

# 加强辐射源安全和放射性物质保安： 及时的行动

ABEL J. GONZÁLEZ

当商用辐射源和放射性物质按应有的方式使用时，它们是不会对人和环境造成任何不可接受的危险的有用工具。事实上，它们在诸如医学、工业、农业和环境研究等领域中的应用，有助于各国实现对全球可持续发展目标很重要的巨大社会经济利益。

在过去半个世纪的大部分时间里，国际原子能机构一直在致力于推动那些建设性地利用电离辐射特性的各种技术的应用，尤其是在发展中国家的应用。同样重要的是，机构同各伙伴组织一起，一直在为制订保护人民免遭辐射照射的国际标准，以及**辐射源安全和放射性物质保安**的国际标准铺平道路。对这些国际标准的支持是有广泛基础的，定期审查和修订这些标准起到了有效地使这些标准与对辐射的人体健康和环境影响的最新科学理解以及安全和保安方面的技术发展相适应的作用。

但是，虽然国际标准已制订——而且正在加强——

令人烦恼的情况仍在出现。这种情况令人遗憾地表现为由涉及不安全的、废弃的、丢失的或失控的辐射源事故（包括特别是在90年代出现的放射性物质非法贩卖案件）导致的悲惨后果。

正在出现的这一全球情景表明，现有的国际标准——虽然被各国政府承认——并不一定被采纳和运用。一些事件正表明：太多的辐射源没有得到它们应有的管理或监管；安全要求往往或没有得到满足或根本没有提出；以及太多的肩负制订辐射安全和保安监管主要责任的政府缺乏适当履行职责的基础设施。

在1998年国际原子能机构同国际刑警组织和世界海关组织在法国第戎共同主办的一次国际会议上，全球对这些严重问题的认识出现了转折。

在这种形势的鼓舞下，各国政府现随时准备采取额外步骤，加强辐射安全和保安方面的国际合作。1999年3月，由35个成员组成的机

构理事会讨论了这个问题。一个多方面的行动计划现在正提交理事会审议，并随后在1999年9月召开的机构大会上提交机构129个成员国。这些步骤是对基本上隐蔽的但明显显露的全球挑战采取的及时行动。

本期《国际原子能机构通报》仔细考虑了国际社会正面临的这些问题以及各国为增强放射性物质安全和保安正在采取的步骤。

**在**过去的半个世纪里，报道过大量涉及辐射源和放射性物质的事故。有人曾因过量射线照射而死亡，还有许多人曾遭受严重的、有时是致残的损害。在某些情况下，相关的环境损害是明显的，环境恢复在财政上要付出极高代价。

重大事故的一个共同特点是违背安全或保安要求。

González先生是国际原子能机构辐射和废物安全处处长。

## 安全和保安: 术语定义

*safety* (安全) 和 *security* (保安)——“*sûreté*”和“*sécurité*”——在英文和法文中是两个截然不同的术语;但在所有其他主要语种中,对这两个概念使用了同一个词。因此,并不令人惊奇的是,许多人不知道安全和保安之间的区别实际是什么。如果他们查词典,结果或许故我依然,因为保安的定义之一就是安全,反之亦然。在射线照射这个范围内,这两个词都用于表示一套行政的、技术的和经营管理的要点。

■ **辐射源安全** 用于涵盖能够减少辐射源发生故障从而使人受到过度照射的可能性的要点。

■ **放射性物质保安** 用于涵盖能够通过确保对放射性物质的控制权不被放弃或不适当转让,防止对放射性物质的任何未经授权的占有的要点。

**安全问题** 涵盖所有类型的辐射源,即辐射发生器和放射性物质。辐射发生器能产生其强度足以导致严重放射学后果的辐射。同样道理,放射性物质活度,以及有时其活度浓度,能导致严重的放射学情况。

**保安问题** 通常仅限于放射性物质,而不涉及其他辐射源。这是因为 X 光机和加速器之类电离辐射发生器,不太可能成为保安威胁。要求对放射性物质保安,是要达到两个主要目的:一方面,要防止扩散的放射性物质造成对人的危害;另一方面,要防止将那些也是特种可裂变(核)材料的放射性物质(诸如铀-235 和钚-239)从合法使用转为非法或犯罪使用。本期《国际原子能机构通报》中的文章集中讨论其中的第一个目的。但要指出的是,国际原子能机构制定了一项针对保障目的的核材料保安全面计划。

另一个共同情况是,它们多半是本可以通过执行为此目的而制订和颁布的国际安全标准来防止的。

在正常的日常使用中,辐射源和技术是像商业上设计、核准和监管的那样安全地应用的。它们的形式可以是辐射发生器(如 X 光机和粒子加速器)或含有放射性物质的仪器和装置。许多辐射源是密封的装置,放射性物质牢固地盛放于或约束在一个适宜的容器或外壳中;另一些辐射源由非密封形式的放射性物质组成。

如果辐射源是不安全的或封装不完好的源,这些源

可能有损于人体健康,其危险程度因其特性而异。密封源应仅产生来自外照射的危险。但是,损坏的或泄漏的密封辐射源,以及非密封的放射性物质,可能导致环境污染和放射性物质摄入体内。

### 问题的量化

术语辐射安全和保安指的是全球正面临的问题的不同方面。(见上面方框)。从理解问题的范围和性质及能有效地采取的对策的角度来看,区分它们是很重要的。

**辐射源安全。**许多已报道的严重事故与违反辐射源

安全规定有关。有时发生这些事故,是由于设备的可靠性不够高。另一些时候,发生事故是由于经营管理上的错误或人为错误。这些事故中的许多事故都突出国家一级的管理监督问题的重要性。

关于全世界已发生的所有与辐射有关的事故,还没有建立一个完全的数据库。国际原子能机构已利用公开文献中报道的事故编制了一份重大事故清单(见第 14—15 页表)。机构还在各地主管部门的支持下评估了一些事故的起因和后果,并将评估结果公开发表。其目的是为了促进交流经验和应用所

### 1993—1998 年间查获的放射源

按国家区分	案例数	案例百分比
德国	67	28.6
俄罗斯联邦	52	22.1
波兰	18	7.7
乌克兰	17	7.2
立陶宛	17	7.2
土耳其	14	6.0
保加利亚	10	4.3
爱沙尼亚	8	3.4
捷克共和国	7	3.0
白俄罗斯	6	2.6
阿塞拜疆	3	1.3
意大利	3	1.3
新西兰	1	0.4

### 按放射性元素区分

放射性元素	案例数	案例百分比
铀	129	55.1
铯	53	22.6
钚	10	4.3
镭	5	2.1
镭	3	1.3
其他	34	14.5

来源:世界海关组织

### 进口到美国的放射性物质沾污产品

产品	污染物	年份	产地
钢,铁	钴-60	1984	墨西哥
钢	钴-60	1984	中国台湾
钢	钴-60	1985	巴西
钢	钴-60	1988	意大利
钢	钴-60	1991	印度
磷铁合金	钴-60	1993	哈萨克斯坦
钢	钴-60	1994	保加利亚
高炉粉末	铯-137	1995	加拿大
铅	铅-210,铋-210,钋-210	1996	巴西
钢	钴-60	1998	巴西

来源:美国核管理委员会

吸取的教训。(见第 16—17 页方框。)

**放射性物质保安。**违反放射性物质保安规定会导致这些物质丢失、被盗或被弃。没有关于全世界这些事件发生次数的数据。但仅在美国,核管理委员会(NRC)每年都收到约 200 份放射源丢失、被盗或被弃的报告。对于一个管制放射源的规章特别严格和管理部门特别有效的国家来说,这是非常高的水平。核管会的高级官员认为,更多的案例未作报告,收到的报告量大概仅是“冰山之巅”。

