

# 工作人员辐射防护监测的一般原则

国际放射防护委员会第35号出版物

原子能出版社

012/1278

国际放射防护委员会第35号出版物

# 工作人员辐射防护监测 的一般原则

国际放射防护委员会第4专门  
委员会报告

(委员会1982年5月通过)

本报告取代ICRP第12号出版物

龚德荫 译  
顾俊仁 校

原子能出版社

ICRP Publication 35  
General Principles of Monitoring  
for Radiation Protection of Workers  
ICRP, Pergamon Press, 1982

国际放射防护委员会第35号出版物  
工作人员辐射防护监测的一般原则

龚德荫 译

顾俊仁 校

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

北京北下关印刷厂印刷

新华书店北京发行所发行 新华书店经售

开本787×1092 1/32 印张2.25 字数50千字  
1986年6月北京第一版 1986年7月北京第一次印刷  
印数1—1,700 统一书号, 15175·785

定价: 0.50元

## 内 容 简 介

本报告是国际放射防护委员会（ICRP）第4专门委员会根据ICRP第26号出版物的原则对ICRP第12号出版物《工作人员辐射防护监测的一般原则》修订后的出版物。

报告进一步阐述了委员会提出的推定限值、管理限值、记录水平、调查水平及干预水平等防护标准；讨论了常规监测、操作监测和特殊监测等各种类型监测的作用；并对工作场所的外照射监测、表面污染监测、空气污染监测以及个人的外照射监测、皮肤污染监测、体内污染监测等辐射防护监测的计划制定与结果评价作了详细的讨论。附录中给出了需要施行外照射监测或体内污染个人监测的工作人员的选择标准。

本报告是所有辐射防护工作人员必读之书，也可供从事放射性工作的科研人员、工作人员、管理人员以及大专院校有关专业师生参考。

## 序 言

为了与国际放射防护委员会 (ICRP) 第 26 号出版物《国际放射防护委员会建议书》中公布的建议取得一致, 负责实施 ICRP 建议的第四专门委员会在 1978 年 5 月的会议上决定修订在 1968 年 5 月通过的 ICRP 第 12 号出版物《工作人员辐射防护监测的一般原则》。本报告就是此次修订的结果, 并且它还是目前正在修订的 ICRP 第 7 号出版物《操作放射性物质的环境监测原则》的补充。

有关工作人员辐射防护问题的 ICRP 其它出版物还有第 10 号出版物《职业照射体内污染辐射剂量的估算》, 第 13 号出版物《学校中的辐射防护》和第 30 号出版物《工作人员的放射性核素摄入量限值》。

然而本报告并不涉及矿工的防护问题, 这个问题在 ICRP 第 24 号出版物《铀矿山及其它矿山的辐射防护》中有专门的讨论。

# 目 录

|                     |      |
|---------------------|------|
| 序言                  | (1)  |
| 一、引言                | (1)  |
| 测量在放射防护中的作用         | (1)  |
| 监测的原则               | (2)  |
| 二、委员会的建议            | (3)  |
| 工作条件下的个人受照          | (3)  |
| 内照射和外照射的叠加          | (4)  |
| 推定限值和管理限值           | (6)  |
| 推定限值                | (7)  |
| 管理限值                | (8)  |
| 参考水平                | (8)  |
| 记录水平                | (9)  |
| 调查水平                | (10) |
| 干预水平                | (11) |
| 记录的保存               | (12) |
| 三、监测的作用             | (13) |
| 工作场所的监测             | (13) |
| 常规监测                | (13) |
| 操作监测                | (14) |
| 特殊监测                | (14) |
| 个人监测                | (14) |
| 常规监测                | (15) |
| 操作监测                | (15) |
| 特殊监测                | (15) |
| 个人监测结果在评价工作场所条件上的应用 | (16) |
| 模式在分析监测结果中的应用       | (16) |
| 监测的其它作用             | (16) |

