

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12号出版物

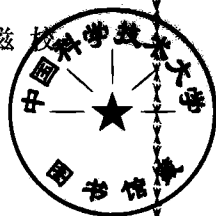
原子能出版社

国际放射防护委员会第12号出版物

工作人员辐射防护监测 的一般原则

(1969)

汪佳明 于耀明 胡二邦 译 谢 滋 校



原子能出版社

General Principles of Monitoring
for Radiation Protection of Workers
(1969)

工作人员辐射防护监测的一般原则

汪佳明 于耀明 胡二邦 译 谢 滋 校

原子能出版社出版

北京印刷二厂印刷

新华书店北京发行所发行·新华书店经售



开本 $787 \times 1092^{1/32}$ ·印张 $1^{13/16}$ ·字数 38 千字
1976年3月北京第一版·1976年3月北京第一次印刷
印数: 001—5200·定价: 0.18元
统一书号: 15175·052

内 容 简 介

本书介绍了工作人员辐射防护的个人监测和环境监测的一般原则、监测计划的制订及监测结果的评价。主要内容：监测的作用，工作场所外照射、表面污染和空气污染的监测，外照射个人监测，皮肤沾染和体内沾染的监测等。附录给出了需作外照射和体内沾染个人监测的工作人员的选择标准。

本书供剂量防护、放射医学等专业的工作人员参考。

2010/10/1

目 录

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.....	4
委员会的有关建议	4
对委员会建议的解释	4
受照射的人员的类别	5
内照射与外照射的相加.....	5
推定剂量限值 and 调查水平.....	6
记录的保存	9
三、监测的作用.....	11
工作场所的监测	11
环境监测	11
操作监测	11
特殊监测	12
个人监测	12
操作监测与特殊监测	12
个人监测结果在评价工作场所条件上的应用	13
监测的其它作用	13
监测计划的重新估价	13
控制区	13
医学监护	13
四、工作场所的外照射监测.....	15

监测计划的制订	15
环境监测	15
操作监测	16
结果的评价	16
五、工作场所表面污染的监测	18
主要目的	18
监测计划的制订	19
结果的评价	20
六、工作场所空气污染的监测	21
监测计划的制订	21
结果的评价	22
操作研究的应用	23
固定取样器的应用	23
个人取样器的应用	24
粒子大小的测量	25
七、外照射的个人监测	26
监测计划的制订	26
业务范围	26
对剂量计的基本要求	28
剂量计配置位置的确定	28
β , γ 和 X 辐射剂量计的类型和选择	28
中子监测	29
使用个人剂量计进行操作监测	29
事故照射的监测	30
特殊监测	31
结果的评价	32
常规监测	32

调查水平的应用	33
常规监测所要求的精确度	35
事故照射的监测	35
八、皮肤沾染的监测	37
九、体内沾染的个人监测	38
监测计划的制订	38
监测方法的选择	39
常规测量的频率	39
测量结果的评价	40
常规监测	40
特殊监测	42
十、术语解释	43
参考资料	44
附录 A 需作外照射个人监测的工作人员的选择标准	46
弱放射性源	46
中子源	48
X 射线和 γ 射线照相及荧光	
检查装置(医用和工业用)	48
X 射线和 γ 射线辐射治疗设备	48
附录 B 需对体内沾染作个人监测的工作人员的	
选择标准	50

一、引 言

(1) 为估计和控制辐射及放射性物质的照射量* 而进行的测量, 是用监测这个一般性术语描述的。极为重要的是, 监测计划应当准确地制订, 以符合它们的目的(参阅下文), 同时不应浪费人力和资源。为了有效而经济地达到这些目的, 本报告的宗旨在于确定一些概括性的原则, 以作为制定监测计划的依据。监测的某些方面可能是全国性或地区性要求的内容。只有当这些要求同委员会建议的基础符合时, 本文才对与其相应的监测的这些方面提供建议。

(2) 在制订监测计划时, 应当明确地符合某些规定的目的, 并且应当把这些目的记载下来。在制订的监测计划中还必须包括与这些目的的解释有关的依据。这种依据也应记载下来。最后一点, 监测计划还应对什么样的记录是必要的以及有关记录的保存与销毁的手续等有所指导。每过几年之后, 或者在装置的操作、委员会的建议、全国性或地区性的要求方面有任何重大变化时, 应当对所有这些方面加以审查。

