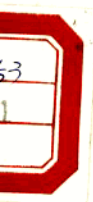


全国ICRP60号报告研讨班

# 资 料 汇 编

核工业辐射防护与核安全培训中心

1992·7·太原



## 前 言

随着核能与电离辐射技术的发展和广泛应用，给人类社会带来了巨大的利益，早期的实践证明，过量的辐射照射会引起对人体的危害。因此，在利用核能和电离辐射技术的同时，辐射防护普遍受到重视，辐射安全及辐射防护领域的科学研究有了较大的进展。国际放射防护委员会（ICRP）自成立以来，一直致力于对整个辐射防护领域提供指导作用，提出了一系列辐射防护专业方面的建议，在ICRP 26号报告公布之后，总结了近十多年来辐射防护科学技术新的成果，又发表了ICRP 1990年60号报告，新建议书将对今后辐射防护工作产生重大影响。

为了适应我国核事业的发展，使更多的辐射防护人员对60号报告尽快消化、吸收，推动辐射防护工作的进展，在1991年6月中国核学会辐射防护学会与中华医学会放射医学与防护学会举办的《ICRP新建议书专家讨论会》基础上，由卫生部监督司、国家环保局、国家核安全局和中核总安环环保卫生局联合于1992年7月17日至23日在山西太原举行《全国ICRP-60号报告研讨班》，并委托中国辐射防护研究院和卫生部工业卫生实验所合作承办。

研讨班邀请ICRP中国成员和辐射防护专家作专题讲座。专题报告内容丰富，重点围绕ICRP新建议书的背景、基本内容、新的概念、实践的防护体系；基本量、剂量限值、危险度的重新估价和制定依据；新建议书对有关辐射防护工作可能影响的一些问题等进行研讨。参加研讨班的人员是来自全国有关辐射防护领域中的高级管理干部、技术骨干和优秀的青年辐射防护工作者，共80余个单位，250余名代表。研讨班采用讲座和讨论两种形式，对60号报告进行了广泛学习和讨论，深入研究报告中的重要问题，并探讨可能解决的途径。

在举办研讨班过程中，得到国内各有关方面领导、专家的指导和帮助，在此对给予研讨班关心与支持的同志表示衷心的感谢。本书汇集了15篇专题讲座稿，由于时间仓促，经验不足，水平有限，本书难免有不妥之处，肯请读者批评指正。

编者

1992年7月

# 目 录

|                                                     |                   |
|-----------------------------------------------------|-------------------|
| 辐射防护的全部内容和实践的防护体系.....                              | 李德平( 1 - 9)       |
| 区分不同类型的活动及其防护和对潜在照射的防护.....                         | 李德平( 10 - 15)     |
| 辐射防护的重大进展国际放射防护委员会的新建议书.....                        | 吴德昌( 16 - 29)     |
| 关于个人剂量限值.....                                       | 胡遵素( 30 - 40)     |
| 从品质因数Q到辐射权重因数 $w_R$ .....                           | 陈 迪( 41 - 51)     |
| ICRP1980年新建议书与辐射防护测量.....                           | 陈 迪( 52 - 53)     |
| 辐射防护中的基本量与实用量.....                                  | 陈 迪( 54 - 57)     |
| ICRP肺模型新进展.....                                     | 陈兴安( 58 - 62)     |
| 内照射剂量估算中的有效剂量.....                                  | 叶常青( 63 - 76)     |
| 内照射的次级限值及其应用.....                                   | 周永增 王嘉栋( 77 - 87) |
| 医疗照射的防护体系.....                                      | 郑钧正( 88 - 94)     |
| 关于医疗照射的剂量约束.....                                    | 郑钧正( 95 - 99)     |
| ICRP辐射遗传效应危险系数的制定依据.....                            | 孙世荃(100 - 106)    |
| 核事故应急中对公众的防护.....                                   | 王作元(107 - 113)    |
| 国际放射防护委员会(ICRP)1990年建议书对辐射防护<br>工作可能影响的一些问题的讨论..... | 潘自强(114 - 120)    |

# 辐射防护的全部内容和实践的防护体系

## ——对 ICRP 新建议书中有关问题的讨论

李德平

(中国辐射防护研究院)

本文主要阐述了国际放射防护委员会(ICRP)新建议书(60号出版物)中在确定性效应阈值以下,由于随机效应对剂量线性关系,各类照射可以区别对待,因而辐射防护旨在控制那些将会受到而又可以避免或减少的照射的观点,而后解释有关实践的辐射防护体系部分的概念的进化。文中并概述了辐射防护各方面的内容,说明 ICRP 推荐的位置以防止以为 ICRP 建议书已覆盖了辐射防护的全部内容的误解,特别强调 ICRP 无意代替审管当局的功能,在建立一个有效的基础结构以推动合理使用各种管理与防护手段来达到 ICRP 建议书的基本要求方面,审管部门还有许多工作要做。文中还简要地介绍了 ICRP 的性质、任务及其新建议书的编写和定稿过程。

关键词:辐射防护,正当性,最优化,个人剂量限值,源相关约束值,ICRP,建议书

### 一、ICRP 情况及新建议书

国际放射防护委员会(ICRP)成立于1928年,是一个非官方、非营利的国际学术团体,主委员会由主席一人及不超过十二位其他委员组成。委员的人选以他们在医用放射学(Medical Radiology)、辐射防护(Radiation Protection)、物理(Physics)、保健物理(Health Physics)、生物学(Biology)、遗传学(Genetics)、生物化学(Biochemistry)及生物物理(Biophysics)领域内的公认的成就为根据,照顾到专业知识而不是国籍的平衡。每届任期四年,每次换届,更换不多于5人,不少于3人。委员会还设有荣誉委员,他们可参加委员会会议及工作,但无表决权也不参与行政事务。

主委员会下设以下四个分委员会,其任务分别为:

1. 第1分委员会:辐射效应(Radiation Effects);
2. 第2分委员会:次级限(Secondary Limit);
3. 第3分委员会:医学中的防护(Protection in Medicine);
4. 第4分委员会:委员会推荐之应用(Application of the Commission)。

分委员会任期四年,其人数无严格限制,主席均由主委会的委员担任;如编写文件,要由部分委员组成工作组起草,也可邀请非委员参加工作组。

委员会只有专职的学术秘书及秘书,委员均以专家个人身份(在所属工作单位的支持下)义务为ICRP工作。有时其工作单位还要提供人力、物力支持,部分委员的工作单位还负担所属委员的开会差旅费。

