

# 联合国原子辐射影响科学委员会的报告

大 会

正式记录：第四十九届会议

补编第41号(A/49/46)



联合国·1994年，纽约

## 说 明

联合国文件都用英文大写字母附加数字编号。凡是提到这种编号,就是指联合国的某一个文件。

(原件: 英文)  
(1994年6月7日)

## 目 录

	<u>段 次</u>	<u>页 次</u>
一、导言 .....	1 - 6	1
二、辐射致癌作用的流行病学研究 .....	7 - 27	2
A. 外部照射的影响 .....	10 - 19	2
B. 内部照射的影响 .....	20 - 24	4
C. 其他有关研究 .....	25 - 27	6
三、细胞和生物对辐射的适应性反应 .....	28 - 34	6
四、辐射对自然环境的影响 .....	35 - 38	7

## 附 录

1. 出席第三十八届至四十二届会议的各国代表团成员 .....	10
2. 与科委会合作编写本报告的科学工作人员和顾问 .....	12



## 一、导言

1. 在过去几年期间,联合国原子辐射影响问题科学委员会(辐射科委会)<sup>1</sup>对电离辐射来源和影响进行了广泛的审查。辐射科委会1993年报告发表了9份关于具体课题的附件。另外已完成了两份附件,这些附件成为辐射科委会1994年报告的内容。这是委员会的第12份实质性报告,这份报告通知大会以及科学界和世界社会其最近的评价。<sup>2</sup>这两份被称为1993年和1994年的报告是互相补充的,并且前后一致地摘要说明委员会的调查结果和工作方案。

2. 本报告及其科学附件(见第6段)<sup>3</sup>是在委员会第三十八届会议至第四十三届会议期间编制的。在这几届会议分别担任主席、副主席和报告员的分别为:第三十八届和第三十九届会议,K.洛坎(澳大利亚)、J.迈塞(比利时)和E.勒图尔诺(加拿大);第四十届和第四十一届会议,J.迈塞(比利时)、E.勒图尔诺(加拿大)和L.皮尼略斯·阿什顿(秘鲁);第四十二届和第四十三届会议,E.勒图尔诺(加拿大)、L.皮尼略斯·阿什顿(秘鲁)和J.本特森(瑞典)。作为各国代表团成员出席科委会第三十八届至第四十三届会议的专家姓名列于附录一中。

3. 本报告的科学附件是在委员会年度会议期间根据秘书处编制的工作文件制订的。委员会要感谢秘书长任命的顾问小组提供的帮助和意见,他们协助编写本报告的材料。他们的姓名列于附录二。他们负责初步审查和评价委员会收到的或从公开的科学文献中得到技术资料,科委会的最后审议有赖于这些初步审查和评价的结果。

4. 在审查所涉期间出席科委会各届会议的有下列机构代表:联合国环境规划署(环境规划署)、世界卫生组织(卫生组织)、国际原子能机构(原子能机构)、国际辐射防护委员会(辐射防护委员会)、国际癌症研究机构(癌症研究机构)和国际辐射单位和量度委员会(辐射单位和度量委员会)。科委会要感谢他们为讨论作出的贡献。

5. 科委会在本报告中概括了两份科学附件(“辐射致癌作用的流行病学研究”和“细胞和生物对辐射的适应性反应”)的主要结论。此外,科委会正在审查辐射

对自然环境的影响,虽然科学附件尚未完成,但在这里提供了这项工作进展的摘要。

6. 按照惯例,只向大会提供报告的导言部分。整份辐射科委会1994年报告,包括科学附件,将作为联合国销售出版物发行。采取这种做法是为了将研究结果更广泛地传播给国际科学界。科委会提请大会注意,报告正文与其科学附件分开提供完全是为了方便。应当理解,附件中所载的科学数据十分重要,因为他们是报告中的结论的依据。

## 二、辐射致癌作用的流行病学研究

7. 科委会特别注意审查关于受到电离辐射照射的人口的流行病学研究的结果,因为这些结果是计量辐射在人体诱发癌症的危险的主要依据。目前有若干可供研究的人口,其中包括广岛和长崎原子弹爆炸的幸存者、在医疗过程中受到照射的病人;由于职业而受到照射的人、天然本底高的地区和高污染地区的居民,这些群体是持续调查的对象。

