

- 集,北京:原子能出版社,1985 1
- 2 Alexandre R de O, Radioprotection, 1987; 22 (2): 89-135
- 3 Lusbaugh CC. In proc of a symp. sponsored by the NCRP, 1982, 46-57
- 4 许达英等. 全国放射性同位素和射线装置事故汇编,北京:卫生部工业卫生实验所,1988 1-7
- 5 杨世魁,郭勇. 郭力生、葛忠良主编,核辐射事故的医学处理,北京:原子能出版社,1992 1-32
- 6 刘曾鼎,白光译. 国际放射防护委员会第 28 号出版物,北京:原子能出版社,1982 2-3
- 7 夏益华. 辐射防护,1996; 16(2): 81-86
- 8 李德平等译. 国际放射防护委员会 1990 年建议书,北京:原子能出版社,1993 150
- 9 RERF. US-Japan joint reassessment of atomic bomb radiation dosimetry in Hiroshima and Nagasaki, 1987 1-14
- 10 UNSCEAR. 1988 Report, 1988; 545
- 11 U. S. National academy of sciences, National Academy of Sciences/National Research Council, Washington, DC, BEIR-V, 1989 182
- 12 Kerr GD, DRNL/TM-9138, 1984; 4-21
- 13 郭勇等. 上海“6. 25”<sup>60</sup>Co源辐射事故病人诊断与救治文集,北京:科学技术出版社,1994 15-25
- 14 郭勇. 辐射防护,1988 8(4,5): 348-355
- 15 吴可等. 辐射防护,1993 13(1): 1-7
- 16 GB 8280-87. 1987; 1
- 17 Liloyd DC. J Soc Radiol Prot. 1984; 4(1): 5-11
- 18 金瑾珍等. 全国放射性同位素和射线装置事故汇编,北京:卫生部工业卫生实验所,1988 463-467
- 19 沈恂. 辐射防护,1992 12(1): 1-6

(收稿日期:1996-05-13)

## 国际基本安全标准的更新和发展

卫生部工业卫生实验所(北京,100088) 郑钧正

摘要:继 ICRP 第 60 号出版物提出新建议书之后,IAEA WHO 等国际组织共同倡议制定的国际基本安全标准也相应地更新了,这些新进展促进了我国研制统一的辐射防护新基本标准。

关键词:辐射防护 安全 基本标准 国际原子能机构

ICRP 的建议书和以 IAEA 安全丛书发表的国际基本安全标准,均在国际辐射防护领域具有重要影响。已有 68 年历史的 ICRP 在辐射防护标准研究方面具有公认的权威性,其基本建议是非官方学术团体对涉及辐射防护的原理、概念和基本原则,以及应用中重要问题等提出推荐。而以 IAEA 安全丛书发表的基本安全标准,是 IAEA 等官方国际机构把 ICRP 基本建议转化为可应用的规范,具有由这些国际机构的法定章程所决定的约束力,应是有关机构的业务范围和受机构援助的活动所必须遵守的,因而它更有实用价值。

### 1 辐射防护基本安全标准

IAEA 以加速和扩大原子能对全世界和平、健康及繁荣的贡献为宗旨,很重视辐射防护与核安全。1960 年理事会决定依据 ICRP 建议书制定基本安全标准<sup>[1]</sup>。1962 年以第 9 号安全丛书出版了基本安全标准,并于 1967 年、1982 年分别修订。1982 年版第 9 号安全丛书“辐射防护基本安全标准”是由 IAEA 会同国际劳工组织 (ILO) 经济合作与发展组织核能机构 (OECD/NEA) 和世界卫生组织 (WHO) 共同倡议制定的<sup>[2]</sup>。