委员会与其姊妹团体国际辐射单位及测量委员会(ICRU)密切配合,同世界卫生组织(WHO)及国际原子能机构(IAEA)有业务上的联系。它与国际劳动组织(ILO)及其它联合国组织,包括联合国原子辐射效应科学委员会(UNSCEAR),联合国环境规划署(UNEP)以及欧洲共同体(CEC)经济合作发展组织核能局(NEA OECD),国际标准化组织(ISO),国际电工委员会(IEC)及国际辐射防护协会(IRPA)均有重要联系\*。

由于历史原因,ICRP沿用国际放射防护委员会的名称。放射(学)Radiological,原系来自医院放射科的医用放射学,而最初ICRP是1928年由国际放射学大会(International Congress of Radiology)设立的。但此处的放射(学)Radiological实指辐射对人的有害作用之意,如说事故造成了放射学后果,与狭义的医用放射学还是有差别的。目前在国际上辐射防护一词使用较广,还有用保健物理、辐射卫生的。

辐射防护原不限于防电离辐射,如国际辐射防护协会、美国NCRP、美国保健物理学会均扩大到包含激光、紫外线、电磁波(场)等的防护。但ICRP说明,由于它的专长范围,其工作限于电离辐射防护,而不是因沿用放射防护一词所致的。

委员会本身不开展科研课题,而是汇集已有的科研成果及实践经验进行综合,根据科学认识与技术的进展,委员会不断审慎地充实、发展与部分更新所推荐的放射防护的剂量限制体系,在力求跟上事物发展中还注意到尽量保持稳定性与连续性。但如果新的认识迫切要求对以往的推荐作重大变更时,委员会必然会及时作出响应。

委员会密切注意有关科学与技术的进展和实践经验,例如:辐射效应新资料;辐射防护技术的发展;防护中的原理与概念,其他行业中劳动保护和安全的观点,及可用于防护决策中的技术等的发展与变更;防护实践的重大经验与教训;对剂量限制体系的实施情况及其误解等等。依照自己分析的结果,以建议书的形式编写有关的出版物。ICRP逐年回顾、审议这些建议书并在放射防护年报上发表。有些出版物将代替某一已有出版物时,则宣布原出版物作废。在主席局开会后(至少每年一次),常按开会地点发表声明,对委员会的推荐作补充、澄清或修改。如有关26号出版物的许多声明已由瑞典辐射防护研究所汇编成“26号出版物之后”。

委员会出版物均用英文,亦有其他语种译本,系各国选译。在26号出版物问世近十年后,在科学认识上和在实践中有了重大变化和发展,而且经历了切尔诺贝利等几次严重事故,对实施ICRP推荐剂量限制体系出现的某些误解,也感觉到原文件宜阐述得更为清楚,对可控源、不可控源要作更明确的区分,并加入对潜在照射的处理。为此,委员会认为现已到准备新建议书的适当时机,于上届(1985—1989年)中期成立了编写新建议书工作组。经过多次讨论,反复易稿,本届继续加强工作到1990年下半年方始定稿通过。在此工作中委员会所考虑的目标是:

a)把新近的生物资料与当前放射防护的发展考虑进去;

---

\* 在1985—1989届介绍ICRP的小册子中还列有国际环境致突变致癌防护委员会(International Commission for Protection Against Environmental Mutagens and Carcinogens)

b)改进建议书的表达方式;

c)在与新的资料一致的前提下,尽量保持推荐的稳定性。

修改建议书的计划及其预计完成时限早已公开宣布,当时讨论稿是严格保密的,以防产生不必要的社会影响或误解。鉴于各方的关心,在1990年2月开始向有关科学团体分发待定稿(第9稿)征求意见。根据反馈又作了大量修订。1990年在华盛顿开年会一次,又在切尔登多开一次会,方于1990年11月9日世界时11时正式一致通过,作为ICRP 60号出版物,并决定不修改模式及参数,按新的组织权重因子与新的限值算出一套新的次级限ALI,配套作为61号出版物。

“鉴于审管当局、管理部门及其咨询专家,都要用到本委员会推荐,推荐常写得较为概括,但由于历史渊源对医学防护则写得较为详细”(60号出版物第7段)。新建议书分正文与较为详尽的支持性的附件,“所有推荐及阐明其道理的解释性资料均收入正文,以供与制定政策有关的人使用,当他需要了解某些特定资料时,还可在附件中查阅,而对专家正文与附件均需研读。”(60号出版物第11段)。

## 二、辐射防护涉及的各个方面

辐射防护是一门多学科、综合性的应用科学,它涉及许多科学技术领域;但其中任一领域,即使十分重要而广泛,都没有包含辐射防护全部内容,表1试图列出了辐射防护涉及的各个方面及应对其负主要责任的机构和部门。

表1中的内容也仅为不完全的举例,以防止以为ICRP的推荐已覆盖了辐射防护各个方面的误解;防止和纠正这种实际存在的误解,对各部门,特别是审管当局,各尽其责切实有效地做好辐射防护工作是十分必要的。

辐射防护的目的是在不过份限制对人类产生照射的有益实践基础上,有效地保护人类,以避免确定性效应的发生并将随机性效应的发生率降低到可合理达到的尽可能低的水平。为此,辐射防护的一端是基本原则、哲学和基本标准;另一端是防护手段,即减少照射的技术;其间需有有效的基础结构(Infrastructure)以推动合理地应用防护手段达到基本标准。

ICRP推荐主要涉及的是辐射防护的原理、原则和概念,基本防护标准,及应用中的重要问题等。防护工具、设施 and 技术的建立、研究和提高,以及防护手段的实施等主要是设计、研究和营运单位的职责。国家审管当局需有适合自己情况的法令、法规、导则及其审管办法,包括要有为确保辐射源或涉及对人照射的实践能在合格的申请人严密有效控制之下的执照(Licensing)、登记(Registration)、通知(Notification)制度以及执行技术审查、监督和指导的视察(Inspection)制度;以建立一个能推动合理应用防护手段达到基本标准的基础结构。ICRP强调,它无意替代各国审管当局的职能,其推荐仅为法规制定提供依据而不写成可以抄入法规的形式。60号出版物第10段中指出:“委员会意图使本报告主要通过适宜的放射防护所依据的基本原则的指导,以期在国家、地区和国际水平上有助于审管和咨询机构。鉴于各国情况不同,委员会并不打算写出法规文本。各国主管当局需要发展自己的与其政策和通行办法一致的法令、法规、授权执照、实践准则和指导资料的结构,委员会相信这些审管结构将设计与本报告的指导大体一致”。ICRP 26号出版物中也有类似的强调,其中第5段中指出“由于各个国家的情况不同,对于引用委员会的建议时所需的详细指导,不论是法规还是实践导则,应当由熟悉

