

群体 辐射 防护 监测 原则

国际放射防护委员会第43号出版物

原子能出版社



7L81/34

国际放射防护委员会第43号出版物

群体辐射防护监测原则

国际放射防护委员会

第4专门委员会报告

(委员会1984年5月通过)

李树德 译

原子能出版社

ICRP Publication 43

Principles of Monitoring for the Radiation Protection of the Population

ICRP, Pergamon Press, 1985

国际放射防护委员会第43号出版物

群体辐射防护监测原则

李树德 译

原子能出版社出版

(北京2108信箱)

原子能出版社印刷厂印刷

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1.25 ·字数26千字

1986年4月北京第一版·1986年4月北京第一次印刷

印数1—1500·统一书号: 15175·778

定价: 0.30元

内 容 简 介

本报告取代了ICRP早年发表的第7号出版物，使其内容与ICRP第26号出版物提出的建议协调一致，并将范围扩大到工作场所以外一切类型的监测。报告首先指出合并使用直接测量和模式计算的必要性，其次叙述了监测的一般原则和监测计划的要求，进而分别讨论三种监测，即源的监测、环境监测和群体中的个人监测，并论述了每种监测所遵循的原则。

本报告可供辐射防护和环境保护工作人员、科研人员及大专院校有关专业的师生参考。

序

第4专门委员会(委员会建议书应用委员会)在其1981年12月的会议上,提议修订1966年发表的ICRP第7号出版物《操作放射性物质的环境监测原则》,以便同ICRP第26号出版物《国际放射防护委员会建议书》中提出的建议协调一致。

委员会接受了这一提议,并建立了属于第4专门委员会的一个工作小组,编写这份修订报告。工作小组的成员是:

G. A. M. Webb (主任)	O. Ilari
J. O. Snihs	F. A. Fry
R. M. Fry (通讯成员)	

在本报告的修订期间(1981~1985)第4专门委员会的委员名单如下:

H. Jammet (主任)	D. W. Moeller
R. M. Alexakhin	R. B. Osborne
R. Coulon	J. O. Snihs
R. E. Cunningham	S. D. Soman
A. J. Gonzalez	G. A. M. Webb
O. Ilari	L. X. Wei
E. Kunz	B. C. Winkler
J. Mehl	Y. Yoshizawa

目 录

1. 引言	1
2. 术语的解说	2
3. 委员会的有关建议	5
照射的估计	5
公众中个人的剂量当量限值	6
群体的照射	7
限值和水平	8
4. 模式和监测	11
应用模式以确定限值和水平	12
外照射模式	12
环境转移模式	13
代谢和剂量学模式	15
监测与模式间的相互作用	16
5. 监测的一般目的	17
6. 监测计划的要求	19
7. 源的监测	21
监测计划的拟订	22
8. 环境的监测	23
与源关联的环境监测	23
关键组、关键放射性核素和关键途径的确定	25
与人关联的环境监测计划	28
环境监测计划的拟订	29

9. 群体中个人的监测.....	30
10. 质量保证.....	31
参考文献.....	32

1. 引言

1. 自从上次发表关于环境监测的报告^[1]以来,委员会已修订了它的基本建议^[2]以及关于剂量限制的某些指导思想。尽管以前的建议内容有许多仍然合适,委员会觉得有必要重新审查监测计划所依据的一般原则,以便使这些建议同当前的辐射防护指导思想协调一致,并将建议范围扩大到工作场所以外的一切类型的监测。在本报告中正常情况和应急情况二者都给以考虑,但是重点在于正常监测计划。委员会已另外发表了遇有应急情况时在制定行动计划方面的建议^[3]。

2. 在本报告中除了职业性照射和病人由于医学上使用的辐射而受到的照射以外,考虑了所有其他种类的照射。某些照射源存在于具有明确界限的地点,在这情形下它们可给以专门的监测;另有一些照射源是广泛弥散的,这就使得直接的监测比较困难。不管在上述任何一种情况下,应当审议是否需要源的监测和环境监测,并拟订合适的监测计划。剂量当量的估算有时可以单纯依靠测量,但是更普通的情况是需要把监测和建立模式结合起来。

3. 源的监测涉及测量和估算空气中的吸收剂量率以及从给定的源释放到环境中去的放射性核素的数量。进行这种监测通常是在靠近这样的地点,再往前面就不可能设法控制放射性物质的释放和限制人员进入辐射场。环境监测涉及测量这一地点以外地区的空气中的吸收剂量率,并测量在某些选定的环境介质中的放射性核素的浓度。环境监测不一定针