测量在放射防护中的作用

(3) 放射防护以及比其更广泛的学科——职业卫生的主要目的, 就是要达到并维持安全而又满意的工作条件。在许多非放射性工作的情况下, 这些条件是可以从定性方面作出判断的, 此种判断或者是直接地作出, 或者是根据对临床

*正文中凡初次出现的术语都以着重号表示, 其解释集中在第120段中。

征兆和职工中的症状的考虑作出的。目前, 这些定性方法不断地为更多的定量方面的考虑所取代。在放射防护这一特殊领域内, 由于辐射损伤缺乏早期报警性质的临床征兆(高剂量的情况除外), 所以这一点甚至更加值得注意。等到这些征兆可以觉察, 或者对个人而言征兆明显起来时, 损伤的程度通常是严重的, 而且也许是不可修复的。因此在任何放射防护计划中, 测量必然起着主要作用。

(4) 然而, 监测的内容比测量包括得更广, 它还须包括对测量结果的评价, 其中包括根据委员会的建议所作出的评价。所以对一个监测计划来说, 仅当它能有助于实现安全要求, 或当证实安全要求已经满意地实现时, 才能认为这一监测计划基本上是合理的。监测有时会给工业、公共关系或科学研究这些方面带来另一些附带的益处, 但是单凭这些益处不能证明某个监测计划是唯一合理的。尽管监测是重要的, 但监测只不过是放射防护的一项技术, 它本身并不是目的。

监测的原则

(5) 委员会将辐射剂量当量作为表示不同类型辐射的容许剂量的共同数字基础来使用。其优点是, 在根据相当直观的测量结果来估计以后所发生的损伤的相对危险时, 它提供了一个量度单位。委员会的基本建议^[1]提供了可以用来评价剂量估算的一些标准, 因为摄入放射性物质后所产生的剂量不一定总能估计出来, 所以委员会还推荐了一些可以用来评价摄入量估算值的标准^[2, 6]。

(6) 然而, 有许多种监测, 其结果是既不能用剂量也不能用摄入量来直接评价的, 因而这些监测结果便不能直接

同委员会的建议相比较。重要的是，应当为这种测量提供一个解释体系，这样，这种测量或单独地或同其它测量相结合，便能适合监测的一个或多个基本目的。有必要在讨论这一解释体系以前回顾一下委员会的建议，并确定工作场所监测与个人监测 (individual monitoring) 的作用。

二、委员会的建议

(7) 在制订监测计划和对监测结果进行评价时,应当注意委员会^[1]及其各专门委员会^[2-7]的建议。委员会的基本建议是以人体器官受到的辐射剂量为根据的,因而当使用监测方法实际上无法直接确定此种辐射剂量时,那么为了将委员会的建议用于制订和评价监测计划,就有必要对这些建议作出解释。

委员会的有关建议

(8) 以下各段系引自国际放射防护委员会的第9号出版物^{[1]*},它们特别与监测问题有关:

基本原则 第25, 26, 28, 34, 37, 41—51等段。

职业性照射的剂量限值 第52—69段。

不可控制源的处置水平 第96—102段。

操作中辐射防护的一般原则 第108—113, 117—120, 122等段。

对委员会建议的解释

(9) 与委员会建议有关的许多解释问题,只能在对监测计划进行仔细审查后方能加以讨论,因而这些解释散见于本报告的适当章节内。但也有一些解释问题宜于作单独的讨论。

* 已由本社翻译出版。——编者注

受照射的人员的类别

(10) 在国际放射防护委员会第 9 号出版物发表以前, 委员会曾对两类工作人员建议了不同的最大容许剂量, 因此对工作人员的类别作出规定是一个很重要的问题。但现行的建议提供了能适用于一切工作人员的单一的一组剂量限值, 因此对这些工作人员的仔细分类, 现在只是管理上或工作上方便的问题。