最适合于本身需要的情况的那些国际组织或国家机构作出详细的阐述。……所以这些建议所采用的措词形式作为直接纳入法规或实践导则之用是不一定适宜的,有时甚至是不恰当的”。新建议书在第七章“委员会推荐之实施”中,对通行的各部门在辐射防护各个方面所承担的责任和职权等所作的简要阐述颇为精辟。IAEA 基本安全标准 BSS9 1982(将修订)写成了法规形式。ILO“工人辐射防护(电离辐射)导则(1986)”中分别讨论了审管当局、雇主和工人三方面以及制造销售方的职责,这些均应为审管部门、营运单位对辐射防护负有责任的人员及有关研究人员的必读资料。审管当局的工作,应按照本国情况,参照各国法规及 IAEA BSS9、ILO 工人辐射防护导则等具体制定;通过在实际中的考察、总结,并有效地反馈使其不断充实、完善。我们不能满足于已经制定了多少标准、法规和规程,更要认真考察其在实践中的适用性和有效程度,并用之改进和充实管理细则和实践导则,发展中国家在法规和执照登记通知加视察制度方面多较薄弱,近年来的几次严重事故就充分反映了这些国家在这方面的缺陷,切尔诺贝利事故亦然;我国宜予充分重视,要把执照登记通知加视察制度当作一个技术管理体系去认真地完善和实施,这里最重要的是根据当前国情组织好一个能有效地作好细致的技术审查和视察的技术力量,才能使之见实效、达安全。

表 1 辐射防护涉及的各个方面及其主要负责的机构和部门

| 序号 | 辐射防护涉及的各个方面                                                                                                                                                                                                       | 主要承担责任的机构和部门      |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------|
| 一  | 原理、原则、概念;基本防护标准、次级限;应用中的重要问题                                                                                                                                                                                      | ICRP              |
| 二  | 法规导则及其实施;审管当局值;技术审查、技术监督、审议总结和反馈;组织应急准备、执照(Licensing)、登记(Registration)、通知(Notification)制度加视察(Inspection)制度。除低于管理豁免或豁免管理者外,所有源或涉及对人照射的实践均需在该制度的管理之下,要保证该源始终受到合格的申请人的严密、有效的控制,能及时发觉并报告源的异常;视察应执行技术检查与指导,及时查出弱点、传播经验 | 各国审管当局            |
| 三  | 安全设施的设计、制造及其质量保证                                                                                                                                                                                                  | 设计、开发单位           |
| 四  | 防护屏障与技术。如:屏蔽学、机器人及操作器具、个人防护用具;密封源、密封;通风、通风橱、手套箱、空气净化;介质与放射性物质流向控制;表面去污、废物处理处置等                                                                                                                                    | 科研、开发单位           |
| 五  | 放射性污染的传输转移规律及环保。如:有关的气象学、水文学、放射生态学及其他环境学科                                                                                                                                                                         | 环保、科研单位           |
| 六  | 监测。如:个人内、外剂量监测,工作场所剂量和污染监测,环境监测;空气监测、排放监测;监测质量保证、数据记录管理;剂量学、探测技术、新监测方法和设备等                                                                                                                                        | 服务中心、营运单位、科研、开发单位 |
| 七  | 现场防护及管理。如:操作规程;放射工票、工作场所的分区分级、人员出入管理、源的实体盘点和检验、安全防护设备的检查;ALARA 审查、防护评议;实施防护措施与监测、废物管理;档案记录等                                                                                                                       | 营运单位              |
| 八  | 医学监护及救治。主要是:一般职业的医学服务;适任性检查;事故受照伤员急救;放射损伤和放射病治疗                                                                                                                                                                   | 营运单位、医院、专科医院、科研单位 |
| 九  | 核安全分析。目前主要针对核电厂                                                                                                                                                                                                   | 核安全研究单位           |
| 十  | 人员培训及考核。主要是培训再培训、考核及发证                                                                                                                                                                                            | 审管当局及受托单位         |
| 十一 | 辐射事故的处理、研究和管理。如可能事故情况的预测、防止事故的措施、应急准备、事故处理人员的培训、事故资料的汇总、分析及经验教训的反馈等                                                                                                                                               | 营运、研究单位及审管当局、地方当局 |
| 十二 | 辐射生物效应,系重要基础研究                                                                                                                                                                                                    | UNSCEAR 等及科研单位    |

辐射防护中大量的工作,在于施行现有的防护手段有效地控制照射,这除体现于设计部门外多属运行保健物理范围。防护技术、监测技术的提高与开发,都需大量人力、物力资源。由于

我们所要防护的是将会受到而又可以避免的照射,因此预估剂量的能力就决定了防护能否收效。对即将进行的操作,可按场所监测数据结合动作分析及已有经验估算剂量或其上限。如一次操作剂量不大,还可按监测结果控制以后的照射。对公众照射剂量的估计,需要模式和大量参数;对一大型设施,如果设计和评审时对剂量估算太不准确,势必造成防护安排上的困难,或不得不作事倍功半的补救性修改。因此在如何有效地反馈监测结果以控制照射和改进预估剂量能力,以及如何改进模式和收集参数方面,营运和科研等单位的防护专业人员均有许多工作要做。

总之,作为防护专业人员应能正确掌握与运用 ICRP 推荐中的基本原则和标准;对其所用方法亦应有人精通,甚至作些核算,但执意反复重复国际权威团体已作好的计算则毫无必要。

核电安全分析及其审查,是控制潜在照射的重要部分,它还涉及较多的工程、设备的可靠性,反应堆性能及其异常状态下的行为等专门问题,已形成一专门学科。除核电外,为了控制潜在照射,对在其它应用辐射的实践中的辐射事故的管理和研究,如:如何根据实践情况、经验和有关资料预测各种可能事故及其情景,拟定防范措施和应急准备,培训处理事故人员,以及对事故资料的分析、研究,事故经验教训的总结和有效反馈等,都是主管当局、营运和研究单位值得重视、加强和改进的工作。

### 三、实践的防护体系

辐射防护的出发点是,确定性效应是有阈的,应该避免发生;而随机性效应发生的概率及危害,大致为线性无阈的,要限制到可以接受的水平。这样在不发生确定性效应的剂量范围内,每一种照射所致的危害不因其它照射的存在或其剂量大小而改变,所以从防护上讲,完全可以把不同来源不同性质的照射,逐一分别对待,各自寻求现实而合理的防护。这样就可在使用同样的人力物力下达到更好的总体防护效果。从合理的防护角度,注意力应放在控制那些将会受到而又可以(或不难)避免或减少的照射。所以 60 号出版物中特别强调区分以下二类不同性质的照射情况,以及相应的防护原则的区别。

