

联合国 大会



Distr.
GENERAL

A/AC.105/593/Add.3*
7 February 1995
CHINESE
ORIGINAL: ENGLISH

和平利用外层空间委员会

各国对空间碎片的研究

核动力卫星的安全

核动力源同空间碎片碰撞的问题

秘书处说明

增编

1. 秘书长于1994年 7月13日向全体会员国发出了一份普通照会，请它们介绍关于各国对空间碎片的研究情况、核动力卫星安全和核动力源同空间碎片碰撞问题的资料。

2. 本文件载有1995年 2月 3日至 7日期间自会员国处收到的资料。

目录

	<u>页 次</u>
已收到的会员国的答复.....	2
大不列颠及北爱尔兰联合王国.....	2

* 本文件译自未经正式审编的英文本。

已收到的会员国的答复

大不列颠及北爱尔兰联合王国

[原件：英文]

A. 联合王国尽量减少空间碎片的措施

联合王国认识到地球同步高度的独特性质和为今后发展和利用而保持这一全球资源的必要性。

因此，联合王国控制的地球同步通信卫星天网系列具有下列操作要求：

- 对于所有目前在轨的卫星，均应拨出燃料预算，使其能在操作寿命终止时完成向一在地球静止环上方150公里的最低高度处的环形轨道的三级脉冲操作；
- 对于未来的卫星系列的设计要求，已规定应有能力利用在操作寿命终止时利用类似三级脉冲操作达到地球静止环上方500公里最低高度。

就所有情况而言，为了消除发生爆炸的可能性，应当制订适当的操作程序，以便在卫星被置于墓地轨道时使一切能源子系统处于不作用状态。

B. 空间核动力系统风险的论证

人们认为，修改空间核动力源的安全原则势必要涉及证明的原则，这是贯彻辐射防护委员会建议的基本条件，也是原子能机构核安全原则的基本设想。在对所涉问题进行了讨论之后，得出的结论是，对于一些本来是一般可以接受的飞行任务来说，似可提出相当多的定性方面的论证来满足论证原则的要求，但须确认这样一点，即空间赔偿责任公约应适用于受到损害的所有国家。有人建议说，关于今后一切涉及核动力源的空间飞行任务的定量方面的论证，应在空间核安全文化在国际一级取得协商一致意见之前提交委员会。

1. 导言

大会1992年12月对空间核动力源安全原则的通过，¹ 是对持续了十多年的辩

论的总结。许多参加了这一辩论的国家纷纷提出了自己的不同意见，结果很难达成协商一致意见。由于为达成一致而需要做出严重的妥协，所以大会同时还做出了开始修订进程的决定。

制订空间核动力源安全原则的问题，同地面上的问题颇为不同。空间核动力源对有关轨道下方所有国家都有着潜在的风险，而地面核动力源的风险却主要仅限于来源国——不少公约和双边协定都对例外情况进行了探讨。^{2,3,4,5,6} 在原子能机构主持下制订的1994年核安全公约⁶已得到广泛的支持，但却明确地仅限于陆基民用核动力厂。

在现有空间核动力源安全原则中已经查明的困难领域有：未包括核推进等重要领域；对技术的阐述往往依靠一些随着新发展的出现而变得陈旧过时的术语；同制订得很好的地面核动力源的安全原则相比往往缺乏连贯性。虽然说尚未就修订的一组原则的框架达成一致意见，但有一点看来却是必然的，即任何修订都一定要包括论证原则，这是证明在空间使用核动力源的好处的条件。风险论证要求对辐射防护委员会颁布的辐射防护原则来说是必不可少的，也是原子能机构审议核安全问题时的一个前提。⁹

本文从定性角度讨论了论证要求所能达到的程度。从中可以清楚地表明，对于相当多的空间飞行任务来说，其使用核动力源的风险因所得惠益而可能被证明是值得的。这并不等于说无须在可接受的安全文化范围内⁷为证明净惠益而对每项或每组飞行任务进行风险和惠益的定量评估。

2. 论证的概念

新技术先驱者不可避免地都要接受巨大的风险。往日的蒸汽发动机、铁路、电力供应、射线摄影术和空中运输等，都不乏活动份子甚至公众因此受伤或死亡的例子。随着这类技术的臻于成熟并获得更广泛的接受，公众对安全的关切便要求将风险降低到最低限度。于是也就产生了所有技术都应遵循的一般性安全原则。

空间探索的情况也与此相类似，不过由于已为各种老牌技术制订了种种现有的安全原则，所以对风险的限制实行得更早一些了。在航天器发射期间发生死亡事故之后，针对公众对职业危险水平和对一般人口风险的关切，已实行了特别的预防措施。

轨道物体的正常重返，一般不会被视作不能接受的风险，因为许多这类物体

在大气中便已烧尽，而且能冲撞地球表面的较大物体的通量也很低，不会构成大的问题。即使是1979年时50吨左右的天空实验室的到达澳大利亚，也并未引起什么公众轰动，尽管在重返前新闻界曾作过一些渲染。

与此不同的是，在空间使用核动力源的风险却被看成是引起国际关注的事项，这种关切是1978年COSMOS 954到达加拿大境内时引起的。这种关切无疑因为所感受到的地面核系统的危险而加深，尽管空间核系统的安全记录是相当出色的。

