

辐射安全：新的国际标准

即将出台的《国际电离辐射防护和辐射源安全基本安全标准》是空前大协作的产物

Abel J. González

到 80 年代末,已积累了大量的新信息,促使人们对指导电离辐射防护和辐射源安全的标准进行了一次新的审议。

首先,也是最主要的,对广岛和长崎放射性流行病学调查结果的重新评价表明,低水平辐射照射的危险比先前估计的大。

其它的发展——特别是 1979 年的三里岛核事故和 1986 年造成空前超越国界污染的切尔诺贝利核事故——对公众理解来自辐射照射的潜在危险产生了巨大影响。医学与工业用辐射源方面的事故也引起了广大公众的注意。奎达德·华雷斯(墨西哥)、穆罕默迪耶(摩洛哥)、戈亚尼亚(巴西)、圣萨尔瓦多(萨尔瓦多)及萨拉戈萨(西班牙)等都是辐射事故造成人员伤亡后在新闻媒介中出现的地名。再者,近 10 年来,人们重新把天然辐射看作有损健康的一种原因:发现有些居室空气中氡的水平高得惊人;还发现,有些与辐射无关的工作人员,受到的天然辐射照射大大高于公认标准所规定的职业性照射限值。

国际放射防护委员会(ICRP)根据这些新发展于 1990 年修订了它原先的推荐意见。联合国系统的有关组织及其它多国机构迅速紧随其后,对它们自己的标准进行审查。

本文重点介绍国际上在协调辐射安全

方面所取得的重要成果,具体地说就是介绍即将出台的《国际电离辐射防护和辐射源安全基本安全标准》(简称为 BSS)的概况。这一标准是由 6 个国际组织共同制定的,它们是联合国粮农组织(FAO)、国际原子能机构(IAEA)、国际劳工组织(ILO)、经合组织核能机构(NEA/OECD)、泛美卫生组织(PAHO)和世界卫生组织(WHO)。

用于协调的机构

1991 年,6 个国际组织在 IAEA 协调下,在机构间辐射安全委员会的范围内成立了一个联合秘书处。这一行动使数十年的不懈努力达到了顶峰,是空前的国际大协作的重要标志。这些发起组织的成员国的数百名专家参加了制定 BSS 的大协作。这一国际标准将代替辐射安全领域内先前已有的各个标准,特别是在 IAEA 主持下制定的那个标准。(见第 3 页方框。)

辐射效应。从早期研究 X 射线和放射性矿物的时期起,人们就认识到高水平的辐射照射会伤害人体受照组织。这种辐射效应可以用临床方法在受照个人身上诊断出来;它们被称为**确定性效应**,因为对于给定的辐射剂量来说它们是肯定会发生的。后来,对受辐射照射的人群,特别是对广岛和长崎原子弹轰炸幸存者的长期研究证明,辐射照射也有延迟诱发恶性肿瘤和产生遗传效应的可能性。这些辐射效应无法同受照射的特定个人联系起来,但能从对

González 博士是 IAEA 核安全处副处长。

许多团体都一贯支持协调国际辐射安全标准的工作。这些标准都是以国家级和国际级的许多科学和工程组织进行的大量研究开发工作所取得的资料为基础制定出来的。就 IAEA 而言,《规约》授权其“与联合国主管机关及有关的专门机构协商,并在情况合适时与之合作,制定或采用旨在保护健康的安全标准……”。在履行这一职能方面,IAEA 理事会在 1960 年 3 月首次核准了机构的保健和安全措施。1962 年 6 月,理事会核准了 IAEA《辐射防护基本安全标准》的第一个版本,1965 年 9 月核准了修订本。第 3 次修订本是以 1982 年版“安全丛书” No. 9 的名义出版的,当时是由 IAEA, ILO, NEA/OECD 和 WHO 共同主持修订的。

机构间辐射安全委员会(IACRS)。许多年前,在 IAEA 的推动下建立了 IACRS,这是一个在辐射安全方面与联合国主管机关和有关的专门机构进行协商和合作的机构。该委员会的宗旨之一是促进协调辐射安全原则和标准方面的政策和一致性。成员有 FAO, ILO, NEA/OECD, PAHO, UNSCEAR, WHO, 欧共体委员会(CEC)和 IAEA。持有观察员身份的组织是:ICRP, ICRU, 国际电工委员会(IEC), 国际辐射防护协会(IRPA)和国际标准化组织(ISO)。