8. 在1972年、1977年和1978年的辐射科委会报告中推算出辐射照射致癌危险的估计数,1993年的科委会报告讨论了这些估计数。虽然将所有的资料都列入考虑之中,但是主要的危险估计来自主要的研究人口(原子弹轰炸的幸存者)的结果。科委会目前对这个问题进行审查的目的是审议大量其他的流行病学研究报告(这些研究目前已提供了电离辐射对人类影响的数据)并评价各种风险比较估计数。

9. 要研究疾病在人口中发生的情况就必须严格遵守流行病学的原则,这样才能取得有效的定量结果。这些原则包括有效的病例确定、适当的对照组、充分的后续研究、将产生混淆的因素考虑进去而和良好的放射剂量测定法。这种流行病学研究可以为各个部位的癌症危险提供明确的证据,并且能够评价在获得高辐射剂量后改变危险的各项因素。但是,在低剂量水平,流行病学研究无法测出和计量有统计意义的辐射影响。

### A. 外部照射的影响

10. 科委会审查了可以用来推算出在高剂量率和低剂量率情况下电离效应(线能量传递)低的外来辐照的危险估计数的流行病学研究。科委会扼要地列出了这些

研究的重点,包括其优点和局限性。

11. 估计致癌危险的主要研究是对广岛和长崎原子弹轰炸的幸存者进行的寿命期间研究。这项在1950年开始的研究包括数目很大的人口,其中有各种年龄男女,他们在高剂量率下受到各种不同的剂量。目前又有到1987年为止癌症死亡率数据和新的发生率数据。由于大部分的原来幸存者仍然生存,还需要进行许多年的后续研究来确定在这个人口中癌症在整个寿命期间的发生率。因此,要估计在整个寿命期间的危险度需要将数据引伸到观察期间以外。

12. 从寿命期间研究的死亡率数据中推断出在统计上危险度显著过高的癌症包括白血病、乳癌、膀胱癌、大肠癌、肝癌、肺癌、食道癌、卵巢癌、多发性骨髓癌和胃癌。发生率的数据大体上相似,但是有两种部位的癌,即食道癌和多发性骨髓癌没有显示出显著的危险度。发生率数据可能比死亡率数据更有决定性。另外两个部位,即扁桃腺和皮肤癌的发生率显著过高。

13. 对其他受到辐射照射的人口(例如子宫颈癌患者、类风湿性脊椎炎患者和进行头癣治疗的儿童)进行的研究能够澄清和一般性地支持寿命期间研究的结果。有些研究还为原子弹轰炸生存者的数据不能解决的问题提供了资料,例如长期低剂量和间隔频率高的照射和人口中的差异所造成的影响。至于生癌的某些部位,包括乳房、白血病和甲状腺,寿命期间研究以外的一些研究也产生了一些有用的结果。一般来说,寿命期间研究的危险估计和其他研究的危险估计之间没有很大的差异。

14. 虽然委员会根据许多研究的结果为具体的部位提供了危险度估计,但是关于整个生命期间所有癌症致死的危险度的一般性估计仍然必须来自寿命期间研究。在这份报告中,委员会分析了从1950年至1987年的数据,并且以几种方法对人口的整个生命期间作出了预测。利用固定相对危险度模式,并考虑到性别和受到照射时的年龄(比科委会1988年报告中的分析还要精细),在受到1 Sv(加权剂量)的照射后,生命期间的死亡危险度估计为硬肿瘤11%和白血病1%。使用不同的预测方法,即(按照一些流行病学研究的建议)将相对危险度随着时间而有所减少的因素考虑在内,硬肿瘤的生命期间危险度估计就减低了20%至40%。1988年报告中的1 Sv的固定相对危险度估计为硬肿瘤10%和白血病1%。

15. 委员会在科委会1993年报告中指出,高剂量和高剂量率的危险度估计应该

除以一个小的因子,以便获得低剂量(少于0.2 Sv)的危险度。如果用为因子2来进行固定相对危险度预测,从科委会1988年报告推算出的危险度将为5%/Sv,从报告推算出的危险度将为6%/Sv。但是如果使用另外的预测方法,日本人口的危险度将为4%-6%(适用于其他人口将牵涉到一些额外的不确定因素)。因此,委员会仍然认为,如将人口中所有年龄的人包括在内,低剂量照射所产生的白血病和硬肿瘤的死亡率可以使用每Sv 5%共称值(成年人工作人口则为每Sv 4%)。