一类是,对引起照射的实践中的防护,这个实践必要时可以停止或取消,在多数情况下其伴随的照射也将大部分不会发生了。这种情况也常被称为辐射源可以控制的情况。当然所防护的都是指因该实践而产生的照射。

另一类是,在考虑防护时即已存在的照射情况,有人也称之为既成事实(*de facto*)的照射,在 60 号出版物中称之为需要采取补救行动的情况。

新建议书中还提出了防护中应充分考虑潜在照射。

本文只讨论对实践的防护体系中的几个问题。新建议书中对实践的防护体系——实践的正当性、防护的最优化和个人剂量限值,与其 26 号出版物中的推荐没有原则上的变更,但强调对潜在照射要作同样考虑\*,且对某些部分有所补充,有些更为强调或阐述得更明确,以期在理解和应用中减少任意性。以下就此作简要介绍。

---

\* 有关对潜在照射的考虑,今后在讨论不同照射情况中阐述。

### (一) 实践的正当性

26 号出版物第 12 段中明确指出:“若引进的某种实践不能带来超过代价的纯利益,则不应采取此种实践”,但回避了对已经存在的实践如何处理。事实上,确有一些实践,由于后来认识到其害处而被废除或逐渐消失,例如:X 光试鞋、钼造影剂以及一些产生足以提供辐射流行病学资料的非癌症放疗或放射性药物的使用。在 60 号出版物第 116 段中明确指出:“不仅引入新实践需要正当性判断,对业已存在的实践,当对其效能与后果有了新的资料时,也应审查其正当性。如果此时不再是利大于害,则应考虑撤销该项实践,……但撤销已有实践的损失时常比制止一个新实践要大。”有时其有害后果亦不能完全消除,如不能撤销伴随的全部照射源,但此时至少可以限制其发展。

正当性要求该实践本身利大于害,并不意味着必须是最好的实践才算正当,但在比较几种可能的方案时,则会出现用一种实践替代另一种实践利大于害,反之害大于利的问题。如果正当化也考察替代是否正当,则会出现只能选用从防护上看是最好的实践的局面;过去常用与已有实践相比较的办法来说明其正当性(26 号出版物第 68 段(a)“任何来源的照射,从其本身或者可供选择的其它方法的利益来衡量都必须具有正当的理由”,也隐含正当化包括这类替代比较),偶尔也会出现五十步笑百步的情况。此次对 60 号出版物定稿讨论结果,采用的办法是:从辐射防护角度来讲,只看实践本身是否正当。可行方案的比较选择总是要做的,这是更高层次上的问题,那时有辐射防护以外的更多方面的考虑,因此辐射防护的正当性判断中不考虑替代问题(详见 60 号出版物第 110 段)。例如已知放射诊断中,从防护角度拍片优于透视,而拍片及合格人员所做的透视都是利大于弊的,所以不能以不正当而排除哪一种。但在更高层次上,就现在能否更多地推行哪一种?在条件改善的将来又如何?则是主管当局有责任回答的问题。单以当前物力条件来解释,那末为改变这种条件又作了什么?如说是经济因素,那末为何对 CT 之类的高费用服务又发展得这样快?显然这不是防护层次上的问题。

在分析一项实践的正当性时,对该实践的范围大小应有合理的选择,如不宜只看核电站发电的利弊,还要考虑整个核燃料循环,单看放射性废物处置好像没有“利”,但作为整个核能或核辐射利用的实践的不可分割的组成部分,它的必要性就有充分的理由。

关于正当性另一值得注意的是,新建议书在关于医学照射的正当性中明确指出(见第 179 段),除了作为一项实践(指含义较宽的一类实践)要是正当的外,还要考察对每一次操作的正当性,这样就多了一个进一步确认的机会,当然某些对象明确的常规诊断则已不需要这样的进一步考察(见 60 号出版物第 172 段)。

### (二) 防护的最优化

对于实践(拟议提出或继续的)防护的最优化,仍为防护体系的重点,应保证个人剂量、受照人数和不是确定发生的照射事件的发生概率,在考虑了社会、经济因素之后,保持在合理可达到的低水平(见 60 号出版物第 117 段)。在 60 号出版物第 118 段中指出:“……从简单的常识判断到复杂的利益-代价分析,以至多属性分析(Multi-Attribute Analysis),均有助于判断是否要对实践或实践的某一组成部分采取减少照射的措施。为了限制由于实践的利和危害在社会成员间分布不同而导致的这部分和那部分成员在防护最优化中的不公平,在最优化过程中要包括关于个人剂量的源相关(Source-related)的约束,委员会称之为源相关剂量约束值(Dose

• 管理上欺负新来户的办法也是这个原因。

Constraints),过去称之为上界值(Upper Bounds)。在潜在照射中,相应概念的量是危险约束值(Risk Constraints)。在最优化分析中,采用有效剂量和集体有效剂量作为个人和集体的全部健康和遗传危害(因为器官权重因子的改变,已不再仅代表致死性危害)的指标。对于潜在照射,如涉及确定性效应,还要考虑其危险。

委员会认为其 37 号和 55 号出版物仍是最优化必需技术的指导性参考资料。

实际上,最优化已成为大型设施运行管理的一部分,对于集体剂量超过某一管理限值的操作,要进行相应的最优化审查,定性地逐一考察是否能采取各项减少剂量的措施。有的国家明确规定,大于某一管理值的操作,要事先征求审管部门(或咨询单位)的指导或核准。

设计过程是实现最优化的最关键的阶段。有人认为,设计人员追求完善的努力,就已在不知不觉中实现了“最优化”,所以承诺而不认真地去实施。事实上,有的新建核电站已将其优化分析的结果送交审管部门审议。

### (三)个人剂量限值

实践正当化和防护最优化都是按照一个实践与集体的利害来考虑的。实践带来的利益和危害在人群中的分布通常是不全相同的,在实践中为了保护个人不致受到不合理的损害,责任部门(审管当局和营运单位)需要确定一个个人剂量限值,作为以 ALARA 原则确定防护水平的一个约束条件。个人剂量限值是个人相关的,而个人可能受到来自不同源的照射,所以在优化每个源的防护时,应加上分配给该源的(源相关的)剂量约束值(Dose Constraints),以防止各源照射的总和超过限值。