|                                       |      |
|---------------------------------------|------|
| 监测计划的重新评价·····                        | (16) |
| 控制区·····                              | (17) |
| 医学监护·····                             | (17) |
| 四、工作场所的外照射监测·····                     | (17) |
| 监测计划的制定·····                          | (17) |
| 常规监测·····                             | (18) |
| 操作监测·····                             | (18) |
| 结果的评价·····                            | (19) |
| 五、工作场所的表面污染监测·····                    | (21) |
| 主要目的·····                             | (21) |
| 监测计划的制定·····                          | (21) |
| 结果的评价和记录·····                         | (23) |
| 六、空气污染的监测·····                        | (24) |
| 监测计划的制定·····                          | (25) |
| 结果的评价·····                            | (27) |
| 操作研究的应用·····                          | (27) |
| 场所取样器的应用·····                         | (27) |
| 个人取样器的应用·····                         | (29) |
| 粒度分布测量·····                           | (30) |
| 七、外照射的个人监测·····                       | (31) |
| 监测计划的制定·····                          | (31) |
| 服务范围·····                             | (31) |
| 对剂量计的基本要求·····                        | (33) |
| 剂量计的位置·····                           | (33) |
| $\beta$ 、 $\gamma$ 、X辐射剂量计的类型及选择····· | (34) |
| 中子监测·····                             | (35) |
| 使用个人剂量计进行操作监测·····                    | (36) |
| 事故照射的特殊监测·····                        | (36) |
| 结果的评价·····                            | (39) |
| 常规监测·····                             | (41) |

|                      |      |
|----------------------|------|
| 常规监测所要求的准确度.....     | (42) |
| 事故照射的监测.....         | (42) |
| 八、皮肤污染的监测.....       | (44) |
| 九、体内污染的个人监测.....     | (44) |
| 监测计划的制定.....         | (44) |
| 服务范围.....            | (44) |
| 特殊监测.....            | (45) |
| 监测方法的选择.....         | (46) |
| 常规测量的频次.....         | (46) |
| 结果的评价.....           | (47) |
| 常规监测.....            | (48) |
| 体内污染常规监测所要求的准确度..... | (49) |
| 特殊监测.....            | (49) |
| 十、质量保证.....          | (50) |
| 十一、术语解释.....         | (51) |
| 参考文献.....            | (53) |
| 附录A.....             | (56) |
| 附录B.....             | (60) |

# 一、引言

(1) 为评价对辐射及放射性物质的照射进行控制而作出的测量是用监测<sup>①</sup>这个一般性术语描述的。本报告旨在确定一些概括性原则,作为制定监测计划的依据,以便有效而又经济地进行监测。某些方面的监测可能是按照国家的或地区的要求而进行的,只有当这些要求是根据ICRP的建议而提出时,本报告的建议才适用于这些方面的监测。

(2) 监测计划的目的必须明确地规定并记录下来,制定监测计划必须反映这些目的。监测计划还必须包括评价监测结果的依据以及这种依据如何同监测计划的目的联系起来。这种依据也要记录下来。最后,监测计划还应对必要记录的确定以及有关记录的保存与销毁手续等给予指导。每隔几年或者在装置的操作、委员会的建议、国家或地区的要求有重大改变时,都应对上述各方面加以复审。

## 测量在放射防护中的作用

(3) 职业性放射防护及其更为广义的学科——职业卫生,其主要目的都是为了达到并保持可接受的安全而又满意的工作条件。虽然在任何放射防护计划中测量都占有重要的地位,但监测所包括的内容比测量更为广泛;监测还必须包括对结果的评价,其中包含按照ICRP的建议和国家的有关

---

<sup>①</sup>黑体字排印的术语在第十一节中解释。

规定来进行评价。因此，只有当监测有助于实现足够的安全并能证实这一点时，才能认为这种监测是基本上合理的。监测有时也会给工业、公共关系或科学研究带来某些附带的益处，但是单凭这些并不能证明某个监测计划是否基本合理。尽管监测很重要，但它毕竟只是放射防护的一种手段，它本身并不是目的。