联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)。在制定这份 BSS 方面,

UNSCEAR 提供了本标准赖以制定的科学资料。1955 年由联合国大会建立的这个委员会,目前包括 21 个国家的代表,它负责编纂、评估并传播从不同来源获得的辐射健康效应和辐射照射水平方面的信息。

国际放射防护委员会(ICRP)。ICRP 是一个科学性的非政府组织,建于 1928 年。各种辐射安全标准都以 ICRP 的推荐意见为基础。它的最新推荐意见是 1990 年印发的(第 60 号出版物, *Annals of the ICRP*, Vol. 21, No. 1—3),是这份 BSS 的基础。

国际辐射单位和测量委员会(ICRU)。BSS 中使用的量和单位基本上是由 ICRP 的姊妹组织 ICRU 推荐的。(见第 4 页方框。)

国际核安全咨询组(INSAG)。这个由核安全专家组成的咨询团体起着论坛的作用,用于交流信息和就具有国际意义的安全问题给 IAEA 提供咨询。1988 年,它通过 IAEA 出版了《核动力厂安全基本原则》(安全丛书 No. 75-INSAG-3)。其中的许多原则也与其它辐射源和辐射设施的安全性有关,因而在 BSS 中使用了这些原则。

* 有关早先的这个国际标准的介绍,请参看 *IAEA Bulletin* Vol. 25, No. 3 (Sep. 1983) 中本人的文章。

大群体进行的流行病学研究中推断出来;它们被称为**随机效应**,因为它们具有统计学的机遇性。(见第 4 页方框。)

人类活动与辐射照射:实践与干预。许多有益的人类活动都涉及人们受天然源和人工源的辐射照射。可以预料,这些事先计划的活动会使人们在早已接受的本底照射基础上多接受一些照射,这类活动被称为**实践**。

另一方面,存在着人们事实上正在遭受的辐射照射。那些旨在减少这些照射的活动被称为**干预**。

由于辐射对健康有影响,因此实践和干预必须遵守一定的辐射安全标准,不使人们无意中受到照射。制定 BSS 就是为了在国际范围内协调如何在实践和干预中保护人们免受不适当辐射照射的基本要求。(见第 5 页方框。)

辐 射 的 健 康 效 应

辐射照射会引起有害健康的效应。对于大剂量的急性照射,受照个人在照射后短时间内就有辐射效应的临床表现(例如恶心、皮肤变红和严重情况下的急性症候群)。较大剂量率的长期照射也会引起临床上可观察到的有害效应。这些效应统称为**确定性效应**,因为当剂量超过某个阈值时它们是肯定会发生的。

在低剂量情况下,辐射照射似乎会诱发严重的健康效应(例如恶性肿瘤),这种效应可在群体中用统计学方法察觉到,但无法同受照射个人明确地联系起来。在哺乳动物中,已经用统计学方法察觉到由辐射照射引起的遗传效应,而且认为这些效应在人类身上也会发生。所有这些用统计学方法可察觉的效应,统称为**随机效应**,因为它们具有机遇性。这些潜伏一段时期后表现出来的效应,据推测在整个剂量范围内都会出现,也就是说没有阈值。此外,子宫内胎儿如果在妊娠的某一时期内受到辐射的照射,也有可能产生健康效应,包括患白血病和严重智力迟钝的可能性增大。

确定性效应是辐射照射杀死细胞这一过程的结

果,如果细胞杀死得足够多,就可能损害受照射组织的机能。不同种类的效应有不同的阈值。在阈值以上,特定确定性效应的严重程度随剂量的增加而增大。对于急性照射,较低的阈值为几希沃特,对于长期照射,较低的剂量率阈值为几百毫希沃特/年。因此,发生确定性效应的可能性在较低剂量区为零,在阈值剂量处趋于肯定。