对实践的辐射防护体系,自然应着眼于由于该实践所引起的照射,决定对一个源或某一实践的防护水平的是在“源相关约束值”的约束下的最优化,这种约束值通常由审管部门规定或同意。多数放射性工作防护水平是由有约束的最优化决定的而不必用限值限制。所以明确说明其目的与适用范围的强制性约束值常是一个重要的审管手段。另一个办法是设定一些调查水平,对超过这个水平的要对其运行或设计的最优化作进一步调查。

由于个人可能受到来自不同实践的照射,这些约束值应能确保不超过 ICRP 推荐的剂量限值。限值旨在保护个人,是个人相关的。在实际审管中还应更为细致(即审管部门规定或采用)的限值,有时也指约束值,过去称为法定限(Authorized Limit)或“规定限值”(Prescription Regulatory Limit),它们有明确的定义、适用范围与执行方法,并足以确保满足 ICRP 推荐限值的要求。ICRP 原意并不希望各审管当局直接引用其推荐的限值,而希望有更为细致的规定;但事实上常被各国在不同程度上引作基本法定限值。很多日常管理值(来自管理部门或审管当局)应参照最优化的结果(见 60 号出版物第 144 和 238 段)。

在一个国家正式采用以前,ICRP 推荐值在该国并无法规的效力,但常作为国际上通行的或辐射防护同行间的公认值。例如我国在 60 年代的防护规程参照当时苏联规程,“最大允许剂量”相当于 15 雷姆/年。而到 1962 年苏联已改为 5 雷姆/年。当时我国多数防护部门较强的单位都是自己按 ICRP 的 5 雷姆/年控制的。附带说及,要求接受 LAEA 资助的科研课题,执行中应符合 LAEA 基本安全标准 BSS9 的防护要求。

鉴于源相关约束值是一个新提出来的与限值相区分的术语,所以不可能明确地反映在各国法规上,而过去的“规定限值”事实上也有不同含义,所以今后类似“规定限值”的要求,应逐一有较明确的说明。

在涉及职业照射时,在一般劳动保护中近年来主导的看法是,对有害物质的职业性暴露不

只是在工作过程中所受到的来自该工作的暴露(Exposure Incurred in the Course of Work),而应该是在工作处所受到的暴露(Exposure Incurred at work),而不问其来源。由于辐射防护是对不同类型的照射区别对待的,而辐射又无往而不在。机械地套用会引起不必要的麻烦,所以ICRP的“职业照射”系指“在工作处所受到的来自可合理地视作营运管理部门的负责的情况的照射”(60号出版物第134段)。显然地面 $\gamma$ 、地面宇宙射线、体内 $^{40}\text{K}$ 均不应计算在内。对于需要考虑的天然辐射在60号出版物第136段中已例举了几项重要的,如:

a. 在审管部门已宣称应注意氦及子体并指明工作地点的操作,铀矿(井下或地面开采)显然是这一类,矿泉及其他井下作业视其强弱,也应属于这类。

b. 审管部门规定的含有相当量的天然放射性但通常不被视作放射性物质的特殊的操作与贮存。

c. 喷气机飞行操作,主要指机组人员。还应注意如外交信使这类乘机时间很长的人。

d. 宇航员,涉及人数极少,系为一专门问题。

职业照射中应包括所有人工源的照射(除审管部门免除或豁免管理者外,亦不包括工作中所受医学照射),还应包括由于概率大后果轻的意外误操作所受的少量原计划所未料及的照射,单从这一点看,限值就比过去严了(见60号出版物第147段)。

ICRP26号和60号出版物都明确个人剂量限值只应用于可控源或实践(见26号出版物第81段、135段;60号出版物第22段、125段),而不适用于事故照射、正常的天然辐射照射、室内氡等业已存在的照射(考虑防护时照射业已存在,干预可能使之减小,但已不象对实践那样可主动控制,甚至撤销此实践,使在所有情况下都能降到一个规定的水平,所以讲限值已无意义);也不适用于医疗照射。

“委员会制定的个人剂量限值目标是,对于来自确定的一组实践的经常和延续的照射,建立一个剂量水平,当超出该水平时,该照射对个人的后果将广泛地被视作不可接受的”(60号出版物S24段),因此,这个限值的含义和选取必须包括社会因素;加上,根据现有知识对于随机性效应不能保证有一个在此以下绝对无害的阈,这样要在没有不连续点的危害情况下,选定一个数值确定的剂量水平作为个人剂量限值的困难是不可避免的(见60号出版物第123段),所以ICRP明确指出“选定限值不能只依据健康的考虑”(60号出版物第123段)。

所以,个人剂量限值根本不是一个仅由医学结果决定的生物量。否则就不能理解既然人体不能区别所受照射是来自何种源,同样剂量的照射不论其是否可控均有同样后果,为何限值只适用于可控源,为何天然本底和医疗照射不予计入,也不能理解,既然同样剂量的照射对不同性别、不同年龄以及不同生活习惯(如吸烟)的人的健康后果是不同的,为何对职业性照射限值未作年龄和性别的区分(仅对孕妇的特别保护作了些补充规定)。

由于一些残存的不适用于随机性效应的阈值观点,使个人剂量限值常被过于关心和误解。

多年来,ICRP一向认为防护水平应由最优化(受到约束值约束)决定,所以“如果已经有效地实施了实践的正当化和防护的最优化,需要应用个人剂量限值的场合只应该是少数事例”(60号出版物第122段)。例如,经验表明大型核企业工作人员的年剂量常服从对数正态分布,其平均年剂量约为5 mSv,而超过过去的限值50 mSv者不到1%;而由于对接近或超过限值的这一小部分人,通过监测结果的及时反馈采取了额外的防护措施,仍可使得他们的剂量不超过限值,进而使剂量分布曲线的上端偏离了对数正态分布。

60号出版物第124段中明确指出:“把剂量限值视作安全与危险的分界线”、“把达到限值

“保持低照射与迫使其改进的最简单而有效的办法”、“把限值大小作为防护严格程度的唯一量度”，都是错误的。万一超过限值，首要的是对该设施的设计和运行方面进行彻底的检查，找出弱点，以防再犯；而不必去限制该人以后的照射，也不主张采用过去在一些国家用过的剂量补偿办法（见60号出版物S26段）。当然在确知或怀疑他受到很强照射时应请医生诊治。上述关于对个人剂量限值概念和应用上的一些误解，过去在26号出版物第81、82、135段中都有类同的阐述。实践经验表明，在一些国家、一些场合中不恰当地套用个人剂量限值是不乏事例的。为此，新建议书对个人剂量限值的概念和功能从正面和反面都作了比以往更明确和更强调的阐述，在60号出版物第124段中还指出：“……由于以上情况，管理部门、审管当局和政府部门都大量地发生不恰当地把剂量限值施用于各种可能情况，甚至用于课已部分或全部失控以及防护最优化应是最适合的行动的情况”。为此，我们在学习新建议书中，对限值的认识和应用