辐射防护⁸和核动力安全⁹在地面应用方面是相当发展的国际性学科。以前曾就这些现有安全制度对空间核动力源的含义进行过讨论，⁷并查明了一种既概括了现有安全原则又改进了同现有地面安全框架的一致性的方针。不过，不管采用什么方针来修订空间核动力源安全原则，辐射防护委员会⁸和原子能机构⁹工作所提出的一项基本要求都是论证原则，即要证明风险可为惠益所充分抵销。本文不讨论要求将风险保持在可接受限度之内和使风险低到合理可行程度等类似原则。

直到1977年出版了辐射防护委员会出版物26号以后，¹⁰要求论证的正式原则才连同其他关于限制和优化的重要原则一道被作为建议提了出来——但除非原则的实行能产生积极效果，否则是不会得到通过的。在此之前，由于缺乏有关辐射风险的定量数据，辐射防护委员会界定可接受剂量的工作受到了限制，不过通过所得到的惠益来论证风险的值得与否的原则在辐射防护委员会早些时候的有些审议中已得到了间接的体现。

在辐射防护委员会出版物60号⁸中所公布的1990年建议中，使用了更广泛的措词：除非能产生对受到辐射的个人或社会来说足以抵销其所引起的辐射危害的好处，否则，涉及暴露在辐射之下的做法便不应予以接受。同样，在逐步发展有关核设施安全的国际标准方面（详见原子能机构安全基本要素1993年协商一致报告⁹），人们也承认要对所涉风险和所获惠益进行权衡。核安全一般目标是“保护个人、社会和环境……免受辐射影响”，为此要求各国实施各种国家防护系统，而这正是根据辐射防护委员会建议或有关建议行事的。

对论证原则的详细解释，要求考虑部分或全体遭受风险者很少分享或根本分享不到惠益的情况，这种情况至少在原则上讲是可能在空间使用核动力源时发生的。辐射防护委员会提供了一些对风险和惠益进行权衡的指导，但是有在对各个个人的不良影响不超过可接受水平时，这种大体权衡的做法才是合理的，¹⁰原子能机构也提供了一些指导：据承认，现有的国际做法意味着，核设施的风险应

仅占其他类似工业活动风险增加中的一小部分。另外，国家安全考虑还意味着，论证原则应在各国范围内实行。一般说来，将风险强加于某一国家而不产生相应的惠益似乎是不能接受的。

因此，为了满足空间核动力源论证原则的要求，似有必要既有全球性净惠益又使各受到风险的国家得到充分的惠益，以证明风险是值得的。看来也有必要确保，在每个受到风险的国家之内，应使任何不分享惠益的个人仅仅受到可忽略不计的风险：不应因为实践中核动力源风险的总体水平很低便使这一要求变为一种过重的负担。

3. 全球风险论证

为本文讨论的目的，将排除发射卫星所涉及的风险。这些风险主要由发射组织承担，而且因每次飞行任务的不同而不同。实际上，可通过选择发射轨道使全球发射的风险降至极小的程度，而且这种风险通常并非引起国际关切的重大原因。应在飞行任务的安全专题中审议这一问题。这里仅讨论在轨物体。

目前在环绕地球的轨道中有7,000多个可跟踪物体(>10厘米)，绝大多数是以往飞行任务残余的碎片。所有这些碎片势必会在未来的某个时候重返大气层，其中一小部分将得以穿过重返大气层时的灼热而落回地球表面。纬度小于或等于轨道斜度的所有地点均有遭到重返大气层的物体碰撞的风险。由大多数已注册物体的轨道斜度在60至110度范围内(表.1)，因此大多数国家均有遭受重返大气层的物体碰撞的可能性。

已知的在轨核动力源小群体共有宇宙号卫星系列残余的45个物体。所有这些物体的轨道斜度都接近65度(64.4度—65.8度)，因此很可能碰撞大多数国家。这些核动力源在某一个纬度重返大气层的可能性分布最密的地方是轨道斜度65度(表.2)。轨道近似环形，最大离心率为0.0086，远地点高度为635公里至937公里不等，相当于约60至600年的不受碎片碰撞或其他外部干扰的轨道寿命。同碎片碰撞对这些轨道寿命的影响可能对重返大气层风险十分重要：仍需要从数量角度对此进行评估，这一工作超越了本文讨论的范围。

所涉及的风险可从宇宙954号卫星重返大气层的情况¹¹中窥见一斑，当时它散布的放射性粒子和较大的物体的范围超过10万平方公里。其他重返物体的清除工作可能与宇宙954号卫星的清除工作极不相同：碎片可能掉在较偏僻的地区，但人口密度较高，可能会导致伤亡。可以合理地推算每次重返物体落地所造成