如果受照细胞发生突变而不是被杀死,则或许会产生随机效应。突变细胞经过较长时间的延迟后也许 would 发展成癌。人体的修复和防御机制使得在剂量比较小时几乎不可能出现这种后果,不过,目前尚没有低于某一剂量值就不可能发生癌的证据。剂量越高,发生癌的概率越大,但任何一种也许由辐照引起的癌,其严重程度都与照射剂量无关。如果传递遗传信息的生殖细胞由于辐射照射而受到损伤,则可以想象也许会在受照射人的后代中显示出不同类型的遗传效应。随机效应的可能性被认为正比于所接受的剂量,不存在剂量阈值。对于一般群体来说,一生中由辐射诱发的恶性随机效应的概率,目前估计为每希沃特约5%。

辐 射 安 全 中 的 量 和 单 位

虽然BSS的大多数要求本质上是定性的,但也规定了一些定量的限值和指导水平。BSS所用的量和单位都以ICRP和ICRU推荐的量和单位为基础。

BSS用到的主要物理量是:**活度**,即放射性核素发射辐射的速率;和**吸收剂量**,即单位质量受辐射照射物质从辐射中吸收的能量。

活度的单位是秒的倒数(每秒钟的发射次数),其正式名称为**贝克勒尔(Bq)**。**吸收剂量的单位**为焦耳每千克,称做**戈瑞(Gy)**。

吸收剂量是BSS用到的基本的剂量学物理量,但用于辐射防护目的并不完全令人满意,因为电离辐射伤害人体组织的效力因辐射类型的不同而异。因此,组织的吸收剂量要乘以考虑给定类型辐射诱发健康效应的效力的权重因子。

当量剂量是将吸收剂量用辐射类型的效力加权后求得的量。但是,某一给定当量剂量引发有害效应的可能性,因器官和组织的不同而异。因此,每个器官和组织的当量剂量要乘以考虑器官的放射性敏感度的组织权重因子。

有效剂量是用器官和组织的放射性敏感度加权

后的当量剂量对个体中所有受照射器官和组织求和所得出的量。**当量剂量和有效剂量的单位**与吸收剂量的单位相同,都是**焦耳每千克**,其正式名称为**希沃特(Sv)**。

当放射性核素进入人体后,它们停留在体内的整个时期内都会使人体受到剂量。

待积剂量是放射性核素停留在体内期间给出的总剂量,是剂量接收率的时间积分。任何有关的剂量限制都适用于由摄入造成的待积剂量。**待积剂量的单位**为**希沃特**。

由给定实践或源产生的辐射照射的总影响,取决于受照个体数和他们接受的待积剂量。

集体剂量定义为各受照人群组的平均剂量与各人群组的个体人数的乘积之总和,因此被用于表征实践或源的辐射影响。**集体剂量的单位**为**人·希沃特**。

为了业务上的需要,BSS用到了**环境剂量当量**和**人员剂量当量**这两个量。这些是ICRU为便于测量和监测而定义的,但它们与辐射防护的基本量是一致的。

BSS 的目标

BSS 公开声明的目标是防止发生辐射的确定性效应和限制发生随机效应的可能性。

对于任何正当的实践来说,这一目标是依靠保护受照个人和确保照射源安全方面的要求实现的。也就是依靠,

- 使个人剂量低于特定剂量限值的做法限制对任何受照个人造成的危险,而不管他在何处或何时受到照射;和

- 使任何照射源保持安全状态,其办法包括: a)既要控制好预计此照射源肯定会引起的剂量,又要控制好可能发生但不一定发生的(潜在)照射引起辐射剂量的概率; b)使引起的剂量、遭受剂量的概率及受照人数低到在最常见的环境下可合理地达到的水平; c)对源施加一系列旨在确保其安全的行政、技术和管理要求。

对于任何正当的干预来说,这一目标的实现是靠:

- 使个人剂量在任何可预见的环境下低于确定性效应的阈值水平;和

- 使干预后的各种剂量低到在最常见的环境下可合理地达到的水平。

BSS 的适用范围

不适用区。凡实质上无法借助于 BSS 的要求进行控制的任何辐射照射,都不在 BSS 的适用范围内。例如,作为人体正常成分的天然放射性钾所引起的照射,地面处的宇宙线照射,以及更广义地说天然存在的其它照射。