这种不确定性同最后被称为“无管源”——监管部门

管制之外的或丢失和被弃的源的总称——的那些源有关。全世界的金属再循环业特别容易受这类源的影响。无管源可流入将进行再循环的废金属中。发现这些源的人,由于受其经济收益的诱惑,往往将这些源以其金属的价值卖给通常不了解放射性含量的废金属贩子。这样,无管源就流入到全世界废金属库存资源中。由于最近的全球市场开放,这种资源实际上已成为不可控制的资源。美国核管会的数据库中储存了 2300 多份有关在废金属中发现这种源的报告。(见第 6 页表。)据了解,有时辐射源是在探测进口货物中放射性污染后被熔化的。美国核管理委员会已探测到这样一些案例。(见本页表。)

1998 年,西班牙的阿尔赫西拉斯发生一起案例。熔化作业产生的放射性气体、

气溶胶和微粒释放到环境中,并在欧洲各地探测到。虽然这个事件很小,并且西班牙主管部门进行了立即报道,但气载污染物引起了公众的关注。没有规定报道这类事件的国际义务,也没有建立关于涉嫌熔化放射源或污染废金属案例或者探测到污染货物案例的国际登记制度。此外,美国核管理委员会的资料可能仅是大冰山之巅。

虽然有这种令人烦恼的情况,但令人放心的是,恶意偷窃和走私放射性物质的情况历史上一直很少见。但是,恐怖主义者利用化学品、生物物品以及——或许还有——放射性物质作为武器已不再是未来不可设想的犯罪行为。

各国政府越来越关注放射性材料和核材料的非法移动,这就不足为奇了。某些材料被海关官员查获;但另一

些材料可能越过国界而未被探测到,特别是在那些海关官员不知道要查什么和缺乏处理这个问题的设备的地方。

世界海关组织(WCO)已报道了1993年至1998年间查获的234起确凿案件。(见本页表。)国际刑警组织(INTERPOL)也一直积极参与这方面工作。已进行了一项主要涉及欧洲地区1992-1994年间情况的分析研究。作为其计划的一部分,国际原子能机构还设有一个已报道事件的数据库。(见第7页方框。)

所有这些数据可能也仅反映总的情况的一部分,因此需要做更多的研究工作。

### 关注的根源

全世界对辐射安全和保安问题产生兴趣的转折点,是1998年9月召开的关于辐射源安全和放射性物质保安的国际会议。问题和关注的根源开始显现,全球寻求解决办法的行动也开始起步。(见第10页方框。)对于该领域中的某些专家而言,这些问题今天出现在国际会议的议程上是意想不到的事。另一些专家则认为,这是国际社会对这个问题有更强理解的自然结果。

国际放射防护委员会(ICRP)在其存在的70年中出版过约一百种含有辐射防护建议的出版物。一些国家组织和国际组织都曾把它们用于制订辐射防护标准。但是,国际放射防护委员会只是在最近才开始专门处理辐射源安全问题。

国际原子能机构率先在联合国系统内制定安全标准,并已就这个论题印发了一百多个文件。但是,在《国际电离辐射防护和辐射源安全的基本安全标准》(BSS)出现以前,机构的标准中一直只是大概地论及辐射源安全问题。国际基本安全标准颁布前,保安问题也曾被国际标准忽视。现在确定的保安要求,属于一般性要求,几乎没有量化要求。

**安全和保安的尺度。**解决辐射安全和保安问题要有衡量其范围的尺度。尽管在保安问题上有缺陷,BSS提供了国际上的保安尺度。其基本目的只是为了建立辐射防护、辐射安全和放射性物质保安的国际上协调一致的方案。(见第10页方框。)

### 假设和现实

**未解决的政府责任问题。**需要强调指出的是,BSS并没有(事实上也不能)把责

任强加给政府。相反,他们预先假设各国政府已尽到了他们对安全和保安的固有责任。BSS的序言指出,这些标准基于如下假设:即各国政府已制定适于处理放射源安全和放射性物质保安的法规和条例,以及各国政府已建立了能给辐射源颁发许可证、检查它们并实施要求的独立监管部门。

事实上,BSS假定每个国家都有一个具有有效法律独立性和有必要的权力及资源的监管部门。但特别是资源,是发展中国家的监管部门通常所缺乏的。BSS还假定,各国政府能直接或间接地提供技术服务(例如剂量学服务和校准服务)、情报交流机制以及(当然还有)工作人员的教育和培训等必不可少的支持。

显然,专业人员和监管部门都会确信安全和保安的所有这些先决条件都是以某种方式自动确立和实现的。例如,假定所有政府都建立了至少包括辐射源的通告、登记、许可证审批和检查等制度的辐射安全基础设施。

但是人们逐渐明白了这些假设中的大多数假设对于世界很大一部分区域来说是过于乐观的。

例如,所有国家都有适当的辐射安全和保安立法不是真实的。所有国家都有适

## 放射性物质的熔化: 国际概况

年份	金属	地点	同位素	活度(GBq)
1910 至今 <sup>a</sup>	金	纽约	钋-210、铅-210、铋-210	不明
1983	钢	Auburn 钢厂, 纽约	钴-60	930
1983	铁/钢	墨西哥 <sup>b</sup>	钴-60	15 000
1983	金	不明, 纽约	镅-241	不明
1983	钢	中国台湾省 <sup>b</sup>	钴-60	>740
1984	钢	美国管道和铸造厂, 亚拉巴马州	铈-137	0.37-1.9
1985	钢	巴西 <sup>b</sup>	钴-60	不明
1985	钢	Tamco, 加利福尼亚州	铈-137	56
1987	钢	佛罗里达钢厂, 佛罗里达州	铈-137	0.93
1987	铝	联合技术公司, 印第安纳州	镅-226	0.74
1988	铅	ALCO pacific, 加利福尼亚州	铈-137	0.74-0.93
1988	铜	沃林顿, 密苏里州	加速器	不明
1988	钢	意大利 <sup>b</sup>	钴-60	不明
1989	钢	Bayou 钢厂, 路易斯安那州	铈-137	19
1989	钢	Cytemp, 宾夕法尼亚州	钍	不明
1989	钢	意大利	铈-137	1000
1989	铝	俄罗斯联邦	不明	不明
1990	钢	NUCOR 钢厂, 犹他州	铈-137	不明
1990	铝	意大利	铈-137	不明
1990	钢	爱尔兰	铈-137	3.7
1991	钢	印度 <sup>b</sup>	钴-60	7.4-20
1991	铝	Alcan 回收厂, 田纳西州	钍	不明
1991	铝	意大利	铈-137	不明
1991	铜	意大利	镅-241	不明
1992	钢	新港钢厂, 肯塔基州	铈-137	12
1992	铝	Reynolds, 弗吉尼亚州	镅-226	不明
1992	钢	Border 钢厂, 德克萨斯州	铈-137	4.6-4.7
1992	钢	Keystone 电缆公司, 伊利诺斯州	铈-137	不明
1992	钢	波兰	铈-137	不明
1992	铜	立陶宛/俄罗斯联邦	钴-60	不明
1993	不明	俄罗斯联邦	镅-226	不明
1993	钢(?)	俄罗斯联邦	铈-137	不明
1993	钢	Auburn 钢厂, 纽约州	铈-137	37
1993	钢	新港钢厂, 肯塔基州	铈-137	7.4
1993	钢	chaparral 钢厂, 得克萨斯州	铈-137	不明
1993	锌	南方锌业公司, 佐治亚州	贫铀	不明
1993	钢	哈萨克斯坦 <sup>b</sup>	钴-60	0.3
1993	钢	佛罗里达钢厂, 佛罗里达州	铈-137	不明
1993	钢	南非 <sup>c</sup>	铈-137	<600Bq/g
1993	钢	意大利	铈-137	不明
1994	钢	Austeel Lemont, 伊利诺斯州	铈-137	0.074
1994	钢	美国管道和铸造厂, 加州	铈-137	不明
1994	钢	保加利亚 <sup>b</sup>	钴-60	3.7
1995	钢	加拿大 <sup>d</sup>	铈-137	0.2-0.7
1995	钢	捷克共和国	钴-60	不明
1995	钢(?)	意大利	铈-137	不明
1996	钢	瑞典	钴-60	87
1996	钢	奥地利	钴-60	不明
1996	铅	巴西 <sup>b</sup>	钋-210、铅-210、铋-210	不明
1996	铝	Bluegrass 回收厂, 肯塔基州	钍-232	不明
1997	铝	White Salvage 公司, 田纳西州	镅-241	不明
1997	钢	WCI, 俄亥俄州	钴-60	0.9(?)
1997	钢	肯塔基电力公司, 肯塔基州	铈-137	1.3
1997	钢	意大利	铈-137/钴-60	200/37
1997	钢	希腊	铈-137	11Bq/g
1997	钢	伯明翰钢厂, 亚拉巴马州	铈-137/镅-241	7Bq/g
1997	钢	巴西 <sup>b</sup>	钴-60	<0.2
1997	钢	Bethlehem 钢厂, 印第安纳州	钴-60	0.2
1998	钢	西班牙	铈-137	>37
1998	钢	瑞典	铈-137	<90