宜结合我国实践进行认真消化和总结。对防护水平的雄心水平（Level of Ambition），其实反映在最优化中的决策准则，如利益-代价分析中的减少1人·希沃特的费用的参考值 $\alpha$ 上；而对保护个人的雄心水平则反映在限值的再增大所相应的危害的不可接受的程度上。

ICRP多年来一直在考虑一个统一的损害指数，以便与其它行业的情况作合理的比较，但这是相当困难的，且还不能直接用于限值的选定。在26号出版物中，系按辐射照射增加的癌死亡率和子孙两代严重遗传缺陷的概率低于一个尚可接受的水平（对职业性照射为 $10^{-3}$ /年）。但看来，这样也有一些难以被广泛接受的缺陷，如：为何不计入非致死癌？遗传损害为何不计入更远的后代？受照后一、二十年的病死与当场死亡是否可比？限值与一个防护目标值（如 $10^{-3}$ /年）这样过于简单的定量结果，也许会使人误以为当我们对危险概率系数的估计稍有变动，限值就会立即随之而变。最后ICRP决定限值的选择宜采用多属性分析（Multiple Attribute Analysis），将各种因素的归因死亡概率、发生归因死亡的寿命损失和归因死亡概率的年分布综合为一个定量评价危害的指标，不仅考虑了致死性癌症，非致死性癌和全部后裔的严重遗传效应也给予一定的权重因子后计入。对备选的几个限值，从不同角度考虑，而后选中一个通盘地讲较为合适的值。具体作法在60号出版物第150—157段中有详细介绍，并可参见图1，图中示出了各种归因死亡概率和寿命损失随50年连续照射的年剂量变化曲线。

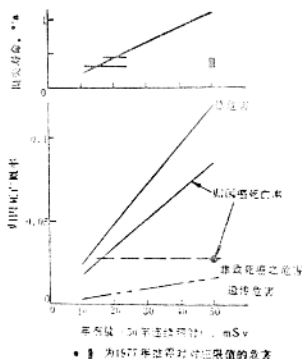


图1 归因死亡概率和寿命损失随50年连续照射的年剂量变化曲线

- 1 为ICRP1977年推荐的限值；
- 18岁起受照。

# 区分不同类别的活动及其防护和对潜在照射的防护——对 ICRP 新建议书中一些问题的讨论

李德平

(中国辐射防护研究院)

国际放射防护委员会(ICRP)新建议书(60号出版物)中强调区分“实践”和“干预”两种不同类别的人类活动及其防护体系,本文讨论了强调这种区分的目的和对每类活动控制和减少照射的措施。潜在照射发生前在新建议书中是作为实践防护体系的一部分来处理的,通过在设计和管理中的预防(减少事故概率)和缓解(降低事故严重程度)措施可以显著地减少潜在照射;文中指出虽然事故概率的估计值是不准确的,但是应用现代安全技术是可以把潜在照射的概率降低很多量级的。文中还阐述了需要干预的情况及其防护原则,讨论了 ICRP 新建议书中对应急工作中的职业照射概念和限值的进化及对居室中氡的处理原则。

关键词:ICRP,实践,干预,潜在照射,应急,居室中的氡。

## 一、区分不同照射情况

人类或人群所受的照射,来自许多辐射“源”(指产生辐射的设备以至工厂单元等,不一定是那个放射性物质或X光靶),通过各种途径照射到人。一个源可以照射很多人,一个人也可以受到很多源的照射。幸而,在合适的防护条件下,剂量远低于确定性效应阈,剂量和随机性效应都很小,可以放心地用线性叠加关系来估计效应。这样,一个源对有害作用的贡献不受其它源的影响,所以可以逐一处理或分为几类处理[参见60号出版物(以下简称60号)103段]。

防护的着眼点是为了得到利用辐射(或利用伴有辐射照射的活动)的利益而又要减少及控制照射。减少照射总是要花费人力、物力(或减少可得利益),所以聪敏的办法总是先施行那些花费不多而又能有效地减少照射的措施,这样才能在同样代价下最大限度地减少照射,或在同样防护水平下花费最少,这就是为达到现实而有效防护中的代价-效能分析(Cost-Effectiveness Analysis)的要求。由于这里考虑的利害是对社会总体而言的,所以其中某一部分人可能会因相对的“不公正”而有意见。但这正与我们购买食品总是选购味美价廉而富于营养的,而不对经营山珍海味的人感到歉意一样。也因此我们虽然不去减少极难减少的体内天然钾的剂量,但并不妨碍我们去减少职业照射的剂量。

所以合理(现实而有效)的防护办法是区别对待控制难易不同的源。为此,ICRP一直注意

区别不同情况的照射。在其 26 号出版物第 81 段中区分了以下两种在可控程度及其防护的处理方式上迥然不同的照射：

(I) 照射的发生是预见到的,而且可以通过控制辐射源和应用委员会所建议的剂量限制制度加以限制,其中包括发展完善的操作程序;

(II) 照射源不受控制,因而随后的照射只能通过补救的行动在数量上(倘若可能)加以限制。

在 60 号出版物中更加强调了这类区分,并希望能表达得更明确,更易理解和减少任意性。在定稿过程中先后曾用过“可控源”、“计划照射”、“引入的实践”与“不可控源”、“既已存在的照射”[也有人用过“既成事实”(de facto)的照射]等稍有差异的概念与术语。定稿采用的是:

(I)(为了某种有益目的)增加(产生或伴随)照射的人类活动称为“实践”(Practice)。

(II) 减少业已存在的照射的人类活动称为“干预”(Intervention)。

在源、照射途径、受照个人各个环节上均能施加限制照射的措施。控制源,如能作到,常是较好的办法。因为它对所有途径与个人均属有效(见 60 号 107 段)。如限制源强、施行可靠的包封、屏蔽、有效的保管源、排放物的净化,直至撤消该源等。从途径上限制,有如通风、附加屏蔽、控制食物链等。对受照者则可用个人防护用具和对人行动、行为习惯的限制等。但控制途径或控制受照者,容易有遗漏或带来较多的不便。如居室氡子体浓度过高,可通过经常保持高换气率来控制,但自然要改变人的生活习惯。一般地说,近源控制总是比较有效的,如控制排放比控制食品有效得多;把屏蔽离源近一点,费用就小得多;但也存在许多不易做到控制源或近源控制的情况。尤其对干预,通常很难在近源处实行控制(常既费事,又带来不便)。