16. 各项关于因职业关系受到辐照以及关于自然背景和环境辐照的研究审查了低剂量或低剂量率情况下低线能量传递的影响。职业辐照研究最有可能提供有统计意义的结果,因为这些研究是对较大的人口进行的,并且涉及各种个别剂量估计和长期的观察。

17. 到目前为止最全面的职业性研究涉及联合王国的核工人。这项研究报告显示对白血病来说,有显著过高的危险度,但对所有癌症作为一个类别来说,则没有显著过高的危险度。在美国进行的一项规模较小的研究发现受到照射的工人没有显著的不利影响。对这两项研究--其结果没有统计意义--进行的合并分析显示有过高的白血病和所有癌症发生率,大约为原子弹生存者的估计发生率的一半。对前苏联原子能方案中在若干年内受到的累积照射大约为几个Sv的工作人员进行研究的初步结果显示最高剂量组明显有过高的癌症发生率,这同原子弹生存者癌症发生率的水平大致相符。

18. 在中国、法国、日本、瑞典、联合王国和美利坚合众国对自然辐射背景高和低的地区的癌症发生率进行了比较。没有一个国家,包括最大的中国在内产生了有统计意义的联系。

19. 从受到环境释放出的核素照射的人口获得很少关于危险度的资料。但是,一个令人特别关切的情况是在1948至1951年期间流入前苏联特查河的裂变产品。在被研究的28 000人口,显示出一些白血病过高的迹象,这项结果同对原子弹爆炸生存者的研究所产生的结果是一致的。

#### B. 内部照射的影响

20. 在发射能够进入体内的低线能量传递(低LET)辐射的核素中,碘-131是最重



要的核素，因为该核素被用来诊断甲状腺状态并用来治疗甲亢和甲状腺癌。另外也发生过由于微粒沉降和核设施意外，而从环境中受到了碘-131的照射。在产生甲状腺癌方面，碘-131的效率似乎比外部辐射低3倍至5倍。需要进行更多的研究来确定是否就象外部辐照射的情况一样，儿童的风险比成年人高。委员会注意到关于在切尔诺贝利意外发生后当地受到照射的人的甲状腺癌的发生率的报告，并打算在今后的一份报告中审查这个问题。

21. 放射爱尔发粒子的核素，例如氡气及其衰变产物和用于医疗和工业用途的镭和钷产生密度较大的电离辐射(高LET)的照射，高LET辐射比低LET辐射更能够伤害组织。但是爱尔发辐射穿透力不太强，因此，只是当空气、食物或水中的核素进入体内才会产生照射。委员会已经审查了几份能够提供危险度估计的流行病学研究报告。

22. 氡是一般大众在房屋里和其他建筑物里受到照射的一个重要来源。氡照射所导致的肺癌危险度是从对铀和其他矿物的开矿工人进行的研究推算出来的。没有任何一致的证据显示氡除了在肺部以外会在其他组织导致癌。氡造成的高度肺癌发生率集中在受到照射后5至14年的期间，并且发生率随着时间而减少。低剂量照射和长期照射的危险可能更适合用于一般大众所受到的照射的水平。到目前为止许多关于住宅氡照射的研究对估计氡气的危险度没有多大帮助，这主要是因为他们在统计上力量不够。必须处理的重要问题包括造成混淆的因素，例如抽烟和矿场中含砷的尘所造成的影响。

23. 骨癌和肝癌危险度的估计是从放射爱尔发离子的核素(在骨癌的方面为镭-224，在肝癌方面为Thorotrast，一种含钷的X射线对比剂)的照射推算出来的。

24. 大剂量长寿命的镭-226和镭-228在导致用镭油漆钟表表面的工作人员生骨肉瘤和副鼻窦癌，在这些核素进入骨头后这些危险度会维持很长一段期间。到目前为止还没有作出准确的危险度估计。在吸入少量钷或铀尘粒的工人中没有发现异常的癌症。在俄罗斯，受到较高量的外部照射和钷照射的工人的确有较高的肺癌发生率。

### C. 其他有关研究

25. 在过去十年来,在发现了若干白血病集中区之后,对联合王国和核设施附近的白血病发生率进行了许多研究。一份报告说,父亲曾受过辐照是一个原因。但是,根据较新的报告,这些白血病集中区或过高发生率不太可能是由于环境辐射或父亲曾受过辐照的结果。一种可能的解释是过高的发生率是因为城市和农村地区人口混合而导致感染的传播。后来在加拿大、法国、德国和美国核设施附近进行的研究没有发现白血病集中发生的情况。