a: 报道了多个案例, 最早日期为 1910 年。b: 出口到美国的被污染产品。c: 在意大利探测到的向奥地利出口的被污染钒渣。d: 出口到美国的被污染副产品(电炉粉末)。

来源: 宾夕法尼亚州环境保护部, J. Yusko, 美国(见第 23 页美国表格)。提交机构的报告。

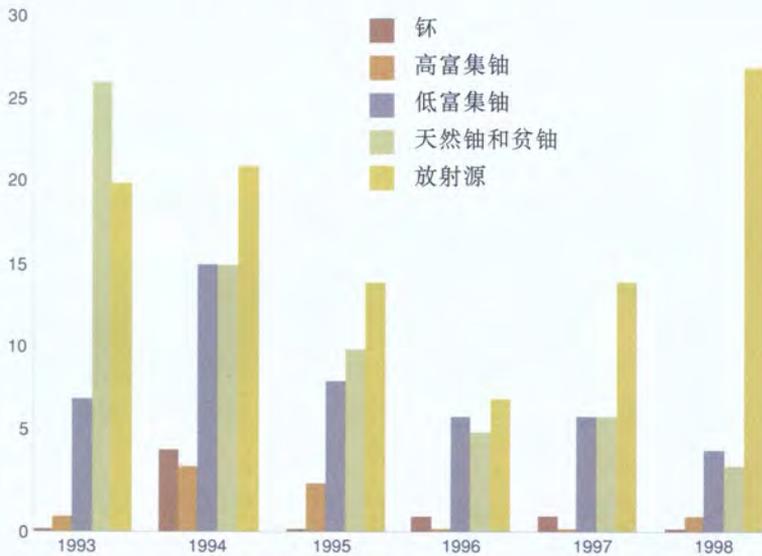
## 放射性材料的非法贩卖

作为其核材料保安活动的一部分，国际原子能机构设有一个有关核和放射性材料非法贩卖的数据库。60个国家参与这个数据库计划。截至1999年6月，该数据库存有320多起已报道事件的资料，其中265起已得到有关国家确认。

已确认事件大多涉及放射性材料或放射源。近半数(或129例)涉及天然铀、低富集铀、贫铀或钍。约45%(或119例)涉及放射源，包括铯-137、钴-60、镅-241和铯-90。

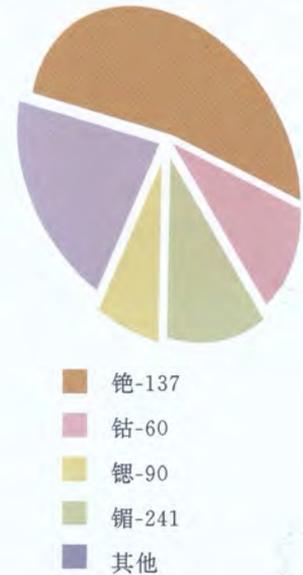
每年确认的涉及核和放射性材料的事件

1993年1月至1999年1月



涉及放射性材料的事件分布

1993年1月至1999年6月



当的规章不是真实的。在大多数国家中有授予执行其所需工作所必要的权力的独立监管部门不是真实的。以及最后，当有一个监管部门时，它总是有供它支配的必要的资源不是真实的。

在最近10年中，国际原子能机构实施了一项计划——名为辐射防护咨询组(RAPAT)——用以作为诊断手段。国际原子能机构惊奇地了解到，辐射防护咨询组访问的许多国家(50多个国家——约占当时机构成员

国数的一半)缺乏最起码的辐射安全基础设施。

此外应指出，世界上至少还有60个国家不是国际原子能机构的成员国，因此专家们只能猜测那里的情况可能一样差或更差。

总之，110多个国家可能没有最起码的适当监管辐射源的基础设施。这不是令人鼓舞的迹象。(见第11页图。)国际原子能机构对这种情况作出的最初响应是建立一个以这些主要问题为目标的积极的技术合作计划。这

个辐射防护示范项目是联合国历史上在最急需的国家中加强辐射安全基础设施方面作出最大的努力之一。这一项目涵盖52个国家。同样重要的是，国际原子能机构理事会最近作出决定：机构还应为BSS在非成员国中的适用做出规定，尽管仅以预算外资源来实施。

这个示范项目使另一个似是而非的假设——莫名其妙地通过幻觉保留下来的假设——变得突出起来。曾错误地以为，辐射安全基础设

## 国际基本安全标准



通过国际原子能机构的《规约》，各国已授权机构制订保护人体健康免遭电离辐射照射的国际安全标准并为其适用做出规定。二十世纪六十年代初期以来，一直在制订一些标准。

二十世纪九十年代初，对整套基本标准进行了审查、修订，并随后将其作为《国际电离辐射防护和辐射源安全的基本安全标准》——即所谓 BSS 印发（见《国际原子能通报》1994 年第 36 卷第 2 期）。安全标准考虑了国际放射防护委员会（ICRP）——由高级专家组成的公认的非政府科学团体——的最新建议。

许多有关的国际组织同国际原子能机构共同倡议制订了国际基本安全标准，其目前版本是机构于 1996 年作为安全丛书 No. 115 出版的。这些国际机构是：联合国粮农组织（FAO）、国际劳工组织（ILO）、经济合

作与发展组织核能机构（NEA/OECD）、泛美卫生组织（PAHO）和世界卫生组织（WHO）。当时，还没有充分处理放射性物质保安问题。要是处理这个问题，就会邀请世界海关组织和国际刑警组织等其他国际组织加入共同倡议者名单了。

广义上，BSS 旨在确保：

- 保护个人和整个群体免受由于辐射源正常使用预计会受到的辐射照射的损害。

- 辐射源安全，以防止发生事故；和如果发生事故，则减轻事故后果。

- 放射性物质保安，以防放松对其使用的管制。

总之，这些国际标准是相当成功的。它们有助于确保职业受照工作人员和一般公众由于辐射源正常使用而受到的辐射剂量非常小。辐射防护最佳化（亦即使剂量合理可行尽量低，或 ALARA）原则连同严格的个人剂量限制一起运用，是实现辐射剂量大幅度降低的预防措施。

