

# 电离辐射源与效应

联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)  
UNSCEAR 1994 年向联合国大会提交的报告和科学附件

原子能出版社

## 内 容 简 介

本书是联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)1994年报告,包括该委员会向联合国大会提交的报告和二个科学附件,总标题为《电离辐射源与效应》,二个科学附件的题目是:辐射致癌的流行病学研究,细胞和机体对辐射的适应性反应。科学附件指出,电离辐射照射的流行病学研究结果是对人类辐射诱发癌症危险进行定量的主要依据,并分别对外照射、内照射的效应和其它有关研究进行了详细论述。科学附件提供了大量证据,说明小剂量照射可能会刺激细胞和机体的修复过程,可能降低恶性肿瘤的自然发病率。

本书提供了大量的最新资料,汇总了有关领域著名科学家和学术机构的最新研究成果,并对该领域中一些主要方面的发展趋势进行了预测。它给出的统计数据 and 结论及介绍的方法科学性强,可信性高,是保健物理和放射医学的专业人员、研究机构的科研人员、大专院校有关专业的师生不可多得的参考资料。



经联合国原子辐射效应科学委员会同意由中国核工业总公司安防环保卫生局和中国核学会辐射防护学会组织翻译正式出版。不代表联合国正式出版。

### 图书在版编目(CIP)数据

电离辐射源与效应/联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)著;冷瑞平等译. —北京:原子能出版社, 1996. 5

书名原文: Sources and Effects of Ionizing Radiation

联合国原子辐射效应科学委员会 1994 年向联合国大会提交的报告和科学附件

ISBN 7-5022-1495-X

I. 电… II. ①联… ②冷… III. ①电离辐射—辐射源—研究报告—联合国专门机构②电离辐射—辐射效应—研究报告—联合国专门机构 IV. TL929

中国版本图书馆 CIP 数据核字(96)第 05614 号

©原子能出版社, 1996

原子能出版社出版发行

责任编辑:鲍世宽

社址:北京市海淀区阜成路 43 号 邮政编码:100037

原子能出版社印刷厂印刷 新华书店经销

开本:787×1092 mm 1/16 印张:18.0625 字数 586 千字

1996 年 5 月北京第 1 版 1996 年 5 月北京第 1 次印刷

印数:1~600

定价:48.00 元

## 说 明

本原子辐射效应科学委员会报告(不包括附件)作为第四十九届联合国大会的正式文件,附录 No. 46(A/49/46)。

本出版中所使用的名称和发表的材料并不反映联合国秘书处对于任何国家、领土、城市或地区及其当局的法律状况的任何意见,也不表明秘书处对它们的国界或边界的划定的态度。在多数情况下,本文件所使用的国家名称是在收集本文所发表的数据或起草时的名称。而在其它情况下,只要是可能且正确地反映政治的变迁,国家名称都已更新。

联合国出版物

销售编号:No. E. 94. [ X. I ]

ISBN92-1-142211-6

## 参与译校的人员

总审校：潘自强 吴德昌

主报告：冷瑞平 译

潘自强 校

附件 A：李素云 周永增 郭裕中 译

孙世荃 潘自强 校

附件 B：鞠桂芝 李修义 译

刘树铮 校

## 中文版前言

联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)1994 年报告,包括该委员会向联合国大会提交的报告和二个科学附件,总标题为《电离辐射源与效应》,二个科学附件的题目是:辐射致癌的流行病学研究,细胞和机体对辐射的适应性反应。科学附件表明,电离辐射照射的流行病学研究结果是对人类辐射诱发癌症危险进行定量的主要根据,并对外照射的效应,内照射的效应和其它有关研究进行了详细论述。科学附件提供了大量证据,说明小剂量照射可能会刺激细胞和机体的修复过程,可能降低恶性肿瘤的自然发病率。

这份报告提供了大量的最新资料,汇总了有关领域著名科学家和学术机构的最新研究成果,并对该领域中一些主要方面的发展趋势进行了预测。它给出的统计数据和结论以及介绍的方法科学性强,可信性高,是保健物理和放射医学的专业人员、研究机构的科研人员、大专院校有关专业的师生不可多得的参考资料。