因此,BSS 只适用于:

- 人类(一般认为,使人类得到充分保护的防护标准,也将确保其它物种作为一个群体不会受到威胁,即使这些物种中的个体也许会受到伤害);和

- 电离辐射,即能够引起电离的 γ 和 X 射线,以及 α 、 β 等粒子。(BSS 不适用于非电离辐射,也不适用于控制健康与安全的其它非放射学方面。)

除了这些不适用区以外,BSS 的适用

实践和干预

使人们在平常接受的本底辐射照射基础上多接受一些照射或增加一些遭受照射可能性的有计划的人类活动,称为**实践**。试图降低现有的辐射照射或现有的遭受照射可能性的人类活动,称为**干预**。

BSS 适用于涉及或可能涉及辐射照射的那些实践的~~开始和继续~~,也适用于能借助某种干预减少或排除照射或照射可能性的、现有的和事实上存在的情况。就某一实践而言,可以在此实践开始前就辐射防护和安全问题制定一些规定,从而使相关的辐射照射及照射可能性从一开始就能得到限制。就干预而论,产生照射或照射可能性的环境是早已存在的,它们的减少只能借助于补救行动或保护性行动来实现。

下表是 UNSCEAR 汇总的某些实践及曾要求采取干预的严重事故所引起的相对放射学影响。辐射照射水平以等效的天然源照射的时间表示。

辐射照射水平

照射来源	条 件	等效的全球平均天然本底照射的时间
核武器试验	过去的全部试验	2.3 年
医疗中使用的仪器和物质	现行照射率,一年实践	90 天
严重事故	迄今为止的事故	20 天
核动力发电(正常运行)	迄今为止的全部核发电 现行照射率,一年实践	10 天 1 天
职业性活动	现行照射率,一年职业性活动	8 小时

范围涵盖:任何实践,包括这些实践中的任何辐射源,只要它们不属于**免除** BSS 要求的实践;任何干预,包括与其有关的任何照射。

实践。适用 BSS 的实践包括:

- 将辐射或放射性物质用于医学、工业、农业、教育、培训和研究目的;和

- 利用核能发电,其中包括核燃料循环中涉及或可能涉及辐射照射或放射性物质的任何活动。

源。在实践范围内,BSS 适用于该实践中正在使用的任何辐射源,可以是天然源也可以是人工源,其中包括:

实践和干预的正当性

实践和干预的正当性牵涉到包括社会和政治因素在内的许多因素,放射学方面的考虑一般只起较小的作用。BSS 提供了有关实践和干预正当性的某些实用指导,简述如下:

不正当的实践。BSS 给出了有关不正当实践的指导性意见。这样的实践包括将导致供人食入、吸入或经皮肤摄入或施用于人(医疗目的除外)的食品、饮料、化妆品,或其他商品或产品中的放射性物质的数量增加的那些实践;和涉及在玩具、个人用宝石或饰物之类的商品或产品中毫无必要地使用辐射的那些实践。此外,下述的医疗照射中,有些也被认为是不正当的:职业的、法律的或健康保险目的的放射学检查;以侦破盗窃为目的的放射学检查;大规模筛选性质的居民群体照射;和医疗研究的人体照射(除非这种照射符合《赫尔辛基宣言》的规定,遵守国际医学科学组织理事会(CIOMS)和 WHO 编制的有关施用这种照射的实施细则,以及服从道德审查委员会的建议和可用的国家和地方法规)。

干预。如果在顾及健康、社会和经济因素的情况下,预期干预将利大于弊,则应该认为这种干预是正当的。BSS 确认,

如果干预状态下的剂量预期接近下表中的值,则保护性行动几乎总是正当的。然而,实际的干预水平应加以优化,而且常常导致低得多的剂量水平(见第 10 页表)。

不管情况如何都应进行干预的个人剂量水平

急性照射

器官或组织	预计在不到 2 天的时间内器官或组织将吸收的剂量(Gy)
-------	------------------------------

全身	1
肺	6
皮肤	3
甲状腺	5
眼球晶体	2
性腺	3

长期照射

器官或组织	年当量剂量率(Sv/a)
-------	--------------

性腺	0.2
眼球晶体	0.1
骨髓	0.4

- 放射性物质和含有放射性物质或产生辐射的器件,诸如消费品、密封源、非密封源和辐射发生器;及

- 含有放射性物质或产生辐射的器件的装置和设施,诸如辐照装置、处理放射性矿石的矿山和水冶厂、处理放射性物质的装置、核设施以及放射性废物管理设施。(对于有可能向环境释放放射性物质或发射辐射的装置,应把它整个地看成一个源, BSS 则适用于该装置中的每一辐射源以及整个装置。)