(11) 经验证明, 大多数使用辐射源和放射性物质的工作人员, 都可以归到“总剂量不太可能超过最大容许年剂量的 $3/10$ 这一条件”^{*}下工作的这一类。在一个正常运行的企业中, 其工作仅同辐射源间接有关的那些人员, 肯定可以按此方式来分类。但必须记住, 这种分类是以下列情况属于已知的或合理假定的经验为基础的。这些情况是:

(a) 需要单个监测的工作人员都受到了妥善的个人监测;

(b) 一切工作人员都服从于严格的行政管理和适当的环境监测;

(c) 一切辐射源都是得到充分控制的。因此, 在这些条件下, 采用委员会所建议的分类办法, 就有可能制订出一个真正经济的监测计划, 而毋需降低安全标准。在本报告的第七节和九节以及在附录 A 和附录 B 中, 对个人监测的工作人员的标准进行了讨论。

内照射与外照射的相加

(12) 委员会所建议的最大容许剂量是就外照射剂量与内照射剂量的总和而言的。然而, 正如本报告随后将要详细叙

* 见国际放射防护委员会第 9 号出版物^[1], 第 110 段。

述的，用于外照射的常规监测方法通常不能够根据测得的表面剂量来确定个别器官的剂量。在一个季度或一年时间内，记载的身体表面剂量通常总比器官剂量高。内照射剂量只能间接地加以估计，因而只是在少数情形下（作为氧化物的氡便是一个很好的例子），常规监测计划得到的资料才能用剂量来评价。本文及国际放射防护委员会第10号出版物*中所提出的评价方法都表明，记录下来的剂量大体上往往比器官剂量大。

(13) 因此在实际上可能存在着极少数情况，需要将外照射剂量和内照射剂量相加，作为常规监测计划的一个组成部分。最常见的一种情况是同时受到外部辐射和聚积在体内的，并以全身为其关键器官的某个核素的联合照射。这种核素所产生的剂量，可以相当准确地估算出来，如若重要，还可与已记录下来的外照射剂量加在一起。

(14) 在异常照射**的情形下，采用更详细的监测计划和调查计划，便有可能较精确地估计器官剂量。在这样的照射下，其剂量通常比常规条件下高得多。因此，在估算器官剂量时，既有必要也有可能将外照射和内照射两者都考虑进去。

推定剂量限值 and 调查水平

(15) 在一项监测计划实施过程中所进行的测量，其中有許多是不能直接用委员会所建议的数字来表示的。在某些情形下，实际测量结果与委员会建议之间的关系是非常简单而又直截了当的，因而很容易用委员会的基本建议来估计测量结果的大致含义。这一方法通常用于评价外照射的个人监

* 已由本社翻译出版。——编者注

** 国际放射防护委员会第9号出版物⁽¹⁾，第99—102段。

测及某几种辐射的剂量率监测。要评价另一些测量结果则不太容易,因为它还依赖于其它一些因素,例如工作人员在其工作环境中的行动方式以及他们对环境的利用方式。举例来说,工作场所地板上的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。排泄物的分析结果和相应的器官剂量之间的关系也是如此。

(16) 在这些比较复杂的情况下,为了减轻评价工作量,有两个概念是很有用的。第一个概念是推定资用限值 (derived working limit)。利用传统的照射通道模型,可以求得监测计划中的被测量和委员会所建议的最大容许剂量或摄入量之间的定量关系。这一关系的准确度取决于选用来代表真实情况的模型的近似程度如何,而这又转而取决于最终的推定资用限值所必需的普遍适用性有多大。例如用于表面污染的推定资用限值,既可以针对受到某种方式扰动的特定表面上的某一具体致污物质来推导,也可以按照能广泛应用于任何污染的方式加以推求。介乎这两者之间的情况也是可能有的。能适用于一般情形的推定资用限值具有更加广泛的用途,但是它的不确定性的范围很大,因而在应用上受到更大的限制。在推导资用限值时,其目的应当是为了确立这样一个数字,因而当坚持不超过这一数字时,可以确信实际上是遵守委员会的建议的。反之,不坚持使用推定资用限值,并不一定意味着不遵守委员会的建议,而只不过可能需要对此情况进行更细心的研究而已。以这种方式应用推定资用限值,有可能确定器官剂量或摄入量的上限,但不能估计出实际的剂量或摄入量。