的平均费用为大约1,000 万美元。考虑到一部分重返物体会坠入深海大洋中，目前轨道上的所有45个核动力源在若干世纪内造成的费用大约为1 亿美元。

毫无疑问，空间计划所带来的总体益处将大大超过这种情况给世界人口带来的风险。欧空局(30亿欧洲货币单位)和美国航天局(140亿美元)等组织的年度预算使人们从某种程度上看到对空间活动的重视。从研究和探索飞行任务而言，尽管为消除执行这些飞行任务期间所遇到的具体危险而造成了一些延误，但发生事故的影响和常见的操作危险并没有阻止人们大力实施这些计划。后来通过应用从这类飞行中所汲取的知识而给全世界带来的利益已被认为足以说明承受这种风险是合理的。从更广泛的角度看，人们普遍认为，新知识产生的长远利益已证明承受在研究与探索方面的投资风险是合理的。

但是，未来对空间系统的绝大多数投资将用于开展为实用目的利用研究知识的应用性飞行任务，因而也会由此产生最大的风险。在一个现代安全文化范围内，每一次这种飞行或这类飞行任务均应体现出超过所涉及的风险的全球利益。在大多数情况下这一点并不难做到。

例如，通信卫星的出现带来了巨大的益处，其中包括卫星直接广播；天气预报的改进也带来了广泛的好处；大地监测卫星已充分证明承受对全球人口所造成的风险是值得的。这一全球性论证的论点的主要例外情况是因空间环境污染而可能干扰其他活动的提议。

迄今为止，只有很小一部分空间飞行任务使用核动力源，因此，核危险不会成为在证明大多数飞行任务合理时的一个问题。由于核动力源的成本和复杂性，迄今只将它们用于其他替代方法在技术上不能令人满意的工作站中，主要是用于外星探索和与国防有关的飞行任务。虽然从事后的角度看，人们可能不会普遍认为与这些飞行任务有关的集体风险——主要是宇宙954 号卫星的清除费用加上仍在轨道上的宇宙卫星核动力源的重返所造成的未来费用——超过了所带来的益处，但原则上未来的核动力源飞行任务完全应该能够带来净惠益。

例如，可以通过完好的重返或脱离地球轨道的方法实现这一结果，从而只有在发生极不可能事故时才会出现地球辐射。已在放射性同位素热电发电机上使用了完好重返的做法：只有在极不可能出现的情况下才会发生任何辐射，而且仅局限于易于简单清除污染的较小地区。已考虑使一个反应堆核动力源完好重返，但仍有许多重大问题需要解决：星际推进对反应堆核动力源的应用的论证问题所构成的困难似乎较少。

4. 国家论证

如早先指出的，为了满足论证原则，似还需表明，在每个国家范围内，其利益足以论证值得冒这些危险。为此目的，需要更具体地审查每一类别飞行任务。

空间技术应用最广泛的也许要推电信领域。国际电信联盟（国际电联）每年的预算约1.5 亿瑞士法郎，约有170 个成员国（表1）。以所需投资来衡量，成员国利用这一技术所带来的好处是十分巨大的，不过分布并不平衡。例如，有些国家可以充分利用如卫星直接广播这样的机会，而其他国家则缺乏基础设施和投资资源进行这种要求更高的电信技术。目前没有任何有关的卫星利用核动力源。不过，如果利用核动力源这一情况证明是一种可取的发展——也许可提供更强的信号、更多的频道、更长的寿命时间——则可向国际电联的每个成员国表明这样的利用会带来纯粹的好处，即使最终要涉及卫星（延迟长时间）重返大气层。

气象学是广泛应用卫星技术的另一个领域。因而，在大气数据的获得及其详细程度以及天气预报的可靠性方面，已可取得重大进步。世界气象组织（气象组织）每年的预算为6,000万瑞士法郎，有装备了约700座接收卫星数据的地面站的约170 个成员国（表1）。同样，核动力源一般也未用于气象空间应用，这些应用所带来的好处分布也不平衡，但是，从大量投资来看，如果利用核动力源在今后从技术上证明是可取的，气象组织各成员国很可能会感受到核动力源带来的纯粹好处。

如果利用核动力源进行灾害监测的潜力得到开发，今后可能产生更难对付的情况。全球紧急情况观测和警报系统¹²研究报告着重指出，自然灾害是引起世界经济每年承担巨额费用的一个原因，这方面每年约为1,000 亿美元。据估计，对付洪水、飓风、干旱、地震、火山爆发和农作物灾难性病虫害所采取的预防和救济措施可能收到的好处，很容易抵消卫星利用核动力源提供必要数据所具有的全球风险。不过，研究报告认为，取得利用核动力源好处的主要约有30个国家，这些国家极可能又是这类灾难的受害国（表1第6栏），而这种危险将危及其他许多国家，对于这些其他国家来说，是很难提出直截了当的论证理由的。

广泛利用核动力源的飞行任务中，有一类便是太阳系探测。这些飞行任务大大丰富了我们的知识，特别是有关外层空间行星的知识。如果不广泛利用放射性同位素热电式发电机，这是不可能办到的。如果载人飞行任务随后要进行这种探测，即使是到较近的行星去探测，似乎也很可能需要核反应堆提供较高的能量输出。对预期将从这种研究和探测活动产生的长远好处所涉危险是否值得