本报告中文版翻译出版工作的负责人为潘自强、吴德昌、冷瑞平。具体组织翻译审校出版发行工作的有冷瑞平、鲍世宽、白光等同志。

联合国决定不正式出版 UNSCEAR 1994 年报告的中文版,故委员会科学秘书 B. G. Bennett 先生鼓励中国同行翻译出版中文版,但不作为联合国正式中文版版本。本书在 Bennett 先生的支持下,获得了联合国环境保护署(UNEP)的部分资助,在此表示感谢。

## 目 录

|                                |       |
|--------------------------------|-------|
| 联合国原子辐射效应科学委员会向联合国大会提交的报告..... | (1)   |
| 科学附件 .....                     | (11)  |
| 附件 A 辐射致癌的流行病学研究 .....         | (13)  |
| 附件 B 细胞和机体对辐射的适应性反应 .....      | (195) |

联合国原子辐射效应科学委员会  
1994 年报告



## 联合国原子辐射效应科学委员会

## 向联合国大会提交的报告

## 目 录

|                                    |      |
|------------------------------------|------|
| 引言 .....                           | (4)  |
| I. 辐射致癌的流行病学研究 .....               | (5)  |
| A. 外照射效应 .....                     | (5)  |
| B. 内照射效应 .....                     | (6)  |
| C. 其它的有关研究 .....                   | (7)  |
| II. 细胞和机体对辐射的适应性反应 .....           | (7)  |
| III. 辐射对天然环境的影响 .....              | (8)  |
| 附录 I 参加第三十八至四十三届会议的各国代表团成员名单 ..... | (9)  |
| 附录 II 与委员会合作准备本报告的科学人员和顾问名单 .....  | (10) |

## 引言

1. 在过去的几年中,联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)\* 已经对电离辐射源和辐射效应进行了广泛的评述。在 UNSCEAR 1993 年报告中发表了 9 个专题的科学附件。现在又完成了 2 个附件,将其包括在 UNSCEAR 1994 年报告中,这是本委员会的第十二个正式报告,它向联合国大会、科学界和国际社会报告了委员会的最新评价结果<sup>b</sup>。

a 联合国在 1995 年召开的第十届联合国大会上建立了联合国原子辐射效应科学委员会。在 1995 年 12 月 3 日通过的第 913(X)号决议中规定了它的授权范围。最初,委员会由下列成员国组成:阿根廷、澳大利亚、比利时、巴西、加拿大、捷克斯洛伐克、埃及、法国、印度、日本、墨西哥、瑞典、苏联、大不列颠和北爱尔兰联合王国和美国。联合国大会在其 1973 年 12 月 14 日通过的第 3154C(XVIII)号决议中增补下列国家为委员会的成员国:德意志联邦共和国、印度尼西亚、秘鲁、波兰和苏丹。到 1986 年 12 月 3 日通过第 41/62 B 号决议时,联合国大会决定委员会的成员国增至 21 个,邀请中国为成员国。

b 若查阅 UNSCEAR 以前向联合国大会提交的正式报告,参见第十六届联合国大会正式记录附件 17(A/3838);第十七届联合国大会正式记录附件 16(A/5216);第十九届联合国大会正式记录附件 14(A/5814);第二十一届联合国大会正式记录附件 14(A/6314 和修正案 1);第二十四届联合国大会正式记录附件 13(A/7613 和修正案 1);第二十七届联合国大会正式记录附件 25(A/8725 和修正案 1);第三十二届联合国大会正式记录附件 40(A/32/40);第三十七届联合国大会正式记录附件 45(A/37/45);第四十一届联合国大会正式记录附件 16(A/41/16);第四十三届联合国大会正式记录附件 45(A/43/45)和第四十八届联合国大会正式记录附件 46(A/48/46)。这些文件被分别称为 1958 年、1962 年、1964 年、1966 年、1969 年、1972 年、1977 年、1982 年、1986 年、1988 年和 1993 年报告。附有科学附件的 1972 年报告的出版物名称为:电离辐射:水平和效应,第一卷水平;第二卷效应(联合国出版物,销售号 E. 72. X. 17 和 18)。附有科学附件的 1977 年报告出版名称为电离辐射源与效应(联合国出版物,销售号 E. 77. X. 1),附有科学附件的 1982 年报告的出版物名称为:电离辐射:来源和生物效应(联合国出版物,销售号 E. 82. X. 8)。附有科学附件的 1986 年报告出版名称为:电离辐射的遗传和躯体效应(联合国出版物,销售号 E. 86. X. 9)。附有附件的 1988 年报告出版名称为:电离辐射源、效应和危险(联合国出版物,销售号 E. 88. X. 7)。附有科学附件的 1993 年报告出版名称为电离辐射源和效应(联合国出版物,销售号 E. 94. X. 2)。