1982 年版第 9 号丛书以 ICRP 第 26 号

出版物为依据<sup>[3]</sup>,采纳了防护三原则构成的剂量限制体系,强调了把一切照射保持在“可以合理做到的尽可能低”(ALARA)的原则。标准共分 9 章,即:① 目的和范围;② 照射情况;③ 申报、登记或审批制度;④ 剂量限制体系;⑤ 职业照射;⑥ 医疗照射;⑦ 公众照射;⑧ 事故照射和应急照射;⑨ 所用术语的定义和注释。并有 4 个附录提供补充和辅助性资料以及实际指导。通观正文到附录,基本内容实际上是 ICRI 第 26 号出版物的翻版。尽管如此,作为有关重要国际机构根据辐射防护领域的新进展而积极协调一致的国际性基本安全标准,其影响颇大。鉴于 ICRP 第 26 号出版物提出的基本建议是对沿用已久的辐射防护基本概念的重大变革,IAEA 等机构较快地据此修订出基本标准,明确支持了 ICRP 当时的新建议,推动了全世界应用实施 ALARA 原则。

## 2 基本安全标准的更新

随着核能利用的不断发展和电离辐射技术在各领域日益广泛应用,辐射防护越来越引起普遍关注。10 年前不幸发生的原苏联切尔诺贝利核电站事故增强了这种关注。同时促进了重视国际间协调辐射防护与安全。为了推动有国际意义的核安全信息的交流,并在可能的情况下系统地提出一些普遍适用的安全概念,IAEA 邀请专家组成国际核安全咨询组(INSAG),先后以 IAEA 第 75 号安全丛书发表数份技术报告<sup>[4,5]</sup>。1990 年,IAEA 设立了机构间辐射安全委员会(IACRS),作为国际组织间辐射安全事宜的磋商和合作论坛<sup>[6]</sup>。联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR)、WHO、ILO、OECD/NEA、联合国粮农组织(FAO)、泛美卫生组织(PAHO)、欧共体(CEC)等参加 IACRS,同时 ICRP、ICRU、国际标准化组织(ISO)、国际电工委员会(IEC)、国际辐射防护协会(IRPA)等以观察员身份参加。继 INSAG 第 3 号报告发表后<sup>[4]</sup>,UNSCEAR 先后发表新

报告书<sup>[7,8]</sup>,尤其是 ICRI 第 60 号出版物问世后<sup>[9]</sup>,反映辐射防护新进展的理论体系业已形成。因此“辐射防护基本安全标准”彻底更新的时机成熟了。有关倡议组织在 IACRS 里设立一个联合秘书处,由 IAEA 负责协调,组织制定新的“电离辐射防护和辐射源安全的国际基本安全标准”(IBSS)<sup>[10]</sup>。从 1992 年 5 月出第一稿到 1994 年先后多次反复修改的第八稿,有关国际组织代表和各成员国数百名专家参加了制定 IBSS 的空前大协作<sup>[11]</sup>。

新 IBSS 的倡议组织有 6 个,增加 FAO 和 PAHO。经过广泛国际间协调而制定的 IBSS,以 ICRP 第 60 号出版物为主要依据<sup>[9]</sup>,在安全方面考虑了 INSAG 建议的原则<sup>[4]</sup>。不仅标准名称以及结构均改变了,而且在内容上有相当多的更新和扩展,有些是首次在标准中出现的。同时总结吸收了有关国际机构和各国辐射防护法规标准建设的经验,把辐射防护新概念和有关科学建议具体化为较实用的规范,在实用性方面颇有进步。

## 3 新国际基本安全标准

### 3.1 IBSS 的框架与基本原则

IBSS 由绪论、主要要求、附件、详细要求、附录、术语等部分组成。各部分之间是有机联系相互关联的。针对某一具体问题往往要各部分的相应段联系起来看,以全面正确地理解实施。

绪论阐明标准的目标和原则,概述标准所依据的原理和基础,并明确指出在实施标准中政府管理方面应作的安排。主要要求是标准的正文,但在英文版总篇幅 395 页中仅占 18 页。它分一般要求、对实践的要求和干预等三章,规定对人员所受辐射照射的防护和对辐射源安全的基本要求。附件是对主要要求的具体补充。6 个附件按不同类型照射分别提出关于职业照射、医疗照射、公众照射、潜在照射、应急照射情况和慢性照射情况的详细要求。这部分补充正文构成标准的主要条款。凡涉及定量要求则在附录中给出。附