的全球性论证，原则上也应适用于国家一级，条件是要将研究和探测结果公布。

各国进行危险论证的另一种办法是，如果已有充分的全球论证，即可援用极低不计的原则，在前一份专题报告中⁷，曾建议如果一个个人每年的危险低于 10^{-7} 或N人的相干组低于 $10^{-7}/\sqrt{N}$ ，可几乎不予关注或不理会。使用核动力源产生这一水平的放射性危险，在任何国家都是无法测出的，因此可视为可以接受（相比之下，重新进入大气层的大型碎片（不管是否核碎片）却可能造成人员死亡）。

就目前仍在轨道上的45COSMOS核动力源的情况而言，根据图2提供的重返概率纬度，表1的最后一栏列出了在各国领土范围内重返大气层的近似数。（未包括重返波束面范围的容差。对于COSMOS 954来说，由于长期放射性衰减，这种情况更不大可能，但可能超出较小国家的地区，因此，增加了重返冲击的概率）。据估计，重返大气层次数最多的要算俄罗斯（5次左右）和加拿大（2或3次左右），因为这两个国家的幅员广阔，跨越了最可能重返的纬度。重返冲击机率大于~40%的国家有美国、中国、巴西和澳大利亚，重返冲击机率大于~10%的另有十个国家。其余国家的冲击概率逐步下降。假如每一次重返都可以测到，而且回收作业象COSMOS 954那么有效，对公众个人的危险看来很可能低于合理的极低不计水平。不过，如果由不熟练的人员回收大型高度放射性组件，在偏远农村社区还可能出现例外情况。

就计划于1997年10月发射去土星的Cassini 飞行任务而言，环境影响声明草稿¹³表明，可以保持极低不计原则危险论证。对于优先选用的金星—金星—地球—木星重力助推器（VVEJGA）流轨而言（它利用有一台改进的固体燃料火箭马达和一个Centaur 上级层的大力神四号火箭发射），在地球偏转时，由于疏忽重返大气层引起的发射后危险，估计概率为 7.6×10^{-7} 。如果发生这样的事件，那么三台机载放射性同位素热电式发电机所释放的钷-238，将使致命的癌症病例数目增加，预期在50亿人口中将增加2,300个这种病例，而且危害可达几十年。从统计学角度看，发射前的死亡概率是这两个因素的乘积， 1.7×10^{-3} 。除以受照射人数，得出的平均个人危险是 3.4×10^{-13} 。最高个人危险估计为 8×10^{-9} ，如果个人受照射的剂量低于 10^{-5} Sv忽略不计，则全部危险约减少两个数量级。显然，个人的总体危险将低于极低不计水平。

总之，对于多数国家来说，可以提出似乎合理的论据来论证许多重要类别的飞行任务中利用核动力源产生的危险是合理的。但是对少数国家来说，有些类

别的飞行任务所产生的危险却不能得到论证，因为它们几乎得不到什么好处，或者根本没有好处，但是如果人们可以接受极低不计水平的论点，则在多数情况下，这个问题就可以得到解决。不过，有些类别的飞行任务仍可能难以论证。

在结束这一讨论之前，还存在国际民事责任条款引起的又一个考虑，这有助于满足论证原则。

5. 民事责任

要满足论证原则涉及在不大可能产生的后果与可延续至很久以后的好处之间进行权衡。如果空间核动力源真的冲击了地球表面，就引起了十分不同的情况。那样，对附近的人和环境就可能产生实际后果，产生要补偿的用于清除和恢复的间接费用。

第一个涉及在其他国家造成核损害责任的国际协定是1960年的巴黎公约²，在经合组织主持下订立的1963年布鲁塞尔公约³扩充了巴黎公约，目的是方便国际核贸易。原子能机构1963年订立的《维也纳核损害民事责任公约》⁴也有相似的论述。1988年的联合议定书⁵使立场有所合理化，该议定书把巴黎公约和维也纳公约联系起来，有效地综合了两套条款。不过，这些公约对绕地球核动力源¹⁴是否适当，国际上继续有争论，而且对这些公约中的任何一个公约是否适用于空间核活动也有怀疑——当然，有关核动力船只的条款将核动力装置排除在外。另外，未成为这些公约的当事方的有中国、法国、印度、俄罗斯、乌克兰、美国和联合王国。因此，那些想因空间核动力源重返造成损害而得到补偿的国家必然指望1972年的《外空物体所造成损害国际责任公约》¹⁵。

这个责任公约是联合国大会1971年11月29日通过的，1972年9月1日起开始生效。约有70个国家加入了该公约（到1994年3月），它们向保存国政府（俄罗斯、联合王国、美国）交存了批准书或加入书，另有近30个国家在公约上签了字但尚未批准。公约的当事国一致同意，一个发射国对其空间物体对地球表面或对飞行中的航空器造成的损害，应绝对有责任支付赔偿费。公约中还有条款专门处理联合发射、对另一个空间物体的损害以及责任范围达不成一致意见等问题。例外条款涉及索赔方的严重过失或懈怠行为以及对发射国的国民或对参加发射的外国人的损害。