26. 白血病发生率过高的情况最初是在美国一次核试爆和在联合王国进行的几次爆炸后观察到的,但是,对于前者来说明这项观察似乎是偶然结果,对于后者来说,这是因为在参加试验的英国人对照组中发生率异常低以及新西兰参与者的潜伏期异常久的结果。从这些结果看不出明显的效应。

27. 具有某些隐性遗传疾病(例如毛细管扩张性运动失调和视网膜细胞瘤)的人对辐射照射特别敏感,并且比较可能在进行辐射治疗后第二次生癌。有迹象显示没有疾病,但是含有遗传缺陷基因的人比正常人更容易(可能在辐射照射下)生癌,但是到目前为止,各项研究都不是决定性的。

### 三、细胞和生物对辐射的适应性反应

28. 科学界多年来注意到低剂量辐射可能导致细胞和生物产生反映出它们有能力适应辐射的影响的变化。

29. 近年来,有一种看法是,由于过去没有考虑到适应机制,因此过去对低剂量电离辐射的随机影响可能估计过高。适应是指小剂量辐射可能导致细胞进行调整、激发修补机制从而减低自然癌变发生率或辐射至癌的机率。

30. 有不少情况显示繁殖中的体外和体内动物细胞在事先进行小低量适应后,可以减少辐射诱发的染色体变异和突变。这种效应有可能同DNA修复能力的增加有关。这种效应是在特定的具体条件下观察到的并不是在所有的细胞系统都能看到这种效应。

31. 有越来越多的情况显示辐射诱致的损伤激发细胞修复机制。必须弄清楚

是这是否同DNA修复加强有关。不论是何种机制,它不仅能针对电离辐射导致的损伤,而且至少能够针对其他一些毒性物剂所导致的损伤。导致适应性反应的DNA损伤同这种情况似乎也有相似之处。

32. 免疫系统在这些机制中起作用的观点仍是很有问题的。在题为“辐射致癌机制”的1993年科委会报告附件E中,委员会的结论是,免疫系统在低剂量辐射后不一定对辐射致癌有显著影响。在题为“细胞和生物对辐射的适应性反应”的报告附件B中,这项结论没有改变,虽然找到了一些对免疫系统的短期影响。

33. 从动物实验获得的广泛数据和有限的人类数据没有提供证据支持这样一种看法:细胞的在受到低剂量辐射照射后细胞的适应性反应使在人体产生例如致癌等后期影响的发生率降低。但是,应对此进行进一步的实验研究。

34. 至于辐射引起的适应性反应的可能的生物原因,委员会认识到动物细胞DNA修复的功效不是绝对的,适应机制同低剂量的癌变诱发机制可能是共存的。因此,一个重要的问题是判断激发细胞修复和差余损害之间的平衡关系。委员会希望能够有更多的数据,并着重指出在这个阶段。为辐射防护目的作出结论尚为时过早。

#### 四、辐射对自然环境的影响

35. 所有生物都受到自然来源(宇宙线以及水陆环境所有部分中存在的天然核素)的辐射以及人类活动所产生的地方性、区域性和全球性污染的辐射的照射。

36. 委员会过去没有试图审查辐射对环境中动植物的影响。但是,有大量资料可用于进行这种审查。已考虑审查核素在动植物中的积累,尤其是从核素通过食物链进入人体的角度和从基本生理学的角度审查。这些数据可用于估计可能由此伴随而来的辐射照射。

37. 委员会过去的报告提供了关于辐射对各种动物的影响的许多实验室研究的报告的摘要。此外,从使用环境中大型封闭式伽马射线来源和从调查受污染地区内的实际或可能影响获得了辐射影响的数据。这些数据可用来评价各种生物对辐射的相对敏感性,以及辐射照射对维持健康的自然人口的各种属性(死亡率、繁殖力、生育力等)的影响。

38. 委员会正在审查这些数据,并打算在日后一份报告中就辐射照射增加对自

然环境的影响进行科学分析。

## 注

<sup>1</sup> 联合国原子辐射效应问题科学委员会是大会1955年在其第十届会议上设立的。1955年12月3日的第913(X)号决议规定了科委会的职权范围。科委会最初由下列成员国组成：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、苏维埃社会主义共和国联盟、大不列颠及北爱尔兰联合王国和美利坚合众国。大会1973年12月14日第3154C(XXVIII)号决议随后扩大了科委会的成员，把德意志联邦共和国、印度尼西亚、秘鲁、波兰和苏丹包括在内。大会1986年12月3日第41/62号决议将科委会成员增加至最多21个，并邀请中国成为科委会的成员国。