施相当于法律基础设施。许多人（包括有经验的专家）曾真诚地认为，许多国家中的问题是缺乏有关适当管理辐射源的义务的法律或法定制度。这种假设的含意是，如存在法律基础设施，问题就能解决。这曾是，而且仍是一个严重的误解。在某个国家颁布法律之后，辐射安全基础设施同它以前一样好或一样差。形式的变化产生解决的幻觉。实际上对于辐射源的适当管理来说，法律体制虽然有时是（并不总是）必要条

件，但肯定不是充分条件。反之，（通过教育和培训得到的）知识基础、资源以及更重要的是政府的承诺，不仅是真正进展的必要因素，而且近乎是一个充分因素。

于是产生了这样的问题：应如何强烈地敦促各国政府履行其国家责任？作出回答的时机已到来，答案可能是一项法律上有约束力的国际承诺。应强调的是，存在辐射安全的政府基础设施，是真正确保辐射源安全和放射性物质保安的先决条件。

**未解决的安全要求。**  
BSS 包含一些同安全和保安有关的要求。用 BSS 的行话来说，这些要求被称为行政管理要求、技术要求、经营管理要求和核查要求。

从近几年所了解到的情况来看，行政管理要求——以前只因它们显得如此明显而被认为是第二位重要的——现在似乎已变得十分重要。这些要求是极其简单的：BSS 依赖于每个国家中存在辐射源的通告、登记和许可证审批制度以及凭借监管部

## 加强辐射安全和保安

世界 100 多个国家据了解或据说缺乏对辐射源和放射性物质的有效控制。其中大多数国家没有必要的基础设施。几年前,国际原子能机构曾派辐射防护专家工作组(RAPAT)考察各国的辐射防护问题。工作组派往 62 个国家。根据辐射防护咨询组的考察结果,国际原子能机构发起了一个涉及 52 个国家(包括专家工作组访问过的许多国家)的技术合作示范项目。目的在于加强其辐射安全和保安的国家能力和基础设施。应当指出,约 60 个国家不是国际原子能机构成员国。

### 示范项目和 RAPAT 工作组

阿尔巴尼亚、孟加拉国、玻利维亚、喀麦隆、哥伦比亚、刚果民主共和国(当时是扎伊尔)、哥斯达黎加、科特迪瓦、多米尼加共和国、萨尔瓦多、埃塞俄比亚、加纳、危地马拉、牙买加、黎巴嫩、马达加斯加、毛里求斯、蒙古、缅甸、尼加拉瓜、尼日尔、尼日利亚、巴拿马、巴拉圭、沙特阿拉伯、塞内加尔、斯里兰卡、苏丹、叙利亚、阿拉伯联合酋长国、越南。

### RAPAT 工作组

阿尔巴尼亚、孟加拉国、玻利维亚、喀麦隆、智利、中国、哥伦比亚、刚果民主共和国(当时是扎伊尔)、哥斯达黎加、科特迪瓦、克罗地亚、古巴、朝鲜民主主义人民共和国、多米尼加共和国、厄瓜多尔、埃及、萨尔瓦多、埃塞俄比亚、加纳、希腊、危地马拉、香港(1991 年)、印度尼西亚、伊朗、伊拉克、冰岛、牙买加、肯尼亚、科威特、黎巴嫩、利比亚、马达加斯加、毛里求斯、墨西哥、蒙古、摩洛哥、缅甸、尼加拉瓜、尼日尔、尼日利亚、巴拿马、巴拉圭、秘鲁、菲律宾、波兰、葡萄牙、大韩民国、罗马尼亚、沙特阿拉伯、塞内加尔、斯里兰卡、苏丹、叙利亚、坦桑尼亚、泰国、土耳其、阿拉伯联合酋长国、乌拉圭、委内瑞拉、越南、赞比亚。

### IAEA 技术合作示范项目

阿尔巴尼亚、亚美尼亚、孟加拉国、白俄罗斯、玻利维亚、波斯尼亚和黑塞哥维那、喀麦隆、哥伦比亚、刚果民主共和国、哥斯达黎加、科特迪瓦、塞浦路斯、多米尼加共和国、萨尔瓦多、爱沙尼亚、埃塞俄比亚、加蓬、格鲁吉亚、加纳、危地马拉、牙买加、约旦、哈萨克斯坦、拉脱维亚、黎巴嫩、立陶宛、前南斯拉夫马其顿共和国、马达加斯加、马里、毛里求斯、摩尔多瓦、蒙古、缅甸、纳米比亚、尼加拉瓜、尼日尔、尼日利亚、巴拿马、巴拉圭、卡塔尔、沙特阿拉伯、塞内加尔、斯里兰卡、苏丹、叙利亚、乌干达、阿拉伯联合酋长国、乌兹别克斯坦、越南、也门、津巴布韦。

### 非成员国

安道尔、安哥拉、安提瓜和巴布达、阿塞拜疆、巴哈马、巴林、巴巴多斯、伯利兹、不丹、博茨瓦纳、文莱、布隆迪、佛得角、中非共和国、乍得、科摩罗、朝鲜民主主义人民共和国(1994 年起)、吉布提、多米尼加、赤道几内亚、厄立特里亚、斐济、冈比亚、格林纳达、几内亚、几内亚比绍、圭亚那、洪都拉斯(申请待批)、吉尔吉斯斯坦、老挝、莱索托、马拉维、马尔代夫、毛里塔尼亚、密克罗尼西亚、莫桑比克、尼泊尔、阿曼、帕劳、巴布亚新几内亚、卢旺达、圣基茨和尼维斯、圣卢西亚、圣文森特和格林纳丁斯、萨摩亚群岛、圣马力诺、圣多美和普林西比、塞舌尔、所罗门群岛、索马里、苏里南、斯威士兰、塔吉克斯坦、多哥、土库曼斯坦、特立尼达和多巴哥、瓦努阿图。

门的检查的执行机制。

正如前面指出的那样,在许多发达国家中被认为是不言而喻的要求,在世界许多地方却不能满足。的确,许多国家甚至不知道满足这种

要求的必要性,因此,那里的主管部门的确不知其境内有多少辐射源,或辐射源在何处;从逻辑上可推论出,辐射源不在控制之中。

BSS 进一步强调了两个

技术要求:纵深防御和良好工程实践。纵深防御指的是为防止事故、减轻事故后果和将源恢复到安全状态的一个多层次的安全防备系统。已经发生的事故大多表明,

特有的纵深防御中有缺陷。应该指出,国际放射防护委员会有关潜在照射的建议正在促使纵深防御要求更加量化。

至于良好的工程实践, BSS 假定,源总是可靠的,是按核准的工程标准以足够的安全裕度建造的,而且非常重要,认为它们已考虑到研究发展的成果;换言之,它们的特点不会随时间而变得陈旧。

但是特别是在发展中国家,没有良好的工程实践。相反,主要由于财政原因,存在许多拼凑和使用盗版软件和硬件现象,这就增加了发生事故的可能性。

BSS 的经营管理要求包

括确立“安全文化”。这个要求已证明是一种难以理解的要求,部分原因是这种措词难以翻译成许多语言。从根本上说,这个术语的用意是要强调以下两点:在处理辐射源的组织中,安全应是首位的,这个组织应准备随时找出问题并排除问题;应不仅为处理辐射源的组织,还要为管理这些源的应用的政府机构,确定明确的责任范围。应明确地规定作出辐射安全和保安方面决定的权限范围,但通常情况并非如此。在医学领域,情况尤其如此,在那里,医院最高负责人常常不知道放射和核医学部门的安全状况。安全文化问题——或缺乏安全文化问题

