarez、A. Cánoba、M. Di Giorgio、M. G. Ermácora、A. E. Rossini
澳大利亚	G. Hirth (代表)、C. Lawrence、S. Solomon、P. Thomas、I. Williams
白俄罗斯	S. Sychyk (代表)、A. Stazharau (代表)、A. Ashurkevich、A. Avetisov、V. Drobyshevskaya、A. Nikalayenka、A. Rozhko、L. Sheuchuk、A. Yaumenenka
比利时	S. Baatout (代表)、H. Vanmarcke (代表)、J. Vives i Batlle、G. Biermans、H. Bosmans、F. Dekkers、H. Engels、F. Jamar、M. Locquet、L. Mullenders、H. Slaper、P. Smeesters、P. Sonveaux、P. Willems
巴西	L. Vasconcellos de Sá (代表)、D. de Souza Santos、P. Rocha Ferreira
加拿大	J. Chen (代表)、D. Bracken Chambers、J. Burt、P. Demers、J. Gaskin、R. Lane、K. Sauvé、B. Thériault、R. Wilkins
中国	S. Liu (代表)、L. Chen、L. Dong、Y. Fa、Y. Gu、H. Guan、M. Huang、Y. Li、X. Lin、L. Liu、Q. Liu、Sh. Liu、J. Luo、L. Ma、G. Song、Q. Sun、J. Wang、Y. Wang、Q. Wu、X. Xia、S. Xu、D. Yang、L. Yuan、P. Zhou
埃及	M. R. Ezz El-Din (代表)、M.A.M. Gomaa (代表)、A. A. Abdelaal、T. M. Morsi
芬兰	A. Auvinen (代表)、S. Salomaa (代表)、R. Bly、E. Salminen、T. Siiskonen
法国	D. Laurier (代表)、L. Lebaron-Jacobs (代表)、Y. Billarand、V. Blideanu、J.-M. Bordy、S. Candéias、J. Guillevic、C. Huet、A. Isambert、S. Jacob、J.-R. Jourdain、D. Klovov、K. Leuraud、F. Ménétrier、G. Pina、S. Roch-Lefevre、M. Simon-Cornu、R. Tamarat、J. Thariat
德国	A. Friedl (代表)、P. Jacob (代表)、S. Baechler、L. Brualla、C. Engelhardt、C. Fournier、F. Gering、U. Gerstmann、T. Jung、J. C. Kaiser、K. Kammerlander、M. Kreuzer、R. Michel、W.-U. Müller、S. Neveling、W. Rühm、U. Schneider、S. Tapio、L. Walsh、W. Weiss、D. Wollschlaeger、H. Zeeb

印度	A. Ghosh（代表）、S. K. Jha（代表）、A. Vinod Kumar（代表）、 B. Das
印度尼西亚	N. R. Hidayati（代表）、E. Hiswara（代表）、T. Handayani、 E. Kunarsih、E. D. Nugraha、D. H. Nugroho、T.B.M. Permata、 H. Prasetio、N. Rahajeng、I. Untara
伊朗伊斯兰共和国	M. R. Kardan（代表）、K. Akbarzadeh、A. Rahimi Khoshmakani
日本	M. Akashi（代表）、R. Kanda（代表）、T. Nakano（代表）、 K. Akahane、K. Furukawa、T. Iwasaki、I. Kawaguchi、M. Kowatari、 K. Ozasa、K. Tani、S. Yoshinaga
墨西哥	J. Aguirre Gómez（代表）、G. Molina（代表）、M. E. Cuecuecha Juárez、R. F. Ortega、M. B. Robles
挪威	C. Robinson（代表）、P. Strand（代表）、K. Gulliksrud、L.K. Juvet、 D. Oughton
巴基斯坦	R. A. Khan（代表）、M. Usman（代表）
秘鲁	P. Fuentes Rivera Carmelo（代表）、A. Lachos Dávila（代表）、 V. A. Muñante
波兰	M. Waligórski（代表）、L. Dobrzyński、K. Fornalski、M. Janiak、 D. Kluszczyński、M. Kruszewski、P. Olko、J. Welsh
大韩民国	K.-W. Jang（代表）、H. S. Kim（代表）、B. S. Lee（代表）、 S. H. Park（代表）、C. Choi、J. Jang、J. H. Jang、J. Jeong、 S. Ji、U. Jung、S. Kang、B. S. Kim、H. Kim、J.-I. Kim、M. Kim、 H. Lee、J. K. Lee、J. Lee、R. Lee、W. J. Lee、E. K. Paik、J. Park、 S. Seo、S. W. Seo、K. M. Seong、M. C. Song、J. Yoo、H. Yu
俄罗斯联邦	A. Akleev（代表）、T. Azizova、S. Fesenko、S. Ivanov、V. Ivanov、 L. Karpikova、S. Kiselev、D. Kononenko、E. Melikhova、 S. Mikheenko、S. Romanov、V. Romanov、S. Shinkarev、 R. Takhauov、V. Usoltsev、P. Volkova
斯洛伐克	L. Auxtová（代表）、D. Galanda（代表）、M. Berčíková A. Đurecová、P. Fojtik、A. Froňka、P. Papírník、K. Petrová、L. Tomášek
西班牙	A.M. Hernández Álvarez（代表）、C. Álvarez García、J. M. Fernández Soto、M. T. Macías Domínguez、J. C. Mora Cañadas、 D. Pérez-Sánchez、B. Robles Atienza、M. Sánchez Sánchez、 F. J. Usera Mena、E. Vañó Carruana
苏丹	E.H.O. Bashier（代表）、A. M. Elamin Hassan（代表）、N. M. Hassan Suliman
瑞典	A. Almén（代表）、E. Forssell-Aronsson（代表）、Lund（代表）、 A. Hägg、P. Hofvander、A. Wojcik