从全球范围看，该责任公约的条款无助于满足论证原则。根据该公约，索赔的解决仅仅将费用从一方向另一方转移，并不增加对全球的综合好处。但是，

就国家论证而言，如果发生了损害，损害赔偿条款能大大有助于各国的得失平衡。实际上，它消除了对国家平衡的不利费用，这样任何好处，哪怕不大，对国家都是纯粹的积极贡献。

关于国家论证，现在还有两个方面仍要处理。第一，即使可以保证得到充分的赔偿，但是看来仍需要限制对第三方的危险水平。因重返大气层造成人员伤亡或财产损失对当事人员是一种痛苦的经历，频繁发生这类事是不能接受的。将危险限制在极低不计的水平，这将是一种适度保护，也反映了以前引述过的辐射防护委员会的指示。第二，对于责任公约是否适用于非公约当事方的索赔人或仅在重返已造成损害后才核准公约的索赔人的问题，也并不是很清楚的。公约文本似乎并不排除这两种可能性，但审慎的做法似乎是请法律小组委员会澄清立场。

6. 结论

对空间核动力源安全原则的任何修订，势力要考虑论证原则，这是充分考虑个人和社会利益以抵消固有危险的基本要求。就全球范围而言，从定性角度上看似乎是合理的，即一系列飞行任务给世界人口带来的好处——电信、气象学、地球监测、研究和探测——足以论证冒综合危险是有道理的，即使有关卫星使用了核动力源，但是现在的普遍情况决不是如此。例外情况也是有的，例如，有些飞行任务达不到这一全球纯利益测试标准；就已查明的例子而言，这种达不到目的倒是同公认的观点一致的。

除全球论证外，据认为还需要证明濒临危险的各国的国家论证。对于多数类别的飞行任务来说，要使所有国家都满足这一准则似乎不大可能——因为必然有些国家承受的危险很大，而得到的好处又太少——除非责任公约条款可有效地抵消各种危险，而且危险水平可低到可以接受的水平。后面这一条件似乎不太可能成为一个问题，而且消除早先指出的、在一国范围内利益差异方面的难对付情况无论如何是可取的。不过，有人建议，应让法律小组委员会考虑在因空间核动力源在其领土上造成损害后责任公约对不是公约当事国，也不是公约批准国的法律效力。

今后凡涉及空间核动力源的飞行任务，对之国际批准论证的问题仍有待解决。在空间核动力源的安全文化普及到国际一级之前⁷，人们建议，今后核空间飞行任务的论证，证明其数量上的纯利益，应在发射前提交科学和技术小组委员会。