录也是标准不可分割的组成部分。6个附录除部分文字表述的导则外,列表居多并占最多篇幅。标准中术语以最后部分汇编的解释为准。这也是标准正文第一段便首先定义的。

IBSS涉及范围广泛的实践和引起或可能引起辐射照射的源,即包括辐射防护和辐射源的安全。按ICRP第60号出版物的新建议和INSAG建议的原则,IBSS在前后各部分具体贯穿了如下基本原则:①实践必须是正当的;②个人从所有相关实践的复合照射中所受剂量不应超过规定的剂量限值;③防护与安全应是最优化的;④只要干预是正当的,就应通过干预减少不是实践部分的辐射源的照射,并且干预措施应最优化;⑤受权从事涉及辐射源的某种实践的法人应对防护与安全负主要责任;⑥应强调安全素养(Safety culture,有译为安全文化),并以其支配所有与辐射源有关的个人和组织机构对防护与安全所持的态度和所作的行为;⑦纵深防护措施应纳入辐射源的设计和运行程序中,以弥补可能的失效和失误;⑧应通过优质管理和良好的工程设计、质量保证、对人员的培训和资格审查、对安全的综合评价和注意从经验与研究中吸取教训来确保防护与安全。

### 3.2 职业照射

IBSS规定职业照射是指工作人员在其工作过程中受到的所有照射,不包括标准排除的照射以及所豁免的实践或源产生的照射。必须切实执行ALARA原则,在考虑了可利用的防护与安全选择方案以及照射的性质、大小和可能性之后,确定通常情况下的最优化防护与安全措施;同时按最优化原则采取预防事故和减缓其后果的措施限制照射的几率大小及照射的水平。IBSS规定工作人员的照射不应超过下列限值:连续5年内平均年有效剂量 $20\text{mSv}$ ,并且任何单一年份内有效剂量 $50\text{mSv}$ 。而5年结算的期限应以标准生效之日的年度周期计,不可任意作追溯性平均。同时,一年中眼晶体所受当量剂量应小于 $150\text{mSv}$ ,四肢及皮肤所受的限值为

$500\text{mSv}$ 。要求16岁以下的任何人不得接受职业照射。对年龄在16至18岁的实习生和学生所受职业照射从严控制,年有效剂量限 $6\text{mSv}$ ,同时眼晶体年当量剂量限值为 $50\text{mSv}$ ,四肢和皮肤为 $150\text{mSv}$ 。在特殊情况下,允许经审管部门审批,可以例外地把剂量平均期延长到10个连续年。对声明已怀孕的女工作人员,应改善其职业照射的工作条件,以保证对胚胎或胎儿提供与公众成员相同的防护水平。

### 3.3 医疗照射

充分重视最大的人为电离辐射照射来源即医疗照射的防护是IBSS的显著特点之一。IBSS明确规定,主要责任方和有关责任方在医疗照射实践中保证患者防护与安全方面各应承担的职责;针对X射线诊断、核医学和放射治疗,提出各种医疗照射正当性判断的详细信息;从医疗照射设备、操作和质量保证等方面强调实施医疗照射的防护最优化;并提出防范事故性医疗照射的基本要求。

IBSS把ICRP关于医疗照射防护体系具体化并有所发展。剂量限值不适用于医疗照射。由于医疗照射防护最优化大有潜力,通过引入剂量约束<sup>[12]</sup>,即建立恰当的指导水平就便于发现那些过于偏离防护最优化的情况,改善防护。IBSS首次用医疗照射的指导水平来约束放射诊断与核医学检查的剂量。给出了8类14种诊断X射线摄影、3种X射线CT摄影和乳腺X射线摄影的典型成年患者的剂量指导水平。要求典型成年患者X射线透视时,在通常操作方式中入射患者体表的空气吸收剂量率指导水平为 $25\text{mGy}/\text{min}$ ,若是介入放射学中常用的“高水平”操作方式则为 $100\text{mGy}/\text{min}$ 。IBSS还详细列出10类65种常见核医学检查的活度指导水平。对指导水平的建立及具体应用提出基本要求<sup>[10]</sup>。