## 监测的原则

(4) 在委员会建议的剂量限制制度中，剂量当量及其有关的量，即某一器官或组织中的平均剂量当量、有效剂量当量和约定有效剂量当量，是作为表示不同类型和不同能量辐射的剂量限值的一种通用的数值基础来使用的<sup>[1, 2]</sup>。另外，它也为评价不同类型辐射所造成的损伤提供了一种尺度。ICRP还推荐把深部和浅表剂量当量指数的限值作为外照射的次级限值，把放射性核素的年摄入量限值作为内照射的次级限值。在很多实际情况下，可使用这些次级限值而无需用初级剂量当量限值。

(5) 因此，为了保证良好的工作条件而进行的监测，其首要目的是提供必要的资料以使用表述基本限值（初级或次级限值）的那些量来估算工作人员所受的照射<sup>(1)</sup>。然而，某组织或器官中的平均剂量当量、放射性核素的摄入量和剂量当量指数实际上都不能直接测出，这就必须根据其它可以直接测量的量来估算它们。

(6) 测量结果是根据数学模式来进行分析的，这种模式能定量地描述测量量和估算量间的关系。模式和测量结果

都很重要，而分析监测计划所得测量结果的模式是选择适当的测量程序的先决条件。

(7) 在实际工作中常常要测量其它的量，如测量排风系统中的放射性核素。但用表述基本限值的量来评价这样的测量结果是困难的。因此，重要的是应当弄清这些测量的作用和局限性，这样才能单独地使用这些测量结果，或者结合使用其它的测量结果，以便有助于实现辐射防护的目的。

## 二、委员会的建议

(8) 在制定监测计划和分析监测结果时应注意委员会<sup>[1, 2, 14]</sup>和其各专门委员会<sup>[3~10]</sup>的建议以及 ICRU 的有关出版物<sup>(15, 16)</sup>的内容。委员会建议事项解释中有不少问题需要结合监测计划的详细评述才能加以讨论，所以这些问题在本报告的合适的地方提出。但是，如下所述的几个问题可以方便地予以单独讨论。

### 工作条件下的个人受照

(9) 委员会现行的建议已提出了一套适用于所有工作人员的年剂量当量限值，但包含在制定和实施监测计划时必须考虑的进一步限制，即对具有生育能力的妇女和孕妇的照射的限制。

(10) 鉴于工作人员的辐射防护问题在规模和性质上有很大的差异，因而引进一套区分工作条件的体系可能具有实用价值。在委员会的建议中提出了两种工作条件<sup>(1)</sup>。甲种工作条件指的是年剂量当量有可能超过相应年限值的十分之三

的条件；乙种工作条件指的是年剂量当量不大可能超过相应年限值的十分之三的条件。这些定义是就达到该照射的可能性而言的，并非指在某一特定的年度里实际接受的照射。实际上，在甲种工作条件下工作的人员真正接受的年剂量当量绝大多数低于年剂量当量限值的十分之三。这种分类的目的之一是为了简化必要的控制程序。与乙种工作条件不同，在甲种工作条件下，如果不进行常规的个人监测就无法证实是否遵守了剂量当量限值。然而，在乙种工作条件下，有时也进行个人监测，但那是作为证实工作条件良好的一种方法，或者是用来收集剂量分布的统计资料。经验表明，在使用辐射源或放射性物质的单位内工作的大部分工作人员是在乙种工作条件下工作的。委员会提出的这种分类方法使我们能够制定出一个非常经济但又不降低安全标准的监测计划。判断一个工作人员是否需要进行个人监测的标准，在本报告第三和第九节以及附录A和B中进行讨论。

## 内照射和外照射的叠加

(11) ICRP对于非随机效应所建议的剂量当量限值指的是一年内某个器官或组织所受外照射的剂量当量与这一年内摄入放射性核素所产生的约定剂量当量的总和。ICRP对于随机效应所建议的剂量当量限值指的是一年内所受外照射的有效剂量当量和这一年内摄入放射性核素所产生的约定有效剂量当量的总和。在实践中，对于外照射采用两个次级限值，即深部和浅表剂量当量指数的年限值；对于摄入放射性核素采用年摄入量限值（ALI）这一次级限值。采用一些能