(17) 从一个监测计划得来的许多资料中,有许多资料仅仅证实情况是令人满意的,因而不需要采取行动。为了方

便，应当采用一种方法，以便用最少的精力，就能将此项资料予以剔除，调查水平 (investigation level) 的概念对达到这一目的来说是有用的。调查水平是为某一特殊类型的测量规定的一个数值，超过这一数值的结果便是够重要的，从而有理由对之作进一步的调查。调查的范围可以从仅仅认识到情况有可能会造成重大的结果起，直至完全查明该结果的起因与后果为止。低于这一调查水平，便不需要对测得的资料作进一步的研究或调查。在国际放射防护委员会的第10号出版物〔8〕中，载有应用调查水平的一个详细的例子。在工作场所内当被测量的水平有变动时，这一概念对这类场所的某几种监测也是有用的，甚至当这种调查水平远低于推定资用限值时，它在鉴定管理上的缺点和遭受破坏的操作程序这两方面也可能是很重要的。

(18) 设立调查水平的目的，应当是保证由低于调查水平的条件所造成的剂量或摄入量定将低于委员会所建议的全年限值的 $3/10$ 。推定资用限值与调查水平之间不存在简单的关系，部分原因是由于目的不同，部分原因是由于几乎所有的推定资用限值都是用于最长达一年时间内的平均条件的，而调查水平却是用于单次结果，或者偶而用于短期的平均条件。

(19) 对推定资用限值和调查水平加以明确的区别是很重要的。虽则当测量结果超出了推定资用限值时还不一定是表示其剂量超出了委员会的剂量限值，但是进行操作时的指导思想应当是不要超过推定资用限值。测量结果超过了推定资用限值时，会达不到预定的安全标准，所以只要实际可行便应随之而采取补救措施。另一方面，也有可能证实所采用的推定资用限值过分限制了正在进行的特殊操作，那时就有理由改变操作方针，并采用一个新的推定资用限值。但出于

对方针的连贯性的需要，并为了保持对推定资用限值的重要性的信赖起见，所以既不当轻率地也不应当经常性地作出这样的变动。

(20) 与推定资用限值相反，调查水平需要加以认真对待的程度就小得多了。对一个超过调查水平的结果接着进行的调查，往往不会比以下的认识更多，即，预料这种状况会引起比通常略高一些的照射水平或环境污染水平。往往也会有改变调查水平的必要，例如当新工厂投产或新设备启动而使某一工作场所的条件发生变化的时候。有时长期在超过调查水平的场合下工作，也可能是非常正当的。

(21) 在发布了有关评价监测结果的指导性意见后，管理部门的指示应当着重于指出这些区别，并应明确目前正在使用的是哪一个概念。

记录的保存

(22) 一般地说，监测结果是容易得到但评价困难，而且在监测计划实施过程中所积累起来的大量资料其价值是十分短暂的。所以，必须密切注意将来对记录的评价方式。例如，工作场所的监测结果对估计各个工作人员所接受的剂量未必是有用的，除非这种估计是在监测计划所包括的时间内作出的。因此，工作场所常规监测记录的保存，通常与其说是同估计各个工作人员所受到的照射量有关，还不如说是同体现良好的行政管理标准有关。

(23) 在评价个人监测结果的那几节中将会看到，在剔除了低于合适的调查水平的那些监测结果后，个人记录即可大大简化。那时，大多数个人记录只需包括对工作人员及其工作场所的识别，然后说明一下没有超过调查水平。在有些测量结果高于调查水平的场合下，则需在个人记录中表示出

这些测量结果的详细数字。一切个人记录还应当包括非常事件中任何内容的细节。

(24) 从维护和改进设计标准与操作标准方面来看, 从实现委员会的建议并证实对这些建议的遵守方面来看, 个人记录的保存及其将来的利用, 部分地只是属于管理上的问题。由于辐射诱发的一些疾病的潜伏期长, 故保存时间也必须长一些, 大概至少得保存30年。记录中不仅应当包括未作解释的数据, 而且应当将估计出来的任何剂量或摄入量包括进去, 但不需包括用以获得这些数据的原始样品、剂量计、监测用胶片等。

(25) 能说明监测计划的评价的目的和方法的那些重要记录, 也必须按照个人记录一样的方式加以保存。