免除监管和解除监管。如果实践和实践中使用的源符合既定的免管判据,它们就可以免除 BSS 要求的管束。免管判据确保由免管源引起的个人危险是可忽略不计的,确保集体的放射学影响不值得监管部

门关心。此外,免管源必须是固有安全的。

免管判据也用免管水平表示,即用材料中的(放射性)活度或放射性浓度表示,低于此水平时免管几乎是自动的。

对于已经受 BSS 要求管束的实践和源,其中的材料与物件如果满足解除监管水平,可以不再受这些要求的管束。解除监管水平不得超过规定的免管水平。

干预。适用 BSS 的干预状态,包括正在使人们受到照射但这种照射可依靠干预措施正当地加以降低的任何事实上存在的状态。

这样的状态包括:

- 紧急状态,诸如由事故后的环境污染造成的那种状态;和

- 长期状态,诸如天然辐射源(例如居

室内的氡)和过去发生的事件与活动留下的放射性残留物(例如由过去的活动造成的长期环境污染)引起的照射。

照射。BSS 适用于:

- 由任何有关的实践或源引起的照射,包括:正常照射(即肯定会发生的照射),潜在照射(即可能发生也可能不发生的照射),职业性照射(即工作人员接受的照射),医疗照射(即主要是患者接受的照射)或公众照射(即其余类型的照射)。

- 由任何有关的干预状态引起的照射,包括紧急照射和长期照射。前者包括需要迅速干预的照射和由于启用应急计划或应急程序后出现的某些状态引起的其它临时性照射;后者包括天然辐射源的照射,由过去发生的事件留下的放射性残留物引起的照射,以及由不论出于何种原因未置于监管部门控制之下的实践和源造成的放射性污染所引起的照射。

天然源。依照 BSS,天然源的照射一般看成长期照射,须遵守与干预有关的各项要求。例外情况是,涉及天然源但(例如因向环境排放放射性物质)使公众受到的照射增加的那些活动和涉及氡的某些职业性照射的活动。如果干预无法使此类照射降到 BSS 给出的行动水平以下,则此类活动必须遵守与实践有关的各项要求。

义务

BSS 规定了与实践和干预两者有关的一般性义务。它们是:

- 除非某项实践或源可免除 BSS 要求的管束,否则,若不遵照 BSS 的要求,就不得采用、引入、实施、间断或中止这项实践,不得(如果有以下情况的话)开采、水冶、处理、设计、制造、建造、组装、获取、进口、出口、出售、出借、租用、接收、选址、安置、调试、持有、使用、运行、维护、转让、退役、运输、贮存或处置该项实践中的源;及

- 只要是正当的,就必须通过干预,即按照 BSS 的要求采取补救行动或保护性行动降低事实上存在的照射。

个人剂量限值

BSS 规定的剂量限值旨在确保个人不会受到不可接受的辐射照射危险。

职业性照射的剂量限值

- 连续 5 年平均的有效剂量为 20 mSv/a;
- 任何一年的有效剂量为 50 mSv;
- 眼球晶体一年的当量剂量为 150 mSv; 以及
- 四肢(手和脚)和皮肤一年的当量剂量为 500 mSv。

(在特殊情况下,参与干预的工作人员一年中允许接受 100 mSv 的照射。)

公众成员的剂量限值

- 年有效剂量为 1 mSv;
- 在特殊情况下,年允许有效剂量最高可达到 5 mSv,条件是连续 5 年平均不超过 1 mSv/a 及特殊情况下使用的这个剂量需经监管部门专门批准;
- 眼球晶体一年的当量剂量为 15 mSv; 以及
- 皮肤一年的当量剂量为 50 mSv。