图 1. 已注册物体群组的轨道倾角分布

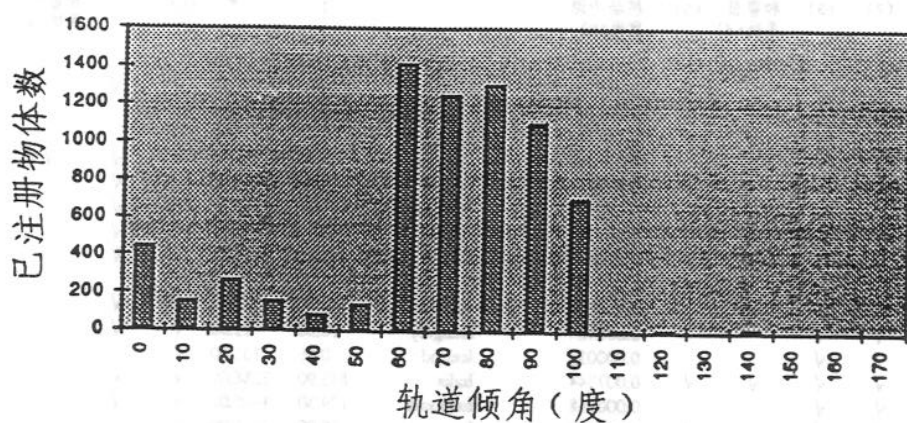


图 2. 现有核动力源卫星重返的纬度概率分布

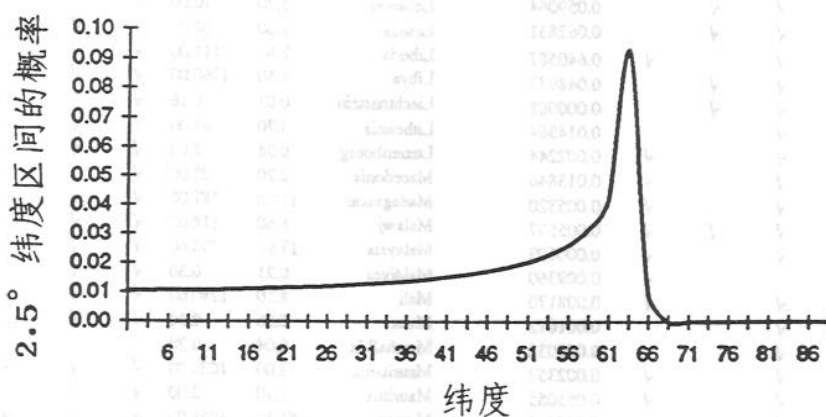


表 1

从事空间和原子能活动的国际组织的成员国及
空间核动力源同其碰撞的估计风险

国家	人口 百万 (1)	面积 千平方 公里 (2)	国际 电联 (3)	气象 组织 (4)	全球紧急 情况观测 和警报 系统(5)	原子能 机构 (6)	天体/海洋 观测卫星 核动力源 重返(7)	国家	人口 百万 (1)	面积 千平方 公里 (2)	国际 电联 (3)	气象 组织 (4)	全球紧急 情况观测 和警报 系统(5)	原子能 机构 (6)	天体/海洋 观测卫星 核动力源 重返(7)
Afghanistan	16.40	652.00	✓	✓		✓	0.041728	Greece	10.30	132.00	✓	✓		✓	0.009900
Albania	3.30	29.00	✓	✓		✓	0.002378	Greenland	0.06	2175.00					0.304500
Algeria	25.00	2382.00	✓	✓	✓	✓	0.135774	Grenada	0.11	0.30	✓				0.000013
Angola	10.00	1247.00	✓	✓	✓		0.054868	Guatemala	9.20	109.00	✓	✓	✓	✓	0.005014
Antigua-Barb.	0.08	0.40	✓	✓			0.000019	Guinea	5.80	246.00	✓	✓			0.010578
Argentina	32.60	2767.00	✓	✓	✓		0.190923	Guinea-Bis.	0.96	34.00	✓	✓			0.001496
Armenia	3.30	30.00	✓	✓		✓	0.002340	Guyana	0.99	212.00	✓	✓			0.009116
Australia	17.10	7687.00	✓	✓		✓	0.407411	Haiti	6.50	28.00	✓	✓		✓	0.001344
Austria	7.80	84.00	✓	✓		✓	0.008820	Holy See	0.00	0.00	✓			✓	0.000000
Azerbaijan	7.00	87.00	✓				0.006786	Honduras	5.10	112.00	✓	✓			0.005040
Bahamas	0.25	11.00	✓	✓			0.000484	Hungary	10.30	93.00	✓	✓		✓	0.009765
Bahrain	0.50	0.60	✓	✓			0.000032	Iceland	0.26	101.00	✓	✓		✓	0.045450
Bangladesh	109.30	144.00	✓	✓	✓	✓	0.007344	India	843.90	3288.00	✓	✓		✓	0.164400
Barbados	0.26	0.40	✓	✓			0.000018	Indonesia	179.30	1905.00	✓	✓		✓	0.081915
Belarus	10.20	208.00	✓	✓		✓	0.035360	Iran	58.00	1648.00	✓	✓		✓	0.088992
Belgium	9.80	31.00	✓	✓		✓	0.003875	Iraq	18.90	438.00	✓	✓		✓	0.028032
Belize	0.19	23.00	✓	✓			0.001058	Ireland	3.50	70.00	✓	✓		✓	0.010850
Benin	4.70	113.00	✓	✓	✓		0.004859	Israel	4.80	21.00	✓	✓		✓	0.001281
Bhutan	1.50	47.00	✓				0.002632	Italy	57.70	301.00	✓	✓		✓	0.027090
Bolivia	7.40	1099.00	✓	✓			0.051653	Jamaica	2.40	11.00	✓	✓	✓	✓	0.000517
Botswana	1.30	582.00	✓	✓			0.029100	Japan	123.60	378.00	✓	✓		✓	0.028350
Brazil	153.30	8512.00	✓	✓			0.425600	Jordan	3.20	89.00	✓	✓		✓	0.005340
Burkina Faso	0.27	6.00	✓	✓			0.000252	Kazakhstan	16.70	2717.00	✓	✓		✓	0.326040
Bulgaria	9.00	111.00	✓	✓		✓	0.009435	Kenya	24.00	580.00	✓	✓		✓	0.024360
Burkina Faso	9.00	274.00	✓	✓			0.012056	Kiribati	0.06	0.70	✓				0.000029
Burundi	5.50	28.00	✓	✓			0.001176	Korea DPR	21.80	120.00	✓	✓			0.009240
Cambodia	8.70	181.00	✓	✓		✓	0.007964	Korea Rep.	43.30	99.00	✓	✓		✓	0.006831
Cameroon	11.80	475.00	✓	✓		✓	0.020425	Kuwait	2.60	18.00	✓	✓		✓	0.001026