对这些量提供足够准确估计值的监测方法，使这些值满足以下两个条件，就可能达到必要的防护水平并证明是遵守剂量当量限值的：

$$\frac{H_{I,d}}{H_{E,L}} + \sum_j \frac{I_j}{I_{j,L}} \leq 1$$

$$\frac{H_{I,s}}{H_{s,k,L}} \leq 1$$

式中， $H_{E,d}$ 为年深部剂量当量指数， $H_{I,s}$ 为年浅表剂量当量指数， $H_{F,L}$ 为年有效剂量当量限值， $H_{s,k,L}$ 为年皮肤剂量当量限值， $I_j$ 为放射性核素j的年摄入量， $I_{j,L}$ 为放射性核素j的年摄入量限值。测量和结果分析上的一些实际问题将在本报告下面几节中讨论。在多数实际情况下，遵守外照射的两个限值，就足以遵守眼晶体的剂量当量限值。可用类似的程序证明遵守管理限值。还应当指出，当年摄入量限值是根据非随机效应来确定时，这个程序也许是限制得不必要地偏严了（参阅ICRP第30号出版物 第一部分的9.7节）。

(12) 是否要进行个人监测，应当分别根据外照射和内照射的可能性而定。因此根据可能在外照射而把工作环境划分为甲种工作条件，而那里的内照射很可能不超过次级限值的十分之三时，不一定是进行常规内照射监测的必要依据，反之亦然。实际上，仅在少数情况下才需要进行两种类型的常规个人监测，来保证为工作人员提供足够的防护水平。由于在判断一个工作场所是甲种还是乙种工作条件时不可避免地存在某些不准确性，除了罕见的模棱两可的情况外，对外照射和内照射分别进行估计就足够了。另外，在很多情况下，两种照射的参考水平（见第17段），特别是记录水平应

分别予以考虑，而不必按照某一个去调整另一个。但当摄入放射性核素混合物时，各种核素的参考水平应当使用类似于限制一年内几种放射性核素摄入量的方式在几种核素间进行调整。

(13) 在异常照射情况下<sup>①</sup>，需要更为详细的监测和调查计划，以便更加准确地估算剂量当量，或更确切地说估算各个器官和组织中的吸收剂量。在这种照射情况下，剂量当量常常要比常规条件下的高很多，这样在估计剂量当量或器官、组织内的吸收剂量时，就有必要也有可能把外照射和内照射都考虑进去。

## 推定限值和管理限值

(14) 在执行监测计划过程中，有不少测量值不能直接用委员会建议的量来表示。在某些情况下，实际测量结果与委员会建议的量之间关系非常简单而又直观，这时用委员会建议的量来评价测量结果的大致含义就比较容易。这种方法通常用于评价外照射的个人监测和某些类型辐射的剂量率监测。但是，应当清楚地认识到，甚至这样一种简单的分析实际上也是以测量的量（如在身体的某一特定位置佩带的一个剂量计的读数）和有效剂量当量或剂量当量指数这样一些表示基本限值的量之间相互关系的模式为基础的。如果对这种模式应用的局限性认识不清，甚至在看来十分简单的情况下，也会导致作出错误的结论。其它一些测量结果的分析就

---

<sup>①</sup> 见ICRP第26号出版物<sup>[1]</sup>第133~135, 188~194段。

更为困难，因为它们还取决于另一些因素，诸如工作人员进入和利用他们周围环境的方式以及照射的机制和途径等。例如，工作场所地板表面污染的测量结果与委员会建议之间的关系就是非常复杂的。