剂量限值的适用

这些剂量限值适用于所述时期内由外照射引起的有关剂量与同一时期内由摄入引起的有关待积剂量之总和(计算待积剂量的时段对成人一般为 50 年,对儿童一般为 70 年)。这一要求是否已得到遵守能通过下述条件是否已得到遵守来判断,即这一年中由贯穿辐射引起的个人剂量当量加上这一年中由摄入放射性核素引起的各种待积剂量之和,仍低于相应的限值。

此外,BSS 规定,任何含有放射性物质的源的运输,必须遵照 IAEA《放射性物质安全运输条例》(安全丛书 No. 6, IAEA, 维也纳,1990 年)的有关规定和任何适用的国际公约办理。

要求

为了能够履行上述义务,BSS 规定了与防护和安全有关的基本要求。

由于存在着由发起组织的章程导出的约束力,因此凡涉及辐射照射的一切活动均必须满足这些要求。这样说并不意味着各国有义务使它们的立法与这些要求完全一致,也不企图用这些要求代替各国正在

适用于典型成人患者的放射学诊断操作 指导水平

射线照相

检查	投射面每次检查的吸收剂量(mGy)	
腰椎	AP	10
	LAT	30
	LSJ	40
腹部, 静脉内尿路造影和胆囊造影	AP	10
骨盆	AP	10
髋关节	AP	10
胸	PA	0.4
	LAP	1.5
胸椎	AP	7
	LAT	20
牙科	牙周	7
头颅	AP	5
	PA	5
	LAT	3

PA=后位-前位投射; LAT=侧面投射; LSJ=腰-髋关节投射; AP=前位-后位投射

计算机断层

检查	多次扫描平均吸收剂量(mGy)
头	50
腰椎	35
腹部	25

乳房 X 射线照相

每次头尾投射的平均腺剂量	
	1 mGy(无网格)
	3 mGy(有网格)

荧光镜

操作方式	投射面吸收剂量率(mGy/min)
正常	25
高水平	100

实施的法律法规或标准中的有关条款。确切地说,这些要求旨在给国家主管部门与服务部门、雇主与工作人员、辐射防护专业团体,以及安全与保健委员会提供实用的指南,提出一些基本原则,指明有效的辐射防护计划应当涵盖的方方面面。

另外,并不指望所有国家和地区原封

不动地应用这些要求。更确切地说,应当使这些要求具体化,以便考虑当地情况、技术资源和设施规模,正是这些因素决定着实际应用的可能性。由于 BSS 涵盖范围广泛的实践和源,许多要求都是用概括性语言起草的,以致任何给定的要求也许必须根据实践(和源)或干预的类型、作业的性质及照射的可能性等情况有区别地遵照执行。

对实践的要求。BSS 规定了对行政管理、辐射防护、经营管理、技术及核实等方面的要求。

行政管理要求。其中包括通告开展实践的意图,源的登记或办理许可证,登记者和许可证持有者的责任,以及源的免除监管和解除监管等。

辐射防护要求。其中包括实践的正当性,个人剂量限值,防护和安全的优化,源的剂量约束,以及医疗照射的指导水平等。(见第 5,6,7 和 8 页的方框和表。)

经营管理要求。其中包括安全文化,质量保证,人因工程,以及合格专家。(见第 9 页方框。)

技术要求。其中包括保安,纵深防御,以及良好的工程实践。(见第 9 页方框。)

核实。其中包括安全分析,遵章,以及记录。

对干预的要求。BSS 规定了对干预的行政管理和辐射防护要求。

行政管理要求。其中包括干预机构、登记者和许可证持有者的责任,及通告需要采取保护性行动的情况。

辐射防护要求。其中包括干预的正当性,以及干预和行动水平的优化。(见第 6 和第 10 页的方框和表。)

对照射的要求。BSS 的附录列出了对各类照射的详细信息,内容如下:

职业性照射:雇主、登记者、许可证持有者、工作人员的责任;服务条件(专门的补贴安排,怀孕工作人员,备选的雇用方式,与年青人有关的条件);有关操作区分类的要求;地方性的条例和监督;个人防护用品;雇主、登记者和许可证持有者之间的