Canada	26.80	9976.00	✓	✓			2.663592	Kyrgyzstan	4.40	199.00	✓	✓			0.016716
Cape Verde	0.37	4.00	✓	✓			0.000184	Lao	4.10	237.00	✓	✓			0.011139
Cent. Afr. Rep.	3.00	623.00	✓	✓			0.026789	Latvia	2.70	65.00	✓	✓		✓	0.013650
Chad	5.70	1284.00	✓	✓	✓		0.059064	Lebanon	3.20	10.00	✓	✓		✓	0.000640
Chile	13.40	757.00	✓	✓	✓		0.062831	Lesotho	1.80	30.00	✓	✓			0.001740
China	###	9561.00	✓	✓		✓	0.640587	Liberia	2.60	111.00	✓	✓		✓	0.004773
Colombia	33.00	1139.00	✓	✓	✓		0.048977	Libya	4.50	1760.00	✓	✓		✓	0.095040
Comoros	0.55	2.00	✓	✓	✓		0.000088	Liechtenstein	0.03	0.16	✓			✓	0.000017
Congo	2.30	342.00	✓	✓			0.014364	Lithuania	3.70	65.00	✓	✓		✓	0.011700
Costa Rica	3.00	51.00	✓	✓		✓	0.002244	Luxembourg	0.38	2.00	✓	✓		✓	0.000240
Cote d'Ivoire	12.00	322.00	✓	✓		✓	0.013846	Macedonia	2.20	25.00	✓			✓	0.002075
Croatia	4.70	56.00	✓	✓		✓	0.005320	Madagascar	11.20	587.00	✓	✓		✓	0.028176
Cuba	10.60	113.00	✓	✓	✓	✓	0.005537	Malawi	8.60	118.00	✓	✓		✓	0.005310
Cyprus	0.71	9.00	✓	✓		✓	0.000603	Malaysia	17.90	330.00	✓	✓		✓	0.013860
Czech Rep.	10.40	78.00	✓			✓	0.009360	Maldives	0.21	0.30	✓	✓			0.000013
Denmark	5.10	43.00	✓	✓		✓	0.008170	Mali	8.10	1240.00	✓	✓	✓	✓	0.058280
Djibouti	0.41	23.00	✓	✓			0.001012	Malta	0.36	0.30	✓	✓			0.000021
Dominica	0.08	0.70	✓	✓			0.000032	Marshall Is.	0.04	0.20				✓	0.000009
Dom. Rep.	7.20	49.00	✓	✓		✓	0.002352	Mauritania	2.00	1026.00	✓	✓	✓	✓	0.050274
Egypt	57.00	1001.00	✓	✓		✓	0.055055	Mauritius	1.10	2.00	✓	✓		✓	0.000096
El Salvador	5.30	21.00	✓	✓		✓	0.000945	Mexico	81.10	1958.00	✓	✓	✓	✓	0.097900
Ecuador	10.80	284.00	✓	✓	✓	✓	0.011928	Moldova	4.40	34.00					0.003570
Eq. Guinea	0.35	2.00	✓				0.000086	Monaco	0.03	0.00	✓			✓	0.000000
Estonia	1.60	45.00	✓	✓		✓	0.009900	Mongolia	2.10	1565.00	✓	✓		✓	0.162760
Ethiopia	50.80	1222.00	✓	✓	✓	✓	0.053768	Morocco	25.10	447.00	✓	✓		✓	0.027267
Fiji	0.77	18.00	✓	✓	✓		0.000828	Mozambique	15.70	802.00	✓	✓	✓		0.037694
Finland	5.00	338.00	✓	✓		✓	0.084500	Myanmar	39.30	677.00	✓	✓		✓	0.032496
France	56.60	552.00	✓	✓		✓	0.056304	Namibia	1.80	824.00	✓	✓		✓	0.042024
Gabon	1.20	268.00	✓	✓		✓	0.011256	Nauru	0.01	0.02	✓				0.000001
Gambia	0.86	10.00	✓	✓			0.000450	Nepal	18.90	141.00	✓	✓	✓		0.007896
Georgia	5.40	70.00					0.005950	Netherlands	15.00	37.00	✓	✓		✓	0.005180
Germany	78.50	357.00	✓	✓		✓	0.046410	New Zealand	3.40	269.00	✓	✓		✓	0.020982
Ghana	15.00	239.00	✓	✓	✓	✓	0.010277	Nicaragua	3.90	130.00	✓	✓		✓	0.005720