乌克兰	D. Bazyka（代表）
阿拉伯联合酋长国	A. Al Shehhi（代表）、U. Al Bastaki、S. Al Mansoori、 T. M. Almansoori
大不列颠及 北爱尔兰联合王国	S. Bouffler（代表）、A. Bexon、R. Haylock、R. Wakeford、W. Zhang
美利坚合众国	V. Holahan、Jr.（代表）、A. Ansari、W. Bolch、H. Grogan、 N. Harley、B. Napier、D. Pawel、G. Woloschak

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 2024 年科学报告的
科研人员和顾问

T. Anderson	M. Balonov	V. Berkovskyy
W. Bolch	H. Grogan	B. Napier
U. Schneider	K. Thiessen	L. Walsh

委员会第六十六届至第七十一届会议辐射照射影响及其发生机制问题
特设工作组成员

A. Friedl, 主席 (德国)	P. Jacob, 主席 (德国)
A. Auvinen, 报告员 (芬兰)	L. Lebaron-Jacobs, 报告员 (法国)
Z. Lounis Mokrani (阿尔及利亚)	M. Di Giorgio (阿根廷)
J. Vives i Batlle (比利时)	R. Wilkins (加拿大)
J. - R. Jourdain (法国)	H. Zeeb (德国)
N. Hidayati (印度尼西亚)	K. Ozasa (日本)
K. M. Seong (大韩民国)	A. Akleev (俄罗斯联邦)
V. Ivanov (俄罗斯联邦)	A. Hernández Álvarez (西班牙)
D. Pérez-Sanchez (西班牙)	S. Bouffler (联合王国)
D. Pawel (美国)	G. Woloschak (美国)

委员会第六十六届至第七十一届会议源和照射问题特设工作组成员

L. Vasconcellos de Sá, 主席 (巴西)	J. Chen, 主席 (加拿大)
A. Ansari, 报告员 (美国)	P. Thomas (澳大利亚)
D. de Souza Santos (巴西)	S. Liu (中国)
U. Gerstmann (德国)	A. Kryshev (俄罗斯联邦)
S. Romanov (俄罗斯联邦)	A. Almén (瑞典)
P. Hofvander (瑞典)	A. Al Shehhi (阿拉伯联合酋长国)
J. Alsuwaidi (阿拉伯联合酋长国)	A. Bexon (联合王国)
V. Holahan (美国)	

联合国原子辐射影响问题科学委员会秘书处

B. Batandjieva-Metcalf（第六十六届至第七十一届会议）

F. Shannoun（第六十六届至第七十届会议）

M. Zimmermann（第六十七届至第七十一届会议）

L. Beaton（第六十九届和第七十一届会议）

J. Burt（第六十八届和第六十九届会议）

K. Randhawa（第七十届和第七十一届会议）

A. Gaw（第六十八届会议）

N. Bushra（第七十届和第七十一届会议）