对于(拟议提出或继续的)实践,防护的是将要受到而又可以(或不难)避免或减少的照射,其防护体系,仍是正当性、最优化和个人剂量限值(这些在前文<sup>[1]</sup>中已予讨论),但其内又更强调了对潜在照射要作同样的考虑。

对于干预,防护的是考虑防护时业已存在而又可以减少的照射,干预可能使照射减少,但不可能说在所有情况下都降到某一规定水平。所以讲限值是没有意义的,更不能象对实践那样,还可通过撤消实践(同时伴随照射大多亦完全停止)来保证。

## 二、潜在照射

潜在照射是一种有一定发生概率而不一定发生的照射。通常,它的发生概率和后果的严重程度及剂量大小都可以在一定程度上加以控制(见 60 号 111 段)。在发生前的阶段,它是作为应用对实践的防护体系的一部分来处理;一旦发生,通常要导致干预,按干预的防护体系来处理(见 60 号 129 段)。本节主要讨论潜在照射发生前阶段中与防护有关的若干问题;而其在干预阶段中的有关问题在下节讨论。

1. 强调潜在照射的必要性 务实的多数防护人员,从来就重视对意外照射的预防,在全球出现了几次严重事故后更加如此。ICRP 一直重视这个问题,国际原子能机构(IAEA)也曾在 1985、1987、1988 年召开过三次讨论这个问题的顾问组会议。但处理这类问题既有若干原理上

• de facto 指事实上存在的,或未经正式手续的,此处译作既成事实(或事实上存在的)。

的困难,也有要防止当只限于大型核设施的概率安全分析专家间可能出现不一致的实际问题(概率安全分析专家正在或曲地承受由不重视这一方面同行所引起的麻烦的打击,如果另一权威团体提出相不一致的看法,尽管不是矛盾的,也会给反对者以可乘之机)。所以 ICRP 对此非常慎重,修改建议书时,也注意征求安全分析专家的意见。

但是另一方面,如不适当强调这方面的问题,就会引起在这方面不必下功夫的误解,就会出现“花许多钱去加厚屏蔽,而没有合格入口控制安全设备”这类愚蠢作法,加之,如上所述,新建议书中,为求得合理防护更明确区分了两类不同性质和采取不同防护原则的照射情况,而潜在照射,其发生前和发生后(大多导致干预)又分属这两种照射情况,但又有其某些特殊问题。所以新建议书对潜在照射作了专门处理,尽管篇幅不多,而且还有待进一步深化。

2. 预防(减少事故概率)和缓减(降低事故严重程度) 潜在照射虽不是能预先完全计划或知道的照射,常是由于出现了意外情况或事故的照射,所谓事故照射乃是一种意外的非自主的照射,即受照者当时不知或者无法避免的照射。所谓意外,是指何时何地发生在何人身上无法预料,而存在这种事故的可能性(通过既往的经验与过细的事件序列分析)却时常是可以预见的(Foreseen),不得借口不能预知而不事先采取相应对策,对于已有事故或同行都知晓的可能事故竟然茫无所知的人理应怀疑其设计或管理的资格。

在潜在照射发生前的防护对策,主要是预防(Prevention)和缓减(Mitigation)。减少概率的措施称为预防,降低剂量大小或严重程度措施称为缓减(见 60 号 195 段)。通常发生概率和剂量大小都可在一定程度上加以控制。

在近代严格管理的先进行业中,减少意外事故发生概率并不是那样地不可捉摸,因为采用经受过考验的技术(Proven Technology)或符合先进技术(工程)标准(Technical Standard, Engineer Standard)的与安全有关的设备单元及设计,加上相应的高水平维护,就可以使设备故障率足够低。使用受到严格训练并能尊重规程的操作人员可以使人失误足够低。这里还隐含了要保持高水平的一般安全的严格要求。这类预防措施:一是设计合理并采用足够的安全设备(联锁、入口控制、剂量仪表、信号、警报、标志等),使整个设备具有建入的(Built in, Engineered in)安全性能;二是严密的管理,有完备的操作规程(运行与维修)和严格的人员训练。设计上能解决的问题不应留给管理去补救。

尽管发生严重事故的概率的不确定度较大,但合乎安全原理的设计都可以有把握地大幅度降低导致严重事故的的概率。为达到高度安全多采用纵深防御(Defence in Depth),即设置多重可靠屏障的办法,使单个故障或误操作不致导致严重后果——单故障准则(Single Failure Criterion)。若某部件故障或操作差错的概率为  $p_i$ ,  $i=1$  到  $n$ , 全部失效的概率  $P = p_1 p_2 \cdots p_n$ 。为了有效地降低  $P$ , 还要求:

(1)各单元可靠,即  $p_i \ll 1$ , 纸糊的屏障再大也没有用,对各单元的要求不得因其它屏障而放松,为此,各单元尽量作到故障(导致)安全(Fail Safe),即当该单元失效时能使设备处于安全状态,重要单元还可增加冗余度(Redundancy)来大幅度降低  $p_i$ 。

(2)上式的基本要求是各  $p_i$  相互独立,如果同一原因引起一连串故障,则只能视作一个故障,故为防止共因事件应保持各单元间的独立性、多样化和实体隔离(Independancy, Diversity and Physical Segregation)。

(3)要有相应的规程与训练、检查与维护、审议与总结,可靠性不高的单元在引起严重后果以前就会被检出而换以较可靠的单元,从而在运行中又不断改善了安全性能。

在减缓方面,对预见到的事故情节,可以在设计上、管理上(主要在设计上)作适当安排,来减少事故的严重性和照射。例如:1)实验室采用去污性能好的贴面材料,当发生放射性物质泄露时就较易清洗;2)设置安全壳,以使反应堆即便发生泄露,在正常工作时也不致造成环境污染;3)对废液贮罐泄露事故,如有双层底的贮罐、泄露报警设备、空的备用罐及其保证动力的倒罐泵,就可以使漏出的放射性很少;4)对内装粉末状的密封源,须规定不得用气动输送,以减少密封损坏时的泄露扩散;5)在辐照室中,曾有人安装苏制电动工业钻源时,未考虑在卡源时进入操作位置的通路,这是设计上不利减缓卡源事故的重大缺陷。