表1 (续)

国家	人口 百万 (1)	面积 千平方 公里 (2)	国际 电联 (3)	气象 组织 (4)	全球紧急 情况观测 和警报 系统(5)	原子能 机构 (6)	天体/海洋 观测卫星 核动力源 重返(7)	国家	人口 百万 (1)	面积 千平方 公里 (2)	国际 电联 (3)	气象 组织 (4)	全球紧急 情况观测 和警报 系统(5)	原子能 机构 (6)	天体/海洋 观测卫星 核动力源 重返(7)
Niger	7.70	1267.00	√	√	√	√	0.059549	St Vincent	0.11	0.40	√				0.000018
Nigeria	108.50	924.00	√	√		√	0.040656	Sudan	25.20	2506.00	√	√	√	√	0.112770
Norway	4.20	324.00	√	√		√	0.097200	Surinam	0.42	141.00	√	√			0.005922
Oman	2.00	212.00	√	√			0.010176	Swaziland	0.77	17.00	√	√			0.000918
Pakistan	112.00	796.00	√	√		√	0.046168	Sweden	8.60	450.00	√	√		√	0.193500
Panama	2.50	77.00	√	√		√	0.003311	Switzerland	6.70	41.00	√	√		√	0.004223
Pap.Nw.Guin.	3.70	463.00	√	√			0.020835	Syria	12.10	185.00	√	√		√	0.012210
Paraguay	4.30	407.00	√	√		√	0.020757	Taiwan	19.70	36.00				√	0.001836
Peru	22.30	1285.00	√	√		√	0.055255	Tajikistan	5.20	143.00				√	0.011154
Philippines	62.90	300.00	√	√	√	√	0.013200	Tanzania	25.60	945.00	√	√		√	0.040635
Poland	38.20	313.00	√	√		√	0.043820	Thailand	54.50	513.00	√	√		√	0.023598
Portugal	10.50	92.00	√	√		√	0.007084	Togo	3.50	57.00	√	√	√		0.002451
Puerto Rico	3.60	9.00					0.000423	Tonga	0.09	0.10	√				0.000005
Qatar	0.37	22.00	√	√		√	0.001144	Trinidad-Tob.	1.20	5.00	√	√		√	0.000220
Romania	23.20	238.00	√	√		√	0.023800	Tunisia	8.20	164.00	√	√		√	0.010496
Russia	148.10	17075.00	√	√		√	4.951750	Turkey	58.70	779.00	√	√		√	0.056088
Rwanda	7.20	26.00	√	√			0.001092	Turkmenistan	3.60	488.00					0.035624
Sao Tome	0.17	0.20	√				0.000009	Uganda	16.60	236.00	√	√		√	0.009912
San Marino	0.02	0.06	√				0.000005	UK	55.50	245.00	√	√		√	0.051450
Sao Tome-Pr.	0.12	1.00	√	√			0.000042	Ukraine	51.80	604.00	√	√		√	0.069460
Saudi Arabia	10.50	2150.00	√	√		√	0.109650	U.A.E.	1.60	84.00	√	√		√	0.004284
Senegal	7.30	197.00	√	√		√	0.009062	Uruguay	3.10	177.00	√	√		√	0.010974
Seychelles	0.07	0.40	√				0.000017	USA	248.70	9373.00	√	√		√	0.712348
Sierra Leone	4.20	72.00	√	√		√	0.003096	Uzbekistan	20.30	447.00	√	√		√	0.036207
Singapore	3.00	1.00	√	√		√	0.000042	Vanuatu	0.15	15.00	√	√	√		0.000690
Slovakia	5.30	49.00	√			√	0.005880	Venezuela	19.70	912.00	√	√		√	0.039216
Slovenia	1.90	20.00	√	√		√	0.002000	Vietnam	66.20	330.00	√	√	√	√	0.014850
Solomon Is.	0.32	30.00	√	√			0.001290	Yemen	12.00	528.00	√	√		√	0.024288
Somalia	7.50	638.00	√	√	√		0.027434	Yugoslavia	12.50	127.00	√	√		√	0.011430
South Africa	35.30	1221.00	√	s		√	0.068376	Zaire	35.60	2345.00	√	√		√	0.100835
Spain	39.00	505.00	√	√		√	0.042925	Zambia	7.80	753.00	√	√		√	0.033885
Sri Lanka	17.00	66.00	√	√		√	0.002838	Zimbabwe	9.40	391.00	√	√		√	0.018377
St.Lucia	0.15	0.60	√				0.000027								14.659533

脚注

- (1) 1989-1991年的人口数据
- (2) 国际电信联盟截至1992年8月31日的成员国政府
- (3) 世界气象组织截至1993年1月14日的成员国: S-成员国资格暂停
- (4) 全球紧急情况观测和警报系统的研究确认的潜在主要使用国
- (5) 截至1994年9月的成员国
- (6) 目前在轨道上的45个核动力源在各国的纬度和地区的范围内重返的可估计数(见文)

参考书目

- 1 Principles relevant to the use of nuclear power sources in outer space, resolution to the UN General Assembly, A/SPC/47/L6, 28 October 1992.
- 2 Paris Convention on third party liability in the field of nuclear energy of the 29 July 1960, as amended by the Additional Protocol of 28 January 1964 and by the Protocol of 16 November 1982, OECD Nuclear Energy Agency, Paris 1989.
- 3 Brussels Convention of 31 January 1963 supplementary to the Paris Convention of 29 July 1960 as amended, OECD Nuclear Energy Agency, Paris 1989.
- 4 The Vienna Convention on civil liability for nuclear damage of 21 May 1963, IAEA, Vienna.
- 5 Joint Protocol of 21 September 1988, rationalising the provisions of the 1960 Paris Convention as amended and the 1963 Vienna Convention, IAEA, Vienna.
- 6 Convention on nuclear safety of 17 June 1994, IAEA Infirc/449, 5 July 1994
- 7 Revising the safety principles for nuclear power sources in space, working paper submitted to the UNCOPUOS S&T Subcommittee by the United Kingdom, A/AC.105/C.1.L.192, 21 February 1994.
- 8 1990 recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP publication 60, Annals of the ICRP 21, No. 1-3, Pergamon Press, 1991.
- 9 The safety of nuclear installations, Safety Series No. 110, IAEA, Vienna 1993.
- 10 Recommendations of the International Commission on Radiological Protection, ICRP publication 26, Annals of the ICRP 1, No. 3, Pergamon Press 1971.
- 11 Cosmos 954: the occurrence and nature of recovered debris, AECL INFO-0006, May 1980.
- 12 GEOWARN - Global emergency observation and warning, project report, International Space University, Alabama, 1994.
- 13 Draft environmental impact statement for the Cassini mission, NASA, October 1994.
- 14 Outlook on international nuclear liability, Nucleonics Week 35, No. 39 suppl., 29 September 1994.
- 15 Convention on international liability for damage caused by space objects of 29 March 1972, UN A/AC.105/572 Vienna 1994.