1993 年和 1994 年的两个报告是互为补充的,对本委员会的研究结果和工作计划作了简明扼要的概括。

2. 本报告及其科学附件是在本委员会第三十八届会议和第四十三届会议之间准备的。担任历次会议的主席、副主席和报告员分别为:第三十八届和第三十九届会议:K. Lokan(澳大利亚), J. Maisin(比利时)和 E. Létourneau(加拿大);第四十届和第四十一届会议:J. Maisin(比利时), E. Létourneau(加拿大)和 L. Pinillos Ashton(秘鲁);第四十二届和第四十三届会议: E. Létourneau(加拿大), L. Pinillos Ashton(秘鲁)和 G. Bengtsson(瑞典)。参加第三十八届至第四十三届会议的各国代表团成员名单列于附录 I。

3. 本报告的科学附件是在秘书处准备的工作文件的基础上,在委员会历届年会上形成的。本委员会对经秘书长任命的顾问小组的帮助和建议表示感谢,他们在本报告的材料准备中给予了帮助。附录 II 列出了各位的姓名。他们负责对委员会收到的或在公开的文献中可以得到的技术资料进行了初步审查和估价,为委员会最终审议奠定了基础。

4. 联合国环境规划署(UNED)、世界卫生组织(WHO)、国际原子能机构(IAEA)、国际放射防护委员会(ICRP)、国际癌症研究机构(IARC)和国际辐射单位和测量委员会(ICRU)的代表出席了委员会审议报告的历届会议,委员会感谢他们在讨论中作出的贡献。

5. 在本报告中,委员会总结了二个科学附件“辐射致癌的流行病学研究”和“辐射在细胞和机体的适应性反应”的主要结论。另外,委员会审议了辐射对自然环境的效应,虽然这个科学附件尚未最后完成,但给出了这一工作进展的小结。

6. 依照惯例,仅将本报告的正文部分提

交联合国大会,而包括科学附件在内的完整的 UNSCEAR 1994 年报告将作为联合国出版物销售。这样做的目的在于更广泛地传播科学研究的结果,使国际科学界受益。委员会愿提请

联合国大会注意,将 UNSCEAR 1994 年的报告正文与科学附件分开来提交,仅仅是为了方便,诚请理解附件中包含的科学资料是很重要的,因为它们是本报告的结论的基础。

## I. 辐射致癌的流行病学研究

7. 委员会特别重视受电离辐射照射的人类的流行病学研究结果的审议,因为它是对人类辐射诱发癌症危险进行定量的主要依据。已有一些被研究的人群组,包括广岛和长崎的原子弹爆炸的幸存者,在医学诊治过程中受照的患者、职业受照人员和居住在高天然本底或污染地区的人员,这些人群组是继续调查研究的对象。

8. 在 UNSCEAR 1972、1977 和 1988 年的报告中都给出了辐射照射诱发癌症的危险的估算结果,在 UNSCEAR 1993 年报告中也进行了讨论。虽然研究了所有的资料,但主要的危险的估算结果还是从主要的研究人群组——原子弹爆炸的幸存者的结果得出的。委员会现在审议这一专题的目的是研究大量的给出人类电离辐射效应定量资料的其它的流行病学研究结果,并评估可比较的危险估算结果。

9. 对人群中疾病进行研究必须严格遵循流行病学的原理,以便获得有足够依据的定量结果。这些包括彻底查明情况。满足要求的对照组、足够的跟踪观察、对混乱不清的因素作出解释以及有显著特点的剂量学。这种流行病学研究能提供不同癌症的危险的明确证据,并能评估减缓大辐射剂量造成的危险的各种因素。但是,在小剂量的情况下,流行病学研究不能观察到、并在统计学上量化值得重视的辐射效应。