对单个的源，它可以在局部地域或全球规模上用来估算若干放射源的合成结果。

4. 两类监测（源的监测和环境监测）的类型及其范围将随设施或实践的时间阶段和运行情况而变化：可以分为运行前、工厂调试（plant commissioning）、运行、退役以及在正常和应急情况下的运行后监测。在每一阶段拟订的监测计划应当使其能实现本报告第5节所列出的目标，并且应当随时加以审查。常常有这样的情况，在运行前阶段的调查表明不需要监测，或者只需要一项非常简单的计划。

2. 术语的解说

5. 虽然本报告所使用的术语有许多已经在放射防护中广泛使用，然而对一些比较重要的术语结合本报告的内容阐明其意义，是合宜的。某些重要术语，如关键组，在第3节中给以定义。

6. **监测**是为了估计或控制照射或放射性物质而对辐射或活度进行的测量。这一术语包括测量结果的解释在内。**监测计划**需要规定测量的类型和频数、测量程序、取样和随后的实验室分析程序、统计学检验程序、数据处理方法、评价和记录。取样点的网络必须针对源和照射途径仔细选择。监测计划的最后部分也许包括计算个人或群体所受的剂量当量，或者仅仅需要把测量结果同相应的导出限值或管理限值相比较。

7. **源的监测**是监测某一确定的辐射源或某项实践。对许多类型的源来说，例如核燃料循环、非核工业、教育、研究和医学用途的源，源的监测一般是产生这个源的运行管理部门的责任，测量通常是在这样的地点进行，过了这个地点运行管理部门不再能够对释放出来的放射性核素的行径施加影响，或者阻止人员进入辐射场，也就是，在排放烟囱口或者在场地边界。

8. **环境监测**是在引起照射的场地以外进行的。为了方便，应当区分与源关联的环境监测和与人关联的环境监测。

与源关联的环境监测涉及测量某一确定的源或实践所导致的空气中的吸收剂量率或放射性浓度，也许需要作出相互比较的测量，以便鉴别被调查的特定的源或实践所给出的贡献。

与源关联的环境监测用来验证是否遵守管理限值，测量出偏离预期水平多大，以及为公众提供情报。也许它对最优化研究有用。实行这种监测常常是源或实践的运行管理部门的职责，但是管理机构或其他政府机构可能进行一些补充性或辅助性的监测。**与人关联的环境监测**是在可能有几个源照射同一人群组的情形下进行的环境监测。主要的目的在于估算全部的源所给出的剂量当量。与人关联的环境监测与最优化无关，通常是由有关的国家主管部门进行的。

9. **个人监测**涉及直接对人进行的测量，它在常规监测计划中的应用是很少的，但是它可以应用于少数人由单个或多个源给出的照射达到剂量限值的巨大份额的情形。它还可以在发生事故后用来估计个人实际所受的剂量当量，并向公众提供情报。

10. 在本报告中对正常情况和应急情况下的监测计划作出了区分。**正常监测计划**包括常规监测，也就是按规定时间

间隔进行监测，以及同可以预见的某些操作或情况相关的监测。例如，核动力厂的正常监测计划将包括空气中吸收剂量率和排放量的常规监督。它还预先规定好可能引起较大照射的有计划的操作时所需的附加监测，并规定一旦发生不寻常的但是可以预测的事件时所需的监测。正常监测计划还可提供调查不寻常事件时需要的基底线的数值。**应急监测计划**是为发生紧急情况后使用而拟订的，这种紧急情况可能导致超过对正常操作建议的限值。这种计划必须能足够迅速地提供充分的资料以帮助决定采取任何对抗措施的时间和范围。正常监测和应急监测之间的区别对于源和环境监测计划都是适用的。

11. 为了方便，可以区分一项实践的各个**运行阶段**，即运行前、调试、运行、退役和运行后各阶段。测量的规模和频数将随运行阶段而有所不同。在运行前阶段，监测计划的目的是为后继阶段取得经验，包括工作人员的培训和分析设备的配备，另外的目的是确定空气中吸收剂量率或各种介质中的放射性浓度的基底线值。这些数值也许在早期的运行阶段是有用的，但它们会随着时间而变化。用于后继阶段的设计得良好的监测计划应当包括必要的比较测量。在调试阶段和运行阶段的早期，监测进行得比较深入，其后可以随着运行经验的积累而减少深入程度。在运行阶段中，监测必须足以验证遵守管理限值，但在退役阶段也许需要更为深入的计划或者另一种不同的计划。在运行后阶段，可能（虽然不常见）需要在很长时期内保持监测。