——在“新独立国家”中很严重。那里明显缺乏管理辐射源方面的监管传统和经验。在这些国家和其他国家里,用以保证要求得到满足的质量保证、职工培训和安全核查等方面也发现一些缺陷。

**保安要求分量不够。**目前, BSS 中的保安要求是最低限度的。这并不令人惊奇,因为 BSS 反映国际共识,而在许多国家的规章中,这个问题甚至都没有提及。BSS 的要求集中在通过确保管理不放松、不将辐射源转让给未授权的用户、以及进行定期清查(特别是对可移动辐射源的定期清查)的办法,防止盗窃、破坏和未经授权使

## 全球的转折点



国际原子能机构同欧洲委员会、世界海关组织和国际刑警组织共同主办的。根据会议计划委员会主席 Dan J. Beninson 博士(国际放射防护委员会前主席)提出的概要而归纳的

1998 年法国第戎国际会议开辟了新天地。它提高了全球对辐射安全和保安的认识。这个关于辐射源安全和放射性物质保安的国际会议是由国

主要结论包括如下几点:

- 电离辐射源必须有充分的保护,以便为安全正常运行创造条件。

- 必须预先考虑到与辐射源有关的事件照射的可能性,必须有相应的安全装置和程序。在这方面,辐射源的设计和建造中的缺陷必须加以纠正;在辐射源的处理中,必须创建高水平的安全文化;管理辐射源所需的监管基础设施必须得到政府支持;每个国家中的监管部门必须保持对该国中所有辐射源(包括那些已进口的辐射源)的监督,并能独立地行动。

- 不应允许辐射源退出监管系统。这就

用等方面。

在缺乏规章要求的情况下,最近一直在强调着手解决无保安的影响问题而不是原因问题。一些有关非法贩卖放射性材料和核材料的计划正在一些地方实施,包括在国际原子能机构。但是,这个问题不能够通过控制边界上的非法贩卖或要求警察找到源的办法来解决。更确切地说,只有当确保不放松管理、不将辐射源转让给未经授权的用户和进行定期清查的国家制度存在时,这个问题才能解决。

由于目前情况并非如此,同海关及边防官员和警察更广泛的合作并协助他们,是必不可少的,是机构在

该领域中的合作工作的重要部分。

### 前进的方式:及时行动

接受 BSS 要求的国家正在为确保安全和保安采取一个必要的(但不是充分的)步骤。最重要的问题不是标准的存在,而是标准的适用。在近几年中,机构一直在逐步加大努力,为保证国际安全标准在需要援助的国家中的适用做准备。

这些活动是涵盖监管基础设施、监管计划外部同行审议、教育和培训、异常辐射事件数据库、应急响应和准备、以及废弃辐射源管理等计划的一部分。

作为示范项目的一部分,国际原子能机构特别开发了一个监管部门信息系统,以便管理监管计划。这个系统正在该示范项目参加国中实施。(见第 13 页方框。)

现正在加强国际原子能机构的努力,制订新的行动方案。以便对 1998 年法国第戎国际会议上提出的主要问题作出响应。1998 年 9 月的国际原子能机构大会和 1999 年 3 月的机构理事会,都强调了及时采取行动的重要性。

关于法律上有约束力的政府承诺问题,国际原子能机构总干事穆罕默德·埃勒巴拉迪 3 月曾向理事会建议,着手对有关各国在辐射

是说监管部门必须保存到现在为止负责每个源的人的记录、监视源的转让,并追踪每个源在其使用期终止时的去向。

- 应努力找出由于下述原因未列入监管部门设备清单的辐射源:这些源是在清单编制前就在这个国家、或者是从未专门发过许可证的、或者是丢失、废弃或偷窃的源(“无管”源),

- 因为世界各地有许多无管源,应加强努力,改进通过辐射测量和情报收集对越境和在国内移动的放射性物质的探测。需要开发最佳的探测技术。如果能就越境时引发调查的定量水平达成国际一致,就可避免混乱。

- 在消除“无管源”(及其误用或事故的可能性)以及实现和保持安全和保安运行条件中能起最大作用的关键共同因素,是在相应的国家基础设施中运作的有效的国家监管部门。

- 敦促各国政府为辐射源创立监管部门(如果还没有的话)。政府必须对监管部门提供充分的支持,并提供充分的人力和财政资源,使之能有效地发挥作用。只有这样,辐射源安全和放射性物质保安问题才能从根本上解决,并最终置于控制之下。

- 应作出进一步努力,研究能否正式提出与国家监管系统有效运作有关的能广泛遵守的国际承诺。

源安全和放射性物质保安方面的国际承诺进行初步讨论。理事会表示不反对这项建议,虽然某些理事认为,以国际公约为目标在当前可能要求过高。他们认为,另一些类型的文书(例如行为规范)可能是较现实的目标。

理事会赞成现在提交给它的并将于1999年9月提交国际原子能机构大会核准的一项行动计划的主要内容。

**行动计划。**这个计划是1999年5月底一组顾问在捷克共和国布拉格召开的会议上起草的。草案随后由1999年7月在维也纳召开的一个技术委员会会议审议,并进一步发展。会议由美国环境保护局的Mary Clark女士主持,澳大利亚、加拿大、捷克共和国、埃及、芬兰、法国、德国、冰岛、印度、以色列、中国、西班牙、土耳其、乌克兰、联合王国和美国的代表,以及欧洲委员会的一名观察员参加了会议。

建议的行动分成7个方面:监管基础设施;不用的辐射源的管理;源的分类;对异常事件的响应;信息交换;教育和培训;以及国际承诺。至于时间安排问题,活动将分三个阶段实施,并在行动计划批准后立即开始实施。

主要活动涉及:

#### **监管基础设施。**

- 建立就确定适当监管计划向各国提出建议的服务部门;

#### **不用的辐射源的管理。**

- 编制有关不用的辐射源处理和处置的一些具体问题的文件;

- 就不用的源返回制造商的技术、商业、法律、管理等方面的问题,以及就辐射源和装有这类源的放射性设备管理问题组织顾问会议和工作会议。

#### **源的分类。**

- 编制有关依据相关的潜在照射和放射性污染对源分类的文件。

#### **对异常事件的响应。**

- 制订“无管源”探知和定位及其随后管理的国家策略与计划方面的指导性文件;以及关于在边界过境通道、口岸、废料场以及其他场所所用的探知和监测设备的开发、选择和使用标准的指导性文件;

- 发展进一步的国家处理辐射紧急情况的能力;

- 增强机构现有的紧急情况下提供援助的能力。

#### **信息交换。**

- 组织一次有关国家监管部门管理辐射源和放射性物质的国际会议,以及有关特定专题的地区工作会议;

- 建立失踪的和发现的

“无管源”国际数据库;

- 全面建立并维护有关异常辐射事件的国际数据库,并提供给各成员国使用;

- 建立有关放射源和装有这些源的放射性装置(包括运输容器)的特性的信息库,传播这类信息,并考虑通过因特网传播的可取性。

#### **教育和培训。**

- 强化研究生教学课程活动,并系统地为目标群体和辐射源与放射性物质的使用编制教学大纲和培训教材。

#### **国际承诺。**

- 着手组织一次技术和法律专家会议,以便初步讨论辐射源安全和放射性物质保安方面的国际承诺(例如行为规范)问题。

## **展望**

国际原子能机构在其整个历史中,一直在调整其计划,以适应影响核技术和辐射技术安全与和平发展的新的挑战 and 机遇。现在正在制订的行动方案,将有助于各国加强辐射源和放射性物质的安全和保安。这些方案的重点放在提高国家对辐射源和放射性物质的有效监管和管制的能力的措施上,优先考虑那些具有最大潜在危险的源。一个特别关注的重点