60号出版物195段还指出“在减缓方面的安排不应限于干预计划,但为减少各种事件序列后果的工作,若能在设计和运行阶段完成,从而可能使干预不再是必要的了,这方面有大量的事可做”。

为防止泄漏可能导致严重后果的事故情节,要求非常细心地(在已有分析的基础上)去搜索各种可能的事故序列。在安全设计和管理方面,一知半解与人云亦云是非常危险的事。例如没有栏干或盖板的地坑(或缺少标志);可以任意切断的安全联锁;停电就失效的门锁;不独立的冗余设备等都是曾经出现过的。而运行中不愿意及时修好备用设备,不定期检查安全设备也不罕见。在某个国家的高级技术人员中还出现这样的笑话:认为发生严重事故的概率为 $10^{-4}$ /年,那么切除了安全设施10小时,出事概率就不会超过 $10^{-4}$ 。

3. 安全分析 在审管工作中,对实践的潜在照射亦应由申请人按设施的性质作出相应的安全分析,并由审管部门对其作专门的审查,有些不易定量的问题也应按不低于当前通行(特别是已经受考验的)技术水平与安全完备的程度来要求。此外视察中也要注意潜在照射;对此,仪表常不能反映,只注意仪表读数可能是一种失误。

在正当性判断与最优化中均需把潜在照射考虑在内。对比较容易发生(当然剂量不会太大,否则该实践不会被接受),如一年几次的潜在照射,则完全可按预计会发生的实际照射处理(见60号120段)。

申请人切不可仅把安全分析视作取得执照的手续。安全分析有助于发觉设计与管理上的弱点(这宜在申请前就已改正)与揭示以后运行中应注意的事项及遇到事故时响应的指导,也因此安全分析还应作为正式资料保存于营运单位,使以后的管理和操作人员都能得到。

4. 危险限值 低概率的照射常会遇到超过低剂量率范围(因而不能施用低剂量率修正因子 $DDREF$ )或超过确定性效应限,甚至出现放射病情况(不能运用辐射权重因子 $W_R$ ),所以用有效剂量不能反映其危害或不能反映我们所侧重的一部分危害,剂量限值当不能运用(见60号191段)。所以为限制潜在照射的后果需用某一规定的危险[如可归因于死亡的概率( $Probability\ of\ Attributable\ Death$ )]的限值(见60号第191段)。

对潜在照射中的个人危险,从原理上可以是发生潜在照射的概率与如果发生的终生条件归因死亡率( $The\ Lifetime\ Conditional\ Probability\ of\ Attributable\ Death$ )的乘积(见60号197段)。当发生概率很低,剂量就可能很大,因此各种剂量下的归因死亡均应计入。

对于潜在照射中的集体危险(即使危险用归因死亡来限制)的定量评价更为困难和复杂。它不能采用事件的概率和如果发生的归因死亡数的乘积。因为这一死亡数的期望值将失去意义,实际情况是要么发生,要么根本没事,否则就相当于接受以下假定:如果大概率、轻后果事件和小概率、重后果事件的后果的期望值相同,它们的危害也相同(见60号199段)。这时候可能需用多属性分析( $Multy-Attribute\ Analysis$ )才行(见60号200段),也许可用其它准则来把概

率与后果两方面集中成一个可比的指标。

对于发生概率较大的潜在照射,如上所述其剂量必然不大,如果即使发生了,剂量仍在剂量限值以内,这无论对集体还是个人都可以把与它的剂量与概率的乘积当作一定发生的照射的剂量来处理(见 60 号 201 段)。

有关危险限值还待进一步探讨,曾讨论以  $10^{-4}$ /年为限值,但在定稿中则未具体给出,而是个待定值。过于确定也可能与核安全专家意见不一致。一个合理的理解危险限值应是实践剂量限值危害中的一小部分,不应成为主要危害来源。由于概率的较大的不确定度,给出确定的数值限也许不是极为急迫的事了。

所以,对实践的防护体系——实践的正当性、防护的最优化、个人剂量(和危险)限值,都应把潜在照射考虑在内。目前尚有一个危险限值待定。在最优化中由审管当局规定的目的和适用范围明确的源相关约束值中,自然也应包括对潜在照射的危险约束值。潜在照射发生后常导致需要干预的情况。

在医疗照射中,也会由于剂量学错误和设备故障,发生造成伤害甚至死亡的潜在照射,ICRP 对此类情况不推荐任何专门的危险约束值(见 60 号 206 段)。

### 三、干预情况及其防护原则

1. 需要干预的情况及其要求 需要干预的情况系指在对控制措施决策时,源、途径及受照人均已存在,例如天然辐射,过去实践遗留的照射以及潜在照射发生之后等(见 60 号 130 段)。通常很难在源处施行控制,所以常比较费事或引起不便(见 60 号 131 段)。

照射情况既已存在,所以对干预要求:

“(a)拟议提出的干预应利大于害,即由干预降低剂量所减少的危害对于干预的代价(包括社会代价)和带来的损害相比是足够值得的”(60 号 113 段)。

“(b)干预的形式、规模和时间应选得使减少剂量的净利益,即降低剂量的利益减去干预的代价,能合理地作到尽可能的大。”(60 号 113 段)。

ICRP 不主张为干预情况设置限值,并明确强调不能套用实践的限值。委员会推荐的用于控制实践的剂量限值,或者任何其它事先规定(Pre-Determined)的剂量限值都不能作为选定干预可能包括的措施的依据。否则会迫使自己作出利弊很不相称的决定或根本作不到(见 60 号 131 段)。根据(a)和(b)原则用于指导需要干预的情况,事先大致算出一些基于可测出的量的水平是有用的。通常有一范围,以利根据实际情况调整。如低于范围的下界,可不考虑该项干预,高于上界则常应施行该项干预。对于事故应急,这类干预水平常常很有用。一般高于该水平,严重的确定性效应会发生,干预几乎总是必要的。

2. 应急工作中的职业照射 应急工作中的职业照射系指应急人员在应急和抢救工作中受到的照射。过去 ICRP 没有十分明确的规定,各国实施中常借用 26 号出版物中关于对“事先计划的特殊照射”的限制:“对正常运行中偶尔发生的一些情况,允许少数工作人员接受的内外照射的剂量当量负担在一次事件中不大于年限值的 2 倍(100 mSv),在一生中不大于年限值的 5 倍(250 mSv);并强调只有免受这种照射的其他技术无法利用或不切实际时才认为是正当的”(见 26 号 113 段)。还规定:“以往已接受到大于年限值 5 倍(250 mSv)的异常照射和具有生育能力的妇女不能允许接受这种事先计划的特殊照射”(26 号 114 段)。