3. 委员会的有关建议

12. 委员会的基本建议在 ICRP 第 26 号出版物^[2]中列出。其中有：

“（9）辐射防护的目的在于防止有害的非随机性效应，并限制随机性效应发生的几率，使之达到被认为可以接受的水平……”

为此目的，委员会在第 12 段中建议了一套剂量限制体系，其主要之点是：

“（12）……（a）若引进的某种实践不能带来扣除代价的净利益，则不应采取此种实践；

（b）在考虑到经济的和社会的因素之后，一切照射应当保持在可以合理做到的最低水平；

（c）个人所受的剂量当量不得超过委员会对相应的情况所建议的限值。”

13. 这三项原则可以简单地称为实践的正当化，防护的最优化和限值的遵守。监测可以用来验证遵守管理限值，并提供数据以帮助最优化运算。监测在证明实践的正当性方面通常不起作用。

照射的估计

（ICRP 第 26 号出版物第 212～219 段）

14. 为了评价任何实践所产生的影响，有必要计算个人和群体的剂量当量和与此有关的量，即有效剂量当量和约定有效剂量当量。为了保证个人的剂量当量没有超过相应的限值，个人剂量当量的计算必须包括来自一切实践的贡献。在

与源关联的估计中，需要评价给定的源所伴有的危害，包括计算某项实践现有的和未来的运行所给出的个人和集体剂量当量。与人关联的估计涉及所有的源给予个人的剂量当量。为了进行上述每一种估计，需要适当结合由监测计划给出的直接测量结果，和根据模式进行的计算。

15. 在述及一般公众所受的照射时，委员会在ICRP第26号出版物第85段中定义的一个重要概念是**关键组**。这个组应当代表预期接受最高剂量的群体中的个人；这个组应当足够地小，使其在年龄、膳食和其他影响他们所受剂量的行为方面比较均匀。委员会认为把公众中成员的有关的剂量当量限值应用于关键组的平均剂量当量，是合理的。应当认识到，由于表面上均匀的一个组所固有的差异性，关键组中的某些人事实上受到的剂量当量将略高于平均值；然而，由于通常使用了一些从最坏的情况着想的假设，所以实际受到的剂量当量通常低于所估计的剂量当量。关键组问题将在第8节中进一步加以讨论。

公众中个人的剂量当量限值

(ICRP第26号出版物第117~128段)

16. 公众中的个人暴露于多种多样的危险，所以辐射危险的大小必须结合其他危险来考虑。委员会曾指出：“在此基础上，每年 10^{-6} 至 10^{-5} 范围内的危险度大概可以被公众中的任何成员所接受。”

“(119) 总危险度大致为 10^{-2}Sv^{-1} 的这一假设，意味着对公众中个人的终身剂量应当限制到相当于在其一生中每年的全身照射为 1mSv 。由于下文所述的理由，委员会所建议的每年 5mSv (0.5rem)

的全身剂量当量限值，应用于关键组时，已经足以提供这种安全度，因此委员会建议在第120~128段所指明的条件下继续使用这一限值。”

“（120）对公众中的个人应用5mSv的年剂量当量限值，大概将造成小于0.5mSv的平均剂量当量，如果使公众受到照射的来源不多并且在关键组以外很少产生照射的话。对公众中的个人应用剂量当量限值时，应当考虑某些个人有可能属于不止一个关键组。事实上，由于在选择关键组时采用了若干保守的假设，受到照射最多的那些人实际所受的剂量比起对关键组所假想的剂量来要小得多。”

在近年的一篇声明^[4]中，委员会指出：

“对于公众中成员的随机性效应，委员会建议放射性物质的照射所产生的约定有效剂量当量在任一年内不得超过5mSv，对于长期受到重复照射的情形，为了谨慎起见应当进一步加以限制，使之在终身受照的每一年内不超过1mSv。”

虽然声明所说的是摄入放射性物质所产生的照射，这一原则同样适用于外照射。

“（127）在计算公众中的个人由于摄入放射性核素而受到的剂量当量时，应当考虑儿童在器官大小和代谢特点方面的差别……”