### A. 外照射效应

10. 委员会审议了能用于获得低传能线密度电离(低 LET)辐射在高剂量率、低剂量

率下照射造成的危险估算的流行病学研究工作。委员会对这些研究的主要特点,包括它们的实力和局限性做了总结。

11. 有关诱发癌症危险估算的主要研究工作是对广岛和长崎原子弹爆炸幸存者平均寿命的研究。这项研究工作始于 1950 年,包括了所有年龄的男女两性,在高剂量率下受到不同剂量照射的大量人员。现在已有 1987 年以前的癌症死亡的资料和癌症发病率的新资料。因为大部分最初的受害者还活着,还需要跟踪观察很多年,才能确定这个人群中整个寿期内癌症的发生率。因此,对寿期的危险估算需要预测到观察期以外。

12. 根据平均寿命研究的死亡率资料,已确立在统计意义上超量危险的癌症是白血病、乳腺癌、膀胱癌、结肠癌、肝癌、肺癌、食道癌、卵巢癌、多发性骨髓瘤和胃癌。一般地讲,发病率数据是相近的,但食道和多发性骨髓瘤两种情况例外,没有发现有意义的危险。发病率数据可能比死亡率数据更能说明问题。另外的两种情况,甲状腺和皮肤有明显超额诱发的癌症。

13. 其它的辐射照射人群的研究,如对宫颈癌患者、脊椎硬化和接受头部白癣治疗的儿童的研究,可用于澄清支持从平均寿命研究中所获得的结果。有些研究工作还提供了原子弹爆炸幸存者数据没有涉及的情况的资料,如小剂量慢性照射、分阶段大剂量照射、以及人群的多样性等。包括乳腺癌、白血病和甲状腺癌在内的一些癌症,获得了大量的除平均寿命研究以外的非常有用的结果。一般来讲,在平均寿命研究和其它研究之间的危险估算中没有

很大差别。

14. 虽然委员会从很多研究结果给出了特殊情况下的危险估算,但是寿期所有癌症的死亡危险总估算仍必须从平均寿命研究推导出。就本报告而言,委员会已分析了1950年至1987年的资料,并用几种方法求出了该人群的整个寿期的预测值。使用考虑了受照时的性别和年龄的恒定相对危险模式(比UNSCEAR 1988年报告的分析更精确),受照1 Sv(加权剂量)后寿期的死亡危险的估算值对实体肿瘤为11%,对白血病是1%。使用考虑了相对危险随时间下降的替代预测方法(如某些流行病学研究提出的),实体肿瘤的寿期危险估算值低20%—40%。在UNSCEAR 1988年报告中,受照1 Sv后相对危险估算对实体肿瘤是10%,对白血病是1%。

15. 在UNSCEAR 1993年报告中,委员会已指出从大剂量和高剂量率推导得出的危险估算用于获得小剂量( $<0.2$  Sv)的危险时,应除以一个小的因子,如果采用2作为因子,对恒定相对危险预测而言,从UNSCEAR 1988年报告推导得出的危险是每Sv为5%,从本报告得出每Sv为6%。但是如果采用替代的预测方法,在日本人群组中的危险将是4%—6%(对其它人群组的适用性会引起某些不确定性)。因而,对委员会来说,所有年岁组在小剂量辐照下由白血病或实体癌引发的死亡率为每Sv为5%(成年工作人员组为每Sv为4%)的名义值似乎仍然是正确的。

16. 低LET辐射在小剂量和低剂量率引起的效应已在职业照射,天然本底照射和环境照射研究中进行过仔细考虑。职业照射研究在提供有统计意义的结果方面最有前途,因为职业照射的研究是基于大的人群组、大量的个人剂量估计,而且观察周期长。

17. 到目前为止,最全面的职业性研究包括了英国的核工作人员。这份研究报道了白血病有明显的超额危险,而其它的作为一类的所有癌症肯定有、但不明显的超额危险。在美国进行的较少的研究中,在受照工作人员中发现

了不显著的案例额不足。综合分析这两个研究工作,它们的结果在统计上是无显著意义的,但白血病和所有癌症有超额发生率,大约为原子弹爆炸幸存者估计值的一半。前苏联在核能项目中工作人员在过去几年中累积照射量为希沃特数量级,对这些工作人员进行研究的初步结果清楚地表明,在大剂量组的超额癌症与原子弹爆炸幸存者观察到的危险水平大致相同。