基本安全标准的技术要求

BSS 规定了涉及以下问题的技术要求。

源的保安。源应处于安全状态,防止失窃或损坏,并防止未经许可人员实施 BSS 义务条款中列出的任何行动,其措施是保证做到:●如果有关的登记证或许可证中列出的全部有关要求未得到满足,以及未将源的丢失、失窃或失踪的任何信息立即通报监管部门(并在情况合适时通报有关的发起组织),则始终不放弃对源的控制;●除非接收方具有有效的授权,否则不得向其转交任何源;和●源要按适宜的间隔定期进行盘点,以确认它们仍在指定的位置并且是安全的。

纵深防御。源的周围应设置与所涉及的辐射危害相称的多层次的防护与安全体系,以致某一层发生故障时后继各层可加以弥补或纠正。其目的是:●防止可以导致照射的事故发生;●一旦真的

发生了此类事故,则减轻其后果;和●使源在发生此类事故后恢复到安全状况。

良好的工程实践。实践中所用源的选址或定点、设计、建造、组装、调试、运行、维护和退役(如有此类情况),都必须以完善的工程实践为基础,此类工程实践应酌情:●考虑已批准的规范、标准及已适当成文的其他文件;●得到可靠的管理措施和组织措施的支持,这些措施的目的是确保源在整个寿期内的防护与安全;●使源的设计和建造及涉及源的操作具有充足的安全裕度,以便确保正常运行期间能取得可靠的成绩,并要考虑质量、冗余度和可检查性,重点放在防止事故、减轻事故后果及限制远期照射上;和●除考虑防护或安全方面的有关研究工作的成果和从经验中总结出的教训外,并要考虑技术判据方面的有关发展。

基本安全标准的经营管理要求

BSS 规定了保证辐射安全的许多经营管理要求。它们涉及以下问题:

安全文化。应建立和保持安全文化,鼓励以提问和虚心学习的态度对待防护与安全,反对固步自封,其措施是保证做到:●所规定的政策和规程将公众和工作人员的防护与安全放在高度优先的地位;●迅速找出和解决影响防护与安全的问题,使之与它们的重要性相称;●清楚地列出包括高级管理层的领导在内的每个人在防护与安全方面的责任,确保每个人都受过适当的培训并且是合格的;●明确划定防护与安全决策权的界限;和●明确组织方面的安排和联络渠道,使防护与安全信息能在该单位的不同层次内部与上下之间恰当地流通。

质量保证(QA)。应建立质量保证计划,酌情提供:●与防护和安全有关的规定要求已得到满足的充分保证;和●审查和评估防护与安全措施总体效果的质量管理机制和程序。

人因工程。应采取尽实际可能减少人的差错引

起事故和能导致照射的其他事件的措施,即保证做到:●使防护与安全所依靠的所有人员都受过适当的培训并且是合格的,使他们了解自己的责任,并在履行其职责时能依据规定好的规程做出适当的判断;●在设计设备和操作规程时,酌情遵循合理的工效学原理,以利于设备的安全运行或使用,最大限度地降低操作差错导致事故的可能性,及减少错误理解显示正常和异常工况的仪器仪表指示的可能性;●应提供相应的设备、安全系统、程序要求等必要的措施,尽实际可能降低人的差错导致任何人无意中受到照射的可能性;●提供用以检测人的差错及纠正或弥补这种差错的手段;●安全系统或其他保护措施一旦失效便进行干预。

合格专家。应聘请合格的专家,并创造条件使他们能就如何遵守 BSS 提出意见。登记者和许可证持有者必须将为提供遵守 BSS 所必需的专门人才而作出的安排通知监管部门。这种通知应包括已聘请的合格专家的职责范围。

有关紧急照射状态
下的干预水平的细
则

紧急的保护性行动		
行动	可避免的剂量	
隐蔽	在不到 2 天的时间内 10 mSv	
碘预防剂	100 mGy (甲状腺待积吸收剂量)	
撤离	在不到 1 周的时间内 50 mSv	
食品的收回和更换		
(摘自 CODEX 食品规范委员会就事故污染后 进入国际贸易食品中的放射性核素规定的行动水平)		
放射性核素	预定普遍消费 的食品 (kBq/kg)	牛奶, 婴儿食品 和饮用水 (kBq/kg)
铯-134, 铯-137, 铷-103, 铷-106, 铯-89	1	1
碘-131		0.1
铯-90	0.1	
钚-241, 钚-238, 钚-239	0.01	0.001
长期行动		
行动	可避免的剂量	
开始临时迁避	1 月中 30 mSv	
中止临时迁避	1 月中 10 mSv	
考虑永久定居	1 生中 1 Sv	