## 跟踪进展: 监管部门信息系统

作为其加强辐射安全和保安工作的一部分,国际原子能机构已建立一个以计算机为基础的跟踪和管理系统,供其成员国监管部门使用。该系统被称为监管部门信息系统(RAIS),由5个单元组成。这些单元均设计灵活,足以适合不同类型的监管计划。

### 单元 1: 辐射源和辐射设施清单

- 列出一个设施内的所有辐射源,并按应用分类
- 包括有给定类型设备或业务的设施
- 包括多种辐射源
- 跟踪一个源的历史直至源被退回到供应商或被作为放射性废物管理

### 单元 2: 批准

- 跟踪设施的行政管理状况,从开始申请到其批准(含运行前检查)
- 包括与辐射源在设施间转移有关的批准
- 允许监管部门通过 RAIS 颁发批准文件

### 单元 3: 检查与执行

- 在规定的时间内进行的检查
- 应在未来一个时期内进行的检查
- 协助监视后续执行行动和截止时间
- 允许监管部门通过 RAIS 发布检查报告

### 单元 4: 个人剂量监测

- 根据测得的个人剂量当量计算工作人员有效剂量的估算值
- 列出每个设施的工作人员剂量
- 计算受雇于多个设施的工作人员的总剂量
- 存储工作人员剂量史

### 单元 5: 实绩指标

#### 监管部门指标

- 列出受理的批准书
- 显示受理一项批准的平均时间,并按业务分类
- 列出按业务、地理区域、或检查员分类的检查;执行行动;正在进行的行动及其截止时间

#### 许可证持有者指标

- 显示按业务分类的平均职业受照剂量、超过调查水平的剂量约束值的剂量
- 存储事件和违章历史
- 存储执行行动历史

#### 有关全国性活动的其他信息

- 列出登记过的辐射防护培训班及参加人员
- 列出辐射防护官员和其他专家
- 列出按业务分类的个人授权情况
- 存储有关应急安排、公约等资料

是无管源,可能达数以千计。在许多情况下,一些国家将需要无管源的定位和安全方面的援助。

直到二十世纪五十年代,广泛应用的只有天然放射性核素,特别是镭-226。此后,情况发生巨大变化,许多人造放射性核素成为工业、

医学和其他领域中诸多有益应用所需的商业手段。必须通过适用适当的辐射安全标准限制任何与其应用有关的危险,保护人民免受损害。

通过正在制订的多年行动计划所作的全球努力,将为在改善安全方面取得进展

扩大基础。这些努力旨在从现在起直到下个世纪对负责辐射源和放射性物质的国家机构提供更大的支持和援助。

随着国家能力的提高,世界将继续不断地从更强的全球辐射安全和保安体制中获益。 □

### 主要辐射事故(1945—1999年)

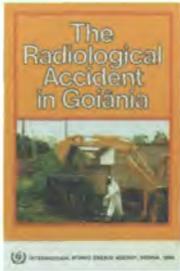
年份	地点	源	剂量(或放射性摄入量)	过度照射 <sup>a</sup>	死亡
1945/46	美国 洛斯阿拉莫斯	临界	达 13 Gy(混合 <sup>b</sup> 辐射)	10	2
1952	美国 阿贡	临界	0.1-1.6 Gy(混合 <sup>b</sup> 辐射)	3	
1953	苏联	实验堆	3.0-4.5 Gy(混合 <sup>b</sup> 辐射)	2	
1953	澳大利亚 墨尔本	钴-60	不明	1	
1955	美国 汉福德	钚-239	不明	1	
1958	美国 橡树岭	临界装置(Y-12 工厂)	0.7-3.7 Gy(混合 <sup>b</sup> 辐射)	7	
1958	南斯拉夫 万萨(vinca)	实验堆	2.1-4.4 Gy(混合 <sup>b</sup> 辐射)	8	
1958	美国 洛斯阿拉莫斯	临界装置	0.35-4.5 Gy(混合 <sup>b</sup> 辐射)	3	
1959	南非 约翰内斯堡	钴-60	不明	1	
1960	美国	电子束	7.5 Gy(局部)	1	
1960	美国 麦迪逊	钴-60	2.5-3 Gy	1	
1960	美国 洛克波特	X 射线	(达 12 Gy, 非均匀)	6	
1960	苏联	铯-137(自杀)	约 15 Gy	1	1
1960	苏联	溴化镭(摄入)	74 MBq	1	1(4年后)
1961	苏联	潜艇事故	1.0-50.0 Gy	>30	8
1961	美国 迈阿密斯堡	钚-238	不明	2	
1961	美国 迈阿密斯堡	钚-210	不明	4	
1961	瑞士	氢-3	3 Gy	3	1
1961	美国 爱达荷福尔斯	反应堆内爆炸	达 3.5 Gy	7	3
1961	英国 普利茅斯	X 射线	局部超剂量	11	
1961	法国 封特耐欧罗兹	钚-239	不明	1	
1962	美国 里奇兰	临界装置	不明	2	
1962	美国 汉福特	临界装置	0.2-11 Gy(混合 <sup>b</sup> 辐射)	3	
1962	墨西哥 墨西哥市	钴-60 辐照盒	9.9-52 Sv	5	4
1962	苏联 莫斯科	钴-60	3.8 Gy(非均匀)	1	
1963	中国	钴-60	0.2-80 Gy	6	2
1963	法国 萨克莱	电子束	不明(局部)	2	
1964	德意志联邦共和国	氢-3	10 Gy	4	1
1964	美国 罗得岛	临界装置	0.3-46 Gy(混合 <sup>b</sup> 辐射)	4	1
1964	美国 纽约	镅-241	不明	2	
1965	美国 罗克福特	加速器	>3 Gy(局部)	1	
1965	美国	衍射仪	不明(局部)	1	
1965	美国	谱仪	不明(局部)	1	
1965	比利时 莫尔	实验堆	5 Gy(总)	1	
1966	美国 波特兰	磷-32	不明	4	
1966	美国 利奇堡	钚-235	不明	1	
1966	美国 宾夕法尼亚	金-198	不明	1	1
1966	中国	“污染区”	2-3 Gy	2	
1966	苏联	实验堆	3.0-7.0 Gy(总)	5	
1967	美国	铀-192	0.2 Gy, 50 Gy(局部)	1	
1967	美国 布卢姆斯堡	镅-241	不明	1	
1967	美国 匹兹堡	加速器	1-6 Gy	3	
1967	印度	钴-60	80 Gy(局部)	1	
1967	苏联	X 射线 医疗诊断设备	50.0 Gy(头, 局部)	1	1(7年后)
1968	美国 伯班克	钚-239	不明	2	
1968	美国 威斯康辛	金-198	不明	1	1
1968	德意志联邦共和国	铀-192	1 Gy	1	
1968	阿根廷 普拉塔	铯-137	局部 0.5 Gy(全身)	1	
1968	美国 芝加哥	金-198	4-5 Gy(骨髓)	1	1
1968	印度	铀-192	130 Gy(局部)	1	
1968	苏联	实验堆	1.0-1.5 Gy	4	
1968	苏联	钴-60 辐照设施	1.5 Gy(局部, 头)	1	
1969	美国 威斯康辛	铈-85	不明	1	
1969	苏联	实验堆	5.0 Sv(总)非均匀	1	
1969	英国 格拉斯哥	铀-192	0.6 Gy	1	
1970	澳大利亚	X-射线	4-45 Gy(局部)	2	
1970	美国 得梅因	磷-32	不明	1	
1970	美国	谱仪	不明(局部)	1	
1970	美国 欧文	铀-235	不明	1	
1971	美国 纽波特	钴-60	30 Gy(局部)	1	
1971	英国	铀-192	30 Gy(局部)	1	
1971	日本	铀-192	0.2-1.5 Gy	4	
1971	美国 橡树岭	钴-60	1.3 Gy	1	
1971	苏联	实验堆	7.8; 8.1 Sv	2	
1971	苏联	实验堆	3.0(总)	3	
1972	美国 芝加哥	铀-192	100 Gy(局部)	1	
1972	美国 皮奇博特姆	铀-192	300 Gy(局部)	1	
1972	德意志联邦共和国	铀-192	0.3 Gy	1	
1972	中国	钴-60	0.4-5.0 Gy	20	
1972	保加利亚	铯-117 辐照盒(自杀)	>200 Gy(局部, 胸)	1	1
1973	美国	铀-192	0.3 Gy	1	