## 推定限值

(15) 推定限值 (DL) 是和剂量当量、约定剂量当量或摄入量以外的一些量有关的一种限值。它通过某一特定的模式来反映工作场所某一具体情况下的基本限值。因此，它可以定量地把监测计划中被测量的量与委员会建议的剂量当量限值或年摄入量限值联系起来。管理部门根据辐射防护最优化而引入的一些限值也可用作基准来制定推定限值，这种限值称为推定的管理限值。这种联系的准确程度取决于所选用的模式能在多大程度上反映实际情况，反过来这将取决于最终的推定限值要求怎样广泛的适用性。例如，表面污染的推定限值既可针对某一特定表面上经受某种特定方式扰动的具体污染物质推导出来，也可按照能广泛应用于任何污染的原则推导出来。推导出介乎两者之间的限值也是可能的。更普遍适用的推定限值可以得到更广泛的应用，但其不确定度范围也非常大，因而将不得不受到更多的限制。规定推定限值，目的在于确定一个数值，致使不超过这一数值，实际上必然遵守委员会建议的基本限值，或者遵守根据将照射保持在不合理达到的最低水平的原则而制定的操作限值。而且，不遵守推定限值并不一定意味着所受的剂量当量超过了有关的年限值。其目的在于指导操作使之不超过推定限值，超过

推定限值就说明没有达到所要求的安全标准，只要有可能，就应立即采取补救措施。另外，可能证明使用的推定限值对于某种正在进行的操作来说过于严格，因而改变所执行的方针并采用新的推定限值是合理的。但是，由于政策的连续性以及维护推定限值重要性的信誉等方法的需要，这样的变动不应轻易作出，也不应经常进行。

## 管理限值

(16) 某些限值可由主管当局或单位的管理部门制定，这些限值称作管理限值。它们具有根据国家或地区的需要而规定的管理上的意义，并应用在某些特定的情况下。它们可根据防护工作最优化程序或其他考虑来制定。委员会建议，这种限值在任何情况下都不应超过委员会的基本限值或相应的推定限值，而应当稍低于这些限值。

## 参考水平

(17) 对于在执行辐射防护计划中可能遇到的任何一种量都可预先确定一个数值，即参考水平。当这个量的数值超过或者预计可能超过这个预定的水平时，就需要在这一事件中采取一定的行动。参考水平有时就是剂量当量或年摄入量的数值，但也可以采用其它的量，这时可称之为推定参考水平。参考水平本身不是一种限值，与之相关联的行动范围可以从较小的行动，如把数值记录下来，一直到较大的行动，如进行干预。在辐射防护计划中采用的参考水平最常见的形

式有记录水平，调查水平和干预水平。这些概念在ICRP第26号出版物<sup>(1)</sup>第149～152段中已有定义，在以下几段将进一步予以探讨。

## 记录水平

(18) 记录水平是关于剂量当量或摄入量的一个正式规定的数值。在执行监测计划中监测结果超过这些值时就认为足够重要而值得记录存档。委员会曾建议，对于个人监测的记录水平应定为和这种个人监测测量时间相对应的年限值份额的十分之一。鉴于第3段中所述的那些需要附带考虑的问题而把记录水平规定得更低些可能是适当的。应用记录的剂量数据来估计实现辐射防护最优化所需要的集体剂量和集体剂量负担是影响制定记录水平的另一个需要考虑的因素，这可以证明采用低于委员会建议数值的记录水平是合理的。然而，应当明确这种记录水平的目的。

(19) 一般地说，引入记录水平的理由基于以下事实：监测结果容易获得，但却难以分析，而且在执行监测计划中所积累的大量数据只有暂时的意义。例如，人们习惯于注意并记录超过个人剂量计探测阈的全部剂量当量值。这样做对于估计总的危害可能是有用的，只要不是把没有现实意义的注意力集中在那些危险很小的照射上。其它一些照射，尽管经常处于同一量级，但或者因为这些照射低于探测阈，或者因未对这些人员进行监测，而未予记录。

(20) 采用记录水平就意味着在执行监测计划中出现的低于记录水平的结果可以摒弃不用，在为了辐射防护目的而