合作;个人的监测和照射情况分析;工作场所的监测;健康监督;记录;以及特殊情况下的剂量限制。

医疗照射:责任,医疗照射的正当性,医疗照射用防护的优化,指导水平,剂量约束,医院排放的治疗用源的最大活度,医疗事故照射的调查,记录。

公众照射:责任,对参观人员的管理,外照射源,封闭空间的放射性污染,放射性废物,放射性物质向环境的排放,辐射与环境监测,消费品。

潜在照射——源的安全性:责任,安全分析,对设计的要求,对作业的要求,质量保证。

紧急照射状态:责任,应急计划,对紧急照射状态的干预,事故后的评估与监测,事故后干预的终止,参与干预工作人员的

防护。

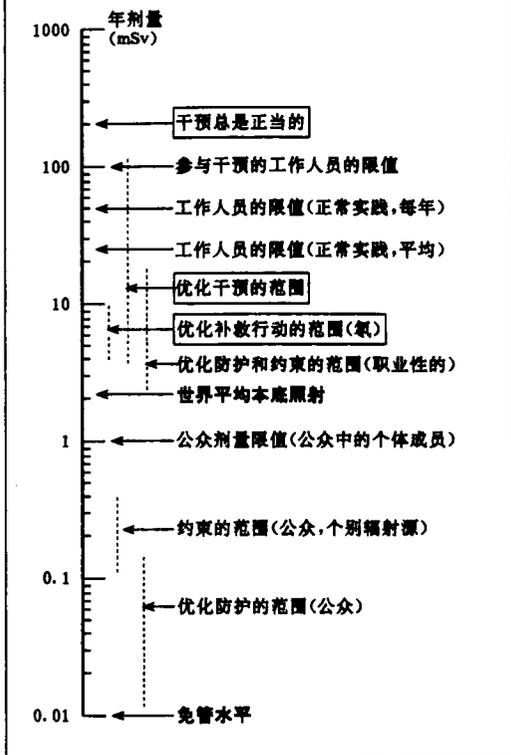
长期照射状态:责任,补救行动计划,长期照射状态的行动水平。

国际努力

BSS 规定了许多相互有关的要求,目的都是确保辐射防护与安全。(见第 11 页图。)虽然多数要求都是定性的,但 BSS 也规定了许多定量要求,对人们可能受到的剂量加以限制或给予指导。这些剂量的分布范围较大,上下涉及 4 个数量级;小至被认为不值得监管部门关心因而可以不受这些要求管束的剂量,大到使干预几乎成为必须强制进行的剂量。(见第 11 页图。)

BSS 标志着过去几十年间国际上为协调各种辐射防护与安全标准所进行的不懈

对实践的定量要求和指导性意见的图示



BSS 包括了大量相互有关的要求,从总体上看,这些要求提供了充分的保护和他安全。因此要在不丢失其内涵的情况下解释清这些要求的含义是不可能的。不过,右图提供一个简化了的直观描述,试图说明就实践而言 BSS 是如何工作的。该图一步一步说明如何遵守登记或办理许可证方面的行政管理要求。

努力达到了顶峰。继国际上在起草和审查这个标准方面所做出的空前努力之后,这份 BSS 于 1993 年 12 月在维也纳 IAEA 总部举行的一次技术委员会会议上获得通过。出席那次会议的有来自 52 个国家和 11 个组织的 127 位专家。

预计 IAEA 理事会将很快核准这份 BSS。然后,IAEA 将以暂行出版物形式(仅英文版)印发。待这个标准经其它发起组织正式核准后,其最终出版物将以 IAEA 安全丛书的名义用阿拉伯文、中文、英文、法文、俄文和西班牙文出版发行。 □

就实践而言 BSS 是如何工作的