年份	地点	源	剂量(或放射性摄入量)	过度照射 <sup>a</sup>	死亡
1973	英国	钷-106	不明	1	
1973	捷克斯洛伐克	钴-60	1.6 Gy	1	
1974	美国伊利诺斯	谱仪	2.4-48 Gy(局部)	3	
1974	美国帕斯特帕尼	钴-60	1.7-4 Gy	1	
1974	中东	铀-192	0.3 Gy	1	
1975	意大利布雷西亚	钴-60	10 Gy	1	
1975	美国	铀-192	10 Gy(局部)	1	
1975	美国哥伦布	钴-60	11-14 Gy(局部)	6	
1975	伊拉克	铀-192	0.3 Gy	1	
1975	苏联	铯-137/辐照设施	3-5 Gy(总)+>30 Gy(手)	1	
1975	德意志民主共和国	研究堆	20-30 Gy(局部)	1	
1975	德意志联邦共和国	X-射线	30 Gy(手)	1	
1975	德意志联邦共和国	X-射线	1 Gy(总)	1	
1976	美国汉福德	镅-241 摄入	>37 MBq	1	
1976	美国匹兹堡	铀-192	37.2 Gy(局部)	1	
1976	美国匹兹堡	钴-60	15 Gy(局部)	1	
1977	美国罗卡韦	钴-60	2 Gy	1	
1977	南非比勒陀利亚	铀-192	1.2 Gy	1	
1977	美国丹佛	磷-32	不明	1	
1977	苏联	钴-60/辐照设施	4 Gy(总)	1	
1977	苏联	质子加速器	10.0-30.0 Gy(手)	1	
1977	英国	铀-192	0.1 Gy+局部	1	
1977	秘鲁	铀-192	0.9-2.0(总),160(手)	3	
1978	阿根廷	铀-192	12-16(局部)	1	
1978	阿尔及利亚	铀-192	达13 Gy(受照人接受的最大值)	7	
1978	英国			1	
1978	苏联	电子加速器	20 Gy(局部)	1	
1979	美国加利福尼亚	铀-192	达1 Gy	5	
1980	苏联	钴-60/辐照设施	50.0 Gy(局部、腿)	1	
1980	德意志民主共和国	X射线	15-30 Gy(手)	1	
1980	德意志联邦共和国	射线照相装置	23 Gy(手)	1	
1980	中国	钴-60	5 Gy(手)	1	
1981	法国桑特	钴-60/医疗设施	>25 Gy	3	
1981	俄克拉何马	铀-192	不明	1	
1982	挪威	钴-60	22 Gy	1	1
1982	印度	铀-192	35 Gy(局部)	1	
1983	阿根廷	临界装置	43 Gy(混合 <sup>b</sup> 辐射)	1	1
1983	墨西哥	钴-60	0.25-5.0 Gy(延长照射)	10	
1983	伊朗	铀-192	20 Gy(手)	1	
1984	摩洛哥	铀-192	不明	11	8
1984	秘鲁	X射线	5-40 Gy(局部)	6	
1985	中国	电子加速器	不明(局部)	2	
1985	中国	金-198(处置错误)	不明(外部)	2	1
1985	中国	铯-137	8-10 Sv(亚急性)	3	
1985	巴西	射线照相源	410 Sv(局部)	1	
1985	巴西	射线照相源	160 Sv(局部)	2	
1985/86	美国	加速器	不明	3	2
1986	中国	钴-60	2-3 Gy	2	
1986	苏联切尔诺贝利	核电厂	1-16 Gy(混合 <sup>b</sup> 辐射)	134	28 <sup>d</sup>
1987	巴西戈亚尼亚	铯-137	达7 Gy(混合 <sup>b</sup> 辐射)	50 <sup>e</sup>	4
1987	中国	钴-60	1.0 Gy	1	
1989	萨尔瓦多	钴-60/辐照设施	3-8 Gy	3	1
1990	以色列	钴-60/辐照设施	>12 Gy	1	1
1990	西班牙	放射治疗用加速器	不明	27	11
1991	白俄罗斯涅斯维日	钴-60/辐照设施	10 Gy	1	1
1991	美国	加速器	>30 Gy(手和腿)	1	
1992	越南	加速器	20-50 Gy(手)	1	
1992	中国	钴-60	>0.25-10 Gy(局部)	8	3
1992	美国	铀-192/近距放射治疗	>1000 Gy	1	1
1994	爱沙尼亚塔米库	铯-137/废物库房	1830 Gy(大腿)+4 Gy(全身)	3	1
1996	哥斯达黎加	钴-60/放射治疗	60%超剂量	115	13 <sup>e</sup>
1996	伊朗吉兰省	铀-192/射线照相	2-3 Gy(全身)+100 Gy(胸)	1	
1997	俄罗斯	临界实验装置	5-10 Gy(全身)+200-250 Gy(手)	1	
1998	土耳其	钴-60	各种剂量,最高达3 Gy(全身)	10	
1999	秘鲁	铀-192/射线照相	达100 Gy(局部),腿截肢	1	

注:a:显著照射定义为外部照射源对全身、造血器官或其他关键器官的照射剂量大于0.25 Sv、对局部皮肤约6 Gy、或对其他组织或器官约0.75 Gy,或者超过年摄入量限值(ALI)的一半。b:混合辐射指的具有不同能量传递值的各种类型的射线,诸如中子和γ射线,或者γ和β射线。c:这个数字大概是较低的(50个受污染的人中的一些人受到的剂量低于0.25 Sv)。d:归因于射线照射的死亡。另外两例死亡同辐射无关。e:到1998年年底。

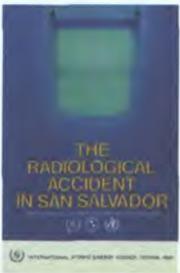
参考文献:IAEA/WHO Planning the Medical Response to Radiological Accidents, IAEA Safety Report Series No. 4 (1998)。

## IAEA 关于辐射事故的报告



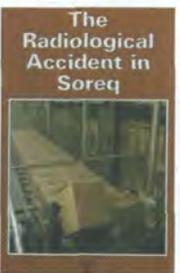
**巴西戈亚尼亚** 1985年,戈亚尼亚发生一起事故,一家私人放射治疗诊所搬迁至新的经营场所后没有带走铯-137源。这个内装辐射源的远距离放射治疗装置未加任何保安措施留在原地大约二年,后被两个拣破烂的人发现。他们把这个装置带回家,企图拆除源组件并拉开源的密封容器。在这个过程中,他们沾污了自己、数千其他人,以及周围的城市和环境。四个受严重照射