18. 下述国家已对高的和低的天然辐射本底区癌症发病率进行了比较:中国、法国、日本、瑞典、英国和美国。包括最大的、中国的高天然辐射本底区也没有得出在统计上有意义的联想。

19. 因释放到环境放射性核素产生的照射的人群组也给出了少量的有关危险的资料。但是,特别关注的一个事件是前苏联在1948至1951年间向德卡河(Techa River)释放的裂变产物。在对28000人的研究中,有某些白血病超额的证据,这与从原子弹受害者研究中可能推出的结果不一致。

## B. 内照射效应

20. 发射低LET辐射、能进入人体的放射性核素中, $^{131}\text{I}$ 是最重要的,因为它用于诊断甲状腺的状况,并用于治疗甲状腺机能亢进和甲状腺癌。业已发生落下灰和核设施事故的 $^{131}\text{I}$ 对环境的照射。 $^{131}\text{I}$ 似乎比外照射引起甲状腺癌的效应要小,可能只为其1/3到1/5。需要进行更多的研究,以便说明像外辐射照射研究中显示的一样,儿童的危险可能比成人的大。委员会已注意到有关切尔诺贝利事故后当地受照个人甲状腺癌发病率的报告,并将在今后的报告中审议这个问题。

21. 发射 $\alpha$ 粒子的放射性核素,如钍和它的衰变产物以及医学和工业中应用的镭和钷核素,都会引起电离密度大的(高LET)辐射照射。高LET辐射比低LET辐射更能造成组织损伤。 $\alpha$ 辐射的穿透力很弱,因此只有当空气、食品或水中的这类放射性核素进入体内才

能产生照射。委员会已经对几份可能提供危险估算的流行病学研究进行了审议。

22. 氡是在室内和其它建筑物内公众受照的重要辐射源。氡照射引起的肺癌危险是从铀矿和其它矿的矿工研究中得出的。还没有肯定的证据说明氡能引起肺以外组织的癌症。氡引发肺癌的超额发生率集中在受照后的 5 至 14 年间,然后随时间减少。对公众受到的照射水平,小剂量持续性照射的危险似乎更适合。一些居室氡照射的研究迄今对氡危险估算的贡献很小,主要是因为它们的统计性较差。必须注意的一些重要问题包括有能引起混淆的因素的影响,如吸烟和矿中含砷粉尘。

23. 骨和肝致癌危险的估算已从发射  $\alpha$  的放射性核素的照射获得,即骨案例中的  $^{224}\text{Ra}$  和肝案例中钍造影剂,后者是钍基 X 射线造影剂。

24. 长寿命  $^{226}\text{Ra}$  和  $^{228}\text{Ra}$  在大剂量下已引起在表盘上涂镭工人副鼻窦的骨瘤和骨癌,其在全部这些核素存留在骨中的漫长时期均存在危险。没有获得精确的危险估计。在暴露于少量钍和铀粉尘下工作的人员中未发现超额癌症。在俄罗斯,同时受到外辐射照射钍照射的工作人员,在较高照射水平下,确实发现有超额肺癌。

### C. 其它的有关研究

25. 过去几十年中,在发现了几个白血病

人群组之后,在英国的核设施附近开展了很多白血病发病率的研究工作。一份报告认为父系受照是一个原因。但是,从更新的报告来看,任何这类人群组或超常白血病都不可能是由于环境辐射或父系受照引起的。可能的解释是传染病蔓延。当城市居民和农村居民混居在一起的影响引起的。在加拿大、法国、德国和美国的核设施周围开展的后续研究工作,没有发现这类人群组的迹象。

26. 最初的超额白血病是在美国进行的一项单独核试验爆炸之后观察到的;其后在英国进行的爆炸所观察到的似乎是由于两种情况,第一是偶然,第二是在试验中对照组的英国参加者中,发生率异常低,以及在一群新西兰参加者中的异常潜伏因素。不能证实有明显效应。

27. 已知有某些隐性遗传疾病的人,如毛细管扩张紊乱和视网膜胚芽,对辐射照射是敏感的,而且如果用辐射进行治疗的话,非常可能发展为次生癌。迹象表明,没有这种疾病但是遗传病的携带者,对可能通过辐射照射诱发癌症的敏感性可能比正常人更高,但迄今的研究都不是定论。