### 3.4 公众照射

IBSS规定各种实践引起公众成员的照射不得超过下列适用于有关关键组估算的平均剂量限值:年有效剂量 $1\text{mSv}$ ,特殊情况下

允许连续 5 年平均;同时眼晶体年当量剂量 15mSv,皮肤为 50 mSv 获批准从事涉及辐射源的实践的注册者或执照(许可证)持有者,必须将其负责的源或实践产生的公众照射控制在符合审管部门制定的标准要求,并采取防护最优化措施。特别要注意控制放射性物质向环境的排放,做好放射性废物管理,搞好相应的辐射监测。这次标准还新提出对医疗照射患者的志愿扶持人员和探视人员所受的照射应加以约束,要求在医疗照射患者诊治期间有关探视人员所受的照射不应超过 5mSv,而探视体内有放射性物质的儿童患者所受照射应低于 1mSv。为了减少对公众成员的照射,IBSS还要求接受<sup>131</sup>I 治疗的患者体内活度必须降至 1 100M Bq 以下才允许出院,并指出有些国家以 400M Bq 作为良好实践的控制水平。

### 3.5 潜在照射

IBSS适用于实践(包括实践中的源)和干预这两大类活动。由任何实践或实践中的源产生的照射,依照射对象可分为职业照射、医疗照射和公众照射。若依照射存在形式分,有实在的照射,包括预期在某装置或源的正常运行条件下的常态照射,此外还有一类有可能但不一定发生的潜在照射<sup>[13]</sup>,例如设备故障或误操作造成的事故或具有概率性质的事件等。IBSS新增加对潜在照射的防护要求,把辐射防护扩展到保障各种辐射源的安全。这是新标准的特色。3.1 述及的基本原则除了剂量限值不适用外,其他均适用于潜在照射的防护。IBSS要求加强安全认证、优质设计和从操作、管理等环节尽可能预防事故。若潜在照射意外发生了,则要求及时采取减缓后果的恰当措施。潜在照射主要依实践的防护体系控制其发生概率,但根据预先估计其可能导致的危险,宜有适度的应急干预准备,一旦事故发生应实施必要的干预。一般对常态或可控辐射照射的防护已积累丰富经

验,而对与源相关的安全问题,即防护潜在照射和预防事故的重要性越来越突出了。但这次标准尚未能提出具体的危险约束值。

### 3.6 应急照射情况

IBSS要求为可能需要应急干预的任何实践或源制订应急计划。如任何人所受预计剂量(Projected dose)可能导致严重的损伤,则几乎可以肯定干预总是正当的。标准提出了任何情况下应采取干预的预计剂量水平(见表 1)以防止发生严重的确定性效应。同时 IBSS采用可避免剂量(Avertable dose),即采取某防护行动所减少的剂量,以评估防护行动在减少随机性效应危险方面的效果。表 2 列出紧急防护行动的干预水平,表 3 给出应急照射情况下一般限制食品的行动水平,干预水平和行动水平应是最优化的<sup>[14]</sup>。

表 1 任何情况下应采取干预的剂量水平  
(急性照射)