<sup>2</sup> 关于先前科委会向大会提交的各项实务报告，见：《大会正式记录，第十三届会议，补编第17号》(A/3838)；同上，《第十七届会议，补编第16号》(A/5216)；同上《第十九届会议，补编第14号》(A/5814)；同上，《第二十一届会议，补编第14号》(A/6314和Corr.1)；同上，《第二十四届会议，补编第13号》(A/7613和Corr.1)；同上，《第二十七届会议，补编第25号》(A/8725和Corr.1)；同上，《第三十二届会议，补编第40号》(A/32/40)；同上，《第三十七届会议，补编第45号》(A/37/45)；同上，《第四十一届会议，补编第16号》(A/41/16)；同上，《第四十三届会议，补编第45号》(A/43/45)以及同上，《第四十八届会议补编第46号(A/48/46)》。在案文中，这些文件分别称为1958年报告、1962年报告、1964年报告、1966年报告、1969年报告、1972年报告、1977年报告、1982年报告、1986年报告、1988年报告和1993年报告。1972年报告和科学附件的题目为《电离辐射：水平和效应，第一卷：水平》和《第二卷：效应》(联合国出版物，出售品编号：E.72.IX.17和18)。1977年报告和科学附件的题目为《电离辐射的来源和效应》(联合国出版物，出售品编号：E.77.IX.1)。1982年报告和科学附件题目为《电离辐射：来源和生物效应》(联合国出版物，出售品编号：E.82.IX.8)。1986年报告和科学附件题目为《电离辐射的遗传效应和人体效应》(联合国出版物，出售品编号：E.86.IX.9)。1988年报告和附件题目为《电离辐射的来源、效应和危险度》(联合国出版物，出售品编号：E.88.IX.7)。

1993年报告和附件题目为《电离辐射的来源和影响》(联合国出版物出售品编号:E.94.1x2)。

<sup>3</sup> 将作为销售出版物印发。

附录一

出席第三十八届至四十二届会议的各国代表团成员

- 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. Osbome。
- 中国 Wei Kedao(代表) Li Deping(代表), Liu Hongxiang(代表), Wei Luxin(代表), Leng Ruiping, Pan Ziqiang, Tao Zufan, Wu Dechang
- 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-Herard, H. Jammet, J. Lafuma, G. Lemaire, R. Masse
- 德国<sup>4</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), U. 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. Noguchi, 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. Jankowski, J. Liniecki, M. Waligorski, O. Rosiek, S. Sterlinski, I. Szumiel
俄罗斯联邦 <sup>♮</sup>	L. A. Ilyin(代表), R. Alexakhin, A. Bakuniajev, R. M. Barhoudarov, Y. Buldakov, V. Bebashko, N. A. Dolgova, A. Guskova, D. F. Khokhlova, Y. Kholina, E. Komarov, I. S. Koshkin, O. Pavlovski, V. V. Redkin, G. N. Romanov
斯洛伐克 <sup>°</sup>	M. Klimek(代表), D. Viktory(代表)
苏丹	O. I. Elamin(代表), A. Hidayatalla(代表)
瑞典	G. Bengtsson(代表), L. E. Holm, J. O. Snihs, L. Sjoberg, J. Valentin
大不列颠及北爱 尔兰联合王国	R. H. Clarke(代表), J. Dunster(代表) J. Denekamp, Sir Richard Doll, J. W. Stather
美利坚合众国	F. A. Mettler(代表), L. R. Anspaugh, J. D. Boice, C. W. Edington, J. H. Harley, N. H. Harley, C. Meinhold, P. B. Selby, W. K. Sinclair, E. W. Webster, H. O. Wyckoff

### 注

<sup>°</sup> 在第三十八届和第三十九届会议上: 德意志联邦共和国

<sup>♮</sup> 在第三十八届、第三十九届和第四十届会议上: 苏维埃社会主义共和国联盟

<sup>°</sup> 在第三十八届、第三十九届、第四十届和第四十一届会议上: 捷克斯洛伐克

## 附录二

### 与科委会合作编写本报告的科学工作人员和顾问

B.G. Bennett

J.D. Boice

S.C. Darby

D.L. Preston

W.K. Sinclair

H. Smith

-----