## II. 细胞和机体对辐射的适应性反应

28. 多年来,科学界已认识到小的辐射剂量可能使细胞机体发生变化,这表现出对辐射效应的适应能力。

29. 近年来,一直认为对小剂量电离辐射的随机性效应的危险的传统估算可能是被夸大了,因为它没考虑称为适应性的过程。适应性是给予这样一种可能性的一个名称,即以前的小剂量可以使细胞适用于刺激细胞结构修

复的过程,因而或者可降低恶性肿瘤的自然发病率,或者可降低辐射产生超额恶性肿瘤的可能性。

30. 大量证据表明,乳类细胞在体外和体内增生时,事先给予调节的小剂量,可以减少辐射诱发染色体畸变和突变的数量。看起来这一效应很可能与 DNA 修复能力增长有关。当在特定的和明确确定的条件下对它进行观察

时,并非在所有的细胞系统中都看到这一效应。

31. 不断增多的证据表明,细胞结构修正作用在辐射所致损伤后受到激发。必须解决这是否与 DNA 修复能力的增加有关。无论怎么说,这种作用似乎不仅能对电离辐射造成的损害起作用,也能对其它有害试剂造成的损害起作用。这似乎与 DNA 损伤能诱发适应性响应相同。

32. 对免疫系统是否在这个过程中起了作用仍然存有怀疑。在 UNSCEAR 1993 年报告的附件 E“辐射致癌机理”中,委员会有这样的结论,即在受到小剂量以后免疫系统可能对辐射致癌作用没有明显的影响。虽然已发现对免疫系统有短暂的效应但在本报告的附件 B

“细胞和(有)机体对辐射的适应性反应”中,这一结论没有改变。

33. 从动物实验获得的大量资料以及有限的人类资料都没有支持下述观点的证据,即细胞的适应性反应能减少远期效应的(如受到小剂量后人类癌症的诱发)的发病率。当然,应进行进一步的实验研究。

34. 说到辐射产生的适应性反应在生物学上的可能性,已认识到在哺乳类细胞中 DNA 修复的有效性不是绝对的。适应性作用可能与小剂量诱发可能导致恶性肿瘤转移的作用同时存在。因此,一个重要的问题是:判断刺激细胞结构修复和残留损伤间的平衡。委员会希望获得更多的资料;强调在现阶段从辐射防护的目的得出结论为时尚早。

### Ⅲ. 辐射对天然环境的影响

35. 所有的活体都受到天然辐射源(宇宙射线,陆地和水环境中所有成分中存在的天然放射性核素)的辐射照射,以及由人类活动在当地、地区和全球造成的污染的辐射照射。

36. 委员会以前没有对环境中的植物和动物的辐射效应进行过评价。但是,存在重要的资料,可以为这类评价工作提供依据。已经对放射性核素在环境中的植物和动物中的积累,特别是从它们经食物链到人的角度进行了研究,但仅仅在基础生理学的意义上进行的。这些资料可以扩展,用以估算可能伴随的辐射照射。

37. 委员会早期报告已对大量的各种动物的辐射效应的实验室研究工作作出结论。此外,从环境中大密封  $\gamma$  源的作用及对污染区实际的或潜在的效应进行的调查获得了有关辐射效应的资料。综合这些资料可能用于评价大量(有)机体的相对辐射敏感性,以及辐射照射对那些个体特征(死亡率、出生率、生育力等)的效应,这些对保持健康的自然种群是最基本的。