群 体 的 照 射

（ICRP 第 26 号出版物第129~132段）

17. 委员会指出，它不建议群体的剂量当量限值。然而，它愿意强调，群体所受的每一项人工源所产生的照射，

应当从其给出的利益来看具有正当的理由。因此，全人口所受照射的限值显然应当是各项最小的必要照射相加在一起而给出的总和，而不是一种似乎供分配定额用的可以容许的总值。

限 值 和 水 平

18. 委员会在 ICRP 第 26 号出版物第 145~152 段中制定了限值和水平的体系如下：

“ (145) **剂量当量限值**应用于个人身体器官或组织中的剂量当量，或约定剂量当量，视情况而定；在群体照射的情形下，则应用于按某一组人员计算的上述任一个量的平均值。”

“ (146) **次级限值**分为用于外照射和内照射两种。在全身接受外照射的情形下，次级限值用于身体内部距体表 1cm 以下各种深度处的最大剂量当量。内照射的次级限值是经由吸入或食入的年摄入量限值。……这些摄入量限值是针对成年的“参考人”的。假如公众中某一关键组的生物学特征与‘参考人’有较大差别，也许需要把这些差别考虑进去。……”

19. 委员会没有对公众中的个人建议年摄入量限值的具体数值。这里除了剂量当量限值方面的差别以外，还需要考虑许多因素，其中包括身材和代谢随年龄的变化，和存在于环境中的放射性核素的化学形式。委员会认为由它建议普遍适用的数值是不适宜的，虽然国家主管部门也许希望作出建议。在第 4 节中给出了某些指导。

20. 委员会作出了关于限值和水平的一些建议：

“ (147) 在实际的辐射防护中,除了剂量当量、约定剂量当量或摄入量以外,常常有必要提供其他量的限值,例如关于环境状况的量。当这些限值通过适应于情况的确定模式同基本限值联系起来,并且用来反映基本限值时,它们称为**导出限值**。导出限值可以针对某一些量制定,诸如工作场所的剂量当量率、空气污染、表面污染和环境污染等。导出限值与基本限值间的关系的准确程度,取决于在推导时所用的模式的现实程度。”

“ (148) 由主管当局或企业负责人所制定的限值,称为**管理限值**。这些限值一般要比导出限值严一些,虽然在例外的情形下也可以等于导出限值。在建立管理限值时可以应用最优化程序,这些限值只用于特定场合。重要的是应用这种限值的限制条件要明白规定。在有管理限值存在的场合下,它应当比导出限值占有优先的地位。”

“ (149) 对于在辐射防护中测定的任一种量,都可以建立参考水平,不管这些量是否设有限值。参考水平不是一个限值,它的用途是当某一个量的数值超过或预期超过参考水平时,决定采取某种行动。需要采取的行动可以从仅仅把数据记录下来,或者进一步调查原因与后果,一直到采取干预行动。在制定参考水平时,需要规定行动的范围。最常用的参考水平的形式是记录水平、调查水平和干预水平。”

“ (150) 在进行监测的过程中有许多测量显示出的结果很低,无关重要,这些测量结果常常可

以抛弃而不予记录。对剂量当量或摄入量规定一个正式的**记录水平**是有好处的，在这水平以上的结果被认为足够重要，值得记录存档。其他结果可以概括地描述为低于所定的记录水平。这些未予记录的结果在评价年剂量当量或年摄入量供辐射防护用时，可以当做零看待。这种方法可以大大简化监测结果的记录。”

“ (151) **调查水平**可以定义为这样一些数量的剂量当量或摄入量，在此以上的结果被认为足够重要，值得进一步调查。对于任一给定类型的测量可以建立一种导出调查水平，测量结果在导出调查水平以下时，可以合理地确信与此相对应的剂量当量或摄入量的数值是在有关的调查水平以下。”

“ (152) 虽然干预行动的细节须视当时存在的情况而定，然而经验表明预先制定出一些**干预水平**往往是很有用的。这样，如果一个量的值不超过或者预料不超过干预水平，这就表明很少需要进行干预。干预就要影响正常的操作，或者在某些场合下打乱正常的责任制体系，所以它不应当轻率地进行。”

21. 虽然在 ICRP 第 26 号出版物中没有给以定义，委员会在 ICRP 第 37 号出版物第 67 段中引进了**上界**的概念。**源的上界**的用途是作为源的最优化运算的一种约束，以确保即使个人受到几个源的照射，他所受的照射仍保持在有关的剂量当量限值以下。因此，单个人工源的上界制定为年剂量当量限值的某一分数。