的人死亡,其他许多人严重受伤,应急响应和房屋、建筑物和场地的清理工作持续了6个月。总起来说,对10多万人进行了辐照监测,其中将近300人显示某种程度的铯-137污染。在财政上,这起事故对该城市和地区具有很大经济影响。

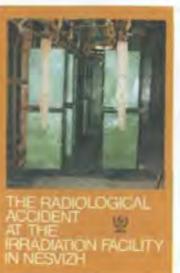


**萨尔瓦多圣萨尔瓦多** 1989年2月,圣萨尔瓦多附近的一个工业辐照设施发生事故。在这个设施中,用钴-60源产生的辐射对医疗产品进行灭菌消毒。这起事故是在源架卡在辐照位置时发生的。操纵员绕过安全系统,同另二个工作人员进入辐射室,用手推动源架。他们受到高辐射剂量照射,患急性放射综合症。三个人中二个人的腿和脚受到严重损害,需要截肢。那个受照射

最严重的工作人员在事故后仅6个月内就死去。



**以色列索雷克** 1990年6月,索雷克附近一家用钴-60源产生的辐射对医疗产品和用具进行灭菌消毒的商用辐照设施发生事故。这起事故是在源架卡在辐照位置后发生的。操纵员错误地理解了两个相互矛盾的警告信号,绕过设置的安全系统,违反程序,进入辐照室去推动源架。他受到高水平辐射照射,受到严重损害,事后一个月内就死去。



**白俄罗斯涅斯维日** 1991年10月,距明斯克约120公里的涅斯维日的一个辐照设施发生事故。在那里,用钴-60源对医疗产品和农产品进行灭菌消毒。在产品输送系统发生阻塞后,操纵员绕过一些安全设施进入辐照室排除故障。在某一阶段,源架袒露,操纵员受到约1分钟辐照。他被送去治疗,首先在涅斯维日和明斯克,然后在莫斯科接受专门治疗。尽管接受了深入细微的

治疗,他还是在113天后死去。



**越南河内** 1992年11月,河内电子加速器设施发生事故。一个人在操纵员不知道的情况下进入辐照室,无意中他的手受到X射线束照射。他的手受到严重损伤,一只手不得不截肢。



**俄罗斯联邦托木斯克** 1993年4月,在位于托木斯克市附近的西伯利亚化学企业公司的后处理设施上对辐照过的反应堆燃料进行后处理时发生事故。虽然这个事故与

辐射源的安全无关,但被确定为任意篡改安全规则的典型事例。事故使后处理线和建筑物损坏,导致放射性核素(包括钚-239)释出。该设施的一部分场地和该综合体以北周围乡村的很大区域,包括格鲁吉夫卡村和连接萨木斯和托木斯克的部分干道,受到放射性核素污染。虽然污染程度较低,但建筑物和道路去污很费力。



**爱沙尼亚塔米库**

1994年10月,兄弟三人进入塔米库的放射性废物库,未经允许拿去了装有辐射源的金属容器。他们能打开这个容器。他们的行动最终导致三兄弟中一人死亡,二人受严重损伤。死亡最初未归因于辐射照射。但是,检查死者继子所受伤害的医生认识到这次事故的辐射性质,并着手采取限制后果的挽救行动。爱沙尼亚主管部门请求国际援助,以分析事故并就补救行动提出建议。

Accidental  
Overexposure  
of  
Radiotherapy  
Patients  
in San Juan,  
Costa Rica

**哥斯达黎加圣何塞** 哥斯达黎加的严重事故涉及放射治疗的患者。初始事件发生在1996年8月圣何塞的San Juan de Dios 医院,当时一个钴-60源置换。当新的源

标定时,在剂量率的计算中造成误差。这种错误计算导致给患者施的辐射剂量比医生处方开的剂量高得多。用放射疗法治疗肿瘤的115名患者似乎受到影响。1996年9月下旬认识到出了差错,治疗停止。随后对所涉机器的测量和对患者记录图表的审查确认,照射率要比设想的高出约50%至60%。到1997年7月为止,在事故发生后的9个月里,42名患者死去。其他患者中,许多人显示明显的过度辐射照射的影响,虽然过度照射的全部后果在事故后的几个月中还不明显。但是,事故造成的不可逆转的辐射效应和并发症将在未来几年中在患者身上显现出来。

### 正在编写的报告:

#### 伊朗吉兰省

1996年7月24日,吉兰省联合循环火电厂的一名工人在移动电厂中锅炉和管道隔热层的绝热材料时,他注意到管沟边上有一个亮晶晶的铅笔大小的金属,他把它放入工作服胸部上方右侧的空口袋里。这个金属物体碰巧是射线照相仪的“猪尾”,其中有铯-137源。这导致严重的血细胞生成综合症(骨髓衰退)和异乎寻常地扩展的局部辐射损伤。整形外科手术在巴黎居里研究所成功实施。此后患者一直处于总体上令人满意的状态,虽然他的创伤处越来越衰弱。

#### 土耳其伊斯坦布尔

放在安卡拉一个商行货栈中的旧的远

距离放射治疗源被装在铅容器内,以便运到供货商那里。由于商业争端,它们一直留在那里约五年。1998年12月,商行把这些容器运到伊斯坦布尔的另一个货栈。但工人们并没有把这些待运的货物放到寄存处,而是把它放到了隔壁的一个设施中,它遗留在那里约九个月。当这些房舍卖掉时,新主卖掉了不想要的物件,包括内含辐射源的容器。买主把这些容器拿到一个露天院子里,并同另一个人一起拆卸这些容器。十个人受到辐射照射,其剂量高得足以引起急性辐射综合症。这些辐射源中,有一个源仍失踪。

#### 秘鲁亚南戈(Yanango)

1999年2月,秘鲁亚南戈(首都利马东300公里)的一个水电站建设工地上发生了一起辐射事故。受害者是在现场工作的一个焊接工。他无意中拾起一个铯工业源。这个源是用于射线照相作业的,但未加管制地放在那里。他把它放进裤子的背后口袋里。受严重辐射灼伤后,开始他被送往利马抗癌中心治疗,后转到法国克拉马的佩西军事医院严重灼伤处置中心治疗。他仍在那里治疗中,预计他将得益于已在格鲁吉亚警卫人员(1997年严重辐射事故受害者)身上证明有效的严重灼伤治疗技术。

#### 格鲁吉亚共和国

近几年,格鲁吉亚已发现许多无人照管的放射源。1997年10月,地方当局首次请求国际援助。当时,在第比利斯附近的利洛中心进行培训的一批边防哨兵得病,并出现辐射引起的皮肤病的症状。11名军人不得被送往法国和德国的专门医院。发现照射的起因是废弃在曾由前苏联控制的旧兵营中的几个具有各种活度的铯-137和钴-60源。1998年7月,又有3个活度分别为50 GBq、3.3 GBq和0.17 GBq的废弃源在第比利斯以西约300公里的马特浩吉村被发现。同时,另一个前苏联军事基地(靠近库采西)发现有一个被镭-226污染的区域。在波季市(靠近黑海)的另一个军事基地也发现两个埋在沙地中的放射源。1998年10月,在格鲁吉亚西部的海希发现另外两个大功率源。这些源是放在该地区的8个热电发生器的部件。这些发生器过去经常使任何东西的放射性保持在740至5550 TBq之间。从那时起,已确定其中4个发生器的位置。现在它们已被安全贮存。在流过格鲁吉亚西部这一地区的因吉里河河床找到一个源。最近,又有两项发现:1999年6月21日,发现一个活度约为37 GBq的钴-60源埋在靠近第比利斯植物园的一条公路下面;1999年7月5日,在靠近第比利斯的鲁斯达维发现两个铯-137源。