38. 委员会正在审议这些资料,并将在今后的报告中提供有关增加辐射照射对自然环境影响的科学评价。

## 附录 I 参加第三十八至四十三届会议的各国代表团成员名单

|                    |                                                                                                                                                                                                                         |
|--------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 阿根廷                | D. Beninson(代表), E. d'Amato, C. Arias, D. Cancio, A. Curti, E. Palacios                                                                                                                                                 |
| 澳大利亚               | K. H. Lokan(代表)                                                                                                                                                                                                         |
| 比利时                | J. Maisin(代表), P. Govaerts, R. Kirchmann, H. P. Leenhouts, P. H. M. Lohman, K. Sankaranarayanan, D. Smeesters, A. Wambersie                                                                                             |
| 巴西                 | J. Landmann-Lipsztein(代表), E. Penna Franca(代表)                                                                                                                                                                          |
| 加拿大                | E. G. Letourneau(代表), A. Arsenault, D. R. Champ, R. M. Chatterjee, P. J. Duport, V. Elaguppilai, N. E. Gentner, B. C. Lentle, D. K. Myers, R. V. Osborne                                                                |
| 中国                 | 尉可道(代表), 李德平(代表), 刘洪祥(代表), 魏履新(代表), 冷瑞平, 潘自强, 陶祖范, 吴德昌                                                                                                                                                                  |
| 埃及                 | F. H. Hammad(代表), M. F. Ahmed(代表), F. Mohamed(代表), H. M. Roushdy(代表), S. E. Hashish                                                                                                                                     |
| 法国                 | P. Pellerin(代表), E. Cardis, R. Coulon, H. Dutrillaux, A. Flury-Hérard, H. Jaammet, J. Lafnma, G. Lemaire, R. Masse                                                                                                      |
| 德国 <sup>a</sup>    | A. Kaul(代表), W. Burkart, U. H. Ehling, W. Jacobi, A. M. Kellerer, F. E. Stieve, C. Streffer                                                                                                                             |
| 印度                 | D. V. Gopinath(代表), V. Madhvanath(代表), N. K. Notani(代表)                                                                                                                                                                 |
| 印度尼西亚              | S. Soekarno(代表), S. Wiryosimin(代表), S. Zahir(代表), K. Wiharto                                                                                                                                                            |
| 日本                 | Y. Hirao(代表), H. Matsudaira(代表), T. Asano, Y. Hosoda, T. Iwasaki, A. Kasai, S. Kumazawa, K. Mabuchi, T. Matsuzaki, K. Nishizawa, H. Nognchi, K. Sato, K. Shinohara, N. Shiomitsu, S. Yano                               |
| 墨西哥                | E. Araico Salazar(代表)                                                                                                                                                                                                   |
| 秘鲁                 | L. V. Pinillos Ashton(代表)                                                                                                                                                                                               |
| 波兰                 | Z. Jaworowski(代表), J. Jankowoki, J. Liniecki, M. Waligórski, O. Rosick, S. Sterlinski, I. Szumiel                                                                                                                       |
| 俄罗斯联邦 <sup>b</sup> | L. A. Ilyin(代表), R. Alexakhin, A. Baknniajev, R. M. Barhondarov, Y. Buldakov, V. Bebashko, N. A. Dolgova, A. Guskowa, D. F. Khokhlova, Y. Kholina, E. Komarov, I. S. Koshkin, O. Pavlovski, V. V. Redkin, G. N. Romanov |
| 斯洛伐克 <sup>c</sup>  | M. Klímek(代表), D. Viktory(代表)                                                                                                                                                                                           |
| 苏丹                 | O. I. Elamin(代表), A. Hidayatalla(代表)                                                                                                                                                                                    |

a 在第三十八和第三十九届会议: 德意志联邦共和国。

b 在第三十八、三十九和四十届会议: 苏维埃社会主义共和国联盟。

c 在第三十八、三十九、四十和四十一届会议: 捷克斯洛伐克。

---

|               |                                                                                                                                                                   |
|---------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 瑞典            | G. Bengtsson(代表), L. E. Holm, J. O. Snihs, L. Sjöberg, J. Valentin                                                                                                |
| 大不列颠和北爱尔兰联合王国 | R. H. Clarke(代表), J. Dunster(代表), J. Demekamp, Sir Rachard Doll, J. W. Stather                                                                                    |
| 美利坚合众国        | F. A. Mettler(代表), L. R. Aspaugh, J. D. Boice, C. W. Edington, J. H. Harley, N. H. Harley, C. Meinhold, D. B. Selby, W. K. Sinclair, E. W. Webster, H. O. Wyckoff |

## 附录 II 与委员会合作准备本报告的科学人员和顾问名单

B. G. Bennett  
J. D. Boice  
S. C. Darby  
D. L. Preston  
W. K. Sinclair  
H. Smith

# 科 学 附 件