器官或组织	2天内所受的预计 吸收剂量(Gy)
全身(骨髓)	1
肺	6
皮肤	3
甲状腺	5
眼晶体	2
性腺	3

注:在考虑紧急防护行动的急性干预水平的正当性和最优化时,应考虑胎儿 2 天内受到大于约 0.1Gy 剂量引起确定性效应的可能性。

### 3.7 慢性照射情况

IBSS把持续性照射定义为慢性照射,例如天然辐射中氡的照射、以往活动和事件留下的放射性残存物(如事故产生的放射性核素对环境造成的残余的长期污染等)的照射。除了事故与应急照射情况实施干预的防护体系外,对慢性照射则是采取补救行动实施干预。但是迄今国际上达成共识的只有对氡的照射能提出补救行动水平<sup>[15]</sup>。IBSS提出经优化的补救行动水平是:一般住宅中<sup>222</sup>Rn的

年平均浓度为 200~ 600Bq/m<sup>3</sup>,而工作场所为 1 000Bq/m<sup>3</sup>。

表 2 紧急防护行动的干预水平

防护行动	可避免剂量	
隐蔽	2天内	10m Sv
紧急撤离	1周内	50m Sv
服碘	甲状腺	100m Gy
临时避迁	1个月	30m Sv
终止避迁	1个月	10m Sv
永久迁居	终生	1Sv

表 3 对食品的通用行动水平

放射性核素	一般消费食品 (Bq/kg)	牛奶、婴儿食品和饮水 (Bq/kg)
<sup>134</sup> Cs, <sup>137</sup> Cs, <sup>103</sup> Ru <sup>106</sup> Ru, <sup>89</sup> Sr	1 000	1 000
<sup>131</sup> I	-	100
<sup>90</sup> Sr	100	-
<sup>241</sup> Am, <sup>238</sup> Pu, <sup>239</sup> Pu	10	1

#### 4 结 语

从 ICRP第 60号出版物提出新基本建议,到 IBSS的更新问世,反映了辐射防护理论和防护体系的不断发展和不断完善。这些新进展促进了研制我国统一的新基本标准。1995年初组成精干的联合研制我国新国家基本标准(新基标)的工作班子,积极开展新基标研制工作<sup>[16]</sup>。显然,我国新基标必然要在国内辐射防护领域的大协作中诞生。

近来瑞士和澳大利亚已先后更新基于

ICRP第 60号出版物的本国基本标准<sup>[17,18]</sup>。IBSS又为我们提供可等效采用的方便。但是如何从我国实际出发,在总结经验教训基础上,科学分析有关国外动向和我国各方面辐射防护现状,制定好新基标,任务相当繁重,有许多问题必须深入探讨<sup>[16]</sup>。我国统一的辐射防护新基标既要与国际接轨,又要符合国情,科学合理且易于实施,以提高辐射防护水平,促进核科学技术更快更好地发展。

#### 参 考 文 献

- 1 IAEA. IN FCIRC /18, Vienna, 1960 1
- 2 IAEA et al. IAEA Safety Series No. 9, 1982 1
- 3 ICRP. ICRP Publication 26, 1977 1
- 4 IN SAG. IAEA safety series No. 75-INSAG-3, 1988 1
- 5 IN SAG. IAEA safety series No. 75-INSAG-4, 1990 1
- 6 IAEA. IAEA/GC(XXXV) /953, 1990 86
- 7 UN SCEAR. 1988 Report, 1988 5
- 8 UN SCEAR. 1993 Report, 1993 4
- 9 ICRP. ICRP Publication 60, 1991 1
- 10 IAEA et al. IAEA safety series No. 115-1, 1994 1
- 11 Gonzales A J. IAEA Bulletin, 1994; 36(2): 2
- 12 郑钧正. 中国辐射卫生, 1992; 1(1): 40
- 13 ICRP. ICRP Publication 64, 1993 11
- 14 IAEA. IAEA safety series No. 109, 1994; 35
- 15 ICRP. ICRP Publication 65, 1994 22
- 16 郑钧正. 中华放射医学与防护杂志, 1995; 15(4): 286
- 17 Zeller W et al. NRPB Bulletin, 1995; 163 15
- 18 Lokan K. NRPB Bulletin, 1995; 169 14

(收稿日期: 1996-04-10)